

中 华 人 民 共 和 国

计量器具检定规程

直 流 数 字 电 压 表

JJG 315—83

(试 行)

国 家 计 量 局

北 京

直流数字电压表试行

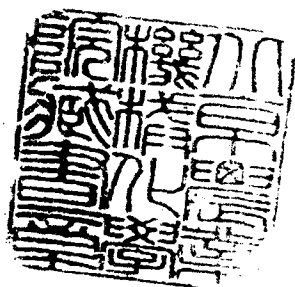
检定规程

Verification Regulation of DC

Digital Voltmeter

JJG 315—83

本检定规程经国家计量局于 1983 年 4 月 19 日批准，并自 1984 年 3 月 1 日起施行。



归口单位：中国计量科学研究院

起草单位：中国计量科学研究院

本规程技术条文由起草单位负责解释。

直流数字电压表试行检定规程

JJG 315—83

国家计量局颁布

※

计量出版社出版

(北京和平门11区7号)

北京计量印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

※

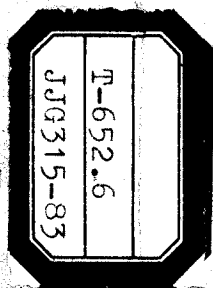
开本 850×1168 1/32 印张 1

字数 25 千字 印数 1—20000

1984年3月第一版 1984年3月第一次印刷

统一书号 15210·319

定价 0.23 元



科技新书目: 67—196

目 录

一、前言.....	(1)
二、检定的技术要求和检定条件.....	(1)
三、误差的检定方法.....	(8)
四、其它项目的检定和测试.....	(14)
五、检定周期和检定结果的处理.....	(19)
附录 1 主要术语和定义.....	(21)
附录 2 直流数字电压表检定系统.....	(25)
附录 3 直流数字电压表检定记录格式.....	(26)
附录 4 其它技术指标的测试.....	(27)

直流数字电压表试行检定规程

一、前 言

本规程适用于新生产的、使用中 和 修 理 后 的 直 流 数 字 电 压 表 (DC-DVM), 以及数字多用表和数字面板表中的直流电压测量部分的检定。本规程还适用于在将一些物理量变换为直流电压而进行数字测量的某些测量仪表, 以及模/数变换器 (A/D 变换器) 某些有关部分的检定。

随着数字技术的迅速发展和广泛使用, 高性能的数字电压表 (DVM) 正被陆续普及。DC-DVM 是 DVM 和 数 字 仪 表 的 主 体 和 基 础 部 分, 鉴 于 这 种 状 况, 首 先 将 DC-DVM 的 检 定 方 法 统 一 起 来, 逐 步 做 到 制 造 和 使 用 两 者 的 合 理 性, 是 制 订 本 规 程 的 基 本 出 发 点。

二、检定的技术要求和检定条件

1 检定概述

DC-DVM 是 高 准 确 度 仪 表, 为 了 正 确 使 用 并 保 证 测 量 结 果 的 准 确 一 致, 必 须 对 各 种 DC-DVM 进 行 检 定。检 定 工 作 可 分 以 下 三 种 情 况:

1.1 周期检定

这是一般精密仪表的例行检定。一般在标准条件下进行的周期检定内容应包括: 基本误差、稳定误差、线性误差、分辨力、显示能力、输入电阻、零电流以及串、共模干扰抑制比等技术指标, 周期检定的 DC-DVM 要给予定级。

1.2 修理检定

这是对损坏的 DVM 修复后, 为了保证仪器使用的可靠性, 应按周期检定的项目进行一次检查。也可根据修理情况, 增加一些必要的检定内容。

1.3 验收检定

是对接受的新仪器（包括进口 DVM）的检验工作。它比周期检定项目要多些，如温度系数、电源变化的影响、绝缘电阻、耐压试验、测量速度、响应时间、信息输出等技术指标。

出厂检定、定型鉴定等可按验收检定中规定的项目进行。

2 外观和通电检查

为了确定仪器能否正常工作，检定前应对仪器本身进行外观和通电检查。

2.1 外观检查

2.1.1 外形结构完好，面板指示、读数机构、制造厂、仪表编号、型号等均应有明确标记。

2.1.2 仪器外露件是否有松动、机械损坏等；仪器附件、输入线、电源线、接地端是否齐全；开关、旋钮等是否能正常转动。

2.1.3 仪器供电电压和频率、电源保险丝的熔断电流应符合要求，一般不得随意更换。尤其是输入交流 220V 或 110V 电源插头和地线连接应正确无误。

2.2 通电检查

检查外观后，要通电进行功能检查。

2.2.1 各开关、旋钮放于正确位置，输入信号的种类（如直流电压、交流电压、电阻、电流）一定要和表的测量功能相对应。

2.2.2 按使用说明书通电进行预热，检查电气工作性能。

2.2.3 检查“调零”、“调满度值”、“调正、负校准”等功能是否正常工作。

2.2.4 按被检表的量程和测量范围，从低量程到高量程依次输入适当的直流电压信号，检查手动、自动量程切换和仪器工作是否正常。改变输入信号，观察显示读数是否连续，有无叠字、不亮等现象。

2.2.5 改变输入信号极性，检查能否作 +、- 极性显示。

2.2.6 采样方式检查

观察能否进行手动、自动、连续定时采样。

被检表应在恒温室内放置24小时以上,再对其主要技术指标进行检定。

3 检定点的选取原则

3.1 基本量程是衡量一台DC-DVM性能好坏的关键量程,应比较详细地检定,一般要求全检。

3.2 考虑到DVM的线性误差,一般应均匀地选择基本量程的检定点。

3.3 要考虑量程复盖,即保证各量程测量误差的连续性,各量程中间不要有间断点。

3.4 根据DC-DVM不同的工作原理,选取检定点的原则也要有些差异。

3.5 其它非基本量程要考虑上下限及对应于基本量程最大误差的检定点。

综合上述要求,在基本量程内一般取不少于10个检定点,在非基本量程取3~5个检定点即可。

3.6 正、负两种极性的电压值应分别测量一组对应数据。

根据以上原则选好测试点数,即可进行检定工作。

4 对标准仪器和其它设备的要求

4.1 整个标准装置系统的综合误差,应小于被检DC-DVM允许误差的 $1/3 \sim 1/5$ 。

4.2 直流信号源电压的稳定度和调节细度,应小于被检DC-DVM允许误差的 $1/5 \sim 1/10$ 。信号源要能做到连续可调或外加调节设备进行调节。信号源应为低内阻,其输出直流电压中的交流纹波和噪声尽可能小,不要带来使DC-DVM有跳字等附加误差。

4.3 所使用的标准仪器及测量设备应经过定期计量并检定合格。

4.4 当标准的误差小于被检DC-DVM允许误差的 $1/5$ 时,一般即可忽略。大于被检DC-DVM允许误差的 $1/5$ 时,则不能忽略。这时应按下述原则处理:

若被检表的误差为 $\pm e\%$,标准的误差为 $\pm n\%$,则检定误差结果

应保持在 $\pm(e-n)\%$ 以内。

当用户使用误差为 $\pm m\%$ 的标准进行验收时,若检定结果的误差超过了 $\pm e\%$,但保持在 $\pm(e+m)\%$ 以内时,不能作为超差退货的依据。

4.5 整个测量电路系统应有良好的屏蔽、接地措施,以避免串模和共模干扰,要远离强电场、磁场,以避免电磁场感应、静电感应等。

5 关于标准条件和额定工作条件

按IEC-485的规定,结合我国具体情况,要求DC-DVM的基本误差按表1所规定的标准条件进行检定、校验和使用。

为了确定额定工作条件,仪表按使用环境条件分为A、B、C三组。A组是在良好环境中使用的仪器仪表;B组是在一般环境中使用的仪器仪表;C组是在恶劣环境中使用的仪器仪表。DC-DVM的额定工作误差按表1所规定的额定工作条件进行检定、校验和使用。

6 DC-DVM的误差和准确度等级

6.1 基本误差

DVM的基本误差公式用下列形式之一表示。

6.1.1 用两项误差之和所表示的绝对误差表示:

$$\Delta = \pm (a\%U_x + b\%U_m)$$

式中: U_x ——被检表的读数值(显示值);

U_m ——被检表的满刻度值;

a ——与读数值有关的误差系数;

b ——与满刻度值有关的误差系数。

6.1.2 用与DVM读数值之比的相对误差表示:

$$\gamma = \pm \left(a\% + b\% \frac{U_m}{U_x} \right)$$

6.2 准确度等级

DC-DVM原理上属于电子式仪表,但其外特性属于电工测量仪表,故按直流电压表的规定分级是合理的。DC-DVM的准确度级别分为:0.0005、0.001、0.002、0.005、0.01、0.02、0.05、0.1、0.2、

表 1 直流数字电压表所规定的
标准工作条件和额定工作条件

影 响 量	标 准 条 件		额 定 工 作 条 件		
	基准数值 或 范 围	偏 差	组 别		
			A	B	C
1	2	3	4	5	6
环境温度 (°C)	20	仪表功耗 $\leq 50\text{W} \pm 1^\circ\text{C}$ 仪表功耗 $> 50\text{W}$ $\pm 2^\circ\text{C}$	$+5 \sim +40$ ($0 \sim +40$)	$-10 \sim +40$	$-25 \sim +55$
相对湿度 (%)	60	± 15	20 ~ 80 (无凝露)	10 ~ 90 (无凝露)	5 ~ 95 (无凝露)
大气压强 (mmHg)	760	± 30	600 ~ 800	460 ~ 800	460 ~ 800
阳 光 照 射	无直接 照 射		无直接 照 射	无 直 接 照 射	太阳辐射加上 环境温度的组合 效应不使表面温 度超过由环境温 度为 $+55^\circ\text{C}$ 时的 单独效应所产生 的温度
周围空气流速 (m/s)	0 ~ 0.2		0 ~ 0.5	0 ~ 0.5	0 ~ 5
空 气 灰 尘 量	测不出来		对仪表的影响可忽略 不计 由制造厂规定		由 制 造 厂 规 定
空 气 含 盐 量	测不出来				由制造厂给出经 过验证的值
空气中含有 毒气体成分	测不出来		由 制 造 厂 规 定		
空 气 中 液 态 水	测不出来		对仪表的 影 响 可 忽 略 不 计	滴 水	溅 水

续表

影 响 量		标 准 条 件		额 定 工 作 条 件		
		基准数值 或 范 围	偏 差	组 别		
				A	B	C
机 械 影 响	工作位置	由制造厂 规 定	$\pm 1^{\circ}\text{C}$	基准位置 $\pm 30^{\circ}$	基准位置 $\pm 30^{\circ}$	基准位置 $\pm 90^{\circ}$
	通 风	通 风 无 阻		受到可忽略 的 阻 碍		由于通风受阻, 加上环境温度的 效应, 不应使表 面温度超过当环 境温度为 $+55^{\circ}\text{C}$ 时通风无阻的单 纯情况下的温度
	振 动	测不出来		由制造厂规定		
	冲 击	测不出来				
场与辐射	外 电 场 外电磁场	测不出来				
	离子辐射	测不出来				
供 电 电 源	交流电源 电压(V)	额定电压 (V)	$\pm 1\%U$	$\pm 10\%U$	$(-12\% \sim +10\%)U$	$(-20\% \sim +15\%)U$
	供电频率 (Hz)	额定频率 (f)	$\pm 1\%f$	$\pm 3\%f$	$\pm 5\%f$	$\pm 10\%f$
	波形失真(β)	0	0.05	0.05	0.1	0.1
	纹波电压 (直流电源)	测不出来	$0.1\%U$	$0.5\%U$	$1.0\%U$	$5.0\%U$
	电池供电电压	由制造厂 规 定				
	蓄电池 供电电压	由制造厂 规 定				
工作 时间	连 续 工作时间	24小时		≥ 24 小时	≥ 24 小时	≥ 24 小时

0.5和1.0, 共十一个级别(见表2)。

DC-DVM是多量程仪表, 不同量程有不同的准确度。

表2 直流数字电压表的级别

级 别	年 稳 定 误 差 ($U_x = U_m$ 时的相对误差)	输 入 电 阻	零 电 流
0.0005	$\leq 0.0005\%$	$> 2 \sim 10 \text{ G}\Omega$	$\leq (10 \sim 20) \text{ pA}$
0.001	$\leq 0.001\%$	$> 1000 \text{ M}\Omega$	$\leq 100 \text{ pA}$
0.002	$\leq 0.002\%$	$> 1000 \text{ M}\Omega$	$\leq 100 \text{ pA}$
0.005	$\leq 0.005\%$	$> 1000 \text{ M}\Omega$	$\leq (2 \sim 5) \times 10^{-10} \text{ A}$
0.01	$\leq 0.01\%$	$> 500 \text{ M}\Omega$	$\leq 1 \times 10^{-9} \text{ A}$
0.02	$\leq 0.02\%$	$> 500 \text{ M}\Omega$	$\leq (2 \sim 5) \times 10^{-9} \text{ A}$
0.05	$\leq 0.05\%$	$> 100 \text{ M}\Omega$	$\leq 1 \times 10^{-8} \text{ A}$
0.1	$\leq 0.1\%$	$> 10 \text{ M}\Omega$	$\leq 1 \times 10^{-7} \text{ A}$
0.2	$\leq 0.2\%$	$> 10 \text{ M}\Omega$	$\leq 1 \times 10^{-7} \text{ A}$
0.5	$\leq 0.5\%$	$> 10 \text{ M}\Omega$	$\leq 1 \times 10^{-7} \text{ A}$
1.0	$\leq 1.0\%$	$> 10 \text{ M}\Omega$	$\leq 1 \times 10^{-7} \text{ A}$

一般要求:

0.0005级、0.001级、0.002级, 应有 $6\frac{1}{2}$ 位数字显示;

0.005级、0.01级, 应有 $5\frac{1}{2}$ 位数字显示;

0.02级、0.05级, 应有 $4\frac{1}{2}$ 位数字显示;

0.1级, 应有 $3\frac{1}{2}$ 位数字显示。

6.3 定级标准

准确度等级主要以 DC-DVM 基本量程误差系数 ($a+b$) 的大小和年稳定误差来划分。同时要适当考虑基本量程的输入电阻和零电流的大小。定级标准如下:

6.3.1 在标准条件下, 经预热、预调和校准后的检定数据符合被

检表的基本误差。

6.3.2 定期一年进行周期检定,要求定级的DVM在标准条件下,经预热、预调但不校准,检定其年稳定误差,此误差应符合 $\pm(a\%U_x + b\%U_m)$ 的要求;同时被检表的年变化量应小于或等于 $(a\%U_x + b\%U_m)$ 。式中 a 、 b 为被检表基本量程的年稳定误差系数(若被检表无一年的误差指标,可由计量部门按实际测试结果或按半年的误差指标确定被检表的准确度等级)。

6.3.3 检定年稳定误差后,再进行校准并检定24小时基本误差,此数据应符合基本误差指标。

6.3.4 被检表的输入电阻和零电流要满足表2所列指标。

满足以上规定的被检表给予定级。定级时要有上次送检的证书数据,首次送检不能定级。

定级后投入使用的DC-DVM可以预调,但不允许校准。

新型的微处理器式数字电压表(μP -DVM),一般按常规检定项目进行,并按上述标准定级。

三、误差的检定方法

7 DC-DVM的误差检定方法和标准设备种类很多,但从原理上一般可归纳为三大类:

直流标准电压发生器法;

直接比较法(标准数字表法);

直流标准仪器法。

具体采用哪一种方法,可根据所具有的标准设备和被检表的级别选择一种最合适、最经济可靠而又简便的方法。下面给出的仅是一些典型的检定方法。

7.1 直流标准电压发生器法:这种方法如图1(a)所示,设直流标准电压发生器输出标准电压为 U_N ,即实际值。被检DVM的显示读数为 U_x ,则被检表的误差为:

$$\Delta = U_x - U_N$$

被检表的相对误差用百分数表示为:

$$\gamma = \frac{U_x - U_N}{U_x} 100\%$$

当被检 DVM 的量程比标准电压发生器的最低量程小很多或两者量程对不上时,可采用标准分压箱,分压后再接到被检表,如图 1(b)所示。

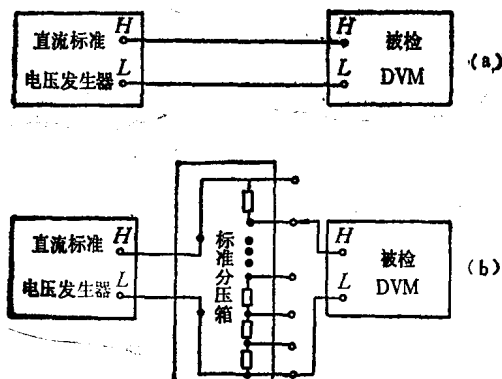


图 1 直流标准电压发生器法

此时被检表的相对误差,用百分数表示为:

$$\gamma = \frac{U_x - \frac{U_N}{K}}{U_x} 100\%$$

式中: K ——标准分压箱的分压系数。

此法必须考虑被检表输入电阻和零电流的影响,最好选择低阻值的分压箱。

这种方法简便、速度快,适合于工厂大量地校验 DVM。

当标准电压源的准确度不能满足要求,而稳定度较高时,可把标准源作一般稳压源使用,配上标准 DVM,用比较法检定 DVM。

7.2 直接比较法 (标准数字表法)

直接比较法的电路如图 2(a) 所示。一般情况下标准 DVM 的位数应比被检 DVM 多一位。用这种方法,一定要保证标准 DVM 准确可靠。为此,必须对标准表进行定期的检定和校准。

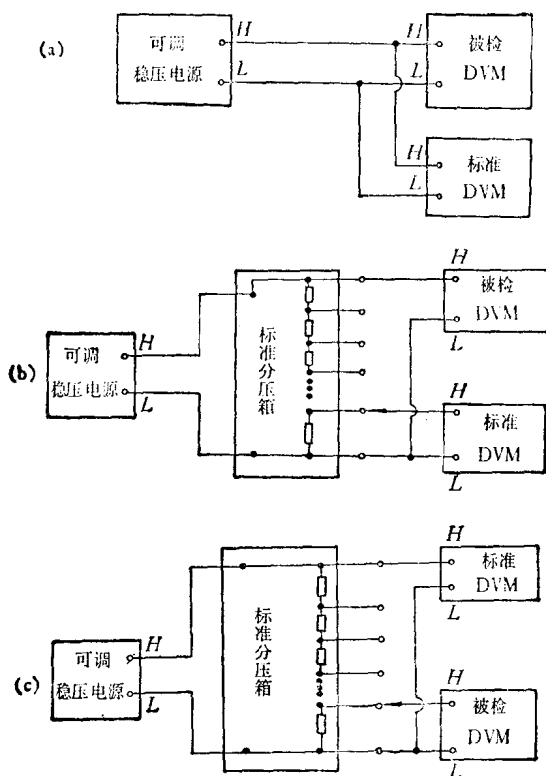


图 2 直接比较法

当可调稳压电源输出一个电压，标准表的显示读数为 U_N ，被检表的误差为 U_x ，被检表的相对误差用百分数表示：

$$\gamma = \frac{U_x - U_N}{U_x} 100\%$$

如果标准表不满足被检表的量程，或有时标准表只有某一个量程符合准确度的要求时，可用标准分压箱来扩展量程、如图 2(b), (c) 所示。

同理可得：

$$\gamma = \frac{U_x - KU_N}{U_x} 100\%$$

或者：

$$\gamma = \frac{U_x - \frac{U_N}{K}}{U_x} 100\%$$

7.3 直流标准仪器法

该方法是用直流标准仪器和被检 DVM 测量同一电压，以直流标准仪器的读数为实际值，求出被检表的示值误差。直流标准仪器实质上是一个直流标准电压测量装置，种类繁多，检定线路的形式也多种多样，但基本原理是相同的，都是用直流电压比率标准由标准电池导出一系列的标准电压。比较典型的有以下几种：

7.3.1 电位差计法

这种方法如图 3 所示。

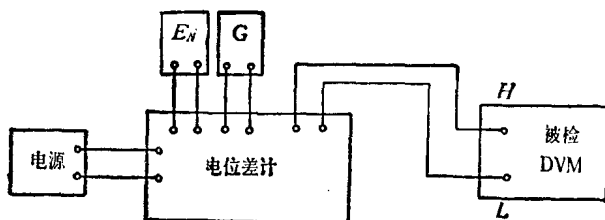


图 3 用电位差计检定 DVM

用电位差计可以直接检定 DVM。当在低量程进行检定时，DVM 处于基本量程，其输入电阻很高。此时可把电位差计作为一个直流标准电压源，从其未知电压端（即 x 端）输出标准电压信号给被检 DVM。图 3 中 E_N 为标准电池， G 为检流计。

当电位差计输出一个标准电压 U_N （用其读数盘读数），被检表的显示读数为 U_x ，被检表的相对误差用百分数表示：

$$\gamma = \frac{U_x - U_N}{U_x} 100\%$$

用电位差计直接检定 DVM 的基本量程，一般选择测量上限较高的电位差计是可以满足的。

7.3.2 用电位差计和分压箱检定 DVM

上述检定线路是在没有适当的直流信号源和电压调节器时的一种简便方法。当 DVM 的被检量程高于电位差计的测量电压时，就必须配上分压箱和稳压电源才能进行检定，如图 4 所示。

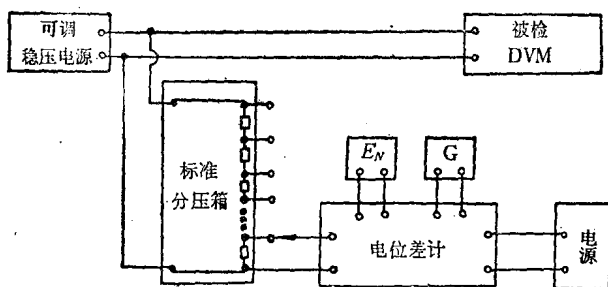


图 4 用标准分压箱和电位差计检定 DVM

当可调稳压电源输出一电压，用电位差计测定值为 U_N ，被检表的显示读数为 U_x ，则被检表的相对误差用百分数表示：

$$\gamma = \frac{U - KU_N}{U_x} - 100\%$$

此方法接线比较复杂，但装置准确度高且稳定、可靠，所以常用在标准计量室进行高准确度的 DVM 检定。

7.3.3 差值法

上面的方法是检定高准确度 DVM 最基本的方法，但要求电位差

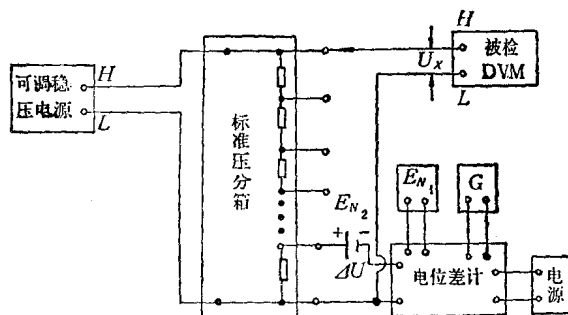


图 5 用差值法检定 DVM

计准确度很高。在没有高准确度电位差计时,可以用多挡分压箱,配上一般级别电位差计测差值的方法,如图5所示。

图中 E_{N2} 为标准电池的电动势值,可根据被测电压的大小选择一只或多只标准电池串联组成,使差值电压 $\Delta U \ll E_{N2}$,再用电位差计测得差值 ΔU 。这种测量对电位差计要求不高,电位差计最好用低电势电位差计。则有:

$$U_N = K(E_{N2} \pm \Delta U)$$

若被检表的显示读数为 U_x ,则被检表的相对误差用百分数表示:

$$\gamma = \frac{U_x - U_N}{U_x} 100\% = \frac{U_x - K(E_{N2} \pm \Delta U)}{U_x} 100\%$$

由上式可见,在这种检定方法中保证准确度的主要因素是电动势 E_{N2} 和分压系数 K 。

7.3.4 用多挡十进分压箱检定 DVM

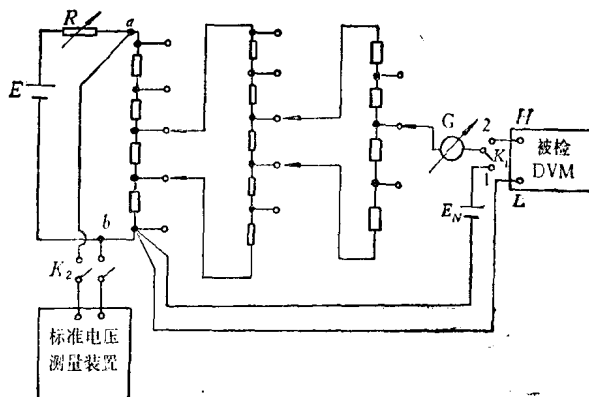


图6 用多挡分压箱检定 DVM

如图6所示,一个多挡十进分压箱,原理上也可作为电位差计使用,如图6是将标准电池和多挡分压箱相配合。首先将开关 K_1 掷向“1”侧,加电压使分压箱的示值等于标准电池的电动势 E_N 。图中 E 为供电电源,调节电阻 R 使检流计 G 指零。然后将开关 K_1 掷向“2”