

**ASTM A193/A193M-2022**

**高温或高压及其他特殊目的用合金钢和  
不锈钢栓接材料的标准规范**

Standard Specification for Alloy-Steel and Stainless  
Steel Bolting for High Temperature or High  
Pressure Service and Other Special  
Purpose Applications

本国际标准是根据国际公认的标准化原则发展而来。该标准化原则在世界贸易组织技术性贸易壁垒 (TBT) 委员会发布的《国际标准, 指南及建议发展》中决策原则中予以确定。



标号: A193/A193M-20

# 高温或高压及其他特殊目的用合金钢 和不锈钢栓接材料的标准规范<sup>1</sup>

本标准以固定标号 A193/A193M 发布, 标号后面的数字表示最初采用的年份, 或如有修订, 则表示上次修订的年份。圆括号内的数字代表上次重新批准的年份。上标字母 e 表示从上一次修订或重新批准有编辑上的修改。

本标准已经被美国国防部批准使用。

## 1. 范围

**1.1** 本标准<sup>2</sup>包括用于高温或高压工况或其它特殊目的用的压力容器、阀门、法兰及管件的合金钢和不锈钢栓接材料。关于栓接的定义见规范 A962/A962M。棒材和线材应是热锻的。该材料还可通过无心磨削或冷拔进一步加工。奥氏体不锈钢可以碳化物固溶处理或碳化物固溶处理加应变硬化。当订购应变硬化奥氏体钢时, 买方应十分注意确保将附件 X1 完全理解。

**1.2** 本标准包括若干牌号的铁素体钢和标号 B5、B8 等奥氏体不锈钢。钢的选择由设计、使用条件、力学性能和高温性能而定。

**1.3** 下面参照的一般要求对于本规范的使用是必不可少的: 规范 A962/A962M。

注 1: 委员会在本标准中列出了目前已广泛使用的几种类型的钢。对于其他成分的钢, 根据需要的增加, 委员会将随时考虑纳入。

注 2: 关于适用于高温中较低温度范围的合金钢栓接材料种类, 应参考 A354 标准。

注 3: 关于适用于低温的合金钢栓接材料种类, 应参照 A320/A320M。

**1.4** 用于栓接材料的螺母, 见 13 节。

**1.5** 补充要求 S1~S10 供需要附加试验或检查时使用。这些条款仅在定单中有规定时执行。

**1.6** 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。

<sup>1</sup> 本标准由 ASTM 关于钢、不锈钢和有关合金 A01 委员会所管辖并由管道用锻钢和热轧管件及管道和特殊用途螺栓材料 A01.22 分委员会直接负责。

现版本 2022 年 9 月 1 日批准, 2022 年 10 月出版。最早出版的标准于 1936 批准。现版本的前一版本为 2020 年批准的 A193/A193M-20。DOI:10.1520/A0193\_A0193M-22。

<sup>2</sup> ASME 锅炉与压力容器规范的应用见该规范第 II 卷的相关规范 SA-193。

**1.7** 以 SI 或英寸-磅单位表示的数值均应视为标准值。在文本中，SI 单位表示的数值放在括号中示出。由于各单位制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地使用。两种单位制的数值混合使用可能导致与标准不一致的结果。

**1.8** 本国际标准是根据国际公认的标准化原则发展而来。该标准化原则在世界贸易组织技术性贸易壁垒（TBT）委员会发布的《国际标准，指南及建议发展》中决策原则中予以确定。

## 2. 引用文件

### 2.1 ASTM 标准：<sup>3</sup>

- A153/A153M 铁和钢制产品的镀锌（热浸）规范
- A194/A194M 高温或高压、或高温高压螺栓用碳钢及合金钢螺母
- A320/A320M 低温用合金钢和不锈钢栓接材料
- A354 淬火加回火的合金钢螺栓、螺柱及其他外螺纹紧固件
- A788/A788M 钢锻件通用要求
- A962/A962M 用于从低温至蠕变范围的任何温度的钢紧固件或紧固件材料（或两者）通用要求
- B633 铁和钢的电镀锌规范
- B695 铁和钢的机械涂锌规范
- B696 机械涂镉（Cd）规范
- B766 电镀锡（Cd）规范
- E18 金属材料的洛氏硬度的试验方法
- E21 金属材料高温拉伸试验规程
- E112 测定平均结晶粒度的试验方法
- E139 金属材料蠕变、蠕变断裂和应力断裂试验方法
- E150 在短时和快速加热条件下，金属材料蠕变、蠕变断裂和拉伸试验的推荐规程(1984年撤消)<sup>4</sup>
- E151 在高温条件下，快速加热和常规或快速应变下金属材料拉伸试验的推荐规程(1984年撤消)<sup>4</sup>
- E292 材料断裂-时间缺口拉伸试验方法

<sup>3</sup>对于 ASTM 的参考标准，可登陆 ASTM 网站，[www.astm.org](http://www.astm.org)或联系 [service@astm.org](mailto:service@astm.org)。ASTM 的客户服务部。ASTM 标准年报资料，参见 ASTM 网站的本标准的文件总汇。

<sup>4</sup>这个历史标准的最后批准引用版本见 [www.astm.org](http://www.astm.org)。

E328 材料和结构应力松弛试验规程

E566 黑色金属电磁（涡流）分级规程

E709 磁粉检验规程

F606/F606M 确定内外螺纹紧固件、垫片、直接拉伸指示器和铆钉力学性能的试验方法

F1940 防止电镀或涂层紧固件氢脆的工艺控制验证的试验方法

F1941/F1941M 螺纹紧固件的电镀层规范(统一英寸螺纹（UN/UNR）)

F2329/F2329M 涂锌层，热浸，要求用于碳钢和合金钢栓，螺钉，垫圈，螺母和特殊螺纹紧固件的规范

## 2.2 ASME 标准：<sup>5</sup>

B18.2.1 方头和六角头螺栓及螺钉

B18.2.3.1M 米制六角头螺钉

B18.3 内六角头和键槽头螺钉

B18.3.1M 米制内六角头螺钉

## 2.3 AIAG 标准：<sup>6</sup>

AIAG B-5 02.00 原生金属识别标签应用标准

## 3. 一般要求和定单内容

3.1 在询价单和定单中应包括如下为描述所需栓接材料或栓接部件所要求的内容：

3.1.1 热处理状态（即碳化物固溶处理（1级）、完工后碳化物固溶处理（1A级）及碳化物固溶处理加应变硬化（2、2B和2C级），对于奥氏体不锈钢；1B和1C级适用于碳化物固溶处理的含氮轴承不锈钢；1D级适用于自轧制温度快速冷却的碳化物固溶处理的材料）。

3.1.2 所需项目的名称（即棒材、螺栓、螺钉或螺柱）。

3.1.3 螺母按 13.1 节，如买方要求。

3.1.4 补充要求，如果有。

3.1.5 特殊要求，按 6.1.5.1、6.2.6、8.1 和 13.1 节。

3.2 涂层—除非用户有规定，否则，禁止进行涂层（见补充要求 S13 和 S14）。当订购涂层的栓接部件时，买方应十分注意确保将附件 X2 完全理解。

<sup>5</sup> 可从美国机械工程师学会(ASME)获得,ASME 国际总部 Three Park Ave., New York, NY 10016-5990, <http://www.asme.org>。

<sup>6</sup> 可从汽车工业工作组(AIAG)获得。26200 Lahser Rd., Suite 200, Southfield, MI 48033。 <http://www.aiag.org>。

表 1 化学要求 (成分, %) <sup>A</sup>

铁素体钢															
牌号	描述和 UNS 名称	等级	碳	锰	磷	硫	硅	铬	镍	钼	铜	铌 <sup>B</sup>	钽	钒	氮
B5	5% 铬		0.10 最小	1.00	0.040	0.030	1.00	4.0-6.0	...	0.40-0.65	...	...	...	...	...
产品分析偏差 <sup>B</sup>			0.01	0.03	0.005	0.005	0.05	0.10	...	0.05	...	...	...	...	...
B6, B6X	12% 铬 (410), S41000		0.08-0.15	1.00	0.040	0.030	1.00	11.5-13.5	...	...	...	...	...	...	...
产品分析偏差 <sup>B</sup>			>0.01	0.03	0.005	0.005	0.05	0.15	...	...	...	...	...	...	...
B7, B7M	铬-钼 <sup>C</sup>		0.38-0.48 <sup>D</sup>	0.75-1.00	0.035	0.040	0.15-0.35	0.80-1.10	...	0.15-0.25	...	...	...	...	...
产品分析偏差 <sup>B</sup>			0.02	0.04	0.005	0.005	0.02	0.05	...	0.02	...	...	...	...	...
B16	钼-铬-钼		0.36-0.47	0.45-0.70	0.035	0.040	0.15-0.35	0.80-1.15	...	0.50-0.65	...	...	...	0.25-0.35	0.015 <sup>E</sup>
产品分析偏差 <sup>B</sup>			0.02	0.03	0.005	0.005	0.02	0.05	...	0.03	...	...	...	0.03	...
奥氏体钢															
牌号	描述和 UNS 名称	等级	碳	锰	磷	硫	硅	铬	镍	钼	铜	铌	钽	钒	氮
B8, B8A	304, S30400	1, 1A, 1D, 2	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	18.0-20.0	8.0-11.0	...	...	...	...	...	...
产品分析偏差 <sup>B</sup>			0.01	0.04	0.010	0.005	0.05	0.20	0.15	...	...	...	...	...	...
B8C, B8CA	347, S34700	1, 1A, 1D, 2	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	17.0-19.0	9.0-12.0	...	...	10 <sup>x</sup> C-1.10	...	...	...
产品分析偏差 <sup>B</sup>			0.01	0.04	0.010	0.005	0.05	0.20	0.15	...	...	<0.05	...	...	...
B8M, B8MA, B8M2, B8M3	316, S31600	1, 1A, 1D, 2	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	16.0-18.0	10.0-14.0	2.00-3.00	...	...	...	...	...
产品分析偏差 <sup>B</sup>			0.01	0.04	0.010	0.005	0.05	0.20	0.15	0.10	...	...	...	...	...
B8P, B8PA	S30500	1, 1A, 1D, 2	0.12	2.00	0.045	0.030	1.00	17.0-19.0	11.0-13.0	...	...	...	...	...	...
产品分析偏差 <sup>B</sup>			0.01	0.04	0.010	0.005	0.05	0.20	0.15	...	...	...	...	...	...
B8N, B8NA	304N, S30451	1A, 1B, 1D, 2	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	18.0-20.0	8.0-11.0	...	...	...	...	...	0.10-0.16
产品分析偏差 <sup>B</sup>			0.01	0.04	0.010	0.005	0.05	0.20	0.15	...	...	...	...	...	0.01
B8MN, B8MNA	316N, S31651	1A, 1B, 1D, 2	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	16.0-18.0	10.0-13.0	2.00-3.00	...	...	...	...	0.10-0.16
产品分析偏差 <sup>B</sup>			0.01	0.04	0.010	0.005	0.05	0.20	0.15	0.10	...	...	...	...	0.01
B8MLCuN, B8MLCuNA	S31254	1A, 1B, 1D, 2	0.020	1.00	0.030	0.010	0.80	19.5-20.5	17.5-18.5	6.0-6.5	0.50-1.00	...	...	...	0.18-0.25

表 1 (续)

产品分析偏差 <sup>a</sup>			0.005	0.03	0.005	0.002	0.05	0.20	0.15	0.10	...	...	...	...	...	0.02
B8T, B8TA	S21, S32100	1, 1A, 2	0.08	2.00	0.045	0.030	1.00	17.0-19.0	9.0-12.0	...	...	...	5× (C+N) -0.70	...	...	0.10
产品分析偏差 <sup>a</sup>			0.01	0.04	0.010	0.005	0.05	0.20	0.15	...	...	...	<0.05	...	...	...
B8R, B8RA	S20910	1C, 1D	0.06	4.0-6.0	0.045	0.030	1.00	20.5-23.5	11.5-13.5	1.50-3.00	...	0.10-0.30	...	0.10-0.30	...	0.20-0.40
产品分析偏差 <sup>a</sup>			0.01	0.05	0.005	0.005	0.05	0.25	0.15	0.10	...	0.05	...	0.02	...	0.02
B8S, B8SA	S21800	1C, 1D	0.10	7.0-9.0	0.060	0.030	3.5-4.5	16.0-18.0	8.0-9.0	...	...	...	...	...	...	0.08-0.18
产品分析偏差 <sup>a</sup>			0.01	0.06	0.005	0.005	0.15	0.20	0.10	...	...	...	...	...	...	0.01
B8LN, B8LNA	S30453	1, 1A, 1D	0.030	2.00	0.045	0.030	1.00	18.0-20.0	8.0-11.0	...	...	...	...	...	...	0.10-0.16
产品分析偏差 <sup>a</sup>			0.005	0.04	0.010	0.005	0.05	0.20	0.15	...	...	...	...	...	...	0.01
B8MLN, B8MLNA	S31653	1, 1A, 1D	0.030	2.00	0.045	0.030	1.00	16.0-18.0	10.0-13.0	2.00-3.00	...	...	...	...	...	0.10-0.16
产品分析偏差 <sup>a</sup>			0.005	0.04	0.010	0.005	0.05	0.20	0.15	0.10	...	...	...	...	...	0.01
B8CLN, B8CLNA	S347LN, S34751	1, 1A, 1D	0.005-0.020	2.00	0.045	0.030	1.00	17.0-19.0	9.0-13.0	...	...	0.20-0.50; 15× 碳含量, 最小	...	...	...	0.06-0.10
产品分析偏差 <sup>a</sup>			<0.002, >0.005	0.04	0.01	0.005	0.05	0.20	0.15	...	...	0.05	...	...	...	0.01
B8CLNCuB B8CLNCuBA	S34752 <sup>b</sup>	1, 1A, 1D	0.005-0.02	2.00	0.035	0.010	0.60	17.0-19.0	10.0-13.0	0.20-1.20	2.50-3.50	0.20-0.50; 15× 碳含量, 最小	...	...	...	0.06-0.12
产品分析偏差 <sup>a</sup>			<0.002, >0.005	0.04	0.01	0.005	0.05	0.20	0.15	...	0.15	0.05	...	...	...	0.01
B8ML4CuN, B8ML4CuNA	S31730	1, 1A, 1D	0.030	2.00	0.040	0.010	1.00	17.0-19.0	15.0-16.5	3.0-4.0	4.0-5.0	...	...	...	...	0.045
产品分析偏差 <sup>a</sup>			0.005	0.04	0.005	0.002	0.05	0.20	0.15	0.10	0.15	...	...	...	...	0.01

<sup>a</sup> 数值是最大值, 除非指明一个范围或一个最小值。当本表内出现省略号时, 表示没有要求, 同时不需要测定或报告该元素。不允许故意添加 Bi, Se, Te, 和 Pb。

<sup>b</sup> 产品分析—各次测定有时不同于本表内所示的规定极限值。在某一炉批内任意单种元素的几个测定值不能在规定范围的之上和之下变化。产品偏差极限值包括超过最大值, 超过范围或小于范围, 小于最小值, 除非另有指明。

<sup>c</sup> 该牌号所用的典型钢成分包括 4140, 4142, 4145, 4140H, 4142H, 和 4145H。

<sup>d</sup> 对尺寸≥1/2 in. [90 mm]的棒料, 碳含量最大可为 0.50%。对 B7M 牌号, 允许碳含量最小为 0.28%。假如在截面尺寸内的拉伸性能满足要求, 则允许使用 AISI 4130 或 4130H。

<sup>e</sup> 固溶体和沉淀物的总和。

<sup>f</sup> 术语 Niobium (Nb) (铌) 和 Columbium (Cb) (钽) 是相同元素的备用名称。

<sup>g</sup> 对于 S34752, 炉批分析和产品分析的钼含量应为 0.001-0.005。

表 2 力学性能要求-英制产品

牌号	直径, in.	最低回火温度, °F	最低拉伸强度, ksi	最低屈服强度, 0.2%残余变形, ksi	4D 的最小延伸率, %	最小断面收缩率, %	最高硬度
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	26 HRC
B7							
Cr-Mo	> 2½	1100	125	105	16	50	321 HBW 或 35 HRC
	> 2½~4	1100	115	95	16	50	321 HBW 或 35 HRC
	> 4~7	1100	100	75	18	50	321 HBW 或 35 HRC
B7M <sup>A</sup> Cr-Mo	≤4	1150	100	80	18	50	235 HBW 或 99 HRB
	> 4~7	1150	100	75	18	50	235 HBW 或 99 HRB
B16							
Cr-Mo-V	≤2½	1200	125	105	18	50	321 HBW 或 35 HRC
	> 2½~4	1200	110	95	17	45	321 HBW 或 35 HRC
	> 4~8	1200	100	85	16	45	321 HBW 或 35 HRC
牌号, 直径, in.	热处理 <sup>B</sup>		最低拉伸强度, ksi	最低屈服强度, 0.2%残余变形, ksi	4D 内的最小延伸率, %	最小断面收缩率, %	最高硬度
奥氏体钢							
1、1D 级: B8, B8M, B8P, B8LN, B8MLN, B8CLN, 各种直径	碳化物固溶处理		75	30	30	50	223 HBW 或 96 HRB <sup>C</sup>
1 和 1D 级: B8, B8CLNCuB, 各种直径	碳化物固溶处理		75	30	35	50	223 HBW 或 96 HRB <sup>C</sup>
1、1D 级: B8ML4CuN, 各种直径	碳化物固溶处理		70	25	35	50	90 HRB
1 级: B8C, B8T, 各种直径	碳化物固溶处理		75	30	30	50	223 HBW 或 96HRB <sup>C</sup>
1A 级: B8A, B8CA, B8CLNA, B8MA, B8PA, B8TA, B8LNA, B8MLNA, B8NA, B8MNA, B8MLCuNA, 各种直径	完工状态的碳化物固溶处理		75	30	30	50	192 HBW 或 90 HRB
1A 级: B8ML4CuNA, 各种直径	碳化物固溶处理		70	25	35	50	90 HRB
1B、1D 级: B8N, B8MN, B8MLCuN, 各种直径	碳化物固溶处理		80	35	30	40	223 HBW 或 96 HRB <sup>C</sup>
1C、1D 级: B8R, 各种直径	碳化物固溶处理		100	55	35	55	271 HBW 或 28 HRC
1C 级: B8RA, 各种直径	完工状态的碳化物固溶处理		100	55	35	55	271 HBW 或 28 HRC
1C、1D 级: B8S, 各种直径	碳化物固溶处理		95	50	35	55	271 HBW 或 28 HRC
1C 级: B8SA, 各种直径	完工状态的碳化物固溶处理		95	50	35	55	271 HBW 或 28 HRC
2 级: B8, B8C, B8P, B8T, B8N, <sup>D</sup> ≤ 34	碳化物固溶处理 加应变硬化		125	100	12	35	321 HBW 或 35 HRC
> 34~1			115	80	15	35	321 HBW 或 35 HRC

表 2 (续)

牌号, 直径, in.	热处理 <sup>a</sup>	最低拉伸强度, ksi	最低屈服强度, 0.2%残余变形, ksi	4D 内的最小延伸率, %	最小断面收缩率, %	最高硬度
奥氏体钢						
> 1 ~ 1¼		105	65	20	35	321 HBW 或 35 HRC
> 1¼ ~ 1½		100	50	28	45	321 HBW 或 35 HRC
2 级: B8M, B8MN, B8MLCuN <sup>d</sup> ≤ 3/4	碳化物固溶处理 加应变硬化	110	95	15	45	321 HBW 或 35 HRC
> 3/4 ~ 1		100	80	20	45	321 HBW 或 35 HRC
> 1 ~ 1¼		95	65	25	45	321 HBW 或 35 HRC
> 1¼ ~ 1½		90	50	30	45	321 HBW 或 35 HRC
2B 级: B8, B8M2 <sup>d</sup> ≤ 2	碳化物固溶处理 加应变硬化	95	75	25	40	321 HBW 或 35 HRC
> 2 ~ 2½		90	65	30	40	321 HBW 或 35 HRC
> 2½ ~ 3		80	55	30	40	321 HBW 或 35 HRC
2C 级: B8M3 <sup>d</sup> ≤ 2	碳化物固溶处理 加应变硬化	85	65	30	60	321 HBW 或 35 HRC
> 2		85	60	30	60	321 HBW 或 35 HRC
<sup>a</sup> 为满足拉伸的要求, 布氏硬度应高于 200HBW (93HRB)。 <sup>b</sup> 1 级为固溶处理的。1A 级为在完工状态固溶处理的, 用于耐腐蚀。由于物理性能的要求, 热处理是关键。2 级为固溶处理加应变硬化的。奥氏体钢在应变硬化状态在整个断面上其性能可能呈现不均匀性, 特别是在直径大于 3/4in. 时更是如此。 <sup>c</sup> 直径小于和等于 3/4in. 的, 允许最高硬度为 241HBW (100HRB)。 <sup>d</sup> 直径等于和大于 1½in. 的, 中心 (核心) 处性能参数可低于试验报告中在 1/2 半径处所测定的值。						

表 3 力学性能要求-米制产品

牌号	直径, [mm]	最低回火温度, °C	最低拉伸强度, MPa	最低屈服强度, 0.2%残余变形, MPa	4D 内的最小延伸率, %	最小断面收缩率, %	最高硬度
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	16	50	26 HRC
B7							
Cr-Mo	≤ M64	593	860	720	16	50	321 HBW 或 35 HRC
	> M64 ~ M100	593	795	655	16	50	321 HBW 或 35 HRC
	> M100 ~ M180	593	690	515	18	50	321 HBW 或 35 HRC
B7M <sup>a</sup> Cr-Mo	≤ M100	620	690	550	18	50	235 HBW 或 99 HRB
	> M100 ~ M180	620	690	515	18	50	235 HBW 或 99 HRB
B7M <sup>a</sup> Cr-Mo	≤ M100	620	690	550	18	50	235 HBW 或 99 HRB
	> M100 ~ M180	620	690	515	18	50	235 HBW 或 99 HRB
B16							
Cr-Mo-V	≤ M64	650	860	725	18	50	321 HBW 或 35 HRC
	> M64 ~ M100	650	760	655	17	45	321 HBW 或 35 HRC
	> M100 ~ M200	650	690	585	16	45	321 HBW 或 35 HRC



表 3 (续)

牌号, 直径, mm	热处理 <sup>B</sup>	最低拉伸强度, MPa	最低屈服强度, 0.2%残余变形, MPa	4D 内的最小延伸率, %	最小断面收缩率, %	最高硬度
奥氏体钢						
1、1D 级: B8, B8M, B8P, B8LN, B8MLN, B8CLN, 各种直径	碳化物固溶处理	515	205	30	50	223 HBW 或 96 HRB <sup>C</sup>
1、1A、1D 级: B8CLNCuB, 各种直径	碳化物固溶处理	515	205	30	50	223 HBW 或 96 HRB <sup>C</sup>
1、1D 级: B8ML4CuN, 各种直径	碳化物固溶处理	480	175	35	50	90 HRB
1 级: B8C, B8T, 各种直径	碳化物固溶处理	515	205	30	50	223 HBW 或 96HRB <sup>C</sup>
1A 级: B8A, B8CA, B8CLNA, B8MA, B8PA, B8TA, B8LNA, B8MLNA, B8NA, B8MNA, B8MLCuNA, 各种直径	完工状态的碳化物固溶处理	515	205	30	50	192 HBW 或 90 HRB
1A 级: B8ML4CuNA, 各种直径	碳化物固溶处理	480	175	35	50	90 HRB
1B、1D 级: B8N, B8MN, B8MLCuN, 各种直径	碳化物固溶处理	550	240	30	40	223 HBW 或 96 HRB <sup>C</sup>
1C、1D 级: B8R, 各种直径	碳化物固溶处理	690	380	35	55	271 HBW 或 28 HRC
1C 级: B8RA, 各种直径	完工状态的碳化物固溶处理	690	380	35	55	271 HBW 或 28 HRC
1C、1D 级: B8S, 各种直径	碳化物固溶处理	655	345	35	55	271 HBW 或 28 HRC
1C 级: B8SA, 各种直径	完工状态的碳化物固溶处理	655	345	35	55	271 HBW 或 28 HRC
2 级: B8, B8C, B8P, B8T, B8N, <sup>D</sup> ≤ M20	碳化物固溶处理 加应变硬化	860	690	12	35	321 HBW 或 35 HRC
> M20 ~ M24		795	550	15	35	321 HBW 或 35 HRC
> M24 ~ M30		725	450	20	35	321 HBW 或 35 HRC
> M30 ~ M36		690	345	28	45	321 HBW 或 35 HRC
2 级: B8M, B8MN, B8MLCuN, <sup>D</sup> ≤ M20	碳化物固溶处理 加应变硬化	760	655	15	45	321 HBW 或 35 HRC
> M20 ~ M24		690	550	20	45	321 HBW 或 35 HRC
> M24 ~ M30		655	450	25	45	321 HBW 或 35 HRC
> M30 ~ M36		620	345	30	45	321 HBW 或 35 HRC
2B 级: B8, B8M2, <sup>D</sup> ≤ M48	碳化物固溶处理 加应变硬化	655	515	25	40	321 HBW 或 35 HRC
> M48 ~ M64		620	450	30	40	321 HBW 或 35 HRC
> M64 ~ M72		550	380	30	40	321 HBW 或 35 HRC
2C 级: B8M3, <sup>D</sup> ≤ M48	碳化物固溶处理 加应变硬化	585	450	30	60	321 HBW 或 35 HRC
> M48		585	415	30	60	321 HBW 或 35 HRC
<sup>A</sup> 为满足拉伸的要求, 布氏硬度应高于 200HBW (93HRB)。 <sup>B</sup> 1 级为固溶处理的。1A 级为在完工状态固溶处理的, 用于耐腐蚀。由于物理性能的要求, 热处理是关键。2 级为固溶处理加应变硬化的。奥氏体钢在应变硬化状态在整个断面上其性能可能呈现不均匀性, 特别是在直径大于 M20mm 时更是如此。 <sup>C</sup> 直径小于和等于 M20mm 的, 允许最高硬度为 241HBW (100HRB)。 <sup>D</sup> 直径等于和大于 M38mm 的, 中心 (核心) 处性能参数可低于试验报告中在 1/2 半径处所测定的值。						

#### 4. 通用要求

**4.1** 按本规范提供的栓接材料和栓接部件应符合规范 A962/A962M 的要求, 这些要求包括试验方法、精度、螺纹尺寸、宏观侵蚀 (仅适用于合金钢)、标记、合格证、可选的补充要求和其他要求。不符合规范 A962/A962M 的要求构成不符合本规范。若本规范和规范 A962/A962M 之间有矛盾之处, 以本规范为准。

## 5. 制造（工艺）

5.1 溶化—见 A962/A962M 规范要求。

5.2 质量—见 A962/A962M 规范要求。

## 6. 热处理

### 6.1 铁素体钢：

6.1.1 铁素体钢在轧制或锻造后应立即冷却到低于冷却相变范围的温度。然后，栓接材料应均匀地再加热到适当的温度以使晶粒细化（这样再加热的一组材料称为“淬火批”），并且每一淬火批应处于基本上均匀的条件下在液体介质中淬火和进行回火。最低回火温度应按表 2 和表 3 的规定。

6.1.2 当在墩头和加工螺纹之后执行热处理时，禁止任何一种铁素体牌号使用水淬。

6.1.3 除了在下面为了 B6X 被许可的；为了达到尺寸控制而随后进行冷拉拔的栓接材料，应该在冷拉拔之后消除应力。最低的应力消除温度应比回火温度低 100 °F [55 °C]。力学性能试验应在应力消除后进行。

6.1.4 B6 和 B6X 材料都应保持回火温度至少 1 h。B6X 栓接材料可在轧制加回火状态提供。B6X 材料允许在热处理后冷作，只要最后的硬度满足表 2 和表 3 的要求。

6.1.5 B7 和 B7M 栓接材料应进行液体淬火加回火的热处理。对于 B7M 栓接部件，例如螺栓，螺柱或螺钉，其最后的热处理如果是温度不低于 1150°F（620°C）的回火，则应在全部机加工和成型加工（包括滚压和任何切削螺纹）完成后进行。允许进行用于硬度试验，非破坏性评定或超声螺栓拉力的表面制备。

6.1.5.1 除非另有规定，B7 牌号的栓接材料也可使用加热炉，感应或者电阻法进行热处理。

注 4：应考虑到应力松弛特性会因炉批或热处理方法的不同而异。如要求应力松弛试验，则买方可规定补充要求 S8。

6.1.6 牌号为 B16 的栓接材料应该被加热到 1700~1750°F（925~955°C）用油淬，最低的回火温度应该按照表 2 和表 3 中的规定。

### 6.2 奥氏体不锈钢：

6.2.1 所有的奥氏体不锈钢应进行碳化物固溶处理（见 6.2.2~6.2.5 对每一等级的特殊要求）。1 级、1B 级、1C 级（仅 B8R 和 B8S 牌号）、2 级、2B 级和 2C 级可以适用于棒材、线材和完工的栓接部件。1A 级（全部牌号）和 1C 级（仅 B8RA 和 B8SA 牌号）可适用于完工的

栓接部件。1D 级仅应用于棒材和线材以及由 1D 级棒材或线材直接加工而不需任何后续热作或冷作的完工的栓接部件。

**6.2.2** 等级为 1、1B 和 1C (B8R 和 B8S 牌号) 的钢—(棒材) 轧制、锻造或墩锻后, 无论是热作还是冷作, 材料都应从室温加热, 并在能使碳化铬进入溶体的温度下保持足够的时间, 然后在以足以防止碳化物析出的速度冷却。

**6.2.3** 等级为 1D 的钢—热轧或锻制的牌号为 B8、B8M、B8P、B8LN、B8MLN、B8CLNCuB、B8N、B8MN、B8R 和 B8S 的棒材应在热加工之后, 此时温度高于 1750°F (955°C), 立即快速冷却以使晶界碳化物处于固溶状态。1D 级应限于用在温度低于 850°F (455°C) 条件下。

**6.2.4** 等级为 1A 和 1C, 牌号为 B8RA 和 B8SA 的钢—在所有轧制、锻制、墩锻和螺纹加工完成后, 完工的栓接部件应进行碳化固溶处理。这个规定不适用于像棒材之类的最初材料。部件应从室温加热, 并在能使碳化铬进入溶体的温度下保持足够的时间, 然后在以足以防止碳化物析出的速度冷却。

**6.2.5** 等级为 2、2B 和 2C—栓接材料应进行碳化物固溶处理, 从室温加热, 并在能使碳化铬进入溶体的温度下保持足够的时间, 然后在以足以防止碳化物析出的速度冷却。经过这些处理, 该栓接材料再经应变硬化以达到所要求的性能。

注 5: 在产品某一确定部位加工 (例如墩锻) 后进行热处理, 会导致所影响的截面的不一致的晶粒尺寸和力学性能。

**6.2.6** 如需无氧化皮光亮表面, 则应在定单中规定。

## 7. 化学成分

**7.1** 每种合金应与表 1 规定的化学成分一致。

## 8. 熔炼分析

**8.1** 制造厂应对每炉钢进行分析以确定第 7 节规定的各元素的含量。这样测定的化学成分应符合第 7 节规定的要求并应向买方或其代表提出报告。如果买方认为有必要废弃两个炉次连续浇注的过渡区, 则买方应执行 A788/A788M 标准的补充要求 S3。

## 9. 力学性能

**9.1** 拉伸性能:

**9.1.1** 要求—拉伸试样所代表的栓接材料在热处理后在室温下应符合表 2 和表 3 中规定的要求。

不锈钢应变硬化的栓接部件（2 级、2B 级和 2C 级）应在应变硬化后进行全尺寸试验，以测定拉伸强度和屈服强度，同时应满足表 2 和表 3 中规定的要求。如果没有足够量程的拉伸试验机，直径大于 1.500 in 的不锈钢应变硬化栓接部件可使用机加工态试样来进行测试。如果全尺寸试验结果与拉伸试样试验结果相冲突，应以全尺寸试验结果为准。

**9.1.2** 全尺寸栓接部件，楔式拉伸试验—使用时，见第 12.1.3，有头部件应进行楔形试验全尺寸。各尺寸的最低全尺寸外加负荷（lbf 或 kN）如下：

$$W = T_s \times A_t \quad (1)$$

式中：

W=没有断裂的最小楔式拉伸负荷

$T_s$ =表 2 和表 3 中规定的拉伸强度，ksi 或 MPa

$A_t$ =在 A962/A962M 圆锥标准负荷表中标出的螺纹部分的应力面积，in<sup>2</sup> 或 mm<sup>2</sup>

**9.2 硬度要求：**

**9.2.1** 硬度应符合表 2 和表 3 的要求，硬度试验应按 A962/A962M 规范或按 F606/F606M 试验方法进行。

**9.2.2** 牌号 B7M—该牌号的最高硬度应是 235 HBW 或 99 HRB，最低硬度应不小于 200 HBW 或 93 HRB。与该硬度的一致性可按 9.2.1 节通过布氏或洛氏 B 方法对每个螺柱或螺栓进行硬度试验来保证。当采用压痕硬度试验取样鉴定合格后，允许用 100% 硬度电磁波试验代替 100% 压痕硬度试验。用电磁波测定硬度的每个批量应按 E566 规范进行 100% 的试验。用电磁波测定硬度后，在每一批（如 12.1.1 节规定）中的每炉钢应最少随机抽样 100 件，进行压痕硬度法试验。全部试样必须都达到硬度要求，才允许该批的验收。如果任何一个试样超出规定的最高或最低硬度，则这一批应拒收，并重新加工和重新取样或 100% 用压痕硬度法试验。已 100% 试验并证明合格的产品应在牌号下面划一横线。

**9.2.2.1** 用于压痕硬度试验的表面制备应符合 E18 试验方法。硬度试验应在螺栓或螺柱的端部进行，如这样做不到，则硬度试验应在另一处进行。

## 10. 加工质量，光洁度和外表面

**10.1** 螺栓、螺钉、螺柱和双头螺栓应有一个尖的前端并应表面光滑。端头应是平的并由制造厂选择倒角或倒圆。螺柱和双头螺栓的前端长度，以端头平行于轴线量测，不应少于一个和不多于两个完整的螺纹。螺柱和双头螺栓的长度自两端的第一个螺纹测定。

**10.2** 除非在购货单上另有规定，螺栓头应符合 ASME B18.2.1、ASME B18.2.3.3M 中尺寸符合。除非在购货单上另有规定，重型六角头螺钉系列宜用于公称本体直径 $\leq 1\frac{1}{4}$  in [30 mm]。对于较大尺寸，可采用重型六角头螺钉系列，除了最大本体直径或圆角半径和重型六角头螺栓系列相同。重型六角头螺钉和螺栓的本体直径和头部圆角半径未分别出现在 ASME B18.2.1、ASME B18.2.3.3M 中，可能出现在分别对应的六角头螺钉和螺栓表中。套筒板手头螺钉或螺栓应符合 ASME B18.3 或 ASME B18.3.1M 的规定。

## 11. 复验

**11.1** 如果任何试验批量的力学性能试验结果不符合规定的要求，则制造厂可对这批进行重新处理，重新处理不能超过两次。复验时，该批应做两个拉伸试验，并都应符合规定的要求。

## 12. 试样

**12.1** 试验次数一经热处理的棒材，每一回火批中的每炉次的每一直径各做一次拉伸试验。在连续式热处理炉进行不间断的热处理时，一批材料应为同一炉号、同样原始状态、同一尺寸经受同样的热处理。批量不超过 20000 lb (9000 kg) 时，要求拉伸试验不少于两次。每增加 10000 lb (4500 kg) 或其一部分，要求增加一次试验。

**12.1.1** 螺柱、螺栓和螺钉等，每批中的每一炉、每一直径应做一次拉伸试验。批量大小如下：

直径, in. (mm)	批量大小
$\leq 1\frac{1}{8}$ (30)	1500 lb (780 kg)或其部分
$> 1\frac{1}{8}$ (30) $\sim 1\frac{3}{4}$ (42)	4500 lb (2000 kg)或其部分
$> 1\frac{3}{4}$ (42) $\sim 2\frac{1}{2}$ (64)	6000 lb (2700 kg)或其部分
$> 2\frac{1}{2}$ (64)	100 个或其部分

**12.1.2** 用经过热处理的并按 12.1 进行了试验和符合本标准要求的棒材制造的螺栓、螺钉、螺母或双头螺栓，只要不进行后续热处理，则均不需作拉伸试验。

**表 4 铁素体钢标记**

牌号	标号
B5	B5
B6	B6
B6X	B6X
B7	B7
B7M	B7M 或 B7M
B16	B16
B16 +	B16R
补充 S12	

表 5 奥氏体钢标记

等级	牌号	标号	
1 级	B8	B8	
	B8C	B8C	
	B8M	B8M	
	B8P	B8P	
	B8T	B8T	
	B8LN	B8F 或 B8LN	
	B8MLN	B8G 或 B8MLN	
	B8CLN	B8Y 或 B8CLN	
	B8CLNCuB	B8CLNCuB	
	B8ML4CuN	B8YY 或 B8ML4CuN	
1A 级	B8A	B8A	
	B8CA	B8B 或 B8CA	
	B8MA	B8D 或 B8MA	
	B8PA	B8H 或 B8PA	
	B8TA	B8J 或 B8TA	
	B8LNA	B8L 或 B8LNA	
	B8MLNA	B8K 或 B8MLNA	
	B8NA	B8V 或 B8MA	
	B8MNA	B8W 或 B8MNA	
	B8MLCuNA	B9K 或 B8MLCuNA	
	B8CLNA	B8Z 或 B8CLNA	
	B8CLNCuBA	B8ZA 或 B8CLNCuBA	
	B8ML4CuNA	B8ZZ 或 B8MLCuNA	
1B 级	B8N	B8N	
	B8MN	B8Y 或 B8MN	
	B8MLCuN	B9J 或 B8MLCuN	
1C 级	B8R	B9A 或 B8R	
	B8RA	B9B 或 B8RA	
	B8S	B9D 或 B8S	
	B8SA	B9F 或 B8SA	
1D 级	B8	B94	
	B8M	B95	
	B8P	B96	
	B8LN	B97	
	B8MLN	B98	
	B8N	B99	
	B8MN	B100	
	B8R	B101	
	B8S	B102	
	B8CLN	B103	
	B8ML4CuN	B104	
	B8CLNCuB	B105	
	2 级	B8	B8SH
		B8C	B8CSH
B8P		B8PSH	
B8T		B8TSH	
B8N		B8NSH	
B8M		B8MSH	
B8MN		B8YSH	
B8MLCuN		B8JSH	
2B 级		B8M2	B9G 或 B8M2
	B8	B9	
2C 级	B8M3	B9H 或 B8M3	

**12.1.3** 全尺寸试样，有头的部件一对本体直径小于等于 1½in.的有头的螺栓或螺钉，其公称长度为直径的 3 倍或更大，由墩锻或锻造（热或冷）的有头的螺栓或螺钉需依据 9.1.2 进行全尺寸试验。这项试验之外还应进行按 9.1.1 规定的拉伸试验。楔拉伸试验应限于产品内六角螺丝，六角，方形，六角法兰，或 12 点法兰头。批量大小应按 12.1.1 所示。失效应出现在本体或螺纹部分，无失效或缺陷的显示如裂纹出现在头部和杆部连接处。楔形拉伸试验不要求扁平埋头或承插按钮产品。

### **13. 螺母**

**13.1** 定单中有规定时，螺栓、螺柱和双头螺栓应配备螺母。螺母应符合 A194/A194M 标准。

### **14. 合格证书**

**14.1** 证书需要，除了规范 A962/A962M 的要求外，报告中应包含化学分析结果，宏观浸蚀（仅限于碳钢和合金钢），力学性能测试，并注明采用的热处理方法。

### **15. 产品标记**

**15.1** 见规范 A962/A962M。牌号符号应如表 4 和 5 所示。牌号 B7M 不再要求在该牌号符号下方加一条直线。然而，一条直线是允许的。

### **16. 关键词**

**16.1** 合金钢棒；合金钢螺栓；栓接部件；栓接材料；硬度；热处理；不锈钢栓接。

## 补充要求

这些要求只是在订单和定货资料中有规定时才执行。这样，规定的试验应在产品装运前进行。

### S1. 高温试验

S1.1 确定高温性能的试验应按 E21、E139、E292、E150 和 E151 规范进行。

### S2. 摆锤式冲击试验

S2.1 基于 A320/A320M 标准第 6、7 节要求的摆锤式冲击试验应按制造厂与买方的商定进行。当试验温度如 A320/A320M 标准规定那样低时，则栓接材料宜优先按 A320/A320M 标准而不是本标准定货。

### S3. 牌号 B7M 的 100% 硬度试验

S3.1 每个牌号 B7M 螺栓或螺柱都应按压痕法试验硬度，并应符合表 2 和表 3 规定的要求。

### S4. 牌号 B16 的硬度试验

S4.1 尺寸不大于 2 $\frac{1}{2}$ in. (65 mm) 牌号 B16 的螺栓或螺柱应在端部或靠近端部处测定其硬度，按 9.2.1 节规定的一种方法进行布氏或洛氏硬度试验。硬度范围应为 253~319HBW 或 25~34 HRC。

### S5. 产品标记

S5.1 牌号和制造厂标记应标在各种尺寸螺柱一端以及螺栓和螺钉头部（如果标注面积不够，牌号标在一端而制造厂的标记可标在另一端）。对于直径小于 1/4 in. (6 mm) 的螺栓和螺钉、直径小于 3/8 in. (10 mm) 的螺柱和要求标注多于 3 个符号的直径为 1/4 in. (6 mm) 的螺柱，其标注方法应由买方和制造厂商定。

### S6. 应力消除

S6.1 应力消除应在热处理后随着矫直进行。

S6.2 最低应力消除温度应比回火温度低 100°F (55°C)。力学性能试验应在应力消除后进行。

### S7. 磁粉检验

S7.1 棒材应按 E709 规范进行磁粉检验。带有裂纹或缝隙显示的棒材，如其显示伸入棒内超过直径的 3%，则应拒收。

### S8. 应力松弛试验



**S8.1** 如需要，则应力松弛试验应按 E328 规范进行。该试验应在 850°F (454°C) 下经 100h。初应力为 50 M psi (345 MPa)。经 100 h，残余应力最小应为 17M psi (117 MPa)。

### **S9. 对非 H 牌号奥氏体钢应用于 1000°F 以上晶粒尺寸要求**

**S9.1** 对于设计金属温度高于 1000°F (540°C)，材料应依据 E112 测试方法具有 7 号或更粗晶粒尺寸。该测定的晶粒尺寸应在试验合格证明上标明。

### **S10. ASME 应用的 2 级螺栓材料的硬度试验**

**S10.1** 直接在螺纹根部下面的最大硬度应是洛氏硬度 C35。该硬度应在一个（去除螺纹制备的）至少 1/8 in. (3 mm)宽的平面上进行。制备该平面不必去除更多的材料。硬度测试应以与拉伸试验相同的次数进行。

### **S11. 螺纹加工**

**S11.1** 螺纹应在热处理之后加工。本补充要求对牌号 B7M 或在 6.2.4 中列出的牌号不适用。

### **S12. 牌号 B16 的应力断裂试验**

**S12.1** 每个热处理批应进行一次应力断裂试验。试验应使用一个组合试验棒依据 E292 试验方法进行。断裂应出现在每个试件的光滑的截面处。试验应在 1100°F (595°C)，20 ksi(140 MPa)下进行。试验应连续进行直到试样断裂为止。断裂寿命应最少为 25 h。小于 1/2in. (12 mm) 厚度的材料上不需要进行试验。

**S12.2** 当用户定单中栓接部件要求 S12 时，产品标志应为“B16R”。

### **S13. 栓接部件的涂层**

**S13.1** 在购货定单中规定所有涂层设备的要求是购买方的责任。其要求可以包括但不限于下列内容：

**S13.1.1** 参考适用的涂层规范和类型，厚度，位置，尺寸的调整以及氢脆去除。

**S13.1.2** 参考 A153/A153M、B633、B695、B696、B766 或 F1941/F1941M、F2329/F2329M 规范或 F1940 试验方法，或其他标准。

### **S14. 涂层栓接部件的标志**

**S14.1** 涂锌的栓接部件在其牌号后有一个 ZN 标志。涂镉的栓接部件应在其牌号后有一个 CD 标志。

注 S14.1：例如，对于牌号为 B7 的涂锌材料现在应该表示为 B7ZN 而不是 B7\*。

### **S15. 超过1000°F的工作温度要求**

**S15.1** 对 I 类，B8、B8C、B8M 和 B8T 级螺栓，如在超过 1000°F 的温度下使用，以下要求应适用：

**S15.1.1** 最低碳含量应为0.04 %。

**S12.1.2** 应在1900°F和1950°F之间进行碳化物固溶处理，随后进行水淬或通过其它方式来快速冷却。

## 附录

### (非强制性资料)

#### X1. 奥氏体钢的应变硬化

**X1.1** 奥氏体钢的应变硬化是由于低于再结晶温度下塑性变形（冷作）而引起的在强度和硬度上的增大。通过冷拔或其他工艺，超尺寸的棒材或线材减小至最终的理想尺寸，使这种作用产生在奥氏体不锈钢中。在每种合金中可达到的应变硬化程度受其应变硬化特性的限制。另外，可能产生的应变硬化程度进一步受到如横截面积减小的总量、拉模角度和棒材尺寸等各项的限制。例如，在大直径的棒材中，塑性变形将主要发生在棒的外层范围，这样，由于应变硬化引起的增大的强度和硬度主要由靠近棒材表面处获得。这样，棒越细，应变硬化穿透性越大。

**X1.2** 这样，一个给定的经应变硬化的栓接部件的力学性能不仅与合金有关，而且还与加工的棒材尺寸有关。然而，能够使用的最小棒材尺寸由部件的外形确定，由此紧固件的外形可能影响部件的强度。

**X1.3** 例如，加工一种特殊合金和尺寸的螺柱比加工同样合金和尺寸的螺栓可用较小直径棒材，因为大直径棒材需要适应螺栓头部。这样，对于一种给定合金的螺柱，其强度可能大于相同尺寸的螺栓。

#### X2. 涂层和使用范围

**X2.1** 不推荐在大于 0.5 倍涂层熔点（摄氏或华氏）的温度下使用涂层的栓接部件，除非考虑到潜在液体和固体金属脆性，或两者。锌元素的熔点约为 780°F (415°C)。因此，涂锌的栓接部件的使用应限制为温度小于 390°F (210°C)。镉的金属熔点约为 600°F (320°C)。因此，涂镉的栓接部件的使用应限制为温度小于 300°F (160°C)。

## 更改摘要

A01 委员会确定对本标准与上一版本 A193/A193M-20 的变更的位置，这可能会对本标准(2022 年 9 月 1 日批准)的使用有所影响。

- (1) 将 12.1.3 中的“本体长度”改为“公称长度”。

*ASTM 国际不对与本标准中提及的任何项目相关的任何专利权的有效性发表意见。特此建议本标准的用户确定任何此类专利权的有效性，侵犯此类专利的风险全部由用户自行承担。*

*责任技术委员会有权在任何时候对本标准进行修订，并且必须每 5 年重新审核一次。若无修订，则要么重新批准，要么撤销。欢迎您对本标准或其他标准提出意见，请向 ASTM 国际总部发表您的意见。您的意见将会在责任技术委员会的会议上受到仔细考虑，而且您可能将被邀请参加这个会议。如果您觉得您的意见没有被公正对待，则应按下列地址将您的意见告知 ASTM 标准委员会。*

*本标准的版权归 ASTM 国际所有，地址：100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States。如果需要本标准的个别重印版（单本或多本），可通过以上地址联系 ASTM，也可致电 610-832-9585，或传真至 610-832-9555，或发电子邮件至 [service@astm.org](mailto:service@astm.org)，或访问美国试验与材料协会网站 ([www.astm.org](http://www.astm.org))。拷贝本标准的权利也可从版权结算中心获得，地址：222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923, 电话：(978) 646-2600；网址：<http://www.copyright.com/>。*