



QICHE DIANGONG
WEIXIU
RUMEN YU JIQIAO

汽车电工维修 入门与技巧

张能武 主编



化学工业出版社

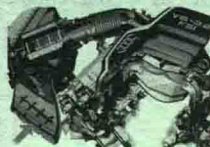




QICHE DIANGONG
WEIXIU
RUMEN YU JIQIAO

汽车电工维修 入门与技巧

张能武 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书从汽车维修实际出发,介绍了汽车电工常用的基础知识,汽车使用、维修以及在排除故障过程中出现的一些重点、难点问题,力求做到理论与实践相结合。

本书主要内容包括基础知识、汽车电路图的读识、蓄电池、交流发电机与电压调节器、点火系统、电控发动机、防抱死制动系统(ABS)、照明与信号系统、汽车组合仪表及信号警报装置、辅助电器装置、汽车空调系统等。

全书图文并茂,简单明了,具有较强的针对性和适用性;起点低,从入门讲起,无任何基础也同样适用;内容规范,便于自学。

本书适合初级汽车电工维修人员、驾驶员及汽车行业相关人员阅读,也可供有关职业院校师生、企业培训人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电工维修入门与技巧 / 张能武主编. —北京:
化学工业出版社, 2015. 2
ISBN 978-7-122-22772-0

I. ①汽… II. ①张… III. ①汽车-电工-维修-
基本知识 IV. ①U463.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第008898号

责任编辑:黄滢 陈景薇
责任校对:王素芹

装帧设计:王晓宇

出版发行:化学工业出版社
(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印刷:北京云浩印刷有限责任公司
装订:三河市瞰发装订厂
850mm×1168mm 1/32 印张11 $\frac{1}{2}$ 字数306千字
2015年5月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686)
售后服务:010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:39.00元

版权所有 违者必究

前言

近年来,汽车已经成为人们日常生活、工作中必不可少的交通运输工具,汽车的使用保养与维修越来越受到用户的重视。汽车保有量的不断增加也带动汽车维修行业的快速发展,而汽车电子化程度越来越高,电气系统越来越复杂,从而对一线汽车电工维修人员提出了更高的要求。从事一线维修人员必须掌握汽车电气设备的基本知识,熟悉汽车电气设备的检测、故障诊断与维修的基本方法,并拥有大量的资料,不断更新、充实,以适应日新月异的现代化汽车维修行业的发展。

本书从汽车维修实际出发,从汽车电工电子技术入手介绍了汽车电工常用的基础知识,汽车使用、维修以及在排除故障过程中出现的一些重点、难点问题,力求做到理论与实践相结合。本书主要包括基础知识、汽车电路图的读识、蓄电池、交流发电机与电压调节器、点火系统、电控发动机、防抱死制动系统(ABS)、照明与信号系统、汽车组合仪表及信号警报装置、辅助电器装置、汽车空调系统等。在编写过程中参阅了大量的技术资料,编写过程中做到,图文并茂,简单明了,具有较强的针对性和适用性;起点低,从入门讲起,无任何基础也同样适用;内容规范,便于自学。

本书适合初级汽车电工维修人员、驾驶员及汽车行业相关人员阅读,也可供有关职业院校师生、企业培训人员参考。

本书由张能武任主编,参加编写的人员还有陶荣伟、钱瑜、刘文军、许君辉、蒋超、王首中、张云龙、冯立正、龚庆华、王华、祝海钦、刘振阳、莫益栋、陈思宇、林诚也、杨杰、黄波、陈超等。我们在编写过程中参考了相关图书出版物,并得到江南大学机械工程学院领导和相关老师的大力支持和帮助,在此表示感谢。

由于时间仓促,笔者水平有限,书中不妥之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

目录

1	第一章 基础知识	PAGE 001
---	-------------	-------------

第一节	直流电路	001
一、	基本术语	001
二、	基本电路与电路图	002
三、	汽车直流电路的组成	003
四、	直流电路的三种状态	005
五、	电路的基本定律	005
六、	叠加原理	008
七、	电路的分析方法	009
第二节	正弦交流电路	010
一、	交流电路的基本概念	011
二、	相量表示法	012
三、	交流电路中电压、电流和功率的关系	013
第三节	晶体管集成放大电路	014
一、	放大电路的组成和工作原理	014
二、	集成运算放大器三种基本运算电路的特点和性能比较	015
第四节	常用工量具及电工材料	016
一、	常用工量具	016
二、	汽车电工材料	022
第五节	常用汽车电工仪器仪表功能及使用	030
一、	汽车电器万能试验台	030
二、	指针式万用表	031
三、	数字式万用表	035
四、	汽车诊断仪	039
五、	点火线圈和电容测试仪	041

2	第二章 汽车电路图的识读	PAGE 043
---	-----------------	-------------

第一节	汽车电路图识读基础	043
-----	-----------	-----

一、汽车电路图的基本类型	043
二、汽车电路的组成、特点和类型	045
三、电器定位图	048
四、汽车上的导线颜色及代号的识读	048
五、汽车电路常用图形符号	055
第二节 汽车电路图识读	063
一、汽车电路图的类型与识读方法	063
二、典型车系汽车电路图的识读示例	067

3 第三章 蓄电池 PAGE 074

第一节 概述	074
一、蓄电池的作用与构造	074
二、蓄电池的规格型号	077
三、蓄电池的充电	078
第二节 蓄电池的检查与维修	083
一、蓄电池的检查	083
二、蓄电池常见故障与排除	088
三、蓄电池的拆装	090

4 第四章 交流发电机与电压调节器 PAGE 093

第一节 构造与工作原理	093
一、交流发电机的类型	094
二、交流发电机的组成与特点	094
三、整流器的基本组成与特点	099
四、交流发电机基本工作原理	101
五、电压调节器的工作原理与搭铁方式	106
六、充电指示灯控制电路	113
第二节 检查与维修	116
一、交流发电机的检测	116
二、交流发电机的故障检修	118
三、电压调节器的检测	126
四、电源系统故障检修	130
五、交流发电机与调节器的正确使用	132

5	第五章	PAGE
	点火系统	134

第一节	点火系统结构与工作原理	134
一、	传统点火系统	134
二、	电子点火系统	149
第二节	点火系统检查与维修	155
一、	点火系统主要部件的检查	155
二、	磁感应式电子点火系统的检测	157
三、	传统点火系统的故障检修与排除	159
四、	传统点火系统的使用与调整	168
五、	电子点火系统的故障检修与排除	170
六、	点火正时的检查与调整	182

6	第六章	PAGE
	电控发动机	187

第一节	发动机电控系统的基本组成和工作原理	187
一、	发动机电子控制类型和控制方式	187
二、	发动机电子控制系统的基本组成及工作原理	188
第二节	发动机电控燃油喷射系统	194
一、	电控燃油喷射系统的分类	194
二、	电控燃油喷射系统的结构与组成	196
三、	发动机电控燃油喷射系统电路	201
第三节	电控发动机故障检修与排除	210
一、	电控发动机系统主要部件的检修	210
二、	发动机常见故障诊断与排除	227
三、	常见车型故障代码的读取	230

7	第七章	PAGE
	防抱死制动系统 (ABS)	238

第一节	概述	238
一、	ABS作用与类型	238
二、	ABS的优点	239
第二节	ABS的组成与工作原理	240
一、	ABS的组成及其功能	240

二、ABS 的组成件结构与工作原理	241
第三节 ABS 的故障检修与排除	247
一、ABS 的检修	247
二、ABS 的故障诊断与排除	261

8 第八章 照明与信号系统 PAGE 277

第一节 照明系统	277
一、照明系统的特点	277
二、前照灯	278
三、其他照明灯	289
第二节 信号系统	290
一、信号系统的组成及控制电路	290
二、信号灯的用途	293
三、信号系统典型电路示例	294
四、信号系统的常见故障分析	295

9 第九章 汽车组合仪表及信号警报装置 PAGE 298

第一节 汽车组合仪表	298
一、电流表	298
二、电压表	300
三、机油压力表	303
四、燃油表	306
五、水温表	308
六、发动机转速表	311
七、车速里程表	314
八、仪表系统的故障分析	316
九、汽车电子仪表的故障诊断与排除	318
第二节 信号报警系统	320
一、燃油油量警告灯	321
二、机油压力警告灯	321
三、水温警告灯	322
四、制动系统低气压警告灯	322
五、制动信号灯断线警告灯	323

六、制动液面警告灯	323
七、空气滤清器堵塞警告灯	324

10 第十章 辅助电器装置 PAGE 325

第一节 电动刮水器和洗涤器	325
一、电动刮水器	325
二、洗涤器	331
三、刮水器和洗涤器使用注意事项	333
第二节 电动车窗与天窗	334
一、电动车窗	334
二、电动天窗	336
第三节 中央控制电动门窗	342
一、中央控制门锁	342
二、防盗报警系统	344
第四节 电动后视镜	347
一、电动后视镜的基本原理	347
二、电动后视镜的故障检修	348

11 第十一章 汽车空调系统 PAGE 350

第一节 空调系统的结构及工作原理	350
一、汽车空调系统的组成	350
二、汽车空调系统的结构与工作原理	350
第二节 空调系统的维护与故障检修	353
一、汽车空调系统的常规检查	353
二、汽车空调系统的维护	353
三、空调系统的故障诊断及排除	355

参考文献 PAGE 359



第一章

基础知识



第一节

直流电路

通过对直流电路的基本概念、基本定律的论述,从而完整而系统地认识直流电路。它的概念、原理和分析方法也适用其他线性电路,是我们分析和识读电路的基础。

任何电源向外供电,任何用电设备要使用电能,都必须用导线将电源与用电设备合理地连接起来,让电流形成回路,才能使电流在用电器中做功。电工学中将这种电流通过的路径称为电路。而一般的电路都是导线,故又称为线路。汽车电工经常和各种各样的电路打交道,故电路是汽车电工人员必须要熟悉的。

一、基本术语

基本术语见表1-1。

表 1-1 基本术语

术语	说明
电流	导体内的自由电子或离子在电场力的作用下有规律地流动叫做电流;规定正电荷移动的方向为电流的正方向;电流用字母 I 表示,单位为安培(A),简称安
电压	在静电场或电路中,单位正电荷在电场力作用下从一点移到另一点电场力所做的功称为两点间的电压,用符号 U 表示,单位为伏特(V),简称伏;电压的正方向是从高电位到低电位
电动势	电源内部某种分离电荷的势力,用来维持电位差的能力叫做电动势,用符号 E 表示,单位为伏特(V)

术语	说明
电阻	导体能够导电,但同时电流又有阻力作用,这种阻碍电流通过的阻力称为电阻,用字母 R 表示,单位为欧姆(Ω),简称欧;电阻的大小与导体的长度成正比,与导体的横截面积成反比,此外还与导体的材料有关
电容	在电路中,电容器能把电能转变为电场能,电容是表征电容器容纳电场能量(电荷)能力的一个参数,用字母 C 表示,单位为法拉(F),简称法;电容在数值上等于导体所具有的电荷量与两导体电位差(电压)之比值,即 $C=Q/U$
电感	电感是表征电感器储能能力的一个物理量,用符号 L 表示,单位为亨利(H),简称亨;电感包括自感和互感,有时自感也称为电感
直流	凡大小和方向不随时间变化的电流都称为直流
交流	凡大小和方向都随时间做周期性变化的电流都称为交流电,一般交流电指的是正弦交流电流;大小和方向随时间按正弦规律变化的电流称为正弦交流
频率	周期的倒量叫做频率,其数值等于1s内的周期数,用符号 f 表示,单位为赫兹(Hz),简称赫;我国电力的频率为50Hz,美国的频率为60Hz
周期	交流电流的瞬时值每重复一次所需的最短时间叫做周期,用符号 T 表示,单位为秒(s)
电功率	一个用电设备在单位时间内(1s)所消耗的电能叫做电功率,用符号 P 表示,单位为瓦特(W),简称瓦
支路	电路中含有电路元件的每个分支称为支路,一条支路中通过的电流为同一电流
节点	在电路中,三条或三条以上支路的连接点称为节点
并联电路	两个或两个以上电阻的首尾接在相同两点之间所构成的电路叫做并联电路
串联电路	两个或两个以上电阻的首尾依次连接所构成的,中间无分支电路的连接方法叫串联电路
回路	电路中任一闭合路径称为回路
网孔	在回路内部不含有支路的回路称为网孔

二、基本电路与电路图

电路分为直流电路与交流电路,两者的组成基本相同。直流电路中流动的是直流电流,交流电路中流动的是交流电流。

1. 基本电路

为了便于说明,以直流电路为例,如图1-1(a)所示,用导线把一个小电珠的两端与蓄电池的正、负两极分别连接起来,当闭合电源SA开关后,小电珠就会点亮。从图中可以看出,蓄电池、小电珠、开关以及连接这几只元件的导线,就构成了一个最简单的电路。其中:蓄电池是电能的供出者,故被称为电路的电源;而小电珠则是消耗电能的,称为电路的负载;SA开关用于控制电源与负载间的通路,故称为控制器(开关);电能通过连接导线,从电源送往负载。

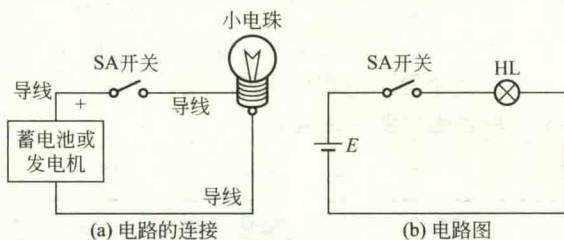


图1-1 电路的连接图与电路原理图

前照灯、点烟器、继电器、起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、热或机械能,为人们所利用。在汽车用电系统中,电路就起着这种传输与转换电能的作用。

2. 基本电路图

用统一规定的电气图和规定的图形符号来表示电路连接情况的图叫电路图。如图1-1(b)所示就是图1-1(a)的电路图。有了电路图,就可以比较方便地了解电路的结构和组成情况,为掌握电气设备的性能及查找故障提供了便利。

三、汽车直流电路的组成

电路就是电气装置或设备按一定方式连接构成的电流通路。电路中的装置及器件,称为电路元件。如图1-2所示是汽车直流最基本的电路结构示意图,主要由电源、负载和连接导线组成。

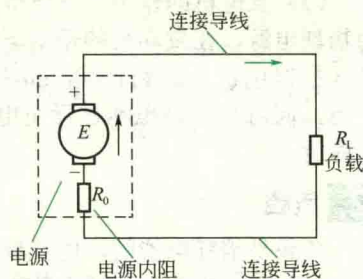


图1-2 汽车直流最基本的电路结构示意图

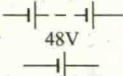
1. 电源

电源是将其他形式的能量转换为电能的装置，汽车上常用的电源为蓄电池和发电机。发电机受发动机带动进行发电。

(1) 电源的电路图形符号 任何一种直流电源都有两个电极：一个是正极；另一个是负极，其电路图形符号如表1-2所示。表中的序号1为一节电池的电路图形符号，其中的长线段代表正极，短线段代表负极。

电源本身的电阻称为电源内阻。如果一个电源只具有一定的电源电压而内阻为零，此电源称为理想电压源，表1-2中电源的符号表示的就是理想直流电压源。实际的电源只是在一定的条件下与理想电压源相近似，不可能完全等于理想电压源。实际电源两端的电压，由于受内阻的影响，总是比电源电压低些。

表 1-2 电源的电路图形符号

序号	新符号		旧符号	
	名称	图形符号	名称	图形符号
1	原电池或蓄电池		蓄电池或原电池（允许不注极性符号）	
2	蓄电池组或原电池组（注明电压值时允许的画法）		蓄电池组或原电池组（注明电压值时允许的画法）	

(2) 蓄电池的作用 蓄电池是将化学能转换为电能的装置，称为化学电源。在汽车未运行（发动机未启动运转）时可以向有关用电设备供电。

(3) 发电机的作用 发电机则是把机械能转换为电能的装置，称为物理电源。在发动机的带动下工作，当发动机运转到一定转速后使其（指发电机）达到1000r/min以上时，取代蓄电池向有关用电设备供电，同时也对蓄电池进行充电。其电路图形符号如图1-2左边虚线框内所示。

2. 负载

负载是消耗电能的，用于将电能转换为其他形式的能量。汽车上的常见基本负载主要有以下几种。

(1) 起动机 用于将电能转换为机械能，用于启动发动机。

(2) 点火装置 用于将电能转换为热能,即点燃发动机内的混合气。

(3) 照明灯 用于将电能转换为光能,即点亮各种照明灯、指示灯泡。

(4) 电喇叭 用于将电能转换为声能,即警告行人和其他车辆,以引起注意,保证交通安全。

3. 导线

导线是用来连接电源和负载的,以构成电路(回路),还起着传输电能的作用。连接线路的导线电阻一般都很小。在进行电路分析计算时,一般将该电阻忽略不计(即视为 0Ω)。在汽车上,为便于安装,连接和减少电路故障的发生率,通常都将同路径的很多导线包扎成电线束。

电路中的电子流是从电池负极流出,经过导线、负载,又回到电池的正极,这就是电流回路。

四、直流电路的三种状态

实际的电路是由电工设备和器件组成的,但无论是何种电路,通常都有以下三种状态。

(1) 通路 通路又称为闭合电路,简称闭路。此时电路有工作电流流动,负载可以正常工作。例如图1-1(b)中的SA接通后,就形成了闭合电路,电流从电池E正极输出,通过接通的SA开关、小电珠HL回到电池负极,使HL点亮发光。

(2) 开路 开路指电路中某处断开,不成通路的电路。开路也称断路,如图1-1(a)中的开关SA断开,此时电路中无电流。当电路处于开路状态时,相当于其负载电阻为无穷大(通常用 ∞ 表示),电路中的电流等于零。

(3) 短路 短路是指电路(或电路中的一部分)被短接。例如负载或电源两端被导线连接在一起,就称为短路。此时,电源提供的电流将会比通路时提供的电流大很多倍,以致造成负载或电源的损坏。因此,一般是不允许在短路下工作的。

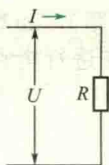
五、电路的基本定律

欧姆定律和基尔霍夫定律是电路的基本定律,它们揭示了电路基本物理量之间的关系,是电路分析计算的基础。它们的基本关系式分

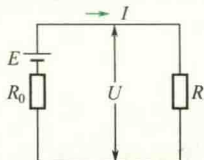
别为 $I=U/R$ 和 $\Sigma I=0$ 或 $\Sigma U=0$ 。

欧姆定律确定了电阻元件的电流与电压之间的关系，适用于线性电阻电路的分析计算。基尔霍夫的两条定律分别确定了节点电流之间的关系和回路电压之间的关系，适用于各种电路的分析计算，具有普遍意义。

1. 直流电路的欧姆定律



(a) 部分(一段)电阻电路示意图



(b) 全电路(闭合回路)示意图

图 1-3 部分电路与
全电路示意图

任何导体都有一定的电阻，在导体两端加上电压，导体中就有电流流过。电流、电压和电阻三者之间的关系为：导体中通过电流 I 的大小与加在导体两端的电压 U ，成正比，而与导体的电阻 R 成反比。能确切地表示这三种物理量之间关系的定律称为欧姆定律。

欧姆定律是进行电路计算的最基本的定律。

(1) 部分(一段)电路欧姆定律 部分(一段)电阻电路示意图如图 1-3 (a) 所示，即在该电路中不含电源电动势，仅用端电压 U 表示电路中的电源。该电路的欧姆定律公式为：

$$I=U/R$$

式中 I ——导体中的电流 (A)；

R ——负载电阻或导体的电阻 (Ω)；

U ——电源电压或电阻 R 两端的电压 (V)。

根据上面的公式，只要知道了任意两个量，就能求出第三个未知量来。

(2) 全电路欧姆定律 最简单的全电路(闭合电路)示意图如图 1-3 (b) 所示。这种最简单的闭合回路，称为全电路。在该电路中，电流 I 的大小与电动势 E 成正比，与其全部电阻值成反比。其欧姆定律公式可用下式表示：

$$I=E/(R_0+R)$$

式中 I ——电路中的电流 (A)；

E ——电源电动势 (V)；

R_0 ——电源的内电阻 (Ω)；

R ——负载的电阻 (Ω)。

2. 基尔霍夫定律

(1) 基尔霍夫第一定律(节点电流定律) 对于任何一个节点, 流入电流之和等于流出电流之和。如图1-4所示, 对节点 a :

$$I_1 + I_2 = I_3$$

$$I_1 + I_2 - I_3 = 0$$

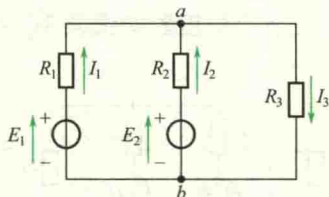


图1-4 基尔霍夫节点电流定律

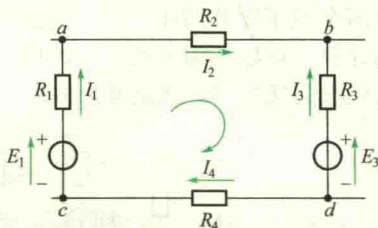


图1-5 基尔霍夫回路电压定律

(2) 基尔霍夫第二定律(回路电压定律) 对于电路中任何一个闭合回路, 回路中的各电动势的代数和等于各电阻上电压降的代数和。如图1-5所示, 在回路 $abcd$ 中, 由基尔霍夫第二定律(回路电压定律)得:

$$U_{R_1} + U_{R_2} - U_{R_3} + U_{R_4} + E_3 - E_1 = 0$$

即

$$R_1 I_1 + R_2 I_2 - R_3 I_3 + R_4 I_4 = E_1 - E_3$$

普遍形式为

$$\sum(RI) = \sum E$$

综上所述, 在电路中, 电阻元件上的电流、电压关系要符合欧姆定律; 对于任何结点, 各支路电流要按照基尔霍夫电流定律分配; 对于任何闭合回路中的各支路电压应满足基尔霍夫电压定律。

另外, 在应用欧姆定律和基尔霍夫定律列写电路方程时, 首先应在电路图中标出电压、电流的参考方向, 因为方程式中各个物理量的正、负号均由相应的电压、电流的参考方向所决定。

各种电气设备和电路元件都有额定值。按照额定值使用, 电气设备的运行才能安全可靠, 经济合理, 同时也不至于缩短使用寿命。为了便于用户使用, 生产厂家在电气设备和元器件的铭牌或外壳上均明确标出了其额定数据——额定电压、额定电流和额定功率, 分别用 U_n 、 I_n 和 P_n 表示。例如, 一台直流发电机的铭牌上标有36V、110A、1kW, 这些数据就是它的额定值。在额定电压下工作, 负载电流小于

额定值时称为欠载；负载电流等于额定值时称为满载；负载电流大于额定值时，称为过载。一般情况下，应按照规定值来使用各种电气设备。

六、叠加原理

图1-6的电路中，含有两个恒压源，各支路中的电流实际上是由这两个恒压源共同作用产生的。为了把复杂电路的计算化为简单电路的计算，可以认为：每一支路中的电流是由各个恒压源单独作用产生的电流的代数和。就是叠加原理。

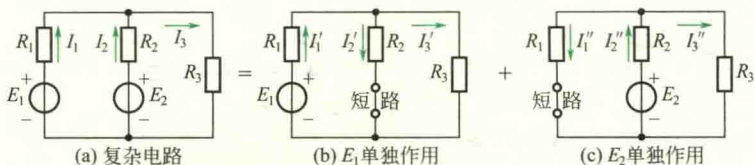


图1-6 叠加原理

应用叠加原理，图1-6中复杂电路（a）转化为图（b）和图（c）两个简单电路。

叠加后

$$I_1 = I_1' - I_2''$$

$$I_2 = -I_2' + I_2''$$

$$I_3 = I_3' + I_3''$$

式中，负号表示与参考方向相反。

应用叠加原理的步骤如下。

（1）把含有若干个电源的复杂电路分解为若干个恒压源或恒流源单独作用的分电路。

（2）在原复杂电路和各分电路中标出电流的参考方向。

（3）计算各个电源单独作用时的各分电路中的电流。

（4）电流叠加，计算原复杂电路中的待求电流。叠加时应注意各分电路电流的正负。

叠加原理只适用于线性电路，不适用于含有非线性元件的电路。

在线性电路中，叠加原理只适用于计算电流和电压。

叠加原理不仅可用来计算复杂电路，也是分析计算线性问题的普遍原理。