

一点通系列丛书

DIANZI JISHU YIDIANTONG

电子技术

一点通

陈海波 等编著

快速掌握电子电路识图与检修技巧



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

一点通系列丛书

电子技术一点通

陈海波 等编著



机械工业出版社

本书以图解的形式,系统地介绍了常用电子元器件和基本单元电路,同时介绍了电子电路的安装、识图、检修的方法和实例。使读者通过学习,能够快速地掌握电子电路的安装、识图和检修等实用技能。内容有常用电子元器件、电源电路、晶体管基本放大电路、功率放大电路、集成运算放大器、组合逻辑电路、编码器、译码器等基本单元电路,以及电路识图和检修实例。

本书内容丰富、实物图精美、比喻形象,分为知识扩展、检测技能、问题探究、发散思维、增强记忆、经典实例等版块,可作为中职/高职学校和家电维修培训班的培训教材,也适合广大电子技术初学者和爱好者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术一点通/陈海波等编著. —北京:机械工业出版社, 2009.2

(一点通系列丛书)

ISBN 978-7-111-26114-8

I. 电… II. 陈… III. 电子技术—基本知识 IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 013004 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码 100037)

策划编辑:林春泉 责任编辑:赵任 版式设计:霍永明

责任校对:陈立辉 封面设计:王伟光 责任印制:杨曦

北京富生印刷厂印刷

2009年4月第1版第1次印刷

140mm×203mm·15印张·400千字

0001—4000册

标准书号:ISBN 978-7-111-26114-8

定价:35.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 88379059

封面无防伪标均为盗版

前 言

近年来,国家对职业教育非常重视,而职业教育非常注重实用技能的培养,所以急需一批这方面的基础教材,电子技术基础是众多专业的基础课之一,同时众多青少年电子技术爱好者,也希望通过自学能尽快地掌握电子技术。为了帮助在校学生和电子技术爱好者尽快地掌握电子技术,结合在校学习与自学者的特点,我们编写了这本《电子技术一点通》。

此书是继《电工技能一点通》、《电子元器件检测技能一点通》、《电子电路识图技能一点通》之后,本人的又一倾心之作。本书特点如下:

(1) 图文配合,易学易用,突出简明 我们按照理论够用、实用为主、注重实践的编写思想,按照现在流行的图文结合的编写方式,使读者学习起来轻松自如,达到一看就懂、一学就会的效果。

(2) 直观性和形象化 书中的实物照片精美,实物连接图形象直观,同时为了突出重点,采用板块结构,插入图形标志,改变教材单调、死板的现象,给读者一个生动、新颖的感觉。

(3) 比喻形象生动 针对一些难点,本书采用了很多形象生动的比喻,以帮助读者对一些概念及原理的理解,使读者从中得到启发,突破难点。这样才能让学生从中感受到学习的趣味,让他们自己主动想学、去学。

(4) 实用性 学习的目的在于应用,本书介绍了一些实用技术,帮助学生掌握一些电路的安装、识图和检修方法,并介绍一些实例,以加强对学生实践能力和应用能力的培养,体现职业教育的特色。

(5) 可作教材,又适合自学 本书按照教材的编写方式(书

中带“*”号的为选学内容),每章都精心设计了适量的技能实训题,章节中的重点都浓缩于实训题里,引导读者学习后及时复习、巩固。

参加本书编写的还有许海涛、陈光、孔蕊、孔斐、李新法、李强、陈俊峰、李珍、何栓、柳瑞林、孔琳、孔蓉、聂磊、晁攸良、张文正、陈端花、陈海涛、王稳、张开宇、张振宇、陈琳、何融冰等。在编写过程中参考了国内外的有关资料,得到了张光汉、刘红伟等同志的大力帮助,在此向这些技术资料的作者和帮助本书出版的同志表示衷心感谢。

由于作者水平有限,时间仓促,书中难免有不妥之处,敬请广大读者批评指正。

编者

2009年2月

目 录

前言

第一章 电子技术基础	1
第一节 电位、电压	1
第二节 电流和欧姆定律	5
第三节 电路及其工作状态	7
第四节 指针式万用表	9
第五节 数字万用表	15
技能实训	23
第二章 电阻器	24
第一节 认识电阻器	24
第二节 检测电阻器	31
第三节 电阻器的连接和计算	33
第四节 电位器	35
技能实训	40
第三章 电容器	43
第一节 电容器的基础知识	43
第二节 常用电容器	45
第三节 电容器的连接和计算	47
第四节 电容器的检测和代换	49
技能实训	51
第四章 感性元件	53
第一节 电感器	53
第二节 变压器	57
技能实训	66
第五章 开关和继电器	68
第一节 开关	68

第二节 电磁继电器	72
技能实训	80
第六章 二极管及整流电路	81
第一节 导体、半导体、绝缘体	81
第二节 二极管	82
第三节 整流电路	94
第四节 滤波电路	104
知识技能实训	109
实验技能训练	110
第七章 晶体管及基本放大电路	113
第一节 晶体管	113
第二节 共发射极基本放大电路	125
第三节 放大器的静态工作点	130
第四节 放大电路的基本性能指标	133
* 第五节 放大电路的分析法	135
第六节 共集电极和共基极放大电路	139
第七节 静态工作点稳定的偏置放大电路	143
第八节 多级放大器	151
第九节 场效应晶体管	155
第十节 场效应晶体管放大电路	160
知识技能实训	164
实验技能训练	168
第八章 放大电路的负反馈	172
第一节 反馈的基本概念	172
第二节 反馈类型的判别方法与实例	175
第三节 负反馈对放大器性能的影响	180
知识技能实训	186
实验技能训练	187
第九章 选频放大器和正弦波振荡器电路	191
第一节 LC 谐振电路和选频放大器	191
第二节 正弦波振荡器基础	194
第三节 LC 振荡器及其应用	196
第四节 石英晶体振荡器	203

知识技能实训	208
实验技能训练	209
第十章 稳压电路	211
第一节 串并联稳压电路	211
第二节 常用集成稳压器及其应用	216
知识技能实训	224
实验技能训练	225
第十一章 音频功率放大器	228
第一节 功率放大器的要求及分类	228
第二节 变压器耦合推挽功率放大器	230
第三节 OCL 功率放大电路	232
第四节 OTL 功率放大电路	236
第五节 集成功率放大器	243
第六节 扬声器与功率放大器的配接	248
知识技能实训	250
实验技能训练	251
第十二章 集成运算放大器	254
第一节 直流放大器	254
第二节 差分放大器	255
第三节 集成运算放大器	260
技能实训	265
第十三章 晶闸管及其应用电路	267
第一节 认识晶闸管	267
第二节 晶闸管的检测与使用注意事项	271
第三节 晶闸管的应用	275
第四节 晶闸管触发电路	280
知识技能实训	283
实验技能训练	284
第十四章 电路的安装方法及安装技巧	286
第一节 元器件的封装图	286
第二节 焊接技能	298
技能实训	312

第十五章 电子电路识图与检修实例	314
第一节 集成电路的识图方法	314
第二节 印制电路板的识图方法与识图实例	318
第三节 电路的检修方法与检修实例	322
第四节 电路识图与检修实例	333
技能实训	338
第十六章 通过晶体管收音机的组装快速提高动手能力	340
第一节 无线电波的发射与接收	340
第二节 超外差式收音机整机框图介绍	341
第三节 整机电路原理图的识图方法	344
第四节 调谐和变频电路	346
第五节 中放和检波电路	348
第六节 收音机低频放大电路	351
第七节 整机电路分析	352
第八节 看图安装收音机	353
技能实训	356
第十七章 数字电路基础	357
第一节 数字电路概述	357
第二节 RC 电路	359
第三节 数制和码制	361
第四节 逻辑门电路	364
第五节 集成门电路	371
第六节 数字电路的画法和识图方法	378
知识技能实训	380
实验技能训练	382
第十八章 组合逻辑电路	385
第一节 逻辑电路、真值表、逻辑表达式的相互转换	385
第二节 组合逻辑电路的分析	388
第三节 编码器	389
第四节 译码器	394
第五节 数据选择器和分配器	401
第六节 加法器	405
技能实训	406

第十九章 触发器	409
第一节 RS 触发器	409
第二节 JK 触发器	412
第三节 D 触发器	414
知识技能实训	417
实验技能训练	419
第二十章 时序逻辑电路	422
第一节 寄存器	422
第二节 计数器	425
技能实训	432
第二十一章 555 时基电路及其应用	435
第一节 555 时基电路简介	435
第二节 555 时基电路构成的多谐振荡器	438
第三节 555 时基电路构成的单稳态电路	440
第四节 555 时基电路构成的施密特触发器	444
知识技能实训	446
实验技能训练	447
第二十二章 数字电路的识图与检修实例	449
第一节 数字电路识图实例	449
第二节 数字电路检修实例	455
附表 常用电气图形符号和文字符号	463
参考答案	466
参考文献	469

第一章 电子技术基础

第一节 电位、电压



发散思维

一、电位

我们知道，楼房多高是对地面来说的。例如一栋三层小楼对地面高 10 米 (m)，其第二层楼对地面高 5 米 (m)，但如果二层楼对三层楼来说则是一 5 米 (m)，成为“地下室”了。同样水塔中的水位多高，是指对地面来说的，人的高低也是相对来说的。

如图 1-1 所示为水位示意图，选取不同参考点，A、B 两点的水位是不同的。当以 A 为参考点 (水平面) 时，B 为水下 4 米 (m)；当以 B 为参考点 (水平面) 时，A 为水上 4 米 (m)。

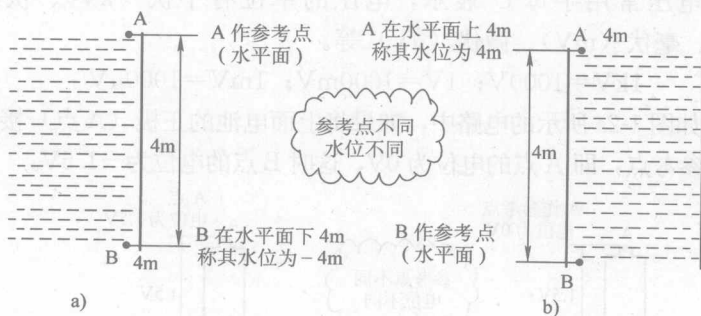


图 1-1 水位示意图

a) A 为参考点 b) B 为参考点

同样，为了确定电路中各点的电位，可任选一参考点设它的

电位为零电位，其他各点的电位高低都是以这一参考点为基准的，电路中标出的各点电位都是相对该参考点的大小。高于参考点的电位是正电位，低于参考点的电位是负电位，与参考点电位相同是等电位。

电位定义：电位是度量电路中各点所具有的电位能大小的物理量。电路中某一点 A 的电位 U_A 就是该点到电位参考点的电压差（相当于水压差）。

和液体一样，电路分析中，我们常指定电路中的某一点为参考点，其他各点相对于该参考点的电压降，称为该点相对于参考点的电位。电位的单位为 V。

二、电压

1. 电压的概念

什么是电压呢？我们先以水作个比方。水是从高处向低处流，这两个高低不同的水位之差就是水位差。如果没有水位差，水就不会流动。同样要有电位差，电流才能在导体中流动。电压就是两点之间的电位之差，电压的方向习惯上规定从正极（高电位）到负极（低电位）。

电压常用字母 U 表示，电压的单位有千伏（kV）、伏特（V）、毫伏（mV）、微伏（ μV ）等。

$$1\text{kV}=1000\text{V}; 1\text{V}=1000\text{mV}; 1\text{mV}=1000\mu\text{V}$$

如图 1-2a 所示的电路中，如果将上面电池的正极（A 点）接地作为参考点，即 A 点的电位为 0V，这时 B 点的电位为 -1.5V。

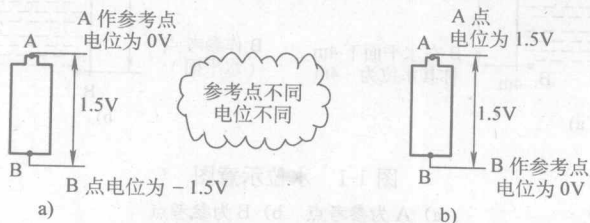


图 1-2 电位示例

a) 以 A 点为参考点 b) 以 B 点为参考点

如图 1-2b 所示的电路中, 如果将下面电池的负极 (B 点) 接地作为参考点, 即 B 点的电位为 0V , 这时 A 点的电位为 1.5V 。

可以看出, 电位相当于水位, 是一个相对量, 各点的电位高低是相对于参考点而言的, 参考点选择的不同, 各点电位也不同。如果某点的电位大于零, 说明该点的电位比参考点的电位高; 如果某点的电位小于零, 说明该点的电位比参考点的电位低。不选择参考点去讨论电位是没有意义的。

2. 零电位点的选择原则

电路中, 分析电路选定的参考点称为零电位点, 规定零电位点的电位为零。零电位点的选取原则上是任意的, 常见选取方法有以下几种:

1) 由于地面的电位是不变的, 在工程中常选大地作为电位参考点。

2) 在电子电路中, 电源、输入信号和输出信号往往都有一个公共端, 通常把这一公共端作为零电位点。

3) 电路分析中常选择电源的两极之一作为零电位点, 最常见是负极作为零电位点。

3. 电压的分类

电压可分为直流电压、脉动直流电压、交流电压。

1) 直流电压是指电压的大小和方向都不随时间改变, 电池的电压就为直流电压, 直流电压通常用 DC (Direct Current) 表示。如图 1-3a 所示为直流电压示意图, 图中横坐标表示时间 t , 纵坐标表是直流电压。

2) 如果直流电压的大小脉动, 但电压的方向不变, 这种直流电压是脉动直流电压, 如图 1-3b 所示的电路中, 电压始终在图形的上端, 这种直流电压称为脉动直流电压。

3) 交流电压的大小和方向都在随时间改变, 如图 1-3c 所示为交流电压示意图。我们用的市电就是交流电压。交流电压常用 AC (Alternating Current) 表示。

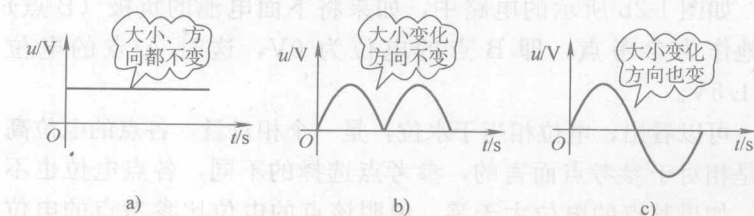


图 1-3 直流和交流电压示意图

a) 直流电压 b) 脉动直流电压 c) 交流电压

三、交流电压的有关概念

1. 周期

交流电压完成一次周期性变化所需要的时间称为周期，周期用字母 T 表示，单位是秒 (s)，如图 1-4 所示的交流电路中，A、B 两点即为一个周期。

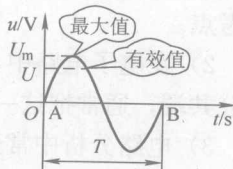


图 1-4 周期示意图

2. 频率

交流电压每秒变化的次数称为频率，频率用字母 f 表示，单位是赫兹 (Hz)。交流电压变化越快，它的频率越高。我国电力系统提供的交流电压的标准频率是 50Hz，就是说它在 1s 内变化 50 次。虽然流过灯泡的电流有变化，但其变化频率快，我们感觉不到它的闪烁。

3. 周期与频率的关系

频率与周期互为倒数，即

$$f = \frac{1}{T}$$

从上式可以看出，频率越高，周期越短；频率越低，周期越长，如图 1-5 所示。

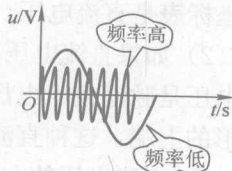


图 1-5 频率高、低示意图

4. 最大值

交流电压随时间按图 1-4 所示的正弦规律不断变化, 变化过程的最大幅值称为最大值, 最大值用带下标 m 的大写字母表示, 如 U_m 、 I_m 分别表示电压、电流的最大值。

5. 有效值

交流电压的有效值是从能量转换角度考虑的等效值, 交流电压的有效值是它最大值的 0.707 倍。一般的交流电压表、电流表和万用表的读数都是有效值, 通常所说的交流电压或电流的数值, 也是指它们的有效值。

6. 相位差

在正弦交流电压中, 有时要比较两个同频率正弦量的相位。两个同频率正弦量相位之差称为相位差, 以 ϕ 表示, 如图 1-6 所示。

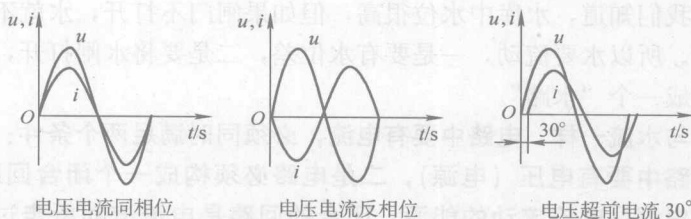


图 1-6 相位差示例

第二节 电流和欧姆定律

一、电流

1. 电流的单位

在电源电压的作用下, 导体内的自由电子在电场力的作用下有规律的流动称为电流。电流用字母 I 表示。电流的单位有安培 (A), 毫安 (mA)、微安 (μA) 等, 其中 $1A = 1000mA$, $1mA = 1000\mu A$ 。

如图 1-7 所示的手电筒电路中, 灯泡 EL 经开关 S 接在电池 E 两端, 当开关 S 闭合时, 灯泡在电池电压的作用下发光, 说明这时灯泡中有电流流动; 当开关 S 断开时, 灯泡 EL 熄灭, 说明这时灯泡中没有电流流动。

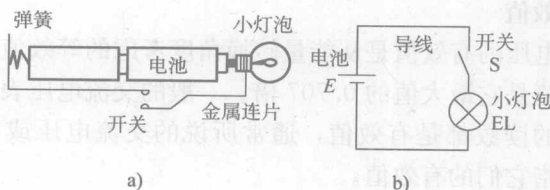


图 1-7 手电筒电路

a) 实物图 b) 原理图

2. 产生电流的条件

我们知道, 水库中水位很高, 但如果闸门不打开, 水就不会流动。所以水要流动, 一是要有水位差, 二是要将水闸打开, 给水形成一个“水路”。

与水流一样, 电路中要有电流, 必须同时满足两个条件: 一是电路中要有电压 (电源), 二是电路必须构成一个闭合回路, 其中电源是电流流动的能量, 闭合的回路是电流流动所走过的路径。

3. 电流的方向

在直流电路中, 人们规定电流是从正极出发经负载电路流向负极, 图 1-7 所示的电路中, 电流沿着“电池正极→小灯泡→负极”的方向流动。交流电路中电流的方向是交变的。

4. 电流的大小

我们知道, 水压差越大, 则水流越大, 同样电压差越大, 则电流越大。具体电流的计算, 要按欧姆定律来进行计算。

综上所述, 为了帮助大家记忆, 我们说: “电压好似水压, 电流好似水流, 水压高水流大, 电压高电流大。即电流的大小与电压的大小成正比。”

二、欧姆定律

流过电阻的电流大小与加在电阻两端的电压成正比，而与电路中的电阻成反比。电压、电流、电阻三者之间的这一关系叫欧姆定律。上述关系可以用如下公式表示：

$$\text{电流}(I) = \frac{\text{电压}(U)}{\text{电阻}(R)}$$

式中 U ——电阻两端的电压 (V)；

I ——流过电阻的电流 (A)；

R ——电阻的大小 (Ω)。

如果知道电压、电流、电阻三个量中的两个，就可以根据欧姆定律求出第三个量。

第三节 电路及其工作状态



识图技巧

一、电路

电路是指电流流通的路径，其作用是进行电能的传输和转换，或是实现信号的传递和处理。一个完整的电路是由电源、负载、开关、导线等元器件按照一定方式组合而成的。

手电筒电路中（参考图 1-7a），电池 E 是提供电源的器件，灯泡是用电器，又称为负载，金属连片相当于导线，开关 S 起控制作用。画图时如果把电池、灯泡等物体原样画出来，既麻烦又不清楚，所以我们常用符号代表实物，这样画出来的就是电路图（参考图 1-7b）。

看图时，应注意区分一些识图的关键点：

(1) 导线的连接与不连接 如图 1-8 所示，导线的连接表示导线相连，相连的导线具有电气连接关系；不连接表示两导线交