

# 承压用扁平钢产品

## 第三部分 正火的可焊接细晶粒钢

EN10028-3: 2003

代替 EN10028-3: 1992

---

### 目 录

#### 前言

- 1 范围
  - 2 引用标准
  - 3 术语和定义
  - 4 尺寸和尺寸偏差
  - 5 质量的计算
  - 6 分类和牌号
    - 6.1 分类
    - 6.2 牌号
  - 7 需方应提供的信息
    - 7.1 强制性信息
    - 7.2 选择项
    - 7.3 订货实例
  - 8 要求
    - 8.1 冶炼工艺
    - 8.2 交货状态
    - 8.3 化学成分
    - 8.4 力学性能
    - 8.5 表面质量
    - 8.6 内在的无缺陷
    - 8.7 抗氢致裂纹 (HIC)
  - 9 检验
    - 9.1 检验类型和检验文件
    - 9.2 应进行的试验
    - 9.3 复验
  - 10 取样
  - 11 试验方法
  - 12 标志
- 附录 A (标准附录) 抗氢致裂纹评定
- 附录 ZA (资料性附录) 本欧洲标准基本要求条款或其它欧共体 EU 指令基本要求条款
- 参考书目

## 前 言

本标准 EN10028-3: 2003 已由技术委员会“承压用钢—品种” ECISS/TC22 制定, 该委员会由 DIN 担任秘书长。

本欧洲标准将通过最迟 2003 年 12 月以前等同内容版本或通过认可的方式被给予国家标准资格, 且有冲突的国家标准应于 2003 年 12 月以前废除。

本标准由欧洲委员会和独立贸易联合会授权而制定, 它支持相应的欧共体 EU 指令基本要求。

本标准与欧共体 EU 指令的关系见资料性附录 ZA, 该附录为本标准的一个组成部分。

本标准代替 EN10028-3: 1992。

EN10028 由下列部分组成, 总题目“承压用扁平钢产品”:

第 1 部分: 一般要求

第 2 部分: 特殊高温性能的非合金和合金钢

第 3 部分: 正火的可焊接细晶粒钢

第 4 部分: 特殊低温性能的镍合金钢

第 5 部分: 热机械轧制可焊接细晶粒钢

第 6 部分: 淬火回火可焊接细晶粒钢

第 7 部分: 不锈钢

注: 标有两个圆点 (··) 的条款包含的信息, 可在询价和订货时商定。

附录 A 是标准附录

本标准包括一个参考书目。

依照 CEN/CENELEC 内部规则, 下列国家的国家标准组织应执行本欧洲标准: 奥地利、比利时、捷克共和国、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、瑞士共和国。

## 1 范围

本欧洲标准规定了表 1 列出的承压设备用正火的可焊接细晶粒扁平钢产品的要求。

注：“细晶粒钢”理解为按 EURONORM103 标准检测后铁素体晶粒度为 6 级或更细的钢。

EN10028-1 的要求和定义也适用于本标准。

## 2 引用标准

该欧洲标准包括标明日期的引用标准和摘自其它出版物的规定。这些参考内容在相应段落被引用并在后面列出出版物名称。对于标明日期的引用标准，任何在标注日期之后对这些出版物的修订只有在被修订内容包括在欧洲标准中时才能适用于本欧洲标准。对于未标明日期的引用标准，只可使用最新版本的出版物（包括其修订）。

EN10028-1: 2000+A1: 2002 承压用扁平钢产品——第 1 部分 一般要求

EN10204 金属产品——检验文件类型

EN10229 钢产品抗氢致裂纹（HIC）评定

## 3 术语和定义

EN10028-1 中的术语和定义适用于本欧洲标准。

## 4 尺寸和尺寸偏差

见 EN10028-1。

## 5 质量计算

见 EN10028-1。

## 6 分类和牌号

### 6.1 分类

6.1.1 本欧洲标准所包括的钢种分为 4 个质量级别：

- a) 室温质量级（P…N）
- b) 高温质量级（P…NH）
- c) 低温质量级（P…NL1）
- d) 特殊低温质量级（P…NL2）

6.1.2 按照 EN10020，P275NH、P275NL1、P355N、P355NH、P355NL1 为非合金质量级钢，P275NL2 和 P355NL2 为非合金特殊钢，P460NH、P460NL1、P460NL2 为合金特殊钢。

### 6.2 牌号

见 EN10028-1。

## 7 需方应提供的信息

### 7.1 强制性信息

见 EN10028-1。

### 7.2 选择项

本标准规定了一些选择项，列于下面。另外，EN10028-1 中的有关选择项也适用于本标准。若需方在询价和订货时不希望指明下列选择项的任一条款的补充要求，则产

品应按照基本规范供货（也见 EN10028-1）。

- a) 在模拟正火状态下进行试验（见 8.2.2）；
- b) 非处理状态交货的产品（见 8.2.3）；
- c) 最大碳当量值（见 8.3.3）；
- d) 对应于 P...NL1 和 P...NL2，表 5 适用的  $R_{p0.2}$  值（见 8.4.2）；
- e) 按照 EN10229 进行 HIC 试验；
- f) 试样在厚度 1/2 处冲击试验（见条款 10）；
- g) 纵向试样冲击功的验证（见条款 11）；
- h) 产品厚度增加时的拉伸性能（见表 4 脚注 c）；
- i) 产品厚度增加时的高温  $R_{p0.2}$  值（见表 5 脚注 b）；
- j) 按照协商同意的验收标准，使用 B 试验溶液进行 HIC 试验（见附录 A）。

### 7.3 订货实例

订货标准 EN10028-3，钢牌号名称 P275NL2，数码号 1.1104，钢板数量 10 张，公称尺寸：厚度为 50mm、宽度为 2000 mm、长度为 10000 mm，检验证书 EN10204 3.1B：  
10 张钢板 — 50×2 000×10 000 — EN10028-3 P275NL2 — 检验证书 3.1B 或  
10 张钢板 — 50×2 000×10 000 — EN10028-3 1.1104 — 检验证书 3.1B

## 8 要求

### 8.1 冶炼工艺

见 EN10028-1。

### 8.2 交货状态

8.2.1 除非订货和询价时另有协议（见 8.2.3），本标准包括的产品都应以正火处理状态交货。在产品厚度较小和特殊情况下，对于最小屈服点  $\geq 460\text{MPa}$  的钢种，可缓慢冷却或附加回火处理。如果进行这样的处理，则应在检验文件中记录。

8.2.2 由供方选择，P275NH、P275NL1、P275NL2、P355N 和 P355NL2（见 EN10028-1：2000+A1：2002 3.1），正火可由正火轧制代替。在这种情况下，试样在模拟正火状态下进行试验，以证明满足规定性能，试验频率可以在订货和询价时协商。

8.2.3 如果在询价和订货时同意，本标准中的产品也可以非处理状态供货。

在这种情况下，试验应在模拟正火状态下进行（见 8.2.1）

注：模拟热处理状态进行的试验，并不能解除生产者提供成品达到规定性能的责任。

8.2.4 焊接资料见 EN1011-1 和 EN1011-2。

注：过度的焊后热处理（PWHT）能降低其力学性能。预计应力消除的时间温度参数为： $P=Ts(20+1gt) \times 10^{-3}$

此处：Ts：应力消除温度                      单位：K（开尔文）

t：保温时间                                      单位：h（小时）

当 P 超出临界值  $P_{crit} = 17.3$  时，需方应在其询价和订单中告诉生产厂，且可以同意检验模拟焊后热处理试验试样经这样的热处理之后，其性能是否仍被认为能符合本标

准。

### 8.3 化学成分

8.3.1 熔炼分析的化学成分应符合表 1 的规定。

表 1 化学成分(熔炼分析)<sup>a</sup>

钢牌号		质量百分含量, %														
名称	数码号	C	Si	Mn	P	S	Al(全)	N	Cr	Cu	Mo	Nb	Ni	Ti	V	Nb+Ti+V
		最大	最大		最大	最大	最小	最大	最大	最大	最大	最大	最大	最大	最大	最大
P275NH	1.0487	0.16	0.40	0.80	0.025	0.015	0.020 c, d	0.012	0.30 <sup>e</sup>	0.30 <sup>e</sup>	0.08 <sup>e</sup>	0.05	0.50	0.03	0.05	0.05
P275NL1	1.0488			b												
P275NL2	1.1104			~ 1.50	0.020	0.010										
P355N	1.0562	0.18	0.50	1.10	0.025	0.015	0.020 c, d	0.012	0.30 <sup>e</sup>	0.30 <sup>e</sup>	0.08 <sup>e</sup>	0.05	0.50	0.03	0.10	0.12
P355NH	1.0565			~												
P355NL1	1.0566			~	0.02	0.01										
P355NL2	1.1106			1.70 0	0	0										
P460NH	1.8935	0.20	0.60	1.10	0.025	0.015	0.020 c, d	0.025	0.30	0.70 <sup>f</sup>	0.10	0.05	0.80	0.03	0.20	0.22
P460NL1	1.8915			~												
P460NL2	1.8918			1.70	0.020	0.010										

a: 不经需方同意, 本表中未列的元素不应有意添加到钢中, 完成熔炼除外。在炼钢过程中, 应采取所有适当措施防止从废钢和其它材料中添加这些元素, 这些元素可对钢的力学性能和使用性能产生有害影响,

b: 对于厚度小于 6mm 的产品, 允许最小锰 (Mn) 含量为 0.60%。

c: 如果添加 Nb、Ti、或 V 氮固定元素, 则全铝 (即 Al<sub>total</sub>) 含量可以低于最小值。

d: 如果仅用铝固定氮, 则 Al/N ≥ 2 应适用。

e: (Cr+Cu+Mo) ≤ 0.45%.

f: 如果 Cu 质量百分含量超过 0.30%, 则 Ni 质量百分含量至少应为 Cu 含量的一半。

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。

表 2 成品分析与表 1 规定熔炼分析界限值的允许偏差

元素	表 1 规定的熔炼分析界限值 质量百分数, %	成品分析允许偏差 <sup>a</sup> 质量百分数, %
C	≤0.16	+0.02
Si	≤0.60	+0.06
Mn	≤1.70	+0.10
P	≤0.025	+0.005
S	≤0.015	+0.003
	>0.015 ~ ≤0.020	+0.005
Al	≥0.020	-0.005
N	≤0.020	+0.002
Cr	≤0.30	+0.05
Mo	≤0.10	+0.03
Cu	≤0.30	+0.05
	>0.30 ~ 0.70	+0.10
Nb	≤0.05	+0.01
Ni	≤0.80	+0.05
Ti	≤0.03	+0.01
V	≤0.20	+0.01

a: 如果一炉钢进行若干个成品分析, 且单个元素含量的确定值在熔炼分析规定范围之外, 那么只允许此值要么超过允许最大值, 要么低于允许最小值, 但不能二者同时兼有。

8.3.3 符合表 3 的最大碳当量值可在订货和询价时商定。

表 3 熔炼分析最大碳当量值 (CEV)

(如果在询价和订货时商定)<sup>a</sup>

钢牌号		产品厚度(t, 毫米)对应的最大碳当量, CEV <sup>b</sup> , %		
名称	数码号	t≤60	60<t≤100	100<t≤250
P275NH	1.0487	0.40	0.40	0.42
P275NL1	1.0488			
P275NL2	1.1104			
P355N	1.0562	0.43	0.45	0.45
P355NH	1.0565			
P355NL1	1.0566			
P355NL2	1.1106			
P460NH	1.8935	0.53	—	
P460NL1	1.8915			
P460NL2	1.8918			

注: 碳当量值 (质量百分数, %) 与交货状态下的力学性能有关。

a: 见 8.3.3

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

## 8.4 力学性能

8.4.1 表 4 至表 6 中的值应适用（也见 EN10028-1 和条款 10）。

8.4.2 ..如果在订货和询价时商定，表 5 规定的 P...NH 钢的高温  $R_{p0.2}$  值也可适用于 P...NL1 和 P...NL2。

## 8.5 表面状态

见 EN10028-1。

表 4 室温拉伸性能

钢牌号		通常交货状态	产品厚度 t, mm	屈服强度 $R_{eH}$ MPa 最小	抗拉强度 Rm MPa	断裂后的 延伸率 A, %最小		
名称	数码号							
P275NH P275NL1 P275NL2	1.0487 1.0488 1.1104	正火 <sup>a</sup>	≤16	275	390~510	24		
			16<t≤40	265				
			40<t≤60	255				
				60<t≤100	235	370~490	23	
				100<t≤150	225	360~480		
				150<t≤250	215	350~470		
P355N P355NH P355NL1 P355NL2	1.0562 1.0565 1.0566 1.1106	正火 <sup>a</sup>	≤16	355	490~630	22		
			16<t≤40	345				
			40<t≤60	335				
					60<t≤100	315	470~610	21
					100<t≤150	305	460~600	
					150<t≤250	295	450~590	
P460NH P460NL1 P460NL2	1.8935 1.8915 1.8918	正火 <sup>b</sup>	≤16	460	570~720 <sup>d</sup>	17		
			16<t≤40	445				
			40<t≤60	430				
			60<t≤100	400	540~710	C		
			100<t≤250	C	C			
<p>a: 见 8.2.2。                      b: 见 8.2.1。                      c: ..此值可在订货和询价时商定。                      d: 对于厚度小于等于 16mm 的产品，允许最大值为 730MPa。</p>								

表 5 高温规定强度  $R_{p0.2}$  最小值<sup>a</sup>

钢牌号		产品厚度 t, mm	下列温度(°C)时的规定强度 $R_{p0.2}$ 最小值							
			MPa							
			50	100	150	200	250	300	350	400
P275NH	1.0487	≤16	266	250	232	213	195	179	166	156
		16<t≤40	256	241	223	205	188	173	160	150
		40<t≤60	247	232	215	197	181	166	154	145
		60<t≤100	227	214	198	182	167	153	142	133
		100<t≤150	218	205	190	174	160	147	136	128
		150<t≤250	208	196	181	167	153	140	130	122
P355NH	1.0565	≤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	295	277	257	236	216	199	184	173
		150<t≤250	285	268	249	228	209	192	178	167
P460NH	1.8935	≤16	445	419	388	356	326	300	278	261
		16<t≤40	430	405	375	345	316	290	269	253
		40<t≤60	416	391	362	333	305	281	260	244
		60<t≤100	387	364	337	310	284	261	242	227
		100<t≤250	b	b	b	b	b	b	b	b

a: 此值反映具有大约 98% (2s) 置信界限正火试样的最小值。(也就是说, 它们与按照 EN10314 测定的有关曲线走势的降低区域一致)。  
b: 此值可在订货和询价时商定。

表 6 正火状态最小冲击功值

钢牌号	产品厚度 mm	在下列试验温度 (°C) 时的冲击功最小值, KV, J, 最小									
		横向					纵向 <sup>b</sup>				
		-50	-40	-20	0	+20	-50	-40	-20	0	+20
P...N P...NH	5 <sup>c</sup>	—	—	30	40	50	—	—	45	65	75
P...NL1	~ <sup>d</sup>	—	27	35	50	60	30	40	50	70	80
P...NL2	250 <sup>d</sup>	27	30	40	60	70	42	45	55	75	85

a: 见 8.2.1 和 8.2.2。  
b: 此值适用于厚度小于等于 40mm 的产品。  
c: 见 EN10028-1: 2000+A1: 2002 中 10.2.2.3。  
d: 对于 P460NH、P460NL1 和 P460NL2, 产品厚度到 100mm。

## 8.6 内在的无缺陷

见 EN10028-1。

内在无缺陷允许的检验，也见 EN10028-1。

## 8.7 抗氢致裂纹(HIC)

当暴露于含有腐蚀性  $H_2S$  的环境时，通常指酸性介质，碳钢和低合金钢可具有裂纹敏感性。

··可在订货和询价时商定，按照附录 A 进行抗氢致裂纹评定。

## 9 检验

### 9.1 检验类型和检验文件

见 EN10028-1。

### 9.2 应进行的试验

见 EN10028-1 和 8.7。

### 9.3 复验

见 EN10028-1。

## 10 取样

见 EN10028-1。

··对于冲击试验，与 EN10028-1: 2000+A1: 2002 图 2 脚注 f 不同的是，可在询价和订货时商定试样在厚度 1/2 处制备，此时，试验温度及最小冲击功值也应商定。

## 11 试验方法

见 EN10028-1 和 EN10229。

··对于冲击试验，可在订货和询价时商定，按照 EN10028-1: 2000+A1: 2002 中 10.2.2.3 和 11.4 进行纵向试样冲击功的验证。

## 12 标志

见 EN10028-1。

## 附录 A

### (标准附录)

#### 抗氢致裂纹评定

钢产品抗氢致裂纹评定试验应按照 EN10229 进行。A 试验溶液 (PH≈3) 的验收标准见表 A.1 的验收等级, 表 A.1 中的值是三个单独试验结果的平均值。

·订货和询价时可商定 B 试验溶液 (PH≈5) 和相应的验收标准。

表 A.1— HIC 试验验收等级 (A 试验溶液)

验收等级	CLR <sup>a</sup> %	CTR <sup>a</sup> %	CSR <sup>a</sup> %
I	≤	≤	≤
II	≤	≤	≤
III	≤	≤	≤

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 ZA

### (资料性附录)

#### 本欧洲标准与指令 EU97/23/EC 基本要求的关系

本欧洲标准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。

一旦指令范围欧共体官方刊物中引用本标准，且至少有 1 个成员国已将其作为国家标准执行，符合表 ZA.1 中本标准的条款，在本标准限定范围内，足以推断与对于应指令的基本要求和 EFTA 的有关准则相一致。

表 ZA.1 本欧洲标准与 97/23/EC 指令对应关系

本 EN 标准条款/分条款	97/23/EC 指令基本要求 (ERs)
所有标准条款	附录 1, 第 4 章节

通知：其它要求和其它 EU 指令可适用于本标准范围内的产品。

#### 参考书目

- EN1011-1 焊接 — 金属材料焊接推荐 — 第 1 部分：电弧焊通用指南
- EN1011-2 焊接 — 金属材料焊接推荐 — 第 2 部分：铁素体钢电弧焊
- EN10020 钢牌号的定义与分类
- EN10314 钢高温时规定强度最小值的推导方法
- EURONORM 103<sup>1)</sup> 钢的铁素体或奥氏体晶粒度显微检测

注：1) 订货和询价时商定，本 EURONORM 标准转换成欧洲标准以前，可本标准或相应的国家标准。