淬火钢的切削加工

■ 中车北京南口机械有限公司 （北京 102202） 郑文虎 张明杰

摘要：淬火钢由于硬度和抗拉强度高、热导率低且脆性大，按工件材料切削加工性分级为9a级，属于难切削材料，成为生产中一大切削难题。但只要合理选择刀具材料、刀具几何参数、切削用量和掌握操作技术，就可顺利地完成淬火钢的切削，达到要求的加工精度和表面质量。

1. 淬火钢的特点

淬火钢是指金属经过淬火后，组织变为马氏体，硬度大于50HRC的钢。它在难加工材料中占有相当大的比例。加工淬火的钢传统方法是磨削，但为了提高加工效率，解决工件因形状复杂而不能磨削和淬火后因变形而产生形位误差大的问题，往往也需采用车削、铣削、刨削、钻削和铰削等切削加工方法。

淬火钢在切削时的特点：

（1）硬度和强度高，几乎没有塑性，这是淬火钢的主要性能特点。当淬火钢的硬度达到50～60HRC时，它的抗拉强度R_m为2 100～2 600MPa，属于最难切削的材料。

（2）切削力大，切削温度高。要从高硬度、高强度的工件上切下切屑，其单位切削力K_c可达4 500MPa，切削温度比切削一般钢材高50%以上。

（3）不易产生积屑瘤。由于淬火钢的硬度高、脆性大，切削温度高于产生积屑瘤的条件，故不会产生积屑瘤，可以获得较低的表面粗糙度值。

（4）刀具易崩刃和磨损。由于淬火钢特性，切削时的切削力和热集中在刃口附近，所以易造成刀具崩刃和磨损。

2. 淬火钢的刀具选择

合理选择刀具材料是切削加工淬火钢的重要条件，根据淬火钢的性能和切削特点，应选用高硬度、高耐磨性和耐热性高，并具有一定抗弯强度及良好导热性的刀具材料。

（1）硬质合金。应优先选用添加TaC或NbC的细晶粒或超细晶粒的硬质合金。因为在硬质合金中添加TaC或NbC后，可使期常温和高温硬度及抗弯强度提高。硬质合金的晶粒细化后，其抗弯强度σ_{bb}提高600～800MPa，减少刀具在切削中的磨损。常用来切削淬火钢的硬质合金有YS8、YG600、YG610、YG726、YG758及YG813等。如没有上述牌号，只要是硬质合金都可以切削淬火钢，但刀具易磨损和刀具耐用度较低（见图1）。

（2）陶瓷。在Al_2O_3中加TiC等金属元素，并采用热压成形工艺，改善了陶瓷的致密性，提高了陶瓷的性能，使其硬度达95.5HRA，抗弯强度σ_{bb}达800～1 200MPa，耐热性可达1 200℃。用陶瓷刀具可以对淬火钢进行车削、铣削、刨削和镗削，其切削速度和刀具耐用度均比硬质合金高（见图2）。

（3）立方氮化硼复合片（PCBN）。它的硬度为8 000～9 000HV，耐热性为1 400～



图1 用硬质合金钻头钻削淬火钢

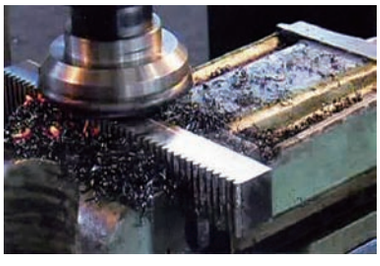


图2 用陶瓷刀具铣削淬火钢

1 500℃，它与硬质复合后的抗弯强度σ_{bb}为1 500MPa，最适合于对淬火钢的半精加工与精加工。

确定刀具后，合理选择刀具几何参数，才能有效地发挥刀具材料应有的切削性能。淬火钢的硬度高、强度大且切削力大，同时切削温度高，集中于刀具刃口附近。为了增大刃口强度，避免崩刃和打刀，刀具前角γ_0应选择为零或负值，一般γ_0为－10°～0°。断续切削时，应选较大的负值；后角α_0应比一般的刀具大一些，α_0为8°～10°为好；主偏角κ_r和副偏角κ_r'的大小，影响刀尖的强度和刀具的散热，为了增大刀尖的强度和改善散热条件，主、副偏角应尽量小一些，κ_r为30°～60°，κ_r'为8°～10°；刃倾角λ_s应为负值，以增大刀尖的强度。在一般的情况下，λ_s为－15°～－10°；刀尖圆弧半径r_ε一般为0.8～1.6mm。

3. 淬火钢的切削

切削淬火钢的切削用量，主要根据刀具材料、工件材料的物理和力学性能、工件形状、工艺系统刚度和加工余量来选择。首先确定合理的切削速度，其次是切削深度，再其次是进给量。

（1）切削速度。一般淬火钢的耐热性为200～400℃，高于此温度时，材料的硬度就会下降。而硬质合金的耐热性为800～1 000℃，陶瓷刀具材料的耐热性为1 200℃，立方氮化硼的耐热性为1 400～1 500℃。所以在切削淬火钢时，要充分利用这一特性，切削速度v_c不能选择太低。硬质合金刀具，v_c为30～75m/min；陶瓷刀具，v_c为60～120m/min；PCBN刀具，v_c为100～200m/min。如是断续切削时，v_c为上述的1/2左右。

（2）切削深度。一般根据加工余量和工艺系统刚度来选择。一般情况下，a_p为0.1～3mm。

（3）进给量。一般f_z为0.05～0.3mm/r。在工件材料硬度很高或断续切削时，应减小进给量，以防刀具崩刃。

切削淬火钢应注意问题：①在用上述刀具连续车削淬火钢时，切屑为暗红色，说明v_c合理。v_c太高时，刀具耐用度低。反之工件的切削表面没有软化，刀具耐用度也低。②在断续切削时，v_c应相对低一些。③用硬质合金钻头钻淬火钢小孔时，v_c要合理（v_c=15～30m/min），并勤退出钻头与排屑，以防工件热胀冷缩把钻头夹住而扭断。当淬火钢的硬度小于50HRC时，也可用高速钢钻头钻孔，这时$v_c \leqslant$5m/min，并适当减小钻头外刃前角。④在车削淬火钢螺纹时，应先在切入和切出时倒一个比牙高大的30°～45°角，以便切入切出平稳且防止打刀，同时每次切削深度应小一些。

4. 结语

（1）用硬质合金、陶瓷和PCBN刀具材料可切削淬火钢。

（2）切削淬火钢时，必须根据具体条件，合理选择刀具几何参数、切削用量并且掌握操作中的注意事项。

（3）采用PCBN刀具切削淬火钢，可以实现以车代磨，提高加工效率。**MW**

（收稿日期：20170208）

CYBERRC
赛 帕 埃 惜
日本サイバーRC株式会社
日本进口



Tool Regrind Machine
五轴全自动刀具磨床



Tool Regrind Machine
四轴全自动刀具磨床


Automatic Drill–Honing Machine
自动钻头钝化机

对象刀具

刀具种类	钻头、铣刀、丝锥、铰刀、3刃钻头、侧刃、3刃倒角刀、不等分铣刀、雕刻刀、枪钻
刀具材质	高速钢（HSS）、钨钢/ 硬质合金（carbide）
刀具最大把持直径	φ20（φ26 ※）※φ26规格为选配
刀具长度	45 ～ 200mm

特 征

- 操作简单　自动对刀、自动补正偏心　自动研磨
- 对应多种刀具
- 任意设置刀具参数
- 不需编程、可追加新程序，进行版本升级

◆广告 查询编号：0035

地址：苏州吴中区金枫路216号
东创科技园C幢108
联系人：代女士
手机：13651758961
电话：0512–62695591
QQ：642504730
邮箱：cyberrc_dll@aliyun.com