

国家建筑设计图集 06SG311-1

混凝土结构加固构造

(总则及构件加固)

批准部门: 中华人民共和国建设部

组织编制: 中国建筑标准设计研究院

中国计划出版社

关于批准《既有建筑节能改造（一）》 等十二项国家建筑设计的通知

建质[2006]169号

各省、自治区建设厅，直辖市建委，解放军总后营房部，新疆生产建设兵团建设局，国务院有关部门建设司：

经审查，批准由中国建筑设计研究院、北京市建筑节能专业委员会等十四个单位编制的《既有建筑节能改造（一）》等十二项标准设计为国家建筑设计，自2006年9月1日起实施。原《外装修》（03J501）标准设计同时废止。

附件：国家建筑设计名称及编号表

中华人民共和国建设部
二〇〇六年七月十一日

“建质[2006]169号”文批准的十二项国家建筑设计图集号

序号	图集号	序号	图集号	序号	图集号	序号	图集号	序号	图集号	序号	图集号
1	06J505-1	3	06J908-7	5	06SG311-1	7	06SG515-1	9	06SG517-2	11	06D704-2
2	06SJ812	4	06G101-6	6	06SG331	8	06SG515-2	10	06SG812	12	06X701

混凝土结构加固构造

(总则及构件加固)

批准部门 中华人民共和国建设部

批准文号 建质[2006]169号

主编单位 中国建筑科学研究院结构所

统一编号 GJBT-933

实行日期 二〇〇六年九月一日

图集号 06SG311-1

主编单位负责人 赵基达

赵基达

主编单位技术负责人 赵基达

赵基达

技术审定人 陶学康

陶学康

设计负责人 万墨林

万墨林

目 录

目录	1
总说明	6
图集使用索引表	8

1 混凝土结构加固总则

基本规定, 加固程序	1-1
设计计算原则, 材料要求	1-2
钢材、钢筋焊接及防护要求	1-3

2 加固方法及相关技术

加固方法分类及选用准则, 增大截面法	2-1
置换混凝土加固法	2-2
外包钢法	2-3
外粘钢板法	2-4
外贴纤维复合材料法	2-6

绕丝加固法, 预应力加固法	2-9
增设支点加固法	2-11
结构体系加固法	2-13
增设拉结连系加固法	2-15
裂缝修补技术	2-17
托梁拔柱技术	2-19
后锚固技术	2-21
阻锈技术	2-24
喷射混凝土	2-25
纤维混凝土、改性混凝土	2-27

目 录

图集号 06SG311-1

审核 陶学康 陶学康 校对 陈瑜 陈瑜 设计 万墨林 万墨林

页 1

3 柱加固

柱加固说明	3-1
增大截面法	
只加筋不增大截面、四面围套	3-3
四面围套详图	3-4
三面围套(壁柱)	3-5
三面围套(伸缩缝部位)	3-6
两面围套(角柱)	3-7
单面增大	3-8
二阶预制边柱	3-9
二阶预制中柱	3-10
新增受力钢筋在基础的锚固	3-12
新增受力钢筋在楼盖及屋盖处的锚固	3-14
外包钢法	
等截面独立中柱	3-15
变截面独立中柱	3-16
独立角柱	3-17
柱角钢在基础的锚固	3-18
壁柱	3-19
预制二阶中柱	3-20
预制二阶边柱	3-21
预制二阶柱详图	3-22
预制柱受力角钢在基础的锚固	3-23

综合法

独立柱四面外包钢及外包套	3-24
独立柱外包钢及单面增大	3-25
壁柱外包钢及单面增大	3-26
角柱外包钢及两面增大	3-27
纤维复合材料及绕丝法	
独立框架柱纤维片材受弯受剪加固	3-28
独立框架柱纤维片材受弯受剪加固详图	3-29
独立框架柱绕丝加固	3-30
独立框架柱纤维织物环向围束加固	3-31
预应力撑杆法	
横向张拉双侧预应力撑杆加固框架柱	3-32
双侧预应力撑杆加固框架柱详图	3-33
横向张拉单侧预应力撑杆加固框架柱	3-34
单侧预应力撑杆加固框架柱详图	3-35
楔顶预应力撑杆加固框架柱	3-36
楔顶预应力撑杆加固框架柱详图	3-37

4 墙加固

墙加固说明	4-1
板墙加固法	
纵横墙双面板墙加固(T形、十字节点)	4-3

目 录						图集号	06SG311-1
审核	陶学康	陶学康	校对	陈瑜	陈瑜	设计	万墨林

纵横墙双面板墙加固 (L形节点), 纵墙单面横墙双面板墙加固 (T形节点)	4-4	双面粘钢L形、尽端节点	4-24
横墙双面板墙加固 (T形、十字节点)	4-5	单面粘钢T形、十字节点	4-25
横墙双面板墙加固 (L形节点), 横墙单面板墙加固 (T形节点)	4-6	墙柱连接	4-26
横墙单面板墙加固 (十字节点), 加固板墙与端柱连接	4-7	墙面扁钢布置	4-27
板墙墙面钢筋网布置1 - 采用连接筋时	4-8	楼板处的连接做法	4-28
剖面详图 / 现浇楼面处做法	4-9	楼盖处收头做法	4-29
现浇楼面处做法 / 空心楼板处做法	4-10	框架梁处做法	4-30
空心楼板处做法	4-11	边框架梁处做法	4-31
板墙墙面钢筋网布置2 - 采用锚固角钢时	4-12	基础连接做法	4-32
空心屋面板板端处收头 / 十字节点锚固角钢连接	4-13	门窗洞口做法	4-33
T形节点、楼面处锚固角钢连接	4-14	门窗洞口剖面详图	4-34
楼面处、屋面处锚固角钢连接收头	4-15	墙体开洞处理	
框架梁处做法	4-16	洞宽为300~500mm时的做法	4-35
板式条形基础处做法	4-17	洞宽为510~1000mm时的做法	4-36
筏形基础处做法	4-18	洞宽1010~3000mm时的做法	4-37
门窗洞口做法	4-19	5 梁加固	
门窗洞口详图	4-20	梁加固说明	5-1
粘钢法		增大截面法	
双面粘钢T形、十字节点	4-21	简支梁, 只增加钢筋, 不增大混凝土截面	5-6
双面粘钢T形、单双面粘钢T形节点	4-22	简支梁, 单面增大截面	5-7
双面粘钢T形、十字节点	4-23	框架梁上下两面增大截面	5-8

目 录						图集号	06SG311-1			
审核	陶学康	陶学康	校对	陈瑜	11-1	设计	万墨林	万墨林	页	3

框架梁四面包套	5-10
简支梁变截面加固	5-11
框架梁加腋	5-12
外包钢法	
吊车梁外包钢加固	5-13
框架梁外包钢加固	5-14
剖面详图	5-15
粘钢法	
简支梁正截面粘钢加固	5-19
框架梁正截面粘钢加固	5-20
剖面详图	5-21
复合纤维材料加固法	
鱼腹式吊车梁碳纤维加固	5-25
框架梁碳纤维加固	5-26
剖面详图	5-27
框架梁斜截面碳纤维加固	5-32
体外预应力法	
预制梁体外预应力拉杆加固，机械张拉	5-33
节点详图	5-34
框架梁预应力拉杆加固，机械张拉	5-38
节点详图	5-39
节点详图，支承节点几何关系	5-40
增设支点法	
框架梁斜向支撑加固	5-41

节点详图	5-42
6 板加固	
板加固说明	6-1
预制板	
增浇叠合层加固	6-4
粘钢加固	6-5
碳纤维加固	6-6
空心板局部凿洞增配钢筋加固	6-7
现浇板	
加大截面法加固，板面布筋	6-8
加大截面法加固，板底布筋	6-9
剖面详图	6-10
粘钢加固，板面扁钢布置	6-11
粘钢加固，板底扁钢布置	6-12
剖面详图	6-13
粘钢加固，有外墙时板面扁钢布置	6-15
剖面详图	6-16
节点详图	6-19
复合纤维加固，板面纤维布置	6-20
复合纤维加固，板底纤维布置	6-21
复合纤维加固，有外墙时板面纤维布置	6-22
节点详图	6-23

目 录						图集号	06SG311-1
审核	陶学康	陶学康	校对	陈瑜	王海	设计	万墨林

楼板开洞

粘钢补偿加固简支单向/双向板开洞	6-24
剖面详图	6-25
碳纤维补偿加固简支单向/双向板开洞	6-26
剖面详图	6-27
粘钢补偿加固现浇单向/双向板开洞	6-28
节点及剖面详图	6-29
粘钢补偿加固框架结构现浇楼板开洞, 当开洞位于角部时	6-30
碳纤维补偿加固连续单向/双向板开洞	6-31
剖面详图	6-32
碳纤维补偿加固框架结构现浇楼板开洞, 当开洞位于角部时	
增設型钢梁加固楼板开洞	6-33
剖面详图	6-34
预应力楼板开洞	
单向无粘结预应力楼板开洞加固总平面图	6-37
开洞在角部加固平面图	6-38
洞位于板中加固平面图	6-39
洞开在墙边加固平面图	6-40
剖面详图	6-41
无粘结预应力无梁楼板开洞加固总平面图	6-44
开洞在角部加固平面图	6-45
洞位于板中加固平面图	6-46

剖面详图	6-47
------	------

单向无粘结预应力楼板开洞增设型钢梁加固总平面图(仰视)	6-49
开洞在角部加固平面图(仰视)	6-50
剖面详图	6-51
洞口位于板中加固平面图(仰视)	6-54
剖面详图	6-55
洞开在边缘加固平面图(仰视)	6-57
剖面详图	6-58
无粘结预应力无梁楼盖开洞增设型钢梁加固总平面图(仰视)	6-59
无粘结预应力无梁楼盖开洞增设型钢梁加固总平面图(俯视)	6-60
开洞在角部加固平面图(仰视)	6-61
洞位于板中部加固平面图(仰视)	6-62
剖面详图	6-63
双向无粘结预应力密肋楼盖开洞加固总平面图(仰视)	6-66
双向无粘结预应力密肋楼盖开洞加固总平面图(俯视)	6-67
洞1, b>1000, 切断肋梁及预应力筋加固平面图	6-68
洞2, b>1000, 切断肋梁及预应力筋加固平面图	6-69
洞3, 未断肋梁加固平面图	6-70
剖面详图	6-71

相关技术资料

目 录						图集号	06SG311-1
审核	陶学康	陶学康	校对	陈瑜	设计	万墨林	万墨林
						页	5

总说明

1 编制依据

本图集根据建设部建质[2002]156号“关于印发《二〇〇二年国家建筑标准设计编制工作计划》的通知”编制。

2 设计依据

- 《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292-1999
- 《建筑抗震鉴定标准》GB 50023-95
- 《建筑抗震加固技术规程》JGJ 116-98
- 《民用建筑修缮工程查勘与设计规程》JGJ 117-98
- 《民用建筑修缮工程施工规程》CJJ/T 53-93
- 《既有建筑地基基础加固技术规范》JGJ 123-2000
- 《混凝土结构加固设计规范》GB 50367-2006
- 《工业厂房可靠性鉴定标准》GBJ 144-90
- 《纤维混凝土结构技术规程》CECS 38:2004
- 《碳纤维片材加固混凝土结构技术规程》CECS 146:2003
- 《铁路房屋增层和纠倾技术规范》TB 10114-97
- 《建筑结构荷载规范》(2006年版)GB 50009-2006
- 《混凝土结构设计规范》GB 50010-2002
- 《危险房屋鉴定标准》JGJ 125-2004
- 《建筑抗震设计规范》GB 50011-2001
- 《钢结构加固技术规范》CECS 77:96
- 《钢管混凝土结构设计与施工规程》CECS 28:90
- 《锚杆喷射混凝土技术规范》GB 50086-2001
- 《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145-2004

《无粘结预应力混凝土结构技术规程》JGJ 92-2004

《喷射混凝土加固技术规程》CECS 161:2004

《钢纤维混凝土结构技术规程》CECS 38:2004

3 本图集主要内容

本图集包括混凝土结构加固总则、加固方法及相关技术、柱加固、墙加固、梁加固、板加固。

4 适用范围

本图集适用于非抗震设计和抗震设防烈度为6~8度的既有的和新建的混凝土建筑结构及构筑物的加固与修复，包括工业与民用建筑，多层与高层建筑，性质包括裂损结构可靠性不足的补强加固和完好结构功能改造加固。本图集主要为结构加固总则及柱、墙、梁、板等构件的直接加固。

5 专用图例

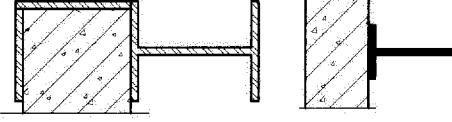
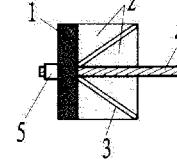
5.1 本图集除表5.1所列各种专用图例之外，其余均遵照《房屋建筑工程统一标准》GB/T50001-2001、《建筑制图标准》GB/T50104-2001、《建筑结构制图标准》GB/T50105-2001及《国家建筑标准设计计算机制图规定》QSC-18-2005等有关规定绘制。

5.2 图中原有结构以蓝色线条示出。

总说明								图集号	06SG311-1	
审核	陶学康	陶学康	校对	陈瑜	王海	设计	万墨林	万墨林	页	6

表 5.1

本图集专用图例

序号	名 称	图 例	序号	名 称	图 例
1	原有结构轮廓线	未剖到 细双点长画线, 0.25b	6	锚栓	+ ——+ ——+ 0.5b
		剖 到 中粗双点长画线, 0.5b	7	化学植筋	+ —+ —+ 1.0b
2	预应力钢筋或钢绞线	粗双点长画线, 1.0b 	8	射钉	+ —+ —+ 0.5b
3	不可见的新旧结构线	—— 钢筋、螺栓及平面图中的单线结构构件线, 1.0b	9	纤维复合织物、片材	 轮廓0.5b 填充0.15b 剖面 —————
—— 构件、墙身及新增钢筋轮廓线, 0.5b		10	绕丝	 轮廓0.5b 填充0.15b	
—— 螺杆孔洞、原有钢筋及管沟轮廓线, 0.25b		11	钢件与混凝土构件组合剖面		
4	带丝扣的钢筋端部	 1.0b	12	多种钢件组合	 注: b为基本线宽
5	新旧钢筋的连接 连接筋 焊接组合	新 ● ■ 旧 ○ — 连接筋 ○ = 焊接组合 ○○○			

6 参编单位

喜利得(中国)有限公司

德国曼卡特有限公司

厦门市中连建筑工程加固工程公司

武汉大筑建筑科技有限公司

总说明						图集号	06SG311-1
审核	陶学康	陶学康	校对	陈瑜	陈瑜	设计	万墨林

图集使用索引表

序号	加固内容及方法		页码	序号	加固内容及方法		页码
1	混凝土结构加固总则		1-1 ~ 1-3	5	梁 加 固	梁加固说明	5-1 ~ 5-5
2	加固方法及相关技术		2-1 ~ 2-27			增大截面法	5-6 ~ 5-12
3	柱 加 固	柱加固说明	3-1 ~ 3-2			外包钢法	5-13 ~ 5-21
		增大截面法	3-3 ~ 3-14			粘钢法	5-19 ~ 5-24
		外包钢法	3-15 ~ 3-23			复合纤维材料加固	5-25 ~ 5-32
		综合法	3-24 ~ 3-27			体外预应力法	5-33 ~ 5-40
		纤维复合材料及绕丝法	3-28 ~ 3-31			增设支点法	5-41 ~ 5-42
		预应力撑杆法	3-32 ~ 3-37		6	板加固说明	6-1 ~ 6-3
4	墙 加 固	墙加固说明	4-1 ~ 4-2			预制板	6-4 ~ 6-7
		板墙加固法	4-3 ~ 4-20			现浇板	6-8 ~ 6-23
		粘钢法	4-21 ~ 4-34			楼板开洞	6-24 ~ 6-74
		墙体开洞处理	4-35 ~ 4-37				

图集使用索引表							图集号	06SG311-1
审核	陶学康	陶学康	校对	陈瑜	叶海	设计	万墨林	万墨林
页							页	8

1 混凝土结构加固总则

1.1 基本规定

- 1.1.1 混凝土结构是否需要加固，加固内容和范围，应经结构可靠性鉴定确定。
- 1.1.2 加固设计，包括总体布局、设计计算及连接构造，应充分考虑加固结构的受力特征，最大限度发挥其加固效率。
- 1.1.3 加固施工，应保证新旧部分能整体工作，避免不必要的大砍大凿，伤及未加固部分。
- 1.1.4 对于因环境因素造成的结构裂损加固，其方案应针对裂损原因，制订有效防治对策，先治理后加固，合理安排治理与加固顺序。
- 1.1.5 混凝土结构加固后续使用年限，应根据需要和可行两方面因素确定，加固设计安全度取值应与后续使用年限相应。
- 1.1.6 未经技术鉴定或设计许可，不得改变加固后结构的用途和使用环境。

1.2 加固程序

- 1.2.1 结构加固一般应按图1.2.1所示程序进行。
- 1.2.2 结构可靠性鉴定包括静力鉴定和抗震鉴定，前者主要依据国家标准《民用建筑可靠性鉴定标准》GB50292-1999和《工业厂房可靠性鉴定标准》GBJ144-90，重点在结构的安全性和房屋的正常使用性；后者依据《建筑抗震鉴定标准》GB500023-95，重点在房屋的综合抗震能力及整体性。
- 1.2.3 结构加固的目的、范围和内容，应根据可靠性鉴定结果及委托方提出的功能要求确定。
- 1.2.4 加固方案应根据结构可靠性降低程度、原因，结合该结构特

点及加固施工条件，按安全可靠、经济合理原则选定。

应强调指出，静力加固着重于结构承载能力提高和房屋使用功能改变；抗震加固着重于结构延性提高和房屋整体性增强，尽量少动地基基础。

1.2.5 结构加固施工前应按设计要求及结构特点编制施工组织设计，施工严格按相应工艺标准进行质量控制，并按现行国家标准进行质量检验和工程验收。

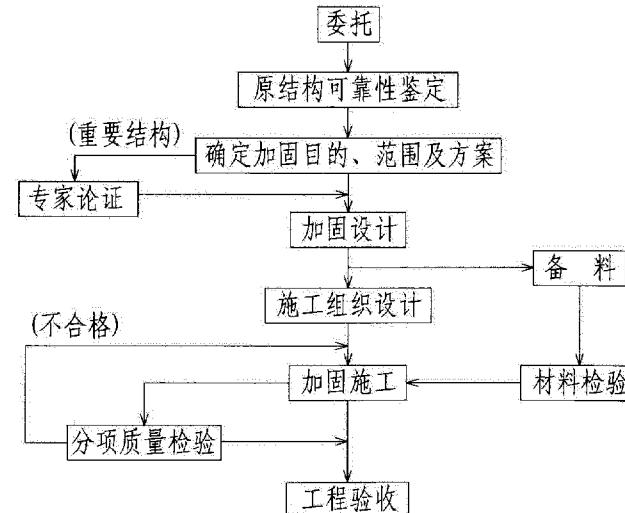


图1.2.1 结构加固程序

加固总则	基本规定，加固程序					图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页	1-1

1.3 设计计算原则

1.3.1 混凝土加固结构计算分析方法，除需考虑下列因素外，与普通混凝土结构相同：

1 加固结构承载力计算，应考虑新旧部分应力应变超前和滞后问题，以及两部分共同工作程度的影响，即对新加部分应分别乘以材料强度利用系数 α 和截面共同工作系数 ψ 。作为简化处理，当满足第1.3.3条规定时， α 值及 ψ 值可近似按表1.3.1取用。

2 混凝土加固结构新加受拉钢筋屈服与受压区（新或旧）混凝土破坏同时发生的相对界限受压区高度 ξ_b ，应考虑不同加固方法以及加固时原结构应力水平的影响。

表 1.3.1 加固结构新加部分材料强度利用系数 α 及截面共同工作系数 ψ

结构受力特征		轴心受压、偏心受压、斜截面受剪、受扭、局部受压	受弯、轴心受拉、偏心受拉	
材料强度	混凝土 α_c	0.8~0.9	0.9~1.0	
利用系数 α	钢筋 α_s	1.0 / HPB235 Q235	0.95 / HRB335 0.9 / RRB400	1.0
截面共同工作系数 ψ		结合面经凿毛或涂刷界面剂处理，且 $V \leq 0.56 A_{sv} f_y$ 时， $\psi = 1.0$		
结合面未经凿毛或 $V \geq 0.56 A_{sv} f_y$ 时， $\psi = 0.8~0.9$				

注： V —结合面剪力设计值； A_{sv} —贯穿结合面的剪力筋截面面积； f_y —剪力筋抗拉强度设计值。

1.3.2 加固结构计算分析所取用的几何尺寸、荷载（作用）值及材料强度等，应符合实际，宜由实测确定。

1.3.3 结构加固时原结构的应力水平指标 $\beta = S_k/R_k$ 不宜超过表1.3.3限值 β_b ，否则必须进行卸荷加固，使 $\beta \leq \beta_b$ 。式中 S_k 为原结构构件作用组合的效应标准值， R_k 为原结构构件的承载力标准值。

表 1.3.3 必须卸荷加固的原结构应力水平指标限值 β_b

受力特征	结构裂损程度	
	裂缝及变形在规范允许范围之内	裂缝及变形超出规范规定
轴心受压、偏心受压、斜截面受剪、受扭、局部受压	0.95	0.80
受弯、轴心受拉、偏心受拉	1.00	0.90

1.4 材料要求

1.4.1 结构加固所用材料（钢筋、水泥、纤维及胶料等）质量标准，应符合相关标准的规定和要求，尤其是强制性条文规定，必须严格遵守。

1.4.2 结构加固所用混凝土，其强度等级应比原结构提高一级，且不得低于C20级。混凝土粗骨料粒径 D 应与加固层厚度 δ 相应，一般应满足 $D_{max} \leq \delta/3$ 要求。

1.4.3 加固材料的选用，应考虑加固结构二次受力对后加部分材料强度的充分利用。一般应选用屈服变形较小的普通钢筋和钢材（如HPB235、Q235、HRB335和HRB400等）和变形模量较高的高弹模纤维（如HM）；对于高强钢筋（如钢绞线、高强钢丝）和高强纤维（如HS I、HS II 碳纤维），宜采用预应力手段将其应力提升到相应的水平方可应用。

1.4.4 混凝土结构加固所用浇筑材料和粘结材料，应考虑新旧两部分的整体工作共同受力问题。对于混凝土和砂浆，要求粘结力强，收缩性小，宜微膨胀；对于粘结剂和灌浆材料，要求粘结强度高，耐老化，无收缩，无毒。

加固总则	设计计算原则、材料要求				图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	丁海	设计 万墨林	万墨林	页 1-2

1.5 钢材、钢筋焊接及防护要求

为突出加固构造,本图集未给定钢材、钢筋焊接的具体要求。型钢、钢板、钢筋之间的焊缝规格尺寸原则上应由计算确定,焊缝的承载力应大于等于母材的承载力。常用型钢、钢板及钢筋连接焊缝的最低要求应满足表1.5规定。焊缝的构造及工艺要求应满足《钢结构设计规范》GB50017-2003、《建筑钢结构焊接技术规程》JGJ81-2002及《钢筋焊接及验收规程》JGJ18-2003等相关标准的规定。

一切外露钢件均应按相关规定进行防腐和防火处理。

表 1.5 常用钢材及钢筋焊缝要求

焊接方法	钢筋及钢材种类	焊缝长度或搭接长度		备注
钢筋与钢筋搭接焊或帮条焊	HRB335 HRB400	双面焊	$\geq 5d$	d为较小钢筋直径
		单面焊	$\geq 10d$	
	HPB235	双面焊	$\geq 4d$	
		单面焊	$\geq 8d$	
钢筋与角钢或钢板搭接焊	HRB335 HRB400	双面焊	$\geq 5d$	A_s 为缀板截面面积, t为缀板厚度
		单面焊	$\geq 10d$	
缀板与型钢搭接 三面围焊	搭接长度 $\geq 4\sqrt{A_s}$ 且 $\geq 5t$			
钢板与钢板、钢板与型钢对接全熔透焊	接缝满焊			—
钢管、型钢与垫板 T型连接焊缝	接缝外围贴角满焊, $h_t \geq 1.5\sqrt{t}$, t为较厚焊件厚度, 且不宜大于较薄焊件厚度的1.2倍			—

加固总则	钢材、钢筋焊接要求					图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	丁海	设计 万墨林	万墨林	页	1-3

2 加固方法及相关技术

2.1 加固方法分类及选用准则

2.1.1 直接加固法——直接加固法是直接针对结构构件或节点承载力提高的加固，方法很多，主要的有增大截面法、置换混凝土法、外包型钢法、外粘钢板法、外贴纤维复合材料加固法、绕丝加固法等。

2.1.2 间接加固法——间接加固法是针对结构总体布局，用减小或改变构件内力的加固，方法很多，主要的有预应力加固法、增设支点加固法、体系加固法、增设拉结连系加固法等。

2.1.3 相关配套技术——与结构加固改造方法配套使用的技术，种类很多，主要有裂缝修补技术、托梁拔柱技术、后锚固技术、阻锈技术、喷射混凝土、纤维混凝土、改性混凝土等。

2.1.4 加固方法选择应根据当地条件，进行多方案比较，按技术先进可靠，经济合理原则，择优选用。

2.2 增大截面法

2.2.1 特点及适用范围

增大截面法又称加大截面法，是采用同种材料来增大原构件截面面积，达到提高截面承载能力和构件刚度的目的。在我国，增大截面法是一种传统的加固法，优点是有长期的使用经验，施工简单，适应性强。缺点是湿作业，施工期长，易形成肥梁胖柱。适用于梁、板、柱、墙等构件及一般构筑物的加固，特别是原截面尺寸显著偏小及轴压比明显偏高的构件加固。

2.2.2 工程应用

对于简支梁，仅正截面受弯承载力不足时，一般采用于梁底部增配钢筋加固；若斜截面受剪承载力也不足时，应三面包套并加配箍筋加固。对于连续梁，仅支座部位负弯矩受弯承载力不足时，可于顶面增配钢筋加固；若正负受弯承载力均不足时，应双面增配钢筋加固；若受剪承载力也不足时，尚应三面或四面包套增配箍筋加固。

对于简支板受弯承载力不足但差别不大时($<15\%$)，可于板面增浇高强度等级混凝土叠合层(按构造配筋)加固；若承载力相差较多时，则应于板底增配钢筋网，采用喷射混凝土层加固。对于连续板，应双面增配钢筋网和混凝土层加固，支座负筋应穿墙通过，不得断开。

对于柱，应根据受力情况和实际构造的不同，分别采用四面包套、三面包套以及主要受力方向的两面包套加固。截面承载力不足着重增配钢筋，轴压比超标或混凝土强度偏低，则着重增大包套面积及混凝土强度等级。

对于墙，有单面加固和双面加固，一般是对症加固，缺钢筋补钢筋，若混凝土强度偏低或轴压比超标，则着重提高加固层厚度及混凝土强度。

2.2.3 构造措施及施工要点

为保证新旧两部分混凝土能整体工作共同受力，应设置一定数量的贯穿结合面的剪力筋。对于板和墙，此剪力筋可以为穿透拉结筋、化学植筋，亦可为膨胀锚栓，但均须与新增钢筋网片有可靠的连接。对于单面或双面加固梁，当新旧受力钢筋靠近时，可直接焊接短筋或弯筋连接；当相距较远时，可采用U型箍与原箍筋或主筋焊接连接，亦可化学植入锚

加固方法及相关技术	加固方法分类及选用准则, 增大截面法					图集号	06SG311-1
审核	陶学康	陶学康	校对	陈瑜	丁海	设计	万墨林

接。对于柱，封闭式箍筋为最理想的剪力筋；当柱截面过大($>500\text{mm}$)，尚应在截面中部以植筋方法附加一定的L型或U型锚筋。

新加纵向受力钢筋端部应有可靠的锚固。对于框架柱，下端可于基础顶面设置钢筋混凝土围套进行锚固，或附加植筋方法锚固于原基础；中间穿过各层楼板；上端穿屋面板后弯折环抱梁并互焊。对于框架梁，顶部负筋可齐柱边设于现浇层，边端可绕柱后互焊，或设置锚固短角钢焊接。梁底正筋，当梁柱边缘相距较大时，可采用植筋方法锚固于柱，或直接穿孔加焊螺栓杆固定于边柱；当梁柱边齐平时，可于柱对边角部设置短角钢，用膨胀型锚栓固定于柱，后将梁新增受力边筋与短角钢焊接。

为增强新旧混凝土间的结合能力，原构件结合面应进行凿毛处理，凿去一切风化酥松层、碳化锈裂层及严重油污层，直至完全露出坚实的基层为止，并在此基础上凿毛，使表面凹凸差 $\geq 4\text{mm}$ ，然后用水冲干净。浇筑混凝土前宜涂刷混凝土界面结合剂一道，随涂随浇。对于较薄的混凝土加固层，宜采用喷射混凝土浇筑工艺。

2.3 置换混凝土加固法

2.3.1 特点及适用范围

置换混凝土法主要是针对既有混凝土结构或施工中的混凝土结构，由于结构裂损或混凝土存在蜂窝、孔洞、夹渣、疏松等缺陷，或混凝土强度（主要是压区混凝土强度）偏低，而采用挖补的办法用优质的混凝土将这部分劣质混凝土置换掉（图2.3.1），达到恢复结构基本功能的目的。优点是结构加固后能恢复原貌，不改变使用空间。缺点是新旧混凝土的粘结能力较差，挖凿易伤及原构件的混凝土及钢筋，湿作业期长，适用于一切混凝土结构。

2.3.2 方法要点

理想的置换是零应力（或低应力）状态下的置换，即完全卸荷置换，

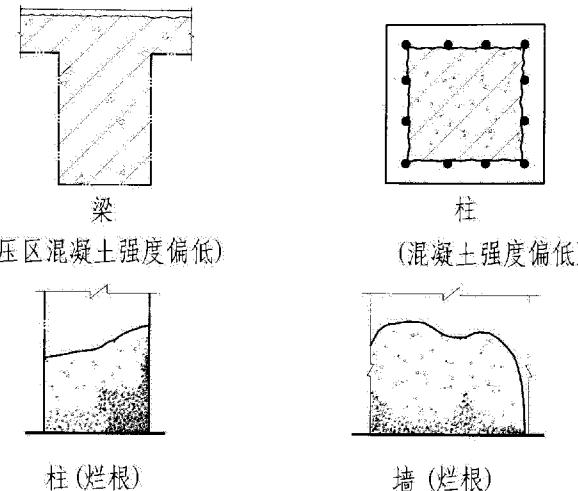


图2.3.1 置换混凝土法

因此，置换前应对被置换的构件进行卸荷。卸荷方法有直接卸荷和支顶卸荷。

在卸荷状态下将质量低劣的混凝土或缺陷混凝土彻底剔凿干净，剔凿范围宜大不宜小，剔凿孔洞向四周坚实部分外延应分别 $\geq 100\text{mm}$ ，且总宽度应 $\geq 250\text{mm}$ ，孔深向坚实部分加深应 $\geq 10\text{mm}$ ，且总深应 $\geq 40\text{mm}$ （板）、 50mm （墙）、 60mm （柱）。孔洞边沿以凿成 $1:3$ 坡度的喇叭口为宜，转角应为 $r \geq 25\text{mm}$ 圆角。

对于外观质量完好的低强混凝土，除特殊情况外，一般仅置换受压区混凝土。但为恢复或提高结构应有的耐久性，可用高强度树脂砂浆对其余部分进行抹面封闭处理。

用于置换的新混凝土，流动性应大，强度等级应比原混凝土提高一

加固方法及 相关技术	置换混凝土加固法				图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页	2-2

级,且不小于C25。置换混凝土应采用膨胀混凝土或膨胀树脂混凝土;当体量较小时,应采用细石膨胀混凝土、高强度灌浆料或环氧砂浆等。

为增强置换混凝土与原基材混凝土的结合能力,结合面应涂刷环氧树脂或混凝土界面剂一道,并在环氧树脂或界面剂初凝前浇筑完置换混凝土。对于要求较高或剪应力较大的结合面,尚应置入一定的L型或U型锚筋,其规格:板、墙为 $\phi 6\sim\phi 8@200$,梁、柱为 $\phi 10\sim\phi 12@300\sim400$ 。

2.4 外包钢法

2.4.1 特点及适用范围

外包钢法是以角钢、钢板外包于构件表面或角部的加固方法(图2.4.1)。优点是受力可靠,能显著改善结构性能,对使用空间影响小,施工简便;缺点是外露钢件应进行防火防腐处理。适用于梁、柱、桁架、墙及框架节点加固。

2.4.2 方法要点

1) 外包钢法用于现浇框架梁加固时,一般是于梁底两角外包通长角钢及于梁顶板面外包通长扁钢,用以提高梁的正截面受弯承载力;于梁两侧竖向用穿板螺杆,上下两面横向用缀板,形成闭合螺杆箍,用以提高梁的斜截面受剪承载力;螺杆和缀板兼有对角钢及扁钢的附加锚固作用。若梁仅受剪承载力不足,可省去通长角钢和扁钢,保留螺杆和缀板,但梁底两角应以短角钢作螺杆和缀板的焊接连接件。

2) 外包钢法用于柱加固,当为独立柱时,一般采用“角钢+缀板”搭配方式;当为壁柱时,墙面一侧角钢应改为扁钢,垂直于墙面两侧的缀板则改为螺杆,螺杆穿墙与角钢和扁钢连接。

3) 外包钢法用于框架节点核心区加固时,一般是采用全封闭焊接钢板外包整个节点区域,并辅以穿透螺栓对拉传递剪力,最后以高压灌注环氧树脂使之结为一体,并充填一切不密实蜂窝、孔洞及裂缝。

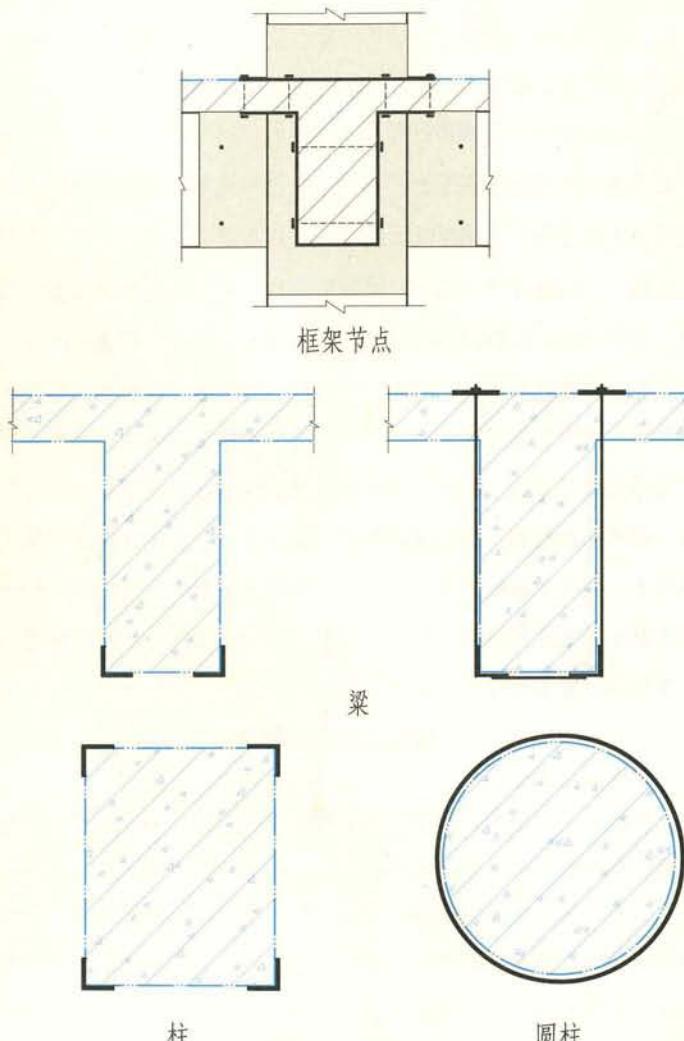


图2.4.1 外包钢加固法

加固方法及相关技术	外包钢法						图集号	06SG311-1
审核	陶学康	陶学康	校对	陈瑜	叶海	设计	万墨林	万墨林
页								2-3

4) 外包钢钢件与构件结合面间的良好粘结是保证加固结构新旧两部分整体工作共同受力的关键，目前有乳胶水泥粘贴法和后灌环氧树脂法两种粘接工艺。乳胶水泥粘贴法，施工简便，但要求整个操作应在胶浆初凝前完成，适用于工作量不大的小型构件加固；后灌环氧法，适合于焊接工作量较大的大型构件加固，质量易保证。

2.4.3 构造措施

1) 外包钢法所用角钢的最小规格，梁和桁架为L50×5，柱为L75×5，其等代扁钢分别为-100×5和-150×5。箍板（缀板）为-40×4，间距 $\leq 20i$ (i 为角钢最小回转半径)，节点区适当加密。

2) 外包角钢两端应有可靠锚固。对于柱，角钢下端应伸至基础顶面，并用“钢筋混凝土围套+植筋”方法锚固于基础，中间穿过各层楼板，上端应伸至加固层的上一层楼板板面，并以加强箍板-150×5封焊。对于框架梁，梁底角钠除应与柱角钢互焊外，尚应焊以等代扁钢直接传力于柱，扁钢斜度 $\leq 1:3$ 。当梁柱边齐平时，该侧梁角钢在柱位部分则以等代钢板取代，等代钢板应与梁、柱角钢焊接。

3) 外包钢钢件表面应进行防腐防火处理，一般可抹 $\geq 25\text{mm}$ 厚水泥砂浆或矿棉砂浆。

2.5 外粘钢板法

2.5.1 特点及适用范围

以薄钢板用结构胶粘贴于构件主要受力面，以提高截面受弯及受拉承载力的加固方法称为外粘钢板法（图2.5.1）。优点是施工期短，不改变构件外形和使用空间。缺点是有机胶的长期持荷强度较低及耐老化性能较差，不耐火；环境温度湿度要求较严。适用于因配筋量不足的简支梁板及无障碍的连续梁板加固。若无附加锚固及可靠防腐措施，不适宜于承受动力疲劳荷载及设计使用年限较长

（ >50 年）的新建工程加固；因节点处理困难，不宜用于框架结构加固。一般情况下，外粘钢板法限定的环境温度应 $\leq 60^\circ\text{C}$ ，相对湿度 $\leq 70\%$ ；对于高温、高湿及存在有害介质环境，以及直接暴露于阳光下的室外条件，应采用特种胶，或有专门的防护措施。

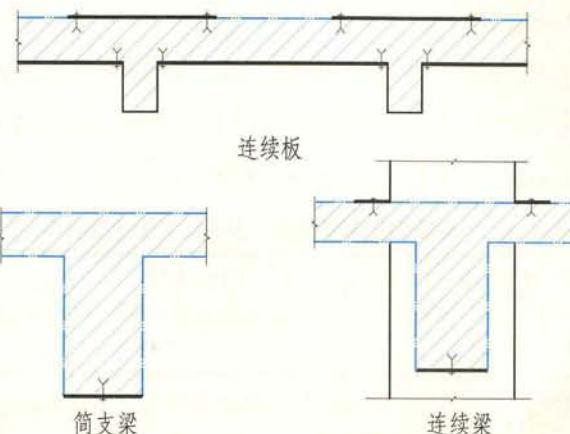


图 2.5.1 外粘钢板法

2.5.2 方法要点

受弯构件因配筋偏低引起的正截面受弯承载力不足时，应于受拉面粘贴钢板补强。对于简支梁和板，钢板粘贴于底面；对于连续梁和板，钢板应双面粘贴。支座部位梁顶钢板，当有障碍（如柱）时，可齐柱边将钢板布置在梁的有效翼缘范围（ $4h_0$ ）内。对于桁架下弦拉杆，钢板一般粘贴在比较平顺的底面或侧面。对于配筋不足的大偏心受压柱，钢板应粘贴在欠筋的受拉面。

加固方法及 相关技术	外粘钢板法						图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页	2-4		

构件因箍筋偏小或漏配引起的斜截面受剪承载力不足时，一般是垂直于构件轴线方向粘贴U型箍板。对于重要构件，U型箍板应用“扁钢+螺栓”封闭；一般构件可不封闭，但箍板端应用膨胀型锚栓收头锚固于梁侧。

2.5.3 构造措施

粘钢加固基材混凝土强度等级应 $\geq C15$ ，其专用改性环氧胶粘剂基本性能指标应符合表2.5.3-1规定。钢板的厚度应与基材强度相匹配，若仅靠胶层的粘结作用传力，其最佳适配关系可按表2.5.5-2采用。

表2.5.3-2 粘钢加固钢板厚度与基材强度的适配关系

混凝土强度等级	$< C20$	$C20 \sim C35$	$> C35$
钢板厚度 (mm)	2~3	3~4	4~5

钢板的布置与构造，应避免胶层的剥离破坏，结合面不应出现法向拉应力，胶层只传递剪力，钢板只承受轴向拉力。对于有抗震设防要求或存在动力作用或经受疲劳荷载的构件，应沿钢板轴线方向设置一定的锚栓，端部适当加密，以使结合面胶层始终处在微应力状态。

钢板应有可靠的锚固，钢板在充分利用截面外的粘接延伸长度应 $\geq l_{sp}$ ， l_{sp} 按式(2.5.3)计算。当不满足时，应采用锚栓或植筋等附加锚固。对于框架梁底部粘贴的钢板，钢板端部应采用植筋方法锚固于柱，植筋的总锚固力应 \geq 钢板受拉承载力。植筋与钢板采用焊接连接；为便于焊接，钢板端局部不刮胶，焊接后再灌胶粘结。对于边框架梁梁顶钢板边端，其外延部分(l_{sp})可向下弯折粘结于垂直边梁侧面，并用锚栓收头锚固。

$$l_{sp} = f_{sp} t_{sp} / f_{bd} \geq 170 t_{sp} \quad (2.5.3)$$

表2.5.3-1 粘钢用胶粘剂基本性能指标

性能项目	性能要求		试验方法标准
	A级胶	B级胶	
胶体性能	抗拉强度 (MPa)	≥ 30	≥ 25
	受拉弹性模量 (MPa)	$\geq 3.5 \times 10^3$ (3.0×10^3)	GB/T2568
	伸长率 (%)	≥ 1.3	
	抗弯强度 (MPa)	≥ 45	
	抗压强度 (MPa)	≥ 65 且不得呈脆性(碎裂状)破坏	
粘结能力	钢-钢拉伸抗剪强度 (MPa)	平均值 标准值	≥ 20 ≥ 16 ≥ 15 ≥ 12
	钢-钢不均匀扯离强度 (kN/m)	≥ 16	≥ 12
	钢-钢粘接抗拉强度 (MPa)	≥ 33	≥ 25
	钢-混凝土粘接正拉强度 (MPa)	≥ 2.5 , 且为混凝土内聚破坏	
	混合后初粘度 (25°C时) (MPa·s)	刷胶 注胶	$4000 \sim 10000$ $200 \sim 1000$
工艺要求	施工环境温度 (°C)	$5 \sim 35$	—
	可操作时间 (min)	≥ 60	—
挥发物含量 (%)		≤ 1	GB/T2793

注：表中括号内数值仅用于灌注型结构胶粘剂，如外包钢用胶粘剂。

加固方法及 相关技术	外粘钢板法					图集号	06SG311-1
审核	陶学康	陶学康	校对	陈瑜	王海	设计	万墨林

式中 I_{sp} —受拉钢板粘贴延伸长度 (mm)；

f_{sp} —加固钢板的抗拉强度设计值 (MPa)；

t_{sp} —加固钢板的厚度 (mm)；

f_{bd} —钢板与混凝土之间的粘结抗剪强度设计值 (MPa)，按表2.5.3-3采用。

表2.5.3-3 钢板与混凝土之间的粘结抗剪强度设计值 f_{bd} (MPa)

混凝土强度等级	C15	C20	C25	C30	C40	C50	$>C60$
粘结强度设计值 f_{bd}	0.61	0.80	0.94	1.05	1.21	1.31	1.35

2.6 外贴纤维复合材料法

2.6.1 特点及适用范围

以碳纤维、玻璃纤维等复合材料，用结构胶粘贴于构件主要受拉部位，以提高截面受弯、受剪及混凝土抗压强度的加固方法称为外贴纤维复合材料法（图2.6.1）。优点是轻质高强、施工简便、可曲面或转折粘贴；缺点是有机胶的长期持荷强度较低及耐老化性能较差、不耐火、不能焊接、环境温度湿度控制较严。适用于因配筋量不足的受弯、受拉构件加固，特别是简支梁板及无障碍的连续梁板加固。对于设计使用年限较长（ >50 年）的

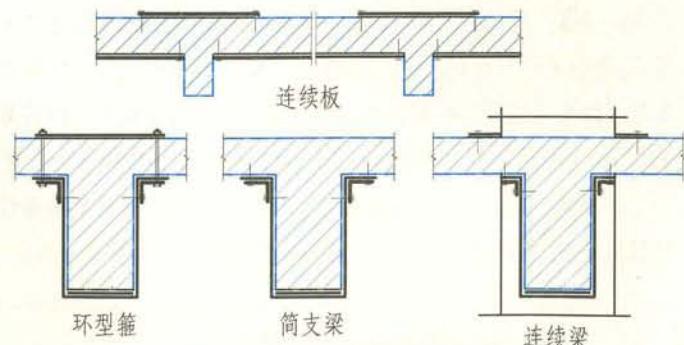


图2.6.1 外贴纤维复合材料法

新建工程外贴纤维复合材料法加固，应有可靠的防腐和附加锚固措施；对于框架结构加固，应有可靠的锚固和节点构造措施。外贴纤维复合材料法加固限定的环境温度应 $\leq 60^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度应 $\leq 70\%$ 。对于高温、高湿及存在有害介质环境，以及直接暴露于阳光下的室外条件，应采用特种胶，且有专门的防护措施。

2.6.2 方法要点

外贴纤维复合材料加固梁板，受弯承载力提高幅度不宜过大，一般以不超过30%为宜，且应避免出现强弯弱剪现象。对于简支梁板及连续梁板正弯矩区受弯加固，纤维片材应沿底面齐支座边沿通长粘贴。对于连续梁板负弯矩区受弯加固，纤维片材应根据弯矩包络图布置，其延伸长度 I_c 的截断点应位于正弯矩区，且距正负弯矩转换点距离不小于1m；边端 I_c 可弯折向下粘贴于垂直方向的边梁侧面。对于现浇楼盖框架梁负弯矩受弯加固，纤维片材可齐柱边布置在梁有效翼缘 ($4h_f$) 内。

梁柱斜截面受剪加固，重要结构应采用环形箍，一般结构可采用加锚U形箍。箍的净距应不大于GB50010规定的最大箍筋间距的0.7倍，且不大于梁高的0.25倍。T型梁环型箍是由“U型纤维箍+薄壁短角钢压结条+穿板螺栓+扁钢”组合而成；加锚U型箍是于U型纤维箍端部加锚，锚是用薄壁短角钢压结条，以射钉锚固于梁板交接角部。

轴心受压柱当采用沿其全长无间隔地环向连续缠绕粘贴纤维织物方法提高混凝土抗压强度时，或间隔缠绕作为附加箍筋提高构件延性时，纤维层数，对于圆形柱截面应不少于2层，对于方形和矩形截面柱

加固方法及关键技术	外贴纤维复合材料法				图集号	06SG311-1
审核	陶学康	陶学康	校对	陈瑜	万墨林	万墨林

应不小于3层，数层宜一次连续绕贴粘结而成，中间不宜断开，最后环向收头搭接长度应不小于200mm。

2.6.3 构造措施

纤维复合材料加固基材混凝土强度等级不应低于C15。碳纤维复合材基本性能要求及设计指标应符合表2.6.3-1规定，玻璃纤维复合材基本性能要求及设计指标应符合表2.6.3-2规定。浸渍/粘接用的胶粘剂基本性能指标应符合表2.6.3-3规定，底涂和修补用的胶粘剂主要性能指标应符合表2.6.3-4和表2.6.3-5规定。

表2.6.3-1 碳纤维复合材基本性能及质量要求

项目	类别	单向织物(布)		条形板		L形板
		高强度 I级	高强度 II级	高强度 I级	高强度 II级	高强度 I级
抗拉强度 (MPa)	平均值 $f_{st,m}$	≥4000	≥3600	≥2900	≥2400	≥2400
	标准值 $f_{st,k}$	≥3400	≥3000	≥2400	≥2000	≥2000
	设计值 f_s	重要构件	1600	1400	1150	1000
		一般构件	2300	2000	1600	1400
弹性模量 E_t (10^5 MPa)	平均值	≥2.4	≥2.1	≥1.6	≥1.4	≥1.4
	设计值	2.3	2.0	1.6	1.4	1.4
伸长率 (%)		≥1.7	≥1.5	≥1.7	≥1.5	≥1.5
拉应变设计值 ϵ_s	重要构件	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007
	一般构件	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
弯曲强度 f_b (MPa)		≥700	≥600	—	—	—
层间剪切强度 (MPa)		≥45	≥35	≥50	≥40	≥40
纤维体积含量 (%)		—	—	≥65	≥55	≥55
单位面积质量 (g/m^2)		200、250 300	200、250 300	—	—	—

注：仰贴条件下纤维复合材料与混凝土正拉粘结强度应≥2.5MPa，且为混凝土内聚破坏。

纤维复合材料的布置与构造应避免结合面间剥离破坏，胶层只传

表2.6.3-2 玻璃纤维复合材基本性能及质量要求

项目	类别		S玻璃纤维	E玻璃纤维
	抗拉强度 (MPa)	设计值 f_s	≥2200	≥1500
受拉弹性模量 (10^5 MPa)	重要结构	500	350	500
	一般结构	700	500	500
伸长率 (%)	平均值	≥1.0	≥0.72	≥0.72
	设计值 E_t	0.7	0.5	0.5
弯曲强度 (MPa)		≥2.5	≥2.0	≥2.0
拉应变设计值 ϵ_s		0.007	0.007	0.007
单位面积质量 (g/m^2)		300~450	300~450	300~450
层间剪切强度 (MPa)		≥40	≥35	≥35

注：仰贴条件下纤维复合材料与混凝土正拉粘结强度应≥2.5MPa，且为混凝土内聚破坏。

递剪力，结合面不应出现法向拉应力，纤维片只承担拉应力。对此，可采用“射钉+压结钢片”对纤维片端部、支座边缘、集中荷载处及搭接等部位进行压结和附加锚固。对于重要构件，中部宜设置压结片，间距@600~900。压结片一般采用2~3mm薄钢板，宽20mm。压结片在构件角部，则改为薄壁短角钢压条，规格为(50~75)×(3~5)。压结片、压结条与纤维片压结面应涂胶。射钉直径3~5mm，数量视所传递的剪力大小而定，作为构造，间距可取@100~200，但每压结片和压结条至少2个。

纤维复合片材应有可靠锚固，片材从充分利用截面到截断位置的胶结锚固长度，即纤维复合材粘结延伸长度应≥ l_e ， l_e 按式(2.6.3)计算。

加固方法及相关技术	外贴纤维复合材料法				图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	丁海峰	设计 万墨林	万墨林	页 2-7

对于框架梁端承担正负弯矩的纤维复合材锚固，则应采用“角钢压结条+穿孔高强螺栓或植筋”方法锚固于柱，高强螺栓的锚固拉力 N_{Rds} 应大于等于纤维复合材的抗拉承载力 $N_{Rd,f}$ ，即 $N_{Rds} \geq N_{Rd,f}$ 。

表2.6.3-3 纤维复合材浸渍/粘接用胶粘剂基本性能

性能项目		性能要求		试验方法标准
	A级胶	B级胶		
胶体性能	抗拉强度 (MPa)	≥ 40	≥ 30	GB/T2568
	受拉弹性模量 (10^3 MPa)	≥ 2.5	≥ 1.5	
	伸长率 (%)	≥ 1.5		GB/T2570
	弯曲强度 (MPa) 且不得呈脆性(碎裂状)破坏	≥ 50	≥ 40	
粘接能力	抗压强度 (MPa)	≥ 70		GB/T2569
	钢-钢拉伸抗剪强度 (MPa) 平均值	≥ 20	≥ 15	GB/T7124
	标准值	≥ 14	≥ 10	
	钢-钢不均匀扯离强度 (kN/m)	≥ 20	≥ 15	GBJ94
工艺要求	与混凝土的正拉粘接强度 (MPa)	≥ 2.5, 且为混凝土内聚破坏		—
	混合后初粘度 (23℃时) (MPa·s)	3000~10000	GB/T12007.4	
	施工环境温度 (℃)	5~35		—
	可操作时间 (25℃时) (min)	≥ 60		—
挥发物含量 (%)		≤ 1	GB/T2793	

$$l_c = \frac{\Psi_c f_f A_f}{f_{fv} b_f} + 200 \quad (2.6.3)$$

式中 l_c —纤维复合材粘贴延伸长度 (mm)；

f_f —纤维复合材抗拉强度设计值；

f_{fv} —纤维与混凝土结合面间的粘结强度设计值, $f_{fv} = 0.4 f_f$, 且

$0.4 \text{ MPa} \leq f_{fv} \leq 0.7 \text{ MPa}$, f_f 为混凝土抗拉强度设计值, 按 GB50010规定采用;

A_f —纤维复合材截面面积 (mm^2)；

b_f —纤维复合材的宽度 (mm)；

Ψ_c —修正系数, 对于重要构件, 取 $\Psi_c = 1.45$, 对于一般构件, 取 $\Psi_c = 1.0$ 。

表2.6.3-4 底胶的安全性能指标

性能项目	性能要求	试验方法标准
混合后初粘度 (23℃时) (MPa·s)	≤ 6000	GB/T12007.4
胶体抗拉强度 (MPa)	> 30	GB/T2568
钢-钢拉伸抗剪强度标准值 (MPa)	A级 ≥ 14 B级 ≥ 10	GB/T7124
钢-混凝土粘接正拉强度 (MPa)	≥ 2.5, 且为混凝土内聚破坏	—
可操作时间 (25℃时) (min)	60~120	GB/T14683
挥发物含量 (%)	≤ 1	GB/T2793

表2.6.3-5 修补胶的安全性能指标

性能项目	性能要求	试验方法标准
胶体抗拉强度	≥ 30	GB/T2568
胶体抗弯强度	≥ 40, 且不得呈脆性(碎裂状)破坏	GB/T2569
钢-混凝土粘接正拉强度 (MPa)	≥ 2.5, 且为混凝土内聚破坏	—

加固方法及相关技术	外贴纤维复合材料法				图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页	2-8

2.7 绕丝加固法

2.7.1 特点及适用范围

通过缠绕钢丝及各种纤维丝（碳纤维、玻璃纤维等）使被加固构件混凝土受到约束，而提高其结构位移延性、轴压承载力及受剪承载力的加固方法称为绕丝加固法（图2.7.1）。优点是不改变构件外形和使用空间；缺点是对非圆形构件作用不大。适用于混凝土强度等级在C10~C50间的受压构件因正截面受压承载力不足、斜截面受剪承载力不足或结构延性不满足要求的圆形、方形或矩形构件加固。

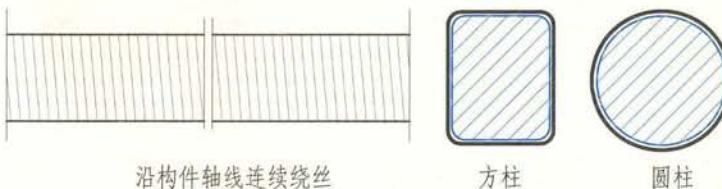


图2.7.1 绕丝加固法

2.7.2 方法要点

绕丝加固法以圆形、方形截面构件较好，矩形截面构件要求 $h/b \leq 1.5$ ， h 为截面边长， b 为截面边宽。

绕丝用的钢丝，应为Ø4冷拔钢丝，并经退火处理。绕丝用的碳纤维布及玻璃丝布，其性能指标应满足表2.6.3-1、表2.6.3-2有关规定；浸渍/粘接用胶应满足表2.6.3-3规定，底涂和修补用胶应满足表2.6.3-4和表2.6.3-5相关规定；环向围束的纤维层数，对于圆形应 ≥ 2 层，对于方形和矩形应 ≥ 3 层。

绕丝加固构件，当为方形和矩形时，应进行圆角处理，圆角半径，对于钢丝 $r \geq 30\text{mm}$ ，对于碳纤维 $r \geq 25\text{mm}$ ，对于玻璃纤维 $r \geq 20\text{mm}$ 。

钢丝绕丝的间距，对于重要构件，应不大于 15mm ，对于一般构件，应不大于 30mm 。钢丝两端应与原构件主筋焊接收头，当钢丝局部未绷紧时，应加钢楔楔紧。

纤维绕丝旨在提高混凝土强度和结构延性时，应沿构件全长无间隔地环向连续缠绕粘贴；若旨在作为附加箍筋提高截面的抗剪能力时，应按2.6有关规定进行。

2.8 预应力加固法

2.8.1 特点及适用范围

预应力加固法又称体外预应力法，是采用预应力钢拉杆或预应力型钢撑杆对结构构件或总体进行加固的方法（图2.8.1）。优点是后加部分一拉杆或撑杆与原结构的应力应变滞后现象得以完全消除，原结构杆件内力可相应降低，原结构变形有一定减小，原结构裂缝有一定程度闭合。缺点是裸露预应力钢件需要有效防腐防火措施。

预应力拉杆加固主要用于大跨度梁、长板、框架、桁架、刚架、网架及大偏心受压构件。预应力撑杆加固主要用于轴心受压柱、小偏心受压柱，以及混凝土强度偏低或受压钢筋配筋量不足的弯矩不变号的大偏心受压柱受压侧加固。

加固方法及相关技术	绕丝加固法、预应力加固法						图集号	06SG311-1
审核	陶学康	陶学康	校对	陈瑜	叶海峰	设计	万墨林	万墨林

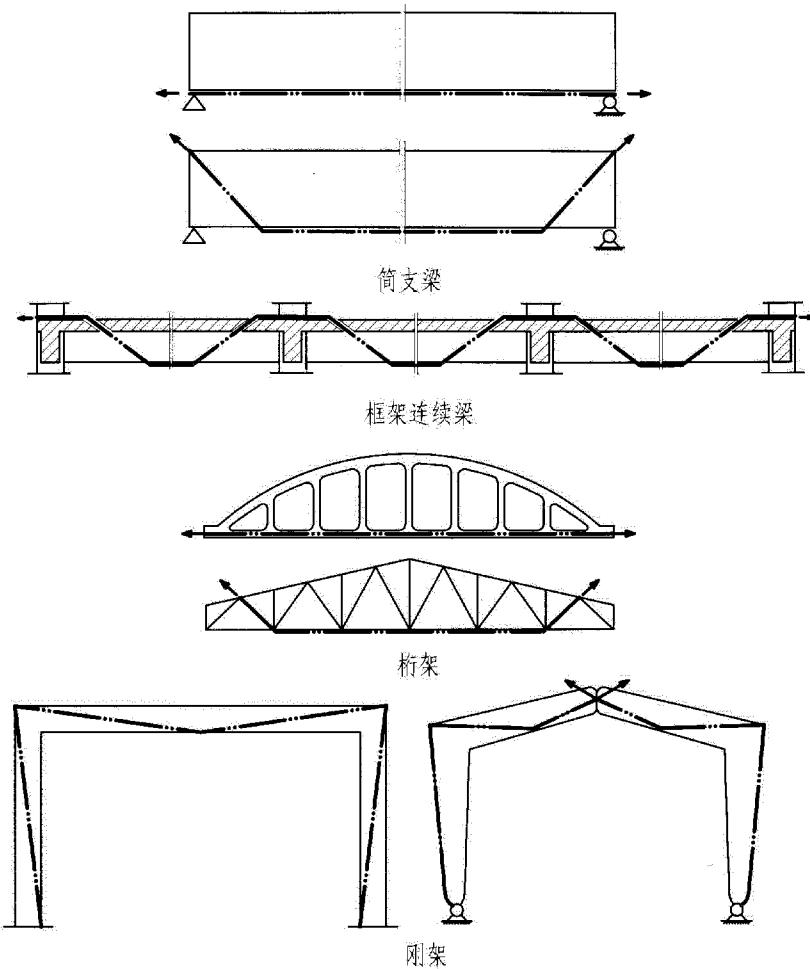


图2.8.1 预应力加固法

力与外荷载产生的内力应相反、相互抵消。对于简支梁、板正截面受弯承载力不足时，应采用水平拉杆，布置于梁板底面；若斜截面受剪承载力也不足时，应采用下撑式（又称折线式）拉杆。对于连续梁（板）、框架梁、框架柱、门式刚架、三铰拱刚架等，拉杆的布置一般是与外荷载弯矩图相应，采用连续折线式布置，这样，弯矩和剪力均会减小，相应，构件正截面受弯承载力和斜截面受剪承载力均可得以提高。对于桁架、网架等空间杆件结构，拉杆一般是顺拉力最大的杆件或承载力严重不足的受拉杆件方向布置。

预应力撑杆的布置，对于轴心受压柱、小偏心受压柱，以及轴压比超标的框架柱，应双面双向布置；对于弯矩不变号的大偏心受压柱受压侧加固，则可以单面布置于受压一侧。

拉杆预应力的建立，当拉杆为普通热轧钢筋，规格为2012~2025时，可采用横向张拉及竖向张拉等方法，拉杆与锚板可焊接连接；当构件跨度较大，钢筋大于2025时，为便于拉杆的绷直和就位，拉杆与锚板不宜直接焊接，应采用螺栓连接；张拉工艺可为横向张拉、竖向张拉、电热张拉及机械张拉。热轧钢筋用作预应力拉杆时，应先经冷拉，冷拉应力为 $0.85 f_{sk} \sim 0.9 f_{sk}$ 。对于大跨结构，当采用钢绞线、高强钢筋或高强钢丝时，应采用千斤顶机械张拉，并用锚夹具对拉杆进行锚固。撑杆预应力的建立有两种方法，一是楔顶法，二是横向张拉法。预应力拉杆、预应力撑杆的张拉控制应力 σ_0 应满足表2.8.2规定。

2.8.2 方法要求

预应力拉杆的布置应与结构的受力相应，即预应力所产生的结构内

加固方法及相关技术	预应力加固法				图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	丁研	设计 万墨林	万墨林	页 2-10

表2.8.2 张拉控制应力值 σ_{con}

预应力构件 类型	拉杆		撑杆
	热轧钢筋	钢绞线、高强钢筋、高强钢丝	
控制类型	Q235、Q345、Q390		
最大值	$0.9 f_{yk}$	$0.6 f_{pk}$	$0.6 f_{yk}$
最小值	$0.5 f_{yk}$	$0.4 f_{pk}$	$0.3 f_{yk}$

注：当要求部分抵消由于应力松弛、摩擦及分批张拉等的预应力损失时，上述张拉控制应力限值可提高 $0.05 f_{yk}$ 、 $0.05 f_{pk}$ 和 $0.05 f_{yk}$ 。

2.8.3 构造措施

预应力拉杆及撑杆端部应有可靠的锚固，锚固承载力必须大于等于拉杆或撑杆本身的承载力。对于拉杆与锚板采用焊接或栓接情况，锚板是采用“后锚固技术”后设；亦可利用原有预埋件作锚板，但位置要合适，锚固承载力应足够。锚板的形式应与构件锚固区情况相适应；对于一般梁、板及桁架，有钢靴、钢套及钢板箍等做法；对于框架梁，可采用型钢套箍或穿孔螺栓+垫板等做法。对于采用预应力锚夹具锚固及机械张拉情况，应后设张拉锚固块；锚固块设于构件顶端时，一般用一根短型钢横梁即可；设于端侧时，则应做成钢牛腿形式。预应力撑杆主要是传递压力，端部构造较为简单；压力是通过承压角钢传给框架梁柱节点；承压角钢规格不得小于L100×75×12，大肢在上，应保证梁根部混凝土不产生局压破坏；承压角钢采用结构胶及锚栓粘接锚固于梁柱相交角部。

折线形拉杆的转折点，即支承节点，其构造做法与拉杆类别及数量有关。对于每侧一根的热轧钢筋拉杆，支承节点由钢垫板和钢筋棒组成，构造较为简单。对于钢绞线、高强钢筋及高强钢丝拉杆，支承节点由弧形短管和U型钢垫板组成。拉杆以弧形短管为支承，曲率半径不宜太小，

不能转死弯。弧形管焊于U型钢垫板侧面。U型钢垫板用结构胶和锚栓锚固于构件底面和侧面。

2.9 增设支点加固

2.9.1 特点及适用范围

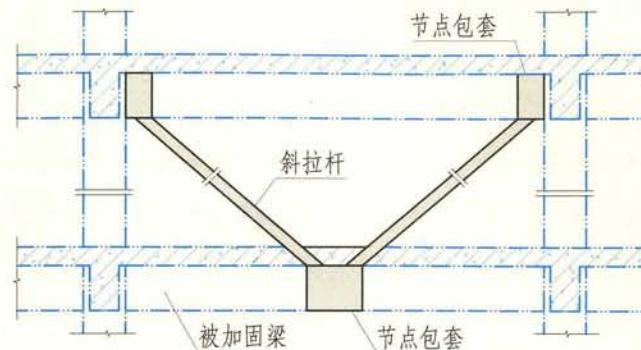
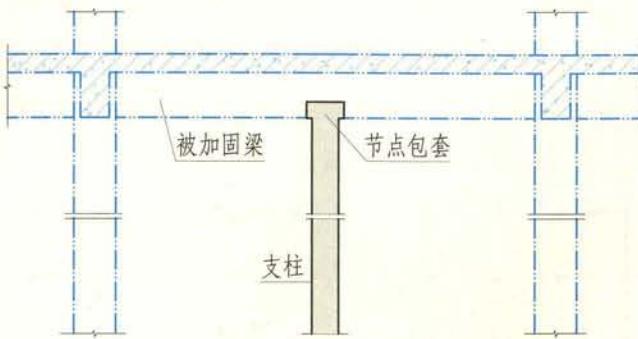
增设支点加固法是用增设支承点来减小结构计算跨度，达到减小结构内力及相应提高结构承载力的加固方法（图2.9.1）。优点是受力明确，简便可靠，且易拆卸、复原，具有文物和历史建筑加固要求的可逆性。缺点是显著影响使用空间。适用于对使用空间和外观效果要求不高的梁、板、桁架、网架等水平结构构件加固，特别是危险性工程的临时支顶加固。

2.9.2 方法要点

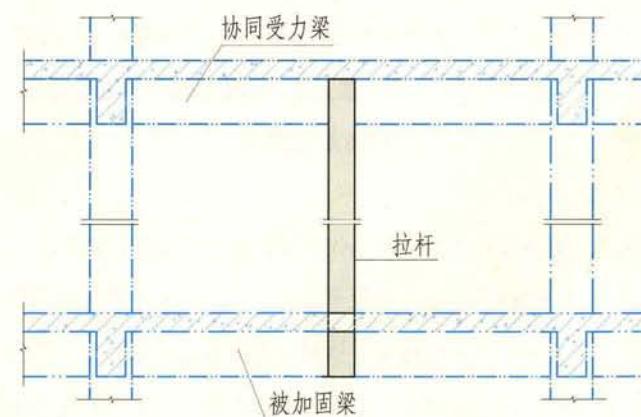
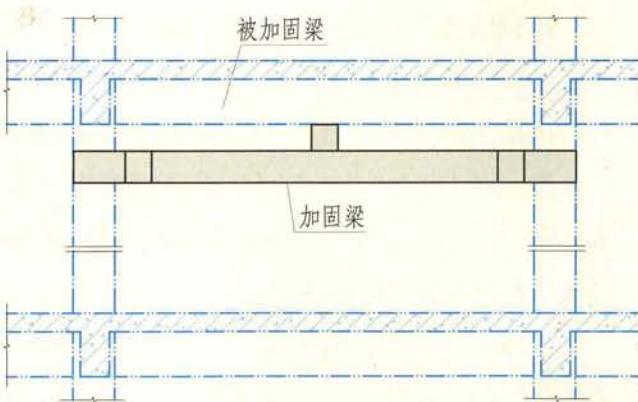
增设支点加固法按支承结构的受力性质分为刚性支点加固及弹性支点加固。刚性支点加固，支承结构变形很小，相对于被加固结构的变形可以忽略不计，可简化按不动支点考虑，结构受力明确，内力计算大为简化；弹性支点加固，支承结构与被支承结构的变形属同一数量级，应按可动支点—弹性支点分析，内力计算较为复杂，承载力提高不如刚性支点大，但弹性支点加固对结构的使用空间影响较小。

为降低原结构应力应变水平、充分发挥支承结构潜力及提高结构加固效果，增设支点法加固时，一般都要预加支承力，尤其是弹性支

加固方法 及相关技术	增设支点加固法					图集号	06SG311-1
审核	陶学康	陶学康	校对	陈瑜	王培	设计	万墨林 万墨林



(a) 刚性支点



(b) 弹性支点

图2.9.1 增设支点加固法

加固方法 及相关技术	增设支点加固法				图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页 2-12

点加固。预加支承力有千斤顶施加和楔顶施加两种方法，预加力的大小，以被加固结构表面不出现裂缝为度。

2.9.3 构造措施

增设支点加固法，对支承结构与被加固结构在支承点的连接及支承结构另端的固定，应根据支承结构的类型及受力性质的不同，分别采用锚栓连接、植筋连接、钢套连接及钢筋箍连接等方法。对于受压钢支承，采用锚栓连接最为简单；对于受拉支承，采用钢板套箍及化学植筋较为有效。当被连接的构件截面较小时，亦可采用U形或L形连接筋连接，连接筋应卡住整个截面，再与支承构件预留伸出筋焊接，U形、L形连接筋尚应与被连接构件的钢筋点焊连接，不能浮摆。对于混凝土支承结构节点，支承件与被支承件间空隙应用膨胀细石混凝土灌填，强度等级应 $\geq C30$ ；一般外露钢筋，应用高强树脂砂浆抹面。

2.10 结构体系加固法

2.10.1 特点及适用范围

结构体系加固法是针对结构的总体设计缺陷，用新增一定结构（如剪力墙及侧向支撑）或设施（如阻尼器）的办法，来改进与完善原有结构体系或形成较合理的新体系，达到提高结构总体承载力、刚度和延性，以满足现行相关规范及标准规定的加固方法。优点是能大幅度提高结构整体性和抗震能力。缺点是新旧结构存在差异沉降。适用于因概念设计不合理、不规范的高层建筑及工业厂房建筑结构加固及抗震加固（图2.10.1）。

2.10.2 方法要点

框架结构既有建筑，当房高度超过GB50011适用最大高度限值，或

结构抗震能力严重不足，用单纯的构件加固已无法满足要求时，以及框一剪结构和板柱一抗震墙结构既有建筑，当抗震墙间的楼盖、屋盖长宽比超过GB50011作为刚性楼屋盖规定时，均应设置或增设新的剪力墙（抗震墙），以满足抗震设防相关规定。

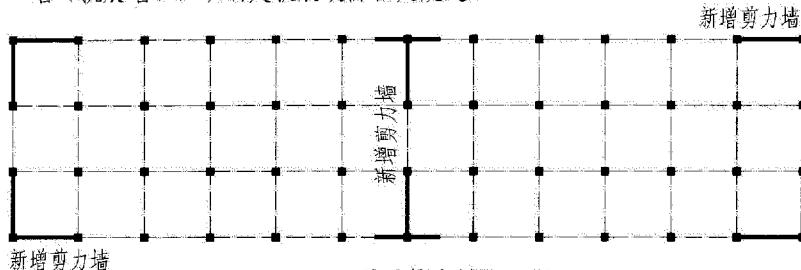


图2.10.1 增设剪力墙加固法

新增剪力墙的布置应规则、对称，截面尺寸及材料强度自下而上宜逐渐减小，避免突变。剪力墙的厚度应 $\geq 140\text{mm}$ ，混凝土强度等级 $\geq C20$ ，配筋应满足GB50010相关规定。新增剪力墙应设基础，应考虑新旧地基土未经压实和已经压实差异对新旧结构所产生的变形协调问题，作为简化处理，新增剪力墙地基承载力应乘以 $0.85 \sim 0.9$ 降低系数。新增剪力墙与原结构应有可靠连接。

单层工业厂房一般为排架结构，无剪力墙（抗震墙），支撑体系起作用类似剪力墙的作用，特别是有抗震设防要求时，必不可少。既有单层工业厂房，当未按GB50011规定设置柱间支撑及屋盖支撑时，应按本图集补设或完善其支撑体系。

一般情况下，柱间支撑应布置在厂房单元中部，上下柱同时设置；

加固方法及相关技术	结构体系加固法				图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈渝	设计 万墨林	万墨林	页	2-13

有吊车或8度和9度时，单元两端宜增设上柱支撑；厂房单元较长或8度III类、IV类场地和9度时，可在单元中部1/3区段内设两道支撑。柱间支撑应采用型钢，支撑形式宜采用交叉式，水平夹角不宜大于55°。

表2.10.2-1

有檩屋盖的支撑布置

支撑名称		烈 度		
		6、7	8	9
屋架支撑	上弦横向支撑	厂房单元端开间及厂房单元长度大于66m的柱间支撑开间各设一道；天窗开洞范围的两端各增设局部的支撑一道	厂房单元端开间及厂房单元长度大于42m的柱间支撑开间各设一道；天窗开洞范围的两端各增设局部的支撑一道	
	下弦横向支撑	同非抗震设计		
	跨中竖向支撑			
	端部竖向支撑	屋架端部高度大于900mm时，厂房单元端开间及柱间支撑开间各设一道		
天窗架支撑	上弦横向支撑	厂房单元天窗端开间各设一道	厂房单元天窗端开间及每隔30m各设一道	厂房单元天窗端开间及每隔18m各设一道
	两侧竖向支撑	厂房单元天窗端开间及每隔36m各设一道		

表2.10.2-3

中间井式天窗无檩屋盖支撑布置

支撑名称		6、7度	8度	9度
上弦横向支撑	厂房单元端开间各设一道	厂房单元端开间及柱间支撑开间各设一道		
下弦横向支撑		天窗范围内屋架跨中上弦节点处设置		
上弦通长水平系杆			天窗两侧及天窗范围内屋架下弦节点处设置	
下弦通长水平系杆				有上弦横向支撑开间设置，位置与下弦通长系杆相对应
跨中竖向支撑				
两端竖向支撑	屋架端部高度<900mm	同非抗震设计	有上弦横向支撑开间，且间距不大于48m	
	屋架端部高度>900mm	厂房单元端开间各设一道	有上弦横向支撑开间，且间距不大于48m	有上弦横向支撑开间，且间距不大于30m

屋盖支撑分有檩和无檩情况，其布置应满足表2.10.2-1、表2.10.2-2和表2.10.2-3有关规定。屋盖支撑杆件宜采用型钢。

表2.10.2-2

无檩屋盖的支撑布置

支撑名称	烈 度		
	6、7	8	9
上弦横向支撑	屋架跨度小于18m 时间非抗震设计，跨度不小于18m时在厂房单元端开间各设一道	厂房单元端开间及柱间支撑开间各设一道，天窗开洞范围的两端各增设局部的支撑一道	
屋架支撑	同非抗震设计	沿屋架跨度不大于15m设一道，但装配整体式屋面可不设；围护墙在屋架上弦高度有现浇圈梁时，其端部处可不另设	沿屋架跨度不大于12m设一道，但装配整体式屋面可不设；围护墙在屋架上弦高度有现浇圈梁时，其端部处可不另设
		同上弦横向支撑	同上弦横向支撑
		厂房单元端开间各设一道	厂房单元端开间及每隔48m各设一道
		厂房单元端开间及柱间支撑开间各设一道	厂房单元端开间、柱间支撑开间及每隔30m各设一道
天窗架支撑	天窗两侧竖向支撑	厂房单元天窗端开间及每隔30m各设一道	厂房单元天窗端开间及每隔18m各设一道
	上弦横向支撑	同非抗震设计	厂房单元端开间及柱间支撑开间设一道

加固方法
及相关技术

结构体系加固法

图集号 06SG311-1

审核

陶学康

校对

陈瑜

丁海

设计

万墨林

万墨林

页

2-14

2.11 增设拉结连系加固法

2.11.1 特点及适用范围

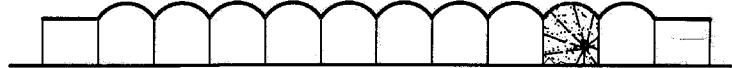
对于某些静定结构或超静定性较低的结构，特别是仅靠重力摩擦搭砌起来的全装配式大板结构，在偶然事故下，会因个别构件的失效，而导致相关构件一个接着一个的失效，乃至整幢房屋的倒塌，这种多米诺骨牌式的倒塌现象称为连续性倒塌（图2.11.1-1）。于全装配式结构房屋周边、纵向、横向及竖向增设相应的拉结连系，以增强结构的整体性和超静定性，达到防止房屋连续性倒塌的目的，称为增设拉结连系加固法（图2.11.1-2）。适用于各种全装配式结构，包括无筋砌体结构。

2.11.2 方法要点

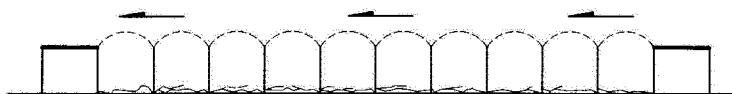
增设拉结连系加固法又称替代通路法，即在偶发事故个别构件破坏情况下，由未破坏的结构中立即形成一条新的替代荷载（内力）传递通路，使本以该失效构件为支承的上部构件，改经替代通路传递荷载。能否形成有效的替代通路？关键是接缝中出现的拉力由谁来承担？增设拉结连系对症地解决了这一问题。

装配式大板结构应增设的拉结连系主要有竖向连系、周边连系、横向连系与纵向连系（图2.11.1-2a）；装配式框架结构应增设的拉结连系有内部楼板连系、周边楼板连系、楼板与墙连系、内部梁连系、周边梁连系、角柱连系、边柱连系、柱竖向连系及墙竖向连系等（图2.11.1-2b）。

两种结构周边连系P的作用及构造基本相同，主要功能是建立必

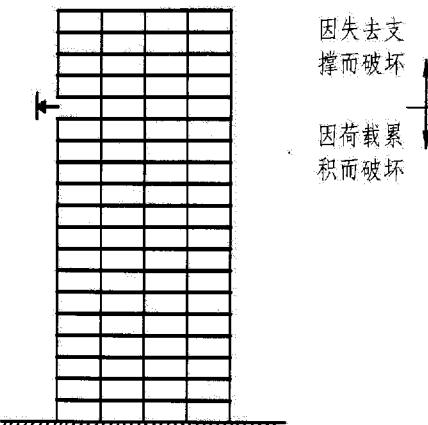


直接的局部破坏

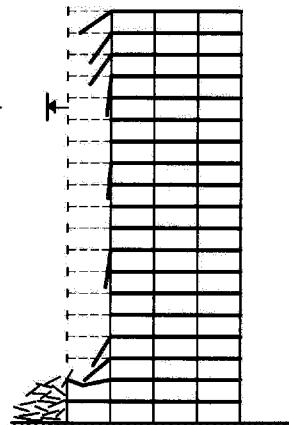


连续性倒塌

(a) 多跨砖拱结构沿水平方向的连续倒塌



直接的局部破坏

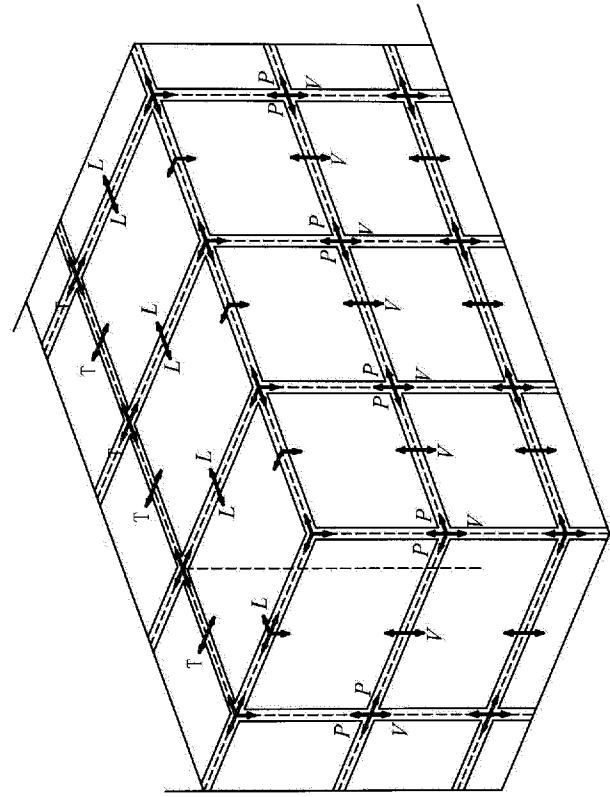


连续性倒塌

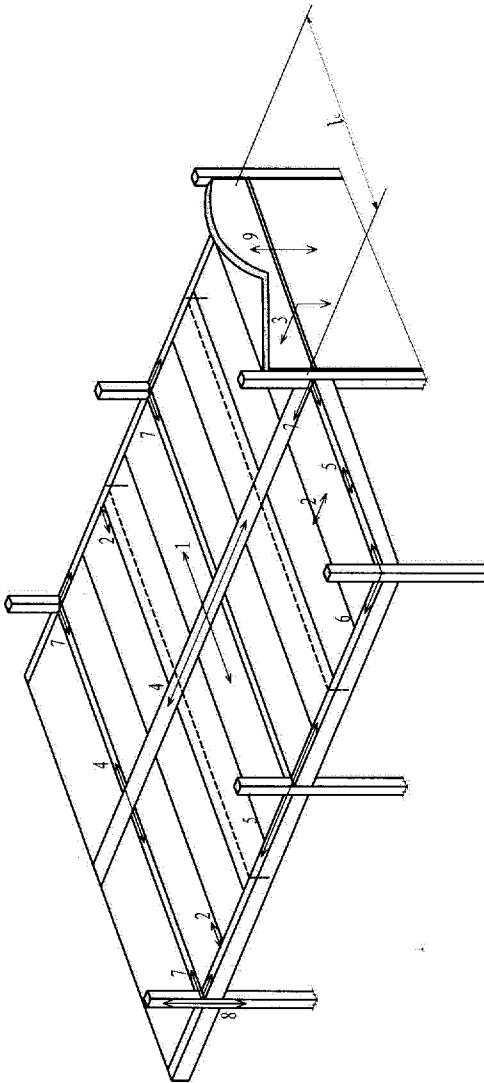
(b) Ronan Point大板结构沿垂直方向的连续倒塌

图2.11.1-1 建筑结构连续性倒塌示意

加固方法 及相关技术	增设拉结连系加固法						图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	丁加海	设计 万墨林	万墨林	页	2-15	



(a) 大板结构
L—纵向连系 P—周边连系 T—横向连系 V—坚向连系



(b) 框架结构

图2.11.1-2 增设拉结连系加固法

加固方法及相关技术	增设拉结连系加固法	图集号
审核 陶学康 陶学康 校对 陈瑜 设计万墨林	06SG311-1	页 2-16

要的横隔板作用，以承受各种水平荷载、扭转和不均匀荷载，并用以锚固纵向连系、横向连系（内部连系）和竖向连系；当转角支承失效时，有助于楼板产生薄膜作用。周边连系设于各层楼面和屋面结构周边，与周边圈梁合而为一。

大板结构竖向连系 V 及框架结构墙竖向连系的主要功能是对悬臂机构起平衡作用，阻止机构的总体倾覆；对失效墙体起悬挂作用，阻止墙板侧向抛出，避免碎片荷载累积于下层结构；并以“剪切-摩擦”方式抵抗水平剪力，确保水平接缝的夹紧和销接作用。竖向连系应从基础贯穿建筑物全高，并层层锚固在圈梁。在地震区，竖向连系一般由抗震设计的配置于构造柱中的竖向钢筋（ $\geq 4\varnothing 12$ ）及水平缝中的竖向锚拉筋兼任。框架结构柱竖向连系主要功能是保证柱在接头处的连续性，承受作用在失效柱上的楼层荷载。

大板结构横向连系 T 与纵向连系 L 及框架结构内部梁连系的功能是确保形成悬臂机制或悬墙机制或托架机制，对于大板结构四边入墙的大楼板本身，能促使产生薄膜作用；对于小块楼板及框架结构内部楼板连系，则促使产生悬链作用和悬挂作用。横向连系、纵向连系及内部纵横梁连系设在楼层与屋盖平面，大板结构沿纵横墙及楼板接缝布置，框架结构顺纵横框架梁布置。纵横系杆，包括纵、横圈梁纵筋，楼板间的纵横拉结筋，墙板上下纵横水平拉结筋等，必须贯通建筑全宽、全长，并与周边圈梁结为一体。

2.12 裂缝修补技术

修复因结构开裂所降低的使用功能，如耐久性、防水性及美观等。包括裂缝成因分析、危害性评定、方法选择及工艺要点等。

2.12.1 裂缝成因分析

裂缝成因分析目的是弄清裂缝原因，主要包括宏观责任分析、裂缝产生的时间过程分析及裂缝形态分析。宏观责任分析主要是分析原材料供应及质量状况、设计质量、施工质量以及使用管理情况。裂缝产生的时间过程分析，主要是查裂缝出现的时段，是出现在施工阶段或是使用阶段。施工阶段又分早期、中期、晚期；施工阶段的裂缝应多从施工方法、施工质量及原材料选用上找原因。使用阶段出现的裂缝则较为复杂，设计错误，施工质量低劣，原材料选用不合理，使用管理不当，均可能产生裂缝，应逐项分析。裂缝形态分析是裂缝原因分析最直接的方法，因为裂缝形态与产生原因密不可分，尤其是单因素典型裂缝，形态基本固定不变，如荷载裂缝、地震裂缝、沉降裂缝、温度收缩裂缝、锈蚀裂缝、反复冻融裂缝、混凝土沉缩裂缝、火灾裂缝、模板变形裂缝等，一般均可根据裂缝位置、起讫点、走向、形状、宽度、深度、长度、裂缝清晰度、边缘光滑度等形态特征加以区别和判断。

加固方法 及相关技术	裂缝修补技术						图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	丁海	设计 万墨林	万墨林	页	2-17	

2.12.2 裂缝危害性评定

裂缝对混凝土建筑危害主要表现在对结构耐久性和正常使用功能的降低。裂缝的存在及超标会引起钢筋锈蚀，降低结构设计使用年限；裂缝对建筑正常使用功能的影响，主要是降低了结构的防水性能和气密性，影响建筑美观，给人们造成一种不安全的精神压力和心理负担。裂缝危害性大小与裂缝性状、结构功能要求、环境条件及结构抗蚀性有关，主要变量是裂缝宽度，表现在钢筋锈蚀及结构渗漏均随裂缝宽度的增大而加快。从耐久性考虑，钢筋混凝土荷载裂缝最大宽度限值为 $W_{lim} = 0.2 \sim 0.3\text{mm}$ ，预应力混凝土结构一类环境时为 $W_{lim} = 0.2\text{mm}$ ，二、三类环境时为 $W_{lim} = 0$ ；从防水性考虑， $W_{lim} = 0.05\text{mm}$ 。

2.12.3 裂缝修补方法

混凝土结构裂缝修补方法，主要有表面处理法、灌浆法及填充法等，分别适用于不同情况，应根据裂缝成因、性状、宽度、深度、裂缝是否稳定、钢筋是否锈蚀以及修补目的的不同对症选用。

1) 表面处理法

表面处理法又称表面封闭法，是采用各种防水材料、合成树脂材料及无机胶凝材料，涂刷于裂缝表面，达到恢复其防水性及耐久性的一种常用裂缝修补方法。该法施工简单，但涂料无法深入到裂缝深部。适用于宽度 $< 0.2\text{mm}$ 的微细裂缝修补。基于防渗目的的裂缝修补，应选用极限延伸率较大的弹性材料；基于耐久性目的的裂缝修补，应选用粘结强度较高、抗老化性能较好的合成树脂或无机胶凝材料；对于

活动性裂缝修补，除选用弹性材料外尚宜外贴纤维布。

2) 灌浆法

灌浆法又称注浆法、注入法、注射法及压力注浆法等，是采用各种粘度较小的粘结剂或防水剂灌注到裂缝深部，达到恢复结构整体性、耐久性及防水性的目的。适用于宽度较大 ($> 0.3\text{mm}$)、深度较深的裂缝修补，尤其是受力裂缝的修补。灌浆材料选用视修补目的而异，着重承载力和耐久性时，应选用强度高、粘结力强的合成树脂材料，如改性环氧、丙烯酸甲酯、聚酯树脂、聚氨酯等；对于特别宽大的裂缝亦可采用水泥浆材。着重防水性时，应选用延伸率大的和抗渗性能好的材料，如改性丙烯酸酯、水溶性聚氨酯等。活动性裂缝除选用弹性材料外尚应外贴纤维布或外加锚栓钉。可灌性与粘度及压力有关，粘度大所需压力就大，且灌浆时间很长，对于不贯通裂缝，难于将浆液灌注到裂缝深部。粘度与强度往往又相互矛盾。因此，浆液的配置应兼顾可灌性、粘度、压力和强度各方面的要求。

3) 填充法

填充法又称填充密封法、凿槽法，是沿裂缝将混凝土开凿成 U型或 V型沟槽，然后嵌填各种修补材料，达到恢复结构耐久性、整体性及防水性的目的。适用于数量较少的宽大裂缝 ($> 0.5\text{mm}$) 及钢筋锈蚀裂缝修补。填充法凿槽宽度宜 $> 10\text{mm}$ ，槽深应 $> 15\text{mm}$ ；活动性裂缝应适当加大；锈蚀裂缝应完全暴露出锈蚀钢筋为止。填充法所用嵌填材料视修补目

加固方法及 相关技术	裂缝修补技术					图集号	06SG311-1
审核	陶学康	陶学康	校对	陈瑜	叶海	设计	万墨林 万墨林
						页	2-18

的而定，一般采用改性环氧修补胶或具有一定延伸率的各种弹性树脂砂浆。对于活动裂缝，尚应沿缝粘贴一层碳纤维布；对于锈蚀裂缝，应先除锈，再涂一层防锈剂，后以防锈树脂砂浆嵌填抹平。

2.13 托梁拔柱技术

2.13.1 特点及适用范围

托梁拔柱是托屋架拔柱、托梁拆墙及托（框架）梁拔柱的总称，是在不拆或少拆上部结构的情况下实施拆除、更换、接长柱子或墙的一门综合性技术，包括相关结构加固技术、上部结构顶升技术及断柱、拆墙技术等。适用于因使用功能改变及生产工艺更新，要求改变平面布局、增大使用空间的旧房改造及老厂改造。与传统的大掀盖改造相比，托梁拔柱法具有对生产及生活影响较小、改造时间短、费用低等优点；缺点是技术要求较高，安全措施必须周密。

2.13.2 方法要点

托梁拔柱按工艺方法的不同分为有支撑托梁拔柱与无支撑托梁拔柱。有支撑托梁拔柱是在待拔柱墙旁边另设临时性支柱（图2.13.2-1），利用此支柱顶升上部结构，制作安装托架或托梁，然后将上部结构支承关系转换于托架或托梁，拆除柱子或墙，施工较为安全，但增设临时支撑结构费用较高。无支撑托梁拔柱不设临时性支撑结构，直接现制安装托架或托梁，待支承关系转换后拆除下部柱或墙。无支撑托梁拔柱较为经济，但技术难度较大。分三种情况：

1) 对于有吊车工业房屋，可利用吊车梁及吊车架顶升上部结构，先拆除待拔柱之上柱，制作安装托架或托梁，回放上部结构于托架或

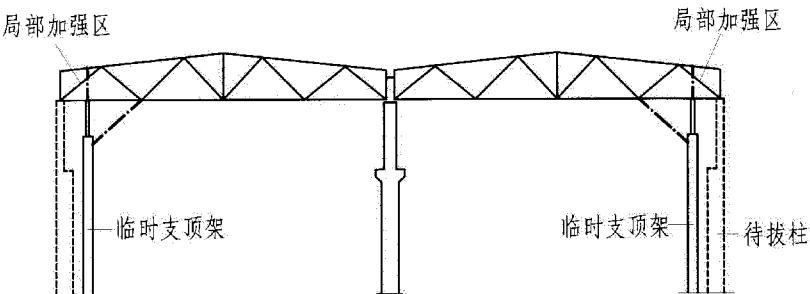


图2.13.2-1 有支撑托梁拔柱示意

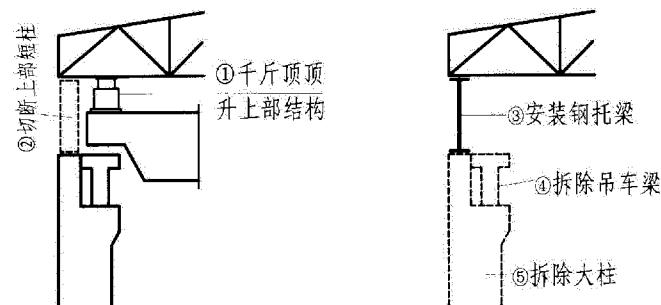


图2.13.2-2 利用吊车梁架顶托拔柱程序

托梁，再拆除待拔柱或墙，其托换程序如图2.13.2-2所示。

- 2) 对于待拔柱上柱为工字形柱或双肢柱情况，可凿孔制作安装托架，顶升上部结构将支承关系转换于托架，拆除待拔柱下柱（图2.13.2-3）。
- 3) 对于矩形截面混凝土柱或型钢柱，可在支承柱上柱内外侧设置双托架或双托梁；于待拔柱上柱设临时反牛腿；利用加荷短钢梁顶升上部

加固方法及相关技术	托梁拔柱技术						图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	丁海峰	设计 万墨林	万墨林	页	2-19	

结构；待上部结构荷载完全转移至托架或托梁后，即下柱不受力时，齐托架或托梁顶面设置永久性支承反牛腿；回油，支承反牛腿受力；确认支承关系完全转换于托架或托梁后，拆除待拔柱下柱（图2.13.2-4）。

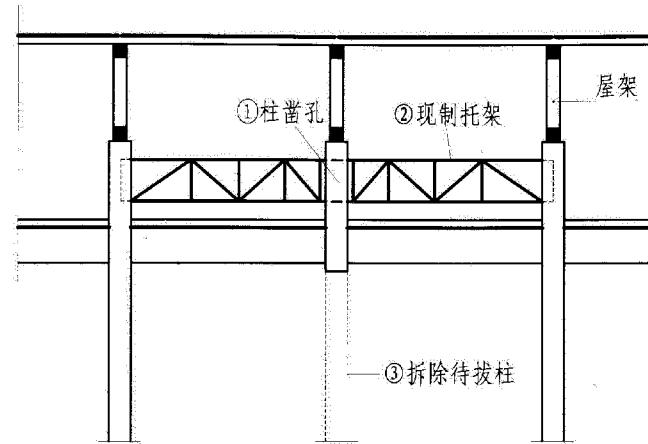


图2.13.2-3 凿孔现制托架程序

2.13.3 构造措施

托梁拔柱构造设计，先要研究确定拔柱后新的传力路径。对于框、排架结构，待拔柱所受的力是通过新增设的托架或托梁传给相邻旁柱，主要的工作是加固旁柱和地基基础。对于剪力墙结构，待拆墙所受的力一般是通过周边新设闭合框架传回给原有地基基础或下层墙体；为不占用或少占用使用空间，闭合框架梁是通过加固上、下层墙体，形

成墙梁。为避免或减轻因拆墙后闭合框架梁的挠曲变形过大导致上部结构裂缝，上下墙梁一般都配置适当折线形预应力筋，利用其预应力时所产生的反力来部分抵消外荷载在上部墙体中所产生的主拉应力；亦可对主拉应力较大的上部墙体采用碳纤维加固或粘钢加固。

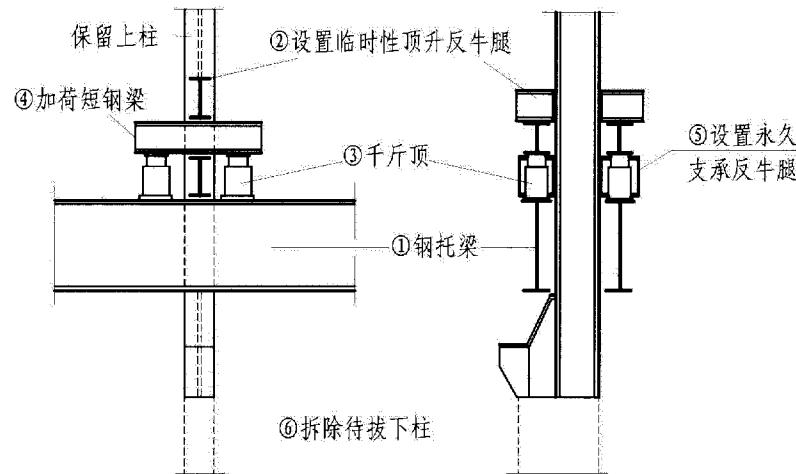


图2.13.2-4 双托梁拔柱程序

对于框、排架设置托架或托梁情况，托架或托梁两端在旁柱上的支承固定，受拉采用化学植筋，受压采用膨胀型锚栓，受剪采用销钉（筋）。当柱截面较小时，为避免锚固区混凝土基材破坏，整个锚固区应采用封闭式钢板套箍加固，钢板套应与柱主筋焊接。

加固方法及 相关技术	托梁拔柱技术					图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页	2-20	

2.14 后锚固技术

2.14.1 特点及适用范围

后锚固是在既有工程结构上的锚固，是通过相关技术手段将被连接件连接锚固到已有结构上的技术。相对于传统的预埋件—先锚，后锚固具有设计灵活、施工方便等优点，是房屋装修、设备安装、旧房改造及工程结构加固必不可少的专用技术；缺点是破坏形态多种多样，工程应用难于掌握。

锚栓是一切后锚固组件的总称，范围很广。按原材料不同分为金属锚栓和非金属锚栓；按锚固机理不同分为膨胀型锚栓、扩孔型锚栓、粘结型锚栓、混凝土螺钉、射钉、混凝土钉等。各类锚栓的适用范围可按表2.14.1采用。

承载锚栓的母体结构材料称为锚固基材。一般情况，材质越坚实、整体性越强、体量越大的基材，其锚固性能越好，反之，材质疏松、整体性差、体量小的基材，锚固性能就较差。基材锚固性能由强到弱的大致排序为：金属→花岗岩→混凝土→轻混凝土→砌体、木材→空心及多孔块材砌体→加气混凝土。

2.14.2 方法要点

荷载作用下，后锚固连接有锚栓钢材破坏、混凝土基材破坏及锚栓拔出破坏等三种破坏模式。钢材破坏分拉断破坏、剪坏及拉剪复合受力破坏。基材破坏分受拉破坏、受剪破坏及拉剪复合受力破坏；而受拉破坏又分受拉锥体破坏和受拉劈裂破坏；受剪破坏又分边缘受剪($C < 10h_{ed}$)楔形体破坏和中心受剪($C \geq 10h_{ed}$)撬坏。拔出破坏时对于机械

表2.14.1 锚栓适用范围

锚栓 类型	锚栓受力性质及 被连接结构		受拉、边缘受剪、拉剪复合受力		非结构构件及受 压、中心受剪、 压剪复合受力之 结构构件
	有无抗 震设防要求	类型	结构构件及生命线 工程非结构构件	非结构构件	
膨胀型 锚栓	有	×	○	○	
	无	×	○	○	
扩孔型 锚栓	有	×	○	○	
	无	×	○	○	
粘结型 锚栓	有	×	×	△	
	无	×	△	○	
化学 植筋	有	○	○	○	
	无	○	○	○	
混凝土 螺钉	有	×	○	○	
	无	×	○	○	
射钉及 混凝土钉	有	×	△	△	
	无	×	△	○	
塑料锚栓	—	×	△	△	

注：○适用，×不适用，△有条件应用。塑料锚栓仅适用于临时性轻型挂件的锚固。

锚栓有两种破坏形式，一种是锚栓从锚孔中整体拔出，另一种是螺杆从膨胀套筒中穿出。粘结型锚栓和化学植筋拔出破坏亦有两种形式，一是沿胶筋界面拔出，另一是沿胶混凝土界面拔出。

根据试验研究，正常理想条件下，混凝土基材上单根锚栓的极限锚固承载力统计平均值及标准值，汇列于表2.14.2供参考。

采用多个锚栓对被连接件进行锚固时，称为群锚。群锚内力按弹

加固方法 及相关技术	后锚固技术						图集号	06SG311-1
	审核	陶学康	陶学康	校对	陈瑜	设计		
						万墨林	万墨林	页

表2.14.2

混凝土基材单根锚栓极限承载力(N)统计公式

破坏形态	基材性状	试验统计平均值	标准值
锚栓受拉，钢材破坏	$N_{us} = A_s f_{st}$	$N_{Rk,s} = A_s f_{stk}$	
锚栓受剪，钢材破坏	$V_{us} = 0.6A_s f_{st}$	$V_{Rk,s} = 0.5A_s f_{stk}$	
拉剪复合受力，钢材破坏	$(N/N_{us})^2 + (V/V_{us})^2 = 1$	$(N_{sk}/N_{Rk,s})^2 + (V_{sk}/V_{Rk,s})^2 = 1$	
膨胀型锚栓及扩孔型锚栓受拉，混疑土锥体破坏	$N_{uc} = 13.5h_{ef}^{1.5}\sqrt{f_{cu}} \quad v=0.15$	$N_{Rk,c} = 10h_{ef}^{1.5}\sqrt{f_{cu,k}}$	
膨胀型锚栓及扩孔型锚栓受拉，劈裂破坏	$N_{uc} = 9.5h_{ef}^{1.5}\sqrt{f_{cu}}$	$N_{Rk,sp} = 7.0h_{ef}^{1.5}\sqrt{f_{cu,k}}$	
粘结型锚栓及化学植筋受拉，“锥体—粘结”混合型破坏	$N_{uc} = 15(h_{ef}-30)^{1.5}\sqrt{f_{cu}}$	$N_{Rk,c} = 7.3(h_{ef}-30)^{1.5}\sqrt{f_{cu,k}}$	
边缘受剪，混凝土形体破坏	$V_{uc} = \sqrt{d_{nom}(l_f/d_{nom})^{0.2}}\sqrt{f_{cu}}c_1^{1.5}$	$V_{Rk,c} = 0.64\sqrt{d_{nom}}(l_f/d_{nom})^{0.2}\sqrt{f_{cu,k}}c_1^{1.5}$	
开裂	$N_{uc} = 6.2(h_{ef}-30)^{1.5}\sqrt{f_{cu}} \quad v=0.25 \sim 0.3$	$N_{Rk,c} = 3.0(h_{ef}-30)^{1.5}\sqrt{f_{cu,k}}$	
未裂	$V_{uc} = 0.7\sqrt{d_{nom}}(l_f/d_{nom})^{0.2}\sqrt{f_{cu}}c_1^{1.5}$	$V_{Rk,c} = 0.45\sqrt{d_{nom}}(l_f/d_{nom})^{0.2}\sqrt{f_{cu,k}}c_1^{1.5}$	
中心受剪，混凝土剪切破坏	$V_{cp} = kN_{uc}$	$V_{Rk,sp} = kN_{Rk,c}$	
拉剪复合受力，混凝土基材破坏	$(N/N_{uc})^{1.5} + (V/V_{uc})^{1.5} = 1$	$(N_{sk}/N_{Rk,c})^{1.5} + (V_{sk}/V_{Rk,c})^{1.5} = 1$	
沿胶混 螺纹 界面	$N_{u,pc} = 5.6h_{ef}D\sqrt{f_{cu}}$	$N_{Rk,pc} = 4.1h_{ef}D\sqrt{f_{cu,k}}$	
粘结型锚栓及 化学植筋拔出 破坏	$N_{u,pc} = 2.3h_{ef}D\sqrt{f_{cu}} \quad v=0.16$	$N_{Rk,pc} = 1.7h_{ef}D\sqrt{f_{cu,k}}$	
沿胶筋 界面	$N_{u,pa} = 17.5h_{ef}d\sqrt{f_v}$	$N_{Rk,pa} = 12.9h_{ef}d\sqrt{f_{vk}}$	
混疑土螺钉受拉， 混疑土破坏	$N_{u,pa} = 10.5h_{ef}d\sqrt{f_v} \quad v=0.16$	$N_{Rk,pa} = 7.7h_{ef}d\sqrt{f_{vk}}$	
射钉受拉， 混疑土破坏	$N_{uc} = 10.3h_{ef}^{1.5}\sqrt{f_{cu}} \quad v=0.15$	$N_{Rk,c} = 7.7h_{ef}^{1.5}\sqrt{f_{cu,k}}$	
未裂	$N_{uc} = 13.22h_{ef}^{1.75} \quad v=0.3 \sim 0.4$	$N_{Rk,c} = 4.5h_{ef}^{1.75}$	

注：表中N代表受拉，V代表受剪，脚标u代表受拉承载力，S代表钢材，C代表混疑土， h_{ef} 为锚栓有效锚固深度(mm)， f_{cu} 、 $f_{cu,k}$ 为基材混疑土立方体抗压强度、抗压强度标准值(MPa)， d_{nom} 、 d 为锚栓外径及公称直径(mm)， f_v 、 f_{vk} 为锚栓与混疑土基材边缘的距离(mm)，D为锚孔直径(mm)， l_c 为剪切荷载下锚全齿的计算长度(mm)， c 为锚栓与混疑土基材边界的距离(mm)， k 为剪切强度及剪切强度标准值(MPa)。

加固方法及相关技术	后锚固技术	图集号
审核陶学康	陈瑜	06SG311-1
校对陈瑜	设计万墨林	页
		2-22

性平截面假定进行分析，除粘结型锚栓和化学植筋外，锚栓本身不传递压力，锚固连接的压力应通过被连接件的锚板直接传给混凝土基材。

2.14.3 构造措施

1) 锚栓的选择应根据被连接结构的类型、锚固连接受力性质、基材性状及有无抗震设防要求等因素综合分析考虑，并按表2.14.1规定确定。对于有抗震设防要求的锚固连接所用锚栓，应选用化学植筋和能防止膨胀片松弛的扩孔型锚栓或扭矩控制式膨胀锚栓，不应选用锥体与套筒分离的位移控制式膨胀锚栓，除专用开裂混凝土粘结型锚栓外，普通粘结型锚栓不得用作开裂基材的受拉锚固。

2) 后锚固连接的母体—基材，必须坚实可靠，基材混凝土强度等级不应低于C20。风化混凝土、严重裂损混凝土、不密实混凝土、结构抹灰层、装饰层等，均不得作为锚固基材。相对于被连接结构，基材结构应具有较大的体量。基材的厚度 h ，对于膨胀型锚栓和扩孔型锚栓， $h \geq 1.5 h_{ef}$ 且 $h > 100\text{mm}$ ；对于化学植筋， $h \geq h_{ef} + 2d_o$ ，且 $h > 100\text{mm}$ ，其中 h_{ef} 为有效锚固深度， d_o 为锚孔直径。基材的平面尺寸应满足锚栓布置中最小间距 $S \geq S_{min}$ 和最小边距 $C \geq C_{min}$ 要求。基材结构本身应具有相应的安全余量，以承担被连接件所产生的附加内力。

3) 锚栓应布置在坚实的结构层中，不应布置在混凝土保护层中，有

效锚固深度 h_{ef} 不应包括装饰层或抹灰层。有抗震设防要求时，锚栓宜布置在构件受压区、非开裂区，不应布置在素混凝土区；对于高烈度区一级抗震等级之重要结构构件的锚固连接，宜布置在有纵横钢筋环绕的区域。

锚固连接设计应合理选择锚固深度 h_{ef} 、间距 S 及边距 C 等参数。对于有抗震设防要求的锚固连接，应分别情况，控制为锚固连接系统的延性破坏，避免基材脆性破坏。抗震锚固连接植筋的最小有效锚固深度比宜满足表2.14.3规定。

表 2.14.3 混凝土植筋最小有效锚固深度比 $h_{ef,min}/d$

连接受力性质	设防烈度	基材性状及强度等级					
		开裂混凝土			未裂混凝土		
		C20	C30	$\geq C40$	C20	C30	$\geq C40$
受拉及受拉为主的复合受力之结构构件连接及生命线工程非结构构件连接	≤ 6	26	22	19	15	14	13
	7~8	29	24	21	17	16	15
受拉及受拉为主的复合受力之结构构件连接及生命线工程非结构构件连接	≤ 6	24	20	17	13	12	11
	7~8	26	22	19	14	13	12
受压、受剪及压剪复合受力之构件连接	不限	10			8		

注：植筋系指HRB335级钢筋，对于非HRB335级，锚固深度应作相应增减；
 d 为植筋直径， $d \leq 25\text{mm}$ 。

加固方法及相关技术	后锚固技术					图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页	2-23

群锚锚栓最小间距值 S_{\min} 和最小边距值 C_{\min} ，应由厂家通过国家授权的检测机构检验分析后给定，否则不应小于下列数值：

膨胀型锚栓（双锥体） $S_{\min} = \max(1.5 h_{\text{ef}}, 10 d_{\text{nom}})$, $C_{\min} = \max(3 h_{\text{ef}}, 12 d_{\text{nom}})$

膨胀型锚栓 $S_{\min} = \max(h_{\text{ef}}, 10 d_{\text{nom}})$, $C_{\min} = \max(2 h_{\text{ef}}, 12 d_{\text{nom}})$

扩孔型锚栓 $S_{\min} = \max(h_{\text{ef}}, 8 d_{\text{nom}})$, $C_{\min} = \max(h_{\text{ef}}, 10 d_{\text{nom}})$

化学植筋 $S_{\min} = 5d$, $C_{\min} = 5d$

其中 d_{nom} 为锚栓外径， d 为钢筋直径。

4) 地震作用下膨胀型锚栓及扩孔型锚栓应始终处在受拉状态，锚栓最小拉力 $N_{sk,min}$ 宜满足 $N_{sk,min} \geq 0.2 N_{inst}$ 要求， N_{inst} 为考虑松弛后锚栓的实有预应力。

5) 处在室外条件的被连接钢件，其锚板的锚固方式应使锚栓不出现过大的交变温度应力，其温度应力变幅 ($\Delta\sigma = \sigma_{\max} - \sigma_{\min}$) 不大于 100 MPa 。

2.15 阻锈技术

2.15.1 阻锈剂的种类及选用准则

既有混凝土结构中钢筋的防锈与锈蚀损坏的修复所使用的阻锈剂分为掺加型和渗透型两类。

掺加型是将阻锈剂掺入混凝土或砂浆中使用。适用于局部混凝土缺陷及钢筋锈蚀的挖补处理。

渗透型，亦称喷涂型，是直接将阻锈剂喷涂或涂刷在病害混凝土表面或局部剔凿后的混凝土表面。下列情况应采用渗透型阻锈剂：密实性差且强度等级低于设计要求两级以上的混凝土；保护层厚度不足规定值 70% 的混凝土；钢筋已处于“有锈蚀可能”状态；使用环境或使用条件有损于结构耐久性时；未做钢筋防锈处理的重要结构或文物建筑，以及临海的重要工程结构。

对预应力结构及重要的混凝土结构，不得采用含有硝酸盐、亚硝酸盐、硫氰酸盐、亚硫酸盐以及其他硫化物等阳极型阻锈剂。对露天工程或在腐蚀性介质环境中使用亲水性阻锈剂时，应在构件表面增喷附加涂层封护。

2.15.2 阻锈剂质量和性能标准

从电化腐蚀考虑，阻锈剂应不致在修复界面形成附加阳极，且渗透、扩散能力要强。掺加型阻锈剂的质量及锈蚀性能应符合表 2.15.2-1 规定，渗透型阻锈剂的质量及防锈性能应符合表 2.15.2-2 规定。

2.15.3 掺加型阻锈剂的使用，应符合下列要求：

1) 采用水剂阻锈剂时，应扣除等量拌和水；采用粉剂阻锈剂时，需延长搅拌时间 3min 左右，在保持相同流动度条件下宜适当减水；

加固方法及 相关技术	阻锈技术						图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	丁海	设计 万墨林	万墨林	页	2-24	

表2.15.2-1 涂加型阻锈剂质量及性能标准

项目	粉 剂 (亚硝酸盐类)	水 剂	
		复合亚硝酸盐类	复合氨基醇类
质 量	外观	灰色粉末	微黄透明液体
	pH值	中性(7)	7~9 9~11
	密度	—	≥1.2 ≈1.06
	细度	符合产品说明书规定	—
阻 锈 性 能	盐水浸渍试验	无锈,且电位在0~-250mV内	无锈,且电位在0~-250mV内
	60次干湿冷热循环	无锈	无锈
电化学综合试验	合格	合格	合格

表2.15.2-2 渗透型阻锈剂质量及性能标准

项 目	烷氧基类	胺基类
	透明、琥珀色液体	透明、微黄色液体
质 量	浓度或密度	0.88g/ml 1.13(20℃时)
	pH值	10~11 10~12
	粘度(20℃时)	0.95mPa.s 25mPa.s
	主基含量	≥98.9% ¹⁾ >15% ²⁾
阻 锈 性 能	挥发性有机物含量	<400g/l <200g/l
	氯离子含量降低	≥90% (按JTJ275-2000)
	盐水浸渍试验	无锈蚀,且电位为0~-250mV (按YB/T9231-1998)
	干湿冷热循环试验	60次,无锈蚀 (按YB/T9231-1998)
	电化学试验	电流应<150μA,且破样检查无锈蚀(YB9222)
	现场锈蚀电流检测	喷涂150d后现场测定的电流降低率≥80%

注: 1) 硅氧烷含量≤0.3%; 2) 氯离子Cl⁻为零。

2) 阻锈剂掺量应按产品说明书规定计量,当掺用可提高混凝土密实性又不降低混凝土碱度的掺和料时,钢筋阻锈剂可酌减;

3) 阻锈剂不得与含有氯化物、硝酸盐、硫化物、亚硫酸盐、氯酸盐等有害成分的减水剂或引气剂等外加剂混用。

2.15.4 渗透型阻锈剂的使用,应符合下列要求:

1) 涂刷前应彻底清理混凝土表面,剔凿修复劣化混凝土保护层,清除钢筋锈渍;

2) 喷涂时混凝土龄期应≥28d,局部修补的混凝土应≥14d;

3) 采用喷涂、滚刷或涂刷等方法将阻锈剂涂刷在上述经处理后的混凝土表面及钢筋表面,待干燥后(一般2~6h)涂刷第二遍,如此第三遍、第四遍……,每遍均应涂刷至表面饱和为止。操作时的环境温度不应低于5℃,未干前避免淋雨;

4) 按1m²计的阻锈剂总量,分3~5遍涂刷完毕,静置24h以上,然后用高压水冲洗干净。

2.16 喷射混凝土

2.16.1 特点及使用范围

加固方法 及相关技术	喷射混凝土						图集号	06SG311-1
审核	陶学康	陶学康	校对	陈瑜	丁丽	设计	万墨林	万墨林

喷射混凝土是利用压缩空气将砂浆或混凝土喷射到指定部位的结构表面的一种混凝土浇筑技术。分干喷与湿喷，我国目前主要采用干喷。优点是施工简便，不用支模，与基层的粘结力强（新旧混凝土粘结抗拉强度接近于混凝土的内聚抗拉强度），密实度高，费用较低。缺点是设备复杂，技术要求较高。适用于旧房改造、结构加固及非平面结构等薄壁层（30~80mm）混凝土浇筑。

2.16.2 原材料及配比

水泥应优先采用硅酸盐或普通硅酸盐水泥，强度等级应不低于32.5MPa。石子应采用坚硬耐久性好的卵石或碎石，粒径不应大于12mm，宜采用连续级配；当掺入短纤维材料时，不应大于10mm。水质要求与普通混凝土相同。当掺加速凝剂时，应采用无机盐类速凝剂，并与水泥相容，初凝时间不超过5min，终凝时间不超过10min，掺量宜为水泥重量的2%~4%。当掺加增粘剂（粘稠剂）时，增粘剂性能应满足相关要求，过期变质的不得使用，不得对混凝土性能有不良影响。膨胀剂掺量应按说明书使用，最佳掺量应通过现场试验确定。当掺加钢纤维时，钢纤维直径宜为0.25~0.4mm，长度宜为20~25mm，抗拉强度不应低于380MPa，掺量宜为1%~1.5%（按混凝土体积计）。当掺加合成短纤维时，短纤维纤度 $\geq 13.5d_{tex}$ （g/ 10^4 m），单丝拉断力 $\geq 3.5cN$ （N/100），长12~19mm，具有良好的化学稳定性和耐老化性能，分散性好，不结

团，掺量宜为0.6~0.9kg/m³。

喷射混凝土的配合比宜通过试配试喷确定。其强度应符合设计要求，且应满足节约水泥、回弹量少、粘附性好等要求。喷射混凝土的胶（水泥）骨（砂+石子）比宜为1:3.5~4.5，砂率宜为0.45~0.55，水灰比宜为0.4~0.5。注意，由于粗骨料易于回弹，故受喷面上的实际配比中水泥含量较高。

喷射混凝土的抗压强度一般可达20~35MPa，轴心抗拉强度约为抗压强度的8.5%~10.2%，抗弯强度约为抗压强度的15%~20%，抗剪强度一般在3~6.5MPa之间，与旧混凝土的粘结强度一般在1.0~2.5MPa之间，弹性模量在2.16~2.85×10⁴MPa，抗渗指标一般在0.5~3.2MPa之间（抗渗标号可达S8），抗冻性良好（抗冻标号可达D200~D300）。

2.16.3 施工要点

混凝土喷射机生产力不应小与3m³/h，水平输料距离不宜小于100m，竖向距离不宜小于30m，有良好的密封性和连续均匀输料能力；空压机供风量不宜小于9m³/min，压缩空气进入喷射机前必须进行油水分离，风压不宜小于0.6MPa，多台机共同工作时，总供风量应为各台机之和的1.2~1.4倍；搅拌机应与混凝土喷射机生产能力相匹配，应为

加固方法 及相关技术	喷射混凝土						图集号	06SG311-1
审核	陶学康	陶学康	校对	陈瑜	丁海峰	设计	万墨林	万墨林
							页	2-26

密封性能好、粉尘小的强制式混凝土搅拌机，容量不宜小于400L，生产能力为3~5m³/h；输料管的承压能力不宜小于0.8MPa，管径应满足输送最大粒径骨料要求，耐磨性好；供水设施应能保证连续供水，喷头水压宜为0.15~0.2MPa。

喷射混凝土通常由三人操作：一名喷射手，一名喷射机司机，一名回弹料回收清扫工。喷射手按设计的厚度和坡度垂直于授喷面顺序施喷，掌握好水量，减少回弹，做到表面平整；司机控制好风压和水压，一般情况水压应大于风压，掌握好给料速度，使喷嘴出料均匀；清扫工应即时扫除回弹料，并协助射手挪动输料管。

2.17 纤维混凝土

在混凝土或砂浆中掺入定量的短纤维所形成的复合材料称为纤维混凝土或纤维砂浆。与普通混凝土或砂浆相比，纤维混凝土或纤维砂浆的性能有较大改善与提高，可分别满足不同的要求。钢纤维、碳纤维、玻璃纤维混凝土或砂浆的抗拉、抗剪、抗弯强度及构件的抗裂、抗冲击、抗疲劳、抗震、抗爆等性能提高较多，适用于结构对这些承载力有较高要求的加固；矿棉、岩棉及各种合成纤维混凝土或砂浆的极限延伸率有大幅度提高，适用于非结构性裂缝控制以及对构件抗裂、弯曲韧性、抗冲击性能有较高要求的结构加固。

纤维的长度应与加固层厚度相应，对于喷射混凝土或砂浆，钢纤维、碳纤维及玻璃纤维一般为20~35mm，矿棉、岩棉一般为15~30mm，合成纤维一般为6~25mm。合成纤维在混凝土或砂浆中应具有化学稳定性，保持强度不降低；用于防止收缩裂缝的合成纤维，其抗拉强度不宜低于280MPa；用于结构增强、增韧的合成纤维宜选用弹性模量和强度均较高的纤维。纤维掺量的最小体积率，钢纤维为0.25%~0.35%，碳纤维、玻璃纤维为0.2%~0.25%，矿棉、岩棉为0.15%~0.20%，合成纤维为0.1%~0.15%。

纤维混凝土或砂浆的强度及构件承载力的精确计算，详见《纤维混凝土结构技术规程》CECS38: 2004。

2.18 改性混凝土

在混凝土或砂浆中掺入定量的树脂、聚合物、膨胀剂等，可显著改变或改善混凝土或砂浆性能，以满足于不同需要。树脂粘结力较强，强度较高，树脂混凝土或砂浆多用于结构补强加固；聚合物极限延伸率较大，具有对液体的不渗透性，抗碳化和抗冻性好，聚合砂浆或混凝土多用于防渗堵漏及增强结构耐久性；膨胀剂可改善混凝土或砂浆的收缩性能，减小收缩值，膨胀混凝土或膨胀砂浆多用于结构较大面积的薄层补强加固及缺陷修补。

加固方法及相关技术	纤维混凝土、改性混凝土						图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页	2-27	

3 柱加固

3.1 增大截面法

增大截面法加固柱应根据柱的类型、截面形式、所处位置及受力情况等的不同，采用相应的加固构造方式。

柱新增纵向受力钢筋应由计算确定，且应 $\geq 4\phi 14$ （四面围套）。柱纵向受力钢筋在加固楼层范围内应通长设置，中间不得断开。纵筋布置以不与梁相交为宜。纵向受力钢筋上下两端应有可靠锚固。当原基础埋深较大时，纵筋下端可在原基础顶面设置现浇钢筋混凝土围套锚固，围套高度应 $\geq l_a$ ，且 $\geq 500\text{mm}$ ，围套厚度应 $\geq 200\text{mm}$ ；当埋深较浅时，应采用植筋技术锚固于原基础，植筋应满足 $h_{ef} \geq h_{ef,min}$ 及 $C \geq C_{min}$ 等规定， $h_{ef,min}$ 为最小锚固深度， C_{min} 为最小边距；对于重要结构或柱根弯距较大时，应同时采用围套和植筋双重锚固；对于扩大基础底面积的地基加固时，纵筋应伸至基底。纵筋上端应伸过加固层梁顶，并绕过梁互焊。除仅配筋量不足的加固外，柱混凝土围套厚度，采用人工浇筑时，应 $\geq 60\text{mm}$ ，采用喷射混凝土时，应 $\geq 50\text{mm}$ ；混凝土强度等级应比原柱提高一级，且不得低于C20级。

新增箍筋设置方法应使新旧两部分能整体工作，箍筋直径与原箍筋相同，且应 $\geq \phi 8$ ，间距应满足相关标准规定；箍筋形式，四面围套且截面较小时为单一封闭箍，其余情况为U形箍、Γ形箍，或者封闭箍+U型、Γ形箍；U形、Γ形箍可采用与原箍筋或原纵筋焊接连接，亦可采用锚接，但须满足 C_{min} 和 $h_{ef,min}$ 要求。节点部位，即纵横框架梁区域，为减小箍筋穿梁钻孔工作量，箍筋可按 $nA_{sv}f_{vv}/s$ 等效换算为较粗、间

距较大的等代筋设置。

为增强新旧混凝土的粘结能力，结合面应凿毛、刷净，并宜涂刷混凝土界面结合剂一道。

3.2 外包钢法

外包钢法加固柱应根据柱的类型、截面形式、所处位置及受力情况等的不同，采用相应构造方法。柱的纵向受力角钢应由计算确定，且应 $\geq L75 \times 5$ 。柱纵向受力角钢在加固楼层范围内应通长设置，中间不得断开；对于梁柱齐边之节点区及壁柱情况，角钢可改换成等代扁钢。纵向角钢上下两端应有可靠锚固。角钢下端可在基础顶面设置现浇钢筋混凝土围套锚固，围套高度应 $\geq 700\text{mm}$ ，围套厚度应 $\geq 200\text{mm}$ ；对于原基础埋深较浅或柱根弯距较大时，应同时采用植筋技术将角钢焊接锚固于基础。角钢上端应伸过加固层梁顶，并以连接板互焊。

箍板，亦称缓板，应力求封闭，规格应 $\geq 40 \times 4$ ，间距 $\leq 500\text{mm}$ ，节点区加密为 $\leq 250\text{mm}$ ；节点区中的梁区箍板按 $nA_{sv}f_{vv}/s$ 换算为等代箍筋，以便穿梁与角钢焊接；对于扁钢情况，应改用螺杆穿过拧紧。

外包角钢、扁钢及箍板与柱贴合面间，应压力灌注环氧粘结使之结为一体；当工作量较小时，亦可采用乳胶水泥粘贴。

当有防腐防火要求时，外包钢件表面应按相关标准进行防护处理。一般可抹一层厚15~25mm的防护砂浆；为便于粉刷，型钢表面应外包一层 $20^{\circ}10 \times 10$ 钢丝网或用胶点粘一层豆石。

柱加固	柱加固说明					图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页	3-1	

3.3 综合法

当柱轴压比显著超标且截面承载力严重不足时，可采用外包钢与增大截面联合应用的综合加固法。综合法外包钢架的设置同外包钢法，混凝土浇筑及结合面处理同增大截面法。综合法截面可以不受限制，其最小厚度 δ 可降低至30mm，但应采用高强灌浆料(如CCM等)。综合法施工顺序是：焊制组装外包型钢架→结合面压力灌注环氧树脂→于型钢表面外包一层钢丝网或点粘一层豆石→浇灌混凝土或高强灌浆料围套。

3.4 纤维复合材料及绕丝法

纤维复合材料加固法可用于柱正截面受弯加固、斜截面受剪加固，以及提高柱的延性加固。提高正截面受弯承载力加固，纤维片材是沿柱轴线方向顺贴于柱的受拉表面；斜截面受剪加固及提高柱延性加固，纤维片材是以环形箍形式垂直于柱轴线方向间隔地或连续地绕贴于柱周表面；柱截面受压承载力加固，纤维片材是沿柱全长垂直于柱轴线方向无间隔地环向连续绕贴于柱周表面，而且仅适用于圆形柱、方形柱，以及截面高宽比 $h/b \leq 1.5$ 的矩形柱；方形、矩形柱应进行圆角处理，圆角半径 r ，对于碳纤维不应小于25mm，对于玻璃纤维不应小于20mm。目的在于提高柱抗压强度和延性时，环向围束的纤维织物层数，圆形柱应≥2层，方形柱和矩形柱应≥3层；连续环向围束上下层之间的搭接宽度应≥50mm，环向断点的延伸搭接长度应≥200mm，且位置应错开。

钢丝缠绕加固柱是垂直于柱轴线连续将钢丝缠绕于柱周表面，主要在于提高柱混凝土的抗压强度、柱斜截面抗剪强度和柱的变形

能力—延性，亦仅适用于圆形柱、方形柱，以及 $h/b \leq 1.5$ 的矩形柱；方形、矩形柱应进行圆角处理，圆角半径 r ，不应小于30mm。

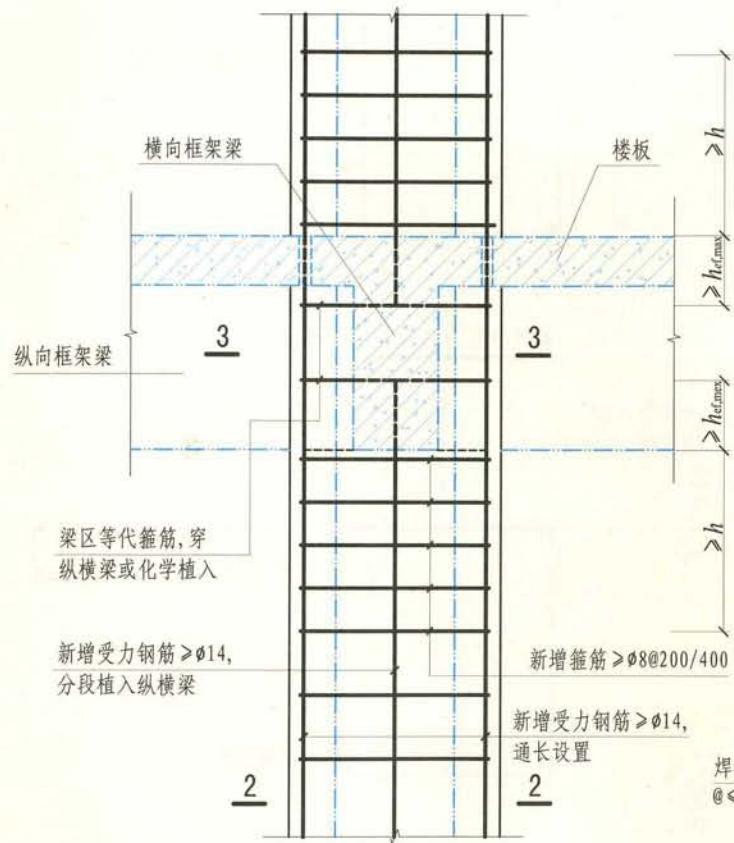
3.5 预应力撑杆法

预应力撑杆加固法适用于混凝土强度偏低及受压钢筋配筋量不足或不满足规定的独立框架柱受压承载力加固，加固范围限于某层柱净高段或某几层柱净高段。加固方法按受力情况不同，分为双侧加固及单侧加固。单侧加固仅适用于弯矩不变号的静力加固。按预应力施加方法的不同，分为横向张拉法及楔顶法。

预应力撑杆一般采用角钢，紧贴于柱四角布置，规格应≥4L75×5。箍板(缀板)规格应≥80×6，间距@500，端部加密为@250。撑杆所受压力是通过传力顶板及承压短角钢传递给梁柱节点。传力顶板厚宜≥16mm，应于现场与柱角钢配焊；承压短角钢规格≥L100×75×12，用≥2d6锚栓座乳胶水泥设于梁柱交界角部；顶板与承压角钢顶承面应刨平、倒棱。

横向张拉法箍板的焊接大部分是在张拉后进行，为避免撑杆因焊接箍板受热而产生过大的预应力损失，上下箍板应轮流施焊。对于楔顶加固，各钢板楔的打入应同步进行，楔顶到位后，所有钢板楔应与底座焊接。型钢架，包括箍板、底座，与柱混凝土结合面间空隙，应压力灌注环氧树脂使之结为一体。型钢架及其所有钢件外表，应以水泥砂浆粉刷进行防腐及防火保护；为便于粉刷，型钢表面应外包一层钢丝网或点粘一层豆石。

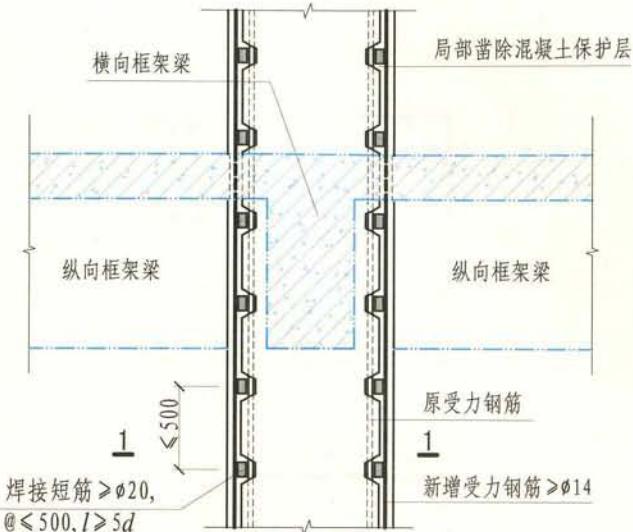
柱加固	柱加固说明					图集号	06SG311-1
审核	陶学康	陶学康	校对	陈瑜	陈瑜	设计	万墨林



四面围套(独立柱)

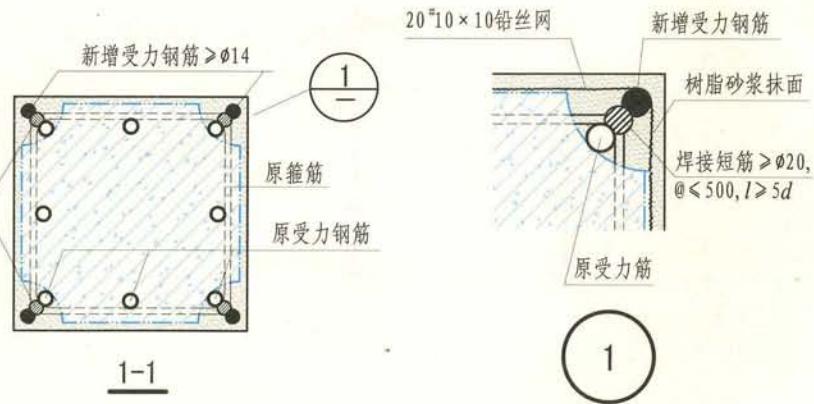
(适用于截面承载力、轴压比及刚度均不足, 且相差较大的加固)

注: 剖面2-2、3-3见页3-4; $h_{ef,min}$ 为植筋最小有效锚固深度, 按JGJ145-2004采用。



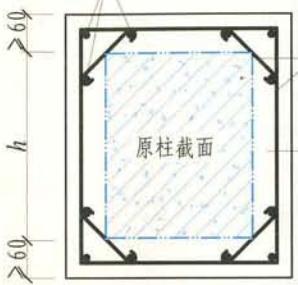
只加筋, 不增大截面

(适用于仅配筋量不足的加固)



柱加固 增大截面法	只加筋不增大截面、四面围套					图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页	3-3

新增受力钢筋 $\geq \phi 14$



新增箍筋 $\geq \phi 8@200/400$

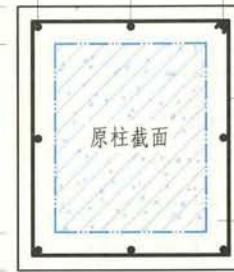


原柱截面

新增截面

2-2(纵筋齐梁边布置)

新增受力钢筋 $\geq \phi 14$



新增箍筋 $\geq \phi 8@200/400$

新增截面

2-2(纵筋与梁相交)

新增受力筋,
齐梁边布置

>60

新增受力筋 $\geq \phi 14$

>60

梁区等代箍筋, 穿纵横
梁, 互焊, 或化学植入

>60

原柱截面

新增截面

纵向框架梁

>60

3-3(纵筋齐梁边布置)

>60

b

>60

新增受力筋,
化学植入纵横梁

>60

新增受力筋 $\geq \phi 14$

>60

梁区等代箍筋, 穿纵横
梁, 互焊, 或化学植入

>60

原柱截面

新增截面

纵向框架梁

>60

横向框架梁

>60

3-3(纵筋与梁相交)

四面围套详图

柱加固
增大截面法

审核 陶学康

校对 陈瑜

设计 万墨林

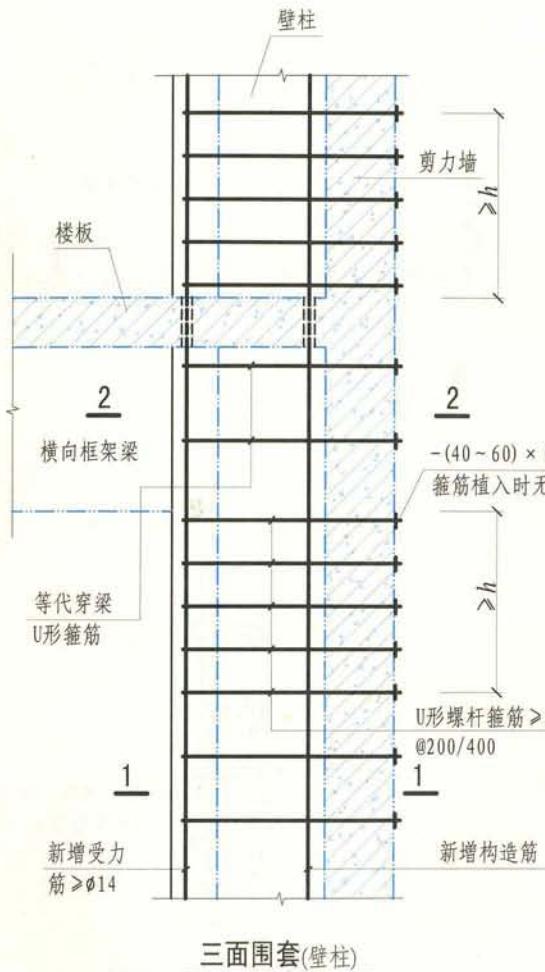
万墨林

图集号

06SG311-1

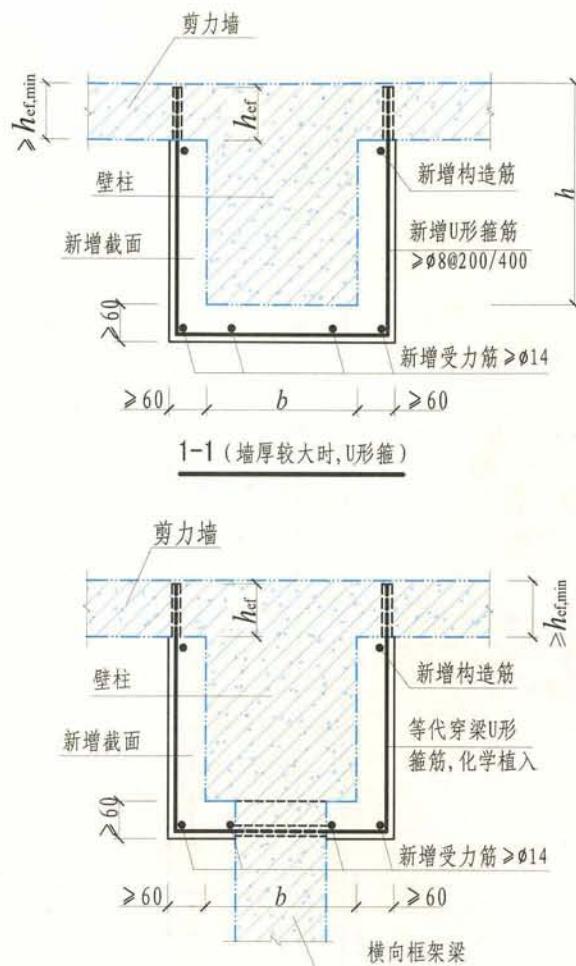
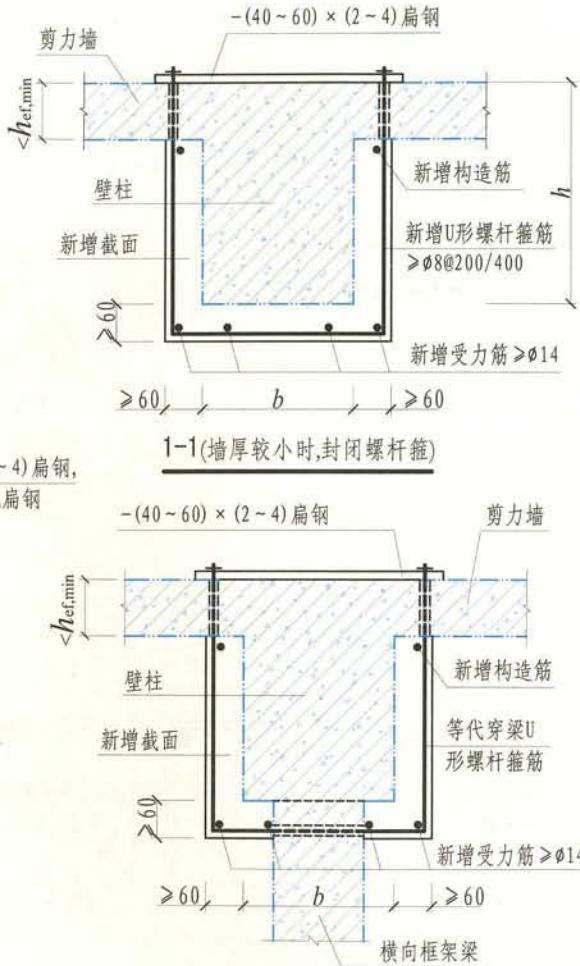
页

3-4

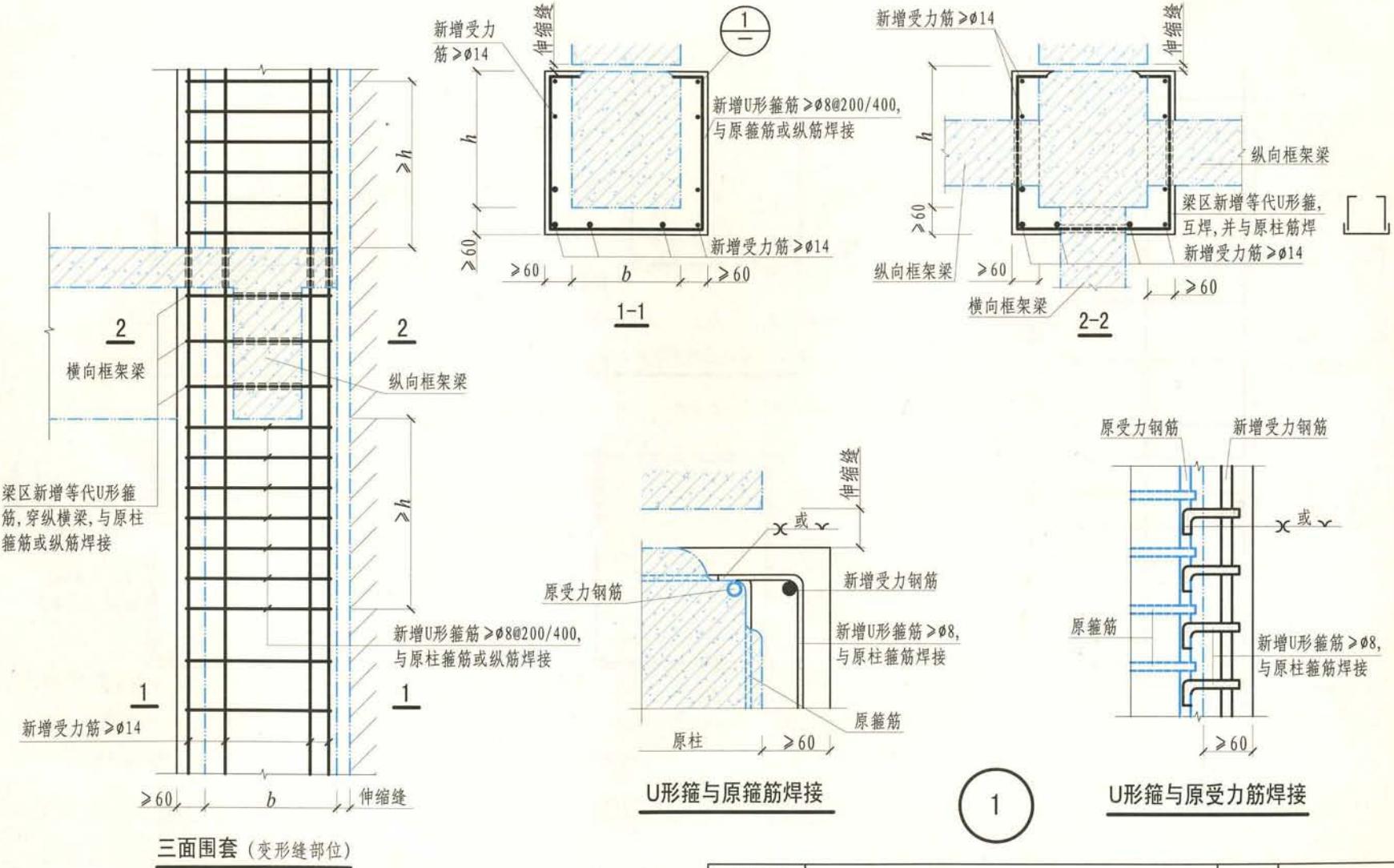


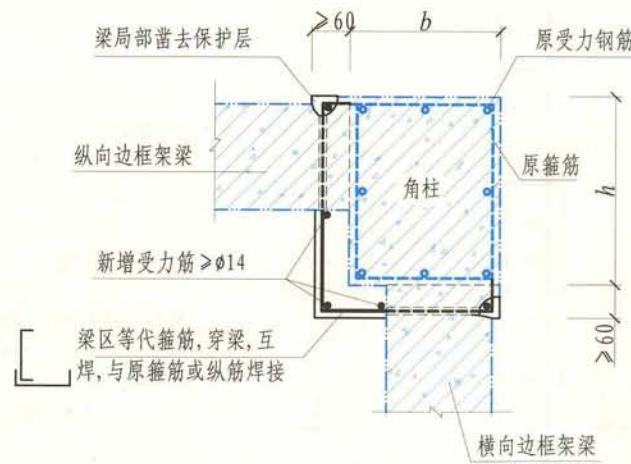
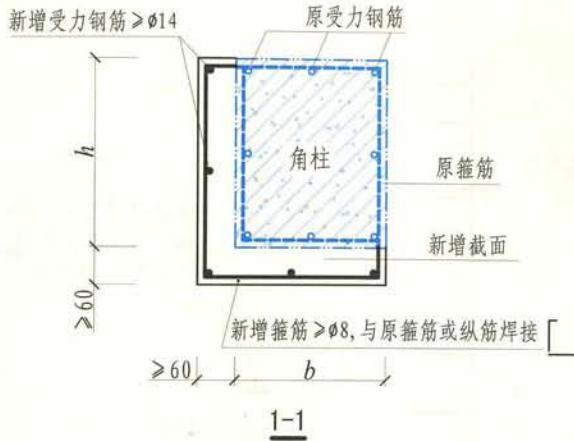
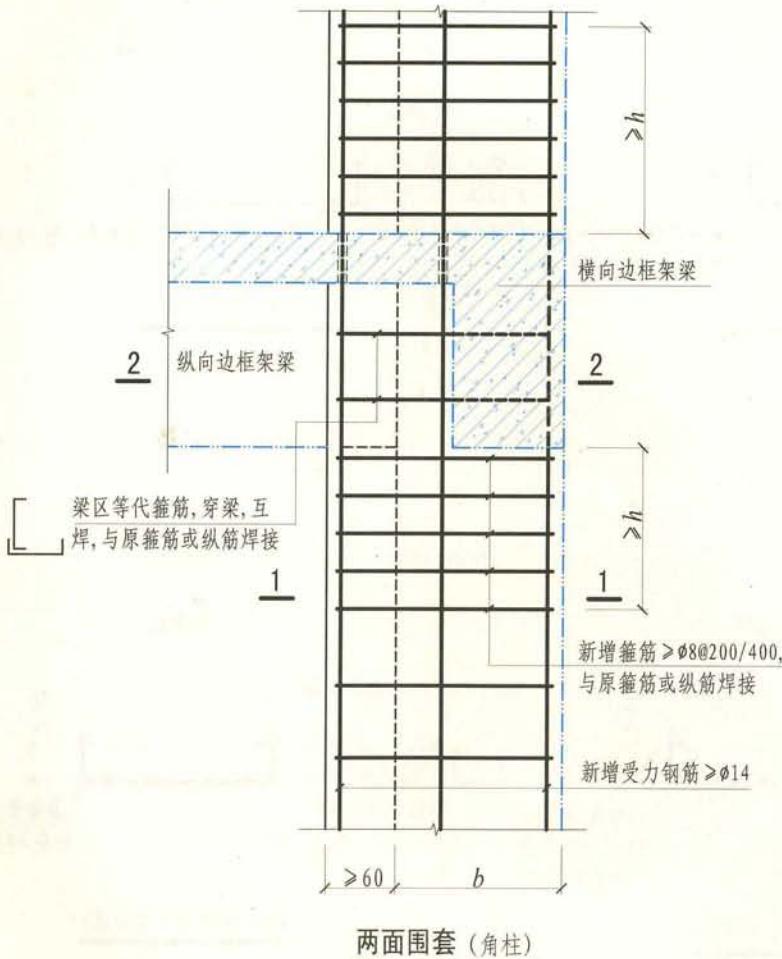
三面围套(壁柱)

三面围套主要是针对壁柱及伸缩缝部位的独立柱的加固

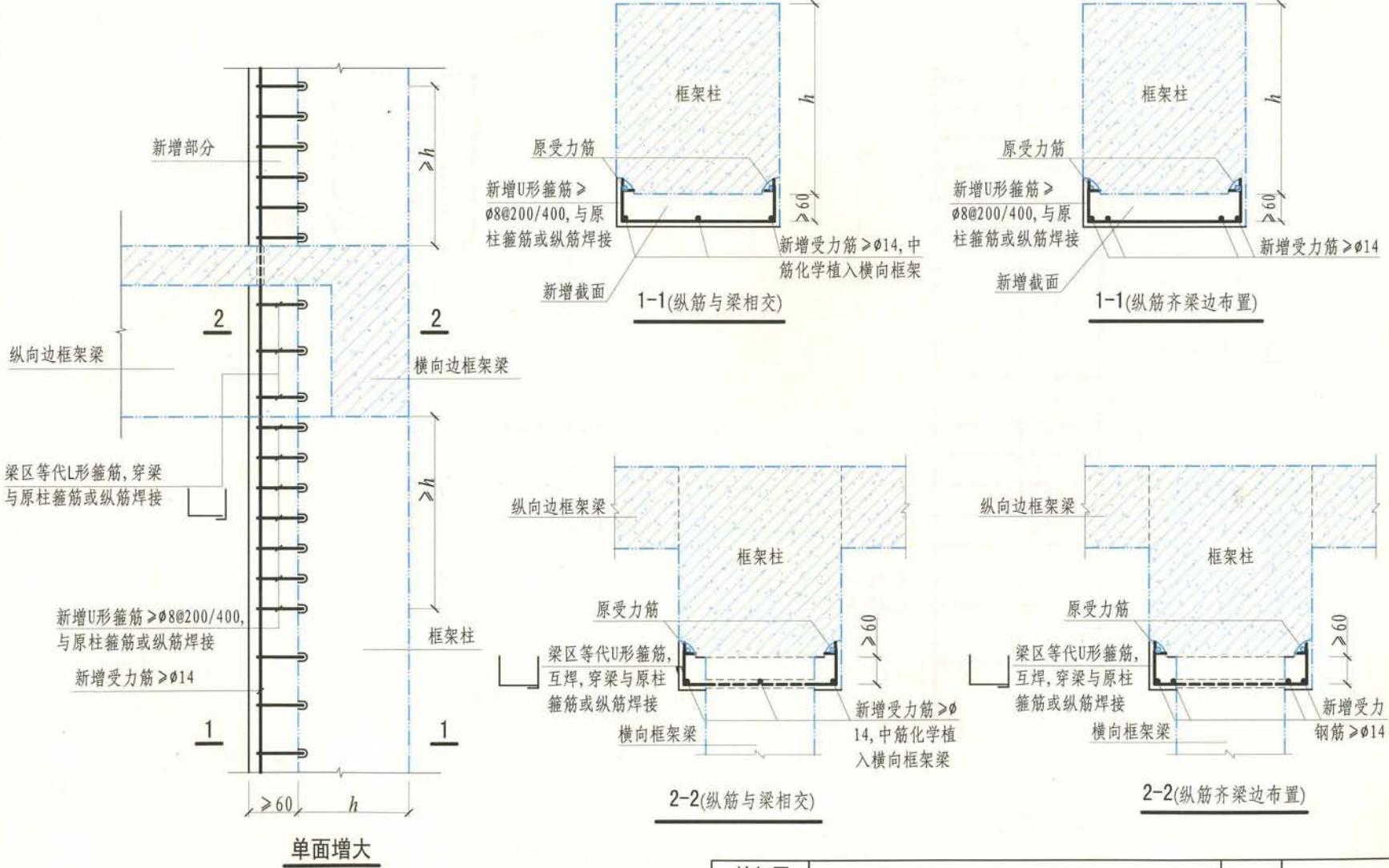


柱加固 增大截面法	三面围套 (壁柱)				图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	万墨林	设计 万墨林	页	3-5

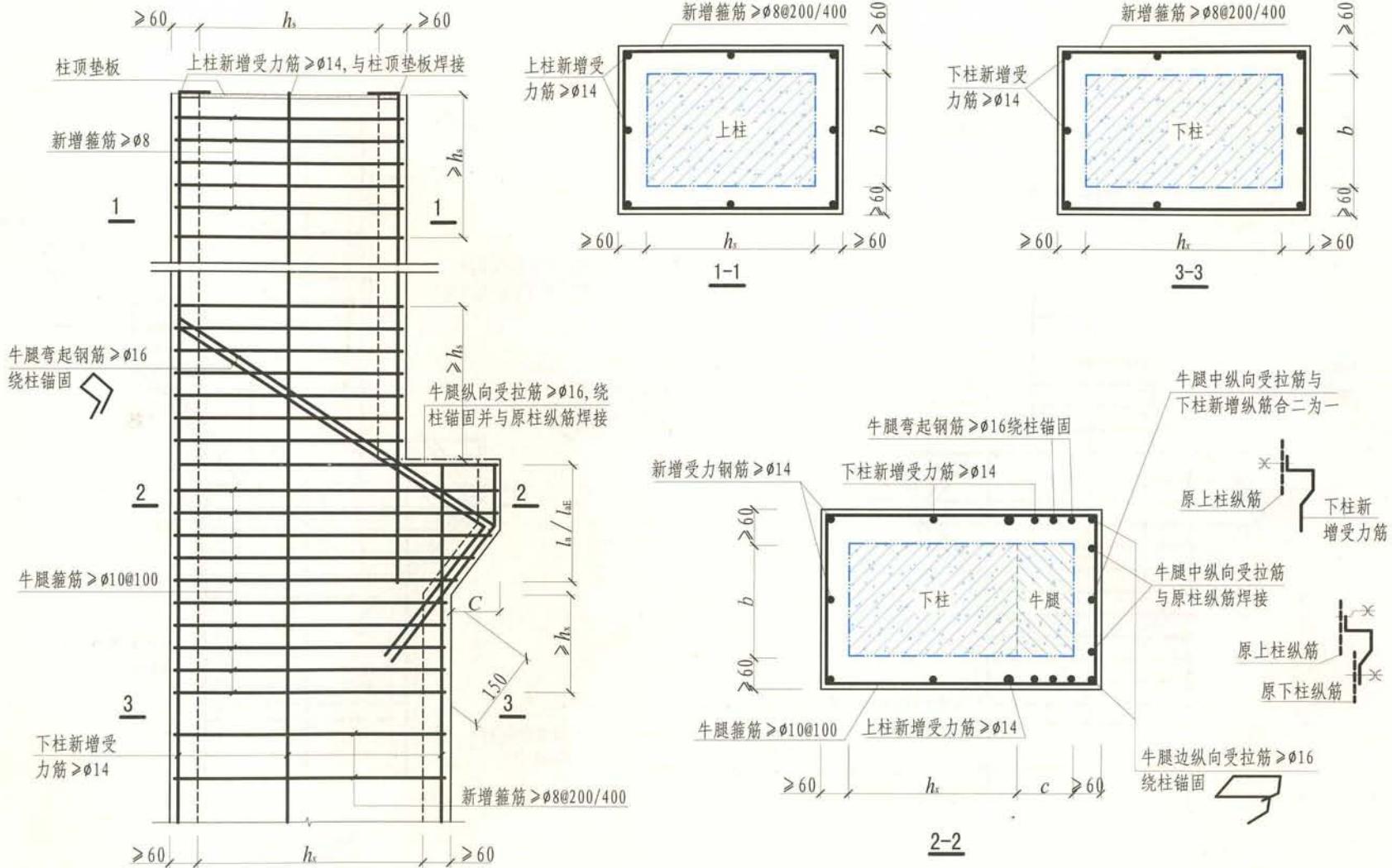




柱加固 增大截面法	两面围套 (角柱)				图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页 3-7

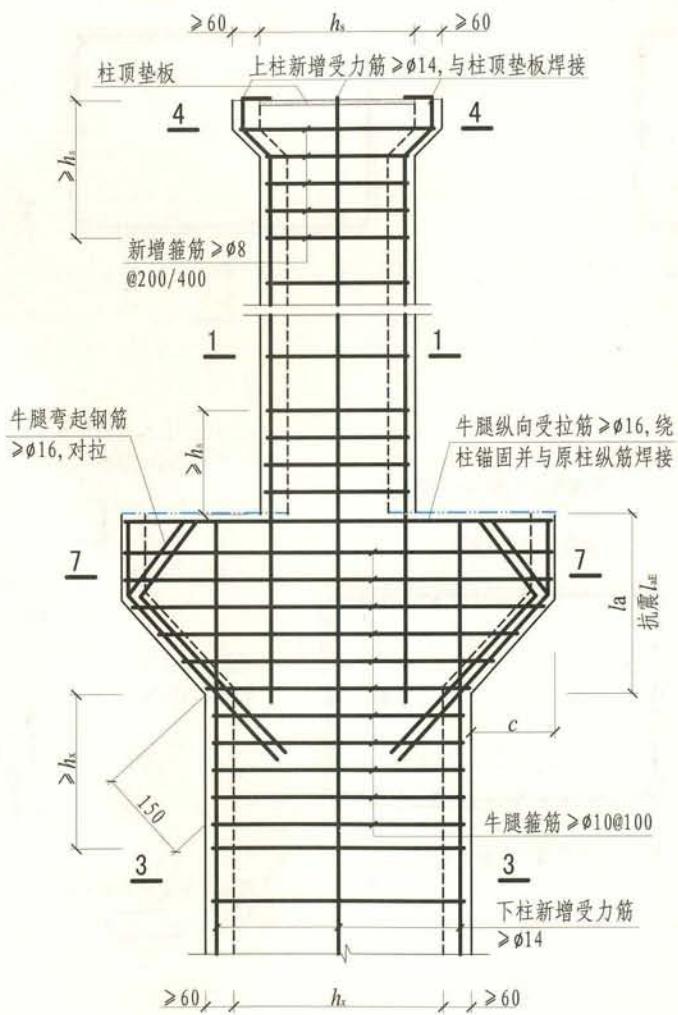


柱加固	单面增大				图集号	06SG311-1
增大截面法	审核	陶学康	校对	陈瑜	设计	万墨林
		陶学康	陈瑜	万墨林	万墨林	页



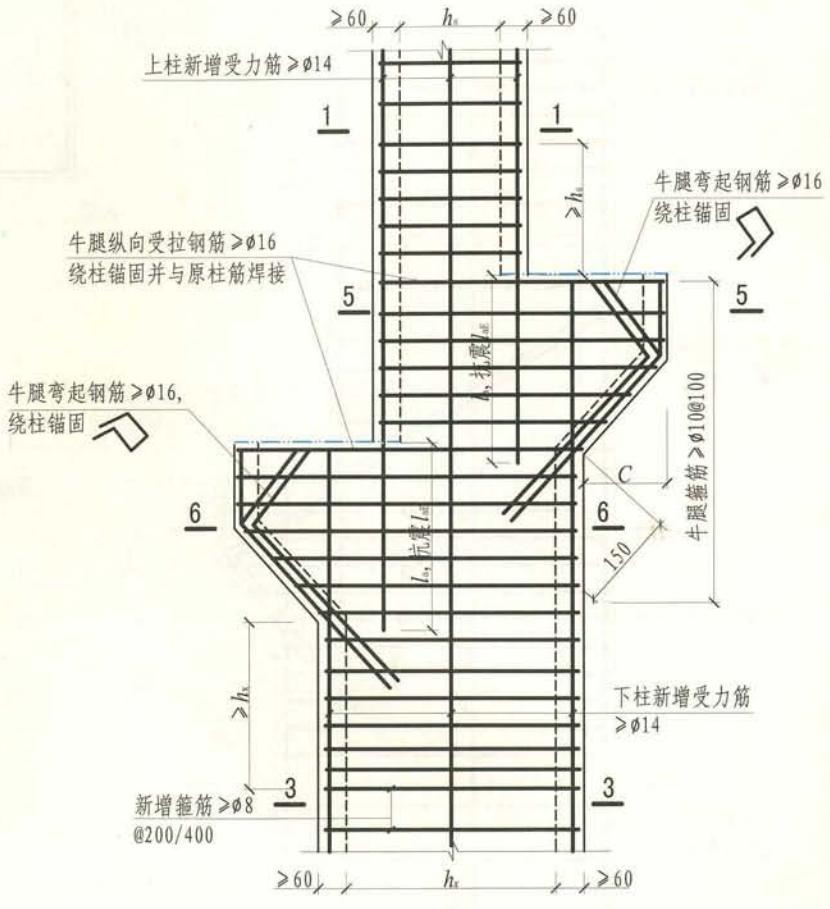
二阶预制边柱

柱加固 增大截面法	二阶预制边柱				图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页 3-9



牛腿等高

注: 剖面1-1、3-3见页3-9,
剖面4-4、5-5、6-6、
7-7见页3-11。

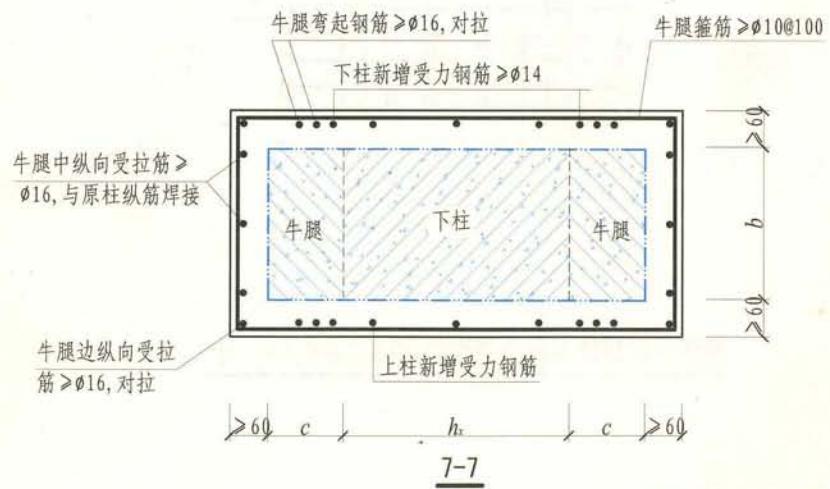
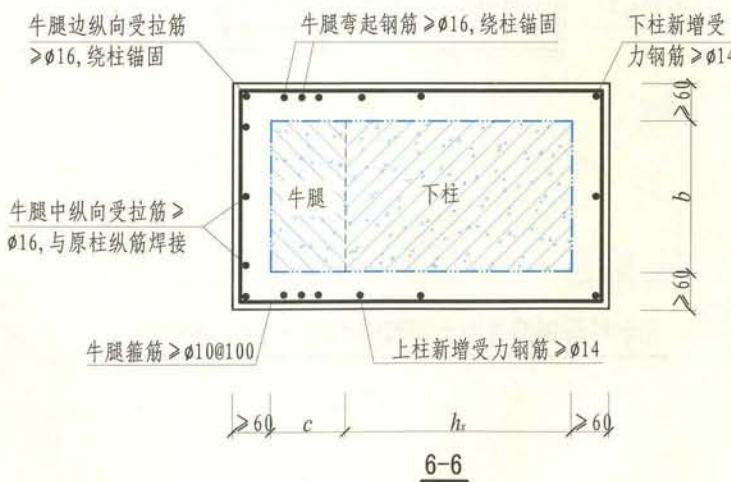
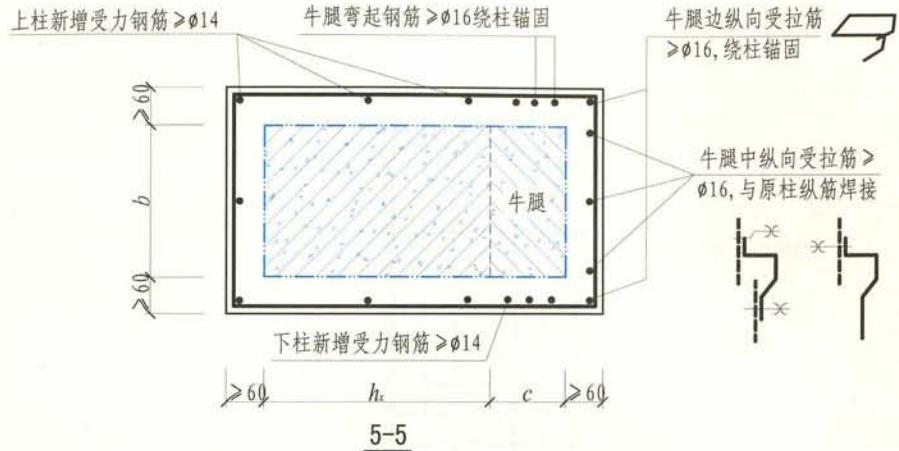
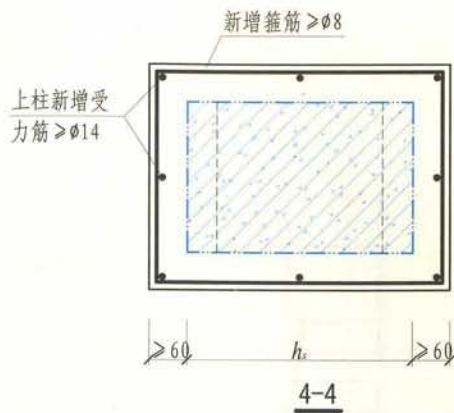


牛腿不等高

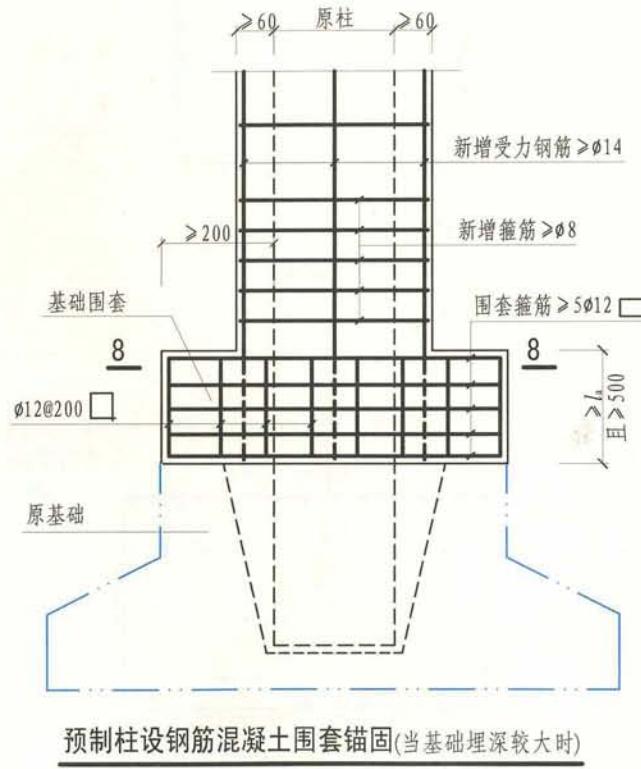
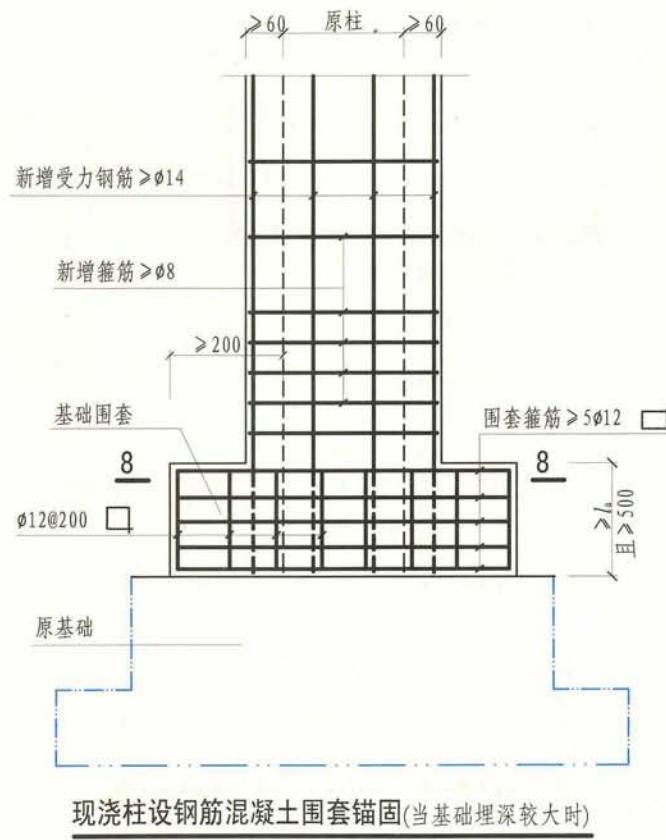
柱加固
增大截面法

二阶预制中柱

图集号	06SG311-1
审核	陶学康
校对	陈瑜
设计	万墨林
页	3-10

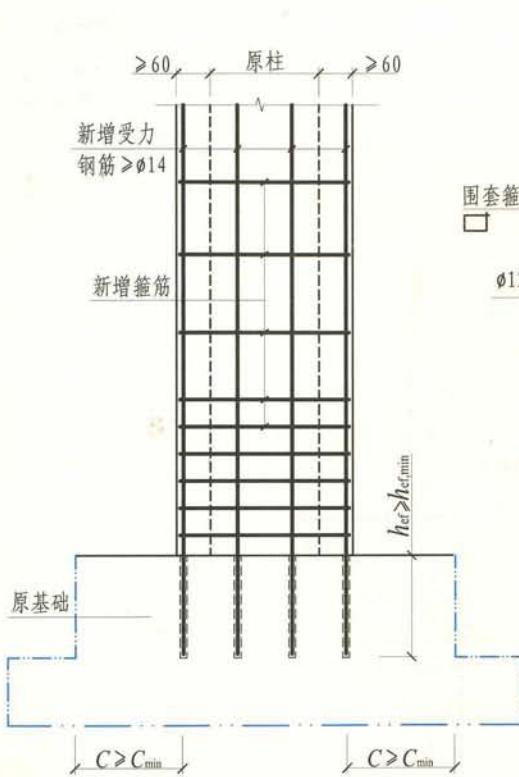


柱加固 增大截面法	二阶预制中柱					图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	万墨林	万墨林	设计 万墨林	页	3-11

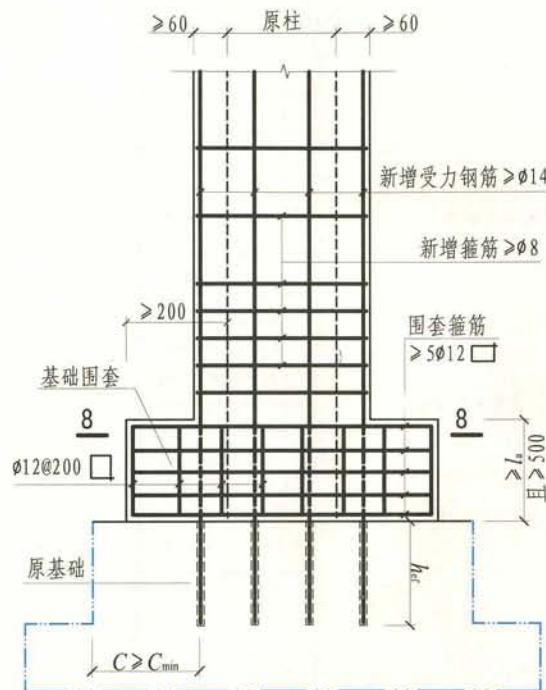
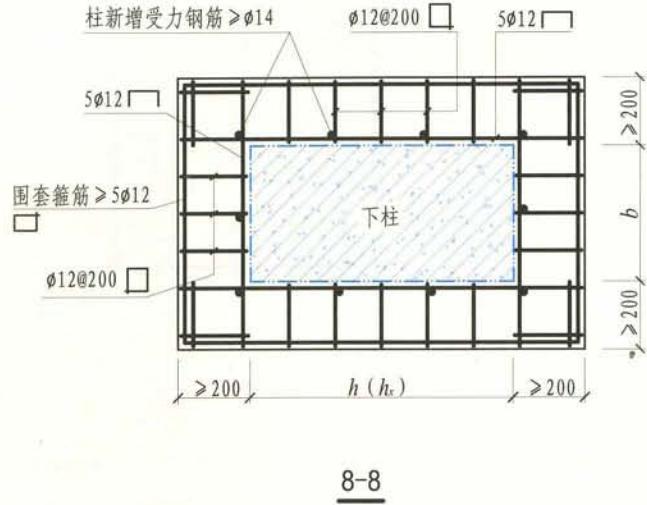


注：剖面8-8见页3-13。

柱加固 增大截面法	新增受力钢筋在基础的锚固					图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页	3-12

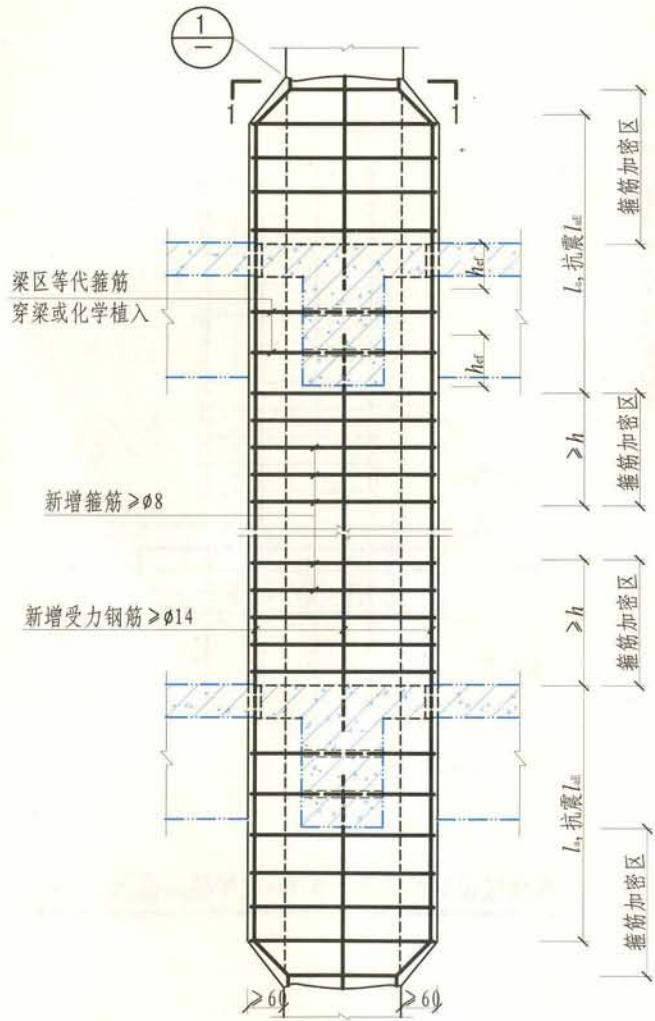


现浇柱化学植筋锚固(当基础埋深较浅时)

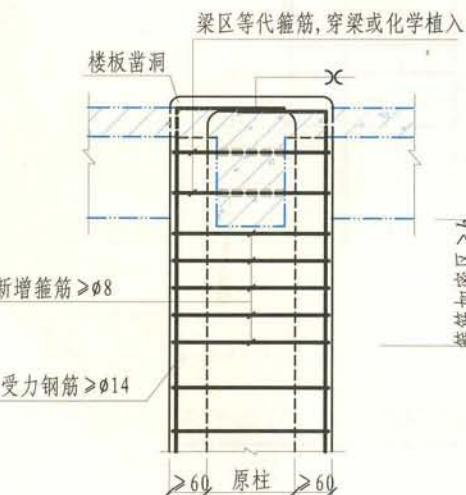
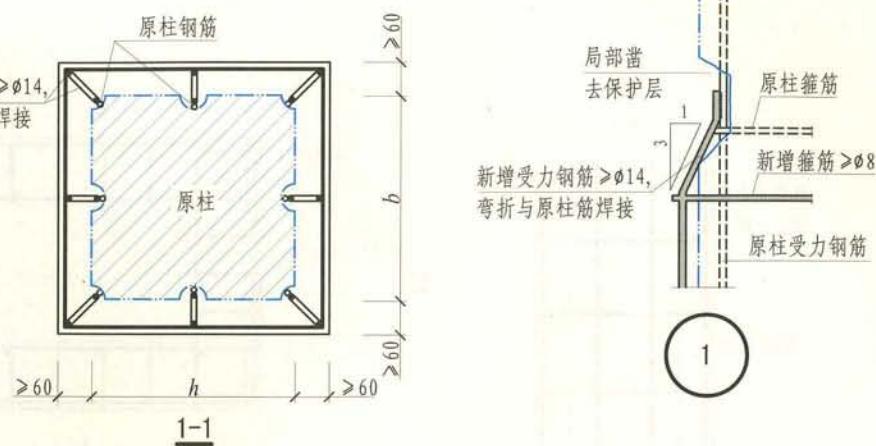


现浇柱设钢筋混凝土围套+化学植筋锚固(重要结构)

柱加固 增大截面法	新增受力钢筋在基础的锚固				图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页 3-13

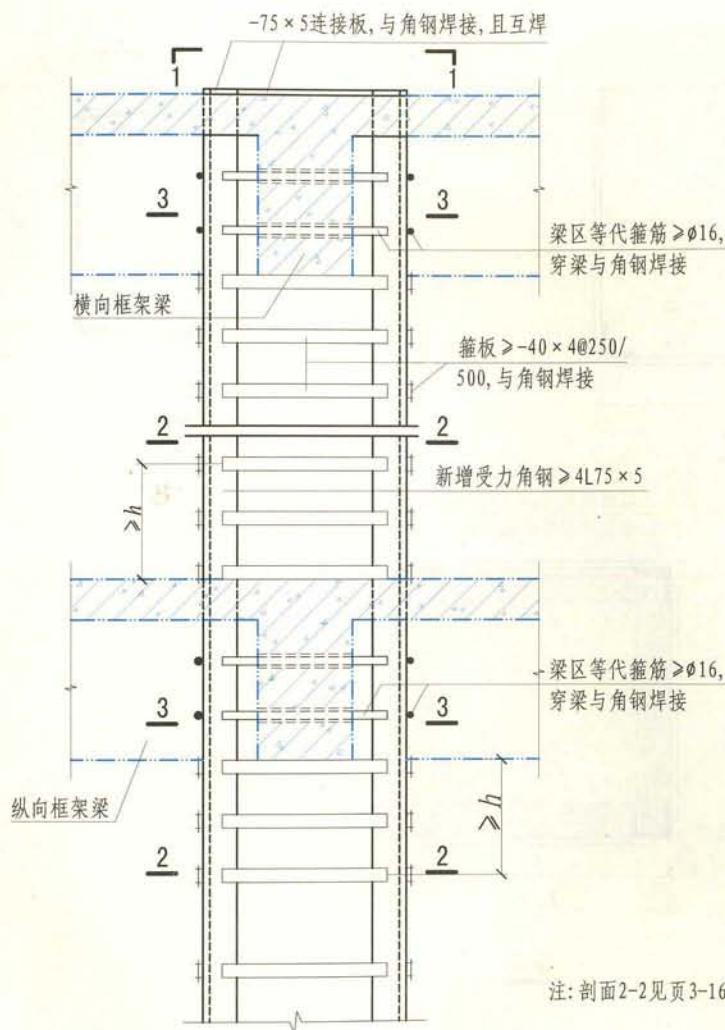


新增受力钢筋在中间楼层的锚固

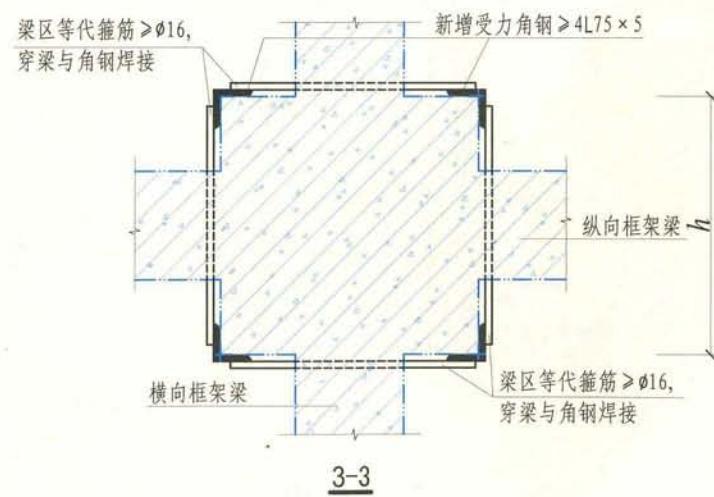
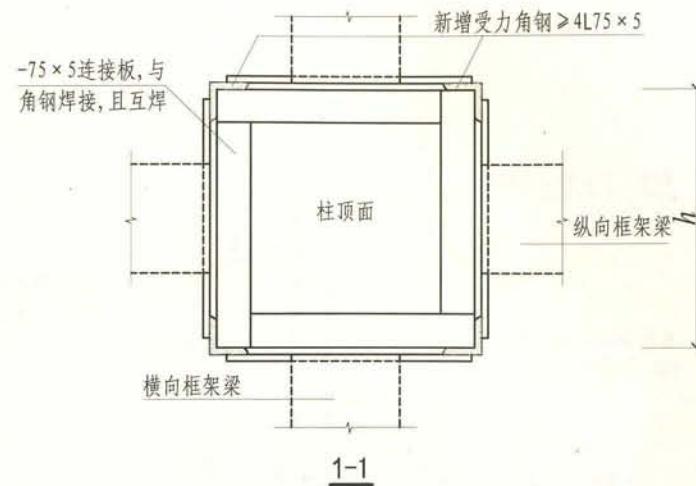


新增受力钢筋在顶层板或屋面板处锚固

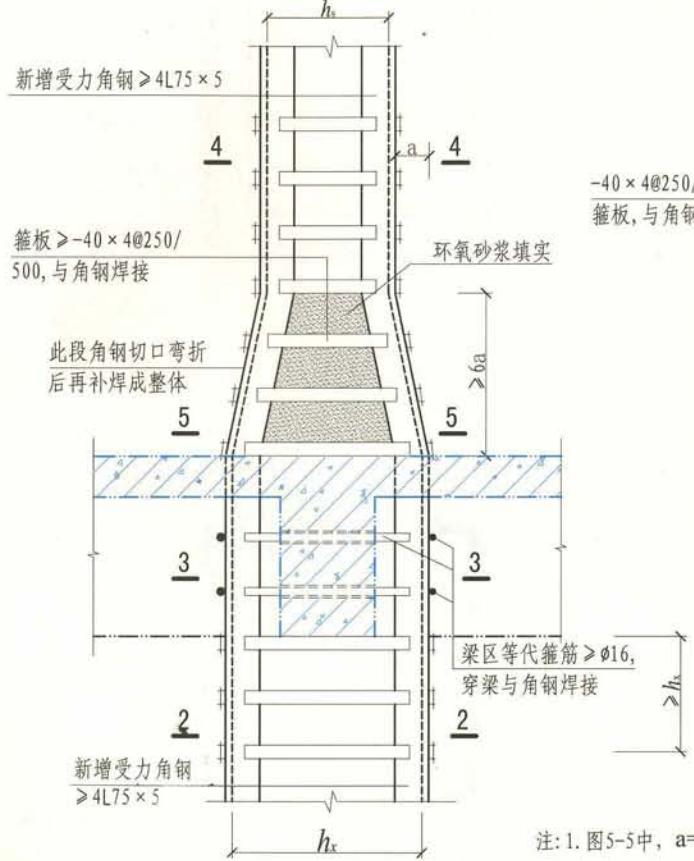
柱加固 增大截面法	新增受力钢筋在楼盖及屋盖处的锚固				图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页	3-14



等截面独立中柱



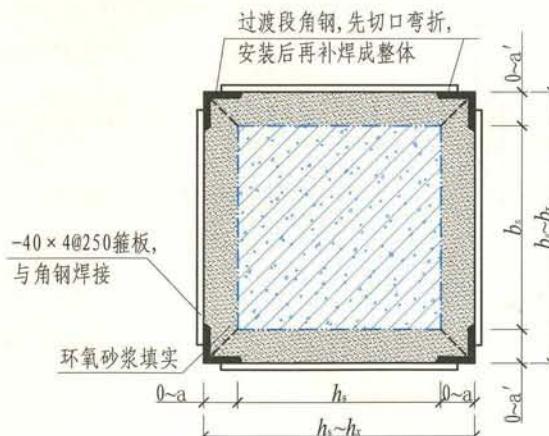
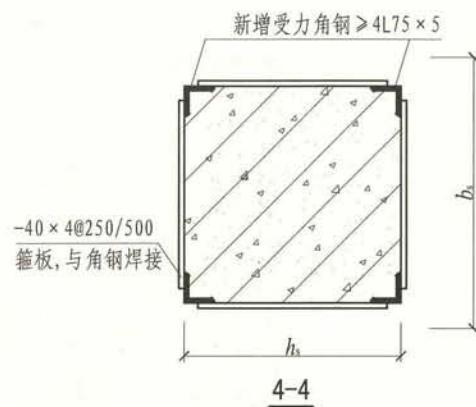
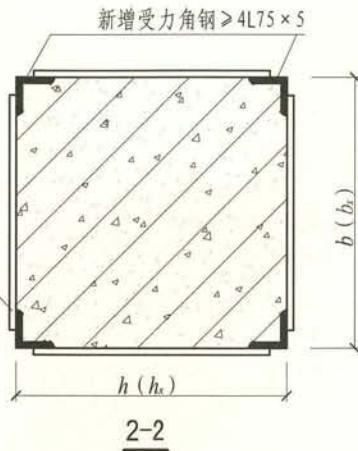
柱加固 外包钢法	等截面独立中柱				图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	万墨林	设计 万墨林	页	3-15



变截面独立中柱

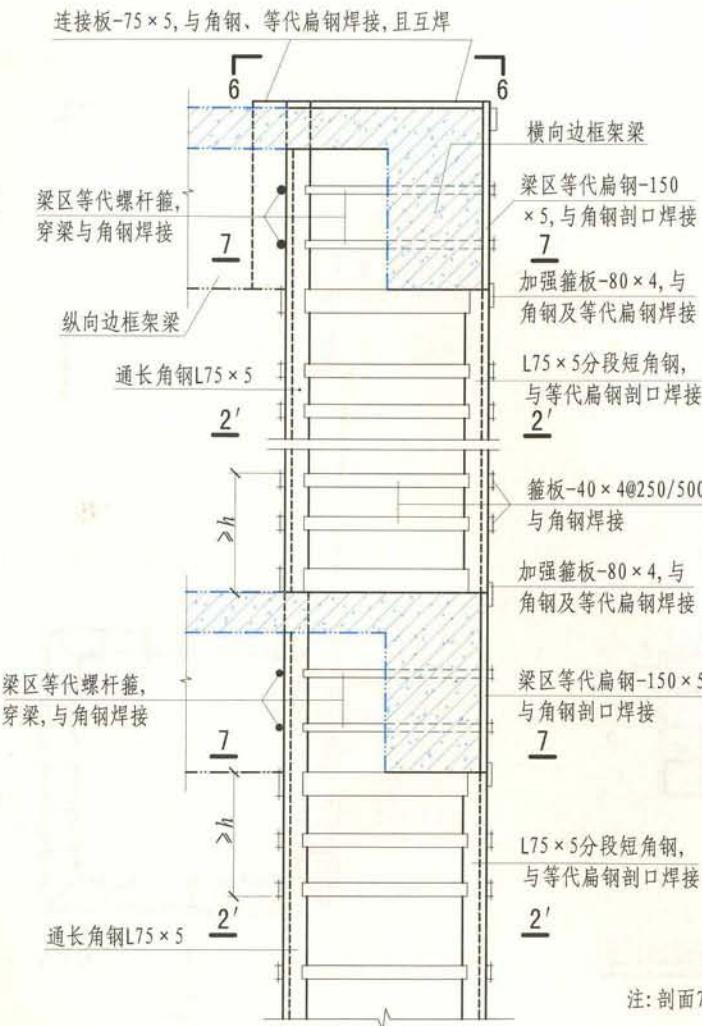
注: 1. 图5-5中, $a = \frac{h_s - h_1}{2}$
 $a' = \frac{b_s - b_1}{2}$

2. 剖面3-3见页3-15。



5-5

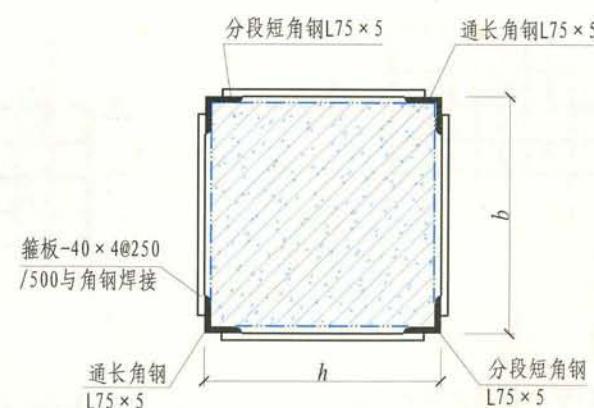
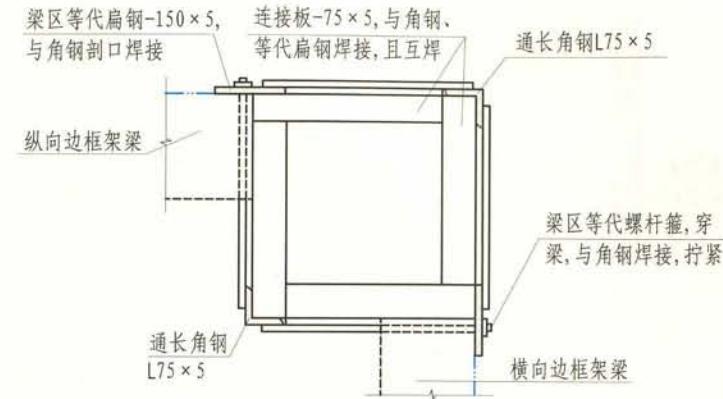
柱加固	变截面独立中柱				图集号	06SG311-1
外包钢法						
审核	陶学康	陶学康	校对	陈瑜	设计	万墨林
						万墨林
					页	3-16

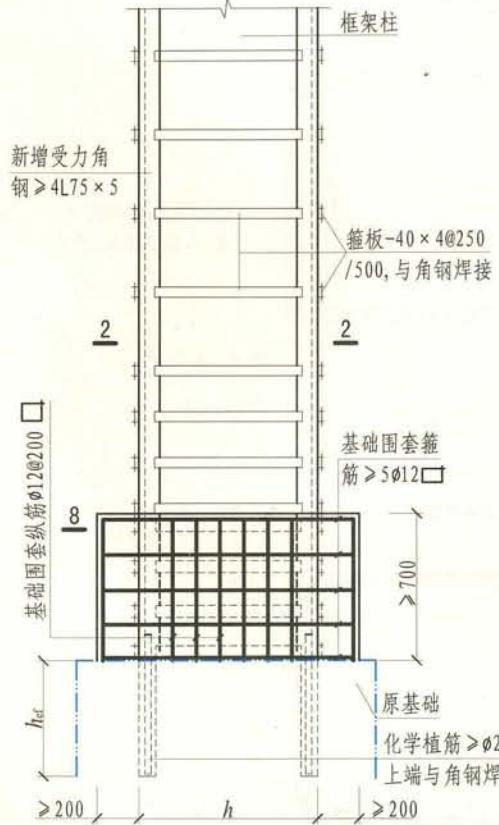


注: 剖面7-7见页3-18

独立角柱

柱加固 外包钢法	独立角柱				图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	丁海	设计 万墨林	万墨林	页 3-17

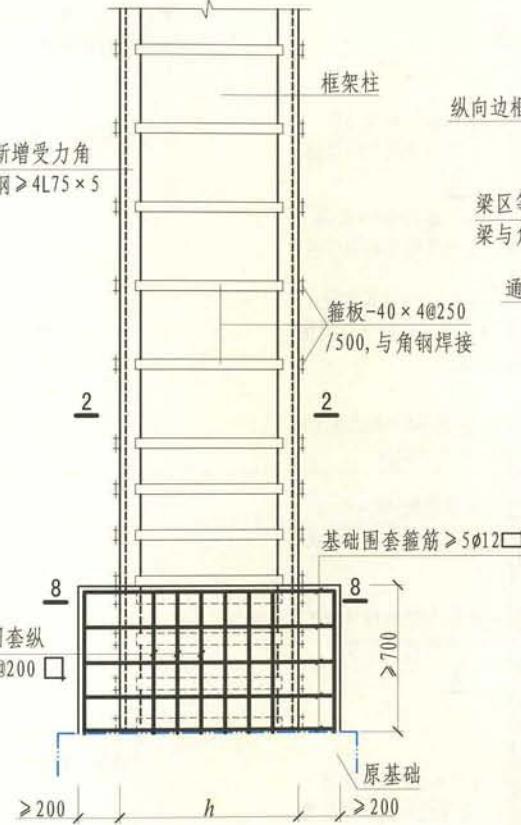




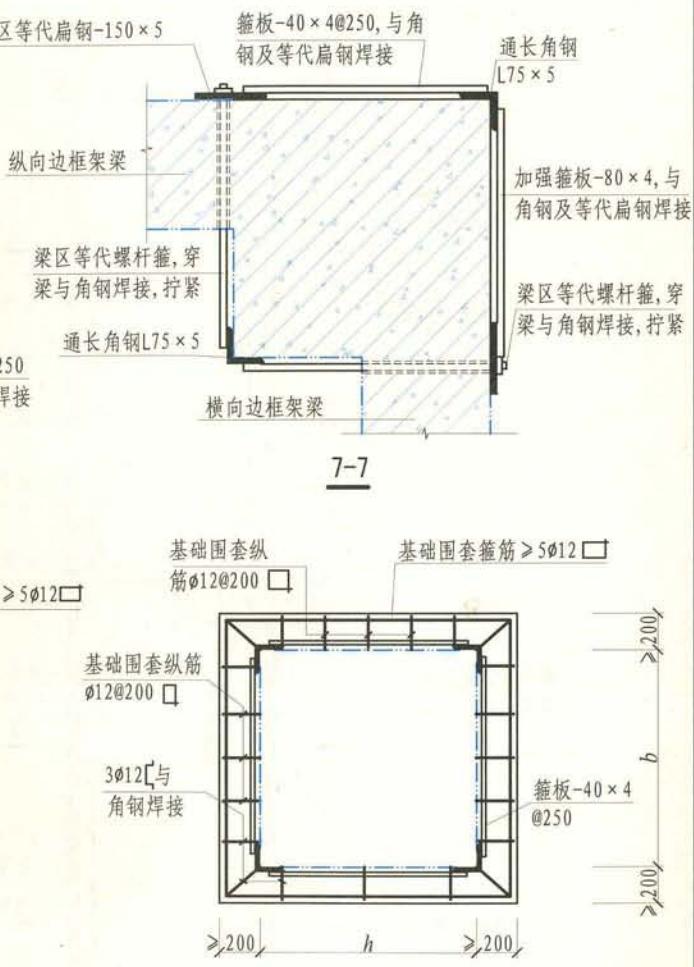
独立柱纵向受力角钢在基础的锚固

(当基础埋深较浅时)

注: 剖面2-2见页3-16。



独立柱纵向受力角钢在基础的锚固



柱角钢在基础的锚固

图集号 06SG311-1

柱加固
外包钢法

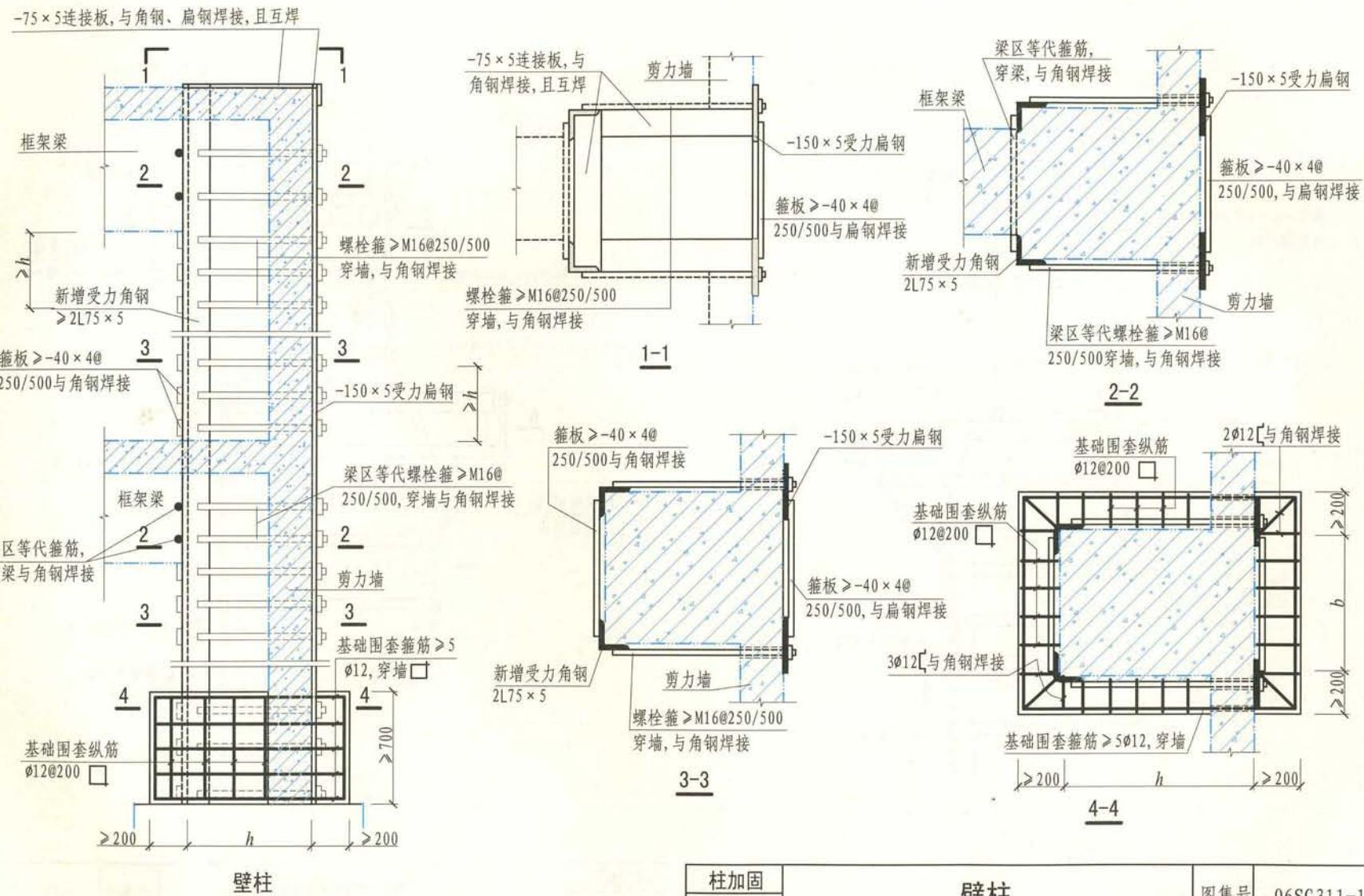
审核 陶学康

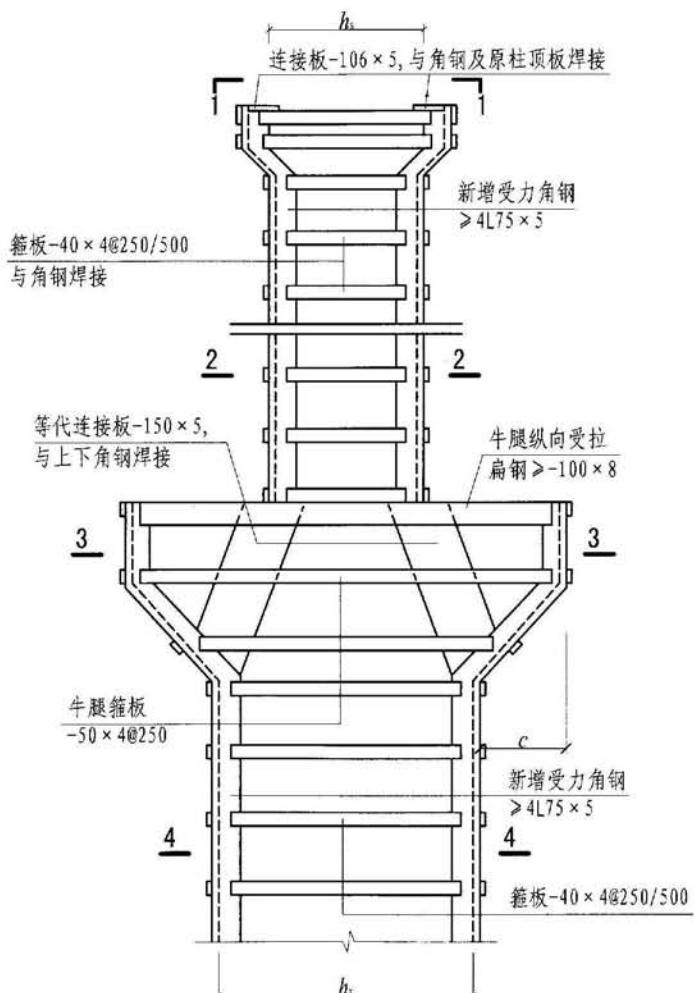
校对 陈瑜

设计 万墨林

万墨林

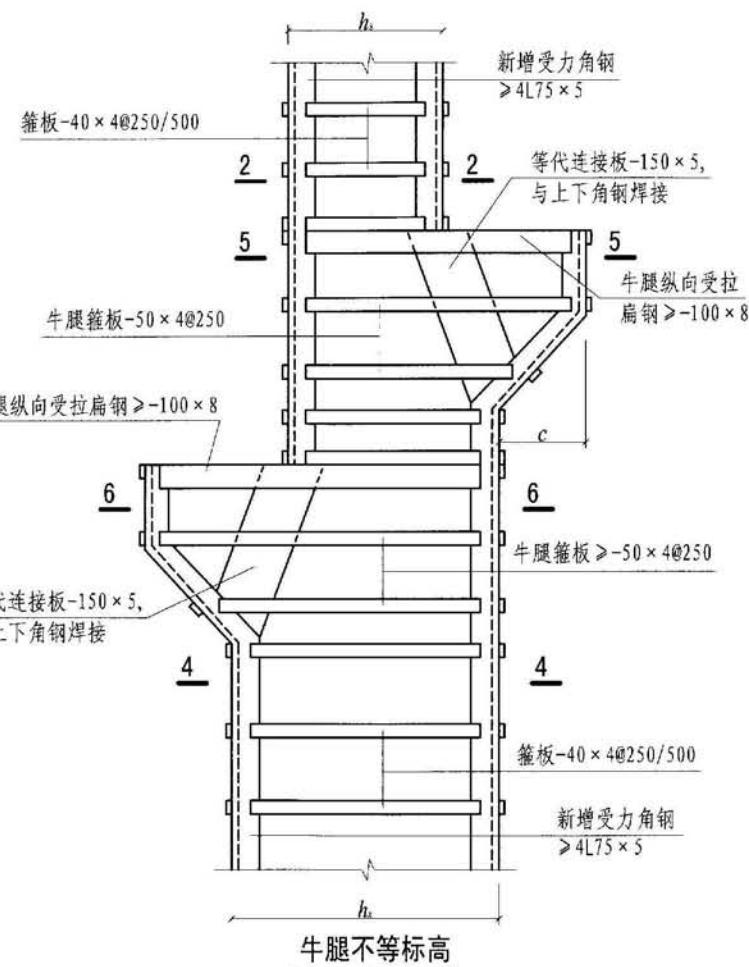
页 3-18



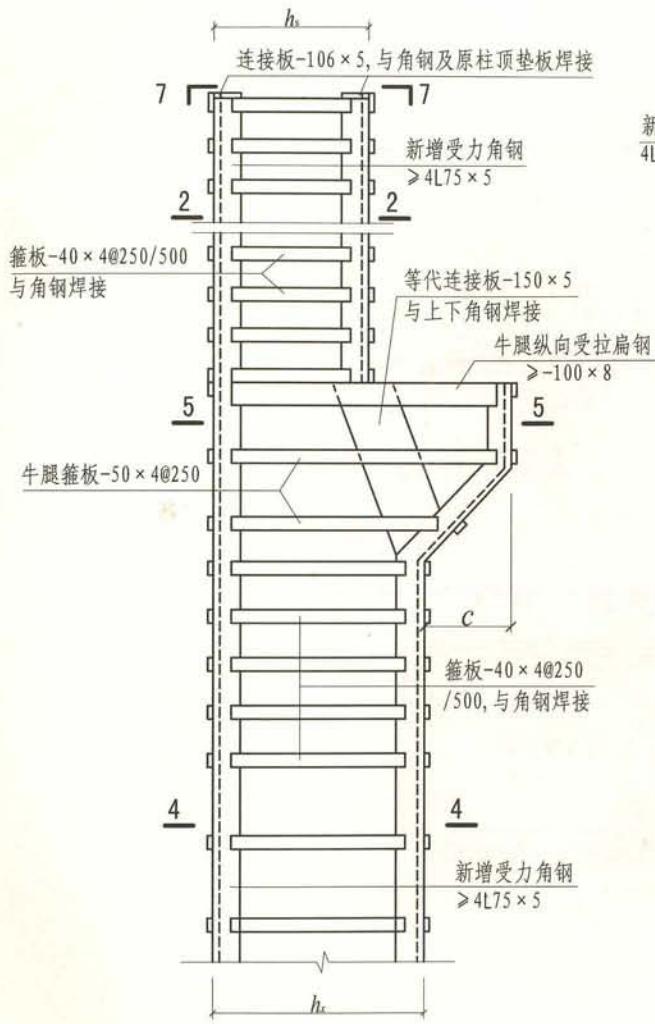


牛腿等标高

注：剖面1-1、2-2、3-3见页3-21，剖面4-4、5-5、6-6见页3-22。

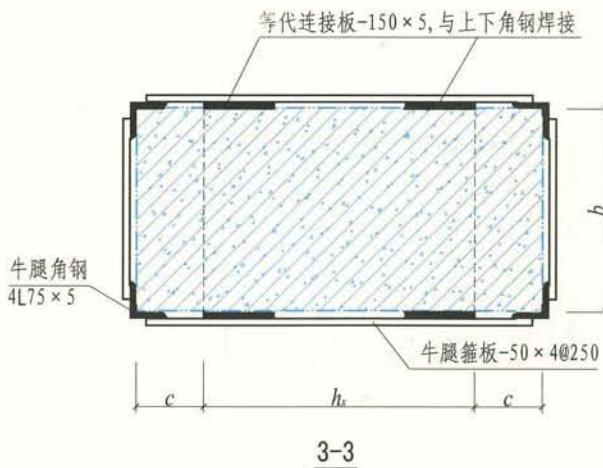
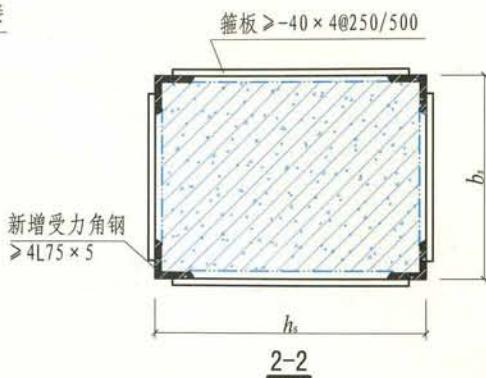
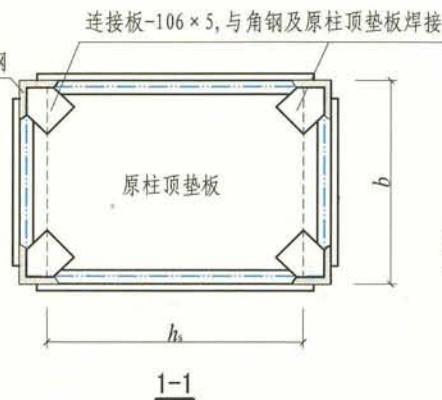


柱加固 外包钢法	预制二阶中柱				图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页 3-20

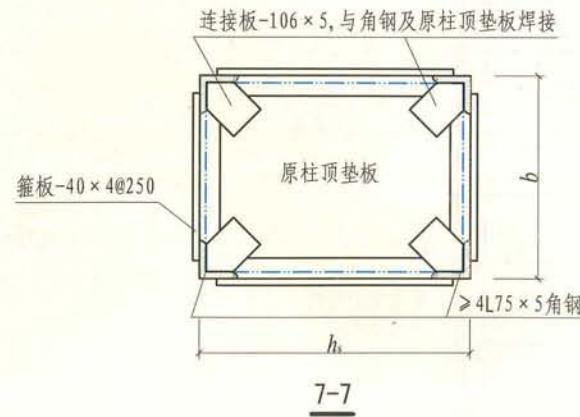
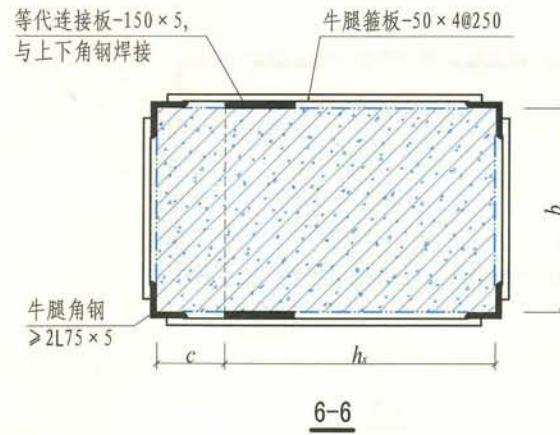
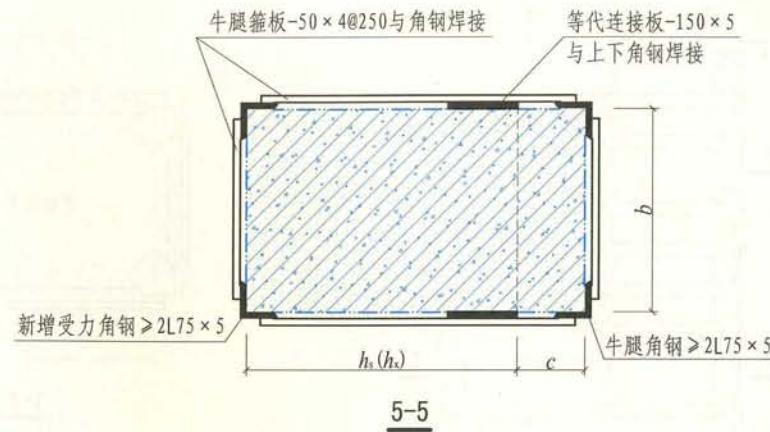
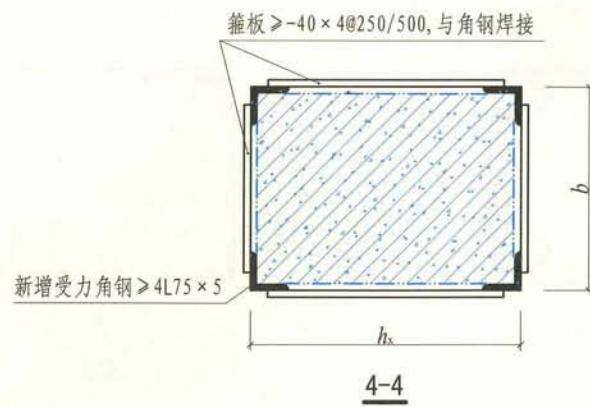


预制二阶边柱

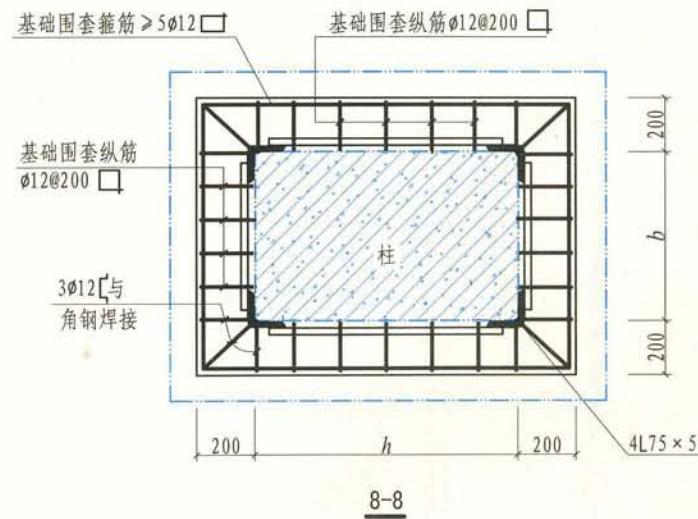
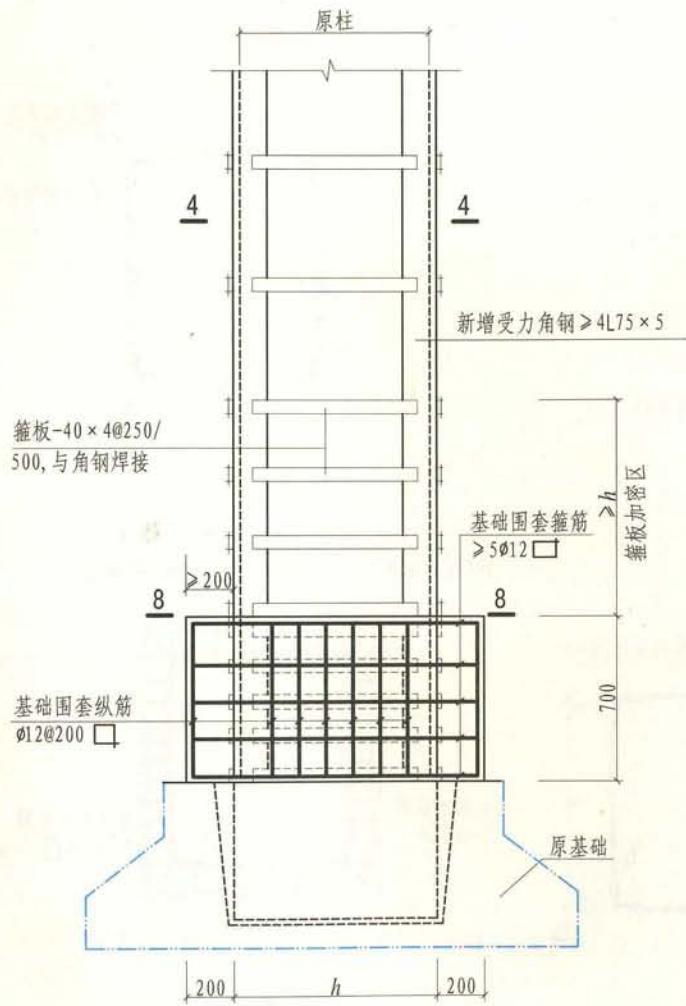
注：剖面4-4见页3-22。



柱加固 外包钢法	预制二阶边柱				图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页	3-21



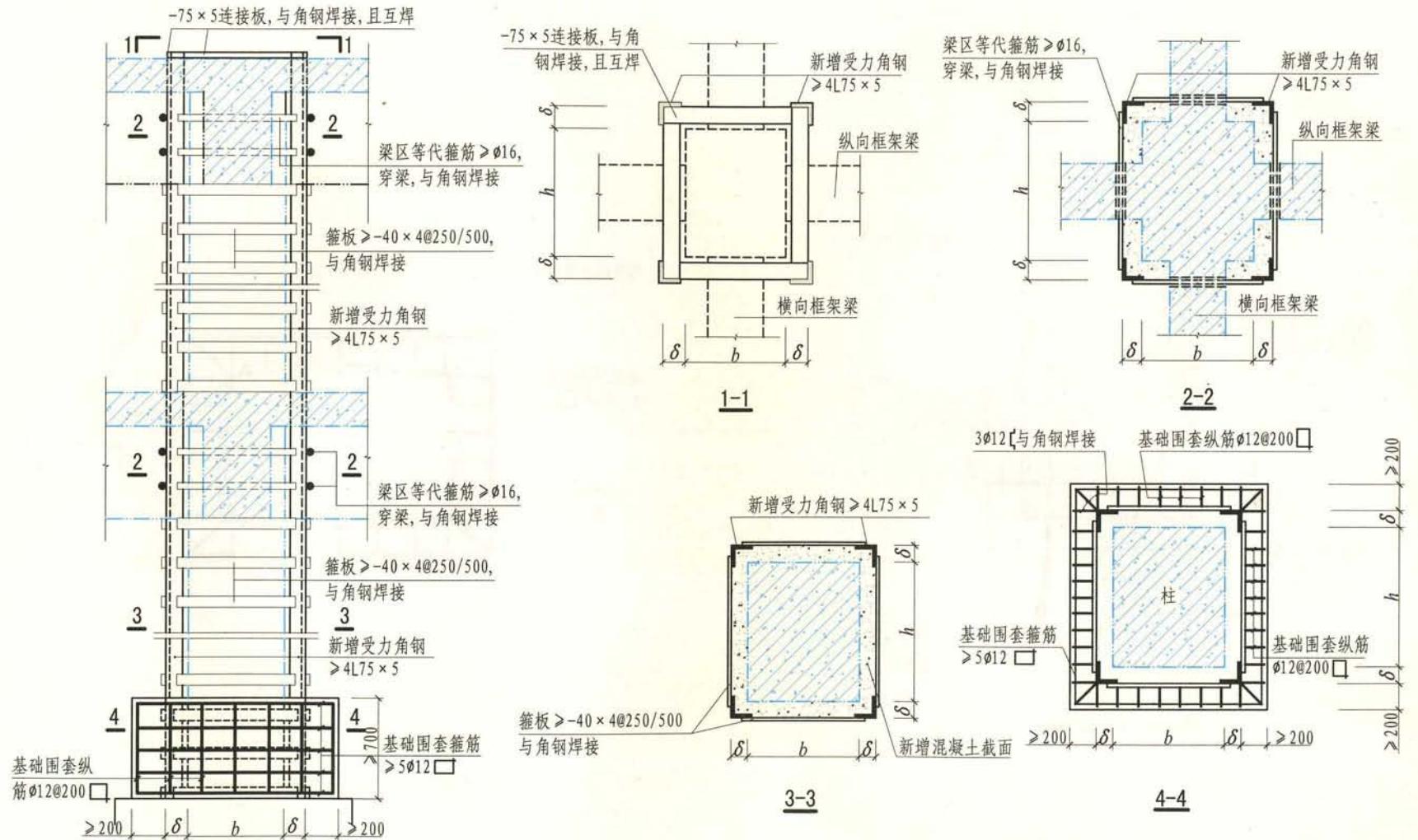
柱加固 外包钢法	预制二阶柱详图				图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页 3-22



注：剖面4-4页见3-22。

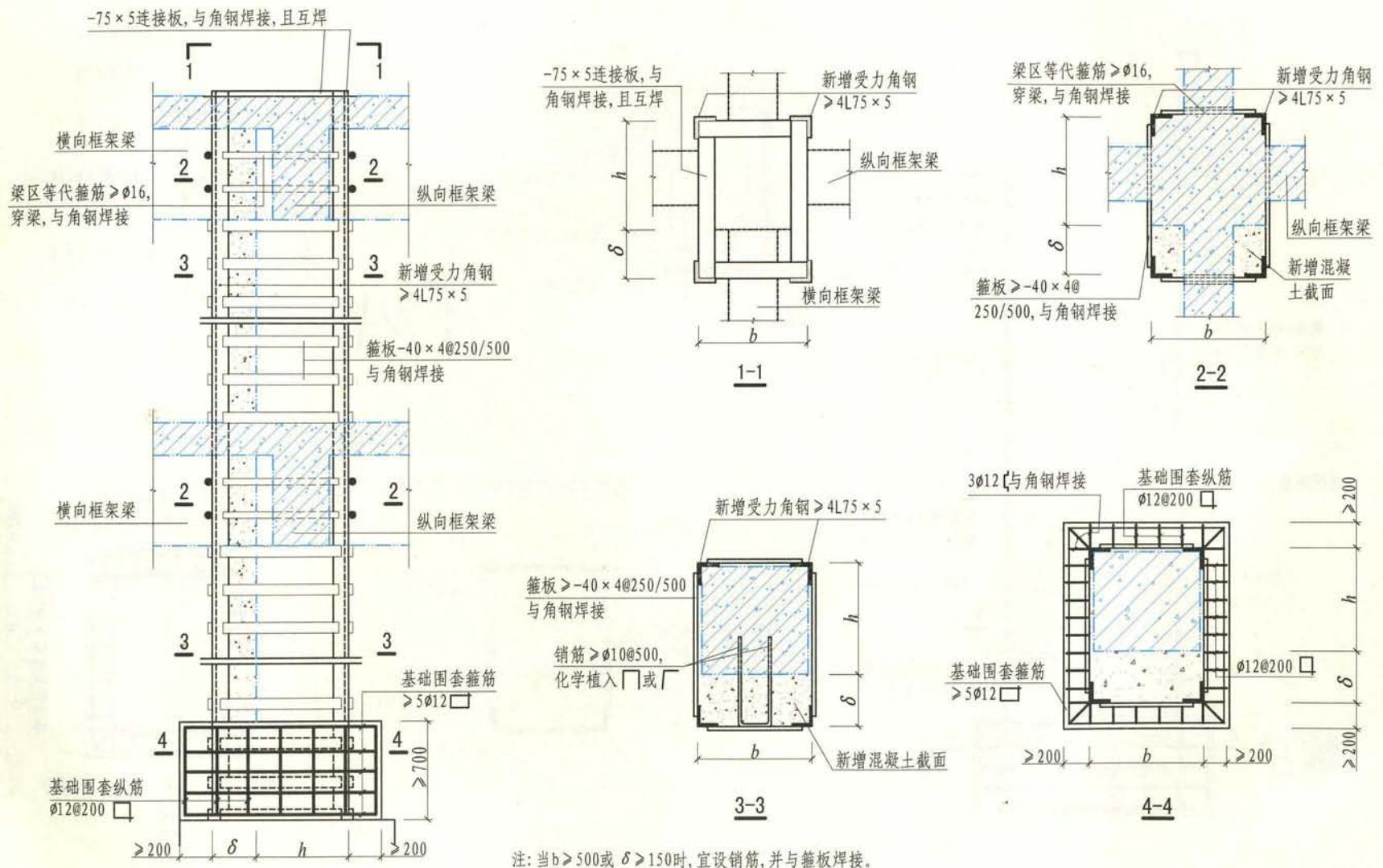
预制柱纵向受力角钢在基础的锚固

柱加固 外包钢法	预制柱受力角钢在基础的锚固				图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页 3-23



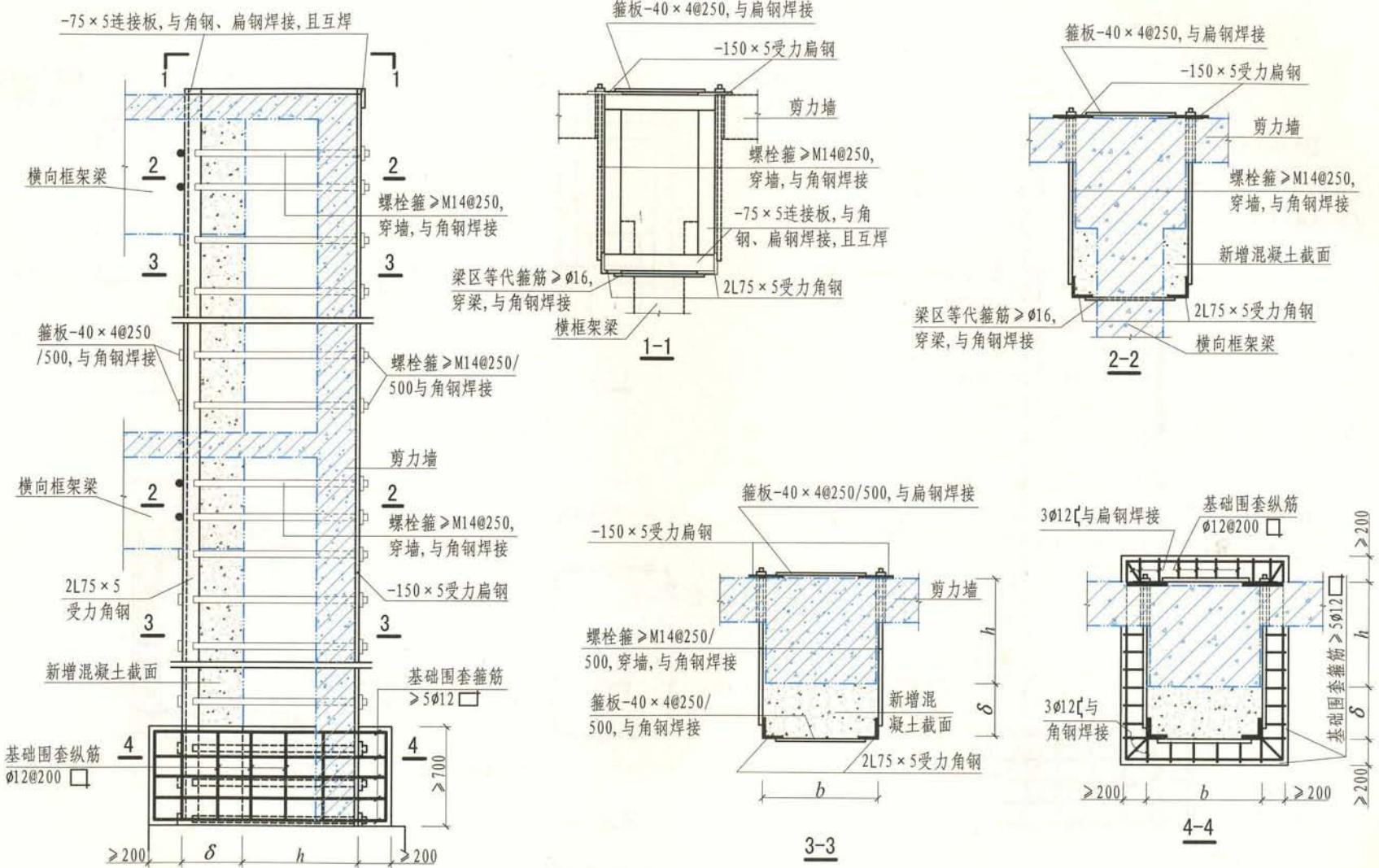
独立柱四面外包钢及外包套

柱加固 综合法		独立柱四面外包钢及外包套					图集号	06SG311-1
审核	陶学康	陶学康	校对	陈瑜	万墨林	设计	万墨林	页

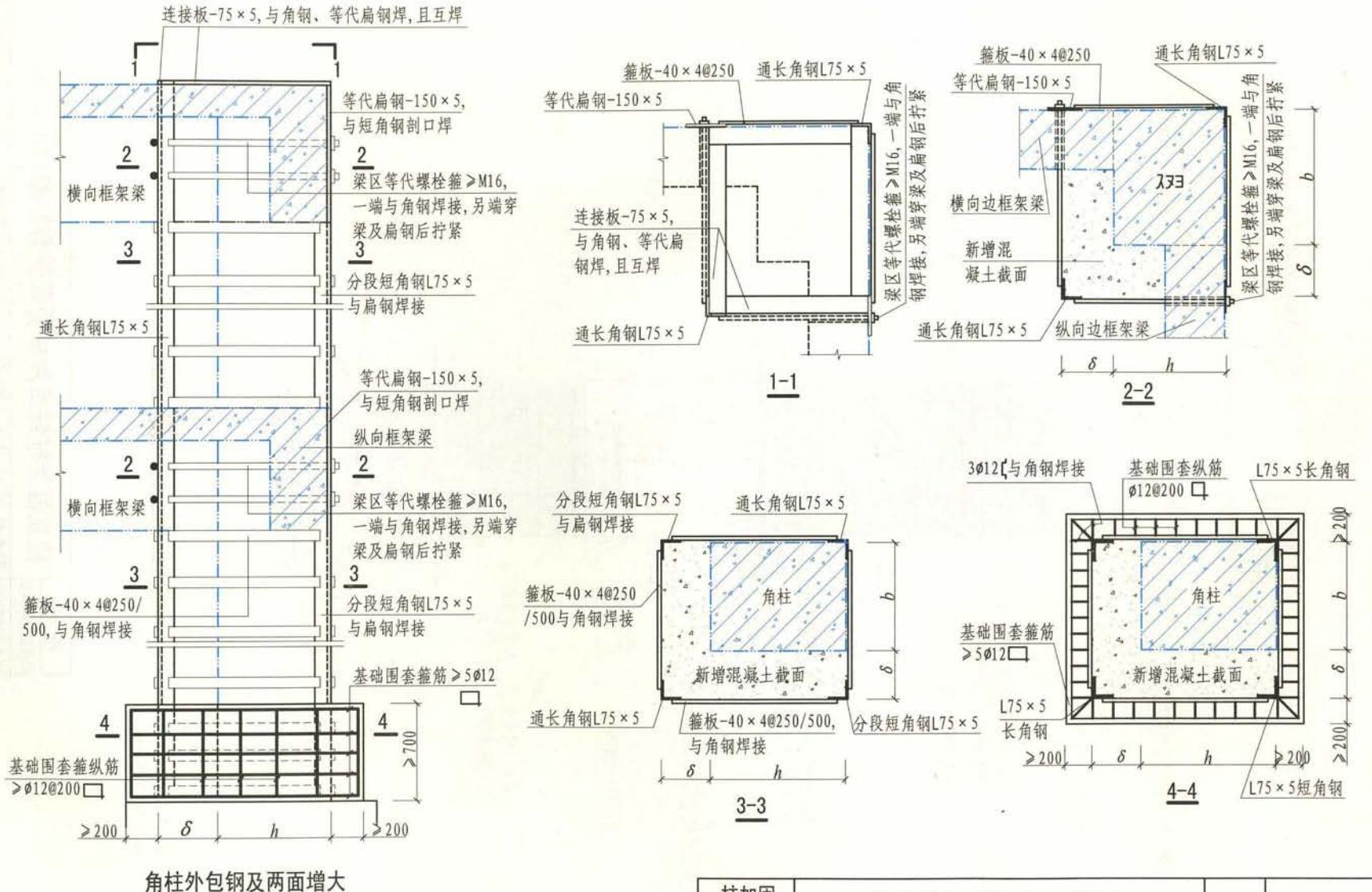


独立柱外包钢及单面增大

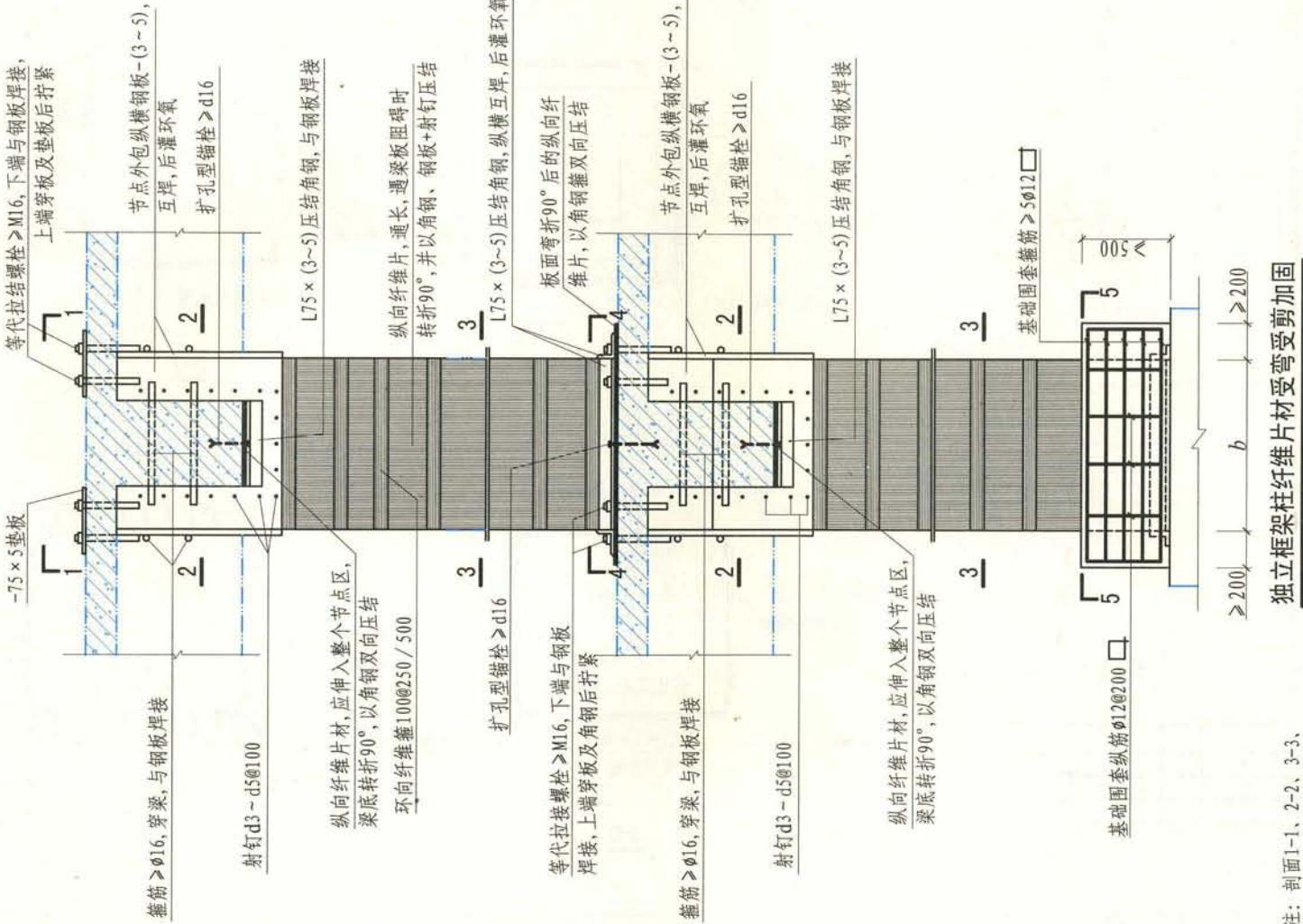
柱加固 综合法	独立柱外包钢及单面增大				图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页	3-25



柱加固 综合法	壁柱外包钢及单面增大	图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	设计 万墨林



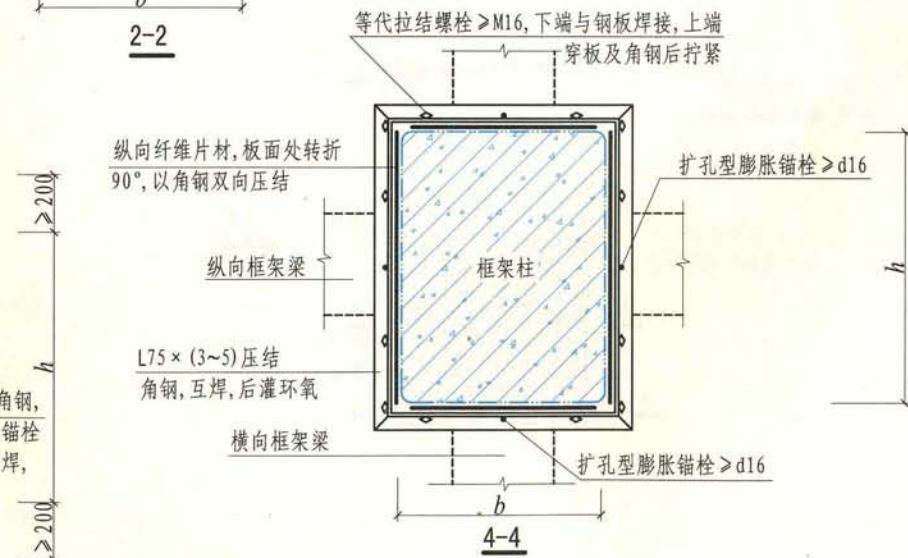
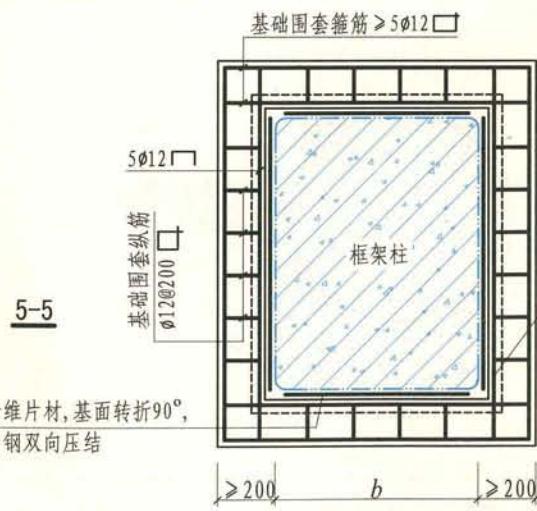
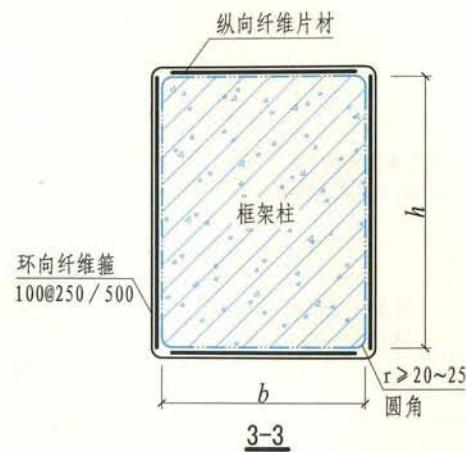
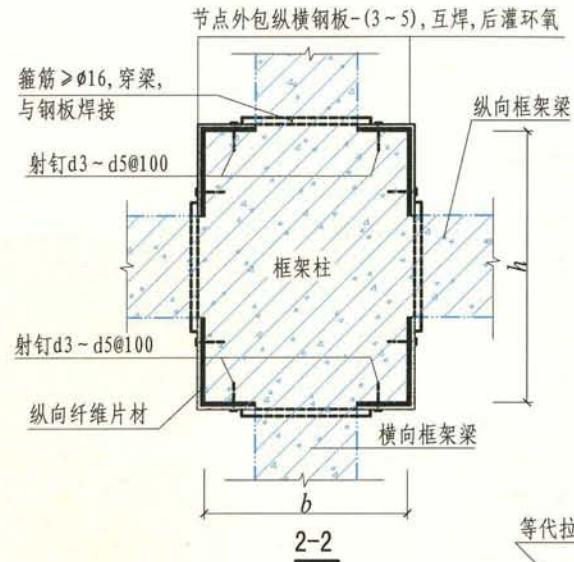
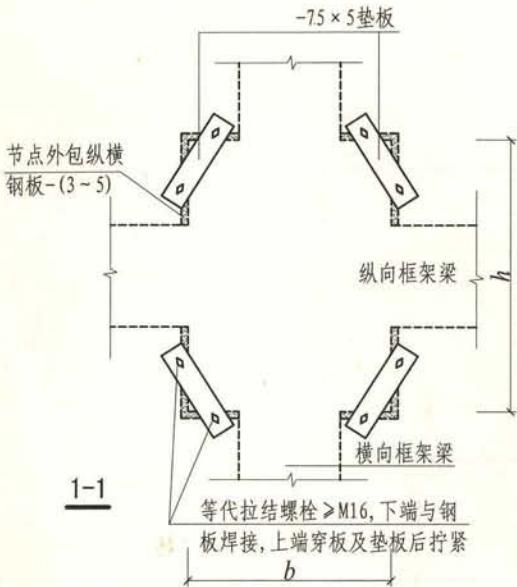
柱加固 综合法	角柱外包钢及两面增大	图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	设计 万墨林



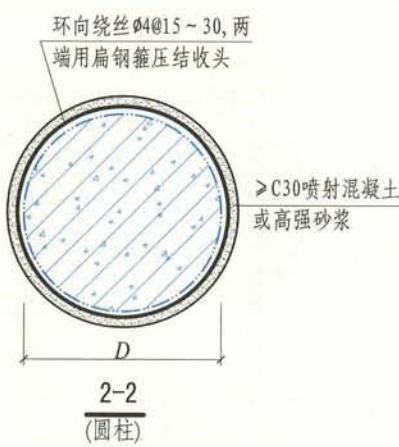
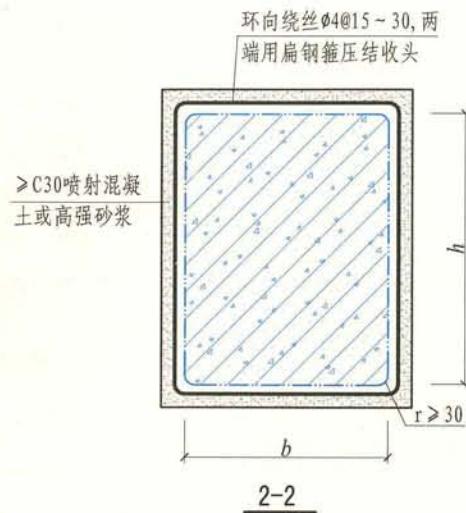
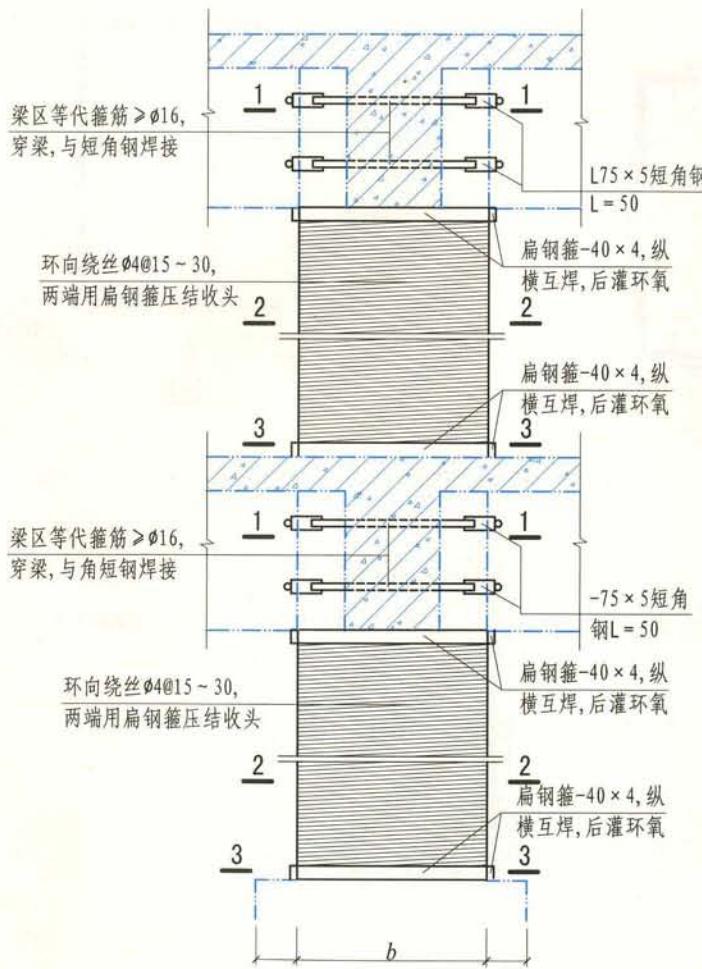
注: 剖面 1-1、2-2、3-3、
4-4、5-5 见页 3-29。

独立框架柱纤维片材受弯受剪加固

柱加固 纤维复合材料法	独立框架柱纤维片材受弯受剪加固	图集号 06SG311-1
审核 陶学康 校对 陈瑜	设计 万墨林	页 3-28



柱加固	独立框架柱纤维片材受弯受剪加固详图				图集号	06SG311-1
纤维复合材料法	审核	陶学康	校对	陈瑜	设计	万墨林
					万墨林	页

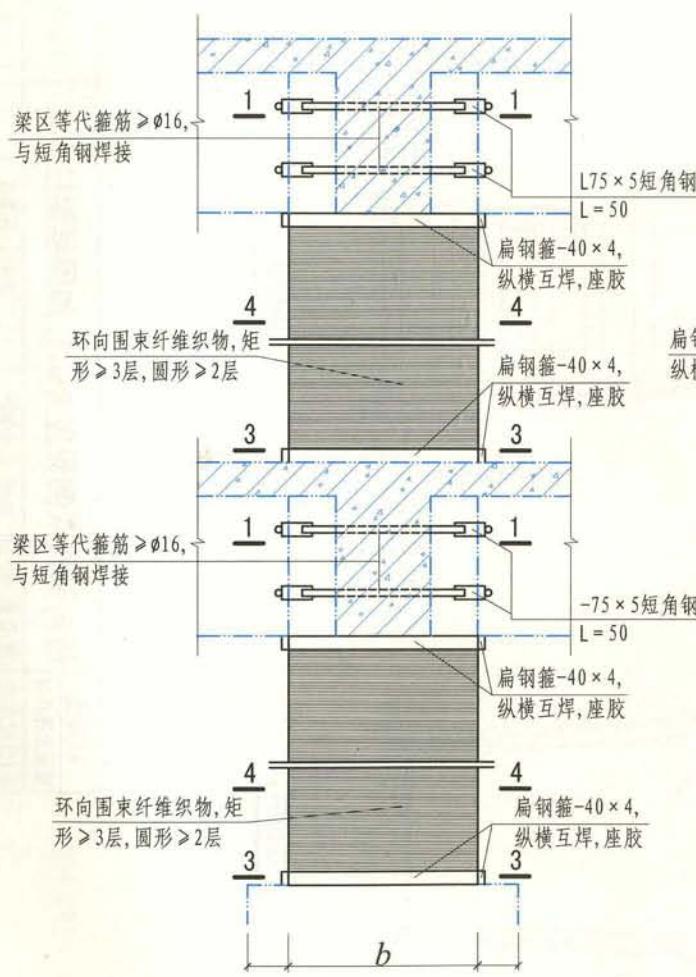


注: 剖面1-1、3-3见页3-31。

独立框架柱环向绕丝加固

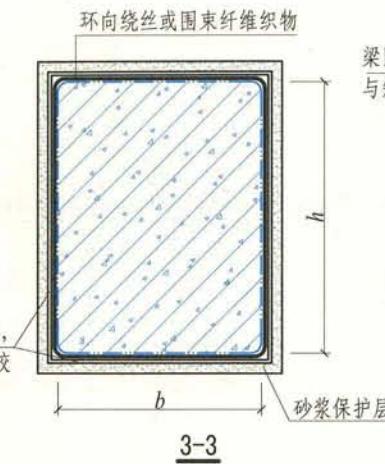
(提高混凝土抗压强度及结构延性/斜截面抗剪加固)

柱加固 绕丝法	独立框架柱绕丝加固				图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	王海	设计 万墨林	万墨林	页 3-30

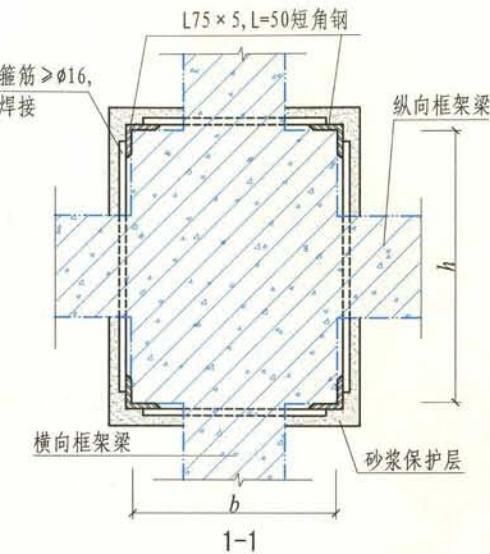


独立框架柱纤维织物环向围束加固

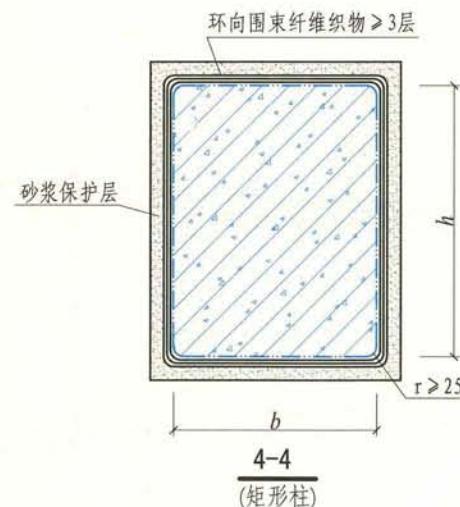
(提高柱抗压承载力)



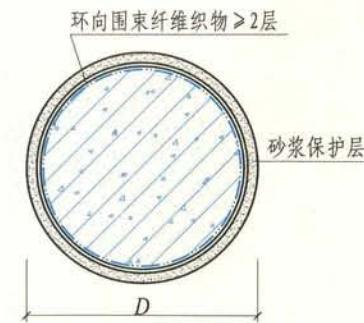
3-3



1-1

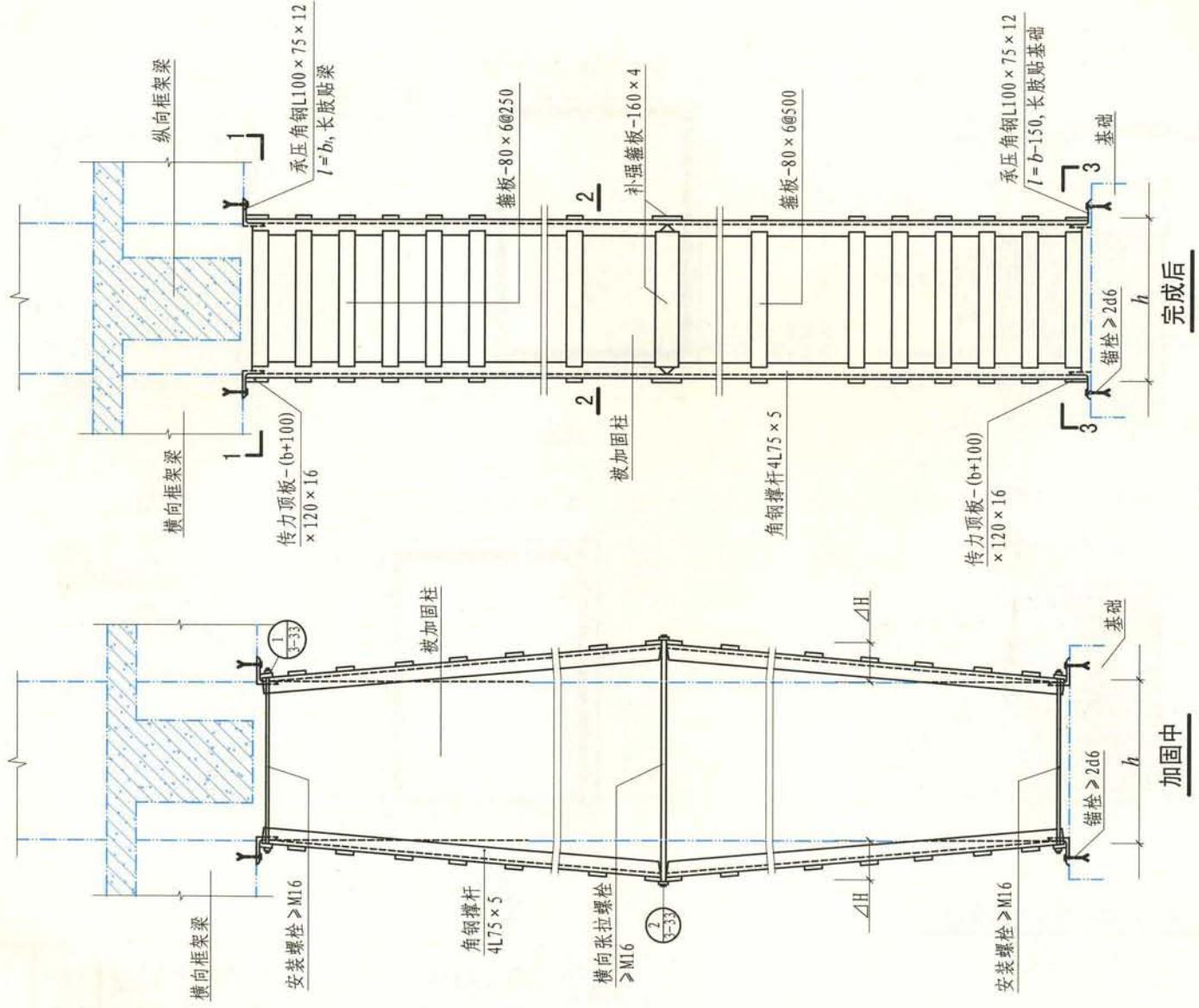


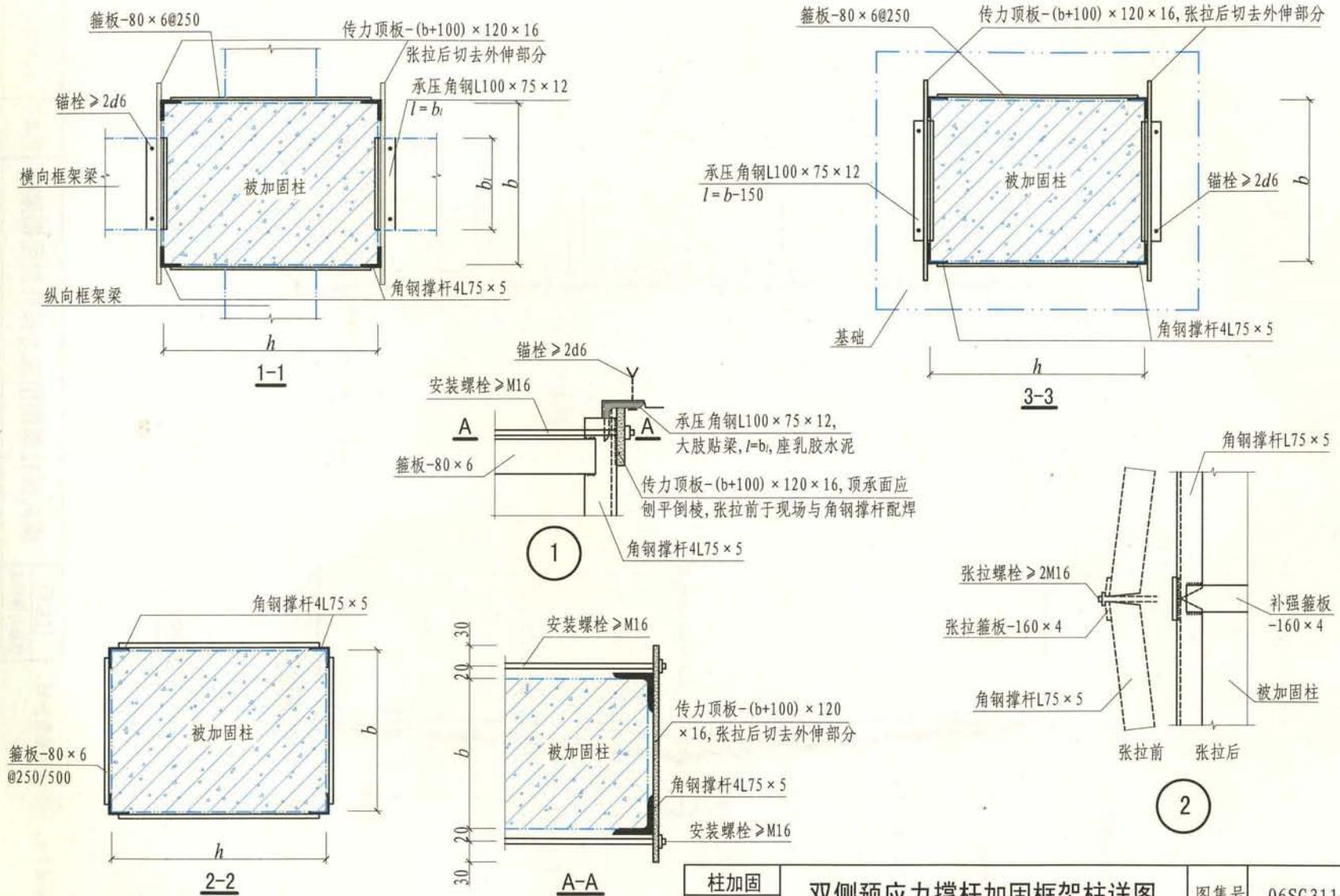
4-4
(矩形柱)



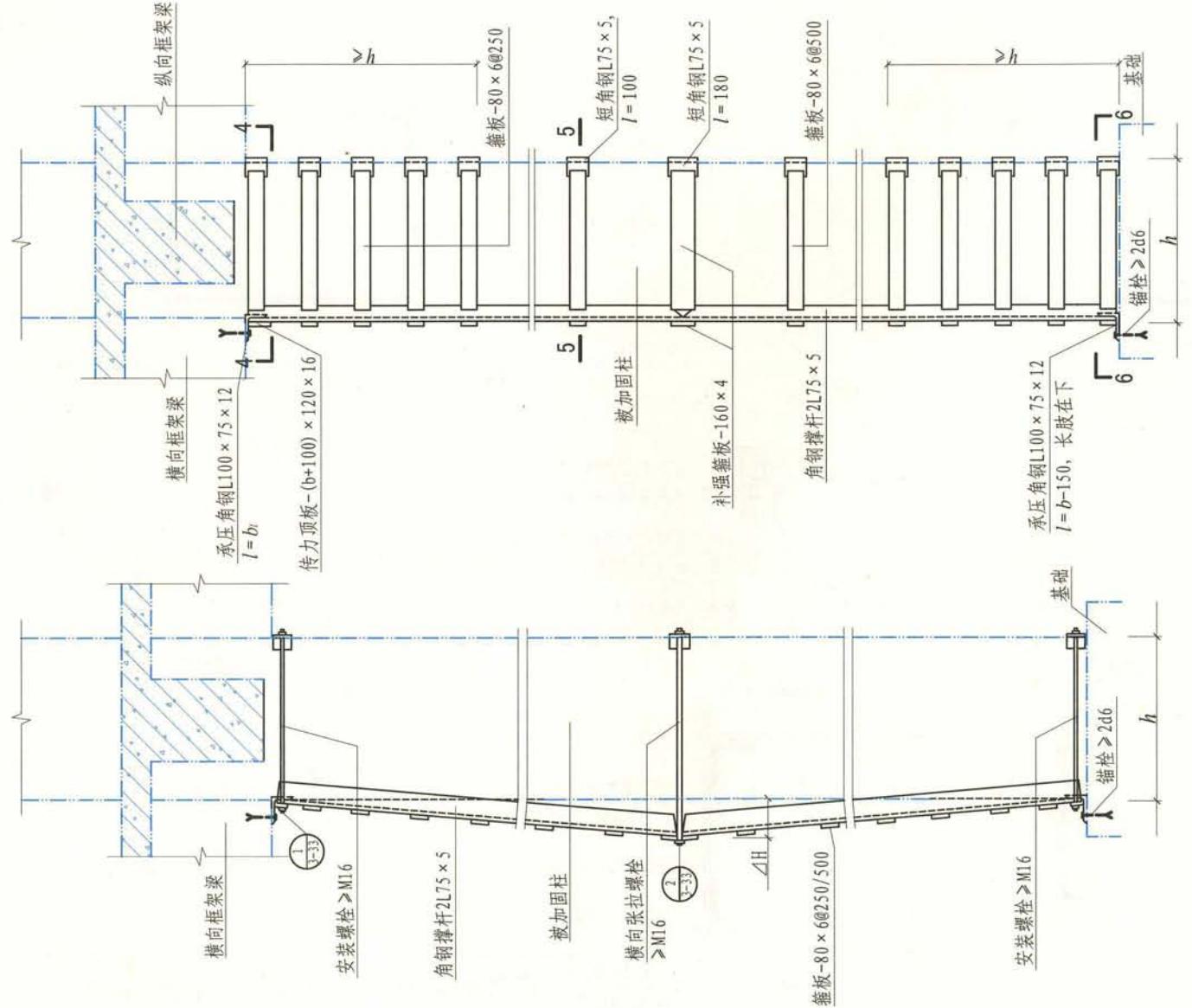
4-4
(圆柱)

柱加固	独立框架柱纤维织物环向围束加固					图集号	06SG311-1
围束法	审核	陶学康	陶学康	校对	陈瑜	设计	万墨林
						万墨林	页





柱加固	双侧预应力撑杆加固框架柱详图				图集号	06SG311-1				
预应力撑杆法	审核	陶学康	陶学康	校对	陈瑜	设计	万墨林	万墨林	页	3-33



注：剖面4-4、5-5、6-6见页3-35。

柱加固 横向张拉单侧预应力撑杆加固柱

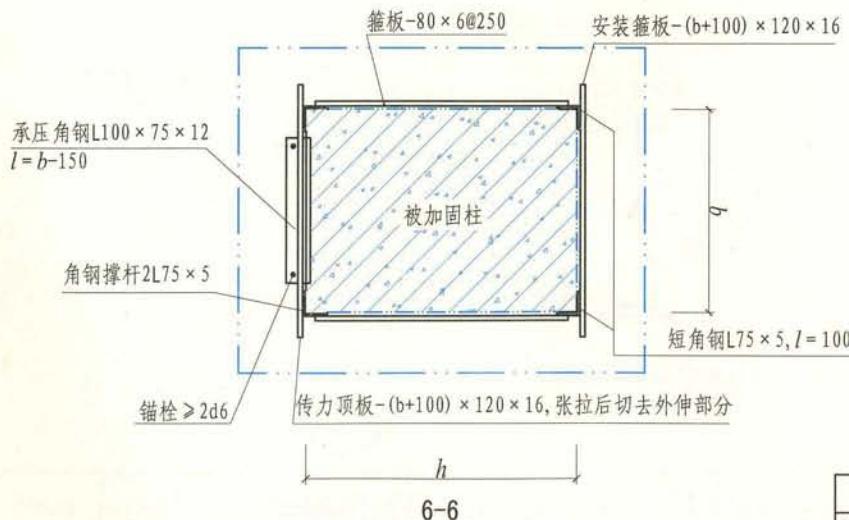
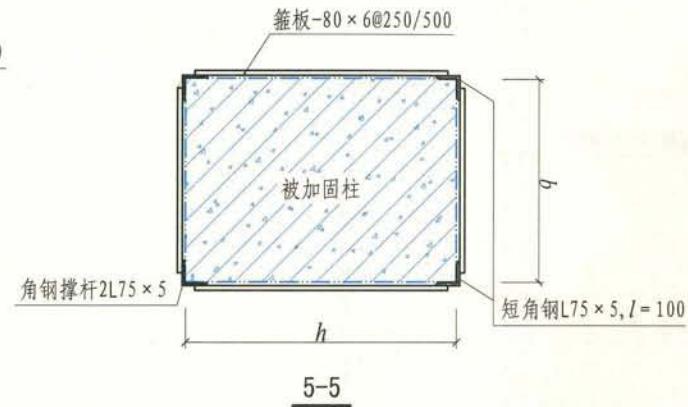
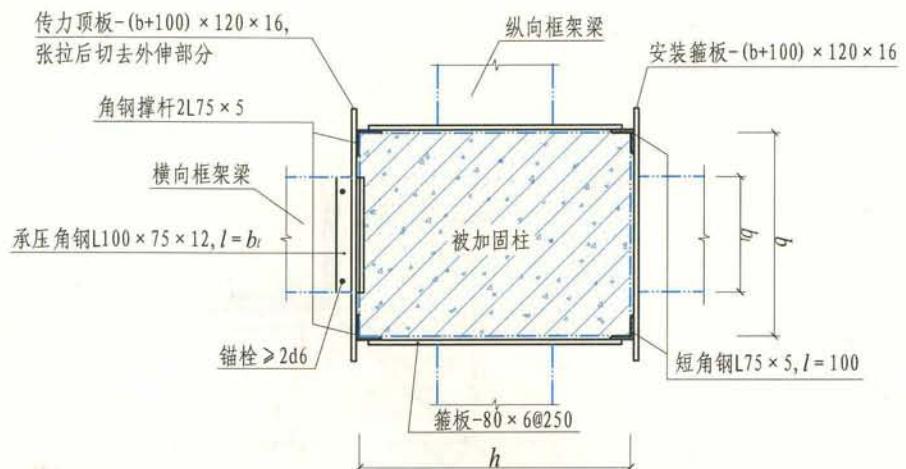
图集号 06SG311-1

审核 陶学康

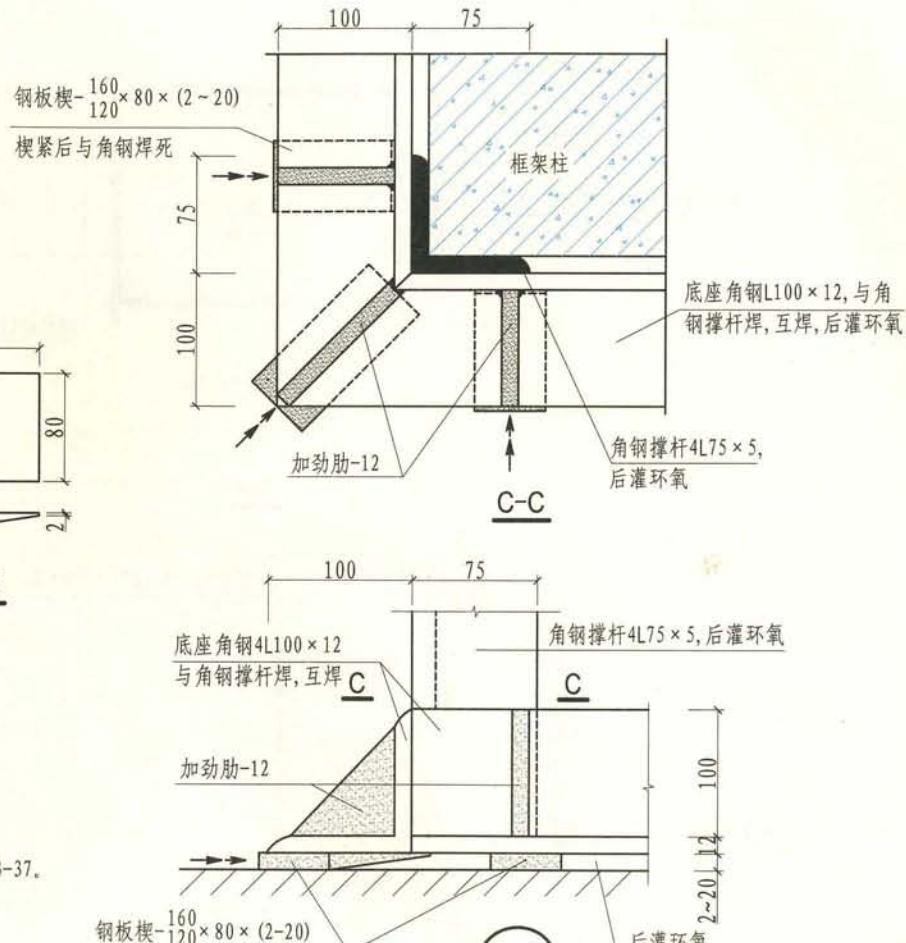
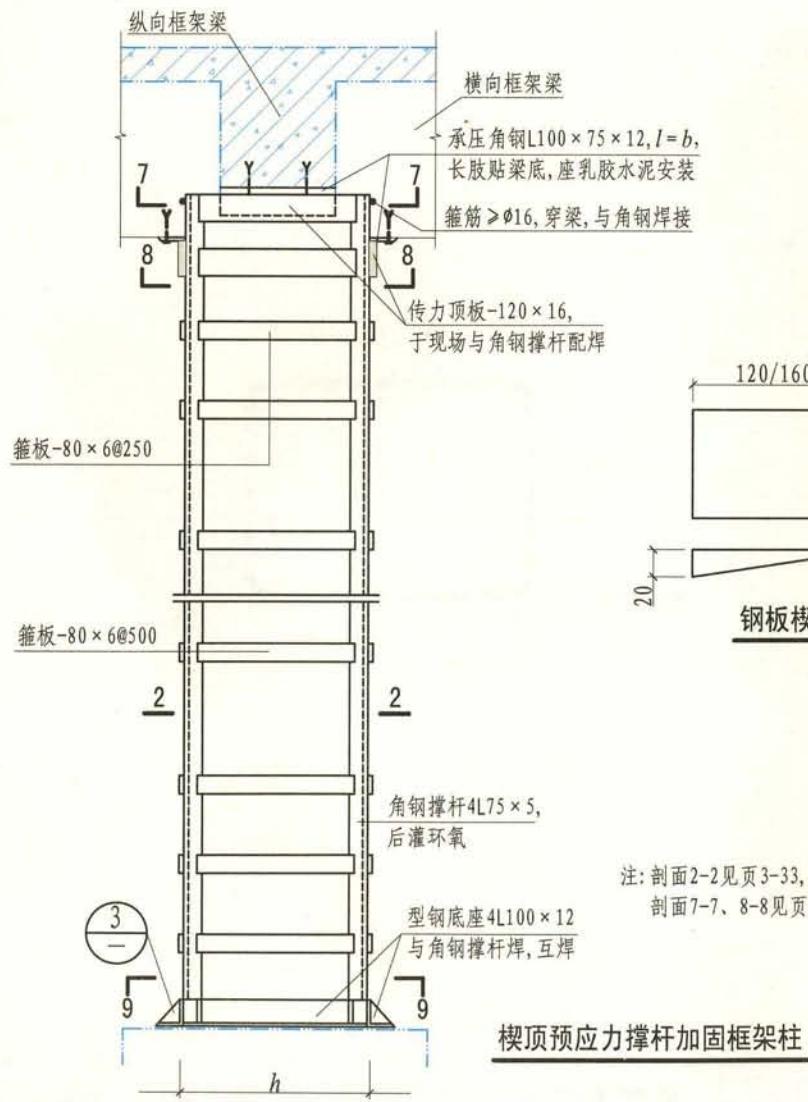
校对 陈瑜

设计 万墨林

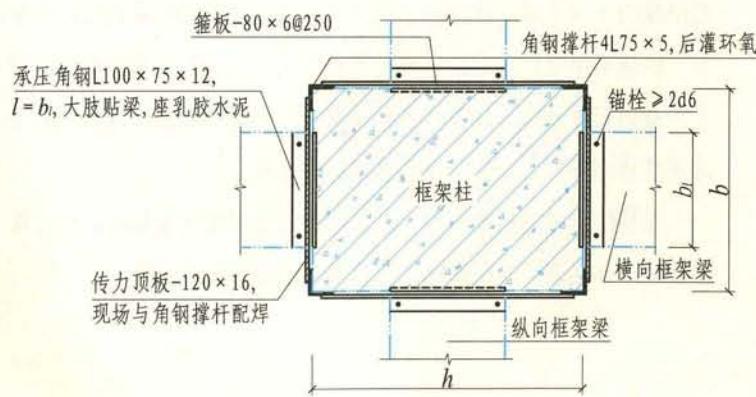
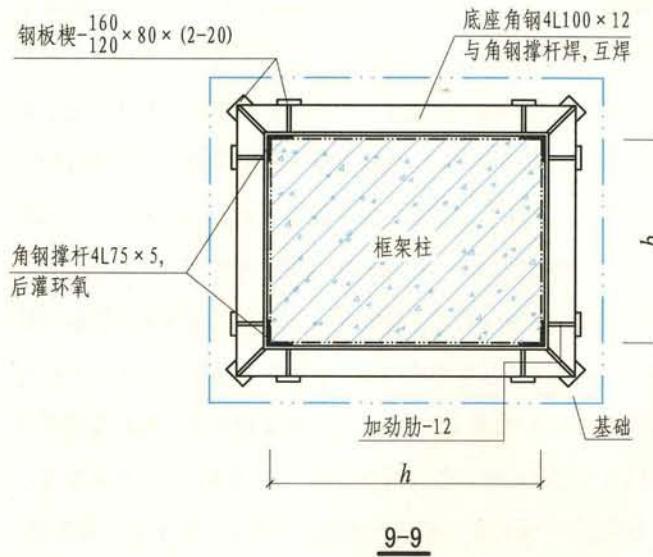
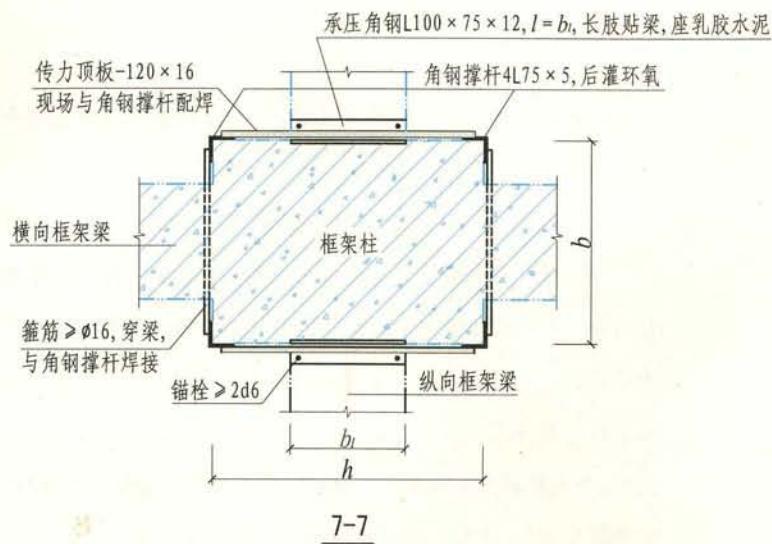
页 3-34



柱加固	单侧预应力撑杆加固框架柱详图				图集号	06SG311-1
预应力撑杆法	审核	陶学康	校对	陈瑜	设计	万墨林
	陶学康	陈瑜	万墨林	万墨林	页	3-35



柱加固 预应力撑杆法	楔顶预应力撑杆加固框架柱				图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页 3-36



柱加固	楔顶预应力撑杆加固框架柱详图				图集号	06SG311-1
预应力撑杆法	陶学康	校对	陈瑜	万墨林	页	3-37
审核	陶学康	陶学康	校对	陈瑜	万墨林	万墨林

4 墙加固

4.1 板墙加固法

当墙体承载力不满足规范规定或设计要求时，或当墙体厚度、配筋、轴压比及边缘构件构造不符合规范规定时，或当墙体混凝土强度偏低或施工质量存在严重缺陷时，均可以采用原墙双面或单面或局部增设钢筋混凝土后浇层——板墙进行加固。板墙混凝土层厚度应由计算确定，一般应 $\geq 60\text{mm}$ ，混凝土强度等级应比原墙高1~2级，宜采用喷射法施工。板墙钢筋网规格，竖向应 $\geq \varnothing 10\sim 12$ ，间距@150~200，横向应 $\geq \varnothing 8\sim 10$ ，@150~200；竖筋在里，横筋位外。新增钢筋网与原墙应有可靠连接固定，一般可穿孔采用拉结筋对拉或化学植筋锚接或膨胀型锚栓锚固。拉结筋和植筋规格为 $\varnothing 6\sim 8$ ，间距植筋为@600，拉结筋为@900，宜为梅花形布置，植筋锚固深度按表2.14.3受剪项查取。锚栓规格为d6~8，@600。纵横钢筋端部应有可靠锚固，可采用化学植筋方法锚固于基础、框架梁、框架柱、剪力墙及楼板等邻接构件。对于厚度较薄的楼板和墙体，可采用钻孔方式直接通过；为减少钻孔工作量，间距可适当增大，可采用较粗的等代钢筋通过连接。亦可先采用较粗的高强螺栓锚固角钢，再将纵横钢筋与角钢焊接。等代筋或螺栓按 $A_s f_{yk}/s$ 等效换算，钢筋一般取 $\geq \varnothing 16 @ 600\sim 900$ ，螺栓一般取8.8级以上 $\geq M16 @ 600\sim 900$ 。若采用搭接，搭接长度应 $\geq l_b$ 。为均匀有效传力，连接筋穿墙穿板后应

焊以斜筋，并与墙面钢筋网点焊连接。为增强新旧混凝土结合能力，原墙面应凿毛、刷净，并涂刷界面剂一道。

4.2 粘钢法

当墙体仅因配筋不足时，可采用外粘钢板法加固，包括墙端暗柱加固。仅抗剪承载力不足时，可只设水平横向扁钢；仅抗弯承载力不足时，可只设垂直竖向扁钢；否则，横向、竖向均应设置扁钢。扁钢规格及分布应由计算确定，一般取 $(80\sim 120) \times (3\sim 4) @ 300\sim 500$ 。外层扁钢应采用锚栓或射钉固定于墙面，锚栓规格为2d6，射钉规格为2d5，间距与底层扁钢相应，为@300~500。

扁钢端部应有可靠锚固，一般可采用化学植筋方法锚固于邻接的边缘构件或于墙四周设封闭角钢框方法，然后再将扁钢与之焊接。

纵横扁钢交迭处理，一般是采用缓坡($\alpha \leq 20^\circ$)弯折交迭，即竖向扁钢在里直贴于墙面，横向扁钢在外弯折交迭贴于墙面。亦可采用凿槽布置竖向扁钢，横向扁钢在外直贴。

纵横扁钢与墙面的结合，主要部分可采用结构胶粘贴，但在焊接部位，如端部，应先焊接，然后局部后灌环氧粘结。

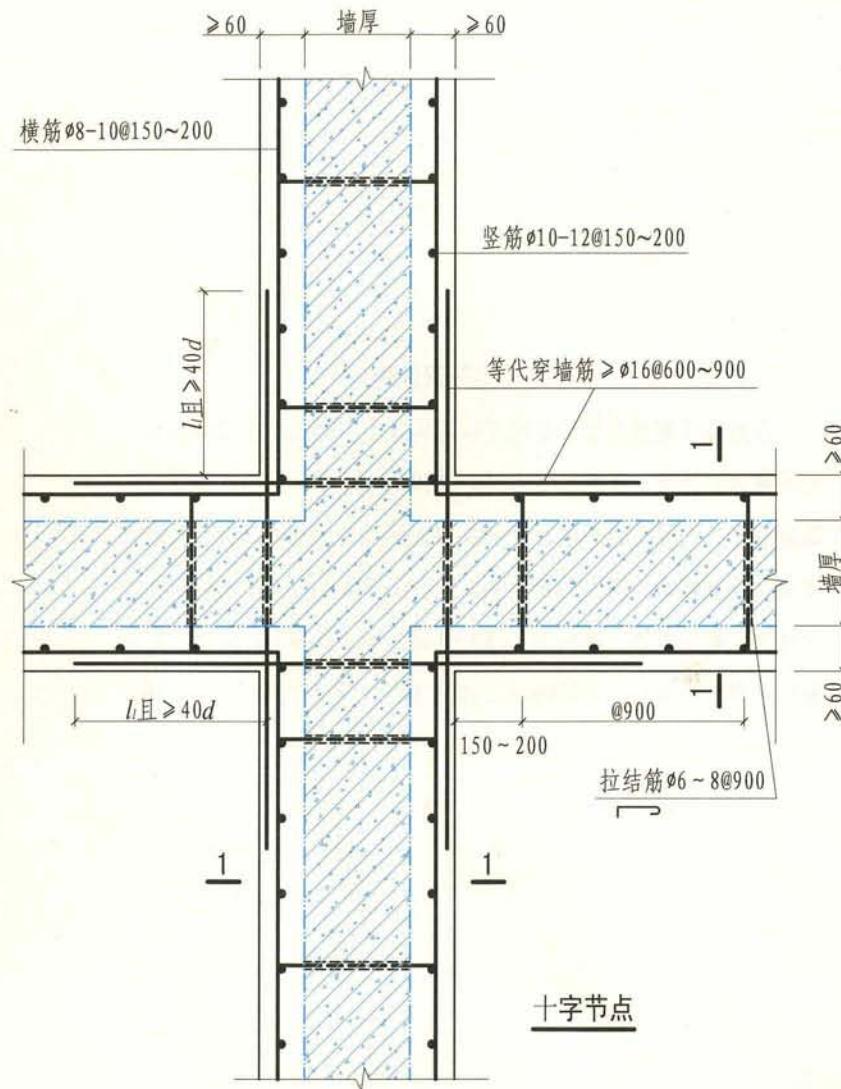
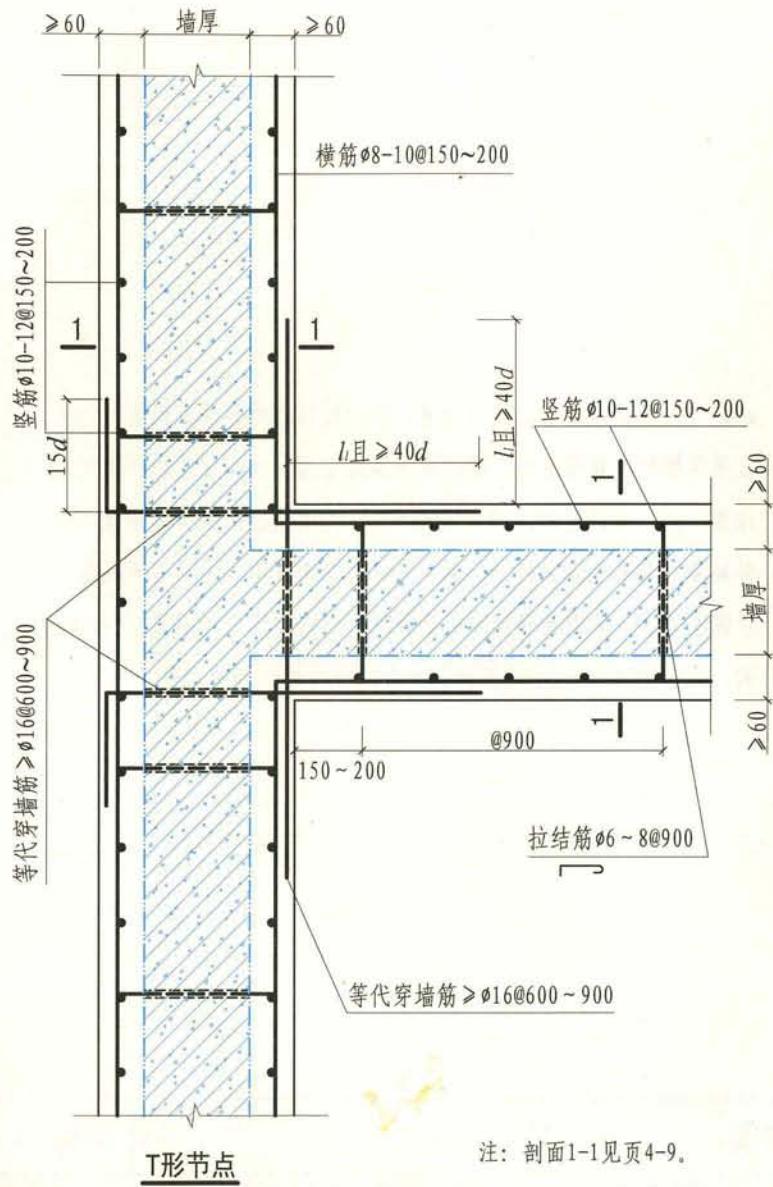
墙加固	墙加固说明					图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页	4-1	

4.3 墙体开洞处理

剪力墙开洞宜采用切割机或钻芯机施工。开洞尺寸 $<300\text{mm}$ 时，可不做加固处理。开洞尺寸为 $300\sim 500\text{mm}$ 时，应于洞口周边双面粘贴扁钢进行补强，扁钢截面面积取 $A_{sb} \geq 1.2A_sf_y/f_{yb}$ ， A_s 、 f_y 为同方向开洞被切断的钢筋面积及抗拉强度设计值， f_{yb} 为扁钢抗拉强度设计值；扁钢规格一般应 $\geq (80\sim 120) \times (3\sim 4)$ ，纵横扁钢应剖口互焊，并以 $d=3\sim 5d$ （ $d=100\sim 150\text{mm}$ ）射钉锚固。开洞尺寸为 $510\sim 1000$

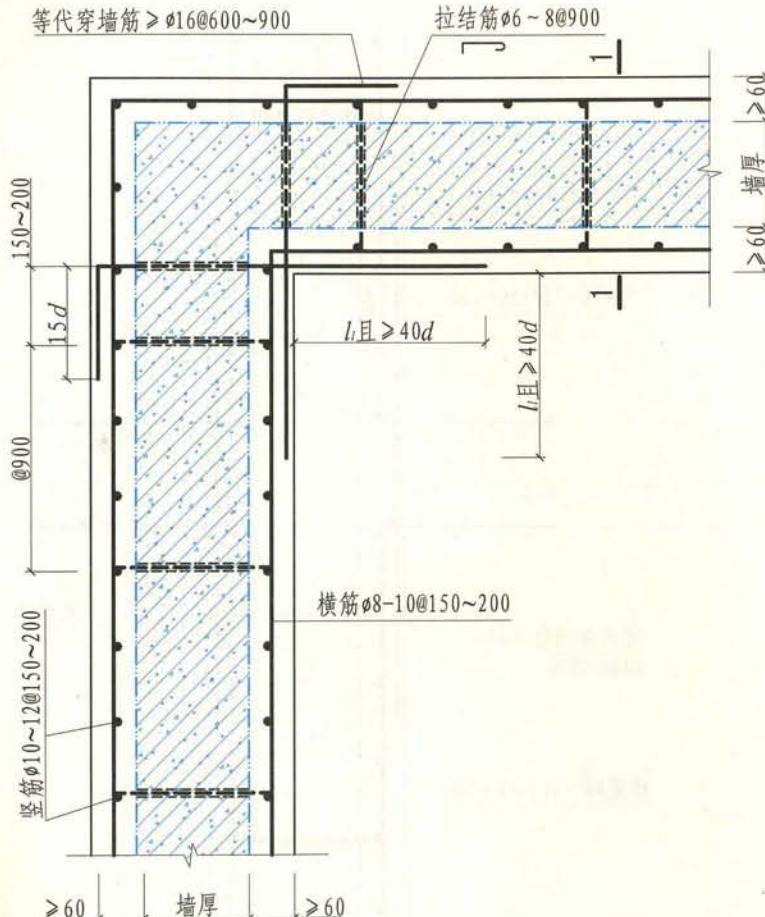
mm 时，应在洞周边外包型钢边框，墙中被切断的原受力钢筋与边框应采用配钻孔塞焊连接，型钢框与混凝土结合面间应后灌环氧使之结为一体。当洞宽为 $1010\sim 3000\text{mm}$ 时，型钢边框尚应切掉垂直肢向外延伸，其长度应 $\geq l/3$ ，且 $\geq 500\text{mm}$ ， l 为洞宽。对于门洞底部应以锚固角钢、扁钢及等代穿板高强螺栓连接加固。当洞宽 $>3000\text{mm}$ 时，应按08SG311-2中的托梁拆墙方法进行加固处理。

墙加固	墙加固说明				图集号	08SG311-1
审核	陶学康	陶学康	校对	陈瑜	万墨林	页



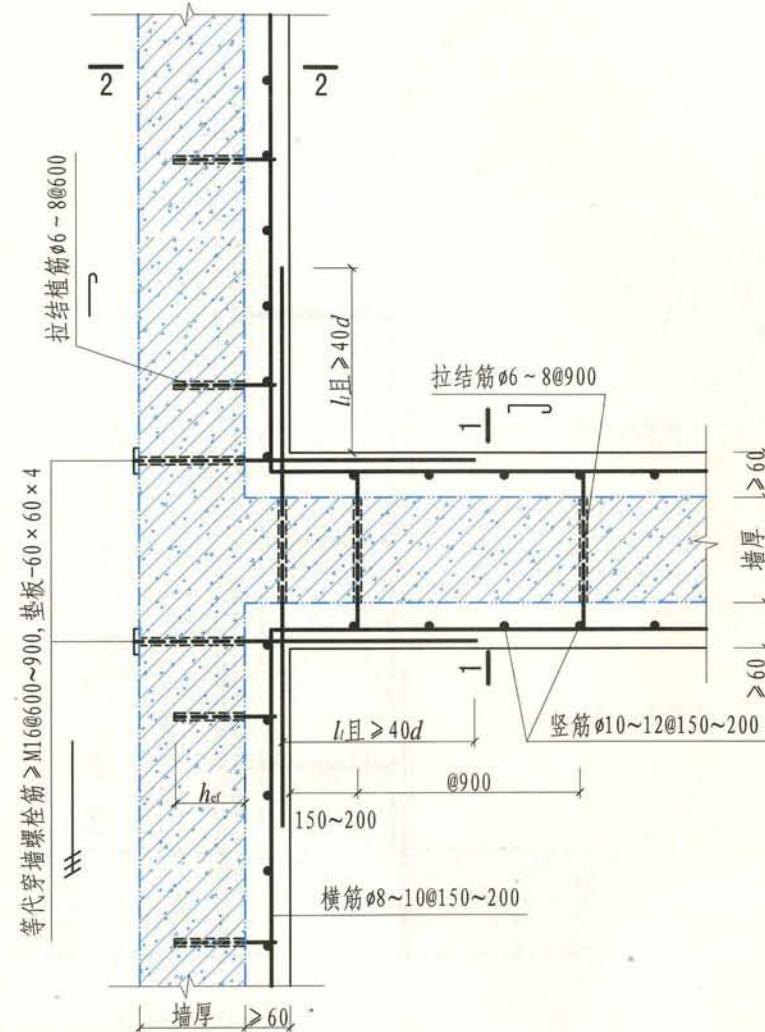
注：剖面1-1见页4-9。

墙加固 板墙加固法	纵横墙双面板墙加固(T形、十字节点)				图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页	4-3



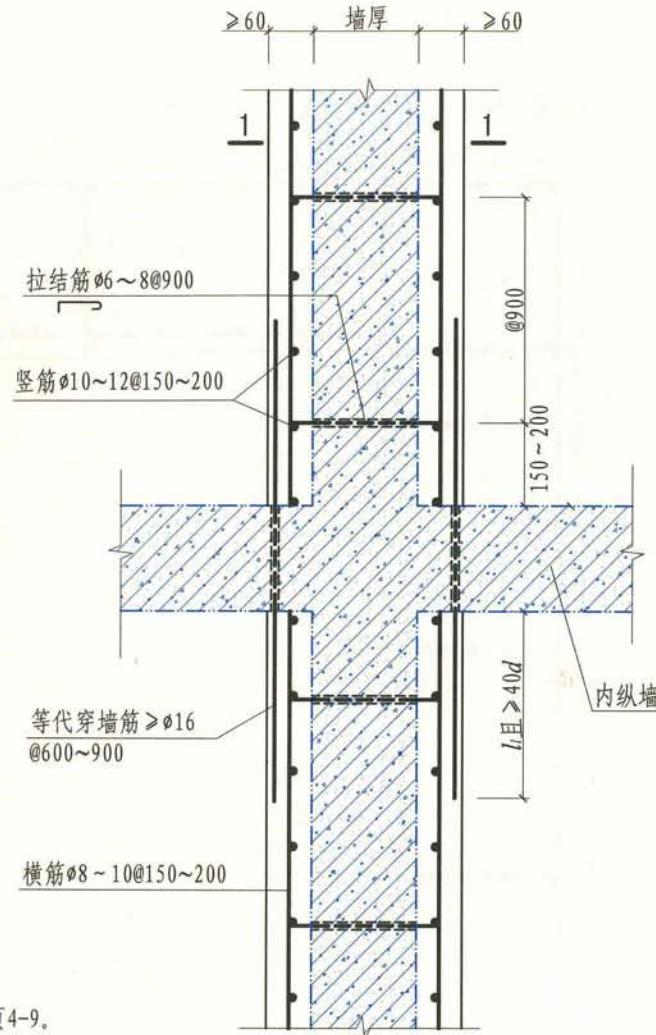
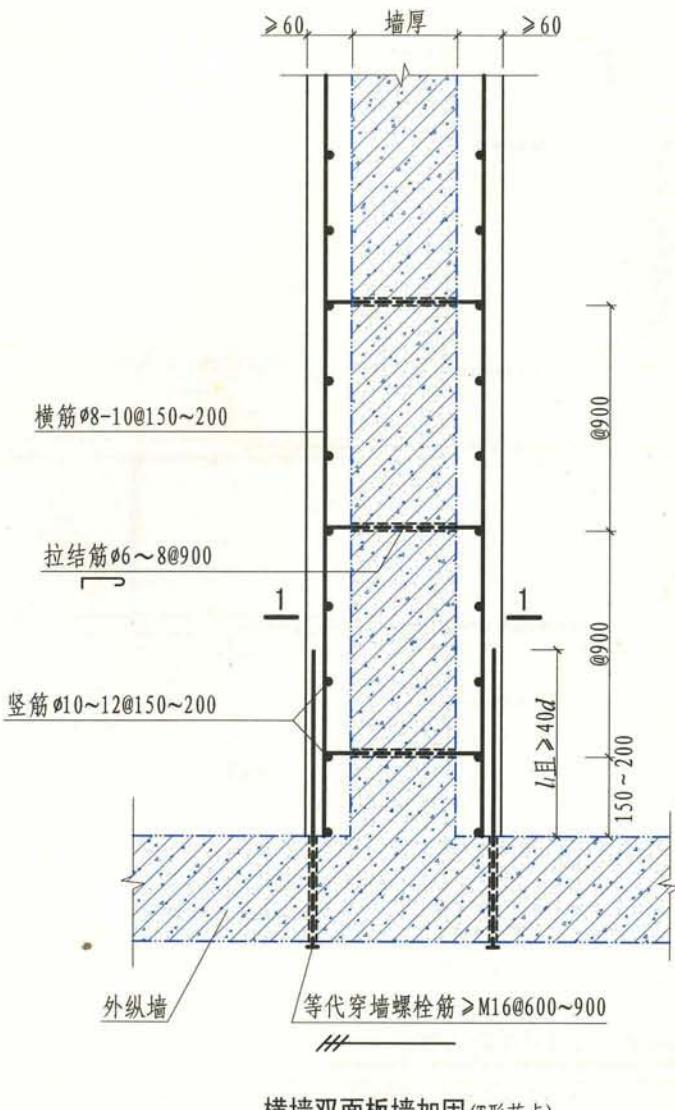
纵横墙双面板墙加固(L形节点)

注：剖面1-1、2-2见页4-9。



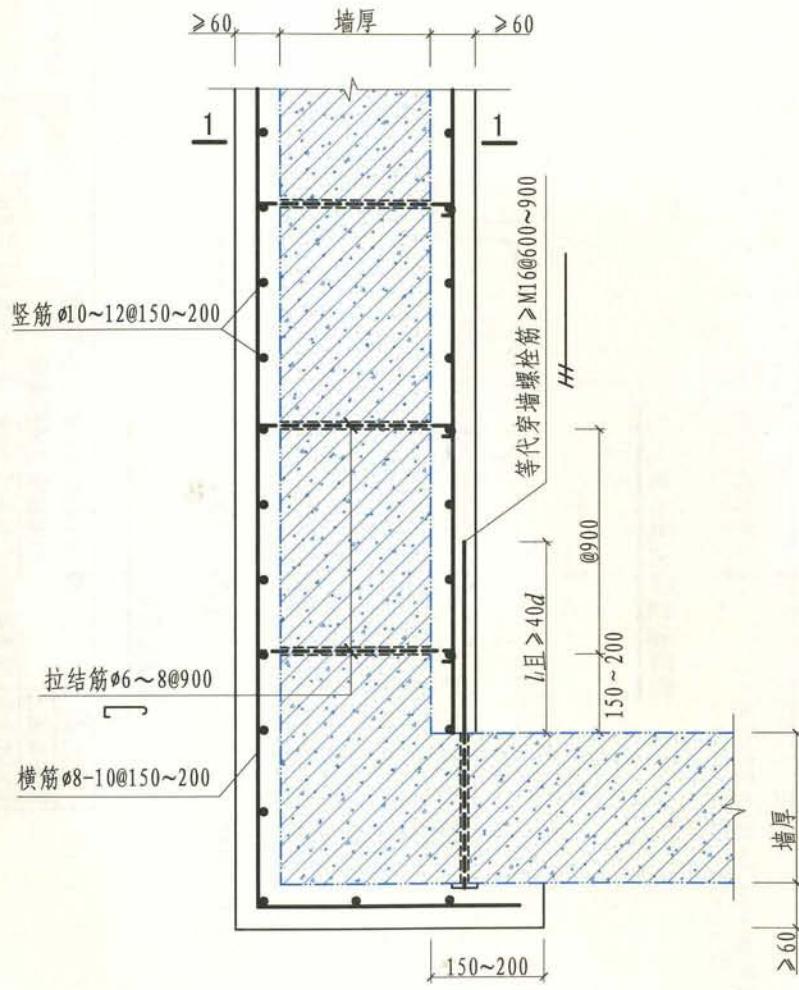
纵墙单面横墙双面板墙加固(T形节点)

墙加固	纵横墙双面板墙加固(L形节点)				图集号	06SG311-1
板墙加固法	纵墙单面横墙双面板墙加固(T形节点)					
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页	4-4



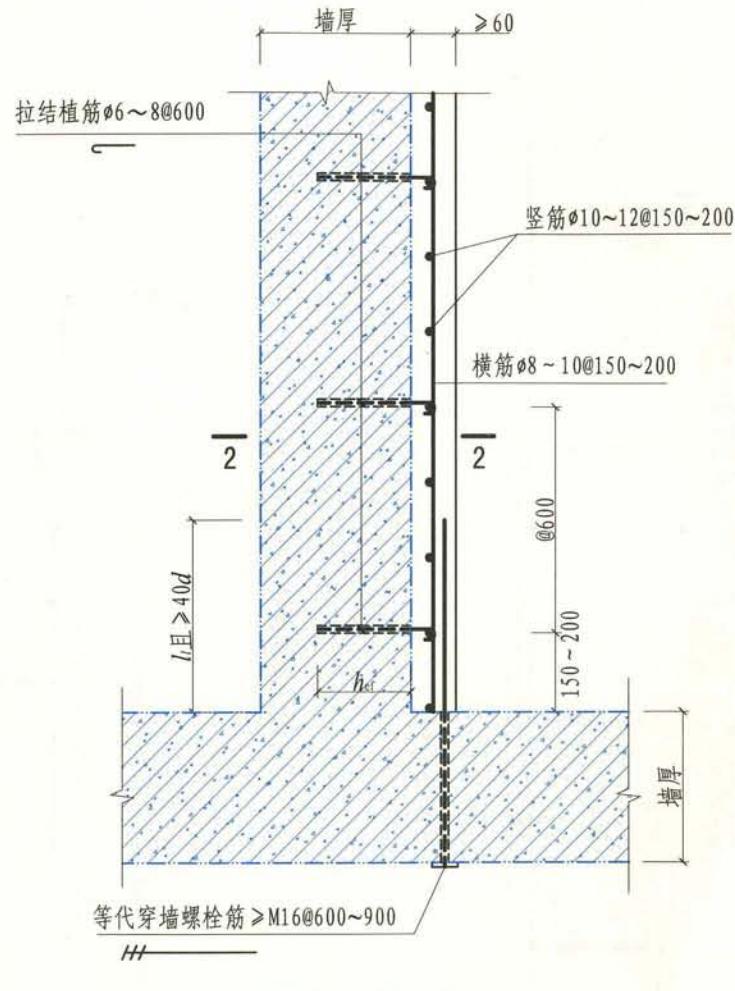
注：剖面1-1见页4-9。

墙加固 板墙加固法	横墙双面板墙加固(T形、十字节点)	图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康 校对 陈瑜	设计 万墨林	万墨林 页 4-5



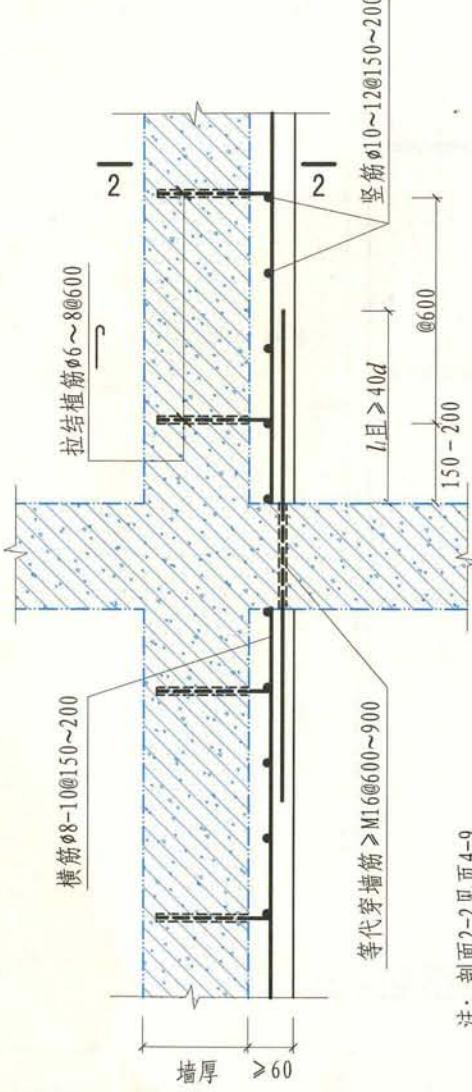
横墙双面板墙加固 (L形节点)

注：剖面1-1、2-2见页4-9。



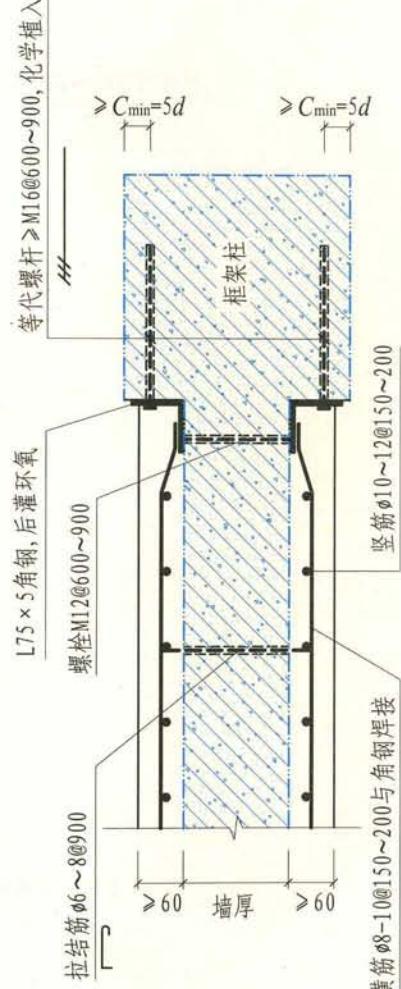
横墙单面板墙加固 (T形节点)

墙加固 板墙加固法	横墙双面板墙加固 (L形节点) 横墙单面板墙加固 (T形节点)	图集号	06SG311-1
审核 陶学康 陶学康	校对 陈瑜 陈瑜	设计 万墨林 万墨林	页 4-6 万墨林



注: 剖面2-2见页4-9。

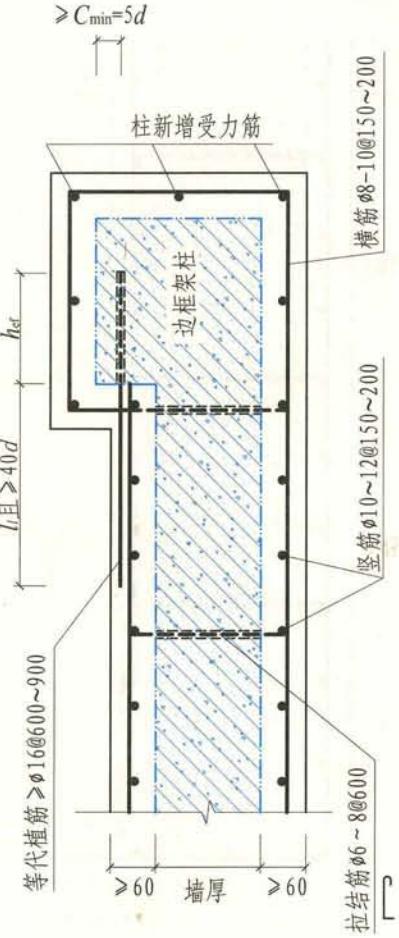
横墙单面板墙加固(十字节点)



横墙单面板墙加固(十字节点)

横筋 $\phi 8-10@150\sim200$

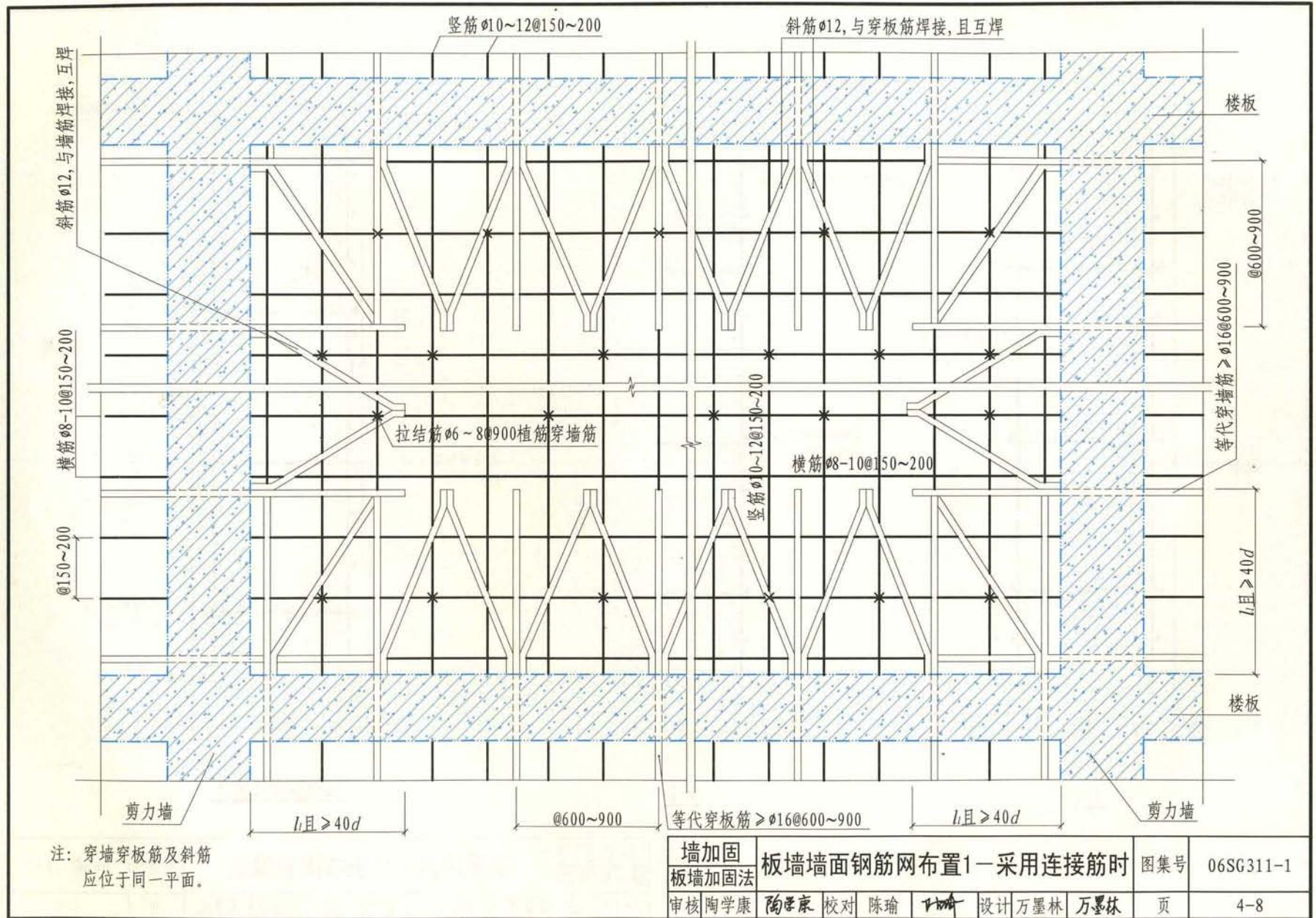
墙双面板墙加固(与端柱连接)

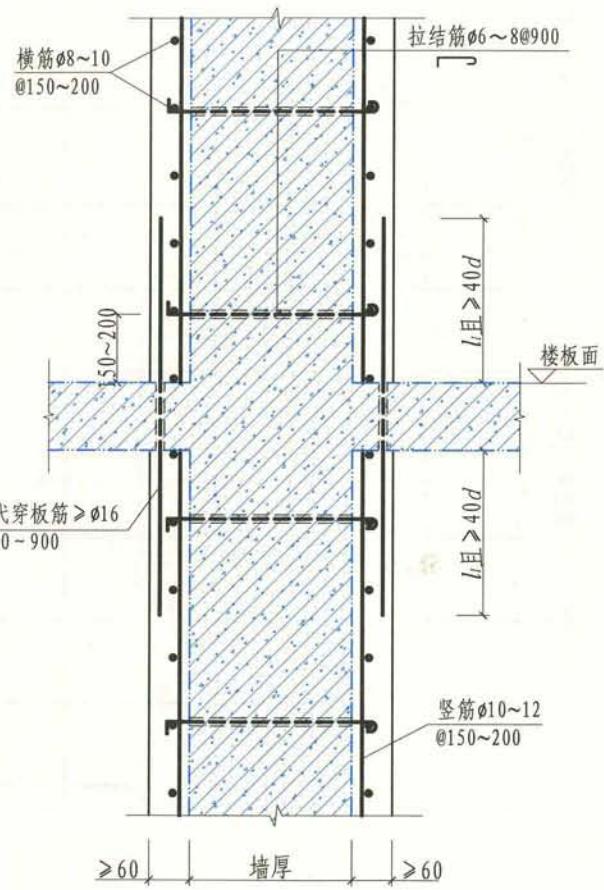
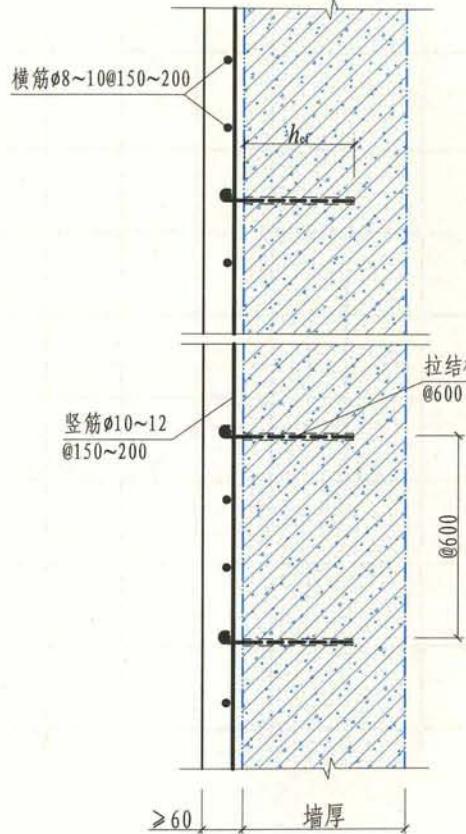
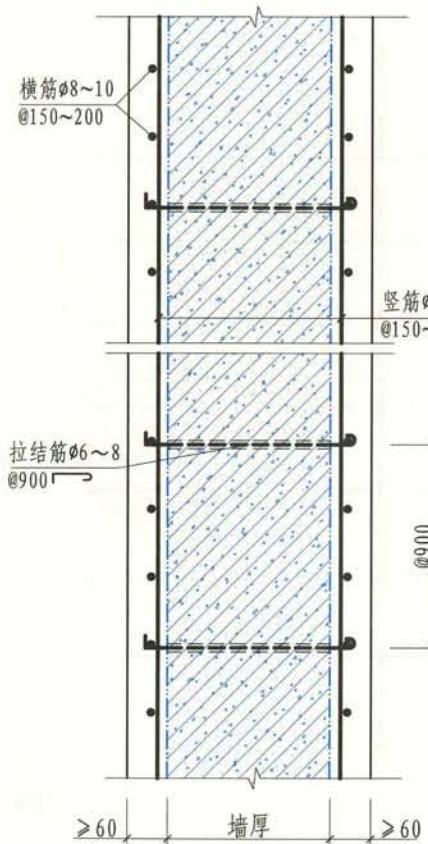


墙双面板墙加固(与端柱连接)

墙双面板墙加固(与边端柱连接)

墙加固板墙加固法	横墙单面板墙加固(十字节点)	图集号	06SG311-1
审核陶学康 编译康	校对陈瑜 设计万墨林	页	4-7





1-1

2-2

现浇楼面处做法

墙加固	板墙加固法
审核 陶学康	校对 陈瑜

剖面详图 / 现浇楼面处做法

图集号 06SG311-1

审核 陶学康

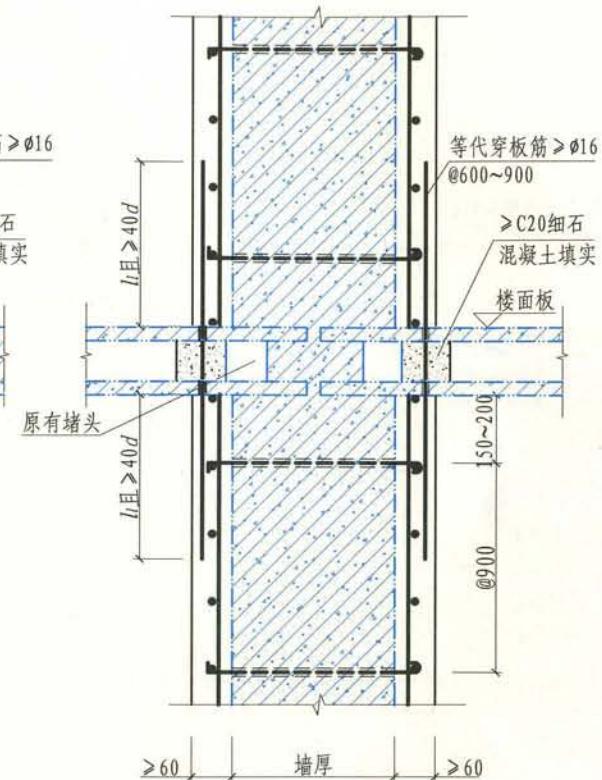
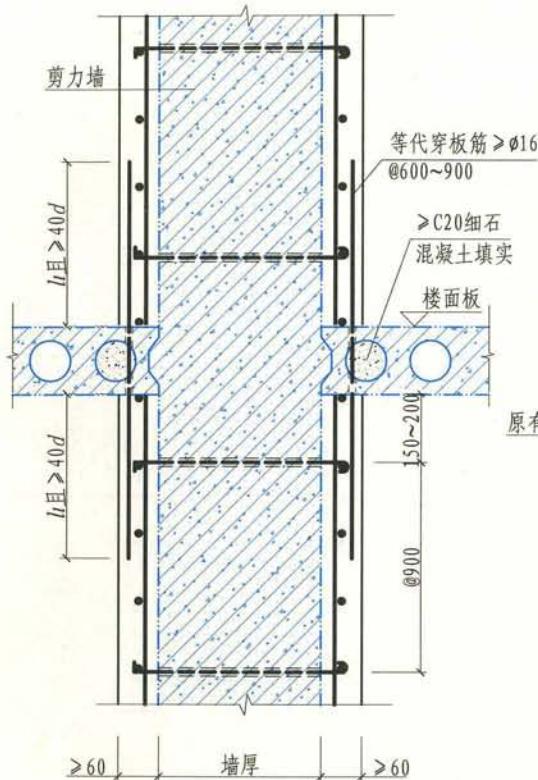
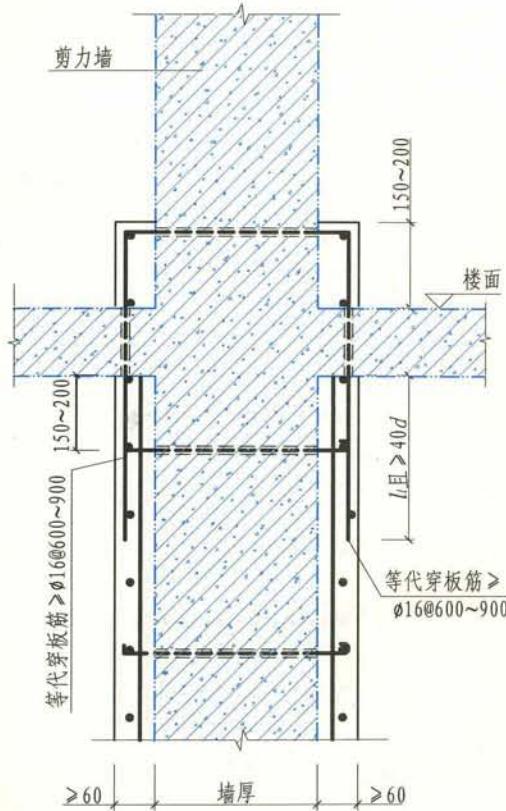
校对 陈瑜

设计 万墨林

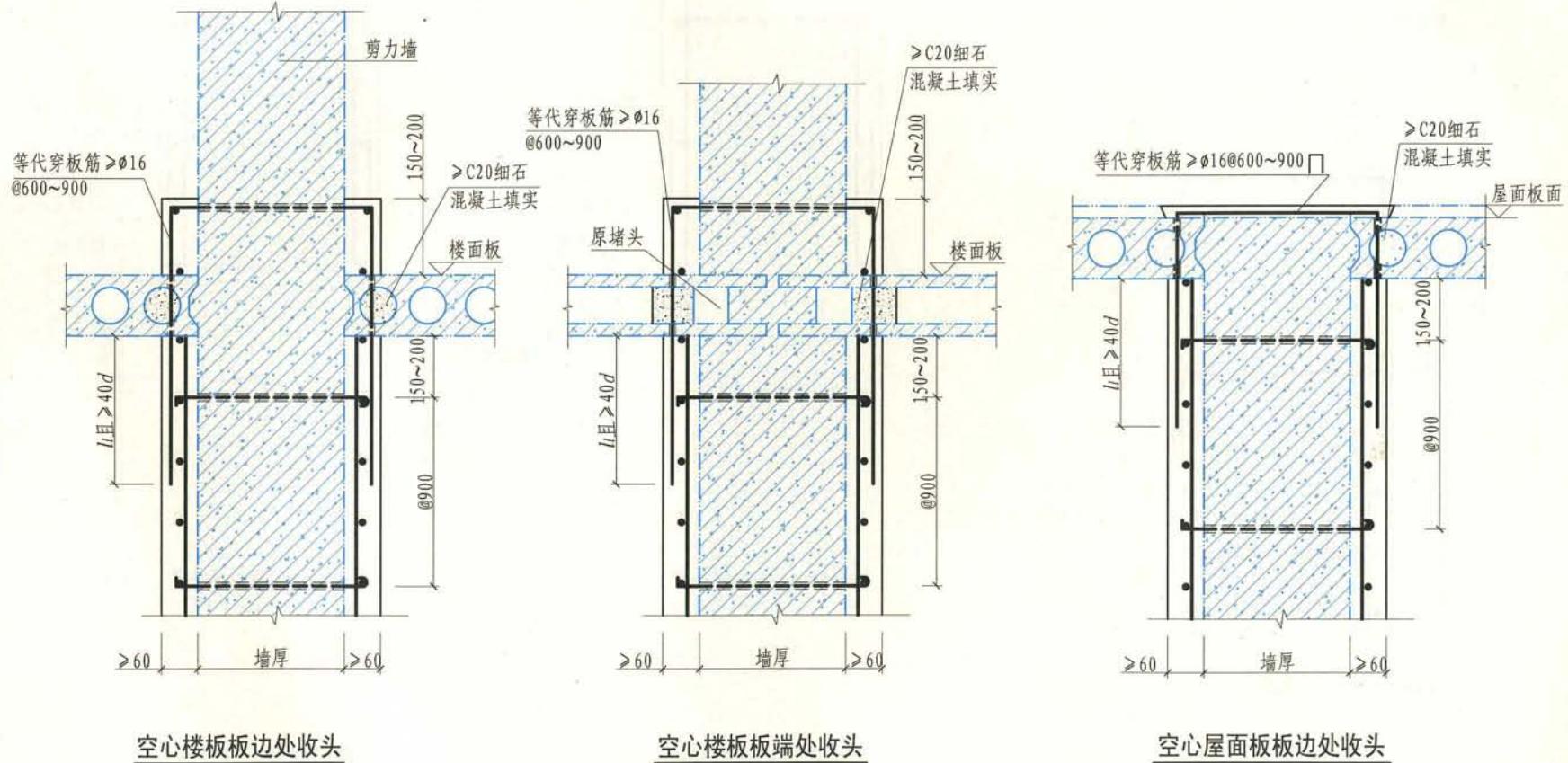
万墨林

页

4-9



墙加固 板墙加固法	现浇楼面处做法 / 空心楼板处做法	图集号
审核 陶学康	陶学康 校对 陈瑜	06SG311-1

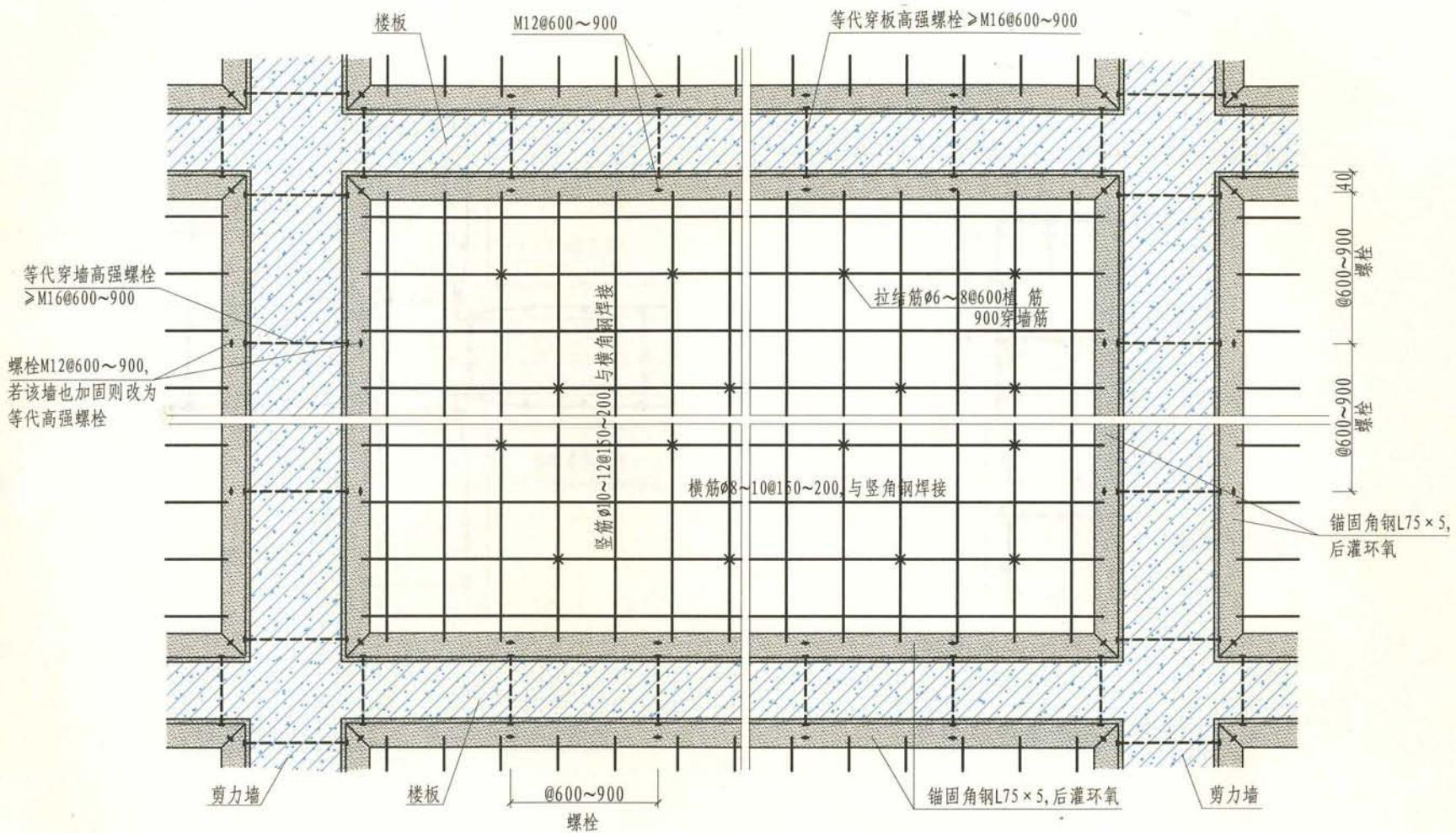


空心楼板板边处收头

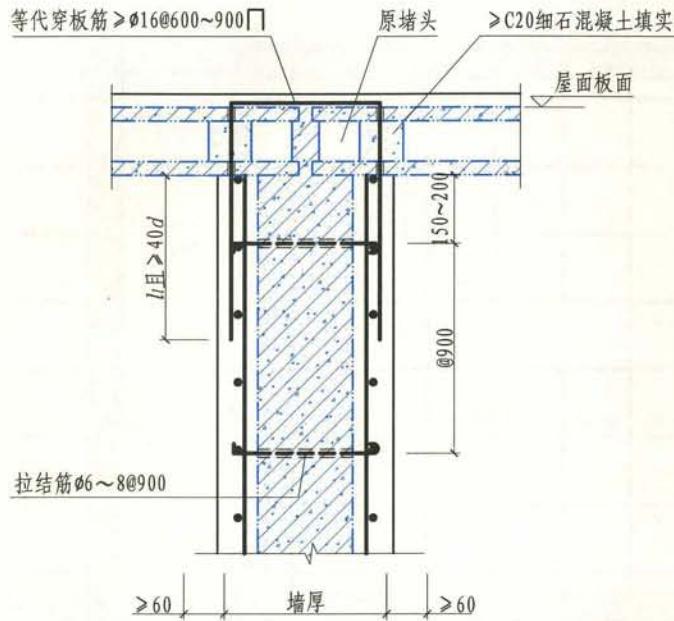
空心楼板板端处收头

空心屋面板板边处收头

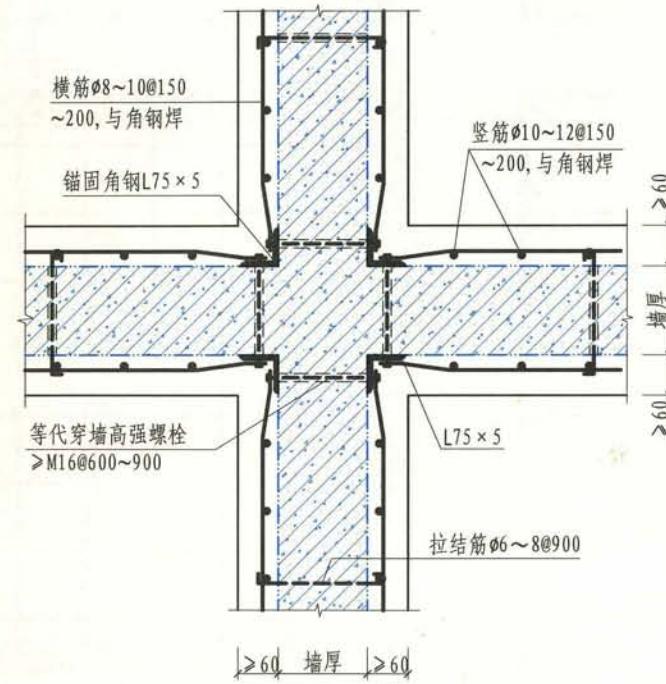
墙加固	空心楼板处做法				图集号	06SG311-1
板墙加固法	审核	陶学康	校对	陈瑜	设计	万墨林
					万墨林	页



墙加固 板墙加固法	板墙墙面钢筋网布置2—采用锚固角钢时	图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	设计 万墨林

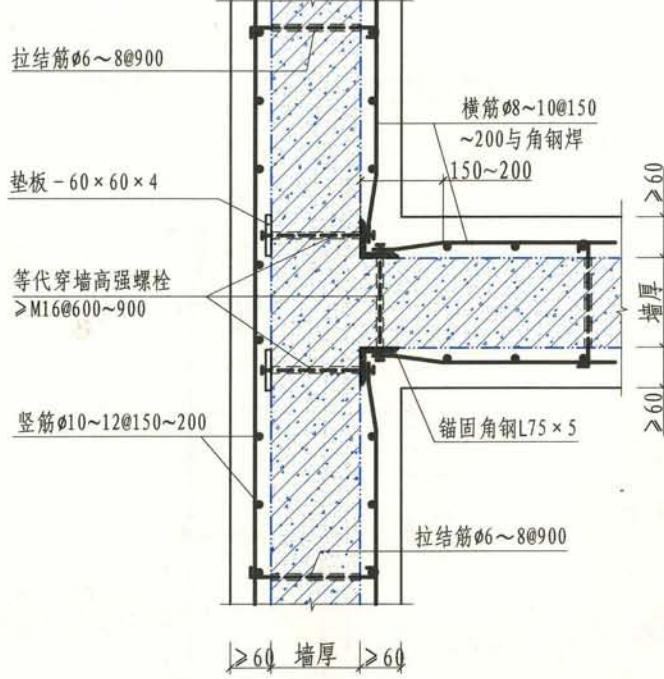


板墙加固空心屋面板板端处收头

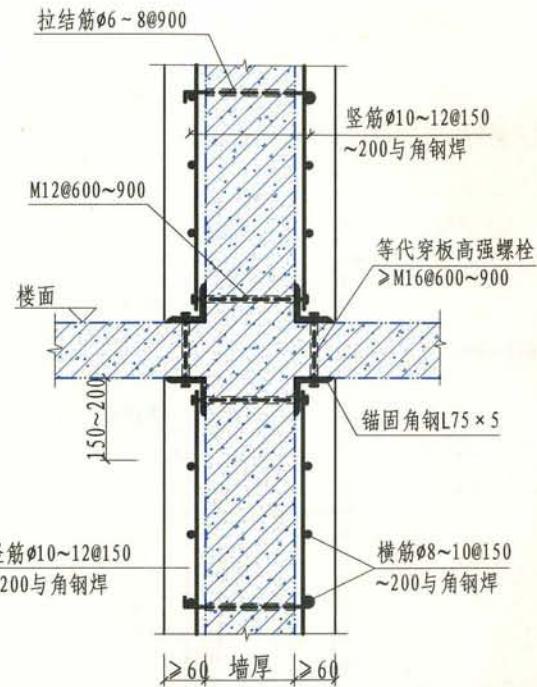


纵横墙双面板墙加固, 十字节点锚固角钢连接

墙加固 板墙加固法	空心屋面板板端处收头 / 十字节点锚固角钢连接	图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	设计 万墨林

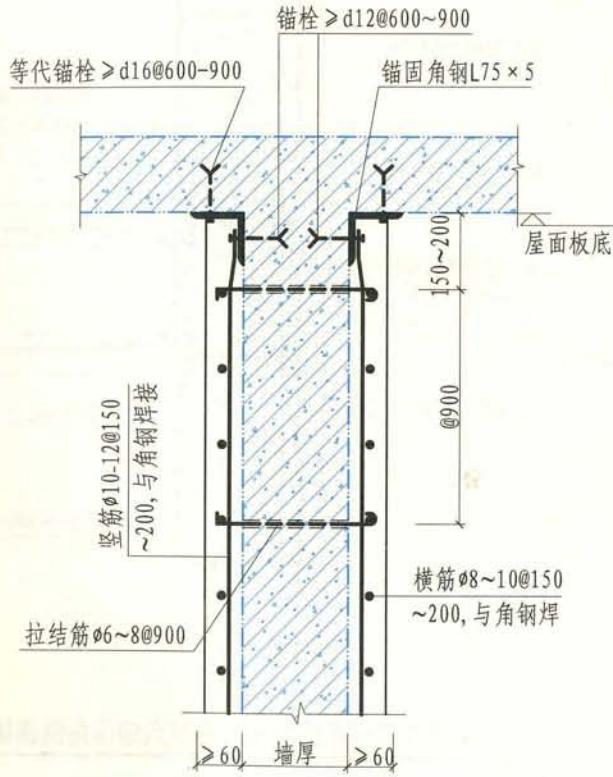
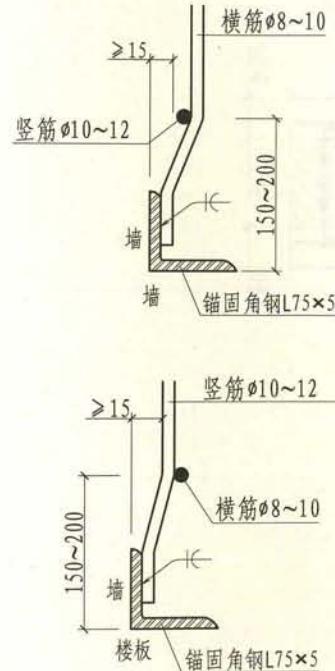
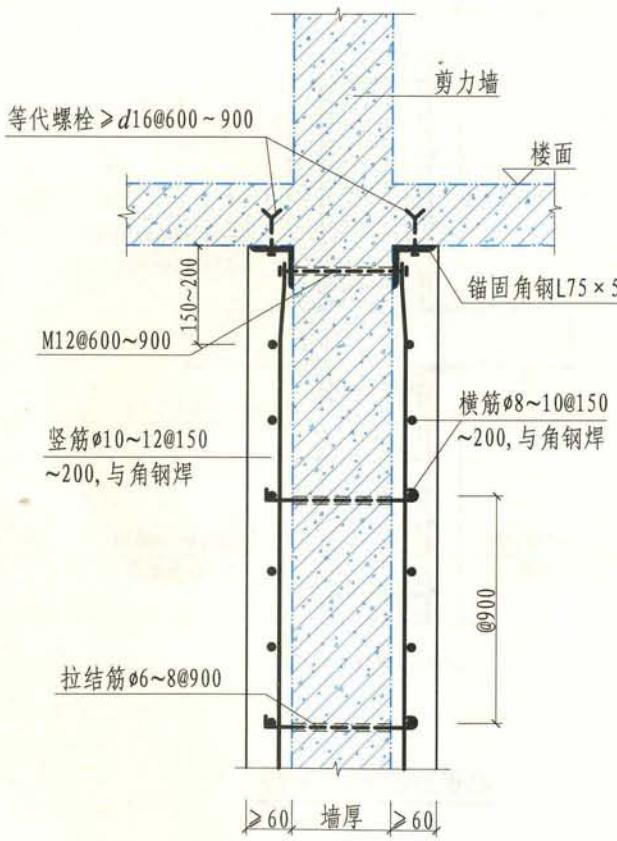


纵横墙双面板墙加固, T形节点锚固角钢连接



楼面处锚固角钢连接

墙加固 板墙加固法	T形节点、楼面处锚固角钢连接				图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页	4-14

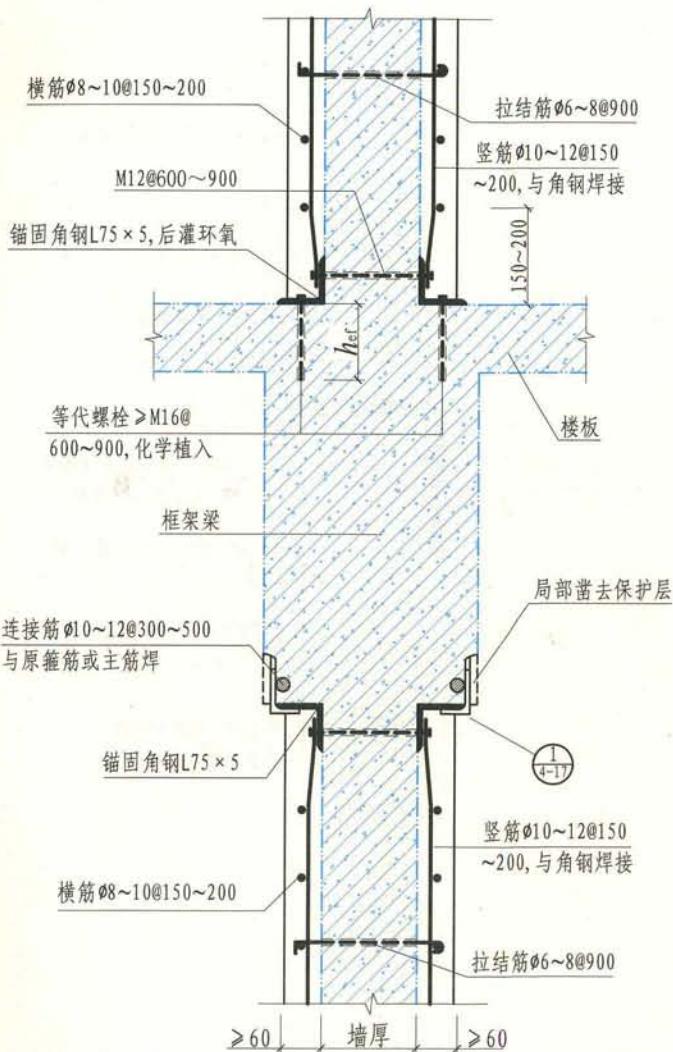


楼面处锚固角钢连接收头

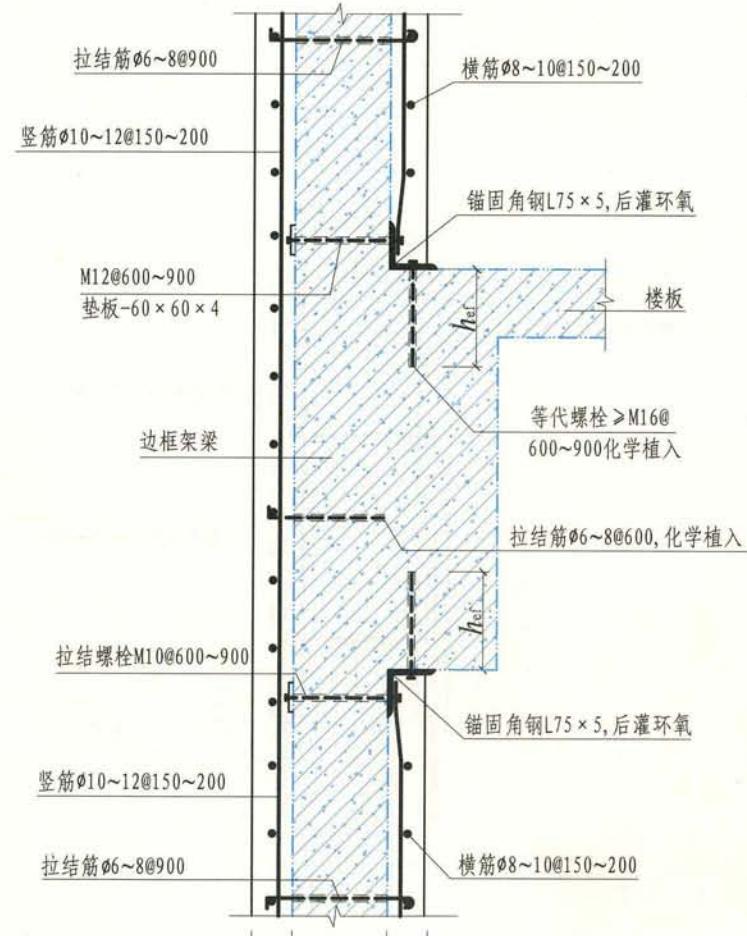
钢筋与角钢焊接连接示意

屋面处锚固角钢连接做法

墙加固 板墙加固法	楼面处、屋面处锚固角钢连接收头				图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	丁海	设计 万墨林	万墨林	页 4-15

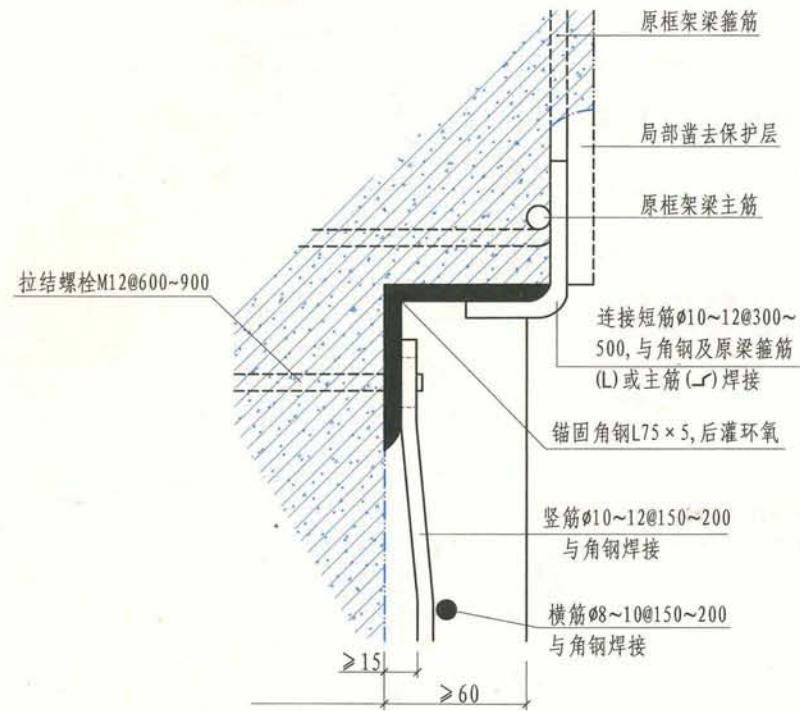
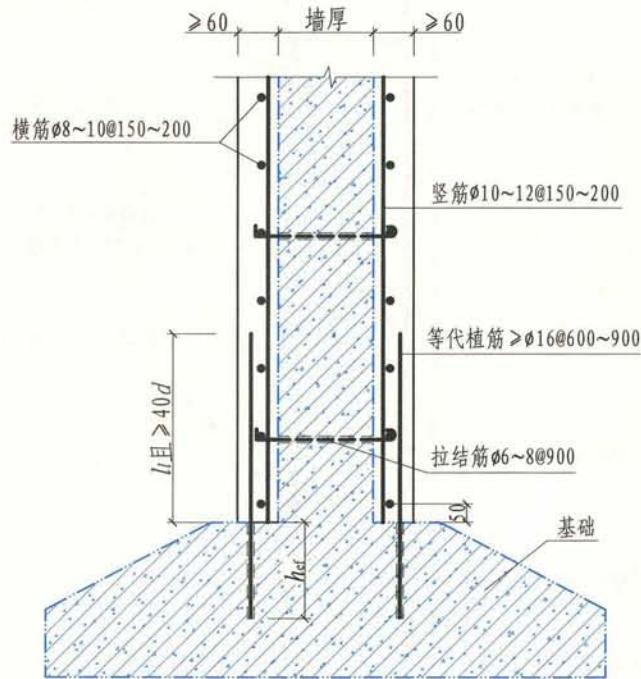


框架梁处做法



边框架梁处做法

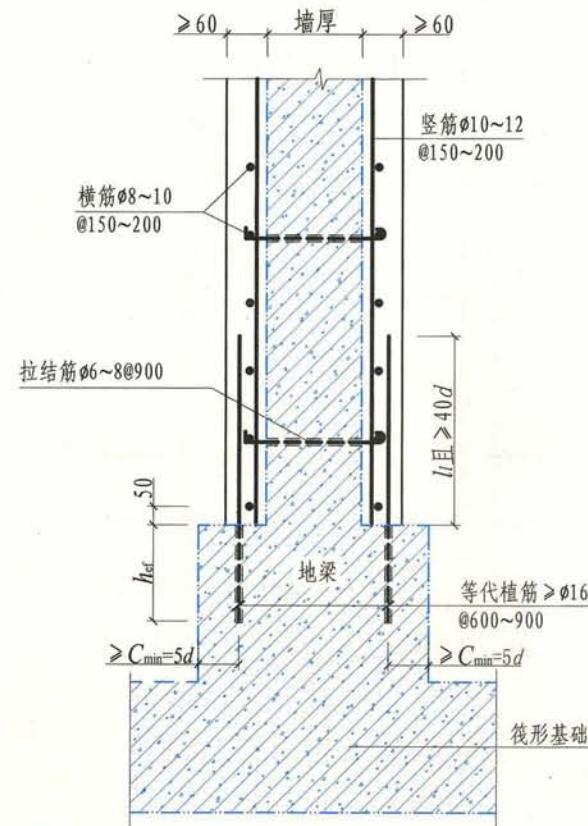
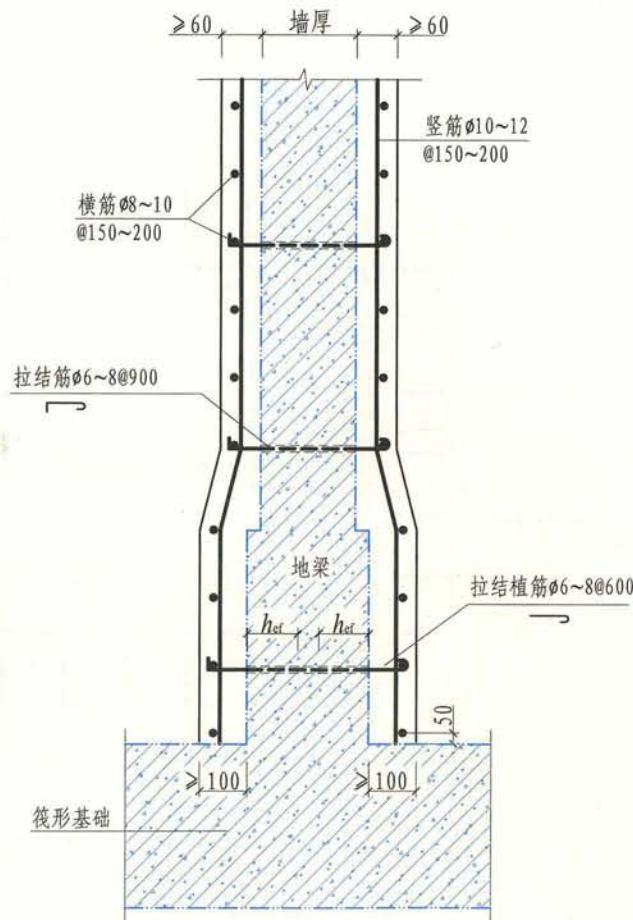
墙加固	板墙加固法	图集号
审核 陶学康	陶学康	06SG311-1
校对 陈瑜	陈瑜	
设计 万墨林	万墨林	
页	4-16	



板式条形基础处做法

1

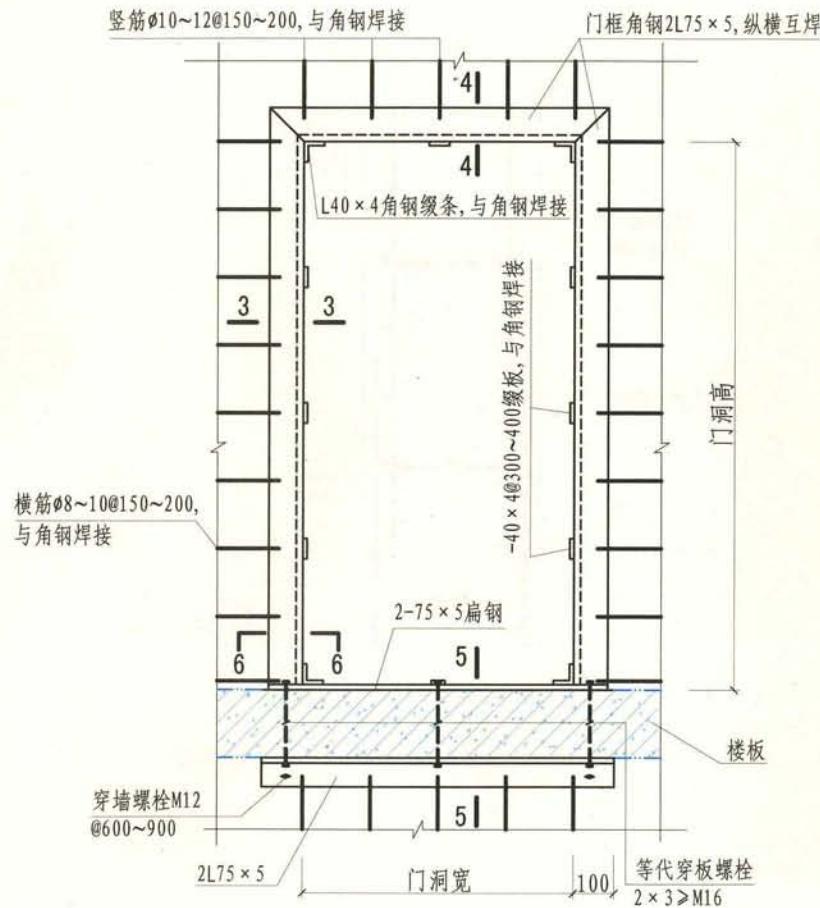
墙加固	板式条形基础处做法					图集号	06SG311-1
板墙加固法	审核	陶学康	陶学康	校对	陈瑜	设计	万墨林 万墨林



筏形基础处做法 (地梁较窄时)

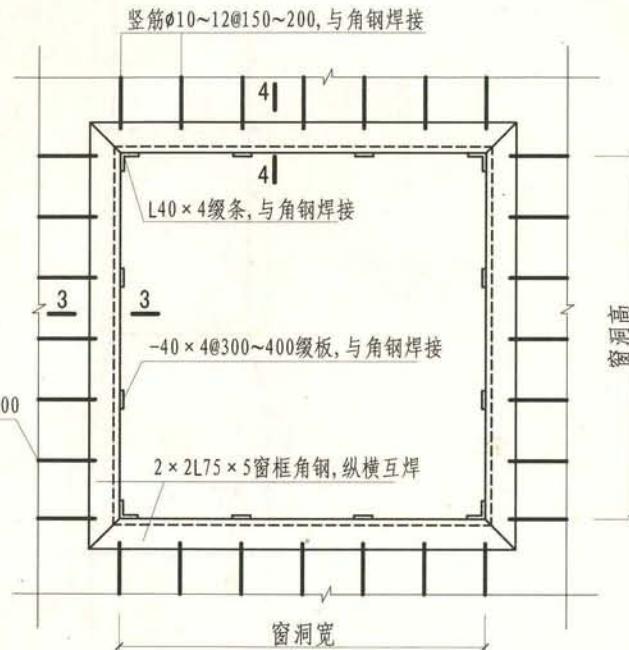
筏形基础处做法 (地梁较宽时)

墙加固 板墙加固法	筏形基础处做法					图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页	4-18	



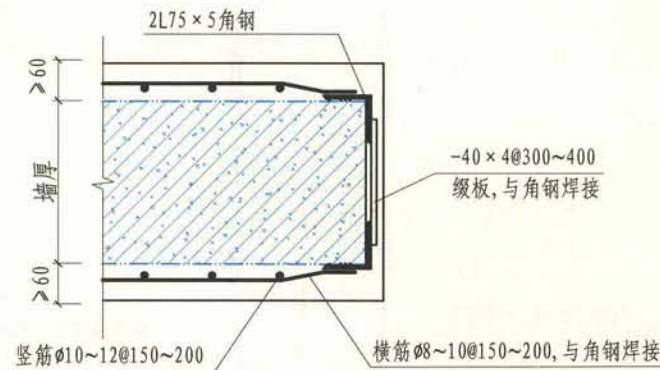
门洞口做法

注: 剖面3-3、4-4、5-5、6-6见页4-20。

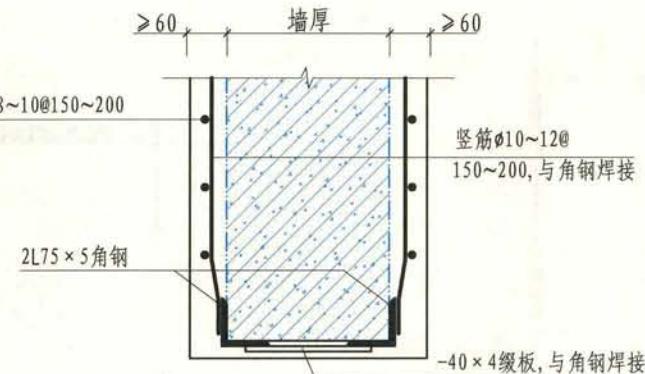


窗洞口做法

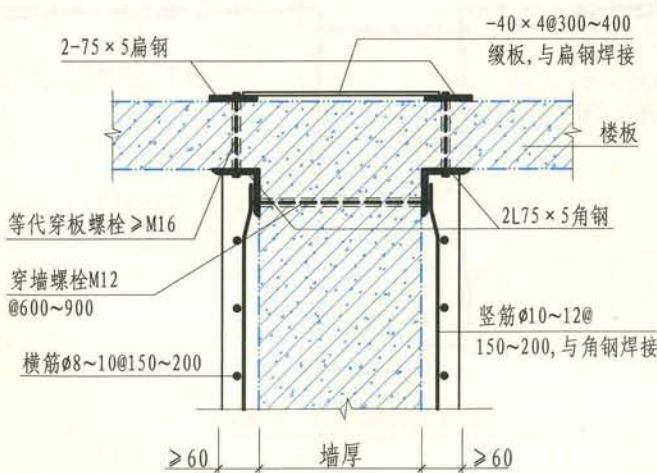
墙加固 板墙加固法	门窗洞口做法				图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	丁峰	设计 万墨林	万墨林	页 4-19



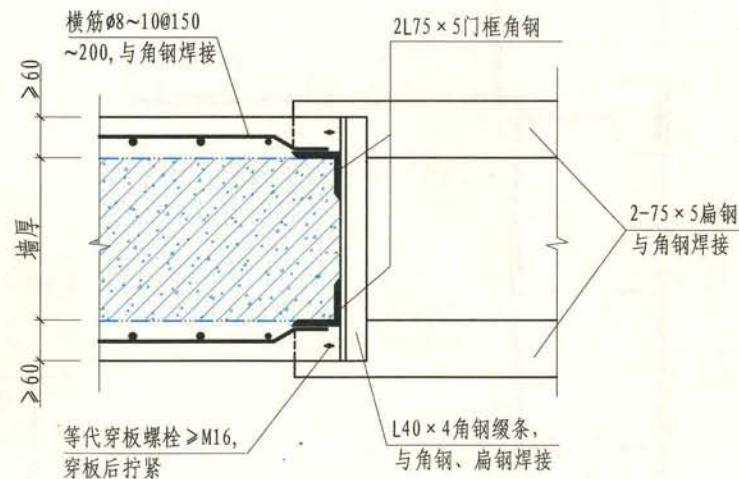
3-3



4-4

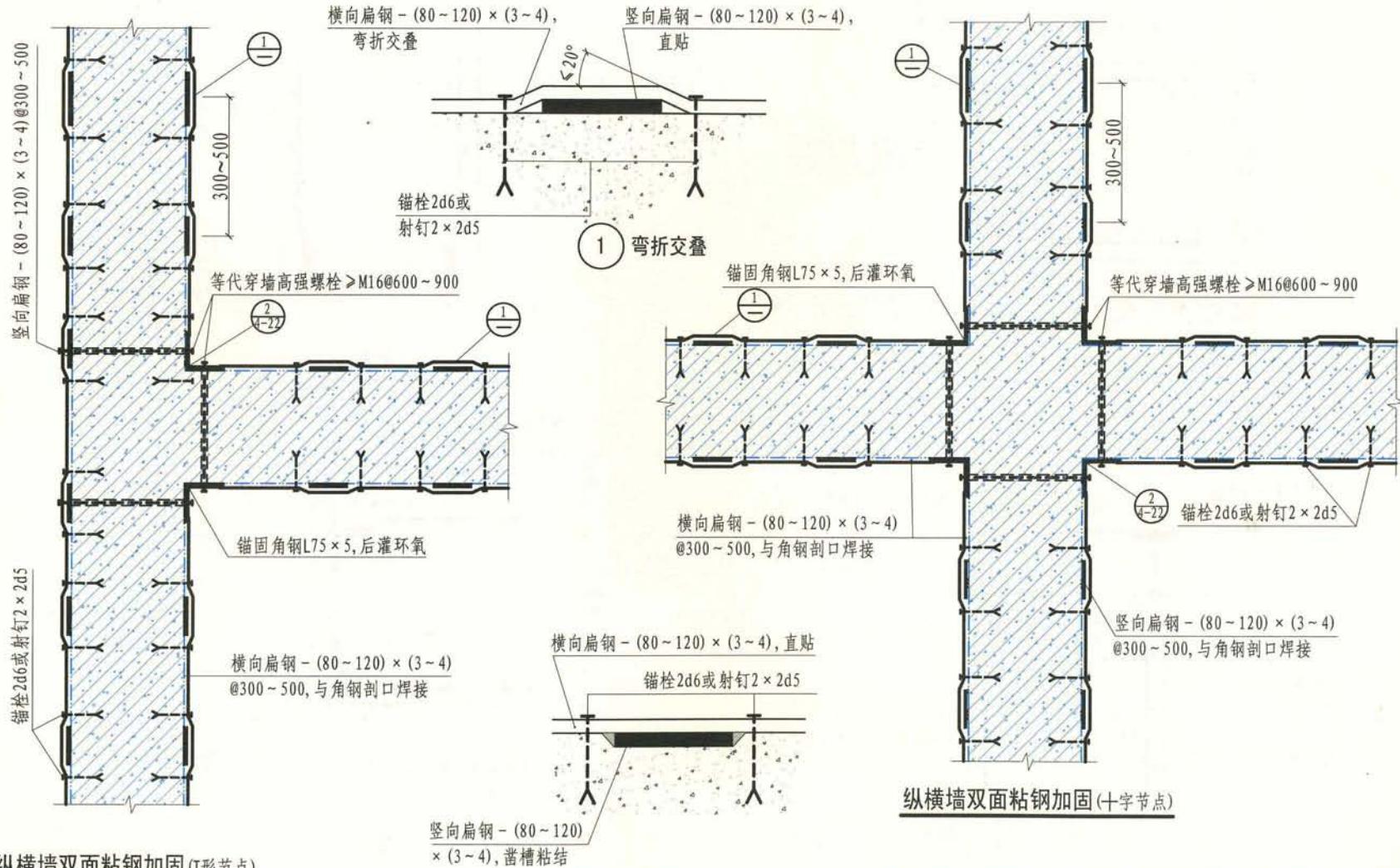


5-5



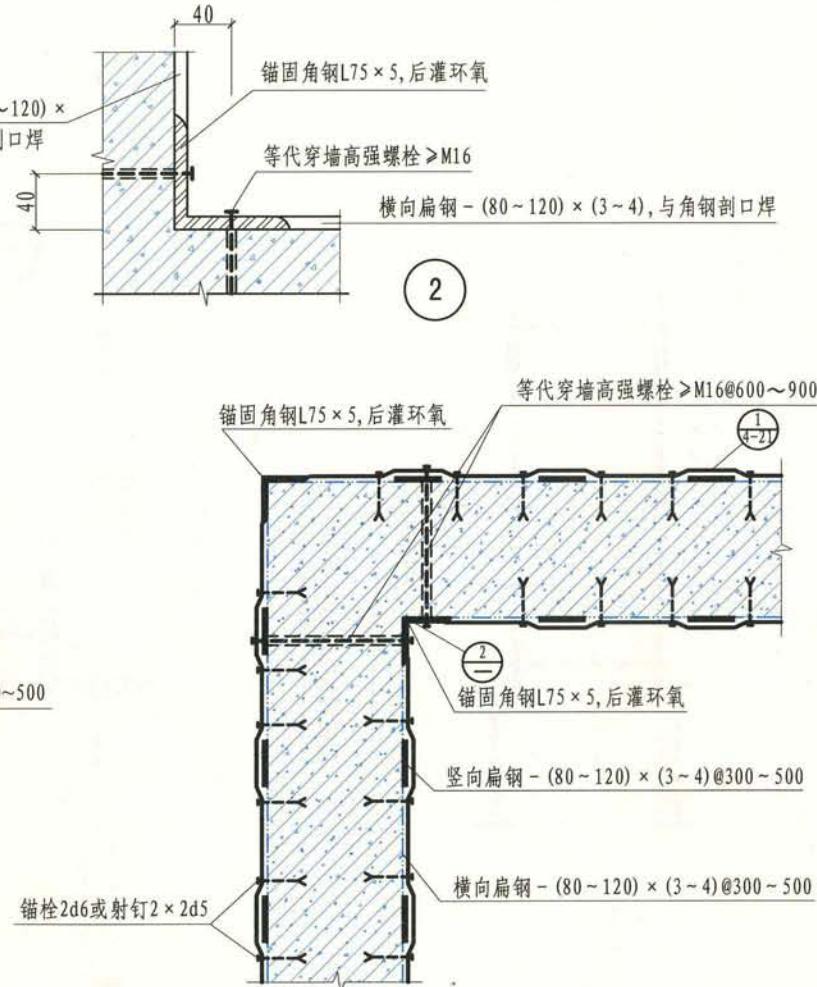
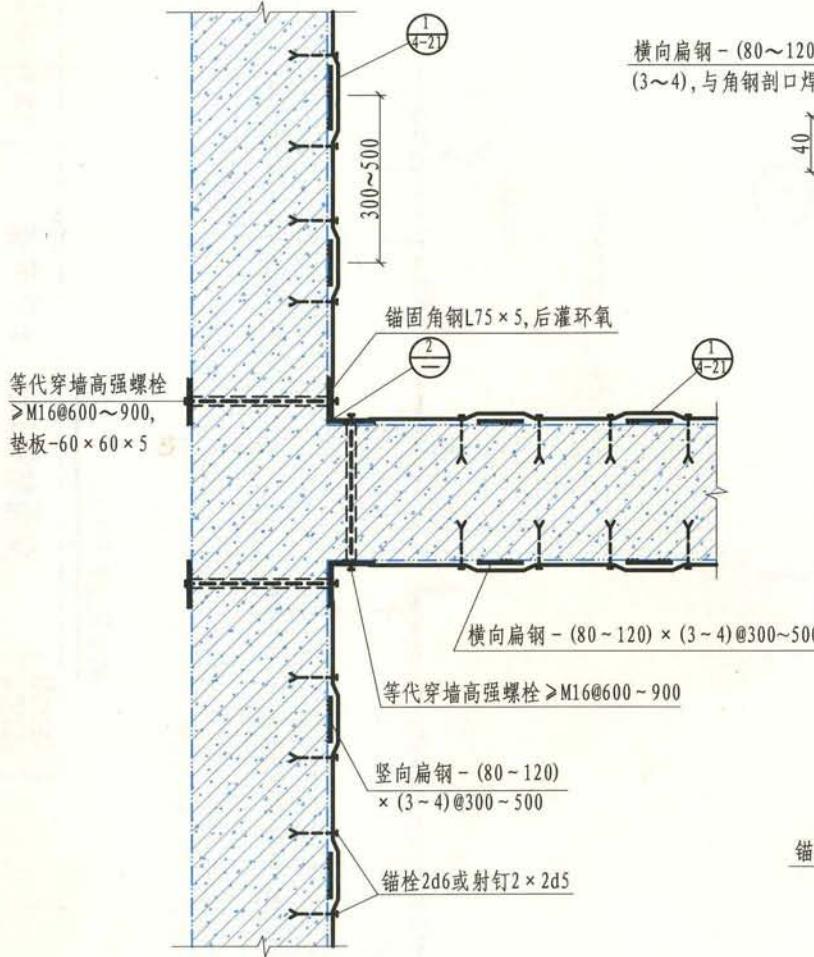
6-6

墙加固 板墙加固法	门窗洞口详图				图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页 4-20



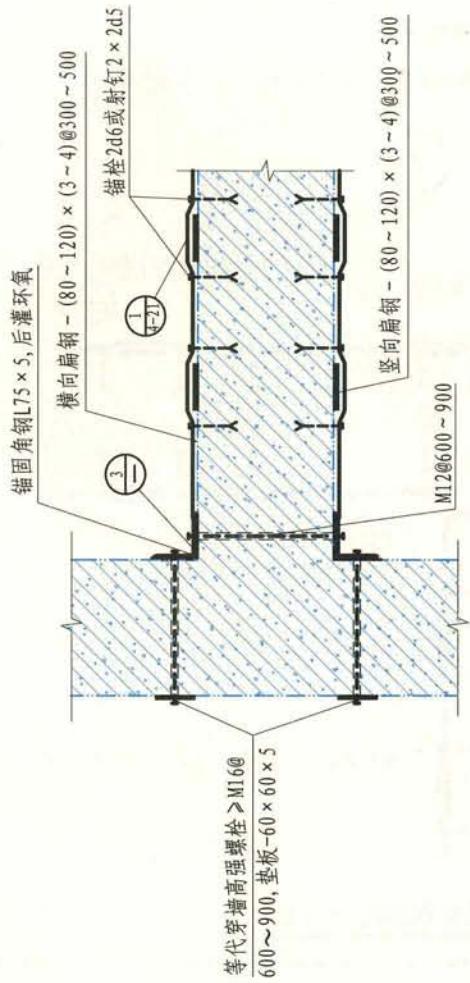
1 凿槽直贴

墙加固 粘钢法	双面粘钢T形、十字形节点				图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页 4-21

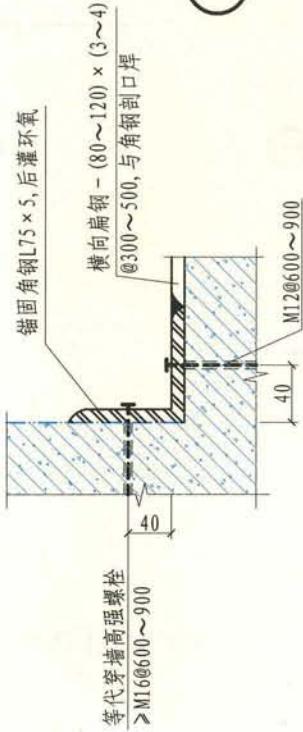


纵横墙双面粘钢加固 (L形节点)

墙加固 粘钢法	双面粘钢厂形/单双面粘钢T形节点	图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康 校对 陈瑜	设计 万墨林	万墨林 页 4-22

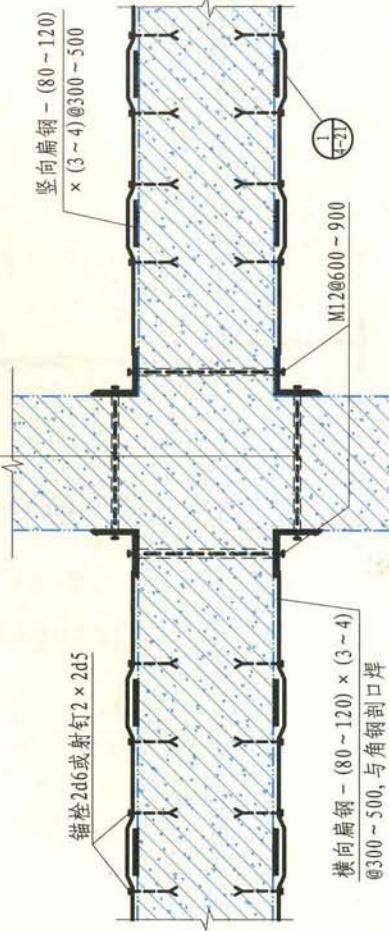


横墙双面粘钢加固(T形节点)



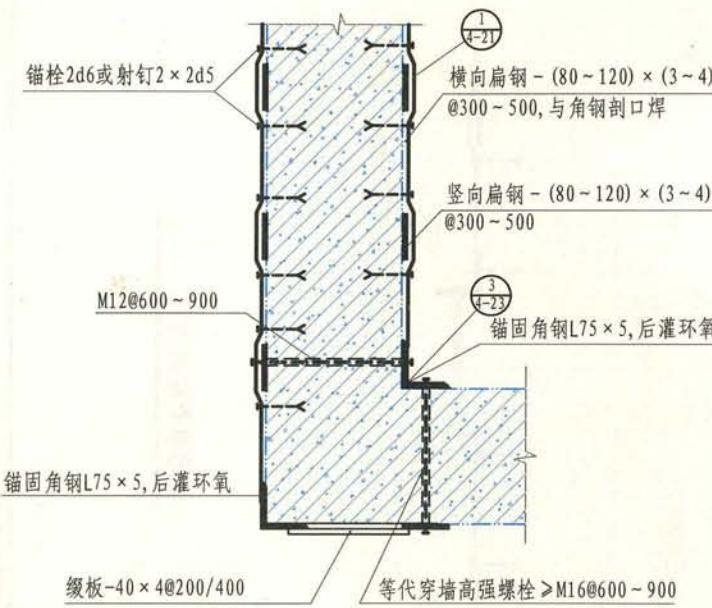
(3)

等代穿墙高强度螺栓 > M16@600~900

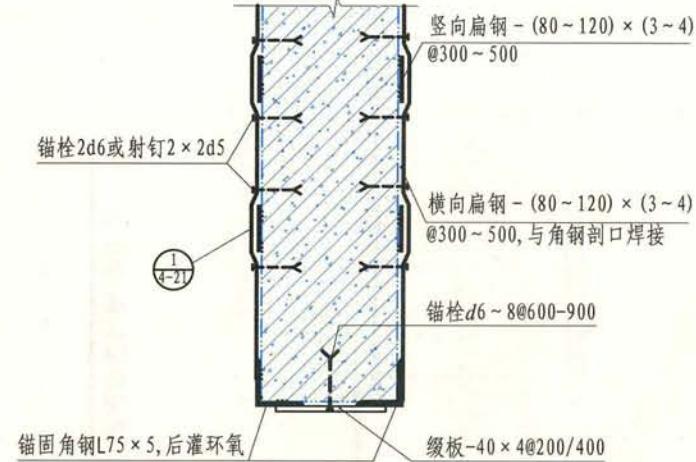


横墙双面粘钢加固(十字节点)

墙加固	双面粘钢T形、十字节点	图集号	06SG311-1
粘钢法 审核 陶学康 校对 陈瑜	设计 万墨林	页	4-23

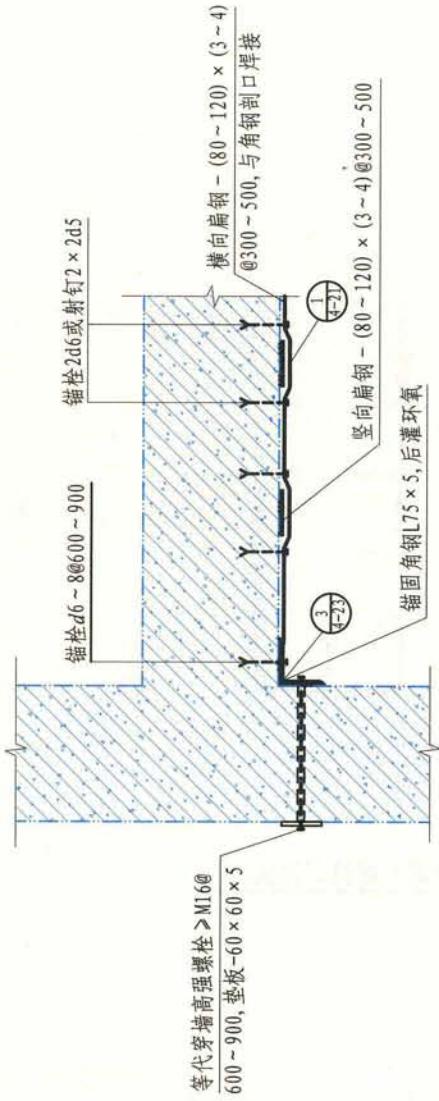


横墙双面粘钢加固 (L形节点)

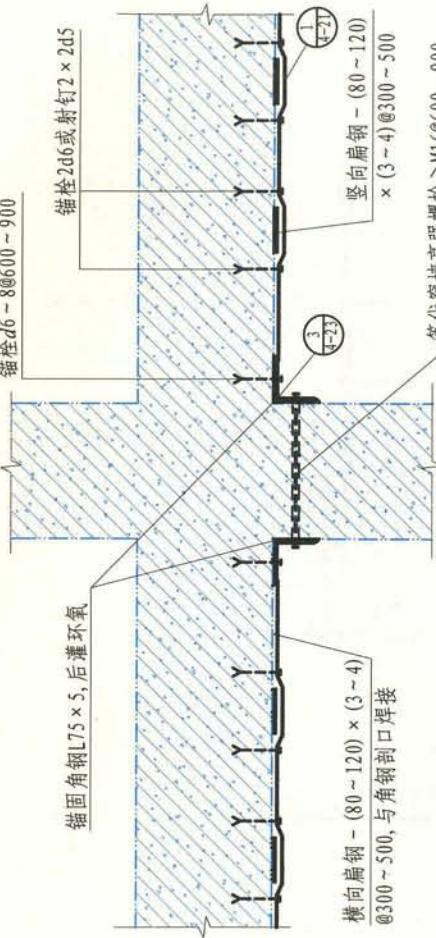


独立墙双面粘钢加固 (尽端)

墙加固 粘钢法	双面粘钢L形、尽端节点				图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页 4-24

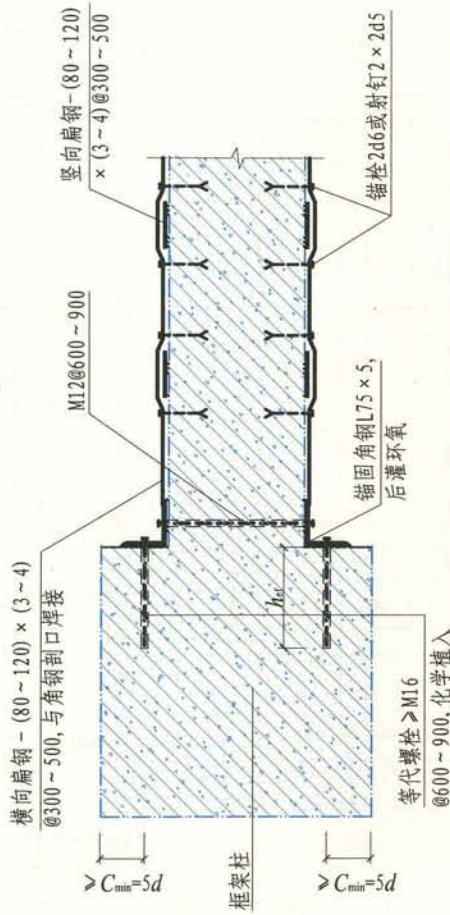


横墙单面粘钢加固(T形节点)

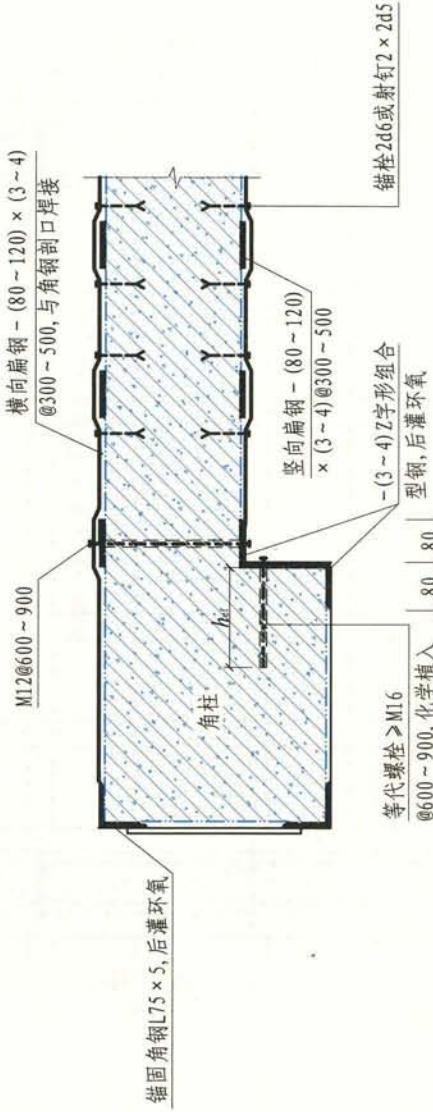


横墙单面粘钢加固(十字节点)

墙加固	单面粘钢T形、十字节点	图集号
粘钢法 审核 陶学康 校对 陈瑜	设计万墨林	06SG311-1 页 4-25



墙双面粘钢加固，与端柱连接



墙双面粘钢加固，与角柱连接

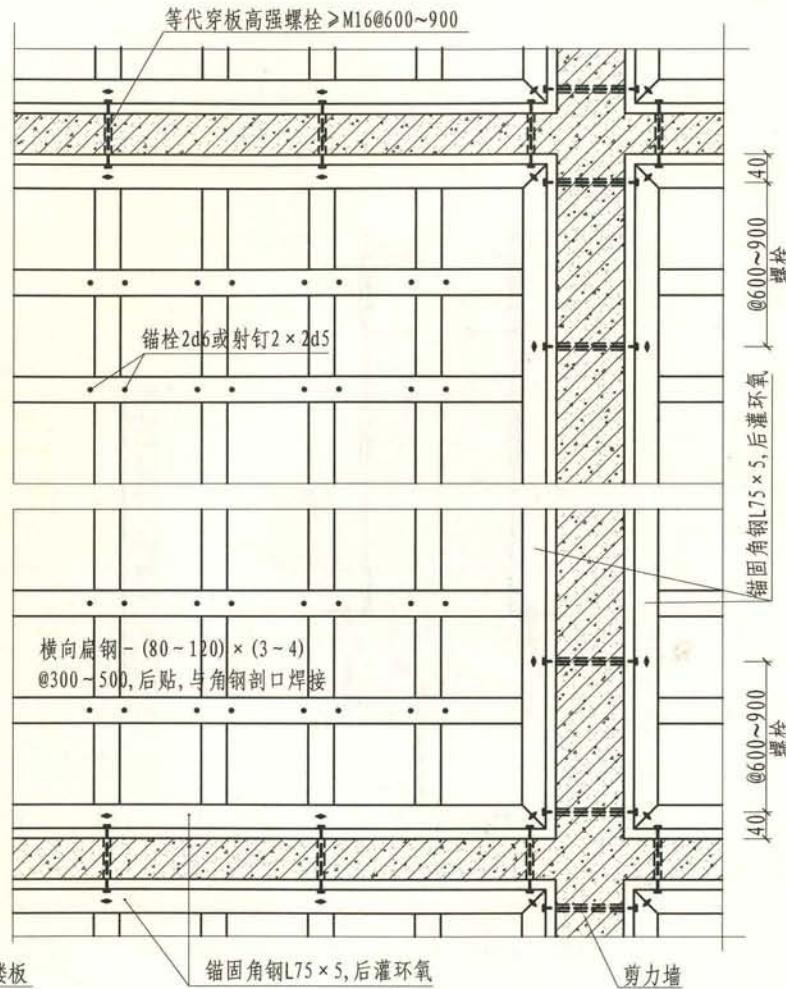
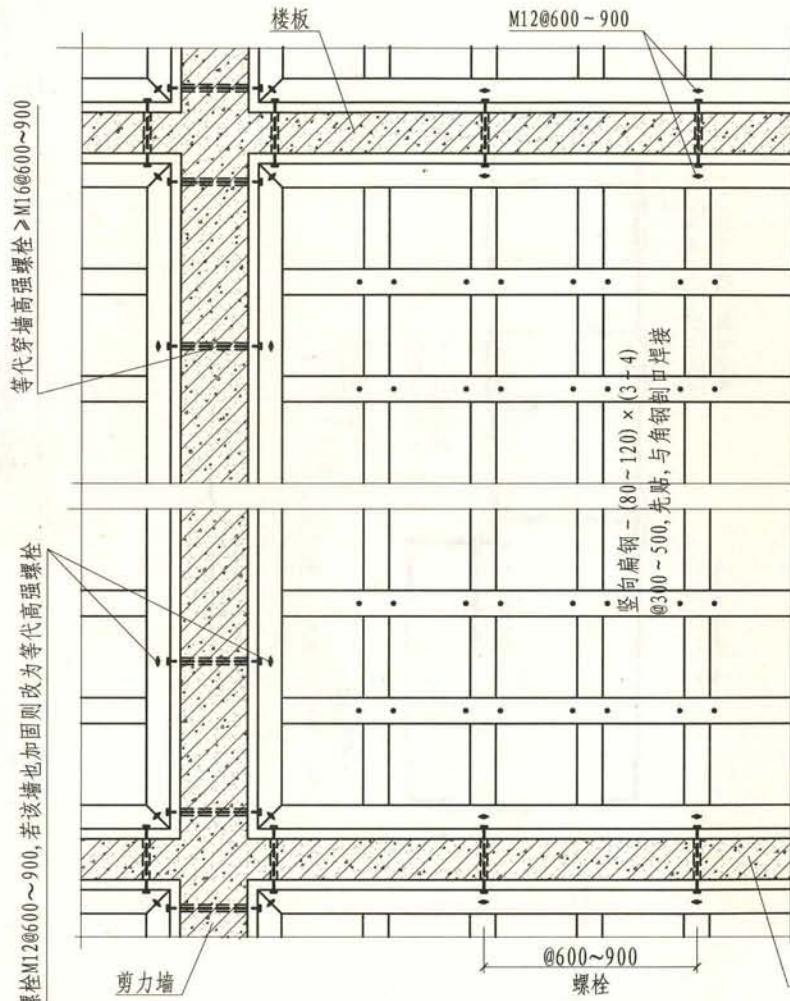
墙加固	粘钢法	墙柱连接	图集号
审核 陶学康	施工底稿	校对 陈瑜	设计 万墨林

万墨林

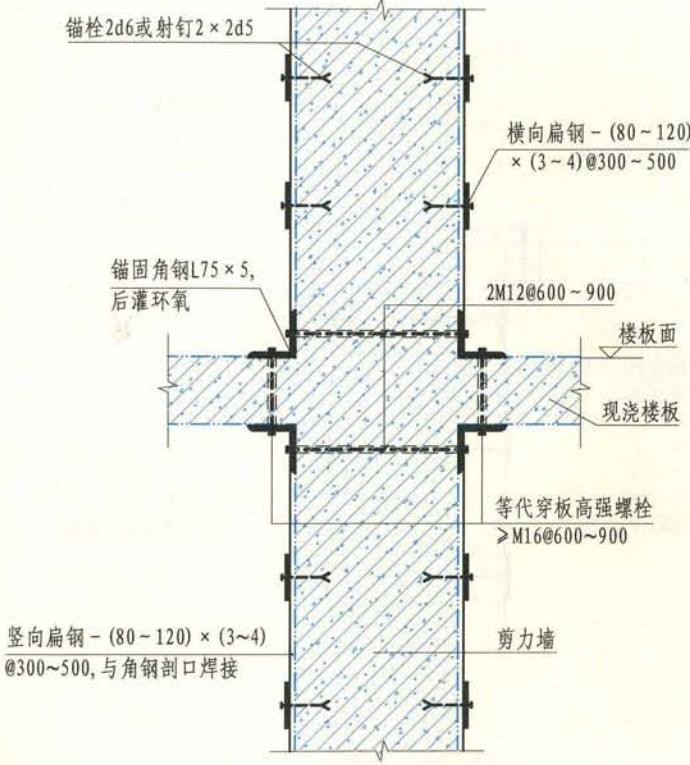
页

4-26

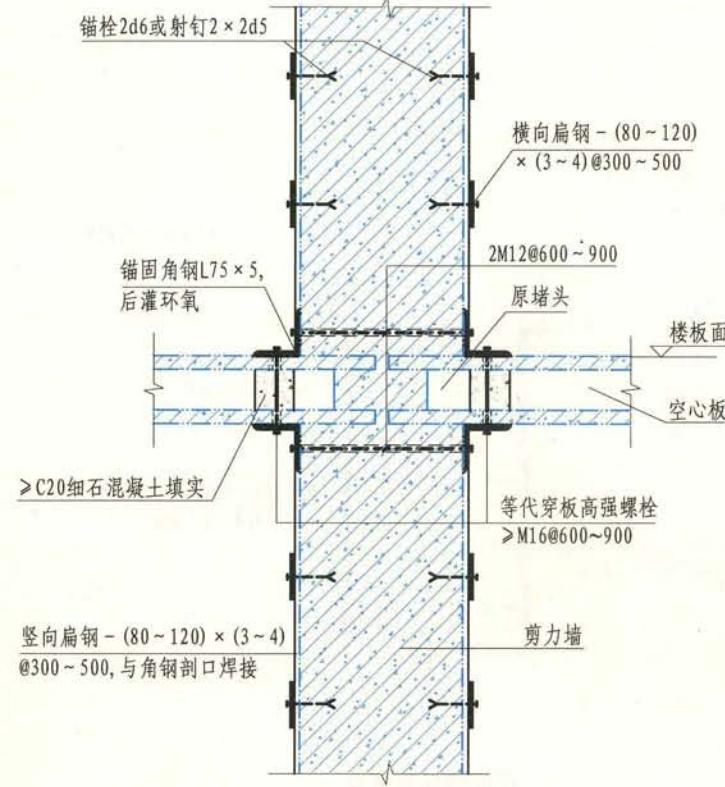
螺栓 M12@600~900, 若该墙也加固则改为等代高强度螺栓



墙加固 粘钢法	墙面扁钢布置	图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康 校对 陈瑜	设计 万墨林	万墨林 页 4-27

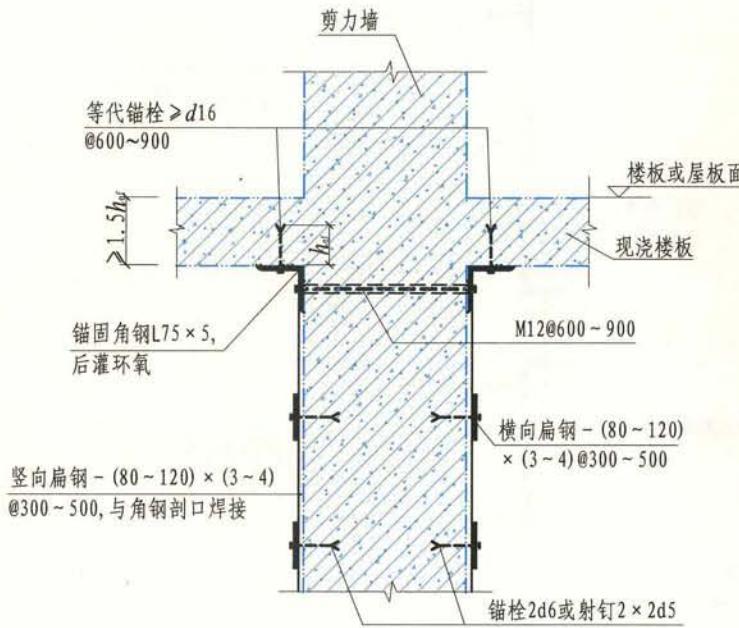


现浇楼板处做法

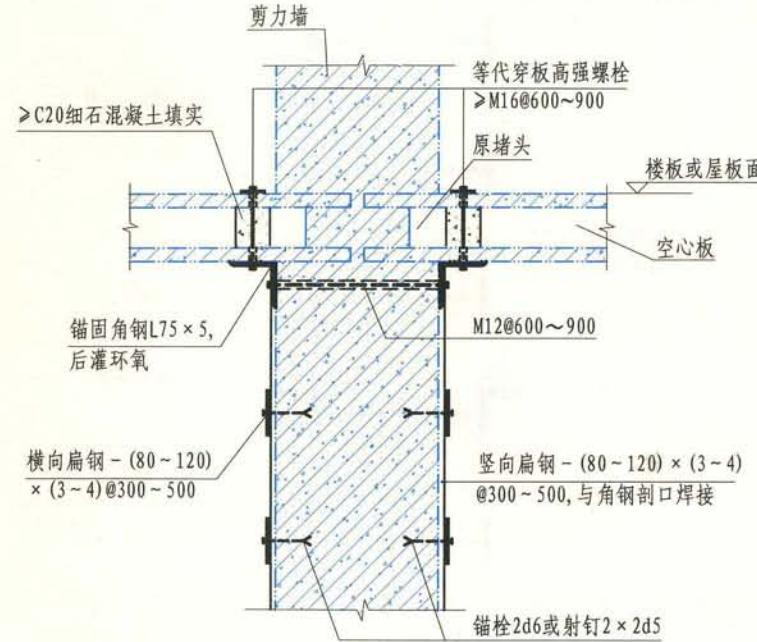


空心楼板处做法

墙加固 粘钢法		楼板处的连接做法				图集号	06SG311-1
审核	陶学康	陶学康	校对	陈瑜	丁海	设计	万墨林 万墨林

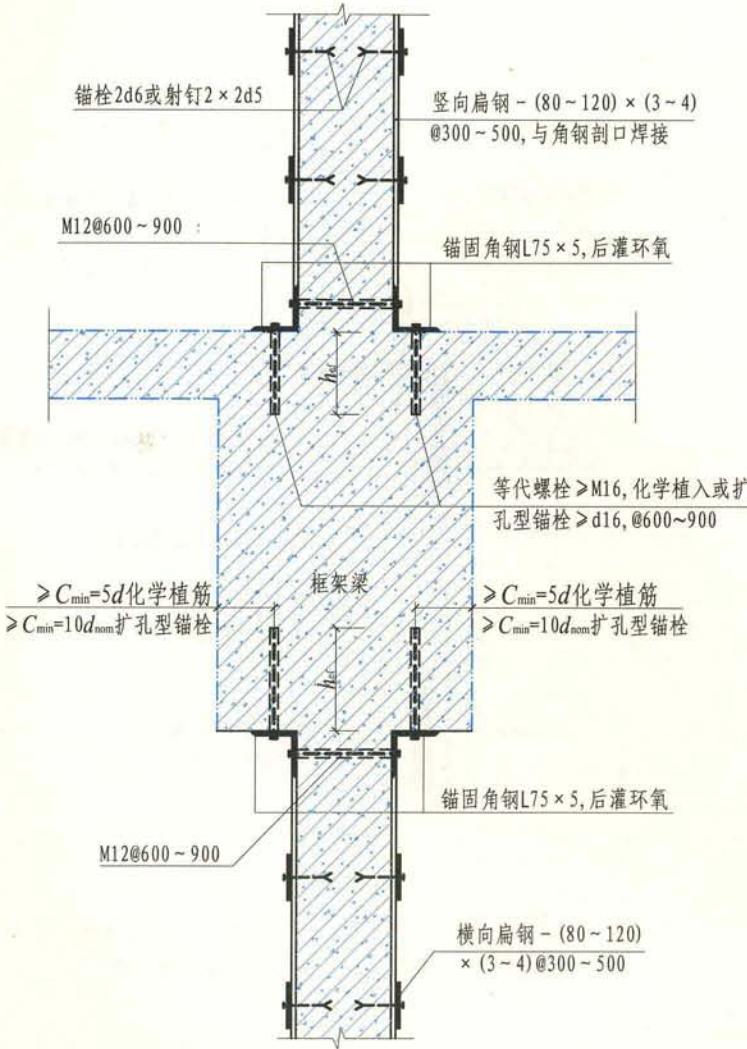


现浇楼板处收头

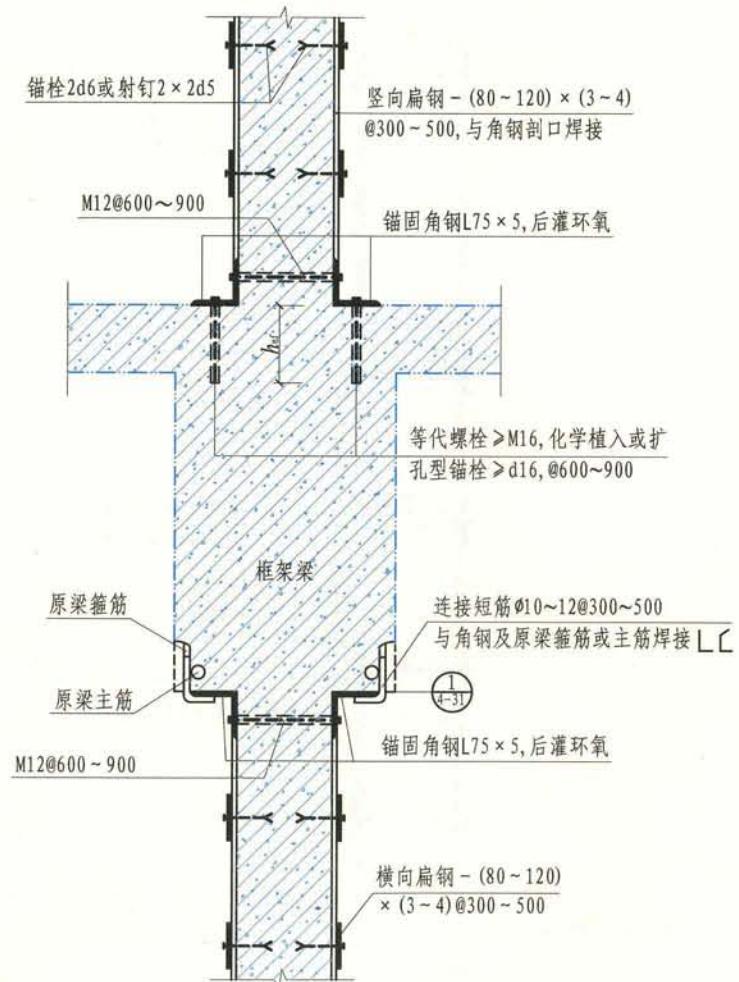


空心楼板处收头

墙加固 粘钢法	楼盖处收头做法				图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页 4-29

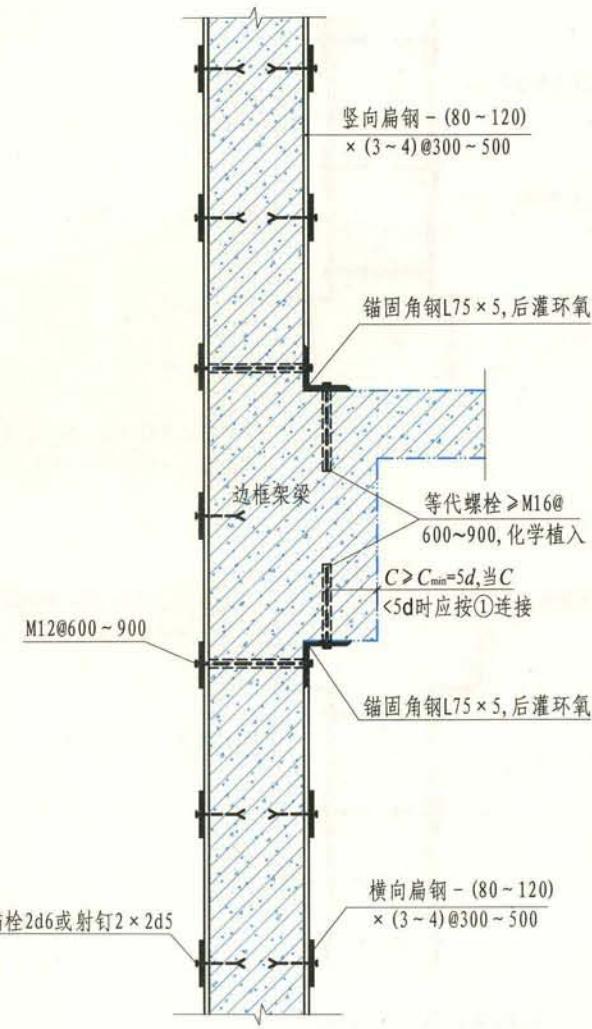


框架梁处做法(当梁宽度较大时)

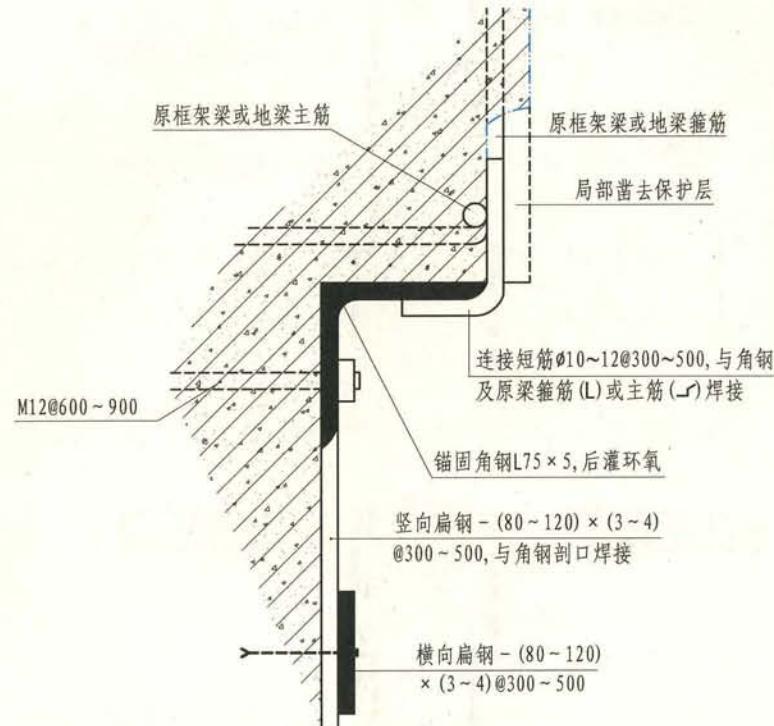


框架梁处做法(当梁宽度较小时)

墙加固 粘钢法	框架梁处做法				图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	丁瑜	设计 万墨林	万墨林	页 4-30



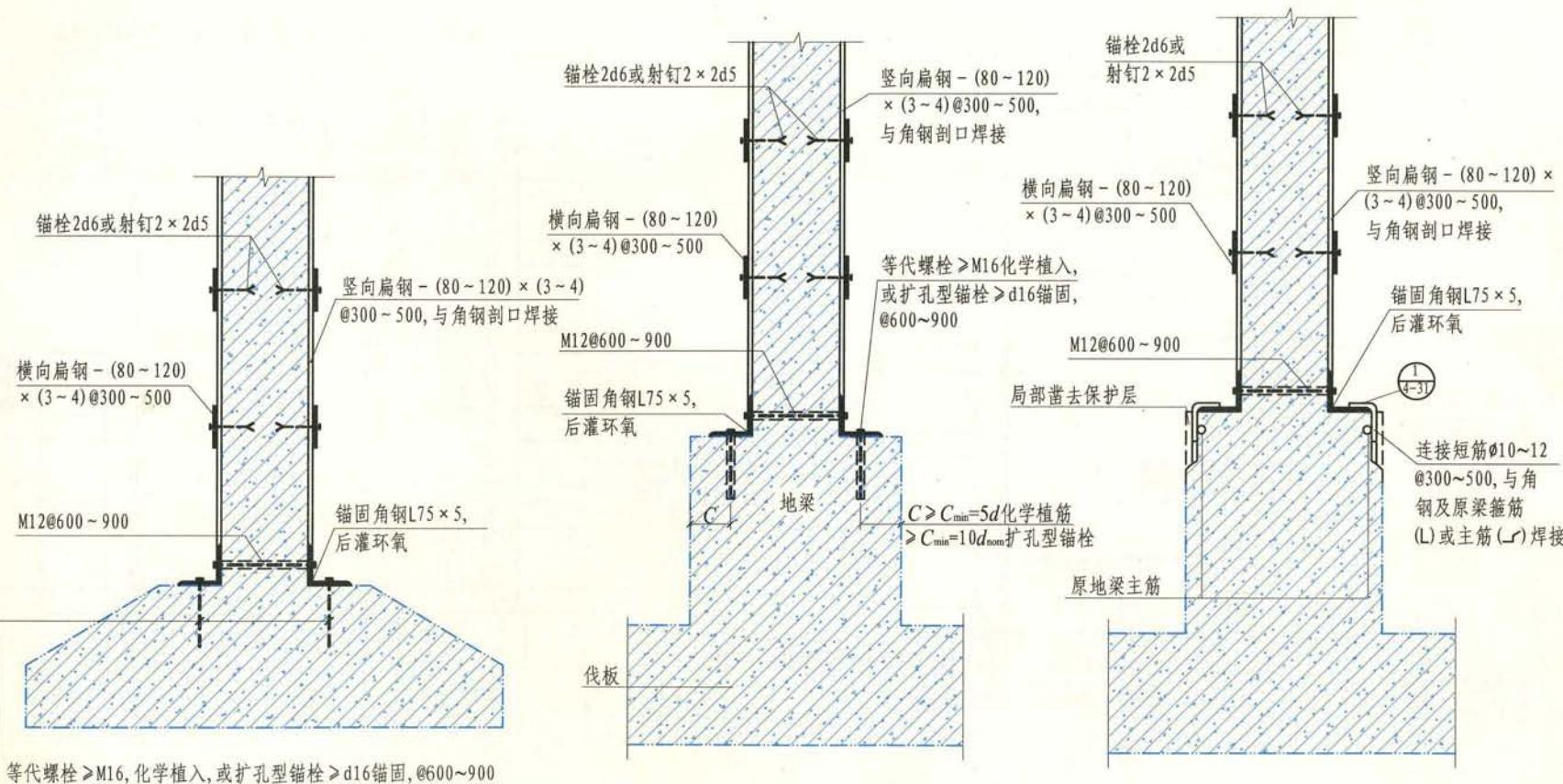
边框架梁处做法



1

当梁宽较窄, $C < C_{min} = 5d$ 时,
锚固角钢的连接构造

墙加固	边框架梁处做法				图集号	06SG311-1
粘钢法	审核	陶学康	校对	陈瑜	设计	万墨林
	陶学康		陈瑜	万墨林	万墨林	页

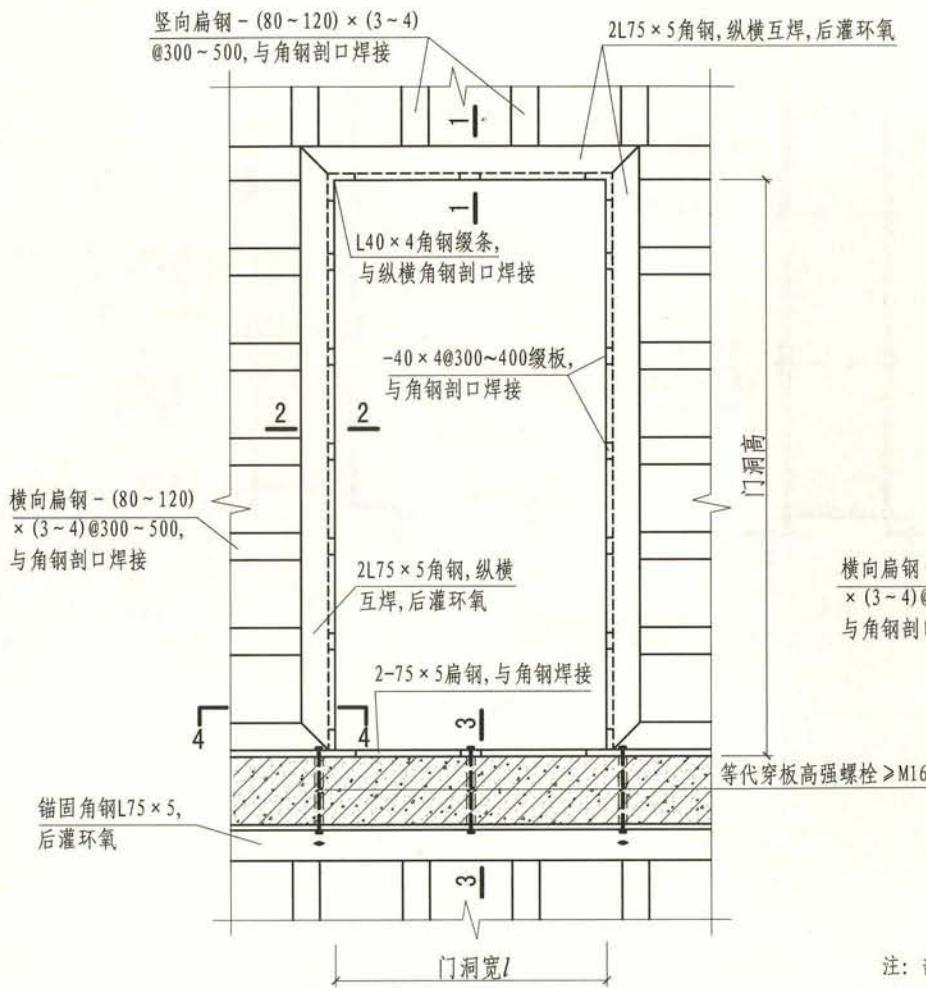


板式条形基础处做法

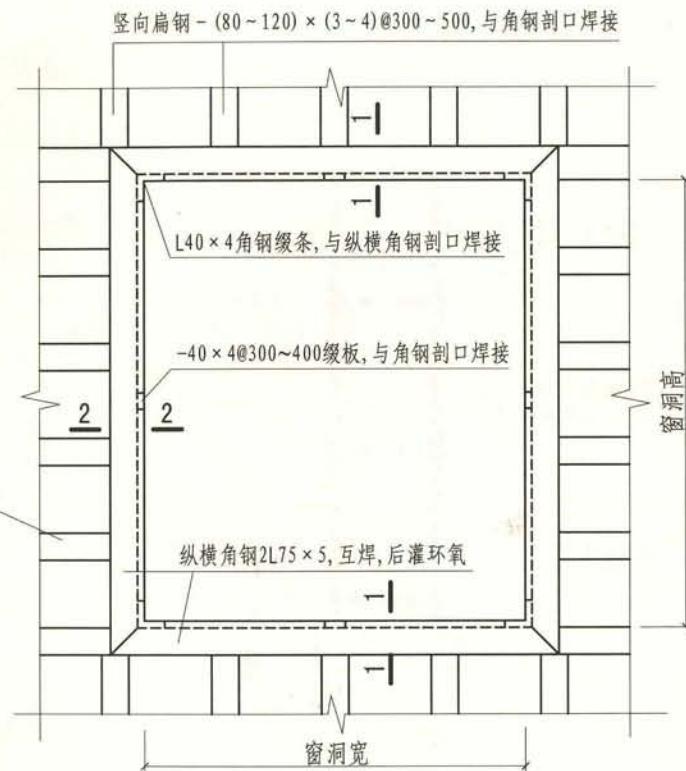
筏形基础处做法 (地梁较宽时)

筏形基础处做法 (地梁较窄时)

墙加固 粘钢法	基础连接做法				图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页	4-32

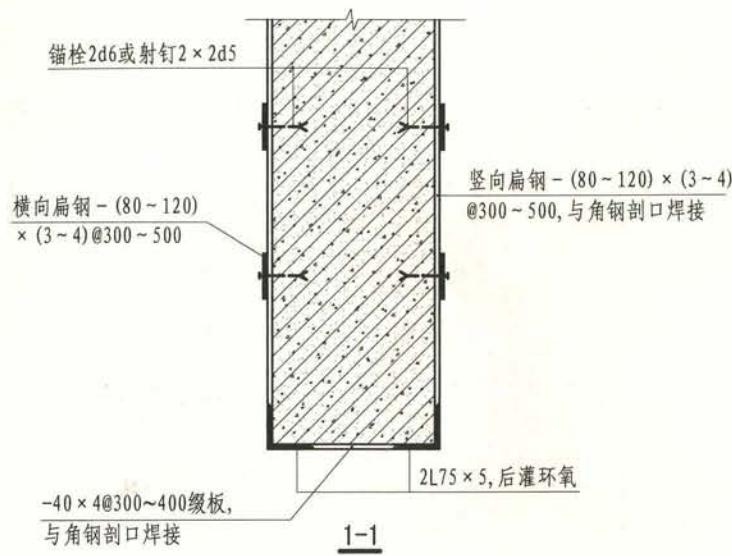


门洞口做法

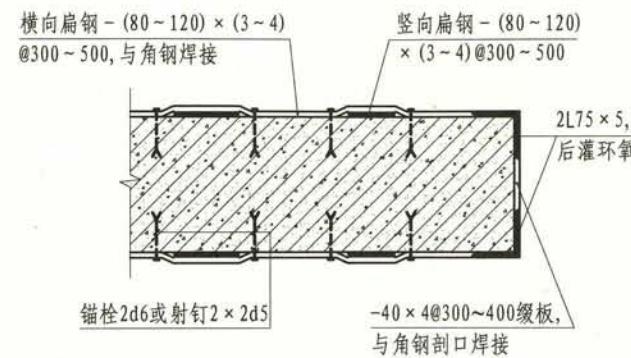


注: 剖面1-1、2-2、3-3、4-4见页4-34。

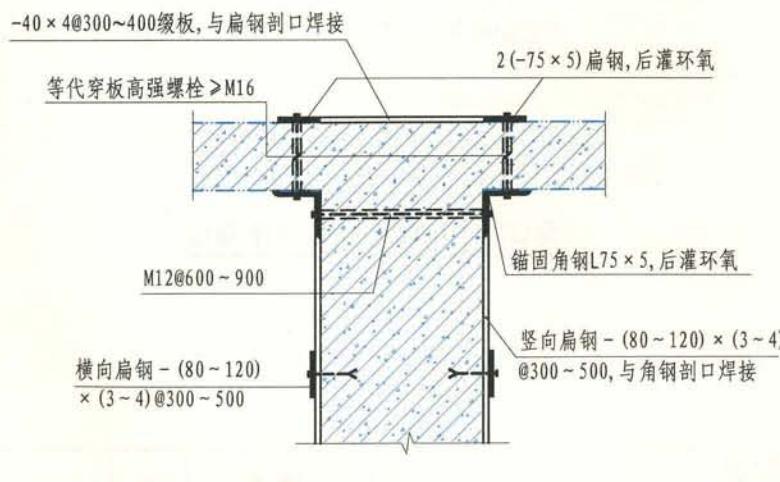
墙加固 粘钢法	门窗洞口做法				图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	丁加海	设计 万墨林	万墨林	页 4-33



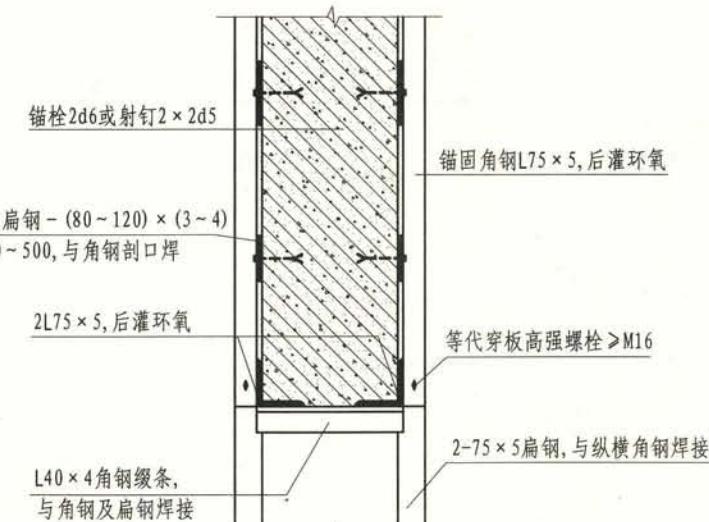
1-1



2-2



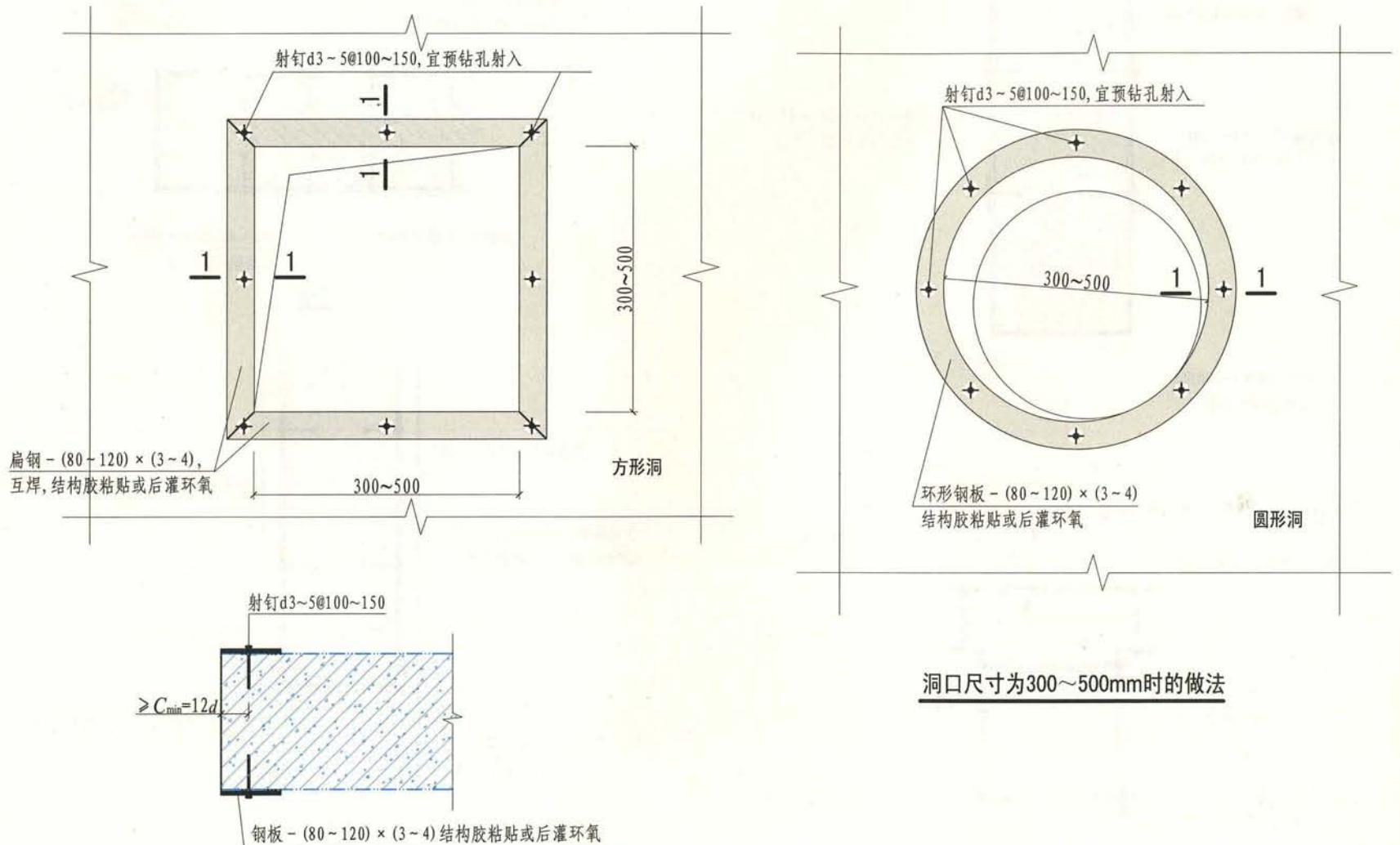
3-3



4-4

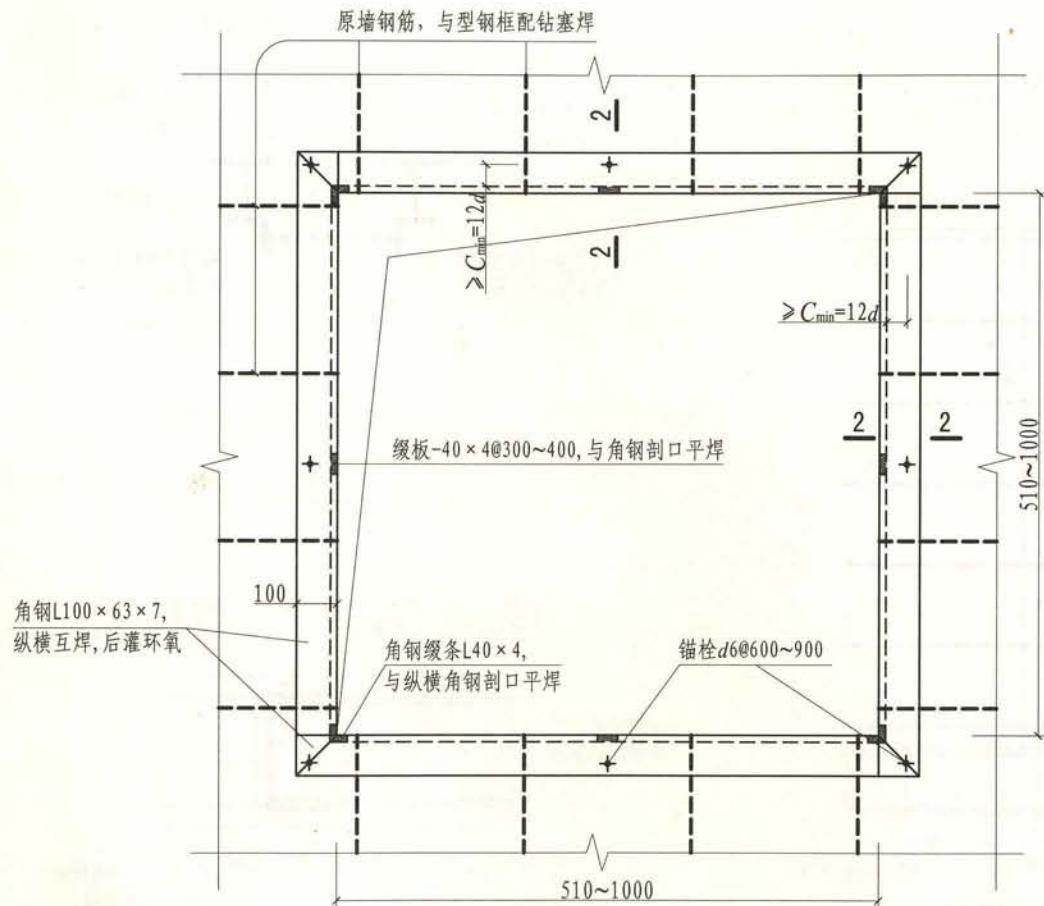
墙加固	门窗洞口剖面详图				图集号	06SG311-1
粘钢法						
审核	陶学康	陶学康	校对	陈瑜	设计	万墨林
				万墨林		页

4-34

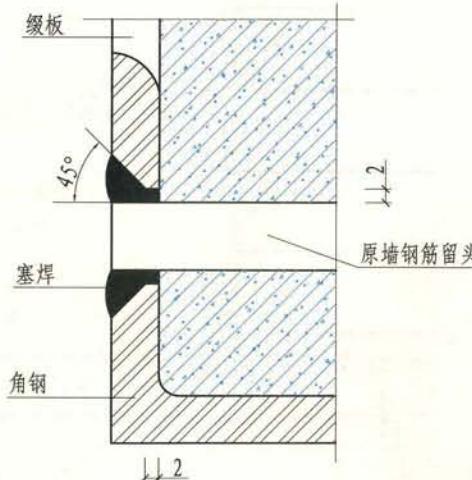
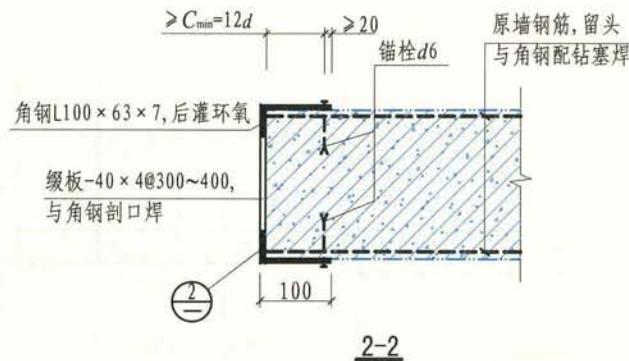


洞口尺寸为300~500mm时的做法

墙加固 墙开洞		洞宽为300~500mm时的做法				图集号	06SG311-1
审核	陶学康	陶学康	校对	陈瑜	万墨林	设计	万墨林

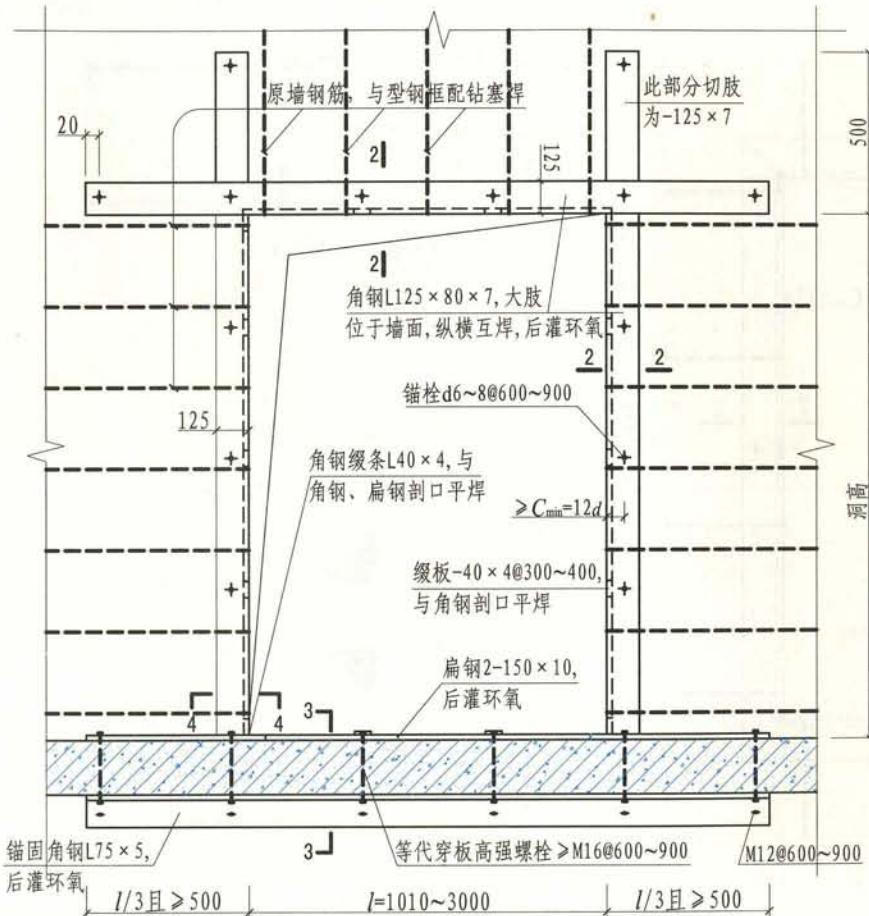


洞口尺寸为510~1000mm时的做法



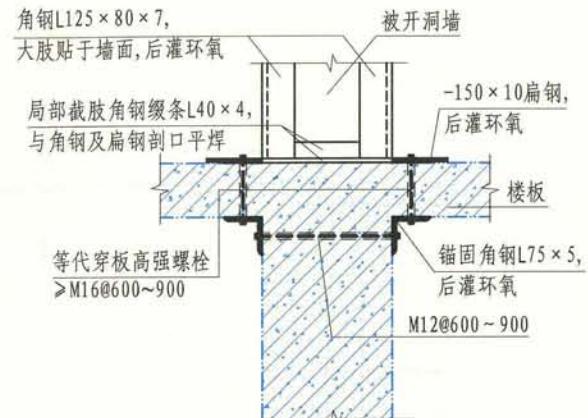
2 塞焊做法

墙加固 墙开洞	洞宽为510~1000mm时的做法					图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页	4-36	

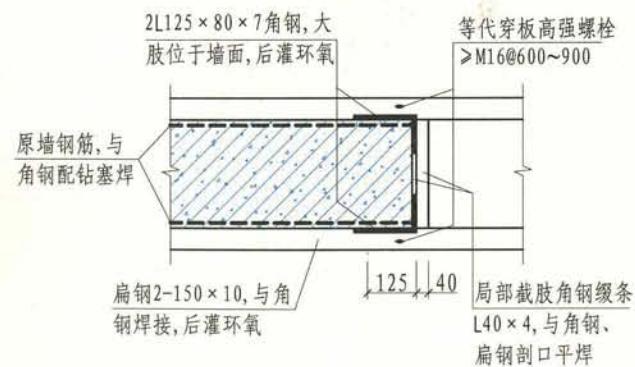


洞口尺寸为1010~3000mm时的做法

注: 剖面2-2见页4-36。



3-3



4-4

墙加固 墙开洞	洞宽1010~3000mm时的做法						图集号	06SG311-1
	审核	陶学康	陶学康	校对	陈瑜	设计		
							万墨林	万墨林
							页	4-37

5 梁加固

5.1 增大截面法

增大截面法加固梁分三种情况：只增加钢筋不增大混凝土截面；钢筋和混凝土截面同时增大；变截面加固。仅梁底正截面受弯承载力不足但相差不多时，可采用只增加钢筋而不增大混凝土截面。当正截面受弯承载力相差较多时，应钢筋和混凝土截面同时增大。对连续梁若梁顶负弯矩区受弯承载力也不足时，应双面加固。当梁受剪截面过小或斜截面受剪承载力过低必须箍筋和截面同时增大时，应采用四面或三面包套加固。从经济角度考虑，变截面加固最节省材料，简支梁跨中截面大两端小，框架连续梁两端大跨中小。

梁新增受力钢筋应由计算确定，但直径不应小于12mm，箍筋直径一般取8~10mm，间距300~500mm，加密区为150~250mm。梁新增混凝土层厚度，采用人工浇筑时，不应小于60mm，采用喷射混凝土施工时，不应小于50mm。混凝土强度等级应比原梁提高一级，且不低于C20。钢筋必须作保护层，只加钢筋情况可以高强水泥砂浆抹面保护。对于只加筋不增大混凝土截面情况，新增受力钢筋与原钢筋间可采用短筋焊接连接，短筋直径不应小于20mm，长度：双面焊时不小于5d，单面焊时不小于10d，短筋中距不应大于500mm，端部加密为250mm。混凝土围套箍应封闭。单面或双面加固可采用U形箍，U形箍应与原箍筋或主筋焊接；现浇梁顶板面U形箍亦可采用化学植筋锚于板。梁新增受力钢筋两端应有可靠锚固和连接，对于框架柱可采用化学植筋锚固，当柱截面较小时，也可直接钻孔通过，并后

灌胶粘结。为增强新旧混凝土的粘结能力，结合面应凿毛、刷净，并涂刷混凝土界面结合剂一道。

5.2 外包钢法

外包钢法加固梁是一种既简便又可靠的加固方法，特点是截面尺寸影响较小，承载力可大幅度提高。梁截面承载力不足加固分为三种情况：正截面受弯承载力不足；斜截面受剪承载力不足；受弯受剪承载力均不足。正截面受弯承载力不足时，对于跨中正弯矩，一般是采用角钢外包于梁底两角；对于T形截面连续梁顶负弯区，一般是采用双扁钢外包。单纯斜截面受剪承载力不足时，一般是采用“缀板+螺杆”进行加固；为形成封闭箍，构造上尚应辅之以短角钢（长度与缀板宽度相等）和垫板（兼缀板）。

外包钢规格应由计算确定，其最小尺寸：受力角钢为L50×5，受力扁钢为-100×5，缀板为-40×4，间距应为角钢截面回转半径r，一般加密区取@200非加密区取@400，螺杆为M14@200/400；对于重型吊车梁，角钢应为L75×5，扁钢为-150×5，可利用原有轨道螺栓孔设置竖向箍板，间距不变，为600，箍板规格，端部取-200×5，中部取-80×5，其间根据剪力包络图渐变。T型梁斜截面加固，为减少竖向箍穿翼缘钻孔，可采用大直径高强螺栓（如≥M16, 8.8级~12.9级），间距可以加大到@400~600，但注意高强螺栓不宜焊接，应采

梁加固	梁加固说明				图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页 5-1

用辅助短角钢连接。

框架梁纵向外包受力角钢及扁钢端部必须有可靠的锚固，一般有组合型钢箍、穿孔高强螺栓和化学植筋等几种锚固方式。型钢箍分别设于梁上下面柱根，中柱上表面为 $4L100 \times 63 \times 6$ （称为型钢箍），边柱为 $3L100 \times 63 \times 6 + (-100 \times 5)$ （称为组合型钢箍）；下表面为 $4 \times (-100 \times 5)$ （称为扁钢箍）。穿孔高强螺栓为 $\geq 2M16, 8.8$ 级~12.9级，宜用水钻成孔。化学植筋因锚固深度 $h_{ef}=21 \sim 29d$ 较大，且有最小边距 $C_{min}=5d$ 等限制，一般较少采用；国内外有采用“化学植筋+膨胀锚栓”的双重锚固方式，如下图5.2所示，锚固深度 $h_{ef} \geq 12d$ ，可避免基材破坏，满足钢筋拉断延性破坏要求。

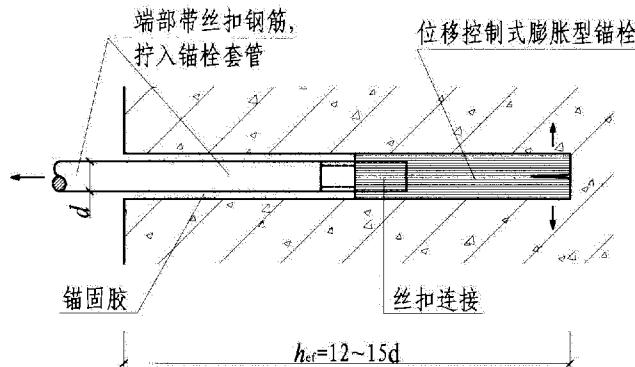


图5.2 组合型锚栓

外包型钢与梁基材混凝土的结合，有后灌环氧树脂和乳胶水泥粘结两种工艺方案，因后者时限较短，仅适合于工作量较小的外包钢加固工程，本图集主要推荐后灌环氧方案。

5.3 粘钢法

粘钢法加固梁是用特制结构胶将钢板粘贴于梁的上下受力表面，用以补充梁的配筋量不足，达到提高梁截面承载力的目的。与外包钢法相比，粘钢法较适合于梁的正截面受弯加固，尤其是简支梁；斜截面受剪粘钢加固，因构造上较难处理，受力也不够理想，较少采用。本图集推荐碳纤维斜截面受剪加固法，而正截面受弯加固采用粘钢法，二者合用后简称复合加固法或综合法。

粘钢法受力钢板规格应由计算确定，钢板厚度应与梁基材混凝土强度相应，其最佳适配关系详见表2.5.3-2规定。粘钢法所用结构胶质量应可靠，性能指标详见表2.5.3-1规定。从目前有机胶的动力疲劳和长期耐久性考虑，本图集对粘钢法中主要受力钢板，采用锚栓进行了附加锚固；锚栓规格为 $d10 \sim 12$ ，间距取 $S_{cr,N} \sim 2S_{cr,N}$ ， $S_{cr,N}$ 为锚栓临界间距， $S_{cr,N}=3h_{ef}$ ，关键部位应粗而密。

框架梁上下受弯纵向钢板，最大应力点在节点和边端部，因此，钢板端部应有可靠锚固。对于梁顶钢板，为避免柱子阻断，一般是齐柱边通长布置在梁有效翼缘内；边跨尽端，应弯折向下贴于边梁外侧，并以 $d12$ 锚栓进行附加锚固和收头，或现场配焊以 $L200 \times 125 \times 12$ 短角钢，再以 $d12$ 锚栓锚于边梁外侧；当尽端边梁顶为混凝土墙或砖墙时，可以高强螺栓穿墙锚固。对于梁底钢板，一般是采用封闭式扁钢箍锚固于柱，扁钢箍规格为 -120×5 ；由于柱子一般比梁宽，

梁加固	梁加固说明					图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页	5-2	

为便于连接和传力，钢板端部应相应加宽，并通过等代扁钢将钢板所受拉力直接传给受力方向的箍板。因框架梁受力钢板锚固连接中存在大量的焊接，而这种焊接绝大部分属现场配焊，为避免高温对胶的不利影响，此部分钢板不宜采用预粘工艺，应采用后灌工艺。

5.4 纤维复合材料加固法

纤维复合材料加固法(简称纤维法)加固梁，是用特制的结构胶将碳纤维、S或E玻璃纤维等复合纤维片材粘贴于梁的受力表面，用以补充梁的配筋量不足，达到提高梁的正截面受弯承载力和斜截面受剪承载力的目的，是曲面梁加固的最佳方法。正截面受弯加固，纤维片受力丝应沿纵向贴于梁的上下受拉面；斜截面受剪加固，受力丝应沿横向环绕贴于梁周表面。

纤维复合材料加固受力纤维片规格，包括面积质量、宽度、层数、弹模及强度等，应由计算确定，常用碳纤维面积质量为 $200\sim300\text{ g/m}^2$ ，玻璃纤维面积质量为 $300\sim450\text{ g/m}^2$ ，宽度与梁宽相应，层数1~3层，设计中应尽量采用少层、高弹模，忌多层、低弹模。

从目前纤维复合材料加固所用结构胶的长期耐久性考虑，本图集对主要受力纤维片采用了“射钉+压结钢片”附加锚固措施。射钉规格一般为d3~5，间距为@100~200；射钉施射，除小直径、薄钢片及低强混凝土可采用直接射入外，对于粗钉、厚钢件及高强混凝土，一般宜预先对钢件钻孔，对基材混凝土预钻较小较短孔，然后将钢钉射入。

连续梁及框架梁在节点部位弯距最大，纵向受力纤维的锚固处理是关键。对于梁顶纵向纤维片，当无障碍时，一般是通长直接贴于梁顶面；当有障碍时，可齐柱根分两条贴在梁的有效翼缘之内。纤维片在梁端应向下弯折贴于端边梁侧面，其延伸长度应 $\geq l_c$ (l_c 按GB50367计算确定)，转折处以角钢压条压结，尽端以薄钢片压结。梁底纵向纤维片在柱处可采用“锚固角钢+穿孔高强螺栓”锚固传力，即纵纤维片到柱处应弯折贴于柱，用 75×5 短角钢满压，以等代高强螺栓穿柱对拉，锚固角钢与纤维片间后灌环氧使之结为一体。

斜截面受剪环向纤维箍应闭合，对于矩形截面梁一般不成问题。对于T形工形截面梁，可采用“穿板高强螺栓+连接箍板+压结角钢”使之形成受力环路。

5.5 体外预应力法

体外预应力法加固既有梁，按工艺方法的不同分为高强钢筋机械张拉和普通钢筋手工张拉，按预应力筋布置方式在受力上的差异分为直线布筋及折线布筋。机械张拉适用于任何钢材和工况，但最多的是钢绞线、热处理钢筋及消除应力钢丝等高强度钢材和大跨度梁及连续梁加固；手工张拉主要是横向张拉，工艺简单，但因钢筋弯折角度较大弯转半径较小，仅适用于HPB235和HRB400等低强度热轧钢筋和中小跨度($l\leq 6\text{m}$)简支梁。直线布筋适用于简支梁正截面受弯承载力不足的加固，钢筋布于梁底受拉面；折线预应力布筋适

梁加固	梁加固说明						图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	丁海	设计 万墨林	万墨林	页	5-3	

用于斜截面受剪承载力和正截面受弯承载力均不足的加固，钢筋沿弯距图方向布置顺剪力增大方向转折。

体外预应力筋数量和规格应由计算确定，既有梁加固一般取两根，即梁侧两面各一根。计算方法详见《无粘结预应力混凝土结构技术规程》JGJ92-2004。体外预应力筋的应力设计值 σ_{pu} (MPa)宜按下列公式计算：

$$\sigma_{pu} = \sigma_{pe} + 100, \text{ 且 } \sigma_{pu} \leq f_{py} \quad (5.5-1)$$

式中： σ_{pe} —预应力筋的有效预应力值；

f_{py} —预应力筋抗拉强度设计值，由偏斜拉伸试验方法确定。

体外预应力筋的张拉控制应力 σ_{con} 应满足表2.8.2规定。

对于低强热轧钢筋简支梁加固，当预应力筋紧贴梁底面布置，并经嵌填抹灰处理，筋、梁能随同一道挠曲时，体外预应力筋可视作梁中配筋，近似按普通混凝土梁方法进行正截面受弯承载力计算，按下列公式进行斜截面受剪承载力计算：

$$V - V_p . V_{cs} + 0.05 N_{pe} \quad (5.5-2)$$

$$V_p = \begin{cases} 0 & (\text{水平拉杆}) \\ N_{pe} \frac{\sin \theta}{1 + 0.9 \sin \frac{\theta}{2}} & (\text{下撑式拉杆}) \end{cases} \quad (5.5-3)$$

式中 V —梁端剪力设计值；

V_{cs} —原梁斜截面受剪承载力设计值；

N_{pe} —拉杆有效预应力值；

V_p —下撑式拉杆 N_{pe} 所产生的梁端剪力值。

当采用横向张拉器建立预应力 σ_{con} 时，横向张拉量 Δ 值，按下列方法计算：

水平拉杆加固法（图5.5a）：

$$\Delta = L \sqrt{\left(\frac{\sigma_{con}}{E_s} + 1\right)^2 - 1} \quad (5.5-4)$$

下撑式拉杆加固法（图5.5b）：

$$\Delta = (L - 2a) \sqrt{\left\{\frac{\sigma_{con}}{E_s} \left[1 + \frac{1}{(\frac{L}{2a} - 1) \cos \theta}\right] + 1\right\}^2 - 1} \quad (5.5-5)$$

式中 L —拉杆两端锚固点间的水平长度；

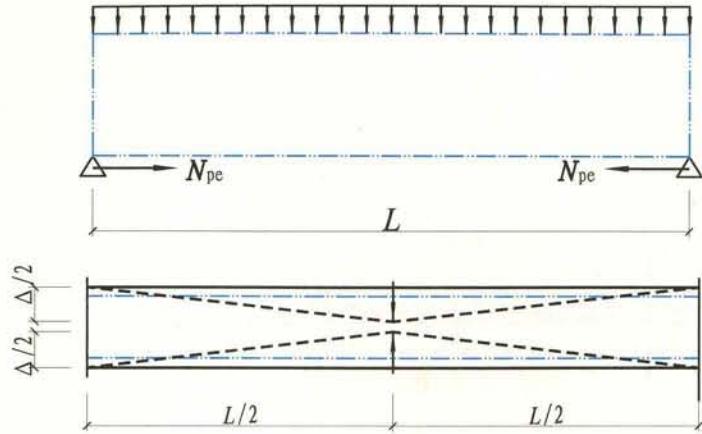
a —下撑式拉杆斜段水平长度；

θ —下撑式拉杆斜段水平倾角。

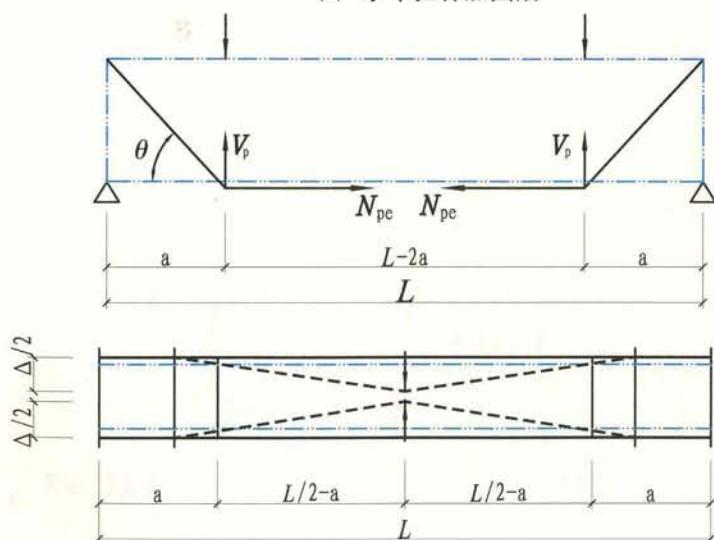
折线式布筋支承节点处预应力筋的倾角 θ 不应过大，曲率半径 R 不宜过小，应满足表5.5-1规定。

除本图集规定外，体外预应力梁设计施工尚应满足JGJ92-2004第5.4节有关规定。

梁加固	梁加固说明					图集号	06SG311-1
审核	陶学康	陶学康	校对	陈瑜	万墨林	万墨林	页 5-4



(a) 水平拉杆加固法



(b) 下撑式拉杆加固法

图5.5 横向张拉量 Δ 计算简图

表5.5-1 预应力筋弯折倾角及曲率半径限制

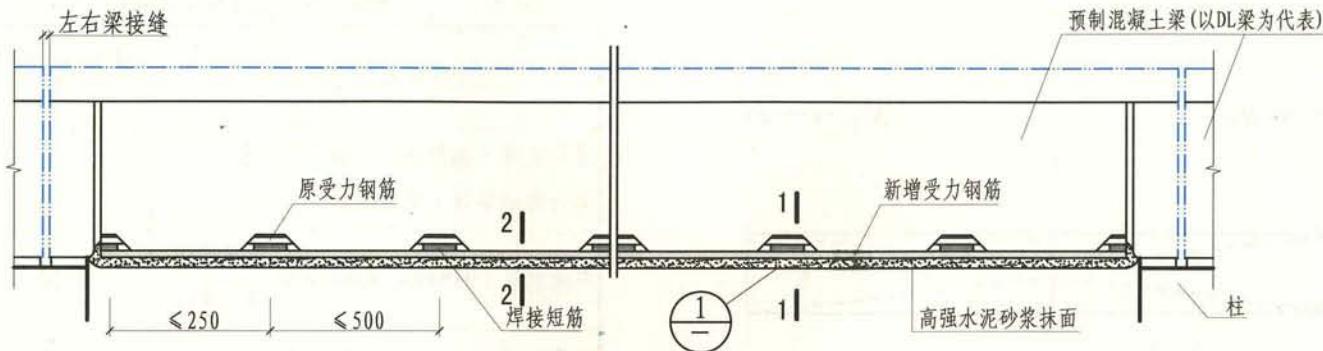
钢筋类别及工艺方法	最大水平倾角 θ (°)	最小曲率半径 R (mm)
高强钢筋(钢绞线、消除应力钢丝、热处理钢筋等)机械张拉	15	2000
中强钢筋(HRB400、RRB400)	30	1000
		5d
低强钢筋(HPB235、HRB335)手工张拉	45	3d

注: d 为预应力筋直径。

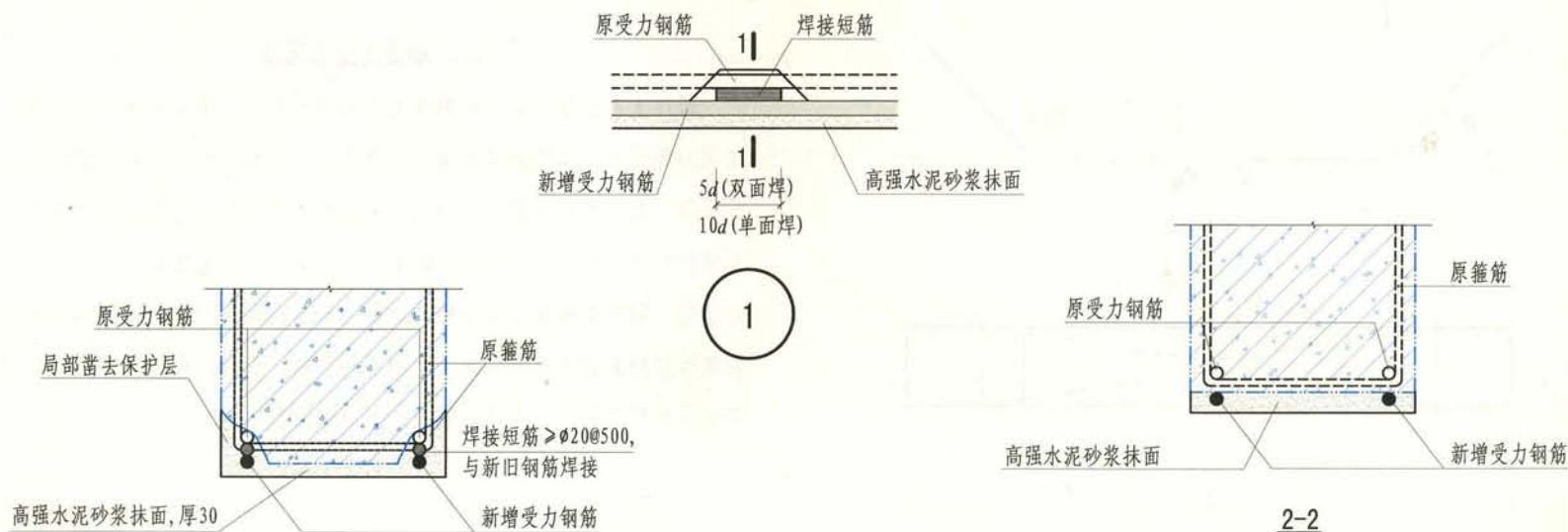
5.6 增设支点加固法

增设支点法加固梁，分刚性支点与弹性支点、预加支承力与非预加支承力等情况。本图集仅推荐几种刚性支点预加支承力方案，理由是简单可靠，对使用空间影响也不大。若以框架梁为例，可采用组合钢管或无缝钢管作支撑，支撑锚固于框架柱，斜向支顶于框架梁跨中或三分点处梁底。钢支撑按轴心受压杆件计算，长细比 L_0/i 不应大于150。对于框架柱应验算钢支撑附加水平力的不利影响。预加支承力以打入钢板模办法产生较为简单，大小以梁顶不出现裂缝为宜。

梁加固	梁加固说明				图集号	06SG311-1
审核陶学康	陶学康	校对陈瑜	设计万墨林	万墨林	页	5-5

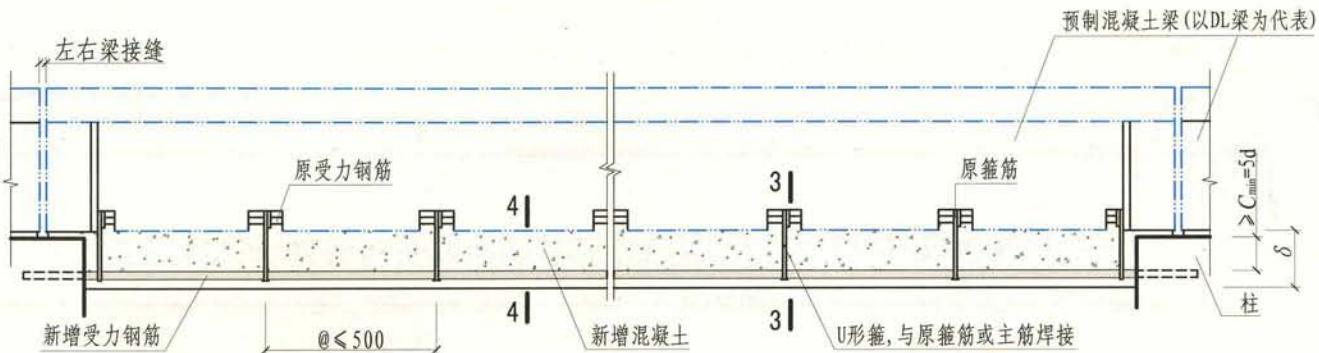


简支梁，只增加钢筋，不增大混凝土截面

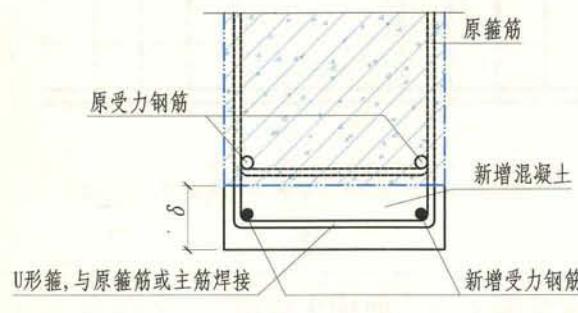
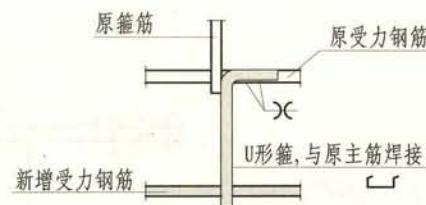
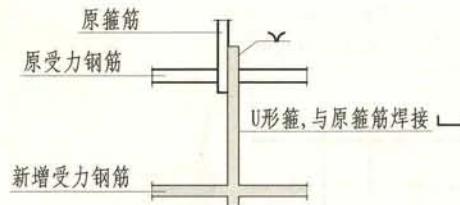
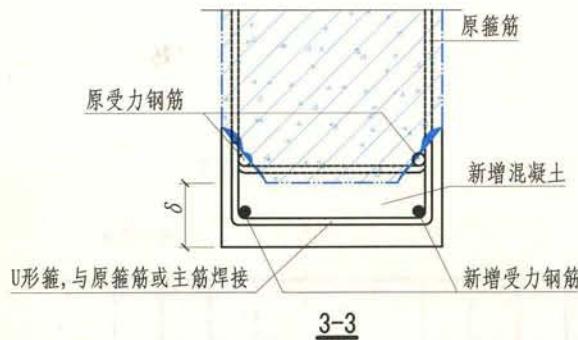


1-1

梁加固 增大截面法	简支梁，只增加钢筋，不增大混凝土截面				图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页 5-6



梁底单面增大钢筋混凝土截面

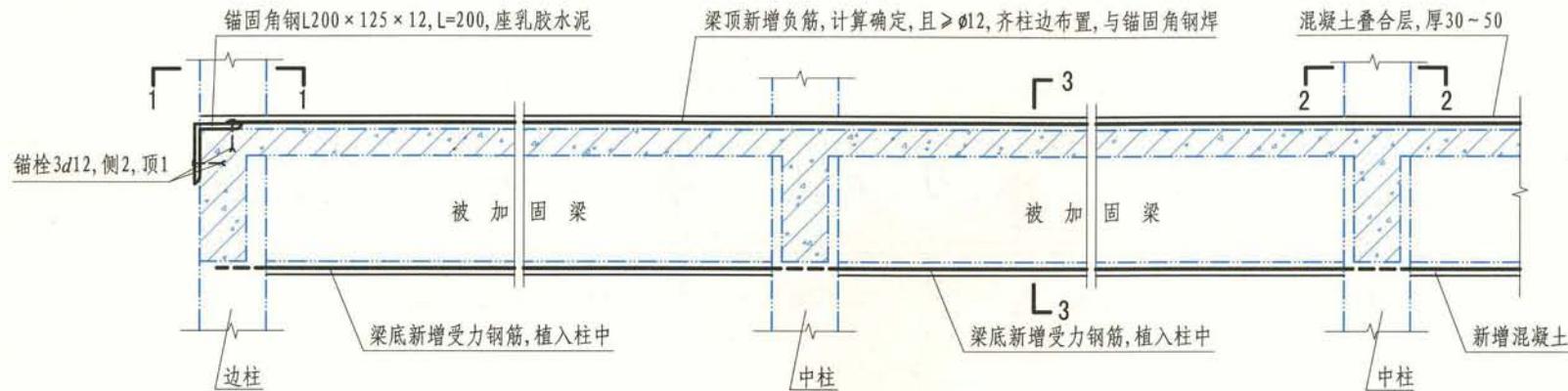


(a) 与原箍筋焊接

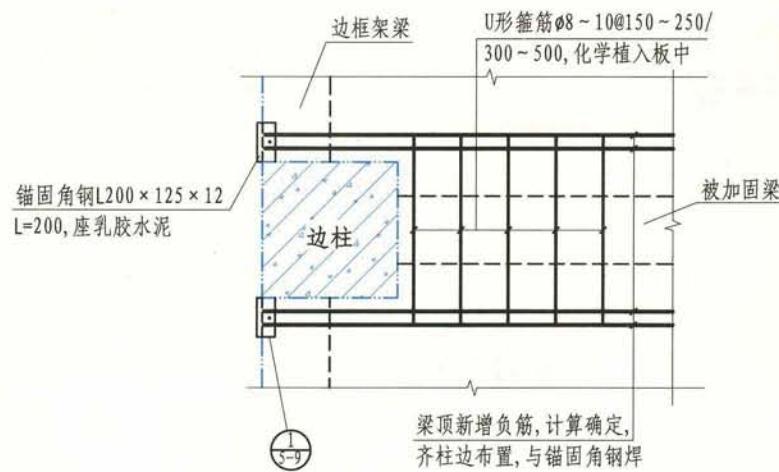
(b) 与原主筋焊接

新旧钢筋连接

梁加固 增大截面法	简支梁, 单面增大截面				图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页 5-7

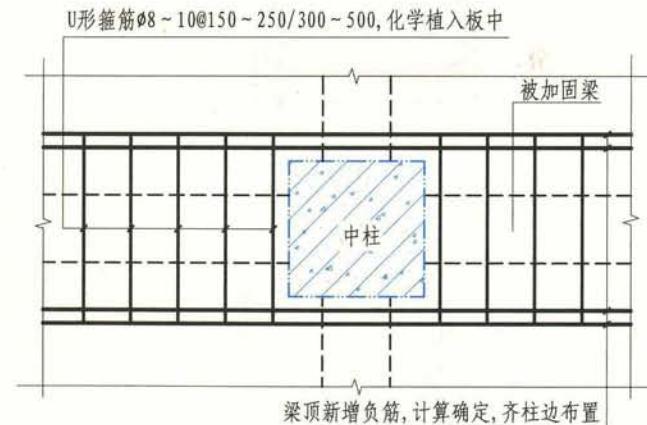


框架梁, 上下两面增大截面



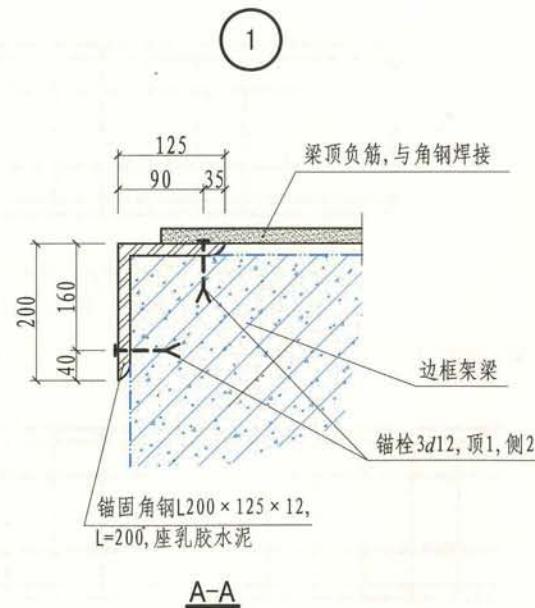
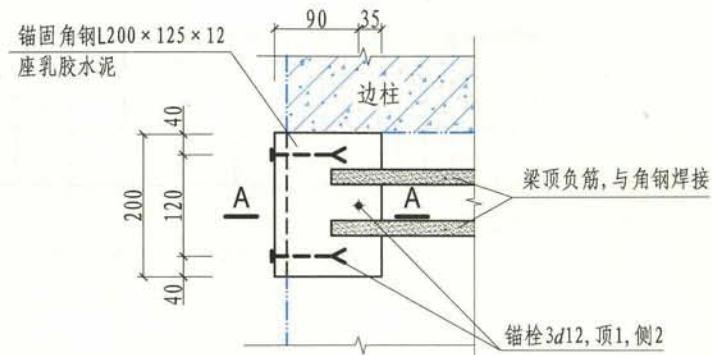
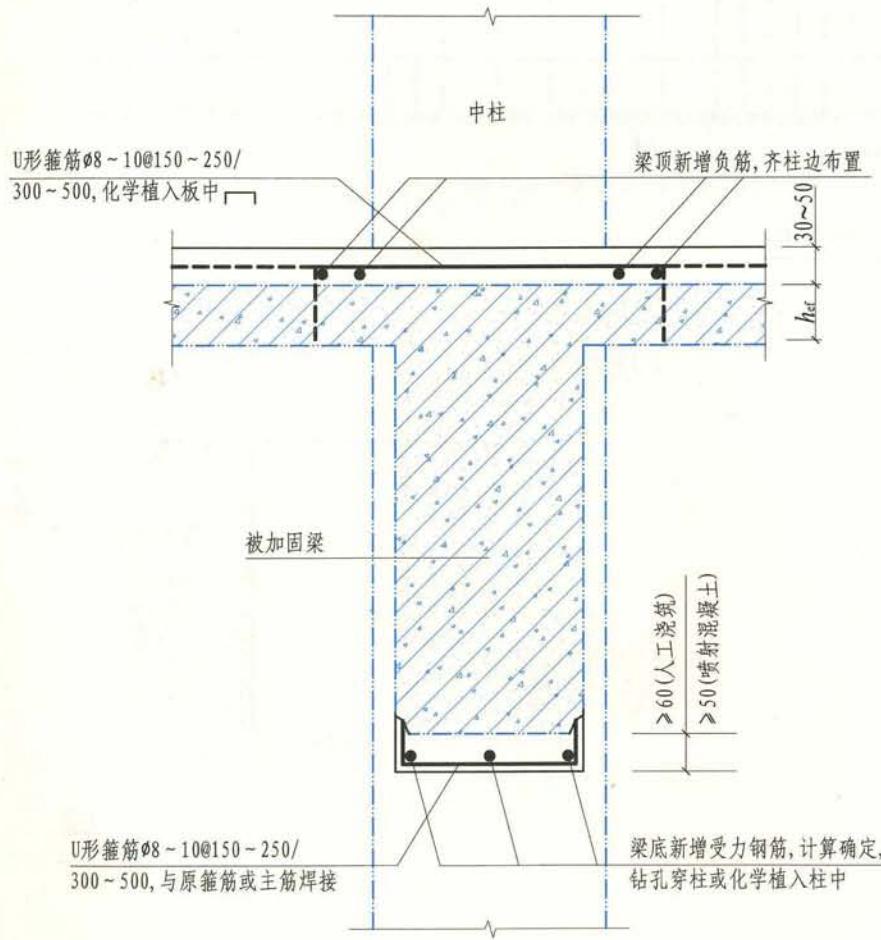
1-1

注: 剖面 3-3 见页 5-9。

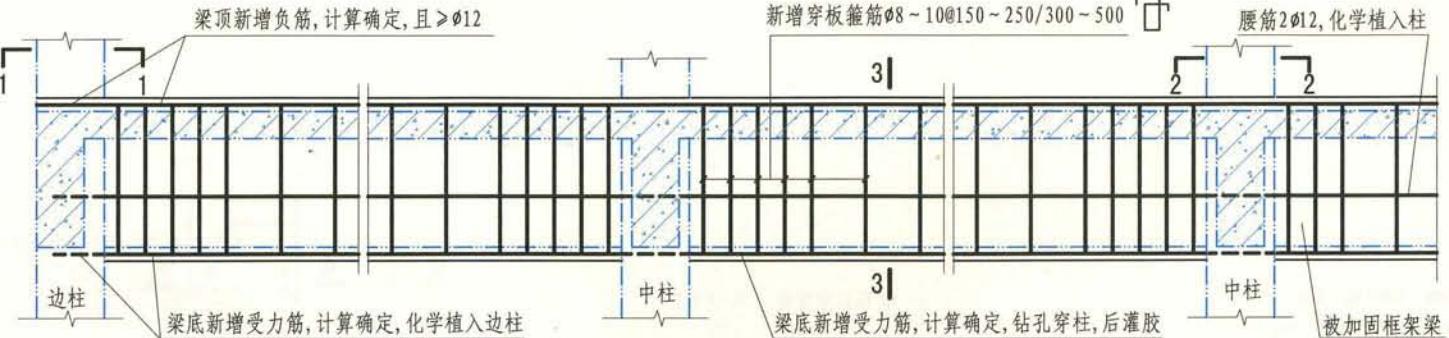


2-2

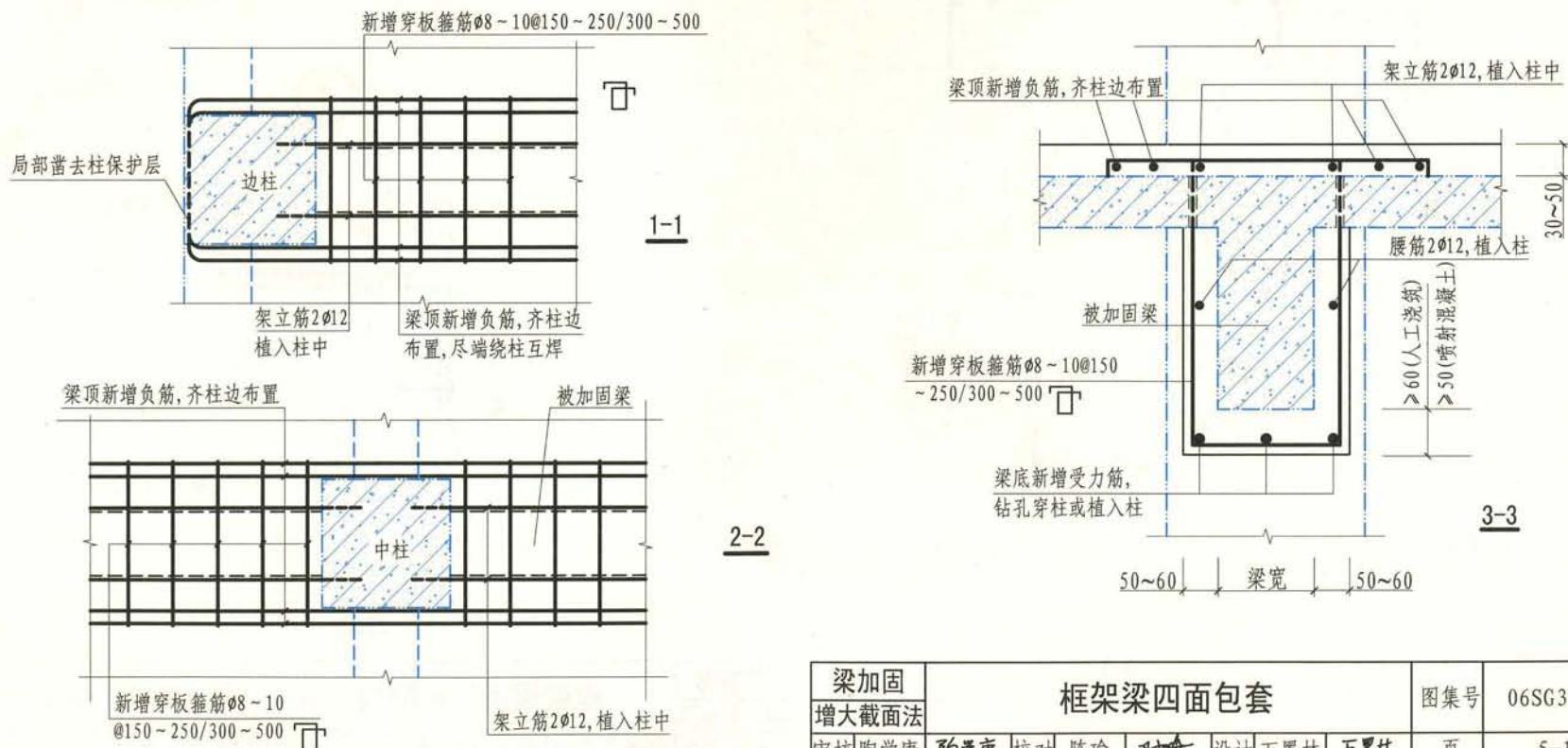
梁加固 增大截面法	框架梁上下两面增大截面				图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页 5-8



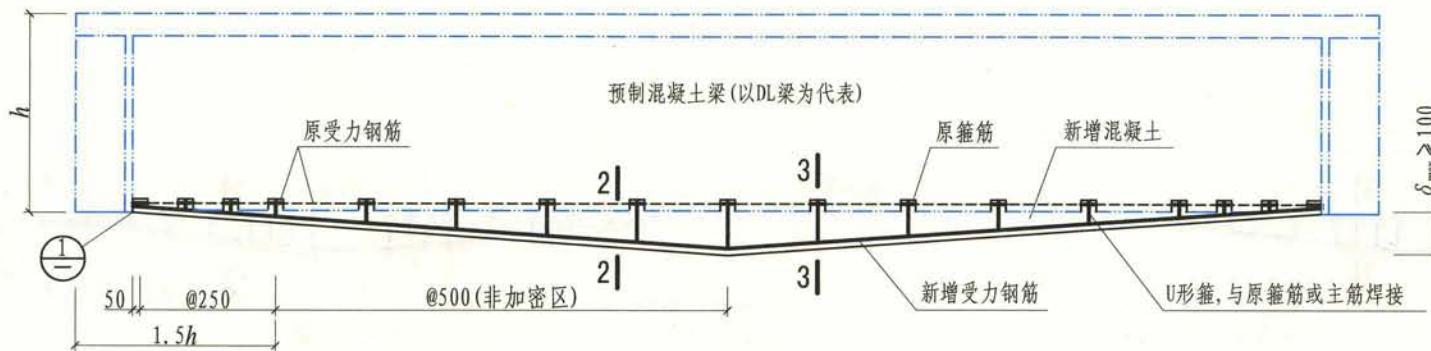
梁加固 增大截面法	框架梁上下两面增大截面					图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页	5-9



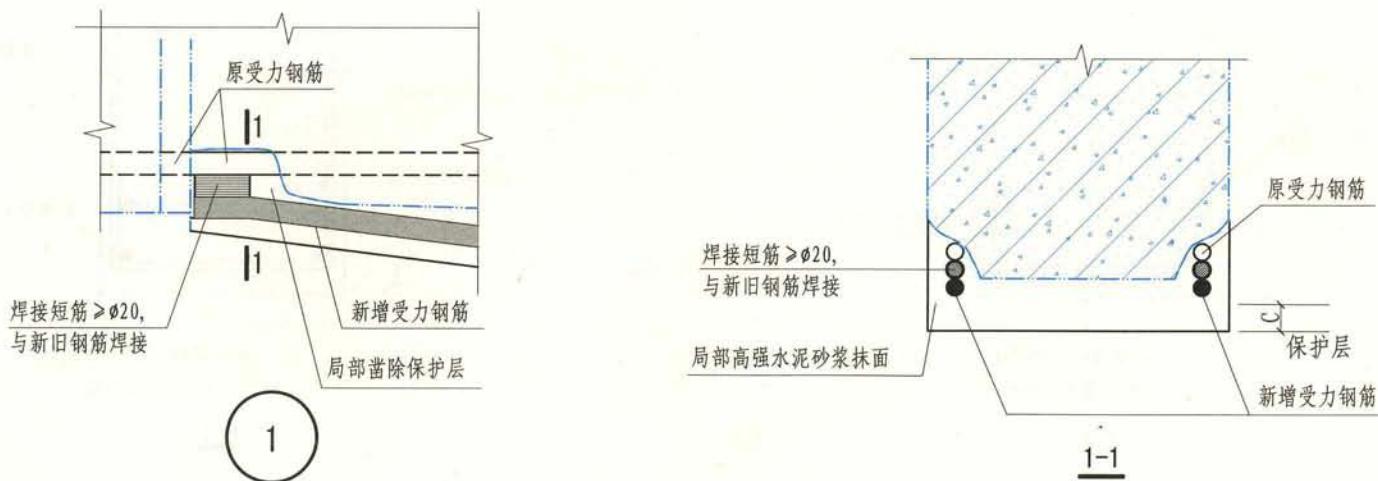
框架梁四面包套



梁加固 增大截面法	框架梁四面包套				图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页 5-10

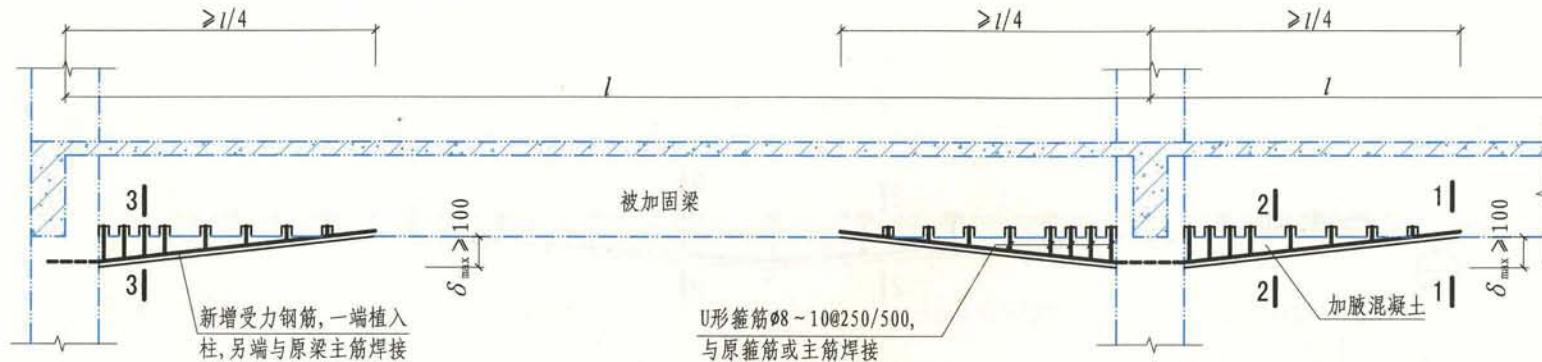


简支梁变截面加固
(增大跨中受弯承载力)



注：剖面2-2、3-3见页5-12。

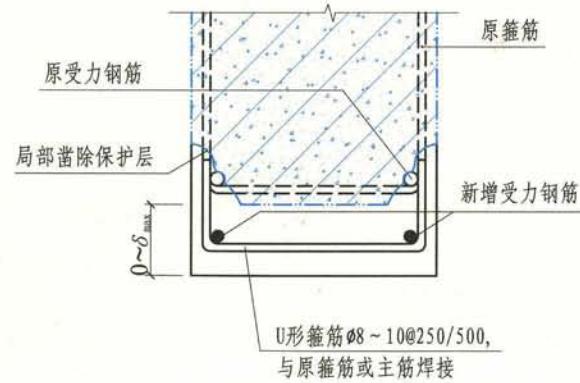
梁加固 增大截面法	简支梁变截面加固					图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页	5-11



框架梁加腋
(增大梁端受剪截面及受弯承载力)



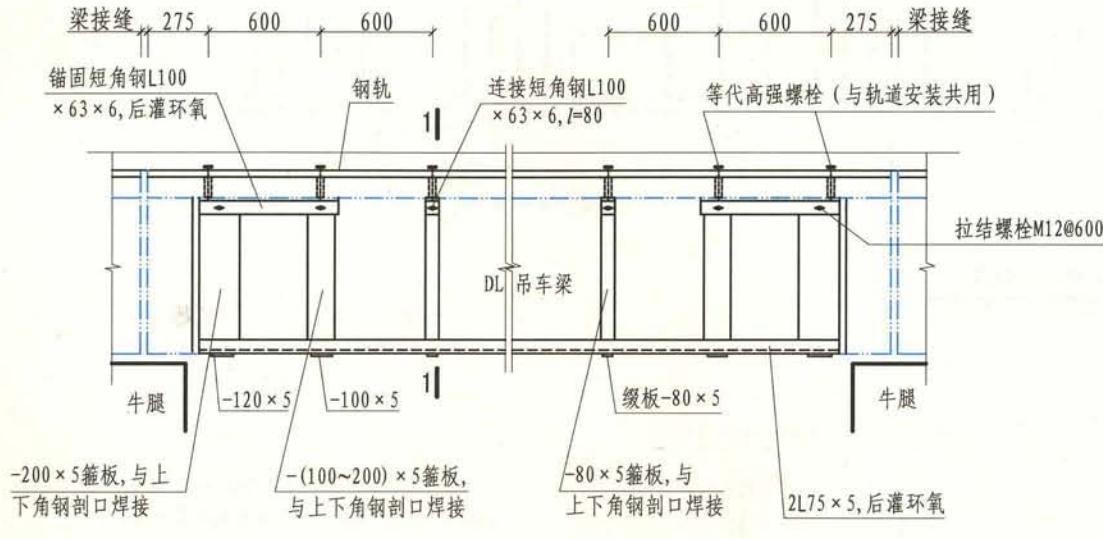
2-2



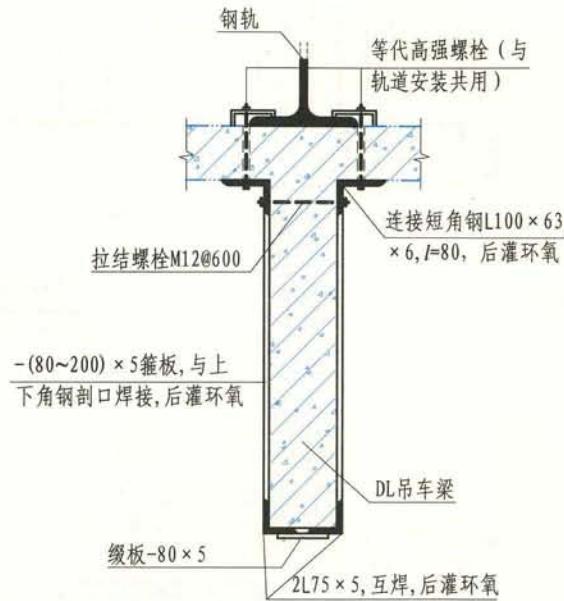
3-3

注: 剖面1-1见页5-11。

梁加固 增大截面法	框架梁加腋					图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页	5-12

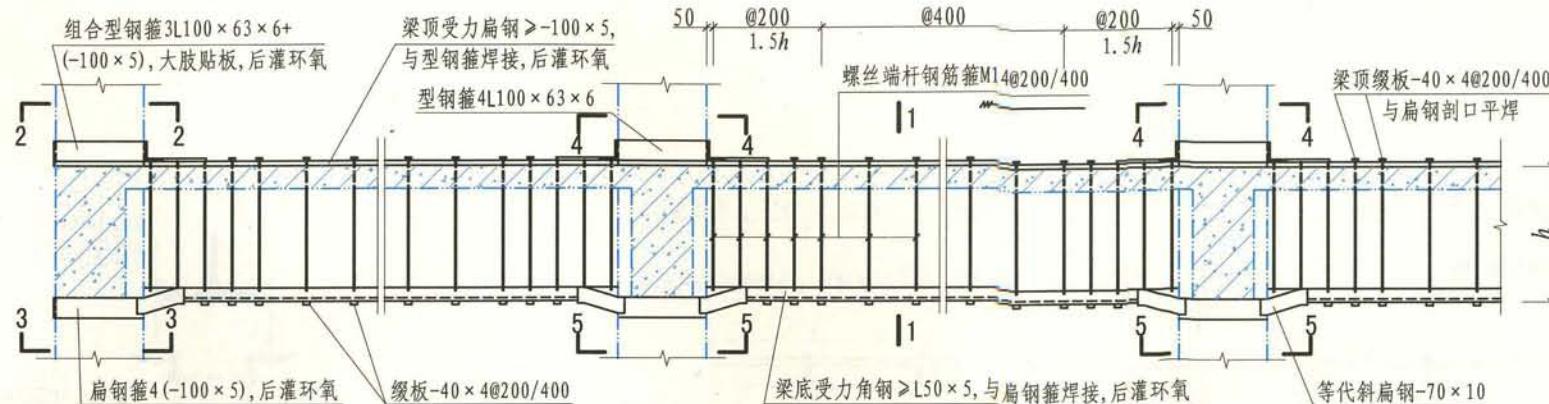


吊车梁外包钢加固
(受弯、受剪承载力均不足时)



1-1

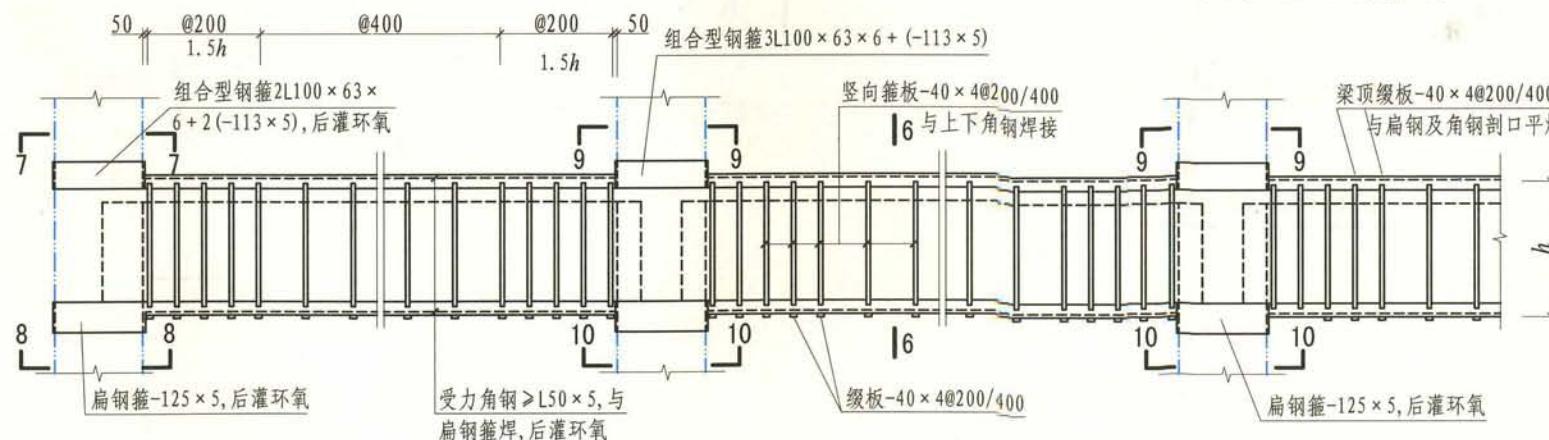
梁加固 外包钢法	吊车梁外包钢加固					图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页	5-13	



中框架梁外包钢加固

(受弯、受剪承载力均不足时)

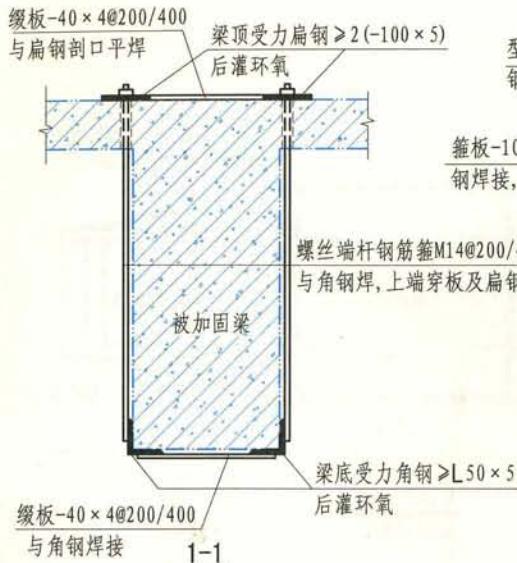
注: 剖面1-1、2-2、3-3、6-6见页5-15,
4-4、5-5见页5-16, 7-7、8-8见页
5-17, 9-9、10-10见页5-18。



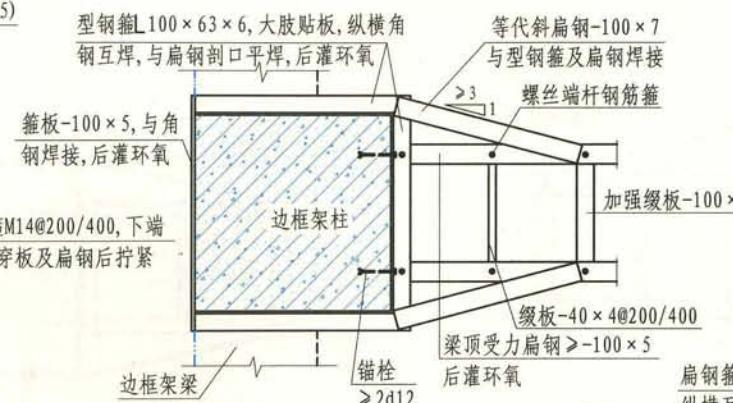
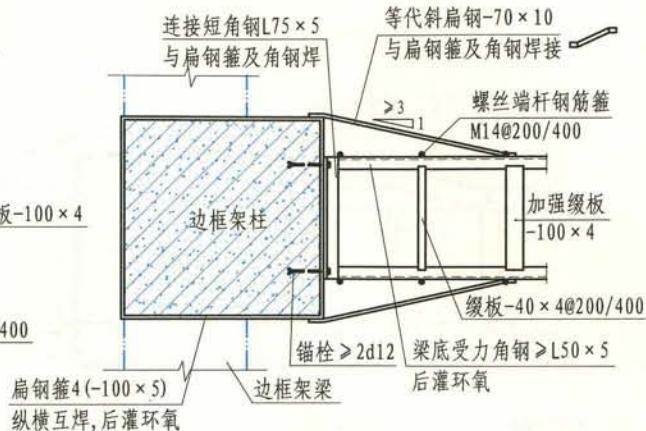
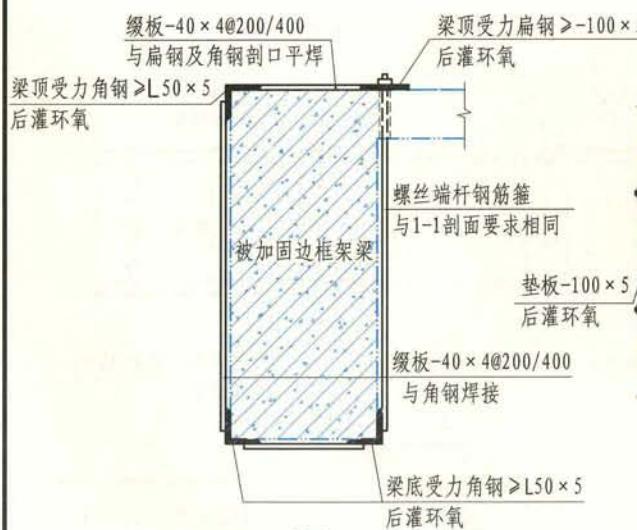
边框架梁外包钢加固

(受弯、受剪承载力均不足时)

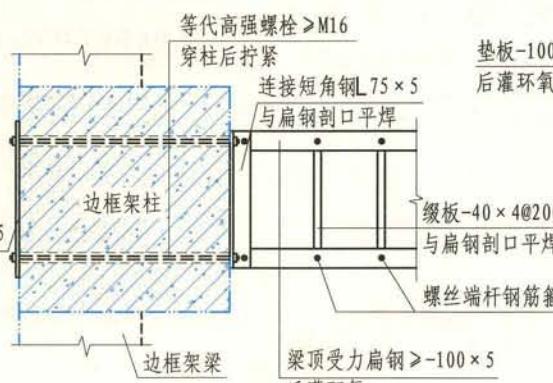
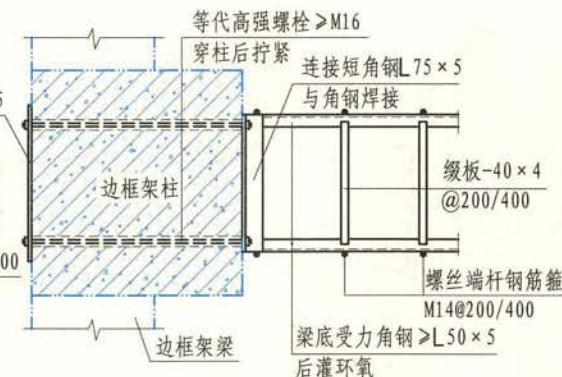
梁加固 外包钢法	框架梁外包钢加固				图集号	06SG311-1
	审核	陶学康	陶学康	校对		
陈瑜	陈瑜	叶海峰	设计	万墨林	万墨林	页



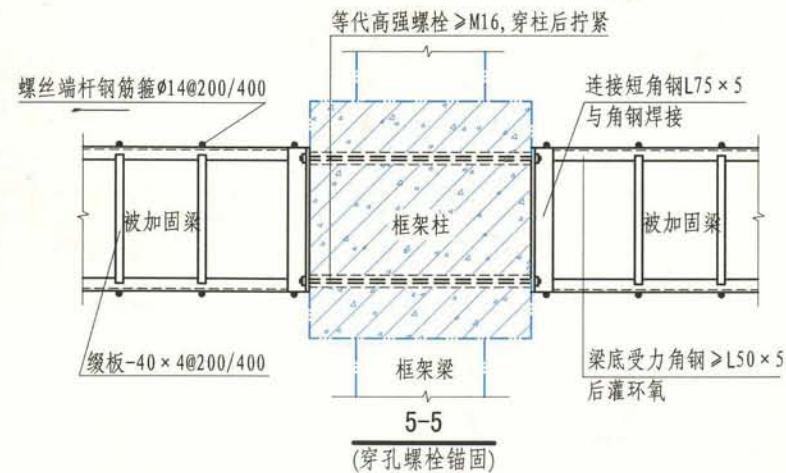
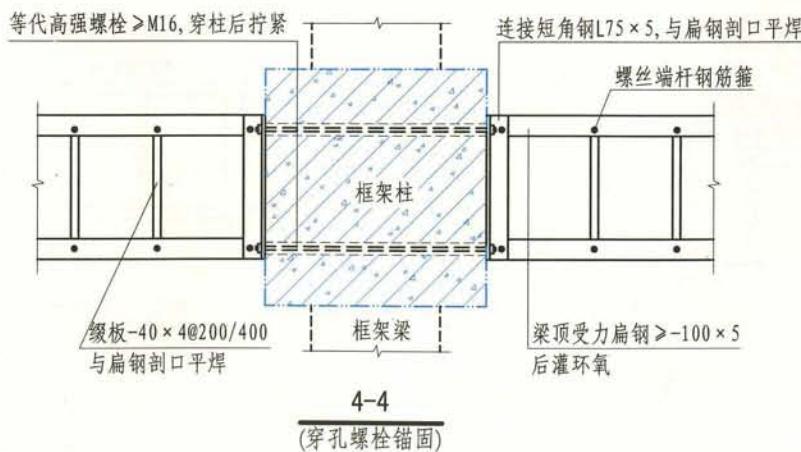
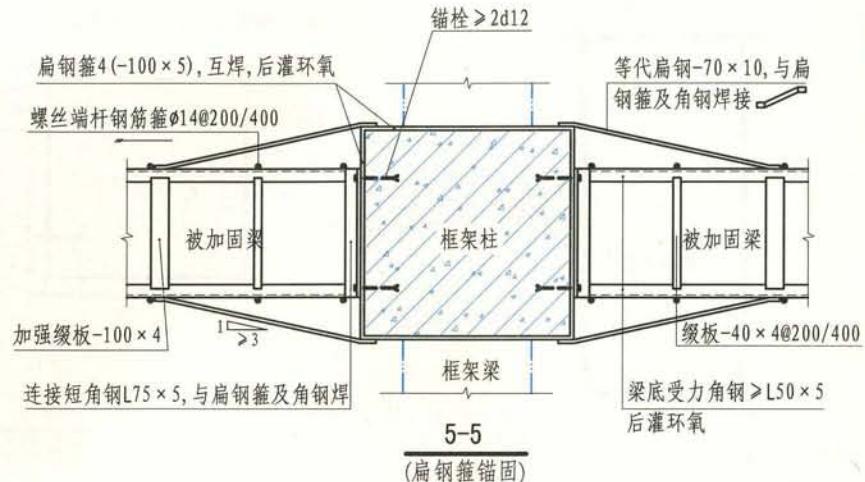
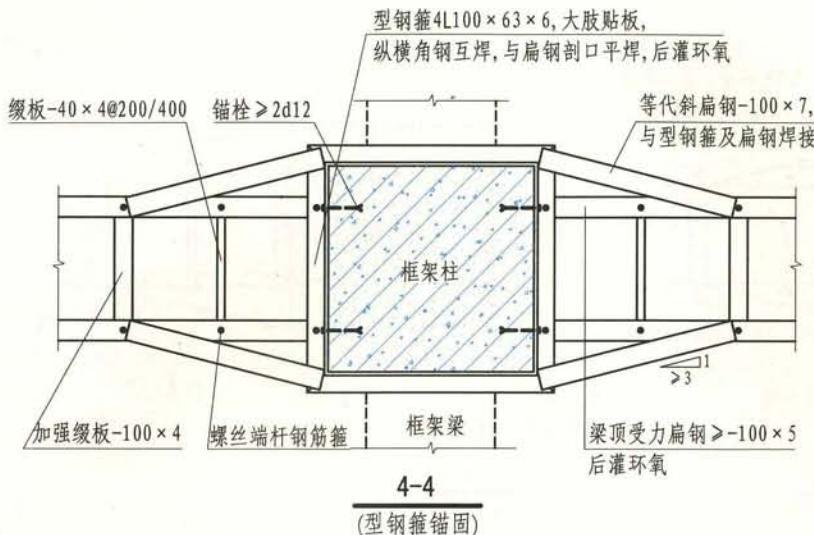
1-1

2-2
(型钢箍锚固)3-3
(扁钢箍锚固)

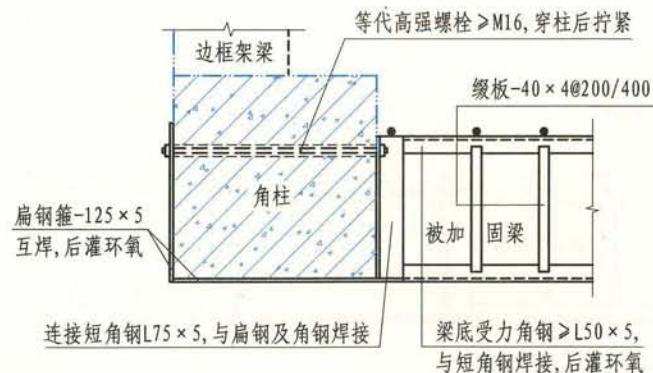
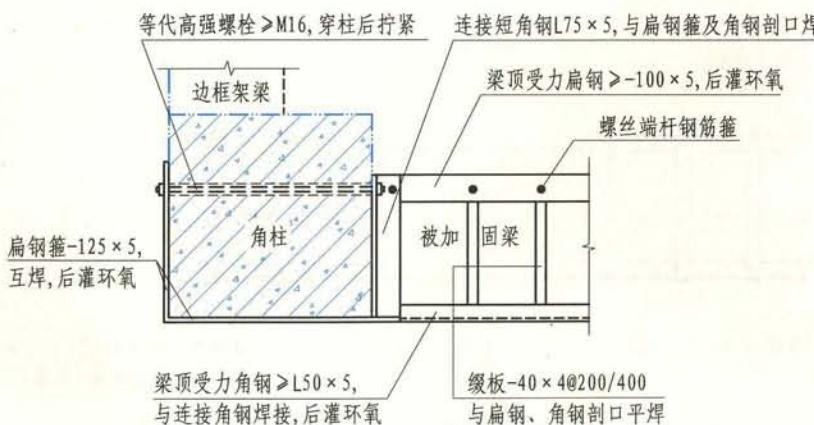
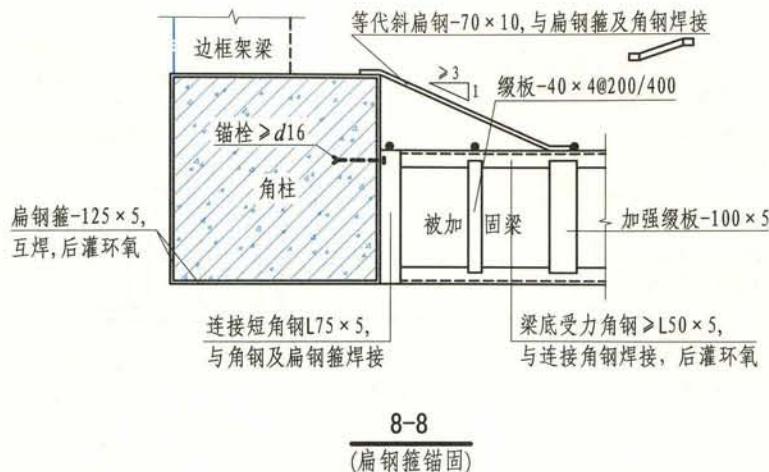
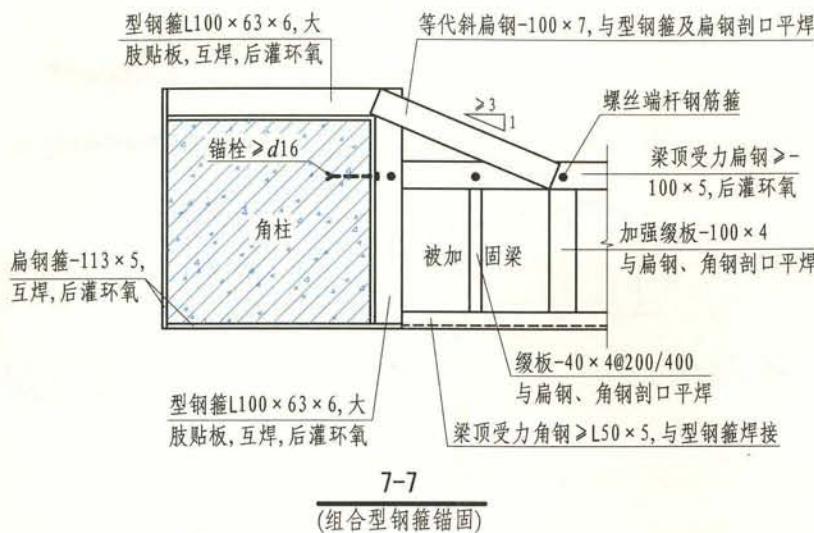
6-6

2-2
(穿孔螺栓锚固)3-3
(穿孔螺栓锚固)

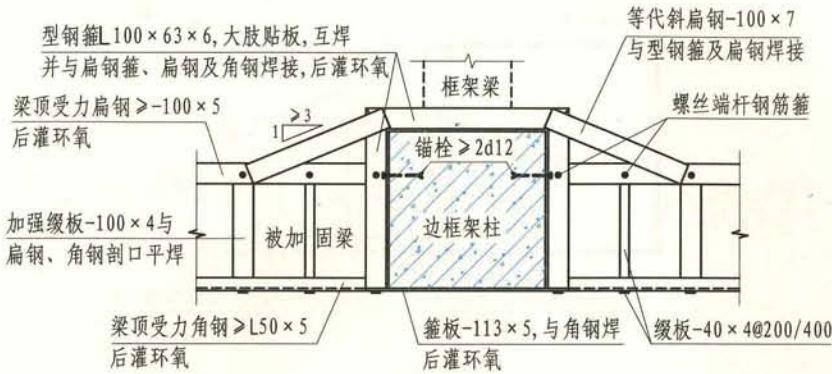
梁加固 外包钢法	剖面详图				图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页 5-15



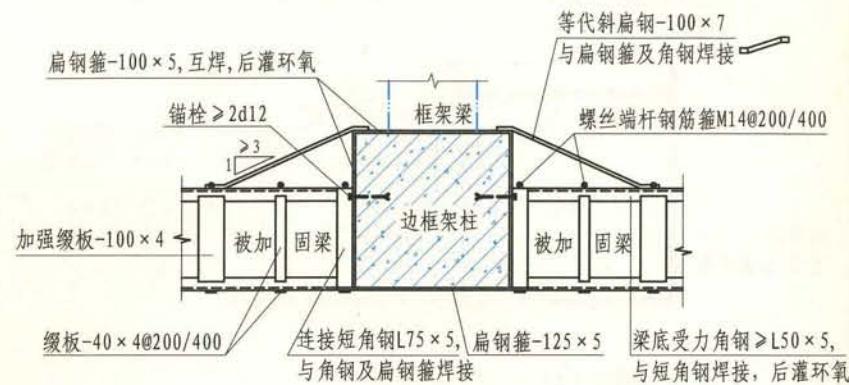
梁加固 外包钢法	剖面详图					图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页	5-16	



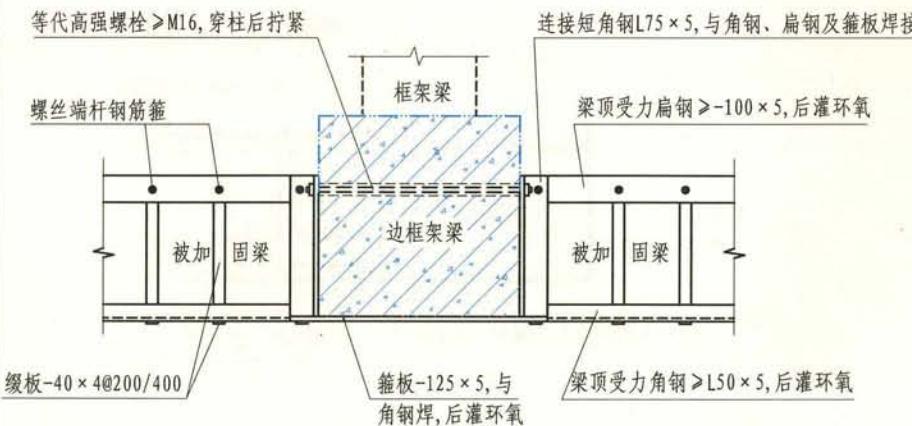
梁加固 外包钢法		剖面详图						图集号	06SG311-1
审核	陶学康	陶学康	校对	陈瑜	万墨林	设计	万墨林	·页	5-17



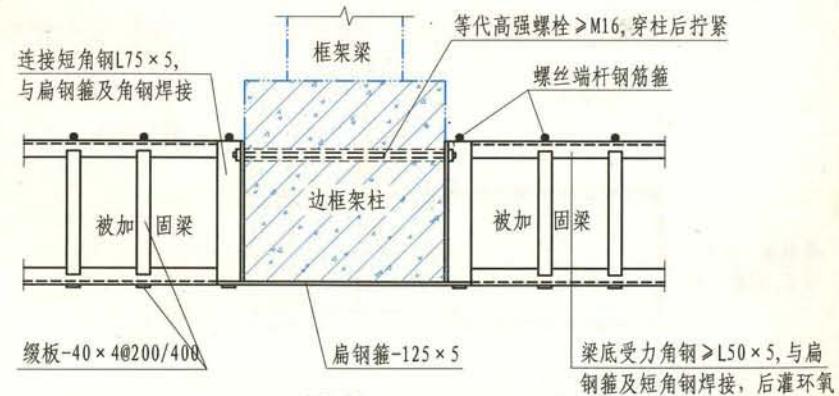
9-9
(组合型钢箍锚固)



10-10
(扁钢箍锚固)

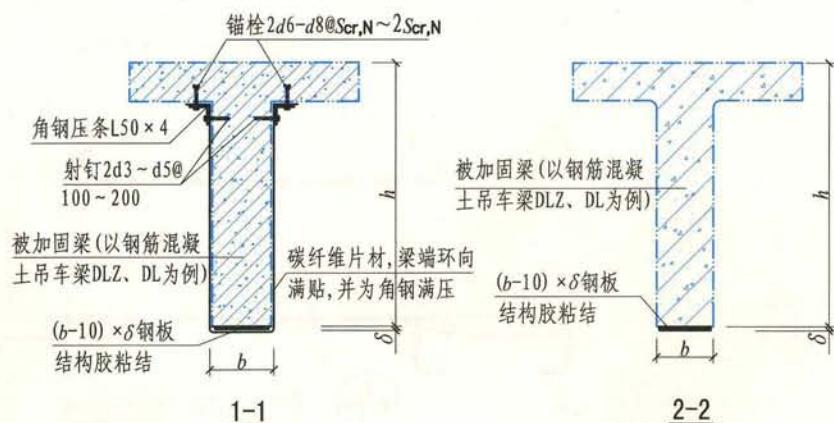
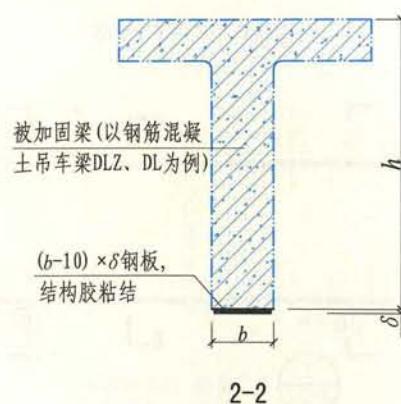
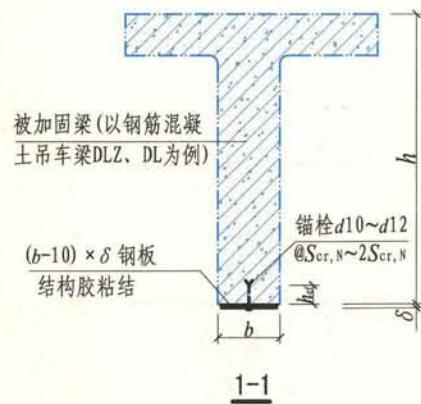
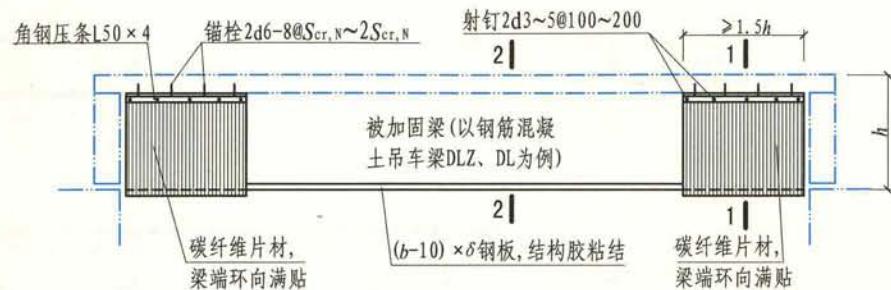
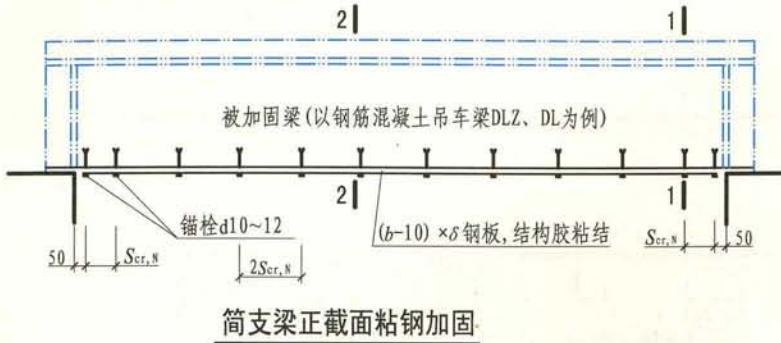


9-9
(穿孔螺栓锚固)



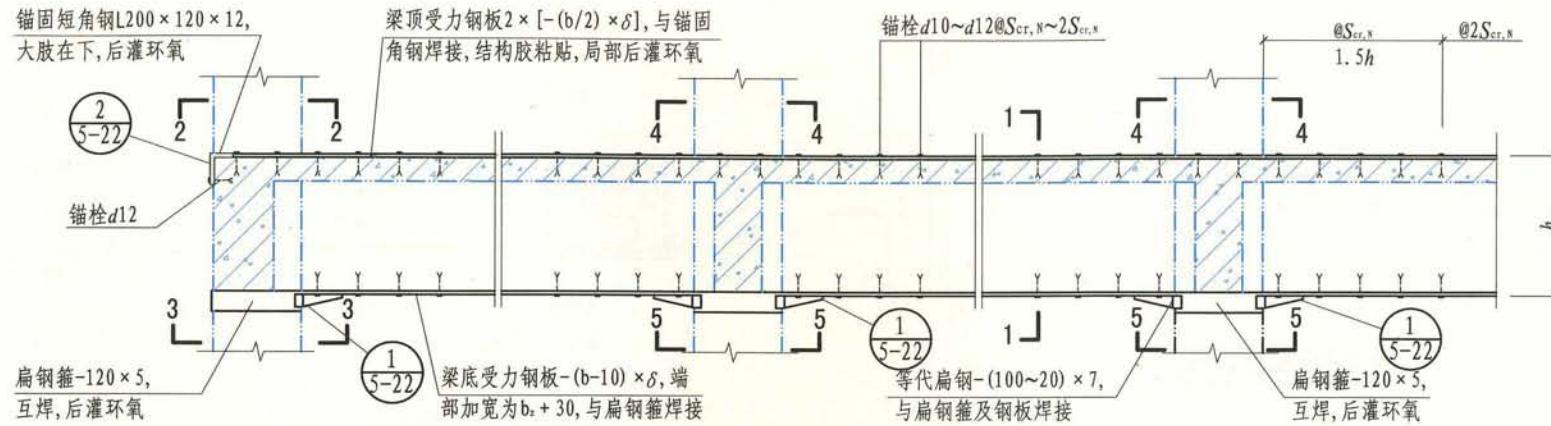
10-10
(穿孔螺栓锚固)

梁加固 外包钢法	剖面详图					图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	丁海	设计 万墨林	万墨林	页	5-18

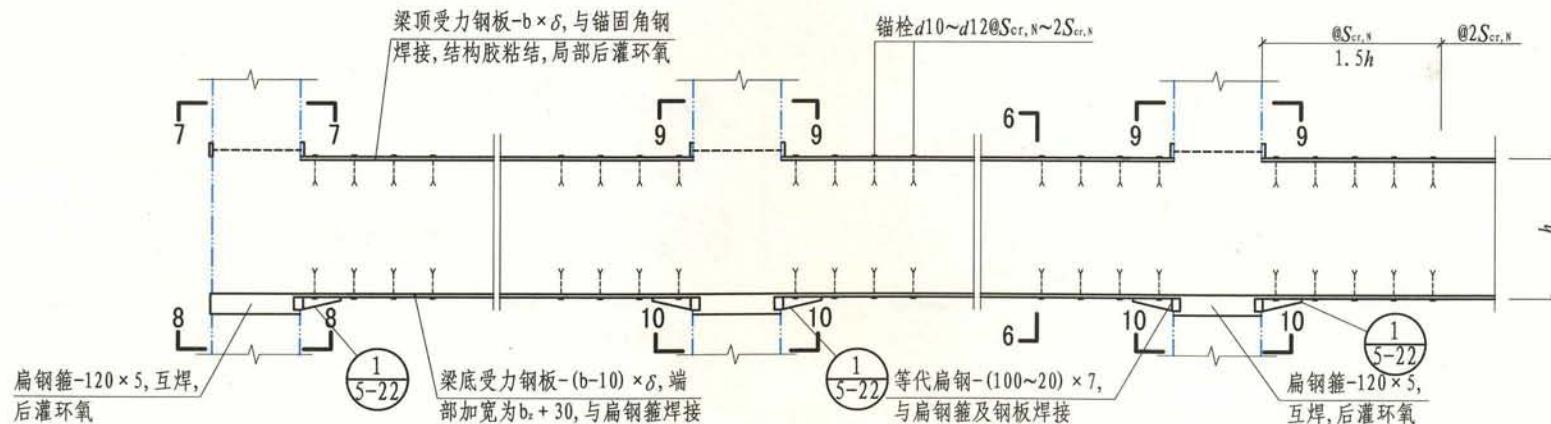


注: $S_{cr,N}$ 为锚栓临界间距, $S_{cr,s} = 3h_{ef}$
 h_{ef} 为锚栓有效锚固深度; δ 为钢板厚度。

梁加固 粘钢法	简支梁正截面粘钢加固, 综合法加固					图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页	5-19	



中框架梁正截面粘钢加固(正面)



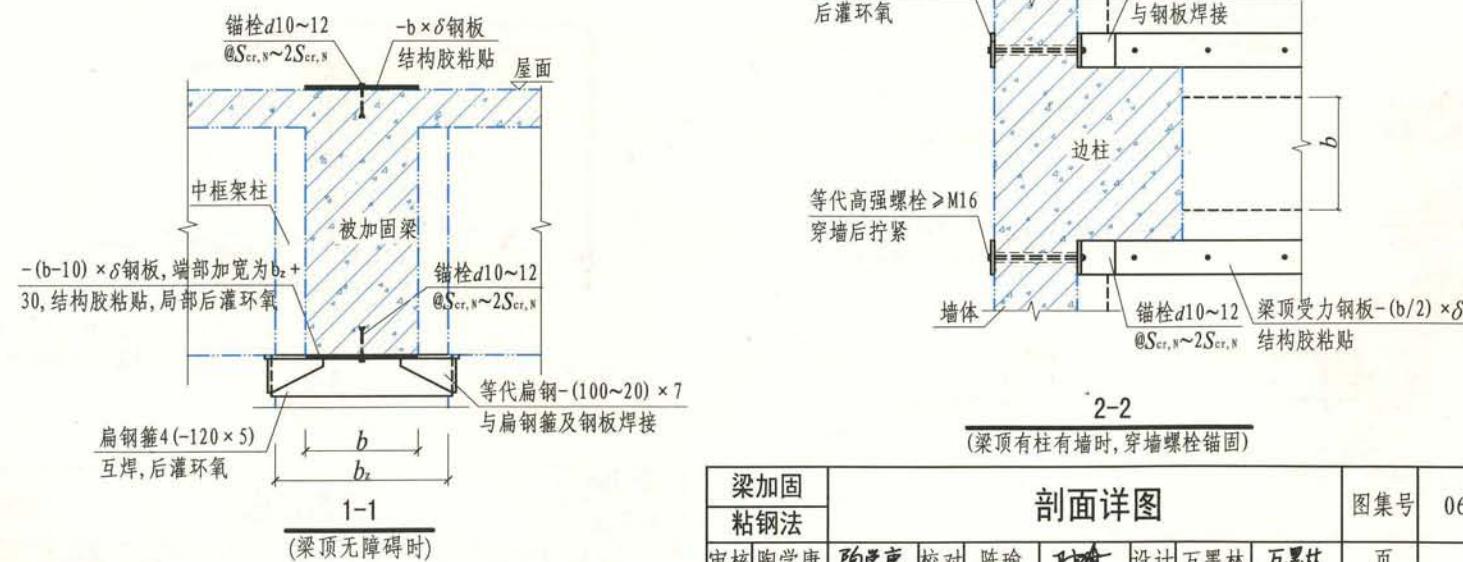
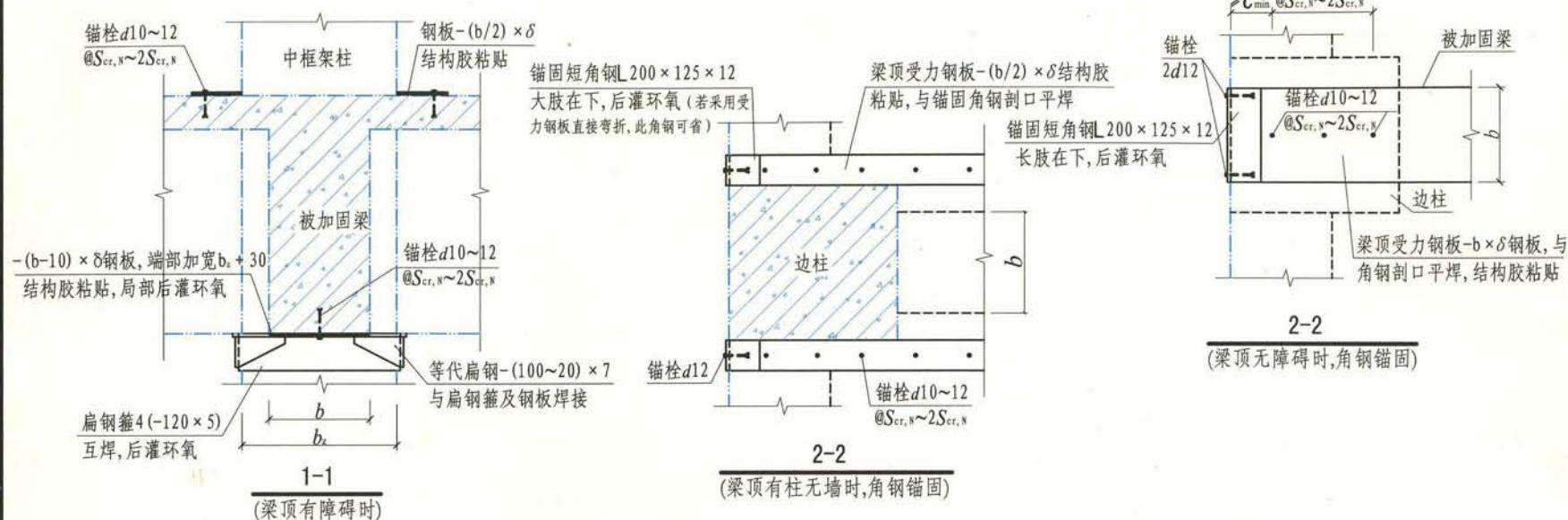
边框架梁正截面粘钢加固(正面)

注: 1. 剖面1-1、2-2见页5-21, 3-3、4-4见页5-22, 5-5、6-6

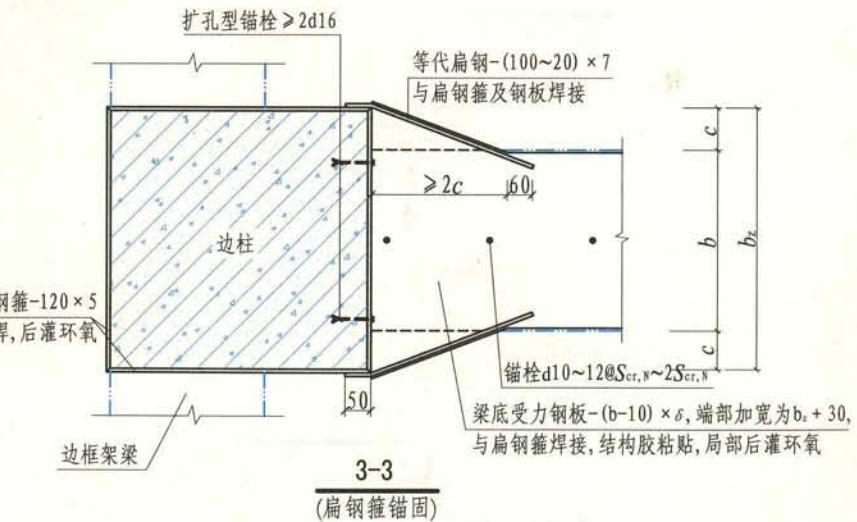
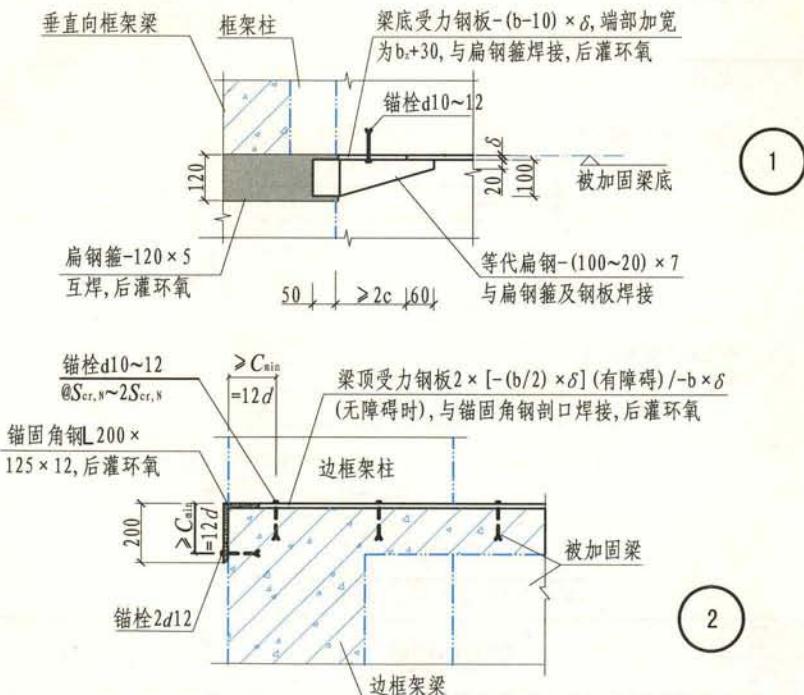
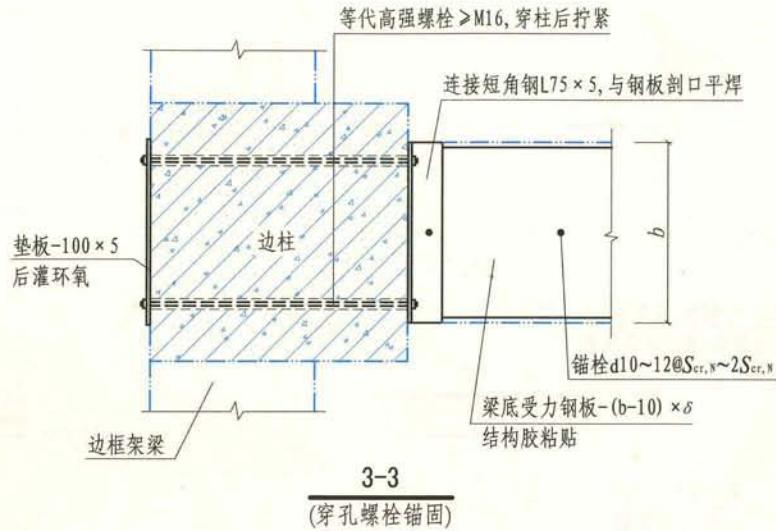
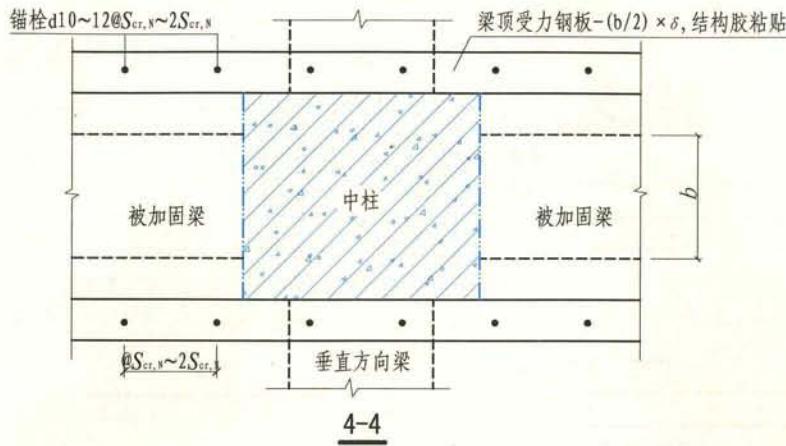
见页5-23, 7-7、8-8、9-9、10-10见页5-24;

2. b_z 为柱宽, b 为梁腹宽, δ 为钢板厚。

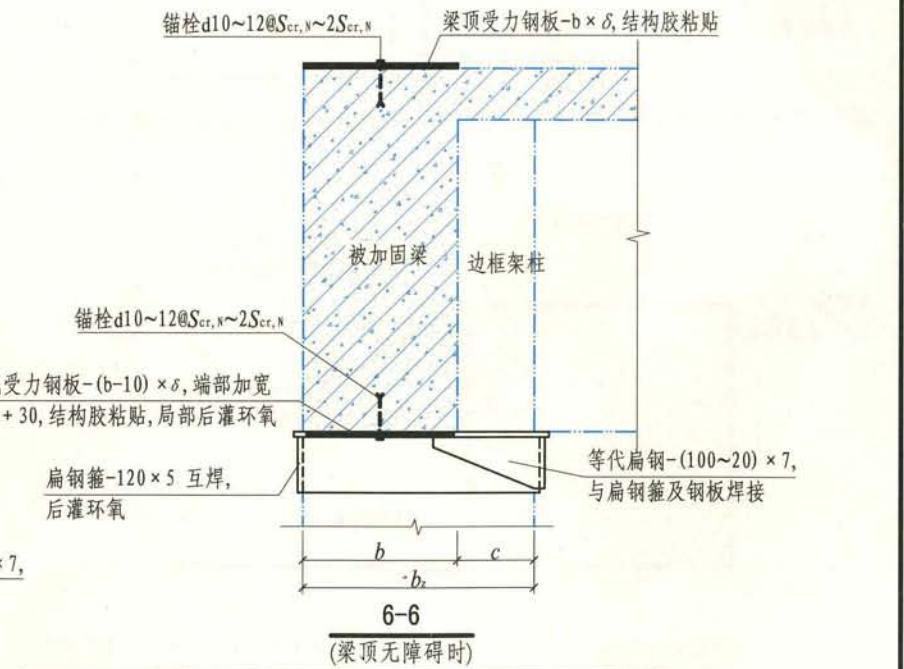
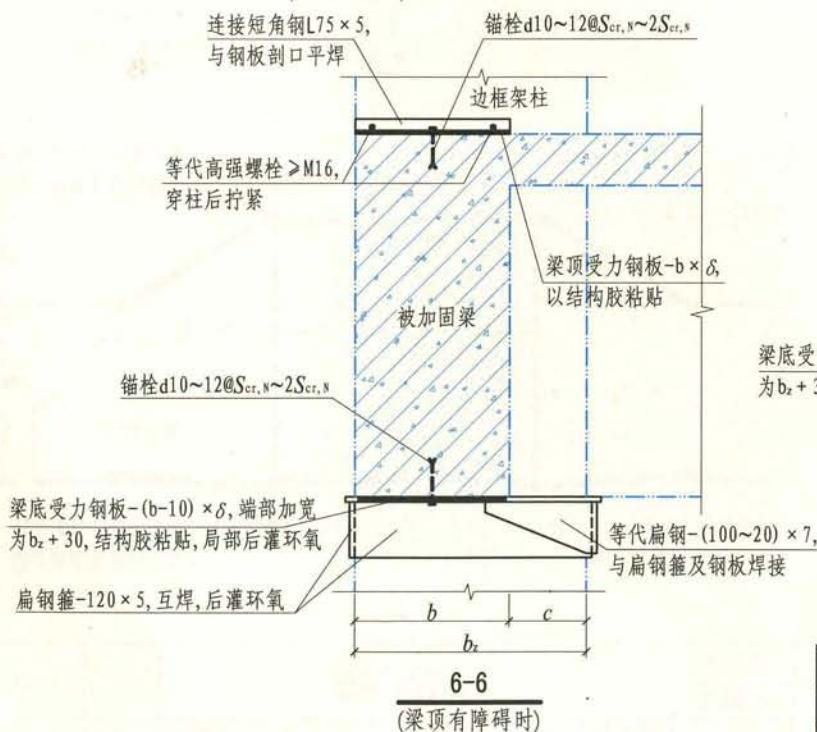
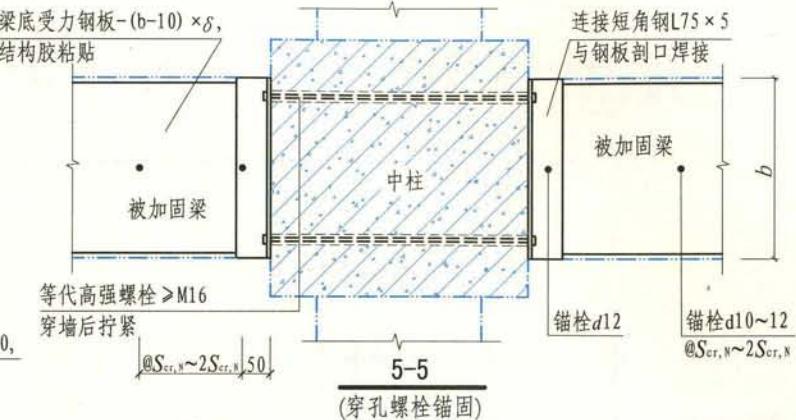
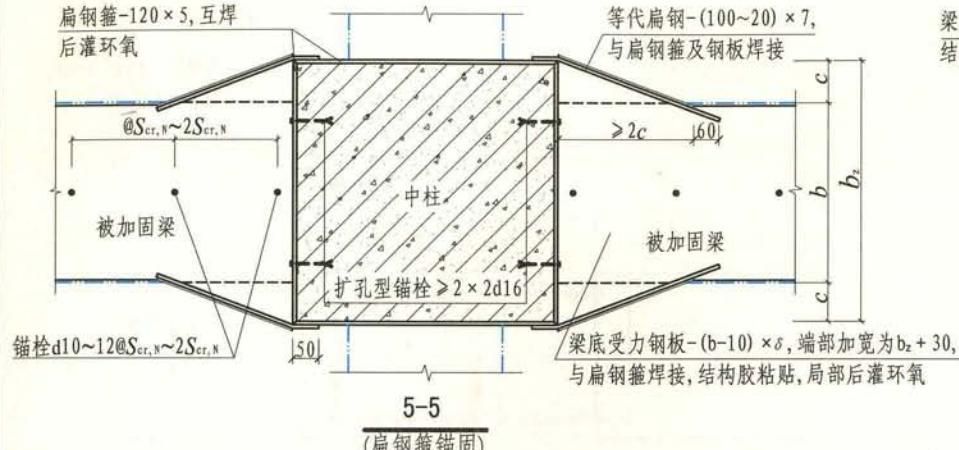
梁加固	框架梁正截面粘钢加固					图集号	06SG311-1
粘钢法	审核	陶学康	校对	陈瑜	设计	万墨林	万墨林
审核	陶学康	校对	陈瑜	设计	万墨林	万墨林	页



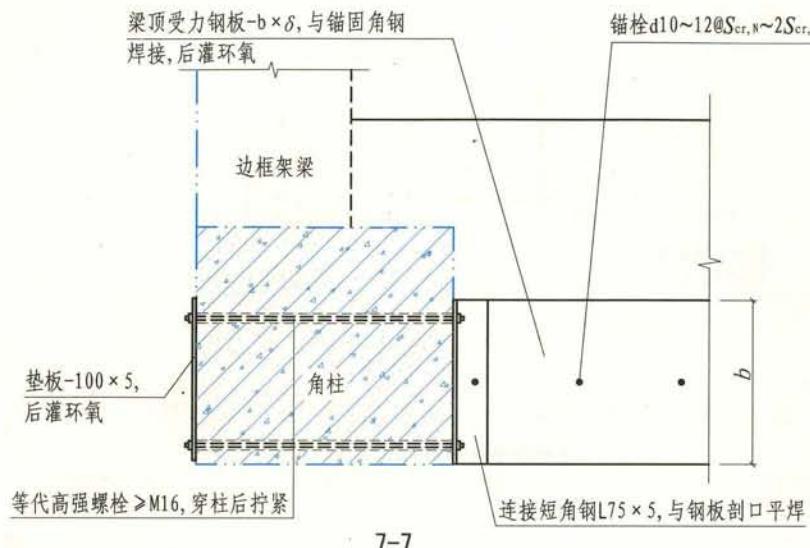
梁加固	剖面详图					图集号	06SG311-1
粘钢法	审核	陶学康	陶学康	校对	陈瑜	设计	万墨林
						万墨林	页



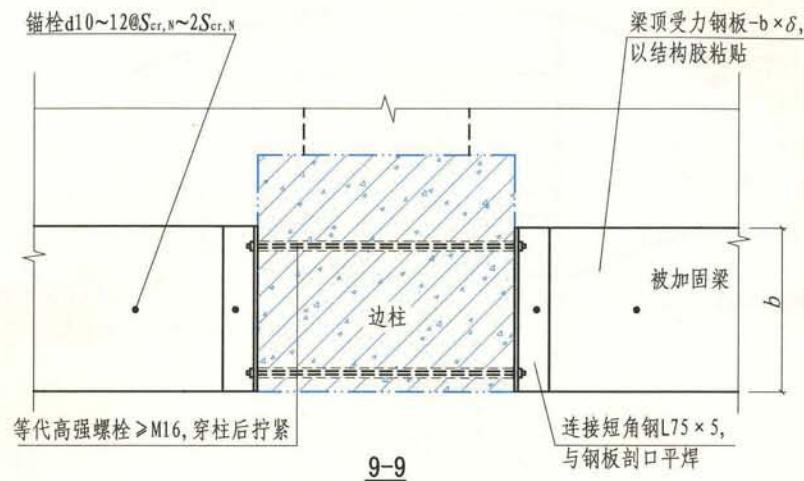
梁加固 粘钢法		剖面详图					图集号	06SG311-1
审核	陶学康	陶学康	校对	陈瑜	万墨林	万墨林	页	5-22



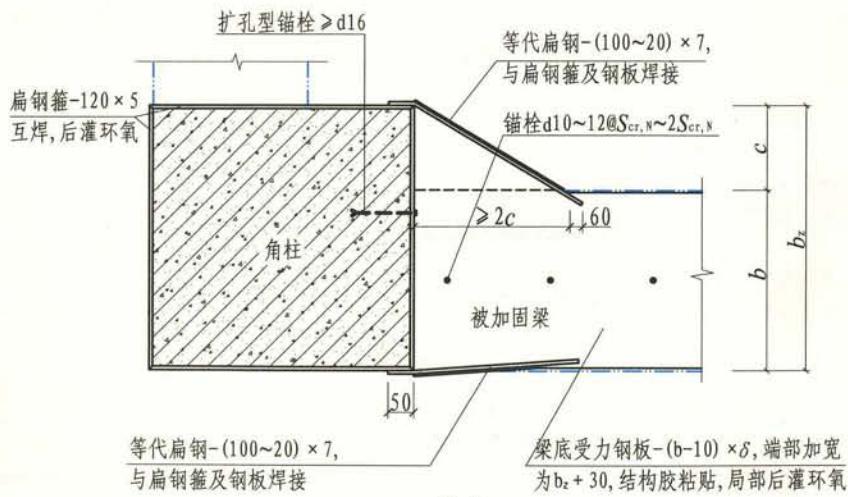
梁加固 粘钢法	剖面详图					图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	丁海	设计 万墨林	万墨林	页	5-23



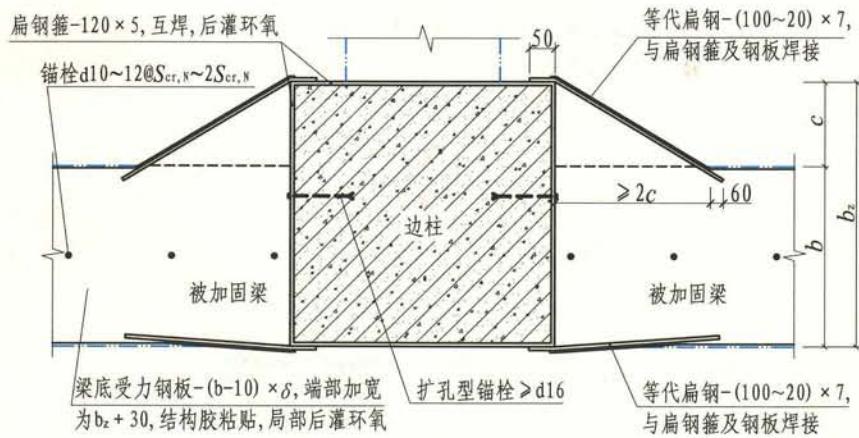
7-7



9-9

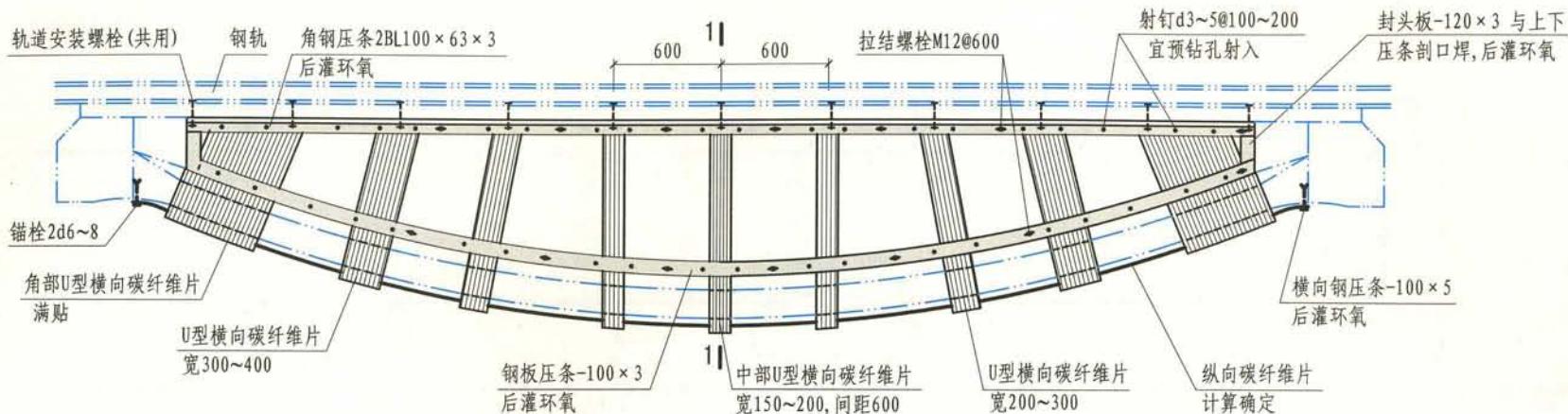


8-8



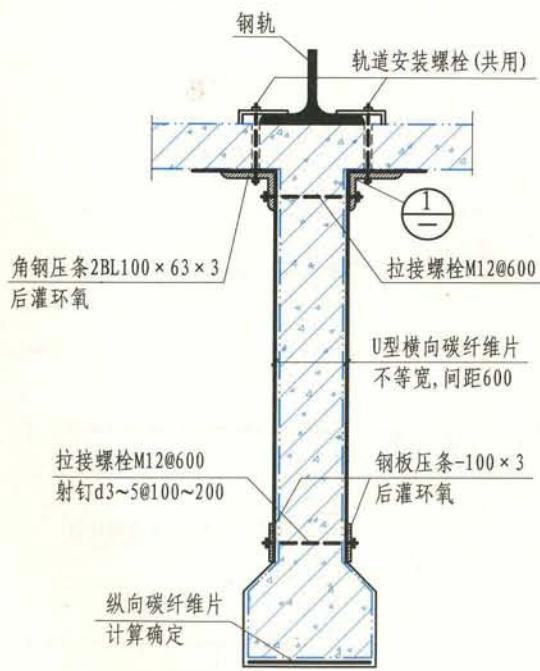
10-10

梁加固 粘钢法	剖面详图					图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页	5-24

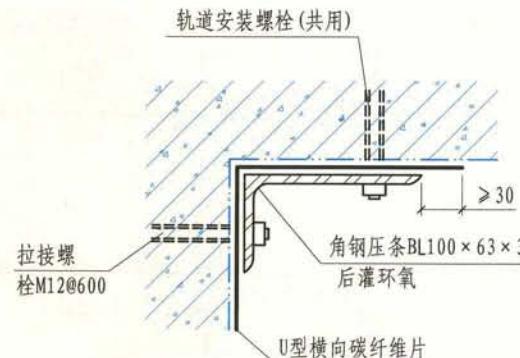


鱼腹式吊车梁碳纤维加固

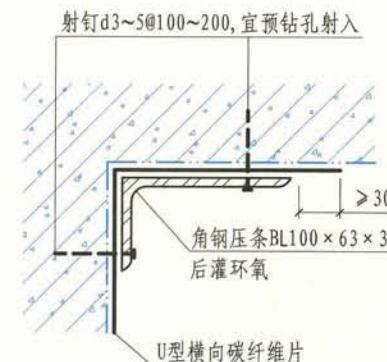
(以12mY-FDL为例)



1-1

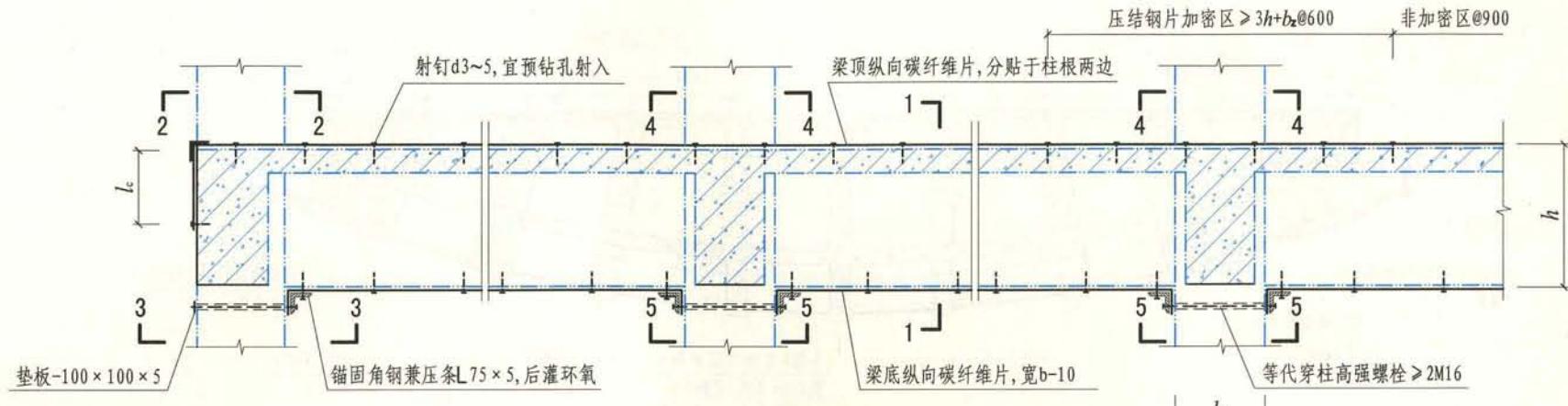


1 螺栓部位

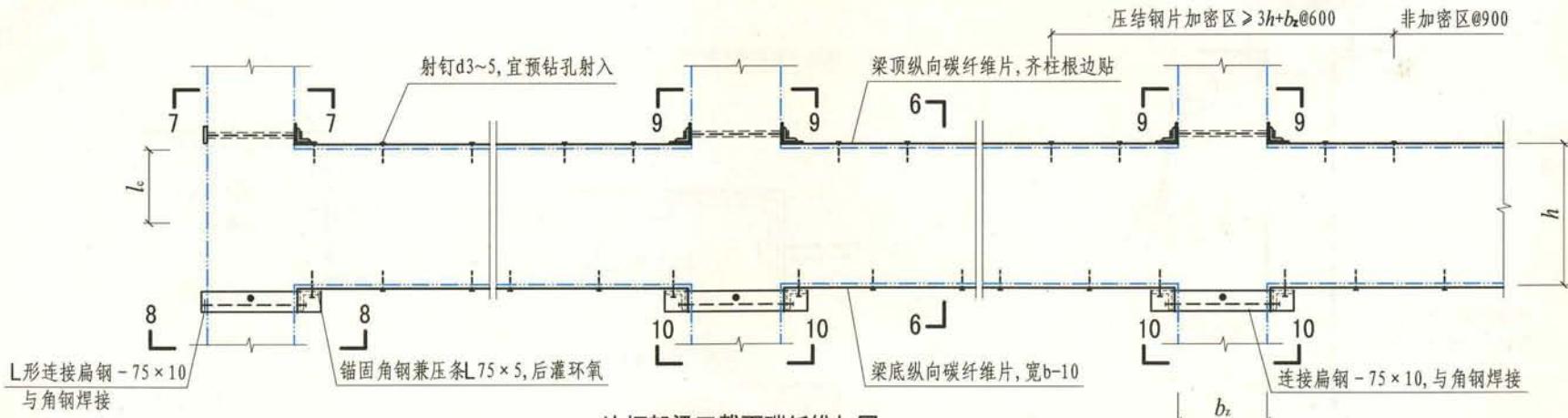


1 射钉部位

梁加固 纤维法	鱼腹式吊车梁碳纤维加固					图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页	5-25



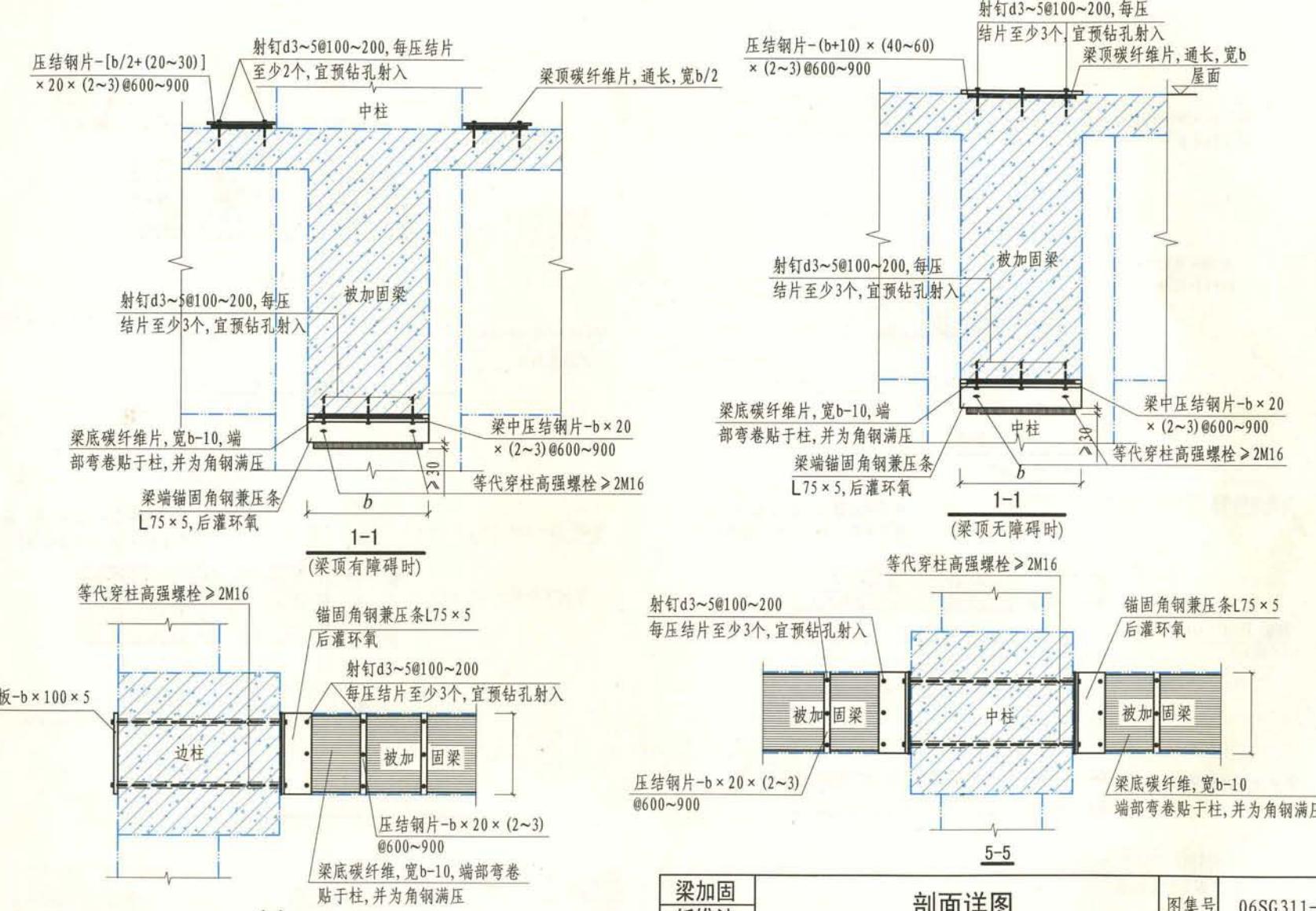
中框架梁正截面碳纤维加固

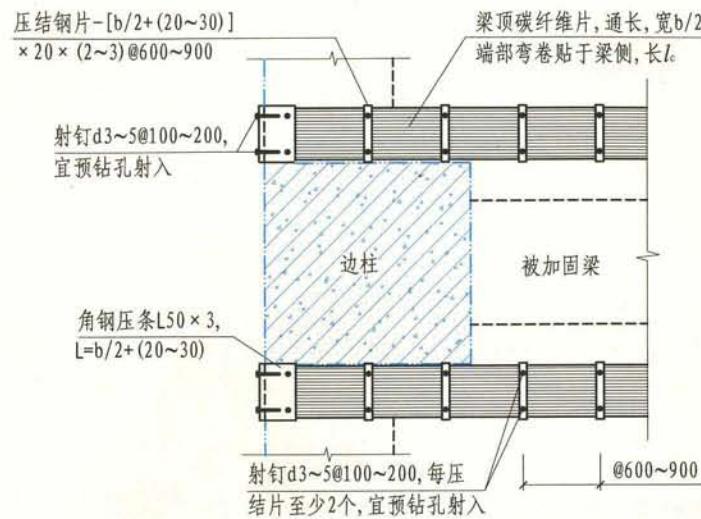


边框架梁正截面碳纤维加固

注：剖面1-1、3-3、5-5见页5-27, 2-2见页5-28,
4-4、6-6见页5-29, 7-7、8-8见页5-30,
9-9、10-10见页5-31。

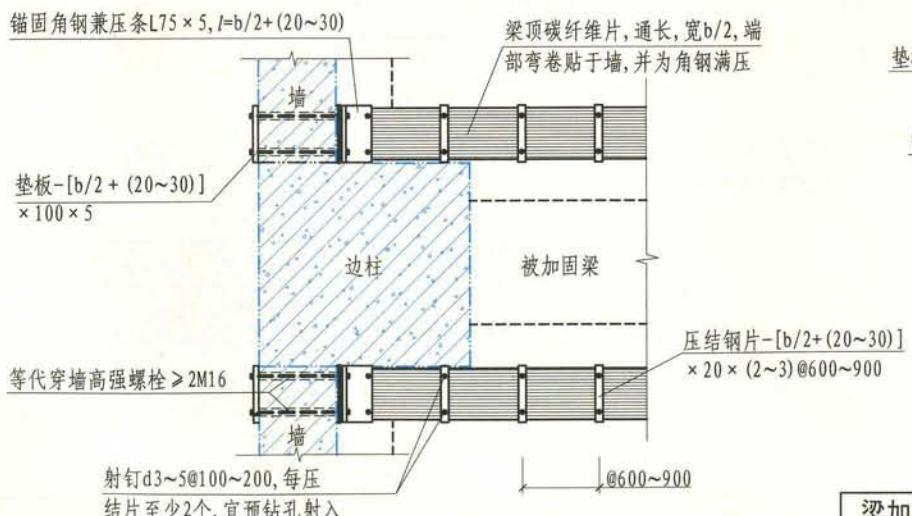
梁加固 纤维法	框架梁碳纤维加固					图集号	06SG311-1
	审核	陶学康	陶学康	校对	陈瑜		
设计	万墨林	万墨林	页	5-26			



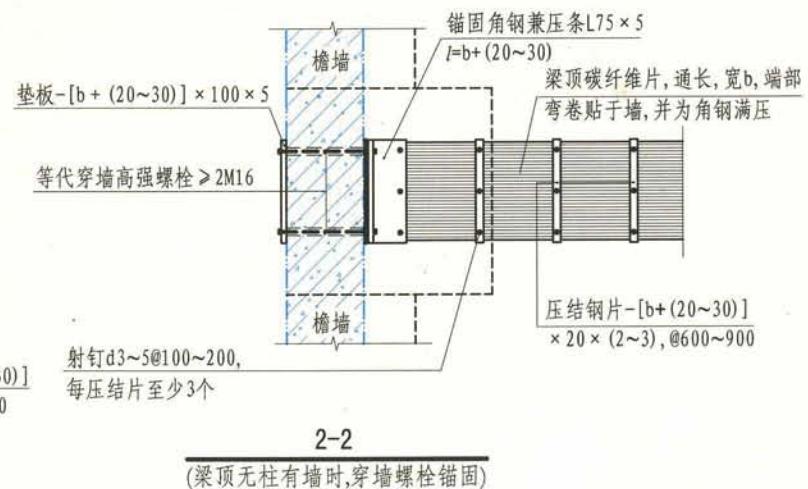
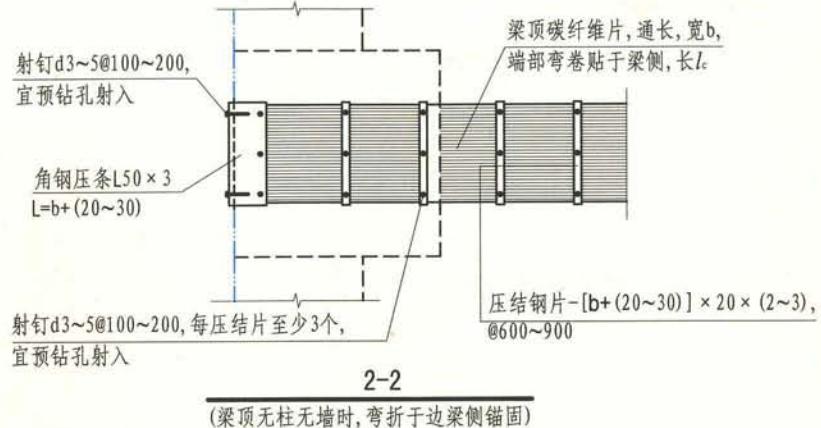


2-2

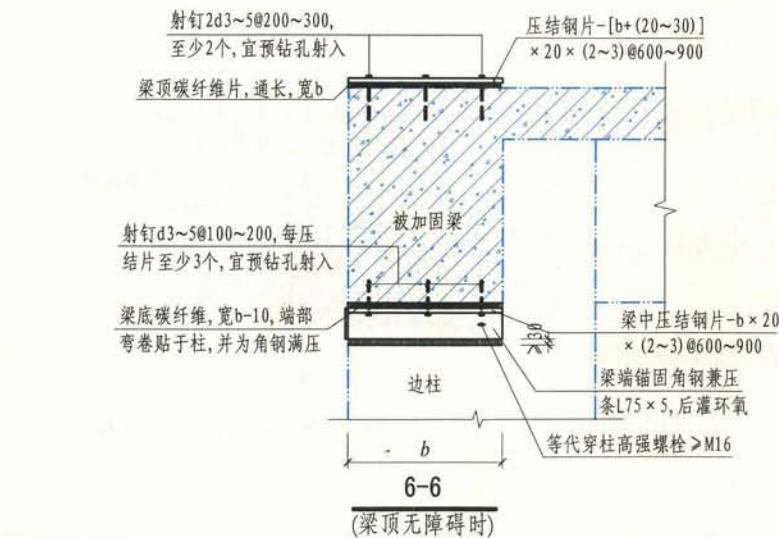
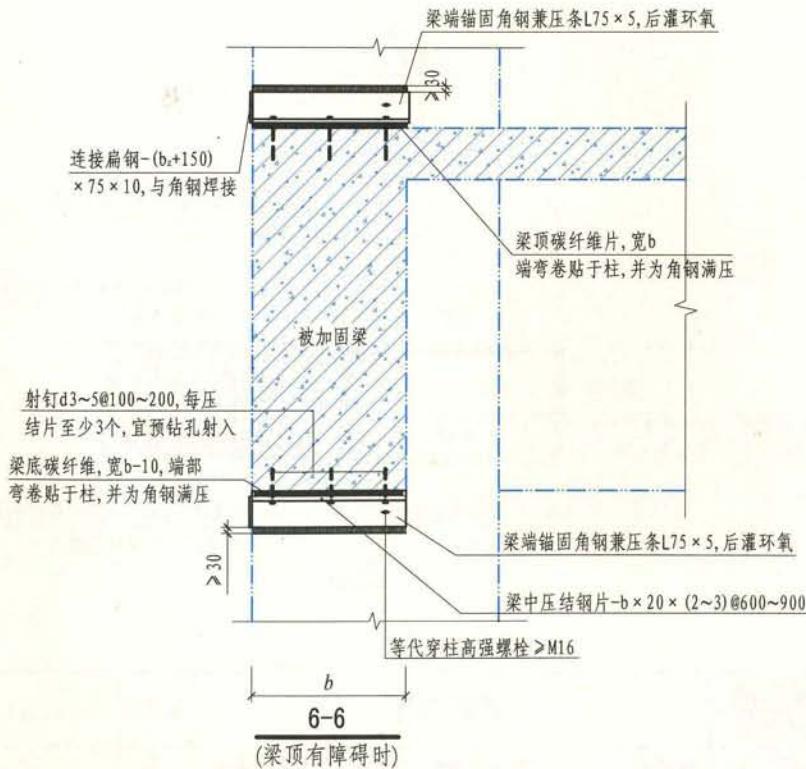
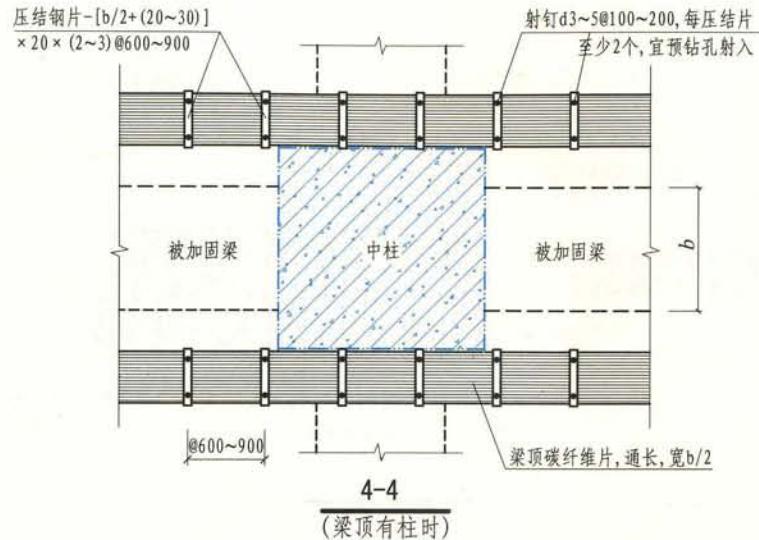
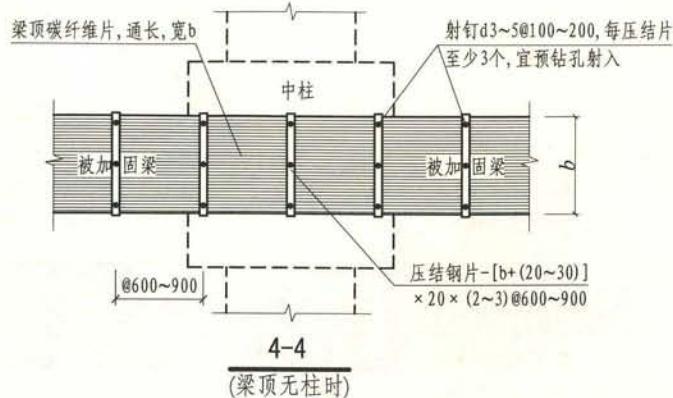
(梁顶有柱无墙时,弯折于边梁侧锚固)



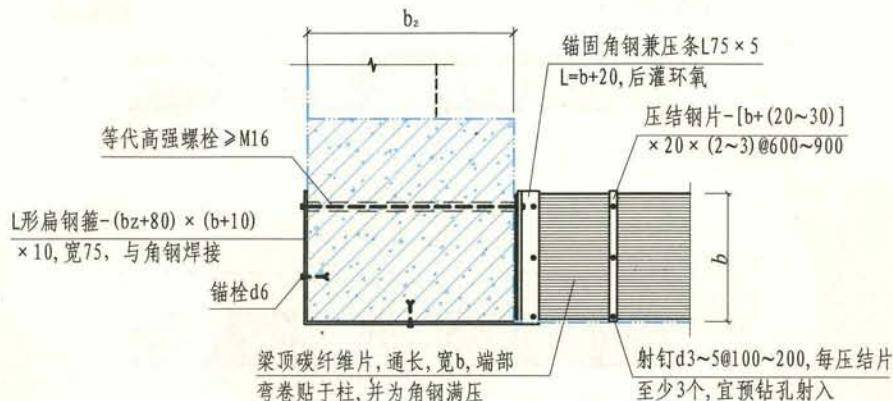
(梁顶有柱有墙时,穿墙螺栓锚固)



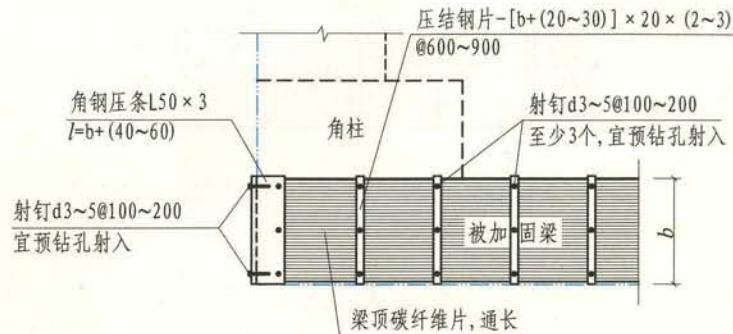
梁加固 纤维法	剖面详图					图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	万墨林	万墨林	设计 万墨林	页	5-28



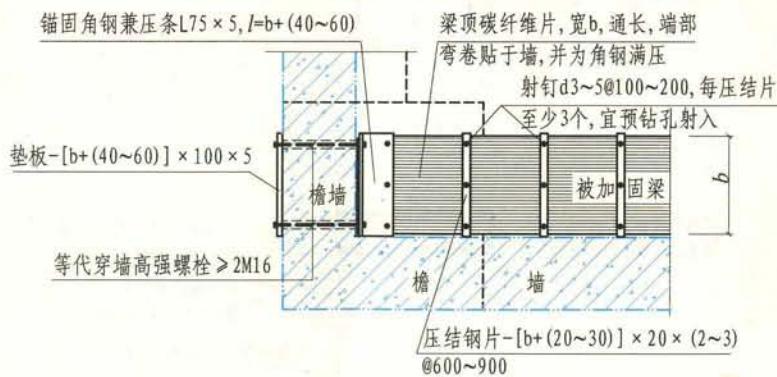
梁加固 纤维法	剖面详图					图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	丁海	设计 万墨林	万墨林	页	5-29



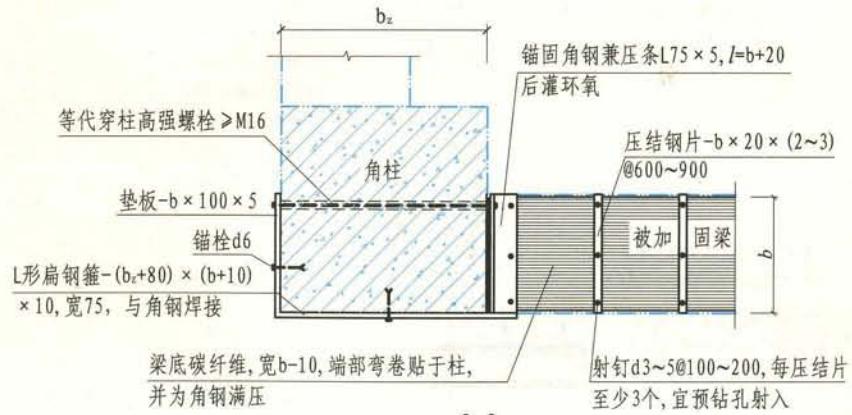
7-7
(梁顶有柱无墙时)



7-7
(梁顶无柱无墙时)

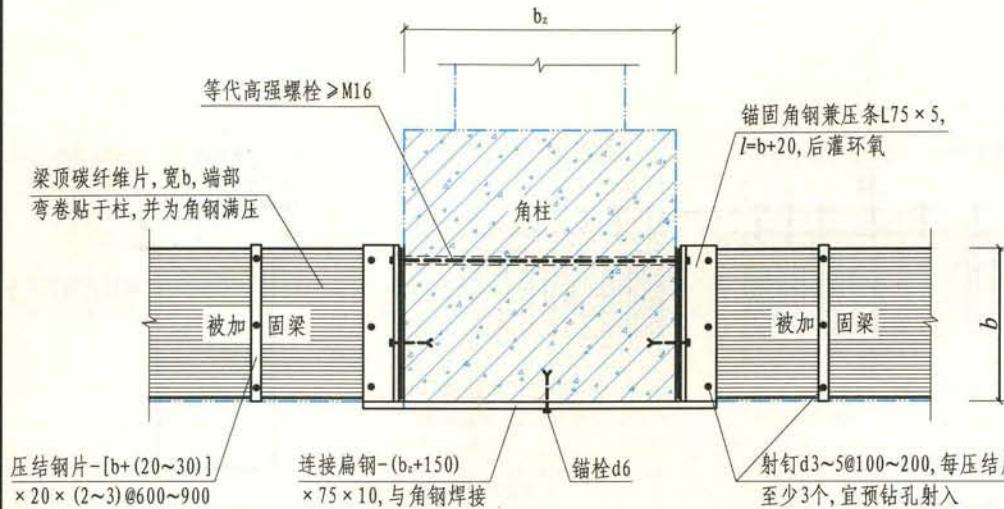


7-7
(梁顶无柱有墙时)

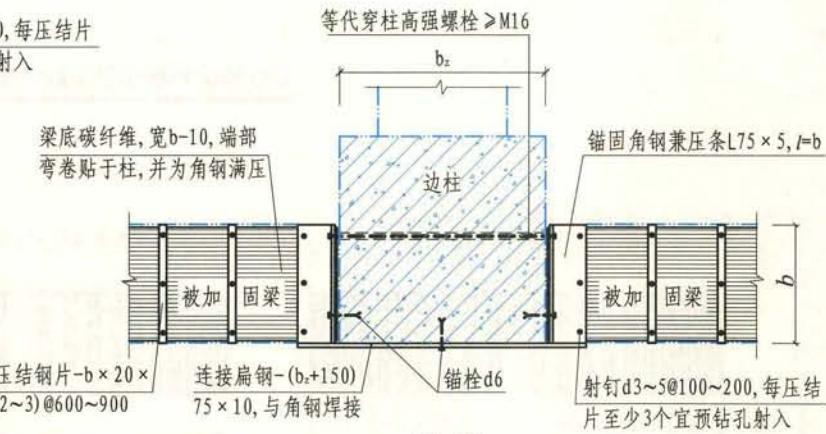


8-8

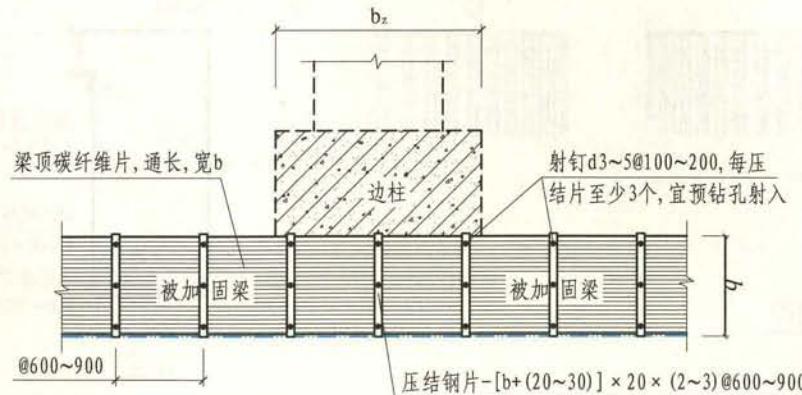
梁加固 纤维法		剖面详图					图集号	06SG311-1	
审核	陶学康	陶学康	校对	陈瑜	万墨林	设计	万墨林	页	5-30



9-9
(梁顶有柱时)

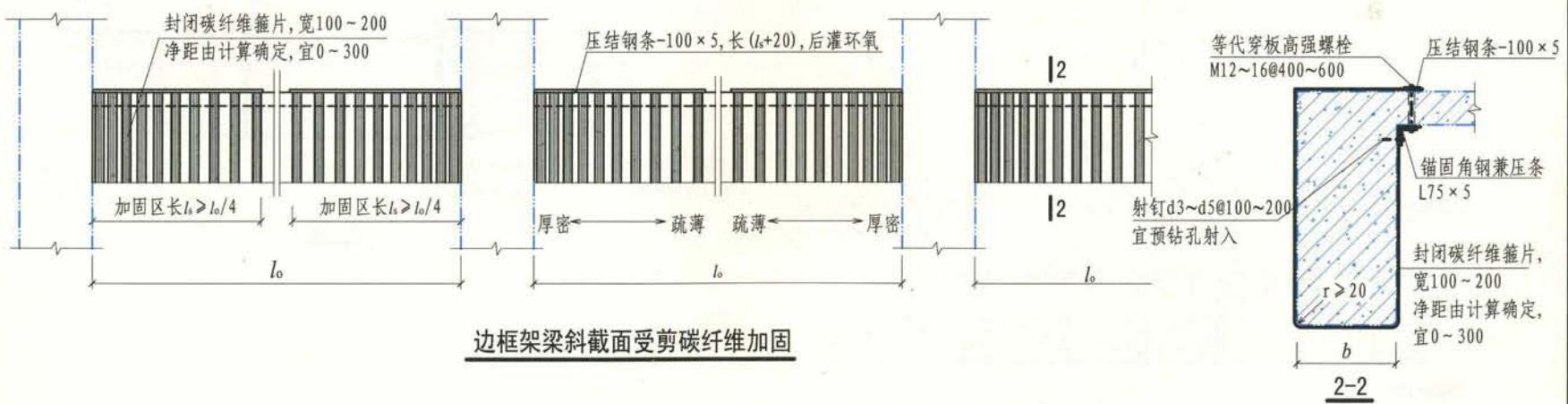
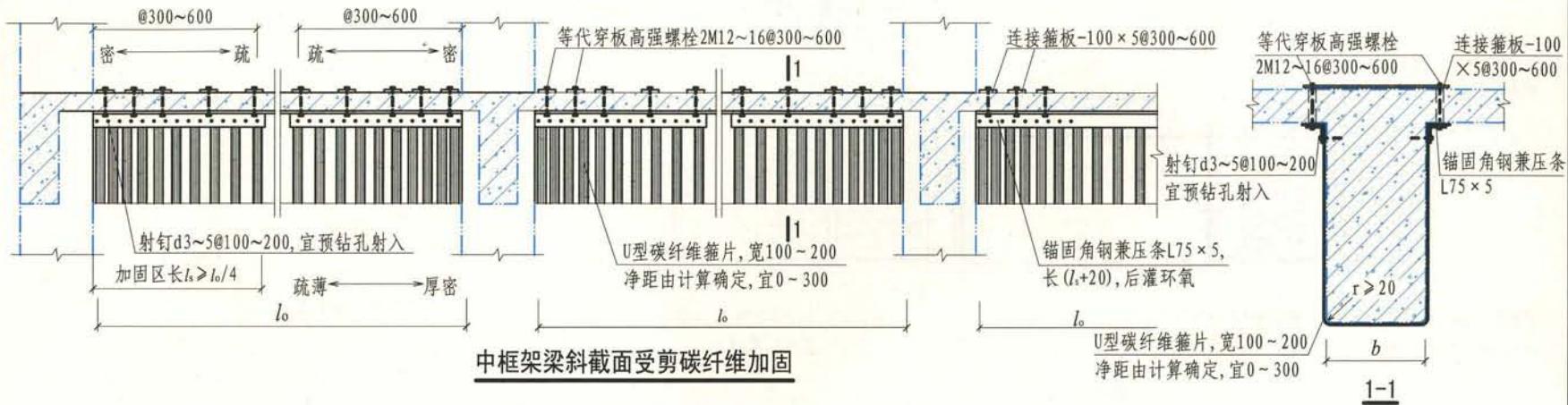


10-10



9-9
(梁顶无柱时)

梁加固 纤维法	剖面详图					图集号	06SG311-1
	审核	陶学康	陶学康	校对	陈瑜		
						设计	万墨林

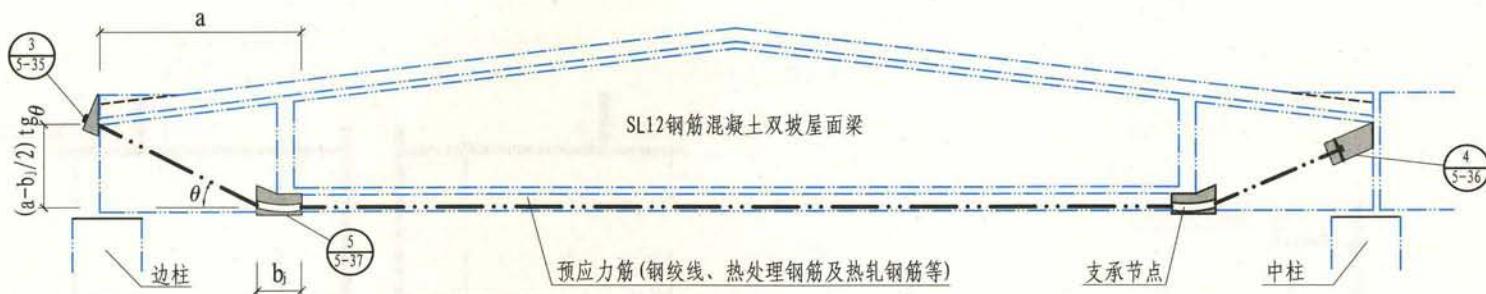


注：剖面1-1、2-2见页5-34。

梁加固 纤维法	框架梁斜截面碳纤维加固				图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页 5-32



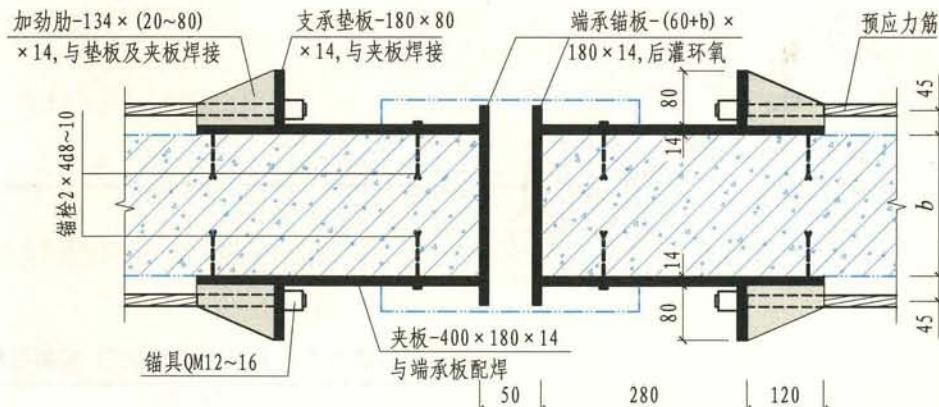
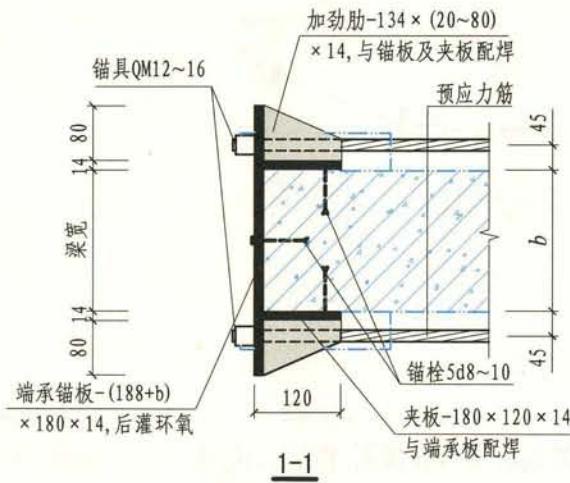
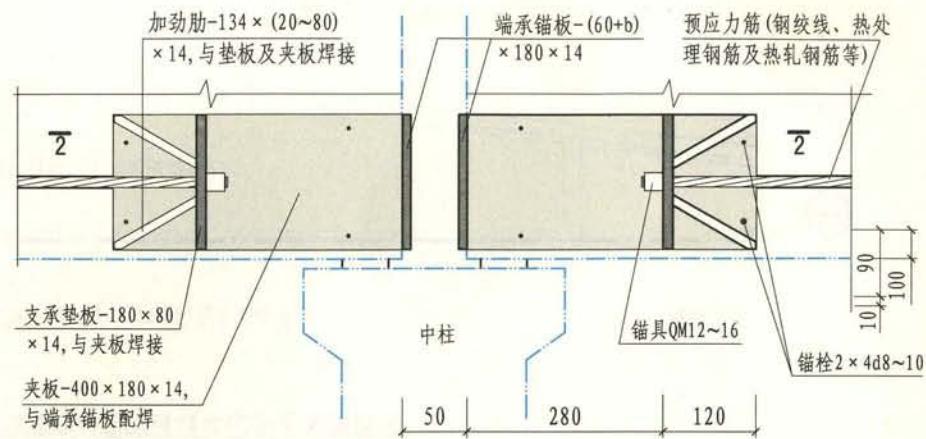
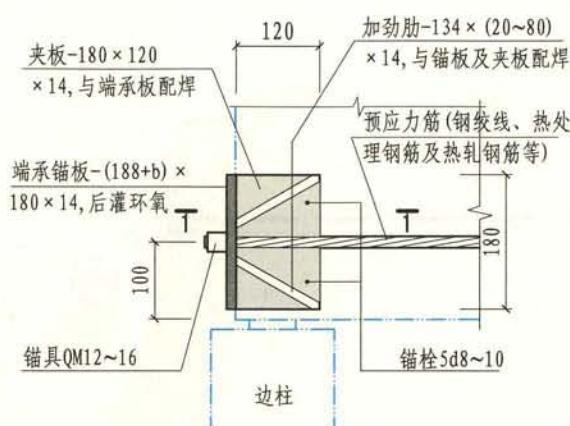
预制梁水平预应力拉杆加固, 机械张拉
(以SL12梁为例)



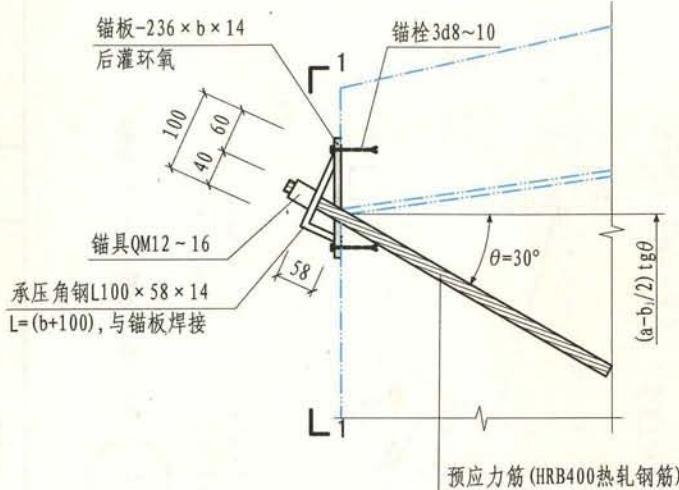
预制梁下撑式预应力拉杆加固, 机械张拉
(以SL12梁为例)

注: a为剪力加固区长度, 按需要确定;
 θ 为预应力筋倾角, 满足表5.5-1规定。

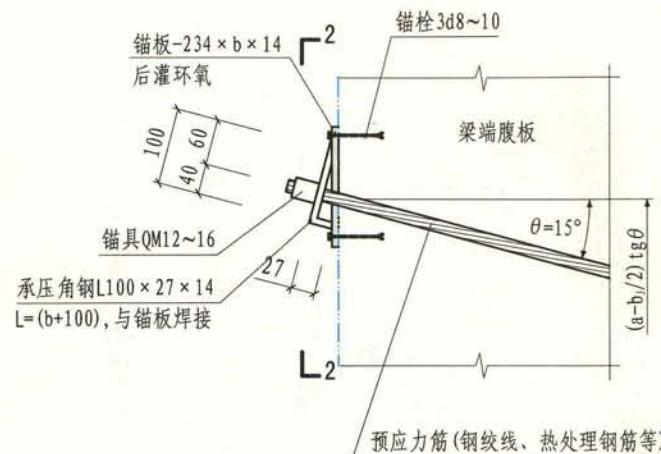
梁加固 体外预应力法	预制梁体外预应力拉杆加固, 机械张拉				图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页 5-33



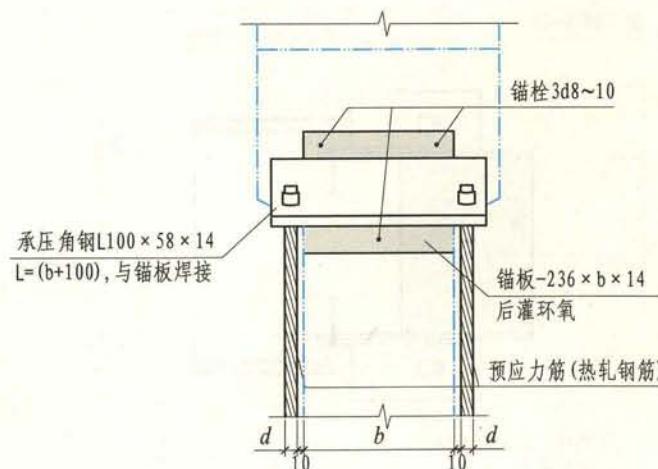
梁加固 体外预应力法	节点详图				图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页	5-34



3 适用于热轧钢筋
(以 $\theta=30^\circ$ 为例)

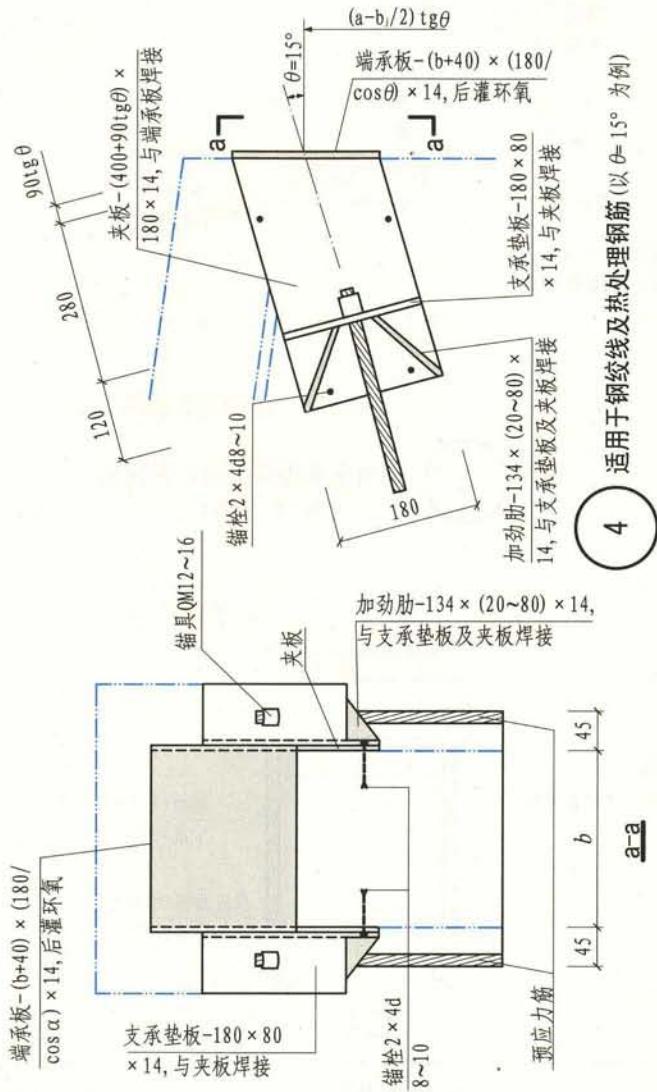


3 适用于钢绞线及热处理钢筋
(以 $\theta=15^\circ$ 为例)

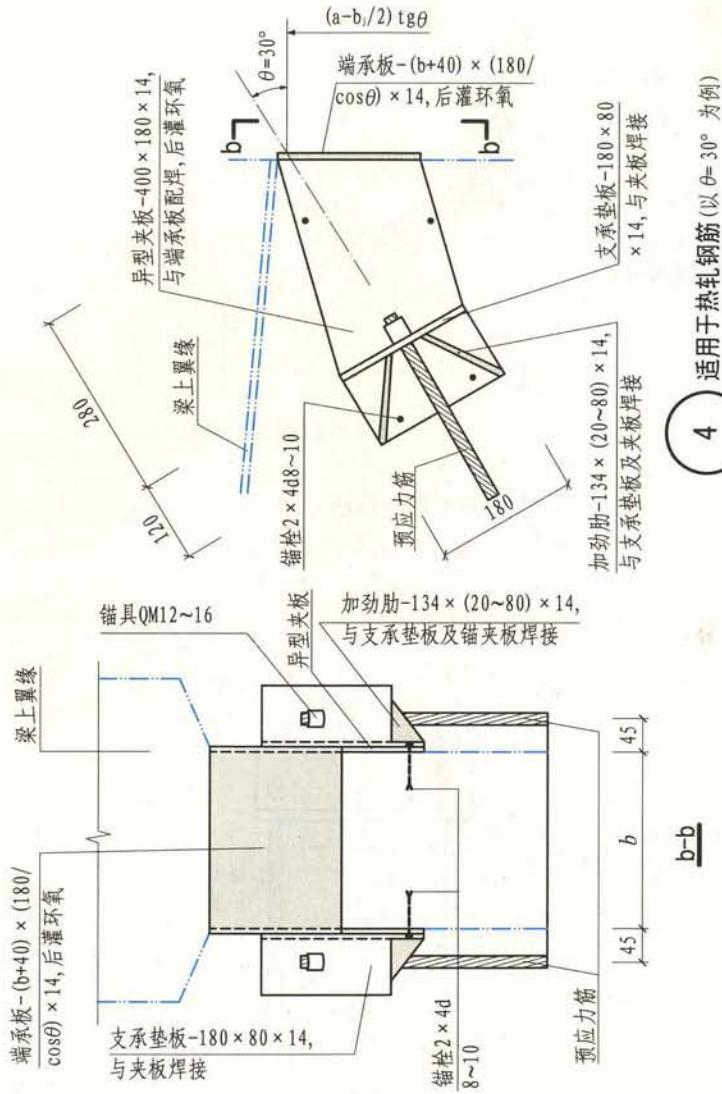


1-1

梁加固 体外预应力法	节点详图				图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页 5-35

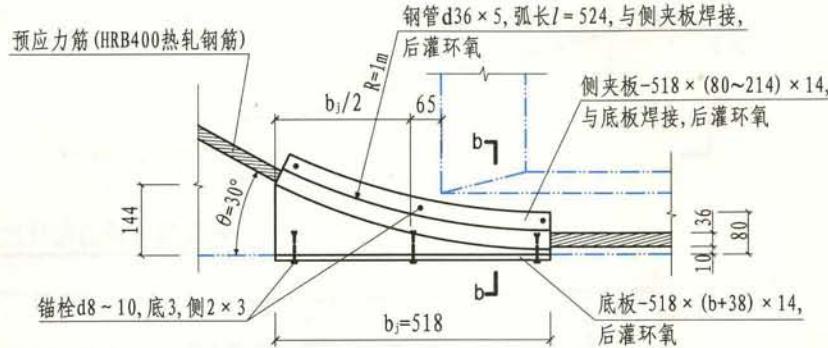
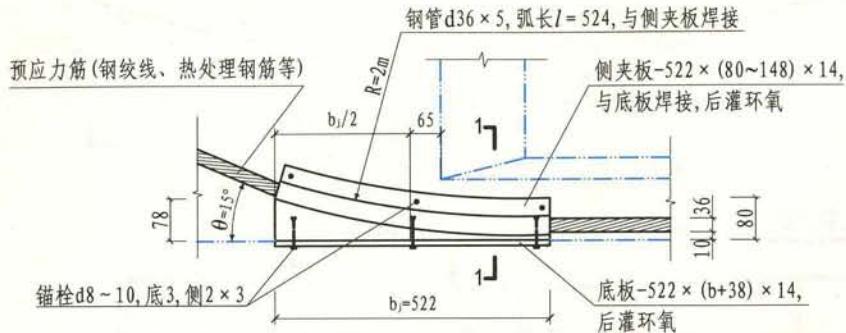


4 适用于钢绞线及热处理钢筋(以 $\theta=15^\circ$ 为例)



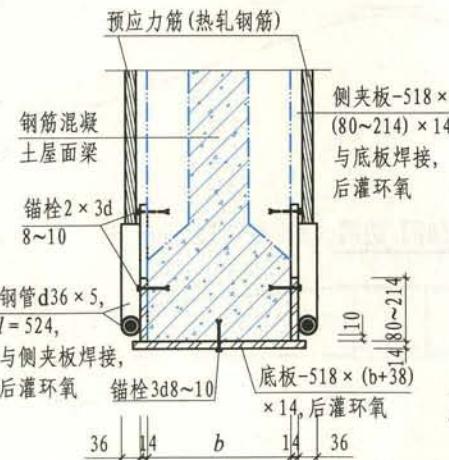
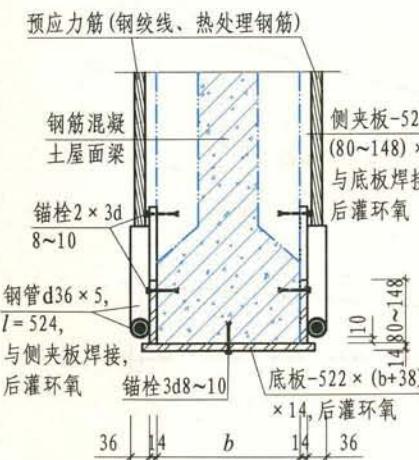
4 适用于热轧钢筋(以 $\theta=30^\circ$ 为例)

梁加固	节点详图	图集号	页
体外预应力法 审核 陶学康 校对 陈瑜	设计万墨林	06SG311-1	5-36



5 适用于钢绞线及热处理钢筋 (以 $\theta=15^\circ$ 、 $R=2000$ 为例)

5 适用于热轧钢筋 (以 $\theta=30^\circ$ 、 $R=1000$ 为例)

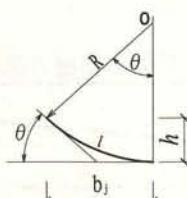


支承节点几何关系:

$$\text{弧长 } l = 0.01745R$$

$$\text{弦长 } b_1 = 2R \sin(\theta/2)$$

$$\text{弓高 } h = 2R \sin^2(\theta/2)$$

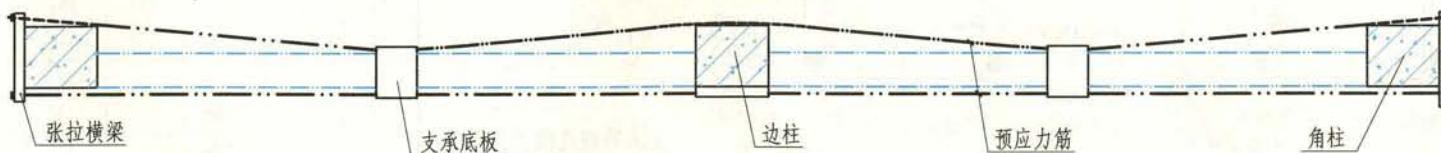
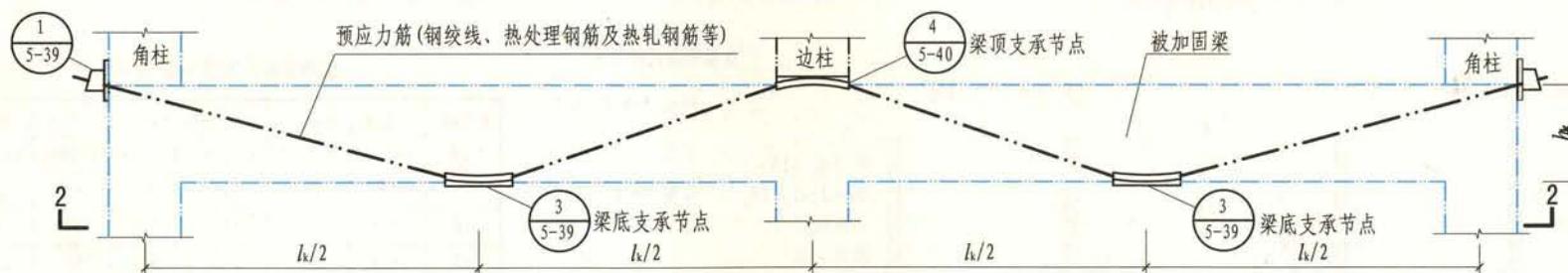
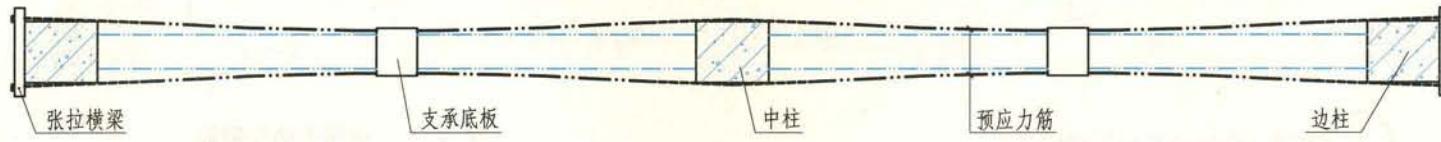
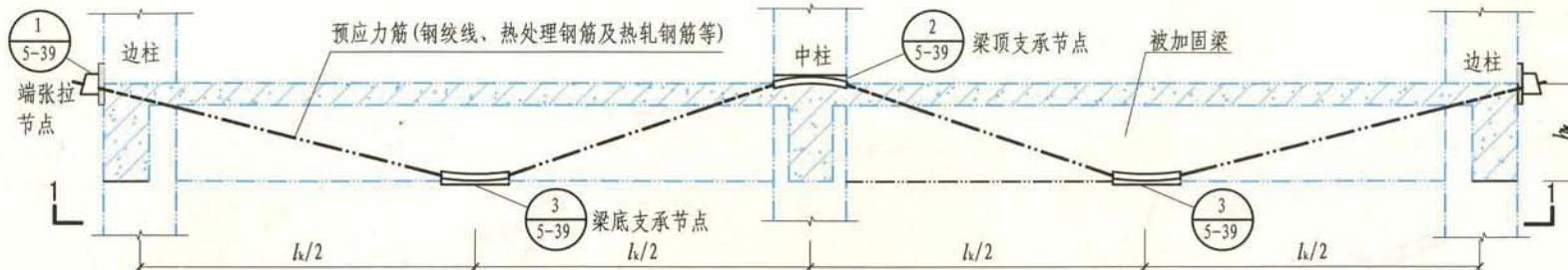


支承节点几何关系示意

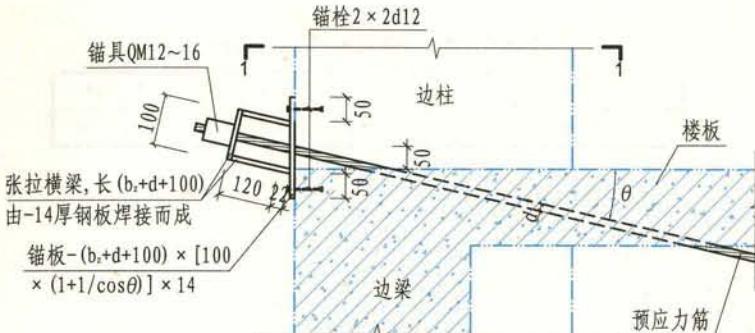
支承节点几何关系数据表

倾角 θ (.)	弧长 l (mm)		弦长 b_1 (mm)		弓高 h (mm)	
	$R=2000$	$R=1000$	$R=2000$	$R=1000$	$R=2000$	$R=1000$
15	524	262	522	261	68	34
16	558	279	557	278	77	39
18	628	314	626	313	98	49
20	698	349	695	347	121	60
22	768	384	763	382	146	73
24	838	419	832	416	173	86
26	—	454	—	450	—	101
28	—	489	—	484	—	117
30	—	524	—	518	—	134

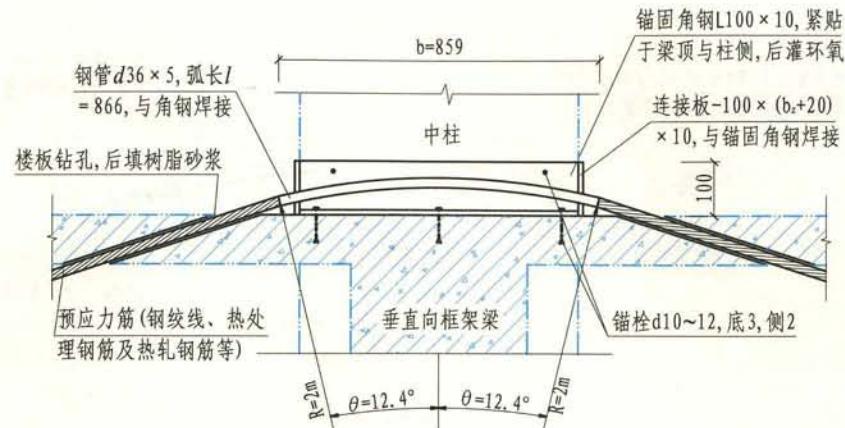
梁加固	节点详图				图集号	06SG311-1
体外预应力法	审核	陶学康	校对	陈瑜	设计	万墨林
					万墨林	页



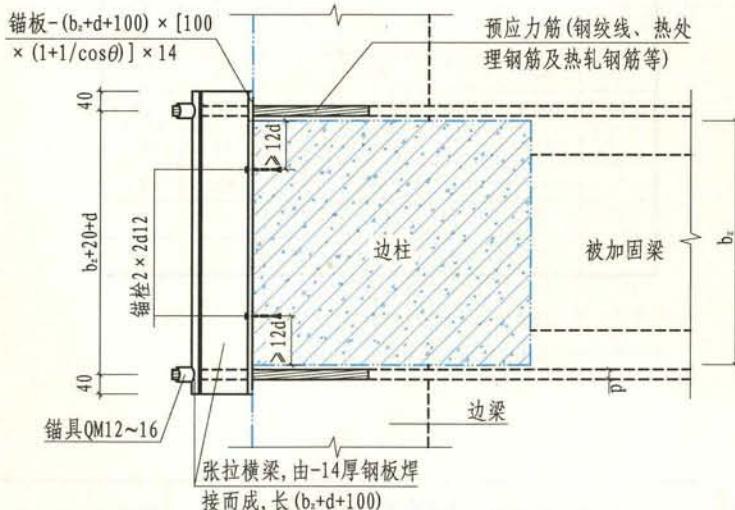
梁加固 体外预应力法	框架梁预应力拉杆加固, 机械张拉				图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页 5-38



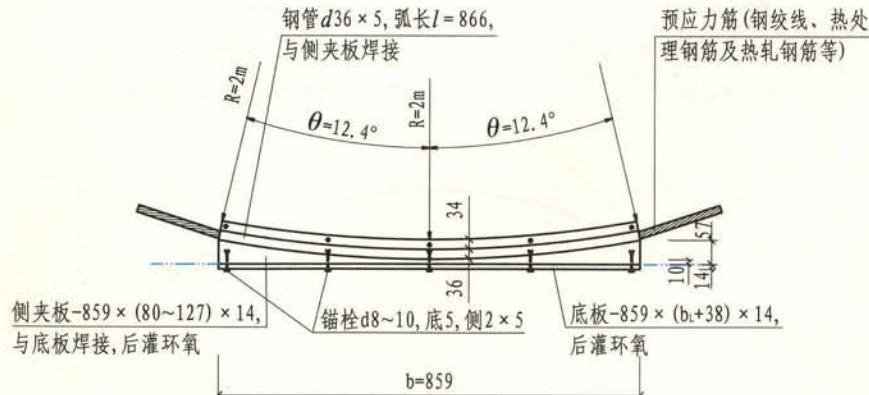
1 端张拉节点



2 梁顶支承节点
(包括边柱内侧)

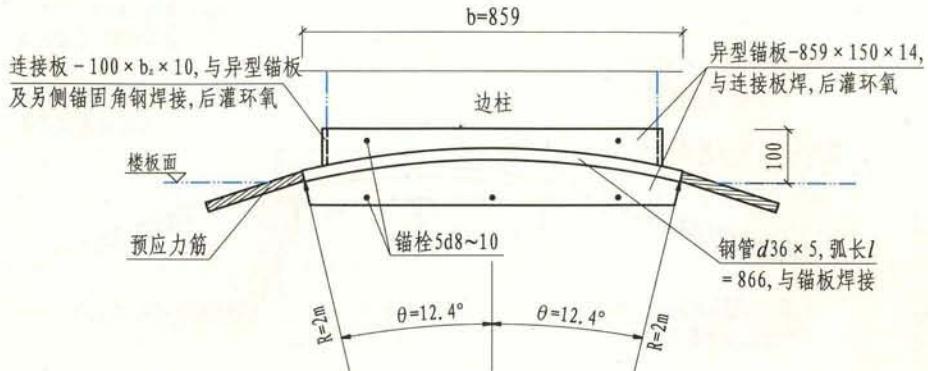


1-1



3 梁底支承节点

梁加固 体外预应力法	节点详图					图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页	5-39



4 梁顶支承节点

支承节点几何关系:

$$\text{弧度 } \alpha = \pi \theta_0 / 180 = 0.01745 \theta_0$$

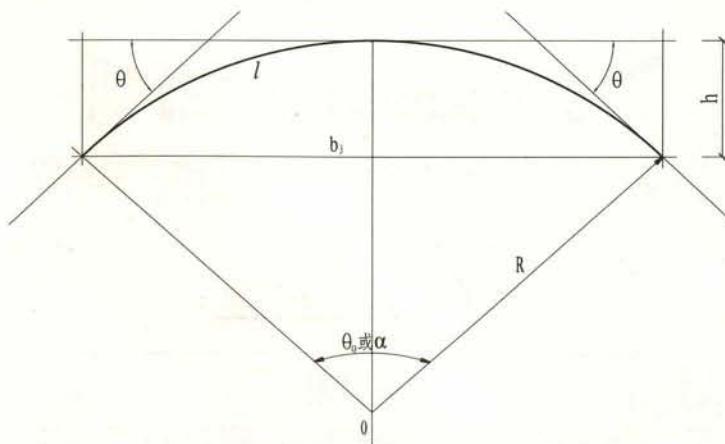
$$\text{角度 } \theta_0 = 180 \alpha / \pi = 57.2958 \alpha$$

$$\text{弧长 } l = 0.01745 \theta_0 R = \alpha R$$

$$\text{弦长 } b_i = 2R \sin \theta_0 / 2$$

$$\text{弓形高 } h = R - \sqrt{R^2 - \left(\frac{b_i}{2}\right)^2}$$

$$\text{圆周角 } \theta = \frac{1}{2} \theta_0, \theta_0 - \text{圆心角}$$



支承节点预应力筋倾角与跨高比关系

l/h_k	10	11	12	13	14	15	16	17	18
θ	12.4°	11.3°	10.4°	9.61°	8.93°	8.34°	7.83°	7.37°	6.968°

框架梁跨高比一般为 $l_k/h_k = 10 \sim 18$

$$\text{圆周角 } \theta = \text{Arctg} \left(\frac{h_k}{l_k/2 - b} \right) \approx \text{Arctg} \frac{1.1 \times 2h_k}{l_k}$$

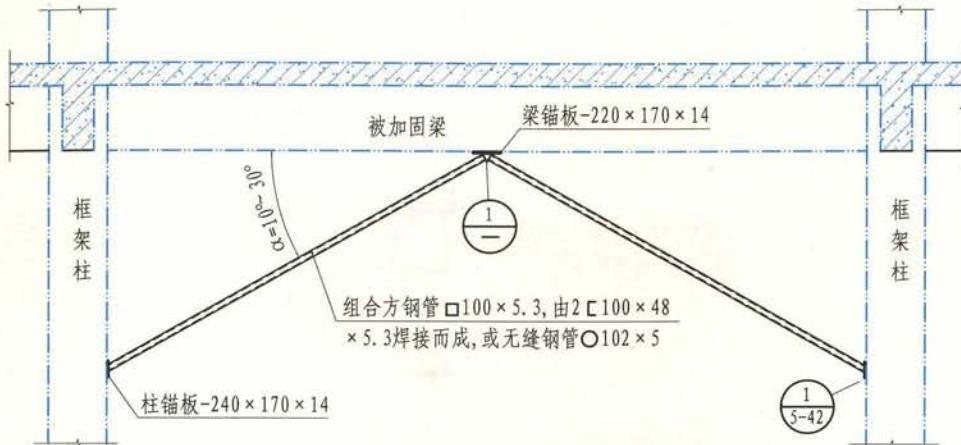
支承节点几何关系数据表

l_k/h_k	弧长 l (mm)		弦长 b_i (mm)		弓高 h (mm)	
	R=2000	R=1000	R=2000	R=1000	R=2000	R=1000
10	866	433	859	429	47	23
11	789	394	784	392	39	19
12	726	363	722	361	33	16
13	671	335	668	334	28	14
14	623	312	621	310	24	12
15	582	291	580	290	21	11
16	547	273	545	272	19	9
17	514	257	513	257	17	8
18	486	243	485	243	15	7

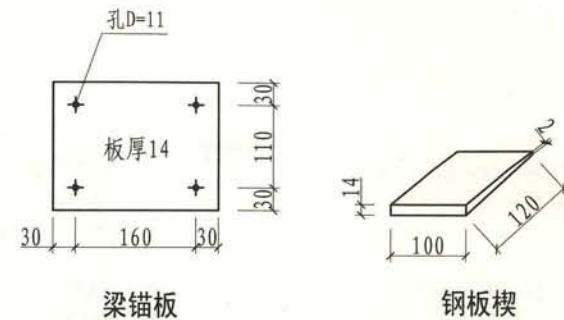
$$\text{弧长 } l = 0.01745 \theta_0 R = 0.01745 \times 2 \theta R = 0.0349 \theta R$$

$$\text{弦长 } b_i = 2R \sin \theta_0 / 2 = 2R \sin \theta$$

梁加固 体外预应力法	节点详图, 支承节点几何关系					图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页	5-40

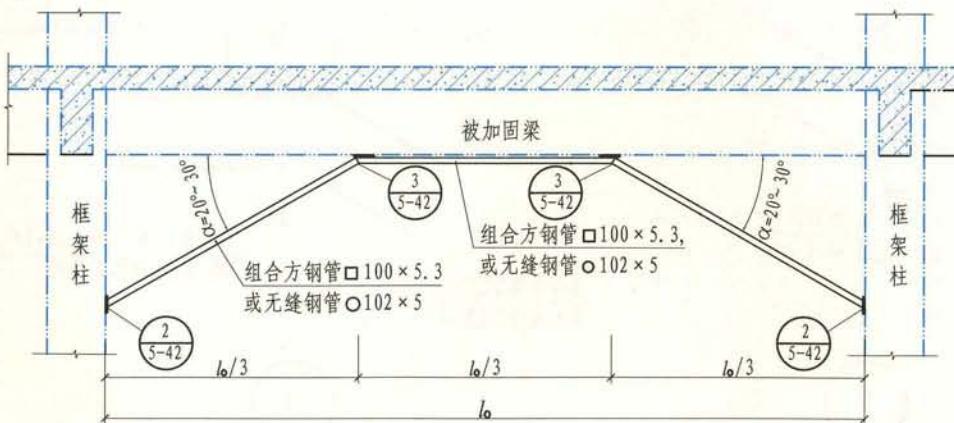


框架梁斜向支撑加固, 支点设于跨中

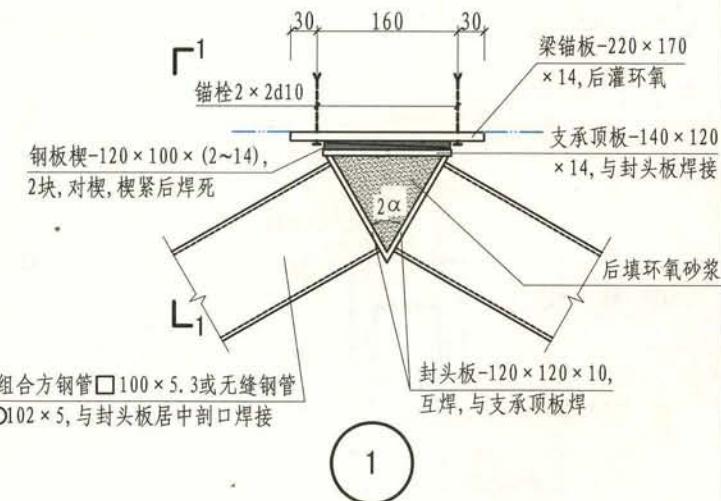


梁锚板

钢板楔



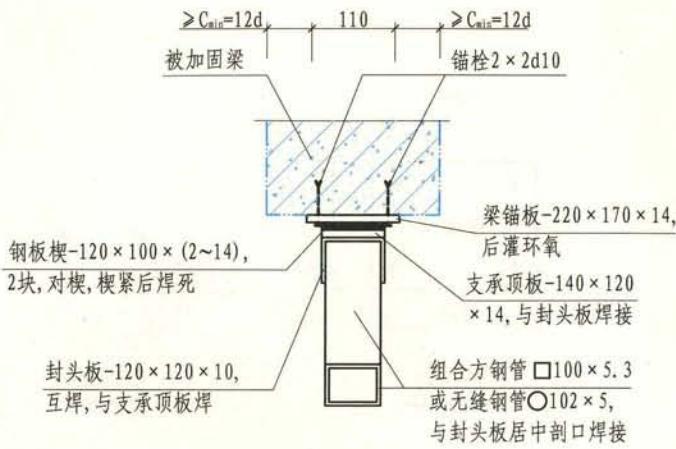
框架梁斜向支撑加固, 支点设于三分点处



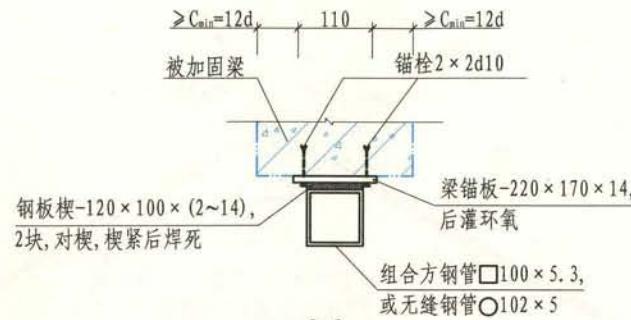
1

注: 剖面1-1见页5-42。

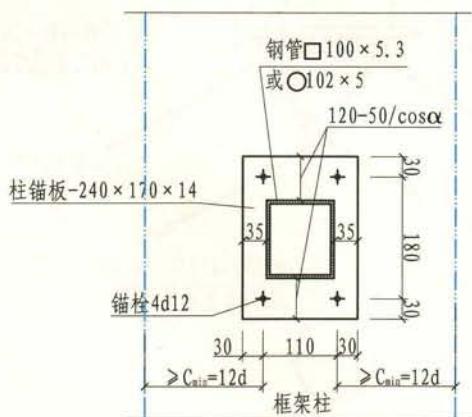
梁加固 增设支点法	框架梁斜向支撑加固					图集号	06SG311-1
审核 陶学康	校对 陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页	5-41		



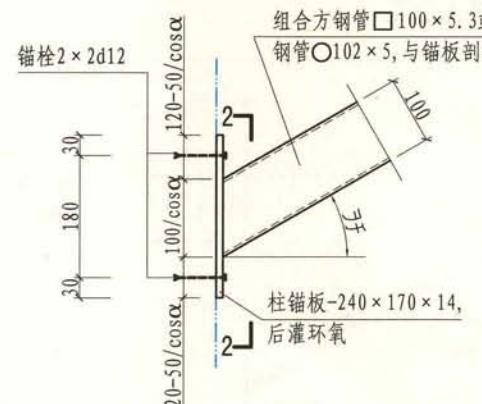
1-1



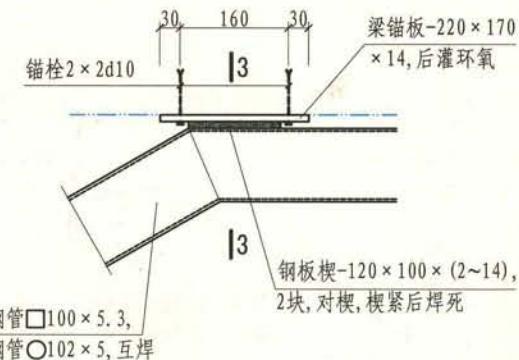
3-3



2-2



2



3

梁加固 增设支点法	节点详图				图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页	5-42

6 板加固

6.1 预制板加固

预制板有条形板、肋型板、空心板等。预制板受力属于简支板。预制板加固方法主要有加大截面法、粘钢法及纤维复合材料加固法等。

加大截面法一般是于板面或板底增做30~50mm厚钢筋混凝土后浇层。从方便施工考虑，多采用上浇叠合层，主要是形成刚性楼盖和屋盖，受弯承载力提高（净增）有限，约10%左右；若上浇叠合层能连续贯通整个楼盖和屋盖，则可形成新增荷载(Δq)下的连续板，承载力提高较多。上浇叠合层适用单层工业厂房屋面加固及多层框架预制板楼面加固。叠合层构造配筋一般取 $\varnothing 6 @ (150 \sim 200) \times (150 \sim 200)$ ，若期望形成连续板，在板跨受力方向宜配 $\varnothing 8 \sim 10 @ 150 \sim 200$ 钢筋，通长布置。板底后浇钢筋混凝土层仅适合于喷射法施工。钢筋网需用 $\varnothing 6 @ 600$ 销筋以植筋方法锚固于板。对于空心板，亦可局部凿开孔洞增配钢筋后以混凝土填灌。为增强新旧混凝土粘结和咬合能力，板缝应凿除10~20mm深灌缝混凝土，板面应凿毛，吹净灰粉，并涂混凝土界面结合剂一道。

粘钢法加固预制板是将所需扁钢粘贴于板底受拉面，对于肋形板，如预应力大型屋面板(YWB)，应布置在主肋底面，宜将相邻肋两块扁钢合二为一，先以环氧砂浆找平，然后骑缝粘贴。为提高粘钢加固的耐久性，受力扁钢宜采用 $2d3 \sim 5 @ 400/800$ 射钉进行附加锚固。

纤维复合材料加固预制板是将所需碳纤维、玻璃纤维等纤维复合布顺板跨方向粘贴于板底受拉面。同样，为提高纤维加固的耐久性，本图集采用“射钉+压结钢片”对受力纤维片进行了附加锚固。

6.2 现浇板加固

当今现浇钢筋混凝土楼板及屋面板多属连续双向板，宜双面双向加固。现浇板加固方法主要有加大截面法、粘钢法及粘贴纤维复合材料加固法等。

加大截面法加固现浇板，主要是于板面增浇30~50mm厚钢筋混凝土叠合层，于板底用喷射法增做30~50mm厚钢筋混凝土后浇层。板所增配钢筋应由计算确定，短跨向应 $\geq \varnothing 8 \sim 10 @ 150 \sim 200$ ，长跨向应 $\geq \varnothing 6 \sim 8 @ 150 \sim 200$ 。为使加固后的整个楼板、屋面板仍为连续板，要求对阻断钢筋（尤其是支座负筋）通过的墙和梁钻孔，使所配钢筋（主要是负筋）能连续贯通。加大截面法最适合于无梁楼盖及框架结构楼盖楼板加固，剪力墙结构楼盖因钻孔较多，施工较为麻烦。为减少穿筋钻孔对阻断结构的破坏，本图集推荐“高强螺栓+锚固角钢”办法传力，即板筋不用穿墙，全与锚固角钢焊接。等代穿墙高强螺栓按 $A_{sv} f_{mk} / S_m = A_{sf_{stk}} / S$ 换算， A_{sv} 、 f_{mk} 、 S_m 为螺栓应力面积、抗拉强度标准值及间距； A_{sv} 、 f_{stk} 、 S 为迭合层或后浇层所配钢筋截面面积、抗拉强度标准值及间距；高强螺栓一般选用8.8级~12.8级，规格应 $\geq M16 @ 600 \sim 900$ ，预紧力应 $\geq 0.4 A_{sv} f_{mk}$ 。锚固

板加固	板加固说明						图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	丁海	设计 万墨林	万墨林	页	6-1	

角钢规格应 $\geq L75 \times 5$ 。

粘钢法加固现浇楼板一般采用定型扁钢，用结构胶粘贴。扁钢规格一般为 $(100 \sim 200) \times (3 \sim 4)$ ，间距@600~900。由于宽度、厚度和间距均可调整，扁钢布置基本上可以作到等强布置。为提高粘钢加固耐久性，全部扁钢均采用射钉进行附加锚固。射钉规格为 $2 \times 2 (d3 \sim 5) @ 600 \sim 900$ ，设于纵横扁钢交汇处的外层扁钢；单层扁钢为 $2 (d3 \sim 5) @ 600 \sim 900$ 。纵横扁钢正交重叠时，有两种粘贴方法：一种是将外层后贴扁钢弯折贴于板表面和底层扁钢表面，弯折角度应 $\leq 20^\circ$ ，其局部孔隙用结构胶填满；另一种是底层扁钢凿槽粘贴，扁钢面与板面齐平，外层扁钢可平顺粘贴。边梁处板面负弯矩扁钢的锚固有两种方法：当无外墙或为轻质外墙时，扁钢应穿墙，端部可弯折 90° 后直接粘贴于边梁外侧，并以 $2d5$ 射钉锚固收头；当有混凝土外墙时，应采用“高强螺栓+锚固角钢”锚固，其做法同加大截面法。

粘贴纤维法加固现浇楼板，一般是双面双向粘贴，本图集以 $200 \sim 300g/m^2$ 碳纤维布为例。碳纤维片宽度 $b_c = 150 \sim 300mm$ ，间距@600~900mm。由于质量密度、宽度和间距可调，碳纤维片基本上可作到等强布置。为提高纤维粘结加固耐久性，全部纤维片均采用“压结钢片+射钉”进行附加锚固。边梁处板面端纤维片的锚固有两种方法：当无外墙时，纤维片可弯贴于边梁外侧；当有外墙时，应采用“锚固角钢+高强螺栓”锚固，其做法同加大截面法。

6.3 楼板开洞

6.3.1 楼板开洞后局部切断了原有传力路径和配筋，一方面促使洞

口周边板的内力增大，造成应力集中，另一方面板筋减少，承载力降低，因此应对开洞后的结构进行内力分析和承载力验算，根据计算结果，进行洞口加固设计。

楼板开洞加固处理应根据楼板的性质（梁式楼盖、无梁楼盖、简支板、连续板，单向板、双向板、预应力板、非预应力板）、开洞部位（边缘、中部）、开洞大小及形状等差异，分别采用相应的最适合的加固处理方法。

6.3.2 作为简化处理，当垂直于板受力方向的洞口宽度 $b \leq 300mm$ 或孔洞直径 $D \leq 300mm$ ，且切断钢筋数量 $\leq 5\%$ 时，可不作处理；当 $b \leq 1000mm$ 或 $D \leq 1000mm$ ，且切断钢筋数量 $\leq 20\%$ 时，可采用补偿配筋法，将板中切断的钢筋($A_s f_y$)，补设于洞口边。为便于施工，一般采用粘钢或纤维片材作为后加补偿筋，其总量，应 $\geq 1.2 A_s f_y$ 。

预制简支楼板开洞采用粘钢或纤维作为补偿加固时，钢板及纤维片全部粘贴于洞周边底面。粘钢加固，受力较大方向钢板宜粘贴在最外层（后粘），受力较小方向钢板粘贴于里层（先粘）。此时，先粘钢板应于混凝土贴面处进行开槽，开槽深度 $\geq \delta + 3mm$ ， δ 为钢板厚度，以保证先贴钢板面与楼板底面齐平。亦可双向齐平粘贴，但需将受力较小方向钢板切成三段，现场配焊，局部后灌环氧。纤维片加固纵横纤维片粘贴先后顺序可不受限制。

现浇连续板开洞，当开洞位于板负弯矩区，采用粘钢或纤维作

板加固	板加固说明					图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	丁海	设计 万墨林	万墨林	页	6-2

为补偿加固时，不宜只粘贴板面，不加固板底，应双面加固。对于承担负弯矩的板面钢板或纤维片材，往往因墙体阻碍，无法贯通布置，此时可采用螺栓及短角钢穿墙拉结锚固传递拉力。对于框架结构现浇楼板角区开洞，承担负弯矩的板面钢板或纤维片材，应弯折锚固于边梁外侧，并满足锚固长度要求。

6.3.3 当 $b>1000\text{mm}$ 或 $D>1000\text{mm}$ ，或切断钢筋数量 $>20\%$ ，或洞口边存在较大集中荷载时，以及预制板切断主肋时，均应于洞口边另设边梁支承传力。一般采用型钢边梁，边梁与楼板间应辅助于锚栓连接，并后灌环氧，使之结为一体；边梁端部与支承结构（剪力墙、框架梁、柱等）应有可靠锚固。

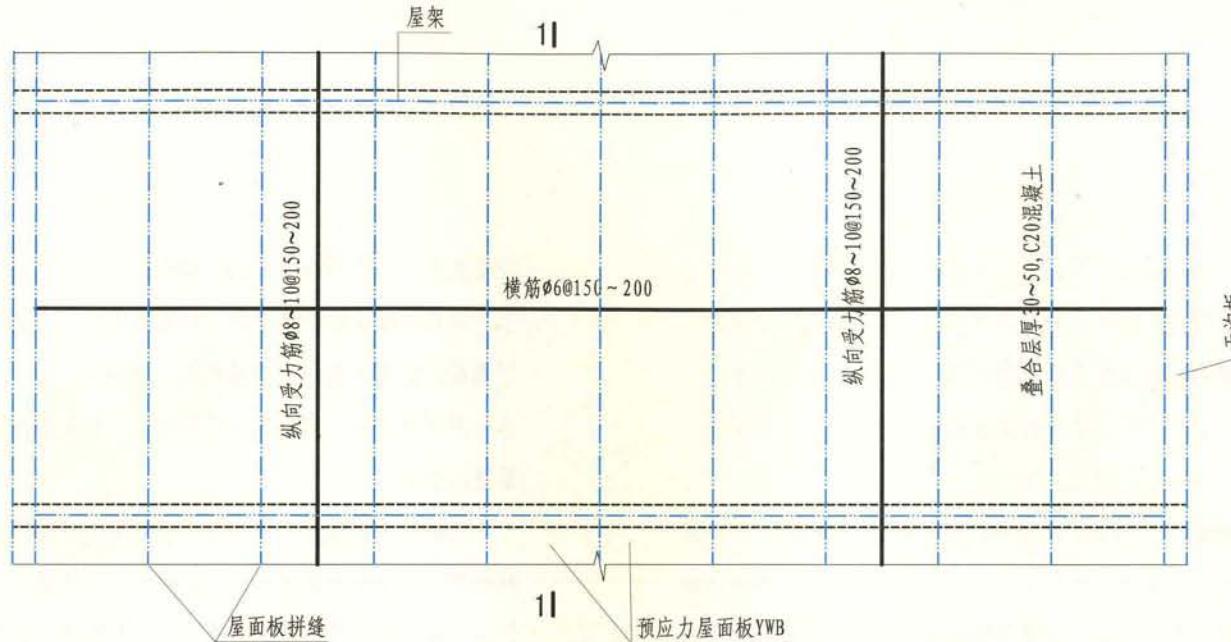
6.3.4 无粘结预应力楼板开洞切断预应力筋后，该预应力筋就完全丧失功能，对整体张拉的楼盖而言，影响范围很大，故在进行洞口加固的同时，尚应由专业预应力施工队伍对被切断的预应力筋进行预应力

恢复处理。当开洞 $b\leq 1\text{m}$ 或直径 $D\leq 1\text{m}$ 时，可采用封闭型钢框方案，即于洞口四周增设组合型钢框，将切断的预应力筋重新张拉，并锚固于型钢框；型钢框兼起补偿筋作用。当 $b>1\text{m}$ 或 $D>1\text{m}$ 或切断的预应力筋较多，或洞口边存在较大集中荷载，或切断梁肋时，则应另设封闭支承型钢组合梁。

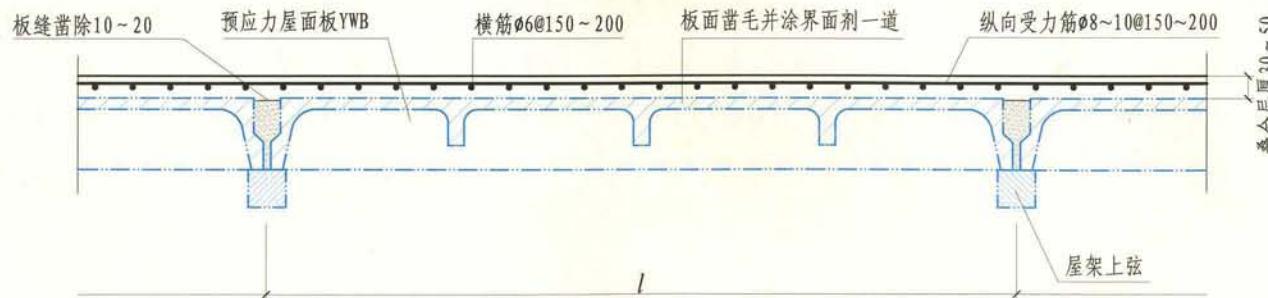
为减轻无粘结预应力楼板开洞加固处理难度，降低改造费用，无粘结预应力楼板开洞位置、方向和大小，在满足改造功能要求和JGJ92-2004第5.3.12条规定的前提下，应尽量选择在预应力筋较疏和切断的预应力筋较少的部位。对于多跨单向无粘结预应力平板楼盖，洞的长边应平行于预应力筋方向；对于无梁楼盖，洞宜布置在跨中板带，避免在柱上板带开洞，尤其是在各离柱边 $1.5b$ （ b 为楼板厚度）的柱上板带；对于密肋双向楼盖，应避免在肋上开洞，尤其是主肋。

对因开洞而外露的预应力筋和锚具，应进行有效的防腐处理。

板加固	板加固说明					图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页	6-3

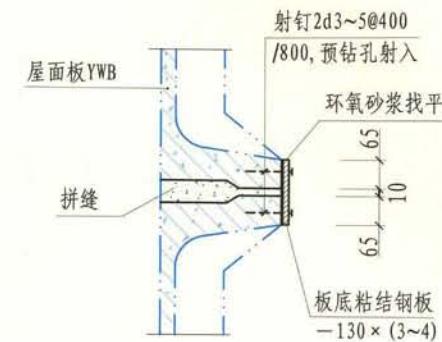
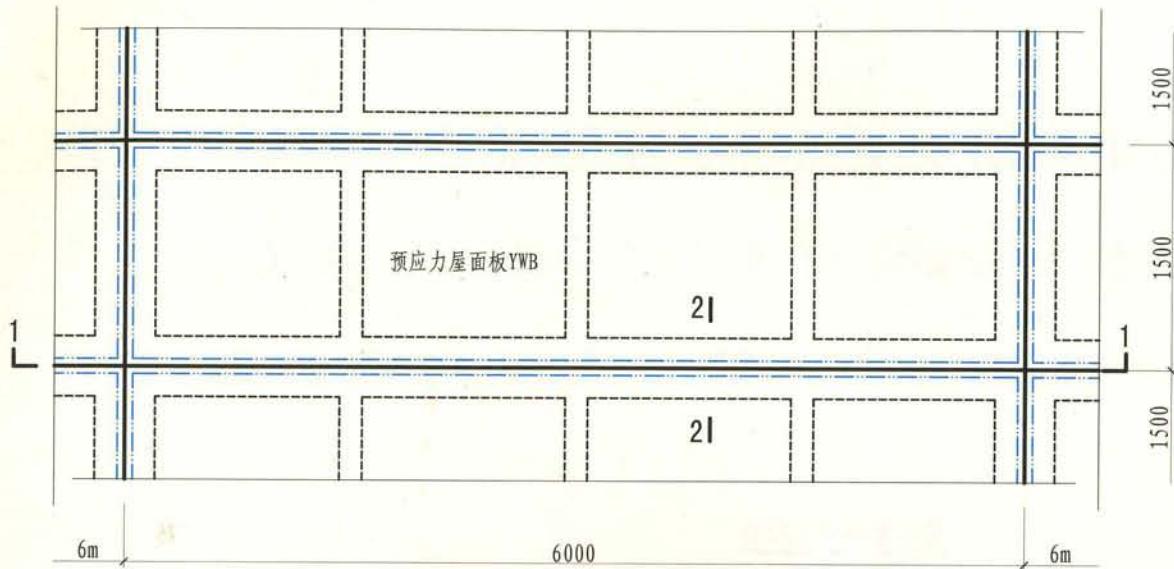


预制板增浇叠合层加固 (以YWB板为例)



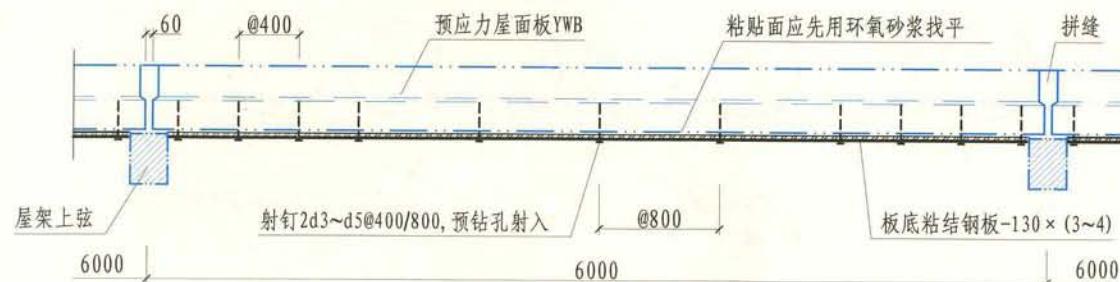
1-1(对于新增荷载 Δq 可按多跨连续板计算)

板加固 预制板	增浇叠合层加固						图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	丁诚	设计 万墨林	万墨林	页	6-4	



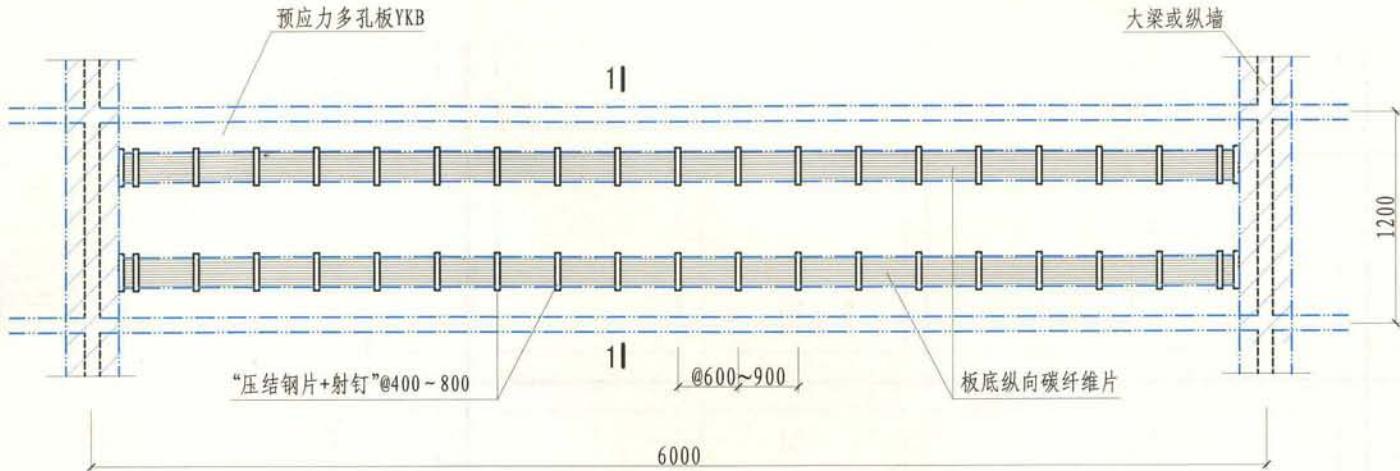
2-2

预制板粘钢加固 (以YWB板为例)



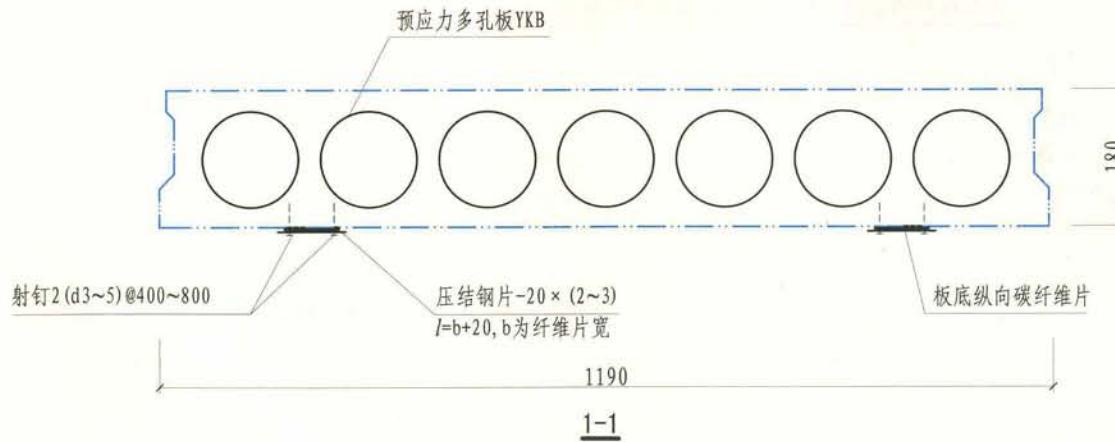
1-1

板加固 预制板	粘钢加固					图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	万墨林	设计 万墨林	万墨林	页	6-5

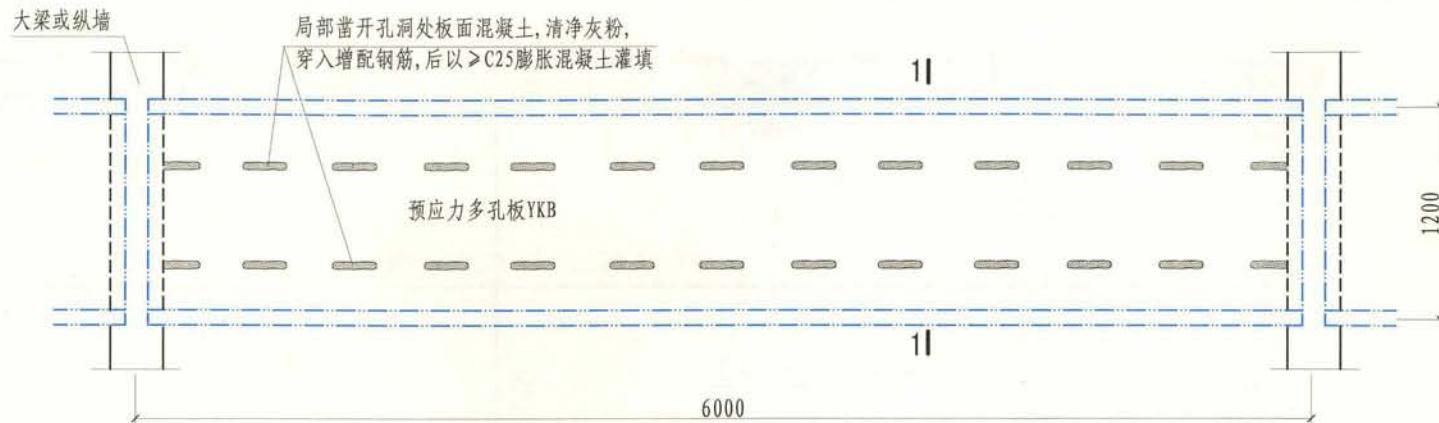


预制板碳纤维加固

(以YKB板为例, 仰视)

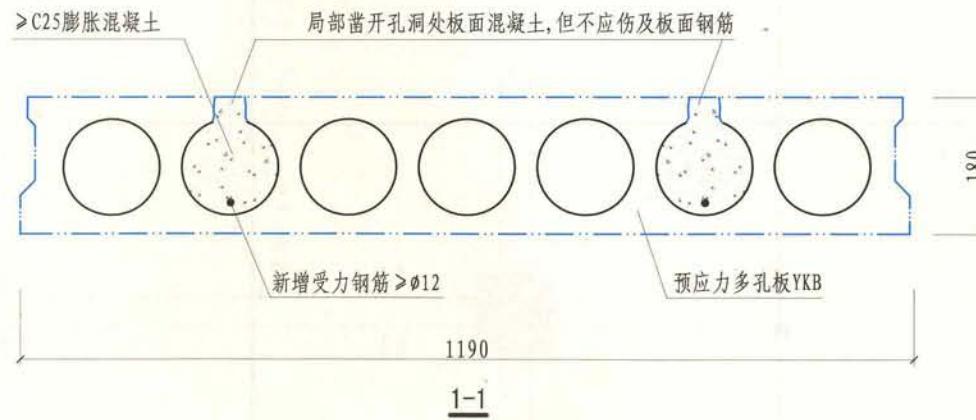


板加固	碳纤维加固				图集号	06SG311-1
预制板						
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页	6-6

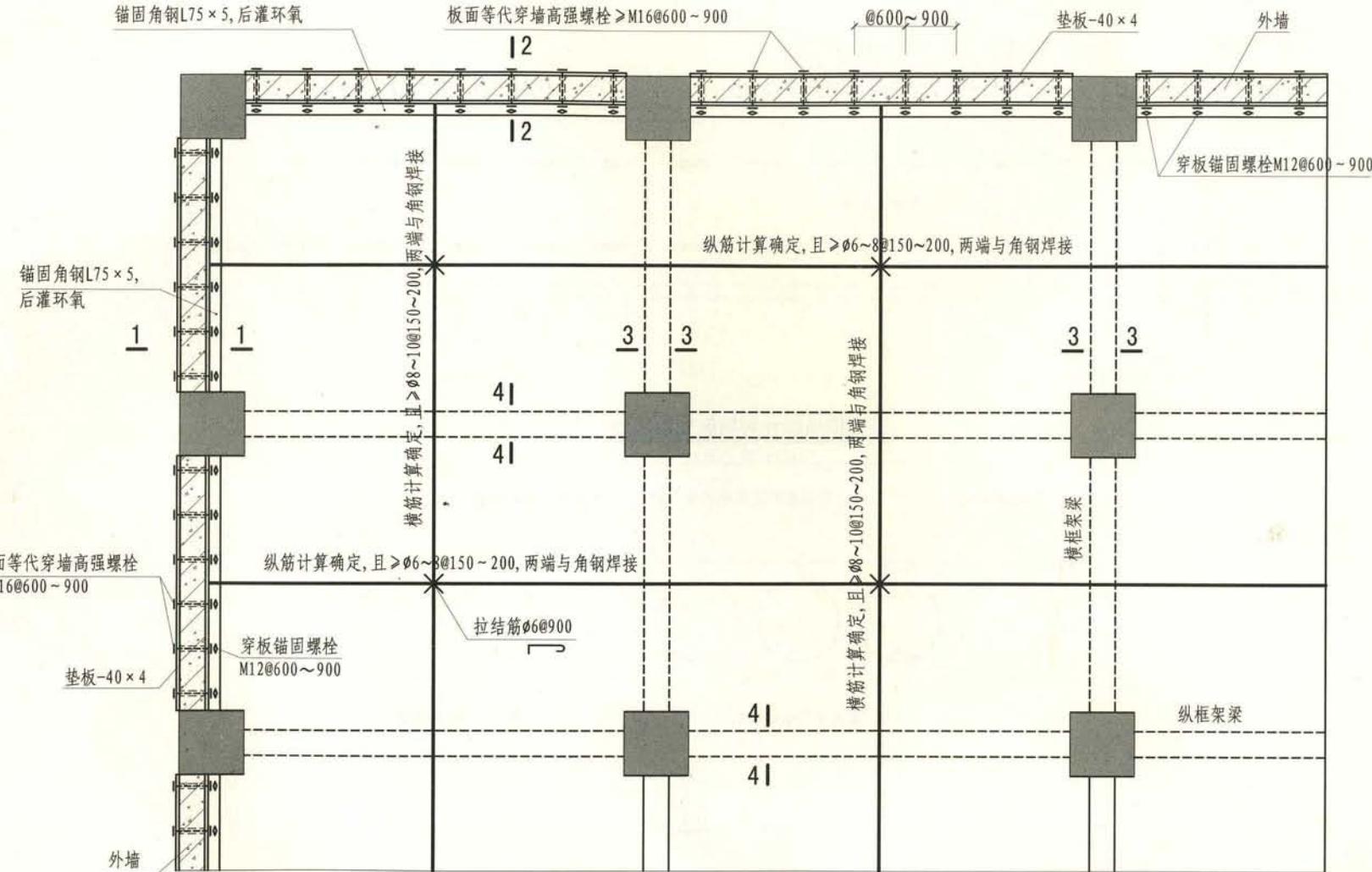


空心板局部开洞增配钢筋加固

(以YKB板为例)



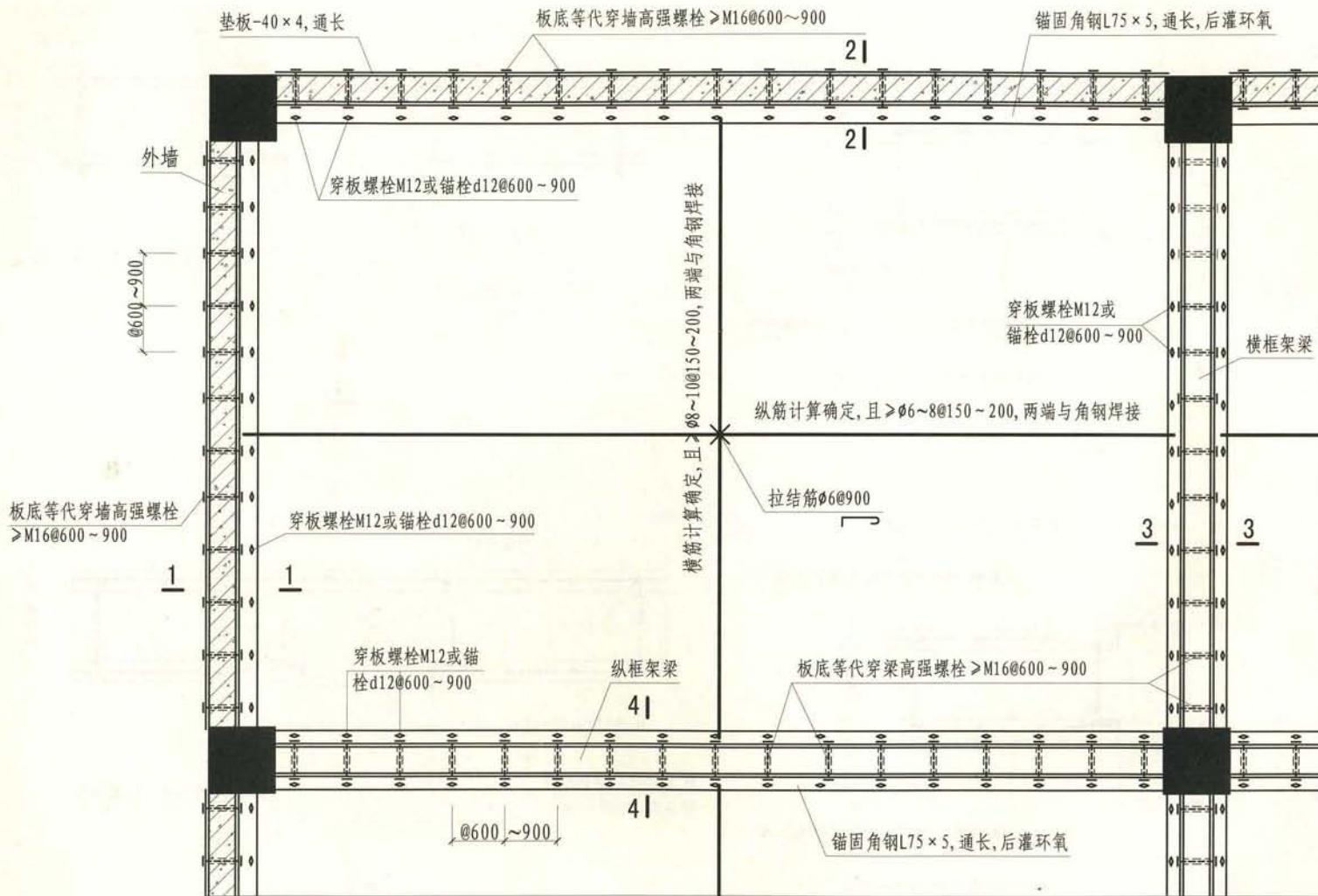
板加固 预制板	空心板局部凿洞增配钢筋加固				图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页 6-7



框架结构现浇板加大截面法加固板面布筋

注: 剖面1-1、2-2、3-3、4-4见页6-10。

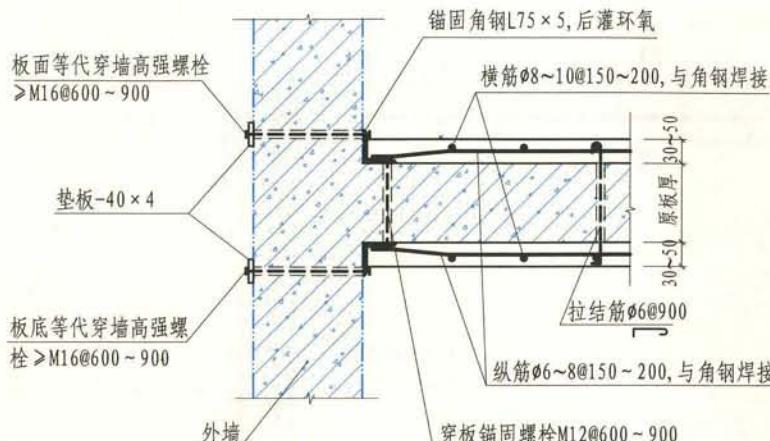
板加固 现浇板	加大截面法加固, 板面布筋				图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页 6-8



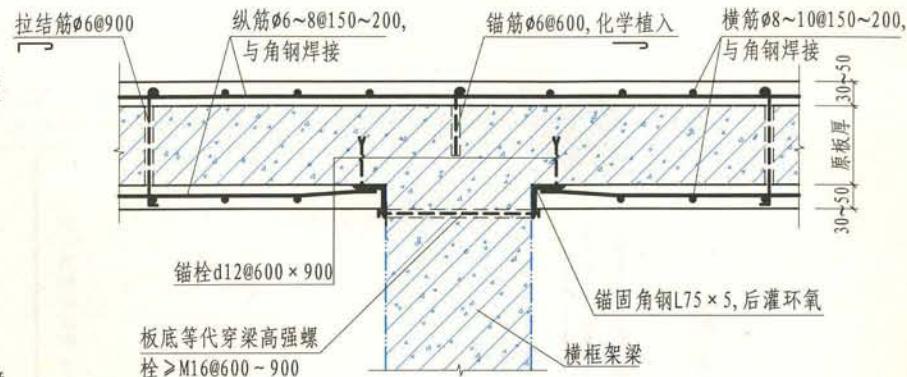
板底布筋

注: 剖面1-1、2-2、3-3、4-4见页6-10。

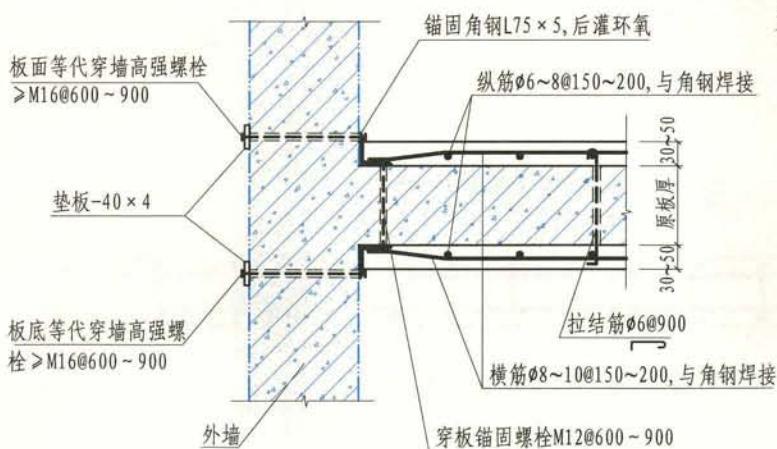
板加固 现浇板	加大截面法加固, 板底布筋				图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈渝	陈渝	设计 万墨林	万墨林	页 6-9



1-1

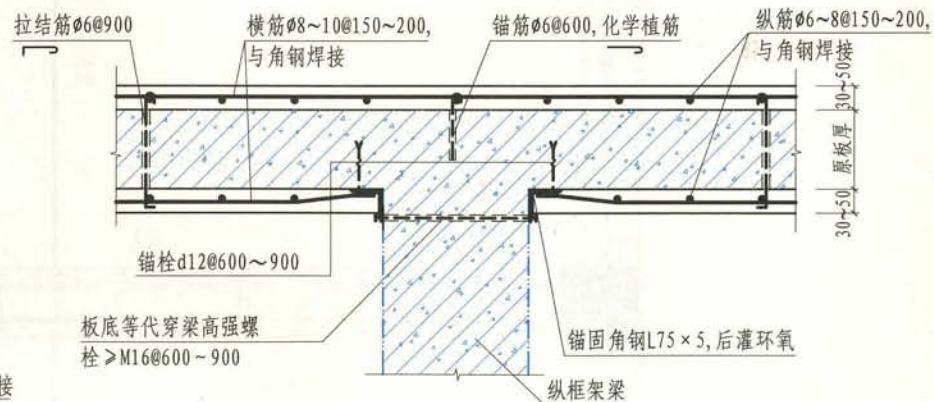


3-3



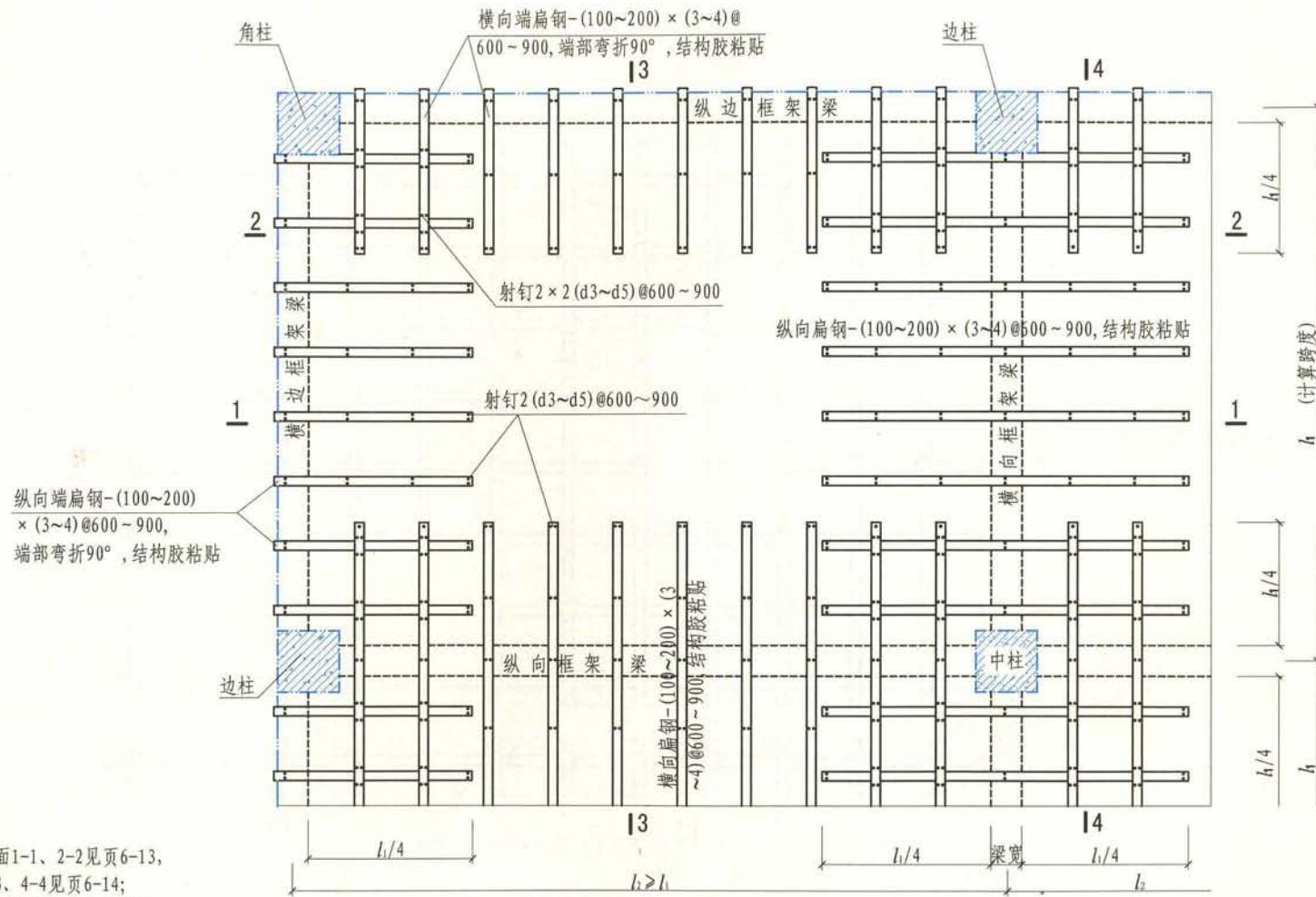
2-2

注：外露螺栓头应进行抹灰保护，下同。



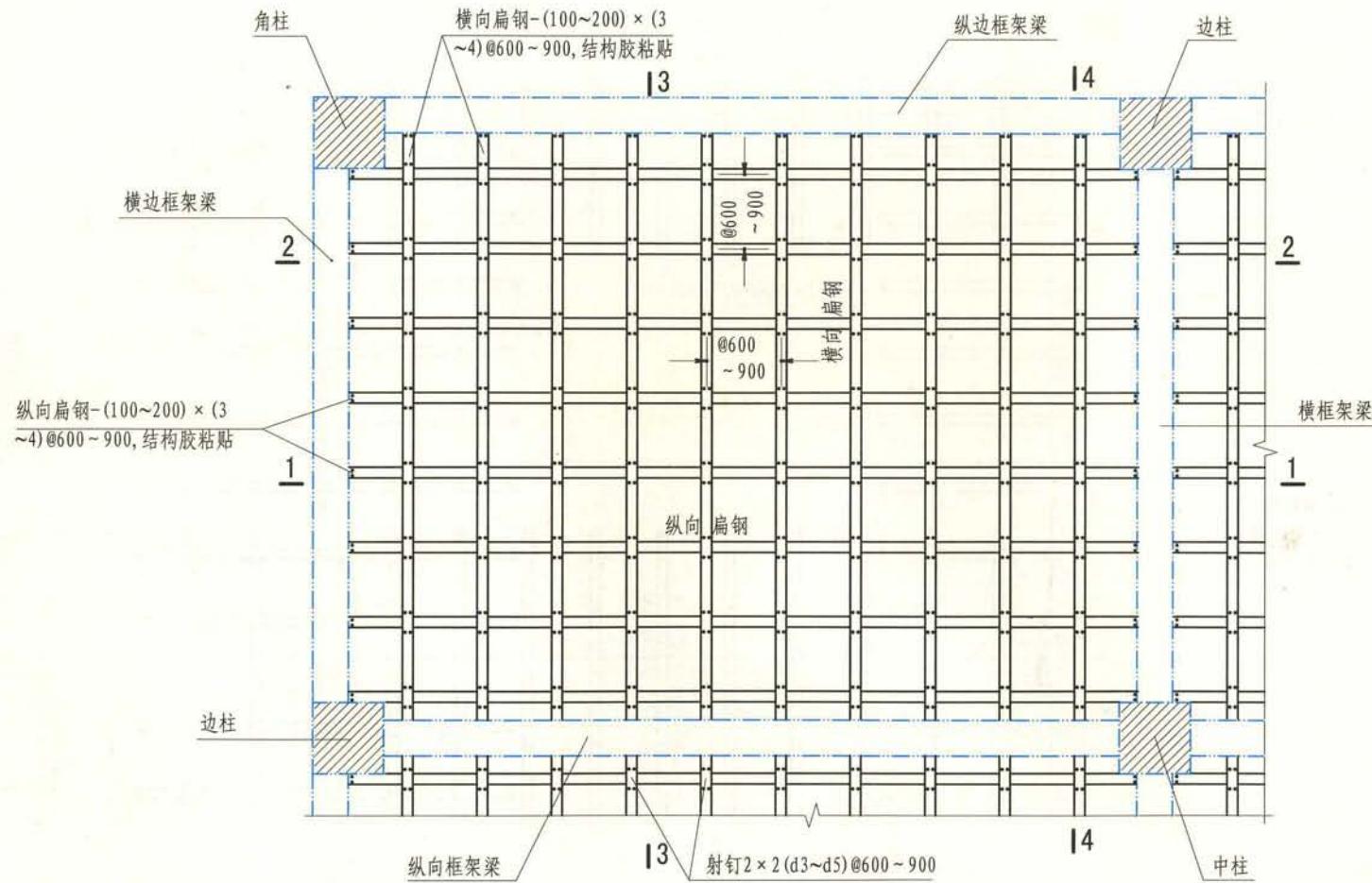
4-4

板加固 现浇板	剖面详图					图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页	6-10



框架结构现浇板粘钢加固板面扁钢布置

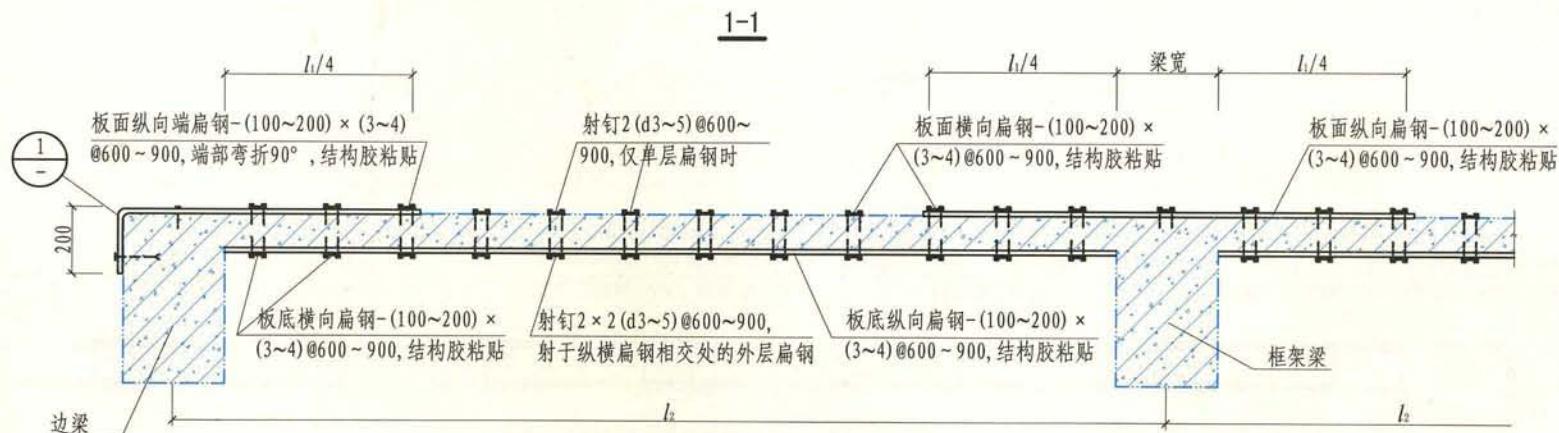
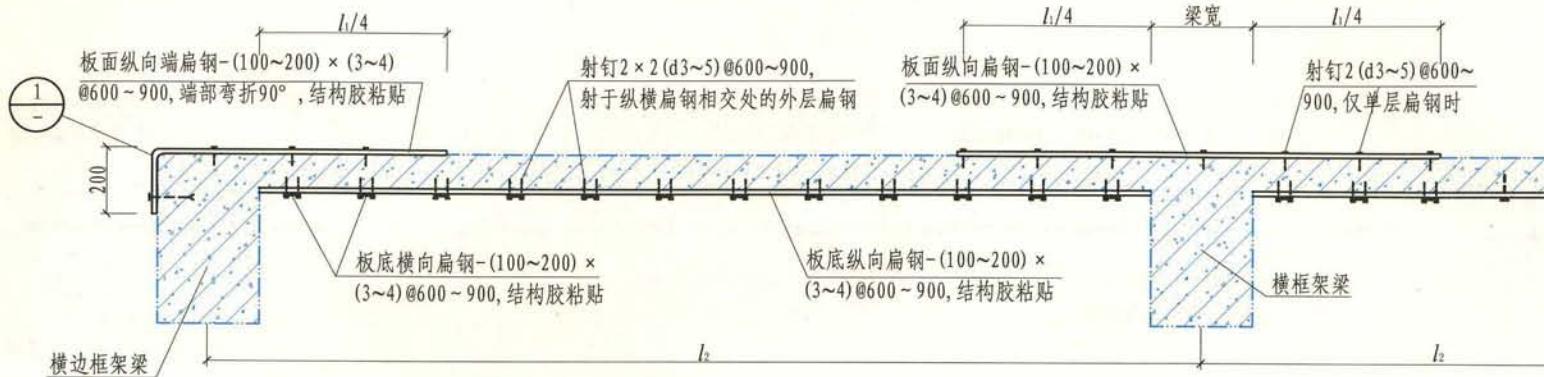
板加固 现浇板	粘钢加固, 板面扁钢布置						图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页	6-11	



板底扁钢布置

注: 剖面1-1、2-2见页6-13,
3-3、4-4见页6-14。

板加固 现浇板	粘钢加固, 板底扁钢布置				图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页 6-12

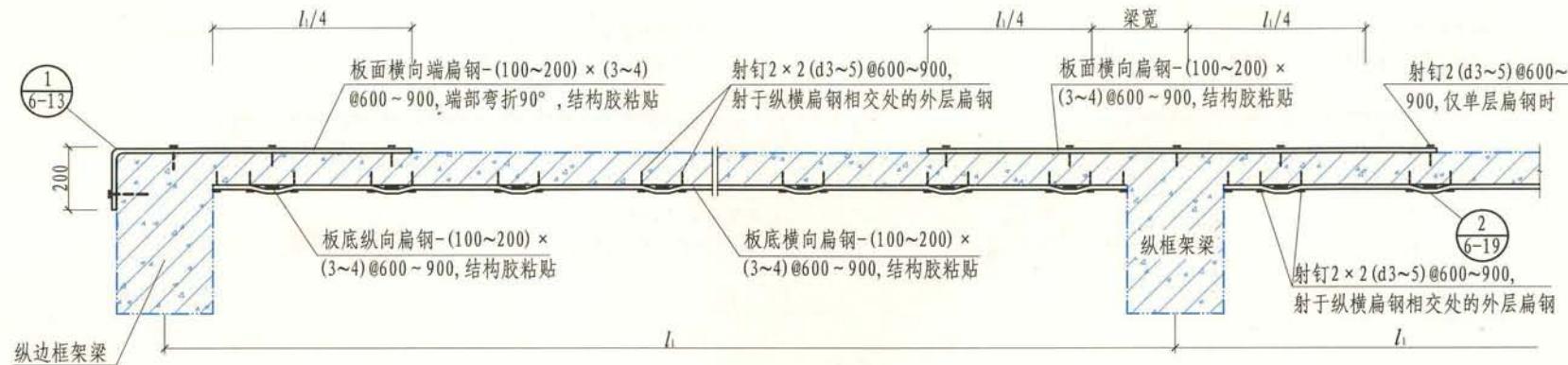


2-2

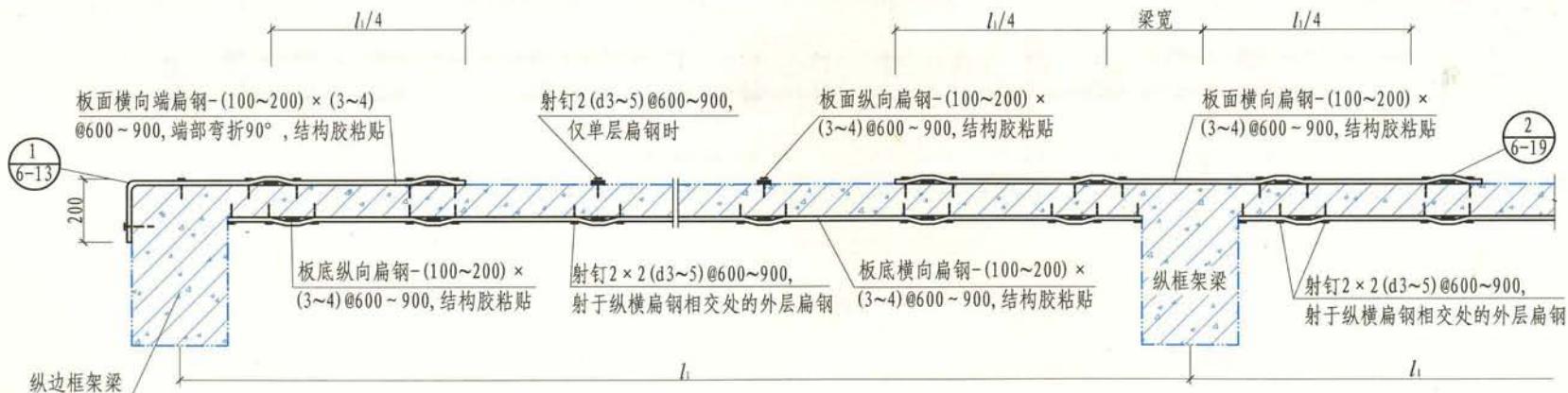


1

板加固	剖面详图				图集号	06SG311-1
现浇板						
审核	陶学康	陶学康	校对	陈瑜	设计	万墨林
						万墨林
页						6-13

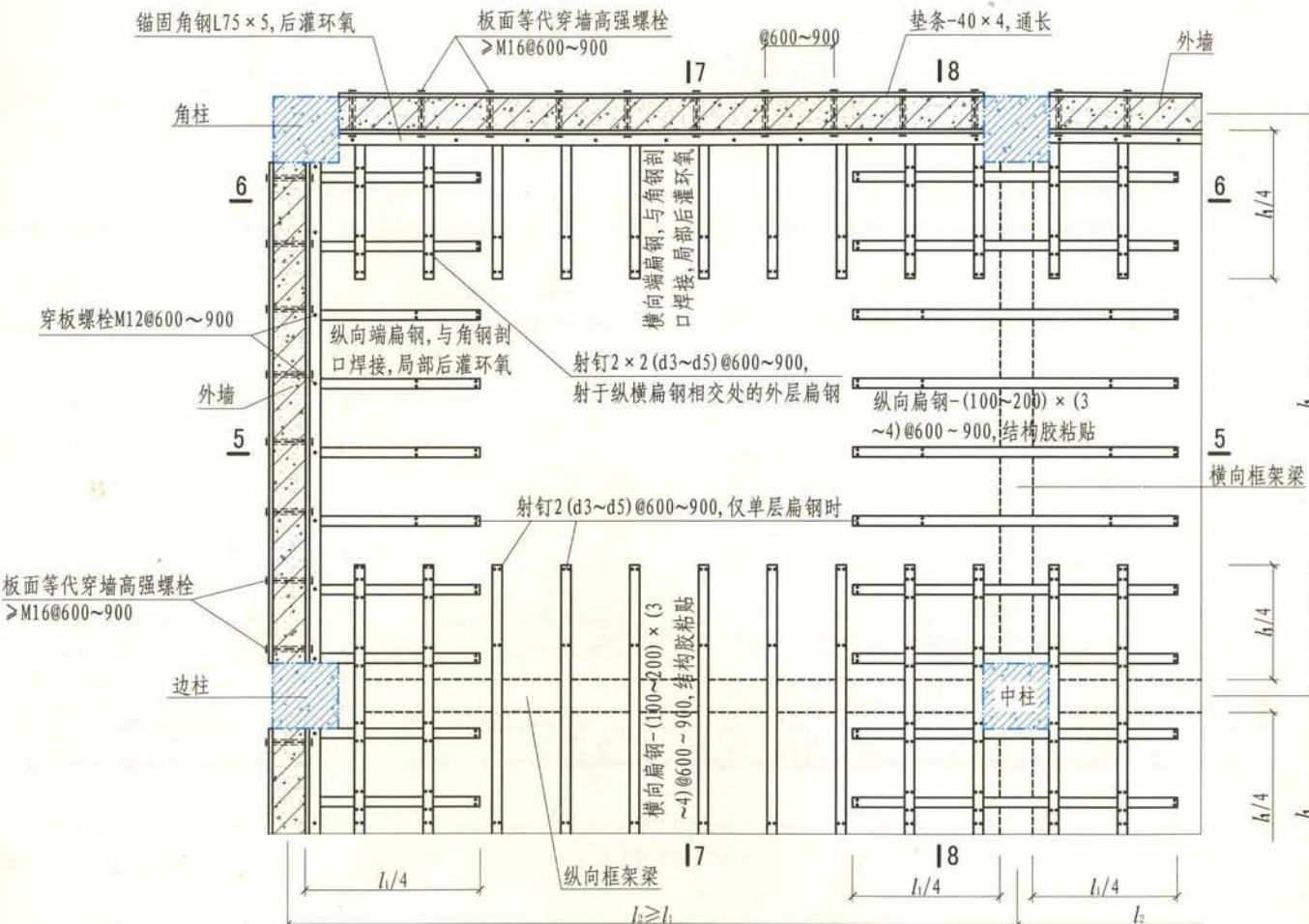


3-3



4-4

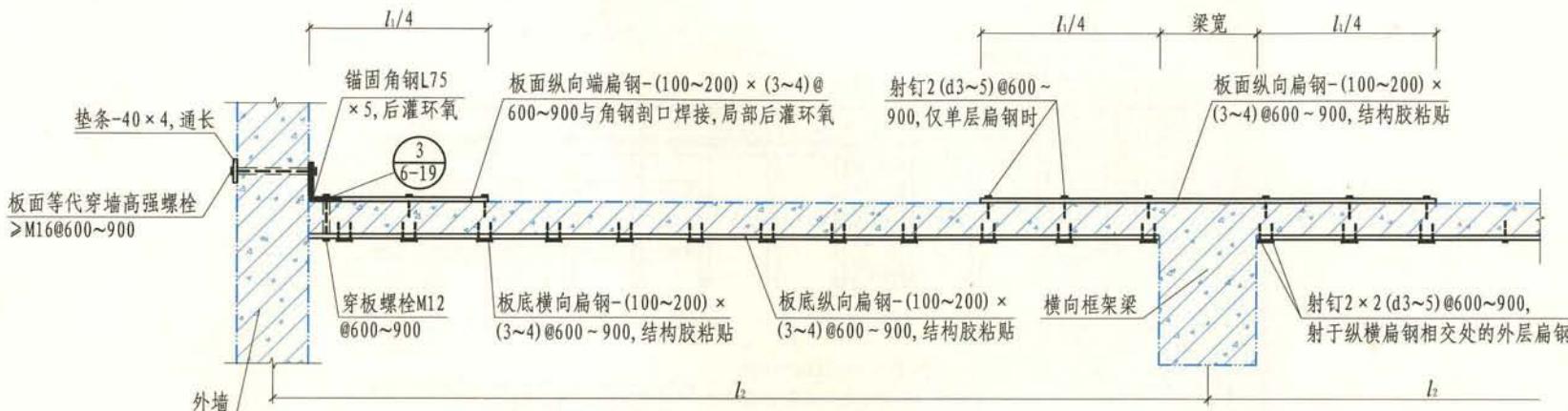
板加固 现浇板		剖面详图					图集号	06SG311-1
审核	陶学康	陶学康	校对	陈瑜	万墨林	万墨林	页	6-14



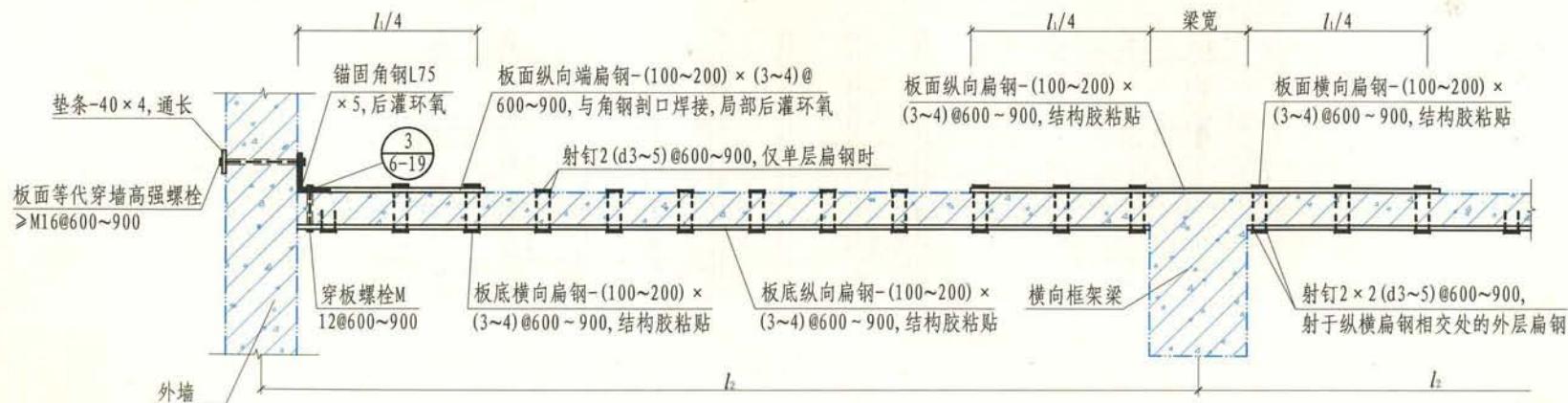
- 注：1. 剖面5-5、6-6见页6-16，
 7-7见页6-17，8-8见页6-18；
 2. 当板短跨方向相邻跨计算跨度
 不等时， l_1 取二者中较大值；
 3. 板底扁钢布置同页6-12。

有外墙时板面扁钢布置

板加固 现浇板	粘钢加固，有外墙时板面扁钢布置					图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页	6-15	

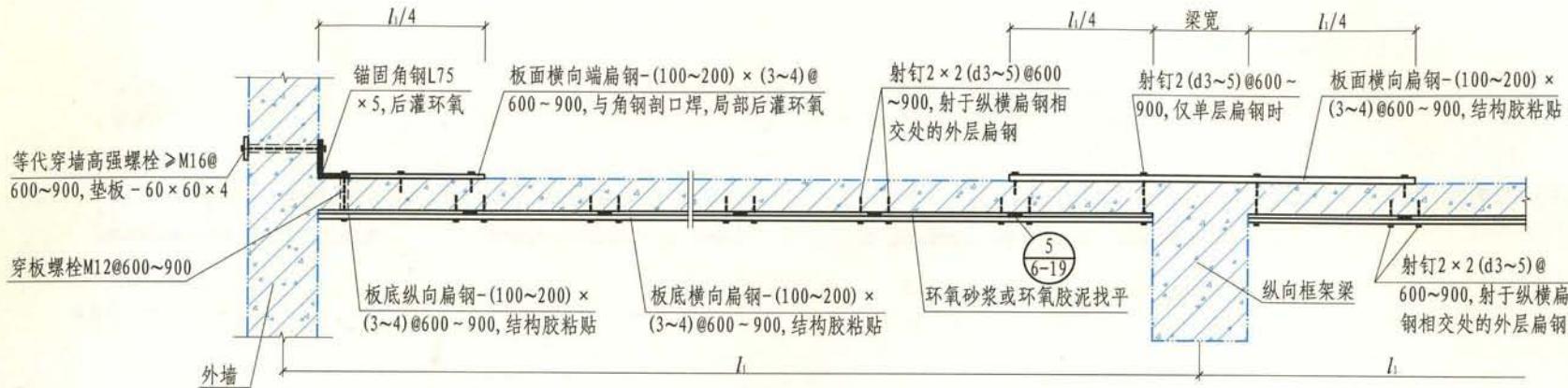


5-5

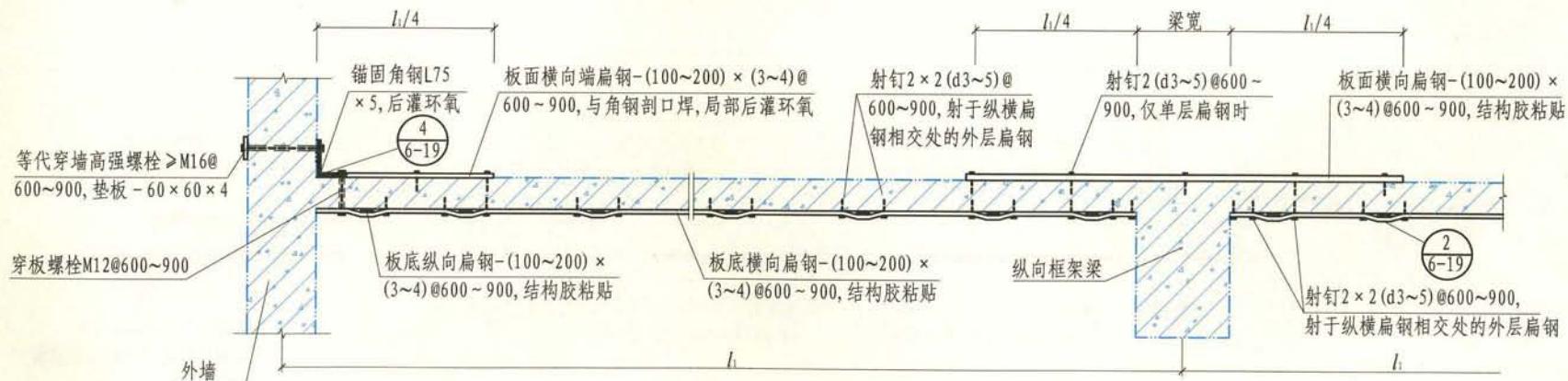


6-6

板加固 现浇板		剖面详图					图集号	06SG311-1
审核	陶学康	陶学康	校对	陈瑜	陈瑜	设计	万墨林	万墨林

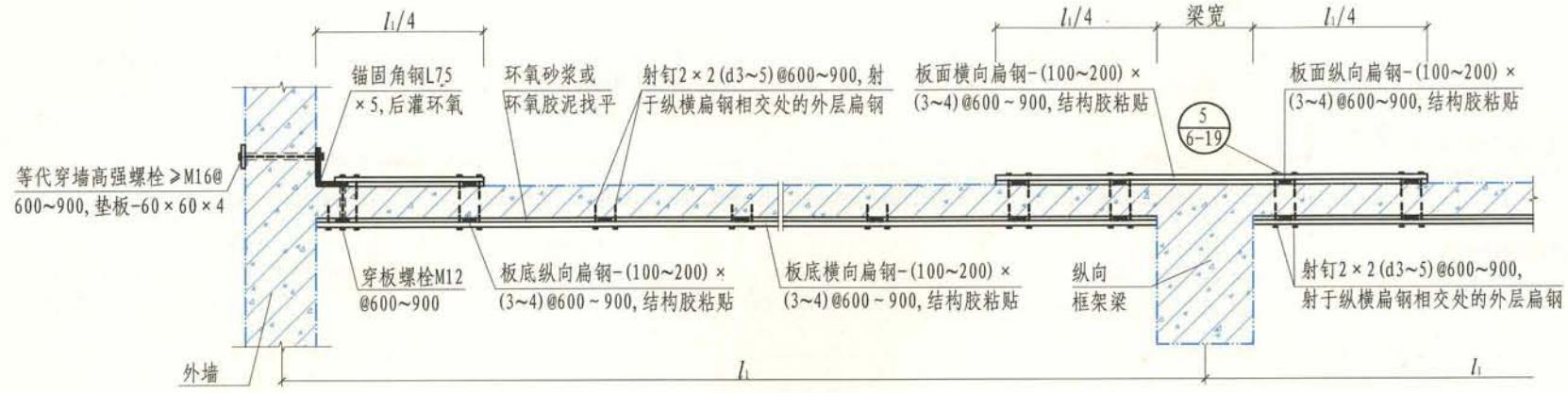


7-7
(环氧砂浆找平后直贴)

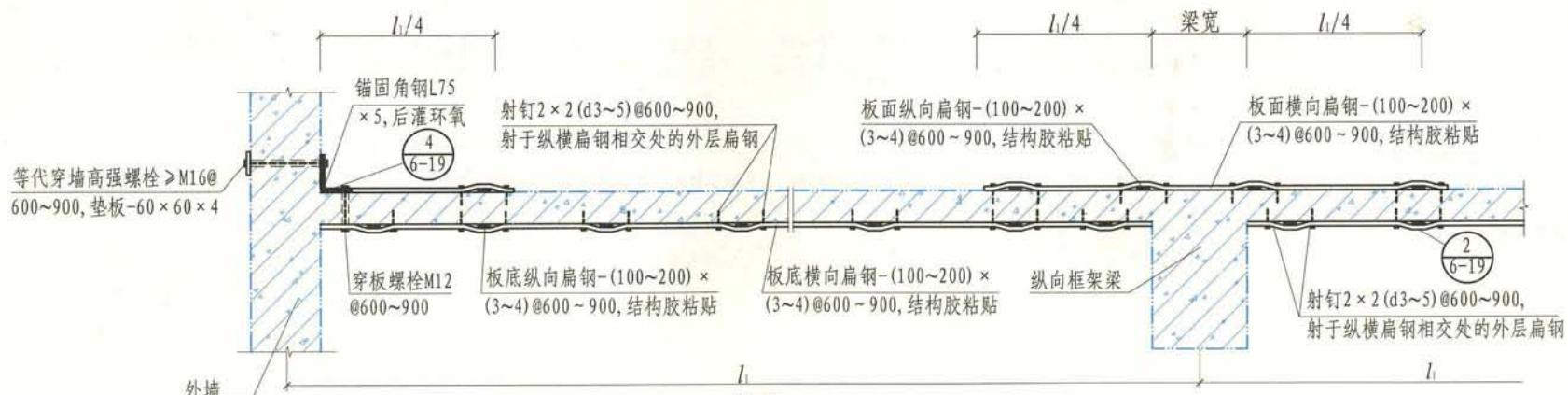


7-7
(外层扁钢弯折粘贴)

板加固 现浇板	剖面详图						图集号	06SG311-1
	审核	陶学康	陶学康	校对	陈瑜	丁海		
设计	万墨林	万墨林	页	6-17				

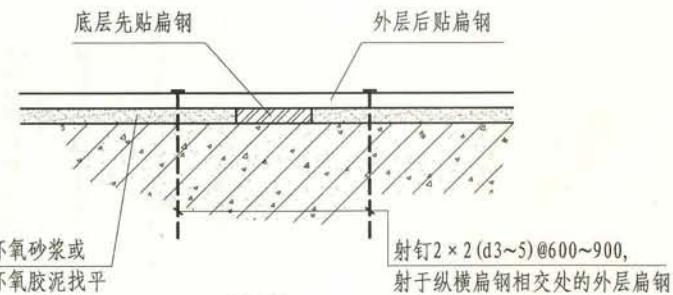
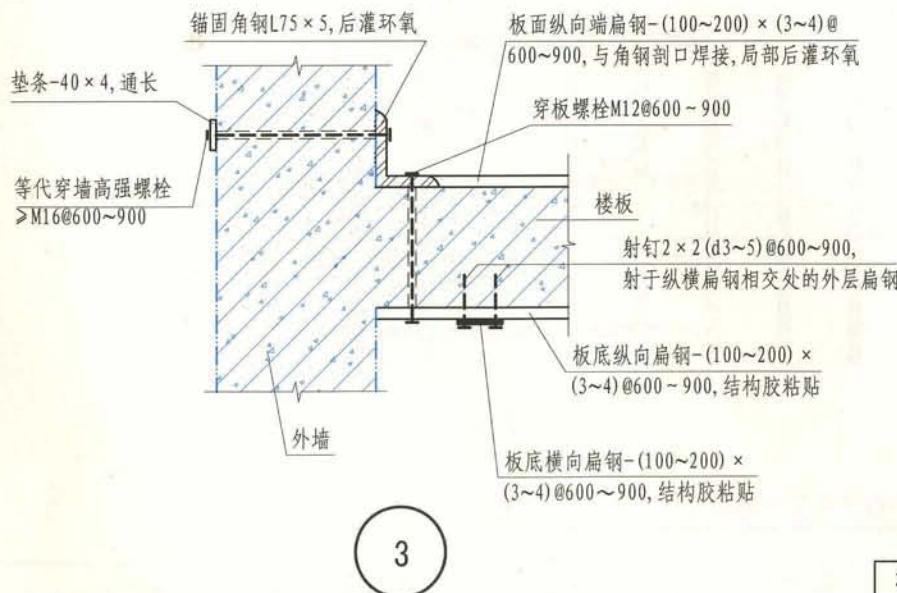
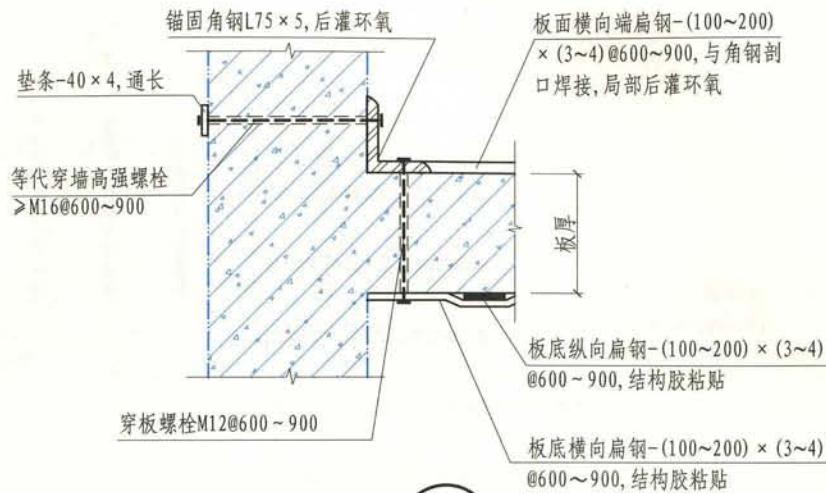
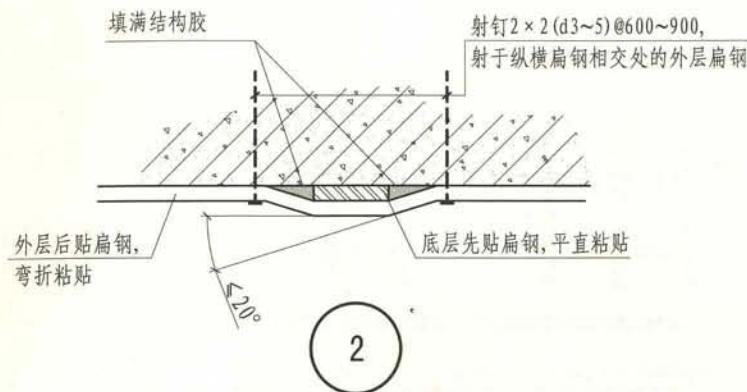


8-8
(环氧砂浆找平后直贴)

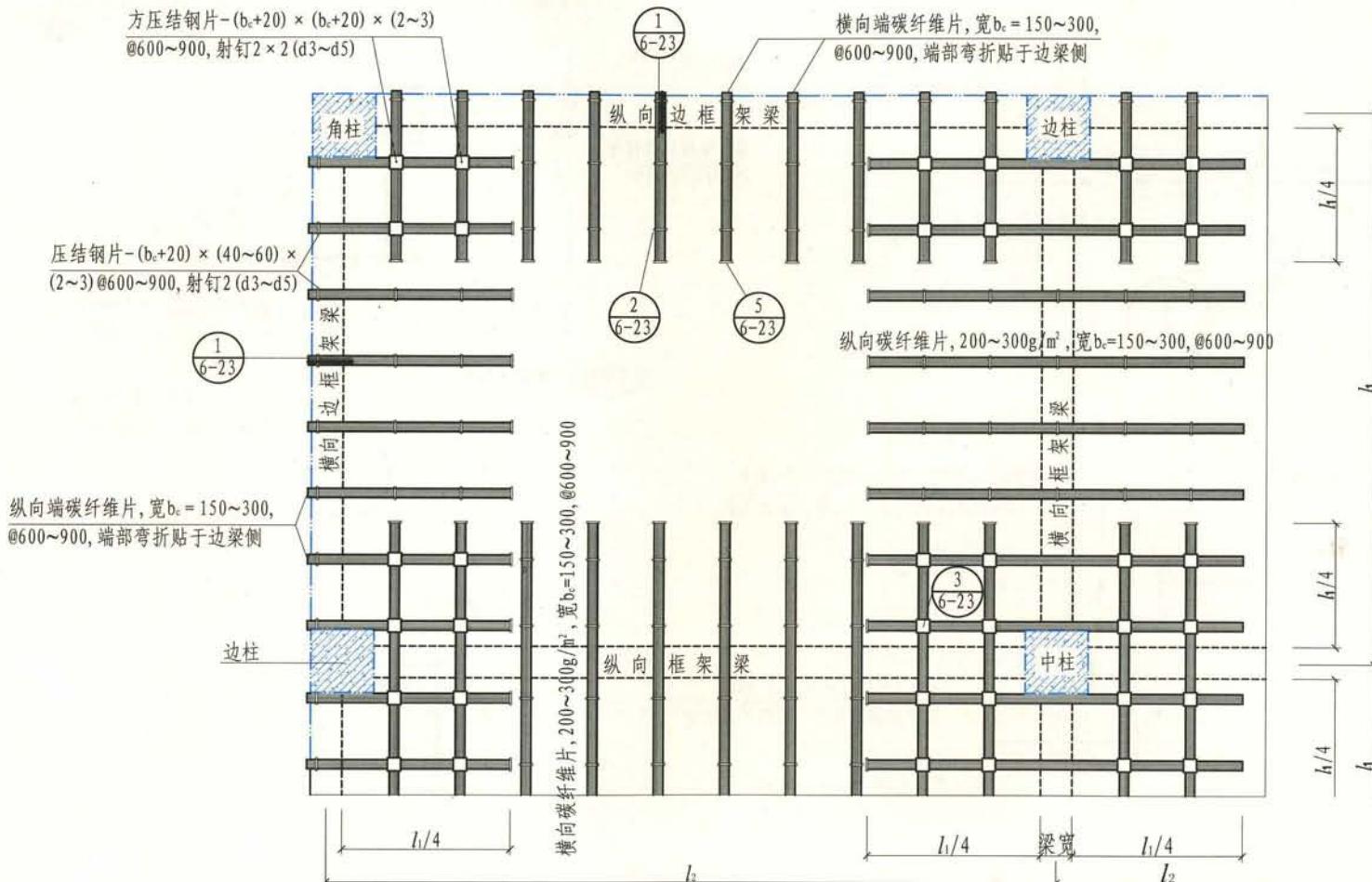


8-8
(外层扁钢弯折粘贴)

板加固 现浇板		剖面详图					图集号	06SG311-1
审核	陶学康	陶学康	校对	陈瑜	万墨林	设计	万墨林	页



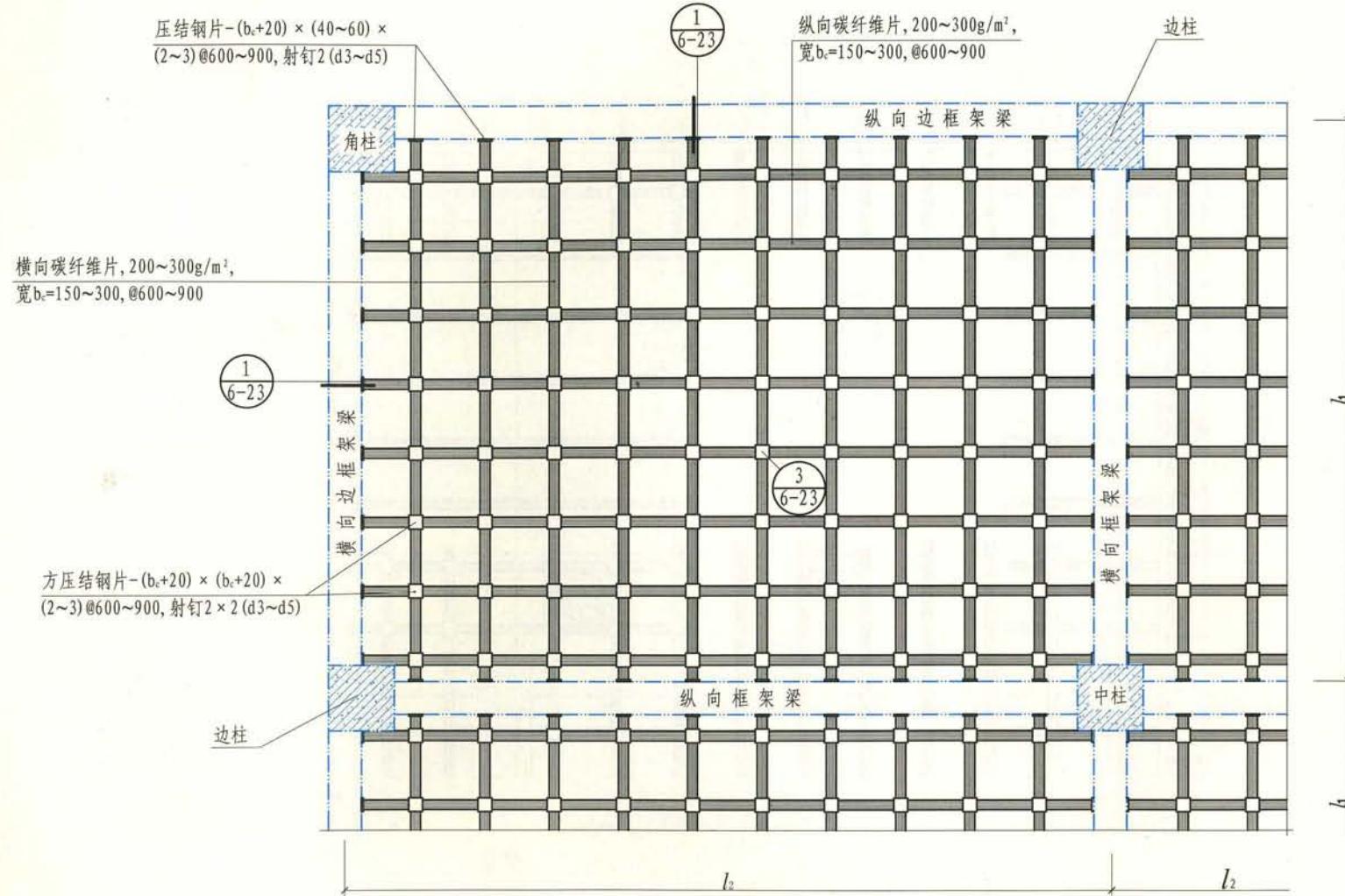
板加固 现浇板	节点详图					图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	173	设计 万墨林	万墨林	页	6-19



注: 1. b_c 为碳纤维片宽;
 2. 当板短跨方向相邻跨计算跨度不等时, h 取二者中较大值。

框架结构现浇板复合纤维加固, 板面纤维布置

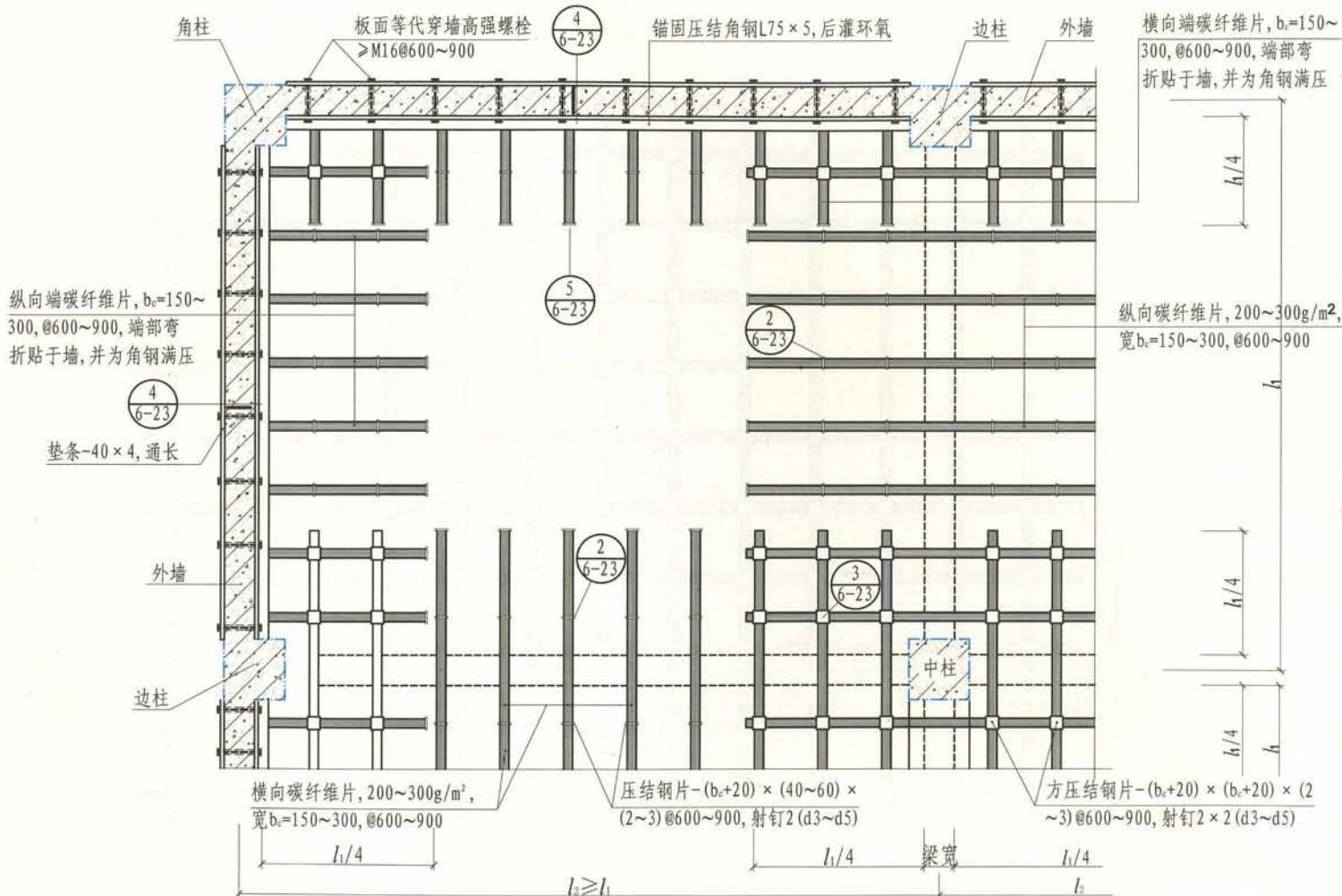
板加固 现浇板	复合纤维加固, 板面纤维布置					图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页	6-20



注: b_c 为碳纤维片宽。

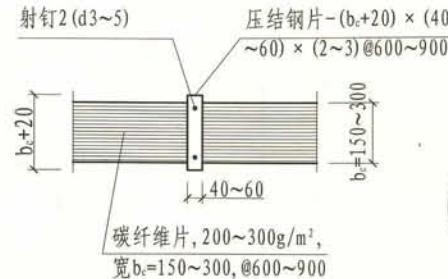
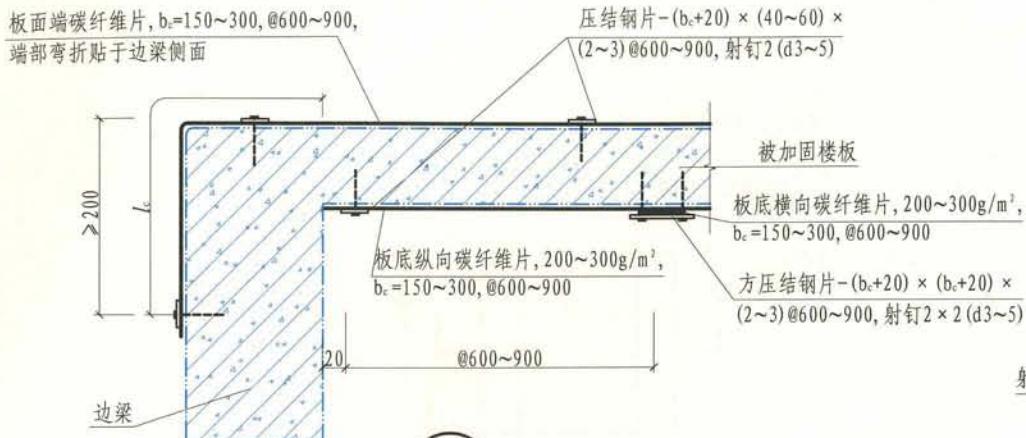
板底纤维布置

板加固 现浇板		复合纤维加固, 板底纤维布置						图集号	06SG311-1
审核	陶学康	陶学康	校对	陈瑜	设计	万墨林	万墨林	页	6-21

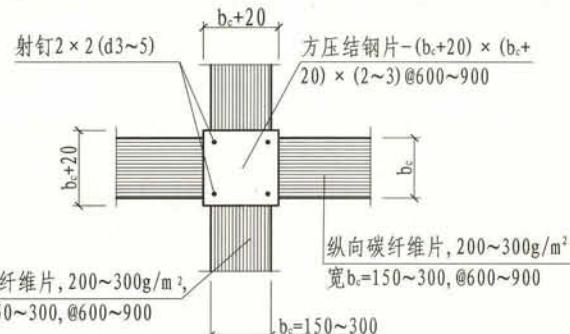


有外墙时板面纤维布置

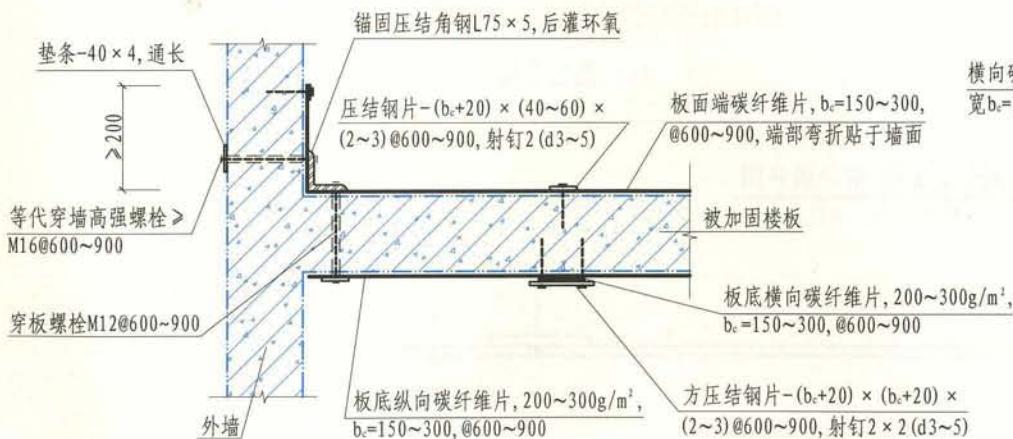
板加固	复合纤维加固, 有外墙时板面纤维布置	图集号
现浇板		06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜
设计 万墨林	万墨林	页 6-22



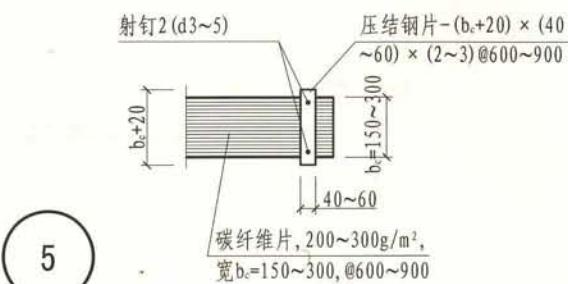
2



3

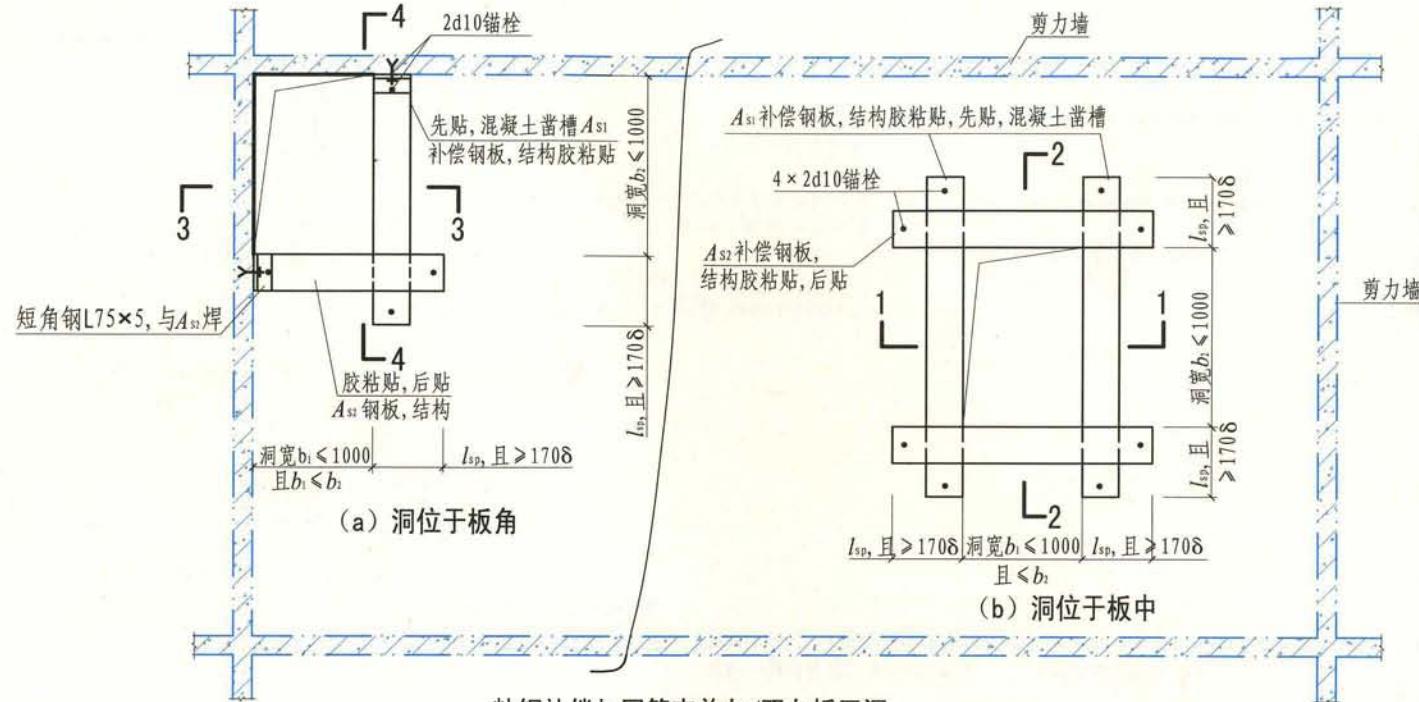


4



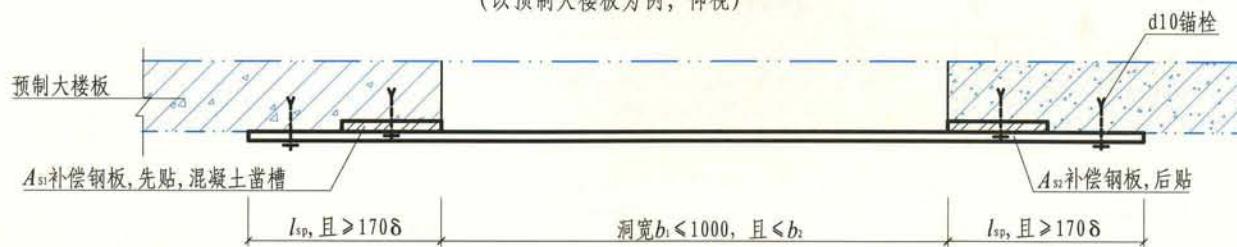
5

板加固 现浇板	节点详图				图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页 6-23



粘钢补偿加固简支单向/双向板开洞

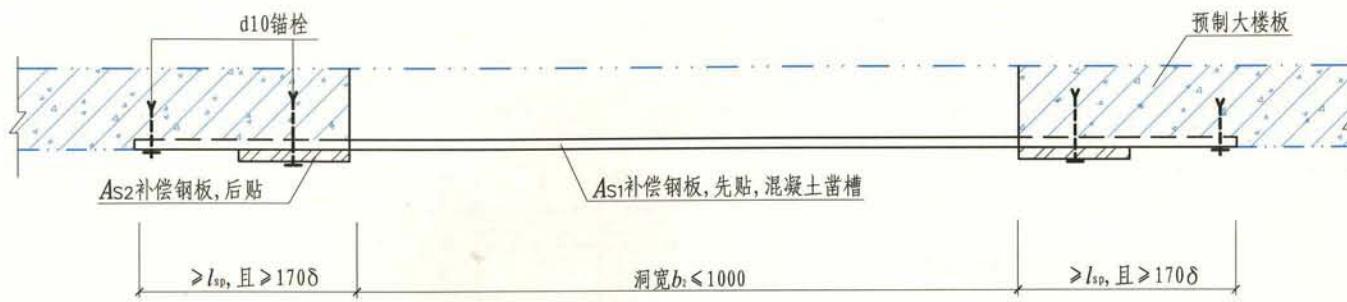
(以预制大楼板为例, 仰视)



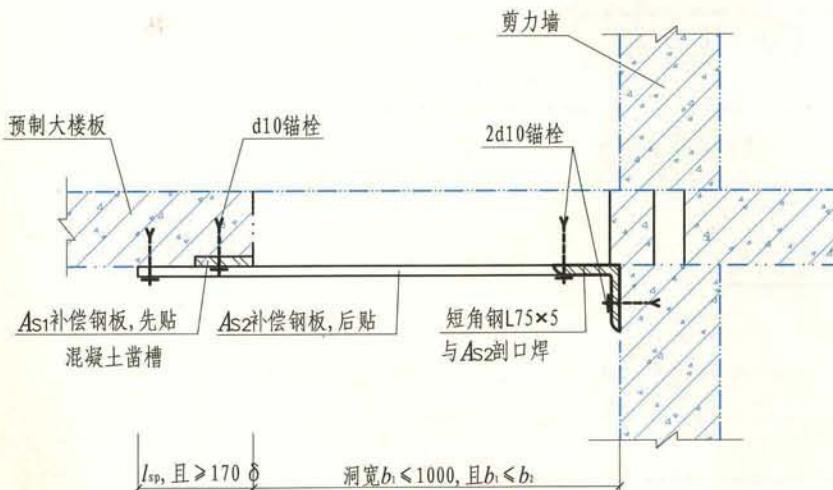
1-1

- 注: 1. 补偿钢板常用规格: 宽100~200mm, 厚 $\delta = 3~5$ mm;
 2. 剖面2-2、3-3、4-4见页6-25;
 3. l_{sp} 为受拉钢板粘贴延伸长度, 按GB50367计算确定, 下同。.

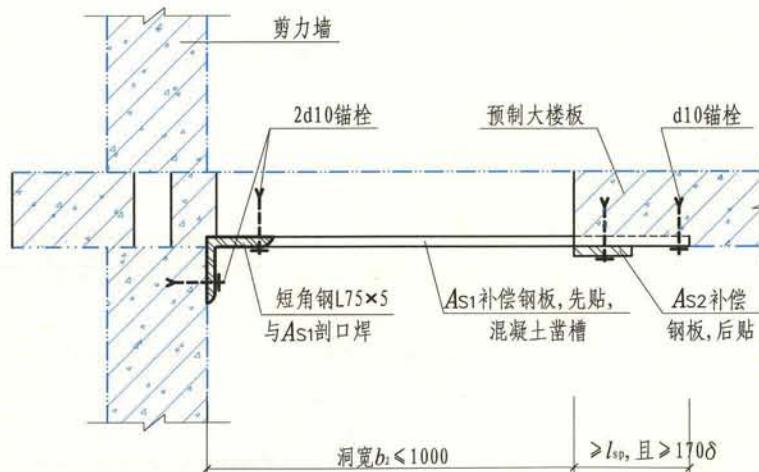
板加固 楼板开洞	粘钢补偿加固简支单向/双向板开洞					图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页	6-24



2-2

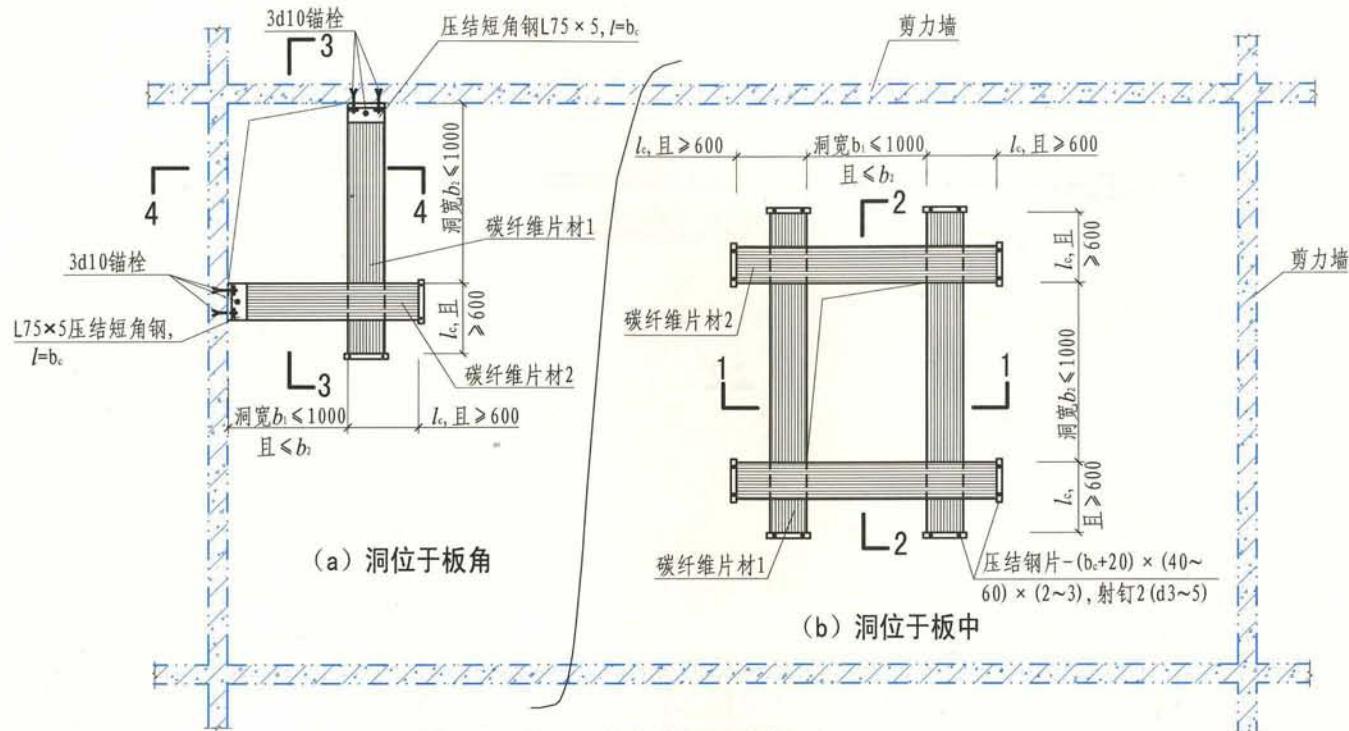


3-3



4-4

板加固 楼板开洞		剖面详图				图集号	06SG311-1
审核	陶学康	陶学康	校对	陈瑜	丁加一	设计	万墨林 万墨林 页 6-25



碳纤维补偿加固简支单向/双向板开洞

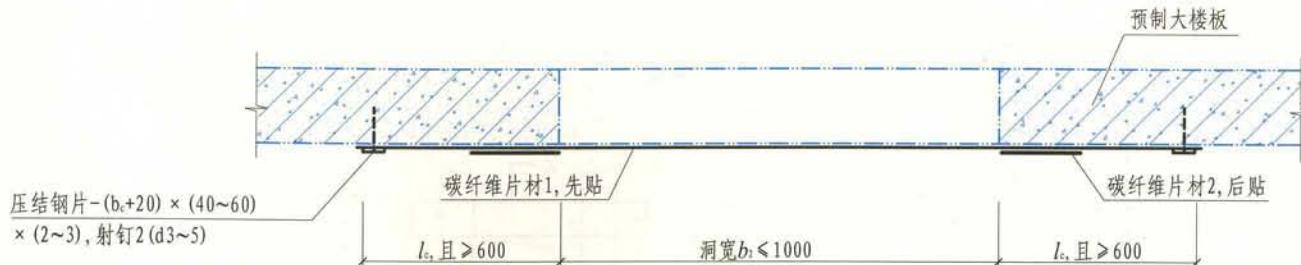
(以预制大楼板为例, 仰视)



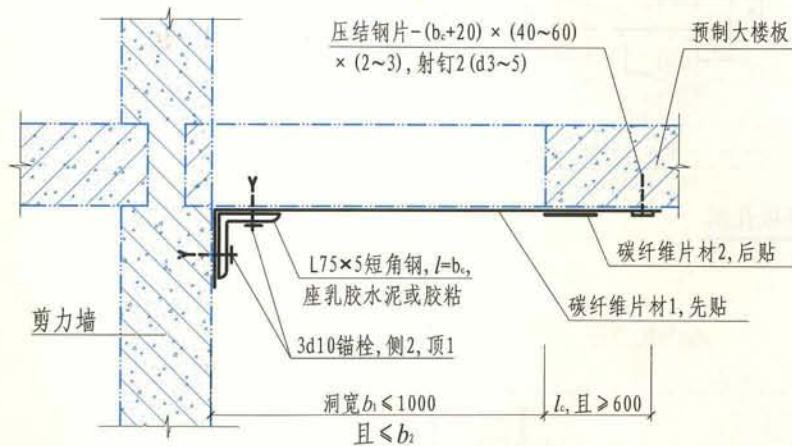
1-1

1. 碳纤维片常用规格: 宽 $b_c=200\sim300mm$, 面积质量 $200\sim300g/m^2$;
2. 剖面2-2、3-3、4-4见页6-27;
3. l_c 为碳纤维片粘贴延伸长度, 按GB50367计算确定, 下同。

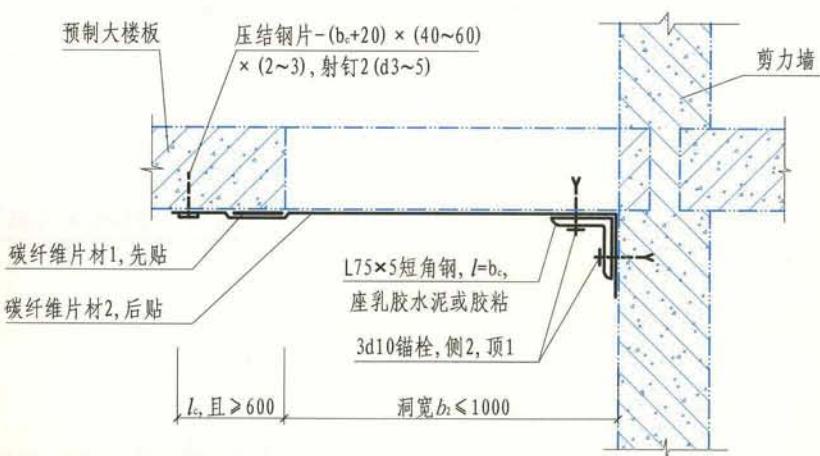
板加固 楼板开洞	碳纤维补偿加固简支单向/双向板开洞				图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	万墨林	设计 万墨林	页	6-26



2-2

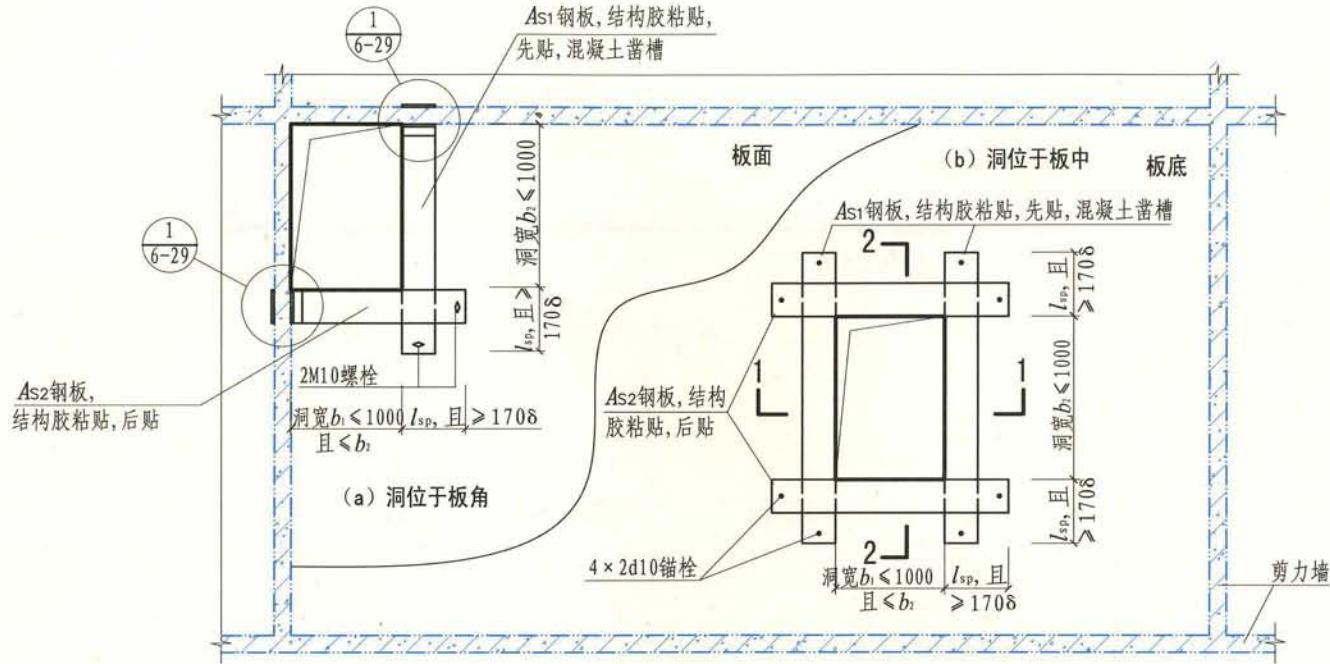


3-3



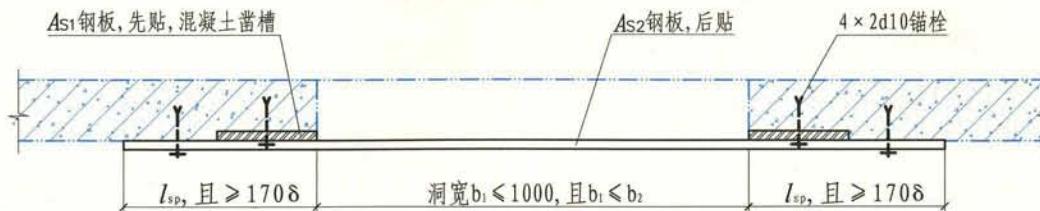
4-4

板加固 楼板开洞		剖面详图						图集号	06SG311-1	
审核	陶学康	陶学康	校对	陈瑜	叶海	设计	万墨林	万墨林	页	6-27



粘钢补偿加固现浇单向/双向板开洞

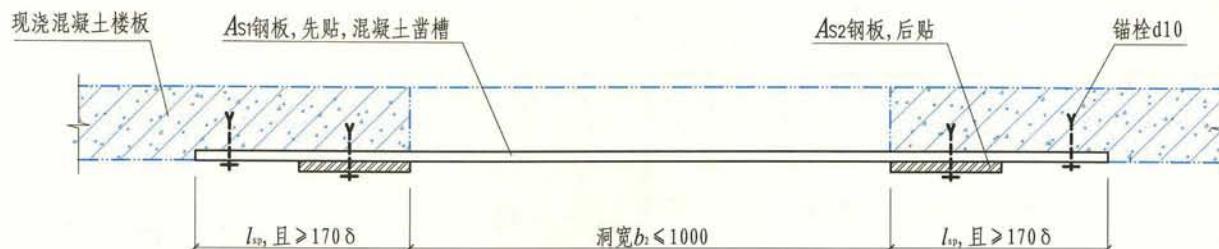
(俯视/仰视)



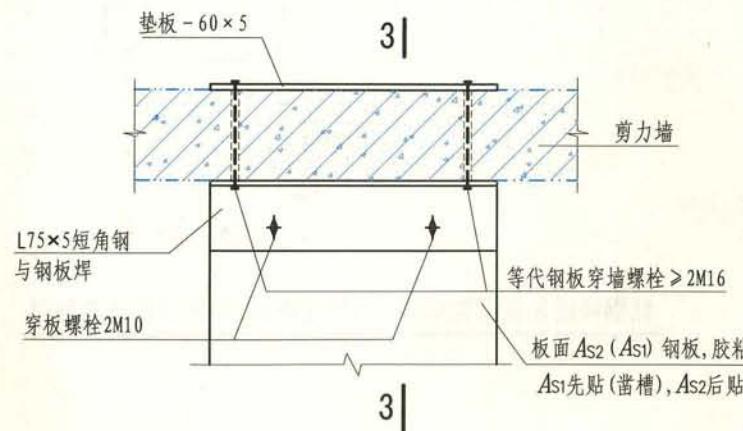
1-1

注: 1. 钢板常用规格: 宽100~200mm, 厚 $\delta = 3~5\text{mm}$;
2. 剖面2-2见页6-29。

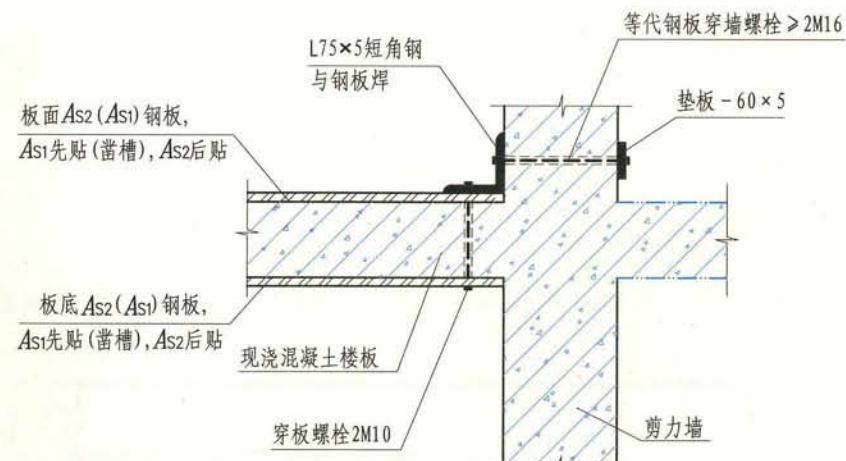
板加固 楼板开洞	粘钢补偿加固现浇单向/双向板开洞					图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	万墨林	万墨林	设计 万墨林	页	6-28



2-2



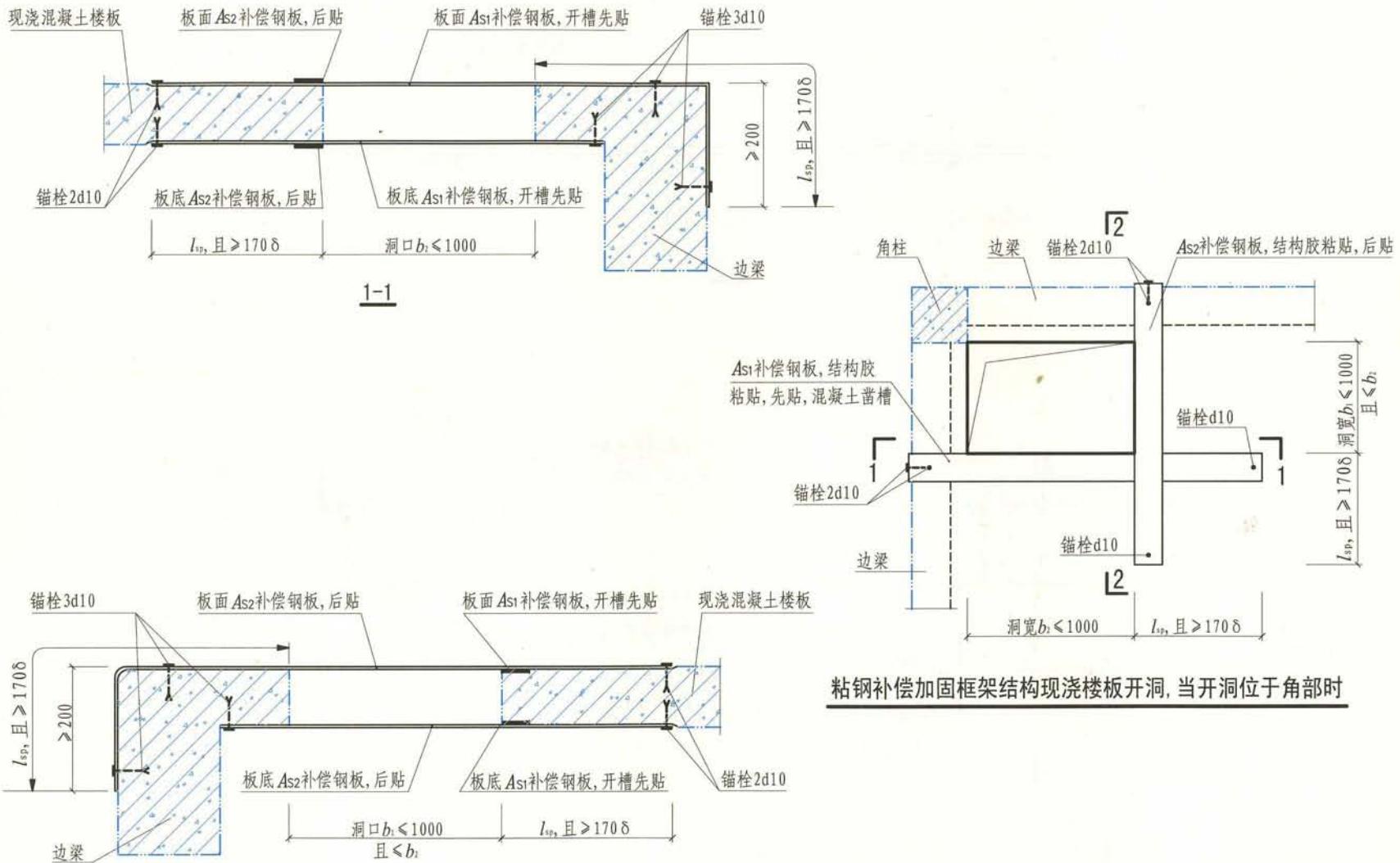
1



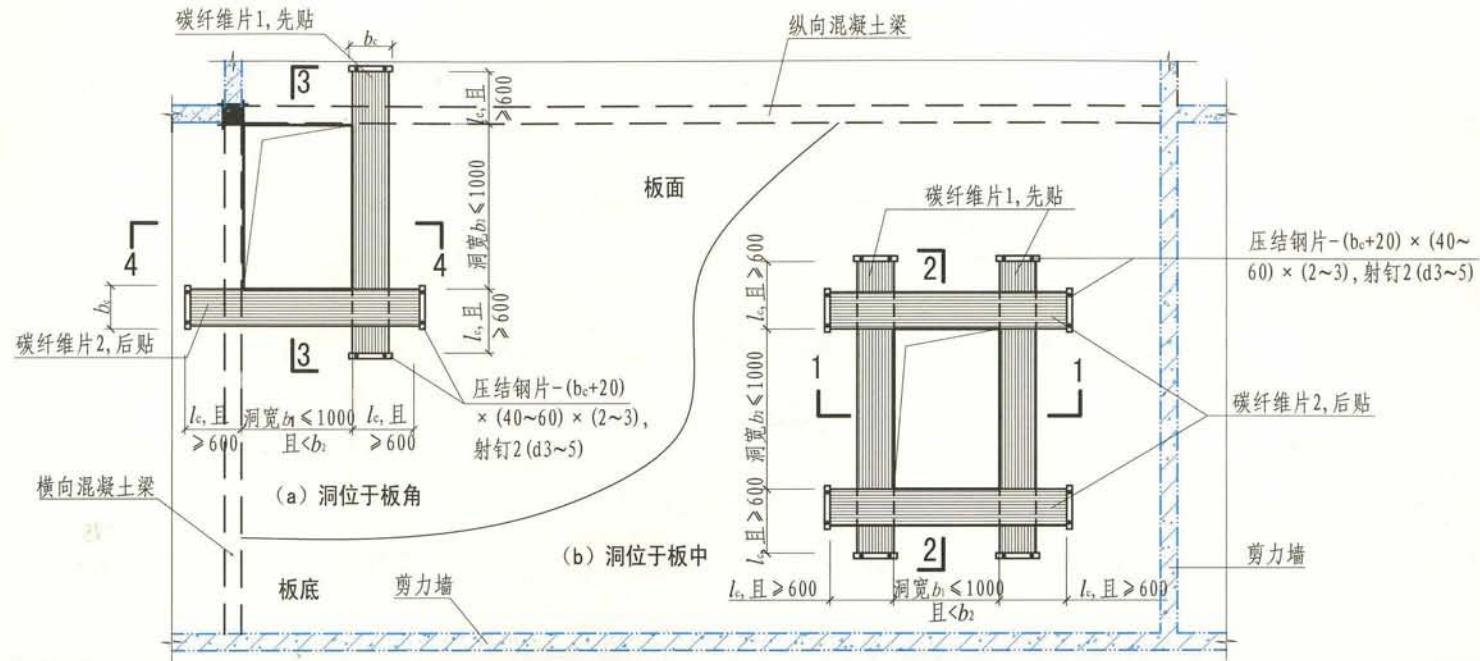
3-3

注: 等代钢板穿墙螺栓, 即该穿墙螺栓的受拉承载力应与钢板等强, 下同。

板加固 楼板开洞		节点及剖面详图						图集号	06SG311-1
审核	陶学康	陶学康	校对	陈瑜	万墨林	设计	万墨林	页	6-29

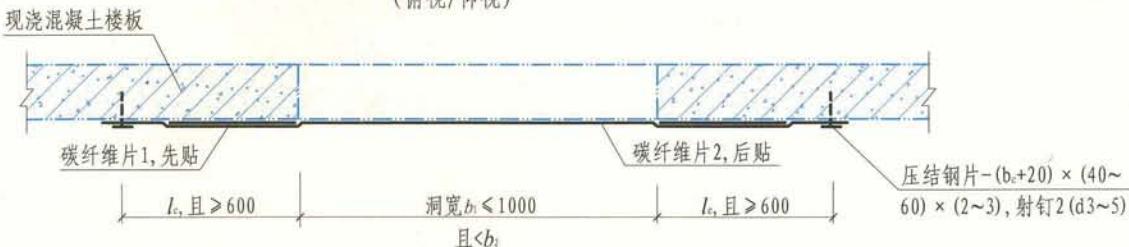


板加固		粘钢补偿加固框架结构现浇 楼板开洞, 当开洞位于角部时					图集号	06SG311-1
审核	陶学康	陶学康	校对	陈瑜	叶海	设计	万墨林	万墨林



碳纤维补偿加固连续单向/双向板开洞

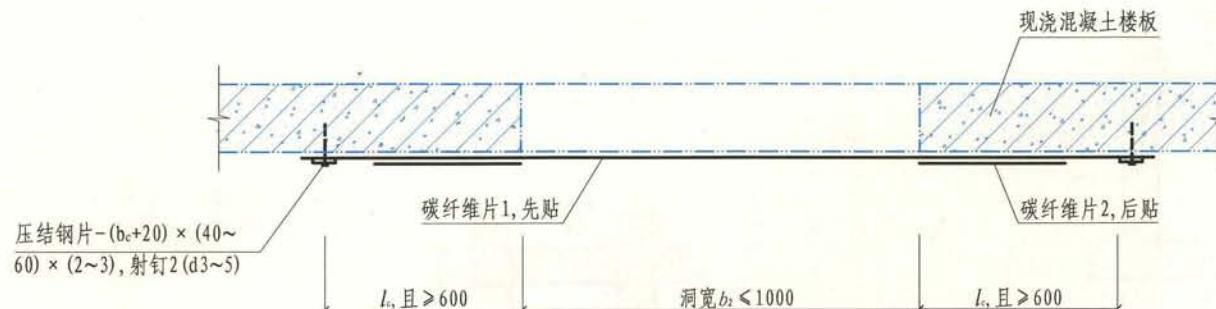
(俯视/仰视)



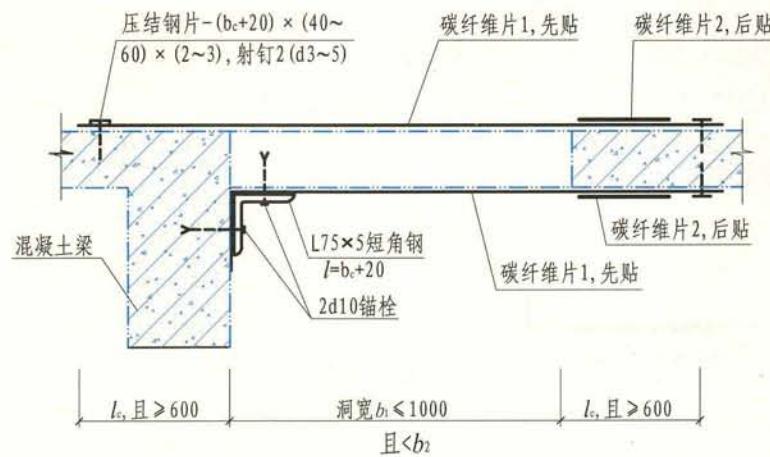
注: 1. 碳纤维片常用规格: $b_c=200\sim 300\text{mm}$, 面积质量 $200\sim 300\text{g/m}^2$;
2. 剖面2-2、3-3、4-4见页6-32。

1-1

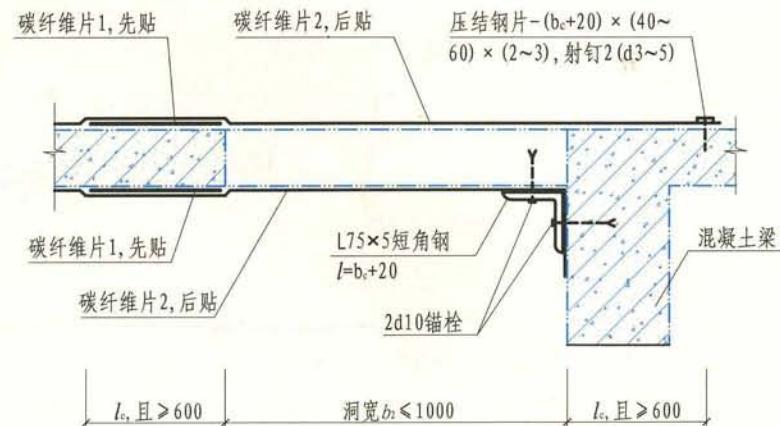
板加固 楼板开洞	碳纤维补偿加固连续单向/双向板开洞	图集号	06SG311-1
审核 陶学康 陶学康	校对 陈瑜 陈瑜	设计 万墨林 万墨林	页 6-31



2-2



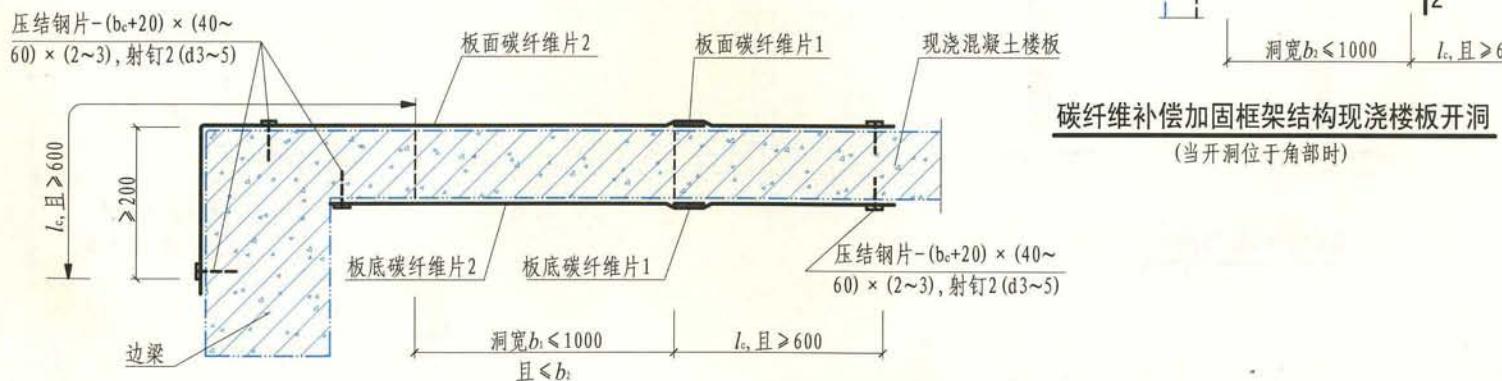
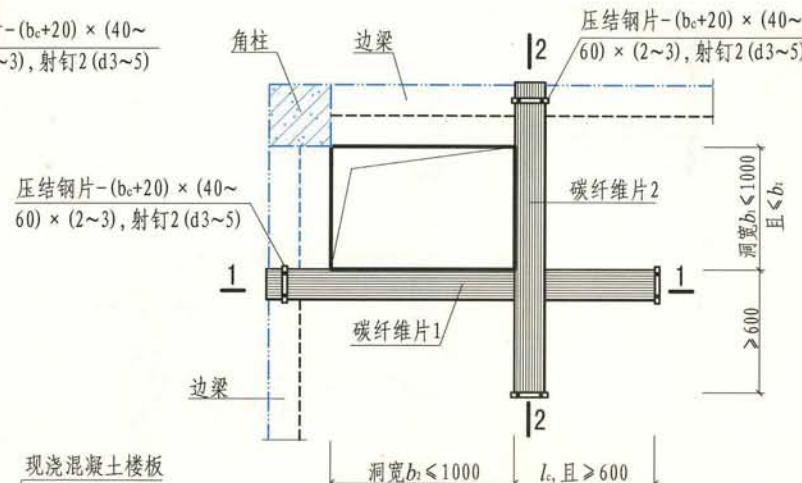
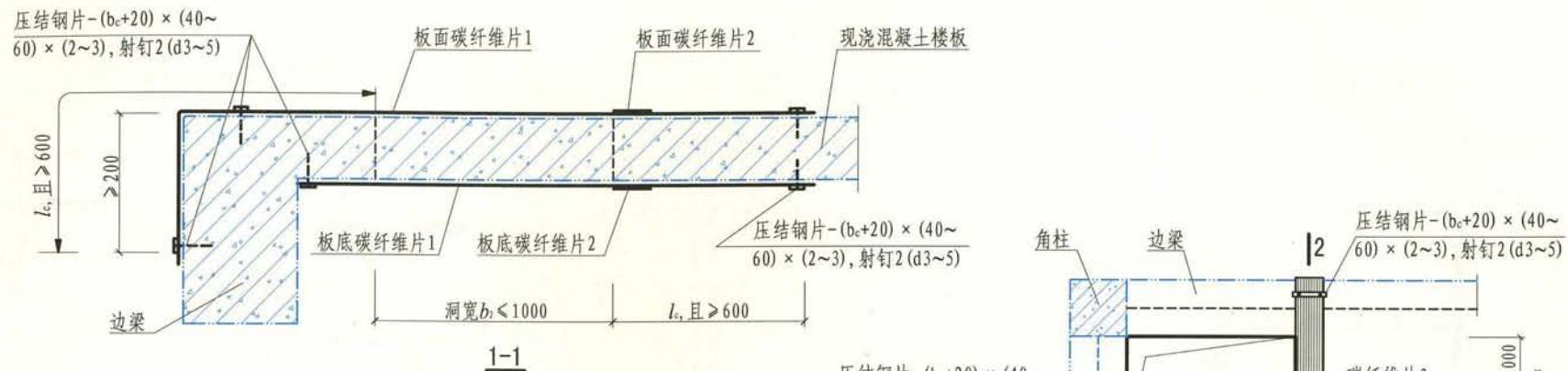
3-3



4-4

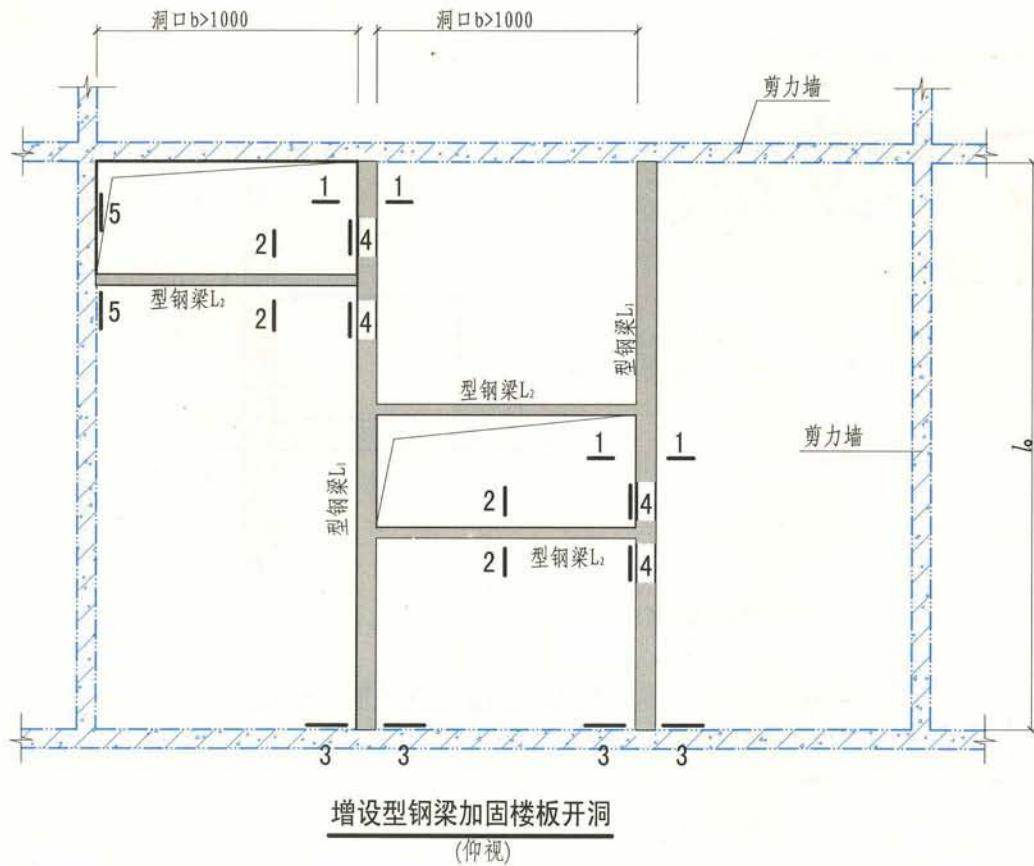
板加固 楼板开洞		剖面详图				图集号	06SG311-1
审核	陶学康	陶学康	校对	陈瑜	万墨林	设计	万墨林

页
6-32

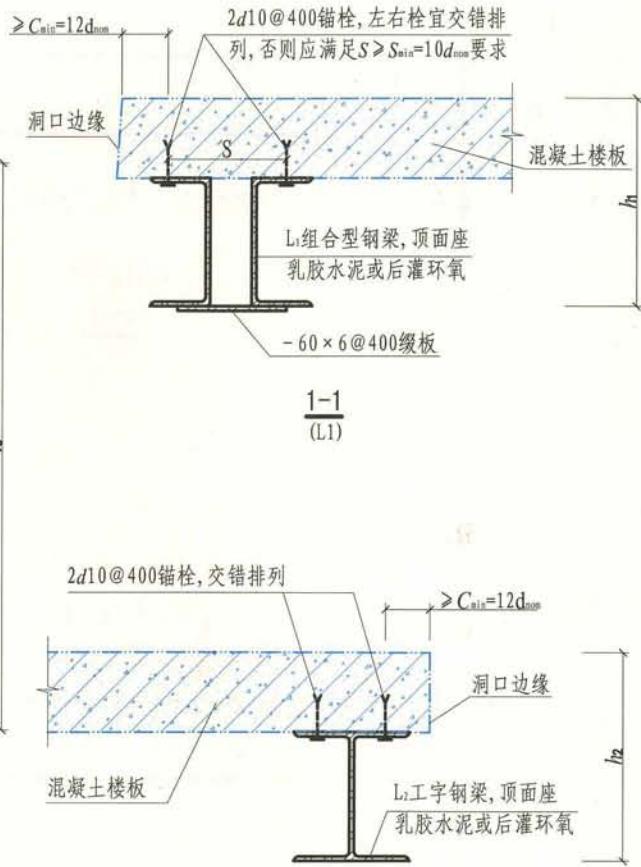


碳纤维补偿加固框架结构现浇楼板开洞
(当开洞位于角部时)

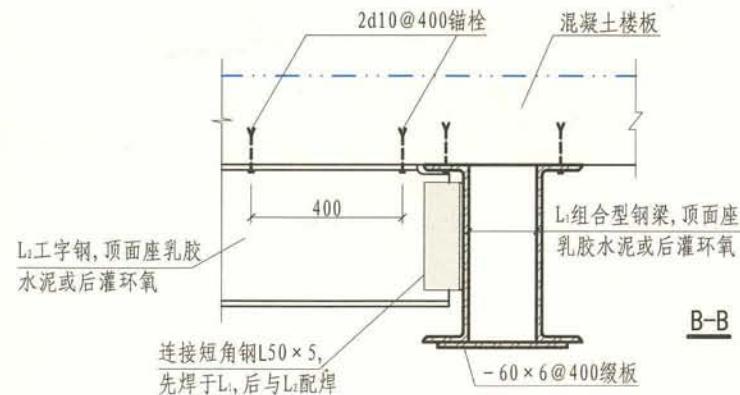
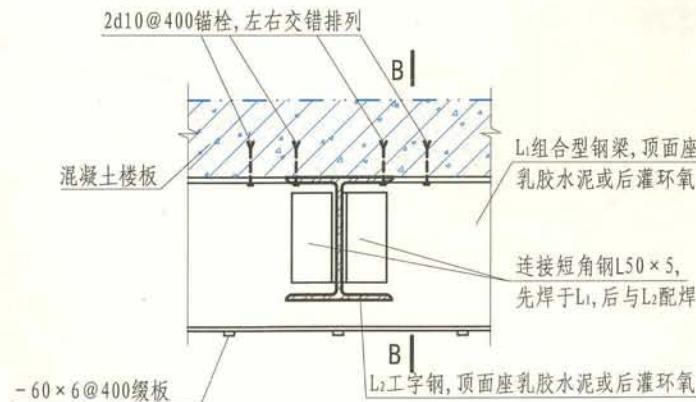
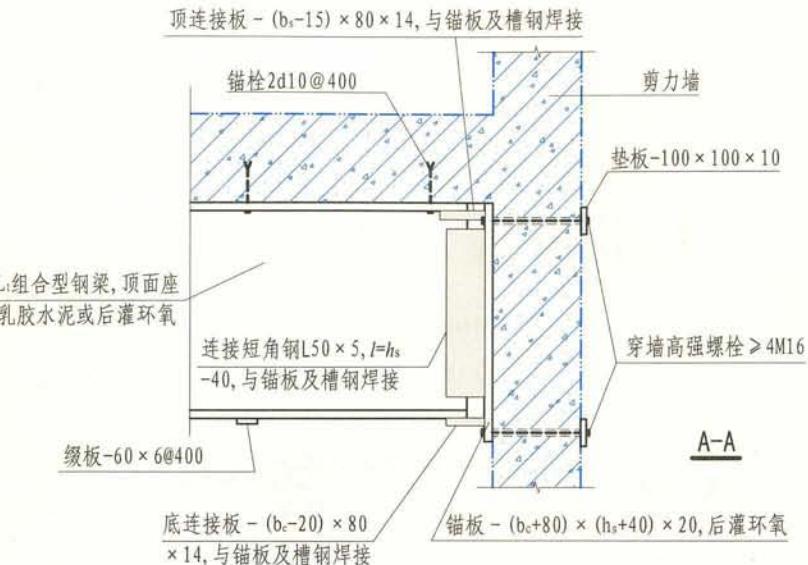
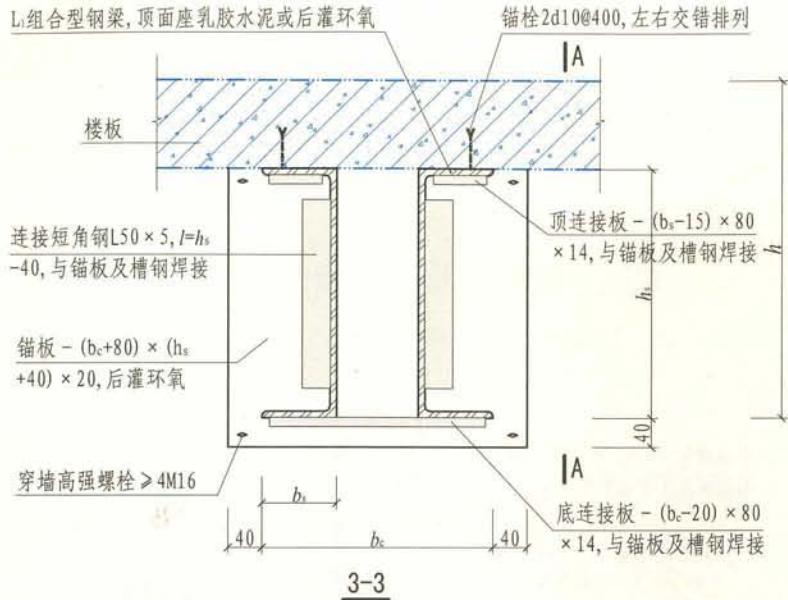
板加固 楼板开洞	碳纤维补偿加固框架结构现浇 楼板开洞(当开洞位于角部时)					图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页	6-33



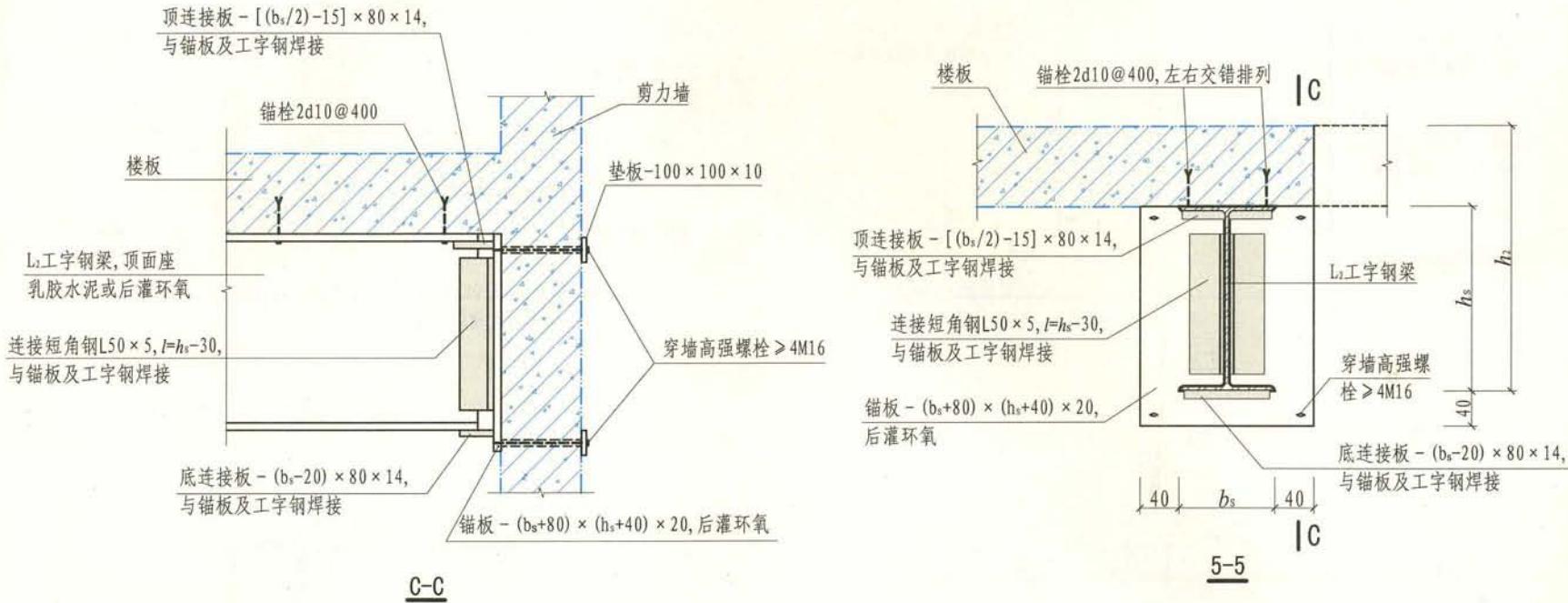
注: 1. 组合型钢梁由型钢(一般为工字钢或槽钢)与混凝土板组合而成, 常用跨高比为 $l_0/h=14\sim22$, h_1 、 h_2 为组合梁总高, 型钢最小规格宜 $\geqslant \text{I}10$;
2. 剖面 3-3、4-4 见页 6-35, 5-5 见页 6-36。



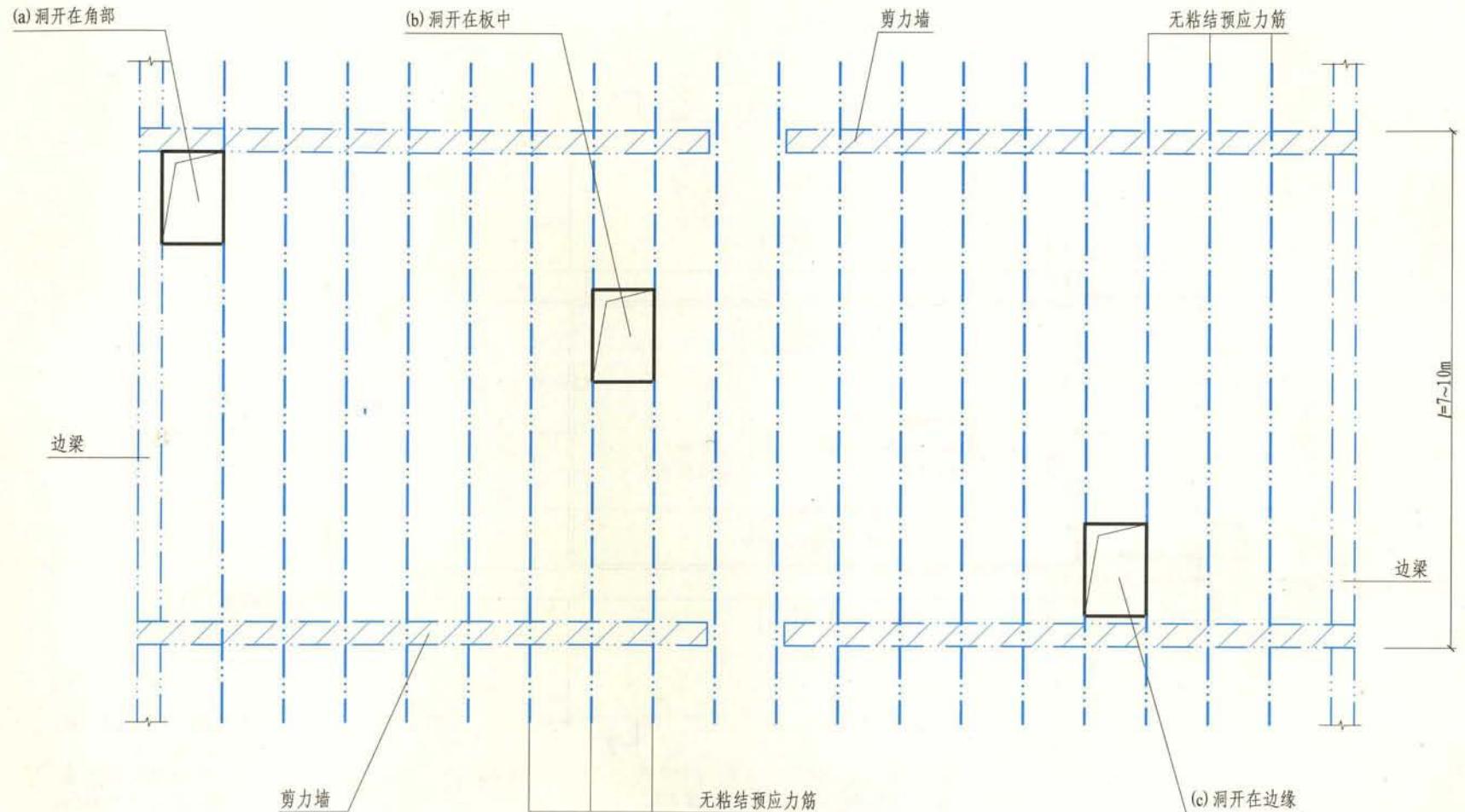
板加固 楼板开洞	增设型钢梁加固楼板开洞						图集号	06SG311-1
	审核	陶学康	校对	陈瑜	设计	万墨林		
	陶学康	陈瑜	万墨林	万墨林		页	6-34	



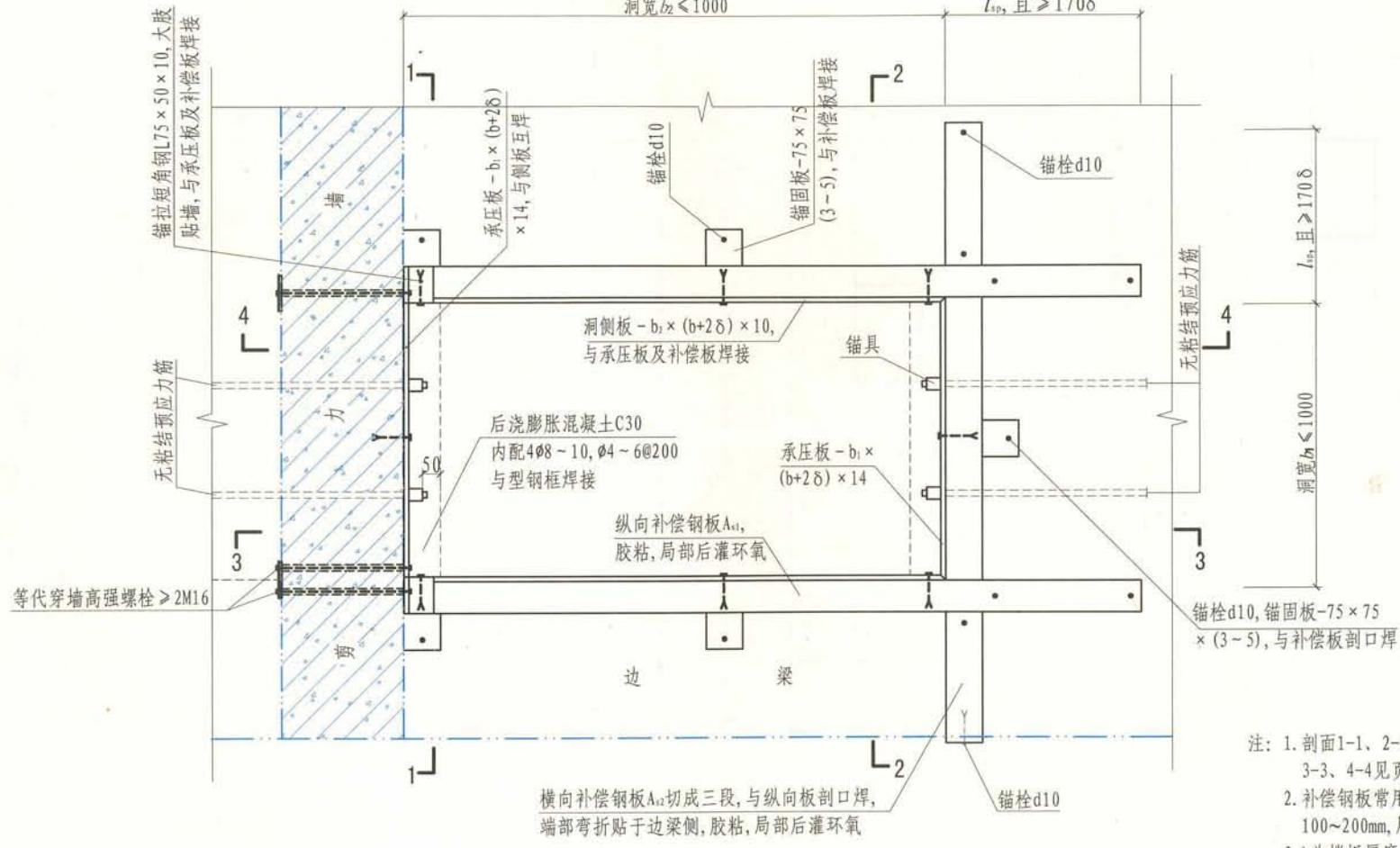
板加固 楼板开洞	剖面详图						图集号	06SG311-1
	审核	陶学康	陶学康	校对	陈瑜	设计	万墨林	
							万墨林	页 6-35



板加固		剖面详图					图集号	06SG311-1
审核	陶学康	陶学康	校对	陈瑜	万墨林	设计	万墨林	页
								6-36

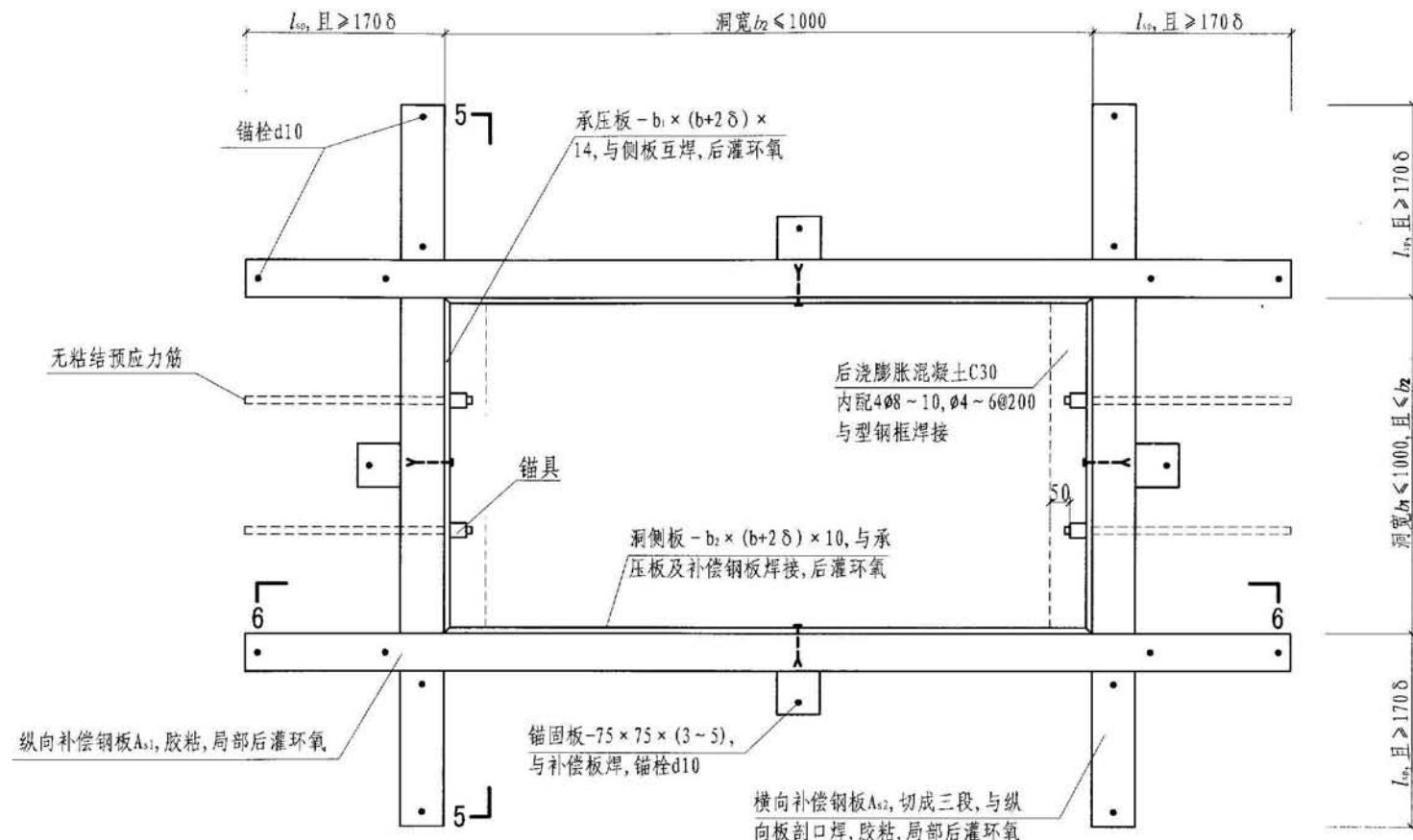


板加固	单向无粘结预应力楼板开洞加固总平面图						图集号	06SG311-1
预应力楼板开洞								
审核	陶学康	陶学康	校对	陈瑜	万墨林	设计	万墨林	页

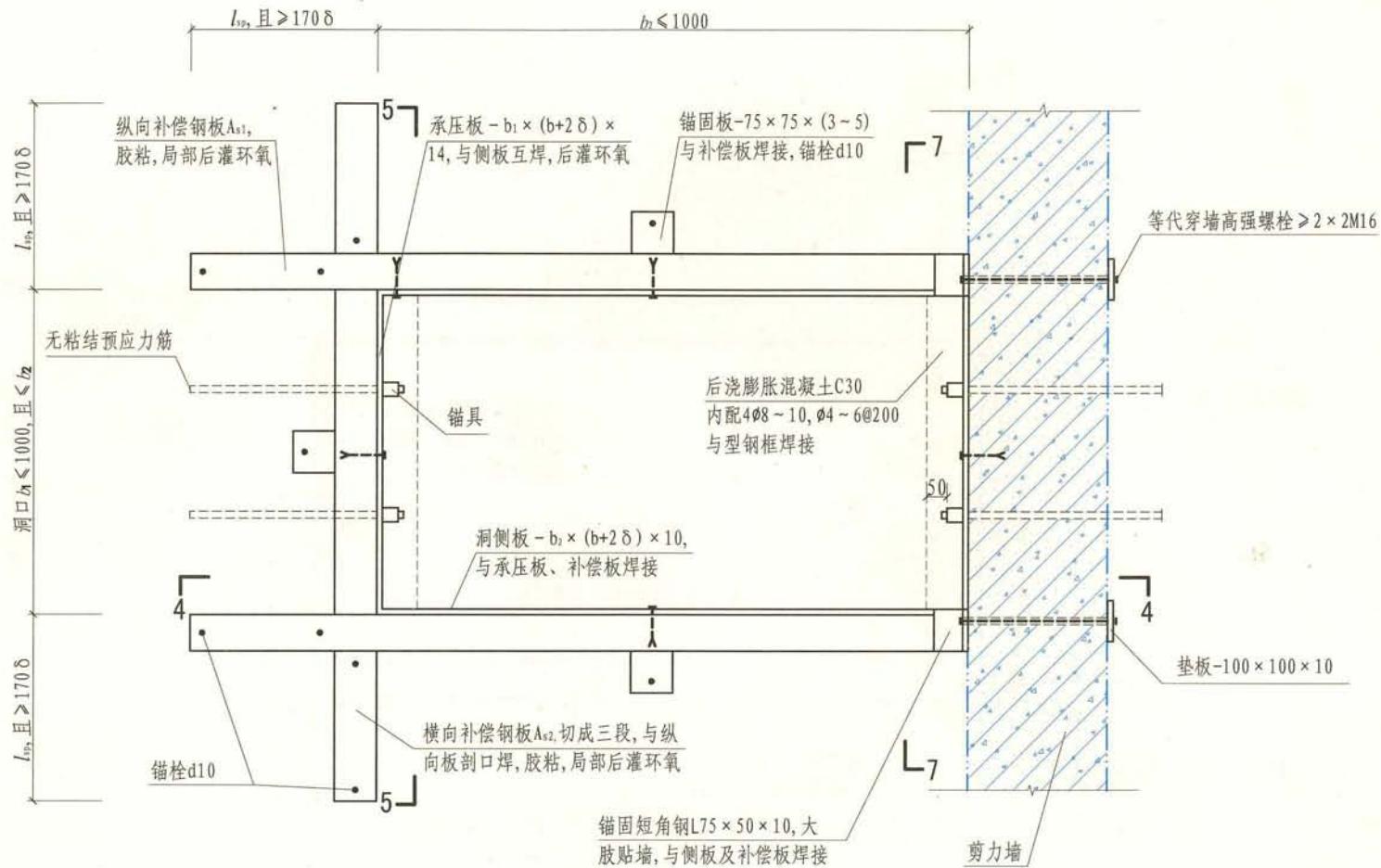


(a) 开洞在角部加固平面图

板加固 预应力楼板开洞	开洞在角部加固平面图					图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页	6-38



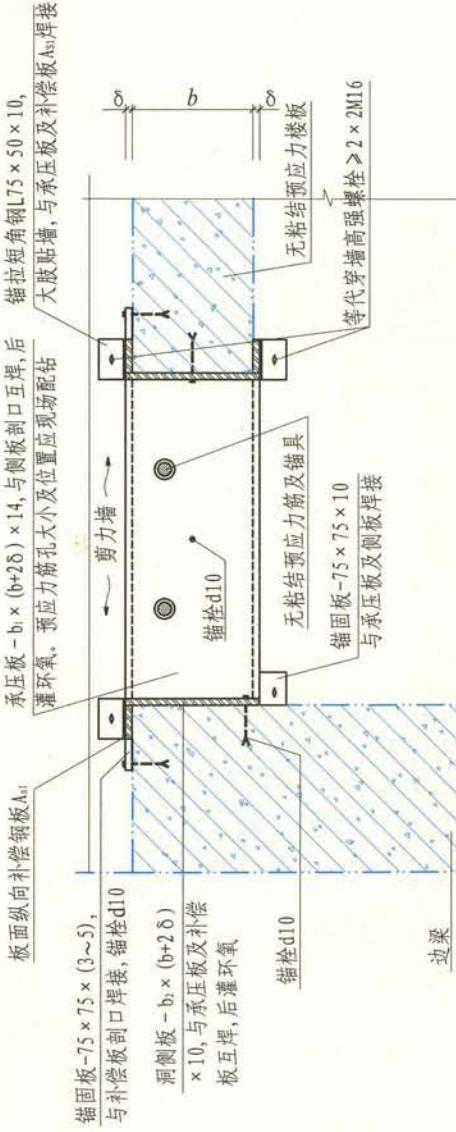
板加固 预应力楼板开洞	洞位于板中加固平面图					图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页	6-39



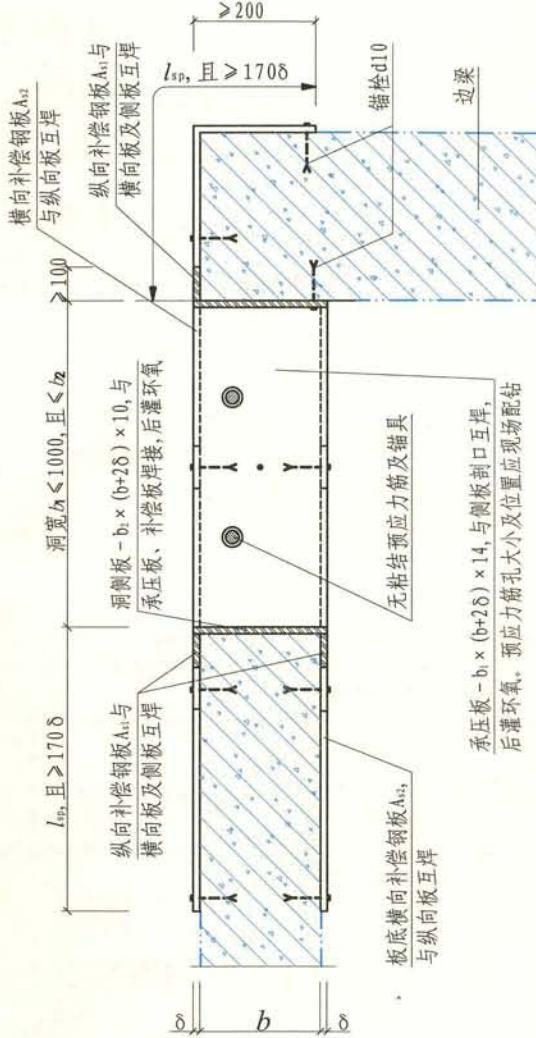
(c) 洞开在墙边加固平面图

- 注: 1. 剖面4-4见页6-42, 5-5、6-6、7-7见页6-43;
 2. 补偿钢板常用规格: 宽100~200mm, 厚δ=3~5mm;
 3. b为楼板厚度。

板 加 固	洞开在墙边加固平面图				图集号	06SG311-1
预 应 力 楼 板 开 洞	审 核	陶 学 康	校 对	陈 瑜	设 计	万 墨 林
					万 墨 林	页



1-1

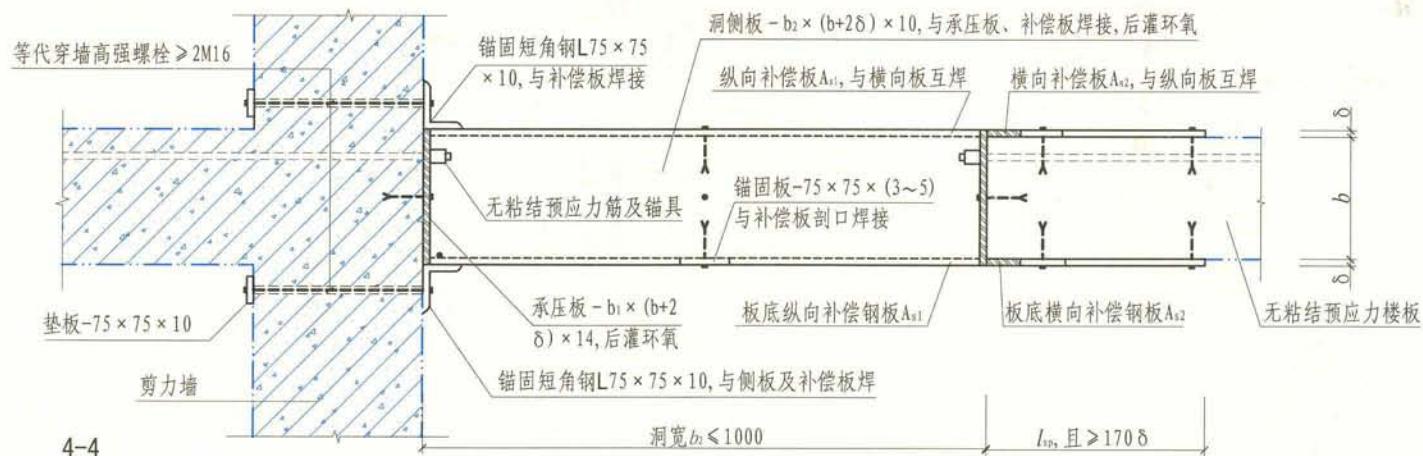
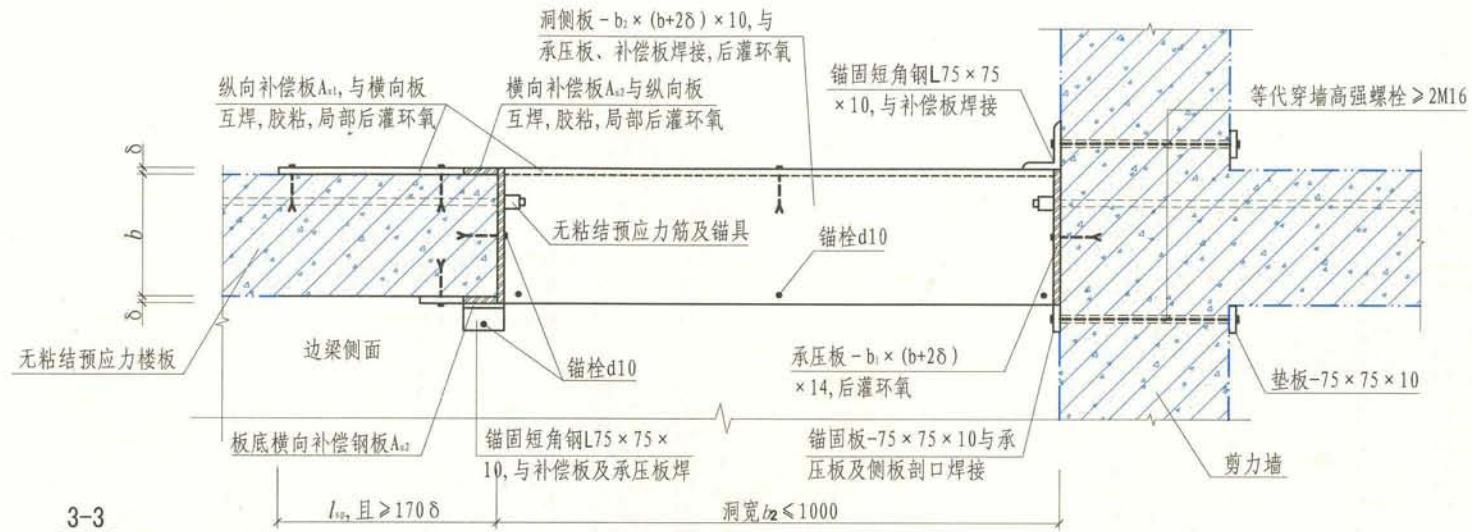


2-2

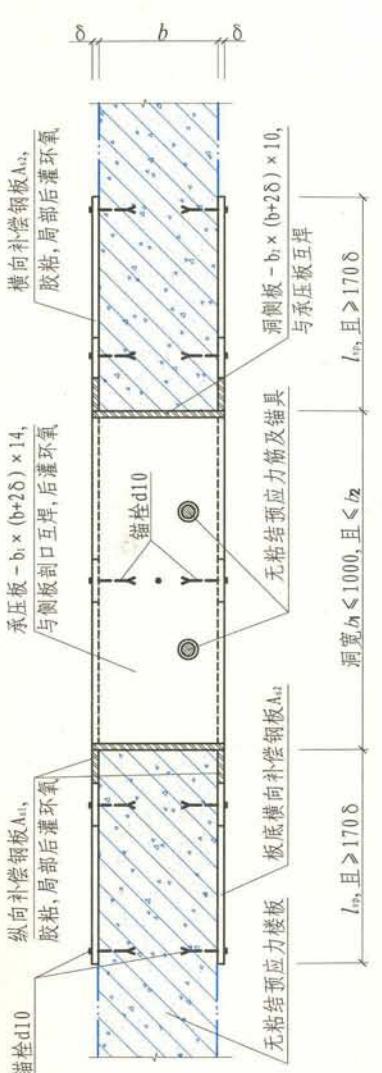
板加固 剖面详图

图集号 06SG311-1

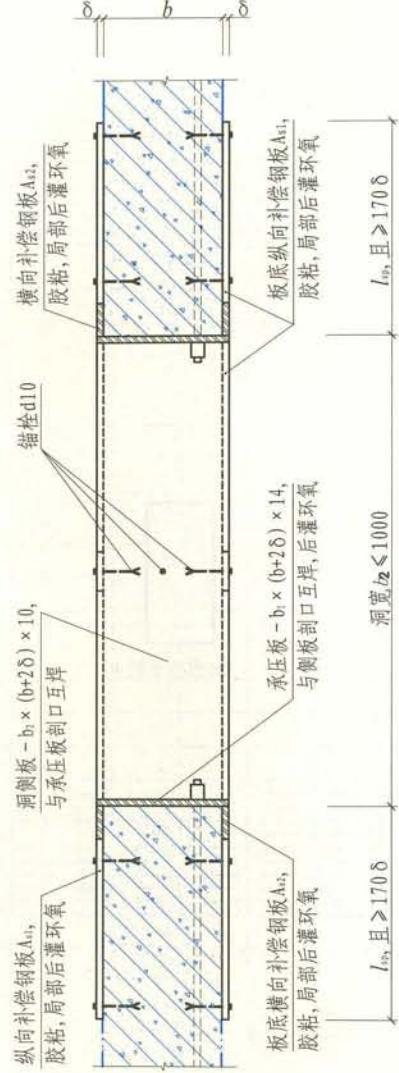
页 6-41



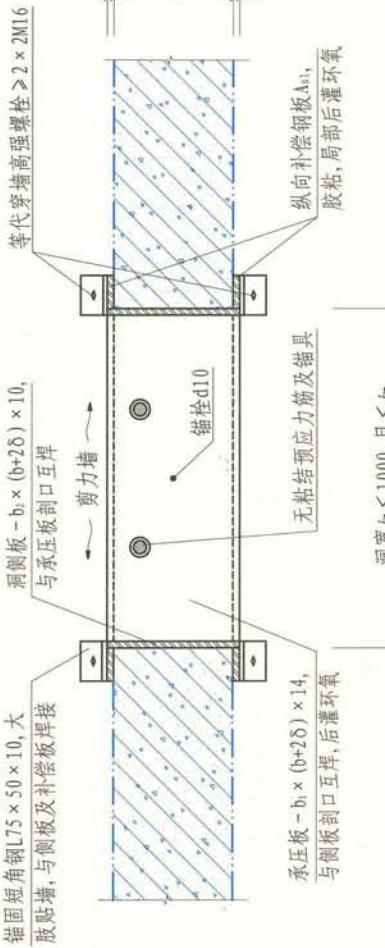
板加固 预应力楼板开洞		剖面详图						图集号	06SG311-1	
审核	陶学康	陶学康	校对	陈瑜	陈瑜	设计	万墨林	万墨林	页	6-42



5-5

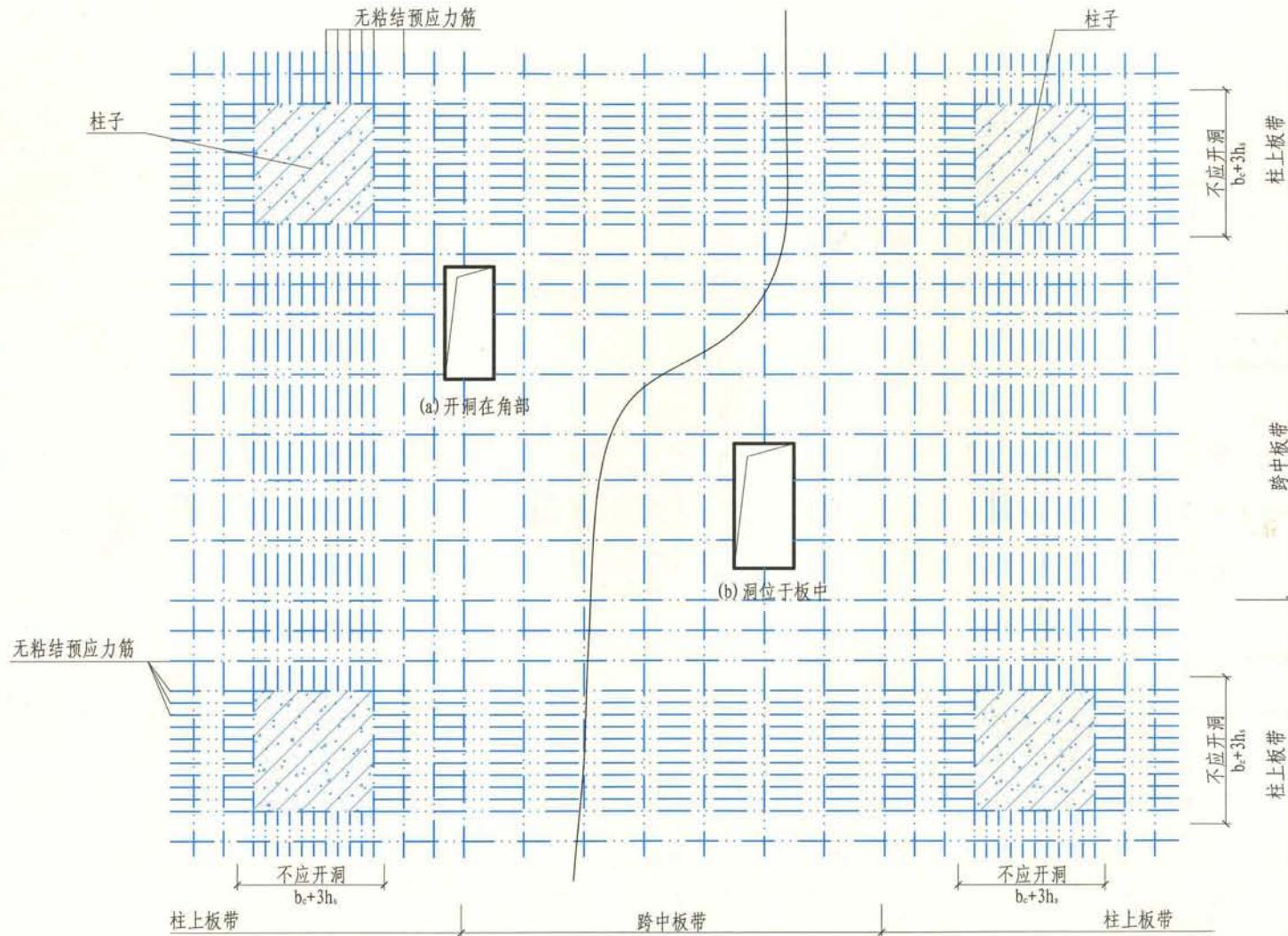


6-6

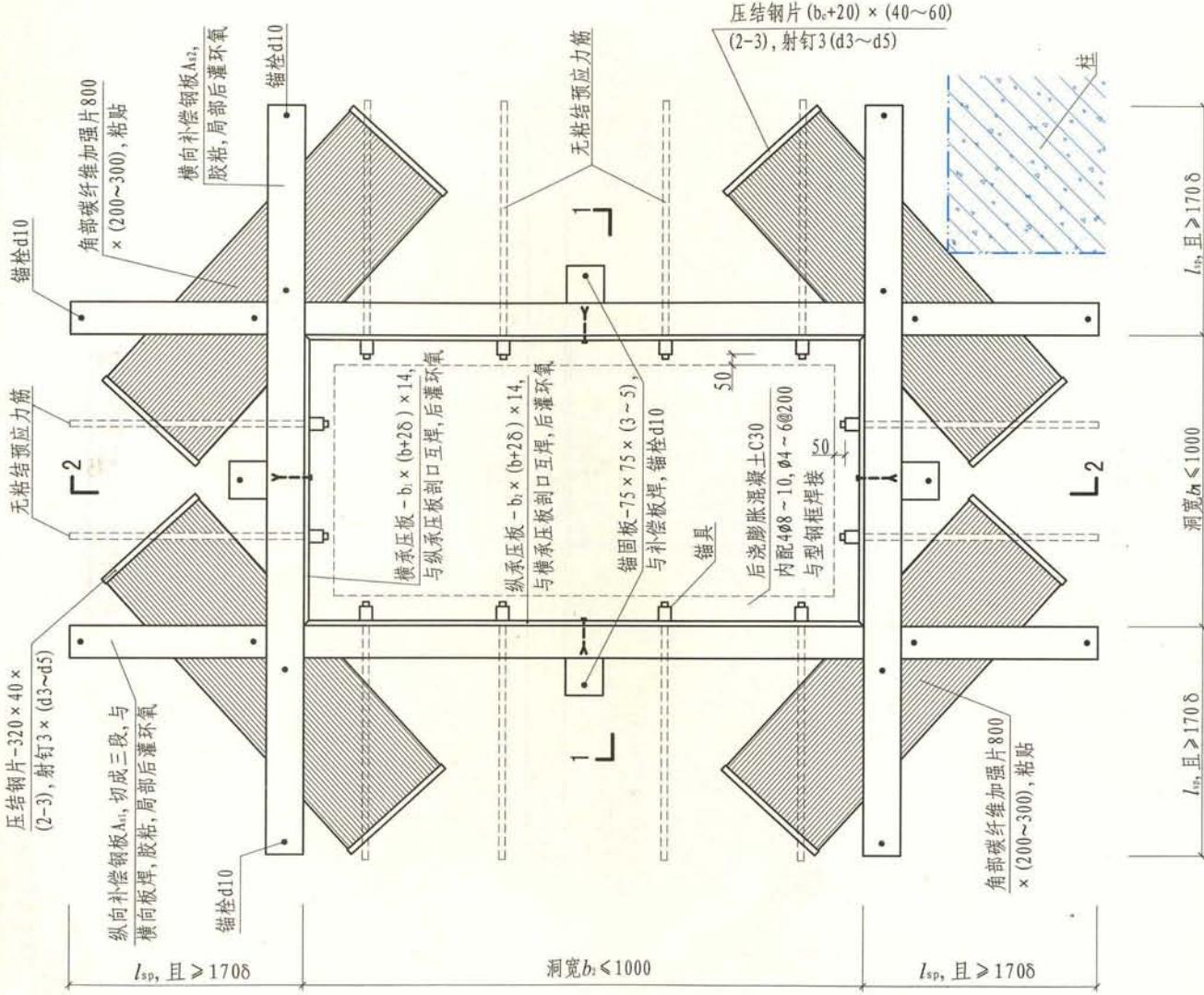


7-7

板加固	剖面详图	图集号
预应力楼板开洞 审核 陶学康 校对 阮泽康 设计 陈瑜 万墨林	06SG311-1	6-43



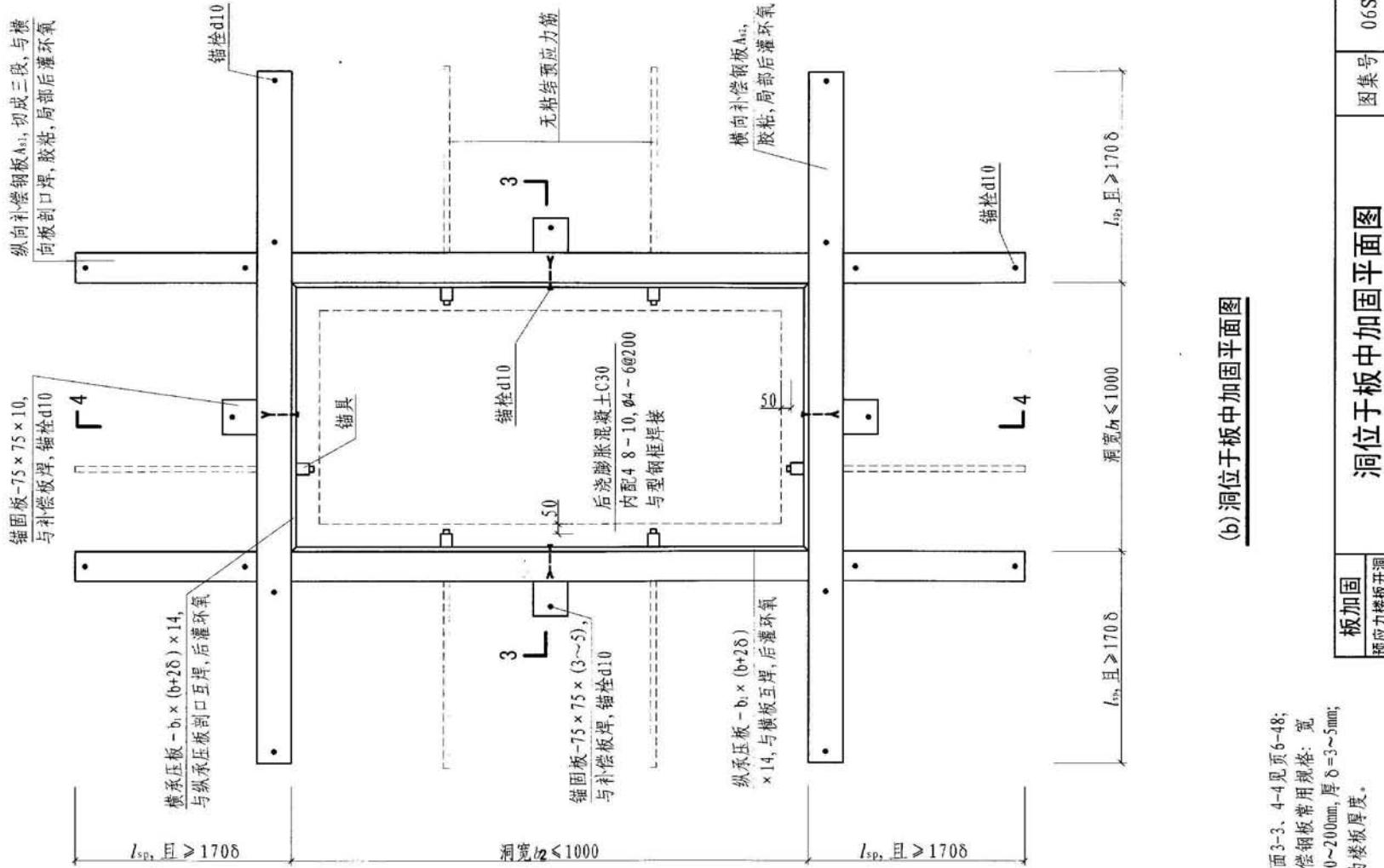
板加固	无粘结预应力无梁楼板开洞加固总平面图						图集号	06SG311-1
预应力楼板开洞	审核	陶学康	校对	陈瑜	设计	万墨林	页	6-44



(a) 开洞在角部加固平面图

注：
1. 剖面1-1、2-2见页6-47；
2. 补偿钢板常用规格：宽
100~200mm, 厚 $\delta = 3~5$ mm;
3. b 为楼板厚度。

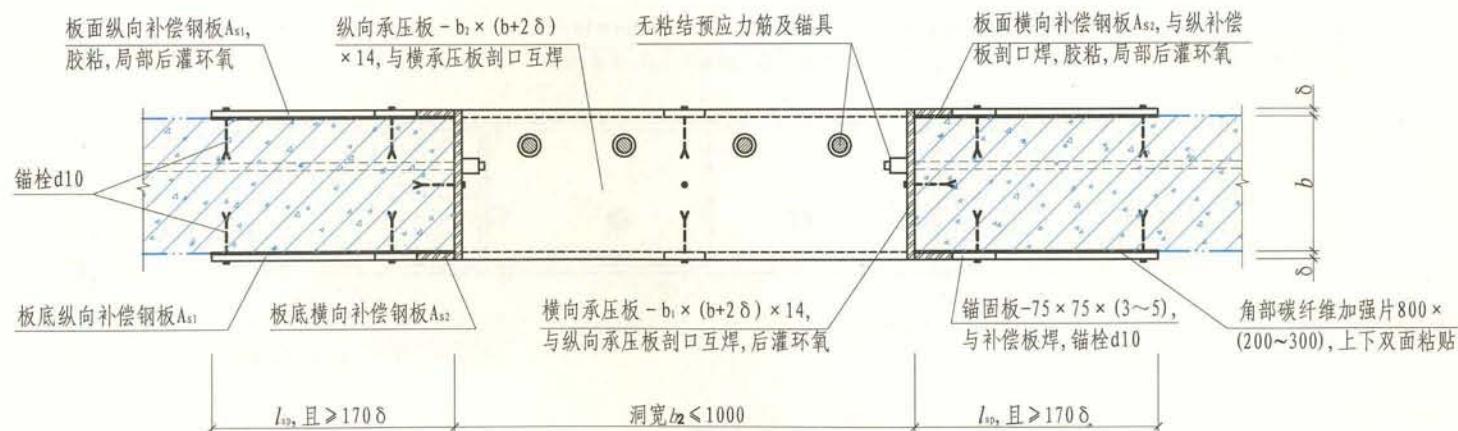
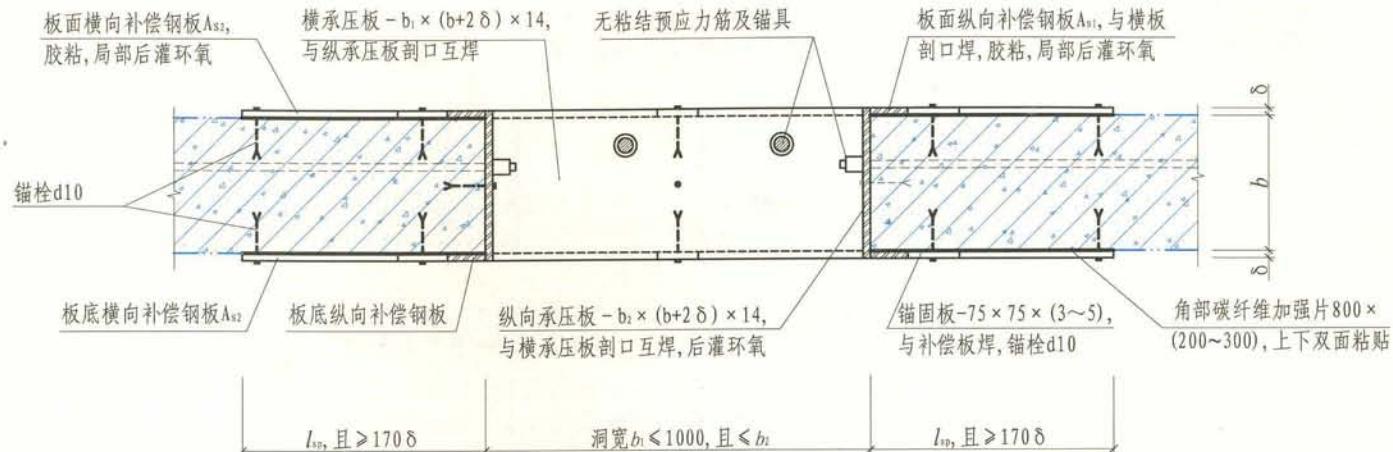
板加固	开洞在角部加固平面图	图集号
审核陶学康 预应力楼板开洞	设计万墨林 校对陈瑜 审核陶学康	06SG3111-1 6-45



(b) 洞位于板中加固平面图

注：1. 割面3-3、4-4见页6-48；
 2. 补偿钢板常用规格：宽
 $100\sim200mm$, 厚 $\delta=3\sim5mm$;
 3. b 为楼板厚度。

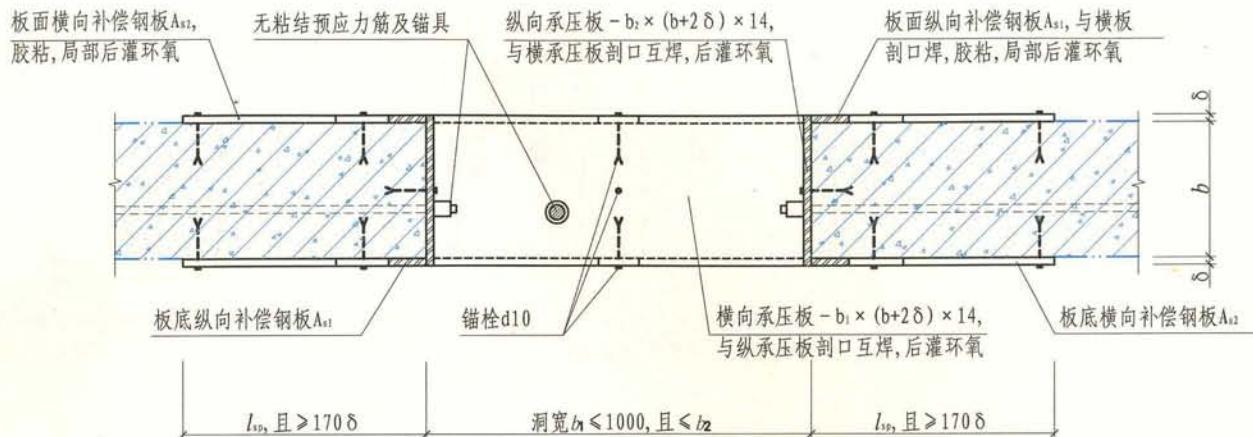
版加固		洞位于板中加固平面图			图集号	06SG311-1
申核	陶学康	高强高	校对	陈瑜	设计人	万墨林



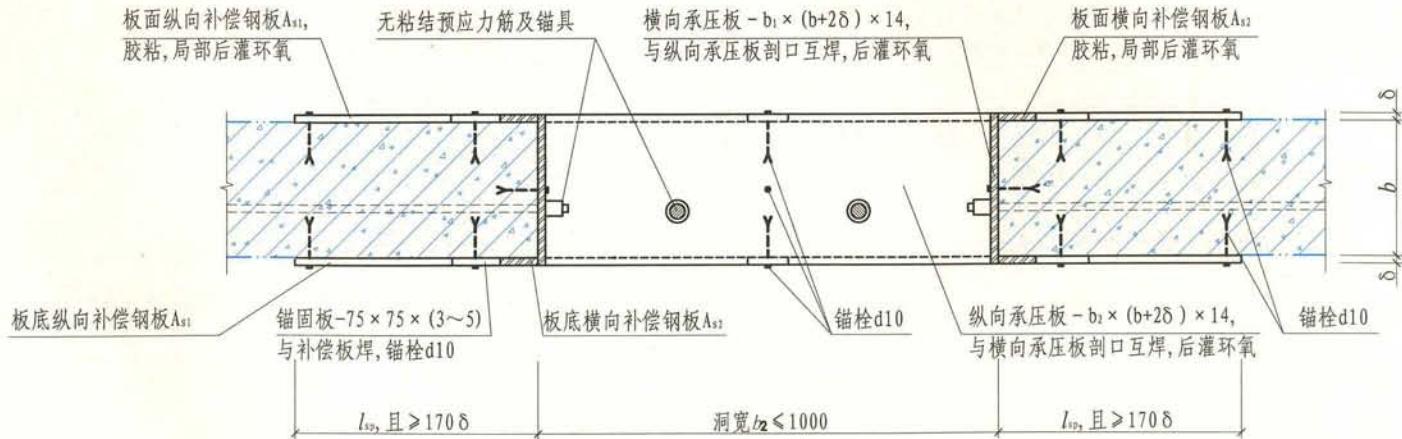
2-2

板加固 预应力楼板开洞	剖面详图				图集号
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	陈瑜	设计 万墨林	万墨林

页	6-47
---	------

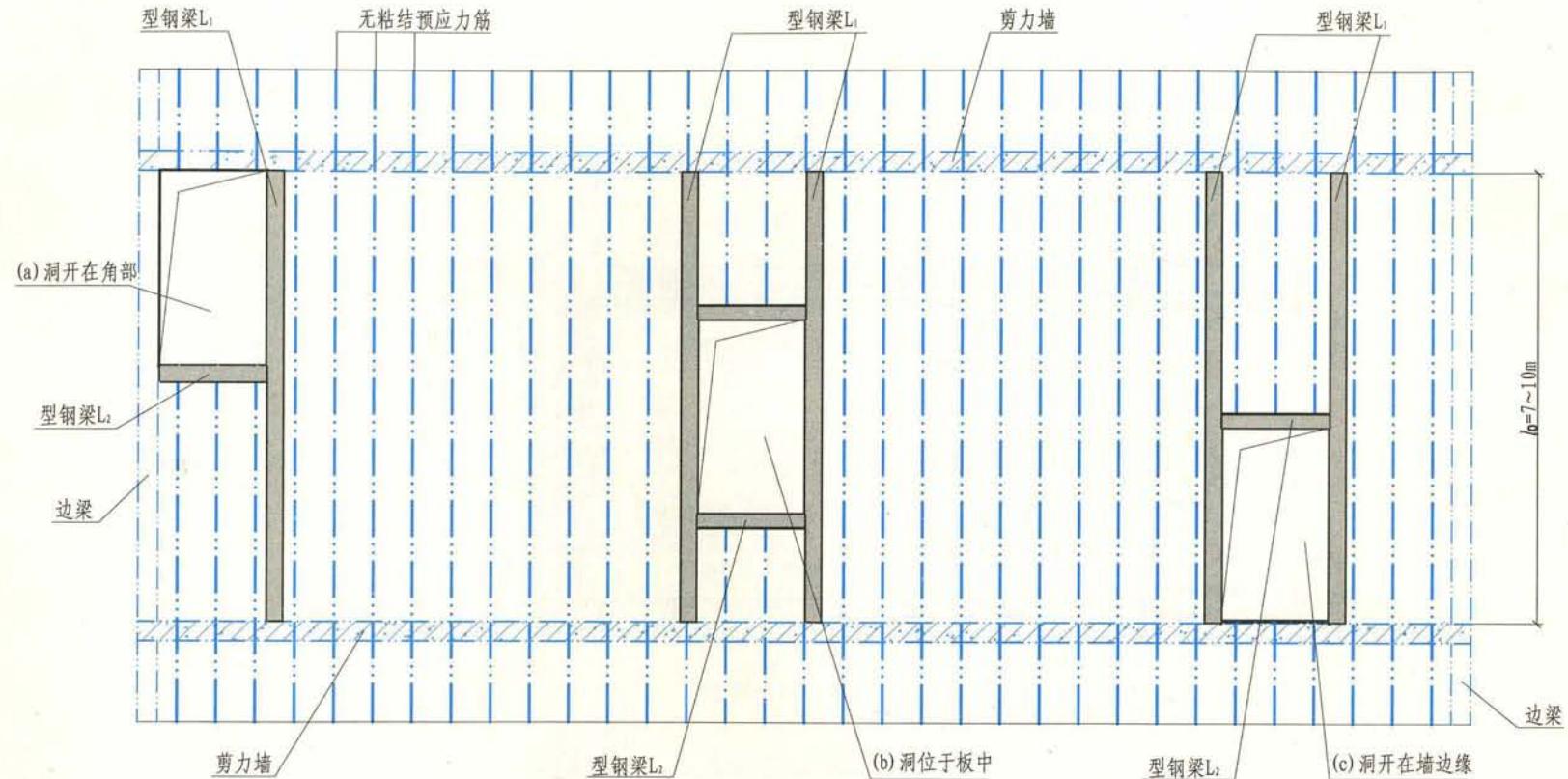


3-3



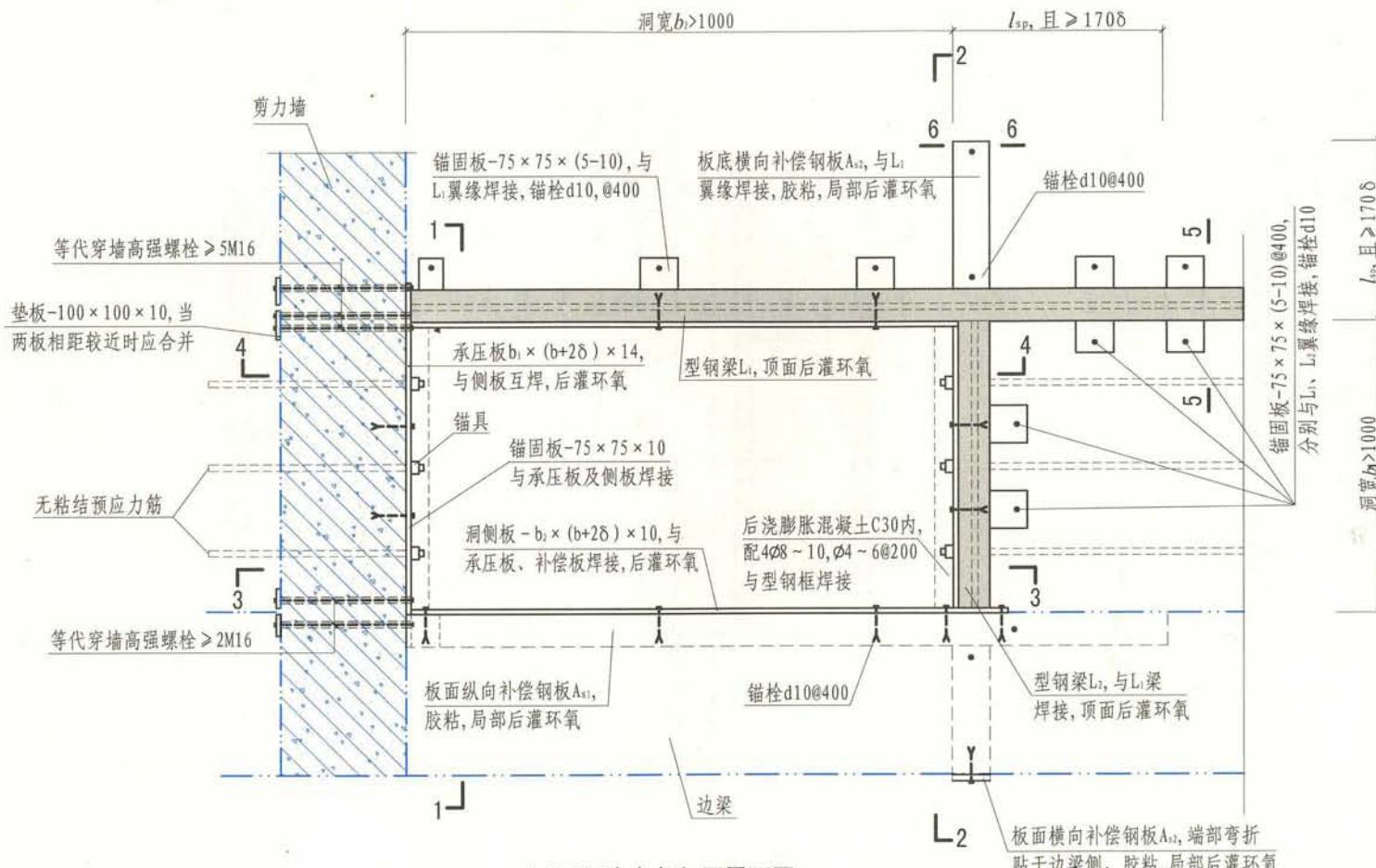
4-4

板加固	剖面详图				图集号	06SG311-1
预应力楼板开洞	审核	陶学康	校对	陈瑜	设计	万墨林
		陶学康		陈瑜	万墨林	万墨林



注：组合型钢梁由型钢（一般为工字钢）与混凝土板组合而成，
常用跨高比为 $l_0/h=14\sim22$ ，型钢最小规格宜 $\geqslant I10$ 。

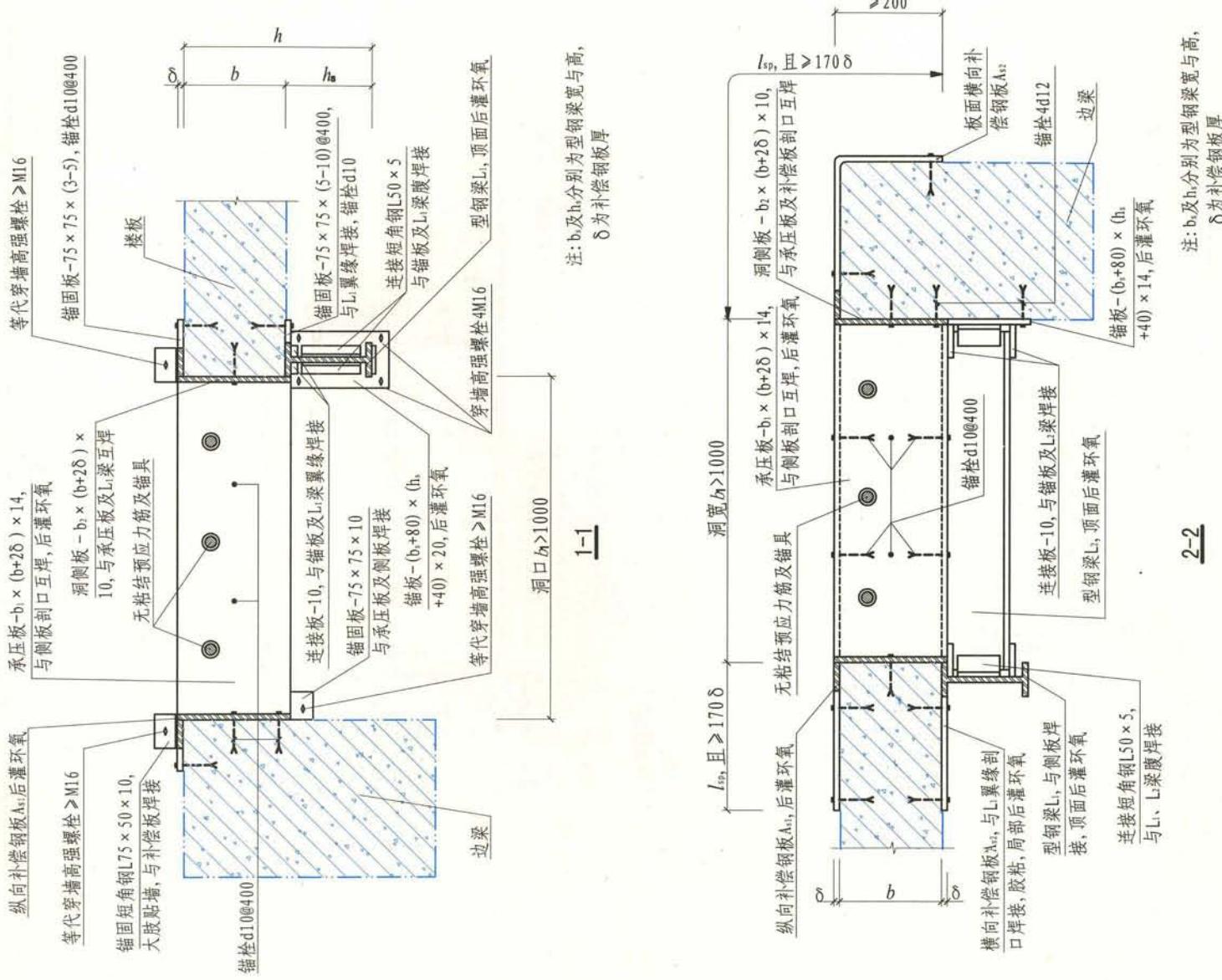
板加固 预应力楼板开洞	单向无粘结预应力楼板开洞 增设型钢梁加固总平面图(仰视)					图集号	06SG311-1
	审核	陶学康	陶学康	校对	陈瑜		
设计	万墨林	万墨林	页	6-49			



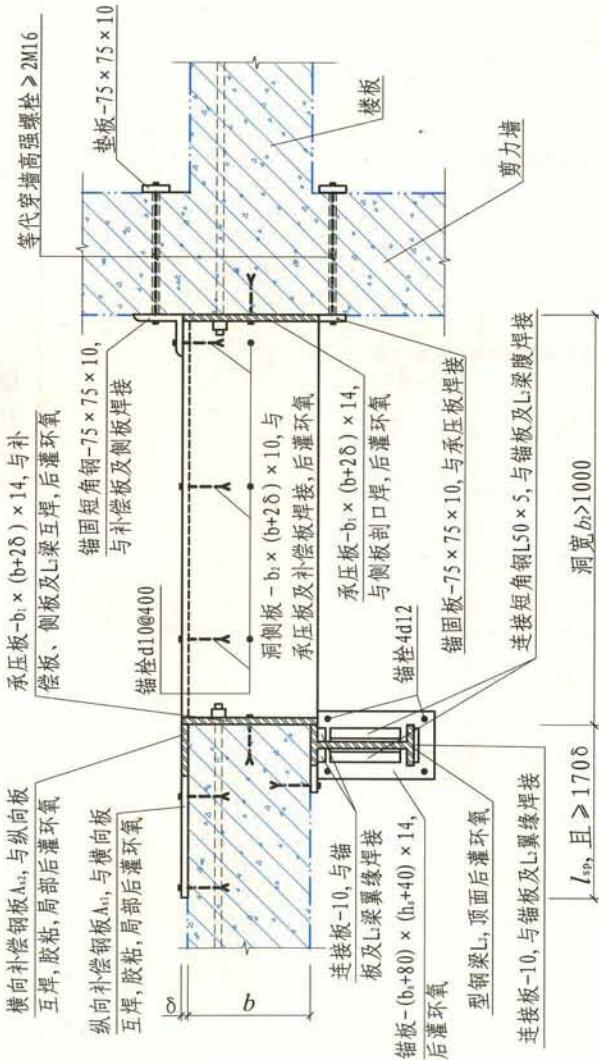
(a) 开洞在角部加固平面图
(仰视)

注：剖面1-1、2-2见页6-51，3-3、4-4见页6-52，
5-5、6-6见页6-53。

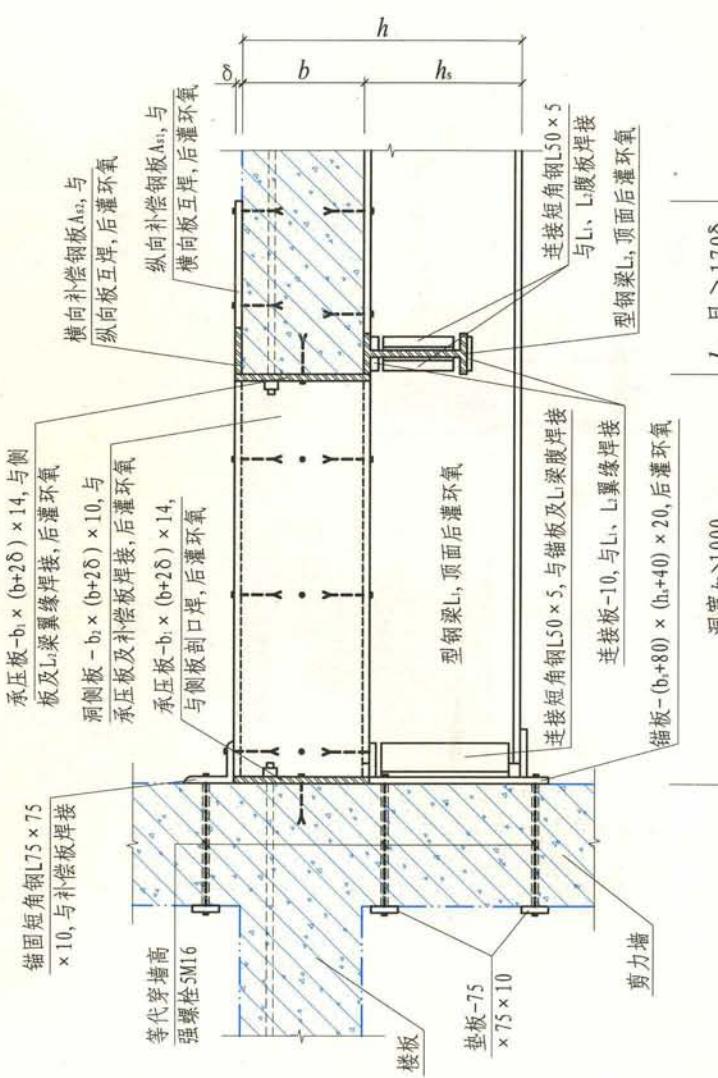
板加固	开洞在角部加固平面图(仰视)				图集号	06SG311-1
预应力楼板开洞	审核	陶学康	校对	陈瑜	设计	万墨林
		陶学康		陈瑜	万墨林	万墨林



板加固	剖面详图	图集号
预应力楼板开洞 审核 陶学康 校对 隋善康 设计 陈瑜	06SG311-1	万墨林 页 6-51

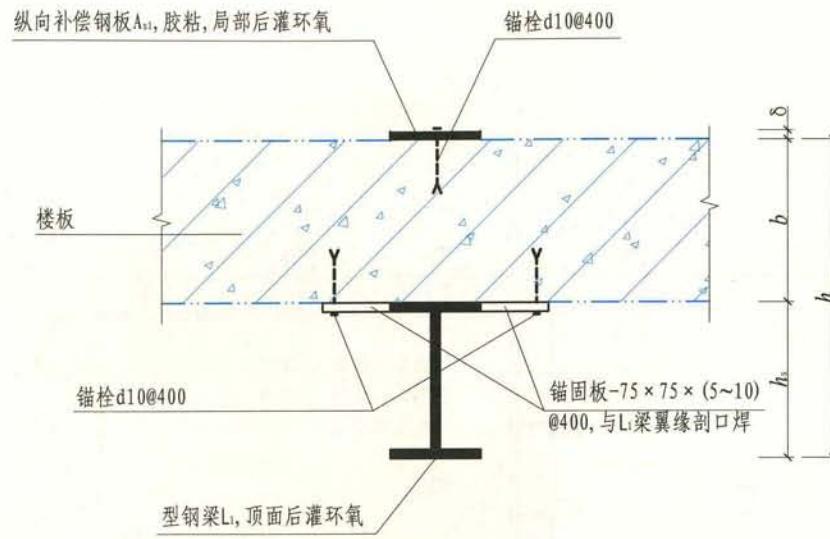


3-3

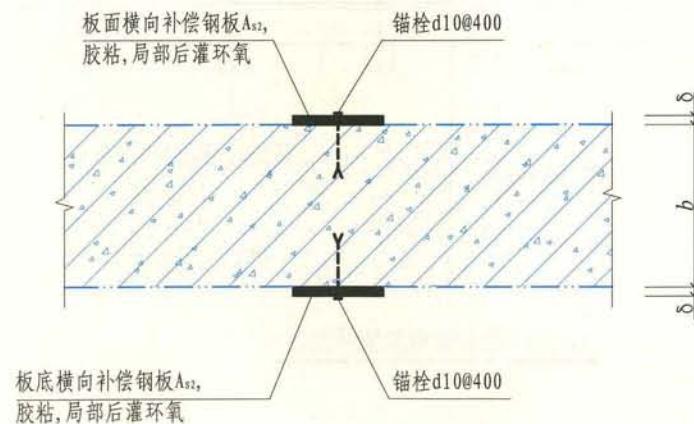


4-4

板加固	剖面详图	图集号
预应力板开洞 审核 陶学康 校对 陈瑜	设计万墨林	06SG311-1 页 6-52

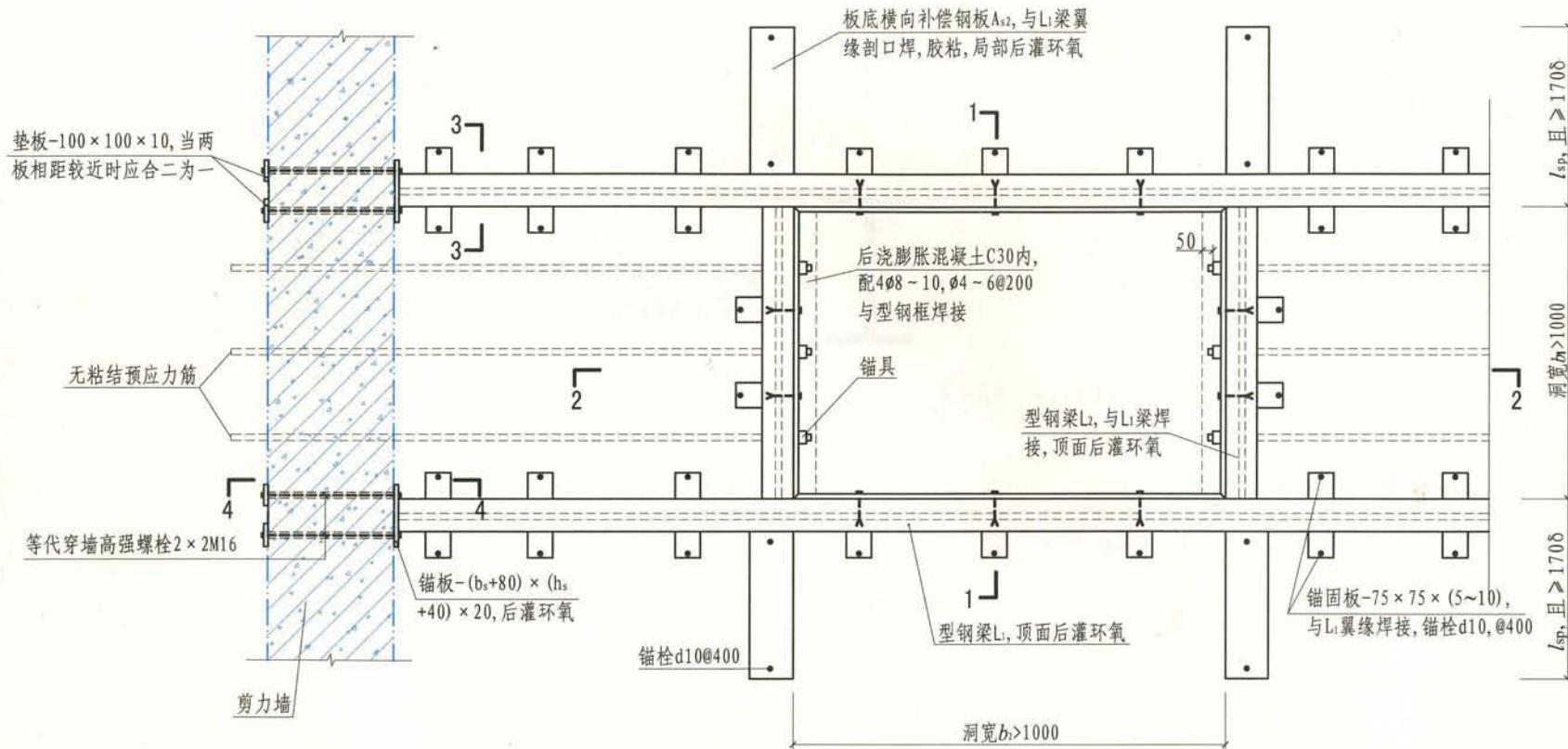


5-5



6-6

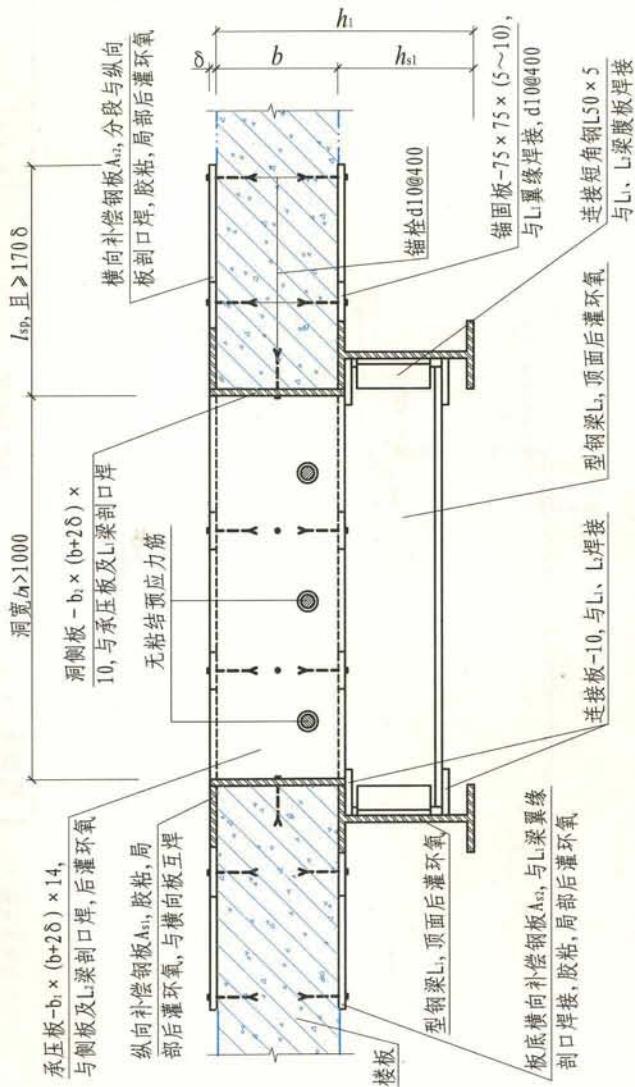
板加固	剖面详图				图集号	06SG311-1
预应力楼板开洞					设计	万墨林
审核	陶学康	陶学康	校对	陈瑜	万墨林	页
						6-53



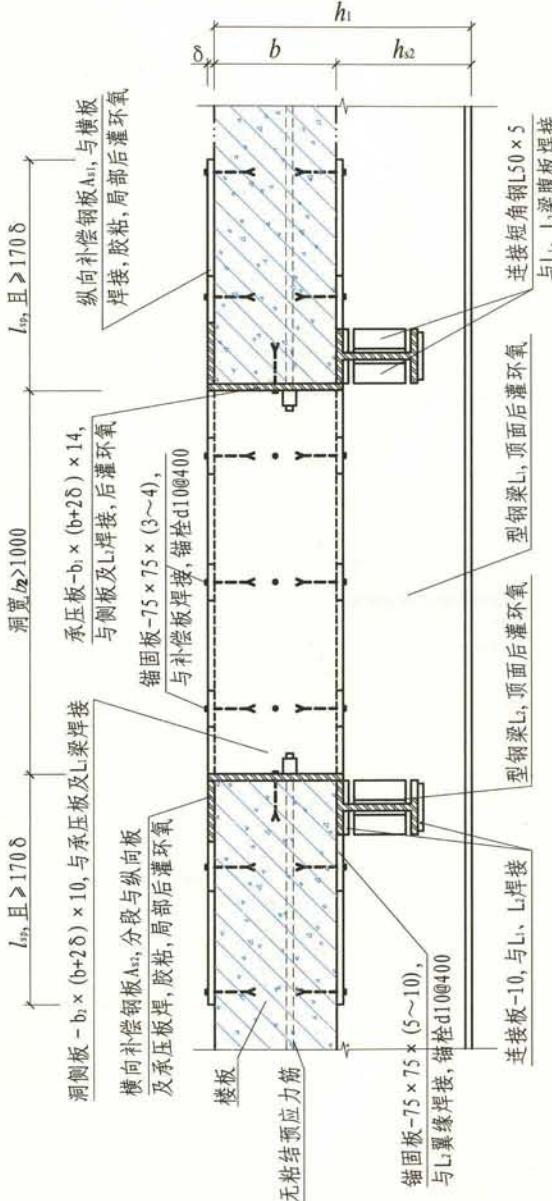
(b) 洞口位于板中加固平面图
(仰视)

注: 剖面1-1、2-2见页6-55, 3-3、4-4见页6-56

板加固 预应力楼板开洞	洞口位于板中加固平面图(仰视)				图集号	06SG311-1
审核 陶学康	陶学康	校对 陈瑜	设计 万墨林	万墨林	页	6-54

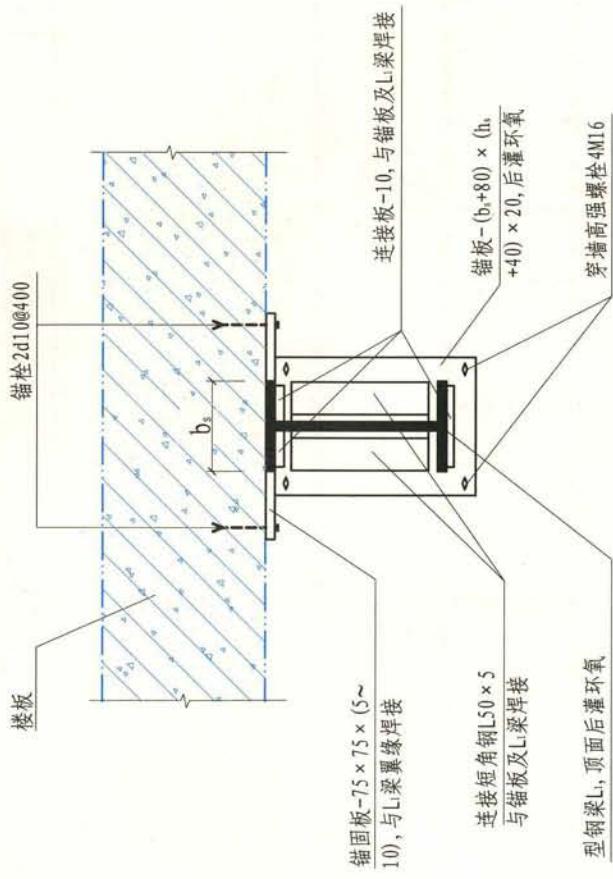


1-1

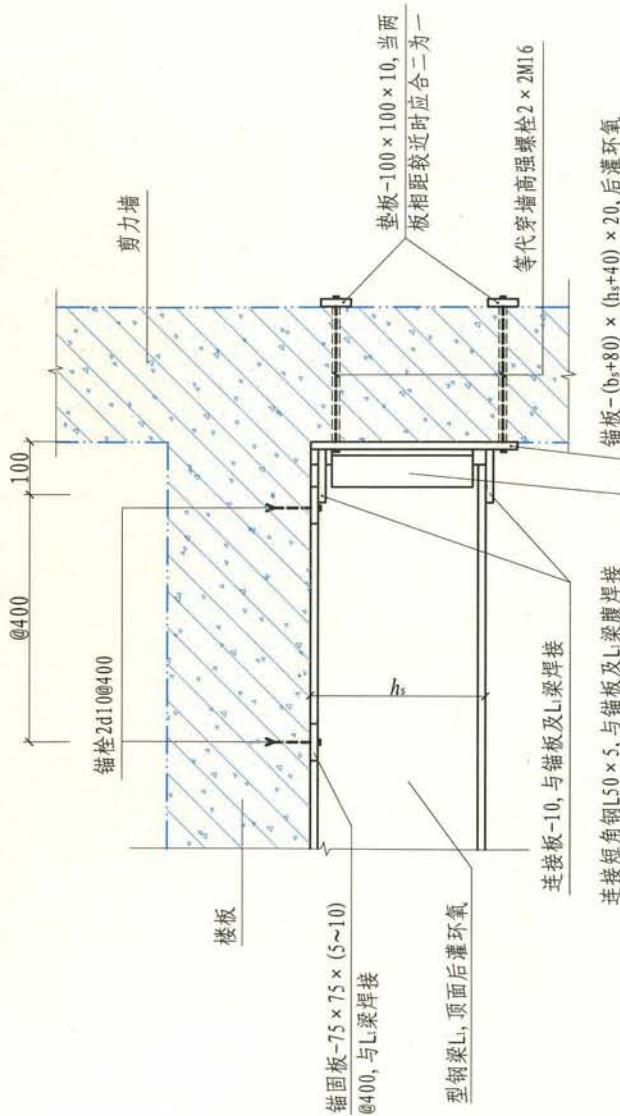


2-2

板加固	剖面详图	图集号	页
预应力楼板开洞 审核 陶学康	设计万墨林	06SG311-1	6-55



3-3



4-4

注: b_s、h_s分别为钢梁宽及高。剖面详图

图集号 06SG311-1

页 6-56

板加固

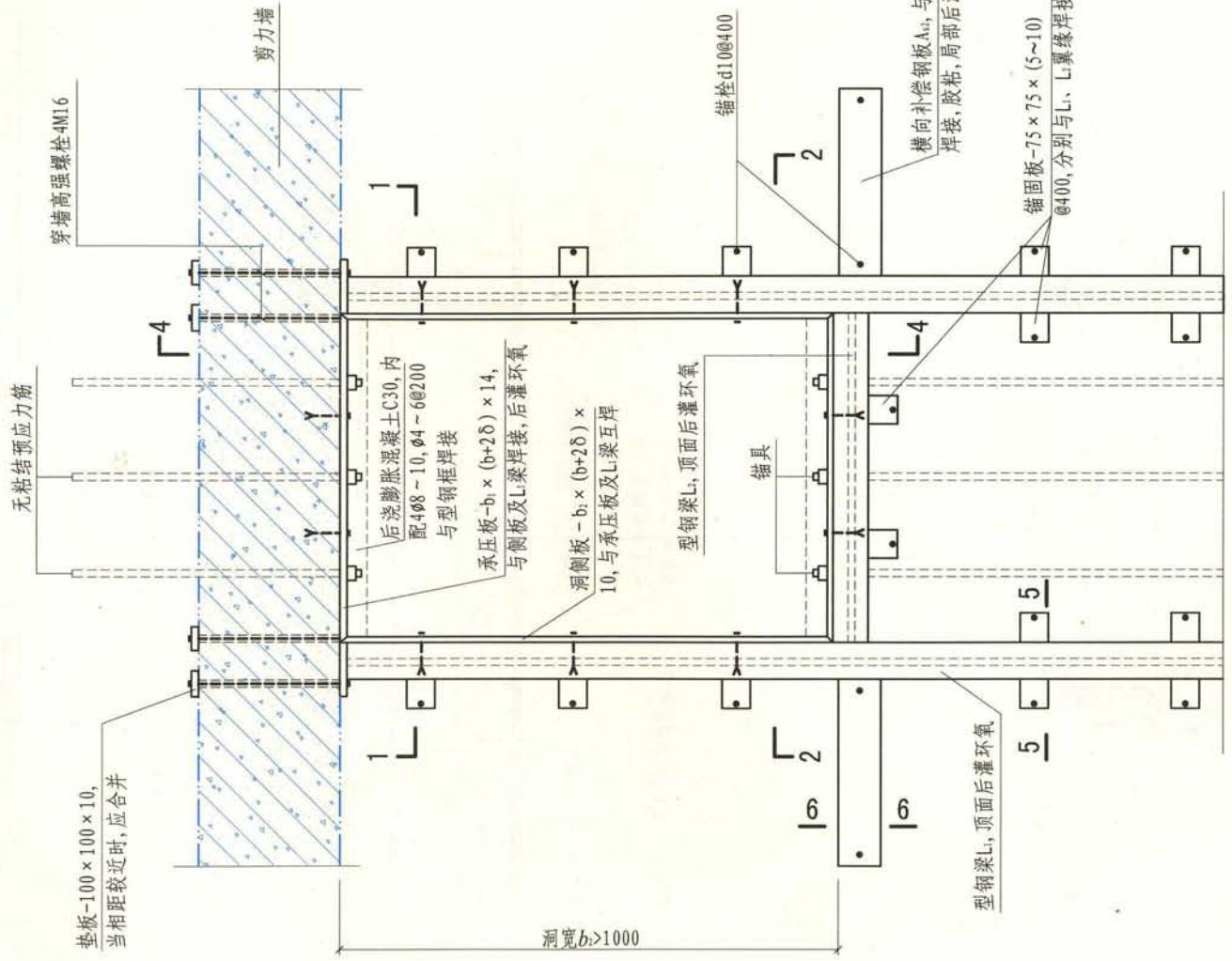
预应力楼板开洞

审核 陶学康

校对 陈瑜

设计 万墨林

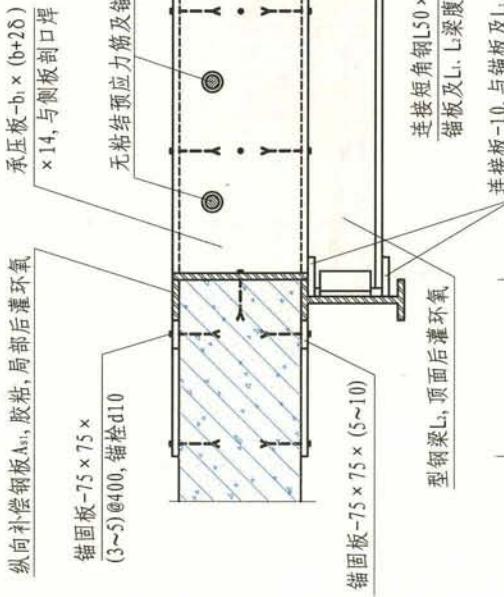
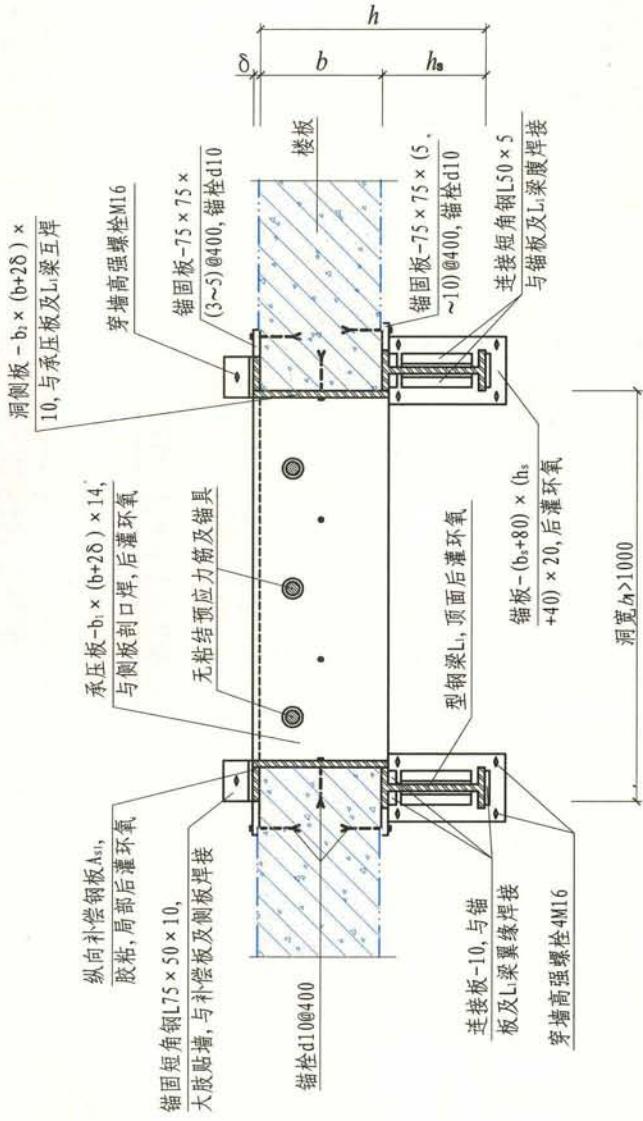
万墨林



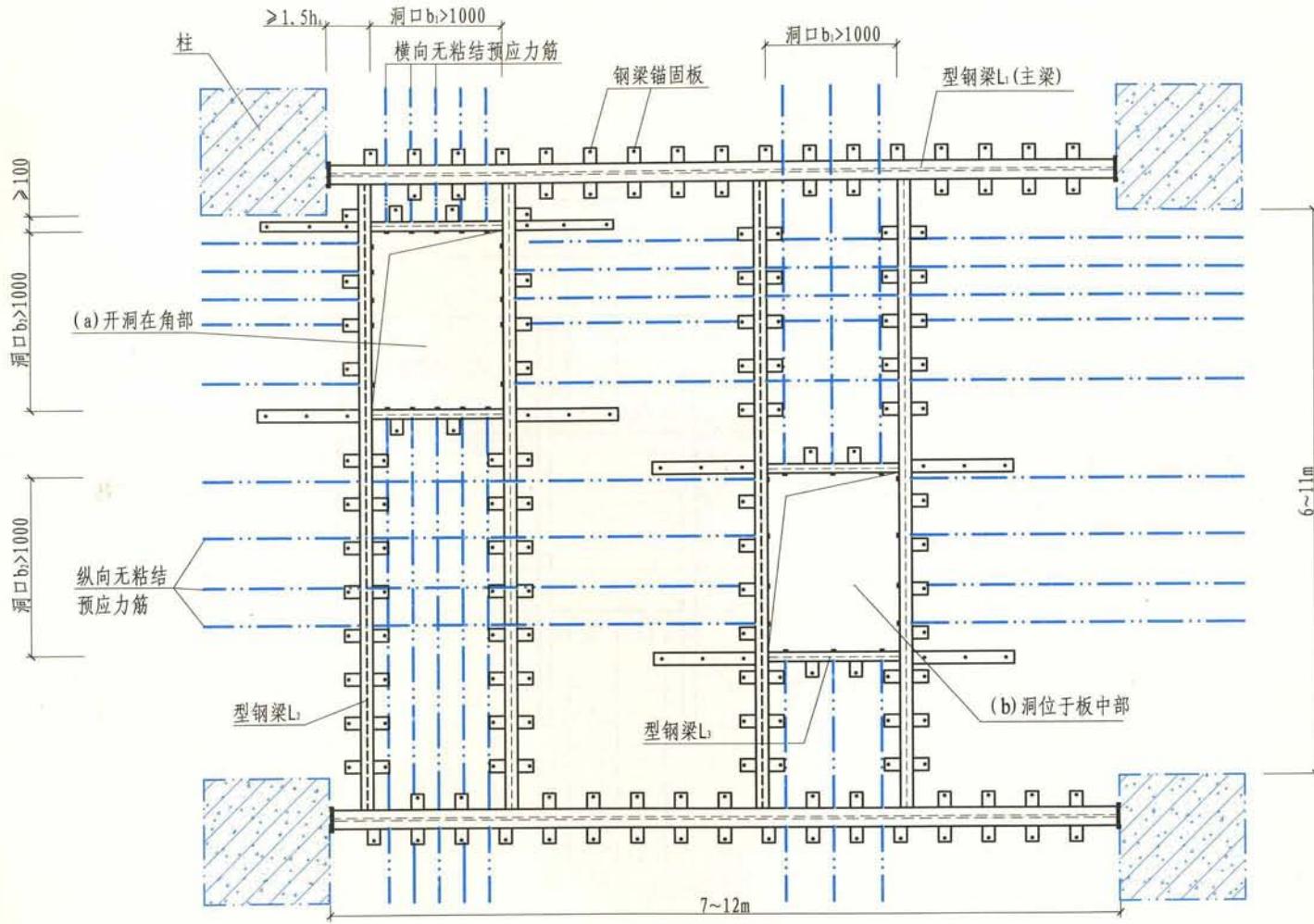
(c) 洞开在边缘加固平面图
(仰视)

注: 钢面1-1、2-2见页6-58, 4-4
见页6-52, 5-5, 6-6见页6-53。

板加固	洞开在边缘加固平面图(仰视)			图集号	06SG311-1
预应力楼板开洞	审核	陶学康	陈善康	校对	陈瑜

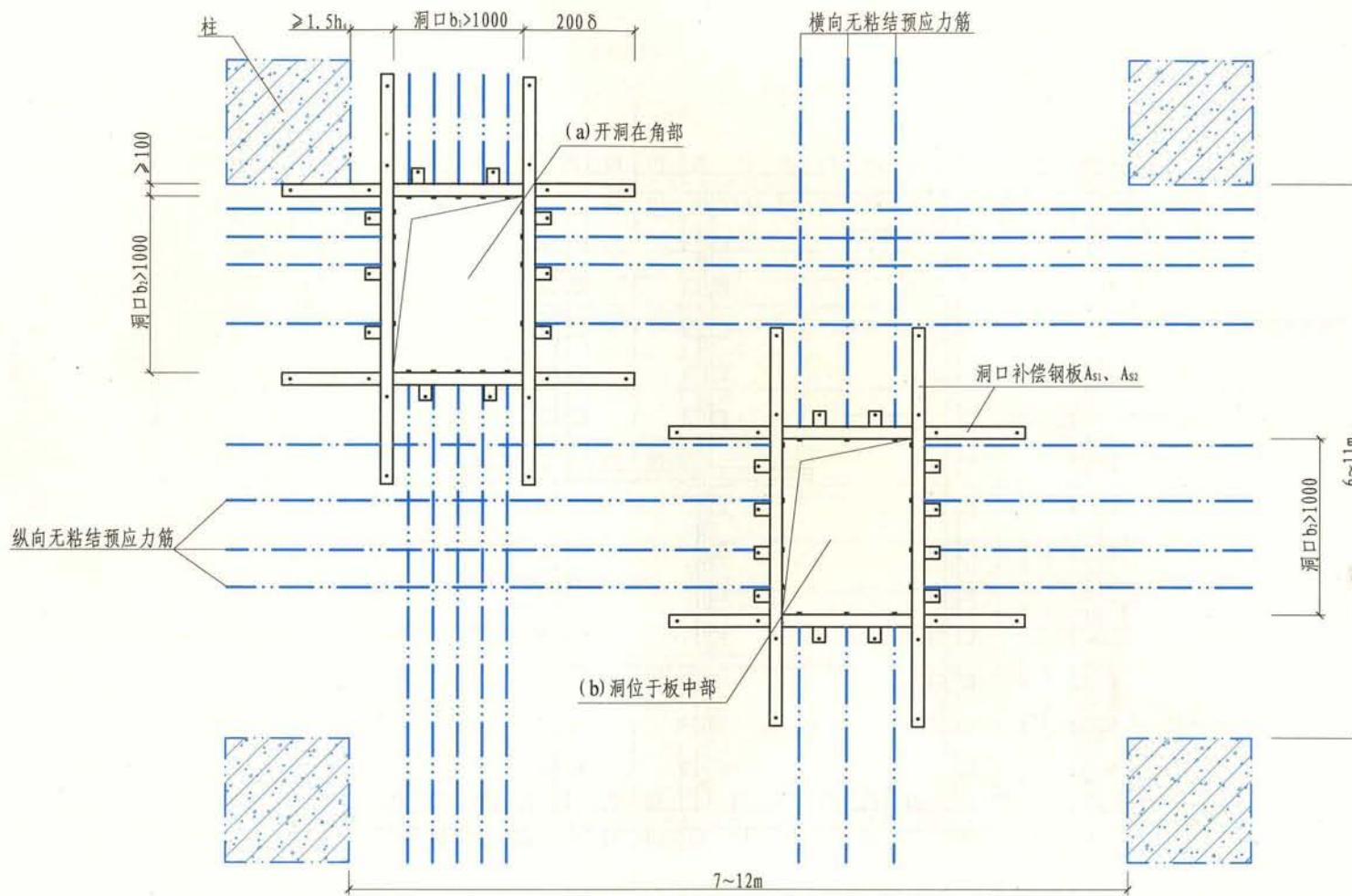


板加固	剖面详图			图集号
预应力楼板开洞	陶学康	校对	陈瑜	06SG311-1.
审核	陶学康	校对	陈瑜	页



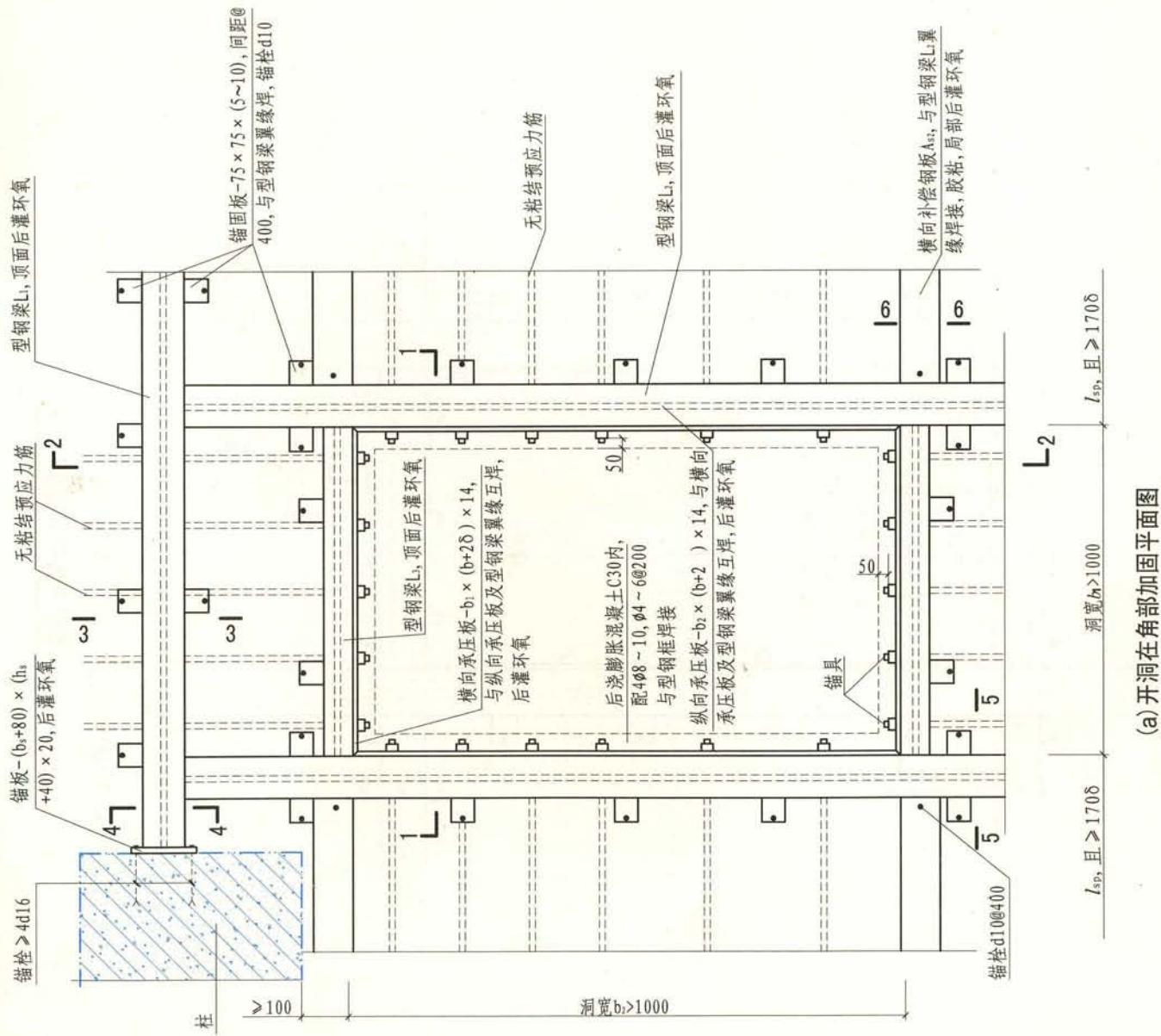
注: 组合型钢梁由工字钢与混凝土板组合而成, 常用跨高比为 $10/h=16\sim22$, 型钢最小规格宜 $\geq I10$.

板加固	无粘结预应力无梁楼盖开洞 增设型钢梁加固总平面图(仰视)			图集号	06SG311-1
预应力楼板开洞	审核	陶学康	校对	陈瑜	设计
	陶学康		陈瑜	万墨林	万墨林



注: 补偿钢板常用规格: 宽100~200mm, 厚 δ =3~5mm。

板加固	无粘结预应力无梁楼盖开洞 增设型钢梁加固总平面图(俯视)				图集号	06SG311-1
预应力楼板开洞	审核	陶学康	校对	陈瑜	设计	万墨林
		陶学康		陈瑜	万墨林	万墨林

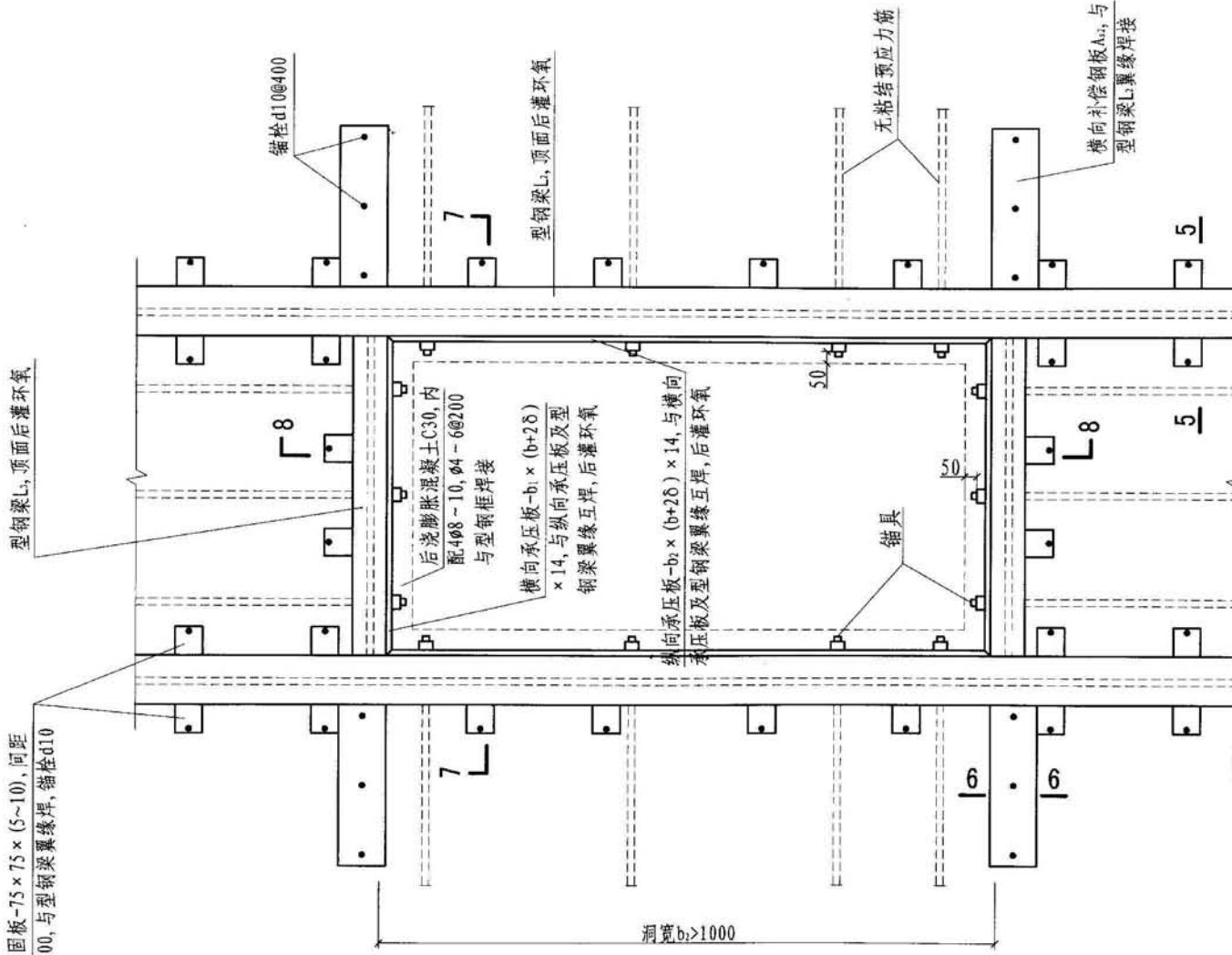


(a) 开洞在角部加固平面图
(仰视)

注：剖面1-1、2-2见页6-63、3-3、
4-4、5-5、6-6见页6-64。

板加固	开洞在角部加固平面图(仰视)	图集号
预应力楼板开洞 审核 陶学康 校对 陈渝 设计 周林	06SG311-1	6-61

锚固板- $75 \times 75 \times (5 \sim 10)$, 间距
6400, 与型钢梁翼缘焊, 锚栓d10



(b) 洞位于板中部加固平面图
(仰视)

注: 剖面5-5、6-6见页6-64,
7-7、8-8见页6-65。

板加固	洞位于板中部加固平面图(仰视)	图集号
预应力楼板开洞		06SG311-1
审核 陶学康	校对 陈瑜	设计 万墨林
		页 6-62

横向补偿钢板 A_{s2} , 与纵向板、承压板及型钢梁翼缘焊接, 胶粘, 局部后灌环氧

纵承压板- $b_1 \times (b+2\delta) \times 14$, 与横承压板及型钢梁互焊, 后灌环氧

纵向补偿钢板 A_{s1} , 与横向板、承压板互焊, 胶粘, 局部后灌环氧

无粘结预应力筋

横向承压板- $b_1 \times (b+2\delta) \times 14$, 与纵承压板及型钢梁翼缘互焊, 后灌环氧

型钢梁 L_1 , 顶面后灌环氧

连接板-10, 与 L_1 、 L_2 梁翼缘焊接

型钢梁 L_1 , 顶面后灌环氧

锚栓d10@400

连接短角钢L50×5,
与 L_1 、 L_2 梁腹焊接

楼板
 h_2
 h_{s2}
 δ

1-1

l_{sp} , 且 $> 170\delta$

洞宽 $b_2 > 1000$

l_{sp} , 且 $> 170\delta$

纵向补偿钢板 A_{s1} , 与横向板、承压板互焊, 胶粘, 局部后灌环氧

横向补偿钢板 A_{s2} , 与纵向板、承压板互焊

无粘结预应力筋

纵承压板- $b_1 \times (b+2\delta) \times 14$, 与横向承压板及型钢梁翼缘互焊, 后灌环氧

横向承压板- $b_1 \times (b+2\delta) \times 14$, 与纵向承压板及型钢梁翼缘焊, 后灌环氧

δ

h_1

h_{s1}

b

楼板

型钢梁 L_1 , 顶面后灌环氧

连接短角钢L50×5,
与 L_1 、 L_2 梁腹焊接

连接板-10, 与 L_1 、 L_2 梁翼缘焊接

型钢梁 L_1 , 顶面后灌环氧

锚固板- $75 \times 75 \times (5 \sim 10)$,
与 L_1 梁翼缘焊接, d10, @400

连接短角钢L50×5,
与 L_1 、 L_2 梁腹焊接

连接板-10, 与 L_1 、 L_2 梁翼缘焊接

型钢梁 L_1 , 顶面后灌环氧

h_2
 h_3
 h_1

2-2

板加固

预应力楼板开洞

剖面详图

图集号

06SG311-1

审核

陶学康

校对

陈瑜

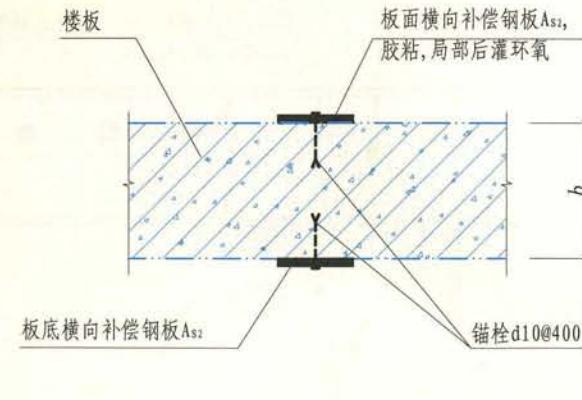
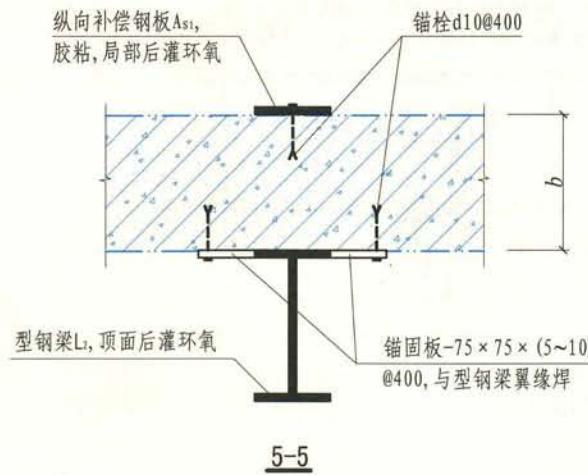
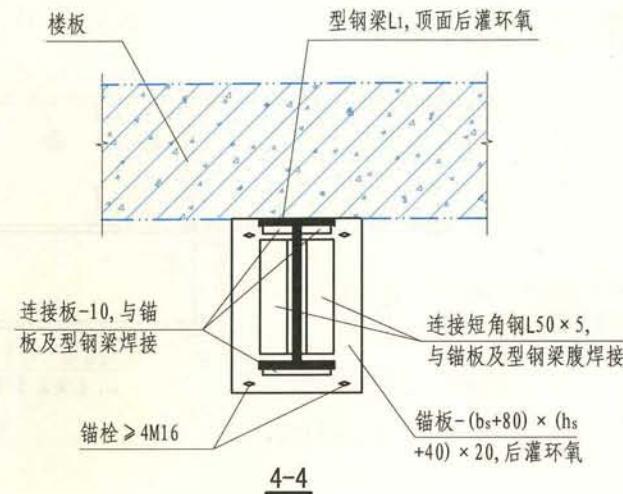
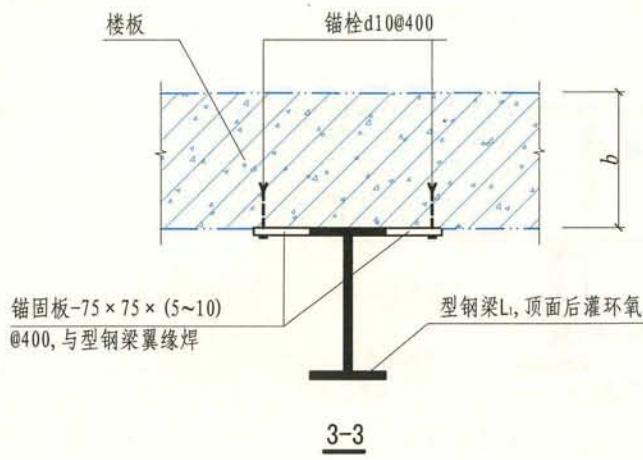
设计

万墨林

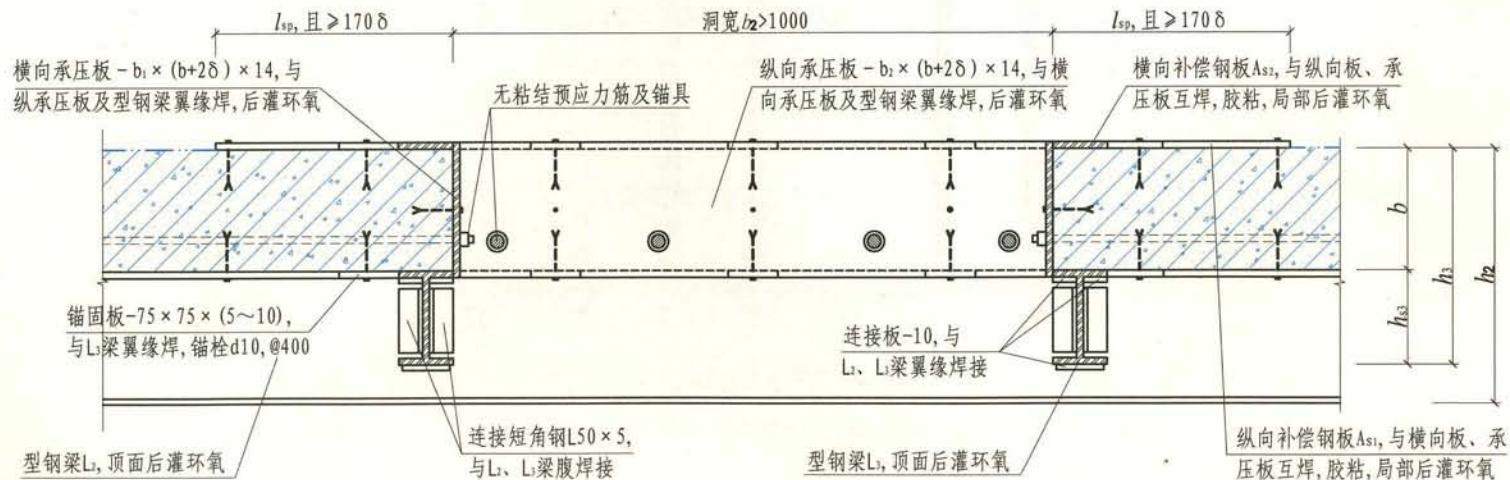
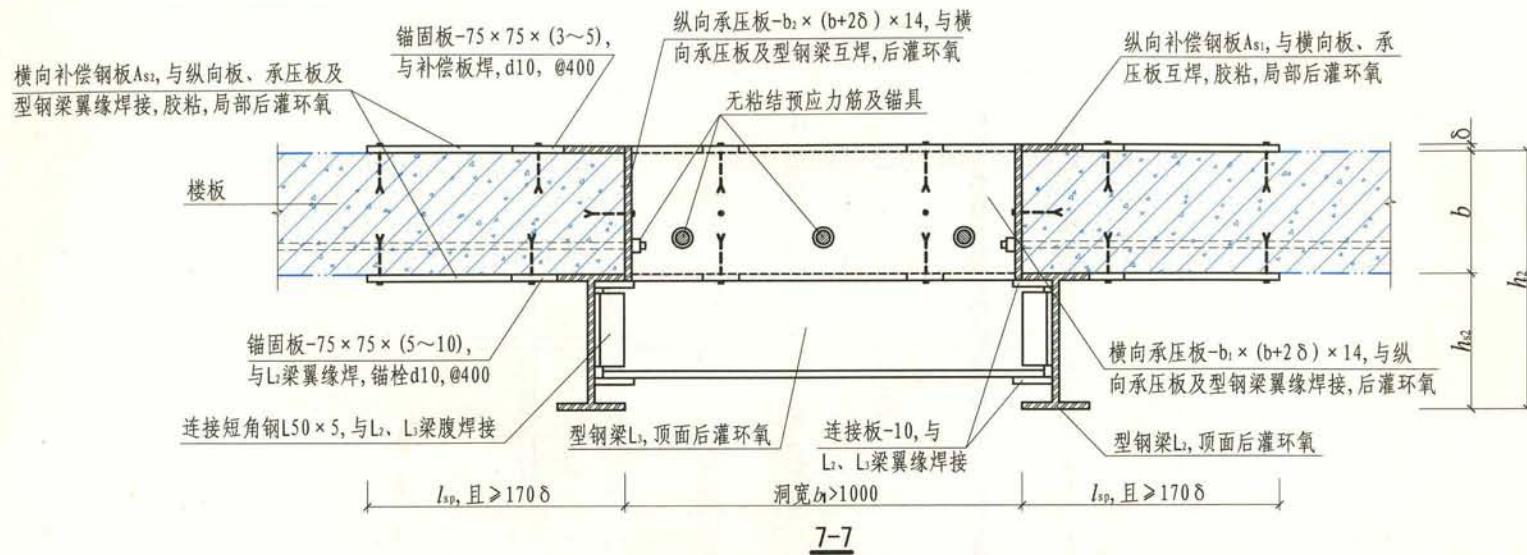
万墨林

页

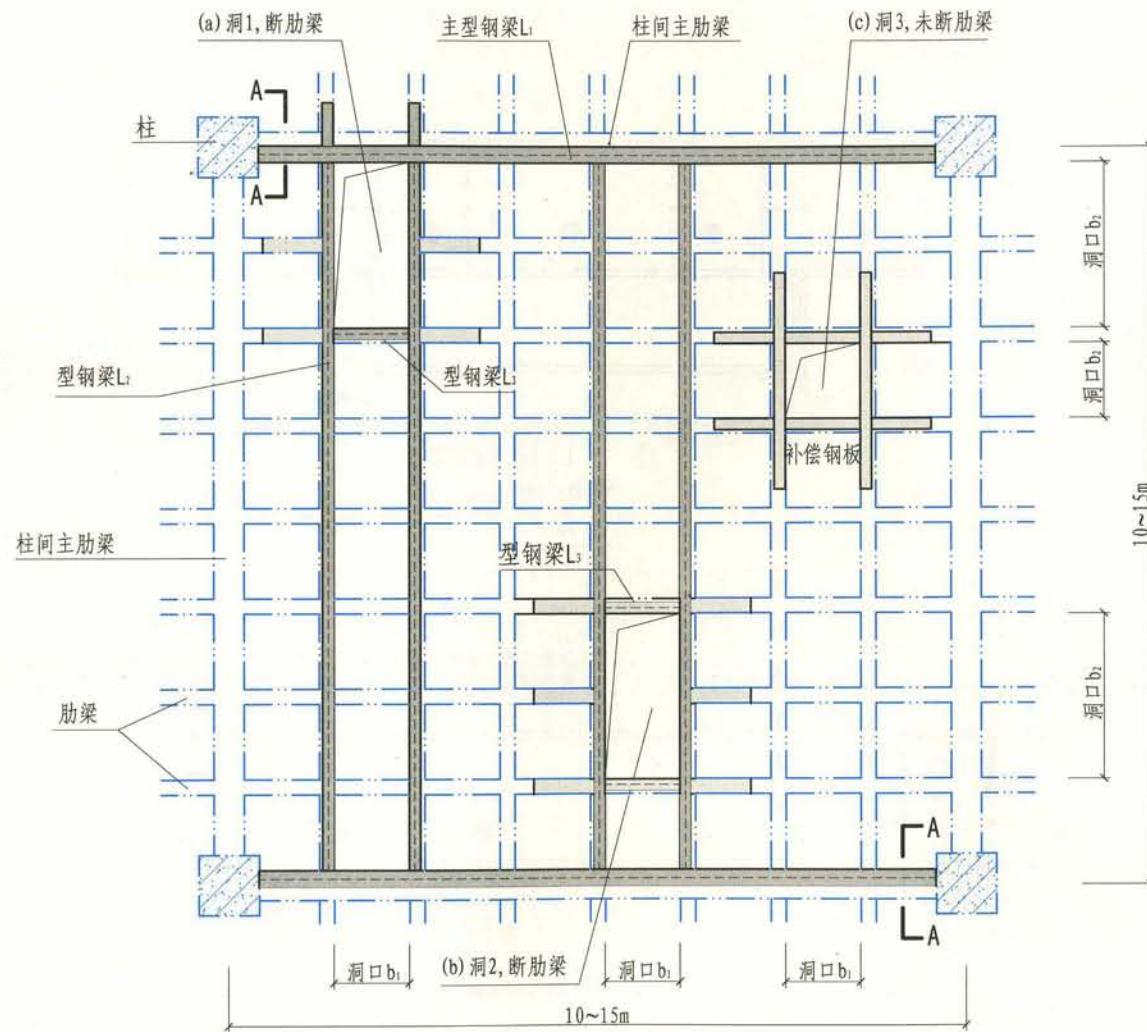
6-63



板加固	剖面详图					图集号	06SG311-1
预应力楼板开洞	审核	陶学康	校对	陈瑜	丁海峰	设计	万墨林
						万墨林	6-64

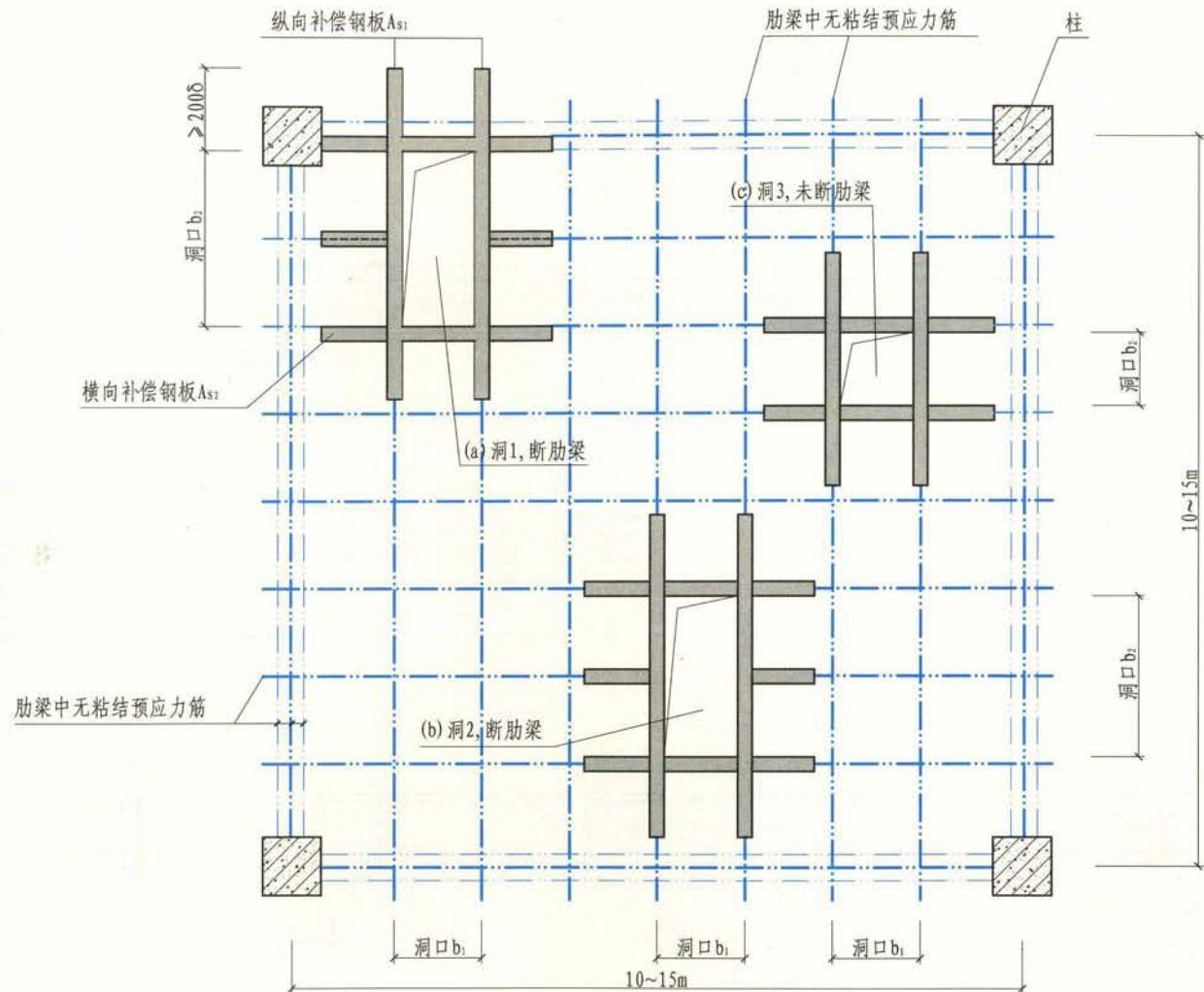


板加固		剖面详图				图集号	06SG311-1
预应力楼板开洞		审核	陶学康	校对	陈瑜	设计	万墨林
						页	6-65



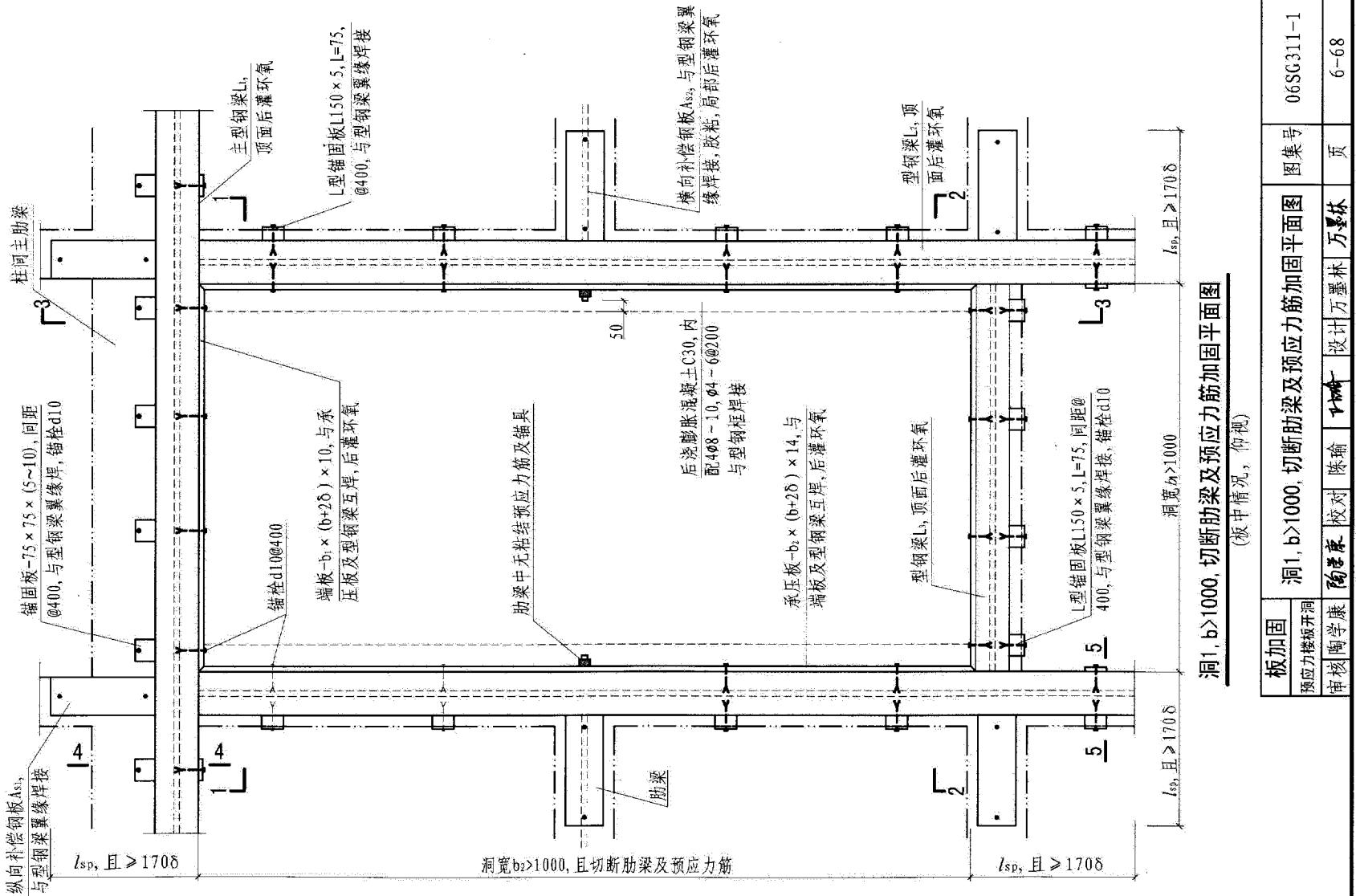
注: 1. 组合型钢梁由工字钢与混凝土肋梁组合而成, 常用跨高比为 $l_0/h=16\sim22$;
2. 剖面A-A见页6-74。

板加固	双向无粘结预应力密肋楼盖 开洞加固总平面图(仰视)			图集号	06SG311-1
预应力楼板开洞	审核	陶学康	校对	陈瑜	设计
	陶学康	陈瑜	万墨林	万墨林	页

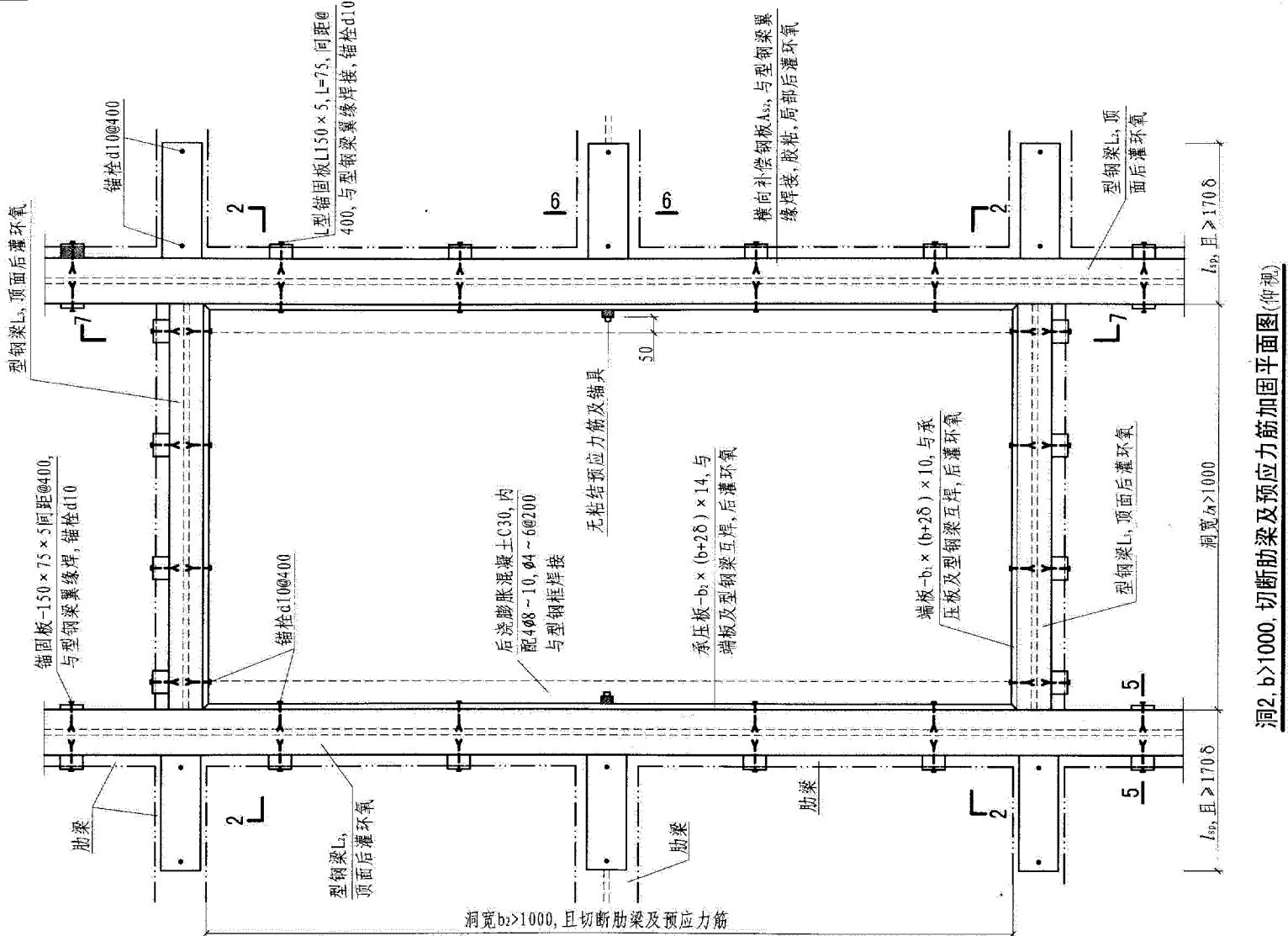


注：补偿钢板常用规格：宽100mm，厚 $\delta=4\sim5mm$ 。

板加固		双向无粘结预应力密肋楼盖 开洞加固总平面图(俯视)				图集号	06SG311-1
预应力楼板开洞	审核	陶学康	校对	陈瑜	设计	万墨林	页
						万墨林	6-67

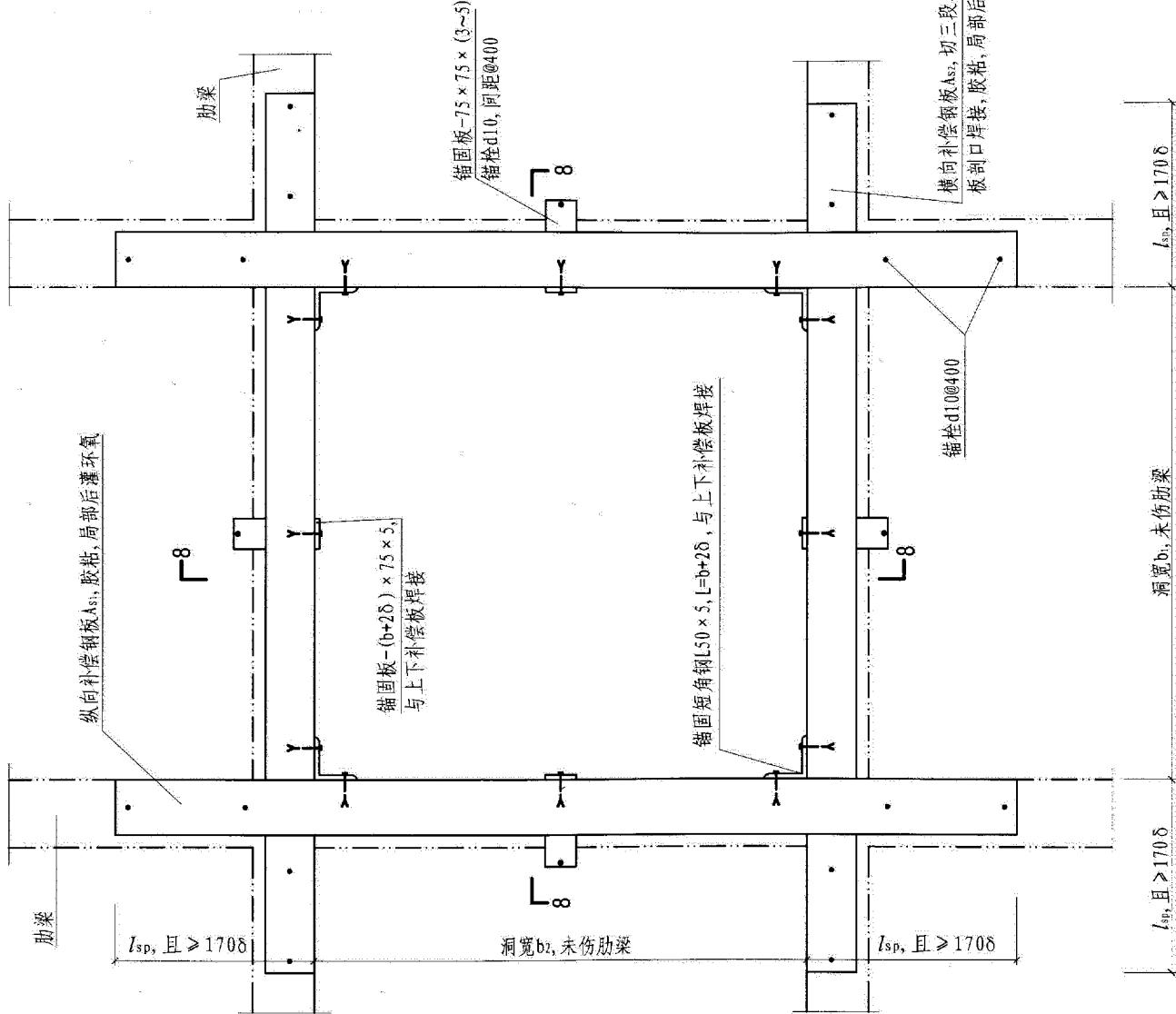


注: 图面1-1、2-2见页6-71, 3-3、4-4、5-5见页6-72。



注: 剖面2-2见页6-71, 5-5见页6-72,
6-6见页6-74, 7-7见页6-73。

板加固	洞2, b>1000, 切断肋梁及预应力筋加固平面图	图集号	06SG311-1
预应力楼板开洞 审核 陶学康	校对 陈瑜	设计 万墨林	页 6-69

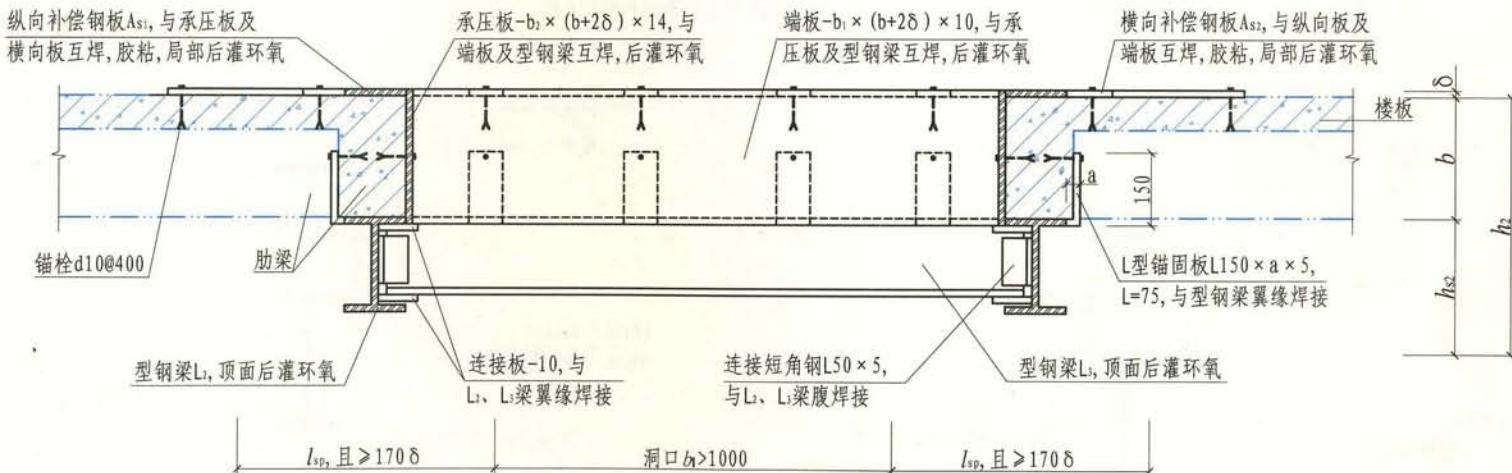
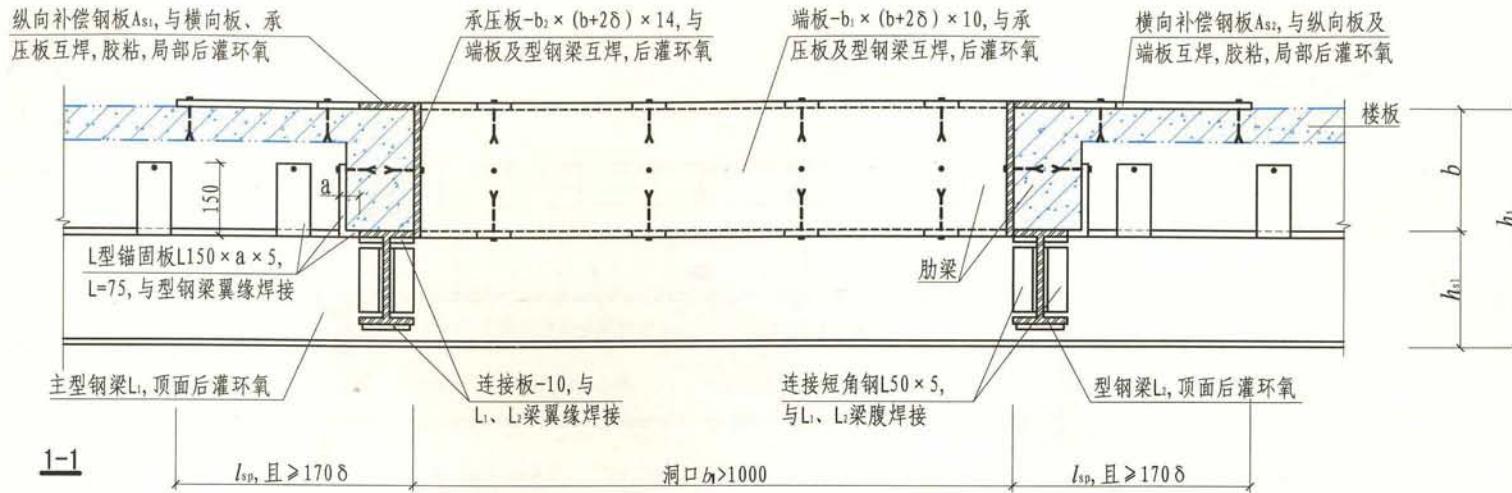


洞3, 未断肋梁加固平面图
(仰视)

注: 剖面8-8见页6-73。

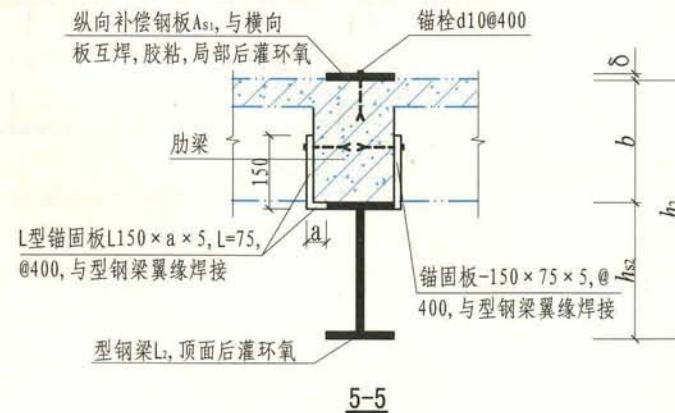
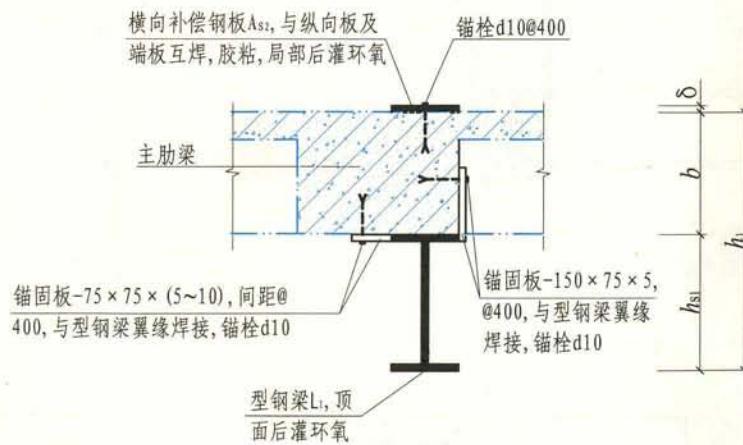
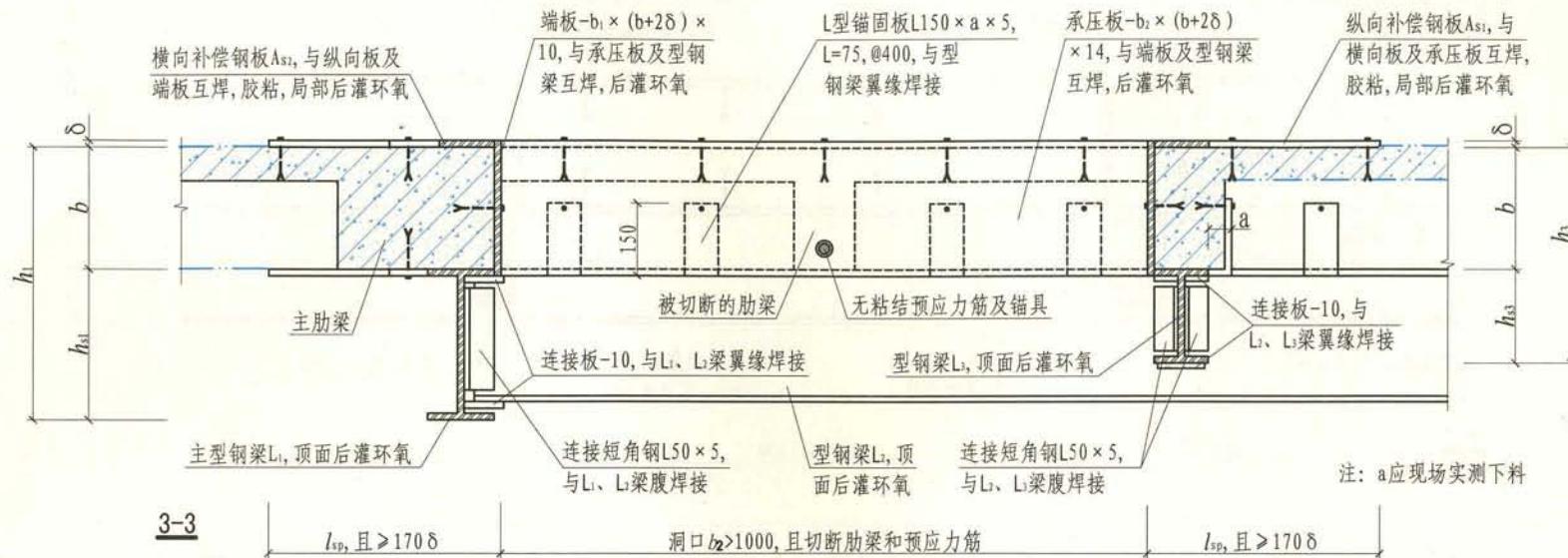
板加固	洞3, 未断肋梁加固平面图	图集号	06SG311-1
预应力楼板开洞			
审核 陶学康	编审康	校对 陈瑜	设计万墨林 万墨林

6-70

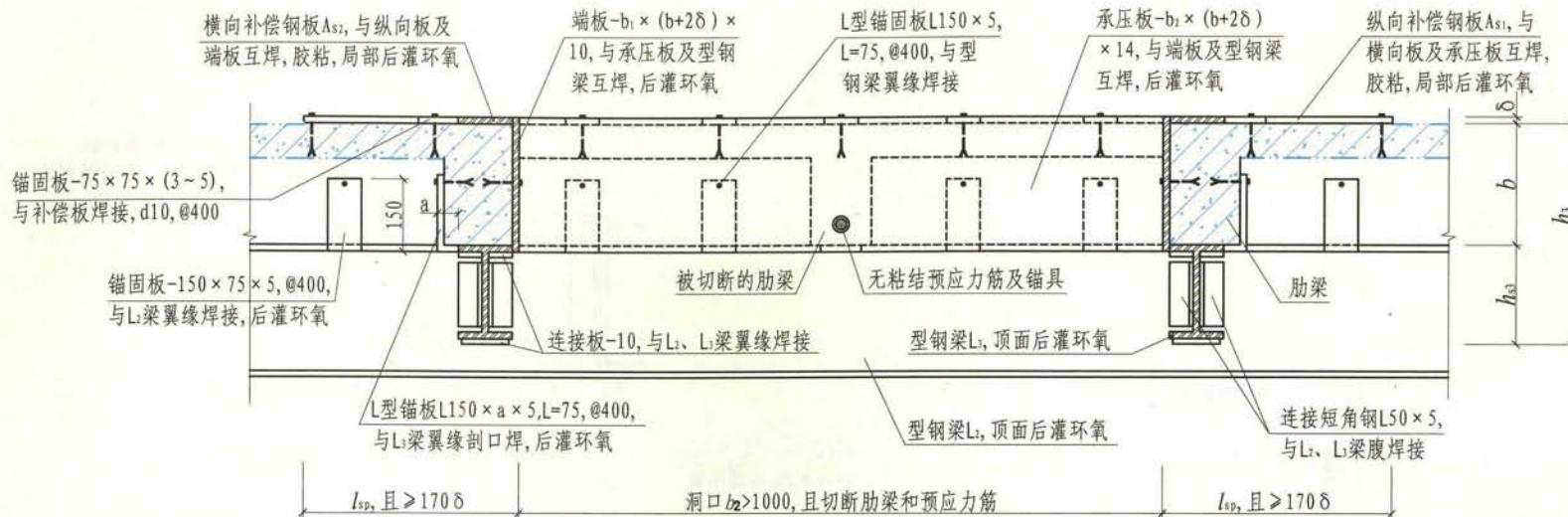


注: a应现场实测下料

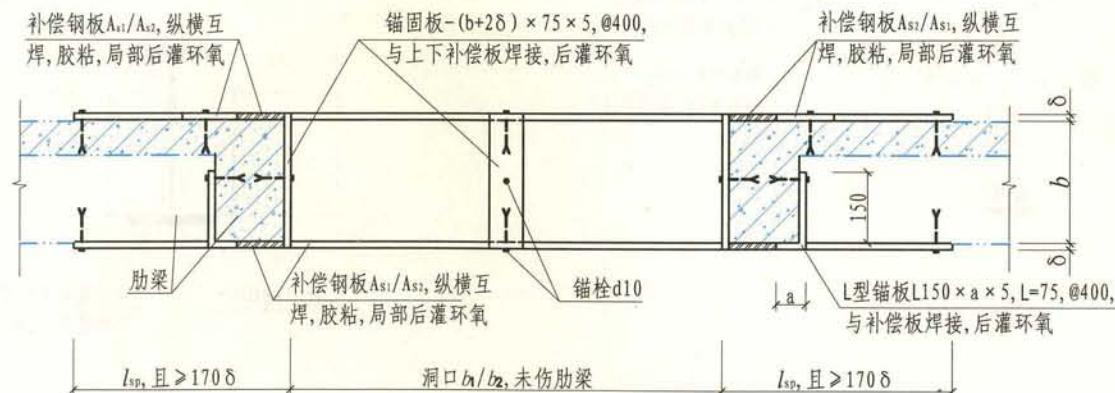
板加固	剖面详图					图集号	06SG311-1
预应力楼板开洞	审核	陶学康	陶学康	校对	陈瑜	设计	万墨林
						万墨林	页



板加固	剖面详图				图集号	06SG311-1
预应力楼板开洞	审核	陶学康	校对	陈瑜	设计	万墨林
					页	6-72



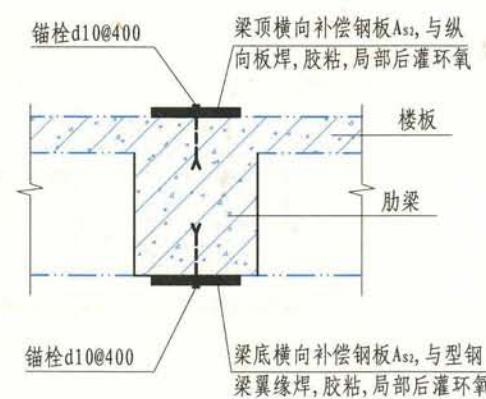
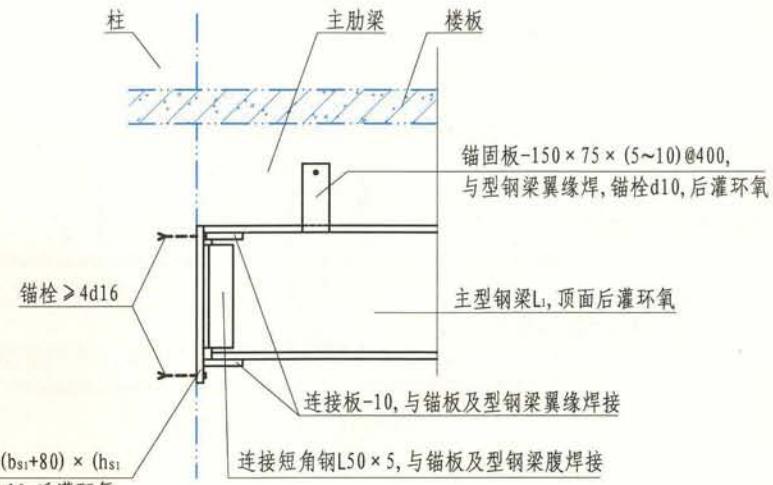
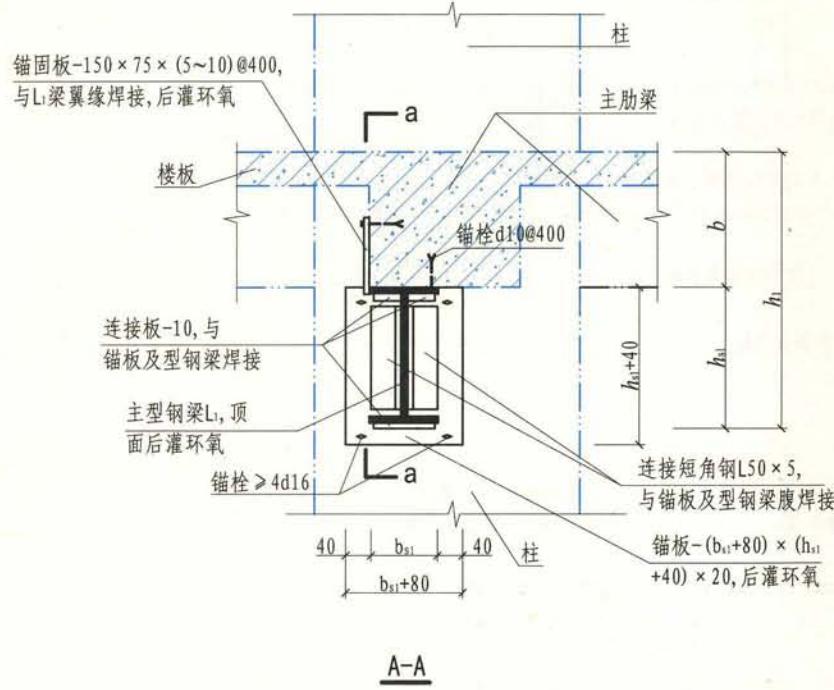
7-7



8-8

注: a应现场实例下料。

板加固		剖面详图					图集号	06SG311-1
预应力楼板开洞		审核	陶学康	校对	陈瑜	万墨林	设计	万墨林
								6-73

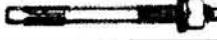


6-6

板加固	剖面详图					图集号	06SG311-1
预应力楼板开洞	审核	陶学康	陶学康	校对	陈瑜	设计	万墨林
						页	6-74

相关技术资料

锚栓产品技术资料

锚栓分类	产品型号	品 种	材 质	适用范围				简 图
				开裂混凝土	非开裂混凝土	结构构件	非结构构件	
膨胀型锚栓	HSL-3 系列	M8 ~ M24	镀锌 8.8 级钢材, A4 不锈钢	○	○	○	○	
	HST	M8 ~ M24	镀锌碳钢, A4 不锈钢	○	○	○	○	
	HSA	M6 ~ M20	热浸镀锌碳钢, A4 不锈钢		○	○	○	
	HKD/HKV	M6 ~ M20	热浸镀锌碳钢, 不锈钢		○		○	
	HLC	M5 ~ M16	镀锌 6.8 级钢材		○		○	
扩孔型锚栓	HDA	M10 ~ M20	粉末渗锌或热浸镀锌 8.8 级钢材, A4 不锈钢	○	○	○	○	
	HSC	M8 ~ M12	镀锌 8.8 级钢材, A4 不锈钢	○	○	○	○	
	HUS-H	M10.5 ~ M16.5	镀锌 8.8 级钢材	○	○	○	○	
粘结型锚栓	HVA	M8 ~ M39	聚胺酯主剂, 螺杆热浸镀锌 5.8 或 8.8 级碳钢, A4 不锈钢		○	○	○	
	HVZ	M10 ~ M20	聚胺酯主剂, 螺杆热浸镀锌 8.8 级碳钢, A4 不锈钢	○	○	○	○	
化学植筋	HY 150 系列	HRB335/HRB400 钢筋/螺杆 Φ6 ~ 40mm	改性氨基甲酸酯	○	○	○	○	
	RE 500	HRB335/HRB400 钢筋/螺杆 Φ6 ~ 120mm	改性环氧树脂, 可水中施工	○	○	○	○	
固定外保温 材料用锚栓	IDP/IN/IZ	M8, 保温材料厚度 0 ~ 150mm	聚丙烯, 不含重金属	适用于混凝土、实心砖、空心砖、木材				

注：1. 本页是根据喜利得公司提供的相关技术资料编制。

2. 执行标准《混凝土用膨胀型、扩孔型建筑锚栓》JG 160-2004；表中○表示适用。

相关技术资料

主要锚栓产品承载力标准值 (kN)

非开裂混凝土							开裂混凝土							
项目		M8	M10	M12	M16	M20	M24	M8		M10	M12	M16	M20	M24
HSL-3	抗拉承载力	23.4	29.5	36.1	50.4	70.4	92.6	16.7	21.1	25.8	36.0	50.3	66.1	
	抗剪承载力	31.1	49.2	71.7	101.1	141.9	177.4	31.1	49.2	71.7	101.1	141.9	177.4	
HST	抗拉承载力	12.0	16.0	20.0	35.0	50.0	60.0	5.0	9.0	12.0	20.0	30.0	40.0	
	抗剪承载力	13.0	20.0	30.0	50.0	55.0	94.0	13.0	20.0	30.0	50.0	55.0	94.0	
HDA-T	抗拉承载力		46.0	67.0	126.0	199.6			25.0	35.0	75.0	95.1		
	抗剪承载力		65.0	80.0	140.0	210.0			65.0	80.0	140.0	210.0		
项目		M8×40	M8×50	M10×40	M12×60	M8×40		M8×50	M10×40	M12×60				
HSC	抗拉承载力	12.8	17.8	12.8	23.4	9.1	12.7	9.1	16.7					
	抗剪承载力	14.6	14.6	23.2	33.7	14.6	14.6	23.2	33.7					
		10.5 $h_{\text{con}}=60/50\text{mm}$	12.5 $h_{\text{con}}=70/60\text{mm}$	16.5 $h_{\text{con}}=110/90/70\text{mm}$		10.5 $h_{\text{con}}=60/50\text{mm}$	12.5 $h_{\text{con}}=70/60\text{mm}$	16.5 $h_{\text{con}}=90\text{mm}$						
HUS-H	抗拉承载力	11.3/8.4	14.8/12	42/34/22		6.3/3.9	8.9/6.4	14.3						
	抗剪承载力	15.4/15.4	21.6/21.6	56.7/55.1/51.1		15.4/15.4	21.6/21.6	55.1						
		M10	M12	M16	M16L	M20	M10	M12	M16	M16L	M20			
HVZ	抗拉承载力	32.7	40	54.3	70.5	111.8	20	33.3	38.7	50.3	79.8			
	抗剪承载力	18.6	27.0	51	51	88	18.6	27.0	51	51	88			
非开裂混凝土							项目 (浅埋深)							
项目 (标准埋深)		M6	M8	M10	M12	M16	M20	项目 (浅埋深)	M6	M8	M10	M12	M16	M20
HSA	抗拉承载力	6.0	12.0	16.0	25.0	38.9	52.6	抗拉承载力	5.0	9.0	12.0	17.9	25.8	34.7
	抗剪承载力	5.5	9.5	16.0	23.2	39.3	61.3	抗剪承载力	5.5	9.5	16.0	23.2	39.3	61.3
项目		M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30	M33	M36	M39		
HVA (HVU+HAS)	抗拉承载力	16.4	26.1	38.1	72.2	112.7	162.0	182.4	228.0	440.9	494.0	503.2		
	抗剪承载力	9.9	15.8	22.9	43.2	67.5	97.3	205.0	249.1	310.5	364.4	438.3		

注：1. 本页根据喜利得公司提供的技术资料编制。

2. 承载力标准值对应 C25 混凝土、无间距、边距影响的情况。

植筋胶产品技术资料

重型固定用化学锚固胶 - HIT RE500 植筋胶

适用范围：适用于在开裂和未开裂的干燥及潮湿的混凝土或天然石材孔洞内植筋，也适于浸水饱和的混凝土，可植入 HRB335、HRB400 以及其他型号钢筋，尤其大直径钢筋。注胶后，高温下可供锚栓安装及调整的时间充裕，对基材无膨胀应力，用于小边间距情况下安装。在光滑水钻孔内植筋固定，承载力高。亦可在靠近植入点处对植入钢筋进行焊接，承载力无损失；也可用于种植螺杆；通过全面认证。



钢筋直径 <i>d</i> (mm)	钻孔直径 <i>d_e</i> (mm)	拉力设计值 <i>R_c</i> (HRB335) 基于 C30 混凝土 (kN)														屈服长度 (mm)	
		10	12 ~ 14	16 ~ 18	18 ~ 20	20 ~ 22	22 ~ 25	25 ~ 28	28 ~ 30	30 ~ 32	35 ~ 37	39 ~ 42	43 ~ 46	47 ~ 50			
10	12 ~ 14	22.4	23.9														107
12	16 ~ 18		32.2	34.4													128
14	18 ~ 20			43.8	46.9												150
16	20 ~ 22				57.2	61.2											171
18	22 ~ 25					72.5	77.5										193
20	25 ~ 28						89.4	95.7									214
22	28 ~ 30							108.2	115.8								236
25	30 ~ 32								139.8	149.5							267
28	35 ~ 37									163.8	187.5						344
32	39 ~ 42									202.4	231.3	244.9					424
36	43 ~ 46										239.6	269.5	299.5	310.0			518
40	47 ~ 50										246.2	276.9	307.7	338.5	369.2	382.7	622
钢筋埋深 (mm)		100	120	140	160	180	200	220	250	300	350	400	450	500	550	600	700

RE-500 认证机构译名

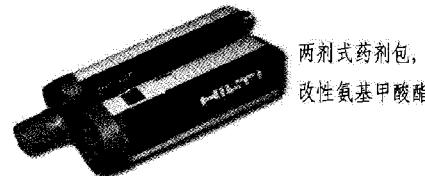
认证标志	中文译名	认证标志	中文译名
BZS	瑞士人防管理局	ICBO	国际官方建筑论坛
COLA	洛杉矶建筑安全管理局	A 级胶	建设部建筑物鉴定与加固规范管理委员会
CSTB	法国建筑科学技术中心	RJCB/WBS, /DAS	英国水质管理规则
DIBt	德国建筑技术研究院	Socotec	法国安全技术中心
ETA	欧洲技术批准机构	VdS	德国保险业防损机构
IBMB	德国建筑及防火材料研究院	CABR	国家建筑工程质量监督检验中心（抽样报告、明水条件）

注：本页根据喜利得公司提供的技术资料编制。

植筋胶产品技术资料

重型固定用化学锚固胶 - HIT HY-150MAX 植筋胶

适用范围：适用于开裂和未开裂混凝土，可植入 HRB335、HRB400 以及其他型号钢筋；凝结快，安装后短时间内即可受力；更大低温适应范围；可在靠近植入点处对植入钢筋进行焊接，承载力无损失；对基材无膨胀应力，适用于小边间距情况下安装；也可用于种植螺杆。通过全面认证。



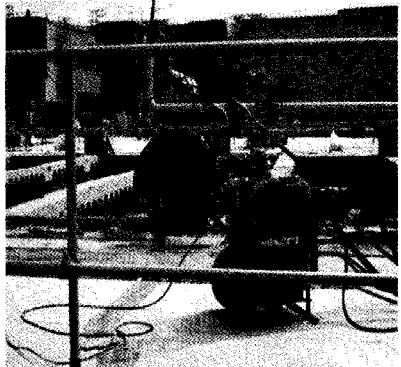
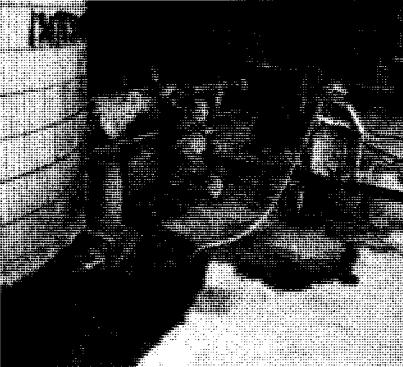
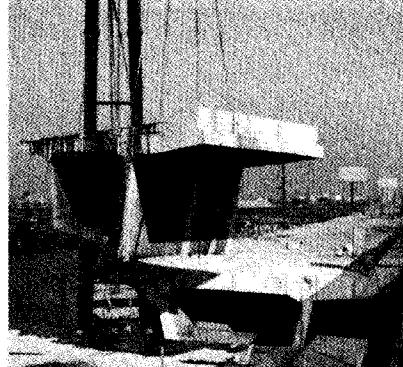
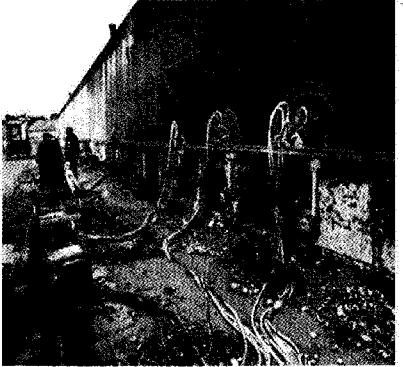
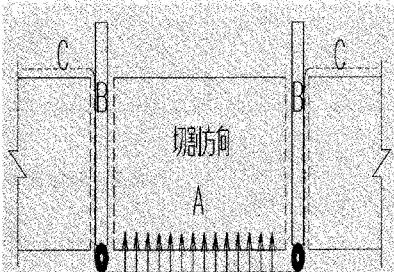
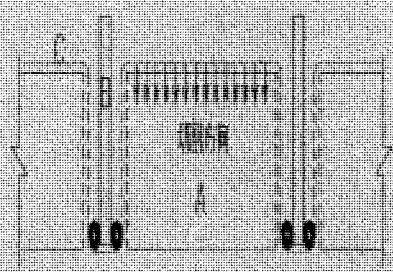
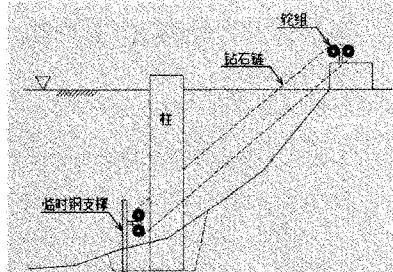
钢筋直径 <i>d</i> (mm)	钻孔直径 <i>d_h</i> (mm)	拉力设计值 <i>R_a</i> (HRB335) 基于 C30 混凝土 (kN)														屈服长度 (mm)
		12 ~ 14	16.6	19.9	23.2	23.9										
10	12 ~ 14	16.6	19.9	23.2	23.9											145
12	16 ~ 18		21.8	25.4	29.0	32.6	34.4									190
14	18 ~ 20			27.4	31.3	35.3	39.2	43.1	46.9							240
16	20 ~ 22				33.5	37.7	41.9	46.1	52.4	61.2						293
18	22 ~ 25					40.1	44.5	48.9	55.7	66.8	77.5					348
20	25 ~ 28						46.8	51.5	58.7	70.2	82.0	93.7	95.7			410
22	28 ~ 30							53.8	61.2	73.4	85.6	97.8	110.0	115.7		473
25	30 ~ 32								65.4	78.5	91.6	104.7	117.8	130.9	149.5	571
钢筋埋深 (mm)		100	120	140	160	180	200	220	250	300	350	400	450	500	600	

HY-150MAX 认证机构译名

认证标志	中文译名
ICC	美国国际规范协会全面认证
NSF	美国国家卫生基金会饮用水认证
CABR	国家建筑工程质量监督检验中心焊接拉力试验
CDC	中国疾控中心实际无毒认证（急性经口毒性试验）
A 级胶	建设部建筑物鉴定与加固规范管理委员会
CBMTC	国家建筑材料测试中心环保认证（不含乙二胺、苯乙烯）

注：本页是根据喜利得公司提供的技术资料编制。

HILTI 无振动直线切割技术, 用于加固、改造及拆除 (一)

重点应用举例				
	商住楼及工业厂房开电梯井及门洞 (上海)	办公楼整体平移底层与基础切开 (济南)	旧桥整体切割拆除 (沪宁高速公路)	水库大坝改造加固 (南水北调工程)
技术特点	1 无振动, 有利于原结构承载力不损失 2 无裂缝和损伤, 剩余结构可继续利用	3 无停产, 不停止运营, 减少损失 4 无需后期修补, 轨迹直线平面, 精度高	5 无时间损失, 工艺简单, 速度快 6 无需顾忌形状, 方便切割任意形体	7 无粉尘, 无爆裂碎屑, 较少影响环境 8 无论水下和陆地, 均可切割
切割方法	 <p>当结构底部可以形成工作面, 链/线锯从底部回绕, 即可切割</p>	 <p>大体积结构, 底部无法形成工作面, 在辅助孔中穿过滑轮, 链/线锯从顶部回绕, 即可切割</p>	 <p>水下构造, 将定滑轮组安装后, 即可切割</p>	HILTI 无振动直线切割技术适用范围 <ul style="list-style-type: none"> 1 剩余的结构需要重新利用 2 拆除过程不震动和影响原结构 3 需要为后续新结构留下平整表面 4 被拆除的结构具有不规则外表面 5 被拆除的混凝土结构中有大量配筋, 钢绞线或波纹管甚至钢管 6 被拆除结构为钢结构 7 不允许中断生产、交通、运营 8 工期非常短, 需要工序少

注: 本页是根据喜利得公司提供的技术资料编制。

HILTI 无振动直线切割技术, 用于加固、改造及拆除 (二)

HILTI 无振动直线切割技术产品分类

1 墙/盘锯 : 锯片直径 500~1600mm, 最大切割深度 73mm, 适用于表面平整的被切割物;

2 链/线锯: 适合于任意深度和任意形状的混凝土结构或钢结构;

3 钻石钻孔产品系列: 独立适用, 也可配合墙锯或链锯使用;

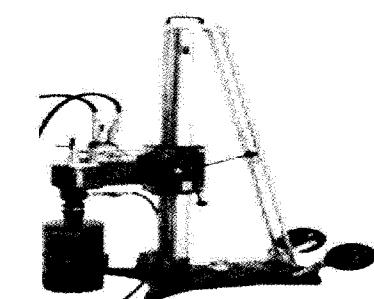
钻孔直径范围: 8~750mm。



1 墙/盘锯主要型号: LP32/TS32, TS5-SB



2 链/线锯主要型号: WS15, WS10



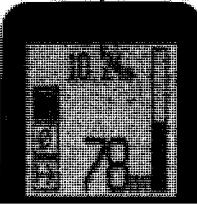
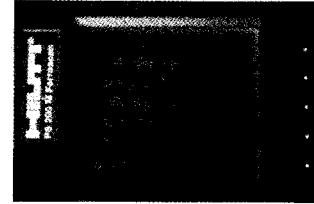
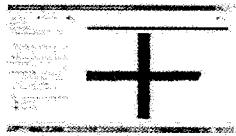
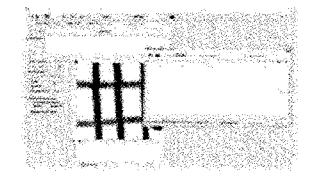
3 钻石钻孔产品主要型号: DD 系列

无振动直线切割技术与其他工艺的比较

工艺类别 项目	HILTI 无振动直线切割技术				
	1 步=1+2+3+4 步	1 水钻排孔工艺	2 注入膨胀剂	3 敲、凿工艺清理酥松 和未酥松混凝土	4 钢筋切除及混凝土表面 整理
施工效率和 速度	切割速度快, 1 台专业切割机 相当于 15~20 台水钻钻排孔 的速度	施工速度快过传统敲凿工艺, 但远低于专业 切割机的速度	等待膨胀需要 时间	施工速度慢, 需要较多工人	—
施工 安全 性	合理的计划及完善的施工方案 组合, 没有安全隐患	无法解决钻头贯穿后钻头内芯大块混凝土 的掉落, 对施工人员和周围环境有安全隐患	等待膨胀	混凝土碎屑飞溅掉落, 对人和环境有 安全隐患。一般需要封闭施工场地	人与电弧、钢筋近距离接触
对结构 影响	切割是一种无损, 无震动的施 工方式, 对结构没有任何的破 坏	在钻孔时对结构没有振动破坏, 但是排孔工 艺一般需要后期整平(敲凿), 在后期处理 期间也会对结构造成振动破坏造成隐患	内力不利影响	过多的敲凿会造成结构的直接破坏和 隐性破坏, 极易产生裂缝, 对留用建 筑物造成长久的损坏	—
后期修补	无需后期修补, 直接成型	需要大量后期整平工作	等待	需要钢筋剥离工作, 后期整平工作	—
环保	无粉尘	大振动和粉尘(后期整平)	化学产品	大振动, 大粉尘	影响环境

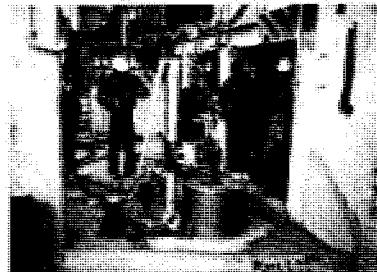
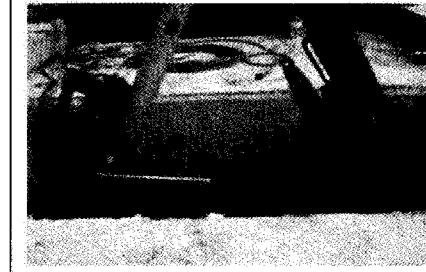
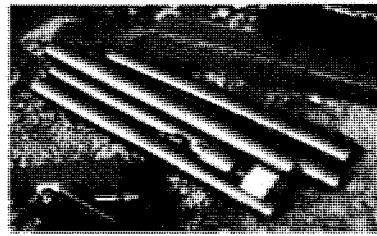
注: 本页是根据喜利得公司提供的技术资料编制。

钢筋探测技术, 用于加固及改造和质量检测

工作原理	电磁感应原理探测钢筋直径和混凝土保护层厚度, 保护层厚度至 18cm, 钢筋直径精度 ± 1 个数量级	通过回传信号的振幅、角度、形状确定钢筋位置和保护层厚度	
扫描器	 <p>扫描器灵巧, 尺寸 $128 \times 132 \times 132$ mm, 重量 1.4 kg, 同时记录声音。 1 可以进行大面积扫描, 一次快速扫描连续记录长度 30m, 一次图像扫描面积达到 $1.8m \times 1.8m (3.24m^2)$ 2 无需携带主机, 与主机间无连接线 3 探头配备显示屏, 时时显示钢筋的位置和深度</p>	 	
数据传输	将扫描器对准主机, 数据由探头无线自动快速传递到主机		
主机	 <p>主机较小, 尺寸 $264 \times 152 \times 57$ mm, 重量 1.4 kg, 具有超大显示屏, 在工地上将钢筋分布情况立即转成可阅读真实图像, 通过成像钢筋灰度浓浅, 可以判断分层和走向, 鼠标任意选点, 屏幕直接显示所需直径和厚度数据</p>		
软件	 <p>主机数据可传入计算机, 专业软件进一步分析, 生成报告格式的 EXCEL 文件附带图像, 文件可以依据个性需求调整, 形成测试报告供打印</p>		
标定证书	新机器提供国家权威检测机构标定证书	已经过国家计量单位的标定, 可直接应用。	
保护层厚度及精度 (mm)	显示效果	扫描能力	性能特点
1 推荐探测 6 ~ 36mm 钢筋 2 图像扫描方式: 深度可达 18mm 快速扫描方式: 精度 ± 1 mm (不同保护层厚度对应不同精度, 请咨询 Hilti 工程师)	逐级灰度显示 钢筋分布, 灰度越浅, 钢筋越深, 便于总体掌握钢筋布局	1 图像扫描方式: 扫描仪一次最大扫描至 $3.24m^2$ 快速扫描方式: 一次连续长达 30m 2 采用 USB 接口 3 大功能记忆卡, 可存储 150 张图片 4 扫描仪 7 对探头, 多点成像, 定位精确	1 可直接携带扫描器外出工作。扫描器配备显示屏, 时时显示钢筋的位置和深度 2 扫描器与主机间数据红外传输 3 扫描器扫描速度快, 灵敏度高 4 主机直接显示钢筋实际分布和深度, 鼠标点取。 5 分析软件可以提高钢筋直径、覆层厚度的分析精度 6 自动形成分析报告和图形文件供打印

注: 本页是根据喜利得公司提供的技术资料编制。

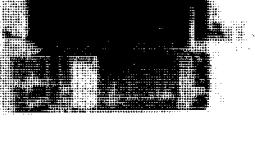
钻石钻孔技术，用于加固及改造开凿孔壁光滑的超大孔、超小孔、深孔、斜孔

重点应用 举例	 厂房开洞安装大型管道（广州）	 岩石中开凿高精度倾斜深孔（南水北调工程）	 大厅基础增设墩柱(直径 75cm, 上海)	 高精度桥梁帽梁斜孔（武汉）
技术特点	1 适于开孔于钢筋混凝土，并适合于自然及人造石材 2 空心钻孔，无后坐力（免出力），噪声小 3 没有结构震动，对基材无振动破坏 4 适于大小直径，不同深度，任意角度 5 尺寸精确，孔四壁清洁，不损坏结构表面，不需后续修补工作 6 完美设计，高速取芯钻孔 7 钻孔范围 8mm ~ 750mm 之间	 根据需要接长钻头	 根据需要在机器内配置除尘、降噪、循环水设备，适于无尘环境施工	
型号及适 用孔径	DD130 可手持或支架、干钻或湿 钻，适于孔径 8 ~ 162mm(最佳 8 ~ 132mm)	DD200 适于孔径 25 ~ 400mm (最佳 50 ~ 250mm)，倾角 45 度之内无极调节	DD400E 适于孔径 80 ~ 500mm, 易于取 芯，可以反复钻进和深孔钻进	DD750 液压式钻石钻孔机 适于孔径 162 ~ 750mm

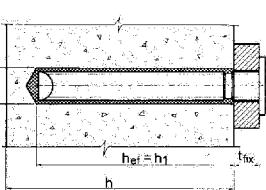
测量技术用于加固改造测量放样

手持激光测距仪 PD 系列，通过国家技术质量监督检验局型式认可  1 精度 $\pm 1.5\text{mm}$ ，量程 0.05m ~ 70m (50m ~ 200m, 配目标板) 2 重量轻，仅 200g 3 形状小，120 × 65 × 28mm 4 大屏幕，读数读取调用方便 5 测量速度快，按下测量键后 0.5s 完成测距 6 配备函数功能，可同时计算面积、体积、三角边 7 内置高倍光学望远镜，便于瞄准目标点	线投影激光水平仪 PML32  1 精度 $\pm 1.5\text{mm}$ ，激光打出封闭平面，沿该平面与建筑物相交的红色激 光线放样，同时打出两个相互垂直的平面 2 体积小 88 × 136 × 53mm 3 水平、垂直定位和划线一次完成 4 小角度倾斜 5s 内全自动调平 5 测量速度快，按下测量键 5s 后，准确打出相互垂直平面，红外线条 长 10m 清晰稳定
--	---

注：本页是根据喜利得公司提供的技术资料编制。

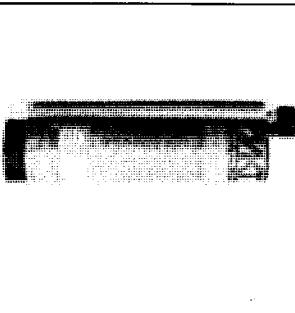
植筋胶型号	MKT VM-ME							认证机构及认证号											
材质	植筋胶：改性环氧树脂							德国凯萨斯劳滕大学 抗老化，抗高温检验 05032CT/512-1											
产品等级	A级							德国斯图加特大学 抗震性能检验 WS 222/03-04/10											
锚栓安装参数												中国国家建筑材料测试中心检验 A级产品认证 200630264							
锚基最小厚度 $h_{min} = l + 2d_0$								中国国家建筑材料测试中心检验 绿色环保产品 200610124											
最小边距 $c_{min} = 2.5d_s$								中国国家建筑材料测试中心检验 冻融检验 200610252											
最小边距 $s_{min} = 5d_s$								中国国家建筑材料测试中心检验 饮用水卫生性能检验 200631437											
安装注意事项： 钻孔需用净孔刷及吹气泵彻底清理干净								中国国家建筑工程质量监督检验中心 拉拔试验 BETC-CL1-2004-815A											
								中国国家建筑材料测试中心检验 湿热老化检验 CBMTC200630784											
植筋承载力设计值和植入深度对应表 (II级螺纹钢, $f_{y,d} = 310 \text{ N/mm}^2$, 无边距、间距影响 ^{*2} , 最高长期温度 $\leq 24^\circ \text{ C}$; 最高短期温度 $\leq 40^\circ \text{ C}$ ^{*1})																			
钢筋 直径 d_s (mm)	钻孔 直径 d_0 (mm)	粘结应力 C30 (N/mm ²)		混凝土C30植筋承载力设计值 $N_{R,d}$ (kN) ^{*1} $N_{R,d} = \pi \cdot d_s \cdot l \cdot f_{b,d}$												钢筋屈服 力设计值 $N_{Rd,s}$ (kN)	锚固深度 设计值 l_b (mm)		
		平均值 $f_{b,m}$	设计值 $f_{b,d}$																
8	10~12	24.0	8.2	12.3	16.4											15.6	76		
10	12~14	22.9	8.2	15.4	20.5	25.6										24.3	95		
12	16~18	22.0	8.2	18.5	24.6	30.8	36.9									35.1	114		
14	18~20	21.3	7.9		27.5	34.7	41.6	48.6								47.7	137		
16	20~22	20.7	7.7			38.5	46.2	54.0	61.7	69.4						62.3	162		
18	22~25	20.2	7.5				50.7	59.2	67.6	76.1	84.5					78.9	187		
20	25~28	19.7	7.3					64.3	73.5	82.6	91.8					97.4	212		
22	28~30	19.3	7.2						79.2	89.0	98.9	118.7				117.8	238		
25	30~35	18.8	7.0								109.4	131.2	153.1			152.2	278		
28	35~37	18.3	6.8									143.4	167.4	191.3		190.9	319		
32	39~44	17.8	6.6										185.8	212.4	265.5		249.3	376	
36	43~46	17.4	6.4											232.9	291.2	327.6		315.5	433
40	48~55	17.0	6.3												316.2	355.8	395.3	389.6	493
植筋植入深度 l (mm)				60	80	100	120	140	160	180	200	240	280	320	400	450	500	-	-
注：1. 本页根据MKT 德国曼卡特公司提供的技术资料编制。2. 表中 ^{*1} 为最高长期温度 50° C , 最高短期温度 70° C 时, 植筋承载力设计值为表中数据乘以0.8。 3. ^{*2} 为在边距和间距影响下的植筋承载力, 可用MKT计算软件 MKT CC 计算 (相关计算程序见 www.mkt-duebel.de)。																			

相关技术资料

锚栓类型 名称	注射式化学锚栓							锚栓荷载技术指标																																																																																
								锚栓型号																																																																																
认证机构	经中国国家建筑工程质量监督检验中心检验 国建质检(结1)字(2001)第217GJ号 欧洲技术认证 ETA-05/0253 (VMU), ETA-05/0252 (VMU A4)							钢破坏 标准值 $N_{k_{k,s}}$	镀锌钢 5.8 ($\gamma_{k,s}=1.5$)	kN	18	29	42	78	123	176	280																																																																							
材质	锚固胶: 乙烯基甲基丙烯酸树脂, 无苯乙烯 锚杆: 镀锌钢; 不锈钢 A4 (1.4401) 或特种不锈钢 HCR (1.4529)							VMU-A A4 不锈钢 ($\gamma_{k,s}=1.5$)		kN	26	41	59	110	172	247	175																																																																							
适用范围	非开裂混凝土结构; 结构构件及非结构构件, 抗震, 抗老化 镀锌钢适用于室内干燥环境中 不锈钢适用于干燥及潮湿的有工业大气污染的环境中 特种不锈钢 HCR 适用于室内游泳池及公路隧道中 防火等级见曼卡特 Mkt 锚栓防火等级表							拔出及 劈裂破坏 标准值 $N_{k_{k,p}}$ ($\gamma_{k,p}=1.5$)	50° C ^{*1} / 80° C ^{*2}	kN	16	25	35	50	90	115	170																																																																							
安装略图	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>基材温度</th> <th>安装时间 [min]</th> <th>固化时间 [min]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>-5°C</td><td>-</td><td>330</td></tr> <tr><td>0°C</td><td>-</td><td>200</td></tr> <tr><td>5°C</td><td>20</td><td>120</td></tr> <tr><td>10°C</td><td>12</td><td>80</td></tr> <tr><td>20°C</td><td>6</td><td>45</td></tr> <tr><td>30°C</td><td>4</td><td>25</td></tr> <tr><td>35°C</td><td>2</td><td>20</td></tr> </tbody> </table> <p>净孔要求: 钻孔需用管刷及吹气泵彻底清理。注浆前孔内不可留有明水。 使用 Mkt 配套清孔钢刷的最低净孔要求: 2 次吹气 + 2 次机刷 + 2 次吹气 (M20 到 M30 需要用压力气泵吹气)</p>							基材温度	安装时间 [min]	固化时间 [min]	-5°C	-	330	0°C	-	200	5°C	20	120	10°C	12	80	20°C	6	45	30°C	4	25	35°C	2	20	抗拉	72° C ^{*1} / 120° C ^{*2}	kN	12	16	25	40	60	75	115																																															
基材温度	安装时间 [min]	固化时间 [min]																																																																																						
-5°C	-	330																																																																																						
0°C	-	200																																																																																						
5°C	20	120																																																																																						
10°C	12	80																																																																																						
20°C	6	45																																																																																						
30°C	4	25																																																																																						
35°C	2	20																																																																																						
							混影 凝响 土系 强度 度 ψ_c	C 20	-					0.94																																																																										
							C 25	-						1.00																																																																										
							C 40	-						1.15																																																																										
							C 50	-						1.23																																																																										
							C 60	-						1.30																																																																										
							混凝土 锥体破坏 ($\gamma_{k,c}=1.5$)	形态 1 标准值	kN	$N_{k_{k,c}}^0$ 取拔出及劈裂破坏标准值 $N_{k_{k,c}}=N_{k_{k,p}}$																																																																														
							形态 1 临界边距, 间距	mm	$c_{cr,y} = 1.0 \cdot h_{ef}; s_{cr,y} = 2 \cdot h_{ef}$																																																																															
							形态 2 标准值	kN	$N_{k_{k,c}}^0 = 11.6 \times h_{ef}^{1.5} \times f_{cu,k}$																																																																															
							形态 2 临界边距, 间距	mm	$c_{cr,y} = 1.5 \cdot h_{ef}; s_{cr,y} = 3 \cdot h_{ef}$																																																																															
							混凝土 剪裂破坏 ($\gamma_{k,p}=1.5$)	标准值	kN	$N_{k_{k,p}}^0$ 取拔出及劈裂破坏标准值 $N_{k_{k,c}}=N_{k_{k,p}}$																																																																														
							$h_{min} \leq h$	锚基厚度 h_{min}	mm	100	120	140	160	220	280	350																																																																								
							$h < h_1$	临界边距 $c_{cr,sp}$	mm	80	145	180	200	170	210	270																																																																								
							$h \geq h_1$	锚基厚度 h_1	mm	100	130	160	200	220	280	350																																																																								
							$h_1 > h_t$	临界边距 $c_{cr,sp}$	mm	80	90	110	125	170	210	270																																																																								
							锚栓位移	锚基厚度 h_t	mm	160	180	220	250	340	420	540																																																																								
							荷载	kN	7.6	11.9	16.7	23.8	42.9	54.8	81																																																																									
							短期荷载下位移 δ_{v0}	mm	0.1																																																																															
							长期荷载下位移 δ_{voo}	mm	0.2																																																																															
抗剪	<table border="1"> <thead> <tr> <th>锚栓型号</th> <th>M8</th> <th>M10</th> <th>M12</th> <th>M16</th> <th>M20</th> <th>M24</th> <th>M30</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>有效锚固深度 h_{ef}</td><td>mm</td><td>80</td><td>90</td><td>110</td><td>125</td><td>170</td><td>210</td><td>270</td></tr> <tr><td>钻头规格直径 d_o</td><td>mm</td><td>10</td><td>12</td><td>14</td><td>18</td><td>22</td><td>26</td><td>32</td></tr> <tr><td>钻孔深度 h_o</td><td>mm</td><td>80</td><td>90</td><td>110</td><td>125</td><td>170</td><td>210</td><td>270</td></tr> <tr><td>清孔管刷直径 d_s</td><td>mm</td><td>11</td><td>13</td><td>15</td><td>19</td><td>23</td><td>27</td><td>34</td></tr> <tr><td>安装扭矩 T_{tiny}</td><td>Nm</td><td>10</td><td>20</td><td>40</td><td>60</td><td>120</td><td>150</td><td>300</td></tr> <tr><td>锚板孔径 d_f</td><td>mm</td><td>9</td><td>12</td><td>14</td><td>18</td><td>22</td><td>26</td><td>33</td></tr> <tr><td>锚基厚度 h_{min}</td><td>mm</td><td>100</td><td>120</td><td>140</td><td>160</td><td>220</td><td>280</td><td>350</td></tr> </tbody> </table>							锚栓型号	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30	有效锚固深度 h_{ef}	mm	80	90	110	125	170	210	270	钻头规格直径 d_o	mm	10	12	14	18	22	26	32	钻孔深度 h_o	mm	80	90	110	125	170	210	270	清孔管刷直径 d_s	mm	11	13	15	19	23	27	34	安装扭矩 T_{tiny}	Nm	10	20	40	60	120	150	300	锚板孔径 d_f	mm	9	12	14	18	22	26	33	锚基厚度 h_{min}	mm	100	120	140	160	220	280	350	钢破坏 标准值 ($\gamma_{k,s}=1.25$)	无杠杆 镀锌钢 5.8	kN	9	15	21	39	61	88	140
锚栓型号	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30																																																																																	
有效锚固深度 h_{ef}	mm	80	90	110	125	170	210	270																																																																																
钻头规格直径 d_o	mm	10	12	14	18	22	26	32																																																																																
钻孔深度 h_o	mm	80	90	110	125	170	210	270																																																																																
清孔管刷直径 d_s	mm	11	13	15	19	23	27	34																																																																																
安装扭矩 T_{tiny}	Nm	10	20	40	60	120	150	300																																																																																
锚板孔径 d_f	mm	9	12	14	18	22	26	33																																																																																
锚基厚度 h_{min}	mm	100	120	140	160	220	280	350																																																																																
							臂 VMU-A A4 不锈钢	kN	13	20	30	55	86	123	88																																																																									
							有杠杆 镀锌钢 5.8	Nm	19	38	65	165	325	561	1124																																																																									
							臂 VMU-A A4 不锈钢	Nm	26	52	92	233	454	784	703																																																																									
							剪切荷载下有效长度 ℓ_s	mm	80	90	110	125	170	210	270																																																																									
							锚栓外径 d_{naw}	mm	10	12	14	18	22	26	32																																																																									
							影响系数 k	-	2																																																																															
							注: 1. 本页根据 Mkt 德国曼卡特公司提供的技术资料编制。相关计算程序见 www.mkt-duebel.de 。 2. 此技术参数根据德国结构技术研究所 DIBt 计算法确定。 3. 表中 *1 为最高长期温度; *2 为最高短期温度。																																																																																	

相关技术资料

锚栓类型 名称	裂缝可靠锚栓								锚栓荷载技术指标																																							
	MKT VMZ; MKT VMZ A4 MKT VMZ HCR				锚栓型号				50 M8	60 M10	80 M12	100 M12	125 M16	170 M20	200 M24																																	
认证机构	欧洲技术认证 ETA-04/0091; ETA-04/0092; ETA-04/0093																																															
材质	锚固胶: 乙烯基甲基丙烯酸树脂, 无苯乙烯 锚杆: 镀锌钢; 不锈钢 A4 (1.4401) 或特种不锈钢 HCR (1.4529)																																															
适用范围	开裂混凝土和非开裂混凝土; 承重结构构件及非结构构件; 抗震; 镀锌钢适用于干燥环境中; 不锈钢适用于干燥及潮湿的有工业大气污染的环境中; 特种不锈钢 HCR 适用于室内游泳池及公路隧道中; 防火等级见曼卡特 (MKT) 锚栓防火等级表																																															
安装略图	<p>基材温度</p> <table border="1"> <tr><td>-5°C</td><td>0°C</td><td>5°C</td><td>10°C</td><td>20°C</td><td>30°C</td><td>35°C</td><td>40°C</td></tr> <tr><td>45</td><td>20</td><td>12</td><td>6</td><td>4</td><td>2</td><td>1.4</td><td></td></tr> </table> <p>安装时间 [min]</p> <table border="1"> <tr><td>-</td><td>45</td><td>20</td><td>12</td><td>6</td><td>4</td><td>2</td><td>1.4</td></tr> <tr><td>330</td><td>180</td><td>120</td><td>80</td><td>45</td><td>25</td><td>20</td><td>15</td></tr> </table> <p>固化时间 [min]</p> <p>净孔要求: 钻孔需用管刷及吹泵彻底清理</p>																-5°C	0°C	5°C	10°C	20°C	30°C	35°C	40°C	45	20	12	6	4	2	1.4		-	45	20	12	6	4	2	1.4	330	180	120	80	45	25	20	15
-5°C	0°C	5°C	10°C	20°C	30°C	35°C	40°C																																									
45	20	12	6	4	2	1.4																																										
-	45	20	12	6	4	2	1.4																																									
330	180	120	80	45	25	20	15																																									
锚栓安装参数																																																
锚栓型号			50 M8	60 M10	80 M12	100 M12	125 M16	170 M20	200 M24																																							
有效锚固深度	h _{ef}	mm	50	60	80	100	125	170	200																																							
钻头规格直径	d _e	mm	10	12	14	14	18	24	26																																							
钻孔深度	h ₀	mm	55	65	85	105	133	180	215																																							
安装扭矩	T _{inst}	Nm	10	20	40	40	60	80	120																																							
锚板孔径	d _r	mm	9	12	14	14	18	24	26																																							
标准锚基厚度	h _{ax} =2h _{ef}	mm	100	120	160	200	250	340	400																																							
最小锚基厚度	h _{ain}	mm	80	100	110	130	170	220	270																																							
在 开 裂 混 凝 土 中 ④	最小锚栓间距 S _{ain}	mm	40	50	55	55	70	90	100																																							
	对应边距 c >	mm	40	55	80	80	90	90	100																																							
	最小锚栓间距 S _{ain}	mm	40	50	55	55	70	90	100																																							
	对应边距 c >	mm	40	55	80	80	110	90	100																																							
< h _{ain} < h _{ax}	最小锚栓间距 S _{ain}	mm	40	50	60	55	70	95	105																																							
	对应边距 c >	mm	40	120	120	120	140	95	105																																							
	最小锚栓间距 S _{ain}	mm	40	50	70	60	70	95	105																																							
	对应间距 s >	mm	40	120	160	140	140	95	105																																							
注: 1. 本页根据MKT德国曼卡特公司提供的技术资料编制。相关计算程序见 www.mkt-duebel.de 。 2. 表中*1为最高长期温度; *2为最高短期温度; *3为穿出破坏不起决定作用, 不需验算。 3. 在非开裂混凝土中的最小锚栓间距、边距详见MKT产品目录(www.mkt-duebel.de)。																																																
抗拉强度																																																
抗剪强度																																																

植筋胶型号	MKT VM-SF / MKT VMU	认证机构及认证号
材质	乙烯基甲基丙烯酸树脂 无苯乙烯	中国建筑科学研究院 拉拔检验 2004-01
锚栓安装参数		中国国家建筑材料测试中心检验 适用饮用水卫生性能检验 200610253
锚基最小厚度 $h_{min} = l + 2d_s$		中国国家建筑材料测试中心检验 绿色环保产品 200610124
最小边距 $c_{min} = 2.5d_s$		中国铁道部产品质量监督检验中心 抗疲劳性能和绝缘性能检验 (2005) TJ 字第W186号
最小边距 $s_{min} = 5d_s$		德国达姆斯塔特大学 耐腐抗老化检验 180.1.03
安装注意事项: 钻孔需用净孔刷及吹气泵彻底清理干净		德国达姆斯塔特大学 冻融检验 173.3.05

植筋承载力设计值和植入深度对应表 (II级螺纹钢, $f_{y,d} = 310 \text{ N/mm}^2$, 无边距、间距影响, 最高长期温度 $\leq 50^\circ \text{ C}$; 最高短期温度 $\leq 80^\circ \text{ C}$)

钢筋直径 d_s (mm)	钻孔直径 d_o (mm)	粘结应力 C_{30} (N/mm^2)		混凝土C30植筋承载力设计值 $N_{R,d}$ (kN)												钢筋屈服力设计值 $N_{R,d,s}$ (kN)	锚固深度设计值 l_b (mm)	
		平均值 $f_{b,m}$	设计值 $f_{b,d}$	$N_{R,d} = \pi \cdot d_s \cdot l \cdot f_{b,d}$														
8	12	18.5	8.7	13.8	17.4											15.6	72	
10	14	18.5	8.7	16.3	21.8	27.2										24.3	89	
12	16	16.9	7.8	17.6	23.5	29.4	35.3									35.1	119	
14	18	15.6	7.1		25.1	31.3	37.6	43.9	50.1							47.7	152	
16	20	14.6	6.6		26.5	33.1	39.7	46.4	53.0	59.6	66.2					62.3	188	
18	22	13.7	6.2			34.8	41.7	48.7	55.7	62.6	69.6	83.5				78.9	227	
20	25	13.0	5.8			36.3	43.6	50.9	58.1	65.4	72.7	87.2	101.8			97.4	268	
22	28	12.1	5.4				44.6	52.0	59.4	66.8	74.3	89.1	104.0	126.2		117.8	317	
25	30	11.4	5.0					54.8	62.7	70.5	78.3	94.0	109.7	133.2	148.8		152.2	389
植筋植入深度 l (mm)		60	80	100	120	140	160	180	200	240	280	340	380			-	-	

注: 1. 本页根据MKT 德国曼卡特公司提供的技术资料编制。

2. 在边距和间距影响下的植筋承载力可用MKT计算软件 MKT cc 计算 (相关程序见www.mkt-duebel.de)。

相关技术资料

锚栓类型 名称	胶管式化学锚栓 MKT VA, V MKT VA A4, V A4	锚栓荷载技术指标																																																																																																		
		锚栓型号			M8	M10	M12	M14	M16	M20	M24	M30																																																																																								
认证机构	欧洲技术认证: ETA-05/0231 (V M10-M24) 经中国国家建筑工程质量监督检验中心检验 国建质检(结1)字(2001)第217GJ号 经中国建筑科学研究院抗震动力性能验证 2004年1月 德国通用建筑监督认证 认证号: Z-21.3-1670	抗拉	钢破坏标准值 $N_{Rk,s} (\gamma_{Rs,N}=1, 5)$	V-A 镀锌钢	kN	18	29	42	58	78	122	176	280																																																																																							
			V-A A4 不锈钢	kN	26	41	59	81	110	172	247	175																																																																																								
			拔出破坏 标准值 $N_{Rk,p}, N_{Rk,c}$ ($\gamma_{Rc,N}=\gamma_{Rc,p}=1.5$)	24°C / 40°C ^①	kN	30	40	50	55	65	100	130	200																																																																																							
			50°C / 80°C ^①	kN	25	35	40	45	55	80	110	165																																																																																								
			C20	-					0.94																																																																																											
			C25	-					1.00																																																																																											
			C30	-					1.06																																																																																											
			C40	-					1.15																																																																																											
			C50	-					1.23																																																																																											
			C60	-					1.30																																																																																											
材质	锚固胶管: 乙烯基甲基丙烯酸树脂, 石英砂 V-A 镀锌钢 5.8; V-A A4 不锈钢 A4 (钢材号: 1.4401)	抗拉	混凝土强度 影响系数 Ψ_c	非开裂混凝土 C25	形式	标准值	kN	$N_{Rk,c}^0$ 取拔出及剪裂破坏标准值 $N_{Rk,C} = N_{Rk,p}$																																																																																												
			1	混凝土锥体破坏 ($\gamma_{Rc,N}=1.8$)	临界边距, 间距	mm	$c_{cr,N} = 1.0 h_{ef}$; $s_{cr,N} = 2 h_{ef}$																																																																																													
			2	混凝土剪裂破坏 ($\gamma_{Rc,p}=1.8$)	形式	标准值	kN	$N_{Rk,c}^0 = 11.6 \times h_{ef}^{1.5} \times f_{ck,cube}^{0.5}$																																																																																												
				临界边距 $c_{cr,sp}$	mm	80	90	110	130	150	200	240	350																																																																																							
				临界间距 $s_{cr,sp}$	mm	160	180	220	260	300	400	480	600																																																																																							
				荷载	kN	6.3	8.7	13.9	17.1	23.4	38.9	58.7	104																																																																																							
				锚栓位移	mm				0.25			0.37																																																																																								
				短期荷载下位移 δ_{v0}	mm																																																																																															
				长期荷载下位移 δ_{vo}	mm				0.76			1.10																																																																																								
安装略图	<p>基材温度</p> <table border="1"> <tr><td>0°C ~ 10°C</td><td>60</td></tr> <tr><td>10°C ~ 20°C</td><td>20</td></tr> <tr><td>> 20°C</td><td>10</td></tr> </table> <p>净孔要求: 钻孔需用管刷及吹气泵彻底清理</p> <p>锚栓安装参数</p> <table border="1"> <thead> <tr><th>锚栓型号</th><th>M8</th><th>M10</th><th>M12</th><th>M14</th><th>M16</th><th>M20</th><th>M24</th><th>M30</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>有效锚固深度 h_{ef} mm</td><td>80</td><td>90</td><td>110</td><td>120</td><td>125</td><td>170</td><td>210</td><td>280</td></tr> <tr><td>钻头规格直径 d_0 mm</td><td>10</td><td>12</td><td>14</td><td>16</td><td>18</td><td>25</td><td>28</td><td>35</td></tr> <tr><td>钻孔深度 h_0 mm</td><td>80</td><td>90</td><td>110</td><td>120</td><td>125</td><td>170</td><td>210</td><td>280</td></tr> <tr><td>安装扭矩 T_{inst} Nm</td><td>10</td><td>20</td><td>40</td><td>60</td><td>80</td><td>150</td><td>200</td><td>400</td></tr> <tr><td>锚板孔径 d_e mm</td><td>9</td><td>12</td><td>14</td><td>16</td><td>18</td><td>22</td><td>26</td><td>33</td></tr> <tr><td>最小锚基厚度 h_{min} mm</td><td>130</td><td>140</td><td>160</td><td>170</td><td>175</td><td>220</td><td>260</td><td>330</td></tr> <tr><td>锚栓最小间距 s_{min} mm</td><td>40</td><td>45</td><td>55</td><td>60</td><td>65</td><td>85</td><td>105</td><td>140</td></tr> <tr><td>锚栓最小边距 c_{min} mm</td><td>40</td><td>45</td><td>55</td><td>60</td><td>65</td><td>85</td><td>105</td><td>140</td></tr> </tbody> </table>	0°C ~ 10°C	60	10°C ~ 20°C	20	> 20°C	10	锚栓型号	M8	M10	M12	M14	M16	M20	M24	M30	有效锚固深度 h_{ef} mm	80	90	110	120	125	170	210	280	钻头规格直径 d_0 mm	10	12	14	16	18	25	28	35	钻孔深度 h_0 mm	80	90	110	120	125	170	210	280	安装扭矩 T_{inst} Nm	10	20	40	60	80	150	200	400	锚板孔径 d_e mm	9	12	14	16	18	22	26	33	最小锚基厚度 h_{min} mm	130	140	160	170	175	220	260	330	锚栓最小间距 s_{min} mm	40	45	55	60	65	85	105	140	锚栓最小边距 c_{min} mm	40	45	55	60	65	85	105	140	剪抗	无杠杆臂 $V_{Rk,s}$ $\gamma_{Rs,V}=1.25$	镀锌钢 V-A	kN	9	15	21	29	40	62	97	140
0°C ~ 10°C	60																																																																																																			
10°C ~ 20°C	20																																																																																																			
> 20°C	10																																																																																																			
锚栓型号	M8	M10	M12	M14	M16	M20	M24	M30																																																																																												
有效锚固深度 h_{ef} mm	80	90	110	120	125	170	210	280																																																																																												
钻头规格直径 d_0 mm	10	12	14	16	18	25	28	35																																																																																												
钻孔深度 h_0 mm	80	90	110	120	125	170	210	280																																																																																												
安装扭矩 T_{inst} Nm	10	20	40	60	80	150	200	400																																																																																												
锚板孔径 d_e mm	9	12	14	16	18	22	26	33																																																																																												
最小锚基厚度 h_{min} mm	130	140	160	170	175	220	260	330																																																																																												
锚栓最小间距 s_{min} mm	40	45	55	60	65	85	105	140																																																																																												
锚栓最小边距 c_{min} mm	40	45	55	60	65	85	105	140																																																																																												
不锈钢 V-A A4	kN	13	20	30	40	55	86	123	88																																																																																											
有杠杆臂 $M^*_{Rk,s}$ $\gamma_{Rs,V}=1.25$	镀锌钢 V-A	kN	23	45	79	125	199	390	617	1124																																																																																										
不锈钢 V-A A4	kN	26	52	92	146	233	454	784	703																																																																																											
混凝土边缘及剪切破坏 $\gamma_{sep}=1.5$	剪切荷载下有效长度 l_e	mm	80	90	110	120	125	170	210	280																																																																																										
锚栓外径 d_{out}	mm	10	12	14	16	18	25	28	35																																																																																											
影响系数 k	-					2																																																																																														
荷载	kN	5.3	8.3	12.1	16.6	22.6	35.3	55.5	80																																																																																											
短期荷载下的位移 δ_{v0}	mm	0.9	1.3	1.4	1.8	2.1	2.4	3.3	3.8																																																																																											
长期荷载下的位移 δ_{vo}	mm	1.4	1.8	2.2	2.6	3.0	3.8	5.0	5.7																																																																																											

注: 1. 本页根据MKT德国曼卡特公司提供的技术资料编制。相关计算程序见 www.mkt-duebel.de。

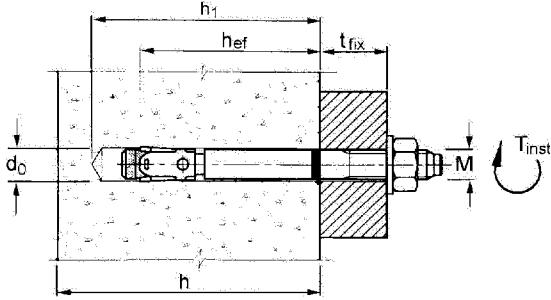
2. 最高长期温度 / 最高短期温度。

相关技术资料

锚栓类型 名称	套管型高强裂缝可靠锚栓 MKT SZ-B, SZ-S, SZ-SK							锚栓荷载技术指标												
								锚栓型号							M6	M8	M10	M12	M16	M16L
认证机构	欧洲技术认证 认证号: ETA-02/0030 根据美国 ACI355.2 标准, 经抗震检验, 试验报告: IWB MK118/01-02/29 中国国家建筑工程质量监督检验中心检验 BETC-CL1-2004-815A							钢破坏标准值 $N_{Rk,s}$ (分项系数: $\gamma_{Rk,s}=1, 5$)	kN	16	29	46	67	126	126	131				
材质	镀锌钢							穿出破坏标准值 $N_{Rk,p}$	开裂混凝土 C25	kN	5	12	16	-*	-*	-*	-*			
适用范围	开裂混凝土和非开裂混凝土, 结构构件及非结构构件, 抗震, 适用于室内干燥环境中, 防火等级见曼卡特(MKT)锚栓防火等级表							非开裂混凝土 25 ($c_{cr,sp}=1, 5h_{ef}$)	kN	12	16	25	30	40	-*	-*				
安装略图								非开裂混凝土 C25 ($c_{cr,sp}=2, 5h_{ef}$)	kN	-*	20	-*	-	-	-	-				
锚栓安装参数																				
锚栓型号			M6	M8	M10	M12	M16	M16L	M20											
有效锚固深度	h_{ef}	mm	50	60	71	80	100	115	125											
钻头规格直径	d_0	mm	10	12	15	18	24	24	28											
钻孔深度	h_1	mm	65	80	95	105	130	145	160											
安装扭矩 T_{inst}	SZ-B, S	Nm	15	30	50	70	160	160	200											
	SZ-K	Nm	10	25	55	70	-	-	-											
锚板孔径	d_f	mm	12	14	17	20	26	26	31											
最小锚基厚度	h_{min}	mm	100	120	140	160	200	230	250											
锚栓间距	最小间距 s_{min}	mm	50	60	70	80	100	100	120											
	对应边距 $c \geq$	mm	80	100	120	160	180	180	220											
锚栓边距	最小边距 c_{min}	mm	50	60	70	80	100	100	130											
	对应间距 $s \geq$	mm	100	120	175	200	220	220	240											

注: 1. 本页根据MKT德国曼卡特公司提供的技术资料编制。相关计算程序见www.mkt-duebel.de。
2. 表中*表示穿出破坏不起决定作用, 不需验算。

相关技术资料

锚栓类型 名称	螺栓型裂缝可靠锚栓						锚栓荷载技术指标									
							M8	M10	M12	M16	M20	M24 ^{*1}				
认证机构	欧洲技术认证 认证号: ETA-03/0017(BZ+), ETA-99/0010 (BZ+ A4)															
材质	镀锌钢, 不锈钢 A4 (1.4401)															
适用范围	开裂混凝土和非开裂混凝土, 结构构件及非结构构件, 抗震 防火等级见曼卡特 Mkt 锚栓防火等级表															
安装略图							抗拉 $\gamma_{Rk,N} = \gamma_{Rsp} = 1.5$	钢破坏标准值 $N_{Rk,s}$	镀锌钢	kN	16	27	39	62	82	129
								$\gamma_{Rk,N} = 1, 53$	不锈钢 A4 (1.4401)	kN	16	27	40	64	96	-
								穿出破坏 标准值	开裂混凝土 C25	kN	5	9	12	25	- ^{*3}	- ^{*3}
									非开裂混凝土 C25	kN	9	12	16	30	40	- ^{*3}
								临界边距 $c_{cr,sp}$	mm	1. 5 b_{ef}						
								非开裂混凝土 C25	kN	12	16	20	35	50	-	
								临界边距	镀锌钢	mm	92	120	130	170	220	-
									不锈钢 A4	mm	115	125	130	200	220	-
								C20	-	0. 89						
								C30	-	1. 10						
								C40	-	1. 26						
								C50	-	1. 41						
								C60	-	1. 55						
								混凝土锥体 破坏 ($\gamma_{Rc,N} = 1.5$)	理想锥体临界边距 $c_{cr,N}$	mm	1. 5 h_{ef}					
									理想锥体临界间距 $s_{cr,N}$	mm	3 h_{ef}					
								混凝土劈裂破坏临界间距 $s_{cr,sp}$ ($\gamma_{Rcp} = 1.5$)	$s_{cr,sp} = 2c_{cr,sp}; c_{cr,sp}$ 见本表第 7 或第 9 行							
锚栓 位移 ^{*1}	开裂 混凝土	荷载		M8	3.6	4.8	9.9	17.1	21.1							
		短期荷载下的位移 δ_{v0}	mm	0.5	0.8	0.6	0.8	0.9	0.7							
		长期荷载下的位移 $\delta_{v\infty}$	mm	1.2	1.0	0.8	1.1	1.0	1.2							
	非开裂 混凝土	荷载		M8	4.8	6.3	7.9	13.9	23.8	29.6						
		短期荷载下的位移 δ_{v0}	mm	0.3	0.4	0.2	0.2	0.4	0.5							
		长期荷载下的位移 $\delta_{v\infty}$	mm	0.7												
抗剪	钢破坏标准值 ($\gamma_{Rs,V} = 1.25$)	无杠杆臂	镀锌钢		15	22	33	60	65	114						
			不锈钢 A4	kN	13	20	30	55	77	-						
		有杠杆臂	镀锌钢	Nm	23	47	82	209	341	898						
			不锈钢 A4	Nm	26	52	92	233	405	-						
	混凝土边缘及 剪撬破坏 ($\gamma_{Rcp} = 1.5$)	剪切荷载下有效长度 β	mm	46	60	65	85	100	115							
		锚栓外径 d_{nom}	mm	8	10	12	16	20	24							
		影响系数 k		2. 0												
非开裂 混凝土 ^{*2}	锚栓位移 ^{*1} (开裂混凝土)	荷载		M8	8.0	11.4	17.1	31.4	36.8	64.9						
		短期荷载下的位移 δ_{v0}	mm	2.0	2.1	2.7	3.9	1.8	3.5							
		长期荷载下的位移 $\delta_{v\infty}$	mm	3.0	3.2	4.1	5.9	2.7	5.3							
	最小间距 锚栓间距	最小间距 s_{min}	mm	40	45/50	60	65	90	100							
		对应边距 $c \geq$	mm	60	70/75	100	100	150	180							
		最小边距 c_{min}	mm	40	45/55	60	60	95	100							
开裂 混凝土 ^{*2}	最小 锚栓间距	最小间距 $s \geq$	mm	70	90	140	180	200	220							
		对应边距 $c \geq$	mm	70	70/75	120	120	180	180							
	最小 锚栓边距	最小间距 s_{min}	mm	40	45/50	60	65	90	100							
		对应间距 $s \geq$	mm	80	100/120	150	150	240	220							
注: 1. 本页根据 Mkt 德国曼卡特公司提供的技术资料编制。相关计算程序见 www.mkt-duebel.de 。 2. 表中 *1 表示为 Mkt BZ+ 镀锌钢数据; *2 表示斜线后面为不锈钢 Mkt BZ+ A4 的数值; *3 表示穿出破坏不起决定作用, 不需验算。																

相关技术资料

锚栓类型 名称	螺栓型锚栓 MKT B; MKT B A4, HCR MKT B-L							锚栓荷载技术指标																																																																																																																																													
								锚栓型号				30M6	40M6	M8	M10	M12	M16	M20																																																																																																																																			
认证机构	欧洲技术认证 ETA-01/0013, ETA-05/0018, ETA-06/0156 经中国国家建筑工程质量监督检验中心检验 国建质检(结1)字(2001)第217GJ号 经中国建筑科学研究院抗震动力性能验证 2001年12月 (MKT B)							N _{Rk,s}	钢破坏标准值 镀锌钢 ($\gamma_{Rk,s}=1.5$)	kN	8.7	8.7	17	28	40	64	100																																																																																																																																				
材质	MKT B: 镀锌钢; 不锈钢 A4 (钢材号: 1.4401); 特种不锈钢 HCR								不锈钢 ($\gamma_{Rk,s}=1.5$)	kN	10	18	30	43	83	134																																																																																																																																					
适用范围	非开裂混凝土及在开裂混凝土中轻型吊挂锚固, 结构构件及非结构构件, 抗震 MKT B 适用于室内干燥环境中; MKT B A4: 适用于干燥及潮湿的有工业大气污染的环境中; MKT B HCR: 适用于恶劣环境中, 如游泳池, 公路隧道及海洋环境等 适用于有防火要求的环境; 防火等级见曼卡特MKT 锚栓防火等级表							N _{Rk,p}	穿出破坏标准值 非开裂混凝土 C25	kN	7.5	9	12	16	25	35	50																																																																																																																																				
安装略图									不锈钢 ($\gamma_{Rk,p}=1.5$)	kN	6	7.5	12	16	25	35	50																																																																																																																																				
	<table border="1"> <caption>锚栓安装参数</caption> <thead> <tr> <th colspan="2">锚栓型号</th> <th>30M6</th> <th>40M6</th> <th>M8</th> <th>M10</th> <th>M12</th> <th>M16</th> <th>M20</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>有效锚固深度</td> <td>hef</td> <td>mm</td> <td>30</td> <td>40</td> <td>44</td> <td>48</td> <td>65</td> <td>82</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>钻头规格直径</td> <td>d₀</td> <td>mm</td> <td>6</td> <td>6</td> <td>8</td> <td>10</td> <td>12</td> <td>16</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>钻孔深度</td> <td>h_f</td> <td>mm</td> <td>60</td> <td>65</td> <td>65</td> <td>70</td> <td>90</td> <td>110</td> <td>130</td> </tr> <tr> <td>安装扭矩</td> <td>T_{inst}</td> <td>Nm</td> <td>8</td> <td>8</td> <td>15</td> <td>30</td> <td>50</td> <td>100</td> <td>200</td> </tr> <tr> <td>锚板孔径</td> <td>d_f</td> <td>mm</td> <td>7</td> <td>7</td> <td>9</td> <td>12</td> <td>14</td> <td>18</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td>最小锚基厚度</td> <td>h_{min}</td> <td>mm</td> <td>100</td> <td>100</td> <td>100</td> <td>100</td> <td>130</td> <td>160</td> <td>200</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">非开裂 混凝土</td><td>锚栓 最小边距</td> <td>s_{min}</td> <td>mm</td> <td>40</td> <td>40</td> <td>50</td> <td>45</td> <td>60</td> <td>80</td> <td>100</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>锚栓 最小间距</td> <td>c_{min}</td> <td>mm</td> <td>40</td> <td>40</td> <td>50</td> <td>70</td> <td>100</td> <td>120</td> <td>150</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">轻型吊挂锚 固承载力 F_{sk} (γ=1.8)</td><td>MKT B</td> <td>kN</td> <td>1.5</td> <td>2.5</td> <td>2.5</td> <td>2.5</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>MKT B A4</td> <td>kN</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>							锚栓型号		30M6	40M6	M8	M10	M12	M16	M20	有效锚固深度	hef	mm	30	40	44	48	65	82	100	钻头规格直径	d ₀	mm	6	6	8	10	12	16	20	钻孔深度	h _f	mm	60	65	65	70	90	110	130	安装扭矩	T _{inst}	Nm	8	8	15	30	50	100	200	锚板孔径	d _f	mm	7	7	9	12	14	18	22	最小锚基厚度	h _{min}	mm	100	100	100	100	130	160	200	非开裂 混凝土	锚栓 最小边距	s _{min}	mm	40	40	50	45	60	80	100							锚栓 最小间距	c _{min}	mm	40	40	50	70	100	120	150						轻型吊挂锚 固承载力 F _{sk} (γ=1.8)	MKT B	kN	1.5	2.5	2.5	2.5	-	-	-	-						MKT B A4	kN	5	5	-	-	-	-	-	-							分项系数 γ _{Rc,N}	-							1.5
锚栓型号		30M6	40M6	M8	M10	M12	M16	M20																																																																																																																																													
有效锚固深度	hef	mm	30	40	44	48	65	82	100																																																																																																																																												
钻头规格直径	d ₀	mm	6	6	8	10	12	16	20																																																																																																																																												
钻孔深度	h _f	mm	60	65	65	70	90	110	130																																																																																																																																												
安装扭矩	T _{inst}	Nm	8	8	15	30	50	100	200																																																																																																																																												
锚板孔径	d _f	mm	7	7	9	12	14	18	22																																																																																																																																												
最小锚基厚度	h _{min}	mm	100	100	100	100	130	160	200																																																																																																																																												
非开裂 混凝土	锚栓 最小边距	s _{min}	mm	40	40	50	45	60	80	100																																																																																																																																											
	锚栓 最小间距	c _{min}	mm	40	40	50	70	100	120	150																																																																																																																																											
轻型吊挂锚 固承载力 F _{sk} (γ=1.8)	MKT B	kN	1.5	2.5	2.5	2.5	-	-	-	-																																																																																																																																											
	MKT B A4	kN	5	5	-	-	-	-	-	-																																																																																																																																											
									混凝土强度 C25	-							1.00																																																																																																																																				
									C30	-							1.10																																																																																																																																				
									C35	-							1.18																																																																																																																																				
									C40	-							1.26																																																																																																																																				
									C45	-							1.34																																																																																																																																				
									C50	-							1.41																																																																																																																																				
									C55	-							1.48																																																																																																																																				
									C60	-							1.55																																																																																																																																				
									混凝土锥体破坏 (γ _{Rc,N} =1.5)	临界边距 c _{cr,N}	mm						1.5 hef																																																																																																																																				
									临界间距 s _{cr,N}	mm							3 hef																																																																																																																																				
									混凝土劈裂破坏 (γ _{Rsp} =1.5)	临界边距 c _{cr,sp}	mm						2.5 hef																																																																																																																																				
									临界间距 s _{cr,sp}	mm							5 hef																																																																																																																																				
									锚栓位移 (非开裂混凝土)	荷载	kN	2.5	3.0	4.0	5.3	8.3	11.7	16.7																																																																																																																																			
									短期荷载下的位移 δ ₁₀₀	mm	0.2						0.4																																																																																																																																				
									长期荷载下的位移 δ ₁₀₀₀	mm	0.3						0.9																																																																																																																																				
									钢破坏标准值 (γ _{Rb,V} =1.25)	无杠杆臂 镀锌钢	kN	5		11	17	25	41	65																																																																																																																																			
									无杠杆臂 不锈钢	kN	7		13	20	30	55	85.8																																																																																																																																				
									有杠杆臂 镀锌钢	Nm	9		23	45	78	175	341																																																																																																																																				
									有杠杆臂 不锈钢	Nm	10.7		26	52	92	233	454																																																																																																																																				
									剪切荷载下有效长度 l _{eff}	mm	30	40	44	48	65	82	100																																																																																																																																				
									锚栓外径 d _{nom}	mm	6	6	8	10	12	16	20																																																																																																																																				
									影响系数 k	-	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0																																																																																																																																				
									锚栓位移 (非开裂混凝土)	荷载	kN	3.7	3.7	6.3	9.7	14.3	23.6	37.0																																																																																																																																			
									短期荷载下的位移	mm		1.5		1.6	2.6	3.1	3.5																																																																																																																																				
									长期荷载下的位移	mm		2.2		2.4	3.9	4.6	6.0																																																																																																																																				

注:

1. 本页根据MKT德国曼卡特公司提供的技术资料编制。相关计算程序见www.mkt-duebel.de。
2. 轻型吊挂锚固, 适用于开裂混凝土超静定锚固。

碳纤维专用粘结胶粘剂		浸渍/粘结胶粘剂的技术性能			
本产品符合《混凝土结构加固设计规范》(GB 50367-2006) A 级胶指标、《室内装饰装修材料胶粘剂中有害物质限量》(GB 18583-2001) 指标。		混合粘度	< 380 mPa·s (25°C)	可操作时间	≥ 40min / (20°C)
		浸渍胶用量	0.6 ~ 0.8 kg/m ²	施工温度	-10 ~ 60°C
		混合比例	甲:乙 = 1:0.3 ~ 0.5	固化时间	6 ~ 12h / (20°C)
		有害物质量/限量值			
材质 改性环氧树脂		甲醛(g/kg)	0.004 / 标准 ≤ 0.5	苯(g/kg)	无 / 标准 ≤ 5
		甲苯+二甲苯(g/kg)	0.02 / 标准 ≤ 200	总挥发性有机物(g/L)	59 / 标准 ≤ 750
碳纤维布复合材(200、250、300g/m ²)安全性能					
特点	抗拉强度		≥ 3800 MPa	弹性模量	≥ 2.5 × 10 ⁵ MPa
	伸长率		≥ 1.8%	弯曲强度	≥ 800 MPa
	仰贴正拉粘结		≥ 3.5 MPa, 且混凝土破坏	层间剪切强度	≥ 50 MPa
底胶的安全性能指标					
剪切强度		≥ 16 MPa	正拉粘结强度	≥ 3.5 MPa, 且混凝土破坏	
		修补胶的安全性能指标			
胶体抗拉强度	≥ 36 MPa	胶体抗弯强度	≥ 50 MPa	同底层树脂	
浸渍/粘结胶粘剂的安全性能指标					
钢—钢剪切强度		≥ 16 MPa	钢—钢不均匀扯离	≥ 24 kN/m	
胶体拉伸强度		≥ 50 MPa	胶体弹性模量	≥ 2.8 × 10 ⁵ MPa	
胶体抗压强度		≥ 80 MPa	胶体伸长率	≥ 1.7%	
胶体抗弯强度		≥ 50 MPa	耐湿热老化剪切强度防低率%	< 8	
适用	适用于静力及抗震烈度≤8度结构构件或非结构构件的加固		碳纤维与混凝土的正拉粘结强度	≥ 3.5 MPa, 且混凝土破坏	

注：本页是根据武汉大筑建筑科技有限公司提供的资料编制。

相关技术资料

粘钢及外粘型钢建筑结构胶		技术性能			
产品性能符合《混凝土结构加固设计规范》(GB 50367-2006) A 级胶指标、《室内装饰装修材料胶粘剂中有害物质限量》(GB 18583-2001) 指标		涂抹用胶量	3~4kg / m ²	可操作时间	≥40min / (20℃)
		施工温度	-10~60℃	固化时间	6~12h / (20℃)
		混合比例	甲:乙 = 1: 0.3~0.5	混合密度	1.1~1.7(g/cm ³)
有害物质量/限量性					
材 质	改性环氧树脂	甲醛(g/kg)	0.004 / 标准≤0.5	苯(g/kg)	无 / 标准≤5
		甲苯+二甲苯(g/kg)	0.02 / 标准≤200	总挥发性有机物(g/L)	59 / 标准≤750
对小鼠急性经口毒性试验《生活饮用水卫生规范》					
使用形态	1、膏状, 用涂抹方法粘贴钢板 2、液体状, 外包钢板需焊接时, 用压力灌注方法粘贴钢板	剂量分组 (mg/kg)	5000	动物数(只)	20
				死亡动物数(只)	0
安全性能 (粘钢胶)					
特 点	1、粘结强度高, 有优异的韧性和冲击性能 2、立面和仰面施工不流淌, 明显减少用量 3、耐老化、耐水性和耐化学腐蚀性能优良 4、可操作时间长, 方便施工 5、有常温固化, 低温固化和潮湿环境下固化三种类型 6、有常温胶(-40~80℃), 耐高温(-40~150℃)二种类型	钢——钢剪切强度	≥18MPa	钢-钢抗拉强度	≥40MPa
		钢——混凝土正拉粘结强度	≥3.5 MPa	胶体抗压强度	≥70 MPa
		胶体抗拉强度	≥40 MPa	弹性模量	≥4.0×10 ³ MPa
		胶体抗弯强度	>60 MPa	耐湿热老化剪切强度降低率%	<8
		胶体伸长率	>1.4 %	钢——钢不均匀扯离	≥20 kN / m
		安全性能 (外粘型钢胶)			
用 途	适用于静力及抗震烈度≤8度结构构件或非结构构件的加固	钢——钢剪切强度	≥18 MPa	钢-钢抗拉强度	≥40 MPa
		钢——混凝土正拉强度	≥3.5 MPa	胶体压缩强度	≥80 MPa
		胶体抗拉强度	≥38 MPa	弹性模量	≥3.5×10 ³ MPa
		胶体抗弯强度	>50MPa	耐湿热老化剪切强度降低率%	<8
		胶体伸长率	1.5 %	钢-钢不均匀扯离	≥18 kN / m

注: 本页根据武汉大筑建筑科技有限公司提供的资料编制。

高强度粘结膨胀锚栓		内螺纹内塞膨胀型锚栓 WDZ 型锚固胶	锚栓安装参数						
			型号	M12	M16	M20	M24	M30	
WDZ 型锚固胶性能符合《混凝土结构后锚固技术规程》(JGJ 145-2004) 指标、符合《混凝土结构加固技术规范》(GB 50367-2006) A 级胶指标及《室内装饰装修材料胶粘剂中有害物质限量》(GB 18583-2001) 指标	锚栓 材质	6.8 级钢材, 5~10 μm 锌层, 碳素钢 抗拉强度标准值: $f_{st,k}=600$ (MPa) 屈服强度标准值: $f_{yk}=480$ (MPa)	抗拉有效截面积 A_s (mm 2)	84.3	157	245	353	561	
			有效锚固深度 h_{ef} (mm)	140	200	250	300	360	
			钻孔直径 d_b (mm)	20	22	28	32	42	
锚栓 材质	WDZ 型 锚固胶	改性环氧树脂, 管装式, 注入式, 现场配制式 改性环氧树脂 (安全性能和有害物质量指标) 见“WDZ 型锚固胶粘剂”	锚栓外径 d_{out} (mm)	18	20	24	30	36	
			最小基材厚度 h_{min} (mm)	210	300	375	450	540	
	WDZ 型 锚固胶		被连接件最大厚度 t_{fix} (mm)	30	45	60	80	100	
			被连接件钻孔直径 d_f (mm)	14	18	22	26	33	
			混凝土 锥体破坏	$c_{cr,s}$ (mm)	210	300	375	450	
安装图	注: 有抗震设防要求的锚固深度应满足 JGJ 145—2004 规定	混凝土 劈裂破坏	临界间距 $c_{cr,s}$ (mm)	420	600	750	900	1080	
			最小边距 c_{min} (mm)	140	200	250	300	360	
			最小间距 s_{min} (mm)	140	200	250	300	360	
			临界边距 $c_{cr,sp}$ (mm)	210	300	375	450	540	
			临界间距 $c_{cr,sp}$ (mm)	420	600	750	900	1080	
特点	WDZ 型锚固胶与膨胀型锚栓可以产生很好的机械锚固力, 锚栓和锚孔间的锚固胶, 起到了粘结锚固效果, 还改善和扩大了锚栓的应用范围。另外, 可以通过调整螺杆长度而改变锚固深		最小基材厚 h_{min} (mm)	200	280	350	400	460	
			锚固胶施工参数						
			施工时间	10~20min/20℃					
适用	适用于静力及抗震设防烈度≤8 度的结构构件或非结构构件的后锚固连接。耐火时间 2 小时。防腐的环境类别为室内外无侵蚀性的水或土壤接触的环境		固化时间	快速: 5~10min 中速: 10~20min 慢速: 20~120min					
			施工或固化温度	-10~60℃					
			施工环境	干燥或潮湿混凝土基材					
			存放时间	一年					
			注: 本页是根据武汉大筑建筑科技有限公司提供的资料编制。						

相关技术资料

高强度粘结膨胀锚栓			M12	M16	M20	M24	M30	锚栓规格		M12	M16	M20	M24	M30																							
受	钢材 破坏	N _{rd,s} (碳素钢)	33.7	62.8	98.0	141.2	224.4	钢材 破坏	V _{rd,s} (碳素钢)	16.9	31.4	49.0	70.6	112.2																							
		分项系数γ _{Rs,N}	1.5						分项系数γ _{Rs,V}	1.5																											
	混凝土 锥体破坏	开裂混凝土 N ⁰ _{Rk,c} /γ _{Re,N}	C20	24.1	41.2	57.5	75.7	95.3	受	混凝土 边缘破坏 V ⁰ _{Rk,c} /γ _{Re,V}	C20	21.6	41.0	63.6	92.2	127.4																					
			C30	29.5	50.4	70.5	92.7	116.8			C30	26.5	50.3	78.0	113.0	156.2																					
			C40	34.1	58.2	81.4	107.0	134.8			C40	30.6	58.0	90.0	103.4	180.2																					
		C50	37.2	63.5	88.7	116.6	146.9	C50		34.2	64.9	100.6	145.8	201.6																							
			C60	40.7	69.5	97.2	127.7	161.0		C60	37.5	70.8	108.9	159.2	200.1																						
			分项系数γ _{Re,N}	2.15							分项系数γ _{Re,V}	1.8																									
拉	混凝土 劈裂破坏	开裂混凝土 N ⁰ _{Rk,c} /γ _{Rsp}	C20	20.0	34.2	47.8	62.8	79.1	剪	混凝土 剪撬破坏 N ⁰ _{Rk,c} /γ _{Rsp} k=2	C20	57.6	98.4	137.5	180.6	227.8																					
			C30	24.5	41.9	58.5	76.8	96.9			C30	70.6	120.4	168.4	221.3	278.9																					
			C40	28.3	48.3	67.6	88.8	111.9			C40	81.9	139.0	194.3	255.6	322.1																					
		C50	30.8	52.7	73.6	96.8	122.0	C50		88.8	151.5	211.8	278.5	350.1																							
			C60	33.8	57.7	80.6	106.0	133.6		C60	97.3	166.1	231.9	305.1	384.5																						
			分项系数γ _{Rsp}	2.15							分项系数γ _{Rsp}	1.8																									
	1. 表内数据计算依据:《混凝土结构后锚固技术规程》(JGJ145-2004)																																				
2. 开裂混凝土单根锚栓, 理想混凝土锥体破坏受拉承载力标准值: N ⁰ _{Rk,c} =7.0 f _{cuk} · h _{ef} ^{1.5}																																					
3. 计算 A _{c,N} /A ⁰ _{c,N} 面积比时考虑:																																					
c ₁ =c ₂ =c _{er,N} (c _{er,sp})				s ₁ =s ₂ =s _{er,N} (s _{er,sp})				A _{c,N} /A ⁰ _{c,N} =K ₁₋₄																													
h=1.5c ₁				L _f =h _{ef}				A _{c,N} /A ⁰ _{c,N} =K ₁₋₄																													
4. 混凝土剪撬破坏时 A _{c,N} /A ⁰ _{c,N} 与混凝土锥体破坏时相同																																					
注: 本页是根据武汉大筑建筑科技有限公司提供的资料编制。																																					
A _{c,N} /A ⁰ _{c,N} =K ₉₋₁₁																																					
混凝土 靠边							混凝土 垂直							1																							
混凝土 平行							双栓 平行							2																							
四栓 角部							四栓 角部							4																							
混凝土 靠边							双栓 垂直							1																							
混凝土 平行							双栓 平行							2																							
四栓 角部							四栓 角部							4																							
混凝土 靠边							双栓 边缘							0.83																							
混凝土 平行							双栓 边缘							1.67																							
四栓 角部							四栓 角部							1.50																							

相关技术资料

高强度改性环氧树脂植筋锚固胶粘剂		WDZ型锚固胶粘剂安全性能																							
产品性能符合《混凝土结构加固设计规范》(GB 50367-2006) A级胶指标及《室内装饰装修材料胶粘剂中有害物质限量》(GB 18583-2001) 指标		胶体强度	抗压强度	$\geq 70 \text{ MPa}$		耐湿热老化剪切强度降低率%			< 8																
			劈裂抗拉强度	$\geq 10 \text{ MPa}$		耐温性能	常温型		$-45 \sim 80^\circ\text{C}$, 剪切 $\geq 18 \text{ MPa}$																
			抗弯强度	$\geq 50 \text{ MPa}$			高温型		$-45 \sim 150^\circ\text{C}$, 剪切 $\geq 14 \text{ MPa}$																
				冻融性能	在 $-25 \sim 35^\circ\text{C}$ 内, 50 次冻融循环后剪切 $\geq 18 \text{ MPa}$																				
材质	改性环氧树脂	使用形态	钢——钢(钢套筒法) 拉伸抗剪强度	$\geq 18 \text{ MPa}$		固化时间	快速型		$5 \sim 10 \text{ min}$																
使用形态	玻璃管装式(在锚孔内将玻璃搅碎, 与胶混合为一体)						中速型		$10 \sim 20 \text{ min}$																
	塑料筒装式(枪压注入)		钢——混凝土粘结拉拔	$C30, > 15 \text{ MPa}$			慢速型		$20 \sim 120 \text{ min}$																
	散装式(现场配制, 注入式)			$C60, > 20 \text{ MPa}$		施工与固化温度			$-10 \sim 60^\circ\text{C}$																
特点	无毒无害达到指标“同 WDZ型碳纤维专用粘结胶粘剂”																								
	钢筋安装参数和受拉承载力设计值(kN)(HRB335 级钢筋)																								
	钢筋直径 d (mm)	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32													
	计算截面面积 A_s (mm) ²	50.3	78.5	113.1	153.9	201.1	254.5	314.2	380.1	490.9	615.8	804.2													
	钻孔直径 d_{ϕ} (mm)	12	14	16	18	20	22	26	28	32	36	40													
适用	最小基材厚度 h_{min} (mm)	锚固深度 $h_{ef} + 2d_{\phi}$																							
	最小边距 c_{min} (mm)	80	80	100	100	120	120	140	160	180	200	220													
	最小间距 s_{min} (mm)	80	80	100	100	120	120	140	160	180	200	220													
	锚固深度 h_{ef} (mm)	开裂混凝土	C20	160	200	240	280	320	360	400	440	500													
		C30	140	170	210	240	280	310	340	380	430	480													
		$\geq C40$	120	140	170	200	230	260	280	310	350	400													
表内数据能满足有关规范植筋极限抗拔力破坏性检验的规定:	未开裂混凝土	C20	100	120	150	170	200	220	240	270	300	340													
		C30	80	100	120	140	160	180	200	220	250	280													
		$\geq C40$	64	80	100	120	130	150	160	180	200	230													
	受拉承载力设计值(kN)	15.1	23.6	33.9	46.2	60.3	76.4	94.3	114.0	147.3	184.7	241.3													
	HRB400 级钢筋锚固深度及承载力设计值按上表乘以系数 1.2																								
注: 本页是根据武汉大筑建筑科技有限公司提供的资料编制。																									

混凝土裂缝修补胶		技术性能			
		项 目			
产品性能符合《混凝土结构加固设计规范》(GB 50367-2006) A 级胶指标、《室内装饰装修材料胶粘剂中有害物质限量》(GB 18583-2001) 指标		可灌注裂缝宽度 (mm)	0.05 ~ 0.3		
		施工温度 (℃)	0 ~ 60		
		可操作时间 (min/20℃)	> 40		
材质	改性环氧树脂	固化时间 (d/20℃)	2		
		混合后密度 (g/cm³)	1.05		
特点	1、可根据裂缝的宽度，选择不同灌缝胶 2、可操作时间长，固化配比范围较宽 3、粘结强度高，柔韧性好，渗透性好 4、耐老化性，耐水性和耐化学腐蚀性优良	混合后粘度 (MPa, s 20℃)	< 100 ~ 200		
		混合比例	1: 0.3 ~ 0.5		
		安全性能			
		钢—钢拉伸剪切强度	≥ 12 MPa		
使用形态	1、空压机压力灌浆(可对多处裂缝同时灌注灌缝胶) 2、弹簧自动压力灌浆器灌浆	胶体抗拉强度	> 25 MPa		
		胶体抗压强度	> 60 MPa		
		胶体抗弯强度	> 35 MPa		
		胶体弹性模量	> 1500 MPa		
用途	1、混凝土结构裂缝的灌浆修补 2、大理石、花岗石、瓷砖贴面空鼓后的灌注密实修复 3、电子元件、仪表零件的粘合、密封、涂敷及表层保护	有害物质量/限量值			
		甲醛 (g/kg)	0.004 / 标准 ≤ 0.5	苯 (g/kg)	无 / 标准 ≤ 5
		甲苯+二甲苯 (g/kg)	0.02 / 标准 ≤ 200	总挥发性有机物 (g/L)	59 / 标准 ≤ 750
		对小鼠急性经口毒性试验《生活饮用水卫生规范》			
		剂量分组 (mg/kg)	5000	动物数 (只)	20 死亡动物数 (只) 0

注：本页是根据武汉大筑建筑科技有限公司提供的资料编制。

相关技术资料

注射式化学植筋胶——高强丙烯酸甲酯 B+B A4 380ml

认证机构及认证号:

SOCOTEC KX0804; CEBTP Nr: 23102000

BETC-CL1-2006-636、BETC-CL1-2006-637、BETC-HJ-2006-A-87、

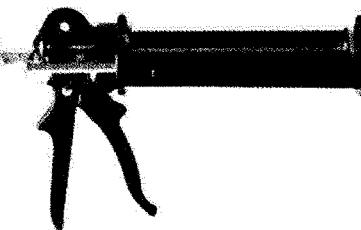
BETC-HJ-2006-A-251、BETC-HJ-2006-D-1、BETC-HJ-2006-A-251 (A)、

BETC-HJ-2006-A-87A: 国家 A 级胶认证

产品示意图:



B+B A4 植筋胶



B+B ET-380 植筋胶注射枪

产品包装: 双组分, 380ml, 混和喷嘴

产品特性

产品	颜色	比例	成分	密度
树脂成分	米色	10	丙烯酸甲酯树酯	1.75g / ml
固化剂	黑色	1	Benzoil peroxyde 催化剂	

注: 本页是根据上海索牛紧固系统工程有限公司提供的资料编制。

适用范围:

适用于开裂和非开裂的钢筋混凝土结构构件, 混凝土强度等级 ≥ C20

适用于 HRB335 级和 HRB400 级钢筋

适用于抗震设防要求 8 度及 8 度以下地区

高耐老化性及耐酸碱性, 耐火时间 3h

适用于各种防腐环境类别的混凝土

可用于结构改造, 加固, 抗震加固等类型

产品特点:

高承载力, 适用于各种荷载

耐高温性能表现好

可用于潮湿环境

适用于小间距、小边距及空间狭小处

粘结受力, 对混凝土无挤压, 适用于各种基材

极小的收缩率, 对孔径不敏感

固化时间短, 方便施工及测试

耐高温, 耐酸碱, 耐腐蚀性能优秀

安装时间与固化时间

	基材温度	安装时间	固化时间
	5°C	20 min	2 ~ 3 hrs
	20°C	6 min	1 hrs
	30°C	3 min	45 min
	35°C	2 min	30 min

安装流程:

采用建议孔径及孔深钻孔

使用刷子及吹气筒彻底清孔

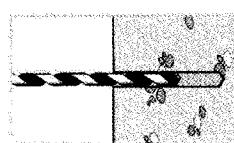
从孔底开始注胶, 达孔深的 2/3 左右

按一个方向缓缓旋入钢筋, 确保到达孔底

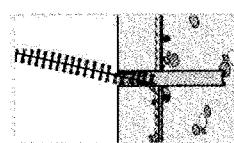
按建议时间等待药剂固化, 期间不要对钢筋敲击及碰撞

在潮湿环境下使用时, 先排除孔内积水, 固化时间加倍

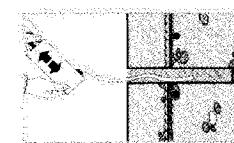
安装流程图



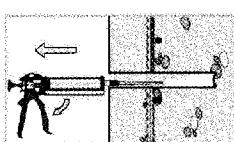
钻孔



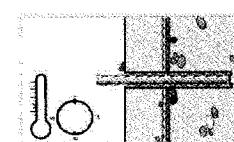
清灰



注胶



安装



固化

HRB335: $f_{stk}=490N/mm^2$, $f_{yk}=335N/mm^2$

钢筋直径 d (mm)	钻孔直径 d_0 (mm)	受拉钢筋屈服时的锚固深度 h_{ef} (mm)				
		C20	C30	C40	C50	C60
10	13	124	93	81	78	73
12	16	145	109	95	92	85
14	18	176	132	115	111	103
16	20	207	155	135	131	121
18	22	239	179	156	151	140
20	25	259	194	169	163	151
22	28	280	210	183	177	164
25	32	316	237	206	200	185
28	35	363	272	237	229	212
32	40	415	311	270	262	242

HRB400: $f_{stk}=570N/mm^2$, $f_{yk}=400N/mm^2$

钢筋直径 d (mm)	钻孔直径 d_0 (mm)	受拉钢筋屈服时的锚固深度 h_{ef} (mm)				
		C20	C30	C40	C50	C60
10	13	149	111	97	94	87
12	16	174	130	113	110	102
14	18	210	158	137	133	123
16	20	247	186	161	156	145
18	22	285	213	186	180	166
20	25	309	232	202	195	181
22	28	334	251	218	211	195
25	32	377	283	246	238	221
28	35	433	325	282	273	253
32	40	495	371	323	312	289

注: 1. 本页是根据上海索牛紧固系统有限公司提供的资料编制。

2. 表中锚固深度适用于非地震区及 6~8 度地震区未开裂混凝土基材, 对于开裂混凝土基材的相应锚固深度应该按照上表埋深增加 1.2~1.5 倍的埋深。

3. 植筋的承载力设计值及边距、间距、构造应符合《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145-2004 的规定和要求。

相关技术资料

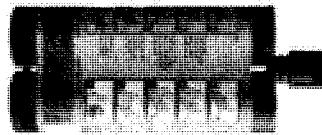
注射式化学植筋胶——高强改性环氧树酯 B+B E6 400ml/630ml

认证机构及认证号:

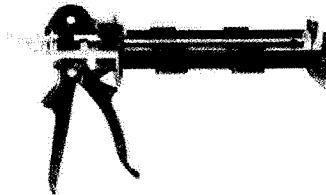
SOCOTEC LX2058; CEBTP 98/B115.6.447-1; EDF CE/00-136-C
BETC-HJ-2006-A-165、BETC-HJ-2006-A-252(A)、BETC-HJ-2006-A-252

国家 A 级胶认证

产品示意图:



B+B E6 植筋胶



B+B ET-400 植筋胶注射枪
B+B ET-630 植筋胶注射枪

产品包装: 双组分, 400ml 或 630ml, 混和喷嘴

产品特性

产品	颜色	比例	成分	密度
树脂成分	白色	1	改性环氧纯树脂	1.5g / ml
固化剂	黑色	1	Amine 固化剂	

注: 本页是根据上海索牛紧固系统工程有限公司提供的资料编制。

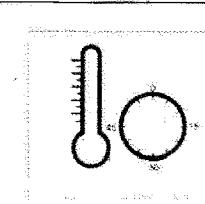
适用范围:

适用于开裂和非开裂的钢筋混凝土结构构件, 混凝土强度等级 ≥ C20
适用于 HRB335 级和 HRB400 级钢筋
适用于抗震设防要求 8 度及 8 度以下地区
高耐老化性及耐酸碱性, 耐火时间 3h
适用于各种防腐环境类别的混凝土
可用于结构改造, 加固, 抗震加固等类型

产品特点:

极高承载力, 适用于重载
适合高常温下的安装
潮湿环境下性能表现优秀, 并可用于水下安装
适用于小间距、小边距及空间狭小处
粘结受力, 对混凝土无挤压, 适用于各种基材
无收缩, 在光滑孔壁条件下表现极好
对孔径不敏感, 增大孔径甚至增强钢筋受力
耐高温、耐酸碱、耐腐蚀性能优秀

安装时间与固化时间



基材温度	安装时间	固化时间
5°C	20 min	2 ~ 3 hrs
20°C	12 min	1 hrs
30°C	6 min	40 min
35°C	4 min	30 min

相关技术资料

安装流程:

采用建议孔径及孔深钻孔

使用刷子及吹气筒彻底清孔

从孔底开始注胶, 达孔深的 2/3 左右

按一个方向缓缓旋入钢筋, 确保到达孔底

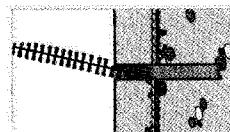
按建议时间等待药剂固化, 期间不要对钢筋敲击及碰撞

在潮湿环境下使用时, 先排除孔内积水, 固化时间加倍

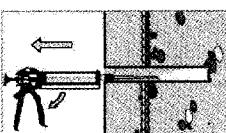
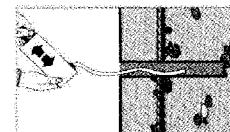
安装流程图:



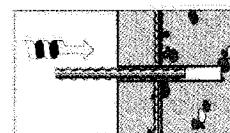
钻孔



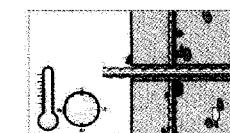
清灰



注胶



安装



固化

HRB335: $f_{stk}=490N/mm^2$, $f_{yk}=335N/mm^2$

钢筋直径 d (mm)	钻孔直径 d_0 (mm)	受拉钢筋屈服时的锚固深度 h_{ef} (mm)				
		C20	C30	C40	C50	C60
10	13	108	81	70	68	63
12	16	125	94	82	79	73
14	18	152	114	99	96	89
16	20	179	134	117	113	104
18	22	205	154	134	130	120
20	25	224	168	146	141	131
22	28	241	181	157	152	141
25	32	272	204	177	172	159
28	35	313	235	204	198	183
32	40	357	268	233	226	209

HRB400: $f_{stk}=570N/mm^2$, $f_{yk}=400N/mm^2$

钢筋直径 d (mm)	钻孔直径 d_0 (mm)	受拉钢筋屈服时的锚固深度 h_{ef} (mm)				
		C20	C30	C40	C50	C60
10	13	128	96	83	81	75
12	16	151	113	98	95	88
14	18	181	136	118	115	106
16	20	213	160	139	135	125
18	22	245	184	160	155	143
20	25	267	200	174	168	156
22	28	288	216	188	182	168
25	32	325	244	212	205	190
28	35	373	280	243	236	218
32	40	427	320	278	269	250

注: 1. 本页是根据上海索牛紧固系统有限公司提供的资料编制。

2. 表中锚固深度适用于非地震区及 6~8 度地震区未开裂混凝土基材, 对于开裂混凝土基材的相应锚固深度应该按照上表埋深增加 1.2~1.5 倍的埋深。

3. 植筋的承载力设计值及边距、间距、构造应符合《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145-2004 的规定和要求。

注射式高效植筋胶—TLS-200 系列、现场配制式植筋胶—TLS-300 系列

适用范围：1. 用于开裂和非开裂混凝土。

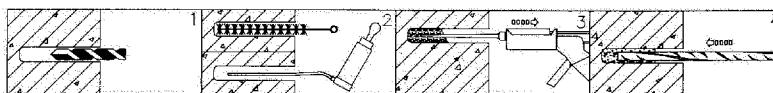
2. 用于非地震区及抗震设防为 6~8 度的地震区。

适用基材：强度 $\geq C20$ 以上的混凝土

TLS-200 系列注射式高效植筋胶为双组分硬塑包装，使用专用手动注射器，通过混合喷嘴将树脂和固化剂充分混合后固化而达到锚固强度。

安装流程：

1. 按规定直径和深度钻孔
2. 用毛刷和吹气筒将孔清洁干净
3. 将胶体自孔底注入孔中的 $1/2 \sim 2/3$ 满处
4. 将钢筋或螺杆缓慢旋入孔中



注：产品包装所提供的安装时间和固化时间，第一次打出的胶不用，以保证混合喷嘴出料为双组分混合物。

TLS-300 系列植筋胶由 TLS-301 普通型植筋胶和 TLS-302 潮湿环境使用型植筋胶组成。

TLS-301 用于无湿渍的较干燥环境的混凝土等实心基材中钻孔锚固钢筋、螺栓等。如框架结构墙体拉结筋的后埋设、结构加固改造、设备固定安装、室内外装饰工程。

TLS-302 采用了国际上先进的新型合成树脂，即使在潮湿表面的环境下其活性基团与基材仍具有极好的粘附性能，因此可用于潮湿环境。

施工流程：

1. 按规定直径和深度钻孔
2. 用毛刷和吹气筒反复将孔清洁干净
3. 将 A、B 组分按比例充分混合
4. 用工具将充分混合的胶体自孔底注入孔中的 $1/2 \sim 2/3$ 满处
5. 将钢筋或螺杆缓慢旋入孔中

TLS-200 及 TLS-300 系列植筋胶配合 HRB335 级钢筋锚固深度

钢筋直径 (mm)	钻孔直径 (mm)	受拉钢筋屈服时锚固深度 h_{ef} (mm)				
		C20	C30	C40	C50	C60
6	10	95	75	70	70	70
8	12	105	95	90	90	90
10	14	135	120	110	110	110
12	16	160	145	140	140	140
14	18	200	175	160	160	160
16	22	230	200	180	180	180
18	25	250	220	200	200	200
20	28	290	260	240	240	240
22	30	320	280	260	260	260
25	32	360	320	300	300	300
28	35	400	360	340	340	340

TLS-200 及 TLS-300 系列植筋胶配合 HRB400 级钢筋锚固深度

钢筋直径 (mm)	钻孔直径 (mm)	受拉钢筋屈服时锚固深度 h_{ef} (mm)				
		C20	C30	C40	C50	C60
6	10	115	90	85	85	85
8	12	125	115	110	110	110
10	14	165	145	135	135	135
12	16	195	175	170	170	170
14	18	240	210	195	195	195
16	22	275	240	220	220	220
18	25	300	270	240	240	240
20	28	350	320	300	300	300
22	30	385	340	320	320	320
25	32	435	390	360	360	360
28	35	480	440	400	400	400

注：1. 本页是根据南京天力信科技实业有限公司提供的技术资料编制。

2. 表中锚固深度为非地震区的非开裂混凝土以及边配 $\phi \geq 12\text{mm}$ 直径或间距 $a \leq 100\text{mm}$ 箍筋的开裂混凝土中受拉钢筋屈服时的锚固深度；对于地震区的单体工程，设计锚固深度须符合《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145-2004 中有关锚固深度的规定。
3. 如采用水钻成孔，锚固深度在表中基础上增加 1 倍钢筋直径。
4. 植筋的边距、间距、构造均应符合《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145-2004 的有关规定和要求。

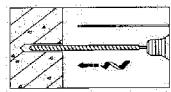
结构改造加固技术

结构改造加固施工：

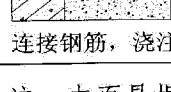
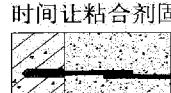
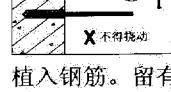
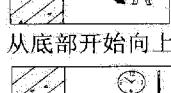
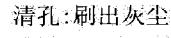
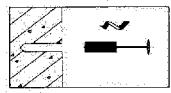
钢筋、螺栓锚固，粘钢加固，碳纤维加固，钢绞线加固，喷射混凝土，裂缝修补，结构静力切割，混凝土液压钳、风镐破碎。

执行标准：《混凝土结构加固设计规范》GB 50367-2006

植筋、植栓工程



钻孔

植入钢筋。留有足够的
时间让粘合剂固化

连接钢筋，浇注混凝土

粘钢加固工程

压力注胶粘钢工艺：

定位放线——基层处理（混凝土、钢板粘贴面层处理）——钢件下料制作——螺栓固定加固钢板、焊接并封缝——结构胶调制——压力注胶——固化养护——竣工验收

直接粘钢工艺：

定位放线——基层处理（混凝土、钢板粘贴面层处理）——钢件下料制作——结构胶调制——钢、混凝土表面涂胶——粘贴、加压——固化养护——竣工验收

碳纤维加固工程

施工准备：

底层处理（混凝土粘贴面层处理、断面修复、裂缝修补、不平整面修补等）——混凝土表面碳纤维粘贴面定位——涂底胶——表面不平整再修补——碳纤维粘贴——固化养护——验收

钢绞线加固

施工准备：

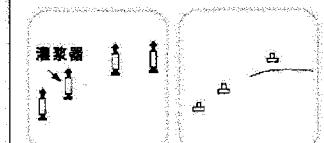
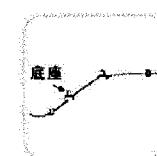
基层处理（混凝土面层处理、断面修复、裂缝修补、不平整面修补等）——不锈钢绞线网的裁切——放出钢绞线网片布置线——不锈钢绞线网锚固、张紧与销固——加固部位冲洗——喷涂底涂层灰浆——聚合物砂浆的压抹——养护——验收

喷射混凝土加固

施工准备：

基层处理（喷射面清理）——放出钢筋网片布置线——拉结筋钻孔锚固——钢筋网片绑扎——做干喷厚度标志点——洒水充分湿润基面——喷射混凝土——清理、刮平——养护——验收

裂缝修补



注：本页是根据北京市人生环境技术有限责任公司技术资料编制。更多施工具体要求详见 www.bjrensheng.com