

高等学校电工电子实践系列

# 电路与电工测量基础实验

张英敏 陈彬兵 主编

電子工業出版社

**Publishing House of Electronics Industry**

北京 · BEIJING

## 内 容 简 介

本书包括实验和附录两部分。实验部分有电路实验、电工测量实验、电机及控制实验和部分虚拟实验内容；附录部分为常用电工、电子仪器仪表及电子线路仿真软件的介绍，可供教师参考和学生学习查用。本书内容丰富，原理清楚，步骤简洁、易操作，能为不同学时和不同专业层次的教学需要选用。

本书是为“电路”、“电工测量技术”和“电路及电工技术基础”课程教学而设的实践课程教材，可供高等院校电类和非电类专业本科、专科学生学习选用，也可作为电视大学、职业大学、业余大学、远程教育及网络教育中电类专业的电路及电工技术实验教学用书。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。  
版权所有，侵权必究。

### 图书在版编目(CIP)数据

电路与电工测量基础实验/张英敏,陈彬兵主编. —北京:电子工业出版社,2004.8

(高等学校电工电子实践系列)

ISBN 7-121-00193-4

.电... . 张... 陈... . 电路—实验—高等学校—教材 电气测量—实验—高等学校—教材  
. TM13-33 TM93-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第077810号

策划编辑:章海涛

责任编辑:章海涛

印 刷:

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×980 1/16 印张:14.25 字数:320千字

印 次:2004年8月第1次印刷

印 数:5000册 定价:20.00元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。联系电话:(010)68279077。质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

# 前 言

本书根据教育部对“电路”、“电工测量技术”和“电路及电工技术基础”课程教学的基本要求，结合多年来的实验教学实践，在认真吸取了大量同类实验指导书优点的基础上编写而成。本书是高等院校电类和非电类专业为加强“电路”、“电工测量技术”和“电路及电工技术基础”等课程的理论学习而编写的基础实验课教材。

根据教学基本要求，本书实验内容包括电路实验、电工测量实验、电机及控制实验；在传统电路及电工实验的基础上，还利用计算机辅助设计等新技术手段，增加了部分虚拟实验。通过对电路、电工测量和电机及控制的计算机仿真和实际操作，读者可巩固和加深理论知识，熟悉基本的电工仪表、仪器的原理和操作，掌握一些基本的测试方法，提高上机操作能力，提高分析问题、解决问题的能力，特别是独立进行科学实验的能力。

本书中，实验 4、7、8、13、24 和附录 L 由陈彬兵负责编写，实验 1、3、10、14、15 和附录 C、G、J 由黄仲平负责编写，实验 2、9、16、18、20 和附录 B、D、F 由贾绍芝负责编写，实验 5、11、22、23、25 和附录 A、E、H 由沈焯负责编写，张英敏负责其余部分的编写以及全书的校核和定稿工作。

同时，四川大学电气信息学院和电工电子中心的领导、其他教师和实验人员对本书的编写给予了关怀和支持，并提出了宝贵的意见和建议。在此，向他们表示热忱的谢意。

由于编者学识有限，对电路及电工实验工作的经验不够丰富，见解不够深刻，而且编写时间仓促，书中难免有不妥之处，恳请使用本书的同行、读者和同学们提出批评意见和改进建议。

编 者  
2004 年 7 月

# 目 录

|  |     |
|--|-----|
| 实验须知                                   | 1   |
| 实验 1 测量方法                              | 4   |
| 实验 2 直流参数的测量                           | 8   |
| 实验 3 用直流电位差计校验仪表                       | 10  |
| 实验 4 元件伏安特性的测量                         | 13  |
| 实验 5 戴维南定理与诺顿定理的验证                     | 21  |
| 实验 6 基尔霍夫定律、叠加定理及特勒根定理的验证              | 29  |
| 实验 7 一阶电路的阶跃响应                         | 36  |
| 实验 8 二阶电路的阶跃响应                         | 42  |
| 实验 9 一阶电路和二阶电路的冲激响应                    | 47  |
| 实验 10 电路功率因数的提高                        | 52  |
| 实验 11 RLC 串联谐振电路的特性                    | 57  |
| 实验 12 用双踪示波器与数字相位计分析元件 L、C 上的正弦电流、电压关系 | 63  |
| 实验 13 用数字电桥测量交直流参数                     | 70  |
| 实验 14 三相交流电路的测试                        | 73  |
| 实验 15 三相功率的测量                          | 80  |
| 实验 16 互感的测量                            | 86  |
| 实验 17 非正弦电路的观察                         | 92  |
| 实验 18 运算放大器及受控源                        | 95  |
| 实验 19 二端口网络的参数测定                       | 102 |
| 实验 20 负阻抗变换器及其性质                       | 111 |
| 实验 21 单相变压器                            | 117 |
| 实验 22 三相异步电动机                          | 123 |
| 实验 23 他励直流电动机                          | 129 |
| 实验 24 异步电动机的正反转控制                      | 133 |
| 实验 25 异步电动机的启动控制                       | 137 |
| 附录 A 测量结果有效位数的确定                       | 140 |
| 附录 B 电气测量指示仪表的校验                       | 143 |
| 附录 C UJ25 型高阻电流电位差计使用规则                | 149 |
| 附录 D QJ19 型单双臂两用直流电桥使用说明               | 152 |
| 附录 E 磁电式仪表、电磁式仪表及万用表的使用方法              | 158 |
| 附录 F 日光灯工作原理                           | 169 |

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| 附录 G 电动式功率表的使用.....             | 171 |
| 附录 H 转速表和钳形电流表.....             | 179 |
| 附录 I 电子技术实验中的常用仪器仪表.....        | 182 |
| 附录 J HG4181 型数字相位计使用说明.....     | 195 |
| 附录 K TH2820 型 LCR 数字电桥使用说明..... | 198 |
| 附录 L 虚拟实验平台 EWB 5.0 的使用说明.....  | 205 |
| 参考文献.....                       | 221 |

## 附录 A 测量结果有效位数的确定

读者在进行实验时，可能遇到如下一些问题：在记录测量数据时，怎样记录，取多少位数所获取的数据才是正确的；在间接测量中，用各直接测量出来的数据计算测量结果时，各种数据位数精确度可能各不相同，怎样计算和处理这些数据才能得到较为正确的结果等。这些都涉及测量结果有效数字的选取和运算问题。

### 1. 有效数字的概念

在日常生活和工程技术中，我们常常遇到近似数的概念：在测量读数时，要按指针位置来估计读数的最后一位，这样读取的数据由于最后一位是估计的，因此称为近似数。

有效数字由两部分组成：一部分是可靠的、准确的读数，称为“可靠数字”；另一部分是估读的、不可靠的读数，称为“欠准数字”。例如用 0.2 级 150V 电压表测量电压时，读数为 133.6V，其中“133”属于可靠数字，而最后一位“6”属于不可靠数字，因为“6”是估计的，既然是估计的，就可能估计为“5”，也可能估计为“7”。把可靠数字和不可靠数字合起来，就称为有效数字。在此例中，“133.6”是有效数字，其有效数字的位数是 4 位。如果对其进行运算，其结果也只应保留 4 位有效数字。

### 2. 有效数字正确表示的规则

(1) 通常在一个测量数据中，只允许保留一位不可靠数字。当按照测试要求确定出有效数字的位数后，只有最后一位是估计的“欠准数字”，其他所有的数字都应该是“可靠数字”。

(2) 小数点前的“0”不能计入有效数字，因为它只与计量单位有关，不会影响有效数字的数值。例如，238mV 和 0.238V 是一回事，其有效数字都是 3 位，不能因为后者在小数点前出现了“0”，就认为其有效数为 4 位了。

(3) 小数点以后的“0”属于有效数字，不能任意添加和省略。例如，1.5 和 1.50 两个数的意义就不相同。1.5 的有效数字为两位，第一位“1”是准确的，最后一位“5”是“欠准数字”；而 1.50 的有效数字为三位，前两位都是准确可靠的，最后一位“0”是“欠准数字”。在实际记录仪表读数时，应该使记录数的有效位数和仪表所能表达的准确度相一致。例如在 0.2 级 150V 的电压表上，如果指针正好指在 115V，按此仪表的等级，它的有效位数应是 4 位，所以它的正确写法应是 115.0V，小数点后的“0”应是有效数字。有效数字不能省略，但也不能随意添加，绝不能在“0”的后面再加一个“0”写成 115.00V，这样就把它的有效位数变为 5 位，就与该仪表的等级度不相称了。

(4) 如果有效数字数量级较高, 应该把它写成有效数字与  $10^n$  乘积的形式, 而不应该以  $n$  个 0 加在有效数字后面。例如,  $7.03 \times 10^4$  的有效数字位数就是 3 位, 这是正确的写法, 不能写成 70 300, 这样会使人对有效数字的位数误解为 5 位, 从而错误地提高电阻值准确度的等级。

(5) 计算式中的常数, 其有效数字的位数无限制。

(6) 在表示误差时, 一般只取一位有效数字, 最多取两位有效数字, 如  $\pm 2\%$ ,  $\pm 0.53\%$ 。

### 3. 有效数字的化整

当有效数字的位数确定后, 要对规定的精确度范围以外的数字进行取舍, 在取舍时应按照下列规则进行。

#### 1) 四舍五入化整的一般规则

在对数字进行位数的取舍时, 若舍去部分的第一位大于 5, 则在保留的数字的末位加 1; 若小于 5, 则不加。

例如, 使 96.663 保留 3 位有效数字时, 按上述规则应为 96.7; 若使 385.47 保留 3 位时, 则应为 385。

#### 2) 四舍五入化整偶数规则

若舍去部分的第一位是“5”, 则按下面两种情况处理。

(1) 若在“5”之后还有(不全为零)其他数字, 则在保留数字的最后一位加 1; 如将 52.551 化为 3 位有效数字时, 按此规则应为 52.6。此数是因尾部“51”的第一位是“5”和“5”后还有不为零的数“1”之故。

(2) 若在“5”之后再没有其他数字或者全为零, 而被保留的数字最后一位数码是奇数则加 1, 是偶数则不加。

例如, 将 243.5 和 244.5 都化为 3 位有效数字。按以上规则有:

243.5 244, 这是因为“5”后无数字, “5”前为奇数。

244.5 244, 这是因为“5”后无数字, “5”前为偶数。

### 4. 有效数字的运算规则

#### 1) 加法运算

在求和式的各项中, 计算数字是以小数点后位数最少的那一项为准, 并把其他各项小数点位数都化为比小数点后位数最少的那一项的位数多一位, 然后进行运算。在运算的结果中, 该和数的小数点的位数应与最少位数的那一项相同。

例如,  $13.65 + 0.00823 + 1.633 = ?$

其中 13.65 的小数点之后只有 2 位, 因而以它为准, 则 0.00823 应化为 0.008 (小数点后保留 3 位), 1.633 不变, 因为它在小数点后恰为 3 位, 符合要求。因此上式应写为:

$$13.65+0.008+1.633=15.291$$

在上式的最后结果中，小数点后的位数应和小数点后位数最少的一项 13.65 相同，因此最后结果为 15.29（9 之后的 1 按四舍五入惯例舍去）。

在多个数字相加时，不要保留更多的有效位数，这有可能使实验的准确程度被过高估计，影响最后的误差计算和实验结论。

### 2) 减法运算

两数相减时，应以小数点后位数少的数为准，把另一个数的小数点后的位数化为与之相同，然后进行运算。

例如， $28.667-22.4=?$

其中应以 22.4 为准，该数的小数点后只有一位，由此则 28.667 的小数点后的位数应与 22.4 相同，故只能保留一位，为 28.7，所以上式应写为：

$$28.7-22.4=6.3$$

由上式计算可知，计算结果中有效数值变得只有两位了。可见两个有效数字相减，有可能使有效位数减少，从而降低最后结果的准确度，特别在有效数字相近的情况时，更为严重。因此在测量计算中应尽量避免这种情况。

### 3) 乘除运算

先以有效数最少的项为准，其他各项应化为比其有效位数多一位即可。

例如， $0.0121 \times 25.64 \times 1.05782=?$

上式中有效位数最少项是 0.0121，其有效位数为 3 位，其他项应比其多一位，即 4 位。

$$1.05782 \quad 1.058$$

然后进行运算，即：

$$0.0121 \times 25.64 \times 1.058=0.3282$$

最后使结果的有效位数和乘数项中位数最少的项看齐，在此例中应只取 3 位，即为 0.328。

如果有效数字的项的第一位是“8”或者“9”，则在计算结果中有效数字的位数可比最少的有效位数多取一位。

例如， $0.9 \times 1.2 \times 36.1=38.988 \quad 39$

## 附录 B 电气测量指示仪表的校验

仪表在使用一段时间后,都要对它的质量进行检查,检查它的准确度是否还符合仪表标度盘上所标明的准确度,这个检查的过程就叫仪表的校验(或“检定”)。

按照我国规定(JJG124—1971),0.1级,0.2级和0.5级的标准表每年至少进行一次校验,其他仪表可以根据使用情况决定校验周期。

### 一、校验前的检查

在进行仪表校验前,首先要对被校验表进行外观检查,看是否有零件脱落或损坏之处,并轻轻摇晃被校表,看指针是否回到零位,还要注意有无不正常的声音。如果有上述现象,首先予以消除,然后将仪表通电,使其指针在标尺上缓缓地上升或下降,观察是否有卡针现象,如有卡针现象,应经过修理,才能进行校验。

### 二、校验方法

根据仪表的类别及准确度,可按表 B-1 选择校验方法。

表 B-1 仪表类别及检验方法

| 受检项目                  | 仪表类别                  | 检验方法   |
|-----------------------|-----------------------|--------|
| 直流下的基本误差及示值变差的测量      | 0.1级~0.5级交直流两用标准表     | 直流补偿法  |
| 额定及扩大频率下的基本误差及示值变差的测量 | 0.1级~0.5级交直流两用及交流标准仪表 | 交直流比较法 |
| 直流及交流下的基本误差及示值变差的测量   | 0.2级工作仪表及0.5级~5.0级仪表  | 直接比较法  |

校验仪表通常采用被校表与标准表的示值直接比较的方法,称为直接比较法。采用直接比较法时,标准表以及与标准表一起使用的分流器、互感器的级别应符合表 B-2 规定。标准表的测量上限不应超过被校表上限的 25%。

直流补偿法的原则及线路基本上与直接比较法相似,只是用准确度较高的电位差计来代替标准表。关于电位差计的原理及使用方法,可参见“电工测量技术”教材的相关内容。

由于直流补偿法只能用来校准精密仪表在直流下的基本误差,如果需要校验精密仪表在交流下的基本误差时,则只有采用交直流比较法。它的工作原理是用测量直流电量与交流电量有效值相当的方法,代替对交流电量的直接测量。这个等值比较的方法是通过热电变换器(又叫热电偶)来实现的,所以又叫热电比较法。

直流补偿法和交直流比较法主要用在较精密仪表的校验方面,这里不做详细介绍,读者可参阅中国科学院出版的《电流表、电压表、功率表检定规程》JJG124—1971 相关内容。

表 B-2 直接比较法仪表、元件级别一览表

| 被检表的准确度级别 | 标准表的准确度级别 |      | 与标准表一起使用的互感器级别 | 与标准表一起使用的分流器级别 |
|-----------|-----------|------|----------------|----------------|
|           | 不考虑更正     | 考虑更正 |                |                |
| 0.2       | —         | 0.05 | 0.05           | 0.05           |
| 0.5       | 0.1       | 0.2  | 0.1            | 0.1            |
| 1.0       | 0.2       | 0.5  | 0.2            | 0.2            |
| 1.5       | 0.5       | 0.5  | 0.2            | 0.2            |
| 2.5       | 0.5       | —    | 0.2            | 0.2            |
| 5.0       | 0.5       | —    | 0.2            | 0.5            |

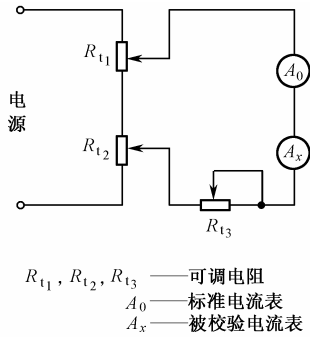


图 B-1 校验电流表实验线路

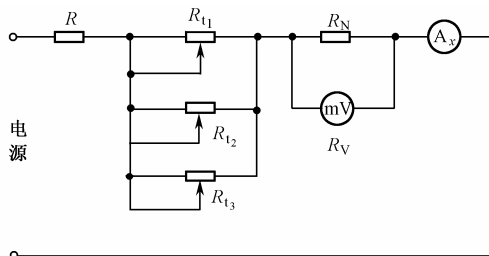
所测电流实际值可用下式计算：

$$I_0 = \frac{U_0}{R_N} \cdot \frac{R_V + R_N}{R_V} \cdot 10^{-3} (\text{A})$$

式中： $U_0$ ——标准表的示值 (mV)；

$R_V$ ——毫伏表内阻 ( $\Omega$ )；

$R_N$ ——标准电阻的阻值 ( $\Omega$ )。



$R$  —— 限流电阻  
 $R_N$  —— 标准电阻

图 B-2 用标准毫伏表校验电流表的实验线路

### 三、校验线路图

下面给出常用指示仪表的几个校验线路。

(1) 图 B-1 为校验电流表的线路，调节  $R_{t1}$  或  $R_{t2}$  可以改变输出电压的大小，调节  $R_{t3}$  可以改变电路的电阻值。

$R_{t1}$ 、 $R_{t2}$  和  $R_{t3}$  配合使用，可以比较平滑和准确地调节到所需的电流值，各电阻的选择应使其额定电流大于被检表的量程。在校验量程较小的电流表时，可以选用这一线路。

(2) 图 B-2 为用标准毫伏表校验电流表的实验线路。

(3) 图 B-3 为校验交流电流表的实验线路,与图 B-1 所不同的是采用了交流电源,且用自耦变压器  $B_{t_1}$  和  $B_{t_2}$  来调节电源电压。

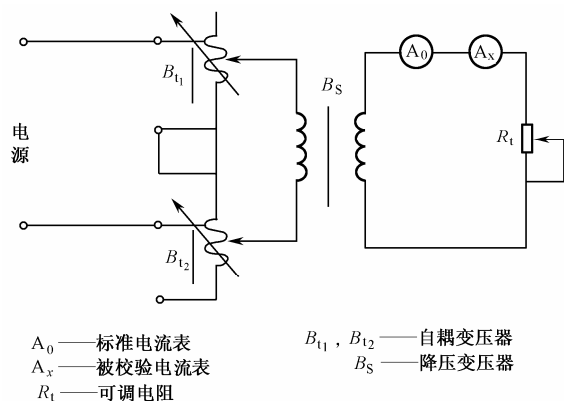


图 B-3 校验交流电流表的实验线路

(4) 图 B-4 为校验电压表的实验线路。

在图 B-4 中,电阻  $R_{t_1}$  和  $R_{t_2}$  做调节电压用。其中  $R_{t_1}$  的阻值通常较  $R_{t_2}$  的阻值大很多倍,即可利用  $R_{t_1}$  作为粗调电阻,  $R_{t_2}$  作为细调电阻,从而使电压的调节更加平稳,便于获取准确的校验数据。

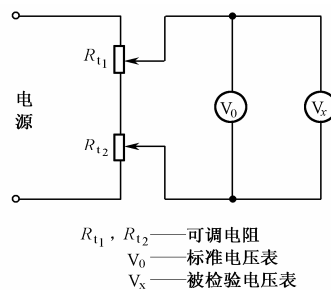


图 B-4 校验电压表的实验线路

(5) 图 B-5 为校验交流电压表的实验线路。线路采用交流电源,相应使用自耦变压器  $B_{t_1}$  和  $B_{t_2}$  作为调节电压的设备。

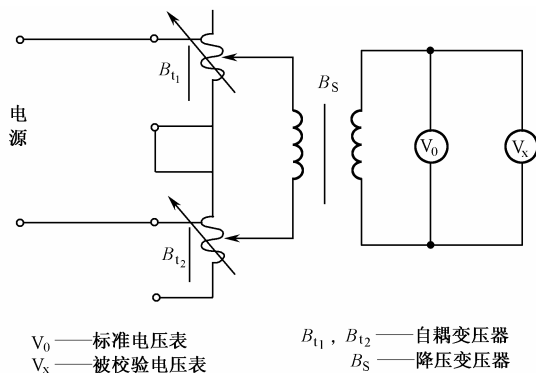


图 B-5 校验交流电压表的实验线路

## 四、校验仪表时的正常条件

- ※ 校验前，仪表和附件的温度应与周围环境温度相同。
- ※ 校验时，有调零器的仪表应在预热之前先将仪表的指示器调至零位，校验过程中不许重新调零。
- ※ 在校验中所有影响量应符合表 B-1 的规定。

## 五、校验仪表时测量次数的规定

(1) 在校验中确定被校验表基本误差时，应在标度尺的工作部分的每个带有数字的分度线上，进行如下次数的测量：

- ※ 对于 0.1 级和 0.2 级标准表应进行 4 次测量，即上升、下降各做一次，然后改变通过仪表中的电流方向，重做上述的测量。
- ※ 对于磁电系和 0.5 级以下的其他系列仪表，仅在一个电流方向上校验两次（即上升和下降各一次）。

(2) 对于 50Hz 的交直流两用仪表，一般仅在直流下校验；对于有额定频率的交流仪表，应在额定频率下校验；对于有额定频率及扩展频率范围的交直流两用仪表（或交流仪表），一般一个量限在直流下（或工频 50Hz）全核校，而对上限频率与中间频率只校三个数字分度线；当校验在直流下与交流下准确度级别不同的仪表时，应在直流与交流下分别进行校验。

(3) 确定多量限仪表误差时，可以用如下方法进行校验：

- ※ 校验共用一个标准尺的多量限电压表、电流表及功率表，可对其中某个量限的全部数字分度线进行校验，而其余量限只校 4 个数字分度线（即起始有效数字分度线，上限数字分度线及全部校验量限中正负最大误差数字分度线）。
- ※ 电压表的高压挡可以采用测量附加电阻的方法进行校验。

## 六、测量数据的计算、化整与仪表准确度的规定

(1) 测量数据应按有效数字规则（见附录 A）进行记录和计算。

(2) 在计算被校验仪表的误差时，应取标准表校 4 次（或 2 次），且把测量结果的算术平均值作为被测量的实际值。

计算各个算术平均值时，所取数字应较计算前的位数多一位，然后按四舍五入的法则对其处理。

在对 0.1 级或 0.2 级仪表测量时，其上限的实际值化整后应有五位有效数字，对 0.2 级工作仪表及 0.5 级仪表，应取四位有效数字。

(3) 在进行数据计算时，要在被校仪表某一量限的各分度线上，取两次测量结果的差值中最大一个，作为仪表的变差。其表示方法同基本误差。

在判断仪表是否超过允许误差时，应以化整后的数据作为依据。

(4) 在确定仪表等级度时，通常从数据中找出最大绝对误差  $\Delta A_m$ ，然后求出最大引用误差  $\gamma_m$  ( $\gamma_m = \frac{\Delta A_m}{A_m} \times 100\%$ )，即可按表 B-1 确定仪表等级  $K$  值。当  $\gamma_m$  不与表 B-1 中某个数值相符时，就应取比它稍大的邻近的  $K$  值，作为被校验仪表准确度等级。

## 七、更正值及更正曲线

更正值是指测量的实际值  $A_0$  与仪表示值  $A_x$  之差，用  $\Delta A_x$  表示：

$$\Delta A_x = A_0 - A_x$$

很显然，更正值在数值上等于绝对误差，但符号相反。上式也可写为：

$$A_0 = A_x + \Delta A_x$$

也就是说，测量的实际值等于仪表指示值与其更正值的代数和，如果在测量结果中引入更正值，则可使测量结果更为准确。

为了方便使用更正值，通常做出更正曲线来表示，即把被校验仪表的读数作为横坐标，其更正值作为纵坐标，做出更正值和被校仪表读数的关系曲线。如图 B-6 所示的曲线称为更正曲线。

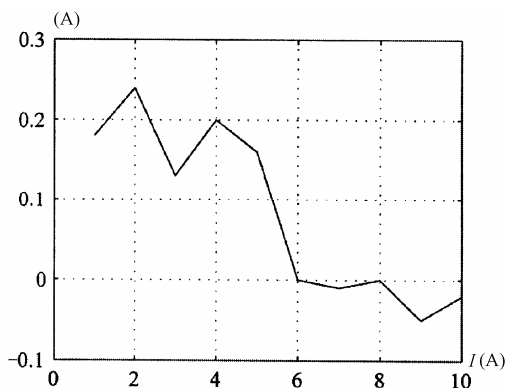


图 B-6 仪表更正曲线

例如，有一只量限为 10A，准确度为 1.0 级的磁电系直流安培表，经修理后需要进行校验，校验过程如下。

(1) 进行校验前检查。

(2) 选择标准表：根据表 B-2 选用量限为 10A 的 0.2 级安培表，如果有更正值的 0.5 级安培表也可选用。如果没有适合量限的安培表，则可选用量限较小的安培表与 0.2 级分流器配合使用，也可选用标准毫安表与标准电阻配合使用。

(3) 校验线路可按图 B-1 接线，但要同时在上升、下降时各测量一次，现将测量数据记录于表 B-3 中。

表 B-3 校验安培表测量数据

|                       |       |       |       |       |       |      |       |      |       |       |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|-------|
| 被校验表读数<br>$I/A$       | 1.00  | 2.00  | 3.00  | 4.00  | 5.00  | 6.00 | 7.00  | 8.00 | 9.00  | 10.00 |
| 上升时标准表读数<br>$I'_0/A$  | 1.11  | 2.17  | 3.05  | 4.12  | 5.08  | 5.90 | 6.88  | 7.92 | 8.85  | 9.00  |
| 下降时标准表读数<br>$I''_0/A$ | 1.26  | 2.32  | 3.21  | 4.27  | 5.24  | 6.10 | 7.10  | 8.08 | 9.05  | 10.05 |
| 标准表读数<br>$I_0/A$      | 1.18  | 2.24  | 3.13  | 4.20  | 5.16  | 6.00 | 6.99  | 8.00 | 8.95  | 9.98  |
| 绝对误差<br>$I/A$         | -0.18 | -0.24 | -0.13 | -0.20 | -0.16 | 0    | +0.01 | 0    | +0.05 | +0.02 |
| 变差 $\gamma_m$         | 0.15  | 0.15  | 0.16  | 0.15  | 0.15  | 0.15 | 0.20  | 0.22 | 0.16  | 0.20  |
| 更正值 $/A$              | +0.18 | +0.24 | +0.13 | +0.20 | +0.16 | 0    | -0.01 | 0    | -0.05 | -0.02 |

表中：

$$I_0 = \frac{I'_0 + I''_0}{2}$$

(4) 确定仪表等级：

※ 取最大基本误差  $\Delta I_m = 0.24A$ ，则有  $\gamma_m = \frac{0.24}{10.00} \times 100\% = 2.4\%$ 。

※ 取最大变差值  $\Delta \gamma_m = 0.22A$ 。

由以上两项可知，该仪表只能定为 2.5 级。

(5) 绘出更正曲线，如图 B-6 所示。

## 附录 C UJ25 型高阻电流电位差计使用规则

UJ25 型电位差计如图 C-1 所示。



图 C-1 UJ25 型电位差计

### 一、电压的测量

#### 1. 测量 1.2111V 以下的电压

在电位差计接入线路前，首先将转换开关置于“断”的位置。将检流计按钮全部松开，然后把电源、检流计、被测电压和标准电池接入相应的接线柱上。

在调节工作电流前，首先考虑标准电池电动势受温度影响的情况。

在  $t$  时，标准电池的电压势可按下式计算：

$$E_t = E_{20} - 0.0000406(t - 20) - 0.00000095(t - 20)^2$$

式中， $E_t$ ——为  $t$  时标准电池的电动势；

$E_{20}$ ——为 +20 时标准电池的电动势；

$t$ ——温度。

按上式计算的数值，可调整旋钮（标准）加以校正。

在校正时，先将电位差计转换开关闭合在“N”位置，按下按钮（粗），再按粗细的顺序调节工作电流旋钮，使检流计指示为零。再按下按钮（细）重复以上动作，使检流计指针再次指示为零。此时的工作电流为额定值 0.0001A。松开电位差计按钮，将转换开关闭合在“未知”的位置，先按下按钮（粗）依次调节 5 个大旋钮，使检流计指示为零，再按下按钮（细），重复以上动作，再次使检流计指示为零。此时，在大旋钮的下边窗口出现

的数字乘以旁边的倍数，并将 5 个旋钮的读数相加，即得被测电压值。

在测量过程中应当经常注意校对“标准”，使在电路中保持额定的工作电流。

## 2. 测量高于 1.2111V 的电压

当被测的电压高于电位差计的测量上限时，可配用 FJ10 型分压箱，将被测的电压接在分压箱“测量电压”两接线柱上，将电位差计（未知）“+”端接在分压箱“+”的接线柱上；另一端可根据被测电压的大小，选择接向  $\times 500$ ， $\times 200$ ， $\times 100$ ， $\times 10$  的其中之一挡的接线柱上；用电位差计测量读数后，乘以接于分压箱接线柱上的倍数，即得被测电压值。

## 二、电流的测量

在测量电流时，应在被测电流的回路内接入标准电阻。标准电阻的两个电位端子接在电位差计的（未知）两接线柱上，这样电位差计所测量的就是被测电流在标准电阻上的电压降。

其被测的电流可按下式来计算：

$$I_X = \frac{U}{R_N} (\text{A})$$

式中， $I_X$ ——被测电流，单位为 A；

$U$ ——电位差计测得的电压降值，单位为 V；

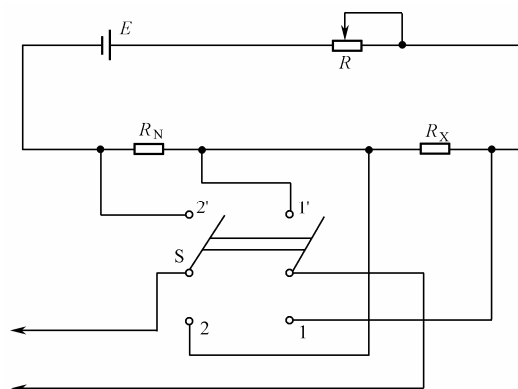
$R_N$ ——标准电阻的阻值，单位为  $\Omega$ 。

标准电阻的阻值，应根据被测电流的大小来选择：

- ※ 电阻上的压降应低于 1.2111V。
- ※ 电阻的负载不应超过该电阻的额定功率。

## 三、测量电阻

测量电阻时，可采用如图 C-2 所示的接线方法。



箭头表示接电位差计的未知两端

图 C-2 测量电阻的接线方法

在图 C-2 中,由辅助电源  $E$  供给流经串联的标准电阻  $R_N$  与被测电阻  $R_X$  电流,调节电阻  $R$ ,使其电流小于电阻的额定负荷。

测量电阻时,为了减小测量误差,要求标准电阻值等于被测电阻值,利用转换开关换向,可分别将标准电阻  $R_N$  和被测电阻  $R_X$  接入电位差计中,分别测得标准电阻  $R_N$  和被测电阻  $R_X$  上的压降后,可按下式计算被测电阻值:

$$R_X = \frac{U_X}{U_N} R_N$$

式中,  $R_X$ ——被测电阻,单位为  $\Omega$ ;

$R_N$ ——标准电阻,单位为  $\Omega$ ;

$U_X$ ——被测电阻上的压降,单位为 V;

$U_N$ ——标准电阻上的压降,单位为 V。

$U_N$  和  $U_X$  的值不应超过电位差计的测量上限。

由于电阻的测量采用两个电压降之比,只要在电位差计的工作电流不变的情况下,可以不必用标准电池的电动势来校正电位差计的工作电流。