

GUOJI AJIANZHUBI A0ZHUNSHENJI 14G308

国家建筑标准设计图集

14G308

(替代 04SG308)

混凝土后锚固连接

中国建筑标准设计研究院

国家建筑标准设计图集

14G308

(替代 04SG308)

混凝土后锚固连接

批准部门: 中华人民共和国住房和城乡建设部

组织编制: 中国建筑标准设计研究院

中国计划出版社

住房城乡建设部关于批准《木结构建筑》等 19项国家建筑标准设计的通知

建质函[2014]318号

各省、自治区住房城乡建设厅，直辖市建委（规划委）及有关部门，新疆生产建设兵团建设局，总后基建营房部工程局，国务院有关部门建设司：

经审查，批准由中国建筑标准设计研究院有限公司等21个单位编制的《木结构建筑》等19项标准设计为国家建筑标准设计，自2015年1月1日起实施。原《木结构住宅》（07SJ924）、《混凝土后锚固连接构造》（04SG308）、《框架结构填充小型空心砌块墙体建筑构造》（02J102-2）、《框架结构填充小型空心砌块墙体结构构造》（02SG614）、《井盖及踏步》（97S501-1）（06MS201-6）、《双层井盖》（02S501-2）（06MS201-7）、《蓄电池安装》（95D202-1）、《接地装置安装》（03D501-4）标准设计同时废止。

附件：国家建筑标准设计名称及编号表

中华人民共和国住房和城乡建设部

二〇一四年十二月十八日

“建质函[2014]318号”文批准的19项国家建筑标准设计图集号

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
1	14J924	5	14S501-1	9	14K207	13	14ST201-1	17	14ST201-5
2	14G308	6	14S501-2	10	14R105	14	14ST201-2	18	14ST201-6
3	14G312	7	14SK116-3	11	14D202-1	15	14ST201-3	19	14ST201-7
4	14J102-2 14G614	8	14K116-2	12	14D504	16	14ST201-4		

编审名单

编制组负责人： 张玉梅

编制组成员： 王文栋 沙志国 张玉梅

审查组成员： 白生翔 徐福泉 李龙飞 万墨林 代伟明 沙 安 赵 麟 黎宇杰

项目负责人： 张玉梅

项目技术负责人： 沙志国

国标图热线电话：010-68799100 发 行 电 话：010-68318822

查阅标准图集相关信息请登录国家建筑标准设计网站 <http://www.chinabuilding.com.cn>

混凝土后锚固连接

批准部门 中华人民共和国住房和城乡建设部 批准文号 建质函〔2014〕318号

主编单位 中国建筑标准设计研究院有限公司 统一编号 GJBT-1304

实行日期 二〇一五年一月一日 图 集 号 14G308

主 编 单 位 负 责 人

主 编 单 位 技 术 负 责 人

技 术 审 定 人

设 计 负 责 人

孙 军
刘 永
沙 志 国
王 文 栋

目 录

目录	1
总说明	2
后锚固连接技术	
锚 栓	3
植 筋 混 凝 土 基 材	6
后锚固连接破坏类型	7
后锚固连接设计原则	8
后锚固连接构造要求	11
后锚固连接施工及验收要求	14
后锚固连接在工程中的应用	
锚栓受力状态	17
锚栓选用方法	18

锚栓后锚固连接工程应用示例	19
植筋后锚固连接工程应用示例	25
后锚固连接工程计算示例	
示例一 单个锚栓承受斜拉力	27
示例二 群锚拉、剪复合受力	30
示例三 群锚拉、弯、剪复合受力	33
示例四 群锚弯剪复合受力	37
示例五 群锚承受剪力	40
示例六 群锚承受剪力及扭矩	42
示例七 基础顶部植筋	45
附录：部分厂家锚栓技术资料	47

目 录

图集号

14G308

审 核 张 玉 梅 张 文 栋 校 对 王 文 栋 王 文 栋 设 计 沙 志 国 沙 志 国

页

1

总 说 明

1 编制说明

本图集是根据住房城乡建设部建质函[2013]86号文《住房城乡建设部关于印发2013年国家建筑标准设计编制工作计划的通知》进行编制。

2 适用范围

2.1 本图集适用于被连接件以已有钢筋混凝土、预应力混凝土及素混凝土为基材(以下称为混凝土基材),采用后置锚栓及植筋技术(即后锚固连接技术)进行传递荷载(作用)的设计和构造。不适用于以砌体、轻骨料混凝土及特种混凝土为基材的后锚固连接。

2.2 本图集的锚栓是指满足相关产品标准并经检验认证的锚栓,包括机械锚栓(膨胀型及扩底型锚栓)和化学锚栓(普通化学锚栓及特殊倒锥形化学锚栓);植筋是指以专用的有机或无机胶粘剂将带肋钢筋或全螺纹螺杆种植于混凝土基材中的一种后锚固连接方法。

3 编制依据

《建筑结构荷载规范》	GB 50009-2012
《混凝土结构设计规范》	GB 50010-2010
《建筑抗震设计规范》	GB 50011-2010
《钢结构设计规范》	GB 50017-2003
《混凝土结构后锚固技术规程》	JGJ 145-2013
《混凝土用膨胀型、扩孔型建筑锚栓》	JG/T 160-2004

《混凝土结构工程用锚固胶》

JG/T 340-2011

当依据的标准规范进行修订或有新的标准规范出版实施时,本图集与现行工程建设标准不符的内容、限制或淘汰的技术或产品,视为无效。工程技术人员在参考使用时,应注意加以区分,并应对本图集相关内容进行复核后选用。

实际工程中生产及施工单位应结合实际施工方法采取相应的安全操作和防护措施。

4 图集内容

本图集包括与后锚固相关的材料要求;设计原则和构造要求;后锚固连接的施工与验收;工程应用示例;后锚固连接工程计算示例。

5 相关符号及其他规定

5.1 本图集有关后锚固连接的作用效应设计值的计算应符合《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145-2013的规定,除注明者外,采用以下方法表示:轴向力 N (拉为正值、压为负值),弯矩 M ,扭矩 T ,剪力 V 。其值已计入后锚固重要性系数。示例中所示的图号、表号及公式编号均引自行业标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145-2013。

5.2 本图集尺寸除注明者外均以毫米(mm)计。

5.3 本图集的后锚固连接工程应用示例均为示意图,未达到施工图深度,若实际工程参考该应用示例设计时,应对其细部进行详细计算和构造。

总 说 明

图集号

14G308

审核 张玉梅 张永梅 校对 王文栋 设计 沙志国 沙志国

页

2

后锚固连接技术

1 材料

1.1 锚栓

将被连接件锚固到混凝土基材上的锚固组件称为锚栓。

1.1.1 机械锚栓：机械锚栓是利用锚栓螺杆与锚孔间的摩擦或锁键作用形成锚固，按其工作原理可分为膨胀型锚栓（表

1.1.1-1）和扩底型锚栓（表1.1.1-2）。

（1）膨胀型和扩底型锚栓的材质宜为碳素钢、合金钢、不锈钢或高抗腐蚀不锈钢。应根据后锚固连接使用环境条件的差异及耐久性要求等因素的不同，选用相应的品种。

（2）膨胀型和扩底型锚栓的性能应符合行业标准《混凝土用膨胀型、扩孔型建筑锚栓》JG 160-2004的有关规定。

（3）碳素钢和合金钢锚栓的性能等级应按所用钢材的极限抗拉强度标准值 f_{stk} 及其与屈服强度标准值 f_{yk} 或 $f_{s0.2k}$ 的比值（ f_{yk}/f_{stk} 或 $f_{s0.2k}/f_{stk}$ ）确定，相应的力学性能指标应按表1.1.1-3采用。

表1.1.1-3 碳素钢及合金钢锚栓的力学性能指标

性能等级		3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8
极限抗拉强度标准值	f_{stk} (MPa)	300	400		500		600	800
屈服强度标准值	f_{yk} 或 $f_{s0.2k}$ (MPa)	180	240	320	300	400	480	640
伸长率	δ_5 (%)	≥ 25	≥ 22	≥ 14	≥ 20	≥ 10	≥ 8	≥ 12

注：1 性能等级3.6表示： $f_{stk}=300\text{MPa}$ ， $f_{yk}/f_{stk}=0.6$ 。

2 $f_{s0.2k}$ ——条件屈服强度标准值。

（4）奥氏体不锈钢锚栓的性能等级应按所用钢材的极限抗拉强度标准值 f_{stk} 及屈服强度标准值 f_{yk} 值确定，相应的性能指标应按表1.1.1-4采用。

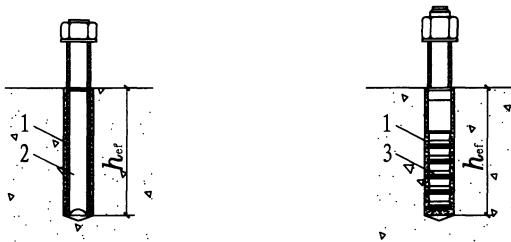
（5）锚栓螺杆的弹性模量可取 $2.0 \times 10^5 \text{MPa}$ 。

表1.1.1-4 不锈钢(奥氏体 A_1 、 A_2 、 A_3)锚栓的力学性能指标

性能等级	螺纹直径 (mm)	极限抗拉强度 标准值 f_{stk} (MPa)	屈服强度标准值 f_{yk} 或 $f_{s0.2k}$ (MPa)	伸长量 δ
50	≤ 39	500	210	$0.6d$
70	≤ 24	700	450	$0.4d$
80	≤ 24	800	600	$0.3d$

注：锚栓伸长量 δ 按国家标准《紧固件机械性能 不锈钢螺栓、螺钉和螺柱》GB 3098.6-2000第6.2.4条方法测定。

1.1.2 化学锚栓：由金属螺栓和锚固胶组成，通过锚固胶形成锚固作用的锚栓，可分为普通化学锚栓和特殊倒锥形化学锚栓（图1.1.2）。



(a) 普通化学锚栓

(b) 特殊倒锥形化学锚栓

图1.1.2 化学锚栓示意

1—锚固胶；2—标准螺纹全牙螺杆；3—倒锥形螺杆

（1）化学锚栓性能应通过螺杆和锚固胶的匹配性试验确定，不得随意更换其组成部分。

（2）化学锚栓的螺杆分为标准螺纹全牙螺杆和特殊倒锥形螺杆。

锚 栓							图集号	14G308
审核	张玉梅	张永梅	校对	王文栋	设计	沙志国	页	3

表1.1.1-1 膨胀型锚栓

名称	定义	分类	施工方法	图 示
膨胀型锚栓	利用膨胀件直接挤压锚孔孔壁并通过摩擦作用将荷载传递至混凝土基材的锚栓	扭矩控制式膨胀型锚栓	以钻具预先钻孔，通过控制螺杆扭矩大小完成膨胀安装	<p>套筒式（壳式）</p> <p>膨胀片式（光杆式）</p>
		位移控制式膨胀型锚栓	以钻具预先钻孔，通过套筒与锥头的相对位移实现膨胀安装	<p>锥下型（内塞）</p> <p>杆下型（穿透式）</p> <p>套下型（外塞）</p> <p>套下型（穿透式）</p>

锚栓

图集号

14G308

审核 张玉梅 张永相 校对 王文栋 设计 沙志国 沙志国

页

4

表1.1.1-2 扩底型锚栓

名称	定义	分类	施工方法	图 示
扩底型锚栓	通过锚孔底部扩孔与锚栓膨胀件之间的锁键而形成锚固作用的锚栓	模扩底普通锚栓	以专用钻具预先切槽扩孔	
		自扩底专用锚栓	以钻具预先钻孔，锚栓自带刀具，安装时自行切槽扩孔，扩孔、安装一次完成	

螺杆材质应根据后锚固连接使用环境条件的差异及耐久性要求等因素的不同,选用相应的品种。其材质性能应符合表1.1.1-3及表1.1.1-4要求。化学锚栓螺杆的弹性模量可取 $2.0 \times 10^5 \text{MPa}$ 。

(3) 化学锚栓的锚固胶应根据使用对象和现场条件选用管装式或机械注入式。机械注入式锚固胶应符合行业标准《混凝土结构工程用锚固胶》JG/T 340-2011的有关规定。普通化学锚栓的锚固胶应为改性环氧树脂类或改性乙烯基酯类材料。特殊倒锥型化学锚栓的锚固胶应为改性乙烯基酯类材料。

1.2 植筋 (图1.2)

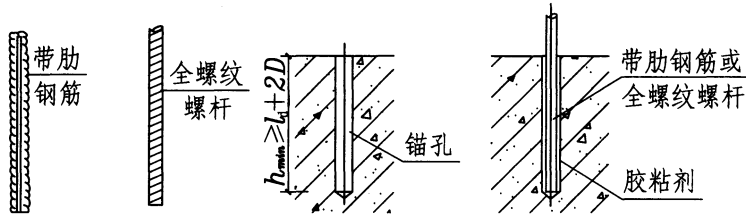


图1.2 植筋

1.2.1 植筋的钢筋宜采用性能符合国家标准《钢筋混凝土用钢第2部分: 热轧带肋钢筋》GB 1499.2-2007规定的HRB400级钢筋,其强度指标按表1.2.1采用。

表1.2.1 植筋钢筋的强度指标

植筋类别	极限强度标准值 f_{stk} (MPa)	屈服强度标准值 f_{yk} (MPa)
HRB400 带肋钢筋	540	400

1.2.2 植筋的螺杆应采用全螺纹螺杆,不得采用锚入混凝土基材部位无螺纹的螺杆。螺杆的钢材性能等级应为Q345,其质量

应符合现行国家标准《低合金高强度结构钢》GB/T 1591-2008的规定。其钢材性能指标按表1.2.2采用。

表1.2.2 植筋螺杆的性能指标

螺杆类别	直径 ϕ (mm)	抗拉强度标准值 f_{stk} (MPa)	屈服强度标准值 f_{stk} (MPa)
Q345	≤ 16	470	345
	16 ~ 35	470	325
	35 ~ 50	470	295

注:螺杆除采用Q345外,也可采用碳素钢、合金钢及不锈钢等材料制成,其力学性能指标应符合表1.1.1-3及表1.1.1-4的规定。

1.2.3 植筋钢筋的弹性模量可取 $2.0 \times 10^5 \text{MPa}$;植筋螺杆的弹性模量对Q345、碳素钢、合金钢及不锈钢螺杆可取 $2.0 \times 10^5 \text{MPa}$ 。

1.2.4 用于植筋的胶粘剂按材料性质可分为有机类和无机类,胶粘剂性能应符合现行行业标准《混凝土结构工程用锚固胶》JG/T 340-2011的相关规定。安全等级为一级的植筋应采用A级胶,安全等级为二级的植筋可采用B级胶或无机类胶。

1.2.5 用于植筋的有机胶粘剂应采用改性环氧树脂类或改性乙烯基酯类材料,其固化剂不应使用乙二胺。

1.3 混凝土基材

1.3.1 混凝土基材应坚实可靠且具有较大体量,能承担对被连接件的锚固和传递的荷载(作用)。

1.3.2 风化混凝土、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。

1.3.3 混凝土基材的强度等级不应低于C20且不得高于C60;安全等级为一级的后锚固连接,混凝土基材的强度等级不应低于

植筋 混凝土基材					图集号	14G308
审核	张玉梅	张永相	校对	王文栋	设计	沙志国
					页	6

C30。

1.3.4 锚栓的锚固基材可分为钢筋混凝土、预应力混凝土或素混凝土构件。植筋的锚固基材应为钢筋混凝土或预应力混凝土构件。作为植筋基材的钢筋混凝土构件纵向受力钢筋配筋率不应低于现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010规定的最小配筋率。

1.3.5 对既有混凝土结构基材混凝土立方体抗压强度标准值宜采用检测结果推定的标准值，当原设计及验收文件有效且结构无严重的性能退化时，可采用原设计标准值。

2 后锚固连接破坏类型

2.1 荷载作用下锚栓连接的破坏类型（表2.1）。

表2.1 机械锚栓连接的破坏类型

破坏类型	破坏形态	破坏性质
锚栓 钢材 破坏	1. 锚栓钢材受拉破坏 2. 锚栓钢材受剪破坏 3. 锚栓拉剪复合受力破坏	此类型破坏属延性破坏。可采用设计计算方法确定其承载力
混凝土 基材 破坏	1. 混凝土锥体受拉破坏 2. 混凝土边缘受剪破坏 3. 混凝土剪撬破坏 4. 混凝土劈裂破坏	此类型破坏属脆性破坏。可采用设计计算方法确定其承载力。劈裂破坏尚可采取构造措施以避免此类型破坏发生
锚栓拔出和穿出破坏	1. 锚栓整体从锚孔中被拔出 2. 锚栓膨胀锥从套筒中被拉出而膨胀套仍留在锚孔中的穿出破坏	此类型破坏属脆性破坏。可由锚栓制造商改进锚栓产品质量及控制后锚固施工质量以避免此类型破坏发生。在设计中不允许此类型破坏发生。

机械锚栓连接的破坏类型见表2.1。普通化学锚栓除表2.1中的三类破坏类型外，尚有当化学锚栓受拉时形成以基材表面混凝土锥体及深部粘结拔出的组合破坏形式，此种破坏形式与表2.2中的混凝土基材破坏类型第一种破坏形态相同。

2.2 荷载作用下植筋连接的破坏类型（表2.2）。

表2.2 植筋连接的破坏类型

破坏类型	破坏形态	破坏性质
钢材破坏	1. 钢材受拉破坏 2. 钢材受剪破坏 3. 钢材拉剪复合受力破坏	此类型破坏属延性破坏。可采用设计计算方法确定其承载力。但规程《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145-2013规定植筋钢材宜仅承受轴向力；当承受剪力时，应按锚栓计算后锚固承载力
胶粘剂破坏	1. 钢材沿胶筋界面拔出破坏 2. 钢材沿胶与混凝土界面拔出破坏	此类型破坏属脆性破坏。可采用设计计算和加强施工质量管理等方法避免此类破坏发生
混凝土基材破坏	1. 钢材受拉时形成以基材上部混凝土锥体及深部粘结拔出的混合型破坏 2. 基材边缘劈裂破坏 3. 钢材受剪时形成以机械锚栓类似的楔形体受剪破坏	此类型破坏属脆性破坏。可采用设计、构造规定等方法避免此类破坏发生

后锚固连接破坏类型						图集号	14G308			
审核	张玉梅	张永梅	校对	王文栋	王少华	设计	沙志国	沙志国	页	7

3 后锚固连接设计原则

- 3.1 后锚固连接设计采用以概率理论为基础的极限状态设计方法,采用以锚固承载力分项系数的表达式进行设计。
- 3.2 后锚固连接设计所采用的设计使用年限应与整个被连接结构的设计使用年限一致,并不宜小于30年。对化学锚栓和植筋应定期检查其工作状态,检查的时间间隔可由设计单位确定,但第一次检查时间不应迟于10年。
- 3.3 根据后锚固连接破坏后果的严重程度,后锚固连接划分为两个安全等级。后锚固连接设计应按表3.3的规定采用相应的安全等级,且不应低于被连接结构构件的安全等级。

表3.3 后锚固连接安全等级

安全等级	破坏后果	锚固类型
一级	很严重	重要的锚固
二级	严重	一般的锚固

注:重要的锚固是指后接大梁、悬臂梁、桁架、网架以及大偏心受压柱等结构构件及生命线工程中非结构构件的后锚固连接;一般的锚固是指荷载较轻的中小型梁板结构以及非生命线工程中非结构构件的后锚固连接。特别重要的结构应避免采用锚栓后锚固连接,一般结构尚应限制其锚固承载力设计值的最大值。

- 3.4 后锚固连接承载力应采用下列设计表达式进行验算:
- 无地震作用组合 $\gamma_0 S \leq R_d$ (3.4-1)
- 有地震作用组合 $\gamma_0 S \leq k R_d / \gamma_{RE}$ (3.4-2)
- $R_d = R_k / \gamma_R$ (3.4-3)

式中 γ_0 ——后锚固连接重要性系数,对一级、二级的锚固安全等级,应分别取1.2、1.1,且不应小于被连接结构的重要性系数;对地震设计状况应取1.0;

S ——承载能力极限状态下,锚固连接作用组合的效应

设计值;对持久设计状况和短暂设计状况应按作用的基本组合计算;对地震设计状况应按作用的地震组合计算;

- R_d ——后锚固承载力设计值;
- R_k ——后锚固承载力标准值;
- k ——地震作用下后锚固承载力降低系数,按第3.6条的规定采用;
- γ_{RE} ——后锚固承载力抗震调整系数,取1.0;
- γ_R ——后锚固承载力分项系数,按表3.5采用。

- 3.5 混凝土结构后锚固连接承载力分项系数 γ_R ,应根据锚固连接破坏形态及被连接结构构件类型的不同,按表3.5采用。

表3.5 后锚固承载力分项系数 γ_R

项次	符号	被连接结构构件 类型	结构构件	非结构构件
		后锚固破坏类型		
1	$\gamma_{Rc, N}$	混凝土锥体受拉破坏	3.0	1.8
2	$\gamma_{Rc, V}$	混凝土边缘受剪破坏	2.5	1.5
3	γ_{Rsp}	混凝土劈裂破坏	3.0	1.8
4	γ_{Rcp}	混凝土剪撬破坏	2.5	1.5
5	γ_{Rp}	混合破坏	3.0	1.8
6	$\gamma_{Rs, N}$	锚栓钢材受拉破坏	1.3	1.2
7	$\gamma_{Rs, V}$	锚栓钢材受剪破坏	1.3	1.2

- 3.6 抗震设计时,地震作用下后锚固承载力降低系数 k 应由锚栓生产厂家通过系统试验认证后提供,无认证报告时可按表3.6采用。

后锚固连接设计原则				图集号	14G308
审核	张玉梅	张永相	校对	王文栋	设计
				沙志国	沙志国
				页	8

表3.6 地震作用下后锚固承载力降低系数 k

破坏形态及锚栓类型			受力性质	受拉	受剪
锚栓或植筋钢材破坏				1.0	1.0
混凝土破坏	机械锚栓	扩底型锚栓		0.8	0.7
		膨胀型锚栓		0.7	0.6
	化学锚栓	特殊倒锥形化学锚栓		0.8	0.7
		普通化学锚栓		0.7	0.6
混合破坏	普通化学锚栓			0.7	—

3.7 后锚固连接设计应考虑其受力性质、有无抗震设防要求、被连接结构构件类型、基材性状、锚栓性能的差异等因素，合理选用锚栓及化学植筋类型。

3.8 锚栓用于结构构件连接时的适用范围应符合表3.8-1的规定。用于非结构构件连接时的适用范围应符合表3.8-2的规定。

3.9 根据被连接结构构件类型、后锚固连接受力性质及锚栓类型的不同，应对后锚固连接的破坏型态加以控制。对受拉、边缘受剪、拉剪复合受力的结构构件及生命线工程中非结构构件的后锚固连接，应控制为锚栓或植筋钢材破坏，不应控制为混凝土基材破坏。对膨胀型及扩底型锚栓的后锚固连接，不应发生整体拔出和锚杆穿出破坏。对满足锚固深度要求的化学植筋，不应产生混凝土基材破坏及拔出破坏（包括沿胶筋界面破坏和胶混界面破坏）。

3.10 当后锚固连接控制为锚栓或植筋钢材受拉延性破坏时，应符合《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145-2013第8.2.2条的规定。

表3.8-1 锚栓用于结构构件连接时的适用范围

锚栓类型			锚栓受力状态 和设防烈度		受拉、边缘受剪和 拉剪复合受力			受压、中心受剪 和压剪复合受力	
			非抗震	6、7度	8度		≤8度		
					0.2g	0.3g			
机械 锚栓	膨胀型	扭矩控制式锚栓	适用	不适用			适用		
	锚栓	位移控制式锚栓	不适用						
	扩底型锚栓		适用			不适用	适用		
化学 锚栓	特殊倒锥形化学锚栓		适用			不适用	适用		
	普通化学锚栓		不适用				适用		

表3.8-2 锚栓用于非结构构件连接时的适用范围

锚栓类型 \ 锚栓受力状态				受拉、边缘受剪和拉剪复合受力 (抗震设防烈度 ≤ 8度)		受压、中心受剪和压剪复合受力 (抗震设防烈度 ≤ 8度)	
				生命线工程	非生命线工程	生命线工程	非生命线工程
机械锚栓	膨胀型锚栓	扭矩控制式锚栓	适用于开裂混凝土	适用			
			适用于不开裂混凝土	不适用	适用		
		位移控制式锚栓		不适用		适用	
	扩底型锚栓		适用				
化学锚栓	特殊倒锥形化学锚栓		适用				
	普通化学锚栓	适用于开裂混凝土	适用				
		适用于不开裂混凝土	不适用	适用			

注：1. 表中受压是指锚板受压，锚栓本身不承受压力；
2. 适用于开裂混凝土的锚栓是指满足开裂混凝土及裂缝反复开合下锚固性能要求的锚栓。

3.11 当后锚固连接控制为连接构件延性破坏时,应符合《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145-2013第8.2.3条的规定。

3.12 后锚固连接设计时,锚栓锚固区的混凝土基材一般均按具有裂缝情况(即开裂混凝土)考虑。仅当满足《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145-2013 第5.1.3条的要求时方可按不开裂混凝土基材考虑,但抗震设计的后锚固连接应按开裂混凝土考虑。对素混凝土及配筋率小于最小配筋率的混凝土构件,其后锚固连接应按锚栓进行设计,且基材混凝土应按《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145-2013计算判定为不开裂混凝土。

3.13 当后锚固连接受到约束、变形、温度等间接作用产生的作用效应可能危及后锚固连接的安全和正常使用时,宜进行间接作用效应分析,并应采取可靠的构造措施和施工措施;承受疲劳荷载或冲击荷载的后锚固连接设计应进行试验验证。

3.14 处在室外环境条件的被连接钢构件,其锚板的锚固方式应使锚栓不出现过大交变温度应力,在使用条件下,锚栓的温度应力变幅不应大于100MPa。

3.15 锚栓应采取和使用环境类别相适应的防腐措施。碳素钢、合金钢机械锚栓表面应进行镀锌防腐处理,电镀锌层平均厚度不应小于5 μ m,热浸镀锌平均厚度不应小于45 μ m(热浸镀锌螺栓使用寿命、耐腐蚀性能较好)。在室外环境、常年潮湿的室内环境、海边、高酸或高碱度的大气环境中,应使用不锈钢材质的锚栓,含氯离子的环境中应使用高抗腐不锈钢。不同环境条件下适用的锚栓材质类别可按表3.15使用。

3.16 采用化学锚栓或植筋的混凝土结构构件,其锚固区基材的长期使用温度不应高于50℃;处于特殊环境的混凝土结构构件

表3.15 不同环境条件下适用的锚栓材质类别

环境条件	适用的锚栓材质类别
正常室内环境	碳素钢、合金钢或不锈钢
无明显的氯离子或硫化物腐蚀影响,且易修复	S30408、S30488、S32168、S32169、S30153等不锈钢
有氯离子或硫化物腐蚀影响,且不易修复或修复代价较大	S31608、S31603、S31668、S31723、S23043等不锈钢
暴露在氯离子或硫化物腐蚀环境	S34553、S31252等不锈钢

注:锚栓材质的强度应经检验认证,并符合设计要求。

采用化学锚栓或植筋时,除应按国家现行有关标准的规定,采取相应的防护措施外,尚应采用耐环境因素作用的锚固胶并按专门的工艺要求施工。

3.17 承重构件的植筋锚固应在计算和构造上防止混凝土基材破坏及拔出破坏。

3.18 后锚固连接的防火等级不应低于被连接结构的防火等级,后锚固连接的防火设计应有可靠措施并应符合国家现行有关标准的规定。

3.19 外露的后锚固连接应有可靠的防腐措施。锚栓防腐的标准应高于被连接构件的防腐要求。

3.20 后锚固连接的锚栓内力计算及承载能力极限状态计算应符合《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145-2013的规定。

3.21 植筋仅承受轴向力,应按照充分利用钢材强度设计值的计算模式根据现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010进行设计。

后锚固连接设计原则						图集号	14G308	
审核	张玉梅	张永梅	校对	王文栋	设计	沙志国	页	10

3.22 植筋的锚固深度应经设计计算确定，其计算应符合《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145-2013的规定。

3.23 未经技术鉴定或设计许可，不得改变后锚固连接的用途和使用环境。

4 后锚固连接构造要求

4.1 锚栓

4.1.1 混凝土基材的厚度 h 应满足下列规定：

对膨胀型锚栓和扩底型锚栓， $h \geq 2h_{ef}$ 且 $h > 100\text{mm}$ ； h_{ef} 为锚栓的有效锚固深度。

对化学锚栓， $h \geq h_{ef} + 2d_0$ 且 $h > 100\text{mm}$ 。 d_0 为锚孔直径。

4.1.2 群锚锚栓最小间距 s 和最小边距 c ，应根据锚栓产品的认证报告确定；当无认证报告时，应符合表4.1.2的规定。锚栓最小边距 c 尚不应小于最大骨料粒径的2倍。

表4.1.2 锚栓最小间距 s 和最小边距 c

锚栓类型	最小间距 s	最小边距 c
位移控制式膨胀型锚栓	$6d_{nom}$	$10d_{nom}$
扭矩控制式膨胀型锚栓	$6d_{nom}$	$8d_{nom}$
扩底型锚栓	$6d_{nom}$	$6d_{nom}$
化学锚栓	$6d_{nom}$	$6d_{nom}$

注： d_{nom} 为锚栓外径。

4.1.3 锚栓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(图4.1.3)。

4.1.4 承重结构用的锚栓，其公称直径不应小于12mm，锚固深度 h_{ef} 不应小于60mm。

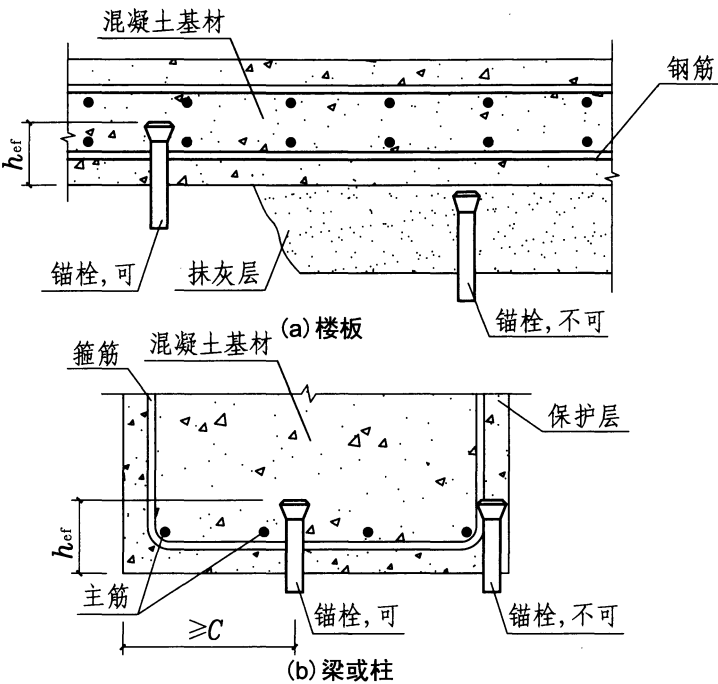


图4.1.3 锚栓布置要求

4.1.5 锚板孔径 d_f 应满足表4.1.5的要求。

表4.1.5 锚板孔径及最大间隙允许值

锚栓直径 d 或 d_{nom} (mm)	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30
锚板孔径 d_f (mm)	7	9	12	14	16	18	20	22	24	26	30	33
最大间隙 $[\Delta]$ (mm)	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3

4.1.6 承受扭矩的群锚，应采用胶粘剂将锚板上的锚栓孔间隙

后锚固连接构造要求								图集号	14G308
审核	张玉梅	张永梅	校对	王文栋	王文栋	设计	沙志国	沙志国	页 11

填充密实。

4.1.7 化学锚栓的最小锚固深度应满足表4.1.7-1的要求。钻孔应符合下列规定：

(1) 锚栓规格对应的钻孔孔径应符合设计和产品说明书的规定；当无具体要求时应满足表4.1.7-2的要求。

(2) 钻孔深度允许偏差+10、0mm，锚孔垂直度、位置、直径允许偏差应满足本图集表5.7-1及表5.7-2的要求。

表4.1.7-1 化学锚栓最小锚固深度

化学锚栓直径 d (mm)	≤ 10	12	16	20	≥ 24
最小锚固深度 (mm)	60	70	80	90	$4d$

表4.1.7-2 化学锚栓规格和钻孔孔径

锚栓规格	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30	M33	M36	M39
钻孔孔径 (mm)	10	12	14	18	24	28	32	35	37	42	45

4.1.8 钢锚板厚板应按现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017-2003进行设计，且不宜小于锚栓直径的0.6倍；受拉和受弯锚板的厚度尚宜大于锚栓间距的1/8；外围锚栓孔至锚板边缘的距离不应小于2倍锚栓孔直径。

4.1.9 当被连接件通过钢锚板将荷载传递至受拉锚栓时，钢锚板平面外应有足够的抗弯刚度，使其受力后的弯曲变形可在设计中忽略不计，其最小厚度不宜小于8mm。

4.1.10 抗震设计的锚栓除应符合以上构造要求外，尚应符合以下要求：

(1) 锚栓宜布置在基材混凝土构件的受压区或不开裂区。

(2) 后锚固连接不应位于地震作用下基材混凝土构件的塑性铰区，当不能避免时应采取有效措施。

(3) 锚栓螺杆的极限抗拉强度实测值与屈服强度实测值的比值不应小于1.25；屈服强度实测值与屈服强度标准值的比值不应大于1.3，且在最大拉力下的总伸长率实测值不应小于9%。

4.1.11 群锚应使用同种类型、同种规格的锚栓。群锚中锚栓的布置宜符合下列规定：

(1) 锚栓中心距混凝土基材边缘距离 c 不小于 $10h_{ef}$ 且不小于 $60d$ 时，群锚或群锚受拉时可采用图4.1.11-1所示的布置方式；

(2) 锚栓中心距混凝土基材边缘距离 c 小于 $10h_{ef}$ 或小于 $60d$ 时，群锚受剪时可采用图4.1.11-2所示的布置方式。

其中， h_{ef} 为锚栓有效锚固深度， d 为锚栓螺杆直径。

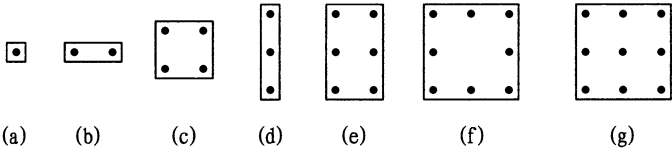


图4.1.11-1 无边距效应或群锚受拉时锚栓布置方式

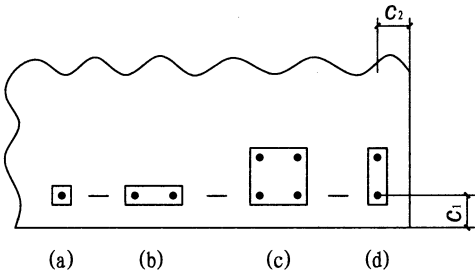


图4.1.11-2 有边距效应且群锚受剪时锚栓布置方式

4.1.12 抗震锚固连接锚栓的最小有效锚固相对深度宜满足表

后锚固连接构造要求						图集号	14G308
审核	张玉梅	花双柏	校对	王文栋	2014	设计	沙志国 沙志国
						页	12

(1) 承重构件的后锚固连接宜采用植筋。

(2) 植筋锚固不应位于地震作用下基材混凝土的塑性铰区，宜布置在基材的受压区或不开裂区。

(3) 植筋钢筋的极限抗拉强度实测值与屈服强度实测值的比值不应小于1.25；屈服强度实测值与屈服强度标准值的比值不应大于1.3且在最大拉力下的总伸长率实测值不小于9%。

5 后锚固连接施工及验收要求

5.1 后锚固连接施工时，首先应检查锚栓和钢筋、锚固胶的类别、规格是否符合设计及有关标准的要求。

5.2 安装锚栓或植筋时，基材混凝土的锚固区应符合下列要求：

5.2.1 基材上的抹灰层、装饰层、附着物、油污应清除干净。

5.2.2 基材表面应坚实、平整，不应有蜂窝、麻面等局部缺陷。

5.2.3 基材厚度符合设计要求。

5.3 锚栓或植筋施工前，宜检测基材内原钢筋的位置，钻孔不得损伤原受力钢筋。当设计孔位与原受力钢筋相碰时，应通知设计单位采取处理措施。

5.4 钢锚板制作时，应根据实际锚栓位置钻孔，锚板孔径应符合本图集表4.1.5的要求，当实际最大间隙大于表4.1.5中允许值且不大于最大间隙的2倍时，应采用胶粘剂将空隙处填充密实；当大于2倍时，应补焊后重新钻孔。

5.5 膨胀型和扩底型锚栓的施工工序应符合下列规定：

5.5.1 基材表面清理，原结构或构件修整，放样定位；

5.5.2 锚栓钻孔、清孔和安装；

5.5.3 锚固质量检验。

5.6 膨胀型和扩底型锚栓安装方法及工具应符合该产品安装说明书的要求。通常根据设计选型及连接构造的不同，分别采用预插式安装、贯穿式安装或离开基材表面的安装方法，见图5.6。

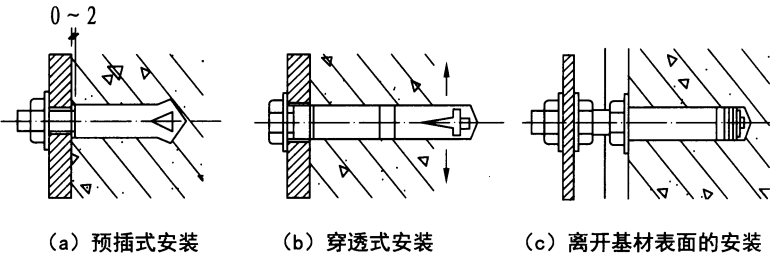


图5.6 锚栓的安装方法示意

5.7 膨胀型和扩底型锚栓钻孔质量及直径允许偏差应满足表5.7-1及表5.7-2的要求。

表5.7-1 锚栓钻孔质量要求

序号	检查项目	允许偏差
1	锚孔深度(mm)	+5 0
2	锚孔垂直度	± 2%
3	锚孔位置(mm)	± 5

5.8 膨胀型和扩底型锚栓应按照设计和产品说明书的规定进行安装，并应符合下列规定：

5.8.1 扭矩控制式膨胀型锚栓应采用扭矩扳手施加扭矩。

5.8.2 贯穿式安装的膨胀型和扩底型锚栓，在安装前应先将

后锚固连接施工及验收要求

图集号

14G308

审核 张玉梅

张红梅

校对 王文栋

王文栋

设计 沙志国

沙志国

页

14

表5.7-2 锚栓钻孔直径允许偏差(mm)

钻孔直径	允许偏差	钻孔直径	允许偏差
≤14	+0.3 0	30~32	+0.6 0
16~22	+0.4 0	34~37	+0.7 0
24~28	+0.5 0	≥40	+0.8 0

锚板定位且对准锚栓孔后再进行锚栓的安装;

5.8.3 膨胀型锚栓的锚固深度、控制扭矩和控制位移允许偏差应符合设计和产品说明书的规定,当无具体要求时,应满足表5.8.3的要求。

表5.8.3 膨胀型锚栓施工质量要求

	控制扭矩 允许偏差	锚固深度 允许偏差 (mm)	控制位移 允许偏差 (mm)
扭矩控制式膨胀型锚栓	±10%	+5 0	-
位移控制式膨胀型锚栓	-	+5 0	+2 0

(4) 扩底型锚栓(包括模扩底和自扩底型)的成孔和安装应采用专用工具。锚孔质量、直径允许偏差应满足表5.7-1、表5.7-2的要求。其锚固深度允许偏差应符合设计和产品说明书的规定,当无具体要求时,应满足表5.8.3的要求。

5.9 化学锚栓应按照设计和产品说明书规定的工序进行施工。在产品说明书规定的安装方向下安装时,锚栓和钻孔之间的空

隙应由锚固胶填充密实;当安装方向向上时,应采取措施避免锚栓安装后产生锚固胶流失。锚固胶在固化时间内不应受到扰动且螺杆不应产生明显位移。

5.10 化学锚栓安装时基材等效养护龄期应超过 $600^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$;基材表面温度和钻孔内表层含水率应符合设计和锚固胶使用说明书要求,当无明确要求时,基材表面温度不应低于 15°C ;化学锚栓的施工严禁在大风、雨雪天气露天进行。

5.11 化学锚栓锚固胶应符合下列规定:

5.11.1 锚固胶应采用锚栓配套产品,锚固胶的质量应满足行业标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145-2013的有关规定。

5.11.2 采用现场调制的锚固胶时,应在清洁的室内进行,并按产品说明书规定的配合比和工艺要求进行操作,且应有专人负责。

5.11.3 调胶时应根据现场温度和化学锚栓数量确定每次拌合量;在锚固胶调制和使用过程中,应防止灰尘、油、水等杂质混入,并按规定的操作时间完成化学锚栓的安装。

5.12 化学锚栓的清孔、注胶和安装施工应符合《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145-2013第9.4节化学锚栓施工的规定。化学锚栓钻孔深度的允许偏差应为 $^{+10}_0$ 。

5.13 植筋钢筋在使用前应清除表面的浮锈和污渍。

5.14 植筋施工时,基材表面温度和孔内表层含水率应符合设计和胶粘剂使用说明书要求,无明确要求时,基材表面温度不应低于 15°C ;植筋施工严禁在大风、雨雪天气露天进行。

后锚固连接施工及验收要求

图集号

14G308

审核

张玉梅

张永刚

校对

王文栋

设计

沙志国

沙志国

页

15

5.15 植筋钻孔应符合下列规定:

5.15.1 植筋钻孔前,应认真进行孔位的放样和定位,且应避开基材内的原有钢筋,经核对无误后方可进行钻孔作业;

5.15.2 植筋钻孔孔径允许偏差应满足表5.16-1的要求;钻孔深度、垂直度和位置允许偏差应满足表5.16-2的要求。

表5.15.2-1 植筋钻孔孔径允许偏差 (mm)

钻孔直径	允许偏差	钻孔直径	允许偏差
<14	+1.0 0	22~32	+2.0 0
14~20	+1.5 0	34~40	+2.5 0

表5.15.2-2 植筋钻孔深度、垂直度和位置允许偏差

序号	植筋部位	允许偏差		
		钻孔深度 (mm)	垂直度 (%)	钻孔位置 (mm)
1	基础	+20 0	±5	±10
2	上部构件	+10 0	±3	±5
3	连接节点	+5 0	±1	±3

注:植筋钢筋的锚固深度允许偏差与表中钻孔深度允许偏差相同。

5.16 植筋钻孔的清孔、胶粘剂配制和植筋施工应符合《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145-2013第9.4.4条~第9.4.7条

的规定。

5.17 植筋钢筋宜采用机械连接接头,也可采用焊接连接,连接接头的性能应符合国家现行相关标准的规定。采用焊接接头时,应符合下列规定:

5.17.1 焊接宜在注胶前进行,确需注胶后焊接时,应进行同条件焊接后现场破坏性检验;

5.17.2 焊接施工时,应断续施焊,施焊部位距离注胶孔顶面的距离不应小于 $20d$ (d 为植筋钢筋的公称直径),且不应小于200mm,同时应用水浸渍多层湿巾包裹植筋外露部分,钢筋根部的温度不应超过胶粘剂产品说明书规定的最高短期温度;

5.17.3 焊接时,不应将焊接的接地线连接到植筋的根部。

5.18 后锚固工程验收应提供下列文件:

5.18.1 设计文件;

5.18.2 胶粘剂和锚栓的产品质量证明书或出厂合格证、产品说明书及检测报告或认证报告,产品的进场见证复验报告;

5.18.3 锚固安装工程施工记录;

5.18.4 后锚固工程质量检查记录表,可按《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ145-2013附录D采用;

5.18.5 锚固承载力现场检验报告;

5.18.6 后锚固分项工程质量验收记录;

5.18.7 工程重大问题处理记录;

5.18.8 其他有关文件记录。

5.19 后锚固工程施工质量不合格时,应由施工单位制定补救措施,经设计单位确认后实施,并应重新检查、验收。

后锚固连接施工及验收要求

图集号

14G308

审核 张玉梅 张永梅 校对 王文栋 设计 沙志国 沙志国

页

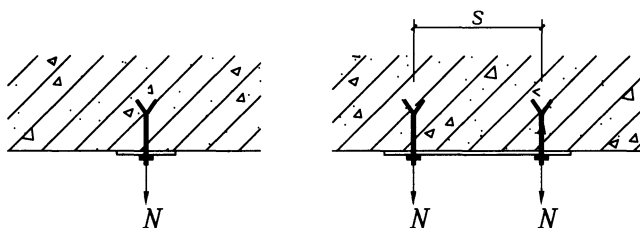
16

后锚固连接在工程中的应用

1 锚栓受力状态类型

根据锚栓在后锚固连接工程中的受力状态，可分为仅承受拉力、仅承受剪力、复合承受拉力及剪力三种受力状态。由于在计算中不考虑锚栓承受压力，因此当锚栓复合承受压力及剪力时，在计算中只验算受剪承载力。

仅承受拉力的锚栓如图1-1、图1-2所示；仅承受剪力的锚栓如图1-3所示；复合承受拉力及剪力的锚栓如图1-4～图1-6所示。



(a) 单个锚栓承受拉力

(b) 多个锚栓承受拉力

图1-1 仅承受拉力的悬挂重物锚栓

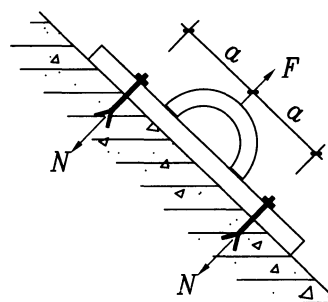


图1-2 锚固装置中仅承受拉力的锚栓

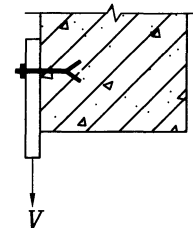


图1-3 无杠杆臂的纯剪锚栓

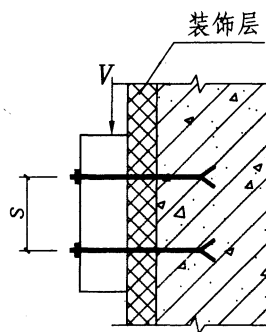


图1-4 有杠杆臂的拉、剪复合受力锚栓
(如悬挂在外墙上的广告牌)

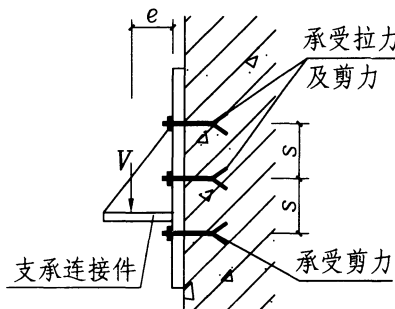


图1-5 复合承受拉力及剪力的锚栓
(最下锚栓受剪其余锚栓承受拉力及剪力)

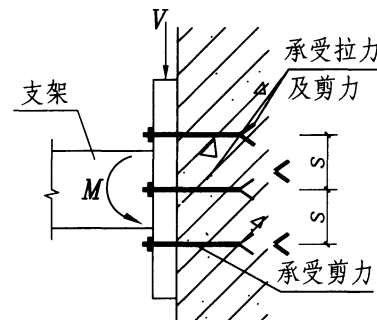


图1-6 复合承受拉力及剪力的锚栓

注：仅承受拉力的锚栓后锚固连接，为避免发生拔出和穿出破坏，连接锚栓承受的拉力数值不宜过大，且承载力应留有一定富裕。

锚栓受力状态

图集号

14G308

审核 张玉梅 设计 王文栋 沙志国

页

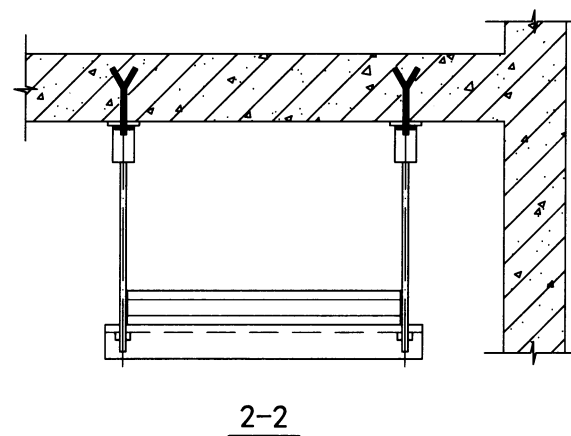
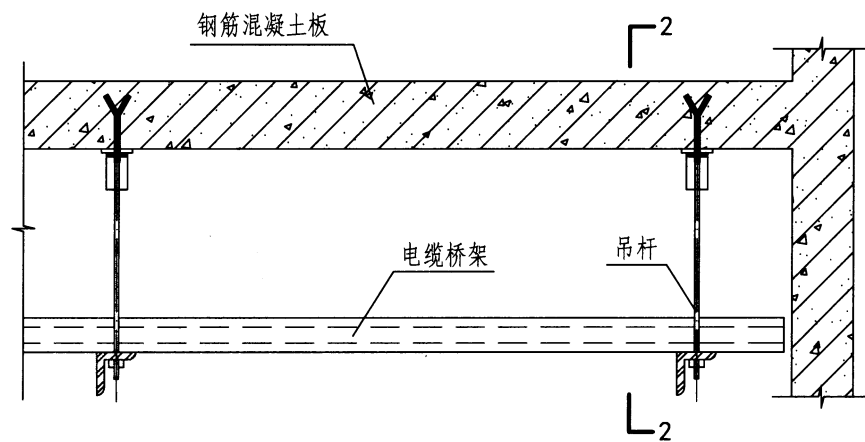
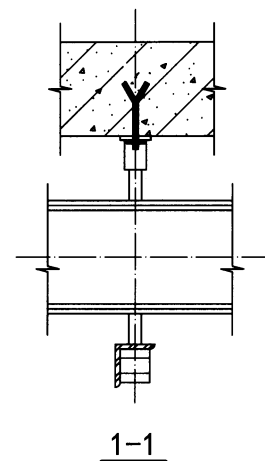
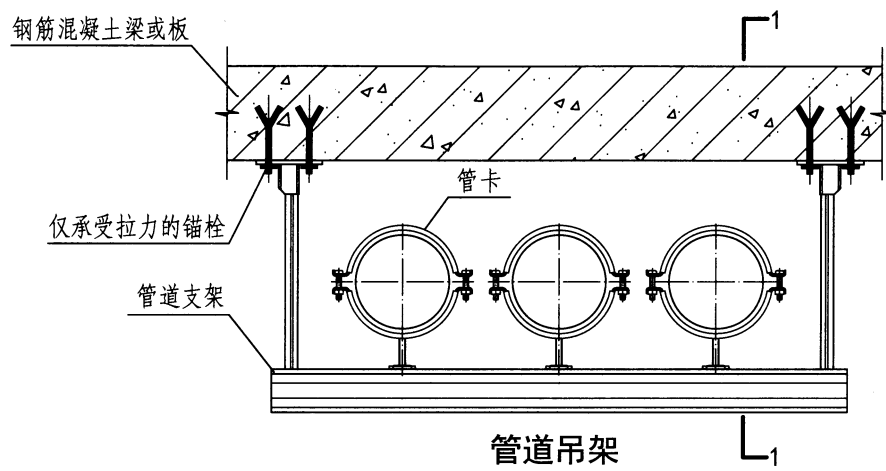
17

2 机械锚栓和化学锚栓选用方法（见表2-1）

表2-1 机械锚栓和化学锚栓选用方法

锚栓受力状态	选用方法
仅承受 拉力	<p>1. 根据后锚固连接的受力性质、有无抗震设防要求、被连接结构构件类型、基材性状等因素，按本图集表3.8-1及3.8-2的规定，确定可采用何种类型的锚栓后锚固连接。</p> <p>2. 在确定可采用锚栓连接后，应按其使用环境条件，选用符合耐久性要求的锚栓材质，如：选用不锈钢或碳素钢、合金钢锚栓等。</p> <p>3. 根据后锚固连接区域的混凝土基材厚度h，确定符合本图集第11页第4.1.1条要求允许的锚栓最大有效埋置深度值h_{ef}，并据此及上述第2条的结论选择锚栓类型及最大直径范围。</p> <p>4. 按后锚固连接传递的拉力设计值及上述第3条的结果，可初选采用的受拉锚栓直径。依据此初选的锚栓应力截面面积及其钢材屈服强度标准值并考虑承载力分项系数计算出满足锚栓钢材受拉破坏承载力要求所需的锚栓数量。选用锚栓时应按本图集第12页第4.1.10条及第4.1.11条的要求进行锚栓布置方案设计。然后据此设计方案按《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145-2013的规定进行不同破坏模式情况下参与受力锚栓数量不尽相同的有关规定，以及相应承载力计算的不同规定。最终要求锚栓在不同破坏模式情况下的内力不应大于其相应承载力，以及符合后锚固连接破坏模式的控制要求。若不符合要求，应对设计方案进行修改和调整（包括优化设计方案），直至完全符合要求为止。</p>
仅承受 剪力	<p>按后锚固连接传递的剪力设计值及上述第1、2、3条的方法，可初选采用的受剪锚栓直径。依据此初选的锚栓应力截面面积及锚栓钢材屈服强度标准值并考虑锚栓钢材受剪承载力分项系数，计算出满足锚栓钢材抗剪破坏承载力要求所需的锚栓数量。选用锚栓时应按本图集第12页第4.1.10条及第4.1.11条的要求进行锚栓布置方案设计。然后据此设计方案按《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145-2013的规定进行不同模式情况下锚栓的内力及相应承载力计算。计算时设计人员应注意《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145-2013对不同破坏模式情况下参与受力锚栓数量不尽相同的有关规定，以及相应承载力计算的不同规定。最终要求锚栓在不同破坏模式情况下的内力不应大于其相应承载力，以及符合后锚固连接破坏模式的控制要求。若不符合要求，应对设计方案进行修改和调整（包括优化设计方案），直至完全符合要求为止。</p>
复合承受 拉剪力	<p>按后锚固连接需传递的弯矩及剪力、拉力设计值及上述第1、2、3条的方法，可初选采用的锚栓直径。由于锚栓为拉剪复合受力，因而除按上述根据锚栓钢材受拉或受剪破坏计算所需的锚栓数量外，应将实际布置的锚栓数量比单独按受剪、受拉计算所需的数量适当增多。此外，若锚栓的拉力仅由需要传递的弯矩产生，则在布置锚栓时应尽量增大在弯矩作用平面方向上的间距，以充分发挥锚栓的抗拉作用。当锚栓的布置设计方案符合使用要求时，可进行各类承载力验算。当验算结果均符合《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145-2013要求时，则设计方案通过。否则，应对设计方案进行修改和调整（包括优化），直至完全符合要求为止。</p>

3 锚栓后锚固连接工程应用示例



注: 1. 吊架及桥架的后锚固连接主要承受竖向拉力。
2. 有关连接的其他要求, 由设计人员根据具体工程确定。

锚栓后锚固连接工程应用示例

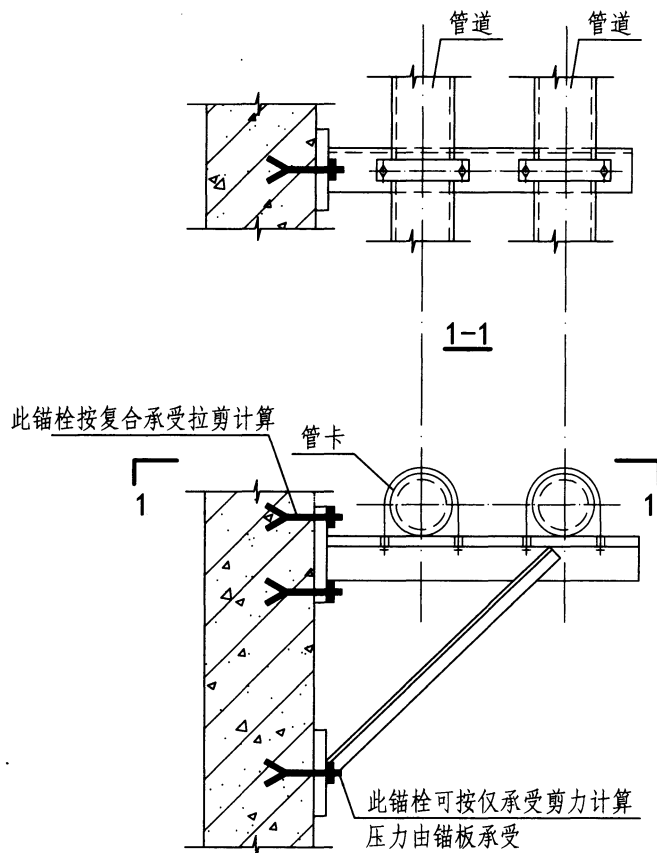
图集号

14G308

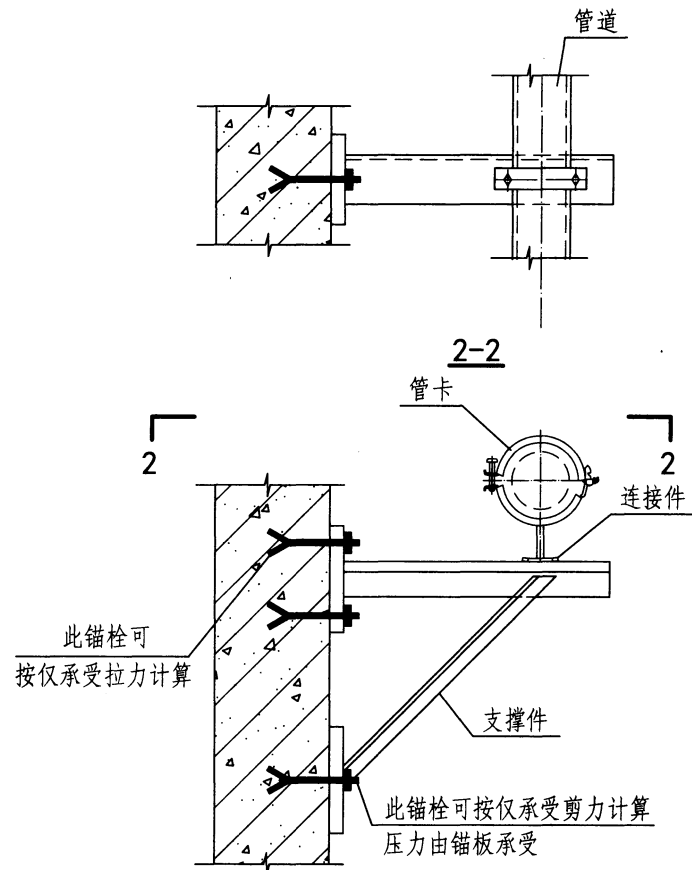
审核 张玉梅 张玉林 校对 王文栋 设计 沙志国 沙志国

页

19



双管托架的后锚固连接



单管托架的后锚固连接

- 注: 1. 此管道托架属抗震设防烈度 ≤ 8 度的非生命线工程中非结构构件的后锚固连接, 可采用扭矩控制式膨胀型锚栓。
2. 有关连接的其他要求, 由设计人员根据具体工程确定。

锚栓后锚固连接工程应用示例

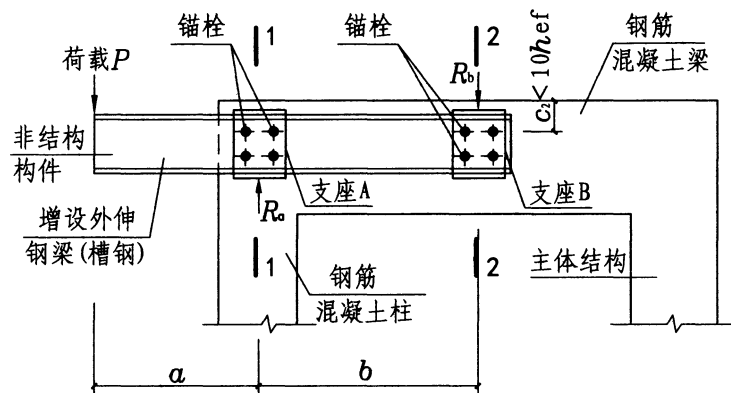
图集号

14G308

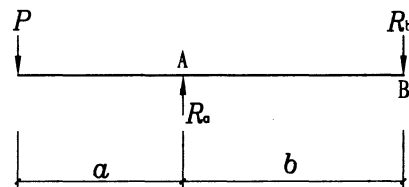
审核 张玉梅 张红梅 校对 王文栋 王文栋 设计 沙志国 沙志国

页

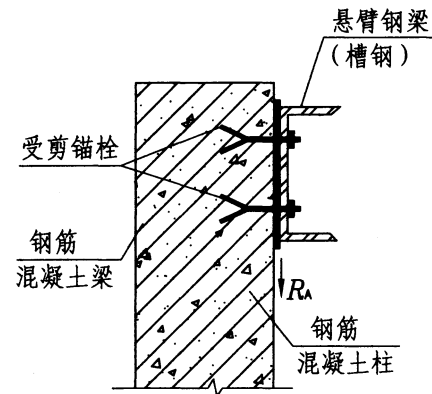
20



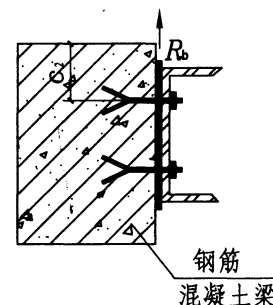
侧面增设外伸钢梁的后锚固连接



外伸钢梁支座反力计算简图



1-1



2-2

- 注: 1. 此工程示例为在某非抗震设计工程的主体结构入口处增设外伸非结构构件钢梁的后锚固连接。
2. A、B支座处的后锚固连接, 承受数值相等但方向与外伸钢梁支座反力计算简图中 R_a 及 R_b 相反的剪力。其中, $R_a = P(a+b)/b$, $R_b = Pa/b$ 。
3. 支座A处的后锚固连接的群锚中各锚栓在钢材破坏、混凝土剪撬破坏承载力计算时均可发挥作用。
4. 支座B处后锚固连接群锚中的锚栓, 在计算混凝土边缘受剪破坏模式的锚栓内力时, 仅部分锚栓受剪; 但在计算钢材及混凝土剪撬破坏模式的锚栓内力时, 应按群锚中的4个锚栓均承受剪力计算。此外锚栓的最小间距和最小边距应满足不小于群锚 s_{min} 及 c_{min} 的要求。

锚栓后锚固连接工程应用示例

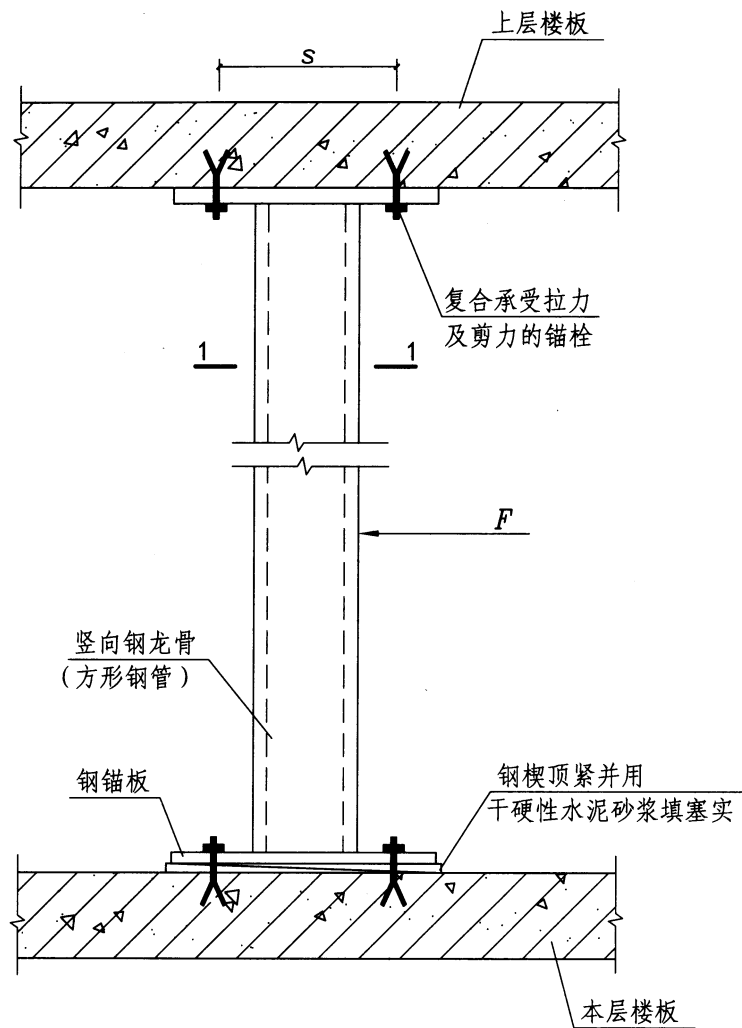
图集号

14G308

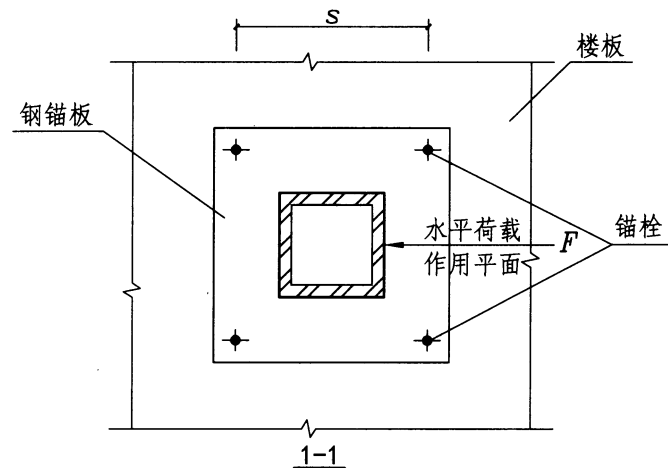
审核 张玉梅 张永梅 校对 王文栋 设计 沙志国 沙志国

页

21



建筑物内增设防护隔断墙钢龙骨的后锚固连接



- 注：1. 此工程示例为建筑物内增设非结构构件防护隔断墙中的竖向钢龙骨与上下层的楼板采用锚栓的后锚固连接。
2. 竖向钢龙骨与上下层楼板的后锚固连接承受作用于防护隔断墙上的水平荷载 F 产生的剪力及弯矩，因此应验算在弯矩和剪力作用下的群锚承载力。
3. 为使各锚栓充分发挥在弯矩作用下的抗拉承载力，应尽量合理地增大锚栓在弯矩作用平面内的间距 S 。
4. 为使各锚栓能均匀分摊剪力，应控制钢锚板钻孔与锚栓外径之间的孔隙符合《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145-2013的相关要求。
5. 上下层楼板混凝土基材厚度应满足选用锚栓所需最小基材厚度的要求。

锚栓后锚固连接工程应用示例

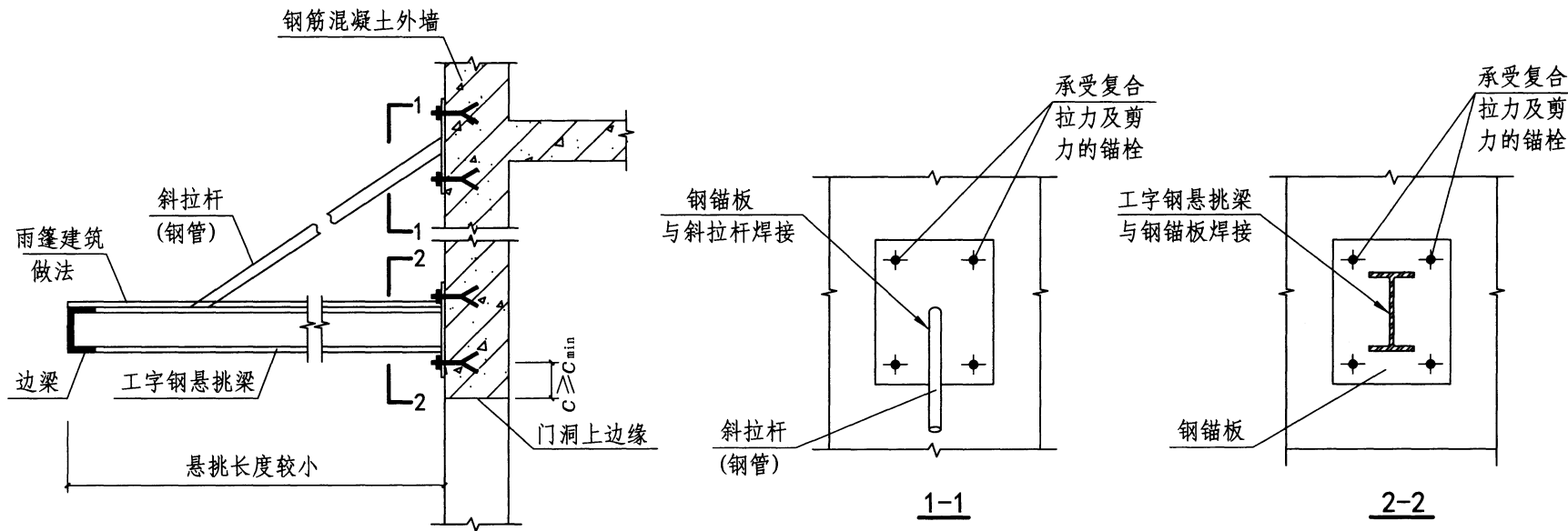
图集号

14G308

审核 张玉梅 张亚楠 校对 王文栋 设计 沙志国 沙志国

页

22



增设钢雨篷的锚固连接

- 注：1. 此工程示例为在抗震设防烈度 ≤ 8 度地区的既有非生命线工程中钢筋混凝土外墙上的外门增设悬挑长度较小的非结构构件钢雨篷，此工字钢雨篷钢构件与外墙的后锚固连接。锚栓可采用扩底型锚栓或特殊倒锥型锚栓。
2. 钢雨篷斜拉杆与外墙相连处的后锚固连接，一般情况下传递拉力及剪力。若斜拉杆截面重心与群锚重心不重合，则后锚固连接还将承受由斜拉杆拉力的偏心弯矩引起的附加拉力。该处群锚由于剪力方向垂直于基材的门洞上边缘，且锚栓边距远大于 $10h_{ef}$ 及 $60d$ ，因此

当发生钢材或混凝土剪撬破坏时，各锚栓均匀受剪。

3. 钢雨篷工字钢悬挑梁与外墙相连处的后锚固连接传递支座的约束弯矩及剪力，应分别进行群锚在拉力及剪力共同作用下的复合受力承载力验算。由于最下一排锚栓距门洞上边缘处的混凝土较近，尚应尽量增大剪力方向边距 c 数值，以提高混凝土基材抗剪承载力。
4. 钢筋混凝土外墙厚度应满足选用的锚栓所需最小混凝土基材厚度的要求。

锚栓后锚固连接工程应用示例

图集号

14G308

审核 张玉梅

张永柏

校对 王文栋

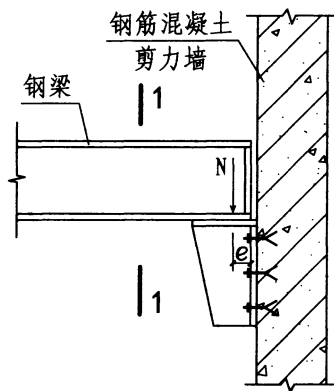
王少华

设计 沙志国

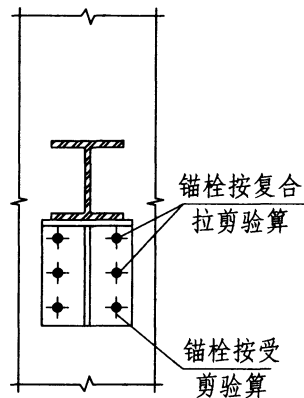
沙志国

页

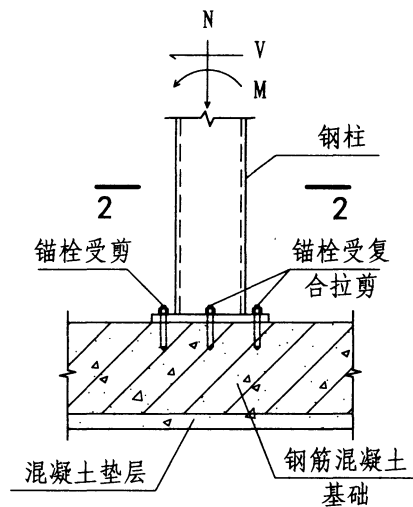
23



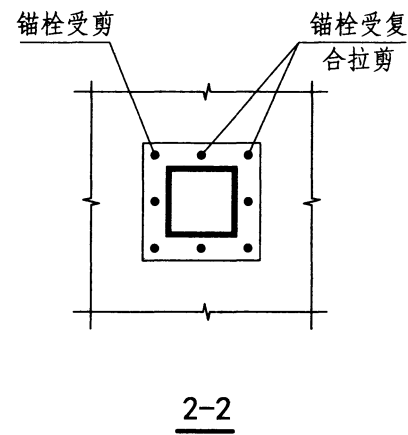
钢梁与主体结构后锚固连接



1-1



钢柱与主体结构后锚固连接



注：1. 以上示例为钢筋混凝土主体结构与新增结构构件钢梁、钢柱的后锚固连接示意图。

2. 锚栓类型选择(包括种类、直径、材质等)应根据实际工程情况按照安全、适用、经济的设计原则进行优化设计。

锚栓后锚固工程连接应用示例

图集号

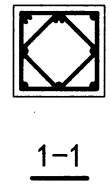
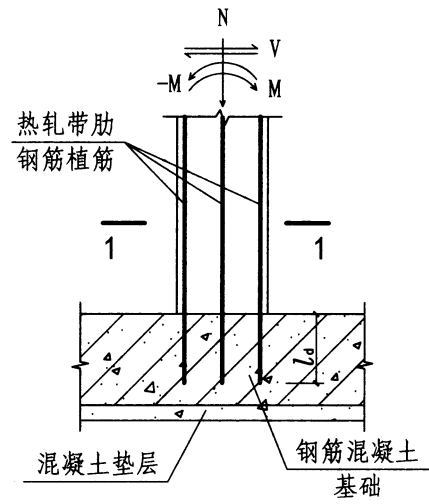
14G308

审核 张玉梅 张永刚 校对 王文栋 设计 沙志国 沙志国

页

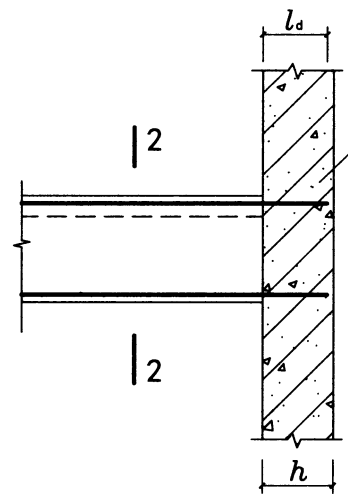
24

4 植筋后锚固连接工程示例

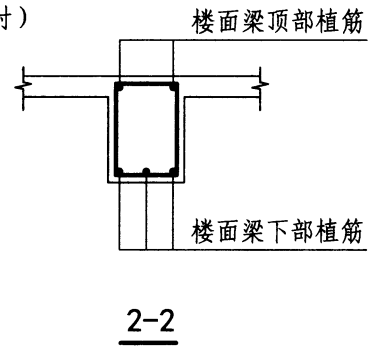


主体结构新增框架柱植筋锚固

(立面图中未表示柱内箍筋)



钢筋混凝土剪力墙
($h > l_a$ 时)



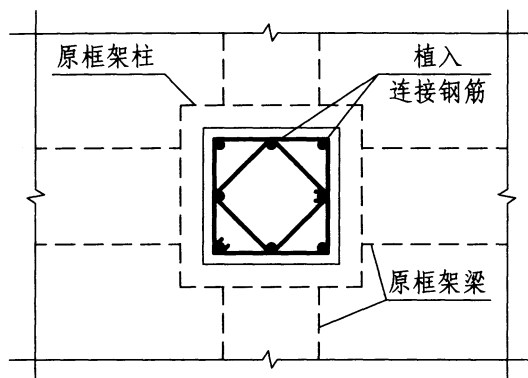
新增楼面梁植筋锚固

(图中未示梁内箍筋及传递楼面梁支座处的剪力措施)

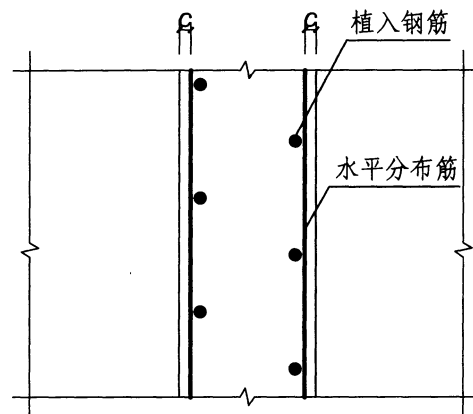
注：1. 左图示例为既有主体结构新增抗震设计的现浇钢筋混凝土框架柱的植筋后锚固连接。其中新增框架柱纵向钢筋采用热轧带肋钢筋植筋（基材较厚能满足植筋连接的锚固设计深度的需要），右图示例为新增非抗震设计的现浇混凝土楼面梁与原剪力墙的植筋锚固连接，楼面梁主筋采用热轧带肋的植筋。当剪力墙厚度不能满

足植筋锚固设计深度要求时，应采取可靠锚固措施。当新增楼面梁与剪力墙相连处楼面梁支座弯矩引起剪力墙平面外受力较大时，应采取措施妥善传递该支座弯矩及保证剪力墙平面外有足够的承载力。
2. 纵向钢筋的植筋锚固深度 l_a 必须经过计算并满足《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ145-2013的规定。

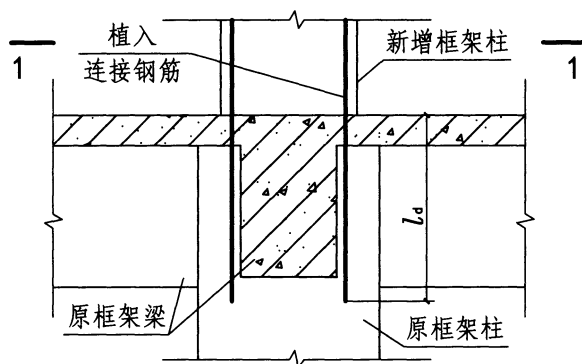
植筋后锚固连接工程应用示例					图集号	14G308
审核	张玉梅	张永梅	校对	王文栋	设计	沙志国
					页	25



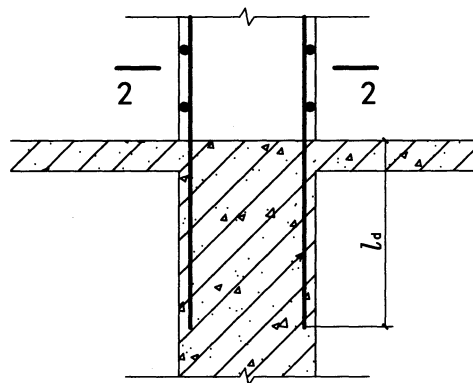
1-1



2-2



原框架柱上新增框架柱



原剪力墙上新增剪力墙

注：原钢筋混凝土框架柱在新增框架柱时，新增柱的纵向钢筋宜采用植筋方法生根。此时植筋钢筋距原框架柱的边缘距离应满足植筋最小边距的要求，此外植筋钢筋的间距也应满足最小间距要求。植筋的锚固深度 l_d 应计算确定。

植筋后锚固连接工程应用示例

图集号

14G308

审核 张玉梅

张红梅

校对 王文栋

王文栋

设计 沙志国

沙志国

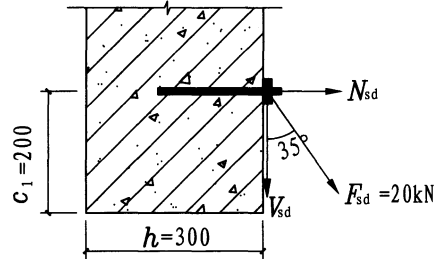
页

26

后锚固连接工程计算示例

示例一 单个锚栓受斜拉力

梁中部侧面有一锚栓承受斜拉力,斜拉力设计值 $F_{sd}=20\text{kN}$,斜拉力与混凝土侧面锚栓基材夹角为 35° 。基材为C30开裂混凝土,表层混凝土无密集配筋,被连接构件为非结构构件,非抗震设防地区。试选择机械锚栓并进行承载力验算。



1 锚栓内力计算

锚栓拉力 $N_d = F_{sd} \sin \alpha = 20 \sin 35^\circ = 11.47\text{kN}$

锚栓剪力 $V_d = F_{sd} \cos \alpha = 20 \cos 35^\circ = 16.38\text{kN}$

2. 锚栓承载力验算

试选取扩底型锚栓,钢材8.8级,M16机械锚栓,主要参数:

$h_{ef}=190\text{mm}$, $A_s=157\text{mm}^2$, $d_{nom}=29\text{mm}$, $h_{min}=270\text{mm}$,
 $c_{cr,N}=285\text{mm}$, $s_{cr,N}=570\text{mm}$, $c_{min}=150\text{mm}$, $s_{min}=190\text{mm}$,
 $l_f=90\text{mm}$, $k=2.0\text{mm}$, $c_{cr,sp}=285\text{mm}$, $s_{cr,sp}=570\text{mm}$.
 $c_1=200\text{mm} < 10h_{ef}=10 \times 190=1900\text{mm}$, 为构件边缘受剪

2.1 锚栓钢材受拉破坏承载力

$$N_{Rd,s} = N_{Rk,s} / \gamma_{Rs,N} \quad (6.1.2-1)$$

$$N_{Rk,s} = f_{yk} A_s \quad (6.1.2-2)$$

注: 示例中所示的图号、表号、公式编号及条款均引自行业标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145-2013 (以下简称规程)。

$\gamma_{Rs,N}=1.2$ (见规程表4.3.10)

标准值 $N_{Rk,s} = f_{yk} A_s = 640 \times 157 / 1000 = 100.48\text{kN}$

设计值 $N_{Rd,s} = N_{Rk,s} / \gamma_{Rs,N} = 100.48 / 1.2 = 83.73\text{kN}$
 $> N_d = 11.47\text{kN}$, 满足要求

2.2 混凝土锥体受拉破坏承载力

$$N_{Rd,c} = N_{Rk,c} / \gamma_{Rc,N} \quad (6.1.3-1)$$

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \frac{A_{c,N} \psi_{s,N} \psi_{re,N} \psi_{ec,N}}{A_{c,N}^0} \quad (6.1.3-2)$$

$$N_{Rk,c}^0 = 7.0 \sqrt{f_{cu,k}} h_{ef}^{1.5} \quad (6.1.3-3)$$

$$= 7.0 \sqrt{30} \times 190^{1.5} / 1000 = 100.41\text{kN}$$

单栓靠近边缘布置 $c_1 < c_{cr,N}$ 时 (图6.1.5-1):

$$A_{c,N} = (c_1 + 0.5s_{cr,N}) s_{cr,N} = (200 + 0.5 \times 570) \times 570$$

$$= 276450\text{mm}^2 \quad (6.1.5-1)$$

$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N}^2 = 570^2 = 324900\text{mm}^2 \quad (6.1.4)$$

$$\psi_{s,N} = 0.7 + 0.3 \frac{c}{c_{cr,N}} = 0.7 + 0.3 \times \frac{200}{285} = 0.91 < 1 \quad (6.1.6)$$

按规程6.1.7、6.1.8条,有:

示例一 单个锚栓承受斜拉力

图集号

04SG308

审核 张玉梅 校对 沙志国 设计 王文栋

页

27

$\psi_{re,N}=1$ (无密集配筋影响)

$\psi_{ec,N}=1$ (单锚时荷载偏心 $e_N=0$)

$$\text{标准值 } N_{Rk,c}=100.41 \times \frac{276450}{324900} \times 0.91 \times 1 \times 1 \\ =77.75\text{kN}$$

$\gamma_{Rc,N}=1.8$ (见规程表4.3.10)

设计值 $N_{Rd,c}=77.75/1.8=43.19\text{kN}$

$> N_{sd}=11.47\text{kN}$, 满足要求

2.3 混凝土劈裂破坏承载力

因 $h_{\min}=270\text{mm} < h=300\text{mm}$

$c_{\min}=150\text{mm} < c_1=200\text{mm}$

锚栓在安装过程中不产生劈裂破坏。

由于 $c_1=200\text{mm} < 1.5c_{cr,sp}=1.5 \times 285=427.50\text{mm}$

$h=300\text{mm} < 2h_{ef}=2 \times 190=380\text{mm}$

故应验算荷载条件下基材混凝土劈裂破坏承载力。

$$N_{Rd,sp}=N_{Rk,sp}/\gamma_{Rsp} \quad (6.1.12-1)$$

$$N_{Rk,sp}=\psi_{h,sp} N_{Rk,c} \quad (6.1.12-2)$$

$$\psi_{h,sp}=\left(\frac{h}{h_{\min}}\right)^{2/3} \quad (6.1.12-3) \\ =\left(\frac{300}{270}\right)^{2/3}=1.073 < 1.5, \text{取 } \psi_{h,sp}=1.073$$

$$N_{Rk,c}=N_{Rk,c}^0 \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \psi_{s,N} \psi_{re,N} \psi_{ec,N}$$

由前 $N_{Rk,c}^0=100.41\text{kN}$

$$\psi_{s,N}=0.7+0.3 \times \frac{c}{c_{cr,sp}}=0.7+0.3 \times \frac{200}{285}=0.91 < 1$$

$$A_{c,N}=(c_1+0.5s_{cr,sp})s_{cr,sp}=(200+0.5 \times 570)570 \\ =276450\text{mm}^2$$

$$A_{c,N}^0=s_{cr,sp}^2=570^2=324900\text{mm}^2$$

$\psi_{re,N}=1$ $\psi_{ec,N}=1$

$$N_{Rk,c}=100.41 \times \frac{276450}{324900} \times 0.91 \times 1 \times 1=77.75\text{kN}$$

$\gamma_{Rsp}=1.8$ (见规程表4.3.10)

标准值 $N_{Rk,sp}=1.073 \times 77.75=83.426\text{kN}$

设计值 $N_{Rd,sp}=83.425/1.8=46.35\text{kN}$

$> N_{sd}=11.47\text{kN}$, 满足要求

2.4 锚栓钢材破坏受剪承载力 (无杠杆臂纯剪)

标准值 $V_{Rk,s}=0.5f_{yk}A_s=0.5 \times 640 \times 157/1000=50.24\text{kN}$

$\gamma_{Rs,v}=1.2$ (见规程表4.3.10)

设计值 $V_{Rd,s}=V_{Rk,s}/\gamma_{Rs,v}=50.24/1.2=41.87\text{kN}$

$> V_{sd}=16.38\text{kN}$, 满足要求

2.5 构件边缘受剪混凝土破坏承载力

$$V_{Rd,C}=V_{Rk,C}/\gamma_{Rc,v} \quad (6.1.15-1)$$

$$V_{Rk,C}=V_{Rk,C}^0 \frac{A_{c,v}}{A_{c,v}^0} \psi_{s,v} \psi_{h,v} \psi_{\alpha,v} \psi_{re,v} \psi_{ec,v} \quad (6.1.15-2)$$

$$V_{Rk,C}^0=1.35d_{nom}^{\alpha} h_{ef}^{\beta} \sqrt{f_{cu,k}} c_1^{1.5} \quad (6.1.16-1)$$

$$\alpha=0.1(l_f/c_1)^{0.5}=0.1\left(\frac{90}{200}\right)^{0.5}=0.067 \quad (6.1.16-3)$$

示例一 单个锚栓承受斜拉力

图集号

04SG308

审核 张玉梅 张红梅 校对 沙志国 沙志国 设计 王文栋 王文栋

页

28

$$\beta = 0.1 (d_{\text{nom}}/c_1)^{0.2} = 0.1 (29/200)^{0.2} = 0.068 \quad (6.1.16-4)$$

$$V_{\text{Rk},c}^0 = 1.35 \times 29^{0.067} \times 190^{0.068} \sqrt{30} \times 200^{1.5} / 1000 = 37.44 \text{ kN}$$

由于 $h = 300 = 1.5c_1 = 1.5 \times 200$ ，且锚栓位于梁中部
(按规程图6.1.17)，有：

$$A_{c,v} = A_{c,v}^0 = 4.5c_1^2 \quad (6.1.17)$$

$$\psi_{s,v} = 1 (c_2 > 1.5c_1), \quad (6.1.19)$$

$$\psi_{h,v} = \left(\frac{1.5c_1}{h} \right)^{1/2} = \left(\frac{1.5 \times 200}{300} \right)^{1/2} = 1 \quad (6.1.20)$$

按规程6.1.21~6.1.23条的规定：

取 $\psi_{\alpha,v} = 1$ ， $\psi_{ec,v} = 1$ ， $\psi_{re,v} = 1$ ，

按规程表4.3.10规定，取： $\gamma_{\text{Rc},v} = 1.5$

标准值 $V_{\text{Rk},c} = 37.44 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 = 37.44 \text{ kN}$

设计值 $V_{\text{Rd},c} = 37.44 / 1.5 = 24.96 \text{ kN} > V_{\text{sd}} = 16.38 \text{ kN}$ ，满足要求。

2.6 混凝土剪撬破坏承载力

$$V_{\text{Rd},cp} = V_{\text{Rk},cp} / \gamma_{\text{Rcp}} \quad (6.1.26-1)$$

$$V_{\text{Rk},cp} = kN_{\text{Rk},c} \quad (6.1.26-2)$$

由前得 $N_{\text{Rk},c} = 77.75 \text{ kN}$ ， $\gamma_{\text{Rcp}} = 1.5$

按规程6.1.26条， $k = 2$

设计值 $V_{\text{Rd},cp} = 2 \times 77.75 / 1.5 = 103.67 \text{ kN}$
 $> V_{\text{sd}} = 16.38 \text{ kN}$ ，满足要求

构件边缘受剪时，一般情况下混凝土剪撬破坏受剪承载力 $V_{\text{Rd},cp}$ 不起控制作用，可不验算，它主要发生在中心受剪 ($c \geq 10h_{\text{ef}}$) 及粗短锚栓埋深较浅情况。

3 拉剪复合受力承载力验算

3.1 锚栓钢材破坏拉剪复合承载力

$$\left(\frac{N_{\text{sd}}}{N_{\text{Rd},s}} \right)^2 + \left(\frac{V_{\text{sd}}}{V_{\text{Rd},s}} \right)^2 = \left(\frac{11.47}{83.73} \right)^2 + \left(\frac{16.38}{41.87} \right)^2 \quad (6.1.28-1)$$

$$= 0.17 < 1, \text{ 满足要求}$$

3.2 混凝土破坏拉剪复合承载力

$$\left(\frac{N_{\text{sd}}}{N_{\text{Rd},c}} \right)^{1.5} + \left(\frac{V_{\text{sd}}}{V_{\text{Rd},c}} \right)^{1.5} = \left(\frac{11.47}{43.19} \right)^{1.5} + \left(\frac{16.38}{24.96} \right)^{1.5} \quad (6.1.29-1)$$

$$= 0.67 < 1, \text{ 满足要求}$$

验算通过，因此选用扩底型锚栓HDA-T/TF系列M16机械锚栓可实现安全锚固。

验算时应取最小的混凝土破坏承载力设计值，今 $N_{\text{Rd},sp} > N_{\text{Rd},c}$ 、 $V_{\text{Rd},cp} > V_{\text{Rd},c}$ 故不需再进行 $N_{\text{Rd},sp}$ 及 $V_{\text{Rd},cp}$ 的复合承载力验算(余同)。

示例二 群锚拉剪复合受力

混凝土梁跨中侧面设有钢牛腿，作用有垂直力，其偏心 $e = 94 \text{ mm}$ ，荷载基本组合效应设计值 $N = 30 \text{ kN}$ 。基材为C40非开裂混凝土，构件后锚固区混凝土表层无密集配筋。被连接构件为非结构构件。试选择化学锚栓并进行承载力验算。

示例一 单个锚栓承受斜拉力

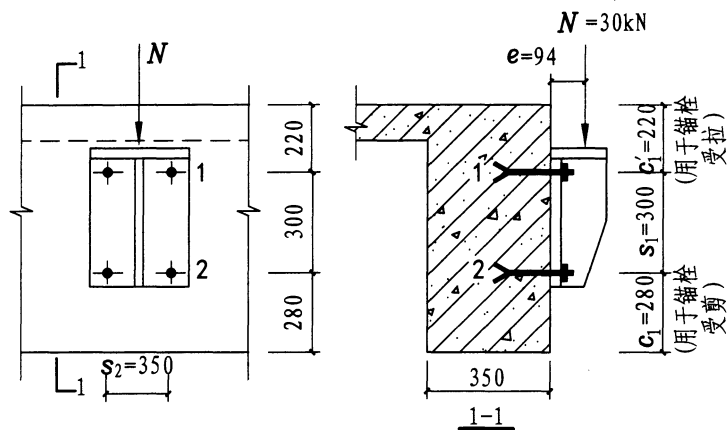
图集号

04SG308

审核 张玉梅 张永梅 校对 沙志国 沙志国 设计 王文栋 王文栋

页

29



1 锚栓内力计算

1.1 锚栓拉力

$$N_{sd}^h = \frac{30 \times 0.094}{0.3 \times 2} = 4.7 \text{ kN} \quad (1 \text{号锚栓})$$

1.2 锚栓剪力

$c_1 = 280 \text{ mm} < 10 h_{ef}$, 混凝土边缘破坏时, 仅考虑锚栓承受全部剪力; $V_{sd}^s = 30 \text{ kN}$, $V_{sd}^h = 30/2 = 15 \text{ kN}$ (2号锚栓); 钢材破坏及剪撬破坏时, 底部2号锚栓 $V_{sd}^h = 30/4 = 7.5 \text{ kN}$ 。

2 承载力计算

试选用8.8级热镀锌钢螺杆M16化学锚栓。

主要参数如下:

$$A_s = 157 \text{ mm}^2, h_{ef} = 180 \text{ mm}, l_f = 180 \text{ mm},$$

$$d_{com} = 16 \text{ mm}, k = 2, c_{cr,N} = 180 \text{ mm}, s_{cr,N} = 360 \text{ mm},$$

$$c_{min} = 80 \text{ mm}, s_{min} = 80 \text{ mm}, c_{cr,sp} = 198 \text{ mm}, s_{cr,sp} = 396 \text{ mm}$$

2.1 锚栓钢材破坏受拉承载力

$$\text{标准值 } N_{Rk,s} = f_{yk} A_s = 640 \times 157 / 1000 = 100.48 \text{ kN}$$

(6.1.2-2)

$$\text{分项系数 } \gamma_{R,s} = 1.2$$

(查表4.3.10)

$$\text{设计值 } N_{Rd,s} = N_{Rk,s} / \gamma_{R,s} = 100.48 / 1.2 = 83.73 \text{ kN}$$

$$> N_{sd}^h = 4.7 \text{ kN}, \text{ 满足要求}$$

2.2 群锚混凝土锥体受拉破坏承载力

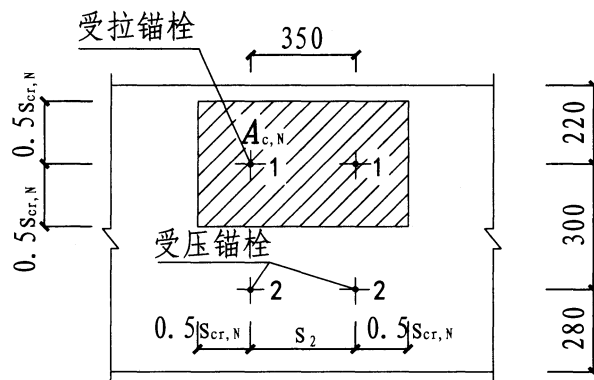
$$N_{Rd,c} = N_{Rk,c} / \gamma_{Rc,N} \quad (6.1.3-1)$$

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \psi_{s,N} \psi_{re,N} \psi_{ec,N} \quad (6.1.3-2)$$

$$\begin{aligned} \text{非开裂混凝土 } N_{Rk,c}^0 &= 9.8 \sqrt{f_{cu,k}} h_{ef}^{1.5} \quad (6.1.3-4) \\ &= 9.8 \sqrt{40} \times 180^{1.5} / 1000 = 149.68 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\text{因 } c_1' = 220 \text{ mm} > 0.5 s_{cr,N} = 180 \text{ mm}, s = 350 \text{ mm} < s_{cr,N} = 360 \text{ mm}$$

$$A_{c,N} = (s + s_{cr,N}) s_{cr,N} = (350 + 360) 360 = 255600 \text{ mm}^2$$



锚栓受拉混凝土破坏锥形体投影面积

示例二 群锚拉、剪复合受力

图集号

04SG308

审核 张玉梅 校对 沙志国 设计 王文栋

页

30

$$A_{c,N}^0 = S_{cr,N}^2 = 360^2 = 129600 \text{mm}^2$$

$$\psi_{s,N} = 0.7 + 0.3 \frac{c}{c_{cr,N}} = 0.7 + 0.3 \frac{220}{180}$$

$$= 1.067 > 1$$

(6.1.6)

取 $\psi_{s,N} = 1$

$\psi_{re,N} = 1$ (表层无密集配筋)

(6.1.7)

$\psi_{ec,N} = 1$ (无偏心)

(6.1.8)

$$N_{Rk,c} = 149.68 \frac{255600}{129600} \times 1 \times 1 \times 1 = 295.20 \text{kN}$$

$$\gamma_{rc,N} = 1.8$$

$$N_{Rd,c} = 295.20 / 1.8 = 164.0 \text{kN}$$

$$> 2 \times 4.7 \text{kN} = 9.4 \text{kN} \quad \text{满足要求}$$

2.3 化学群锚发生混合破坏时受拉承载力

$$N_{Rd,p} = N_{Rk,p} / \gamma_{Rp} \quad (6.2.4-1)$$

$$N_{Rk,p} = N_{Rk,p}^0 \frac{A_{p,N}}{A_{p,N}^0} \psi_{s,Np} \psi_{g,Np} \psi_{ec,Np} \psi_{re,Np} \quad (6.2.4-2)$$

$$N_{Rk,p}^0 = \pi \times d \times h_{ef} \times \tau_{Rk} \quad (6.2.4-3)$$

$$\tau_{Rk} = 6.0 \times 0.4 = 2.4 \text{N/mm}^2$$

(室内环境、非开裂混凝土、长期荷载)

$$N_{Rk,p}^0 = \pi \times 16 \times 180 \times 2.4 / 1000 = 21.71 \text{kN}$$

$$s_{cr,Np} = 20d \left(\frac{\tau_{Rk,ucr}}{7.5} \right)^{0.5} = 20 \times 16 \left(\frac{6}{7.5} \right)^{0.5} = 286 \text{mm}$$

$$< 3h_{ef} = 3 \times 180 = 540 \text{mm} \quad \text{符合要求}$$

$$c_1' = 220 \text{mm} > 0.5s_{cr,Np} = 0.5 \times 286 = 143 \text{mm} = c_{cr,np}$$

$$s_2 = 350 \text{mm} > s_{cr,Np} = 286 \text{mm}$$

按单锚计算

$$A_{p,N} = A_{p,N}^0$$

$$\psi_{s,Np} = 0.7 + 0.3 \frac{c_1'}{c_{cr,Np}} = 0.7 + 0.3 \frac{220}{143} = 1.16 > 1 \quad \text{取} \psi_{s,Np} = 1$$

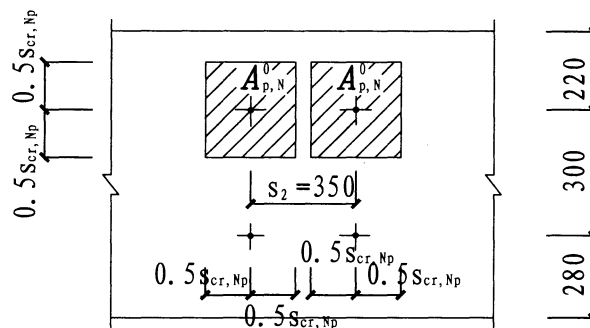
$\psi_{g,Np} = 1$ (单锚)

$\psi_{ec,Np} = 1$ (无偏心), $\psi_{re,Np} = 1$ (表面无密集配筋)

$$N_{Rk,p} = 21.71 \times \frac{1}{1} \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 = 21.71 \text{kN}$$

$$\gamma_{Rp} = 1.8$$

$$N_{Rd,p} = 21.71 / 1.8 = 12.06 \text{kN} > 4.7 \text{kN} \quad \text{满足要求}$$



锚栓受拉混凝土混合破坏锥形体投影面积

2.4 长期荷载作用混合破坏受拉承载力

$$N_{sd,L}^h \leq 0.55 N_{Rk,p}^0 / \gamma_{Rp} = 0.55 \times 21.71 / 1.8 = 6.63 \text{kN} > 4.7 \text{kN} \quad \text{满足要求}$$

示例二 群锚拉、剪复合受力

图集号

04SG308

审核 张玉梅

张玉梅

校对 沙志国

沙志国

设计 王文栋

王文栋

页

31

2.5 劈裂破坏承载力

按产品标准 $c_{\min}=80\text{mm}<c=220\text{mm}$, $s_{\min}=80\text{mm}<s=350\text{mm}$
 $h_{\min}=2h_{\text{ef}}=360\text{mm}>h=350\text{mm}$

构件最小厚度与基材厚度仅相差2.8%, 最小边距与间距均大于 h_{ef} , 因此不会出现安装过程时的劈裂破坏。

因 $c=220\text{mm}<1.5c_{\text{cr, sp}}=1.5\times 198=297\text{mm}$

$h<2h_{\text{ef}}$ 应考虑荷载条件下的劈裂破坏

$$N_{\text{Rd, sp}}=N_{\text{Rk, sp}}/\gamma_{\text{Rsp}} \quad (6.2.15-1)$$

$$N_{\text{Rk, sp}}=\psi_{\text{h, sp}} N_{\text{Rk, c}} \quad (6.2.15-2)$$

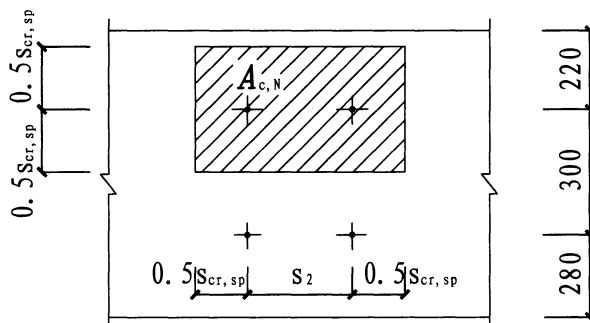
$$\psi_{\text{h, sp}}=(h/h_{\min})^{2/3} \quad (6.2.15-3)$$

$$A_{\text{c, N}}^0=S_{\text{cr, sp}}^2=396^2=156816\text{mm}^2 \quad (6.2.6-1)$$

$$A_{\text{c, N}}=(s_{\text{cr, sp}}+s_2)s_{\text{cr, sp}}=(396+350)396=295416$$

$$\psi_{\text{s, N}}=0.7+0.3\frac{c}{c_{\text{cr, sp}}}=0.7+0.3\frac{220}{198}=1.033 \quad \text{取 } \psi_{\text{s, N}}=1$$

$\psi_{\text{re, N}}=1$, $\psi_{\text{ec, N}}=1$ (见规程第6.1.7~6.1.8条)



锚栓受拉混凝土破坏锥形体投影面积

$$N_{\text{Rk, c}}=149.68\frac{295416}{156816}\times 1\times 1\times 1=281.97\text{kN}$$

$$\psi_{\text{h, sp}}=(h/h_{\min})^{2/3}=(350/360)^{2/3}=0.981$$

$$<(\frac{2h_{\text{ef}}}{h_{\min}})^{2/3}=(\frac{2\times 180}{360})^{2/3}=1 \quad \text{符合要求}$$

$$\gamma_{\text{Rsp}}=1.8, N_{\text{Rk, sp}}=0.981\times 281.97=276.72\text{kN}$$

$$N_{\text{Rd, sp}}=276.72/1.8=153.74\text{kN}$$

$$>N_{\text{sd}}^{\text{h}}=2\times 4.7=9.4\text{kN} \quad \text{满足要求}$$

2.6 化学锚栓钢材破坏受剪承载力

$$V_{\text{Rd, s}}=V_{\text{Rk, s}}/\gamma_{\text{Rs, v}} \quad (6.1.14-1)$$

$$V_{\text{Rk, s}}=0.5f_{\text{yk}}A_{\text{s}} \quad (6.1.14-2)$$

$$f_{\text{yk}}=640\text{N/mm}^2 \quad (\text{表}3.2.3), \gamma_{\text{Rs, v}}=1.2 \quad (\text{表}4.3.10)$$

$$V_{\text{Rk, s}}=0.5\times 640\times 157/1000=50.24\text{kN}$$

$$V_{\text{Rd, s}}=50.24/1.2=41.87\text{kN}>V_{\text{sd}}^{\text{h}}=7.5\text{kN} \quad \text{满足要求}$$

2.7 群栓混凝土边缘破坏受剪承载力

$$V_{\text{Rd, c}}=V_{\text{Rk, c}}/\gamma_{\text{Rc, v}} \quad (6.2.18-1)$$

$$V_{\text{Rk, c}}=V_{\text{Rk, c}}^0\frac{A_{\text{c, v}}}{A_{\text{c, v}}^0}\psi_{\text{S, v}}\psi_{\text{h, v}}\psi_{\alpha, v}\psi_{\text{re, v}}\psi_{\text{ec, v}} \quad (6.2.18-2)$$

$$V_{\text{Rk, c}}^0=1.9\times d_{\text{nom}}^{\alpha}h_{\text{ef}}^{\beta}\sqrt{f_{\text{cu, k}}}c^{1.5} \quad (\text{不开裂混凝土}) \quad (6.2.19-2)$$

$$\alpha=0.1(h_{\text{ef}}/c_1)^{0.5}=0.1(180/280)^{0.5}=0.0802$$

$$\beta=0.1(d_{\text{nom}}/c_1)^{0.2}=0.1(16/280)^{0.2}=0.0564$$

$$V_{\text{Rk, c}}^0=1.9\times 16^{0.0802}\times 180^{0.0564}\times \sqrt{40}\times 280^{1.5}/1000=94.25\text{kN}$$

$$A_{\text{c, v}}^0=4.5c_1^2=4.5\times 280^2=352800\text{mm}^2 \quad (6.1.17)$$

示例二 群锚拉、剪复合受力

图集号

04SG308

审核

张玉梅

校对

沙志国

设计

王文栋

页

32

因 $h=350\text{mm} < 1.5c_1=1.5 \times 280=420\text{mm}$

$s=350\text{mm} < 3c_1=840\text{mm}$ (按规程图6.1.18-2所示)

$A_{c,v} = (3c_1 + s_2)h = (3 \times 280 + 350) \times 350 = 416500\text{mm}^2$

$\psi_{s,v} = 1$ ($c_2 > 1.5c_1$) (公式6.1.19)

$\psi_{h,v} = \left(\frac{1.5c_1}{h}\right)^{0.5} = \left(\frac{1.5 \times 280}{350}\right)^{0.5} = 1.095$ (6.1.20)

$\psi_{\alpha,v} = 1, \psi_{re,v} = 1, \psi_{ec,v} = 1$ (不开裂混凝土)

$V_{Rk,c} = 94.25 \times \frac{416500}{352800} \times 1 \times 1.095 \times 1 \times 1 \times 1 = 121.81\text{kN}$

$\gamma_{Rc,v} = 1.5$ (见规程表4.3.10)

$V_{Rd,c} = 121.81/1.5 = 81.21\text{kN} > 30\text{kN}$ 满足要求

2.8 混凝土剪撬破坏受剪承载力

2.8.1 采用混凝土椎体破坏受拉承载力标准值 $N_{Rk,c}$ 计算剪撬破坏

$$V_{Rd,cp} = V_{Rk,cp} / \gamma_{Rcp} \quad (6.1.26-1)$$

$$V_{Rk,cp} = kN_{Rk,c} \quad (6.1.26-2)$$

$N_{Rk,c} = 295.20\text{kN}, k=2, \gamma_{Rcp} = 1.5$ (见规程表4.3.10)

$V_{Rd,cp} = kN_{Rk,c} / \gamma_{Rcp} = 2 \times 295.20\text{kN} / 1.5 = 196.80\text{kN} >$

$30/4=7.5\text{kN}$, 满足要求

计算剪撬破坏时, 本例应取4个锚栓同时受剪进行验算, 由于剪撬破坏承载力较高, 现采用2个锚栓简化计算时, 富余量较大, 已可确保安全。

2.8.2 采用锚栓混合破坏受拉承载力标准值 $N_{Rk,p}$ 计算剪撬破坏

$$V_{Rd,cp} = V_{Rk,cp} / \gamma_{Rcp} \quad V_{Rk,cp} = kN_{Rk,p}$$

$N_{Rk,p} = 21.71\text{kN}, k=2, \gamma_{Rcp} = 1.5$

$$V_{Rd,cp} = kN_{Rk,c} / \gamma_{Rcp} = 2 \times 21.71\text{kN} / 1.5 = 28.95\text{kN} > 30/4 = 7.5\text{kN}, \text{满足要求}$$

2.9 拉剪复合承载力验算

由于2号锚栓只承受剪力, 不承受拉力, 为单向受力。

2.9.1 1号锚栓钢材拉剪符合受力验算, 即

$$\left(\frac{N_{sd}}{N_{Rd,s}}\right)^2 + \left(\frac{V_{sd}}{V_{Rd,s}}\right)^2 = \left(\frac{4.7}{83.73}\right)^2 + \left(\frac{7.5}{41.87}\right)^2 = 0.0352 < 1 \text{ 满足要求}$$

2.9.2 1号锚栓混凝土破坏拉剪复合受力验算, 即

$$\left(\frac{N_{sd}}{N_{Rd,c}}\right)^{1.5} + \left(\frac{V_{sd}}{V_{Rd,s}}\right)^{1.5} = \left(\frac{4.7}{12.06}\right)^{1.5} + \left(\frac{7.5}{28.95}\right)^{1.5} = 0.86 < 1 \text{ 满足要求}$$

采用M16化学锚栓能满足承载力要求, 可实现安全锚固。

示例三 群锚拉、弯、剪复合受力

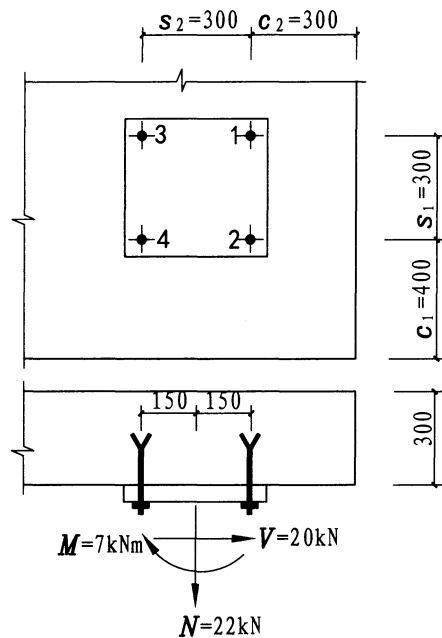
某后锚固连接的荷载效应基本组合设计值为:

$N=22\text{kN}, M=7\text{kN}\cdot\text{m}, V=20\text{kN}$ 。锚栓布置在构件的受压区, 基材为非开裂混凝土C35, 构件表层混凝土无密集配筋。被连接构件属非结构构件。试选择机械锚栓, 并进行承载力计算。

1 锚栓内力分析

1.1 受力最大锚栓的拉力

示例三 群锚拉、弯、剪复合受力					图集号	04SG308
审核	张玉梅	张玉林	校对	沙志国	设计	王文栋
					页	33



群锚拉、弯、剪复合受力

由规程5.2.2条得

$$N/n - M y_i' / \sum y_i'^2 = \frac{22}{4} - \frac{7000 \times 150}{4 \times 150^2}$$

= -6.17kN < 0时, 1、2号锚栓受拉设计值:

$$N_{sd}^h = (NL + M) y_i' / \sum y_i'^2 \quad (5.2.2-2)$$

$$= (22 \times 150 + 7000) \times 300 / (2 \times 300^2) = 17.17\text{kN}$$

3、4号锚栓位于受压区压力由混凝土传递

1.2 锚栓剪力

由于 $c_2 = 300\text{mm} < 10h_{ef}$, 构件边缘破坏时只考虑位于边缘的1、2号锚栓受剪, 每个锚栓剪力设计值 $V_{sd}^h = 20/2 = 10\text{kN}$ 。

2 锚栓承载力验算

试选FZA型后扩底M16机械锚栓, 钢材8.8级, 主要参数为:

$$A_s = 157\text{mm}^2, \quad h_{ef} = 100\text{mm}, \quad h_{min} = 200\text{mm}, \quad d_{nom} = 22\text{mm}, \\ l_f = 100\text{mm}, \quad k = 2.0, \quad c_{cr, N} = 150\text{mm}, \quad s_{cr, N} = 300\text{mm}, \\ c_{min} = 100\text{mm}, \quad s_{min} = 100\text{mm}.$$

2.1 锚栓钢材破坏受拉承载力

$$\text{标准值 } N_{Rk, s} = f_{yk} A_s = 640 \times 157 / 1000 = 100.48\text{kN}$$

$$\text{分项系数 } \gamma_{Rs, N} = 1.2$$

$$\text{设计值 } N_{Rd, s} = N_{Rk, s} / \gamma_{Rs, N} = 100.48 / 1.2 = 83.73\text{kN}$$

$$> N_{sd}^h = 17.17\text{kN}, \quad \text{满足要求}$$

2.2 群锚混凝土锥体受拉破坏承载力

$$N_{Rd, c} = N_{Rk, c} / \gamma_{Rc, N}$$

$$N_{Rk, c} = N_{Rk, c}^0 \frac{A_{c, N}}{A_{c, N}^0} \psi_{s, N} \psi_{re, N} \psi_{ec, N}$$

$$N_{Rk, c}^0 = 9.8 \sqrt{f_{cu, k}} h_{ef}^{1.5} = 9.8 \sqrt{35} \times 100^{1.5} / 1000 = 57.98\text{kN}$$

(非开裂混凝土)

内力分析表明右侧1号、2号锚栓受拉, 混凝土锥体破坏投影面积如下图所示:

示例三 群锚拉、弯、剪复合受力

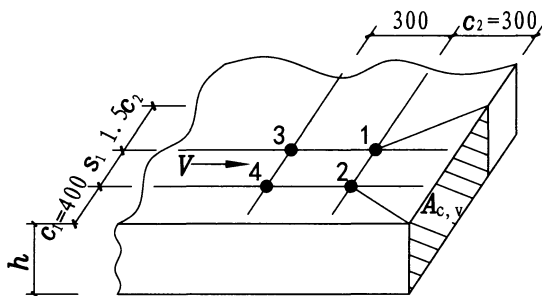
图集号

04SG308

审核 张玉梅 校对 沙志国 设计 王文栋

页

34



混凝土破坏楔形体在侧向的投影面积 $A_{c,v}$

$$A_{c,v}^0 = 4.5c_2^2 = 4.5 \times 300^2 = 405000 \text{ mm}^2$$

$$\phi_{s,v} = 0.7 + 0.3 \frac{c_1}{1.5c_2} = 0.7 + 0.3 \times \frac{400}{1.5 \times 300} = 0.97$$

$$\phi_{h,v} = \left(\frac{1.5c_2}{h} \right)^{1/2} = \left(\frac{1.5 \times 300}{300} \right)^{1/2} = 1.225$$

$$\phi_{\alpha,v} = 1 \quad (\alpha = 0^\circ)$$

$$\phi_{ec,v} = 1 \quad (e_v = 0)$$

$$\phi_{re,v} = 1 \quad (\text{不开裂混凝土})$$

$$\gamma_{Rc,v} = 1.5 \quad (\text{规程表 4.3.10})$$

$$\text{标准值 } V_{Rk,C} = 91.73 \times \frac{345000}{405000} \times 0.97 \times 1.225 \times 1 \times 1 \times 1$$

$$= 92.85 \text{ kN}$$

$$\text{设计值 } V_{Rd,C} = 92.85 / 1.5 = 61.90 \text{ kN} > V = 20 \text{ kN}, \text{ 满足要求}$$

2.5.2 当剪力平行于构件自由边时

$$\alpha = 0.1 (l_c / c_1)^{0.5} = 0.1 (100 / 400)^{0.5} = 0.050$$

$$\beta = 0.1 (d_{\text{nom}} / c_1)^{0.5} = 0.1 (22 / 400)^{0.5} = 0.056$$

$$\begin{aligned} V_{Rk,C}^0 &= 1.9 d_{\text{nom}}^\alpha h_{\text{ef}}^\beta \sqrt{f_{cu,k}} c_1^{1.5} \\ &= 1.9 \times 22^{0.05} \times 100^{0.056} \times \sqrt{35} \times 400^{1.5} / 1000 \\ &= 135.83 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{c,v} &= (c_2 + s + 1.5c_1)h \\ &= (300 + 300 + 1.5 \times 400) \times 300 = 360000 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$A_{c,v}^0 = 4.5c_1^2 = 4.5 \times 400^2 = 720000 \text{ mm}^2$$

$$\phi_{s,v} = 0.7 + 0.3 \frac{c_2}{1.5c_1} = 0.7 + 0.3 \times \frac{300}{1.5 \times 400} = 0.85$$

$$\phi_{h,v} = \left(\frac{1.5c_1}{h} \right)^{1/2} = \left(\frac{1.5 \times 400}{300} \right)^{1/2} = 1.414$$

$$\phi_{\alpha,v} = 2.5 \quad (\alpha = 90^\circ)$$

$$\phi_{ec,v} = 1 \quad (e_v = 0)$$

$$\phi_{re,v} = 1$$

$$\gamma_{Rc,v} = 1.5$$

$$\begin{aligned} \text{标准值 } V_{Rk,C} &= 135.83 \times \frac{360000}{720000} \times 0.85 \times 1.414 \times 2.5 \times 1 \times 1 \\ &= 204.07 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\text{设计值 } V_{Rd,C} = 204.07 / 1.5 = 136.05 \text{ kN} > 20 / 2 = 10 \text{ kN}$$

满足要求

2.6 群锚混凝土剪撬破坏受剪承载力

本例锚栓边距 c 均小于 $10h_{\text{ef}}$, 构件边缘受剪, 混凝土剪撬破坏一般情况不起控制作用, 混凝土剪撬破坏受剪承载力验算略。

示例三 群锚拉、弯、剪复合受力

图集号 .04SG308

审核 张玉梅 校对 沙志国 设计 王文栋

页

36

2.7 拉剪复合受力承载力

锚栓钢材破坏时:

$$\left(\frac{N_{sd}^h}{N_{Rd,s}}\right)^2 + \left(\frac{V_{sd}^h}{V_{Rd,s}}\right)^2 = \left(\frac{17.17}{83.73}\right)^2 + \left(\frac{5}{41.87}\right)^2$$

$=0.056 < 1$, 满足要求

混凝土破坏时:

$$\left(\frac{N_{sd}^c}{N_{Rd,c}}\right)^{1.5} + \left(\frac{V_{sd}^c}{V_{Rd,c}}\right)^{1.5} = \left(\frac{17.17 \times 2}{64.42}\right)^{1.5} + \left(\frac{2 \times 10}{61.90}\right)^{1.5}$$

$=0.57 < 1$, 满足要求

选用FZA型M16机械锚栓, 可实现安全锚固。

示例四 群锚弯剪复合受力

某非生命线工程钢筋混凝土墙体上固定一双向受力支架, 其后锚固连接锚栓布置见右图。基材为开裂混凝土 C30, 构件表面无密集配筋, 被连接构件为非结构构件。锚板孔径满足表 7.1.6 的要求。

内力设计值: $V_x = 10\text{kN}$ $M_y = 10 \times 0.65 = 6.5\text{kN} \cdot \text{m}$

$V_y = 12\text{kN}$ $M_x = 12 \times 0.25 = 3.0\text{kN} \cdot \text{m}$

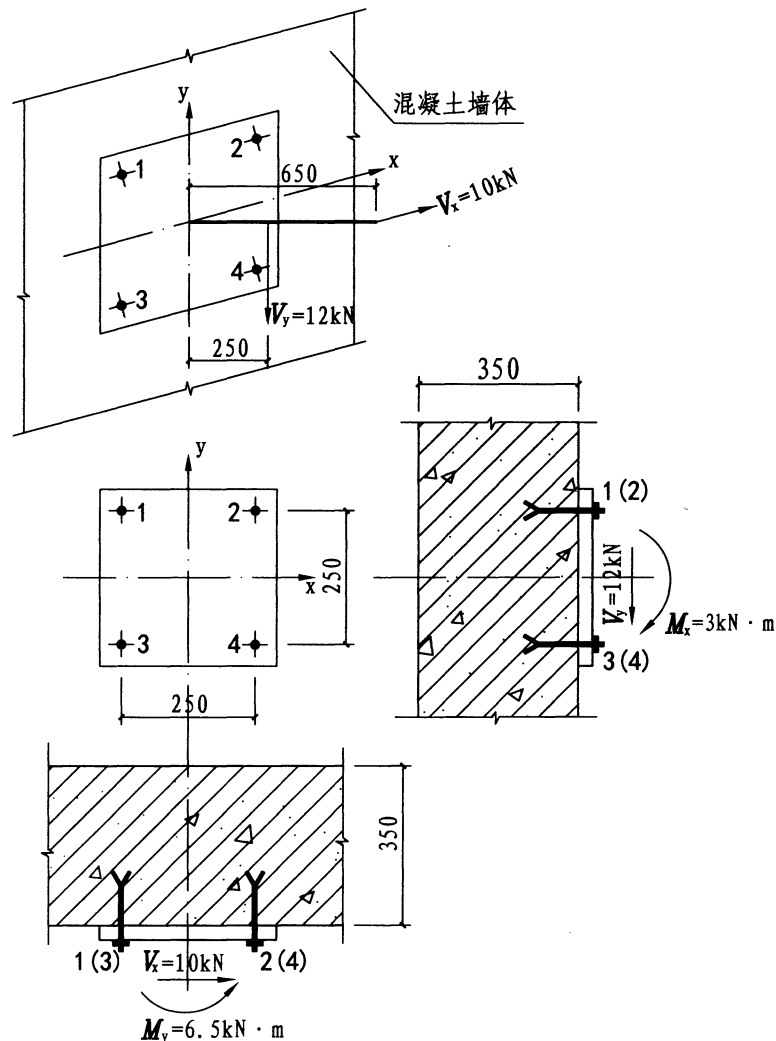
试选择机械锚栓, 并进行承载力验算。

1 锚栓连接内力分析

1.1 锚栓拉力计算

1号、3号锚栓承受的拉力设计值:

$$N_{sd1} = M_x / 2s + M_y / 2s = 3 / (2 \times 0.25) + 6.5 / (2 \times 0.25) \\ = 19\text{kN}$$



示例四 群锚弯剪复合受力

图集号

04SG308

审核 张玉梅 校对 沙志国 设计 王文栋

页

37

$$N_{sd3} = M_y / 2s - M_x / 2s = 6.5 / (2 \times 0.25) - 3 / (2 \times 0.25) = 7 \text{ kN}$$

$$\text{可见: } N_{sd}^h = 19 \text{ kN}$$

2号、4号锚栓承受压力: 锚栓压力由基材混凝土承担, 不必进行受压承载力验算。

1.2 锚栓剪力计算

锚栓位于剪力墙中部, 为中心受剪, 不会产生基材混凝土边缘破坏 ($c > 10h_{ef}$), 且锚板钻孔与锚栓直径的最大间隙符合规程表7.1.6规定时, 所有锚栓均匀承受剪力。每个锚栓所承受的剪力设计值为:

$$V_{sdx} = 10/4 = 2.5 \text{ kN}, \quad V_{sdy} = 12/4 = 3 \text{ kN}$$

$$V_{sd}^h = \sqrt{(V_{sdx})^2 + (V_{sdy})^2} = \sqrt{2.5^2 + 3^2} = 3.91 \text{ kN}$$

2 锚栓承载力验算

试选用高强度膨胀型机械锚栓, 钢材6.8级, 型号M12, 主要技术参数:

$$A_s = 84.3 \text{ mm}^2, \quad h_{ef} = 140 \text{ mm}, \quad d_{nom} = 18 \text{ mm}, \quad h_{min} = 210 \text{ mm},$$

$$l_f = 140 \text{ mm}, \quad c_{cr, N} = 210 \text{ mm}, \quad s_{cr, N} = 420 \text{ mm}, \quad c_{min} = 140 \text{ mm},$$

$$s_{min} = 140 \text{ mm}, \quad c_{cr, sp} = 210 \text{ mm}, \quad s_{cr, sp} = 420 \text{ mm}.$$

2.1 锚栓钢材破坏受拉承载力

按规程第6.1.2条计算:

$$N_{Rd, s} = N_{Rk, s} / \gamma_{Rs, N}, \quad N_{Rk, s} = f_{yk} A_s, \quad \gamma_{Rs, N} = 1.2$$

$$\text{标准值 } N_{Rk, s} = 480 \times 84.3 / 1000 = 40.46 \text{ kN}$$

$$\text{设计值 } N_{Rd, s} = 40.46 / 1.2 = 33.72 \text{ kN}$$

$$> N_{sd}^h = 19 \text{ kN}, \quad \text{满足要求}$$

2.2 群锚混凝土锥体受拉破坏承载力

按规程第6.1.3条计算:

$$N_{Rd, c} = N_{Rk, c} / \gamma_{Rc, N}$$

$$N_{Rk, c} = N_{Rk, c}^0 \frac{A_{c, N}}{A_{c, N}^0} \psi_{s, N} \psi_{re, N} \psi_{ec, N}$$

$$N_{Rk, c}^0 = 7.0 \sqrt{f_{cu, k}} h_{ef}^{1.5} = 7.0 \sqrt{30} \times 140^{1.5} = 63.51 \text{ kN}$$

按下页图“混凝土受拉破坏锥体投影面积”得:

$$A_{c, N} = (s_{cr, N} + s_l) s_{cr, N} = (420 + 250) 420 = 281400 \text{ mm}^2$$

$$A_{c, N}^0 = s_{cr, N}^2 = 420^2 = 176400 \text{ mm}^2$$

$$\psi_{s, N} = 1 \quad (c > c_{cr, N})$$

$$\psi_{re, N} = 1 \quad (\text{表层无密集配筋})$$

$$e_N = \frac{19 \times 250}{19 + 7} - 125 = 58 \text{ mm}$$

$$\psi_{ec, N} = \frac{1}{1 + 2e_N / s_{cr, N}} = \frac{1}{1 + 2 \times 58 / 420} = 0.784$$

$$\gamma_{Rc, N} = 1.8$$

$$\text{标准值 } N_{Rk, c} = 63.51 \times \frac{281400}{176400} \times 1 \times 1 \times 0.784 = 79.43 \text{ kN}$$

$$\text{设计值 } N_{Rd, c} = 79.43 / 1.8 = 44.13 \text{ kN}$$

$$> N_{sd}^h = 19 \text{ kN}, \quad \text{满足要求}$$

示例四 群锚弯剪复合受力

图集号

04SG308

审核

张玉梅

张永梅

校对

沙志国

沙志国

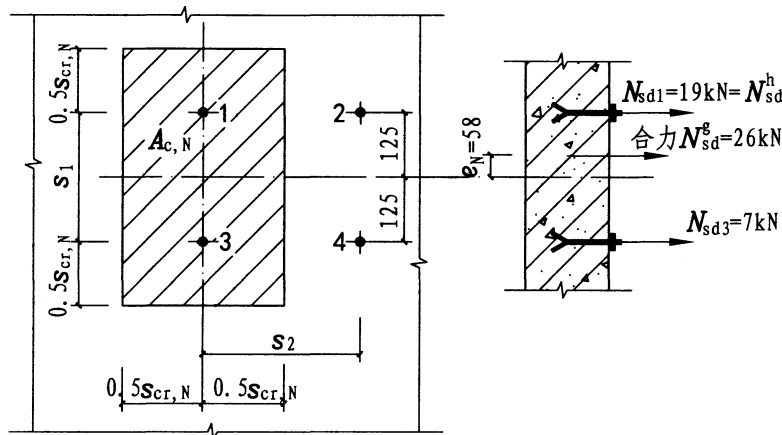
设计

王文栋

王文栋

页

38



混凝土受拉破坏锥体投影面积

2.3 混凝土劈裂破坏

$$s=250\text{mm} > s_{\min}=140\text{mm}, h=350\text{mm} > h_{\min}=210\text{mm}$$

$c > c_{\min}=140\text{mm}$, 不会产生安装过程中劈裂破坏

$$c > 1.5c_{\text{cr},\text{sp}}=1.5 \times 210=315\text{mm}$$

$$h=350\text{mm} > 2h_{\text{ef}}=2 \times 140=280\text{mm}$$

可不考虑荷载条件下的劈裂破坏

2.4 锚栓钢材破坏受剪承载力(无杠杆臂纯剪)

$$\text{标准值 } V_{\text{Rk},\text{s}}=0.8 \times 0.5 f_{\text{yk}} A_{\text{s}}$$

$$=0.8 \times 0.5 \times 480 \times 84.3/1000=16.19\text{kN}$$

$$\gamma_{\text{Rs},\text{v}}=1.2$$

(锚栓钢材断后伸长率不大于8%时, $V_{\text{Rk},\text{s}}$ 应乘以0.8系数)

$$\text{设计值 } V_{\text{Rd},\text{s}}=V_{\text{Rk},\text{s}}/\gamma_{\text{Rs},\text{v}}=16.19/1.2$$

$$=13.49\text{kN} > V_{\text{sd}}^{\text{h}}=3.91\text{kN} \text{ 满足要求}$$

2.5 群锚混凝土剪撬破坏受剪承载力

按规程第6.1.26条计算:

$$V_{\text{Rd},\text{cp}}=V_{\text{Rk},\text{cp}}/\gamma_{\text{Rcp}} \quad (6.1.26-1)$$

$$V_{\text{Rk},\text{cp}}=k N_{\text{Rk},\text{c}} \quad (6.1.26-2)$$

$$k=2.0 \text{ (当 } h_{\text{ef}} \geq 60\text{mm \text{ 时)}}$$

$$\gamma_{\text{Rcp}}=1.5 \text{ (查规程表4.3.10)}$$

$$N_{\text{Rk},\text{c}}=N_{\text{Rk},\text{c}}^0 \frac{A_{\text{c},\text{N}}}{A_{\text{c},\text{N}}^0} \psi_{\text{s},\text{N}} \psi_{\text{re},\text{N}} \psi_{\text{ec},\text{N}}$$

$$N_{\text{Rk},\text{c}}^0=63.51\text{kN}$$

$$A_{\text{c},\text{N}}=(s_{\text{cr},\text{N}}+s_1)(s_{\text{cr},\text{N}}+s_2)$$

$$=(420+250)(420+250)$$

$$=448900\text{mm}^2$$

$$\text{标准值 } N_{\text{Rk},\text{c}}=63.51 \times \frac{448900}{176400} \times 1 \times 1 \times 1$$

$$=161.62\text{kN}$$

$$V_{\text{Rk},\text{cp}}=2 \times 161.62 = 323.24\text{kN}$$

$$V_{\text{Rd},\text{cp}}=323.24/1.5=215.49\text{kN}$$

$$> 4V_{\text{sd}}^{\text{g}}=4 \times 3.91=15.61\text{kN}$$

2.6 拉剪复合受力承载力

钢材破坏时按规程第6.1.28条计算:

示例四 群锚弯剪复合受力

图集号

04SG308

审核

张玉梅

张红梅

校对

沙志国

沙志国

设计

王文栋

王文栋

页

39

$$\left(\frac{N_{sd}^h}{N_{Rd,s}}\right)^2 + \left(\frac{V_{sd}^h}{V_{Rd,s}}\right)^2 = \left(\frac{19}{33.72}\right)^2 + \left(\frac{3.91}{13.49}\right)^2 \quad (\text{公式6.1.28-1})$$

=0.40 < 1, 满足要求

混凝土破坏拉剪复合受力验算。

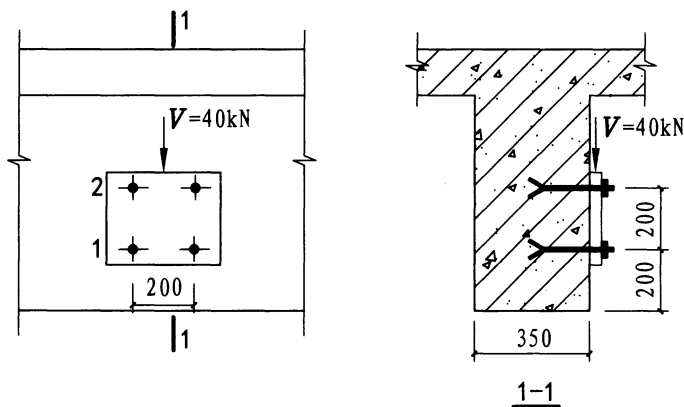
$$\left(\frac{N_{sd}}{N_{Rd,s}}\right)^{1.5} + \left(\frac{V_{sd}}{V_{Rd,s}}\right)^{1.5} = \left(\frac{26}{44.13}\right)^{1.5} + \left(\frac{15.61}{215.49}\right)^{1.5}$$

=0.49 < 1, 满足要求

选用M12膨胀型机械锚栓, 可实现安全锚固。

示例五 群锚承受剪力

某非生命线工程中的肋形梁跨中, 其侧面有一后锚固连接锚栓布置见下图, 承受剪切荷载设计值 $V=40\text{kN}$, 基材为C20开裂混凝土, 构件边缘配有 $\phi > 12\text{mm}$ 的纵筋。被连接构件为非结构构件。试选择机械锚栓, 并进行承载力验算。



1 锚栓剪力

$c_1=200\text{mm} < 10h_{ef}$, 验算构件边缘受剪, 即只有梁底边缘的一排锚栓受剪, 每个锚栓所受的剪力为:

$$V_{sd}^h = 40/2 = 20\text{kN}$$

2 锚栓承载力验算

试选膨胀型, 钢材6.8级, M16机械锚栓, 主要技术参数:

$$\begin{aligned} A_s &= 157\text{mm}^2, & h_{ef} &= 200\text{mm}, & h_{min} &= 300\text{mm} \\ l_f &= 200\text{mm}, & d_{nom} &= 20\text{mm}, & c_{cr,N} &= 300\text{mm} \\ s_{cr,N} &= 600\text{mm}, & c_{min} &= 200\text{mm}, & s_{min} &= 200\text{mm} \end{aligned}$$

2.1 锚栓钢材破坏受剪承载力 (无杠杆臂的纯剪)

按规程第6.1.14条计算 (6.8级钢材拉断伸长率不大于8%, 应乘以降低系数0.8):

$$\begin{aligned} \text{标准值 } V_{Rk,s} &= 0.8(0.5f_{yk}A_s) \\ &= 0.8(0.5 \times 480 \times 157/1000) \\ &= 30.14\text{kN} \quad \gamma_{Rs,v} = 1.2 \end{aligned}$$

$$\text{设计值 } V_{Rd,s} = V_{Rk,s}/\gamma_{Rs,v} = 30.14/1.2 = 25.12\text{kN}$$

$$> V_{sd}^h = 40/4 = 10\text{kN}, \text{ 满足要求}$$

2.2 群锚构件边缘受剪混凝土破坏承载力

按规程第6.1.15条计算:

$$V_{Rd,C} = V_{Rk,C}/\gamma_{Rc,v}$$

示例五 群锚承受剪力

图集号

04SG308

审核 张玉梅 张永刚 校对 沙志国 设计 王文栋

页

40

$$V_{Rk,C} = V_{Rk,C}^0 \frac{A_{c,V}}{A_{c,V}^0} \psi_{s,V} \psi_{h,V} \psi_{\alpha,V} \psi_{re,V} \psi_{ec,V}$$

$$V_{Rk,C}^0 = 1.35 d_{nom}^{\alpha} h_{ef}^{\beta} \sqrt{f_{cu,k}} c_1^{1.5} \quad (\text{开裂混凝土})$$

$$\alpha = 0.1 (l_f / c_1)^{0.5} = 0.1 (200/200)^{0.5} = 0.1$$

$$\beta = 0.1 (d_{nom} / c_1)^{0.2} = 0.1 (20/200)^{0.2} = 0.063$$

$$V_{Rk,C}^0 = 1.35 \times 20^{0.1} \times 200^{0.063} \times \sqrt{20 \times 200^{1.5}} / 1000 = 32.17 \text{ kN}$$

$$h = 350 \text{ mm} > 1.5c_1 = 1.5 \times 200 = 300 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} A_{c,V} &= (2 \times 1.5c_1 + s_2) 1.5c_1 \\ &= (3 \times 200 + 200) \times 1.5 \times 200 \\ &= 240000 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$A_{c,V}^0 = 4.5c_1^2 = 4.5 \times 200^2 = 180000 \text{ mm}^2$$

$$\psi_{s,V} = 1 \quad (\text{位于跨中 } c_2 > 1.5c_1)$$

$$\psi_{h,V} = \left(\frac{1.5c_1}{h} \right)^{1/2} = \left(\frac{1.5 \times 200}{350} \right)^{1/2} = 0.93, \text{ 取 } \psi_{h,V} = 1$$

$$\psi_{\alpha,V} = 1$$

$$\psi_{ec,V} = 1.0 \quad (e_V = 0)$$

$$\psi_{re,V} = 1.2 \quad (\text{边缘配有 } \phi > 12 \text{ 的直筋, 开裂混凝土})$$

$$\begin{aligned} \text{标准值 } V_{Rk,C} &= 32.17 \times \frac{240000}{180000} \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1.2 \\ &= 51.47 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\gamma_{Rc,V} = 1.5$$

$$\text{设计值 } V_{Rd,C} = 51.47 / 1.5 = 34.31 \text{ kN}$$

$< V = 40 \text{ kN}$, 不满足要求

采取控制剪力分配的方法(见下页), 将边缘第一排锚栓在被连接件上的圆形钻孔改为沿剪切方向的长槽孔, 这时边缘第一排锚栓可不考虑承受剪力, 全部剪力将由第二排锚栓承受, 边距 c 将由200mm加大为400mm。

重新进行边缘受剪混凝土破坏承载力计算:

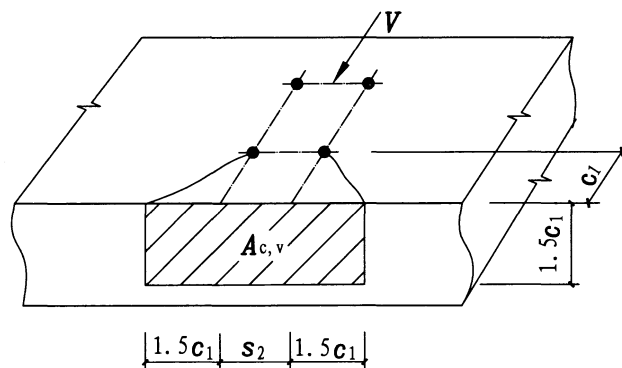
$$\text{此时: } h = 350 \text{ mm} < 1.5c_1 = 1.5 \times 400 = 600 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} A_{c,V} &= (2 \times 1.5c_1 + s_2) h = (2 \times 600 + 200) \times 350 \\ &= 490000 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$A_{c,V}^0 = 4.5 \times 400^2 = 720000 \text{ mm}^2$$

$$\psi_{s,V} = 1$$

$$\psi_{h,V} = \left(\frac{1.5c_1}{h} \right)^{1/2} = \left(\frac{1.5 \times 400}{350} \right)^{1/2} = 1.31$$



锚栓边缘受剪破坏楔形体在侧面的投影面积

示例五 群锚承受剪力

图集号

04SG308

审核 张玉梅 校对 沙志国 设计 王文栋

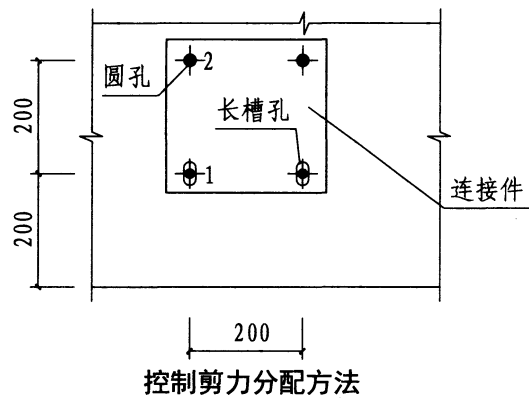
页

41

按规程第6.1.21条: $\psi_{\alpha, v}=1$

按规程第6.1.22条计算: $e_v=0$, 取 $\psi_{ec, v}=1$

根据已知条件, 按规程第6.1.23条, 取 $\psi_{re, v}=1.2$



$$\alpha=0.1(l_f/c_1)^{0.5}=0.1(200/400)^{0.5}=0.0707$$

$$\beta=0.1(d_{nom}/c_1)^{0.2}=0.1(20/400)^{0.2}=0.0549$$

$$\begin{aligned} V_{Rk, C}^0 &= 1.35 d_{nom}^{\alpha} h_{ef}^{\beta} \sqrt{f_{cu, k}} c_1^{1.5} \\ &= 1.35 \times 20^{0.0707} \times 200^{0.0549} \times \sqrt{20 \times 400^{1.5}} / 1000 \\ &= 79.85 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{标准值 } V_{Rk, C} &= 79.85 \times \frac{490000}{720000} \times 1 \times 1.31 \times 1 \times 1 \times 1.2 \\ &= 85.43 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\text{设计值 } V_{Rd, C} = 85.43 / 1.5 = 56.95 \text{ kN}$$

$> V=40 \text{ kN}$, 满足要求

一般情况, 边缘受剪混凝土剪撬破坏承载力不起控制作用, 验算略。

选用膨胀型机械锚栓6M12, 并采用控制剪力分配的办法也可以实现安全锚固。

示例六 群锚承受剪力及扭矩

梁跨中后锚固连接, 群锚受剪力与扭矩共同作用, 扭矩设计值 $T=30 \text{ kN} \cdot \text{m}$, 剪力设计值 $V=36 \text{ kN}$, 基材为非开裂混凝土C20。构件边缘配有 $\phi > 12 \text{ mm}$ 的纵筋, 箍筋间距为100mm, 构件表面无密集配筋, 被连接构件为非结构构件。试选择机械锚栓, 并验算承载力。

1 锚栓剪力

群锚在扭矩 T 作用下, 锚栓剪力按规程公式 (5.3.5) 计算。群锚在剪力 V 作用下, 考虑构件边缘受剪 ($c_1 < 10 h_{ef}$) 由靠近构件边缘的一排锚栓承受全部剪力。每个锚栓承受的剪力为:

$$V_{si, y}^V = \frac{36}{3} = 12 \text{ kN} \quad (5.3.3-2)$$

群锚在扭矩 T 作用下, 锚栓剪力设计值按规程第5.3.5条计算。

$$V_{si, x}^T = T y_i = (\sum x_i^2 + \sum y_i^2) \quad (5.3.5-1)$$

$$V_{si, y}^T = T x_i = (\sum x_i^2 + \sum y_i^2) \quad (5.3.5-2)$$

示例六 群锚承受剪力及扭矩

图集号

04SG308

审核 张玉梅

设计 王文栋

校对 沙志国

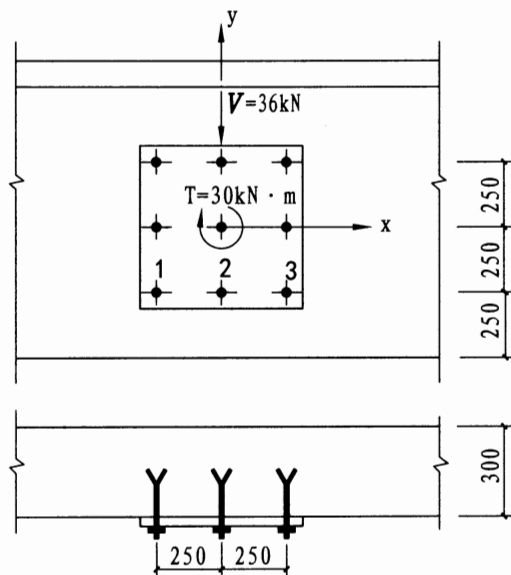
设计 王文栋

设计 王文栋

设计 王文栋

页

42



群锚承受剪力及扭矩

$$V_{si}^T = \sqrt{(V_{si,x}^T)^2 + (V_{si,y}^T)^2} \quad (5.3.5-3)$$

$$V_{sd}^h = \max V_{si}^T \quad (5.3.5-4)$$

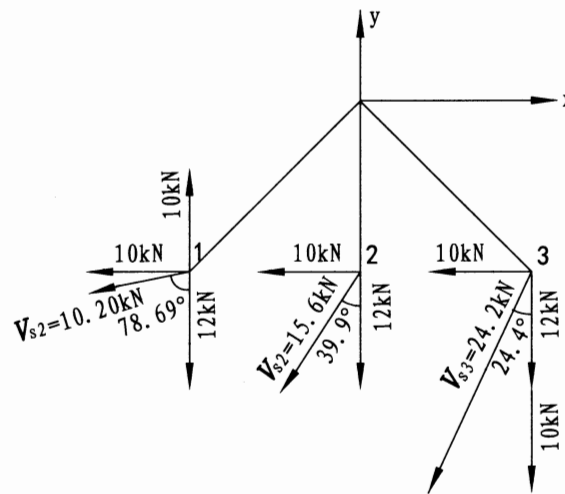
有: $\sum x_i^2 + \sum y_i^2 = 250^2 \times 6 + 250^2 \times 6 = 750000 \text{m}^2$

$$V_{s1,x}^T = 30 \times 10^6 \times 250 / 750000 = 10 \text{kN}$$

$$V_{s1,y}^T = 10 \text{kN}$$

$$V_{s2,x}^T = 10 \text{kN}, V_{s2,y}^T = 0$$

$$V_{s3,x}^T = 10 \text{kN}, V_{s3,y}^T = 10 \text{kN}$$



扭矩与剪力共同作用锚栓剪力设计值

群锚在剪力和扭矩共同作用下,边排锚栓的剪力设计值应按下列式计算:

$$V_{si} = \sqrt{(V_{si,x}^T)^2 + (V_{si,y}^V + V_{si,y}^T)^2}$$

$$V_{s1} = \sqrt{10^2 + (12-10)^2} = 10.20 \text{kN}$$

$$V_{s2} = \sqrt{10^2 + 12^2} = 15.60 \text{kN}$$

$$V_{s3} = \sqrt{10^2 + (12+10)^2} = 24.20 \text{kN} = V_{sd}^h$$

1~3号锚栓辖区总剪力:

$$V_{sd}^g = \sqrt{(10+10+10)^2 + (2+12+12+10)^2} = 46.86 \text{kN}$$

示例六 群锚承受剪力及扭矩

图集号

04SG308

审核 张玉梅 张永梅 校对 沙志国 沙志国 设计 王文栋 王文栋

页

43

2 锚栓受剪承载力验算

试选BZ+HCR型M16机械锚栓, 钢材6.8级, 主要技术参数为: $A_{s,t}=108\text{mm}^2$, $A_{s,v}=193\text{mm}^2$, $h_{ef}=85\text{mm}$, $d_{nom}=16\text{mm}$

$l_f=85\text{mm}$, $c_{min}=80\text{mm}$, $s_{min}=70\text{mm}$, $c_{cr,N}=127.5\text{mm}$

$s_{cr,N}=255\text{mm}$, $h_{min}=140\text{mm}$

$c_1 < 10 h_{ef}$ 为构件边缘受剪

2.1 锚栓钢材破坏受剪承载力(无杠杆臂的纯剪, 钢材6.8级)标准值

$$V_{Rk,s} = (0.5 f_{yk} A_{s,v}) 0.8 = (0.5 \times \frac{480}{1000} \times 193) \times 0.8 = 37.06\text{kN}$$

分项系数 $\gamma_{Rs,v}=1.2$

设计值 $V_{Rd,s} = 37.06/1.2 = 30.88\text{kN}$

$> V_{sd}^n = 24.20\text{kN}$, 满足要求

2.2 混凝土边缘破坏受剪承载力

$$V_{Rd,C} = V_{Rk,C} / \gamma_{Rc,v} \quad (\text{公式6.1.15-1})$$

$$V_{Rk,C} = V_{Rk,C}^0 \frac{A_{c,v}}{A_{c,v}^0} \psi_{s,v} \psi_{h,v} \psi_{\alpha,v} \psi_{re,v} \psi_{ec,v} \quad (\text{公式6.1.15-2})$$

$$V_{Rk,C}^0 = 1.9 d_{nom}^\alpha h_{ef}^\beta \sqrt{f_{cu,k}} c_1^{1.5} \quad [\text{不开裂混凝土, (6.1.16-2)}]$$

$$\alpha = 0.1 (l_f/c_1)^{0.5} = 0.1 (85/250)^{0.5} = 0.0583$$

(公式6.1.16-3)

$$\beta = 0.1 (d_{nom}/c_1)^{0.2} = 0.1 (16/250)^{0.2} = 0.0577$$

(公式6.1.16-4)

$$V_{Rk,C}^0 = 1.9 \times 16^{0.0583} \times 85^{0.0577} \times \sqrt{20 \times 250^{1.5}} / 1000 = 51.02\text{kN}$$

可能产生两种受剪破坏工况, 即1~3号锚栓辖区混凝土楔形体受剪破坏和3号锚栓辖区混凝土楔形体受剪破坏。

2.2.1 1~3号锚栓辖区混凝土楔形体受剪破坏

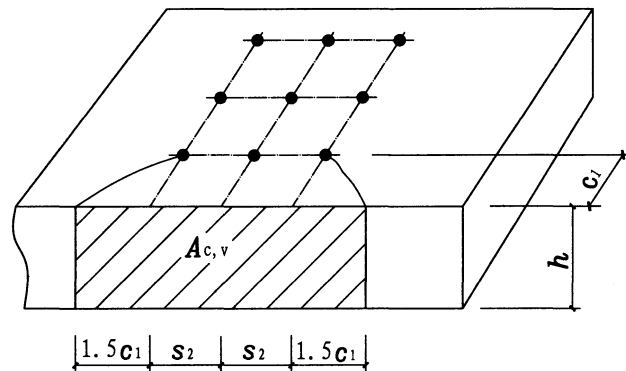
构件厚度较薄, $h < 1.5 c_1$, 且 $s_2 < 3 c_1$ 时, 面积 $A_{c,v}$ 按下图计算:

$$A_{c,v} = (3 c_1 + 2 s_2) h = (3 \times 250 + 2 \times 250) \times 300 = 375000\text{mm}^2$$

$$A_{c,v}^0 = 4.5 c_1^2 = 4.5 \times 250^2 = 281250\text{mm}^2$$

$$\psi_{s,v} = 1 \quad (c_2 > 1.5 c_1, \text{即位于跨中})$$

$$\psi_{h,v} = \left(\frac{1.5 c_1}{h} \right)^{1/2} = \left(\frac{1.5 \times 250}{300} \right)^{1/2} = 1.12$$



锚栓边缘受剪混凝土破坏楔形体投影面积

示例六 群锚承受剪力及扭矩

图集号

04SG308

审核 张玉梅 张红梅 校对 沙志国 沙志国 设计 王文栋 王文栋

页

44

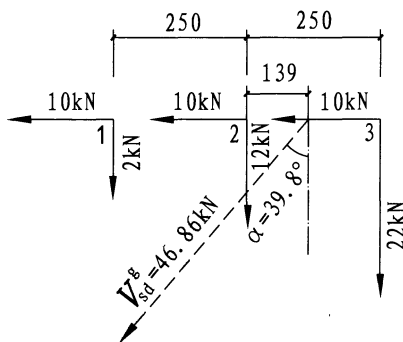
$$\operatorname{tg} \alpha_v = 30/36 = 0.83, \quad \alpha_v = 39.8^\circ$$

$$\phi_{\alpha, v} = \frac{1}{\sqrt{(\cos \alpha_v)^2 + \left(\frac{\sin \alpha_v}{2.5}\right)^2}} = 1.235 \quad (6.1.21)$$

$$e_v = \frac{12 \times 250 + 22 \times 500}{2 + 12 + 22} - 250 = 139 \text{ mm}$$

$$\phi_{ec, v} = \frac{1}{1 + 2e_v/3c_1} = \frac{1}{1 + (2 \times 139)/(3 \times 250)} = 0.73$$

构件边缘配有 $\phi > 12 \text{ mm}$ 纵筋，箍筋间距为 100 mm ，不开裂混凝土，故取： $\phi_{re, v} = 1.0$ （参见规程第 6.1.23 条）



剪力合力点至受剪锚栓重心的距离

$$\text{标准值 } V_{Rk, c} = 51.02 \times \frac{375000}{281250} \times 1 \times 1.12 \times 1.235 \times 0.73 \times 1.0 = 68.68 \text{ kN}$$

$$\text{设计值 } V_{Rd, c} = 68.68/1.5 = 45.79 \text{ kN}$$

$$\approx V_{sd}^B = 46.86 \text{ kN}, \text{ 基本满足要求}$$

2.2.2 3号锚栓辖区混凝土楔形体受剪破坏

$$V_{sd}^h = 24.20 \text{ kN} \quad V_{Rk, c}^0 = 51.02 \text{ kN}$$

$$A_{c, v}^0 = 281250 \text{ mm}^2$$

$$A_{c, v} = 3 \times 250 \times 300 = 225000 \text{ mm}^2$$

$$\phi_{s, v} = 1, \phi_{h, v} = 1.12, \phi_{re, v} = 1.0, \phi_{ec, v} = 1$$

$$\alpha_v = 24.4^\circ, \phi_{\alpha, v} = 1.08 \quad [\text{按公式 (6.1.21) 计算}]$$

$$\text{标准值 } V_{Rk, c} = 51.02 \times \frac{225000}{281250} \times 1 \times 1.12 \times 1.08 \times 1 \times 1$$

$$= 49.37 \text{ kN}$$

$$\text{设计值 } V_{Rd, c} = 49.37/1.5 = 32.90 \text{ kN}$$

$$> V_{sd}^h = 24.20 \text{ kN}, \text{ 满足要求}$$

选用 M16 BZ+HCR 机械锚栓，可实现安全锚固。

本例计算是对《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145-2013 的延伸。

示例七 基础顶部植筋

某钢筋混凝土筏板基础顶部需增加一柱，该柱为偏心受压，柱截面 400×400 ，基础混凝土强度等级 C25，抗震设防

示例七 基础顶部植筋

图集号

04SG308

审核 张玉梅 校对 沙志国 设计 王文栋

页

45

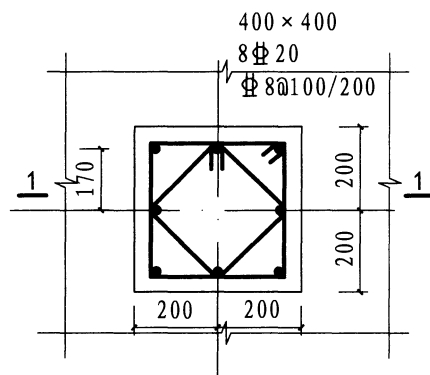
烈度7度,二类场地土。植筋采用HRB400级钢筋,主筋8 Φ 20,箍筋 Φ 8@200,保护层厚度25mm,正常使用环境。试设计此柱植筋的锚固长度。

植筋间距 $s=(400-86)/2=157\text{mm}>5d=5\times 20=100\text{mm}$

植筋边距 $c>5d=100\text{mm}$

$$l_d = \psi_N \psi_{ac} l_s \quad (6.3.1-1)$$

$$l_s = 0.2 \alpha_{spt} d f_y / f_{bd} \quad (6.3.2)$$



植筋柱截面

查表6.3.2,得 $\alpha_{spt}=1.0$

$d=20\text{mm}$, $f_y=360\text{N/mm}^2$, $f_{bd}=2.7$ (表6.3.3, A类胶)

$$l_s = 0.2 \times 1.0 \times 20 \times 360 / 2.7 = 533\text{mm}$$

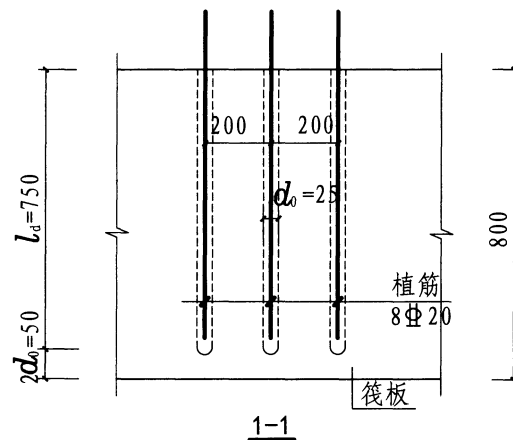
$$\psi_N = \psi_{br} \psi_w \psi_T \quad (6.3.4)$$

取 $\psi_{br}=1.15$, $\psi_w=1.1$, $\psi_T=1.0$

$$\psi_N = 1.15 \times 1.1 \times 1.0 = 1.265$$

$$\psi_{ac} = 1.1$$

$$l_d = 1.265 \times 1.1 \times 533 = 742\text{mm}, \text{取 } l_d = 750\text{mm}$$



示例七 基础顶部植筋

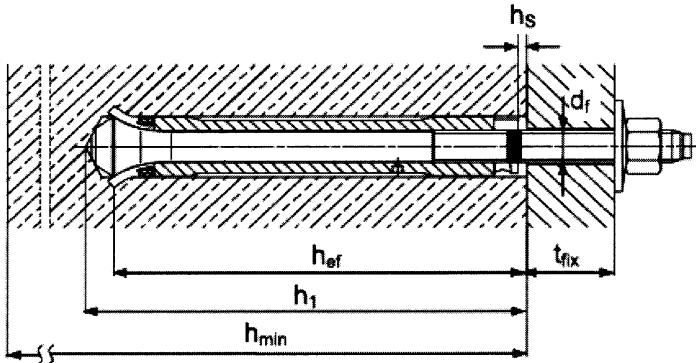
图集号

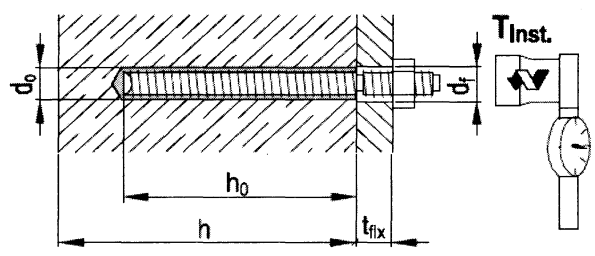
04SG308


审核 张玉梅 张永梅 校对 沙志国 设计 王文栋 2014

页

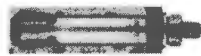
46

锚栓型号	重型自切底锚栓 HDA-P/PR/PF; HDA-T/TR/TF					认证机构	European technical approval ETA 认证 (2010-12-17)		
锚栓材质	8.8 级钢材, 5~25 μm 镀锌, 不锈钢、粉末渗锌						ICC-ES report including seismic ESR 认证 (2012-03-01)		
锚栓安装参数							Shockproof fastenings in civil defence installations (2009-10-21)		
型号	M10	M12	M16	M20			Nuclear power plants (2011-02-16)		
混凝土基材厚度最小值 h_{min} (mm)	180	200	270	350			Fatigue loading (2011-10-01)		
锚孔直径 d_o (mm)	20	22	30	37			Fire test report UB 认证 (2001-01-31)		
锚板孔径(-P/PF/PR) d_f (mm)	12	14	18	22			Assessment report (fire) WF 认证 (2007-10-26)		
锚板孔径(-T/TF/TR) d_f (mm)	21	23	32	40		安装简图			
锚栓全长 l (mm)	150	210	295	410					
锚固深度 h_{ef} (mm)	100	125	190	250					
钻孔深度 h_l (mm)	107	133	203	266					
应力截面积 A_s (mm ²)	58	84	157	245					
安装扭矩 T_{inst} (mm)	50	80	120	300					
被固定物最大厚度 t_{fix} (mm)	20	50	60	100					
抗拉承载力裂缝混凝土 N_{Rk} (kN)	17	23	50	63					
抗剪承载力裂缝混凝土 V_{Rk} (kN)	18	24	50	74					
抗拉承载力非裂缝混凝土 N_{Rk} (kN)	31	45	84	128					
抗剪承载力非裂缝混凝土 V_{Rk} (kN)	18	24	50	74					
H_{ef} 对 $V_{Rd, cp}$ 影响系数 k	2	2	2	2					
混凝土锥体破坏	临界边距 $C_{cr, N}$ (mm)	150	190	285	375			注	1. 本页根据喜利得公司提供的技术资料编制, 所有数据由该企业负责。 相关计算程序见 www.hilti.com 2. 由于 t_{fix} 不同, 锚栓长度可能有所不同。 3. 该锚栓符合《混凝土用膨胀型、扩孔型建筑锚栓》JG 160-2004 强制性条文中变异及滑移系数的要求, 检验类别为抽样检测。
	临界间距 $S_{cr, N}$ (mm)	300	375	570	750				
混凝土劈裂破坏	最小边距 C_{min} (mm)	80	100	150	200				
	最小间距 S_{min} (mm)	100	125	190	250				
	临界边距 $C_{cr, sp}$ (mm)	150	190	285	375				
	临界间距 $S_{cr, sp}$ (mm)	300	375	570	750				

锚栓型号		螺杆化学锚栓 HVA								认 证 机 构	European technical approval ETA 认证 (2011-06-23)		
锚栓材质		5.8 级 8.8 级镀锌钢材、 A4-70 不锈钢、HCR 不锈钢									Fire test report UB 认证 (2004-03-26)		
锚栓安装参数											Fire test report ZTV-Tunnel UB 认证 (2003-08-12)		
											Assessment report (fire) WF 认证 (2007-10-26)		
型号		M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30	安 装 简 图			
混凝土基材厚度最小值 h _{min} (mm)		110	120	140	170	220	270	300	340				
钻头直径 d ₀ (mm)		10	12	14	18	24	28	30	35				
锚板孔径 d _f (mm)		9	12	14	18	22	26	30	33				
典型置埋深度 (mm)		80	90	110	125	170	210	240	270				
基材厚度 (mm)		140	160	210	210	340	370	480	540				
抗拉承载力 N _{Rk} (kN)		11	17	24	40	74	93	125	149				
抗剪承载力 V _{Rk} (kN)		7	10	15	29	45	64	139	169				
应力截面积 A _s (mm ²)		33	52	76	144	225	324	427	519				
安装扭矩 T _{inst} (mm)		10	20	40	80	150	200	270	300				
H _{ef} 对 V _{Rd, cp} 影响系数 k		2	2	2	2	2	2	2	2				
混凝土锥体破坏	临界边距 C _{cr, N} (mm)	120	135	165	187	255	315	360	405			注	<div>1. 本页根据喜利得公司提供的技术资料编制, 所有数据由该企业负责。相关计算程序见 www.hilti.com。</div> <div>2. 该锚栓通过《混凝土用膨胀型、扩孔型建筑锚栓》JG 160-2004 强制性条文中变异及滑移系数的要求, 检验类别为抽样检测。</div>
	临界间距 S _{cr, N} (mm)	240	270	330	375	510	630	720	810				
混凝土劈裂破坏	最小边距 C _{min} (mm)	40	45	55	65	90	120	130	135				
	最小间距 S _{min} (mm)	40	45	55	65	90	120	130	135				
	临界边距 C _{cr, sp} (mm)	80	90	110	125	170	210	240	270				
	临界间距 S _{cr, sp} (mm)	160	180	220	250	340	420	480	540				

锚栓型号	化学植筋胶 HIT-RE 500-SD								认证机构	European technical approval ETA 认证 (2009-01-12)
锚栓材质	5.8 级, 8.8 级镀锌、热浸镀锌钢; A4 不锈钢; 钢筋									ES report including seismic ESR 认证 (2012-02-01)
锚栓安装参数 (配合钢筋)										Fire test report (2008-01-18)
型号	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30		Assessment report (fire) WF 认证 (2008-05-27)
有效锚固深度 h_{ef} (mm)	40	40	48	64	80	96	108	120		shockproof fastenings in civil defence installations BZS 认证 (2009-10-21)
最小基材厚度 h_{min} (mm)	100	100	100	100	128	152	168	190		
抗拉承载力裂缝混凝土 N_{Rk} (kN)	9	13	17	21	36	52	63	73		
抗剪承载力裂缝混凝土 V_{Rk} (kN)	7	12	17	31	49	70	92	112		
抗拉承载力非裂缝混凝土 N_{Rk} (kN)	12	19	28	34	53	73	89	107		
抗剪承载力非裂缝混凝土 V_{Rk} (kN)	7	12	17	31	49	70	92	112		
H_{ef} 对 $V_{Rd, cp}$ 影响系数 k		2	2	2	2	2	2	2		安装简图
混凝土锥体破坏	临界边距 $C_{cr, N}$ (mm)	60	60	72	96	120	144	162	<div>注</div> <div>1. 本页根据喜利得公司提供的技术资料编制, 所有数据由该企业负责。相关计算程序见 www.hilti.com</div> <div>2. 由于 h_{ef} 不同, 破坏临界间距与破坏临界边距可能有所不同。</div>	
	临界间距 $S_{cr, N}$ (mm)	120	120	144	192	240	288	324		
混凝土劈裂破坏	最小边距 C_{min} (mm)	40	50	60	80	100	120	135		
	最小间距 S_{min} (mm)	40	50	60	80	100	120	135		
	临界边距 $C_{cr, sp}$ (mm)	40	40	48	64	80	96	108		
	临界间距 $S_{cr, sp}$ (mm)	80	80	96	128	160	192	216		

模扩底锚栓 FZA



系统	8.8 级钢螺杆，电镀锌或热浸镀锌；A4 不锈钢		
	螺杆型		
	穿透安装型		
	内螺纹型		
专用模具式钻头 FZUB 及安装工具 FZE plus:			
适用	开裂及非开裂混凝土 抗震设防烈度 ≤ 8 度的结构构件和非结构构件		
符合标准及测试认证	《混凝土结构加固设计规范》 GB 50367-2013 《建筑结构加固工程施工质量验收规范》 GB 50550-2010 《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》 GB 50728-2011 《混凝土结构后锚固技术规程》 JGJ 145-2013 《混凝土用膨胀型、扩孔型建筑锚栓》 JG 160-2004	符合模扩底锚栓的要求 符合扩孔型锚栓的要求	
	欧洲技术认证 BTA	开裂混凝土测试	
	中国建筑科学研究院认证中心	建设工程产品认证	
	德国建筑科学研究院	核电站抗震测试	
	奥地利 BOKU 大学	振动台测试	
	德国建筑材料与防火研究所	120min 防火认证	
	特点及优势	1 模扩底锚栓，承载原理类似于预埋大头螺栓，提供了高安全性 2 适用于开裂混凝土，测试时最大裂缝达 1.5mm 3 无膨胀应力锚固，能够实现小边间距安装 4 专用模具式钻头能够一次完成钻孔和扩孔，方便快捷，避免遗漏扩孔 5 目测控制既可确保正确安装	
	安装简图		

注：本页是根据慧鱼（太仓）建筑锚栓有限公司提供的资料编制。

设计及安装数据

锚栓规格	FZA 10x40 M6	FZA 12x40 M8	FZA 14x40 M10	FZA 12x50 M8	FZA 14x60 M10	FZA 18x80 M12	FZA 22x100 M16	FZA 22x125 M16
钻孔直径 d_0 (mm)	10	12	14	12	14	18	22	22
钻孔深度 h_0 (mm)	43	43	43	54	63	83	103	127
有效埋深 h_{ef} (mm)	40	40	40	50	60	80	100	125
非开裂混凝土								
拉力设计值 N_{Rd} (kN)	9.4	9.4	9.4	13.1	17.2	26.4	37.0	51.7
剪力设计值 V_{Rd} (kN)	6.4	11.8	12.2	11.8	18.6	27.0	50.2	50.2
开裂混凝土								
拉力设计值 N_{Rd} (kN)	6.1	6.1	6.1	8.5	11.2	17.2	24.0	33.5
剪力设计值 V_{Rd} (kN)	6.4	7.9	7.9	11.0	18.6	27.0	48.0	50.2
被锚固件孔径 d_f (mm)	≤ 7	≤ 9	≤ 12	≤ 9	≤ 12	≤ 14	≤ 18	≤ 18
安装扭矩 T_{inst} (Nm)	8.5	20	40	20	40	60	100	100
最小间距 s_{min} (mm)	40	40	70	50	60	80	100	125
最小边距 c_{min} (mm)	35	40	70	45	55	70	100	125
砼最小厚度 h_{min} (mm)	100	100	100	110	130	160	200	250

注：1 表中承载力数据是基于混凝土强度 C25，8.8 级钢螺杆，不考虑边间距影响的单个锚栓。
2 考虑边间距及其他条件变化时可使用慧鱼锚栓设计软件 FIXPERIENCE 或联系慧鱼技术部门。

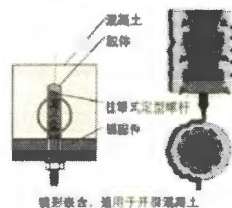
安装说明

1 钻直孔： 使用专用钻头 FZUB 钻直孔，钻头能够自动控制钻孔深度	2 扩孔： 钻机紧抵混凝土表面，绕中心轴环形回转 3~5 圈	3 清孔： 吹或刷出钻孔内的碎屑	4 安装锚栓： 使用安装工具 FZE plus 敲击套筒至露出标记线	5 安装被锚固件： 安装被锚固件并施加规定的安装扭矩

特殊倒锥形化学锚栓 FHB



系统	特殊倒锥形螺杆 FHB-A N: 8.8 级钢, 热浸镀锌 锚固胶 FIS HB 345 S: 改性乙烯基酯树脂 (不含苯乙烯) 静力混合管 FIS S	
适用	开裂及非开裂混凝土 抗震设防烈度 ≤ 8 度的结构构件和非结构构件	
符合标准及测试认证	《混凝土结构加固设计规范》 GB 50367-2013 《建筑结构加固工程施工质量验收规范》 GB 50550-2010 《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》 GB 50728-2011	符合特殊倒锥形化学锚栓的要求
	欧洲技术认证 ETA	湿热老化测试
	铁道部产品质量监督检验中心	疲劳测试
	铁道部产品质量监督检验中心	抗拉强度、伸长率、硬度、冲击吸收功、化学成分和全脱碳层深度
	上海市疾病预防控制中心	实际无毒卫生等级
特点及优势	1 粘结与键形嵌合相结合的承载原理, 适用于开裂混凝土 (如右图示) 2 膨胀应力小, 适于小边、间距安装 3 锚固胶蠕变小, 长期承载性能优异 4 锚固胶最高使用温度高达+80℃ 5 锚固胶固化速度快, 垂流度低, 便于仰面安装 6 采用注射式锚固胶, 安装方便灵活 7 通过调换静力混合管, 开封料罐可继续使用	



安装说明

1. 钻孔	2. 清孔: 至少吹 2 遍刷 2 遍再吹 2 遍	3. 注胶: 钻孔底部开始, 慢慢提拉	4. 安装螺杆: 轻旋插入孔底, 目测有少量胶体溢出	5. 安装被锚固件: 待胶体固化后安装被锚固件

注: 本页是根据慧鱼 (太仓) 建筑锚栓有限公司提供的资料编制。

锚栓规格	M10x60	M12x80	M12x100	M16x125	M20x170	M24x220
钻孔直径 d_0 (mm)	12	14	14	18	24	28
钻孔深度 h_0 (mm)	65	85	105	130	175	225
有效埋深 h_{ef} (mm)	60	80	100	125	170	220

非开裂混凝土, 最高短期/长期温度: +80℃/+50℃

拉力设计值 N_{td} (kN)	17.1	24.0	26.7	47.0	74.5	109.6
剪力设计值 V_{td} (kN)	19.7	28.6	28.6	53.3	83.1	119.4

开裂混凝土, 最高短期/长期温度: +80℃/+50℃

拉力设计值 N_{td} (kN)	11.2	17.2	24.0	33.5	53.2	78.3
剪力设计值 V_{td} (kN)	19.7	28.6	28.6	53.3	83.1	119.4
被锚固件孔径 d_f (mm)	12	14	14	18	22	26
安装扭矩 T_{inst} (Nm)	20	40	40	60	100	120
最小间距 s_{min} (mm)	60	80	100	100	150	180
最小边距 c_{min} (mm)	60	80	100	100	150	180
砼最小厚度 h_{min} (mm)	120	150	200	250	340	440


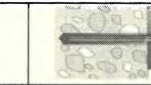
注: 1 表中承载力数据是基于混凝土强度 C25, 8.8 级钢螺杆, 不考虑边间距影响的单个锚栓。

2 考虑边间距及其它条件变化时可使用慧鱼锚栓设计软件 FIXPERIENCE 或联系慧鱼技术部门 www.fischer.com.cn。


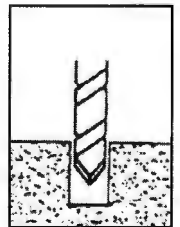
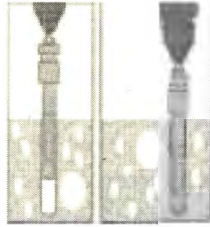
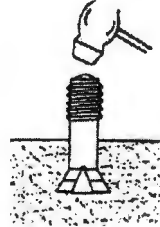
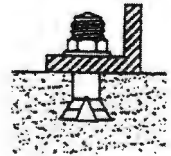
安装及固化时间				注: 1. 从树脂和固化剂 2. 安装时, 胶罐温度必须至少为+5℃
胶罐温度	安 装 时 间	基材温度	固化时间	
		-5℃至 0℃	360 分钟	
		0℃至+5℃	180 分钟	
+5℃至+20℃	15 分钟	+5℃至+20℃	90 分钟	
+20℃至+30℃	6 分钟	+20℃至+30℃	35 分钟	
+30℃至+40℃	4 分钟	+30℃至+40℃	20 分钟	
>+40℃	2 分钟	>+40℃	12 分钟	

高强环氧锚固胶 FIS EM		
系统	螺杆: 5.8 及 8.8 级钢, 电镀锌或热浸镀锌; A4 不锈钢 或钢筋: HRB 335, HRB 400 锚固胶: 改性环氧树脂 (不含苯乙烯及乙二胺)	
适用	开裂及非开裂混凝土 抗震设防烈度 ≤ 8 度的结构构件和非结构构件	
符合标准及测试认证	《混凝土结构加固设计规范》 GB 50367-2013 《建筑结构加固工程施工质量验收规范》 GB 50550-2010 《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》 GB 50728-2011 《混凝土结构后锚固技术规程》 JGJ 145-2013	力学、湿热老化、冻融和施工性能达到 A 级胶的要求; 毒性检验达到实际无毒卫生等级
	欧洲技术认证 ETA	开裂混凝土、潮湿混凝土、水下安装、蠕变、冻融、酸碱老化和抗震测试
	美国国际规范协会认证 ICC-ES	
	德国莱比锡材料研究和测试中心 MFPA	防火测试
	国家建筑材料测试中心	疲劳测试
特点及优势	1 ETA 及 ICC-ES 认证, 适用于开裂及非开裂混凝土 2 ICC-ES 认证, 抗震等级 A-F 优异的抗冲击剥离性能, 远高于规范要求 3 经认证适用温度范围达到 -40°C 到 $+72^{\circ}\text{C}$ 4 适用于水下安装以及水钻成孔的锚固 5 采用高性能环氧树脂, 只需较少清孔程序 6 胶体收缩率低 7 锚固胶可以为埋入的螺杆提供腐蚀防护 8 硬罐包装, 避免运输和储存中的不利环境影响	



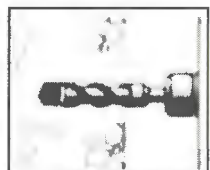
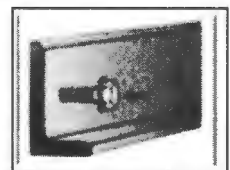
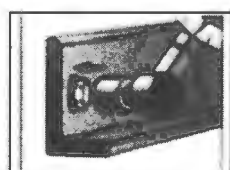
注: 本页是根据慧鱼 (太仓) 建筑锚栓有限公司提供的资料编制。

设计及安装数据										
锚栓规格	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36	M39	M42
钻孔直径 d_o (mm)	12	14	14	18	24	28	35	42	45	50
钻孔深度 h_o (mm)	80	90	110	125	170	210	280	330	360	400
有效埋深 h_{ef} (mm)	80	90	110	125	170	210	280	330	360	400
非开裂混凝土; 最高短期/长期温度: $+60^{\circ}\text{C}/+35^{\circ}\text{C}$										
拉力设计值 $N_{k,d}$ (kN)	20.0	28.3	38.8	47.1	74.6	102.5	157.7	201.8	230.0	269.3
剪力设计值 $V_{k,d}$ (kN)	12.0	18.4	27.2	50.4	78.4	112.8	180.0	163.4	195.2	224.2
开裂混凝土; 最高短期/长期温度: $+60^{\circ}\text{C}/+35^{\circ}\text{C}$										
拉力设计值 $N_{k,d}$ (kN)	9.4	13.2	19.4	24.4	41.5	61.6	102.6	103.7	122.5	146.6
剪力设计值 $V_{k,d}$ (kN)	12.0	18.4	27.2	50.4	78.4	112.8	180.0	163.4	195.2	224.2
安装扭矩 T_{inst} (Nm)	10	20	40	60	120	150	300	400	450	450
最小间距 s_{min} (mm)	40	45	55	65	85	105	140	180	195	200
最小边距 c_{min} (mm)	40	45	55	65	85	105	140	180	195	200
砼最小厚度 h_{min} (mm)	110	120	140	161	218	266	350	414	450	500
注: 1 表中承载力数据是基于如下条件: 混凝土强度 C25, M8-M30 为 8.8 级钢螺杆, M36-M42 为 5.8 级钢螺杆, 不考虑边间距影响的单个锚栓。 2 考虑边间距、埋深及混凝土强度等条件变化时的计算可使用慧鱼锚栓设计软件 FIXPERIENCE 或联系慧鱼技术部门。										
用于植筋时, 按照 GB50367-2006 中 A 级胶的要求进行设计。										
安装说明										
										
1 钻孔:	2 清孔: 至少吹 2 遍, 刷 2 遍, 再吹 2 遍	3 注胶: 钻孔底部开始, 慢慢提拉	4 安放螺杆: (钢筋), 轻旋插入孔底, 目测少量胶体溢出	5 安装锚固件: 待胶体固化后, 安装被锚固物						
胶体具体固化时间请参照产品说明书										


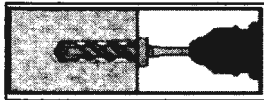





相关技术资料

后扩底螺杆锚栓 SA		设计及安装数据				
系统	镀锌; 	锚栓规格	SA-0650	SA-0855	SA-10100	SA-1275
			M6	M8	M10	M12
		钻孔直径 d_o (mm)	6.5	8.5	10	13.5
		钻孔深度 h_o (mm)	30	35	40	45
适用	混凝土或致密的天然石。	有效埋深 h_{ef} (mm)	28	33	38	42
	此产品适用于内牙固定消防器材、倒吊管路、吊顶等。	非开裂混凝土				
符合标准及测试认证	《混凝土结构加固设计规范》GB 50367-2006	拉力设计值 N_{Rd} (kN)	8.8	13.2	17.6	28.1
	《建筑结构加固工程施工质量验收规范》GB 50550-2010	剪力设计值 V_{Rd} (kN)	8.8	13.2	17.6	28.1
	《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145-2004	开裂混凝土				
	《混凝土用膨胀型、扩孔型建筑锚栓》JG 160-2004	拉力设计值 N_{Rd} (kN)	6.1	9.2	12.3	19.6
	国家建筑工程质量监督检验中心-拉力、剪力产品测试	剪力设计值 V_{Rd} (kN)	8.8	13.2	17.6	28.1
		被锚固件孔径 d_f (mm)	7.5	8.5	12	15.5
		最小间距 S_{min} (mm)	39	51	60	81
		最小边距 C_{min} (mm)	65	85	100	135
		砼最小厚度 h_{min} (mm)	100	100	100	100
		注：表中承载力数据是基于混凝土强度 $\geq C20$ 。				
特点及优势	1 一次冷墩成型技术，可使锚栓材料保持极佳的延展性。 2 该产品广泛应用于贯通式物件固定。 3 一体式的设计有效的保持了产品的剪切力。	安装说明				
		 1、钻孔  2、采用特殊钻头扩底孔  3、击打膨胀  4、安装锚固件				

注：本页是根据宁波安拓实业有限公司提供的资料编制。

快切自攻锚栓 UA 		设计及安装数据							
系统	<div>6.8-8.8 级钢螺杆, 电镀锌或热浸锌;</div> <div></div> <div>外六角内四方</div> <div>外六角标准型</div> <div>外六角法兰型</div>	锚栓规格	AU 0860	AU 0875	AU 1075	AU 10100	AU 1275	AU 12100	AU 16100
			φ8	φ8	φ10	φ10	φ12	φ12	φ16
		钻孔直径 do (mm)	8	8	10	10	12	12	16
		钻孔深度 ho (mm)	55	55	65	65	65	65	85
适用	开裂及非开裂混凝土或致密的天然石。	有效埋深 hef (mm)	50	50	60	60	60	60	80
	用于金属结构、型材、底板、托架、栏杆、机器等	非开裂混凝土							
符合标准及测认证	1 《混凝土结构加固设计规范》GB 50367-2006 2 《建筑结构加固工程施工质量验收规范》GB 50550-2010 3 《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145-2004 4 《混凝土用膨胀型、扩孔型建筑锚栓》JG 160-2004 5 国家建筑工程质量监督检验中心-拉力、剪力产品测试	拉力设计值 NRd (kN)	7.6	7.6	11.2	11.2	14.1	14.1	19.5
		剪力设计值 VRd (kN)	10.3	10.3	14.4	14.4	23.5	23.5	36.7
		开裂混凝土							
		拉力设计值 NRd (kN)	3	3	4.3	4.3	8.2	8.2	14.1
		剪力设计值 VRd (kN)	10.3	10.3	14.4	14.4	23.5	23.5	36.7
		被锚固件孔径 df (mm)	12	12	14	14	16	16	20
		最小间距 Smin (mm)	60	60	72	72	84	84	111
		最小边距 Cmin (mm)	80	80	96	96	112	112	148
		砼最小厚度 hmin (mm)	100	120	120	160	120	160	160
		注: 表中承载力数据是基于混凝土强度≥C20。							
特点及优势	1 六角螺母与垫片与锚栓一体成型, 使用简单方便。 2 安装完成时表面平整, 省去撑开膨胀片或切底的程序, 安装快速方便; 3 该产品应用于贯通式物件的固定及预插式安装; 4 以目视即可监控安装的质量; 5 适合重复或连续的固定工作; 6 适用于小边距或小间距安装; 拆卸方便。	安装说明							
									
		1 钻孔/清孔	2 将锚栓放入已钻孔内。	3 采用配套工具施加扭力。					


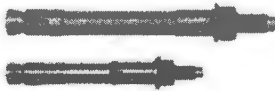

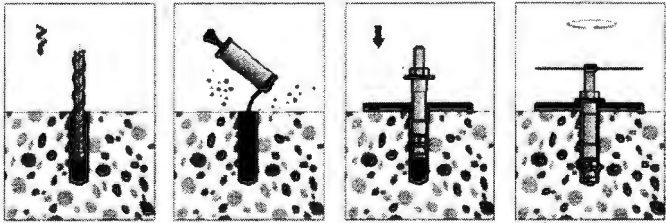
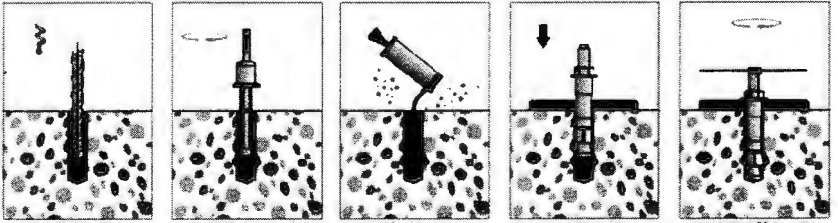
注: 本页是根据宁波安拓实业有限公司提供的资料编制。

扩孔式重型锚栓 BA		设计及安装数据						
系统	4.8-8.8 级钢螺杆，电镀锌或热浸锌； 	锚栓规格	BA-0650	BA-0870	BA-10100	BA-12120	BA-16150	BA-20160
			M6	M8	M10	M12	M16	M20
		钻孔直径 do (mm)	10	12	14.5	18	22	26
		钻孔深度 ho (mm)	35	40	50	60	70	95
适用	开裂及非开裂混凝土或致密的天然石。	有效埋深 hef (mm)	30	35	40	50	60	80
	用于金属结构、型材、底板、支承板、托架、栏杆、机器等	非开裂混凝土						
符合标准及测试认证	《混凝土结构加固设计规范》GB 50367-2006 《建筑结构加固工程施工质量验收规范》GB 50550-2010 《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145-2004 《混凝土用膨胀型、扩孔型建筑锚栓》JG 160-2004 国家建筑工程质量监督检验中心-拉力、剪力产品测试	拉力设计值 N_{Rd} (kN)	6.5	10.2	11.7	18.6	24.2	36.3
		剪力设计值 V_{Rd} (kN)	5.9	9.4	11.5	20.1	44.5	50.3
		开裂混凝土						
		拉力设计值 N_{Rd} (kN)	4.2	6.6	7.5	12	15.5	23.5
		剪力设计值 V_{Rd} (kN)	5.9	9.4	11.5	20.1	44.5	50.3
		被锚固件孔径 d_f (mm)	8	10	12	14	18	22
		安装扭矩 T_{inst} (Nm)	3	6	12	30	50	100
		最小间距 S_{min} (mm)	57	72	84	105	130	153
		最小边距 C_{min} (mm)	57	72	84	105	130	153
		砼最小厚度 h_{min} (mm)	100	100	100	100	120	160
		注：表中承载力数据是基于混凝土强度 $\geq C20$ ；						
特点及优势	1 一次冷墩成型技术，可使锚栓材料保持极佳的延展性。 2 该产品广泛应用于贯通式物件的固定及预插式安装。 3 依固定板厚选择适当的埋入深度，随着埋入深度增加，拉力增加，此产品有可靠的后鼓胀功能。	安装说明						
								
		1、钻孔	2、清孔	3、放入产品采用特殊接头安装				
								
		4、接头打到指定位置	5、充分扩底后取下工具	6、安装被锚固件				
注：本页是根据宁波安拓实业有限公司提供的资料编制。								

那比石（Nabis）机械锚栓产品---ZQ 自切底机械锚栓技术参数(适用于 C25/C50 开裂混凝土)														
螺杆 直径	锚栓型号	钻孔 直径 (mm)	有效 埋深 (mm)	钻孔 深度 (mm)	螺栓 长度 (mm)	固定物孔径 (mm)		螺栓最 小间距 (mm)	基材最 小厚度 (mm)	拧紧力矩 (Nm)	抗拉标准 (kN)		设计抗剪力 (kN)	
						预插式	穿透式				C25 以上	C50 以上	预插式	穿透式
M6	M6/12×50	12	50	65	80	8	14	50	75	10	12.3	18.5	7.1	32.3
	M6/12×60		60	75	90			60	90		15.3	25.8		
	M6/12×80		80	95	110			80	120		21.8	-		
	M6/12×100		100	115	130			100	150		25.5	-		
M8	M8/14×50	14	50	65	80	10	16	50	75	25	14.0	20.0	12.5	43.0
	M8/14×60		60	75	90			60	90		15.8	25.8		
	M8/14×80		80	95	110			80	120		23.5	38.5		
	M8/14×100		100	115	130			100	150		28.8	42.5		
M10	M10/16×50	16	50	65	85	12	18	50	75	50	15.5	23.0	19.4	63.0
	M10/16×60		60	75	95			60	90		18.8	30.0		
	M10/16×80		80	95	115			80	120		26.8	44.0		
	M10/16×100		100	115	135			100	150		32.0	56.5		
M12	M12/18×100	18	100	115	150	14	20	100	150	80	32.3	50.3	28.2	71.5
	M12/18×120		120	135	170			120	180		41.0	65.8		
	M12/18×150		150	165	200			150	225		56.0	70.8		
	M12/18×180		180	195	230			180	270		70.8	-		
	M12/22×100	22	100	115	150		24	100	150	90	40.5	62.8		111.0
	M12/22×120		120	135	170			120	180		51.0	70.3		
	M12/22×150		150	165	200			150	225		70.3	-		
	M12/22×180		180	195	230			180	270		-	-		
	M16/22×130	22	130	145	190	18	24	130	195	210	46.5	70.8	50.1	104.7
	M16/22×150		150	165	210			150	225		56.8	84.3		
	M16/22×180		180	195	240			180	270		71.3	123.0		
	M16/22×200		200	215	260			200	300		75.3	133.5		
	M16/22×230		230	245	290			230	345		85.8	-		
	M16/28×130	28	130	145	190		32	130	195	240	58.3	88.5		135.0
	M16/28×150		150	165	210			150	225		71.0	105.5		
	M16/28×180		180	195	240			180	270		85.8	153.5		
	M16/28×200		200	215	260			200	300		94.0	167.0		
	M16/28×230		230	245	290			230	345		107.3	-		
M20	M20/35×150	35	150	170	230	24	40	150	225	380	87.5	125.0	77.4	292.0
M24	M24/38×200	38	200	225	300	28	42	200	300	760	120.0	181.3	113.3	352.0

注:1 8.8 级碳钢, 电镀锌厚度 $\geq 5\mu\text{m}$, 应用于普通室内外环境; 粉末渗锌、热浸锌厚度 $\geq 45\mu\text{m}$, 应用于腐蚀环境; A4-80 不锈钢, 应用于腐蚀环境。
2 所有锚栓系列均可根据客户需求定制各种特殊规格型号及加长型产品; 选用时其他各种相关问题敬请咨询雄杰方业技术工程师 400-600-1336。
3 本页是根据北京雄杰方业建筑技术发展有限责任公司提供的资料编制。

那比石 (Nabis) 机械锚栓产品简介

产品分类	ZQ 自切底机械锚栓	具有自切型机械锁键，不需要使用专用扩底工具，通过施加扭矩将机械锁键切入混凝土来完成锚固作用。	
	HK 后扩底机械锚栓	具有后扩型机械锁键，需要使用专用扩孔工具，并通过施加扭矩利用锚孔底部扩孔孔壁与锚栓机械锁键相切形成的锁键效应来完成锚固作用。	
	KQ 扩切一体机械锚栓	具有自切型及后扩型双重机械锁键，需要使用专用扩孔工具，通过施加扭矩利用双机械锁键来完成锚固作用。	
执行标准	* JG/T 367-2012 《建筑工程用切（扩）底机械锚栓及后切（扩）底钻头》（北京雄杰方业建筑技术发展有限责任公司主编）		
符合标准	* GB 50367-2013 《混凝土结构加固设计规范》 * JGJ 145-2013 《混凝土结构后锚固技术规程》 * JG 160-2004 《混凝土用膨胀型、扩孔型建筑锚栓》		
符合标准	* GB 50550-2010 《建筑结构加固工程施工质量验收规范》 * GB 50728-2011 《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》		
产品鉴定	* 产品通过北京市工业促进局的新产品新技术鉴定会，达到国际同类产品先进水平		
产品认证	* 国家建筑材料测试中心（基本性能及专项性能测试） * 铁道部产品质量监督检验中心（疲劳及防腐性能测试） * 国家防火建筑材料质量监督检验中心（燃烧性能测试）		
安装流程示意图	* ZQ 自切底机械锚栓安装流程示意图  <p>1. 凿置钻头成直孔 2. 清理孔内灰尘 3. 插入锚栓 4. 扭矩扳手拧入力矩，锚栓锁键张开，安装完毕</p>		* HK 后扩底机械锚栓安装流程示意图  <p>1. 凿置钻头成直孔 2. 专用扩底钻头成直孔 3. 清理孔内灰尘 4. 插入锚栓 5. 扭矩扳手拧入力矩，锚栓锁键张开，安装完毕</p>

注：本页是根据北京雄杰方业建筑技术发展有限责任公司提供的资料编制。

那比石 (Nabis) 机械锚栓产品---HK 后扩底机械锚栓技术参数 (适用于 C25/C50 开裂混凝土)															
螺杆 直径	锚栓型号	钻孔 直径 (mm)	有效 埋深 (mm)	钻孔 深度 (mm)	螺栓 长度 (mm)	固定物孔径(mm)		螺栓最 小间距 (mm)	基材最 小厚度 (mm)	拧紧力矩 (Nm)	抗拉标准 (kN)		设计抗剪力 (kN)		
						预插式	穿透式				C25 以上	C50 以上	预插式	穿透式	
M12	M12/18×80	18	80	100	130	14	20	80	120	80	31.8	47.0	28.2	71.5	
	M12/18×100		100	120	150			100	150		42.4	65.6			
	M12/18×120		120	140	170			120	180		55.6	76.6			
	M12/18×150		150	170	200			150	225		76.6	-			
	M12/22×80	22	80	100	130		24	80	120		31.8	47.0	111.0	111.0	
	M12/22×100		100	120	150			100	150		42.4	65.6			
	M12/22×120		120	140	170			120	180		55.6	76.6			
	M12/22×150		150	170	200			150	225		76.6	-			
M16	M16/22×130	22	130	150	190	18	24	130	195	180	67.4	97.2	50.1	104.7	
	M16/22×150		150	170	210			150	225		83.2	121.6			
	M16/22×180		180	200	240			180	270		110.4	133.6			
	M16/22×200		200	220	260			200	300		133.6	-			
	M16/28×130	28	130	150	190		30	130	195		67.4	97.2	135.0	135.0	
	M16/28×150		150	170	210			150	225		83.2	121.6			
	M16/28×180		180	200	240			180	270		110.4	133.6			
	M16/28×200		200	220	260			200	300		133.6	-			
M20	M20/28×150	28	150	170	230	24	32	150	225	300	84.2	122.6	77.4	166.0	
	M20/28×180		180	200	260			180	270		111.6	158.8			
	M20/28×210		210	230	290			210	315		135.2	208.4			
	M20/28×250		250	270	330			250	375		178.6	-			
	M20/28×280	35	280	300	360		40	280	420		208.4	-	292.0	292.0	
	M20/35×150		150	170	230			150	225		84.2	122.6			
	M20/35×180		180	200	260			180	270		111.6	158.8			
	M20/35×210		210	230	290			210	315		135.2	208.4			
	M20/35×250		250	270	330			250	375		178.6	-			
	M20/35×280		280	300	360			280	420		208.4	-			
M24	M24/32×250	32	250	270	350	28	36	250	375	500	180.0	258.8	113.3	247.0	
	M24/32×300		300	320	400			300	450		236.6	301.8			
	M24/32×350		350	370	450			350	525		301.8	-			
	M24/38×250	38	250	270	350		42	250	375		180.0	258.8		352.0	352.0
	M24/38×300		300	320	400			300	450		236.6	301.8			
	M24/38×350		350	370	450			350	525		301.8	-			
M30	M30/38×350	38	350	370	470	34	42	350	525	700	303.0	430.8	150.0	311.0	
	M30/38×450		450	470	570			450	675		434.4	445.0			
注：本页是根据北京雄杰方业建筑技术发展有限责任公司提供的资料编制。															

参编企业、联系人及电话

参编企业

喜利得（上海）有限公司	熊朝晖	18511622177
慧鱼（太仓）建筑锚栓有限公司	刘 兵	021-51001668
宁波安拓实业有限公司	张金清	0574-62988794
北京雄杰方业建筑技术发展有限责任公司	李 芳	13911528596