

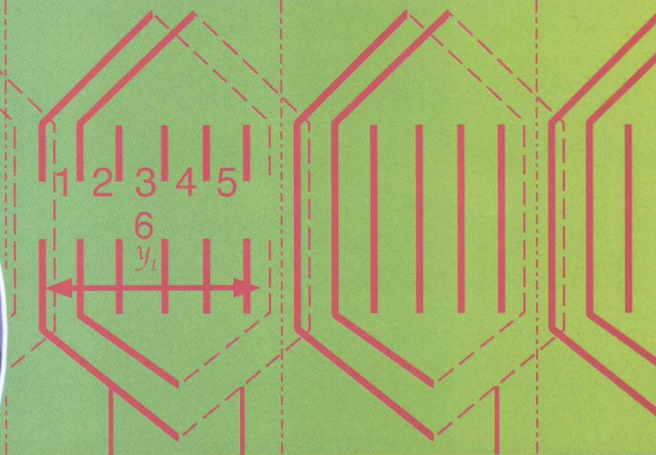
21世纪

高等学校本科电子电气专业系列实用教材

电机与电力拖动 基础教程

羌予践 主编 包 蕾 邹一琴 秦 岭 副主编
沈振平 主审

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



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

21 世纪高等学校本科电子电气专业系列实用教材

电机与电力拖动基础教程

	姜予践	主 编
包 蕾 邹一琴	秦 岭	副主编
	沈振平	主 审

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书按照高等工业学校工业电气自动化专业教学指导委员会《电机原理及拖动》教学大纲编写,全书共9章,主要阐述电机与电力拖动的基本原理和基础知识。主要内容包括电能与电机、磁路及动力学基础知识、直流电机、直流电动机的运行与电力拖动、变压器、三相异步电动机、三相异步电动机的电力拖动、同步电机、特种电机、交流拖动系统电动机的质量与选择。

本书适合于普通高等学校的自动化、电气工程及自动化、电力系统及自动化、机电一体化等专业作为教材使用,可作为成人高等教育有关专业的教材,也可以供有关工程科技人员参考。

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

电机与电力拖动基础教程/羌予践主编. —北京:电子工业出版社,2008.5

(21世纪高等学校本科电子电气专业系列实用教材)

ISBN 978-7-121-05301-6

I. 电... II. 羌... III. ① 电机学—高等学校—教材 ② 电力传动—高等学校—教材
IV. TM3 TM921

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 061579 号

责任编辑:柴 燕(chaiy@phei.com.cn)

印 刷:涿州市京南印刷厂

装 订:涿州市桃园装订有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:18.75 字数:480千字

印 次:2008年5月第1次印刷

印 数:4000册 定价:29.00元

凡所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,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zllts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

序 言

随着世界经济一体化的进程,我国已成为世界最大的加工基地和制造基地,尤其是长江三角洲地区更为突出,已有近百家名列世界五百强的企业落户该地区,带动了该地区经济突飞猛进的发展,同时也为就业创造了广阔的前景。企事业单位对应用型本科人才的需求多了,但要求也提高了。这就对工程教育的发展提出了新的挑战,同时也提供了新的发展机遇。

在此形势下,国家教育部近年来批准组建了一批以培养应用型本科人才为宗旨的高等院校,同时举办了多次“应用型本科人才培养模式研讨会”,对应用型本科教育的办学思想和发展定位进行初步探讨。并于2002年在全国高等院校教学研究中心立项,成立了21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践课题组,有十几所应用型本科院校参加了课题组的研究,取得了多项研究成果,并于2004年结题验收。我们就是在这种形势下,组织了多所应用型本科院校编写本系列教材,以适应国家对工程教育的新要求,满足培养素质高、能力强的应用型本科人才的需要。

工程强调知识的应用和综合,强调方案优缺点的比较并做出论证和合理应用。这就要求我们对应用型本科人才的培养实施与之相配套的培养方案和培养模式,采用具有自身特点的教材。同时,避免重理论、轻实践、工程教育“学术化”的倾向;避免在工程实践能力的培养中,轻视学生个性及创新精神的培养;避免工程教育在实践中与社会经济、产业的发展脱节。为使我国应用型人才培养适应社会发展的新形势,我们必须开拓进取、努力改革。

组织编写本系列教材,有利于应用型人才培养所需要的、富有特色的本科教材的建设。本系列教材的编写原则如下。

1. 确保基础

在内容安排上,本系列教材确保学生掌握基本的理论基础,满足本科教学的基本要求。

2. 富有特色

围绕培养目标,以工程应用为背景,通过理论与实践相结合,构建应用型本科教育系列教材特色。在融会贯通本科教学内容的基础上,挑选最基本的内容、方法和典型应用,将有关技术进步的新成果、新应用纳入教学内容,妥善处理传统内容的继承与现代内容的引进;在保持本科教学基本体系的前提下,处理好与交叉学科的关系,并按新的教学系统重新组织;在注重理论与实践相结合的基础上,注入工程概念,包括质量、环境等诸多因素对工程的影响,突出特色、强化应用。

3. 精选编者,保证质量

参编院校根据编委会要求推荐了一批具有丰富工程实践经验和教学经验的教师参加编写工作。本系列教材的许多内容都是在优秀教案、讲义的基础上编写的,并由主编全文统稿,以确保教材质量。

本系列教材的编写得到了电子工业出版社的大力支持。他们为编好这套教材做了大量认真细致的工作,为教材的出版提供了许多有利条件,在此深表感谢!

编委会

前 言

当前,工业电气自动化技术发展十分迅速,为专业及基础教学带来了许多新的内容;另一方面,高等教育教学改革要求在主要教学内容基本不变的情况下,减少部分教学课时。为此,需要对原有课程的知识体系进行整体优化、科学协调、结构重组,以压缩原有内容和所占学时,在保证课程内涵基本不变的情况下进行精选和提炼,同时补充本专业最新的科技知识。

电机与电力拖动是一门重要的专业基础课,也是学生专业素质形成的关键性课程,具有对象具体、理论性强、较为抽象,同时与工程实践密切相关的特点。编者根据培养 21 世纪工程应用型人才的需要,结合课程变化和教学改革的要求,总结多年来本课程的教学成果,从加强能力培养出发,结合注重基础知识以及面向实际应用等原则,进行了本书的编写工作。

本教材按高等工业学校工业电气自动化专业教学指导委员会《电机原理及拖动》教学大纲编写,主要压缩了原电机学中结构与制作工艺有关的一些内容,而将《电机学》和《电力拖动基础》中的电机特性融为一体。这样在保证了《电机与电力拖动基础教程》这门重要的专业基础课的主要内容和基本要求不被削弱的同时,缩短了部分学时。

全书共 9 章,主要内容包括磁路及动力学基础知识、直流电机、直流电动机的运行与电力拖动、变压器、三相异步电动机、三相异步电动机的电力拖动、同步电机、特种电机、交流拖动系统电动机的质量与选择。每章的重点内容均配有例题,后面有小结和习题。本书重点讲述了各种电动机的工作原理、分析方法及电动机的静、动态特性,内容由浅入深、重点突出。本书的主要特点在于:结合多年教学经验,对教学重点、难点部分不吝笔墨地详细阐述,或者从新的角度进行了简化分析,利于学生自学;增加了电机学基础知识的介绍,起到基础课到专业基础课的过渡作用;结合工程实践经验,增加了电机的质量分析等内容,使得学生具备一定的解决工程实际问题的能力;反映了电机领域最新的研究进展,介绍了开关磁阻电动机及其驱动系统;书中尽量采用国家标准与行业习惯用法。

本书绪论、第 2、5、9 章由南通大学羌予践编写,第 1 章由南通大学高宁宇编写,第 3 章由常州工学院邹一琴编写,第 4、8 章由南通大学秦岭编写,第 6、7 章由宁波工程学院包蕾编写,全书由羌予践统稿并担任主编。

本书由苏州科技学院沈振平老师主审,沈老师对全书进行了十分认真的审阅和修改,并提出了许多宝贵意见。高宁宇进行了部分章节的绘图和计算机处理,并提供了部分习题的答案。在本书编写过程中,南通大学电气工程学院的老师们给予了大力支持。在此,一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,经验不足,书中难免有不少缺点和错误,敬请读者批评指正。

编者
2008 年 5 月

主要符号说明

1. 基本符号与名称

符号	意义	符号	意义
A	线负荷	S	面积、视在功率
a	并联支路数(直流电机)或并联支路对数 (交流电机)	s	转差率
B	磁感应强度	T	转矩、时间常数、周期
D	直径、调速范围	t	温度
E	直流电动势、交流电动势有效值	U	直流电压、交流电压有效值
e	电动势瞬时值	u	电压瞬时值
F	磁动势、力	V	体积
f	频率、磁动势瞬时值、力的瞬时值	v	速度
G	重力	W	能量
GD^2	飞轮矩	x	电抗
H	磁场强度	y	绕组节距
I	直流电流、交流电流有效值	Z	阻抗
i	电流瞬时值	$ Z $	阻抗模
J	转动惯量	α	角度、信号系数
j	转速比	β	角度
k	变比、系数、换向片数	γ	角度
L	电感、长度	δ	气隙长度、静差率
l	长度	η	效率
m	相数	θ	角度、功率角
N	线圈匝数	λ	电动机过载倍数
n	电机转速	Δ	磁导
$P(p)$	功率	μ	磁导率
p	极对数	ν	谐波次数
q	每极每相槽数	ρ	电导率
R	电阻、磁阻	τ	极距、温升
Φ	磁通量	Ω	机械角速度
ϕ	磁通瞬时值	ω	角频率、电角速度
φ	相角、功率因数角	J	电流密度

2. 主要下标符号及意义

下标符号	意义	下标符号	意义
0	空载、同步、真空	N	额定值
1	一次侧、定子、基波	s	同步
2	二次侧、转子	δ	漏磁
a	电枢	Cu	铜
E	直流电动势、交流电动势有效值	Fe	铁

d	直轴	+	正序、正向
q	交轴	-	负序、反向
em	电磁	max	最大值
f	励磁	st	起动
k	短路	b	电刷
L	负载	μ	磁化
l	线值	Δ	杂散
ϕ	相值	b	基值
m	机械、励磁、幅值、磁路		

3. 主要上标符号及意义

上标符号	意义	上标符号	意义
·	时间相量	*	标么值
'	二次侧向一次侧折算值或转子侧向定子侧折算值	"	一次侧向二次侧折算值或定子侧向转子侧折算值

目 录

绪论	1
0.1 电能与电机	1
0.1.1 电能的特点及应用	1
0.1.2 电机的概念及发展	1
0.2 电机及电力拖动系统	2
0.3 本课程的内容与学习方法	3
第1章 磁路及动力学基础知识	5
1.1 磁路和磁路基本定律	5
1.1.1 描述磁场的基本物理量	5
1.1.2 电磁感应定律	6
1.1.3 全电流定律	6
1.1.4 磁路及磁路欧姆定律	7
1.1.5 磁路的基尔霍夫定律	7
1.2 铁磁材料及其特性	8
1.2.1 铁磁材料的高导磁性	8
1.2.2 磁滞与磁滞损耗	10
1.2.3 涡流与涡流损耗	10
1.3 电力拖动系统的动力学基础	11
1.3.1 电力拖动系统的运动方程式	11
1.3.2 多轴电力拖动系统转矩及飞轮矩的折算	12
1.3.3 电力拖动系统的负载特性	17
1.3.4 电动机的机械特性及电力拖动系统稳定运行的条件	18
小结	20
习题	20
第2章 直流电机	22
2.1 直流电机的基本工作原理	22
2.1.1 直流发电机的工作原理	22
2.1.2 直流电动机的基本工作原理	23
2.1.3 直流电机的可逆性	24
2.2 直流电机的结构	25
2.3 直流电机的铭牌数据	27
2.4 直流电机的空载磁场	27

2.4.1	直流电机的励磁方式	27
2.4.2	直流电机空载磁场的分布	29
2.4.3	磁路分析	29
2.4.4	直流电机的磁化曲线	30
2.4.5	气隙磁通密度的分布	30
2.5	直流电机的电枢绕组	31
2.5.1	直流电机电枢绕组的基础知识	31
2.5.2	单叠绕组	33
2.5.3	单波绕组	36
2.6	直流电机的负载磁场及电枢反应	38
2.7	感应电动势和电磁转矩的计算	40
2.7.1	感应电动势的计算	40
2.7.2	电磁转矩的计算	41
2.8	直流发电机	43
2.8.1	直流发电机的基本平衡方程	43
2.8.2	他励直流发电机的运行特性	46
2.8.3	并励直流发电机的运行特性	47
2.9	直流电动机	49
2.9.1	直流电动机的基本方程式	49
2.9.2	直流电动机的工作特性	51
2.10	直流电机的换向	54
2.10.1	换向过程	54
2.10.2	换向元件中的电动势	54
2.10.3	换向元件中电流变化的规律	55
2.10.4	改善换向的措施	56
2.10.5	环火及补偿绕组	56
小结		57
习题		57
第3章	直流电动机的运行与电力拖动	60
3.1	直流电动机的机械特性	60
3.1.1	机械特性的一般表达式	60
3.1.2	固有机械特性	61
3.1.3	人为机械特性	61
3.1.4	固有机械特性的绘制	63
3.2	直流电动机的起动	64
3.2.1	直接起动	64
3.2.2	降电压起动	65
3.2.3	电枢回路串入电阻起动	66
3.3	直流电动机的调速	69

3.3.1	调速指标	70
3.3.2	电枢回路串入电阻调速	72
3.3.3	改变电源电压调速	73
3.3.4	改变励磁磁通调速	74
3.4	直流电动机的制动	76
3.4.1	能耗制动	76
3.4.2	反接制动	78
3.4.3	回馈制动运行	81
小结		82
习题		83
第4章	变压器	85
4.1	变压器的类别、基本结构、额定值	85
4.1.1	变压器的主要类别	85
4.1.2	变压器的基本结构	85
4.1.3	变压器的额定值	87
4.2	变压器的空载运行	88
4.2.1	变压器空载运行时的工作原理	88
4.2.2	正方向的规定	88
4.2.3	变压器空载运行时电压平衡方程式及相量图	89
4.2.4	变压器空载运行时的等效电路	91
4.3	变压器的负载运行	92
4.3.1	变压器负载运行时的工作原理	92
4.3.2	正方向的规定	92
4.3.3	变压器负载运行时的磁动势平衡方程式	93
4.3.4	变压器负载运行时的电压平衡方程式	94
4.4	变压器的等效电路及相量图	95
4.4.1	变量代换法	95
4.4.2	T形等效电路及相量图	96
4.4.3	Γ 形等效电路和简化等效电路	97
4.5	变压器的参数测定	99
4.5.1	变压器的空载试验	99
4.5.2	变压器的短路试验	100
4.6	标么值	103
4.7	变压器的运行特性	105
4.7.1	外特性和电压变化率	105
4.7.2	效率和效率特性	106
4.8	三相变压器	108
4.8.1	三相变压器的磁路系统	108
4.8.2	三相变压器的电路系统	110

4.9 特种变压器	113
4.9.1 自耦变压器	113
4.9.2 电压互感器和电流互感器	114
小结	115
习题	116
第5章 三相异步电动机	120
5.1 三相异步电动机的结构、类别、铭牌	120
5.1.1 三相异步电动机基本结构	120
5.1.2 三相异步电动机的铭牌数据	122
5.2 三相异步电动机的工作原理	123
5.2.1 旋转磁场的产生原理	123
5.2.2 三相异步电动机的基本工作原理	125
5.2.3 三相异步电动机的运行状态	125
5.3 三相异步电动机的绕组	126
5.3.1 交流绕组的构成原则	126
5.3.2 三相单层绕组	128
5.3.3 三相双层绕组	130
5.4 三相异步电动机的磁动势	133
5.4.1 整距线圈的磁动势	133
5.4.2 整距线圈的线圈组磁动势	134
5.4.3 短距线圈的线圈组磁动势	136
5.4.4 单相绕组的磁动势	137
5.4.5 三相绕组的磁动势	138
5.5 三相异步电动机的电动势	141
5.5.1 导体中的感应电动势	141
5.5.2 线圈的电动势	143
5.5.3 线圈组的电动势	144
5.5.4 相电动势和线电动势	144
5.5.5 电动势中的谐波分量	145
5.6 三相异步电动机的电磁分析	146
5.6.1 三相异步电动机空载时的电磁关系	146
5.6.2 三相异步电动机的转子磁动势	146
5.6.3 三相异步电动机负载时的电磁关系	148
5.6.4 三相异步电动机负载时的方程式	151
5.7 三相异步电动机的等效电路及相量图	153
5.7.1 定子、转子交流耦合电路之间的频率折算	153
5.7.2 定子、转子交流耦合电路之间的绕组折算	155
5.7.3 三相异步电动机的等效电路和相量图	156
5.8 三相异步电动机的功率和转矩	158

5.9	三相异步电动机的参数测定	161
5.10	三相异步电动机的工作特性	163
	小结	165
	习题	166
第6章	三相异步电动机的电力拖动	169
6.1	三相异步电动机的机械特性	169
6.1.1	机械特性的参数表达式	169
6.1.2	机械特性的实用表达式	171
6.1.3	三相异步电动机的固有机械特性	173
6.1.4	三相异步电动机的人为机械特性	174
6.2	三相笼型异步电动机的起动	176
6.2.1	直接起动	177
6.2.2	降压起动	178
6.2.3	三相笼型异步电动机起动性能的改善	184
6.3	绕线型三相异步电动机的起动	186
6.3.1	转子串频敏变阻器起动	186
6.3.2	转子回路串电阻分级起动	187
6.4	三相异步电动机的软起动	190
6.4.1	软起动的主电路	190
6.4.2	软起动方式	191
6.5	三相异步电动机的调速	192
6.5.1	改变转差率调速	192
6.5.2	变极调速	198
6.5.3	变频调速	200
6.6	三相异步电动机的制动	203
6.6.1	能耗制动	204
6.6.2	反接制动	205
6.6.3	回馈制动	209
6.6.4	软停车与软制动	212
	小结	212
	习题	213
第7章	同步电机	217
7.1	同步电机的基本结构与运行状态	217
7.1.1	同步电机的基本结构	217
7.1.2	同步电机的运行状态	218
7.1.3	铭牌数据	218
7.2	同步电机的工作原理	219
7.2.1	同步发电机的工作原理	219
7.2.2	电枢反应	219

7.2.3 同步电动机的工作原理	221
7.3 同步电动机的电压方程式与相量图	222
7.3.1 同步电动机的电压方程式	222
7.3.2 同步电动机的电动势相量图	223
7.4 同步电动机的功率、转矩及功角特性	224
7.4.1 功率与转矩平衡关系	224
7.4.2 电磁功率和转矩表达式及功角特性	225
7.4.3 稳定运行区和负载能力	227
7.5 同步电动机的工作特性和 V 形曲线	229
7.5.1 工作特性	229
7.5.2 V 形曲线	231
7.6 同步电动机的起动	232
7.6.1 辅助电动机起动法	233
7.6.2 异步起动法	233
7.6.3 变频起动法	234
小结	234
习题	234
第 8 章 特种电机	236
8.1 单相异步电动机	236
8.1.1 结构特点	236
8.1.2 单相异步电动机的工作原理	236
8.1.3 单相异步电动机的起动方法	238
8.2 伺服电动机	240
8.3 测速发电机	244
8.4 步进电动机	246
8.4.1 步进电动机的结构和分类	246
8.4.2 反应式步进电动机的工作原理	247
8.5 旋转变压器	249
8.5.1 基本结构	249
8.5.2 正余弦旋转变压器的工作原理	250
8.5.3 线性旋转变压器的工作原理	254
8.6 自整角机	255
8.6.1 基本结构和分类	255
8.6.2 控制式自整角机的工作原理	255
8.6.3 力矩式自整角机的工作原理	258
8.7 开关磁阻电动机	259
8.7.1 开关磁阻电动机驱动系统的组成	259
8.7.2 开关磁阻电动机的工作原理	260
小结	262

习题	263
第9章 交流拖动系统电动机的质量与选择	265
9.1 电动机的选择内容	265
9.2 电动机额定容量选择	268
9.2.1 电动机的发热过程	269
9.2.2 电动机的冷却过程	269
9.2.3 电动机的工作制	270
9.2.4 电动机的容量选择与过载能力	271
9.2.5 电动机额定容量的选择方法	272
9.3 三相异步电动机质量的试验分析	276
9.3.1 电动机的试验项目	276
9.3.2 电动机的质量性能试验测定方法	276
9.3.3 电动机质量的工程判别方法	278
小结	280
习题	280
参考文献	282

绪 论

0.1 电能与电机

0.1.1 电能的特点及应用

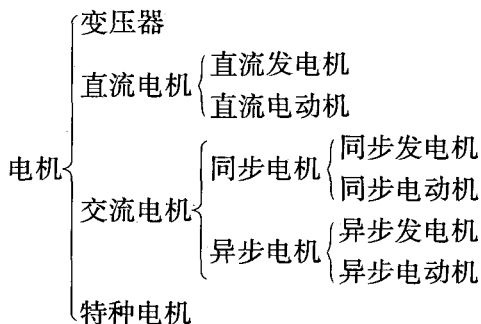
电能是一种常见的能量形式，是国民经济生活中的主要动力来源，大量应用于人们生产、生活的各个方面。这种能量形式有许多优点，电能的生产、传输、分配以及使用和控制都较为经济方便。人类利用电能大大提高了劳动生产率，完成了手工劳动不易或不能完成的生产任务。电能可在工农业生产、交通运输、科学技术、信息传输、国防建设以及日常生活等各个领域都获得了极为广泛的应用，已经成为现代社会不可缺少的能量形式。电机是电能生产、传输、分配及应用所必需的重要设备。

0.1.2 电机的概念及发展

从广义的角度看，电机是生产、传输、使用、变换电能的一种装置。本书主要研究的是利用电磁感应原理进行工作的电机，在本书中电机定义为依据电磁感应原理实现机电能量转换或信号变换的装置。

电机应用广泛，种类繁多，性能各异，分类方法也很多。按运动形式分，可分为静止的变压器、旋转电机、直线电机；按电源性质分，可分为直流电机和交流电机；按交流电源的区别分，可分为单相电机和三相电机；按转子转速与电源频率关系分，可分为同步电机和异步电机；按电机的应用功能分，可分为四类：发电机——机械能转换成电能；电动机——电能转换成机械能；特种电机——控制系统中的检测、执行元件，实现电信号的传递和转换功能；变换机——实现电流、电压、频率、相位等电参数的改变，如变压器、变频器、移相等。

不论是旋转电机的能量转换，还是控制用特种电机的信号变换，都是通过电磁感应作用而实现的，本书就理论归纳及便于学习的方面考虑，采用以下常见的电机分类方法。



一个多世纪以来,随着生产的不断发展,市场对电机提出了性能良好、运行可靠、单位容量的质量更轻、体积更小等方面的要求,推动电机行业在类型、运行性能、经济指标等方面有了很大的改进和提高。

自新中国成立以来,我国的电机制造工业发展迅猛。首先,大容量电机的生产进步显著,生产了不少大型的直流电动机、异步电动机和同步电动机,目前已能生产 600MW 的汽轮发电机组和 320MW 的水轮发电机组,单台变压器容量达到 550MVA。其次,电机的类型日渐齐全,在中小型电机方面,自行设计和生产了许多基本系列和派生系列电机,已建成较完整的各类型电机制造体系,产品基本满足了国民经济各个方面的需要,有一些产品已经达到或接近世界先进水平。随着自动控制系统和计算机技术的发展,在旋转电机的理论基础上,又出现了许多特种电机,其性能和应用都得到迅速发展,已成为电机学科的一个重要分支。此外,在电机的新原理、新结构、新工艺、新材料等配套新技术方面,进行了许多研究和试验工作,取得了很大进步。我国电机产品出口贸易总额迅速增长,许多国际著名电机集团在中国设立了生产和贸易机构,中国正成为全球性的电机产品制造基地。

0.2 电机及电力拖动系统

从 19 世纪末期起,电动机开始逐渐代替蒸汽机作为拖动生产机械的原动机。用电动机作为原动机来拖动生产机械运行的系统,称为电力拖动系统。电力拖动系统广泛用于现代化生产过程中,以实现各种生产工艺过程的动力传送,是生产过程电气化、自动化的重要基础装置。在工业、农业、交通等各部门大量采用电动机作为原动机,拖动各种机床、轧钢机、风机和水泵等机械设备。据统计,电动机的用电总量占发电总量的 60% 以上。

电力拖动系统包括电动机、传动机构、生产机械、控制设备和电源五个部分,它们之间的关系如图 0-1 所示。

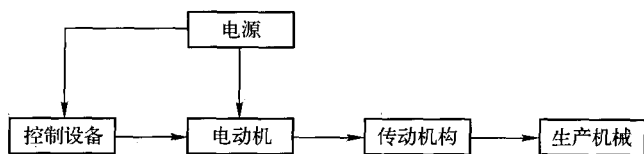


图 0-1 拖动系统组成示意图

电源向电动机输入电能,并给控制设备提供电力。控制设备包括各种电器、电子元件及控制计算机、控制电机等装置。在这些装置的控制下,电动机把电能转换成机械能,再通过传动机构进行变速或运动方式的变换,将能量传给生产机械并驱动生产机械工作。这样就实现了对生产机械运动的自动控制。生产机械是具体执行某一生产任务的机械设备,是电力拖动的对象。

电力拖动系统可按照系统所选用电动机类型的不同进行分类,通常把选用直流电动机的系统称为直流电力拖动系统,把选用交流电动机的系统称为交流电力拖动系统。

最初,电动机拖动生产机械的方式是“成组拖动”。系统用一台电动机通过天轴拖动一组生产机械,能量传递以及能量分配完全用机械方法实现,能量传递过程中的损耗大,效率低。如果拖动电动机发生故障,则成组的生产机械将停车,直至影响整个生产机械系统,是一种

落后的电力拖动方式。

20 世纪 20 年代以后,生产机械采用“单电动机拖动系统”,系统中的各台生产机械分别用一台单独的电动机拖动。这样就可以采用电气方法控制电机,来调节生产机械的转速,为实现生产机械运转的自动化控制创造了条件,同时也简化了系统的机械结构。

自 20 世纪 30 年代起,某些生产机械开始采用“多电动机拖动系统”,即每一个工作机构用单独的电动机拖动,每台电动机拖动一根主轴运动,使生产机械的机械结构进一步简化。在多电动机拖动系统中,各台电动机之间可以有电气联系,用电气控制线路及装置控制各电动机间的连锁及转速关系,实现对生产机械具体参数的电气可控。

随着工业生产的发展,对电机拖动系统的要求也不断提高,希望能够在更高水平和更大范围内实现生产自动化。为完成这些任务,系统要与各种控制单元组成的自动控制设备联系起来,组成自动化系统。现代意义上的电力拖动实际是自动化电力拖动系统。系统能对生产机械进行自动控制,实现生产机械的起动、制动、恒速、调速、恒转矩、恒功率、停车等动作的自动控制。随着现代电力电子技术、计算机技术、现代控制技术的迅速发展,以及这些高新技术在电力拖动系统中应用的深入,自动化电力拖动系统已经可实现按给定程序甚至智能规律控制生产机械的工作。

目前,我国电力拖动自动化系统正向着计算机控制的生产过程自动化方向迈进。一些工厂企业的生产过程正从单机、局部自动化发展到全盘、综合自动化,从原料进厂到产品出厂都能够实现自动化控制,并且出现了大批自动化生产线。电力拖动自动化系统正逐步形成计算机集成制造系统(CIMS),出现了大量自动化车间和自动化工厂。其中,本课程所涉及的电力拖动控制自动化系统是整个自动化系统的重要组成部分。

0.3 本课程的内容与学习方法

对于自动化、电气工程及其自动化、电力系统自动化、机电一体化等机电类专业的本科、专科学生来说,《电机及电力拖动基础》是一门重要的专业基础课,是学习《自控系统》、《电力电子技术》、《工厂供电》、《电气控制》、《计算机控制系统》、《运动控制》等后续课程的基础。同时,电力拖动也是上述专业学生毕业后所从事的主要专业工作方向之一。因此,必须学习并牢固掌握各种电机的工作原理和各种电力拖动系统的静态、动态特性。

本课程内容包括:磁路及动力学基础知识、直流电机、直流电动机的运行与电力拖动、变压器、三相异步电动机、三相异步电动机的电力拖动、同步电机、特种电机、交流拖动系统电动机的质量与选择。本课程的任务是使学生了解和掌握电力拖动系统的基本组成、运行特性及控制技术,从应用的角度对各类电机的基本结构、工作原理、分析方法及主要特性有一个较为全面的理解,掌握选择、使用和维护电机的一般理论和实践知识,培养学生分析问题与解决实际应用问题的能力。

电机和电力拖动的理论知识,包含电学、磁学、力学和热学等几方面的概念,各种因素综合在电机这一机械装置中,各因素之间互相影响,需要综合各个因素及其相互关系全面考虑,不能按照单纯的电路问题或单纯的力学问题来处理。电机又是一种具体的生产应用机械,涉及结构、工艺、材料、应用等方面的实际问题,在具体分析问题时,应注意工程问题的处理方法,结合生产实际综合考虑涉及的多种因素,根据条件忽略一些次要因素,抓住主要