

BS EN

15085-3:2007

英 国 标 准

铁路上的应用 — 铁路车辆及其部 件的焊接 — 第 3 部分：设计要求

Railway applications — Welding of railway vehicles and components —
Part 3: Design requirements

欧洲标准 EN 15085-3:2007 与英国标准具有同等的效力

ICS 25.160.10:45.060.01

除版权法许可，否则未经英国标准协会（BSI）允许不得复制。

BSI

英国标准

国家前言

本英国标准是英国施行的 EN 15085-3:2007 标准。

英国将其在筹备工作中承担的任务委托给技术委员会 RAE/1，铁路应用，专门小组 RAE/1/-/2，结构要求和焊接。

附属委员会代表机构的列表可向其秘书处索取。

“规范性” A（强制性）要求定义为文件内容中关于宣称符合该文件必须满足且不允许有任何违背的标准的表述。[CEN/CENELEC 内部法规， 第 3 部分：关于欧洲标准的结构和起草的规定（PNE -规定）。

“说明性” 信息（非强制性）用以帮助使用者理解和使用文件。说明性附录中不得包含要求，除非是可选要求。（例如，某种可选检测方法可以包含特定要求，但宣称符合该文件并不要求必须符合这些要求。）

本标准未声明包含合同中所有必要的条款。使用者有责任正确使用本英国标准。

符合英国标准并不代表可以免于法律责任。

出版后的修订

修订号码	日期	备注

英文译本

铁路上的应用 — 铁路车辆及其部件的焊接 — 第 3 部分：设计要求

本欧洲标准由 CEN 于 2007 年 8 月 26 日批准。

CEN 成员必须遵循 CEN/CENELEC 的内部规则，该规则规定了本欧洲标准在未改动情况下可以作为国家标准的条件。有关这类国家标准的最新列表和参考书目可向中央秘书处或任何 CEN 成员索取。

本欧洲标准有三种语言的正式版本（英文、法文、德文）。本标准的其它语言版本由 CENELEC 成员国负责译为本国语言，并通报给中央秘书处，其与正式版本有同等效力。

CEN 成员是奥地利、比利时、保加利亚、塞浦路斯、捷克共和国、丹麦、爱沙尼亚、芬兰、法国、德国、希腊、匈牙利、冰岛、爱尔兰、意大利、拉脱维亚、立陶宛、卢森堡、马耳他、荷兰、挪威、波兰、葡萄牙、罗马尼亚、斯洛伐克、斯洛文尼亚、西班牙、瑞典、瑞士和英国的国家电工委员会。

CEN

欧洲电工标准化委员会

管理中心：rue de Stassart, 36 B-1050 布鲁塞尔

©2007 CEN 世界范围内任何形式以及任何方式的利用都归 CEN 成员国所有

Ref.No. EN 15085:2007 E

目录

前言.....	8
介绍.....	9
1. 范围.....	10
2. 信息性参考文件.....	10
3. 术语和定义.....	12
4. 设计要求.....	12
4.1 概述.....	12
4.2 接头静态尺寸的确定.....	12
4.3 接头疲劳尺寸的确定.....	12
4.4 应力等级和应力因数.....	12
4.5 安全等级.....	13
4.6 焊接性能等级.....	13
4.7 焊接检查等级.....	15
4.8 应力等级、安全等级、焊接性能等级、缺陷质量等级、检查等级和试验之间的关系.....	15
5. 缺陷质量等级.....	16
5.1 概述.....	16
5.2 缺陷质量等级.....	16
6. 基本金属和焊接消耗材料的选择.....	18
6.1 基本金属的选择.....	18
6.2 焊接消耗材料的选择.....	18
7. 焊接接头的设计.....	18
7.1 概述.....	18
7.2 冷压成型部位的焊接.....	19
7.3 制造规定.....	20
7.4 接头的准备.....	32
附录 A（信息性）焊接接头清单.....	33
附录 B（信息性）焊缝的接头准备.....	34
附录 C（信息性）塞焊的接头准备.....	44
附录 D（信息性）有关应力和检查等级的接头类型.....	46
附录 E（信息性）焊接接头的种类图表.....	47
附录 F（信息性）电阻点焊.....	49
F.1 概述.....	49
F.2 最低剪切拉力.....	53
附录 G（信息性）焊接接头安全等级的确定.....	55
附件 H（信息性）6000 系列铝合金凸出件的焊接 — Aljoin 项目有关改进了的耐撞击性的建议.....	56
参考文献.....	57

图形目录

图 1 — 受拉梁翼内应力级高的箱形梁举例.....	20
图 2 — 零件厚度不同的对接接头.....	21
图 3 — 接近塞焊和槽焊焊点的可焊接性.....	22
图 4 — 塞焊和槽焊的尺寸.....	22
图 5 — 熔化区的最小距离.....	23
图 6 — 垂直固定到纵向焊缝上的加强衬板.....	23
图 7 — 填料和排泄口.....	23
图 8 — 角撑板端和加强衬板端的设计.....	24
图 9 — 角撑板的形状.....	24
图 10 — 焊缝返回到起点.....	25
图 11 — 角焊时到边缘的距离.....	26
图 12 — 交叠焊缝的最大交叠距离.....	26
图 13 — 对接焊缝使用的引弧板和引出板举例.....	27
图 14 — 夹紧的接头.....	28
图 15 — 混合组件.....	29
图 16 — 腐蚀部位.....	29
图 17 — 焊趾的改善.....	30
图 18 — 间断焊缝.....	32
图D.1 — 有关应力和检查等级的接头类型.....	46
图F.1 — 有角度型面与板材的电阻点焊.....	50
图F.2 — 板材的单列电阻点焊.....	50
图F.3 — 板材的双列电阻点焊.....	51
图F.4 — 板材的双列偏移电阻点焊.....	51

表格目录

表 1 — 应力等级.....	13
表 2 — 焊接性能等级.....	14
表 3 — 焊接性能等级与检查等级之间的对应关系.....	15
表 4 — 应力等级、安全等级、焊接性能等级、缺陷质量等级、检查等级和试验之间的 关系.....	15
表 5 — 有关焊接性能等级的钢材缺陷质量等级.....	16
表 6 — 有关焊接性能等级的铝及铝合金缺陷质量等级.....	16
表 7 — 有关焊接性能等级的钢材激光束和电子束焊接缺陷质量等级.....	17
表 8 — 有关焊接性能等级的铝及铝合金激光和电子束焊接的缺陷质量等级.....	17
表 9 — （钢材）冷压成型部位的焊接.....	19
表B.1 — 焊缝的接头准备和焊缝厚度.....	34
表C.1 — 塞焊的接头准备和焊缝厚度.....	44
表F.1 — 焊点间距和到边缘的距离.....	49
表F.2 — 质量要求.....	51
表F.3 — 表面质量.....	53
表F.4 — 焊接性能等级为CP C1、CP C2 和CP C3 的电阻点焊钢接头的最低剪切拉 力.....	53
表F.5 — 焊接性能等级为CP C1、CP C2 和CP C3 的电阻点焊铝及铝合金接头的最低剪 切拉力.....	53

前言

文件（EN 15085-3:2007）由技术委员会CEN/TC 256 “铁路应用”编写，其秘书处由DIN管辖。

最迟于2008年4月，本欧洲标准应赋予与正文相同的国家标准出版物或通报以同等的效力。最迟于2008年4月，与之相冲突的国家标准应被撤销。

欧洲标准EN 15085 “铁路应用—铁路车辆及其部件的焊接”系列包含以下部分：

- 第 1 部分：概述
- 第 2 部分：焊接制造商的质量要求和鉴定证明
- 第 3 部分：设计要求
- 第 4 部分：生产要求
- 第 5 部分：检查、试验和证明文件

应注意，本文件中的部分内容可能具有专利权。CEN[和/或CENELEC]不负责任识别任何或所有类似的专利权。

根据CEN/CENELEC的内部规则，以下国家的国家标准组织需要执行本欧洲标准：奥地利、比利时、保加利亚、塞浦路斯、捷克共和国、丹麦、爱沙尼亚、芬兰、法国、德国、希腊、匈牙利、冰岛、爱尔兰、意大利、拉脱维亚、立陶宛、卢森堡、马耳他、荷兰、挪威、波兰、葡萄牙、罗马尼亚、斯洛伐克、斯洛文尼亚、西班牙、瑞典、瑞士和英国。

介绍

在铁路车辆及其部件的制造过程中，焊接是一项特殊工艺。对于该工艺所要求的条款列于EN ISO 3834标准系列中。这些条款的原理是轨道车辆工程特殊要求中基本的技术焊接标准。

本欧洲标准旨在规定欧洲标准强制执行的期限；但不能作为这些标准的替代品、

本欧洲可用于内部或外部团体，包含评估机构的能力是否达到客户、规章和机构自身要求的认证主体。

1. 范围

本标准系列适用于铁路车辆及其零件的制造和维护中金属材料的焊接。

本标准系列的这一部分规定了制造和维护铁路车辆及其零件适用的设计和分类规则。根据与客户达成的协议，在本欧洲标准出版前发行的图纸可能也需要使用本欧洲标准的规定。

本欧洲标准不对确定尺寸的参数进行定义（有关定义参见其他标准，例如疲劳试验部分）。

2. 信息性参考文件

下列参考文件是使用本文件不可或缺的部分。注明日期的参考文件只有引用的版本适用，没有注明日期的参考文件，只有参考文件的最新版本（及其修改）适用：

EN 1011-2, 焊接 — 关于焊接金属材料的建议 — 第 2 部分：铁素体钢的电弧焊。

EN 1708-2, 焊接 — 钢材基本焊接接头的详细说明 — 第 2 部分：非内部加压部件。

EN 10025-2, 结构钢热轧产品 — 第 2 部分：非合金结构钢的技术性交货条件。

EN 12663, 铁路上的应用 — 铁路车辆车体的结构要求。

EN 13749, 铁路上的应用 — 车轮组及转向车 — 说明转向构架结构要求的方法。

EN 15085-1: 2007, 铁路上的应用 — 铁路车辆及其部件的焊接 — 第 1 部分：概述。

EN 15085-2: 2007, 铁路上的应用 — 铁路车辆及其部件的焊接 — 第 2 部分：焊接制造商的质量要求和鉴定证明。

EN 15085-4: 2007, 铁路上的应用 — 铁路车辆及其部件的焊接 — 第 4 部分：生产要求。

EN 15085-5: 2007, 铁路上的应用 — 铁路车辆及其部件的焊接 — 第 5 部分：试验和证明文件。

EN 22553, 焊接接头、钎焊接头和点焊接头 — 图纸上的符号表示法（ISO

2553: 1992)。

EN ISO 4063, 焊接及有关工序 — 工序名称和参考号 (ISO 4063: 1998)。

EN ISO 5817, 焊接 — 钢、镍、钛及其合金的熔焊接头 (电子束和激光束焊接除外) — 缺陷的质量标准 (ISO 5817: 2003)。

EN ISO 6520-1, 焊接及有关工序 — 金属材料几何形状缺陷的分类 — 第 1 部分: 熔焊 (ISO 6520-1: 2007)。

EN ISO 6520-2, 焊接及有关工序 — 金属材料几何形状缺陷的分类 — 第 2 部分: 加压焊接 (ISO 6520-2: 2001)。

EN ISO 9692-1, 焊接及有关工序 — 有关接头准备的建议 — 第 1 部分: 钢材的手工金属电弧焊、气体保护技术电弧焊、气焊、钨极惰性气体保护电弧焊以及电子束和激光束焊接 (ISO 9692-1: 2003)。

EN ISO 9692-2, 焊接及有关工序 — 接头的准备 — 第 2 部分: 钢材的潜弧焊 (ISO 9692-2: 1998)。

EN ISO 9692-3, 焊接及有关工序 — 有关接头准备的建议 — 第 3 部分: 铝及铝合金的金属极惰性气体保护焊和钨极惰性气体保护电弧焊 (ISO 9692-3: 2000)。

EN ISO 10042, 焊接 — 铝及铝合金的弧焊接头 — 缺陷的质量标准 (ISO 10042: 2005)。

EN ISO 13919-1, 焊接 — 电子束和激光束焊接接头 — 缺陷质量标准指导准则 — 第 1 部分: 钢 (ISO 13919-1: 1996)。

EN ISO 13919-2, 焊接 — 电子束和激光束焊接接头 — 缺陷质量标准指导准则 — 第 2 部分: 铝及其可焊接合金 (ISO 13919-2: 2001)。

EN ISO 14555, 焊接 — 金属材料的电弧螺柱焊接 (ISO 14555: 2006)。

EN ISO 15614-1, 金属材料焊接工艺规格及合格标准 — 焊接工艺试验 — 第 1 部分: 钢材的电弧焊和气焊以及镍和镍合金的电弧焊 (ISO 15614-1: 2004)。

EN ISO 15614-12, , 金属材料焊接工艺规格和合格标准 — 焊接工艺试验 — 第 12 部分: 点焊、缝焊和多点凸焊 (ISO 15614-12: 2004)。

EN ISO 17653, 金属材料焊缝的破坏性试验 — 电阻点焊焊缝的抗扭试验 (ISO 17653: 2003)。

ISO 10447, 电阻焊接 — 电阻点焊、多点凸焊和缝焊焊缝的剥离试验以及抗凿试验。

CEN ISO/TR 15608, 焊接 — 金属材料分组系统准则 (ISO/TR 15608: 2005)。

3. 术语和定义

EN 15085-1: 2007 中的术语和定义适用于本文件。

4. 设计要求

4.1 概述

关于将铁路车辆零部件形成一个整体的焊接问题, 除项目框架范围内和产品规格中制订的特定规定外, 设计和要求的定义如下:

4.2 接头静态尺寸的确定

测量应力应小于或等于规格中或制造商建议并经验收部门验收合格的所指组件的容许强度。

焊道静态尺寸的确定举例: 在附录B和附录C中列出的“有效截面 a_R ”。

局部面积的计算要求既能保证焊缝截面是承受静态应力所要求的, 也能保证足以能够承受静态应力。

4.3 接头疲劳尺寸的确定

接头应根据应力等级和安全等级进行设计。

根据标准、规范、方法、指导准则或根据应力/周期图定义的容许疲劳强度是在规格中规定的或由制造商提出的, 应当经过验收部门或负责的国家安全部门验收合格后使用。

参考曲线图不论是规格中规定的, 还是制造商提出、客户同意的, 通常都适用于一定类型的接头 (对接焊缝、角焊缝等)。

4.4 应力等级和应力因数

应力等级是根据表 1 由应力因数确定的。应力因数是接头类型的计算疲劳应力与经过适当安全因数调节的容许疲劳应力之比。容许应力的数据标准和数据源应在客户与制造商, 必要时还应与国家安全部门协商达成一致。在本文件中, 应采用有关铁路车辆制造的欧洲标准, 例如 EN 12663、EN 13749。另外, 也可以采用国家标准。

此外，容许疲劳应力可以通过典型接头试样的疲劳试验得出。可以根据与国家安全部门达成一致的标准或准则进行疲劳试验的统计学评定。关于铁路车辆结构要求的欧洲标准，例如 **EN 12663** 也可以采用。除此之外，也可以采用国家标准。

表 1 — 应力等级

应力等级	应力因数 (S)		
	来自计算标准的疲劳强度值	典型接头试样的疲劳试验值	
		选项 1	选项 2 ^a
高	$\geq 0,9$	$\geq 0,8$	$\geq 0,9$
中	$0,75 \leq S < 0,9$	$0,5 \leq S < 0,8$	$0,75 \leq S < 0,9$
低	$< 0,75$	$< 0,5$	$< 0,75$
a 关键的极限值应经客户与验收部门协商并达成一致。			

4.5 安全等级

安全等级定义单个焊接接头因疲劳对个人、设备和环境的影响造成的后果。

安全等级的区分如下：

低：焊接接头的疲劳不会对综合功能造成任何直接的损害。

不可能造成人身伤害的重大事件。

中：焊接接头故障导致总功能的减弱，或者可能造成人身伤害事件。

高：焊接接头故障导致人身伤害和总功能下降的重大事件。

如果合同中有要求，设计人员对每个焊缝安全等级的验收应经过客户和/或国家安全部门的批准。

为了确定安全等级，还应考虑到附录 G。

4.6 焊接性能等级

焊接性能等级应在设计阶段根据安全等级和应力等级进行定义。负责焊接的协调人员应就实用性和可行性进行协商。

铁路车辆的焊接接头分为 6 个焊接性能等级（见表 2）。

表 2 — 焊接性能等级

应力等级	安全等级		
	高	中	低
高	CP A ^a	CP B ^c	CP C2
中	CP B ^b	CP C2	CP C3
低	CP C1 ^d	CP C3	CP D

^a 焊接性能等级CP A是只适用于生产检查和维护时具有完全焊透性和完全可达性焊缝的特别等级。

^b 焊接性能等级CP B:
安全等级为“高”的 CP B 只对生产检查和维护时具有完全焊透性和完全可达性的焊缝有效。

^c 安全等级为“中”的CP B还对不可能进行体积试验的焊缝有效；在这种情况下，图纸上应当加一个特别的备注，说明“安全等级为中/需要增加表面试验”，并根据EN 15085-5: 2007 表 1 进行试验。

^d 焊接性能等级CP C1:
CP C 1 对不能进行体积试验的焊缝也有效。在这种情况下，图纸上应当加一个特别的备注，说明“需要表面试验”，并根据 EN 108-5: 2007 表 1 进行试验。

如果焊缝性能等级为 CP A、CP B 和 CPC1 的接头，可以在生产过程中进行检查，但不能在维护中进行检查和修理，那么，这样的接头应根据表 3 划分为更高一级的检查等级，或减小其应力级。

如果不能达到焊接性能等级，设计人员应当降低应力等级或改变设计，见附录 D 和附录 E。

焊接的最后加工是增加一个组件容许疲劳应力可能方法的一种，可能最终导致焊接性能等级的降低。

焊接性能等级和检查等级应在图纸上或其他文件，例如零件清单中标示出来。

4.7 焊接检查等级

适用于每一个焊接接头的检查等级是根据原来定义的焊接性能等级定义的，见表 3。

这些检查等级用来识别焊接接头上的各种检查和最低等级的检查。

表 3 — 焊接性能等级与检查等级之间的对应关系

焊接性能等级	检查等级最低要求
CP A	CT 1
CP B	CT 2
CP C1	CT 2
CP C2	CT 3
CP C3	CT 4
CP D	CT 4

适用于这些检查等级的试验至少应与 EN 15085-5 中的规定相同。

4.8 应力等级、安全等级、焊接性能等级、缺陷质量等级、检查等级和试验之间的关系

根据表 1、表 2、表 3、表 5 和表 6 以及 EN 15085-5: 2007 中的表 1，表 4 所示是应力等级、安全等级、焊接性能等级、缺陷质量等级、检查等级和试验之间的关系一览表

表 4 — 应力等级、安全等级、焊接性能等级、缺陷质量等级、检查等级和试验之间的关系

应力等级	安全等级	焊接性能等级	缺陷质量等级 EN ISO 5817、 EN ISO 10042	检查等级	体积试验 RT 或 UT	表面试验 MT 或 PT	目视检查 VT
高	高	CP A	见表 5 或表 6	CT 1	100%	100 %	100 %
高	中	CP B	B	CT 2	10%	10 %	100 %
高	低	CP C2	C	CT 3	不需要	不需要	100 %
中	高	CP B	B	CT 2	10%	10 %	100 %
中	中	CP C2	C	CT 3	不需要	不需要	100 %
中	低	CP C3	C	CT 4	不需要	不需要	100 %

低	高	CP C1	C	CT 2	10 %	10 %	100 %
低	中	CP C3	C	CT 4	不需要	不需要	100 %
低	低	CP D	D	CT 4	不需要	不需要	100 %

5. 缺陷质量等级

5.1 概述

焊接缺陷应符合 EN ISO 6520-1 和 EN ISO 6520-2 中的定义。

5.2 缺陷质量等级

与焊接性能等级有关的缺陷质量等级如表 5 和表 6 所列,符合 EN ISO 5817 和 EN ISO 10042 的要求。

5.2.1 熔焊（电子束和激光束焊接除外）接头的缺陷质量等级

5.2.1.1 钢材

表 5 所列是符合 EN ISO 5817 的缺陷质量等级。

表 5 — 有关焊接性能等级的钢材缺陷质量等级

符合 EN ISO 5817 的缺陷	焊接性能等级			
	CP A	CP B	CP C1 / CP C2 / CP C3	CP D
1.1 至 1.6、1.13、1.15、1.18、1.19、1.22、2.1、2.7、2.8、2.11 至 2.13	B	B	C	D
1、7、1.8、1.9、1.11、1.14、1.17、1.23、2.2、2.3 至 2.6、2.9、2.10、3.1	不允许	B	C	D
1.10、1.16、1.20、1.21、3.2	不适用	B	C	D
1.12 ^a 、4.1、4.2	对这些缺陷不进行评定			
^a 有关等级CP A，仍见 7.3.15。				

5.2.1.2 铝及铝合金

表 6 所列是符合 EN ISO 10042 的缺陷质量等级。

表 6 — 有关焊接性能等级的铝及铝合金缺陷质量等级

符合 EN ISO 10042 的缺陷	焊接性能等级			
	CP A	CP B	CP C1 / CP C2 / CP C3	CP D

1.1、1.2、1.4、1.5、 1.7 至 1.9、1.15、2.1、 2.3、2.6、2.10,	B	B	C	D
1.3	不允许	不允许	不允许	D
1.6、1.10、1.11、1.14、 1.16、1.18、2.2、2.4、 2.5、2.7 至 2.9、3.1	不允许	B	C	D
1.12、1.13、1.17、 2.11、2.12、3.2	不适用	B	C	D
4.1	对这些缺陷不进行评定			

对于 T 形接头对接焊缝的 CP A，焊趾处的半径应 ≥ 3 毫米。仍见图 17。

5.2.2 有关焊接性能等级的激光束和电子束焊接缺陷质量等级

缺陷质量等级应符合 EN ISO 13919-1 和 EN ISO 13919-2 的要求，见表 7 和表 8。

表 7 — 有关焊接性能等级的钢材激光束和电子束焊接缺陷质量等级

符合 EN ISO 13919-1 的缺陷	焊接性能等级			
	CP A	CP B	CP C1 / CP C2 / CP C3	CP D
1 至 4、6、7、18	B	B	C	D
5、8、10 至 16	不允许	B	C	D
9、17	不适用	B	C	D

表 8 — 有关焊接性能等级的铝及铝合金激光和电子束焊接的缺陷质量等级

符合 EN ISO 13919-2 的缺陷	焊接性能等级			
	CP A	CP B	CP C1 / CP C2 / CP C3	CP D
1 至 5、7、8、20	B	B	C	D
6、9、11 至 18	不允许	B	C	D
10、19	不适用	B	C	D

5.2.3 有关焊接性能等级的螺柱焊接缺陷质量等级

螺柱焊接的接头只允许采用焊接性能等级 CP C3 和 CP D，并应满足 EN ISO 14555 的要求。

5.2.4 电阻点焊、多点凸焊和电阻缝焊的质量要求

电阻点焊、多点凸焊和电阻缝焊的质量要求在表 2 中定义。有关表面质量，适用表 T.3。

电阻点焊、多点凸焊和电阻缝焊不允许用于焊接性能等级 CP A 和 CP B。

5.2.5 定义其他焊接工序的质量要求

其他焊接工序的质量要求可以由客户与制造商协商并达成一致。如果需要，还应与国家安全部门达成一致。

6. 基本金属和焊接消耗材料的选择

6.1 基本金属的选择

根据 CEN ISO/TR 15608，基本金属应符合材料的分组类型并具有确定的可焊接性。如果材料与合适的 EN 标准一致并被视为可焊接材料，那么便可认为具有符合 ISO/TR 581 的可焊接性。

如果一种基本材料没有确定的可焊接性，制造商应当利用焊接工艺评定记录（WPQR）向客户或操作人员证明通过基本材料符合设计办公室或工程部门制订的要求所实现的接头特性（见 EN 15085-4: 2007，5.4）。

要求有中、高安全等级焊接接头的铁路车辆零件，只能使用具有或符合动态负载疲劳强度值的基本材料。

6.2 焊接消耗材料的选择

如果对选定的焊接消耗材料的特性存在怀疑，制造商应当利用焊接工艺评定记录（WPQR）向客户或操作人员证明通过消耗材料符合设计办公室或工程部门制订的要求所实现的接头特性（见 EN 15085-4: 2007，5.3.1）。

7. 焊接接头的设计

7.1 概述

焊接接头应当避免截面上有锐边和陡面。应当尽量不要妨碍作用力的走向。

如果可能，各焊接件的中心线应当重合在一个点上。焊缝也应避免处在应力高的部位。如果做不到这一点，应计划采用更高一级的检查要求。

必要时，应决定在开发过程中通过生产焊接试验提供焊缝计算厚度的证明。

在基本材料和焊接消耗材料的可焊接性方面，应当遵守制造商提出的要求和建议。

对于应力在厚度方向的钢部件，应根据 EN 1011-2 采取合适的设计措施，

而选择的材料应当要求在厚度方向去除部分材料。

支座（焊池的永久性座架）也应列入计算的考虑之内。铝结构的支座上最好增设一条槽。

在铝结构或钢结构的 T 形接头上，可能需要使用有斜面的支座，例如在焊接半 v 形坡口对接焊缝时。

防腐问题应当通过合适的焊接设计，例如采用完全焊透焊缝得到保证。对部分焊透焊缝或间断焊缝应当采用足够的防腐蚀措施。

图纸上应当标出用打印记机做标志的部位。

为了减少变形，焊接接头应沿组件中心线或对称于这一中心线放置。

组件的设计应当为焊接或检查提供尽可能最好的接近条件。

应当避免接头的堆积。如果需要，可以使用锻件或铸件。

应当避免在受拉梁翼上利用横向焊缝焊接附属零件。

在冷异型钢或铝及铝合金材料的受热区，计算时应当考虑到强度的下降。

应当避免一个组件上既有焊接接头又有螺栓或铆钉固定接头。

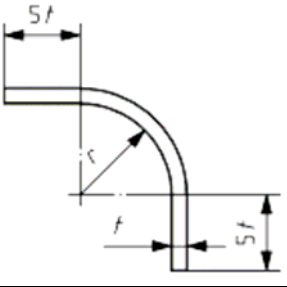
电阻点焊的要求见附录 F。

7.2冷压成型部位的焊接

根据 CEN ISO/TR 15608 进行分组的 1.1、1.2 和 1.4 组的材料，其冷压成型部位（包括 5×t 的有关表面）只允许对鉴定等级为 CL 3 的结构进行焊接。而鉴定等级为 CL 1 和鉴定等级为 CL 2 的结构，只有在满足下列条件时才能进行焊接：

- 弯曲或焊接之前已进行过热处理（正火），或
- 遵守表 9 中的条件要求（金属板材的弯曲半径与厚度比）

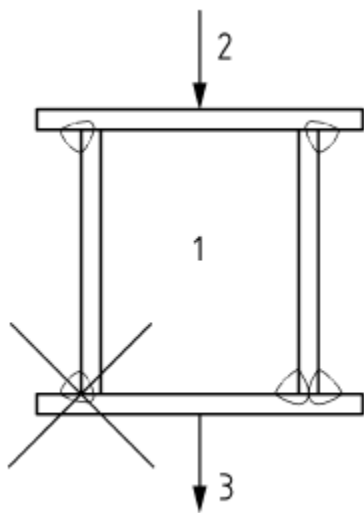
表 9 — （钢材）冷压成型部位的焊接

最小 r/t	最大 t	
10	50	
3	24	
2	12	
1,5	8	
1	4 ^a	
^a 根据EN 10025-2，材料S235J2 的最大容许值为 6 毫米。		

7.3 制造规定

7.3.1 箱形梁（函梁）

如果是具有受拉梁翼（受应力的弯曲）的箱形截面焊缝，只有通过计算证明梁腹根部的应力级低于规定值这样的梁腹硬度下，通过单面填角焊缝结合在一起的下梁翼上的梁腹组件才允许进行。图 1 所示为受拉梁翼内应力级高的箱形梁。



图注：

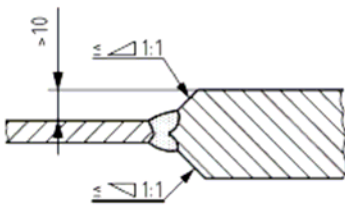
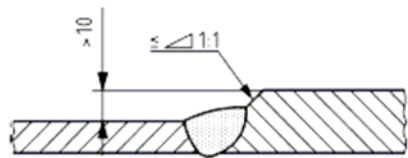
- 1. 箱形截面梁
- 2. 受压梁翼
- 3. 受拉梁翼

图 1 — 受拉梁翼内应力级高的箱形梁举例

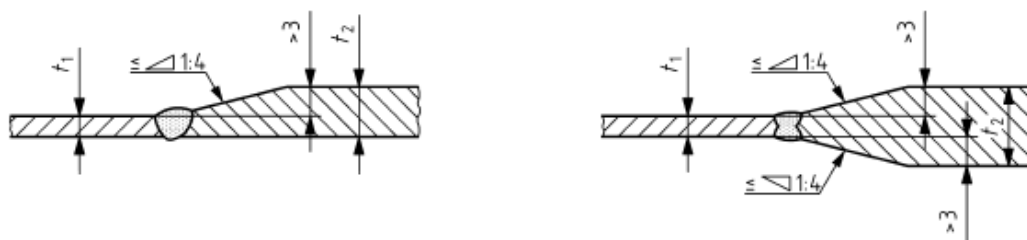
7.3.2 零件厚度不同的对接焊缝

零件厚度不同的各种截面之间应当逐渐过渡，其坡度不应超过图 2 中所示值。如果焊缝厚度不足以覆盖过渡部位，应对厚度较大的零件进行相应的倾斜。

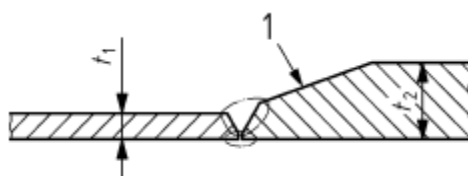
尺寸单位：毫米



CP C3和CP D为1:1



注：CP A、CP B、CP C1 和 CP C2 焊道为 1:4。接头的准备见图纸。小于 1:1 的坡度是一个 $< 45^\circ$ 的角，而小于 1:4 的坡度则是一个 $< 14^\circ$ 的角。



图注：

1. 坡度

斜面位置的补充精度。焊缝外形应与坡度协调一致。

图 2 — 零件厚度不同的对接接头

7.3.3 塞焊和槽焊

塞焊和槽焊只能用于焊接性能等级为 CP C2、CP C3 或 CP D 的焊缝以及只有剪切应力的焊缝。

柱形槽或长圆孔的尺寸应允许电焊条或焊炬以最小 45° 的角接触到焊接处。如果孔径大于或等于零件厚度的四倍，长圆孔的长度大于或等于孔径的三倍，这些要求也适用于很薄的板材。

对孔或槽进行角焊时，应遵守下列特性：

- 孔径应为： $d > (3 \text{ 至 } 4) \times t_2$ 或
- 槽宽应为： $c > 3 \times t_2$ 。

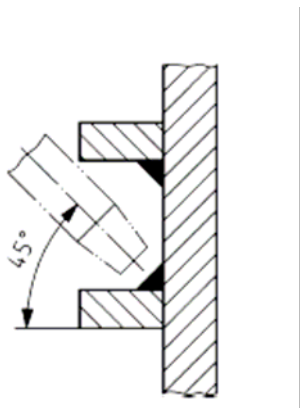
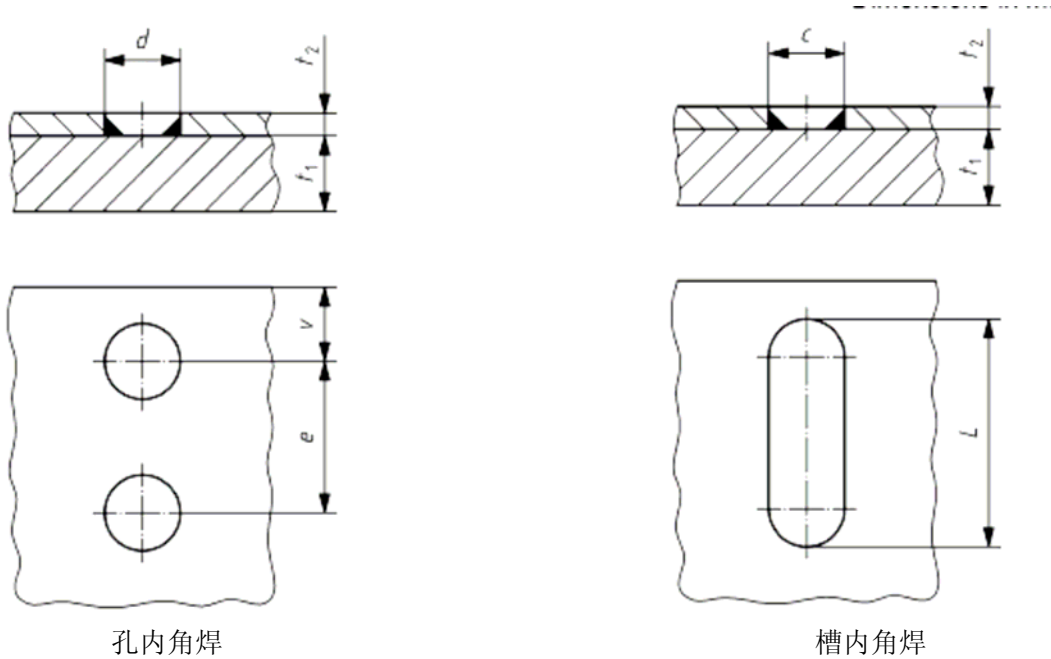


图 3 — 接近塞焊和槽焊焊点的可焊接性

尺寸：毫米



d 最小为12

c 最小为12

$v \geq d$

$3 \times d \leq e \leq 4 \times d$

$L \geq 2c$

图 4 — 塞焊和槽焊的尺寸

7.3.4 两个接头的相近性

焊缝的位置应当使热影响区相互保持不交叠的距离。只有在设计中已经考虑到了热处理或硬化处理效应（例如剩余应力、强度下降、硬度降低）的时候，才允许在热影响区内出现交叠现象。

为了减少角变形和应力的形成，两个接头之间的最小距离应根据连接的零件厚度和组件的夹紧装置来确定。

厚度小于 20 毫米时，尤其是铝材或高强度钢材，建议相互之间至少应保留 50 毫米的熔化区，见图 5。

尺寸：毫米

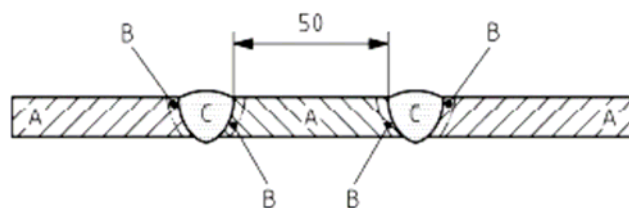


图 5 — 熔化区的最小距离

7.3.5 焊接到纵向焊缝上的加强衬板

部件上应当避免出现穿过角焊对接焊缝的开口。这些部位上的多余焊接材料应当进行打磨，使焊接穿过焊缝而无断焊。

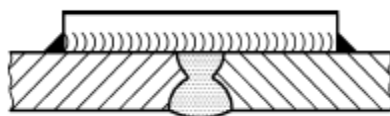
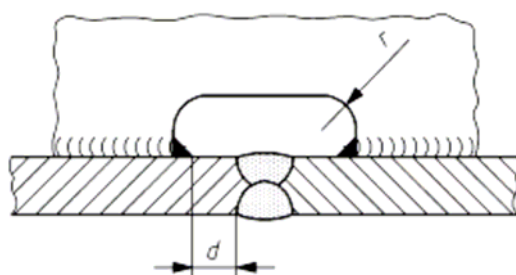


图 6 — 垂直固定到纵向焊缝上的加强衬板

7.3.6 填料和排泄口

因此，应当避免出现排放切口。如果有排泄口，那么开口应当足够大，周围能由密封焊缝环绕而不会在连接焊缝的热影响区内形成应力。



r 符合 EN 1708-2 要求，但最小为 30 毫米

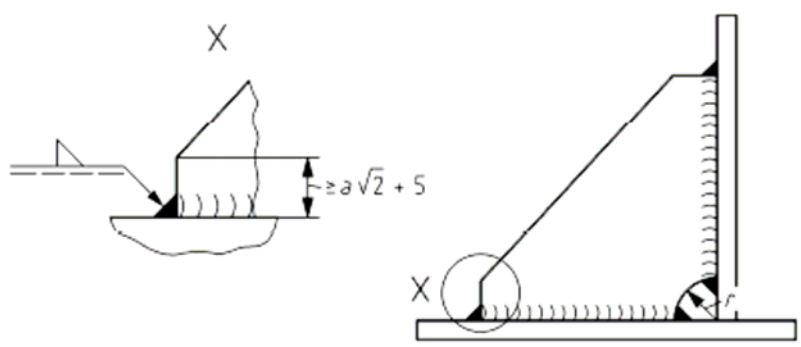
$d \geq 20$ 毫米

图 7 — 填料和排泄口

7.3.7 角撑板端和加强衬板端

图 8 和图 9 所示是角撑板端和加强衬板端的设计举例。为了使焊缝返回到起点的正常条件下，角撑板端和加强衬板端的设计应如图 8 所示。

尺寸：毫米



r 符合 EN 1708-2 的要求，但最小为 30 毫米

图 8 — 角撑板端和加强衬板端的设计

在承受高应力的组件上，应对角撑板进行连续焊接。

7.3.8 角撑板的形状

影响受应力零件（动态加载零件）的最多故障都是因与形状有关的问题引起的，这些问题不但不能很好地引导应力，还能引发应力的形成。

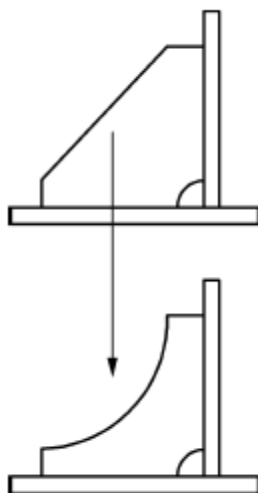
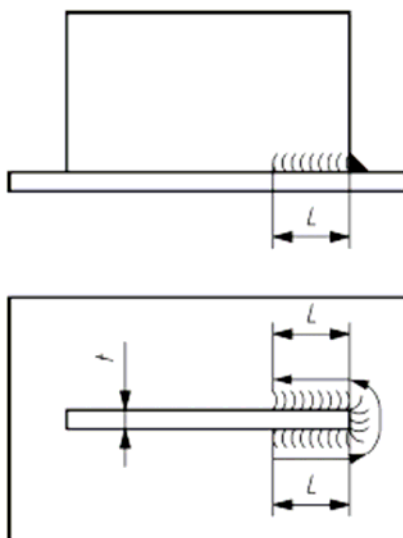


图 9 — 角撑板的形状

7.3.9 焊缝返回起点

焊缝的走向应当环绕着角撑板端。如果可能，在长度 L 上应没有断焊现象，也就是至少等于 $2t$ 的厚度。

- a) 通常可以避免独立于焊接性能等级的板端出现腐蚀问题；
- b) 在高应力的边缘；
- c) 如果焊接为 CP C3 或 CP D，则不一定要要求焊缝返回到起点。



$$l \geq 2t$$

式中 最小长度=10 毫米

图注:

t 板的厚度

l 连续长度

如果不出现断焊现象是可能的，那么焊缝应当返回到起点。

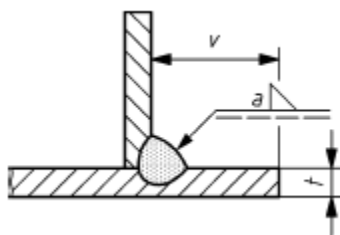
图 10 — 焊缝返回到起点

7.3.10 角焊

设计角焊时，应当考虑到下列要求：

角焊通常应是二等边角焊。如果因结构上的原因或需要更好的作用力焊剂，图中也应在焊缝厚度 a 处附加一条长度为 z 的角焊焊脚。

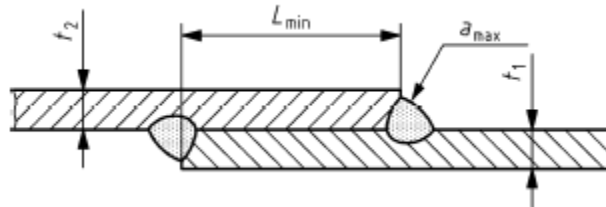
角焊的焊缝厚度 a 不应大于计算值。不过，为了技术或焊接工程目的，这一值也可以增大。



到边缘的距离 v 应为: $v \geq 1.5a + t$

图 11 — 角焊时到边缘的距离

厚度小于 20 毫米时，尤其是铝材或高强度钢材，建议相互之间至少保留 50 毫米的熔化区，见图 12。



$$t_2 \leq t_1$$

L_{min} (最小长度) = $3 \times t_2$ (5 毫米 < t_2 < 20 毫米时，最小为 50 毫米)

$$a_{max} \text{ (最大厚度)} = t_2/2 - t_1/10$$

截面规定的焊缝厚度 a 应当小于或等于计算的最大厚度

图 12 — 交叠焊缝的最大交叠距离

7.3.11 对接焊缝

如果是焊接性能等级为 CP A 和 CP B 的焊缝，应当在焊缝开始处和结束处使用引弧板和引出板，见图 13 中的举例。如果是其他对接焊缝，可以使用引弧板和引出板舌片防止在焊道开始处出现焊不透现象和在焊道结束处的焊口部位出现焊不透现象（见 EN 15085-4: 2007, 5.2.1）。这些都应在图纸上标出。

引弧板和引出板的制做应当保证焊接能在其需要长度以外开始并在需要长度以外停止。

要“集成”为设计件或组装到焊接零件上的各个最小板材都应属于同质材料。这些板材的准备应与要焊接的接头板材相同。

板材既可以采用机械手段进行固定也可以采用磁力法进行固定，并可焊接。

接头连接完成之后，板材可以通过机械手段除去，也可以利用焊炬或等离子法进行切割。去除板材之后，可以进行纵向研磨。

严禁撞击造成破损。

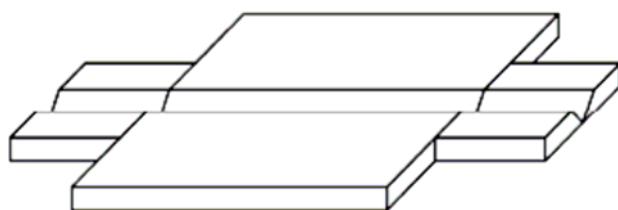


图 13 — 对接焊缝使用的引弧板和引出板举例

7.3.12 夹紧接头

冷裂纹和热裂纹是造成很多故障的原因。设计人员应当知道，夹紧焊缝容易造成（剩余应力）两种裂纹的进一步扩大。因夹紧引起剩余应力增大的焊接接头可能会导致冷裂纹和热裂纹的出现。

应当避免几种特定的组件，因为其剩余应力可能导致以下问题的发生：

- 在厚板材上焊接全棒材和厚壁管材过程中，焊接不能在图 14（a）中的正确收缩位置进行；
- 焊接小型厚板材（加强板）时，需要保持图 14（b）中它们的形状；
- 将肋条焊接到厚壁管材上时，需要保持图 14（c）中它们的形状；
- 焊接两个组件最后对接的零件时，应保持它们的形状。

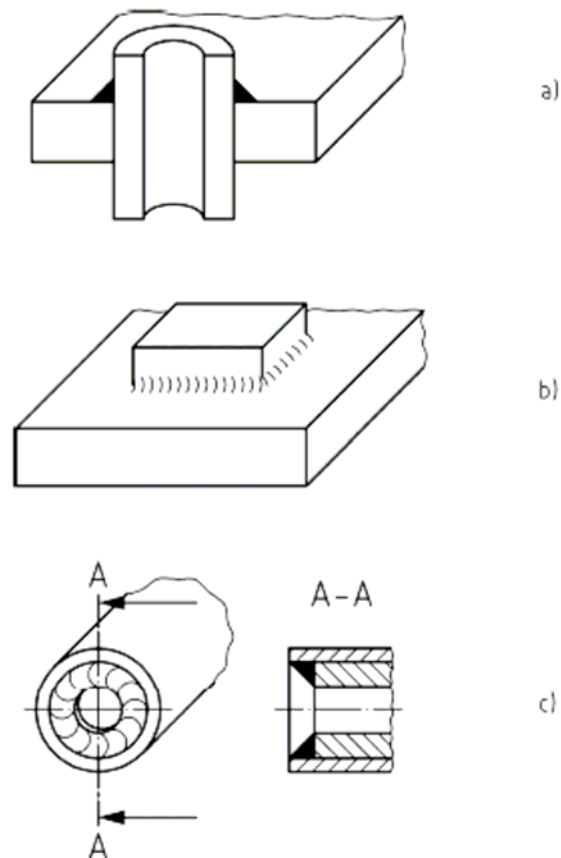


图 14 — 夹紧的接头

为了避免出现裂纹的危险，角焊应当根据要对接板材的厚度保持最小的焊道截面。

7.3.13 混合组件

这种组件即使其中只有一个部件是受应力部件也应当避免。

焊接与螺栓固定的组合件不能补充传递应力，也不能减小焊接收缩产生的应力。

在这种情况下，只有焊缝承受应力。所以，焊缝可能是承受周期性应力的混合组件上出现疲劳裂纹的原因。因此，计算值适用于独立的焊缝。

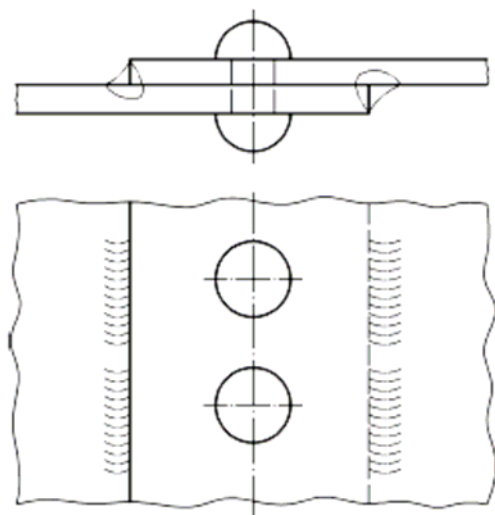


图 15 — 混合组件

只有证明可焊接的螺帽才能进行防转焊接。

7.3.14 防腐蚀问题

必要时，为了防止出现与腐蚀有关的问题，设计人员应当通过焊缝返回到起点和/或背面焊接或者使用密封焊剂保证完全封闭。

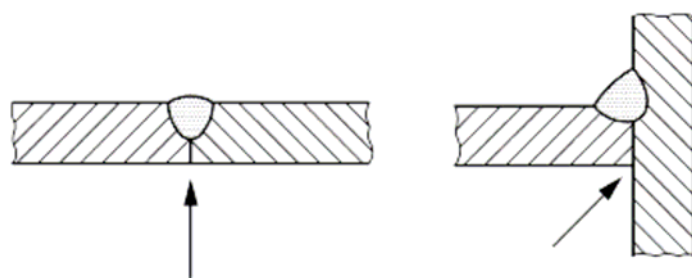


图 16 — 腐蚀部位

7.3.15 焊趾 — 焊缝形状的改善

焊接一个组件后进行的工作目的是改善焊缝的疲劳特性。

这种改善可能包括延长使用寿命（相对于一定的应力级而言）或扩大疲劳极限（相对一定的使用寿命而言）。

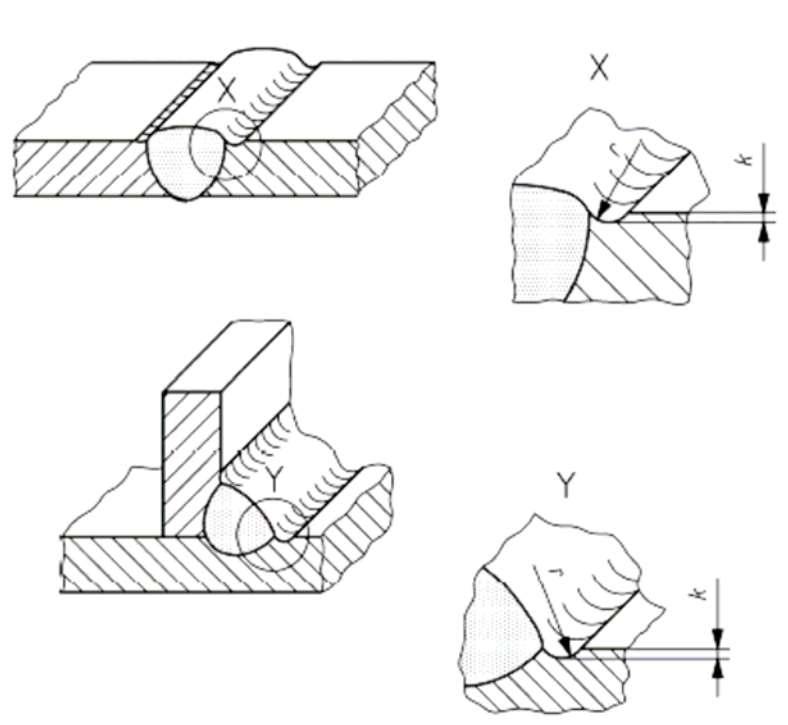
减小焊道几何部分的应力集中（切口效应）可以降低峰值应力，最重要的实例是角焊的焊趾焊道。

对焊缝进行焊趾改善工作应在程序中作出规定，允许增加应力应经过设计人员的检验。

如果焊趾需要进行研磨，研磨深度应为 $k \leq 0.3$ 毫米，半径应为 ≥ 3 毫

米，见图 17。

研磨标志的方向应与主应力方向一致。



对接接头

T 形接头

图 17 — 焊趾的改善

7.3.16 减小剩余抗拉应力的工作

7.3.16.1 概述

为了减少剩余抗拉应力，可以进行预加应力操作，例如，冷作硬化或通过热处理消除应力。

7.3.16.2 预加应力冷作硬化的参数和特性

冷作处理参数和特性应取得客户同意。使用冷作处理时，应当考虑到下列问题：

- 适合工作的钢钻材料（型号和尺寸）；
- 焊接范围和热影响区。

钢的压缩剩余应力如下：

- 表面下方 0.1 毫米处大于 260 Mpa；
- 0.5 毫米深度处大于或等于 50 Mpa。

7.3.16.3 热处理消除剩余抗拉应力

关于焊接后的热处理、正火处理或消除应力处理，制订的所有规定都应为了减少最终变形或防止进行冷矫直的需要。

特定的热处理条件应在相应的图纸上标出或在有关的文件中提出。

该文件应列出：

- 加载时炉中的最高温度；
- 平均温度升高速度；
- 零件在处理温度下保持的时间；
- 处理温度；
- 最大冷却速度；
- 从炉中取出零件时的温度；
- 零件从炉中取出后的冷却条件。

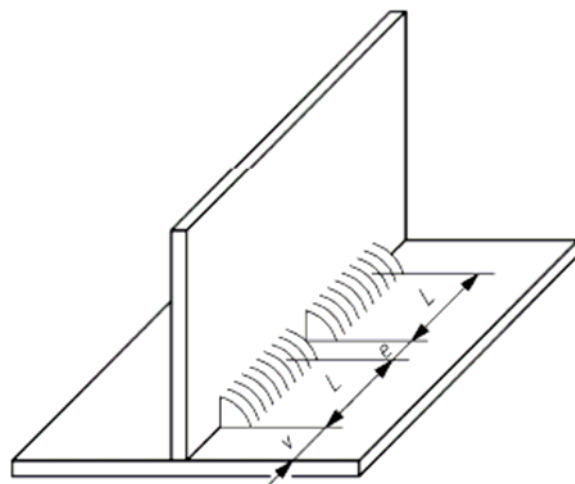
应当对温度进行记录，例如，用校准记录高温计记录。

7.3.17 间断焊缝

间断焊缝的最小焊缝长度应当为：

— 最大厚度 < 10 毫米时：最小长度 $> 5 \times$ 最大厚度，但至少为：钢 20 毫米，铝合金 30 毫米；

— 最大厚度 > 10 毫米时：最小长度 $> 3 \times$ 最大厚度，但至少为 50 毫米，见图 18。



$$e \leq 3 \times L$$

$$v \leq 0.5 \times L$$

图 18 — 间断焊缝

7.4 接头的准备

接头的准备应通过起草 EN ISO 9692-1、EN ISO 9692-2、EN ISO 9692-3 的制造商作出规定。

有关信息，见附录 B 和附录 C。

图纸上的指示应符合 EN 22553 的要求。另外，还需要有以下信息：

— 应在图纸上标出符合欧洲标准的焊接性能等级。如果一张图纸上包含不同的等级，应在焊缝附近标出。对于电阻点焊产生的焊缝，另外还应指出符合表 3 的表面质量；

— 每个部件符合 EN 15085-2 的鉴定等级 CL 1 至 CL 3 应当在图纸上标出或在零件清单中列出。等级取决于部件的最高焊接性能等级。EN 15085-2: 2007 附录 A 包含部件相对于鉴定等级的可能位置举例；

— 焊缝形式、焊缝厚度和焊缝长度（见附录 B）应在图纸上标出；

— 焊接消耗材料应在图纸上标出并在零件清单或其他文件中列出。

所有焊缝都应在图纸、零件清单或其他文件中利用项号进行识别。

如果根据 EN ISO 13920: 1996 在图纸上标出容许公差，则应采用下列值：

- a) 线性尺寸和角尺寸的公差等级为 B；
- b) 平直、平面和平行的公差等级为 F。

附录 A（信息性）焊接接头清单

公司名称、部门:

焊接接头清单

项目:

订货单号:

制造商的认证/资格等级:

日期:



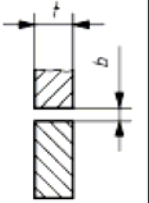
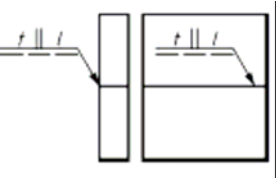


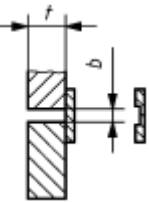
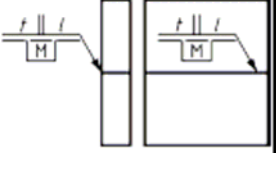
[illegible]

附录 B（信息性）焊缝的接头准备



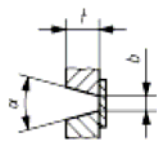
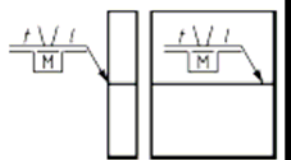
表 B.1 列出的是，根据 EN ISO 4063 对通过焊接工序 111、114、131、135、136、137、141、15 和 311 产生的铁路车辆焊缝建议的接头准备和焊缝厚度的综述。如果根据 EN 15085-4: 2007 经过批准，可以采用其他的接头准备。



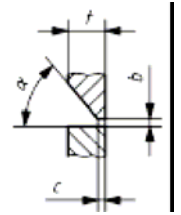
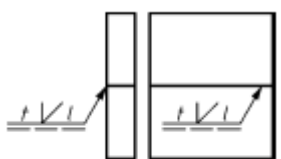


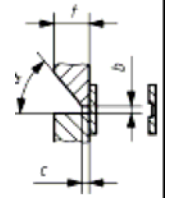
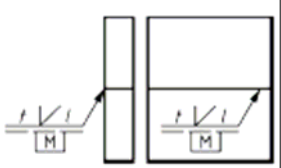
有关焊接符号，见 EN 22553，有关接头的准备，见 EN ISO 9692。



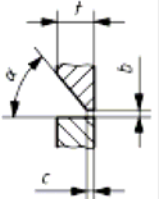
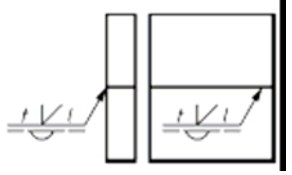


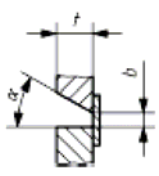
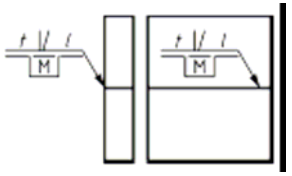


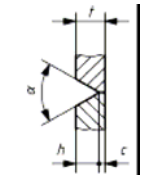
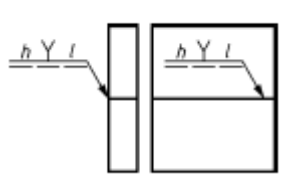
表 B.1 — 焊缝的接头准备和焊缝厚度



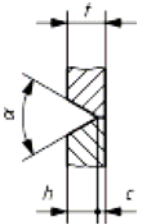
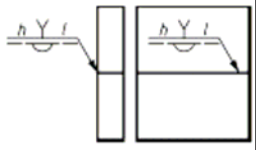


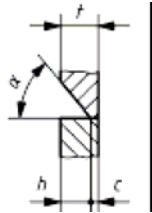
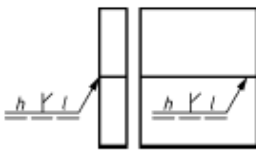


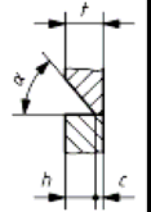
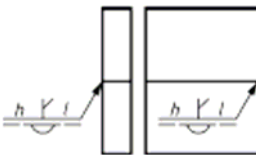
编号	标志	图	符号	接头准备 剖面图	符号图	材料厚度 t (毫米)		角度 a		间隙 b (毫米)		焊缝根部面 厚度 c (毫米)		准备的深度 h (毫米)		设计焊缝 厚度 a _R (毫米)
						铝 ^a	钢	铝 ^a	钢	铝 ^a	钢	铝 ^a	钢	铝 ^a	钢	
1a	无坡口 单面对接 焊缝					≤4	≤4	-	-	0-2	0-3	-	-	-	-	a _R =t
1b	有反向角 铁的无坡 口对接焊 缝 ^{a b}					≤6	≤6	-	-	0-3	0-3	-	-	-	-	a _R =t



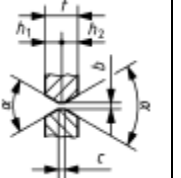
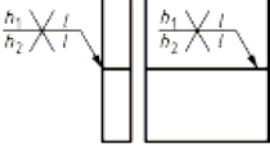
编号	标志	图	符号	接头准备 剖面图	符号图	材料厚度 t (毫米)		角度 a		间隙 b (毫米)		焊缝根部面 厚度 c (毫米)		准备的深度 h (毫米)		设计焊缝 厚度 a _R (毫米)
						铝 ^a	钢	铝 ^a	钢	铝 ^a	钢	铝 ^a	钢	铝 ^a	钢	
1C	无坡口 双面对接					3-6	3-6	-	-	0-2	0-3	-	-	-	-	a _R =t
2a	V 形接头 对接焊缝					3-15	3-15	60-70	50-60	0-2	0-3	0-2	0-2	-	-	a _R =t
2b	有反向角 铁的 V 形 接头对接 焊缝 ^b					3-15	3-15	60-70	50-60	0-4	2-4	0-2	0-2	-	-	a _R =t
2c	有封底焊 的 V 形 接头对接 焊缝 ^c					3-15	3-15	60-70	50-60	0-2	0-2	0-2	0-2	-	-	a _R =t


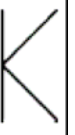
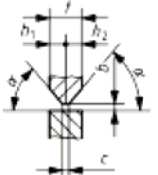
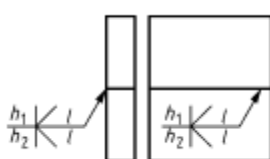

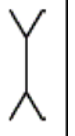
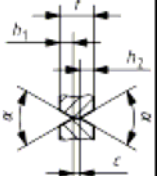
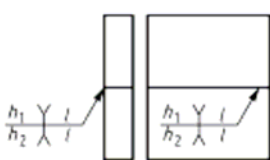

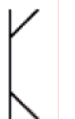
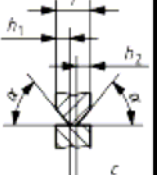
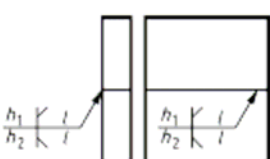
2d	有反向角铁的方边焊缝 ^b					8-20	8-20	30-40	20-40	4-10	6-15	-	-	-	-	$a_R=t$
----	-------------------------	---	---	---	--	------	------	-------	-------	------	------	---	---	---	---	---------



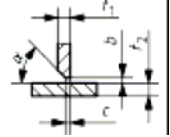



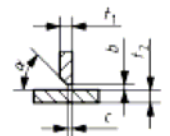

编号	标志	图	符号	接头准备 剖面图	符号图	材料厚度 t (毫米)		角度 a		间隙 b (毫米)		焊缝根部面 厚度 c (毫米)		准备的深度 h (毫米)		设计焊缝 厚度 a_R (毫米)
						铝 ^a	钢	铝 ^a	钢	铝 ^a	钢	铝 ^a	钢	铝 ^a	钢	
3a	HV 焊缝 ^d					3-15	3-15	50-60	40-60	0-2	1-3	1-2	1-2	-	-	$a_R=t$
3b	有反向角铁的 HV 焊缝 ^b					3-15	3-15	50-60	40-60	0-4	2-4	1-2	1-2	-	-	$a_R=t$



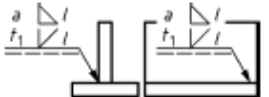
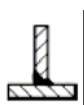

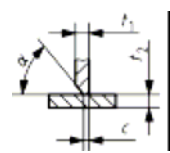



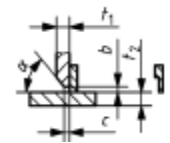

3c	有封底焊 的HV焊 缝 ^c					3-15	3-15	50-60	40-60	0-2	0-2	1-2	1-2	-	-	$a_R=t$
3d	有反向角 铁的方边 单面 焊缝 ^b					8-20	12-30	30-40	20-40	4-10	6-15	-	-	-	-	$a_R=t$
4a	Y 焊缝					3-15	3-15	60-70	50-60	-	-	$\leq 0.2t$	$\leq 0.2t$	$\geq 0.8t$	$\geq 0.8t$	$a_R \leq t-c$



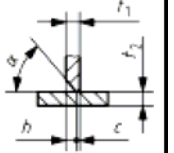

编号	标志	图	符号	接头准备 剖面图	符号图	材料厚度 t (毫米)		角度 α		间隙 b (毫米)		焊缝根部面 厚度 c (毫米)		准备的深度 h (毫米)		设计焊缝 厚度 a_R (毫米)
						铝 ^a	钢	铝 ^a	钢	铝 ^a	钢	铝 ^a	钢	铝 ^a	钢	
4b	有封底焊 的 Y 焊缝 ^e					3-15	3-15	60-70	50-60	-	-	$\leq 0.2t$	$\leq 0.2t$	$\geq 0.8t$	$\geq 0.8t$	$a_R \leq t-c$
5a	HY 焊缝					3-15	3-15	50-60	40-60	-	-	$\leq 0.2t$	$\leq 0.2t$	$\geq 0.8t$	$\geq 0.8t$	$a_R \leq t-c$
5b	有封底焊 的 HY 焊缝					3-15	3-15	50-60	40-60	-	-	$\leq 0.2t$	$\leq 0.2t$	$\geq 0.8t$	$\geq 0.8t$	$a_R \leq t-c$



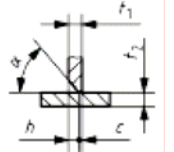
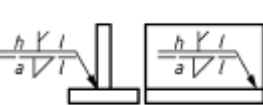


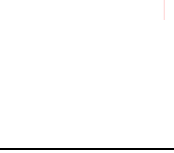
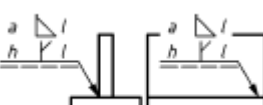


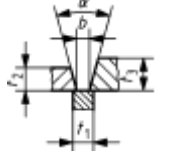
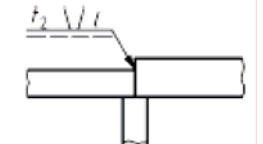


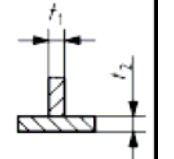
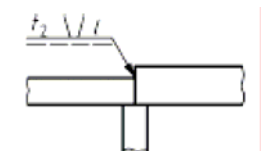
6	DV焊缝 (X焊缝) c					≥ 12	≥ 12	60-70	50-60	0-3	0-3	1-2	1-2	$h_{1/2} \ 1/3t-1/2t$	$a_R=t$
---	--------------------	---	---	---	--	-----------	-----------	-------	-------	-----	-----	-----	-----	-----------------------	---------



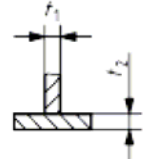

编号	标志	图	符号	接头准备 剖面图	符号图	材料厚度 t (毫米)		角度 a		间隙 b (毫米)		焊缝根部面 厚度 c (毫米)		准备的深度 h (毫米)		设计焊缝 厚度 a_R (毫米)
						铝 ^a	钢	铝 ^a	钢	铝 ^a	钢	铝 ^a	钢	铝 ^a	钢	
7	DHV (双HV 焊缝) c					≥ 12	≥ 12	50-60	40-60	0-2	1-3	1-2	1-2	$h_{1/2} \ 1/3t-1/2t$		$a_R=t$
8	DY 焊缝(双 H 焊缝)					≥ 12	≥ 12	60-70	50-60	-	-	$\leq 0.2t$	$\leq 0.2t$	$\geq 0.4t$	$\geq 0.4t$	$a_R \leq t-c$
9	DHY 焊缝(双 HY 焊缝)					≥ 12	≥ 12	50-60	40-60	-	-	$\leq 0.2t$	$\leq 0.2t$	$\geq 0.4t$	$\geq 0.4t$	$a_R \leq t-c$



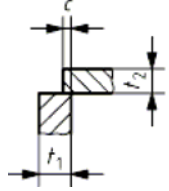
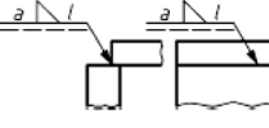


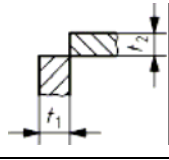
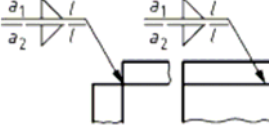


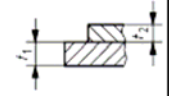
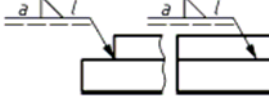
10a	HV焊缝 ^d					3-15	3-15	50-60	50-60	1-3	1-3	0-2	0-2	-	-	$a_R=t_1$
10b	以角焊作封底焊的 HV焊缝 ^c					3-15	3-15	50-60	50-60	0-3	0-3	0-2	0-2	-	-	$a_R=t_1$

编号	标记	图	符号	接头准备剖面图	符号图	材料厚度 t (毫米)		角度 a		间隙 b (毫米)		焊缝根部面厚度 c (毫米)		准备的深度 h (毫米)		设计焊缝厚度 a_R (毫米)
						铝 ^a	钢	铝 ^a	钢	铝 ^a	钢	铝 ^a	钢	铝 ^a	钢	
10c	有附加角焊的 HV 焊缝 ^d					3-15	3-15	50-60	50-60	0-3	0-3	0-2	0-2	-	-	$a_R=t_1$
10d	有封底焊的 HV 焊缝 ^c					3-15	3-15	50-60	50-60	0-3	0-3	0-2	0-2	—	—	$a_R=t_1$
10e	有反向角铁的 HV 焊缝 ^{b d}					3-20	3-20	50-60	50-60	0-5	0-5	0-2	0-2	—	—	$a_R=t_1$

11a	HY 焊缝					3-15	3-15	50-60	50-60	—	—	$\leq 0.2t$	$\leq 0.2t$	—	—	$a_R \leq t_1 - c$
-----	-------	---	---	---	--	------	------	-------	-------	---	---	-------------	-------------	---	---	--------------------

编号	标志	图	符号	接头准备 剖面图	符号图	材料厚度 t (毫米)		角度 a		间隙 b (毫米)		焊缝根部面 厚度 c (毫米)		准备的深度 h (毫米)		设计焊缝厚度 a_R (毫米)
						铝 ^a	钢	铝 ^a	钢	铝 ^a	钢	铝 ^a	钢	铝 ^a	钢	
11b	以角焊 作封底焊的 HV焊缝 ^e					3-15	3-15	50-60	50-60	—	—	$\leq 0.2t$	$\leq 0.2t$	—	—	$a_R \leq h + a \leq$
11c	有附加角焊 的 HV 焊缝					3-15	3-15	50-60	50-60	—	—	$\leq 0.2t$	$\leq 0.2t$	—	—	$a_R \leq h + a \leq t_1$ 特殊情况 $a_R \leq h + a \leq$
12	三个构件间的 接点					t_2 4-20	t_2 4-20	30-40	20-40	4-1 0	4-10	—	—	—	—	$a_R = b^f$ $a_R = t_2 g$
13a	角焊					铝: $a_{\text{最小}} 3$ 毫米, $a_{\text{最大}} 12$ 毫米 钢: $a_{\text{最小}} 2$ 毫米, $a_{\text{最大}} 12$ 毫米										$a_R = a \leq 0.7 \times t_m$

13b	双角焊					铝: $a_{\text{最小}} 3 \text{ 毫米}, a_{\text{最大}} 12 \text{ 毫米}$ 钢: $a_{\text{最小}} 2 \text{ 毫米}, a_{\text{最大}} 12 \text{ 毫米}$								$a_R = a_1 + a_2 \leq t_m$ $a_{\text{max}} \leq 0.7 \times t_{\text{min}}$	
-----	-----	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---	--

编号	标志	图	符号	接头准备 剖面图	符号图	材料厚度 t (毫米)		角度 a		间隙 b (毫米)		焊缝根部面 厚度 c (毫米)		准备的深度 h (毫米)		设计焊缝厚度 a _R (毫米)
						铝 ^a	钢	铝 ^a	钢	铝 ^a	钢	铝 ^a	钢	铝 ^a	钢	
13c	拐角焊缝					$t_1 \geq 1$	$t_1 \geq 1$	—	—	—	—	—	—	—	—	$a_R = a \leq 0.7 \times t$ $t_2 \leq t_1$
13d	拐角焊缝					$t_2 \geq 3$	$t_2 \geq 3$	—	—	—	—	—	—	—	—	$a_R = a_1 + a_2$ $a_1 \leq 0.7 \times t$ $t_2 \leq t_1$
13e	搭接焊缝					$t_2 \geq 1.5$ $t_1 \geq 3$	$t_2 \geq 1.5$ $t_1 \geq 2$	—	—	—	—	—	—	—	—	$a_R = a \leq 0.7 \times t$ $t_2 \leq t_1$

如果使用的是特殊焊接工艺（例如机械焊接工艺），所需焊缝厚度由工作试块验证，那么焊接准备工作中则可不包含此工艺。

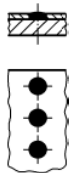

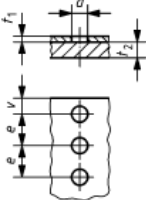
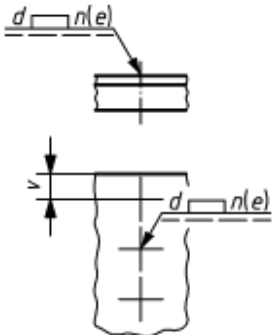
- a 铝和铝合金。
- b M 或 MR (参见 EN 22553).
- c 焊接封底焊道之前，应将间隙凿出。
- d 不带封底焊道的HV焊缝应进行安全间隙熔接（试块）程序，该程序包括设计、生产和试验。
- e 封底焊道用于间隙的防腐。
- f 计算时，t1到t2和t3的力传动；厚度t2和t3以及接点间隙b应考虑在内。
- g 从 t2 到 t3 的力传动。

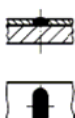

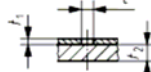
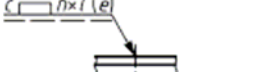
附录 C（信息性）塞焊的接头准备

表 C.1 所示是用于铁路车辆上塞焊建议的接头准备和焊缝厚度综述。

表 C.1 — 塞焊的接头准备和焊缝厚度

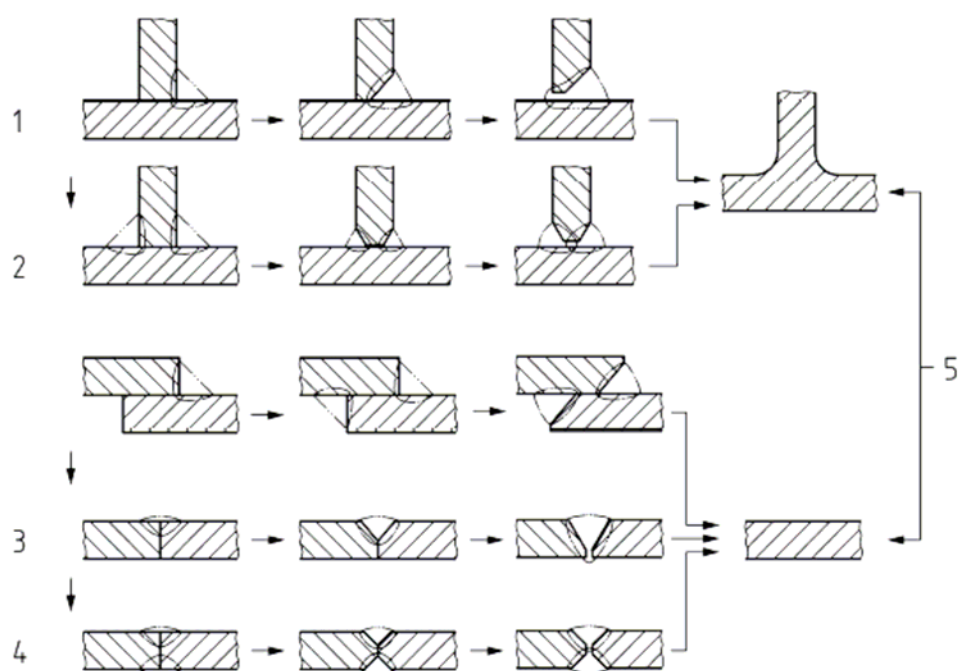
尺寸单位：毫米

编号	标志	图	符号	接头准备 剖面图	符号图	材料厚度		材料厚度		插头宽度		插头距离		设计焊缝区域
						t_1		t_2		c 或 d		e		
						铝	钢	铝	钢	铝	钢	铝	钢	
1	塞焊					≥ 3	≥ 2	≤ 4	≤ 4	$3 \times t_2 \leq d \leq 4 \times t_2$	$3 \times t_2 \leq d \leq 4 \times t_2$	$3 \times d \leq e \leq 4 \times d$	$3 \times d \leq e \leq 4 \times d$	$A = \pi d^2 / 4$

2	延长的 塞焊					≥ 3	≥ 2	≤ 6	≤ 6	$3 \times t_2 \leq d \leq 4 \times t_2$	$C \geq 3 \times t_2$	$3 \times c \leq e \leq 4 \times c$	$3 \times c \leq e \leq 4 \times c$	$A_R = c(l - c)$
边距条件 $v: v \geq d$ 或 $v \geq c$														

附录 D（信息性）有关应力和检查等级的接头类型

图 D.1 所示是选择接头类型降低应力等级和检查等级的各种可能性。箭头所示是适合降低焊接性能等级和检查等级的接头类型。T 在任何情况下，加载的大小和方向都必须予以考虑。



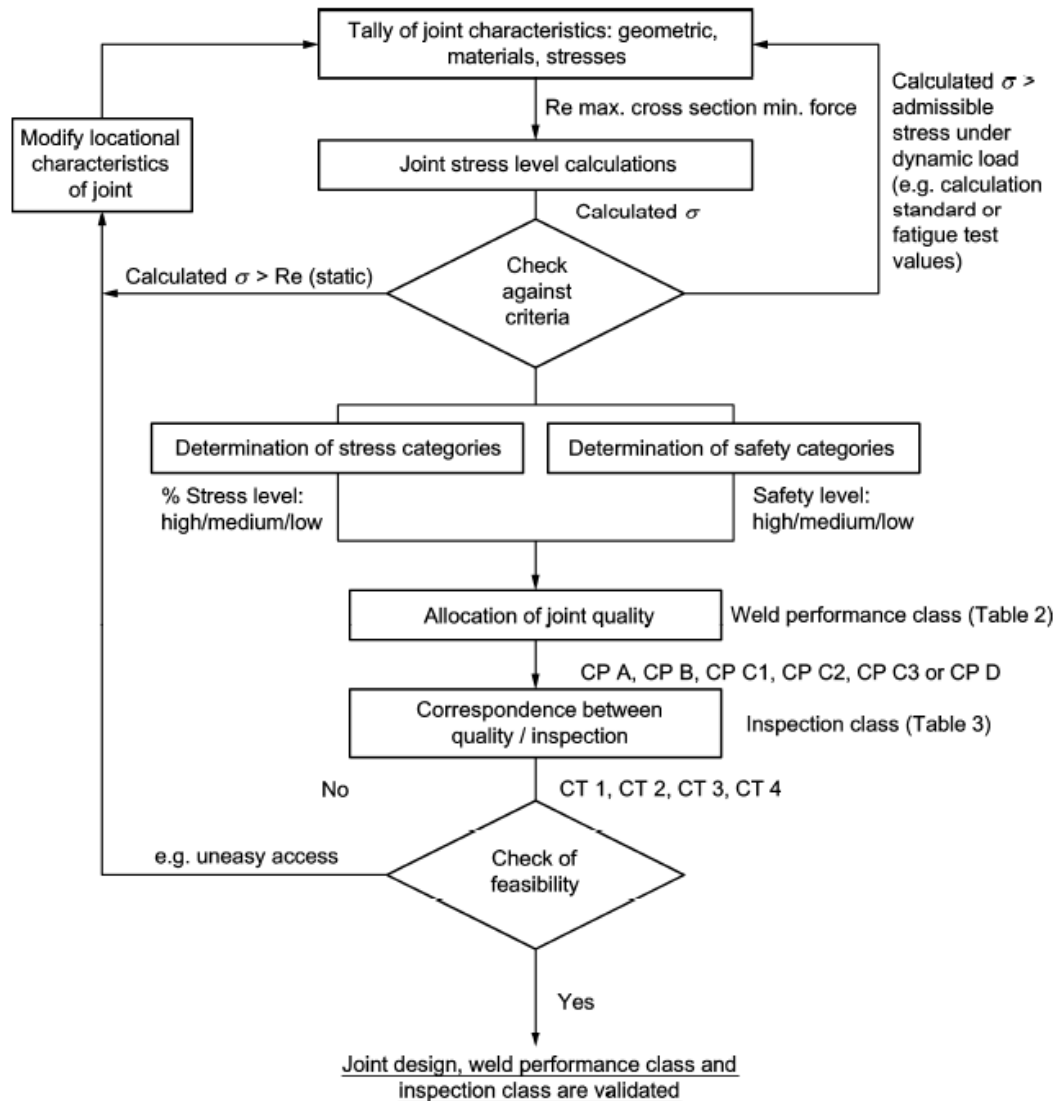
图注：

- | | |
|-------------|-------------|
| 1 只能从单面进行焊接 | 4 可以从两面进行焊接 |
| 2 可以从两面进行焊接 | 5 模压件或铸件 |
| 3 只能从单面进行焊接 | |

在每一阶段，可以对角焊的焊趾进行打磨，而对对接焊缝则可以进行磨平。

图 D.1 — 有关应力和检查等级的接头类型

附录 E（信息性）焊接接头的种类图表



Modify locational characteristics of joint / 更改接头的位置特性

Tally of joint characteristics: geometric, materials, stresses / 接头特性的记录:
几何形状、材料、应力

Re max. cross section min. force / Re 最大截面最小作用力

Joint stress level calculations / 接头应力级的计算

Calculated σ / 计算 σ

Calculated $\sigma > Re$ (static) / 计算 $\sigma > Re$ （静态）

Check against criteria / 对照准则进行检查

Determination of stress categories / 应力等级的确定

Determination of safety categories / 安全等级的确定

%Stress level: high/medium / low %应力级：高/中/低

Safety level: high/medium/low / 安全级：高/中/低

Allocation of joint quality / 接头质量的分配

Weld performance class(Table 2) / 焊接性能等级（表 2）

CP A, CP B, CP C1, CP C2,CP C3 or CP D /CP A、CP B、CP C1、CP C2、
CP C3 或 CP D

Correspondence between quality/inspection / 质量/检查之间的对应关系

Inspection class(Table 3) / 检查等级（表 3）

No/ 否 CT1、CT2、CT3、CT4

e.g. uneasy access / 例如，不易接近

Check of feasibility / 可行性检查

Yes / 是

Joint design, weld performance class and inspection class are validated / 接头的设计、焊接性能等级和检查等级确认有效

Calculated σ >admissible stress under dynamic load (e.g. calculation standard or fatigue test values) / 计算 σ > 动态负载下的容许应力（例如计算标准或疲劳试验值）

附录 F（信息性）电阻点焊

F.1 概述

表 F.1 提供了电阻点焊时根据工件厚度确定的焊点间距和到边缘的距离的最低设计参数。

表 F.1 — 焊点间距和到边缘的距离

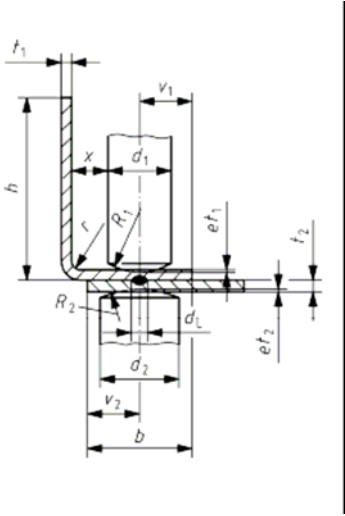
尺寸单位：毫米

工件厚度 t_1	1	1,25	1,5	1,75	2	2,5	3
焊点间距 e_1	25	35	35	35	40	50	50
到边缘的距离 v	≥ 10	≥ 10	≥ 10	≥ 10	≥ 15	≥ 15	≥ 15

最小剪切拉力和焊点直径在表 F.4 和表 F.5 中列出。

如果这些值因设计原因造成偏差，应进行生产焊接试验，验证设计是否正确。

尺寸单位：毫米



图注：

- et_1

上压印深度
- et_2

下压印深度
- R

焊条聚束半径
- b

交叠部分
- h

杆的高度
- v_1

到边缘的距离 1
- x

侧面距离
- d_L

焊点直径
- $d_{1,2}$

焊条直径
- r

弯曲半径
- t_1

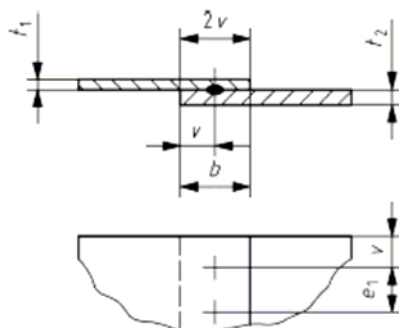
较小的板材厚度
- t_2

较大的板材厚度

v_2 到边缘的距离 2

x_5 和 x_r

图 F.1 — 有角度型面与板材的电阻点焊



图注:

e_1 焊点间距

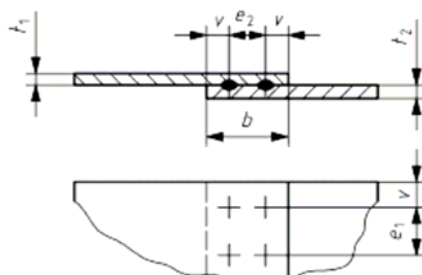
v 到边缘的距离

t_1 较小的板材厚度

t_2 较大的板材厚度

b 交叠部分

图 F.2 — 板材的单列电阻点焊



图注:

e_1 焊点间距

e_2 焊点列间距

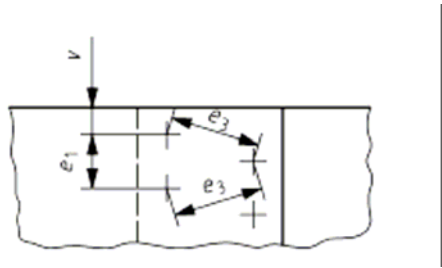
v 到边缘的距离

t_1 较小的板材厚度

t_2 较大的板材厚度

b 交叠部分

图 F.3 — 板材的双列电阻点焊



图注：

e₁ 焊点间距

e₃ 焊点间距

(双列，偏移)

v 到边缘的距离

图 F.4 — 板材的双列偏移电阻点焊

表 F.2 定义生产焊缝的电阻点焊接头、多点凸焊接头和电阻焊缝接头的质量要求。

表 F.2 — 质量要求

序号	EN ISO 6520-2 参考号	要求	焊接性能等级 CP C1 和 CP C2	焊接性能等级 CP C3	焊接性能等级 CP D
一般质量要求					
1		根据 EN ISO 4063 对焊接工序的分类	21, 22	21, 22, 23	
2		机器型号	有计划周期控制与工序检验的电焊机	有计划周期的电焊机	要求 CP C1、CP C2 和 CP C3 有效。对于 21，允许使用人工焊机、脚操纵台式焊机
3		应用范围	铁路车辆的支持零件（侧壁板、前壁板、地板和外部零件，如仪表外壳、活动盖板、护栏挡板、车门等）。		附属零件（板、电缆管道、通风格栅）
4		容许金属薄板厚度比	t2:t1 ≤ 3:1 其他金属薄板的厚度比和两块以上薄板的焊接应征得客户的同意。		无要求
5		最小剪切拉力	21，表 4 和表 5 22 和 23，在连接部分方面这些表都有效。		CP C1、CP C2 和 CP C3 的 75%
6		各种零件的外观	结合件表面的焊接处不应有氧化皮、锈蚀、涂料、灰尘、油脂或其他污垢 如果证明适合焊接，允许有附加的表面涂层、叠层、防腐保护层、密封材料、浆糊和胶等。		
7		薄板的最大硬度值	应采用 EN ISO 15614-12 的一般要求。有关硬度值，应采用 EN ISO 15614-1。		无要求

质量要求、外部检查结果、外部情况 P 100				
9	裂纹		不允许	
10	P 2011 P 2012 P 2013	气孔 分布均匀的多孔性 局部多孔性	不允许	如果缔约双方达成一致则允许
11	P 602 P 612	溅洒污迹 材料凸起	如果缔约双方达成一致则允许	如果缔约双方达成一致则允许
12	P 526	表面缺陷	表 F.3 中的表面质量 2 和 3 是允许的	符合表 F.3 中表面质量 2、3 和 4 是允许的

序号	EN ISO 6520-2 参考号	要求	焊接性能等级 CP C1 和 CP C2	焊接性能等级 CP C3	焊接性能等级 CP D
14	P 5263	电焊条附着材料	不允许		如果缔约双方达成一致则允许
质量要求、内部检查结果、内部情况					
15	P 5216	点焊焊透深度不够	特定金属薄板厚度的 30%（最小）至 90 %（最大）		没有要求
16	P 100	裂纹	焊接防护镜（最大半径）中心部位 21 和 22 允许 22 不允许		
17	P 2011 P 300	气孔 固体材料夹杂物	焊接防护镜直径的中间一半部位 21 和 23 允许		
18	P 2012 P 2013	分布均匀的多孔性、局部多孔性	22: $A \leq 2\%$ $d \leq 0.4t_1^a$		22: $A \leq 4\%$ $d \leq 0.5t_1$
19	P 400 P 401	未熔合 未焊接	不允许		
20	P 525	薄板间隙过大	靠近焊接点: $h \leq 0.1 (t_1+t_2)$		允许
试验和证明文件					
21		目视检查 ^b 100 %			
22		简化焊接生产试验（SWPT） ^c	— 每天开始工作前 — WPS 发生变化时 — 工具改装时		
23		正常焊接生产试验（NWPT） ^d	— WPS 验证试验 — 生产中根据焊接体积、焊接设备和焊接性能等级定期进行质量验证试验		不需要
24		证明文件	— 正常焊接生产试验（NWPT）100 % 工序检验 100 %	— 需要进行正常焊接生产试验	不需要

- a A = 缺陷面积, d = 单个缺陷的尺寸 (例如长度、宽度和直径)
- b 焊接完整性试验和不使用光学仪器进行外部评定
- c 简化焊接生产试验 (SWPT): 根据 ISO 1047 进行滚动试验、切片试验或根据 EN IAO 17653 进行简化抗扭试验 (焊接生产试验)
- d 正常焊接生产试验 (NWPT): 21 和 23: 根据 EN ISO 15614-12 用肉眼检查的方法进行按键试验。

表 F.3 确定电阻点焊接头、多点凸焊焊接接头和电阻缝焊焊接接头的表面质量。

表 F.3 — 表面质量

表面质量	要求	应用
1	应由制造商与客户达成一致。	应由制造商与客户达成一致。
2	焊接标记 (电焊条压印、环形加固成型、缺陷、热变形) 不能超过单个特定金属薄板厚度 10% 的表面。 注: 必要时, 也可填入压痕。	有美观要求的表面 (例如侧壁板、前壁板和客舱顶板)。
3	焊接标记不能超过特定金属厚度 25% 的表面。在这些部位, 只要图纸上没有要求不准有毛口和溅洒污迹, 就允许有附着坚固的焊渣存在。	没有美观要求的表面 (例如货车车箱、运输集装箱、地板覆板)。
4	没有质量要求。	没有美观要求的次要简单零件。

F.2 最低剪切拉力

表 F.4 和表 F.5 包含电阻点焊接头的最低剪切拉力, 这些拉力值取决于焊接性能等级 CP C1、CP C2 和 CP C3 的金属厚度, 并应经过拉伸剪切试验验证。

- 钢: 表 F.4;
- 铝及铝合金: 表 F.5。

所列值是一组五个独立点焊点的最低平均值。

缔约双方一致同意并经生产焊接试验部门批准也可采用更高的剪切拉力。

表 F.4 — 焊接性能等级为 CP C1、CP C2 和 CP C3 的电阻点焊钢接头的最低剪切拉力

t_1 (毫米)	DL (毫米)	基本金属 (Mpa) 的抗拉强度 Rm		
		≤ 360	> 360 to < 510	510 to < 620
		每个焊点的最低剪切拉力 (kN)		
0.8	4.5	3.5	4.5	6.0

1.0	5.0	4.7	6.0	8.0
1.25	5.5	5.9	7.5	10.0
1.5	6.0	7.1	9.0	12.0
1.75	6.5	8.5	10.9	14.5
2.0	7.0	10.0	12.8	17.0
2.5	8.0	12.9	16.5	22.0
3.0	8.5	16.5	21.0	28.0

这些值对非合金钢和合金钢都有效，对它们的组合也有效。如果是由几种不同抗拉强度的基本材料组成的组合，应当选用值较小的材料。

表 F.5 — 焊接性能等级为 CP C1、CP C2 和 CP C3 的电阻点焊铝及铝合金接头的最低剪切拉力

t ₁ (毫米)	d _L (毫米)	基本金属 (Mpa) 的抗拉强度R _m		
		≤240	>240-300	>300-350
		每个焊点的最低剪切拉力 (kN)		
0.8	4.5	1.1	1.3	1.5
1.0	5.0	1.5	1.8	2.1
1.25	5.5	2.0	2.3	2.8
1.5	6.0	2.5	2.9	3.5
2.0	7.0	3.5	4.1	4.8
2.5	8.0	4.5	5.3	6.2
3.0	8.5	5.5	6.4	7.6

如果是抗拉强度不同的几种基本金属，应选用值较小的材料。

附录 G（信息性）焊接接头安全等级的确定

焊接接头有关安全等级的确定依据是 4.5 中定义的高、中和低的定义。

另外，在确定安全等级时，还应考虑到相对于采用的计算标准或指导准则中焊接接头疲劳的评定疲劳强度的安全假定和要求。除此之外，还应采用设计人员在铁路车辆焊接部件的疲劳设计中收集的应用领域内的实践经验。

为了帮助定义高、中安全等级，设计人员应对下列问题是否适用作出评估：

- 1) 疲劳故障出现之前发出警告；
- 2) 定期检查具有发现裂纹的可能性；
- 3) 部件的设计提供了一种替代负载的途径（非静态确定系统或多余的部件）；
- 4) 焊接部件的设计包含抑制扩展型裂纹的特性。

应当利用下列几点支持高、中安全等级的选择：

- 高：以上准则都不适用时；
- 中：以上任何一项准则可用时。

最终确定安全等级的焊接部件举例：

- 高：车厢厢体与转向构架之间的焊接部件；
- 中：转向构架箱形梁、车厢厢体支撑构架的焊接接头；
- 低：缓冲连接件、制动管和电气面板支架的焊接接头。

附件 H（信息性）6000 系列铝合金凸出件的焊接 — Aljoin 项目有关改进了的耐撞击性的建议

可热处理的铝合金，如车厢厢体凸出部件适用的 6000 系列合金，都会遇到热影响区焊接后减弱的问题。焊接消耗材料的强度也存在与基本材料特性欠匹配的问题。

应当考虑到这些影响，尤其是在设计耐撞击性能时应当避免热影响区和焊接金属局部出现的不稳定断裂问题。如果加载过大，可能会造成整个车厢厢体的不稳定断裂。

因此建议：

— 沿车厢厢体整个长度进行主要结构的焊接时，凸出部件的几何形状应当能保证热影响区的焊缝和强度与基本材料的强度相匹配。这通常需要焊缝和热影响区的厚度应比基本材料更厚，见 ALJOIN 研究项目报告；

— 无法达到这一要求时，比如窗口主椽，如果其凸出部件的方向与主厢体侧面的凸出部件相垂直时，焊接接头的强度设计至少应当与相连接的基本零件强度相同；

— 例如，利用大角度角撑板加强焊缝或通过焊缝焊接加固板可以实现这一要求。

6000 系列铝合金可以采用镁铝合金 5 型焊接消耗材料或硅铝合金 4 型焊接消耗材料进行焊接。

不过，如果是纵向焊缝，Aljoin 项目报告¹的结论是镁铝合金焊接消耗材料具有特别好的断裂韧度。这对于几何效应，如部分焊透焊缝，限制了焊接金属断裂的时候是特别重要的。这一结论得到了在 Aljoin 附加项目报告²范围内作进一步研究的支持。

同样，Aljoin 研究项目报告建议 6000 系列挤压铝合金车厢厢体结构的纵向焊缝使用 5 型焊接消耗材料。

注：EN 1090-3:2007 也包含有关板材填充金属选择问题的信息。

在这种特殊情况下，焊接消耗材料的种类应在图纸或零件清单中明确说明。

¹ 见参考文件 [5]。

² 见参考文件 [6]。

参考文件

[1] prEN 1011-4, 焊接 — 关于焊接金属材料的建议 — 第4部分: 铝及铝合金的电弧焊。

[2] prEN 1090-3, 钢结构的制做 — 第3部分: 高屈服点钢的补充规则。

[3] EN ISO 3834 (所有部分), 熔焊金属材料的质量要求。

[4] ISO/TR 581, 可焊接性 — 金属材料 — 一般原理。

[5] Aljoin研究项目报告 — 由EU部分投资的“Aljoin”项目的最终技术报告 — 合同号G3RD-CT-2002-00829。项目号GRD2-2001-50065 — 第2节 — 可发行的经营综合报告3。

[6] Aljoin附加项目 — 由英国铁路安全和标准委员会投资的Aljoin项目的后续项目, 由Newrail (University of Newcastle upon Tyne) 报告, Newrail报告号: MS-20051108。

[7] EN ISO 13920: 1996, 焊接 — 焊接结构的一般公差 — 长度和角度尺寸 — 形状和位置 (ISO 13920:1996)。

BSI—英国标准协会

BSI 是负责制定英国标准的独立性国家机构。它代表着英国对欧洲及国际水准标准的观点。该协会依据皇家令状(Royal Charter)成立。

修订

英国标准通过修正或修订得到更新。英国标准的用户应确保他们持有最新修正案或版本。

提高我们的产品和服务质量是 BSI 的一致愿望。任何人在使用本英国标准时如果发现不准确或歧义之处并愿意告知负责的技术委员会秘书，我们将不胜感激。有关技术委员会秘书的信息见内封面。

电话: +44 (0)20 8996 9000。传真: +44 (0)20 8996 7400。

BSI 为成员提供一种叫做 PLUS 的单独更新服务，该项服务确保用户自动收到各种标准最新的版本。

购买标准

购买所有 BSI、国际和国外标准出版物的订单应发送至客户服务部门。电话: +44 (0)20 8996 9001。

传真: +44 (0)20 8996 7001。

收到要求国际标准的订单后，除非另有要求，BSI 的惯例是提供已作为英国标准出版了的对此类国际标准的 BSI 版本。

有关标准的信息

BSI 通过其实验室、技术援助直至出口商服务广泛提供有关国家、欧洲和国际标准的信息。此外还可以通过各种 BSI 电子信息服务获取关于其全部产品和服务的详细信息。联系信息中心。电话: +44 (0)20 8996 7111。传真: +44 (0)20 8996 7048。

BSI 的订阅会员将被告知关于各种标准的最新发展情况，并且在各种标准的购买价格基础上享受可观的折扣。有关此类以及其他优惠的细节，请与会员管理部门联系。电话: +44 (0)20 8996 7002。

传真: +44 (0)20 8996 7001。

版权

所有 BSI 出版物均受版权保护。BSI 同时还在英国范围内持有国际标准机构出版物的版权。除非为版权、设计和专利法案 1988 为允许，并获得 BSI 之书面许可，否则不得对其出版物之任何部分复制、存储在检索系统或以任何形式(电子、机械、录音或其他手段)传输。

这并不排除在标准执行过程中对各种符号、尺寸、型式或等级指定的免费使用。如需将此类细节用于执行 BSI 标准之外的任何其他目的，则必须获得 BSI 之书面同意。

如果许可被批准，条款中必须包括特许使用金或专利使用权转让协议。有关的细节和建议可从版权经理处获得。电话: +44 (0)20 8996 7070。