

ASTM A490M-11

《热处理合金钢结构螺栓 米制系列 10.9 级和 10.9.3 级》}

1 范围

1.1 本标准规定了米制系列, 两种型式(1 型为合金钢; 3 型为耐蚀钢), 大六角头结构螺栓的化学成份和机械性能要求。螺栓抗拉强度为 1040~1210MPa。

1.2 螺栓用于结构连接上, 应符合钢结构连接研究机构出版的 ASTM A325 和 A490 结构螺栓连接技术规范的要求。

1.3 本标准适用螺栓的公称直径范围: M12~M36。

螺栓型式如下:

1 型: 中碳合金钢制造的螺栓。

2 型: 已于 2002 年取消。

3 型: 耐蚀钢制造的螺栓。

1.4 本标准适用的螺栓, 为 ASME B18.2.3.7M 标准规定的, 大六角头结构螺栓。买方另有要求除外。即本标准为性能标准, 产品标准为 ASME B18.2.3.7M。

1.5 术语见 ASTM F1789 标准。

1.6 本标准仅在试验方法部分涉及了一些与产品使用安全有关的内容, 使用者应建立与产品使用安全有关的内容, 并确立应用范围。

2 参考文件(略)

3 订货资料

3.1 内容

大六角头结构螺栓订货资料包括以下内容:

3.1.1 数量: 包括螺栓及其配件;

3.1.2 尺寸: 包括螺栓公称直径、螺距、螺栓长度和螺纹长度;

3.1.3 产品名称: 大六角头结构螺栓或其它名称;

3.1.4 螺栓型式: 1 型或 3 型。定单未规定螺栓型式, 选择权在制造者;

3.1.5 ASTM 标准编号和出版年份;

3.1.6 其它组合件, 如果有的话, 如: 螺母、垫圈、压紧型垫圈等;

3.1.7 试验报告: 如果要求提供;

3.1.8 特殊要求;

3.1.9 按 ASME B18.24.1 要求的标志符号。

注:典型的定货资料示例如下:1000 件 M24×3×100mm, ASTM A490M-09a 1 型大六角头结构螺栓,每个螺栓配两个 ASTM F436M 1 型淬硬钢垫圈和 1 个 ASTM A563M DH 级大六角螺母。

3.2 适用螺母

3.2.1 适用螺母的性能

A490M 大六角头结构螺栓适用螺母的性能应符合 ASTM A563M 规定。1 型和 3 型螺栓的适用螺母如下:

螺栓型式和表面处理	螺母型式和表面处理
1 型 普通表面(无镀层)	A563M 10S 级、10S3 级 普通表面(无镀层)
1 型 非电解锌片涂层(达克罗) 按 F1136 3 级	A563M 10S 级、10S3 级 非电解锌片涂层(达克罗) 按 F1136 5 级
3 型 耐蚀钢	A563M 10S3 级 耐蚀钢

3.2.2 替代螺母的性能

可以用符合 ASTM A194/A194M 2H 级普通表面(无镀层)螺母与 ASTM A490M 1 型大六角头结构螺栓配合使用。(作者说明:在实际应用中也是采用 A194/A194M 2H 级大六角螺母。)

3.3 垫圈

ASTM A490M 大六角头结构螺栓适用垫圈应符合 ASTM F436M 的规定。1 型和 3 型螺栓的适用垫圈如下:

螺栓型式和表面处理	垫圈 表面处理
1 型 普通表面(无镀层)	普通表面(无镀层)
1 型 非电解锌片涂层(达克罗) 按 F1136 3 级	非电解锌片涂层(达克罗) 按 F1136 3 级
3 型 耐蚀钢	耐蚀钢

3.4 其它附件 结构螺栓用压紧垫圈指示器应符合 ASTM F959 规定。

4 材料和加工

4.1 热处理

1 型和 3 型螺栓应热处理并在油中淬火,淬火温度应高于奥氏体相变温度,回火温度不低于 425°C。

4.2 螺纹 螺栓螺纹应符合 ASME B1.13M 规定的米制粗牙螺纹,螺纹精度 6g 级。螺栓螺纹应辗压加工,也可以切削加工。

4.3 表面涂镀保护 A490 螺栓不采用电镀、热镀锌或机械镀锌等表面涂镀保护。若需要表面涂镀保护，A490 螺栓应按 F1136 中 3 级的规定，进行非电解锌片涂层（达克罗）处理。

5 化学成份

5.1 1 型螺栓

1 型螺栓采用合金钢制造,其化学成份应符合表 7-7-1 规定。合金钢中应含有足够量的合金元素,以使其符合合金钢要求。见表 7-7-1 规定:

表 7-7-1 1 型螺栓化学成份

化学元素		合金钢		硼合金钢	
		熔炼分析%	产品分析%	熔炼分析%	产品分析%
C	公称直径≤M30	0.30 ~ 0.48	0.28 ~ 0.50	0.30 ~ 0.48	0.28 ~ 0.50
	公称直径 M30	0.35 ~ 0.53	0.33 ~ 0.55	0.35 ~ 0.53	0.33~ 0.55
Mn	min	0.60	0.57	0.60	0.57
P	max	0.040	0.045	0.040	0.045
S	max	0.040	0.045	0.040	0.045
B		—	—	0.0005 ~ 0.003	0.0005 ~ 0.003
其他合金		见注			

表 7-7-1 注:

美国钢铁协会规定合金钢材料中必须含有足够量的合金元素,即必须满足以下条件之一:①含锰≥1.65%,②含硅>0.6%,③含铜>0.6%,④含铬<3.99%,⑤或含有最小含量的铝、钴、铜、钼、镍、钛、钨、钒、锆等稀有元素中的一种。符合上述五条之一即为合金钢。

5.2 3 型螺栓

3 型螺栓采用耐蚀钢制造,其化学成分应符合表 7-7-2 规定。

5.3 化学分析

产品化学分析应从各批成品中取样检验,其结果应符合表 7-7-1、表 7-7-2 规定。化学分析应符合 ASTM A751 的规定。

5.4 制造螺栓的钢在冶炼时,不得故意添加:铋、硒、碲或铅等元素,而且有其中任何一种也不允许。

表 7-7-2 3 型螺栓化学成份

化学元素		熔炼分析 %	产品分析 %
C	公称直径≤M20	0.20-0.53	0.19-0.55
	公称直径>M20	0.30-0.53	0.28-0.55
Mn	min	0.40	0.37

P	max	0.035	0.040
S	max	0.040	0.045
Cu		0.20-0.60	0.17-0.63
Cr	min	0.45	0.42
Ni	min	0.20	0.17
Mo	min	0.15	0.14

6 机械性能

6.1 硬度 螺栓硬度应符合表 7-7-3 规定。

注:大六角头结构螺栓,公称直径 $\leq M24$ 而且长度 $\leq 2-1/4D$, 以及公称直径 $>M24$, 而且长度 $\leq 3D$, 最低硬度和最高硬度是唯一的强制性检验项目。(D—螺栓公称直径,下同)。

表 7-7-3 螺栓硬度

公称直径	公称长度 mm	布氏硬度 HB		洛氏硬度 HRC	
		min	max	min	max
M12~M24	$<2D$	311	352	33	38
	$\geq 2D$	—	352	—	38
$>M24\sim M36$	$<3D$	311	352	33	38
	$\geq 3D$	—	352	—	38

表 7-7-3 注:

对于公称直径 $\leq M24$ 并且长度 $<2D$ 和公称直径 $>M24$ 到 M36 并且长度 $<3D$ 的螺栓,应以最低硬度和最高硬度作为验收依据。

6.2 抗拉强度

6.2.1 实物螺栓的拉力试验

公称直径 $\leq M24$, 并且公称长度 $\geq 2-1/4D$ 或公称直径 $>M24$, 并且公称长度 $\geq 3D$ 的螺栓, 6.2.2 和 6.2.3 款所述除外, 应首先考虑对实物螺栓按表 7-7-4 规定的要求, 进行楔负载强度(最小拉力载荷)和保证载荷检测。

6.2.2 机加工试样的拉力试验

当螺栓长度不能做实物的抗拉强度检测时, 应对螺栓的机加工试样按表 5-7-5 要求, 进行检测。如果同时对实物螺栓和机加工试样都做了检测, 而二者检测结果不一致时, 应以实物螺栓的检测结果为准。

6.2.3 短规格螺栓的性能检测

公称直径 $\leq M24$, 并且长度 $<2-1/4 D$ 直到 $2D$ 的螺栓, 不能进行实物螺栓轴向楔负载试验, 但实物螺栓的轴向最小拉力载荷和保证载荷应符合表 7-7-4 的规定。

公称直径 ≤ M24, 并且长度 < 2D 的螺栓, 不能进行轴向最小拉力载荷试验时, 应以硬度试验结果作为验收依据。

6.2.4 抗拉强度是仲裁依据

如果螺栓既做了硬度检测, 又做了抗拉强度检测, 而硬度检测结果低于标准值时, 则应以抗拉强度检测结果作为验收依据。

这里需要再次强调指出: 对于 A490M 规定的螺栓, 抗拉强度不是越高越好, 标准规定了抗拉强度的最大值, 希望读者注意。

表 7-7-4 螺栓的拉力载荷

KN

公称直径及 每英寸牙数	应力截面积 mm ²	拉力载荷		保证载荷 (长度测量法)	规定非比例伸长 应力载荷
		Min	Max		
M12×1.75	84.3	87.7	103	70	79.2
M16×2	157	163	190	130	148
M20×2.5	245	255	296	203	230
M22×2.5	303	315	366	251	285
M24×3	353	367	427	293	332
M27×3	459	477	555	381	431
M30×3.5	561	583	679	466	527
M36×4	817	850	989	678	768

表 7-7-4 注:

应力截面积计算公式:

$$A_s = 0.7854 \times [D - 0.9743P]^2$$

式中: A_s —应力截面积 mm² D—螺栓公称直径 mm P—螺距 mm

表中载荷的应力值:

公称直径	抗拉强度 min	抗拉强度 max	保证应力	规定非比例 伸长应力
M12 ~ M36	1040 MPa	1210 MPa	830 MPa	940 MPa

表 7-7-5 螺栓机加工试样的抗拉强度

公称直径	抗拉强度 MPa		规定非比例伸 长应力 MPa min	伸长率 Min %	断面收缩率 Min %
	min	max			
M12 ~ M36	1040	1210	940	14	40

7 渗碳/脱碳

7.1 说明 这个试验是通过对螺栓表面和芯部显微硬度的测试, 来判断是否有渗碳或脱碳。

7.2 要求

7.2.1 渗碳 按 ASTM F2328M 的规定, 表面硬度不应有明显增加, 否则为渗碳。

7.2.2 脱碳 螺纹未脱碳层最小高度应大于等于螺纹牙高的三分之二, 即 $\geq 2/3H_t$ 。相当于 ISO 898-1 中 10.9 级。

7.3 试验方法 试验方法按 ASTM F2328M 的规定。

8 尺寸

8.1 头部和杆部

除非另有规定, 螺栓应是符合 ASME B18. 2. 3. 7M 和 ISO7412 规定的大六角头结构螺栓。直径规格范围: M12 ~ M36。

8.2 螺纹

8.2.1 螺纹精度

螺栓的螺纹应符合 ASME B1. 13M 规定的米制螺纹, 粗牙系列, 螺纹精度 6g 级。

8.2.2 螺纹长度

螺纹长度应按 ASME B18. 2. 3. 7M 大六角头结构螺栓标准中的规定。螺纹长度之外的其它要求, 应按 ASTM F568M 中规定的 10.9 级和 10.9.3 级。

9 加工质量

螺栓表面不允许有影响使用的淬火爆裂、锻造裂纹、热处理裂缝、剪切裂纹、凸起、折叠、缩孔和工具造成的切痕、擦伤等缺陷。表面缺陷检验和验收按 ASTM F788/F788M 的规定。

10 磁力探伤检查螺栓纵向裂纹和横向开裂

10.1 要求

- ① 每件样品都必须用磁力探伤进行纵向裂纹和横向开裂的检查。
- ② 按 10.2.1~10.2.4 规定的方法对螺栓样品进行检验, 以发现如 10.3 所述的不良品。

10.2 检查步骤

10.2.1 样品抽取

检查样品应随机抽取。

10.2.2 磁力探伤

磁力探伤检查应按 ASTM E709 或 E1444 的规定进行。ASTM E709 规定的方法用于仲裁检验。如果制造方在生产检验中发现任何不良品时, 则应对整批产品进行 100% 磁力探伤检查, 并剔除和销毁所有的不良品。

10.2.3 磁力探伤的替代

可以用涡流和液体渗透检查代替 100% 磁力探伤检查。但涡流检查后, 应按表 7-7-6 规定的抽样数量, 随机抽样进行磁力探伤检查, 其结果应符合表 7-7-6 的规定。当存在争议时, 应以磁力探伤检查结果为准。

表 7-7-6 磁力探伤抽样检验质量方案

批量范围	抽样数量	合格(接收)判定数	不合格(拒收)判定数
2 ~ 50	全部	0	1
51 ~ 500	50	0	1
501 ~ 1200	80	0	1
1201 ~ 3200	125	0	1
3201 ~ 10 000	200	0	1

10.2.4 检查结果的拒收

不应仅仅以磁力探伤检查结果作为拒收的理由。如果检验人员认为根据检验结果应拒收产品时, 应从这些被怀疑的产品中随机抽取一件样品, 进一步做显微检查或通过磨削等加工手段, 以确定那些被怀疑的缺陷是否超过了规定的极限。

10.3 说明

废品定义: 螺栓存在任何平行于轴线的位于螺纹、杆部或头下圆角处的纵向开裂, 其深度超过 0.03D, 以及存在任何垂直于轴线的, 位于螺纹杆部或头下圆角处的横向开裂, 都是废品。

11 试验方法

11.1 抗拉强度、保证载荷和硬度

11.1.1 试验方法

抗拉强度、保证载荷和硬度试验按 ASTM F606M 的规定。

11.1.2 判断原则

螺栓究竟是做实物的楔负载试验, 还是做机加试样的轴向抗拉强度试验, 取决于螺栓的直径和长度。采用螺栓实物做试验, 断裂只允许在杆部或螺纹部分, 不允许断在头杆结合处。

11.1.3 选择

保证载荷试验可以选择“长度测量法”, 也可以选择“屈服强度法”, 选择权在制造者。

11.2 脱碳/渗碳 试验方法按 ASTM F2328M 中硬度试验法。

11.3 显微硬度 试验方法按 ASTM E384 规定。

12 产品标志

12.1 供方标志

所有 1 型和 3 型螺栓都必须打上制造者或经销者的识别标志。

12.2 性能等级标志

1 型螺栓性能等级标志为：“A490M”；

3 型螺栓性能等级标志为：“A490M”，即在 A490M 下面加一条横线。增加这一横线，表示 3 型螺栓是采用耐蚀钢制造的。

12.3 标志的位置和方法

所有标志都应打在螺栓头部。标志的凸凹由制造者选择。性能等级标志和供方标志,应在同一平面,不同位置分开标志。

12.4 验收条件

拒收那些没有按上述要求和规定进行标志的螺栓。