

# 固定式海岸结构用可焊接结构钢——交货技术条件

BS EN 10225: 2009

## 1 应用范围

本欧洲标准规定了厚度 $\leq 150$  mm的建造固定式海岸结构用可焊接结构钢的要求。本标准也规定了厚度 $\leq 63$  mm的型材，其中以轧制状态供货的型材，仅允许截面厚度 $\leq 25$  mm；规定了厚度 $\leq 40$  mm厚的无缝空心型钢及厚度 $\leq 20$  mm厚的高频电阻焊空心型钢。如果保持了本标准的技术要求，更大厚度的型材及空心型材可以通过协议供货。

对于钢板的厚度要求如下：

S355G2+N, S355G5+M— $\leq 20$  mm

S355G3+N, S355G6+M— $\leq 40$  mm

S355G7+N, S355G8+N, S355G9+N, S355G10+N— $\leq 150$  mm

S355G7+M, S355G8+M, S355G9+M, S355G10+M— $\leq 100$  mm

S420G1+QT, S420G1+M, S420G2+QT, S420G2+M— $\leq 100$  mm

S460G1+QT, S460G1+M, S460G2+QT, S460G2+M— $\leq 100$  mm

本标准适用于海岸结构用钢，旨在用于海岸部门，但并不旨在提供用于海底管线、升管、工艺设备、工艺管道及其它设备制造的钢材。其主要适用于北海区域，在适当考虑当地条件（如温度）的情况下，也可用于其它海域。

在由钢板焊接成空心型材的情况下，本欧洲标准只包含了板带材料的要求。

规定了最小屈服强度一直到 460 MPa，低温冲击性能一直到 $-40^{\circ}\text{C}$ 。

本欧洲标准适用于工厂交货或从零售商进货的材料。

## 2 引用标准

对于本标准的应用来说，下面的参考标准是必不可少的。标有日期的参考标准，仅适用于版本引用。对于无日期的参考标准，适用于参考标准（包括任何修正）的最新版本。

- EN 473, 无损检测—NDT 人员资格及证书—通用原则
- EN 571-1, 无损检测—渗透实验—第 1 部分: 通用原则
- EN 895, 金属材料焊缝的破坏性实验—横断面拉伸实验
- EN 1011-1, 焊接—金属材料焊接的推荐规范—第 1 部分—电弧焊接通用导则
- EN10002-1 金属材料—拉伸试验—部分 1: 环境温度中的试验方法
- EN10020: 2000, 钢级的定义和分类
- EN10021: 2006 钢材的一般交货技术条件
- EN 10024, 热轧斜口法兰 I 截面—形状及尺寸偏差
- EN 10025-1, 结构钢热轧产品—第 1 部分: 一般交货技术条件
- EN 10025-3, 结构钢热轧产品—第 3 部分: 正火/正火轧制可焊接细晶粒钢的交货技术条件
- EN 10025-4, 结构钢热轧产品—第 4 部分: 热机械轧制可焊接细晶粒钢的交货技术条件
- EN 10025-6, 结构钢热轧产品—第 6 部分: 调质状态高屈服强度结构钢扁平材产品的交货技术条件
- EN 10027-1, 钢的命名系统—第 1 部分: 钢名
- EN 10027-2, 钢的命名系统—第 2 部分: 编号系统
- EN 10029, 大于等于 3mm 厚的热轧钢板—尺寸, 形状及质量偏差
- EN 10034, I 及 H 截面结构钢—形状及尺寸偏差
- EN 10045-1, 金属材料—夏比冲击实验—第 1 部分: 实验方法
- EN 10052: 1993, 铁基产品热处理术语词汇
- EN 10055, 半圆形底部及钢脚趾等交错凸缘热轧钢—尺寸及形状和尺寸偏差
- EN 10056-2, 等边及不等边山形结构钢—第 2 部分: 形状及尺寸偏差
- EN 10067, 热轧扁圆钢—尺寸及形状、尺寸和质量偏差
- EN 10079: 2007, 钢铁产品定义
- EN 10160, 大于等于 6 mm 厚的扁平材产品超声波测试 (反射法)
- EN 10163-2, 热轧钢板、宽扁钢及型材表面状态的交货要求—第 2 部分: 钢板

及宽扁钢

EN 10163-3, 热轧钢板、宽扁钢及型材表面状态的交货要求—第 3 部分: 型材

EN 10164, 垂直于产品表面改进的变形性能的钢铁产品—交货技术条件

EN 10204, 金属产品—检验证书类型

EN 10210-1, 非合金及细晶粒钢热精整结构空心型材—第 1 部分: 交货技术条件

EN 10210-2, 非合金及细晶粒钢热精整结构空心型材—第 2 部分: 偏差, 尺寸及剖面几何特性

EN 10246-3, 钢管的无损检测—第 3 部分: 无缝及焊接钢管(埋弧焊除外)自动涡流探伤

EN 10246-5, 钢管的无损检测—第 5 部分: 无缝及焊接钢管(埋弧焊除外)长度方向整个外部磁换能器自动探伤

EN 10246-7, 钢管的无损检测—第 7 部分: 无缝及焊接钢管(埋弧焊除外)长度方向上外部超声波探伤

EN 10246-8, 钢管的无损检测—第 8 部分: 长度方向电焊钢管焊缝的自动超声波探伤

EN 10246-12, 钢管的无损检测—第 12 部分: 无缝及焊接铁磁钢管表面缺陷的磁粉探伤

EN 10246-14, 钢管的无损检测—第 14 部分: 无缝钢管及焊管(埋弧焊除外)层状缺陷的自动超声波检测

EN 10246-15, 钢管的无损检测—第 15 部分: 用于制造焊管板/带层状缺陷的自动超声波检测

EN 10256, 钢管的无损检测 —1 级及 2 级无损检测人员的资格及权限

EN 10279, 热轧槽钢—形状、尺寸及质量偏差

EN 10306, 钢铁—平行凸缘工字梁及 IPE 梁的超声波检测

EN ISO 2566-1, 钢—伸长率的换算—第 1 部分: 碳素钢和低合金钢(ISO 2566-1: 1984)

EN ISO 4063, 焊接及相关工艺—工艺术语及参考条目 (ISO 4063: 1998)

EN ISO 6507-1, 金属材料—维氏硬度实验—第 1 部分: 测试方法 (ISO 6507-1: 2005)

EN ISO 6947, 焊接—工作位置—倾斜及旋转角度定义 (ISO 6947: 1993)

EN ISO 8492, 金属材料—管材—压扁实验 (ISO 8492: 1998)

EN ISO 9934-1, 无损检测—磁粉检测—第 1 部分: 通则 (ISO 9934-1: 2001)

EN ISO 12737, 金属材料—平面应变断裂韧性的定义 (ISO 12737: 2005)

EN ISO 14284: 2002, 钢铁—化学成分测定的取样及样品制备 (ISO 14284: 1996)

EN ISO 15614-1, 金属材料焊接的条件及规范—焊接工艺实验—第 1 部分: 钢的电弧及气体焊接和镍及镍基合金的电弧焊接 (ISO 15614-1: 2004+A1: 2008)

### 3 术语和定义

对于本标准的目的, 下列术语定义及 EN 10020: 2000, EN 10021: 2006, EN 10052: 1993, EN 10079: 2007 及 EN ISO 14284: 2002 中给出的术语及定义适用:

#### 3.1 相关产品

从同一块钢板上取下的轧制产品。

#### 3.2 制造商

钢铁产品制造商。

#### 3.3 供货商

工厂交货材料的制造方或以从零售商进货的材料供货。

#### 3.4 采购方

采购方或其代理人。

#### 3.5 连续铸锭

通连铸工艺路线生产的材料。

#### 3.6 基本元件

对于整体安装完整性所必要的无件, 包含临界负载点及应力集中, 如节点。

注: 定义也包括支柱及桩材。

#### 3.7 次要元件

次等重要的元件，其失效不太可能影响整体的安装。

### 3.8 无缝空心型钢 (S)

空心长材，两端开口，可以为圆状、方形或长方形截面，通过在实心产品上穿孔得到的空心管，要经过进一步的冷或热加工得到其最终尺寸。

### 3.9 高频焊接空心型材 (HFW)

空心长材，两端开口，可以为圆状、方形或长方形截面，通过连续或非连续压力焊接制造，板带冷成型为空心形状，通过高频电流段的电阻加热相邻边并将边部压合在一起形成焊缝。

注：可通过电极直接接触或感应产生电流。焊接之后，空心管要经过进一步的冷/热加工到其最终尺寸。

### 3.10 正火轧制

最终变形的轧制工艺在与正火后得到的材料等同条件下的特殊温度范围内进行，因此即使在正火后也可保持规定的力学性能值。

注 1：对于本标准的目的，交货条件及正火条件命名为+N。

注 2：正火轧制及热机械轧制的国际刊物中，可能会出现“控制轧制”。然而，鉴于产品的不同适用性，术语的区分是必要的。

### 3.11 热机械轧制

最终变形的轧制工艺在可产生某些性能的条件的一定温度范围内进行，这此性能不能通过热处理或重复热处理得到。

注 1：对于本标准的目的，这种交货条件的命名为+M。

注 2：导致交货条件为+M 的热机械轧制包括加速冷却，包含自回火的回火可有可无，但不包括直接淬火及调质。

### 3.12 调质

#### 3.12.1 淬火

包括比在静止空气中冷却更快的铁基产品的冷却操作。

注：淬火也包括直接淬火。

#### 3.12.2 回火

一般适用于淬火硬化或其它热处理之后使其性能达到要求水平的铁基产品的热处理。

注 1: 其包括加热到特定温度 ( $< A_{c1}$ ) 及一次或多次均热随后以适当的速率冷却。

注 2: 对于本标准的目的, 调质交货状态的命名为+QT。

## 4 采购方提供的信息

### 4.1 概述

在询价及订货时, 采购方要提供下列信息:

- a) 产品形式的详细说明;
- b) 本欧洲标准的编号, 如 EN 10225;
- c) 钢种 (钢名及钢号);
- d) 所要求探伤标准的类型 (见 9.1);
- e) 在适用的情况下, 探伤标准附加副本的编号及发送地址 (见 9.2);
- f) 公称尺寸, 必要时候要提供偏差;
- g) 在适用的情况下, 对于桩材制造所要求的材料;
- h) 如果适用, 要提供买方的订单号及产品编号;
- i) 数量。

### 4.2 选择项

条款 13 中规定了一些选择项。在订货方没有表明意愿要执行任意这些条款的情况下, 供货方要依据最基本的规定供货。

## 5 尺寸, 质量及偏差

### 5.1 尺寸及偏差

5.1.1 产品的尺寸及偏差要依据下列相关欧洲标准之一及 5.1.2、5.1.3 中的进一步的规定:

EN 10024, EN 10029, EN 10034, EN 10055, EN 10056-2, EN 10067, EN 10210-2, EN 10279。

5.1.2 除非就钢板厚度偏差达成协议, 否则要依据 EN 10029 A 级, 见选项 1。

5.1.3 带有距离小于 2 m (峰与峰之间) 波纹的板带, 下列评价标准适用:

- a) 在任何情况下，要在水平表面上测量钢板上表面的平直度偏差；
- b) 在 2 m 直线边部内，波纹的最大深度为 5 mm。一块钢板上波纹的平均深度不能超过 4 mm；
- c) 构成波纹的最小深度为 2 mm；
- d) 表 1 及表 2 给出了一块钢板上允许波纹的最大数量，适用于所有宽度且厚度大于等于 10 mm 的钢板。

## 5.2 钢的质量

测量质量所用的密度为  $7.85\text{kg/dm}^3$ 。

## 6 分类及命名

### 6.1 分类

在本欧洲标准中，S355 钢被分类为优质合金钢，依据 EN 10020，本欧洲标准中 S420 及 S460 钢被分类为特殊合金钢。

本标准包含下列钢种：

- a) 第 1 类与 EN 10025 第 1, 3 及 4 部分和 EN 10210-1 区别不大：（仅化学成分，CEV 及冲击性能要求有少许变化）；
- b) 第 2 类及 3 类基本上是 EN 10025 第 1, 3 及 4 部分和 EN 10210-1 的改进，包含改进的整个厚度方向的韧性。

### 6.2 命名

对于本标准所覆盖的钢种，其命名基于 EN 10027-1。钢号依据 EN 10027-2 进行分配。

命名包括：

- a) 本欧洲标准的编号，如 EN 10225；
- b) 符号 S；
- c) C 对于厚度小于等于 16 mm 的钢板，要表示出以 MPa 为单位的规定最小屈服强度。
- d) 字母 G，随后为表示钢种特性的相关数字；
- e) 如果适用的话，给出表示交货条件的字母，如+N，+M 或+QT（见 7.3）。

## 7 制造工艺

### 7.1 钢的制造工艺

钢要通过碱性氧气或碱性电弧炉工艺生产。所有钢种要为完全镇静钢并使其为细晶粒钢。

除此之外，第3类钢要真空脱气或钢包精炼处理。见选项2。

### 7.2 厚度限制及偏析控制

7.2.1 对于第2及第3类钢连铸钢锭，如果相关产品满足本欧洲标准所有的相关要求，制造商酌情处理连铸锭的最大厚度。见选项3。

7.2.2 除了桩材压下比为3:1之外，用于制造钢板的连铸材料的最小轧制压下率应为4:1。

见选项4。

7.2.3 由连铸工艺生产的中间或最终产品，应依据制造商的方法或与订货方的协议检查其中心成分偏析。本条款不适用于无缝空心型材。

见选项2。

### 7.3 交货条件

#### 7.3.1 第1类钢板

钢板应以加热炉正火/正火轧制(+N)或热机械轧制(+M)条件供货。客户应在订货及询价时规定合适的钢种。

交货条件为(+N)及(+M)限于最大厚度为40 mm的钢板。见选项5。

例如:

##### a) S355G2+N 钢板

钢板与 EN 10025-3 差别较小，其规定的最小  $R_e=355\text{MPa}$ ，冲击值在 $-20^\circ\text{C}$ 检测，并以正火或正火轧制态供货。

##### b) S355G6+M 钢板

钢板与 EN 10025-4 差别较小，其规定的最小  $R_e=355\text{MPa}$ ，冲击值在 $-40^\circ\text{C}$ 检测，并以热机械轧制态供货。

#### 7.3.2 第2及第3类钢板

钢板应以加热炉正火(+N), 热机械轧制(+M)或调质(+QT)条件供货。客户应在订货及询价时规定合适的钢种。

交货条件为(+N)限于最大厚度为 150 mm 的钢板, 交货状态为(+M)及(+QT)的最大厚度限于 100 mm。见选项 5。

例如:

a) S355G7+N(或 S355G7+M)钢板

钢板基本上由 EN 10025-3 (或 EN 10025-4) 改进而来, 其规定的最小  $R_e=355\text{MPa}$ , 冲击值在 $-40^\circ\text{C}$ 检测, 并以正火或正火轧制(或热机械轧制)态供货。

注: 仅当用到选项 5 时, 才允许正火轧制条件。

b) S460G2+QT (或 S460G2+M) 钢板

钢板基本上通过 EN 10025-6 (或 EN 10025-4) 控制化学成分(特别是 C 含量)改进而来, 其规定的最小  $R_e=460\text{MPa}$ , 冲击值在 $-40^\circ\text{C}$ 检测并带有规定的厚度性能, 并以调质(或热机械轧制)态供货。

### 7.3.3 型材

如表 11 及表 12 所示, 型材应以轧制, 正火/正火轧制(+N)或热机械轧制(+M)条件供货, 制造商酌情处理。

轧制交货条件限于最大厚度为 25 mm 的型材。

### 7.3.4 空心型材

空心型材应以正火/正火轧制(+N)或调质(+QT)条件供货, 如表 13~16 所示, 具体条件制造商酌情处理。

注: 可用的 S420 及 S460 钢通常为圆形截面。

## 8 要求

### 8.1 概述

除了本欧洲标准中的要求外, EN 10021 中所规定的一般交货技术要求也适用。

### 8.2 化学成分

#### 8.2.1 熔炼分析

a) 通过铸造得到的所有钢种的化学成分应符合表 6, 11, 13 及 15 中的值。

b) 对于第 2 及 3 类钢残余化学元素的控制，不能特意加入硼 (B)。不允许有意加入除表 6, 11, 13 及 15 中列出的以外的任何化学元素。

c) 对于第 2 及 3 类钢，当要求限制的熔炼分析要达成协议时，钢材要符合协议分析的范围。见选项 7。

## 8.2.2 产品分析

### 8.2.2.1 第 1 类钢

除非选项 8 规定时，否则不做产品分析。

### 8.2.2.2 第 2 及 3 类钢

a) 通过产品分析得到的化学成分要符合表 6, 11, 13, 15 中给出的值。见选项 6。

b) 当要求限制的产品分析要达成协议时，钢材要符合协议的产品分析范围。见选项 7。

## 8.2.3 碳当量值 (CEV) 及 $P_{cm}$

### 8.2.3.1 概述

当每个化学元素以质量百分比表示时， $CEV^{1)}$ 及  $P_{cm}$ 要通过下列公式计算：

$$CEV = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15} \quad (1)$$

$$P_{cm} = C + \frac{Si}{30} + \frac{Mn + Cu + Cr}{20} + \frac{Ni}{60} + \frac{Mo}{15} + \frac{V}{10} + 5B \quad (2)$$

### 8.2.3.2 钢板

表 3 给出了钢板 CEV 及  $P_{cm}$  的最大允许值。这些值适用于除了要基于熔炼分析进行分析的 S355G2+N, G3+N, G5+M 及 G6+M 之外的产品分析。

CEV 值适用于除了  $P_{cm}$  值适用的 S355G9+N, G9+M, G10+N 及 G10+M 之外的所有命名钢号。见选项 9。

1) IIW, 国际焊接协会公式。

### 8.2.3.3 型钢

型钢的 CEV 不应超过 0.43。

见选项 9,  $P_{cm}$  不超过 0.24 的可用于代替 CEV。

这些值适用于除了熔炼分析适用的 S355G1, G1+N, G4 及 G4+M 之外的产品分析。

#### 8.2.3.4 空心型钢

空心型钢的 CEV 不应超过 0.43。

见选项 9,  $P_{cm}$  不超过 0.25 的可用于代替 CEV。

这些值适用于除了熔炼分析适用的 S355G1 +N 之外的产品分析。

### 8.3 力学性能

#### 8.3.1 概述

对于在条款 9 规定的检验及测试条件及 8.3.2 中的热处理条件下的钢板及空心型钢, 在验证试验温度下的拉伸性能及冲击性能, 对于钢板要符合表 7~10 中的要求, 对于型材要符合表 12 的要求, 对于空心型材要符合表 14 及表 16 的要求。

#### 8.3.2 试样的热处理条件

对于钢板及空心型钢, 样品(试样制备及测试的位置)应按如下条件进行测试:

a) 对于公称厚度一直到并包含 20 mm—仅作为供货条件。

b) 对于公称厚度大于 20 mm 小于等于 40 mm—作为供货条件。除此之外, 当订货方要求时, 制造方要提供说明焊后热处理 (PWHT) 模拟对涉及产品拉伸及冲击性能影响的配套数据。

c) 对于公称厚度小于 40 mm—作为交货条件。除此这外, 当订货方要求时, 制造方要提供说明焊后热处理 (PWHT) 模拟对涉及产品拉伸及冲击性能影响的配套数据。作为一种选择, 订货方可以会要求制造方测试模拟焊接热处理条件下的材料(见选项 10)。

e) 对于交货条件为+N 及+M, 模拟焊后接处理应在  $580^{\circ}\text{C}\pm 20^{\circ}\text{C}$  温度下, 时间最少为每 25 mm 产品厚度 1h 或 4h, 或更大。

对于调质供货条件, 模拟焊后热处理应在  $550^{\circ}\text{C} \sim 620^{\circ}\text{C}$  之内, 测试证书上最高温度要低于回火温度  $25^{\circ}\text{C}$ , 时间最少为每 25 mm 产品厚度 1h 或 4h, 或更大。

#### 8.3.3 减小截面的冲击试样

如果产品的公称厚度不足以满足完整尺寸的冲击试样的制备, 要取更小宽度的

试样 (见 10.3.5), 如有需要, 使用厚度方向, 最小宽度为 5 mm 的试样。

测得的三个缩减截面试样的平均冲击值应为如下所示:

对于 10 mm×7.5 mm 的截面, 规定值的 75%;

对于 10 mm×5 mm 的截面, 规定值的 50%。

#### 8.3.4 应变时效实验

除非选项 12 中有所规定, 否则不做应变时效实验。见选项 12。

#### 8.3.5 厚度方向实验

除非当选项 13 规定时, 第 3 类钢厚度大于等于 25 mm, 否则不做厚度方向实验。见选项 13。

#### 8.3.6 压扁实验

除非对于焊接圆空心型材选项 14 有所规定, 否则不做压扁实验。见选项 14。

#### 8.3.7 宽板及对于第 2 及 3 类相关钢板的 CTOD 数据

除非当选项 15 有所规定时, 否则不要求此数据。见选项 15。

### 8.4 工艺性能

#### 8.4.1 第 2 及 3 类钢板的冷成形特性

当订货方有所要求时, 供货方要得到这些钢冷成形行为特性的有效数据。如果订货方不能得到这些数据或认为这些数据不足, 可能会规定附加的测试 (见附件 D)。见选项 16。

#### 8.4.2 第 2 及 3 类钢板的热成形工艺

当订货方要求时, 供货方应提供关于工艺及热成形对材料性能的影响的一般信息。见选项 17。

注: 以+M 或+QT 供货的材料一般不适合随后高于 580°C 的正火或热成形。在高于 580°C 加热可能会降低强度值。如果要求高于 580°C 的温度, 供货方要提供相关参考。

#### 8.4.3 第 2 及 3 类钢的焊接性数据

在订货及询价时, 所有超过 40 mm 厚的材料, 制造方要有材料焊接性的有效数据。其它厚度的材料焊接数据要通过制造方与订货方之间的协议确定。所有制造方先前得到的数据应通过有资格的第三方确认, 并且为制造方所接受并现场确认。所

有提供的先前得到的数据要具有标记或有第三方证明。

见选项 18。

注：本数据仅涉及交货材料的焊接性并旨在用于确定及开发加工工艺。

## 8.5 表面条件及内部缺陷

### 8.5.1 板材

#### 8.5.1.1 表面条件

所有表面要 100%通过肉眼检验。除非本条款有所规定，否则表面条件要符合 EN 10163-2, A 类, 3 子类。所提供的板材要适合于检测，因此其表面可容易被检验。

缺陷的修复，如裂纹，表面脱落或焊缝（依据 EN 10163-2）应随后进行磁粉检测或着色探伤。

#### 8.5.1.2 第 1 类钢的内部质量

材料要可靠并没有可能妨碍其应用目的的内部缺陷。见选项 19。

#### 8.5.1.3 第 2 及 3 类钢的内部缺陷

所有钢板应依据 EN 10160 进行超声波测试。

超声波检验可以在最终热处理之前或之后进行，并且对于第 3 类钢要满足 EN 10160, S<sub>1</sub>/E<sub>2</sub> 级要求，对于第 2 类钢要满足 EN 10160, S<sub>0</sub>/E<sub>1</sub> 级要求。

### 8.5.2 型材

#### 8.5.2.1 表面条件

所有表面要 100%通过肉眼检验缺陷，并且表面条件要符合 EN 10163-2, C 类, 2 子类。

见选项 20。

#### 8.5.2.2 第 1 类钢的内部质量

材料要可靠并没有可能妨碍其应用目的的内部缺陷。

见选项 21。

#### 8.5.2.3 第 2 类及 3 类钢的内部质量。

材料要可靠并没有可能妨碍其应用目的的内部缺陷。

当订货方有规定时,肋板厚度超过 12 mm 的轧制型材的内部质量要接受超声波检验其肋板及凸缘,并且应满足 EN 10306: 2001, 2.1 类的要求。见选项 21。

注:肋板及凸缘之间的测试部位应通过订货方及供货方之间的协议确定。

### 8.5.3 空心型材

#### 8.5.3.1 表面条件

依据本欧洲标准,空心型材要没有可通过肉眼检测到的内部及外部缺陷,如下所示:

外部表面条件及实用性的内表面条件的部位,表面的不连续性要经过修整或/和表面缺陷可被确定。

要允许通过表面研磨及机械加工修正表面的不连续性,条件是在修整之后,修整区域空心型材的厚度不能小于最小允许壁厚。所有修整区要光滑弯曲过渡到截面的外部轮廓。

超过最小允许壁厚的表面不连续性,认为其为缺陷,并且认为产品不符合本欧洲标准。

空心型材不应包含大于 3 mm 或分别超过 1%的规定外径或最大外部尺寸的压痕,或比这更小。其测量要在压痕的最低点与空心型材原始外形的伸长部分之间进行。任意方向压痕的长度不能超过 25%的截面最大外形尺寸。

带有压痕的任何尖底沟槽或其反面要通过研磨去除。使用喷丸或焊接是不允许的。

在矫正过程中,当壁厚减少了 7.5%公称厚度时,应使用磁粉检验以确定表面不连续缺陷已被移除(见 11.3.4)。

#### 8.5.3.2 内部质量(层状组织)

空心型材要符合 EN 10246-14 的接受水平 U3 或 EN 10246-15 的接受水平 U3 的要求。

当有要求时,应证明其符合本要求。

见选项 22。

#### 8.5.3.3 焊接空心型材焊缝的无损检测

分别依据 EN 10246-3, EN 10246-5 或 EN 10246-8 的接受水平 E4, F4 及 U4, 要检测焊接空心型材的焊缝全长度上的纵向缺陷。

注: 对于长方形及方形空心截面, 一般在圆形成形为方形之前进行本步。

当用到 EN 10246-5 或 EN 10246-8 时, 应使用一个外部参考缺口进行校准。

当订货方已表明焊接空心型材要用于主要元件时, 内部焊道要去除并且要依据 EN 10246-8 的接受水平 U3 测试焊缝全长度上的纵向缺陷。要同时使用外部及内部参考缺口进行校准。见选项 23。

#### 8.5.3.4 无缝空心型材的无损检测

依据 EN 10246-7 的接受水平 U3/C, 所有无缝空心型材要超声波检测其纵向缺陷。

当订货方已表明无缝空心型材要用于主要元件时, 应依据 EN 10246-7 的接受水平 U2/C 进行测试。见选项 23。

## 9 检验及测试

### 9.1 概述

依据 EN 10021, 产品要接受特定的检验及测试, 并且依据 EN 10204, 产品要带有检验证书供货。在订货及询价时, 订货方要表明所要求的检验证书类型, 如果适用的话, 由它们任命代理人。

### 9.2 工厂供货

发货时应发给订货方以相关的检验文件。订货时, 订货方所定义的附加副本要发送到订货方所规定的地址 (见 4.1e)。

依据 EN 10204, 检验文件类型 3.1 及 3.2 应包含如下信息:

#### a) 身份鉴别

- 1) 产品形式;
- 2) 工厂位置;
- 3) 如适用, 提供订单及产品编号;
- 4) 炼钢方法;
- 5) 如适用, 炉或铸造编号及/或产品识别 (见 9.4);

- 6) 尺寸;
  - 7) 钢的命名 (见 6.2)。
- b) 成分
- 1) 熔炼分析;
  - 2) 适用的情况下, 产品分析;
  - 3) 适用的情况下, 碳当量值 (CEV);
  - 4) 适用的情况下,  $P_{cm}$  值。
- c) 热处理
- 1) 规定温度, 规定均热时间及冷却方法的热处理详细说明;
- d) 力学性能
- 1) 屈服强度, 抗拉强度, 伸长率;
  - 2) 适用的情况下, 屈强比;
  - 3) V 型口夏比冲击值;
  - 4) 厚度方向性能 (如果有要求);
  - 5) 应变时效实验结果 (如果有需要)。
- e) 公称或实际质量
- f) 无损检测 (NDT)
- 1) 确认 NDT 令人满意地进行, 并要包含于检验文件中。

除了上述的检验要求外, 应提供应订货方要求的残存元素分析及任何包含偏析控制检测的附加检测。

依据选项 18 及附件 E, F 及 G 的可焊性检测结果不构成检验证书的任何部分。

### 9.3 批发商供货

如果是以批发商库存供货的钢材, 批发商负有如下责任:

- a) 为订货方提供强加于厂家原始订单要求的副本及随后产品的销售额;
- b) 为订货方提供所有标准要求的文件材料, 包括为独立检查组织所验证的生产厂家检验文件的副本 (见 9.2);
- c) 供助于钢材上的编号或识别标记 (或当钢打包时的标签) 来满足订货方的要

求，以证明这些已被检测并且满足本欧洲标准所有适用的要求。

#### 9.4 铸态识别

制造方应识别铸锭，坯料，板材，型材及空心型材等，这样使成品可以追溯到制造其的铸态形式。

#### 9.5 交货

钢材应和交货单一起交货，交货单至少要包括如下信息：

- a) 工厂位置；
- b) 在适用的情况下，订货方的订单号及产品编号（见 4.1）；
- c) 浇铸号和/或产品识别号（见 9.4）；
- d) 板材/型材/空心型材的尺寸；
- e) 钢名。

### 10 取样

#### 10.1 概述

应在铸态下测定板材，型材及空心型材的力学性能。

#### 10.2 测试频率

##### 10.2.1 抗拉强度（常规）

每 40 吨或其部分取一个产品样，对于屈服强度，表 7 到 10，表 12，14 及 16 给出了测试屈服强度的相同的厚度范围，样品要为同一铸锭并在相同的热处理条件下，但厚度变化不能超过 5mm 并且抽取的样品要小于成品的厚度。对于钢锭用于制造板材的情况，要从每个相关板材取一个产品样品。

##### 10.2.2 冲击实验（常规）

每 40 吨或其部分取一个成品样，对于屈服强度，表 7 到 10，表 12，14 及 16 给出了测试屈服强度的相同的厚度范围，样品要为同一铸锭并在相同的热处理条件下。

##### 10.2.3 焊接空心型材的附加要求

当要求焊接空心型材焊接成为一体时，要接受下列测试（见表 4）。

#### 10.3 样品及试样的制备

### 10.3.1 概述

制造方要随机选择并依据 10.3.2 及 10.3.3 确定样品。

注：对于方形及长方形的空心型材，当焊缝在角落时，可能会得不到拉伸或冲击实验的样品。

### 10.3.2 拉伸实验试样的样品位置及取向

#### 10.3.2.1 概述

对于拉伸实验，应从每个试验单元取一个产品样品。

#### 10.3.2.2 板材

样品应在大约 1/4 板材宽度位置的板端截取（见图 A.1）。

拉伸试样应从主轧向的纵轴截面制备。

10.3.2.3 如图 A.2 所示，型材样品应从相关凸缘位置截取。在带有锥形凸缘型材上取样的情况下，允许制造商酌情从四分之一总高度的肋板或凸缘上截取。

拉伸试样应从主轧向的纵轴截面制备。

#### 10.3.2.4 空心型材

对于外径小于等于 219.1 mm 或边的公称长度小于等于 150 mm 的空心截面，制造商酌情从全部管截面或带截面上截取，并在空心型材轴的纵向截取（见图 A.3）。

对于外径大于 219.1 mm 或一条边的公称长度大于 150 mm 的空心型材，试样既可在纵向也可在空心型材的横向截面截取，制造商酌情处理。样品不应包含焊缝，在长方形及方形空心型材的情况下，如图 A.3 所示，样品应从任意边的中央截取。

对于外径大于 219.1 mm 或边的公称长度大于 150 mm 的 HFW 空心型材抗弯实验，样品应从焊缝位于样品中心的位置截取（见 10.3.1）。

### 10.3.3 试样的样品位置及取向

#### 10.3.3.1 概述

从每个试验单元截取一个足够 6 个试样样品。

#### 10.3.3.2 板材

样品应从图 A.1 所示的位置截取。

试样要从下列位置截取：

- a) 次表面。除了厚度小于 12 mm 的材料，夏比冲击实验样品的一个面应位于距离轧制表面小于 2 mm 的位置；
- b) 中厚处。对于第 2 及 3 类钢，当试样厚度大于 40 mm 时，额外的冲击样品应从厚度的中部截取。

对于第 1 类钢，V 型口夏比冲击试样应从平行于主轧向截取，对于第 2 类及第 3 类钢，试样应从主轧向的横向截取（见图 1）。

#### 10.3.3.3 型材

如图 A.2 所示，样品应从距中心位置距离小于 25 mm 的位置截取。对于厚度不均匀的型材，样品应从规定位置最厚部分截取。

试样的切取要平行于主轧制方向。

见选项 26 及 27。

#### 10.3.3.4 空心型材

对于外径小于等于 168.3 mm 或边的公称长度小于等于 150 mm 的空心型材，试样应为纵向样品，截取位置如图 A.3 所示。

对于外径大于 168.3 mm 或边的公称长度大于 150 mm 的空心型材，试样既可从空心型材轴的纵向截取，也可从其横向截取，制造商酌情处理。样品不应包含任何焊缝并要从图 A.3 所示的位置截取。

对于外径大于 168.3 mm 或边的公称长度大于 150 mm HFW 空心型材的抗弯实验，样品的截取要使其缺口位于焊缝上。

#### 10.3.4 拉伸试样的制备

10.3.4.1 样品应依据附件 A 得到，试样的制备应依据 EN 10002-1，以便在适用的地方，使轧制表面存在于试样的相反两面。如果其不适用，应做如下操作：

- a) 对于 S355 钢，厚度不小于 12.5 mm 的长方形试样，应从图 B.1 的相关位置截取；
- b) 对于 S420 及 S460 钢，厚度接近于产品厚度一半的长方形试样并且应保留一个轧制表面；
- c) 对于所有钢，作为一种选择，外径不小于 12.5 mm 的圆形拉伸实验样品应

从图 B.1 所示的相关位置截取。

10.3.4.2 试样所要求的任何矫直要在冷态下完成。从圆截面空心型材上取下的试样应在弯曲条件下测试，但不允许为达到夹紧样品的目的而在端部进行冷压扁。

#### 10.3.5 冲击试样的制备

试样应依据 EN 10045-1 制备。缺口的轴线应垂直于轧制表面（如图 1 所示）。

除此之外，下列条件适用：

a) 对于厚度大于等于 12 mm 的材料，标准的 10 mm×10 mm 样品的一条边距离轧制表面不能超过 2 mm。

b) 对于厚度小于 12 mm 的材料，应会用到减小宽度的试样，其最小宽度为 5 mm，如果有必要，使用厚度方向材料；

c) 对于第 2 及 3 类板材并且其厚度大于 40 mm，额外的标准 10 mm×10 mm 试样应从中厚处的样品截取。

注：小于 6 mm 厚的材料冲击试验一般不做，但在订货方及制造方订货及询价时就相关事项达成协议。

#### 10.4 化学成分检验

10.4.1 每次浇铸要测定熔炼分析的化学成分，制造商报告的化学成分适用。

10.4.2 当有要求时，产品分析每次铸造测定两次，或每 40 吨或其部分测定一次，更加精确的测试是在用于力学性能检验的样品上检测。

### 11 测试方法

#### 11.1 化学分析

对于化学成分测定有争议的情况下，相关的欧洲标准适用。

#### 11.2 力学性能实验

除了冲击实验对于温度有所规定外，力学性能实验应在 10°C ~ 35°C 内进行。

##### 11.2.1 拉伸实验

应依据 EN 10002-1 进行拉伸实验。应测定抗拉强度  $R_m$ ，屈服强度  $R_e$  及伸长率

A。对于焊缝的横向拉伸实验，仅测定抗拉强度  $R_m$ 。

对于规定的屈服强度，要测定上屈服点  $R_{eH}$ 。

如果没有出现屈服现象,对于总伸长率( $R_{t0.5}$ ),要测定 0.2%的强限强度或 0.5%的强限强度;在有争议的情况下,要测定 0.2%的强限强度( $R_{p0.2}$ )。

规定的伸长率值涉及到比例标距长度  $5.65\sqrt{S_0}$ ,  $S_0$  为试样的初始截面面积。

如果用到了其它的标距长度,百分比值要使用 EN ISO 2566-1 中的转换表转换为标距长度  $5.65\sqrt{S_0}$ 。

注: EN ISO 2566-1 的应用范围使其不能用于调质钢。然而,其从技术上适用于关于本标准中的调质钢的相关条款。

### 11.2.2 冲击实验

冲击实验应依据 EN 10045-1 进行。

三组实验结果的平均值应满足规定的要求。一个独立的实验结果可能会小于规定的最小平均值,其条件为不小于其值的 70%。

依据 10.3.5,要从同一样品截取三个额外的试样并在下列任一情况下测试:

- a) 如果三个冲击值的平均值小于最小的规定值;
- b) 如果平均值满足规定的要求,但是两个独立的实验值小于规定的最小平均值;
- c) 如果一个值小于 70%规定的最小平均值。

六组实验的平均值不应小于规定的最小平均值。小于规定最小平均值的独立实验值不能超过两个,并且低于规定值 70%的实验值不能超过一个。

### 11.3 无损检测

#### 11.3.1 操作人员的资格

对于无损检测的检测程序及评估,所有的无损检测人员应具有 EN 473 或 EN 10256 的资格,具体视情况而定。

#### 11.3.2 板材的测试方法

- a) 应依据 EN 10160 进行超声波检测(见 8.5.1.3);
- b) 应依据 EN ISO 9934-1 进行磁粉探伤(见 8.5.1.1);
- c) 应依据 EN 571-1 进行液体渗透检测(见 8.5.1.1)。

#### 11.3.3 型材的测试方法

- a) 应依据 EN 10306 进行超声波检测 (见 8.5.2.3)。

#### 11.3.4 结构空心型材的测试方法

- a) 应依据 EN 10246-7, EN 10246-8 或 EN 10246-15 进行超声波检测(见 8.5.3.2, 8.5.3.3 及 8.5.3.4);
- b) 应依据 EN 10246-3 进行涡流探伤 (8.5.3.3);
- c) 应依据 EN 10246-5 进行磁漏测试 (8.5.3.3);
- d) 应依据 EN 10246-12 进行磁粉探伤 (见 8.5.3.1)。

#### 11.3.5 概述

当订货及询价时有所规定时, 制造商应在生产订单之前提交超声波, 磁粉探伤 (MPI) 及着色探伤工艺, 并请求批准。见选项 2。

#### 11.4 测试的二次检测及二次提交

EN 10021 适用于涉及到的所有的测试的二次检测及二次提交。

对于带材, 不合格产品的二次检测要在切下额外的纵向截面进行, 带材要有足够的长度使其不受带材端部的影响, 最大长度为 20 m。

## 12 标记, 打包及保护层

### 12.1 冲模标记及喷涂标记

冲模字母及数字 (也可见 12.1.1a)) 高度至少为 8 mm 高 (也可见 12.1.1b))。喷涂标记应为鲜明的对比色, 字母及数字高度至少为 40 mm (也可见 12.1.1b))。

所有标记的位置应按照图 2~4 的位置。

如果要求冲模标记在捆绑截面, 可能会要求其位于锯切表面。

除了 12.2 中提供的数据外, 冲模标记要包含如下信息:

- a) 浇铸号或/和产品的识别编号;

注: 对于一些型钢轧机本步可能不合适, 在这种情况下, 供货商要在订货及询价时重点强调。

- b) 钢名;
- c) 制造方的名称或商标;
- d) 探伤代理方的标记 (在适用的情况下);

对于外径尺寸大于 193.7 mm, 边长大于 150 mm 的方形及大于 200 mm×100 mm 长方形空心型材, 在产品上要印上此信息。

见选项 28。

除了 12.2 提供的信息外, 要喷涂下列标记信息;

- e) 如果有要求的话, 订单编号;
- f) 产品尺寸 (厚度, 宽度, 长度, 截面识别, 直径及壁厚等);
- g) 钢名 (见 6.2);
- h) 买方的项目编号 (在适用的情况下)。

12.1.1 下列方法也应适用:

- a) 可能会用振动打号或激光打号代替冲模标记;
- b) 对于型材, 冲模字母及数字高度至少为 5 mm, 喷涂标记字母及数字高度至少应为 25 mm;
- c) 应允许制造商的名称及商标轧制到其截面上。

## 12.2 打包

对于尺寸小于等于 450 mm 的型材, 外径小于 193.7 mm、方形小于等于 150 mm 及截面小于等于 200 mm×100 mm 的空心型材, 允许其打包。

见选项 29。

12.1a) ~ 12.1h) 的详细信息应出现在附于包装的标签上。

捆装限于同一浇铸件的材料。当一捆被重新分配包装时, 原始标签包含的信息要转移到新的包装上或适用的个别项目信息。

此外, 当其为用于主要元件的材料时, 至少每捆的一个型材或空心型材要印上相关的尺寸, 厚度及钢名。如果一捆被重新分配包装时, 也要满足此要求。

## 12.3 彩色编码

每块钢板要喷涂上一个或两个 50 mm 宽的斜角带 (取决于钢种), 依据图 2 要与边重叠。

每块型钢要喷涂上一个或两个 50 mm 宽的宽带 (取决于钢种), 沿着纵轴方向并延续到图 3 所示的边部。在捆装型钢的情况下, 仅在捆装边部喷涂标记就足够了。

注 1: 对于小型钢, 喷涂带的宽度可以减小。

每块空心型钢要喷涂上一个或两个 50 mm 宽的宽带 (取决于钢种), 沿着外表面纵轴方向并延续到图 4 所示的边部。在捆装空心型钢的情况下, 仅在捆装边部喷涂标记就足够了。

注 1: 对于小型空心型钢, 喷涂带的宽度可以减小。

要求两个喷涂带具有相同颜色的地方, 其分开的最小距离应为 25 mm。喷涂带的数量及颜色应如下所示:

S355G1 及 G1+N	蓝色	黄色
S355G2+N 及 G5+M	蓝色	黄色
S355G3+N 及 G6+M	蓝色	白色
S355G4 及 G4+M	蓝色	白色
第 2 类钢 S355	蓝色	
第 3 类钢 S355	蓝色	蓝色
第 2 类钢 S420	黄色	
第 3 类钢 S420	黄色	黄色
第 2 类钢 S460	绿色	
第 3 类钢 S460	绿色	绿色

彩色编码及印刷标记的喷涂应在干净, 干燥, 无油表面并且可以抗退色至少 6 个月。

#### 12.4 保护涂层

除非另有协议, 否则所有材料应以施加表面保护涂层供货。

### 13 选项

#### 选项 1

对于板材, 不同于 EN 10029 A 级规定的偏差是必须的 (见 5.1.2)。

#### 选项 2

第 2 及 3 类钢制造工艺的详细信息是必须的 (见 7.1, 7.2.3, 11.3.5 及附件 C)。

#### 选项 3

除了桩材的连铸材料的厚度可以到 65 mm (包括 65 mm) 被允许的之外, 连铸工艺限于生产厚度到 50 mm (包括 50 mm) 的材料。

选项 4

对于连铸材料, 其它压下率应达成协议 (见 7.2.2)。

选项 5

正火轧制应取代加热炉正火 (见 7.3.1 及 7.3.2)。名称+N 应适用。

选项 6

对于在表 6, 11, 13 及 15 规定的范围内的第 2 及 3 类钢, 在订货及询价时, 制造商要通知订货方熔炼分析及成品分析到其建议的工作区域。这包括表 6, 11, 13 及 15 所列出的化学元素, 也包括对于每种材料及制造工艺所要求报告的残存化学元素 (见 8.2.1a) 及 8.2.2.2a))。

选项 7

在订货及询价时, 制造方及供货方之间要达成关于受限的熔炼及产品分析范围的协议 (见 8.2.1c) 及 8.2.2.2b))。本选项不适用于第 1 类钢。

选项 8

应做产品分析。本选项仅适用于第 1 类钢。表 17 规定了产品分析与规定熔炼分析限制之间的允许偏差 (见 8.2.2.1)。

选项 9

应报告最大的  $P_{cm}$  值 (基于产品分析), 而不是 CEV 值 (见 8.2.3.2, 8.2.3.3 及 8.2.3.4)。本选项不适用于第 1 类钢。

选项 10

对于  $t$  大于 40 mm 的第 2 及 3 类钢, 应在 PWHT 条件下测试, 并且要符合表 7~10, 表 12, 表 14 及表 16 给出的拉伸及冲击性能要求 (见 8.3.2c))。

选项 11

订货方应规定不同于  $580^{\circ}\text{C}\pm 20^{\circ}\text{C}$  的焊后热处理温度 (见 8.3.2c))。在此情况下, 要测试的性能应达成协议。

选项 12

对于第 2 及 3 类钢厚度大于 12.5 mm 厚的板材, 应做应变时效实验 (见 8.3.4)。

每一次铸造最大到三次铸造要取一块钢板, 每个钢种, 每种加工工艺及每个加工位置都要用 V 型口冲击试样测试, 样品取自次表面 (2 mm 以内) 并且在轧向的横向截取。

每个样品材料要施加 5% 的塑性变形随后在 250°C 处理 2h。

-40°C 时的 V 型口冲击实验要在无应变, 加应变及应变-时效样品上进行。在应变-时效条件下, 要得到下列 V 型口冲击功的最小值。

- a) 对于 S355G7+N, G7+M, G8+N, G8+M, G9+N, G9+M, G10+N 及 G10+M 钢, 平均值为 36 J 并且一个单独测试值为 26 J。
- b) 对于所有的 S420 钢, 平均值为 42 J 并且一个单独测试值为 26 J。
- c) 对于所有的 S460 钢, 平均值为 46 J 并且一个单独测试值为 29 J。

#### 选项 13

在最终热处理条件下, 应做厚度方向实验。对于厚度小于 25 mm 的, 不要求做此实验 (见 8.3.5)。实验要依据 EN 10164, 并满足下列要求:

- a) EN 10164 质量级 Z35。
- b) 厚度方向抗拉强度不应小于规定最小抗拉强度的 80%。

#### 选项 14

压扁实验

依据 EN ISO 8492 进行压扁实验 (见 8.3.6), 要满足下列接受标准:

- 压扁到初始外径的 2/3; 无开焊现象发生;
- 压扁到初始外径的 1/3; 除了焊缝外, 没有裂纹或断裂发生;
- 压扁到相对壁与空心截面接触。

在整个实验过程中, 层状缺陷及过烧金属不应变得明显。

#### 选项 15

对于厚度超过 100 mm 的第 2 及 3 类钢 (见 8.3.7), 钢铁制造商也提供如下数据:

- a) 提供适用于供货钢类型的母板的宽板数据; 或

- b) 在不存在相关宽板数据的情况下,最好应用位移控制并依据 EN ISO 12737,对板厚一直到 150 mm 的板材样品做 CTOD 实验。允许辅助样品的几何学 ( $B=W$ )。实验要在  $580^{\circ}\text{C}\pm 20^{\circ}\text{C}$  下模拟焊后热处理后进行。每块钢板厚度要在  $-10^{\circ}\text{C}$  做三次实验。CTOD 样品要从主轧制方向的横向截取并且厚度方向有缺口。

#### 选项 16

对于第 2 及 3 类钢,钢板的冷成型工艺是必须的(见 8.4.1 及附件 D)。

#### 选项 17

对于第 2 及 3 类钢,钢板的热成型工艺是必须的(见 8.4.2)。

#### 选项 18

对于第 2 及 3 类钢(见 8.4.3),应通过附件 E, F 及 G 描述的任意系列实验方法进行可焊性实验。

在询价及订货时,可焊性评估及二次评估频率的必要性应由钢种及供货情况所决定。

三类钢型号及供货情况定义如下。

A 类: 钢材类型,工艺路线并且已充分评估焊接性的生产厂存在大量的相关生产经验。

使用相同的合金系制造并且产品分析的范围在本标准内的钢,认为其为同一类型。就提供数据的钢而言,单个元素应在表 5 的范围之内。

B 类: 钢材类型就焊接性及制造而言已被认可,但来自于一个新的供货商,区域或工艺路线。

C 类: 新开发的或以前没有供过货的海岸结构钢材类型,或者不存在大量焊接性数据或生产经验。

可焊性实验的必要性/频率:

A 类钢: 应订货方的要求,在合同签订之后,供货方应提供从先前的钢板,型钢及空心型钢相同厚度的测试得到的综合焊接数据。测试的频率应仅适用于初始订单。

**B类钢:** 应订货方的要求及其先前提供的关于 A 类钢的信息, 在钢的化学成分分析落在 A 类钢规定的范围之内, 限制的可焊性工艺可能要达成协议, 以确保可在新的区域或通过新的工艺生产。随着产地及工艺的变化, 测试的频率应仅适用于初始订单。

新供货方钢的焊接性应通过 A 类钢提供的数据及任何产地及工艺路线变化的影响, 如上述 B 类钢的方法进行证明。

**C类钢:** 应执行订货方及供货方协议范围内的完整的焊接性测试程序。测试频率适用于初始合同或用于进一步的合同, 直至钢可以归类为 A 类或 B 类。

对于 C 类钢, 仅厚度超过 40 mm 的板材, 型材及空心型材要求可焊性测试 (见 8.4.3 及附件 E, F 及 G)。

测试材料应从制造商旨在供货的力学性能, 成分及制造工艺典型的材料中选择。

适用于焊接性评估的材料的化学成分应在产品范围的边缘选取, 特别是涉及到碳当量时, 要由订货方批准。

如果订货方有要求, 代表性的样品及重要尺寸的未测试材料应专门识别, 并且要保存一年, 在此期间它们要适用于额外的测试或探伤。

每个焊接评估程序及测试结果检测完成之后, 钢铁制造商要准备一个报告。

#### 选项 19

按照订货方及制造方之间的协议, 第 1 类钢的板材要超声波检测使之达到 EN 10160 中的级别 (见 8.5.1.2)。

#### 选项 20

依据 EN 10163-3, 其它的表面条件要达成协议 (见 8.5.2.1)。

#### 选项 21

按照订货方及制造方之间的协议, 型材要超声波检测使之达到 EN 10306 中的级别 (见 8.5.2.2 及 8.5.2.3)。

#### 选项 22

依据 EN 10246-14, 达到接受水平 U3 或 EN 10246-15, 接受水平 U3 的内部质

量应通过实验证明。制造商酌情处理试验所用的方法及制造工艺要点（见 8.5.3.2）。

注：依据欧洲标准，板带的内部质量测试一般在制管之前或圆形下进行。如果要求对角落区域进行附加的测试，可能要过供货方与制造方之间的协议确定。

选项 23

空心型材应适用于主要元件（见 8.5.3.3 及 8.5.3.4）。

选项 24

焊缝的测试是必须的（见 10.2.3 及 10.3.3.4）。

选项 25

应提供厚度超过规定值的型材/空心型材。应维持本欧洲标准所有的技术要求（见表 12, 14 及 16）。

选项 26

对于 S355G12, G12+N 及 G12+M 型材，要进行横向 V 型口冲击实验代替纵向实验，以满足在 -40°C 时最小平均值为 50 J（见 10.3.3.3 及表 12 中的脚注 a）。

选项 27

对于 S420G4 及 G4+M 及 S460G4E 及 G4+M 型材，除纵向冲击实验外，也要进行横向 V 型口夏比冲击实验。在订货及询价时，制造方与订货方之间要达成关于横向实验能量值及试验温度的协议（见 10.3.3.3 及表 12 中的脚注 c）。

选项 28

对于厚度超过 12.7 mm 的，信息要通过冲压模印到产品表面（见 12.1）。

选项 29

型材及空心型材要单独供货（不打包）（见 12.2）。

选项 30

对于厚度超过 40 mm 的板材，最小 Ni 含量应为 0.30%（见表 6 中的脚注 e）。

表 1 厚度大于等于 12 mm 钢板波纹的最大数量

长度 (L) /m	波纹的最大数量
$L \leq 6$	2
$6 < L \leq 9$	3
$9 < L \leq 12$	4
$12 < L \leq 15$	5

表 2 厚度大于等于 10 mm 小于 12 mm 钢板波纹的最大数量

长度 (L) /m	波纹的最大数量
$L \leq 6$	4
$6 < L \leq 9$	5
$9 < L \leq 12$	6
$12 < L \leq 15$	8

表 3 钢板的 CEV 及  $P_{cm}$  值

钢名 <sup>a</sup>	最大 CEV	最大 $P_{cm}$
S355G2+N	0.43	无规定
S355G3+N		
S355G5+M		
S355G6+M		
S355G7+M	0.43	0.24
S355G7+N		
S355G8+M		
S355G8+N	0.43	0.22
S355G9+N		
S355G10+N	0.41 <sup>b</sup> /0.42 <sup>c</sup>	0.21 <sup>b</sup> /0.22 <sup>c</sup>
S355G9+M		
S355G10+M	0.42	0.22 <sup>d</sup>
S420G1+QT		
S420G1+M		
S420G2+QT		
S420G2+M	0.43	0.22 <sup>d</sup>
S460G1+QT		
S460G1+M		
S460G2+QT		
S460G2+M		

<sup>a</sup> 对于钢号, 见表 6 到表 16。

<sup>b</sup> 对于  $t \leq 75$  mm。

<sup>c</sup> 对于  $75 \text{ mm} < t \leq 100$  mm。

<sup>d</sup> 对于  $t \leq 15$  mm,  $P_{cm}$  为 0.23 是允许的。

表 4 焊接空心型材焊缝的测试要求

测试位置	类别	频率	
		拉伸	冲击
焊缝	1	1/试验单元 <sup>a</sup>	1/试验单元 <sup>b</sup>
焊缝	2 及 3	1/试验单元 <sup>a</sup>	2/试验单元 <sup>b</sup>

<sup>a</sup> 对于边的公称长度大于 150 mm 或直径大于 219 mm 的 HFW 空心型材。

<sup>b</sup> 对于边的公称长度大于 150 mm 或直径大于 168.3 mm 的 HFW 空心型材。

表 5 单个元素的偏差

元素	偏差	
C	+0.02	-0.04
Si	+0.15	-0.15
Mn	+0.20	-0.30
S	+0.005	-0.010
P	+0.010	-0.015
Ni	+0.5	-0.20
Cu	+0.15	-0.20
N	+0.0025	-0.0045
Al	+0.02	-0.03
Nb	+0.010	-0.015
V	+0.02	-0.03
Ti	+0.008	-0.008
Cr	+0.10	-0.20
Mo	+0.04	-0.06
CEV(HIW)	+0.02	-0.06
P <sub>cm</sub>	+0.02	-0.04

表 6 板材的化学成分 (质量%)

类别	钢名	钢号	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Al	Cu	N	Nb	Ti	V	Cr+Mo+Ni+Cu	Nb+V	Nb+V+Ti
			最大 %	%	%	最大 %	最大 %	最大 %	最大 %	最大 %	最大 %	最大 %	最大 %	最大 %	最大 %	最大 %	最大 %	最大 %	最大 %
熔炼分析 <sup>a</sup>																			
1	S355G2+N	1.8801+N	0.20	0.50 最大	0.90 ~ 1.65	0.035	0.030	0.30	0.10	0.50	0.020 最小	0.35	0.015	0.060	0.030	0.12	-	-	-
1	S355G3+N	1.8802+N	0.18	0.50 最大	0.90 ~ 1.65	0.030	0.025	0.30	0.10	0.50	0.020 最小	0.35	0.015	0.060	0.030	0.12	-	-	-
1	S355G5+M	1.8804+M	0.14	0.50 最大	最大 1.60	0.035	0.030	-	0.20	0.30	0.020 最小	-	0.015	0.050	0.050	0.10	-	-	-
1	S355G6+M	1.8805+M	0.14	0.50 最大	最大 1.60	0.030	0.025	-	0.20	0.30	0.020 最小	-	0.015	0.050	0.050	0.10	-	-	-
熔炼及产品分析																			
2	S355G7+M <sup>c</sup> S355G7+N <sup>c</sup>	1.8808+M 1.8808+N	0.14	0.15 ~ 0.55	1.00 ~ 1.65	0.020	0.010	0.25	0.08	0.50	0.015 ~ 0.055	0.30	0.010	0.040	0.025	0.060	0.90	0.06	0.08
3	S355G8+M <sup>c</sup> S355G8+N <sup>c</sup>	1.8810+M 1.8810+N	0.14	0.15 ~ 0.55	1.00 ~ 1.65	0.020	0.007	0.25	0.08	0.50	0.015 ~ 0.055	0.30	0.010	0.040	0.025	0.060	0.90	0.06	0.08
2	S355G9+M <sup>c</sup> S355G9+N <sup>c</sup>	1.8811+M 1.8811+N	0.12	0.15 ~ 0.55	最大 1.65	0.020	0.010	0.20	0.08 <sup>d</sup>	0.70 <sup>e</sup>	0.015 ~ 0.055	0.30	0.010	0.030	0.025	0.060	-	0.06	0.08
3	S355G10+M <sup>c</sup> S355G10+N <sup>c</sup>	1.8813+M 1.8813+N	0.12	0.15 ~ 0.55	最大 1.65	0.015	0.005	0.20	0.08 <sup>d</sup>	0.70 <sup>e</sup>	0.015 ~ 0.055	0.30	0.010	0.030	0.025	0.060	-	0.06	0.08
2	S420G1+M <sup>c</sup> S420G1+QT <sup>c</sup>	1.8830+M 1.8830+QT	0.14 <sup>f</sup>	0.15 ~ 0.55	最大 1.65	0.020	0.010	0.25	0.25	0.70	0.015 ~ 0.055	0.30	0.010	0.040	0.025	0.080	0.90	0.09	0.11
3	S420G2+M <sup>c</sup> S420G2+QT <sup>c</sup>	1.8857+M 1.8857+QT	0.14 <sup>f</sup>	0.15 ~ 0.55	最大 1.65	0.020	0.007	0.25	0.25	0.70	0.015 ~ 0.055	0.30	0.010	0.040	0.025	0.080	0.90	0.09	0.11
2	S460G1+M <sup>c</sup> S460G1+QT <sup>c</sup>	1.8878+M 1.8878+QT	0.14 <sup>f</sup>	0.15 ~ 0.55	最大 1.65	0.020	0.010	0.25	0.25	0.70	0.015 ~ 0.055	0.30	0.010	0.040	0.025	0.080	0.90	0.09	0.11
3	S460G2+M <sup>c</sup> S460G2+QT <sup>c</sup>	1.8887+M 1.8887+QT	0.14 <sup>f</sup>	0.15 ~ 0.55	最大 1.65	0.020	0.007	0.25	0.25	0.70	0.015 ~ 0.055	0.30	0.010	0.040	0.025	0.080	0.90	0.09	0.11

注：关于供货条件的详细信息参考 7.1.3。

a 对于产品的化学成分变化见表 17。

b 总铝含量与氮的比值最小应为 2: 1。当使用其它固氮元素时，最小铝含量及 Al/N 比不再适用。

c 残存元素砷，锑，锡，铅，铋及钙的水平不能超过 0.03%As, 0.010%Sb, 0.020%Sn, 0.010%Pb, 0.010%Bi 及 0.005%Ca。B 不应超过 0.0005%。在每个生产地，这些元素要每 5000 吨检验一次，并要以熔炼分析报告。

d 对于厚度大于 75mm，最大 Mo 含量 0.20%适用于供货条件+M。

e 见选项 30。对于厚度大于 40 mm，最小 Ni 含量应为 0.30%。

f 对于厚度小于 15 mm，最大碳含量值 0.15%是允许的。

表 7 板材的力学性能—S355 钢也可见表 10

类别	钢名	钢号	抗拉强度 $R_m^a$		厚度为 t 的最小屈服强度 $R_{eH}$						标距长度 $5.65\sqrt{s_0^a}$ 的 最小伸长率 A	最小平均夏比 V 型冲击功		最大 厚度
			厚度 $t \leq$ 100mm	厚度 $t >$ 100mm	$t \leq 16$	$16 < t \leq 25$	$25 < t \leq 40$	$40 < t \leq 63$	$63 < t \leq 100$	$100 < t \leq 150$		温度	能量	
			MPa <sup>c</sup>	MPa <sup>c</sup>	MPa <sup>c</sup>	MPa <sup>c</sup>	MPa <sup>c</sup>	MPa <sup>c</sup>	MPa <sup>c</sup>	MPa <sup>c</sup>		%	°C	
1	S355G2+N	1.8801+N	470 ~ 630		355	345	-	-	-	-	22	-20	50	20
1	S355G3+N	1.8802+N	470 ~ 630		355	345	345	-	-	-	22	-40	50	40
1	S355G5+M	1.8804+M	470 ~ 610		355	345	-	-	-	-	22	-20	50	20
1	S355G6+M	1.8805+M	470 ~ 610		355	345	345	-	-	-	22	-40	50	40
2	S355G7+N	1.8808+N	470 ~ 630	460 ~ 620	355	355	345	335	325	320	22	-40	50	150 <sup>b</sup>
3	S355G8+N	1.8810+N	470 ~ 630	460 ~ 620	355	355	345	335	325	320	22	-40	50	150 <sup>b</sup>
2	S355G7+M	1.8808+M	470 ~ 630	-	355	355	345	335	325	-	22	-40	50	100 <sup>b</sup>
3	S355G8+M	1.8810+M	470 ~ 630	-	355	355	345	335	325	-	22	-40	50	100 <sup>b</sup>
2	S355G9+N	1.8811+N	470 ~ 630	460 ~ 620	355	355	345	335	325	320	22	-40	50	150 <sup>b</sup>
2	S355G9+M	1.8811+M	470 ~ 630	-	355	355	345	335	325	-	22	-40	50	100 <sup>b</sup>
3	S355G10+N	1.8813+N	470 ~ 630	460 ~ 620	355	355	345	335	325	320	22	-40	50	150 <sup>b</sup>
3	S355G10+M	1.8813+M	470 ~ 630	-	355	355	345	335	325	-	22	-40	50	100 <sup>b</sup>

a 规定的抗拉强度及伸长率值适用于规定最小屈服强度的最大厚度。

b 对于厚度超过 40 mm，对 V 型口夏比冲击功中间厚度变化有要求。对于桩材，中间厚度冲击应在 -30°C 检测代替 -40°C。

c 1MPa=1N/mm<sup>2</sup>。

表 8 板材力学性能—S420 钢 (也可见表 10)

类别	钢名	钢号	对于厚度 t(mm) 抗拉强度 R <sub>m</sub> <sup>a</sup>		厚度为 t(mm)的最小屈服强度 R <sub>eH</sub>					标距长度 5.65√s <sub>0</sub> <sup>a</sup> 的最 小伸长率 A	最小平均夏比 V 型冲击功		最大 厚度
			t ≤ 40	40 < t ≤ 100	t ≤ 16	16 < t ≤ 40	40 < t ≤ 63	63 < t ≤ 80	80 < t ≤ 100		温度	能量	
			MPa <sup>c</sup>	MPa <sup>c</sup>	MPa <sup>c</sup>	MPa <sup>c</sup>	MPa <sup>c</sup>	MPa <sup>c</sup>	MPa <sup>c</sup>		%	°C	
2	S420G1+QT	1.8830+QT	500 ~ 660	480 ~ 640	420	400	390	380	380	19	-40	60	100 <sup>b</sup>
2	S420G1+M	1.8830+M	500 ~ 660	480 ~ 640	420	400	390	380	380	19	-40	60	100 <sup>b</sup>
3	S420G2+QT	1.8857+QT	500 ~ 660	480 ~ 640	420	400	390	380	380	19	-40	60	100 <sup>b</sup>
3	S420G2+M	1.8857+M	500 ~ 660	480 ~ 640	420	400	390	380	380	19	-40	60	100 <sup>b</sup>

a 规定的抗拉强度及伸长率值适用于规定最小屈服强度的最大厚度。  
 b 对于厚度超过 40 mm, 对 V 型口夏比冲击功中间厚度变化有要求。  
 c 1MPa=1N/mm<sup>2</sup>。

表 9 板材力学性能—S460 钢 (也可见表 10)

厚度范围 (mm)	≤ 16	> 25 ≤ 40	> 40 ≤ 63 <sup>a</sup>	> 63 ≤ 80 <sup>a</sup>	> 63 ≤ 80 <sup>a</sup>	> 80 ≤ 100 <sup>a</sup>
最小屈服强度 $R_{eH}$ MPa <sup>b</sup>	460	440	420	415	405	400
抗拉强度 $R_m$ MPa <sup>b</sup>	540~700	530~690	520~680	515~675	505~665	500~660
标距长度 $5.65\sqrt{s_0}$ <sup>a</sup> 的 最小伸率	17	17	17	17	17	17
最小平均 V 型口夏比冲 击功	-40℃为 60J					
a 对于厚度超过 40 mm, 对 V 型口夏比冲击功中间厚度变化有要求。						
b 1MPa=1N/mm <sup>2</sup> 。						

表 10 除第 1 类钢之外的屈强比值

钢种	厚度		最大屈强比
	≤ 16mm	> 16mm	
所有 S355+N	≤ 16mm	> 16mm	0.87
	> 16mm		0.85
所有 S355+M	≤ 16mm	> 16mm	0.93 <sup>a</sup>
	> 16mm		0.90
所有 S420	≤ 16mm	> 16mm	0.93
	> 16mm		0.90
所有 S460	≤ 16mm	> 16mm	0.93
	> 16mm		0.90
a 对于板材厚度≤10mm, 替代的屈强比值要达成协议。			

表 11 型材的化学成分 (质量分数)

类别	钢名	钢号	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Al	Cu	N	Nb	Ti	V	Cr+Mo+Ni+Cu	Nb+V	Nb+V+Ti
			最大 %	最大 %		最大 %	最大 %	最大 %	最大 %	最大 %	最大 %	最大 %	最大 %	最大 %	最大 %	最大 %	最大 %	最大 %	最大 %
熔炼分析 <sup>a</sup>																			
1	S355G1 <sup>d</sup> S355G1+N	1.8814 1.8814+N	0.20	0.50	0.90 ~ 1.65	0.035	0.030	0.30	0.10	0.50	0.020 最小	0.35	0.015	0.050	0.030	0.12	-	-	-
1	S355G4 <sup>d</sup> S355G4+M	1.8803 1.8803+M	0.16	0.50	最大 1.60	0.035	0.030	-	0.20	0.30	0.020 最小	0.35	0.015	0.050	0.050	0.100	-	-	-
熔炼及产品分析																			
2	S355G11 <sup>c,d</sup> S355G11+N <sup>c</sup> S355G11+M <sup>c</sup>	1.8806 1.8806+N 1.8806+M	0.14	0.55	最大 1.65	0.025	0.015	0.25	0.08	0.50	0.015 ~ 0.055	0.30	0.012	0.040	0.025	0.060	0.80	0.06	0.08
3	S355G12 <sup>c,d</sup> S355G12+N <sup>c</sup> S355G12+M <sup>c</sup>	1.8809 1.8809+N 1.8809+M	0.14	0.55	最大 1.65	0.020	0.007	0.25	0.08	0.50	0.015 ~ 0.055	0.30	0.012	0.040	0.025	0.060	0.80	0.06	0.08
2	S420G3 <sup>c,d</sup> S420G3+M <sup>c</sup>	1.8851 1.8851+M	0.14	0.55	最大 1.65	0.025	0.015	0.25	0.08	0.70	0.015 ~ 0.055	0.30	0.012	0.050	0.025	0.080	0.80	0.09	0.11
3	S420G4 <sup>c,d</sup> S420G4+M <sup>c</sup>	1.8859 1.8859+M	0.14	0.55	最大 1.65	0.020	0.007	0.25	0.08	0.70	0.015 ~ 0.055	0.30	0.012	0.050	0.025	0.080	0.80	0.09	0.11
2	S460G3 <sup>c,d</sup> S460G3+M <sup>c</sup>	1.8883 1.8883+M	0.14	0.55	最大 1.70	0.025	0.015	0.25	0.08	0.70	0.015 ~ 0.055	0.30	0.012	0.050	0.025	0.080	0.80	0.12	0.13
3	S460G4 <sup>c,d</sup> S460G4+M <sup>c</sup>	1.8889 1.8889+M	0.14	0.55	最大 1.70	0.020	0.007	0.25	0.08	0.70	0.015 ~ 0.055	0.30	0.012	0.050	0.025	0.080	0.80	0.12	0.13

<sup>a</sup> 对于产品的化学成分变化见表 17。

<sup>b</sup> 总铝含量与氮的比值最小应为 2: 1。当使用其它固氮元素时，最小铝含量及 Al/N 比不再适用。

<sup>c</sup> 残存元素砷，锑，锡，铅，铋及钙的水平不能超过 0.03%As, 0.010%Sb, 0.020%Sn, 0.010%Pb, 0.010%Bi 及 0.005%Ca。B 不应超过 0.0005%。在每个生产地，这些元素要每 5000 吨检验一次，并要以熔炼分析报告。

<sup>d</sup> 轧制态限于最大厚度为 25 mm。

表 12 型材力学性能

类别	钢名	钢号	抗拉强度 $R_m$	对于厚度为 $t$ (mm) 的最小屈服强度 $R_{eH}$				$R_e/R_m$ 最大 比率	标距长度 $5.65\sqrt{S_0}$ <sup>a</sup> 的最小伸长率 $A$	最小平均夏比 V 型冲击功	
				$t \leq 16$	$16 < t \leq 40$	$40 < t \leq 63$	%			温度	能量
				MPa <sup>f</sup>	MPa <sup>f</sup>	MPa <sup>f</sup>			MPa <sup>f</sup>	°C	J
1	S355G1 <sup>e</sup> S355G1+N	1.8814 1.8814+N	470 ~ 630	355	345 <sup>d</sup>	-	0.87	22	-20	50	
1	S355G4 <sup>e</sup> S355G4+M	1.8803 1.8803+M	450 ~ 610	355	345 <sup>d</sup>	-	0.87	22	-20	50	
2	S355G11 <sup>e</sup> S355G11+N S355G11+M	1.8806 1.8806+N 1.8806+M	460 ~ 620	355	345 <sup>d</sup>	335	0.87	22	-40 <sup>b</sup>	50	
3	S355G12 <sup>e</sup> S355G12+N S355G12+M	1.8809 1.8809+N 1.8809+M	460 ~ 620	355	345	335	0.87	22	-40 <sup>b</sup>	50 <sup>a</sup>	
2	S420G3 <sup>e</sup> S420G3+M	1.8851 1.8851+M	500 ~ 690	420	410	400	0.90	19	-40 <sup>b</sup>	60	
3	S420G4 <sup>e</sup> S420G4+M	1.8859 1.8859+M	500 ~ 690	420	410	400	0.90	19	-40 <sup>b</sup>	60 <sup>c</sup>	
2	S460G3 <sup>e</sup> S460G3+M	1.8883 1.8883+M	530 ~ 720	460	440	430	0.90	17	-40 <sup>b</sup>	60	
3	S460G4 <sup>e</sup> S460G4+M	1.8889 1.8889+M	530 ~ 720	460	440	430	0.90	17	-40 <sup>b</sup>	60 <sup>c</sup>	

在订货及询价时，厚度超过规定厚度型钢应供货，见选项 25。  
a 见选项 26。  
b 对于厚度一直到 25mm 并包含 25mm，在 -20°C 测试。  
c 见选项 27。  
d 仅到 25mm 可用。  
e 轧制态其厚度限于 25 mm。  
f 1MPa=1N/mm<sup>2</sup>

表 13 焊接空心型材的化学成分 (质量%)

类别	钢名	钢号	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Al	Cu	N	Nb	V	Ti	Cr+Mo+Ni+Cu	Nb+V	Nb+V+Ti
			最大 %	%	%	最大 %	最大 %	最大 %	最大 %	最大 %	最大 %	最大 %	最大 %	最大 %	最大 %	最大 %	最大 %	最大 %	最大 %
熔炼分析 <sup>a</sup>																			
1	S355G1+N	1.8814+N	0.20	最大 0.50	0.90 ~ 1.65	0.035	0.030	0.30	0.10	0.50	0.020 最小	0.35	0.015	0.050	0.12	0.030	-	-	-
熔炼及产品分析																			
2	S355G13+N <sup>c</sup> S355G13+QT <sup>c</sup>	1.1182+N 1.1182+QT	0.16	0.15 ~ 0.55	最大 1.60	0.25	0.015	0.25	0.08	0.30	最大 0.060	0.35	0.014	0.050	0.100	0.020	0.80	0.10	0.12
2	S420G5+QT <sup>c</sup>	1.8853+QT	0.16	0.15 ~ 0.55	1.00 ~ 1.60	0.25	0.015	0.30	0.25	0.65	最大 0.060	0.30	0.014	0.050	0.100	0.040	0.80	0.10	0.12
2	S460G5+QT <sup>c</sup>	1.8885+QT	0.16	0.15 ~ 0.55	1.00 ~ 1.60	0.25	0.015	0.30	0.25	0.65	最大 0.060	0.30	0.014	0.050	0.100	0.040	0.80	0.10	0.12
<p>a 对于产品的化学成分变化见表 17。</p> <p>b 总铝含量与氮的比值最小应为 2: 1。当使用其它固氮元素时，最小铝含量及 Al/N 比不再适用。</p> <p>c 残存元素砷，锑，锡，铅，铋及钙的水平不能超过 0.03%As, 0.010%Sb, 0.020%Sn, 0.010%Pb, 0.010%Bi 及 0.005%Ca。B 不应超过 0.0005%。在每个生产地，这些元素要每 5000 吨检验一次，并要以熔炼分析报告。</p>																			

表 14 焊接空心型材的力学性能

类型	钢名	钢号	抗拉强度 $R_m$ MPa <sup>b</sup>	对于厚度为 $t$ (mm) 的最小屈服强度 $R_{eH}$		标距长度 $5.65\sqrt{S_0}$ 的最小伸长率 %	最小平均夏比 V 型冲击功	
				$t \leq 20$ MPa <sup>b</sup>	$R_e/R_m$ 最小比率		温度 °C	能量 <sup>a</sup> J
1	S355G1+N	1.8814+N	470~630	355	0.88	22	-20	50
2	S355G13+N S355G13+QT	1.1182+N 1.1182+QT	460~620	355	0.88	22	-40	50
2	S420G5+QT	1.8853+QT	500~690	420	0.90	22	-40	60
3	S460G5+QT	1.8885+QT	550~700	460	0.90	19	-40	60

a 在订货及询价时, 厚度超过规定值的空心型材应供货, 见选项 25。  
b 对于横向焊接实验, 所有钢种测试温度为 -20°C, 最小能量值为 36J。  
c 1MPa=1N/mm<sup>2</sup>。

表 15 无缝空心型材的化学成分 (质量%)

类别	钢名	钢号	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Al	Cu	N	Nb	Ti	V	Cr+Mo+Ni+Cu	Nb+V	Nb+V+Ti
			最大 %	%	%	最大 %	最大 %	最大 %	最大 %	最大 %	最大 %	最大 %	最大 %	最大 %	最大 %	最大 %	最大 %	最大 %	最大 %
熔炼分析 <sup>a</sup>																			
1	S355G1+N	1.8814+N	0.20	最大 0.50	0.90 ~ 1.65	0.035	0.030	0.30	0.10	0.50	0.020 最小	0.35	0.015	0.050	0.030	0.12	-	-	-
熔炼及产品分析																			
2	S355G14+QT <sup>c</sup> S355G14+N <sup>c</sup>	1.1184+QT 1.1184+N	0.18	0.15 ~ 0.55	最大 1.60	0.025	0.010	0.25	0.08	0.30	最大 0.060	0.35	0.014	0.050	0.02	0.010	0.80	0.10	0.12
3	S355G15+N <sup>c</sup> S355G15+QT <sup>c</sup>	1.1190+N 1.1184+QT	0.18	0.15 ~ 0.55	最大 1.60	0.025	0.007	0.25	0.08	0.30	最大 0.060	0.35	0.014	0.050	0.02	0.010	0.80	0.10	0.12
2	S420G6+QT <sup>c</sup>	1.8852+QT	0.16	0.15 ~ 0.55	1.00 ~ 1.65	0.025	0.007	0.30	0.25	0.65	最大 0.060	0.30	0.014	0.050	0.04	0.10	0.80	0.10	0.12
2	S460G6+QT <sup>c</sup>	1.8884+QT	0.16	0.15 ~ 0.55	1.00 ~ 1.65	0.025	0.010	0.30	0.25	0.65	最大 0.060	0.30	0.014	0.050	0.04	0.10	0.80	0.10	0.12

a 对于产品的化学成分变化见表 17。

b 总铝含量与氮的比值最小应为 2: 1。当使用其它固氮元素时, 最小铝含量及 Al/N 比不再适用。

c 残存元素砷, 锑, 锡, 铅, 铋及钙的水平不能超过 0.03%As, 0.010%Sb, 0.020%Sn, 0.010%Pb, 0.010%Bi 及 0.005%Ca。B 不应超过 0.0005%。在每个生产地, 这些元素要每 5000 吨检验一次, 并要以熔炼分析报告。

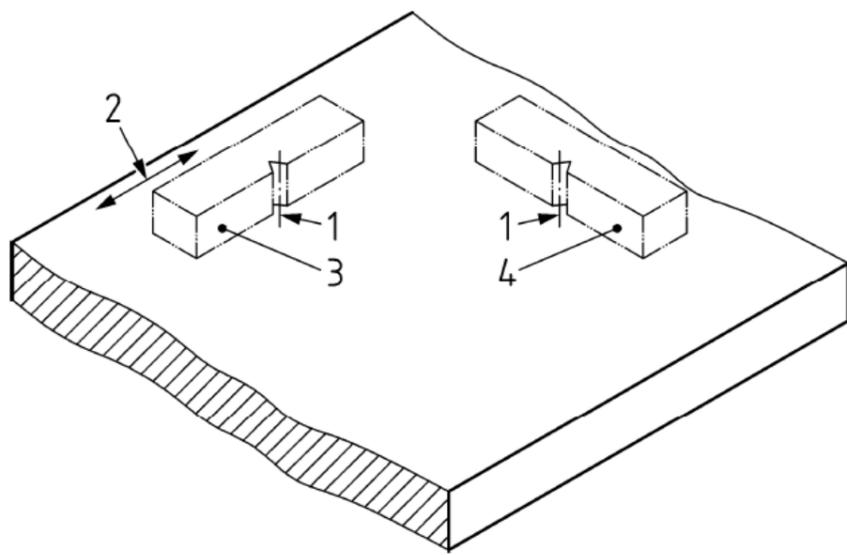
表 16 无缝空心型材的力学性能

类别	钢名	钢号	抗拉强度 $R_m$	对于厚度为 $t^a$ (mm) 的最小屈服强度 $R_{eH}$			标距长度 $5.65\sqrt{S_0}$ 的最小伸长率	最小平均夏比 V 型冲击功	
				$T \leq 20$	$20 < t \leq 40$	$R_e/R_m$		温度	能量
				MPa <sup>b</sup>	MPa <sup>b</sup>	MPa <sup>b</sup>		最大比率	%
1	S355G1+N	1.8814+N	470~630	355	345	0.88	22	-20	50
2	S355G14+N S355G14+QT	1.1184+N 1.1184+QT	460~620	355	345	0.88	22	-40	50
3	S355G15+N S355G15+QT	1.1190+N 1.1190+QT	460~620	355	345	0.88	22	-40	50
2	S420G6+QT	1.8852+QT	500~690	420	400	0.90	22	-40	60
2	S460G6+QT	1.8884+QT	550~700	460	440	0.90	19	-40	60

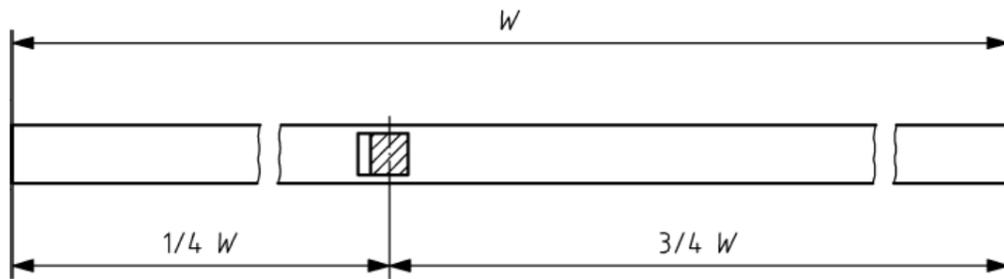
a 在订货及询价时，厚度超过规定值的空心型材应供货，见选项 25。  
b 1MPa=1N/mm<sup>2</sup>。

表 17 源自适用于第 1 类钢熔炼分析规定限制的产品分析的允许偏差

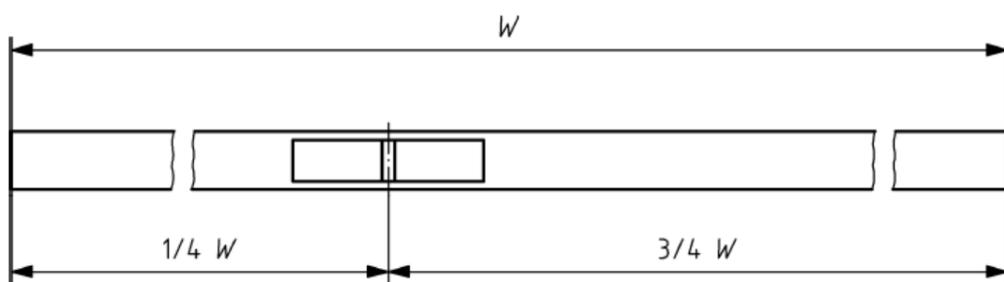
化学元素	熔炼分析允许的最大含量/%	源自熔炼分析规定限制的产品分析的允许偏差/%
C	0.20	+0.02
Si	0.50	+0.05
Mn	1.65	-0.05 +0.10
P	0.035	+0.005
S	0.030	+0.005
Nb	0.060	+0.010
V	0.12	+0.02
Ti	0.050	+0.01
Cr	0.30	+0.05
Ni	0.70	+0.05
Mo	0.25	+0.03
Cu	0.35	+0.04
N	0.015	+0.002
Al 总量	≥ 0.020	-0.005



a) 冲击试样位置



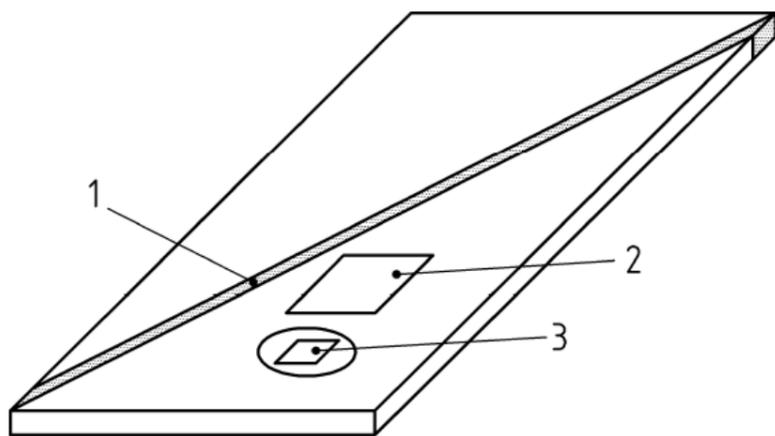
b) 第 1 类钢—试样平行于主轧方向



c) 第 2 及 3 类钢—试样垂直主轧方向

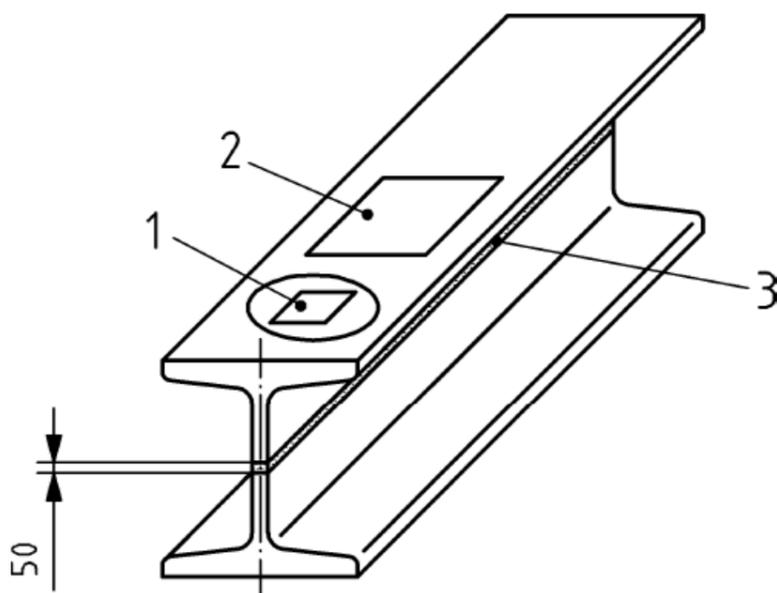
1 缺口轴; 2 主轧方向; 3 纵向样品; 4 横向样品; 5 板材宽度

图 1 冲击试样



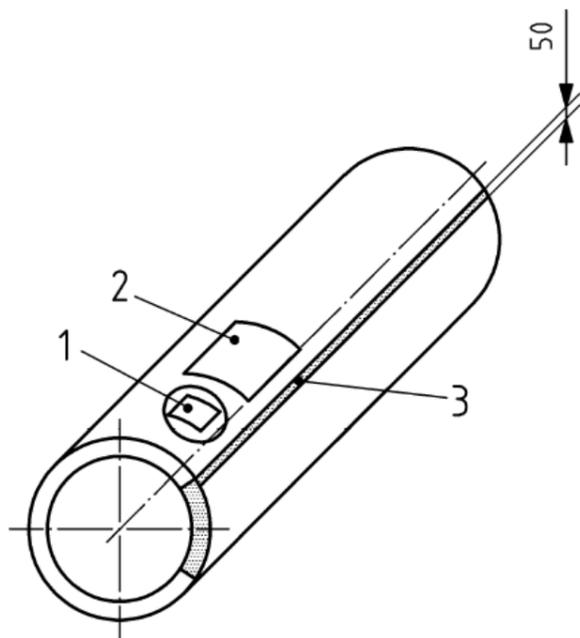
1 依据钢类型的彩色条带；2 标记（白包涂料内）；3 冲模标记（白包涂料的环形内），  
文本线与主轧向成 90°

图 2 板材—标记，冲模标记及彩色编码



1 冲模标记（白包涂料的环形内），文本线与主轧向成 90°；2 标记（白包涂料内）  
3 依据钢类型的彩色条带

图 3 轧制型材—标记，冲模标记及彩色编码（图中尺寸单位为 mm）



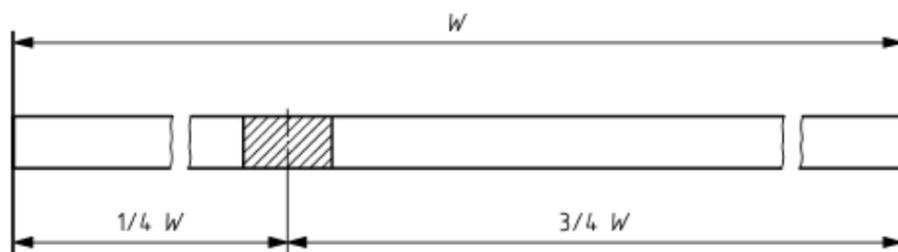
1 冲模标记（白包涂料的环形内），文本线与主轧向成  $90^\circ$ ；2 标记（白包涂料内）；3 依据钢类型的彩色条带

图 4 空心型材—标记，冲模标记及彩色编码（图中尺寸单位为 mm）

## 附录A (标准化)

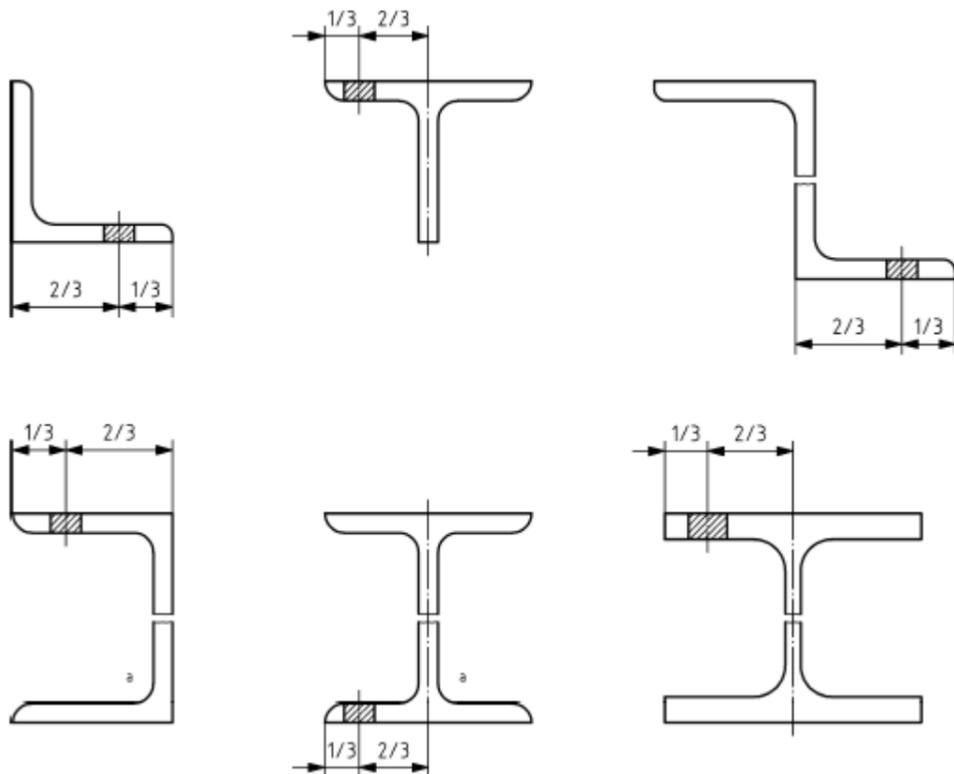
### 拉伸和冲击试验试样的取样位置

拉伸和冲击试验试样的取样位置如图A.1~A.3所示。



关键词: W-板宽

图A.1 扁平轧材 (见10.3.2.2和10.3.3.2)

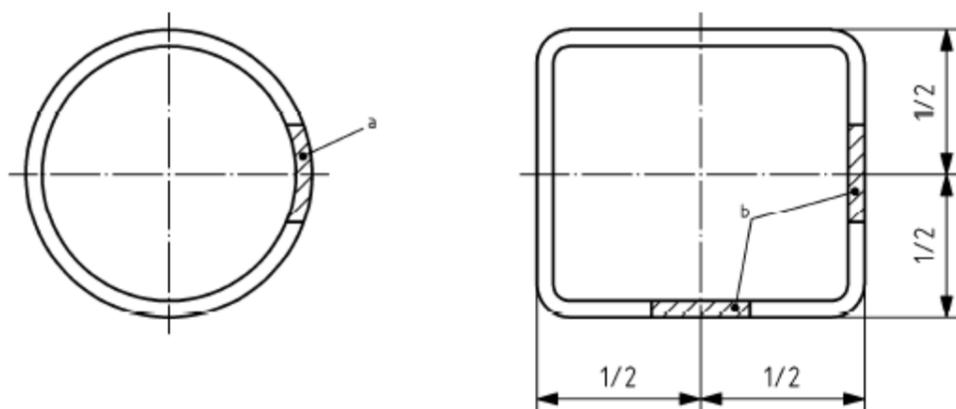


 “取样位置” (试样取自样品)

依据制造者的判断, 试样也可取自腹板, 在总高度的四分之一处。

注: 对于有斜角边缘的型材, 允许将斜面加工成与其它平面平行。

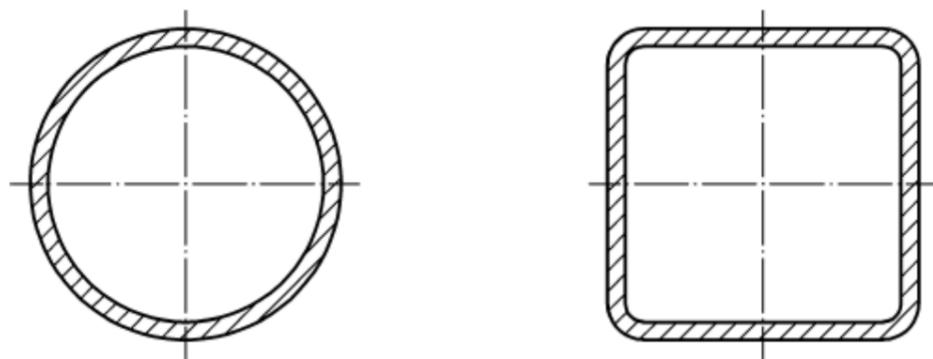
图A.2 梁, 槽, 角, T型钢和Z型钢 (见10.3.2.3和10.3.3.3)



a 试样取自圆周上任何点，但离焊缝远的焊接型材除外。

b 试样取自其中一个位置（在任何侧，但焊接型材中含有焊缝侧除外）。

a) 圆形，正方形和矩形型材的拉伸试样(外径  $> 219.1\text{mm}$  或者侧面标称长度  $> 150\text{mm}$ )  
和冲击试样



b) 圆形，正方形或矩形型材拉伸试样(外径  $\leq 219.1\text{mm}$  或者侧面标称长度  $\leq 150\text{mm}$ )<sup>1)</sup>

1) 若制造者要求，试样可以是取自空心型材的管状截面或条形截面。

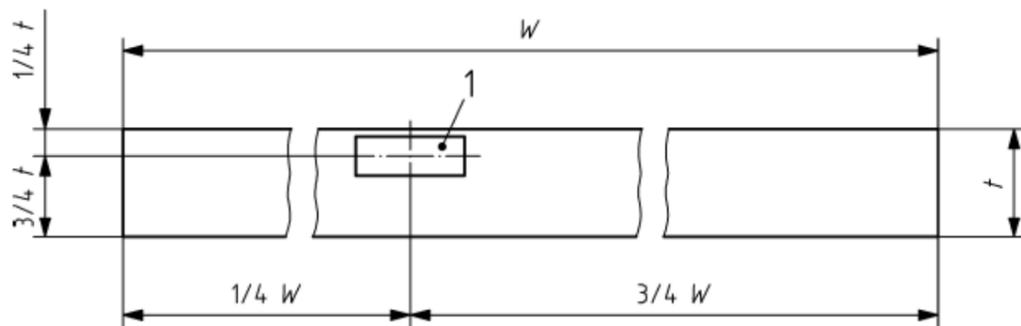
 “取样位置”（试样取自样品）

图A.3 空心型材（见10.3.2.4和10.3.3.4）

### 附录B (标准化)

#### 当不能有两个轧制平面时，拉伸试样的取样位置

拉伸试样的取样位置如图B.1所示。



关键词:

1—试样 (试样的最小厚度或直径=12.5mm) ;  $t$ —板厚;  $W$ —板宽

图B.1 当不能保留两个轧制平面时，拉伸试样取样位置 (见10.3.4)

## 附录C (标准化, 当购买者指定选项2)

### 生产商为第2、3组钢材提供加工工序的详细信息

在购买者咨询、订购时, 生产商应提供给购买者以下信息:

- a) 钢厂的位置和名称
  - b) 近来的生产数据, 以证明能够达到要求的铸造和产品分析值。
  - c) 钢材加工工序如下:
    - 1) 炼钢工序;
    - 2) 废料和热装铁水的比例;
    - 3) 标称热量
    - 4) 任何热金属处理, 例如除气, 直接脱硫或硫化物处理工艺
    - 5) 钢锭或连铸 (连续铸锭)
  - d) 连续铸铁偏析控制工序 (包括电磁搅拌等);
  - e) 连铸控制 (对连铸而言);
  - f) 钢锭或板坯尺寸 (包括每个尺寸的板厚范围);
  - g) 硫印详细资料或质量等级的替换方法和检验频率 (就连铸而言);
  - h) 轧制工序;
  - i) 脱氢工序;
  - j) 热处理工序例如淬火和回火 (+QT);
  - k) 近来的生产数据以证明可实现要求的夏比V型冲击值;
  - l) 在应力消除温度下, 持续时间对拉伸和夏比V型冲击性能的影响信息, 以解决返修情况下二次应力消除的影响;
  - m) 以上应包括生产过程中生产者应用的质量鉴定详细资料, 质量鉴定应包括所有的检验点。
- 不经购买者认同, 制造者不应做任何改变。

## 附录D (标准化, 当购买者指定选项16)

### 第2、3组钢板的冷成形特性

当有要求时 (见8.4.1和选项16), 当外径和厚度的比例为10:1, 15:1和20:1时, 制造者应提供冷成形板的影响数据。这些数据应取自拉伸或压缩模拟试验, 或应变5%, 7.5%和10%时的实际弯曲测试。

无满意数据时, 测试频率应是对每个钢种, 每个工艺路线, 每个制造场地做最多三个铸件的一系列以下测试:

a) 试验材料: 取自范围内的较厚端;

b) 条件: 如下

1) 在250°C应变时效1小时;

2) 在250°C应变时效1小时, 在580°C±20°C应力消除4小时;

3) 当达成一致, 对于+M级钢, 执行以上操作时, 时效温度应为150°C。

c) 测试。在每个应变和时效条件下都应进行以下测试:

1) 拉伸: 应在室温下进行测试;

2) 夏比V型冲击: 过渡曲线应来自不受应变的, 应变的和应变-时效的材料。

测试温度范围在+20°C~-80°C之间, 间隔为20°C; 在每个温度下都应测量三个试样。

只有在应变5%的条件下, 在-40°C时应达到以下最小值:

i) 钢级S355G7+N, G9+N, G7+M, G9+M和S355G8+N, G10+N, G8+M 和G10+M, 平均值36 J, 单个值26 J;

ii) 钢级S420G1+QT, G1+M, G2+QT和G2+M, 平均值42 J, 单个值29 J;

iii) 钢级 S460G1+QT, G1+M, G2+QT和G2+M, 平均值46 J, 单个值32 J。

## 附录E (标准化, 当购买者指定选项18)

### 第2、3组钢板的焊接测试和对接焊缝的力学测试

#### E.1 一般要求

应制备线能量与E3.5一致的对接焊缝。按照一般加工方法完成焊接, 但是应保证一侧坡口是直角边缘。焊缝力学性能应符合E.5。

注: 为了避免产生缺陷应做好防范, 缺陷会使测试失效。

如果在咨询和/或订购时, 购买者要求了附加的焊缝和测试标准, 附加的焊缝和测试标准应由生产者和购买者协商决定。

#### E.2 焊接工艺和程序

在表E.1定义了本标准涉及的焊接工艺(工艺号与EN ISO 4063一致)。

根据EN ISO 15614-1, 制造商应提交详细的焊接工序规范。工序应包含焊丝或焊条尺寸, 焊接参数, 焊接位置和其它的相关参数, 例如, 埋弧焊丝(SAW)的数量, 铁粉添加剂和焊接坡口角度。

只应使用焊接耗材, 焊接耗材先前已被证明在-10°C一贯有高CTOD值。测试板焊接应由加工者或组织者贯彻执行, 加工者或组织者雇用适合的、并且购买者接受的专业人员。这些组织者应有使CTOD测试焊接工序有效的执行经验, 尤其是近海结构件或组件的CTOD测试焊接工序。

注 试焊工序参数应反映所选工艺的优点。

#### E.3 对接焊缝要求

##### E.3.1 一般要求

板材, 型材和无缝空心型材对接焊缝的焊接测试要求见E.2、E.3和E.4。

##### E.3.2 试样尺寸

试样厚度应对应连续铸锭材料和锭坯材料的最大厚度, 或者应对应购买者和生产者之间协定的值。

金属板焊接方向应与主要轧制方向平行。对于型材, 相对于主要轧制方向的焊接方向应是如表12或选项24或选项25要求得那样, 以允许夏比试样和CTOD试样有相同取向。

每个焊接测试板的长度和宽度应足够大以适应此附件，外加任何再测试。焊接试样的宽度不应少于500mm或厚度的10倍，无论是那一个，上限是750mm。

#### E.3.3 坡口细节

所有的测试焊缝都要确保坡口一面是直角边缘，以便于在轧制面上产生正常的直的熔接线和热影响区。另一侧坡口优先选用角度小于45°的坡口。应充分限制接合处，可以有也可以没有背衬条。根部间隙不应超过10mm。

#### E.3.4 焊接工艺

每个钢板的预焊和首次焊道都可通过气体保护金属电弧焊（GMAW）或手工电弧焊（SMAW）或药芯焊丝电弧焊（FCAW）熔化。如果适合，随后的各个焊道都应用FCAW，SMAW或SAW熔化。

#### E.3.5 标称线能量

除了首次焊道（例如，根部焊道），每次焊道都使用标称线能量，除非咨询或订购时已经协定与加工工序一致的其它值或基材。

应保存所有的工艺参数，包括预热温度和层间温度。

线能量， $Q$ （in KJ/mm）应由以下公式计算得到：

$$Q = kUI/V \times 10^{-3} \quad (E.1)$$

其中

$k$ : 焊接工艺热效率因子，在EN 1011-1有定义，（对于FCAW， $k=0.7$ ；对于SAW， $k=1.0$ ；）

$U$ : 电弧电压（V）；

$I$ : 焊接电流（A）；

$V$ : 焊接速度（mm/s）。

出于本标准的目的，纵列的电弧焊应按EN 1011-1计算。

#### E3.6 热处理

##### E3.6.1 S355，S420和S460交货条件为 + N或 + M

焊接后，将要在PWHT条件下测试的试焊或者应该在 $580 \pm 20$  °C进行焊后热处理，或者应在购买者和供货者协定好的温度下进行焊后热处理。每25mm厚的

板材应高温均热，时间不短于1h或4h，无论那一个都选择较长时间。加热和冷却速度应按以下规定进行：

加热速度不应超过 $(5500/t)^\circ\text{C}/\text{h}$  或 $55^\circ\text{C}/\text{h}$ ，无论哪种都选较大的速度，其中 $t$ 是板厚，以 $\text{mm}$ 为单位。

应以不超过 $(6875/t)^\circ\text{C}/\text{h}$  或 $55^\circ\text{C}/\text{h}$ 的冷却速度将测试焊缝冷却到 $400^\circ\text{C}$ ，无论哪一个都选较大的冷却速度。

注： $400^\circ\text{C}$ 以下，应在静止空气中冷却。

#### E3.6.2 S420和S460交货条件为 + QT

焊后热处理温度范围 $550^\circ\text{C}\sim 620^\circ\text{C}$ ，最多比检测证书上回火温度范围低 $25^\circ\text{C}$ ，每 $25\text{mm}$ 厚的板热处理1h或4h，无论哪一个都选较长的。加热和冷却速度应与E3.6.1一致。

#### E.3.7 试样脱氢

有必要时，先于CTOD测试通过低温热处理进行焊态试样脱氢。任何脱氢处理的结果都应在CTOD检测结果上注明。

在某些情况下（例如试样异常厚），为了减少氢含量，需要替换参数，这由生产者和购买者协定。可能包括高温和/或较长的时间，但温度不能超过 $250^\circ\text{C}$ 。

### E.4 力学测试

#### E.4.1 总论

按照E.5和E.6进行一系列力学测试。为了允许重复检测，尤其在无效的CTOD测试中（见E.4.3.2），要准备足够量的测试焊缝。

#### E.4.2 夏比V型冲击测试

依据图E.1选择夏比V型冲击试样位置，按EN 10045-1进行检测。

开槽之前，为了标记开槽位置，要侵蚀所有试样。

#### E.4.3 CTOD检测

##### E.4.3.1 HAZ结构分类

当在钢板上焊接单个焊缝时，应在板上从焊缝开始定义下面四个HAZ区域，根据峰值温度 $v$ 将HAZ区域分类。

- a) 粗晶粒HAZ (GHAZ) :  $1400^{\circ}\text{C} \geq v > 1100^{\circ}\text{C}$ ;
- b) 细晶粒HAZ (FGHAZ) :  $1100^{\circ}\text{C} \geq v > A_{C3}$ ;
- c) 两相区HAZ (ICHAZ) :  $A_{C3} \geq v > A_{C1}$ ;
- d) 亚临界HAZ(SHAZ):  $A_{C1} \geq v$

多道焊时, 消除第一个焊道的HAZ的一些区域, 显著更改其它区域, 其它保持不变。在单个坡口多焊道焊缝, 穿透未开坡口边缘的重叠热影响区如图E.3。

- e) 两相区再加热GHAZ(IRGHAZ);
- f) 亚临界再加热GHAZ(SRGHAZ);
- g) SHAZ/ICHAZ边界

#### E.4.3.2 检测要求

以下每个热影响区都应进行三次CTOD测试:

- 晶粒粗大HAZ (GHAZ) ;
- 亚临界HAZ (SHAZ) 、两相HAZ (ICHAZ) 边界;

注1: 供购买者选择, 焊接金属应进行CTOD测试 (熔合线焊接金属2mm深处)。

所有CTOD试样应在板材轧制方向横向方向。

使用位移控制和试样, 根据EN ISO 12737进行测试, 试样应在厚度方向开槽。厚度小于75mm, 应使用矩形型材弯曲试样; 厚度等于或大于75mm, 应使用正方形型材。

应检验测试是否有效 (见注2), 无效试样应被排除, 并重新检测。

注2: 除了BS 7448-1的要求, 应根据标准检测试样有效性。

——晶粒粗大HAZ。为了使测试有效, 疲劳裂缝应使试样的晶粒粗大区域的数量最大, 范围在熔合线0.5mm以内。在材料厚度中心75%部分, 将晶粒粗大区域作为试样。应记录晶粒粗大HAZ比例。为了使符合疲劳裂缝要求的比例最大, 加工焊件时 (将从焊件上制备CTOD试样) 应建立熔合线, 在形式上, 熔合线要尽可能平。

——亚临界/两相HAZ边界。为了使测试有效, 应将亚临界HAZ和两相HAZ边界作为疲劳裂缝试样。

——焊接金属。为了使测试有效，疲劳裂纹应将90%最小量的焊接金属作为试样，并尽可能靠近熔合线。

#### E.4.3.3 截面法

##### E.4.3.3.1 晶粒粗大HAZ

为了确保晶粒粗大HAZ能作为疲劳裂纹试样（GCHAZ），每个CTOD试样都应进行如下检测：

a) 从每个试样一半处，去除含有端口面的15mm薄片；

b) 从焊接金属侧切开试样。如果要求要确保有效，使两个断口面平行于槽口根部，如图E.4。

注1：应加工试样，以检查疲劳裂纹中心3/4处。如果断裂引发处在试样中心3/4外，切片截面应包括这点。

c) 为了显微检测，如图E.5，抛光、侵蚀上表面，

d) 以适合的放大倍率，检测并照显微照片。记录的证据应显示完整钢板厚度。

e) 疲劳裂纹将晶粒粗大区作为试样的百分比应按图E.5计算。此比例应包括邻近柱形焊接金属的ICGCHAZ和SCGCHAZ。

注2：如果抛光面和疲劳裂纹的最深点之间的距离超过2mm，由于不规则裂纹存在或过分突起，应按购买者的要求，要求其它截面。

##### E.4.3.3.2 亚边界/两相HAZ边界

每个SCHAZ CTOD试样，截面和相关报告应按E.4.3.3.1给出。

##### E.4.3.3.3 焊接金属

对每个焊接金属CTOD试样，只截取一半试样的截面。含有HAZ的半个（不是含有大部分焊接金属的半个）应被截取、制备和照相。

#### E.4.4 宏观硬度

宏观试样应从每个测试焊缝中制得，根据EN ISO6507-1在图E.2所示的位置对每个试样进行硬度检测。

尽可能从离熔合线较近处开始，在中心间距间直到基材，凹痕为10mm，所

有凹痕的中心应尽可能近，但要排除熔合线。为了确保HAZ的所有区域可作为试样，第二次得到的横截面应与之平行，与第一次得到横截面的距离为10mm到15mm，并有错开的硬度标记。

所有硬度检测的载荷都是10kg (HV10=98.07N)。

注：当购买者有要求，指定其它平行的空余硬度横截面。

#### E4.5 十字交叉焊缝拉伸测试

如果购买者有要求，应按EN 895进行两次十字交叉焊缝拉伸测试。

### E5 明确的测试要求

每次焊接都要实现以下力学测试要求。

a) 夏比V型测试。应从一定位置和方位取样，试样应符合表E.5(板材)，表E.6(型材)和表E.7(空心型材)指定的测试接收标准。

再测试程序应与EN 10021一致。

b) CTOD测试。应在-10℃进行测试，应符合购买者的标准。

c) 硬度测试。如E4.4和图E.2要求，硬度测试应在测试焊缝的横截面上进行，并要符合表E.5、表E.6和表E.7和标准。

d) 十字交叉焊缝拉伸测试。这些测试应在表E.5、表E.6和表E.7中有合适的规定。测试试样的拉伸强度不应小于相应母材的指定最小值。

#### E.6 空心型材和型材的测试

购买者规定了厚度超过40mm的空心型材和型材的焊接测试，应按表E.3和E.4准备测试焊缝。测试应限制到宏观/硬度（见E.5c）和夏比V型（见E.5a））。只能按购买者的要求进行CTOD测试（见E.5b））。

表E.1 焊接工艺

工艺	工艺号
药芯焊丝金属电弧电弧焊 (FCAW)	
-无气体保护焊	114
-活性气体保护焊	136
-惰性气体保护焊	137
-埋弧焊	12
-电焊丝	121
焊条金属电弧焊 (SMAW/MMA)	111
气体保护金属电弧焊 (GMAW)	13
-金属电弧惰性气体保护焊 (MIG)	131
-金属电弧活性气体保护焊 (MAG)	135
钨极惰性气体保护电弧焊 (TIG/GTAW)	141

表E.2 板材对接焊缝的焊接测试要求

钢号	质量	试样条件	标称线能量 (KJ/mm)		
			FCAW <sup>a</sup> 0.7±0.2	SAW <sup>b</sup> 5.0±0.2	SAW <sup>b</sup> 3.5±0.2
			Min. 预热温度=125°C <sup>c</sup> Min. 层间温度=250°C <sup>c</sup>		
S355	G8+N G10+N	焊态	×	×	× <sup>d</sup>
	G8+M G10+M	焊后热处理	×	×	× <sup>d</sup>
S420	G2+QT	焊态	×	×	× <sup>e</sup>
	G2+M	焊后热处理	—	×	× <sup>e</sup>
S460	G2+QT	焊态	×	× <sup>f</sup>	×
	G2+M	焊后热处理	—	× <sup>f</sup>	×
× 代表需要测试 —代表不需要测试					
a 当购买者要求, $t < 50\text{mm}$ , FCAW. b 当购买者和生产者协定时, 可用SMAW代替SAW (见E.3.5). c 根据购买者和生产者之间的协定, 选择预热温度或层间温度。这个温度应反映可接受的操作, 并以最大碳当量和材料厚度为基。 d 如果当线能量为5.0KJ/mm时, 测试产生了购买者要求的标准以下的结果, 要求在线能量是3.5KJ/mm时进行S355G8+N、G8+M、S355G10+N和G10+M测试。 e 如果在5.0KJ/mm, 测试产生了购买者要求的标准以下的结果, 要求在3.5KJ/mm 进行S420G2+QT和G2+M测试。 f S460G2+QT和G2+M不应在3.5KJ/mm以上进行焊接。					

表E.3 型材对接焊缝的焊接测试要求

钢号	质量	试样条件	标称线能量 (KJ/mm)			
			FCAW <sup>a</sup>	SAW <sup>b</sup>	SAW <sup>b</sup>	SAW <sup>b</sup>
			0.7±0.2	3.0±0.2	5.0±0.2	3.5±0.2
			Min. 预热温度=125℃ <sup>c</sup> Min. 层间温度=250℃ <sup>c</sup>			
S355	G12 G12+N G12+M	焊态	×	× <sup>d</sup>	× <sup>e</sup>	×
S420	G4 G4+M	焊态	—	× <sup>d</sup>	× <sup>e</sup>	×
S460	G4 G4+M	焊态	—	× <sup>d</sup>	× <sup>e</sup>	×
× 代表需要测试 —代表不需要测试						
a 药芯焊丝电弧焊(FCAW). b 当购买者和生产者协定时, 可用SMAW代替SAW (见E.3.5). c 根据购买者和生产者之间的协定, 可选择预热温度或层间温度。这个温度应反映可接受的操作, 并以最大碳当量和材料厚度为基。 d 如果当线能量为3.5KJ/mm时, 测试产生了购买者要求的标准以下的结果, 所有钢级都要进行测试。 e 如果购买者指定。						

表E.4 无缝空心型材对接焊缝的焊接测试要求

钢号	质量	试样条件	标称线能量 (KJ/mm)			
			FCAW <sup>a</sup>	SAW <sup>b</sup>	SAW <sup>b</sup>	SAW <sup>b</sup>
			0.7±0.2	3.0±0.2	5.0±0.2	3.5±0.2
			Min. 预热温度=125℃ <sup>c</sup> Min. 层间温度=250℃ <sup>c</sup>			
S355	G15+N G15+QT	焊态	×	× <sup>d</sup>	—	×
S420	G6+QT	焊态	—	× <sup>d</sup>	—	×
S460	G6+QT	焊态	—	× <sup>d</sup>	—	×
× 代表需要测试 —代表不需要测试						
a 药芯焊丝电弧焊(FCAW). b 当购买者和生产者协定时, 可用SMAW代替SAW (见E.3.5). c 根据购买者和生产者之间的协定, 悬着预热温度或层间温度。这个温度应反映可接受的行为, 并以最大碳当量和材料厚度为基。 d 如果当线能量是3.5KJ/mm时, 测试产生了购买者要求的标准以下的结果, 所有钢级都要进行测试。						

表E.5 板材对接焊缝的力学测试要求

测试类型	测试编号	测试位置	标准
宏观/硬度	2	见E.4.4和E.4.2	最大值325HV10, 当接受值是最大值350HV10, 线能量0.7HJ/mm除外 (见E.5c)
夏比V型	每个位置测试3次	测试位置如下: a) 轧制方向横向 从直边, 表面和板厚中部, FL-2, FL, FL+2和FL+5(见E.4.2, E5.a)和图E.1)。如果购买者和供货商协定, 可在倒角边检测。	在-40°C检测以满足以下标准: a) S355钢级, 最小平均值为36J, 最小单个值是26J; b) S420钢级, 最小平均值为42J, 最小单个值是29J; c) S460钢级, 最小平均值为46J, 最小单个值是32J。
CTOD	每个位置检测三次	测试位置如下: a) 轧制方向横向 b) 在以下位置: 1) GHAZ; 2) SCHAZ/ICHAJ边界; 3) 焊接金属。(见E.4.3.2)	在-40°C检测以满足购买者定义的CTOD值。
十字交叉焊缝拉伸	2	十字交叉焊缝 (见E4.5)	(见E5d)。

a 对接焊缝详细资料见E.3和表E.2.

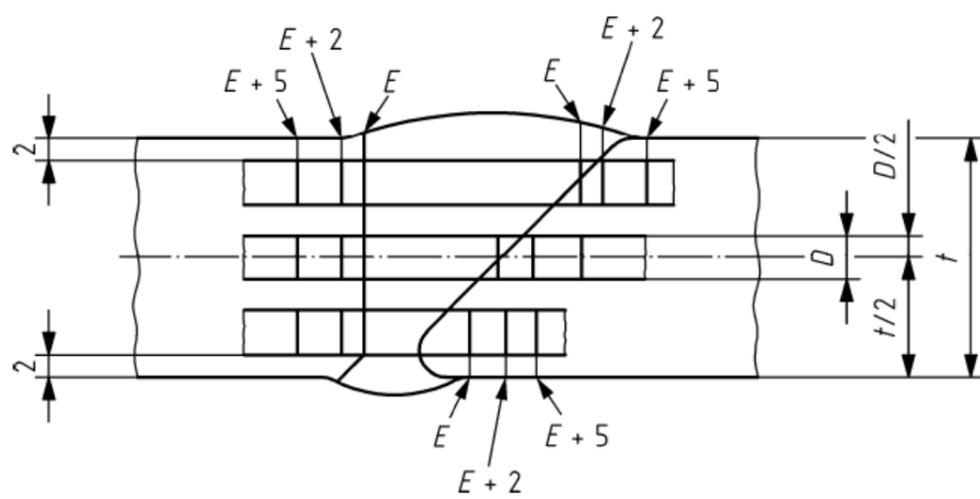
表E.6 型材对接焊缝的力学测试要求

测试类型	测试编号	测试位置	标准
宏观/硬度	2	见E.4.4和E.4.2	325HV10, 当接受值是最大值350HV10, 线能量0.7HJ/mm除外 (见E.5c)
夏比V型	每个位置测试3次	测试位置如下: a) 轧制方向纵向 (或者经购买者和供货商协定, S355G12, S420G4和S460G4测试位置是轧制方向横向); 从直边, 表面和板厚中部, FL-2, FL, FL+2和FL+5(见E.4.2, E5.a)和图E.1)。如果购买者和供货商协定, 可在倒角边检测。	在-40°C检测以满足以下标准: a) S355钢级, 最小平均值为36J, 最小单个值是26J; b) S420钢级, 最小平均值为42J, 最小单个值是29J; c) S460钢级, 最小平均值为46J, 最小单个值是32J。
CTOD	每个位置检测三次	测试位置如下: a) 轧制方向纵向 (或者经购买者和供货商协定, S355G12, S420G4和S460G4测试位置是轧制方向横向); b) 在以下位置: 1) GHAZ; 2) SCHAZ/ICHAJ边界; 3) 焊接金属。(见E.4.3.2)	在-10°C检测以满足购买者定义的CTOD值 (见E5b)。
十字交叉焊缝拉伸	2	十字交叉焊缝 (见E4.5)	(见E5d)。

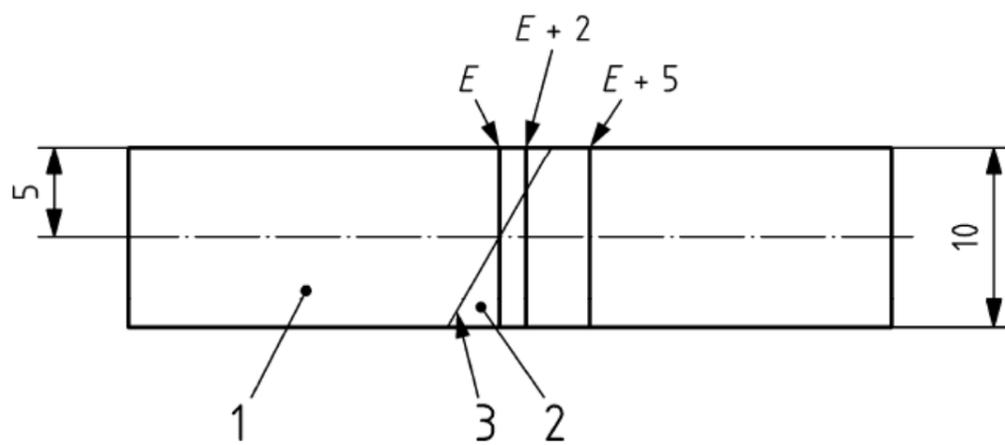
a 对于型材, 应在切口边缘对接焊缝处进行焊接测试, 以允许测试在纵向或横向 (见E6a)和b)。在所有情况下, 应从1/6边缘宽度位置。

表E.7 空心型材对接焊缝的力学测试要求

测试类型	测试编号	测试位置	标准
宏观/硬度	2	见E.4.4和E.4.2	325HV10, 当接受值是最大值 350HV10, 线能量0.7HJ/mm除 外(见E.5c)
夏比V型	每个位置 测试3次	测试位置如下: a) 管轧制方向纵向; b) 从直边, 表面和板厚中部, FL-2, FL, FL+2和FL+5(见 E.4.2, E5.a)和图E.1)。如 果购买者和供货商协定, 可 在倒角边检测。	在-40°C检测以满足以下标准: a) S355钢级, 最小平均值为 36J, 最小单个值是26J; b) S420钢级, 最小平均值为 42J, 最小单个值是29J; c) S460钢级, 最小平均值为 46J, 最小单个值是32J。
CTOD	随意	购买者和供货者协定,	-
十字交叉焊 缝拉伸	2	十字交叉焊缝(见E4.5)	(见E5d)。
a 对于管材, 焊接测试应在全部管壁或部分管壁上, 以使测试在纵轴方向上。根据EN ISO 6947, 焊接位置应在已被旋转的平面(PA)处, 除非供货者和购买者已经达成协定。			



a) 单坡口

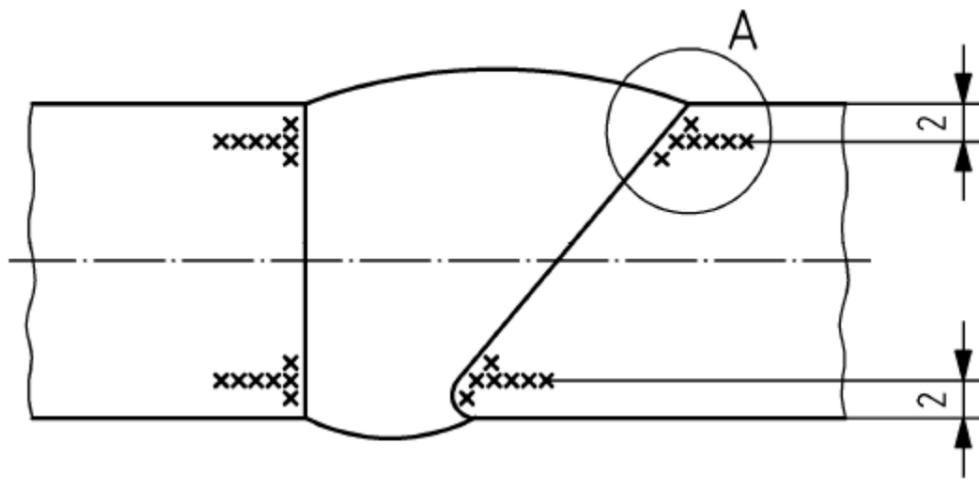


b) 焊缝坡口侧夏比V型试样的开槽位置

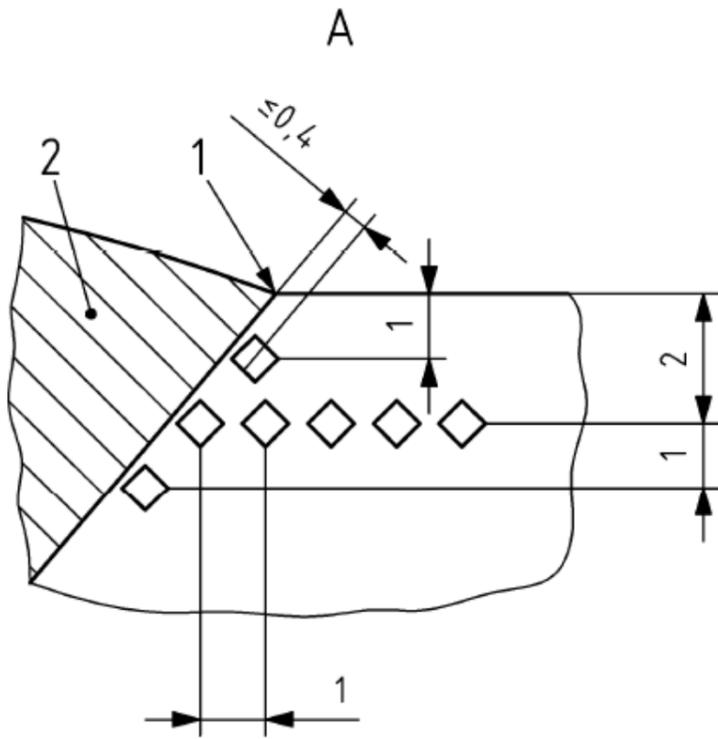
关键词:

焊接金属; 2 热影响区 (HAZ); 3 焊接熔合线; D 试样尺寸; E 熔合线; t 板厚

图E.1 板材对接焊缝夏比V型冲击试样的取样位置 (见E.4.2)



a) 总布置图

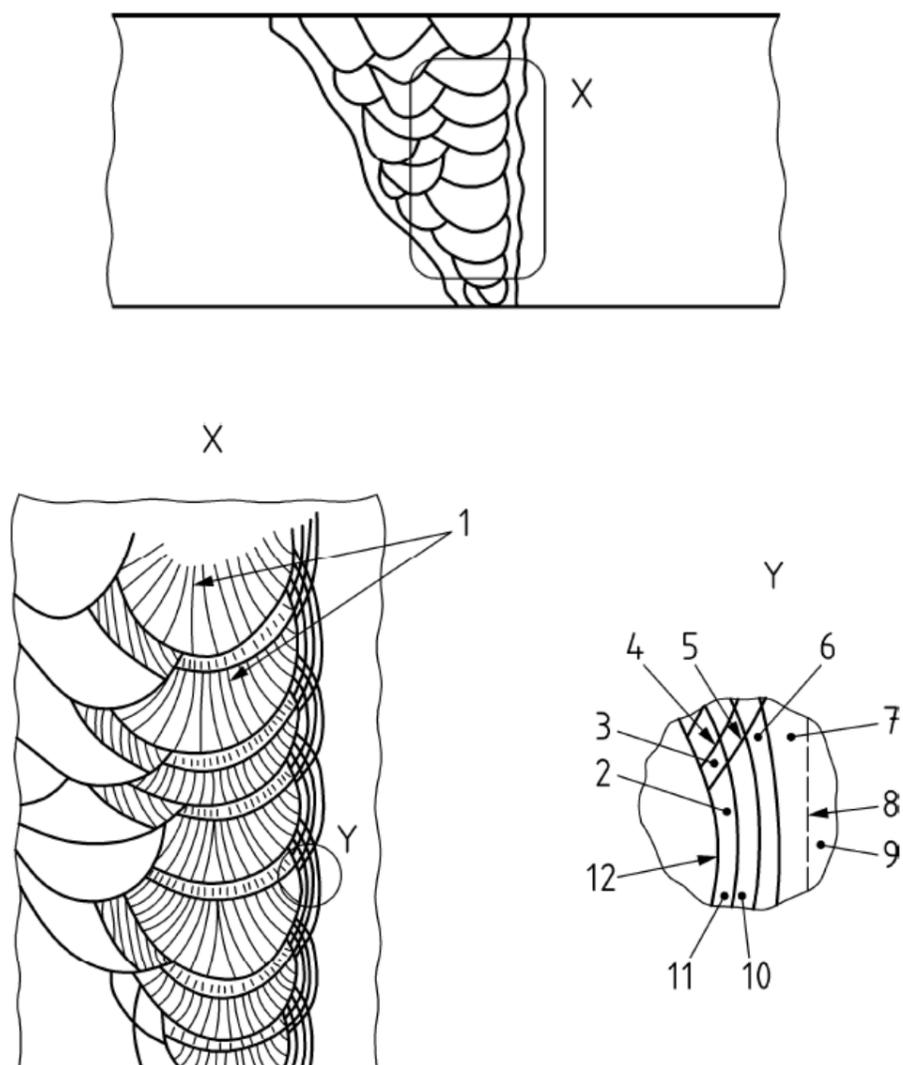


b) A区域的放大图

关键词:

1 熔合线; 2 焊缝

图E.2 对接焊缝试样的硬度测试 (见E.4.4)



关键词:

1 柱形焊接金属; 2 SRGCHAZ—亚临界再加热GCHAZ (晶粒粗化热影响区); 3 IRGCHAZ—两相再加热GCHAZ (晶粒粗化热影响区)<sup>a</sup>; 4  $A_{c3}$ ; 5  $A_{c1}$ ; 6 不变的<sup>b</sup>ICHAZ (两相热影响区); 7 不变的<sup>b</sup>SCHAZ (亚临界热影响区); 8 不明显边界; 9 母材金属; 10 不变的<sup>b</sup>FGHAZ (细晶粒热影响区); 11 不变的<sup>b</sup>GCHAZ (晶粒粗化热影响区); 12 熔合线; a 多重焊道区; b 单焊道区;

图E.3 在单坡口多焊道焊缝的HAZ区 (见E.4.3.1)