



华南理工大学

South China University of Technology

课程设计报告书

题目：CAM 交互式编程

学 院	<u>机械与汽车工程学院</u>
专 业	<u>机械工程</u>
学生姓名	<u>邹纯纯</u>
学生学号	<u>201630065333</u>
指导教师	<u>王清辉</u>
课程编号	<u>130241</u>
课程学分	<u>2</u>
起始日期	<u>2019.12.30-2019.1.10</u>

教师评语	<p>教师签名： 日期：</p>
成绩评定	
备注	

目录

一、 选题背景.....	2
二、 方案论证(设计理念).....	2
2.1 实体造型过程描述.....	2
2.2 交互式数控编程过程描述.....	4
2.2.1 零件特征分析及加工工艺分析.....	4
2.2.2 装夹方案.....	5
三、 零件数控编程过程论述.....	7
3.1.初始设置.....	7
3.2 全局的粗加工.....	8
3.3 对平面的精加工.....	12
3.4 对曲面的精加工.....	14
图 46 加工效果.....	21
3.5 平面与曲面一起精加工.....	22
3.6 后置处理.....	23
四、 结果分析.....	23
五、 课程设计总结.....	24
参考文献.....	25

CAM 交互式编程

一、 选题背景

CAM 交互式编程课程设计是《数字化设计与制造》课程学习的重要组成部分。用于综合利用所学知识，强化三维造型技能，熟练进行二维加工和三维曲面粗、精加工工序及加工轨迹的生成、效验、后处理等操作。课程设计时间为两周，要求完成规定的造型与编程任务（电子稿）和《课程设计说明书》。

参考老师给的资料后，我决定用自己建的四叶草模型，在和老师确认后，正式开始此次课程设计。

二、 方案论证(设计理念)

2.1 实体造型过程描述

建模底座，尺寸 100X100X10，如图一；

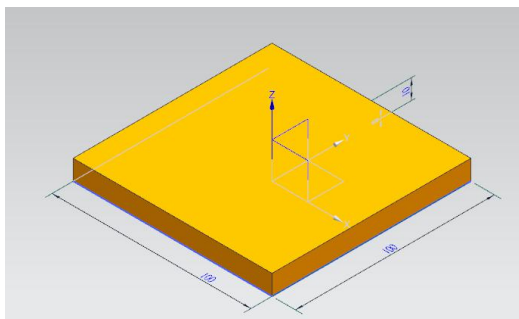


图 1 底座的建模

建模底座，尺寸 100X100X10

四叶草草图：定相对于水平线 $\pm 30^\circ$ 的构造线，水平线画一直径为 8mm 的圆，再与两构造线画相切圆弧，剪去多余线条，利用对称形成初步四叶草，最后在相邻两片叶子间创建直径为 12mm 的相切圆弧，形成四叶草，如图 2。拉伸 10mm，如图 3；

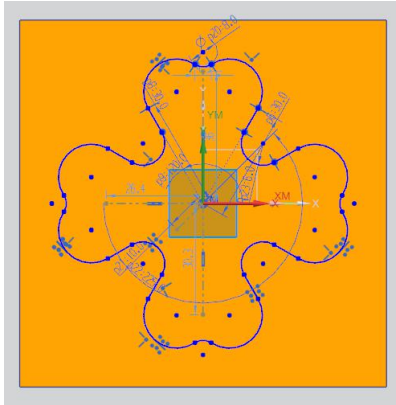


图 2 四叶草草图

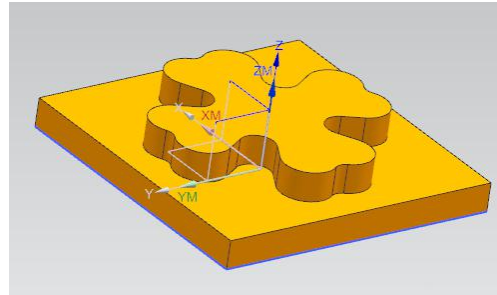


图 3 拉深10mm

在顶部倒圆角 R10，如图 4；

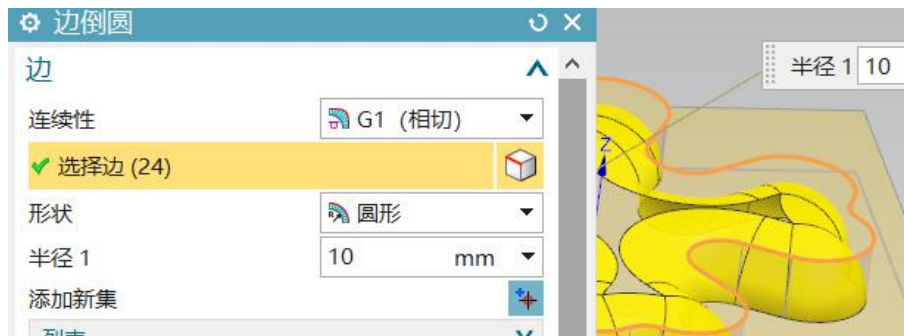


图 4 倒圆角 R8

两体交界处倒圆角 R4

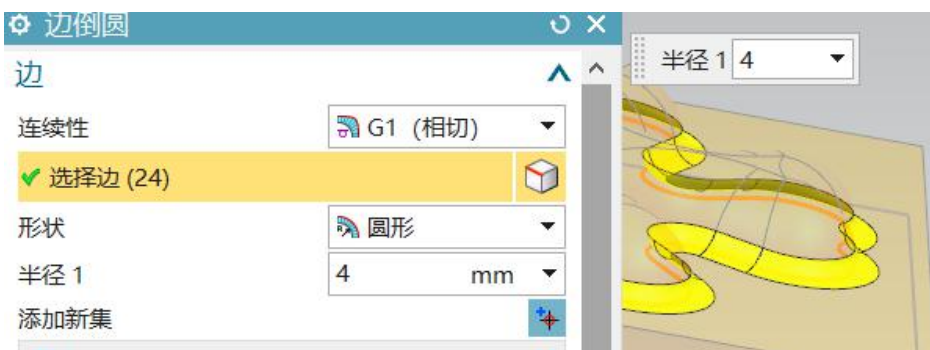


图 5 倒圆角 R4

2.2 交互式数控编程过程描述

2.2.1 零件特征分析及加工工艺分析

2.2.1.1 零件特征分析

该零件主要加工三项：顶平面，底平面，以及曲面。

其中，顶平面为一整块平面，虽然有些地方较窄，但处在整个零件最高处，不会与其他加工面干涉，加工容易。

底平面被中间的曲面特征大致分为了四角，相邻角之间有联通的部分。窄的联通道宽 7.16mm，加工时影响不大，主要注意叶片中间凹处的加工。倒圆角后最小圆的半径为 2.6，所以平面精加工时要注意，粗加工时为求效率，选用直径为 8 的端铣刀。

曲面部分由 R10 的外凸圆角和 R4 的内凹圆角延花型线分部组成。由于有 R4 的倒角，所以精加工的时候球头刀的直径不能大于 8，最好选用直径小于 8 的刀。

2.2.1.2 加工工艺分析

由于没有提供零件的设计标准，不知道上道工序以及毛坯的状态，以及要求的最终加工精度，以下分析都根据自己的假设来。

假设毛坯是 100X100X21 的碳钢块料，毛坯侧面的几何精度不作要求，但底面的平面度已经有保障。毛坯底部 10mm 的高度不加工。10mm 以上部位的特征与四侧面无几何精度要求。

加工分为粗加工和精加工。粗加工中，铣去毛坯高度 10mm 以上的大余量，对平面切削到留有用于精加工的余量，而对曲面的则铣成台阶。精加工中，两平面铣到无余量，曲面铣刀残留高度不超过 0.03mm

零件的平面都由端铣刀完成加工。曲面上两种圆角交界处的壁十分陡峭，不过没有达到矢量向下的程度，可以固定轴球头刀加工。

2.2.2 装夹方案

2.2.2.1 对刀与定位方案

零件的设计原点是零件底面的几何中心，而实际加工中也能找到毛坯上的这个点。对刀思路为找到毛坯每对侧面的对称轴，交点处即为工件坐标系中的 Z 轴，然后找到加工台的高度，即毛坯底面位置 Z0。具体操作如下。

在加工台（即毛坯底面即将紧挨的位置）上放置一片薄油纸。起动机床，缓慢转动刀具，手动模式让刀具靠近油纸，直到刀具蹭到油纸，使其转动，即为工作台在机床坐标系中的高度 Z，此机床高度设置为工件坐标系中的 Z0。

安装好毛坯，重新转动刀具，手动模式将刀具移动到毛坯左侧以左，刀具切削刃降到毛坯顶面以下且一半高度以上，转动刀具，步进方式靠近毛坯，切到毛坯就停止步进，记录此时的机床坐标。同理记录毛坯右侧的机床坐标。两个数据相加除二就得到了毛坯中心的机床坐标 X0。同理测得毛坯的前后侧面，得到毛坯中心的机床坐标 Y0。在机床中设置此位置为工件坐标系的 Z 轴位置。从而得到了毛坯在机床工作系中的原点。

定位用工作台上的虎钳。该工件的加工仅需要 Z 轴方向的定位，其他自由度不需要做定位，保持在加工中不变即可。毛坯与工作台底面或者垫高的垫块相接触，限制 Z，僂，僂。虎钳夹住工件，使其在加工中位置保持不变。

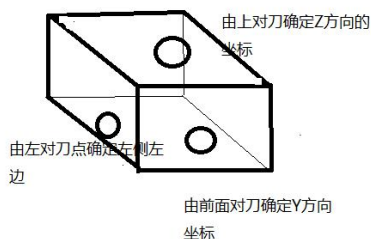


图 6 对刀

2.2.2.2 加工方案

刀具选择未涂层的焊接式硬质合金刀。

D8 的端铣刀 T1：粗加工去除余量

D6 的球头刀 T2：精加工曲面

D6 的端铣刀 T3：精加工平面

D4 的球头刀 T4：精加工曲面

D4 的端铣刀 T5：精加工平面

根据刀具的用途，设计工序设计如下：

第一步，对全局的粗加工。用 D8 的端铣刀铣去毛坯的大余量。粗加工底面余量设置为 0.5mm，公差±0.08mm。

之后分歧出两条加工路线

第一条：第二步，对平面的精加工，用 D4/D6 的端铣刀铣去平面上的余量。第三步，对曲面的精加工，用 D6 的球头刀铣去曲面上的余量。

第二条：第二步，对平面和曲面的精加工，用 D4/D6 的球头刀铣去所有余量精加工的余量设置为 0，公差为±0.03mm。

通过软件仿真，对比在不同条件下两条路线的程序量、成品余量来判断孰优孰劣，从而选择合适的加工方法。

2.2.2.3 制定加工顺序

表 1. 第一条路线数控加工工序表

工序	工序内容	刀具号	刀具规格	主轴转速 (r/min)	进给速度 (mm/min)
1	整体的粗加工	T1	端铣刀 D8	5000	250
2	平面的精加工	T3/T5	端铣刀 D6/D4	5000	250
3	曲面的精加工	T2/T4	球头刀 D6/D4	5000	250

表 2. 第二条路线数控加工工序表

工序	工序内容	刀具号	刀具规格	主轴转速 (r/min)	进给速度 (mm/min)
1	整体的粗加工	T1	端铣刀 D8	5000	250
2	整体的精加工	T2/T4	球头刀 D6/D4	5000	250

三、 零件数控编程过程论述

3.1.初始设置

1) 设定加工环境:

点击应用模块中的加工，弹出加工环境配置对话框。选择 `cam_general` 和 `mill_contour`，即通用加工环境中的轮廓铣。这里选用轮廓铣而不是平面铣，是因为曲面的加工明显多于平面加工。

2) 设置坐标系:

点击工序导航器中的几何视图，双击 `MCS_MILL`

点击 `CSYS` 对话框，参考坐标系选择 `WCS`，将工件坐标系设置在建模坐标系上，即工件底面的中心，安全距离设置为 40，自动平面



图 7 几何视图

3) 设置工件与毛坯:

双击几何视图中的 `WORKPIECE`，指定部件，点击零件，指定毛坯，类型为包容块，Z 轴正方向留 1mm 的毛坯余量

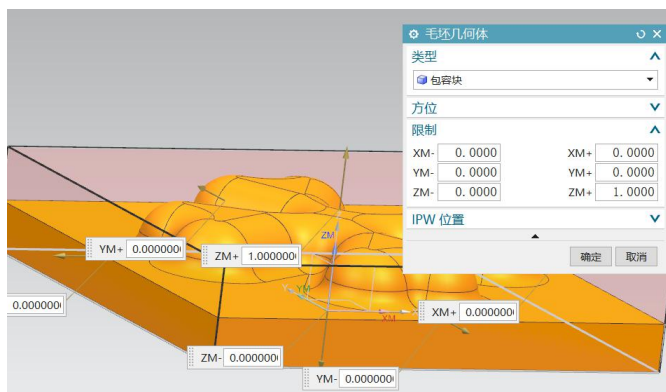


图 8 设置毛坯

4) 创建刀具:

点击创建刀具。

第一把为端铣刀，刀的直径为 8mm，命名 T1_D8_MILL，刀具编号设为 1。

第二把为球头刀，刀的直径为 6mm，命名 T2_D6_BALL_MILL，刀具编号设为 2。

第三把为端铣刀，刀的直径为 6mm，命名 T3_D6_MILL，刀具编号设为 3。

第四把为球头刀，刀的直径为 4mm，命名 T4_D4_BALL_MILL，刀具编号设为 4。

第五把为端铣刀，刀的直径为 4mm，命名 T5_D4_MILL，刀具编号设为 5。

3.2 全局的粗加工

点击创建工序

选择工序类型为型腔铣，刀具为 T1，几何体为 WORKPIECE，方法为粗加工。型腔铣的部件与毛坯均继承于 WORKPIECE 的设置。切削区域要全选待加工表面。刀轴选择+ZM

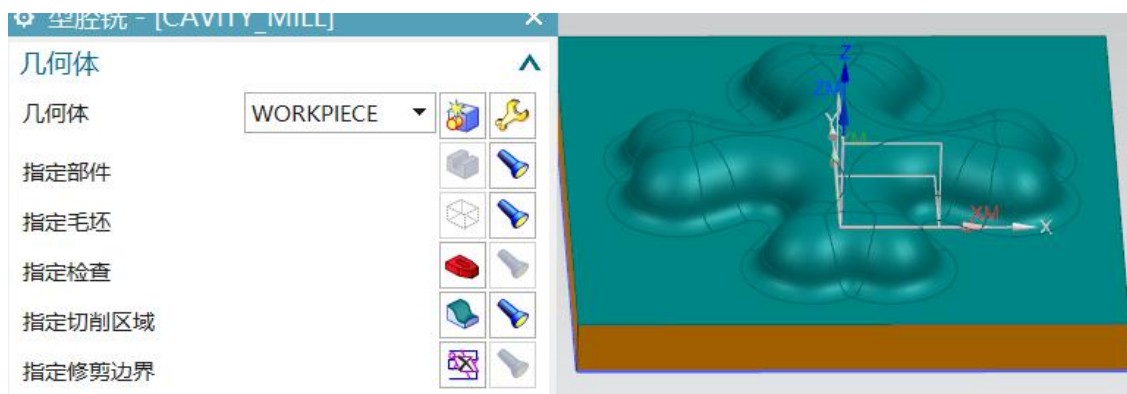


图 9 设定待加工表面

型腔铣操作创建的刀轨可以切削掉平面层中的材料，常用与对材料进行粗加工，以及为随后的精加工做准备。型腔铣根据型腔或型芯的形状，将要切除的部位在 Z 轴方向上分为多个切削层进行切削，每一次的深度可以不同，故可用于加工复杂零件。

这里没有选用平面铣，而选用的型腔铣，主要是考虑到以下。平面铣用于切削具有竖直壁面和平面凸起的部件，并且部件底面应垂直于刀具。而型腔铣用于切削带有锥形壁面和轮廓底面的闭卷，底面可以说曲面，并且侧面不需要垂直于底面。课程的代加工模型虽然不是腔体，但是中心凸起曲面的特征与型腔铣的应用范围重叠更多，所以选择型腔铣。

切削模式选择跟随周边。在这种方法能跟随切削区域的轮廓形成一系列的同轴刀路的切削图样当刀路与该区域的内部形状重叠时，这些刀路将合并成一个刀路，然后再次偏置这个刀路就形成下一个刀路。可加工区域内的所有刀路都将是封闭形状。这种方法能使刀具在步进过程中不断地进刀而使切削运动达到最大程度。

对比其他切削模式，选择跟随周边的原因为：

- 1) 跟随周边中，刀具的轨迹是同心封闭的，即环形刀位轨迹，不需要考虑刀轨转向时的速度突变问题。单向、往复和单向轮廓这三种切削方式在这点上不如跟随周边。
- 2) 跟随周边中，刀具的切削方向与往复式走刀方法一样，横向进给时，一直保持切削状态，可以产生最大化切削，适合粗加工。
- 3) 跟随部件方式也能做到以上两点，但是在切削底平面垂直方向的余量时，根据曲面特征（即部件）生成的导轨会多次运行至毛坯外然后抬刀移动，对加工效率很不利，所以不选，根据仿真结果，跟随周边程序长度为 164，所用时间为 45 分 46 秒，而跟随部件程序长度为 201，所用时间为 1 小时 15 分 14 秒，时间明显延长，刀轨对比如下图 10 和图 11。

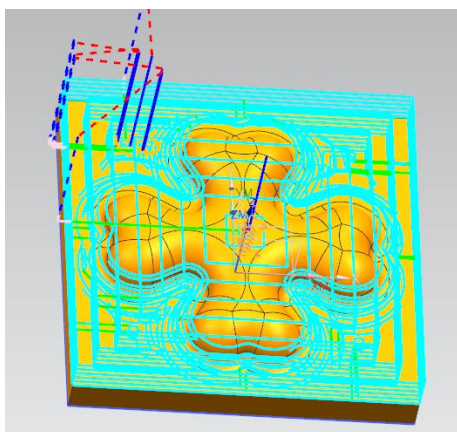


图 10 跟随周边的刀轨

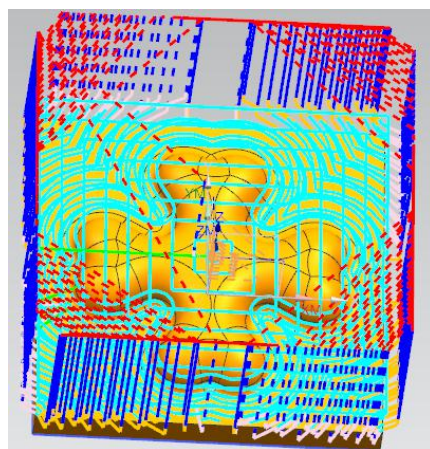


图 11 跟随部件的刀轨

步距选用刀具平直百分比来确定。因为是粗加工，所以设置得比较大，为 80%，即两相邻刀轨之间有 0.6mm 的重叠区域，切削效率高。

切削层设置。粗加工的余量为 0.5mm，从顶部 21mm 加工到 10mm 高度，各留 0.5mm 的余量，则总切削高度为 10mm。取每刀切削深度为 2.0mm。切削起始高度不能用自动识别的毛坯高度 21mm，不然顶面就无法被加工到。切削起始高度设置为 22.5mm，这样第一刀下去刚好为顶面留了 0.5mm 的余量。由于系统会自动分层，而范围深度为 12mm 的时候，不会自动设置成 6 层切削层且最后余量为 0.5mm，所以要将范围深度设置为 14mm，系统自动分为 7 层，其中 6 层为切削层，两处余量都为 0.5mm。如图

12。

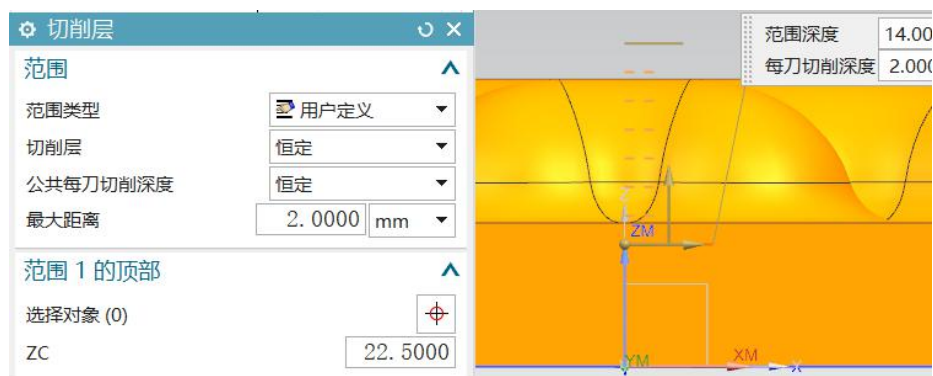


图 12 粗加工切削层设置

切削参数设置。

策略中，设置切削方向为顺铣，相对于逆铣，顺铣刀切入没有滑移现象，精度要比逆铣好，实际加工中能耗也比逆铣小，也更利于排屑。切削顺序选择层优先，因为零件没有完全隔离的加工区域，所以不需要深度优先。

由于工件没有紧贴边的特征，所以不需要在边上延伸路径。精加工刀路是刀具完成主要切削刀路后做的最后一次切削，沿边界和所有岛做一次轮廓铣削，本工件不需要，因为壁都不是平面。

余量设置。部件侧面余量为 1mm，部件底面余量为 0.5mm。侧面余量是水平方向测量的余量，因为是端铣刀铣曲面外的台阶，保险起见余量设置得大一些。加工公差选用系统默认的±0.08mm。



图 13 切削参数-策略设置图



14 切削参数-余量设置

非切削移动均使用默认值

进给率设置。进给率为 250mmpm，逼近 3000，进刀 100。第一刀切削进给用 80%，为刀预热，最终生成的刀轨如图 16。



图 15 进给率设置

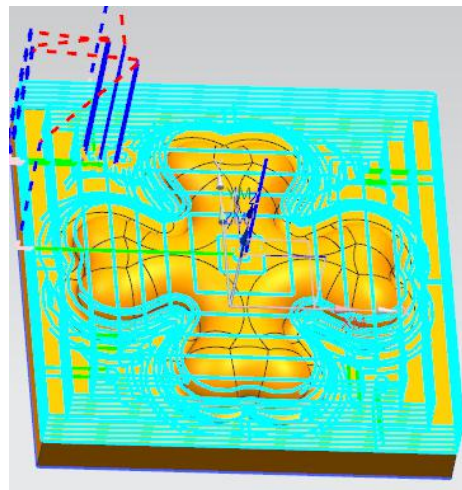


图 16 粗加工刀轨

刀轨可视化中，IPW 要点保存，这样后续加工才会在前道加工留下的余量上进行。加工结果如图 18。平面的余量都在 0.5mm 左右。台阶的余量在 1.4mm 左右，最大 2.50mm，最小 0.36mm。全局没有过切，总步数为 164，用时 45 分 46 秒。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/176224130113011050>