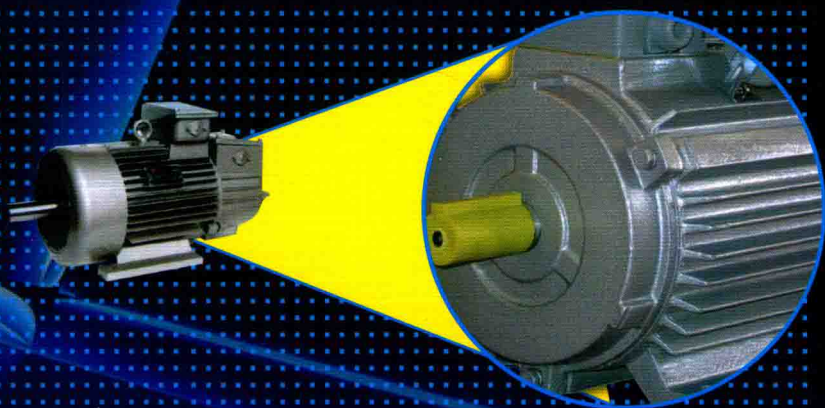


电机维修技术 速查常备手册

孙克军 主编
王忠杰 商晓梅 副主编

DIANJI WEIXIU JISHU
SUCHA CHANGBEI SHOUCHE



化学工业出版社

DIANJI WEIXIU JISHU
SUCHA CHANGBEI SHOUCE

电机维修技术 速查常备手册

孙克军 主编
王忠杰 商晓梅 副主编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

电机维修技术速查常备手册/孙克军主编. —北京:
化学工业出版社, 2016.9
ISBN 978-7-122-27590-5

I. ①电… II. ①孙… III. ①电机-维修-技术手册
IV. ①TM307-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 157035 号

责任编辑: 卢小林

装帧设计: 王晓宇

责任校对: 宋 玮

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: 三河市延风印装有限公司

850mm×1168mm 1/32 印张 12 $\frac{3}{4}$ 字数 338 千字

2016 年 10 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: 48.00 元

版权所有 违者必究

前言

电机广泛使用于工农业生产、人民生活的方方面面，并且发展快速，大量新技术、新材料的应用更新对电机维修人员提出了更高的要求。为了满足广大电机维修人员的需求，我们组织编写了本手册。

本手册针对的读者主要是初、中级电机维修人员，是电机维修人员的常备手册。因此，本手册既包含了工矿企业常用电动机维护保养、故障排除、绕组修理等方法与技巧，又包含了电机维修工作中必备的常用电动机的主要技术数据。有利于电机维修人员合理地选择电动机、正确地安装使用维护电动机。力求电机维修人员能够准确地判断电动机发生故障的原因、迅速地排除电动机的常见故障，还可以满足电机修理人员的需求，方便地查找到电动机的常用技术数据。

本手册的特点是突出“常备”二字，一是“常用”，二是“必备”。手册中所选的电动机重点是工矿企业常用的三相异步电动机的检修以及绕组绕制工艺、绕组焊接工艺、绕组浸漆工艺和电动机试验方法，简要介绍了其他电动机（如单相异步电动机、直流电动机、变级多速电动机、潜水电泵、防爆电动机等）的检修方法，手册中所介绍的电动机安装使用、维护保养、故障排除等方法主要是电机维修人员日常工作中经常遇到的实际问题，手册中所搜集的技术数据主要是电机维修人员工作中必备的技术数据。

本手册的另一个特点是“简明、实用”。手册中所介绍的电动机的基本结构和工作原理力求简单明了（例如基本结构尽量采用立体图，工作原理尽量采用简答的形式，达到通俗易懂）；手册中所介绍的电动机的使用、维护、故障排除等方法与技巧，力求突出实用性、实践性和针对性（例如维修实例要源于实践，可操作性强）。

本书由孙克军任主编，王忠杰、商晓梅任副主编。第1章由商晓梅编写，第2章由王忠杰编写，第3章由孙克军编写，第4章由王素芝编写，第5章由马丽编写，第6章由樊伟编写，第7章由刘浩编写，第8章由朱维璐编写，第9章由李斌编写，第10章由梁永春编写，第11章由韩宁编写，第12章由王佳编写，第13章由王晓晨编写、第14章由马超编写。我们对关心本书出版、热心提出建议和提供资料的单位和个人在此一并表示衷心地感谢。

由于水平所限，书中难免有不妥之处，希望广大读者批评指正。

编者

目录

第1章 电动机维修基础知识

1 /

1.1 电机的分类	1
1.2 电动机的绝缘等级与温升	3
1.2.1 绝缘材料的耐热等级	3
1.2.2 电动机的温升和温升限值	3
1.3 电动机的防护型式	4
1.4 电动机的工作制	5
1.5 电机维修常用量具的使用	6
1.5.1 外径千分尺	6
1.5.2 游标卡尺	8
1.6 电机维修常用材料	9
1.6.1 常用导电材料	9
1.6.2 常用绝缘材料	21
1.6.3 常用辅助材料	28

第2章 三相异步电动机的检修

31 /

2.1 三相异步电动机概述	31
2.1.1 三相异步电动机的基本结构	31
2.1.2 三相异步电动机工作原理	31
2.1.3 三相异步电动机的接法	34
2.1.4 三相异步电动机的额定值	35
2.2 三相异步电动机的绕组	36

2.2.1	交流电动机绕组常用名词术语	36
2.2.2	三相异步电动机绕组的分类	40
2.2.3	单层绕组的特点与实例	41
2.2.4	双层绕组的特点与实例	45
2.3	三相异步电动机的使用与维护	48
2.3.1	电动机的熔体的选择	48
2.3.2	三相异步电动机启动前的准备和检查	49
2.3.3	三相异步电动机启动时的注意事项	50
2.3.4	三相异步电动机运行时的监视	51
2.3.5	改变三相异步电动机旋转方向的方法	52
2.3.6	三相异步电动机的定期维修	53
2.4	三相异步电动机定子绕组的检修	55
2.4.1	定子绕组绝缘电阻下降的检修	55
2.4.2	定子绕组接地故障的检修	56
2.4.3	定子绕组短路故障的检修	57
2.4.4	定子绕组断路故障的检修	60
2.4.5	三相绕组首尾端的判别	62
2.4.6	定子绕组中个别线圈接反或嵌反的检查	64
2.4.7	交流电动机三相电流不平衡的原因	65
2.5	三相异步电动机转子绕组的检修	66
2.5.1	笼型转子绕组常见故障的检修	66
2.5.2	绕线式转子常见故障的检修	68
2.6	三相异步电动机的常见故障及其排除方法	71

第3章 变极多速三相异步电动机

75 /

3.1	变极多速三相异步电动机概述	75
3.1.1	变极多速三相异步电动机的特点	75
3.1.2	变极多速三相异步电动机的分类	75
3.1.3	变极多速三相异步电动机的变极方法	76

3.2 变极多速三相异步电动机的基本原理	76
3.2.1 反向变极法	76
3.2.2 换相变极法	80
3.2.3 不同节距变极法	80
3.3 变极多速三相异步电动机的使用与维修	83
3.3.1 变极多速电动机三相绕组的连接	83
3.3.2 变极多速三相异步电动机的维修	85

第4章 单相异步电动机的检修

86 /

4.1 单相异步电动机概述	86
4.1.1 单相异步电动机的基本结构	86
4.1.2 单相异步电动机的工作原理	88
4.1.3 单相异步电动机的分类	92
4.2 单相异步电动机的绕组	92
4.2.1 单相异步电动机的同心式绕组	92
4.2.2 单相正弦绕组	93
4.2.3 单相异步电动机的罩极式绕组	100
4.3 单相异步电动机的使用与维修	101
4.3.1 罩极式单相异步电动机的启动	101
4.3.2 改变单相异步电动机转向的方法	102
4.3.3 单相异步电动机电容器的选择	103
4.3.4 单相异步电动机的维修	103
4.3.5 分相式单相异步电动机常见故障及其排除方法	105
4.3.6 罩极式单相异步电动机常见故障及其排除方法	107

第5章 直流电机

108 /

5.1 直流电机概述	108
5.1.1 直流电机的基本结构	108

5.1.2	直流发电机的工作原理	111
5.1.3	直流电动机的工作原理	112
5.1.4	直流电机励磁方式	113
5.1.5	直流电机的用途和分类	115
5.1.6	直流电机的额定值和绕组线端的标志	116
5.1.7	并励直流发电机的自励条件	117
5.2	直流电机的绕组	118
5.2.1	直流电机电枢绕组常用名词术语与分类	118
5.2.2	单叠绕组的特点与实例	121
5.2.3	复叠绕组的特点与实例	124
5.2.4	单波绕组的特点与实例	125
5.2.5	复波绕组的特点与实例	127
5.2.6	换向极与换向极绕组	128
5.2.7	补偿绕组	129
5.3	直流电机的使用与维护	130
5.3.1	直流电动机的使用	130
5.3.2	改变直流电动机转向的方法	131
5.3.3	直流电动机运行中的维护	132
5.3.4	改善换向的方法	132
5.3.5	直流电动机电刷的选用与放置	134
5.4	直流电动机的检修	137
5.4.1	电枢绕组接地的检修	137
5.4.2	电枢绕组短路的检修	138
5.4.3	电枢绕组断路的检修	140
5.4.4	换向器和电刷常见故障的检修	140
5.5	直流电机的常见故障及其排除方法	143

第6章 特种电动机的检修

147 /

6.1	单相串励电动机与电动工具	147
-----	--------------------	-----

6.1.1	单相串励电动机的用途和特点	147
6.1.2	单相串励电动机的基本结构	148
6.1.3	单相串励电动机的工作原理	148
6.1.4	单相串励电动机使用前的准备及检查	150
6.1.5	单相串励电动机使用前的维修	150
6.1.6	单相串励电动机的常见故障及其排除方法	151
6.1.7	电钻的使用与检修	154
6.1.8	电锤的使用与检修	157
6.1.9	电动曲线锯的使用与检修	159
6.2	潜水电泵	162
6.2.1	潜水电泵概述	162
6.2.2	潜水电泵的基本结构	163
6.2.3	潜水电泵的使用	165
6.2.4	潜水电泵的保养	166
6.2.5	潜水电泵的定期检查与维护	167
6.2.6	潜水电泵常见故障及其排除方法	168
6.3	电磁调速电动机	170
6.3.1	概述	170
6.3.2	电磁调速三相异步电动机的基本结构	170
6.3.3	电磁调速三相异步电动机的工作原理	170
6.3.4	电磁调速三相异步电动机的选用	173
6.3.5	电磁调速电动机的试车、启动、调速和停车	173
6.3.6	电磁调速三相异步电动机的维护	174
6.3.7	电磁调速三相异步电动机常见故障及其排除方法	175
6.4	防爆电动机	177
6.4.1	防爆电动机概述	177
6.4.2	防爆电动机的结构特点	178
6.4.3	防爆电动机的安装	180
6.4.4	防爆电动机的接线	180
6.4.5	防爆电动机的拆卸与存放	181

6.4.6 防爆电动机的运行与维护	182
-------------------------	-----

第7章 电动机的拆卸与装配

184 /

7.1 电动机引线的拆装	184
7.2 电动机的拆装步骤	184
7.3 电动机的带轮和联轴器的拆装	186
7.4 电动机轴承盖与端盖的拆装	187
7.4.1 电动机轴承盖的拆装	187
7.4.2 电动机端盖的拆装	188
7.5 电动机转子与轴承的拆装	189
7.5.1 电动机转子的拆装	189
7.5.2 轴承的拆装	190
7.6 装配质量的检查	194
7.7 充水式井用潜水电动机的拆卸与装配	195

第8章 绕组的拆除、绕制与绝缘结构

197 /

8.1 绕组的拆除	197
8.1.1 记录原始数据	197
8.1.2 拆除绕组的方法	198
8.1.3 拆除绕组后应做的工作	201
8.1.4 单相串励电动机电枢绕组的拆除	202
8.2 线圈制作的技术要求	203
8.3 绕线模的简易计算	204
8.3.1 半圆形绕线模的计算	204
8.3.2 棱形绕线模的计算	205
8.4 线圈的绕制	206
8.4.1 绕线前的准备与电磁线的检查	206
8.4.2 绕制线圈的一般步骤与注意事项	207

8.5 绕组绝缘结构及绝缘规范	209
8.5.1 交流电机绕组的绝缘结构及绝缘规范	209
8.5.2 直流电机绕组的绝缘结构及绝缘规范	212
8.5.3 井用潜水电机定子绕组的绝缘结构	213

第9章 绕组的嵌线工艺

216 /

9.1 常用嵌线工具	216
9.2 嵌线的技术要求	217
9.3 嵌线前的准备工作	218
9.4 放置槽绝缘	219
9.5 嵌线的一般过程及操作方法	220
9.5.1 嵌线的一般过程	220
9.5.2 嵌线的操作方法	221
9.6 单层绕组的嵌线工艺	226
9.6.1 单层链式绕组的嵌线工艺	226
9.6.2 单层交叉式绕组的嵌线工艺	228
9.6.3 单层同心式绕组的嵌线工艺	229
9.7 双层绕组的嵌线工艺	231
9.8 三相绕组的连接	232
9.9 潜水电机绕组的嵌线工艺	237
9.9.1 耐水绝缘导线定子绕组嵌线注意事项	237
9.9.2 耐水绝缘导线的穿线工艺	237
9.9.3 耐水绝缘导线绕入式嵌线工艺	239
9.9.4 定子绕组接头的包扎工艺	239
9.10 单相串励电动机绕入式嵌线工艺	241
9.10.1 电枢绕组的绕向及引线位置	241
9.10.2 电枢绕组绕制方法与注意事项	243
9.10.3 电枢绕组嵌线工艺	244
9.11 直流电机绕组的嵌线工艺	248

第10章 绕组的焊接

253 /

10.1 绕组焊接的重要性与特点	253
10.2 焊接头的连接形式	254
10.2.1 焊接前的准备工作	254
10.2.2 焊接头的连接形式	255
10.3 绕组的钎焊	257
10.3.1 钎焊焊料和焊剂的选择	257
10.3.2 绕组的钎焊工艺	259
10.4 绕组的熔化焊接	264
10.5 绕组焊接质量的检查	266
10.6 单相串励电动机电枢绕组与换向片的焊接	266
10.6.1 电枢绕组与换向片的焊接工艺	266
10.6.2 电枢绕组端部的绑扎	268
10.7 直流机电枢绕组端部的绑扎工艺	268

第11章 绕组的绝缘处理

270 /

11.1 绕组绝缘处理的目的与类型	270
11.2 绕组的浸漆处理工艺	270
11.2.1 预烘	271
11.2.2 浸漆	272
11.2.3 烘干	277
11.3 特殊环境运行电机的绝缘处理	280
11.3.1 特殊环境对电机绝缘的影响	280
11.3.2 特殊环境运行电机的绝缘处理	282

第12章 绕组的检查与试验

286 /

12.1 绕组检查与试验的目的及项目	286
--------------------------	-----

12.2	线圈的检查与试验	287
12.2.1	线圈外观的检查	287
12.2.2	线圈匝数的检查	288
12.2.3	磁极线圈匝间短路检查	289
12.2.4	高压线圈的试验	289
12.3	嵌线后绕组的检查与试验	294
12.3.1	嵌线后绕组外表的检查	294
12.3.2	绕组绝缘电阻的测量	295
12.3.3	绕组直流电阻的测定	296
12.3.4	三相绕组电流平衡试验	299
12.4	潜水电机绕组的检查与试验	300
12.5	单相串励电动机绕组的检查试验与绝缘处理	301

第13章 电动机检修后的检查与试验

302 /

13.1	装配质量的检查	302
13.2	电动机绝缘电阻的测量	303
13.2.1	用绝缘电阻表测量电动机的绝缘电阻	303
13.2.2	用数字绝缘电阻测量仪测量电动机的绝缘电阻	304
13.3	短时升高电压试验	305
13.4	耐压试验	306
13.5	转子开路电压的测定	308
13.6	空载试验	310
13.7	堵转试验	311
13.8	超速试验和短时电流过载试验	312
13.9	特殊电动机的试验	312
13.9.1	单绕组变极多速电动机的试验特点	313
13.9.2	并用潜水电动机的试验特点	314
13.10	单相异步电动机启动元件断开时转速的测定	315

第14章 电动机绕组展开图的识读

317 /

- 14.1 三相异步电动机定子绕组展开图的识读 317
 - 14.1.1 三相异步电动机定子绕组展开图识读的方法步骤 317
 - 14.1.2 三相异步电动机定子绕组展开图识读实例 320
- 14.2 三相异步电动机定子绕组接线圆图的识读 326
 - 14.2.1 三相异步电动机定子绕组接线圆图识读的方法步骤 326
 - 14.2.2 三相异步电动机定子绕组接线圆图识读实例 329

附录 常用电动机的技术数据

337 /

参考文献

389 /

第1章

电动机维修基础知识

1.1 电机的分类

电机的分类方法很多,常用电机的分类方法见表1-1。常用电机的主要类型、性能特点及典型应用见表1-2。

表 1-1 电机的分类

分类方法	特点	名称
按照能量转换方式分类	(1)将机械能转换为电能 (2)将电能转换为机械能 (3)不以功率传递为主要职能,而在自动调节系统中起控制作用	(1)发电机 (2)电动机 (3)控制电机
按照电流性质分类	(1)应用于直流电系统的电机 (2)应用于交流电系统的电机	(1)直流电机 (2)交流电机
按照旋转速度分类	(1)电机的转速 n 恒等于同步转速 n_s (2)电机的转速 n 不等于同步转速 n_s (3)电机没有固定的同步转速 (4)电机的转速可以在宽广的范围内随意调节	(1)同步电机 (2)异步电机 (3)直流电机 (4)交流换向器电机

注:表中 n_s 为电机气隙中旋转磁场的转速, $n_s = \frac{60f}{p}$, 即 n_s 与电流的频率 f 成正比; n_s 与电机的极对数 p 成反比。

表 1-2 电动机的主要种类、性能特点及典型应用

电动机种类			主要性能特点	典型生产机械举例
交流电动机	三相异步电动机	普通笼型	机械特性硬、启动转矩不大、调速时需要调速设备	调速性能要求不高的各种机床、水泵、通风机等
		高启动转矩	启动转矩大	带冲击性负载的机械、如剪床、冲床、锻压机；静止负载或惯性负载较大的机械，如压缩机、粉碎机、小型起重机等
		多速	有几挡转速(2~4速)	要求有级调速的机床、电梯、水泵、通风机等
	绕线转子		机械特性硬(转子串电阻后变软)、启动转矩大、调速方法多、调速性能及启动性能较好	要求有一定调速范围、调速性能较好的生产机械，以及启动、制动频繁且对启动、制动转矩要求高的生产机械，如起重机、矿井提升机、压缩机、不可逆轧钢机等
	单相异步电动机		功率小、机械特性硬、启动性能较差	用于仅有单相电源供电的小功率电气设备，如空调、洗衣机、电风扇等家用电器，以及医疗设备和农副产品加工机械等
	同步电动机		转速不随负载变化，功率因数可调节	转速恒定的大功率生产机械，如大中型鼓风及排风机、泵、压缩机、连续式轧钢机、球磨机等
直流电动机	变频调速用交流电动机		机械特性硬、调速范围宽、平滑性好	要求调速范围大、调速平滑的龙门刨床、高精度车床、可逆轧钢机、电梯等
	他励、并励		机械特性硬、启动转矩大、调速范围宽、平滑性好	调速性能要求高的生产机械，如大型机床(车、铣、刨、磨、镗)、高精度车床、可逆轧钢机、造纸机、印刷机等
	串励		机械特性软、启动转矩大、过载能力强、调速方便	要求启动转矩大、机械特性软的机械，如电车、电气机车、起重机、吊车、卷扬机、电梯等
	复励		机械特性硬度适中、启动转矩大、调速方便	