

矿井维修电工

煤炭工业职业技能鉴定指导中心 组织编审

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

矿井维修电工



矿井维修电工

— — —

— — —

煤炭行业特有工种职业技能鉴定培训教材

矿井维修电工

(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

矿井维修电工/煤炭工业职业技能鉴定指导中心组
组织编审. —北京: 煤炭工业出版社, 2006

煤炭行业特有工种职业技能鉴定培训教材

ISBN 7-5020-2816-1

I. 矿… II. 煤… III. 煤矿-矿山电工-职业技能
鉴定-教材 IV. TD6

中国版本图书馆CIP 数据核字(2005)第146569 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
北京密云春雷印刷厂 印刷
新华书店北京发行所 发行

*

开本 787mm×1092mm¹/₁₆ 印张 23³/₄ 插页 1
字数 558 千字 印数 1—10,000
2006 年 5 月第 1 版 2006 年 5 月第 1 次印刷
社内编号 5600 定价 46.00 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
(请认准封底纹理防伪标识, 查询电话: 4008868315)

本书编审人员

主 编 刘雨中

副主编 纪四平 姜 华

编 写 郭宝学 倪宝兴 张兴华 王云龙 李生虎
梁汝生 陈为信 蒋庆鸿 张晓林 胡春银
张爱祥 张 平 柳少平 夏晓辉

主 审 高志华

审 稿 倪长敏 韩 斌 张兴华 张黎明 张新生
王夺穆 王云泉 张 雷

前 言

为了进一步提高煤炭行业职工队伍素质,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。

《煤炭行业特有工种职业技能鉴定培训教材》以《中华人民共和国工人技术等级标准(煤炭行业)》(以下简称《标准》)为依据,根据实际需要,坚持“考什么,编什么”的原则,并根据当前形势的需要对《标准》有所突破。在编写上,按照初、中、高三个等级,每个等级按照知识要求和技能要求组织内容。在编写方式上有别于以往的问答式教材的是,这套教材在此基础上基本保证了知识的系统性和连贯性,着眼于技能操作,力求浓缩、精炼,突出针对性、典型性和实用性。

本套教材共21个工种,是对原21个工种的问答式技能鉴定培训教材之外的补充,原21个工种的问答式技能鉴定培训教材也将按照新的标准陆续修订出版。本次编写的21个工种有:爆破工、采制样工、浮选工、矿井轨道工、矿井维修钳工、煤矿输电线线路工、煤质化验工、装岩机司机、采煤机司机、矿车修理工、输送机操作工、液压支架工、矿山救护工、电机车修配工、矿井维修电工、安全检查工、矿井泵工、信号工、把钩工、煤矿机械安装工、矿井防尘工。

技能鉴定培训教材的编写组织工作,是一项探索性工作,有相当的难度,加之时间仓促,缺乏经验,不足之处在所难免,恳请各使用单位和个人提出宝贵意见和建议。

煤炭工业职业技能鉴定指导中心

2005年11月

目 录

职业道德.....	1
-----------	---

第一部分 初级矿井维修电工知识要求

第一章 电工基础.....	5
第一节 电路的基本知识和基本定律.....	5
第二节 磁和电磁的基本知识	12
第三节 单相交流电	16
第四节 三相正弦交流电路	22
第二章 电工专业知识	27
第一节 常用电工仪表	27
第二节 变压器	32
第三节 电动机	42
第四节 常用低压控制电器	46
第五节 井下低压供电设备	58
第六节 供电系统	68
第七节 电气防爆知识	73
第八节 矿井提升机控制电器	81
第九节 矿用电缆	83
第三章 相关知识	87
第一节 机械基础	87
第二节 触电救护	92

第二部分 初级矿井维修电工技能要求

第四章 常用电工工具、电工仪表的使用	99
第一节 常用电工工具的使用	99
第二节 常用电工仪器仪表的使用.....	100
第五章 基本技能操作.....	105
第一节 中小型三相异步电动机的拆装、检修及一般试验.....	105
第二节 中小型变压器的安装、检修.....	110
第三节 电缆敷设与连接.....	113
第四节 矿用低压防爆设备的故障处理及保护整定计算.....	116
第五节 提升机电气设备的停送电操作及日常维护.....	121

第三部分 中级矿井维修电工知识要求

第六章 电工基础.....	125
第一节 磁场对载流导体的作用力及电磁感应.....	125
第二节 电容器.....	127
第三节 单相交流电路.....	129
第四节 三相交流电路.....	136
第七章 电子基础知识.....	138
第一节 常用半导体器件.....	138
第二节 共发射极放大电路的分析.....	145
第三节 放大电路中的负反馈.....	147
第四节 单相整流电路.....	153
第五节 稳压电路.....	155
第八章 电工专业知识.....	160
第一节 矿井高压供电系统的运行和保护.....	160
第二节 煤矿井下低压漏电保护.....	167
第三节 电气防爆.....	173
第四节 矿用电缆.....	178
第五节 固定设备的控制.....	179
第六节 可编程控制器基础.....	185
第七节 机械基础.....	193

第四部分 中级矿井维修电工技能要求

第九章 工具、仪器、仪表的使用.....	201
第一节 千分尺和游标卡尺的使用.....	201
第二节 单臂电桥和通用示波器的使用.....	202
第三节 接地电阻测量仪的使用.....	204
第十章 基本技能操作.....	206
第一节 识图绘图.....	206
第二节 电气设备的安装.....	207
第三节 电气设备的试验和测定.....	218
第四节 机电设备检修.....	223
第五节 电子器件焊接.....	228
第六节 电气故障处理.....	229

第五部分 高级矿井维修电工知识要求

第十一章 电工基础.....	243
第一节 电路中各点电位的计算.....	243
第二节 复杂直流电路的计算.....	244
第三节 直流电桥平衡条件.....	246
第四节 铁磁物质的磁化.....	247
第五节 磁路及磁路定律.....	249
第六节 电磁铁.....	251
第七节 谐振电路.....	252
第十二章 电子技术.....	255
第一节 集成运算放大器简介.....	255
第二节 晶闸管及触发整流电路.....	259
第三节 集成逻辑门电路.....	265
第四节 基本门电路.....	267
第五节 集成触发器.....	272
第十三章 电工专业知识.....	274
第一节 电力拖动及固定设备电气控制.....	274
第二节 钳工相关知识.....	289
第三节 矿井高压供电系统.....	298
第四节 采区供电.....	311
第五节 可编程控制器.....	327

第六部分 高级矿井维修电工技能要求

第十四章 基本操作能力.....	343
第一节 计算能力.....	343
第二节 组织能力.....	347
第三节 识图能力.....	360
第四节 智能测量仪器的使用.....	362
参考文献.....	367

职 业 道 德

职业道德是规范约束从业人员职业活动的行为准则。加强职业道德建设是推动社会主义物质文明和精神文明建设的需要，是促进行业、企业生存和发展的需要，也是提高从业人员素质的需要。掌握职业道德基本知识，树立职业道德观念是对每一个从业人员最基本的要求。

一、职业道德的基本概念

职业道德是社会道德在职业行为和职业关系中的具体体现，是整个社会道德生活的重要组成部分。职业道德是指从事某种职业的人员在工作或劳动过程中所应遵守的与其职业活动紧密联系的道德规范和原则的总和。职业道德的内容包括：职业道德意识、职业道德行为规范和职业守则等。

职业道德既反映某种职业的特殊性，也反映各个行业职业的共同性；既是从业人员履行本职工作时从思想到行动应该遵守的准则，也是各个行业职业在道德方面对社会应尽的责任和义务。

从业人员对自己所从事职业的态度，是其价值观、道德观的具体体现，只有树立良好的职业道德，遵守职业守则，安心本职工作，勤奋钻研业务，才能提高自身的职业能力和素质，在竞争中立于不败之地。

二、职业道德的特点

1. 职业道德是社会主义道德体系的重要组成部分

由于每个职业都与国家、人民的利益密切相关，每个工作岗位、每一次职业行为，都包含着如何处理个人与集体、个人与国家利益的关系问题。因此，职业道德是社会主义道德体系的重要组成部分。

2. 职业道德的实质是树立全新的社会主义劳动态度

职业道德的实质就是在社会主义市场经济条件下，约束从业人员的行为，鼓励其通过诚实的劳动，在改善自己生活的同时，增加社会财富，促进国家建设。劳动既是个人谋生的手段，也是为社会服务的途径。劳动的双重含义决定了从业人员全新的劳动态度和职业道德观念。

三、职业道德基本规范

1. 爱岗敬业、忠于职守

爱岗敬业、忠于职守是职业道德的基本规范，是对所有从业人员的基本要求。“爱岗”就是热爱自己的工作岗位，热爱本职工作。“敬业”就是以一种严肃认真、尽职尽责、勤奋积极的态度对待工作。爱岗与敬业是相互联系、相辅相成的，只有做到将个人的好恶放在

一边，干一行，爱一行，才能真正做到爱岗敬业。

忠于职守是爱岗敬业的具体体现，也是对爱岗敬业的进一步升华。忠于职守就是认真负责地干好本职工作，以勤恳踏实的态度面对工作，不互相推诿。

2. 诚实守信、团结协作

诚实守信不仅是职业道德的要求，更是做人的一种基本道德品质。在工作中要做到实事求是，真实表达自己的思想和感情，要信守诺言并努力实现自己的诺言。

在工作中还要讲团结协作，要团结周围的人，发挥集体的伟大力量，促进人与人之间的感情，使大家能融洽和睦相处，营造出良好的工作氛围。

3. 遵纪守法、奉献社会

所谓遵纪守法，不仅要遵守国家制定的各项法律法规，还要遵守与职业活动相关的劳动纪律、安全操作规程等。遵纪守法是安全工作，高效工作的保证，只有做到遵纪守法，工作才能有序地进行。

奉献社会是职业道德的最高境界，同时也是做人的最高境界。奉献社会就是不计个人名利得失，一心为社会做贡献，全心全意为人民服务。

四、煤矿职工的职业道德规范

对于煤矿职工来说，除了要遵守以上的各项职业道德基本规范之外，还有几项职业道德需要特别强调。

1. 遵章守纪、安全生产

煤炭行业是采矿行业中灾害最为严重、作业环境相当恶劣、危险因素很多的高危行业。针对这种情况，相关部门制定了《煤矿安全规程》等法律法规，煤矿企业自身也制定了一些规章制度，这些法律法规和规章制度是煤炭行业安全生产、高产高效的保证，必须严格遵守这些制度，做到“安全第一，预防为主”。

2. 热爱矿山、扎根一线

煤矿的一线工作是煤矿企业中最艰苦的工作，也是最基础、最重要的工作。煤矿职工要勇于扎根一线，发扬不怕苦不怕累的精神，做好基础工作，这也是煤矿职工爱岗敬业的具体体现。

3. 满勤满点、高产高效

满勤满点是高产高效的基础，工作的时候要满勤满点，这样生产才能有序进行，休息的时候也要满勤满点，这样才能保证更好的工作状态。

4. 文明生产、珍惜资源

煤炭资源是有限的，也是非常宝贵的，在以往的生产过程中，滥采滥挖、丢瘦拣肥造成浪费的现象非常严重。煤矿职工要从自身做起，尽可能地减少浪费，珍惜和保护现有的资源，文明生产。

第一部分

初级矿井维修电工知识要求

- ▶ 第一章 电工基础
- ▶ 第二章 电工专业知识
- ▶ 第三章 相关知识

第一章 电工基础

第一节 电路的基本知识和基本定律

一、电路及其基本物理量

电路是电流通过的路径，按其通过的电流性质可分为交流电路和直流电路。电路中通过的电流大小和方向都不随时间变化的电路为直流电路。图1—1所示为简单的直流电路。

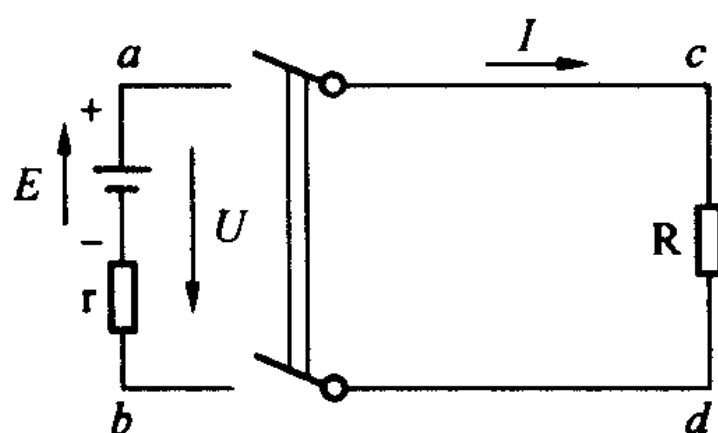


图1—1 简单的直流电路

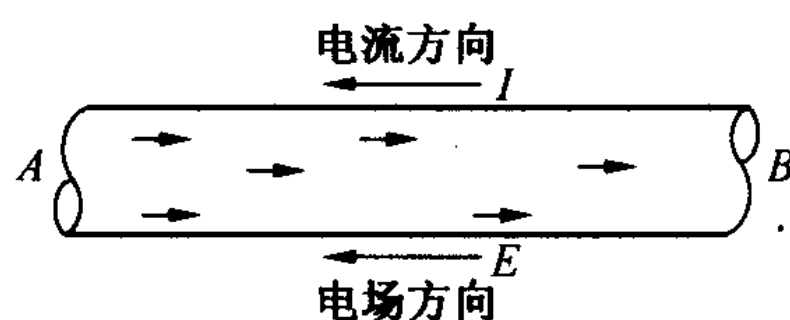


图1—2 导体中的电流

电路由电源、负载和导线3个主要部分组成。一般的电路中还装有控制电路的开关和各种测量仪表以及保护电路的熔断器。

电源即供电的装置，如发电机、电池等，是将其他能量转换成电能的装置。

负载即用电装置，如电灯、电感线圈（电动机、电磁铁）等。负载是将电能转换成其他能量的装置。

导线是电源和负载之间相连的导电线，起着输送电能的作用。

电路图是用各种元件的符号绘成的电路图形。

电路的基本物理量有电流、电位、电压、电动势以及电阻等。

（一）电流

所谓电流，即是在电场的作用下，电荷作有规则的定向运动，如图1—2所示。

在电场作用下，在单位时间内通过某一导体横截面的电量称为电流，是表示电流强弱的物理量。

如果电流的大小和方向不随时间变化而变化，就将这种电流称为直流电流，简称直流，用 I 表示，其表达式为

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

式中 Q ——电量，C；

t ——时间, s。

电流的单位名称是安培, 简称安, 用符号 A 表示。在每秒内通过导体横截面的电量为 1C 时, 则电流为 1A。在计量小电流时, 以 mA 或 μ A 为单位。其换算关系是

$$1\text{mA} = 10^{-3}\text{A}$$

$$1\mu\text{A} = 10^{-6}\text{A}$$

人们习惯上规定正电荷运动的方向 (即负电荷运动的相反方向) 为电流的方向。

(二) 电压和电位

1. 电压

带电体的周围存在着电场, 电场对处在电场中的电荷有力的作用。当电场力使电荷移动时, 我们就说电场力对电荷做了功。如图 1-3 所示的电场中, 电场力 F 把正电荷 Q 从 a 点移到 b 点所做的功 $A_{ab} = FL_{ab}$ 。为了衡量电场力移动电荷做功的能力, 引入电压这个物理量, 规定: 电场力把单位正电荷从电场中 a 点移动到 b 点所做的功称为 a 、 b 两点间的电压, 用 U_{ab} 表示

$$U_{ab} = \frac{A_{ab}}{Q}$$

电压的单位名称是伏特, 简称伏, 用符号 V 表示。电场力把 1C 电量的正电荷从 a 点移到 b 点, 如果所做的功为 1J, 那么 a 、 b 两点间的电压就是 1V。

电压的单位还有 kV、mV、 μ V, 其换算关系是

$$1\text{kV} = 10^3\text{V}$$

$$1\text{V} = 10^3\text{mV}$$

$$1\text{mV} = 10^3\mu\text{V}$$

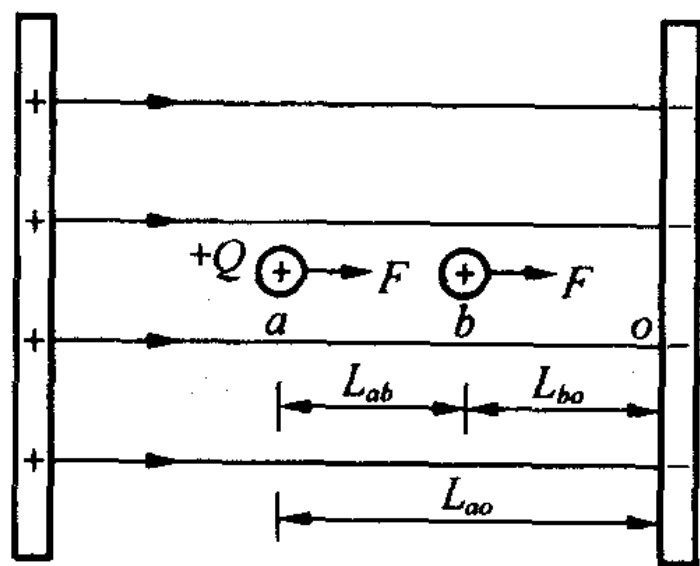


图 1-3 电场力移动电荷做功

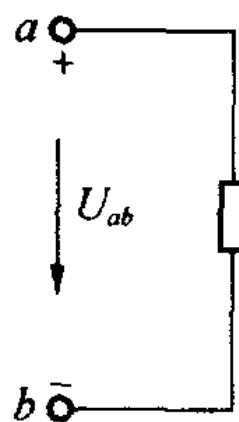


图 1-4 电压的参考方向

2. 电位

如果在电路中任选一点为参考点, 那么电路中某点的电位就是该点到参考点之间的电压。也就是说某点的电位等于电场力将单位正电荷从该点移动到参考点所做的功。电位的符号用 φ 表示。如图 1-3 所示, 以 o 点为参考点, 则 a 点的电位为

$$\varphi_a = \frac{A_{ao}}{q} = U_{ao}$$

同样, b 点的电位为

$$\varphi_b = \frac{A_{bo}}{q} = U_{bo}$$

参考点的电位等于零, 即 $\varphi_o = 0$, 所以说, 参考点又叫零电位点。高于参考点的电位是

正电位，低于参考点的电位是负电位。电位的单位与电压相同，也是V。

3. 电压与电位的关系

如图1-3所示，以 o 点为参考点时，则 a 与 b 点的电位分别为

$$\varphi_a = U_{ao}$$

$$\varphi_b = U_{bo}$$

$$U_{ab} = \varphi_a - \varphi_b$$

可见电路中任意两点间的电压就等于两点间的电位之差，所以电压又称电位差。

参考点改变，各点的电位也随着改变，各点的电位与参考点的选择有关。但不管参考点如何变化，两点间的电压是不改变的。

电路中，参考点可以任意选定。在电力工程中，常取大地为参考点。因此，凡是外壳接地的电气设备，其外壳都是零电位。有些不接地的设备（如电子设备中电路板），在分析其工作原理时，常选用许多元件汇集的公共点作为零电位，即参考点，并在电路图中用符号“ $\perp$ ”表示。

习惯规定电场力移动正电荷做功的方向为电压的实际方向，电压的实际方向也就是电位降的方向，即高电位指向低电位的方向，所以电压又称为电位降。

电压的参考方向有两种表示方法，如图1-4所示。第一种表示方法是用箭头表示，箭头由假定的高电位指向低电位端。第二种表示方法是用双下标字母表示，如 U_{ab} 中，前一个下标字母 a 表示假定的高电位点，后一个下标字母 b 表示假定的低电位点，当 U_{ab} 为正值时，说明 a 点比 b 点电位高；当 U_{ab} 为负值时，说明 a 点比 b 点电位低。

（三）电动势

电源力在移动正电荷的过程中要做功。为了衡量电源力做功的能力，我们引入电动势这个物理量。在电源内部，电源力将单位正电荷从电源负极 b 移到正极 a 所做的功叫做电源的电动势，用符号 E 表示，即

$$E = \frac{A_{ba}}{Q}$$

电动势的单位也和电位的单位相同。电动势的方向是由电源的负极指向正极，因此，电动势的方向与电压的方向相反，这就是两者的区别。在数值关系上，电动势等于电源内部电压降与负载的电压降之和，即 $E = Ir + IR$ 。如果忽略电源内部的电压降 Ir ，则电动势就等于负载两端的电压降，即 $E = IR$ 。

当外电路（即负载）开路时，则电动势就等于电路的开路电压。

（四）电阻

电阻是表征导体对电流阻碍作用大小的一个物理量。

电流在通过导体时，作定向运动的自由电子会与其他作热运动的带电质子发生碰撞，阻碍自由电子的运动。因此，导体就呈现了电阻。

电阻用 R 或 r 表示，其单位是 Ω 。除此之外，常用的电阻单位有 $k\Omega$ 和 $M\Omega$ ，其换算关系是

$$1k\Omega = 10^3\Omega$$

$$1M\Omega = 10^6\Omega$$

导体的电阻是客观存在的，它不随导体两端电压的高低而变化。实验证明，导体的电

阻与导体的长度成正比，与导体的横截面积成反比，并且与导体的材料性质有关，即

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

式中 l ——导体长度，m；

S ——导体横截面积， m^2 ；

ρ ——导体的电阻率， $\Omega \cdot \text{m}$ 。

二、欧姆定律、电功和电功率

(一) 欧姆定律

欧姆定律是电路最基本的定律之一，有部分（一段）电路的欧姆定律和全电路的欧姆定律两种形式。

1. 部分电路欧姆定律

图1-5所示为一部分（一段电阻）电路。电流、电压和电阻三者之间的关系是：通过电路中的电流与加在电路两端的电压成正比，而与电路中的电阻成反比，即部分电路欧姆定律。其数学表示式为

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

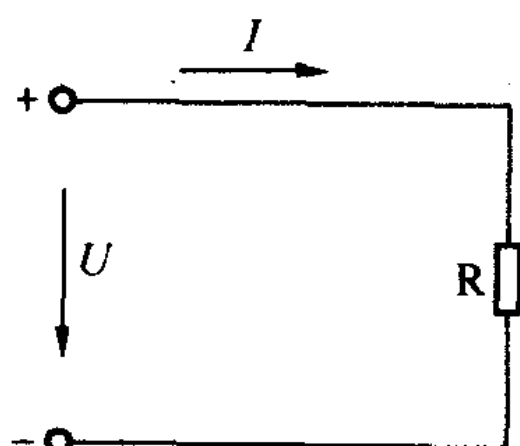


图1-5 部分电路

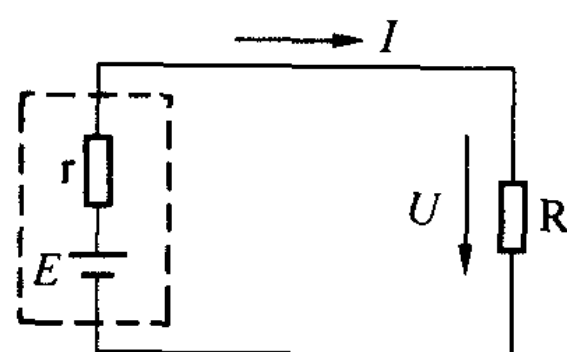


图1-6 全电路

2. 全电路的欧姆定律

图1-6所示的电路为全电路。图中 E 为电源的电动势， r 为电源的内部电阻， R 为负载的电阻， I 为电路中通过的电流。当用导线将电源和负载连接起来构成回路时，在电源的电动势作用下，电流就由电源的负极经其内部电阻到电源的正极。而在外电路该电流由电源的正极经负载电阻回到电源的负极。电流通过负载电阻引起电压降 IR ，电流通过电源的内部电阻引起电压降 Ir 。

根据电动势与电压降的数值关系

$$E = Ir + IR$$

那么

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

式(1-3)表述的就是全电路的欧姆定律。即通过电路中的电流与电源的电动势成正比，而与电源的内部电阻、负载电阻之和成反比。在通常情况下，电源的电动势和内部电阻可以认为不变，因此，外电路（负载）电阻的变化是影响电流大小的唯一因素。

(二) 电功

电源力在电源的内部克服电场力而将正电荷由电源的负极（低电位）移到电源的正极