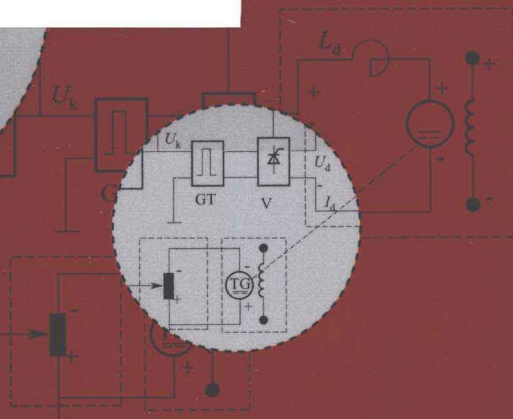


赵慧峰 乔长君 等编



维修电工技师手册

WEIXIU DIANGONG
JISHI SHOUC



化学工业出版社

维修电工技师 手册

本书是为了满足技师、高级技师职业教育的需要而编写的。本书紧紧围绕国家职业鉴定考核大纲，内容主要包括电气设备运行与维修，低压电器的维修，电气测量与电气传感技术，电力电子技术，电气控制技术，可编程序控制器、设计、安装与测绘，设备维修及方案制定，论文的撰写，培训指导共10个方面的内容。

本书可作为技师培训的辅助教材，也可作为电工自学的参考书，还可作为电气人员在技术革新、技术改造、节能降耗，小发明、小设计时的参考资料。

ISBN 978-7-122-17706-3



9 787122 177063 >



www.cip.com.cn
谈科技图书 上化工书

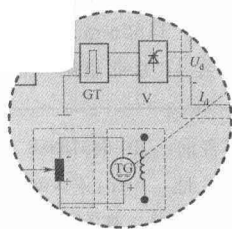
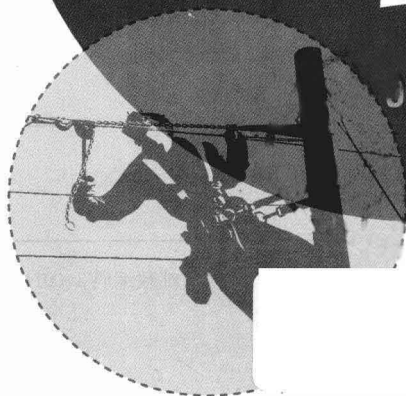
图书分类建议：电工

定价：58.00 元

赵慧峰 乔长君 等编

维修电工技师 手册

WEIXIU DIANGONG
JISHI SHOUCHE



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

维修电工技师手册/赵慧峰, 乔长君等编. —北京:
化学工业出版社, 2013. 8
ISBN 978-7-122-17706-3

I. ①维… II. ①赵…②乔… III. ①电工-维修-
技术手册 IV. ①TM07-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 137227 号

责任编辑: 高墨荣
责任校对: 宋 玮

文字编辑: 孙 科
装帧设计: 刘丽华

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: 北京云浩印刷有限责任公司
850mm×1186mm 1/32 印张 18 字数 491 千字
2013 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: 58.00 元

版权所有 违者必究

前言

F O R E W O R D

为了满足技师、高级技师职业教育的需要，全面提高电工专业知识与技能，本着简明扼要，通俗易懂的原则，编写了本书。本书紧紧围绕国家职业技能鉴定考核大纲，本着“考什么学什么”的原则，突出实用性。本书在内容编排上突出时代感，力求采用新知识、新技术、新工艺、新方法。另外，为了满足取证人员的需要，本书将基本知识安排在每章前面，便于读者学习理解。

本书资料丰富，内容全面，覆盖了维修电工技术领域中的主要内容，包括电气设备运行与维修，低压电器的维修，电气测量与电气传感技术，电力电子技术，电气控制技术，可编程程序控制器，电气设计、安装与测绘，设备维修及方案制订，论文的撰写，培训指导共 10 个方面的内容，为广大读者取得好成绩助力加油。

本书主要由赵慧峰、乔长君编写，参加本书编写的还有张春斌、董啸、魏昕、寇建国、马军、赵松楠、朱家敏、于蕾、武振忠、杨春林等。

本书可作为电工技师培训的辅助教材，也可作为电工自学的参考书，还可作为电气人员技术革新、技术改造、节能降耗、小发明、小设计的参考资料。

由于技师考核涉及内容较多，加之编者水平有限，书中难免有不妥之处，恳请读者不吝赐教。

编者

目 录

C O N T E N T S

第 1 章 电气设备运行与维修

1

1.1 变压器	1
1.1.1 电力变压器分类、结构和工作原理	1
1.1.2 变压器并列运行	5
1.1.3 专用变压器	6
1.1.4 变压器的保护	10
1.1.5 变压器的维修	17
1.2 异步电动机	22
1.2.1 三相异步电动机原理与运行	22
1.2.2 三相异步电动机的控制原理	24
1.2.3 三相低压异步电动机故障处理	29
1.3 直流电动机	35
1.3.1 直流电动机的原理与运行	35
1.3.2 直流电动机的控制	37
1.3.3 直流电动机的维修	38
1.4 同步电动机	45
1.4.1 同步电动机工作原理与运行	46
1.4.2 同步电动机的维修	50
1.5 高压电器	52
1.5.1 隔离开关	52
1.5.2 断路器	57

1.5.3 断路器的操动机构	63
----------------------	----

第2章 低压电器的维修

70

2.1 刀关、隔离器、熔断器组合电器	70
2.1.1 刀开关和隔离器	70
2.1.2 开启式负荷开关	72
2.1.3 封闭式负荷开关（铁壳开关）	73
2.1.4 熔断器式刀开关	75
2.1.5 组合开关	76
2.1.6 刀开关和组合开关的常见故障及其排除方法	77
2.2 熔断器	78
2.2.1 用途与分类	78
2.2.2 熔断器的选择	80
2.2.3 熔断器的使用和维护	83
2.3 断路器	85
2.3.1 断路器的用途与分类	85
2.3.2 断路器的选用	86
2.3.3 低压断路器的使用和维护	87
2.4 接触器	90
2.4.1 接触器的用途与分类	90
2.4.2 接触器的选择	91
2.4.3 接触器的使用和维护	92
2.5 继电器	94
2.5.1 电磁式继电器	94
2.5.2 热继电器	99
2.6 主令电器	102
2.6.1 按钮	102
2.6.2 行程开关	104

2.6.3	万能转换开关	106
2.6.4	主令控制器	107

第3章 电气测量与电气传感技术

110

3.1	测量的基本知识	110
3.1.1	测量方程、仪表功能及单位	110
3.1.2	仪表的基本性能与测量方法	112
3.1.3	误差的基本知识	114
3.2	常用测量仪表	120
3.2.1	钳形电流表	120
3.2.2	万用表	121
3.2.3	兆欧表	122
3.2.4	红外测温仪	123
3.2.5	转速表	124
3.2.6	轴承故障测试仪	125
3.2.7	单臂电桥	126
3.2.8	直流双臂电桥	127
3.2.9	万用电桥	128
3.2.10	数字存储示波器	130
3.3	传感器	132
3.3.1	传感器的基本概念	132
3.3.2	电阻式传感器	134
3.3.3	电容式传感器	140
3.3.4	电感式传感器	143
3.3.5	高频反射式电涡流传感器	147
3.3.6	光电式传感器	148
3.3.7	压磁式传感器	151
3.3.8	压电式传感器	152
3.3.9	超声波传感器	154

4.1 电力电子器件基础知识	156
4.1.1 二极管	156
4.1.2 晶体管	159
4.1.3 场效应管 (MOSFET)	163
4.1.4 晶闸管	171
4.1.5 绝缘门极晶体管 (IGBT)	175
4.2 电力变流技术	176
4.2.1 单相整流电路	176
4.2.2 三相整流电路	179
4.2.3 直流逆变电路	187
4.2.4 交流调压电路	198
4.3 交-交变频器	201
4.3.1 直接式变频器	201
4.3.2 三相间接式变频电路	203
4.4 集成运算放大器电路	204
4.4.1 集成运算放大器的线性电路	204
4.4.2 集成运放的非线性应用	207

5.1 自动控制基本知识	212
5.1.1 自动控制系统的基本组成与 分类	212
5.1.2 自动控制系统的基本要求	215
5.2 直流电动机的调速系统	218
5.2.1 单闭环直流调速系统	218
5.2.2 转速、电流双闭环直流调速系统	222
5.2.3 晶闸管可逆调速系统	223

5.3 交流电动机的调速	226
5.3.1 绕线式异步电动机串级调速	226
5.3.2 变频调速	228

第6章 可编程序控制器

236

6.1 可编程序控制器概述	236
6.1.1 PLC 的特点	236
6.1.2 PLC 的分类	237
6.1.3 PLC 的主要性能指标	237
6.2 PLC 的硬件结构及工作原理	238
6.2.1 PLC 的硬件结构及模块	238
6.2.2 PLC 的工作原理	241
6.2.3 PLC 控制系统的构成	242
6.3 PLC 的编程	243
6.3.1 PLC 的编程语言	243
6.3.2 器件及器件编号	246
6.3.3 FX2N 编程指令及其功用	249
6.4 PLC 的应用	257
6.4.1 PLC 机型选择	257
6.4.2 PLC 的安装	261
6.4.3 实用电路	263

第7章 电路设计、安装与测绘

268

7.1 低压电气控制电路设计	268
7.1.1 电路设计的基本方法	268
7.1.2 低压电器控制电路设计示例	279
7.1.3 PLC 与变频器控制电路设计 示例	282
7.1.4 利用 PLC 改造电路示例	293

7.2 电气电路的安装与调试	308
7.2.1 机床电气控制电路安装配线的一般原则	308
7.2.2 机床电路的调试方法	315
7.2.3 CA6140 型卧式车床的安装与调试示例	316
7.2.4 X6132 型卧式万能铣床电气控制电路安装与调试示例	320
7.2.5 15t/3t 桥式起重机电路安装、调试与维修	327
7.3 电路图的测绘	343
7.3.1 测绘的基本方法	343
7.3.2 测绘示例	346

第 8 章

设备维修及方案制订

359

8.1 机床电路维修	359
8.1.1 阅读机床电气原理图的规则	359
8.1.2 低压控制电路故障检查方法	361
8.1.3 CA6140 型普通车床控制电路维修	366
8.1.4 Y3150 型齿轮机床控制电路维修	367
8.1.5 M7120 型平面磨床电气控制电路维修	369
8.1.6 M7130 卧轴矩台平面磨床控制电路维修	372
8.1.7 M1432 型万能外圆磨床电气控制电路维修	374
8.1.8 M7475B 型磨床电气控制电路	

维修	377
8.1.9 Z35 型摇臂钻床电气控制电路	
维修	385
8.1.10 Z3040 型摇臂钻床控制电路	
维修	389
8.1.11 X5032 型立式铣床控制电路	
维修	393
8.1.12 T68 型卧式镗床控制电路维修	396
8.1.13 B2012A 型龙门刨床控制电路	
维修	402
8.2 数控机床的维修	429
8.2.1 数控机床的基本知识	429
8.2.2 CAK6150 经济型数控机床的	
检修	435
8.3 整流与逆变设备维修	446
8.3.1 ZX5 系列晶闸管整流式弧焊机	
修理	446
8.3.2 ZX7 系列晶闸管逆变弧焊维修	460
8.3.3 CO ₂ 气体保护半自动焊机维修	465
8.4 电气设备计划管理及大修工艺编制	481
8.4.1 电气设备的计划管理	481
8.4.2 计划修理的类别	483
8.4.3 修理计划的编制	485
8.4.4 大修方案的制订	489
8.4.5 大修方案的制订	491
8.4.6 大修方案的执行	492
8.4.7 大修工艺编制	494
8.4.8 技术、计划准备	500
8.4.9 修理施工安排	500

8.4.10 调试试车试验和完工验收	501
--------------------------	-----

第9章 论文的撰写

503

9.1 论文的撰写与答辩	503
9.1.1 论文的撰写	503
9.1.2 论文的答辩	505
9.2 论文示例	512
9.2.1 检修工艺论文示例	512
9.2.2 浅谈电气设备安装工程施工中的质量控制	519
9.2.3 技术革新方面论文示例	523

第10章 培训指导

530

10.1 理论培训	530
10.1.1 理论培训基本方法	530
10.1.2 理论培训设计	532
10.1.3 备课	534
10.1.4 编写教案	538
10.1.5 课堂讲授	544
10.2 技能培训	554
10.2.1 培训的类型	554
10.2.2 实践培训的组织	554
10.2.3 实践培训的方法	556
10.2.4 在岗培训指导	559

参考文献

561

第1章

电气设备运行与维修

1.1 变压器

1.1.1 电力变压器分类、结构和工作原理

(1) 变压器的分类

按绕组数量变压器可分为双绕组变压器、三绕组变压器、分裂变压器、自耦变压器。

按铁芯结构变压器可分为芯式变压器和壳式变压器。

按冷却方式变压器可分为干式变压器、油浸自冷变压器、油浸风冷变压器、强迫油循环冷式变压器、空气冷却变压器。

(2) 变压器的结构

变压器的基本结构包括器身（铁芯、绕组、绝缘、引线及调压装置）、油箱（油箱本体、附件及有载调控部分）、冷却装置、保护装置、出线及变压器油等，基本结构和部件作用如下。

油浸式电力变压器的基本结构可分为铁芯、绕组、油箱及附件、套管四个部分，如图 1-1 所示。

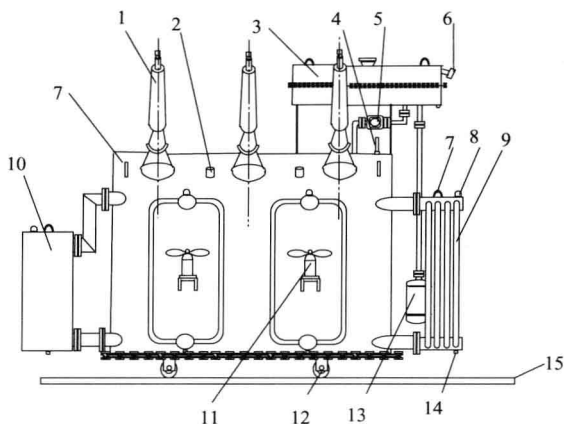


图 1-1 66kV 主变压器外形图

- 1—套管；2—分接开关；3—油枕；4—温度计；5—气体继电器；
6—油位表；7—吊环；8—放气阀；9—散热器；
10—净油器；11—风机；12—铁轮；13—吸湿器；
14—放油阀；15—轨道

① 铁芯 变压器的磁路部分，由 0.35mm 或 0.5mm 硅钢片制成。

② 绕组 变压器的电路部分，由带绝缘的导线制成。

③ 油箱及其他附件 油箱内装有变压器油，起到绝缘和冷却的作用，油箱上面设有油枕，使与空气接触面减小，同时又有调节作用。油枕上装有放置硅胶干燥剂的吸湿器，还装有油位计以观察油箱内的变压器油的变化。

在油箱和油枕之间放置气体继电器，作为变压器故障保护。

④ 套管 经过套管将引线从油箱内引出油箱外，起到绝缘作用，另外油箱上还装有分接开关，以调节变压器输出电压。

(3) 变压器工作原理

当一次电压 u_1 加到绕组 U_1 U_2 两端时，流过的电流就在铁芯中

产生磁通 Φ ，这个磁通将在二次绕组中产生感应电动势 e_2 ，此 e_2 也是交变的，即按正弦规律变化，这样，能量就通过这一装置进行传输，见图 1-2。

(4) 连接组别

① 同名端 在变压器中，当原线圈某一端电位为正时，副线圈必然同时有一个电位为正的对应端，这两个对应端称为同极性端或同名端。

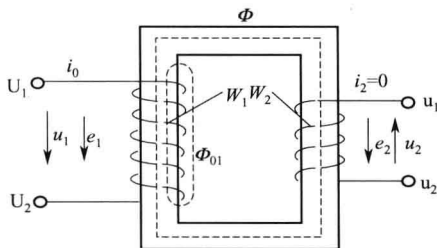


图 1-2 空载运行示意图

② 三相绕组的连接方

法 三相绕组常用的连接方法有两种：星形接法（记为 Y）、三角形接法（记为 Δ ）。在三角形接法中也有两种，一种是按 $u_1 u_2 - v_1 v_2 - w_1 w_2$ 的顺序连接，称为正序接法；另一种按 $u_1 u_2 - w_1 w_2 - v_1 v_2$ 的顺序连接，称为逆序接法。在变压器中三角形接法一般用于二次侧。

③ 时钟表示法 把高压侧线电压相量作为时针的长针放在数字 12 位置上，低压侧线电压相量作为短针，短针在钟面上所指示位置对应的数字，就是变压器的连接组别。

单相变压器只能连接成 I 型，三相变压器的连接组别有多种，国标规定三相双绕组变压器有五种连接组别，即 Yyn0、Yd11、YNd11、YNy0、Yy0，其中前三种为电力变压器常用。三相三绕组变压器有两种连接组别，即 YNyn0d11、YNyn0y0。三相自耦变压器有两种连接组别，即 YNaod11、YNaoy0，图 1-3 为 Yyn0Yd11 两种接法的相量图。

(5) 技术参数

① 型号 根据国家标准规定，电力变压器的分类和型号如表 1-1 所示。

在变压器型号后面的数字部分，分子表示容量， $\text{kV} \cdot \text{A}$ ；分母表示一次侧额定电压， kV 。