

电 工 基 础

康 泰 兆 主 编

北 京 工 业 大 学 出 版 社

电 工 基 础

康 泰 兆 主 编

北 京 工 业 大 学 出 版 社

电 工 基 础

康泰兆 主编

北京工业大学出版社出版、发行

(北京市东郊九龙山 100022)

南京市京新印刷厂印刷

787×1092 1/16 印张: 23.75 577.60 千字

1991年6月第一版 1991年6月第一次印刷 印数: 00 001—6 000册

ISBN 7-5639-0156-6/T·1 定价: 11.00元

内 容 简 介

本书是根据1989年5月审订的三年制专科工业自动化《电工基础教学大纲》编写的,作为高等学校函授专科教材,供工业自动化、电力等专业教学用书。

全书共十三章。按90学时教学要求编写。内容有电路的基本概念和基本定律、简单电阻电路的分析、线性电路的一般分析方法和网络定理、正弦交流电路基础、正弦交流电路的分析和计算、具有互感的电路、三相电路、非正弦周期电流电路、一阶电路和二阶电路、运算法、二端口网络和多端元件、非线性电阻电路、磁路与铁心线圈电路。

本书各章开始均有内容提要,章末有小结、学习方法指导及基本要求,节后一般都配有思考题,章后有习题,书末附有习题答案。此外,全书还配有五次阶段测验题以供检查学习效果。

出版说明

本教材是根据机电部教育司于1989年元月召开的“工业电气自动化”专业专科人才培养业务规格论证会所确定的人才培养业务规格及课程设置计划而统一组织编写的专业系列教材之一,该系列教材有电工基础、模拟电子技术基础、数字电子技术基础、电机及电力拖动基础、自动控制原理、电力电子学、直流拖动控制系统、微机原理及应用、工厂供电、工厂电气控制技术、交流调速系统以及毕业设计指导和机械工程基础等,共13册。教材符合“工业电气自动化”专业专科教学大纲。

本系列教材的编写宗旨是精简内容,加强基本概念,论述注重物理概念,力求通俗易懂。因此比较便于自学,对成人教育和函授教学尤为合适。

在教材的编审和出版过程中,机电部教育司给予了极大的关心和帮助,合肥工业大学等有关院校也给予很大支持,在此表示感谢。

工业电气自动化教材编委会

1991年6月

工业电气自动化类专业成人专科教材编审委员会委员名单

马勤弟	华东工学院
王小正	合肥工业大学
王经纬	安徽工学院
孔凡才	上海机械专科学校
勾厚政	南京机械专科学校
齐占庆	燕山大学
朱英韬	沈阳工业大学
孙玉成	哈尔滨机电专科学校
李金伴	江苏工学院
张文修	陕西机械学院
张永丰	湘潭机电专科学校
张昭梁	西安工学院
秦养浩	合肥工业大学
徐松源	哈尔滨电工学院
常健生	吉林工业大学
章孟凯	长春汽车工业高等专科学校
梁文林	洛阳工学院
彭永进	湖南大学
董志敏	北京理工大学
董国川	太原机械学院

主任委员 秦养浩

付主任委员 马勤弟 朱英韬 张文修 梁文林 彭永进 董志敏

秘 书 史福元

主持院校 合肥工业大学

前 言

本书是根据 1989 年 5 月机械电子部在合肥召开的工业电气自动化函授专科教材会议审订的《电工基础教学大纲》编写的，全书共十三章，按 90 学时教学要求编写。

由于学时数及篇幅的限制，本书在选材上突出基本内容和传统内容，力求少而精。考虑函授教学的特点，本书注意讲述方法和教学效果，例题比较丰富，以便于自学。考虑到与其他课程衔接等原因，本书把暂态内容放在正弦稳态后面，把非线性电阻电路放在线性电路之末。讲授本书的老师也可将上述内容前后调换，不会影响全书内容的组织和连贯性。书中图形及文字符号均已采用国家标准，书中单位为国际单位制（SI）的单位。

参加本书编写工作的有河南工学院陈中明（第四、五、六、七章）、北京理工大学董志敏（第八、九章）、姜仁华（第三、十二章）和华东工学院康泰兆（第一、二、十、十一、十三章），本书由康泰兆主编。

全书初稿完成后，承主审华东工学院余庆健教授仔细审阅并提出许多宝贵意见，合肥工业大学李迪铨副教授与太原机械学院刘朝阳副教授也提出了很好的修改建议，华东工学院王灵峰讲师、樊鸿生副教授审校了部分习题答案，合肥工业大学在这本书的编辑、出版过程中给予很大的支持和帮助，编者在此一并致以谢意。

本书亦适合作成人高等教育电类其他专业教学用书，并可作为有关电气工程技术人员的参考书。

限于编者的水平以及时间仓促，难免有错漏之处，希望读者予以批评指正。

编 者

1990年10月

目 录

前言

第一章 电路的基本概念和基本定律	(1)
1 电路及电路模型.....	(1)
1.1 电路.....	(1)
1.2 电路模型的概念.....	(1)
2 电流和电压的参考方向.....	(2)
2.1 电流.....	(2)
2.2 电流的参考方向.....	(3)
2.3 电压.....	(3)
2.4 电压的参考方向 (或参考极性)	(4)
2.5 关联参考方向.....	(4)
3 电功率.....	(4)
4 电阻元件.....	(6)
4.1 欧姆定律.....	(6)
4.2 线性电阻的伏安特性曲线.....	(6)
4.3 电阻的功率.....	(7)
5 理想电压源和理想电流源.....	(7)
5.1 理想电压源.....	(7)
5.2 理想电流源.....	(8)
6 基尔霍夫定律.....	(9)
6.1 几个有关名词.....	(9)
6.2 基尔霍夫电流定律 (简称KCL*)	(9)
6.3 基尔霍夫电压定律 (简称KVL*)	(10)
本章小结.....	(12)
习 题.....	(13)
第二章 简单电路的分析	(16)
1 电阻的串联、并联和串并联.....	(16)
1.1 电阻的串联.....	(16)
1.2 电阻的并联.....	(18)
1.3 电阻的串并联.....	(20)
2 电路中各点电位的计算.....	(22)
2.1 电位.....	(22)
2.2 电路中电位的计算.....	(22)
3 含电源支路的等效变换.....	(24)
3.1 电压源串联.....	(24)
3.2 电流源并联.....	(24)

3.3 电压源与支路的并联及电流源与支路的串联	(24)
3.4 实际电源的电路模型及其等效变换	(25)
4 电阻的星形和三角形联接的等效变换	(28)
4.1 Y、 Δ 形网络等效的条件	(28)
4.2 Y、 Δ 形网络等效变换关系	(29)
5 受控电源	(30)
5.1 受控电源的基本概念	(31)
5.2 含受控源电路分析	(32)
5.3 含受控源电路的电源等效变换	(34)
本章小结	(35)
习 题	(37)
第三章 线性电路的一般分析方法和网络定理	(41)
1 支路(电流)法	(41)
1.1 独立支路电流方程组的建立	(41)
1.2 支路电流法解题步骤	(43)
2 回路法	(44)
2.1 回路法的基本概念	(44)
2.2 建立回路方程规则	(45)
2.3 回路法解题步骤	(46)
3 节点法	(49)
3.1 节点法的基本概念	(49)
3.2 节点电压方程的建立	(50)
3.3 节点法的应用	(51)
3.4 节点法解题步骤	(55)
3.5 回路法和节点法的比较	(56)
4 迭加定理	(56)
4.1 电路中不含受控源的情况	(56)
4.2 含有受控源的情况	(58)
4.3 应用迭加定理时应注意的几个问题	(61)
5 替代定理	(62)
5.1 替代定理的陈述	(62)
5.2 替代定理的证明	(62)
6 戴维南定理和诺顿定理	(64)
6.1 戴维南定理	(64)
6.2 诺顿定理	(68)
6.3 负载获得最大功率的条件	(70)
本章小结	(72)
习 题	(74)
第一次阶段测验题	(78)
第四章 正弦交流电路基础	(80)
1 正弦量的三要素	(80)

1.1	幅值	(81)
1.2	角频率(或频率、或周期)	(81)
1.3	初相位(简称初相)	(81)
2	正弦量的有效值	(83)
3	正弦量的相量表示法	(84)
4	正弦交流电路中的电阻元件	(88)
4.1	电阻元件的电压、电流关系	(88)
4.2	电阻元件的功率	(89)
5	正弦交流电路中的电感元件	(90)
5.1	电感元件的一般特性	(90)
5.2	正弦交流电路中的电感	(92)
6	正弦交流电路中的电容元件	(95)
6.1	电容元件的一般特性	(95)
6.2	正弦交流电路中的电容	(97)
7	基尔霍夫定律的相量形式和相量法	(99)
	本章小结	(104)
	习 题	(104)
第五章	正弦交流电路的分析与计算	(108)
1	R, L, C 串联电路·复阻抗	(108)
1.1	R, L, C 串联电路的分析	(108)
1.2	复阻抗	(111)
2	R, L, C 并联电路·复导纳	(114)
2.1	R, L, C 并联电路的计算	(114)
2.2	复导纳	(115)
2.3	复阻抗与复导纳的关系	(117)
3	正弦交流电路的功率	(120)
3.1	瞬时功率	(120)
3.2	平均功率(有功功率)	(121)
3.3	无功功率	(122)
3.4	视在功率(表观功率)	(123)
3.5	复功率	(123)
3.6	关于功率守恒定理	(125)
3.7	提高功率因数的意义和方法	(126)
3.8	最大功率传输定理	(127)
4	正弦交流电路的一般分析方法	(129)
5	串联谐振电路	(134)
5.1	谐振条件和谐振频率	(134)
5.2	串联谐振的基本特征	(135)
5.3	R, L, C 串联电路的频率特性	(136)
6	并联谐振电路	(139)
	本章小结	(142)

习 题	(123)
第二次阶段测验题	(148)
第六章 具有互感的电路	(150)
1 交流电路中的互感	(150)
1.1 具有互感的一对线圈的电压、电流关系	(150)
1.2 互感的同名端标记法	(151)
1.3 互感元件电压、电流关系的相量形式	(153)
1.4 耦合系数	(154)
2 含有互感的正弦交流电路的计算	(155)
2.1 网络方程法	(155)
2.2 耦合电感电路的等效变换	(156)
3 空心变压器	(159)
4 理想变压器	(162)
本章小结	(165)
习 题	(166)
第七章 三相电路	(168)
1 三相电路的组成	(168)
1.1 三相电路中的电源	(168)
1.2 三相电路中负载的联接方式	(171)
2 对称三相电路的计算	(172)
3 不对称三相电路的概念	(178)
4 三相电路的功率及测量	(181)
本章小结	(184)
习 题	(184)
第三次阶段测验题	(186)
第八章 非正弦周期电流电路	(188)
1 非正弦周期电流	(188)
2 周期函数分解为傅里叶级数	(189)
2.1 不同频率正弦量的合成	(189)
2.2 傅里叶级数	(190)
2.3 周期函数的波形对称性与傅里叶级数的系数关系	(191)
3 周期性非正弦量的有效值、平均值及平均功率	(195)
3.1 有效值	(195)
3.2 平均值	(196)
3.3 平均功率	(196)
4 非正弦周期电流电路的计算	(198)
5 对称三相电路中的高次谐波	(201)
本章小结	(203)
习 题	(205)
第九章 一阶电路和二阶电路	(207)
1 电路的暂态过程和初始条件	(207)

1.1	电路出现暂态过程的原因	(207)
1.2	动态电路方程及初始条件	(207)
1.3	电路其它变量初始值的计算	(208)
2	一阶电路的零输入响应	(210)
2.1	RC 电路的零输入响应	(210)
2.2	RL 电路的零输入响应	(213)
3	一阶电路的零状态响应	(216)
3.1	RC 电路的零状态响应	(216)
3.2	RL 电路的零状态响应	(218)
4	一阶电路的阶跃响应	(223)
5	一阶电路的全响应	(226)
6	分析一阶电路的三要素法	(230)
7	二阶(RLC)电路的零输入响应	(234)
	本章小结	(239)
	习 题	(241)
第十章	运算法	(248)
1	拉普拉斯变换	(248)
1.1	拉氏变换的定义	(248)
1.2	几个典型函数的拉氏变换	(249)
1.3	常用函数的拉氏变换式	(250)
2	拉氏变换的主要性质	(250)
2.1	线性性质	(250)
2.2	微分性质	(251)
2.3	积分性质	(252)
2.4	延迟性质	(253)
2.5	位移性质	(254)
3	拉氏反变换	(254)
3.1	部分分式展开法	(255)
3.2	分解定理	(258)
4	电路定律的运算形式	(259)
4.1	基尔霍夫定律的运算形式	(259)
4.2	电路元件的运算模型(或称 S 域模型)	(260)
4.3	欧姆定律的运算形式	(261)
5	线性电路的复频域分析——运算法	(262)
6	网络函数、零点和极点	(270)
6.1	网络函数	(270)
6.2	网络函数的零、极点	(272)
	本章小结	(276)
	习 题	(277)
	第四次阶段测验题	(281)
第十一章	二端口网络与多端元件	(283)

1	二端口网络	(283)
2	二端口网络的方程和参数	(284)
2.1	阻抗方程与 Z 参数	(284)
2.2	导纳方程与 Y 参数	(286)
2.3	混合方程与 H 参数	(288)
2.4	传输方程与 T 参数	(289)
3	二端口网络的等效电路	(291)
4	有载二端口网络	(294)
4.1	输入阻抗与输出阻抗	(294)
4.2	转移函数	(295)
5	运算放大器	(299)
5.1	运算放大器及其等效电路	(299)
5.2	比例器电路	(300)
5.3	微分电路与积分电路	(302)
5.4	含运算放大器电路的分析	(303)
6	回转器	(304)
6.1	回转器	(304)
6.2	回转器的一个重要用途	(305)
6.3	回转器的性质	(305)
6.4	含回转器电路分析举例	(306)
	本章小结	(307)
	习 题	(308)
第十二章	非线性电阻电路	(313)
1	非线性电阻元件	(313)
1.1	非线性电阻元件的概念	(313)
1.2	非线性电阻的静态电阻和动态电阻	(314)
1.3	非线性电阻伏安特性的分段线性化	(314)
1.4	含理想二极管电路的分析	(315)
2	非线性电阻的串联和并联	(316)
2.1	非线性电阻的串联	(316)
2.2	非线性电阻的并联	(316)
3	决定非线性电阻电路工作点的图解法	(319)
4	小信号分析法	(321)
4.1	小信号分析的基本概念	(322)
4.2	小信号分析法应注意的问题	(322)
4.3	小信号等效电路的一般作法	(322)
	本章小结	(326)
	习 题	(327)
第十三章	磁路与铁心线圈电路	(330)
1	磁场与磁路	(330)
1.1	磁场及基本物理量	(330)

1.2 磁场的基本性质·····	(331)
1.3 磁路·····	(332)
2 铁磁物质的磁化·····	(333)
2.1 起始磁化曲线·····	(333)
2.2 磁滞回线·····	(333)
2.3 基本磁化曲线·····	(334)
2.4 铁磁材料的分类·····	(335)
3 磁路的基本定律·····	(335)
3.1 磁路的概念·····	(335)
3.2 磁通的基本定律·····	(336)
3.3 磁路与电路的比较·····	(338)
4 恒定磁通无分支磁路的计算·····	(339)
4.1 已知磁通求磁通势·····	(339)
4.2 已知磁通势求磁通·····	(341)
5 恒定磁通分支磁路的计算·····	(343)
5.1 对称分支磁路的计算·····	(343)
5.2 不对称分支磁路的计算·····	(343)
6 交变磁通磁路·····	(344)
6.1 线圈电压与磁通关系·····	(344)
6.2 交变磁通下的铁心损耗·····	(345)
6.3 电流与磁通波形的畸变·····	(348)
6.4 交流磁通磁路的计算·····	(349)
7 交流铁心线圈电路·····	(351)
7.1 忽略线圈电阻及漏磁通的情况·····	(352)
7.2 考虑线圈电阻及漏磁通的情况·····	(352)
本章小结·····	(354)
习 题·····	(356)
第五次阶段测验题·····	(358)
习题答案 ·····	(360)

第一章 电路的基本概念和基本定律

本章介绍电路及电路模型，三种常用的电路元件——电阻、理想电压源和理想电流源的概念，电流和电压的参考方向，功率的计算以及基尔霍夫定律。

本章的内容源于物理，又不同于物理，上升到电路理论提出问题，完成从物理学向电路理论的过渡。

本章内容是全书的基础，许多概念在以后各章中都要用到，因此必须充分重视。

1 电路及电路模型

1.1 电路

由若干个电气设备或器件，按照一定的方式联接而成的电流通路称为电路。图1-1是一个简单的实际电路，当开关闭合后，电流通过联接导线与灯泡构成闭合通路，就有电流在其中流动，灯泡发光。随着电流的流动，在电路中进行着能量的传输和转换，通常是把电能转换成光、热或机械等形式的能量或者进行相反的转换过程。电路的另一功能是采集、变换和处理电信号*。如收音机的调谐电路是用来选择所需要的信号。这些信号一般都很微弱，还需经过放大电路，进行放大，然后把声音重放出来。

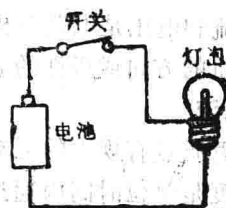


图 1-1

应用在电力系统、工业自动化、计算机中的实际电路几何尺寸相差甚大，电力系统及通讯系统可以延伸到数百公里以上，而集成电路的芯片则可以在几个平方毫米以内有成千上万个晶体管组成了复杂的电路或系统。

电路中提供电能或信号的器件，称为电源，如图1-1中的干电池；而吸收电能或接收信号的器件，则称为负载，如图1-1中的灯泡。此外，电路中还要有传导电流的导线。工程实际上为了安全和使用方便起见，还有各种控制设备，如开关和熔断器等。因而，电路可以看成是由电源、负载和中间环节三部分组成。

1.2 电路模型的概念

实际电路中的器件虽然种类繁多，但在电磁现象方面却有共同之处。有的主要消耗电能，如各种电阻器、电灯、电炉等；有的主要存贮磁场能量，如各种线圈；有的主要存贮电场能量，如各种电容器；有的主要供给电能，如电池和发电机等。为了便于对实际电路进行分析计算，我们常把实际元、器件用抽象的理想电路元件及其组合来近似代替。每个理想电路元件只显示单一的电磁现象。例如：理想电阻元件是表示只消耗电能的元件，理想电感元件是表示只存贮磁场能量的元件，理想电容元件是表示只存贮电场能量的元件。它们可以分别近似表征各种实际的电阻器，电感器和电容器。此外，理想电压源元件则可表征电池等

* 电信号是反映信息（语言、图象和各种物理量变化）特征的电压和电流，以后简称信号。

电源。理想电路元件为数不多且都有精确的数学定义，这些元件将在后面陆续给出。

由理想电路元件组成的电路称为实际电路的电路模型。我们所研究的电路都是电路模型，所说的元件均指理想电路元件，它们都有规定的图形及符号。图1-1实际电路的电路模型如图1-2所示。其中电阻 R 表示小灯泡，理想电压源 U_s 表示干电池，联接导线的电阻很小，可认为它的电阻为零。图1-2所示的电路模型也称为电路图。电路图应正确反映实际电路中发生的物理现象和各种实际器件的联接关系。

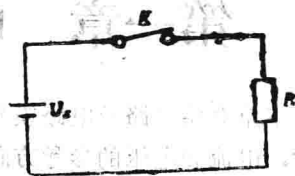


图 1-2

如果理想元件的电磁过程全部集中于其内部，则称之为集中参数元件。如果一个电路可由集中参数元件的电路模型及导线组成，且元件间及导线周围的电磁现象可忽略不计，则称之为集中参数电路。本书涉及的电路均为集中参数电路。主要内容为电路分析，即已知电路图及元件参数值，要求出电路中各部分的电压和电流，分析电路的特性等。

思考题

1.1 试举出几种实际电路，并画出电路模型。

2 电流和电压的参考方向

电流和电压是电路分析中最重要的两个物理量，也称为电路的基本变量。本节着重介绍这些变量的方向或极性的表示，即参考方向的问题。

2.1 电流

带电质点有规则的运动这一物理现象称为电流。用来衡量电流强弱的物理量是电流强度。电流强度是单位时间内通过导体某横截面的电荷量，以 $i(t)$ 表示，即

$$i(t) = \frac{dq}{dt} \quad (1-1)$$

$i(t)$ 表示电流强度，它是时间 t 的函数，电流强度常简称为电流。本书一般用小写字母 $i(t)$ 或 i 表示随时间变化的电流，用大写字母 I 表示大小和方向均不随时间变化的电流，称为恒定电流或直流电流。这样，电流一词不仅代表一种物理现象，而且也表示一个物理量。

图1-3为几种电流的波形，其中 a 为直流电流， b 和 c 为随时间变动的电流。

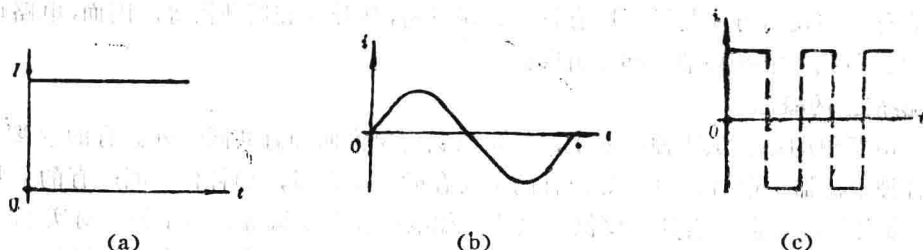


图 1-3

在国际单位制(SI)中，电流的单位是安培(A)，简称安；电荷的单位是库仑(C)，简称库；时间的单位为秒(s)。此外，电流的辅助单位还有千安、毫安、微安等，它们分别用kA, mA, μ A来表示。其相互关系是：

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

习惯上规定：正电荷运动的方向为电流的实际方向。

2.2 电流的参考方向

在简单的直流电路中,各元件中电流的实际方向很容易判断,但是当电路比较复杂时,某些电流的实际方向就很难判断。例如,图1-4所示的惠斯顿电桥电路,当电桥不平衡时检流计G中的电流究竟是从c流向d,还是从d流向c,其实际方向与桥臂的电阻大小有关,必须通过计算才能确定。另外,对于日常照明的正弦交流电路,电流的方向随时间不断变化,根本无法在电路图中标出它的实际方向。基于上述原因要引进参考方向的概念。对于电流这样一个具有两个可能方向的变量,我们可以任意先假定一个方向作为电流的正方向,这个任意假定的电流方向即称为电流的参考方向,并在电路图中用实线箭头表示。这时,电流定义为一代数量。若 $i > 0$,表明电流的实际方向与参考方向一致;若 $i < 0$,则电流的实际方向与参考方向相反。电流的实际方向常用虚线箭头表示,如图1-5所示。

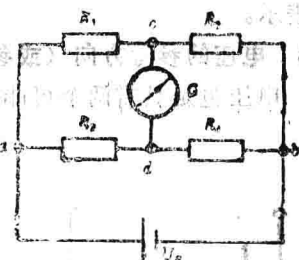


图 1-4

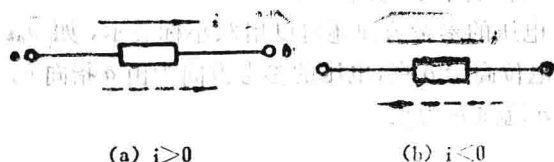


图 1-5

电路时必须首先在电路中标出电流的参考方向。

例1.1 图1-6中,在时刻 t_1 ,有 $i(t_1) = -2\text{ A}$,试指出该时刻电流的实际方向。

解 $i(t_1) = -2\text{ A}$,表明在时刻 t_1 ,电流的实际方向与参考方向相反,电流应从b端流向a端,其大小为2 A,如图1-6中虚线所示。

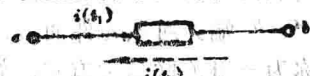


图 1-6

2.3 电压

在电路中,电荷 dq 由a点移动到b点时,电场力要作功,电压就是从能量方面表示电场作功的能力。电场力所作的功 dA 与电荷 dq 的比值称为这两点间的电压。

$$u_{ab} = \frac{dA}{dq} \quad (1-2)$$

即等于将单位正电荷自a点移动到b点时电场力所作的功。

u_{ab} 的值可正可负,如果正电荷由a点移动到b点时,电场力作正功,则 u_{ab} 为正,反之, u_{ab} 为负。

在集中参数电路中,电场力对电荷所作的功与电荷经过的路径无关,若在电路中任选一个参考点(o),则任意点(a)到参考点的电压仅由该点的位置决定。我们把此电压称为该点的电位,记作 u_a ,

即
$$u_a = u_{ao}$$

参考点是可以任意选的,参考点选得不同,电路中各点的电位也不同(电位的相对性)。但参考点一经选定,电路中各点的电位也就唯一地确定。

电路中任意两点间的电压等于其电位差，与参考点的选择无关。

在国际单位制中，电压和电位的单位都是伏特(V)，简称伏。功和能量的单位都是焦耳(J)。电压与电流一样，其辅助单位也有千伏(kV)、毫伏(mV)等。在直流情况下，电压用 U 表示。

2.4 电压的参考方向 (或参考极性)

电压也是具有两个可能方向的变量，它的实际方向规定为电位降的方向，总是从高电位指向低电位，如果用“+”号表示高电位，“-”号表示低电位，就可以说电压的实际方向是由“+”极指向“-”极。当两点间电压的实际方向或极性不易判断或随时间改变时，可以任意规定电压的参考方向，用直线箭头表示或用参考极性“+”和“-”如图1-7所示。

当电压的实际极性和参考极性一致时，电压为正值，反之为负值。所以根据电压的参考极性和电压的正负，就可以确定电压的实际方向或实际极性。

(a)电压的参考方向 (b)电压的参考极性

图 1-7

电流、电压的参考方向还可以用双小标表示，如 u_{ab} 表示假定 a 点电位高于 b 点，电压的参考方向为由 a 指向 b ， i_{ab} 表示电流从 a 流向 b 为正。

2.5 关联参考方向

前面已指出，电流和电压参考方向的选定都是任意的，彼此独立无关。为了分析和计算方便，常把通过某一元件的电流和该元件两端电压的参考方向取为一致，即电流的参考方向的箭头指向电压参考极性的“-”端。对该元件而言，这样一对电压和电流的参考方向称为一组关联参考方向，如图1-8所示。采用了关联参考方向以后，可以只标出电流或电压的参考方向。



图 1-8

若通过某元件的电流参考方向的箭头指向该元件电压参考极性的“+”端，则称这组电流、电压为非关联参考方向，如图1-9所示。



图 1-9

思考题

1.2 电流的参考方向与电流的正、负值有何关系?

3 电功率

电功率在电路分析中也是一个重要的物理量。设图1-10中的方框是某电路的一部分，电流 i 和电压 u 取关联参考方向如图所示。根据电压的定义，当正电荷 dq 由 a 点(电压的“+”极)移动到 b 点(电压的“-”极)时，这部分电路吸收的能量为

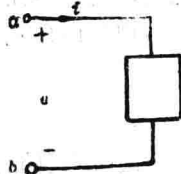


图 1-10

$$dW = u \cdot dq \quad (1-3)$$

又因为 $dq = i \cdot dt$

$$\text{故 } dW = ui \cdot dt \quad (1-4)$$