

标准件选型准则

V1.0

2021-06-21 发布

2021-06-21

目 次

1 范围	5
2 规范性引用文件	5
3 定义	5
4 紧固件产品分类	5
4.1 按大类分:	5
4.2 螺栓连接分类	6
4.2.1 按受力形式分类	6
4.2.2 按安装状态分类	6
4.2.3 按产品等级分类	7
4.3 按采用产品的螺纹分类	7
4.4 按螺栓材料与性能等级分类	7
4.5 高强度螺栓简单分类	7
5 紧固件常用螺纹	7
5.1 基本尺寸	7
5.2 普通螺纹公差与配合的选用	7
5.3 普通螺纹的标记	10
5.4 自攻(含锁紧)螺钉用螺纹、螺杆螺纹	10
5.4.1 自攻螺钉用螺纹	10
5.4.2 自攻锁紧螺钉的螺杆 粗牙普通螺纹系列	10
6 紧固件的机械性能	11
6.1 螺栓、螺钉、螺柱的机械性能	11
6.1.1 适用范围	11
6.1.2 螺栓、螺钉、螺柱的性能等级	11
6.1.3 材料和热处理、回火温度见表 5。	11
6.1.4 螺栓、螺钉和螺柱的机械和物理性能见表 6	12
6.1.5 粗牙螺纹最小拉力载荷	13
6.1.6 粗牙螺纹保证载荷	14
6.1.7 细牙螺纹最小拉力载荷	14
6.1.8 细牙螺纹保证载荷	15
6.2 螺母(粗牙、细牙)	16
6.2.1 适用范围	16
6.2.2 螺母 粗牙螺纹的性能等级	16
6.2.3 粗牙螺纹的螺母各性能等级适用的材料及化学成分	17
6.2.4 粗牙螺纹的螺母机械性能	18
6.2.5 粗牙螺纹的螺母保证载荷	20
6.2.6 公称高度 $\geq 0.5D$, 而 $< 0.8D$ 螺母的脱扣时螺栓的最小应力	21

6.3 自攻螺钉	21
6.3.1 金相与硬度	21
6.3.2 机械性能	21
6.4 抽芯铆钉	21
6.4.1 机械性能等级	22
6.4.2 机械性能等级	22
6.4.3 蝶形螺母保证扭矩	22
7 紧固件的连接方式选用	23
7.1 紧固件的连接特性及基本要求	23
7.1.1 紧固件连接的受力和传力方式	23
7.1.2 紧固件连接的失效形式	23
7.1.3 紧固件连接设计的基本要求	24
7.2 螺栓连接的预紧	24
7.2.1 预紧的目的	24
7.2.2 预紧力 Q_p 的确定	24
7.2.3 拧紧力矩	25
7.2.4 拧紧力矩	27
7.3 螺栓连接的预紧	28
8 紧固件的常见特性分类	28
8.1 紧固件的外形分类	28
8.2 紧固件的精度等级	29
8.3 紧固件的材料特性分类	29
8.4 紧固件的常用表面处理方法	32
9 紧固件的通用选用原则	33
9.1 优先原则	33
9.2 标准件种类最少原则	33
9.3 相同装配相同标准件准则	33
9.4 腐蚀环境材料同质准则	33
9.5 明显差异或完全相同准则	34
10 紧固件的具体选用原则	34
10.1 螺纹紧固件长度的选用原则	34
10.2 销轴长度的选用原则	36
10.3 凸焊螺母底孔的选用原则	37
10.4 自攻螺钉底孔的设计原则	37

前 言

现代化大生产是以技术和生产高度社会化为特征的，分工越来越细，企业间的联系与协作协调越来越广泛和密切。

一、标准化是企业间联系与协作协调的工具与手段：

- 1.它能使企业建立最佳秩序，提供共同语言。
- 2.它能让各企业看到共同的目标与利益。
- 3.它能对各企业有无偏见的、规范的、权威的约束。
- 4.它能给各企业带来成功，也能给社会带来巨大效益。

二、标准化是实行科学管理和现代化管理的基础：

- 1.标准化为企业管理提供目标和依据。
- 2.标准化使企业内各单位的技术标准和管理标准实现统一，充分发挥企业管理系统的管理功能。
- 3.标准化有利于企业和企业之间的协作、约束与协调。

三、标准化有利于先进的生产组织和制造技术的推广应用：

1.生产专业化是先进的组织形式，具有很突出的优越性，标准化对专业化生产起到了促进，推动巩固作用。专业化生产需要批量，标准化的形式是通用化系列化组合化模块化，有利于缩减类型品种，增加批量。

2.市场多样化和个性化的需求使定制生产成为主流，使企业面临开发新品的速度和多品种生产的压力，标准化（如模块化）是解决这一难题的最好办法。

四、开展标准化有利于提高产品质量和发展产品品种：

消费者希望物美价廉、样式新颖、品种繁多、信息透明可比，标准化能解决这一问题：

- 1.质量标准能揭示质量差距，促进质量进步和新品开发。
- 2.标准化有利于提高企业的综合素质和质量保证能力。
- 3.标准化设计思想的贯彻，使企业（简化能消除低功能产品，系列化能以最佳的品种发展变形产品，组合化和模块化能以最少要素最快速度组合出更多新产品）能快速反应市场需求，取得竞争优势。

五、标准化是消除浪费、节约活劳动和物化劳动的有效手段：

- 1.选用标准件可以节省大量设计时间。
- 2.选用标准件可以节省大量原材料。
- 3.选用标准件可以节省大量生产工时。
- 4.选用标准件方便装配和出厂维修。
- 5.专业化厂家大批量生产的标准件质量更胜一筹。

总之，选用的标准件比例越多，节约的资金越多，企业可以把更多的精力用在产品的功能上。

标准化的作用简单地说，就是能够“赢得市场竞争”。企业没有搞好标准化，就无法赢得市场竞争。

由于国家大力推行国家标准和标准化体系使得我国的企业都是执行国家标准的企业，也产生了无数专业化的生产标准件的厂家。标准件一般是指螺钉螺帽、垫圈、弹簧、轴承等等，从广义来说电视机、电机、减速机、电器机柜、电脑、自行车、摩托车等也是标准件产品。标准化的作用正是通过标准件和标准化体系实现的。

为了提高青岛鼎信通讯股份有限公司、青岛鼎信通讯消防安全有限公司、青岛鼎信通讯科技有限公司及相关公司标准件的选型效率和质量，特制订本标准规范，作为指导标准件选型的依据。

本标准由青岛鼎信通讯股份有限公司工程技术本部标准化小组起草。



标准件选型准则

1 范围

本规范用于指导青岛鼎信通讯股份有限公司、青岛鼎信通讯消防安全有限公司、青岛鼎信通讯科技有限公司及相关公司的标准件选型。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过在本规范中引用而构成本规范的条文。本规范在发布时，所示版本均为有效，其最新版本适用于本规范。

GB/T 882 销轴

GB/T 1800.3 极限与配合基础第3部分：标准公差和基本偏差数值表

GB/T 13680 焊接方螺母

GB/T 13681 焊接六角螺母

JB/ZQ 4247 普通螺纹 内、外螺纹余留长度，钻孔余留深度，螺栓突出螺母的末端长度

3 定义

标准件：是指结构、尺寸、画法、标记等各个方面已经完全标准化，并由专业厂生产的常用的零（部）件，如螺纹件、键、销、滚动轴承等等。

广义标准件包括紧固件、连结件、传动件、密封件、液压元件、气动元件、轴承、弹簧等，都有相应的国家标准，跨行业通用性强。

狭义标准件，仅包括标准化紧固件。国内俗称的标准件是标准紧固件的简称，是狭义概念，但不能排除广义概念的存在。

此规范标准件为狭义标准件，仅包括标准化紧固件。

4 紧固件产品分类

4.1 按大类分：

（1）螺栓：螺栓是由各种形状头部与带螺纹的杆部组成的紧固件，需与螺母配套使用。如把螺母从螺栓上旋下，又可以使这两个零件分开，故螺栓连接是属于可拆卸连接。

（2）螺柱：又称双头螺栓，是一个全螺纹杆或中间无螺纹的杆。多用于被连接件很厚，又需经常拆装的场合。主要用于被连接零件之一厚度较大、要求结构紧凑，或因拆卸频繁，不宜采用螺栓连接的场合。

（3）螺钉：又称机螺钉或螺丝，主要特征是头部制成一字槽或十字槽，用于一个零件很厚，又不需经常拆装的场合，或单向旋紧的场合。

(4) 螺母：带有内螺纹孔，形状一般呈显为扁六角柱形，也有呈扁方柱形或扁圆柱形，配合螺栓、螺柱或机器螺钉，用于紧固连接两个零件，使之成为一件整体。

(5) 自攻螺钉：与机器螺钉相似，但螺杆上的螺纹为专用的自攻螺钉用螺纹。用于紧固连接两个薄的金属构件，使之成为一件整体，构件上需要事先制出小孔，由于这种螺钉具有较高的硬度，可以直接旋入构件的孔中，使构件中形成相应的内螺纹。这种连接形式也是属于可拆卸连接。

(6) 垫圈：是配合螺栓、螺钉和螺母使用的，形状呈扁圆环形的一类紧固件。按用途可分三种：衬垫用、防松用和密封用。置于螺栓、螺钉或螺母的支撑面与连接零件表面之间，起着增大被连接零件接触表面面积，降低单位面积压力和保护被连接零件表面不被损坏的作用；另一类弹性垫圈，还能起着阻止螺母回松的作用。

(7) 挡圈：供装在机器、设备的轴槽或孔槽中，起着阻止轴上或孔上的零件左右移动的作用。

(8) 木螺钉：木螺钉的头部与螺栓、螺钉基本相同，杆部是专用木螺钉螺纹，用于一般金属零件与木质器材之间的紧固连接。这种连接也是属于可以拆卸连接。

(9) 铆钉：由头部和钉杆两部分构成的一类紧固件，用于紧固连接两个带通孔的零件（或构件），使之成为一件整体。这种连接形式称为铆钉连接，简称铆接。属与不可拆卸连接。因为要使连接在一起的两个零件分开，必须破坏零件上的铆钉。可分为实心、空心 and 半空心三种类型。

(10) 销：是一种光杆定位件。主要用于定位连接与防松，还可作为装置中的过载剪断件，起到保护主机部件安全的作用。

(11) 组合件和连接副：组合件是指组合供应的一类紧固件，如将某种机器螺钉（或螺栓、自供螺钉）与平垫圈（或弹簧垫圈、锁紧垫圈）组合供应，构成在紧固前不会脱落而又相互松动的组合件，其特点是便于进行自动化装配，可提高装配效率和装配质量；连接副指将某种专用螺栓、螺母和垫圈组合供应的一类紧固件，如钢结构用高强度大六角头螺栓连接副。

(12) 焊钉与其他件：焊钉是采用电弧焊方法，把它的一端焊接在各种土木建筑工程中结构上的一类紧固件，用作抗剪件、埋设件或锚固件等。

其他件包括尚未纳入国家标准的行业件或企业标准且很有推广价值的紧固件，如：膨胀螺栓、特殊件、专用件、钢丝螺套防松紧固件等。

4.2 螺栓连接的分类

4.2.1 按受力形式分类

(1) 受拉螺栓连接：受拉螺栓连接就是螺栓沿轴方向传力的连接。其载荷沿螺栓轴线作用，靠螺栓拉伸传力，与螺母旋合的螺纹参与受力。

(2) 受剪螺栓连接：受剪螺栓连接是所传载荷垂直于螺栓轴线，靠螺栓杆剪切和挤压传力。

(3) 受拉受剪连接：所传载荷为受拉和受剪螺栓的综合。

4.2.2 按安装状态分类

(1) 有预紧力螺栓连接：安装时螺栓螺母要拧紧，要预加不至于松开的力，以保证其紧固，多数连接属于此类连接。

(2) 无预紧力螺栓连接：安装时螺母不拧紧，在承受工作载荷时螺栓才受力，应用范围小，如起重吊钩、悬挂螺栓等。

(3) 按产品精度和结构形状分类。

4.2.3 按产品等级分类

螺栓分为 A、B、C 三个等级，A 级最精确。

4.3 按采用产品的螺纹分类

一般采用普通螺纹，GB/T192~GB/T 197-2003 分为粗牙和细牙。粗牙螺纹的牙接触有高度，抗磨损能力强，不易滑扣。细牙螺纹的自锁性能好，螺栓杆部强度高，有利于承受冲击、振动和变载。

4.4 按螺栓材料与性能等级分类

螺栓材料应用最广的是低碳钢和碳钢，对于受冲击、振动、变载的螺栓，采用合金钢，有特殊要求时，采用不锈钢、铝合金、铜合金及钛合金等。

国家标准规定用碳素钢、合金钢螺栓按机械性能分为 3.6、4.6、4.8、5.6、5.8、6.8、8.8、9.8、10.9、12.9 共 10 个强度等级。6.8 级以下的螺栓用低碳钢或中碳钢制造，不经热处理；8.8-10.9 级螺栓用中碳钢、可低碳合金钢并经热处理；12.9 级螺栓用合金钢并经热处理。

4.5 高强度螺栓简单分类

一种新型钢结构连接形式，它具有施工简便，可拆、换、受力好，耐疲劳，不松动，较安全等优点。

高强度螺栓连接按其受力状况，可以分为摩擦型连接、张拉型连接和承压型连接三种类型。

5 紧固件常用螺纹

5.1 基本尺寸

普通螺纹直径和螺距见表 1。

5.2 普通螺纹公差与配合的选用

螺纹的配合，不仅决定于公差带的选用，而且决定螺纹的旋合长度。螺纹公差带按短、中、长三组旋合长度给出了精密、中等、粗糙三种精度，选用时可按下述原则考虑：

精密：用于精密螺纹，当要求配合性质变动较小时采用；

中等：用于一般中等精度的螺纹；

粗糙：用于对精度要求不高的螺纹。

螺纹的旋合长度见表 2，螺纹公差带的选用见表 3 和表 4。

内、外螺纹公差带的选用，可以任意组合。为了保证足够的接触，完工后的零件最好组合成 H/g，H/h 或 G/h 的配合。对直径小于 1.4mm 的螺纹副，应采用 5H/6h 或更精密的配合。

表 1 普通螺纹直径和螺距系列/mm

公称直径 d			螺距 P	
第一系列	第二系列	第三系列	粗牙	细牙
1	1.1		0.25	0.2
1.2				
	1.4			
1.6	1.8		0.3	
2			0.35	
			0.4	0.25
	2.2		0.45	
2.5				
3			0.5	0.35
	3.5		(0.6)	
4			0.7	
	4.5		(0.75)	0.5
5			0.8	
		5.5		
6	7		1	0.75
8			1.25	1, 0.75
		9	1.25	
10			1.5	1.25, 1, 0.75
		11	(1.5)	1, 0.75
12			1.75	1.5, 1.25, 1
	14		2	1.5, (1.25), 1
		15		1.5, (1)
16			2	1.5, 1
		17		1.5, (1)
20	18		2.5	2, 1.5, 1
	22			
24			3	2, 1.5, 1
		25		2, 1.5, 1
		26		1.5
	27		3	2, 1.5, 1
		28		2, 1.5, 1
30			3.5	(3), 2, 1.5, 1
		32		2, 1.5, 1
	33		3.5	(3), 2, 1.5
		35		1.5
36			4	3, 2, 1.5
		38		1.5

注：1. 优先选用第一系列，第三系列尽可能不用。

2. 括号内的尺寸尽可能不用。

3. M14³ 1.25 仅用于火花塞，M35³ 1.5 仅用于滚动锁紧螺母。

表 2 常用螺纹旋合长度/mm

公称直径 D, d		螺距 P	旋合长度			
			S (短)	N (中)		L (长)
>	≤		≤	>	≤	>
2.8	5.6	0.35	1	1	3	3
		0.5	1.5	1.5	4.5	4.5
		0.6	1.7	1.7	5	5
		0.7	2	2	6	6
		0.75	2.2	2.2	6.7	6.7
		0.8	2.5	2.5	7.5	7.5
5.6	11.2	0.75	2.4	2.4	7.1	7.1
		1	3	3	9	9
		1.25	4	4	12	12
11.2	22.4	1.5	5	5	15	15
		1	3.8	3.8	11	11
		1.25	4.5	4.5	13	13
		1.5	5.6	5.6	16	16
		1.75	6	6	18	18
		2	8	8	24	24
22.4	45	2.5	10	10	30	30
		1	4	4	12	12
		1.5	6.3	6.3	19	19
		2	8.5	8.5	25	25
		3	12	12	36	36
		3.5	15	15	45	45
		4	18	18	53	53
		4.5	21	21	63	63

表 3 内螺纹推荐公差带的选用

精度	公差带位置 G			公差带位置 H		
	S	N	L	S	N	L
精密	—	—	—	4H	5H	6H
中等	(5G)	6G	(7G)	5H	6H	7H
粗糙	—	(7G)	(8G)	—	7H	8H

注：带括号者尽可能不采用。大量生产的精制紧固件螺纹，推荐采用带方框的公差带

表 4 外螺纹推荐公差带的选用

精度	公差带位置 e			公差带位置 f			公差带位置 g			公差带位置 h		
	S	N	L	S	N	L	S	N	L	S	N	L
精密	—	—	—	—	—	—	—	(4g)	(5g4g)	(3h4h)	4h	(5h4h)
中等	—	6e	(7e6e)	—	6f	—	(5g6g)	6g	(7g6g)	(5h6h)	6h	(7h6h)
粗糙	—	(8e)	(9e8e)	—	—	—	—	8g	(9g8g)	—	—	—

注：带括号者尽可能不采用。大量生产的精制紧固件螺纹，推荐采用带方框的公差带

5.3 普通螺纹的标记

完整的螺纹标记由螺纹特征代号、尺寸代号、公差带代号及其他有必要做进一步说明的个别信息组成。

螺纹特征代号——尺寸代号——公差带代号——旋合长度代号——旋向代号

其中：螺纹的公差精度由公差带代号和旋合长度代号体现。

—— 螺纹特征代号：用“M”表示；

—— 尺寸代号：单线螺纹为“公称直径×螺距”（粗牙螺纹的螺距不标注）；多线螺纹为“公称直径×Ph导程P螺距”，如果需进一步表明多线螺纹的线数，可在后面括号内用英语说明。

例如：M10 ——表示公称直径为 10mm，螺距1.5mm的单线粗牙普通螺纹；

M10×1 ——表示公称直径为 10mm，螺距1mm的单线细牙普通螺纹；

M16×Ph3P1.5 ——表示公称直径为 16mm、螺距为 1.5mm、导程为 3mm的双线普通螺纹。

—— 公差带代号：由中径和顶径公差所组成，中径公差代号在前，顶径公差带代号在后。如果中径公差带代号和顶径公差带代号相同，则应只标注一个公差带代号。螺纹尺寸代号与公差带间用“-”分开，下列情况下，中等公差精度螺纹不标注其公差代号。

内螺纹：5H（公称直径≤ 1.4mm时）、6H（公称直径≥ 1.6mm时）；

外螺纹：6h（公称直径≤ 1.4mm时）、6g（公称直径≥ 1.6mm时）；

例如：M10×1 -5g6g ——表示中径公差带为 5g、顶径公差带为 6g 的细牙外螺纹；

M10×1-5H6H ——表示中径公差带为 5H、顶径公差带为 6H的细牙内螺纹；

M10 ——表示中径和顶径公差带为 6g（或 6H）的粗牙外螺纹（或内螺纹）；

标记内有必要说明的其他信息包括螺纹的旋合长度和旋向。

—— 旋合长度：包括短旋合长度（代号S）、中等旋合长度（代号N）、长旋合长度（代号L），宜在公差带代号后分别标注代号，旋合长度代号与公差带间用“-”号分开。中等旋合长度（代号 N）不标注。

—— 旋向：左旋螺纹应在旋合长度代号之后标注“LH”代号。旋合长度代号与旋向代号间用“-”号分开。右旋螺纹不标注旋向代号。

例如：M8×1-5g6g-S-LH ——表示公称直径为8mm，螺距为1mm的单线细牙普通螺纹，其中径和顶径公差带代号为5g6g，旋合长度代号为 S，左旋。

M10 ——螺纹为中等精度，其中公差带代号为 6g或6H，旋合长度代号为 N。

5.4 自攻（含锁紧）螺钉用螺纹、螺杆螺纹

5.4.1 自攻螺钉用螺纹

自攻螺钉多用于薄的金属板，如钢板、铝板或铝合金板等之间连接。自攻螺钉螺纹表面的硬度较高，一般要求达到≥ 45HRC，特点是螺距尺寸大于普通螺纹，螺纹升角也较大，丝底为一平面。

自攻螺钉用螺纹规格的标记用符号“ST”和螺纹大径（公称值）的“毫米数值”表示，“单位”不标出。例：ST3.5。

5.4.2 自攻锁紧螺钉的螺杆 粗牙普通螺纹系列

自攻锁紧螺纹的最大特点是螺杆的轴向截面，具有各自成120°方向的弧形截面螺纹的螺杆。它的整个螺纹也是普通米制螺纹，它的引用端 d_p 小于螺孔底径，以便顺入工件的内螺纹孔。拧入工件后，由于其旋入的力量，使螺纹产生塑性变形，使三角形凸出部分的金属挤入三角形凹入部分，使螺钉外螺纹和内螺纹牢固的锁紧，达到了防松的目的。

6 紧固件的机械性能

6.1 螺栓、螺钉、螺柱的机械性能

6.1.1 适用范围

适用于由碳钢和合金钢制造，环境温度为10℃～35℃条件下进行试验时，粗牙螺纹M1.6～M39、细牙螺纹M8×1～M39×3 的螺栓、螺钉和螺柱机械性能。

不适用于紧定螺钉及类似的不受拉力的螺纹紧固件。

6.1.2 螺栓、螺钉、螺柱的性能等级

性能等级的标记代号由两部分数字组成：

第一部分数字表示公称抗拉强度的 1/100；

第二部分数字表示公称屈服点（ σ_s ）或公称规定非比例伸长应力（ $\sigma_{P0.2}$ ）与公称抗拉强度（ σ_b ）比值（屈强比）的 10 倍。

6.1.3 材料和热处理、回火温度见表 5。

表 5 材料的性能等级、热处理和回火温度

性能等级	材料和热处理	回火温度（℃ min）
3.6	碳钢	—
4.6		—
4.8		
5.6		—
5.8		
6.8		
8.8 ¹⁾	低碳合金钢（如硼、锰或铬），淬火并回火 或中碳合金钢，淬火并回火	425
9.8	低碳合金钢（如硼、锰或铬），淬火并回火 或中碳合金钢，淬火并回火	425
10.9 ²⁾	低碳合金钢（如硼、锰或铬），淬火并回火	340
10.9	中碳钢，淬火并回火 或低、中碳合金钢（如硼、锰或铬），淬火并回火 或合金钢淬火并回火	425
12.9	合金钢 ³⁾ ，淬火并回火	380
1) 为保证良好的淬透性，螺纹直径超过 20mm 的紧固件，需采用对 10.9 级规定的钢。 2) 10.9 级应符合表 2 对 10.9 级规定的所有性能，而较低的回火温度对其在提高温度的条件下，将造成不同程度的应力削弱。 3) 该性能等级的材料应具有良好的淬透性，以保证紧固件螺纹截面的芯部在淬火后、回火前获得约 90% 的马氏体组织。 3) 合金钢至少含有以下元素中的一种元素，其最小含量为：铬 0.30%；镍 0.30%；钼 0.20%；钒 0.10%。		

6.1.4 螺栓、螺钉和螺柱的机械和物理性能见表 6

表 6 螺栓、螺钉和螺柱的机械和物理性能

机械和物理性能			性 能 等 级										
			3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8 ¹⁾		9.8 ²⁾	10.9	12.9
									d≤16 ³⁾	d>16 ³⁾			
									mm	mm			
公称抗拉强度 σ _b 公称, N/mm ²			300	400		500		600	800		900	1000	1200
最小抗拉强度 σ _{bmin} ⁴⁾ , N/mm ²			330	400	420	500	520	600	800	830	900	1040	1220
维氏硬度 HV	min		95	120	130	155	160	190	250	255	290	320	385
	F≥98N	max	220					250	320	335	360	380	435
布氏硬度 HB	min		90	114	124	147	152	181	238	242	276	304	366
	F=30 D ²	max	209					238	304	318	342	361	414
洛氏硬度 HR	min	HRB	52	67	71	79	82	89	—	—	—	—	—
		HRC	—	—	—	—	—	—	22	23	28	32	39
	max	HRB	95.0					99.5	—	—	—	—	—
		HRC	—					—	32	34	37	39	44
表面硬度 HV 0.3 max			—					表面硬度不应比芯部硬度高出 30 个维氏硬度值 10.9 级的表面不应大于 390HV 0.3					
屈服点 σ _s , N/mm ²	公称		180	240	320	300	400	480	—	—	—	—	—
	min		190	240	340	300	420	480	—	—	—	—	—
规定比例伸长应力 σ _{P0.2} , N/mm ²	公称		—					—	640	640	720	900	1080
	min		—					—	640	660	720	940	1100
保证 应力	S _F /σ _s 或S _F /σ _{P0.2}		0.94	0.94	0.91	0.93	0.90	0.92	0.91	0.91	0.90	0.88	0.88
	SP, N/mm ²		180	225	310	280	380	440	580	600	650	830	970
破坏扭矩 M _B , N ² m min			—					按 GB/T3098.13 规定					
断后伸长率 δ, % min			25	22	—	20	—	—	12	12	10	9	8
断面收缩率 ψ, % min			—					52		48	48	44	
冲击吸收功 A _{KU} , J min			—			25	—		30	30	25	20	15
头部坚固性			不得断裂										
再回火后的硬度			—					回火前后硬度均值之差不大于 20HV					
表面缺陷			按 GB/T5779.1 或 GB/T5779.3 规定										

1) 因超拧造成载荷超出保证载荷时, 对螺纹直径 d≤16mm 的 8.8 级螺栓, 则增加了螺母脱扣的危险。

2) 仅适用于螺纹直径 d≤16mm。

3) 对钢结构螺栓为 12mm。

4) 最小抗拉强度适用于公称长度 l≥2.5d 的产品; 最低硬度适用于长度 l<2.5d 以及其他不能进行拉力试验(如头部结构的影响)的产品

6.1.5 粗牙螺纹最小拉力载荷

粗牙螺纹最小拉力载荷见表7。

表7 粗牙螺纹最小拉力载荷

螺 纹 规 格 d	螺 纹 的 应 力 截 面 积 As ¹⁾ mm ²	性 能 等 级									
		3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9
		最小拉力载荷 (As ³ × b min) ,N									
M3	5.03	1660	2010	2110	2510	2620	3020	4020	4530	5230	6140
M3.5	6.78	2240	2710	2850	3390	3530	4070	5420	6100	7050	8270
M4	8.78	2900	3510	3690	4390	4570	5270	7020	7900	9130	10700
M5	14.2	4690	5680	5960	7100	7380	8520	11350	12800	14800	17300
M6	20.1	6630	8040	8440	10000	10400	12100	16100	18100	20900	24500
M7	28.9	9540	11600	12100	14400	15000	17300	23100	26000	30100	35300
M8	36.6	12100	14600	15400	18300	19000	22000	29200	32900	38100	44600
M10	58	19100	23200	24400	29000	30200	34800	46400	52200	60300	70800
M12	84.3	27800	33700	35400	42200	43800	50600	<u>67400</u>	75900	87700	103000
M14	115	38000	46000	48300	57500	59800	69000	<u>92000</u>	104000	120000	140000
M16	157	51800	62800	65900	78500	81600	94000	<u>125000</u>	141000	163000	192000
M18	192	63400	76800	80600	96000	99800	115000	159000	—	200000	234000
M20	245	80800	98000	103000	122000	127000	147000	203000	—	255000	299000
M22	303	100000	121000	127000	152000	158000	182000	252000	—	315000	370000
M24	353	116000	141000	148000	176000	184000	212000	293000	—	367000	431000
M27	459	152000	184000	193000	230000	239000	275000	381000	—	477000	560000
M30	561	185000	224000	236000	280000	292000	337000	466000	—	583000	684000
M33	694	229000	278000	292000	347000	361000	416000	576000	—	722000	847000
M36	817	270000	327000	343000	408000	425000	490000	678000	—	850000	997000
M39	976	322000	390000	410000	488000	508000	586000	810000	—	1020000	1200000
1) $As = \frac{\pi}{4} \left(\frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2$ 式中: d_2 —— 螺纹中径的基本尺寸, mm d_3 —— 螺纹小径的基本尺寸减去六分之一螺纹原始三角形高度, mm. 2) 对于钢结构用螺栓, <u>67400</u> 、 <u>92000</u> 、 <u>125000</u> 分别用 70000、95500、130000 代替。											

6.1.6 粗牙螺纹保证载荷

粗牙螺纹保证载荷见表8

表8 粗牙螺纹的保证载荷

螺 纹 规 格 d	螺 纹 的 应 力 截 面 积 A_s mm ²	性 能 等 级									
		3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9
		保证载荷 (A_s Sp) ,N									
M3	5.03	910	1130	1560	1410	1910	2210	2920	3270	4180	4880
M3.5	6.78	1220	1530	2100	1900	2580	2980	3940	4410	5630	6580
M4	8.78	1580	1980	2720	2460	3340	3860	5100	5710	7290	8520
M5	14.2	2560	3200	4400	3980	5400	6250	8230	9230	11800	13800
M6	20.1	3620	4520	6230	5630	7640	8840	11600	13100	16700	19500
M7	28.9	5200	6500	8960	8090	11000	12700	16800	18800	24000	28000
M8	36.6	6590	8240	11400	10200	13900	16100	21200	23800	30400	35500
M10	58	10400	13000	18000	16200	22000	25500	33700	37700	48100	56300
M12	84.3	15200	19000	26100	23600	32000	37100	<u>48900</u>	54800	70000	81800
M14	115	20700	25900	35600	32200	43700	50600	<u>66700</u>	74800	95500	112000
M16	157	28300	35300	48700	44000	59700	69100	<u>91000</u>	102000	130000	152000
M18	192	34600	43200	59500	53800	73000	84500	115000	—	159000	186000
M20	245	44100	55100	76000	68600	93100	108000	147000	—	203000	238000
M22	303	54500	68200	93900	84800	115000	133000	182000	—	252000	294000
M24	353	63500	79400	109000	98800	134000	155000	212000	—	293000	342000
M27	459	82600	103000	142000	128000	174000	202000	275000	—	381000	445000
M30	561	101000	126000	174000	157000	213000	247000	337000	—	466000	544000
M33	694	125000	156000	215000	194000	264000	305000	416000	—	576000	673000
M36	817	147000	184000	253000	229000	310000	359000	490000	—	678000	792000
M39	976	176000	220000	303000	273000	371000	429000	586000	—	810000	947000
1) $A_s = \frac{\pi}{5} \left(\frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2$ 式中: d_2 —— 螺纹中径的基本尺寸, mm d_3 —— 螺纹小径的基本尺寸减去六分之一螺纹原始三角形高度, mm. 2) 对于钢结构用螺栓, <u>48900</u> 、 <u>66700</u> 、 <u>91000</u> 分别用 50700、68800、94500 代替。											

6.1.7 细牙螺纹最小拉力载荷

细牙螺纹最小拉力载荷见表9

表9 细牙螺纹的最小拉力载荷

螺 纹 规 格 d3 P ²⁾	螺 纹 的 应 力 截 面 积 As ¹⁾ mm ²	性 能 等 级									
		3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9
		最小拉力载荷 (As3 σ b min), N									
M8×1	39.2	12900	15700	16500	19600	20400	23500	31360	35300	40800	47800
M10×1	64.5	21300	25800	27100	32300	33500	38700	51600	58100	67100	78700
M10×1.25	61.2	20200	24500	25700	30600	31800	36700	49000	55100	63600	74700
M12×1.25	92.1	30400	36800	38700	46100	47900	55300	73700	82900	95800	112400
M12×1.5	88.1	29100	35200	37000	44100	45800	52900	70500	79300	91600	107500
M14×1.5	125	41200	50000	52500	62500	65000	75000	100000	112000	130000	152000
M16×1.5	167	55100	66800	70100	83500	86800	100000	134000	150000	174000	204000
M18×1.5	216	71300	86400	90700	108000	112000	130000	179000	—	225000	264000
M20×1.5	272	89800	109000	114000	136000	141000	163000	226000	—	283000	332000
M22×1.5	333	110000	133000	140000	166000	173000	200000	276000	—	346000	406000
M24×2	384	127000	154000	161000	192000	200000	230000	319000	—	399000	469000
M27×2	496	164000	198000	208000	248000	258000	298000	412000	—	516000	605000
M30×2	621	205000	248000	261000	310000	323000	373000	515000	—	646000	758000
M33×2	761	251000	304000	320000	380000	396000	457000	632000	—	791000	928000
M36×2	865	285000	346000	363000	432000	450000	519000	718000	—	900000	1055000
M39×3	1030	340000	412000	433000	515000	536000	618000	855000	—	1070000	1260000
1) $As = \frac{\pi}{4} \left(\frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2$ 式中: d_2 —— 螺纹中径的基本尺寸, mm d_3 —— 螺纹小径的基本尺寸减去六分之一螺纹原始三角形高度, mm. 2) P —— 螺距											

6.1.8 细牙螺纹保证载荷

细牙螺纹保证载荷见表10

表10 细牙螺纹的保证载荷

螺 纹 规 格 $d \times P^{2)}$	螺 纹 的 应 力 截 面 积 $A_s^{1)} \text{ mm}^2$	性 能 等 级									
		3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9
		保证载荷 ($A_s \times S_p$), N									
M8×1	39.2	7060	8820	12200	11000	14900	17200	22700	25500	32500	38000
M10×1	64.5	11600	14500	20000	18100	24500	28400	37400	41900	53500	62700
M10×1.25	61.2	11000	13800	19000	17100	23300	26900	35500	39800	50800	59400
M12×1.25	92.1	16600	20700	28600	25800	35000	40500	53400	59900	76400	89300
M12×1.5	88.1	15900	19800	27300	24700	33500	38800	51100	57300	73100	85500
M14×1.5	125	22500	28100	38800	35000	47500	55000	72500	81200	104000	121000
M16×1.5	167	30100	37600	51800	46800	63500	73500	96900	109000	139000	162000
M18×1.5	216	38900	48600	67000	60500	82100	95000	130000	—	179000	210000
M20×1.5	272	49000	61200	84300	76200	103000	120000	163000	—	226000	264000
M22×1.5	333	59900	74900	103000	93200	126000	146000	200000	—	276000	323000
M24×2	384	69100	86400	119000	108000	146000	169000	230000	—	319000	372000
M27×2	496	89300	112000	154000	139000	188000	218000	298000	—	412000	481000
M30×2	621	112000	140000	192000	174000	236000	273000	373000	—	515000	602000
M33×2	761	137000	171000	236000	213000	289000	335000	457000	—	632000	738000
M36×2	865	156000	195000	268000	242000	329000	381000	519000	—	718000	839000
M39×2	1030	185000	232000	319000	288000	391000	453000	618000	—	855000	999000
$1) A_s = \frac{\pi}{4} \left(\frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2$ <p>式中: d_2 ——螺纹中径的基本尺寸, mm</p> <p>d_3 ——螺纹小径的基本尺寸减去六分之一螺纹原始三角形高度, mm.</p> <p>2) P——螺距</p>											

6.2 螺母（粗牙、细牙）

6.2.1 适用范围

适用于环境温度为10℃~35℃条件下进行试验时,粗牙螺纹 $D \leq 39\text{mm}$ 、细牙螺纹 $D=8 \sim 39\text{mm}$ 规定保证载荷值的螺母机械性能。

不适用于特殊性能要求的螺母。

6.2.2 螺母 粗牙螺纹的性能等级

公称高度 $\geq 0.8D$ （螺纹有效长度 $\geq 0.6D$ ）的螺母,用螺栓性能等级标记的第一部分数字标记;该螺栓应为可与该螺母相配螺栓中性能等级最高的。公称高度 $\geq 0.8D$ 螺母的标记制度见表 11。

表 11 公称高度 $\geq 0.8D$ 螺母的标记

螺母性能等级	相配的螺栓、螺钉和螺柱		螺母	
			螺纹规格范围	
	性能等级	螺纹规格范围	1 型	2 型
4	3.6、4.6、4.8	>M16	>M16	—
5	3.6、4.6、4.8	≤M16	≤M39	—
	5.6、5.8	≤M39	≤M39	
6	6.8	≤M39	≤M39	—
8	8.8	≤M39	≤M39	>M16 ≤M39
9	9.8	≤M16	—	≤M16
10	10.9	≤M39	≤M39	—
12	12.9	≤M39	≤M16	≤M39

注：性能等级较高的螺母，可以替换性能等级较低的螺母。螺栓-螺母组合件的应力高于螺栓的屈服强度或保证应力是可行的。

公称高度 $\geq 0.5D$ ，而 $< 0.8D$ （螺纹有效长度 $\geq 0.4D$ ，而 $< 0.6D$ ）的螺母，由两位数字标记：第2位数字表示用淬硬试验芯棒测出的公称保证应力的1/100（以 N/mm^2 计）；第一位数字“0”表示这种螺栓螺母组合件的承载能力比淬硬试验芯棒测出的承载能力要小。公称高度 $\geq 0.5D$ ，而 $< 0.8D$ 螺母的性能等级见表12。

表 12 公称高度 $\geq 0.5D$ ，而 $< 0.8D$ 螺母的标记制度和保证应力 N/mm^2

螺母性能等级	公称保证应力	实际保证应力
04	400	380
05	500	500

注：性能等级为 05($> M16$ 的 1 型螺母) 的螺母应进行淬火并回火处理。

6.2.3 粗牙螺纹的螺母各性能等级适用的材料及化学成分

表 13 粗牙螺纹的螺母材料

性能等级		化学成分			
		C max	Mn min	P max	S max
4 ¹⁾ 、5 ¹⁾ 、6 ¹⁾	—	0.50	—	0.060	0.150
8、9	04 ¹⁾	0.58	0.25	0.060	0.150
10 ²⁾	05 ¹⁾	0.58	0.30	0.048	0.058
12 ²⁾	—	0.58	0.45	0.048	0.058

1) 该性能等级可以用易切钢制造（供需双方另有协议除外），其硫、磷及铅的最大含量为：硫 0.30%；磷 0.11%；铅 0.35%。

2) 为改善螺母机械性能，必要时可增添合金元素。

注：性能等级为 8、10 和 12 级（ $> M16$ 的 1 型螺母）的螺母应进行淬火并回火处理。

6.2.4 粗牙螺纹的螺母机械性能

表 14 粗牙螺纹的螺母机械性能

螺纹规格		性能等级									
		04					05				
		保证 应力	维氏硬度 HV		螺母		保证 应力	维氏硬度 HV		螺母	
>	≤	Sp N/mm ²	min	max	热处理	型式	Sp N/mm ²	min	max	热处理	型式
—	M4	380	188	302	不淬火 回火	薄型	500	272	353	淬火 并 回火	薄型
M4	M7										
M7	M10										
M10	M16										
M16	M39										

螺纹规格		性能等级									
		4					5				
		保证 应力	维氏硬度 HV		螺母		保证 应力	维氏硬度 HV		螺母	
>	≤	Sp N/mm ²	min	max	热处理	型式	Sp N/mm ²	min	max	热处理	型式
—	M4	—	—	—	—	—	520	130	302	不淬火 回火	1
M4	M7						580				
M7	M10						590				
M10	M16						610				
M16	M39						630				
		510	117	302	不淬火 回火	1	630	146			

螺纹规格		性能等级												
		6					8							
		保证 应力	维氏硬度 HV		螺母		保证 应力	维氏硬度 HV		螺母				
>	≤	Sp N/mm ²	min	max	热处理	型式	Sp N/mm ²	min	max	热处理	型式			
—	M4	600	150	302	不淬火 回火	1	800	180	302	不淬火 回火	1			
M4	M7	670					855	200						
M7	M10	680					870							
M10	M16	700					880							
M16	M39	720					170		920	233		353	淬火 并 回火	

螺纹规格		性能等级										
		8					9					
		保证应力 Sp N/mm ²	维氏硬度 HV		螺母		保证应力 Sp N/mm ²	维氏硬度 HV		螺母		
>	≤		min	max	热处理	型式		min	max	热处理	型式	
—	M4	—	—	—	—	—	900	170	188	302	不淬火 回火	2
M4	M7						915					
M7	M10						940					
M10	M16						950					
M16	M39	890	180	302	不淬火 回火	2	920					

螺纹规格		性能等级									
		10					12				
		保证应力 Sp N/mm ²	维氏硬度 HV		螺母		保证应力 Sp N/mm ²	维氏硬度 HV		螺母	
>	≤		min	max	热处理	型式		min	max	热处理	型式
—	M4	1040	272	353	淬火 并 回火	1	1140	295	353	淬火 并 回火	1
M4	M7	1040					1140				
M7	M10	1040					1140				
M10	M16	1050					1170				
M16	M39	1060					—	—	—	—	—

螺纹规格		性能等级									
		12									
		保证应力 Sp N/mm ²	维氏硬度 HV		螺母						
>	≤		min	max	热处理	型式					
—	M4	1150	272	353	淬火 并 回火	2	—	—	—	—	—
M4	M7	1150					—	—	—	—	
M7	M10	1160					—	—	—	—	
M10	M16	1190					—	—	—	—	
M16	M39	1200					—	—	—	—	—

注：最低硬度仅对经热处理的螺母或规格太大而不能进行保证载荷试验的螺母，才是强制性的；对其他螺母不是强制性的，是指导性的。对不淬火回火的，而又能满足保证载荷试验的螺母，最低硬度应补作为拒收依据。

6.2.5 粗牙螺纹的螺母保证载荷

表 15 粗牙螺纹的螺母保证载荷

螺纹规格	螺距 mm	螺纹 的应 力截 面积 As mm ²	性能等级										
			04	05	4	5	6	8	9	10	12		
			保证载荷 (As SP), N										
			薄型	薄型	1 型	1 型	1 型	1 型	2 型	2 型	1 型	1 型	2 型
M3	0.5	5.03	1910	2500	—	2600	3000	4000	—	4500	5200	5700	5800
M3.5	0.6	6.78	2580	3400	—	3550	4050	5400	—	6100	7050	7700	7800
M4	0.7	8.78	3340	4400	—	4550	5250	7000	—	7900	9150	10000	10100
M5	0.8	14.2	5400	7100	—	8250	9500	12140	—	13000	14800	16200	16300
M6	1	20.1	7640	10000	—	11700	13500	17200	—	18400	20900	22900	23100
M7	1	28.9	11000	14500	—	16800	19400	24700	—	26400	30100	32900	33200
M8	1.25	36.6	13900	18300	—	21600	24900	31800	—	34400	38100	41700	42500
M10	1.5	58	22000	29000	—	34200	39400	50500	—	54500	60300	66100	67300
M12	1.7	84.3	32000	42200	—	51400	59000	74200	—	80100	88500	98600	100300
M14	2	115	43700	57500	—	70200	80500	101200	—	109300	120800	134600	136900
M16	2	157	59700	78500	—	95800	109900	138200	—	149200	164900	183700	186800
M18	2.5	192	73000	96000	97900	121000	138200	176600	170900	176600	203500	—	230400
M20	2.5	245	93100	122500	125000	154400	176400	225400	218100	225400	259700	—	294000
M22	2.5	303	115100	151500	154500	190900	218200	278800	269700	278800	321200	—	363600
M24	3	353	134100	176500	180000	222400	254200	324800	314200	324800	374200	—	423600
M27	3	459	174400	229500	234100	289200	330500	422300	408500	422300	486500	—	550800
M30	3.5	561	213200	280500	286100	353400	403900	516100	499300	516100	594700	—	673200
M33	3.5	694	263700	347000	353900	437200	499700	638500	617700	638500	735600	—	832800
M36	4	817	310500	408500	416700	514700	588200	751600	727100	751600	866000	—	980400
M39	4	976	370900	488000	497800	614900	702700	897900	868600	897900	1035000	—	1171000
1) $A_s = \frac{\pi}{4} \left(\frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2$ 式中: d_2 —— 螺纹中径的基本尺寸, mm d_3 —— 螺纹小径的基本尺寸减去六分之一螺纹原始三角形高度, mm													

6.2.6 公称高度 $\geq 0.5D$, 而 $< 0.8D$ 螺母的脱扣时螺栓的最小应力

表 16脱扣时螺栓的最小应力

螺母性能等级	螺母保证载荷 N/mm^2	脱扣时螺栓芯部的最小应力, N/mm^2			
		螺栓性能等级			
		6.8	8.8	10.9	12.9
04	380	260	300	330	350
05	500	290	370	410	480

6.3 自攻螺钉

6.3.1 金相与硬度

(1) 表面硬度: 维氏硬度试验按 GB/T 5030规定。热处理后螺钉的表面硬度应 $\geq 450HV0.3$;

(2) 渗碳层深度应符合表 17规定。

表 17 自攻螺钉的渗碳层深度

螺纹规格	渗碳层深度 (mm)	
	min	max
ST2.2, ST2.6	0.04	0.10
ST2.9, ST3.3, ST3.5	0.05	0.18
ST3.9, ST4.2, ST4.8, ST5.5	0.10	0.23
ST6.3, ST8	0.15	0.28

(3) 芯部硬度: 维氏芯部硬度试验按GB/T 4340.1规定, 热处理后螺钉的芯部硬度应为: 螺纹 $\leq ST3.9$; 270~390 HV5; 螺纹 $\geq ST4.2$; 270~390 HV10;

6.3.2 机械性能

(1) 拧入性能: 将螺钉试件拧入试验板内, 直至有一扣完整螺纹完全通过试验板。试验板应由含碳量 $\leq 0.23\%$ 的低碳钢制成, 其硬度应为 (130-170) HV。

(2) 破坏扭矩: 用经标定的扭矩-测量装置, 对螺钉施加扭矩直至断裂。螺钉应能符合表规定的破坏扭矩。按规定进行试验时, 自攻螺钉的破坏扭矩应等于或大于表 18的规定

表 18 自攻螺钉的破坏扭矩 N.m

螺纹规格	破坏扭矩	螺纹规格	破坏扭矩
ST2.2	0.45	ST4.2	4.4
ST2.6	0.9	ST4.8	6.3
ST2.9	1.5	ST5.5	10
ST3.3	2	ST6.3	13.6
ST3.5	2.7	ST8	30.5
ST3.9	3.4		

6.4 抽芯铆钉

6.4.1 机械性能等级

抽芯铆钉的机械性能等级由二位数字组成，表示不同的钉体与钉芯材料组合或机械性能。同一机械性能等级、不同的抽芯铆钉型式，其机械性能不同。机械性能等级与材料组合按表19规定。其中，材料牌号及技术条件仅系推荐采用，铆钉制造者可根据实际条件与经验选用其他材料牌号及技术条件。

表 19 抽芯铆钉的机械性能等级与材料组合

性能等级	钉体材料			钉芯材料	
	种类	材料牌号	标准编号	材料牌号	标准编号
06	铝	1035	GB/T 3190	7A03 5183	GB/T 3190
08	铝合金	5005、5A05		10、15、 35、45	GB/T 699 GB/T 3206
10		5052、5A02			
11		5056、5A05		7A03 5183	GB/T 3190
12		5052、5A02			
15		5056、5A05		0Cr18Ni9 1Cr18Ni9	GB/T 4232

6.4.2 机械性能等级

剪切载荷与拉力载荷：抽芯铆钉的最小剪切载荷与最小拉力载荷按表20规定。

表 20 抽芯铆钉的最小剪切、拉力载荷

钉体 直径 d/mm	性能等级				性能等级				性能等级		性能等级	
	0.6	0.8	10	11	0.6	0.8	10	11	0.6	11	0.6	11
			12	15			12	15		15		15
	最小剪切载荷 /N 开口型				最小拉力载荷 /N 开口型				最小剪切载荷 /N 封闭型		最小拉力载荷 /N 封闭型	
2.4	—	172	250	350	—	258	350	550	—	—	—	—
3.0	240	300	400	550	310	380	550	850	—	930	—	1080
3.2	285	360	500	750	370	450	700	1100	460	1100	540	1450
4.0	450	540	850	1250	590	750	1200	1800	720	1600	760	2200
4.8	660	935	1200	1850	860	1050	1700	2600	7000	2200	1400	3100
5.0	710	990	1400	2150	920	1150	2000	3100	—	2420	—	3500
6.0	940	1170	2100	3200	1250	1560	3000	4600	—	3350	—	4285
6.4	1070	1460	2200	3400	1430	2050	3150	4850	1220	3600	1580	4900

6.4.3 蝶形螺母保证扭矩

蝶形螺母的保证扭矩等级由一位罗马数字组成，仅为代号，而无等级高低之分。适用于国家标准规定的蝶形螺母产品。保证扭矩按表21规定

表 21 蝶形螺母的保证力矩 N • m

螺纹规格	保证扭矩等级		
	I	II	III
M4	1.57	1.08	0.59
M5	3.14	2.16	1.08
M6	5.39	3.92	1.96
M8	12.7	8.83	4.41
M10	25.5	17.7	8.83
M12	45.1	31.4	—
M14	71.6	50.0	—
M16	113	78.5	—
M18	157	108	—
M20	216	147	—

7 紧固件的连接方式选用

7.1 紧固件的连接特性及基本要求

7.1.1 紧固件连接的受力和传力方式

适用于由碳钢和合金钢制造，环境温度为 $10^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$ 条件下进行试验时，粗牙螺纹M1.6～M39、细牙螺纹M8×1～M39×3 的螺栓、螺钉和螺柱机械性能。

不适用于紧定螺钉及类似的不受拉力的螺纹紧固件。

所谓连接，从两个被连接件之间有可能产生相对运动来看，就是对这种运动的约束，受力方式有4种，有的连接可能同时受到这几种力或力矩的组合，这时，可分别分析各力或力矩对连接中各件的影响，

再综合求出总影响。受力方式 4 种为：

- 作用在连接结合面的平面而使两被连接件有分离趋势的轴向力；
- 一种是沿连接结合面作用使两被连接件有相对运动趋势的横向力；
- 作用在一垂直于连接结合面内而使两被连接件相对转动趋势的力偶——旋转力矩；
- 作用在一垂直于连接结合面内而使两连接件相对翻转趋势的力偶——翻转（倾覆）力矩；

紧固件连接通过不同受力方式承受载荷。载荷传力方式有以下 2 种：

—— 一种是通过被连接和连接件的连接部分的接触直接传力；此时栓杆受到拉伸、剪切和挤压，其螺纹牙受到压缩、弯曲、剪切和挤压，其头部也同时受到上述力；

—— 另一种是通过连接件接触面的摩擦来传力，而连接件则起到夹压被连接件的作用，以保证接触面间有足够的正压力。当然，也有连接同时通过两种方式传力。此时，常以其中的一种方式为主。

7.1.2 紧固件连接的失效形式

紧固件连接的失效形式与传力方式有关。不论是哪一种传力方式，下面两种失效形式都有可能发生：

静连接的一个特征是连接件紧固在一起，所以连接的松动和松脱是一种失效形式。一旦发生松动，连接就不能保证正常工作，最后也可能破坏。在动连接中虽然被连接件没有被紧固而可以相对运动，但连接件仍有可能松动、松脱以致引起连接的失效。

在有密封要求的连接中，由于与被连接件接触面间的压强小于密封容器内的压强而发生液体泄漏，这也是连接的一种失效形式。

7.1.3 紧固件连接设计的基本要求

在紧固件的连接设计中，应满足以下基本要求：

- (1) 紧固件类型和结构，及对多个紧固件的布置，必须适应被连接件的结构形式的材料特性。
- (2) 连接中所采用的紧固件要有足够的承载能力。
- (3) 要有连接装拆的可能性和方便性。

7.2 螺栓连接的预紧

7.2.1 预紧的目的

预紧能提高螺栓连接的可靠性、防松能力和螺栓的疲劳强度，增强连接的紧密性和刚性。较高的预紧力对连接的可靠性和提高被连接件的寿命都是有益的，特别是对有密封要求的连接更为必要。但过高预紧力下，如果控制不当或偶然过载常会导致连接失败。

7.2.2 预紧力 Q_p 的确定

普通结构形式的螺栓螺母连接，由于拧紧螺母时螺栓螺纹部分受有两种应力，即预紧力引起的拉应力 and 由螺纹力矩引起的扭转剪应力。所以拧紧螺母使螺栓断裂的预紧力一般控制在使螺栓单纯拉伸断裂的拉力的 80% 以下。为了充分发挥螺栓连接的潜力和保证连接的可靠性，螺栓的预紧应力 σ_p 应在小于 $0.8\sigma_s$ 的条件下取较高值，此处 σ_s 为螺栓材料的屈服极限。

在一般机械， $\sigma_p = (0.5 \sim 0.7) \sigma_s$

在航空航天机械， $\sigma_p \approx 0.35 \sigma_s$

在特殊连接如高强度螺栓摩擦连接， $\sigma_p \approx 0.75 \sigma_s$

预紧力指标的确定要考虑如下因素：是受拉螺栓还是受剪螺栓，螺栓是否承受变载荷，对连接有无密封要求，安装工具和方法的精确程度如果，连接所在部位是否便于安装等。

一般机械连接，钢螺栓所用的预紧力也可考虑上述因素并参考表22数据确定

表 22 一般机械连接用钢螺栓的预紧力

螺栓规格	预紧力 N (按 $\sigma_p \approx 0.7 \sigma_s$ 的计算值) /MPa					
	螺栓强度等级					
	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9	12.9
M6	3230	3940	6180	8190	11600	13600
M8	5890	7140	11200	14800	21200	24800
M10	9310	11300	17800	23500	33600	39400
M12	13500	16500	25900	35400	49000	57200
M16	25200	30800	48300	66100	91000	106000
M20	39400	48000	75600	102000	142000	166000
M24	56800	69100	108000	148000	205000	239000
M30	90300	109000	172000	235000	326000	380000
M36	131000	160000	250000	343000	474000	554000

7.2.3 拧紧力矩

拧紧力矩的计算:

拧紧螺栓连接时, 一般情况下其拧紧力矩 T 需要克服螺母与被连接件或垫圈支承面间的摩擦力矩(约占拧紧力矩50%)和螺纹副的摩擦力矩(约占拧紧力矩40%), 由于螺纹斜面受力而产生的阻力矩(约占拧紧力矩10%)同时使连接件产生预紧力 Q_p 对于公称直径为 d (mm)的螺栓, T (N·mm)与 Q_p (N)的关系为:

$$T=Q_p[\tan(\phi+\rho')d_2/2+f_c/3(D_1^3-d_0^3/D_1^2-d_0^2)]$$

Φ ——螺纹升角;

ρ' ——螺纹副当量摩擦角

d_2 ——螺纹中径, mm

f_c ——螺母与被连接件或垫圈接触互压面结合的摩擦系数;

D_1 ——螺母支承面外径, mm

d_0 ——被连接件或垫圈孔直径, mm

上式可写为: $T=kQpd$

k ——拧紧力矩系数, $k=1/2[d_2/d \tan(\phi+\rho') + 2f_c/3(D_1^3-d_0^3/D_1^2-d_0^2)]$

对于M10~M68的粗牙钢螺栓, 当螺纹无润滑时, 粗略计算可用下式:

$$T=0.2Qpd$$

紧固件的拧紧扭矩:

螺栓、螺钉和螺柱的拧紧扭矩见表23~表26。

表 23 机械性能为4.6级的螺栓、螺钉和螺柱的拧紧扭矩

螺纹 直径 mm	螺 距 mm	拧 紧 扭 矩					
		标 准 值		最 大 值		最 小 值	
		N • m	kgf • m	N • m	kgf • m	N • m	kgf • m
6	1	4.0	(0.4)	5.5	(0.6)	2.5	(0.3)
8	1.25	8.0	(0.8)	11.0	(1.1)	5.0	(0.5)
8	1	8.5	(0.9)	11.5	(1.2)	5.5	(0.6)
10	1.5	19.7	(2.0)	24.7	(2.5)	14.3	(1.5)
10	1.25	20.8	(2.1)	25.8	(2.6)	16.7	(1.7)
10	1	21.8	(2.2)	26.5	(2.7)	17.0	(1.7)
12	1.75	37.3	(3.8)	43.3	(4.4)	28.0	(2.9)
12	1.5	38.5	(3.9)	45.0	(4.6)	29.0	(3.0)
12	1.25	39.6	(4.0)	48.0	(4.9)	30.0	(3.1)
14	2	61.2	(6.2)	75.0	(7.6)	46.8	(4.8)
14	1.5	74.6	(7.6)	92.0	(9.4)	56.0	(5.7)
16	2	95.0	(9.7)	115.0	(11.7)	73.0	(7.4)
16	1.5	105.0	(10.7)	133.0	(13.6)	76.0	(7.7)
18	2.5	142.9	(14.6)	178.0	(18.1)	107.4	(10.9)
18	1.5	157.6	(16.1)	190.0	(19.4)	124.5	(12.7)
20	2.5	188.0	(19.2)	230.0	(23.4)	135.0	(13.8)
20	1.5	203.7	(20.8)	243.0	(24.8)	149.0	(15.2)

表 24 机械性能为5.6级的螺栓、螺钉和螺柱的拧紧扭矩

螺纹 直径 mm	螺 距 mm	拧 紧 扭 矩					
		标 准 值		最 大 值		最 小 值	
		N • m	kgf • m	N • m	kgf • m	N • m	kgf • m
6	1	4.5	(0.5)	6.0	(0.6)	3.0	(0.3)
8	1.25	10.6	(1.1)	14.0	(1.4)	7.0	(0.7)
8	1	11.0	(1.1)	15.0	(1.5)	8.0	(0.8)
10	1.5	26.0	(2.7)	33.0	(3.4)	19.0	(1.9)
10	1.25	28.0	(2.9)	34.0	(3.5)	22.0	(2.2)
10	1	29.0	(3.0)	35.0	(3.6)	23.0	(2.3)
12	1.75	45.0	(4.6)	53.0	(5.4)	37.0	(3.8)
12	1.5	47.0	(4.8)	56.0	(5.7)	38.0	(3.9)
12	1.25	50.0	(5.1)	60.0	(6.1)	40.0	(4.1)
14	2	81.0	(8.3)	95.0	(9.7)	62.0	(6.3)
14	1.5	90.0	(9.2)	105.0	(10.7)	68.0	(6.9)
16	2	124.0	(12.6)	150.0	(15.3)	98.0	(10.0)
16	1.5	132.0	(13.5)	160.0	(16.3)	101.0	(10.3)
18	2.5	190.0	(19.4)	220.0	(22.4)	161.0	(16.4)
18	1.5	200.0	(20.4)	230.0	(23.4)	165.0	(16.8)
20	2.5	231.6	(23.6)	272.0	(27.7)	190.0	(19.4)
20	1.5	246.6	(25.1)	285.0	(29.1)	197.3	(20.1)

表 25 机械性能为8.8级的螺栓、螺钉和螺柱的拧紧扭矩

螺纹 直径 mm	螺 距 mm	拧 紧 扭 矩					
		标 准 值		最 大 值		最 小 值	
		N • m	kgf • m	N • m	kgf • m	N • m	kgf • m
6	1	9	(0.9)	12	(1.2)	6	(0.6)
8	1.25	23	(2.3)	26	(2.7)	16	(1.6)
8	1	25	(2.5)	28	(2.9)	17	(1.7)
10	1.5	59	(6.0)	75	(7.6)	37	(3.8)
10	1.25	63	(6.4)	79	(8.1)	45	(4.6)
10	1	64	(6.5)	80	(8.2)	46	(4.7)
12	1.75	95	(9.7)	111	(11.3)	73	(7.4)
12	1.5	97	(9.9)	113	(11.5)	75	(7.6)
12	1.25	99	(10.1)	115	(11.7)	78	(8.0)
14	2	160	(16.3)	185	(18.9)	122	(12.4)
14	1.5	180	(18.3)	205	(20.9)	146	(14.9)
16	2	215	(21.9)	245	(25.0)	182	(18.6)
16	1.5	240	(24.5)	270	(27.5)	199	(20.3)
18	2.5	268	(27.3)	298	(30.4)	229	(23.3)
18	1.5	316	(32.2)	346	(35.3)	287	(29.3)
20	2.5	430	(43.8)	470	(47.9)	389	(39.7)
20	1.5	440	(44.9)	480	(48.9)	396	(40.4)

表 26 机械性能为10.9级的螺栓和螺柱的拧紧扭矩

螺纹 直径 mm	螺 距 mm	拧 紧 扭 矩					
		标 准 值		最 大 值		最 小 值	
		N • m	kgf • m	N • m	kgf • m	N • m	kgf • m
10	1.5	74	(7.5)	90	(9.2)	52	(5.3)
10	1.25	78	(8.0)	93	(9.5)	63	(6.1)
10	1	80	(8.2)	95	(9.7)	65	(6.6)
12	1.75	140	(14.3)	156	(15.9)	105	(10.7)
12	1.5	142	(14.5)	158	(16.1)	106	(10.8)
12	1.25	145	(14.8)	161	(16.4)	108	(11.0)
14	2	175	(17.8)	200	(20.4)	141	(14.4)
14	1.5	210	(21.4)	235	(24.0)	178	(18.1)
16	2	280	(28.5)	310	(31.6)	200	(20.4)
16	1.5	305	(31.1)	335	(34.1)	240	(24.5)
18	2.5	437	(44.5)	467	(47.6)	380	(38.7)
18	1.5	467	(47.6)	507	(51.7)	397	(40.5)
20	2.5	528	(53.8)	568	(57.9)	450	(45.9)
20	1.5	558	(56.9)	598	(61.0)	475	(48.4)

7.2.4 拧紧力矩

常用方法如下:

- (1) 力矩法: 一般采用指针式扭力扳手或预置式扭力扳手, 通过控制拧紧力矩来实现控制预紧力。优点是较简单易于实施, 费用少, 但测得的预紧力值误差大而且分散, 一般误差 $\pm 25\%$ 。
- (2) 测量螺栓伸长法: 应用条件是螺栓伸长须在弹性范围内。
- (3) 扭角法: 其原理与测量螺栓伸长法相同, 只要将伸长量改为螺母从原始拧紧位置到再旋拧的角度。
- (4) 预紧力指示垫圈: 利用特制垫圈控制预紧力。
- (5) 应变计法: 将特制的电阻应变计作为敏感元件, 粘贴在被测螺栓的光杆上, 拧紧螺母时, 螺栓受预紧力变形, 导致电阻应变计的电阻变化, 在一定范围内电阻变化与螺栓应变成线性比例关系, 由此即可推算出螺栓的预紧力。这种方法精度高, 测得预紧力值误差一般为 $\pm 1\%$; 但工艺复杂, 费用较高。

此外, 对大尺寸螺栓连接还可借助于液压拉伸或电热、蒸汽加热等方法来使螺栓伸长, 待拧上螺母, 除去外力或冷却后, 即可使连接得到设计规定的预紧力。

以上所述, 对螺钉连接和双头螺柱连接也基本适用。

7.3 螺栓连接的预紧

根据防松原理可分为靠摩擦力、直接锁住和破坏螺纹运动副关系三种。

- (1) 摩擦防松: 在螺纹副之间产生一不随外力变化的正压力, 以产生一可以阻止螺纹副相对转动的摩擦力。
- (2) 直接锁住: 用止动件直接限制螺纹副的相对转动。
- (3) 破坏螺纹运动副关系: 在拧紧后采用冲点、焊接、粘结等, 使螺纹副失去运动副特性而连接成为不可拆连接。

常用螺栓连接防松方法, 对螺钉连接和双头螺柱连接也适用。

8 紧固件的常见特性分类

8.1 紧固件的外形分类

(1) 六角头: 这类产品中还有凹穴、带台、带孔、带凸台、带法兰面等型式; 该类头形有较高的力学性能, 便于扳手拧紧, 可施加较大的拧紧力矩, 应用较广; 支承面带凸台或法兰面, 具有垫圈作用, 增大承压面, 有较好的防松性能; 可用于钢结构件及重要主机结构的连接。

(2) 方头: 头部面积大, 便于扳手拧紧或止转动, 可施加很大的拧紧力矩, 产生较大的预紧力, 不易拧秃; 多用于比较粗糙或经常拆装的结构上, 但不宜用于运动的部件。

(3) 盘头: 头部尺寸较小, 头部有一字槽、十字槽等, 多用于低强度、低施拧力矩的产品, 一般用于家用电器等尺寸不大的主机产品。规格多在M10以下, M6以下用的更多。

(4) 半圆头、扁圆头: 方颈和带榫的作用是固定螺杆, 而旋拧螺母进行紧固金属件的连接; 开槽的半圆头螺钉多用此类头形, 用于空间较小受力不大的场合。扁圆头高度较小, 外径较大, 多用于薄壁零件板结构的连接与固定。

(5) 沉头、半沉头：主要用于主机平面要求平滑，外形美观或内部结构不允许螺栓头部凸出的部位，有的头部下下方颈或榫，可防止旋拧螺母时钉杆转动。螺钉头部有一字槽、十字槽，其直径规格都较小，直径多在M10以下。

(6) 内六角和花形角头：其作用和使用场合同沉头的作用相同，但强度和拧紧力矩都比沉头高。

(7) 紧固件的杆部末端型式有10多种，主要有：搓制形成末端、倒角端、锥端、截锥端、平端、凹端、圆柱端、刮削端、断颈端、尖端等。不同的端部用途不同：一般用途只考虑拧入顺利，不损坏螺纹即可；而锥端、圆柱端等主要是紧定螺钉采用，可用于转动零件的定位和增大传递载荷能力等。刮削端和尖端是自攻螺钉和自钻螺钉的末端。断颈端是扭剪型高强度螺栓的末端，在选用时可从上述方面选用不同的品种。

8.2 紧固件的精度等级

一般使用的螺栓、螺钉、螺母分为 A、B、C三个产品等级；A级最精密，B级次之，C级是粗糙级。连接精度要求高，受冲击较大，振动或变载荷的重要主机应选用 A级。厂房等钢结构连接可选用 C级。

8.3 紧固件的材料特性分类

(1) 所选材料应满足使用要求，即材料的力学性能：静强度、疲劳强度、刚度、屈服点、蠕变极限和持久强度，以及质量等应能满足连接的性能要求；

(2) 所选材料应在制造的各个阶段便于加工和装配，有良好的工艺性；

(3) 所选材料应满足经济要求，除价格外，还应考虑到有关消耗，如仓储与运输费用等。

选择材料还需要注意螺栓与螺母材料的匹配，螺钉与被连接件材料的匹配。一般情况下，螺栓、螺母不使用同一牌号材料，螺母材料的性能略低于螺栓材料，两者的硬度差（20~30）HBV。

附：螺纹抱死问题：

(1) 问题现象：我们经常在组装不锈钢螺栓和不锈钢螺母时会发生锁死现象。锁死又称咬死，指的是螺栓与螺母在紧固过程中发生咬合抱死的现象，一般发生在不锈钢螺栓与不锈钢螺母的之间，所以又称不锈钢螺丝锁死或不锈钢螺丝咬死。锁死或咬死也会发生在铝合金及钛合金材料的紧固件上，因为这些金属合金本身有防腐性能，会在表面受损伤时，在金属表面产生一层薄的氧化层来防止进一步锈蚀。当不锈钢的紧固件被锁紧时，牙纹间所产生的压力与热量会破坏这一氧化层，使的金属螺纹间发生阻塞或剪切，进而发生黏着的现象。当这一现象持续发生时，将使不锈钢紧固件完全锁死，再也无法拆下或继续锁上。通常这一系列的阻塞、剪切、黏着、锁死的一连串动作就发生在短短几秒钟，所以正确认识使用这类紧固件，方可预防这种现象。

(2) 问题原因：

①牙纹粗糙或有异物，导致锁死；

②安装过程中，用力不均匀或是倾斜（倾斜一种情况是用力时无意倾斜，另一种情况是穿螺钉过孔尺寸小或位置偏导致螺钉偏），造成螺丝和螺帽的中心轴线倾斜，牙纹受损导致咬合抱死；

③不锈钢螺丝的延展率（或断裂伸长率）是碳钢的约2.3倍，用俗话说就是螺丝发粘，锁紧过程中摩擦掉的铁屑发生黏连，不易脱落，影响了螺纹的进出，导致牙底与牙顶顶死。下面是我司部分现有螺纹紧固件硬度检测结果，如表27所示：

表 27 部分现有螺纹紧固件硬度检测结果

序号	螺纹紧固件描述	三点维氏硬度（HV）
----	---------	------------

1	M6*16 十字盘头弹平垫三组合螺钉-不锈钢 A2-70	334	348.9	348.9
2	M6*12 一十字盘头弹平垫三组合螺钉-碳钢镀达克罗（镀层抛光）	255.6	245.3	236.3
3	M8*20 六角头螺栓-8.8级-镀达克罗（镀层抛光）	296	300.7	306
4	M8*20 六角头螺栓-8.8级-镀达克罗-灌胶-带镀层（不具备参考价值）	241.9	248.6	259.6
5	M8 碳钢镀达克罗螺母（镀层抛光）	260.7	236.7	246.3
6	M8 碳钢镀达克罗螺母-灌胶-带镀层（不具备参考价值）	187	215.8	243.1
7	M16 不锈钢螺母-A2-70	281.3	299.4	290.1

检测结果显示，螺纹紧固件的硬度与螺丝抱死问题影响不大。

附：兆源提供的检测数据：

304 不锈钢螺栓，表面不处理，表面硬度 ≥ 320 ，芯部硬度 ≥ 171 ；

4.8 级碳钢螺栓，表面硬度：200；

常规8.8级碳钢螺栓表面调制处理，自攻螺钉表面渗碳处理；螺栓表面硬度：250~320；

④不锈钢导热率较低易导致螺纹锁死。不锈钢螺丝螺帽旋转过程中因为摩擦产生热量。不锈钢的导热率相对较低（基本在10-30w/mc° 范围内，约为碳钢的1/3），当所产生的压力与热力破坏了氧化铬层（不锈钢之所以不易锈，就是因为有氧化层的存在）时，使得金属牙纹直接发生阻塞/剪切，加之不锈钢特性较软，进而发生黏着的现象。

⑤锁紧力过大，锁紧力越大产生的热量越大，螺丝牙山部分的不锈钢越容易产生粘连。

⑥电批转速太快，螺丝发热表面氧化层脱落，镍和铬相互重新融合，导致卡死；

⑦回装时螺纹未清理干净，螺扣上有毛刺，表面粗糙。

⑧回装前螺纹有过损伤或装配时未涂高温防烧剂、润滑剂或二硫化钼等而盲目地旋上螺帽，导致螺纹咬死。

⑨拆卸时加热工艺不正确，使螺扣部分温度过高而涨死。温度偏高时即开始安装拆卸螺栓。螺栓长期在高温下工作，表面氧化皮较厚，螺栓与螺扣间较大的挤压力形成坚硬的氧化膜。氧化膜拉破时在螺纹表面拉出毛刺，造成螺纹咬死。

（3）如何避免螺纹锁死

①确保螺母和螺丝牙纹光滑，无毛刺、异物；

②穿过螺丝过孔位置和大小应合适，保持螺丝、螺帽的中心轴线与被锁面垂直，减少螺丝和螺母中心轴线倾斜角度。

③选择不同材质的螺丝和螺母进行配合使用，避免同种材质粘连。错开不锈钢材质型号，相差越大越好。

④选择防锁死的产品或使用防锁死的润滑油来降低摩擦力避免锁死现象。

⑤尽可能使用扭力扳手或套筒扳手，避免用力过大，控制扭力在安全库存扭矩范围内（附安全扭力矩表，如表28所示）。使用垫圈能有效防止上锁过紧的问题。

表28 安全扭力矩表

螺栓扭矩表（单位：N·m）						
螺栓规格	强度等级					
	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9	12.9
M4	1	1.3	2.4	2.8	3.9	4.9
M5	1.8	2.5	4.7	5.6	7.8	9.3
M6	2.8	3.9	7.8	9.8	13.7	15.7
(M7)	4.9	6.9	12.8	15.7	22.6	26.5
M8	7.8	9.8	19.6	24.5	34.3	39.2
M10	14.7	19.6	39.2	44.1	63.8	78.5
M12	24.5	33.4	58	78.5	113	137
(M14)	39.2	54	108	128	181	216
M16	61	82	167	196	267	320
(M18)	84	114	231	260	366	439
M20	121	163	324	373	525	628
(M22)	164	221	432	500	711	853
M24	208	282	559	638	903	1079
(M27)	314	422	824	961	1354	1638
M30	422	569	1109	1315	1844	2217
(M33)	579	785	1511	1795	2531	3021

注：以上数据系针对上述实验条件所得，仅供参考。实际数据受施工条件影响不一，但最大不应超过此力矩。

⑥尽量不使用活动扳手或电动扳手，使用手动扳手，减缓上锁速度，保持螺纹干净，减少热能，从而减少粘连。使用扭矩扳手或套筒扳手，如果一定需要使用电动扳手，请调整降低转速。

⑦在回装前对每条螺栓、每个螺帽及底扣都应仔细地试验和检查，不留有任何毛刺。

⑧使用前可以给紧固件做润滑处理：建议使用黄油，二硫化钼，云母，石墨或滑石粉来做润滑，目前普遍用浸蜡处理来做润滑防锁死。

⑨气温在合理状态下，进行安装和拆卸螺栓。

⑩在高温状态下使用必须冷却。

⑪高温螺栓回装前一定把原有的黄油等清洗干净，涂好润滑剂等再回装。

⑫在拆卸前 4 h 左右，在螺纹处浇上煤油或松动剂等，润滑螺纹间的氧化物，便于拆卸。在拆卸后的检修阶段，对螺栓的氧化皮彻底清理。

⑬采用镀铜的方式也可以，有些专门生产不锈钢的连接器的，用的办法是在螺纹上镀银的。可以有效防止公母螺纹粘连，效果非常好。现在有一种新出的铁氟龙喷剂也可以使用，不过价格比较高。

（4）出现锁死如何处理

①找到一瓶攻丝油，这种油一般用于对钻头进行润滑，但是用途非常广泛。如果不用攻丝油，可以试试别的油。

②打开攻丝油，然后往螺丝和螺母的狭缝注入几滴油即可。

③这种油非常有效，所以不必滴入太多，不然也是浪费。让油慢慢渗透到螺丝螺纹上。

④此时，用扳手开始拆卸。但是注意：不要使用蛮力，用双手试探性用力，反复来回摩擦螺丝和螺母，让油进入到螺丝螺母的接触面，此时你会发现拧螺丝越来越不费力；如果找到这种手感后，就可以慢慢把螺母卸掉了。螺丝拧死不要用蛮力拧，因为人的体力会转化为螺丝螺母之间的热能，此时根据热胀冷缩可知，螺丝和螺母咬合的更紧。彻底抱死，此时攻丝油可以润滑，并且油的比热较高，容易释放这些热能。用这种方法卸掉的螺丝螺纹是顺坏的，但是可以卸掉。比用角磨机直接切割省力省时。

螺纹紧固件使用的材料有三大类，即钢、非铁金属和非金属，常用材料特点及应用见 表 29

表 29 常用材料特点及应用

材料种类	材料牌号	特点及应用
钢	低碳钢或中碳钢	10、15、25、35、45、Q215-A、Q235-A 用于静载荷、轻型结构的连接，强度较低，价格便宜
	合金钢	40Cr、15MnVB 30CrMoSi、40CrNi、40CrV、20CrV 强度高，用于重要的连接
	不锈钢	0Cr18Ni9、1Cr18Ni9 1Cr18Ni11Nb、00Cr17Ni14Mo3 1Cr13、2Cr13、1Cr17Ni2、1Cr17 适用在腐蚀性环境中工作
	超级合金	GH2036 A-286、19-9DL W-545、M-252 强度极高，在极高和极低的温度下，力学性能稳定
	耐热钢	2Cr13、1Cr12WMoV 1Cr15Mo、2Cr12NiMoWV 0Cr15Ni25Ti2MoAlVB 高温强度高，抗氧化性强，最高工作温度（500~700）°C
非铁金属	黄铜	HPb59-1、H62
	青铜	CrAl10Fe3Mn1.5、 CuAl10Ni5Fe4、 CuSiMn1、CuSiNi3 机械性能好，工艺性好，但强度质量比小，低温性能差。加工后应进行低温回火
	铝合金	2Al1 机械性能、导电性、导热性、塑性和耐腐蚀性好。可经热处理强化
非金属	TEE、ABS 尼龙 66	质量轻、耐腐蚀性好，易加工，但强度低，不耐高温

8.4 紧固件的常用表面处理方法

有以下7种处理方法供选用，见表 30

表30 表面处理工艺特点

表面处理方法	特点和选用
镀锌	镀锌层在大气中有较好的耐蚀性能，但遇酸、碱易溶解，在海水、海水蒸汽饱和的大气中防护性能差； 镀锌层的硬度中等，与试验件试验时不应从金属基体上脱落，但弹性、耐腐蚀性和耐压性能稍差； 镀锌螺纹零件的工作温度低于 30° C
镀镉	镀镉层在弱酸和碱中溶解度低，在海水、海水蒸汽饱和的大气中有良好的耐蚀性； 镀镉层柔软、富弹性，适用于要求配合紧密、帖合良好的螺纹连接，其工作温度低于 200° C。镉价昂、有毒，易造成污染，严禁与饮用水接触
镀银	具有良好的焊接性能；但价昂，主要用于要求良好导电性能的螺纹零件
钝化	稳定镀层性能，并提高耐蚀性
发兰	发兰氧化膜很薄，在干燥空气中有良好的化学稳定性，在潮湿空气中防锈性能差；膜层不耐磨，也不能承受冲击和弯曲
磷化	磷化膜较厚，防锈性能较发兰膜层好；膜层表面粗糙、不耐磨，也不能承受冲击与弯曲
阳极氧化	膜层有较好的耐磨性能，主要用于铝和铝合金螺纹零件

9 紧固件的通用选用原则

9.1 优先原则

标准件选用优先等级分为四级，在满足设计需求的情况下，优先选用现生产在用的标准件，如表 31 所示

表 31 标准件选用等级表

选用优先等级	标准件优先等级说明	备注
I	已开发，并且现生产正在使用	优先选用
II	已开发，但近 2 年无供货记录	不推荐选用
III	总成件中供应商自带的，本公司未开发	仅为外购件进明细时选用
IV	本公司未开发过	不能直接选用，需提开发申请，申请通过后方可选用

9.2 标准件种类最少原则

在设计过程中，通过结构调整和优化，减少新标准件，以及非标准件的开发。新开发标准件时，不选用标准中不推荐的、以及不常用的标准件。如:开口挡圈等。同一产品或同类产品，尽量减少和压缩标准件品种和规格,以提高通用化程度和装配效率。

9.3 相同装配相同标准件准则

相同装配要求用相同的标准件。

9.4 腐蚀环境材料同质准则

在腐蚀性环境下工作的设备，标准件材料与构件材质需相同，如不同，标准件加套管等隔离防护措施，避免腐蚀。

9.5 明显差异或完全相同准则

- 1) 用到的标准件，要么有明显差异，要么完全相同。
- 2) 有明显差异是为了防止装错，完全相同是为了维修过程的互换性。
- 3) 检查：维修过程重装时，应没有螺钉装错依然能够装上的情况。
- 4) 并分析螺钉装错不会造成事故。

10 紧固件的具体选用原则

10.1 螺纹紧固件长度的选用原则

为保证紧固件联结牢固、可靠、安装方便，螺纹紧固件长度的选择应以紧固后螺杆露出螺母端面（3～10）mm 为宜，但不应少于3个螺距，如图1、图2所示。

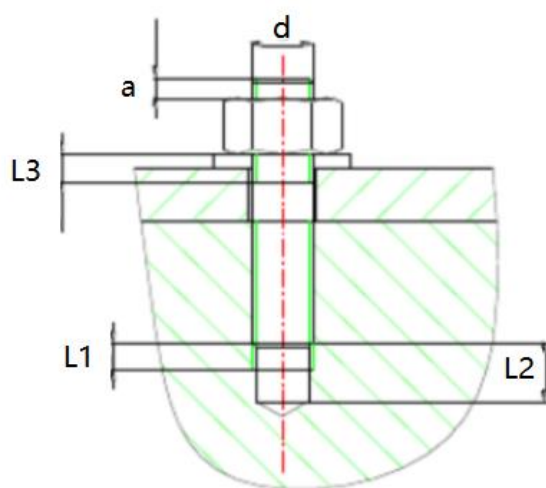


图1 螺柱两头均需露出端面

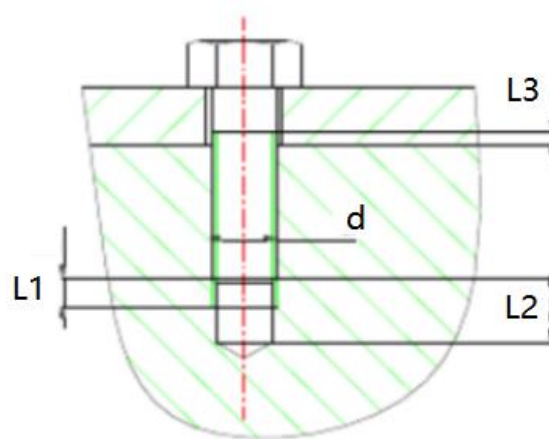


图2 螺栓末端需露出端面

普通螺纹的内、外螺纹余留长度、钻孔余留深度、螺栓突出螺母的末端长度等设计参数见表32（摘自JB/ZQ 4247）：

表32 普通螺纹余留长度、钻孔余留深度、螺栓突出螺母的末端长度等设计参数表

螺距 P	螺纹直径 d		余留长（深）度			末端长度
	粗牙	细牙	内螺纹	钻孔	外螺纹	a
			L ₁	L ₂	L ₃	
0.5	3	5	1	4	2	1~2
0.7	4	6	1.5	5	2.5	2~3
0.75				6		
0.8	5					
1	6	8,10,14,16,18	2	7	3.5	2.5~4
1.25	8	12	2.5	9	4	
1.5	10	14,16,18,20,22,24,27,30,33	3	10	4.5	3.5~5
1.75	12		3.5	13	5.5	
2	14,16	24,27,30,33,36,39,45,48,52	4	14	6	4.5~6.5
2.5	18,20,22		5	17	7	
3	24,27	36,39,42,45,48,56,60,64,72,76	6	20	8	5.5~8
3.5	30		7	23	9	
4	36	56,60,64,68,72,76	8	26	10	7~11
4.5	42		9	30	11	
5	48		10	33	13	10~15
5.5	56		11	36	16	
6	64,72,76		12	40	18	

粗牙螺栓、螺钉的拧入深度、攻螺纹深度和钻孔深度等设计参数见表33（摘自机械设计手册第2卷）：

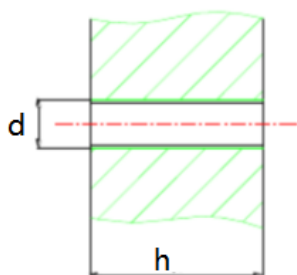


图3 通孔

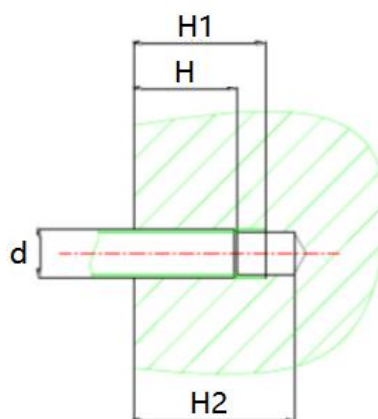


图4 盲孔

表33 mm

公称直径 d	钢和青铜				铸铁				铝			
	通孔	盲孔			通孔	盲孔			通孔	盲孔		
	拧入深度 h	拧入深度 H	攻螺纹深度 H ₁	钻孔深度 H ₂	拧入深度 h	拧入深度 H	攻螺纹深度 H ₁	钻孔深度 H ₂	拧入深度 h	拧入深度 H	攻螺纹深度 H ₁	钻孔深度 H ₂
3	4	3	4	7	6	5	6	9	8	6	7	10
4	5.5	4	5.5	9	8	6	7.5	11	10	8	10	14
5	7	5	7	11	10	8	10	14	12	10	12	16
6	8	6	8	13	12	10	12	17	15	12	15	20
8	10	8	10	16	15	12	14	20	20	16	18	24
10	12	10	13	20	18	15	18	25	24	20	23	30
12	15	12	15	24	22	18	21	30	28	24	27	36
16	20	16	20	30	28	24	28	33	36	32	36	46
20	25	20	24	36	35	30	35	47	45	40	45	57
24	30	24	30	44	42	35	42	55	55	48	54	68
30	36	30	36	52	50	45	52	68	70	60	67	84
36	45	36	44	62	65	55	64	82	80	72	80	98
42	50	42	50	72	75	65	74	95	95	85	94	115
48	60	48	58	82	85	75	85	108	105	95	105	128

对于工艺装配等原因，螺纹紧固件的长度可根据工艺需要具体确定、其长度应适当调整。

10.2 销轴长度的选用原则

销轴的工作长度应按照 Q510（GB/T 882）的要求选取。对于Q510中未列出的品种规格，则应做为非标件另行设计。以图5为例，具体计算公式为：

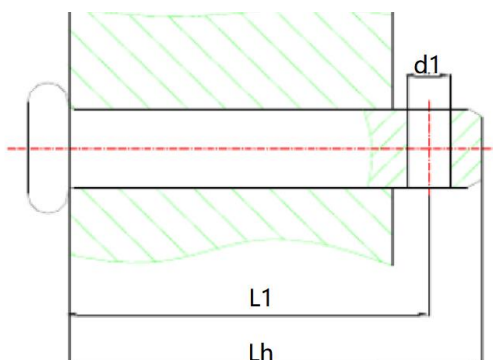


图5 销轴

$$L_h = L_1 + d_1/2 + IT_{17}$$

然后根据 L_h 计算值取整后，按 Q510中给出的 L_h 值反查公称尺寸 L 。IT17可从表34中选取（摘自 GB/T 1800.3）

表 34 mm

基本尺寸	~3	3~6	6~10	10~18	18~30	30~50	50~80	80~120
IT17	1	1.2	1.5	1.8	2.1	2.5	3	3.5

对于工艺装配等原因，销轴的长度可根据工艺需要具体确定、其长度应适当调整。

10.3 凸焊螺母底孔的选用原则

在选用 370C、Q371等凸焊螺母时，如图6所示，参照GB/T 13681和GB/T 13680应按标准中 D_0 要求钻底孔，具体见表 35。

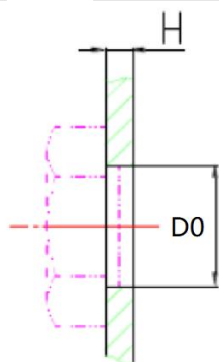


图6 凸焊螺母

表 35 mm

螺纹规格 D		M4	M5	M6	M8	M10	M12	(M14)	M16
D ₀	max	6.075	7.09	8.09	10.61	12.61	14.91	16.91	18.93
	min	6	7	8	10.5	12.5	14.8	16.8	18.8

10.4 自攻螺钉底孔的设计原则

为保证自攻螺钉（如图7所示）的连接扭矩，应按表36要求钻底孔。

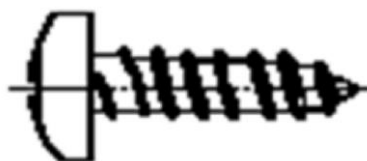


图7 自攻螺钉

表 36 底孔直径的推荐尺寸

自攻螺钉 公称直径	板厚, mm		底孔直径 (mm)	允许偏差 (mm)	自攻螺钉 公称直径	板厚, mm		底孔直径 (mm)	允许偏差 (mm)
	大于	至				大于	至		
St2.9	1.2	1.3	2.3	$\begin{smallmatrix} +0.10 \\ -0.10 \end{smallmatrix}$	St5.5	—	1.1	4.2	$\begin{smallmatrix} +0.15 \\ 0 \end{smallmatrix}$
St3.5	1.9	2.1	2.9	$\begin{smallmatrix} +0.12 \\ -0.12 \end{smallmatrix}$		1.1	1.5	4.3	$\begin{smallmatrix} +0.12 \\ -0.10 \end{smallmatrix}$
St3.9	0.8	1.4	3	$\begin{smallmatrix} +0.15 \\ -0.05 \end{smallmatrix}$		1.5	1.8	4.5	$\begin{smallmatrix} +0.12 \\ -0.12 \end{smallmatrix}$
	1.4	2.0	3.2	$\begin{smallmatrix} +0.12 \\ -0.15 \end{smallmatrix}$		1.8	2.2	4.6	$\begin{smallmatrix} +0.10 \\ -0.15 \end{smallmatrix}$
	2.0	2.5	3.4	$\begin{smallmatrix} +0.08 \\ -0.20 \end{smallmatrix}$		2.2	2.5	4.7	$\begin{smallmatrix} +0.08 \\ -0.20 \end{smallmatrix}$
St4.2	0.8	1.1	3.2	$\begin{smallmatrix} +0.15 \\ -0.05 \end{smallmatrix}$	St6.3	—	1.4	4.9	$\begin{smallmatrix} +0.20 \\ 0 \end{smallmatrix}$
	1.1	1.4	3.3	$\begin{smallmatrix} +0.12 \\ -0.12 \end{smallmatrix}$		1.4	1.8	5.1	$\begin{smallmatrix} +0.18 \\ -0.10 \end{smallmatrix}$
	1.4	2.5	3.5	$\begin{smallmatrix} +0.08 \\ -0.15 \end{smallmatrix}$		1.8	2	5.4	$\begin{smallmatrix} +0.15 \\ -0.20 \end{smallmatrix}$
St4.8	0.8	1.1	3.7	$\begin{smallmatrix} +0.15 \\ -0.10 \end{smallmatrix}$		2	2.3	5.6	$\begin{smallmatrix} +0.08 \\ -0.30 \end{smallmatrix}$
	1.1	1.8	3.9	$\begin{smallmatrix} +0.12 \\ -0.15 \end{smallmatrix}$					
	1.8	2.5	4	$\begin{smallmatrix} +0.10 \\ -0.20 \end{smallmatrix}$					
	2.5	3	4.1	$\begin{smallmatrix} +0.08 \\ -0.25 \end{smallmatrix}$					

版本记录

版本编号/ 修改状态	拟制人/修改人	审核人	批准人	备注
V1.0	孟祥达			