

盲孔攻螺纹中提升丝锥寿命的方法

■ 襄阳福达东康曲轴有限公司 （湖北 441004） 刘 黎

摘要：针对曲轴端面盲孔攻螺纹中影响丝锥寿命的因素，对丝锥结构、材质及机床工装进行改善，提升盲孔攻螺纹丝锥的寿命。

丝锥作为加工环境最复杂、最恶劣的刀具之一，特别是在盲孔攻螺纹的全封闭环境中，丝锥的选型、机床可靠性非常重要。在加工过程中，丝锥过早磨损、崩刃、断裂等现象都会造成丝锥的寿命降低，同时对加工产品的质量影响非常大。所以，提升盲孔攻螺纹中丝锥寿命的研究十分重要，主要从丝锥结构、材质和机床可靠性等方面着手。

1. 丝锥改进

(1) 丝锥容屑槽优化。在曲轴盲孔攻螺纹中，丝锥退刀时常遇到崩刃的情况，进而造成内孔烂牙的问题。这种情况，往往是由于丝锥排屑不畅造成，采用螺旋槽丝锥更有利于排屑。在选用螺旋槽丝锥时也要注意很多事项，如果螺旋槽丝锥的失效形式为刃部磨损，那么选用螺旋槽角度时可以适当的降低角度，以增加丝锥刃部的强度。比如：在特定加工情况下，通过试验验证，选用 20° 螺旋槽丝锥的寿命就比 30° 螺旋槽丝锥高25%。

另外，丝锥在攻螺纹过程中排出的切屑形态也至关重要。

我们更倾向于缠绕细密的切屑，这样有利于切屑的排出，不容易造成切屑在封闭腔中对丝锥形成挤压。改变切屑的状态有很多种方法，最直接的是通过修改螺旋槽的槽型来实现。丝锥的螺旋槽一般采用磨制的方法加工，通过砂轮修形，可以加工出各种槽型。减小螺旋槽的圆弧半径，可以让切屑变的又细又密，有利于排屑（见图1）。



图1 槽型优化让切屑变的细密

在深孔加工中，采用内冷丝锥可以有效减少切削热，减少丝锥刃部的早期失效。由于内冷丝锥的工艺复杂，往往价格很高。在实际应用中，可以通过加长排屑槽来达到同样的效果，丝锥的成本不会有太大的变化。

(2) 丝锥切削刃优化。在底孔深度足够的情况下，可以增加切削刃的个数来提升丝锥的寿命。丝锥前端切削刃的倒锥决定

了一个刀瓣上有几个切削刃。每个刀瓣上的切削刃越多，每个切削刃的切削量就越少，切削刃的磨损也就越小。一般丝锥的每个刀瓣上有2~3个切削刃，如果底孔的空间够大，不会造成丝锥顶部与底孔底部干涉，同时又能保证有效攻螺纹深度，满足产品要求。可以将切削刃倒锥的角度改小，增加切削刃的数量，这样的方法可以大幅度提高丝锥的使用寿命。

(3) 丝锥材质优化。大部分的机用丝锥采用的都是普通高速钢材质。普通高速钢材质的优点是便宜、制造成本低，在加工硬度不高的产品时具有一定的优势。但随着钴高速钢（见图2）、粉末冶金高速钢这些新型材料的出现，普通高速钢的优势已经变得不明显。



图2 高性能粉末冶金钴高速钢丝锥

在一般情况下，钴高速钢丝锥的价格是普通高速钢丝锥的4倍左右。同等条件之下，钴高速钢

丝锥的寿命相对普通高速钢丝锥提升4倍左右，抵消此涨，钴高速钢与普通高速钢的性价比相当。而使用粉末冶金钴高速钢的价格是一般钴高速钢的两倍，且寿命又有所提高，在难加工产品的使用上性价比会更高（见图3）。



图3 上方为粉末冶金钴高速钢丝锥，下方为普通钴高速钢丝锥

由于材质升级造成的单件丝锥采购成本大幅提高，如果加工条件不好，在攻螺纹刀柄的跳动、振动、冷却条件都不理想的状态下，高性能丝锥意外断裂一件都会造成丝锥的性价比降低。但是，如果加工条件好，丝锥不用频繁更换，不会由于更换不及时造成加工质量的下降，所以，在条件允许的情况下，使用高性能丝锥换来的是效率的提升，加工质量的提升。

在丝锥材质不变的情况下，表面处理也是一种提高丝锥寿命的方法。通常提高排屑性能的蒸汽回火处理，提高丝锥表面硬度的各种涂层，都能在一定程度上提升丝锥的寿命。但在使用表面处理，性价比是否有所提升，需要经过仔细核算。

2. 机床可靠性提升

机床作为丝锥攻螺纹的母体，机床的可靠性同样是影响丝锥寿命的关键因素。比较常用攻螺纹设备有加工中心或专机，这类机床配有专用的攻螺纹刀柄，影响丝锥寿命最主要的就是攻螺

纹刀柄。

攻螺纹刀柄目前有两种（见图4），一种是刚性攻螺纹刀柄，一种是柔性攻螺纹刀柄。刚性攻螺纹的优点是产品加工质量高，缺点是对主轴传动机构的间隙和惯量都会有严格的要求，否则就会拉断丝锥。柔性攻螺纹刀柄可选择转矩过载保护，通常柔性攻螺纹的丝锥寿命要比刚性攻螺纹的长。从丝锥的寿命角度考虑，优先选用柔性攻螺纹刀柄。



(a) 刚性攻螺纹刀柄



(b) 柔性攻螺纹刀柄

图 4

刚性攻螺纹旋转和进给与我们编程时设定的螺距严格配比，但从丝锥制造上说，丝锥的螺距误差不可避免，因此刚性攻螺纹的实际进给率绝大部分总是比丝锥的实际螺距稍大一些或稍小一些，从而在丝锥的轴向附加了一个由于两者螺距不一致所产生的力。这个力会造成丝锥一个牙侧受力特别大，从而加剧磨损。

柔性攻螺纹刀柄，带过扭保护功能。一旦出现丝锥迟钝、扭力过大，就会有信号在卡头内

部的高频发射器发出，可以使机床及时停下来，更换丝锥排除问题，避免工件的报废。同时，柔性攻螺纹刀柄内的弹性结构能自动补偿攻螺纹实际进给率与丝锥实际螺距之间的误差，保证丝锥受力平衡。

在攻螺纹刀柄上往往配有快换夹头（见图5），方便丝锥的快速更换。快换夹头的日常检查与更换同样重要。快换夹头通过装在弹性机构上的几个钢珠与丝锥接触来保证丝锥对中，如果快换夹头中的钢珠其中一个或者几个失去弹性，导致丝锥偏离刀柄中心，这样就很容易造成丝锥断裂。一般快换夹头的损坏都是由于剧烈的碰撞造成，比如机床撞刀等情况。所以，在机床出现撞刀之后要检查快换夹头是否已经损坏，否则很容易在后续的攻螺纹中出现丝锥再次断裂的情况。



(a)

(b)

图 5

3. 结语

丝锥在盲孔攻螺纹中的寿命关联到诸多方面的因素，针对不同产品，需要选择不同类型的丝锥，同时加工条件的改善至关重要。只有选择了合适的丝锥，在机床状态良好的情况下才能保证丝锥的寿命有所提升。

参考文献：

- [1] 谷宗民. 轴端深盲孔攻螺纹丝锥的选用[M]. 常州：铁道机车车辆工人，2007.

MW（收稿日期：20151109）