

彩色图解

电动机检测 与绕组维修

韩雪涛 主编
吴瑛 韩广兴 副主编

速成

CAISE TUJIE
DIANDONGJI JIANCE
YU RAOZU WEIXIU
SUCHENG



视频学习

- 全彩图解轻松入门
- 电工知识全面覆盖
- 二维码看学习视频
- 专业技能更容易学



彩色图解

电动机检测 与绕组维修

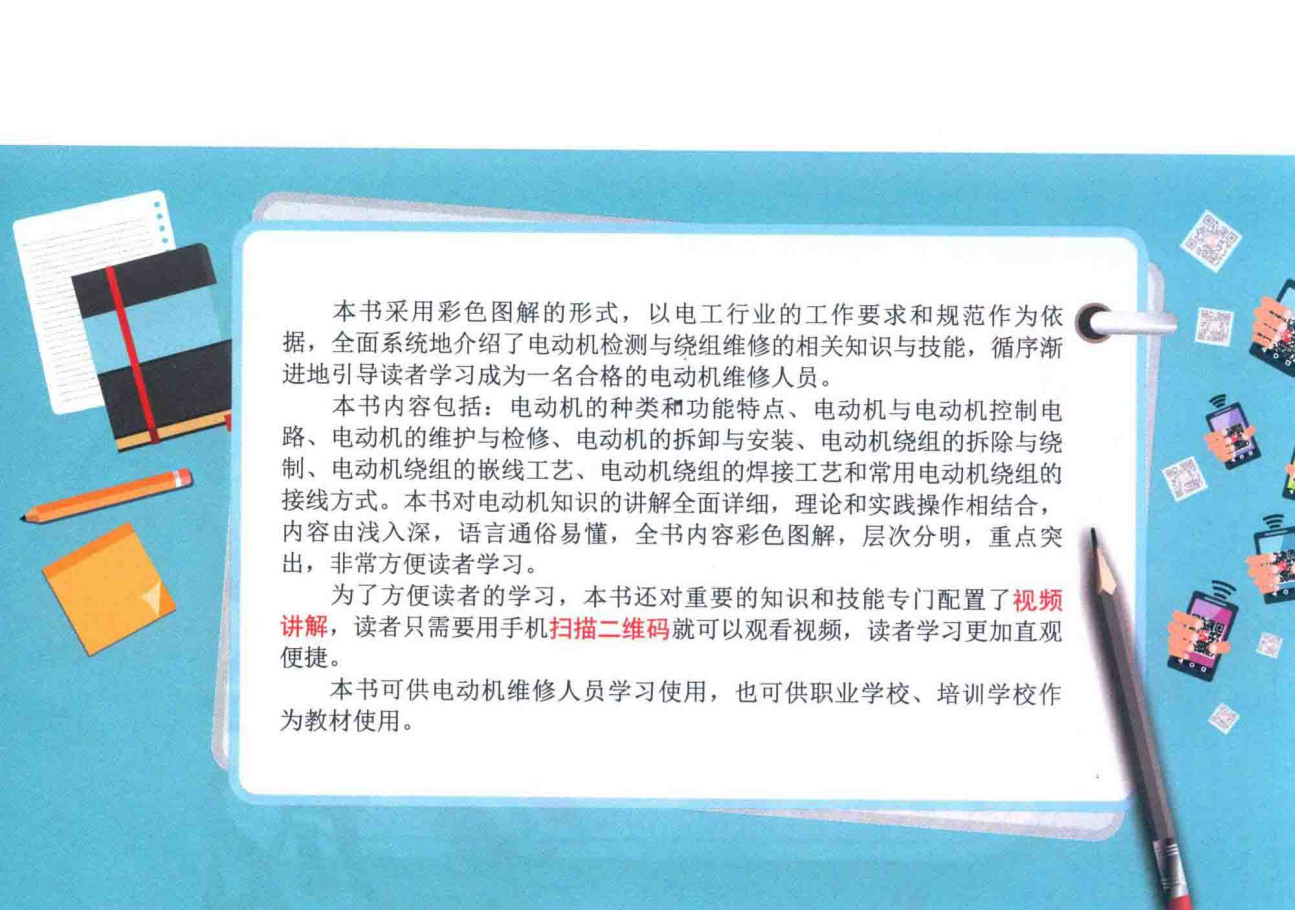
韩雪涛 主编
吴 瑛 韩广兴 副主编

速成



化学工业出版社

· 北 京 ·



本书采用彩色图解的形式，以电工行业的工作要求和规范作为依据，全面系统地介绍了电动机检测与绕组维修的相关知识技能，循序渐进地引导读者学习成为一名合格的电动机维修人员。

本书内容包括：电动机的种类和功能特点、电动机与电动机控制电路、电动机的维护与检修、电动机的拆卸与安装、电动机绕组的拆除与绕制、电动机绕组的嵌线工艺、电动机绕组的焊接工艺和常用电动机绕组的接线方式。本书对电动机知识的讲解全面详细，理论和实践操作相结合，内容由浅入深，语言通俗易懂，全书内容彩色图解，层次分明，重点突出，非常方便读者学习。

为了方便读者的学习，本书还对重要的知识和技能专门配置了**视频讲解**，读者只需要用手机**扫描二维码**就可以观看视频，读者学习更加直观便捷。

本书可供电动机维修人员学习使用，也可供职业学校、培训学校作为教材使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

彩色图解电动机检测与绕组维修速成 / 韩雪涛主编

—北京：化学工业出版社，2018.2

ISBN 978-7-122-30996-9

I. ①彩… II. ①韩… III. ①电动机-检测-图解
②电动机-绕组-维修-图解 IV. ①TM320-64

中国版本图书馆CIP数据核字 (2017) 第278739号

责任编辑：李军亮 徐卿华
责任校对：王 静

装帧设计：尹琳琳

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码 100011）

印 装：北京瑞禾彩色印刷有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张12 $\frac{1}{4}$ ，字数304千字 2018年2月北京第1版第1次印刷

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686） 售后服务：010-64518899

网 址：<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：58.00 元

版权所有 违者必究

前言

目前,对于电工电子技术而言,最困难也是学习者最关注的莫过于如何在短时间内掌握实用的技能并真正应用于实际的工作。

为了实现这个目标,我们特别策划了电工技能速成系列图书。

本系列图书共6种,分别为《彩色图解电工自学速成》《彩色图解电子元器件识别、检测与维修速成》《彩色图解电工识图速成》《彩色图解家装水电工技能速成》《彩色图解万用表入门速成》和《彩色图解电动机检测与绕组维修速成》。

本书是专门介绍电动机检测与绕组维修的图书。电动机检测与绕组维修是电工领域技术人员必备的基础技能,本书引导读者通过学习可以将电动机检测与绕组维修的专业知识、实操技能在在短时间内“全部掌握”。

为了能够编写好这本书,我们专门依托数码维修工程师鉴定指导中心进行了大量的市场调研和资料汇总。然后根据读者的学习习惯和行业的培训特点对电动机特点、维修与绕组维修进行系统的编排,并引入了大量检修应用案例和辅助教学,力求达到专业学习与岗位实践的“无缝对接”。

为了确保专业品质,本书由数码维修工程师鉴定指导中心组织编写,由全国电子行业专家韩广兴教授亲自指导。编写人员有行业工程师、高级技师和一线教师,使读者在学习过程中如同有一群专家在身边指导,将学习和实践中需要注意的重点、难点一一化解,大大提升学习效果。

另外,本书充分结合多媒体教学的特点,首先,图书在内容的制作上大胆进行多媒体教学模式的创新,将传统的“读文”学习变为“读图”学习。其次,图书还开创了数字媒体与传统纸质载体交互的全新教学方式。学习者可以通过书中的二维码,同步实时浏览对应知识点的视频讲解。数字媒体教学资源与图文资源相互衔接,相互补充,充分调动学习者的主观能动性,确保学习者在短时间内获得最佳的教学效果。

为了更好地满足读者的需求,本系列图书得到了数码维修工程师鉴定指导中心的大力支持。读者可登录数码维修工程师的官方网站(www.chinadse.org)获得超值技术服务。此外,读者还可以通过网站的技术交流平台进行技术交流和咨询。如果读者在学习和考核认证方面有什么问题,可通过以下方式与我们联系:

联系电话:022-83718162/83715667/13114807267

E-mail:chinadse@163.com

地址:天津市南开区榕苑路4号天发科技园8-1-401 邮编:300384

本书由韩雪涛任主编,吴瑛、韩广兴任副主编。参加本书内容整理工作的还有张丽梅、宋明芳、朱勇、吴玮、吴惠英、张湘萍、高瑞征、韩雪冬、周文静、吴鹏飞、唐秀鸯、王新霞、马梦霞、张义伟。

编者

目录

1

第1章

电动机的种类和功能特点 (P1)

- 1.1 永磁式直流电动机的特点 (P1)
 - 1.1.1 永磁式直流电动机的结构 (P1)
 - 1.1.2 永磁式直流电动机的原理 (P3)
- 1.2 电磁式直流电动机的特点 (P7)
 - 1.2.1 电磁式直流电动机的结构 (P7)
 - 1.2.2 电磁式直流电动机的原理 (P9)
- 1.3 有刷直流电动机的特点 (P12)
 - 1.3.1 有刷直流电动机的结构 (P12)
 - 1.3.2 有刷直流电动机的原理 (P14)
- 1.4 无刷直流电动机的特点 (P15)
 - 1.4.1 无刷直流电动机的结构 (P15)
 - 1.4.2 无刷直流电动机的工作原理 (P16)
- 1.5 交流同步电动机的特点 (P22)
 - 1.5.1 交流同步电动机的结构 (P22)
 - 1.5.2 交流同步电动机的原理 (P23)
- 1.6 单相交流异步电动机的特点 (P24)
 - 1.6.1 单相交流异步电动机的结构 (P24)
 - 1.6.2 单相交流异步电动机的原理 (P27)
- 1.7 三相交流异步电动机的特点 (P31)
 - 1.7.1 三相交流异步电动机的结构 (P31)
 - 1.7.2 三相交流异步电动机的原理 (P35)





目录



2

第2章

电动机与电动机控制电路 (P38)

2.1 电动机与电动机控制电路的关系 (P38)

2.1.1 电动机控制电路中的主要部件 (P38)

2.1.2 电动机和电气部件的连接关系 (P44)

2.2 直流电动机控制电路 (P46)

2.2.1 直流电动机减压启动控制电路 (P46)

2.2.2 直流电动机能耗制动控制电路 (P47)

2.3 交流电动机控制电路 (P49)

2.3.1 单相交流电动机正/反转控制电路 (P49)

2.3.2 三相交流电动机联锁控制电路 (P50)

2.3.3 三相交流电动机串电阻减压启动控制电路 (P51)

2.3.4 三相交流电动机Y- Δ 减压启动控制电路 (P52)

2.3.5 三相交流电动机反接制动控制电路 (P54)

2.3.6 三相交流电动机调速控制电路 (P55)

3

第3章

电动机的维护与检修 (P56)

3.1 电动机的日常保养 (P56)

3.1.1 电动机机壳的养护 (P56)

3.1.2 电动机转轴的养护 (P56)

3.1.3 电动机电刷的养护 (P57)

3.1.4 电动机换向器的养护 (P58)

3.1.5 电动机铁芯的养护 (P59)

3.1.6 电动机轴承的养护 (P59)

3.2 电动机的常用检测方法 (P64)

3.2.1 电动机绕组阻值的检测 (P64)

3.2.2 电动机绝缘电阻的检测 (P68)

3.2.3 电动机空载电流的检测 (P69)

3.2.4 电动机转速的检测 (P70)

3.3 电动机常见故障的检修方法 (P71)



- 3.3.1 直流电动机不启动故障的检修 (P71)
- 3.3.2 单相交流电动机不启动故障的检修 (P72)
- 3.3.3 单相交流电动机启动慢故障的检修 (P74)
- 3.3.4 三相交流电动机不工作故障的检修 (P75)
- 3.3.5 三相交流电动机扫膛故障的检修 (P76)
- 3.3.6 三相交流电动机振动、电流不稳故障的检修 (P78)

4

第4章

电动机的拆卸与安装 (P80)

- 4.1 直流电动机的拆卸 (P80)
 - 4.1.1 直流电动机的拆卸步骤 (P80)
 - 4.1.2 直流电动机的拆卸方法 (P81)
- 4.2 交流电动机的拆卸 (P84)
 - 4.2.1 交流电动机的拆卸步骤 (P84)
 - 4.2.2 交流电动机的拆卸方法 (P84)
- 4.3 电动机的安装 (P88)
 - 4.3.1 电动机的机械安装 (P88)
 - 4.3.2 电动机的电气安装 (P93)

5

第5章

电动机绕组的拆除与绕制 (P101)

- 5.1 电动机绕组的拆除 (P101)
 - 5.1.1 记录电动机绕组的原始数据 (P101)
 - 5.1.2 电动机绕组的拆除方法 (P106)
- 5.2 电动机绕组的绕制 (P111)
 - 5.2.1 电动机绕组的几种绕制形式 (P111)





目录



5.2.2 计算电动机绕组的绕制数据 (P116)

5.2.3 准备和选取绕组线材 (P119)

5.2.4 准备绕制工具 (P119)

5.2.5 绕组的绕制 (P122)

5.3 电动机绕组的绝缘规范 (P124)

5.3.1 交流电动机绕组的绝缘规范 (P124)

5.3.2 直流电动机绕组的绝缘规范 (P128)

6

第6章

电动机绕组的嵌线工艺 (P129)

6.1 电动机绕组嵌线工具的使用 (P129)

6.1.1 常用嵌线工具的使用 (P129)

6.1.2 常用嵌线材料的准备 (P130)

6.2 电动机绕组的嵌线操作 (P132)

6.2.1 电动机绕组嵌线的操作规范和要求 (P132)

6.2.2 电动机绕组嵌线的基本操作 (P133)

6.3 电动机绕组的嵌线工艺 (P137)

6.3.1 单层绕组的嵌线工艺 (P137)

6.3.2 双层绕组的嵌线工艺 (P142)

6.3.3 单双层混合绕组的嵌线工艺 (P143)

7

第7章

电动机绕组的焊接工艺 (P146)

7.1 电动机绕组焊接设备的使用 (P146)

7.1.1 电动机绕组焊接的辅助材料 (P146)

7.1.2 电烙铁的使用 (P147)

7.2 电动机绕组焊接头的连接形式 (P148)

7.2.1 绞接 (P148)

7.2.2 扎线连接 (P149)

7.3 电动机绕组的焊接与绝缘处理操作 (P149)

7.3.1 电动机绕组的焊接 (P149)

7.3.2 电动机绕组的绝缘处理 (P151)

8

第8章

常用电动机绕组接线方式(P154)

8.1 单相异步电动机的绕组接线图 (P154)

8.1.1 2极12槽正弦绕组接线图 (P154)

8.1.2 4极12槽正弦绕组接线图 (P154)

8.1.3 2极18槽正弦绕组接线图 (P155)

8.1.4 2极24槽(Q=20)正弦绕组接线图 (P156)

8.1.5 2极24槽(Q=24)正弦绕组接线图 (P157)

8.1.6 4极24槽(Q=20)正弦绕组接线图 (P158)

8.1.7 4极24槽(Q=24)正弦绕组接线图 (P159)

8.1.8 4极32槽(Q=24)正弦绕组接线图 (P160)

8.1.9 4极32槽(Q=28)正弦绕组接线图 (P161)

8.1.10 4极36槽(Q=28)正弦绕组接线图 (P162)

8.2 三相异步电动机的绕组接线图 (P163)

8.2.1 2极30槽双层叠绕式绕组接线图 (P163)

8.2.2 2极36槽双层叠绕式绕组接线图 (P164)

8.2.3 2极42槽双层叠绕式绕组接线图 (P165)

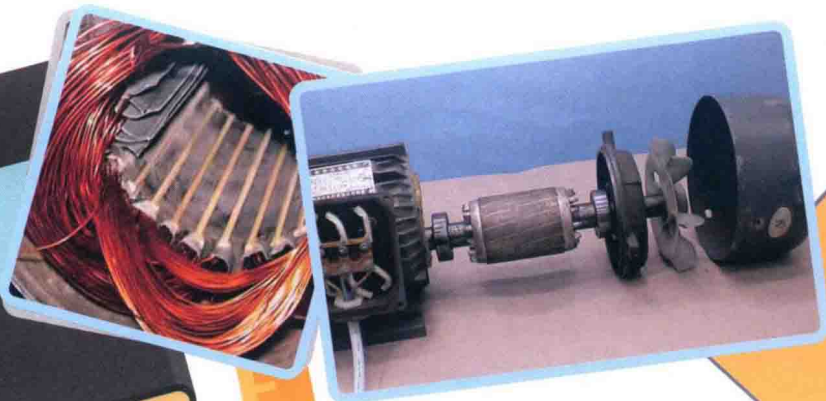
8.2.4 2极48槽双层叠绕式绕组接线图 (P166)

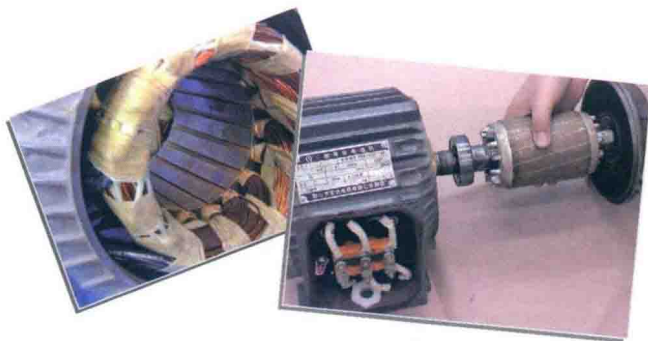
8.2.5 4极30槽双层叠绕式绕组接线图 (P167)

8.2.6 4极36槽双层叠绕式绕组接线图 (P168)

8.2.7 4极48槽双层叠绕式绕组接线图1 (P169)

8.2.8 4极48槽双层叠绕式绕组接线图2 (P170)





目录



- 8.2.9 4极48槽双层叠绕式绕组接线图3 (P171)
- 8.2.10 4极60槽单双层同心式绕组接线图 (P172)
- 8.2.11 4极60槽双层叠绕式绕组接线图 (P173)
- 8.2.12 6极36槽双层叠绕式绕组接线图1 (P174)
- 8.2.13 6极36槽双层叠绕式绕组接线图2 (P175)
- 8.2.14 6极54槽双层叠绕式绕组接线图1 (P176)
- 8.2.15 6极54槽双层叠绕式绕组接线图2 (P177)
- 8.2.16 8极48槽双层叠绕式绕组接线图 (P178)
- 8.2.17 8极60槽双层叠绕式绕组接线图 (P179)
- 8.2.18 10极60槽双层叠绕式绕组接线图 (P180)
- 8.3 三相变极多速异步电动机的绕组接线图 (P181)
 - 8.3.1 24槽4/2极双速绕组接线圈 ($\Delta/2Y, y=6$) (P181)
 - 8.3.2 36槽6/4极双速绕组接线圈 ($\Delta/2Y, y=6$) (P182)
 - 8.3.3 36槽8/4/2极三速绕组接线图 ($2Y/2Y/2Y, y=4$) (P183)
 - 8.3.4 36槽8/6/4极三速绕组接线图 ($2Y/2Y/2Y, y=5$) (P184)



第1章

电动机的种类和功能特点



1.1 永磁式直流电动机的特点

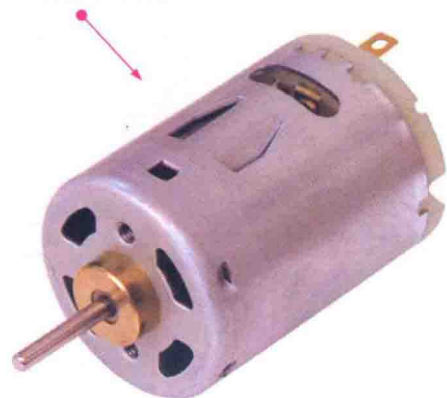
1.1.1 永磁式直流电动机的结构

直流电动机主要包括两个部分，即定子部分和转子部分。其中定子部分或转子部分由永久磁体构成的电动机称为永磁式直流电动机。

图1-1 典型永磁式直流电动机的结构

如图1-1所示，永磁式直流电动机的定子磁体与圆柱形外壳制成一体，转子绕组绕制在铁芯上与转轴制成一体，绕组的引线焊接在整流子上，通过电刷为其供电，电刷安装在定子机座上与外部电源相连。

永磁式直流电动机



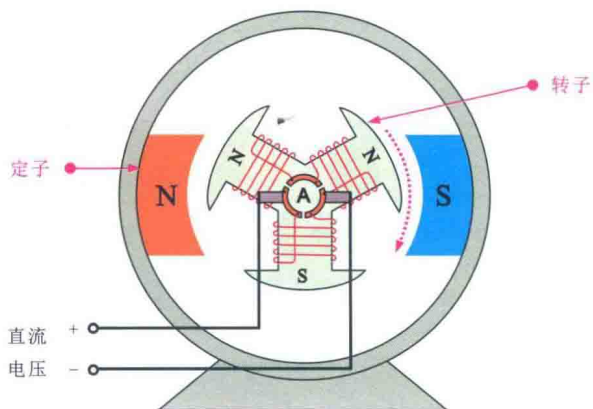
电动机外壳

定子
(永久磁体)

电刷



电动机转子



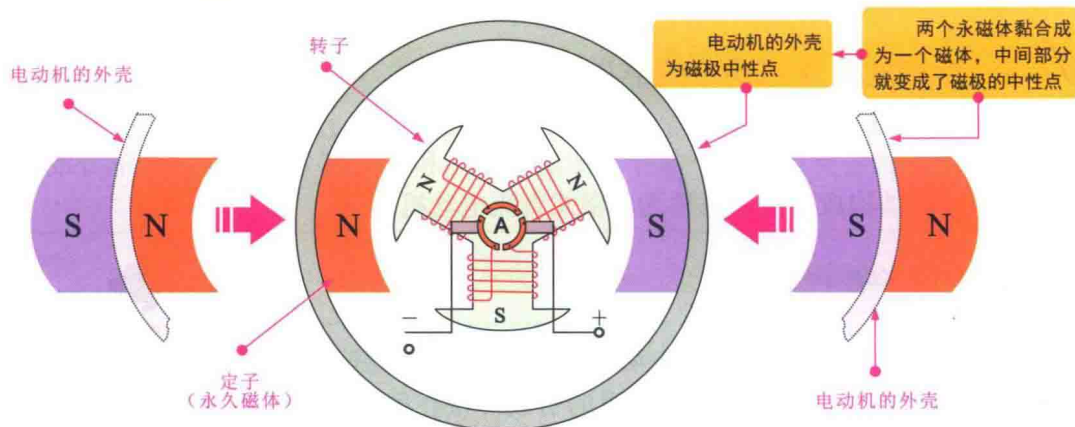


1 永磁式直流电动机的定子

图1-2 永磁式直流电动机定子的结构



如图1-2所示，由于两个永磁体全部安装在一个由铁磁性材料制成的圆筒内，则圆筒外壳就成为中性磁极部分，内部两个磁体分别为N极和S极，这就构成了产生定子磁场的磁极，转子安装于其中就会受到磁场的作用而产生转动力矩。



2 永磁式直流电动机的转子

图1-3 永磁式直流电动机转子的结构



如图1-3所示，永磁式直流电动机的转子是由绝缘轴套、换向器、转子铁芯、绕组及转轴（电动机轴）等部分构成的。

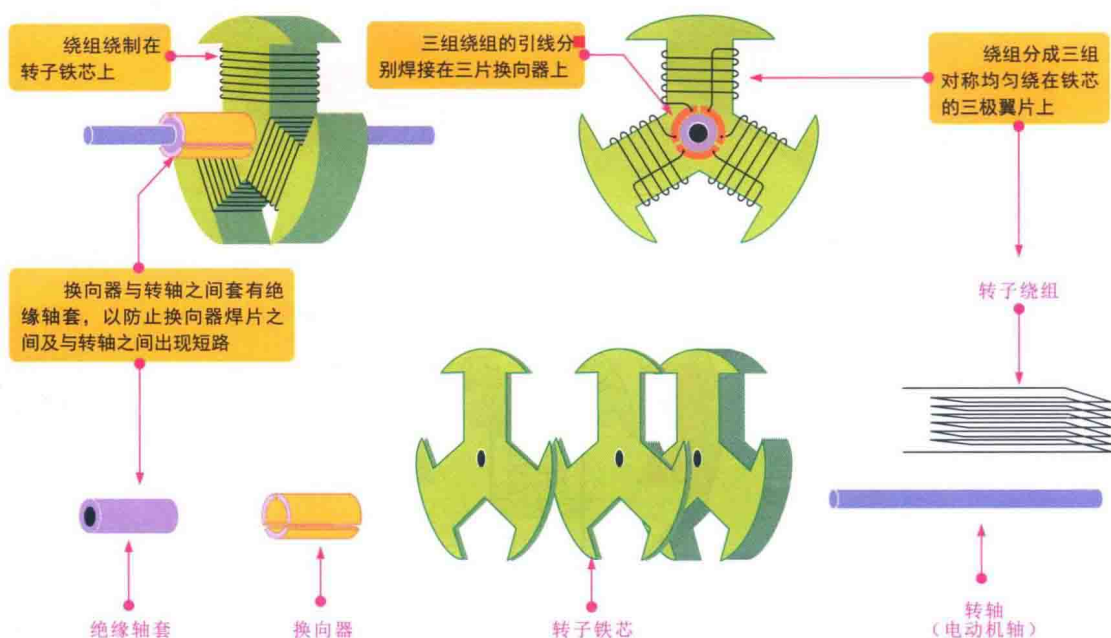
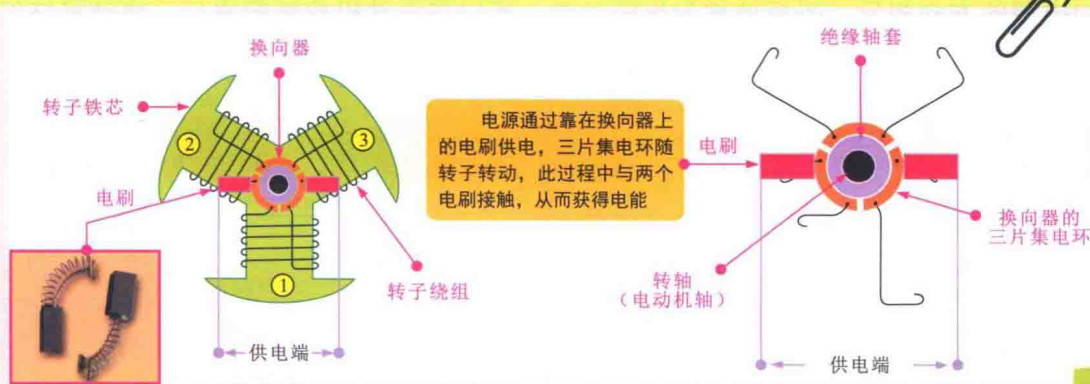


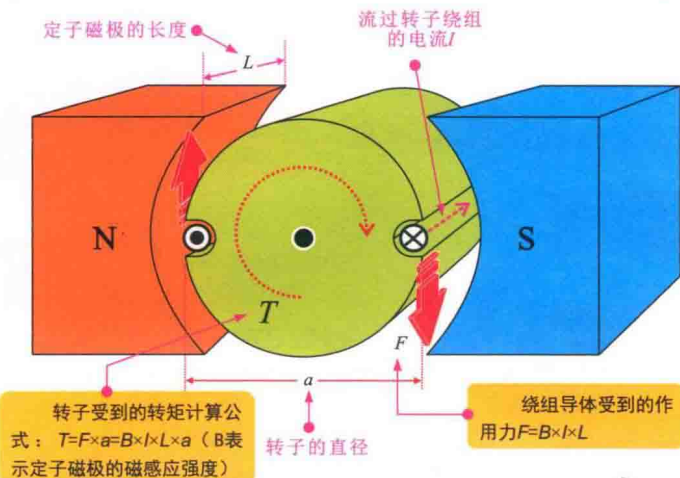
图1-4 永磁式直流电动机转子中的整流子与电刷

如图1-4所示，换向器是将三个（或多个）环形金属片（铜或银材料）嵌在绝缘轴套上制成的，是转子绕组的供电端。电刷是由铜石墨或银石墨组成的导电块，电刷通过压力弹簧的压力接触到换向器上，也就是说电刷和换向器是靠弹性压力互相接触向转子绕组传送电流的。



1.1.2 永磁式直流电动机的原理

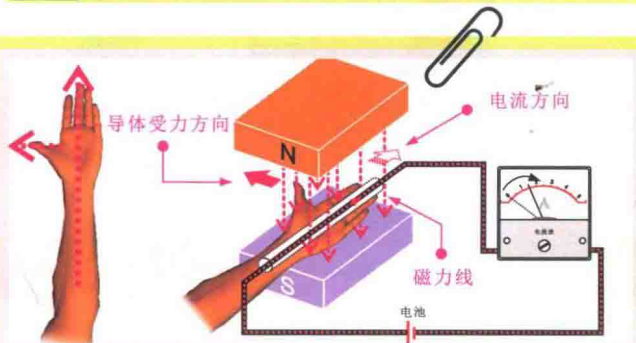
图1-5 直流电动机转矩产生的原理



如图1-5所示，根据电磁感应原理（左手定则），当导体在磁场中有电流流过时就会受到磁场的作用而产生转矩。这就是直流电动机的旋转机理。

增加转子的直径、加长转子轴向上的长度、增强转子绕组的电流及增强定子磁极的磁感应强度都会增大电动机的转矩

图1-6 左手定则



如图1-6所示，通电导体在外磁场中的受力方向一般可用左手定则判断，即伸开左手，使拇指与其余四指垂直，并与手掌在同一平面内，让磁力线穿入手心（手心面向磁场N极），四指指向电流方向，拇指所指的方向就是导体的受力方向。

转子绕组有电流流过时，导体受到定子磁场的作用所产生力的方向，遵循左手定则。



图1-7 永磁式直流电动机的反电动势



如图1-7所示，由于永磁式直流电动机外加直流电源后，转子会受到磁场的作用力而旋转，当转子绕组旋转时又会切割磁力线而产生电动势，该电动势的方向与外加电源的方向相反，因而被称为反电动势，所以当电动机旋转起来后，电动机绕组所加的电压等于外加电源电压与反电动势之差。其电压小于启动电压。

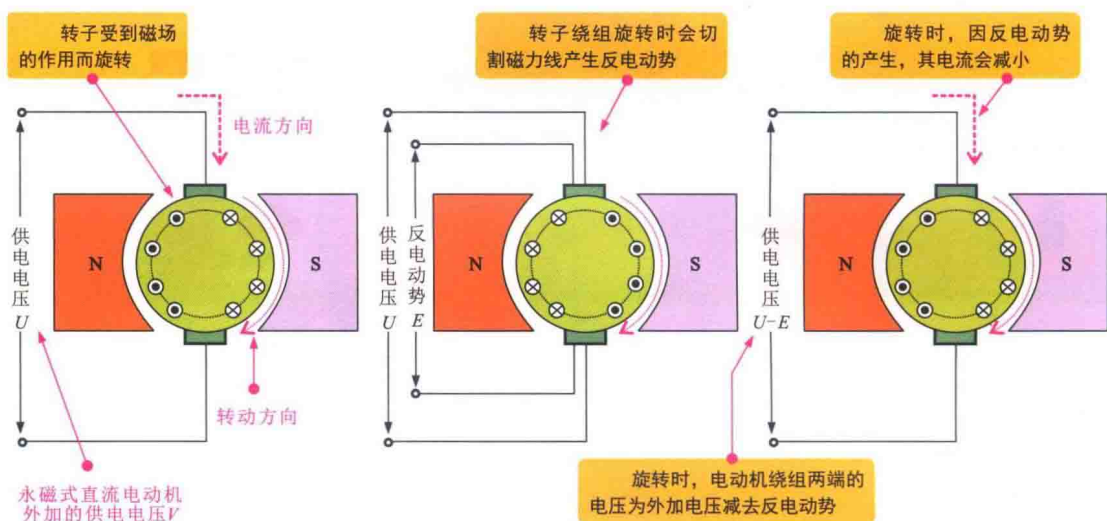
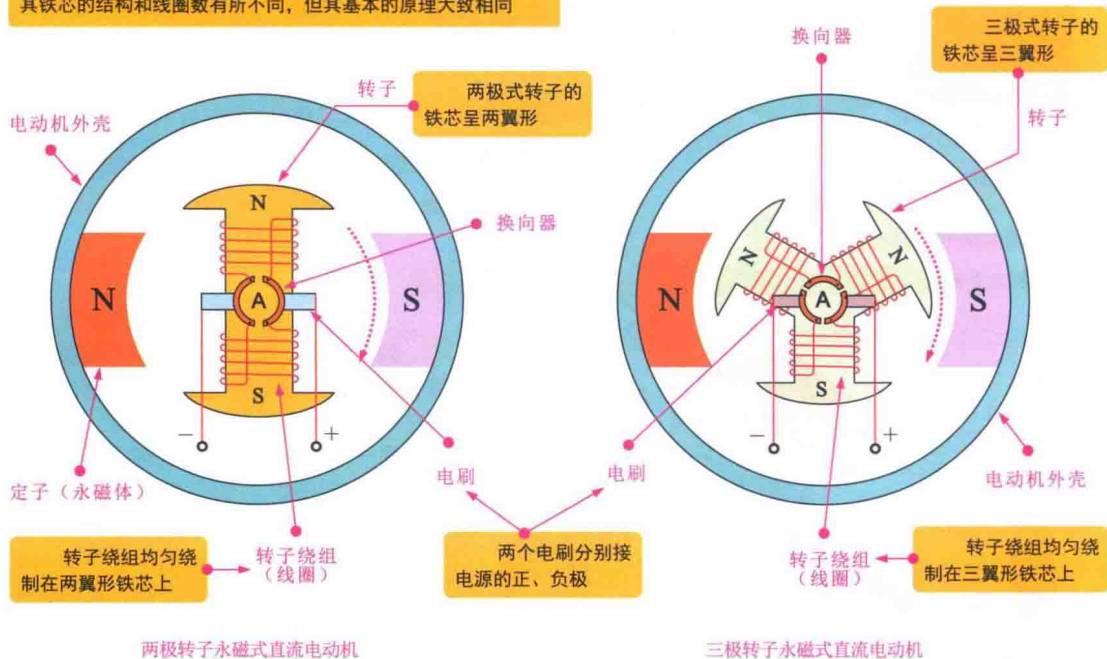


图1-8 两极转子永磁式直流电动机和三极转子永磁式直流电动机的结构



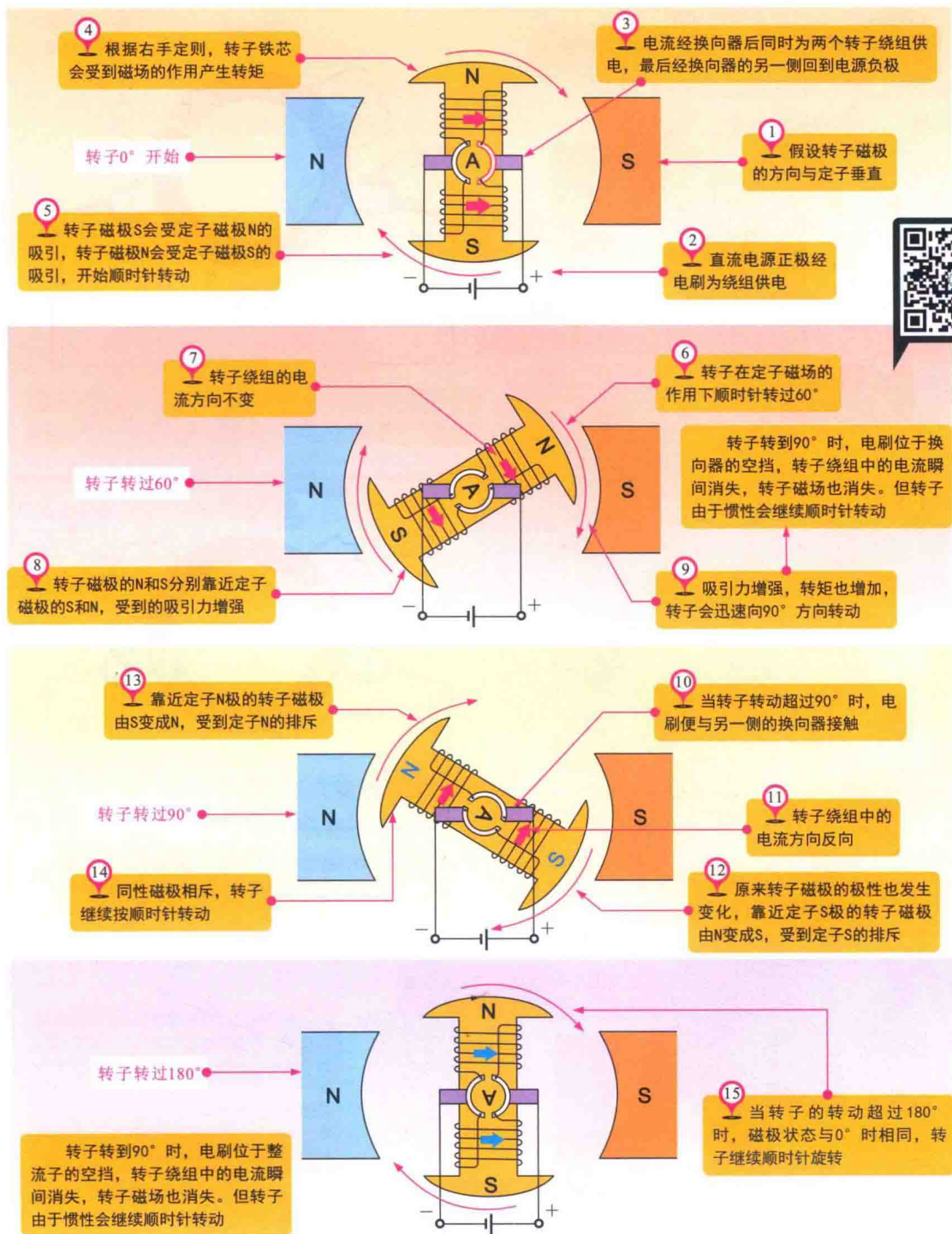
永磁式直流电动机有两极转子、三极转子和多极转子之分，其铁芯的结构和线圈数有所不同，但其基本的原理大致相同



1 两极转子结构的永磁式直流电动机转动原理

图1-9 两极转子结构的永磁式直流电动机转动原理

图1-9为永磁式直流电动机（两极转子）的转动过程。



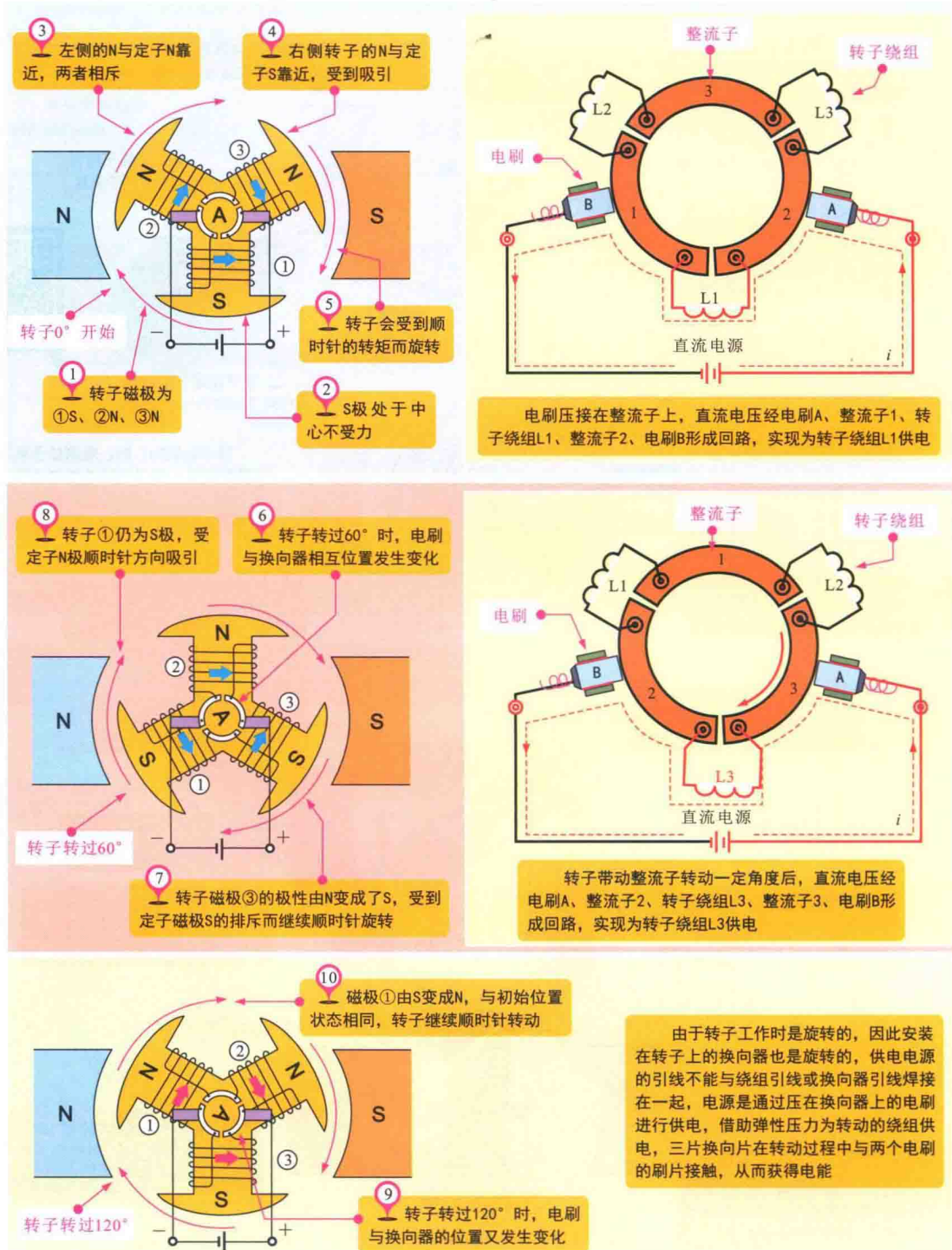


2 三极转子结构的永磁式直流电动机转动原理

图1-10 三极转子结构的永磁式直流电动机转动原理



图1-10为永磁式直流电动机（三极转子）的转动过程。



1.2 电磁式直流电动机的特点

1.2.1 电磁式直流电动机的结构

图1-11 电磁式直流电动机的结构

如图1-11所示，电磁式直流电动机是将用于产生定子磁场的永磁体用电磁铁取代，定子铁芯上绕有绕组（线圈），转子部分是由转子铁芯、绕组（线圈）、整流子及转轴组成的。



① 电磁式直流电动机的定子

图1-12 电磁式直流电动机定子的结构

如图1-12所示，电磁式直流电动机的外壳内设有两组铁芯，铁芯上绕有绕组（定子绕组），绕组由直流电压供电，当有电流流过时，定子铁芯便会产生磁场。

