



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
普通高等教育机电类规划教材

数控技术

第2版

朱晓春 主编
吴祥任 副主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
普通高等教育机电类规划教材

数 控 技 术

第 2 版

主 编	朱晓春		
副主编	吴 祥	任 皓	
参 编	倪厚强		
主 审	易 红		



机 械 工 业 出 版 社

本书着重叙述了数控编程的基础及方法、计算机数控装置、数控装置的轨迹控制原理、数控机床的伺服系统等方面的内容，同时还叙述了数控技术的基本概念、数控机床的机械结构、数控机床的故障诊断以及数控技术的发展等。本书介绍的数控技术，重点突出，全面、系统。本书注重理论联系实际，各章既有联系，又有一定的独立性。每章均附有思考题与习题。

本书为高等学校机电类专业本科生的教材，也可供研究设计单位、企业从事数控技术开发与应用的工程技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

数控技术/朱晓春主编. —2 版. —北京: 机械工业出版社,
2006.4 (2008.2 重印)

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

普通高等教育机电类规划教材

ISBN 978-7-111-08788-5

I. 数... II. 朱... III. 数控机床—高等学校—教材 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 001136 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 高文龙 版式设计: 霍永明 责任校对: 唐海燕

封面设计: 姚毅 责任印制: 李妍

北京中兴印刷有限公司印刷

2008 年 2 月第 2 版 · 第 5 次印刷

169mm×239mm·9.125 印张·350 千字

标准书号: ISBN 978-7-111-08788-5

定价: 23.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

销售服务热线电话: (010)68326294

购书热线电话: (010)88379639 88379641 88379643

编辑热线电话: (010)88379711

封面无防伪标均为盗版

普通高等教育机电类规划教材编审委员会

主 任：邱坤荣

副主任：黄鹤汀 左健民

高文龙 章 跃

王晓天 周建方

沈世德

秘 书：周骥平

委 员：(排名不分先后)

周骥平 徐文宽

唐国兴 邓海平

戴国洪 李纪明

蒋同洋 鲁屏宇

葛士恩 赵连生

芮延年 王 萍

乔 斌 李建启

葛友华

第 2 版 序

20 世纪末、21 世纪初，在社会主义经济建设、社会进步和科技飞速发展的推动下，在经济全球化、科技创新国际化、人才争夺白炽化的挑战下，我国高等教育迅猛发展，胜利跨入了高等教育大众化阶段，使高等教育理念、定位、目标和思路等发生了革命性变化，正在逐步形成以科学发展观和终身教育思想为指导的新的高等教育体系和人才培养工作体系。在这个过程中，一大批应用型本科院校和高等职业技术学院异军突起，超常发展，1999 年已见端倪。当时我们敏锐地感到，这批应用型本科院校的崛起，必须有相应的应用型本科教材来满足她的教学需求，否则就有可能使她回到老本科院校所走过的学术型办学路子。2000 年下半年，我们就和机械工业出版社、扬州大学工学院、南京工程学院、河海大学常州校区、淮海工学院、南通工学院、盐城工学院、淮阴工学院、常州工学院、江南大学等 12 所高校在南京工程学院开会，讨论策划编写出版机电类应用型本科系列教材问题，规划出版 38 种，并进行了分工，提出了明确的规范要求，得到江苏省各方面的支持和配合。2001 年 5 月开始出书，到 2004 年 7 月已出齐 38 种，还增加了 3 种急需的教材，总册数已达 45 万册。每种至少有 2 次以上印刷，最多的印刷了 5 次、发行量达 2.5 万册。据调查，用户反映良好，并反映这个系列教材基本上体现了我在序言中提出的四个特点，符合地方应用型工科本科院校的教学实际，较好地满足了一般应用型工科本科院校的教学需要。用户的评价使我们很高兴，但更是对我们的鞭策和鼓励，实际上这一轮机电类教材存在的问题还不少，需要改进的地方还很多。我们应当为过去取得的进步和成绩而高兴，同样，我们更应当为今后这些进步和成绩的进一步发展而正视自己，我们并不需要刻意去忧患，但确实存在值得忧患的现实而不去忧患，就很难有更美好的明天。今后怎么办？这是大家最关注的问题，也是我们亟待研讨和解决的问题。我们应该以对国家对人民对社会对受教育者高度负责的精神重新审视这一问题，以寻求更好的解决方案。我们认为，必须在总结前一阶段经验教训的新起点上，坚持以国家新时期教育方针和科学发展观为指导，坚持高标准、严要求，坚持“质量第一、多样发展、打造精品、服务教学”的方针，坚持高标准、严要求，把下一轮机电类教材修订、编写、出版工作做大、做优、做精、做强，为建设有中国特色的高水平的地方工科应用型本科院校做出新的更大贡献。

一、坚持用科学发展观指导教材修订、编写和出版工作

应用型本科院校是我国高等教育在推进大众化过程中崛起的一种新的办学类

型,它除应恪守大学教育的一般办学基准外,还应有自己的个性和特色,就是要在培养具有创新精神、创业意识和创造能力的工程、生产、管理、服务一线需要的高级技术应用型人才方面办出自己的特色和水平。应用型本科人才的培养既不能简单“克隆”现有的本科院校,也不能是原有专科培养体系的相似放大。应用型人才的培养,重点仍要思考如何与社会需求的对接。既要从学生的角度考虑,以人为本,以素质教育的思想贯穿教育教学的每一个环节,实现人的全面发展;又要从经济建设的实际需求考虑,多类型、多样化地培养人才,但最根本的一条还是坚持面向工程实际,面向岗位实务,按照“本科学历+岗位技术”的双重标准,有针对性地进行人才培养。根据这样的要求,“强化理论基础,提升实践能力,突出创新精神,优化综合素质”应当是工作在一线的本科应用人才的基本特征,也是本科应用型人才的总体质量要求。

培养应用型人才的关键在于建立应用型人才的培养模式。而培养模式的核心是课程体系与教学内容。应用型的人才培养必须依靠应用型的课程和内容,用学科型的教材难以保证培养目标的实现。课程体系与教学内容要与应用型的人才的知识、能力、素质结构相适应。在知识结构上,科学文化基础知识、专业基础知识、专业知识、相关学科知识等四类知识在纵向上应向应用前沿拓展,在横向上应注重知识的交叉、联系和衔接。在能力结构上,要强化学生运用专业理论解决实际问题的实践能力、组织管理能力和社会活动能力,还要注重思维能力和创造能力的培养,使学生思路清晰、条理分明,有条不紊地处理头绪纷繁的各项工作,创造性地工作。能力培养要贯彻到教学的整个过程之中。如何引导学生去发现问题、分析问题和解决问题应成为我们应用型本科教学的根本。

探讨课程体系、教学内容和培养方法,还必须服从和服务于大学生全面素质的培养。要通过形成新的知识体系和能力延伸以促进学生思想道德素质、文化素质、专业素质和身体心理素质的全面提高。因此,要在素质教育的思想指导下,对原有的教学计划和课程设置进行新的调整和组合,使学生能够适应社会主义现代化建设的需要。我们强调培养“三创”人才,就应当用“三创教育”、人文教育与科学教育的融合等适应时代的教育理念,选择一些新的课程内容和新的教学形式来实现。

研究课程体系,必须看到经济全球化与我国加入世界贸易组织以及高等教育的国际化对人才培养的影响。如果我们的课程内容缺乏国际性,那么我们所培养的人才就不可能具备参与国际事务、国际交流和国际竞争的能力。应当研究课程的国际性问题,增设具有国际意义的课程,加快与国外同类院校的课程接轨。要努力借鉴国外同类应用型本科院校的办学理念和培养模式、做法来优化我们的教学。

在教材编、修、审全过程中,必须始终坚持以人的全面发展为本,紧紧围绕

培养目标和基本规格进行活生生的“人”的教育。一所大学使得师生获得自由的范围和程度，往往是这所大学成功和水平的标志。同样，我们修订和编写教材，提供教学用书，最终是为了把知识转化为能力和智慧，使学生获得谋生的手段和发展的能力。因此，在修订、编写教材过程中，必须始终把师生的需要和追求放在首位，努力提供教的方便和学的便捷，努力为教师和学生留下充分展示自己教和学的风格和特色的发展空间，使他们游刃有余，得心应手，还能激发他们的科学精神和创造热情，为教和学的持续发展服务。教师是课堂教学的组织者、合作者、引导者、参与者，而不应是教学的权威。教学过程是教师引导学生，和学生共同学习、共同发展的双向互促过程。因此，修订、编写教材对于主编和参加编写的教师来说，也是一个重新学习和思想水平、学术水平不断提高的过程，决不能丢失自我，决不能将“枷锁”移嫁别人，这里“关键在自己战胜自己”，关键在自己的理念、学识、经验和水平。

二、坚持质量第一，努力打造精品教材

教材是教学之本。大学教材不同于学术专著，它既是学术专著，又是教学经验之理性总结，必须经得起实践和时间的考验。学术专著的错误充其量只会贻笑大方，而教材之错误则会遗害一代青年学子。有人说：“时间是真理之母”。时间是对我们所编写教材的最严厉的考官。目前，我们的教材才使用了几年，还很难说就是好教材，因为前一阶段主要是解决有无问题，用户还没有来得及去总结和反思，所以有的问题可能还没有来得及暴露。我们必须清醒地看到这一点。今后，更要坚持高标准、严要求，用航天人员“一丝不苟”、“一秒不差”的精神严格要求自己，确保教材质量和特色。为此，必须采取以下措施：第一、高等教育的核心资源是一支优秀的教师队伍，必须重新明确主编和参加编写教师的标准和要求，实行主编招标和负责制，把好质量第一关；第二，教材要从一般工科本科应用型院校实际出发，强调实际、实用、实践，加强技能培养，突出工程实践，内容适度简练，跟踪科技前沿，合理反映时代要求，这就要求我们必须严格把好教材编写或修订计划的评审关，择优而用；第三、加强教材编写或修订的规范管理，确保参编、主编、主审以及交付出版社等各个环节的质量和标准，实行环节负责制和责任追究制；第四、确保出版质量；第五、建立教材评价制度，奖优罚劣。对经过实践使用，用户反映好的教材要进行修订再版，切实培育一批名师编写的精品教材。出版的精品教材必须和多媒体课件配套，并逐步建立在线学习网站。

三、坚持“立足江苏、面向全国、服务教学”的原则，努力扩大教材使用范围，不断提高社会效益

下一轮教材编写和修订工作，必须加快吸收有条件有积极性的外省市同类院校、民办本科院校、独立学院和有关企业参加，以集中更多的力量，建设好应用

型本科教材。同时，要相应调整编审委员会的人员组成，特别要注意充实省内外的优秀的“双师型”教师和有关企业专家。

四、建立健全用户评价制度

要在使用这套教材的省市有关高校建立教材使用质量跟踪调查，并建立网站，以便快速、便捷、实时地听取各方面的意见，不断修改、充实和完善我们的教材编写和出版工作，实实在在地为教师和学生提供精品服务，实实在在地为培养高质量的应用型本科人才服务。同时也努力为造就一批工科应用型本科院校高素质高水平的教师提供优良服务。

本套教材的编审和出版一直得到机械工业出版社、江苏省教育厅和各主编、主审和参加编写高校的大力支持和配合，在此，一并表示衷心感谢。今后，我们应一如既往地更加紧密地合作，共同为工科应用型本科院校教材建设作出新的贡献，为培养高质量的应用型本科人才作出新的贡献，为建设有中国特色社会主义的应用型本科教育作出新的努力。

普通高等教育机械工程及自动化专业

机电类规划教材编审委员会

主任 教授 邱坤荣

2005年10月

序

人类满怀激情刚刚跨入充满机遇与挑战的 21 世纪。这个世纪是经济全球化、科技创新国际化的世纪，是新经济占主导地位的世纪，是科学技术突飞猛进、不断取得新突破的世纪。这个世纪对高等教育办学理念、体制、模式、机制和人才培养等各个方面都提出了全新的要求，培养的人才必须具备新思想新观念、不断创新、善于经营和开拓市场、有团队精神等素质。

机械高等工程教育是我国高等教育的重要组成部分，21 世纪对它的挑战同样是严峻的。随着现代科学技术的迅猛发展，特别是微电子技术、信息技术的发展，它们与机械技术紧密结合，从而形成传统制造技术、信息技术、自动化技术、现代管理技术等相交融、渗透的先进制造技术，使制造业和制造技术的内涵发生了深刻的变化。面向 21 世纪的机械制造业正从以机器为特征的传统技术时代迈向以信息为特征的系统技术时代。制造技术继续沿着 20 世纪 90 年代展开的道路前进。制造技术和自动化水平的高低已成为一个国家或地区经济发展水平的重要标志。而目前我国的制造技术与国际先进水平还有较大差距，亟需形成我国独立自主的现代制造技术体系。面对这一深刻的变化和严峻的形势，我们必须认真转变教育思想，坚持以邓小平同志提出的“三个面向”和江泽民同志提出的“四个统一”为指导，以持续发展为主题，以结构优化升级为主线，以改革开放为动力，以全面推进素质教育和改革人才培养模式为重点，以构建新的教学内容和课程体系、深化方法和手段改革为核心，努力培养素质高、应用能力与实践能力强、富有创新精神和特色的应用型的复合型人才。

基于上述时代背景和要求，由国家机械工业局教编室、机械工业出版社、江苏省教育厅（原江苏省教委）、江苏省以及部分省外高等工科院校成立了教材编审委员会，并组织编写了机械工程及自动化专业四个系列成套教材首批 30 本，作为向新世纪的献礼。

这套教材力求具有以下特点：

(1) 科学定位。全套教材主要用于应用型本科人才的培养。

(2) 强调实际、实践、实用，体现“浅、宽、精、新、用”。所谓“浅”，就是要深浅适度；所谓“宽”，就是知识面要宽些；所谓“精”，就是要少而精，不繁琐；所谓“新”，就是要跟踪应用学科前沿，跟踪技术前沿，推陈出新，反映时代要求，反映新理论、新思想、新材料、新技术、新工艺；所谓“用”，就是要理论联系实际，学以致用。

(3) 强调特色。就是要体现一般工科院校的特点、特色,符合一般工科院校的实际教学要求,不盲目追求教材的系统性和完整性。

(4) 以学生为本。本套教材尽量体现以学生为本、以学生为中心的教育思想,不为教而教,要有利于培养学生自学能力和扩展、发展知识能力,为学生今后持续创造性学习打好基础。

当然,本套教材尽管主观上想以新思想、新体系、新面孔出现在读者面前,但由于是一种新的探索以及其它可能尚未认识到的因素,难免有这样那样的缺点甚至错误,敬请广大教师和学生以及其它读者不吝赐教,以便再版时修正和完善。

本套教材的编审和出版得到了国家机械工业局教编室、机械工业出版社、江苏省教育厅以及各主审、主编和参编学校的大力支持和配合,在此,一并表示衷心感谢。

普通高等教育机械工程及自动化专业

机电类规划教材编审委员会

主任 邱坤荣

2001年元月于南京

第2版前言

《数控技术》涉及的知识面宽，内容更新快。该教材自2001年出版后，已经历了4年的教学实践，得到了很多兄弟院校师生的大力支持，提出了很多有益的意见和建议。编者在使用过程中也充实了一些新内容。

本次修订着重内容的更新。例如，增加了开放式数控系统的内容等，一些术语也采用了新的标准，删除了一些过时的知识，对一些复杂计算进行了简化，增加了工程案例等。本书在体系上仍以数控加工信息流为主线进行内容修订，以便原读者使用。

本书修订重点为第三章 数控加工程序的编制；第四章 计算机数控装置；第五章 数控装置的轨迹控制原理；第六章 数控机床的伺服系统；第八章 数控机床的故障诊断。

本书修订由朱晓春任主编，吴祥、任皓任副主编。其中第一、四、五章由朱晓春修订，第二、三、九章由吴祥修订，第六、七、八章由任皓修订。全书修订由朱晓春统稿和定稿。

全书由东南大学易红教授主审。

由于编者的水平有限，经验不足，本书难免仍有不妥和错误之处，敬请读者批评指正。

编 者

2005年11月

前 言

数控技术是机械加工自动化的基础，是数控机床的核心技术，其水平高低关系到国家战略地位和体现国家综合国力的水平。它随着信息技术、微电子技术、自动化技术和检测技术的发展而发展。数控技术包括的内容很多，作为一门教材如何取舍其内容，使学生和读者能掌握其关键技术和内容，这是本书的重要突破点。根据“普通高等教育机电类规划教材编审委员会”的统一要求，在多次教材编写协调会的协调下，确定了编写内容，经东南大学易红教授的审阅后，又作了认真修改。本书编写既注重应用性，又考虑到理论基础，同时还考虑其最新技术。理论叙述力求通俗易懂。

本书以数控加工信息流为主线进行内容编写，着重叙述了数控编程的基础及方法、计算机数控装置的硬软件、数控装置的轨迹控制原理、数控机床的伺服系统工作原理，同时还叙述了数控技术的基本概念、数控机床的检测装置、数控机床的机械结构、数控机床的故障诊断以及数控技术的发展等。本书对数控机床技术的内容介绍力求重点突出，且又全面、系统。全书注重理论联系实际，各章既有联系，又有一定的独立性。每章均附有思考题与习题。本书为高等学校机电类专业本科生的教材，也可供研究设计单位、企业从事数控技术开发与应用的工程技术人员参考。

本书由朱晓春任主编，吴祥、任皓任副主编。其中第一、四、五章由朱晓春编写，第二、三、九章由吴祥编写，第六、七、八章由任皓编写，倪厚强参与编写了第六章、第八章的部分内容。全书由朱晓春统稿和定稿。

全书由东南大学易红教授主审。

由于编者的水平有限，经验不足，本书难免有不妥和错误之处，恳请读者批评指正。

编 者

目 录

第 2 版序

序

第 2 版前言

前言

第一章 绪论 1

第一节 机床数控技术的基本概念 1

第二节 数控机床的组成和分类 3

第三节 数控机床的特点及适用范围 7

思考题与习题 8

第二章 数控加工编程基础 9

第一节 概述 9

第二节 编程的基础知识 11

第三节 常用准备功能指令的编程方法 26

第四节 数控编程的工艺处理 36

第五节 程序编制中的数值计算 41

思考题与习题 47

第三章 数控加工程序的编制 49

第一节 数控车床的程序编制 49

第二节 数控铣床与加工中心的程序编制 55

第三节 自动编程简介 70

思考题与习题 77

第四章 计算机数控装置 79

第一节 概述 79

第二节 CNC 装置硬件结构 82

第三节 CNC 装置软件结构 96

第四节 CNC 装置的数据预处理 104

思考题与习题 124

第五章 数控装置的轨迹控制原理	126
第一节 概述	126
第二节 脉冲增量插补	127
第三节 数据采样插补	151
第四节 数控装置的进给速度控制	156
思考题与习题	167
第六章 数控机床的伺服系统	168
第一节 概述	168
第二节 开环步进式伺服系统	171
第三节 数控机床的检测装置	182
第四节 闭环伺服系统	194
第五节 闭环伺服系统分析	209
思考题与习题	214
第七章 数控机床的机械结构	215
第一节 数控机床对结构的要求	215
第二节 数控机床的布局特点	218
第三节 数控机床的主运动部件	221
第四节 数控机床的进给运动系统	225
第五节 数控机床的自动换刀装置	235
思考题与习题	246
第八章 数控机床的故障诊断	247
第一节 概述	247
第二节 数控机床机械故障的诊断	249
第三节 数控系统的故障诊断	253
第四节 人工智能 (AI) 在故障诊断中的应用	257
思考题与习题	261
第九章 数控技术的发展与机械加工自动化	262
第一节 数控机床的发展趋向	262
第二节 先进制造技术简介	266
思考题与习题	274
参考文献	275

第一章 绪 论

第一节 机床数控技术的基本概念

一、概述

数字控制，简称数控（Numerical Control）。它是利用数字化的信息对机床运动及加工过程进行控制的一种方法。用数控技术实施加工控制的机床，或者说装备了数控系统的机床称为数控（NC）机床。

数控系统包括：数控装置、可编程序控制器、主轴驱动及进给装置等部分。

数控机床是机、电、液、气、光高度一体化的产品。要实现对机床的控制，需要用几何信息描述刀具和工件间的相对运动以及用工艺信息来描述机床加工必须具备的一些工艺参数。例如：进给速度、主轴转速、主轴正反转、换刀、切削液的开/关等。这些信息按一定的格式形成加工文件（即正常说的数控加工程序）存放在信息载体上（如磁盘、穿孔纸带、磁带等），然后由机床上的数控系统读入（或直接通过数控系统的键盘输入，或通过通信方式输入），通过对其译码，从而使机床动作和加工零件。

二、数控机床的工作流程

数控机床工作时根据所输入的数控加工程序（NC 程序），由数控装置控制机床部件的运动形成零件加工轮廓，从而满足零件形状的要求。机床运动部件的运动轨迹取决于所输入的数控加工程序。数控加工程序是根据零件图样及加工工艺要求编制的。

下面简述数控机床的工作流程：

1. 数控加工程序的编制

在零件加工前，首先根据被加工零件图样所规定的零件形状、尺寸、材料及技术要求等，确定零件的工艺过程、工艺参数、几何参数以及切削用量等，然后根据数控机床编程手册规定的代码和程序格式编写零件加工程序单。早期的数控机床还需将零件加工程序清单由穿孔机制成穿孔带以备加工零件用。

对于较简单的零件，通常采用手工编程；对于形状复杂的零件，则在编程机上进行自动编程，或者在计算机上用 CAD/CAM 软件自动生成零件加工程序。

2. 输入

输入的任务是把零件程序、控制参数和补偿数据输入到数控装置中去。输入的方法因输入设备而异，有纸带阅读机输入、键盘输入、磁带和磁盘输入以及通信方式输入。输入工作方式通常有两种。一种是边输入边加工，即在前一个程序段加工时，输入后一个程序段的内容；另一种是一次性地将整个零件加工程序输入到数控装置的内部存储器中，加工时再把一个个程序段从存储器中调用进行处理。

3. 译码

数控装置接受的程序是由程序段组成的，程序段中包含零件轮廓信息（如直线还是圆弧、线段的起点和终点等）、加工进给速度（F 代码）等加工工艺信息和其它辅助信息（M、S、T 代码等）。计算机不能直接识别它们，译码程序就像一个翻译，按照一定的语法规则将上述信息解释成计算机能够识别的数据形式，并按一定的数据格式存放在指定的内存专用区域。在译码过程中对程序段还要进行语法检查，有错则立即报警。

4. 刀具补偿

零件加工程序通常是按零件轮廓轨迹编制的。刀具补偿的作用是把零件轮廓轨迹转换成刀具中心轨迹运动，加工出所要求的零件轮廓。刀具补偿包括刀具半径补偿和刀具长度补偿。

5. 插补

插补的目的是控制加工运动，使刀具相对于工件作出符合零件轮廓轨迹的相对运动。具体地说，插补就是数控装置根据输入零件轮廓数据。通过计算，把零件轮廓描述出来，边计算边根据计算结果向各坐标轴发出运动指令，使机床在响应的坐标方向上移动一个单位位移量，将工件加工成所需的轮廓形状。所以说，插补就是在已知曲线的种类、起点、终点和进给速度的条件下，在曲线的起、终点之间进行“数据点的密化”。在每个插补周期内运行一次插补程序，形成一个微小的直线数据段。插补完一个程序段（即加工一条曲线）通常需要经过若干次插补周期。需要说明的是，只有辅助功能（换刀、换档、切削液等）完成之后才能允许插补。

6. 位置控制和机床加工

插补的结果是产生一个周期内的位置增量。位置控制的任务是在每个采样周期内，将插补计算出的指令位置与实际反馈位置相比较，用其差值去控制伺服电动机，电动机使机床的运动部件带动刀具相对于工件按规定的轨迹和速度进行加工。

在位置控制中通常还应完成位置回路的增量调整、各坐标方向的螺距误差补偿和方向间隙补偿，以提高机床的定位精度。

第二节 数控机床的组成和分类

一、数控机床的组成

数控机床是数值控制的工作母机的总称。一般由输入输出设备、数控装置、伺服系统、测量反馈装置和机床本体组成，见图 1-1。

1. 输入输出设备

输入输出设备主要实现程序编制、程序和数据的输入以及显示、存储和打印。这一部分的硬件配置视需要而定，功能简单的机床可能只配有键盘和发光二极管（LED）显示器；功能普通的机床则可能加上纸带阅读机和纸带穿孔机、磁带和磁盘读入器、人机对话编程操作键盘和视频信号显示器（CRT）；功能较高的可能还包含有一套自动编程机或计算机辅助设计/计算机辅助制造（CAD/CAM）系统。

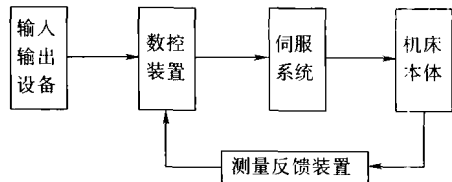


图 1-1 数控机床的组成框图

2. 数控装置

数控装置是数控机床的核心。它接受来自输入设备的程序和数据，并按输入信息的要求完成数值计算、逻辑判断和输入输出控制等功能。数控装置通常是指一台专用计算机或通用计算机与输入输出接口板以及机床控制器（可编程序控制器）等所组成的控制装置。机床控制器的主要作用是实现对机床辅助功能 M、主轴转速功能 S 和刀具功能 T 的控制。

数控装置的主要功能如下：

- (1) 多坐标控制（多轴联动）。
- (2) 插补功能（如直线、圆弧和其它曲线插补）。
- (3) 程序输入、编辑和修改功能（人机对话、手动数据输入、上位机通信输入）。
- (4) 故障自诊断功能 由于数控系统是一个十分复杂的系统，为使系统故障停机时间减至最少，数控装置中设有各种诊断软件，对系统运动情况进行监视，及时发现故障，并在故障出现后迅速查明故障类型和部位，发出报警，把故障源隔离到最小范围。
- (5) 补偿功能 补偿主要包括刀具半径补偿、刀具长度补偿、传动间隙补偿、螺距误差补偿等。
- (6) 信息转换功能 主要包括 EIA/ISO 代码转换、英制/米制转换、坐标转换、绝对值/增量值转化等。