

# 自攻螺丝 概论

**第**一支自攻螺丝问世时，发明者大概也没想到自己的发明会如此剧烈改变扣件的历史。自攻螺丝自然是指不需靠咬合母螺纹来锁固物体的某一群螺丝款式，这种螺丝的设计是会自行产生螺纹。这项创新开启了新的用途。尤其是在建筑方面，自攻螺丝可以产生螺纹、穿过并锁固金属薄板，或接合木制产品，通常都不需要预先钻出导孔。

随着时间的推移，许多新设计研发了出来，引入了新的应用领域。事实上，历史上从未能像今日有这么多自攻螺丝的用途。它们从一开始只用于几种建筑用途，演变成工业应用中一个重要的扣件类别。



文 / Laurence Claus

最早期的自攻螺丝设计是用于木材或钣金。然而它们没有比较密合的公差，而且它们的牙形角往往很大，这些设计构想都让它们产生不一致性，也常使某些材质的自攻螺丝不够可靠。人们发现螺纹生成式自攻螺丝比较难用，往往偏好用切割式的。虽然切割式自攻螺丝用起来似乎还好，它们一般来说还是不太可靠也不一致，还多了一个复杂的因素，就是该怎么处理切屑。

在某些应用实例中，螺纹生成式和切割式的表现都不佳。热塑性塑料是其中一种能证实这一点的材料，让用户大大质疑是否应将自攻螺丝用于热塑性塑料。因此早期的塑胶螺纹扣件大多是由模制的或塞入的金属制内牙式螺套所构成。这大大增加了成本，而且也不一定比直接锁固的方式还更可靠。

随着设计的进步与创新，状况出现了逆转，早期的问题获得了解决，螺纹生成式全面取代了切割式自攻螺丝，除了某些材质不算。可惜的是，早期的设计缺陷衍生大量的质疑，使大家接受螺纹生成式自攻螺丝的速度变慢，但过去30年它的成功应用消除了用户在使用上的疑虑。

## 基础扣件设计

虽然螺纹生成式与切割式自攻螺丝的设计有特有的要求，但大部分的扣件设计原理是一样的。不论是螺丝种类或用途，最主要考量是研发一种接合方式，可以让螺丝完全组装好，让有含螺纹的元件不会滑牙(或失效)，也有些许夹持荷载来锁固住。虽然这说法很直截了当，甚至可能很简单，但其实并非如此。眼下面对的挑战很多，其中比较重要的包括：

- 被攻牙的材料材质强度很弱，容易滑牙。
- 被攻牙的材料材质很强又易脆，使螺纹容易崩陷或失效，使生成出螺纹的材料容易因为过多的径向应力而提早发生滑牙或龟裂。
- 被攻牙的材料非常薄，只能有非常少量的螺纹咬合，使材料非常容易发生滑牙。
- 导孔尺寸的不一致使径向的螺纹咬合不尽理想。
- 由于没有导孔，所以必须用穿透或钻入的方式，可能引发大量的径向应力。
- 极小的夹持荷载。
- 应力的缓和导致失去夹持荷载。
- 高驱动扭力与低剥离扭力让组装作业和形成有用的夹持荷载更困难。
- 安装设备无法以期望的扭力值或其他设定值精准安装零件。

这份清单只是其中一部分，汇整了较常见的挑战。每个特定类别的自攻螺丝在使用中都会遇到其特有且更广泛的一系列挑战。例如锁固极薄的低碳钢板时，除了有自攻螺丝攻牙的挑战之外，薄板的接合会增加很多门槛。此外，虽然其他自攻螺丝的应用可能会遇到某些挑战是重迭的，这些挑战本质上是大大不同的。

既然每一类的应用状况都可能大不相同，就让我用通俗的文字说明各类彼此的共通处。

## 低驱动扭力

理论上，机械螺丝安装进螺纹孔时的驱动扭力很小，或几乎没有，这是因为

## 切割型或螺纹生成型？

自攻螺丝有两种。一种是用来生成或位移它们所攻入的材料；另一种会切割材料来生成内螺纹。这两种都依循相似的原理运作，它们的攻牙部位会在攻牙过程中产生作用。螺纹生成式自攻螺丝本身是连续完整的螺纹，透过不同螺纹形状挤压材料，使材料移动变成内螺纹的型貌。切割式自攻螺丝含有沟槽会像锐利的刀锋一样，往零件的内部切割出螺纹。



该螺纹孔早已先成形出来了,只能透过孔中螺纹极小的摩擦互动形成扭力。有自攻螺丝的话,状况就非常不同,必须发挥扭力来切割、成形和穿透。因为公差更小,所以螺纹彼此的摩擦更大。以切割式和螺纹生成式自攻螺丝来说,我们可在攻牙前透过导孔的尺寸来影响自攻螺丝。导孔越大,材料内螺纹的径向咬合程度越小,驱动扭力更低。但这并不容易,因为径向咬合的降低,会导致发生快速滑牙,或必须要留有很长的轴向咬合长度。轴向咬合长度很长就代表需使用长螺丝,安装的位置要很深,而且会让驱动扭力在一开始的阶段保持低水平,再提高驱动扭力以超过目标扭力。如果扣件必须穿孔或产生自己的导孔,问题会更糟。虽然软木等等材质可被直接穿过,在不需导孔的状态下安装螺丝,但这多属于例外而不是常规。多数材料必须要有导孔才能让安装成功。对此,可透过成形或钻孔来形成导孔,或者扣件可含有钻头来钻出导孔。这些特性都必须用到扭力和轴向荷载才能让螺丝顺利运作。

这项结果对此类扣件的使用者来说很重要,因为驱动扭力和输入的轴向荷载高,代表安装作业会更辛苦。对只需要用到一两支少量螺丝的家庭屋主来说,这问题可能不严重,但对组装业者来说,他们每天要安装上百到上千支此类的螺丝,问题就大了。

## 低的失效时扭力值

这扣件之所以会失效,大多是因为扣件要锁固的材料材质很弱而造成滑牙,或者因为接合薄板时能咬合的量很有限。虽是这么说,但我的意思不代表这是唯一会出现的失效方式。其他的失效方式还包括拉伸荷载过多导致螺丝断裂,或因翘曲、屈曲、塌陷导致接合零件失效。不论实际的失效方式为何,我们最不希望失效是在扭力很低(接近驱动扭力值)的状况下发生。

有人会质疑为何这一点很重要,毕竟总会有一个范围的扭力值能让锁固作业阻止失效的发生。这说法也没错,理想中我们总会在安装过程中摸索到对的数值,但实际遇到的状况总不尽完美。换句话说,如果我们透过数次试验记录下驱动时的扭力值和失效时的扭力值,会发现数值不会每次都相同。如果我们做实验,确定存在一个统计上的变异,就能确立出安全的最大驱动扭力,让螺丝都可以安装好,以及安全的最小值,让螺丝不会失效。然而这些论点往往会被反论,说在那些条件下,真正安全的安装是不存在的。即使这两个论点之间还有沟通的空间,如果空间很小,可能无法拟出足以应付极小变异空间的安装策略。

## 螺纹生成式自攻螺丝

除了自攻螺丝面临的诸多挑战之外,螺纹生成式自攻螺丝的应用可能会有一些特有的追加考量。首要考量是材料本身,材料是否拥有可变形的能力或容差?例如聚甲基丙烯酸甲酯(又称压克力),有人试过把螺丝钻过此材料的话可能会遇到困难,例如材料龟裂或锁固位置的周围开裂。这是因为压克力是一种非晶热塑

性塑胶,对应力极度敏感。但只要用小量的热能或极高的驱动速度(以生成热能),螺纹生成式自攻螺丝可以安装进压克力而不会使之龟裂。所以技术上来说,压克力可以承受螺纹生成式自攻螺丝,但我们都知道,在一般情况下,压克力根本无法承受该螺丝。

螺纹生成式自攻螺丝必须用于本身就能变形的材料,该材料的强度也必须比螺纹生成式自攻螺丝还要弱。符合此条件的材料种类包括低碳钢、铝、木材、热塑性塑胶。

## 切割式自攻螺丝

多年来,已在切割式自攻螺丝上试过许多不同类型的切割刃。最常用且可能最有效的仍是含有杆槽的切割刃。杆槽是螺丝的杆部上靠近螺纹尖尾处切割出来的沟槽,借以露出尖刃。这螺纹尖刃就像刀子一样砍进材料,沟槽的形状会把废料导离出去。切割式自攻螺丝的其他特性还包括轴向沟槽(可在F类的自攻螺丝上找到),以及非连续的牙腹让螺纹宛如变成一把小锯子。

早期螺纹生成式自攻螺丝不太可靠,往往需要设计切割式自攻螺丝来用,但它们也没比较好,且用在会有不同变异形态的材料上效果不太好。因此切割式自攻螺丝最适用于非常硬且易脆的材质,例如热固性材料、木头和石造工程。

使用切割式自攻螺丝的追加考量是会产生大量的碎屑,必须有地方将碎屑弃置。因此,若使用盲孔的话,必须再留个空间来装碎屑。

## 自攻螺丝的未来

各种自攻螺丝的原始款式仍存在,某些设计款,包括A B款的使用层面很广。即使如此,自攻螺丝的未来在于锁定特殊用途的创新设计。我的意思是,与其用通用的自攻螺丝,用户已学会使用专用于更特定用途的自攻螺丝,例如设计上专用于低碳钢、热塑性塑胶、热固性材料、铝、金属薄板、镁、石造工程、木材、塑胶/木材复合材质的自攻螺丝。

随着我们学得更多经验以及有新材料进入市场,会有创新的设计出现,让自攻螺丝能用在先前无法使用之处。例如过去几年,光是德国EJOT这家创新型公司,就研发出新的自攻螺丝可用于碳纤维强化聚合物复合材(CFRP)、发泡聚丙烯(EPP),还有新版进化的塑胶用螺纹生成式自攻螺丝。

## 总结

自攻螺丝的应用挑战很广泛也很多变。它们勾勒出工程师需击破的挑战,让我们知道不能小看自攻螺丝的应用。因此,我们不能随便选用自攻螺丝,而是应该去调查并了解各用途的条件,才能做出最好的选择。好消息是今日已有许多创新的产品来帮助用户迎击挑战。至于如果目前某些挑战尚无解决方案,在未来还是可能会有的。□

