



职业技术 · 职业资格培训教材

汽车

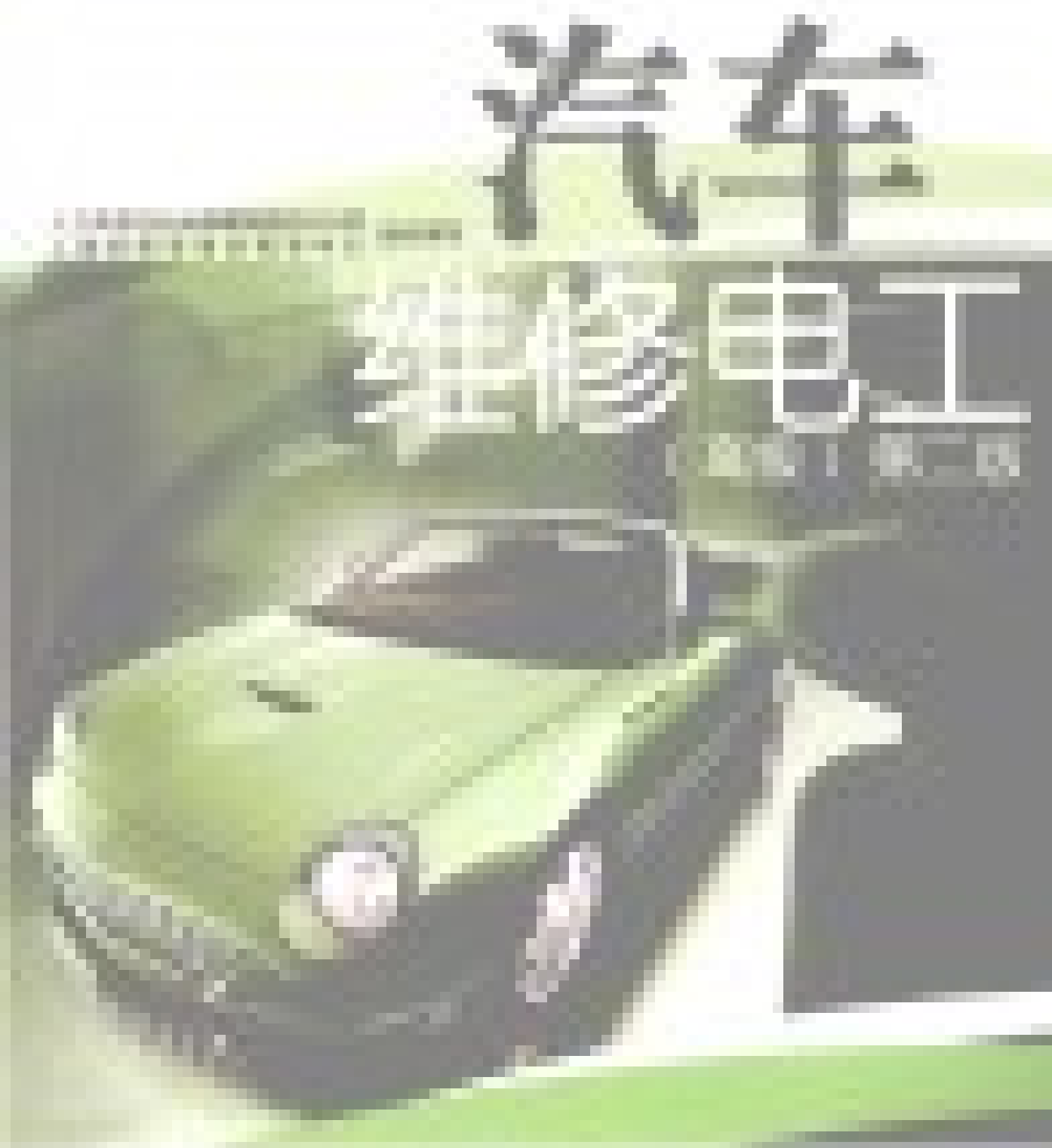
人力资源和社会保障部教材办公室 组织编写
上海市职业培训指导中心

维修电工

(高级) 第二版



 中国劳动社会保障出版社



汽车 维修电工

(高级) 第二版

主编 金惠云
编者 张巳冬 黄剑英 金惠云 李丕毅
主审 鲍民驹 陈传灿



图书在版编目(CIP)数据

汽车维修电工：高级/金惠云主编. —2 版. —北京：中国劳动社会保障出版社，2008
职业技术·职业资格培训教材
ISBN 978-7-5045-6616-4

I. 汽… II. 金… III. 汽车-电工-技术培训-教材 IV. U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 132791 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码：100029)

出 版 人：张梦欣

*

北京人卫印刷厂印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 32.5 印张 656 千字

2008 年 9 月第 2 版 2008 年 9 月第 1 次印刷

定价：49.00 元

读者服务部电话：010-64929211

发行部电话：010-64927085

出版社网址：<http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话：010-64954652

内 容 简 介

本教材由人力资源和社会保障部教材办公室、上海市职业培训指导中心共同组织编写。上海市职业培训指导中心 2005 年对上海 1+X 职业技能鉴定考核细目——汽车维修电工的内容进行了修订与提升，职业级别将原有的基础知识融合到国家职业资格五级、国家职业资格四级、国家职业资格三级三本教材中。细目对职业功能，工作内容中陈旧、淘汰的内容进行了删减，增加了部分新设备的介绍，以及与企业当前生产技术和工作实际密切相关的最新知识和技能。

针对上述情况，组织编写单位依据最新的上海 1+X 职业技能鉴定考核细目——汽车维修电工（国家职业资格三级），对 2004 年出版的《汽车维修电工（高级）》教材进行了修订改版。增加了电工基础知识单元，增加了新设备的介绍，并在第一版教材的基础上补充和更新了插图。修订后的教材较好地体现了本职业当前最新的实用知识与操作技术，更加贴近企业、贴近实际，更符合本职业培训鉴定需求。

教材根据本职业的工作特点，以掌握实用操作技能和能力培养为根本出发点，采用模块化的编写方式。全书共分 9 个单元，内容包括：电工基础知识、车辆技术管理、汽车计算机电子控制系统、起动机与启动机电气控制系统、发动机电子控制系统、底盘电子控制系统、汽车空调控制系统、车身电器装置，以及技能操作训练。

为方便读者掌握所学知识 with 技能，教材在单元后附有单元测试题及答案。全书最后附有知识考核模拟试卷和技能考核模拟试卷，用于巩固、检验学习效果时参考使用。

本教材由金惠云主编，编写人员具体分工为：张巳冬（第 1 单元），黄剑英（第 2 单元），金惠云（第 3、第 4、第 5、第 7、第 8 单元），李丕毅（第 6 单元），鲍民驹（第 9 单元）。全书由陈传灿审定。本书在编写过程中还得到了江荣生同志的大力支持与帮助。

本书可作为汽车维修电工（国家职业资格三级）职业技能培训与鉴定考核教材，也可供全国中、高等职业院校相关专业师生参考使用，以及本职业从业人员培训使用。

前 言

职业资格证书制度的推行,对广大劳动者系统地学习相关职业的知识和技能,提高就业能力、工作能力和职业转换能力有着重要的作用和意义,也为企业合理用工以及劳动者自主择业提供了依据。

随着我国科技进步、产业结构调整以及市场经济的不断发展,特别是加入世界贸易组织以后,各种新兴职业不断涌现,传统职业的知识和技术也愈来愈多地融进当代新知识、新技术、新工艺的内容。为适应新形势的发展,优化劳动力素质,上海市劳动和社会保障局在提升职业标准、完善技能鉴定方面做了积极的探索和尝试,推出了1+X的鉴定考核细目和题库。1+X中的1代表国家职业标准和鉴定题库,X是为适应上海市经济发展的需要,对职业标准和题库进行的提升,包括增加了职业标准未覆盖的职业,也包括对传统职业的知识 and 技能要求的提高。

上海市职业标准的提升和1+X的鉴定模式,得到了国家人力资源和社会保障部领导的肯定。为配合上海市开展的1+X鉴定考核与培训的需要,人力资源和社会保障部教材办公室、上海市职业培训指导中心联合组织有关方面的专家、技术人员共同编写了职业技术·职业资格培训系列教材。

职业技术·职业资格培训教材严格按照1+X鉴定考核细目进行编写,教材内容充分反映了当前从事职业活动所需要的最新核心知识与技能,较好地体现了科学性、先进性与超前性。聘请编写1+X鉴定考核细目的专家,以及相关行业的专家参与教材的编审工作,保证了教材与鉴定考核细目和题库的紧密衔接。

职业技术·职业资格培训教材突出了适应职业技能培训的特色,按等级、分模块单元的编写模式,使学员通过学习与培训,不仅能够有助于通过鉴定考核,而且能够有针对性地系统学习,真正掌握本职业的实用技术与操作技能,从而实现我会做什么,而不只是我懂什么。每个模块单元所附单元测试题和答

案用于检验学习效果，教材后附本级别的知识考核模拟试卷和技能考核模拟试卷，使受培训者巩固提高所学知识与技能。

本教材结合上海市对职业标准的提升而开发，适用于上海市职业培训和职业资格鉴定考核，同时，也可为全国其他省市开展新职业、新技术职业培训和鉴定考核提供借鉴或参考。

新教材的编写是一项探索性工作，由于时间紧迫，不足之处在所难免，欢迎各使用单位及个人对教材提出宝贵意见和建议，以便教材修订时补充更正。

人力资源和社会保障部教材办公室
上海市职业培训指导中心

目 录

第1单元 电工基础知识

1.1 复杂线性电路的分析	3
1.2 线性电路的过渡过程	8
1.3 数字电路基础	17
1.4 步进电动机	24
单元小结	26
单元测试题	27
单元测试题答案	28

第2单元 车辆技术管理

2.1 概述	31
2.2 车辆的基础技术管理	32
2.3 车辆维护的技术管理	38
2.4 车辆修理的技术管理	47
单元小结	51
单元测试题	51
单元测试题答案	52

第3单元 汽车计算机电子控制系统

3.1 汽车计算机控制系统	55
3.2 汽车电子控制装置中的传感器	67
3.3 汽车计算机控制的网络系统	106
单元小结	110

单元测试题	111
-------------	-----

单元测试题答案	112
---------------	-----

第4单元 起动机与起动机电气控制系统

4.1 新型起动机	115
-----------------	-----

4.2 起动机电气控制系统	121
---------------------	-----

单元小结	125
------------	-----

单元测试题	126
-------------	-----

单元测试题答案	126
---------------	-----

第5单元 发动机电子控制系统

5.1 汽油机电子控制燃油喷射系统	129
-------------------------	-----

5.2 空气供给系统	132
------------------	-----

5.3 燃油供给系统	135
------------------	-----

5.4 电子点火系统	145
------------------	-----

5.5 怠速控制系统	153
------------------	-----

5.6 排放控制系统	167
------------------	-----

5.7 发动机集中控制系统	178
---------------------	-----

5.8 安全保护电路及故障自诊断系统	183
--------------------------	-----

单元小结	198
------------	-----

单元测试题	200
-------------	-----

单元测试题答案	201
---------------	-----

第6单元 底盘电子控制系统

6.1 自动变速器电子控制系统	205
6.2 防抱死制动电子控制系统	245
6.3 驱动防滑转电子控制系统	264
6.4 动力转向电子控制系统	271
6.5 悬架电气控制系统	281
单元小结	298
单元测试题	300
单元测试题答案	301

第7单元 汽车空调控制系统

7.1 汽车空调的结构与工作原理	305
7.2 汽车空调的电气控制系统	311
7.3 汽车空调的风道控制系统	330
7.4 汽车空调的使用与维修	334
单元小结	341
单元测试题	342
单元测试题答案	343

第8单元 车身电器装置

8.1 电动座椅	347
8.2 电动车窗	350
8.3 电动后视镜	352
8.4 中央遥控门锁	353

8.5 车用音响装置	357
8.6 安全气囊系统(SRS)	367
8.7 汽车照明控制系统	379
8.8 汽车电气设备对无线电的干扰及防止措施	380
8.9 汽车防盗装置	383
单元小结	392
单元测试题	393
单元测试题答案	394

第9单元 技能操作训练

9.1 识读现代高级轿车的电气线路图	397
9.2 电喷发动机的故障诊断	397
9.3 底盘控制系统的故障诊断与排除	402
9.4 现代高级轿车车身电器的故障诊断与排除	409
9.5 汽车空调的检测与维修	418
9.6 汽车电气设备疑难故障的诊断与排除	423
9.7 现代汽车检测设备的使用	427

知识模拟考核试卷(一)	485
知识模拟考核试卷(一) 答案	488
知识模拟考核试卷(二)	489
知识模拟考核试卷(二) 答案	492
技能考核模拟试卷	493
附图一	495
附图二	506

1

第 1 单元

电工基础知识

- 1.1 复杂线性电路的分析 /3
- 1.2 线性电路的过渡过程 /8
- 1.3 数字电路基础 /17
- 1.4 步进电动机 /24

在学习《汽车维修电工》初、中级教材中有关电工知识的基础上,本单元讲解了复杂线性电路的基本分析方法(如叠加原理,将有源二端网络等效成电压源的戴维南定理,线性电路的过渡过程等)、数字电路基础以及步进电动机的基本工作原理。通过本单元的学习,将为后续单元知识的理解和掌握打下较扎实的基础。

1.1 复杂线性电路的分析

1.1.1 叠加原理

在电路中,若电流与电源的电动势之间的关系,可用一次线性方程(代数方程或微分方程)来描述,则称该电路为线性电路。对于线性电路,任何一条支路中的电流,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(即视电压源短路,其电动势为零;视电流源开路,其电流为零。)而电源的内阻应保留下来。

叠加原理不仅是线性电路的一个重要原理,而且是一个具有普遍意义的原理。在一个系统中,若有多个原因造成某一个结果之间满足线性关系的,则该结果就等于每个原因单独作用时所产生结果的代数和。所以,凡是能用一次线性方程来描述相互关系的物理量都具有可叠加性。

【例 1—1】 用叠加原理计算如图 1—1 所示线性电路的各支路电流。

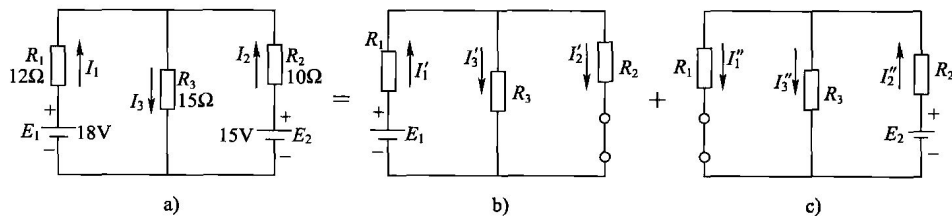


图 1—1 叠加原理的例图

解: 用叠加原理计算图 1—1a 所示电路时,可把电路看成是两个电压源单独作用的电路相叠加。当 E_1 单独作用时, E_2 视为短路,如图 1—1b 所示;当 E_2 单独作用时, E_1 视为短路,如图 1—1c 所示。

根据图 1—1b 所示电流的参考方向,可得

$$I_1' = \frac{E_1}{R_1 + (R_2 // R_3)}$$

式中,符号“//”表示并联的意思。于是

$$I_1' = \frac{18}{12 + \frac{10 \times 15}{10 + 15}} = \frac{18}{12 + 6} = 1 \text{ (A)}$$

$$I'_2 = I'_1 \frac{R_3}{R_2 + R_3} = 1 \times \frac{15}{10 + 15} = 0.6 \text{ (A)}$$

$$I'_3 = I'_1 \frac{R_2}{R_2 + R_3} = 1 \times \frac{10}{10 + 15} = 0.4 \text{ (A)}$$

由图 1-1c 可得:

$$I''_2 = \frac{E_2}{(R_1 // R_3) + R_2} = \frac{15}{\frac{12 \times 15}{12 + 15} + 10} = 0.9 \text{ (A)}$$

$$I''_1 = I''_2 \frac{R_3}{R_1 + R_3} = 0.9 \times \frac{15}{12 + 15} = 0.5 \text{ (A)}$$

$$I''_3 = I''_2 \frac{R_1}{R_1 + R_3} = 0.9 \times \frac{12}{12 + 15} = 0.4 \text{ (A)}$$

根据以上计算, 可求得:

$$I_1 = I'_1 - I''_1 = 1 - 0.5 = 0.5 \text{ (A)}$$

$$I_2 = I'_2 - I''_2 = 0.9 - 0.6 = 0.3 \text{ (A)}$$

$$I_3 = I'_3 + I''_3 = 0.4 + 0.4 = 0.8 \text{ (A)}$$

在这里应注意:

(1) 由于 I'_2 与 I_2 、 I''_1 与 I_1 的参考方向相反, 所求出的 I'_2 和 I''_1 在相应叠加时, 前面应加负号。以上求出的各支路电流和其他各种方法求出结果是相一致的。

(2) 在使用叠加原理时, 支路的电流或电压都可以采用叠加的方法, 但是功率的计算是不符合叠加原理的, 因为:

$$(I'_1 + I''_1)^2 R \neq I'^2_1 R + I''^2_1 R$$

上式不相等的实质是电阻的功率与电流不是线性关系。

1.1.2 戴维南定理

在有些情况下, 我们只需要计算一个复杂电路中某一支路的电流, 为了计算简便, 可以采用戴维南定理来计算。

在一个电路中, 要知道某一条支路的电流或两端的电压, 则可将该支路两端点的其他电路(无论是复杂电路, 还是简单电路)看成是一个含有电源的电路。该电源电路在待求支路的两端称为有源二端网络。于是, 原电路就由有源二端网络和待求支路组成, 如图 1-2 所示。待求支路由 R 组成, 其两端为 A 和 B。

若有源二端网络可简化成一个等效电压源, 即能够简化为一个电动势为 E_0 的恒压源和一个内阻元件 R_0 相串联的, 并在 A、B 两点上的开口电路, 则原来可能是较复杂的求解 A、B 两点支路的电流或电压情况, 就会变成一个等效电压源和待求支路相串联的简单电路, 如图 1-3 所示。

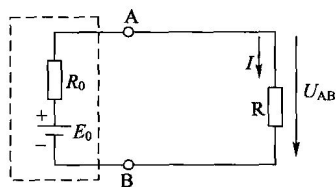
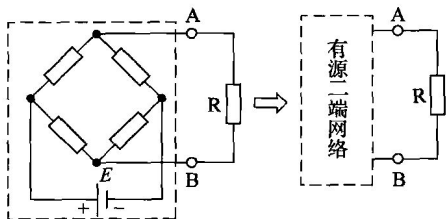


图 1—2 由有源二端网络和待求支路组成的电路 图 1—3 由简单电压源和待求支路组成的电路

这样，就可以方便的求出待求支路上 R 中的电流：

$$I = \frac{E_0}{R_0 + R}$$

A, B 两点间的电压：

$$U_{AB} = \frac{E_0 R}{R_0 + R} = IR$$

戴维南定理明确地阐述了如何来求得等效电压源的参数 E_0 和 R_0 。

戴维南定理指出：任何一个有源二端线性网络都可以用一个等效的电压源来表示。等效电压源的电动势 E_0 等于待求支路断开时，有源二端网络在断开两点间的电压 U_{ABK} （这里待求支路的两点为 A 和 B，K 为将该支路开路的意思），等效电压源的内电阻 R_0 等于待求支路断开后，从 A, B 两端向着有源二端线性网络的电阻（此时，有源二端线性网络的所有电源均应为零，即恒压源用短路线代替，恒流源则令其开路）。

戴维南定理不仅化简了提供某条支路的电源电路，同时也可较为清楚地看出，电路元件的一些参数变化会影响待求支路的情况。

【例 1—2】 如图 1—4a 所示为汽车电路中较为典型的电路模型。求图中通过负载 R_3 的电流 I_3 （见图 1—4b），根据戴维南定理可将电路等效成图 1—4c 的电路。图中的等效电源的电动势 E_0 为 R_3 断开时的电压 U_{ABK} （见图 1—5a），其值为

$$E_0 = E_1 - \left(\frac{E_1 - E_2}{R_1 + R_2} \right) R_1 \quad (1-1)$$

或

$$E_0 = \left(\frac{E_1 - E_2}{R_1 + R_2} \right) R_2 + E_2 \quad (1-2)$$

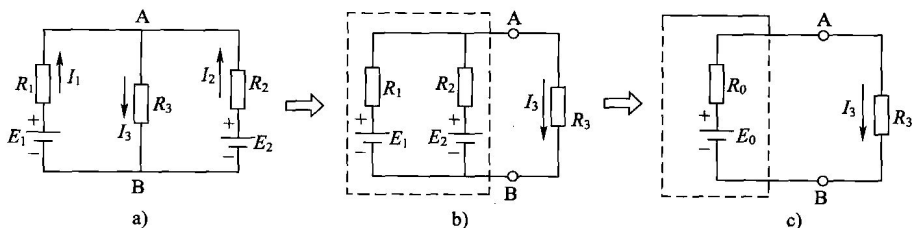
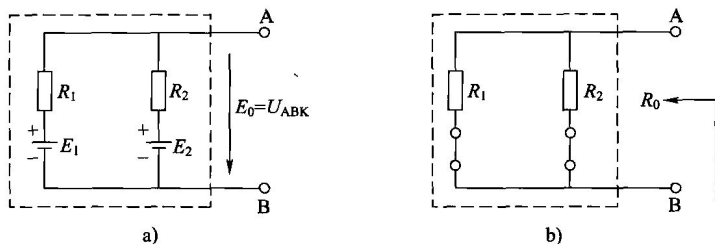


图 1—4 戴维南定理的例图


 图 1—5 等效 E_0 与 R_0 的电路图

由图 1—5b 可以求出等效电源的内阻

$$R_0 = R_1 // R_2 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad (1-3)$$

若电路的参数如下： $E_1 = 12 \text{ V}$ ， $E_2 = 14 \text{ V}$ ， $R_1 = 0.05 \Omega$ ， $R_2 = 0.05 \Omega$ ， $R_3 = 0.975 \Omega$ 。将元件参数代入 (1—1) 或 (1—2) 式中，得

$$E_0 = U_{ABK} = 13 \text{ (V)}$$

将元件参数代入 (1—3) 式中，得

$$R_0 = 0.025 \text{ (}\Omega\text{)}$$

根据图 1—4c 所示，得

$$I_3 = \frac{E_0}{R_0 + R_3} = \frac{13}{0.025 + 0.975} = 13 \text{ (A)}$$

$$U_{AB} = I_3 R_3 = 13 \times 0.975 = 12.675 \text{ (V)}$$

1.1.3 电压源与电流源的等效变换

在实际生活及工作中，电源往往多以电压源的形式存在。但是在电子控制系统中，也有以电流源的形式存在的电源。作为电源的两种不同形式应用，两者之间存在以下的关系。由图 1—6a 可得

$$E = U_{ab} + R_0 I \quad (1-4)$$

即

$$\frac{E}{R_0} = \frac{U_{ab}}{R_0} + I \quad (1-5)$$

式中 E/R_0 ——电压源的短路电流 I_s ；

I ——外电路取用的电流；

U_{ab}/R_0 —— I_s 与 I 之差，是在电源内部被 R_0 分去的电流。

式 (1—4) 反映了图 1—6a 的等效电路，式 (1—5) 反映了如图 1—6b 所示的等效电路。

比较式 (1—4) 的电压源方程和式 (1—5) 的电流源方程可知，当 $I_s = \frac{E}{R_0}$ 或 $E = I_s R_0$ 时，这两种电源对于端电压 U_{ab} 及外电路上电流 I 是等效的。也就是说，无论用以上电压