

BS EN 288-3:1992/A1:1997

金属材料焊接工艺评定

第 3 部分 钢的弧焊焊接工艺试验

Specification and approval of welding
procedures for metallic materials

part 3 : Steels welding procedure specification
for arc welding

前 言

本标准由 CEN/TC121 焊接部“金属材料焊接工艺评定”第一工作组制订

本标准参考 ISO/TC44/SC10N177 为基础制订。然而，由于考虑到经验的积累和知识的不断更新，对标准进行了必要的修改。

根据 CEN/CENELEC 的通则，下列国家应执行本欧洲标准：奥地利，比利时，丹麦，芬兰，法国，德国，希腊，冰岛，爱尔兰，意大利，卢森堡，荷兰，挪威，葡萄牙，瑞典，瑞士及英国。

目 录

引言	(1)
1 范围	(1)
2 参考标准	(1)
3 定义	(2)
4 预拟焊接工艺规程 (pWPS)	(2)
5 焊接工艺试验	(2)
6 试件	(2)
7 检查和试验	(4)
8 评定范围	(7)
9 焊接工艺评定报告 (WPAR)	(11)

附录

A (指导性的)焊接工艺评定的报告(WPAR)	(12)
B (指导性的)在欧洲标准发布前根据表 3 分组系统的钢材型号	(15)

表

1 试件的试验以及测试	(4)
2 允许最大硬度值 HV10	(7)
3 钢的分组体系	(8)
4 异种金属焊接的覆盖范围	(8)
5 评定厚度的覆盖范围	(9)
6 钢管和支管的覆盖范围	(9)
7 接头类型的覆盖范围	(10)

金属材料焊接工艺评定

第3部分 钢的弧焊焊接工艺试验

引言

自本标准颁布日起,所有新的焊接工艺评定必须与标准一致。

但本标准并不否定按照以前的国家标准和规范所获得的焊接工艺资格证书,只要能满足技术要求,以前的资格证书与他们所受聘的生产岗位相一致也应认可。

如果要使旧的技术资格与新的标准相一致,则也可另行评定,但只要求在按照本标准所制造的试件上进行测试。

对按照以前的国家标准或规范所获得的资格证书的认证应在查询/合同阶段时间内进行考虑,并征得合同各方的同意。

1 范围

本标准详细列明了焊接工艺试验是怎样对焊接工艺规程进行评定的。

对于焊接工艺评定试验实施条件,以及在条款8中列出的变量范围内用于所有实际焊接施工评定的焊接工艺的有效期,本标准也做了详细的说明。

除非相关应用标准或合同中应适用更为严格的检验标准外,检验都必须符合本标准。

本标准适用于钢铁的电弧焊。本标准的规则也同样适用于合同双方协议一致的其他熔焊工艺。

注:为了获得更多的数据,也为了能避免为获得更多的数据而在以后的工作中重复进行焊接工艺的试验,对于特殊的使用条件、材料以及生产条件,可要求有更多综合性的测试,而不仅仅是本标准中指定的那些。

这些试验包括:

—纵向焊缝拉伸试验

—焊接接头的弯曲试验

—夏比V形缺口冲击试验

—屈服强度或永久变形量为0.2%时的强度

—延伸率

—化学分析

—显微检验

—奥氏体不锈钢中 δ 铁素体的测定

符合EN24063的电弧焊包括以下工艺:

111—带药皮焊条的金属电弧焊

114—无气体保护的药芯焊丝金属电弧焊

121—丝极埋弧焊

122—带极埋弧焊

131—惰性气体保护金属电弧焊(MIG焊接)

135—活性气体保护金属电弧焊(MAG焊接)

136—活性气体保护的药芯焊丝金属电弧焊

137—惰性气体保护的药芯焊丝金属电弧焊

141—钨极惰性气体保护电弧焊(TIG焊接)

15—等离子弧焊

2 参考标准

本欧洲标准收录了其他出版物中过去的以及现在的参考资料及补充资料。在本文中适当地引用了这些标准的参考资料,并列表如下。对没有过期的参考标准,随后的增补或修订,对本标准而言仅使用其修订后的版本,对过期的参考标准,仅使用其最新版本。

EN 287-1 焊工评定—熔焊—第1部分:钢

EN 288-1 金属材料的焊接工艺评定—第1部分:电弧焊接工艺规程

EN 288-2 金属材料的焊接工艺评定—第2部分:电弧焊接工艺规程

EN 571-1 非破坏性试验—渗透试验—第1部分:一般原则

EN 875 金属材料焊接破坏性试验—冲击试

验—试件位置, 缺口取向及检验

EN 895 金属材料焊接破坏性试验—横向拉伸试验

prEN 910 金属材料焊接破坏性试验—弯曲试验

prEN 970 熔焊非破坏性试验—目测检验

prEN 1043-1 金属材料焊接破坏性试验—硬度试验—第1部分: 弧焊接头的硬度试验

prEN 1290 焊缝非破坏性试验—焊缝的磁粉检验

prEN 1321 金属材料焊接破坏性检验—焊缝的X-射线照像检验

prEN 1714 焊缝非破坏性检验—焊缝的超声波检验

EN ISO 6947 焊接—工作位置—倾斜角和旋转角的定义 (ISO 6947: 1990)

EN 24063 金属的硬钎焊、软钎焊及钎接焊—在图纸上的符号标志, 工艺术语及参照号码 (ISO 4063:1990)

EN 25817 钢的弧焊连接—熔焊—缺陷分级指南 (ISO 5817:1992)

CEN CR 12187 焊接—焊接材料分类指南

3 定义

本标准旨在划定适用于本标准第一部分所列的定义。

4 预拟焊接工艺规程 (pWPS)

预拟的焊接工艺规程须根据 EN288-2 制定。它必须详细列明所有相关参数的范围。

5 焊接工艺试验

代表着生产中不同种类焊件的试件的加工和试验都必须依据本标准中的第6条和第7条进行。

依据本标准的要求能另人满意地通过焊接工艺试验的焊工, 允许在 EN 287 标准部分的相关范围内进行焊接作业。

6 试件

6.1 概述

通过制作 6.2 节规定的标准试件来代表整个与生产有关的按焊接工艺焊接的焊接件。

6.2 试件的外型和尺寸

试件尺寸必须足以确保合理的热传递。

在图 1-5 中“t”表示的是从 t_1, t_2 中较厚零件的厚度。

如果 $t > 100\text{mm}$ 试件尺寸 a 和 b 可以经过合同协议减少。

为了满足新增的以及复试试样的需要, 必须准备一些备用的试件或者是一些比规定的最小尺寸要长一些的试件。(见 7.5)

如果所采用的标准有要求, 在热影响区 (HAZ) 进行冲击试验时必须在试件上标出钢板压制的方向。

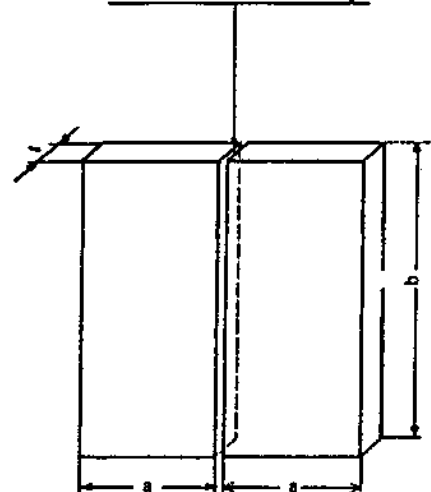
试件的厚度以及试管外径的选择应据 8.3.2.1 到 8.3.2.4。

除非另外有特别说明, 否则试件的外形以及最小尺寸必须如下。

6.2.1 钢板的对焊

试件对焊依照图 1。试件的长度必须满足表 1 中的要求提供的试样。

按预拟焊接工艺规程进行坡口制备 (pWPS)



$a = 3t$; 最小 150mm $b = 6t$; 最小 350mm

图 1 钢板对焊的试件

6.2.2 钢管的对焊

试管对焊依照图 2。在采用小直径钢管时可能会需要几个试件。

注：当“pipe（管）”单独或合成使用时，意为“管道”、“管子”和“中空截面”。

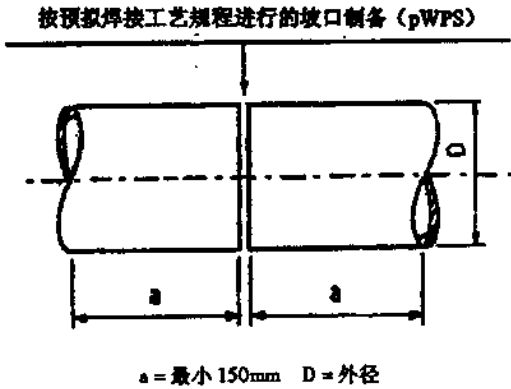


图 2 用于钢管对焊的试件

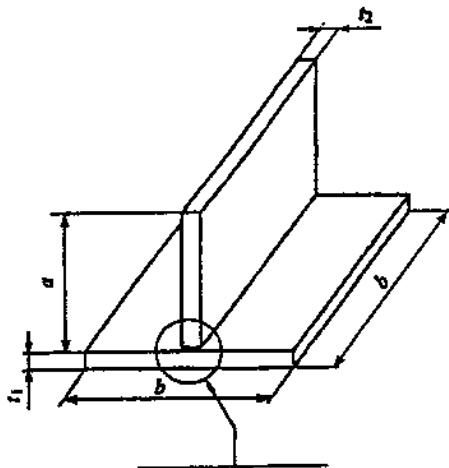


图 3 用于 T 形接头对焊的试件

6.2.3 T 形对焊

T 型对焊可以看作是全焊透的接头。

6.2.4 支管连接

试件焊接依照图 4。a 角是生产中使用的最小角度。

6.2.5 钢板或钢管的角焊

试件焊接依照图 4 或图 5。这些试件也可用于不完全焊透接头(有或没有坡口)。

6.3 试件的焊接

试件的制备以及焊接的实行必须依据模拟焊接工艺规程 (pWPS) 并且必须是在具有代表性的通

常的焊接生产条件下进行。焊接位置以及对试件倾斜和转动角度的限定，必须依据 EN ISO 6947。

按模拟焊接工艺规程进行的坡口制备 (pWPS)

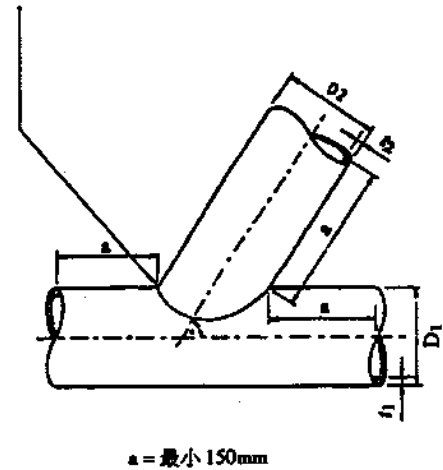


图 4 用于支管连接或角焊的管试件

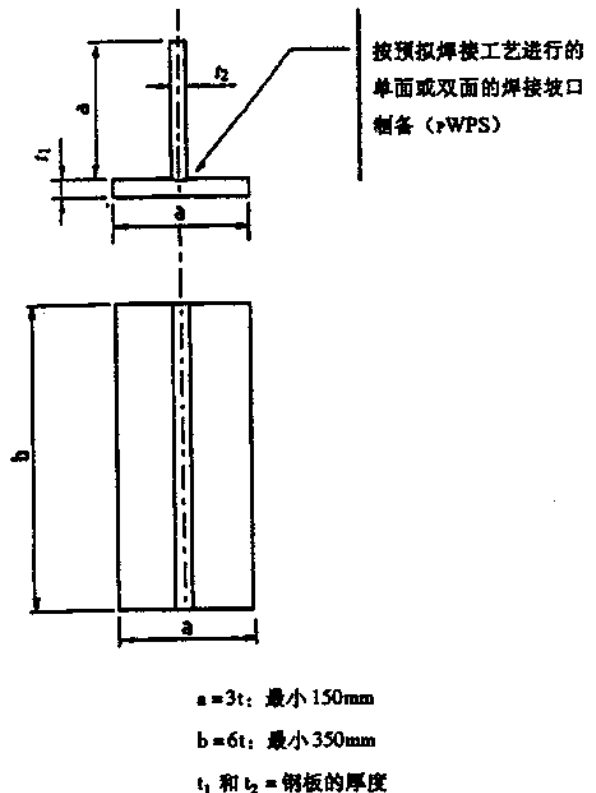


图 5 用于钢板角焊的试件

如果定位焊缝被熔入最终的接头中，这些定位焊缝必须包含在试件中。

试件的焊接和试验工作必须有检验师或检验机械在现场验证。

7 检查和试验

7.1 试验范围

本试验包括非破坏性试验 (NDE) 以及破坏性试验, 但都必须依据表 1 的要求。

7.2 试样的位置及切割

试样的位置应按图 6、7、8 和 9。

试样经过非破坏检验并获得满意的结果后, 才能进行破坏性检验。允许从避开符合要求的缺陷表面截取试样。

表 1 试件的检验以及测试

试件	测试项目	试验数量	附注
板、管对焊 图 1 及图 2	目测	100%	—
	射线照像或超声波	100%	4
	渗透或磁粉	100%	1
	横向拉伸测试	2 个试样	—
	横向弯曲测试	面弯 2 个, 背弯 2 个	2
	冲击测试	2 套	6
	硬度测试	按要求	3
	宏观检验	1 个试样	—
T-形接头对焊 (5) 图 3 支管连接 (5) 图 4	目测	100%	—
	渗透或磁粉	100%	1
	超声波	100%	4 和 7
	硬度测试	按要求	3
	宏观检验	2 个试样	—
钢板角焊 (5) 图 5 钢管角焊 (5) 图 4	目测	100%	—
	渗透或磁粉	100%	1
	宏观检验	2 个试样	—
	硬度测试	按要求	3

注 1: 渗透检验或磁粉检验。对于无磁物质, 只进行渗透检验。

注 2: $t \geq 12\text{mm}$ 时, 可用 4 个侧弯试样代替 2 个背弯和 2 个面弯。

注 3: 对母材不作要求:

— 铁素体钢: $R_m \geq 430\text{N/mm}^2$ ($R_e \leq 275\text{N/mm}^2$);

— 第 9 组中的钢。

R_e 在相关的产品标准中规定。

注 4: 超声波检验只适于铁素体钢以及 $t \geq 8\text{mm}$ 的钢种。

注 5: 全部的试验结果不提供焊接接头的机械性能的数据。当机械性能与使用有关时, 应进行补充焊接评定。例如, 对焊评定。

注 6: 一套用于焊缝金属, 一套用于热影响区。要求只有 $t \geq 12\text{mm}$ 且对母材金属必须有冲击性能要求, 或者是在应用标准中对母材金属有要求。如果对测试温度没有详细说明, 测试必须在室温下进行。见 7.4.4。

注 7: 在外径 $\leq 50\text{mm}$ 时, 对超声波测试不作要求。

在外径 $> 50\text{mm}$ 且技术上不可能进行超声波检验时, 如果接头的布置, 可提供有用的结果, 应进行射线照像检验。

7.3 非破坏性检验

7.3.1 方法

在所有必须的焊后热处理之后, 试样切割之前, 根据 7.1 对试件进行目测和非破坏性检验。

对于无焊后热处理的试件应考虑材料的氢致裂

纹的敏感性, 因此应推迟非破坏性检测的时间。

根据接头几何形状、材料以及工件要求, 非破坏性检测应依据相应的标准: EN 970 (目测检验)、EN 1435 (射线照像检验)、EN 1714 (超声检验)、EN 571 1 (渗透检验) 和 EN 1290 (磁粉检验)。

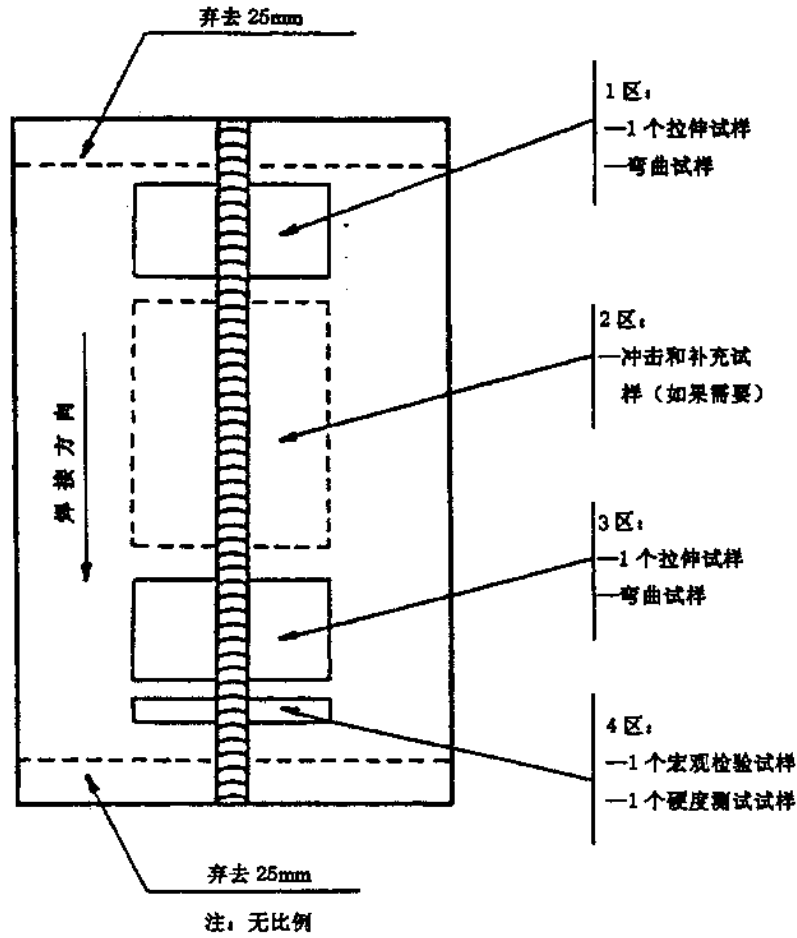


图6 钢板对焊取样位置

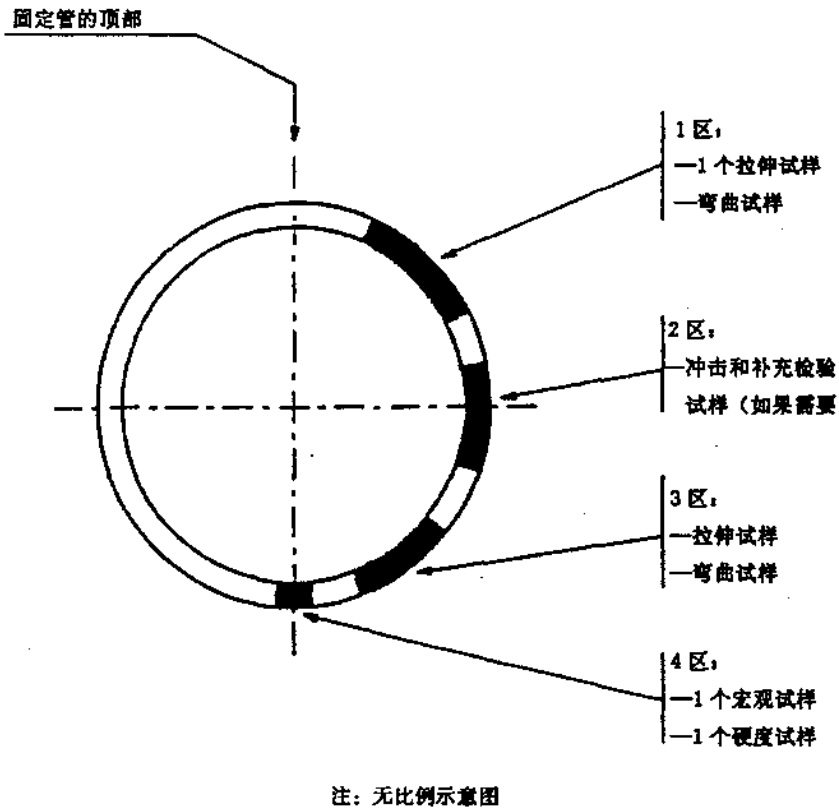


图7 钢管对焊取样位置

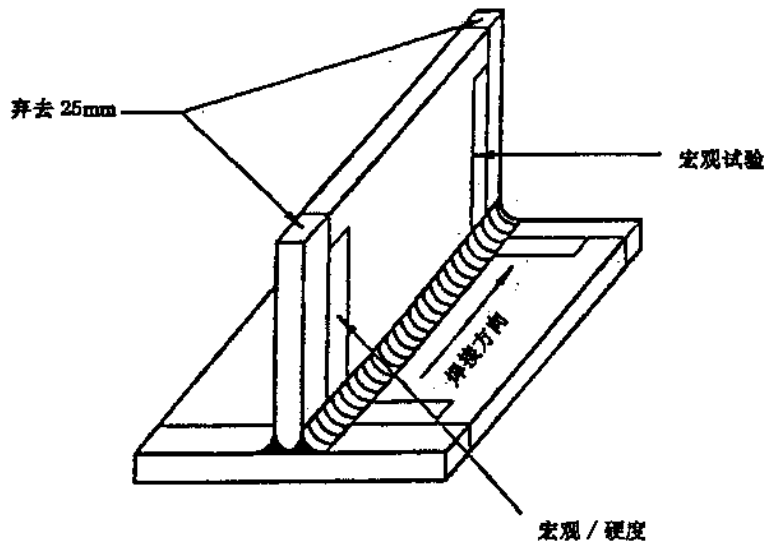
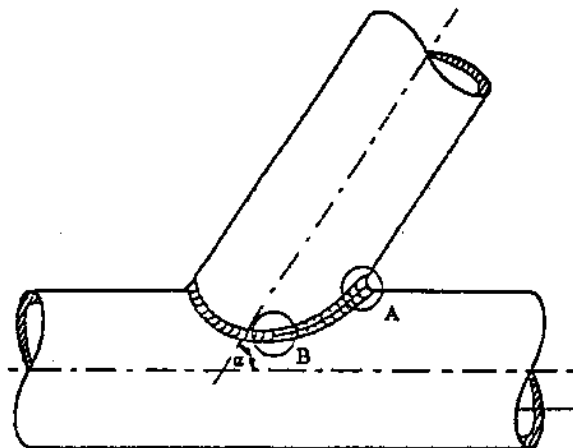


图8 T形接头或角焊取样位置



取A位置进行宏观和硬度测试

位置B仅作宏观检测

图9 支管连接或钢管角焊取样位置

7.3.2 验收标准

如果一个试件的缺陷的范围在 EN 25817 的 B 标准中, 该焊接工艺就合格; 若出现下列缺陷: 余高、超高、焊缝过厚以及塌陷则采用标准 C。

7.4 破坏性检验

7.4.1 横向拉伸试验

对焊横向拉伸试验的试样和测试应依据 EN 895。

钢管外径 $> 50\text{mm}$ 时, 应去除钢管内外两面余高, 保证试样的厚度与钢管的壁厚相等。

钢管外径 $\leq 50\text{mm}$ 并使用全截面小直径钢管

时, 可以在钢管的内表面留下未经处理的余高。

试样的抗拉强度应不低于母材金属相应的最小值。

7.4.2 弯曲测试

对焊接头弯曲试样和试验应依据 EN910。

对于异种金属或非同质板材对接接头, 可以采用一个背弯和一个面弯纵向弯曲试样, 而不是4个横向弯曲试样。靠模或压辊的直径应是 $4t$, 弯曲角最小为 120° , 当母材金属的延展性较低, 填充金属又受到其它限制时除外。

在测试时, 试样在任何方向上都不能有大于 3mm 的裂纹。而在测试中试样棱角上的裂纹, 在

评定中可以忽略不计。

7.4.3 宏观检测

按 EN1321 制备样品并在一面进行蚀刻, 可以清晰地呈现出熔合线、热影响区以及焊道。

宏观检测应包括不受影响的母材金属。

按 7.3.2 节验收。

7.4.4 冲击试验

对接接头冲击试验的试样和试验应依据本标准中规定的试样位置、测试温度以及 EN 875 规定的尺寸和试验进行。

焊缝金属使用 VWT 试样 (焊缝用夏比冲击试样), 热影响区使用 VHT 试样 (热影响区用夏比冲击试样)。在指定位置, 一组包括三个试样。

使用夏比冲击试样, 缺口应低于母材表面 2mm 并垂直于焊缝取样。

V 形缺口在切割时, 应与焊缝表面垂直。

在热影响区试样中, 缺口与熔合线的距离保持 1~2mm, 而在焊缝金属试样中缺口必须位于焊缝的中心线。

对于厚度大于 50mm 的, 必须增加两组试样。一组来源于焊缝金属。一组来源于热影响区, 恰在厚度中线以下, 或者是在焊缝的根部。

如果在使用标准中有要求, 那么测试温度和吸收的能量必须与整个产品的具体设计发求一致。

对于异种金属接头, 冲击试验应当在每一种母材的每一个热影响区的试样上进行。

7.4.5 硬度测试

硬度测试方法应依据 EN 1043-1 进行。将使用 HV10 维氏硬度计方法, 检测试件的焊缝、热影响区以及母材金属上的硬度并记录焊接接头中硬度值。对于小于 50mm 厚度的材料, 在表面以下最多 2mm 处打一压痕。对于大于 5mm 厚度的材料, 在表面以下最大 2mm 处打两排压痕。对于双面焊缝、角焊缝和 T 形对接焊缝, 可以通过根部另加一道压痕。典型的例子可参见 EN 1043-1 中的图 1a、b、e 和 f。

无论是焊缝、热影响区 (两面) 还是母材 (两面), 每一排最少允许有 3 个压痕。典型的例子参见图 10。

热影响区中的第一道压痕要尽可能地靠近熔合

线。

硬度测试的结果要符合表 2 中给出的要求。

表 2 允许最大硬度值 HV10

钢组	单道对接焊缝和角焊缝		多道对接焊缝和角焊缝	
	非热处理	热处理	非热处理	热处理
1 ⁽¹⁾ , 2	380	320	350	320
3 ⁽²⁾	450	(3)	420	(3)
4, 5	(3)	320	(3)	320
6	(3)	350	(3)	350
7 Ni ≤ 4%	(3)	300	320	300
	(3)	(3)	400	(3)
8	(3)	(3)	(3)	(3)

注 1: 根据协议要求测试硬度

注 2: 对于最小值 $R_m > 885 \text{ N/mm}^2$ 的钢须有特别协议

注 3: 根据特别协议要求

7.5 复检

如果试件不能符合目测或 7.3.2 非破坏性试验规定的任何要求, 应再焊接一个试件, 然后进行同样的测试。如果该补充试件仍不能符合相关要求, 则预拟焊接工艺将被视为不经修改是不能符合此标准要求的。

如果任何试样仅是因为焊接缺陷而不能符合 7.4 中的相关要求, 每个未获得通过的试验项目, 应进行两个样复试。如果材料够, 该试样可以从同一块试件中或一新试件中取样, 再做同样的测试。

如果那些追加的试件都不能符合相关要求, 则预拟焊接工艺将被视为未经修改是不能符合此标准的要求。

8 评定范围

8.1 概述

任一试件都必须符合下列的所有有效条件。

本范围规定以外的变更都要求进行新的焊接工艺评定。

8.2 关于制造商

制造商所得到的焊接工艺评定, 在制造商质量管理条件下, 在生产车间或同样工艺条件场地施焊才有效。

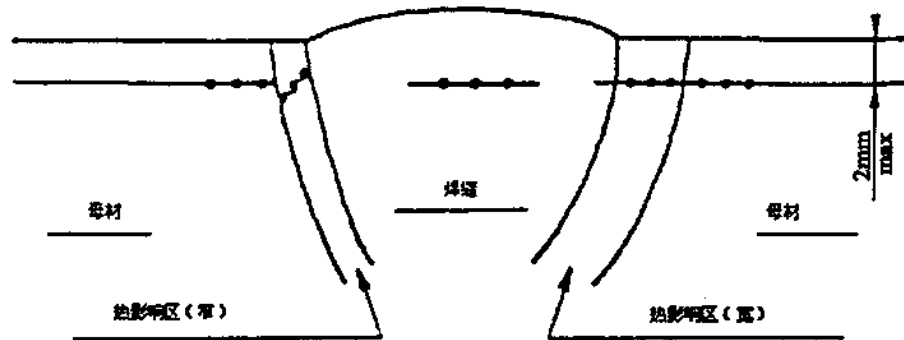


图10 硬度测试的典型例子

8.3 关于材料

3.3.1 母材金属

3.3.1.1 分组体系

为了减少焊接工艺测试量，将钢材按表3所示进行分组：用一组钢中的一种进行的工艺试验，覆盖同组中加入补加元素而不是偶尔有的杂质的低合金钢，或是本组中等于或低于规定的屈服强度的钢，只要试验中使用的焊接耗材也可以用于该组的其他钢种。第二组覆盖第一组。保留垫板材料可视为母材金属。

表3 钢的分组体系

组	钢的类型
1	钢材最小屈服强度 $R_{m} \leq 360N/mm^2$ ，成分分析不超过如下指标，用%表示： C = 0.24 (0.25 用于铸件) Si = 0.60 Mn = 1.70 Mo = 0.70 S = 0.045 P = 0.045 任何其他单一元素=0.3 (0.4 用于铸件) 所有其他元素总数=0.8 (1.0 用于铸件)
2	正火或形变热处理的细晶粒钢和最小屈服强度 $R_{m} > 360N/mm^2$
3	除不锈钢外，淬火和回火钢以及沉淀硬化钢
4	钢的最大 Cr 含量为 0.75%，最大 Mo 含量为 0.6%，最大 V 含量为 0.3%
5	钢的最大 Cr 含量为 10%，最大 Mo 含量为 1.2%

续表

组	钢的类型
6	CrMoV 钢中最大 Cr 含量为 12.2%，最大 Mo 含量为 1.2%，最大 V 含量为 0.5%
7	钢中最大 Ni 含量为 10%
8	铁素体或马氏体不锈钢，Cr 含量为 $10.5\% \leq Cr \leq 30\%$
9	奥氏体不锈钢
10	奥氏体铁素体不锈钢（双相的）
11	1~10 组不包括的钢，而且 C 含量为 $0.25\% < C \leq 0.5\%$

注1：依据材料标准的定义， R_{m} 可以由 $R_{m,2}$ 代替

下列分组系统中没覆盖的任何一种钢或钢的组合都须单独进行焊接工艺评定。如果一种钢属于两组，则必须被分类至较低的那组。

8.3.1.2 异种金属的焊接

异种金属焊接的评定范围已在表4中列出。

表4 异种金属焊接的覆盖范围

对现已评定过的钢材组或异种金属焊接接头	覆盖范围
2	2与1焊接
3	3与1焊接 3与2焊接
8与2焊接	8与1焊接 8与2焊接
8与3焊接	8与1焊接 8与2焊接 8与3焊接
9与2焊接	9与1焊接 9与2焊接
9与3焊接	9与1焊接 9与2焊接 9与3焊接

注：对于异种金属焊接，在8.3.1.1中给出的按屈服强度或合金元素分组准则将应用于每种材料分组

任何表4中没有列出的异种金属焊接,必须进行本评定范围以外的特殊测试。

8.3.2 母材的厚度和钢管的直径

8.3.2.1 概述

标准厚度 t 须包括下列内容:

a) 对接接头

对于在不同厚度间进行的焊接,母材金属厚度选用较薄材料的厚度。

b) 角焊

不同厚度间的焊缝覆盖的母材金属厚度为较厚的材料厚度。对表5中所列的每类接头厚度的覆盖范围,同样适用于8.3.2.3中提到的角焊焊缝的覆盖范围。

c) 定位支管接头

支管的厚度。

d) 插入或贯穿支管的接头

主管的厚度。

e) 在钢板上的T形对接接头

钢板的厚度。

8.3.2.2 对接焊缝和T形对接接头的覆盖范围

试件厚度 t 的焊接工艺评定覆盖表5中下列范围的厚度。

表5 评定厚度的覆盖范围

尺寸单位: mm

试件的厚度 t ¹⁾	覆盖范围 ²⁾	
	对接接头, T形接头, 支管连接单道焊或双面单道焊	对接接头, T形接头, 支管连接多道焊接和角焊
$t \leq 3$	0.8 t 到1.1 t	t 到2 t
$3 < t \leq 100$	0.8 t 到1.1 t	3到2 t
$12 < t \leq 12$	0.8 t 到1.1 t	0.5 t 到2 t (最大150)
$t > 100$	0.8 t 到1.1 t	0.5 t 到1.5 t

1) 对于多种工艺, 每项工艺的最大厚度可以被用作单项焊接工艺评定范围的基础。

2) 对于要求冲击试验的材料而言, 当厚度 12mm 时进行试验, $<12\text{mm}$ 无须进行冲击测试。

8.3.2.3 角焊缝的覆盖范围

除上述表5中规定的要求外, 焊缝厚度“ a ”的覆盖范围为“ $0.75a$ ”到“ $1.5a$ ”。然而对焊缝厚度 $\geq 10\text{mm}$ 的测试, 应覆盖所有焊缝厚度 $\geq 10\text{mm}$ 焊缝。

在用对接焊缝测试的方法进行角焊评定的情况下, 覆盖的角焊缝厚度范围将依据对接接头的熔敷金属的厚度。

8.3.2.4 钢管和支管直径的覆盖范围

在直径 D 上进行的焊接工艺评定应覆盖表6中列出的下列范围的直径。

表6 钢管和支管的覆盖范围

试件 D ¹⁾ 的直径 mm	覆盖范围
$D < 168.3$	0.5 D 至2 D
$D \geq 168.3$	$\geq 0.5D$ 和钢板 ³⁾

1) D 是钢管或支管的外径

2) 当外径 $>500\text{mm}$ 时, 钢板评定覆盖钢管

3) 参见8.4.2

8.3.3 支管连接的角度

在具有 α 角的支管接头上进行工艺试验, 应覆盖在 $\alpha \leq \alpha_1 \leq 90^\circ$ 范围内所有的支管角度 α_1 。

8.4 通用焊接工艺

8.4.1 焊接工艺

只有在焊接工艺试验中被使用的焊接工艺, 评定才有效。对于所给出的工艺不允许将多道焊接改为单道焊接(每一面的单道焊接)或将单道焊接改为多道焊接。在多工艺试验中, 评定只有在评定试验中被采用的工艺才为有效。

注: 对多工艺, 任一焊接工艺都须单独或与其他工艺一起评定。同样地, 一旦接缝厚度在使用的相关焊接工艺覆盖的厚度范围内, 一个或多个工艺可能会从焊接工艺评定中取消。

8.4.2 焊接位置

当既没有规定冲击, 也没有规定硬度要求时, 在任何位置(钢管或钢板)的焊接可覆盖其他所有位置(钢管或钢板)

当既规定了冲击, 也规定了硬度要求时, 为评定安全位置, 在最高热输入位置进行冲击测试, 而硬度测试是在最低热输入位置进行。

为了既满足硬度要求也满足冲击要求，要求不同位置焊接两个试件，除非要求评定单一位置。要求对全位置进行评定时，两个试件要依据表1进行全部目测检查和非破坏性试验。

注：其他破坏性试验可在任一试件上进行，其中一个

试件可以减少长度。

8.4.3 接头类型

工艺试验中采用的焊接接头类型的覆盖范围都注明在表7中。在本表中，覆盖范围列在同一水平线内。

表7 接头类型的覆盖范围

评定试件的接头形式			覆盖范围									
			在钢板上对焊				钢板 T 形 对接焊缝		在钢板上角焊	在钢管上对焊		在钢管上角焊
			单面焊		双面焊		单面焊	双面焊		单面焊		
			有衬垫	无衬垫	有清根	无清根			有衬垫	无衬垫		
钢板 对焊	单面焊	有衬垫	*	—	×	×	—	×	×	—	—	×
		无衬垫	×	*	×	×	×	×	×	—	—	×
	双面焊	有清根	—	—	*	×	×	×	×	—	—	×
		无清根	—	—	—	*	—	×	×	—	—	×
钢管 对焊	单面焊	有衬垫	×	—	×	×	—	×	×	*	—	×
		有衬垫	×	×	×	×	×	×	×	×	*	×
钢板 T 形 对焊	单面焊		—	—	—	—	*	×	×	—	—	×
	双面焊		—	—	—	—	—	*	×	—	—	×
角焊	钢板		—	—	—	—	—	—	*	—	—	×
	钢管		—	—	—	—	—	—	×	—	—	*

注释：

* 标明用于该焊缝的焊接工艺规程经过焊接工艺评定。

× 焊接工艺规程覆盖此项。

— 焊接工艺规程不覆盖此基。

8.4.4 填充金属，分类

一种填充金属的评定覆盖同一组的其他的填充金属。以拉伸性能和屈服强度进行分类时，不要求冲击试验。按化学成分分类时，一种填充金属的评定覆盖该组的同类化学成分的填充金属。改变药皮或焊剂的类型，例如碱性、钛型、纤维素型重新进行焊接工艺评定。

8.4.5 填充金属，制造

当要求冲击试验时，该评定仅适用于焊接工艺试验中的特殊用途。在追加焊接试件时，可允许将

特殊用途的填充金属改变为具有相同规定级别的填充金属。

该试件须用原来焊接工艺试验使用的同样的焊接参数进行焊接，并且只测试焊缝金属冲击试样。

注：该规定并不适用于同种类和标准化学成分的实芯焊丝。

8.4.6 电流类型

评定焊接工艺试验中使用的电流种类（交流、直流、脉冲电流）和极性。

8.4.7 热输入

本条款的要求仅适用要求进行热输入控制的焊缝。

如有冲击要求时,热输入的上限允许超过焊接试件热输入的25%。

如有硬度要求时,热输入的下限允许低于焊接试件热输入的25%。

8.4.8 预热温度

允许的下限是在焊接工艺试验所采用的最低预热温度。

8.4.9 层间温度

允许的上限是焊接工艺试验时的额定热温度。

8.4.10 焊后热处理

增加或去掉焊后热处理都是不允许的。

覆盖焊接工艺试验的温度 $\pm 20^{\circ}\text{C}$,除非另有要求。如对其加热速度,冷却速度和保温时间有要求,它与生产零件有关。

8.5 特种工艺

8.5.1 工艺 111 和 114

除了无垫板的单面对接焊的根部焊道,评定焊接工艺试验中的焊条直径,允许改变。

8.5.2 工艺 12

8.5.2.1 评定覆盖仅限于埋弧焊焊接工艺试验中(如单丝或多丝系统)的焊丝系统。

8.5.2.2 评定覆盖焊仅限于埋弧焊在焊接工艺试验中的制造和分类。

8.5.3 工艺 131, 135 和 136

8.5.3.1 评定正面和/或背面保护气体,限于焊接工艺试验中采用的气体类型(通用成分)。

8.5.3.2 评定限于在焊接工艺试验中(如单丝或多丝系统)的焊丝系统。

8.5.4 工艺 141

评定正面和/或背面,仅限于焊接工艺试验中采用的气体类型(通用成分)。在无背面保护气体下进行的工艺试验覆盖有背面保护气体的焊缝。

8.5.5 工艺 15

8.5.5.1 评定仅限于焊接工艺试验中采用等离子气体类型。

8.5.5.2 评定正面和/或背面保护气体,限于焊接工艺试验采用的气体类型通用成分。

9 焊接工艺评定报告(WPAR)

焊接工艺评定报告(WPAR)是对每个试件包括复试评定结果的报告。须包括与此标准第2部分中焊接工艺规程表中的相关项目。按第7条要求可能缺少的检查内容都应包括在内。如果没有发现不合格或不予验收的结果,焊接工艺试验评定结果可以通过,由检验师或检验机构签名并署上日期。

为了方便统一说明和数据评估,焊接工艺评定报告表格用于记录焊接工艺和测试结果的数据。

附录A是焊接工艺评定报告表的样本。

附录 A (指导性的) 焊接工艺 评定报告表 (WPAR)

焊接工艺评定—试验合格证明

制造商焊接工艺

检验或检验机构

参考号:

参考号:

制造商:

地址:

法规/试验标准:

焊接日期:

评定范围

焊接工艺方法:

接头形式:

母材金属:

金属厚度 (mm):

外径 (mm):

填充金属类型:

保护气体/焊剂:

焊接电流类型:

焊接位置:

预热:

焊后热处理和/或时效:

其他情况:

此证明依据法规/试验标准标明的上述内容进行试验焊缝的准备, 焊接和测试符合要求。

地点

发布日期

检验师或检验机构

姓名, 日期及签字

焊接试验的详细说明

地点:

检验师或检验机构:

制造商焊接工艺

参考号:

焊接工艺评定记录号:

制备及清理方法:

母材金属性能规范:

制造商:

焊工姓名

焊接工艺方法:

材料厚度 (mm)

接头类型:

外径 (mm)

焊缝准备详图 (草图)*

焊接位置:

接头设计	焊接顺序

焊接参数

焊道	方法	填充金属规格	电流 A	电压 V	电流类型、极性	送丝速度	行走速度*	热输入*

填充金属分类和商品名称

任何特殊的烘焙或干燥:

气体/焊剂: 保护:

其他情况:*

背面:

如摆动 (最大焊道宽度)

气体流量— 保护:

摆动幅度、频率、停留时间:

背面:

脉冲焊参数:

钨电极种类/规格:

导电嘴与工件间距离:

清根/衬垫参数:

等离子焊参数:

预热温度:

焊炬角度:

层间温度:

焊后热处理和/或时效:

时间、温度、方法:

加热和冷却速度*:

制造厂

检验员或检验机构

姓名, 日期, 签字

姓名, 日期, 签字

*如有要求

试验结果

制造商焊接工艺

检验师检验机构

参考号:

参考号:

目测检查:

射线照像检查*:

渗透/磁粉检查*

超声检查*:

拉伸试验

温度:

类型/号	Re N/mm ²	Rm N/mm ²	A%	Z%	断裂位置	说明
要求						

弯曲试验

原直径:

类型/号	弯曲角度	延伸率	结果

宏观检验:

微观检验*:

冲击试验*

类型:

尺寸:

要求:

缺口位置/方向	温度℃	数值			平均	说明
		1	2	3		

硬度试验*

测定位置 (草图*)

类型/负载

母材:

焊接热影响区:

焊缝金属:

其他试验:

说明:

试验依据的要求:

检验师或检验机构

试验报告参考号:

姓名, 日期, 签字

试验结果验收/未被验收 (可适当删除)

试验参加人员

*如有要求

附录 B (指导性的) 在欧洲标准发布 前根据表 3 分组系统的钢材型号

参考从前的国家标准, 在本附表中列出的很多钢材型号仅供参考

CENCR12187 给出了最新的钢材单。

表 B1 根据 DIN 标准的德国钢材型号分组系统

组					
1	US34-1	ST35	ST35-8	C16-8	ST E 26
	RS34-1	ST45	ST45-8	C22-3	WST E 26
	US34-2	St52	17Mn4	C22-8	St E 29
	RS34-2		19Mn50	C21	WSt E 29
	US37-1	St35-4			St E 32
	RS37-1	St45-4	19Mn6	H1	WSt E 32
	US37-2	St52-4		H11	St E 36
	RS37-2		16Mo5	H111	WSt E 36
	St37-3	St35-8		17Mn4	
	St52-3	St45-8		19Mn5	
		15Mo-3	15Mo3		
2	St E 39	St E 47			
	WSt E 39	WSt E 47			
	St E 43	St E 51			
	WSt E 43	WSt E 51			
3	N-A-XTRA 56	XABO 90			
	N-A-XTRA 63				
	N-A-XTRA 70				
4	14 4MoV 63				
5	13 CrMo 44	10 CrMo 9-10	13 CrMo 4-4		
		12CrMo 19-5	10 CrMo 9-10		
		X9 CrMo 9-1			
6	X20CrMoV12-1				
7	X8 Ni9	14 Ni6	10 Ni 14	12 Ni 9	
8	X7 Cr 13	X7 Cr 14	X7 CrAl 13 X	X8Cr17	X22CrNi17
9	X5 CrNi18-9		X2 CrNiMo 18-16		X5NiCrMoCuTi 20-18
	X5 CrNi19-11		X2 CrNiN 18-10		
	X2 CrNi 18-9		X2CrNiMoN 18-12		X5 CrNi 18-10
	X10 CrNiTi 18-9		X2CrNiMoN 18-13		X12 CrNi18-9
	X10CrNiN6 18-9				X10 CrNiTi 18-10
	X5 CrNiMo 18-10		X10CrNiMoN618-12		X10 CrNiNb 18-10
	X2 CrNiMo 18-10		X10CrNiMoTi18-12		
	X10 CrNiMoTi 18-10		X5 CrNiMo 17-13		X8 CrNiNb 16-13
	X10 CrNiMoNb 18-10		X3CrNiMoN17-13-5		X8 CrNiMoMn 16-16
	X5 CrNiMo 18-12		X5 CrNiMoTi 25-25		X8CrNiMoMn 16-13
	X2 CrNiMo 18-12		X5 NiCrMoCuNb20-18		

表 B2 根据 AFNOR 标准的法国钢材型号分组系统

序号	NF	钢	NF	钢
1	A36-205	A 37 CP, AP, FP	A 35-052	TSA TSB
	A 36-601	A 42 CP, AP, FP		
	A 49-296	A 48 CP, AP, FP	A35-554	XC 10 XC 18 S
		A 52 CP, AP, FP	A37-503	XC 15 XC 18
	A 36-207	A 510 A 530	A 36-211	BS 1 BS 2 BS 3
	A 49-281	AE 220 AE250	A 36-212	PF 24 PF28 PF36
		AE 275		
			A 49-240	TS 42 BT
	A 35-501	E 24, E 28		
		E 36, A 50	A49-241	TSE 220-TSE 250
	A 36-201	E 355	A49-400	TSE 275-TSE 355
	A 36-203	E 275 D E 355 D		TSE 360
	A 35-520	E 240 SP E 270 SP		
		E 320 SP E 360 SP	A 49-242	TS 37 C
			A49-243	TS 42 C
	A 49-210	TU 37 B-TU 42 B	A49-245	TS 48 C
	A 49-230	TU 42 BT	A 49-252	TS 52 C
	A 49-211	TUE 220-TUE 250	A49-253	TS 37 CP-TS 42 CP
	A 49-230	TUE 275-TUE 290		TS 48 CP-TS 52 CP
		TUE 320-TUE 360		
			A49-341	TS 30-0 TS 30-9
	A 49-212	TU 37 C-TU 42 C		TS 34-a TS 37-a
	A 49-213	TU 42 CR-TU 52 C		TS 42-a TS 47-a
	A 49-310	TU 37-b	A 49-343	TS 37 b TS 18 M 5
	A 49-321	TU 52-b		
	A 43-322	TU 52 BT	A 49-401	TSE 220 b TSE 250 b
	A 49-323	TU 17 MU 5		TSE 290 b TSE 320 b
	A 49-326			TSE 360 b
	A 49-327			
			A 49-643	TS 30 TS 34 TS 37
	A 49-411	TUE 290 TUE 320	A 49-645	TS 42 TS 47 TS 335D
		TUE 360		
			A 49-501	TU/TS E 235 E 275
	A 36-612	F 37 -F 42		
		F 48 -F 52	A 49-541	TU/TS E 295 E 355
	A 32-051	230-400 M		
		280-480M		
	A 32-053	FA-M FB-M FC-M		
		FB1-M FC1-M		
		FC2-M FC2-1-M		
		FC3-M		

续表

序号	NF	钢	NF	钢
2	A 35-504 A 36-201 A 36-207 A 36-201 A 35-256 A 49-411 A49-501 A 49-541 A49-643 A 49-645	E 375 E 420 A 550 A 590 E 460 TH520 TUE 415 TUE 450 TUE 485 TU/TS E 450 TS 390 D TS 445 D	A 36-203 A 35-016 A 35-018 A 35-520 A 35-612	E 390 D E 430 D E 445 D E 490 D Fe 400 Fe 500 E 390-SP E 430 SP F 60
3	A 35-210 A 36-210 A 36-612	16 MND 5 14 MNDV 5 20 MND 5 12 CD 9-10 F 70	A 36-204 A 33-101 A 32-054	E 420 T E 460 T E 500 T E 550 T E 620 T E 690 T AF 34 C 10 AF 37 C 12 AF 42 C 20 AF 50 20 M6-M 12 MDV6-M
4	A 36-206 A 36-602 A 36-606 A 49-213 A 49-215 A 49-243 A 49-253	15 D3	A 37-503 A49-321	15 C 2 TU 18 MDV 5
5	A 36-206 A36-602 A 36-606 A 32-058 A 49-213 A 49-242 A 49-245	18 MD 4-05 15 MDV 4-05 15 CD 2-05 15 CD 4-05 10 CD 9-10 210 CD 5-05 18 CDB 2-M 16 MCDV 6-M TU Z 10 CDNbV 9-2 TSE 24 W 3 TSE 36 WB 3	A 36-210 A 35-502 A 35-554 A 37-503	16 MND 5 20 MND 5 14 MNDV 5 12 CD 9-10 E 24 W E 36 W 25 CD 4 S 15 CDV 6 16 MC 5 20 MC 5 18 CD 4 16 NC 6
6	-	-	-	-

续表

序号	NF	钢	NF	钢
7	A36-208	0.5 Ni 10 N 2 1.5 Ni 15 N 6 3.5 Ni 12 N 14 5 Ni Z 10 N 05 9 Ni Z 8 N 09	A 49-230 A 49-330 A 49-240 A 49-245	TU 17 N 2 TU 10 N 9 TU 10 N 14 TU Z 6 N 9 TS 17 N 2 TS 10 N 9
8	A 35-573 A 35-574 A 36-613 A 49-217	Z 6 C 13 Z 6 N D 16-04-01 Z 6 CA 13 Z 6 CT 12 Z 8 C 17 Z 2 CT 18 Z 8 CD 17-01 Z 12 C 13 Z 8 CT 17 Z 10 C 17 Z 8 CNb 17 Z 20 C 13	A 32-056	Z 6 CNDU 20-08-M
9	A 35-573 A 35-574 A 35-582 A 36-209 A 49-207 A 49-214 A 49-217 A 49-247 A 49-249 A 49-296 A 49-317 A 49-647 A 32-056	Z 2 CN 18-10 Z 5 CN 18-09 Z 6 CN 18-09 Z 6 CNT 18-10 Z 6 CNNb 18-10 Z 10 CN 18-09 Z 12 CN 17-07 Z 6 CNT 18-10 Z 6 CNNb 18-10 Z 2 CND 17-12 Z 6 CND 17-11 Z 6 CNDT 17-12 Z 6 CNDNb 17-12 Z 2 CND 17-13 Z 2 CND 19-15 Z 2 CN 18-10-M Z 6 CN 18-10-M Z 6 CNNb 18-10-M Z 2 CND 18-12-M Z 6 CND 18-12-M Z 6 CNDNb 18-12-M Z 8 CN 25-20-M Z 6 CNDU 25-20-04-M	A 35-584 A 36-219 A 36-209 A 35-580 A 35-584	Z 5 CNDU 21-08 Z 2 CN 23-4 AZ Z 2 CND 22-5 AZ Z 2 CND 25-7 AZ Z 2 CNDU 22-7 Z 2 CNDU 21-08 Z 6 CND 18-13 Z 6 CND Nb 18-13 Z 2 CN 18-10 AZ Z 5 CN 18-09 AZ Z 2 CND 17-12 AZ Z 3 CMN 18-08-07 AZ Z 2 CN 23-04 AZ Z 6 MCND 17-12 B Z 6 CNDNb 17-13 B Z 6 CNNb 18-12 B Z 1 NCDU 25-20 Z 2 CNNb 25-20 Z 2 CNDU 17-16 Z 5 CNDU 21-08 Z 1 CNS 18-15 Z 01 CD 26-01 Z 1 CNDNb 26-01

表 B3 根据 SFS 标准的芬兰钢材型号分组系统

序号	
1	-
2	SFS 255 钢 Fe 355C Fe 355 D SFS 256 钢 Fe 390 C Fe 390 D
3	-
4	-
5	-
6	-
7	-
8	SFS 815 钢 X2 CrMoTi 18 2
9	SFS 720 钢 X2 CrNi 18 10 SFS 721 钢 X2 CrNiN 18 10 SFS 725 钢 X4 CrNi 18 9 SFS 750 钢 X2 CrNiMo 17 12 2 SFS 752 钢 X2 CrNiMo 17 13 3 SFS 753 钢 X2 CrNiMoN 17 11 3 SFS 757 钢 X4 CrNiMo 17 12 3 SFS 770 钢 X2 CrNiMo 19 13 4 SFS 772 钢 X2 CrNiMoN SFS 772 钢 X2 CrNiMoN 18 14 5 SFS 773 钢 X2 CrNiMo 17 14 5

表 B4 根据 BSI 标准的英国钢材型号分组系统

序号			
1	BS 970	牌号	040A04, 040A10, 040A12, 080A15, 080A20, 055M15, 080M15, 070M20, 120M19
	BS 1449	牌号	1, 2, 3, 4 (上至 H3), 10 (HR 或 A), 12, 15, 17, 20CS/A, 34/20, 37/23, 43/25, 50/35, 40/30, 43/35
	BS 1501	牌号	141, 154, 151, 161, 164
	BS 1502		223, 224, 225, 221
	BS 1503		245
	BS 3059	牌号	243, 320, 360, 410, 460
	BS 3601		490 Nb
	BS 3602		
	BS 3603		
	BS 4360	牌号	40A, B, C, D, DD, E, EE 43A, B, C, D, DD, E 50A, B, C, D, DD, E
	BS 1449	牌号	46/40, 50/45, 60/55
2	BS 4360	牌号	55C, EE, F
3		类型	RQT501, RQT 601, RQT701, QT445
4	BS 1501	牌号	261, 271, 281, 282
	BS 1502		660

续表

序号			
5	BS 1501 BS 1502 BS 1503 BS 3059 BS 3604	牌号	620, 621, 622, 623, 625, 626, 629
6	BS 3059	牌号	762
7	BS 1501 BS 1502 BS 1503 BS 3603	牌号	503, 509, 510
8	BS 970 BS 1449 BS 1501 BS 1503	牌号	403S, 405S, 409S, 410S, 420S, 416S, 430S, 434S, 431S29, 460S52
9	BS 907 BS 1449 BS 1501 BS 1502 BS 1503 BS 3059 BS 3604	牌号	301S, 302S, 303S, 304S, 305S, 309S, 310S, 315S, 316S, 317S, 320S, 321S, 347S

表 B5 根据 SIS 标准的瑞典钢材型号分组系统

序号	SS 钢	SS 钢
1		1330
	1311	1331
	1312	1430
	1412	1431
	1414	1432
	2172	2101
	2174	2102
	2632	2103
	2634	
	2642	
	2644	
2	2132	2106
	2134	2107
	2135	2116
	2142	2117
	2144	
	2145	
	2652	
	2654	
	2662	
	2664	

续表

序号	SS 钢	SS 钢		
3	2614			
	2615			
	2624			
	2625			
4	2912			
5	2216			
	2218			
6	-			
7	-			
8	2301			
	2302			
	2320			
	2325			
	2326			
9	2331	2343	2353	2275
	2332	2347	2361	2378
	2333	2348	2366	2562
	2337	2350	2367	2564
	2338	2352	2368	2584
	2340		2371	

表 B6 根据 UNI 标准的意大利钢材型号分组系统

序号	UNI	钢	UNI	钢
1	5869	Fe 360	管: 6363 6363 7287 7288	1KW
				2KW
				1KG
				2KG
		Fe 410	UNI-ISO3183	1KW
				2KW
				1KG
				2KG
		Fe 460	5460	1KW
				2KW
				1KG
2KG				
Fe	510	663	Fe35-1	
1KW, 2KW { 1KG, 2KG	Fe E 225-1	Fe E 225-1	Fe 35-2	
			Fe 45-1	
			Fe 45-2	
UNI-EU 28			Fe 52-2	

表 B7 根据 ON 标准的澳大利亚钢材型号分组系统

序号	ON 钢	ON 钢
1	St 360 C	St 35 KW
	St 360 CE	St 35 KK
	St 360 D	St 35 KKW
	St 430 C	St 41 KW
	St 430 D	St 41 KKW
	St 510 C	17 Mn 4 KW
	St 510 D	17 Mn 4 KK
		17 Mn 4KKW
		19 Mn 6 KW
		19 Mn 6 KK
	19 Mn 6 KKW	
	15 Mo 3 KW	
2	(W, T) StE 380	
	(W, T) StE 420	
	(W, T) StE 460	
3	StE 690 TM, StE 550V	
	StE 890 TM, StE 620V	
4	15 Mn Ni Mo V 5 3	
5	13 Cr Mo 44 KW	
	10 Cr Mo 910 KW	
6	-	
7	14 Ni Mn 6 KK	
	10 Ni 14 KK	
	12 Ni 19 KK	
	X 8 Ni 9 KK	
8	X 3 Cr Ni 13 4	
9	X5 CrNi 18 10 KKW	X6 CrNiMoNb 17 12 2 KKW
	X5 CrNi 18 12 KKW	X5 CrNiMo 17 13 3 KW
	X2 CrNi 19 11 KKW	X2 CrNiMo 18 14 3 KW
	X6 CrNiTi 18 10 KKW	X2 CrNiMo 18 16 4 KW
	X6 CrNiNb 18 10 KKW	X2 CrNiN 18 10 KKW
	X5 CrNiMo 17 12 2 KKW	X2 CrNiMoN 17 12 1 KKW
	X2 CrNiMo 17 13 2 KKW	X2 CrNiMoN 17 13 3 KKW
	X6 CrNiMoTi 17 12 2 KKW	X2 CrNiMoN 17 13 5 KW