

自攻螺丝的应用及检测方法

自攻螺丝

自攻螺丝虽然已使用很久,一般也知道怎么制作,但对于各规范所规定之标准及要求,也许并不是很清楚,在此仅藉由收集来之规范,整理出一份适合大家阅读,使能对自攻螺丝有多一层之认识.自攻螺丝是在金属或非金属材料之预钻孔中自行攻钻出所配合阴螺纹之一种有螺纹扣件.具有高拉力,单件,单边组合特色.由于其自行成型或攻出其配合螺纹,因此在组合上具有高防松能力,且可以装卸.在小形螺丝上其尺寸、螺纹型式、头型、攻钻性能在工程用途上几乎无可限量.

1 发展(Evolution): 自 1914 年自攻螺丝开始商品化.第一次之设计—主要源自木螺丝—系属可渗碳钢锥尾 A 型螺纹成型螺丝.当时主要之用途是用在空调系统导管上铁皮之接合,因此又叫做铁皮螺丝.经过 80 余年之发展,共可分为四个时期—螺纹成型、螺纹切削、螺纹滚成及自钻。

螺纹成型自攻螺丝(Thread Forming Tapping Screws)—系直接由铁皮螺丝发展而来, 螺纹成型自攻螺丝使用时须预先钻孔,再将螺丝旋入孔中,强力挤出配合阴螺纹,而原来在阴螺纹位置上之材料将被挤到阳螺纹之间,此谓之螺纹成型自攻螺丝.仅可适用于薄且具有可塑性之材料,因此又发展出;螺纹切削自攻螺丝(Thread Cutting Tapping Screws)—在螺纹之尾端切割出一或多道之切削口,使能在旋入预钻孔时,利用螺丝尾部及牙部以类似螺丝攻的方式切削出配合阴螺纹.它可以用在厚板,比较坚硬或易碎等不易塑造之材料,.

螺纹滚成自攻螺丝(Thread Rolling Tapping Screws)—三角牙自攻螺丝,又称为 Type TT(Type Tai 目前仍有专利)系基于成型螺丝攻之原理发展而成,螺纹滚成自攻螺丝具有特殊设计之螺纹及尾端使螺丝可以在断续之压力下自行滚成配合之阴螺纹.同时在孔周围之材料可以更轻易的填补自攻螺丝螺纹及牙底之空间,由于其磨擦力较螺纹成型自攻螺丝为小,因此可以使用在更厚之材料上,旋转所需之扭矩更好控制,且组合后强度更高.螺纹滚成自攻螺丝其工程标准定义比成型或切削自攻螺丝在材料,热处理,强度上之定义更高且更为明确,使得螺纹滚成自攻螺丝成为真正的”构造用”扣件.

钻尾自攻螺丝(Self Drilling Tapping Screws)—又称为 Tec,在组装自攻螺丝之所有过程中,最耗费成本的是预钻孔的准备.自攻螺丝的使用,必需先钻孔.而且孔径也必需限制.无需预钻孔而在某些方面可以节省成本.这就是集钻,攻,旋紧于一次作业的钻尾自攻螺丝.钻尾螺丝的表面硬度及心部硬度比一般自攻螺丝高一点,这是因为钻尾螺丝多了一个钻孔之作业,另外钻尾螺丝尚需作贯穿试验,用以测试螺丝可以在规定时间内钻孔并攻出螺纹.上述为四种主要自攻螺丝之设计及发展过程,另有两种为特殊螺纹设计之螺丝,第一种为;高低牙自攻螺丝(High

- **Low Tapping Screws**)—使用在塑料或其它低密度材料。双螺纹设计,高螺纹(牙部外径较大)具有更平更尖锐螺纹角为 30 度之螺纹型式,低螺纹(牙部外径较小)具有一 60 度之螺纹角,牙高只有高螺纹的一半.高低螺纹之组合设计降低了旋转扭矩,改善了拉出强度,大幅降低了组合工件破裂的危险性另一种用在建筑工业上乾墙(Drywall)之组装用途上.,具有此类螺纹设计之自攻螺丝特别适合于塑料,零件板及木头.

另一种为;双螺纹自钻尾喇叭头自攻螺丝(**Twin Lead Self Drilling Point Tapping Screws**)—组装时可以轻易旋入乾墙,在钢铁牙条上自钻一洞并攻出配合之阴螺纹.其喇叭头具凹入之承受面可以在旋入时不至于破坏到壁纸或石膏表面.大多数之自攻螺丝均属于商业用途,例如当自攻螺丝以组合螺丝(**SEMS**)提供时,可以提供更紧密之服务.而螺丝如具有粗细螺纹特殊设计者则系着眼于组装后之防松.

2 工程标准：自攻螺丝之尺寸，机械性，功能性能有下列标准:

ANSI/ASME B18.6.4—Thread Forming And Thread Cutting Tapping Screws And Metallic Drive Screws (Inch Series)

SAE J933—Mechanical and Quality Requirements For Tapping Screws

SAE J81—Thread Rolling Screws

SAE J1237—Metric Thread Rolling Screws

SAE J78—Steel Self-Drilling Tapping Screws

FIP 1000—Tapping Screws Performance Specifications

DIN 7500—Thread Rolling Screws For ISO Metric Screws Thread

DIN 7504—Self-Drilling Tapping Screws Dimensions, Requirements And Testing

ISO 2702—Heat-Treated Steel Tapping Mechanical Properties

JIS B1055—Mechanical Properties For Heat-Treated Steel and Stainless Tapping Screws

3.1 螺纹型式：标准自攻螺丝辨识字符，包括代表螺纹及尾部形状之符号.自攻螺丝有一个或两个代表螺纹的字符用以代表机械螺纹或宽螺纹(**SPACED**).如带有辨识字符”**B**”代表为宽螺纹螺丝.无”**B**”者代表为机械螺纹.尾端代表字符用以区分自攻螺丝为螺纹成型,切削,滚成或自钻.

机械螺纹与英美统一螺纹一样具有 60 度之螺纹角及粗,细螺纹相同之螺距,如果在拆卸后螺丝遗失或有需要的话,可以用标准螺纹扣件代替之.

宽螺纹具有一 60 度之螺纹角但其螺距则较宽,而因其宽螺距之故,其螺纹较陡因此其螺纹导程比机械螺纹为大.另有一种专使用于塑料上的螺纹,其螺纹角度为 48 度,俗称 **PT** 牙螺丝.

螺纹成型自攻螺丝 **A,AB, B, BP, C** 等型式目前已逐渐为螺纹滚成自攻螺丝所取代,故在新设计中不建议使用. **AB, B, BP** 不同处仅在尾部形状, **AB** 有一个螺纹锥尾, **B** 有一个钝尾, **BP**

有一个无螺纹之锥尾,尖尾中心进入预钻孔并开始使螺纹成型.螺纹切削自攻螺丝有 BF, BP, D, F, G 及 T 等形式, BF, BP 为宽螺纹, 其余为机械螺纹.

辨识字符不同点在于其切削尾.每一种切削尾都有一个可以收集切削下废料之形状. 如果自攻螺丝旋入盲孔(不贯通之孔),则其碎片将残留且密封于孔底. 但如攻入贯通孔时, 则废料将掉在工件的另一边. 所以在选择本型式自攻螺丝时必需考虑及此, 废料可能会造成污染, 掉进运转中之零件或使电子基板无法运作.

所有螺纹滚成自攻螺丝均为机械螺纹, 与英美统一螺纹粗牙一样,请参阅 SAE J81 规定.公制螺纹请参阅 SAE J1237 及 DIN7500 规定.

钻尾自攻螺丝有切削宽螺纹 BSD 及机械螺纹 CSD 两种型式.另尚有特殊螺纹型式,包含高低双螺纹,同时各种攻钻尾亦适用.因为攻钻尾及螺纹性质,钻尾螺丝不适用于盲孔作业.在组装自钻螺丝时,钻尾需完全穿透工件后方可进行螺纹之切削或成型,所以通常会有一些碎屑,如果又使用螺纹切削型螺纹,更免不了有碎屑.因此实用上必需考虑此一问题.有关于 BSD 及 CSD 钻尾螺丝请参阅 SAE J78 及 DIN7504(宽螺纹)之规定.

自攻螺丝螺纹最重要的是牙部外径,如果过大,会导致组装扭矩加大,如果过小,螺纹剪断强度会降低,而此一特性可以很轻易地由分厘卡或卡规测定而出,除了此一特性外,自攻螺丝不需任何螺纹量测,其理甚明,配合阴螺纹乃自攻螺丝攻钻而成,可以自行配合,因此无需任何配合上之量测,虽然如此,但制造上仍须注意 ANAI/ASME B18.6.4 的规定:C, D, F, G 和 T 型:其本身尺寸不得低于 2A 螺纹之最小有效径,也不可大于最大牙外径.所以有时客户会依此规定要求.当要求时,由于有割沟的限制,环规无法顺利检验,在螺纹的量测上须使用螺纹指示规.另有两项自攻螺丝螺纹特性值得一提的是:

螺纹成型之自攻螺丝由于其配合螺纹是挤压成型,因此螺丝之牙底径必需略小于预钻孔,以便有空间容纳工件上被挤压而出之材料.而且螺纹之剪断强度也会较大.螺纹切削之自攻螺丝由于其配合螺纹是切削成型,因此螺丝之牙底径必需略等于预钻孔,而其预置扭矩较小,破断强度及拉出强度也比较低.

自攻螺丝螺纹外径与测试铁板孔径比值

Type Hole Size Hole Size/d

A AB F,TT d A AB F TT A AB F TT

#2-32	#2-32	#2-56	0.086	0.076	0.076	0.073	0.075	0.884	0.884	0.849	0.872
#3-28	#3-28	#3-48	0.099	0.081	0.081	0.081	0.087	0.818	0.818	0.818	0.879
#4-24	#4-24	#4-40	0.112	0.086	0.086	0.096	0.098	0.768	0.768	0.857	0.875
#5-20	#5-20	#5-40	0.125	0.107	0.107	0.101	0.110	0.852	0.852	0.808	0.880
#6-18	#6-20	#6-32	0.138	0.116	0.116	0.120	0.120	0.841	0.841	0.870	0.870
#7-16	#7-19	...	0.151	0.129	0.129	...	...	0.851	0.851	...	...

#8-15 #8-18 #8-32 0.164 0.136 0.136 0.147 0.147 0.829 0.829 0.896 0.896
 #9-14 0.177 0.149 0.842
 #10-12 #10-16 #10-24 0.190 0.159 0.159 0.173 0.166 0.837 0.837 0.911 0.874
 #10-32 0.190 0.177 0.172 0.932 0.905
 #12-11 #12-14 #12-24 0.216 0.188 0.188 0.199 ... 0.868 0.868 0.921 ...
 #14-10 0.242 0.217 0.895
 ... 1/4-14 1/4-20 0.250 ... 0.217 0.228 0.219 ... 0.866 0.912 0.876
 1/4-28 0.250 0.234 0.936 ...
 #16-10 0.268 0.238 0.888
 #18-9 0.294 0.261 0.888
 #20-9 0.320 0.290 0.906
 ... 5/16-12 5/16-18 0.313 ... 0.272 0.290 0.277 ... 0.870 0.928 0.886
 5/16-24 0.313 0.295 0.944 ...
 #24-9 0.372 0.344 0.924
 ... 3/8-12 3/8-16 0.375 ... 0.328 ... 0.339 ... 0.875 ... 0.904

每寸牙数越多,组装时所需挤压或切削之材料就越多.因此机械螺纹一般比宽螺纹需更大之扭矩.但牙数越多,组装后之剪断强度越大,抗螺纹破断及螺丝拉出越佳.

3.2 头型 :

紧固件一端制成增大形状之部分形成的承面. ANSI/ASME B18.6.4 对自攻螺丝规定了 13 种标准之头型. 请参照 B18.6.4 第 1.2 段之规定.对螺纹成型及螺纹切削自攻螺丝而言,13 种中之 5 种 - 平顶埋头(Flat Countersunk), 扁圆埋头(Oval Countersunk), 盘头(Pan), 六角及六角华丝头(Hex and Hex washer Head)最为重要,这五种头型占了所有自攻螺丝几乎 90%以上,使用自攻螺丝应先考虑此五种头型.

另五种其它型式为平顶凹承面(Flat Undercut), 平顶整缘(Flat Trim), 扁圆凹承面(Oval Undercut), 扁圆整缘(Oval Trim)及圆柱头(岗山头 Fillister)为比较次要头型,而香菇头(Truss), 圆头(Round)及 100 度平顶埋头为新设计所不取,盖其功用可为其它头型所取代,盘头可取代香菇头及圆头, 82 度平顶埋头可取代 100 度平顶埋头.

螺纹滚成自攻螺丝头型之选择与上同,使用主要考虑为平顶,扁圆顶,盘头,六角头及六角华司头五种.

钻尾螺丝以平顶,扁圆顶,盘头及六角华司头最为普遍,六角头之所以不使用,实因在钻孔过程中,需施压力于旋紧工具上以支撑工具进行钻孔作业.因此都使用十字平顶,扁圆顶,盘头或六角华司头.

虽然美国国家标准只规定 13 种标准头型,但其它头型在商业用途上依然可使用,如乾墙螺丝所使用之喇叭头,薄饼头及其它依设计使用之特殊头型,制造商可依其它资料制造.

承面 - 支撑或定位结件的部分,通常通过承面来装卸螺丝.承面有两种基本类型,平型承面(与结件杆部垂直)和锥型承面(与结件杆部形成角度)前者在多数情况下为承受作用于结件的负荷力而服务,后者除延续平型承面相同的功用外,还可用于定位.有锥形承面的结件通常所指的是埋头头型.头型不同应用,初步取决于承面的功能及头部传送转矩的能力.

常用平型承面的螺栓和螺栓类型

平头:可替代圆头和蘑菇头的新设计,头部低直径大,头部外围圆周沿接表示特性的高型边缘,使其对于高强度的扭矩发挥驱动作用,与穴头在头型方面有微小差别.

圆头:是过去最常用的头型.

顶柱头:标准的扁圆顶柱头的直径较圆头小,但由于槽深的关系因而比较高,较小的直径使作用于小面积的压力增大,可紧密组合于凸缘及增高的表层.由于在为保证集中性而设置的钻孔模具中打头,它们可以被成功的应用于内钻孔的穴中.

圆顶宽边头:因头下内切束缚和减弱了对于电线组成部分的磨损,因而最普遍的应用于电器及收录机中,为中低头型以其较充分的承面提供了较有吸引力的设计类型.

大圆头:也称椭圆顶宽边头,是一种低型,巧妙设计的大直径头型.当附加作用的组合公差允许时,可用于覆盖具有较大直径的金属板洞.也可建议用平头替代.

一字槽头型:这是一种创造性的防松头型,一旦组合不易解除,但却可用一般标准的螺丝起子起头.这项简单的设计通常可以解决组合中的成本问题,增加生产数量,为制造过程创造惊人的经济利益.

六角承穴头:一种具扳手头高兼有六角头型尺寸的结件.六角形完全由反孔的模具冷间成型,头部顶端有一处明显的凹陷.

六角承穴华司头:如标准的六角承穴头型,但同时在头部基底有一华司面起到保护装配的完成,以免扳手损坏.有时候事物的作用远比外观重要.

六角头:这是一种扭矩作用于六角头部的标准类型,有将锐利的尖角修整到接近公差范围的特点.可被推荐于一般商业用,也可适用于各种标准的模式和各种螺纹直径.因其必需的第二道工序使其比一般六角承穴贵.

承窝头：圆柱体头部内有较深的六角承穴，常见的有高强度承窝头的 Cap Screw。较深的承穴使高转力矩作用于结件上。

十二点：高圆柱体头型上布十二个外点，有华司面承受施予结件的负荷。由于设计上为提供高度的扭矩带来便利，因此常用于高强度的结件。

梅花头：一中等高度的六角小叶型头型兼带华司承面。它的设计包括直面与华司面垂直，扭矩承面在圆形突出的部分(小叶中)传输力矩。这样的设计最高程度的利用了外驱动系统，使力矩能够发挥到极至。高转力矩的传输没有改变头部自身。

常用锥形承面的螺栓和螺栓类型

平顶埋头 - 标准角度为 80~82 度,用于表面需紧密接合的紧固件.承面部位可提供良好的中心性.

扁圆埋头 - 全称为“Oval Countersunk”,这种头形类似于标准的平顶埋头,但应用更广泛.另外,一个圆形,整齐的上表面,设计上也更吸引人.

小平顶埋头 - 和标准的平顶埋头,扁圆埋头一样,头角为的 80~82 度,只是承头部位要小 1/3,用于简易产品或者特别短的长度.说得详细点,它用于标准的埋头孔,而且非常适用于紧密配合件.

平顶埋头(埋头 100 度) - 这种特殊的平顶埋头螺丝正逐渐应用于要求紧密配合的表面,建议在软的材质上以分解压力于更大和更少角度的表面,特别适用于铝,软塑料等.

3.3 驱动系统(Drive System) :

驱动系统,它的功能在于驱动及传送力矩将紧固件结合及松开.在整个系统中,扭矩的充分传送是使得紧固件变得实用最重要的一点.对有螺纹的紧固件来说,有两种基本的驱动系统,一个是外部驱动系统,一个是内部驱动系统.外部驱动系统其驱动要素是在整个头部,扳手在外面工作.而内部驱动系统其驱动要素是在紧固件的头部,扳手在里面操作.一般而言,内部驱动型对螺丝而言允许较高之扭矩.

外部驱动系统的头形：六角头,六角驱动系统,十二棱头驱动系统等.

一字槽是最古老的一种槽型,对所有的驱动系统来说这也是最普遍的,割沟制造方式有两种：一种是在完整头型之螺丝上以割沟机械修出割沟,另一种则是在成型锻造时一次成型.一次成型割沟比较经济,因为它无需二次加工,但在某些方面仍有问题,例如六角头或六角华

司头使用直接成型,则由于凹陷(Indented)处之故将使割沟深难以测量,更严重的是会减少螺丝与起子的接合面,直接成型用在圆头时,接合面不变,但是成型压力将迫使头径加大,特别是在割沟处两侧,在某些头型使用直接成型时,头部尺寸相当难以控制。

割沟为凹陷的一种型式,对所有头型除了平顶整缘及扁圆顶整圆外都是标准型式,对每种头型之割沟尺寸规定在 B18.6.4. 割沟特别适合于手工组合,但不适合半自动或全自动装配.这种驱动系统的效果取决于头部的高度和平整度,像平头和岗山头,这是因为头高越大,割槽越深,而头部越平整,驱动力就会更靠近头部的边缘,扭矩更有效.若在实际应用时,要求更高的扭矩,剪切是一个问题.即使是较深的结合,在驱动起子和一字槽之间也很难找到很好的配合.而目前存在于驱动器和紧固件之间的空隙,会引起不垂直性.当驱动器在外力作用下没有垂直时,起子会损坏一字槽的边缘而引起剪切. 头部越小或者越圆,这种现象越容易发生.

一字槽不太适用于快速安装,例如装配在线,驱动起子会从槽的一端滑到另一端,如果驱动起子的中心基本和紧固件的中心对齐,则驱动起子有效.如果没有对齐,那肯定会导致头部损坏,同样,驱动起子也可能旋落到表面,直接作用在紧固件上,引起损坏.随著扭矩加大的需要,也要求加载以防止剪切.

一字槽不存在制作问题,但在大多数情况下,也确实需要第二次割槽成形,驱动起子的有效性目前并没有问题.一字槽最适用于那些不要求高扭矩的地方,尤其是那些需要在许多不同的环境下装卸和调整的,最好的例子就是化油器上的调整螺丝.同样这种槽型也常用在易消耗的,需修理和拆卸的紧固件上,例如:割草机,旋转设备等等.

为了因应自动化装配的大量采用而发展出一些凹陷头型,其保留了高扭矩,作业容易且高速装配,同时有相当多之头型使用相当普遍, B18.6.4 承认了其中三种型式为标准.均为十字穴,分别为型 I 十字(Philips), 型 IA 米字(Pozidriv), 型 II (Frearson). 尺寸请参照 18.6.4 规定. 型 II 最早发展出来,接下来是型 I, 型 IA 则为型 I 之改良型,其中型 I 及型 IA 最为普遍,型 II 则需求越来越少.

十字槽源自十字形槽穴范畴,像十字路口.十字槽的边倾斜交于槽底部的中间,通常位于紧固件头部的中心.它相对比较深,能够帮助驱动起子校正.有时槽深已经到达紧固件的颈部,在这种情况下,紧固件的强度极限被潜在的削弱.它仅适用于从低到中的扭矩需要,因为它的无法避免的易滑出性,这也是由槽形的斜边造成的.总的来说,每英寸 1.7 磅 - 1 磅的扭矩,不会引起滑出,但超过这个数值的扭矩作用在十字槽上时,就会导致滑出,恶性循环.许多时候,这种恶性循环会使得紧固件的槽形彻底失去工作能力.这种恶性循环同样会引起驱动起子的损耗,在很多情况下工具的寿命都会缩短,增加成本.十字槽具备良好的校正性,适用于自动装配线.制作上没有任何问题,在头部成形时一次成形,不需要再做第二次加工.工具应用广泛.适用于手动和自动装配在线低扭矩要求的场合,例如:超薄钢板到薄钢板,薄钢板到软木,软塑料.

FREARSON RECESS 是另一种十字槽, 俗称“reed & price”槽。(参照 18.6.4 型 II 规定)它的设计非常类似于十字槽, 但是槽的边是垂直的, 而且底部是尖的. 因为这些细微的差别, FREARSON 具有比十字槽更优越的驱动性能, 但也同样会有一些缺点, 会有滑出现象. 这种驱动系统能够用于低到中扭矩要求的场所, 扭矩越大, 槽形和工具损坏程度越大, 目前制作没有问题.

由于这种驱动系统应用不是很广泛, 相应的驱动器供应有限, 在评估时需考虑到这一点. 凡是十字槽能够使用的地方, FREARSON 也能够使用, 有些场合不适宜用十字槽的, 也可以用.

米字槽是一种十字形槽穴, 它是在克服上述两种槽形的缺点上发展起来的. 基本设计类似于十字槽, 但有额外的凹槽, 俗称“肋骨”. 适用于低到中扭矩要求的场所, 相对于前两种槽形有很大的改善, 能够大大减少滑出的机率. 米字槽也要求 end-loading 以防止滑出, 但可以承受更高的扭矩而不会伤害槽和驱动起子. 由于其基本设计类似于十字槽, 具有良好的中心度, 适用于自动装配线. 米字槽的成型工艺类似于十字槽, 也是在头部成形时一次成形, 不需要第二次加工. 工具容易获得, 但要获得最佳效果, 应使用米字槽专用工具, 有些人尝试着用十字槽驱动工具, 但效果并不好. 由于米字槽的优越性, 凡是上述两种槽形能够应用的场合, 它都能用. 也能用在较大的扭矩, 例如重型薄板和薄板, 螺纹切割机和螺纹成型机, 可塑性材料做的紧固件, 和自动机器上的要求低扭矩的螺丝.

六角穴承窝驱动系统正如他的名字所表示的, 在紧固件的头部有一个六角形穴, 常用 Socket head cap screws”, 一种高强度紧固件. 六角穴适用于高扭矩的场合. 对这种驱动系统来说, 滑出不是问题, 但由于驱动扳手和紧固件之间的结合特性, 只用过几次, 穴和扳手就会变形. 为了保证结合, 穴和工具的尺寸都有一个通用的公差, 但这也只能减少实际表面接触, 和设施损耗. 这种类型的紧固件价格较高, 如果用在那些需要经常拆卸的场合, 将大大增加成本. 制作工艺上没有大问题, 为一次成形. 在这之前, 六角穴需要经过两道制程成形 - 钻孔和冲孔. 适用的工具称为“六角扳手”, 分为两大类, 短臂和长臂. 六角扳手是六角形棒钢弯曲成 L 形, 对于固定的尺寸, 长臂扳手长度比例比短臂扳手要大, 其有效性没有问题. 在自动装配在线, 也会用六角起子来驱动. 六角穴通常用于高扭矩的场合, 使用状况是否理想很大程度上取决于反覆使用的次数, 对于需频繁拆卸的紧固件, 它并不经济, 因为槽和工具易变形, 增加成本. 六角穴多用于中型设备和重型设备上装配用的高强度紧固件.

齿状六角穴头(SPLINE RECESS)基本上是圆形的, 在承窝内与紧固件轴平行的方向内有六个直角肋. 齿状六角穴头的应用与六角穴头的应用是一样的, 是用于高扭矩场合. 它的设计确是使六角穴头及工具的磨损降低到最小. 齿状六角穴头的主要缺点是在制造穴头及工具上. 穴头由于其设计复杂, 必须在紧固件打头时成形. 由于其有许多尖锐角度, 所以生产时极难控制在要求的公差内. 生产中用于制造穴头的工具寿命极短, 因此一般会增加紧固件成本. 对于生产驱动工具来说, 也有同样的问题. 由于供应商有限, 齿状六角穴驱动工具比前述任何驱动工具难以买到. 齿状六角穴头应用于高扭矩场合, 但由于制造困难经常产生供应问题 -

尤其需求量大时. 当选用驱动系统时应把供应短缺考虑进去.

TORX RECESS (梅花穴头): 梅花穴头是 Camcar 公司设计专利.它的设计解决了所有上述穴头驱动系统存在的问题.梅花穴头是一种六角叶片设计,具有直的内边及较浅的穴头. 这种设计的扭矩传递是面支撑而不是像大部分穴头的点支撑. 因此可使扭矩传递的效率提高.直边可消除扭转时的滑动趋势及端部负荷.这些均使梅花穴头在实践中有最好的驱动结合以传递扭矩.事实上由于梅花穴头一般比其它穴头浅,这意味著扭紧力不会因为穴头深度而产生损失.这种设计有著极其优良的特性使它成为自动装配在线理想的工具.在制造中亦无问题.穴头是在打头进程中成形的.由于梅花穴头有著许多圆弧,而不是直角,制造工具磨损也不明显.严格的公差保证了最大的结合.

另外梅花穴头有多个专利商可为用户提供多种货源.工具可从许多来源获得.梅花穴头对任何扭矩应用要求,无论对手动或自动装配均是极适用的. 它的设计可消除滑动, 因此可传递更大的扭矩,更长的穴头寿命及制造工具寿命.这些优点均可降低紧固件的成本.梅花穴头可以应用于大扭矩场合,尤其是重复使用,如重型机器及设备. 梅花穴头可用于自动装配.这是因为穴头不会因变形而需返工, 工具有很长的使用寿命,工人疲劳导致的操作错误也因此而减少.在应用中及自动工业上, 梅花穴头正越来越受欢迎. 梅花穴头适用于几乎任何高速装配的场合.

外六角 : 外六角驱动系统是通用头型并被广泛应用.它被用于多种扭矩要求的自动装配.其适用于中, 低扭矩场合.在高扭矩场合,同六角穴头的问题是一样的.这样紧固件头部将变形且驱动工具会磨损.因为压力而导致的裂纹,用于驱动六角头的套筒寿命经常很短. 这将大大增加紧固件的成本.

有两种类型的六角头驱动系统. 它们的制造不同. 六角凹头(INDENT HEX)是一种经济的头型.它是打头时一并成型的, 无需两次工序. 整缘六角头(TRIMMED HEX)是较贵的一种.打头后,再第二道工序加工六角面. 这会使角度更尖锐, 有利使用性能并且外观好看. 另外, 两种类型的六角头有时头部会开槽, 这样有必要时亦可用起子驱动.

驱动工具相当普及.外六角适用于手动, 自动装配的中, 低扭矩使用场合.额定扭矩一定要记住. 当紧固件及其驱动工具变形时, 其余系统应当重新检查. 外六角头紧固件在各种钢板的装配非常有用.

十二棱头 : 十二棱驱动系统是高强度外扳手系统主要用于飞机工业.十二棱设计是基于圆柱加上适度的顶点 - 正如名称所指 - 十二棱. 当用于飞机工业时,会沿头部中心钻孔至头部高度的 2/3 高处以减少重量.十二棱主要用于高强度紧固件.这种紧固件应用于大扭矩场合.这种头部的驱动是使用相同结构的套筒.十二棱系统一般优于外六角系统,但缺点是一样的. 紧固件驱动结合主要是在棱上而不是在面上. 当重复使用时, 棱易于磨损变成圆形而使紧固件扭转不动. 驱动套筒还有一个缺点. 因为这种结构紧固件所承受的扭矩反作用在套筒

内壁而导致开裂.这种紧固件本身很贵,该缺点亦增加其成本.十二棱结构的制造比许多其它类型的结构难,但它亦是打头中成型的.一般可取得驱动工具.十二棱驱动系统商业上用于高强度场合.尤其用于 COUNTERBORE 场合,重型机器及设备以及飞机上.

外梅花头:梅花驱动系统适用于所有外扳手驱动场合.梅花型驱动设计是六角叶状,有平行于紧固件轴线直边,高度适中.叶状在驱动时是面接触而不像其它大多数驱动系统为点接触.这使驱动力矩传递更有效率.梅花外驱动系统可用于任何扭矩要求,但它最适用与高,中扭矩场合.它的快速,方便与驱动工具自动及结合使它极适合于自动装配外梅花头型像其它外头型一样用套筒驱动.由于它是用支撑面有效传递扭矩,套筒基本上不会损坏,因此节约了驱动工具之成本,从而大大降低高速,大量应用时的紧固件成本.紧固件头部即使重复使用也绝不会变形.这节约了在装配时的紧固件成本,服务及返工.梅花设计头部易在严格公差内成型,所有制造也没有问题.工具也可从几个大的知名度很高的供应商买到.这种头型是解决自动装配问题包括工具损坏及紧固件变形的办法.梅花驱动适用于在手动或自动装配要求高扭矩的大多场合.梅花头可适用于装配,汽车,重型机器及设备.梅花头极适用于螺纹切削和螺纹成型自攻螺丝.这时多余扭矩是必须的场合.梅花头用途是多种多样的.

3.4 螺丝长度:对在组装时保证螺丝完全螺纹与结合件厚度之配合而言,螺丝长度选择非常重要.平均螺丝长度应等于结合长(组件总厚度)加上螺丝尾端.螺丝尾端为非完全螺纹部份再加上螺纹成型螺丝 AB 或 BP 型锥尾长度或钻尾螺丝钻尾长度.这些不同锥尾或钻尾长度各规范均有规定,且 B18.6.4 附录中有其计算公式.

例如我们要使用 1/4"-20 盘头螺纹成型自攻螺纹来组装一 0.25"厚及一 0.21"厚之平板,螺丝尾端最大长度为 0.175",螺丝长度公差为+0 -0.03".则螺丝长度应为 $0.25+0.21+0.175+0.03 = 0.665"$.因此应使用 3/4"长之螺丝.此时结合后暴露于另一端之长度为 $0.75-0.21-0.25 = 0.290"$,自攻螺丝一般适合于 1/8"长度之增加.

4 材料,热处理,最终处理及机械性能要求:自攻螺丝可由碳钢,不锈钢,铜或铝制造.而碳钢自攻螺丝占了绝大部份,甚至超过 95%,钢铁材料以外材质之自攻螺丝紧在 JIS B1055 附属书 2 中有机机械性能(硬度及扭力强度)的规定,其余并无国家规范或其它公认规范,对于机械性能一般由采购者和制造厂商协议而定.因此本文所讨论之问题,几乎集中在碳钢材料.

4.1 材料:碳钢自攻螺丝由低碳钢所制成,当客户有要求时,亦有使用中碳钢制造者.但大部份使用 C1018 - C1022 材料(这是因为含碳量要在 0.15%以上在热处理上起作用).原材料线材大都经伸线→退火或球化→精伸线等过程以符合其成型条件.规定材料成份如下:

英制 1 自攻螺丝材料化学成份

自攻螺丝规格 分析 2 成份限制,依重量百分比 %

碳 锰

4 或更小 炉内分析 0.13 - 0.25 0.60 - 1.65

制品检查 0.11 – 0.27 0.57 – 1.71

5 到 1/2 英寸 炉内分析 0.15 – 0.25 0.70 – 1.65

制品检查 0.13 – 0.27 0.64 – 1.71

1.公制螺丝并无特别要求及限制其化学成份.

2.炉内分析只提供订单信息用.制品检查为考虑螺丝心部的碳化物之偏析.

4.2 热处理：自攻螺丝需经渗碳热处理以获得非常硬之表面以便进行螺纹攻入成型或切削.经渗碳及调质热处理后,规范上所要求之机械特性有:

表面硬度：一般自攻螺丝渗碳后表面应有 45 HRC 以上之硬度,以便能攻入铁板中.钻尾螺丝的表面硬度及心部硬度要比一般自攻螺丝高一点(J78 要求表面硬度须有 50~56HRC),这是因为钻尾螺丝多了一个钻孔之作业.为达日常测试或快速检查之目的,表面硬度可以使用 HR 15N ,Knoop 或微克氏微小硬度检查.这些方法的选择取决于制品可测试面积的尺寸.制品表面应予轻微的处理后,再测试硬度值.如果硬度值低于规定时,可参考下列叙述之方法:使用 500g 荷重之 Knoop 或 300g 之微克氏微小硬度机在制品表面下 0.002 英寸之位置读取硬度值,如果全渗碳深度为 0.004 英寸和以下时,可以使用 100g 荷重在表面下 0.001 英寸之位置测试.当检测表面硬度和渗碳深度时,为确保镶埋材料能适当支撑,读值将取自从中心到超过中心线的范围内之纵剖面测量.样品应能在镶埋材料中得到适当的支撑.测试时在显微镜上量测样品截断面之外径时,最少应有原样品外径 95 %以上.

渗碳深度：渗碳深度相当重要,渗碳太浅,螺丝无法正确进行组装作业,渗碳太深,中心之扭矩及延展性会受到影响.一般自攻螺丝渗碳深度的测试须在螺丝截断面的中点(最少应有原样品外径 95 %以上)的牙山上的中点上量测,ISO 2702 规定小于 ST 3.9 的螺丝可以在牙谷处往中心部量测.

回火后心部硬度：心部硬度应在螺丝截断面上靠近尾端之完全的牙底径(平行处)处由牙底径至半径的中间点处测量.

显微组织：以金相法检视时,表面与心部间应无带状肥粒铁产生.肥粒铁显现表示热处理不完全(加热温度不足;或淬火速度过慢导致肥粒铁先析出于晶界).对于有强度要求者可能降低其特性.

公制三角牙自攻螺丝热处理后之硬度要求 单位: mm

要求项目 尺寸 SAE J1237 DIN 7500

表面硬度 所有尺寸 45 HRC Min. 450 HV Min(1)

心部硬度 所有尺寸 28 ~ 38 HRC 240 ~ 370 HV(2)

渗碳深度 M2 ~ M2.5 0.05 ~ 0.18 0.04 ~ 0.12

M3 ~ M3.5 0.05 ~ 0.18

M4 ~ M5 0.10 ~ 0.23 0.10 ~ 0.25

M6 ~ M8 0.13 ~ 0.28 0.15 ~ 0.28

M10 0.15 ~ 0.32

M12 ---

(1) 使用 HV 0.3 荷重测试. (2) 使用 HV 5 荷重测试. (3) SAE J1237

公制宽牙自攻螺丝热处理后之硬度要求单位: mm

要求项目 尺寸 ISO 2702 DIN 7504 DIN 267/12 JIS B1055

表面硬度 所有尺寸 450 Min(1) 560 Min(1) 450 Min(1) 450 Min(1)

心部硬度 所有尺寸 270 ~ 390 (3) 270 ~ 425 (2) 270 ~ 390 (1) 270 ~ 390

渗碳深度 ST2.2 ~ 2.6 0.04 ~ 0.10 --- 0.04 ~ 0.10 0.04 ~ 0.10

ST2.9 ~ 3.5 0.05 ~ 0.18 0.05 ~ 0.18 0.05 ~ 0.18 0.05 ~ 0.18

ST3.9 ~ 5.5 0.10 ~ 0.23 0.10 ~ 0.23 0.10 ~ 0.23 0.10 ~ 0.23

ST6.3 ~ 8.0 0.15 ~ 0.28 0.15 ~ 0.28 0.15 ~ 0.28 0.15 ~ 0.28

(1) 使用 HV 0.3 荷重测试. (2) 使用 HV 0.5 荷重测试. (3) ST3.9(含)以下使用 HV 5 荷重测试, ST4.2(含)以上使用 HV 10 荷重测试

英制自攻螺丝热处理后之硬度要求

要求项目 尺寸 SAE J78 SAE J81 SAE J933

表面硬度 所有尺寸 50 ~ 56 HRC 45 HRC Min. 45 HRC Min.

心部硬度 所有尺寸 32 ~ 40 HRC 28 ~ 38 HRC 28 ~ 38 HRC(2)

全渗碳深度(1) # 4 到 # 6 0.002 - 0.007"

8 到 # 12 0.004 - 0.009"

1/4 或以上 0.005 - 0.011"

(1)全渗碳深度之测试位置,应位于螺纹牙腹上牙山到牙底的中点. 当使用 500g 荷重之微小硬

度机测试读值转换到 HRC 值时,其最大渗碳深度不可超过 42 HRC.

(2)硬度应不超过最大值,且最好不大于 Rockwell C36 以确保组装与使用时不致损毁.

4.3 表面处理 : 大部份自攻螺丝之表面被覆系使用镀锌或磷酸锌披覆. 镀镉因其高成本和毒性因此使用的很少,如果外观是很重要的话,可以选择镀镍或铬. 表面处理会产生两项问题: 其一为,表面处理不仅会加大尺寸(例如孔穴的缩小等)且不同的表面处理会影响扭矩,旋紧程度,强度间之关系,所以在做攻入试验时须依镀锌,镀镉或磷酸盐处理做不同之规定. 在测试适用攻钻孔径时,所使用之螺丝必需是同一表面处理之螺丝. 其二为,高硬度,小尺寸之自攻螺丝常因氢脆化导致使用失败. 自攻螺丝为了要攻入铁板中,不得不予渗碳处理. 在渗碳处理会产生高硬度及高碳含量,当以此状况做电镀或酸洗处理时会产生氢脆化. 规范上所建议消除氢脆的方法为:

a). 电镀或酸洗处理后 1 小时内实施烘烤.

b).温度 375 ~ 425 oF(190 ~ 220 oC).

c).时间至少 4 小时.

氢脆化测试：氢脆化测试主要是要测试自攻螺丝是否残留氢在螺丝组织中及是否会使得螺丝产生脆化,(通常脆断不是一下子就发生,且须施予一定之应力才会显现出来)电镀或披覆之螺丝应装入如表 3 所规定之测试铁板和钢制的平华司中,突出头型螺丝头下承面使用标准的平华司,埋头型(Oval)螺丝使用一相配合之有倒角间隔钢片.装在头下承面之平华司或 间隔片的厚度应能符合螺丝的最大无效牙长度.对于半牙之长螺丝,其柄部可以使用较长之冷轧钢制的间隔片或平华司支撑,以保证完全牙部份可以结合并维持在测试铁板厚度中.螺丝应被锁紧到最大破断扭矩的 80% ,破断扭矩是以锁紧 5 支螺丝至破断以其平均值决定,继续保持锁紧持续 24 小时后,再将螺丝旋松后再旋至原锁紧扭力,螺丝应无明显的失败.

注: SAE J81 及 J1237 已有规定锁在已攻牙之内螺纹中且规定锁紧之扭矩值.

5 自攻螺丝之功能性：自攻螺丝之功能性包括有延展性(Ductility);攻入测试(Drive Tese);攻入扭矩(Drive Torque)及攻速测试(Drive Speed)等.如下所述:

延展性(Ductility)：自攻螺丝经渗碳处理→淬火→回火后,为免因热处理不当导致过硬而脆性增加致破断,通常须测试其延展性(韧性)状况.测试方法为将螺丝样品置入一经硬化处理且呈某一角度角度的测试座中,或其它适当的设备,测试座的孔穴依 ASME B18.6.4 规定应比螺丝公称直径大 0.020 – 0.040 英寸(0.5 – 1.0mm).施以轴向压力于螺丝头顶部,压力应持续直到头下承面与螺丝轴心呈现某一角度的永久弯曲.本测试可以使用琅头重复打击直到永久弯曲.若头部分离即予拒收

各规范所规定之延展性测试角度

F.I.P.

1000 SAE

J78 SAE

J81 ASME

B18.6.4 SAE

J1237 JIS

B1055

100 50 70 100 100 100 ~ 150

攻入测试 (Drive Tese)：攻入测试为自攻螺丝最主要之特性,当自攻螺丝无法攻入组合之铁板中则将失去其主要功能.因此各规范中均规定须做攻入试验.B18.6.4 规定了尾型 AB, B, BP, C, D, F, G 和 T(BF,BT,BG 不在此限)须作组装测试.在测试时,螺丝必需旋进一依规定硬度,厚度且钻有预钻孔之钢板中,旋进时螺纹需无可目视之变形,在测试时无扭矩限制.至于三角牙之螺丝(参阅 SAEJ78 , J1237 , FIP 1000 , DIN 7500) 在组装测试方面,不仅要求旋进时螺纹需无可目视之变形,同时还规定组装测试时之扭矩上限.

英制规格自攻螺丝之测试铁板厚度及孔径尺寸

自攻牙(宽牙) 机械牙

Type A Type B 规格 Type D,F,G,T Type TT

(三角牙)

规格 板厚 孔径 规格 板厚 孔径 板厚 孔径 板厚 孔径

#2-32	0.048	0.076	#2-32	0.048	0.076	#2-56	0.078	0.073	0.125	0.075
#3-28	0.048	0.081	#3-28	0.048	0.081	#3-48	0.094	0.081	0.125	0.087
#4-24	0.048	0.086	#4-24	0.048	0.086	#4-40	0.109	0.096	0.125	0.098
#5-20	0.048	0.107	#5-20	0.048	0.107	#5-40	0.109	0.101	0.125	0.110
#6-18	0.075	0.116	#6-20	0.075	0.116	#6-32	0.140	0.120	0.125	0.120
#7-16	0.075	0.129	#7-19	0.075	0.129	...	...	...	...	...
#8-15	0.075	0.136	#8-18	0.075	0.136	#8-32	0.140	0.147	0.188	0.147
#9-14	0.075	0.149	...	...	...	...	...	...	...	...
#10-12	0.125	0.159	#10-16	0.125	0.159	#10-24	0.188	0.173	0.188	0.166
...	...	...	#10-32	0.188	0.177	0.188	0.172	...	...	...
#12-11	0.125	0.188	#12-14	0.125	0.188	#12-24	0.188	0.199	...	...
#14-10	0.125	0.217	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	1/4-14	0.1875	0.217	1/4-20	0.250	0.228	0.250	0.219
...	...	...	1/4-28	0.250	0.234	...	...	...	...	...
#16-10	0.1875	0.238	...	...	...	...	...	...	...	...
#18-9	0.1875	0.261	...	...	...	...	...	...	...	...
#20-9	0.1875	0.290	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	5/16-12	0.1875	0.272	5/16-18	0.313	0.290	0.312	0.277
...	...	...	5/16-24	0.313	0.295	...	...	...	...	...
...	...	...	3/8-12	0.188	0.328	3/8-16	...	...	0.375	0.339

1.铁板之要求为 0.23%以下之低碳钢制成,板厚公差 $\pm 0.002"$; 孔径公差 $\pm 0.001"$; 硬度 70~85 HRB. 尺寸参照 ANSI B18.6.4 ; FIP 1000 ; SAE J81 ; J933.

2.TYPE C 使用之铁板尺寸与 TYPE A 相同.

公制规格自攻螺丝之测试铁板厚度及孔径尺寸

自攻牙(宽牙) 机械牙(三角牙)

DIN 267/12 JIS B1055 规格 DIN7500 SAE J1237

规格 板厚 孔径 板厚 孔径 板厚 孔径 板厚 孔径

ST2.2 1.3-1.2 1.96-1.91 1.30-1.17 1.955-1.905 M2 2.0 1.8 3.0 1.77

ST2.6 -- 2.235-2.185 M2.5 2.5 2.3 2.25

ST2.9 1.3-1.2 2.47-2.42 2.465-2.415 M3 3.0 2.75 2.70

ST3.3 -- 2.730-2.680 M3.5 3.5 3.2 3.15

ST3.5 2.1-1.9 2.98-2.93 2.06-1.85 2.970-2.920 M4 4.0 3.6 5.0 3.60

ST3.9 3.29-3.24 3.290-3.240 M5 5.0 4.6 4.55
 ST4.2 3.49-3.44 3.480-3.430 M6 6.0 5.5 6.0 5.40
 ST4.8 3.2-3.1 4.08-4.03 3.23-3.10 4.065-4.015 M8 8.0 7.4 8.0 7.30
 ST5.5 4.79-4.74 4.785-4.735 M10 10.0 9.3 10.0 9.20
 ST6.3 5.1-4.7 5.53-5.48 5.05-4.67 5.525-5.475 M12 -- -- 12.0 11.00
 ST 8.0 6.94-6.89 6.935-6.885

JIS B1055 之铁板碳含量在 0.23% 以下之低碳钢，硬度为 70 ~ 85 HRB (125 ~ 165 HB)。

SAE J1237 之铁板为低碳钢制成,硬度为 75 ~ 90 HRB。孔径公差 $\pm 0.025\text{mm}$ 。

DIN 267/12 之铁板硬度为 72 ~ 87 HRB。DIN 7500 之铁板厚度及孔径公差无规定。

各规范对最大旋入扭力测试之要求

尺寸 DIN 7500 SAE J1237 FIP 1000 尺寸 SAE J81 FIP 1000

N.m N.m lb-in lb-in lb-in

Phos. Zinc Phos. Zinc Phos. Zinc Phos. Zinc

M2×0.4 0.3 0.4 0.6 4 5 # 2-56 4.5 6 4.5 6

M2.5×0.45 0.6 0.8 1.0 7 9 # 3-48 7.5 9.5 7.5 9.5

M3×0.5 1.0 1.3 1.7 11 15 # 4-40 9 13 9 13

M3.5×0.6 1.6 1.9 2.4 17 21 # 5-40 12 16 12 16

M4×0.7 2.4 2.6 3.4 22 30 # 6-32 14 20 14 20

M5×0.8 4.7 4.8 6.0 42 53 # 8-32 25 32 25 32

M6×1.0 8.0 7.5 9.2 66 81 #10-24 35 52 35 52

M8×1.25 20 16 20 142 177 #10-32 -- -- 35 52

M10×1.5 39 28 35 248 310 1/4-20 90 120 90 120

M12×1.75 -- 46 55 -- -- 5/16-18 180 240 180 240

3/8-16 240 300 240 300

扭力强度测试：所有尺寸及型式的自攻螺丝均需作扭矩测试,测试时将螺丝装入于一盲孔的固定装置中(最少 2 个螺纹),螺丝头露在外面(最少 2 个螺纹),使用一经校正过且显示精度低于 $\pm 2\%$ 之扭矩设备施以扭矩直至螺丝断裂(通常破断处位于螺丝柄或头颈交接处),所测出之扭矩至少需等于规定值或更高者为合格。

各规范对公制自攻螺丝机械牙扭力强度之要求

尺寸 DIN 7500 SAE J1237 FIP 1000

TY, F, T 三角牙

N.m Min N.m Min lb-in Min lb-in Min

M2×0.4 0.5 0.7 4 6

M2.5×0.45 1.0 1.2 10 11

M3×0.5 1.5 2.2 18 19

M3.5×0.6 2.3 3.5 27 31

M4×0.7 3.4 5.2 41 46
M5×0.8 7.1 10.5 83 93
M6×1.0 12 17.7 142 157
M8×1.25 29 43.0 354 380
M10×1.5 59 87.0 -- 770
M12×1.75 -- 152.0 -- --

各规范对公制自攻螺丝自攻牙(宽牙)扭力强度之要求
尺寸 ISO 2702 JIS B1055 DIN 7504 DIN 267/12

Min. Nm Min. Nm
ST 2.2 0.45 -- 0.45
ST 2.6 0.90 --
ST 2.9 1.50 1.50
ST 3.3 2.00 --
ST 3.5 2.70 2.80
ST 3.9 3.40 3.40
ST 4.2 4.40 4.50
ST 4.8 6.30 6.50
ST 5.5 10.00 10
ST 6.3 13.60 14
ST 8.0 30.50 -- 31

4.3 SAE J81 :

混合了 ANSI/ASME B18.6.4 及 SAE J933 之对螺纹成型自攻螺丝之要求, SAE J81 包含材料选择, 热处理要求, 渗碳深度, 表面及心部硬度. 一般而言与 J933 大致相同. 它又包含了电镀后之烘干处理要求. 组装及扭矩测试一样需要要求. 另增加了抗拉强度之规定, 旋紧负荷, 保证扭矩, 延展性及氢脆化测试.但是多加了抗拉强度 135,000 psi 要求.

六角及六角华司头(有足够长度)螺丝需作垂直抗拉强度测试. 另外尚需加测旋紧负荷, 保证扭矩. 测旋紧负荷时螺丝应组装在一与组装测试相同之钢板上用力旋紧至规定之扭矩值. 扭矩值应略为超过扭矩测试扭矩规定之下限. 在承受此种扭矩下, 螺丝不应破断.

所有螺纹成型螺丝应做延展性测试, 将螺丝头弯曲与轴呈7度角. 同时电镀螺丝应作氢脆化测试, 将螺丝依规定之扭矩旋入预置孔旋紧并保持 24 小时而螺丝不断头者合格(此值约等于扭矩测试规定下限之 75%).

最后一个定义是 J81 承认

4.4 SAE J78 :

4.5 FIP 1000 :

5 螺丝选择及适用 :

使螺丝可以组装之力量-称为旋入扭矩(Drive Torque)-并成型或攻出配合螺纹, 如果在力量持续状况下, 螺丝将会密合, 旋紧, 同时再继续下去将会超过-称为极限扭矩(Ultimate Torque)-螺丝将产生破断, 扭断, 螺纹扯裂(打滑)或自结合工件脱出.

在使用所有自攻螺丝前, 最重要的问题是: "正确的旋紧扭矩是多少? 多大的扭矩使螺丝得以旋紧而不致使螺丝或结合工件有所损害?". 非常明显的是旋紧扭矩必然介于旋入扭矩及极限扭矩之间. 且无理由的建议使用两者之中点. 有几个因素会影响到旋转扭矩及极限扭矩, 比较重要的因素是螺丝型式, 尺寸, 结合工件成份及硬度, 结合工件厚度及预钻孔之准备方式, 其中最受争议的是预钻孔配合螺丝的尺寸, 有趣的是, 其它因素都会影响预钻孔之尺寸. 因此预钻孔是设计最后决定的因素, 而且最重要. 如果预钻孔太大, 螺丝可以轻易旋入, 但会破坏结合完整性而导致螺丝在未到极限扭矩时即产生脱出. 如果预钻孔太小, 则旋入扭矩会加大甚至有扭断的危险. 就算螺丝已经密合且旋紧, 但是在旋入扭矩及极限扭矩间差别太小可能会导致组合失败.

各项因素影响预钻孔而产生之扭矩问题应该依照旋入扭矩及极限扭矩来决定"旋紧扭力到底是多少?"

5.1 螺丝型式 :

通常, 我们可以很轻易的从使用环境因素来决定到底要使用螺纹成型, 螺纹切削, 螺纹滚成或钻尾自攻螺丝, 例如 :

- 螺丝结合后必需负担外部负荷否?
- 结合件材料为何? 钢? 铸铁? 铝? 塑料? 木头或其它?
- 结合件厚度为何?
- 螺丝用于贯穿孔或盲孔?
- 如用于贯穿孔, 孔后之清洁因素重要吗?

- 攻牙碎屑或钻孔碎屑可以接受吗?
- 预备孔之加工系以钻孔? 切削? 击打或锻造?
- 螺丝之组装系手工装配? 半自动或全自动装配?
- 组合之后是否需要拆卸?
- 使用环境是否具腐蚀性?
- 螺丝成本为何? 组装成本为何?

相同称呼径自攻螺丝宽螺纹及机械螺纹其牙部外径不同。一般而言，预备孔尺寸也不一样，通常，我们只需要两组不同尺寸之预备孔，一组适用于机械螺纹之螺纹成型及螺纹切削自攻螺丝，另一组适用于宽螺纹之螺纹成型及螺纹切削自攻螺丝。螺纹滚成及螺纹成型螺丝之预备孔亦可适用于螺纹切削螺丝，这是因为在所有条件相同之下，切削所需扭矩小于成型所需扭矩。

5.2 螺丝尺寸：

在构造用组合中，好的设计通常建议如果螺栓螺帽之组合在组合作业施力过大或使用场合应力负荷过大导致结合失败时，应使螺栓破断且螺纹不应扯裂。相同的观念一样适合于自攻螺丝之组装。特别是用在有应力负荷的场合中。如果组合失败，应该是螺丝破断而非螺纹损坏或拉出。

抵抗螺纹损坏及拉出之功能由材料强度及螺纹剪应力面积提供，易言之，系由螺丝尺寸，作用螺纹长度及配合螺纹重迭深度控制，螺纹作用长等于结合工件厚度。螺纹重迭深度由预备孔孔径决定，另一决定因素-螺丝尺寸则决定了扭矩及抗拉强度。

在任何结合厚度下，增大螺丝尺寸会增加拉应力负荷面积与螺纹剪应力负荷面积之比值，常导致螺纹扯裂或拉出。如减小螺丝尺寸则比值减少，但旋入扭矩会增加造成螺丝扭断，因此如何平衡抗拉强度抵抗螺纹扯裂或拉出有赖于决定螺丝尺寸和使用之工件厚度。

在钢制英美统一螺纹扣件中，我们通常会发现螺纹结合长度约等于一倍扣件直径 D ，用来防止螺纹扯裂，这对螺纹切削螺丝而言，看起来也是满合理的。因为预钻孔之最小径与螺帽最小径一样，螺丝尺寸等于或小于材料厚度可以防止螺纹扯裂。实用上，由于螺纹切削螺丝攻牙之抵抗力小，可以使用在 1.5 倍径或更厚的材料上。而螺纹滚成螺丝由于阻力较大，因此建议使用 1.1 倍径之材料厚度。对螺纹成型螺丝而言，由于其使用宽螺纹及高扭矩，因此很难决定使用多大尺寸螺丝以防止螺纹扯裂或拉出。幸运的是，大多数螺纹成型螺丝很少用在高负荷的场合，因此，在防止螺纹扯裂或拉出以 1.3 倍径配合材料厚度是合理的选择。

让我们以一例作一总结：如果我们使用材料的厚度是 0.125”，那么我们首先考虑的是#6 螺纹滚成螺丝($1.1 \times .125 = .137$)，#5 螺纹切削螺丝($1 \times .125 = .125$)，#8 螺纹成型螺丝。在有螺纹扯裂或拉出之顾虑的场合下，#6 螺纹滚成螺丝使用材料厚度不能小于 0.125”($.138/1.1$)，#6 螺纹切削螺丝 0.138”($.138/1$)，#6 螺纹成型螺丝 0.106”($.138/1.3$)。

上述建议系以铁板为基准。而其它材料之使用应以材料对剪力影响作相对调整。最重要的是上述建议系假设预钻孔为标准尺寸。

5.3 材料硬度及厚度：

很明显的, 组合材料的硬度越大或厚度越厚所需要的扭矩就越大. 因此预钻孔也需加大, 但是, 预钻孔尺寸限制之调整只能在调整一个相当窄的范围.

通常适当之孔径约在螺丝螺纹中点以便保持攻钻时螺纹之叠合, 而且孔径限制不能大到螺纹高度之 75%以上. 在小螺丝方面, 有一些调整的可能性. 如#8 宽螺纹螺纹高度只有 0.022". 如孔径只提供到螺纹一半高度时则螺纹切削螺丝攻入组件之螺纹叠合高只有 0.011", 而螺纹成型及螺纹滚成自攻螺丝会因为挤压之故其螺纹叠合高会多一点. 孔径提供到螺纹 75%高度时则螺纹切削螺丝攻入组件之螺纹叠合高只有 0.005", 而螺纹成型及螺纹滚成自攻螺丝也不致于多太多. 这表示孔径之调整范围只有 0.010".

对更硬或更厚之材料来说, 应选择较大之螺丝并降低旋入扭矩而不是加大孔径来允许较小之螺丝可以组装.

F.I.P 1000 (Fastener Inspection Products)

自攻螺丝的性能规定(Tapping Screw Performance Specifications)

1 延展性试验

1.1 适用范围 : 所有种类自攻螺丝

1.2 测试目的 : 检查产品在组装旋转或旋紧或在上述过程受到冲击应力时是否会产生头部脆断之危险.

1.3 测试装置 : A.延展性测试座. B.小铁鎚.

1.4 建议最少测试量 : 每批 8 支,每批批量不超过 250M PCS.

1.5 测试程序 : A.将螺丝置入测试座中适当之孔内.B.以铁鎚击打头顶使测件之承受面与测座之座面符合. C.检查.

1.6 不良 : 如果头与螺丝柄完全分离者为测试不良.

1.7 产品不良因素 : A.心部硬度太高. B.渗碳层太深. C.冲孔太深.

D.头下内圆径太小.

2 扭力强度试验

2.1 适用范围 : 所有种类自攻螺丝

2.2 测试目的 : 检查产品因为扭力不足在组装旋转或旋紧扭断.

2.3 测试装置 : A.螺丝夹具. B.夹具夹持座.C. 螺丝测定固定座.D. 精度在 2%内之扭力扳手.

2.4 建议最少测试量: 每批 4 支,每批批量不超过 250M PCS.

2.5 测试程序 : A.将螺丝置入测试夹具中再将夹具置入夹具支持座,螺丝至少应有两牙在夹具中,两牙在夹具外. B.将支持座固定在测定固定座上. C.扭转扳手直到螺丝扭断. D.记录破坏值.

2.6 不良 : 螺丝扭断值小于规定值.

2.7 产品不良因素 : A.心部硬度太低. B.表面硬度太低. C.有效渗碳层不足.D. 最小径(牙底

径)太小.

3 攻入试验

3.1 适用范围：除 Type 25 外之所有种类自攻螺丝

3.2 测试目的：检查产品是否会因组装时螺纹崩坏而致组合失败.

3.3 测试装置：A.测试钢板. B.扭转工具(可使用电动工具,但不能超过 500rpm).

3.4 建议最少测试量: 每批 4 支,每批批量不超过 250M PCS.

3.5 测试程序：A. 将螺丝锁入测试钢板直到第一个完整螺纹通过钢板,Plain 的螺丝可上少许油.B. 检查螺纹是否崩坏.

注：本测试可与旋入扭力测试及氢脆化测试一起实施.

3.6 不良：螺丝旋入后螺纹崩坏.

3.7 产品不良因素：A.有效渗碳层不足. B.渗碳硬度太低. C.测试钢板太硬.D. 测试孔太小.

4 旋入扭力试验

4.1 适用范围：螺纹滚成(三角牙)自攻螺丝

4.2 测试目的：检查产品是否因组装时旋入扭力过高而致组合困难.

4.3 测试装置：A.测试钢板. B.精度在 2%内之扭力扳手.

4.4 建议最少测试量: 每批 4 支,每批批量不超过 250M PCS.

4.5 测试程序：A.将螺丝以扭力扳手旋入测试钢板直到第一个完整螺纹通过钢板,Plain 的螺丝可上少许油.B.记录最高扭力值.

注：本测试可与旋入测试及氢脆化测试一起实施.

4.6 不良：螺丝旋入最高扭力大于规定值.

4.7 产品不良因素：A.螺纹滚成时未适当成型. B.渗碳硬度太低. C.渗碳深度不足. D.测试钢板太硬.E.测试孔太小. F.产品需上油或上腊.

5 氢脆化试验

5.1 适用范围：所有电镀自攻螺丝

5.2 测试目的：提早发现以预防电镀自攻螺丝因为氢脆化而在锁紧后 24 小时崩坏.

5.3 测试装置：A.测试钢板. B.精度在 2%内之扭力扳手.C.平面华司.

5.4 建议最少测试量: 每批 8 支,每批批量不超过 250M PCS.

5.5 测试程序：A.以扭力强度之平均为基准,将之乘以 80%为锁紧扭力.B. 将平面华司套入螺丝再将螺丝旋入测试钢板,旋紧至锁紧扭力,并置放 24 小时.C.将螺丝旋松后再旋紧至锁紧扭力.

5.6 不良：从测试开始至测试终了,不可有任何螺丝断头.

5.7 产品不良因素：A.电镀后未烘干. B.螺丝以太高之锁紧扭力锁紧. C.未套入华司造成夹紧扭力过高. D.孔深太深.

6 攻速试验

6.1 适用范围：仅用于自钻螺丝

6.2 测试目的：发现自钻螺丝攻速太慢或因生产问题导致之攻钻问题.

6.3 测试装置：A.攻速试验机. B.测试钢板,厚 0.060” - 0.064”,硬度 HRB 60 - 85.

6.4 建议最少测试量:

a. 5,000 支以下 6 支.

b. 5,001 - 15,000 支 12 支.

c. 15,001 - 50,000 支 18 支.

d. 50,001 - 250,000 支 25 支.

注：每批批量不超过 250,000 支.

e. 如果依上述抽样测试有一支超过最低攻速要求时,可依下列抽样计划实施双倍检验.

抽样数 慢攻速 1 过慢攻速 2

12 1 0

24 1 0

36 2 1

50 3 1

注 1：“慢攻速”专指样品超过最大攻钻时间但不超过两倍.

2：“过慢攻速”专指样品超过最大攻钻时间两倍.

6.5 测试程序：A.将试件装上测试机.B. 调整测试机以便试件在攻穿钢板并超过一个完整牙时,测试机可以停止并记录穿透时间. C.记录测试时间.

6.6 不良：依上述抽样表测试时,测试时间超过规定值.

6.7 产品不良因素：a. 样品钻尾毛边 e. 测试钢板太厚

b. 渗碳硬度太低 f. 轴向荷重太紧

c. 渗碳深度不足 g. 攻速太慢

d. 测试钢板太硬 h. 表面被覆太厚

7 自攻螺丝测试钢板选择表

7.1 Type A

尺寸 延展性测试

最小角度 最低扭矩强度

1b-in. 测试钢板(HRB 70 - 85)

厚度 0.002 孔径 0.001

2-32 10 4 0.048 0.076

3-28 10 9 0.048 0.081

4-24 10 12 0.048 0.086

5-20 10 18 0.048 0.1065
6-18 10 24 0.075 0.116
7-16 10 30 0.075 0.1285
8-15 10 39 0.075 0.136
9-14 10 43 0.075 0.149
10-12 10 48 0.125 0.159
12-11 10 83 0.125 0.1875
14-10 10 125 0.125 0.2165
16-10 10 152 0.1875 0.238
18-9 10 196 0.1875 0.261
20-9 10 250 0.1875 0.290
24-9 10 492 0.1875 0.3438
最低样本数 8 4

7.2 Type AB, B, BT

尺寸 延展性测试

最小角度 最低扭矩强度

lb-in. 测试钢板(HRB 70 - 85)

英制 公制 厚度 0.002 孔径 0.001

2-32 M2.2x0.79 10 4 0.048 0.076
3-28 10 9 0.048 0.081
4-24 M2.9x1.06 10 13 0.048 0.086
5-20 10 18 0.048 0.1065
6-20 M3.5x1.27 10 24 0.075 0.116
7-19 10 30 0.075 0.1285
8-18 M4.2x1.41 10 39 0.075 0.136
10-16 M4.8x1.59 10 56 0.125 0.159
12-14 M5.5x1.81 10 88 0.125 0.1875
1/4-14 M6.3x1.81 10 142 0.1875 0.2165
5/16-12 M8x2.12 10 290 0.1875 0.272
3/8-12 M9.5x2.12 10 590 0.1875 0.3281
最低样本数 8 4

7.3 Type F, T (23) 英制

尺寸 延展性测试

最小角度 最低扭矩强度

lb-in. 测试钢板(HRB 70 - 85)

厚度 0.002 孔径 0.001
2-56 10 5 0.078 0.073
3-48 10 9 0.094 0.081
4-40 10 13 0.109 0.096
5-40 10 18 0.109 0.101
6-32 10 23 0.140 0.120
8-32 10 42 0.140 0.147
10-24 10 56 0.1875 0.173
10-32 10 74 0.1875 0.177
12-24 10 93 0.1875 0.199
1/4-20 10 140 0.250 0.228
1/4-28 10 179 0.250 0.234
5/16-18 10 306 0.3125 0.290
5/16-24 10 370 0.3125 0.295
最低样本数 8 4

7.4 Type F, T (23) 公制

尺寸 延展性测试

最小角度 最低扭矩强度

lb-in. 测试钢板(HRB 70 - 85)

厚度 0.002 孔径 0.001

M2x0.4 10 4 0.078 0.067
M2.5x0.45 10 10 0.094 0.083
M3x0.5 10 18 0.109 0.102
M3.5x0.6 10 27 0.140 0.122
M4x0.7 10 41 0.140 0.138
M5x0.8 10 83 0.1875 0.177
M6x1.0 10 142 0.250 0.213
M8x1.25 10 354 0.312 0.291
最低样本数 8 4

7.5 螺纹滚成 (三角牙) 英制

尺寸 延展性测试

最小角度 最低扭矩强度

lb-in. 测试钢板(HRB 70 - 85) 旋入扭矩

厚度 0.002 孔径 0.001 磷酸盐及油

镀镉

lb-in. 镀锌

lb-in.

2-56 10 6 0.125 0.075 4.5 6

3-48 10 10 0.125 0.087 7.5 9.5

4-40 10 14 0.125 0.098 9 13

5-40 10 22 0.125 0.110 12 16

6-32 10 24 0.125 0.120 14 20

8-32 10 48 0.1875 0.147 25 32

10-24 10 65 0.1875 0.166 35 52

10-32 10 74 0.1875 0.172 35 52

1/4-20 10 156 0.250 0.219 90 120

5/16-18 10 330 0.312 0.277 180 240

3/8-16 10 600 0.375 0.339 240 300

最低样本数 8 4 4 4

7.6 螺纹滚成(三角牙)公制

尺寸 延展性测试

最小角度 最低扭矩强度

lb-in. 测试钢板(HRB 70 - 85) 旋入扭矩

厚度 0.002 孔径 0.001 磷酸盐及油

镀镉

lb-in. 镀锌

lb-in.

M2x0.4 10 6 0.125 0.070 4 5

M2.5x0.45 10 11 0.125 0.088 7 9

M3x0.5 10 19 0.125 0.106 11 15

M3.5x0.6 10 31 0.125 0.124 17 21

M4x0.7 10 46 0.207 0.142 22 30

M5x0.8 10 93 0.207 0.179 42 53

M6x1.0 10 157 0.250 0.2125 66 81

M8x1.25 10 380 0.315 0.2875 142 177

M10x1.5 10 770 0.394 0.362 248 310

最低样本数 8 4 4 4

7.7 自钻螺丝

尺寸 延展性测试

最小角度 最低扭矩

强度 lb-in. 氢脆测试钢板 (RB60-85)

0.002" 攻速测试钢板

(RB60-85)

0.002" 攻速

rpm 轴向负荷

表面处理 注 1 攻穿

时间

max, sec

英制 公制 Style 2 style 3 A B C

4-24 M2.9x1.06 5 14 0.079 --- 0.062 2500 25 30 45 2.0

6-20 M3.5x1.27 5 24 0.090 0.110 0.062 2500 30 35 45 2.5

8-18 M4.2x1.41 5 42 0.098 0.142 0.062 2500 30 35 45 3.0

10-16 M4.8x1.59 5 61 0.110 0.173 0.062 2500 35 40 50 3.5

12-14 M5.5x1.81 5 92 0.142 0.209 0.062 1800 45 50 60 4.0

1/4-14 M6.3x2.12 5 150 0.173 0.209 0.062 1800 45 50 60 5.0

最低抽样数 8 4 注 2 注 3

注 1：表面处理分类：

A：表面处理厚度未超过 0.0003" (含). B：表面处理厚度超过 0.0003". C：镀铬样品.

2：样品公称尺寸 #4 - #10 使用 2500 rpm. #12 及 1/4" 建议使用 1800 rpm.也可以使用 2500 rpm,但是必须注意避免因表面高速之产生之高热影响检测结果.

3：请参照 6.4 段规定之抽样表.

410 材质不锈钢钻尾螺丝使用范围（如超出以下使用范围会出现攻不进、断头等现象）

1、直径#6(3.5)的钻尾 2 号尾规格保证能攻入 2.5mm 厚的碳钢板(铁板),攻 2.6-5mm 厚的碳钢板攻和不锈钢板要特殊订做。

2、直径#8(4.2)的钻尾 2 号尾规格保证能攻入 3mm 厚的碳钢板(铁板),攻 3.1-7mm 厚的碳钢板攻和不锈钢板要特殊订做。

3、直径#10(4.8)的钻尾 3 号尾规格保证能攻入 4.5mm 厚的碳钢板(铁板),攻 4.6-9mm 厚的碳钢板攻和不锈钢板要特殊订做。

4、直径#12(5.5)的钻尾 3 号尾规格保证能攻入 6mm 厚的碳钢板(铁板),攻 6.1-15mm 厚的碳钢板攻和不锈钢板要特殊订做。

5、直径#14(6.3)的钻尾 3 号尾规格保证能攻入 8mm 厚的碳钢板(铁板),攻 8.1-15mm 厚的碳钢板攻和不锈钢板要特殊订做。

304 与 316 材质不锈钢钻尾螺丝使用范围 304 与 316 的钻尾只能钻铝合金板（如超出以下使用范围会出现攻不进、断头等现象）

攻铝合金板时电钻的速度不能过快，速度过快温度就很高铝屑很容易溶解，铝屑溶解后就会粘在钻尾螺丝的牙上面，从而导致铝屑不容易排出，就会出现攻不进现象，这时要是再加快电钻的速度就会出现断头现象。

6、直径#6（3.5）的钻尾 2 号尾规格保证能攻入 2.5mm 厚的铝合金板

7、直径#8（4.2）的钻尾 2 号尾规格保证能攻入 3mm 厚的铝合金板

8、直径#10（4.8）的钻尾 3 号尾规格保证能攻入 4.5mm 厚的铝合金板

9、直径#12（5.5）的钻尾 3 号尾规格保证能攻入 6mm 厚的铝合金

（g/cm³）

1Cr18Ni9, 0Cr19Ni19, 00Cr19Ni11,

0Cr18Ni11Ti, (1Cr18Ni9Ti)

7.93

0Cr25Ni20, 0Cr17Ni12Mo2,

00Cr17Ni14Mo2, 0Cr18Ni11Nb

7.98

00Cr17

7.70

0Cr13, 00Cr18Mo2

7.75

理论重量计算公式是 Calculation of Theoretic Weight

钢品理论重量是 Theoretic Weight

重量 (kg) = 厚度 (mm) * 宽度 (m) * 长度 (m) * 密度值

Weight (kg) = Thickness (mm) * Width (m) * Length (m) * Density (g/cm³)

密度 钢种

Density (g/cm³) Steel Grade

7.93 201,202,301,302,304,304L,305,321

7.98 309S,310S,316,316L,347

7.75 405,410,420

7.70 409,430,434

是以 kg/cm³ 为单位。