不同金属切削条件下切削液的选择

东北大学工程训练中心 （辽宁沈阳 110004） 张树军 张立君 刘春城 张国斌 刘 悦

在机械切削加工中，使用数控机床切削时，按切削加工方法划分，主要有车削、铣削、钻削和镗削等；按去除材料多少划分，有粗加工、半精加工和精加工；按使用切削刀具材料划分，有高速钢、硬质合金、陶瓷、金刚石和立方氮化硼等；按机床划分，主要有明确要求使用油基切削液的机床、没有要求的机床、单件小批量生产类型的机床以及成批生产或自动生产线（柔性制造系统）等。

对于不同方式的切削加工，相同金属的切除特性是不一样的，加工难度的变化也是差别明显。例如，同样使用Q235碳素钢材料，在保证表面粗糙度质量指标上，加工螺纹要难于切削其他表面；精加工要难于粗加工。较难的切削加工对切削液的要求也较高。正确使用切削液能够有效保证加工质量、延长刀具使用寿命以及提高加工效率。

1. 粗加工

当数控机床需要粗、精加工分开或工件不在一台机床完成时，就可以按粗、精加工的特性选择切削液。粗加工时，背吃刀量和进给量均较大，导致切削阻力大，因而产生大量的切削热，传给工件和刀具的热量也相应地增多，使得工件的热变形和刀具的磨损加剧，应该选择以冷却为主并具有一定润滑清洗和防锈作用的水基切削液，并且要大流量连续浇注。在车削等属于连续加工或粗加工余量均匀时，切削热是着重考虑的问题，切削液的冷却作用

8. 左排削精加工

安装精加工刀具，中心及垂直一定要保证，注意，刀具前后刀面用细油石背刀，使各刀面光滑，排削顺利，以降低表面粗糙度值，提高表面精度质量。

此时机床转速应尽量降低，最好控制在20～30 r/min，沿着最小厚度的左侧进行精加工，用进给差补进刀法，分几次精加工。每次进刀前，需将小刀架退到零进给位置，每齿面导程 $L=8.007$ mm，应逐渐增加每齿进给量，单边进刀累计尺寸应等于1.256 mm，每次进刀尺寸0.02 mm左右，直到全面切削，表面粗糙度值达到0.8 μm为止。

9. 右排削精加工

按上述方法，精加工成形刀的右侧，沿着蜗杆的右侧进行精加工，此时挂轮仍是 $m=2.50$，实际模数 $m_{实}=2.45$，右侧导程 $=\pi m_{右}=3.14\times2.45=7.693$ mm，计算出每齿渐厚尺寸0.157 5 mm，累计8齿=1.26 mm，用退刀赶刀法，分几次干完。每次退刀前，需将小刀架退到零进给位置，应逐渐回退每齿进给量，单边退刀累计尺寸应等于1.256 mm，每次退刀尺寸0.02 mm左右，直到全面切削。精加工时一定要注意冷却和润滑，切削中不能断了润滑油，这样才能进一度提高表面粗糙度质量，直到表面粗糙度值达到0.8 μm为止。

以上步骤的加工方法可解决双导程渐厚蜗杆在普通车床上加工的难题。

10. 结语

本文对双导程渐厚蜗杆加工方法加以总结，实际操作中要求本机床的操作者必须具备较好的操作技能，包括熟练的手头功夫以及清醒的头脑反应。该方法既可解决左右换轮加工的问题，又可降低成本。**MW**

（收稿日期：20140320）

是首先衡量的指标。

在铣削或加工形状不规则、余量不均匀和断续加工时，切削速度要比连续均匀加工低，切削热的影响要比冲击和振动对刀具和工件的影响小，切削液的润滑和冷却作用要均衡考虑。机床条件允许时，在孔加工、切断时可以使用带内部供液孔的内孔车、镗刀和切槽刀，或使用压力供液，以及粗加工难加工材料时使用喷雾供液，均能起到较好效果。

粗加工的工件一般留有加工余量，同时，加工难加工材料和有色金属材料时，表面粗糙度指标要求不高，因此，加工难加工材料和有色金属材料时，粗加工对切削液中的化学成分要求不高，可以使用水基极压乳化液。

粗加工铸铁和脆性有色金属时，这些材料切削时共同的特点是切屑呈崩碎状，细小的切屑碎末在切削液的冲击下呈流动状态，随切削液循环时流经切削液箱时大部分会沉积，一部分随切削液流动，聚集在切削液输送管细小部位便会堵塞冷却喷管，并使切屑粘附在机床的运动部件（如导轨运动副）上。同时切削液与铸铁中某些成分发生化学反应，导致切削液变质，引起切削液性能下降。由于使用切削液会带来这些难题，一般不使用切削液。为了减少粉尘和切削热的影响，条件具备时，可以考虑使用抽尘装置，以吸走粉尘、细小切屑和一部分热量。如果使用切削液，易使用水基切削液，并一定做好切削液过滤和净化、防止切削液变质和浓度下降的预防工作。粗加工时，与精加工相比，切削液的浓度要低一些。

2. 精加工

精加工按切削速度划分，有高速精加工和低速精加工之分。高速精加工时，使用油基切削液虽然能够保证工件表面质量，延长刀具使用寿命，但其所含的矿物油的粘度和闪点低，经常产生油烟、油雾和油蒸气，同时分解有毒成分，影响生产环境，损害操作者的身心健康。所以精加工高速切削时，尽可能地使用水基切削液中含极压添加剂的乳化液或微乳化液，且其浓度要高于粗加工的浓度。低速精加工时，切削温度低，不易产生上述问题。为了保证工件的加工精度，宜使用油基切削液。

相对于粗加工而言，精加工时的切削速度高，切屑变形产生的切削热比刀具后刀面摩擦产生的切削热低，切削力小，即使高速切削，切削热对工件的热变形也没有粗加工明显，刀具之所以使用切削液主要是减少刀具后刀面的磨损。刀具在精加工时，相对切削速度较高，切屑从工件上切除的瞬间的温度是很高的，即便使用切削液，若因切削液的渗透性不好或压力不够，切削液没有充分渗透到切削区，会使刀具极易出现后刀面磨损，即使刀具仍然能够使用，却使工件表面粗糙度质量达不到要求，仍然需要更换刀具。所以精加工时，一定要使用润滑效果显著、渗透性好的切削液，以延长刀具的使用寿命，保证工件的加工精度和表面粗糙度质量要求。

低速精加工黑色金属材料时，可以选用活性极压切削油；低速精加工有色金属时，宜选用非活性极压切削油；高速精加工有色金属时，可以选用非活性极压添加剂的乳化液。

3. 孔加工

在数控加工中，孔加工主要指钻孔、铰孔、在车床上车削内孔和在镗床上镗孔。由于排屑、散热困难，刀具（杆）刚性差，孔加工的切削速度要低于外轮廓加工，难度也要高于外轮廓加工。

钻孔时使用一般的麻花钻钻孔，属于粗加工，钻削时排屑困难，不易散发切削热，往往造成刀刃退火，影响钻头使用寿命及加工效率。选用性能好的切削液，可以使钻头的寿命显著延长，生产率也明显提高。一般选用极压乳化液或极压合成切削液。极压合成切削液表面张力低，渗透性好，能及时冷却钻头，对延长刀具寿命、提高加工效率十分有效。对于不锈钢、耐热合金等难切削材料，可选用低粘度的极压切削油。

钻孔时，无论是普通钻孔还是深孔钻孔，散热条件差，会产生大量的切削热，切屑的排出方向与钻头的进给方向相反，切削液需渗入钻头刃部才能润滑、冷却和辅助排屑，切削液首先应该具备良好的渗透性，并且供液方式、流量和压力也要满足要求。

在提高钻头寿命指标上，油基切削液总体好于水基切削液，水基切削液中极压微乳液最好，油基切削液中低粘度的活性硫化油是所有切削液中整体性能最好的。

由于铰削属于精加工中低速薄屑切削加工，铰孔时，应该着重考虑铰孔的尺寸精度和表面粗糙度两项质量指标以及铰刀保持精度的使用寿命指标。

在控制孔径指标上，油基切削液均使孔径扩大，矿物油使孔径扩大量较大，极压切削油较小，活性硫化、氯化油最小；水基切削液使孔径减小，含硫极压微乳液、微乳液使孔径减少最大，乳化液居中，合成切削液最小。鉴于此，为了控制铰孔尺寸，使用新铰刀时，使用水基切削液，使孔不易扩大，当铰刀磨损至一定程度时，可以使用油基切削液，使孔径稍微扩大。

在降低铰孔的表面粗糙度值这一指标上，使用水基切削液要比使用油基切削液效果好。油基切削液中，活性硫化氯化油效果最好，然后依次是含氯极压油、混合矿物油，纯矿物油最差；水基切削液中，乳化液、微乳液和含硫极压微乳液的效果基本相同，合成切削液最差。

在控制铰刀使用寿命方面，油基切削液中的非活性极压切削油和减摩切削油性能最好；水基切削液中，合成切削液最差。

除浮动镗刀外，车削内孔与镗削都属于单刃切削，散热条件比外圆差，切削液使用时与钻孔和铰孔一样，要适当增加流量和压力。

4. 螺纹加工

螺纹加工属于成形加工，攻、套螺纹时，属于多刃低速切削，刀刃被切削材料所包围，切削力矩大，排屑较困难，热量不能及时由切屑带走，切屑碎片挤塞并且容易产生振动，刀具容易磨损。尤其攻螺纹时切削条件更苛刻：排屑空间狭小、切屑不易折断和流出，攻丝和排屑产生较大的切削力、摩擦力，极易导致丝锥崩刃和折断。要求切削液同时具备较低的摩擦因数和较好的渗透性，以减少刀具的摩擦阻力和延长刀具使用寿命。

切削黑色金属材料时，一般应选用硫、氯添加剂成分较多，低粘度，渗透性好的油基切削液。

使用高速钢低速车削螺纹时，其切削液与攻、套螺纹选用的原则相同。使用硬质合金刀具车削螺纹，其切削速度快，冲击力大，切削温度高，切削刃面积小，承受的切削力大，螺纹牙型精度要求高，不易产生积屑瘤和鳞刺等影响螺纹表面质量的问题，对刀具的使用寿命指标要求高，要求切削液冷却、润滑和渗透性能同时具备，应选用含极压添加剂的水基切削液为宜。

5. 不同刀具材料

很多时候，为了避免刀具受热不均导致破损，使用硬质合金刀具切削时，习惯采用干切削。但在数控机床上，从效率、综合成本和加工质量全面衡量，最好使用切削液。使用硬质合金刀具加工时，切削速度相对较高时，一般使用水基切削液，要大流量连续使用并注意观察，保证喷嘴始终对准切削位置；使用高速钢刀具切削，切削速度较低时，一般使用以润滑为主的油基切削液。

使用陶瓷刀具、金属陶瓷刀具、金刚石和立方氮化硼刀具主要适用于高速切削、干切削以及硬切削等加工方式，可以不使用切削液。有时，为了避免切削温度过高，使用这些刀具多数情况下也要使用切削液。由于切削速度高，使用水基切削液为宜。

6. 结语

在数控切削过程中，合理使用切削液对提高加工效率、改善加工质量、延长刀具使用寿命以及降低综合成本具有十分重要的作用。但是切削液在使用过程中会对加工者造成健康危害；废液处理和排放也会对环境造成污染。针对绿色制造的提出，加工者应该探索不用切削液或少用切削液完成加工任务，相关企业和科研机构也应不断研发性能更好、绿色环保、通用性好和经济性好的切削液，来满足切削液使用者的要求。机床的管理者、加工工艺技术人员和机床操作者应该及时跟踪、关注，并积极推广和使用新型环保切削液以及新型冷却润滑技术，以便能够选用更合适的切削液及技术应用于生产实际中。**MW**

（收稿日期：20140411）

通　　知

本刊编辑部为了方便广大读者朋友的沟通交流，特别申请了“金属加工（冷）作者群”，QQ 群号是 7880924，欢迎大家加入！

本刊编辑部