



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 445—1986

直流标准电压源

DC Standard Voltage Source

1986 - 07 - 12 发布

1987 - 05 - 12 实施

国家计量局 发布

直流标准电压源检定规程

Verification Regulation of

DC Standard Voltage Source

JJG 445—1986

本检定规程经国家计量局于 1986 年 07 月 12 日批准，并自 1987 年 05 月 12 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

本规程主要起草人：

冯占岭 （中国计量科学研究院）

参加起草人：

郅家平 （中国计量科学研究院）

张力力 （中国计量科学研究院）

目 录

| | | |
|------|-------------------------|--------|
| 一 | 概述 | (1) |
| 二 | 技术要求 | (1) |
| 三 | 检定条件 | (3) |
| | (一) 检定设备及要求 | (3) |
| | (二) 检定的环境条件 | (4) |
| 四 | 检定项目和检定方法 | (5) |
| | (一) 检定项目 | (5) |
| | (二) 通电检查 | (6) |
| | (三) 误差的检定方法 | (6) |
| | (四) 其他主要技术指标的测试方法 | (9) |
| 五 | 检定结果处理和检定周期 | (13) |
| | (一) 检定结果的处理 | (13) |
| | (二) 检定结果的判断 | (14) |
| | (三) 检定周期 | (14) |
| 附录 1 | 直流标准电压源传递系统 | (15) |
| 附录 2 | 直流标准电压源检定证书格式 | (16) |

直流标准电压源检定规程

一 概 述

本规程适用于新生产、使用中和修理后的直流标准电压源（直流标准电压发生器），以及多功能标准源和程控标准源的直流电压部分的检定。

1 工作原理

直流标准电压源（以下简称标准源）是直流稳压源与精密电压测量仪的一种组合。由于电子技术的发展和精密电测量技术的需要，国内外标准源发展很快，原理方案也越来越多。主要可分为以下四种工作方式：

- 1.1 电位差计分压式。
- 1.2 电阻分压式。
- 1.3 脉冲调宽式。
- 1.4 微处理器控制式。

2 主要用途

直流标准源是高准确度的直流仪器，用它可直接作为仪表的检定标准，操作简便、准确可靠、工作效率高。用微处理器控制的标准源，还可以实现检测工作的数字化和自动化。在仪器仪表技术领域中，越来越发挥出它特有的功能。

二 技 术 要 求

3 检定要求

对直流标准电压源的检定一般分为以下三种类型：

- 3.1 周期检定：这是对作为计量标准仪器的例行检定。
- 3.2 随后检定：测量器具首次检定后的一种检定。如，对损坏的仪器修复后，为了保证仪器使用的可靠性，需要进行的检定。
- 3.3 首次检定：以前没有受检过的新的标准仪器（包括进口）的检定。

受检的标准源，应符合本规程所规定的各项技术要求。

4 外观质量要求

为了确保仪器安全可靠和正常工作，检定前应进行外观检查。

- 4.1 外型结构完好，面板指示、读数机构、制造厂家、仪器型号编号等均应有明确标记。
- 4.2 仪器外观、外露件不应损坏或脱落，机壳、端钮、螺钉等有无碰伤或松动现象。
- 4.3 仪器的可动部分，如开关转换、调节机构等能否正常工作。
- 4.4 仪器附件、连接电缆、电源线等应齐全。仪器供电电源电压、频率标志等要正确无误。

5 误差测试点的选取原则

5.1 基本量程是衡量标准源性能指标的关键量程，故应详细检定。对第一个十进盘要求全部检定（包括零点），必要时对第二、三个十进盘也要进行检定。

5.2 考虑到标准源的线性误差，一般应均匀地选择测试点。

5.3 非基本量程的测试点要考虑上下量程的连续性及对应于基本量程的最大误差点。

5.4 综合上述要求，在基本量程内一般不准少于 10 个测试点，非基本量程一般取不少于 5 个测试点。

5.5 标准源一般均输出正、负极性的电压值，误差测试点的选择应对应一致。在负极性输出时，也可以只检定每个量程的负满度点。

6 误差和准确度等级

6.1 误差公式可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：

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

规定 $b < a$

式中： U_x ——被检标准源的读数值（输出值）；

U_m ——被检标准源的满度值；

a ——与读数值有关的误差系数；

b ——与满度值有关的误差系数。

6.1.2 用绝对误差 Δ 与标准源读数值之比的相对误差：

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

6.2 准确度等级

直流标准源的准确度等级分为：0.0005, 0.001, 0.002, 0.005, 0.01, 0.02, 0.05, 0.1 等共 8 个级别。表 1 给出了标准源 8 个级别的等级指标。

表 1 直流标准电压源的级别

| 级 别 | 基本量程的年误差系数 ($a_2 + b_2$) | 级 别 | 基本量程的年误差系数 ($a_2 + b_2$) |
|---------------------------|-------------------------------|------|-------------------------------|
| 0.0005 | $\leq 0.0005\%$ | 0.01 | $\leq 0.01\%$ |
| 0.001 | $\leq 0.001\%$ | 0.02 | $\leq 0.02\%$ |
| 0.002 | $\leq 0.002\%$ | 0.05 | $\leq 0.05\%$ |
| 0.005 | $\leq 0.005\%$ | 0.1 | $\leq 0.1\%$ |
| 注： a_2, b_2 为标准源一年的误差系数 | | | |

对于多量程的标准源，其不同量程允许有不同的准确度指标。

6.3 准确度等级的确定

准确度定级主要以标准源基本量程误差系数的大小和年稳定误差来划分。定级标准

如下:

6.3.1 在标准条件下, 经预热、预调或校准后的检定数据符合被检标准源的基本误差。由下面公式计算:

$$\Delta = \pm (a_1 \% U_X + b_1 \% U_m)$$

式中, a_1 和 b_1 为标准源 24h 的基本误差系数。

6.3.2 定期一年进行周期检定。要求定级的标准源应在标准条件下, 经预热、预调但不校准, 检定其年稳定误差。该指标应不大于 $\pm (a_2 \% U_X + b_2 \% U_m)$ 。 a_2 和 b_2 为标准源一年的误差系数。

6.3.3 检定年稳定误差后, 再进行校准, 并检定标准源的基本误差, 此数据应符合所规定的技术指标。

6.3.4 若被检标准源无一年的误差指标, 可由计量部门按实测结果确定。

6.3.5 被检标准源的线性度、纹波噪声电压、共模抗干扰抑制等所引起的误差应小于表 1 中相应等级误差的 1/3 ~ 1/5。

6.3.6 被检标准源的短期稳定度、负载调整率、电源调整率、分辨力等所带来的误差应小于表 1 中相应等级误差的 1/5 ~ 1/10。

三 检定条件

(一) 检定设备及要求

7 检定标准源的主要设备有:

7.1 控温标准电池 (组)。

7.2 标准直流电位差计。

7.3 标准直流数字电压表 (DC - DVM)。

7.4 标准分压箱。

7.5 直流差分电压表。

7.6 10 V 或 1 V 电压参考标准。

7.7 高稳定度直流稳压源。

7.8 高灵敏度零值检测器 (检流计等) 以及其他一些辅助仪器。

8 设备要求

8.1 整个检定装置的综合误差应小于被检标准源允许误差的 1/3 ~ 1/5。

8.2 标准源的电压稳定性和调节细度, 应小于允许误差的 1/5 ~ 1/10。输出应能做到连续可调或外加设备进行调节。

8.3 检定装置的灵敏度应为被检标准源允许误差的 1/5 ~ 1/10。

8.4 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。

8.5 当检定装置的准确度等级不是足够高, 使检定结果落在待定区时, 应进行严格复查。必要时, 标准装置的误差可加修正值使用, 或用更高一级的标准重新检定。

8.6 整个测量电路系统应有良好的屏蔽和接地措施, 以避免强电磁场和静电感应的干扰。

(二) 检定的环境条件

9 直流标准源与 DC—DVM 相类似, 从原理上它们属于电子式仪器仪表, 但其外部特征又属于精密直流电工测量仪表。由 IEC—485 出版物的规定, 检定标准源所要求的标准条件, 参照实行 JJG 315—1983 直流数字电压表检定规程第 5 条的规定。详见表 2。

表 2 直流标准电压源所规定的标准条件和额定工作条件

| 影响量 | | 标准条件 | | 额定工作条件 | | |
|------------------|-----------------|-------------|---|------------------------|------------------------|------------------------|
| | | 标准数值 或范围 | 偏 差 | 组 别 | | |
| | | | | A | B | C |
| 气 候 影 响 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| | 环境温度 /℃ | 20 | 仪表功耗 $\leq 50\text{W} \pm 1^\circ\text{C}$ 仪表功耗 $> 50\text{W} \pm 2^\circ\text{C}$ | $+5 \sim +40$ | $-10 \sim +40$ | $-25 \sim +55$ |
| | 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 /kPa | 101.3 | ± 2.7 | 80.0 ~ 120.0 | 61.3 ~ 120.0 | 61.3 ~ 120.0 |
| | 阳光照射 | 无直接照射 | | 无直接照射 | 无直接照射 | |
| | 空气流速 / (m/s) | 0 ~ 0.2 | | 0 ~ 0.5 | 0 ~ 0.5 | 0 ~ 5 |
| | 空气灰尘量 | 无影响 | | 对仪表影响可忽略不计 | | 由制造厂规定 |
| | 空气含盐量 | 无影响 | | 对仪表影响可忽略不计 | | 由制造厂给出 经验证的值 |
| | 空气中含有 毒气体成分 | 无影响 | | 由制造厂规定 | | |
| | 空气中 液态水 | 无影响 | | 对仪表影响 可忽略不计 | 滴 水 | 溅 水 |
| 机 械 影 响 | 工作位置 | 由制造厂规定 | $\pm 1^\circ$ | 标准位置 $\pm 30^\circ$ | 标准位置 $\pm 30^\circ$ | 标准位置 $\pm 30^\circ$ |
| | 通 风 | 通风无阻 | | 受到可忽略的阻碍 | | |
| | 振 动 | 无影响 | | 由制造厂规定 | | |
| | 冲 击 | 无影响 | | | | |

表 2 (续)

| 影响量 | | 标准条件 | | 额定工作条件 | | |
|------------------|---------------------|-------------|-------------|--------------|------------------------|------------------------|
| | | 标准数值 或范围 | 偏 差 | 组 别 | | |
| | | | | A | B | C |
| 场 与 辐 射 | 外电场 外磁场 | 无影响 | | | | |
| | 离子辐射 | 无影响 | | | | |
| 供 电 电 源 | 交流电源电压 /V | 额定电压 U | $\pm 1\% U$ | $\pm 10\% U$ | $(-12\% \sim +10\%) U$ | $(-20\% \sim +15\%) U$ |
| | 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) | 额定电压 U | $0.1\% U$ | $0.5\% U$ | $1.0\% U$ | $5.0\% U$ |
| | 电池供电电压 | 由制造厂规定 | | | | |
| 工 作 时 间 | 蓄电池供电电压 | 由制造厂规定 | | | | |
| | 连续工作时间 | 24h | | $\geq 24h$ | $\geq 24h$ | $\geq 24h$ |

10 为了确定标准源使用的额定工作条件,表 2 中按仪器使用环境分为 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。标准源的额定工作误差可按表 2 所规定的额定工作条件进行检定、测试和使用。

四 检定项目和检定方法

(一) 检定项目

11 送检的标准源,一般的检定项目包括有:

11.1 输出电压准确度的测试(包括基本误差和年稳定误差)。

11.2 输出电压线性误差的测试。

11.3 短期稳定度的测试。

11.4 分辨力的测试。

11.5 负载调整率的测试。

11.6 电源调整率的测试。

11.7 纹波和噪声电压的测试。

11.8 共模干扰抑制能力的测试。

(二) 通电检查

12 仪器正式检定之前,要先进行通电检查。一般包括:

12.1 仪器通电预热,检查各种电气工作性能。按说明书规定进行预调和校准。

12.2 输出端外接一个数字电压表,从低量程到高量程检查被测标准源各量程的输出电压范围。观察输出直流电压、极性和单位符号等是否正常。

12.3 通电检查发现故障者,应修理后再行检定。

12.4 被检标准源应在恒温室内放置 24h 以上,才能开始正式检定工作。

(三) 误差的检定方法

13 标准源的误差是指在标准条件下,仪器预热、预调或校准后,在规定的时间内,输出电压的误差极限。

直流标准源误差的检定方法从原理上可归纳为三大类:

13.1 直流标准仪器法。

13.2 标准直流数字电压表法。

13.3 微差(指零)法。

下面给出的仅是一些典型的检定方法。

14 直流标准仪器法

先将标准仪器进行预热、预调或标准化,使仪器处于最佳工作状态。同时将标准源按规定进行校准,即可进行检定。

14.1 用电位差计检定:当标准源输出电压与电位差计测量上限一致时,用标准电位差计可以直接检定被检标准源的误差,接线如图 1 所示。

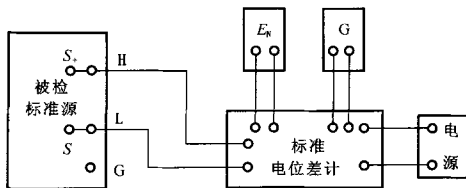


图 1 用电位差计检定标准源

图中, E_N 为标准电池, G 为检流计

当被检标准源输出一个读数值为 U_X , 加到电位差计未知电端 (X 端), 在电位差计读数盘上得到被测电压的实际值 U_N 。则被检标准源的相对误差用百分数表示为:

$$\gamma = \frac{U_X - U_N}{U_X} \times 100\%$$

14.2 用电位差计和分压箱检定:当被检标准源的输出电压高于电位差计的测量上限时,必须配上分压箱才能检定,接线如图 2 所示。

调节标准源输出一电压 U_X , 经分压后用电位差计测得值为 U_N , 则被检标准源的相对误差用百分数表示为:

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

式中, K 为分压箱的分压系数。

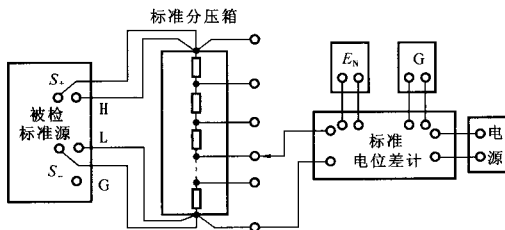


图2 用电位差计和分压箱检定标准源

检定中应注意：

14.2.1 在检定过程中, 要观测被检标准源的零位稳定性。

14.2.2 若分压箱的总阻不太高, 最好用四线接法, 以避免导线压降带来的误差。

14.2.3 当检定高压量程时, 标准装置本身要有良好的屏蔽。

15 标准数字电压表法

15.1 当有一个误差小于被检标准源允许误差的 $1/3 \sim 1/5$ 的标准 DC-DVM 时, 可用它作为标准表直接检定标准源, 接线如图3所示。

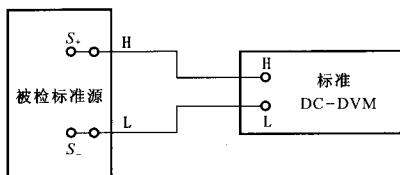


图3 用 DC-DVM 检定标准源

设标准源输出值为 U_x , DC-DVM 的显示值为 U_N , 则被检标准源的相对误差用百分数表示为：

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

15.2 如果标准 DC-DVM 的测量上限低于标准源的输出电压时, 可配用标准分压箱进行检定, 接线方法如图4所示。

这时可得到：

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

为了充分利用 DC-DVM 基本量程准确度高、线性度好的特点, 当检定标准源的高

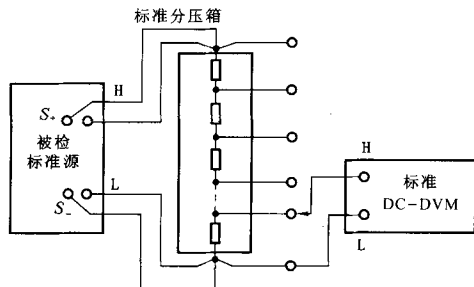


图4 用DC-DVM和分压箱检定标准源

量程时，可先用分压箱分压，再接DC-DVM基本量程。

用这种方法，一定要保证标准DVM准确可靠。为此，必须对标准DVM进行定期的检定和校准。同时，由于DVM输入电阻不是足够高而引起的附加误差应小于允许误差的1/3以下。

16 微差法

第14、15条所述的检定方法是基本而通用的方法。但有时需要用测差值的方法来确定被检标准源的误差大小。接线方法如图5所示。

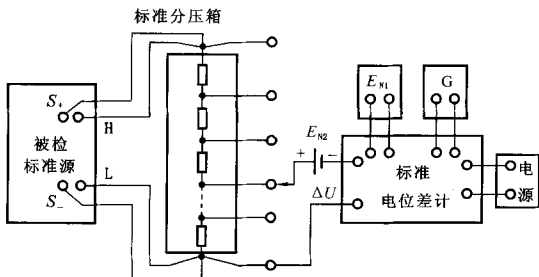


图5 用微差法检定标准源

图中， U_X 为被检标准源的输出电压， E_{N2} 为控温标准电池组的电动势值（一只或多只标准电池串联）， E_{N2} 也可用一个误差已知的10V电压参考标准代替（其输出固定或可调）。则加到电位差计未知端的电压为：

$$\Delta U = \frac{U_X}{K} - E_{N2}$$

一般应使 $\Delta U \ll E_{N2}$ ，再用电位差计测出差值电压 ΔU 的实际值。这种测量对电位差计精度要求不高。设 K 为分压箱分压系数，则有实际值：

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

则被检标准源的相对误差用百分数表示为：

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

同理，当有一个电压可调、误差已知的标准电压源时，配上一个高灵敏度指零仪，即可用指零法（或差分电压表法）进行被检标准源的误差检定。

17 线性误差的检定

线性误差是指标准源输出电压曲线对理想直线的偏差大小。它表征标准源的输出电压调定值是否均匀地反映输出电压标准值的特性。该指标一般在基本量程内，结合基本误差的检定一起进行。第 14、15、16 条中给出的检定方法同样也适用于线性误差的检定，不再复述。

线性误差可用下式计算：

$$\gamma = \frac{\Delta_{\max}}{U_m} \times 100\%$$

式中， Δ_{\max} 为同一量程下，各调定值中的最大绝对误差。 U_m 为对应量程的满度值。 γ 为线性误差。

(四) 其他主要技术指标的测试方法

18 短期稳定度的测试

稳定度是指保持周围环境条件不变和输出不作任何调整，在某时间间隔内，被测点输出电压的最大变化量（一般应包含波动和漂移两种变动量）。

18.1 用参考标准和零值检测器测试稳定度：被测标准源经预热后，输出一个接近满量程的电压。图 6 给出了 10 V 电压稳定度的一种测试方法。

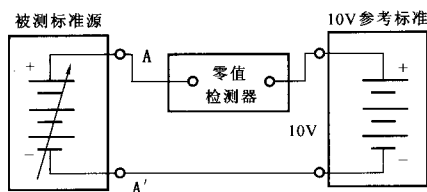


图 6 用 10 V 参考标准测稳定度

这里，10 V 参考标准产生一个极其稳定的 10 V 电压，其参考电压的变化量比被测标准源的稳定度高 1/5 ~ 1/10，可忽略不计。用指零仪观测 10 V 被测标准源的输出电压变化量。同样也可用 1 V 参考标准用指零仪测试 1 V 电压的稳定度。

当测试 100 V、1000 V 等量程电压的稳定度时，可在图 6 中 AA' 处加上 10:1 或 100:1 的分压箱，分压后再与 10 V 参考标准进行比较，用高灵敏度指零仪观察被测电压的变化量。测试时要考虑分压箱电压效应的影响。

这里，零值检测器的灵敏度（或电压常数）比被测电压的稳定度高 1/5 ~ 1/10。

由记录数据找出输出电压的最大值和最小值，按下式计算出某时间间隔内输出电压

的稳定度。

$$S = \frac{U_{\max} - U_{\min}}{U_0} \times 100\%$$

式中： U_{\max} ——规定时间间隔内输出电压最大值；

U_{\min} ——规定时间间隔内输出电压最小值；

U_0 ——被测点的输出电压值；

S ——规定时间间隔内输出电压的稳定度。

18.2 用数字打印机和 DVM 测电压稳定度：用一个外接记录仪与直流电压校准装置组合起来，可以连续监视被测电压的变化量，并给出变化曲线或记录数据结果。图 7 给出了一种连接线路图。

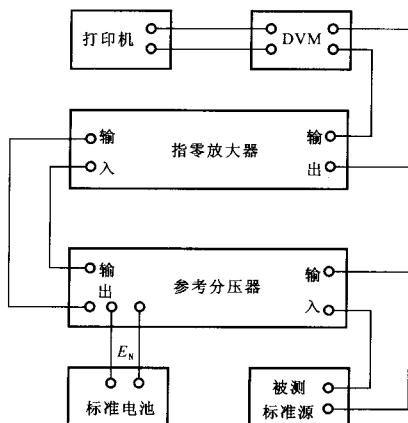


图 7 用数字打印机测稳定度

在图 7 电路中，为了测试三个满量程（10 V、100 V、1000 V）的电压稳定度，将电压加入参考分压器（如 750 A）与标准电池进行比较，其差值输出后经指零仪（如 845 AR）进行放大，再将经放大的差值信号加到 DC-DVM 上。这里设标准电池电动势是恒定的，那么输出端随时间产生的差值电压变化量就反映出被测标准源的电压稳定度。最后经 DVM 输出送到打印机上给出连续的记录数据。

18.3 用直流标准仪器法测电压稳定度：在第 14.1、14.2 条所介绍的误差检定方法，都可用来测试稳定度。但由于标准源的稳定度比准确度高得多，所以要求标准设备本身所带来的不稳定因素、测试条件和周围环境等影响量所引起的附加变化量，对被测电压的稳定度指标来说，都必须忽略不计。

19 分辨力的测试

分辨力是标准源能够给出的输出电压的最小调定值，即末位输出盘变化一个字所代

表的输出电压值。不同量程具有不同的分辨力,在最低量程上标准源具有最高的分辨力(也叫灵敏度)。可采用具有高分辨力的测量设备进行测试。例如,当使被测标准源输出盘末位变化一个字(即一个步进值的增量),用分辨力高5~10倍的电位差计或DC-DVM测量出该增量的实际值,即为被测标准源的实际分辨力。

20 负载调整率的测试

在温度 $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$ 、湿度 $\leq 70\%$ 、电源电压为 $220(1 \pm 1\%) \text{ V}$ 并固定在一额定值的条件下,将被测标准源输出电压调到接近满度值,然后使负载电流从零增加到额定值时,输出电压的相对变化量即为负载调整率。测试电路如图8所示。

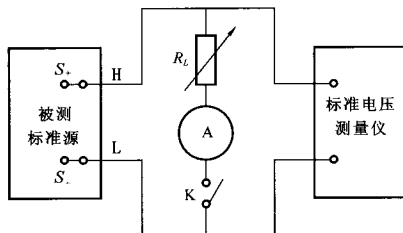


图8 负载调整率的测试

把由电流表A、可变负载电阻 R_L 及开关K组成的支路接到标准源的输出回路,用标准电压测量仪分别测出空载输出电压 U_1 和满载输出电压 U_2 的值。则负载调整率为:

$$\gamma_L = \left| \frac{U_2 - U_1}{U_1} \right| \times 100\%$$

也可求出标准源的输出电阻(又称内阻)为:

$$R_0 = \left| \frac{U_2 - U_1}{I_m} \right|$$

式中, I_m 为标准源的额定负载电流。

标准电压测量仪可用标准电位差计、分压箱等直流仪器,也可用满足要求的标准DC-DVM进行测试。当用分压箱时,要考虑由于分压箱总阻不高引起的工作电流所带来的影响。

21 电源调整率的测试

在温度为 $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$ 、湿度 $\leq 70\%$ 、负载固定、输出电压调到接近满度值的情况下,调节供电电源电压 $220(1 \pm 10\%) \text{ V}$,测量输出电压的变化并取最大变化量的相对误差作为电源电压调整率的测试结果。测试电路如图9所示。

被测标准源交流供电输入端接自耦变压器,在被测量程输出端接上额定负载,输出额定电压。调节自耦变压器,当其副端输出为AC 220 V, 198 V, 242 V时,用电压测量仪测出被测标准源输出电压 U_{242} , U_{220} , U_{198} 的大小。由下式计算出电源电压调整率的大小,并取最大变量的相对误差作为测试结果。

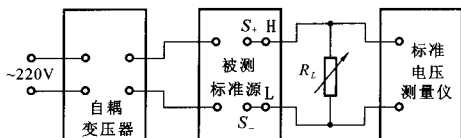


图 9 电源调整率的测试

$$\gamma_{U1} = \frac{U_{242} - U_{220}}{U_{220}} \times 100\%$$

$$\gamma_{U2} = \frac{U_{198} - U_{220}}{U_{220}} \times 100\%$$

22 输出纹波噪声的测试

标准源的输出直流电压中，都含有纹波噪声分量。纹波噪声的大小，有时会影响标准源输出电压的误差指标，一般要进行测试。纹波噪声电压与带宽有关，这要受到测量仪器的限制。下面给出两种测试方法。

22.1 低频（零频）噪声的测试：测量电路如图 10 所示。

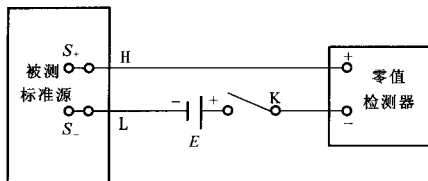


图 10 低频纹波噪声的测试

选择一个无源的高稳定度的直流电压 E ，它与被测标准源输出电压基本相同，接通低热电势开关 K ，调节被测标准源，逐步提高零值检测器灵敏度，使之在最高灵敏量程指零。然后以 10 s 为一周期，观察检测器指针的变化，记录其最大随机电压的偏差，即为被测标准源在 0 ~ 10 Hz 内的噪声峰值。

甚低频纹波和噪声，也可用快速采样的 DC - DVM 进行测试。

22.2 高频纹波噪声的测试

测试电路如图 11 所示。图中低噪声放大器增益可选 100 ~ 1000，带宽为 10 Hz ~ 100 kHz（或更高），当标准源输出直流电压较高时保证正常工作。

交流有效值电压表可用指针式高灵敏度真有效值电压表或交流数字电压表。所测数据除以增益系数即为被测标准源输出纹波和噪声的有效值。

也可用高灵敏度示波器观测纹波噪声的峰峰值，或用波形分析仪进行噪声频谱分析。

23 共模干扰抑制能力的测试

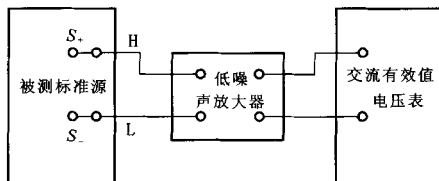


图 11 高频纹波噪声的测试

直流标准源是供给一个高稳定度、高准确度的直流标准电压。但由于电路结构的限制，不可避免地要有共模电压的干扰。一般在基本量程测试共模干扰抑制比 CMRR 的大小，如图 12 所示。

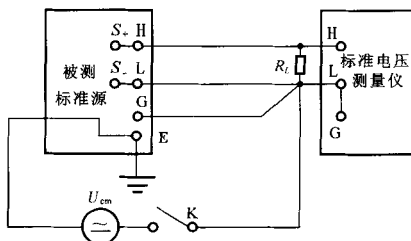


图 12 CMRR 的测试方法

在图 12 中，H 为标准源输出高端；L 为低端；G 为保护端；E 为接地端（机壳）； U_{cm} 为共模干扰源（包括直流和 50 Hz 交流两种情况）； R_L 为负载电阻。

按图 12 所示，将共模干扰源接在 G、E 端之间，开关 K 断开，先使标准源输出一个接近满量程的电压 U_0 ，然后加上共模干扰电压 U_{cm} 并逐步增加其幅值，直到使电压测量仪的读数有一个明显的 ΔU_{cm} 变化为止（但不能超过允许的 U_{cm} 值）。记下此时的共模干扰电压（直流 U_{DC} 或交流电压峰值 U_{cm} ），则直流和交流共模抑制能力的大小用对数表示分别为：

$$CMRR_{DC} = 20 \log \frac{U_{DC}}{\Delta U_{cm}} \quad (\text{dB})$$

$$CMRR_{AC} = 20 \log \frac{U_{cm}}{\Delta U_{cm}} \quad (\text{dB})$$

测量时应注意，由于共模干扰源对标准电压测量仪本身所引起的变化量要忽略不计。

五 检定结果处理和检定周期

（一）检定结果的处理

24 标准源的检定应有完整的原始记录，并对原始数据进行正确的计算或必要的数学处

理（如检定标准装置加修正值或加温度系数等）。

25 给出检定数据的有效位数，一般比被检标准源的准确度级别多一位。

26 检定记录的数据应先计算后化整，由于化整带来的误差一般不超过被检标准源允许误差的 $1/5 \sim 1/10$ 。

27 衡量受检仪器是否超过允许误差时，应以化整后的数据为准。

（二）检定结果的判断

28 根据检定数据，求出示值的绝对误差，找出最大误差点，并以绝对误差公式即：

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

判断被检标准源的检定数据是否合格。

也可用相对误差公式来判断，即：

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

29 要求定级的标准源，检定证书上要给出 24 h 的基本误差和一年的稳定误差。在送检单位的要求下，也可给出其他时间间隔的检定误差数据。

30 要求定级的标准源，计量部门按本规程的定级标准进行检定、确定准确度级别并在检定证书上给予注明。

31 定级时要有上次送检的证书数据，首次送检不能定级。

32 除误差数据外，其他技术指标的测试结果也要在检定证书上给出。

33 检定合格的标准源，发给检定合格证书，加盖公章并作为标准计量器具使用。检定不合格的可发给测试结果通知书或不合格证书。附录 2 给出了一种检定证书的推荐格式。

（三）检定周期

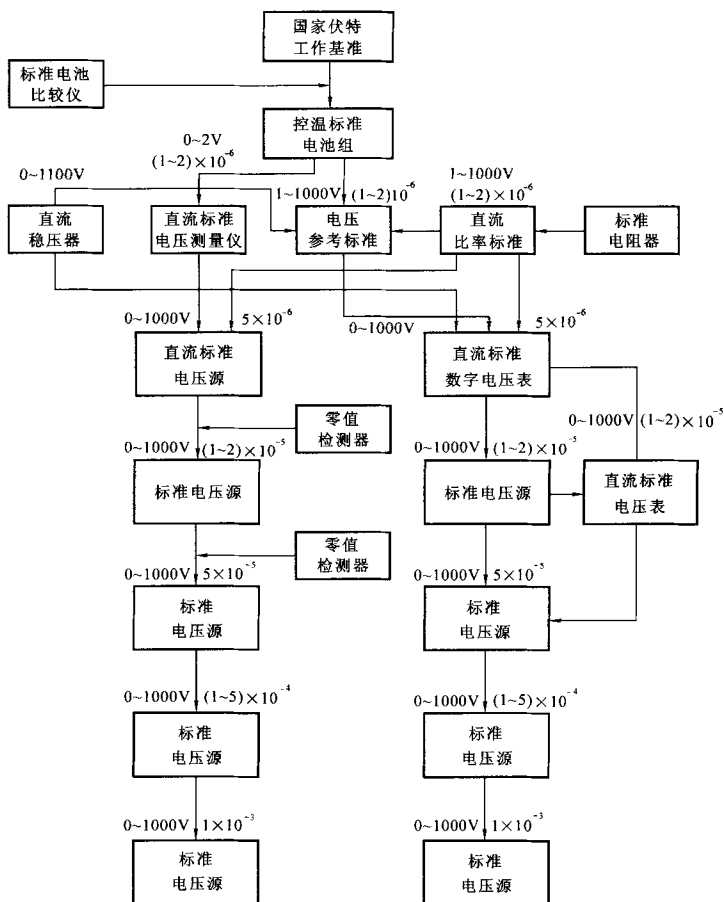
34 标准源损坏修复后，应进行随后检定。

35 新进口或新接受的标准源，应进行首次检定，然后再投入使用。

36 作为计量器具使用的标准源，必须进行周期检定。检定周期一般规定为 1 年，必要时，可提前送检。

附录 1

直流标准电压源传递系统



说明：1. 按标准源的不同等级，检定方法可采用直流仪器法、标准数字表法或微差法。

2. 直流标准电压源与数字电压表和直流仪器的传递系统是并行的。

附录 2

直流标准电压源检定证书格式

送 检 单 位 _____ 仪器型号 _____ 仪器编号 _____
 准确度等级 _____ 生 产 厂 _____ 检定日期 _____
 检 定 温 度 _____ 检定湿度 _____
 检 定 员 _____ 核 验 员 _____ 批 准 _____

一、基本误差

| 量 程 | 实际值 (标准值) | 输出值 | 输出值 | 绝对误差 | |
|--------|--------------|-----|-----|------|---|
| | | + | - | + | - |
| 量程 I | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| 量程 II | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| 量程 III | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| 量程 IV | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

表 (续)

| 量程 | 实际值 (标准值) | 输出值 | 输出值 | 绝对误差 | |
|------|--------------|-----|-----|------|---|
| | | + | - | + | - |
| 量程 V | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

二、线性误差 _____

三、短期稳定度 _____

四、分 辨 力 _____

五、负载调整率 _____

六、电源调整率 _____

七、纹波噪声电压 _____

八、其他性能测试 _____

九、共模抗干扰能力

| | | | | | |
|---|----|--------|--------|--------|--------|
| (1) $CMRR_{AC} = 20 \log \frac{U_{cm}}{\Delta U_{cm}}$ | | | | | |
| f/Hz | 50 | 50 + 1 | 50 - 1 | 50 + 2 | 50 - 2 |
| $\Delta U_{cm}/\text{V}$ | | | | | |
| U_{cm}/V | | | | | |
| CMRR/dB | | | | | |
| (2) $CMRR_{DC} = 20 \log \frac{U_{DC}}{\Delta U_{cm}} =$ (dB) | | | | | |