



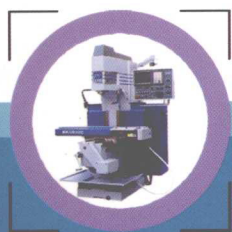
国家中等职业教育改革发展示范学校建设项目成果教材

典型零件的 铣削编程与加工

DIANXING LINGJIAN DE XIXIAO BIANCHENG YU JIAGONG

◎ 上海市工程技术管理学校 组编

◎ 张 斌 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

国家中等职业教育改革发展示范学校建设项目成果教材

典型零件的铣削 编程与加工

上海市工程技术管理学校 组 编

主 编 张 斌

副主编 张胜民 沈晓琳 蒋 燕 张忠慧

参 编 沈 辉 周 华

主 审 李 斌



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

本书根据当前我国职业教育课程改革的核心理念,按照“项目教学”的要求,以行动为导向,以项目为载体,以一系列与职业技能密切联系的特定工作任务为引领进行编写。本书内容涵盖数控铣床中级基本知识和技能,以永磁泵编程与加工训练为主线,分成六个学习项目,内容由浅入深,循序渐进,符合机械生产加工顺序。主要包括:永磁泵罩壳编程与加工、永磁泵下端盖编程与加工、永磁泵泵体编程与加工、永磁泵叶轮编程与加工、永磁泵上端盖编程与加工和认识加工中心。各实训项目均按照项目描述、项目分析、项目准备、项目实施、项目评价和知识链接的结构分层次逐项展开。

本书既可作为中等职业学校数控铣削加工课程的实训教材,也可作为相关专业以及数控加工技术培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

典型零件的铣削编程与加工/张斌主编;上海市工程技术管理学校组编.
—北京:机械工业出版社,2014.5
国家中等职业教育改革发展示范学校建设项目成果教材
ISBN 978-7-111-46615-4

I. ①典… II. ①张…②上… III. ①机械元件-铣削-数控机床-程序设计 x 中等专业学校-教材②机械元件-铣削-数控机床-加工 x 中等专业学校-教材 IV. ①TG547.06

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 091697 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:齐志刚 责任编辑:齐志刚 张丹丹

责任校对:张 征 封面设计:张 静

责任印制:刘 岚

北京圣夫亚美印刷有限公司印刷

2014 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·9.25 印张·225 千字

0001—1000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-46615-4

定价:25.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

前言

数控机床作为当今制造业的主流设备，其应用水平的高低已成为衡量一个国家制造业综合实力的重要标志。为适应我国职业技术教育发展及应用型技术人才培养的需要，本着“实际、实用、实践”的原则，同时又以知识的实用性、可操作性为宗旨精心编写了这本书。

本书在专业知识的取舍上，依据职业标准和岗位需求；在内容呈现上，以工作活动为主线，以综合职业能力的培养为目标，注重培养学生先做后学或边做边学的习惯，注重培养学生自主学习和自我探究的能力，注重师生互动与学生反馈，注重引导学生在实训中学习知识。同时，本书还提供了知识链接、附录等内容，供学生信息资讯和资料查询用。本书在编写中还具有以下特点：

1. 以能力为本位，准确定位目标

从职业活动的实际需要出发来组织教学，打破以学科为中心的教学组织，不特别强调知识系统性与完整性。运用简洁的语言，让学生看得明白、易学，能掌握。

2. 以工作岗位为依据，构建教材体系

本书与工作岗位有机对接，变学科式学习为岗位式学习，增强了实用性、可操作性，有利于培养学生分析和解决实际问题的能力。

3. 以工作任务为线索，组织教材内容

以工作任务整合相应的知识、技能，实现理论与实践的统一，教学过程中做到“车间与课堂、理论教学与技能操作、教师与师傅、学习技能与加工产品、学生与员工”五合一，实现“企业文化、管理思想、职业修养、职业规划”四融合。

4. 以典型零件为载体，体现行业发展

本书引入企业真实产品——永磁泵零部件加工作为教学内容，强调课程内容与就业岗位能力要求的相关性，力求反映数控加工行业发展的现状和趋势。

本书由上海市工程技术管理学校张斌任主编，由张胜民、沈晓琳、蒋燕、张忠慧任副主编，上海师范大学信息与机电工程学院沈辉、周华参加编写。全书由上海电气液压气动有限公司液压泵厂李斌主审。

由于编者水平有限，本书一定存在不妥及有待改进之处，望读者和各位同仁提出宝贵意见。

编者

目 录

前言

绪论 企业“6S”管理	1
-------------------	---

项目一 永磁泵罩壳编程与加工	5
----------------------	---

一、项目描述	5
二、项目分析	5
三、项目准备	6
四、项目实施	7
五、项目评价	12
六、知识链接	13

项目二 永磁泵下端盖编程与加工	21
-----------------------	----

一、项目描述	21
二、项目分析	21
三、项目准备	23
四、项目实施	23
五、项目评价	30
六、知识链接	31

项目三 永磁泵泵体编程与加工	40
----------------------	----

一、项目描述	40
二、项目分析	40
三、项目准备	42
四、项目实施	42
五、项目评价	48
六、知识链接	49

项目四 永磁泵叶轮编程与加工	57
----------------------	----

一、项目描述	57
二、项目分析	57

三、项目准备	59
四、项目实施	59
五、项目评价	64
六、知识链接	65
项目五 永磁泵上端盖编程与加工	73
一、项目描述	73
二、项目分析	73
三、项目准备	74
四、项目实施	75
五、项目评价	95
六、知识链接	96
项目六 认识加工中心	105
一、加工中心操作工（四级）鉴定方案	105
二、鉴定要素细目表	106
三、操作技能考核模拟试卷	118
附录	127
附录 A 数控铣床 G 功能和 M 代码	127
附录 B FANUC 0i 数控铣床仿真操作	130
附录 C 切削用量推荐值	139
参考文献	142

绪论 企业“6S”管理

6S就是整理（Seiri）、整顿（Seiton）、清扫（Seiso）、清洁（Seiketsu）、素养（Shitsuke）、自检（Self-criticism）六个项目，因均以“S”开头，简称6S。

6S通过规范现场、现物，营造一目了然的生产环境，培养员工良好的工作习惯，其最终目的是提升人的品质：革除马虎之心，养成凡事认真的习惯（认真地对待工作中的每一件“小事”、每一个细节），养成遵守规定的习惯，养成自觉维护车间环境整洁的良好习惯，养成文明礼貌的习惯。

一、教学车间6S作业标准

- 1) 生产线上不能放置与工作无关的物料、工具、成品、零配件、半成品等，也不能直接放在地板上。
- 2) 每一条生产线要设置一个“合格”“不合格”品放置区（物料车），不同型号的物品（料）要分类并摆放整齐，有相应标识卡。
- 3) 私人物品不能放在工作区内，应按规定放在私人物品柜内。
- 4) 电路线不能直接散落在地板上，应按规定固定、扎好，不得有裸露，以防止意外事故发生。
- 5) 区域线颜色：绿色为合格品，黄色为待检品，红色为废品、不合格品或垃圾区、消防器材区，蓝色为成品区。
- 6) 卡板、塑胶箱要按区域线平行、垂直放置，长期不用的、与当天生产无关的物料、半成品、工具等不能在工作现场出现。
- 7) 没有使用的工具要按规定整齐放在工具架或工具箱里，产品筐、半成品、各种物料的摆放不能超越限高线，设备上不能放置各种物品（料）。
- 8) 零件架、工作台、清洁柜、垃圾桶应在规定“标识”场所放置，不同区域要有与之相关的区域标识牌。
- 9) 物料车、拖车要定位、整齐摆放，其上面要编号，贴责任人标识。
- 10) 成品、半成品、零件应分类、定位、整齐放置，并且要有醒目、规范的标识牌。
- 11) 不同类型的包装材料，要按其大小、形状在规定区域分类、整齐摆放，产品标识卡上字迹填写要规范、清晰，内容要完整。
- 12) 空箱不能到处乱放，用完后要及时归位放置，并且要保持上面无尘。成品包装箱不能倒置，不能有破损，包装要平整、严密。

- 13) 宣传白板、公布栏、生产线看板内容要定期更换,并标明责任部门及责任人。
- 14) 清洁工具用完后要放入清洁柜或指定场所,不能到处乱放。
- 15) 未被检测确认的测量工具、仪器不能在工作中使用。
- 16) 私人物品不能在工作中出现,须按要求放置在私人物品柜规定区域。
- 17) 各种消防器材、电源开关、物料架(柜)、电房前不能放置任何物品。
- 18) 设备不能带故障运行,电源开关不能掉落、松动,要做好点检记录。
- 19) 厉行节约,杜绝浪费,流水线下不能掉有零配件、半成品等,防止踩坏。垃圾要及时清理,并按要求在规定位置放置。
- 20) 各种标识牌规格大小、字体、颜色要统一,安置要端正,不能有歪斜、掉落、破损,表面字迹要清晰,保持无尘。
- 21) 生产车间各种区域线油漆不能有脱落,对于一些地面区域线油漆脱落的,须及时更新。对一些生产线、成品摆放区、配件摆放区等,如没有叉车经常通过,建议采用斑马线张贴,从而节约成本,更加便利。

二、机床设备 6S 作业标准

- 1) 机床设备上要有编号、责任人标签,表面要保持干净无尘,做好日常点检记录,若发现有异常问题,须填写维修申请单及时处理。
- 2) 每个机床设备要根据不同的状态,悬挂状态标识牌(正常停机、故障停机、待料停机),并且挂(贴)机床设备点检表、作业指导书、机械操作说明书、机械安全操作规范等,规格要统一,以指导学生规范操作。
- 3) 各种管道不能有漏油、漏气、漏水现象,若发现有异常问题,须填写维修申请单及时处理。
- 4) 机床设备上不能放与工作无关的物品、工具,停机状态下的机床设备内外要干净整洁,不能有灰尘、各种物料、残渣、油渍、污水,没有人工作的机床设备,其电源、日光灯要关闭。
- 5) 机床设备各种电源线不能有裸露、破损、掉落、零乱,按要求加装套管固定。
- 6) 在机床设备上操作时要戴好眼镜,并按规章操作,操作时精力要集中,不能做与工作无关的事。

三、测试仪器及检测量具 6S 作业标准(表 0-1)

- 1) 各种测试仪器及检测量具须经过校验合格后才能使用,并贴有合格标识。
- 2) 使用时若发现有异常问题,不能私自拆开维修,须填写维修申请单并由专业人事进行维修。
- 3) 损坏测试仪器及检测量具须照价赔偿损失,对于一些故意损坏仪器的人将进行十倍的处罚。
- 4) 测试仪器设备危险位置须贴(涂)有“警示标识”,并且要有日检点表,每天进行点检记录。
- 5) 各种测试仪器及检测量具须轻拿轻放,经常清洁,保持无尘,不使用时须按规定位置放好。



表 0-1 6S 标准检查表

检查区域	是否符合	检查项目
机械设备		没人工作的机床电源、日光灯是否关闭
		机床四周是否有油渍、污水等
		各种机械设备是否进行班前、班后 10min 6S 工作
		机床操作者是否按规章作业
		机床是否带故障作业
		机械正常动作中, 操作者精力是否集中, 是否做与工作无关的事
		各种仪器、指示灯等是否保持无尘, 是否有相应的标识作指导
		油管是否漏油、气管是否漏气、水管是否漏水等
		停机状态下的机床内外是否清洁干净
		是否正确填写机床保养记录表或机床日常保养记录表
		机床上是否放有与工作无关的物品
		停机状态下的机床四周是否有产品、半成品、原材料、杂物等
测试仪器及工具		是否保持无尘, 放置是否规范
		测试台上是否放有私人物品或与工作无关的物品
		测试人员是否按作业程序作业
		测量工具放置处是否放置有其他物品
生产现场		地面是否直接放置有成品、零件, 以及掉有零部件
		不良品是否放置在不良品区域内
		地面是否保持无尘、无纸屑、无各种零配件等杂物
		工作区内物品放置是否有整体感
		不同型号的物品是否分开放置, 是否有标识
		私人物品是否在工作区内出现
		清洁工具用完后是否放入清洁柜或指定场所
		上课时学生是否有说话、打瞌睡、串岗等现象
		卡板、塑胶箱是否平行、垂直放置
		没有使用的工具是否放在工具架或工具箱里
		成品、零部件是否在地面直接放置
		修理品是否放置在生产线外
		作业工具的放置方法是否易于取放
		作业工位是否放置不必要的工具
		不良品放置场地是否设置在明显的地方
		零件架、工作台、清洁柜、垃圾桶是否在指定标识场所放置
		消耗品、工具、计测器是否在指定标识场所放置
		物料运送车、拖车是否定位放置, 是否有责任人标识

6) 测试人员须经过培训, 培训合格后方可操作, 非指定人员不可以随便操作。

7) 各种测试仪器及检测量具须配置作业指导书, 让操作人员按作业指导书进行操作, 防止操作失误损坏仪器及设备。

8) 操作高压测试人员须戴绝缘手套, 双脚踩在绝缘板上, 要按作业程序作业, 工作时间不得做与工作无关的事。

项目一 永磁泵罩壳编程与加工

技能点：

- 1) 能读懂永磁泵罩壳零件图。
- 2) 能编制永磁泵罩壳内形轮廓、岛屿和内孔加工程序。
- 3) 能编制永磁泵罩壳内形轮廓、岛屿和内孔加工程序。
- 4) 能比较熟练地使用数控仿真软件加工永磁泵罩壳。
- 5) 能操作数控铣床加工出合格的永磁泵罩壳。

知识点：

- 1) 读零件图知识。
- 2) 平面、轮廓、孔加工工艺知识。
- 3) 编程知识（刀具半径补偿、子程序）。

职业素养：

- 1) 安全意识。
- 2) 自主学习能力的培养与锻炼。
- 3) 认真负责、踏实的工作态度。

一、项目描述

该项目的内容是使用数控铣床完成永磁泵罩壳零件的加工。永磁泵罩壳零件如图 1-1 所示，在加工零件的过程中学习数控铣床的操作和编程。

通过该项目的学习，学生要能够编制数控铣削工艺文件，编制加工程序，正确选择加工参数和熟练操作数控铣床，加工出合格的永磁泵罩壳零件。

二、项目分析

本项目是按照图 1-1 要求将图 1-2 所示毛坯加工成永磁泵罩壳零件，加工任务见表 1-1。实施过程包括：对零件图样进行分析，制订加工工艺，编制加工程序，使用宇龙数控仿真软件进行仿真加工，操作数控铣床完成零件加工和对加工零件进行测量和评估。

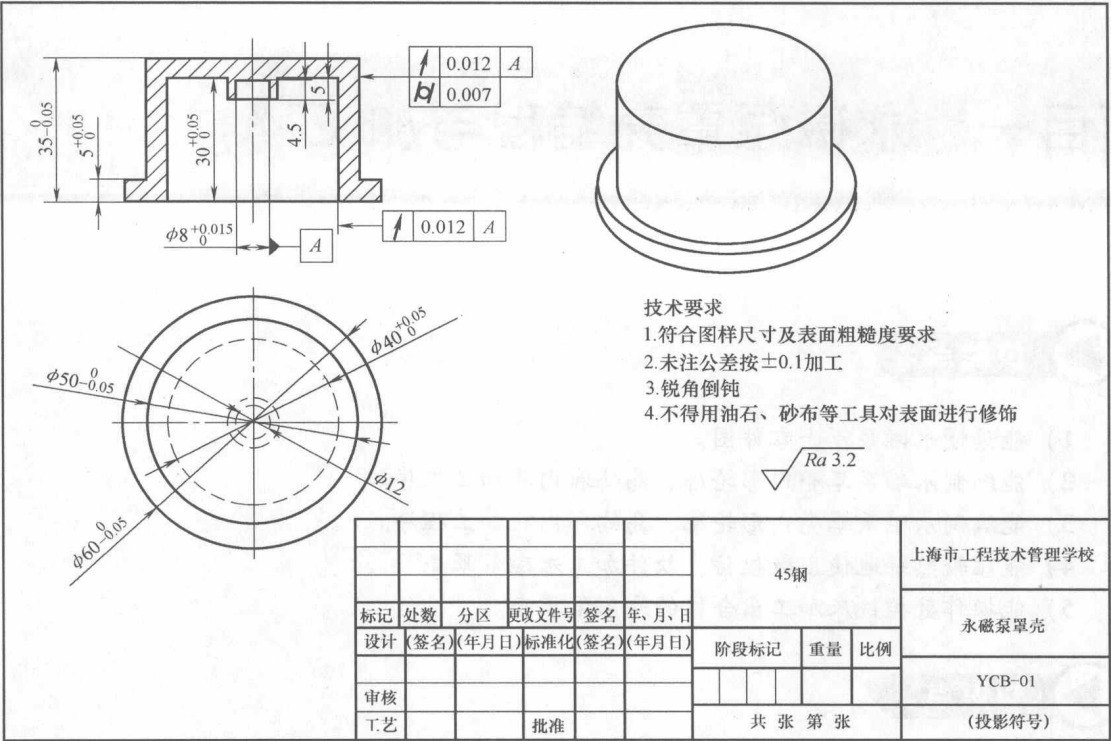


图 1-1 永磁泵罩壳零件图

表 1-1 加工任务

序 号	任 务
1	加工内形轮廓及岛屿，保证 $\phi 40^{+0.05}_0$ 、 $30^{+0.05}_0$
2	加工岛屿平面，保证尺寸 5
3	加工内孔 $\phi 8^{+0.015}_0$

三、项目准备

(一) 资源要求

1. CAD/CAM 实训室

(1) 硬件 计算机 40 台，投影仪 1 台，音响系统 1 套。

(2) 软件 网络版 40 节点的宇龙数控仿真软件，控制 40 节点的多媒体教学软件，40 节点的 CAD/CAM 软件。

2. 数控实训车间

数控铣床：2 人/台。

3. 工艺装备

(1) 刀具 $\phi 12\text{mm}$ 、 $\phi 6\text{mm}$ 圆柱平底高速钢立铣刀。

(2) 夹具 自定心卡盘（按每台机床配置）。

(3) 量具 游标卡尺、外径千分尺、内径千分尺、深度游标卡尺。



(4) 辅助工具 扁平锉、铜棒等。

(二) 材料准备

车削加工备料 (图 1-2)，每组 2 块，材料为 45 钢。

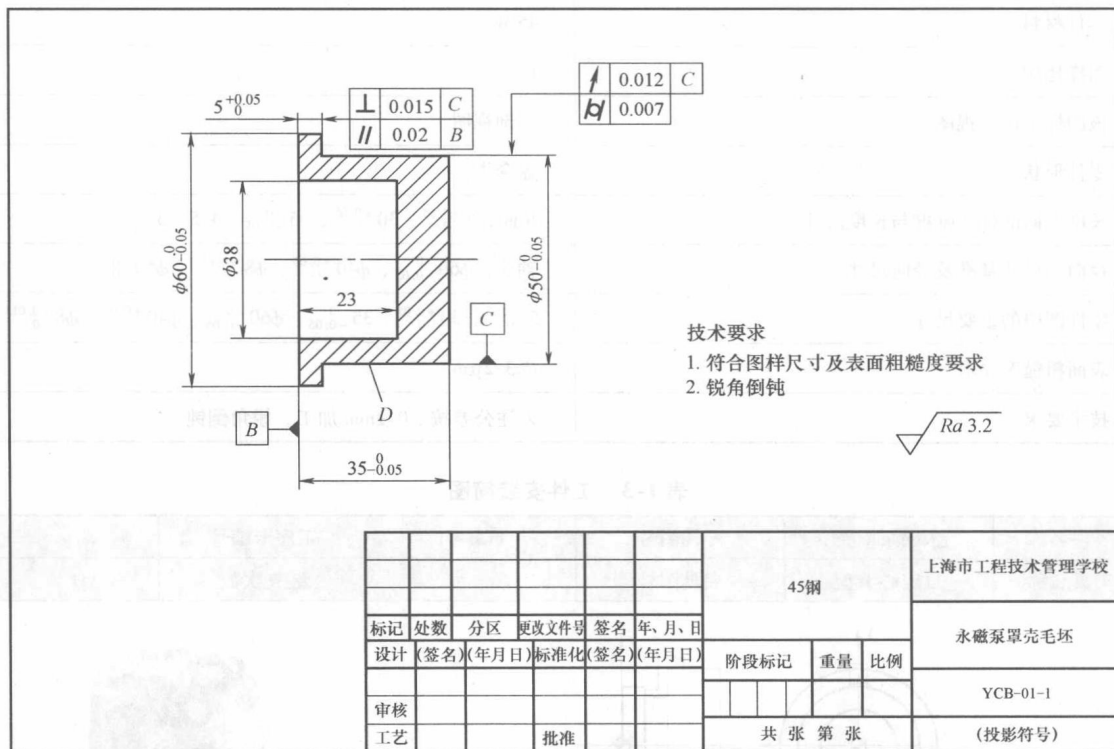


图 1-2 车削加工备料图

(三) 相关资料

《典型零件的铣削编程与加工》实训指导书

《数控铣床加工技术》

《宇龙数控仿真软件操作手册》

《数控铣床操作说明书》

《金属切削手册》

四、项目实施

步骤一 永磁泵罩壳图样分析

根据图 1-1 永磁泵罩壳的零件图，可得到表 1-2 中的信息。

步骤二 永磁泵罩壳加工工序

1. 毛坯的选择

根据零件图样，选择图 1-2 所示毛坯 (车削加工备料)，材料为 45 钢。

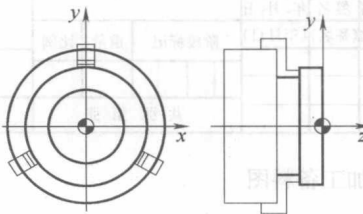
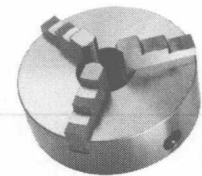
2. 定位夹紧方案

为保证定心准确，采用自定心卡盘装夹，见表 1-3。

表 1-2 零件图信息

需要阅读的内容	获得的信息
零件名称	永磁泵罩壳
零件材料	45 钢
图样比例	1:1
该图样采用的视图	全剖视图
零件形状	盘套类
长度方向的标注基准与长度尺寸	B 面; $5^{+0.05}_0$ 、 $30^{+0.05}_0$ 、 $35^{+0.05}_0$ 、4.5、5
径向的尺寸基准及径向尺寸	轴线; $\phi 60^{+0.05}_0$ 、 $\phi 40^{+0.05}_0$ 、 $\phi 8^{+0.015}_0$ 、 $\phi 50^{+0.05}_0$
零件图中的重要尺寸	$5^{+0.05}_0$ 、 $30^{+0.05}_0$ 、 $35^{+0.05}_0$ 、 $\phi 60^{+0.05}_0$ 、 $\phi 40^{+0.05}_0$ 、 $\phi 8^{+0.015}_0$
表面粗糙度要求	$Ra3.2\mu m$
技术要求	未注公差按 $\pm 0.1mm$ 加工, 锐角倒钝

表 1-3 工件安装简图

零件名称	永磁泵罩壳	零件图号	YCB-01	工序卡编号	
夹具名称	自定心卡盘	夹具图号		装夹次数	1
					
附件号	附件名称		说明		备注
编制		日期	审核	日期	

3. 刀具选择

选择 $\phi 12mm$ 、 $\phi 6mm$ 圆柱平底高速钢立铣刀。

4. 刀具路线

在铣削轮廓表面时, 一般采用立铣刀侧面刃口进行切削。对于二维轮廓加工, 通常采用的加工路线为: 从起刀点下刀→沿切向切入工件→轮廓切削→刀具向上抬刀, 退离工件→返回起刀点。刀具路线设计见表 1-4。

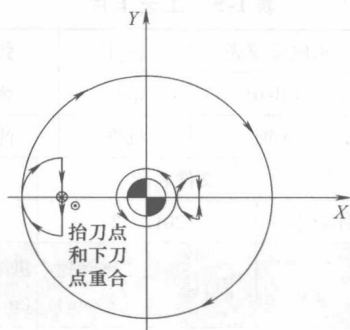
5. 加工参数的选择

加工参数主要包括切削速度 v_c (主轴转速 n)、进给量 f (或进给速度 v_f) 和背吃刀量 a_p 三个参数。根据本任务的具体情况, 选择切削参数如下:

(1) 切削速度 (v_c) 切削刃选定点相对于工件主运动的瞬时速度称为切削速度。数控铣床的主运动是刀具的回转运动, 其切削速度 v_c (m/min) 的计算式为



表 1-4 刀具路线



符号									
含义	拾刀	下刀	编程原点	起刀点	进给方向	进给线相交	爬斜坡	铰孔	行切

$$v_c = \pi d n / 1000$$

式中 d ——切削刃选定点所对应的刀具回转直径，单位为 mm；

n ——主轴转速，单位为 r/min。

(2) 进给量 (f) 刀具在进给方向上相对于工件的位移量称为进给量。可以用刀具或工件每转或每行程的位移量来表达或度量，单位为 mm/r。

$$f = f_z z$$

式中 f_z ——每齿进给量，单位为 mm/z；

z ——铣刀刀数。

(3) 背吃刀量 a_p 背吃刀量为平行于铣刀轴线测量的切削层尺寸，单位为 mm。面铣时， a_p 为切削层深度；而圆周铣削时， a_p 为被加工表面的宽度。背吃刀量或侧吃刀量的选取主要由加工余量和表面质量的要求决定。

1) 当工件表面粗糙度要求为 $Ra = 12.5 \sim 25 \mu\text{m}$ 时，如果圆周铣削加工余量小于 5mm，端面铣削加工小于 6mm，粗铣一次进给就可以达到要求。但是在余量较大、工艺系统刚性较差或机床动力不足时，可分为两次进给完成。

2) 当工件表面粗糙度值要求为 $Ra = 3.2 \sim 12.5 \mu\text{m}$ 时，应分为粗铣和半精铣两步进行。粗铣时背吃刀量或侧吃刀量选取同前。粗铣后留 0.5 ~ 1.0mm 余量，在半精铣时切除。

3) 当工件表面粗糙度值要求为 $Ra = 0.8 \sim 3.2 \mu\text{m}$ 时，应分为粗铣、半精铣、精铣三步进行。半精铣时背吃刀量或侧吃刀量取 1.5 ~ 2mm；精铣时，圆周铣侧吃刀量取 0.3 ~ 0.5mm。

(4) 选用切削用量的方法 选用切削用量的方法有经验法和查表计算法。

1) 经验法。根据具体情况和经验设定切削用量。

2) 查表计算法。根据具体情况，查阅《机械工人切削手册》、《机械加工工艺手册》等，设定切削用量。

(5) 本任务的切削用量 根据上述方法可以选定本任务的切削用量，具体见表 1-5。

6. 工艺文件的填写（表 1-5 和表 1-6）

表 1-5 工艺卡片

上海市工程技术 管理学校			零件名称		永磁泵罩壳		设计		张 斌		日期		2012-12				
			零件图号		YCB-01		审核		张胜民		日期		2012-12				
			零件材质		45 钢		批准		沈 丰		日期		2012-12				
文档编号			GJ- YCB-01				文件名称				永磁泵罩壳加工工艺						
文件密级			M			文件版本			2012-12			工艺状态			S		
工序 编号		工序 名称		工步	工 步 内 容				刀具号	主轴转速/ (r/min)	进给速度/ (mm/min)	背吃刀量/ (mm)	夹 具		技术 主管		
01		铣		1	用自定心卡盘夹紧零件， 以工件上表面中心为编程 原点								自定 心卡盘		张斌		
				2	粗 加 工 内 形 轮 廓 至 φ39.5mm，深度至 29.5mm				T1	800	200	4					
				3	粗 加 工 φ12mm 岛 屿 至 φ19.5mm，深度为 4.5mm				T1	800	200	4					
				4	精加工 φ40 ^{+0.05} ₀ 内形轮廓 和岛屿至图样规定的尺寸				T2	1000	300	1					
				5	粗加工内孔至 φ7.8mm， 深度为 4.5mm				T3	1200	200	2					
				6	精加工内孔至图样规定的 尺寸				T4	1600	300	0.5					
02		检验 入库		1	检验入库										龚建高		
幅面：A3			媒体编号：				电子文件名：				页面格式：首页			共 1 页		第 1 页	

表 1-6 刀具卡片

序 号	刀 具 号	刀 具 名 称	刀具规格/mm	刀 具 材 料	备 注
1	T1	圆柱平底立铣刀	$\phi 12$	高速钢	
2	T2	圆柱平底立铣刀	$\phi 12$	高速钢	
3	T3	圆柱平底立铣刀	$\phi 6$	高速钢	
4	T4	圆柱平底立铣刀	$\phi 6$	高速钢	
编制		审核	批准	年 月 日	共 1 页 第 1 页

步骤三 永磁泵罩壳加工程序的编制

1. 编程坐标系的设定

由于此零件为回转体零件，通过分析图样可以知道，其设计基准为零件回转中心，同时为了便于对刀，将编程原点选在零件中心上表面。



2. 加工程序的编制

编制出能够在数控铣床上执行,并加工出合格零件的过程称为加工程序的编制,简称编程。永磁泵罩壳的粗加工程序,见表 1-7。

表 1-7 永磁泵罩壳的粗加工程序

主 程 序	说 明
O1;	主程序号
N10 G54 G17 G90;	建立工件坐标系,选择 XOY 加工平面,绝对编程
N20 M03 S800;	主轴以 800r/min 正转(选 $\phi 12\text{mm}$ 高速钢键槽铣刀)
N30 G00 Z100.;	刀具 Z 向快速定位至工件上方 100mm 处
N40 X0. Y0.;	刀具 X、Y 向快速定位至 (0, 0)
N50 Z2.;	刀具 Z 向快速定位至工件上方 2mm 处
N55 G41 D1 G1 X20. Y0. F100;	建立刀补
N60 M98 P080002;	调用 2 号程序 8 次
N70 G03 I-20.;	在 30mm 深度加工整圆
N80 G40 X13. Y0.;	取消刀补
N90 G41 D1 G1 X6. Y0.;	建立刀补,加工 $\phi 12\text{mm}$ 凸台
N100 G02 I-6.;	切削圆弧
N110 G40 G1 X13.;	取消刀补
N120 G0 Z100.;	刀具快速退至工件上方 100mm 处
N100 M30;	主轴停止,程序结束
子程序	说明
O0002;	子程序号
N10 G91 G3 X0. Y0. Z-4. I-20.;	螺旋切削 $\phi 40\text{mm}$ 圆
N20 G90;	绝对编程
N30 M99;	子程序结束

步骤四 永磁泵罩壳的仿真加工

由于仿真软件的限制,不能设计出与真实加工一样的毛坯,所以仿真加工软件只能用于验证永磁泵罩壳内形轮廓、岛屿及内孔加工程序的正确性。基本操作内容包括:仿真软件的启动,数控机床的选择、启动和回参考点,毛坯种类的选择和尺寸的定义,夹具的选择和零件的安装,刀具的选择和安装,数控程序的输入、编辑和修改,数控铣床的对刀,数控铣床的自动运行,加工零件检测等。

步骤五 在数控铣床上加工出永磁泵罩壳零件

1. 数控铣床的起动(关闭)

数控铣床的电源开关在数控铣床的背面,起动时首先要将铣床电源接通(机床正常通电后,数控铣床电气柜冷却通风装置开始运行,会发出正常运行的声音,用手轻抚该装置的外壳,应轻微振动),然后按下数控铣床操作面板上方的数控系统通电按钮,直到数控系统完全启动后,再释放急停开关。