



跟我走进维修室

教你检修

电动机

◎ 刘建清 主编



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

主要内容

本书共分10章，主要介绍电动机维修的基本知识、电动机故障的诊断与排除、电动机修理工艺、电动机修理工具、电动机修理材料、电动机修理设备、电动机修理环境、电动机修理安全、电动机修理质量管理、电动机修理成本控制等。



跟我走进维修室

教你检修电动机

刘建清 主编

举报电话: (010) 88254396

传 真: (010) 88254397

E-mail: dbqq@phei.com.cn

通信地址: 北京市万寿路173信箱

电子工业出版社总编办公室

邮 编: 100036



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 提 要

这是一本专门为电动机维修人员“量身定做”的入门书籍,本书采用新颖的讲解形式,深入浅出地介绍了各种电动机的结构、拆装、原理与维修技巧,包括三相异步电动机、单相异步电动机、直流电动机、潜水泵及其他电动工具等。

全书语言通俗,重点突出,图文结合,简单明了,具有较强的针对性和实用性,适合电动机维修人员、农村电工、无线电爱好者阅读,也可作为中等职业学校、中等技术学校相关专业及电动机维修短训班的培训教材使用。

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

教你检修电动机/刘建清主编. —北京:电子工业出版社, 2008.2

(跟我走进维修室)

ISBN 978-7-121-05844-8

I. 教… II. 刘… III. 电动机—检修 IV. TM320.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 009837 号

责任编辑: 赵丽松 苏颖杰(suyj@phei.com.cn)

印 刷: 北京民族印刷厂

装 订: 北京鼎盛东极装订有限公司

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: 22.25 字数: 423 千字

印 次: 2008 年 2 月第 1 次印刷

印 数: 5 000 册 定价: 38.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,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 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

前 言

为什么写这本书

电动机是一种把电能转换为机械能的设备,广泛应用于工农业生产、国防建设及日常生活的各个方面。电动机由于工作电压高、电流大,使用环境恶劣,较易出现故障。学习电动机维修已成为很多人求知致富的一条重要途径。

在快节奏、高效率的现代社会中,你是否希望有一本既能够作为参考书,又能像老师一样悉心教你学习电动机维修的图书呢?

目前,市场上关于电动机维修的书可谓琳琅满目,目不暇接,然而你是否遇到过这种情形:看完一本电动机维修书后,对书中内容一知半解,甚至根本看不懂?这时你是否会感叹:“是不是我太笨了,连最基础的东西都看不懂!”初学者到底需要哪些电动机维修知识?什么样的书才能让初学者非常容易地接受并消化,真正做到维修不求人?

为此,我们组织电动机维修的一线维修人员及教学岗位上的老师,共同编写了本书。本书以让你成为一个真正的电动机维修人员为目标,通过图文讲解,将电动机基础知识与实际操作有机地结合起来,为你献上一道经典、专业、准确的知识大餐。

本书有哪些特点

与其他同类图书相比,本书具有以下特点:

(1) 采用任务分隔法,逐个击破

作为电动机维修的初学者,也许你对电动机的分类和维修是“盲目”的,但你学习电动机维修的目的一般是“明确”的。你或想快速掌握三相异步电动机维修,或想尽快修复潜水泵、风扇电动机、电动工具……为此,我们在写作时,采用了“任务分隔法”的形式来组织具体内容。也就是说,在叙述中,我们将电动机的各个知识点进行分类介绍,把每一类作为“一个任务”,让你在学习完“一个任务”的同时,不知不觉地将该任务“消化”掉,这样,就会油然而生“成就感”,从而激发学习“下一个任务”的兴趣和求知欲望。

(2) 理论与实践紧密结合

本书在介绍理论知识时,重点介绍与修理实践密切相关的基础知识,不讲过深、过繁及与实践联系不紧密的理论知识。同时,本书所介绍的检修方法和检修技



巧，都是一线维修人员多年实践经验的总结，具有很强的实用性和指导性。

(3) 图文并茂，好读易用

对于抽象的大面积的文字理论，你也许并不感兴趣，你关心的只是“我怎样才能从书上以最直观、最快捷的方式学会如何维修电动机”，为此，本书在介绍电动机维修时，采用了以图析文、以文解图的方式进行讲解，让你既能读得懂，又能看得准，领会到电动机维修的真谛。

(4) 语言轻松，风格活泼

在写作语言和写作风格上，本书力求做到轻松、风趣、活泼、易懂。我们添加了一些有趣的小栏目，既可以使版面轻松一点，又可以让你在学习过程中认真思考，更好地理解书中的重点与难点。

本书的小栏目包括“提个醒”、“小档案”、“方法技巧”、“总结提高”和“师傅点拨”，各个小栏目穿插在相关知识点后。



提个醒

告诉你在修理过程中应该注意的事项。



小档案

介绍与重要内容相关的知识点，如背景知识、概念解释、需要延伸的知识点等。



方法技巧

这个栏目所介绍的知识，有的是经验之谈，有的是诀窍绝招，掌握这些内容，可让你在维修时少走弯路，省时省力。



总结提高

是对相关知识点的归纳，以方便你的记忆和理解。



师傅点拨

以一问一答的形式，来解决学习电动机理论和修理时可能遇到的问题、困难等。

你是否适合阅读这本书

如果你对电动机维修还比较陌生，或者目前对它还有望而却步的感觉，那么，本书将一台台真实的电动机引领到你身旁，让你认识它、了解它、掌握它，从而成为电动机维修的行家里手。

如果你已具有了一定的电动机维修知识和经验，并希望在这个领域有所作为，也不妨看看本书，本书在介绍电动机维修的同时，还非常注重基础知识的介绍。当你学完本书后，不仅能掌握一般电动机的维修知识，而且能提高你的实际操作能力和故障处理能力。

总之，本书读者对象定位于对电动机感兴趣的初、中级用户，适用于电动机维

修初学人员、维修专业人员和无线电爱好者。

你从本书中可以学到哪些知识

本书涉及的主要内容如下：

第1章：主要介绍电磁基础知识、正弦交流电路、三相交流电路等内容。掌握这些知识，可以帮助和指导修理人员理解电动机的基本原理和工作过程。

第2章：介绍了三相异步电动机的拆装、组成及工作原理。学习电动机修理，一般应从三相异步电动机入手，主要是因为三相异步电动机应用广泛，日常维修量大，具有一定的维修利润；但要正确维修电动机，必须熟练掌握电动机的拆卸、安装方法，并对其结构组成和工作原理有一个比较清楚的了解。

第3章：介绍了三相异步电动机绕组展开图的画法与嵌线技巧。电动机的绕组展开图是电动机原绕组情况的记录，也是线圈重绕后嵌放位置的依据，只有绘出绕组展开图并理解其原理，才能保证正确地嵌线和接线。

第4章：主要介绍电动机修理中的常用仪器、工具和材料。这些内容是每名修理人员必备的基本技能。

第5章：主要介绍三相异步电动机绕组的重绕技术。本章内容是全书的重点，也是电动机修理人员的“看家本领”，其重要性不言而喻。

第6章：介绍了三相异步电动机的修理与改装。本章介绍了很多电动机修理时的方法和技巧，具有较高的实用价值。

第7章：主要介绍单相异步电动机的修理技术。单相异步电动机应用十分广泛，日常维修量较大，掌握其结构、原理及其修理技术是十分重要的。

第8章：介绍了直流电动机的修理技术。直流电动机分小型和中大型两种，其中，中大型直流电动机具有较高的维修价值，本章介绍的也是中大型直流电动机的结构与维修技术，非常实用。

第9章：主要介绍了潜水泵和单相串励式电动机的修理技术。本章内容并不重要，但若想成为一名全面的维修人员，掌握这些内容就显得十分必要了。

参与本书编写工作的人员有王春生、李凤伟、赵建刚、刘为国、宗艳丽、刘建清等，最后由中国电子学会高级会员刘建清先生组织定稿。由于编著者水平有限，加之时间仓促，书中难免会有疏漏和不足之处，恳请各位专家和读者不吝赐教。

如果在使用本书的过程中有任何问题或意见、建议，可以通过 E-mail: jxxldj@sina.com 提出，我们将为你提供超值延伸服务。

编者

目
录

第 1 章 电动机维修基础知识	1
1.1 电磁基础知识	2
1.1.1 简单的磁现象	2
1.1.2 磁场与磁感线	3
1.1.3 电流产生的磁场和磁感线	4
1.1.4 安培力和磁感应强度	8
1.1.5 电磁感应	10
1.1.6 自感	18
1.1.7 互感现象	20
1.1.8 涡流	21
1.2 正弦交流电路	22
1.2.1 正弦交流电的产生	22
1.2.2 正弦交流电的三要素	24
1.3 三相交流电路	27
1.3.1 三相交流电的产生	27
1.3.2 三相电源的连接方式	28
1.3.3 三相电路负载的连接	29
1.4 电动机的分类及常用电动机介绍	31
1.4.1 电动机的分类	31
1.4.2 常用电动机介绍	33
第 2 章 三相异步电动机的拆装、组成及工作原理	37
2.1 三相异步电动机的拆卸与安装	38
2.1.1 笼型三相异步电动机的拆卸与安装	38



跟我走进维修室 教你检修电动机

2.1.2 绕线转子三相异步电动机的拆卸与安装	46
2.2 三相异步电动机的组成	47
2.2.1 定子	48
2.2.2 转子	50
2.2.3 风扇和风扇罩	53
2.3 三相异步电动机的工作原理	53
2.3.1 演示实验	53
2.3.2 旋转磁场的产生	55
2.3.3 电动机旋转方向的改变	57
2.3.4 三相异步电动机的极对数与转速	57
2.4 维修三相异步电动机需要了解的一些知识	58
2.4.1 铭牌数据	58
2.4.2 三相异步电动机的起动设备和起动方法	64
第3章 三相异步电动机绕组展开图的画法与嵌线技巧	73
3.1 电动机绕组概述	74
3.1.1 基本概念	74
3.1.2 三相绕组的要求	80
3.2 单层绕组展开图的画法与嵌线技巧	81
3.2.1 单层链式绕组	81
3.2.2 单层同心绕组	84
3.2.3 单层交叉链式绕组	87
3.3 双层绕组展开图的画法与嵌线技巧	90
3.3.1 双层叠绕组	90
3.3.2 波绕组	94
3.4 单双层混合绕组展开图的画法与嵌线技巧	94
第4章 电动机修理中的常用仪器、工具和材料	97
4.1 电动机常用维修仪表	98
4.1.1 万用表	98
4.1.2 绝缘电阻表	105
4.1.3 钳形电流表	108
4.2 电动机常用维修工具	109
4.2.1 通用电工工具	109

4.2.2 专用工具	114
4.3 电动机常用材料及维修配件	122
4.3.1 导电材料	122
4.3.2 绝缘材料	124
4.3.3 常用维修配件	130
第 5 章 三相异步电动机绕组的重绕技术	135
5.1 三相异步电动机绕组损坏的原因	136
5.1.1 机械方面原因	136
5.1.2 电源方面原因	136
5.2 三相异步电动机绕组重绕前的准备工作	136
5.2.1 记录电动机原始数据	137
5.2.2 拆除旧绕组	138
5.2.3 准备漆包线	142
5.2.4 选择模具	143
5.2.5 绕制线圈	145
5.2.6 准备绝缘材料和制作槽楔	147
5.3 三相异步电动机绕组的重嵌	148
5.3.1 准备嵌线工具	148
5.3.2 放置槽绝缘纸	148
5.3.3 嵌线	149
5.3.4 放置相间绝缘与端部整形	154
5.3.5 接线与焊接	156
5.3.6 扎线	158
5.4 三相异步电动机绕组重嵌后的浸漆与烘干	159
5.4.1 预烘	159
5.4.2 第一次浸漆	160
5.4.3 第一次滴漆	161
5.4.4 第一次烘干	161
5.4.5 第二次浸漆	162
5.4.6 第二次滴漆	162
5.4.7 第二次烘干	162



跟我走进维修室 教你检修电动机

5.5 三相异步电动机绕组重绕后的检验	162
5.5.1 检验前的准备	163
5.5.2 检验的项目	163
第6章 三相异步电动机的修理与改装	167
6.1 三相异步电动机维修概述	168
6.1.1 三相异步电动机故障产生的原因	168
6.1.2 三相异步电动机故障的分类	168
6.1.3 三相异步电动机故障判断技巧	169
6.2 三相异步电动机电气故障的修理	172
6.2.1 定子绕组故障的修理	172
6.2.2 定子铁心故障的修理	182
6.2.3 转子断条的修理	183
6.3 三相异步电动机机械故障的修理	185
6.3.1 轴承的修理	185
6.3.2 转轴的修理	189
6.3.3 端盖和机座的修理	191
6.4 三相异步电动机的改装与维护	192
6.4.1 三相异步电动机的改装	192
6.4.2 三相异步电动机的维护	197
第7章 单相异步电动机的修理技术	201
7.1 单相异步电动机的结构	202
7.1.1 定子	203
7.1.2 转子	204
7.1.3 起动元件	204
7.2 单相异步电动机的工作原理	211
7.2.1 单相绕组的定子磁场	211
7.2.2 单相异步电动机的定子磁场	211
7.3 单相异步电动机的分类	213
7.3.1 分相式电动机	213
7.3.2 罩极式电动机	215
7.4 单相异步电动机绕组的识别与重绕	216
7.4.1 单相异步电动机绕组的识别	216

7.4.2	单相异步电动机绕组的重绕	223
7.5	工农业生产用单相异步电动机的修理	227
7.5.1	型号及铭牌	227
7.5.2	主要元件的检查	228
7.5.3	常见故障的检修	233
7.5.4	修复后的检验	238
7.6	家用电器用单相异步电动机的修理	239
7.6.1	台扇、落地扇电动机的修理	239
7.6.2	吊扇电动机的修理	253
7.6.3	洗衣机电动机的修理	258
7.6.4	冰箱、空调压缩机的修理	265
7.7	罩极式单相异步电动机的修理	271
第 8 章	直流电动机的修理技术	275
8.1	直流电动机的结构、原理与分类	276
8.1.1	直流电动机的结构	277
8.1.2	直流电动机的工作原理	280
8.1.3	直流电动机的分类	281
8.2	直流电动机的型号与额定值	282
8.2.1	直流电动机的型号	282
8.2.2	直流电动机的额定值	282
8.3	直流电动机的修理	283
8.3.1	换向器与电刷的修理	283
8.3.2	电枢绕组的修理	285
8.3.3	励磁绕组的修理	290
第 9 章	潜水泵和单相串励式电动机的修理技术	291
9.1	潜水泵电动机的使用与维护	292
9.1.1	潜水泵的结构特点	292
9.1.2	潜水泵的使用与维护	293
9.1.3	潜水泵电动机定子绕组的重绕及试验	294
9.2	单相串励电动机的修理	294
9.2.1	单相串励电动机的原理与结构	295
9.2.2	单相串励电动机的型号及铭牌数据	299



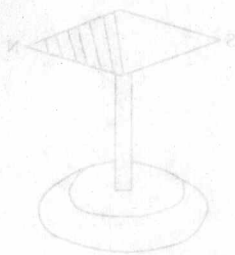
跟我走进维修室 教你检修电动机

9.2.3 单相串励电动机绕组及其接法	300
9.2.4 单相串励电动机主要元件的修理	303
9.2.5 单相串励电动机常见故障的修理	317
附录	319
附录 A 常用 Y 系列三相异步电动机绕组数据	320
附录 B 常用 Y 系列三相异步电动机绕组展开图	326
附录 C JX、JY、JZ 新系列单相异步电动机技术数据	333
附录 D JX、JY、JZ 新系列单相异步电动机绕组展开图	335
参考文献	341

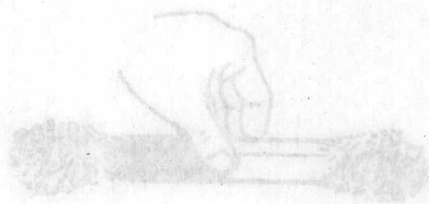
第1章 电动机维修基础知识

本章要点:

- 电磁基础知识
- 正弦交流电路
- 三相交流电路
- 电动机的分类及常用电动机介绍



非带电导线 5-1 图



带电导线 5-2 图

图 5-3 图



阿聪初中毕业后，跟随师傅阿明学习电动机修理，可是从哪里入手呢？阿聪十分着急，阿明告诉阿聪，电动机虽然种类繁多，但其工作原理却是相似的，它们都是利用电与磁的相互作用而工作的，因此，学习电动机修理，需要从电磁基础知识学起。阿聪听后，心里明朗多了，在阿明的帮助下，阿聪开始一步一步地学习电动机维修的基础知识。

1.1 电磁基础知识

电动机是以电磁理论作为基础的。这些电磁理论中，像磁场与磁感线、电流的磁场与磁感线、电磁感应等内容，我们在初中物理课中已学习过。除此之外，还有一些电磁知识，如互感、涡流等内容，要在高中物理课中才能学到。在这里，我们一起进行介绍。

1.1.1 简单的磁现象

磁铁能吸引铁、钴、镍等物质，它的这种性质叫做磁性，具有磁性的物质叫做磁体。磁体各部分的磁性强弱不同，条形磁铁的两端磁性最强，如图 1-1 所示，磁体上磁性最强的部分叫做磁极。

可以在水平面内自由转动的条形磁极或磁针，静止后总是一端指南，一端指北，指南的磁极叫做 S 极（南极），指北的磁极叫做 N 极（北极），如图 1-2 所示。

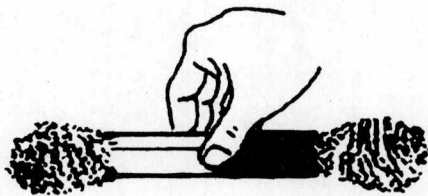


图 1-1 条形磁铁两端磁性最强

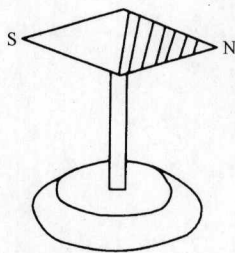


图 1-2 磁针指南北

磁体还具有一个重要的特性，即同名磁极互相排斥、异名磁极互相吸引，如图 1-3 所示。

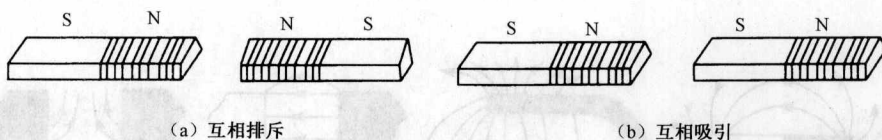


图 1-3 同名磁极互相排斥，异名磁极互相吸引

1.1.2 磁场与磁感线

1. 磁体周围的磁场

先在桌上放一圈小磁针，再把一个条形磁体放到小磁针中间，如图 1-4 所示，会发现小磁针静止时都不再指南北，而有了新的指向。

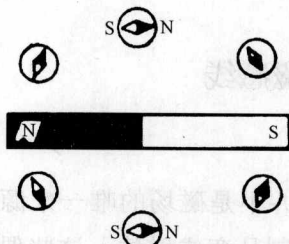


图 1-4 磁体周围存在磁场

原来，磁体周围存在着磁场，小磁针是受到磁场的磁力作用，才具有新的指向的。磁场是看不见、摸不着的，但人们却可以根据它所表现出来的性质认识它，研究它。磁场的基本性质是它对放入其中的磁体产生磁力的作用，磁体间的相互作用就是通过磁场而发生的。

在图 1-4 中，小磁针在磁场中停在一定方向，这显示出磁场的方向性。人们规定，在磁场中的某一点，小磁针静止时北极（N 极）所指的方向就是该点的磁场方向。

2. 磁感线

物理学家用磁感应线来形象地描述空间磁场的情况。在磁场中画一些有方向的曲线，任何一点的曲线方向都与放在该点的磁针北极所指的方向一致，这样的曲线叫做磁感应线，简称磁感线。磁体周围的磁感线都是从磁体北极出来，回到磁体南极，如图 1-5 所示。

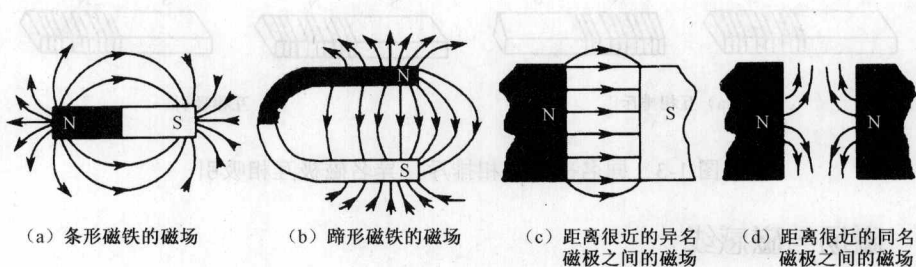


图 1-5 几种常见磁铁的磁感线分布

磁铁外部的磁感线是从磁铁的北极出来，进入磁铁的南极。那么磁铁内部有没有磁感线呢？回答是肯定的，磁铁内部磁感线的方向是由南极指向北极，并和外部的磁感线连接，形成闭合曲线。

1.1.3 电流产生的磁场和磁感线

1. 电流产生磁场

磁体能够产生磁场，但它并不是磁场的唯一来源。早在 18 世纪就有人观察到闪电能够使小刀、汤匙等钢铁制品变成磁体，这些偶然观察到的现象表明电与磁之间存在着某种联系，但是当时人们并没有通过有目的的试验归纳出明确的结论。

1820 年，丹麦物理学家奥斯特（1777—1851）做了一个试验，把电磁学的研究向前推进了一大步。他把一条导线平行地放在磁针的上方，给导线通电时发现磁针发生偏转，就像在磁针旁边放上一块磁铁一样。这个试验说明，电流也能产生磁场，电现象和磁现象有着密切的联系。

2. 直线电流磁场的磁感线

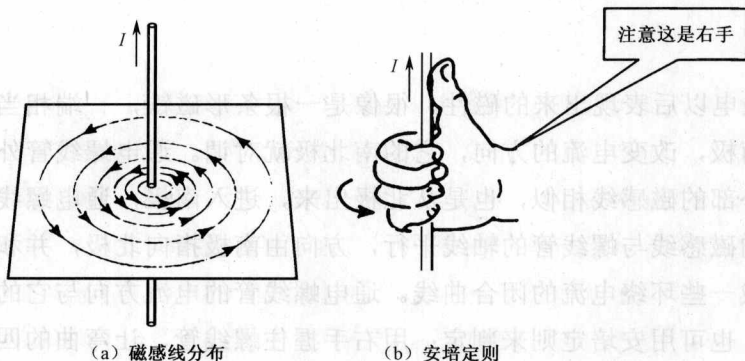
图 1-6 (a) 所示为直线电流磁场的磁感线分布，这些磁感线是一些同心圆，同心圆环绕着通电直导线。试验表明，如果改变电流的方向，各点磁场的方向都变成相反的方向，也就是说，磁感线的方向随电流的方向而改变。



师傅点拨

问：对于直线电流周围的磁场，如何判定磁感线的方向？

答：直线电流周围的磁场方向可以用安培定则（也称右手螺旋定则）来判定，方法是：用右手握住导线，让伸直的拇指所指的方向与电流的方向一致，弯曲的四指所指的方向就是磁感线的环绕方向，如图 1-6 (b) 所示。



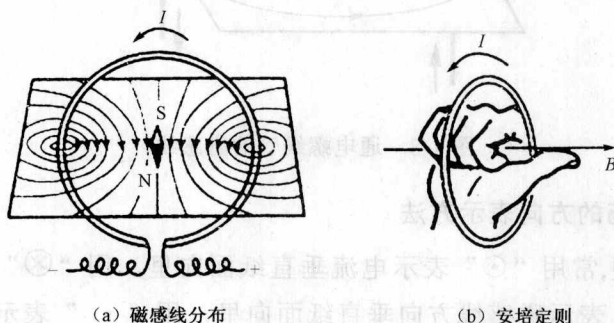
(a) 磁感线分布

(b) 安培定则

图 1-6 直流电流磁场的磁感线

3. 环形电流磁场的磁感线

流过环形导线的电流简称环形电流，图 1-7 (a) 所示为环形电流磁场的磁感线分布。可以看出，环形电流的磁感线也是一些闭合曲线，这些闭合曲线也环绕着通电导线，环形电流的磁感线方向也随电流的方向而改变。



(a) 磁感线分布

(b) 安培定则

图 1-7 环形电流磁场的磁感线

下面研究环形电流的磁场时，我们主要关心圆环轴线上各点的磁场方向，这可以用安培定则来判定：让右手弯曲的四指和环形电流的方向一致，伸直的拇指所指的方向就是圆环的轴线上磁感线的方向，如图 1-7 (b) 所示。

4. 通电螺线管磁场的磁感线

螺线管是由导线一圈挨一圈地绕成的，导线外面涂着绝缘层，因此电流不会由一圈跳到另一圈，只能沿着导线流动，这种导线叫做绝缘导线。通电螺线管可以看成是放在一起的许多通电环形导线。我们自然会想到二者的磁场分布也一定是相似的，实际上的确如此。前面讲到的环形电流，其实可以看做是只有一匝的螺线管。