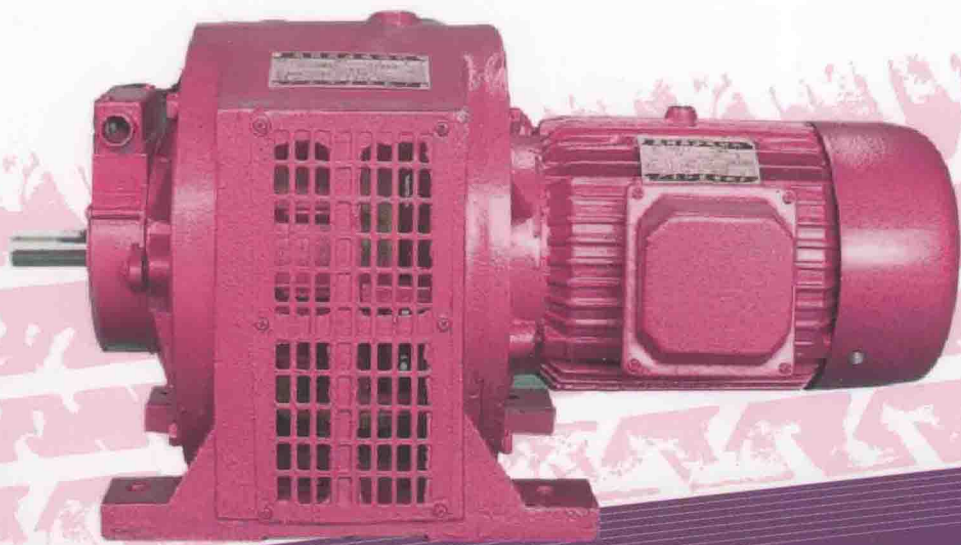


21世纪全国高职高专机电系列技能型规划教材



电机拖动与应用实训教程

主 编 任娟平 熊 宇

- 精炼理论知识，融入实践操作
- 结合实践应用，项目式课程编排
- 32个技能实训，全面提升学生动手能力

电子课件

www.pup6.cn



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国高职高专机电系列技能型规划教材

电机拖动与应用实训教程

主 编 任娟平 熊 宇

参 编 孙冠群 何薇薇 黄和平



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书为适应高等职业院校机电类专业技术及技能教学实际需要而编写,主要内容有直流电机、交流电机、变压器、微型特种电机的基本理论及应用技能实训。为适应“教、学、做”一体化的特色教学,本书以电气自动化、机电一体化技术专业工作岗位的技术和技能需求为依据,在各项目中均引入工程应用实训案例,并配有相关目标考核,突出技术应用性,强化实践能力培养。

本书力求深入浅出、通俗易懂,坚持科学性、先进性、实用性、综合性和新颖性,既可作为高职高专电气自动化、机电一体化及其他电类相关专业教材,也可作为相关专业的培训教材,还可作为相关工程技术人员的技术参考及学习用书。

图书在版编目(CIP)数据

电机拖动与应用实训教程/任娟平,熊宇主编. —北京:北京大学出版社,2013.1

(21世纪全国高职高专机电系列技能型规划教材)

ISBN 978-7-301-16770-0

I. ①电… II. ①任… ②熊… III. ①电力传动—高等教育—教材 IV. ①TM921

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第205578号

书 名: 电机拖动与应用实训教程

著作责任者: 任娟平 熊 宇 主编

策 划 编 辑: 张永见

责 任 编 辑: 李娉婷

标 准 书 号: ISBN 978-7-301-16770-0/TH·0313

出 版 发 行: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路205号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> 新浪官方微博: @北京大学出版社

电 子 信 箱: pup_6@163.com

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

印 刷 者: 北京宏伟双华印刷有限公司

经 销 者: 新华书店

787毫米×1092毫米 16开本 19印张 443千字

2013年1月第1版 2013年1月第1次印刷

定 价: 36.00元

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,翻版必究

举报电话: 010-62752024 电子信箱: fd@pup.pku.edu.cn

前 言

高等职业教育肩负着培养高技能应用型人才的使命，人才的培养必须紧密结合工程及生产实际，加强职业能力及创新精神的培养。

电机拖动及控制技术作为电气行业的一门专业技术，被广泛应用于工业生产及工程建设中。该技术的人才需求量大，就业机会多，且工作条件和待遇较好。因此，“电机拖动与控制”的教学改革成为目前高职院校课程改革的主要目标之一。

通过对多家典型用人单位的充分调研，以及历届毕业生的反馈信息的系统整理分析得知，学生就业主要存在以下问题：新毕业学生的岗位适应能力差，工作吃力，难以胜任岗位工作。究其深层次原因，很多高等职业院校“电机拖动与控制”课程的实验实训过程仍停留在完成参数验证阶段，实践教学中所涉及的实习实训项目与实际的生产和工程中所用的先进技术等严重脱节、滞后，在教学中难以显现生产及工程的实际状况，相关的技能训练就更难实现。

鉴于此，中山火炬职业技术学院组织具有十余年职业教育资历的优秀教师和多年企业一线工作经验的技术专家合力编写了本书。本书依据高等职业教育培养目标，突出现代企业的岗前培训和岗位技能需求，结合近几年在“电机拖动与控制”课程教学中积累下来的重要的知识理论和技能实训项目等资源，实现教学和实际的有机融汇和链接。

本书突出以下特点。

(1) 注重技能培训和提升，以工程及企业生产应用实例为载体，充分体现了“企业做什么，学生学什么”的先进职业教育理念，实践性、针对性、实用性强，增强学生职场竞争力。

(2) 紧密结合国家、行业及知名企业的最新标准，吸纳行业当今研发使用的新技术、新工艺、新材料、新设备等知识点和关键点，进行系统分析、阐述。

(3) 在对国内近 10 家龙头企业进行了充分的调研，收集相关技术资料、统计数据，并对招聘员工技能需求、建议等进行整理的基础上，确定了各项目主要内容，把握中心、突出重点，同时充分听取了毕业生的反馈意见。

本书共有 4 个模块，内容包括直流电机、交流电机、变压器及微型特种电机。本书安排了 32 个技能实训项目，对学生需要掌握的技能进行专门的训练，并有与之对应的技能测评环节。

本书由中山火炬职业技术学院任娟平、熊宇担任主编，有多年企业工作经验的双师型教师孙冠群、何薇薇及企业一线总工程师黄和平参编。

在本书的编写过程中，查阅和参考了大量的国内外文献资料，在此谨向其作者致以诚挚的谢意。

由于编者水平所限，书中疏漏之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

2012 年 7 月

目 录

模块1 直流电机

项目1 直流电机的认识与拆装	3	3.3 技能实训	36
1.1 相关知识点	4	实训 并(他)励直流电动机的起动、 反转	36
1.1.1 直流电机的分类及用途	4	项目4 直流电动机的调速	39
1.1.2 直流电机的结构	4	4.1 相关知识点	40
1.1.3 直流电机的工作原理	8	4.1.1 直流电动机的机械特性	40
1.2 拓展阅读	9	4.1.2 直流电动机的调速方法	42
1.2.1 电机运行与维护中常用 仪表	9	4.1.3 直流电动机调速的 性能指标	44
1.2.2 电机运行与维护中常用 电工工具	14	4.2 技能实训	45
1.3 技能实训	17	实训 并励直流电动机的调速	45
实训1 直流电动机的拆卸	17	项目5 直流电动机的制动	49
实训2 直流电动机的装配	21	5.1 相关知识点	50
项目2 直流电机的参数及选用	23	5.1.1 能耗制动	50
2.1 相关知识点	24	5.1.2 反接制动	51
2.1.1 直流电机铭牌及参数	24	5.1.3 回馈制动	52
2.1.2 常用直流电机的分类	25	5.2 技能实训	53
2.1.3 直流电机的励磁方式	26	实训 并励直流电动机的制动	53
2.1.4 直流电机出线端子的 标志	26	项目6 直流电动机的使用与维护	58
2.2 技能实训	27	6.1 相关知识点	59
实训 直流电机接线方式及参数	27	6.1.1 直流电动机使用前的 检查	59
项目3 直流电动机的起动与反转	30	6.1.2 直流电动机的使用	59
3.1 相关知识点	31	6.1.3 直流电动机的维护	60
3.1.1 直流电动机起动概述	31	6.1.4 常见故障分析与处理	60
3.1.2 直流电动机的反转	32	6.2 拓展阅读: 直流电动机故障 实例分析	61
3.2 拓展阅读	32	6.2.1 实例1	61
3.2.1 熔断器	33	6.2.2 实例2	62
3.2.2 接触器	33	6.3 技能实训	62
3.2.3 继电器	34	实训 直流电动机电刷位置的 调整	62
3.2.4 主令电器	34		

模块2 交流电机

项目7 三相异步电动机的

认识与拆装 67

7.1 相关知识点 68

7.1.1 交流电机的分类及用途 ... 68

7.1.2 三相异步电动机的
基本结构 687.1.3 三相异步电动机的
工作原理 71

7.2 技能实训 74

实训1 三相异步电动机的拆卸 ... 74

实训2 三相异步电动机的安装 ... 79

项目8 三相异步电动机绕组的绕制与

检验 84

8.1 相关知识点 85

8.1.1 三相异步电动机绕组的
作用及构成 858.1.2 三相异步电动机绕组的
常用术语 858.1.3 三相异步电动机绕组的
分类及特点 878.1.4 三相异步电动机的感应
电动势 90

8.2 技能实训 90

实训1 三相异步电动机绕组的
拆除 90实训2 三相异步电动机绕组的
绕制 93实训3 三相异步电动机绕组的
初测、浸漆与烘干 99

项目9 三相异步电动机的参数

测定与选用 106

9.1 相关知识点 107

9.1.1 三相异步电动机的铭牌和
技术指标 107

9.1.2 三相异步电动机的选用 ... 108

9.1.3 三相异步电动机的
工作特性 111

9.2 技能实训 112

实训1 三相异步电动机的

认识 112

实训2 三相异步电动机的参数

测定 114

项目10 三相异步电动机的起动 118

10.1 相关知识点 119

10.1.1 三相笼形异步电动机的
起动 11910.1.2 三相绕线转子异步电动机的
起动 121

10.2 技能实训 122

实训1 三相异步电动机的
起动应用 122实训2 三相异步电动机自锁正转
控制 125实训3 三相异步电动机正/反转
控制 127实训4 三相异步电动机Y/△降压
起动控制 128

项目11 三相异步电动机的制动 131

11.1 相关知识点 132

11.1.1 三相异步电动机的
能耗制动 13211.1.2 三相异步电动机的
反接制动 13311.1.3 三相异步电动机的
回馈制动 134

11.2 技能实训 135

实训1 单相桥式整流能耗制动
控制 135实训2 单向反接制动
控制 136

项目12 三相异步电动机的调速 139

12.1 相关知识点 140

12.1.1 变极调速 140

12.1.2 变频调速 141

12.1.3 改变转差率调速 141

12.2 技能实训 143

实训 双速异步电动机调速控制 电路	143
项目 13 三相异步电动机的维护与 故障检修	146
13.1 相关知识点	147
13.1.1 三相异步电动机的 常见故障	147
13.1.2 常见故障排除方法	147
13.2 技能实训	148
实训 1 三相异步电动机的 运行维护	148
实训 2 三相异步电动机常见故障 检修	150

模块 3 变压器

项目 14 变压器的认识与拆装	165
14.1 相关知识点	166
14.1.1 变压器的用途及分类	166
14.1.2 变压器的基本结构	168
14.1.3 变压器的工作原理	170
14.2 技能实训	171
实训 变压器的拆卸与安装	171

项目 15 变压器绕组的绕制与判别	176
15.1 相关知识点	177
15.1.1 变压器绕组的标记方式和 极性判别	177
15.1.2 变压器绕组的联结组	178
15.2 技能实训	181
实训 小型变压器绕组的绕制和 极性判别	181

项目 16 变压器的特性与参数测定	185
16.1 相关知识点	186
16.1.1 变压器的铭牌	186
16.1.2 变压器的运行原理	186
16.1.3 变压器的运行特性	187
16.2 技能实训	189
实训 变压器的参数测量	189

项目 17 变压器的运行与维护	193
17.1 相关知识点	194

17.1.1 变压器的运行	194
17.1.2 变压器的维护	197
17.2 技能实训	198
实训 变压器的并联运行	198

项目 18 变压器的故障检修	202
18.1 相关知识点	203
18.1.1 变压器的常见 故障现象	203
18.1.2 变压器的故障及 检修方法	204
18.2 技能实训	205
实训 变压器的检修	205

模块 4 微型特种电机

项目 19 伺服电动机的应用	211
19.1 相关知识点	212
19.1.1 直流伺服电动机及其 应用	214
19.1.2 异步伺服电动机及其 应用	222
19.1.3 永磁式同步伺服 电动机	226
19.2 技能实训	231
实训 交流异步伺服电机的 应用	231

项目 20 测速发电机的应用	235
20.1 相关知识点	236
20.1.1 测速发电机及其分类	236
20.1.2 直流测速发电机的 输出特性	237
20.1.3 交流异步测速发电机	238
20.1.4 测速发电机的应用 概述	240

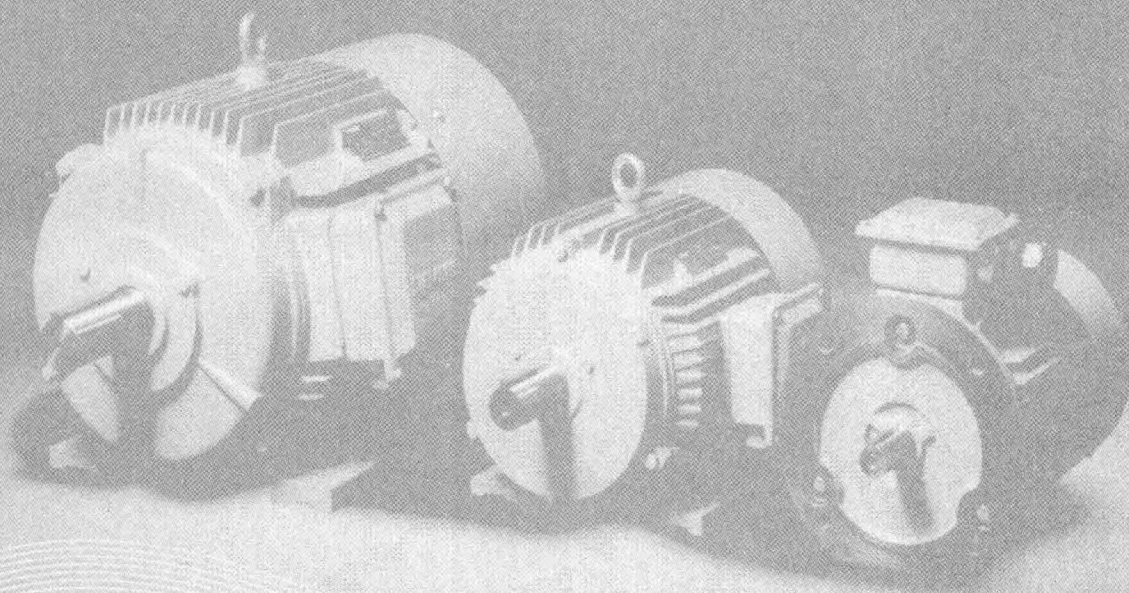
项目 21 步进电动机的应用	244
21.1 相关知识点	245



21.1.1 步进电动机的结构与 工作原理	245	22.2 技能实训	273
21.1.2 步进电动机的控制	246	实训 基于 MC33035 的 BLDCM 控制电路调试	273
21.2 技能实训	247	项目 23 直线电动机的应用	277
实训 1 步进电动机特性	247	23.1 相关知识点	278
实训 2 步进电动机驱动	251	23.1.1 直线电动机的 基本结构	278
项目 22 无刷直流电动机的应用	254	23.1.2 直线感应电动机	281
22.1 相关知识点	255	23.1.3 直线直流电动机	282
22.1.1 永磁式无刷直流电动机的 结构与工作原理	255	23.1.4 直线同步电动机	284
22.1.2 永磁式无刷直流电动机的 运行特性	258	23.1.5 直线步进电动机	285
22.1.3 永磁式无刷直流电动机的 控制方法	260	23.1.6 直线电动机的应用 概述	286
22.1.4 永磁式无刷直流电动机专用 驱动控制集成电路	262	参考文献	294

模块1

直流电机



项目1

直流电机的认识与拆装

知识目标

- (1) 熟悉直流电机的基本结构。
- (2) 理解并掌握直流电机的工作原理。
- (3) 了解直流电机的特点与用途。
- (4) 熟悉直流电机常用的测量仪表。
- (5) 熟悉直流电机拆装使用的工具。

技能目标

- (1) 学会使用直流电机常用的测量仪表。
- (2) 学会使用直流电机拆装常用的工具。
- (3) 学会拆卸装配直流电动机。

1.1 相关知识点

1.1.1 直流电机的分类及用途

直流电机的用途很广，可用做电源，即直流发电机，将机械能转化为直流电能；也可提供动力，即直流电动机，将直流电能转化为机械能。

直流发电机主要用做各种直流电源，如直流电动机电源、化学工业中所需的低电压大电流的直流电源、直流电焊机等，如图 1.1 所示。



图 1.1 直流发电机应用示例

直流电动机具有调速平滑、起动转矩大和调速范围广等特点，因此常被应用于对起动转矩和调速有较高要求的场合，如大型可逆式轧钢机、矿井卷扬机、宾馆高速电梯、龙门刨床、电力机车、内燃机车、城市电车、地铁列车、造纸和印刷机械等；在日常生活中也常用到直流电动机，如电动自行车、电动剃须刀、电动儿童玩具、用直流电动机拖动的电梯等，如图 1.2 所示。

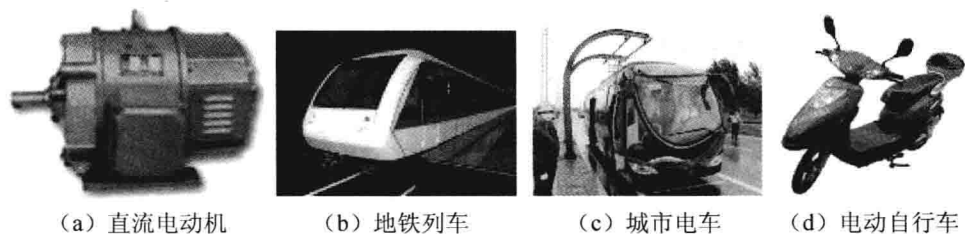


图 1.2 直流电动机应用示例

1.1.2 直流电机的结构

直流电机由定子和转子两大部分组成。直流电机运行时静止不动的部分称为定子，其主要作用是产生磁场，由机座、主磁极、换向极、端盖、轴承和电刷装置等组成。直流电机运行时转动的部分称为转子，其主要作用是产生电磁转矩和感应电动势，是直流电机进行能量转换的枢纽，所以通常又称为电枢，由转轴、电枢铁心、电枢绕组、换向器和风扇等组成。直流电机的装配结构如图 1.3 所示，纵向剖视图如图 1.4 所示。

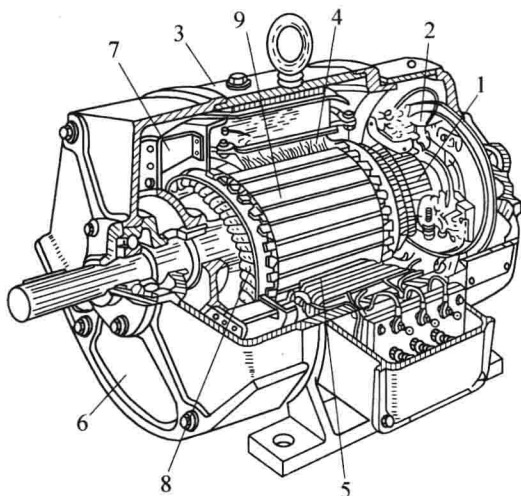


图 1.3 直流电机装配结构图

- 1—换向器；2—电刷装置；3—机座；
4—主磁极；5—换向极；6—端盖；7—风扇；
8—电枢绕组；9—电枢铁心

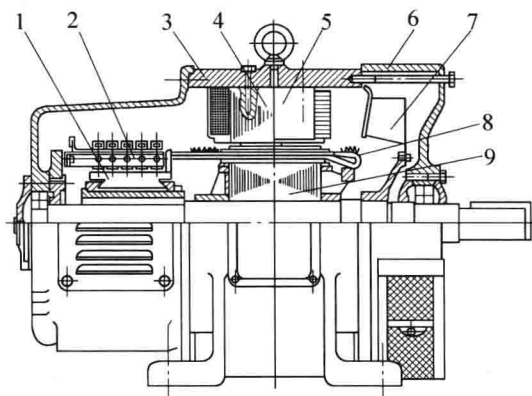


图 1.4 直流电机纵向剖视图

- 1—换向器；2—电刷装置；3—机座；
4—主磁极；5—换向极；6—端盖；
7—风扇；8—电枢绕组；9—电枢铁心

1. 定子

1) 主磁极

主磁极的作用是产生气隙磁场。主磁极由主磁极铁心和励磁绕组两部分组成。铁心一般用 0.5~1.5mm 厚的硅钢板冲片叠压铆紧而成，分为极身和极靴两部分，上面套励磁绕组的部分称为极身，下面扩宽的部分称为极靴，极靴比极身宽，既可以调整气隙中磁场的分布，又便于固定励磁绕组。励磁绕组用绝缘铜线绕制而成，套在主磁极铁心上。整个主磁极用螺钉固定在机座上，如图 1.5 所示。

2) 换向极

换向极的作用是改善换向，减小电机运行时电刷与换向器之间可能产生的换向火花，一般装在两个相邻主磁极之间，由换向极铁心和换向极绕组组成，如图 1.6 所示。换向极绕组用绝缘导线绕制而成，套在换向极铁心上，换向极的数目与主磁极相等。

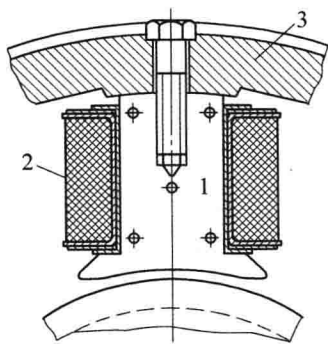


图 1.5 主磁极的结构

- 1—主磁极；2—励磁绕组；3—机座

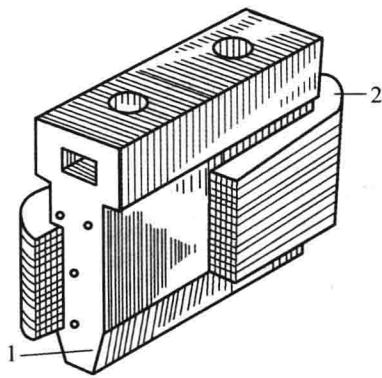


图 1.6 换向极

- 1—换向极铁心；2—换向极绕组

3) 机座

电机定子的外壳称为机座（见图 1.4）。机座的作用有两个，一是用来固定主磁极、换向极和端盖，并起支撑和固定整个电机的作用；二是机座本身也是磁路的一部分，借以构成磁极之间的磁通路。磁通通过的部分称为磁轭。为保证具有足够的机械强度和良好的导磁性能，机座一般由铸钢件或由钢板焊接而成。

4) 电刷装置

电刷装置是用来引入或引出直流电压和直流电流的，如图 1.7 所示。电刷装置由电刷、刷握、刷杆和刷杆座等组成。电刷放在刷握内，用弹簧压紧，使电刷与换向器之间有良好的滑动接触，刷握固定在刷杆上，刷杆装在圆环形的刷杆座上，相互之间必须绝缘。刷杆座装在端盖或轴承内盖上，圆周位置可以调整，调好以后加以固定。

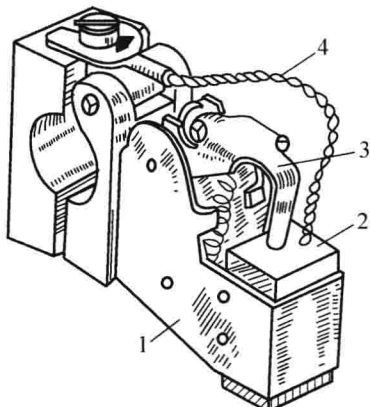


图 1.7 电刷装置

1—刷握；2—电刷；3—压紧弹簧；4—刷辫

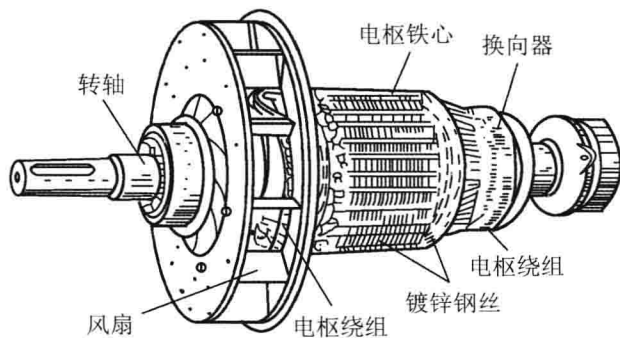
2. 转子（电枢）

1) 电枢铁心

电枢铁心是主磁路的主要部分，同时用以嵌放电枢绕组。一般电枢铁心用 0.5mm 厚的硅钢片冲片叠压而成，冲片的形状如图 1.8 (a) 所示，以降低电机运行时电枢铁心中产生的涡流损耗和磁滞损耗。叠成的铁心固定在转轴或转子支架上。铁心的外圆有电枢槽，槽内嵌放电枢绕组，如图 1.8 (b) 所示。



(a) 冲片的形状



(b) 转子各部分结构

图 1.8 转子结构

2) 电枢绕组

电枢绕组（见图 1.9）的作用是产生电磁转矩和感应电动势，是直流电机进行能量变换的关键部件。电枢绕组是由许多线圈（以下称元件）按一定规律连接而成，线圈由高强度漆包线或玻璃丝包扁铜线绕成，不同线圈的线圈边分上、下两层嵌放在电枢槽中，线圈与铁心之间以及上、下两层线圈边之间都必须妥善绝缘。为防止离心力将线圈边甩出槽外，槽口用槽楔固定，如图 1.10 所示。线圈伸出槽外的端接部分用热固性无纬玻璃带进行绑扎。

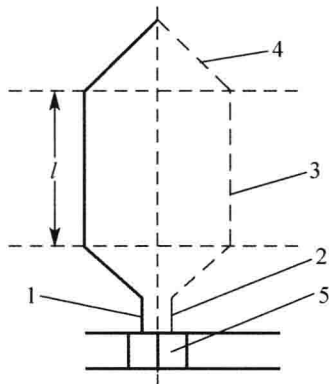


图 1.9 单叠绕组元件

1—首端；2—末端；3—元件边；
4—端接部分；5—换向片

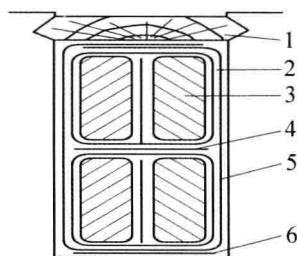


图 1.10 电枢槽的结构

1—槽楔；2—线圈绝缘；3—电枢导体；
4—层间绝缘；5—槽绝缘；6—槽底绝缘

3) 换向器

在直流电动机中，换向器配以电刷，能将外加直流电源转换为电枢线圈中的交变电流，使电磁转矩的方向恒定不变；在直流发电机中，换向器配以电刷，能将电枢线圈中感应产生的交变电动势转换为正、负电刷上引出的直流电动势。换向器是一个由许多换向片组成的圆柱体，换向片之间用云母片绝缘，换向器的结构通常如图 1.11 所示，换向片的下部做成鸽尾形，两端用钢制 V 形套筒和 V 形云母环固定，再用螺母紧固。

4) 转轴

转轴起转子旋转的支撑作用，需有一定的机械强度和刚度，一般由圆钢加工而成。

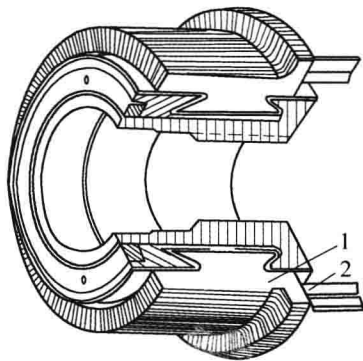


图 1.11 换向器结构

1—换向片；2—连接部分

1.1.3 直流电机的工作原理

直流电动机的最简单模型如图 1.12 所示。N 和 S 是一对固定的磁极，可以是电磁铁，也可以是永久磁铁。磁极之间有一个可以转动的铁质圆柱体，称为电枢铁心。铁心表面固定一个用绝缘导体构成的电枢线圈 abcd，线圈的两端分别接到相互绝缘的两个半圆形铜片（换向片）上，它们组合在一起称为换向器。在每个半圆铜片上又分别放置一个固定不动而与之滑动接触的电刷 A 和 B，线圈 abcd 通过换向器和电刷接通外电路。

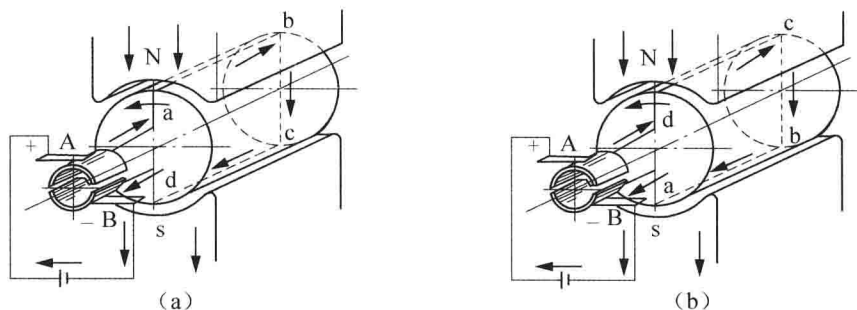


图 1.12 直流电动机工作原理示意图

1. 直流电动机的工作原理

将外部直流电源加于电刷 A（正极）和 B（负极）上，则线圈 abcd 中流过电流，在导体 ab 中，电流由 a 指向 b；在导体 cd 中，电流由 c 指向 d。导体 ab 和 cd 分别处于 N、S 极磁场中，受到电磁力的作用。用左手定则可知，导体 ab 和 cd 均受到电磁力的作用，且形成的转矩方向一致，这个转矩称为电磁转矩，方向为逆时针方向。这样，电枢就顺着逆时针方向旋转，如图 1.12 (a) 所示。当电枢旋转 180° 后，导体 cd 转到 N 极下，导体 ab 转到 S 极下，如图 1.12 (b) 所示，由于电流仍从电刷 A 流入，使导体 cd 中的电流变为由 d 流向 c，而导体 ab 中的电流由 b 流向 a，从电刷 B 流出。用左手定则判别可知，电磁转矩的方向仍是逆时针方向。

由此可见，加于直流电动机的直流电源，借助于换向器和电刷的作用，使直流电动机电枢线圈中流过的电流的方向是交变的，从而使电枢产生的电磁转矩的方向恒定不变，确保直流电动机朝确定的方向连续旋转。这就是直流电动机的基本工作原理。

实际的直流电动机，电枢圆周上均匀地嵌放许多线圈；相应地，换向器由许多换向片组成，使电枢线圈所产生的总的电磁转矩足够大并且比较均匀，电动机的转速也就比较均匀。

2. 直流发电机的工作原理

直流发电机的模型与直流电动机模型相同，不同的是直流发电机用原动机（如汽轮机等）拖动电枢朝某一个方向（如逆时针方向）旋转，如图 1.13 (a) 所示。这时导体 ab 和 cd 分别切割 N 极和 S 极下的磁感线，感应产生电动势，电动势的方向用右手定则确定。可知导体 ab 中电动势的方向是由 b 指向 a，导体 cd 中电动势的方向是由 d 指向 c，在一个串联回路中相互叠加，此时电刷 A 为电源正极，电刷 B 为电源负极。电枢转过 180° 后，导体 cd 与导体 ab 交换位置，但电刷的正负极性不变，如图 1.13 (b) 所示。可见，同直流电动机一样，直流发电机电枢线圈中的感应电动势的方向也是交变的，而通过换向器和

电刷的整流作用,在电刷 A、B 上输出的电动势是极性不变的直流电动势。在电刷 A、B 之间接上负载,发电机就能向负载供给直流电能。这就是直流发电机的工作原理。

从以上分析可以看出,一台直流电机原则上可以作为电动机运行,也可以作为发电机运行,取决于外界不同的条件。将直流电源加于电刷,输入电能,电机能将电能转换为机械能,拖动机械旋转,作为电动机运行;如用原动机拖动直流电机的电枢旋转,输入机械能,电机能将机械能转换为直流电能,从电刷上引出直流电动势,作为发电机运行。同一台电机,既能作为电动机运行,又能作为发电机运行的原理,称为电机的可逆原理。

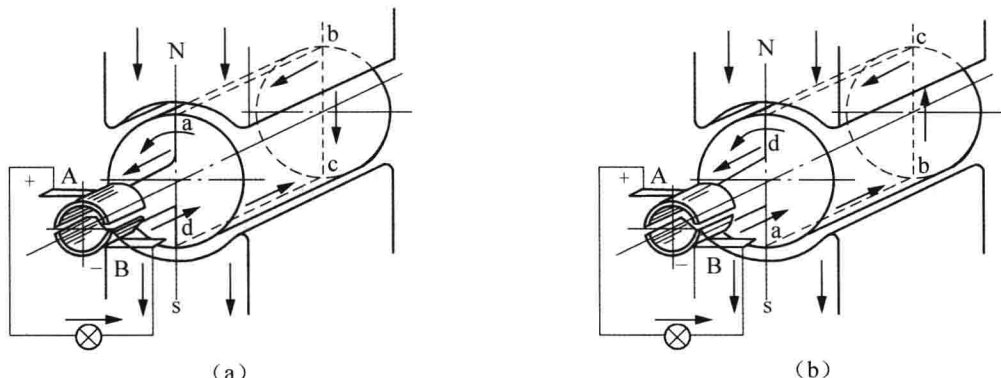


图 1.13 直流发电机工作原理示意图

1.2 拓展阅读

1.2.1 电机运行与维护中常用仪表

在电机运行与维护中,常用的维修仪表主要有万用表、兆欧表和钳形电流表等。下面分别进行介绍。

1. 万用表

万用表可以测量电流、电压、电阻,还可以粗略测量和判断电容器的好坏。

万用表有指针式万用表和数字式万用表两类。指针式万用表使用方便,价格低廉,性能稳定,不易受外界输送环境和被测信号的影响,可以直观形象地显示变化的趋势;而数字式万用表测试精度高,测量范围宽,显示清晰,读数准确,还能准确进行电容量和小电阻值的测量。下面着重介绍指针式万用表。

1) 指针式万用表的结构

指针式万用表主要由测量机构、测量电路、转换装置 3 部分组成,从外观看由外壳、表头、表盘、机械调零旋钮、电阻挡调零电位器、转换开关、专用插座、表笔及其插孔组成,而内部则由电池、电阻器、电容器、二极管、晶体管、集成电路等元器件组成测量电路,如图 1.14 所示。

2) 万用表的使用方法——调零点

使用万用表前,如果万用表指针不指在刻度尺零点(非欧姆挡的起始零点),则必须用螺钉旋具慢慢转动机械零点校正螺钉,使指针指在起始零点上,然后将红表笔插在