

全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会规划推荐教材

Jianzhu

Dianqi

建筑电气

(供热通风与空调工程技术专业适用)

本教材编审委员会组织编写

刘玲 主编



中国建筑工业出版社

China Architecture & Building Press

全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会规划推荐教材

建 筑 电 气

(供热通风与空调工程技术专业适用)

本教材编审委员会组织编写

刘 玲 主 编

武尚君 副主编

喻建华 主 审

中国建筑工程工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

建筑电气/刘玲主编. —北京:中国建筑工业出版社,2004
全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会规划推荐教材

ISBN 7 -112 -06917 -3

I. 建… II. 刘… III. 房屋建筑设备:电气设备-高等学校:技术学校-教材 IV. TU85

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 124339 号

全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会规划推荐教材

建筑电气

(供热通风与空调工程技术专业适用)

本教材编审委员会组织编写

刘玲 主编

武尚君 副主编

喻建华 主审

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)

新华书店总店科技发行所发行

北京市彩桥印刷有限责任公司印刷

*

开本: 787 × 1092 毫米 1/16 印张: 13 字数: 312 千字

2005 年 1 月第一版 2005 年 12 月第二次印刷

印数: 3 001—4 500 册 定价: 18.00 元

ISBN 7-112-06917-3

TU · 6163 (12871)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题,可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

本书是全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会规划推荐教材。本书简要介绍了建筑电气的基本知识，突出了建筑电气在生产实际中的应用，具有很强的可读性。

全书共七章，主要内容包括：电气基本知识；电气工程常用材料；供电系统；建筑设备电气控制；安全用电与建筑物防雷；动力、照明工程；智能建筑系统等。

本书可作为高职高专供热通风与空调工程技术、建筑工程、建筑施工与监理等专业的教材；可供从事建筑设备工程设计和施工的工程技术人员参考；同时还可供房地产开发商、大楼业主、物业管理参考；并且可作为建筑企业专业管理人员岗位资格培训教材。

* * *

责任编辑：齐庆梅 朱首明

责任设计：崔兰萍

责任校对：刘梅 王莉

本教材编审委员会名单

主任：贺俊杰

副主任：刘春泽 张健

委员：陈思仿 范柳先 孙景芝 刘玲 蔡可键

蒋志良 贾永康 王青山 余宁 白桦

杨婉 吴耀伟 王丽 马志彪 刘成毅

程广振 丁春静 胡伯书 尚久明 于英

崔吉福

序 言

全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会建筑设备类专业指导分委员会（原名高等学校土建学科教学指导委员会高等职业教育专业委员会水暖电类专业指导小组）是建设部受教育部委托，并由建设部聘任和管理的专家机构。其主要工作任务是，研究建筑设备类高职高专教育的专业发展方向、专业设置和教育教学改革，按照以能力为本位的教学指导思想，围绕职业岗位范围、知识结构、能力结构、业务规格和素质要求，组织制定并及时修订各专业培养目标、专业教育标准和专业培养方案；组织编写主干课程的教学大纲，以指导全国高职高专院校规范建筑设备类专业办学，达到专业基本标准要求；研究建筑设备类高职高专教材建设，组织教材编审工作；制定专业教育评估标准，协调配合专业教育评估工作的开展；组织开展教学研究活动，构建理论与实践紧密结合的教学内容体系，构筑“校企合作、产学研结合”的人才培养模式，为我国建设事业的健康发展提供智力支持。

在建设部人事教育司和全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会的领导下，2002年以来，全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会建筑设备类专业指导分委员会的工作取得了多项成果，编制了建筑设备类高职高专教育指导性专业目录；制定了“供热通风与空调工程技术”、“建筑电气工程技术”、“给水排水工程技术”等专业的教育标准、人才培养方案、主干课程教学大纲、教材编审原则，深入研究了建筑设备类专业人才培养模式。

为适应高职高专教育人才培养模式，使毕业生成为具备本专业必需的文化基础、专业理论知识和专业技能，能胜任建筑设备类专业设计、施工、监理、运行及物业设施管理的高等技术应用性人才，全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会建筑设备类专业指导分委员会，在总结近几年高职高专教育教学改革与实践经验的基础上，通过开发新课程，整合原有课程，更新课程内容，构建了新的课程体系，并于2004年启动了“供热通风与空调工程技术”、“建筑电气工程技术”、“给水排水工程技术”三个专业主干课程的教材编写工作。

这套教材的编写坚持贯彻以全面素质为基础，以能力为本位，以实用为主导的指导思想。注意反映国内外最新技术和研究成果，突出高等职业教育的特点，并及时与我国最新技术标准 and 行业规范相结合，充分体现其先进性、创新性、适用性。它是我国近年来工程技术应用研究和教学工作实践的科学总结，本套教材的使用将会进一步推动建筑设备类专业的建设与发展。

“供热通风与空调工程技术”、“建筑电气工程技术”、“给水排水工程技术”三个专业教材的编写工作得到了教育部、建设部相关部门的支持，在全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会的领导下，聘请全国高职高专院校本专业享有盛誉、多年从事“供热通风与空调工程技术”、“建筑电气工程技术”、“给水排水工程技术”专业教学、科研、设计的

副教授以上的专家担任主编和主审，同时吸收工程一线具有丰富实践经验的高级工程师及优秀中青年教师参加编写。可以说，该系列教材的出版凝聚了全国各高职高专院校“供热通风与空调工程技术”、“建筑电气工程技术”、“给水排水工程技术”三个专业同行的心血，也是他们多年来教学工作的结晶和精诚协作的体现。

各门教材的主编和主审在教材编写过程中认真负责，工作严谨，值此教材出版之际，全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会建筑设备类专业指导分委员会谨向他们致以崇高的敬意。此外，对大力支持这套教材出版的中国建筑工业出版社表示衷心的感谢，向在编写、审稿、出版过程中给予关心和帮助的单位同仁致以诚挚的谢意。衷心希望“供热通风与空调工程技术”、“建筑电气工程技术”、“给水排水工程技术”这三个专业教材的面世，能够受到各高职高专院校和从事本专业工程技术人员的欢迎，能够对高职高专教学改革以及高职高专教育的发展起到积极的推动作用。

**全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会
建筑设备类专业指导分委员会**

2004年9月

前 言

本书是根据全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会建筑设备类专业指导分委员会制定的供热通风与空调工程技术专业培养方案及主干课程教学基本要求编写的，教学时数为68学时。

《建筑电气》是一门实践性很强的课程。在编写过程中，针对高等职业教育的教学特点，重视理论与实践的结合，注重培养学生的动手能力、分析能力和解决问题的能力；力求保持其系统性和实用性；力求在内容和选材方面体现学以致用，介绍新工艺、新技术、新设备、新材料，贯彻新规范、新标准；力求内容精炼，表述清楚，图文并茂，便于理解掌握。

本书由新疆建设职业技术学院刘玲任主编，内蒙古建筑职业技术学院武尚君任副主编。其中前言，绪论，第四章中第三节、第四节、第五节、第六节，第六章由新疆建设职业技术学院刘玲编写；第一章、第二章由沈阳建筑大学职业技术学院张之光编写；第三章、第五章由内蒙古建筑职业技术学院武尚君编写；第四章中第一节、第二节，第七章由内蒙古建筑职业技术学院张宇编写。全书由山西建筑职业技术学院喻建华主审。

由于编者学识水平有限，加之时间仓促，书中不足之处恳请读者批评指正。

目 录

绪论	1
第一章 电气基本知识	2
第一节 直流电路	2
第二节 单相交流电路	9
第三节 三相交流电路	17
思考题与习题	26
实验一 三相负载的星形连接	27
实验二 三相负载的三角形连接	28
第二章 电气工程常用材料	30
第一节 常用导电材料	30
第二节 常用绝缘材料	38
第三节 常用安装材料	40
思考题与习题	44
第三章 供配电系统	45
第一节 建筑供配电系统概述	45
第二节 10kV 变电所	49
第三节 变配电设备	50
第四节 负荷计算及导线选择	62
思考题与习题	71
第四章 建筑设备电气控制	72
第一节 三相异步电动机	72
第二节 继电—接触控制的基本环节	77
第三节 水泵电气控制	89
第四节 防排烟系统电气控制	92
第五节 空调机组电气控制	95
第六节 锅炉电气控制	98
思考题与习题	103
实验一 三相异步电动机单方向运转控制	103
实验二 三相异步电动机正反转控制	104
第五章 安全用电与建筑防雷	105
第一节 安全用电	105
第二节 防雷装置及其安装	109
第三节 接地装置及其安装	114

第四节	接地装置的检验和接地电阻的测量	124
	思考题与习题	125
第六章	动力、照明工程	127
第一节	室内配线工程	127
第二节	电缆线路施工	137
第三节	母线安装	141
第四节	建筑电气照明	144
第五节	建筑电气施工图	154
	思考题与习题	164
第七章	智能建筑系统	165
第一节	智能建筑系统概述	165
第二节	共用天线电视系统	167
第三节	火灾自动报警及消防联动系统	172
第四节	安全防范系统	184
第五节	综合布线系统	187
	思考题与习题	195
	主要参考文献	196

绪 论

一、本课程的性质、任务与内容

《建筑电气》是土建类供热通风与空调工程专业的主干课程之一，也是土建类非电专业的技术基础课，是一门实践性很强的课程。

本课程的任务是学习电气工程常用材料；供配电系统的组成及作用；建筑设备控制电路及分析方法；安全用电与建筑物防雷的重要意义；动力、照明工程的内容及要求；智能建筑系统的分类及作用等基本知识；为配合建筑施工和设备安装，合理组织施工及正确施工安装奠定基础。

当前，我国在建筑电气科学技术领域，从科学研究到生产制造，从工程设计到安装施工，已拥有一支专门队伍。随着我国大型工业企业的不断建立，城镇各类建筑的陆续兴建，人民生活居住条件的逐步改善，基本建设工业化施工的迅速发展，建筑电气工程技术水平正在不断提高。同时，由于现代科学技术的发展，各门学科相互渗透，相互影响，建筑电气技术也不例外。如智能建筑以其高效、安全、舒适和适应信息社会要求的特点，成为当今世界各类建筑特别是大型建筑的主流，以智能建筑作为评价综合经济国力的具体表征之一。智能建筑是信息时代的必然产物，是将计算机技术、通信技术、控制技术与建筑技术作最优化的组合。新设备的不断涌现，使建筑电气工程技术向着更加节约和高效的方向发展。新材料的快速发展，在建筑电气工程中引起了许多技术革命。新能源的利用和电子技术的应用，使建筑电气工程技术不断更新，楼宇设备自动化的管理及运行水平日益提高。建筑设备自动化由于集中控制而提高了效率，节约了费用，增加了功能，并创造更加安全、舒适的工作和生活环境，为建筑电气工程技术的发展开辟了广阔的领域。

二、本课程的学习方法和要求

本课程是一门实践性很强的课程，同时又和其他专业有着密切的联系。本课程的学习应通过课堂教学和生产实习、作业训练来完成，理论教学和实践教学两个环节都很重要，且相辅相成，不可偏废。

在课堂教学中应重点介绍建筑设备控制电路的分析方法；电气施工图的内容和识读要领；施工程序、安装材料和施工工艺、施工技术要求等。教学时可通过实物、实验、实训、参观、录像等手段，使学生通过课堂教学基本掌握建筑设备控制电路的分析方法和施工技术的基本理论。

生产实习应在校内实习工厂或施工现场进行，以专业施工基本操作技术为主，以提高学生的基本操作技能为目的，通过实践动手能力，达到基本的专业操作要求。

施工图的识读训练，可以结合实习工程施工图对照识读或对施工图及图集举例识读，并对施工图的绘制进行综合训练，从而使学生掌握识图的基本要领，提高识图能力和水平。

第一章 电气基本知识

第一节 直流电路

一、电路的基本概念

(一) 电路的组成

电流通过的路径称为电路，如图 1-1 所示。电路由电源、负载、连接导线和开关等组成，对电源来讲，负载、连接导线和开关称为外电路，电源内部的一段电路称为内电路。

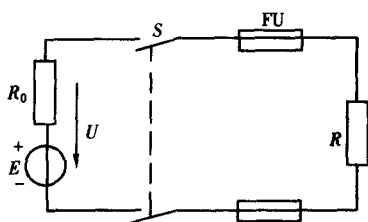


图 1-1 简单电路

电源是供应电能的装置，其作用是把他其他形式的能量转换为电能。例如，发电机把机械能转换为电能，电池把化学能转换为电能。

负载是取用电能的装置，其作用是把他电能转换为其他形式的能量。例如，电动机把电能转换为机械能，电灯把电能转换为光能和热能。

连接导线起着联通电路的作用，实现电能的传输。

开关同样是电路中不可缺少的环节，通过开关可控制电路的接通和分断。

(二) 电路的基本物理量

1. 电流强度（简称电流）

电荷有规则的定向移动形成电流。电流的强弱用电流强度来表示，电路中的电流强度是指单位时间内流过导线截面的电荷量。电流用 I 表示：

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

式中 Q ——电荷量；

t ——时间；

I ——电流强度，单位是安培 (A)。

为了描述电流的方向，习惯上规定正电荷流动的方向表示电流方向，所以在外电路中电流的方向是由正极指向负极，在内电路中，电流的方向是由负极指向正极。

电路可分为直流电路与交流电路两种。直流电路中的电流大小和方向不随时间变化，交流电路中的电流大小和方向都随时间作周期性变化。

2. 电压

电压只对电路中的两点来讲才有意义。在电场力的作用下，正电荷将从高电势端移至低电势端，形成了电荷的定向运动，产生了电流。可见，电路两端有无电压，是电路中有无电流的必要条件。通常电压用 U 来表示，单位是伏特 (V)。

电压的方向规定为：由高电势端指向低电势端。

3. 电源电动势

电源电动势是电路中产生电压驱动电流的必要条件。电源电动势的定义是：

$$E = \frac{W_{\text{非}}}{q} \quad (1-2)$$

式中 $W_{\text{非}}$ 是指该电源电动势将正电荷 q 由电源负极（低电势）通过电源内部移至电源正极（高电势）时，由非静电力所做的功。电动势通常用 E 来表示，单位是伏特（V）。

电动势的方向是由电源的负极指向正极。

在电路的分析计算过程中，对电流、电压、电动势规定的方向称为实际方向，电路中所标注的方向均为参考方向。若 $I > 0$ ，表明电流的实际方向与参考方向相同；若 $I < 0$ ，则表明电流的实际方向与参考方向相反。习惯上常将电压和电流的参考方向选为一致，称其为关联参考方向。

4. 电功率

单位时间内电场力所做的功称为电功率，用 P 来表示。电功率等于负载两端的电压与通过负载电流的乘积。即：

$$P = IU \quad (1-3)$$

电压的单位是伏特(V)；电流的单位是安培(A)；功率的单位是瓦特(W)。

当负载上的电压和电流实际方向一致时，电功率为正，表示负载将从电源吸收能量；当负载上的电压和电流的实际方向不一致时，电功率为负值，表示负载将要向电源释放能量。

(三) 电路的三种状态

电路在运行过程中，通常有通路、断路、短路三种状态。

1. 通路状态

将负载与电源接通，电路中便有电流通过，电源与负载之间发生能量交换，即电路处于通路状态。

为了保证电气设备在工作中的温度不超过最高工作温度，通过电气设备的最大容许电流必须有一个限定值。通常把限定的电流值称为该电气设备的额定电流，用 I_e 表示，而把限定的电压值称为该电气设备的额定电压，用 U_e 表示。

各种电气设备都有不同的额定电流和额定电压，对电阻性的负载而言，电气设备的额定电流和额定电压的乘积就等于其额定功率，即：

$$P_e = I_e U_e \quad (1-4)$$

根据负载的大小，可分为满载、轻载、过载三种情况。负载在额定功率下的工作状态叫做额定工作状态或满载；低于额定功率的工作状态叫轻载；高于额定功率的工作状态叫做过载或超载。应尽可能使负载运行在额定状态，无论是效率上、寿命上及经济上均为最佳。

2. 断路状态

断路是指电源两端或电路某处断开，电路中没有电流通过，断路状态的主要特点是：电路中的电流为零，负载端电压和电源电动势相等，电源不向负载输送电能。

断路可以分为控制性断路和事故性断路两种，如图 1-2 所示。

控制性断路是利用控制电器（如开关 S ），使电路处于断路状态，属于正常现象；事故性断路是由于电源、负载或导线某处发生故障而引起的断路。事故性断路的发生需要查

出故障，及时予以排除。

3. 短路状态

当电源未经负载而直接由导线接通形成闭合电路，外电路的电阻非常小，这时电路称为短路状态，如图 1-3 所示。

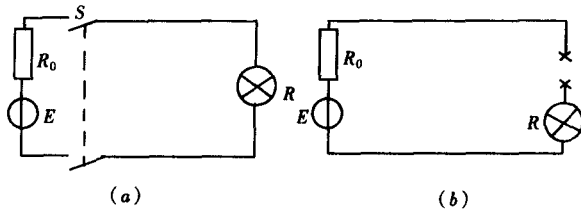


图 1-2 两种断路状态
(a) 控制性断路；(b) 事故性断路

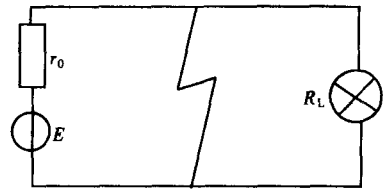


图 1-3 短路状态

发生短路的原因，主要是电气设备的绝缘损坏或接线错误。当电源发生短路时，电路中的电流为：

$$I_k = \frac{E}{r_0 + R_L} = \frac{E}{r_0} \quad (1-5)$$

式中 E ——电源电动势；

r_0 ——电源的内阻；

R_L ——电路中导线的电阻，近似等于零，即 $R_L \approx 0$ 。

r_0 为电源内阻，一般都很小，所以短路电流 I_k 很大，将使电源有烧毁的危险。防止短路最常见的方法是在电路中安装熔断器，如图 1-1 中的 F_U 。

二、电路的基本定律

(一) 欧姆定律

1. 一段电路的欧姆定律

图 1-4 是闭合电路中的一段。根据实验测得：流经电阻 R 的电流大小与加在电阻两端的电压成正比，而与电阻 R 的阻值成反比，即为一段电路中的欧姆定律，可用下式表示：

$$I = \frac{U}{R} \quad \text{或} \quad U = IR \quad (1-6)$$

2. 全电路欧姆定律

图 1-5 是一个简单的闭合电路。全电路欧姆定律的定义为：在闭合电路中，电流强度的大小与电源电动势 E 成正比，与电路的负载电阻 R 及电源内电阻 r_0 之和成反比，即

$$I = \frac{E}{R + r_0} \quad (1-7)$$

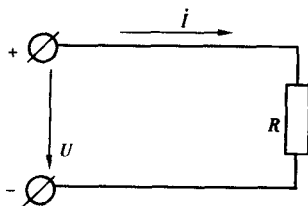


图 1-4 电阻电路

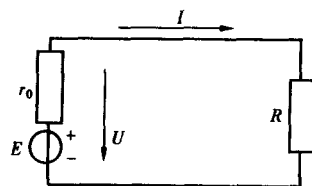


图 1-5 简单的闭合电路

公式 (1-7) 还可以写成:

$$E = IR + Ir_0 = U + U_0 \quad (1-8)$$

式中 $U = IR$ 为负载两端的电压降, 称为电源的端电压。 $U_0 = Ir_0$ 为电源内电阻上的电压降。公式 (1-8) 为闭合电路的电压平衡方程式, 即任何一个闭合电路中, 电源电动势的大小等于电源外部负载上的电压降与电源内电阻上的电压降之和。

公式 (1-8) 还可以写成:

$$U = E - Ir_0 \quad (1-9)$$

即电源的端电压等于电源电动势 E 减去电源内电阻上的电压降 Ir_0 。可见, 当电路处于断路状态时, 因为 $I=0$, 所以 $U = E$, 即电源的端电压在数值上等于电源电动势。一般情况下, 电源的端电压不等于电源电动势, 且 $U < E$ 。由于在电路中电源电动势 E 和内电阻 r_0 是不变的, 由公式 (1-7) 可以看出, 外电路中电阻 R 的变化直接影响电流的大小, 随着电路中电流的变化, 电源的端电压也会随之变化。 $U = f(I)$ 称为电源的外特性。反映端电压 U 与电流 I 之间的关系。图 1-6 为电源的外特性图。

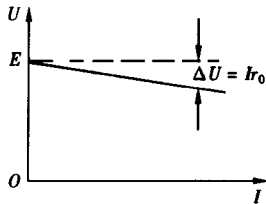


图 1-6 电源的外特性曲线

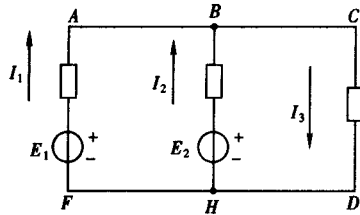


图 1-7 复杂电路示例

(二) 克希荷夫定律

有关电路结构的相关名词如下:

支路: 电路中的每个分支称为支路。

节点: 回路中三个或三个以上支路的汇交点称为节点。

回路: 电路中任意一个闭合路径称为回路。

1. 克希荷夫第一定律 (节点电流定律)

图 1-7 所示为一个复杂电路。分析可知该电路中有三个支路, 即 AF 支路、 BH 支路、 CD 支路; 有两个节点, 即 B 节点和 H 节点; 有三个回路, 即 $ABHFA$ 回路、 $BCDHB$ 回路、 $ABCDHFA$ 回路。

克希荷夫第一定律是根据电流的连续性, 即在电路中的任意一个节点上均不可能发生电荷的持续积累现象, 因而流入节点的电流之和必定等于从该节点流出的电流之和, 即

$$\sum I_{\lambda} = \sum I_{\text{出}} \quad (1-10)$$

根据这一定律, 图 1-7 电路中的节点 B 的电流有如下关系:

$$I_1 + I_2 = I_3$$

对于节点 H 上的电流关系为:

$$I_3 = I_1 + I_2$$

在一个复杂电路中, 若有 n 个节点, 节点电流的独立方程式数只有 $(n-1)$ 个, 第 n 个方程可以由 $(n-1)$ 个方程推出。

2. 克希荷夫第二定律 (回路电压定律)

克希荷夫第二定律指出: 对一闭合电路而言, 回路中电动势的代数和等于回路中电阻上电压降的代数和。

运用克希荷夫第二定律时, 回路中电压和电动势正负符号的确定方法如下:

- 1) 首先确定各支路电流的正方向;
- 2) 任意选定沿回路的绕行方向;
- 3) 若通过电阻的电流方向与回路绕行方向一致, 则该电阻上的电压取正; 反之取负;
- 4) 电动势方向与回路绕行方向一致时, 则该电动势取正; 反之取负。

在图 1-7 的电路中, 若沿 $ABHFA$ 回路绕行, 回路电压方程式为

$$E_1 - E_2 = I_1 R_1 - I_2 R_2$$

归纳为克希荷夫第二定律的表达式为

$$\sum E = \sum IR \quad (1-11)$$

【例 1-1】 电路如图 1-8 所示。已知图中 $E = 4V$, $R_1 = R_3 = R_4 = 400\Omega$, $R_2 = 347\Omega$, $R_g = 600\Omega$, R_t 为热敏电阻, 置于需测温度之处。当温度为 0°C 时, $R_t = 53\Omega$; 当温度为 100°C 时, $R_t = 75\Omega$ 。求温度为 0°C 及 100°C 时, 仪表中通过的电流 I_g 及其两端的电压 U_g 。

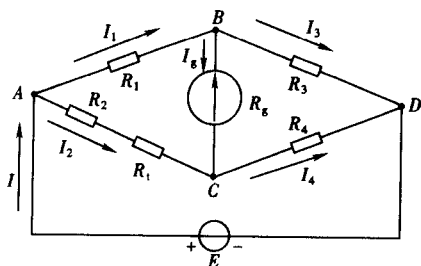


图 1-8 例 1-1 题图

【解】 分析电路可知, 该电桥电路共有四个节点和六条支路, 因此相应应有六个未知电流, 需列出 6 个独立的方程式才能求解。根据克希荷夫第一定律可得:

$$\text{节点 A} \quad I_2 = I - I_1$$

$$\text{节点 B} \quad I_3 = I_1 - I_g$$

$$\text{节点 C} \quad I_4 = I_2 + I_g = I - I_1 + I_g$$

根据克希荷夫第二定律规定回路的绕行方向为顺时针。沿回路 $ABCA$ 可得:

$$I_1 R_1 + I_g R_g - I_2 (R_2 + R_t) = 0$$

将 $I_2 = I - I_1$ 代入上式可得:

$$I_1 (R_1 + R_2 + R_t) + I_g R_g - I (R_2 + R_t) = 0 \quad (1-12)$$

沿回路 $BDCB$ 可得:

$$I_3 R_3 - I_4 R_4 - I_g R_g = 0$$

将 $I_3 = I_1 - I_g$, $I_4 = I - I_1 + I_g$ 代入上式可得:

$$I_1 (R_3 + R_4) - I_g (R_3 + R_4 + R_g) - IR_4 = 0 \quad (1-13)$$

沿回路 $ABDA$ 可得:

$$I_1 R_1 + I_3 R_3 = E$$

将 $I_3 = I_1 - I_g$ 代入上式可得:

$$I_1 (R_1 + R_3) - I_g R_3 = E \quad (1-14)$$

应用行列式解联立方程组 (1-12)、(1-13)、(1-14) 可得:

$$I_g = \frac{(R'_2 \cdot R_3 - R_1 \cdot R_4) E}{(R_1 + R_3) [R'_2 \cdot R_4 + (R'_2 + R_4) R_g] + R_1 \cdot R_3 (R'_2 + R_4)}$$

式中 $R'_2 = (R_2 + R_1)$

当温度为 0°C 时, 由于 $R'_2 \cdot R_3 = R_1 \cdot R_4$, 故得:

$$I_g = 0, U_g = 0$$

此时电桥处于平衡状态。

当温度变为 100°C 时, 经计算可得:

$$I_g = 0.053\text{mA}, U_g = I_g R_g = 31.8\text{mV}$$

由计算可知, 通过仪表不同的读数, 便可测出不同的温度值。

三、电阻的连接

(一) 串联电路

在电路中把若干个电阻首尾相连, 即为串联电路, 如图 1-9 所示。

串联电路的特点为:

(1) 由电流的连续性原理可知, 串联电路中的电流处处相同, 即流过 R_1 、 R_2 、 R_3 的电流为同一电流。

(2) 根据能量守恒定律, 电路取用的总功率应等于各段电阻取用的功率之和, 即

$$P = P_1 + P_2 + P_3$$

或:

$$UI = U_1 I + U_2 I + U_3 I$$

由此可得

$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

上式说明, 在串联电路中, 总电压等于各段电压之和。

(3) 在串联电路中总电阻 R 等于各电阻之和, 即:

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

由于流过各电阻的电流相同, 故各段电阻上电压和总电压之间的关系可表示为

$$\left. \begin{aligned} U_1 &= \frac{R_1}{R} U \\ U_2 &= \frac{R_2}{R} U \\ U_3 &= \frac{R_3}{R} U \end{aligned} \right\} \quad (1-15)$$

上式为串联电路的分压公式。由式可知电压与电阻成正比。在直流电路中, 通过电阻的串联可以实现分压的目的。

(二) 并联电路

在电路中把若干个电阻的一端连在电路的同一点上, 把电阻的另一端共同连接在电路的另一点上, 即为并联电路, 如图 1-10 所示。

并联电路的特点有:

(1) 加在各并联支路两端的电压相等。

(2) 电路内的总电流等于各支路的电流之和, 即:

$$I = I_1 + I_2 + I_3 \quad (1-16)$$

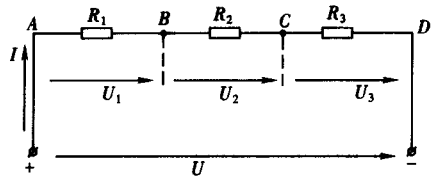


图 1-9 串联电路