



供电所人员 职业能力 培训教材

山西省电力公司 编

GONGDIANSUO RENYUAN
ZHIYE NENGLI
PEIXUN JIAOCAI



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

TM1-43

868

主要内容

供电所人员 职业能力 培训教材

常州供电公司 编
藏书章

主 编：尹庆福

副 主 编：张江日

参编人员：郭红颖

姜庆明

郭中如

李 彦

ISBN 7-309-04103-2
定价：28.00元

咨询电话

中国电力出版社



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

为加快培养高素质农电工技能人才队伍,按照《国家电网公司生产技能人员职业能力培训规范》的要求,山西省电力公司组织编写了本书,全书共有十六个单元,主要包括:电工基础,电气识图,演示文稿软件 PowerPoint 2003,通用计算机辅助设计 AutoCAD 简介,配电线路,无功补偿,电力安装、施工、管理知识,电能计量装置的接线检查,电能计量装置的安装与检查,过电压及继电保护,营业业务,供电所营销管理,供电所经济活动分析,安全管理,设备与生产管理,安全生产法律法规与电力安全生产工作有关规定。

本书作为农村供电所人员的培训用书,也可供农电工日常工作中参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

供电所人员职业能力培训教材/山西省电力公司编.
北京:中国电力出版社,2010

ISBN 978-7-5083-9782-5

I. ①供… II. ①山… III. ①供电-技术培训-教材
IV. ①TM72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 217027 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2010 年 2 月第一版 2010 年 2 月北京第一次印刷

710 毫米×980 毫米 16 开本 31.75 印张 592 千字

印数 0001—4000 册 定价 48.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

编委会

前言

主任：曹福成

副主任：尹庆福 吉振中 张江日

编委：王文贤 史庆寿 王钢斌 王建中 罗思需
翟利民 仇西林 都金旺 李军杰 王永福
王丕明

本书具有如下特点：

(1) 本书是针对供电所岗位职业技能所必需的知识能力而编写的，内容覆盖了岗位要求的职业技能训练的现场操作。

(2) 本教材一改传统的编写模式，采用模块化任务驱动式的编写模式，针对供电所人员职业技能的要求设置相应的模块，便于企业培训。

主编：尹庆福

副主编：张江日 姬瑞珍

参编人员：郭红颖 封卫华 郑 垚 孙爱东 谭绍琼

姜庆明 罗卫星 侯林娥 王润莲 贾京山

郭卓力 李中媛 王璐华 马志强 何玉萍

李彦 李静 武林

编者

2010年2月



前言

为加快培养高素质农电工技能人才培养队伍,加强农村供电所人员教育培训,提高人员综合素质和业务能力,按照《国家电网公司生产技能人员职业能力培训规范》的要求,山西省电力公司农电工作部编写了以提高业务技能为重点的职业能力培训教材,旨在提升供电所管理水平,推动供电所安全生产、优质服务工作再上新台阶。

本书具有如下特点:

(1) 本书是针对供电所岗位Ⅲ级职业能力所必需的知识和能力而编写的,内容覆盖了标准的要求,能指导农电工的现场操作。

(2) 本教材一改传统的编写模式,采用模块化任务驱动式的编写模式,针对供电所人员职业能力的要求设置相应的模块,便于企业培训和农电工在日常工作中自学。

(3) 教材内容通俗易懂、切合实际,力求体现基础性、技能性和实用性相结合的特点,遵循“知识够用,技能必备”的原则。

(4) 本教材在每章节后备有习题,可供练习,检验其学习情况。

本书在编写过程中得到了山西省电力公司有关领导的鼎力支持和帮助,在此表示衷心感谢。因时间仓促,编写时难免有不妥之处,敬请广大读者批评指示。

单元四 通用计算机辅助设计 AutoCAD 简介 129

模块一 AutoCAD 的基本功能 129

模块二 AutoCAD 的程序窗口及功能 130

模块三 管理 AutoCAD 的图形文件方法 132

单元五 配电线路 135

模块一 线损管理 135

模块二 10kV 及以下配电线路施工 136

模块三 电力电缆 137

编 者

2010 年 2 月

目 录

前言	1
单元一 电工基础	1
模块一 分析计算直流电路	1
模块二 分析计算正弦交流电路	14
模块三 分析计算三相正弦交流电路	41
模块四 认识动态电路	52
单元二 电气识图	56
模块一 电气图的图纸格式	56
模块二 电气图的概述	58
模块三 电气二次回路图的识读	64
模块四 动力及照明供电系统图的识读	70
模块五 配电线路条图、平面路径图和系统图的识读	79
模块六 杆塔组装图的识读	85
单元三 演示文稿软件 PowerPoint 2003	93
模块一 PowerPoint 2003 的基本操作	93
模块二 美化演示文稿	105
模块三 动画和超链接技术	119
模块四 演示文稿的放映和打印	124
单元四 通用计算机辅助设计 AutoCAD 简介	129
模块一 AutoCAD 的基本功能	129
模块二 AutoCAD 的程序窗口及功能	130
模块三 管理 AutoCAD 的图形文件方法	132
单元五 配电线路	135
模块一 线损管理	135
模块二 10kV 及以下配电线路施工	145
模块三 电力电缆	172

单元六 无功补偿	191
模块一 功率因数提高和无功补偿	191
模块二 农村电网无功补偿	193
单元七 电力安装、施工、管理知识	200
模块一 电力施工准备工作	200
模块二 高、低压配电设备安装方法和工艺	207
模块三 开关站、环网柜、电缆分支箱、箱式变电站基本概念及应用	224
单元八 电能计量装置的接线检查	230
模块一 电能计量装置的接线检查	230
模块二 窃电疑点的分析及初步判断	230
模块三 互感器的接线检查	233
模块四 计量装置的整体接线检查	235
模块五 电量更正及电量抄读	238
模块六 防治窃电技术措施	241
单元九 电能计量装置的安装与检查	244
模块一 电能计量装置的安装	244
模块二 电能计量装置的检查	249
模块三 伏安相位仪的使用	250
模块四 低压三相四线电能计量装置的接线检查及分析	252
模块五 电压互感器和电流互感器的极性测试	255
模块六 电能表误差的测定	257
单元十 过电压及继电保护	260
模块一 配电变压器的防雷保护及措施	260
模块二 10kV 线路继电保护装置	264
模块三 备用电源自动投入装置 BZT	268
单元十一 营业业务	272
模块一 低压电力客户业务办理	272
模块二 供用电合同变更与解除	282
单元十二 供电所营销管理	285
模块一 供电所营销管理概述	285
模块二 业扩报装管理	286
模块三 变更用电业务	301
模块四 营业电费管理	307
模块五 电力营销分析	333

模块六	用电检查管理	343
模块七	电能计量管理	355
单元十三	供电所经济活动分析	367
模块一	经济活动分析的意义及内容	367
模块二	经济活动分析实例	369
单元十四	安全管理	381
模块一	安全管理的重要性及其体系	381
模块二	安全管理内容	382
模块三	安全管理工作的实施	384
模块四	供电所安全性评价	398
单元十五	设备与生产管理	400
模块一	运行管理	400
模块二	检修管理	406
模块三	供电所备品备件管理	409
单元十六	安全生产法律法规与电力安全生产工作有关规定	411
模块一	国家安全生产与安全监督的有关规定	411
模块二	电力事故案例分析	426
习题		438
习题答案		466

电珠为什么会亮?光亮(能量)从哪儿来?怎样实现能量转换?

一、拆装手电筒

(1) 拆开手电筒,观察并总结手电筒的结构。

(2) 用给定的导线、电珠、干电池和开关连成手电筒电路,并使电珠发光。

(3) 总结该电路的功能和特点。

(4) 对任务完成的过程进行总结和自评。

总结:电路的功能和特点

电路是电流的流通路径。建立电路的目的是让用电设备正常工作。

电路的主要作用是传输、分配和使用电能或处理信号。

电路中也一样遵循能量守恒定律。

二、认识电路模型

概念 1. 电路模型——根据实际元件在一定条件下的主要电磁特性,抽象出

一些理想电路元件。

概念 2. 常见理想元件

(1) 电阻元件:电能→其他不可逆能量。

单元一 电工基础

模块一 分析计算直流电路

目的要求

1. 能拆装手电筒，能画出电路元件的模型，能进行功率的计算。
2. 能识别色环电阻的阻值，能写出电阻元件电压与电流的关系式，能应用电压源的特性分析简单电路。
3. 能正确列写节点电流方程和回路电压方程。
4. 会计算电阻串联、并联电路。
5. 会用支路电流法解题。

任务一 组装、测量手电筒电路

问题的提出——初析手电筒

电珠为什么会亮？光亮（能量）从哪儿来？怎样实现能量转换？

一、拆装手电筒

- (1) 拆开手电筒，观察并总结手电筒的结构。
- (2) 用给定的导线、电珠、干电池和开关连成手电筒电路，并使电珠发光。
- (3) 总结该电路的功能和特点。
- (4) 对任务完成的过程进行总结和自评。

总结：电路的功能和特点

电路是电流的流电路径。建立电路的目的是让用电设备正常工作。

电路的主要作用是传输、分配和使用电能或处理电信号。

电路中也一样遵循能量守恒定律。

二、认识电路模型

概念 1. 电路模型——根据实际元件在一定条件下的主要电磁特性，由数学定义出一些理想电路元件。

概念 2. 常见理想元件

- (1) 电阻元件：电能→其他不可逆能量。

- (2) 电感元件：电能→磁场能量（可逆）。
- (3) 电容元件：电能→电场能量（可逆）。
- (4) 电压源。

三、学习电路术语

- (1) 支路：电路中任一分支。
- (2) 节点：三个或三个以上支路的连接点。
- (3) 回路：电路中任一闭合路径。
- (4) 网孔：中间没有分支的回路。

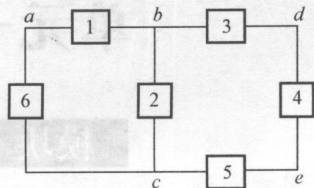


图 1-1 电路图



想一想

判断图 1-1 电路中的支路、节点、回路和网孔。

问题的提出——再析手电筒

电珠的亮度为什么不同？电池数量不同会造成什么差异？

四、测量电压和电流

- (1) 在手电筒电路中分别连接一个和两个干电池，观察电珠的亮度。
- (2) 分别用直流电流表和直流电压表测出两种情况下的电流和电压，并得出结论。
- (3) 对任务完成的过程进行总结和自评。

概念 1. 电流

电流是电场力作用下电荷有秩序的移动形成的。

衡量电流强弱的物理量是**电流强度**，其单位是安培（安），用符号 A 表示。
电流不仅有大小而且有方向。

规定：电流的实际方向为正电荷移动的方向。当不确定电流的方向时，可以假设一个方向作为电流的方向，称该方向为电流的参考方向。

规定：参考方向与实际方向一致时，该参考方向下取值为正；否则取负。

概念 2. 电压

电压是电场力对单位电荷所做的功。其单位是伏特（伏），用符号 V 表示。
电压也有大小和方向。也可以设电压的参考方向。
当某一元件的电压和电流参考方向相同时，称为**关联参考方向**。

问题的提出——三析手电筒

干电池能使用多长时间？它的能量去哪里了？

五、计算电功率和电能

概念 1. 功率

功率是单位时间内，电源发出的或负载接受的电能。

其单位是瓦特（瓦），用符号 W 表示。

功率与电压、电流的关系为 $P=UI$ ，式中 U 、 I 分别为端电压、总电流，见图 1-2。

判断电路是吸收功率还是发出功率的方法：

关联参考方向下： $P=UI>0$ 吸收， $P=UI<0$ 发出。

非关联参考方向下： $P=UI>0$ 发出， $P=UI<0$ 吸收。



图 1-2 端电压、总电流示意图

概念 2. 电能

电能的大小不仅与功率有关，还与时间有关。

直流： $W=Pt=UI(t_2-t_1)$

单位：焦耳（焦），用符号 J 表示。

实用单位：千瓦时，用符号 kWh 表示。

$$1kWh = 1000W \times 3600s = 3.6 \times 10^6 J$$

电路的功率平衡：任一瞬间，电路各元件吸收的功率之和等于各元件发出的功率之和。



想一想

试求图 1-3 二端网络的功率和性质。

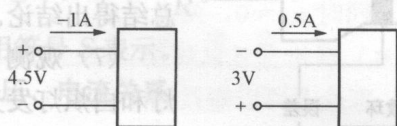


图 1-3 二端网络图

任务二 认识电阻和电源

问题的提出——四析手电筒

电珠的亮度是否与自身性质有关？电灯泡与电珠发光原理一样吗？日光灯与白炽灯发光原理一样吗？

一、认识实际元器件

部分实际元器件图示见图 1-4。根据电阻色环（见图 1-5）识别电阻阻值。

二、电阻测量

(1) 测出“220V，40W”的白炽灯在非工作状态下的电阻。

(2) 测出“220V，40W”的白炽灯在 $U=220V$ 时的电压、电流。

(3) 将两个“220V，40W”的白炽灯串联接在 $U=220V$ 电源上，测量它们的电压、电流。

(4) 用万用表、绝缘电阻表、电压表、电流表测量不同材料的电阻。（提示：白炽灯、滑线变阻器、胶皮、人体电阻等）。



图 1-4 实际元器件图示

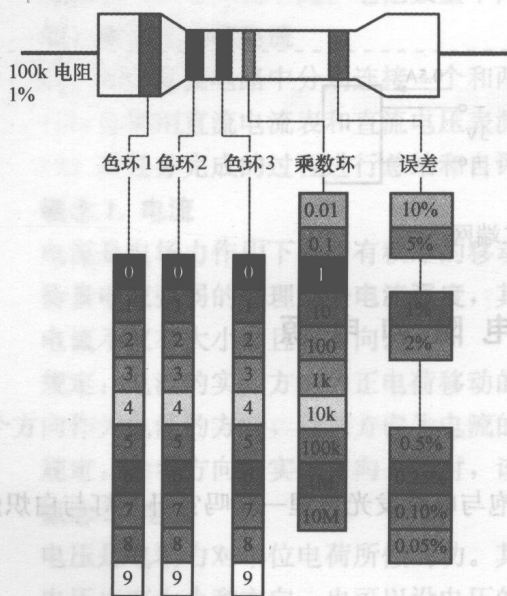


图 1-5 电阻色环

- (5) 自制表格填入测量数据。
- (6) 讨论影响白炽灯亮度的因素，总结得出结论。
- (7) 观测日光灯的结构，讨论日光灯和白炽灯发光原理的区别。
- (8) 对任务完成的过程进行总结和自评。

相关知识点总结：

- (1) 电阻作用——导体阻碍电荷定向移动的现象。
- (2) 电阻的性质：①阻流；②耗能。
- (3) 电阻元件定义。二端元件，其电压、电流方向总是一致的，其电压、电流大小成代数关系，如图 1-6 所示。

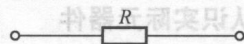


图 1-6 电阻元件的图形符号

- (4) 电阻元件的参数——电阻。

定义：电阻等于电阻元件的电压和电流之比，即 $R = \frac{u}{i}$ 。

单位：欧姆（欧），用符号 Ω 表示。

- (5) 影响电阻大小的因素： ρ （电阻率）、 l （导线长度）、 S （导线截面积）、 t （温度）。

长直均匀金属导体电阻公式

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

电阻与温度的关系

$$R_2 = R_1 + R_1 \alpha (t_2 - t_1)$$

式中 α ——电阻温度系数。

实验

白炽灯的电阻测量

- (1) 正常工作状态下, 测白炽灯的电阻;
- (2) 非工作状态下, 测白炽灯的电阻。

(6) 电阻元件分类。

- 1) 线性电阻元件: $R=c$ (常数)。
- 2) 非线性电阻元件。
- (7) 电阻元件的参数——电导。

定义: 电阻的倒数称为电导, 即 $G = \frac{1}{R}$ 。

单位: 西门子 (西), 用符号 S 表示。

三、学习电阻元件的电压、电流关系

1. 关联参考方向下

关联参考方向下, 电阻元件的电压、电流关系图示见图 1-7。

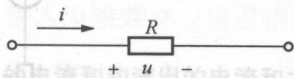


图 1-7 关联参考方向下电阻元件的电压、电流关系图示

$$u = Ri \quad i = Gu \text{ (欧姆定律)}$$

适用条件:

- (1) 线性电阻元件;
- (2) 关联参考方向。

2. 非关联参考方向下

$$u = -Ri \quad i = -Gu$$

3. 伏安特性

线性电阻元件的伏安特性, 见图 1-8。

四、计算电阻元件的功率

关联参考方向下

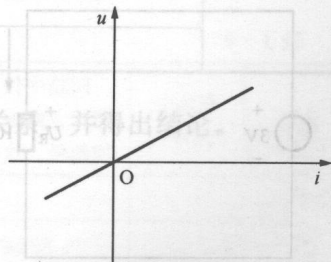


图 1-8 线性电阻元件的伏安特性

$$p = ui = Ri^2 = \frac{u^2}{R} = u^2 G \geq 0$$

电阻总是吸收电能，称电阻元件为耗能元件。



想一想

一个“220V, 100W”的白炽灯，接到 220V 的正弦交流电压源上，求这时的
工作电流；若将其接到 110V 的电压源上，求这时的工作电流及功率。

五、认识电压源

1. 理想电压源定义

二端元件，其电压是确定的，其电流和功率是由外电路决定的。图示：见图 1-9。

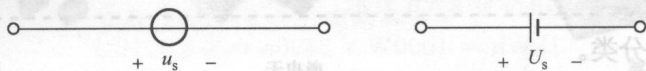


图 1-9 理想电压源图示

2. 电压源不可以短接

电压源不可以短接图示见图 1-10。

由图 1-10 可知 $u_{ab} = u_s$ ，同时 $u_{ab} = 0$ ，两者矛盾。

3. 实际电压源（如干电池）理论上可以短接

实际电压源（如干电池）理论上可以短接图示见图 1-11。

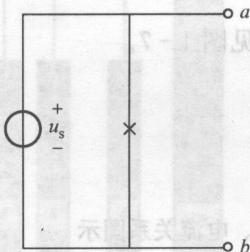


图 1-10 电压源不可以短接图示

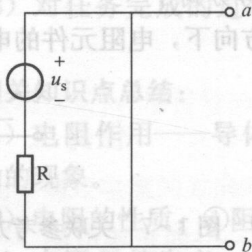


图 1-11 实际电压源理论上可以短接

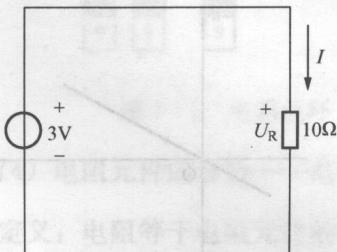


图 1-12 由理想电压源和电阻
元件组成的电路图

理论上干电池是可以短接的，但实际应用中短
接干电池有一定危险。

【例题】 求图 1-12 中各元件的电压、电流。

解： $U_R = 3V$

$$I = \frac{U_R}{R} = \frac{3}{10} = 0.3 \text{ (A)}$$

电压源的电流与电阻元件的电流相等。

任务三 剖析电路的规律

问题的提出：手电筒电路如图 1-12 所示，求各元件的电压、电流。

一、测量手电筒电路

(1) 用给定的导线、电珠、两节干电池和开关在实训台上连成手电筒电路，并使电珠发光。

(2) 用万用表测出每节干电池和电珠两端的电压、每个元件流入、流出的电流。注意电压、电流的方向。

(3) 分析所测得的电压之间的关系、每个元件流入、流出的电流之间的关系，并得出结论。

(4) 对任务完成的过程进行总结和自评。

二、研究节点所联各电流间关系

(1) 按图 1-13 接线。

(2) 分别在各支路中串入电流表，将数据记入表 1-1 中。

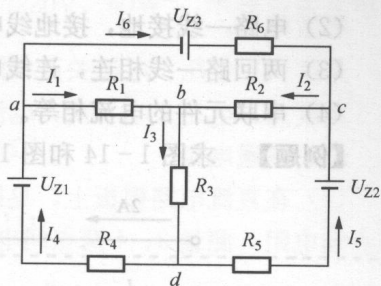


图 1-13 电路图

表 1-1

支路电流

mA

I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	I_6

(3) 分别计算各节点流入的电流和 $\sum I_i$ 、各节点流出的电流和 $\sum I_o$ ，并判断 $\sum I_i$ 与 $\sum I_o$ 的关系，填入表 1-2 中。

表 1-2

各节点流入的电流和流出的电流和之间的关系

节点	各节点流入的电流和 $\sum I_i$	各节点流出的电流和 $\sum I_o$	$\sum I_i$ 与 $\sum I_o$ 的关系	结论
a 节点				
b 节点				
c 节点				
d 节点				

(4) 分析所测得的每个节点所连各支路的电流之间的关系，并得出结论。

(5) 对任务完成的过程进行总结和自评。

相关知识点学习：基尔霍夫电流定律 (KCL)

1. 内容

在任何时刻，连接于同一节点的各支路电流的代数和等于零。

或：在任何时刻，流入某一节点的电流等于流出该节点的电流。

2. 表达式

- (1) $\sum i = 0$;
- (2) $\sum i_i = \sum i_o$.

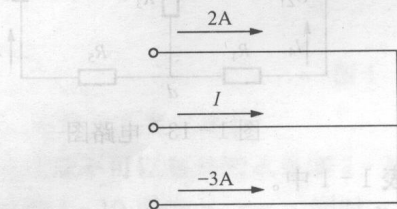
3. 依据

电流的连续性原理。

4. 推广

- (1) 封闭面 (广义节点);
- (2) 电路一线接地, 接地线电流为零;
- (3) 两回路一线相连, 连线电流为零;
- (4) 串联元件的电流相等。

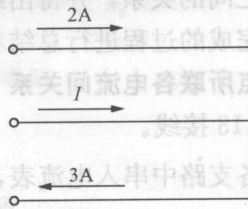
【例题】 求图 1-14 和图 1-15 电路中的未知电流。



$$\text{解: } 2 + I + (-3) = 0$$

$$I = 1\text{A}$$

图 1-14 电路图



$$\text{解: } 2 + I = 3$$

$$I = 1\text{A}$$

图 1-15 电路图

三、研究回路各元件电压间联系

- (1) 按图 1-13 接线。
- (2) 分别在各电阻两端并接电压表, 将数据记入表 1-3 中。

表 1-3

元件电压

V

U_1	U_2	U_3	U_4	U_5	U_6

- (3) 按表 1-4 中要求填表, 并计算 $\sum U$, 填入。

表 1-4

任选一个绕行方向, 各元件电压

项目	有几个元件?	回路中任选一个绕行方向。若电压的方向与绕行方向一致, 该电压前加正号; 否则该电压加负号。这样这些元件的电压分别是多少?	这些电压大小有什么关系? 计算 $\sum U$	结论
左网孔				
右网孔				
上网孔				
大回路				

(4) 分析所测得的各回路中电压之间的关系,并得出结论。

(5) 对任务完成的过程进行总结和自评。

相关知识点学习: 基尔霍夫电压定律 (KVL)

(1) 内容。在任何时刻,任一回路各元件电压的代数和等于零。

(2) 表达式。 $\sum u=0$

(3) 依据。电压的单值性(两点间只有一个电压)或电压与路径无关,只与起点与终点有关。

(4) 推广。假想回路。

总结: 分析电路有三个基本依据:

(1) 电流间联系;

(2) 电压间联系;

(3) 电压、电流间联系。



想一想

(1) 电路如图 1-16 所示,已知 $i=2\text{A}$, 求 u 。

(2) 电路如图 1-17 所示,列出四个电压的关系式。

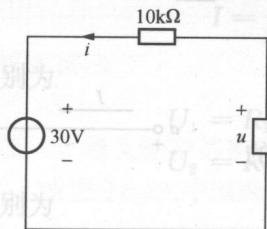


图 1-16 电路图

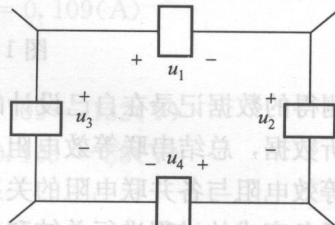


图 1-17 电路图

任务四 分析电阻的串联、并联和混联

一、学习等效网络的概念

1. 二端网络(一端网络)

只有两个端钮与外电路相连的电路部分。

2. N 端网络

有 N 个端钮与外电路相连的电路部分。

3. 等效网络的定义

两个 N 端网络具有相同的电压、电流关系,称为等效网络。

举例:电压源与任何元件并联对外电路(如电阻)而言,与该电压源是等效的(见图 1-18)。