

管道元件用碳钢锻件



SA-105/SA-105M



01

(与 ASTM A 105/A 105M—98 完全等同)

1 适用范围

1.1 本标准适用于室温和高温下工作的压力系统中的锻制碳素钢管道构件,它包括符合规定尺寸、或符合第2节中的引用标准,诸如ANSI标准及API标准一类的尺寸标准的法兰、管配件,阀门和类似零件。按本标准制造的锻件的最大重量限制在10,000lb(4540kg)以下。更重的锻件可按A 266标准订货。管板及压力容器壳体用中空圆筒形锻件未包括在本标准范围内。尽管本标准也适用于圆钢及无缝管状产品经机加工而成的一些管道元件(见第4.4节),但是它不适用于这些制品形式中的原材料。

1.2 当要求附加试验或检查时,补充要求可供使用。只有当买方在订货单中单独指定时,才应用这些补充要求。

1.3 A266/A266M标准为适用于其他钢种的锻件标准。A675、A695及A696标准适用于其他棒形钢。

1.4 本技术条件采用英寸—磅和SI两种单位(制),但除非订货单中规定采用“M”标志(SI单位),否则材料均将以英寸—磅单位制供货。

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。两种单位制的数值混合使用可能导致标准规定不一致的结果。

注1:无尺度量钢标号NPS(公称管道尺寸)在本标准中已代替传统的术语“公称直径”,“尺寸”及“公称尺寸”。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

- A 266/A 266M 压力容器元件用碳钢锻件
- A 275/A 275M 钢锻件磁粉检验试验方法

A 370 钢制品力学性能试验方法和定义
A 675 要求特殊质量热加工力学性能的碳
钢棒钢

A 695 液压用热加工特殊质量碳钢棒钢
A 696 压力管道元件用热加工或冷精整特
殊质量要求碳钢棒钢

- A 751 钢制品化学分析方法、操作及定义
- A 788 钢锻件通用要求
- E 165 液体渗透检查方法实用规程
- E 340 金属和合金的宏观浸蚀方法

2.2 MSS 标准*

SP 25 阀门、管件、法兰和管接头标准标
志系统

SP 44 配管钢制法兰标准

2.3 ASME 标准

ASME 锅炉和压力容器规范第IX卷,焊接评定
B 16.5 钢制管法兰和带法兰的管配件的尺
寸标准

B 16.9 锻轧钢对接焊接管配件

B 16.10 钢铁阀门面对面及端部对端部的尺寸

B 16.11 承插焊接和螺纹连接的锻造钢制
管配件

B 16.34 法兰、螺纹和焊接端阀门

B 16.47 大直径钢法兰

2.4 API 标准

API-600 法兰及端部对接焊接的钢制闸阀

API-602 炼油厂用紧凑设计的钢制闸阀

2.5 AWS 标准

AWS A5.1 软钢电弧焊接药皮焊条

3 订货须知

3.1 在采购订货单中对订购所需材料所必须

* MSS为Manufacturers' Standardization Society之缩写,即制造商标准化学会。——译注。

的全部订货要求作出规定是采购者的责任。这样的要求的示例应包括但不只是限于下列各项：

3.1.1 数量。

3.1.2 规格及压力等级或尺寸(包括公差和表面状态)。

3.1.3 标准号(应包括年号)。

3.1.4 补充要求。

3.1.5 附加要求(见表1下注, 12.1和16.2节)。

4 材料及制造

4.1 钢材应由平炉、碱性吹氧转炉、或电炉方法冶炼, 且应是完全镇静钢。

4.2 从原始材料上应留出足够的切头, 以保证没有有害的缩孔及过度偏析。

4.3 应把材料锻制成尽量接近规定的形状和尺寸。

4.4 除各种形式法兰外, 空心圆筒形零件可由热轧或锻制的棒材, 或由无缝钢管材料机加工制成。但是该零件的长轴应近似地平行于金属坯料的流线。小于或等于 NPS 4 (4 英寸公称管) 的不包括法兰的其他零件则可用热轧和锻制的棒料加工。但成形弯头, 180 度弯头, 三通及集流三通管不得直接用棒坯料加工。

4.5 除4.4节允许的以外, 成品应符合 A 788 标准中术语一节所定义的锻件。

5 热处理

5.1 除下列管道部件外, 热处理不是本标准的强制性要求:

5.1.1 压力—温度级超过 300 磅级的法兰。

5.1.2 设计温度下的设计压力超过300磅级、1.1 组的压力—温度额定等级的特殊设计法兰。

5.1.3 设计压力或设计温度不明确等特殊设计法兰。

5.1.4 除法兰以外, 下列界限均满足的管道部件: (1)大于 NPS 4 及(2)超过 300 磅级。

5.1.5 除法兰以外, 下列界限均满足的特殊级别的管道部件: (1)大于 NPS 4 及(2)在操作温度下的工作压力大于 300 磅级的第 1.1 组表列值。

5.2 当按5.1节需要热处理时, 它应是退火, 正火, 或正火加回火, 及淬火加回火。

5.2.1 退火——退火程序包括把锻件在锻

制或轧制后直接冷却到低于 1000°F (538°C) 的温度, 然后将其重新加热到 1550°F (843°C) 至 1700°F (927°C) 之间的温度, 以细化晶粒, (这样重新加热的一组被称为一次“退火装料量”), 并在炉内均匀地冷却再让其在空气中冷却。

5.2.2 正火——正火程序包括把锻件在锻制或轧制后直接冷却到低于 1000°F (538°C) 的温度, 然后将其重新加热到 1550°F (843°C) 至 1700°F (927°C) 之间的温度, 以细化晶粒, (这样重新加热的一组被称为一次“正火装料量”), 再让其在空气中冷却。

5.2.3 回火——回火程序包括把锻件加热到 1100°F (593°C) 和下转变温度之间的温度, 保温时间为最大截面厚度的 $\frac{1}{2} h/in.$ ($1/2h/25.4mm$)。

5.2.4 淬火——淬火过程包括: (1)待锻件完全奥氏体化后在适当的液体介质中进行淬火; 或者, (2)分多步过程进行, 首先使锻件完全奥氏体化并快速冷却, 然后再次加热到部分奥氏体化, 之后放在适当的液体介质中进行淬火。所有淬火锻件都应按 5.2.3 所述进行回火。

6 化学成分

6.1 钢材应满足表 1 规定的化学成分, 试验方法、操作及定义应采用 A 751 标准。

表 1 化学成分

元素	成分, %	元素	成分, %
C	≤0.35	Ni	≤0.40 ^①
Mn	0.60 ~ 1.05	Cr	≤0.30 ^{①②}
P	≤0.035	Mo	≤0.12 ^{①②}
S	≤0.040	V	≤0.05
Si	≤0.10 ~ 0.35	Nb	≤0.02
Cu	≤0.40 ^①		

注: 对于最大规定的碳含量(0.35%)以下, 每降低 0.01% 碳含量, 允许在最大规定锰含量(1.05%)上增加 0.06% 锰含量, 直到 1.35% 为止。

① Cu、Ni、Cr 及 Mo 含量总和不应超过 1.00%。

② Cr 和 Mo 元素含量总和不应超过 0.32%。

6.2 不得使用加入了铅的钢料。

7 铸样或熔炼(以前称为包样)分析

7.1 应优先使用取自熔炼浇注时的试样对钢的每一炉次进行分析, 其结果符合表 1 的规定。

8 成品分析

8.1 订货方可以对本标准提供的锻件进行成品分析。分析试样应取自实心锻件的中心与表面之间的中间层，空心锻件的内、外表面之间的中间层，整体尺寸延伸部分的中心与表面之间的中间层，或取自断裂的力学性能试样。按此测定的化学成分应符合表1的规定，成分偏差应在表2给出值的范围内。

9 力学性能

9.1 材料应符合表3及表4规定的力学性能要求。

9.2 为了确定材料与表3及表4要求是否符合，当要求热处理时，试样应从热处理后的锻制产品上制取，或从用来加工成品的坯料上制备的单独锻制试块上制取。这样的试块应承受与成品近似相同的加工。试块应与成品一起热处理。

表2 成品分析允许偏差

元 素	超出最大上、下限值的允许偏差, %				
	≤200in. ² (1290cm ²)	>200~400in. ² (>1290~ 2580cm ²)	>400~800in. ² (>2580~ 5160cm ²)	>800~1600in. ² (>5160~ 10320cm ²)	>1600in. ² (>10320cm ²)
C	0.02	0.03	0.04	0.05	0.05
Mn, ≤0.90	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08
≥0.91	0.06	0.07	0.08	0.08	0.09
P	0.008	0.010	0.010	0.015	0.015
S	0.010	0.010	0.010	0.015	0.015
Si	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06
Cu	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Ni	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Cr	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Mo	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
V	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Nb	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

注：成品横截面积分别定义为：(面积在原钢锭轴线面积的右侧取)

(a)粗加工锻件(包括钻孔)的最大横截面积。

(b)未加工锻件的最大横截面积。

(c)钢锭、粗轧坯及扁板坯的最大横截面积。

表3 力学性能^①

抗拉强度, psi (MPa) ≥	70 000 (485)	对纵条试验、壁厚小于 $\frac{5}{16}$ in. (7.9mm)时每减少 $\frac{1}{32}$ in. (0.8mm)从基本伸长率应 减小的百分值(见表4)	1.50 ^③
屈服强度, psi (MPa) ≥ ^②	36 000 (250)		
伸长率, 标距2in. 或50mm, % ≥:			
对纵条试验、壁厚≥ $\frac{5}{16}$ in. (7.9mm)的基本最小伸长率	30		
对标准圆棒试验, 标距长度为2in. 或50mm 或标距长度为4D	22		
的小尺寸试样		断面收缩率, % ≥ ^④	30
		硬度, HB ₁₄₅	≤ 187

① 对于小锻件, 见9.4.4。

② 可用0.2%残余变形法, 或载荷下的0.5%伸长法测定。

③ 计算的最小值见表4。

④ 仅对于圆形试样。

表 4 计算最小值

壁 厚		2in. 或 50mm 标距 的伸长率, % ≥	壁 厚		2in. 或 50mm 标距 的伸长率, % ≥
in.	mm		in.	mm	
5/16 (0.312)	7.9	30.00	5/32 (0.156)	4.0	22.50
3/32 (0.281)	7.1	28.50	1/8 (0.125)	3.2	21.00
1/4 (0.250)	6.4	27.00	3/32 (0.094)	2.4	19.50
7/32 (0.219)	5.6	25.50	1/16 (0.062)	1.6	18.00
3/16 (0.188)	4.8	24.00			

注：上表列出壁厚每减薄 $1/32$ in. (0.8mm)时计算的伸长率最小值。壁厚处在上表列两值之间时，最小伸长率的值由下式确定之：

$$E = 48T + 15.00$$

式中 E = 标距 2in. 或 50mm 内的延伸率, %;

T = 试样的实际厚度, in. (mm)。

9.3 对于正火, 正火加回火, 或淬火加回火的锻件, 试样的中心轴线应位于 $1/4 T$ 或更深位置的平面内, T 为所表征锻件的最大热处理厚度。此外, 对于淬火加回火的锻件试样的长度中点应至少距另一个热处理表面为 T 的距离。当截面的厚度不足以这样定位时, 应将试样定位于尽量靠近所规定的部位。

9.4 拉伸试验

9.4.1 对锻制元件的每一熔炼炉次都要进行一个拉伸试验。

9.4.2 对每一热处理装料炉次, 都应进行一个拉伸试验。如果在这样的装料炉次里包括了多于一个的熔炼炉次, 则对每个熔炼炉次都应进行试验。

9.4.2.1 当热处理温度相同, 且炉温(间歇或连续性)控制在 $\pm 25^{\circ}\text{F}$ ($\pm 14^{\circ}\text{C}$)范围内, 并装备有高温记录仪获得热处理的完整记录时, 则可不必要对每一热处理装料炉次中的每个熔炼炉次作一个试验, 而只要求每个熔炼炉次作一个拉伸试验。这样材料应包括在同一热处理装料炉次中。

9.4.3 试验应依据 A 370 试验方法及定义进行。除了当空心圆筒元件是由无缝管件加工而成的以外, 应使用 A 370 中给出的最为可行的圆柱形试样。测量伸长率的标距长度应是试样截面直径的 4 倍。当空心圆筒形元件是由无缝管件加工而成时, 可以使用条状试样。

9.4.4 对在平行于最大加工尺寸的方向上、由于锻件尺寸太小而不能得到 0.250in. (6.35mm) 直径或更大直径的小尺寸圆形试样(见 A 370 试验方法及定义), 和对不适宜于单独锻

制试样棒的设备上、例如自动或半自动压力机上生产的锻件, 可在硬度试验的基础上验收。对任意选出的每批百分之一(见注 2)或 10 个, 两者之中较小数量的锻件, 按 A 370 试验方法和定义中的标准布氏硬度试验方法进行制备和试验。压痕的部位应由制造厂选择, 但所选部位应能表征锻件的整体。对每个锻件要求一个压痕, 但为确定代表性的硬度可以增加压痕数目。按此试验的全部锻件的硬度为 HB137—187。

注 2: “批”的定义是同一熔炼炉次的产品, 或者, 如进行热处理时为同一熔炼炉次, 同一热处理装料炉次的产品。

9.5 硬度试验——除了只生产一个锻件外, 对每一批或每一连续运行最少二个锻件应按 9.4.2.1 规定进行硬度试验以保证其在表 3 给出的硬度限制值以内。当只生产一个锻件时, 该锻件应按 9.4.2.1 规定进行硬度试验, 以保证其在表 3 给出限制值以内。硬度试验应按 A 370 试验方法及定义进行。买方可以通过对锻件的任何部位的试验证实性能已经满足。只是这样的试验不得使锻件不能使用。

10 水压试验

10.1 按标准加工的锻件应能通过符合成品锻件额定值的水压试验。只有在指定了补充要求 S7 时, 才由锻件制造厂进行这样的试验。

11 重复热处理

11.1 如果力学性能试验结果不符合规定的要求, 则制造厂可以对锻件进行相应的热处理或重复热处理, 并重复第 9 节规定的试验。

12 工艺质量、表面质量及外观

12.1 锻件应无下面指明的有害缺陷，且具有良好的锻造表面。倘若 12.3 所述接受的表面缺陷不是呈分散分布，而是呈大面积分布，后者超出可认为是良好表面的界限，则由代表买方的检验人员作出判断，对锻件成品应拒收。除在订货单中另有指定，在最终的表面检查前，管件表面应清除掉全部氧化皮及工艺过程中的各种化合物。清除氧化皮过程中不得伤害锻造表面的材料特性或金相组织。经清除处理后的管件应加保护以防再次沾污。加在套焊及对接焊管上的保护层应无需除掉就能适合于相应的装配焊接。当在订货单中已作了指定时，零件可以压力成形或以锻造状态提供。

12.2 有害缺陷深度——应对被挑选出的典型线状或其他典型的表面缺陷测定其深度。当深度已深达成品锻件最小壁厚值时，这样的缺陷应认为是有害缺陷。

12.3 对未被认定为有害缺陷的切削或打磨——对未被认定为有害缺陷应按下述方法处理：

12.3.1 对呈现有深度不超过公称壁厚的 5% 或 $\frac{1}{16}$ in. (1.6mm)，两者中较小值的疤痕、皱折、撕裂或毛刺的锻件不需要将这些缺陷除掉。如果需要除掉此类缺陷则应采用切削或打磨方法。

12.3.2 对机加工划痕或擦伤及小坑无需切削或打磨就可以验收，只是其深度不得超过前面 12.2 提出的界限，且不应深于 $\frac{1}{16}$ in. (1.6mm)，若这些缺陷深度虽已超过 $\frac{1}{16}$ in. (1.6mm) 但并未深达锻件的最小壁厚，则应通过打磨使之成为无缺陷的材料。

12.3.3 当通过打磨或切削除掉缺陷后，打磨或切削处的外形尺寸可能减少了削除掉的量。如果进行直接测量不切实际时，则削除处的壁厚或无需除去缺陷处的壁厚应采用从锻件的成品公称壁厚扣除削除量来确定，其剩余值不应少于最小规定或要求的壁厚。

13 焊接修理

13.1 对按 ANSI 等尺寸标准加工的锻件，或制造厂为了制造其他零件而制备的坯料允许制造厂针对缺陷进行修理。按订货要求制作的特殊锻

件，需得到订货方的事先同意，才可焊接修补。

13.2 应按 ASME 锅炉和压力容器规范第 IX 卷对焊接工艺和焊工进行认定。

13.3 应采用不会在焊接部位产生大量不希望有的氢气的方法进行焊接修理。

13.4 应通过铲削或打磨将缺陷全部除掉得到完整的金属，并在焊接之前通过磁粉检查来证实。

13.5 焊接修理后，应将焊缝处打磨平整到原有的形状，且应以磁粉或液体渗透检查以证实已完全不再有缺陷。

13.6 对所有经焊接修理的锻件应加热到 1100°F (593°C) 及下转变温度之间的温度，最小保温按 $\frac{1}{2}$ h/in. ($\frac{1}{2}$ h/25.4mm) 乘以最大截面厚度得出的保温时间，进行焊后热处理。或代之以退火、正火、正火加回火，或淬火加回火。如果锻件原先未经热处理，而已超过了原回火温度，或者锻件在焊后经过完全热处理则在完成了焊后热处理之后该锻件应按第 9 节进行力学性能试验。

13.7 当按 ASME 锅炉和压力容器规范第 IX 卷进行试验时，其焊接工艺评定焊件的力学性能应符合表 3 关于热态焊接修理锻件所列出的性能要求。

13.8 没有买方的事先同意，焊接修理部件的面积不得超过锻件表面积的 10%，且不得超过锻件成品壁厚的 33 $\frac{1}{3}$ % 或 $\frac{3}{8}$ in. (10mm) 二者中的较小值。

14 检查

14.1 钢厂应向买方检验员提供一切合理的必要的方便，以便他确认材料是按订货单提供的。买方的检查不应妨碍钢厂的工作有不必要的干扰。除非另有商定，所有的试验和检验要在钢厂内进行。

15 拒收及复审

15.1 对每一个在车间加工中或在使用中发生有害缺陷的锻件应拒收，并通知钢厂。

15.2 表征由买方拒收材料的试样应予保留，直到索赔处理得到钢厂和买方同意为止。

16 合格证书

16.1 对按买方同意的指定尺寸加工的锻件，

及按尺寸标准加工的锻件应按 17.1 要求采用识别标志,以证明锻件是按本标准要求提供的。试验报告中列出的标准号应包括公布年号及修订符号。

16.2 当要求试验报告时,钢厂还应提供如下各项的证明(如果有的话):

16.2.1 热处理类型,第 5 节。

16.2.2 拉伸试验结果,第 9 节(表 3),以 ksi (MPa)表示的屈服强度和抗拉强度报告,伸长率和断面收缩率的百分数结果。

16.2.3 化学分析结果,第 6 节(表 1)。当未指定元素的含量小于 0.02% 时,应在该元素的分析值上注明“<0.02%”。

16.2.4 硬度测定结果,第 9 节(表 3)。

16.2.5 订货单所要求的任何补充试验结果。

17 产品标志

17.1 应在每个锻件上不损害锻件使用性能的位置上清楚地锻出或打印上由钢厂名称代号(见注 3),炉号或钢厂对炉号的标志,额定使用值号,本标准号及尺寸组成的识别标志。除了“钢”的字样不能代替本标准号外,在上述标志的后面可以加上阀门和管件制造厂标准化学会的

阀门、管件、法兰及管接头的标准标志系统 (SP-25-1978)。

注 3: 加识别标志的目的是说明该钢厂业经第三方机构认证其管道元件的制造,且验证结果已被确认符合本标准的规定。

17.1.1 如果锻件进行了淬火加回火处理,则在锻件上应在标准号后加字母“QT”。

17.1.2 经焊接修理过的锻件应在本标准号后加字母“W”。

17.2 当对尺寸较大的产品要求试验报告时,标记应由钢厂代号或名称,本标准号,及一些可以查出零件试验报告所需的其他标志组成(见 17.1.1 及 17.1.2)。标在锻件上的标准号不必包括标准的发布年号及修改标记字母。

17.3 条形码——除了 17.1 和 17.2 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。

18 关键词

18.1 钢制公称管配件 管道用 受压件
钢法兰 碳素钢钢锻件 钢阀门 较高温度应用
高温应用

补 充 要 求

只有当买方在询价单、合同和订货单中提出时，才使用下述补充要求。

S1 宏观浸蚀试验

S1.1 应把锻件样品切割成片并浸蚀，以显示出流线和内部缺陷。试验应按照 E 340 方法进行，试验的细节应由制造厂和买方共同商定。

S2 成品分析

S2.1 对提交发货的每一炉次的锻件应做成品分析，成品分析结果应符合表 1 中规定的要求及表 2 中的成品分析偏差。如果任何一个试验结果不符合要求，则应从同一炉次另取 2 个锻件或代表性试样件进行重新试验，且复试结果应符合所列表格。如果这些试样件中的任何一个不符合，则应校核每一个锻件或拒收这一炉次的锻件。所有复试结果应向采购方报告，并且应拒收分析结果不符合的全部锻件。

S3 硬度

S3.1 买方可以对任何一个或所有提供的锻件在其任意部位校核硬度，其硬度值应为 HB137 至 HB187。对所有不在此规定硬度值范围内的锻件应拒收。

S4 拉伸试验

S4.1 除了第 9 节的要求外，要在每个锻件上标出熔炼炉次识别标志，且应从一个能表征锻件的经买方和钢厂双方同意的部位上制取一个拉伸试样。其试验结果应符合表 3 规定，并向买方提出报告。

S5 磁粉检验

S5.1 对成品锻件的所有可接近的表面部位都要用磁粉方法进行检验，其方法应符合 A 275/A 275M 试验方法。验收的界限应由钢厂和买方商定。

S6 液体渗透检验

S6.1 对所有的表面要用液体渗透方法进行检验。其方法应符合 E165 实用规程。验收合格界限应由买方和钢厂双方商定。

S7 水压试验

S7.1 由钢厂按买方和钢厂双方商定的压力进行水压试验。

S8 焊接修理

S8.1 没有得到买方的事先同意，不允许作焊接修理。

S9 热处理

S9.1 对所有的锻件应按买方指定进行热处理。

S9.2 当锻件不要求按 5.1 节热处理，而买方的要求以热处理供货时，判别其是否符合表 3 和表 4 的要求的依据应是按第 9.5 节作硬度试验，或者以下之一：

(1) 按 9.2 作热处理锻件的拉伸试验，或
(2) 由供方和买方协商，从锻造状态的锻件或单独锻造的试块取样作拉伸试验。

S9.3 当要求试验报告时，拉伸试验结果应从锻造状态的锻件或试块得出，并在试验报告上注明。

S9.4 除了第 17 节要求的标志外，在本标准号后面尚应加上以下字母：A—退火，N—正火，NT—正火加回火，以及 QT—淬火加回火。

S10 小锻件的标志

S10.1 对于可供打标志的部位各方向上都小于 1in. (25mm) 的小锻件来说，需要有试验报告是强制性要求；而加标志可能受到局限而只能标上为了表征零件和试验报告属于同一件所需的符

号或者编码。

S10.2 当锻件的外形或尺寸不允许将标志直接标到锻件上去时,标志方法应由买方和钢厂双方商定。

S11 碳当量

S11.1 根据熔炼分析算出的最高碳当量对最

大截面厚度不大于 2in. 的锻件应为 0.47,对于最大截面厚度大于 2in. 的锻件应为 0.48。

S11.2 碳当量(CE)应按下列式计算:

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

S11.3 较小的最高碳当量可由钢厂和买方之间协议。