

铁路工人职业技能培训教材



车电员

CHEDIANYUAN

铁道部劳动和卫生司
铁道部运输局

中国铁道出版社



铁路工人职业技能培训教材

车 电 员

铁道部劳动和卫生司
铁 道 部 运 输 局

中 国 铁 道 出 版 社

2 0 0 5 年 · 北 京

内 容 简 介

本书是根据《铁路职业技能标准》、《铁路职业技能规范》、《铁路运输企业岗位标准》中的知识和技能要求,由铁道部统一组织编写的培训教材。本书包括基础知识和职业技能两部分内容,对车电员所需知识做了系统介绍,并介绍了操作、故障处理等基本技能。本书可作为车电员的岗位技能培训教材,也可供自学使用。实用性、针对性、适应性较强。

图书在版编目(CIP)数据

车电员/铁道部劳动和卫生司,铁道部运输局编.
北京:中国铁道出版社,2005.12
铁路工人职业技能培训教材
ISBN 7-113-06768-9

I. 车… II. ①铁…②铁… III. 旅客列车-电气
设备-技术培训-教材 IV. U271.038

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 141767 号

书 名: 铁路工人职业技能培训教材
车 电 员
作 者: 铁道部劳动和卫生司 铁道部运输局
出版发行: 中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)
责任编辑: 王明容 薛 淳
印 刷: 中国铁道出版社印刷厂
开 本: 787×1092 1/16 印张: 22.75 插页: 3 字数: 567 千
版 本: 2005 年 12 月第 1 版 2005 年 12 月第 1 次印刷
印 数: 1~3 000 册
书 号: ISBN 7-113-06768-9/U·1846
定 价: 47.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。

编辑部电话:(010)51873139 发行部电话:(010)51873124

本书参编单位及人员

主编单位:广州铁路(集团)公司

协编单位:哈尔滨铁路局

主 编:罗华阳

副 主 编:罗世民

编写人员:余金伟 牛春林 钱 卿 欧阳召文

钟昌炳 杨 斌 杨晓林 张冬梅

石建军 黎 力 姚志鹏 于晓冬

沈坚勇 吴廷焰 陈应华 巴 扬

主 审:刘瑞扬 姜飞鹏 赵长波

审稿人员:彭平克 王玉明 乔荫革 程 里

李 明 刘 斌 易昂千 刘海波

鲁立荣 杨志强 刘承波

序

由铁道部劳动和卫生司、运输局牵头组织,一些从事铁路职业教育的教师、各业务部门骨干及工程技术人员参加编写的《铁路工人职业技能培训教材》与广大职工见面了。

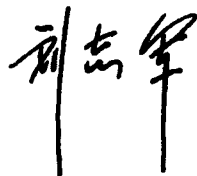
这套培训教材通俗易懂、图文并茂、易于自学,有较强的现实性和针对性,既较好地适应了当前铁路职工岗位达标培训及技能鉴定的需要,又考虑了今后一定时期技术和管理的发展趋势,是一套有价值的培训教材。相信这套教材在提高职工技术业务素质方面,将会发挥很好的作用。

党的十六大提出了全面建设小康社会的奋斗目标,其中一个重要的文化目标,就是要形成全面学习、终身学习的学习型社会。十六届三中全会又进一步强调,要“构建现代国民教育体系和终身教育体系,建设学习型社会,全面推进素质教育”,并提出了包括统筹人与自然和谐发展的“五个统筹”的要求。在生产力的诸要素中,人是最能动、最积极的因素。人的素质提高,是开拓、创造先进生产力的重要保证。因此,我们抓好教育,培养人才,既是适应全面建设小康社会需要、实现铁路跨越式发展和促进社会主义物质文明、政治文明、精神文明协调发展的客观要求,也是实践“三个代表”重要思想的具体体现。

以胡锦涛同志为总书记的党中央对人才工作高度重视,把实施人才强国战略放在关系党和国家事业全局的重要地位。全路各单位要按照党中央的要求,把培养人才工作放在更加重要的战略位置,坚持以“三个代表”重要思想为指导,认真贯彻党的十六大和十六届三中全会精神,全面落实《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》,积极推进铁路职业教育的体制创新、制度创新和教育教学改革,全面提高铁路职工队伍素质,使职业教育工作更好地为铁路跨越式发展服务,为促进铁路各项事业全面协调发展服务。

编好教材是提高培训质量的关键。随着铁路跨越式发展的全面推进,新知识、新技术、新设备、新工艺必将大量用于生产实践;同时,在铁路管理体制、经营机制、作业和建设标准、服务理念等方面也将产生深刻的变革,迫切要求铁路职工在知识、技术和观念上进行更新。加快职工培训教材建设,已成为加强和改进铁路职工教育培训工作的当务之急。

这套教材的编写和出版发行,应该说是一个良好的开端。希望今后看到更多、更好地反映铁路新知识、新技术的各类培训教材问世,为进一步抓好铁路职工素质教育提供高质量的精品。



2003年12月

前言

近年来部领导多次指出:建设一支高素质的铁路职工队伍,既是保证运输安全的现实需要,也是铁路长远发展的根本大计;并反复强调:全面提高职工队伍素质,是实现科教兴路的重要内容,狠抓职工教育培训,在职工素质达标上抓落实、求深化,把可靠的行车设备、先进的技术装备与高素质的职工队伍结合起来,是实现运输安全基本稳定的必由之路。

素质提高靠培训,教材是培训的基础。为了给铁路运输业主要工种的工人提供一套适应性较好、可读性较强的职业技能培训教材,以进一步提高其技术业务素质,更好地满足铁路科技进步对职工队伍素质的要求,为铁路安全运输生产服务,铁道部决定再统一组织编写《铁路工人职业技能培训教材》(指定培训教材)。教材由铁道部劳卫司牵头,各铁路局分工编写,铁道部运输局各业务部门审定,携手合作,共同完成。

这套教材包括铁路运输(车务、客运、货运、装卸)、机务、车辆、工务、电务部门的45个工种(职名),是以《铁路职业技能标准》、《铁路职业技能鉴定规范》、《铁路运输企业岗位标准》中的知识和技能要求为依据,并参考《铁路工人职业技能培训教学计划、教学大纲》的内容编写的。教材本着突出技能的原则,强调培训的针对性、实用性和有效性,以专业知识为主要内容,充分反映铁路的新技术、新材料、新工艺、新设备及新标准、新规程;力求贴近现场实际,并应用案例教学的手法,用直观的案例和图示进行分析和说明,努力提高培训的质量和效果;以提高岗位技能为核心,突出非正常情况下应急处理能力的训练;同时,本着“少而精”的原则,知识以必须、够用为度,文字力争生动、通俗易懂,图文并茂。它既可以作为工人新职、转岗、晋升的规范化岗位培训教材,也可以作为各种适应性岗位培训的选学之用(适用于各级职业学校教学),还可作为职工自学的课本。同时,每章后面还列有复习、思考、练习题,作为考工、鉴定的参考。总之,这套教材的出版,将力图使培训、岗位达标及职业技能鉴定结合起来,使培训、考核、使用、待遇相统一的政策得以逐步落实。

铁道部劳动和卫生司

铁 道 部 运 输 局

2003年12月



基 础 知 识

第一章 电 工 学	3
第一节 直流电路.....	3
第二节 电磁现象与磁路.....	8
第三节 交流电路	13
第四节 变压器	18
第五节 交直流电动机	22
第六节 低压电器和基本的控制线路	27
第七节 安全用电	31
复习思考题	32
第二章 工业电子学基础	35
第一节 常用半导体元器件	35
第二节 简单直流电源	44
第三节 基本放大电路	49
第四节 晶闸管可控整流电路	54
复习思考题	62
第三章 铁路客车供电方式	63
复习思考题	68
第四章 客车用蓄电池	69
第一节 TG 型铅蓄电池	69
第二节 GN 型碱性蓄电池	71
复习思考题	73
第五章 车轴式交流发电机供电装置	74
第一节 客车感应子发电机	74
第二节 KP-2A 型控制箱	78
复习思考题	84
第六章 空调客车供电系统	85
第一节 空调客车用柴油机	85
第二节 同步发电机	88
第三节 空调客车供电系统	93
复习思考题.....	103
第七章 制冷与空调装置	104
第一节 空调客车简介.....	104



第二节 制冷系统组成部件	106
第三节 制冷自动控制器件	110
第四节 客车空调机组	112
第五节 餐车电冰箱	119
复习思考题	123
第八章 空调控制柜	125
第一节 统型空调控制柜	125
第二节 新型客车空调控制柜	130
复习思考题	135
第九章 客车用电器	136
第一节 客车照明	136
第二节 逆变器	138
第三节 客车电扇与电动水泵	141
第四节 电采暖装置	142
第五节 电开水器	144
第六节 应急电源	146
第七节 电子防滑器	152
第八节 客车轴温巡检报警器	156
第九节 客车塞拉门	162
第十节 GPS 列车信息显示系统	165
第十一节 列车烟火报警器	171
第十二节 KTCZ-II 型厕所无人显示器	175
复习思考题	177
第十章 车体配线	178
第一节 分散式供电系统车体配线	178
第二节 集中式供电系统车体配线	182
复习思考题	189
第十一章 铁路客车电气综合控制柜	190
复习思考题	199
第十二章 车电装置检修规程与出库质量标准	201
第一节 25K 客车检修规程(A1 级修程)	201
第二节 车电装置、空调装置出库质量标准	205
复习思考题	208

职业技能

第十三章 车电员基本操作技术	213
第一节 常用电工工具与使用	213
第二节 导线的选用	217
第三节 导线线头的加工工艺	219

第四节 基本焊接工艺	227
第五节 常用电工仪表的使用	231
第六节 电工安全知识	236
第十四章 车电应急故障分析与处理	243
第一节 普通客车车电应急故障分析与处理	243
第二节 空调客车车电应急故障分析与处理	247
第十五章 车电员实作训练	262
一、多芯导线的连接、加焊及绝缘层的包缠	262
二、更换车内不良灯管与电子镇流器	262
三、拆装并检修交流接触器	263
四、万用表的使用和测量	264
五、KP-2A 型控制箱的安装与接线	268
六、J ₅ 发电机的检修	269
七、J ₅ 型发电装置常见故障处理	273
八、配置蓄电池电解液	275
九、检修电风扇	277
十、逆变器故障的处理	279
十一、处理 30 kW 柴油发电机组故障	280
十二、30 kW 柴油机气门间隙的调整(*)	283
十三、48 V 供电制客车常见故障处理	283
十四、检测客车配线绝缘阻值	286
十五、普通客车车体配线绝缘不良故障处理	287
十六、普通客车车电单车技术检查	290
十七、更换和检修 KC20 电力连接器插头	294
十八、轴温报警器的维护和常见故障的处理	295
十九、电子防滑器故障处理(*)	298
二十、电茶炉故障处理	300
二十一、应急电源故障的处理	301
二十二、塞拉门的故障分析与处理(*)	303
二十三、烟火报警器常见故障分析与处理	305
二十四、处理餐车电冰箱故障	306
二十五、处理 25 型空调客车配线绝缘不良故障(*)	309
二十六、处理 25 型空调客车空调机组常见故障	310
二十七、处理空调电气控制柜常见故障	312
二十八、25型空调客车车电单车技术检查	313
二十九、25G型客车空调装置中修落成检查验收(*)	315
三十、25G型客车车电中修落成检查验收	316
三十一、餐车电冰箱中修落成检查验收(*)	316
三十二、GPS列车信息显示系统故障处理(*)	317
三十三、KZS/M-I型轴报器的使用作业	322

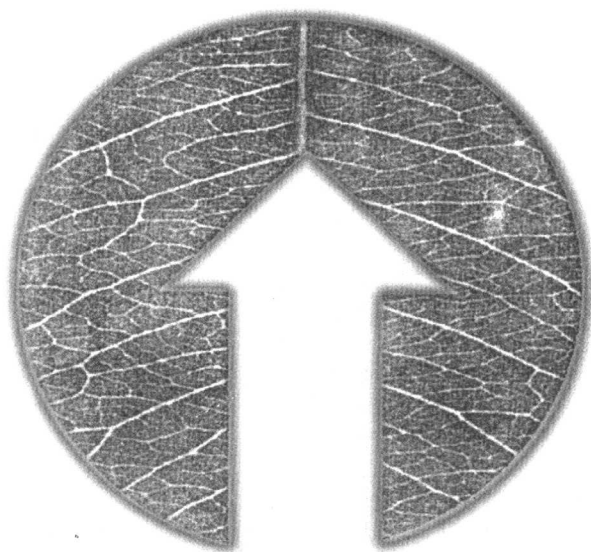


三十四、空调系统基本操作	325
三十五、空调机组制冷剂泄漏的处理(*)	334
三十六、绘制电气原理图	335
三十七、装接三相异步电动机接触器自锁控制线路(*)	335
三十八、装接电动机 Y- Δ 启动控制线路	336
三十九、串联型直流稳压电源的安装与调试(*)	338
四十、电路设计与制作(*)	339
复习思考题答案	343
参考文献	354

注:文中标有(*)的知识部分,习题标有(*)的部分以及实作训练标有(*)的项目为高级车电员必须掌握的内容。



基 础 知 识



车 电 员



第一章

电 工 学

第一节 直 流 电 路

一、电路的基本概念

1. 电路

电路是为了实现某种功能,由各种电气设备和器件按一定方式连接,为电流提供通路的整体。其作用主要可分为两大类:一为电能的传输和转换,如发电、供电系统、电力拖动、电气照明等;二为传递和处理信号,如各种电信号的产生、放大、整形,数字信号的运算、存储等。

2. 电路元件

常用的电路元件有电压源、电流源、电阻元件、电感元件和电容元件。前两种元件是电路中提供电能的元件,故称为有源元件;后三种均不产生电能,故称为无源元件。无源元件中又分为耗能元件(如电阻器)和储能元件两类(如电感元件和电容元件,这两种元件分别可将电能转化为磁场能和电场能储存起来)。在直流电路中,电路达稳态时,电感元件上的感应电动势为零,电容元件的充电电流为零。

3. 电流、电压和电动势

习惯上规定以正电荷移动的方向,即负电荷(电子)移动的相反方向为电流 I 的方向。对于比较复杂的直流电路,往往事先不能确定电流的实际方向;对于交流电,其电流的实际方向是随时间交变的,也无法用一个箭标来表示其实际方向。为分析方便,总是任意选择一个方向作为电流的参考方向(在电路图中用箭标表示)。而参考方向有可能与实际方向一致,也可能与实际方向相反。若电流的实际方向和所选的电流参考方向一致,则此电流为正值;若与所选电流参考方向相反,则电流为负值。习惯上规定电压 U 的实际方向是从高电位点指向低电位点,是电位降的方向。同电流一样,在分析计算电路时,通常人为规定一个电压参考方向。电压的参考方向通常用正(“+”)、负(“-”)极性来表示,称为参考极性。代表着参考方向的箭头从正(“+”)极性端指向负(“-”)极性端。电源的电动势 E 在数值上等于非静电力把单位正电荷从电源的低电位端经过电源内部移到高电位端所做的功。电动势的方向在电源内部由低电位端指向高电位端,即电位升高的方向。

4. 电功率和电能

电路元件在单位时间内吸收或释放的电能称为电功率。在电工学中,电功率简称功率,用 P 表示,单位为瓦(W)。电路元件在一段时间内消耗或释放的能量为电能,用 A 表示。

$$P = UI$$

$$A = Pt = UIt$$

电压的单位为伏(V),电流单位为安(A),时间单位为秒(s),功率单位为瓦(W),能量的单位是焦(J)。

二、电气设备的额定值和电路的几种状态

1. 额定值

接在电路中的电气设备及元件,其工作电流、电压和功率等都有一个规定的限额值,这个数值称为额定值。额定值通常用 I_N 、 U_N 、 P_N 等表示,这些额定值常标记在设备的铭牌上。电气设备和器件应尽量工作在额定状态,这种状态称为满载。电流和功率低于额定值的工作状态叫轻载;高于额定值的工作状态叫过载。

2. 有载工作状态

将图 1—1 所示电路中的开关 S 闭合时,电源与负载接通,电路中有电流流过,这种工作状态叫有载工作状态。

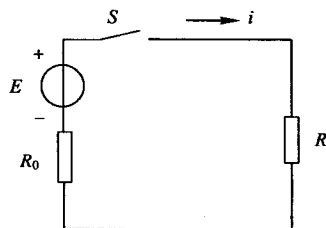


图 1—1 简单电路

3. 开路

当图 1—1 所示电路中的开关 S 断开时,电路处于开路状态,电路中无电流流过,这种状态又叫空载。开路时可认为外电路电阻为无穷大。

4. 短路状态

在图 1—2 中,如将 cd 间用一导线连接,这种情况称为 cd 处短路。此时由于电源内阻很小,故 I 很大,这会引起电源或导线绝缘的损坏。

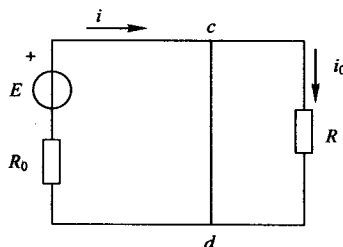


图 1—2 短路

三、电压源和电流源

1. 电压源

任何一个电源,例如发电机、电池或各种信号源,都含有电动势 E 和内阻 R_0 。在电压源模型中往往用一个不含内阻的理想电压源和电阻 R_0 串联来等效一实际电源。所谓理想电压源在直流电路中是指它的端电压总能保持某一恒定值,而与通过它的电流无关。实际电源的电压源模型如图 1—3 所示。其伏安特性为:

$$U = U_s - IR_0$$

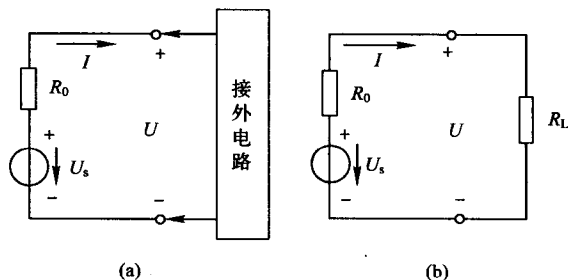


图 1—3 电压源模型

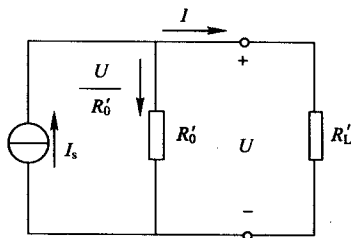


图 1—4 电流源模型

2. 电流源

如果用电流源来模拟实际电源,应采用理想电流源与内部损耗电阻的并联组合。理想电流源输出的电流是恒定的,故称恒流源。实际电源的电流源模型如图 1—4 所示。电压、电流的关系是:

$$I = I_s - \frac{U}{R'_0}$$

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

3. 电压源及电流源的等效互换

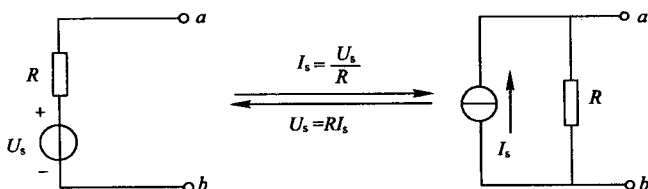


图 1—5 电压源与电流源的等效交换

电压源及电流源实际上是可以等效互换的。在图 1—5 所示的两种电源模型中有以下关系：

电压源模型 $I = \frac{U_s}{R_0} - \frac{U_0}{R_0}$

电流源模型 $I = I_s - \frac{U}{R'_0}$

可见，欲使两种模型的表达式能代表同一个实际电源，只要满足以下条件：

$$R'_0 = R_0$$

$$I_s = \frac{U_s}{R_0}$$

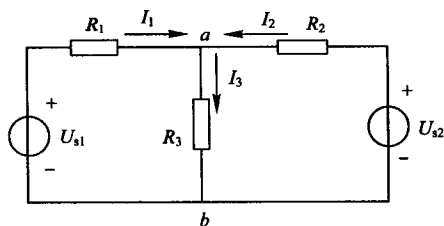


图 1—6 KCL 示例

实际上凡是理想电压源 U_s 与电阻串联的电路，都可与理想电流源 I_s 与电阻并联的电路等效互换，如图 1—5 所示。

四、基尔霍夫定律

基尔霍夫电流定律(简写 KCL)指出：电路中任一节点，在任一瞬间，流入节点的电流总和等于流出该节点的电流总和。

例如在图 1—6 中，流入节点 a 的电流为 I_1 和 I_2 ，流出节点 a 的电流为 I_3 ，故得

$$I_3 = I_1 + I_2$$

基尔霍夫电压定律指出：在任一瞬时，沿闭合回路绕行一周，回路中各部分电压的代数和恒等于零。例如在图 1—7 中，按顺时针方向沿着回路 $abdea$ 绕行一周，可得：

$$U_1 + U_2 - U_3 - U_4 = 0$$

在写上式时，可以先任意指定一个绕行回路的方向(绕行方向既可顺时针也可逆时针)，凡电压的参考方向与回路绕行方向一致者，在该式中此电压前面取“+”

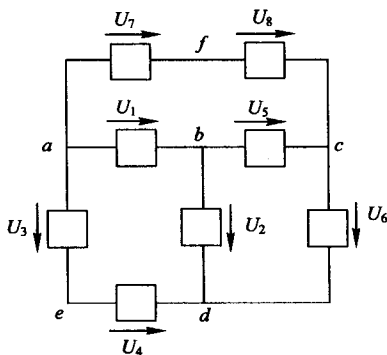


图 1—7 KVL 示例

号,电压参考方向与回路绕行方向相反者,则前面取“-”号。

五、支路电流法

在计算复杂电路的各种方法中,支路电流法是最基本的。它是以支路电流为未知数,应用基尔霍夫电流定律和电压定律分别对节点和回路列出所需要的方程组,而后解出各未知支路电流的方法。

列方程时,必须先在电路图上选定好未知支路电流的方向,必要时选定回路绕行方向。一般地说,对具有 b 条支路、 n 个节点的电路应用基尔霍夫电流定律只能列出 $(n-1)$ 个独立方程。应用基尔霍夫电压定律可列出其余 $b-(n-1)$ 个方程,通常可取单孔回路(或称网孔)列出。

例 在图 1—8 所示的电路中,已知 $E_1 = 140\text{ V}$, $E_2 = 90\text{ V}$, $R_1 = 20\ \Omega$, $R_2 = 5\ \Omega$, $R_3 = 6\ \Omega$,试求各支路电流和电压 U_{ab} 。

解:应用基尔霍夫电流定律和电压定律可得

$$I_1 + I_2 - I_3 = 0$$

$$140 = 20I_1 + 6I_3$$

$$90 = 5I_2 + 6I_3$$

解方程得

$$I_1 = 4\text{ A}$$

$$I_2 = 6\text{ A}$$

$$I_3 = 10\text{ A}$$

$$U_{ab} = I_3 R_3 = 60\text{ V}$$

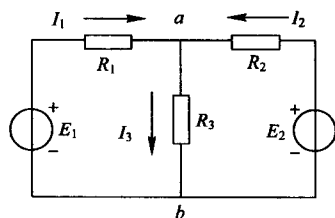


图 1—8 两个电源并联的电路

六、叠加原理

对于线性电路,任何一条支路的电流,都可以看成是由电路中各个电源(电压源或电流源)分别作用时,在此支路中所产生的电流的代数和,这就是叠加原理。所谓电路中只有一个电源单独作用,就是假设将其余电源均除去(将各个理想电压源视为短接,即其电动势为零;将各个理想电流源开路,即其电流为零),但是它们的内阻(如果给出时)仍需保留。支路电流或电压都可以用叠加原理来求解,但功率的计算就不能用叠加原理。

例 如图 1—9(a)所示电路,试用叠加原理求电流 I_2 及理想电流源的端电压 U 。

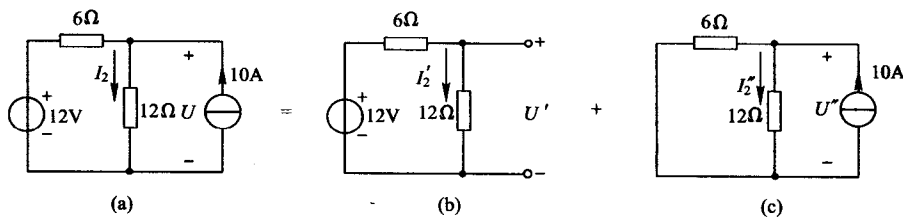


图 1—9

解:按叠加原理作出图 1—9(b)和图 1—9(c)所示的电路图。

在图 1—9(b)中

$$I'_2 = \frac{12}{12+6} = \frac{2}{3} (\text{A})$$

$$U' = 12I'_2 = 12 \times \frac{2}{3} = 8 (\text{V})$$

在图 1—9 (c) 中

$$I''_2 = \frac{6}{6+12} \times 10 = \frac{10}{3} (\text{A})$$

$$U'' = 12I''_2 = 12 \times \frac{10}{3} = 40 (\text{V})$$

所以

$$I_2 = I'_2 + I''_2 = \frac{2}{3} + \frac{10}{3} = 4 (\text{A})$$

$$U = U' + U'' = 8 + 40 = 48 (\text{V})$$

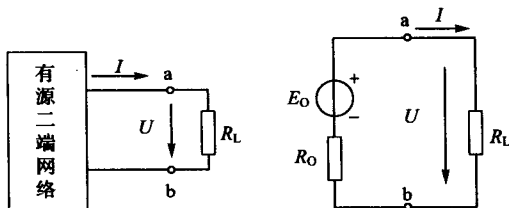


图 1—10 等效电源的概念

七、戴维南定理(*)

戴维南定理指出:任何一个线性有源二端网络,对其外部而言,总可以等效成一个电压源(或电动势) E_0 与内阻 R_0 相串联的电源(如图 1—10)。其中等效电压源 E_0 等于有源二端网络的开路电压 U_{oc} ,而等效内阻 R_0 等于令其所有电源为零(将电压源视为短路,将电流源视为开路)后,由二端口看进去的电阻。

例 在图 1—11 所示的桥式电路中,已知 $E = 12 \text{ V}$, $R_1 = R_2 = 5 \Omega$, $R_3 = 10 \Omega$, $R_4 = 5 \Omega$,中间支路是一检流计,其电阻 $R_G = 10 \Omega$ 。试求检流计中的电流 I_G 。

解:等效电源的电动势 E_0 可由图 1—12(a)求得

$$I' = \frac{E}{R_1 + R_2} = \frac{12}{5+5} = 1.2 (\text{A})$$

$$I'' = \frac{E}{R_3 + R_4} = \frac{12}{10+5} = 0.8 (\text{A})$$

所以

$$E_0 = U_{oc} = I'R_2 - I''R_4 = 1.2 \times 5 - 0.8 \times 5 = 2 (\text{V})$$

等效电源的内阻 R_0 可由图 1—12(b)求得:

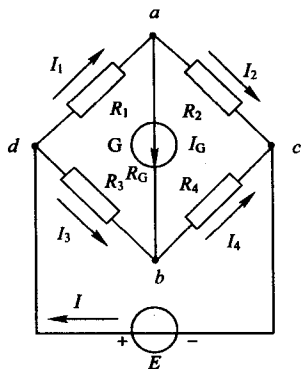


图 1—11

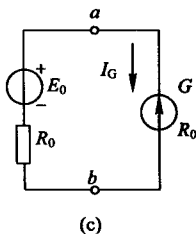
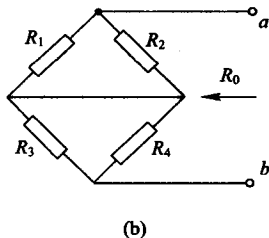
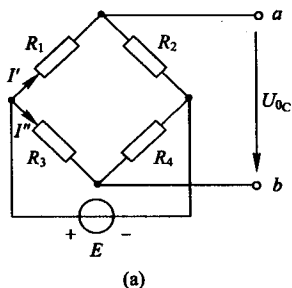


图 1—12