

中等专业学校试用教材

电机原理及应用

芜湖机械学校主编

机械工业出版社

中等专业学校试用教材

电机原理及应用

芜湖机械学校 主编



机械工业出版社

电机原理及应用

芜湖机械学校 主编

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ · 印张 $18\frac{3}{4}$ · 字数 454 千字

1979年1月北京第一版·1979年1月北京第一次印刷

印数 000,001—140,000 · 定价 1.40 元

*

统一书号: 15033·4802

编 者 的 话

本书根据第一机械工业部 1977 年 12 月在北京召开的“中等专业学校教材座谈会”和 1978 年初在湘潭召开的工业电气自动化专业教材编写会议所订的教学计划和编写大纲进行编写的。

书中主要讲述：直流电机、变压器、异步电机、同步电机及常用控制电机的基本结构、工作原理及特性。有关电力拖动的基础知识穿插在有关篇章中。本书可作为中等专业学校工业电气自动化专业试用教材，也可供有关中等技术人员学习参考。

本书由芜湖机械学校姜孝定同志主编，芜湖机械学校严肃同志、哈尔滨电机制造学校李礼贤同志参加编写；刘宜骏、李光治、安继新和许修齐等同志参加审稿。

由于编写的时间短促，编者的水平有限，错误和不妥之处希望读者批评指正！

统一书号：15033·4802

定 价：1.40 元

目 录

第一篇 直流电机

第一章 直流电机的基本原理及结构	1
§ 1-1 直流电机在工业上的应用	1
§ 1-2 直流电机的基本原理	1
§ 1-3 直流电机的基本结构	3
§ 1-4 直流电机的铭牌数据和国产直流电机简介	6
第二章 直流电机的电枢绕组	8
§ 2-1 电枢绕组的一般介绍	8
§ 2-2 单迭绕组	8
§ 2-3 单波绕组	12
§ 2-4 电枢绕组的感应电势和电磁转矩	14
第三章 直流电机的磁场	19
§ 3-1 直流电机的空载磁场、磁路和磁化曲线	19
§ 3-2 直流电动机的电枢反应	20
§ 3-3 直流发电机的电枢反应	23
第四章 直流电机的换向	24
§ 4-1 火花及其产生的原因	24
§ 4-2 改善换向的方法	27
§ 4-3 环火现象和补偿绕组	29
第五章 直流发电机	31
§ 5-1 直流发电机的分类	31
§ 5-2 直流发电机的功率、转矩和电势平衡关系	32
§ 5-3 直流发电机的运行特性	34
§ 5-4 直流他励发电机	34
§ 5-5 直流并励发电机	37
第六章 直流电动机	41
§ 6-1 直流电动机的分类	41
§ 6-2 直流电动机的功率、转矩和电势平衡关系	41
§ 6-3 电动机的机械特性与生产机械的负载特性	45
§ 6-4 直流他励电动机的机械特性	46
§ 6-5 直流他励电动机的起动和反转	56
§ 6-6 直流他励电动机的制动	62
§ 6-7 直流他励电动机的调速	72
§ 6-8 直流串励电动机的机械特性	78

第二篇 变 压 器

第七章 变压器的类型和基本结构	83
§ 7-1 变压器的用途和分类	83
§ 7-2 变压器的基本结构	84
§ 7-3 变压器的额定值	88
第八章 变压器的基本原理	89
§ 8-1 变压器的空载运行	89
§ 8-2 变压器的负载运行	93
§ 8-3 变压器的等值电路和相量图	95
§ 8-4 等值电路参数的测定	98
§ 8-5 标么值的概念	100
§ 8-6 变压器的运行特性	102
第九章 三相变压器	109
§ 9-1 三相变压器绕组的联接组	109
§ 9-2 三相变压器的磁路系统	112
§ 9-3 三相变压器绕组的接法和磁路系统对电势波形的影响	113
第十章 变压器的并联运行	116
§ 10-1 变压器的并联运行条件	116
§ 10-2 变比不等时的并联运行	117
§ 10-3 联接组不同时的并联运行	117
§ 10-4 短路阻抗不同时的并联运行	118
第十一章 其他用途的变压器	119
§ 11-1 自耦变压器	119
§ 11-2 调压器	121
§ 11-3 仪用互感器	122
§ 11-4 电焊变压器	123
§ 11-5 整流变压器	124
§ 11-6 脉冲变压器	124
附录 小型单相变压器的计算	126

第三篇 异步电机

第十二章 异步电动机的基本结构和基本原理	134
§ 12-1 中小型三相异步电动机分类和结构	134
§ 12-2 三相异步电动机工作原理	136
§ 12-3 国产中小型异步电动机简介	141
第十三章 交流电机的绕组和电势	143
§ 13-1 概述	143
§ 13-2 三相单层绕组	144
§ 13-3 三相双层迭绕组	149
§ 13-4 分数槽绕组	151

§ 13-5 绕组的感应电势	153
第十四章 三相异步电动机的运行分析	158
§ 14-1 三相异步电动机的空载运行	158
§ 14-2 三相异步电动机的负载运行	160
§ 14-3 三相异步电动机的等值电路和相量图	162
§ 14-4 异步电动机参数的测定	165
第十五章 三相异步电动机的电磁转矩和工作特性	168
§ 15-1 能量图	168
§ 15-2 转矩平衡方程式	169
§ 15-3 异步电动机的电磁转矩和机械特性	170
§ 15-4 异步电动机的工作特性	175
第十六章 三相异步电动机的起动和调速	177
§ 16-1 鼠笼式异步电动机的起动	178
§ 16-2 绕线式异步电动机的起动	183
§ 16-3 三相异步电动机的速度调节	189
§ 16-4 电磁调速异步电动机	193
第十七章 三相异步电动机的制动	195
§ 17-1 回馈制动	195
§ 17-2 反接制动	196
§ 17-3 能耗制动	199
第十八章 单相异步电动机	199
§ 18-1 概述	199
§ 18-2 单相异步电动机的工作原理	199
§ 18-3 单相异步电动机类型及起动方法	202
§ 18-4 双速单相电动机	204
§ 18-5 单相换向器式电动机	205
§ 18-6 单相电动机绕组的选择	207

第四篇 同步电机

第十九章 同步电机的基本结构和分类	210
§ 19-1 同步电机的基本类型	210
§ 19-2 同步电机的基本结构	211
§ 19-3 同步电机的额定值	212
第二十章 同步发电机的运行原理	212
§ 20-1 同步发电机的空载运行	212
§ 20-2 同步电机的电枢反应	213
§ 20-3 同步发电机的电势方程式和相量图	217
§ 20-4 同步发电机的功率和转矩方程式	220
第二十一章 同步发电机的特性	221
§ 21-1 空载特性和短路特性	221
§ 21-2 外特性和调整特性	222

§ 21-3 稳态功角特性	223
第二十二章 同步发电机的并联运行	224
§ 22-1 并联运行的条件和投入方法	225
§ 22-2 并联运行时有功功率的调节	226
§ 22-3 无功功率的调节	228
第二十三章 同步电动机和同步补偿机	229
§ 23-1 同步电动机的基本方程式和相量图	229
§ 23-2 同步电动机的运行特性	230
§ 23-3 同步补偿机	232
§ 23-4 同步电动机的起动	233
第二十四章 同步电机的励磁方式	234
§ 24-1 概述	234
§ 24-2 电抗分流移相复励励磁系统	235
§ 24-3 三次谐波励磁系统的自励原理	237
§ 24-4 谐波励磁系统	239

第五篇 控制电机

第二十五章 伺服电动机	245
§ 25-1 概述	245
§ 25-2 电枢控制直流伺服电动机	246
§ 25-3 磁极控制直流伺服电动机	249
§ 25-4 交流伺服电动机的工作原理	250
§ 25-5 交流伺服电动机的运行特点	253
§ 25-6 交流伺服电动机的控制方法	254
§ 25-7 交流伺服电动机的运行特性	255
第二十六章 旋转变压器	259
§ 26-1 概述	259
§ 26-2 正弦、余弦旋转变压器	259
§ 26-3 线性旋转变压器	263
§ 26-4 旋转变压器的技术指标	265
第二十七章 自整角机	266
§ 27-1 自整角机的功用	266
§ 27-2 自整角机结构概述	267
§ 27-3 力矩式自整角机	268
§ 27-4 差动式自整角机	272
§ 27-5 控制式自整角变压器 (ZKB)	274
第二十八章 测速发电机	276
§ 28-1 概述	276
§ 28-2 直流测速发电机	277
§ 28-3 异步测速发电机	279
§ 28-4 测速发电机的负载对其输出特性的影响	280

§ 28-5 异步测速发电机的技术指标	282
第二十九章 步进电动机	283
§ 29-1 反应式步进电机的工作原理	284
§ 29-2 单段三相反应式步进电动机	285
§ 29-3 多段式步进电动机	286
§ 29-4 反应式步进电机的特性	288

第一篇 直流电机

第一章 直流电机的基本原理及结构

§1-1 直流电机在工业上的应用

直流电机在近代工业中占有一定的重要地位。直流电机包括直流电动机和直流发电机。直流电动机是将电能转换为机械能，用以拖动生产机械；直流发电机则是将机械能转换为直流电能，供给负载。

直流电动机由于具有良好的起动、制动和调速性能，一般应用于对起动和调速性能要求较高的场合。例如，轧钢机、龙门刨、电车等常用直流电动机作为原动机，组成直流拖动系统。对不同的生产机械来说，对直流电动机的要求也有所不同。例如，轧钢用的直流电动机，对起动、制动和调速要求较高；而电车上的牵引直流电动机则对起动转矩要求较高。要满足使用上的特殊要求，就得采用不同特性的直流电动机。

直流发电机主要作为各种直流电源。例如，直流电动机的电源，同步发电机的励磁机以及化学工业中电解、电镀所需的低压大电流直流电源。

随着电子工业的蓬勃发展，近来可控硅越来越多地应用在直流传动系统中。用可控硅整流装置取代直流发电机供电，将会逐步发展。但目前，直流发电机仍在使用，而直流电动机仍然是目前电力拖动中的一种主要电机。

§1-2 直流电机的基本原理

一、直流发电机的基本原理

图1-1表示一台两极直流发电机原理图。固定部分主要由两个磁极：N极和S极组成。磁极可以由永久磁铁制成，但通常是在磁极铁心上绕有励磁绕组，通以一定方向的电流，即可产生由N极到S极的磁通。绕有线圈abcd的转动部分称为电枢。电枢在两极中间旋转。线圈的两端分别与固定在轴上的两个半圆铜环相联接。这两个半圆铜环称为换向片，两片之间互相绝缘，共同组成最简单的换向器。换向器上装有接通外电路的静止的电刷A、B，外电路中的用电器称为负载。

电枢由原动机拖动，以恒定速度按逆时针方向旋转，线圈两边ab和cd切割磁场的磁力线，便在其中产生感应电势，方向用右手定则确定。在图1-1所示瞬间，导体ab中的电势方向由b至a，而导体cd中的电势则由d至c。故外电路中的电流自换向片1流至电刷A，经过负载，流至电刷B和换向片2，进入线圈。此时电流流出处的电刷A为正电位，用正号(+)表示；而电流流入线圈处的电刷B则为负电位，用负号(-)表示。电刷A具有正极性；电刷B具有负极性。

电枢旋转 180 度后, 导体 ab 和 cd 以及换向片 1 和 2 的位置同时互换。电刷 A 通过换向片 2 与导体 cd 相联接, 此时由于导体 cd 取代了原来 ab 所在的位置, 即转到 N 极下, 所以电刷 A 的极性仍然为正。同时电刷 B 通过换向片 1 与导体 ab 相联接, 而导体 ab 已转到 S 极下, 电刷 B 的极性仍然为负。这样通过换向器和电刷的作用, 及时地改变线圈与外电路的联接, 将线圈产生的交变电势改变为电刷两端方向恒定的电势, 使外电路的电流仅按一定方向流动。

在直流发电机原理图中, 根据电磁感应定律 ($\mathcal{E} = Blv$), 线圈感应电势的波形与气隙磁密的波形相同, 即线圈感应电势 $\mathcal{E}$ 随时间而变化的规律与气隙磁密 B 沿空间分布的规律相同。在直流电机中, 磁极下气隙磁密是按梯形波规律分布的, 如图 1-2 所示。因此, 通过电刷和换向器的作用, 在电刷两端所得到的电势以及在外电路所产生的电流方向是恒定的, 但大小却在零与最大值之间脉动。图 1-3 表示电刷两端电势的波形。同时, 由于线圈只有一匝, 产生的电刷两端的电势很低。如果在直流电机的电枢上均匀分布很多线圈, 此时换向片的数目也相应增多, 每个线圈的两端均分别接至两片换向片上, 这样, 电刷两端的电势脉动将显著减小, 如图 1-4 所示。其电势的数值将大为增加。

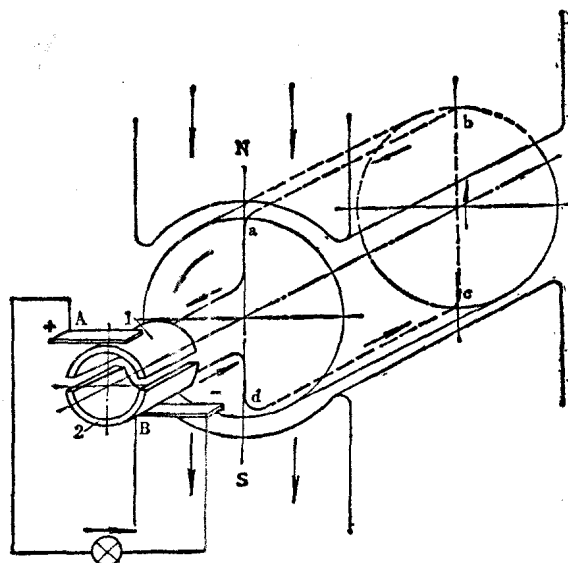


图1-1 直流发电机原理图

1、2—换向片

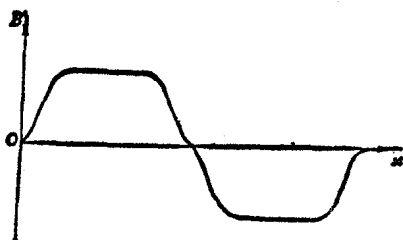


图1-2 气隙磁密分布波形

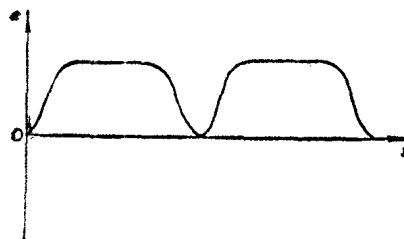


图1-3 电刷两端的电势波形

实践和分析表明: 当每个磁极范围内的线圈数目大于 8 时, 电势的脉动程度小于 1%。实际上直流电机中线圈的数目很多, 换向片的数目也相应很多, 因此, 电刷两端的电势可以认为是恒定的。

二、直流电动机的基本原理

图 1-5 表示一台两极直流电动机原理图。其基本结构和发电机完全相同。将电刷 A 接至电源的正极, 电刷 B 接至负极。电流将从正极流出, 经过电刷 A、换向片 1、线圈 $abcd$ 到换向片 2 和电刷 B, 最后回到负极。根据电磁力定律, 载流导体在

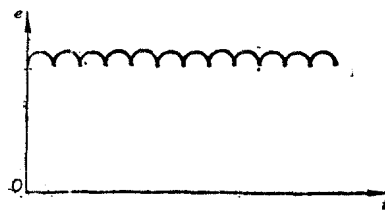


图1-4 当线圈和换向片数目增多时, 电刷两端的电势波形

磁场中受有电磁力的作用，其方向应用左手定则确定。如图 1-5 所示的瞬间，导体 ab 中的电流方向由 a 至 b ，且导体 ab 处于 N 极下，由左手定则确定导体 ab 所受电磁力的方向向左；导体 cd 所受电磁力的方向向右。这样便产生了一个转矩。在这转矩的作用下，电枢按逆时针方向旋转起来。当电枢自图 1-5 所示的位置转过 90 度时，电刷不与换向片、而与换向片间的绝缘物接触，此时，线圈中没有电流流过，因而使电枢旋转的转矩消失。由于机械惯性的作用，电枢仍能转过一个角度，电刷 A 及 B 将分别与换向片 2 及 1 接触，线圈中又有了电流流过。这时电流将从电源正极流出，经过电刷 A 、换向片 2、线圈 $abcd$ 到换向片 1 和电刷 B ，最后回到电源负极。导体 ab 中的电流改变了方向，由 b 至 a ，此时导体 ab 已由 N 极下转到 S 极下，故导体 ab 所受电磁力的方向向右，同理，处于 N 极下的导体 cd 所受电磁力的方向向左。因此在电磁力产生的转矩作用下，电枢继续沿着逆时针方向旋转。这样电枢便能一直旋转下去。这就是直流电动机的基本原理。

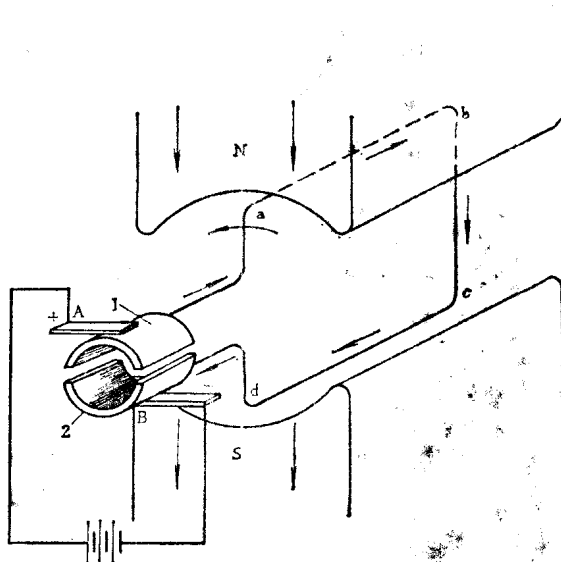


图1-5 直流电动机原理图

1、2—换向片

由以上分析可知，直流电机可以作发电机运行，也可以作电动机运行。这就是电机的可逆原理。直流电机是以电磁感应定律和电磁力定律作为它的理论基础的。当导体在磁场中作切割磁力线运动时便产生感应电势，而载流导体在磁场中便要受到电磁力的作用。如果原动机供给直流电机机械能，拖动电枢旋转，通过电磁感应，便将机械能转换为电能，供给负载，这就是发电机；如果由外部直流电源供给电机电能，通过电磁感应，便将电能转换为机械能，拖动负载转动，这就是电动机。

§1-3 直流电机的基本结构

直流电机由两个主要部分：静止部分（定子）和转动部分（转子）组成。转动部分又称为电枢。定子与转子间的间隙，称为空气隙。图 1-6 为国产 Z2 型电机剖面图。

一、 静止部分（定子）

直流电机定子是用来产生磁场和作为电机机械的支撑。它由主磁极、换向极、机座、端盖和轴承等组成。电刷装置也固定在定子上。

（一）主磁极 主磁极产生电机的主磁场。它由铁心和绕组组成，如图 1-7 所示。主磁极铁心一般用 $0.5 \sim 1.0$ 毫米厚的钢片冲制后迭压起来，再用铆钉铆紧。磁极用螺杆固定在机座上。铁心靠近电枢的一端称为极靴，它使磁通易于通过空气隙。极靴外缘稍加切削，这使磁极边缘磁通密度分布均匀。极靴在机械上的作用是使套在铁心上的励磁绕组更为牢固。

励磁绕组是用绝缘铜线用模型在绕线机上绕制成型，对于较大容量的电机，需先将绕组

绕在由某种绝缘材料制成的套管上，然后将它固定在特殊的支架上。为了改善绕组的冷却条件，可将绕组按磁极高度分为两部分或数部分，在各部分间留有适当的通风沟。

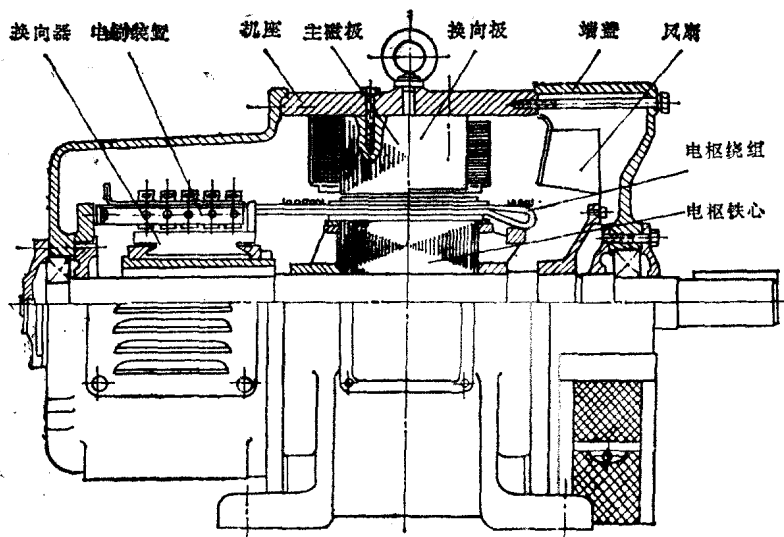


图1-6 国产Z2型电机剖面图

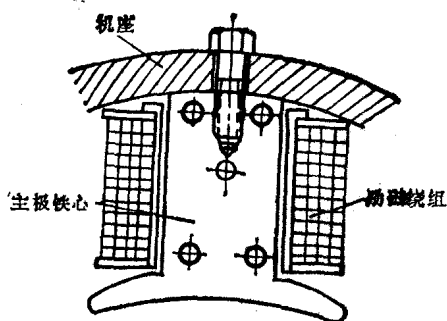


图1-7 直流电机的主磁极

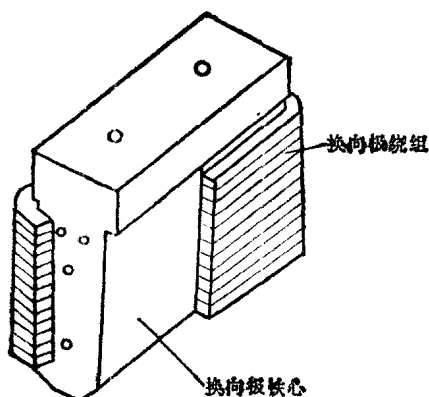


图1-8 直流电机的换向极

(二) 换向极 换向极用来改善直流电机换向。它和主磁极一样，也是由铁心和绕组两部分组成。如图 1-8 所示，换向极铁心通常由整块钢制成，也可用钢片迭成。其绕组是由匝数不多的带状铜导体绕制而成。换向极安装在两主磁极之间的中心线上，并用螺杆固定在机座上。

(三) 机座 机座是作为主磁极和换向极磁通经过的磁路的一部分，同时用来固定主磁极、换向极和端盖等，作为电机的机械支架。机座一般采用铸钢或钢板焊接而成。在小电机中也有采用铸铁的。它的厚度一方面须有足够的强度和刚度，另一方面要有足够的截面积，使磁通密度不致过高。机座下部两边焊接或铸出两个底脚，以便与基础固定。

当电枢直径不超过 35~45 厘米时，装有轴承的端盖也装在机座上。如果端盖直径大于 1 米时，一般改用装在底板上的支架式轴承。

端盖式轴承均采用滚动轴承，即滚珠或滚柱轴承。而支架式轴承则一般采用滑动轴承，

有时也采用滚动轴承。

(四) 电刷装置 电刷装置是使固定的电刷与旋转的换向器保持滑动接触, 即使外电路和电枢联接。它由刷杆座、刷杆、刷握、刷盒、电刷和电刷弹簧等组成。

小容量的刷杆座固定在端盖上, 大容量的则固定于机座上。一般来说, 刷杆座须能稍微旋转一个角度, 以便调节电刷使它装在需要的位置上。电刷和机身是绝缘的。刷杆的数目通常等于磁极的数目。刷杆上可装一个或数个刷握。每一刷握上有放电刷的刷盒和调整电刷与换向器间压力的电刷弹簧, 同时还有将电流自电刷引向刷握的软绞线。目前电机多采用碳质的、碳-石墨质、黄铜或青铜-石墨质的电刷。一般电刷在换向器上跨接两三片换向片。同极性的诸电刷经汇流线接至电机的出线端。

二、转动部分 (转子, 又称为电枢)

电枢的作用是产生感应电势、电磁转矩, 从而实现能量转换。它由电枢铁心、电枢绕组、换向器和转轴等组成。用以加强电机冷却的风扇也装在电机轴上。

(一) 电枢铁心 电枢铁心是用来嵌放电枢绕组, 并作为主磁极和换向极磁通经过的一部分磁路, 因此应有良好的导磁性能。

电枢铁心用 0.5 毫米厚的硅钢片, 冲制成冲片, 迭压而成。每片上涂以绝缘漆或以表面的氧化膜作为片间绝缘。小容量电机的冲片为整块圆形、大容量的冲片由数片扇形片组成。冲片迭齐后, 两端用较厚的钢板借压力机自两面压紧装于轴上或用螺栓拧紧。当电枢在磁场中旋转时、铁心中将产生涡流及磁滞损耗。用硅钢片可以减少损耗; 提高效率。

为了改善电枢的冷却条件, 小容量电机采用轴向通风沟。中等容量的电机则将电枢铁心分成几段, 每段厚 4~6 厘米, 每两段间留有 8~10 毫米的径向通风沟。径向通风沟的冲片加厚至 1 毫米, 上面焊有突出的附着物。

小容量的电机在转子上装有风叶, 大容量电机则装有风扇。

直流电机常用矩形开口槽, 如图 1-9 所示。小容量电机也有用梯形槽的。

(二) 电枢绕组 电枢绕组的作用是产生感应电势, 通过电流, 产生电磁转矩和实现能量转换。它由嵌放在电枢铁心槽中的绕组元件按一定规律联接。绕组元件是由绝缘铜线绕制而成。在直流电机中, 绕组元件通常分两层放入槽中, 元件在槽内切割磁力线而产生感应电势的部分称为有效部分。在槽外用以联接有效部分的则称为端接部分。为了避免各个元件的端部在一个平面内互相交迭, 增加弯曲端接部分工艺上的麻烦, 每一元件有一边放在槽的上层, 另一边则放在另一个槽的下层, 在端接的中间弯曲, 如图 1-10 所示。在一般直流电机

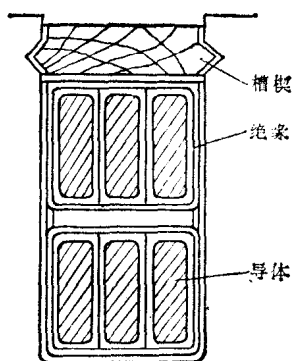


图1-9 电枢槽的截面图

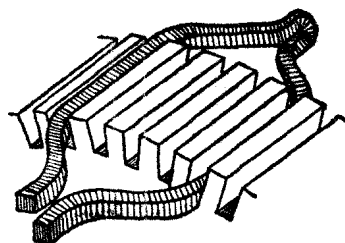


图1-10 绕组元件在槽中的位置

中,槽中每层总包含几个元件边。在同一槽中,两个相透的有效边即构成一个单元槽或称虚槽。图 1-9 为三个单元槽组成的电枢实槽。这样可以减少槽的数目。槽中层与层间、绕组与绕组及绕组与铁心间均应妥为绝缘。为了防止电枢旋转时产生的离心力使绕组飞出,需用非磁性材料,如竹料或胶木制成的槽楔将槽口封住。在绕组端部则用玻璃丝粘带或钢丝绑扎在绕组支架上。绕组元件两端按一定的规律焊接在换向片上。

(三) 换向器 换向器对于发电机,是将电枢绕组的交变电势和电流转换成电刷间的直流电压和电流;对于电动机则是将输入的直流电流转换为电枢绕组内的交变电流,并保证在每一磁极下电枢导体内电流方向不变,以产生恒定方向的电磁转矩。换向器的形式很多,在中小型电机中常用的有金属套筒式换向器和塑料换向器。换向器的导电部分是由许多楔形的、互相绝缘的铜质换向片围成的圆柱体。再用套筒(套筒式换向器)或塑料(塑料换向器)固紧。图 1-11 为金属套筒式换向器及换向片的结构。套筒和换向片之间用云母套筒绝缘。

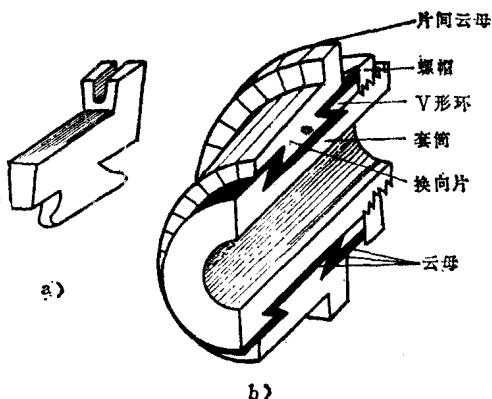


图1-11 金属套筒式换向器及换向片的结构
a) 换向片 b) 换向器(半剖视图)

三、空气隙

在小容量电机中,定子和转子间的空气隙为 0.5~3 毫米,大容量的则增加到 10~12 毫米。空气隙的数值虽小,磁阻甚大,故为磁路系统中的重要部分,对电机的运行性能有很大的影响。

§1-4 直流电机的铭牌数据和国产直流电机简介

一、直流电机的铭牌数据

(一) 型号 表示直流电机属于哪一类别,它往往用字母与数字组合一起表示。如 Z2-12; Z 表示直流电机;

2 表示第二次统一设计;

12 表示 1 号机座,第 2 种电枢铁心长度(即长铁心)。

(二) 额定功率 指电机在预定情况下,长期运行所允许的输出功率,单位一般以千瓦表示。直流电动机的功率是指轴上输出的机械功率,而直流发电机则是指供给负载的电功率。

(三) 额定电压 对于发电机,是指在预定运转情况下发电机两端的输出电压;对于电动机,是指所规定的正常工作时,加在电动机两端的输入电压。它们的单位以伏表示。有的发电机在铭牌上电压项目中标有两个数字,如 220/320,这类发电机称调压发电机,即电机可以在这电压范围内调变使用。有的电动机在铭牌上电压项目中标有三个数字,如 185/220/320,这类电机称幅压电动机,它表示这电机正常工作电压是 220 伏,但电压是 320 伏或 185 伏时它也都能工作。

(四) 额定电流 对于发电机一般是指长期连续运行时允许供给负载的电流;对于电动机是指长期连续运行时允许从电源输入的电流。它们的单位用安表示。

(五) 额定转速 指电压、电流和输出功率均为额定值时的转子旋转的速度,单位用 r/min 表示。

(六) 励磁 表示励磁的方式。

(七) 额定励磁电压 表示加在励磁绕组两端的额定电压,单位是伏。

(八) 额定励磁电流 表示在额定励磁电压下,通过励磁绕组上的额定电流,单位是安。

(九) 额定(工作方式) 是指电机在正常使用时持续的时间,一般分连续、断续与短时三种。

(十) 额定温升 表示电机在额定情况下,电机所允许的工作温度减去环境温度的数值,单位是 $^{\circ}\text{C}$ 。

二、国产直流电机简介

为了满足生产上对电机的不同要求,将电机制造成不同型号的系列。所谓系列就是指结构和形状基本相似,而容量按一定比例递增的一系列电机,它们的电压、转速、机座号和铁心长度都有一定的等级。

现将国产直流电机的几个主要系列作一简介。

Z2 系列 本系列为一般用途小型直流发电机、调压发电机和直流电动机系列,用作一般厂矿的直流电源、充电、照明以及切削机床用的调速电动机等。系列的容量为 $0.4\sim 200$ 千瓦;发电机电压为115、230伏,调压发电机电压为110/160、220/320伏;电动机的电压为110、220伏。发电机转速为960、1450、2850转/分,电动机转速为600、750、1000、1500、3000转/分;调速电动机的调速范围为 $1:3\sim 1:4$ 。通风型式为防护式;采用E级和B级绝缘;电枢采用单波绕组。本系列共有12个机座号,每个机座号有几种铁心长度。

ZF和ZD 系列 本系列为一般用途的中型直流发电机和电动机,容量自55千瓦(320转/分)到1450千瓦(1000转/分)。本系列适用于无冲击性原动机传动的电源发电机,用于拖动轧延机床或其辅助机械,需要广泛调速的中、大型金属切削机床,挖土机、造纸机及卷扬机的直流电动机。

ZJF、ZJD 系列 本系列为大型直流发电机和电动机系列。能够承受经常逆转、短时过载、紧急制动等冲击性负载。发电机适用于用同步电动机或异步电动机拖动的电动-发电机组作为大容量直流电源;电动机适用于大型轧钢及煤矿竖井等需要广泛调速的重型机械传动。电动机分为可逆、非逆转及矿井卷扬电动机等。

ZLS 系列 本系列是ZF派生系列,主要用作立式水轮发电机的励磁机。

ZZ 系列和 ZZK 系列 这两个系列是专供起重冶金工业用的专用直流电动机。

ZZH 和 ZZKH 系列 本系列电机适用于海洋和内河航行条件下,驱动具有断续工作制或短时工作制的船舶机械。

ZQ 系列 本系列为直流牵引电机系列,适用于电力机车、工矿电机车及内燃机车中作主牵引电机及发电机、辅助电动机等用。

ZH 系列和 ZFD 系列 本系列是低电压、大电流直流发电机,主要用于电镀、电解及冶炼等工业的电源。

此外还有Z2C系列船用直流电机;ZHC系列充电用直流发电机;ZTD型电梯用直流电动机等。

复 习 题

1. 直流发电机如何发出直流电势的?
2. 直流电动机如何产生单方向转矩的?
3. 试述直流电机主要部件,所用材料及其作用?
4. 试述直流电机铭牌数据的含义。了解国产直流电机的主要系列。