解决丝锥磨槽裂纹难题

陕西关中工具制造有限公司 （凤翔 721400） 冯 甦 乌红军

全磨制丝锥生产线是我公司1988年从美国、德国引进。丝锥方头、沟槽都是淬火后磨削而成。由于丝锥沟槽磨削量太大（以M12为例，最大磨削量在3.1mm以上），刃部硬度很高（63～66HRC），部分规格丝锥在磨槽后，柄刃接合处会产生裂纹，造成废品，尤其以M8、M10和M12最为突出。

1. 工艺特征

丝锥沟槽的磨削加工应用了高速磨削工艺，其主要特征为：

（1）主轴转速高，砂轮线速度高。砂轮主轴转速可达8 000～10 000r/min，砂轮线速度在52m/s以上。

（2）磨削量大，走刀快，效率高。高速磨削时产生的热量大，瞬间温度可达800～1 000℃。

（3）砂轮外径大，磨削弧线长，冷却不充分，切削液不能瞬间进入磨削区，工件刃部温度高，而柄部升温较慢。

（4）冷却应采用高压大流量冷却。

2. 存在位置

裂纹存在于丝锥沟槽表面浅层，与丝锥轴线垂直，位于柄、刃倒角根部，见图1。

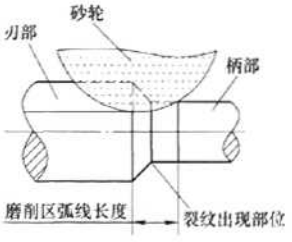


图 1

3. 原因分析及对应措施

（1）丝锥结构缺陷 机用丝锥的柄、刃倒角形成台阶，如图2所示，这一结构缺陷是造成裂纹的主要原因。当倒角根部$R \leqslant 0.5$mm时，裂纹增多。在磨削过程中，沟槽表面温度急剧升高和急剧下降，这种温度的剧烈变化，在柄刃接合处产生了极大的磨削应力，并在此处大量聚集形成应力集中，产生裂纹。

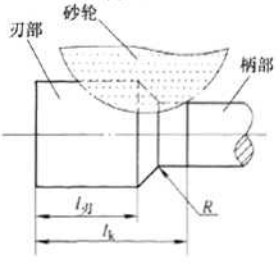


图 2

改进措施：将台阶倒角45°改为30°，不允许大于45°的倒角出现。倒角根部R不能太小，应$R \geqslant 1.5$mm，减少随意性。

（2）丝锥材料 刃部材料W6Mo5Cr4V2明显优于W9Mo3Cr4V。经金相分析，W9Mo3Cr4V与W6Mo5Cr4V2相比，前者碳化物颗粒较大，碳化物偏析程度较后者大，热处理时W9Mo3Cr4V更易过热。这些缺陷使W9Mo3Cr4V在高速磨削加工条件下应力加剧，更易产生裂纹。

改进措施：改用碳化物颗粒度更小的W6Mo5Cr4V2材料。

（3）热处理 淬火件的马氏体组织是一种膨胀状态，有应力存在。过热使淬火后钢的马氏体粗大，残余奥氏体增多，硬度比细马氏体降低很多。钢过热时，奥氏体内熔解的碳及合金元素增多，淬火后奥氏体不能完全转变为马氏体，以残余奥氏体存在于钢中。对于高速钢，过热不仅会使残余奥氏体增多，而且还可在组织内见到多角形碳化物，导致硬度降低且热硬性受损。由于多角形碳化物的熔点较低，过热能引起淬火裂纹。实践发现，高速磨削工艺对热处理过热程度非常敏感，当过热程度大于1级时，裂纹就会出现。

改进措施：防止热处理过热，增加回火次数。

（4）磨削工艺设计 M8～M12的丝锥磨削沟长太长。如图2所示。对M8～M16的所有规格丝锥的沟长l_k确定为$l_k = l_{刃长} + 15$；但对于M8～M12丝锥而言，因砂轮外径小，柄刃倒角长度短，将原沟长l_k改为$l_k = l_{刃长} + 12$。改进后，砂轮与工件磨削接触时间减少，每个沟槽磨削次数在4～6次，每个丝锥为3槽或4槽，整个丝锥

减少的磨削长度约为 $L=4\times3\times5=60$（mm）左右，磨削热量减少，工件在柄刃结合处的热应力就会相应减小，丝锥裂纹率自然下降。另外，沟长改短后，在柄刃结合处的沟槽心厚比原来增加了0.3～0.35mm。此处心厚加强，磨削量相对减小，磨削裂纹率下降，这种办法效果十分明显。

（5）磨削裂纹所在位置冷却不足　如果在磨削时冷却不充分，磨削热足以使磨削表面层重新转化为奥氏体，随后再次淬火成为淬火马氏体，从而使表面层产生附加的组织应力，再加上磨削热应力，两种应力的叠加导致磨削裂纹的出现。磨沟槽时冷却不足的原因：①由于高速磨削所用砂轮外径较大（400mm），磨削弧线长度在20mm以上，造成磨削区切削液不能及时到达，冷却效果很差。②由于砂轮速度高，在砂轮圆周表面产生强大的气流，使切削液不易顺利地注入磨削区域。③柄刃接合处冷却严重不足，如图3所示。工件从左向右走刀，而冷却喷嘴的位置是固定不动的，当工件从左向右走刀到如图位置（柄刃接合处）时，工件随工作台马上下落并返回，脱离了砂轮及冷却区。

从以上磨削过程不难发现，刃头端穿过冷却喷嘴，冷却时间长，切削液压力大；而刃末端还没有到达冷却喷嘴中心，就脱离了冷却，冷却时间短，切削液压力小，此处冷却效果最差，磨削裂纹恰出现在这里。

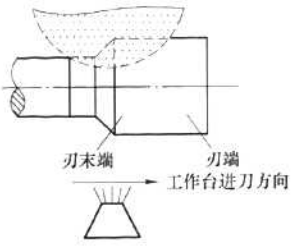


图 3

改进措施：为了加强刃末端处冷却效果，可以调慢工作台下降速度，延长柄刃交接处冷却时间。此办法效果不错，裂纹率明显下降。另外，也可增大切削液的流量。

4. 结语

丝锥磨槽裂纹产生的原因比较复杂，解决方案颇多，本文只对常见的丝锥沟槽磨削裂纹产生原因及解决方案进行了分析讨论。工厂采取上述措施后，基本上解决了丝锥磨削沟槽裂纹的难题。**MW**

（收稿日期：20101205）

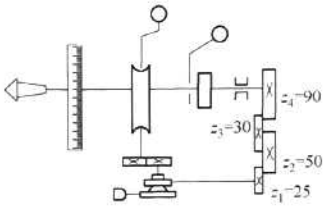
巧铣六方零件

山东烟台市凤山机械厂　（264003）　杨军涛

铣削六方通常采用简单分度法，但其只适用于零修及小批量生产需要，大批量加工工效较低，人工劳动强度大。最近我厂就接到这样的订单，由于交货时间紧，笔者根据多年工作经验通过对F11125分度头原理结构分析，总结出了另一种分度铣削方式，省时省力，工作效率翻番，装夹简单方便，可在普通铣床上就能铣削六方。

根据F11125分度头交换齿轮传动比 $i=(z_1/z_2)(z_3/z_4)$，设定工件为6等分，故推出6等分交换齿轮传动比为 $i=(z_1/z_2)(z_3/z_4)=(1/2)\times(1/3)$，算出 $z_1=25$，$z_2=50$，$z_3=30$，$z_4=90$。装夹如附图所示。

装夹完成后，需要将分度头紧固螺钉松开，蜗杆脱落手柄将蜗杆蜗轮副脱开，对刀加工，摇圈正好是60°，摇5圈铣削完毕。



装夹简易图

此简单分度法摇6圈插点，省时省力，大幅度提高工作效率。此外，此方式还可以用于批量铣四方，交换齿轮传动比 $i=(z_1/z_2)(z_3/z_4)=(1/2)\times(1/2)$，算出 $z_1=30$，$z_2=60$，$z_3=40$，$z_4=80$，装夹及加工过程同六方一样。**MW**

（收稿日期：20101108）