

# 采掘电钳工

煤炭工业职业技能鉴定指导中心 组织编审

煤炭行业特有工种职业技能鉴定

培训教材



初级、中级、高级

煤炭工业出版社

煤炭行业特有工种职业技能鉴定培训教材

# 采掘电钳工

(初级、中级、高级)

煤炭工业职业技能鉴定指导中心 组织编审

煤炭工业出版社

·北京·

### 图书在版编目 (CIP) 数据

采掘电钳工: 初级、中级、高级/煤炭工业职业技能  
鉴定指导中心组织编审. -- 北京: 煤炭工业出版社,  
2010 (2011.9 重印)

煤炭行业特有工种职业技能鉴定培训教材  
ISBN 978-7-5020-3780-2

I. ①采… II. ①煤… III. ①矿山开采-电工技术-  
职业技能鉴定-教材 ②矿山开采-钳工-职业技能鉴  
定-教材 IV. ①TD6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 254124 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](http://www.cciph.com.cn)  
煤炭工业出版社印刷厂 印刷  
新华书店北京发行所 发行

\*  
开本 787mm × 1092mm<sup>1</sup>/<sub>16</sub> 印张 27<sup>3</sup>/<sub>4</sub> 插页 1  
字数 657 千字 印数 5 001—15 000  
2011 年 4 月第 1 版 2011 年 9 月第 2 次印刷  
社内编号 6590 定价 58.00 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  
(请认准封底防伪标识, 敬请查询)

## 内 容 提 要

本书以采掘电钳工国家职业标准为依据，分别介绍了初级、中级、高级采掘电钳工职业技能考核鉴定的知识和技能方面的要求。内容包括工作前的准备、设备安装调试、设备检修与维护等知识。

本书是初级、中级、高级采掘电钳工职业技能考核鉴定前的培训和自学教材，也可作为各级各类技术学校相关专业师生的参考用书。

## 本书编审人员

主 编 张宏干 裴立瑞

副主编 孙先绪

编 写 王 济 潘立敏 夏伯党 朱成光 李长山  
马 俊 赵 刚 苗天佩 郭 钦

主 审 向云霞

审 稿 (按姓氏笔画为序)

王 涛 王朋炜 曲富生 吕树泽 陈子春  
钟福有 郭宝学 郭海萍 腾 勇

# 前言

为了进一步提高煤炭行业职工队伍素质，加快煤炭行业高技能人才队伍建设步伐，实现煤炭行业职业技能鉴定工作的标准化、规范化，促进其健康发展，根据国家的有关规定和要求，煤炭工业职业技能鉴定指导中心组织有关专家、工程技术人员和职业培训教学管理人员编写了这套《煤炭行业特有工种职业技能鉴定培训教材》，作为国家职业技能鉴定考试的推荐用书。

本套职业技能鉴定培训教材以相应工种的职业标准为依据，内容上力求体现“以职业活动为导向，以职业技能为核心”的指导思想，突出职业培训特色。在结构上，针对各工种职业活动领域，按照模块化的方式，分初级工、中级工、高级工、技师、高级技师五个等级进行编写。每个工种的培训教材分为两册出版，其中初级工、中级工、高级工为一册，技师、高级技师为一册。教材的章对应于相应工种职业标准的“职业功能”，节对应于职业标准的“工作内容”，节中阐述的内容对应于职业标准的“技能要求”和“相关知识”。

本套教材现已经出版 28 个工种的初、中、高级工培训教材（分别是：爆破工、采煤机司机、液压支架工、装岩机司机、输送机操作工、矿井维修钳工、矿井维修电工、煤矿机械安装工、煤矿输电线路工、矿井泵工、安全检查工、矿山救护工、矿井防尘工、浮选工、采制样工、煤质化验工、矿井轨道工、矿车修理工、电机车修配工、信号工、把钩工、巷道掘砌工、综采维修电工、主提升机操作工、主扇风机操作工、支护工、锚喷工、巷修工）和 7 个工种的技师、高级技师培训教材（分别是：采煤工、巷道掘砌工、液压支架工、矿井维修电工、综采维修电工、综采维修钳工、矿山救护工）。此次出版的是 7 个工种的初、中、高级工培训教材（分别是：矿井通风工、矿井测风工、采煤工、采掘电钳工、安全仪器监测工、综采维修钳工、瓦斯抽放工）和 11 个工种的技师、高级技师培训教材（分别是：爆破工、采煤机司机、装岩机司机、矿井维修钳工、安全检查工、主提升机操作工、支护工、巷修工、矿井通风工、矿井测风工、采掘电钳工）。其他工种的初、中、高级工及技

# 目 次

## 第一部分 采掘电钳工基础知识

|              |    |
|--------------|----|
| 第一章 职业道德     | 3  |
| 第一节 职业道德基本知识 | 3  |
| 第二节 职业守则     | 5  |
| 第二章 基础知识     | 7  |
| 第一节 电工基础知识   | 7  |
| 第二节 钳工基础知识   | 35 |
| 第三节 矿井通防知识   | 58 |

## 第二部分 采掘电钳工初级技能

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 第三章 工作前准备          | 73  |
| 第一节 劳动保护与安全文明生产    | 73  |
| 第二节 工量具、仪器、仪表及材料选用 | 81  |
| 第三节 读图与分析          | 97  |
| 第四章 设备安装与调试        | 110 |
| 第一节 安装             | 110 |
| 第二节 调试             | 129 |
| 第五章 设备检修与维护        | 135 |
| 第一节 设备检修与故障排除      | 135 |
| 第二节 设备的维护与保养       | 155 |

## 第三部分 采掘电钳工中级技能

|                 |     |
|-----------------|-----|
| 第六章 工作前准备       | 169 |
| 第一节 工具、量具及仪器、仪表 | 169 |
| 第二节 读图与分析       | 169 |
| 第七章 设备安装与调试     | 270 |
| 第一节 安装          | 270 |
| 第二节 调试          | 294 |
| 第八章 设备检修与维护     | 335 |
| 第一节 设备检修与故障处理   | 335 |

|                   |     |
|-------------------|-----|
| 第二节 设备的维护与保养..... | 356 |
|-------------------|-----|

第四部分 采掘电钳工高级技能

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 第九章 工作前准备.....     | 369 |
| 第一节 仪器、仪表.....     | 369 |
| 第二节 读图与分析.....     | 373 |
| 第十章 设备安装与调试.....   | 398 |
| 第一节 安装.....        | 398 |
| 第二节 调试.....        | 405 |
| 第十一章 设备检修与维护.....  | 411 |
| 第一节 设备检修与故障排除..... | 411 |
| 第二节 测绘零件图.....     | 424 |
| 附录一 矿用变压器技术特征..... | 429 |
| 附录二 电抗和电缆的折算.....  | 432 |



南 海 商 务 印 书 馆 出 版 发 行 所 有 权 保 留 翻 印 权 限 不 得 擅 意 翻 印 或 者 以 其 他 任 何 方 式 复 制 或 者 传 播 本 书 内 容 如 有 违 犯 者 必 究 不 贷

# 第一部分

## 采掘电钳工基础知识

目 录  
第一章 职业道德  
第二章 基础知识  
第三章 采掘机械  
第四章 电钳工安全技术  
第五章 电钳工操作技能  
第六章 电钳工维护保养  
第七章 电钳工故障排除  
第八章 电钳工安全操作规程  
第九章 电钳工安全操作规程  
第十章 电钳工安全操作规程  
第十一章 电钳工安全操作规程  
第十二章 电钳工安全操作规程  
第十三章 电钳工安全操作规程  
第十四章 电钳工安全操作规程  
第十五章 电钳工安全操作规程  
第十六章 电钳工安全操作规程  
第十七章 电钳工安全操作规程  
第十八章 电钳工安全操作规程  
第十九章 电钳工安全操作规程  
第二十章 电钳工安全操作规程  
第二十一章 电钳工安全操作规程  
第二十二章 电钳工安全操作规程  
第二十三章 电钳工安全操作规程  
第二十四章 电钳工安全操作规程  
第二十五章 电钳工安全操作规程  
第二十六章 电钳工安全操作规程  
第二十七章 电钳工安全操作规程  
第二十八章 电钳工安全操作规程  
第二十九章 电钳工安全操作规程  
第三十章 电钳工安全操作规程  
第三十一章 电钳工安全操作规程  
第三十二章 电钳工安全操作规程  
第三十三章 电钳工安全操作规程  
第三十四章 电钳工安全操作规程  
第三十五章 电钳工安全操作规程  
第三十六章 电钳工安全操作规程  
第三十七章 电钳工安全操作规程  
第三十八章 电钳工安全操作规程  
第三十九章 电钳工安全操作规程  
第四十章 电钳工安全操作规程  
第四十一章 电钳工安全操作规程  
第四十二章 电钳工安全操作规程  
第四十三章 电钳工安全操作规程  
第四十四章 电钳工安全操作规程  
第四十五章 电钳工安全操作规程  
第四十六章 电钳工安全操作规程  
第四十七章 电钳工安全操作规程  
第四十八章 电钳工安全操作规程  
第四十九章 电钳工安全操作规程  
第五十章 电钳工安全操作规程  
第五十一章 电钳工安全操作规程  
第五十二章 电钳工安全操作规程  
第五十三章 电钳工安全操作规程  
第五十四章 电钳工安全操作规程  
第五十五章 电钳工安全操作规程  
第五十六章 电钳工安全操作规程  
第五十七章 电钳工安全操作规程  
第五十八章 电钳工安全操作规程  
第五十九章 电钳工安全操作规程  
第六十章 电钳工安全操作规程  
第六十一章 电钳工安全操作规程  
第六十二章 电钳工安全操作规程  
第六十三章 电钳工安全操作规程  
第六十四章 电钳工安全操作规程  
第六十五章 电钳工安全操作规程  
第六十六章 电钳工安全操作规程  
第六十七章 电钳工安全操作规程  
第六十八章 电钳工安全操作规程  
第六十九章 电钳工安全操作规程  
第七十章 电钳工安全操作规程  
第七十一章 电钳工安全操作规程  
第七十二章 电钳工安全操作规程  
第七十三章 电钳工安全操作规程  
第七十四章 电钳工安全操作规程  
第七十五章 电钳工安全操作规程  
第七十六章 电钳工安全操作规程  
第七十七章 电钳工安全操作规程  
第七十八章 电钳工安全操作规程  
第七十九章 电钳工安全操作规程  
第八十章 电钳工安全操作规程  
第八十一章 电钳工安全操作规程  
第八十二章 电钳工安全操作规程  
第八十三章 电钳工安全操作规程  
第八十四章 电钳工安全操作规程  
第八十五章 电钳工安全操作规程  
第八十六章 电钳工安全操作规程  
第八十七章 电钳工安全操作规程  
第八十八章 电钳工安全操作规程  
第八十九章 电钳工安全操作规程  
第九十章 电钳工安全操作规程  
第九十一章 电钳工安全操作规程  
第九十二章 电钳工安全操作规程  
第九十三章 电钳工安全操作规程  
第九十四章 电钳工安全操作规程  
第九十五章 电钳工安全操作规程  
第九十六章 电钳工安全操作规程  
第九十七章 电钳工安全操作规程  
第九十八章 电钳工安全操作规程  
第九十九章 电钳工安全操作规程  
第一百章 电钳工安全操作规程

- ▶ 第一章 职业道德
- ▶ 第二章 基础知识



## 第一章 职 业 道 德

### 第一节 职业道德基本知识

#### 一、职业道德的涵义

所谓职业道德，就是同人们的职业活动紧密联系的符合职业特点要求的道德准则、道德情操与道德品质的总和，它既是对本职人员在职业活动中行为的要求，同时又是本职业对社会所负的道德责任与义务。职业道德主要内容包括爱岗敬业、诚实守信、办事公道、服务群众、奉献社会等。

职业道德的涵义包括以下 8 个方面：

- (1) 职业道德是一种职业规范，受社会普遍的认可。
- (2) 职业道德是长期以来自然形成的。
- (3) 职业道德没有确定形式，通常体现为观念、习惯、信念等。
- (4) 职业道德依靠文化、内心信念和习惯，通过员工的自律实现。
- (5) 职业道德大多没有实质的约束力和强制力。
- (6) 职业道德的主要内容是对员工义务的要求。
- (7) 职业道德标准多元化，不同企业可能具有不同的价值观，其职业道德的体现也有所不同。
- (8) 职业道德承载着企业文化和凝聚力，影响深远。

每个从业人员，不论是从事哪种职业，在职业活动中都要遵守职业道德。要理解职业道德需要掌握以下 4 点：

(1) 在内容方面，职业道德总是要鲜明地表达职业义务、职业责任以及职业行为上的道德准则。它不是一般地反映社会道德和阶级道德的要求，而是要反映职业、行业以至产业特殊利益的要求；它不是在一般意义上的社会实践基础上形成的，而是在特定的职业实践的基础上形成的，因而它往往表现为某一职业特有的道德传统和道德习惯，表现为从事某一职业的人们所特有的道德心理和道德品质。

(2) 在表现形式方面，职业道德往往比较具体、灵活、多样。它总是从本职业的交流活动的实际出发，采用制度、守则、公约、承诺、誓言、条例，以至标语口号之类的形式。这些灵活的形式既易于从业人员接受和实行，也易于形成一种职业道德习惯。

(3) 从调节的范围来看，职业道德一方面是用来调节从业人员内部关系，加强职业、行业内部人员的凝聚力；另一方面，它也是用来调节从业人员与其服务对象之间的关系，

从而塑造本职业从业人员的形象。

(4) 从产生的效果来看,职业道德既能使一定的社会道德原则和规范“职业化”,又能使个人道德品质“成熟化”。职业道德虽然是在特定的职业生活中形成的,但它决不是离开社会道德而独立存在的道德类型。职业道德始终是在社会道德的制约和影响下存在和发展的;职业道德和社会道德之间的关系,就是一般与特殊、共性与个性之间的关系。任何一种形式的职业道德,都在不同程度上体现着社会道德的要求。同样,社会道德在很大程度上都是通过具体的职业道德形式表现出来的。同时,职业道德主要表现在实际从事一定职业的成年人的意识和行为中,是道德意识和道德行为成熟的阶段。职业道德与各种职业要求和职业生活结合,具有较强的稳定性和连续性,形成比较稳定的职业心理和职业习惯,以至于在很大程度上改变人们在学校生活阶段和少年生活阶段所形成的品行,影响道德主体的道德风貌。

## 二、职业道德的特点

职业道德具有以下几方面的特点:

(1) 适用范围的有限性。每种职业都担负着一种特定的职业责任和职业义务,各种职业的职业责任和义务各不相同,因而形成了各自特定的职业道德规范。

(2) 发展的历史继承性。由于职业具有不断发展和世代延续的特征,不仅其技术世代延续,其管理员工的方法、与服务对象打交道的方法等,也有一定的历史继承性。

(3) 表达形式的多样性。由于各种职业道德的要求都较为具体、细致,因此其表达形式多种多样。

(4) 兼有纪律规范性。纪律也是一种行为规范,但它是介于法律和道德之间的一种特殊的规范。它既要求人们能自觉遵守,又带有一定的强制性。就前者而言,它具有道德色彩;就后者而言,又带有一定的法律色彩。也就是说,一方面,遵守纪律是一种美德,另一方面,遵守纪律又带有强制性,具有法令的要求。例如,工人必须执行操作规程和安全规定,军人要有严明的纪律等等。因此,职业道德有时又以制度、章程、条例的形式表达,让从业人员认识到职业道德又具有纪律的规范性。

## 三、职业道德的社会作用

职业道德是社会道德体系的重要组成部分,一方面,具有社会道德的一般作用,另一方面,它又具有自身的特殊作用,具体表现在:

(1) 调节职业交往中从业人员内部以及从业人员与服务对象间的关系。职业道德的基本职能是调节职能。它一方面可以调节从业人员内部的关系,即运用职业道德规范约束职业内部人员的行为,促进职业内部人员的团结与合作。如职业道德规范要求各行各业的从业人员,都要团结、互助、爱岗、敬业,齐心协力地为发展本行业、本职业服务。另一方面,职业道德又可以调节从业人员和服务对象之间的关系。如职业道德规定了制造产品的工人要怎样对用户负责,营销人员怎样对顾客负责,医生怎样对病人负责,教师怎样对学生负责,等等。

(2) 有助于维护和提高一个行业和一个企业的信誉。信誉是一个行业、一个企业的形象、信用和声誉,指企业及其产品与服务在社会公众中的信任程度。提高企业的信誉主

要靠提高产品的质量和服务质量,因而从业人员职业道德水平的提升是提高产品质量和服务质量的有效保证。若从业人员职业道德水平不高,很难生产出优质的产品、提供优质的服务。

(3) 促进行业和企业的发展。行业、企业的发展有赖于高的经济效益,而高的经济效益源于高的员工素质。员工素质主要包含知识、能力、责任心三个方面,其中责任心是最重要的。而职业道德水平高的从业人员,其责任心是极强的,因此,优良的职业道德能促进行业和企业的发展。

(4) 有助于提高全社会的道德水平。职业道德是整个社会道德的重要组成部分。职业道德一方面,涉及每个从业者如何对待职业,如何对待工作,同时也是一个从业人员的生活态度、价值观念的表现,是一个人的道德意识、道德行为发展的成熟阶段,具有较强的稳定性和连续性。另一方面,职业道德也是一个职业集体,甚至一个行业全体人员的行为表现。如果每个行业、每个职业集体都具备优良的职业道德,将会对整个社会道德水平的提升发挥重要作用。

## 第二节 职业守则

通常职业道德要求通过在职活动中的职业守则来体现。广大煤矿职工的职业守则有以下几个方面:

### 1. 遵守法律法规和煤矿安全生产的有关规定

煤炭生产有它的特殊性,从业人员除了遵守《煤炭法》、《安全生产法》、《煤矿安全规程》、《煤矿安全监察条例》外,还要遵守煤炭行业制订的专门规章制度。只有遵法守纪,才能确保安全生产。作为一名合格的煤矿职工,应该遵守煤矿的各项规章制度,遵守煤矿劳动纪律,尤其是岗位责任制和操作规程、作业规程,处理好安全与生产的关系。

### 2. 爱岗敬业

热爱本职工作是一种职业情感。煤炭是我国当前的主要能源,在国民经济中占举足轻重的地位。作为一名煤矿职工,应该感到责任重大,感到光荣和自豪;应该树立热爱矿山、热爱本职工作的思想,认真工作,培养职业兴趣;干一行、爱一行、专一行,既爱岗又敬业,干好自己的本职工作,为我国的煤矿安全生产多做贡献。

### 3. 坚持安全生产

煤矿生产是人与自然的斗争,工作环境特殊,作业条件艰苦,情况复杂多变,不安全因素和事故隐患多,稍有疏忽或违章,就可能导致事故发生,轻者影响生产,重则造成矿毁人亡。安全是煤矿工作的重中之重。没有安全,就无从谈起生产。安全是广大煤矿职工的最大福利,只有确保了安全生产,职工的辛勤劳动才能切切实实、真真正正的对其自身生活产生较为积极的意义。作为一名煤矿职工,一定要按章作业,努力抵制“三违”,做到安全生产。

### 4. 刻苦钻研职业技能

职业技能,也可称为职业能力,是人们进行职业活动、完成职业责任的能力和手段。它包括实际操作能力、业务处理能力、技术能力以及相关的科学理论知识水平等。

经过新中国成立以来几十年的发展,我国的煤炭生产也由原来的手工作业逐步向综合

机械化作业转变，建成了许多世界一流的现代化矿井，特别是国有大中型矿井，大都淘汰了原来的生产模式，转变成为现代化矿井，高科技也应用于煤炭生产、安全监控之中。所有这些都要求煤矿职工在工作和学习中刻苦钻研职业技能，提高技术能力，掌握扎实的科学知识，只有这样才能胜任自己的工作。

#### 5. 加强团结协作

一个企业、一个部门的发展离不开协作。团结协作、互助友爱是处理企业团体内部人与人之间，以及协作单位之间关系的道德规范。

#### 6. 文明作业

爱护材料、设备、工具、仪表，保持工作环境整洁有序，文明作业；着装符合井下作业要求。

## 第二章 基础知识

### 第一节 电工基础知识

#### 一、直流电路的基本知识

##### (一) 电路及欧姆定律

##### 1. 电路及电路图

电流所流过的路径称为电路。一般电路都是由电源、负载、控制设备和连接导线 4 个基本部分组成的, 图 2-1 所示为简单的电路。电源是把非电能转换成电能, 并向外提供电能的装置, 如发电机、蓄电池等。负载通常也称用电器, 它们是将电能转换成其他形式能的元器件或设备, 如电灯、电动机等。控制设备是改变电路状态或保护电路不受损坏的装置, 如开关、熔断器等。连接导线担负传输或分配电能的任务。

电路通常有 3 种状态:

(1) 通路。通路是指处处连通的电路。通路也称闭合电路, 简称闭路。只有在通路的情况下, 电路才有正常的工作电流。

(2) 开路。开路是指电路中某处断开、不成通路的电路。开路也称断路, 此时电路中无电流。

(3) 短路。短路是指电路 (或电路中的一部分) 被短接。如负载或电源两端被导线连接在一起, 就称短路。短路时电源提供的电流将比通路时提供的电流大很多倍, 一般不允许短路。

电路图是用国家统一规定的符号来表示电路连接情况的图, 如图 2-1 所示。

##### 2. 电路的几个物理量

##### 1) 电流

电荷定向移动便形成电流。例如, 在电压作用下, 导线内的电子或电解液内的离子的定向移动。习惯规定正电荷移动的方向为电流的方向。

在生产和生活中, 常把电流分为两大类: 直流电与交流电。凡大小和方向都不随时间变化的电流称为恒定电流, 简称直流; 凡大小和方向都随时间变化的电流称为交变电流, 简称交流。

单位时间内通过导体截面的电量的代数和称为电流, 用字母  $I$  来表示。如果时间单位

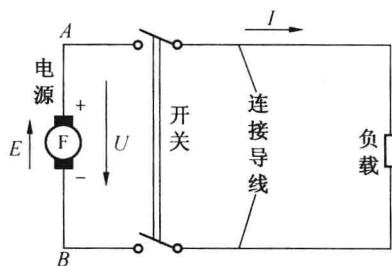


图 2-1 简单的电路

为  $s$  (秒), 电量单位为  $C$  (库仑), 电流的单位为  $A$  (安培),  $t$  秒内通过导体横截面的电量为  $Q$ , 则

$$I = Q/t \quad (2-1)$$

大电流单位常用  $kA$  (千安), 小电流单位常用  $mA$  (毫安) 和  $\mu A$  (微安), 其换算关系为

$$1 \text{ kA} = 1000 \text{ A}$$

$$1 \text{ A} = 1000 \text{ mA}$$

$$1 \text{ mA} = 1000 \mu\text{A}$$

通过单位面积的电流的大小称为电流密度, 用字母  $J$  表示, 单位为  $A/mm^2$ , 可用式 (2-2) 表示:

$$J = I/S \quad (2-2)$$

式中  $I$ ——导体中流过的电流,  $A$ ;

$S$ ——导体的截面积,  $mm^2$ 。

## 2) 电压

电压是衡量电场做功本领大小的物理量。在电路中, 电场力将电荷  $Q$  从  $a$  点移到  $b$  点, 所做的功为  $W_{ab}$ , 则功  $W_{ab}$  与电量  $Q$  的比值就称为该两点间的电压, 用符号  $U_{ab}$  表示, 单位为  $V$  (伏特)。其数学式为

$$U_{ab} = W_{ab}/Q \quad (2-3)$$

若电场力将  $1 C$  (库仑) 的电荷从  $a$  点移到  $b$  点, 所做的功是  $1 J$  (焦耳),  $ab$  间的电压值就是  $1 V$  (伏特), 即

$$1 \text{ V} = 1 \text{ J}/1 \text{ C}$$

常用的电压单位还有  $kV$  (千伏)、 $mV$  (毫伏) 和  $\mu V$  (微伏)。

$$1 \text{ kV} = 1000 \text{ V}$$

$$1 \text{ V} = 1000 \text{ mV}$$

$$1 \text{ mV} = 1000 \mu\text{V}$$

电压和电流一样, 是代数量, 不但有大小, 而且有方向, 即有正负。对于负载来说, 规定电流流进端为电压的正端, 电流流出端为电压的负端。电压的方向由正指向负。

## 3) 电动势

电动势是衡量电源将非电能转换成电能本领的物理量, 是指在电源内部, 外力将单位正电荷从电源的负极移到电源的正极所做的功, 以字母  $E$  来表示, 单位也是  $V$  (伏特)。如果  $Q$  是被移送的电荷量,  $W$  表示电源于两极间移送电量所做的功, 则

$$E = W/Q \quad (2-4)$$

电动势的方向由低电位指向高电位。电动势在数值上等于电源开路端电压, 但二者方向相反。电源两端的电压方向规定为从电源正极指向负极。

## 4) 电位和电位差

电路中某点与参考点间的电压就是该点的电位。通常把参考点的电位规定为零电位。电位的符号常用带脚标的字母  $V$  表示, 如  $V_A$  表示  $A$  点的电位。电位的单位仍然是  $V$  (伏特)。

通常选大地为参考点, 即把大地的电位规定为零电位, 而电子仪器和设备中又常把金



属机壳或电路的公共接点的电位规定为零电位。

电路中任意两点间的电位之差,就称为该两点的电位差,常用带脚标的字母  $U$  表示,如  $U_{AB}$  表示  $A$ 、 $B$  两点的电位差,其单位也是  $V$  (伏特)。

### 3. 电阻

带电质点(电子或离子)能够自由移动的物体叫导体,如金属、碳、大地及各种酸、碱、盐的水溶液等。

具有阻止传导电流性能的物体叫绝缘体,如玻璃、云母、橡胶、塑料、油类和空气等。

导电性质介于导体和绝缘体之间的物体为半导体,如硅、锗、硒和氧化铜等。

导体一方面具有导电的作用,另一方面又具有阻碍电流通过的作用。用来表征这种阻碍作用的物理量称为电阻,用字母  $R$  表示,单位为  $\Omega$  (欧姆)。当所加电压为  $1 V$ ,流过的电流为  $1 A$  时,则所受的阻力即电阻为  $1 \Omega$ 。高电阻的单位常用  $k\Omega$  (千欧)和  $M\Omega$  (兆欧),其换算关系如下:

$$1 k\Omega = 1000 \Omega$$

$$1 M\Omega = 1000 k\Omega$$

导体的电阻跟导体的长度成正比,跟导体的横截面积成反比,并与导体的材料性质有关,即

$$R = \frac{L}{rS} \quad (2-5)$$

式中  $L$ ——导体长度,  $m$ ;

$r$ ——导体导电率,  $m/(\Omega \cdot mm^2)$ ;

$S$ ——导体截面面积,  $mm^2$ 。

### 4. 部分电路欧姆定律

部分电路欧姆定律是德国科学家欧姆 1827 年首先提出的实验定律。其内容是:流过导体的电流与这段导体两端的电压成正比,与这段导体的电阻成反比,其数学式为

$$I = U/R \quad (2-6)$$

式中  $I$ ——导体中的电流,  $A$ ;

$U$ ——导体两端的电压,  $V$ ;

$R$ ——导体的电阻,  $\Omega$ 。

### 5. 全电路欧姆定律

全电路欧姆定律的内容是:全电路中的电流强度与电源的电动势成正比,与整个电路(即内电路和外电路)的电阻成反比。其数学式为

$$I = \frac{E}{R+r} \quad (2-7)$$

式中  $I$ ——电路中的电流,  $A$ ;

$E$ ——电源电动势,  $V$ ;

$R$ ——外电路电阻,  $\Omega$ ;

$r$ ——内电路电阻,  $\Omega$ 。

### (二) 电阻的串联、并联和混联电路