

高等院校电气工程系列教材

# 电机学

戴文进 徐龙权 编著

清华大学出版社

TM3/99

2008

高等院校电气工程系列教材

# 电机学

戴文进 徐龙权 编著

清华大学出版社  
北京

## 内 容 简 介

本书主要论述电机学原理,包括绪论和五篇(共 15 章)内容。第 1~5 篇分别对变压器、直流电机、异步电机、同步电机,以及特种电机等的基本结构、工作原理、运行性能和工作特性进行了详细的分析。

本书编排合理、结构新颖。书中删去了大量各种电机的内部结构以及各种电磁现象细节的描述,内容精简。将各类特种电机集中编写,独成章节,分为“中小型特种电机”、“驱动微电机”和“控制微电机”三类,使人一目了然,特色分明。

本书可作为高等学校电气工程及其自动化专业的教材,也可作为自动化专业的选用教材,还可供有关技术人员参考。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

## 图书在版编目(CIP)数据

电机学/戴文进,徐龙权编著. —北京:清华大学出版社,2008.2

(高等院校电气工程系列教材)

ISBN 978-7-302-16677-1

I. 电… II. ①戴… ②徐… III. 电机学—高等学校—教材 IV. TM3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 007598 号

责任编辑:邹开颜

责任校对:刘玉霞

责任印制:杨 艳

出版发行:清华大学出版社

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

[c-service@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

社总机:010-62770175

投稿咨询:010-62772015

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

邮购热线:010-62786544

客户服务:010-62776969

印 装 者:北京市昌平环球印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:19.25 字 数:439 千字

版 次:2008 年 2 月第 1 版 印 次:2008 年 2 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:29.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:010-62770177 转 3103 产品编号:025730-01

随着我国高等教育规模的不断扩大,高等教育正逐步朝着大众化教育方向转型。当前,教育对象的特点发生了较大的变化,而高等教育的教学内容与课程体系的改革则相对滞后。不少教材“内容陈旧、体系老化”,已成为高校教学改革中一个非常突出的问题,这种现象亟待改变。

“电机学”是“电气工程及其自动化”专业领域内各专业方向的一门重要的专业基础课。近年来,随着科学技术的不断发展,许多新技术与新材料不断涌现,对该门课程的教材内容提出了更新要求。

“电机学”的相关教材虽已有多种版本,但在编写体系上多数仍沿用旧时“电机制造”专业的教材编写方法,电机具体结构的介绍过于繁杂,内部电磁现象的描述过于细致,已远不能适应宽口径的“电气工程及其自动化”各专业的需要。

此外,由于教学改革的需要,专业课的课程门类与学时数均已大幅精简,因此,课程内容与学时之间的矛盾更为突出,从而对出版一本篇幅大为精简却又涵盖更多内容的“电机学”教材,提出了迫切要求。

本书正是出于上述考虑,为探索出版一本新的“电机学”教材所做的一点大胆尝试。

本书编排合理、结构新颖。书中删去了大量各种电机的内部结构以及各种电磁现象细节的描述,因而与以往教材相比,内容大为精简。可以满足当前减少学时、精简教学内容的教学改革的要求,而且能够适应新专业目录中“电气工程及其自动化”这一宽口径专业的需要。

书中还将原惯用的“四大电机”改为“五大类电机”,即将各类特种电机集中编写,独成章节,并将其分成“中小型特种电机”、“驱动微电机”和“控制微电机”三类特种电机。这样,各种电机的分类让人一目了然。

本书由南昌大学戴文进教授和徐龙权副教授担任主编,负责全书的总体构思和统稿工作。戴文进撰写“绪论”和第5篇“特种电机”,徐龙权撰写了第1篇“变压器”和第2篇“直流电机”,张景明撰写了第4篇“同步电机”和附录部分,杨莉撰写了第3篇“异步电机”。

本书所有作者均长期工作在“电机学”的教学第一线,且对该门课程的教学改革有亲身体会,期望本书的出版能促进“电机学”课程的改革。但由于水平有限,加之本书在结构体系和内容取舍上均作了较大改革,故书中错误之处在所难免,敬请广大读者不吝指正。

编著者

2008年1月于南昌大学

# 主要符号表

$A$	区域, 面积	$k_y$	绕组分布系数
$a$	并联支路对数	$k_p$	饱和系数
$B$	磁通密度	$L$	自感, 长度
$B_g$	气隙磁通密度	$L_m$	励磁电感
$C$	电容	$L_s$	同步电感
$C_e$	电势常数	$L_g$	漏电感
$C_T$	转矩常数	$M$	互感
$E$	开路电压, 感应电动势	$N$	匝数
$E_1$	励磁支路电动势	$N_{\text{eff}}$	每相有效匝数
$E_o'$	漏感应电动势	$N_f$	励磁绕组匝数
$F$	磁动势	$N_s$	串励绕组匝数
$F_a$	电枢反应磁动势	$n$	机械转速
$F_{ad}$	直轴电枢反应磁动势	$n_1$	同步转速
$F_{aq}$	交轴电枢反应磁动势	$P$	有功功率
$f$	机械力, 电源频率	$P_{\text{em}}$	电磁功率
$f_s$	转差频率	$P_{\text{mec}}$	机械功率
$H$	磁场强度	$P_{\text{syn}}$	比整步功率
$I$	电流相量的幅值; 直流电流	$p_{\text{ad}}$	附加损耗
$I_a$	电枢电流	$p_{\text{Cu}}$	铜损耗
$I_d$	电流的直轴分量	$p_{\text{Fe}}$	铁损耗
$I_f$	励磁电流	$p_{\text{mec}}$	摩擦和风阻损耗
$I_L$	线电流, 负载电流	$q$	每极每相槽数
$I_q$	电流的交轴分量	$R_1$	一次绕组电阻
$I_s$	相电流	$R_2$	二次绕组电阻
$i$	电流瞬时值	$R_2'$	折合到原边的二次绕组电阻
$J$	电流密度	$R_a$	电枢绕组电阻
$k$	变压器变比	$R_{\text{as}}$	串励绕组电阻
$k_A$	自耦变压器	$R_m$	铁芯损耗电阻, 磁阻
$k_c$	短路比	$S$	视在功率
$k_M$	静态过载倍数	$s$	转差率
$k_N$	绕组系数	$T$	电磁转矩
$k_q$	绕组短距系数	$T_0$	空载转矩
$k_{st}$	起动倍数	$T_1$	输入转矩

$T_2$	输出转矩	$Z$	交流绕组槽数
$T_{syn}$	比整步转矩	$Z_1$	一次(定子)漏阻抗
$t$	时间,温度	$Z_m$	励磁阻抗
$U$	电压	$\alpha$	角度,电角度
$U_0$	空载电压	$\beta$	夹角
$U_k$	短路电压	$\delta$	气隙
$X_{1\sigma}$	一次(定子)绕组漏电抗	$\varepsilon$	小数,误差
$X_{2\sigma}$	二次(转子)绕组漏电抗	$\eta$	效率
$X_n$	电枢反应电抗	$\theta$	温升,功率角
$X_{nd}$	直轴电枢反应电抗	$\lambda$	单位面积磁导,导热系数
$X_{nq}$	交轴电枢反应电抗	$\mu$	磁导率
$X_d$	直轴同步电抗	$\nu$	谐波次数
$X_f$	励磁电抗	$\tau$	极距
$X_m$	励磁电抗	$\Phi$	磁通
$X_p$	保梯电抗	$\Phi_0$	励磁磁通
$X_q$	交轴同步电抗	$\Phi_b$	气隙磁通
$X_t$	直轴同步电抗	$\Phi_o$	漏磁通
$X_o$	漏电抗	$\psi$	磁链,内功率因数角
$y$	绕组合成节距	$\Omega$	机械角速度
$y_1$	绕组第一节距	$\omega$	角频率,电角速度
$y_2$	绕组第二节距		

第 0 章 绪论	1
0.1 电机总览	1
0.1.1 电机在国民经济生活中的作用	1
0.1.2 电机的发明简史	1
0.1.3 电机的分类	2
0.1.4 电机学课程特点和学习方法	2
0.2 电磁理论基础	3
0.2.1 电磁力定律(洛伦兹力方程)	3
0.2.2 毕奥-萨伐尔(Boit-Savart)定律	3
0.2.3 右手定则	4
0.2.4 法拉第电磁感应定律	5
0.2.5 楞次定律	5
0.2.6 $Blv$ 定则	5
0.2.7 安培电路定律(全电流定律)	5
0.2.8 能量守恒定律	6
0.3 铁磁材料和磁路	6
0.3.1 饱和现象	6
0.3.2 磁滞现象与磁滞损耗	8
0.3.3 涡流现象与涡流损耗	8
0.3.4 磁路	9
0.3.5 磁路分析方法	9
0.3.6 气隙边缘效应	10
0.3.7 漏磁通	11
0.3.8 串联磁路	11
0.3.9 并联磁路	12
0.3.10 永磁材料	12
0.4 电机制造材料	13
0.4.1 导电材料	13

0.4.2	导磁材料 .....	14
0.4.3	绝缘材料 .....	14
0.4.4	机械支撑材料 .....	15
小结	.....	15
习题	.....	16

## 第1篇 变 压 器

第1章	变压器概览 .....	18
1.1	变压器的用途 .....	18
1.2	变压器的分类与基本结构 .....	19
1.2.1	变压器的分类 .....	19
1.2.2	电力变压器的基本结构 .....	19
1.3	变压器的额定值与标么值 .....	22
1.3.1	变压器的额定值 .....	22
1.3.2	标么值 .....	22
小结	.....	24
习题	.....	24
第2章	变压器的运行分析 .....	25
2.1	变压器的空载运行 .....	25
2.1.1	空载运行时的物理情况 .....	25
2.1.2	感应电动势 .....	26
2.1.3	电压平衡方程式和变比 .....	27
2.1.4	励磁电流 .....	28
2.1.5	电路方程、等效电路和相量图 .....	30
2.2	变压器的负载运行 .....	31
2.2.1	负载运行时的物理情况 .....	31
2.2.2	基本方程式 .....	32
2.2.3	折合算法 .....	33
2.2.4	折算后的基本方程和等效电路 .....	34
2.2.5	相量图 .....	35
2.3	变压器的参数测定 .....	36
2.3.1	短路实验 .....	36
2.3.2	空载实验 .....	37
2.4	变压器运行时的特性指标 .....	40
2.4.1	电压变化率 .....	40
2.4.2	变压器的损耗和效率 .....	41



2.5 特种变压器的运行分析	42
2.5.1 三绕组变压器	42
2.5.2 自耦变压器	45
2.5.3 互感器	47
小结	49
习题	50
<b>第3章 三相变压器</b>	<b>52</b>
3.1 三相变压器的磁路系统	52
3.1.1 三相变压器组	52
3.1.2 三相芯式变压器	52
3.2 三相变压器的电路系统	53
3.2.1 三相变压器绕组的接法	53
3.2.2 联接组别及标准联接组	54
3.3 三相变压器的空载电动势波形分析	56
3.3.1 三相变压器组 $Yy$ 联接	56
3.3.2 三相铁芯式变压器 $Yy$ 联接	57
3.3.3 三相变压器 $Yd$ 联接	57
3.4 三相变压器的并联运行	57
3.4.1 理想并联运行的条件	57
3.4.2 如何满足并联运行的条件	58
3.4.3 并联运行时负载分配的实用计算	59
小结	61
习题	62

## 第2篇 直流电机

<b>第4章 直流电机概览</b>	<b>66</b>
4.1 直流电机的用途和基本工作原理	66
4.1.1 直流电机的用途	66
4.1.2 直流电机的基本工作原理	66
4.2 直流电机的结构	67
4.2.1 定子部分	67
4.2.2 转子部分	69
4.3 直流电机的励磁方式	69
4.4 直流电机的额定值	70
小结	71
习题	71

<b>第 5 章 直流电机的运行分析</b> .....	72
5.1 直流电机的磁场 .....	72
5.1.1 空载时直流电机的磁场 .....	72
5.1.2 负载时电枢电流的磁场 .....	73
5.1.3 交轴电枢反应 .....	74
5.1.4 直轴电枢反应 .....	75
5.2 直流电机的电枢绕组 .....	76
5.2.1 电枢绕组的基本特点 .....	76
5.2.2 单叠绕组 .....	77
5.2.3 单波绕组 .....	78
5.3 电枢绕组的感应电动势与电机的电磁转矩 .....	79
5.3.1 电枢绕组的感应电动势 .....	80
5.3.2 电枢绕组的电磁转矩 .....	80
5.4 直流电机运行的基本方程式 .....	81
5.4.1 电压平衡方程式 .....	81
5.4.2 功率平衡方程式 .....	82
5.4.3 转矩平衡方程式 .....	83
5.5 直流电机的换向问题 .....	84
5.5.1 换向过程 .....	84
5.5.2 改善换向的方法 .....	86
小结 .....	86
习题 .....	87
<b>第 6 章 直流电机的运行特性</b> .....	89
6.1 直流发电机的运行特性 .....	89
6.1.1 他励发电机的特性 .....	89
6.1.2 并励发电机的特性 .....	91
6.1.3 复励发电机的特性 .....	93
6.2 直流电动机的机械特性和工作特性 .....	94
6.2.1 并励电动机的特性 .....	95
6.2.2 串励电动机的特性 .....	96
6.2.3 复励电动机的特性 .....	98
6.3 直流电动机的起动、调速与制动 .....	98
6.3.1 直流电动机的起动 .....	98
6.3.2 直流电动机的调速 .....	100
6.3.3 直流电动机的制动 .....	103
小结 .....	104
习题 .....	105

## 第3篇 异步电机

第7章 异步电机概览	108
7.1 异步电机的用途	108
7.2 异步电机的分类与基本结构	108
7.2.1 异步电机的分类	108
7.2.2 三相异步电动机的基本结构	108
7.3 三相异步电动机的铭牌和额定值	111
7.3.1 三相异步电动机的型号	111
7.3.2 三相电动机的额定值	111
小结	112
习题	113
第8章 三相异步电动机的运行原理	114
8.1 三相异步电动机定子绕组及其电动势	114
8.1.1 三相交流绕组的一般概念	114
8.1.2 交流绕组的基础知识	115
8.1.3 交流绕组的类型	116
8.1.4 单层和双层绕组	117
8.1.5 三相电枢绕组的电动势	121
8.2 三相异步电动机绕组的磁动势	123
8.2.1 单相电枢绕组的磁动势	123
8.2.2 三相电枢绕组的基波旋转磁动势	124
8.3 三相异步电动机的工作原理	126
8.3.1 三相异步电动机运行时的基本电磁过程	126
8.3.2 转差率与同步速	126
8.3.3 异步电机的三种运行状态	127
8.4 三相异步电动机转子堵转时的电磁关系	128
8.4.1 正方向假定	128
8.4.2 电磁过程	129
8.4.3 异步电动机转子堵转时的电动势平衡关系	130
8.4.4 转子绕组的折算	131
8.4.5 基本方程式、等效电路与相量图	133
8.5 三相异步电动机转子旋转时的电磁关系	134
8.5.1 转子旋转时的电磁关系	134
8.5.2 转子绕组频率的折算	135
8.5.3 基本方程式、等效电路图和矢量图	136



小结	139
习题	139
<b>第9章 三相异步电动机的运行特性</b>	<b>141</b>
9.1 三相异步电动机的功率与转矩	141
9.1.1 异步电动机的功率关系	141
9.1.2 异步电动机的转矩关系	143
9.2 三相异步电动机的机械特性与工作特性	144
9.2.1 电磁转矩的两种表达方式	144
9.2.2 三相异步电动机的机械特性	145
9.2.3 三相异步电动机的工作特性	151
9.3 三相异步电动机的参数测定	153
9.3.1 空载实验	153
9.3.2 短路实验(堵转实验)	154
9.4 三相异步电动机的起动、调速与制动	155
9.4.1 三相异步电动机的起动	155
9.4.2 三相异步电动机的调速	159
9.4.3 三相异步电动机制动	163
小结	164
习题	165

## 第4篇 同步电机

<b>第10章 同步电机概览</b>	<b>168</b>
10.1 同步电机的用途和分类	168
10.1.1 同步电机的用途	168
10.1.2 同步电机的基本类型	168
10.2 同步电机的基本结构	169
10.2.1 隐极同步发电机的基本结构	169
10.2.2 凸极同步发电机的基本结构	170
10.3 同步电机的额定值	171
小结	172
习题	172
<b>第11章 同步发电机的运行分析</b>	<b>173</b>
11.1 同步发电机的空载运行	173
11.1.1 空载特性	173
11.1.2 时空矢量图	174
11.2 同步发电机对称负载时的电枢反应	174

11.2.1	$\dot{I}$ 和 $\dot{E}_0$ 同相( $\psi=0$ )时的电枢反应	175
11.2.2	$\dot{I}$ 滞后 $\dot{E}_0$ $90^\circ$ ( $\psi=90^\circ$ )时的电枢反应	176
11.2.3	$\dot{I}$ 超前 $\dot{E}_0$ $90^\circ$ ( $\psi=-90^\circ$ )时的电枢反应	177
11.2.4	$\dot{I}$ 滞后 $\dot{E}_0$ 一个锐角 $\psi$ 时的电枢反应	177
11.3	隐极同步发电机的对称负载运行分析	179
11.3.1	不考虑饱和时	179
11.3.2	考虑饱和时	181
11.4	凸极同步发电机的对称负载运行分析	183
11.4.1	凸极同步发电机的双反应理论	183
11.4.2	不考虑饱和时的电动势相量图	183
11.4.3	相量图的实际作图法	185
11.4.4	考虑饱和时的时空矢量图	186
11.5	同步发电机的空载和短路特性	188
11.5.1	空载特性	188
11.5.2	短路特性	188
11.5.3	$X_d$ 不饱和值的确定	189
11.5.4	短路比	189
11.6	同步发电机的零功率因数负载特性	190
11.6.1	零功率因数负载特性	190
11.6.2	定子漏抗的确定	191
11.6.3	保梯电抗	192
11.7	外特性和调整特性	193
11.7.1	外特性	193
11.7.2	调整特性	194
	小结	194
	习题	195
<b>第 12 章 同步电机的并网运行</b>		<b>198</b>
12.1	同步发电机的并联条件和方法	198
12.1.1	并联合闸的条件	198
12.1.2	投入并联的方法	198
12.2	同步发电机的平衡方程式和功角特性	200
12.2.1	同步发电机的功率和转矩平衡方程式	200
12.2.2	同步发电机的功角特性	201
12.3	同步发电机有功功率的调节和静态稳定	204
12.3.1	有功功率的调节	204
12.3.2	静态稳定	205

12.4	同步发电机无功功率的调节和 V 形曲线 .....	207
12.5	同步电动机 .....	210
12.5.1	同步电机的可逆原理 .....	211
12.5.2	同步电动机的电动势方程式和相量图 .....	212
12.5.3	功角特性和功率平衡方程式 .....	212
12.5.4	无功功率的调节和 V 形曲线 .....	213
12.5.5	同步电动机的起动 .....	214
12.5.6	同步调相机 .....	214
小结	.....	215
习题	.....	216

## 第 5 篇 特种电机

<b>第 13 章</b>	<b>中小型特种电机 .....</b>	<b>222</b>
13.1	无换向器电动机 .....	222
13.1.1	基本结构 .....	222
13.1.2	工作原理 .....	223
13.1.3	转速方程式及调速方法 .....	225
13.1.4	机械特性及调速性能 .....	227
13.2	转子供电式三相并励交流换向器电动机 .....	228
13.2.1	运转原理 .....	228
13.2.2	调速原理及转差电动势的引出 .....	229
13.2.3	基本结构及工作原理 .....	231
13.2.4	主要优缺点 .....	232
13.3	电磁转差调速异步电动机 .....	233
13.4	直线电机 .....	235
13.4.1	直线电机的类型 .....	235
13.4.2	扁平型的直线异步电动机的结构特点 .....	235
13.4.3	直线异步电动机的工作原理 .....	236
13.5	开关磁阻电动机 .....	237
13.5.1	电动机工作原理 .....	238
13.5.2	驱动系统的构成及工作原理 .....	239
13.5.3	开关磁阻电动机的基本特点 .....	241
小结	.....	242
习题	.....	242
<b>第 14 章</b>	<b>驱动微电机 .....</b>	<b>243</b>
14.1	单相异步电动机 .....	243

14.1.1	单相异步电动机的种类及主要结构	243
14.1.2	单相异步电动机的工作原理	244
14.1.3	单相异步电动机的起动方法	245
14.2	单相串励换向器电动机	248
14.3	磁阻式及磁滞式同步电动机	250
14.3.1	磁阻式同步电动机	250
14.3.2	磁滞式同步电动机	252
小结		254
习题		254
<b>第 15 章</b>	<b>控制电机</b>	<b>256</b>
15.1	概述	256
15.1.1	控制电机的特点	256
15.1.2	控制电机的种类	256
15.1.3	控制电机的作用	257
15.2	伺服电动机	257
15.2.1	交流伺服电动机	257
15.2.2	直流伺服电动机	262
15.3	测速发电机	264
15.3.1	交流空心杯转子异步测速发电机	265
15.3.2	直流测速发电机	267
15.4	自整角机	269
15.4.1	自整角机的种类	269
15.4.2	自整角机的基本结构及工作原理	269
15.4.3	自整角机的误差分析	273
15.5	旋转变压器	274
15.5.1	旋转变压器的种类	274
15.5.2	旋转变压器的基本结构和工作原理	275
15.5.3	线性旋转变压器的工作原理	277
15.6	步进电动机	279
15.6.1	步进电动机的工作原理	279
15.6.2	步进电动机的特性	282
小结		284
习题		285
附录	部分习题参考答案	287
参考文献		290

### 0.1 电机总览

#### 0.1.1 电机在国民经济生活中的作用

电能是能量的一种形式。与各种形式的能量相比,电能具有明显的优越性,适宜于大量生产、集中管理、远距离传输和自动控制。人类对能量利用和控制的能力决定着社会的生产潜能,从而又影响着人类生活方式的进步。目前,全球每年电能的用量大约为  $10^4$  亿  $\text{kW} \cdot \text{h}$ , 并且还在以每年 10 亿  $\text{kW} \cdot \text{h}$  的速度增长。

电机是将电能从最初的能源形式转换过来的重要桥梁,又是再将大部分电能转换为机械能的装置。电机在电力工业、工矿企业、农业、交通运输业、国防、科学文化及日常生活等方面都是十分重要的设备。在电力工业中,将机械能转换为电能的发电机以及将电网电压升高或降低的变压器,都是电力系统中的关键设备。在工矿企业中,各种机床电机、轧钢机、压缩机、起重机、水泵、风机,交通运输中的汽车电器、电力机车、磁悬浮列车、城市轨道交通,农业中的电力排灌、农产品加工,日常生活中的汽车、办公设备、电冰箱、空调、洗衣机,航海和航空领域中的舰船推进电源、航空电机,还有国防、文教、医疗等领域都需要不同特性的电机来驱动和控制。随着工业企业电气化、自动化、电脑化的发展,还需要众多的各种容量的精密控制电机,作为整个自动控制系统中的重要元件。

显然,电机在国民经济建设中起着重要的作用,随着生产的发展和科学技术水平的提高,它本身的内容也在不断地深化和更新。

#### 0.1.2 电机的发明简史

电机的历史可追溯到 1831 年迈克尔·法拉第发明的盘式电机,这是一种真正的直流电机。此后,人们对电机的兴趣一直停留在实验室阶段和处于好奇的状态。直到 19 世纪 70 年代,托马斯·爱迪生为实现真正意义上的电功率分配,以便使电灯进入千家万户,开始了商业目的直流发电机的研制。在此项工作中,爱迪生提出将电能从集中的发电站输出,然后对用户进行分配这个全新概念。他作为领路人,倡导广泛地运用电动机,并引入电网的基本框架这一概念。

电机历史上主要的里程碑是,1888 年尼古拉·特斯拉发明了三相感应电动机并申请了专利。特斯拉的交流电的理论领先于查里斯·施泰因梅茨十来年,1900 年可靠的卷铁芯式变压器问世,从而开创了长距离输电的新纪元。当时,美国为完成电气化的进程又花



了30年的时间,而且直至20世纪30年代,美国的农村配电系统还没有完成。但是无论如何,在此期间美国的电气化进程进展得还是很顺利的。电机的推广应用,紧紧跟着电网扩张的脚步。

尽管今天运用的电机学的理论可追溯到100年以前,但是其更新和提高了的脚步从来没有停止过。更好的铁磁和绝缘材料的不断研制,使功率密度比早期电机的功率密度超出一个数量级。大容量电机的制造技术,降低了电机制造成本,因而为其更广泛的运用打开了大门。可靠的高功率等级的开关装置,以及近几十年来由于“固态革命”产生的微处理机,使电气拖动领域的控制水平大大提高。所有这一切,都是能量的利用与控制能力的提高从而不断地促进着人类生活方式的进步。

### 0.1.3 电机的分类

电机是一种以磁场作为中间媒介的双向能量转换装置,它们用于机械能和电能之间的转换、电能形式的变换和信号的传递、变换。而利用光电效应、压电效应、热电效应和化学反应等产生电能的装置通常不包括在电机范畴内。电机本身不是能源,但其输入、输出中至少有一方必须为电能。

电机的用途广泛,种类很多,按照电机在应用中的能量转换功能来分,电机可分为下列各类。

- (1) 发电机——将机械能转换为电能;
- (2) 电动机——将电能转换为机械能;
- (3) 变换器——将电能转换为另一种形式的电能,如变压器、变流器、变频器、移相机;
- (4) 控制电机——作为控制系统中的元件,进行信号的传递、变换,不以功率传递为主要职能。

此外,按照所应用的电流种类,电机可分为直流电机和交流电机。按运动方式来分,电机可分为静止设备和旋转设备,前者为变压器,后者包括直流电机、异步电机和同步电机。

本书基本按原理分类,主要包含变压器、直流电机、异步电机、同步电机等四大类电机。此外,对在工业控制和特殊传动领域广泛使用的特种电机也进行了专门叙述。

### 0.1.4 电机学课程特点和学习方法

电机学是电气工程及其自动化专业必修的重要专业基础课,是后续专业课程的理论基础。通过对电机的基本结构、电磁关系、工作原理和运行性能的分析,可使学生逐步掌握电机的基本理论和基本分析方法,提高分析和解决电机实际工程问题的能力。

电机原理始于对电路和磁场之间的相互影响,对变压器和旋转电机来说,两个或两个以上空间磁场相互之间的作用,是分析的主要内容。对物理学中电、磁、机械三类变量之间的相互关系和相互影响的理解,是学习电机学的基础。同时,电机学的研究对象是讨论实际使用的各种具体电机,不是条件单纯、非具体的理想化元件。这就要求学生要理论联系实际,善于抓住主要矛盾,重视电机学实验和实践环节。