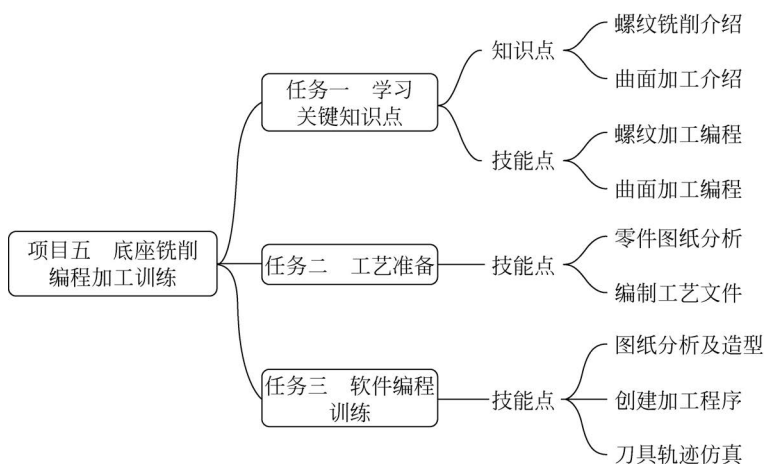


项目五 底座铣削编程加工训练

➤思维导图



➤学习目标

知识目标

- (1) 了解三轴曲面加工。
- (2) 了解球铣刀比立铣刀切削曲面质量更好的原因。

能力目标

- (1) 掌握坐标系旋转的使用方法。
- (2) 掌握螺纹加工指令。
- (3) 掌握螺纹刀具的选择与使用方法。
- (4) 能够独立确定加工工艺路线,并正确填写工艺文件。

素养目标

- (1) 培养学生的科学探究精神和态度。
- (2) 培养学生的工程意识。
- (3) 培养学生的团队合作能力。

任务一 学习关键知识点

5.1 螺纹铣削加工

5.1.1 螺旋铣削内孔

1. 加工范围

孔径较大的盲孔或通孔,由于麻花钻加工太慢或不能加工,往往选择螺旋铣削的方式,而且由于该方式选择的刀具不带底刃,所以更适合小切深、高转速及大进给的加工情况。

2. 加工特点

螺旋铣削加工孔是建立在螺旋式下刀方法基础上的加工方法,螺旋铣孔时有一个特点:每螺旋铣削一周,刀具沿着 Z 轴方向移动一个下刀高度。

3. 说明

这种方法在螺旋铣削内孔时很有特色,其程序编写的实质就是将一个下刀高度作为螺旋线高度编写成一个子程序,通过循环调用该螺旋线子程序,完成整个孔的铣削加工。该方法加工孔不受铣刀规格等因素影响,所以在数控铣床和加工中心上应用广泛。

5.1.2 单刃螺纹铣刀加工螺纹

1. 加工范围

同一把螺纹铣刀既可以铣削左旋螺纹,又可以铣削右旋螺纹;既可以铣削内旋螺纹,又可以铣削外旋螺纹,同时,不受螺距和螺纹规格的影响。

2. 加工特点

单刃螺纹铣刀加工螺纹是建立在螺旋式下刀方法基础上的加工方式。铣螺纹的原理为:螺纹铣刀每铣一周,刀具在 Z 轴方向上运动一个导程(单线时为一个螺距)。

3. 说明

这种方法在螺纹铣削时很有特色,其程序编写的实质就是将一个导程的螺旋线编写成一个子程序,通过循环调用该螺旋线子程序,完成整个螺纹的铣削加工。该方法加工螺纹不受铣刀螺距和螺纹规格等参数的影响,所以在数控铣床和加工中心上应用广泛。

5.1.3 多刃螺纹铣刀加工螺纹

1. 加工范围

同一把螺纹铣刀既可以铣削左旋螺纹也可以铣削右旋螺纹,同时也可以铣削内外螺纹,主要用在生产效率高的场合。

2. 加工特点

每把铣刀对应一个值,该值为刀具圆角半径编程值,也就是在铣螺纹时的刀具半径补偿值。在铣削螺纹时,一般的加工深度可以一次加工完成,但是如果要求分多次铣削,则只需修改刀具半径补偿值就可以完成。

3. 说明

这种方法在螺纹铣削时效率非常高,程序编写也非常简单。其编程的实质是:螺纹铣刀在 XOY 平面导入(或导出)1/4 周时,正式加工螺纹 1 周;在 Z 轴方向导入(或导出)1/4 周时,刀具运动 1/4 个螺距;正式加工螺纹 1 周时,刀具在 Z 轴方向上运动 1 个螺距。通过保证多刃螺纹铣刀上的每个有效刀齿同时参与铣削,来完成整个螺纹的铣削加工。该方法加工螺纹的重点体现在选择铣刀的螺距上:当要求加工一定规格螺距的螺纹时,必须选择与其相对应的螺纹铣刀。同时,该方法受铣刀螺距和螺纹规格等因素的影响,但由于加工效率高,所以在数控铣床和加工中心上应用广泛。

5.2 曲面加工

三轴铣削加工可得到较好的弯曲近似曲面。在三轴铣削加工使用球头刀具时,以 X、Y、Z 方向的直线进给运动保证了刀具可切削到工件上任意位置的坐标点,但不能改变刀轴方向。刀轴上在这一点实际切削速度为零,刀中心的排屑空间也很小。

曲面是 CAD 模型中的数学实体,可以准确表示标准几何对象(如平面、圆柱体、球体和圆环),以及雕刻自由形状的几何体。自由形式的几何体在设计领域有无数的应用。

曲面加工是一个多用途的功能,无论是以加工面积为导向,还是以操作为导向,其均可以完全适应需求和工作方法。可以在零件上定义加工区域,然后为每个区域分配一个操作;也可以将加工过程定义为一组操作,每个操作都有一个加工区域。

5.2.1 三轴曲面加工的意义

三轴曲面加工是定义和管理数控程序的新一代产品。三轴曲面加工是一种基于三轴加工技术的三维几何加工技术。它特别适合模具和工具制造商,以及所有分支机构和工业各级原型制造商的需要。

三轴曲面加工提供易于学习和使用,且面向车间的三轴制造的刀具轨迹定义。三轴曲面加工是基于行业公认的、领先的技术。

薄壁曲面零件广泛应用于工业生产中,其形状与精度是保证其可用性的基本要求。由于薄壁曲面零件的刚性低,因此,在加工过程中切削力成为加工形变的敏感因素。而三轴高速铣削与传统铣削相比,具有明显的切削力小的特性,为钛合金等难加工材料制成的薄壁曲面零件的加工,提供了一种有效的方法。

三轴数控加工中心因其操作简单而应用广泛。在加工曲面时,三轴数控加工中心使用插补线段来拟合曲面。加工表面的质量受插补线段长度的影响:在直线段的连接处形成锐

角,锐角的出现会导致应力集中增加。

5.2.2 三轴曲面加工方法

3D 零件的几何形状和所需的表面粗糙度,在确定用于任何给定零件的刀具轨迹方面都起着关键作用。三轴曲面加工的目标是计算零件表面上和沿着零件表面的路径,以便刀具在切削时可以遵循。通常,三轴刀具轨迹被投影到下面的表面上。

三轴数控车削主要是把工件旋转后,用刀具将工件切割成所需的形状。当刀具在平行旋转轴线上运动时,可获得内外圆柱面;而圆锥表面的形成,则是刀具与轴心相交的斜线运动;旋转曲面的形成,是仿形数控车床控制工具沿曲线进给;另外一种旋转曲面的形成方式,则是采用成型车刀,横向进给。此外,螺纹表面、端平面和偏心轴的加工也可以通过三轴数控车削来实现。

三轴曲面切削主要包括仿形铣削、数控铣削及特殊加工方法。仿形铣削利用零件原型,对球头的仿形头进行一定压力的加工,使其与零件原型曲面接触。加工过程中,将仿形头的运动动能转化为电感,通过控制铣床三轴的运动,形成球头与仿形半径相结合的铣刀。CNC 技术的出现,为曲面加工提供了更为有效的手段。

任务二 工艺准备

5.3 零件图分析

如图 5-1 所示,根据零件的使用要求,选择 45 钢为底座零件的毛坯材料,毛坯下料尺寸定为 $95\text{mm}\times 95\text{mm}\times 30\text{mm}$ 的方料。

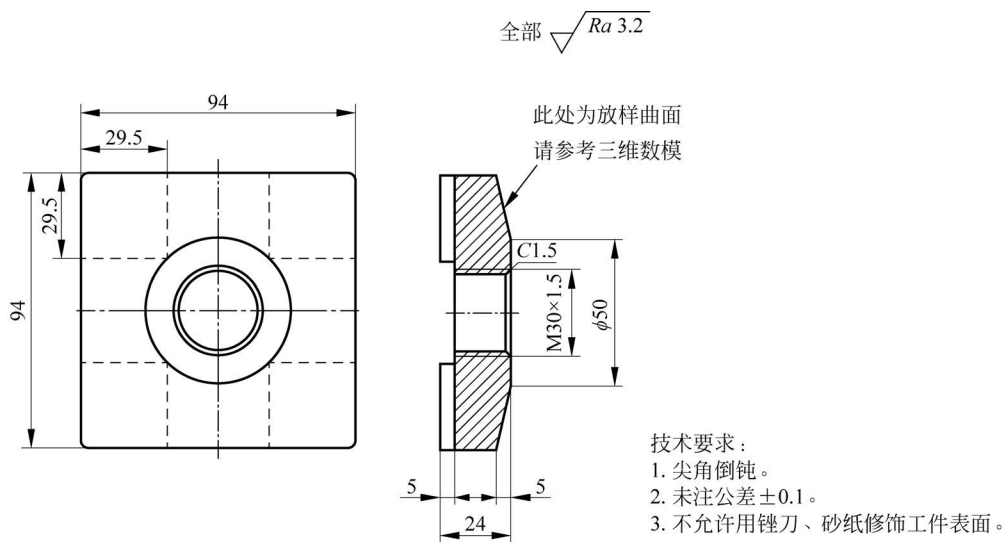


图 5-1 底座零件图

零件 M30 为关键尺寸,需要与其他零件配合;零件外形无配合要求,有形状即可,所以粗加工即可;曲面处需要精加工。

注意: 此零件为操作者接触件,所以在工序加工完成后,应去除加工毛刺,保证锐角充分倒钝以确保在使用过程中的人身安全。

5.4 工艺设计

根据零件图分析,确定工艺过程,如表 5-1 所示。

表 5-1 工艺过程卡片

机械加工 工艺过程卡片		产品型号	XSB	零部件序号		XSB-05		第 1 页	
		产品名称	吸水泵	零部件名称		底座		共 1 页	
材料牌号	C45	毛坯规格	95mm×95mm ×30mm	毛坯质量	kg		数量		1
工序号	工序名	工 序 内 容		工段	工艺装备		工时/min		
							准结	单件	
5	备料	毛 坯 准 备 95mm × 95mm × 30mm 的方料		外购	锯床				
10	铣削	以毛坯面 95mm×95mm 为粗基准,精加工上表面		加工中心	平口钳		160	5	
15	铣削	精加工曲面		加工中心	平口钳			35	
20	铣削	精加工 95mm×95mm 侧边		加工中心	平口钳 游标卡尺			25	
25	铣削	钻螺纹底孔,铣削螺纹		加工中心	平口钳 螺纹通止规			30	
30	铣削	反向装夹,铣平面		加工中心	平口钳 游标卡尺			20	
35	铣削	精加工十字槽		加工中心	平口钳 游标卡尺			30	
40	清理	清理工件,锐角倒钝		钳				5	
45	检验	检验工件尺寸		检				5	

本训练任务针对第 10~第 35 工序铣加工,进行工序设计,制作工序卡片,详细编制工艺卡,如表 5-2 所示。

表 5-2 铣加工工序卡片

机械加工工序卡片	产品型号	XSB	零部件序号	XSB-05	第 1 页	
	产品名称	吸水泵	零部件名称	底座	共 1 页	

技术要求：
1. 尖角倒钝。
2. 未注公差 ± 0.1 。
3. 不允许用锉刀、砂纸修饰工件表面。

全部 $\sqrt{Ra\ 3.2}$

此处为放样曲面
请参考三维数模

工序号	10~35
工序名	铣削
材料	C45
设备	加工中心
设备型号	AVL650e
夹具	平口钳
量具	游标卡尺
准结工时	160min
单件工时	155min

工步	工步内容	刀具	S/ (r/min)	F/ (mm/r)	a_p / mm	a_e / mm	工步工时/min	
							机动	辅助
1	工件安装							5
2	铣平面	$\phi 40$ 面铣刀	1500	400	0.5	20	5	
3	粗加工曲面	$\phi 40$ 面铣刀	1500	800	0.3	20	10	
4	精加工曲面	R5 球头铣刀	3000	800	0.1	5	25	
5	粗加工外轮廓	$\phi 10$ 立铣刀	1500	600	1.5	5	20	
6	精加工外轮廓	$\phi 10$ 立铣刀	1500	400	25	5	5	
7	钻孔定心	$\phi 8$ 定心钻	2500	200	2		5	
8	钻孔	$\phi 28.5$ 麻花钻	800	100	30		10	
9	铣螺纹	$\phi 16$ 螺纹铣刀	800	60			10	
10	倒斜角	$\phi 8$ 定心钻	2500	400	1.5	1.5	5	
11	反向装夹,以 94mm $\times$ 94mm 面为精基准,以第 2 步加工平面为 Z 向基准							5
12	粗加工平面	$\phi 40$ 面铣刀	1500	800	2	20	10	
13	精加工平面	$\phi 40$ 面铣刀	1500	400	0.3	20	5	
14	粗加工底部十字槽	$\phi 10$ 立铣刀	1500	600	1	5	20	
15	精加工底部轮廓	$\phi 10$ 立铣刀	1500	400	5	5	10	
16	拆卸、清理工件							5

任务三 软件编程训练

5.5 编程练习

5.5.1 创建毛坯及加工坐标系

如图 5-2 所示,创建毛坯及加工坐标系。

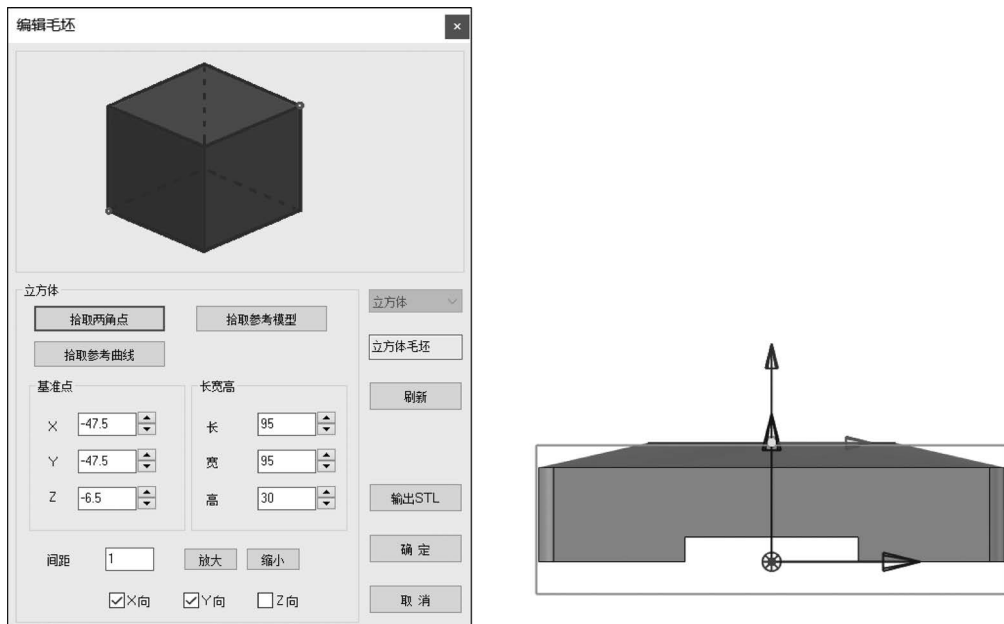


图 5-2 创建毛坯及加工坐标系

5.5.2 加工刀具轨迹

加工刀具轨迹如图 5-3~图 5-7 所示,包括平面精加工、曲面粗加工和曲面精加工、外轮廓粗加工和精加工、螺纹铣削及倒角。此处使用的平面轮廓加工,需要构造草图轮廓,选取模型边界,另外为使刀具轨迹优化,需要自定义进退刀点。在加工螺纹孔倒角时,需要注意此处构造为螺纹底孔圆。

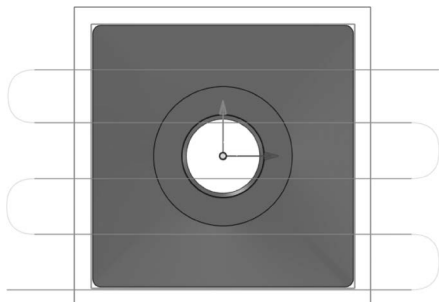


图 5-3 平面精加工刀具轨迹

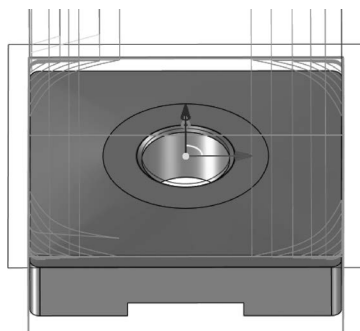


图 5-4 曲面粗加工刀具轨迹

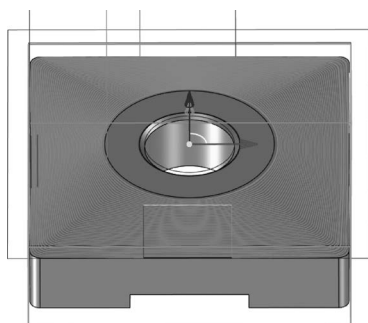


图 5-5 曲面精加工刀具轨迹

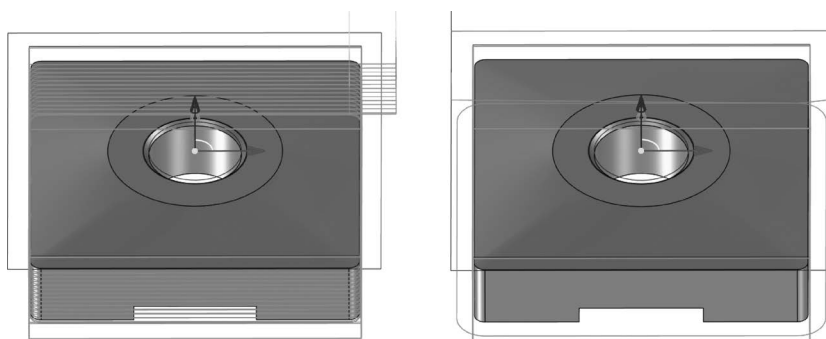
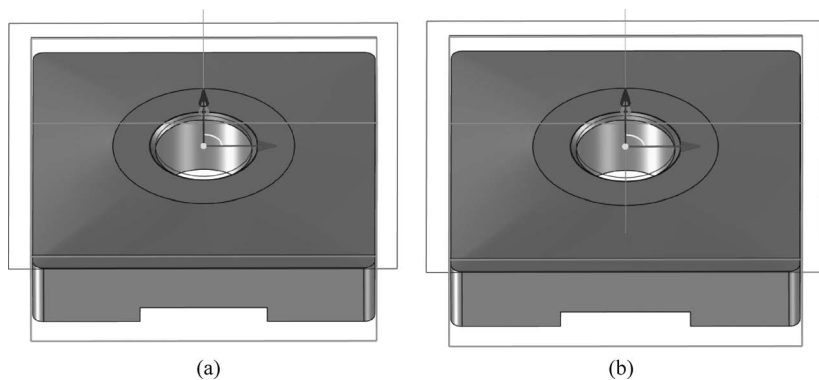


图 5-6 外轮廓粗、精加工刀具轨迹



(a)

(b)

图 5-7 螺纹铣削及倒角刀具轨迹

(a) 定心钻定心刀具轨迹；(b) 麻花钻螺纹底孔刀具轨迹；(c) 螺纹铣削加工刀具轨迹；(d) 螺纹孔倒角刀具轨迹

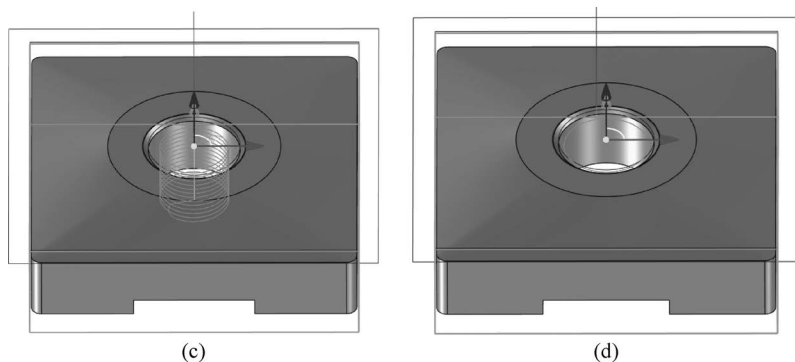


图 5-7 (续)

5.5.3 反向装夹加工刀具轨迹

反向装夹加工刀具轨迹如图 5-8 和图 5-9 所示,包括反向装夹平面加工、底部十字槽的粗加工和精加工。

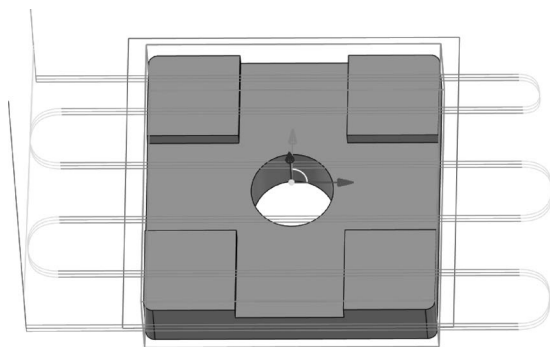


图 5-8 反向装夹平面加工刀具轨迹

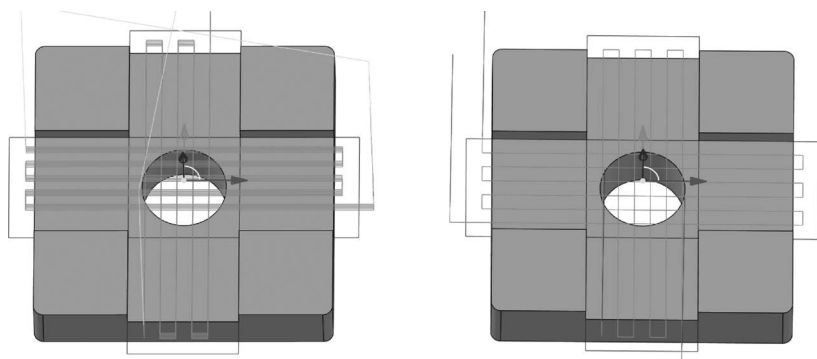


图 5-9 底部十字槽粗、精加工刀具轨迹

项目总结

通过底座数控铣削加工,需要掌握数控铣削刀具的选用和设置,以及平面加工、圆形腔加工、螺纹加工及孔加工的程序编写,并合理配置加工参数,对刀具轨迹进行检查与优化。

最后利用后置处理生成代码,并且学会检查代码命令。

通过任务训练,养成良好的职业素养,培养正确的加工中心安全操作规范,养成基本的机械加工质量意识。

课后习题

1. 填空题

- (1) 螺旋铣削内孔的两种常用刀具是_____、_____。
- (2) 为得到较好的弯曲度,曲面加工可采用_____。
- (3) 三轴曲面加工是一种基于_____的三维几何加工技术。
- (4) 螺纹孔加工的常用指令有_____。
- (5) 螺纹孔加工的常用指令中 F 代码代表的是_____。

2. 判断题

- (1) 单刃螺纹铣刀加工螺纹原理:螺纹铣刀每铣一周,刀具在 Z 轴方向上运动一个导程。()
- (2) 多刃螺纹铣刀在加工螺纹时效率非常低,程序编写也非常复杂。()
- (3) 在三轴铣削加工曲面时,刀轴上在这一点实际切削速度为零,刀中心的排屑空间也很小。()
- (4) 三轴曲面加工特别适合模具和工具制造商,以及所有分支机构和工业各级原型制造商的需要。()
- (5) 三轴高速铣削与传统铣削相比,具有明显的切削力大的特性。()

3. 选择题

- (1) 用 FANUC 系统指令“G92 X(U) Z(W) F;”加工双线螺纹,则该指令中的“F”是指()。
A. 螺纹螺距
B. 螺纹导程
C. 每分钟进给量
D. 每转进给量
- (2) 在下列选项中()指令不被用于螺纹加工。
A. G32
B. G92
C. G76
D. G81
- (3) 多刃螺纹铣刀加工螺纹的刀具选择要求()。
A. 匹配螺纹规格
B. 匹配螺纹螺距
C. 每个有效刀齿同时参与铣削
D. 以上均可
- (4) 三轴曲面切削主要包括()。
A. 仿形铣削
B. 数控铣削
C. 特殊加工方法
D. 以上均可
- (5) 有关三轴曲面加工错误的是()。
A. 定义和管理数控程序的新一代产品
B. 形状精度可靠
C. 即时周期更新
D. 操作复杂、涵盖范围小、加工方式有限

4. 简答题

- (1) 简述底座曲面加工需要配置的参数。
- (2) 证明在使用球头铣刀切削斜面时,加工工件表面质量比使用立铣刀效果好。

自我学习检测评分表如表 5-3 所示。

表 5-3 自我学习检测评分表

项目	目 标 要 求	分值	评分细则	得分	备注
学习关键 知识点	(1) 掌握坐标系旋转指令的使用方法 (2) 掌握螺纹和曲面的编程方法	20	理解与掌握		
工艺准备	(1) 能够正确识读零件图 (2) 能够独立确定加工工艺路线,并正确 填写工艺文件 (3) 能够根据工序加工工艺,编写正确的 加工程序	30	理解与掌握		
编程训练	(1) 能够根据零件结构特点和精度,合理 选用加工方案 (2) 掌握底座铣削的工艺流程 (3) 能够正确根据零件情况调整加工参数	50	(1) 理解与掌握 (2) 操作流程		



思政小课堂