



数控车削加工的工序设计

常熟高等专科学校 (江苏 215500) 吴永祥

数控车削是数控加工中应用最广的加工方法之一。为了合理地编制数控车削程序,提高零件的加工质量和生产效率,必须正确地进行数控车削加工工序的设计。其主要内容包括:审定数控车削工序的加工内容,确定进给路线(或刀具运动轨迹)、工艺装备、切削用量及填写工序卡片等。

1. 审定数控车削工序的加工内容

数控车削工序一般都穿插在零件加工的整个工艺过程中,因此在工序设计时,应根据数控车削的特点,对零件图样进行分析,选择那些最合适、最需要进行数控车削加工的内容。数控车削加工工序的工艺特征为:

(1) 加工精度 数控车床刚性好,制造和对刀精度高,能方便和精确地进行人工补偿和自动补偿,所以数控车削加工的加工经济精度为 IT5 ~ IT7,形状和位置精度为 5 ~ 7 级。

(2) 表面粗糙度 数控车床具有恒线速切削功能,能加工出表面粗糙度值小而均匀的零件。车削材料为铸铁、黄铜、铝合金的零件,粗糙度值一般在 $R_a 1.25 \sim 10 \mu\text{m}$ 之间;碳钢、合金钢类零件,粗糙度值一般在 $R_a 1.25 \sim 5 \mu\text{m}$ 之间。

(3) 表面形状复杂的零件 对于由直线或圆弧组成的轮廓,直接利用机床的直线或圆弧插补功能进行切削。对于由非圆曲线组成的轮廓先用直线或圆弧去逼近,然后用直线或圆弧插补功能进行插补切削。

(4) 螺纹加工 数控车床不但能车削任何等导程的直、锥和端面螺纹,而且能车增导程、减导程以及要求等导程与变导程之间平滑过渡的螺纹。

2. 确定进给路线(或刀具运动轨迹)

为了实现最短的进给路线,常采用如下的进给路线:

(1) 最短的空行程路线 ①巧用起刀点:图 1a 将起刀点设置在 1 处,考虑到加工过程中便于换刀,故对刀点也设置在离坯件较远的 1 处,起刀点和对刀点重合。三刀粗车的进给路线安排如图 1a 所示:第一刀为 1→2→3→4→1;第二刀为 1→

5→6→7→1;第三刀为 1→8→9→10→1。

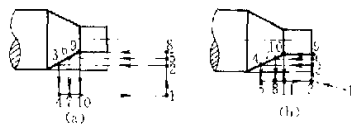


图 1 设置起刀点的比较

图 1b 是巧将起刀点与对刀点分离,起刀点设于 2 处位置。仍按相同的切削量进行三刀粗车。其进给路线安排如图 1b 所示:对刀点至起刀点的空行程为 1→2,第一刀 2→3→4→5→2;第二刀为 2→6→7→8→2;第三刀为 2→9→10→11→2。显然,起刀点与对刀点分离,进给路线可减短。

②合理安排“回零”路线:在安排“回零”路线时,应使前一刀终点与后一刀起点间的距离尽量减短,或者为零,即可满足进给路线为最短的要求。另外,在不发生加工干涉现象的前提下,宜尽量采用 X、Z 坐标轴双向同时“回零”指令,该指令功能是“回零”路线将是最短。

(2) 最短的切削进给路线 图 2 表示数控车削粗加工的三种切削进给路线:图 2a 为利用数控系统具有的封闭式复合循环功能控制车刀沿着工件轮廓进给的路线;图 2b 为利用其程序循环功能安排的“三角形”进给路线;图 2c 为利用其矩形循环功能而安排的“矩形”进给路线。显然,上述三种切削进给路线中,矩形循环进给路线的进给长度总和最短。

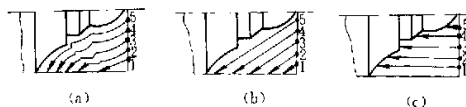


图 2 粗车进给路线的比较

(3) 零件轮廓的最后连续切削进给路线 在安排精车时,零件轮廓应由最后一刀连续加工而成,尽量不要在连续的轮廓中安排切入、切出、换刀及停顿,以免因切削力突然变化而造成弹性变形,致使光滑连续轮廓表面上产生划伤、形状突变和滞留



刀痕等缺陷。

(4) 防止“扎刀”的进给路线 当采用尖形车刀加工大圆弧内表面零件时,按图 3a 所示的进给方法,因刀具的主偏角常为 $100^\circ \sim 110^\circ$,在 X 方向的切削分力 F_p 将沿 X 正方向作用,当刀尖进给到圆弧的换象限处,即由 $-Z$ 、 $-X$ 向 $-Z$ 、 $+X$ 变换时, F_p 与横拖板的传动力 P 方向相同。因螺旋副的间隙,就可能使刀尖嵌入零件表面而“扎刀”。若按图 3b 所示的进给路线,因尖形车刀进给到圆弧的换象限处,即由 $+Z$ 、 $-X$ 向 $+Z$ 、 $+X$ 方向变换时, F_p 与 P 方向相反,不会受螺旋副间隙的影响而产生“扎刀”现象,所以采用图 3b 的进给路线较合理。

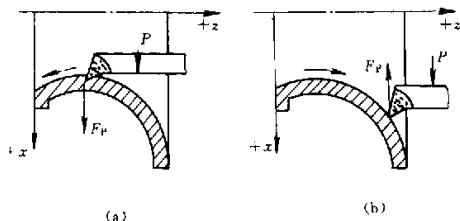


图 3 防止“扎刀”的进给路线

3. 夹具的选择

数控车削夹具应满足如下的特殊要求:①力求使设计基准、定位基准与编程计算的基准相统一。②尽可能保证所设定的工件及机床的坐标方向相一致,正确确定夹具与机床之间的联系尺寸。③尽量减少装夹次数,以求一次装夹能完成整道工序的加工内容。④夹具有开敞,便于对刀、调刀及换刀。

4. 刀具的选择

数控车削加工时,应尽量采用机夹刀和机夹刀片。刀片材料应用最多的是硬质合金和表面涂层硬质合金,其中涂层刀片适用于各处中钢材、铸铁的精加工、半精加工和负荷较轻的粗加工。成都工具研究所、瑞典 Sandvik、日本三菱公司、DIJET 工具株式会社生产的涂层刀片应用较广。对于超硬、强韧材料,可选用 FLD 立方氮化硼、FJR 人造金刚石、可转位陶瓷刀片。刀片尺寸、形状应根据被加工工件表面的形状、加工质量要求从 GB2076—87 中选取。工具规格、专用刀具代号和该刀具所要加工的内容应列表记录下来,供编程时使用。

5. 切削用量的选择

(1) 背吃刀量的确定 在工艺系统刚性和机床功率允许的条件下,尽可能选取较大的背吃刀量。当零件需精车时,精车余量一般比普通车削时所留余量少,常取 $0.1 \sim 0.5 \text{ mm}$ 。

(2) 切削速度的确定 切削速度应根据加工性质、工件和刀具材料等因素综合考虑后确定。下表为硬质合金外圆车刀切削速度的参考值,设计时可供参考。确定切削速度后再按加工表面的直径计算出主轴转速范围。

表 硬质合金外圆车刀切削速度的参考值

(单位: $\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$)

工件材料	热处理状态	$a_p = 0.3$ ~ 2mm	$a_p = 2$ ~ 6mm	$a_p = 6$ ~ 10mm
		$f = 0.08$ ~ 0.3mm/r	$f = 0.3$ ~ 0.6mm/r	$f = 0.6$ ~ 1mm/r
低碳钢 切易钢	热轧	140 ~ 180	100 ~ 120	70 ~ 90
	调质	130 ~ 160	90 ~ 110	60 ~ 80
中碳钢	热轧	80 ~ 110	50 ~ 70	50 ~ 70
	调质	100 ~ 130	70 ~ 90	50 ~ 70
合金钢	热轧	80 ~ 110	50 ~ 70	40 ~ 60
	调质	90 ~ 120	60 ~ 80	50 ~ 70
灰铸铁	HBS < 190	80 ~ 110	50 ~ 70	40 ~ 60
	HBS = 190 ~ 225	300 ~ 600	200 ~ 400	150 ~ 200
铝及铝合金				

在选择切削速度时特别应注意交流变频调速数控车床低速输出力矩小,因此,切削速度不能选得太小。

(3) 进给量的确定 在确定进给量的时候应注意以下几点:①在保证零件加工质量的要求下,尽可能选择较高的进给量。②刀具作空行程、特别是远距离“回零”时,尽量选择较高的进给量。③切断、镗削深孔及精车时,宜选择较低的进给量。④进给量应与主轴转速和背吃刀量相匹配。一般情况下,粗车取为 $0.3 \sim 0.8 \text{ mm/r}$,精车时取为 $0.1 \sim 0.3 \text{ mm/r}$,切断取为 $0.05 \sim 0.2 \text{ mm/r}$ 。当刀具作纵、横两个坐标方向合成进给运动时,其合成进给量等于两个坐标方向单向进给速度的矢量和。其取值范围可通过试切或按经验法选取。

按上述原则和范围初定切削用量后,还应根据所选择的数控机床,结合实际加工情况进行圆整或调整,后填入工艺文件。



浅谈数控车床的首件试切

力士乐(北京)液压有限公司 (100096) 王继兴

765 B

数控机床已经成为当今制造业的主流装备,数控车床更是机械制造厂家的重要生产设备,在生产中发挥着不可替代的作用,占有举足轻重的地位。因此,如何保证它安全正常的工作就成为一个需要研究的课题。在这里首件试切削的重要性显得尤为突出。

首件试切削包含了下面一些重要内容:①验证程序。如刀具运动轨迹是否正确,切削参数是否合适,换刀点选择是否合理。②验证刀具选择是否正确。如刀位安排是否恰当,一把刀具工作时其他刀具是否形成对工件、卡爪、尾座的干涉等。

首件试切前的准备工作:

(1) 刀具 要进行零件的切削加工首先要进行刀具的选择。在加工条件允许的情况下尽可能选择刚性好的刀具。如在加工孔径许可的情况下尽可能选较大直径刀杆,刀具悬伸尽可能小。刀片的选择要根据材料的热处理情况(正火、调质、渗碳等),是否断续切削、余量大小及其所要求达到的加工表面粗糙度等因素综合考虑。从而正确确定刀片主偏角大小、前角的正负、刀尖圆弧的尺寸以及

是否带有修光刃。以尽可能提高效率,减少切削震动,确保加工表面质量。

(2) 退刀点的确定 车削零件除个别情况一般都是由多把刀具来完成的。退刀点(又称刀具交换点)是某一把刀具开始加工零件时的出发点。该刀完成任务后返回到退刀点,在此点调用另一把刀具进行下一步加工。

在刀具交换时要保证不能对工件、卡爪、尾架形成干涉。所以退刀点选择的要点是首先要保证安全,其次尽可能使空行程短,以缩短零件加工时间。由于系统的不同,退刀和换刀的方法也不同。但原则是一样的:既要安全,又要经济。

(3) 精车刀的预调 数控车床一般采用机卡不重磨刀片。利用对刀镜或对刀仪(量刀器)对刀具进行X、Z方向的偏置。这种情况下可获得很好的刀具参数。但即使如此仍应对精车刀进行加工前的直径方向(X方向)的补偿调整。这是因为孔或外圆有不同的公差要求,如公差为正或公差为负,或一把刀加工多个孔(或外圆),而这些孔(或外圆)的公差带不同,要满足图样要求必须对刀具的直径方向进行补偿。一般方法是孔向下调,外圆向上调,以便为下一步得到精确的尺寸留有余地。

(4) 空运行 空运行必须在零点平移后进行。空运行的目的是为了检验程序指定的刀尖运动轨迹是否正确,刀尖圆弧补偿方向是否正确等。空运行有两种方法:一种是卡盘上无加工件,让刀具运行。这时观察刀具运动轨迹是否正确,有无不安全因素。另一种是锁定机床空运行,这时刀具不移动而观察显示器显示的坐标变化,以确定刀具移动轨迹的正确性。

经过以上的一些准备工作就可以进行首件切削加工了。真正进行首件切削时,操作者应关闭快速行程开关。将单程序段开关打开,逐段运行,以便确认机床的下一动作是我们所需要的。并将一手指放在进给暂停开关(FEED HOLD)上,以便发现问题时随时可以停止程序运行,保证人身和机床的安全。

(收稿日期:20020906)

(收稿日期:20020825)

6. 填写数控加工工序卡、数控加工刀具卡

数控车削加工工序卡与普通机械加工工序卡有许多相似之处。它主要包括工序内容、加工面、刀具号、刀具规格、切削用量等。在工序图(或数控加工走刀路线图)中,还应注明编程原点,对刀点、刀具运动路线及编程简要说明,如所用控制机型号、程序编号、镜像加工对称方式、刀具半径补偿等。

数控加工刀具卡是将数控车削加工工序中使用的刀具名称、刀柄型号、刀具直径、长度补偿量等内容按工步顺序逐一说明的工艺文件。它对加工准备,调整方法程序的编写起着重要的作用。

数控车削工序的设计内容多,涉及的知识面广。传统的工艺设计人员只要掌握了数控加工设备 & 编程技术,数控加工工序设计的特点,一定能出色完成数控加工工序设计任务。