

山西焦煤集团有限责任公司员工职业技能培训丛书

矿井维修电工

主编 李朝良

煤炭工业出版社



限责任公司员工职业技能培训丛书

矿井维修电工

主 编 李朝良

煤炭工业出版社

·北 京·

内 容 提 要

本书介绍了矿井维修电工的基础理论知识和实际操作技能,内容包括电工基础,电子技术基础,变压器、电动机基础,矿山供电系统,电气设备防爆,机械基础,煤矿井下高低压电气设备,矿井提升机的电气控制系统,各种仪表的原理与使用等;并附有相关的法律、法规,矿井维修电工的技能鉴定标准和井下防爆电气检查标准,以方便学习和掌握。

本书由浅入深,通俗易懂,可供各层次矿井维修电工和技术人员学习使用。

图书在版编目(CIP)数据

矿井维修电工/李朝良主编. —北京:煤炭工业出版社,
2005

(山西焦煤集团有限责任公司员工职业技能培训丛书)

ISBN 7-5020-2618-5

I. 矿… II. 李… III. 煤矿-矿山电工-技术培训-教材 IV. TD6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 009010 号

煤炭工业出版社 出版
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)

网址:www.cciph.com.cn
北京京科印刷有限公司 印刷
新华书店北京发行所 发行

*

开本 880mm×1230mm¹/₃₂ 印张 8³/₄ 插页 5

字数 242 千字 印数 1-3,600

2005 年 2 月第 1 版 2005 年 2 月第 1 次印刷

社内编号 5389 定价 19.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,本社负责调换

山西焦煤集团有限责任公司 员工职业技能培训丛书编审委员会

编审委员会领导组

组 长	赵永金	杜复新	薛 山	李 仪
副组长	李建胜	刘瑞林	段锡三	杨茂林
成 员	张 波	柴久茂	白培中	鲍冠深
	车树春	王良彦	刘建中	孙炳章
	张树茂	李东刚	刘 波	冯金水
	杨学全			

编审委员会委员

张能虎	马 晋	杨新华	牛如意	席庆祥
温百根	申晋鸣	张学军	薛勇军	王建华
邓保平	晨 晴	曹星星	李金生	魏卯生
李小彦	栗兴仁	张志荣	王福全	徐学武
刘雅芹	卜志敏	景春选	程建平	任丕清
陈贵仁	张乃新	李朝雯		

编审委员会办公室

主 任	邓保平	晨 晴	卜志敏
副主任	景春选	程建平	任丕清

《矿井维修电工》编写组

主 编 李朝良

副 主 编 朱国华 张红基

编写人员 李朝良 朱国华 张红基

樊广成 刘孟祺 张雅卿

序

山西焦煤集团公司组织编写的员工职业技能培训丛书将陆续出版。这是我见到的第一套由煤炭企业自行编写的职业技能培训系列教材。我想这件事情的意义不仅在于丛书本身的价值,更主要的是它在一定程度上体现了以人为本的原则和促进人的全面发展的理念。对此,向所有参与撰写和编辑此书的同志们表示祝贺。

企业是市场竞争的主体。在日趋激烈的市场竞争面前,煤炭企业如何通过深化改革、创新管理、培育队伍,进一步提升企业整体素质,增强核心竞争力,走上可持续发展的道路,始终是业内人士和全社会共同关注的重要课题。山西焦煤集团公司领导班子在这方面进行了积极有益的探索。

科技是第一生产力,人才是第一资源。市场竞争归根到底是人才的竞争,是劳动者素质的竞争。坚持不懈地抓好职工的培训教育,不断提高劳动者的素质,塑造学习型企业,培育技能型员工,是一个企业积蓄发展后劲,增强竞争力的根本大计。

山西焦煤集团公司是我国首次以资产为纽带组建的紧密型母子体制的大集团,自2001年10月成立以来,经过两年多的实践,走上了快速发展的良性轨道,取得了可喜的发展业绩,受到各方面的关注。他们的一条重要经验,就是坚持把企业的发展建立在紧紧依靠提高劳动者素质的基础之上,坚持开展素质工程建设,搞全员培训、技能大赛、技能鉴定,现在又专门编辑出版员工职业技能培训丛书,真正建立起了一套好的长效机制,这是值得所有煤炭企业学习借鉴的。

对于一个拥有 15 万职工、近千个工种的大集团,在企业内部编写并推行自己的员工职业技能培训丛书,确实是一项基础性的建设。我翻阅了他们送来的准备先期出版的丛书样稿,觉得从形式到内容都不错,而且具有“专、精、特、新”的特点。“专”在工种细分、专学专用。针对煤炭行业工种特点,应用于生产实践,着眼于培育适用性专业技师和熟练工人。“精”在言简意赅、深入浅出。丛书语言简练,篇幅较少,没有长篇累牍的高深原理和令人费解的公式方程,便于职工自学和掌握。“特”在注重实用、培育技能。立足企业员工培训实际,适合不同层次的专业人员提高技能,也为企业技能大赛提供了自己的应用教材。“新”在内容新颖、讲求实效。丛书由企业内部人员编写,编者本身又是丛书的读者和普及者,因此编写中就注重了职工的喜好和丛书的实用性,没有照搬照抄,并且从封面到内容,图文并茂,将企业文化传播赋予其中,在传授知识的同时也促进了企业文化的建设。

衷心希望山西焦煤集团公司进一步做好丛书编写和普及工作,将这件关系企业长远发展的事情办好办实,进一步完善职工培训教育体系,在提高员工素质上取得更大的成绩,也希望其他煤炭企业能够借鉴山西焦煤集团公司的做法,在提高企业员工整体素质上不断探索新的机制,积累新的经验,为提高煤炭企业的核心竞争力,为煤炭工业的持续健康发展作出更大的贡献。

王显政

2004 年 6 月于北京

编写说明

企业的全面可持续发展首先是人的全面发展。只有具备较高素质的人,才能为企业注入市场竞争的不竭动力,插上持续发展的坚硬翅膀。但是,多年以来,煤炭行业职工队伍的整体素质与煤炭工业及其相关产业的快速发展一直存在着较大的差距,员工队伍建设不能适应煤炭企业深化改革、强化管理、快速发展、做强做大的需要。职工队伍整体素质的提高迫在眉睫,必须认真地把职工的学习培训工作抓紧、抓好。

山西焦煤集团公司成立以来,十分重视职工技能知识的培训和实际操作水平的提高,自觉地将实施素质工程、创建学习型企业 and 培养知识化员工落实到具体的工作和行动中,开展了大规模的职工技能大赛,在职工培训、技能竞赛、技能鉴定、技术推广和表彰奖励方面做了积极的探索和实践。然而在职工的培训过程中,各子分公司、各生产单位深深地感受到培训教材还存在着许多缺项和不足,所使用的教材在内容上或多或少地与企业现状和专业实际脱节,理论知识深奥,实际操作应用知识欠缺,职工不易学习和掌握。

为了解决培训过程中遇到的这些问题,提高培训的针对性和实效性,2002年以来,我们组织各职能部门、各子分公司、各生产矿厂专业技术人员和工人技师,从企业的现实和未来考虑,花费了较大的功夫和精力,经过多次讨论修改、审订出版这套员工职业技能培训丛书。丛书主要面对操作工人,内容来自工作实践,有较强的针对性和实用性,易学、易懂、专业、适用,符合企业特点,便于实

践运用。

在丛书编写过程中,编委会注重从企业的实际和长远发展需要出发,立足于培养技能型职工,培育企业持久竞争力,在内容上力求全面广泛和长期适用。丛书包括综合读本和煤炭专业的采煤、掘进、开拓、机电、运输、通风、安全及电力、焦化等相关专业教材共60余本。综合读本主要有企业概况、企业文化和企业发展战略等企业所有员工需要了解的内容,可使广大职工进一步认识企业的历史沿革、现状和发展前景,增强大集团的凝聚力和向心力。各专业读本按照工人技师、高级工、中级工等几个层次,在内容上各有侧重,不仅适合本企业各类专业人员学习应用,而且对煤炭行业其他兄弟企业也具有普遍的适用性。

能源化学工会对山西焦煤集团公司员工职业技能培训丛书的编写工作非常关心和支持,领导和专家们提出了许多宝贵意见并给予较高的评价,同时建议将丛书作为煤炭和其他能源行业的培训实用教材进行推广,我们对此表示衷心的感谢。

由于编写丛书时间紧、内容多、范围广、任务重,加之编写人员水平有限,若有疏漏和不足,恳请广大职工和读者批评指正!

山西焦煤集团有限责任公司 员工职业技能培训丛书编审委员会

2004年6月

前 言

山西焦煤集团有限责任公司为创建学习型企业,全面提高员工素质,为员工学习技术、参加技能大赛和技能鉴定提供统一的标准教材和学习资料,组织编写了山西焦煤集团有限责任公司员工职业技能培训丛书。矿井维修电工为该丛书之一,供从事该工种的技术工人学习使用。

矿井维修电工主要是使用仪表、工具,从事矿井大型专用设备及矿井电气设备的维护、检修工作。从事该工种的工人在电气方面需要有较扎实的理论基础知识,所以在教材编写中以电气方面的知识为主,由浅入深,通俗易懂,概念清楚,内容少而精,力求满足不同层次维修电工的学习和工作需要。

本书第一章至第六章是基础知识,包括电工基础、电子技术基础、变压器和电动机基础、矿山供电系统、电气防爆知识、机械基础;第七章至第九章是实际操作技能,包括常用仪器、仪表的原理及使用方法,井下常用电气设备工作原理与应用,TDK-A 电控系统工作原理;附录简要介绍了相关的法律法规和初级维修电工、中级维修电工、高级维修电工、技师、高级技师技能鉴定标准。在基础知识中,涉及的一些理论和计算公式对初级和中级维修电工只要求一般了解,高级维修电工、技师、高级技师,要求对全书内容必须全面学习,深入领会,并能灵活地运用到实际工作中。在对不同层次的维修电工进行培训时,应根据培训时间长短、培训对象的层次、工作需要和接受能力选取相应内容。为便于学习和培训的安排,每章均有[学习提示],以便不同层次人员按相应要求学习。

在实际操作技能的学习中,一定要理论联系实际,注重实际操作,了解相关仪表的工作原理,掌握相关仪表的使用方法,能利用仪

表检测分析一般的电气故障。

由于编者水平有限,书中难免有不当之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2004 年 10 月

目 录

第一章 电工基础	(1)
第一节 电路的基本概念	(1)
第二节 电磁与电磁感应	(11)
第三节 电容	(17)
第四节 正弦交流电路	(19)
第五节 三相交流电路	(27)
第二章 电子技术基础	(30)
第一节 晶体二极管	(30)
第二节 晶体三极管	(32)
第三节 基本放大电路	(36)
第四节 功率放大器	(47)
第五节 集成运算放大器	(51)
第六节 直流电源	(54)
第七节 逻辑门电路	(59)
第三章 变压器、电动机基础	(63)
第一节 变压器	(63)
第二节 特殊变压器	(67)
第三节 异步电动机	(69)
第四节 异步电动机的使用	(71)
第五节 特殊电机与直流电机	(76)
第六节 同步电动机	(80)
第四章 煤矿供电系统	(84)
第一节 矿井供电的一般要求	(84)
第二节 常用继电器	(89)
第三节 井下三大保护	(95)
第五章 电气设备防爆知识	(105)

第一节	防爆电气设备概述	(105)
第二节	防爆电气设备通用规定	(107)
第三节	隔爆型电气设备	(111)
第四节	增安型电气设备	(115)
第五节	本质安全型电气设备	(117)
第六章	机械基础	(119)
第一节	视图与剖视图的概念	(119)
第二节	钳工基本知识	(122)
第三节	常用钳工工具、量具及仪表	(123)
第四节	起重基本知识	(128)
第七章	煤矿井下高、低压电气设备	(130)
第一节	矿用隔爆型高压真空配电装置	(130)
第二节	低压供电设备	(146)
第三节	软启动器	(162)
第八章	矿井提升机电控系统	(175)
第一节	概述	(175)
第二节	TKD-A 电控系统的电控元件	(176)
第三节	TKD-A 电控系统	(187)
第四节	主要电气元件的调试	(206)
第九章	各种仪表的原理与使用	(216)
第一节	电流表和电压表	(216)
第二节	电流的测量	(219)
第三节	电压的测量	(221)
第四节	万用电表及使用方法	(222)
第五节	兆欧表(摇表)	(228)
第六节	接地电阻的测量	(234)
附录		
附录一	相关法律法规	(240)
附录二	技能鉴定标准	(243)
附录三	山西焦煤集团公司井下防爆电气检查标准	(246)
附录四	其他相关标准	(255)

目 录

附录五 矿井维修电工技能鉴定标准	(256)
参考文献	(262)

第一章 电工基础

[学习提示]

本章介绍了电路的基本概念及组成;电路中涉及的主要物理量,包括电流、电压、电阻、电动势、电功率、电能、电容等;欧姆定律、基尔霍夫定律;电磁与电磁感应;正弦交流电路、三相交流电路等内容。

从事矿井维修电工的人员,无论是初级工、中级工、还是高级工、技师、高级技师,对本章内容都必须认真学习,理解电路中各物理量的定义,掌握欧姆定律及其应用,为电路的分析计算奠定基础。

第一节 电路的基本概念

一、电路

电流所通过的路径叫做电路。

简单的电路一般由电源、开关、负载及导线四部分组成。如图1—1所示。

电源是供给电能的装置,它将非电能转换为电能,也可以将一种形式的电能转换为另一种形式的电能。

负载是取用电能的装置,它将电能转换为其他形式的能量。

导线是连接负载和电源的装置,起传送电能作用。

二、电流

电荷的定向移动形成电流。

单位时间内通过某一导线截面的电量称为电流强度,简称电流,用符号 i 表示,即

$$i = \frac{dq}{dt} \quad (1-1)$$

大小和方向不随时间变化的电流叫做恒定电流,简称直流,用符号 I 表示,即

$$I = \frac{Q}{t} \quad (1-2)$$

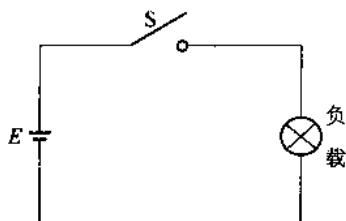


图 1-1 简单的电路图

在国际单位制中,电流的单位是安培,简称安(A),还有千安(kA)、毫安(mA)、微安(μ A),其换算关系为:

$$1 \text{ kA} = 10^3 \text{ A} \quad 1 \text{ mA} = 10^{-3} \text{ A} \quad 1 \mu\text{A} = 10^{-6} \text{ A}$$

习惯上把正电荷移动的方向规定为电流的方向。电流的实际方向是一定的,但在分析与计算电流时,电流的真实方向往往难以在电路中标出。例如,交流电路中的电流方向随时间变化,很难用一个固定的箭头来表示真实方向;即使在直流电路中,在求较复杂的电流时,也往往难以事先判断出电流的真实方向。为了便于计算,我们可以任意选定一个电流方向,作为电流的正方向。当电流的实际方向与电流的正方向一致时,则电流为正值;当电流的实际方向与正方向相反时,则电流为负值。

三、电压与电动势

在电场中,电场力将单位正电荷从 a 点移到 b 点所做的功,称为该两点间的电压,用符号 U_{ab} 表示,即

$$U_{ab} = \frac{A_{ab}}{Q} \quad (1-3)$$

式中 A_{ab} ——电场力所做的功;

Q ——被移动正电荷的电量。

电压又称为电位差,即

$$U_{ab} = V_a - V_b$$

式中 V_a —— a 点的电位;

V_b —— b 点的电位。

电位就是物理学中所讲的电势。

在电源中,外力将单位正电荷从电源的负极移到正极所做的功,称为电源的电动势,用符号 E 表示,即

$$E = \frac{A}{Q} \quad (1-4)$$

式中 A ——外力所做的功。

电压的方向规定为由高电位端指向低电位端,即电位降低的方向。电源电动势的方向规定为在电源中由低电位端指向高电位端,即电位升高的方向。

和电流一样,在电路图中也需要为电压和电动势规定正方向,也可以用箭头及“+”、“-”符号表示,“+”表示高电位端,“-”表示低电位端。

由于电压和电流的实际方向都从高电位指向低电位,在选定电压正方向时,常使其与电流的正方向一致。在选定电动势的正方向时,常使其与电压的正方向相反,如图 1—2 所示。在国际单位制中,电压和电动势的单位都是伏

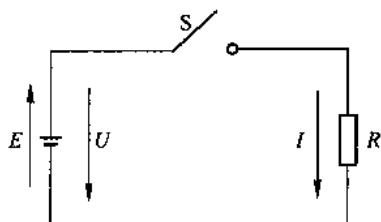


图 1—2 电路图

特,简称伏(V)。还有千伏(kV)、毫伏(mV)或微伏(μ V)等单位。

四、电阻

导体对电流的阻碍作用称为电阻,用符号 R 表示。电阻的单位为欧姆,简称欧(Ω)。对于大电阻常用单位有千欧(k Ω)、兆欧(M Ω)。

实验证明:在一定温度下一段金属导体的电阻为:

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad (1-5)$$

式中 l ——导体的长度,m;

S ——导体的横截面积, m^2 ;