

# 电动机

维修从入门到精通

扫码看视频

张伯龙 主编



电动机

发电机

潜水泵



化学工业出版社

# 电动机

## 维修从入门到精通

DIANDONGJI

WEIXIU CONG RUMEN DAO JINGTONG

张伯龙 主编



化学工业出版社

·北京·

本书全面介绍了电动机维修必备的电路识图、检修的各项知识和技能要点，书中从最基本的电动机修理基础知识着手，讲解电动机的绕组与拆装、绕组重绕、计算方法及改制，单相异步电动机、三相异步电动机、直流电动机嵌线与维修技术，电子调速直流电机、罩极式电动机及同步电机维修技术，潜水泵维修技术、电动机维修常用工具和材料、电动机常见故障与检修、绕组的浸漆与烘干、电动机的检查与试验等内容。在绕组重绕计算中采用较简易的实用计算方法；对各类电动机绕组的分布和接线，采用展开图和简易圆图进行介绍，维修技能部分配合二维码看视频，易学、易懂。

本书可供电气技术人员、电气工人、维修电工人员、工厂及农村电工以及电气爱好者阅读，也可作为再就业培训、高职高专和中等教育以及维修短训班教材使用。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

电动机维修从入门到精通/张伯龙主编. —北京: 化学工业出版社, 2017. 12

ISBN 978-7-122-30660-9

I. ①电… II. ①张… III. ①电机-安装②电机-检修 IV. ①TM3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 232047 号

---

责任编辑: 刘丽宏

装帧设计: 刘丽华

责任校对: 宋 夏

---

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 刷: 北京京华铭诚工贸有限公司

装 订: 三河市瞰发装订厂

850mm × 1168mm 1/32 印张18 $\frac{1}{2}$  字数532千字 2018年1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: 78.00 元

版权所有 违者必究

# 前言

Foreword

电动机广泛应用于工农业生产、国防建设、科学研究和日常生活等各个方面。目前,在我国电网的总负荷中,电动机的用电量约占60%,充分说明电动机在我国国民经济生产和人们生活中所起的作用非同一般。由于电动机的控制系统千差万别,在使用和运行过程中,电动机不可避免地会出现各种各样的故障,要求电工及电气维修人员全面了解电动机的控制系统及原理,掌握维修方法,及时排除故障,使设备尽快正常运行。为了能使学习者全面、快速掌握电动机控制电路及维修相关的知识和技能,组织编写了本书。

本书结合笔者多年的工作实际,以师傅带徒弟的方式,从最基本的电动机修理基础知识着手,讲解电动机的绕组与拆装、绕组重绕、计算方法及改制,单相异步电动机、三相异步电动机、直流电动机嵌线与维修技术,电子调速直流电动机、罩极式电动机及同步电机维修技术,电动机维修常用工具和材料、电动机常见故障与检修、绕组的浸漆与烘干、电动机的检查与试验等内容。在绕组重绕计算中采用较简易的实用计算方法;对各类电动机绕组的分布和接线,采用展开图和简易圆图进行介绍,直观、易懂。

全书内容特点:

- ❖ 内容全面,覆盖面广:帮助读者全面精通电动机维修与控制技术,既说明了电机安装、检修、绕线、布线、接线的各项技能、技巧,又用图解形式直观展示和分析了各类型电动机控制系统和电路,给出了广大电工、电动机维修工和爱好者学习的全方位解决方案。
- ❖ 通俗易懂,实用性强:书中内容从初学者学习实用技术和知识的需要出发,尽可能地把复杂的基础知

识和理论通俗化和实用化，将繁琐的公式简易化，再辅以简明的分析；技能的操作附有大量的图片和典型电路说明，读者零基础就能学会。

- ❖ 配套视频资源：通过书中二维码扫描可以直观地学习电机绕组布线接线、安装维修等各项要领。

本书由张伯龙主编，参加编写的还有黄文明、王发海、王雨春、徐忠波、张伟、周建伦、班积辉、陈义、邓名凤、甘科、高江彭、高文广、官辉、杜月梅、牛培、祖春旭、齐白雪，全书由张伯虎统稿。

由于水平所限，书中不足之处难免，恳请广大读者批评指正。

编者



# 目录

## CONTENTS

### 第 1 章 电机检修基础

- |       |            |     |
|-------|------------|-----|
| 1.1   | 认识电动机及产品型号 | 001 |
| 1.2   | 电机检修工具与仪表  | 008 |
| 1.2.1 | 常用的工具      | 008 |
| 1.2.2 | 常用仪表       | 013 |
| 1.2.3 | 电动机维修专用工具  | 017 |
| 1.3   | 电机常用电工材料   | 019 |
| 1.3.1 | 电磁线        | 019 |
| 1.3.2 | 电机的引出线     | 021 |
| 1.3.3 | 电机用电刷      | 022 |
| 1.3.4 | 绝缘材料       | 024 |



8,16

### 第 2 章 电动机基本原理与维修技术

- |       |                 |     |
|-------|-----------------|-----|
| 2.1   | 三相异步电动机的机构及工作原理 | 033 |
| 2.1.1 | 三相电动机的结构        | 033 |
| 2.1.2 | 三相交流异步电动机的工作原理  | 037 |
| 2.1.3 | 三相异步电动机的铭牌      | 039 |
| 2.2   | 单相异步电动机的结构与工作原理 | 046 |
| 2.2.1 | 单相异步电动机的结构      | 046 |



2.2.2	单相异步电动机的工作原理	050
2.3	电动机的拆卸与安装	052
2.3.1	电动机的拆卸	052
2.3.2	电动机的安装	055
2.4	电动机应用检验	059

## 第3章 电动机绕组连接嵌入与改制

3.1	电动机绕组与连接	062
3.1.1	电动机绕组及线圈	062
3.1.2	绕组的连接方式	065
3.2	绕组重绕	070
3.2.1	数据记录	070
3.2.2	拆除旧绕组	072
3.2.3	清理铁芯	075
3.2.4	绕制线圈	076
3.2.5	绝缘材料的准备	088
3.2.6	嵌线	090
3.2.7	垫相绝缘	093
3.2.8	接线	093
3.2.9	绑扎及整形	094
3.2.10	浸漆和烘干	094
3.2.11	电动绕组及电动机特性试验	097
3.3	电动机绕组改制及重绕计算	099
3.3.1	绕组的改制	099
3.3.2	电动机改极改压	105
3.3.3	导线的改制	109
3.4	各种形式绕组的绕制与嵌线接线工艺	113
3.4.1	绕线工艺	113

3.4.2	嵌线和接线工艺	115
3.4.3	绕组的绝缘处理	121
3.4.4	绕组中极相组之间的连接	124
3.4.5	小功率三相异步电动机的接线标志	125



127,181

## 第4章 三相电动机绕组绕制与修理

4.1	三相电机定子绕组嵌线与连接技术	126
4.1.1	三相单层交叉绕组嵌线	126
4.1.2	单层链式绕组的嵌线方法	161
4.1.3	三相2极电动机单层绕组的下线方法	166
4.1.4	单层同心式绕组的下线方法	170
4.1.5	单层同心式双路并联绕组的下线方法	175
4.1.6	单层链式绕嵌线步骤	176
4.2	双层绕组的下线方法及绕组展开分解图	180
4.2.1	三相4极36槽节距为1~8的双层叠绕 单路连接绕组下线、接线方法	180
4.2.2	三相4极36槽节距为1~8的双层叠绕 2路并联绕组展开分解图及接线方法	197
4.2.3	三相4极36槽节距为1~8的双层叠绕 4路并联绕组展开分解图及接线方法	201
4.2.4	三相4极36槽节距为1~9的双层叠绕 单路连接绕组下线、接线方法	204
4.2.5	三相4极36槽节距为1~9的双层叠绕 2路并联绕组展开分解图及接线方法	210
4.2.6	三相2极36槽节距为1~13的双层叠绕 单路连接绕组下线方法及接线方法	212
4.2.7	三相2极36槽节距为1~13的双层叠绕 2路并联绕组展开分解图及接线方法	220





4.3	实际电动机绕组嵌线与接线顺序图表	222
4.3.1	各种槽数单层链式绕组展开图及嵌线顺序图表	222
4.3.2	各种槽数单层同心式绕组展开图及嵌线顺序图表	228
4.3.3	各种槽数单层交叉式绕组展开图及嵌线顺序图表	236
4.3.4	各种槽数单层同心交叉式绕组展开图及嵌线顺序图表	241
4.3.5	单层叠式绕组展开图及嵌线顺序图表	245
4.3.6	各种槽数双层叠式绕组展开图及嵌线顺序图表	250
4.4	三相异步电动机转子绕组的修理	260
4.4.1	铸铝转子的修理	260
4.4.2	绕线转子的修理	261

## 第5章 单相电动机绕组及检修技术

5.1	单相交流电动机的绕组	263
5.1.1	单相异步电动机的绕组	263
5.1.2	单相异步电动机绕组及嵌线方法	263
5.1.3	常用的单相异步电动机定子绕组举例	270
5.1.4	单相异步电动机的故障及处理	286
5.1.5	单相异步电动机的重绕计算	291
5.2	单相串励电动机的电枢绕组常见故障及处理方法	299
5.2.1	电枢绕组的绕制	299
5.2.2	电枢绕组与换向片的连接规律	301
5.2.3	单相串励电动机常见故障及处理方法	303
5.2.4	定子线包短路、断路、通地的检查方法	306

5.2.5	电枢绕组故障检查	307
5.2.6	换向部位出现故障的检查方法	309
5.2.7	单相串励电动机噪声产生原因及降噪方法	313

## 第 6 章 直流电动机及维修

6.1	直流电动机的结构和工作原理	314
6.2	直流电动机接线图	315
6.3	直流电动机绕组展开图	316
6.4	直流电动机常见故障及检查	320
6.4.1	电刷下火花过大	320
6.4.2	产生火花的原因及检查方法	320
6.4.3	换向器的检修	322
6.4.4	电刷的调整方法	323
6.4.5	发电机不发电、电压低及电压不稳定	324
6.4.6	电动机不能启动	325
6.4.7	电动机转速不正常	326
6.4.8	电枢绕组过热或烧毁	326
6.4.9	磁极线圈过热	326
6.4.10	电枢振动	327
6.4.11	直流电机的拆装	327

## 第 7 章 同步电动机与发电机维修

7.1	同步电机的结构及原理	328
7.1.1	同步发电机的工作原理	328
7.1.2	同步发电机的结构	331

7.1.3	同步发电机的型号	332
7.1.4	同步电动机结构与工作原理	334
7.2	同步电动机的维修	337
7.2.1	同步电动机的日常维护	337
7.2.2	同步发电机的定期维护保养	345
7.2.3	同步发电机电枢绕组(定子)的故障及处理	349
7.2.4	定子铁芯的修理	351
7.2.5	励磁绕组(转子)的修理	352
7.2.6	发电机的干燥处理	353
7.3	同步发电机试验项目	356

## 第 8 章 潜水电泵电机维修

8.1	潜水电泵的主要用途与特点	359
8.1.1	井用潜水电泵的总体结构	359
8.1.2	井用潜水电泵定子绕组的绝缘结构	366
8.1.3	井用潜水电泵的密封结构	367
8.2	潜水电泵的使用及维护	372
8.2.1	潜水电泵使用前的准备及检查	372
8.2.2	井用潜水电泵的定期检查及维护	373
8.2.3	潜水电泵的定期检查及维护	376
8.3	潜水电泵电机与潜水泵常见故障与维修	377
8.3.1	潜水电泵不能启动、突然不转的原因及 处理方法	377
8.3.2	潜水电泵过载、出水少的原因及处理方法	381
8.3.3	潜水电耗定子绕组故障的原因及处理方法	383
8.4	潜水电泵定子绕组常见故障的分析及处理	385
8.4.1	潜水电泵定子绕组接地故障	385
8.4.2	潜水电泵定子绕组短路故障	387

8.4.3	潜水电泵定子绕组断路故障	392
8.4.4	潜水电泵因过载使定子绕组烧坏的检查	393
8.4.5	潜水电泵因单相运行而烧坏的主要特征及 主要原因	394
8.4.6	潜水电泵定子绕组其他故障的检查	395
8.4.7	潜水电机绕组重绕	397



398,418  
419,423  
424,425

## 第9章 单相电动机控制电路

9.1	单相异步电动机启动元件	398
9.1.1	离心开关	398
9.1.2	启动继电器	399
9.1.3	电容器	402
9.1.4	PTC 启动器	403
9.2	单相电动机的运行方式及控制电路	405
9.2.1	单相电动机的运行方式	405
9.2.2	单相异步电动机正反转控制电路	409
9.2.3	单相异步电动机调速控制电路	413

## 第10章 三相交流电动机控制电路

10.1	笼型电动机的启动控制线路	418
10.1.1	直接启动控制线路	418
10.1.2	降压启动控制线路	420
10.2	电动机正反转控制线路	424
10.2.1	电动机正反转线路	424



10.2.2	正反转自动循环线路	426
10.3	电动机制动控制线路	427
10.3.1	能耗制动控制线路	427
10.3.2	反接制动控制线路	428
10.4	点动控制和联动控制线路	430
10.4.1	点动控制线路	430
10.4.2	联锁或互锁线路	431
10.4.3	多点控制线路	433
10.4.4	工作循环自动控制	433
10.5	电动机的调速控制	435
10.5.1	双速电动机高低速控制线路	435
10.5.2	多速电动机的控制线路	437
10.6	线绕转子异步电动机控制电路	441
10.6.1	绕线转子异步电动机的自动控制线路	441
10.6.2	绕线转子异步电动机的正反转及调速控制 线路	442
10.7	电动机的保护	443
10.7.1	保护方式	443
10.7.2	保护电路分析	445

## 第11章 直流电动机控制电路

11.1	直流电动机的启动与制动控制电路	447
11.1.1	串励直流电动机的控制电路	447
11.1.2	并励直流电动机的控制电路	448
11.1.3	直流电动机的保护电路	450
11.2	电器控制自动调速系统	451
11.2.1	直流发电机——电动机系统	451
11.2.2	电机扩大机的自动调速系统	452

11.2.3	晶闸管——直流电动机调速	457
11.2.4	开环直流电机调速器	463
11.2.5	闭环直流调速器	466

## 第12章 电动机变频器控制电路

12.1	通用变频器的基本结构原理	473
12.1.1	变频器基本结构	473
12.1.2	通用变频器的控制原理及类型	474
12.2	变频器的电路应用	480
12.2.1	变频器的基本控制功能与电路	480
12.2.2	起重机械专用变频器电路分析	484
12.2.3	车床变频调速系统电路分析	487
12.2.4	龙门刨床控制电路分析	489
12.2.5	风机变频调速电路分析	493
12.2.6	变频器一控多电路分析	493
12.3	变频器的维护与保养	496
12.3.1	通用变频器的维护保养	496
12.3.2	通用变频器的基本检测	504
12.3.3	常见变频器故障诊断和处理措施	509

## 第13章 电机维修实例图解

13.1	电机拆卸过程	515
13.1.1	接线盒拆卸	515
13.1.2	风扇罩与风扇拆卸	515



视频  
页码

522,523

537,538

540

13.1.3	端盖与转子拆卸	516
13.2	电机定子线圈的拆卸与槽清理	518
13.2.1	绕组拆卸	518
13.2.2	槽的清理	519
13.3	线圈的绕制与绝缘槽楔的制备	519
13.3.1	线圈的绕制	519
13.3.2	绝缘纸与槽楔制备	520
13.4	定子绕组的嵌线与接线、捆扎	522
13.4.1	定子绕组嵌线过程	522
13.4.2	嵌线	523
13.4.3	绕组判断与接线	534
13.4.4	垫相间绝缘与绕组的捆扎	537
13.4.5	绕组的浸漆	538
13.4.6	绝缘检测	539
13.5	电机的组装	540
13.5.1	端盖与转子的组装	540
13.5.2	风扇与风扇罩的组装	542
13.5.3	出线端子接线与线端盖安装	542

## 附录

附录一	电动机启动控制线路的计算	545
附录二	电动机制动控制线路的计算	560
附录三	电动机调速控制线路的计算	565
参考文献		573

# 第1章

## 电机检修基础

### 1.1 认识电动机及产品型号

电机的类型很多，但其工作原理都基于电磁感应定律和电磁力定律。根据应用的不同，电动机有好多种类，如图1-1所示。

电机的分类方法很多，按其功能来看，可分为：

- ① 发电机：把机械能转换成电能。
- ② 电动机：把电能转换成机械能。

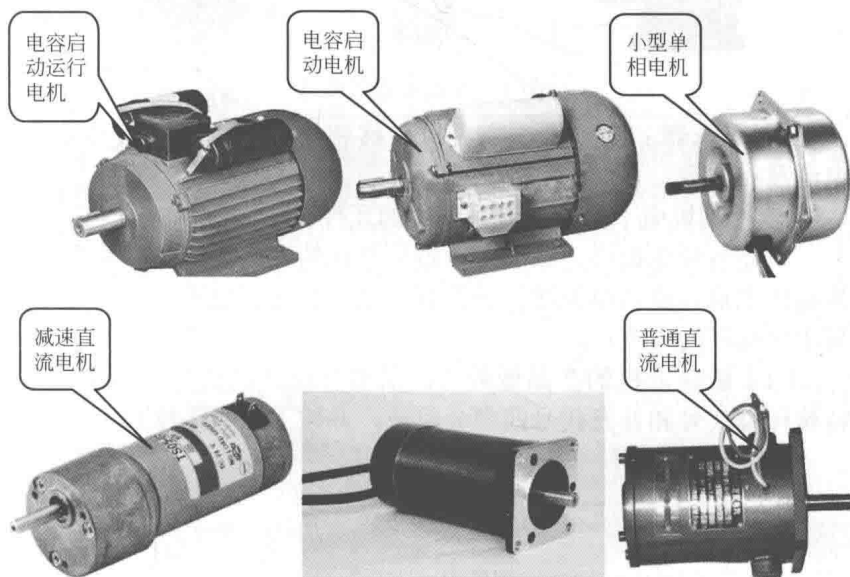


图1-1





图1-1 形形色色的电机

③ 变压器：变频机、交流机、移相器。分别用于改变电压、电流及相位等。

④ 控制机电：作为控制系统中的元件。

上述各种电机中，除了变压器是静止的电气设备外，其余的均为旋转电机。旋转电机通常分为直流电机和交流电机，后者又分为异步电机和同步电机。

(1) 旋转电机的产品型号 产品型号由产品代号、规格代号、特殊环境代号和补充代号四部分组成，并按下列顺序排列：

