



新编21世纪高等职业教育电子信息类规划教材

· 机电一体化技术专业

电机与电气控制

· 刘子林 主 编
· 张俊峰 杨天明 副主编
· 周子参 主 审



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

“十二五”国家重点图书出版规划项目

教育部普通高等教育“十二五”规划教材

电机与电气控制

第2版
王兆安 主编
王守志 副主编
王守志 王守志 王守志
王守志 王守志 王守志



清华大学出版社
Tsinghua University Press

ISBN 7-302-47111-3

新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材·机电一体化技术专业

电机与电气控制

刘子林 主 编

张俊峰 副主编

杨天明

周子参 主 审

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书共 5 篇 14 章,是电机学、电力拖动、电气控制三部分内容的有机结合。本书深入浅出地阐述了直流电动机及拖动、变压器结构及原理、三相异步电动机及拖动、单相异步电动机基本原理。同时还介绍了同步电动机、控制电机的特点与应用、异步电动机常见故障及处理方法、电气控制线路的基本环节、常用机床控制线路、数控设备控制电路、可编程控制器的应用等内容,每章还附有小结和习题。

本书注重学生能力的培养,全面提高学生素质,努力增强高职院校的质量意识、市场意识和创新意识,是根据 2002 年 11 月全国高职高专教材研讨(杭州)会议精神,结合编者多年的教学和实践经验编写而成的。基本理论以必需、够用为度,突出理论知识的应用和实践能力的培养。全书力求深入浅出,通俗易懂,便于自学。

本书可作为高职高专机电一体化专业、数控技术应用专业、电气技术专业的教学用书,也可供自动化专业选用和机电技术人员参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

电机与电气控制/刘子林主编. —北京:电子工业出版社,2003.8
新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材·机电一体化技术专业
ISBN 7-5053-9081-3

I. 电… II. 刘… III. ①电机学-高等学校:技术学校-教材②电气控制-高等学校:技术学校-教材
IV. ①TM3②TM921.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 074234 号

责任编辑:周光明

印 刷:北京彩艺印刷有限公司

出版发行:电子工业出版社 <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:16.5 字数:423 千字

版 次:2003 年 8 月第 1 版 2003 年 8 月第 1 次印刷

印 数:5000 册 定价:21.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换;若书店售缺,请与本社发行部联系。联系电话:(010) 68279077。质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 bqq@phei.com.cn。

出版说明

高等职业教育是我国高等教育的重要组成部分。其根本任务是培养和造就适应生产、建设、管理、服务第一线需要的德、智、体、美全面发展的高等技术应用型人才。近年来,高等职业教育发展迅猛,其宏观规模发生了历史性变化。为适应我国社会进步和经济发展的需要,高等职业教育的教学模式、教学方法需要不断改革,高职教材也必须与之相适应,进行重新调整与定位,突出自身的特色。为此,在国家教育部、信息产业部有关司局的支持、指导和帮助下,电子工业出版社在全国范围内筹建成立“全国高职高专教育教材建设领导小组”,下设“应用电子技术”、“机电一体化技术”、“电气自动化技术”和“通信技术”等专业的多个编委会。各专业编委会成员由电子信息战线辛勤耕耘、功绩卓著的专家、教授、高工和富有高职教学经验的一线优秀教师组成。

2002年10月,“应用电子技术”、“机电一体化技术”、“电气自动化技术”和“通信技术”等四个专业的编委会精心组织全国范围内的优秀一线教师编写了《新编21世纪高等职业教育电子信息类规划教材》60余种。这批教材的主要特点是:

1. 在编写方法上打破了以往教材过于注重“系统性”的倾向,摒弃了一些一般内容和烦琐的数学推导,采用阶跃式、有选择的编写模式,强调实践和实践属性,精炼理论,突出实用技能,内容体系更加合理;

2. 注重现实社会发展和就业需求,以培养职业岗位群的综合能力为目标,充实训练模块的内容,强化应用,有针对性地培养学生较强的职业技能;

3. 教材内容的设置有利于扩展学生的思维空间和学生的自主学习;着力于培养和提高学生的综合素质,使学生具有较强的创新能力,促进学生的个性发展;

4. 教材内容充分反映新知识、新技术、新工艺和新方法,具有超前性、先进性。

首批教材共有60余种,将于2003年8月陆续出版。所有参加教材编写的高职院校都有一个共同的愿望:希望通过教材建设领导小组、编委会和全体作者的共同努力,使这批教材在编写指导思想、编写内容和编写方法上具有新意,突出高等职业教育的特点,满足高职学生学习和就业的需要。

高等职业教育改革与教材建设是一项长期的任务,不会一蹴而就,而是要经历一个发展过程。这批高职教材的问世,还有许多不尽人意之处。随着教育的不断深化,我国经济和科学技术的不断发展,高职教材的改革与开发将长期与之相伴而行。在教育部和信息产业部的指导和帮助下,我们将一如既往地依靠本行业的专家,与科研、教学第一线的教研人员紧密联系,加强合作,与时俱进,不断开拓,逐步完善各类专业课教材、专业基础课教材、实训指导书、电子教案、电子课件及配套教材,为高等职业教育提供优质的教学资源和服务。

电子工业出版社高职高专教育教材事业部的全体成员殷切地希望全国高职高专院校的教师们能够踊跃投稿,提出选题建议,并对已出版的教材从多方面提出修改建议。除以上四个专业外,我们还设立了“计算机技术”、“电子商务”、“物流管理”、“会计类”、“金融类”、“环保类”等专业的编委会。我们衷心欢迎更多的志士仁人加入到各个编委会中来。

电子工业出版社的全体员工将竭诚为教育服务,为高等职业教育战线的广大师生服务。

全国高职高专教育教材建设领导小组
电子工业出版社

参加“新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材”

编写的院校名单（排名不分先后）

桂林工学院南宁分院

江西信息应用职业技术学院

江西蓝天职业技术学院

吉林电子信息职业技术学院

保定职业技术学院

安徽职业技术学院

杭州中策职业学校

黄石高等专科学校

天津职业技术师范学院

福建工程学院

湖北汽车工业学院

广州铁路职业技术学院

台州职业技术学院

重庆工业高等专科学校

济宁职业技术学院

四川工商职业技术学院

吉林交通职业技术学院

连云港职业技术学院

天津滨海职业技术学院

杭州职业技术学院

重庆职业技术学院

重庆工业职业技术学院

广州大学科技贸易技术学院

湖北孝感职业技术学院

江西工业工程职业技术学院

四川工程职业技术学院

广东轻工职业技术学院

西安理工大学

辽宁大学高职学院

天津职业大学

天津大学机械电子学院

九江职业技术学院

包头职业技术学院

北京轻工职业技术学院

黄冈职业技术学院

郑州工业高等专科学校

泉州黎明职业大学

浙江财经学院信息学院

南京理工大学高等职业技术学院

南京金陵科技学院

无锡职业技术学院

西安科技学院

西安电子科技大学

河北化工医药职业技术学院

石家庄信息工程职业学院	天津中德职业技术学院
三峡大学职业技术学院	安徽电子信息职业技术学院
桂林电子工业学院高职学院	浙江工商职业技术学院
桂林工学院	河南机电高等专科学校
南京化工职业技术学院	深圳信息职业技术学院
湛江海洋大学海滨学院	河北工业职业技术学院
江西工业职业技术学院	湖南信息职业技术学院
江西渝州科技职业学院	江西交通职业技术学院
柳州职业技术学院	沈阳电力高等专科学校
邢台职业技术学院	温州职业技术学院
漯河职业技术学院	温州大学
太原电力高等专科学校	广东肇庆学院
苏州工商职业技术学院	湖南铁道职业技术学院
金华职业技术学院	宁波高等专科学校
河南职业技术师范学院	南京工业职业技术学院
新乡师范高等专科学校	浙江水利水电专科学校
绵阳职业技术学院	成都航空职业技术学院
成都电子机械高等专科学校	吉林工业职业技术学院
河北师范大学职业技术学院	上海新侨职业技术学院
常州轻工职业技术学院	天津渤海职业技术学院
常州机电职业技术学院	驻马店师范专科学校
无锡商业职业技术学院	郑州华信职业技术学院
河北工业职业技术学院	浙江交通职业技术学院

前 言

本书是根据 2002 年 11 月全国高等职业教育教材研讨（杭州）会议精神编写的。杭州会议上，来自全国 22 个省、市、自治区 90 余高等职业技术学院的 130 余位院长、教务处长和具有丰富的专业教学经验及实践动手能力的骨干教师参加了会议。与会者结合当前我国职业教育面临的形势和挑战进行了充分的讨论，一致认为新编 21 世纪高等职业教育教材应贯彻国家教育部对职业教育的要求，突出专业特色，着重技术应用的训练，培养新时期应用型和复合型人才。

本书的特点是，对一般理论进行了阐述，对不常用的知识进行了删简，注重应用，辅以图形进行分析，简化数学推导，增强实践性，突出实用性，强化学生的工程意识，培养学生解决生产实际中电机拖动及电气控制问题的能力。全书力求通俗易懂，便于自学。同时又注重扩大知识面，介绍了一些电机现代控制方法等内容。

本书由绵阳职业技术学院刘子林主编，并编写了绪论及第 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 章和附录。河南职业技术师范学院杨天明和漯河职业技术学院张俊峰任副主编，杨天明编写了第 8, 9, 10 章，张俊峰编写了第 11, 12, 13, 14 章。桂林工学院南宁分院周子参担任主审，他对本书提出了许多宝贵意见，在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限，书中可能存在一些缺点、疏漏及不足之处，恳请读者批评指正。

编 者
2003 年 8 月



Contents

绪论	(1)
0.1 电机与电气控制技术在国民经济中的重要作用	(1)
0.1.1 电机在国民经济中的作用	(1)
0.1.2 电气控制技术在生产中的作用	(1)
0.2 电机、电力拖动的组成和现代电力拖动发展方向	(2)
0.2.1 电力拖动的组成	(2)
0.2.2 电机及电气控制技术的发展	(2)
0.3 电机的类型及所用材料	(4)
0.3.1 电机的类型	(4)
0.3.2 电机所用材料	(4)
0.3.3 铁磁材料的特点及损耗	(5)
0.4 电机与电气控制的主要内容、任务及学习方法	(6)
第 1 篇 直流电机及拖动	
第 1 章 直流电机原理	(8)
1.1 直流电机基本工作原理	(8)
1.1.1 直流电机的模型结构	(8)
1.1.2 直流发电机的工作原理	(9)
1.1.3 直流电动机的工作原理	(10)
1.1.4 直流电机可逆原理	(10)
1.2 直流电机的结构和额定值	(11)
1.2.1 直流电机的结构	(11)
1.2.2 直流电机的额定值	(13)
1.2.3 直流电机的电枢绕组	(14)
1.3 直流电机的电动势、转距、磁场和换向	(20)
1.3.1 直流电机的感应电动势和电磁转矩	(20)
1.3.2 直流电机的磁场	(21)
1.3.3 直流电机的换向	(24)
本章小结	(27)
思考与练习题	(28)
第 2 章 直流电动机	(29)
2.1 直流电动机的分类	(29)
2.2 直流电动机的基本方程式	(30)

2.2.1	电压平衡方程式	(30)
2.2.2	功率平衡方程式	(31)
2.2.3	转矩平衡方程式	(31)
2.3	直流并(他)励电动机的工作特性	(32)
2.3.1	转速特性—— $n = f(P_2)$	(32)
2.3.2	转矩特性—— $T = f(P_2)$	(32)
2.3.3	效率特性—— $\eta = f(P_2)$	(32)
2.4	生产机械的负载转矩特性	(33)
2.4.1	恒转矩负载	(33)
2.4.2	恒功率负载	(34)
2.4.3	通风机负载	(34)
2.5	直流电动机的机械特性	(34)
2.5.1	电动机机械特性方程式	(34)
2.5.2	固有机械特性	(35)
2.5.3	人为机械特性	(35)
2.5.4	直流电动机的正、反转	(37)
2.6	直流串励电动机	(37)
2.6.1	串励电动机的接线与特点	(37)
2.6.2	串励电动机的机械特性	(38)
	本章小结	(39)
	思考与练习题	(39)
第3章	直流电动机的启动、调速和制动	(40)
3.1	直流电动机的启动	(40)
3.1.1	对直流电动机启动性能的基本要求	(40)
3.1.2	启动方法	(40)
3.2	直流电动机的调速	(43)
3.2.1	调速指标	(43)
3.2.2	并(他)励直流电动机电枢串电阻调速	(44)
3.2.3	降低电源电压调速	(44)
3.2.4	改变磁通调速(改变励磁电流 I_f 调速)	(45)
3.3	直流并(他)励电动机的制动	(46)
3.3.1	制动与电动的区别	(46)
3.3.2	能耗制动	(47)
3.3.3	反接制动	(48)
3.3.4	回馈制动(再生发电制动)	(50)
	本章小结	(50)
	思考与练习题	(52)



第2篇 变 压 器

第4章 单相变压器	(54)
4.1 变压器的用途和结构	(54)
4.1.1 变压器的原理	(54)
4.1.2 变压器的应用	(55)
4.1.3 变压器的结构	(55)
4.1.4 变压器的铭牌和额定值	(60)
4.2 单相变压器的空载运行	(60)
4.2.1 空载运行时的物理状况	(60)
4.2.2 变压器的感应电动势和变比	(61)
4.2.3 变压器的空载电流	(63)
4.2.4 变压器空载时的相量图和等值电路	(64)
4.3 变压器的负载运行	(65)
4.3.1 变压器负载时物理状况	(66)
4.3.2 变压器负载时磁动势平衡方程式	(66)
4.3.3 变压器负载时电动势平衡方程式	(67)
4.4 变压器参数的测定	(70)
4.4.1 变压器空载试验	(70)
4.4.2 变压器短路试验	(71)
4.5 变压器的运行特性	(73)
4.5.1 变压器的外特性和电压变化率	(73)
4.5.2 变压器的效率特性	(74)
本章小结	(76)
思考与练习题	(77)
第5章 三相变压器	(79)
5.1 三相变压器的磁路系统	(79)
5.1.1 三相变压器组(三相组式变压器)的磁路系统	(79)
5.1.2 三相心式变压器的磁路	(80)
5.2 三相变压器的电路系统——连接组	(80)
5.2.1 变压器原、副绕组首末端标记	(80)
5.2.2 单相变压器的连接组别	(81)
5.2.3 三相变压器绕组的接法	(82)
5.2.4 三相变压器的连接组别	(83)
5.3 变压器的并联运行	(86)
5.3.1 变压器并联运行的意义	(86)
5.3.2 变压器并联运行的条件	(87)
5.3.3 变比不等时变压器并联运行	(87)
5.3.4 连接组别不同时的并联运行	(88)
5.3.5 短路阻抗相对值(短路阻抗压降)不等时的并联运行	(88)

本章小结	(89)
思考与练习题	(89)
第6章 其他用途的变压器	(91)
6.1 自耦变压器	(91)
6.1.1 自耦变压器的用途	(91)
6.1.2 自耦变压器的特点	(91)
6.1.3 自耦变压器的变比	(91)
6.1.4 自耦变压器的容量	(92)
6.2 仪用互感器	(92)
6.2.1 电压互感器	(93)
6.2.2 电流互感器	(94)
6.3 电焊变压器(交流弧焊机)	(95)
6.3.1 弧焊工艺对电焊变压器的要求	(96)
6.3.2 磁分路动铁心电焊变压器	(96)
6.3.3 串联可变电抗器的电焊变压器	(97)
本章小结	(97)
思考与练习题	(97)

第3篇 三相异步电动机及拖动

第7章 三相异步电动机	(100)
7.1 三相异步电动机基本工作原理和结构	(100)
7.1.1 三相异步电动机基本工作原理	(100)
7.1.2 三相异步电动机的结构	(103)
7.1.3 三相异步电动机的铭牌	(106)
7.2 三相交流绕组	(107)
7.2.1 三相交流绕组基本术语	(108)
7.2.2 三相绕组的构成原则	(109)
7.2.3 三相单层绕组	(110)
7.2.4 三相双层绕组	(114)
7.3 交流绕组的感应电动势	(118)
7.3.1 线圈感应电动势	(118)
7.3.2 线圈组电动势和分布系数	(120)
7.3.3 每相电动势 E_1	(121)
7.4 三相异步电动机空载运行	(121)
7.4.1 三相异步电动机与变压器的异同	(121)
7.4.2 转子不动(转子开路)时的空载运行	(121)
7.4.3 转子转动(转子绕组短路)时的空载运行	(122)
7.5 三相异步电动机负载运行	(123)
7.5.1 转子各物理量与转差率的关系	(123)
7.5.2 磁动势平衡方程式	(124)

7.5.3	电压平衡方程式	(126)
7.5.4	负载运行时的等值电路	(126)
7.6	三相异步电动机参数的测定	(128)
7.6.1	空载试验	(129)
7.6.2	异步电机短路试验	(130)
7.7	三相异步电动机功率和转矩平衡方程式	(131)
7.7.1	功率平衡关系	(131)
7.7.2	异步电动机转矩平衡关系	(132)
7.7.3	异步电动机的工作特性	(133)
7.8	三相异步电动机机械特性	(134)
7.8.1	电磁转矩的物理表达式	(134)
7.8.2	电磁转矩参数表达式	(134)
7.8.3	最大电磁转矩 T_m	(135)
7.8.4	启动转矩 T_s	(135)
7.8.5	转矩实用表达式	(136)
7.8.6	异步电动机固有机械特性	(136)
7.8.7	人为机械特性	(137)
	本章小结	(138)
	思考与练习题	(139)
第 8 章	三相异步电动机的电力拖动	(140)
8.1	三相异步电动机的启动性能	(140)
8.2	三相鼠笼式异步电动机的启动	(141)
8.2.1	直接启动	(141)
8.2.2	降压启动	(141)
8.3	三相绕线式异步电动机的启动	(144)
8.3.1	转子回路串接电阻器启动	(144)
8.3.2	转子串频敏变阻器启动	(145)
8.4	三相异步电动机的调速	(146)
8.4.1	变极调速	(146)
8.4.2	变频调速	(147)
8.4.3	改变转差率调速	(149)
8.5	三相异步电动机的制动	(151)
8.5.1	三相异步电动机的反转	(151)
8.5.2	三相异步电动机的制动	(151)
8.6	电动机的选择	(154)
8.6.1	电动机的种类、形式、额定电压与额定转速的选择	(154)
8.6.2	电动机的发热与冷却	(155)
8.6.3	电动机的工作方式	(156)
8.6.4	额定功率的选择	(156)
8.7	电动机的维护处理及故障	(158)
8.7.1	启动前的准备	(158)

8.7.2 启动时的注意事项	(158)
8.7.3 运行中的监视	(159)
8.7.4 电动机的定期维修	(159)
8.7.5 常见故障及排除方法	(160)
本章小结	(161)
思考与练习题	(162)

第4篇 其他用途的电动机

第9章 单相异步电动机和同步电动机	(164)
9.1 单相异步电动机	(164)
9.1.1 单相异步电动机基本工作原理	(164)
9.1.2 单相异步电动机的启动方法	(165)
9.1.3 单相正弦绕组	(168)
9.2 同步电动机	(169)
9.2.1 同步电动机的特点	(169)
9.2.2 同步电动机基本工作原理	(170)
9.2.3 同步电动机的功率因数的调整	(172)
本章小结	(173)
思考与练习题	(173)
第10章 控制电机	(174)
10.1 伺服电动机	(174)
10.1.1 直流伺服电动机	(175)
10.1.2 交流伺服电动机	(176)
10.2 步进电动机	(178)
10.2.1 步进电动机的结构和分类	(178)
10.2.2 反应式步进电动机的工作原理	(178)
10.3 测速发电机	(179)
10.3.1 直流测速发电机	(180)
10.3.2 交流测速发电机	(180)
10.4 直线电动机	(181)
10.4.1 直线电动机的工作原理	(181)
10.4.2 直线电动机的结构形式	(182)
本章小结	(184)
思考与练习题	(184)

第5篇 电气控制技术

第11章 常用低压电器	(186)
11.1 刀开关和转换开关	(186)
11.1.1 刀开关	(186)

11.1.2 转换开关(组合开关)	(187)
11.2 自动开关	(188)
11.2.1 自动开关的结构及工作原理	(188)
11.2.2 自动开关的技术参数	(189)
11.3 主令电器	(190)
11.3.1 控制按钮	(190)
11.3.2 行程开关	(191)
11.4 接触器	(192)
11.4.1 交流接触器	(192)
11.4.2 直流接触器	(193)
11.4.3 接触器的主要技术数据	(194)
11.5 继电器	(194)
11.5.1 电磁式电流、电压和中间继电器	(194)
11.5.2 时间继电器	(195)
11.5.3 热继电器	(196)
11.5.4 速度继电器	(197)
11.6 熔断器	(198)
本章小结	(200)
思考与练习题	(200)
第 12 章 电气控制线路的基本环节	(201)
12.1 电气控制线路的绘制	(201)
12.1.1 常用电气控制系统的图形符号	(201)
12.1.2 电气控制系统图	(201)
12.2 三相鼠笼式异步电动机的控制线路	(203)
12.2.1 直接启动的控制线路	(203)
12.2.2 三相鼠笼式异步电动机降压启动控制线路	(206)
12.2.3 三相鼠笼式异步电动机的调速控制线路	(209)
12.3 绕线式异步电动机启动控制线路	(210)
12.3.1 转子绕组串接电阻启动控制线路	(211)
12.3.2 转子绕组串接频敏变阻器启动控制线路	(212)
12.4 三相异步电动机制动控制	(213)
12.4.1 反接制动控制线路	(213)
12.4.2 能耗制动控制线路	(216)
本章小结	(217)
思考与练习题	(218)
第 13 章 常用机床的控制线路	(220)
13.1 万能铣床的电气控制线路	(220)
13.1.1 主要结构及运动形式	(220)
13.1.2 电力拖动特点及控制要求	(221)
13.1.3 电气控制线路分析	(221)



13.1.4 电气线路常见故障分析	(225)
13.2 摇臂钻床控制线路	(226)
13.2.1 主要结构及运动形式	(226)
13.2.2 摇臂钻床的电力拖动特点及控制要求	(226)
13.2.3 电气控制线路分析	(227)
13.2.4 电气线路常见故障分析	(230)
本章小结	(231)
思考与练习题	(232)
第 14 章 可编程控制器 (PLC) 及数控系统简介	(233)
14.1 可编程控制器的组成和工作原理	(233)
14.1.1 可编程控制器的组成和各部分的作用	(233)
14.1.2 可编程控制器的工作过程	(234)
14.2 可编程控制器的编程语言	(235)
14.2.1 可编程控制器的编程元件	(236)
14.2.2 梯形图编程规则	(238)
14.3 CNC 系统概述	(238)
14.3.1 CNC 系统的构成	(238)
14.3.2 CNC 装置的组成	(239)
14.3.3 CNC 装置的工作过程	(241)
14.3.4 CNC 装置的功能	(241)
本章小结	(242)
思考与练习题	(243)
附录 Y2 系列电动机技术数据	(244)
参考文献	(250)

绪 论



内容提要

绪论部分主要介绍电机及电气控制在国民经济中的重要作用；电机及电气控制技术的发展方向；电机所用材料及其特点；本课程的内容及学习方法。通过学习绪论达到三个目的：其一使读者对电机与电气控制课程有一个轮廓性的了解；其二使读者了解本课程在工业、农业、国防、科研、航天领域实现自动控制的重要作用以及发展前景，从而激发学生学习本课程的兴趣；其三为本课程的讲授奠定一定基础。

0.1 电机与电气控制技术在国民经济中的重要作用

0.1.1 电机在国民经济中的作用

电能是国民经济各部门中应用最广泛的能源，而电能的生产、传送、分配和使用都必须通过电机来实现。在电力工业中，电机是发电厂和变电所的主要设备。在机械、冶金、石油、化工、纺织、建材等企业中的各种工作机械，都广泛地采用不同规格的电动机来拖动，在一个现代化工厂中需要几百至几万台电机。在交通运输业中电力机车的牵引；现代农业中的电力排灌、播种、收割、农副产品的加工，电机是不可缺少的动力机械；在医疗器件、家用电器的驱动设备中同样离不开各种各样的电动机。电机在国民经济和日常生活中是应用最广的机械，也是主要的用电设备。

随着科学技术的高速发展，工农业、国防、航天设施的自动化程度越来越高，各种控制电机作为执行、检测、放大和运算元件。这一类电机品种繁多，精度要求高，如雷达的自动定位、人造卫星发射和飞行的控制、电梯的自动选层与显示、计算机外围设备、机器人和音像设备均需应用大量控制电机。可见，电机是生产过程自动化的重要前提，在国民经济各个领域和日常生活中都起着重要的作用。可以说电机是电气化的心脏，国家的独立发展离不开电机工业的发展。

0.1.2 电气控制技术在生产中的作用

不同产品的生产工艺和精度不同，常需要生产机械具有不同的速度，这就要求对拖动生