

# 中、高温用锻制碳钢和合金钢管道配件



SA-234/SA-234M



(与 ASTM 标准 A 234/A 234M—07 完全等同)

## 1 适用范围

1.1 本标准适于最新版的 ASME B16.9、B16.11 及 MSS SP-79、MSS SP-83 和 MSS SP-95 所包括的无缝的及焊接结构的锻制碳钢和合金钢管道配件。这些管配件用于中温及高温的压力管道和压力容器制造。与 ASME 及 MSS 标准不相符的管配件应按照 A960/A960M 标准的补充要求 S58 提供。

1.2 选用的补充要求,是为了那些要求深度检验的管配件提供的。如需这些补充要求的一条或多条时,可以在订货单中规定。

1.3 本标准不适用于铸造焊接管配件及由铸件机加工而成的管配件。铸钢焊接的管配件应按 A216/A216M 及 A217/A217M 标准。

1.4 本标准采用英寸-磅和 SI 两种单位,但除非订货单中规定采用“M”标志(SI 单位),材料将以英寸-磅单位供货。

1.5 以英寸-磅单位或 SI 单位表示的数值均可作为标准值。本文中 SI 单位表示于括号内。由于各单位制所表示的数值不能与另一种单位制进行精确换算,因此每一种单位制必须独立使用。两个单位制的数值混合使用可能导致标准不一致的结果。

## 2 引用标准

2.1 除了列在 A960/A960M 标准中的那些引用标准外,下列标准清单适用本标准。

### 2.2 ASTM 标准:

A 216/A 216M 可熔焊高温用碳钢铸件

A 217/A 217M 高温承压零件用马氏体不锈钢和合金钢铸件

A 960/A960M 热锻轧钢管道用管配件的共同要求

### 2.3 ASME 标准

B 16.9 钢制对接焊管配件

B 16.11 锻钢管配件,承插式焊接及螺纹连接

### 2.4 ASME 锅炉和压力容器规范

第 V 卷 无损检验

第 VIII 卷 第一册,压力容器

第 IX 卷 焊接评定

### 2.5 MSS 标准

MSS SP-25 阀门、管配件、法兰和活接头的标准标志系统

MSS SP-79 承插式焊接异径管塞

MSS SP-83 承插焊接的和螺纹端的钢制管道管套节

MSS SP-95 模锻缩接管及大堵头

### 2.6 ASNT 标准

SNT-TC-1A(1984) 无损检测人员资格评定和颁发证书的推荐方法

## 3 订货须知

3.1 见 A960 标准。

## 4 一般要求

4.1 按本标准供货的材料,须符合现行版本的 A 960/A 960M 标准的要求,包括示出在采购订货单中的任何补充要求。如果不符合 A 960/A 960M 标准的通用要求,则将构成与本标准的不一致性。若本标准与 A 960 标准的要求有抵触,则应优先满足本标准。

## 5 材料

5.1 管配件的材料包括:镇静钢,锻件,棒钢,钢板,无缝管或添加填充金属的熔焊管状制品,并且它们的化学成分应符合表 1 的要求。除非另有规定,对于碳素钢板可由粗晶粒钢也可以由细晶粒钢制成。WP9 级别应制造为细晶粒钢。

5.2 对所用材料, 原材料标准不允许特殊要求添加超出表 1 列出材料的元素以外任何其他元素。这并不排除使用脱氧剂或为控制晶粒度合理使用的某些元素。

表 1 化 学 成 分

级别号及 标志号 <sup>①</sup>	成 分, %									
	C	Mn	P≤	S≤	Si	Cr	Mo	Ni	Cu	其他元素
WPB <sup>②,③,④,⑤,⑥</sup>	≤0.30	0.29~1.06	0.050	0.058	≥0.10	≤0.40	≤0.15	≤0.40	≤0.40	V≤0.08
WPC <sup>③,④,⑤,⑥</sup>	≤0.35	0.29~1.06	0.050	0.058	≥0.10	≤0.40	≤0.15	≤0.40	≤0.40	Nb≤0.08
WP1	≤0.28	0.30~0.90	0.045	0.045	0.10~0.50	...	0.44~0.65	...	...	...
WP12 1类, WP12 2类	0.05~0.20	0.30~0.80	0.045	0.045	≤0.60	0.80~1.25	0.44~0.65	...	...	...
WP11 1类, WP11 2类, WP11 3类	0.05~0.15 0.05~0.20	0.30~0.60 0.30~0.80	0.030 0.040	0.030 0.040	0.50~1.00 0.50~1.00	1.00~1.50 1.00~1.50	0.44~0.65 0.44~0.65	... ...	... ...	... ...
WP22 1类, WP22 3类	0.05~0.15	0.30~0.60	0.040	0.040	≤0.50	1.90~2.60	0.87~1.13	...	...	...
WP5 1类和 WP53 类	≤0.15	0.30~0.60	0.040	0.030	≤0.50	4.0~6.00	0.44~0.65	...	...	...
WP9 1类和 WP93 类	≤0.15	0.30~0.60	0.030	0.030	0.25~1.00	8.0~10.0	0.90~1.10	...	...	...
WPR	≤0.20	0.40~1.06	0.045	0.050	...	...	...	1.60 ~2.24	0.75 ~1.25	... ...
WP91	0.08~0.12	0.30~0.60	0.020	0.010	0.20~0.50	8.0~9.5	0.85~1.05	≤0.40	~	V=0.18~0.25 Nb=0.06~0.10 N=0.03~0.07 Al≤0.02 <sup>⑦</sup> Ti≤0.01 <sup>⑦</sup> Zr≤0.01 <sup>⑦</sup>
WP911	0.09~0.13	0.30~0.60	0.020	0.010	0.10~0.50	8.5~9.5	0.90~1.10	≤0.40	...	V=0.18~0.25 Nb=0.060~0.10 N=0.04~0.09 Al≤0.02 <sup>⑦</sup> B=0.0003~0.006 W=0.90~1.10 Ti≤0.01 <sup>⑦</sup> Zr≤0.01 <sup>⑦</sup>

注 1: 除非另有规定所有要求均为最大值。

注 2: 表中标有省略号“...”处, 意为无要求。

① 当管配件为焊接结构时, 上述级别号及标志号应添加字母“W”。

② 由棒料或板料制成的管配件, 含碳量最大可为 0.35。

③ 由锻件制成的管配件, 含碳量最大可为 0.35, 含硅量最大可为 0.35, 且无最小值限制。

④ 当含碳量在规定最大含碳量以下时, 每降低 0.01% 碳, 则含锰量可在规定最大含锰量以上递增 0.06%, 直至最大含锰量为 1.35%。

⑤ 铜、镍、铬和钼的总量不得大于 1.00%。

⑥ 铬和钼的总量不得大于 0.32%。

⑦ 熔炼分析和成品分析均适用。



表2 拉伸性能

级别及标志符号	WPB	WPC, WP11 2类, WP12 2类	WP1	WP11 1类, WP22 1类, WP5, WP9	WPR	WP11 3类, WP22 3类	WP91	WP911	WP12 1类
抗拉强度, ksi (MPa)	60 ~ 85 (415 ~ 585)	70 ~ 95 (485 ~ 655)	55 ~ 80 (380 ~ 555)	60 ~ 85 (415 ~ 585)	63 ~ 88 (435 ~ 605)	75 ~ 100 (520 ~ 690)	85 ~ 110 (585 ~ 760)	90 ~ 120 (620 ~ 840)	60 ~ 85 (415 ~ 585)
最小屈服强度, ksi (MPa), (0.2% 残余变形或载荷下 0.5%伸长法)	35 (240)	40 (275)	30 (205)	30 (205)	46 (315)	45 (310)	60 (415)	64 (440)	32 (220)
伸 长 率	不同级别伸长率要求								
	除 WPR 及 WP91 和 WP911 外的所有级别		WPR		WP91 和 WP911				
	纵向	横向	纵向	横向	纵向	横向			
标距为4D 的标准圆形试样或 小尺寸比例试样, 最小值%	22	14	20	...	20	...			
壁厚 $\frac{5}{16}$ in. (7.94mm) 及以下的 矩形试样, 和所有在全截面下 试验的小尺寸试样, 标距为2in. (50mm) 的最小值%。	30	20 <sup>①</sup>	28	...	...	...			
壁厚 $\frac{5}{16}$ in. (7.94mm) 以下的矩 形试样, 标距为2in. (50mm) 的 最小值% [(试样宽 $\frac{1}{2}$ in. (12.7mm)]	②	②	②	...	...	...			

注: 表中标有省略号(…)处, 意为无要求。

① 由板料制成的 WPB 及 WPC 钢的管配件, 最小伸长率应为 17%。

② 允许从上述伸长率值上, 对于壁厚在 $\frac{5}{16}$ in. (7.94mm) 以下的, 每减薄 $\frac{1}{32}$  in. (0.79mm), 纵向伸长率递减 1.5% 及横向伸长率递减 1.0%。下表给出不同壁厚的最小值。

壁 厚		不同级别伸长率要求			
		除 WPR 及 WP91 和 WP911 外的所有级别		WPR	WP91 和 WP911
in.	(mm)	纵 向	横 向	纵 向	纵 向
$\frac{5}{16}$ (0.312)	7.94	30.0	20.0	28.0	20
$\frac{9}{32}$ (0.281)	7.14	28.5	19.0	26.5	19
$\frac{3}{4}$ (0.250)	6.35	27.0	18.0	25.0	18
$\frac{7}{32}$ (0.219)	5.56	25.5	...	23.5	17
$\frac{3}{16}$ (0.188)	4.76	24.0	...	22.0	16
$\frac{5}{32}$ (0.156)	3.97	22.5	...	20.5	15
$\frac{1}{8}$ (0.125)	3.17	21.0	...	19.0	14
$\frac{3}{32}$ (0.094)	2.38	19.5	...	17.5	13
$\frac{1}{16}$ (0.062)	1.59	18.0	...	16.0	12

注: 上表列出了每减薄壁厚 $\frac{1}{32}$ in. (0.79mm) 时计算伸长率的最小值, %。壁厚处在上述两值之间时, 最小伸长率的值则由下式确定之:

试验方向	公式
纵向	$E = 48t + 15.00^*$
横向	$E = 32t + 10.00^*$

式中  $E$  = 标距 2in. 或 (50mm) 的伸长率, %

$t$  = 试样的实际厚度, in. (mm)

\* 此外原文未给出 SI 单位制的计算式, 对纵向应为:  
( $E = 1.87t + 15.00$ ), 对横向为: ( $E = 1.25t + 10.00$ )。——译注。



## 6 制造

6.1 锻造或成形工序可采用锤锻、压制、穿孔、挤压、轧制、弯曲、熔焊、机加工、或由两个及两个以上的复合工序来完成。所采用的成形工艺不应在管配件上产生有害缺陷。

注1：小于等于 NPS 4 的管配件可以由按钢种类别化学成分符合表1及力学性能符合表2的热锻或热轧、冷定径并调直棒料机加工而成。其热处理应按第7节规定。所有用棒料机加工而成的管帽应按照 A 960/A 960M 标准中的补充要求 S52 或 S53 采用液体渗透或磁粉检验。

6.2 包括由管状制品制成的管配件上的焊接在内，其全部焊缝应是：

(1) 按 ASME 第 IX 卷的规定采用经焊接工艺评定合格的焊接工艺及由评定合格的焊工及焊接操作工作焊接；

(2) 按本标准第7节的规定进行热处理；

(3) 应按 ASME 的第 V 卷，第2章对每条焊缝的全长进行射线检验，允许的合格标准按 ASME 锅炉和压力容器规范的第 VIII 卷，第一册中的 UW-51 条。

由管配件制造厂焊接的焊缝也可以按照 ASME 第 VIII 卷的附录 12 用超声波检验来代替射线检验。WPB、WPC、WP1、WP11 级的 1 类，WP11 级的 2 类，WP11 的 3 类，WP12 的 1 类，WP12 的 2 类及 WPR 级别钢的焊缝无损检验可以在其成形之前或之后进行。WP5、WP9、WP91、WP911、WP22 级的 1 类及 WP22 的 3 类，这些级别钢的焊缝无损检验应在管配件的成形加工后进行。

6.3 无损检验操作人员应按照 SNT-TC-1A 进行资格评定合格。

6.4 管配件的焊接接头应按照 ASME 第 VIII 卷，第一册中的 UW-35(a) 条的要求焊接。

6.5 所有用冷成形加工方法制造的对接焊接三通采用 A 960/A 960M 标准中的补充要求 S52 或 S53 规定的检验方法之一进行液体渗透检验或磁粉检验。这一检验应在最终热处理之后进行。仅需对三通的侧壁区域进行检验，规定的区域包括由支管的出口处焊接坡口到主管本体中心线或焊缝中心线的范围。当尺寸允许时，内、外表面均应按第13节表面质量规定处理。在除去裂纹之后三通应使用原来的方法重新检验。合理的三通应按所使用的方法标上 PT 或 MT 标志，以表

明符合要求。

6.6 短管接头可采用一个由相同合金级别及成分的钢板或棒材制成的整圈圆环，焊接到公称管直段外侧的方法生产，只要焊接是双面焊、全焊透的、并满足 6.2 条对质量评定及 7.3.3 条对焊后热处理的要求。

## 7 热处理

7.1 热处理工艺规程——高温下成形后的管配件应在适宜的条件下冷却至临界温度以下，以防止由于冷却过快而导致的有害缺陷，但决不可超过的静止空气中的冷却速度。热处理的管配件应按 A 960/A 960M 标准中第7节的要求进行热处理。

7.2 WPB、WPC 及 WPR 钢的管配件：

7.2.1 终锻温度低于 1800°F (980℃)、并高于 1150°F (620℃) 的热成形 WPB、WPC 及 WPR 钢的管配件若是放在静止空气下冷却的，则无需热处理。

7.2.2 热成形或热锻造的 WPB、WPC 及 WPR 钢的管配件，如终锻温度超过 1800°F (980℃)，应随后进行退火、正火、或正火加回火。小于等于 NPS 4 的热锻造管配件无需热处理。

7.2.3 靠局部加热管配件坯料的一部分而制成的大于 NPS12 的 WPB、WPC 及 WPR 钢的管配件，无论其成形温度的高低，随后应进行退火、正火，或正火加回火。对于象弯头、三通、集流三通及缩口管一类的碳含量小于 0.26% 的管配件，当小于等于 NPS 12 者在靠局部加热管配件的一部分成形操作之后无需热处理。

7.2.4 冷成形的 WPB、WPC 及 WPR 钢的管配件，其最终成形温度低于 1150°F (620℃)，应进行正火，或应在 1100 ~ 1275°F (595 ~ 690℃) 温度下进行应力消除。

7.2.5 采用熔焊制造的 WPB、WPC 及 WPR 钢的管配件，当其焊接接头处的公称壁厚大于等于  $\frac{3}{4}$  in. (19mm) 时，应在 1100 ~ 1250°F (595 ~ 675℃) 温度下进行焊后热处理或按第 7.2.6 条处理。

7.2.6 按第6节的任何一种方法制造的 WPB、WPC 管配件，由制造厂选择可进行退火、正火或正火加回火。

7.3 WPB、WPC 和 WPR 以外的管配件



7.3.1 WP1、WP11 级的 1 类, WP11 的 2 类, WP11 的 3 类, WP12 的 1 类, WP12 的 2 类, WP22 的 1 类和 3 类, WP5 和 WP9 级别钢的管配件应以完全退火, 或者正火加回火状态供货。如进行正火加回火, 则对 WP11 的 1 类, WP11 的 2 类, WP11 的 3 类, WP12 的 1 类及 WP12 的 2 类级别钢其退火温度不得低于 1150°F (620°C); 对 WP5、WP9 及 WP22 的 1 类和 3 类钢其退火温度不得低于 1250°F (675°C)。

7.3.2 对于热成形或冷成形的 WP1 或 WP12 的 1 类或 WP12 的 2 类钢的管配件, 可以在 1200°F (650°C) 的温度下进行最终热处理以替代第 7.3.1 条中规定的热处理。

7.3.3 对于在按 7.3.1 热处理后用熔焊方法制造的管配件, 除了 WP1 级钢仅需对焊接接头处公称壁厚大于等于  $\frac{1}{2}$  in. (13mm) 者进行焊后热处理外; 余者所有厚度均应在不低于上述规定的回火温度下进行焊后热处理。

7.3.4 除了当买方规定了补充要求 S1 外, WP91 级钢的最终热处理应在最低为 1900°F (1040°C), 最高为 2000°F (1095°C) 下进行正火; 并在最低为 1350 ~ 1470°F (730 ~ 800°C) 的温度下进行回火。

7.3.5 WP911 级别钢应在 1900 ~ 1975°F (1040 ~ 1080°C) 的温度范围内正火和在 1365 ~ 1435°F (740 ~ 780°C) 的温度范围内回火, 做最终热处理。

7.4 用棒料制造的 WPB 和 WPC 管配件——对于经冷拔或冷轧而使得断面收缩率超过 10% 的冷加工成形棒料, 除非是在 1100 ~ 1250°F (595 ~ 675°C) 温度下进行消除应力, 正火、正火加回火, 或者完全退火; 均不得用于制造碳钢的管配件。在进行热处理的随后, 必须进行力学性能试验。

7.5 当取得买方的同意后, 对于所有级别的钢, 允许在液体淬火之后进行回火。对于 WPB、WPC 和 WPR 钢最低回火温度为 1100°F (595°C); 对 WP1 级、WP11 的 1 类, WP11 的 2 类, WP11 的 3 类, WP12 的 1 类和 WP12 的 2 类钢最低回火温度为 1150°F (620°C); 以及对 WP5、WP9 和 WP22 的 1 类和 3 类钢的最低回火温度为 1250°F (675°C), WP91 级和 WP911 为 1350°F (730°C)。

## 8 化学成分

8.1 每次浇铸或熔炼时应确定其化学成分, 并且应与表 1 中所列的相应材料的化学成分要求相符。表中所示内容已扩大到包括对于按本标准制造管配件时通常用到的原材料(钢管、管子、板料、棒料及锻件)的化学成分要求的偏差; 这些偏差原来是列出在不同的材料标准中的。

8.2 钢不应含有任何对订购级别未规定的元素到如此程度, 使它符合了另一级别钢的要求, 如果其他级别钢中该元素是有要求最小含量的规定元素。

8.3 碳钢管配件结构中使用的焊缝金属, 应是 ASME 锅炉和压力容器规范 IX 卷, QW-442 表中的 No. A1 类碳钢(低碳钢)的化学成分值。对 WPCW 级钢\*可以是 No. A2\*\*类的。

8.4 合金钢管配件熔敷焊缝金属的钼和铬含量应与母材相同, 都在允许的百分含量范围内。

## 9 拉伸性能

9.1 管配件材料的拉伸性能应符合表 2 中所列要求。

9.1.1 所切取的纵向或横向的试样应适合于拉伸试验的需要。

9.1.2 当表 2 中同时规定了对纵向及横向试样的伸长率时, 这并不意味着同时对纵、横向都有要求, 而仅仅意味对所采用的试样该伸长率要求是恰当的。

9.2 材料的每一熔炼炉次及能代表成品管配件的相同热处理状态应做一次拉伸试验。试样的厚度与其所代表的管配件壁厚相差不得超过  $\frac{1}{4}$  in. (6mm)。

9.3 当所供货的是冷成形的管配件时, 其毛坯材料的试样应按 7.2.4 条进行正火或消除应力。对于在这引起热处理过的试样所进行的拉伸试验应认为即是冷成形管配件的拉伸性能。

9.4 拉伸试验记录应证明该管配件材料满足本标准规定拉伸性能的要求, 只要它们的热处理是相同的。如果原材料没有经过试验, 或者该管配件的热处理状况不同, 则管配件的制造厂应对

\* WPCW 类钢意为焊接结构 WPC 级钢。——译注。

\*\* No. A2 为碳铝钢。——译注。



每一炉号的初始材料在能代表成品管配件的材料上进行所要求的拉伸试验。

## 10 硬度

10.1 如进行试验,管配件应能满足下列硬度要求:

10.1.1 对于 WP5、WP9 及 WPR 级别钢的管配件——最高 217HB。

10.1.2 对于 WP91 和 WP911 级别钢的管配件——最高 248HB。

10.1.3 对于其他所有级别钢的管配件——最高 197HB。

10.2 当要求对管配件进行实际硬度试验时,见 A 960/A 960M 标准中的补充要求 S57。

## 11 水压试验

11.1 见 A 960/A 960M 标准。

## 12 尺寸

12.1 按本标准所订购的对接焊接管配件及对接焊小半径弯头和 180°弯头应分别符合最新版的 ASME B16.9 所给出的尺寸和公差。按照本标准订购的钢制承插式焊接的及螺纹连接的管配件应符合最新版的 ASME B16.11、MSS SP-79 或 MSS SP-83 标准规定的规格、形状、尺寸和公差。

12.2 形状或规格和上述这些标准不同的,但符合本标准的所有其他要求的管配件,可以按照 A 960/A 960M 标准中的补充要求 S58 供货。

## 13 表面质量

13.1 见 A 960/A 960M 标准。

## 14 焊接修理

14.1 见 A 960/A 960M 标准。

## 15 检查

15.1 见 A 960/A 960M 标准。

15.2 当协议书要求其他试验时,应从包括在订货炉批内的材料上进行。

## 16 拒收及复审

16.1 不符合本标准要求的材料可以拒收。拒收应

立即以书面报告给生产厂或供货商。如对买方检查结果不满意,生产厂或供货商可提出复审要求。

16.2 对在车间加工或使用过程中发现有了缺陷的管配件可以拒收,这种情况下须立即以书面文件通知制造厂。

## 17 合格证书

17.1 如买方有要求,厂方须提供符合本标准的合格证明书。此外,如要求提供试验报告,厂方也要提供下列适用的报告:

17.1.1 化学分析结果,第 8 节(表 1)。若某元素含量低于 0.02% 时,在报告中对该元素的分析结果可写为“<0.02%”。

17.1.2 拉伸性能结果,第 9 节(表 2)。记载以 ksi(MPa)为单位的屈服强度和极限强度,以及百分比表示的伸长率。

17.1.3 按照第 10 节可接受的硬度。

17.1.4 热处理类型,第 7 节。

17.1.5 无缝或焊接的。

17.1.6 原材料,特别是管材,板材等。

17.1.7 有关射线或超声波检验的陈述(第 6.2 条)。

17.1.8 买方订单中要求的任何补充试验。

17.1.9 合格证书应陈述标准中规定的配件的生产、取样、检验和探伤,并满足要求。

17.1.10 合格证书及试验报告上应注明管配件的标准号、出版年份、修改符号(如有修订),类别及等级号。

## 18 产品标志

18.1 所有的管配件都应按最新版阀门、管配件、法兰及活接头的标准标志系统(MSS SP-25 最新版)的规定,在每一个管配件上打钢印,或以其他适当方式标出规定的标志内容。

18.2 对于对接焊接和管配件所规定的标志内容应包括:制造厂的厂名或商标(见注 2),壁厚系列标号或公称壁厚标号、规格、钢种的类别及等级号(列于表 1),以及熔炼炉次编号或制造厂的炉次识别号。带有用超声波检验代表射线检验焊缝的管配件则在炉次识别号之后应附加“U”字标志。

注 2:识别标志的意图是表明该制造厂被认定为是一个能证明管道部件符合本标准的生产单位。

18.3 对于螺纹连接的或承插式焊接的管配件所规定的标志内容应包括：制造厂的厂名或商标（见注 2），压力等级或壁厚系列标号及级别和类别号（按附件 A1），及熔炼炉次编号或制造厂的炉次识别号。

18.4 管配件上不要求标志标准号，出版年份及修改符号。

18.5 条形码——除了 18.1、18.2、18.3 和 18.4 条的要求外，条形码也可以用作补充标记方法。买方可以在订货单中规定使用一种特殊

的条形码系统。如果条形码系统由供方任选，则应按照已发布的一种条形码工业标准进行。若用于小的零件上，条形码可应用在箱体上或在一个结实的适用标牌上。

## 19 关键词

19.1 钢制公称管配件 管道用 承压件  
压力容器用 高温应用



## 补充要求

除非在采购订货单中有规定,否则这些补充要求不予考虑。当有要求时,除非另有商议,规定的补充要求由买方付费应在制造厂由厂方去完成。如在订货单中如此规定,则在材料装运之前,规定的试验应经买方检验师核实见证。

### S1 另一种热处理——WP91 级钢

S1.1 WP91 级别钢应按第 7.3.4 条进行正火,并在买方规定的温度下进行回火,该温度应低于 1350°F (730°C)。对整个管配件在最低为 1350 ~ 1470°F (730 ~ 800°C) 温度下作随后的回火应是买方的责任。在按第 7.3.4 条进行热处理的材料上应做所有的力学性能试验。证明书应引证本补充要求注明所采用的实际回火温度。标志“S1”应被包括在该管配件所要求作的标志以内。

### S2 受限制的钒含量

S2.1 管配件的钒含量不得超过 0.03%。

### S3 碳当量

S3.1 对于级别 WPB 和 WPC,按熔炼分析及下式的最大碳当量(CE)应为 0.50。

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

S3.2 按买方和供货方的商定,可以是较低的最大碳当量。

S3.3 在试验报告中须报告最大碳当量(CE)。



## 附 件

(强制性资料)

## A1 标志用管配件标号

表 A1.1 标志用管配件标号

级 别	类 别	结 构	强制性标志
WPB	...	W (焊接结构)	WPBW <sup>①</sup>
	...	S (无缝结构)	WPB
WPC	...	W (焊接结构)	WPCW <sup>①</sup>
	...	S (无缝结构)	WPC
WP1	...	W (焊接结构)	WP1W <sup>①</sup>
	...	S (无缝结构)	WP1
WP12	CL1	W (焊接结构)	WP12 CL1W <sup>①</sup>
	...	S (无缝结构)	WP12 CL1
WP12	CL2	W (焊接结构)	WP12 CL2W <sup>①</sup>
	...	S (无缝结构)	WP12 CL2
WP11	CL1	W (焊接结构)	WP11 CL1W <sup>①</sup>
	...	S (无缝结构)	WP11 CL1
WP11	CL2	W (焊接结构)	WP11 CL2W <sup>①</sup>
	...	S (无缝结构)	WP11 CL2
WP11	CL2	W (焊接结构)	WP11 CL3W <sup>A</sup>
	...	S (无缝结构)	WP11 CL3
WP22	CL1	W (焊接结构)	WP22 CL1W <sup>①</sup>
	...	S (无缝结构)	WP22 CL1
WP22	CL2	W (焊接结构)	WP22 CL2W <sup>①</sup>
	...	S (无缝结构)	WP22 CL2
WP5	CL1	W (焊接结构)	WP5 CL1W <sup>①</sup>
	...	S (无缝结构)	WP5 CL1
	CL3	W (焊接结构)	WP5 CL3W <sup>①</sup>
	...	S (无缝结构)	WP5 CL3
WP9	CL1	W (焊接结构)	WP9 CL1W <sup>①</sup>
	...	S (无缝结构)	WP9 CL1
	CL3	W (焊接结构)	WP9 CL3W <sup>①</sup>
	...	S (无缝结构)	WP9 CL3
WPR	...	W (焊接结构)	WPRW <sup>①</sup>
	...	S (无缝结构)	WPR
WP91	...	W (焊接结构)	WP91W <sup>①</sup>
	...	S (无缝结构)	WP91

① 如果焊缝是经超声波检验代替射线检验的,在标志里加“U”。