

国家中等职业教育改革发展示范学校建设系列教材

汽车电工电子 技术基础

QICHE DIANGONG DIANZI JISHU JICHU

主编 / 何锦军

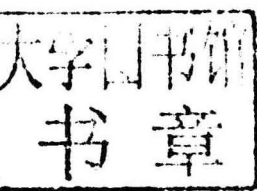


中南大学出版社
www.csupress.com.cn

国家中等职业教育改革发展示范学校建设系列教材

汽车电工电子技术基础

主 编 何锦军
参 编 盛继华 黄清锋
喻旭凌 尹新欢
方 翔 卢坚峰
主 审 吴兰娟



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

图书在版编目(CIP)数据

汽车电工电子技术基础/何锦军主编. —长沙:中南大学出版社,
2014. 6

ISBN 978-7-5487-1114-8

I. 汽... II. 何... III. ①汽车—电工技术②汽车—电子技术
IV. U463. 6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 138451 号

汽车电工电子技术基础

何锦军 主编

☐责任编辑 刘 灿

☐责任印制 易建国

☐出版发行 中南大学出版社

社址:长沙市麓山南路

邮编:410083

发行科电话:0731-88876770

传真:0731-88710482

☐印 装 长沙印通印刷有限公司

☐开 本 787×1092 1/16 ☐印张 6.5 ☐字数 159 千字

☐版 次 2014 年 7 月第 1 版 ☐2014 年 7 月第 1 次印刷

☐书 号 ISBN 978-7-5487-1114-8

☐定 价 20.00 元

图书出现印装问题,请与经销商调换

国家中等职业教育改革发展示范学校建设系列教材

编 委 会

名誉主任 仇贻鸿

主 任 周金奂

副 主 任 陈爱华

委 员 项 薇 王志泉 兰景贵 鲍国荣

吴 钧 洪在有 石其富 巫惠林

王丁路 何耀明 朱孝平 余晓春

金尚昶 范秀芳

本书编审人员

主 编 何锦军

参 编 盛继华 黄清锋 喻旭凌

尹新欢 方 翔 卢坚峰

审 稿 吴兰娟

前 言

职业教育是为经济社会发展提供基础性技能型人才的重要阵地,是我国教育体系的重要组成部分。多年以来,我国职业教育培养了大量具有专业理论知识、熟练操作技能和良好教育素质的劳动者,为社会发展做出了重要贡献。国家中等职业教育改革发展示范学校项目建设,将大大加强技能人才培养的力度,加快技能人才培养的步伐,使项目建设单位在我国职业教育发展中发挥更为显著的引领、示范和辐射作用。为了深度推进示范学校项目建设,进一步提升学校综合办学实力、核心竞争力,使学校成为全国中等职业学校教育改革的示范、教学质量的示范、育人的示范,金华市高级技工学校课程体系与教学内容等方面进行了改革。根据汽车维修课程体系标准,结合学校实际,组织编写了《汽车电工电子技术基础》教材。

本书主要介绍了汽车电工常用工具和仪表、直流电路、交流电、磁电路及车用电磁元件、直流电动机和交流发电机、模拟电路、数字电路、汽车计算机、安全用电等,分析了磁路元件、交流发电机、起动机、点火线圈、汽车 ECU 等汽车主要电器零部件的结构、原理和检修方法,并根据作者多年的教学与实践经验,系统地总结了汽车电路知识与故障检修常用方法,以及使用与维修时的注意事项。

本书的编写思路符合高技能人才培养目标,适用于汽车维修类高级技能人才培养,也可作为相关行业人员的学习参考书。

吴兰娟老师主审了本书,盛继华、黄清锋、喻旭凌、尹新欢、方翔等老师和企业专家卢坚峰参与了本书的资料整理和校稿等相关工作,本书编写中还得到了金华市高级技工学校副校长陈爱华老师的热情帮助和指正,在此一并表示感谢。

限于编者水平,书中难免会有疏漏和不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者

2014 年 6 月

目 录

模块一 直流电路	(1)
课题 1 电路的组成及其工作状态	(1)
课题 2 电路中的基本物理量	(3)
实训 1 数字式万用表测量电路基本物理量	(6)
课题 3 欧姆定律	(9)
实训 2 简单直流电路检测	(12)
课题 4 简单直流电路的计算	(14)
模块二 交流电	(17)
课题 1 认识正弦交流电	(17)
课题 2 电容、电感	(20)
课题 3 三相交流电及其用电常识	(25)
实训 1 利用示波万用表测量三相交流电的波形	(28)
模块三 磁电路及车用电磁元件	(29)
课题 1 磁电路	(29)
课题 2 变压器	(31)
实训 1 变压器的空载、负载实验	(34)
课题 3 点火线圈和继电器	(36)
实训 2 继电器检测	(39)
实训 3 接继电器灯光电路	(40)
模块四 交流发电机和直流电动机	(41)
课题 1 交流发电机	(41)
实训 1 交流发电机的检测	(44)
课题 2 直流电动机	(46)
实训 2 直流电动机的检测	(49)
模块五 模拟电路	(52)
课题 1 二极管	(52)
实训 1 半导体二极管的识别、检测和选用	(56)
课题 2 晶体三极管	(58)
课题 3 放大电路	(61)

课题 4 集成运放	(67)
模块六 数字电路	(70)
课题 1 逻辑门电路、集成门电路	(70)
实训 1 门电路逻辑功能测试	(74)
课题 2 NE555 时基电路	(75)
实训 2 555 时基电路及其应用	(78)
模块七 汽车计算机	(81)
课题 1 认识 ECU 的组成	(81)
课题 2 汽车 ECU 检测与故障诊断	(83)
模块八 安全用电	(90)
课题 1 安全用电的基本知识	(90)
课题 2 触电现场的抢救	(92)
实训 1 触电急救	(94)
实训 2 消防训练	(94)
参考文献	(96)

模块一 直流电路

课题 1 电路的组成及其工作状态

教学目标：

- 知识与技能：1. 了解电路基本概念的关系。
2. 通过探究活动，初步学会电路元器件识图。
- 过程与方法：1. 从实物到符号依次讲解。
2. 通过对元器件符号的识别，有效地掌握电路的一些概念。
- 情感态度与价值观：体验发现时的快乐。

教学过程：

1. 电路、电路图

先给学生分发电阻等实物元件，让学生对本节内容的学习产生兴趣，如图 1.1 所示。

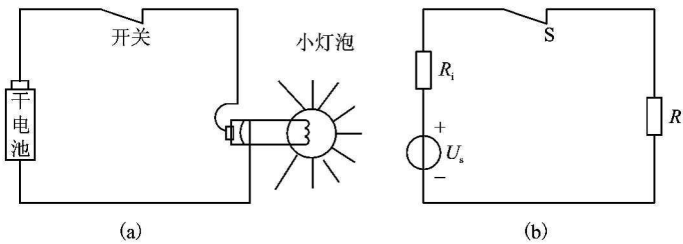
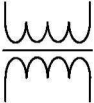
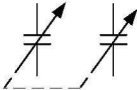
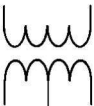
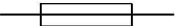
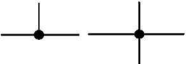
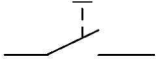


图 1.1 电路实物图

表 1.1 常用电器元件符号

图形符号	名称与说明	图形符号	名称与说明
	电阻器一般符号		电感器、线圈、绕组或扼流图 注：符号中半圆数不得少于 3 个
	可变电阻器或 可调电阻器		带磁芯、铁芯的电感器
	滑动触点电位器		带磁芯连续可调的电感器

续表 1.1

图形符号	名称与说明	图形符号	名称与说明
	极性电容		双绕组变压器 注：可增加绕组数目
	可变电容器或 可调电容器		绕组间有屏蔽的双绕组变 压器 注：可增加绕组数目
	双联同调可变电容器 注：可增加同调联数		在一个绕组上有抽头的变 压器
	微调电容器		
	具有两个电极的压电晶体 注：电极数目可增加		接机壳或底板
	熔断器		导线的连接
	指示灯及信号灯		导线的不连接
	扬声器		动合(常开)触点开关
	蜂鸣器		动断(常闭)触点开关
	接大地		手动开关

2. 电路的组成

电路就是电流所通过的路径。电路也称为电网络。它有两个方面的作用：一是实现能量的转换、传输和分配；二是实现电信号的处理与传递。

电路由三个基本部分组成，即电源、负载、中间环节。

2.1 电源

电源是将非电能转换成电能、并对外提供电能的装置。例如汽车上有两个电源，即蓄电池和硅整流发电机。

2.2 负载

用电设备是将电能转换成其他形式能量的装置，也称为负载。

2.3 中间环节

中间环节主要是指把电源和负载连接起来的部分，构成电流通路，起传递和控制电能的作用。

3. 电路模型

3.1 电路原理图

用规定的图形符号表示实际电路中的各器件联结关系的原理图称为电路原理图。

3.2 理想电路元件及电路模型

用理想电路元件及其组合来代替实际电路元件构成的电路称为电路模型。

课题 2 电路中的基本物理量

教学目标：

知识与技能：1. 了解电流、电压、电动势基本概念的关系。

2. 通过探究活动，初步学会电路工作原理。

过程与方法：1. 从电路原理图理解有关基本物理量的定义。

2. 通过对元器件符号和单位的识别，有效地掌握电路的一些概念。

情感态度与价值观：体验发现时的快乐。

教学过程：

1. 电路

电流流通的通路，是为了某种需要由电工设备或电路元件按一定方式组合而成。

1.1 电路的作用

(1) 实现电能的传输、分配和转换，如图 1.2 所示。

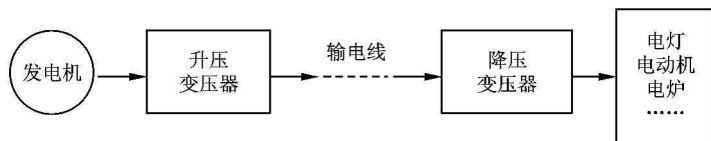


图 1.2 电能传输图

(2) 实现信号的传递与处理，如图 1.3 所示。

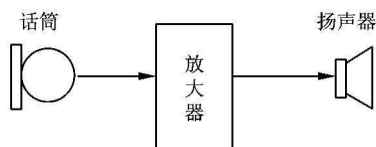


图 1.3 信号传递、处理

1.2 电路的组成和状态

电路的组成部分：电源、负载、导线、控制装置。

电路状态可分为通路、开路(断路)和短路。

2. 电流及电流的参考方向

2.1 电流的形成

带电粒子或电荷在电场力作用下的定向移动形成电流。

2.2 电流

单位时间内通过某一截面的电荷量称为电流。即：

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

(1) 电流的单位：安培(A)

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

(2) 电流的实际方向：规定为正电荷运动的方向

(3) 电流的参考方向：任选

① 电流的参考方向与实际方向相同时，电流取正值。

② 电流的参考方向与实际方向相反时，电流取负值。



图 1.4 电流实际方向和参考方向的关系

3. 电压、电位及电压的参考方向

3.1 电压

概念： a 、 b 两点间的电压为单位正电荷在电场力的作用下由 a 点移动到 b 点所做的功。即

$$u_{ab} = \frac{dA}{dq}$$

3.2 电压的单位：伏(V)

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

3.3 电位

某点相对于参考点的电压称为该点的电位。

如：点 a 到参考点 0 的电压 U_{a0} 称为 a 点的电位 V_a 。

(1) 参考点(零电位点)：任意选取，参考点电位为零。

(2) 工程上选择大地，设备外壳或接地点为参考点。

3.4 电压与电位的关系

a 、 b 两点间的电压如图 1.5 所示，等于两点间电位差， $u_{ab} = u_a - u_b$ 。

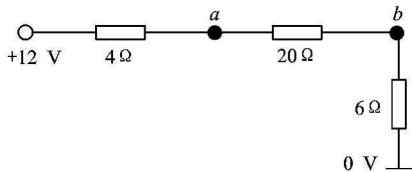


图 1.5 电阻串联

3.5 电压的实际方向

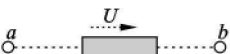
规定电压的实际方向为高电位指向低电位的方向。

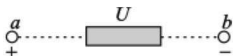
3.6 电压的参考方向：任选

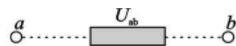
(1) 计算结果 $U > 0$ ，说明电压实际方向与参考方向一致。

(2) 计算结果 $U < 0$ ，说明电压实际方向与参考方向相反。

电压的参考方向有 3 种表示方法：

① 箭头表示法。 

② 极性符号表示法参考方向由正指向负。 

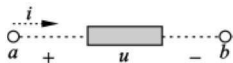
③ 双下标表示法参考方向由第一下标指向第二下标。 

关于电流和电压参考方向，需注意下面几点：

(1) 电流、电压参考方向选择的任意性。

(2) 分析计算电路，电路上所标注的均为参考方向。

(3) 原则上电压的参考方向与电流的参考方向可以各自选定，但为了分析方便，一般电路采用关联参考方向(电流参考方向和电压参考方向一致)。



4. 电功率与电能

4.1 电功率

(1) 定义：电流在单位时间内做的功。

$$p = \frac{dW}{dt} = ui$$

推导：如图 1.6 所示 ab 电路段，电流和电压的参考方向一致，在 dt 时间内通过电路段的电荷量 $dq = idt$ ， dq 的电荷量由 a 端移到 b 端，电场力做功为 $dW = u \cdot dq$ ，即在此过程中，电路段吸收的能量为 $dW = u \cdot i \cdot dt$ ，则吸收的功率为 $p = dW/dt = ui$ 。

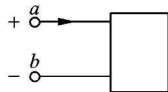


图 1.6 电压电流方向

当 u, i 参考方向一致时：

① $p > 0$ ，该元件实际吸收功率(相当于负载)。

② $p < 0$ ，该元件实际发出功率(相当于电源)。

(2) 单位：瓦特(W)

$$1 \text{ MW} = 10^6 \text{ W} \quad 1 \text{ kW} = 10^3 \text{ W} \quad 1 \text{ mW} = 10^{-3} \text{ W}$$

4.2 电能

(1) 定义：电能是功率对时间的积分，在 t_0 至 t 时间内电路吸收的能量为：

$$w = \int_{t_0}^t p dt = \int_{t_0}^t ui dt$$

(2) 单位：焦耳(J)，度(千瓦时)

$$1 \text{ 度(千瓦时)} = 1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$$

实训 1 数字式万用表测量电路基本物理量

1. 实训目的

- (1)掌握万用表的基本使用方法。
- (2)掌握用数字式万用表测量电压、电流和电阻的操作方法。

2. 实训器材

DY2201A 型数字式万用表、 $330\ \Omega$ 、 $2\ \text{k}\Omega$ 和 $100\ \text{k}\Omega$ 电阻 3 只, $0\sim 30\ \text{V}$ 电源 1 台。

3. 数字万用表外形介绍

3.1 电源开关

3.2 红黑表笔

红表笔插入“V/ Ω ”插孔中, 黑表笔插入“-”(COM) 插孔中。

使用电阻挡时, 红表笔接内部电池正极, 黑表笔接内部电池负极(与指针万用表相反)。



图 1.7 数字万用表

3.3 挡位开关、挡位(含量程)标志

- (1)交流电压挡: 符号 ACV 或“V $\sim$ ”;
- (2)直流电压挡: 符号 DCV 或“V—”;
- (3)交流电流挡: 符号 ACA 或“A $\sim$ ”;
- (4)直流电流挡: 符号 DCA 或“mA—”;
- (5)电阻挡: 符号“ Ω ”。

3.4 液晶显示器

4. 电阻标示法

4.1 电阻分类

电阻器是具有一定阻值的电子元件, 通称电阻。常用电阻分为固定电阻和可调电阻。固定电阻包括碳膜电阻(四环精度较差)、金属膜电阻(五环精度高)、线绕电阻和贴片电阻(体积小、精度高、高频性能好), 固定电阻和符号如图 1.8 所示。可调电阻又称电位器, 阻值在规定范围内可以调整。固定电阻、可调电阻和符号如图 1.9 所示。



图 1.8 固定电阻器及符号

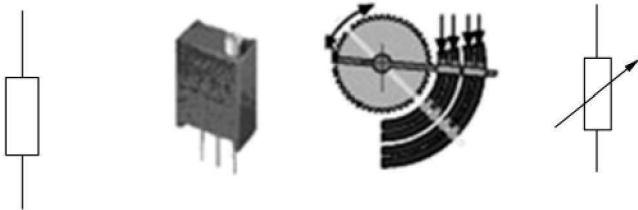


图 1.9 可变电阻器及符号

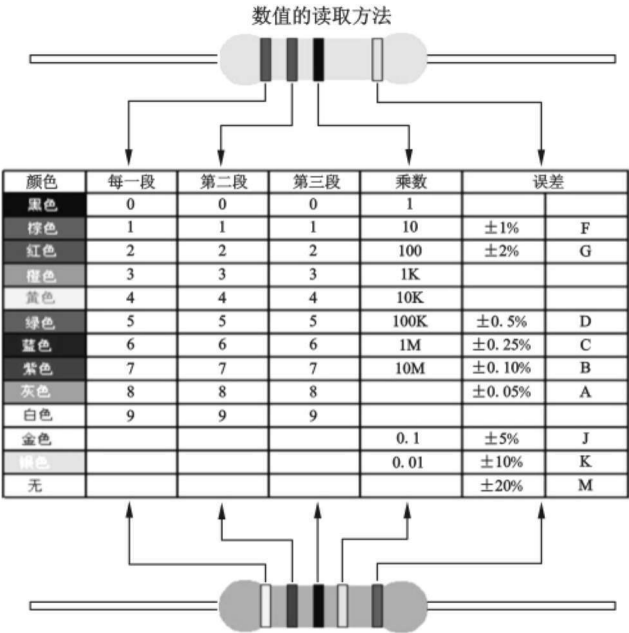


图 1.10 色标法

4.2 固定电阻阻值的标注方法

- (1)直接标注法。
- (2)色标法。

5. 读数方法(根据所选挡位对应读数、记录数据)

- (1)根据量程挡位确定测量值的单位。
- (2)显示器上的小黑点为小数点位置。

例 1：当选择电阻 200 Ω 挡时，显示数字为 129.4，则测量值为 129.4 Ω ；

例 2：当选择电阻 200 k Ω 挡时，显示数字为 31.4，则测量值为 31.4 k Ω ；

例 3：当选择电阻 2 M Ω 挡时，显示数字为 .235，则测量值为 0.235 M Ω 。

- (3)若显示器上显示“1”，表示测量值大于所选择量程，称为“溢出”或“过量程”，应选择

更大量程。若显示器上显示“000”，表示测量值远小于所选择量程，应选择更小量程。

(4)测直流电压时，若显示器上显示数字前有“—”，表示红表笔接到了低电位上，黑表笔接到了高电位上。

(5)选择电阻 20 MΩ 量程挡时，测量值要在显示数字基础上减去 0.9 MΩ。

6. 数字式万用表测电阻

6.1 测试练习一

请用不同挡位测量 5.1 kΩ 的电阻，将测量结果填入表 1.2 中，找出最佳量程。

表 1.2 数据表

	1	2	3	4	5	6
挡位	200 Ω	2 kΩ	20 kΩ	200 kΩ	2 MΩ	20 MΩ
显示数字						
测量值						

6.2 测试练习二

表 1.3 数据表

序号	色环颜色	电阻标称值	电阻误差	测量挡位	电阻测量值	质量判断
1						
2						
3						
4						
5						

7. 数字万用表测交流电压

要求：①选择交流电压挡，测量值不能超过量程；

②单手握表笔，手不能接触表笔的金属部分。

表 1.4 数据表

测量项目	估测值(实训台输出值)	选择量程	测量值
3V 交流输出			
6V 交流输出			
9V 交流输出			
12V 交流输出			
相电压			
线电压			

8. 数字万用表直流电压

- 要求：①选择直流电压挡，测量值不能超过量程；
②手不能接触表笔的金属部分。

表 1.5 数据表

测量项目	选择量程	表笔要求	测量值
3 V 直流输出		红表笔接正极，黑表笔接负极	
		黑表笔接正极，红表笔接负极	
5 V 直流输出		红表笔接正极，黑表笔接负极	
		黑表笔接正极，红表笔接负极	
24 V 直流输出		红表笔接正极，黑表笔接负极	
		黑表笔接正极，红表笔接负极	

课题 3 欧姆定律

教学目标：

- 知识与技能：1. 熟练掌握部分电路和全电路欧姆定律及其表达式，并能熟练运用其解决有关的电路问题。
2. 理解电源的外特性，并能用其分析电路在三种不同状态下的端电压与输出电流之间的关系。
- 过程与方法：1. 让学生经历科学探究的过程，进一步熟悉控制变量法。
2. 学会科学分析和处理实验数据的方法，总结物理规律的研究方法。
- 情感态度与价值观：体验发现时的快乐。

教学过程：

1. 部分电路欧姆定律

1.1 部分电路

部分电路指不含电源的电路。

控制变量法：在研究电流与电压关系时，保持电阻不变，通过改变电压，观察电流是如何变化的。在研究电流与电阻关系时，保持电压不变，通过改变电阻，观察电流是如何变化的。

1.2 内容

流过电阻的电流 I 与电阻两端的电压 U 成正比，与电阻 R 成反比。

1.3 表达式 $I=\frac{U}{R}$

该定律表达式还可变形为： $U=IR$ 、 $R=\frac{U}{I}$ 。根据式 $R=\frac{U}{I}$ ，是否 U 降低， R 也降低？

$R=\frac{U}{I}$ 只是欧姆定律的导出公式，而电阻定律的定义式 $R=\rho \frac{l}{s}$ ， ρ 是物体本身的一种属性， ρ 表示电阻率， l 为材料的长度， s 为面积。对于金属导体而言，电阻只与导体本身的材料、粗细、长度有关，这些因素一旦确定，导体的电阻就确定了，所以电阻是客观存在的，它不随导体两端电压大小而变化。对于同一电阻来说，电压与电流的比值 $\frac{U}{I}$ 不会改变，电压增高，电流增大；电压降低，电流减小。

2. 电压电流关系曲线

在上个实验中，当保持电阻不变，改变其两端电压，使其分别为 2 V、4 V、6 V，观察电流表读数分别为 0.1 A、0.2 A、0.3 A，若我们以电流为横坐标，电压为纵坐标在直角坐标系中可画出电阻的电压、电流关系曲线，如图 1.11 所示。可知电阻两端的电压与通过电阻的电流关系曲线是条直线。

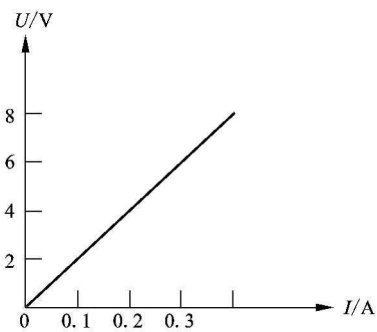


图 1.11 伏安曲线

2.1 线性电阻

电阻的电压、电流关系曲线是条直线时，该电阻称为线性电阻。

电阻用欧姆定律可以算出

$$R=\frac{U}{I}=\frac{2}{0.1}=\frac{4}{0.2}=\frac{6}{0.3}=20\Omega$$

可以看出电阻 R 是个常数。

2.2 线性电路

由线性电阻及其他线性元件组成的电路称为线性电路。

3. 全电路欧姆定律

全电路指含有电源的闭合电路。普通干电池电动势是 1.5 V。那么把一节电压为 1.5 V 的 1 号电池接入到如图 1.12 所示电路中，它两极间的电压是否还是 1.5 V 呢？

【实验】：带电源电路如图 1.12 所示，开关闭合前，电压表示数是 1.5 V，开关闭合后，电压表示数变为 1.4 V。实验表明，电路中有了电流后，电源两极间的电压减少了。

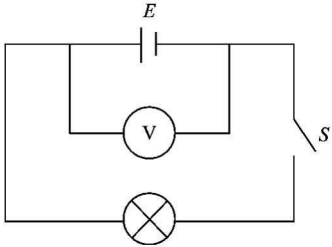


图 1.12 带电源电路

电源的内部一般都是有电阻的，这个电阻称为电源的内电阻，简称内阻，用字母 r 表示。

当电流流过电源内部时，在内电阻上产生了电压降 U_r ， $U_r=Ir$ 。当电路闭合时， $U=E-U_r=E-Ir$

即

$$I=\frac{E}{R+r}$$

3.1 全电路欧姆定律内容

在一个闭合电路中，电流强度与电源的电动势成正比，与电路中内电阻和外电阻之和成反比。这个规律称为全电路欧姆定律。