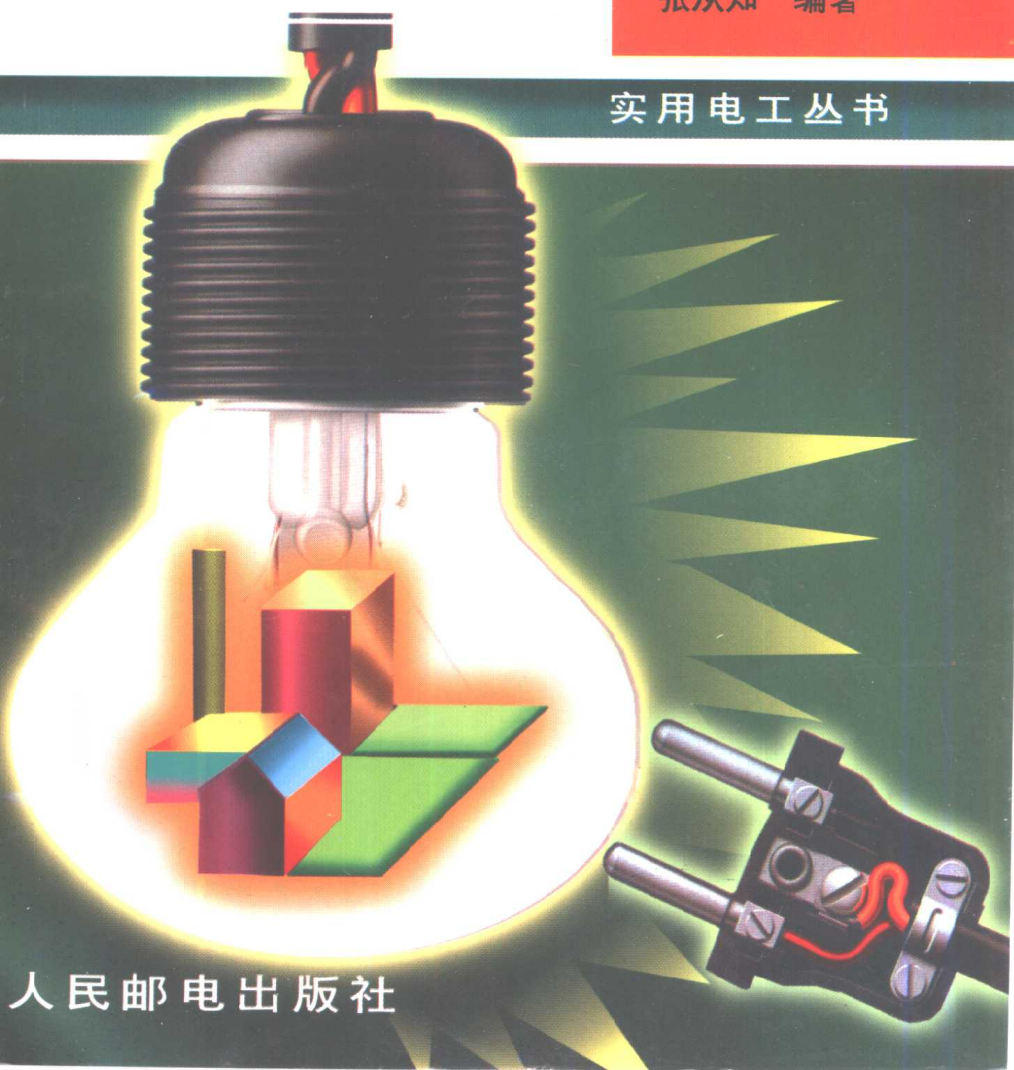


工矿 电工

实用 技术

王兰君 凌玉泉
张从知 编著

实用电工丛书



人民邮电出版社

实用电工丛书

工矿电工实用技术

王兰君 凌玉泉 张从知 编著

人民邮电出版社

图书在版编目(CIP)数据

工矿电工实用技术/王兰君等编著. —北京:人民邮电出版社,
1996. 5

(实用电工丛书)

ISBN 7-115-06001-0

I 工… I 王… Ⅲ. 电工技术-普及读物 IV. TM2

1996.05

实用电工丛书

工矿电工实用技术

Gongkuang Diangong Shiyong Jishu

◆ 编 著 王兰君 凌玉泉 张从知

责任编辑 贾安坤

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号

北京朝阳隆昌印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/32

印张: 13.375

字数: 303 千字

1996 年 5 月第 1 版

印数: 10 001 - 15 000 册

1998 年 12 月北京第 3 次印刷

ISBN 7-115-06001-0/TN·1030

定价: 15.00 元

《实用电工丛书》编委会

主 任： 牛田佳

副 主 任： 李树岭

编 委：	王如桂	王英杰	王锡江
	王霁宗	孙中臣	张国峰
	任致程	宋东生	陈有卿
	陈国华	郑凤翼	

《实用电工丛书》前言

电广泛应用在社会生活的各个领域。在广大城乡、在各行各业,形成了庞大的电工人员队伍。

为了普及电工知识,帮助广大电工人员,特别是初级电工人员学习电工的基本理论知识,掌握科学、规范的电气操作技术,提高操作技能水平,我们组织编写了这套《实用电工丛书》。参加编写工作的都是长期从事电气技术工作和培训工作的专业人员,实践经验丰富。这套书有的针对某一行业、某一项电气操作技术,有的针对某一种常用电气设备,详细介绍了有关的电工知识,电气操作技能和要求,以及大量实际经验和线路等。内容力求切合实际,突出实用性,并采用深入浅出、图文并茂的叙述方法,做到篇幅适中,文字精练,通俗易懂,让读者学习以后,可以迅速应用到实际工作中去,达到立竿见影的效果。本丛书适合初中以上文化程度的工矿企业和农村电工阅读,也可作各类电工培训班的教材使用。

衷心希望广大从事电气工作的专家、学者、工作人员对丛书提出宝贵意见,以便于我们改进出版工作,更好地为读者服务。

《实用电工丛书》编委会

前 言

随着社会主义经济建设的蓬勃发展,电工与电子技术的应用日益广泛,工矿企业包括广大乡镇企业中,电气工人的队伍不断扩大,他们担负着工矿企业的电气安装、维护运行、调试保养及电气故障检修等重要工作。工业生产电气化与自动化程度的迅速提高,对电气工人提出了越来越高的要求,尽快提高电气工人的文化科学素质,使他们掌握必要的专业知识和实际操作技能,已是刻不容缓。针对这种状况,笔者愿把自己从事电工工作多年积累的经验整理出来,编写了《工矿电工实用技术》一书,以供工矿企业的电工阅读。

本书涉及的内容比较广泛,在编写中对电工与电子技术的基础知识,只作了扼要介绍,其重点放在介绍工矿常用电气设备的结构、原理和典型的控制线路,并详细分析了各种电气设备常用故障的原因、故障现象、检修方法与技巧。对近年来工矿企业广泛应用的自动化仪表与可编程控制器等进行了浅显的介绍。

参加本书编写工作的人员还有王景芳、应克、邢建民等同志,在此表示感谢。

由于作者水平所限,书中如有缺点和错误,期望广大读者批评指正。

作 者

内 容 提 要

本书是实用电工丛书之一。书中比较全面地介绍了工矿企业电工所需的技术知识和实用技能,内容包括:工矿电工与电子技术基础、电工常用测量仪表、三相电动机的使用与维护、工矿常用电器控制线路、工矿常用电气设备故障检修方法与技巧、机床电器控制线路故障检修方法与技巧、可编程序控制器及其应用、自动化仪表与测量以及电工安全技术与规程等。内容丰富,通俗易懂,实用性强。适合工矿企业电气工作人员、乡镇企业电工阅读,也可作电工培训教材使用。

目 录

第一章 工矿电工基础

§ 1.1 电路的基本概念	(1)
§ 1.2 电流	(2)
§ 1.3 电压、电动势	(2)
§ 1.4 电位	(3)
§ 1.5 电阻	(4)
§ 1.6 欧姆定律	(5)
§ 1.7 电功率和电能	(8)
§ 1.8 电气设备的额定工作状态	(9)
§ 1.9 基尔霍夫定律	(10)
§ 1.10 电压源和电流源	(13)
§ 1.11 复杂电路的计算	(16)
§ 1.12 电磁现象	(24)
§ 1.13 电磁感应	(26)
§ 1.14 正弦交流电	(28)
§ 1.15 单相交流电路	(36)
§ 1.16 提高功率因数的意义与途径	(48)
§ 1.17 三相交流电	(49)

第二章 工矿电子技术基础

§ 2.1 半导体及其特性	(57)
§ 2.2 PN 结	(58)
§ 2.3 晶体二极管	(60)
§ 2.4 晶体三极管	(63)

§ 2.5	晶体管放大器	(67)
§ 2.6	晶体管整流与稳压电路	(76)
§ 2.7	滤波电路	(88)
§ 2.8	稳压电路	(94)
§ 2.9	可控硅一般常识	(100)
第三章 工矿电工常用测量仪表		
§ 3.1	万用表的使用与维护	(106)
§ 3.2	钳形电流表的使用与维护	(109)
§ 3.3	兆欧表的使用与维护	(110)
§ 3.4	转速表的使用与维护	(112)
§ 3.5	电度表的使用与安装	(113)
第四章 三相电动机的使用与维护		
§ 4.1	JO ₂ 系列三相异步电动机的使用	(118)
§ 4.2	Y 系列三相异步电动机的使用	(120)
§ 4.3	三相交流电动机接线方法	(120)
§ 4.4	电动机的安装与校正	(121)
§ 4.5	启动电动机时应注意的问题	(122)
§ 4.6	电动机运行中的监视与检查	(125)
§ 4.7	电动机的定期检查与保养	(126)
§ 4.8	电动机的保护接地和接零方法	(127)
§ 4.9	电动机工作不正常的原因分析	(128)
第五章 工矿常用电器控制线路		
§ 5.1	倒顺开关控制正反转线路	(130)
§ 5.2	用闸刀、铁壳开关、转换开关控制电动机启停线路	(130)
§ 5.3	自耦减压启动器线路	(132)
§ 5.4	电动机多地控制线路	(133)

§ 5.5	行车控制线路	(134)
§ 5.6	行车、吊葫芦断火限位器线路	(135)
§ 5.7	齿轮车床空载自停线路	(135)
§ 5.8	电力变压器自动风冷	(135)
§ 5.9	工作台砂轮机脚踏开关	(138)
§ 5.10	简易他激直流电动机接线线路	(140)
§ 5.11	JZT 电磁调速控制线路	(142)
§ 5.12	吊扇、台扇常用接线线路	(145)
§ 5.13	交流电焊机线路	(145)
§ 5.14	高压水银灯钠灯接线线路	(145)
§ 5.15	白炽灯照明线路	(148)
§ 5.16	日光灯常规线路	(148)
§ 5.17	电流表的接线线路	(149)
§ 5.18	电压表的接线线路	(149)
§ 5.19	单相电度表测量三相电用电功率线路	(151)
§ 5.20	C620-1 型车床线路	(151)
§ 5.21	M7120 型平面磨床线路	(153)
§ 5.22	M7130 型平面磨床线路	(155)
§ 5.23	Z35 型摇臂钻床线路	(156)
§ 5.24	X62W 型万能铣床线路	(158)
§ 5.25	T68 卧式镗床线路	(161)
§ 5.26	X8120W 型万能工具铣床线路	(161)
§ 5.27	1432A 型外圆磨床线路	(164)
§ 5.28	电动葫芦电气控制线路	(166)
§ 5.29	Z525 型立式钻床线路	(166)
§ 5.30	简易导轨磨床线路	(169)
§ 5.31	Y3150 型滚齿机线路	(171)

§ 5.32	单向控制电动机磁力启动线路·····	(171)
§ 5.33	可逆启动、点动双重联锁控制线路·····	(174)
§ 5.34	电动机能耗制动控制线路·····	(174)
§ 5.35	XJ01 大型 80kW~300kW 电动机启动配电线路 ·····	(175)

第六章 工矿常用电气设备故障检修与技巧

§ 6.1	热继电器故障检修·····	(182)
§ 6.2	电磁铁故障检修·····	(184)
§ 6.3	电磁继电器故障检修·····	(187)
§ 6.4	铅蓄电池故障检修·····	(189)
§ 6.5	接触器故障检修·····	(190)
§ 6.6	万用表故障检修·····	(195)
§ 6.7	兆欧表故障检修·····	(199)
§ 6.8	电压表故障检修·····	(202)
§ 6.9	电流表故障检修·····	(203)
§ 6.10	电度表故障检修·····	(204)
§ 6.11	功率表、功率因数表故障检修·····	(206)
§ 6.12	电动机启动设备故障检修·····	(207)
§ 6.13	自动空气断路器(自动开关)的检修·····	(219)
§ 6.14	三相异步电动机故障检修·····	(223)
§ 6.15	三相整流子异步电动机故障检修·····	(233)
§ 6.16	直流电动机故障检修·····	(242)
§ 6.17	电风扇故障检修·····	(249)
§ 6.18	单相电钻故障检修·····	(257)
§ 6.19	冲击电钻故障检修·····	(260)
§ 6.20	电锤故障检修·····	(262)
§ 6.21	交流电焊机故障检修·····	(264)

§ 6.22	照明高压汞灯、金属灯、高压钠灯等故障检修	(268)
§ 6.23	白炽灯故障检修	(271)
§ 6.24	日光灯故障检修	(276)
§ 6.25	洗衣机故障检修	(281)
§ 6.26	电冰箱故障检修	(285)
§ 6.27	电饭锅故障检修	(288)

第七章 工矿机床电器控制线路故障检修方法与技巧

§ 7.1	C620-1 型车床电气故障检修	(292)
§ 7.2	M7120 型平面磨床电气故障检修	(298)
§ 7.3	Z35 型摇臂钻床电气故障检修	(306)
§ 7.4	X62W 型万能铣床电气故障检修	(311)
§ 7.5	T68 卧式镗床电气故障检修	(319)
§ 7.6	X8120W 型万能工具铣床电气故障检修	(326)
§ 7.7	M1432A 型外圆磨床电气故障检修	(330)
§ 7.8	电动葫芦电气故障检修	(336)
§ 7.9	Z525 型立式钻床电气故障检修	(342)
§ 7.10	简易导轨磨床电气故障检修	(346)
§ 7.11	Y3150 型滚齿机电气故障检修	(354)
§ 7.12	单向控制电动机磁力启动线路故障检修	(361)
§ 7.13	可逆启动、点动、双重联锁控制线路故障检修	(365)
§ 7.14	电动机能耗制动故障检修	(369)
§ 7.15	XJ01 大型 80kW~300kW 电动机配电柜故障检修	(372)

第八章 可编程序控制器及其应用

- § 8.1 可编程序控制器的组成与工作原理 (382)
- § 8.2 可编程序控制器的工作过程 (383)
- § 8.3 可编程序控制器的编程语言 (384)
- § 8.4 可编程序控制器应用举例 (385)

第九章 工矿自动化仪表测量

- § 9.1 温度测量 (391)
- § 9.2 压力测量 (398)
- § 9.3 流量测量 (399)
- § 9.4 液位测量 (401)

第十章 工矿企业电工安全技术规程

- § 10.1 电流对人体的危害 (403)
- § 10.2 人体触电的一般形式 (403)
- § 10.3 工矿安全用电的一般常识 (404)
- § 10.4 保护接地与接零 (405)
- § 10.5 工矿电气设备接地或接零的范围 (407)
- § 10.6 工矿照明灯的一般安全要求 (407)
- § 10.7 工矿变配电所值班运行电工的安全规程
..... (408)
- § 10.8 变配电设备的安全要求 (409)
- § 10.9 工矿车间维修电工注意事项 (411)
- § 10.10 使用安全工具时注意事项 (411)
- § 10.11 工矿维修电工人员带电作业要求 (412)
- § 10.12 工矿电气设备的防火 (413)
- § 10.13 触电急救 (414)

第一章 工矿电工基础

§ 1.1 电路的基本概念

工矿企业的电气工作人员,在工作中经常要与各种各样的电路打交道。什么是电路?它有哪些基本组成部分呢?广义地说,电路就是电流通过的路径。图 1-1 是最简单的电路,它由电源、负载、连接导线及开关组成。具体的电路由于元件数量与组成方式的不同可以有千差万别,但上列基本组成部分是相同的。对电源来说,负载、连接导线和开关等称为外电路,电源内部的一段称为内电路。

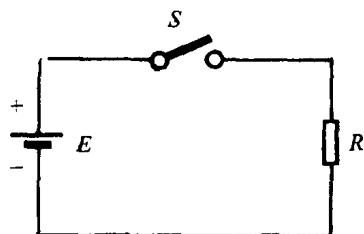


图 1-1 最简单的电路

表 1-1 中列出了常用的几种电路元件及其图形符号。

表 1-1 常用电路元件及其图形符号

元件名称	电阻	电感	电容	电池	电灯	电动机	电压源	电流源
模型符号								

§ 1.2 电流

当电路接通以后,电路中就会有源源不断的电荷流动。电荷的定向移动形成电流。表示电流强弱的物理量叫电流强度,简称电流,它表示单位时间内通过导体任一横截面的电荷量。直流电流用字母 I 表示:

$$I = \frac{Q}{t}$$

式中 t 表示时间,单位为秒(s); Q 表示在时间 t 内通过的电量,单位为库仑(C);则电流强度的单位为安培(A)。

对交流电来说,电流的大小和方向都是随时间而变化的。为了定义电流强度,我们用 dt 表示极短的一段时间, dQ 表示在 dt 时间内通过导体的电荷量, i 表示交流电流,则

$$i = \frac{dQ}{dt}$$

电流强度不仅有大小而且有方向。在外电路中电流的方向是由正极指向负极;在内电路中,电流的方向则是由负极指向正极。

§ 1.3 电压、电动势

在自然界,水从高处往低处流是我们所熟知的自然现象。利用水泵,又能使水从低处流向高处。两种现象虽不相同,但都说明水的流动是由于水压的缘故,只不过前一种现象水压是由水位差所产生的,后一种现象中水压是由于水泵对水做功的结果。与之类似,在电路中电流的形成是由于有电压。在外电路,正电荷受电场力作用由电源的“+”端通过负载向电源“-”端移动,电场力把正电荷从电路中的某一点 A 移到另一点 B 所作的功

W_{AB} 与被移动的电荷量 Q 的比值称为 A、B 两点间的电压,用 U_{AB} 表示,即

$$U_{AB} = \frac{W_{AB}}{Q}$$

式中 W_{AB} 的单位是焦耳, Q 的单位是库仑(C), 则 U_{AB} 的单位为伏特(V)。电压的实际方向就是正电荷在电场中受电场力作用移动的方向。在电源内部, 局外力(又叫电源力)克服电场力把正电荷从“-”极移到“+”极。局外力把正电荷从电源“-”极移到“+”极所作的功 W 与被移动的电荷量 Q 的比值, 称为电源的电动势, 用 E 表示, 即

$$E = \frac{W}{Q}$$

电动势的单位也是伏特(V), 它的方向规定为由低电位指向高电位, 也就是电位高的方向。

这样, 在外电路中电场力把正电荷由“+”极移到“-”极, 在电源内部局外力把正电荷由“-”极移到“+”极, 以保持电路中连续不断的电流。

§ 1.4 电位

在描述河水涨落时我们常用水位来描述。水位的高低是相对的, 为了准确地描述水位的高低, 我们常取海平面作为计量水位的基准, 即以海平面等高的水位为零值, 在电路的分析与计算中也引入了电位的概念。为了衡量电位的高低, 我们在电路中可以选定某点的电位值为零, 作为电位的参考点, 称为零电位点。电路中某一点的电位即可叙述为电场力把单位正电荷从该点移动到参考点所做的功。电场中任意一点与参考点之间的电压就是该点的电位。根据电位的概念, 可以说电路中某两点之间的电

压,就是这两点的电位差,如是用 U_A 与 U_B 分别表示 A、B 两点的电位,则 A、B 两点间的电压可以写成

$$U_{AB} = U_A - U_B$$

§ 1.5 电阻

自由电子在导体中沿一定方向流动时,会与导体内的原子或分子发生碰撞与摩擦,形成对电流的阻力,这种阻碍电流流动的阻力叫电阻。在一定温度下,电阻 R 的大小除了和导体的材料有关外,还与导体的长度(L)成正比,与导体的横截面(S)成反比,计算电阻的式子为:

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

式中: L 为导体长度(m), S 为导体截面积(mm^2); ρ 为电阻系数或称电阻率($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$); R 为电阻,单位是欧姆,用“ Ω ”表示。

电阻系数 ρ 是表征不同材料导电能力的参数。材料的电阻系数越小,导电能力越好。几种常用材料的电阻系数如表 1-2 所示。

例 1-1 用直径为 0.2mm 的锰铜丝绕制一个 10Ω 的电阻器,问需锰铜丝为多长?

解: 锰铜丝的截面积为

$$S = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14 \times 0.2^2}{4} = \frac{0.1256}{4} = 0.0314(\text{mm}^2)$$

$$\text{由 } R = \rho \frac{L}{S} \text{ 得 } L = \frac{R \cdot S}{\rho} = \frac{10 \times 0.0314}{0.24} = 0.75(\text{m})$$

应需锰铜丝 0.75m。