

承压用扁平钢产品---第二部分  
规定高温性能的合金钢和非合金钢

EN10028-2: 2003

代替 EN10028-2: 1992 (1993)

---

目 录

前言

1 范围

2 引用标准

3 术语和定义

4 尺寸和尺寸的公差

5 质量计算

6 分类和牌号

6.1 分类

6.2 牌号

7 由买方提供的信息

7.1 强制信息

7.2 选择项

7.3 订货举例

8 要求

8.1 钢生产工艺

8.2 交货状态

8.3 化学成分

8.4 力学性能

8.5 表面状况

8.6 内部致密性

8.7 抗氢致裂纹

8.8 CrMo 钢的脆化

9 检验

9.1 检验的类型和检验文件

9.2 应完成的检验

9.3 复验

10 试样

11 试验方法

12 标志

附录 A(资料性附录) 热处理准则

附录 B(资料性附录) 时间—温度临界参数  $P_{crit}$  以及消除应力温度和保持时间的可能组合

附录 C(资料性附录) 1% (塑性) 蠕变拉伸强度和蠕变断裂强度的参考数据

附录 D(标准性附录) 抗氢致裂纹的评估

附录 E(标准性附录) 逐步冷却 (编者注: 步冷) 试验

附录 ZA(资料性附录) 本欧洲标准与欧共体 EU 指令 97/23/EC 基本要求的关系

## 前 言

本文件是由 ECISS/TC22 “承压用钢—品种”技术委员会制订的，其秘书长由 DIN 担任。

本欧洲标准应最迟在 2003 年 12 月以相同文本出版物或认可的形式赋予国家标准的地位，与之相冲突的国家标准最迟应于 2003 年 12 月取消。

本文件代替 EN10028-2: 1992 (1993)

本文件是根据欧洲委员会和欧洲自由贸易联合会的授权而制订的，它支持相应的欧共体 (EU) 指令的基本要求。

与 EU 指令的关系，见资料性附录 ZA，这是本文件的组成部分。

本欧洲标准包括下列部分，总题目是“承压用扁平钢产品”：

第一部分：一般要求

第二部分：具有规定高温性能的非合金钢和合金钢

第三部分：正火的可焊接细晶粒钢

第四部分：具有规定低温性能的镍合金钢

第五部分：温度形变轧制 (TMCP) 的可焊接细晶粒钢

第六部分：淬火和回火的可焊接细晶粒钢

第七部分：不锈钢

注意：用两个点 (●●) 标记的条款包含有在询问和订货时可以协商的信息。

附录 A, A, C 仅供参考。附录 D 和 E 为标准性附录。

本文件包括一份参考文献目录。

根据 CEN/CENELEC 的内部规定，以下国家的国家标准组织有义务执行本欧洲标准：奥地利，比利时，捷克，丹麦，芬兰，法国，德国，希腊，匈牙利，冰岛，爱尔兰，意大利，卢森堡，马耳他，荷兰，挪威，葡萄牙，斯洛伐克，西班牙，瑞典，瑞士以及英国。



## 1 范围

本欧洲标准规定了用于制造容器设备的规定了高温性能的可焊非合金和合金钢的扁平产品的要求，这些产品列于表 1 中。

EN10028-1 中的要求和定义同时适用。

## 2 引用标准

本欧洲标准包含有注明日期和未注明日期的其它标准出版物的条文。这些引用标准被引用在正文中的适当位置，并在下文中列出。对于注日期的引用标准，其以后的任何修改或修订仅在本标准通过修改或修订而引用时才适用。对于未注日期的引用标准，其最新版本适用于本标准（包括修改的内容）

EN10028-1: 2000+A1: 2002, 承压用扁平钢产品---第一部分：一般要求

EN10204, 金属产品—检验文件的类型

EN10229, 钢产品抵抗氢致裂纹（HIC）的评价

## 3 术语和定义

列于 EN10028-1 术语和定义适用于本标准。

## 4 尺寸和尺寸的偏差

见 EN10028-1。

## 5 质量的计算

见 EN10028-1。

## 6 分类和名称

### 6.1 分类

依照 EN10020, P235GH, P265GH, P295GH 和 P355GH 是非合金钢，其它所有钢是合金特殊钢。

### 6.2 名称

见 EN10028-1。

## 7 由买方提供的信息

### 7.1 强制性的信息

见 EN10028-1。

### 7.2 选择项

本标准规定了许多选项列举如下。此外，EN10028-1 的相关选项也适用。如果买方在询价和订货时没有明确表示履行这些选项的意愿，产品应按基本规范来提供（同样见 EN10028-1）。

a) 较低的铜含量和最大的锡含量（见表 1，脚注 b）；

b) 最小铬含量为 0.80%（见表 1，脚注 f）；

c) 对于厚度大于 150mm 的产品，其最大碳含量为 0.17%（见表 1，脚注 g）；

d) 在模拟正火状态下试验（见 8.2.2）；

e) 与表 3 规定不同的交货状态（见 8.2.2 和 8.2.3）；

f) P235GH, P265GH, P295GH 和 P355GH 规定最大碳当量（见 8.3.3）；

- g) 依照 EN10229 进行 HIC 试验 (8.7);
- h) 依照附录 E 进行逐阶段冷却试验 (编者注: 步冷试验) (见 8.8);
- i) 冲击试验采用厚度中心处试样 (编者注: 厚度 1/2 处) (见条款 10);
- j) 厚度大于 250mm 的产品的力学性能 (见表 3, 脚注 a);
- k) 通常交货状态是+NT 而制定交货状态是+QT, (见表 3 脚注 c 和表 4 脚注 c);
- l) 另外的冲击功值 (见表 3, 脚注 f);
- m) 为增加的厚度产品规定高温  $R_{p0.2}$  数值。

### 7.3 订货示例

通常尺寸的 10 张钢板, 厚度=50mm, 宽度=2000mm, 长度=10000mm, 规定在 EN10028-2 中的 16Mo3 钢, 数字代号为 1.5415, 不处理交货, 规定在 EN10204 中的 3.1.B 检验文件。

10 张钢板—50×2000×10000—EN10028-2 16Mo3+AR (编者注: 热轧)--检验文件 3.1.B 或

10 张钢板—50×2000×10000—EN10028-2 1.5415+AR (编者注: 热轧)--检验文件 3.1.B 8 要求

### 8.1 钢生产工艺

见 EN10028-1。

### 8.2 交货状态

8.2.1 除非另外在询价和订货时协商, 本标准中的产品应以表 3 中的通常状态提供 (见 8.2.3)。

8.2.2 ●● 对于 P235GH, P265GH, P295GH 和 P355GH 钢种, 根据生产厂的意愿, 可以用正火轧制来代替正火。在这种情况下, 试样应按照在询问和订货时协商的试验频率进行模拟正火, 以验证性能符合要求。

8.2.3 ●● 如果在询价和订货时协商, P235GH, P265GH, P295GH, P355GH 和 16Mo3 钢种也可以不处理状态交货。其它合金钢品种可以回火或正火状态, 在特殊情况下, 如果协商同意也可用不热处理状态 (附录 A 包含了为买方的热处理信息)。

在这些情况下, 试验应在按表 3 规定的交货状态的试样上完成。

注: 模拟热处理状态试样的试验, 不能解除制造商要为成品提供达到规定性能保证的责任。

### 8.2.4 EN1011-1 和 EN1011-2 中提供的焊接信息

注: 过度的焊后热处理状态能够降低力学性能。消除应力时, 预期的时间温度参数不超过附录 B 中的临界数值 ( $P_{crit}$ ), 买方在询价和订货时应事先告诉生产商, 适合的话, 可以同意在模拟热处理试样试验以检验经过这样的热处理后, 本欧洲标准规定的性能是否能有效满足。

$$P = T_S (20 + \lg t) \times 10^{-3}$$

$T_S$  为消除应力温度, 单位 K。  $T_S$  为保持时间, 单位小时。

### 8.3 化学成分

8.3.1 根据熔炼分析的化学成分应符合表 1 的要求。

8.3.2 成品分析相对于表 1 熔炼分析规定值的偏离值不应超出表 2 的规定数据。

8.3.3 ●● 对于 P235GH, P265GH, P295GH, P355GH 钢种, 可以在询价和订货时协商最大碳当量。这种情况下, 下列公式适用于碳当量 (CEV) 的计算:

$$CEV=C+Mn/6+(Cr+Mo+V)/5+(Ni+Cu)/15$$

8.4 力学性能

8.4.1 应符合表 3 和表 4 给出的数据 (也可见 EN10028-1 和条款 10)。

8.4.2 附录 C 为买方提供了作为初步数据的 1% (塑性) 蠕变拉伸和蠕变断裂的平均值。

8.5 表面质量

见 EN10028-1。

8.6 内部质量

见 EN10028-1。

内部质量的可行的检验, 也见 EN10028-1。

8.7 抗氢致裂纹

当暴露于腐蚀性的 H<sub>2</sub>S 环境时, 碳钢和低合金钢易于产生裂纹, 通常称为“酸性服役”。

●●可以在询价和订货时规定按照附录 D 进行抗氢致裂纹的评估试验。

8.8 CrMo 钢的脆化

CrMo 钢在温度介于约 400°C 和 500°C 工作时可趋于变脆。这些可能的脆化趋势可在实验室通过“逐段冷却”(编者注: 步冷试验) 试验模拟产生。在这个试验中, 试件被置于所给出的一个温度—时间循环中, 从逐段冷却试验之前和之后的改变可以测定脆化情况。

9 检验

9.1 检验和检验文件的类型

见 EN10028-1。

9.2 要完成的检验

见 EN10028-1 和 8.7、8.8。

9.3 复验

见 EN10028-1。

10 取样

见 EN10028-1。

●●对于冲击试验, 有别于 EN10028-1: 2000+A1: 2002, 图 2, 脚注 f, 可在询价和订货时协商试样取自厚度中部。此时, 试验温度和最小冲击功也应该协商。

11 试验方法

见 EN10028-1, 及附录 D 和 E。

12 标志

见 EN10028-1。

表 1 化学成分（熔炼分析）a

| 钢种              |        | %质量            |                 |                |            |            |            |             |                |               |               |                 |               |           |
|-----------------|--------|----------------|-----------------|----------------|------------|------------|------------|-------------|----------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|-----------|
| 牌号              | 数字     | C              | Si <sub>i</sub> | Mn             | P          | S          | Al 全       | N           | Cr             | Cu b          | Mo            | Nb              | Ni            | Ti        |
| P235GH          | 1.0345 | ≤<br>0.16      | ≤<br>0.35       | 0.60C-<br>1.20 | ≤<br>0.025 | ≤<br>0.015 | ≥<br>0.020 | ≤<br>0.012d | ≤<br>0.30      | ≤<br>0.30     | ≤<br>0.08     | ≤<br>0.020      | ≤<br>0.30     | ≤<br>0.03 |
| P265GH          | 1.0425 | ≤<br>0.20      | ≤<br>0.40       | 0.80C-<br>1.40 | ≤<br>0.025 | ≤<br>0.015 | ≥<br>0.020 | ≤<br>0.012d | ≤<br>0.30      | ≤<br>0.30     | ≤<br>0.08     | ≤<br>0.020      | ≤<br>0.30     | ≤<br>0.03 |
| P295GH          | 1.0481 | 0.08-<br>0.20  | ≤<br>0.40       | 0.90C-<br>1.50 | ≤<br>0.025 | ≤<br>0.015 | ≥<br>0.020 | ≤<br>0.012d | ≤<br>0.30      | ≤<br>0.30     | ≤<br>0.08     | ≤<br>0.020      | ≤<br>0.30     | ≤<br>0.03 |
| P355GH          | 1.0473 | 0.10-<br>0.22  | ≤<br>0.60       | 1.10-<br>1.70  | ≤<br>0.025 | ≤<br>0.015 | ≥<br>0.020 | ≤<br>0.012d | ≤<br>0.30      | ≤<br>0.30     | ≤<br>0.08     | ≤<br>0.020      | ≤<br>0.30     | ≤<br>0.03 |
| 16Mo3           | 1.5415 | 0.12-<br>0.20  | ≤<br>0.35       | 0.40-<br>0.90  | ≤<br>0.025 | ≤<br>0.010 | e          | ≤<br>0.012  | ≤<br>0.30      | ≤<br>0.30     | 0.25-<br>0.35 | -               | ≤<br>0.30     | -         |
| 18MnMo4-5       | 1.5414 | ≤<br>0.20      | ≤<br>0.40       | 0.90-<br>1.50  | ≤<br>0.015 | ≤<br>0.005 | e          | ≤<br>0.012  | ≤<br>0.30      | ≤<br>0.30     | 0.45-<br>0.60 | -               | ≤<br>0.30     | -         |
| 20MnMoNi4-5     | 1.6311 | 0.15-<br>0.23  | ≤<br>0.40       | 1.00-<br>1.50  | ≤<br>0.020 | ≤<br>0.010 | e          | ≤<br>0.012  | ≤<br>0.20      | ≤<br>0.20     | 0.45-<br>0.60 | -               | 0.40-<br>0.80 | -         |
| 15NiCuMoNb5-6-4 | 1.6368 | ≤<br>0.17      | 0.25-<br>0.50   | 0.80-<br>1.20  | ≤<br>0.025 | ≤<br>0.010 | ≥<br>0.015 | ≤<br>0.020  | ≤<br>0.30      | 0.50-<br>0.80 | 0.25-<br>0.50 | 0.015-<br>0.045 | 1.00-<br>1.30 | -         |
| 13CrMo4-5       | 1.7335 | 0.08-<br>0.18  | ≤<br>0.35       | 0.40-<br>1.00  | ≤<br>0.025 | ≤<br>0.010 | e          | ≤<br>0.012  | 0.70f-<br>1.15 | ≤<br>0.30     | 0.40-<br>0.60 | -               | -             | -         |
| 13CrMoSi5-5     | 1.7336 | ≤<br>0.17      | 0.50-<br>0.80   | 0.40-<br>0.65  | ≤<br>0.015 | ≤<br>0.005 | e          | ≤<br>0.012  | 1.00-<br>1.50  | ≤<br>0.30     | 0.45-<br>0.65 | -               | ≤<br>0.30     | -         |
| 10CrMo9-10      | 1.7380 | 0.08-<br>0.14g | ≤<br>0.50       | 0.40-<br>0.80  | ≤<br>0.020 | ≤<br>0.010 | e          | ≤<br>0.012  | 2.00-<br>2.50  | ≤<br>0.30     | 0.90-<br>1.10 | -               | -             | -         |

表 1 化学成分 (熔炼分析) a

| 钢种            |        | %质量           |                 |               |            |            |                 |                 |               |                 |               |                        |           |
|---------------|--------|---------------|-----------------|---------------|------------|------------|-----------------|-----------------|---------------|-----------------|---------------|------------------------|-----------|
| 牌号            | 数字     | C             | Si <sub>i</sub> | Mn            | P          | S          | Al 全            | N               | Cr            | Cu <sup>b</sup> | Mo            | Nb                     | Ni        |
| 12CrMo9-10    | 1.7375 | 0.10-<br>0.15 | ≤<br>0.30       | 0.30-<br>0.80 | ≤<br>0.015 | ≤<br>0.010 | 0.010-<br>0.040 | ≤<br>0.012      | 2.00-<br>2.50 | ≤<br>0.25       | 0.90-<br>1.10 | -                      | ≤<br>0.30 |
| X12CrMo5      | 1.7362 | 0.10-<br>0.15 | ≤<br>0.50       | 0.30-<br>0.60 | ≤<br>0.020 | ≤<br>0.005 | e               | ≤<br>0.012      | 4.00-<br>6.00 | ≤<br>0.30       | 0.45-<br>0.65 | -                      | ≤<br>0.30 |
| 13CrMoV9-10   | 1.7703 | 0.11-<br>0.15 | ≤<br>0.10       | 0.30-<br>0.60 | ≤<br>0.015 | ≤<br>0.005 | e               | ≤<br>0.012      | 2.00-<br>2.50 | ≤<br>0.20       | 0.90-<br>1.10 | ≤<br>0.07              | ≤<br>0.25 |
| 12CrMoV12-10  | 1.7767 | 0.10-<br>0.15 | ≤<br>0.15       | 0.30-<br>0.60 | ≤<br>0.015 | ≤<br>0.005 | e               | ≤<br>0.012      | 2.75-<br>3.25 | ≤<br>0.25       | 0.90-<br>1.10 | ≤<br>0.07 <sup>h</sup> | ≤<br>0.25 |
| X10CrMoVNb9-1 | 1.4903 | 0.08-<br>0.12 | ≤<br>0.50       | 0.30-<br>0.60 | ≤<br>0.020 | ≤<br>0.005 | ≤<br>0.040      | 0.030-<br>0.070 | 8.00-<br>9.50 | ≤<br>0.30       | 0.85-<br>1.05 | 0.06-<br>0.10          | ≤<br>0.30 |

注: a 没有买方同意, 未列入表中的元素不得有意加入钢中。应采取所有适当措施防止从废钢或其它生产材料中混入影响材

b ●●较低的最大铜含量和/或铜加锡的最大值, 如  $Cu+6Sn \leq 0.33\%$ , 可以在询价和订货时协商, 如有关钢的热成形时

c 对于厚度  $< 6mm$  的产品, 最小锰含量比规定值低 0.20% 是允许的。

d  $Al/N$  应  $\geq 2$ 。

e 熔炼铝含量应分析并在检验文件中给出。

f ●●如果抵抗加压的氢是重要的话, 可以在询价和订货时协商 Cr 含量最低为 0.80%。

g ●●对于厚度大于 150mm 的产品, 可以在询价和订货时协商 C 含量最大为 0.17%。

h 可以采用 Ti+B 或 Nb+Ca 来生产这个钢。下面的最小含量适用: Ti+B 时,  $Ti \geq 0.015\%$  和  $B \geq 0.001\%$ , Nb+Ca 时,  $Nb \geq$

表 2 在表 1 中规定的熔炼分析界限值所允许的成品分析偏差

| 元素          | 根据表 1 的熔炼分析规定数值<br>%质量 | 成品分析的允许偏差 <sup>a</sup><br>%质量 |
|-------------|------------------------|-------------------------------|
| C           | ≤0.23                  | ±0.02                         |
| Si          | ≤0.35                  | ±0.05                         |
|             | >0.35--≤1.00           | ±0.06                         |
| Mn          | ≤1.00                  | ±0.05                         |
|             | >1.00--≤1.70           | ±0.10                         |
| P           | ≤0.015                 | +0.003                        |
|             | >0.015--≤0.025         | +0.005                        |
| S           | ≤0.015                 | +0.003                        |
| Al          | ≥0.010                 | ±0.005                        |
| B           | ≤0.003                 | ±0.0005                       |
| N           | ≤0.020                 | +0.002                        |
|             | >0.020--≤0.070         | ±0.005                        |
| Cr          | ≤2.0                   | ±0.05                         |
|             | >2.00--≤10.00          | ±0.10                         |
| Cu          | ≤0.30                  | ±0.05                         |
|             | >0.30--≤0.80           | ±0.10                         |
| Mo          | ≤0.35                  | ±0.03                         |
|             | >0.35--≤1.10           | +0.04                         |
| Nb          | ≤0.10                  | ±0.01                         |
| Ni          | ≤0.30                  | +0.05                         |
|             | >0.30--≤1.30           | ±0.10                         |
| Cr+Cu+Mo+Ni | ≤0.70                  | +0.05                         |
| Ti          | ≤0.03                  | ±0.01                         |
| V           | ≤0.05                  | ±0.01                         |
|             | >0.05--≤0.30           | ±0.03                         |

a 如果一炉钢进行多次成品分析且单个元素确定值超出了化学成分的允许范围，只允许此值超出最大允许值或低于最小允许值，对于一炉钢二者不能同时。

表3 力学性能（适用于横向）<sup>a</sup>

| 钢种     |        | 通常交货状态<br>b,c   | 产品厚度<br>t,mm | 室温拉伸性能                    |                   |                        | 最小冲击功, KV,<br>J, °C |    |     |
|--------|--------|-----------------|--------------|---------------------------|-------------------|------------------------|---------------------|----|-----|
|        |        |                 |              | 屈服强度<br>ReH<br>MPa,<br>最小 | 抗拉强度<br>Rm<br>MPa | 断后伸<br>长率 A<br>%<br>最小 | -20                 | 0  | +20 |
| 名称     | 数字     |                 |              |                           |                   |                        |                     |    |     |
| P235GH | 1.0345 | +N <sup>d</sup> | ≤16          | 235                       | 360--480          | 24                     | 27                  | 34 | 40  |
|        |        |                 | 16<t≤40      | 225                       |                   |                        |                     |    |     |
|        |        |                 | 40<t≤60      | 215                       |                   |                        |                     |    |     |
|        |        |                 | 60<t≤100     | 200                       |                   |                        |                     |    |     |
|        |        |                 | 100<t≤150    | 185                       | 350--480          |                        |                     |    |     |
|        |        |                 | 150<t≤250    | 170                       | 340--480          |                        |                     |    |     |
| P265GH | 1.0425 | +N <sup>d</sup> | ≤16          | 265                       | 410--530          | 22                     | 27                  | 34 | 40  |
|        |        |                 | 16<t≤40      | 255                       |                   |                        |                     |    |     |
|        |        |                 | 40<t≤60      | 245                       |                   |                        |                     |    |     |
|        |        |                 | 60<t≤100     | 215                       |                   |                        |                     |    |     |
|        |        |                 | 100<t≤150    | 200                       | 400—530           |                        |                     |    |     |
|        |        |                 | 150<t≤250    | 185                       | 390--530          |                        |                     |    |     |
| P295GH | 1.0481 | +N <sup>d</sup> | ≤16          | 295                       | 460—580           | 21                     | 27                  | 34 | 40  |
|        |        |                 | 16<t≤40      | 290                       |                   |                        |                     |    |     |
|        |        |                 | 40<t≤60      | 285                       |                   |                        |                     |    |     |
|        |        |                 | 60<t≤100     | 260                       |                   |                        |                     |    |     |
|        |        |                 | 100<t≤150    | 235                       | 440—570           |                        |                     |    |     |
|        |        |                 | 150<t≤250    | 220                       | 430--570          |                        |                     |    |     |
| P355GH | 1.0473 | +N <sup>d</sup> | ≤16          | 355                       | 510—650           | 20                     | 27                  | 34 | 40  |
|        |        |                 | 16<t≤40      | 345                       |                   |                        |                     |    |     |
|        |        |                 | 40<t≤60      | 335                       |                   |                        |                     |    |     |
|        |        |                 | 60<t≤100     | 315                       | 490—630           |                        |                     |    |     |
|        |        |                 | 100<t≤150    | 295                       | 480—630           |                        |                     |    |     |
|        |        |                 | 150<t≤250    | 280                       | 470--630          |                        |                     |    |     |
| 16Mo3  | 1.5415 | +N <sup>e</sup> | ≤16          | 275                       | 440—590           | 22                     | f                   | f  | 31  |
|        |        |                 | 16<t≤40      | 270                       |                   |                        |                     |    |     |
|        |        |                 | 40<t≤60      | 260                       |                   |                        |                     |    |     |
|        |        |                 | 60<t≤100     | 240                       | 430—560           |                        |                     |    |     |
|        |        |                 | 100<t≤150    | 220                       | 420—570           |                        |                     |    |     |
|        |        |                 | 150<t≤250    | 210                       | 410--570          |                        |                     |    |     |

续表 3

| 钢种              |        | 通常<br>交货<br>状态<br>b,c | 产品厚度<br>t,mm | 室温拉伸性能                        |                   |   | 最小冲击功,<br>KV, J, °C |    |     |
|-----------------|--------|-----------------------|--------------|-------------------------------|-------------------|---|---------------------|----|-----|
| 名称              | 数字     |                       |              | 屈服<br>强度<br>ReH<br>MPa,<br>最小 | 抗拉强度<br>Rm<br>MPa | 断<br>后<br>伸<br>长<br>率<br>A<br>%<br>最<br>小 | -20                 | 0  | +20 |
| 18MnMo4-5       | 1.5414 | +NT                   | ≤60          | 345                           | 510--650          | 20  | 27                  | 34 | 40  |
|                 |        |                       | 60<t≤150     | 325                           |                   |   |                     |    |     |
|                 |        | +QT                   | 150<t≤250    | 310                           | 480--620          |   |                     |    |     |
| 20MnMoNi4-5     | 1.6311 | +QT                   | ≤40          | 470                           | 590--750          | 18  | 27                  | 40 | 50  |
|                 |        |                       | 40<t≤60      | 460                           | 590--730          |   |                     |    |     |
|                 |        |                       | 60<t≤100     | 450                           | 570--710          |   |                     |    |     |
|                 |        |                       | 100<t≤150    | 440                           |                   |   |                     |    |     |
|                 |        |                       | 150<t≤250    | 400                           | 560--700          |   |                     |    |     |
| 15NiCuMoNb5-6-4 | 1.6368 | +NT                   | ≤40          | 460                           | 610--780          | 16  | 27                  | 34 | 40  |
|                 |        |                       | 40<t≤60      | 440                           |                   |   |                     |    |     |
|                 |        |                       | 60<t≤100     | 430                           | 600--760          |   |                     |    |     |
|                 |        | +NT<br>或 +<br>QT      | 100<t≤150    | 420                           | 590--740          |   |                     |    |     |
|                 |        | +QT                   | 150<t≤200    | 410                           | 580--740          |   |                     |    |     |
| 13CrMo4-5       | 1.7335 | +NT                   | ≤16          | 300                           | 450—600           | 19  | f                   | f  | 31  |
|                 |        |                       | 16<t≤60      | 290                           |                   |   |                     |    |     |
|                 |        |                       | 60<t≤100     | 270                           | 440—590           |   | f                   | f  | 27  |
|                 |        | +NT<br>或 +<br>QT      | 100<t≤150    | 255                           | 430--580          |   | f                   | f  | f   |
|                 |        | +QT                   | 150<t≤250    | 245                           | 420—570           |   |                     |    |     |
| 13CrMoSi5-5     | 1.7336 | +NT                   | ≤60          | 310                           | 510—690           | 20  | f                   | 27 | 34  |
|                 |        |                       | 60<t≤100     | 300                           | 480--660          |   |                     |    |     |
|                 |        | +QT                   | ≤60          | 400                           | 510--690          |   | 27                  | 34 | 40  |
|                 |        |                       | 60<t≤100     | 390                           | 500—680           |   |                     |    |     |
|                 |        |                       | 100<t≤250    | 380                           | 490—670           |   |                     |    |     |

表 3 完

| 钢种            |        | 通常<br>交货<br>状态<br>b,c | 产品厚度<br>t,mm | 室温拉伸性能                        |                   |                                       | 最小冲击功,<br>KV, J, °C |    |     |          |
|---------------|--------|-----------------------|--------------|-------------------------------|-------------------|---------------------------------------|---------------------|----|-----|----------|
| 名称            | 数字     |                       |              | 屈服<br>强度<br>ReH<br>MPa,<br>最小 | 抗拉强度<br>Rm<br>MPa | 断<br>后<br>伸<br>长<br>率<br>A<br>%<br>最小 | -20                 | 0  | +20 |          |
| 10CrMo9-10    | 1.7380 | +NT                   | ≤16          | 310                           | 480--630          | 18                                    | f                   | f  | 31  |          |
|               |        |                       | 16<t≤40      | 300                           |                   |                                       |                     |    |     |          |
|               |        |                       | 40<t≤60      | 290                           |                   |                                       |                     |    |     |          |
|               |        | +NT<br>或<br>+QT       | 60<t≤100     | 280                           | 470--620          | 17                                    | f                   | f  | 27  |          |
|               |        |                       | +QT          | 100<t≤150                     | 260               |                                       |                     |    |     | 460--610 |
|               |        |                       |              | 150<t≤250                     | 250               |                                       |                     |    |     | 450--600 |
| 12CrMo9-10    | 1.7375 | +NT<br>或<br>+QT       | ≤250         | 355                           | 540--690          | 18                                    | 27                  | 40 | 70  |          |
| X12CrMo5      | 1.7362 | +NT                   | ≤60          | 320                           | 510--690          | 20                                    | 27                  | 34 | 40  |          |
|               |        |                       | 60<t≤150     | 300                           | 480--660          |                                       |                     |    |     |          |
|               |        | +QT                   | 150<t≤250    | 300                           | 450--630          |                                       |                     |    |     |          |
| 13CrMoV9-10   | 1.7703 | +NT                   | ≤60          | 455                           | 600--780          | 18                                    | 27                  | 34 | 40  |          |
|               |        |                       | 60<t≤150     | 435                           | 590--770          |                                       |                     |    |     |          |
|               |        | +QT                   | 150<t≤250    | 415                           | 580--760          |                                       |                     |    |     |          |
| 12CrMoV12-10  | 1.7767 | +NT                   | ≤60          | 455                           | 600--780          | 18                                    | 27                  | 34 | 40  |          |
|               |        |                       | 60<t≤150     | 435                           | 590--770          |                                       |                     |    |     |          |
|               |        | +QT                   | 150<t≤250    | 415                           | 580--760          |                                       |                     |    |     |          |
| X10CrMoVNb9-1 | 1.4903 | +NT                   | ≤60          | 445                           | 580--760          | 18                                    | 27                  | 34 | 40  |          |
|               |        |                       | 60<t≤150     | 435                           | 550--730          |                                       |                     |    |     |          |
|               |        | +QT                   | 150<t≤250    | 435                           | 520--700          |                                       |                     |    |     |          |

a ●● 对于厚度>250mm 的产品的性能可以协商（12CrMo9-10 和 15NiCuMoNb5-6-4 除外）。

b +N=正火；+NT=正火加回火；+QT=淬火加回火

c ●● 对应于通常交货状态是+NT 的产品厚度，较高的强度和冲击功值可以在+QT 交货状态时协商。

d 见 8.2.2

e 根据制造商的意愿，钢也可以按+NT 状态提供。

f ●● 可以在询价和订货时协商数值。

表4 高温时最小的0.2%屈服强度数值

| 钢种     |        | 产品厚度<br>t,mm | 下列温度(°C)时的最小0.2%屈服强度<br>R <sub>P0.2</sub> , MPa |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|--------|--------|--------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|        |        |              | 50  | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 |
| 名称     | 数字     |              |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| P235GH | 1.0345 | ≤16          | 227   | 214 | 198 | 182 | 167 | 153 | 142 | 133 | --  | --  |
|        |        | 16<t≤40      | 218   | 205 | 190 | 174 | 160 | 147 | 136 | 128 | --  | --  |
|        |        | 40<t≤60      | 208   | 196 | 181 | 167 | 153 | 140 | 130 | 122 | --  | --  |
|        |        | 60<t≤100     | 193   | 182 | 169 | 155 | 142 | 130 | 121 | 114 | --  | --  |
|        |        | 100<t≤150    | 179   | 168 | 156 | 143 | 131 | 121 | 112 | 105 | --  | --  |
|        |        | 150<t≤250    | 164   | 155 | 143 | 132 | 121 | 111 | 103 | 97  | --  | --  |
| P265GH | 1.0425 | ≤16          | 256   | 241 | 223 | 205 | 188 | 173 | 160 | 150 | --  | --  |
|        |        | 16<t≤40      | 247   | 232 | 215 | 197 | 181 | 166 | 154 | 145 | --  | --  |
|        |        | 40<t≤60      | 237   | 223 | 206 | 190 | 174 | 160 | 148 | 139 | --  | --  |
|        |        | 60<t≤100     | 208   | 196 | 181 | 167 | 153 | 140 | 130 | 122 | --  | --  |
|        |        | 100<t≤150    | 193   | 182 | 169 | 155 | 142 | 130 | 121 | 114 | --  | --  |
|        |        | 150<t≤250    | 179   | 168 | 156 | 143 | 131 | 121 | 112 | 105 | --  | --  |
| P295GH | 1.0481 | ≤16          | 285   | 268 | 249 | 228 | 209 | 192 | 178 | 167 | --  | --  |
|        |        | 16<t≤40      | 280   | 264 | 244 | 225 | 206 | 189 | 175 | 165 | --  | --  |
|        |        | 40<t≤60      | 276   | 259 | 240 | 221 | 202 | 186 | 172 | 162 | --  | --  |
|        |        | 60<t≤100     | 251   | 237 | 219 | 201 | 184 | 170 | 157 | 148 | --  | --  |
|        |        | 100<t≤150    | 227   | 214 | 198 | 182 | 167 | 153 | 142 | 133 | --  | --  |
|        |        | 150<t≤250    | 213   | 200 | 185 | 170 | 156 | 144 | 133 | 125 | --  | --  |
| P355GH | 1.0473 | ≤16          | 343   | 323 | 299 | 275 | 252 | 232 | 214 | 202 | --  | --  |
|        |        | 16<t≤40      | 334   | 314 | 291 | 267 | 245 | 225 | 208 | 196 | --  | --  |
|        |        | 40<t≤60      | 324   | 305 | 282 | 259 | 238 | 219 | 202 | 190 | --  | --  |
|        |        | 60<t≤100     | 305   | 287 | 265 | 244 | 224 | 206 | 190 | 179 | --  | --  |
|        |        | 100<t≤150    | 285   | 268 | 249 | 228 | 209 | 192 | 178 | 167 | --  | --  |
|        |        | 150<t≤250    | 271   | 255 | 236 | 217 | 199 | 183 | 169 | 159 | --  | --  |
| 16Mo3  | 1.5415 | ≤16          | 273   | 264 | 250 | 233 | 213 | 194 | 175 | 159 | 147 | 141 |
|        |        | 16<t≤40      | 268   | 259 | 245 | 228 | 209 | 190 | 172 | 156 | 145 | 139 |
|        |        | 40<t≤60      | 258   | 250 | 236 | 220 | 202 | 183 | 165 | 150 | 139 | 134 |
|        |        | 60<t≤100     | 238   | 230 | 218 | 203 | 186 | 169 | 153 | 139 | 129 | 123 |
|        |        | 100<t≤150    | 218   | 211 | 200 | 186 | 171 | 155 | 140 | 127 | 118 | 113 |
|        |        | 150<t≤250    | 208   | 202 | 191 | 178 | 163 | 148 | 134 | 121 | 113 | 108 |

表 4 (续)

| 钢种              |               | 产品厚度 t,mm | 下列温度 (°C) 时的最小 0.2%屈服强度 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----------------|---------------|-----------|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                 |               |           | R <sub>p0.2</sub> , MPa |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 名称              | 数字            |           | 50                      | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 |
| 18MnMo4-5       | 1.5414        | ≤60       | 330                     | 320 | 315 | 310 | 295 | 285 | 265 | 235 | 215 | --  |
|                 |               | 60<t≤150  | 320                     | 310 | 305 | 300 | 285 | 275 | 255 | 225 | 205 | --  |
|                 |               | 150<t≤250 | 310                     | 300 | 295 | 290 | 275 | 265 | 245 | 220 | 200 | --  |
| 20MnMoNi4-5     | 1.6311        | ≤40       | 460                     | 448 | 439 | 432 | 424 | 415 | 402 | 384 | --  | --  |
|                 |               | 40<t≤60   | 450                     | 438 | 430 | 423 | 415 | 406 | 394 | 375 | --  | --  |
|                 |               | 60<t≤100  | 441                     | 429 | 420 | 413 | 406 | 398 | 385 | 367 | --  | --  |
|                 |               | 100<t≤150 | 431                     | 419 | 411 | 404 | 397 | 389 | 377 | 359 | --  | --  |
|                 |               | 150<t≤250 | 392                     | 381 | 374 | 367 | 361 | 353 | 342 | 327 | --  | --  |
| 15NiCuMoNb5-6-4 | 1.6368        | ≤40       | 447                     | 429 | 415 | 403 | 391 | 380 | 366 | 351 | 331 | --  |
|                 |               | 40<t≤60   | 427                     | 410 | 397 | 385 | 374 | 363 | 350 | 335 | 317 | --  |
|                 |               | 60<t≤100  | 418                     | 401 | 388 | 377 | 366 | 355 | 342 | 328 | 309 | --  |
|                 |               | 100<t≤150 | 408                     | 392 | 379 | 368 | 357 | 338 | 335 | 320 | 302 | --  |
|                 |               | 150<t≤200 | 398                     | 382 | 370 | 359 | 349 | 153 | 327 | 313 | 295 | --  |
| 13CrMo4-5       | 1.7335        | ≤16       | 294                     | 285 | 269 | 252 | 234 | 216 | 200 | 186 | 175 | 164 |
|                 |               | 16<t≤60   | 285                     | 275 | 260 | 243 | 226 | 209 | 194 | 180 | 169 | 159 |
|                 |               | 60<t≤100  | 265                     | 256 | 242 | 227 | 210 | 195 | 180 | 168 | 157 | 148 |
|                 |               | 100<t≤150 | 250                     | 242 | 229 | 214 | 199 | 184 | 170 | 159 | 148 | 139 |
|                 |               | 150<t≤250 | 235                     | 223 | 215 | 211 | 199 | 184 | 170 | 159 | 148 | 139 |
| 13CrMoSi5-5+NT  | 1.7336<br>+NT | ≤60       | 299                     | 283 | 268 | 255 | 244 | 233 | 223 | 218 | 206 | --  |
|                 |               | 60<t≤100  | 289                     | 274 | 260 | 247 | 236 | 225 | 216 | 211 | 199 | --  |
| 13CrMoSi5-5+QT  | 1.7336<br>+QT | 60<t≤100  | 384                     | 364 | 352 | 344 | 339 | 335 | 330 | 322 | 309 | --  |
|                 |               | 100<t≤150 | 375                     | 355 | 343 | 335 | 330 | 327 | 322 | 314 | 301 | --  |
|                 |               | 150<t≤250 | 365                     | 346 | 334 | 326 | 322 | 318 | 314 | 306 | 293 | --  |
| 10CrMo9-10      | 1.7380        | ≤16       | 288                     | 266 | 254 | 248 | 243 | 236 | 225 | 212 | 197 | 185 |
|                 |               | 16<t≤40   | 279                     | 257 | 246 | 240 | 235 | 228 | 218 | 205 | 191 | 179 |
|                 |               | 40<t≤60   | 270                     | 249 | 238 | 232 | 227 | 221 | 211 | 198 | 185 | 173 |
|                 |               | 60<t≤100  | 260                     | 240 | 230 | 224 | 220 | 213 | 204 | 191 | 178 | 167 |
|                 |               | 100<t≤150 | 250                     | 237 | 228 | 222 | 219 | 213 | 204 | 191 | 178 | 167 |
|                 |               | 150<t≤250 | 240                     | 227 | 219 | 213 | 210 | 208 | 204 | 191 | 178 | 167 |
| 12CrMo9-10      | 1.7375        | ≤250      | 341                     | 323 | 311 | 303 | 298 | 295 | 292 | 287 | 279 | --  |
| X12CrMo5        | 1.7362        | ≤60       | 310                     | 299 | 295 | 294 | 293 | 291 | 285 | 273 | 253 | 222 |
|                 |               | 60<t≤250  | 290                     | 281 | 277 | 275 | 275 | 273 | 267 | 256 | 237 | 208 |

表 4 完

| 钢种   |        | 产 品 厚<br>度 t,mm | 下列温度 (°C) 时的最小 0.2%屈服强度<br>R <sub>p0.2</sub> , MPa |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|--|--------|-----------------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|  |        |                 | 50   | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 |
| 名称   | 数字     |                 |  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 13CrMoV9-10 <sup>e</sup>   | 1.7703 | ≤60             | 410  | 395 | 380 | 375 | 370 | 365 | 362 | 360 | 350 | --  |
|  |        | 60<t≤250        | 405  | 390 | 370 | 365 | 360 | 355 | 352 | 350 | 340 | --  |
| 12CrMoV12-10 <sup>e</sup>  | 1.7767 | ≤60             | 410  | 395 | 380 | 375 | 370 | 365 | 362 | 360 | 350 | --  |
|  |        | 60<t≤250        | 405  | 390 | 370 | 365 | 360 | 355 | 352 | 350 | 340 | --  |
| X10CrMoVNb9-<br>1  | 1.4903 | ≤60             | 432  | 415 | 401 | 392 | 385 | 379 | 373 | 364 | 349 | 324 |
|  |        | 60<t≤250        | 423  | 406 | 392 | 383 | 376 | 371 | 365 | 356 | 341 | 316 |
| <p>a 这些数值符合依照 EN10314 确定的恰当的趋势曲线的较低区段,其可靠性约为 98% (2s)。</p> <p>b ●● 产品厚度超出规定最大厚度时,高温 R<sub>p0.2</sub> 数值可以协商。</p> <p>c 交货状态在表 3 中给出 (但是见表 3 的脚注 c)。</p> <p>d 数值反映了炉子正火试样的最小值。</p> <p>e R<sub>p0.2</sub> 不是依照 EN10134 确定的,它们是至今为止考虑到的在分散区域内的最小值。</p> |        |                 |  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |

**附录 A**  
(资料性附录)  
**热处理准则**

表 A.1 给出了热处理温度的参考数据。消除应力退火见附录 B。

表 A.1 热处理温度的准则

| 钢种   |        | 温度℃                  |          |                 |
|--|--------|----------------------|----------|-----------------|
| 名称   | 数字     | 正火                   | 奥氏体化     | 回火 <sup>b</sup> |
| P235GH   | 1.0345 | 890—950 <sup>a</sup> | --       | --              |
| P265GH   | 1.0425 | 890—950 <sup>a</sup> | --       | --              |
| P295GH   | 1.0481 | 890—950 <sup>a</sup> | --       | --              |
| P355GH   | 1.0473 | 890—950 <sup>a</sup> | --       | --              |
| 16Mo3  | 1.5415 | 890—950 <sup>a</sup> | --       | c               |
| 18MnMo4-5  | 1.5414 | 890—950              |          | 600--640        |
| 20MnMoNi4-5  | 1.6311 | --                   | 870--940 | 610--690        |
| 15NiCuMoNb5-6-4  | 1.6368 | 880--960             |          | 580--680        |
| 13CrMo4-5  | 1.7335 | 890--950             |          | 630--730        |
| 13CrMoSi5-5  | 1.7336 | 890--950             |          | 650--730        |
| 10CrMo9-10   | 1.7380 | 920--980             |          | 650--750        |
| 12CrMo9-10   | 1.7375 | 920--980             |          | 650--750        |
| X12CrMo5   | 1.7362 | 920--970             |          | 680--750        |
| 13CrMoV9-10  | 1.7703 | 930--990             |          | 675--750        |
| 12CrMoV12-10   | 1.7767 | 930--1000            |          | 675--750        |
| X10CrMoVNb9-1  | 1.4903 | 1040--1100           |          | 730--780        |
| <p>a 当正火时，整个横截面达到规定温度以后，不需进一步维持并且通常应避免。</p> <p>b 当回火时，整个横截面达到规定温度以后，应保持适当的时间。</p> <p>c 必要时，回火温度可以在 590℃--650℃。</p> |        |                      |          |                 |

## 附录 B

(资料性附录)

### 时间—温度临界参数 $P_{crit}$ 以及消除应力温度和保持时间的可能组合

表 B.1 给出了基于 8.2.4 中公式计算出的消除应力时间和相应的最大保温时间而给出的时间—温度临界参数  $P_{crit}$  列于表 B.1 中。

表 B.1 给定消除应力温度下的  $P_{crit}$  数值和许可保温时间

| 钢类型或钢种                   | $P_{crit}$ | 满足 $P_{crit}$ 条件的一定保持时间的消除应力温度 a |     |
|--------------------------|------------|----------------------------------|-----|
|                          |            | 1h                               | 2h  |
| C, CMn 钢                 | 17.3       | 580                              | 575 |
| 16Mo3                    | 17.5       | 590                              | 585 |
| 18MnMo4-5                | 17.5       | 590                              | 585 |
| 20MnMoNi4-5              | 17.5       | 590                              | 585 |
| 15NiCuMoNb5-6-4          | 17.5       | 590                              | 585 |
| 13CrMo4-5                | 18.5       | 640                              | 630 |
| 13CrMoSi5-5              | 18.7       | 650                              | 640 |
| 10CrMo9-10               | 19.2       | 675                              | 665 |
| 12CrMo9-10               | 19.3       | 680                              | 670 |
| X12CrMo5                 | 19.5       | 690                              | 680 |
| 13CrMoV9-10              | 19.4       | 685                              | 675 |
| 12CrMoV12-10             | 19.4       | 685                              | 675 |
| X10CrMoVNb9-1            | 20.5       | 740                              | 730 |
| a 作为指导，选择对应的消除应力温度和保持时间。 |            |                                  |     |

## 附录 C

(资料性附录)

### 1%（塑性）蠕变拉伸强度和蠕变断裂强度的参考数据

注 1 表 C.1 中给出的数值是根据 IS06303 推导出的平均值, 其分散区域为±20%。

注 2 表 C.1 中给出的 1%（塑性）1%（塑性）蠕变拉伸强度和蠕变断裂强度数值并不意味着钢能在这些温度下持续工作。控制因素是运行中的总应力, 有关的氧化情况也要考虑到。

表 C.1 1%（塑性）蠕变拉伸强度和蠕变断裂强度

| 钢种               |        | 温度℃ | 一定时间下 1%（塑性）蠕变<br>拉伸强度, MPa |         | 一定时间下蠕变断裂强度, MPa |         |         |
|------------------|--------|-----|-----------------------------|---------|------------------|---------|---------|
| 名称               | 数字     |     | 10000h                      | 100000h | 10000h           | 100000h | 200000h |
| P235GH<br>P265GH | 1.0345 | 380 | 164                         | 118     | 229              | 165     | 145     |
|                  |        | 390 | 150                         | 106     | 211              | 148     | 129     |
|                  |        | 400 | 136                         | 95      | 191              | 132     | 115     |
|                  |        | 410 | 124                         | 84      | 174              | 118     | 101     |
|                  |        | 420 | 113                         | 73      | 158              | 103     | 89      |
|                  |        | 430 | 101                         | 65      | 142              | 91      | 78      |
|                  | 1.0425 | 440 | 91                          | 57      | 127              | 79      | 67      |
|                  |        | 450 | 80                          | 49      | 113              | 69      | 57      |
|                  |        | 460 | 72                          | 42      | 100              | 59      | 48      |
|                  |        | 470 | 62                          | 35      | 86               | 50      | 40      |
|                  |        | 480 | 53                          | 30      | 75               | 42      | 33      |
|                  |        |     |                             |         |                  |         |         |
| P295GH<br>P355GH | 1.0481 | 380 | 195                         | 153     | 291              | 227     | 206     |
|                  |        | 390 | 182                         | 137     | 266              | 203     | 181     |
|                  |        | 400 | 167                         | 118     | 243              | 179     | 157     |
|                  |        | 410 | 150                         | 105     | 221              | 157     | 135     |
|                  |        | 420 | 135                         | 92      | 200              | 136     | 115     |
|                  |        | 430 | 120                         | 80      | 180              | 117     | 97      |
|                  | 1.0473 | 440 | 107                         | 69      | 161              | 100     | 82      |
|                  |        | 450 | 93                          | 59      | 143              | 85      | 70      |
|                  |        | 460 | 83                          | 51      | 126              | 73      | 60      |
|                  |        | 470 | 71                          | 44      | 110              | 63      | 52      |
|                  |        | 480 | 63                          | 38      | 96               | 55      | 44      |
|                  |        | 490 | 55                          | 33      | 84               | 47      | 37      |
| 16Mo3            | 1.5415 | 500 | 49                          | 29      | 74               | 41      | 30      |
|                  |        | 450 | 216                         | 167     | 298              | 239     | 217     |
|                  |        | 460 | 199                         | 146     | 273              | 208     | 188     |
|                  |        | 470 | 182                         | 126     | 247              | 178     | 159     |
|                  |        | 480 | 166                         | 107     | 222              | 148     | 130     |
|                  |        | 490 | 149                         | 89      | 196              | 123     | 105     |
|                  |        | 500 | 132                         | 73      | 171              | 101     | 84      |
|                  |        | 510 | 115                         | 59      | 147              | 81      | 69      |
| 520              | 99     | 46  | 125                         | 66      | 55               |         |         |
| 530              | 84     | 36  | 102                         | 53      | 45               |         |         |

表 C. 1 (续)

| 钢种              |        | 温度℃         | 一定时间下 1% (塑性) 蠕变拉伸强度, MPa |         | 一定时间下蠕变断裂强度, MPa |         |         |     |     |
|-----------------|--------|-------------|---------------------------|---------|------------------|---------|---------|-----|-----|
| 名称              | 数字     |             | 10000h                    | 100000h | 10000h           | 100000h | 200000h |     |     |
| 18MnMo4-5       | 1.5414 | 425         | 392                       | 314     | 421              | 343     |         |     |     |
|                 |        | 430         | 383                       | 302     | 407              | 330     |         |     |     |
|                 |        | 440         | 360                       | 272     | 380              | 300     |         |     |     |
|                 |        | 450         | 333                       | 240     | 353              | 265     |         |     |     |
|                 |        | 460         | 303                       | 207     | 325              | 230     |         |     |     |
|                 |        | 470         | 271                       | 176     | 295              | 196     |         |     |     |
|                 |        | 480         | 239                       | 148     | 263              | 166     |         |     |     |
|                 |        | 490         | 207                       | 124     | 229              | 140     |         |     |     |
|                 |        | 500         | 177                       | 103     | 196              | 118     |         |     |     |
|                 |        | 510         | 150                       | 84      | 165              | 98      |         |     |     |
|                 |        | 520         | 127                       | 64      | 141              | 79      |         |     |     |
|                 |        | 525         | 118                       | 54      | 132              | 69      |         |     |     |
|                 |        | 20MnMoNi4-5 | 1.6311                    | 450     |                  |         | 290     | 240 |     |
| 460             |        |             |                           |         | 272              | 211     |         |     |     |
| 470             |        |             |                           |         | 251              |         |         |     |     |
| 480             |        |             |                           |         | 225              |         |         |     |     |
| 490             |        |             |                           |         | 194              |         |         |     |     |
| 15NiCuMoNb5-6-4 | 1.6368 | 400         | 324                       | 294     | 402              | 373     |         |     |     |
|                 |        | 410         | 315                       | 279     | 385              | 349     |         |     |     |
|                 |        | 420         | 306                       | 263     | 368              | 325     |         |     |     |
|                 |        | 430         | 295                       | 245     | 348              | 300     |         |     |     |
|                 |        | 440         | 281                       | 227     | 328              | 273     |         |     |     |
|                 |        | 450         | 265                       | 206     | 304              | 245     |         |     |     |
|                 |        | 460         | 239                       | 180     | 274              | 210     |         |     |     |
|                 |        | 470         | 212                       | 151     | 242              | 175     |         |     |     |
|                 |        | 480         | 180                       | 120     | 212              | 139     |         |     |     |
|                 |        | 490         | 145                       | 84      | 179              | 104     |         |     |     |
|                 |        | 500         | 108                       | 49      | 147              | 69      |         |     |     |
|                 |        | 13CrMo4-5   | 1.7335                    | 450     | 245              | 191     | 370     | 285 | 260 |
|                 |        |             |                           | 460     | 228              | 172     | 348     | 251 | 226 |
| 470             | 210    |             |                           | 152     | 328              | 220     | 195     |     |     |
| 480             | 193    |             |                           | 133     | 304              | 190     | 167     |     |     |
| 490             | 173    |             |                           | 116     | 273              | 163     | 139     |     |     |
| 500             | 157    |             |                           | 98      | 239              | 137     | 115     |     |     |
| 510             | 139    |             |                           | 83      | 209              | 116     | 96      |     |     |
| 520             | 122    |             |                           | 70      | 179              | 94      | 76      |     |     |
| 530             | 106    |             |                           | 57      | 154              | 78      | 62      |     |     |
| 540             | 90     |             |                           | 46      | 129              | 61      | 50      |     |     |
| 550             | 76     |             |                           | 36      | 109              | 49      | 39      |     |     |
| 560             | 64     |             |                           | 30      | 91               | 40      | 32      |     |     |
| 570             | 53     |             |                           | 24      | 76               | 33      | 26      |     |     |

表 C. 1 (续)

| 钢种          |        | 温度℃ | 一定时间下 1% (塑性) 蠕变拉伸强度, MPa |         | 一定时间下蠕变断裂强度, MPa |         |         |
|-------------|--------|-----|---------------------------|---------|------------------|---------|---------|
| 名称          | 数字     |     | 10000h                    | 100000h | 10000h           | 100000h | 200000h |
| 13CrMoSi5-5 | 1.7336 | 450 |                           | 209     |                  | 313     |         |
|             |        | 460 |                           | 200     |                  | 300     |         |
|             |        | 470 |                           | 185     |                  | 278     |         |
|             |        | 480 |                           | 141     |                  | 212     |         |
|             |        | 490 |                           | 119     |                  | 179     |         |
|             |        | 500 |                           | 113     |                  | 169     |         |
|             |        | 510 |                           | 81      |                  | 122     |         |
|             |        | 520 |                           | 66      |                  | 99      |         |
|             |        | 530 |                           | 41      |                  | 62      |         |
|             |        | 540 |                           | 33      |                  | 50      |         |
|             |        | 550 |                           | 27      |                  | 40      |         |
|             |        | 560 |                           | 23      |                  | 35      |         |
|             |        | 570 |                           | 21      |                  | 31      |         |
| 10CrMo9-10  | 1.7380 | 450 | 240                       | 166     | 306              | 221     | 201     |
|             |        | 460 | 219                       | 155     | 286              | 205     | 186     |
|             |        | 470 | 200                       | 145     | 264              | 188     | 169     |
|             |        | 480 | 180                       | 130     | 241              | 170     | 152     |
|             |        | 490 | 163                       | 116     | 219              | 152     | 136     |
|             |        | 500 | 147                       | 103     | 196              | 135     | 120     |
|             |        | 510 | 132                       | 90      | 176              | 118     | 105     |
|             |        | 520 | 119                       | 78      | 156              | 103     | 91      |
|             |        | 530 | 107                       | 68      | 138              | 90      | 79      |
|             |        | 540 | 94                        | 58      | 122              | 78      | 68      |
|             |        | 550 | 83                        | 49      | 108              | 68      | 58      |
|             |        | 560 | 73                        | 41      | 96               | 58      | 50      |
|             |        | 570 | 65                        | 35      | 85               | 51      | 43      |
|             |        | 580 | 57                        | 30      | 75               | 44      | 37      |
| 590         | 50     | 26  | 68                        | 38      | 32               |         |         |
| 600         | 44     | 22  | 61                        | 34      | 28               |         |         |
| 12CrMo9-10  | 1.7375 | 400 |                           |         | 382              | 313     |         |
|             |        | 410 |                           |         | 355              | 289     |         |
|             |        | 420 |                           |         | 333              | 272     |         |
|             |        | 430 |                           |         | 312              | 255     |         |
|             |        | 440 |                           |         | 293              | 238     |         |
|             |        | 450 |                           |         | 276              | 221     |         |
|             |        | 460 |                           |         | 259              | 204     |         |
|             |        | 470 |                           |         | 242              | 187     |         |
|             |        | 480 |                           |         | 225              | 170     |         |
|             |        | 490 |                           |         | 208              | 153     |         |
| 500         |        |     | 191                       | 137     |                  |         |         |
| 510         |        |     | 174                       | 122     |                  |         |         |
| 520         |        |     | 157                       | 107     |                  |         |         |

表 C.1(续)

| 钢种       |        | 温度℃         | 一定时间下 1% (塑性) 蠕变拉伸<br>强度, MPa |         | 一定时间下蠕变断裂强度, MPa |           |         |     |
|----------|--------|-------------|-------------------------------|---------|------------------|-----------|---------|-----|
| 名称       | 数字     |             | 10000h                        | 100000h | 10000h           | 100000h   | 200000h |     |
| X12CrMo5 | 1.7362 | 450         | 107                           |         |                  |           |         |     |
|          |        | 460         | 96                            |         |                  |           |         |     |
|          |        | 470         | 87                            |         |                  | 147(475℃) |         |     |
|          |        | 480         | 83                            |         |                  | 139       |         |     |
|          |        | 490         | 78                            |         |                  | 123       |         |     |
|          |        | 500         | 70                            |         |                  | 108       |         |     |
|          |        | 510         | 56                            |         |                  | 94        |         |     |
|          |        | 520         | 50                            |         |                  | 81        |         |     |
|          |        | 530         | 44                            |         |                  | 71        |         |     |
|          |        | 540         | 39                            |         |                  | 61        |         |     |
|          |        | 550         | 35                            |         |                  | 53        |         |     |
|          |        | 560         | 31                            |         |                  | 47        |         |     |
|          |        | 570         | 27                            |         |                  | 41        |         |     |
|          |        | 580         | 24                            |         |                  | 36        |         |     |
|          |        | 590         | 21                            |         |                  | 32        |         |     |
|          |        | 600         | 18                            |         |                  | 27        |         |     |
|          |        | 610         | 16                            |         |                  |           |         |     |
|          |        | 620         | 14                            |         |                  |           |         |     |
|          |        | 625         | 13                            |         |                  |           |         |     |
|          |        | 13CrMoV9-10 | 1.7703                        | 400     |                  |           | 430     | 383 |
| 410      |        |             |                               |         | 414              | 365       |         |     |
| 420      |        |             |                               |         | 397              | 346       |         |     |
| 430      |        |             |                               |         | 380              | 327       |         |     |
| 440      |        |             |                               |         | 362              | 309       |         |     |
| 450      |        |             |                               |         | 344              | 290       |         |     |
| 460      |        |             |                               |         | 326              | 271       |         |     |
| 470      |        |             |                               |         | 308              | 253       |         |     |
| 480      |        |             |                               |         | 290              | 235       |         |     |
| 490      |        |             |                               |         | 272              | 218       |         |     |
| 500      |        |             |                               |         | 255              | 201       |         |     |
| 510      |        |             |                               |         | 237              | 184       |         |     |
| 520      |        |             |                               |         | 221              | 169       |         |     |
| 530      |        |             |                               |         | 204              | 144       |         |     |
| 540      |        |             |                               |         | 188              | 126       |         |     |
| 550      |        |             | 173                           | 108     |                  |           |         |     |

表 C.1(完)

| 钢种            |        | 温度℃ | 一定时间下 1% (塑性) 蠕变拉伸强度, MPa |         | 一定时间下蠕变断裂强度, MPa |         |         |
|---------------|--------|-----|---------------------------|---------|------------------|---------|---------|
| 名称            | 数字     |     | 10000h                    | 100000h | 10000h           | 100000h | 200000h |
| 12CrMoV12-10  | 1.7767 | 400 |                           |         | 430              | 383     |         |
|               |        | 410 |                           |         | 414              | 365     |         |
|               |        | 420 |                           |         | 397              | 346     |         |
|               |        | 430 |                           |         | 380              | 327     |         |
|               |        | 440 |                           |         | 362              | 309     |         |
|               |        | 450 |                           |         | 344              | 290     |         |
|               |        | 460 |                           |         | 326              | 271     |         |
|               |        | 470 |                           |         | 308              | 253     |         |
|               |        | 480 |                           |         | 290              | 235     |         |
|               |        | 490 |                           |         | 272              | 218     |         |
|               |        | 500 |                           |         | 255              | 201     |         |
|               |        | 510 |                           |         | 237              | 184     |         |
|               |        | 520 |                           |         | 221              | 169     |         |
|               |        | 530 |                           |         | 204              | 144     |         |
|               |        | 540 |                           |         | 188              | 126     |         |
| 550           |        |     | 173                       | 108     |                  |         |         |
| X10CrMoVNb9-1 | 1.4903 | 500 |                           |         | 289              | 258     | 246     |
|               |        | 510 |                           |         | 271              | 239     | 227     |
|               |        | 520 |                           |         | 252              | 220     | 208     |
|               |        | 530 |                           |         | 234              | 201     | 189     |
|               |        | 540 |                           |         | 216              | 183     | 171     |
|               |        | 550 |                           |         | 199              | 166     | 154     |
|               |        | 560 |                           |         | 182              | 150     | 139     |
|               |        | 570 |                           |         | 166              | 134     | 124     |
|               |        | 580 |                           |         | 151              | 120     | 110     |
|               |        | 590 |                           |         | 136              | 106     | 97      |
|               |        | 600 |                           |         | 123              | 94      | 86      |
|               |        | 610 |                           |         | 110              | 83      | 75      |
|               |        | 620 |                           |         | 99               | 73      | 65      |
|               |        | 630 |                           |         | 89               | 65      | 57      |
|               |        | 640 |                           |         | 79               | 56      | 49      |
|               |        | 650 |                           |         | 70               | 49      | 42      |
|               |        | 660 |                           |         | 62               | 42      | 35      |
| 670           |        |     | 55                        | 36      | --               |         |         |

## 附录 D

(标准性附录)

### 抗氢致裂纹的评估

钢产品抵抗氢致裂纹的评估试验应依照 EN10229 执行。试验溶液 A (PH≈3) 的可接受的验收标准等级列于表 D.1 中, 给出的值是三个单个试验值。

●●试验溶液 B (PH≈5) 及相应的可接受的验收标准可以在询价和订货时协商。

表 D.1 HIC 检测的验收等级 (试验溶液 A)

| 验收等级 | CLR, % <sup>a</sup> | CTR, % <sup>a</sup> | CSR, % <sup>a</sup> |
|------|---------------------|---------------------|---------------------|
| I    | ≤5                  | ≤1.5                | ≤0.5                |
| II   | ≤10                 | ≤3                  | ≤1                  |
| III  | ≤15                 | ≤5                  | ≤2                  |

a : CLR, 裂纹长度比率。CTR, 裂纹厚度比率。CSR, 裂纹敏感性比率

## 附录 E

(标准性附录)

### 逐步冷却试验 (编者注: 步冷试验)

可协商步冷试验程序以检验步冷脆化。这个程序应该包括温度和考虑的保持时间。推荐使用以下程序。

593°C 保温 1h, 然后以 5.6°C/h 冷却速度降至 538°C, 保温 15h;  
然后以 5.6°C/h 冷却速度降至 524°C, 保温 24h;  
然后以 5.6°C/h 冷却速度降至 496°C, 保温 60h;  
然后以 2.8°C/h 冷却速度降至 468°C, 保温 100h;  
然后以 2.8°C/h 冷却速度降至 316°C, 出炉空冷。

自 593°C 保温到出炉的总时间为 282h。

## 附录 ZA

(资料性附录)

### 本欧洲标准与欧共体 EU 指令 97/23/EC 基本要求的关系

本欧洲标准是根据欧洲委员会和欧洲自由贸易联合会的授权而准备的, 以符合新途径指令 97/23/EC 的基本要求。

一旦本标准在欧共体的指令下在欧共体的官方刊物上引用, 并且至少有一个成员国作为国家标准来执行, 符合表 ZA.1 中本标准的条款, 在本标准的限定范围内, 足以推断与对应的指令的基本要求和有关的 EFTA 规则相一致。

表 ZA.1 本欧洲标准和 97/23/EC 指令的关系

|              |                  |
|--------------|------------------|
| 本 EN 的条款/子条款 | 97/23/EC 指令的基本要求 |
| 所有标准性条款      | 附录 1, 第四部分       |

警告: 其他的要求和其他的 EU 指令可以使用于本标准范围内的产品。