



# 中华人民共和国国家标准

GB/T ××××—202×

## 自攻螺钉连接 底孔直径和拧紧扭矩技术条件

Self-tapping screw connections—Specification of the pilot hole diameter and  
tightening torque

（征求意见稿）

2022-9-16

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

××××-××-××发布

××××-××-××实施

国家市场监督管理总局  
国家标准化管理委员会

发布



## 前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国紧固件标准化技术委员会（SAC/TC 85）归口。

本文件起草单位：中机生产力促进中心有限公司等。

本文件由全国紧固件标准化技术委员会负责解释。



# 自攻螺钉连接 底孔直径和拧紧扭矩技术条件

## 1 范围

本文件规定了不同板材厚度、不同材料强度下自攻螺钉连接底孔直径，以及为拧紧扭矩的确定和分类提供了计算说明。

本文件仅适用于螺纹规格为（ST2.2～ST9.5）、符合 GB/T 5280、螺纹末端为带 R 型尖头的自攻螺钉与本标准规定强度的金属材料连接，六角套筒符合 GB/T 6188 相关要求。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本(包括所有修改单)适用于本文件。

- GB/T 5280 自攻螺钉用螺纹
- GB/T 6188 螺栓和螺钉用内六角花形
- GB/T 3098.5 紧固件机械性能 自攻螺钉

## 3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

## 4 代号和含义

本标准使用的主要代号及其含义或名称，见表1。

表1 代号及其含义

符号	代号含义或名称	单位
$M_T$	拧紧扭矩	N·m
$M_B$	符合 GB/T 3098.5 要求的破坏扭矩	N·m
$M_S$	拧入扭矩（攻丝扭矩）	N·m
$M_O$	超拧扭矩，即所攻螺纹被破坏的扭矩	N·m
$F_S$	部件的断裂载荷	N
$F_{Rp0.2}$	在最小屈服点或在规定塑性延伸率为 0.2%时的应力对应的载荷	N
$R_m$	薄板抗拉强度	MPa
$t$	对称连接上下板厚度	mm
$d$	底孔直径	mm
$d_D$	通孔直径	mm
$d_1$	螺钉-螺纹公称直径	mm
$d_2$	螺钉-螺纹小径	mm
$c$	螺牙尖截面宽度 查 GB/T 5280	mm
$P$	螺距	mm

## 5 自攻螺钉的简单螺纹连接应用限值

### 5.1 通则

自攻螺钉的简单螺纹连接仅在被紧固零件上预先钻孔或冲孔，在打孔区域并未预制螺纹，而是在连接时由螺钉自攻成型。两个被紧固零件都有一个定值的底孔直径（见图1），或仅下薄板有一个定值的底孔直径，而上薄板有一个通孔（见图2），根据待紧固板材的厚度，这种类型的连接有应用限制。根据相关标准，自攻螺钉只能在限定条件下用于安全螺纹连接。

5.2 板材厚度下限

如果板材厚度小于“摇摆极限”，则可通过施加0N·m扭矩将自攻螺钉拧入小直径孔中，在这种情况下可根据公式（1）计算板材厚度：

$$t=(P-c)-(d_1-d_2)\tan30^\circ \tag{1}$$

注：1）摇摆：当板材过薄而造成的螺钉旋入板材孔时产生的不稳定摆动的现象。  
2）摇摆极限：产生不稳定摇摆时的板厚极限值。  
表2中列出了使用c、d<sub>1</sub>和d<sub>2</sub>（见GB/T 5280）最大值时产生的“摇摆极限”。  
为远离“摇摆极限”，并确保足够大的拧紧扭矩，板材厚度下限t<sub>min</sub>应至少与螺距相同。  
如果板厚太小，可以通过底孔扩口（参见图3）、拉伸底孔（见图4），或创建一个螺旋形孔（见图5）来确保所需的拧紧扭矩。在使用带螺旋孔的螺纹连接中，要用专用工具使孔的边缘呈现螺旋形，其形状和螺钉的导程相匹配。  
对于薄板，也可以使用自锁螺母或簧片螺母（见图6）进行自攻螺钉连接，待紧固零件上需要有通孔。

5.3 板材厚度上限

板材厚度的上限不得超过0.8×d<sub>1, max</sub>,以便拧入扭矩不超过GB/T3098.5规定的最小破坏扭矩的50%，这是为了螺钉在拧入过程中安全远离破坏扭矩，同时确保达到必要的拧紧扭矩。由此产生的板材厚度上限如表2所示。

表2 板材厚度限值										单位为毫米
螺纹规格	(ST2.2)	ST2.9	ST3.5	(ST3.9)	ST4.2	ST4.8	(ST5.5)	ST6.3	ST8	ST9.5
螺距	0.80	1.1	1.3	1.3	1.4	1.6	1.8	1.8	1.8	1.8
摇摆极限	0.35	0.58	0.69	0.63	0.65	0.75	0.91	0.86	0.91	0.91
板材厚度下限 t <sub>min</sub>	0.8	1.1	1.3	1.3	1.4	1.6	1.8	1.8	2.1	2.1
板材厚度上限 t <sub>max</sub>	1.8	2.2	2.8	3.0	3.5	4.00	4.5	5.0	6.5	7.5

5.4 待紧固板材总厚度的最小值

待紧固部件的厚度应大于所选螺钉的螺距，否则由于螺钉头部下方螺纹跳动而无法施加足够大的拧紧扭矩。如果无法满足此条件，可按图3～图6中所示的自攻螺钉连接。

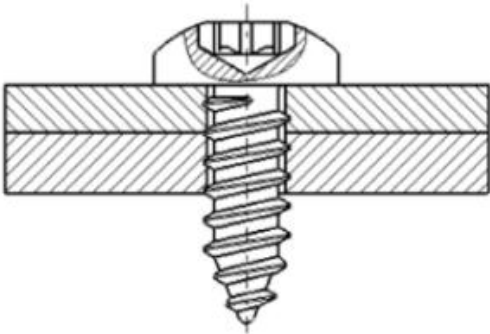


图1 简单螺纹连接（两个底孔组合）

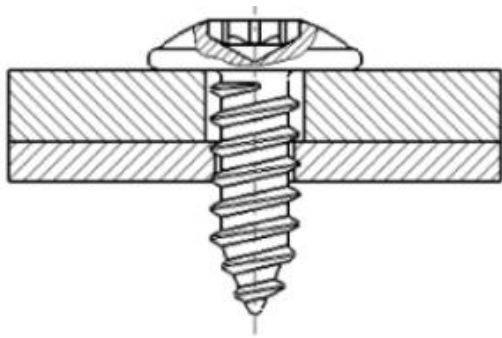


图2简单螺纹连接（1个通孔+1个底孔）

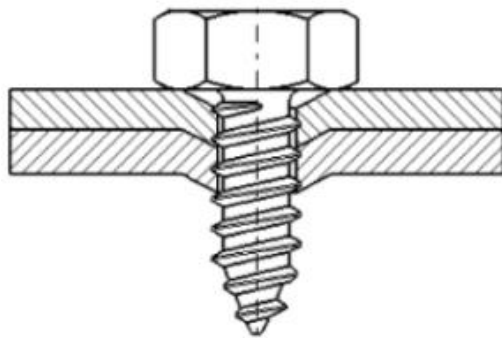


图3底孔扩口（薄板）

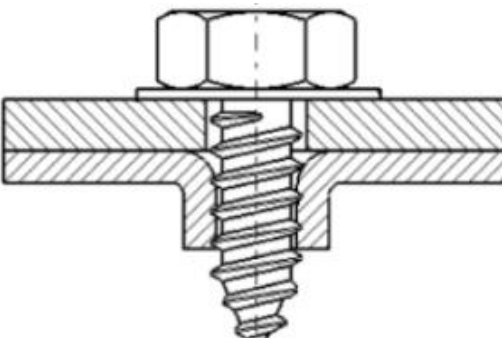


图4 拉伸底孔（薄板）

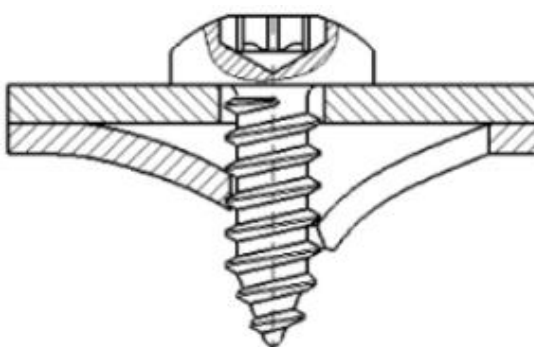


图5 带螺旋孔的螺纹连接

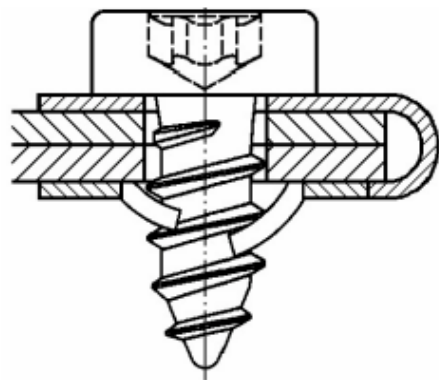


图6 带簧片螺母的螺纹连接

6 底孔直径

本节规定的底孔直径是根据以下条件确定的：

- a) 图2所示上半部分通孔、下半部分底孔的简单自攻螺钉连接；
- b) 钻底孔；
- c) 表面硬化自攻螺钉，并且无涂镀层；
- d) 拧入扭矩 $\leq 0.5 \times \text{GB/T3098.5}$ 规定的最小破坏扭矩。

如不满足上述条件，表3～表12中的底孔直径不适用（另见第8章“特殊情况”）。

对于对称连接，拧入扭矩和底孔直径之间的关系对拧紧扭矩值有决定性影响，可以用公式（2）从经验上描述：

$$M_s=(0.0263d_1^2+0.113d_1-0.071)[-1.9(d-d_2)+0.305d_1]\cdot R_m(2.4t^2+0.9)..... (2)$$

式（2）仅对表面抛光的表面硬化自攻螺钉有效。不同于此条件的说明，参见第8章。

根据以上条件，计算得出表3～表12中的底孔直径。

当采用未规定的板材厚度或强度时，底孔直径可根据式（2）计算。

表3 螺纹尺寸为ST2.2的底孔直径的标准值

钢板厚度 t mm	底孔直径 (d)											
	mm											
	材料最小拉伸强度 (R <sub>m</sub> )											
	MPa											
	100	150	200	250	300	350	400	450	500			
0.8	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7			
0.9									1.8			
1.0												
1.1												
1.2												
1.3						1.8	1.8	1.8				
1.4				1.8	1.8			1.8				1.9
1.5												
1.6												
1.7						1.9	1.9	1.9				
1.8				1.8								



表4 螺纹尺寸为ST2.9的底孔直径的标准值

钢板厚度 t mm	底孔直径 (d)								
	mm								
	材料最小拉伸强度 (R <sub>m</sub> )								
	MPa								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
1.1	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.3
1.2									
1.3									
1.4									
1.5									
1.6									
1.7				2.3	2.3	2.3	2.4		
1.8									
1.9									
2.0				2.4	2.4	2.4	2.4	2.5	
2.2									

表5 螺纹尺寸为ST3.5的底孔直径的标准值

钢板厚度 t mm	底孔直径（d）													
	mm													
	材料最小拉伸强度（R <sub>m</sub> ）													
	MPa													
	100	150	200	250	300	350	400	450	500					
1.3	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.7	2.7	2.8					
1.4	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7		2.8		2.9				
1.5							2.8		2.9		2.9			
1.6						2.8		2.9				3.0		
1.7							2.8		2.9		3.0			
1.8						2.9		3.0				3.1		
1.9					2.9		3.0		3.1					
2.0			2.8	2.8										
2.2				3.0	3.0	3.1	3.1							
2.5		2.8	2.9						3.0					
2.8														

表6 螺纹尺寸为ST4.2的底孔直径的标准值

钢板厚度 t mm	底孔直径 (d)								
	mm								
	材料最小拉伸强度 (R <sub>m</sub> ) MPa								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
1.3	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	3.0	3.0	3.1
1.4						3.0	3.1	3.1	
1.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.1		3.2	3.2
1.6					3.1				
1.7					3.2	3.3	3.3	3.3	
1.8				3.1					3.2
1.9					3.3	3.4	3.4	3.4	
2.0			3.1	3.2					3.3
2.2					3.4	3.4	3.4	3.5	
2.5			3.2	3.3					3.4
2.8					3.5	3.5	3.5	3.6	
3.0									

表7 螺纹尺寸为ST4.2的底孔直径的标准值

钢板厚度 t mm	底孔直径 (d)								
	mm								
	材料最小拉伸强度 (R <sub>m</sub> ) MPa								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
1.4	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.2	3.3	3.4
1.5	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2			
1.6						3.3	3.3	3.4	
1.7					3.3				
1.8				3.3	3.4	3.5	3.5	3.5	3.5
1.9									
2.0			3.4	3.4	3.5	3.6	3.6	3.6	3.6
2.2									
2.5		3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.7	3.7	3.7
2.8									
3.0									
3.5	3.3	3.5	3.6	3.6					

表8 螺纹尺寸为ST4.8的底孔直径的标准值 单位为毫米

钢板厚度 t mm	底孔直径 (d) mm								
	材料最小拉伸强度 (R <sub>m</sub> ) MPa								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
1.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.7	3.8	3.9	3.9
1.7					3.7	3.8	3.9		4.0
1.8					3.8			3.9	
1.9				3.7	3.9	4.0			
2.0			3.8	3.9			4.0		
2.2			3.9		4.0	4.1			
2.5		3.7	3.9	4.0	4.1		4.2		
2.8		3.8	4.0	4.0	4.1	4.2			
3.0		3.9		4.1	4.2		4.2		
3.5		3.8	4.1	4.2		4.3			
4.0	4.0	4.1	4.2				4.3	4.3	

表9 螺纹尺寸为ST5.5的底孔直径的标准值 单位为毫米

钢板厚度 t mm	底孔直径 (d) mm								
	材料最小拉伸强度 (R <sub>m</sub> ) MPa								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
1.8	4.2	4.2	4.2	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.6
1.9					4.4	4.5	4.6		4.7
2.0				4.3					
2.2			4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	
2.5			4.4	4.6	4.7	4.7	4.8		4.8
2.8		4.4	4.6	4.7		4.8		4.8	4.9
3.0		4.5			4.8		4.9		
3.5		4.4	4.6	4.7		4.8		4.9	
4.0		4.6	4.7	4.8	4.9	4.9	5.0		
4.5	4.7	4.8	4.9					5.0	

表10 螺纹尺寸为ST6.3的底孔直径的标准值 单位为毫米

钢板厚度 t mm	底孔直径（d） mm								
	材料最小拉伸强度（R <sub>m</sub> ） MPa								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
1.8	4.9	4.9	4.9	4.9	5.0	5.2	5.3	5.3	5.4
1.9				5.0	5.1			5.4	
2.0				5.1	5.2	5.3	5.4		5.5
2.2		5.0	5.2	5.3	5.4	5.5	5.5	5.6	
2.5		5.0	5.2	5.4	5.4	5.5	5.6		5.6
2.8		5.2	5.3	5.5	5.5	5.6		5.6	5.7

3.0		5.3	5.4	5.5	5.6		5.7		5.8
3.5	5.2	5.4	5.5	5.6	5.7	5.7			
4.0	5.3	5.5	5.6	5.7		5.8	5.8	5.8	
4.5	5.5	5.6	5.7		5.8				
5.0		5.7		5.8					

表11 螺纹尺寸为ST8的底孔直径的标准值 单位为毫米

钢板厚度 t mm	底孔直径（d） mm											
	材料最小拉伸强度（R <sub>m</sub> ） MPa											
	100	150	200	250	300	350	400	450	500			
2.1	6.3	6.3	6.3	6.3	6.5	6.6	6.7	6.8	6.9			
2.2				6.5	6.6	6.8	6.8	6.9	7.0			
2.5			6.5	6.7	6.8	6.9	7.0	7.0	7.1			
2.8		6.4	6.7	6.8	6.9	7.0	7.1	7.1	7.2			
3.0		6.5	6.8	6.9	7.0	7.1		7.2				
3.5	6.4	6.8	7.0	7.1	7.1	7.2	7.2	7.3	7.3			
4.0	6.7	6.9	7.1	7.2	7.2	7.3	7.3		7.4			
4.5	6.8	7.1	7.2		7.3		7.3			7.4	7.4	
5.0	7.0			7.3		7.4		7.4				7.4
5.5	7.1	7.2	7.3		7.4		7.4			7.4		
6.0												
6.5	7.2	7.3	7.3	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4				

表12 螺纹尺寸为ST9.5的底孔直径的标准值 单位为毫米

钢板厚度 t mm	底孔直径（d） mm												
	材料最小拉伸强度（R <sub>m</sub> ） MPa												
	100	150	200	250	300	350	400	450	500				
2.5	7.5	7.5	7.7	8.0	8.1	8.2	8.3	8.3	8.4				
2.8		7.6	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	8.4	8.6				
3.0		7.7	8.1	8.2	8.3	8.4		8.6					
3.5	7.6	8.1	8.3	8.4	8.4	8.6	8.6	8.7	8.7				
4.0	8.0	8.2	8.4	8.6	8.6	8.7	8.7		8.7	8.8			
4.5	8.1	8.4	8.6		8.7		8.7				8.8	8.8	
5.0	8.3			8.4		8.6		8.7	8.8				8.8
5.5	8.4	8.7	8.8		8.9		8.9			8.9	8.9		
6.0												8.6	
6.5	8.6			8.7		8.8		8.9	8.9				8.9
7.0		8.7	8.8		8.9		8.9			8.9	8.9		
7.5	8.7											8.8	

7 通孔直径

式 (3) 用于计算通孔的直径d<sub>p</sub>:

$$d_D = d_1 + \frac{1}{3}(d_1 - d) \dots\dots\dots(3)$$

8 特殊情况

8.1 拉伸底孔

2mm以下的板材通常会被拉伸底孔，因为拉伸过程会导致孔壁拉拔硬化，因此在表3～表12中所列的底孔直径应依据具体材料和板材厚度增加0.1mm～0.3mm。  
在拉伸底孔中，螺钉只能沿着拉伸底孔方向拧紧。

8.2 涂镀层螺钉

自攻螺钉的表面处理会改变拧入螺钉的摩擦系数值，因此在表3～表12中所示的底孔直径尺寸应根据实际需要增加或减少。同时，要注意在螺钉头下支承面产生的摩擦系数对施加的拧紧扭矩影响较大。

8.3 紧固铬镍钢制板材

使用表面硬化自攻螺钉连接铬镍钢部件时，无法提供有关底孔直径和拧紧扭矩的通用指标。是否可以，以及在何种条件下可使用这种连接，应根据具体情况确定。

8.4 不锈钢自攻螺钉连接

由于不锈钢自攻螺钉的表面硬度较低，按照本文件将这些螺钉拧入材质为钢或不锈钢的被紧固件（已确定底孔直径）时，应考虑到螺钉的螺纹变形。在这种情况下，应由试验确定使用条件。

9 拧紧扭矩的计算和分类

拧紧扭矩的理论计算仅是近似值，为了确保适当的安全水平应要求原始零件进行测试。  
为此，拧紧扭矩根据拧入扭矩和超拧扭矩（ $M_S$ 和 $M_O$ ）使用式（4）确定：

$$M_T = M_{S, \max} + 1/2(M_{O, \min} - M_{S, \max}) \dots\dots\dots(4)$$

对原始零件至少进行10次试验。  
使用式（5）时，螺纹连接具有足够的可靠性：

$$M_{O, \min} > 2M_{S, \max} \dots\dots\dots(5)$$

另外，在拧紧扭矩和破坏扭矩之间有式（6）的关系：

$$M_S < M_T \leq 0.5M_B \dots\dots\dots(6)$$

为了更好地表述和操作，拧紧扭矩分为以下扭矩等级：1.5 N·m、2.0 N·m、3.0 N·m、3.5 N·m、4.5 N·m、6.0 N·m、8.0 N·m。

拧紧扭矩值应向下约等到最接近扭矩等级（例如：3.1 N·m=3,0 N·m； 3.4 N·m=3.0 N·m）。

$M_S$ 和 $M_O$ 的值取决于各种参数，例如孔径、材料厚度和材料强度，但也取决于螺钉特性，如螺钉材料、螺纹公差带位置以及表面光洁度。在这种情况下，表面涂层可以产生显著的影响。

因此，改变这些值会影响拧紧扭矩。图7可看出相互之间的关系。

示例：以4.5 N·m的拧紧扭矩拧紧单个工作步骤中安装的所有螺钉。对于自攻螺钉连接，根据式（4）的拧紧扭矩为3.9 N·m。为了增加拧紧扭矩并避免更换安装工具，可以减小板材的孔径。也可选择增加板材厚度或材料强度。当板材厚度增加时，可以增加孔径，以获得匹配的拧紧扭矩。

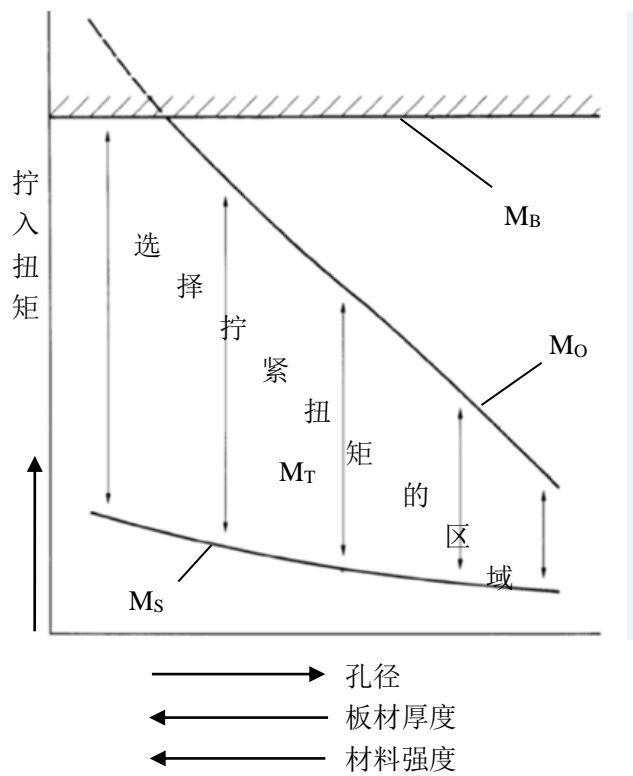


图 7 构成自攻螺钉连接的各种扭矩的示意图