

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 H₂S 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 _i	Mn	P	S	Al 全	N	Cr	Cu b	Mo	Nb	Ni	Ti
P235GH	1.0345	≤ 0.16	≤ 0.35	0.60C- 1.20	≤ 0.025	≤ 0.015	≥ 0.020	≤ 0.012d	≤ 0.30	≤ 0.30	≤ 0.08	≤ 0.020	≤ 0.30	≤ 0.03
P265GH	1.0425	≤ 0.20	≤ 0.40	0.80C- 1.40	≤ 0.025	≤ 0.015	≥ 0.020	≤ 0.012d	≤ 0.30	≤ 0.30	≤ 0.08	≤ 0.020	≤ 0.30	≤ 0.03
P295GH	1.0481	0.08- 0.20	≤ 0.40	0.90C- 1.50	≤ 0.025	≤ 0.015	≥ 0.020	≤ 0.012d	≤ 0.30	≤ 0.30	≤ 0.08	≤ 0.020	≤ 0.30	≤ 0.03
P355GH	1.0473	0.10- 0.22	≤ 0.60	1.10- 1.70	≤ 0.025	≤ 0.015	≥ 0.020	≤ 0.012d	≤ 0.30	≤ 0.30	≤ 0.08	≤ 0.020	≤ 0.30	≤ 0.03
16Mo3	1.5415	0.12- 0.20	≤ 0.35	0.40- 0.90	≤ 0.025	≤ 0.010	e	≤ 0.012	≤ 0.30	≤ 0.30	0.25- 0.35	-	≤ 0.30	-
18MnMo4-5	1.5414	≤ 0.20	≤ 0.40	0.90- 1.50	≤ 0.015	≤ 0.005	e	≤ 0.012	≤ 0.30	≤ 0.30	0.45- 0.60	-	≤ 0.30	-
20MnMoNi4-5	1.6311	0.15- 0.23	≤ 0.40	1.00- 1.50	≤ 0.020	≤ 0.010	e	≤ 0.012	≤ 0.20	≤ 0.20	0.45- 0.60	-	0.40- 0.80	-
15NiCuMoNb5-6-4	1.6368	≤ 0.17	0.25- 0.50	0.80- 1.20	≤ 0.025	≤ 0.010	≥ 0.015	≤ 0.020	≤ 0.30	0.50- 0.80	0.25- 0.50	0.015- 0.045	1.00- 1.30	-
13CrMo4-5	1.7335	0.08- 0.18	≤ 0.35	0.40- 1.00	≤ 0.025	≤ 0.010	e	≤ 0.012	0.70f- 1.15	≤ 0.30	0.40- 0.60	-	-	-
13CrMoSi5-5	1.7336	≤ 0.17	0.50- 0.80	0.40- 0.65	≤ 0.015	≤ 0.005	e	≤ 0.012	1.00- 1.50	≤ 0.30	0.45- 0.65	-	≤ 0.30	-
10CrMo9-10	1.7380	0.08- 0.14g	≤ 0.50	0.40- 0.80	≤ 0.020	≤ 0.010	e	≤ 0.012	2.00- 2.50	≤ 0.30	0.90- 1.10	-	-	-

表 1 化学成分 (熔炼分析) a

钢种		%质量											
牌号	数字	C	Si _i	Mn	P	S	Al 全	N	Cr	Cu ^b	Mo	Nb	Ni
12CrMo9-10	1.7375	0.10- 0.15	≤ 0.30	0.30- 0.80	≤ 0.015	≤ 0.010	0.010- 0.040	≤ 0.012	2.00- 2.50	≤ 0.25	0.90- 1.10	-	≤ 0.30
X12CrMo5	1.7362	0.10- 0.15	≤ 0.50	0.30- 0.60	≤ 0.020	≤ 0.005	e	≤ 0.012	4.00- 6.00	≤ 0.30	0.45- 0.65	-	≤ 0.30
13CrMoV9-10	1.7703	0.11- 0.15	≤ 0.10	0.30- 0.60	≤ 0.015	≤ 0.005	e	≤ 0.012	2.00- 2.50	≤ 0.20	0.90- 1.10	≤ 0.07	≤ 0.25
12CrMoV12-10	1.7767	0.10- 0.15	≤ 0.15	0.30- 0.60	≤ 0.015	≤ 0.005	e	≤ 0.012	2.75- 3.25	≤ 0.25	0.90- 1.10	≤ 0.07 ^h	≤ 0.25
X10CrMoVNb9-1	1.4903	0.08- 0.12	≤ 0.50	0.30- 0.60	≤ 0.020	≤ 0.005	≤ 0.040	0.030- 0.070	8.00- 9.50	≤ 0.30	0.85- 1.05	0.06- 0.10	≤ 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 ≥ 2 。

e 熔炼铝含量应分析并在检验文件中给出。

f ●●如果抵抗加氢的氢是重要的话, 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 %质量	成品分析的允许偏差 ^a %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）^a

钢种		通常交货状态 b,c	产品厚度 t,mm	室温拉伸性能			最小冲击功, KV, J, °C		
				屈服强度 ReH MPa, 最小	抗拉强度 Rm MPa	断后伸 长率 A % 最小	-20	0	+20
名称	数字								
P235GH	1.0345	+N ^d	≤16	235	360--480	24	27	34	40
			16<t≤40	225					
			40<t≤60	215					
			60<t≤100	200	350--480				
			100<t≤150	185					
			150<t≤250	170					
P265GH	1.0425	+N ^d	≤16	265	410--530	22	27	34	40
			16<t≤40	255					
			40<t≤60	245					
			60<t≤100	215	400—530				
			100<t≤150	200					
			150<t≤250	185					
P295GH	1.0481	+N ^d	≤16	295	460—580	21	27	34	40
			16<t≤40	290					
			40<t≤60	285					
			60<t≤100	260	440—570				
			100<t≤150	235					
			150<t≤250	220					
P355GH	1.0473	+N ^d	≤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					
			150<t≤250	280					
16Mo3	1.5415	+N ^e	≤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					
			150<t≤250	210					

续表 3

钢种		通常 交货 状态 b,c	产品厚度 t,mm	室温拉伸性能			最小冲击功, KV, J, °C		
名称	数字			屈服 强度 ReH MPa, 最小	抗拉强度 Rm MPa	断 后 伸 长 率 A % 最 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 或 + 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				
		+NT 或 + QT	100<t≤150	255	430--580				
		+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 交货 状态 b,c	产品厚度 t,mm	室温拉伸性能			最小冲击功, KV, J, °C				
名称	数字			屈服 强度 ReH MPa, 最小	抗拉强度 Rm MPa	断 后 伸 长 率 A % 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 或 +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 或 +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 t,mm	下列温度(°C)时的最小0.2%屈服强度 R _{P0.2} , 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 _{p0.2} , 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 +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 +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 度 t,mm	下列温度 (°C) 时的最小 0.2%屈服强度 R _{p0.2} , MPa									
			50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
名称	数字											
13CrMoV9-10 ^e	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 ^e	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- 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

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)。

b ●● 产品厚度超出规定最大厚度时,高温 R_{p0.2} 数值可以协商。

c 交货状态在表 3 中给出 (但是见表 3 的脚注 c)。

d 数值反映了炉子正火试样的最小值。

e R_{p0.2} 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。

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 ^b
P235GH	1.0345	890—950 ^a	--	--
P265GH	1.0425	890—950 ^a	--	--
P295GH	1.0481	890—950 ^a	--	--
P355GH	1.0473	890—950 ^a	--	--
16Mo3	1.5415	890—950 ^a	--	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 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 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 P355GH	1.0481	380	195	153	291
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 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, % ^a	CTR, % ^a	CSR, % ^a
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。