

高温用合金钢和不锈钢螺栓材料



SA-193/SA-193M

(除 3.1.1, 19.4 和表 1 的注 6 和表 2 中编辑上不同外,
与 ASTM 标准 A 193/A 193M—98a 完全等同)

1 适用范围

1.1 本标准适用于高温压力容器、阀门、法兰及管配件用合金钢和不锈钢螺栓材料。本标准中所用术语“螺栓材料”包括棒钢、螺栓、螺钉、螺柱、双头螺栓和线材材料。棒钢和线材材料应是热加工的。材料可进一步以无心磨削或冷拔。奥氏体不锈钢可以经固溶处理加退火,或退火加应变硬化。当订购应变硬化奥氏体钢时,买方应特别注意保证完全理解附录 X1。

1.2 材料类别包括铁素体钢和奥氏体不锈钢,其标号为 B 5、B 8 等。根据设计,使用条件,力学性能及高温特性进行选择。

注 1: 本委员会在制订本标准时已收入了 15 种目前广泛使用的钢种。其他的钢种委员会将根据需要逐步考虑补充。

注 2: 适用于高温,但温度稍低范围的合金钢螺栓材料类别,可参见 A354 标准。

注 3: 适用于低温使用的合金钢螺栓材料,可参见 A320/A320M 标准。

1.3 与螺栓材料配合使用的螺母,包括在第 14 节。

1.4 补充要求 S1 到 S8 用于要求的附加试验或检验,但仅当买方在订货单中有规定时有用。

1.5 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。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准

A 29/A 29M 热加工和冷精整碳钢和合金钢棒钢通用要求

A 194/A 194M 高温高压用碳钢和合金钢螺母

A 320/A 320M 低温用合金钢螺栓材料

A 354 淬火加回火的合金钢螺栓、螺栓及其他外螺纹紧固件

A 370 钢制品力学性能试验方法及定义

A 479/A 479M 锅炉和其他压力容器用不锈钢和耐热钢棒钢和型钢

A 484/A 484M 不锈钢和耐热钢棒、钢坯及锻件的通用要求

A 751 钢制品化学分析试验方法,操作及术语

A 788 钢锻件通用要求

E 18 金属材料洛氏硬度及洛氏表面硬度试验方法

E 21 金属材料高温拉伸试验实用规程

E 139 金属材料蠕变、蠕变—断裂和应力—断裂试验实用规程

E 150 金属材料在快速加热和短时条件下蠕变和蠕变—断裂拉伸试验的实用规程

E 151 金属材料在快速加热及常规或快速应变速度条件下的高温拉伸试验实用规程

E 292 材料的断裂—时间缺口拉伸试验的实用规程

E 328 材料和结构的应力松弛试验实用规程

E 381 包括棒钢、方钢坯、钢坯和锻件在内的钢制品低倍浸蚀试验,检验和定级方法

E 566 铁基金属电磁(涡流)性能划分的实用规程

E 709 磁粉检验实用规程

F 606 测定内、外螺纹紧固件,垫圈和铆钉力学性能的试验方法

2.2 ANSI 标准

B1.1 螺钉螺纹

B1.13M 米制螺纹

B18.2.1 方形及六角形螺栓和螺钉

B18.2.3.1M 米制六角形有头螺钉

B18.3 带沉头六角形及带沉头花键孔螺钉

B18.3.1M 米制带沉头有头螺钉

2.3 AIAG 标准

AIAGB-502.00 初金属识别标签应用标准

3 订货须知

3.1 询价和订购本标准材料时应包括下列资料,必要时对采购材料作适当的说明:

3.1.1 标准号和钢种级别。

3.1.2 热处理状态(对铁素体钢为正火加回火,或淬火加回火;对奥氏体不锈钢为碳化物固溶处理(1类钢)、轧后碳化物固溶处理(1A类钢)、和碳化物固溶处理加应变硬化处理(2类,2B和2C类钢);对含氮不锈钢1B和1C类适用于碳化物固溶处理;1D类用于从轧制温度快速冷却碳化物固溶处理的材料)。

3.1.3 数量(即件数或重量)。

3.1.4 所需零件的说明(即棒材、螺栓、螺钉或螺柱)。

3.1.5 尺寸(即直径、结构尺寸、总长、粗糙度、形状和螺纹)。

3.1.6 螺母,如买方需要带螺母,则根据第14.1节。

3.1.7 补充要求。

3.1.8 特殊要求,按第6.3,6.6,11.3,15.1,16.1,17.1及18.1节。

4 制造(工艺)

4.1 钢的制造可采用以下任何一种一次炼钢工艺:平炉、碱性氧气顶吹转炉、电炉或真空感应熔炼(VIM)。一次熔炼方法可分别结合脱气或精炼进行。在浇注钢锭或铸锭之前或浇注过程中对钢水加以真空处理。碱性吹氧转炉炼钢方法应只限于含铬量不超过6%的钢。

4.2 质量——铁素体钢棒钢和线材应根据E381方法,或按买方和供方商定的方法作试验以保证成品的内在质量。当供应棒钢或线材时,生产供应方应进行试验;当供应紧固件时,或是由棒钢或线材生产方是由紧固件生产方进行试验,由他们之间商定。质量控制程序应充分论证其试验是进行了且其结果是合格的。棒材的由每一炉或10000lbs两者中的较小值组成的每批中,应至少以一个低倍浸蚀试验来代表。横截面作目

视检验时不得有比方法E381 S4—R4—C4宏观照相还要严重的缺陷,或按由双方商定的相当的缺陷。且不得有局部凝固区。

5 切头

5.1 为保证无有害缩孔和过度偏析,应有足够的切头。

6 热处理

6.1 铁素体钢应经适当热处理以使每一级别的钢获得最佳的高温性能,螺栓材料在轧制或锻造后应立即冷却到转变温度范围以下。以液体淬火状态提供的材料应先均匀加热到适当温度以细化晶粒(经过这样两次加热的一组材料称为“淬火物料”),然后对每一组淬火物料在相当均匀的状况下液体介质中淬火。对B16类材料应加热到1700~1750°F(925~954℃)并进行油淬。以正火或空冷淬火状态提供的材料应再次加热到适当温度以细化晶粒,并在空气中均匀冷却到转变温度范围以下。无论是液体淬火或正火的材料,均应均匀地再次回火。最低的回火温度应按表2和表3的规定。

6.1.1 淬火加回火,或正火加回火的铁素体材料如随后需以冷拔控制尺寸,则冷拔后应作应力消除处理。应力消除处理最低温度应为回火温度以下100°F(55℃)。应力消除处理后应进行力学性能试验。

6.2 B6和B6X材料都应在回火温度下最少保温1小时。识别符号为B6X的材料可以轧制加回火状态供应。B6X级别材料允许冷加工到表2的硬度限(最大26HRC)。

6.3 所有奥氏体不锈钢应经碳化物固溶热处理(对于每个类别的特殊要求见6.3.1和6.3.4)。1,1B,1C(只有B8R和B8S级),2,2B和2C类可适用于棒材,丝材和精制紧固件。1A类(所有级别)和1C类(只有B8RA和B8SA级)可适用于精制紧固件。1D类只适用于直接从1D类的棒材或丝材机加工,未经过任何随后热或冷加工的棒材,丝材和精制紧固件。

6.3.1 1和1B类,1C类的B8R和B8S级——在对棒材进行无论热或冷的轧制、锻造或头部加工之后,材料应从室温开始加热,接着在碳化铬开始固熔的温度下保温足够时间,并随后用足

以防止碳化物沉淀的速率冷却。

6.3.2 1D 类——轧制或锻造的 B 8, B 8M, B 8P, B 8LN, B 8MLN, B 8N, B 8MN, B 8R 和 B 8S 级的棒材,当在高于 1750°F(955℃)的温度下热加工之后应立即快速冷却,而使得晶界上的碳化物处于固溶的(见 A479-88b 和随后的修订)。1D 类应限于在温度低于 850°F(455℃)的温度下应用。

6.3.3 1A 类和 1C 类的 B 8RA 和 B 8SA 级——精制紧固件在所有的轧制、锻造或头部加工完成之后应是经碳化物固溶处理的。这一标号不适用于像棒材的初始材料。紧固件应从室温开始加热,接着在碳化铬开始固溶的温度下保温足够时间,并随后用足以防止碳化物沉淀的速率冷却。

6.3.4 2, 2B 和 2C 类——材料应从室温开始加热,接着在碳化铬开始固溶的温度下保温足够时间,并随后用足以防止碳化物沉淀的速率冷却。在这一热处理之后,材料应随后经应变硬化以达到要求的性能。

注 4:像(端部)墩锻,当只对产品的局部进行热加工操作后的热处理,有可能便受到影响的整个截面晶粒度和力学性能的不一致。

6.4 如果要求为无氧化皮的光亮表面,则应在订货单中规定之。

6.5 B 7 和 B 7M 的螺栓件应在液体介质中淬火及回火。对 B 7M 螺栓件的最终热处理,可以是回火,但回火最低温度应为 1150°F(620℃),且应在包括滚螺纹在内的所有机加工及成形加工都完成以后进行。

6.5.1 除非另有规定, B7 级别材料可以在

炉内,用感应或电阻加热方法热处理。

注 5:应考虑到各个炉批的应力松弛特性会有不同,或从一种热处理换成另一种也会不同。如果要求应力松弛试验,需方可以指定补充要求 S8。

7 化学成分

7.1 每一合金应符合表 1 规定的化学成分要求。不得采用加铅的钢。

7.2 对于所订购的钢种,钢不得含有未规定的元素来使它符合于这些元素为规定元素的其他钢种级别的要求。而且,组成中重量百分数大于 0.75% 的元素均应记入化验报告。化学成分的分析应按 A751 试验方法进行。

8 熔炼分析

8.1 钢厂应对每一炉钢进行分析,以测定第 7 节所规定的各个元素的百分比。该分析工作应从该炉钢水浇注时取试样进行。这样测得的化学成分应报告给订货方或其代表,而且符合第 7 节中规定的要求。对于连铸材料,应满足 A 788 标准的 8.2 及 8.3 条的要求。当订货方认为应将两个相衔接连铸炉批的过渡区段切除时,订货方应援引 A788 标准的补充要求 S3。

9 成品分析

9.1 订货方可对代表螺栓材料的取样进行分析,其化学成分应符合第 7 节的要求。

10 力学性能

10.1 拉伸性能

表 1 化学成分(%)^①

类 型	铁素体钢			
级 别	B 5		B 6 及 B 6X	
说 明	5% Cr		12% Cr	
元 素	范 围	成品正或负偏差 ^②	AISI-410	
			范 围	成品正或负偏差 ^②
C	≥0.10	-0.01	≤0.15	+0.01
Mn, ≤	1.00	+0.03	1.00	+0.03
P, ≤	0.040	+0.005	0.040	+0.005
S, ≤	0.030	+0.005	0.03	+0.005
Si	≤1.00	+0.05	≤1.00	+0.05
Cr	4.00~6.00	0.10	11.50~13.50	+0.15
Mo	0.40~0.65	0.05	...	...

表 1 (续) 化学成分(%)^①

类 型	铁素体钢				
级 别	B7, B7M			B16	
说 明	Cr - Mo ^③			Cr - Mo - V	
元 素	范 围	成品正或负偏差 ^②		范 围	成品正或负偏差 ^②
C	0.37 ~ 0.49	0.02		0.36 ~ 0.47	0.02
Mn	0.65 ~ 1.10	0.04		0.45 ~ 0.70	0.03
P, ≤	0.035	+0.005		0.035	+0.005
S, ≤	0.040	+0.005		0.040	+0.005
Si	0.15 ~ 0.35	0.02		0.15 ~ 0.35	0.02
Cr	0.75 ~ 1.20	0.05		0.80 ~ 1.15	0.05
Mo	0.15 ~ 0.25	0.02		0.50 ~ 0.65	0.03
V	...	...		0.25 ~ 0.35	0.03
Al ^⑤	...	...		0.015	...

类 型	奥氏体钢 ^⑥ , 1A、1B、1D 和 2 类							
级 别	B8, B8A		B8C, B8CA		B8M, B8MA, B8M2, B8M3		B8P, B8PA	
说 明	AISI 304		AISI 347		AISI 316		AISI305 限制 C 量	
元 素	范 围	成品正或负 偏差 ^②	范 围	成品正或负 偏差 ^②	范 围	成品正或负 偏差 ^②	范 围	成品正或负 偏差 ^②
C, ≤	0.08	+0.01	0.08	+0.01	0.08	+0.01	0.08	+0.01
Mn, ≤	2.00	+0.04	2.00	+0.04	2.00	+0.04	2.00	+0.04
P, ≤	0.045	+0.010	0.045	+0.010	0.045	+0.010	0.045	+0.010
S, ≤	0.030	+0.005	0.030	+0.005	0.030	+0.005	0.030	+0.005
Si, ≤	1.00	+0.05	1.00	+0.05	1.00	+0.05	1.00	+0.05
Cr	18.0 ~ 20.0	0.20	17.0 ~ 19.0	0.20	16.0 ~ 18.0	0.20	1.70 ~ 1.90	0.20
Ni	8.0 ~ 10.5	0.15	9.0 ~ 13.0	0.15	10.0 ~ 14.0	0.15	10.5 ~ 13.0	0.15
Mo	...	...	...	...	2.00 ~ 3.00	0.10	...	...
Nb + Ta	...	...	10 × 最小 C 含量 ≤ 1.10	-0.05	...	...	...	...

类 型	奥氏体钢 ^⑥ , 1A、1B、1D 和 2 类					
级 别	B8N, B8NA			B8MN, B8MNA		B8MLCuN, B8MLCuNA
说 明	AISI 304N			AISI 316N		不稳定的 20Cr - 18Ni - 6Mo, 限制 C 量
元 素	范 围	成品正或负 偏差 ^②	范 围	成品正或负 偏差 ^②	范 围	范 围
C, ≤	0.08	+0.01	0.08	+0.01	0.020	0.020
Mn, ≤	2.00	+0.04	2.00	+0.04	1.00	1.00
P, ≤	0.045	+0.010	0.045	+0.010	0.030	0.030
S, ≤	0.030	+0.005	0.030	+0.005	0.010	0.010
Si, ≤	1.00	+0.05	1.00	+0.05	0.80	0.80
Cr	18.00 ~ 20.00	0.20	16.00 ~ 18.00	0.20	19.5 ~ 20.5	19.5 ~ 20.5
Ni	8.00 ~ 10.50	0.15	10.00 ~ 14.00	0.15	17.5 ~ 18.5	17.5 ~ 18.5
Mo	...	...	2.00 ~ 3.00	0.10	6.0 ~ 6.5	6.0 ~ 6.5
N	0.10 ~ 0.16	0.01	0.10 ~ 0.16	0.01	0.18 ~ 0.22	0.18 ~ 0.22
Cu	...	...	...	...	0.50 ~ 1.00	0.50 ~ 1.00

表 1 (续) 化学成分(%)^①

类 别	奥氏体钢 [®] , 1, 1A 和 2 类			
识别符号	B8T, B8TA			
级 别	AISI 321			
元 素	范 围	成品正或负偏差 ^②		
C, ≤	0.08	+ 0.01		
Mn, ≤	2.00	+ 0.04		
P, ≤	0.045	+ 0.010		
S, ≤	0.030	+ 0.005		
Si, ≤	1.00	+ 0.05		
Ni	9.00 ~ 12.00	0.15		
Cr	17.00 ~ 19.00	0.20		
Ti	5x 最小 (C + N) 含量, ≤0.70	- 0.05		

类 型	奥氏体钢 [®] , 1C 和 1D 类			
级 别	B8R, B8RA		B8S, B8SA	
说 明	22Cr - 13Ni - 5Mn		18Cr - 8Ni - 4Si + N	
元 素	范 围	成品正或负偏差 ^②	范 围	成品正或负偏差 ^②
C, ≤	0.06	+ 0.01	0.10	+ 0.01
Mn	4.00 ~ 6.00	0.05	7.00 ~ 9.00	0.06
P, ≤	0.040	+ 0.005	0.040	+ 0.005
S, ≤	0.030	+ 0.005	0.030	+ 0.005
Si	≤ 1.00	+ 0.05	3.50 ~ 4.50	+ 0.15
Cr	20.50 ~ 23.50	0.25	16.00 ~ 18.00	0.20
Ni	11.5 ~ 13.50	0.15	8.00 ~ 9.00	0.10
Mo	1.50 ~ 3.00	0.10	...	...
N	0.20 ~ 0.40	0.02	0.08 ~ 0.18	0.01
Nb + Ta	0.10 ~ 0.30	0.05	...	...
V	0.10 ~ 0.30	0.02	...	...

类 型	奥氏体钢 [®] , 1, 1A 和 1D 类			
级 别	B8LN, B8LNA		B8MLN, B8MLNA	
说 明	限制含 C 量的 AISI 304N		限制含 C 量的 AISI 316N	
元 素	范 围	成品正或负偏差 ^②	范 围	成品正或负偏差 ^②
C, ≤	0.030	+ 0.005	0.030	+ 0.005
Mn	2.00	+ 0.04	2.00	+ 0.04
P, ≤	0.045	+ 0.010	0.045	+ 0.010
S, ≤	0.030	+ 0.005	0.030	+ 0.005
Si	1.00	+ 0.05	1.00	+ 0.05
Cr	18.00 ~ 20.00	0.20	16.00 ~ 18.00	0.20
Ni	8.00 ~ 10.50	0.15	10.00 ~ 14.00	0.15
Mo	...	...	2.00 ~ 3.00	0.10
N	0.10 ~ 0.16	0.01	0.10 ~ 0.16	0.01

① 不允许故意添加 Bi, Se, Te 和 Pb 元素。

② 成品分析——有时个别次数的测定会与表列范围的限值不同。多次测定同一炉次钢的任意一个元素的含量时不应与规定范围的上、下偏差不同。

③ 用于这种级别的典型钢成分包括 4140, 4142, 4145, 4140H, 4142H 和 4145H。

④ 尺寸为 3½ in. (90mm) 的棒材, 其最大含碳量可为 0.50%; 对 B7M 级别钢允许的最小含碳量为 0.28%, 若所要求的拉伸性能符合其有关截面尺寸, 则允许使用 AISI 4130 或 4130H 钢。

⑤ 可溶解的和不可溶解的总量。

⑥ 1 和 1D 类是经固溶处理的材料。1 类 1B 类和某些 1C 类 (B8R 和 B8S) 产品是由固溶处理材料制成的。1A 类产品 (B8A, B8CA, B8MA, B8PA, B8TA, B8LNA, B8MLNA, B8NA 及 B8MNA) 和某些 1C 类产品 (B8RA 和 B8SA) 是在加工完成状态下进行固溶处理。2 类产品是经固溶处理及应硬化处理的材料。

10.1.1 要求——由拉伸试样为代表的材料经热处理后于室温下应符合表 2 中规定的要求。

10.1.2 试验方法——拉伸试验应按照 A370 试验方法和定义,包括适用于机加工的 A370 的附录 A3“钢紧固件”的段落进行。试验速度应不超过 A370 试验方法和定义中 7.4.1 条所规定的极限值。屈服强度应以试样标距长度内产生 0.2% 永久变形的值来确定。

10.1.3 全尺寸紧固件,楔形拉伸试验——当适用时(见 13.1.4),头部加工的紧固件应按 A370 的附录 A3 经全尺寸楔形试验过的,并应符合表 2 示出的拉伸强度。对单一规格的最小全尺寸断裂强度(1bf)应如下:

$$T_s = UTS \times A_s \quad (1)$$

式中 T_s = 楔形拉伸强度;

UTS = 表 2 中规定的拉伸强度;

A_s = 按 ANSI B1.1 所示或按下式计算得到的应力面积,平方英寸:

$$A_s = 0.785(D - (0.974/n))^2 \quad (2)$$

式中 D = 公称螺纹尺寸;

n = 每英寸牙数。

10.2 硬度要求

10.2.1 硬度应符合于表 2 中的规定要求。硬度测定应按照 A370 试验方法和定义,或者是按照 F606 试验方法进行。

表 2 力学性能要求

类 别	直径, in.	最低回火温度 °F	抗拉强度 ksi ≥	屈服强度 0.2%残余变形, ksi ≥	伸长率 标距 4D, % ≥	断面收缩率, % ≥	硬度 ≤
铁 素 体 钢							
B5, 4~6% Cr	≤4	1100	100	80	16	50	...
B6, 13% Cr	≤4	1100	110	85	15	50	...
B6X, 13% Cr	≤4	1100	90	70	16	50	26HRC
B7 Cr-Mo	≤2½	1100	125	105	16	50	321HB 或 35HRC
	>2½~4	1100	115	95	16	50	302HB 或 33HRC
	>4~7	1100	100	75	18	50	277HB 或 29HRC
B7M 注① Cr-Mo	≤2½	1150	160	80	18	50	235HB 或 99HRB
	≤4	1150	100	80	18	50	235BHN 或 99HR/B
	>4~7	1150	100	75	18	50	235BHN 或 99R/B
B16 Cr-Mo-V	≤2½	1200	125	105	18	50	321HB 或 35HRC
	>2½~4	1200	110	95	17	45	302HB 或 33HRC
	>4~7	1200	100	85	16	45	277HB 或 29HRC

表 2 (续) 力学性能要求

类 别	直径, in.	最低回火 温度 °F	抗拉强度 ksi ≥	屈服强度 0.2%残余变形, ksi ≥	伸长率 标距 4D, % ≥	断面收 缩率, % ≥	硬度 ≤
奥 氏 体 钢							
1 和 1D 类: B8、B8M、B8P、B8LN、 B8MLN, 所有直径		碳化物 固溶处理	75	30	30	50	223HB ^③ 或 96HRB
1 类: B8C、B8T, 所有直径		碳化物 固溶处理	75	30	30	50	223HB 或 96HRB
1A 类: B8A、B8CA、 B8MA、B8PA、B8TA、 B8LNA、B8MLNA、 B8NA、B8MNA、 B8MLCuNA, 所有直径		精整状态 下 碳化物 固溶处理	75	35	30	50	192HB 或 90HRB
1B 和 1D 类: B8N、B8MN、 B8MLCuN, 所有直径		碳化物 固溶处理	80	35	30	40	223HB ^③ 或 96HRB
1C 和 1D 类: B8R 所有直径		碳化物 固溶处理	100	55	35	55	271HB 或 28HRC
1C 类: B8RA, 所有直径		精整状态 下 碳化物 固溶处理	100	55	35	55	271HB 或 28HRC
1C 和 1D 类: B8S, 所有直径		碳化物 固溶处理	95	50	35	55	271HB 或 28HRC
1C 类: B8SA, 所有直径		精整状态 下 碳化物 固溶处理	95	50	35	55	271HR 或 28HRC
2 类: B8、B8C、B8P、B8T、B8N ^④ ≤ ¾ > ¾ ~ 1 > 1 ~ 1¼ > 1¼ ~ 1½		碳化物 固溶处理 及应变硬化	125 115 105 100	100 80 65 50	12 15 20 28	35 35 35 45	321HB 或 35HRC 321HB 或 35HRC 321HB 或 35HRC 321HB 或 35HRC
2 类: B8M、B8MN、B8MLCuN ^④ ≤ ¾ > ¾ ~ 1 > 1 ~ 1¼ > 1¼ ~ 1½		碳化物 固溶 处理及应 变硬化	110 100 95 90	95 80 65 50	15 20 25 30	45 45 45 45	321HB 或 35HRC 321HB 或 35HRC 321HB 或 35HRC 321HB 或 35HRC
2B 类: B8、B8M2 ^④ ≤ 2 > 2 ~ 2½ > 2½ ~ 3		碳化物 固溶 处理及应 变硬化	95 90 80	75 65 55	25 30 30	40 40 40	321HB 或 35HRC 321HB 或 35HRC 321HB 或 35HRC
2C 类: B8M3 ^④ ≤ 2 > 2		碳化物 固溶处 理及应变硬化	85 85	65 60	30 30	60 60	321HB 或 35HRC 321HB 或 321HRB 或 35HRC

① 为了满足拉伸要求,布氏硬度应超过 200HB(93HRB)。

② 1 类是经固溶处理钢。为了防止应力腐蚀,1A 类在精整状态下作固溶处理。由于有物理性能上的要求,热处理至为关键。2 类是固溶处理及应变硬化钢。经应变硬化的奥氏体钢不能在整个截面上显示的均一的性质,特别是当直径超过 ¾in. 时。

③ 对直径不大于 ¾in. 者,允许的最大硬度为 241HB(100HRB)。

④ 对直径大于等于 1½in. 者,其中心部(核心)的性能可比按 ½ 半径处测定值作出的试验报告上的示值要低。

10.2.2 B7M 级——该级材料的最大硬度应为 235HB 或 99HRB (按 A 370 试验方法和定义中的表 2B 作换算)。最小硬度不得低于 200HB 或 93HRB。是否符合这一硬度要求应通过对每个螺柱或螺栓按照 10.2.1 条用布氏或洛氏 - B 方法进行硬度测量来保证。当通过取样使用压痕硬度试验进行验证时,则使用 100% 的电磁方法硬度测定来代替 100% 的压痕法硬度测定是允许的。电磁方法硬度每批应 100% 地按照 E566 实用规程测定。电磁硬度试验中在每一批订货(按 13.1.2 条的定义)中每一批钢的 100 个零件中最少应取一个随机试样使用压痕硬度测定方法进行测定。所抽取的全部试样必须满足对该批所定出的硬度验收要求。倘若有任何一个试样结果是在规定的最大或最小硬度以外时,那么该批材料应拒收,或者是重新处理并重新取样,也可以是 100% 地采用压痕方法作硬度试验。涉及到最小强度发生争议时,裁决时应以拉伸试验为准而不是以硬度读数为准。已经 100% 试验并且验收合格的产品应在钢种级别符号下划一横线。

10.2.2.1 压痕硬度试验表面的处理应按 E18 试验方法的要求。硬度试验应在螺栓或螺柱的端部进行。当做不到这一点时硬度试验可在任何合适部位进行。

11 工艺质量、表面质量和外观

11.1 螺栓、螺钉、双头螺栓和螺柱应具有收尾末端,并有一良好的表面,并随制造厂的做法倒角或倒圆。双头螺栓及螺柱收尾末端的长度(从最前端平行于轴测量)应不少于一个、且不多于两个完整的螺纹长。双头螺栓及螺柱的长度应从第一个螺纹到第一个螺纹进行测量。

11.2 棒材的标准允许尺寸偏差在 A 29/A 29M 标准和 A 484/A 484M 标准的最新版中给出。

11.3 螺栓头尺寸应按照 ANSI B18.2.1 或 ANSI B18.2.3.1M 的规定。除非订货单另有规定,应使用重型六角头螺钉系列,但螺杆最大直径和内圆角半径可与重型六角螺栓系列相同。对于 ANSI B18.2.1 或 ANSI B18.2.3.1M 里的重型六角头螺钉系列中未包括的规格应使用六角圆弧头螺钉。内六角头紧固件应按 ANSI B18.3 标准或 ANSI B18.3.1M。

12 复试

12.1 如果任一批材料的力学性能试验结果不符合规定要求,则制造厂可对该批进行不多于两次的重新热处理,此时对本批进行两个附加的拉伸试验,都应符合标准的要求。

13 试样

13.1 从精制螺栓、螺钉、双头螺栓或螺柱取下的拉伸试样应按照 A370 试验方法和定义的 A3.2.1.7 所示明的位置,加工成规定的形状和尺寸。从棒料取的拉伸试样则按 A370 试验方法和定义的附录 A1 的附加要求 A1.3。

13.1.1 试验次数——对经热处理的棒料,对于代表同一回火处理装料情况的同一炉次的每一种直径应做一个伸试验。当热处理在连续加热炉内不间断地进行时,同一炉次、同一预处理条件、同一尺寸并经相同热处理者视为同“批”材料。装料不大于 20000lb (9000kg) 的每批要求不得少于两次拉伸试验,而每增加 10000lb (4500kg) 及或余数要求追加一次附加试验。

13.1.2 对螺柱、螺栓、螺钉等,应对同一批中包括的每一炉次的不同直径作一个拉伸试验。每批的组成如下:

直 径, in. (mm)	批 量
$\leq 1\frac{1}{4}$ (30)	1500lb (780kg) 或其余数
$> 1\frac{1}{4}$ (30) 至 $\leq 1\frac{3}{4}$ (42)	4500lb (2000kg) 或其余数
$> 1\frac{3}{4}$ (42) 至 $\leq 2\frac{1}{2}$ (64)	6000lb (2700kg) 或其余数
$> 2\frac{1}{2}$ (64)	每 100 件或其余数

13.1.3 对由按照本标准要求制造,并按 13.1.1 条试验过的热处理棒料制造的螺栓、螺钉、双头螺栓或螺柱,只要它们未经后续热处理则就不需要进行拉伸试验。

13.1.4 全尺寸试样,头部加工的紧固件——本体长度大于等于 3 倍直径的、本体直径小于等于 $1\frac{1}{2}$ in. 的头部加工的紧固件,并且是采用锻锻或锻造(热或冷)加工的,应按 10.1.3 经受全尺寸试验。这一试验应是 10.1.1 和 10.1.2 中所规定的拉伸试验以外的试验。每批的数量应如 13.1.2 中所示。失效应发生在紧固件的本体,或者螺纹部分无失效或在头部和螺纹柄上无类似于裂纹的失效显示。

表 3 力学性能要求——米制产品

类 别	直径, mm	最小回火 温度 ℃	抗拉强度, MPa ≥	屈服强度 0.2%残余变形, MPa, ≥	伸长率, 标距 4D, % ≥	断面收· 缩率, % ≥	硬度 ≤
铁 素 体 钢							
B5, 4~6% Cr	≤ M100	593	690	550	16	50	...
B6, 13% Cr	≤ M100	593	760	585	15	50	...
B6X, 13% Cr	≤ M100	593	620	485	15	50	26HRC
B7, Cr - Mo	≤ M64	593	860	720	16	50	321HB 或 35HRC
	> M64 ~ M100	593	795	655	16	50	302HB 或 33HRC
	> M100 ~ M180	593	690	515	18	50	277HB 或 29HRC
B7M ^① , Cr - Mo	≤ M64	620	690	550	18	50	235HB 或 99HRB
	≤ M100	620	690	550	18	50	235HB 或 99R/B
	> M100 ~ M180	620	690	515	18	50	235HB 或 99R/B
B16, Cr - Mo - V	≤ M64	650	860	725	18	50	321HP 或 35HRC
	> M64 ~ M100	650	760	655	17	45	302HP 或 33HRC
	> M100 ~ M180	650	690	586	16	45	277HP 或 29HRC
类别, 直径, mm	热处理 ^②	抗拉强度, MPa ≥	屈服强度 0.2%残余变形, MPa, ≥	伸长率 标距 4D, % ≥	断面收 缩率, % ≥	硬度 ≤	
奥 氏 体 钢							
I 和 1D 类: B8, B8M, B8P, B8LN, B8MLN, 所有直径	碳化物 固溶处理	515	205	30	50	223HB ^③ 或 96HRB	
1 类: B8C、B8T、所有直径	碳化物 固溶处理	515	205	30	50	223HB ^③ 或 96HRB	
1A 类: B8A, B8CA, B8MA, B8PA, B8TA, B8LNA, B8MLNA, B8NA, B8MNA, B8MLCuNA, 所有 直径	精整状态下 碳化物 固溶处理	515	205	30	50	192HB 或 96HRB	
1B 和 1D 类: B8N, B8MN, B8MLCuN, 所有直径	碳化物 固溶处理	550	240	30	40	223HB ^③ 或 96HRB	
1C 和 1D 类: B8R 所有直径	碳化物 固溶处理	690	380	35	55	271HB ^③ 或 28HRC	

表 3 (续) 力学性能要求——米制产品

类别, 直径, mm	热处理 ^②	抗拉强度, MPa ≥	屈服强度 0.2%残余变形, MPa, ≥	伸长率 标距 4D, % ≥	断面收 缩率, % ≥	硬度 ≤
奥氏体 钢(续)						
1C 类: B8RA, 所有直径	精整状态下 碳化物 固溶处理	690	380	35	55	271HB 或 28HRC
1C 和 1D 类: B8S, 所有直径	碳化物 固溶处理	655	345	35	55	271HB 或 28HRC
1C 类: B8SA, 所有直径	精整状态下 碳化物 固溶处理	655	345	35	55	271HB 或 28HRC
2 类: B8, B8C, B8P, B8T, B8N ^③ ≤ M20 > M20 ~ M24 > M24 ~ M30 > M30 ~ M36	碳化物 固溶处理及应 变硬化	860 795 725 690	690 550 450 345	12 15 20 28	35 35 35 45	321HB 或 35HRC 321HB 或 35HRC 321HB 或 35HRC 321HB 或 35HRC
2 类: B8, B8C, B8P, B8T, B8N ≤ M20 > M20 ~ M24 > M24 ~ M30 > M30 ~ M36	碳化物 固溶处理及应 变硬化	860 795 725 690	690 550 450 345	12 15 20 28	35 35 35 45	321HB 或 35HRC 321HB 或 35HRC 321HB 或 35HRC 321HB 或 35HRC
2 类: B8M, B8MN, B8MLCuN ^④ ≤ M20 > M20 ~ M24 > M24 ~ M30 > M30 ~ M36	碳化物 固溶处理及应 变硬化	760 690 655 620	665 550 450 345	15 20 25 30	45 45 45 45	321HB 或 35HRC 321HB 或 35HRC 321HB 或 35HRC 321HB 或 35HRC
2B 类: B8, B8M2 ^③ ≤ M48 > M48 ~ M64 > M64 ~ M72	碳化物 固溶处理及应 变硬化	655 620 550	515 450 380	25 30 30	40 40 40	321HB 或 35HRC 321HB 或 35HRC 321HB 或 35HRC
2C 类: B8M3 ^③ ≤ M48 > M48	碳化物 固溶处理及应 变硬化	585 585	450 415	30 30	60 60	321HB 或 35HRC 321HB 或 35HRC

① 为满足拉伸要求, 布氏硬度应大于 200 HB (93 HRB)。

② 1 类是经固溶热处理的钢。为了防止应力腐蚀, 1A 类在加工状态下作固溶热处理。由于有物理性能上的要求, 热处理至为关键。

2 类是经固溶热处理及应变硬化钢。经应变硬化的奥氏体钢不能在整个截面上显示的均一的性质, 特别是当直径超过 M20 mm。

③ 对直径不大于 M20 mm 者, 允许的最大硬度为 241 HB (100 HRB)。

④ 对直径大于等于 M38 mm 者, 其中心部(核心)的性能可比 $\frac{1}{2}$ 半径处测定值作出的试验报告上的表示值要低。

14 螺母

14.1 当订货单中有规定时, 螺栓、双头螺栓和螺柱应带螺母供货。螺母应符合 A 194/A 194M 标准。

15 螺纹

15.1 除非订货单另有规定, 所有带螺母的螺栓、双头螺栓和螺柱都应按照 ANSI B1.1 标准车螺

纹。在规格上, 直径不大于 1in. 的粗牙螺纹系统, 及直径不小于 $1\frac{1}{8}$ in. $\frac{1}{8}$ in. 螺距纹系列, 为 2A 级配合。当订购米制产品时, 螺纹应是按 ANSI B1.13M 规定的米制粗螺纹系列, 并应具有 6G 级公差。

15.2 实际上, 所有的螺纹应在热处理后成形。配合为 1A 类的 B8A, B8CA, B8MA, B8PA, B8TA, B8LNA, B8MLNA, B8NA, B8MNA 及 B8MLCuNA 级; 还有 1C 类的 B8RA 和 B8SA 级都应在精整状态下进行固溶处理。

16 检查

16.1 代表订货人的检查员,在买方合同执行期间,应能自由地进入制造厂所有与订货材料制造有关的各部门。制造厂应为检查员提供所有必要的方便条件以使他确认所供给的材料符合本标准。除非在订货单中另有规定,所有试验(除成品分析)和检验均应于装运前在制造厂进行,并应对工厂的操作没有不必要的干扰。

17 拒收和复核

17.1 除非订货成交时另有规定,任何以按第9节进行的试验为根据的拒收,订货人应该在自收到样品的30天内报告给制造厂。

17.2 在制造厂内验收后,材料发现有害缺陷应予以拒收,并通知制造厂。

17.3 若按9节作了试验的样品代表的是被拒收的材料,则应在自发出试验报告的两周内予以保存。在对试验报告不满意的情况下,在这两周内制造厂有权要求进行复核。

18 合格证书

18.1 原材料或成品紧固件的生产者应向买方或他的代表提供一份记载有化学分析,低倍浸蚀检验(仅对碳钢和合金钢),力学性能试验结果的合格证书,并说明所使用的热处理方法。

18.2 合格证至少应包括以下内容:

18.2.1 说明原材料或成品紧固件已按本标准,及在采购订单或合同中指定的任何补充要求或其他要求制造、取样和检查,并且是符合这些要求的。

18.2.2 标准号,年号和识别符号。

19 产品标志

19.1 材料的类别和制造厂的识别符号应标于直径不小于 $\frac{3}{8}$ in.[10mm]螺柱的一端,和标于直径不小于 $\frac{1}{4}$ in.[6mm]的螺栓的头部(倘若有效面积不足,则材料的类别符号可标于一端,而制造厂的识别符号可标在另一端)。识别符号应如表4和表5中所示。已经过100%质量评估完全符合标准了的B7M类材料应在类别符号之下划线,以便于和按以前的标准修订所生产的按要求100%硬度试验的B7M区别开。

表4 铁素体钢的标志

类 别	标 志
B5	B5
B6	B6
B6X	B6X
B7	B7
B7M ^①	B7M
B7M ^①	<u>B7M</u>
B16	B16

① 有关说明见10.2.2及19.1

19.2 对于螺栓材料,包括已车了螺纹的棒料应捆扎并加上标签,或者装箱发货,标签和箱上应标出供材料识别用的级别符号以及制造厂的识别标志或厂名。

19.3 识别标志的意图是用来证明紧固件的制造厂保证这些紧固件是按照标准制造,取样,试验和检验的,其试验和检验结果已被确定满足本标准的要求。

表5 奥氏体钢的标志

类 别	级 别	标 志
1 类	B8	B8
	B8C	B8C
	B8M	B8M
	B8P	B8P
	B8T	B8T
	B8LN	B8F
	B8MLN	B8G
1A 类	B8A	B8A
	B8CA	B8B
	B8MA	B8D
	B8PA	B8H
	B8TA	B8J
	B8LNA	B8L
	B8MLNA	B8K
	B8NA	B8V
	B8MNA	B8W
1B 类	B8MLCuNA	B9K
	B8N	B8N
	B8MN	B8Y
1C 类	B8MLCuN	B9J
	B8R	B9A
	B8RA	B9B
	B8S	B9D
	B8SA	B9F
1D 类	B8	B94
	B8M	B95
	B8P	B96
	B8LN	B97
	B8MLN	B98
	B8N	B99
	B8MN	B100
	B8R	B101
	B8S	B102

表 5 (续) 奥氏体钢的标志

类 别	级 别	标 志
2 类	B8	<u>B8</u>
	B8C	<u>B8C</u>
	B8P	<u>B8P</u>
	B8T	<u>B8T</u>
	B8N	<u>B8N</u>
	B8M	<u>B8M</u>
	B8MN	<u>B8Y</u>
	B8MLCuN	<u>B9J</u>
2B 类	B8M2	<u>B9G</u>
	B8	B9
2C 类	B8M3	B9H

注: A1、1A、1B、1C、2、2B 和 2C 类可以用表列的级别或标志表示, 而 1D 类只可以用表列的标志表示。

* 带下划线标志的有关说明, 见 10.2.2 和 19.1。——译注。

19.4 条形码——除了 19.1、19.2 和 19.3 条的要求外, 条形码也可用作补充识别方法。条形码应与 AIAG 标准的 B-5 02.00 一致。如果是用于小尺寸零件上, 条形码也可以贴在包装箱上或紧固系牢的标签上。

20 关键词

20.1 硬度 热处理

补 充 要 求

除非在订货单及订货要求中作出规定,才采用这些要求,如订货文件中有规定,则试验项目应在产品装运之前完成。

S1 高温试验

S1.1 为了确定高温性能的试验应根据实用规程 E 21, 及实用规程 E 139、E 292、E 150 和 E 151 进行。

S2 夏比冲击试验

S2.1 夏比冲击试验以 A 320/A 320M 标准的第 6、第 7 节的要求为基础进行,并应取得材料制造厂和订货人的同意。当试验温度已抵达 A 320/A 320M 标准中所规定的温度,则对于螺栓材料应优先要求遵照 A 320/A 320M 标准。

S3 B7M 类材料的 100%硬度试验

S3.1 每一个 B7M 类的螺栓或螺柱应采用压痕方法进行硬度试验,并应满足表 2 中规定的要求。

S4 B16 类材料的硬度试验

S4.1 B16 类的不大于 $2\frac{1}{2}$ in. (65mm) 的螺栓或螺柱的硬度应使用 10.2.1 条中所述的布氏或洛氏 C 硬度试验方法之一进行试验;并在每一个螺栓或螺柱的底部或邻近底部处进行测量。其硬度应在 253 ~ 319HB 或 25 ~ 34HRC 范围。

S5 成品标志

S5.1 类别和制造厂的识别符合应在所有尺

寸螺柱的一端和螺栓的头部标志上(如果有效面积不足,则类别符号可标志在一端,而制造厂的识别符号标志在另一端)。对于直径小于 $\frac{1}{4}$ in. (6mm) 的螺栓及直径小于 $\frac{3}{8}$ in. (10mm) 的双头和柱头螺栓,以及直径 $\frac{1}{4}$ in. (6mm) 的螺柱要求总计三个字以上的符号,标志应由订货人和制造厂双方协商协定。

S6 应力消除

S6.1 应力消除操作应在热处理及校直之后进行。

S6.2 最低的应力消除温度应是在回火温度以下 100°F (55°C)。力学性能试验应在应力消除作完后进行。

S7 磁粉检查

S7.1 棒料应按照 E709 实用规程做磁粉检验。有裂纹或裂痕显示,且延伸到内部深度超过 3% 直径的棒料应予拒收。

S8 应力松弛试验

S8.1 当要求应力松弛试验时应根据 E328 实用规程进行。试验应在 850°F (454°C) 下做 100 个小时。初始应力应为 50Mpsi (345MPa), 100 小时后的残余应力应大于等于 17Mpsi (117MPa)。

附 录

(非强制性资料)

X1 奥氏体钢的应变硬化

X1.1 应变硬化是一种在低于再结晶温度(冷加工)的温度下由于塑性变形造成的强度和硬度的升高现象。这种效应在奥氏体不锈钢上是当依靠冷拔或其他工艺将尺寸较大的棒或丝材减小到所需求的最终尺寸时产生。在任何一种合金钢上能获得的应变硬化程度受其应变硬化特性制约。此外,所能产生的应变硬化的量随工艺因素进一步受到限制,例如象横截面的总减小量,模具角度及棒料尺寸。举例来说,大直径的棒钢塑性变形将主要发生在棒的外侧区域,结果是由于应变硬化提高的强度和硬度主要是在靠近棒料的表面得以达到,也就是:棒料越小,应变硬化的穿透深度也就越深。

X1.2 因而一个给定应变硬化的紧固件力学性能不仅仅是取决于其合金成分,还取决于用于机加工的棒料尺寸。然而,能被用来机加工的最小棒料尺寸要由紧固件的外形来确定;因此,外形尺寸也能影响到紧固件的强度。

X1.3 例如,一个特定合金及尺寸的螺柱可以用一个较小直径的棒料来加工,而同样合金及尺寸的螺栓却因为要适合于螺栓的头部而要求较大直径的棒料来加工。因此,对于一个指定合金钢种、相同尺寸的螺栓和螺柱相比,螺柱的强度会高些。

X2 A193/A193M的不同版本中使用的奥氏体钢级别标志比较。

X2.1 见表 X2.1 标志符号相互对照

表 X2.1 标志符号相互对照表

类 别	级 别	A193/A 193M—89 之前	89 至 A193M— 91a 用的	A 193/A 193M—92 和最新版用 的标志符号
1	B8	B8	B8	B8
1	B8C	B8C	B8C	B8C
1	B8M	B8M	B8M	B8M
1	B8P	B8P	B8P	B8P
1	B8T	B8T	B8T	B8T
1	B8LN	B8LN	B80 或 B8LN ^①	B8F 或 B8LN
1	B8MLN	B8MLN	B81 或 B8MLN ^①	B8G 或 B8MLN
1A	B8A	B8A	B8A	B8A
1A	B8CA	B8CA	B82 或 B8CA ^①	B8B 或 B8CA
1A	B8MA	B8MA	B83 或 B8MA ^①	B8D 或 B8MA
1A	B8PA	B8PA	B84 或 B8PA ^①	B8H 或 B8PA
1A	B8TA	B8TA	B85 或 B8TA ^①	B8J 或 B8TA
1A	B8LNA	B8LNA	B86 或 B8LNA ^①	B8L 或 B8LNA
1A	B8MLNA	B8MLNA	B87 或 B8MLNA ^①	B8K 或 B8MLNA
1A	B8NA	B8NA	B88 或 B8NA ^L	B8V 或 B8NA

表 X2.1 (续) 标志符号相互对照表

类 别	级 别	A193/A 193M—89 之前	A193/A193M—89 至 91a 用的	A 193/A 193M—92 和最新版用 的标志符号
1A	B8MNA	B8MNA	B89 或 B8MNA ^①	B8W 或 B8MNA
1A	B8MLCuNA			B9K ^② 或 B8MLCuNA
1B	B8N	B8N	B8N	B8N
1B	B8MN	B8MN	B90 或 B8MN ^①	B8Y 或 B8MN
1B	B8MLCuNA		B103 ^③ 或 B8MLCuNA ^①	②
1B	B8MLCuN			B9J ^② 或 B8MLCuN
1C	B8R	B8R	B8R	B9A 或 B8R
1C	B8RA	B8RA	B91 或 B8RA ^①	B9B 或 B8RA
1C	B8S	B8S	B8S	B9D 或 B8S
1C	B8SA	B8SA	B92 或 B8SA ^①	B9F 或 B8SA
1D	B8		B94 ^③	B94
1D	B8M		B95 ^③	B95
1D	B8P		B96 ^③	B96
1D	B8LN		B97 ^③	B97
1D	B8MLN		B98 ^③	B98
1D	B8N		B99 ^③	B99
1D	B8MN		B100 ^③	B100
1D	B8R		B101 ^③	B101
1D	B8S		B102 ^③	B102
2	B8	<u>B8</u>	<u>B8</u>	<u>B8</u>
2	B8C	<u>B8C</u>	<u>B8C</u>	<u>B8C</u>
2	B8P	<u>B8P</u>	<u>B8P</u>	<u>B8P</u>
2	B8T	<u>B8T</u>	<u>B8T</u>	<u>B8T</u>
2	B8N	<u>B8N</u>	<u>B8N</u>	<u>B8N</u>
2	B8M	<u>B8M</u>	<u>B8M</u>	<u>B8M</u>
2	B8MN	<u>B8MN</u>	<u>B93 或 B8MN^①</u>	<u>B8Y 或 B8MN</u>
2	B8MLCuN		<u>B104^①或 B8MLCuN^①</u>	<u>B9J^②或 B8MLCuN</u>
2B	B8M2	B8M2	B8M2	B9G 或 B8M2
2C	B8M3	B8M3	B8M3	B9H 或 B8M3

① 当发布 A193/A193M—91a 时随增加的级别供选用的标志号。

② 当发布 A193/A193M—93a 时修订的类别标号。

③ 当发布 A193/A193M—91a 时增加的类别和级别。