

C17200沉淀硬化铍铜合金的切削技术

■ 北京环鼎科技有限责任公司 (102200) 张海洋

摘要：本文主要介绍C17200沉淀硬化铍铜基合金的切削技术，从C17200的切削特点、切削刀具的选择、刀具几何参数的选择、切削用量的选择、切削液的选择、铰削及钻削等多个角度，介绍近几年来我们对C17200的加工经验。通过一系列的技术手段和加工经验，成功地使C17200广泛应用于石油测井领域。

C17200是一种沉淀硬化铍铜基合金，具有良好的综合性能。该合金经固溶时效处理后具有较高的硬度、强度、弹性极限及疲劳极限，它还有较强耐腐蚀性、导电性及无磁性，使其在低温、高温、高压及酸性的恶劣环境下具有较长的使用寿命。因此，其广泛应用于各种高新技术领域的制造业，特别适用于我公司研发及生产的石油测井仪器，使仪器满足在恶劣井下环境使用的要求。

1. C17200的切削特点

(1) 加工硬化。由于铍的存在，使C17200在加工过程中产生急聚硬化的现象，加工硬化层 $\geq 0.007\text{mm}$ ，因此，在加工时需选择相对锋利的刀具及合理的切削深度，防止由硬化层造成的刀具过度磨损及加工困难现象的产生。

(2) 切削力大。经固溶时效后，C17200的硬度和强度显著提高，可达到38~44HRC，在切削时所产生的较大切削力及塑性变形，加剧了工件与刀具之间的

摩擦，产生了大量的切削热，因此，在加工过程中需使用切削液来降低切削温度。

(3) 刚性差。C17200的弹性模量值为128GPa，为钢性材料的60%，在加工过程中容易产生扭曲，因此，工件和刀具应该选择更加牢固的支撑。

(4) 刀具易磨损。经固溶时效后，C17200除硬度和强度明显提高外，还在表面形成了一层耐磨的氧化膜，这层氧化膜能够加剧刀具的磨损，另外，C17200塑性变形大，产生的切削温度高、切削力大，刀具也容易磨损。然而，刀具的磨损是与切削速度和进给量成比例的，合理的切削速度和进给量能够减小刀具的磨损程度。

2. 切削C17200刀具的选择

刀具是保证生产的一个重要因素，合理的刀具能够提高加工效率和产品质量。目前，在大多数加工场所应用的刀具有高速钢和硬质合金两种材料，两种刀具都具有较高的耐磨性及强度，但高速钢的耐高温性能和切削精度

要弱于硬质合金，而在C17200的切削过程中容易产生较高的切削温度和切削力，因此，切削C17200时硬质合金刀具是最好的选择。常用的硬质合金刀具具有YG3、YG8、YG6、YT4和YT5等，由于YT系列硬质合金刀具与材料有较强的亲和性，会加剧刀具的磨损。因此，在切削时选择YG系列硬质合金刀具，我公司采用的硬质合金刀具型号为YG6和YG8。

3. 切削C17200时刀具几何参数的选择

(1) 刃形。对于C17200高强度、高硬度材料的切削，为了延长刀具使用寿命，提高刀具抗振性，改善加工表面质量，在加工时选择圆弧刃，刀尖圆弧半径 $r_{\epsilon}=0.1\sim 0.8\text{mm}$ 。

(2) 刃区型式。为了增加刃口强度，减少刀具破损，改善散热条件，在加工时选择负倒棱，宽度 $b_{\gamma 1}=(0.3\sim 0.8)f$ ，角度 $\gamma_{o1}=-10^{\circ}\sim -5^{\circ}$ 。

(3) 刀面型式。为了合理控制切屑的流动方式，降低切削

热,减少刀具磨损,在加工时选择卷屑槽或断屑槽,槽底圆弧半径 $R_n = (2 \sim 7) f$ 。

(4) 前角 γ_o 。切削C17200高强度、高硬度材料时,较小的前角既能增加前刀面与切屑的接触面积,增大散热面积,又能增加切削刃强度,改善刀头散热条件,一般前角 γ_o 值为 $5^\circ \sim 10^\circ$ 。

(5) 后角 α_o 。在C17200切削过程中,采用较小的后角能够增加切削刃的强度,降低了崩刃的风险,但较小的后角会增加主后刀面与工件的摩擦,缩短刀具的使用寿命,降低已加工表面的表面粗糙度质量,一般后角 α_o 值为 $6^\circ \sim 8^\circ$ 。

(6) 主偏角 κ_r 和副偏角 κ'_r 。在进给量和切削深度不变的情况下,较小的主偏角和副偏角能增加主切削刃的切削长度,减小主切削刃单位面积上所受的切削力,改善散热条件,减少副后刀面与已加工表面的摩擦,降低了工件表面粗糙度值。但C17200硬度和强度相对较高,较小的主偏角使刀具承受的径向力较大,增加了崩刃风险。在工艺系统刚度好的条件下,一般主偏角 κ_r 值为 $45^\circ \sim 75^\circ$,副偏角 κ'_r 值为 $5^\circ \sim 10^\circ$ 。

(7) 刀倾角 λ_o 。由于C17200在固溶时效后,强度和硬度较高,为了增加主切削刃的强度,增大切屑的流动速度,避免积屑瘤的产生,防止划伤已加工的表面,在粗加工时刀倾角值为 $-10^\circ \sim -5^\circ$,在精加工时刀倾角值为 0° 。

4. C17200切削用量的选择

(1) 切削速度 v_c 。切削速度

的选择主要受刀具耐磨度、机床功率、材料硬度及加工效率等多方面因素的限制,在机床功率一定的情况下,切削C17200时选用较低的切削速度,延长刀具的使用寿命,降低切削温度,减少积屑瘤的产生,但过低的切削速度会大大降低加工效率,因此,切削C17200时采用的切削速度一般为 $100 \sim 200 \text{ m/min}$ 。

(2) 切削深度 a_p 。切削深度对刀具耐磨度的影响最小,在加工时可以采用较大的切削深度既可以提高加工效率,也可以增加切削刃的工作长度和宽度,减小切削刃单位面积上的切削力,延长刀具寿命,但过大的切削深度会对工艺系统的刚性要求很高,尤其是对C17200高硬度、高强度的切削,因此,C17200的切削深度一般为 $0.05 \sim 3 \text{ mm}$ 。

(3) 进给量 f 。进给量的选择主要受切削力、加工效率和表面粗糙度3个因素的影响,大的进给量提高了加工效率,但增大了切削力及表面粗糙度值;小的进给量减小了切削力及表面粗糙度值,但降低了加工效率,因此,选择合理的进给量是非常有必要的。C17200在固溶时效后,具有很高的强度和硬度,在切削过程中产生大的切削力,使得进给量不能太大,小的进给量降低了加工效率,增加了加工成本,一般情况下切削C17200进给量为 $0.1 \sim 0.15 \text{ mm/r}$ 。

5. 切削C17200时切削液的选择

切削时使用切削液可以起到散热和润滑的作用,从而延长刀具寿命,提高加工效率和产品质量。

在C17200切削过程中产生大量的切削热,使切削温度升高,因此,在对C17200切削时切削液的主要作用是加快切削热的扩散,降低切削温度,延长刀具使用寿命。溶性油制成的乳剂对于散热有明显的效果,但其成分中含有硫元素,会使C17200表面产生少许的斑点,留下了工件报废的隐患,虽然矿物油加猪油的散热效果相对乳剂较差,但其润滑效果相对明显,减小了刀具与工件的摩擦,降低了切削热的产生,因此,采用矿物油加 $3\% \sim 7\%$ 猪油的切削液应用于C17200的切削。

6. C17200的铣削加工

C17200具有较高的强度和硬度,铣削时,切削刃既要锋利,又要有较强的抗冲击性能。虽然高速钢铣刀和硬质合金铣刀都能用于C17200的铣削,但硬质合金铣刀加工精度要高于高速钢铣刀,因此,在铣削时选用硬质合金铣刀。

在铣削C17200时,宜采用不对称顺铣法,这样既能有效地减小铣刀与工件的摩擦,又能平稳工件,减小刀具颤动。在铣削过程中,可以使用一些切削液来延长铣刀使用寿命,降低工件表面粗糙度值。

7. C17200的钻削加工

钻削C17200时,可以选择高速钢麻花钻进行孔的钻制,钻头螺旋角为 29° 、顶角为 118° 、钻缘角为 12° ,必要时可使用专门磨制的刀尖。由于C17200的强度和硬度高,需要采用较低的切削速度,且需浇注切削液用于冷却和润滑,有助于切屑的顺

先进的珩磨工艺和珩磨工具

■ 尚亚国际贸易公司 (上海 230106) 章宗城

摘要: 本文通过介绍珩磨加工的工艺方法、加工原理及特点等,着重引出珩磨加工的先进工艺和一系列珩磨工具。

1. 珩磨简介

珩磨或称搪磨,其加工方法是:机床主轴带动珩磨工具(珩磨头)一面旋转,一面作直线上下往复运动,珩磨头上的油石(磨条)在一定的向外胀出压力作用下,在工件表面上去除磨屑,磨出螺旋形交叉网纹磨痕,它主要用于精密孔的加工,如发动机缸孔、压缩机缸孔、连杆、泵体及控制块等。

图1所示是珩磨加工中油石的运动轨迹,其中, l_w 为工件长度, πd_w 为工件孔的周长, θ 为磨痕交叉角。I、II、III是油石在一个往复行程中折返时顺次的位

置。为了不让磨痕重复,回程位置III应偏离起始位置I有S的距离。早期使用靠弹簧力推圆锥斜面胀出油石的珩磨头,如图2所示。目前新型珩磨头主要均靠液压胀出,图2中的1为油石(磨

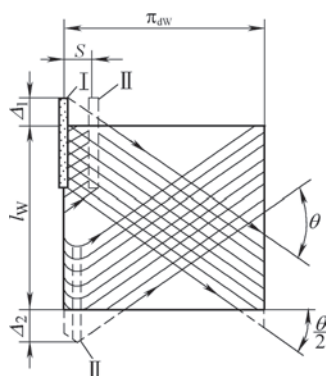


图1 加工中油石的运动轨迹

条),油石是由磨料加结合剂构成的条形磨具,根据被加工材料的不同,可选择相应油石中的磨料,形状、种类、粒度、结合剂、硬度、组织和性能。珩磨头通常由多块油石均布构成,可同时对孔的多处进行加工。

2. 珩磨原理及特点

(1) 珩磨能够精加工的原理。把珩磨油石和工件看成两个

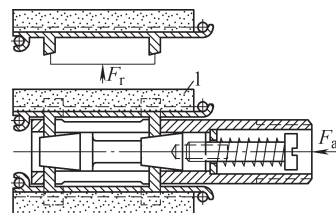


图2 早期的珩磨头结构

利排出,防止切屑划伤已加工表面,减少钻头的磨损,延长钻头的使用寿命。同时,在钻削过程中,要保证切削速度和进给量的恒定,防止产生孔底部的加工硬化,给加工带来更大的困难。

8. 结语

C17200作为一种具有良好综合性能的材料,已广泛应用于石油测井领域,它的高强度、高硬度等特性使在加工过程中容易产生较大的切削力及较高的切削

温度,加剧刀具的磨损,因此,在加工时我们要结合C17200的切削特点,选择合理的切削刀具、刀具几何参数、切削用量及切削液,同时,还需在生产中根据实际情况安排合理的加工工艺。

参考文献:

- [1] 陆剑中,孙家宁.金属切削原理与刀具[M].北京:机械工业出版社,2011.
- [2] 刘镇昌.切削液技术[M].北京:机械工业出版社,2008.

- [3] 孟少农.机械加工工艺手册[M].北京:机械工业出版社,1991.
- [4] 宗哲坚.铍青铜及其加工[J].电子工艺技术,1980(1):9-16.
- [5] 张新贞.改善铍青铜切削加工性[J].电子工艺技术,2004(3):86-88.
- [6] 范瑛,谭云,陶萍,丰杰.铍青铜的性能研究综述[J].材料导报,2014(5):100-103.

MW (收稿日期:20160730)