

工厂维修电工手册

许宝发 施积德 等编

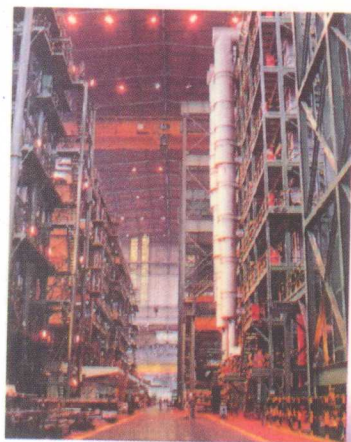
Dian Gong Shou Ce



Dian Gong Shou Ce

Dian Gong Shou Ce

华东理工大学出版社



工厂维修电工手册

许宝发 施积德 等编

华东理工大学出版社

(沪)新登字 208 号

工厂维修电工手册

许宝发 施积德 等编

华东理工大学出版社出版发行

上海市梅陇路 130 号

邮政编码 200237 电话 64250306

新华书店上海发行所发行经销

上海展望印刷厂印刷

开本 850×1168 1/32 印张 11.625 字数 310 千字

1997 年 12 月第 1 版 1997 年 12 月第 1 次印刷

印数 1—5 000 册

ISBN 7-5628-0830-9/TM·3 定价 16.50 元

内 容 提 要

本书是为工厂企业电工和电气技术人员、管理人员编写的实用参考书。内容包括：维修电工必备的基础知识；工厂变配电系统及其维修；变压器和电机的工作原理及维修；常用低压电器及其维修；电动机运行的控制线路；各种程控设备的工作原理及维修；工厂常用生产机械电气设备的维修；工厂电气照明及维修；工厂用电管理等。

前 言

《工厂维修电工手册》是维修电工和电气技术人员学习和工作的参考书。全书共分九章,第一章是维修电工必须具备的基础知识,其中有基本定律,工厂实用的计算公式,国家标准的电气符号,维修电气设备的方法等;第二章介绍工厂变配电系统及其维修,并介绍各种输配电线路制;第三章介绍变压器和各种电机的工作原理及维修;第四章介绍工厂常用的低压电器及其维修;第五章介绍电动机起动、停止、转向、制动、调速、保护等运行环节的控制线路;第六章介绍各种程控设备的工作原理和维修,其中包括可编程控制器(PC)的使用和维修;第七章介绍工厂常用生产机械(车床、铣床、磨床、钻床、镗床、刨床及行车)电气设备的维修;第八章介绍工厂电气照明及维修;第九章介绍工厂用电管理中的各种规章制度,以及电气安装规程、安全用电、节约用电、计划用电等。上述内容都与目前工厂用电密切相联系,与维修电工经常进行的维修内容相联系,又与电工基础理论及电气设备工作原理相联系。全书内容叙述简明,便于学习和查阅。

参加本书编写的有:许宝发、施积德、王子龙、华鹤文、陈燮昌、余国荣、章雪影、杜成宗、潘敏灏、祝海良、陆福泉、杨洪源、张克斌、陈将策、夏建平、吴宝森、虞叔文、瞿荣明、穆佩兴等;由许宝发副教授主编,并负责全书统稿。副主编:施积德、王子龙、华鹤文。

参加本书审稿的有:邬烈钧、王肇国、刘复海、陆剑飞、余巍等,由邬烈钧高级工程师主审,王肇国副主审。

限于编者水平,内容涉及面又广,书中难免有不妥之处,敬请读者提出宝贵意见。

编 者

1997年4月

目 录

第一章 维修电工基础知识	1
一、基本定律、定理和定理	1
1. 欧姆定律	1
2. 焦耳-楞次定律	2
3. 克希荷夫定律	2
4. 磁路定律	2
5. 换路定理	3
6. 叠加定理	3
7. 戴维南定理	3
二、常用电工技术计算公式	3
1. 电阻串、并联计算	3
2. 电感串、并联计算	4
3. 电容串、并联计算	5
4. R、L、C 串联的正弦交流电路计算	6
5. R、L 和 C 并联的正弦交流电路计算	6
6. 提高功率因数并联电容值的计算	7
7. 三相电路电功率的计算	7
8. 测电源相序 A、B、C 的相序指示器中的灯泡电压计算	8
9. 谐振电路计算	8
10. 常用非正弦电压(或电流)有效值和平均值计算	9
11. 电磁铁吸力的计算	11
12. 磁路损耗的计算	11
13. 三相异步电动机转矩计算	11
14. 三相异步电动机机械特性计算	12
15. 三相异步电动机直接起动条件的计算	12
16. 三相异步电动机电阻降压起动电阻的计算	12
17. 三相异步电动机自耦变压器减压起动的自耦变压器的容量 P_T 的计算	13

18. 三相绕线式异步电动机转子绕组外接起动电阻的计算	13
19. 三相异步电动机反接制动电阻的计算	14
20. 低压电器选择计算	15
21. 电动机控制线路主电路电流 $I_{\text{主}}$ 的计算	16
22. 工频接地电阻 R_d 的计算	17
23. 接地体根数 n 的计算	18
24. 照明设备负载电流 $I_{\text{负}}$ 的计算	19
25. 单支避雷针在地面上的保护半径 r 的计算	19
26. 单支避雷针在被保护物高度为 h_x 水平面上的保护半径 r 的计算	19
27. 电度表“10 转常数”(K_{10}) 的计算	20
28. 工厂瞬时负荷的计算	20
29. 本日有功(无功)用电量的计算	21
30. 日负荷率计算	21
31. 日平均功率因数的计算	21
三、维修电工常用仪表的使用	22
1. 万用表	22
2. 兆欧表	23
3. 钳形电流表	24
4. 普通示波器	25
四、电气控制线路图	29
1. 电气控制原理图	29
2. 电器布置图	31
3. 电气安装接线图	31
五、电气图形符号和文字符号	33
六、工厂维修电工检查故障和排除故障的一般方法	51
1. 维修步骤	51
2. 维修方法	51
第二章 工厂变配电系统维修	53
一、中小型变配电所简介	53
1. 车间变电所类型	53
2. 6~10kV 变电所的结构与布置	54

二、变配电所的维护及故障处理	55
1. 变配电所的一次接线图	55
2. 变配电所的停电和送电操作	58
3. 配电装置的运行、维护及故障处理	60
4. 全厂停电及电气起火的故障处理	66
三、低压输配电线路制式	67
1. 输配电制式的基本概念	68
2. 三相四线保护接地制	71
3. 三相四线保护接零制	71
4. 三相五线保护接零制	72
5. 三相四线-五线保护接零制	72
6. 三相三线保护接地制	73
四、输配电线路的维护及故障处理	74
1. 架空线路和户外明线的运行维护	74
2. 电缆线路的运行维护	75
3. 车间动力线路的运行维护	75
4. 线路运行中突然停电故障的处理	76
第三章 变压器和电动机的维修	78
一、变压器和电动机的分类及运行特性	78
1. 变压器	78
2. 电动机	80
二、电力变压器的维修	82
1. 电力变压器的维护	82
2. 电力变压器故障分析	83
三、三相异步电动机的维修	83
1. 三相异步电动机的拆装	84
2. 三相异步电动机定子绕组的修理	85
3. 三相异步电动机转子绕组的修理	99
4. 三相异步电动机运行过程中常见故障修理	99
5. 三相异步电动机绝缘电阻降低	102
四、直流电动机维修	103
1. 直流电动机拆装	103

2. 直流电动机常见故障修理	103
五、手电钻维修	106
六、电风扇维修	109
七、电焊机维修	111
1. 交流弧焊机	111
2. 硅整流电焊机	115
3. 旋转式直流电焊机	118
八、步进电机	121
九、电磁调速异步电动机	137
十、测速发电机	139
1. 交流测速发电机	139
2. 直流测速发电机	141
十一、电机扩大机	143
第四章 常用低压电器及其维修	147
一、刀开关	147
1. 产品型号含义	147
2. HD、HS、HR 系列刀开关主要技术数据	148
二、转换开关(组合开关)	148
1. 产品型号含义	149
2. HZ10 系列组合开关主要技术数据	149
三、自动开关	150
1. DZ 系列塑料外壳自动开关型号和技术数据	150
2. DW10 系列空气断路器型号和技术数据	152
3. DZ15L—40 系列漏电自动开关技术数据	153
四、接触器	153
1. CJ 型交流接触器型号和技术数据	153
2. 3TB 系列交流接触器主要技术数据	155
3. CZ 型直流接触器	155
五、继电器	156
1. 中间继电器	156
(1) JZ 型中间继电器型号和技术数据	156
(2) 3TH 系列中间继电器型号和技术数据	158

(3) JTX 系列小型通用中间继电器型号和技术数据	158
2. 时间继电器	159
(1) JS 型时间继电器的型号和技术数据	159
(2) 7PR 系列电动式时间继电器的型号和技术数据	160
(3) JS14 系列晶体管式时间继电器的型号和技术数据	161
(4) JS14P 系列拨码式晶体管时间继电器的型号和技术数据	162
3. JL 型电流继电器型号和技术数据	163
4. JR 型热继电器	164
(1) JR16B 系列热继电器的型号和技术数据	164
(2) JR20 系列热继电器的型号和技术数据	165
5. JFZ0 系列和 JY1 型速度继电器的型号和技术数据	166
六、熔断器	167
1. RC 型插入式熔断器型号和技术数据	167
2. RL 型螺旋式熔断器型号和技术数据	168
3. RM 型无填料封闭管式熔断器型号和技术数据	168
4. RT 型有填料封闭管式熔断器型号和技术数据	169
5. NT 型低压高分断能力熔断器型号和技术数据	170
七、主令电器	171
1. LA 型按钮的型号和技术数据	171
2. 行程开关	172
(1) JLXK1 型行程开关型号的含义	172
(2) LX19 型行程开关型号的含义	173
(3) JLXK1 系列和 LX19 系列行程开关的技术数据	173
3. LXW5 系列微动开关型号和参数	174
4. 接近开关	174
(1) LXU 系列晶体管接近开关型号和技术数据	175
(2) LXJ 系列晶体管接近开关型号和技术数据	175
5. LS7 型十字形主令开关型号和技术数据	176
八、制动器	177
1. TJ2 系列制动器的型号和技术数据	177
2. YWZ 系列制动器型号和技术数据	178
九、凸轮控制器	179

1. KTJ1 系列凸轮控制器型号和技术数据	179
2. KT14 系列凸轮控制器型号和技术数据	180
十、起动器	181
1. QX1 系列星三角起动器型号和技术数据	181
2. QX3 系列自动星三角起动器型号和技术数据	182
3. QC12 系列磁力起动器型号和技术数据	182
4. QJ10 系列自耦减压起动器型号和技术数据	183
5. QJ3 系列油浸式自耦减压起动器型号和技术数据	183
十一、电阻器	183
1. ZX 系列电阻器型号和技术数据	183
2. RT 系列电阻器型号和技术数据	184
十二、低压电器的常见故障及维修	185
1. 触头故障及维修	185
2. 电磁机构故障及维修	186
3. 几种常用电器的故障及维修	186
第五章 电动机运行电气控制设备的维修	188
一、起动、停业控制线路	188
1. 点动控制线路	188
2. 具有自锁的起动、停止控制线路	188
3. 具有自锁又能点动的控制线路	189
4. 多地点起动、停止控制线路	189
5. 多台电动机起动、停止控制线路	190
(1) 同时起动、停止控制线路	190
(2) 同时起动、停止,又能分别起动的控制线路	191
(3) 多台电动机顺序起动、停止控制线路	191
6. 降压起动控制线路	193
(1) 串联电阻降压起动控制线路	193
(2) Y- Δ 降压起动控制线路	194
(3) 自耦变压器降压起动控制线路	194
(4) 延边三角形降压起动控制线路	196
7. 频敏变阻器起动控制线路	198
8. 直流电动机起动控制线路	198

(1) 手动四点起动机起动线路	198
(2) 用定时控制起动的线路	198
二、可逆运行控制线路	200
三、制动控制线路	201
1. 机械制动控制线路	201
2. 能耗制动控制线路	201
3. 反接制动控制线路	204
四、电动机调速控制线路	204
1. 双速异步电动机控制线路	204
2. 三速异步电动机控制线路	205
3. 电磁调速异步电动机控制线路	205
4. 晶闸管-直流电动机调速的控制线路	209
第六章 程序式电气控制设备的维修	216
一、固定式程序控制设备	216
1. 定时控制的程序控制线路	216
2. 定位控制的程序控制线路	217
3. 具有时间和定位控制的程序控制线路	217
二、通用式程序控制设备	219
1. 程序计数器和程序译码器	219
2. 矩阵板	221
3. 一致电路和程序转换电路	222
4. 驱动电路和输出继电器	222
三、可编程序控制器(PC)及其使用	223
1. PC 简介	223
2. F 系列 PC 各种元器件及指令	225
3. PC 程序的编制和梯形图的设计	227
4. 程序的输入、检查和调试	230
5. PC 的维修	232
第七章 常用生产机械电气设备的维修	241
一、C620—1 型车床电气设备的维修	241
二、M7120 型平面磨床电气设备维修	244
三、X62W 万能铣床电气设备维修	249

四、T68 型镗床电气设备维修	254
五、Z35 型摇臂钻床电气设备维修	258
六、B2012A 龙门刨床电气设备维修	263
七、15/3 吨交流桥式起重机电气设备维修	279
第八章 工厂电气照明	288
一、电光源	288
二、灯具	297
三、照明电器的安装	301
1. 白炽灯的安装	301
2. 荧光灯的安装	302
3. 碘钨灯的安装	303
4. 高压水银荧光灯	304
5. 高压钠灯的安装	304
6. 金属卤化物灯	305
四、常用照明电路	305
1. 白炽灯照明电路	305
(1) 一只单连开关控制一盏灯电路	305
(2) 一只单连开关控制一盏灯并与插座连接的电路	306
(3) 一只单连开关控制两盏灯(或多盏灯)和两只单连开关分别 控制两盏灯电路	306
(4) 两只双连开关在两处控制一盏灯电路	306
(5) 两只 110 伏相同功率灯泡串联电路	307
(6) 碘钨灯电路图	307
2. 荧光灯电路	307
(1) 采用一般镇流器的荧光灯电路	307
(2) 采用双线圈镇流器的荧光灯电路	308
(3) 采用电子镇流器的荧光灯电路	308
3. 荧光高压汞灯电路	309
4. 高压钠灯电路	309
5. 1000 瓦钠-铈-钡灯触发启动电路	309
6. 管型钨灯电路	310
五、照明线路的维护及照明设备的故障处理	310

第九章 工厂用电管理	314
一、用电管理	314
1. 变配电所运行制度	314
(1) 值班制度	314
(2) 巡视制度	315
(3) 交接班制度	315
(4) 工作票与操作票制度	316
(5) 隐患管理制度	320
(6) 变配电所(包括重要设备的电控室)的保安制度	320
2. 新增用电审批制度	321
3. 电气设备日巡维修制度	322
4. 电气设备报修制度	322
5. 电气设备周期保养制度	323
6. 临时线装接审批制度	324
7. 携日电具管理制度	324
8. 用电单耗管理制度	324
9. 设备事故的赔罚制度	324
二、装置规程	325
1. 线路装置	326
(1) 线路装置总的要求	326
(2) 明线敷设的要求	327
(3) 明、暗管线	327
(4) 电缆线	331
2. 照明装置	332
3. 动力装置	334
三、安全用电	337
1. 触电原因和伤害种类	337
2. 防止触电的措施	338
3. 临时用电装置的审批制度	338
4. 携日电具管理制度	340
5. 低压带电作业安全制度	340
6. 安全操作制度	340

7. 保护接地和保护接零	341
8. 防雷接地	343
9. 触电急救	346
10. 电气设备的起火原因和预防措施	347
四、节约用电与计划用电	351

第一章 维修电工基础知识

一、基本定律、定则和定理

1. 欧姆定律

(1) 一段无源电路的欧姆定律

如图 1-1 所示, 电流 I 、电压 U 和电阻 R 的关系是:

$$I = \frac{U}{R} \quad (1-1)$$

(2) 一段有源电路的欧姆定律

如图 1-2 所示, 电流 I 、电压 U 、电动势 E 及电阻 R 的关系是:

$$I = \frac{\pm U \pm E}{R} \quad (1-2)$$

式中“+”、“-”号的确定: E 的方向和 I 的方向一致, E 前面取“+”, 反之取“-”; U 的方向和 I 的方向一致, U 前面取“+”, 反之取“-”。

(3) 闭合有源电路的欧姆定律

在闭合含有电动势 E 的电路中(如图 1-3 所示), 通过电路的电流 I 与 E 、 R 及电源内电阻 R_0 之间的关系为

$$I = \frac{E}{R_0 + R} \quad (1-3)$$

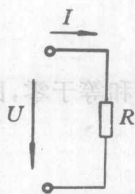


图 1-1 一段无源电路的欧姆定律



图 1-2 一段有源电路的欧姆定律

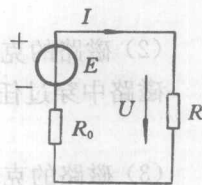


图 1-3 闭合有源电路的欧姆定律

2. 焦耳-楞次定律

在电阻 R 中通过电流 I , 经过时间 t 后所产生的热量 Q 为

$$Q = 0.24 I^2 R t \quad (1-4)$$

式中 I 的单位为安培, R 的单位为欧姆, t 的单位为秒, 则 Q 的单位为卡。如果 Q 的单位为焦耳, 则

$$Q = I^2 R t \quad (1-5)$$

3. 克希荷夫定律

(1) 克希荷夫电流定律(KCL)

电路中任一节点处, 流入节点的电流之和等于流出节点的电流之和, 即

$$\sum I_i = \sum I_o \quad (1-6)$$

(2) 克希荷夫电压定律(KVL)

沿着某一循行方向的闭合电路中, 电动势的代数和等于电压降的代数和, 即

$$\sum E = \sum U \quad (1-7)$$

式中, $\sum E$ 表示电动势代数和, 规定 E 的方向与循行方向一致, 取 E 为正, 反之取 E 为负。 $\sum U$ 表示电压降代数和, 规定 U 的方向与循行方向一致, 取 U 为正, 反之取负。

4. 磁路定律

(1) 磁路欧姆定律

磁路欧姆定律是描述磁路中磁动势 F_m 、磁阻 R_m 、磁通 Φ 三者关系的定律, 即

$$\Phi = \frac{F_m}{R_m} \quad (1-8)$$

(2) 磁路的克希荷夫第一定律

磁路中穿过任一闭合面的磁通量 Φ 的代数和等于零, 即

$$\sum \Phi = 0 \quad (1-9)$$

(3) 磁路的克希荷夫第二定律

磁路中任一回路内各段磁压降 HI 的代数和等于沿这一回路磁动势 IN 的代数和, 即