

挤压丝锥在深孔螺纹加工中的应用

刘黎

襄阳福达东康曲轴有限公司 湖北襄阳 441000

摘要：介绍了挤压丝锥应用的各项优势以及局限性，给挤压丝锥的应用提供了参考。

关键词：深孔螺纹；挤压丝锥；切削丝锥

1 序言

在深孔螺纹加工过程中，切削丝锥（见图1）如果遇到冷却不好或排屑不畅，会造成早期磨损、崩刃、断裂等问题。挤压丝锥（见图2）作为近些年发展起来的一种丝锥类型，相对切削丝锥，其寿命、效率、成本及加工质量等方面都有优势。

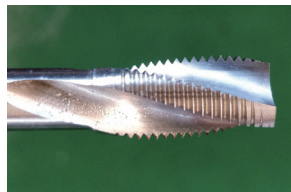


图1 切削丝锥

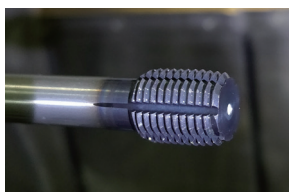


图2 挤压丝锥

2 优势

2.1 寿命优势

公司某产品上有6个深度70mm的盲孔，需要加工内螺纹。以往一直使用加长的切削丝锥，加工过程中丝锥寿命短、更换频繁，丝锥异常失效的情况也时有发生。通过各种改进方法，切削丝锥的寿命得到了提升，但还是不能达到预期的目标。为此，尝试用挤压丝锥替代切削丝锥。

挤压丝锥选用国内外知名品牌，分批进行了试验。通过试验发现，挤压丝锥在寿命上明显优于切削丝锥，提升的效果呈几何倍数，有几款挤压丝锥的寿命相对切削丝锥提升了40倍以上。

挤压丝锥在前端参与挤压的刃部磨损后，相邻的校正齿参与挤压。这时，挤压丝锥参与挤压的刃增加1个，加工的螺纹依旧是完整的螺纹，只是有效螺纹深度略有减少，其失效形式以螺纹变小为主。

挤压丝锥刃部出现小的缺损，不影响后续的使用，如图3所示，可以继续使用至出现螺纹变小。挤压丝锥螺纹变小之前，往往伴随着机床的转矩剧烈变大，加工出现异响等现象，可以及时发现。

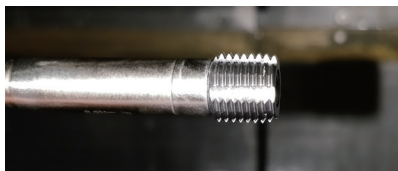


图3 挤压丝锥刃部缺损

2.2 效率优势

挤压丝锥在使用过程中，由于寿命提升，换刀频次急剧下降。以往切削丝锥需要每天更换数次，而挤压丝锥数天才更换1次，效率明显提升。另一方面，挤压丝锥的加工转速相对切削丝锥的转速高，生产效率明显提高。经过实践，钻孔、铰孔、倒角及攻螺纹一体的加工中心上，机加工时间缩短了14%，这意味着该工序的产能提升了14%。

2.3 成本优势

同规格的挤压丝锥的单价一般明显高于切削丝锥。由于部分挤压丝锥的寿命显著高于切削丝锥，核算单件成本后，挤压丝锥的单件成本相对切削丝锥下降 $\geq 50\%$ 。当然，应用场合不同，成本优势也不一样。

在易加工的工况上，切削丝锥可以将成本下降到很低的级数，挤压丝锥在这种情况下无法做到。但是，在难加工工况下，比如深孔螺纹、盲孔螺纹或者高黏性材料的加工，挤压丝锥的成本优势比较明显。

2.4 加工质量优势

挤压螺纹的强度高, 据相关刀具厂家提供的数据, 相对切削螺纹强度 $\geq 20\%$ 。强度提升是由于材料挤压后产生塑性变形而形成螺纹, 螺纹的材质更加致密, 螺纹表面在挤压过程中出现冷作硬化, 表面强度提升。目前各大主机厂也渐渐认识到挤压螺纹的强度优势, 在新产品要求上也推荐选择挤压螺纹。

挤压螺纹为无屑加工, 杜绝了切削深孔、盲孔螺纹后, 残留切屑, 导致装配过程中螺栓与螺纹咬合, 对螺纹造成破坏的问题。另外, 加工过程中, 挤压丝锥出现崩牙后, 不会造成工件烂牙。

3 局限性

3.1 设备精度要求高, 转矩要求大

挤压丝锥只能使用刚性夹持刀柄, 如果设备精度差, 丝锥与底孔不同心, 会造成一侧螺纹牙顶高过大, 一侧牙顶高不足, 导致螺栓与牙顶高不足的一侧干涉, 无法装配。

从目前观察设备转矩监控数据来看, M12 $\times$ 1.25mm挤压丝锥的转矩相对切削丝锥要 $> 50\%$, 但要明显小于钻孔的转矩, 一般设备即可满足该挤压丝锥的转矩要求。但是, 对螺距较大的挤压丝锥, 如M16 $\times$ 1.5mm的挤压丝锥, 就出现过主轴电动机过载报警的问题。所以, 在尝试挤压丝锥之前, 首先要对设备的转矩是否符合要求进行验证。

3.2 无法返工

挤压丝锥未完全加工的螺纹, 如深度不够, 中途断丝锥, 后续无法通过人工手动返工。通过设备返工, 存在机床重复装夹定位, 螺纹轨迹不重合造成丝锥挤压量过大, 丝锥断裂、螺纹孔烂牙等一系列的问题。一旦出现螺纹深度不够, 工件只能报废。所以, 挤压丝锥加工完成的首件必须要仔细测量, 防止出现批量报废。

3.3 不能加工脆性材料

挤压丝锥的原理是利用材料的塑性变形形成螺纹, 脆性材料无法加工。

3.4 只适合加工螺距 $< 3\text{mm}$ 的螺纹

材料的变形量有限, 如果加工螺距 $> 3\text{mm}$ 的螺纹, 首先可能造成材料内部撕裂, 其次挤压大螺距的螺纹, 需要的转矩一般设备难以提供。

3.5 对底孔钻头的选择比较严格

目前很多刀具厂家推荐用挤压丝锥加工钢件

时, 底孔钻头直径见公式(1):

$$d=d_0-0.5P \quad (1)$$

式中, d_0 为螺纹公称直径(mm); P 为螺距(mm)。

根据试验验证, 这个公式并不完全适用, 公司在48MnV锻钢材料上, 计算的底孔直径见公式(2), 在挤压螺纹形成后, 最接近切削丝锥加工后的几何尺寸。因此, 底孔直径的选择要根据工件的材料来适当的进行调整。

$$d=d_0-0.43P \quad (2)$$

式中, d_0 为螺纹公称直径(mm); P 为螺距(mm)。

在加工过程中, 发现加工的底孔直径公差范围不能超过 $\pm 0.05\text{mm}$, 否则会造成牙高不符合要求。底孔过大会导致牙顶高不够, 底孔过小会导致牙顶高过高, 牙顶的月牙形态形成反包趋势如图4所示, 甚至完全封闭。相对而言, 底孔过大的危害要较小, 对加工质量的影响仅仅是牙顶高不够; 底孔过小的危害较大, 会造成丝锥与工件的摩擦力剧增, 甚至干涉, 最终造成丝锥断裂, 且牙顶高过高, 会造成工件在检测时, 螺纹塞规无法通过。



图4 牙顶出现反包趋势

4 结束语

挤压丝锥作为新发展起来的一种丝锥类型, 在深孔、盲孔及高黏性材料的小螺距螺纹加工中具有明显的成本、质量优势。通过对挤压丝锥应用的分析 and 试验, 总结出挤压丝锥的优势和局限性, 给制造业选用挤压丝锥提供了参考, 也为挤压丝锥的广泛应用提供了依据。

参考文献:

- [1] 黄静, 陈鹏. 挤压丝锥在深孔螺纹盲孔加工中的应用[J]. 工程机械, 2019, 50(8): 65-66.
- [2] 李晓波, 王蒲珉, 才冬涛. 挤压丝锥中碳钢深孔螺纹加工技术[J]. 金属加工(冷加工), 2020(2): 29-31.

MW 20201108