

摘要

随着现代科学技术的不断增长，高科技产品的不断升级，机械制造业中对于所加工产品零件的各项技术要求也不断提升，产品的精度要求也越来越高，与此同时，强大的市场需求需要一种高效高速的生产力。为适应这种状况，数控加工技术应运而生，并以其高速、高效等优点迅速得以推广，并拥有广阔的发展空间及强劲的发展势头。

本文以圆弧槽盘类零件为例，详细说明了该零件的工艺编制与数控加工过程。在开始编程前，先针对零件设计图纸和技术要求进行详细的数控加工工艺分析，以最终确定哪些是零件的技术关键，哪些是数控加工的难点，以及程序的编制难易程度；然后使用 UG NX 软件完成零件三维模型造型、二维零件图绘制及数控自动编程；最后在数控机床上完成零件加工，检验后，零件合格。

关键词：数控加工，工艺分析，绘制图纸，自动编程

目录

摘要.....	I
目录.....	II
第一章 绪论	1
1.1 数控技术	1
1.2 CAD/CAM 技术.....	1
1.3 数控加工的特点	2
第二章 零件分析	3
2.1 零件工作场景	3
2.2 零件图样分析	3
2.3 材料分析	4
2.4 毛坯选择	4
第三章 加工工艺方案设计	5
3.1 工艺过程设计	5
3.1.1 定位基准选择	5
3.1.2 零件表面加工方法的选择	7
3.1.3 加工顺序的安排	8
3.1.4 机械加工工艺过程卡	9
3.2 工序设计	10
3.2.1 加工余量的确定	10
3.2.2 机床的选择	11
3.2.3 夹具的选择	12
3.2.4 刀具的选择	12
3.2.5 量具的选择	13
3.2.6 切削用量的选择	13
第四章 数控编程与仿真	16
4.1 零件数控自动编程	16

4.1.1 进入 UG 加工模块.....	16
4.1.2 创建程序	17
4.1.3 创建刀具	17
4.1.4 创建几何体	18
4.1.5 下表面廓铣削编程	19
4.1.6 上表面廓铣削编程	20
4.2 数控仿真加工及后处理程序	23
4.2.1 零件的数控仿真加工	23
4.2.2 零件的程序后处理	25
结 论	26
致 谢	27
参 考 文 献	28

第一章 绪论

1.1 数控技术

进行数控加工时，数控机床受数控系统的指令，完成各种运动、实现各种加工要求。因此在编程加工之前，需要对影响加工过程的各种加工工艺因素，在大多数情况下，许多具体的问题是由操作工人依据自己的实践经验和习惯自行考虑和决定的。就是说，本来由操作工人在加工中灵活掌握可通过适时调整来处理的许多工艺问题，在数控加工时就转变为编程人员必须事先设计明确安排的内容^[1]。

在数控加工的工艺设计中必须注意加工过程中的每一个环节，做到万无一失。在实际中一个字符、一个小数点或一个逗号的差错都可能酿成重大的机床事故和质量事故。因为数控机床比其他机床价格要贵得多，其加工通常也是一些形状比较复杂、价格也较高的工件，所以万一损坏机床或工件报废就会造成较大的损失。根据大量加工实例分析，数控工艺考虑不周和计算编程时的粗心大意是造成数控加工失误的主要原因。因此，要求编程人员除必须具备较扎实的工艺基本知识和较丰富的实际工作经验外，还要必须具备耐心和严谨的工作作风^[1]。

一般来说，在普通机床上是根据机床的种类进行单工序加工，而在数控机床上往往是在一次装夹中完成钻、扩、铰、铣、镗等多工序加工。这种“多序和一”的现象也属于“工序集中”的范畴，极端情况下，在一台加工中心上可以完成加工的全部加工内容。

1.2 CAD/CAM 技术

UG (Unigraphics NX) 其实是一个叫 Siemens PLM Software 公司出品的一种加工产品工程解决方案，它是为用户的产品设计以及加工的过程提供了高端的数字化造型和验证手段。Unigraphics NX 是针对用户开发的虚拟产品设计和工艺设计的需求，它向制造者提供了多种经过实践验证的解决方案。UG 同时也是英文指南 (user guide) 和普遍语法 (Universal Grammer) 的缩写^[2]。

其实这是一个交互式的 CAD/CAM (计算机辅助设计与计算机辅助制造)

系统，它不仅功能强大，可以轻松的去实现各种比较复杂的实体及造型的结构建造。它在诞生的开始主要用于工作站，但是随着 PC 硬件和软件的发展和 PC 个人用户的迅速增长，在 PC 上的多种应用取得了非常迅猛的增长，这可能已经成为了模具行业中三维设计的一个非常主流的应用。

1.3 数控加工的特点

(1) 自动化程度高，具有很高的生产效率。除手工装夹毛坯外，其余全部加工过程都可由数控机床自动完成。若配合自动装卸手段，则是无人控制工厂的基本组成环节。数控加工减轻了操作者的劳动强度，改善了劳动条件；省去了划线、多次装夹定位、检测等工序及其辅助操作，有效地提高了生产效率。

(2) 对加工对象的适应性强。改变加工对象时，除了更换刀具和解决毛坯装夹方式外，只需重新编程即可，不需要作其他任何复杂的调整，从而缩短了生产准备周期。

(3) 加工精度高，质量稳定。加工尺寸精度在 0.005~0.01 mm 之间，不受零件复杂程度的影响。由于大部分操作都由机器自动完成，因而消除了人为误差，提高了批量零件尺寸的一致性，同时精密控制的机床上还采用了位置检测装置，更加提高了数控加工的精度。

(4) 易于建立与计算机间的通信联络，容易实现群控。由于机床采用数字信息控制，易于与计算机辅助设计系统连接，形成 CAD/CAM 一体化系统，并且可以建立各机床间的联系，容易实现群控^[2]。

第二章 零件分析

2.1 零件工作场景

零件是工程机械上的一个圆弧槽盘类，起固定作用。

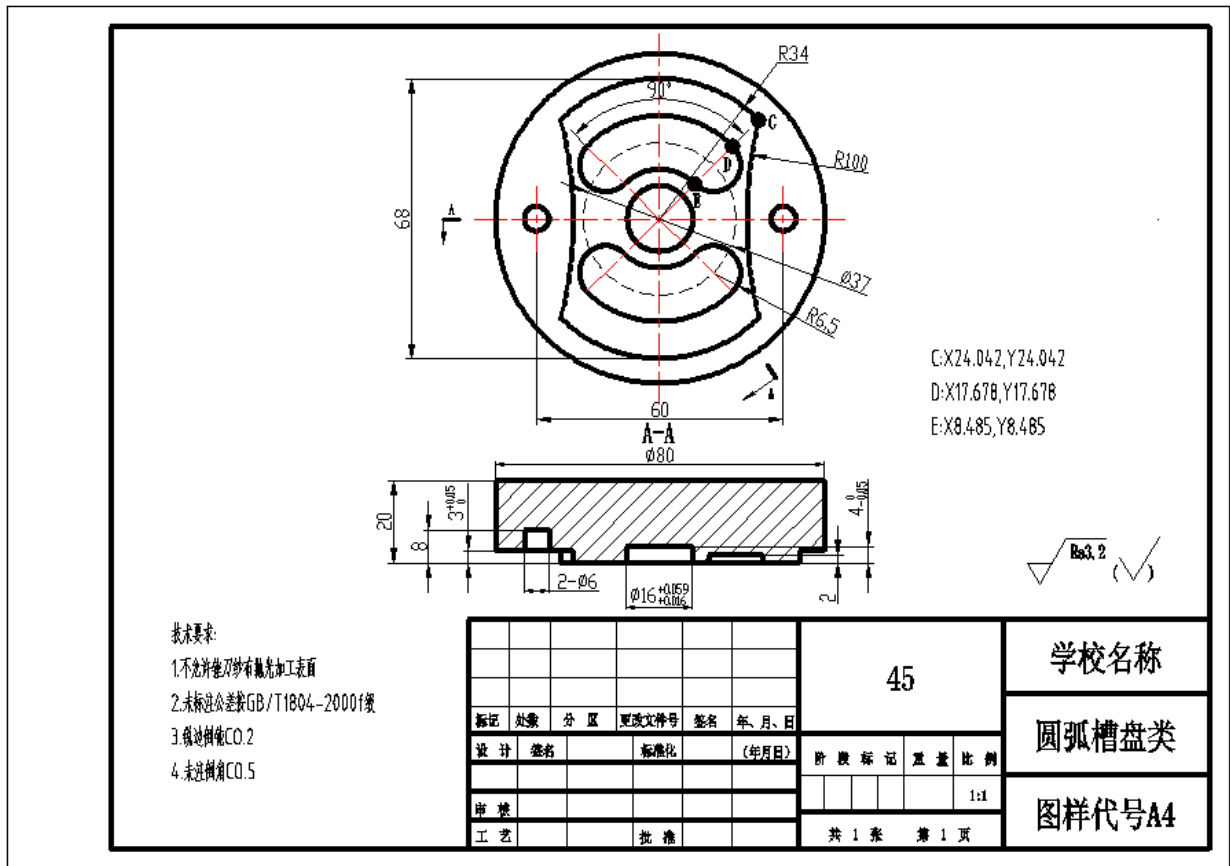


图 2.1 零件图

2.2 零件图样分析

本次圆弧槽盘类零件包含有圆柱面、圆弧凸台、孔、腰型槽等形状；

技术要求：1. 不允许锉刀纱布抛光加工表面；2. 未标注公差按 GB/T1804-2000f 级；3. 锐边倒钝 CO.2；4. 未注倒角 CO.5。

零件主要加工部位为平面和孔系，其结构复杂，精度要求较高，加工时应注意选择定位基准及夹紧方式。主要的加工尺寸有 $\phi 16^{+0.059}_{-0.016}$ 、 $4^0_{-0.05}$ 、 $3^{+0.05}_0$ 等，其他形状及定位尺寸只标注了基本尺寸，可按自由尺寸精度等级 IT11~IT12 处理。

零件全部表面粗糙度要求，为 Ra3.2um。

2.3 材料分析

材料为 45 钢，该钢冷塑性一般，退火、正火比调质时要稍好，具有较高的强度和较好的切削加工性，经适当的热处理以后可获得一定的韧性、塑性和耐磨性，材料来源方便。

45 号钢广泛应用于机械。用于制作承受负荷较大的小截面调质件和应力较小的大型正火零件，以及对心部强度要求不高的表面淬火零件，如梢子，导柱，表针等部件。

2.4 毛坯选择

本次零件材料为 45 钢，零件整体为圆柱形状，可选用型材毛坯当中的棒料作为本次加工的毛坯，材料来源方便经济性好。零件最大尺寸为 $\phi 80 \times 20\text{mm}$ ，毛坯选择尺寸为 $\phi 85 \times 22\text{mm}$ 。

第三章 加工工艺方案设计

3.1 工艺过程设计

工艺过程设计包括定位基准选择、零件表面加工方法的选择、加工顺序的安排。

3.1.1 定位基准选择

在制定零件加工的工艺规程时，正确地选择工件的定位基准有着十分重要的意义。定位基准选择的好坏，不仅影响零件加工的位置精度，而且对零件各表面的加工顺序也有很大的影响。本节先建立一些有关基准和定位的概念，然后再着重讨论定位基准选择的原则。

1. 精基准的选择

重点考虑：如何较少误差，提高定位精度。

(1) 基准重合原则。利用设计基准作为定位基准，即为基准重合原则。

(2) 基准统一原则。在大多数工序中，都使用同一基准的原则。这样容易保证各加工表面的相互位置精度，避免基准变换所产生的误差。例如，加工轴类零件时，一般都采用两个顶尖孔作为统一精基准来加工轴类零件上的所有外圆表面和端面，这样可以保证各外圆表面间的同轴度和端面对轴心线的垂直度。

(3) 互为基准原则。加工表面和定位表面互相转换的原则。一般适用于精加工和光磨加工中。例如：车床主轴前后支承轴颈与主轴锥孔间有严格的同轴度要求，常先以主轴锥孔为基准磨主轴前、后支承轴颈表面，然后再以前、后支承轴颈表面为基准磨主轴锥孔，最后达到图纸上规定的同轴度要求。

(4) 自为基准原则。以加工表面自身作为定位基准的原则，如浮动镗孔、拉孔。只能提高加工表面的尺寸精度，不能提高表面间的位置精度。还有一些表面的精加工工序，要求加工余量小而均匀，常以加工表面自身为基准。

2. 粗基准的选择

粗基准影响：位置精度、各加工表面的余量大小。重点考虑：如何保证各加工表面有足够余量，使不加工表面和加工表面间的尺寸、位置符合零件图要求。

(1) 合理分配加工余量的原则。a、应保证各加工表面都有足够的加工余量：如外圆加工以轴线为基准；b、以加工余量小而均匀的重要表面为粗基准，以保证该表面加工余量分布均匀、表面质量高；如床身加工，先加工床腿再加工导轨面；

(2) 保证零件加工表面相对于不加工表面具有一定位置精度的原则。一般应以非加工面作为粗基准，这样可以保证不加工表面相对于加工表面具有较为精确的相对位置。当零件上有几个不加工表面时，应选择与加工面相对位置精度要求较高的不加工表面作粗基准^[3]。

(3) 便于装夹的原则：选表面光洁的平面做粗基准，以保证定位准确、夹紧可靠。

(4) 粗基准一般不得重复使用的原则：在同一尺寸方向上粗基准通常只允许使用一次，这是因为粗基准一般都很粗糙，重复使用同一粗基准所加工的两组表面之间位置误差会相当大，因此，粗基一般不得重复使用。

结合零件，结合粗基准选择的原则，毛坯铣削至最大尺寸后，选择两侧面设为定位基准即粗基准，加工零件下表面轮廓特征。

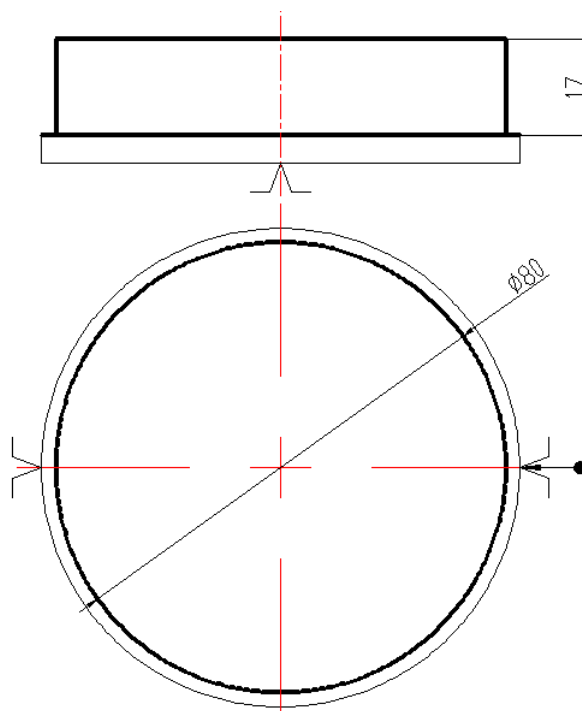


图 3-1 粗基准

结合零件，精基准选择的原则，选定已加工的下表面设为定位基准即精基准，来加工零件的上表面轮廓特征。

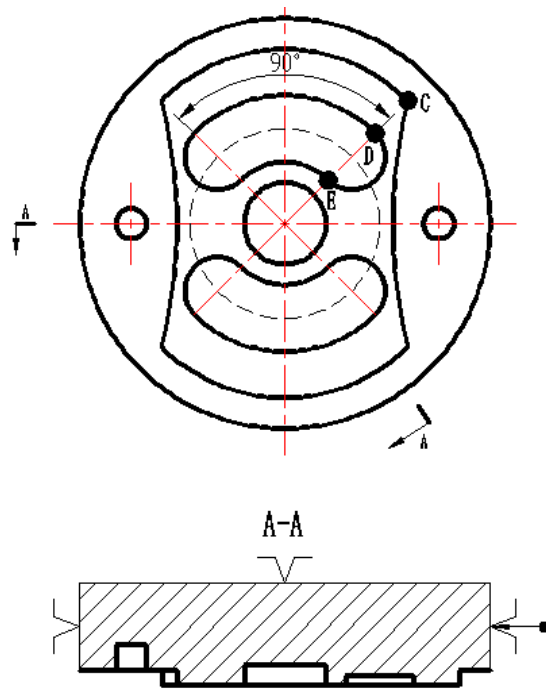


图 3-2 精基准

3.1.2 零件表面加工方法的选择

1. 平面加工的方法

在数控铣床上，加工平面主要采用面铣刀与立铣刀。粗铣的尺寸

精度和表面粗糙度一般可达 IT11~IT13, Ra6.3~25mm；精度的尺寸精度和表面粗糙度一般可达 IT8~IT10, Ra1.6~6.3mm。需要注意的是：当零件表面粗糙度要求较高时，应采用顺铣。

2. 平面轮廓的加工方法

平面轮廓零件的表面多由直线和圆弧或各种曲线构成，通常采用三坐标数控铣床进行两轴半坐标加工。

3. 曲面轮廓的加工方法

立体曲面的加工应根据曲面形状、刀具形状及精度要求，采用不同的铣削加工方法，如两轴半、三轴、四轴及五轴等坐标联动加工。

零件上表面、下表面、台阶面用平面加工的方法，因其最高表面粗糙度值为 3.2um，故采用粗铣，精铣的加工方案。2-φ6 孔有尺寸精度要求，需要采用粗钻然后铰孔的加工方法。中间的台阶通孔尺寸和粗糙度都有要求，所以需要采用粗加工然后精加工的方法。

3.1.3 加工顺序的安排

1、工序集中原则

工序集中原则就是将工件的加工集中在少数几道工序内完成，每一道工序的加工内容较多。工序集中有利于采用高效的专用设备和数控机床，减少机床数量、操作工人数和占地面积；一次装夹后可加工较多表面，不仅保证了各个加工表面之间的相互位置精度，同时还减少了工序间的工作运输量和装夹工件的辅助时间。但数控机床、专用设备和工艺装备投资大，尤其是专用设备和工艺装备调整和维修比较麻烦，不利于转产。

2、工序分散原则

工序分散就是将工件加工分散在较多的工序内进行，每道加工的内容很少。工序分散使设备和工艺装备结构简单，调整和维修方便，操作简单，转产容易；有利于合理选择切削用量，减少机动时间。但工序分散工艺路线长，所需设备及工人人数多，占地面积大。

从另一方面分析，一个零件上往往有若干个表面需要进行加工，这些表面不仅本身有一定的精度要求，而且各个表面间还有一定的位置要求。为了达到精度要求，这些表面的加工顺序就不能随意安排，必须遵循一定的原则。这些原则包括基准的选择和转换，前工序为后继工序准备好定位基准等内容。所以工序的划分还应该遵循如下原则。

A.先基准后其他。作为定位基准的表面应在工艺过程一开始就加工。因为在后续工序中，都要把这个基准表面作为工件加工的定位基准来进行其他表面的加工。

B.先主后次。定位基准加工好后，先进行精度要求较高的各主要表面的加工，然后在进行其他表面的加工。

C.主要表面的精加工和光整加工一般放在加工的最后阶段进行，以免受到其他工序的影响。次要表面的加工可穿插在主要表面加工工序之间进行。这就是“先粗后精”的原则。

3、常见的几种数控加工工序的划分方法

A.按安装次数划分工序。从每一次装夹作为一道工序，此种划分工序的方法适用于加工内容不多的零件。专用数控机床和加工中心常用此种方法。

B.按加工部位划分工序。按零件的结构特点分成几个加工部分，每一部分作为一道工序。

C.按所用刀具划分工序。

这种方法用于工件在切削过程中基本不变形，退刀空间足够大的情况。此时可以着重考虑加工效率、减少换刀时间和尽可能缩短走刀路线，刀具集中分序法是按所用刀具划分工序，即用一把刀具或一类刀具加工完成零件上所需要加工的部位，以达到节省时间、提高效率为目的。

D.按粗、精加工划分。对毛坯余量较大和加工精度要求较高的零件，应将粗加工和精加工分开，化成两道或更多的工序。将粗车安排在精度较低、功率较大的数控机床上，精加工安排在精度较高的数控机床上^[3]。

根据上述分析，零件的加工路线安排如下

工序 1：下料

工序 2：对零件下表面平面及外圆进行加工

工步 1：铣削零件表面至平整，表面粗糙度 Ra3.2um

工步 2：对 $\phi 80$ 外圆面进行粗加工，留有精加工余量

工步 3：对 $\phi 80$ 外圆面进行精加工至图纸尺寸要求

工序 3：对零件上表面凸台、凹槽、孔进行加工

工步 1：铣削零件表面保证总厚度，表面粗糙度 Ra3.2um

工步 2：用 $\phi 20$ 立铣刀粗加工圆弧凸台，留有精加工余量

工步 3：用 $\phi 20$ 立铣刀精加工圆弧凸台，至图纸尺寸要求

工步 4：用 $\phi 8$ 立铣刀粗加工凹槽，留有精加工余量

工步 5：用 $\phi 8$ 立铣刀精加工凹槽，至图纸尺寸要求

工步 6：用 $\phi 5.8$ 麻花钻钻孔 2- $\phi 6$

工步 7：铰孔 2- $\phi 6$

工序 4：去毛刺、清洗

工序 5：检验

3.1.4 机械加工工艺过程卡

表 3.1 机械加工工艺过程卡

工序号	工序名称	工序简要内容	设备名称及型号
1	下料	下料 90×90×22mm	锯床
2	铣	对零件下表面平面及外圆进行加工 工步 1: 铣削零件表面至平整, 表面粗糙度 Ra3.2um 工步 2: 对 $\phi 80$ 外圆面进行粗加工, 留有精加工余量 工步 3: 对 $\phi 80$ 外圆面进行精加工至图纸尺寸要求	数控铣床
3	铣	对零件上表面凸台、凹槽、孔进行加工 工步 1: 铣削零件表面保证总厚度, 表面粗糙度 Ra3.2um 工步 2: 用 $\phi 20$ 立铣刀粗加工圆弧凸台, 留有精加工余量 工步 3: 用 $\phi 20$ 立铣刀精加工圆弧凸台, 至图纸尺寸要求 工步 4: 用 $\phi 8$ 立铣刀粗加工凹槽, 留有精加工余量 工步 5: 用 $\phi 8$ 立铣刀精加工凹槽, 至图纸尺寸要求 工步 6: 用 $\phi 5.8$ 麻花钻钻孔 2- $\phi 6$ 工步 7: 铰孔 2- $\phi 6$	数控铣床
4	清洗	去毛刺、清洗	
5	检验	检验、入库	

3.2 工序设计

3.2.1 加工余量的确定

根据工艺人员本身积累的经验确定加工余量。一般为了防止余量过小而产生废品, 所估计的余量总是偏大, 常用于单件、小批量生产。

粗加工时, 除留下精加工余量外, 一次走刀尽可能切除全部余量。在加工余量过大、工艺系统刚性较低、机床功率不足、刀具强度不够等情况下, 可分多次走刀。当遇切削表面有“硬皮”的铸锻件时, 应尽量使口。大于硬皮层的厚度, 以保护刀刃。精加工的加工余量一般较小, 可一次切除。在中等功率机床上, 粗加工的背吃刀量可达 8~10

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/075331030310011341>