

内科学

主 编 朱 宪 彝

副主编 甘幼强 黄象谦

职业病及其它物理、
化学、生物因素疾病 分册

天津科学技术出版社

内 科 学

主 编 朱宪彝

副主编 甘幼强
黄象谦

职业病及其它物理、
化学、生物因素疾病 分册

主 编 吴学霖
庞文贞

三
月
二
日
一
九
八
八

天津科学技术出版社

内 科 学

主 编 朱亮彝

副主编 甘幼强

黄象谦

职业病及其它物理、化学、生物因素疾病 分册

主 编 吴学霖

庞文贞

*

天津科学技术出版社出版

天津市赤峰道124号

天津新华印刷一厂印刷

天津市新华书店发行

*

开本 787×1092毫米 1/16 印张11 3/4 插页4 字数 273,000

一九八二年二月第一版

一九八二年二月第一次印刷

印数：1—6,600

统一书号：14212·43 定价：(精)2.24元

编 著 者

吴 学 霖	天津市职业病防治院
王 援 相	天津市职业病防治院
<u>潘 骏 千</u>	天津市职业病防治院
徐 照 宇	天津市职业病防治院
齐 瑞 蓉	天津市职业病防治院
王 吉 科	天津市职业病防治院
程 懋 南	天津医学院
黄 象 谦	天津医学院附属医院
原 遵 义	天津市职业病防治院
姜 慕 贞	天津市职业病防治院
史 大 光	天津市职业病防治院
吴 滨	天津市黄河道医院
高 玉 芝	天津市劳动卫生研究所
李 汉 瑞	天津医学院附属医院
徐 佳	天津市劳动卫生研究所
杜 宝 恒	天津医学院附属医院
刘 志 敏	天津医学院
安 明 仁	天津市职业病防治院
杨 捷 云	天津医学院
许 家 琪	天津医学院附属医院
顾 荣 生	天津市劳动卫生研究所
庞 文 贞	天津医学院
卢 倜 章	天津医学院附属医院
查 永 如	广东省职业病防治院
洪 锡 琪	天津医学院附属医院
王 维 力	天津医学院附属医院
周 元 晏	天津医学院
甘 幼 强	天津医学院第二附属医院
房 淑 霞	天津医学院附属医院
张 伯 英	天津医学院附属医院

(本分册编著者以撰写章节先后为序)

前言

从传统定义来讲，内科学是临床医学的一个分支，是专门诊断人类内部器官疾病并以药物为主要治疗手段的科学。由于现代医学飞速发展，日新月异，上述定义便不够确切全面了。它应是全部临床医学的基础。其它临床各学科大都是从内科学分化出去的。实际上，现代内科学还在不断地分化，向专业化方向发展。因此，对一个内科医师来说，首先是要有广泛的内科疾病知识，便于在临床实践中有效地处理初诊病人；另外，还必须具有内科学一两个专业特长，以能解决疑难病症的诊断和治疗问题。

为了把我国建设成为四个现代化的社会主义强国，适应我国医药卫生事业和医学教育事业的蓬勃发展，满足广大医务人员的迫切需要，我们编写了这部《内科学》。

本书是根据我们从事医疗、教学和科研的实际经验，参考国内有关医学内科的重要文献，和国外的学术成就编写而成的。全书共分七个分册，包括传染病、消化和呼吸系统疾病、循环系统疾病、内分泌腺疾病和肾脏疾病、血液和造血系统疾病、神经和精神病，以及职业病和其它物理、化学、生物因素疾病等。在内容上着重于切合临床实用的内科知识，以病因、发病机理、病理解剖、病理

生理、临床表现、诊断、鉴别诊断、治疗和预防为叙述的重点。力争做到基础理论与临床实践相结合。关于诊断技术和治疗方法，尽可能做到比较详细的论述，对于目前尚少应用或临床价值尚未肯定的治疗措施，则仅做原则性的简要介绍。在每章之后，均列出参考资料，俾能对深入研究该病有所帮助。本书适于内科医师和医学院校临床教师及学生参考。

本书主要由天津医学院两个附属医院内科编写，其他有关临床科室参加写作。还邀请天津市有关医院分别编写了有关章节。脱稿后，天津市一些兄弟医院协助审阅。在此表示衷心的感谢。

本书由于多方分头编写难免计划不周，各章节内容分配上可能不十分平衡。此书自1972年动笔，1975年6月完稿，由于“四人帮”对科学事业的干扰破坏，出版延迟了一些时间。因此，本书发稿前我们又进行了修改。随着我国科学技术事业的发展，我们准备再版时进一步修改、充实和提高。限于编者水平，书中会有不少缺点和错误，衷心希望广大读者批评指正。

编者

一九八一年六月

目 录

第一章 职业病.....	1	氯气中毒.....	64
第一节 总 论.....	1	化学刺激性气体中毒.....	64
第二节 金属与类金属中毒.....	9	第七节 农药中毒.....	68
铅中毒.....	9	有机磷农药中毒.....	68
汞中毒.....	15	有机氯农药中毒.....	73
锰中毒.....	18	有机汞农药中毒.....	77
铬及其化合物中毒.....	20	第八节 高分子化合物中毒.....	79
砷中毒.....	22	聚氯乙烯中毒.....	80
磷中毒.....	27	丙烯腈中毒.....	82
第三节 芳香族碳氢化合物中毒.....	28	氯丁二烯中毒.....	83
苯中毒.....	28	其它高分子化合物中毒.....	84
苯的氨基、硝基化合物中毒.....	31	第九节 其它毒物中毒.....	86
〔附〕 亚硝酸盐类植物中毒.....	38	二硫化碳中毒.....	86
第四节 脂肪族碳氢化合物中毒.....	39	强酸、强碱类中毒.....	91
四氯化碳中毒.....	39	第十节 尘 肺.....	94
溴甲烷中毒.....	40	矽 肺.....	94
甲醇中毒.....	44	石棉肺.....	102
氯乙醇中毒.....	48	煤矿工人尘肺.....	104
汽油中毒.....	50	第十一节 物理因素所致的疾病.....	104
第五节 化学窒息性气体中毒.....	51	高温中暑.....	104
硫化氢中毒.....	51	全身冻伤(冻僵).....	106
一氧化碳中毒.....	54	高山病.....	108
氰化物中毒.....	57	潜函病.....	110
〔附1〕 苦杏仁、桃仁中毒.....	60	噪声与噪声性耳聋.....	112
〔附2〕 木薯中毒.....	60	振动与振动病.....	115
第六节 化学刺激性气体中毒.....	61	高频电磁场对人体的影响.....	118
二氧化硫中毒.....	61	放射病.....	121
硫酸二甲酯中毒.....	62	第二章 其它物理、化学、生物因素疾病.....	140
光气中毒.....	62		140
四氯化硅中毒.....	63	第一节 电击与雷击.....	140
磷化氢中毒.....	63	第二节 溺 水.....	142
三氯化磷和三氯氧磷中毒.....	63	第三节 运动病.....	144
氮氧化合物中毒.....	63	第四节 乙醇中毒.....	145

第五节 急性巴比妥酸盐类中毒	149
第六节 鸦片中毒	151
第七节 莨菪罗及同类药物、植物中毒	153
第八节 附子中毒	156
第九节 夹竹桃中毒	157
第十节 粗制生棉油中毒	159
第十一节 蓖麻子中毒	162
第十二节 苍耳子中毒	162
第十三节 毒蕈中毒	164
第十四节 河豚鱼中毒	165

第十五节 蛇毒中毒	166
第十六节 斑蝥中毒	169
第十七节 昆虫毒素中毒	170
蜂毒中毒	170
蚊毒中毒	170
蝎毒中毒	171
蜘蛛毒中毒	171
蜂（壁虱）毒中毒	171
蜈蚣毒中毒	172
第十八节 蝇蛆病	172
〔附〕 其它化学药物中毒	173

第三节	X线管的特性及使用规格	(75)
第四节	X线管的冷却	(78)
第五节	X线管管套	(79)
第六节	X线管的检验与使用维护	(81)
第三章	X线机的电路结构	(84)
第一节	X线管对电路的基本要求	(84)
第二节	使用者对电路的基本要求	(84)
第三节	X线机的基本电路	(85)
第四节	X线机常用电路符号	(86)
第四章	小型X线机低压部分电路结构	(88)
第一节	自耦变压器	(88)
第二节	继电器的构造原理及X线控制继电器	(90)
第三节	电源输入电路	(91)
第四节	高压变压器初级电路	(93)
第五节	X线管灯丝变压器初级电路	(95)
第六节	稳压器	(96)
第七节	控制电路	(97)
第八节	手持限时器	(98)
第五章	小型X线机高压部分电路结构	(99)
第一节	X线管灯丝变压器及次级电路	(99)
第二节	高压变压器及高压次级电路	(100)
第三节	半波自整流电路的工作原理	(102)
第六章	国产F—27 I型诊断用X线机的安装	(105)
第一节	概况、述要	(105)
第二节	电路分析	(108)
第三节	X线机的位置设计	(109)
第四节	供电电源的设计	(110)
第五节	接地装置的设计	(113)
第六节	机器的安装	(114)

第七节 检查、试验与调整	(115)
第七章 中型诊断用X线机	(118)
第一节 高压整流管	(118)
第二节 具有高压整流的高压次级电路及管电流测量电路	(121)
第三节 千伏补偿装置	(125)
第四节 灯丝电压调节装置	(127)
第五节 控制电路	(130)
第六节 KE—200型X线机	(136)
第八章 附属装置的结构和原理	(137)
第一节 高压电缆	(137)
第二节 活动滤线器	(138)
第三节 胃肠摄影装置	(141)
第四节 断层摄影装置	(142)
第五节 电动诊断床	(143)
第九章 常见X线机电路分析	(145)
第一节 F10型X线机	(145)
第二节 70—30型X线机	(150)
第三节 71—30型X线机	(153)
第四节 F44—1型X线机	(157)
第五节 F30—ⅡB型X线机	(162)
第十章 X线机的维护与检修	(175)
第一节 X线机的维护要领与使用原则	(175)
第二节 故障检查方法及注意事项	(177)
第三节 常见故障现象及产生原因	(178)
第四节 由现象推论故障	(184)
第十一章 元件修理方法	(188)
第一节 修理原则	(188)
第二节 继电器及接触器的修理	(188)
第三节 高压电缆的修理	(188)

第一章 直流电路

随着电的日益广泛的应用，现代电器设备不但种类繁多，而且日新月异不断发展。但是目前绝大多数的设备仍是由各式各样的电路所组成的。不论电路的结构如何复杂，它们和最简单的电路之间还是具有许多最基本的共性，并且遵循着相同的运动规律。因此本章将首先介绍电路的组成，然后分别讲述电流、电阻和电压的物理意义及其间的基本规律，再将只具有串并联关系的简单直流电路的分析方法进行讨论。实际工作中最常用到的万用电表的电路是这类电路的很好的实例，本章选择一般常用万用电表的电路，进行实际分析。

这一章是电工学的基础知识，需要很好地掌握它。

第一节 电路的组成

电路是由电源、负载和联接导线所组成。

用导线将一个小电珠的两端与一节干电池的正、负两极分别联接起来，如图1—1所示，这时小电珠就亮了。从图中可以看到，干电池、小电珠以及联接这两者的导线，就构成了一个最简单的电路。其中干电池是电能的供给者，所以被称为电路的电源，而小电珠则是消耗电能的，叫做电路的负载。电能通过联接导线，从电源送往负载。

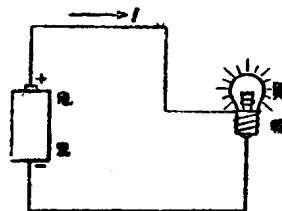


图 1—1 电路的组成

电灯、电炉和电动机等都是电路的负载，它们分别将电源所传送给它们的电能转变成光、热和机械能，为我们所利用。在电力及一般用电系统中，电路就起着这种传输与转换电能的作用。

至于电路中能量传送的物理过程以及有关各量之间的关系，将在本章以下各节中依次介绍。

第二节 物质的电结构

一、电是什么？

毛主席教导我们：“事物发展的根本原因，不是在事物的外部而是在事物的内部，在于事物内部的矛盾性。”要了解物体带电的根本原因，首先必须了解物质的内部结构。

自然界的一切物质都是由分子组成的，而分子又是由原子组成。各种物质的原子，又都是由原子核和一定数量的电子组成。原子核带正电荷，电子带负电荷。不同物质的原子，它的原子核所带的正电荷的多少不同，绕核旋转的电子数目也不同。例如图 1—2 所示，氢只有一个电子，铝有 13 个电子，等等。但是，在通常情况下，不论是什么物质，原子核所带的正电荷跟核外电子所带的负电荷总是等量的。这时，原子是中性的，整个物体也不显示出带电现象。

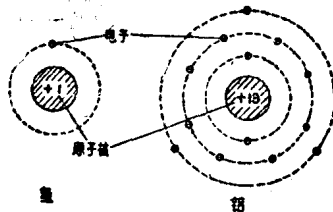


图 1—2 原子结构示意图

但是，“对立的统一是有条件的、暂时的、相对的，而对立的相互排除的斗争则是绝对的。”原子中的电子和原子核对立的统一是暂时的，当由于某种原因（如摩擦），使一些物体失去一些电子，另一些物体得到一些电子，这时，物体就显示出带电现象来。失去电子的物体带正电，得到电子的物体带负电。由此可见，电荷既不能产生，也不能消灭，只能从一个物体转移到另一个物体。

物体所带电荷的多少，叫做电量，它的单位叫库仑。

1 库仑 = 6.25×10^{18} 个电子的总电量。

二、电场

我们已经知道，电荷间的相互作用是同种电荷互相排斥，异种电荷互相吸引。两个电荷的相互作用力，跟每个电荷的电量和它们之间的距离有关，还跟电荷周围的介质有关。

但是，电荷之间的相互作用力，是怎样产生的呢？我们知道物体间的相互作用力，或者是通过其它物质而发生，或者是由于直接接触而发生。如果把一个带电小球悬挂起来，放到带电体附近时，小球将受到吸引或排斥，也就是说小球受到了作用力。而且即使在真空中，小球也同样受到带电体的作用，这是由于电荷的周围空间存在着一种叫做电场的特殊物质。电场和电荷是不可分割的，只要有电荷存在，电荷的周围空间就有电场。把电荷甲放到电荷乙的电场里，这个电场就对电荷甲发生力的作用，同时电荷甲的电场也对电荷乙发生力的作用。这种力，叫做电场力。所以电荷之间的相互作用力是通过电场而产生的。

由于电场对场内电荷有作用力，可使电荷移动，因此电场已被广泛的应用。例如，工业中利用静电去尘，静电植绒，静电喷涂等，目前汽车制造业中就利用静电喷漆来加工汽车外壳；当前医学上的静电摄影技术，也是利用静电电场。

但是，事物总是一分为二的，应该注意到电场有时对我们又是有害的，它可以干扰其他电器设备的正常工作，为了排除这种干扰，常用静电隔离办法。例如在电缆外面包一层铁皮或铁丝网，某些电讯设备电子管外加金属套等，都是为了隔离外界电场的干扰。

第三节 电 流

一、什么是电流？

电荷有规则的移动，称为电流。

在原子中，电子既要受原子核的束缚，同时又有脱离束缚变为自由电子的倾向。这是因为一方面电子受到原子核的吸引，另一方面，电子又以很大的速度运动着，由于不同的原子有着不同的结构，有的物体，如金属、碳等的原子中的部分电子，容易摆脱原子核的吸引，离开自己的运动轨道，在原子之间穿来穿去成为自由电子。当有外加电场时，就能迫使自由电子向一定方向移动而形成电流。此外，在有些液体或气体中由于存在离子（带电的原子或原子团），它们在电场作用下分别朝着一定的方向移动，因此也能形成电流。象电镀就是利用液体中的电流进行工作的，而日光灯则是利用管内气体中的电流使之发光的。不论是固态导体或是液体、气体中的电流，都是带电粒子的有规则的移动。

二、电流的大小和方向

电流的大小是用单位时间通过导体横截面的电量来量度。如果在时间 t 内，通过导体横截面的电量为 q ，则电流强度（简称电流） I 为：

$$I = \frac{q}{t}$$

电流强度的单位是安培（简称安），用符号 A 表示。1 安培的电流即等于在 1 秒钟内有 1 库仑的电量通过导体的截面。在供电系统中往往要遇到几安、几十安甚至更大的电流。但在 X 线管中，常用较小的单位毫安（mA）。它们之间的关系是：

$$1 \text{ 毫安 (mA)} = \frac{1}{1000} \text{ 安 (A)} = 10^{-3} \text{ 安 (A)}$$

习惯上人们都把正电荷移动的方向作为电流的方向。在导线中，电流实际上是带负电的电子的移动所形成的，但其效果与等量正电荷反方向移动完全相同，因此其电流方向是与电子流的方向相反。

三、直流电流与交流电流

如果电流的大小和方向都不随着时间变化，即在任何不同时刻，单位时间内通过导体截面的电量都相等，其方向也始终不改变，则这种电流称为直流电流。

电流和时间的关系可用图形表示出来。我们规定沿水平方向的横坐标表示时间 t ，沿垂直方向的纵坐标表示电流 I 。由于直流电流是不随时间变化的，所以它的图形是一条与横轴平行的直线，如图 1—3（甲）所示。

电流的大小和方向如果随时间按一定的规律反复交替地变化，一会儿从小变到大，一会儿又从大变到小；一会儿电流是正的，一会儿却变成负的（电流正负的变化即代表其方向的变化），则这种电流称为交流电流。图 1—3（乙）所画的就是最常见的叫做正弦交变电流的变化规律的图形。我们平时用的，由电力网供给的交流电，就是这样的电流。本书从第三章起将讨论有关它的问题。

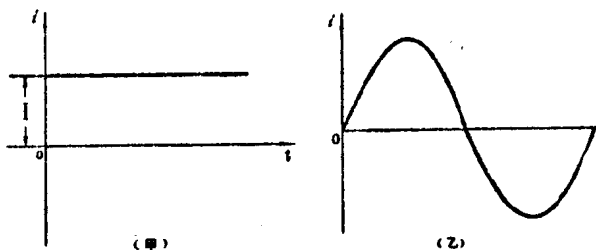


图 1—3 直流和交流

四、电流的测量

电流既然有大小并有量度的单位，那么我们怎么测定导线里的电流强度呢？

测定电流大小的仪器，叫做电流表。由于电流有直流和交流之分，因此电流表也有直流和交流的区别。

测量直流的电流表，叫做直流电流表，由于直流电流的方向是一定的，所以直流电流表上的两个接线柱，一个是电流的进端，用“+”标明，另一个是电流的出端，用“-”标明。

测量交流的电流表，叫做交流电流表。由于交流电流的方向每隔一定的时间改变一次，所以交流电流表的两个接线柱中每一个既是电流的进端，又是电流的出端，因而它的两个接线柱无须标明“+”和“-”。

电流表中测量较大电流的叫做安培表，测量较小电流的叫做毫安表。

当我们用电流表测量电路中的电流时，必须注意以下几点：

（一）必须知道被测电流是交流还是直流，如果是交流，就必须用交流电流表来测量；是直流，就必须用直流电流表来测量。

（二）估计被测量电流的大小，然后选用测量范围与之相应的电流表。例如，估计被测电流大约有3安培，这时我们最好选用测量范围为5安培的电流表。如果我们用一个测量范围为50安培的电流表，则测量出来的数值就看不准确。如果我们用一个小于3安培的电流表去测量它，就有损坏电流表的危险。

（三）测量任一电路中的电流时，必须先把电路中的导线断开，然后在断开处将电流表串联进去。

这里所谓把导线断开，不是真的将导线剪断，在实际工作中，是将导线与用电设备连接的地方脱开，把电流表接入（接表时须先将用电设备的电源断开，接好电表后再接通电源）。

（四）观看电流表所指示的数值时，视线要与表面垂直，只有这样，读数才能正确。

（五）使用或保管电流表时，不要震动或者摔碰，也不许随意拆开表壳。

第四节 电 阻

一、导线的电阻、电阻率

我们知道，连接电路的导线是用铜或铝做的金属线，因为它们含有大量的自由电子，是容易传导电流的导体。

但是，“事物都是一分为二的”。导体也是这样，一方面它有传导电流的能力，另一方面它对电流又有阻碍作用。导体对电流的阻碍作用叫做电阻。

电阻的单位是欧姆，简称欧，用符号 Ω 表示。计量比较大的电阻可用千欧（ $k\Omega$ ）或兆欧（ $M\Omega$ ）。它们之间的换算关系是：

$$1 \text{ 千欧} (k\Omega) = 10^3 \text{ 欧} (\Omega)$$

$$1 \text{ 兆欧} (M\Omega) = 10^6 \text{ 欧} (\Omega)$$

导体的电阻是导体本身的属性，它决定于组成导体的材料、长度、截面积和导体的温度。对于同一种材料的导体，其电阻与导体的长度成正比，与导体的截面积成反比。用公式表示为

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

(1-1)

式中R代表导体的电阻，L代表导体的长度，S代表导体的截面积。 ρ 是由导体材料的导电性能所确定的常数，叫做电阻率。表1-1列出了一些常用导电材料的电阻率，其所用单位为欧· $\frac{\text{毫米}^2}{\text{米}}$ ($\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$)，它表示用该材料制成长1米，横截面1平方毫米的导线所具有的电阻。

表 1-1 几种导体在温度20℃时的电阻率

导体材料	银	铜	铝	钨	铁	水银	锰铜	康铜	镍铬合金
电 阻 率	0.016	0.017	0.028	0.056	0.10	0.958	0.43	0.50	1.0

由表中可以看出，除了贵金属银以外，铜、铝的电阻率比较小，所以是较好的导电材料。因此，广泛地用它们来制造导线。相反，绕制电阻器用的电阻丝就要采用锰铜丝或康铜丝等合金丝。因为它们除了具有很好的温度稳定性外，其另一个特点，就是具有比铜大几十倍的电阻率。电阻率大了，在用一定的线径绕制具有某一阻值的电阻器时，所需要的导线长度就短，这样可以减少电阻元件的体积。

绕制电烙铁或电炉使用的电热丝，一般是由铁—铬—铝—镍合金或铁—铬—铝合金所制成。这些合金的电阻率大，电阻随温度的变化也较小。除此之外，它们的最大优点是能够耐高温，而作为电热丝正需要有这样的性能。

〔例〕试计算截面积为1.6平方毫米，长200米的铜导线的电阻。

已知：S = 1.6毫米²， L = 200米， $\rho = 0.017 \text{欧} \cdot \frac{\text{毫米}^2}{\text{米}}$

求： R。

解： 根据电阻公式 $R = \rho \frac{L}{S}$

$$\text{得 } R = 0.017 \times \frac{200}{1.6} = 2.12 (\text{欧})$$

答： 铜导线的电阻是2.12欧姆。

二、电阻器

事物都是一分为二的，传输电能的一对导线所具有的电阻，给我们带来了一定的不利因素。但相反，在很多场合下，我们却利用导体的电阻制成具有一定阻值的电阻器。这时电阻器就成了电路的一种基本元件，用它接在电路中，可以起到不少所需要的特殊作用。

实际使用的电阻器根据材料或结构来分，目前常用的有碳膜电阻、金属膜电阻、金属氧化膜电阻及线绕电阻等。

碳膜电阻是将碳氢化合物在高温真空下分解，使其在瓷管或瓷棒上形成一层结晶碳膜。这种电阻具有一定的稳定性，价格较低，故使用较普遍。金属膜电阻具有较高的稳定性及精密度，而且温度系数及体积都较小。因此，在要求较高的场合下，可以选用这种电阻。金属氧化膜电阻的化学稳定性较好，耐高温的性能也较好，但在精密度及其它性能方面，则不如金属膜电阻。线绕电阻除了工作较稳定可靠以外，其主要特点是可以做成具有较大的额定功率，以适应大功率系统中的需要。故在X线机中大部分是应用线绕电阻。

第五节 电位、电压、电动势

前面两节我们阐述了关于电流和电阻的概念。本节将进一步讨论关于连续不断的电流是怎样产生的。为此先介绍电位、电压和电源电动势的概念，从而使我们知道，将电压加在电阻元件上就能产生一定的电流。反之，当电流通过电阻元件时，在其两端就必有一定的电压。

一、电位、电压和电动势

电路中的电流需要靠电源来维持，这好比用水泵来维持连续的水流一样。

水泵能维持连续水流的原理是由于它能保持两处之间的水位差，使一处水位总是高于另一处的水位。在水泵外部，水总是从高水位处流向低水位处；而在水泵内部，借助水泵的力量可使水从低水位处流向高水位处，这样，水就能连续不断地流通了。

与此类似，在电源两端具有不同的电位。电源正极的电位高，负极的电位低，也就是电源能维持两极间的电位差，使在电源外部，电流从高电位处流向低电位处；而在电源内部，借助于电源本身的特殊本领，可使电流从低电位处流向高电位处。拿干电池或蓄电池来说，在其内部就是通过化学力将正电荷从低电位处推至高电位处的。

电位的单位是伏特，简称伏，常用字母V表示，电位差又称电压，常用U表示，它的单位也是伏特。伏特的1千倍叫千伏(kV)。

衡量电源维持电位差本领的物理量，称为电源电动势。电动势常用E表示，它的单位也是伏特。一只干电池的电动势约为1.5伏，一只蓄电池的电动势约为2伏。

二、电压的测量

测量电压大小的仪器，叫做电压表。电压表也有交流和直流的区别；测量直流电压的叫直流电压表；测量交流电压的叫交流电压表。与电流表的情况一样，直流电压表的两个接线柱有“+”和“-”的区别，而交流电压表的两个接线柱没有“+”和“-”的区别。

电压表有千伏表、伏特表和毫伏表。在使用电压表时，先要知道被测量的电压是交流还是直流，再估计被测电压的大小。然后选用与之相应的电压表。使用电压表与使用电流表的不同点，就是电压表是并联在测量电压部位的两端。必须特别注意，电流表绝对不能这样连接，否则会将电流表烧坏。

第六节 欧姆定律

“一切客观事物本来是互相联系的和具有内部规律的。”那么，电路中的电流强度跟电压、电阻之间究竟有什么关系呢？我们用实验来研究这个问题。

首先，当电阻不变时，研究电流强度跟电压的关系。把电池组、定值电阻、电流表、电压表和开关用导线照图1—4那样连接起来。拨动转柄，使定值电阻两端的电压成倍地增加

(例如 2 伏、4 伏、6 伏)，从电流表上看到，通过定值电阻的电流强度也随着变化。

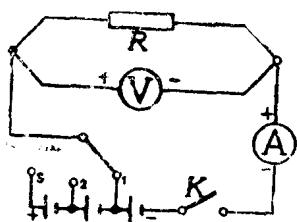


图1—4 电阻不变时，电流跟电压的关系

电阻 $R = 5$ (欧姆)	
电压(伏特)	电流强度(安培)
2	0.4
4	0.8
6	1.2

记下每次实验的电压和电流强度的数值。从实验结果可以看出：在电阻不变的情况下，电压增大到几倍，电流强度也增大到几倍，也就是说，电阻不变的情况下，通过电路的电流强度跟这段电路两端的电压成正比关系。

其次，保持电阻两端的电压不变时，研究电流强度跟电阻的关系。把电池组、三个定值电阻（为了方便，可用 $R_2 = 2R_1$ ， $R_3 = 3R_1$ ）、变阻器、电流表、电压表和开关用导线按图 1—5 连接。依次更换定值电阻，并调节滑动变阻器，使电压保持不变，记下每次实验的电阻值和电流强度的数值。从实验结果可以看出：在电压不变的情况下，电阻增大到几倍，

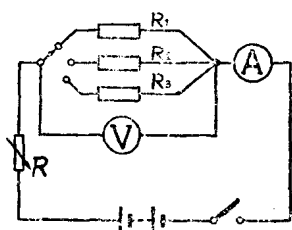


图1—5 电压不变时，电流跟电阻的关系

电压 $U = 1.8$ (伏特)	
电阻(欧姆)	电流强度(安培)
3	0.6
6	0.3
9	0.2

通过它的电流强度就减小到几分之一，也就是说，在电压不变的情况下，通过电路的电流强度跟这段电路的电阻成反比关系。

综合上述实验结果，得到如下结论：电路中通过的电流强度跟这段电路两端的电压成正比，跟这段电路的电阻成反比，这就是欧姆定律。用公式表示即为：

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

式中电压的单位用伏特，电阻的单位用欧姆，电流强度的单位则是安培。

电荷在导体中的运动是包含着矛盾的。一方面外加电压要使电荷沿一定方向移动；另一方面导体的电阻又要阻碍电荷的移动。矛盾双方相互斗争的结果，就决定了导体中的电流强度。欧姆定律反映了这一矛盾的规律性。

欧姆定律是电路中最基本的规律，在解决许多电工问题时都要用到它，我们一定要很好地掌握它。下面举几个例，说明它的应用。

〔例 1〕已知一个用电器的电阻是 44 欧姆，加在它两端的电压是 220 伏特，求通过用电器的电流强度。

已知: $U = 220$ 伏特, $R = 44$ 欧姆。

求: I 。

解: 根据欧姆定律 $I = \frac{U}{R}$,

$$\text{得 } I = \frac{220}{44} = 5 \text{ (安培)}。$$

答: 通过用电器的电流是 5 安培。

〔例 2〕已知某段输电导线的电阻是 0.5 欧姆, 通过它的电流强度是 5 安培, 求这段导线上的电压降 (或加在这段导线上的电压)。

已知: $I = 5$ 安培, $R = 0.5$ 欧姆。

求: U 。

解: 由欧姆定律 $I = \frac{U}{R}$,

$$\text{所以 } U = I R = 5 \times 0.5 = 2.5 \text{ (伏)}。$$

答: 这段导线上的电压降是 2.5 伏特。

〔例 3〕一只接在电压为 220 伏特线路上的电灯, 通过灯丝的电流强度是 0.2 安培, 求灯丝的电阻。

已知: $U = 220$ 伏特, $I = 0.2$ 安培。

求: R 。

解: 根据欧姆定律 $I = \frac{U}{R}$,

$$\text{所以 } R = \frac{U}{I} = \frac{220 \text{ 伏特}}{0.2 \text{ 安培}} = 1100 \text{ 欧姆}。$$

答: 灯丝的电阻是 1100 欧姆。

第七节 电阻串联电路

几个电阻按照次序互相联结起来, 中间没有分岔, 这时通过每个电阻的电流相同, 这种联结方式称为串联。图 1—6 表示两个电阻 R_1 、 R_2 串联之后, 接在二端电压为 U 的电路。

串联电路中电流 I 到处是一样的, 但由于电阻值不同, 每个电阻上的电压降则不一样。

一、电压间关系

如果用一只电压表来测量一下每个电阻两端的电压 U_1 、 U_2 及总的电压 U , 可以发现它们之间的关系是:

$$U = U_1 + U_2 \quad (1-3)$$

即总的电压等于每个电阻上的电压之和。

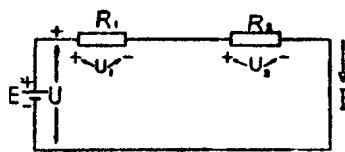


图 1—6 电阻串联电路