

对应的旧标准: JJG 123—1988

中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 123—2004

直流电位差计

D.C. Potentiometers

2004-09-21 发布

2005-03-21 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

直流电位差计检定规程

JJG 123—2004

代替 JJG 123—1988

Verification Regulation of
D.C. Potentiometers

本规程经国家质量监督检验检疫总局于 2004 年 09 月 21 日批准，并自 2005 年 03 月 21 日起施行。

归口单位：全国电磁计量技术委员会
主要起草单位：上海市计量测试技术研究院
参加起草单位：上海精密科学仪器有限公司

本规程委托全国电磁计量技术委员会负责解释

本规程主要起草人：
 严玮良（上海市计量测试技术研究院）
 史小涛（上海市计量测试技术研究院）
参加起草人：
 桑史明（上海精密科学仪器有限公司）

目 录

- 1 范围
- 2 引用文献
- 3 术语
- 4 概述
- 5 计量性能要求
 - 5.1 基本误差
 - 5.2 准确度等级
 - 5.3 测量盘的增量线性

- 5.4 示值变差
- 5.5 温度补偿盘
- 5.6 测量盘在任意示值下的工作电流
- 5.7 内附工作电流调节装置
- 5.8 内附指零仪
- 5.9 绝缘电阻
- 6 通用技术要求
 - 6.1 外观及线路检查
 - 6.2 介电强度试验
- 7 计量器具控制
 - 7.1 检定条件
 - 7.2 检定项目
 - 7.3 检定方法
 - 7.4 检定结果的处理
 - 7.5 检定周期
- 附录 A 电位差计若干测量方法
- 附录 B 检定证书及检定结果通知书内页格式

直流电位差计检定规程

1 范围

本规程适用于准确度等级为 0.0005 级~0.1 级的电阻型直流电位差计的首次检定，后续检定和使用中检验。

本规程不适用于：

- a) 自动获得零平衡的电位差计；
- b) 用平衡检测器刻度获得部分指示值的电位差计；
- c) 直流比较仪式电位差计；
- d) 其他特殊用途的电位差计。

2 引用文献

本规程引用下列文献

- JJF 1059—1999 《测量不确定度评定与表示》
- JJF 1015—2002 《计量器具型式评价和型式批准通用规范》
- GB 4793—1995 《测量、控制和试验室用电气设备的安全要求》
- GB 3927—1983 《直流电位差计》
- JB/T 861 1—1997 《直流电位差计》

使用本规程时应注意使用上述引用文献的现行有效版本。

3 术语

3.1 直流电位差计（以下简称电位差计）

是一个测量电压的仪器，它用一个已知电压与被测电压相平衡，该已知电压可以由固定电流流过可调电阻或由可调电流流过固定电阻来获得，或者由它们的组合而获得。

3.2 测量盘

确定被测量数值的标度盘，如有的话，还应乘上相应的量程系数。

3.3 有效量程

对于某一规定量程系数，电位差计能按规定准确度测量的标度盘示值范围。

3.4 量程变换器

一个可将有效量程乘上一个被称为“量程系数”的系数（例如 0.1）的装置。

3.5 电位差计的标准化

为了保证电位差计测量时的准确示值所必须的调整。

3.6 标度盘示值

电位差计平衡后测量盘的置数。当电位差计标准化后确定被测量电压时，需乘上量程系数比。

3.7 辅助设备

能使电位差计按规定准确而安全地工作所必须的附加设备。它可以是，也可以不是电位差计整体的一部分。

3.8 分辨力

相当于最低值测量的一个步进电压或最小分度电压。

3.9 电位差计的残余电动势

当电位差计的测量盘都置于零时，由于电位差计自身的缘故，出现在测量端上的开路电压。

3.10 增量线性

电位差计的综合线性由下列两方面表征：

a) 表示同一值的各个示值，测量盘的任何两个不同示值所产生的电压恒定性；

b) 任一测量盘的相邻示值之间产生的电压增量的恒定性。

3.11 基准值

为了规定电位差计的准确度，供各有效量程用作参比的一个单值，除非制造单位另有规定，给出有效量程的基准值，为该量程中 10 的最高整数幂。例如：电位差计最大标度盘示值为 1.8V，量程系数比为 1, 0.1 和 0.01，则各有效量程的基准值分别为 1.0V、0.1V 和 0.01V。

4 概述

电位差计是测量电压的仪器，产生一个已知电压与被测电压相平衡，该已知电压可以由一个固定电流流过一个可调电阻，也可以由一个可调电流流过一个固定电阻而获得，或者由它们组合而获得。

5 计量性能要求

5.1 基本误差

基本误差由下列两部分组成：

与基准值有关的常数项；

与测量盘示值成比例的可变项。

其表达式：

$$E_{\text{lim}} = \pm \frac{c}{100} \left(1 + \frac{U_n}{10} \right) \quad (1)$$

式中： E_{lim} ——基本误差极限值，V；

U_n ——基准值，V；

x ——测量盘示值，V；

c ——准确度等级。

基本误差公式中包括零电势。

注：电位差计各有效量程的基准值 U_n 应为该量程内最大 10 的整数幂。也可用相对误差公式表示：

$$\delta = \pm \frac{c}{100} \left(1 + \frac{U_n}{10x} \right) \quad (2)$$

5.2 准确度等级

电位差计的准确度一共分为八个级别，其等级指数分别为 0.0005, 0.001, 0.002, 0.005, 0.01, 0.02, 0.05, 0.1。

5.3 测量盘的增量线性

5.3.1 对应于同一被测量值所获得的任意两个测量盘示值之误差的差值，不应超过基本误差的一半。

5.3.2 在任何一个测量盘任意两个相邻度盘示值间的误差的差值，不应超过两个相邻度盘示值的基本误差（符号相同）平均值的一半。

5.4 示值变差

电位差计示值变差应小于被检电位差计允许基本误差的 1/10。

5.5 温度补偿盘

5.5.1 无标准化独立线路的电位差计

电位差计温度补偿盘示值误差不应超过被检电位差计基本误差的 0.1c%。

5.5.2 具有标准化独立线路的电位差计

如果电位差计在任何量程上不用测量盘，而是用独立线路进行标准化时，由这种标准化引入的误差不应超过基本误差的 1/2。

5.6 测量盘在任意示值下的电流

电位差计测量盘在任意示值下，电位差计工作电流变化，应不超过 0.1c%。

5.7 内附工作电流调节装置

5.7.1 电源回路电阻相对变化的要求

调节电位差计的工作电流调节盘，其电源回路电阻的相对变化，应小于等于 0.1c%。

5.7.2 调节电阻平滑性和细度的要求

调节电位差计的工作电流调节盘，在调节范围内应平滑连续；调节电阻细度，应小于等于 0.1c%。

5.8 内附指零仪

5.8.1 灵敏度

在测量回路处，当测量盘电压变化 c% 时，引起指零仪偏转应不小于 2mm。

测量条件如下：

- a) 电源电压为额定工作电压；
- b) 测量盘的示值处于上限；
- c) 被测端钮的外接电阻等于电位差计测量回路的输出电阻。

在标准回路处，当标准电势（或工作电流）变化 c% 时，引起指零仪偏转应不小于 2mm。

5.8.2 阻尼时间

应不超过 5s。

5.8.3 结构

指零仪应具有机械调零装置。无机械锁定装置的指零仪，应具有使指零仪短接的装置。

5.8.4 采用电子放大指零仪的要求

- a) 预热时间：0.1 级：小于或等于 5min。
0.02 级、0.05 级：小于或等于 15min。
0.01 级及以上：小于或等于 30min。
- b) 漂移：预热后 10min 零位变化小于或等于 1mm。
- c) 抖动：不应超过 (1/3) mm。
- d) 面板上应具有电气调零器。

5.9 绝缘电阻

5.9.1 在直流 500V 的电压下，电位差计线路对与线路无电气连接的任意点导电部件之间的绝缘电阻值，应不低于表 1 规定：

表 1 电位差计绝缘电阻的最小值

等级指数	绝缘电阻值
0.0005c%~0.001c%	10G Ω
0.002c%~0.01c%	1G Ω

0.02c%~0.1c%	100MΩ
--------------	-------

5.9.2 当测量一个具有高达 10kΩ 的源电阻或具有 10kΩ 或更大的对地电阻的电压时，因电位差计的內部泄漏而引起的误差应不超过 (1/3) c%。

5.9.3 测量线路补偿电阻小于或等于 1kΩ 的电位差计，如果不能获得表 1 中规定的绝缘电阻值时，制造单位可以另作规定，但最低不得低于表 2 规定：

表 2 电位差计绝缘电阻和源电阻最小值

等级指数	绝缘电阻值	源电阻最小值
0.0005c%~0.001c%	1GΩ	1kΩ
0.002c%~0.01c%	500MΩ	1kΩ

6 通用技术要求

6.1 外观及线路检查

6.1.1 电位差计的外壳或铭牌上应有以下主要标志：

- a) 产品名称、型号、规格、制造厂名或商标、制造日期、编号；
- b) 准确度等级；有效量程及线路绝缘电压。

6.1.2 所有端钮应标出功能和极性（检流计除外）。

6.1.3 电位差计应有封印位置。

6.1.4 线路检查

不应有断路或短路的现象。

6.2 介电强度试验

将电位差计的所有接线端钮连接在一起，与参考接地端之间进行介电强度测试时，应承受如表 3 规定的电压值情况下进行电压试验，历时 1min，无击穿或飞弧现象。

表 3 试验电压（采用过压类别 II）

线路绝缘电压/V	试验电压/V	
	交流有效值 50/60Hz 1min	直流或交流峰值 50/60Hz 1min
50	230	500
100	350	700
150	490	1150
300	820	1900
600	1350	3100
1000	2200	4600

注：线路绝缘电压指电位差计在开路或正常使用情况下，由额定电源电压供电时，可能出现（局部）任何绝缘上的最高交流有效值或直流电压值。

试验用的参考接地端应包括所有与此线路无电气连接的金属部件，若绝缘外壳上没有金属部件时，则需在被检电位差计下垫金属板，作为参考接地端。

7 计量器具控制

计量器具控制包括：首次检定，后续检定和使用中检验。

7.1 检定条件

7.1.1 电位差计检定和使用环境条件

7.1.1.1 各准确度等级的电位差计在检定和使用电位差计时环境条件见表 4 的规定。

表 4 电位差计环境条件

准确度等级	检定环境条件		使用环境条件			
	温度	相对湿度	温度	允许变差	相对湿度	允许变差
0.0005 级	20℃±0.5℃	40%～60%	20℃±2℃	0.2c%	25%～75%	0.3c%
0.001 级						
0.002 级	20℃±1℃	40%～60%	20℃±5℃	0.5c%	25%～80%	
0.005 级						
0.01 级						
0.02 级	20℃±2℃	40%～60%	20℃±10%	1.0c%		
0.05 级			20℃±15℃			
0.1 级						

- 7.1.1.2 电位差计的绝缘电阻和介电强度试验应在下列规定的环境条件下进行：
温度：15℃~35℃；
相对湿度：40%~75%。
- 7.1.2 电位差计检定时扩展不确定度规定如下：
检定时由标准器、辅助设备及环境条件所引起的扩展不确定度（ $k=2$ ）不大于被检电位差计基本误差的 1/3。
- 7.1.3 检定装置
- 7.1.3.1 检定电位差计时所用标准器，其准确度等级如表 5 的规定。

表 5 标准电位差计准确度等级

被检电位差计 准确度等级	0.0005 级	0.001 级	0.002 级	0.005 级	0.01 级	0.02 级	0.05 级	0.1 级
标准电位差计 准确度等级	0.0001 级	0.0002 级	0.0005 级	0.001 级	0.002 级	0.005 级	0.01 级	0.02 级

- 标准电位差计的误差应不超过被检电位差计基本误差的 1/5。标准电位差计比被检电位差计高二级若不能满足 1/5 的条件，应引入修正值使用。
- 标准电位差计的年稳定度，应不大于被检电位差计基本误差的 1/10。
- 前三个测量盘内有分路盘的电位差计，一般不宜作标准电位差计使用。
- 7.1.3.2 检定装置中指零仪灵敏度不够引起的误差，第一盘应不超过被检电位差计的 0.1c%
- 第二盘及以下应不超过被检电位差计的 $0.02 \times \frac{1}{100} \times \frac{U_N}{10}$ 。

- 7.1.3.3 检定装置直流电源的要求
- a) 检定装置的直流电源，应保证工作电流的相对变化引起的误差不超过被检电位差计基本误差的 1/10。
- b) 当配有专用电子式电源时，电源稳定度的要求：将电子式电源接到被检电位差计的电源端，被检电位差计的标准端接一只标准电池，其年稳定度小于被检电位差计 0.1c%，使被检电位差计的“标准-未知”开关倒向“标准”，调节工作电流调节盘，使指零仪指零，求出指零仪的灵敏度，每隔 5min 读数，连续观察 30min，根据指零仪的偏格，计算出电子式电源的稳定度应不大于 0.1c%。
- 7.1.3.4 标准电池的准确度等级不低于被检电位差计准确度等级的 1/10。
- 7.1.3.5 检定装置中开关的要求：电压回路的开关，其热电势的变差不得大于被检电位差计测量盘中最小允许误差的 1/10，电流回路内的开关，其接触电阻的变差与回路电阻之比不得大于 0.05c%。
- 7.1.3.6 数字电压表作标准器，数字电压表应具有与被检电位差计相应的量程，数字电压表的误差应不超过被检电位差计基本误差的 1/5，分辨力不大于被检电位差计的最小步进值的 1/10。数字电压表预热后 2min 的电压变差应小于被检电位差计测量盘中最小允许误差的 1/10。

7.1.3.7 在检定过程中发现静电感应和泄漏电流，则应采取相应的屏蔽、接地等措施予以消除。

7.1.3.8 测量绝缘电阻时，对测试仪器的要求为：

- a) 绝缘电阻测量仪器准确度等级不低于 10 级；
- b) 测试电压 500V。

7.1.3.9 耐电压测试仪准确度等级不低于 5 级，绝缘击穿时，继电器能自动切断高压电源，其动作电流分别为：正弦波 3.5mA、非正弦波或混合频率 5mA 以及 15mA 直流。输出电压的调节应连续、平稳；电压调节细度小于 100V。为避免瞬态跳变，电压应在 10s 或 10s 以内逐渐升到规定值。然后保持 1min。

7.2 检定项目

电位差计检定项目见表 6。

表 6 检定项目

检定类别 检定项目	首次检定	后续检定	使用中检验
外观及线路检查	+	+	+
绝缘电阻测量	+	+	—
介电强度试验	+	—*	—
示值误差和变差	+	+	+
零电势	+	+	+
其他量程	+	+	—
温度补偿盘	+	+	+
内附指零仪	+	+	+
电位差计的内附工作电流调节装置	+	—	—
注：*经厂家修理后的电位差计需做介电强度试验。 “+”表示检定，“—”表示可以不检。			

7.3 检定方法

7.3.1 外观及线路检查

7.3.1.1 对新生产的电位差计应符合本规程 6.1 条规定要求。

7.3.1.2 对使用中和修理后的电位差计允许有不影响计量性能 and 操作安全的外观缺陷。

7.3.1.3 用电阻表检查电位差计线路，有否短路和断路。

7.3.2 绝缘电阻测量

7.3.2.1 外观及线路检查后，把电位差计置在第 7.1.1.2 条规定的环境条件下放置 24h 后，测量其绝缘电阻值。

7.3.2.2 将电位差计线路端钮全部短路，绝缘电阻测量仪器两测量端的一端接电位差计线路，另一端接与线路无电气连接的导电部件，应在施加电压 1min~2min 之间，读取绝缘电阻测量仪器的数值，应不低于表 1 或表 2 的规定。

7.3.2.3 按 5.9.2 条款的电位差计内部泄漏检测时，对被检电位差计无泄漏屏蔽的功能绝缘电阻试验按图 1；有泄漏屏蔽的功能绝缘电阻试验按图 2。

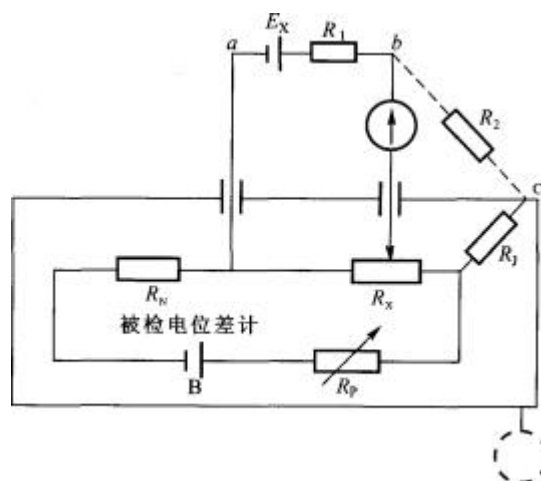


图 1 无泄漏屏蔽的试验线路

图中: E_X —被测电压, V; R_1 —被测电压的源电阻 (内阻 $10\text{k}\Omega$); R_2 —对地电阻 $10\text{k}\Omega$;
 R_J —电位差计线路与静电屏蔽之间的绝缘电阻值, $\text{M}\Omega$; \bigcirc —静电屏蔽端

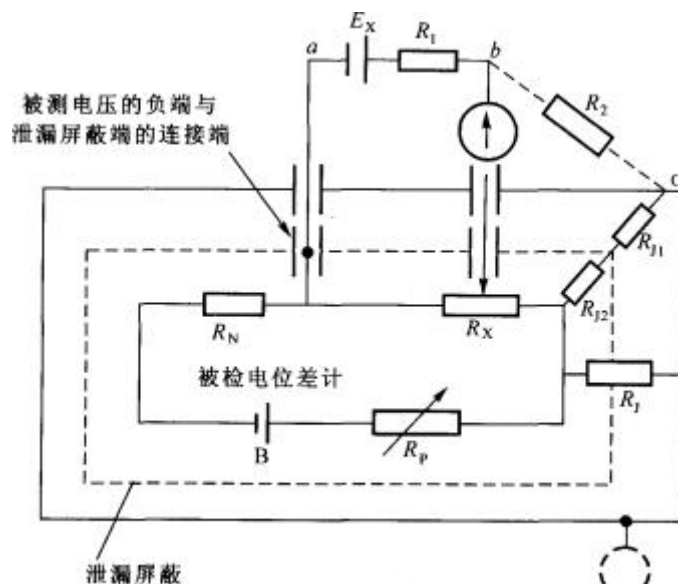


图 2 有泄漏屏蔽的试验线路

图中: R_{J1} —电位差计泄漏屏蔽与静电屏蔽之间的绝缘电阻值, $\text{M}\Omega$;
 R_{J2} —电位差计线路与泄漏屏蔽之间的绝缘电阻值, $\text{M}\Omega$; 其余同图 1 注。

功能绝缘电阻试验方法如下:

a) 被检电位差计中取基准值之点为被测电压 E_X , 在检定环境条件下, 测量并记录电位差计的示值误差为 U_1 ;

b) 将 E_X 的正端与 R_1 串接 (使 a 、 b 两端之间的电阻为 $10\text{k}\Omega$); 并将 R_2 接到 “ E_X ” a 端 (及 b 端) 与静电屏蔽端之间; (若有泄漏屏蔽的电位差计, 泄漏屏蔽端与 E_X 的负端 (或正端) 相接), 按程序 a) 的条件测量并记录电位差计的示值误差 U_2 (或 U'_2), 取二者中较大的一个值代入下式:

$$\frac{U_X(\text{或 } U_2) - U_1}{U_1} \leq \frac{1}{3} \times \text{允差} \quad (3)$$

c) 按上述方法, 再选取基准值上、下间隔相等的任意二点, 做功能绝缘电阻试验。试验结果取三者中最大的一点作为电位差计内部泄漏而引起的误差。

7.3.3 介电强度试验

按 7.1.3.9 的要求, 选取耐压试验仪, 将被检电位差计所有接线端钮用铜线连接在一起, 与参考接地端之间进行介电强度试验, 试验电压应符合表 3 的要求, 试验应无击穿或飞弧现象。

7.3.4 电位差计的内附工作电流调节装置

7.3.4.1 调节电阻平滑性和细度的检查

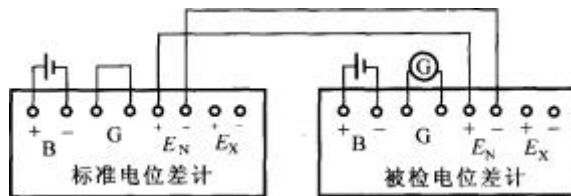


图 3 检查调节电阻平滑性和细度的接线图

按图 3 接线, 将标准和被检电位差计都置于标准工作状态, 再将被检电位差计的工作电流调节盘 R_p 都放在最大阻值的位置, 调节标准电位差计的工作电流调节盘 R_p , 使指零仪光标处于标尺中间, 如果不能, 则适当减小被检电位差计 R_p 的阻值, 使指零仪光标处于标尺中间, 然后转动被检电位差计的 R_p 各盘 (注意应适当降低指零仪的灵敏度)。对同一个盘的每个步进值应使指零仪的偏转格数基本相同, 而且各盘间的覆盖性要好, 这样就能确保工作电流调节的连续性和平滑性。

然后再检查 R_p 微调盘的调节细度。其方法: 将被检电位差计的 R_p 各盘调到最小位置, 同上调节, 使指零仪光标处于标尺中间, 在最高灵敏度下, 改变最末一个盘的一个步进值 (滑线式的则位移 1mm), 观察指零仪的偏转格数 α_x , 然后再改变温度补偿盘的一个步进值 ΔU_n , 观察指零仪的偏转格数 α_n , 从而求得指零仪的电压常数:

$$C_0 = \frac{\Delta U_x}{\alpha_n} \quad (\mu V/mm) \quad (4)$$

调节电阻细度应满足下式要求:

$$\frac{R_p}{\Sigma R} = \frac{\Delta \alpha_x}{1.01360 \times 10^6} C_0 \leq 0.1\% \quad (5)$$

式中: ΔR_p ——调节电阻 R_p 的最小步进值, Ω ;

ΣR ——电源回路电阻的总阻, Ω ;

$\Delta \alpha_x$ ——变动 ΔR_p 时引起指零仪偏格数, mm;

c ——电位差计准确度等级。

7.3.4.2 电源回路电阻相对变化的检查

电位差计处于标准工作状态, 根据式 (4) 求出指零仪电压常数 C_0 , 然后将被检电位差计的测量盘逐个转动至最大, 最小示值 (测量盘转动时, 指零仪按钮应断开, 以免指零仪受冲击而损坏), 观察指零仪的偏格数 α_k , 应满足下式要求:

$$\frac{R_k}{\Sigma R} = \frac{\Delta \alpha_k C_0}{1.01360 \times 10^6} \leq 0.1\% \quad (6)$$

式中: ΔR_k ——测量盘转动时回路电阻的变差, Ω ;

$\Delta \alpha_k$ ——回路电阻变差引起的指零仪偏格数, mm。

7.3.5 内附指零仪

7.3.5.1 内附指零仪灵敏度检查

按图 4 接线 (或者可将被检电位差计与另一台型号相同的电位差计对接)。

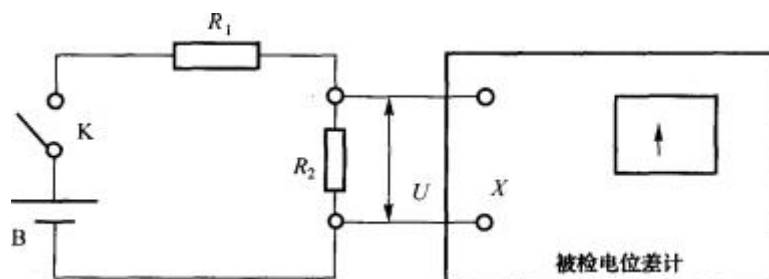


图 4 内附指零仪灵敏度试验图

图中：U—试验电压（约为被试电位差计满度值），V； R_2 —试验电阻，阻值约等于被检电位差计测量回路的输出电阻， Ω ；K—开关；B—电源； R_1 —可调电阻箱

检查方法：在调好电位差计工作电流后，先检查内附指零仪在测量回路处的灵敏度，后检查内附指零仪在标准回路处的灵敏度，对检查无温度补偿盘电位差计的内附指零仪在标准回路处的灵敏度，是利用指零仪处于测量位置时（已平衡）改变试验电压 $c\%$ ，使指零仪偏转，然后调节工作电流调节盘使指零仪回零，再将“标准-未知”开关倒向标准处，从而观察指零仪的偏转不应小于 2mm 为合格。

7.3.5.2 阻尼时间检查

按图 4 接线，将测量盘置于零位，调节可变电阻 R_1 ，使指零仪偏转至满度，将开关 K 断开，用秒表测量指零仪从满度至离开零位小于 1mm 时的时间，即为阻尼时间。

7.3.5.3 零位漂移和抖动检查

当内附指零仪为电子放大式指零仪时，预热后将指零仪调至零位，然后观察指零仪，应符合 5.8.4 条中 b) 和 c) 的要求。

7.3.6 零电势

a) 直流比较仪式电位差计为标准时，用它直接测量被检电位差计的零位电势 U_0 ，设电

流正反向时直流比较仪式电位差计上的读数为 U_{01} 和 U_{02} ，则
$$U_0 = \frac{U_{01} + U_{02}}{2}$$
。

b) 电阻型电位差计为标准时，标准电位差计的最小步进值不大于被检电位差计最小步

进值的 1/10 时，也可采用上述方法测量 U_0 ，
$$U_0 = \frac{U_{01} + U_{02}}{2} + U_{0S}$$
。（式中 U_{0S} 为标准电位差计的零电势）。

c) 用被检电位差计本身和指零仪测量零电势时，首先把被检电位差计的未知端用紫铜丝短路，各测量盘均放零，“标准-未知”开关倒向“未知”端，然后接通电源，改变最后

一个测量盘，求出指零仪的电压常数
$$C_0 = \frac{\Delta U}{\Delta x}$$
，最后在电源正、反向下读得指零仪两次偏格 $\alpha_{正}$ 、 $\alpha_{反}$ ，则电位差计的零电势为：

$$U_0 = \frac{\alpha_{正} + \alpha_{反}}{2} \times C_0 \quad (\mu V) \quad (7)$$

零电势应在全部测量盘每转动一次测量一次，重复测量三次，三次数据中的最大差值即为零电势的变差。三次数据的平均值即为平均零电势。

d) 具有调零电势机构的电位差计不测量零电势。

7.3.7 示值误差和变差

7.3.7.1 示值误差的测量：通常用对检法（也称补偿法）。对检法中又可分为直接比较法和差值法，也可采用数字电压表法。检定时可根据实际情况任选一种（具体检定方法参看附录 A）。

测量示值误差的顺序如下：

将电位差计各盘从头到尾转动几次。按选取的检定方法，接好线路，调好工作电流。将线路通电一段时间，使整个线路的热状态及工作电流稳定。

对标准：

a) 直接比较法, 标准和被检两电位差计的温度补偿盘均放在 1.01860V 示值上 (见附录 A 图 A.2)。

b) 如检定具有内附标准电池和指零仪的电位差计时, 标准电位差计的“标准”端接标准电池, 其温度补偿盘应放在该温度下标准电池所对应的示值上, 具有内附标准电池和指零仪的电位差计应自对标准 (见附录 A 图 A.3)。

c) 数字电压表法。检定时, 被检电位差计的温度补偿盘放在 1.01860V 示值上, 调节工作电流使数字电压表显示 1.01860V。

d) 数字电压表法, 具有内附标准电池和温度补偿盘的电位差计, 温度补偿盘示值对应标准电池的电动势值, 调节工作电流使内附指零仪指零。

具有内附标准电池和无温度补偿盘的电位差计, 则调节工作电流使内附指零仪指零。

测量各测量盘示值的实际值:

a) 标准和被检电位差计示值都置于零位时, 测得的电压值, 为该装置零位。

b) 从测量盘中的最后一个盘开始, 倒进上去, 逐一测定被检电位差计各示值的实际值。

c) 被检电位差计有负的示值而标准电位差计没有, 则应将被检电位差计的电源反向, 按同样的方法把所有负的示值测完。

d) 测定电位差计的前两盘时, 每测完几个示值后, 必须检查工作电流是否稳定, 如发现工作电流的变化已超过 0.1c% 规定时, 须重新调节, 并对最后一、二个示值重测一次。

e) 测量盘内有滑线盘的电位差计, 应对滑线盘上所标有数字的各示值进行测定。对标有数字以外的各刻线, 可利用观察指零仪的偏转, 简要地检查一遍。

f) 为了消除热电势的影响, 对被检电位差计中基本误差小于 $1 \mu V$ 的各示值, 应分别在工作电流正向和反向进行两次测量。并取两次测量结果的算术平均值作为该示值的实际值。

7.3.7.2 示值变差的测量: 在电位差计后两盘内各自任选一点, 在该盘从头到尾转动一次, 测量一次, 重复测量三次 (转动与测量之间应相隔几分钟, 以便消除可变热电势), 三次测量数据之间的最大差值作为该点示值的变差, 应小于被检电位差计允许基本误差的 1/10。

7.3.8 其他量程

多量程电位差计的检定, 只需对全检量程作全部示值的测定, 而对其他量程只需测定量

程系数比。量程系数比的测量误差不应超过被检电位差计允许基本误差的 $\frac{1}{3}c\%$ 。测量方法如下:

a) 当全检量程的基准值乘以量程系数比得到的值小于标准电位差计测量的上限时, 必须选取被检电位差计基准值邻近相互有一定间隔的任意三个示值, 然后用标准电位差计测量它们在其他量程上的实际值, 量程系数比的实际值 M 按下式计算:

$$M = \frac{1}{3} \left(\frac{U_1}{U_1'} + \frac{U_2}{U_2'} + \frac{U_3}{U_3'} \right) \quad (8)$$

式中: U_1 、 U_2 、 U_3 ——被检电位差计 (1)、(2)、(3) 示值在全检量程上被测得的实际值, V;

U_1' 、 U_2' 、 U_3' ——被检电位差计 (1)、(2)、(3) 示值在其他量程上被测得的实际值, V。

要求三个比值 $\frac{U_1}{U_1'}$ 、 $\frac{U_2}{U_2'}$ 、 $\frac{U_3}{U_3'}$ 的相对值互相之差不应超过 $\frac{1}{3}c\%$ 。

b) 当全检量程的基准值乘以量程系数比得到的值大于标准电位差计测量盘的上限时, 可选择被检电位差计第 1 测量盘的头 1~2 个示值, 然后按 a) 方法测量和计算。

若标准电位差计的误差小于被检电位差计允许基本误差的 1/10, 则上述规定的测三个示值可改为测一个示值。

如果标准电位差计的读数不够, 则可按附录 A 图 A.7 所述的方法测量量程系数比。

电位差计其他量程示值的实际值, 是将电位差计全检量程的实际值乘上量程系数比实际值 M , 确定其是否合格。

7.3.9 温度补偿盘

7.3.9.1 无标准化独立线路的电位差计

a) 若标准与被检两台电位差计的温度补偿盘其补偿范围和步进值都相适应, 则可按检定测量盘的方法将温度补偿盘各对应的示值一一进行比较。

b) 若标准与被检两台电位差计温度补偿盘的补偿范围和步进值不相适应, 则应使量程大于 1.1V 的标准电位差计的“未知”端与被检电位差计的“标准”端相对接, 以被检电位差计的 1.01860V 为标准调好工作电流, 然后使被检电位差计温度补偿盘其余各示值与标准电位差计测量盘上相对应的示值进行比较。

电位差计温度补偿盘中某一示值的误差相对于参考值 (1.01860V) 不应超过被检电位差计的 0.1c%。

如果电位差计温度补偿盘中某一示值的误差相对于参考值 (1.01860V), 超过 0.1c%, 就将标准和被检两台电位差计的温度补偿盘放在该示值上对标准, 重新检定被检电位差计示值误差中最大正误差和最大负误差的点 (各选三点), 若满足允许基本误差的要求, 即为合格, 反之不合格。

c) 用数字电压表检定被检电位差计温度补偿盘示值。

7.3.9.2 具有标准化独立线路的电位差计

a) 把标准和被检两台电位差计的测量盘均放被检电位差计的基准点电压, 对接后, 调节被检电位差计的工作电流, 使指零仪指零。

b) 用标准电位差计的测量盘来检定被检电位差计的温度补偿盘 1.01860V (保持两台电位差计的工作电流不变), 测得的值为 U_N 代入下式:

$$\left| \frac{U_N - 1.01860}{1.01860} \right| \leq \frac{1}{2} c\% \quad (9)$$

7.3.10 数据处理

7.3.10.1 根据检定数据, 先按 (10) 式计算, 然后进行修约, 要求第 I 盘修约到步进电压

的 0.1c%, 其余盘按约为 $\frac{0.02c}{100} \times \frac{U_n}{10}$ 修约, 并且末位为 1, 2, 5, 当它大于 0.1 ΔU 时, 最末一盘按 0.1 ΔU 修约, 有滑线盘的电位差计, 各盘均按第 I 盘的修约 μV 数修约。采用四舍五入及偶数法则, 详见表 7。判断电位差计基本误差合格或不合格时, 一律以修约后的数据为准。

计算公式:
$$\Delta U_x = U_k + \Delta U_n - U_0 \quad (10)$$

式中: ΔU_x ——被检电位差计的示值修正值, μV ;

U_k —— $U_n - U_x$ 为标准和被检电位差计上的读数之差, μV ;

U_n ——标准电位差计的读数, μV ;

U_x ——被检电位差计的读数, μV ;

ΔU_n ——标准电位差计的示值修正值, μV ;

U_0 ——装置零位的值, μV 。

表 7 几种电位差计检定结果数据的修约位数

基准值 U_n/V	第 I 盘		第 II 盘		第 III 盘		第 IV 盘		第 V 盘		第 VI 盘		第 VII 盘
	步进值 /V	修约位数 / μV	步进值 /V	修约位数 / μV	步进值 /V	修约位数 / μV	步进值 /V	修约位数 / μV	步进值 /V	修约位数 / μV	步进值 /V	修约位数 / μV	步进值 /V
1.0	$\times 10^{-1}$	0.05 的倍数	$\times 10^{-2}$	0.01 的倍数	$\times 10^{-3}$	0.01 的倍数	$\times 10^{-4}$	0.01 的倍数	$\times 10^{-5}$	0.01 的倍数	$\times 10^{-6}$	0.01 的倍数	$\times 10^{-7}$
1.0	$\times 10^{-1}$	0.1 的倍数	$\times 10^{-2}$	0.02 的倍数	$\times 10^{-3}$	0.02 的倍数	$\times 10^{-4}$	0.02 的倍数	$\times 10^{-5}$	0.02 的倍数	$\times 10^{-6}$	0.02 的倍数	$\times 10^{-7}$

1.0	$\times 10^{-1}$	0.2 的倍数	$\times 10^{-2}$	0.05 的倍数	$\times 10^{-3}$	0.05 的倍数	$\times 10^{-4}$	0.05 的倍数	$\times 10^{-5}$	0.05 的倍数	$\times 10^{-6}$	0.05 的倍数	$\times 10^{-7}$
1.0	$\times 10^{-1}$	0.5 的倍数	$\times 10^{-2}$	0.1 的倍数	$\times 10^{-3}$	0.1 的倍数	$\times 10^{-4}$	0.1 的倍数	$\times 10^{-5}$	0.1 的倍数	$\times 10^{-6}$	0.1 的倍数	$\times 10^{-7}$
1.0	$\times 10^{-1}$	1 的倍数	$\times 10^{-2}$	0.2 的倍数	$\times 10^{-3}$	0.2 的倍数	$\times 10^{-4}$	0.2 的倍数	$\times 10^{-5}$	0.2 的倍数	$\times 10^{-6}$	0.1 的倍数	
0.1	$\times 10^{-2}$	0.1 的倍数	$\times 10^{-3}$	0.02 的倍数	$\times 10^{-4}$	0.02 的倍数	$\times 10^{-5}$	0.02 的倍数	$\times 10^{-6}$	0.02 的倍数	$\times 10^{-7}$	0.01 的倍数	
1.0	$\times 10^{-1}$	2 的倍数	$\times 10^{-2}$	0.5 的倍数	$\times 10^{-3}$	0.5 的倍数	$\times 10^{-4}$	0.5 的倍数	$\times 10^{-5}$	1 的倍数			
0.01	$\times 10^{-3}$	0.02 的倍数	$\times 10^{-4}$	0.01 的倍数	$\times 10^{-5}$	0.01 的倍数	$\times 10^{-6}$	0.01 的倍数	$\times 10^{-7}$	0.01 的倍数			
0.1	$\times 10^{-2}$	0.5 的倍数	$\times 10^{-3}$	0.5 的倍数	$\times 10^{-4}$	0.5 的倍数							
0.1	$\times 10^{-2}$	1 的倍数	$\times 10^{-3}$	1 的倍数	$\times 10^{-4}$	1 的倍数							

7.3.10.2 按修约后的数据来检查测量盘的增量线性。

a) 对第 5.3.1 条款的增量线性，按下式计算后判断是否合格。

$$\left| \Delta U_i^n + \Delta U_{i+1}^{n+1} - \Delta U_{i+1}^n \right| \leq \frac{1}{2} \left| E_{i+1}^n \right| \quad (11)$$

式中： ΔU_i^n ——为第 n 个测量盘第 i 点示值的修正值 ($n=I, II \cdots VII, i=0, 1, 2, \cdots, 20$)， μV ；

E_{i+1}^n ——为第 n 个测量盘第 $i+1$ 点示值的允许基本误差， μV 。

b) 对第 5.3.2 条款的增量线性，按下式计算后判断是否合格。

$$\left| \Delta U_{i+1}^n - \Delta U_i^n \right| \leq \frac{1}{2} \times \frac{\left| E_{i+1}^n \right| + \left| E_i^n \right|}{2} \quad (12)$$

若电位差计测量盘的最小步进值等于或小于第 5.3 条所规定的 $0.1 \Delta U$ 时，则该测量盘的允许误差应小于该盘示值的 30%。

7.3.10.3 被检电位差计的平均零电势应加在最后一个测量盘各示值的修正值上。

7.4 检定结果的处理

7.4.1 判断电位差计基本误差是否合格，应按各测量盘中最大误差（符号相同）综合计算，是否符合允许基本误差公式。对多量程电位差计，还应将测得的量程系数比的实际值乘上全检量程各测量盘中示值误差最大点，并综合计算是否符合该量程的允许基本误差公式。

7.4.2 根据检定结果符合本规程中相应项目的要求，则判断合格，否则为不合格。合格的电位差计出具检定证书，不合格的电位差计出具检定结果通知书，并注明不合格的项目。

7.4.3 首次检定（包括缺少上一年检定证书的或刚修理过的）检定合格的出具检定证书，但不予定级，并在检定证书上注明该电位差计各测量盘示值的实际值符合该等级的技术要求，但年稳定度未经考核，暂不定级。

7.4.4 经连续 2 年检定，基本误差合格的电位差计按下列情况处理：

- 年变化小于允许基本误差，出具检定证书、定级；
- 年变化大于或等于允许基本误差，出具检定证书、定级，但检定周期缩短为半年。

7.4.5 后续检定的电位差计，检定结果不合格的，允许降级使用，但必须符合所降级的各项要求，仍出具检定证书，并在检定证书上注明降为何级。

7.4.6 对本规程颁布之前生产的及进口的电位差计,参照说明书的准确度等级并根据检定结果定级,但不得优于原有的准确度等级。

7.5 检定周期

电位差计检定周期一般不超过 1 年。

附录 A

电位差计若干测量方法

A.1 用指零仪法试验屏蔽效果和测量绝缘电阻

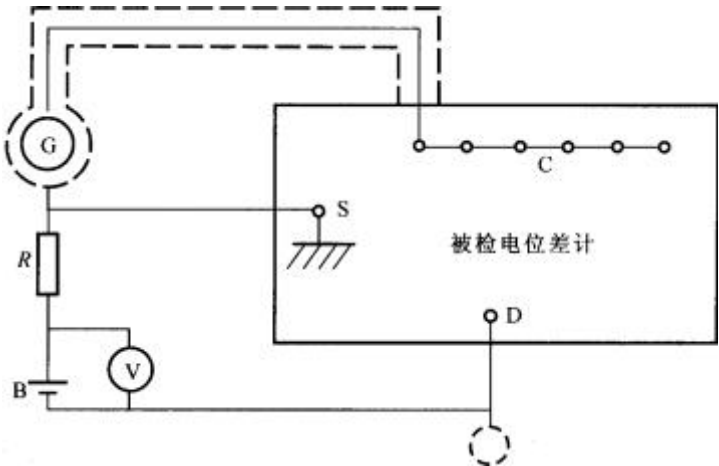


图 A.1 试验屏蔽效果的测量线路

图 A.1 中: **G**—指零仪; **B**—电源; **V**—伏特表; **R**—保护电阻 (取 $1\text{M}\Omega \sim 10\text{M}\Omega$); **S**—电位差计的泄漏屏蔽端

(又称内屏蔽); **D**—电位差计的静电屏蔽端 (又称外屏蔽), 无此屏蔽的电位差计可以是任何与内部线路不相通的可触及的金属部件或在电位差计下面所设置的金属板。

线路中 **C** 是一个电极, 由电位差计内部线路相通的各端钮用裸铜线连接起来组成; **D** 是另一个电极。

根据指零仪的电流常数 C_I 和偏转格数 a_s 确定泄漏电流 I , $I = (C_I a_s)$ 。指零仪的电流常数 C_I 可以通过电位差计给出一已知电压和指零仪回路的总电阻计算确定。

用指零仪法测量绝缘电阻, 仿照上述方法进行。S 点可以不接, C 和 D 为欲测绝缘电阻的两端。绝缘电阻计算式:

$$R_i = \frac{V}{C_I a_s}$$

A.2 检定电位差计示值基本误差的直接比较法 (见图 A.2)

M 开关一般借助于两台电位差计 “标准-未知” 开关。对接法检定时, 应保证两台电位差计的 E_X 回路和 E_N 回路不能同时接通 (四根线中只能二根相通)。把 **M** 开关倒向左边, E_N 回路接通, 调节工作电流, 使指零仪指零。然后把 **M** 开关倒向右边, E_X 回路接通。两台电位差计的各测量盘顺次放出自零到终端位置的每个示值一一对照, 从而求出被检电位差计各测量盘的修正值。

两台电位差计各测量盘的示值比较中, 对示值改变而指零仪回路电阻不变时, 建议采用不完全平衡法, 利用指零仪的偏格来计算示值的修正值; 对示值改变而指零仪回路电阻也改变时, 建议采用完全平衡法, 转动两台电位差计的最后二个测量盘使指零仪指零, 求得示值的修正值。

注: 标准电位差计后几个测量盘上的示值为正, 被检电位差计后几个测量盘上的示值为负。

电位差计示值比较时, 也可用测差辅助装置 (图 A.4) 来测得被检电位差计示值的修正值。

对测差辅助装置的要求：读数稳定，指示值误差不应超过被检电位差计允许基本误差的 1/10。

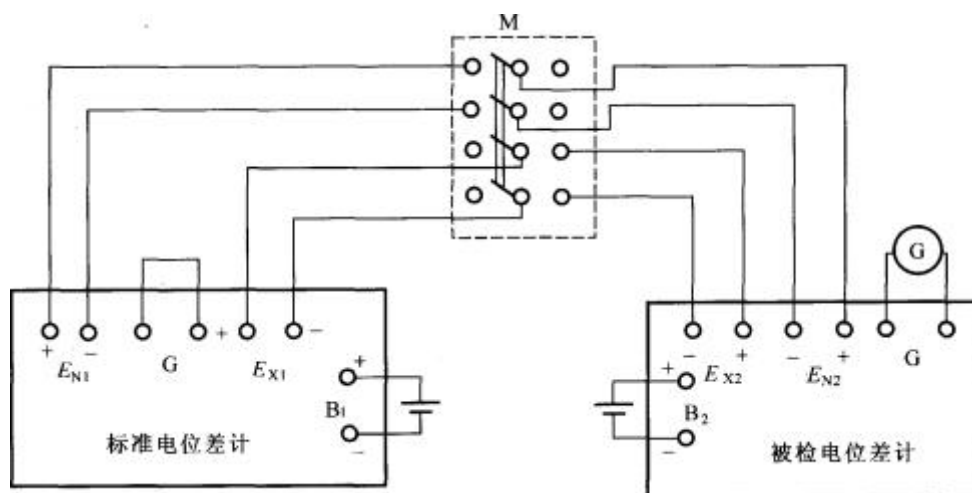


图 A.2 两台电位差计直接比较法接线图

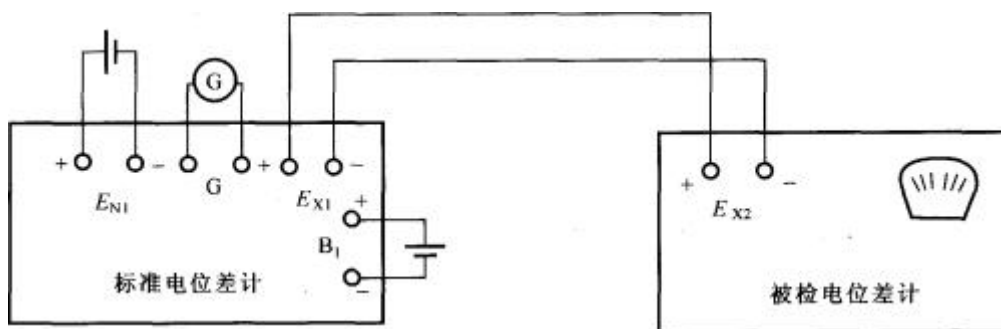


图 A.3 具有内附指零仪电位差计对检接线图

图 A.2、图 A.3 中：B—电源端钮；G—指零仪端钮； E_X —测量端钮； E_N —标准端钮；M—四刀双掷开关

A.3 用直流比较仪电位差计来检定电位差计示值基本误差的方法

用电流比较仪电位差计检定电阻型电位差计线路如图 A.5。

R_s 由下式计算求得：

$$R_s = \frac{E_r}{I_1 - I_r}$$

式中： R_s ——分流电阻一般用 ZX69 型分流电阻箱， Ω ；

E_r ——被检电位差计电源电压的标称值，V；

I_1 ——电流比较仪电位差计的初级电流，即恒流源电流，mA；

I_r ——被检电位差计的工作电流标称值，mA。

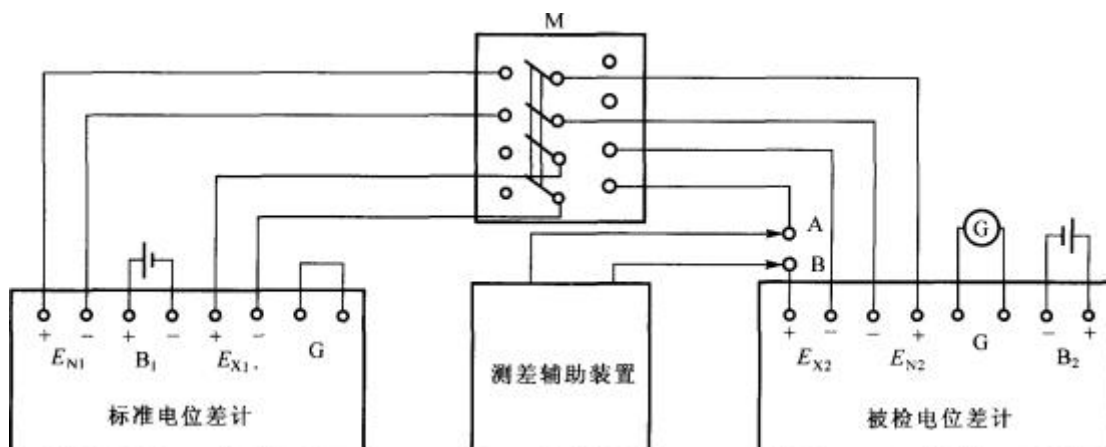


图 A.4 差值法检定线路图

有关电流比较仪电位差计的工作原理和操作步骤请看 UJ42 型电流比较仪电位差计使用说明书。这里不作介绍，在此主要介绍用电流比较仪电位差计检定电阻型电位差计的步骤：

- (1) 按图 A.5 接线，开机预热约 1h 左右检定。
- (2) 调节高、低统调，使在高量程（2V）和低量程（0V）工作时的跟踪误差处于微小误差。
- (3) 按下“电位差计调零”电键，顺次按下指零仪电键，调节“电位差计调零”旋钮，使指零仪的光点在“指零仪”电键正、反方向同时趋于一点，升起按下的电键。

(4) 被检电位差计的“标准-未知”开关 K_1 和 K_2 倒向“标准”，被检电位差计的温度补偿盘放 1.01860V； W_1 盘也放 1.01860V； W_s 盘均放“0”，按下“ X_1 测量”电键，顺次按下“指零仪”电键，调节被检电位差计的工作电流调节盘 R_p （或调节） W_s 盘，利用极性按钮，使指零仪光点在电源正、反方向偏转趋于一点，其表达式：

$$I_{2N}R_{AD}=I_rR_N \quad (\text{电压平衡}) \quad (\text{A.1})$$

$$I_{2N}(W_2+W_s)=I_1W_{1N} \quad (\text{安匝平衡}) \quad (\text{A.2})$$

(5) 被检电位差计的“标准-未知”开关 K_1 和 K_2 倒向“未知”，这时被检电位差计的测量盘均放在“0”， W_1 盘也均放“0”， W_s 盘不动，利用极性按钮读出电源正、反二次的指零仪偏格，取算术平均值作为装置零位电势，然后在各测量盘的测试结果中扣除，被检电位差计测量盘所放的示值应与 W_1 盘相对应，这时表达式：

$$I_2R_{AD}=I_rR_K \quad (\text{A.3})$$

$$I_2(W_2+W_s)=I_1W_1 \quad (\text{A.4})$$

将式 (A.3) ÷ 式 (A.1)；式 (A.4) ÷ 式 (A.2) 得：

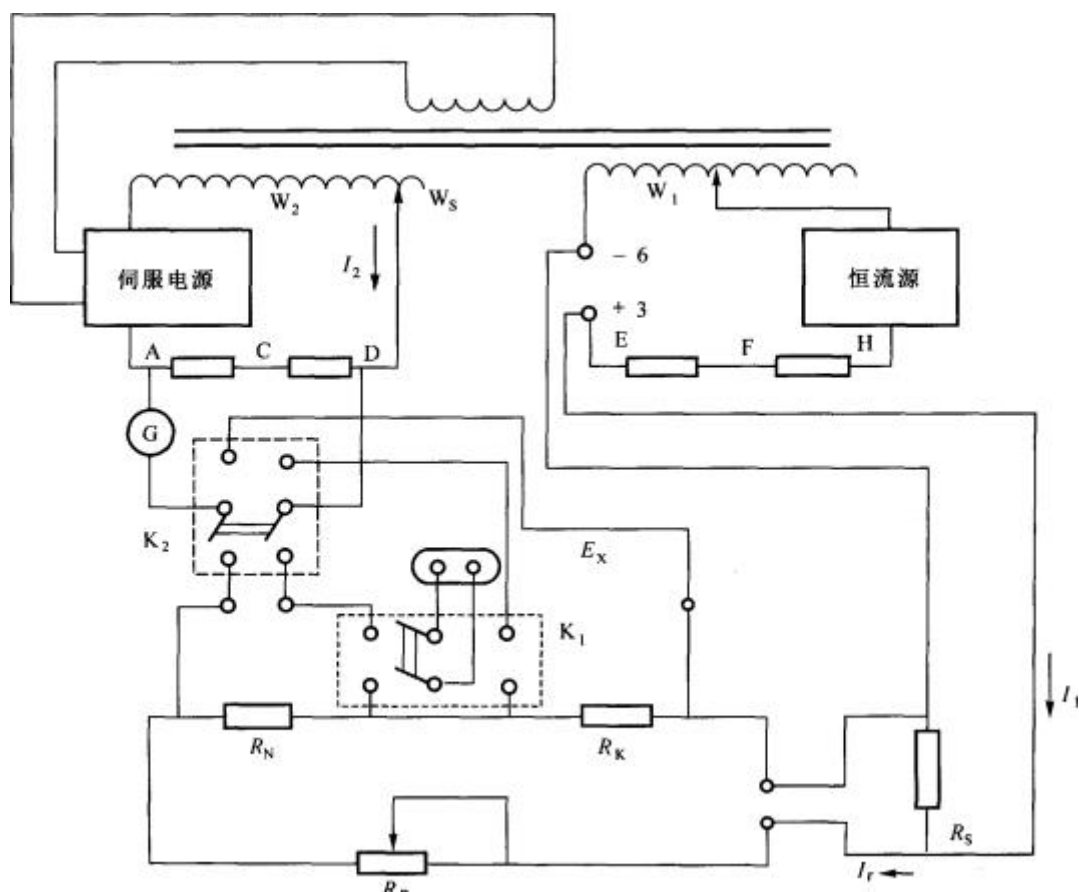


图 A.5 直流比较仪电位差计检定电阻型电位差计线路图

图 A.5 中: W_1 , W_2 —主副回路比较绕组; W_s —为 W_2 的可调绕组; R_{AD} , R_{EH} —电势发生电阻;

R_N , R_K , R_P —分别为被检电位差的调定电阻、补偿电阻、工作电流调节电阻;

K_1 —被检电位差计的“标准-未知”开关; K_2 —外接标准、未知转换开关; R_s —分流电阻

$$\frac{R_K}{R_N} = \frac{W_1}{W_{IN}}$$

(A.5)

式 (A.5) 中: W_1 ——比较仪电位差计在测量时, 初级绕组 W_1 的匝数;

W_{IN} ——比较仪电位差计在对标准时, 初级绕组 W_1 的匝数。

电阻型电位差计的测量结果表达式: $S_X = \frac{R_K}{R_N} E_N$, 而电流比较仪电位差计的测量结果表达式:

$$E_X = \frac{W_1}{W_{IN}} E_N$$

$$K = \frac{R_K}{R_N} = \frac{W_1}{W_{IN}}$$

而从上述二项表达式中 $K = \frac{R_K}{R_N} = \frac{W_1}{W_{IN}}$ 的比值主要取决于比较仪电位差计测量盘 W_1 的匝数与校准点 W_{IN} 的匝数之比, 与电势发生电阻 R_{AD} 上的电压降无关, 从式 (A.5) 看出可用比较仪电位差计直接对检电阻型电位差计。

如果比较仪式电位差计的主副回路绝缘不佳, 而且被检电位差计工作电流较小时 (高阻电位差计), 初、次级之间泄漏电流会较严重影响测量结果, 则应改用图 A.6 的接线方法。

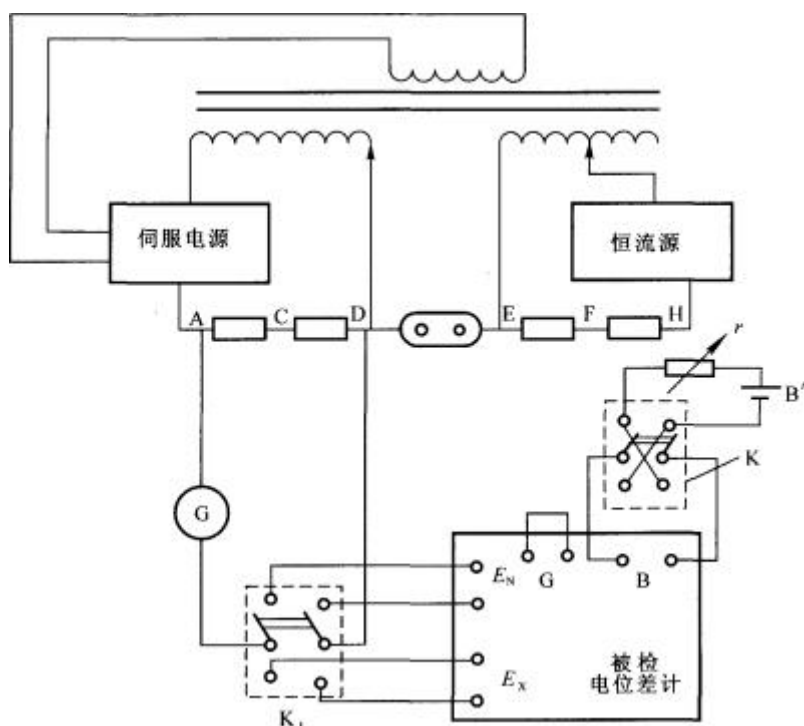


图 A.6 被检电位差计单独供电接线图

图 A.6 中：B—工作电源； r —调节工作电流电阻箱；

K_1 —外接“标准-未知”开关；K—外接电源正、反向开关，与比较电位差计极性按钮同步

A.4 扩大标准电位差计量限的方法

当标准电位差计测量上限低于被检电位差计量限时，或标准电位差计最末一位的读数位数不够时，可以用扩大电位差计量限的方法进行检定。如指零仪的灵敏度不够，也可以采用同时提高标准与被检两电位差计工作电流的方法来提高指零仪灵敏度。

不增加电位差计工作电流来扩大标准电位差计量限的方法如图 A.7 所示。虚线部分是扩大标准电位差计量限的辅助回路， R_3 为 1000Ω 或 10000Ω ，电源 B 的不稳定引起的误差不应超过标准电位差计准度等级的 $1/10$ 。在工作之前先调好辅助回路，将标准电位差计放出需要扩大测量上限的电动势值，被检电位差计测量盘示值放在零位，开关 M_2 放在使 R_3 上的压降跟标准电位差计的补偿电压相对接的位置，利用调节电阻箱 R_4 ，直到在电阻 R_3 上的压降跟标准电位差计的电动势相平衡为止，然后把 M_2 放到另一个方向，则 R_3 上的压降改为标准电位差计示值相加的位置。电阻箱 R_4 等级不限，但必须在短期内稳定。

图 A.7 的辅助回路也可以用任意等级的标准电池代替，操作步骤相仿。

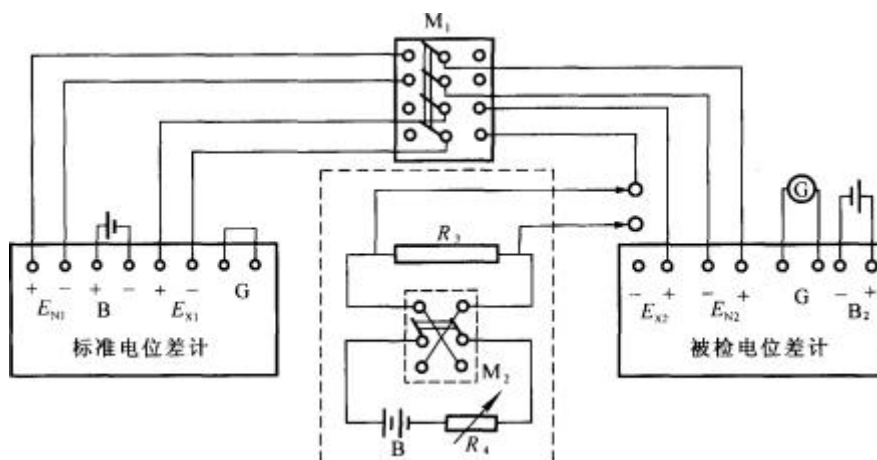


图 A.7 扩大标准电位差计量限的线路图

下面所述的方法是用增大电位差计内的工作电流来扩大电位差计量限的方法。此时应保证电位差计中每个电阻元件所消耗的功率不大于 0.05W。对工作电源的稳定性应满足第 7.1.3.3 条的规定。

增大标准电位差计工作电流的方法：先在额定工作电流时，将标准电位差计的第 I 盘上放出大于其测量上限 2/3 的某一示值 U_N ，调节被检电位差计的测量盘使指零仪平衡，保持被检电位差计测量盘示值不变，然后在标准电位差计中放出示值 U_N ，它们的实际值有下列关系：

$U_N = \frac{U_N}{K}$ (K 为要求在标准电位差计中增加工作电流的倍数)，相应增加标准电位差计的电源 K 倍，调节标准电位差计的工作电流，使指零仪重新达到平衡。此时标准电位差计的测量上限已增大了 K 倍。

若要减小标准电位差计的工作电流，前后两次示值的实际值应有下列关系 $U_N = KU_N$ (K 为要求在标准电位差计中减小工作电流的倍数)，其他操作步骤相仿。

若为了提高线路灵敏度，在被检电位差计与标准电位差计中提高同一倍数的工作电流，则它们的操作步骤跟不改变工作电流的情况相同。

A.5 用标准电阻检定量程系数比的方法

接线方法如图 A.8 所示： R_1, R_2, R_3 为 100Ω, 10Ω, 1Ω 的标准电阻，被检电位差计在×1 量程下用标准电池对好工作电流，然后测量电阻 R_1 上的电压 U_1 ，此时辅助回路应调到 U_1 的电压正好与被检电位差计×1 量程的第 I 测量盘第 10 点电压相平衡（或第 10 点示值的尾数略为多几个示值）。再在×0.1 量程下用同一标准电池对好电位差计的工作电流，测量电阻 R_2 上的电压 U_2 ，则×0.1 量程的量程系数比的实际值为：

$$K = \frac{U_1 \times R_2}{U_2 \times R_1}$$

要求在调节图 A.8 回路时使 U_1, U_2 的前三位示值相同，标准电阻回路工作电流稳定性应满足被检电位差计允许基本误差的 1/10，式中 U_1, U_2 不必引入小数点。对×0.01 量程系数也同样测之。

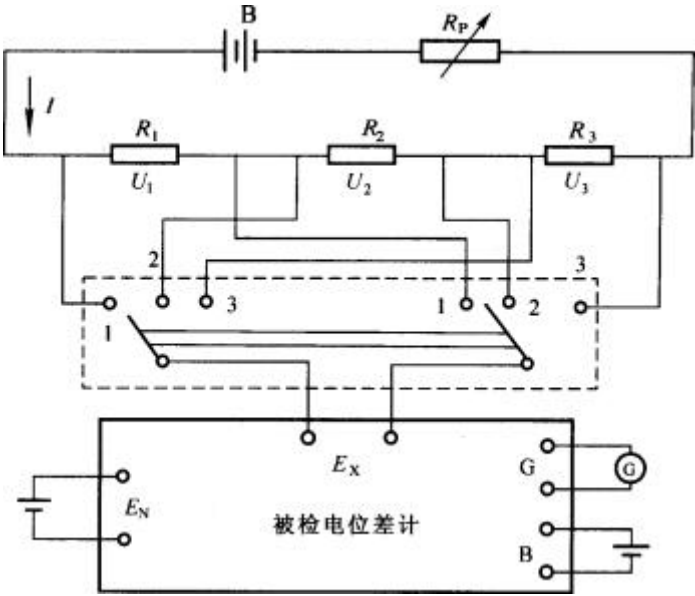


图 A.8 用标准电阻检定量程系数比线路图

如果为了提高线路灵敏度，在此方法中允许采用 2~3 个标准电池校对工作电流。

A.6 用数字电压表检定电位差计的方法

见图 A.9 电位差计的检定线路图。

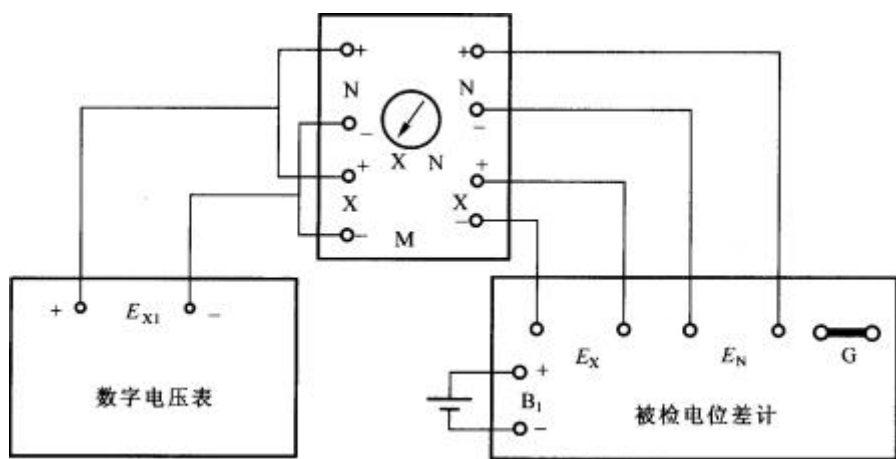


图 A.9 数字电压表检定电位差计线路图

当 M 开关转向 N 时， E_N 回路接通调节工作电流，使数字电压表示值为 1.018600V，然后把 M 开关转向 X， E_X 回路接通，电位差计的各顺次放出自零到终端位置的各示值一一测量，从而求出被检电位差计测量盘的修正值。

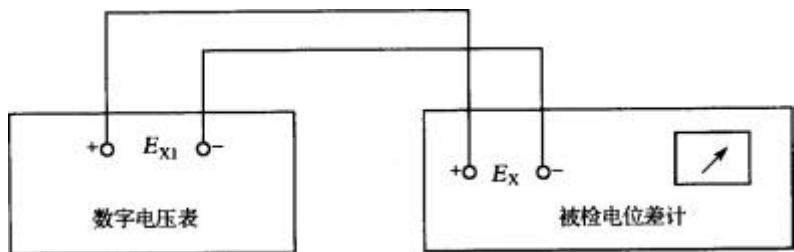


图 A.10 数字电压表检定具有内附指零仪电位差计线路图

图 A.9、图 A.10 中：B—电压端钮；G—指零仪端； E_X —测量端钮； E_N —标准端钮； E_{X1} —数字电压表测量端钮；M—开关（一般借助电位差计的“标准-未知”开关）

附录 B

检定证书及检定结果通知书内页格式

B.1 检定证书内页格式

检定结果							
全检量程：×				修正值/ μV			
指示数	I 盘	II 盘	III 盘	IV 盘	V 盘	VI 盘	VII 盘
—1							
0							
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							

9							
10							
11				<div>量程系数比:</div> <div> $M = \frac{\text{其他量程}}{\text{全量程}}$ </div>			
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20				温度_____℃ 相对湿度_____％			
21							

注：下次送检时必须带此检定证书

B.2 检定结果通知书内页格式
要求同上，指明不合格项目。
