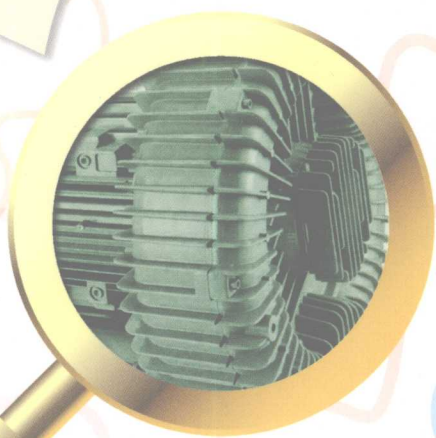


漫话电机原理

〔日〕野口 昌介 著
王益全 王笑平 译



科学出版社

www.sciencep.com

漫话电机原理

〔日〕野口 昌介 著
王益全 王笑平 译



科学出版社

元 00.55 售 定

(书刊) 邮购费另加 北京 量图发中社

图字: 01-2007-4560 号

内 容 简 介

在我们的生产生活中,存在着多种多样的电机。本书的第一部分主要讲解了直流电机、感应电机、变压器、同步电机以及静止电机等,以图解的方式来介绍相关基础知识,对重点内容进行归纳总结,简明易懂。第二部分给出了大量习题及其讲解过程,最后的章节还对计算中需要掌握的公式进行了整理。

本书叙述形式新颖,内容深入浅出,条理清晰。本书可作为电气技术人员学习电机原理及应用的自学教材,也可作为电气类大中专院校师生的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

漫话电机原理/(日)野口 昌介著;王益全,王笑平译. —北京:科学出版社,2008

ISBN 978-7-03-021972-5

I. 漫… II. ①野…②王… III. 电动机-基本知识 IV. TM32

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 068682 号

责任编辑:赵方青 杨 凯 / 责任制作:魏 谨

责任印制:赵德静 / 封面设计:李 力

北京东方科龙图文有限公司 制作

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

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2008 年 6 月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2008 年 6 月第一次印刷 印张: 19 3/4

印数: 1—5 000 字数: 398 000

定 价: 32.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换(环伟))

科学出版社

科龙图书读者意见反馈表

书 名 _____

感谢您关注本书！您的建议和意见将成为我们进一步提高工作的重要参考。我社承诺对读者信息给予保密，只用于图书质量改进和向读者快递新书信息工作。对于已经购买我社图书并回执本“科龙图书读者意见反馈表”的读者，我们将为您建立服务档案，并给予直接从我社邮购图书 95 折免邮费的优惠，同时将定期给您发送我社的出版资讯或目录。如果您发现本书的内容有个别错误或纰漏，烦请另附勘误表。

个人资料

姓 名：_____ 年 龄：_____ 联系电话：_____

专 业：_____ 学 历：_____ 所从事行业：_____

通信地址：_____ 邮 编：_____

E-mail: _____

本书评价

◆ 您对本书的各方面感觉如何？

	非常好	好	一 般	差	备 注
书 名					
封面设计					
版式设计					
图书内容					
作者水平					
图书定价					

◆ 您对本书中最不满意的章节是：_____，最满意的章节是：_____。

◆ 期望和要求 _____。

购书状况

◆ 您获得图书信息的途径一般为(可多选)

广告宣传 ☐ 图书馆 ☐ 书店 ☐ 熟人介绍 ☐ 网络 ☐ 报刊书评 ☐ 其他 _____

◆ 您购书的途径有(可多选)

书店 ☐ 网络书店 ☐ 从出版社邮购 ☐ 其他 _____

◆ 您购本书的主要原因有(可多选)

学习参考 ☐ 教材 ☐ 其他 _____

◆ 影响您购买一本图书的因素有(可多选)

图书内容 ☐ 作者 ☐ 书名 ☐ 熟人推荐 ☐ 图书排行榜 ☐ 打折促销 ☐ 图书设计与制作 ☐ 出版社 ☐ 其他 _____

回执地址：北京市朝阳区华严北里 11 号楼 3 层

科学出版社东方科龙图文有限公司电工电子编辑部(收)

邮编：100029



前言

一本专业书籍的好坏取决于其内容以及读者的评价。一方面,书的内容要通俗易懂;另一方面,在做到深入浅出的同时还应达到一定的水准。

在机械、电气领域中,有关电机学知识是一个较难理解的领域,这个领域所涉及的知识面广,涉及的理论基础也较深。

对于电机学知识,不应毫无益处地去长篇大论,而应抓住要点、简单实用。要从实际应用的角度出发来组织和编写相关内容。

既然接受了编写本书的任务,书就要写得生动实用。本书采纳了希望用浅显易懂的漫画形式来表述的建议,这也是作者的初次尝试。在当今的漫画时代,本书能够从上一版单纯记述的表达方式顺利转换成绘画与文字相结合的形式,也可以说是顺应了时代的潮流吧。

书中的插图力求实用,数学公式的数量尽量减少,作为一本专业书籍,应该掌握的内容基本上均已编入本书,相信这种图画与文字结合的表达方式更加有利于对电机学部分基本内容的掌握。

对于为本书提供了宝贵照片的三菱电机(株)、盛英股份有限公司(株)指日电机制作所,以及给予本书再版机会的(株)欧姆社的有关各位同仁谨表诚挚的谢意。

平成 12 年 4 月 4 日

工程师(电气、电子、经营工程)

中小企业诊断师

第 1 类电工考试 野口昌介

Original Japanese language edition

Etoki Denki Kiki Master Book (Kaitei3pan)

By Shousuke Noguchi

Copyright © 2000 by Shousuke Noguchi

Published by Ohmsha, Ltd.

This Chinese version published by Science Press, Beijing

Under license from Ohmsha, Ltd.

Copyright © 2008

All rights reserved

絵とき 電気機器マスターブック (改訂3版)
野口 昌介 株式会社 オーム社 2000

漫话电机原理

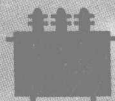
I 图解电机学习篇

1 直流电机

电是怎样产生的	4	补偿绕组	20
发电机的原理	5	直流发电机的类型	21
电动机的原理	6	直流发电机的外特性曲线	22
直流电动机的结构	7	直流电动机的起动方法(一)	23
换向器的作用	8	直流电动机的起动方法(二)	24
直流发电机的感应电动势	9	防止直流电动机飞车	25
直流发电机的端电压	10	电压换向与电阻换向(一)	26
直流电动机的感应电动势	11	电压换向与电阻换向(二)	27
发电机与电动机的输出功率	12	电压换向与电阻换向(三)	28
直流电动机的转速(一)	13	换向曲线	29
直流电动机的转速(二)	14	无火花换向带	30
直流电动机的转矩、转速与输出功率	15	直流发电机并联运行(一)	31
直流电动机的转速特性(一)	16	直流发电机并联运行(二)	32
直流电动机的转速特性(二)	17	直流电动机的反转方法	33
直流电动机的转矩特性	18	脉动电源与电动机	34
电枢反应	19		

2 感应电动机

感应电动机的原理	36	三相感应电动机的起动方法(二)	53
旋转磁场(一)	37	单相感应电动机的起动方法(一)	54
旋转磁场(二)	38	单相感应电动机的起动方法(二)	55
旋转磁场与脉振磁场	39	笼型转子电机及其转矩-转差率特性	56
旋转磁场的反转方法	40	单相感应电动机的起动方式与转矩特性	57
感应电动机的转速	41	单相感应电动机为什么需要离心开关	58
感应电动机与变压器	42	感应电动机在同步转速以上旋转 将如何呢	59
三相感应电动机的结构	43	感应电动机在转差率 $s=2\sim 1$ 之间时将如 何呢	60
单相感应电动机的结构	44	感应电动机的反转方法	61
圆图(一)	45	如何进行感应电动机的制动	62
圆图(二)	46	三相感应电动机的负载电流	63
感应电动机的功率和转矩	47	绘制圆图所需要的试验项目	64
比例推移	48	转矩-转速特性的试验测定	65
一次电压不平衡对电机性能的影响	49	转矩的异常现象	66
二次阻抗不平衡对电机性能的影响	50		
单相感应电动机及其负序分量	51		
三相感应电动机的起动方法(一)	52		



目 录

3 变压器

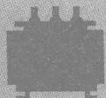
变压器的原理(一)	68	变压器的损耗与温升	84
变压器的原理(二)	69	怎样做变压器的温升试验	85
高压器的结构	70	变压器的过负载	86
变压器的铁心结构	71	变压器所使用的铁心材料	87
阻抗的换算	72	电压波形与励磁电流波形	88
变压器的等效电路	73	磁滞损耗与涡流损耗的分离	89
变压器的阻抗与温度	74	变压器并联运行的条件	90
%阻抗	75	施加于变压器的浪涌电压	91
电压调整率	76	变压器中流过短路电流时	92
什么是加极性 and 减极性	77	变压器的瞬态励磁电流	93
单二式变压器和单三式变压器	78	变压器的噪声	94
变压器的损耗	79	自耦变压器	95
负载杂耗都是一些什么损耗?	80	怎样消除 3 次谐波	96
变压器的效率	81	V 形接线	97
变压器的最大效率	82	电压互感器与电流互感器	98
变压器的冷却方法	83		

4 同步电机

同步电动机的原理	100	振荡(hunting)	116
同步电动机的转速	101	正序、负序和零序阻抗	117
同步发电机的原理	102	同步发电机的短路电流	118
凸极式和隐极式同步电机	103	单相接地短路时的短路电流最大吗? ...	119
同步电机的结构	104	两线之间短路与异常电压	120
为什么同步发电机电枢绕组常为 Y 接法 ...	105	同步电动机的起动方法	121
同步阻抗与短路比	106	同步电动机的 V 形曲线	122
同步电机励磁电流的计算	107	牵入转矩与失步转矩	123
电压调整率的计算	108	同步电机的损耗与效率	124
同步发电机的并联运行	109	同步电机的损耗分离	125
发电机的输出功率及功率因数调节	110	同步电机的温升试验	126
阻尼绕组	111	汽轮发电机的冷却方式	127
同步发电机的自励	112	同步调相机	128
能带单相负载吗?	113	反应式电动机	129
失步	114	铁电机与铜电机	130
功角特性	115		

5 静止电器

电容器的原理	132	电容器的结构	133
--------------	-----	--------------	-----



电容器中流过电流的相位	134	晶闸管斩波器	149
用电容器来改善功率因数	135	晶闸管应用的注意事项	150
为什么使用串联电抗器	136	晶闸管的保护	151
串联电容器	137	过电流保护	152
电容器的投入与切除	138	消弧原理	153
电容器的保护	139	遮断器、开闭器、断路器	154
什么是半导体	140	高压断路器	155
二极管	141	配线用断路器	156
三极管	142	漏电断路器	157
三极管的基本电路	143	消弧栅与吹弧线圈	158
晶闸管	144	熔断器	159
晶闸管的使用方法	145	电磁接触器	160
晶闸管的电流定额与散热	146	热动型过电流继电器	161
逆变器	147	接触电阻	162
无换向器电动机	148		

II 习题与讲解

强化训练 1 基本原理与应用问题的强化训练

学习要点	165	变压器(二)	183
直流发电机	167	同步发电机	186
直流电动机	170	同步电动机	189
感应电动机(一)	173	整流器	192
感应电动机(二)	176	绝缘等级、铁损耗及电机温升	195
变压器(一)	180		

强化训练 2 完全征服 A 问题与 B 问题

1. 直流发电机	199	5. 整流器	290
2. 变压器	222	三角函数的要点整理	297
3. 感应电动机	245	微分、积分的要点整理	299
4. 同步发电机	269		

相关公式

明解相关公式的树状展开 直流电机卷 ...	301	明解相关公式的树状展开 同步电机卷 ...	304
明解相关公式的树状展开 感应电机卷 ...	302	明解相关公式的树状展开 动力计算卷 ...	305
明解相关公式的树状展开 变压器卷 ...	303	明解相关公式的树状展开 整流器卷 ...	306



图解电机 学习篇

电机的种类很多。在家庭中，有各种电机，在工作单位各种类型的电机也随处可见，由于这些电机日常总能够见到，因此就有些司空见惯了。

对于电机来说，如果掌握了操作方法，即使不了解它们的原理、结构和特性，使用起来也不会有什么障碍。就把它当作一个黑箱子，或者一种常用的工具就可以了。电机技术上的各类问题已经基本解决，可靠性较高的电机，将会给人们带来安全感。

为了追求电机的实用效果，或者更进一步地实现电机的高效节能，就需要在使用时事先了解电机的原理与特性。

对于直流电机、感应电机、变压器、同步电机以及静止电器等，尽可能以图解的方法来介绍有关的基本内容，对重点内容进行总结、归纳，尽量做到简明易懂。在内容上，作为一本专业书籍，还是希望把主要的东西都选择进来。在阅读本书时，会有“电机原来是这样的”这种感觉，并对电机产生一种亲近感。

可能有些人不喜欢电机，这就像有些人患有厌食症是一个道理。我想首先应该做到对电机不是敬而远之，然后再慢慢培养兴趣。

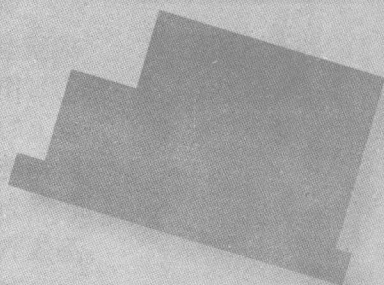
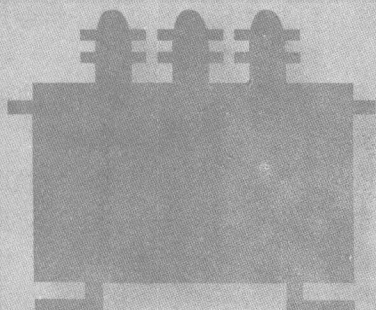
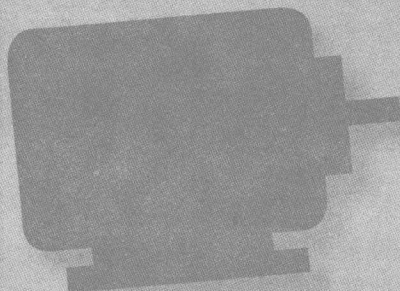
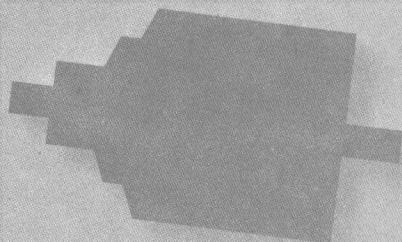
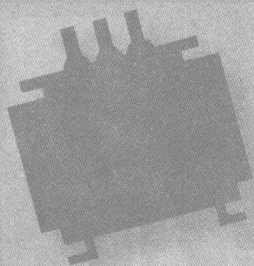
直流电机

感应电机

变压器

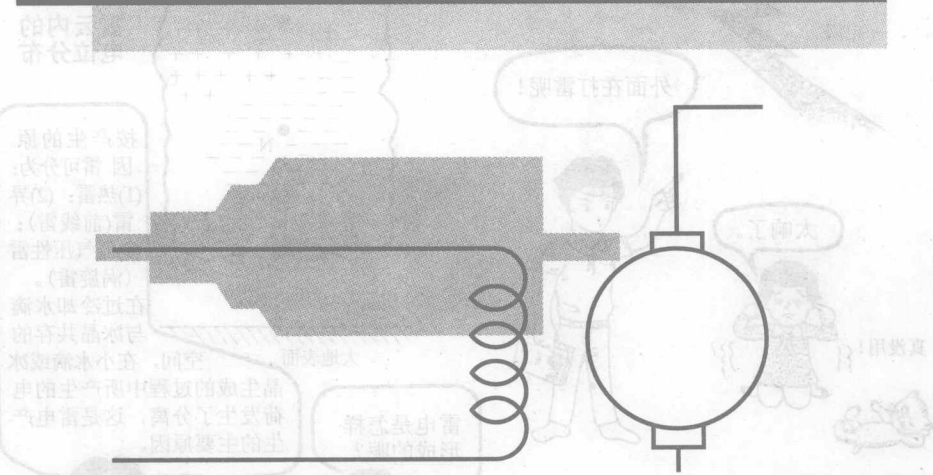
同步电机

静止电器



1. 直流电机	3
2. 感应电动机	35
3. 变 压 器	67
4. 同步电机	99
5. 静止电器	131

1 直流电机



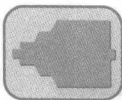
谈到我们身边的直流电机时，就会想起磁带录音机和电动剃须刀中的微型电动机。在日常生活中，人们大量使用着以干电池和蓄电池作为电源的各种直流电动机。说到再大一些的直流电动机，还可以举出新干线“光”号的主电动机。

在工业应用方面，目前交流电机驱动已经日益普及，但由于直流电机具有优良的控制特性，仍然获得了广泛应用。

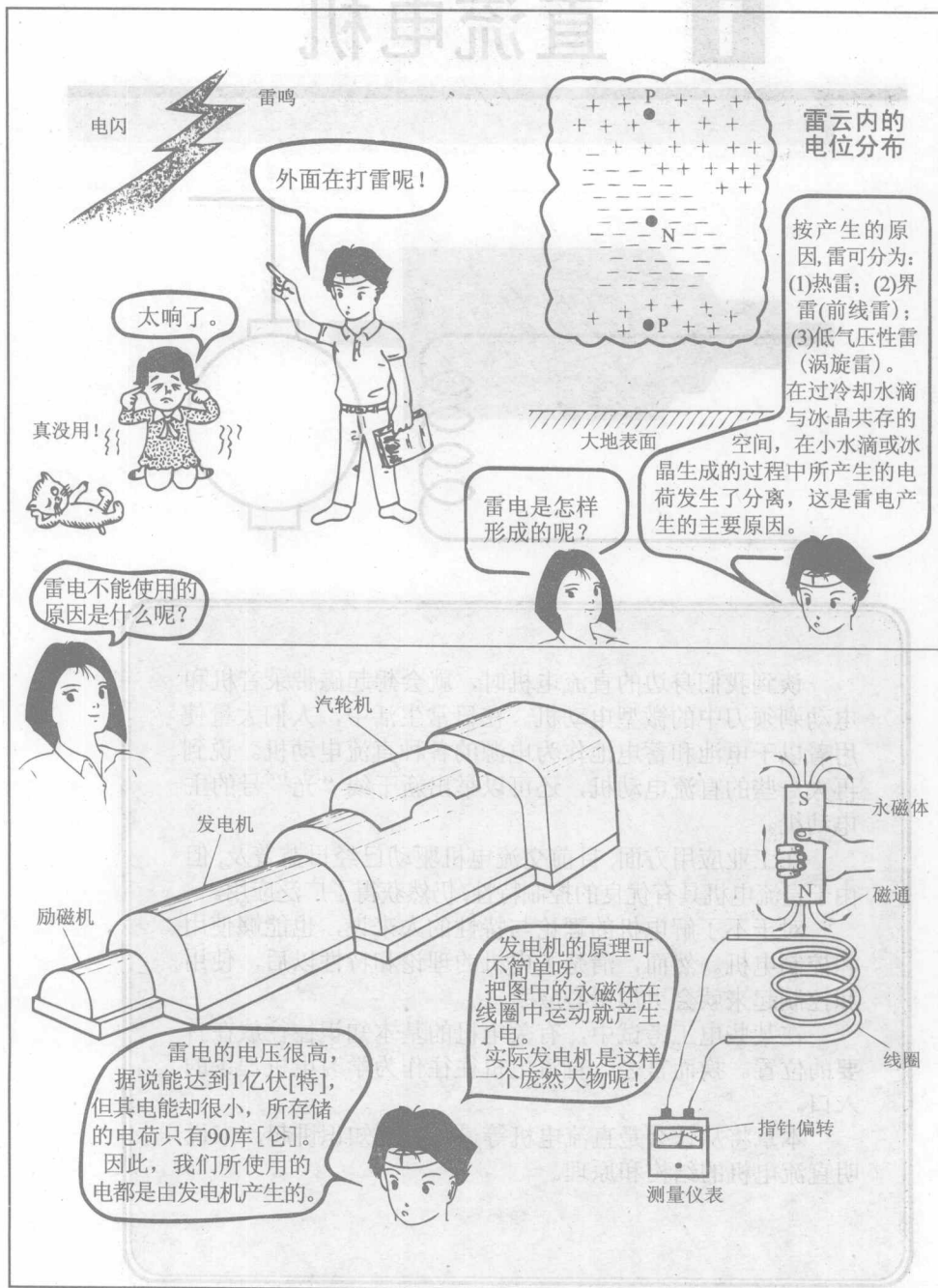
对于不了解电机的理论与特性的人来说，也能够使用和控制电机。然而，清楚了电机的理论和特性以后，使用和控制起来就会更加得心应手。

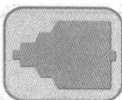
在某些电工考试中，有关电机的基本知识往往放在首要的位置。换言之，直流电机往往作为学习电机理论的入口。

本章将从什么是直流电机等最基本的知识讲起，来说明直流电机的结构和原理。



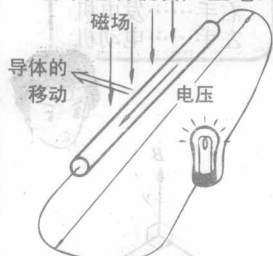
电是怎样产生的





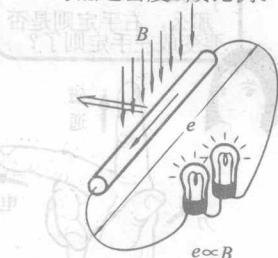
发电机的原理

- ①如下图所示，导体在磁场中运动就会产生电。

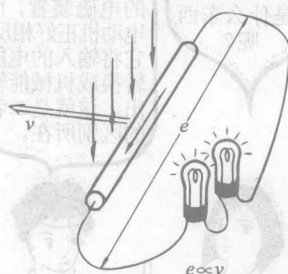


如果相反，导体静止不动而磁场相对导体运动，则同样会产生电。

- ②感应产生的电压 e 的大小与磁通密度 B 成比例。

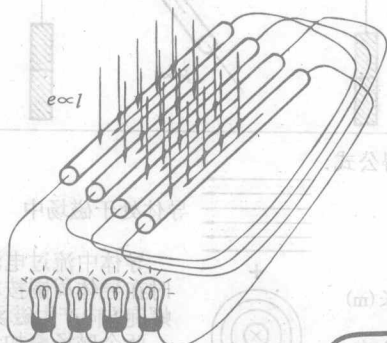


- ③此外，该感应电压还与导体的移动速度 v 成比例。



请稍加说明。

- ④感应电压 e 还与导体的长度 l 成比例。如果把导体做成线圈状并相互串联联结，电压 e 就会变高。



- ⑤综合以上几点，可得如下公式：

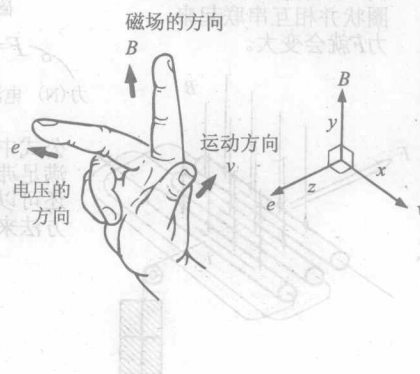
$$e = Blv$$

感应电压 (V) 导体长 (m)

磁通密度 (T) 移动速度 (m/s)

在实际发电机中，可以令导体旋转并与磁场相交链，或者也可以反过来。

公式中的 B 、 l 、 v 、的方向之间的关系可用弗莱明右手定则表示。



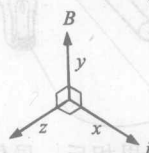
电动机的原理

电动机是什么东西呢？

发电机是将机械能转换成电能的电磁装置，而电动机正好相反，它将输入的电能转换成机械能输出，这就是二者的区别所在。

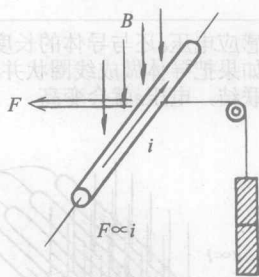
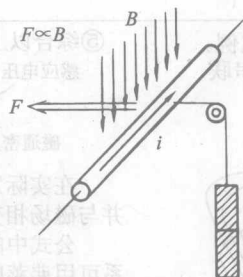
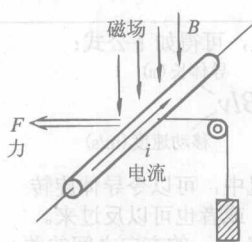
能量转换的方向相反了……那么，右手定则是否要变成左手定则了？

由此看来
右手……发电机
左手……电动机



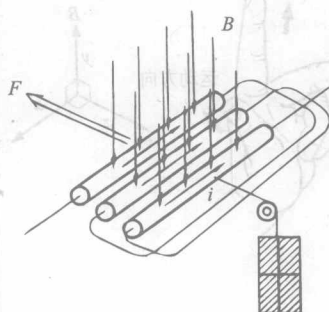
①处于磁场中的导体中流过电流时就会产生力 F 。

②这个力 F 与磁通密度 B 成比例。③这个力 F 与导体中流过的电流 i 成比例。



④力 F 还与导体长度 l 成比例，如果把导体做成线圈状并相互串联起来，力 F 就会变大。

⑤综合以上几点，可得公式：



$$F = B i l$$

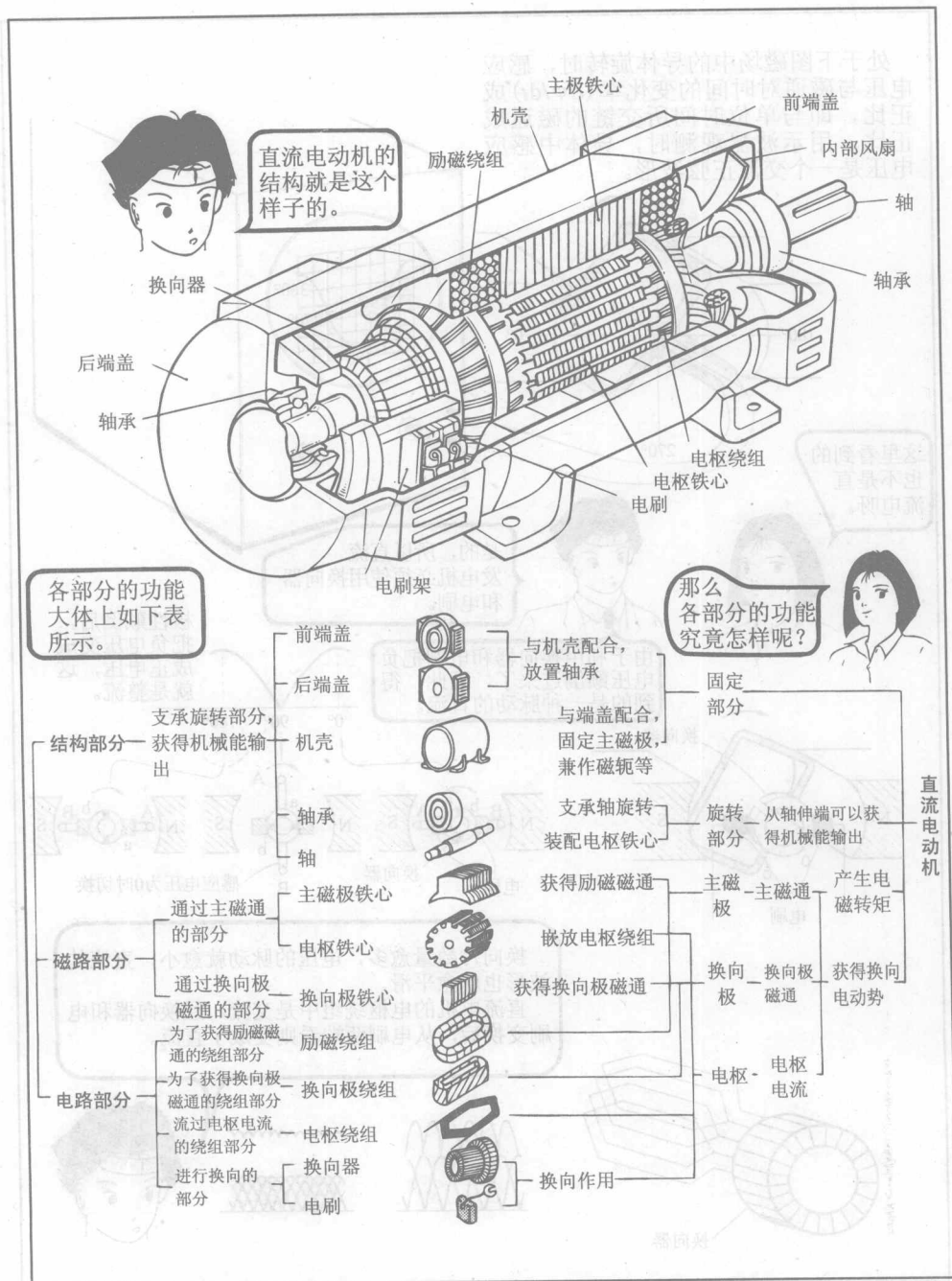
磁通密度(T) 力(N) 电流(A) 导体长(m)

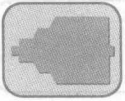
公式中 B 、 l 、 i 的方向满足弗莱明左手定则。还可以用右图所示的方法来加以说明。





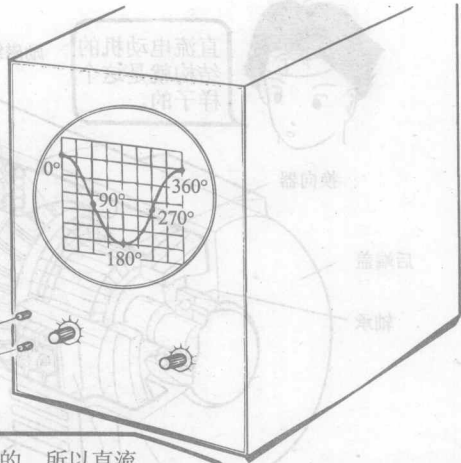
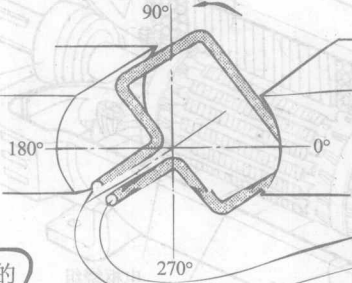
直流电动机的结构





换向器的作用

处于下图磁场中的导体旋转时，感应电压与磁通对时间的变化率($d\phi/dt$)成正比，即与单位时间所交链的磁通成正比。用示波器观测时，导体中感应电压是一个交流正弦波形。



这里看到的也不是直流电呀。

是的，所以直流发电机必须使用换向器和电刷。

由于利用换向器和电刷把负电压颠倒过来了，因此，得到的是一种脉动的直流。

极性颠倒后，把负电压变成成正电压，这就是整流。



换向片数量愈多，电压的脉动就愈小，直流的波形也就愈平滑。

直流电机的电枢绕组中是交流，经换向器和电刷变换后，从电刷两端看则变成了直流。

