

化工工人技术理论培训教材



电子学一般常识

化学工业部人事教育司
化学工业部教育培训中心

组织编写

化学工业出版社

化工工人技术理论培训教材

电子学一般常识

化学工业部人事教育司

化学工业部教育培训中心

组织编写

化学工业出版社

·北 京·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

电子学一般常识/化学工业部人事教育司, 化学工业部
教育培训中心组织编写. —北京: 化学工业出版社, 1997

化工工人技术理论培训教材

ISBN 7-5025-1775-8

I. 电… II. ①化… ②化… III. 电子学-基本知
识-技术培训-教材 IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 15443 号

电子学一般常识

化学工业部人事教育司
化学工业部教育培训中心 组织编写

责任编辑: 赵颖力

责任校对: 顾淑云

封面设计: 于 兵

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

新华书店北京发行所经销

北京市昌平振南印刷厂印刷

三河市延风装订厂装订

*

开本 850×1168 毫米 1/32 印张 3⁷/₈ 字数 112 千字

1997 年 1 月第 1 版 1997 年 1 月北京第 1 次印刷

印数: 1—5000

ISBN 7-5025-1775-8/G · 451

定 价: 7.50 元

版权所有 盗印必究

凡购买化工版的图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 请与本社发行部调换。

前 言

为了适应化工系统工人技术等级培训的需要,提高工人的技术理论水平和实际操作技能,我们依据《中华人民共和国工人技术等级标准》和《化工系统工人技术理论培训教学计划和教学大纲》的要求,组织有关人员编写了这套培训教材。

在教材编审过程中,遵循了“坚持标准,结合实际,立足现状,着眼发展,体现特点,突出技能,结构合理,内容精炼,深浅适度”的指导思想,以“等级标准”为依据,以“计划和大纲”为蓝图,从有利于教师教学和方便工人自学出发,力求教材内容能适应化工生产技术和现代化生产工人培训的要求。

按照“中华人民共和国工人技术等级标准”规定的化工行业 168 个生产工种的有关内容,在编制教学计划和划定大纲时,在充分理解等级标准的基础上,吸取了国外职业教育的成功经验,对不同工种、不同等级工人围绕技能所要求掌握的技术理论知识进行分析和分解,作为理论教学的基本单位,称之为“单元”。在计划和大纲中,168 个工种按五个专业大类(及公共课)将不同等级的全部理论教学内容分解为 301 个教学单元。为了方便各单位开展培训教学活动,把教学计划中一些联系较为密切的“单元”合在一起,分成 112 册出版。合订后的全套教材包括以下六部分。

无机化工类单元教材共 25 册:《流体力学基础》、《管路的布置与计算》、《物料输送》、《气相非均一系分离》、《液相非均一系分离》、《物料混合》、《固体流态化与应用》、《加热与冷却》、《蒸发》、《结晶》、《浸取与干燥》、《制冷》、《焙烧与工业炉》、《粉碎与筛分》、《电渗析》、《吸附分离》、《离子交换》、《常见的无机化学反应》、《电解及其设备》、《物料衡算与热量衡算》、《合成氨造气》、《合成氨变换》、《合成氨净化》、《合成氨压缩》和《氨的合成》。

有机化工类单元教材共 7 册：《吸收》、《蒸馏》、《萃取》、《有机化学反应（一）》、《有机化学反应（二）》、《有机化学反应（三）》和《化学反应器》。

化工检修类单元教材共 43 册：《电镀》、《腐蚀与防护》、《机械传动及零件》、《液压传动与气动》、《金属材料热处理知识》、《机械制造工艺基础》、《化工检修常用机具》、《工程力学基础》、《测量与误差》、《公差与配合》、《化工机器与设备安装》、《化工压力容器》、《展开与放样》、《化工管路安装与维修》、《钳工操作技术》、《装配和修理》、《钢材矫正与成型》、《电工材料及工具》、《焊工操作技术》、《焊接工艺》、《阀门》、《化工用泵》、《风机》、《压缩机》、《化工分析仪表（一）》、《化工分析仪表（二）》、《化工测量仪表》、《电动单元组合仪表》、《化工自动化》、《集散系统》、《仪表维修工识图与制图》、《仪表常见故障分析与处理》、《过程分析仪表》、《化工检修钳工工艺学》、《化工检修铆工工艺学》、《化工检修管工工艺学》、《化工检修焊工工艺学》、《化工防腐橡胶衬里》、《化工防腐金属喷涂》、《化工防腐金属铅焊》、《化工防腐砖板衬里》、《化工防腐塑料》以及《化工防腐玻璃钢》。

化工分析类单元教材 6 册：《化学分析的一般知识及基本操作》、《化学分析》、《电化学分析》、《仪器分析》、《化验室基本知识》和《有机定量分析》。

橡胶加工类单元教材共 11 册：《橡胶、配合剂与胶料配方知识》、《再生胶制作机理、工艺及质量检验》、《橡胶加工基本工艺》、《轮胎制造工艺方法》、《力车胎制造工艺方法》、《胶管制造工艺方法》、《胶带制造工艺方法》、《橡胶工业制品制造工艺方法》、《胶鞋制造工艺方法》、《胶乳制品制造工艺方法》和《炭黑制造工艺方法》。

另外还有公共课及管理课类单元教材共 20 册：《电工常识》、《电工基础》、《电子学一般常识》、《电子技术基础》、《机械识图》、《机械制图》、《化工管路识图》、《工艺流程与装备布置图》、《工厂照明与动力线路》、《电气识图与控制》、《电机基础及维修》、《工厂电气设备》、《工厂电气技术》、《安全与防护》、《三废处理与环境保护》、《化工计量常识》、《计算机应用基础知识》、《化工应用文书写》、《标准化基础知

识》和《化工生产管理知识》。

按照“单元”体系组织编写工人培训教材，尚是一种尝试，由于我们经验不足和教材编审时间的限制，部分教材在体系的合理性、内容的先进性、知识的连贯性和深广度的准确性等方面还不尽如人意，为此建议：

一、各单位在组织教学过程中，应按不同等级的培训对象，根据相应的教学计划和教学大纲的具体要求，以“单元”为单位安排教学。

二、工人技术理论的教学应与操作技能的培训结合起来。技术理论的教学活动除应联系本单位生产实际外，还应联系培训对象的文化基础、工作经历等实际情况，制订相应的教学方案，确定相应的教学内容，以提高教学的针对性和教学效率。

三、在教学过程中发现教材中存在的问题，可及时与我们联系，也可与教材的编者或出版单位联系，使教材中的问题得到及时更正，以利教学。

本套教材的组织编写，得到全国化工职工教育战线各方面同志的积极支持和帮助，在此谨向他们表示感谢。

化学工业部人事教育司

化学工业部教育培训中心

1996年3月

目 录

电子学一般常识 (公 003)	1
第一章 电子元器件	2
第一节 电阻、电感、电容	2
一、电阻	2
二、电感	7
三、电容	9
第二节 晶体二极管	13
一、半导体的基本知识	13
二、晶体二极管	17
第三节 晶体三极管	20
第二章 基本放大电路	29
第一节 基本放大电路的组成及特点	29
一、基本放大电路的组成及原理	29
二、放大电路的主要性能指标	31
第二节 放大电路的基本分析方法	32
一、静态工作情况分析	32
二、动态工作情况分析	34
三、静态工作点的稳定	41
第三节 放大电路的三种组态	43
一、共集电极电路	43
二、共基极电路	46
三、3 种基本放大电路的比较	49
第四节 集成运放简介	49
一、集成运放的特点	50
二、集成运放的主要技术指标	50
三、通用型集成运算放大器 (F007)	51
第三章 直流电源	56

第一节 单相整流电路	56
一、单相半波整流电路	57
二、单相全波整流电路	57
三、单相桥式整流电路	58
四、整流二极管的基本参数	59
第二节 单相滤波电路	61
一、电容滤波电路	62
二、 $RC\pi$ 型滤波电路	64
三、电感滤波电路	64
第三节 硅稳压管及稳压电路	66
一、稳压管	66
二、稳压管稳压电路	68
三、串联反馈式稳压电路	71
第四章 数字电路	75
第一节 晶体管的开关特性	76
一、二极管的开关特性	76
二、三极管的开关特性	78
第二节 逻辑函数	80
一、基本逻辑运算	80
二、逻辑函数	82
三、逻辑函数的代数化简法	84
四、逻辑图	85
第三节 门电路	86
一、基本逻辑门电路	86
二、复合门电路	90
第五章 晶闸管基本知识	93
第一节 晶闸管结构及工作原理	94
一、晶闸管的结构	94
二、晶闸管的工作原理	95
三、晶闸管的伏安特性	97
四、晶闸管的主要参数	98
五、晶闸管的种类	100
第二节 晶闸管单相可控整流电路	101

一、电阻性负载	101
二、电感性负载	103
第三节 三相半波可控整流电路	107
一、电阻性负载	107
二、电感性负载	111

电子学一般常识

(公 003)

吉林化学工业公司职工教育总校 李 艳 编
吉林化学工业公司职工教育总校 陆振基 主审

第一章 电子元器件

电阻、电感、电容是电子学最基本的元件，半导体器件则是近代电子学最重要的组成部分，其基本元件是半导体二极管、半导体三极管等。本章主要介绍以上各元件的原理、特性、使用及其测量方法。

第一节 电阻、电感、电容

一、电阻

1. 电阻元件

电阻元件是电阻器、电炉、电灯等消耗电能器件的理想化的模型。金属导体内的自由电子在电场力作用下定向移动，形成电流。导体对流过的电流有一定的阻碍作用，称这种阻力为电阻。用符号 R 表示。

在国际单位制中，电阻的单位是欧姆，用符号 Ω 表示。

大电阻也可用千欧 ($k\Omega$) 或兆欧 ($M\Omega$) 表示，它们的换算关系是：

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

$$1M\Omega = 10^3k\Omega = 10^6\Omega$$

欧姆定律：通过电阻元件的电源 I ，与其两端的电压 U 成正比，与电阻 R 成反比，即

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

上式通常也可写作

$$R = \frac{U}{I}$$

称之为电阻元件的伏安特性。电阻是恒量，不随电压或电流的改变而变化，则该元件为线性电阻元件。欧姆定律只适用于线性元件。

若电阻值不是恒量，而是随电压或电流的改变而变化，则该电阻元件为非线性电阻元件。

电阻的倒数叫电导，用 G 表示，即

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

电导的国际单位是西门子，用符号 S 表示

欧姆定律也可写作

$$G = \frac{I}{U} \quad (1-3)$$

2. 电阻率

实验证明，在一定温度下，同一种材料的导体电阻与导体的长度成正比，与导体的截面积成反比。用数学式表示时，导体的电阻为

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad (1-4)$$

式中 l ——导体的长度， m ；

S ——导体的截面积， m^2 或 mm^2 ；

R ——导体的电阻， Ω ；

ρ ——导体的电阻率， $\Omega \cdot m$ 或 $\Omega \cdot mm^2/m$ 。

导体电阻与导体的材料有关， ρ 是导体材料的导电性能所确定的常数，它反映了导体材料与导体电阻之间的关系。导体的电阻率 ρ 是指在 $20^\circ C$ 时，长 $1m$ 、截面积是 $1mm^2$ 的导体的电阻值。各种常用材料的电阻率见表 1-1。

3. 电阻温度系数

导体的电阻还与温度有关。一般金属材料的电阻值随温度的升高而增加，有些导体的电阻值随温度升高反而降低，还有一些合金的电阻值基本不随温度变化。

规定某种导体温度每升高 $1^\circ C$ 时，电阻发生的变化与原电阻值之比叫电阻温度系数。用符号 α 表示。即

$$\alpha = \frac{R_2 - R_1}{R_1 (t_2 - t_1)} \quad (1-5)$$

式中 α ——电阻温度系数， $^\circ C^{-1}$ ；

t_1, t_2 ——温度， $^\circ C$ ；

R_1, R_2 ——分别代表温度为 t_1 与 t_2 的电阻值。

已知温度 t_1 时的电阻值 R_1 和温度的变化量 $t_2 - t_1$, t_2 温度时的导体电阻 R_2 为

$$R_2 = R_1 + R_1 \alpha (t_2 - t_1) \quad (1-6)$$

表 1-1 也列出了常用材料的电阻温度系数。制作标准电阻器或仪表的分流器时, 应选用温度系数较小的材料。

表 1-1 常用导电材料的电阻率 ρ 和电阻温度系数 α

用 途	材料名称	ρ $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m} (20^\circ\text{C})$	α (0~100) ($^\circ\text{C}^{-1}$)
导电材料	碳	10.0	-0.0025
	银	0.0165	0.0036
	铜	0.175	0.004
	铅	0.0285	0.004
	低碳钢	0.13	0.006
	锰铜	0.42	0.000005
	铂	0.106	0.00389

4. 电阻的联接

电阻的联接方式有串联、并联和混联。

电阻串联电路如图 1-1 所示。这种电路的基本特点是:

- (1) 串联电路中通过各电阻元件的电流相同。
- (2) 串联电路中外加电压等于各电阻元件上电压降之和, 即

$$U = U_1 + U_2 + U_3 \quad (1-7)$$

- (3) 串联电路的等效电阻值等于串联的各电阻的阻值之和, 即

$$R = R_1 + R_2 + R_3 \quad (1-8)$$

电阻串联电路是最简单的电路, 在电工技术中经常用到。如与负载串联的分压电阻、扩大电压表量程的附加电压等。

电阻并联电路如图 1-2 所示。这种电路的基本特点是:

- (1) 各电阻两端电压相同。
- (2) 总电流等于各并联支路电流之和, 即

$$I = I_1 + I_2 + I_3 \quad (1-9)$$

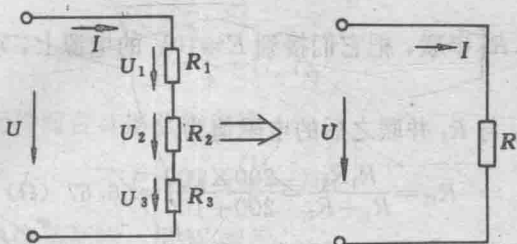


图 1-1 电阻串联电路及等效电路

(3) 并联电路的等效电阻值的倒数等于并联的各电阻阻值的倒数之和。即

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \quad (1-10)$$

并联电路在电工技术中也是经常遇到的。如各种负载（电炉、电灯、电烙铁等）都是并联在电网上的，电流表中的分流电阻等都是并联电阻的应用。

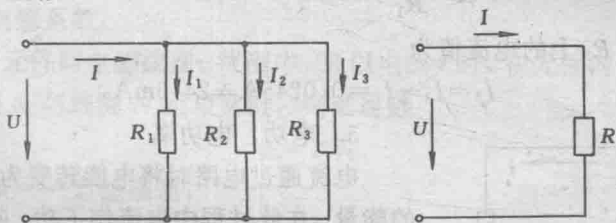


图 1-2 电阻并联电路及等效电路

【例 1-1】 一段长 3km 的铝架空线路，导线的截面积为 12mm^2 ，问架空线路的电阻值是多少？

解： 已知 $L=3000\text{m}$ $S=12\text{mm}^2$

查表得 $\rho=0.0285 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$

故 $R=\rho \frac{L}{S}=0.0285 \times \frac{3000}{12}=7.125 (\Omega)$

答： 该架空线路的阻值为 7.125Ω 。

【例 1-2】 有 3 个电阻， $R_1=R_3=200\Omega$ ， $R_2=100\Omega$ ， R_1 与 R_2 并

联之后,与 R_3 串联,把它们接到 $E=10\text{V}$ 的电源上,求各电阻上的电流值。

解: R_1 与 R_2 并联之后的电阻值为

$$R_{12} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{200 \times 100}{200 + 100} = 66.67 (\Omega)$$

R_{12} 与 R_3 串联之后的总电阻值为

$$R = R_{12} + R_3 = 66.67 + 200 = 266.67 (\Omega)$$

R_3 上的电流值为

$$I_3 = \frac{E}{R} = \frac{10}{266.67} = 0.037 (\text{A}) \doteq 37 (\text{mA})$$

R_{12} 上的电压值为

$$U_{12} = IR_{12} \doteq 2.5 (\text{V})$$

R_1 的电流值为

$$I_1 = \frac{U_{12}}{R_1} = 0.0125 \text{A} = 12.5 \text{mA}$$

R_2 上的电流值为

$$I_2 = I_3 - I_1 = 0.0245 \text{A} \doteq 24.5 \text{mA}$$

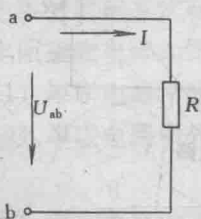


图 1-3 简单电路

5. 电功、电功率

电流通过电路时将电能转变为其他形式的能量。在此过程中电流作了功,叫做电功。用 W 表示。如图 1-3 所示的一段电路。电功 W 为

$$W = U_{ab}q = U_{ab}I_{ab}t \quad (1-11)$$

式中 U_{ab} ——a、b 两端的电压;

q ——通过该电路的电量;

I ——该电路流过的电流;

t ——时间。

电功的单位是焦耳,用 J 表示。

单位时间内电流作的功叫电功率,用 P 表示。一段电路求电功率的公式为

$$P = \frac{W}{t} = U_{ab} I_{ab} \quad (1-12)$$

对于电阻元件而言，据欧姆定律

$$P = UI = \frac{U^2}{R} = I^2 R \quad (1-13)$$

电功率的单位是瓦特，用 W 表示。

【例 1-3】 一只白炽灯的额定值为 220V，60W，试求它的电阻值和额定电流。

解：额定条件 $P = \frac{U^2}{R}$

所以白炽灯的电阻值 $R = \frac{U^2}{P} = 807 \Omega$

额定电流 $I = \frac{P}{U} = \frac{60}{220} = 0.273 \text{ (A)}$

答：该灯泡的电阻值为 807Ω ，额定电流为 0.273 A 。

二、电感

1. 电感系数

电感元件即电感线圈。线圈中，通以电流 i 时，在元件内部产生磁通 ϕ_L ，若 ϕ_L 与线圈 N 匝相交链，则磁通链

$$\psi_L = N \phi_L \quad (1-14)$$

式中 ϕ_L ——自感磁通；

ψ_L ——自感磁（通）链。

自感磁链是由线圈回路中电流激发的。实验证明：线圈的磁链和通过线圈的电流成正比，即

$$\psi_L = Li \quad (1-15)$$

式中的比例系数 L 称为自感系数，简称自感或电感。由式 (1-15) 可得到

$$L = \frac{\psi_L}{i} \quad (1-16)$$

即电感在数值上等于线圈中通以单位电流所产生的自感磁链，如图 1-4 所示。

在国际单位制中，电感的单位是亨利，简称亨，用符号 H 表示。电

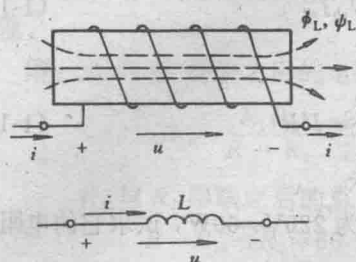


图 1-4 电感元件的图形及符号

链的变化率成正比，即

$$e_L = -\frac{d\phi_L}{dt} \quad (1-17)$$

当线圈的自感系数为常数时，可以得到

$$e_L = -L \frac{di}{dt} \quad (1-18)$$

即自感电动势与电流变化率成正比。式中的负号表示自感电动势的方向。当电流增大时， $di/dt > 0$ ， $e_L < 0$ 为负值；当电流 i 减小时， $di/dt < 0$ ，则 e_L 为正值。

3. 电感线圈

线圈的电感是线圈的固有特性，它只取决于线圈的几何尺寸、线圈匝数及该线圈所包围的介质的导磁系数。

电感线圈是利用自感现象制成的器件，具有储存磁场能量的作用。

电感有双层含义：一是指线圈的电感系数，一是指电感元件。

4. 主要参数

电感 L ：描述线圈产生自感能力的一个物理量，它与线圈的结构有关，结构确定之后， L 就是一个确定值。

品质因数 Q ：是表征线圈质量的一个物理量，它指线圈在某一频率的交流电压作用下工作时，所呈现的感抗与等效损耗电阻之比。

$$Q = \frac{WL}{R} = \frac{2\pi fL}{R} \quad (1-19)$$

感中小一点的单位是毫亨 (mH)、微亨 (μH)，它们之间的换算关系是

$$1\text{mH} = 10^{-3}\text{H}$$

$$1\mu\text{H} = 10^{-3}\text{mH} = 10^{-6}\text{H}$$

2. 自感电动势

当线圈电路通电流 i 时有自感磁链 ϕ_L ，由于电路中电流的变化将有自感磁链的变化，产生自感电动势，其在数值上与自感磁