

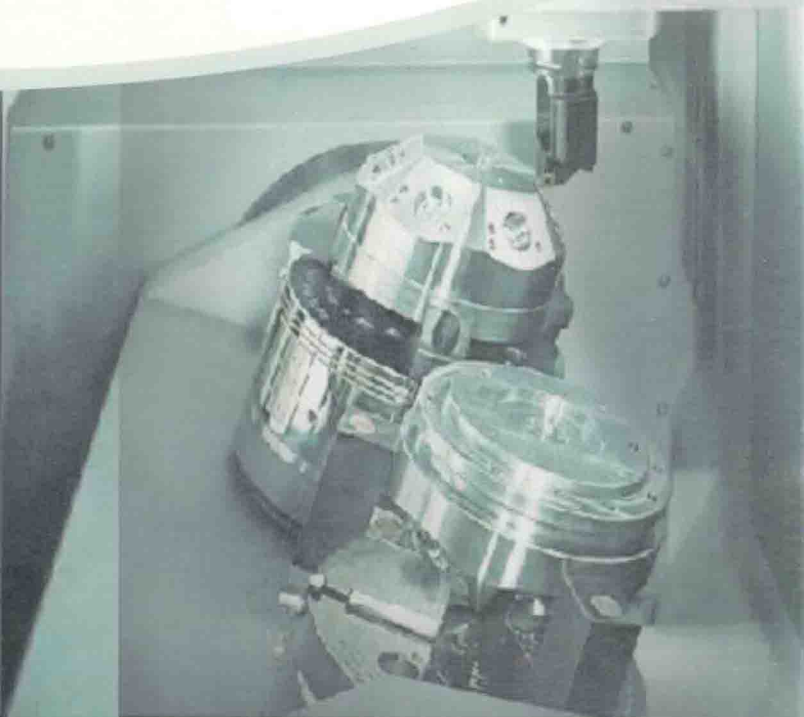
21世纪高等院校创新规划教材

数控加工技术

SHUKONG JIAGONG JISHU SHIYAN ZHIDAO

实验指导

○ 主 编 杜 雷 刘鹏玉



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大学出版社

数控加工技术实验指导

杜 雷 刘鹏玉 主编



浙江大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

数控加工技术实验指导/杜雷,刘鹏玉主编. —杭州:
浙江大学出版社, 2014.2
ISBN 978-7-308-12807-0

I. ①数… II. ①杜… ②刘… III. ①数控机床—
加工—教学参考资料 IV. ①TG659

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第013081号

数控加工技术实验指导

杜 雷 刘鹏玉 主编

责任编辑 邹小宁

文字编辑 叶梦箫

封面设计 王聪聪

出 版 浙江大学出版社

(杭州市天目山路148号 邮政编码 310007)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 杭州教联文化发展有限公司

印 刷 浙江国广彩印有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 8.5

字 数 207千

版 次 2014年2月第1版 2014年2月第1次印刷

书 号 ISBN 978-7-308-12807-0

定 价 20.00元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

前 言

本数控加工技术实验指导书共编入9个实验,即数控铣床操作与编程实验、数控车床操作与编程实验、加工中心操作与编程实验、数控电火花操作与编程实验、Mastercam构建二、三维曲面零件实验、Mastercam实体造型与数控加工实验以及数控在线加工综合实验等内容。

在指导书编写过程中,编者本着改革的精神,力求在内容上做到理论与实际相结合,先进性、科学性和实用性相结合。在具体内容的安排上,充分注意到每个实验的层次和内容,力求形成一个完整的实验体系,使培养出的学生成为既具有一定的数控基础知识,又能掌握比较系统的专业技术理论;既得到较全面的技能训练,又掌握科学的实验研究方法的实用性、高层次、高技术水平,同时也为今后进行各种数控机床的应用奠定一定的基础。

编 者

2013年3月

目 录

基础篇

第1章 常用数控机床简介	3
1.1 数控车床	3
1.2 数控铣床	4
1.3 加工中心	6
1.4 电火花加工机床	7
第2章 实验注意事项与安全操作规程	9

手工编程篇

实验一 数控铣床操作与编程	13
一、实验目的	13
二、实验内容	13
三、实验设备	13
四、实验步骤	13
五、零件加工参数及参考程序	19
六、实验思考题	21
实验二 加工中心操作与编程	23
一、实验目的	23
二、实验内容	23
三、实验设备	23
四、实验步骤	23
五、零件加工参数与参考程序	26
六、实验思考题	28

实验三 数控车床操作与编程	30
一、实验目的	30
三、实验设备	30
四、实验步骤	30
五、零件加工参数与参考程序	35
六、实验思考题	37

实验四 数控电火花加工机床操作与编程	40
一、实验目的	40
二、实验内容	40
三、实验设备	40
四、数控电火花加工简介	40
五、数控电火花线切割机床的组成	42
六、数控电火花成型机床的组成	43
七、数控电火花线切割加工程序编制方法	44
八、实验步骤	46
九、思考题	47

自动编程篇

实验五 使用 Mastercam 软件构建二维图形并生成 NC 程序	51
一、实验目的	51
二、实验内容	51
三、实验设备	51
四、实验步骤	51
五、实验思考题	59

实验六 使用 Mastercam 软件构建三维曲面图形	61
一、实验目的	61
二、实验内容	61
三、实验设备	61
四、实验步骤	61
五、实验思考题	65

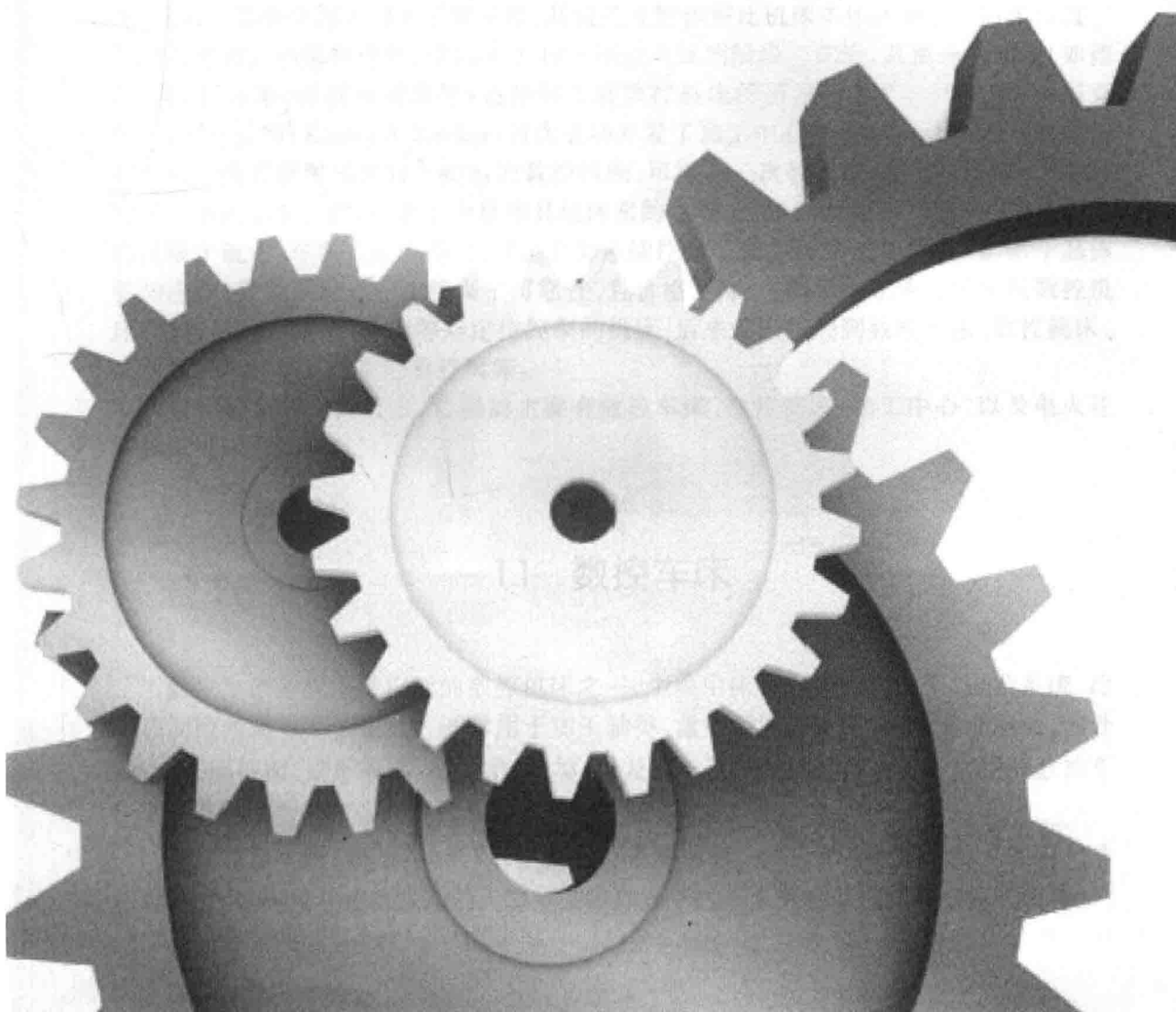
实验七 使用 Mastercam 软件构建三维实体图形	67
一、实验目的	67
二、实验内容	67

三、实验设备	67
四、实验步骤	67
五、实验思考题	71
实验八 三维曲面/实体零件 NC 程序生成	72
一、实验目的	72
二、实验内容	72
三、实验设备	72
四、实验步骤	72
五、实验思考题	78
实验九 三维曲面/实体零件数控在线加工	79
一、实验目的	79
二、实验内容	79
三、实验设备	79
四、实验步骤	79
五、实验思考题	86
附录	87
参考文献	125

基础篇

第1章 常用数控机床简介

1.1 数控车床



第1章 常用数控机床简介

数控机床的研制最早始于美国。1948年,美国帕森斯公司(Parsons Co.)在完成研制加工直升机浆叶轮廓用检查样板的加工机床任务时,提出了研制数控机床的初步设想。1949年,在美国空军后勤部的支持下,帕森斯公司正式接受委托,与麻省理工学院伺服机构实验室(Servo Mechanism Laboratory of the Massachusetts Institute of Technology)合作,开始数控机床的研制工作。经过三年的研究,世界上第一台数控机床试验样机于1952年试制成功。这是一台采用脉冲乘法器原理的直线插补三坐标连续控制系统铣床,其数控系统全部采用电子管元件,其数控装置体积比机床本体还要大。后来经过三年的改进和自动编程研究,该机床于1955年进入试用阶段。此后,其他一些国家(如德国、英国、日本、苏联和瑞典等)也相继开展数控机床的研发和生产。1959年,美国克耐·杜列克公司(Keaney & Trecker)首次成功开发了加工中心(Machining Center),这是一种有自动换刀装置和回转工作台的数控机床,可以在一次装夹中对工件的多个平面进行多工序的加工。但是,由于价格和其他因素的影响,直到20世纪50年代末,数控机床仍仅限于航空、军事工业应用,品种也多为连续控制系统。到20世纪60年代,由于晶体管的应用,数控系统进一步提高了可靠性,且价格下降,一些民用工业开始发展数控机床,起初多数为钻床、冲床等点定位控制的机床,后来逐渐扩展到数控车床、数控铣床,以及加工中心等高性能的数控机床。

数控机床的种类繁多,常用的主要有数控车床、数控铣床、加工中心,以及电火花线加工机床等。

1.1 数控车床

数控车床是应用最广泛的数控机床之一,主要由床身、主轴箱、刀架、进给系统、冷却和润滑系统等部分组成。通常用于加工轴类、盘类等回转体零件,可实现端面、内外圆柱面、圆锥面、成形表面、螺纹类、槽类,以及孔类等工序的切削加工。常用的数控车床主要有卧式数控车床和立式数控车床。

立式数控车床,如图1-1所示,主轴垂直于水平面。该机床主要用于加工径向尺寸相对较大,轴向尺寸相对较小的大型复杂零件。立式车床分为单柱式和双柱式两种。

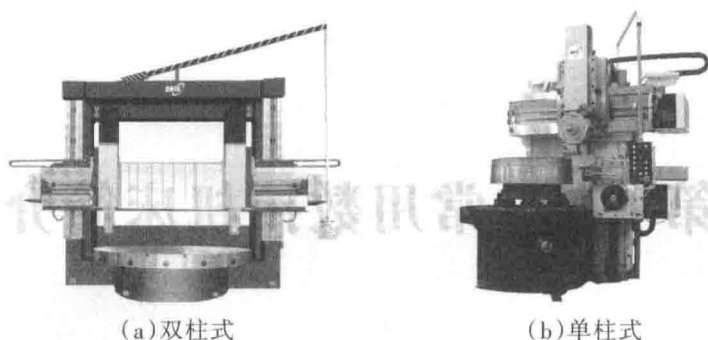


图 1-1 立式数控车床

卧式数控车床, 主轴平行于水平面, 可分为平床身数控车床和斜床身数控车床两类。平床身数控车床, 又称为经济型数控车床, 如图 1-2 所示, 床身导轨与水平面平行。斜床身数控车床, 如图 1-3 所示, 床身导轨与水平面之间倾斜一定角度, 通常倾角为 45° , 在机床布局、刚性、精度以及排屑能力方面, 都优于平床身数控车床。卧式车床应用非常普遍, 工艺范围也非常广泛, 能进行多种表面的加工, 还可以进行钻孔、扩孔、铰孔、攻丝等操作。



图 1-2 平床身数控车床

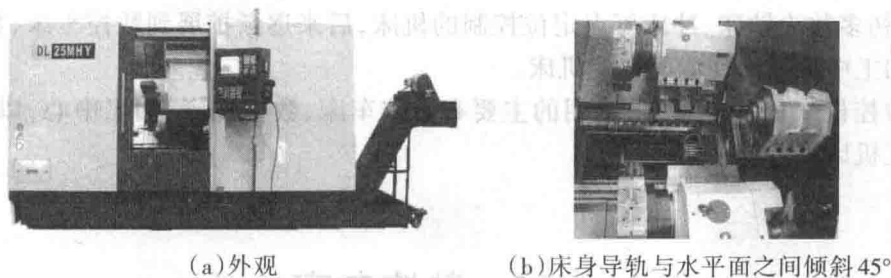


图 1-3 斜床身数控车床

1.2 数控铣床

数控铣床应用非常广泛, 主要由床身、主轴箱、工作台、进给系统、冷却和润滑系统等部分组成。通常用于加工平面类、变斜角类, 以及曲面类零件, 可实现铣削、镗削、钻

削,以及攻螺纹等工序的切削加工。常用的数控铣床主要有立式数控铣床、卧式数控铣床和立卧两用式数控铣床。

立式数控铣床,如图1-4所示,主轴垂直于水平面,是数控铣床中常见的一种布局形式,应用范围广泛。该机床主要采用铣削方式加工工件,能够进行外形轮廓铣削、平面或曲面铣削及三维复杂型面的铣削,在数控加工中占据了重要地位。立式数控铣床按坐标控制方式可分为:

- (1)工作台纵、横向移动并升降,主轴不动方式;
- (2)工作台纵、横向移动,主轴升降方式;
- (3)龙门架移动式,即主轴可在龙门架的横向与垂直导轨上移动,而龙门架则沿床身做纵向移动,如图1-5所示。



图1-4 立式数控铣床

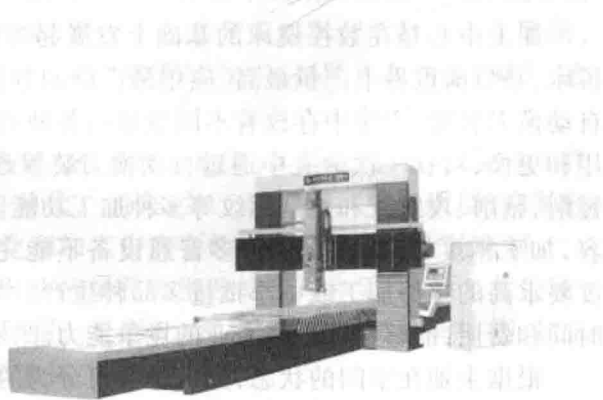


图1-5 龙门式数控铣床

卧式数控铣床,如图1-6所示,主轴轴线平行于水平面,主要用来加工箱体类零件。为了扩充功能和扩大加工范围,通常采用增加数控转盘或万能数控转盘来实现4轴或5轴加工。这样,可以加工出来工件侧面的连续回转轮廓,而且,工件在一次装夹中,可以通过转盘改变工位,进行四面加工。



图1-6 卧式数控铣床



图1-7 立卧两用式数控铣床

立卧两用式数控铣床,如图1-7所示,主轴轴线方向可以变换,即可进行立式加工,

又可进行卧式加工。即一台铣床同时具备立式数控铣床和卧式数控铣床的功能。这类铣床适应性强,适用范围广,生产成本低。立卧两用式数控铣床靠手动和自动两种方式更换主轴方向。有些立卧两用式数控铣床采用主轴头可以任意方向转换的万能数控主轴头,使其可以加工出与水平面成不同角度的工件表面。还可以在这类铣床的工作台上增设数控转盘,以实现对零件的“五面加工”。

1.3 加工中心

加工中心是在数控铣床的基础上发展起来的,适用于加工复杂零件的高效率数控机床,是目前世界上产量最高、应用最广泛的数控机床之一。加工中心一般具有刀库和自动换刀装置,刀库中存放着不同数量的各种刀具或检具,在加工过程中由程序自动选用和更换,可在一次装夹中通过自动换刀装置改变主轴上的加工刀具,从而实现铣削、镗削、钻削、攻螺纹和切削螺纹等多种加工功能。工件一次装夹后能完成较多的加工内容,加工精度较高,能完成许多普通设备不能完成的加工,非常适用于形状较复杂,精度要求高的单件加工或中小批量多品种生产。为新产品的研制和改型换代节省大量的时间和费用,能够显著提高企业的竞争能力。

根据主轴在空间的状态,加工中心可分为立式加工中心(主轴在空间处于垂直状态)、卧式加工中心(主轴在空间处于水平状态)和复合加工中心(主轴可作垂直和水平转换,又称为立卧式加工中心)。

立式加工中心,如图1-8所示,适合于加工有端面结构或周边轮廓加工任务的零件,如盘盖、板类零件。零件或安装在工作台夹具上,或夹持在虎钳或卡盘或分度头上。卧式加工中心,如图1-9所示,适合于对在一次安装中,有多个加工面加工任务的零件,工件往往安装在回转工作台上,如对安装在回转工作台上的箱体类零件的多个加工面的加工。复合加工中心可以在一台设备上可以完成车削、铣削、镗削和钻削等多种工序加工,可代替多台机床实现多工序的加工。

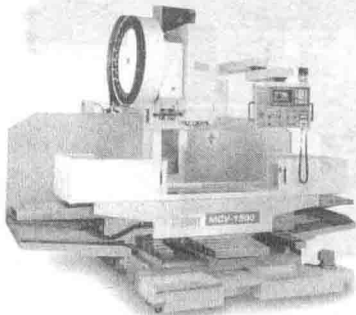


图 1-8 立式加工中心

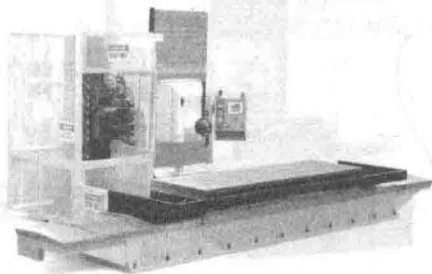


图 1-9 卧式加工中心

1.4 电火花加工机床

电火花加工是利用浸在工作液中的两极间脉冲放电时产生的电蚀作用蚀除导电材料的特种加工方法,又称放电加工或电蚀加工,英文简称EDM。

按照工具电极的形式及其与工件之间相对运动的特征,可将电火花加工方式分为:利用轴向移动的金属丝作工具电极,工件按所需形状和尺寸作轨迹运动,以切割导电材料的电火花线切割加工;利用成型工具电极,相对工件作简单进给运动的电火花成形加工;利用金属丝或成形导电磨轮作工具电极,进行小孔磨削或成形磨削的电火花磨削;用于加工螺纹环规、螺纹塞规、齿轮等的电火花共轭回转加工;以及小孔加工、刻印、表面合金化、表面强化等其他种类的加工。

电火花加工时无切削力,不产生毛刺和刀痕沟纹等缺陷;工具电极材料无需比工件材料硬;直接使用电能加工,便于实现自动化。但是,加工后表面产生变质层,在某些应用中需进一步去除;而且,工作液的净化和加工中产生的烟雾污染处理比较麻烦。

电火花加工主要用于加工具有复杂形状 of 型孔和型腔的模具和零件;加工各种硬、脆材料,如硬质合金和淬火钢等;加工深细孔、异形孔、深槽、窄缝和切割薄片等;加工各种成形刀具、样板和螺纹环规等工具和量具。

1) 电火花线切割机床

数控电火花线切割机床,如图1-10所示,是利用电火花原理,将工件与加工工具作为极性不同的两个电极,作为工具电极的金属丝(铜丝或钼丝)穿过工件,由计算机按预定的轨迹控制工件的运动,通过两电极间的放电蚀除材料来进行切割加工的一种新型机床。根据电极丝的运行速度,可分为低速走丝线切割机床和高速走丝线切割机床。低速走丝线切割机床走丝速度一般低于0.2m/s;高速走丝线切割机床走丝速度一般为8~10m/s。

2) 电火花成型机床

数控电火花成型机床,如图1-11所示,在加工时,工具电极和工件分别接脉冲电源的两极,并浸入工作液中。通过间隙自动控制系统控制工具电极向工件进给,当两电极间的间隙达到一定距离时,两电极上施加的脉冲电压将工作液击穿,产生火花放电,在放电的微细通道中瞬时集中大量的热能,温度可高达一万摄氏度以上,压力也有急剧变化,从而使这一点工作表面局部微量的金属材料立刻熔化、气化,并爆炸式地飞溅到工作液中,迅速冷凝,形成固体的金属微粒,被工作液带走。这时在工件表面上便留下一个微小的凹坑痕迹,放电短暂停歇,两电极间工作液恢复绝缘状态。

在保持工具电极与工件之间恒定放电间隙的条件下,一边蚀除工件金属,一边使工具电极不断地向工件进给,最后便加工出与工具电极形状相对应的形状来。因此,只要改变工具电极的形状和工具电极与工件之间的相对运动方式,就能加工出各种复杂的

型面。

工具电极常用导电性良好、熔点较高、易加工的耐电蚀材料制成,如铜、石墨、铜钨合金和钼等。在加工过程中,工具电极也有损耗,但小于工件金属的蚀除量,甚至接近于无损耗。工作液作为放电介质,在加工过程中还起着冷却、排屑等作用。常用的工作液是黏度较低、闪点较高、性能稳定的介质,如煤油、去离子水和乳化液等。



图 1-10 数控电火花线切割机床

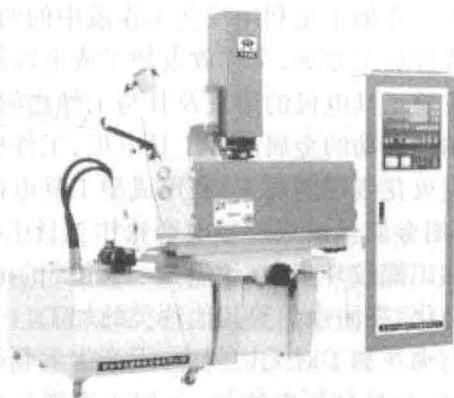


图 1-11 数控电火花成型机床

第2章 实验注意事项与安全操作规程

实验是本课程教学中的一个重要环节,实验目的是为了使加强理论与实践相结合的能力,培养学生严肃认真和实事求是的工作作风和科学态度,锻炼在实践中分析问题和解决问题的聪明才智,激发努力开拓不断创新的精神。为使实验达到预期目的,特提出如下要求:

(1)实验室禁止吸烟,禁止酒后做实验。

(2)实验前应认真预习实验指导书,明确实验目的和要求,理解实验内容,掌握实验步骤及注意事项。

(3)应按实验指导书中的步骤和指导教师的要求做实验,认真作好实验记录。

(4)实验后应切断电源,把仪器、设备整理好,保持实验室清洁。

(5)按要求写实验报告,报告字迹要整齐,数据计算、图表、曲线均应符合要求。

为了按时完成实验,确保实验时人身安全与设备安全,要严格遵守如下规定的安全操作规程:

(1)严格遵守实验室安全操作规程及各项规章制度。

(2)实验前认真学习机床使用说明书。

(3)实验时,人体不可接触带电线路。

(4)接线或拆线都必须在切断电源的情况下进行。

(5)学生操作机床、运行程序前必须经指导教师检查和允许,并使组内其他同学引起注意后方可操作。实验中如发生事故,应立即按下“紧急停止”按钮,经查清问题和妥善处理故障后,才能继续进行实验。

(6)总电源或机床电源接通应由实验指导人员来控制,其他人只能由指导人员允许后方可操作,不得自行合闸。

(7)机床的使用必须严格遵守操作规程。操作时要耐心细致、轻拨缓旋,决不可养成盲目、随意乱调仪器的不良习惯。和实验无关的仪器不得动用,也不得随意取用其他实验台上仪器设备。

(8)随时注意安全,当机床设备发生故障或事故时要立即停止实验,并报告指导老师。

(9)实验完毕后,必须清点仪器,摆放整齐,并作好清洁工作,经指导老师许可后才能离开。

(10)启动机床控制系统后应按照操作要求执行原点复归操作。

(11)运行程序前须认真检查,并由指导老师审查、确认。

(12)加工前,应进行程序预演和图形模拟。