跳牙丝锥及铲磨凸轮的制造

河南一工专用刀具有限公司 （新乡 453002） 葛建华

摘要：本文介绍了锥管螺纹跳牙丝锥的结构，以及在铲齿车床上磨制跳牙丝锥所取得的经验，并详细分析了铲磨凸轮在设计、制造及使用等方面需要注意的事项。

客户提供了一件锥管螺纹跳牙丝锥的样品（见图1），要求按此样品来制造所需的丝锥。经测绘，并结合相关丝锥标准，绘制了1/8-27NPT美制圆锥管螺纹跳牙丝锥的图样（见图2）。该丝锥为复合丝锥，集钻孔、攻螺纹为一体，可在一次进给中完成螺纹加工，因此加工效率高。但其缺点是切削力较大、制造工艺复杂；同时被加工工件材料为不锈钢1Cr18Ni9Ti，其组织特征为奥氏体，加工条件比较恶劣，所以必须采用跳牙丝锥来减轻切削力。

图 1

当使用普通螺纹丝锥加工不锈钢时，由于切削刃密，刀齿对工件会产生很大的挤压变形，使摩擦力增大，且切屑容易粘刀，导致加工的螺纹表面质量降低。当攻螺纹速度提高到一定程度时，极易发生切屑阻塞、工件螺纹烂牙或丝锥与工件咬死的现象，从而造成丝锥崩牙或断裂，甚至使零件报废。采用跳牙丝锥则可以获得很好的加工效果，该种丝锥基于增加牙齿的切削厚度，即沿着螺旋线方向错开分布，形成留一牙去一牙，在攻螺纹时，丝锥上刀齿交错相间地参与切削工作，减少了刀具磨损，提高了刀具寿命。

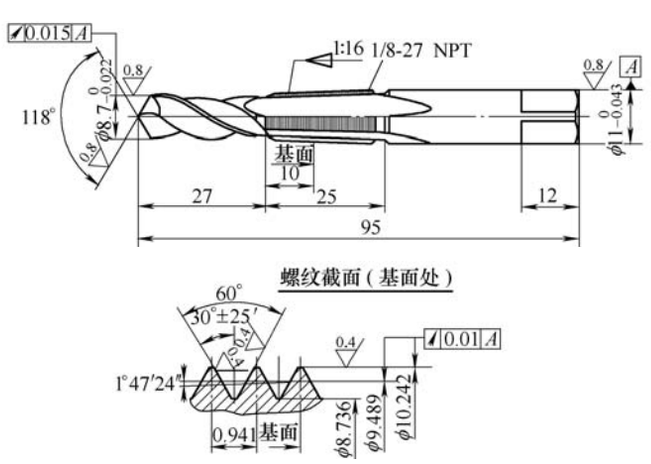

图 2

根据目前的机加工设备情况，跳牙丝锥磨螺纹工序安排如下：①在螺纹磨床Y7520W上，磨圆锥管螺纹1/8-27NPT。②在铲齿车床C8955上，进行丝锥切削锥的铲磨以及丝锥的去齿磨削，其去齿形式如图3所示，即保持切削锥部螺纹不变，从切削锥部后的第二个完整牙开始，沿螺旋线方向间隔留一牙去一牙。

1. 铲磨凸轮的设计及制造

跳牙丝锥的跳牙规律是沿刃瓣和螺旋线方向上，形成留一牙去一牙的分布，要形成这种关系，必须使铲磨凸轮转一转、丝锥转两转的运动规律。为了使丝锥在第二转开始时的牙齿去留和第一转开始时的牙齿去留在这个刃瓣上形成交错分布，凸轮在下半转开始的第一区角升或降，应与上半转最后一个区角的升或降是相同的。

从图3中可以看出，刃瓣Ⅰ

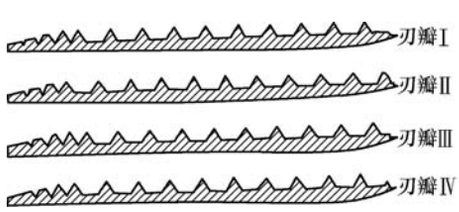

图 3

与刃瓣Ⅳ即是对应的刃瓣，其去齿形式是相同的，这样才能保证丝锥每个刃瓣都能被铲磨去齿。该跳牙丝锥为四槽丝锥，因此凸轮升降区角为45°，对应于凸轮，丝锥的转角是凸轮区角的2倍，即90°。凸轮在区角内有下降区和上升区（圆柱面工作区）两部分，这两部分角度的分配，关系到去齿磨削时铲磨砂轮是否会碰伤相邻刃瓣的问题。根据丝锥标准槽形可知，四槽丝锥刃瓣宽度m=0.3d，可得一刃瓣所占丝锥的角度约为34°，对应到铲磨凸轮上应减半，即圆柱工作面所占角度为17°，考虑到丝锥槽形等分偏差等因素的影响，最终确定为18°。铲磨凸轮零件如图4所示，1/8-27NPT螺纹的牙型高度h＝0.753mm，因此选定铲量K=1.5mm。另外，砂轮的进刀和退刀必须在丝锥容屑槽区内完成，图4中18°圆柱面两侧的60°斜线，即是砂轮的进刀区和退刀区。图5所示是凸轮的工作示意图，工作时凸轮为逆时针方向旋转，在位置Ⅰ时磨去丝锥第二刃瓣上的牙齿；在位置Ⅱ时磨去丝锥第四刃瓣上的牙齿，在位置Ⅲ时磨去第二圈第一刃瓣上的牙齿（与刃瓣四的去齿形式相同）；在位置Ⅳ时磨去丝锥第二圈第三刃瓣上的牙齿，按此循环即可完成丝锥的去牙磨削。

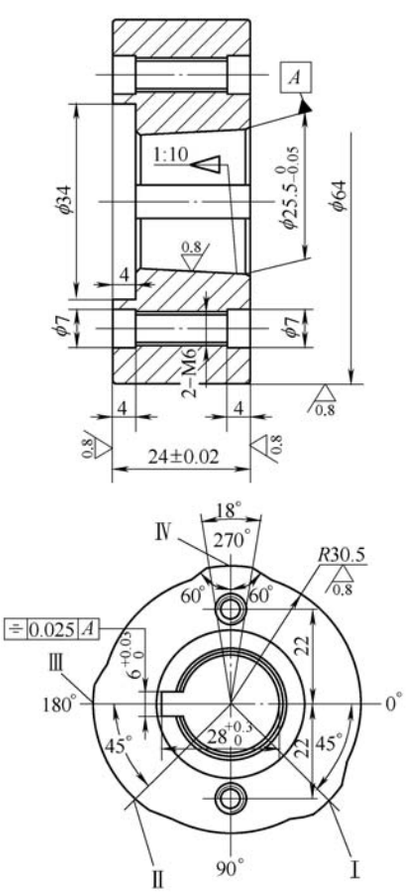

图 4

铲磨凸轮材料选用轴承钢GCr15，淬回火后硬度保持在60～62HRC，不宜过高，因其与铲磨触销为摩擦传动，如果硬度过高会造成触销过早磨损失效。铲磨凸轮也可采用原车铲量K＜1mm的凸轮进行改制，先由外圆磨磨圆凸轮外圆，然后在DK7732电火花线切割机床上找正，切出凸轮外形曲线，最后进行凸轮外形曲线的表面抛光处理，使其表面粗糙度值达到R_a=0.8μm。

2. 铲磨凸轮的使用

按铲齿车床操作规程，将铲磨凸轮装在托板凸轮箱内并用螺钉紧固，装好防护盖板。由于1/8-27NPT螺纹的螺距交换齿轮按说明书上的交换齿轮表无法查出，需要进行计算：按螺距交换齿轮调配公式P/12.7=（a/b）·（c/d），其中螺距P=25.4/27mm，计算后可得：（a/b）·（c/d）＝（22/99）×（40/120）。槽数交换齿轮要按凸轮转一转、丝锥转两转的规律，即槽数为0.5，查槽数交换齿轮表可知槽数2的交换齿轮：（30/70）×（35/100），当转换为槽数0.5时，应将床头手柄3的位置由1∶16换到1∶4上。

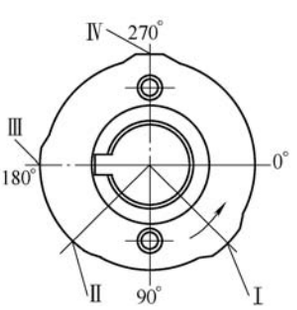

图 5

Ⅰ.加工丝锥第二刃瓣上刀齿的凸轮工作区
Ⅱ.加工丝锥第四刃瓣上刀齿的凸轮工作区
Ⅲ.加工丝锥第二圈第一刃瓣上刀齿的凸轮工作区
Ⅳ.加工丝锥第二圈第三刃瓣上刀齿的凸轮工作区

另外，该丝锥的螺距较小，铲磨砂轮可选用粒度W40、硬度等级为M的白刚玉砂轮，这样可避免由于磨粒脱落过快而需要进行修整、导致磨削效率降低的情况。随着丝锥批量的增加，又定制了专用的CBN砂轮（见图6），这种砂轮在使用过程中不用修磨，大大提高了生产效率。

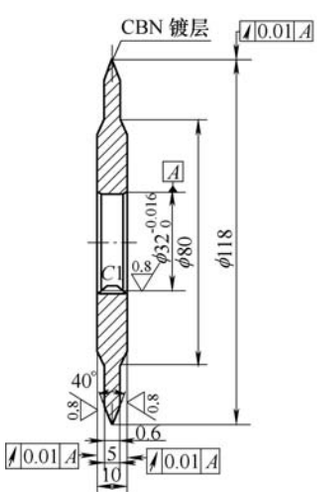

图 6

参考文献：

[1] 袁哲俊，刘华明. 刀具设计手册[M]. 北京：机械工业出版社，1999.

MW（收稿日期：20160225）