

工人岗位培训实用技术读本

电机修理技术

吉化公司 组织编写
乔长君 姜洪文 主编



化学工业出版社

工业装备与信息工程出版中心

工人岗位培训实用技术读本

电机修理技术

吉化公司 组织编写
乔长君 姜洪文 主编

化学工业出版社

工业装备与信息工程出版中心

·北 京·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

电机修理技术/乔长君, 姜洪文主编. —北京: 化学工业出版社, 2003.1
工人岗位培训实用技术读本
ISBN 7-5025-4091-1

I. 电… II. ①乔…②姜… III. 电机-维修-技术培训-教材 IV. TM307

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 071330 号

工人岗位培训实用技术读本
电机修理技术

吉化公司 组织编写
乔长君 姜洪文 主编
责任编辑: 刘 哲
责任校对: 顾淑云
封面设计: 郑小红

*

化学工业出版社 出版发行
工业装备与信息工程出版中心
(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)
发行电话: (010) 64982530
<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销
化学工业出版社印刷厂印刷
三河市前程装订厂装订

开本 850 毫米×1168 毫米 1/32 印张 13 字数 346 千字

2003 年 1 月第 1 版 2003 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-4091-1/TM·23

定 价: 25.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

由中国化工机械动力技术协会与吉林化学工业公司共同组织编写的《技术工人岗位培训读本》，包括《电焊工》、《气焊工》、《检修钳工》、《管工》、《铆工》、《起重工》、《维修电工》、《仪表维修工》共 8 个分册，于 2001 年年初由化学工业出版社出版发行后，得到了广大读者，尤其是工人读者的厚爱，至今已销售 80000 余册。

为了满足更广泛的企业技术工人岗位培训的需要，不断提高技术工人的专业技术水平，增强技术工人在科技飞速发展形势下的技术素质以及在市场经济体制下的竞争能力，中国化工机械动力技术协会与吉化公司决定共同组织编写《工人岗位培训实用技术读本》（以下简称《读本》），包括《电镀技术》、《防腐蚀衬里技术》、《工业清洗技术》、《热处理技术》、《无损检测技术》、《堵漏技术》、《管道施工技术》、《电机修理技术》、《工厂供电技术》、《仪器分析技术》共 10 个分册。

这套《读本》主要具有以下特点：

(1) 实用性。由长期工作在生产一线、具有丰富实践经验的工程师、高级技师编写，注重解决生产实践中的难题，注重提高技术工人的素质和能力，特别是技术工人取证后素质和能力的培养、提高。

(2) 技能性。不刻意强调知识的系统性和完整性，而是注重知识和技能的紧密联系，突出技能和技巧。

(3) 通用性。以化工行业为基础编写，但不局限于化工行业，而是拓展到其他领域。特别是在举例方面，充分照顾到不同行业的通用性。

(4) 新颖性。既介绍常用的、传统的技术、工艺、方法，又介

绍新技术、新工艺、新方法，尤其是当前企业中运用比较普遍或成熟的。

(5) 广泛性。既满足大型企业技术工人提高技能的要求，又照顾到中、小型企业技术工人生产实践的需要。

《电机修理技术》是这套《读本》的其中之一。

电机广泛用于工农业生产、交通运输、国防建设等各行各业。若电机在运行中发生故障，会直接影响正常的生产和生活。这就要求电工快速、准确地查出故障并进行处理或修复。本书以通俗易懂的语言介绍了电机修理人员应该具备的知识，包括电机基础知识、常用电机修理材料、常用工具和仪器仪表、交流电机绕组修理、集中绕组修理、直流（两用）电枢绕组修理、电机机械检修等。全书突出实用性，给出了不少现场实践经验，可以扩大技术工人的知识面，提高专业技术水平。

本书第1章由马天剑编写，第2~6章由乔长君编写，第7章由姜洪文编写。全书由张绍波、宫德福审核。

由于编者水平有限，不足之处在所难免，敬请读者批评指正。

编者

2002年6月

《工人岗位培训实用技术读本》

编写委员会

主任：焦海坤

副主任：刘振东 孔祥国 魏 然

委员：刘焕臻 李 固 曲诗林

关昱华 王成林 刘勃安

周国庆

目 录

第 1 章 电机基础知识	1
1 电机分类	1
1.1 单相电机分类	1
1.2 三相电机分类	1
1.3 直流电机的分类	2
2 电机结构	3
2.1 交流电机结构	3
2.2 直流电机结构	5
3 电机型号与引线标志	7
3.1 单相电机型号	7
3.2 三相电机型号	13
3.3 直流电机型号	17
3.4 交流电机出线标志	19
3.5 直流电机出线标志	20
4 电机绕组	21
5 常用术语	22
6 异步电机的启动	23
6.1 单相异步电机的启动	23
6.2 三相异步电机的启动	24
7 异步电机的调速	24
7.1 单相异步电机的调速	24
7.2 三相异步电机的调速	26
第 2 章 常用电机修理材料	27
1 绝缘材料	27
1.1 绝缘漆(浸渍漆)	29
1.2 绝缘纤维制品	30
1.3 电工薄膜与复合箔	30

1.4	绝缘套管	31
1.5	绝缘层压板	31
1.6	云母带 (纸)	32
2	导电材料	32
2.1	电磁线	32
2.2	引出线	34
3	铁磁材料	35
第 3 章	常用工具、仪器仪表	36
1	手工工具	36
2	量具	37
3	常用仪表	39
3.1	兆欧表	39
3.2	万用表	39
3.3	钳形电流表	40
3.4	转速表	41
4	常用仪器	42
4.1	短路侦察器	42
4.2	轴承故障测试仪	42
4.3	单臂电桥	45
4.4	双臂电桥	45
4.5	介损测量仪	45
4.6	直流高压试验仪	46
4.7	交流耐压试验仪	46
第 4 章	交流电机绕组修理	48
1	交流电机绕组的分类、应用	48
2	展开图与接线圆图的画法	48
3	绕线模的计算	53
3.1	链式绕线模计算	53
3.2	单层同心式绕线模计算	54
3.3	单层交叉式绕线模计算	56
3.4	叠绕组绕线模计算	59
4	绕组修理	60
4.1	绕组嵌线	60

4.2	结线	62
4.3	接头的焊接	62
4.4	浸漆	65
4.5	高压成型线圈制造工艺	67
4.6	几种硬绕组嵌线注意事项	71
4.7	绕线式转子无纬带的绑扎	73
5	交流电机绝缘规范	74
5.1	三相低压散嵌定子绕组绝缘规范 (B级)	74
5.2	三相低压分片绕组的绝缘规范 (B级)	75
5.3	散嵌绕线转子绕组绝缘规范 (B级)	75
5.4	插入线棒式转子导条绝缘规范 (B级)	76
5.5	高压电机定子绕组绝缘规范 (3kV B级)	78
5.6	高压电机定子绕组绝缘规范 (6kV B级)	79
5.7	高压电机定子绕组绝缘规范 (10kV B级)	79
5.8	三相低压电机散嵌定子绕组绝缘规范 (F级)	80
6	低压感应电机故障查找与处理	81
6.1	低压感应电机故障查找	81
6.2	低压电机故障处理	82
7	高压电机故障查找与处理	84
7.1	高压电机故障查找	84
7.2	高压电机故障处理	85
8	电气试验	91
附表	技术数据索引 (共 25 张表)	96
附图	交流电机绕组展开图索引 (共 119 张图)	181
第 5 章	集中绕组修理	231
1	集中绕组的应用	231
2	故障查找	232
3	故障处理	232
3.1	多层式绕组的修理	232
3.2	单层边绕组的修理	233
3.3	单层绕组的重绕	234
3.4	极身绝缘处理	234
4	集中绕组绝缘规范	235

5	TZK-4650/48 同步电机转子修理实例	238
6	电气试验	239
第6章	直流(两用)电枢绕组修理	240
1	绕组形式	240
2	绝缘结构	240
3	展开图	244
4	线圈制作	246
4.1	旧线圈的绝缘处理	246
4.2	新线圈的制作	246
5	绕组嵌线	247
6	绕组的焊接	250
6.1	烙铁焊	250
6.2	中频焊	250
7	故障查找	251
8	故障处理	252
8.1	换向器故障处理	252
8.2	电枢绕组故障处理	258
8.3	直流电机常见故障与修理方法	259
9	电气试验	270
9.1	电气试验项目与要求	270
9.2	直流电动机空转检查	271
附表	技术数据索引(共6张表)	272
附图	交直流带换向器电机电枢绕组展开图索引(共22张图)	349
第7章	电机机械检修	361
1	振动限值	361
2	电机抽转子方法	362
2.1	利用假轴抽转子	363
2.2	二次抽转子	363
2.3	超重电机转子抽出	364
3	分片机座电机吊装	365
4	电机与负载机械轴心线的调整	366
4.1	轴心线调整的概念	366
4.2	轴心线调整方案	366

4.3	轴心线偏差调整计算方法	368
5	电机气隙调整	369
5.1	直流电机气隙调整	369
5.2	大型电机的气隙调整	369
6	滑动轴承的修理	370
6.1	瓦量测定	370
6.2	轴瓦刮研	372
6.3	瓦衬局部修复	373
6.4	滑动轴承重新浇铸	374
7	滚动轴承的修理	375
7.1	滚动轴承型号	375
7.2	滚动轴承清洗	379
7.3	滚动轴承的检查	380
7.4	滚动轴承的润滑	380
7.5	国外轴承的代用	382
7.6	轴电流故障及防治	387
8	转轴的修理	387
8.1	键槽损伤的修理	387
8.2	轴颈磨损的修理	387
8.3	转轴弯曲的修理	388
8.4	转轴断裂的修理	389
9	转子的平衡	390
9.1	静平衡	390
9.2	动平衡	391
10	凸极同步电机辐板断裂的修理	392
11	铁心故障处理	393
11.1	铁心松动	393
11.2	铁心扇张	394
11.3	铁心表面擦伤	394
11.4	铁心局部烧毁	394
11.5	铁心局部弯曲	394
12	电机装配	395
12.1	三相低压电机的装配	395

12.2 端盖式直流电机装配	395
12.3 滑动轴承电机装配	396
附录	397
附表 7-1 小型交流电机常用公差配合及表面粗糙度	397
附表 7-2 中型交流电机常用公差配合及表面粗糙度	398
附表 7-3 大型交流电机常用公差配合及表面粗糙度	399

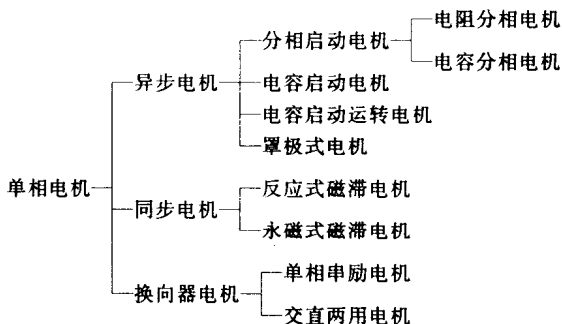
第 1 章 电机基础知识

1 电机分类

电机按相数可分为单相电机、三相电机和直流电机三类。

1.1 单相电机分类

单相电机按结构和启动方式分类如下：



1.2 三相电机分类

1.2.1 按电机防护型式

(1) 开启式 电机除必要的支撑结构外，对于转动及带电部分没有专门的保护。

(2) 防护式 电机壳内部的转动部分及带电部分有必要的机械保护，以防意外的接触，但并不明显妨碍通风。防护式电机按通风防护结构不同又分为：

a. 网罩式 电机的通风口用穿孔的遮盖物遮盖起来，使电机的转动及带电部分不能与外物相接触；

b. 防滴式 电机通风口的结构能够防止垂直下落的液体或固体直接进入电机内部；

c. 防溅式 电机通风口的结构可以防止与垂直线成 100° 范围

内任何方向的液体或固体进入电机内部。

(3) 封闭式 电机机壳的结构能够阻止机壳内外空气的自由交换，但并不要求完全密封。

(4) 防水式 电机机壳的结构能够阻止具有一定压力的水进入电机内部。

(5) 水密式 当电机浸没在水中时，电机机壳的结构能阻止水进入电机内部。

(6) 潜水式 电机在规定的水压下，能长期在水中运行。

(7) 隔爆式 电机机壳结构足以阻止电机内部发生的气体爆炸传递到电机外部，而引起电机外部的燃烧性气体的爆炸。

1.2.2 按电机冷却方式

(1) 空气冷却

a. 自冷式：电机仅靠表面辐射和空气的自然流动获得冷却。

b. 自扇冷式：电机本身驱动风扇，供给冷却空气以冷却电机表面和内部。

c. 他扇冷式：供给冷却空气的风扇不是由电机本身驱动，而是独立驱动的。

d. 管道通风式：冷却空气不是直接由电机外部进入电机或直接从电机内部排出电机，而是经过管道引入或排出电机。

(2) 液体冷却 电机用液体冷却，一般为所泵液体。

(3) 闭路循环气体冷却 冷却电机的介质循环包括在电机内部和冷却器的封闭回路里，冷却介质经过电机时吸收热量，经过冷却器时放出热量。

(4) 表面冷却和内部冷却

a. 冷却介质不通过电机导体内部的，称为表面冷却。

b. 冷却介质通过电机导体内部的，称为内部冷却。

1.3 直流电机的分类

直流电机按用途共分 13 类：直流电机、广调速直流电机、冶金起重直流电机、牵引直流电机、船用直流电机、精密机床用直流电机、汽车启动机与挖掘机用直流电机、龙门刨直流电机、无槽直

流电机、防爆增安型直流电机、力矩直流电机、直流测功机。

2 电机结构

2.1 交流电机结构

图 1-1 是 Y 系列三相交流电动机的典型结构图，图 1-2 是同步电机的结构图。电机主要由两部分组成，即定子和转子。定子是用来产生旋转磁场的，而转子是用来传递功率的。定子与转子之间的空气隙，称为气隙。此外还有端盖、轴承、接线盒等附件。

2.1.1 定子

定子由外壳、定子铁心、定子绕组和机座组成。

机壳和底部一般用铸铁铸在一起，是定子铁心的固定件，它的两端固定的端盖 2 是转子的支撑件。端盖和轴承盖也由铸铁制成。

接线盒一般用铸铁铸成，是用来固定和保护引线端子的。

定子铁心是电机磁路的一部分，用 $0.35\sim 0.5\text{mm}$ 厚的硅钢片冲叠而成，硅钢片间涂有绝缘漆，以减少涡流损耗。定子铁心槽是用来嵌放定子绕组的，绕组由漆包线、扁铜线制成。

定子绕组是电机的电路部分，用以产生旋转磁场。

2.1.2 转子

转子是电机的转动部分，用以传递机械功率。异步电机转子由转子铁心、转子绕组和转轴等组成；同步电机转子由磁极绕组、支撑件、转轴等组成。

异步电机转子铁心由 $0.35\sim 0.5\text{mm}$ 厚的硅钢片冲叠而成，槽内嵌放导体，导体由铸铝条、裸铜条制成时，这种转子称笼型转子；导体由带绝缘的导条按一定规律连接并通过滑环、电阻器等短接时，这种转子称为绕线型转子。

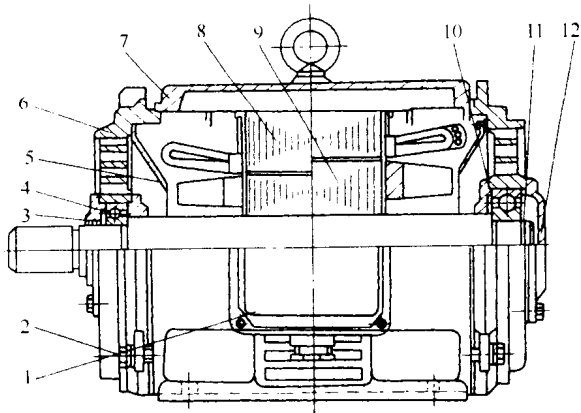
同步电机凹极式与绕线型转子结构基本相同。

同步电机凸极式转子磁极固定在支撑件上，磁极铁心由 $1\sim 2\text{mm}$ 厚硅钢片冲制。支撑件由铁板焊接而成。

单相同步电机转子由永久磁极、转轴构成。

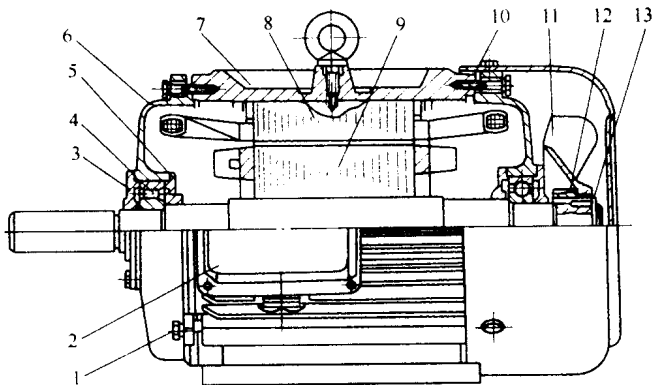
转轴一般由 45 号钢制成，与转子铁心紧配合，轴肩处套有轴

承，以减少电机转动时的摩擦阻力。



(a) IP23 系列典型结构图

- 1—接线盒；2—紧固件；3—轴承外盖；4—轴承；5—挡风板；6—端盖；7—机座；
8—定子铁心；9—转子；10—轴承内盖；11—轴用挡圈；12—轴承外盖



(b) IP44 系列典型结构图

- 1—紧固件；2—接线盒；3—轴承外盖；4—轴承；5—轴承内盖；6—端盖；7—机座；
8—定子铁心；9—转子；10—风罩；11—外风扇；12—键；13—轴用挡圈；

图 1-1 Y 系列电机典型结构图

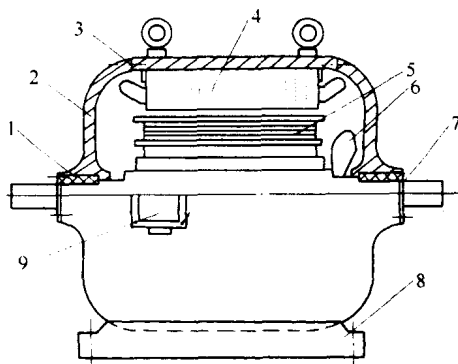


图 1-2 同步电机结构图

1—轴承；2—端盖；3—紧固件；4—定子铁心；5—转子（磁极）；6—风叶；
7—轴承外盖；8—机座；9—接线盒

2.2 直流电机结构

直流电机见图 1-3，主要部件是定子、转子、电刷装置以及支撑保护附件。

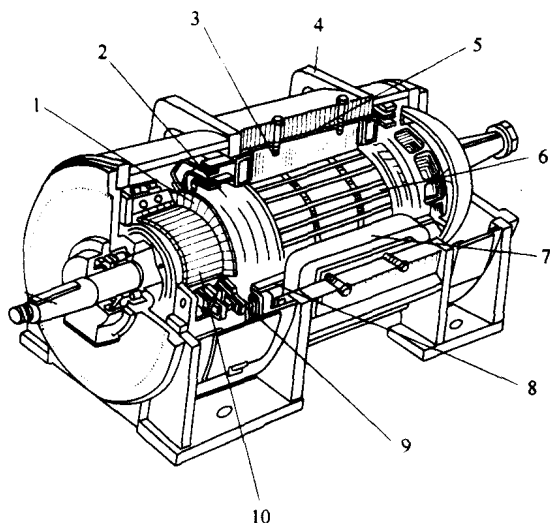


图 1-3 直流电机结构图

1—升高片；2—绑扎箍；3—磁极螺钉；4—机座框架；5—磁极垫片；6—电枢铁心；
7—主极；8—补偿线圈；9—刷架；10—换向器；11—转轴