

(内部资料)

美国材料与试验
学会标准(ASTM)

ASTM A387/A387M-2003

压力容器铬—钼合金钢板标准技术条件
Standard Specification for Pressure Vessel Plates,
Alloy Steel, Chromium-Molybdenum

2006年9月

压力容器用铬-钼合金钢板标准技术条件^①

本标准以固定的标准号 A387/A387 发布,紧跟着标准号的数字表示原先采用版本的年号,或者是当有修订的最新修订的年号。括号内的数字表示再次批准的年号。上标符号(ε)表示因最新修订或再次批准发生的编辑变化。

1 适用范围^{*}

1.1 本标准^②

适用于焊接锅炉和高温压力容器用的铬-钼合金钢板。1.2 本标准中的钢板按所含的合金元素分为如下几个级别:

级别	公称含铬量, %	公称含钼量, %
2	0.05	0.50
12	1.00	0.50
11	1.25	0.50
22, 22L	2.25	1.00
21, 21L	3.00	1.00
5	5.00	0.50
9	9.00	1.00
91	9.00	1.00
911	9.00	1.00

1.3 除 21L、22L、91 和 911 级外,每个级别的钢板按其热处理不同而有如表 2 和表 3 所示的两个抗拉强度类别。在退火状态下这些级别的钢板仅适用于 1 类。21L 和 22L 级也仅适用于第 1 类钢,而 91 级别钢板仅适用于第 2 类钢。

1.4 钢板的最大厚度仅受化学成分满足规定力学性能要求的能力限制。

1.5 无论以英寸-磅或 SI 单位表示的数值都应视为标准值。在本标准正文中,SI 单位在括号内示出。由于两种单位制的数值不能做到精确地相等,故必须独立地分别采用两种单位制。如加以混用,将导致与本标准的不一致。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准^③

- A20/A20M 压力容器用钢板通用要求
- A370 钢制品力学性能试验的试验方法和定义
- A435/A435M 钢板超声直射波检验
- A577/A577M 钢板超声斜射波检验
- A578/A578M 特殊用途的普通钢板与复合钢板超声直射波检验

3 一般要求和订货须知

3.1 按本标准供应的钢板应符合 A20/A20M 标准的要求。这些要求包括试验和复试方法与程序、尺寸和重量的允许偏差、质量和缺陷的修补、标志和装载等。

3.2 A20/A20M 标准还规定了购买本标准的钢板时所应遵循的订货规则。

3.3 除本标准规定的基本要求外,为满足最终使用要求而需更多的控制、试验或检验时,可采用下列附

①本技术条件标准受 ASTM 的 A01《钢、不锈钢和相关合金》委员会的权限管辖,并由 A01.11《压力容器用钢板》分委员会注册负责。

现版本于 2003 年 5 月 10 日批准,2003 年 7 月出版。原版本在 1955 年获得批准。前一个最新版是 1999 年的 A387/A387M-99^ε。

②对于 ASME 锅炉及压力容器规范应用,见该规范第 II 卷中相关的 SA-387/SA-387M 技术标准。

③对于引用的 ASTM 标准,可访问 ASTM 的网址:www.astm.org,或与 ASTM 网址为 service@astm.org 的用户服务部接洽。对于《ASTM 标准年度手册》卷资料,参见 ASTM 网址上的“标准文件汇总”网页。

* 更改一览表一节示出在本标准的末尾

加要求:

3.3.1 真空处理;

3.3.2 附加的或特殊的拉伸试验;

3.3.3 冲击试验;

3.3.4 无损检验。

3.4 需方应查阅本标准中列出的附加要求和 A20/A20M 标准中的详细要求。如本标准中的要求与 A20/A20M 标准中的要求不一致时,则以本标准中的要求为准。

4 制造

4.1 炼钢操作——钢应为镇静钢。

5 热处理

5.1 除 91 级和 911 级钢外,所有钢板均应热处理。热处理方法为退火、正火加回火,或者当需方同意时,从奥氏体化温度采用鼓风或液体淬冷的方法加速冷却,随后进行回火。最低回火温度如下:

类别	温度,°F(°C)
2,12 和 11	1150(620)
22,22L,21,21L 和 9	1250(675)
5	1300(705)

5.1.1 91 级和 911 级钢钢板应在 1900°F~2000°F (1040°C~1095°C) 正火并在不低于 1350°F(730°C) 下回火。

5.2 级别 5、9、21、21L、22、22L、91 和 911 钢的订贷

钢板,当未指明按 5.1 条的要求热处理时,则就以消除应力处理或退火状态交货。

5.3 未指明按 5.1 条的要求热处理的钢板,如需要热处理时,应由需方按 5.1 条和表 2 或表 3 的要求进行。

6 化学成分要求

6.1 除按 A20/A20M 标准中补充要求 S17(真空碳脱氧钢)的规定外(该规定不适用于级别 11 的钢),钢的化学成分应符合表 1 的规定。

7 金相组织

7.1 奥氏体晶粒度——级别为 2 的钢板,应具有粗的奥氏体晶粒度。

8 力学性能

8.1 拉伸试验要求

8.1.1 根据订货单的指定,钢板的拉伸试验性能应符合表 2 或表 3 的相应要求。

8.1.2 当采用 8in(200mm)的标距时,对厚度小于等于 3/4 in(20mm)的钢板,允许按 A20/A20M 标准调整伸长率的要求。

9 标志

9.1 除 A20/A20M 标准中的标志要求外,每张钢板应根据订货的厚度而清楚地打上或喷上字母 A(退火态)、N(正火加回火态)或 Q(加速冷却加回火态)。

表 2 第 1 类钢板的拉伸性能要求

项目	2 和 12 级	11 级	22、21、5、9、21L 和 22L 级
抗拉强度,ksi(MPa)	55~80(380~550)	60~85(415~585)	60~85(415~585)
屈服强度,ksi(MPa)≥	33 (230)	35 (240)	30 (205)
伸长率 (标距 8in 或 200mm), % ^A ≥	18	19	...
伸长率 (标距 2in, 或 50mm), % ^A ≥	22	22	18
断面收缩率, %≥	...	...	45 ^B 40 ^C

^A 伸长率的调整见 A20/A20M 标准。

^B 用圆试样测定。

^C 用扁试样测定。

表 1 化学成分要求

元 素	成 分, %										
	2 级	12 级	11 级	22 级	22L 级	21 级	21L 级	5 级	9 级	91 级	911 级
C:											
熔炼分析	0.05-0.21	0.05-0.17	0.05-0.17	0.05-0.15 ^A	0.10 max	0.05-0.15 ^A	0.10 max	0.15 max	0.15 max	0.08-0.12	0.09-0.13
成品分析	0.04-0.21	0.04-0.17	0.04-0.17	0.04-0.15 ^A	0.12 max	0.04-0.15 ^A	0.12 max	0.15 max	0.15 max	0.06-0.15	0.08-0.14
Mn:											
熔炼分析	0.55-0.80	0.40-0.65	0.40-0.65	0.30-0.60	0.30-0.60	0.30-0.60	0.30-0.60	0.30-0.60	0.30-0.60	0.30-0.60	0.30-0.60
成品分析	0.50-0.88	0.35-0.73	0.35-0.73	0.25-0.66	0.25-0.66	0.25-0.66	0.25-0.66	0.25-0.66	0.25-0.66	0.25-0.66	0.25-0.66
P:											
熔炼分析	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.030	0.020	0.020
成品分析	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.030	0.025	0.025
S:											
熔炼分析	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.030	0.030	0.010	0.010
成品分析	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.030	0.030	0.012	0.012
Si:											
熔炼分析	0.15-0.40	0.15-0.40	0.50-0.80	0.50 最大	0.50 最大	0.50 最大	0.50 最大	0.50 最大	1.00 最大	0.20-0.50	0.10-0.50
成品分析	0.13-0.45	0.13-0.45	0.44-0.86	0.50 最大	0.50 最大	0.50 最大	0.50 最大	0.55 最大	1.05 最大	0.18-0.56	0.08-0.56
Cr:											
熔炼分析	0.50-0.80	0.80-1.15	1.00-1.50	2.00-2.50	2.00-2.50	2.75-3.25	2.75-3.25	4.00-6.00	8.00-10.00	8.00-9.50	8.50-10.50
成品分析	0.46-0.85	0.74-1.21	0.94-1.56	1.88-2.62	1.88-2.62	2.63-3.37	2.63-3.37	3.90-6.10	7.90-10.10	7.90-9.60	8.40-10.70
Mo:											
熔炼分析	0.45-0.60	0.45-0.60	0.45-0.65	0.90-1.10	0.90-1.10	0.90-1.10	0.90-1.10	0.45-0.65	0.90-1.10	0.85-1.05	0.90-1.10
成品分析	0.40-0.65	0.40-0.65	0.40-0.70	0.85-1.15	0.85-1.15	0.85-1.15	0.85-1.15	0.40-0.70	0.85-1.15	0.80-1.10	0.86-1.15
Ni:											
熔炼分析	...	...	...	...	...	...	...	...	...	0.40	0.40
成品分析	...	...	...	...	...	...	...	...	...	0.43	0.43
V:											
熔炼分析	...	...	...	...	...	...	...	...	...	0.18-0.25	0.18-0.25
成品分析	...	...	...	...	...	...	...	...	...	0.16-0.27	0.16-0.27
Co:											
熔炼分析	...	...	...	...	...	...	...	...	...	0.06-0.10	0.060-0.10
成品分析	...	...	...	...	...	...	...	...	...	0.05-0.11	0.05-0.11
B:											
熔炼分析	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	0.0003-0.006
成品分析	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	0.0002-0.007
N:											
熔炼分析	...	...	...	...	...	...	...	...	...	0.030-0.070	0.04-0.09
成品分析	...	...	...	...	...	...	...	...	...	0.025-0.080	0.035-0.095
Al:											
熔炼分析	...	...	...	...	...	...	...	...	...	0.04	0.04
成品分析	...	...	...	...	...	...	...	...	...	0.05	0.05
T:											
熔炼分析	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	0.90-1.10
成品分析	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	0.85-1.15

^A 厚度大于 5mm(125mm) 钢板的成品分析碳含量应不大于 0.17 %

表 3 第 2 类钢板的拉伸性能要求^A

	2 级	11 级	12 级	22、21、5 和 9 级	91 级	911 级
抗拉强度, ksi(MPa)	70~90 (485~620)	75~100 (515~690)	65~85 (450~585)	75~100 (515~690)	85~110 (585~760)	90~120 (620~840)
屈服强度(0.2% 残余变形), Ksi(MPa) $\geq$	45(310)	45(310)	40(275)	45(310)	60(415)	64(440)
伸长率(标距 8in 或 200mm), % ^B $\geq$	18	18	19	...	...	...
伸长率(标距 2in 或 50mm), % ^B $\geq$	22	22	22	18	18	18
断面收缩率, % $\geq$	...	...	...	45 ^C 40 ^D	...	...

^A 不适用于退火钢板;^B 伸长率的调整见 A20/A20M 标准;^C 用圆试样测定;^D 用扁试样测定。

补充要求

除非订货单中规定,否则不用执行本补充要求。

A20/A20M 标准中包括一个供需方选择的标准化的补充要求明细表。适用于本标准的项目如下。经供货方和采购方双方同意也可执行其他试验。

S1 真空处理

S2 成品分析

S3 力学性能试样坯料的模拟焊后热处理

S4.1 附加的拉伸试验

S5 夏比 V 形缺口冲击试验

S6 落锤试验

S7 高温拉伸试验

S8 按 A435/A435M 标准进行的超声波检验

S9 磁粉探伤

S11 按 A577/A577M 标准进行的超声波检验

S12 按 A578/A578M 标准进行的超声波检验

S14 弯曲试验

S17 真空碳脱氧钢

附加补充要求

此外,下列附加补充要求适合于这种用途。S62 和 S63 仅适用于 22 级和 21 级钢。

S60 限制碳含量

S60.1 5 级钢的最大碳含量应是 0.10 %。

S62 回火脆性因素

S62.1 钢的熔炼分析成分应按下列等式加以限制:

$$J = (Si + Mn) \times (P + Sn) \times 10^4$$

$$\leq 150(Si, Mn, P \text{ 和 } Sn \text{ 的重量百分数})$$

$$Cu \leq 0.20 \%$$

$$Ni \leq 0.30 \%$$

S62.1.1 较低的 J 值, Cu 和 Ni 元素值可按采购方与供货方之间的协议做规定。

S62.1.2 当采购方作如此规定时, J 值不应超

过 100。

S62.1.3 应报告 J 的数值。

S62.1.4 如果钢板采用焊接修补时, 焊缝金属的成分应按下列等式加以限制:

$$X = (10P + 5Sb + 4Sn + As) / 100$$

$$\leq 15(P, Sb, Sn \text{ 和 } As \text{ 为 ppm 数})$$

$$Cu \leq 0.20 \%$$

$$Ni \leq 0.30 \%$$

S62.1.5 应报告 X 的数值。

S63 分级冷却后的冲击性能

S63.1 材料的夏比 V 形缺口冲击性能应按下列

述测定:

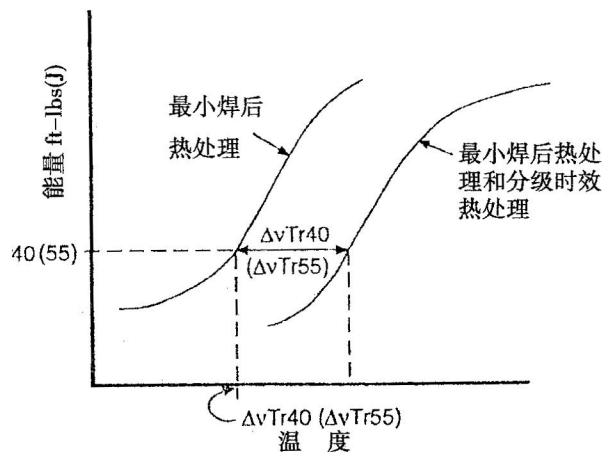


图 S1.1 在分级冷却热处理前后的转变温度曲线

S63.1.1 应从每炉钢的一张钢板的同一部位取足额数量的夏比 V 形缺口试验用的试样,以建立两条转变温度曲线。

S63.1.2 一条转变温度曲线的试样应给予由采购方规定的最低焊后热处理(PWHT)周期。

S63.2 另一条转变温度曲线的试样应给予在 S63.1.2 中规定的焊后热处理(PWHT)周期加下列分级冷却热处理:

在 1100°F(593℃)下加热 1 小时,然后以 10°F(5.6℃)/小时的速率冷却到 1000°F(538℃)。

在 1000°F(538℃)下加热 15 小时,然后以 10°F

(5.6℃)/小时的速率冷却到 975°F(524℃)。

在 975°F(524℃)下加热 24 小时,然后以 10°F(5.6℃)/小时的速率冷却到 925°F(496℃)。

在 925°F(496℃)下加热 60 小时,然后以 5°F(2.8℃)/小时的速率冷却到 875°F(468℃)。

在 875°F(468℃)下加热 100 小时,然后以 50°F(27.8℃)/小时的速率冷却到 600°F(315℃)。

在静止空气中冷却。

S63.3 在每一试验温度下有用一组三个试样,按 A370《试验方法和定义》标准的 V 形缺口试样做试验,从每一条转变温度曲线测定 40ft-lbf(55J)对应转变温度。试验温度应包括在上下平台和最少四个中间温度进行试验。

S63.4 应符合下列要求:

$$vTr40 + 2.5\Delta vTr40 \leq 50^\circ F$$

$$vTr55 + 2.5\Delta vTr55 \leq 10^\circ C$$

式中:

$vTr40(vTr55)$ = 材料在经受由采购方规定的最低焊后热处理的 40ft-lbf(55J)转变温度;

$\Delta vTr40(\Delta vTr55)$ = 分级冷却材料的 40ft-lbf(55J)转变温度的移位。分级冷却材料的 40ft-lbf(55J)转变温度减去只受最低焊后热处理材料的转变温度。

S63.5 应报告两个材料状态 40ft-lbf(55J)的转变温度。

更改一览表

A01 委员会已经查验了本标准自发布最新版(A387/A387M-99^{e1})以来,那些按有可能影响到本标准使用所选出的对本标准做更改的位置。

(1)对表 2 中的屈服强度,增加 SI 单位(MPa)。

内部资料 仅供参考