

职业技能鉴定培训教程

初级 中级 高级

电工 电子 仪器仪表装配工

张 宪 张大鹏 主编

● 依据 **国家职业标准** 编写

● 面向 **国家职业资格** 培训



化学工业出版社

职业技能鉴定培训教程

电工 电子仪器仪表装配工

(初级 中级 高级)

张 宪 张大鹏 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

电工电子仪器仪表装配工 (初级 中级 高级) /
张宪, 张大鹏主编. —北京: 化学工业出版社, 2007. 7
职业技能鉴定培训教程
ISBN 978-7-122-00335-5

I. 电… II. ①张…②张… III. ①电工仪表-装配-
职业技能鉴定-教材②电子仪器-装配-职业技能鉴定-教
材 IV. TM930.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 060030 号

责任编辑: 卢小林 刘 哲
责任校对: 战河红

文字编辑: 李玉峰
装帧设计: 于 兵

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: 三河市延风装订厂

720mm×1000mm 1/16 印张 20 1/4 字数 411 千字 2007 年 8 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: 38.00 元

版权所有 违者必究

《电工电子仪器仪表装配工》编委会

主 编 张 宪 张大鹏

副主编 王守朝 李 萍 赵慧敏 李振兴 左小琼

编 委 杨冠懿 何宇斌 邓 华 韩凯鸽 李志勇

付兰芳 石荣荣 孙开元 李长娜 付少波

王春娴 安 居 赵建辉 孙 昱 林秀珍

主 审 郑治国 李良洪

前 言

随着我国仪器仪表装配工艺水平的不断提高,我国已成为仪器仪表的重要产业基地。与之相适应,不可避免地需要大量的仪器仪表装配与调试的技术人员和工人。为推动电工和电子仪器仪表装配工职业培训和职业技能鉴定工作的开展,劳动和社会保障部颁布了国家职业标准《电工仪器仪表装配工》、《电子仪器仪表装配工》,以此为依据,我们编写了本书。

编写本书的目的,就是为了满足仪器仪表装配生产实践的需要,培养高技能的应用型、操作型人才,为企业输送生产一线的装配技术人才,从而达到职业教育的培养目标。

本书在编写时遵循“以实用为基础,以够用为前提”、“以技能训练为主导,以技能鉴定为背景”,突出职业培训特点,系统地介绍了仪器仪表装配与调试工艺,删除了繁琐的理论说教,代之以简单明了的实际操作方法,力求做到言之有理、言之有据、言之有用,操作明确、操作规范、操作易学。

本书从最基本的电工、电子技术基础知识出发,深入浅出地介绍了常用元器件的识别与测试方法,常用电工工具和仪器仪表设备的使用;介绍了仪器仪表整机装配与调试方法,以及装配工艺的元器件处理、基本连接、整机装配、工艺文件的编制与填写,调试工艺的指标、步骤和技巧;举例介绍了电工、电子仪器仪表装配和调试的全过程。

本书在编写过程中,得到了相关领导和同事的大力支持与帮助,借鉴了一些报刊和图书的有关资料,编者在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,书中难免有不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编者

2007年1月

目 录

第一篇 基础知识

第一章 电工技术基础	1
第一节 电路的基本概念与基本定律	1
一、电路的基本物理量	1
二、电路的组成和作用	4
三、电路的基本定律	5
四、电气设备的额定值和电路中的电位	7
第二节 电路的分析方法	8
一、电阻的串联与并联	8
二、电压源与电流源的等效变换	10
三、支路电流法	11
四、叠加原理	12
五、戴维宁定理	13
六、诺顿定理	14
第三节 交流电路	14
一、交流电的基本概念	14
二、无源元件	15
三、正弦交流电路中电压与电流之间的关系	17
四、三相交流电路	23
第四节 变压器	25
一、变压器的结构	25
二、变压器的作用	26
三、变压器的额定数据	26
第五节 安全用电	27
一、安全电压	27
二、保护接地和保护接零	27
三、触电事故的预防	28
第二章 电子技术基础	31
第一节 半导体器件	31
一、晶体二极管	31
二、稳压二极管	33
三、晶体三极管	34
第二节 基本放大电路	40

一、单管放大电路的组成	40
二、放大电路的分析	41
三、工作点稳定的放大电路	44
四、射极输出器	44
五、多级放大电路	46
六、功率放大电路	47
七、负反馈放大器	48
第三节 集成运算放大器	49
一、集成运算放大器的组成	49
二、反相输入比例运算电路	50
三、同相输入比例运算电路	51
四、加法运算电路	51
五、减法运算电路	52
第四节 直流稳压电源	52
一、单相半波整流电路	53
二、单相桥式整流电路	54
三、常用的三种整流电路比较	55
四、滤波电路	55
五、稳压管稳压电路	57
六、串联型晶体管稳压电路	57
七、三端集成稳压器	58
第五节 数字电路	59
一、逻辑门电路	59
二、时序逻辑电路	61
三、集成电路的结构形式与更换	63
四、半导体分立元件型号的命名	65
第三章 常用电工材料与测量误差	67
第一节 常用导电材料	67
一、裸导线	67
二、电磁线	68
三、绝缘电线	69
四、电缆线	71
第二节 常用绝缘材料	73
一、绝缘材料的功用和分类	73
二、绝缘材料的基本性能	73
第三节 半导体材料	75
一、本征半导体	75
二、P 型半导体和 N 型半导体	75
三、PN 结及其单向导电性	76
第四节 其他材料	77

一、线管	77
二、钎料、助钎剂和清洗剂	77
三、电工常用塑料	79
第五节 测量误差	80
一、测量中的基本概念	80
二、测量误差基本概念	81
三、测量误差分类	83
四、基本误差和附加误差	85
五、减小测量误差的方法	86
第四章 常用仪器仪表的使用	88
第一节 磁电式仪表	88
一、磁电式仪表的结构	88
二、磁电式仪表的特点	89
三、磁电式仪表的应用	90
四、磁电式电流表和电压表	90
五、磁电式仪表的故障检修	91
六、仪表转动部分的调平衡	92
第二节 电磁式仪表	94
一、电磁式仪表与磁电式仪表的区别	94
二、电磁式仪表的特点	94
三、电磁式电流表	95
四、电磁式电压表	96
第三节 电动式仪表	96
一、电动式仪表的结构	97
二、电动式电流表	97
三、电动式电压表	98
四、电动式仪表的特点	99
第四节 电能表	100
一、电能表的型号与规格	100
二、电能表的主要技术特性	101
三、电子式电能表	101
第五节 指针式万用表	102
一、万用表的组成	102
二、万用表测量直流电流	103
三、万用表测量直流电压	103
四、万用表测量交流电压	104
五、万用表测量交流电流	105
六、万用表测量电阻	105
七、万用表的正确使用	106
第六节 数字式万用表	107

一、数字式万用表的特点	108
二、数字式万用表与指针式万用表的比较	108
三、DT-890 型数字万用表的主要技术性能	109
四、DT-890 型数字万用表的使用	110
第七节 示波器	111
一、概述	111
二、示波器的分类与特点	112
三、示波器的组成	114
四、ST-16 型示波器面板布局及主要技术性能	115
五、数字示波器	117
第八节 晶体管毫伏表	120
一、DA-16 型晶体管毫伏表的特点	120
二、DA-16 型晶体管毫伏表的正确使用	120
第九节 信号发生器	121
一、信号发生器的分类与指标	121
二、XD1 型低频信号发生器	122
三、XD2 型低频信号发生器	125
四、高频信号发生器	126
五、函数信号发生器	127
第十节 扫频仪	130
一、BT-3 型扫频仪的组成	130
二、BT-3 型扫频仪的检查	130
第十一节 QT-2 晶体管图示仪	131
一、晶体管共射极输出特性测试	131
二、场效应管输出特性测试	132
第十二节 其他测量仪器	132
一、直流稳压电源的正确使用	132
二、直流电桥的正确使用	133
三、万用电桥的正确使用	134
四、兆欧表	136
第五章 识图和制图	138
第一节 机械制图的基本知识	138
一、图样	138
二、正投影和三视图	141
三、视图与剖视图	147
第二节 电气制图的基本知识	152
一、概述	152
二、电气制图的一般规则	152
三、电气符号	154

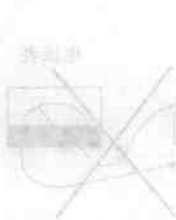
第六章 计算机应用基础知识	157
第一节 计算机基础知识	157
一、计算机的特点	157
二、计算机的应用	158
三、计算机中的信息表示	160
第二节 计算机系统构成	162
一、计算机硬件系统	162
二、计算机软件系统	167
第三节 Windows XP 操作系统	169
一、Windows XP 的安装	169
二、Windows XP 的基本操作	170
三、Windows XP 的文件管理	172
四、Windows XP 的系统设置	174
第四节 常用办公软件 Office2003	175
一、基本功能	176
二、新建、打开和保存一个文档	176
三、文本的输入和编辑	177
四、文字排版	180
五、表格编辑	183
六、图片编辑	185
七、保存及打印设置	186

第二篇 电工、电子仪器仪表装配工操作技能

第七章 初级工技能	187
第一节 电子元器件的选用	187
一、电阻器	187
二、电容器	193
三、晶体二极管	198
四、晶体三极管	202
第二节 装配工具和手工焊接	203
一、装配工具	203
二、手工焊接工艺	209
第三节 元器件的装配	214
一、元器件引脚识别	214
二、元器件的装配	216
第四节 电路图识读基础	219
一、电路图的概念	219
二、电路图的识读方法	223
第五节 仪器仪表的装配	228
一、装配前的准备工作	229

二、零部件的装配	230
三、整机装配的特点	231
四、总装	232
五、技能训练	232
第八章 中级工技能	236
第一节 常用技术资料	236
一、技术文件的分类	236
二、技术文件的标准化	236
三、工艺文件的编制原则与要求	237
四、工艺文件的格式及填写方法	238
五、工艺文件的管理	243
第二节 导线线端加工与捆扎	244
一、导线线端加工工艺	244
二、线扎加工	246
第三节 电子电路识图要求	248
一、结合电子技术基础理论识图	248
二、结合电子元器件的结构和工作原理识图	248
三、结合典型线路图识图	249
四、结合线路图的绘制特点识图	250
五、识读整机电路图	252
第四节 检验	255
一、装配前检验	255
二、生产过程中的检验	255
三、整机检验	255
四、老化测试和环境试验	256
第五节 调试	257
一、调试流程	257
二、调试内容	258
三、调试工艺文件的编制	259
四、调试仪器的选择	260
五、调试仪器的组成及使用	260
六、调试工作的一般原则	261
七、单元部件调试	262
八、单元部件调试实训	264
九、整机调试	266
十、整机调试实训	268
十一、调试中故障的查找与排除	274
十二、调试的安全措施	277
十三、调试中的注意事项	278

第九章 高级工技能	280
第一节 自动焊接技术	280
一、浸焊	280
二、波峰焊	281
第二节 表面贴装技术与工艺	283
一、表面贴装的优点	284
二、表面贴装工艺流程	285
三、手工贴装技术	286
第三节 电子电路设计技能实训	287
一、音响放大器	287
二、数字电子钟	295
三、简易高低频信号发生器	299
第四节 仪器仪表的检修	301
一、仪器仪表的检修原则	301
二、仪器仪表的检修步骤	302
三、仪器仪表的检修方法	302
四、根据线路安装排列规律查线	304
第五节 计算机网络	306
一、计算机网络的定义与发展	307
二、计算机网络的种类	307
三、计算机网络硬件构成	308
四、计算机网络软件构成	308
第六节 计算机病毒与日常维护	309
一、计算机病毒及防治	309
二、计算机的日常维护	310
 主要参考文献	 312



第一篇 基础知识



第一章 电工技术基础

第一节 电路的基本概念与基本定律

一、电路的基本物理量

1. 电流

电荷在电场作用下有规则地定向运动，称为电流。

在金属导体内的电流是由于导体的内部自由电子在电场力的作用下有规则地运动而形成的。电流在数值上等于单位时间内通过某一导体横截面的电荷量。如果电流用 I 表示，电荷量用 q 表示，时间用 t 表示，则得

$$I = \frac{q}{t}$$

式中， q 为时间 t 内通过导体横截面 S 的电荷量，单位是 C（库伦，简称库）；时间 t 的单位是 s（秒）；电流 I 的单位是 A（安培，简称安）。

在电气系统中，遇到的电流为几安、几十安甚至更大，而在电子控制系统中经常遇到较小的电流，是以 mA（毫安）或 μA （微安）为单位计算的。它们之间的关系是

$$1A = 10^3 mA = 10^6 \mu A$$

2. 电流的测量

为了具体了解电路中电流的大小，通常用电流表或万用表的电流挡来测量电路中电流的大小。具体测量方法及注意事项如下。

(1) 测量前，应首先明确所测电路中的电流是交流电流还是直流电流。如果所测电路中的电流是交流电流，应使用交流电流表；如果是直流电流就应使用直流电流表。有的万用表只有直流电流挡，所以只能测量直流电流。

(2) 粗略估计电路中电流的大小，以便选择电流表的测量范围。在使用万用表的电流挡测量时，如果一时无法估计电流大小，挡位要宁大勿小，然后逐步缩小测量范围。

(3) 断开被测电流支路，把电流表串联在电路中。测量直流电流时，直流电流表的正极必须和电路的正极相接，负极必须和电路的负极相接，不可接反，如图 1-1 所示。交流电流表则不分正、负。

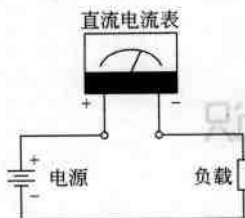


图 1-1 电流表的正确接法

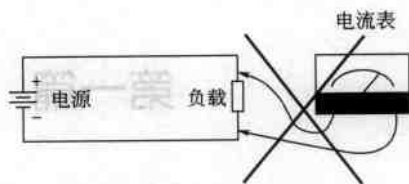


图 1-2 电流表的错误接法

(4) 因为电流表的特点是内阻非常小, 所以在使用电流表时, 绝对不允许把电流表并接在负载或电源上, 如图 1-2 所示, 否则电路中的电压因电流表内阻小, 形成短路, 极易将表损坏。电流表的量程范围一定要超过电路实际电流的数值。如发现表针猛打到头, 要立即断开电源检查原因, 以防损坏表头。

3. 电压和电动势

(1) 电压。在导体内电荷的定向运动形成电流, 它是在电场力的作用下实现的。为了衡量电场力对电荷做功的能力, 引入电压这一物理量。如图 1-3 所示电路中, A、B 两点间的电压 U_{AB} 在数值上等于电场力把单位正电荷从 A 点移到 B 点所做的功。在电场内两点间的电压也常称为两点间的电位差, 即电压

$$U_{AB} = V_A - V_B$$

式中, V_A 为 A 点的电位; V_B 为 B 点的电位。

在国际单位制 (SI) 中, 电压的单位为 V (伏特, 简称为伏)。在电子控制系统中也可用 mV (毫伏) 和 μV (微伏) 表示, 它们之间的关系是

$$1V = 10^3 mV = 10^6 \mu V$$

(2) 电动势。为了维持 A、B 两点间的电压保持恒定, 则必须使 B 端增加的正电荷经过另一路径流向 A 端, 否则 A、B 间电压将降低。但由于电场力的作用, 电极 B 端上的正电荷不能逆电场而上到达 A 端。因此, 必须有一种力能克服电场力而使 B 端的正电荷移向 A 端。电源就能产生这种力, 称为电源力。电源力将单位正电荷从电源负极端 B 经过电源内部移至正极端 A, 克服电场力所做的功称为电源的电动势, 用字母 E 表示。

按照电动势的定义, 其单位也是 V (伏特)。必须注意, 电动势的实际方向由负极指向正极, 如图 1-3 所示。因此, 电动势的实际方向与电压的实际方向相反。

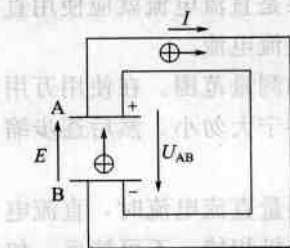


图 1-3 电荷的运动回路

4. 电压的测量

在电气系统故障时, 经常需要测量电路中的电压。下面以常用的万用表为例, 说明测量电压的具体方法以及注意事项。

(1) 测量前, 应首先明确所测的电压是直流电压还是交流电压, 正确选择挡位。如果测量直流电压,

要将万用表的选择开关对准直流电压挡。如果测量交流电压,要将万用表的选择开关对准交流电压挡。

(2) 测量前,若不知该电路中电压的大小,量程选择要宁大勿小,应从万用表电压挡的最大量程开始测量,防止因电压太高打坏表头。

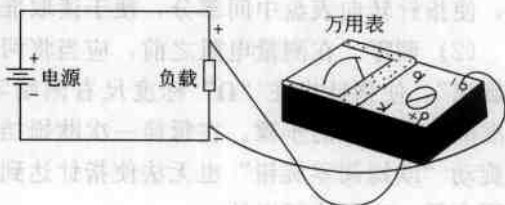


图 1-4 万用表的接法

(3) 万用表电压挡的特点是内阻很大,所以测量电路某两点间的电压时,应将万用表和被测量电路的该两点并联。测量直流电压时,万用表的正极红表笔应和电路中电压的正极相接,负极黑表笔应和电路中电压的负极相接,不能接反,如图 1-4 所示。测量交流电压时则不分正、负极。

(4) 在使用万用表测量电压时,一定要注意选择开关的位置,严禁把选择开关放在电流挡或欧姆挡的位置,否则极易将表损坏。

5. 电阻

电路中对电流通过有阻碍作用并造成能量消耗的部分叫电阻。电阻用 R 或 r 表示,单位是 Ω (欧姆,简称欧)。当电阻很大时,也常用 $k\Omega$ (千欧) 或 $M\Omega$ (兆欧),它们之间的关系是

$$1M\Omega = 10^3 k\Omega = 10^6 \Omega$$

在电子线路中,导线电阻的大小主要决定于导线的材料、长度、截面积和环境的温度。同样材料的导线,其电阻的大小与导线的截面积及长度有关。导线的截面积越大,也就是导线越粗,电阻就越小;导线越长,电阻就越大,用公式表示为

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

式中 R ——导线的电阻, Ω ;

ρ ——导线的电阻率, $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$;

l ——导线的长度, m ;

S ——导线的截面积, mm^2 。

利用上式,就可以计算出任何长度和截面的导线的电阻。

6. 电阻的测量

测量电阻要使用欧姆表。在实际检修电气系统故障时常用万用表的欧姆挡来测量电阻的数值。下面以万用表为例,说明测量电阻的方法及注意事项。

(1) 应首先选择好适当的倍率挡。在万用表的欧姆挡上,一般都标有 $R \times 1$ 、 $R \times 10$ 、 $R \times 100$ 、 $R \times 1k$ 和 $R \times 10k$ 挡。测量时,应选择好适当的倍率挡,使表头中指针指示在中间部位。例如,要测量一只阻值在 100Ω 左右的电阻,固然可用 $R \times 1$ 的一挡来测量,但是使用这挡,指针就靠近表盘左侧高阻值的一端,读数刻度较密,读数时只要差一点,阻值就会差很多。因此,应当改用 $R \times 10$ 一

挡,使指针转向表盘中间部分,便于读取准确。

(2) 调零。在测量电阻之前,应当将两表笔“短接”,并同时旋动“欧姆调零旋钮”,使指针指在“ Ω ”标度尺右侧端零位上,这就叫做调零,它是保证测量准确必不可少的步骤。在每换一次欧姆挡测量电阻前,都要重复这一步骤。如果旋动“欧姆调零旋钮”也无法使指针达到零位,则说明万用表盒内装的干电池电压太低,应更换新电池。

(3) 测量。测量时,将两表笔并接在电阻的两端,如图 1-5(a) 所示,即可测出电阻的数值。但应注意,不要用手捏住电阻的两端,如图 1-5(b) 所示,以免人体的电阻也并接在电阻上,影响测量结果的准确性。

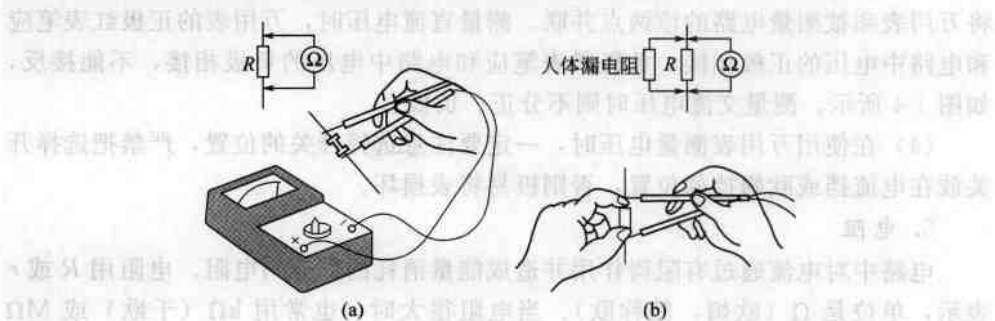


图 1-5 电阻的测量

(4) 绝不能带电测量。测量电阻的欧姆挡是由表盒内装干电池供电的,因此在测量电阻时,绝不能使电阻带电进行测量,如图 1-6 所示。这是因为带电进行测量时,又相当于接入一个外加电压,不但使测量结果无效,而且很容易烧坏表头,这一点必须特别注意。在测量某一部件上的电阻时,首先必须切断被测电路的电源,以确保电阻中没有电流通过,方可进行测量。同时,电路中的电阻需断开一端测量才能使测量准确。

二、电路的组成和作用

1. 电路的组成

将某些电气设备或器件按一定方式连接起来,构成电流的通路,称为电路。最简单的电路为图 1-7 所示的手电筒电路,它由电源、中间环节、负载三部分组成。



图 1-6 测量电阻的错误方法



图 1-7 手电筒电路模型

(1) 电源。电源是一种将非电能转换成电能的装置。常用的电源有干电池、蓄电池和发电机等，它们分别将化学能和机械能转换成电能。

(2) 中间环节。中间环节起传输、分配和控制电能的作用。最简单的中间环节就是开关和导线。一般连接导线的电阻很小，所以电路分析中常把连接导线的电阻视为零。中间环节一般还有保护和测量设备，也可能是由各种元器件或设备组成的网络系统。

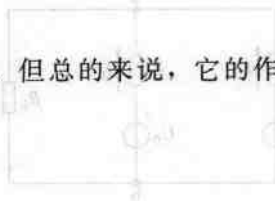
(3) 负载。负载是取用电能的设备，其作用是将电能转换成其他形式的能量（如机械能、光能、热能）。常见的负载有电灯、电动机、电炉、扬声器等。

综上所述，电源、中间环节和负载是组成一个完整电路的三个最基本的部分。

2. 电路的作用

电路的组成形式和功能虽然是多种多样的。但总的来说，它的作用主要有两点：

- (1) 实现电能的传输和转换；
- (2) 传递和处理电信号。



三、电路的基本定律

1. 欧姆定律

欧姆定律是确定电路中电压与电流关系的定律。通常流过电阻 R 的电流与电阻两端的电压成正比，与电阻 R 成反比，这就是欧姆定律。它是分析计算电路的基本定律之一，可用下式表示

$$I = \frac{U}{R} \text{ 或 } U = IR$$

当电路两端电压为 1V ，流过的电流为 1A 时，则这条支路的电阻为 1Ω 。

在电压、电流参考方向一致时，电阻吸收或消耗的功率为

$$P = UI = I^2 R = \frac{U^2}{R}$$

在应用欧姆定律计算时应注意以下几点。

(1) 欧姆定律是由金属导体得出的，所以它对金属导体是正确的。在真空管和半导体器件中的电流都不遵从欧姆定律。

(2) 各物理量的单位必须一致，即电流单位是 A ，电阻单位是 Ω ，电压单位是 V 。

(3) 电压、电流和电阻必须都是属于同一个电路，特别是计算部分电路的时候，更应注意这一点。

2. 基尔霍夫定律

分析与计算电路的基本定律，除欧姆定律外，还有基尔霍夫定律。基尔霍夫定律包括电流定律和电压定律。基尔霍夫电流定律应用于节点，电压定律应用于