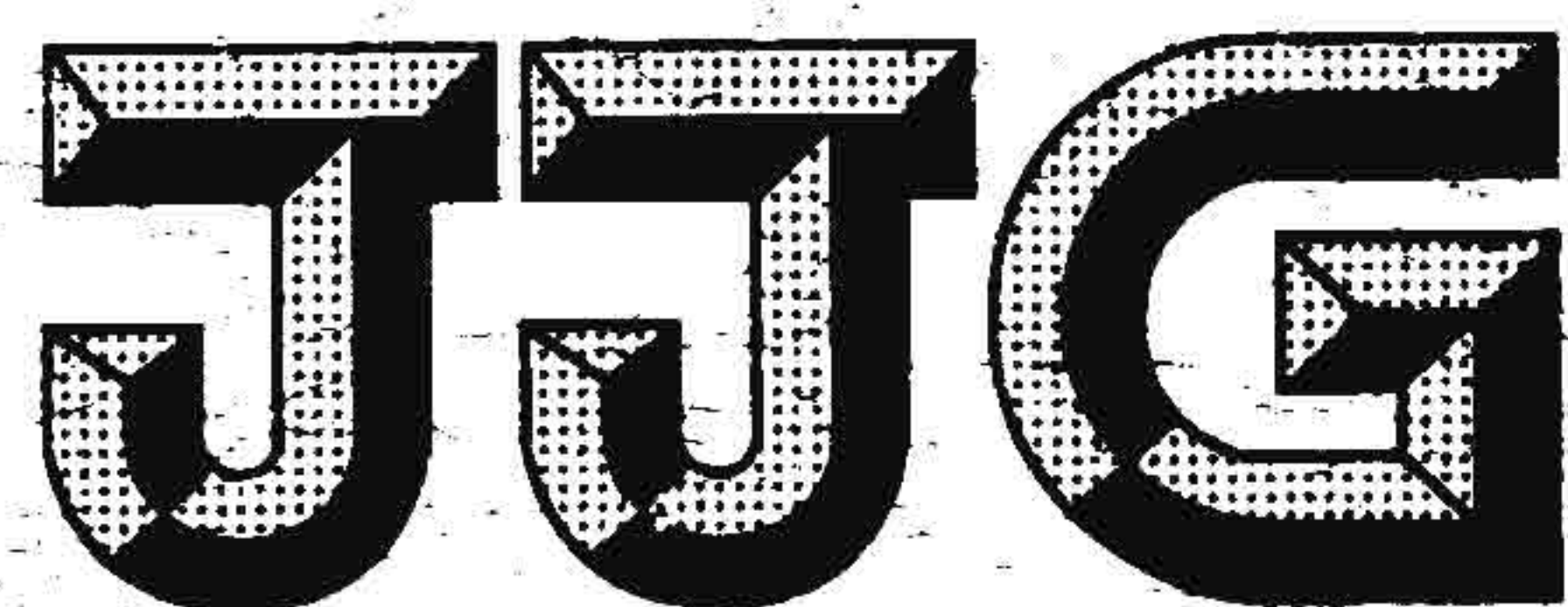




中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 506—2010

直流比较仪式电桥

D. C. Current Comparator Bridge

2010—05—11 发布

2010—11—11 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

直流比较仪式电桥检定规程

Verification Regulation of
D. C. Current Comparator Bridge

JJG 506—2010
代替 JJG 506—1987

本规程经国家质量监督检验检疫总局于 2010 年 5 月 11 日批准，并自 2010 年 11 月 11 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：黑龙江省计量检定测试院

中国计量科学研究院

参加起草单位：上海兰斯汀仪表研究所

大连市计量检定测试所

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：

王 勇（黑龙江省计量检定测试院）

邵海明（中国计量科学研究院）

张作群（黑龙江省计量检定测试院）

参加起草人：

朱庆发（上海兰斯汀仪表研究所）

韩 晶（大连市计量检定测试所）

崔丽娟（大连市计量检定测试所）

目 录

1 范围..... (1)

2 引用文献..... (1)

3 概述..... (1)

4 计量性能要求..... (2)

4.1 准确度等级..... (2)

4.2 基本误差..... (2)

4.3 非线性误差..... (3)

4.4 磁势低频噪声..... (3)

4.5 磁势零位漂移..... (3)

4.6 内附检流计指标..... (4)

5 通用技术要求..... (4)

5.1 外观结构..... (4)

5.2 绝缘电阻..... (4)

5.3 介电强度..... (4)

6 计量器具控制..... (4)

6.1 检定条件..... (4)

6.2 检定项目..... (4)

6.3 检定方法..... (6)

6.4 整体核验..... (11)

6.5 检定结果的处理..... (11)

6.6 检定周期..... (11)

附录 A 线性度自检表格 (13)

附录 B 线性度自检计算公式的推导 (16)

附录 C 检定证书内页格式 (18)

附录 D 检定结果通知书内页格式 (19)

直流比较仪式电桥检定规程

1 范围

本规程适用于直流电流比较仪初、次级磁势平衡和初、次级两电阻上电势平衡的条件下，测量电阻或电阻比的电桥，即直流比较仪式电桥（以下简称比较仪式电桥或电桥）的首次检定、后续检定和使用中检验；也适用于多功能直流比较仪的电桥部分。

本规程不适用于直流比较仪式测温电桥和全自动直流比较仪式电桥的检定。

2 引用文献

JJG 166—1993 直流电阻器检定规程

JJG 2051—1990 直流电阻计量器具检定系统

GB/T 3930—2008 测量电阻用直流电桥

JJF 1002—1998 国家计量检定规程编写规则

JJF 1059—1999 测量不确定度评定与表示

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 概述

比较仪式电桥是在直流电流比较仪磁势平衡时，通过调节比较仪初级或次级匝数，从而准确调节初级被测电阻和次级标准电阻上的电流比，达到两电阻上电压平衡，使电阻比等于匝数比，依此进行高精度电阻比较测量的仪器。

比较仪式电桥与通常的直流电阻电桥一样，都是测量电阻的比较仪器，但作用原理不同，其不同点是：比较仪式电桥以补偿测量法代替了后者的电桥测量法，彻底地克服了电位引线电阻和端钮接触电阻的影响，并且便于进行不同标称值电阻的比较测量（过渡传递）；前者以磁势平衡为前提，用匝数比代替了后者的电阻比，从而获得更高的准确度。比较仪式电桥原理线路如图 1 所示，工作原理如下：

a. 磁势平衡

初级可变测量绕组与次级有微调的固定绕组各自流过直流电流，它们在铁芯中产生方向相反的磁势，其磁势差由检测绕组检出，并通过手动调节跟踪及有差闭环调节系统自动调节从动（伺服）电源产生的次级电流，使磁势平衡，即 $I_x W_x = I_s W_s$ ，所以有

$$\frac{I_s}{I_x} = \frac{W_x}{W_s}。$$

b. 电势平衡

调节测量盘或次级微调绕组（偏差盘），即调节 I_s/I_x ，使检流计 G 指零，则 R_x 和 R_s 上电压降相等， $I_x R_x = I_s R_s$ ，则： $\frac{I_s}{I_x} = \frac{R_x}{R_s}$ ，

所以

$$\frac{R_x}{R_s} = \frac{W_x}{W_s} \quad \text{或} \quad R_x = \frac{W_x}{W_s} R_s$$

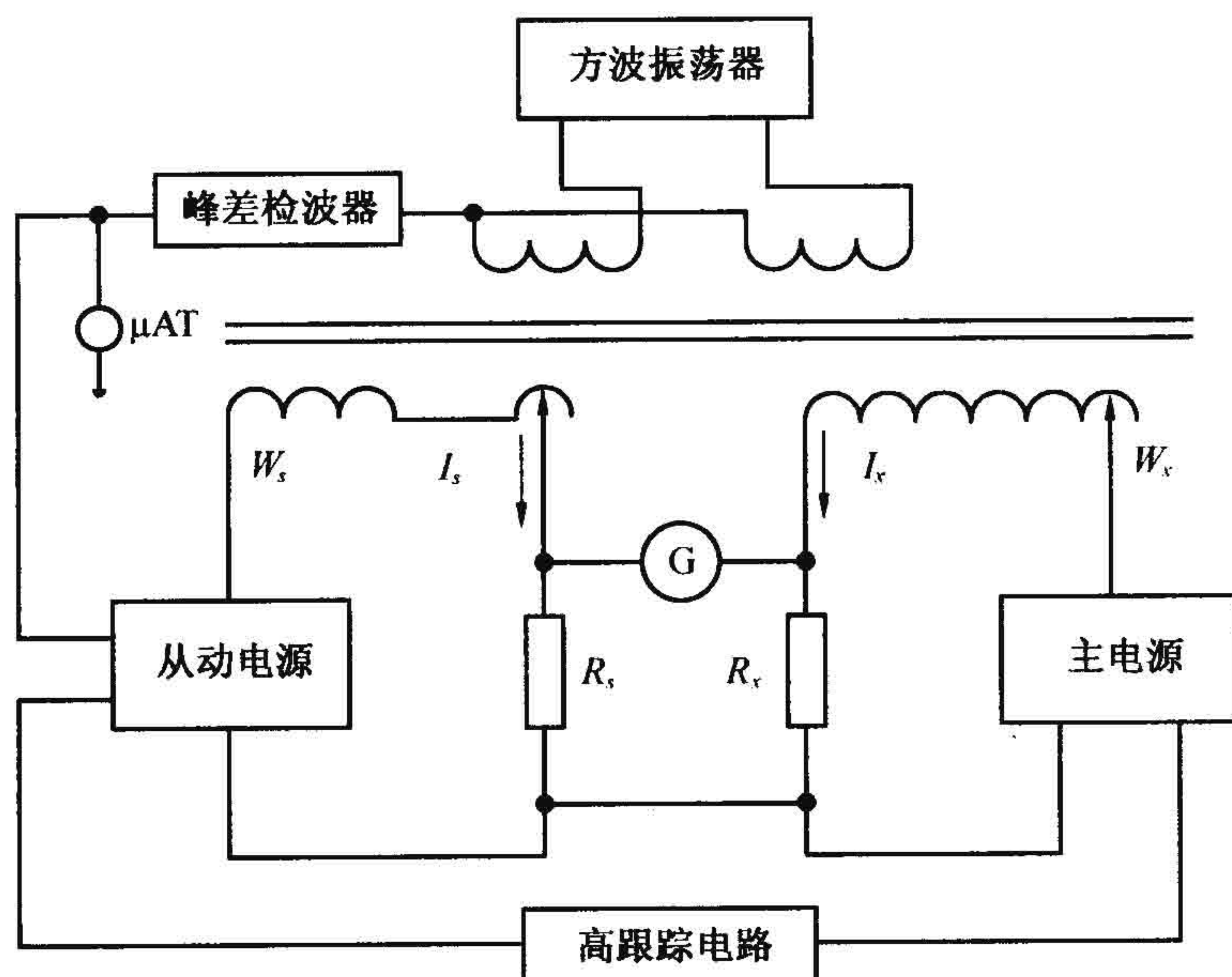


图1 比较仪式电桥原理图

W_x —初级可变绕组； W_s —次级有微调偏差盘的固定绕组； I_x 、 I_s —初、次级电流

即电阻 R_x 与 R_s 的实际比值等于初、次级匝数比的实际值；或被测电阻的实际值等于初、次级匝数比的实际值乘以标准电阻的实际值，如果调定次级偏差盘使 W_s 与标准电阻的实际值 R_s 相对应（即在次级偏差盘上置出 R_s 的相对修正值），则从测量盘上就可以直接读出被测电阻值。

4 计量性能要求

4.1 准确度等级

比较仪式电桥的准确度等级以百分数表示，可分为 0.000 05 级、0.000 1 级、0.000 2 级、0.000 5 级，不同量程准确度等级可以不同。

本规程实施后出厂的电桥，还必须给出在电桥有效量程内所有标准电阻的阻值在一等标准电阻的检定功率下的测量准确度。

4.2 基本误差

在标准条件下，经预热 1 h 后，当使用测量盘和固定 100 匝时，电桥的基本误差公式为：

$$E_{\lim} = \pm \left[\left(\frac{0.4C}{100} + \frac{\Delta_{\mu A}}{IW} + \frac{\Delta_{\mu V}}{U_R} \right) x + \frac{0.1C}{100} R_n \right] \quad (1)$$

式中： $E_{\lim}$ ——基本误差的允许极限值， Ω ；

C ——用百分数表示的等级指数；

x ——测量盘示值， Ω ；

R_n ——基准值， Ω ，为各该量程内 10 的最高整数幂；

IW ——测量时安匝数，A；

U_R ——测量时电阻上的电压降, V;

$\Delta_{\mu A}$ ——磁势平衡误差, μA ;

$\Delta_{\mu V}$ ——电势平衡误差, μV 。

$\Delta_{\mu A}$ 和 $\Delta_{\mu V}$ 分别用下式计算:

$$\Delta_{\mu A} = \sqrt{(\text{磁势漂移误差})^2 + (\text{跟踪误差})^2 + (\text{磁噪声误差})^2}$$

$$\Delta_{\mu V} = \sqrt{(\text{电压分度值})^2 + (\text{检流计漂移电压})^2 + (\text{检流计噪声电压误差})^2}$$

当使用固定 10 匝时, 公式中第一项降为 $\frac{0.6C}{100}$ (或 $\frac{0.8C}{100}$), 测量盘最大电流为 0.1 A 者降为 $\frac{2C}{100}$; 当使用固定 1 匝时, 公式中第一项降为 $\frac{3C}{100}$ 。

当 $IW \geq 20$ A、 $U_R \geq 20$ mV、跟踪误差调到不大于 $1 \mu A$ 时 (检流计开关动作 20 s 后才能正式测量, 且电流换向测量时间间隔不超过 1 min), 上述公式简化为:

$$W_x \geq 100 \text{ 匝时: } E_{\text{lim}} = \pm \frac{C}{100} \left(x + \frac{R_n}{10} \right) \quad (2)$$

W_x 为固定 10 匝和固定 1 匝时的电桥准确度, 应把其线性度指标代入 E_{lim} 公式计算出。

注: 磁噪声误差和检流计噪声误差按其指标的 $1/3$ 或实测值的 $1/2$ 中的小者计算。

4.3 非线性误差

4.3.1 初级 10×100 匝绕组与次级固定 1 000 匝绕组的相对差值不得大于 $\frac{0.05C}{100}$ 。

4.3.2 以测量盘基准值 (对应 $W_x = 10 \times 100$ 匝) 为线性度基准点, 要求测量盘非线性误差 $\leq \frac{0.4C}{100} W_x + \frac{0.05C}{100} W_n$, 次级偏差盘非线性误差 $\leq \frac{0.05C}{100} W_n$, 它们的第一分数匝变差都不得大于 $\frac{0.01C}{100} W_n$, W_x 、 W_n 为示值 x 、基准值 R_n 对应的匝数, 分数匝可以有微调, 第一分数匝盘年变化 $\leq 3 \times 10^{-5} \cdot 10^4 C$, 制造厂规定的调整周期不得少于半年。

4.3.3 固定 100、10、1 匝的相对非线性误差分别不大于 $\frac{0.4C}{100}$ 、 $\frac{0.6C}{100}$ 、 $\frac{3C}{100}$ 。如果固定 10 匝达不到上述要求, 生产厂可以把它降为 $\frac{0.8C}{100}$, 但必须在说明书中说明。初级最大电流为 0.1 A 的, 固定 10 匝降为 $\frac{2C}{100}$ 。

4.4 磁势低频噪声

磁势低频噪声的峰值 $\leq 3 \mu A \cdot 10^4 C$; 测量盘最大电流为 0.1 A 者峰值 $\leq 1.5 \mu A \cdot 10^4 C$ 。

4.5 磁势零位漂移

磁势零位漂移 $\leq 5 \mu A \cdot 10^4 C / 10 \text{ min}$; 测量盘最大电流为 0.1 A 者漂移 $\leq 3 \mu A \cdot 10^4 C / 10 \text{ min}$ 。

4.6 内附检流计指标

周围无明显机械振动及外回路电阻为 $20\ \Omega$ 时, 电压分度值 $C_v \leq 5\ \text{nV} \cdot 10^4\ \text{C/mm}$, 同时噪声电压峰峰值 $\leq 10\ \text{nV}$, 漂移电压 $\leq 5\ \text{nV/min}$ 。

5 通用技术要求

5.1 外观结构

电桥面板或铭牌上应有产品名称、型号、出厂编号、准确度等级、制造厂名称或商标、制造日期等。各旋钮、开关、端钮应有保证正确使用的标志。外露部件应完好, 旋转开关应能转到所有工作位置并定位准确、清晰。

5.2 绝缘电阻

主、从电源与初、次级电路断开后, 电桥初、次级电路与外壳之间的绝缘电阻: 0.000 05 级和 0.000 1 级的不得低于 $2\ \text{G}\Omega$; 0.000 2 级、0.000 5 级的不得低于 $1\ \text{G}\Omega$ 。

5.3 介电强度

电源变压器初级绕组与次级绕组和外壳之间能承受 $50\ \text{Hz}$, $1\ 500\ \text{V}$ 实际正弦波电压历时 $1\ \text{min}$ 的耐压试验不击穿、不飞弧。

6 计量器具控制

包括: 首次检定、后续检定和使用中检验。

6.1 检定条件

6.1.1 检定环境条件

检定的标准条件——温度: $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ 、相对湿度: $40\% \sim 75\%$ 、电源电压: $(220 \pm 11)\ \text{V}$ 、电源频率: $(50 \pm 0.5)\ \text{Hz}$, 无振动。

6.1.2 检定用仪器设备

6.1.2.1 控温精度不低于 $0.02\ ^\circ\text{C/h}$ 的恒温油槽或恒温空气槽一台。

6.1.2.2 一次温度系数 $\alpha \leq 5 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ 且 α 之差值 $\leq 3 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ 的 0.01 级以上 $10\ \Omega$ 标准电阻两只。当使用控温精度不低于 $0.01\ ^\circ\text{C/h}$ 的恒温槽时, 去掉对 α 差值的要求。

一次温度系数 α 之差 $\leq 5 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ 的 0.01 级以上 $1\ 000\ \Omega$ 标准电阻两只。

6.1.2.3 工作电压 $\leq 250\ \text{V}$, 有效量程 $\geq 5\ \text{G}\Omega$ 的绝缘电阻测试仪器 (高阻计或高阻电桥等) 1 台, 准确度等级不低于 10 级。

6.1.2.4 满足 4.6 条要求的光电放大检流计或其他指零仪组合一套 (电桥无内附检流计或内附检流计不合格时)。

注: 线性度的检定用自检方法, 即电桥内同标称值的元件间互相比对。它不需要外部标准器。

本条所列标准电阻仅作为换位法整体核验和测量功能检查用。

6.2 检定项目

检定项目见表 1, 检定时可参考图 2。

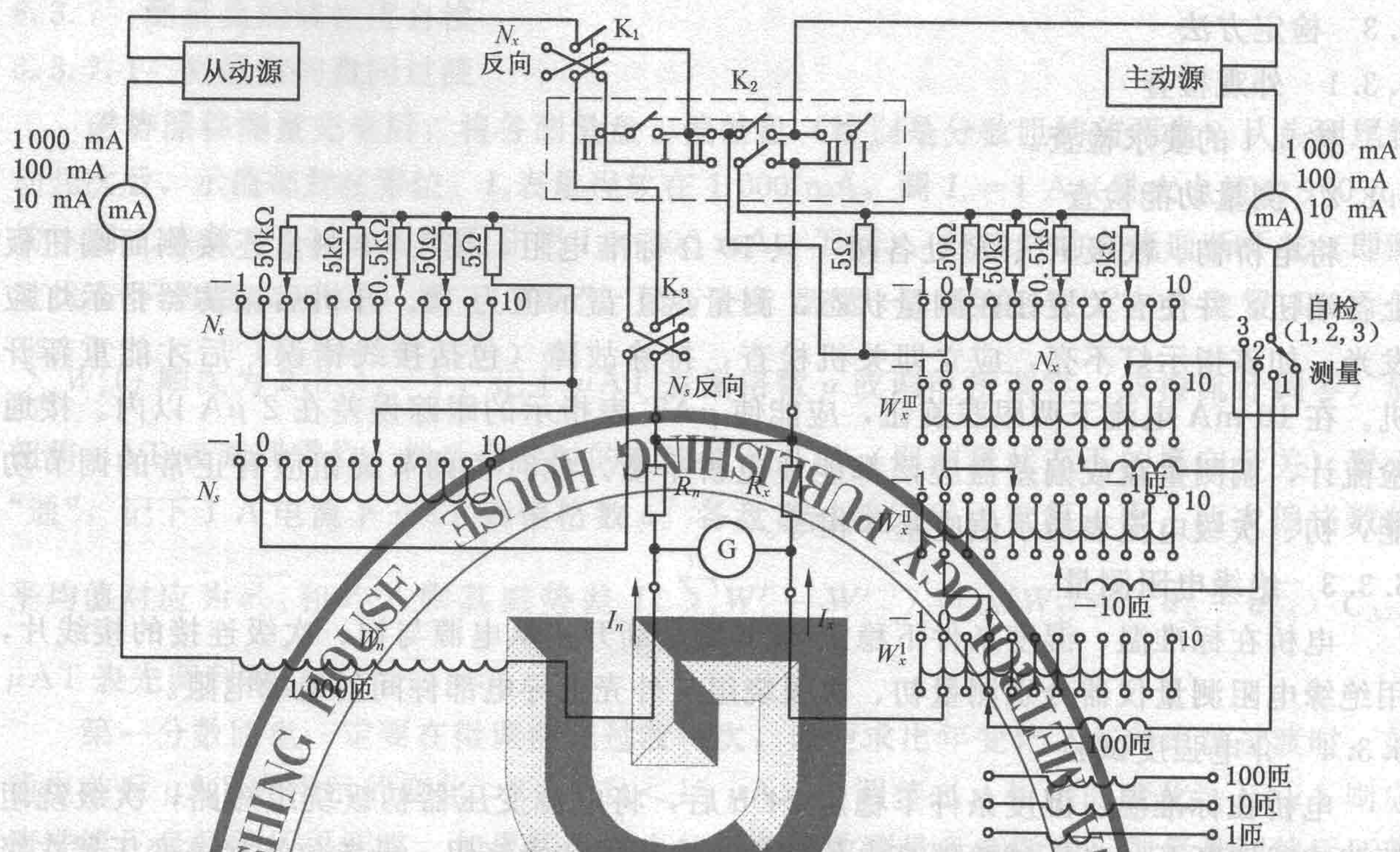


图 2 比较仪式电桥简化线路图

K₁—形象化开关，实际要靠改变接线完成；I，II，III盘参考绕组开关与测量开关联动

表 1 检定项目表

检定项目	首次检定	后续检定	使用中检验
外观与测量功能检查	+	+	+
绝缘电阻	+	—	—
介电强度	+	—	—
μAT 表分度值 C _{AT}	+	—	—
磁势零位漂移和噪声	+	+	—
测量盘和偏差盘的线性度	+	+	+ **
初级 10×100 匝与次级 1 000 匝的比较	+	+	—
初级固定 100、10、1 匝的线性度	+	+	—
内附检流计指标	+	+	+
整体核验	+	+	+ ***

表中：“+”表示检定，“—”表示可以不检定。

* 本仪器独立部件多，修理后可以只针对修理部件进行检定；

** 只检测量盘盘间过渡；

*** 只用两只 10 Ω 标准电阻核验。

6.3 检定方法

6.3.1 外观检查

按 5.1 的要求检查。

6.3.2 测量功能检查

将电桥初、次级 R_x 、 R_s 处各接一只 $10\ \Omega$ 标准电阻,按 1:1 测量连接侧面端钮板上各端钮,并使有关旋钮在测量状态,测量盘 I 盘示值为 10。开机后振荡器指示灯应发光,如该指示灯不亮,应立即关机检查,排除故障(包括接线错误)后才能重新开机。在 10 mA 电流下调跟踪旋钮,应能使 μAT 表指示的跟踪误差在 $2\ \mu\text{A}$ 以内。接通检流计,调测量盘或偏差盘应该都能使电桥平衡。此时各调节旋钮应有正常的调节功能,初、次级电流表指示值应基本相等。

6.3.3 绝缘电阻测量

电桥在标准温、湿度条件下稳定 24 h 后,断开主从电源与初、次级连接的接线片,用绝缘电阻测量仪器分别测量初、次级绕组与外壳上导电部件间的绝缘电阻。

6.3.4 介电强度试验

电桥在标准温、湿度条件下稳定 24 h 后,将电源变压器初级绕组短路,次级绕组短路或线路断开,高压试验器高电位端接该变压器初级绕组,低电位端接该变压器次级绕组与外壳上导电部件,施加 1 500 V、50 Hz 实际正弦波电压历时 1 min 试验,不击穿、不飞弧为合格,电压上升及下降速度约为 100 V/s。

高压试验器击穿时其继电器动作电流为 5 mA。

6.3.5 磁势平衡表分度值 C_{AT} 的测量

使电桥从 1:1 测量状态进入检定准备状态(下面线性度检定都从此状态开始),按电桥说明书将偏差盘从次级转移到初级,与测量盘反向串联(*端对接),并且极性都置“+”,示值都置于零,不检分数匝盘线性度时就不必转移偏差盘,短路电桥 R_x 处的电流端钮使初级闭合,次级 R_s 处不短接,以保证次级和检流计回路开路。内接/外接/自校开关转到“自校”,使电源换向开关(A、B 开关)成为电流通断开关,并把它置于“断”,“测量/关”开关置于测量(如果有的话),将电流调节和跟踪调节旋钮都调到零位。在上述检定准备状态下,将电桥的读数/自校开关置于读数位置,初级电流表(I_x 表)量程调到 100 mA,将电源通断开关转到通,调电流调节旋钮使 I_x 表指示 100 mA,调电桥调零(或检流计平衡)旋钮使 μAT 表指零,将第 VII 盘增加一个步进,记录 μAT 表偏转格数 $\Delta\alpha$ (读到 0.1 大格,下同)和方向,则 μAT 表分度值 $C_{\text{AT}}=10^{-4}\times 100\text{ mA}/\Delta\alpha=10\ \mu\text{A}/\Delta\alpha$,并认定此时 μAT 表的偏转方向为“+”,即被检绕组大于参考绕组。在正常情况下, $C_{\text{AT}}=10\ \mu\text{A}/\text{大格}$ (也有改进型为 $C_{\text{AT}}=5\ \mu\text{A}/\text{大格}$ 的),如 $C_{\text{AT}}\geq 15\ \mu\text{A}/\text{大格}$ (改进型 $7.5\ \mu\text{A}/\text{大格}$),则必须调整或修理。

6.3.6 磁势零位漂移和噪声的测量

在上一条状态下按规定时间预热后,调电流调节旋钮使 $I_x=0$,记下 10 min 的 μAT 表漂移的格数 $\Delta\alpha$,则 $\Delta\alpha\cdot C_{\text{AT}}$ 为 10 min 的磁势零位漂移。

同时在 10 min 内连续观察 μAT 表的最大抖动格数 $\Delta\alpha_m$,则 $\Delta\alpha_m\cdot C_{\text{AT}}$ 为磁势低频噪声峰峰值。

分数匝盘没有单独的参考绕组，它是用下一盘 10 个示值之和作为“参考绕组”进行递增置换法检定的。但测量盘“+”示值的磁势是同一方向，为了维持初级磁势的标称值为零，必须让与测量盘反串的偏差盘与测量盘相等的匝数。在电桥的检定准备状态下，将读数/自校开关转到读数，分数匝测量盘 j 、 $j+1$ 盘及次级与 j 盘步进值相等的 j' 偏差盘，其示值组合按附录 A 的表 A.3 中的规律——被检盘从 1 到 10 逐步转出所有示值，每一被检绕组均去置换先一步接入的“参考绕组”，形成“参考绕组”交替接入与置出。偏差盘与测量盘匝数相等，一一置出，在 1 A 电流下读取每个示值组合的 μAT 表偏格数，其中包含“参考绕组”的为 α_s ，包含被检绕组的为 α_x ，则 i 被检绕组与“参考绕组”的磁势差 $\Delta IW_i^j = (W^j - \alpha_s^j) C_{\text{AT}}$ 。如 j 盘被检示值为 1 时， j 、 $j+1$ 及 j' 盘的示值组合为 0、10、1，在 1 A 电流下 μAT 表偏格数为 α_{s1} ，断开电流后，用被检绕组 1 置换“参考绕组”，示值组合变为 1、0、1，通电后读数为 α_{x1} ；再接入“参考绕组”，此时示值组合递增为 1、10、2，读取偏格数 α_{s2} ，然后用被检绕组 2 置换参考绕组，读数为 α_{x2} ，以此类推。直至检完第 10 个示值。

再重复检一次，取两次平均值作为测量结果，取各示值两次测量中的最大差值为该盘的示值变差。

注意在示值组合变换时，一定要用电流通断开关断开电流。

盘间过渡时， j 盘 -1 示值已和 $j+1$ 盘 10 个示值之和比较过，所以 $\Delta IW_{-1}^j = -\Delta IW_{\Sigma}^{j+1}$ ，直接由盘间过渡给出。

上述检定结果记录于附录 A 的表 A.3 中。

6.3.8 测量盘线性度自检的计算

6.3.8.1 j 盘 i 示值与该盘 10 个示值之和的比值 K_i^j 的相对修正值 P_i^j 的计算。

按附录 A 表 A.1、表 A.2 的自检计算表格进行，即先根据盘内比较时得到的 j 盘 i 示值与参考绕组的磁势差 ΔIW_i^j 求出其对参考绕组的相对修正值 $\delta_i^j = \Delta IW_i^j / IW^j$ ， W^j 为 j 盘步进匝数，则 j 盘 i 示值对其 10 个示值之和的比值（名义值为 0.1）的相对修正值为 P_i^j ，

$$P_i^j = \delta_i^j - 0.1 \sum_{i=1}^{10} \delta_i^j$$

注： $\sum_{i=1}^{10}$ 为 $\sum_{i=1}^{10}$ 的简略表示，本规程一律采用这种简略表示。

P_i^j 应该比 δ_i^j 多取一位，注意， $\sum_{i=1}^{10} P_i^j = 0$ 可用于核验计算正确与否。

6.3.8.2 j 盘 10 个示值之和的相对修正值 Q_{Σ}^j 的计算。

按附录 A 表 A.1 自检的盘间过渡表格进行，即先根据盘间过渡时得到的 j 盘 10 个示值之和对 $j-1$ 盘 -1 示值的磁势差 ΔIW_{Σ}^j ，求出其相对差值 $\delta_{\Sigma}^j = \Delta IW_{\Sigma}^j / IW^{j-1}$ （ W^{j-1} 为 $j-1$ 盘步进匝数），然后利用 $Q_{\Sigma}^I = 0$ （线性度基准点）和 6.3.8.1 款中已经求出的 P_{-1}^j ，根据 $Q_{\Sigma}^j = Q_{\Sigma}^{j-1} + P_{-1}^{j-1} + \delta_{\Sigma}^j$ ，求出 Q_{Σ}^{II} ，再求出 Q_{Σ}^{III} ，顺次求出各 Q_{Σ}^j 。

6.3.8.3 线性度修正值的计算

因为 $K_i^j = \frac{W_i^j}{\sum_{i=1}^{10} W_i^j}$ ，所以 $W_i^j = K_i^j \cdot \sum_{i=1}^{10} W_i^j$ ，则 j 盘 i 绕组 W_i^j 本身的非线性相对修正

正值 $\delta W_i^j = P_i^j + Q_{\Sigma}^j$ 。

W_i^j 绕组本身的非线性修正匝数为：

$$\Delta W_i^j = W_i^j (P_i^j + Q_{\Sigma}^j)$$

共用一个绕组的分数匝盘，每个盘的 P 值都以其步进匝数最大盘的已知 P 值代入。

j 盘累加修正匝数为：

这里 W^j 为代数值，即 $n = -1$ 时，步进匝数为负。

上述公式概括为： j 盘 i 示值本身的非线性修正匝数等于 j 盘 i 示值对其 10 个示值之和的比值的相对修正值与 j 盘 1 个示值之和的相对修正值加起来再乘以 j 盘步进匝数。而 j 盘 10 个示值之和的相对修正值等于 $j-1$ 盘 10 个示值之和的相对修正值、 $j-1$ 盘 -1 示值与其 10 个示值之和的比值的相对修正值、 j 盘 10 个示值之和对 $j-1$ 盘 -1 示值的相对差值三者之和，其中 I 盘 10 个示值之和的相对修正值为零。

6.3.9 偏差盘的线性度检定

各偏差盘用同标称值的测量盘检定。在检定准备状态下，将 j 偏差盘和与其同标称值的 j 测量盘一放出相同的示值，分别读取电流通断开关处于“断”和“通”并且电流为 1 A 时 μ AT 表的偏格数 α_{i0}' （或到零位）和 α_i' ，则 $\sum_0^n W_i^j$ 对 $\sum_0^n W_i^j$ 的磁势差为 $(\alpha_i' - \alpha_{i0}') C_{AT}$ ，所以 j 偏差盘的累加非线性修正匝数为

$$\sum_0^n \Delta W_i^j = \sum_0^n \Delta W_i^j - (\alpha_i' - \alpha_{i0}') C_{AT} / 1 \text{ A}$$

同样，第一分数匝偏差盘也测量两次，取平均值作为测量结果，取两次测量中的最大差值为变差。

将所有偏差盘的非线性修正匝数同号最大值相加（无同号者取“0”），求出+、-最大修正匝数之和 ΔW_s^+ 、 ΔW_s^- ，则 ΔW_s^+ 与 $|\Delta W_s^-|$ 中较大者 $\leq \frac{0.05C}{100} \cdot W_n$ 为合格。

6.3.10 初级 10×100 匝绕组的检定

根据被测电阻的表达式可知，它应以次级固定 1 000 匝绕组为标准进行检定。在检定准备状态，按被检电桥说明书的线路图将次级 1 000 匝反向转移到初级并保持初级回路闭合，第 I 测量盘放出 10 示值，调电桥调零（或检流计平衡）旋钮使 μ AT 表指零，电源开关置于通，调电流 I 为 1 A（ μ AT 表灵敏度是线性的且其指示不超出满刻度时）或 0.1 A（ μ AT 表是非线性的或在 1 A 时其指示超过满刻度时），记下 μ AT 表偏格数 α_n ，则初级 10×100 匝对次级 1 000 匝的修正匝数 $\Delta W_n = \alpha_n C_{AT} / I$ ，其相对差值为 $\frac{\Delta W_n}{1000}$ 。

6.3.11 固定测量绕组的反向串联法检定

在检定准备状态，按被检电桥说明书的有关线路图分别将固定 100、10、1 匝绕组

因为 $K_i^j = \frac{W_i^j}{\sum_{i=1}^{10} W_i^j}$, 所以 $W_i^j = K_i^j \cdot \sum_{i=1}^{10} W_i^j$, 则 j 盘 i 绕组 W_i^j 本身的非线性相对修正值 $\delta W_i^j = P_i^j + Q_{\Sigma}^j$ 。

W_i^j 绕组本身的非线性修正匝数为:

$$\Delta W_i^j = W_i^j (P_i^j + Q_{\Sigma}^j)$$

共用一个绕组的分数匝盘, 每个盘的 P 值都以其步进匝数最大盘的已知 P 值代入。

j 盘累加修正匝数为:

$$\sum_{i=0}^n \Delta W_i^j = \sum_{i=0}^n W_i^j (P_i^j + Q_{\Sigma}^j)$$

这里 W_i^j 为代数值, 即 $n=-1$ 时, 步进匝数为负。

上述公式概括为: j 盘 i 示值本身的非线性修正匝数等于 j 盘 i 示值对其 10 个示值之和的比值的相对修正值与 j 盘 10 个示值之和的相对修正值加起来再乘以 j 盘步进匝数。而 j 盘 10 个示值之和的相对修正值等于 $j-1$ 盘 10 个示值之和的相对修正值、 $j-1$ 盘 -1 示值与其 10 个示值之和的比值的相对修正值, j 盘 10 个示值之和对 $j-1$ 盘 -1 示值的相对差值三者之和, 其中 I 盘 10 个示值之和的相对修正值为零。

6.3.9 偏差盘的线性度检定

各偏差盘用同标称值的测量盘检定。在检定准备状态下, 将 j' 偏差盘和与其同标称值的 j 测量盘一一放出相同的示值, 在每个示值下分别读取电流通断开关处于“断”和“通”并且电流为 1 A 时 μ AT 表的偏格数 α_{i0}' (或调到零位) 和 α_i' , 则 $\sum_0^n W_i^j$ 对 $\sum_0^n W_i^{j'}$ 的磁势差为 $(\alpha_i' - \alpha_{i0}') C_{AT}$, 所以 j' 偏差盘的累加非线性修正匝数为

$$\sum_0^n \Delta W_i^{j'} = \sum_0^n \Delta W_i^j - (\alpha_i' - \alpha_{i0}') C_{AT} / 1 \text{ A}$$

同样, 第一分数匝偏差盘也测量两次, 取平均值为测量结果, 取两次测量中的最大差值为变差。

将所有偏差盘的非线性修正匝数同号最大值相加 (无同号者取“0”), 求出+、-最大修正匝数之和 ΔW_s^+ 、 ΔW_s^- , 则 ΔW_s^+ 与 $|\Delta W_s^-|$ 中较大者 $\leq \frac{0.05C}{100} \cdot W_n$ 为合格。

6.3.10 初级 10×100 匝绕组的检定

根据被测电阻的表达式可知, 它应以次级固定 1 000 匝绕组为标准进行检定。在检定准备状态, 按被检电桥说明书的线路图将次级 1 000 匝反向转移到初级并保持初级回路闭合, 第 I 测量盘放出 10 示值, 调电桥调零 (或检流计平衡) 旋钮使 μ AT 表指零, 电源开关置于通, 调电流 I 为 1 A (μ AT 表灵敏度是线性的且其指示不超出满刻度时) 或 0.1 A (μ AT 表是非线性的或在 1 A 时其指示超过满刻度时), 记下 μ AT 表偏格数 α_n , 则初级 10×100 匝对次级 1 000 匝的修正匝数 $\Delta W_n = \alpha_n C_{AT} / I$, 其相对差值为 $\frac{\Delta W_n}{1\,000}$ 。

6.3.11 固定测量绕组反向串联法检定

在检定准备状态, 按被检电桥说明书的有关线路图分别将固定 100、10、1 匝绕组

与测量盘同向串联。将 I、II、III 盘分别放出一 1 示值，则各固定绕组分别于同标称值的各 -1 示值绕组反向串联，在电源开关置于“断”时，同上条调 μAT 表指零，在电源开关置于“通”且电流为 1 A（或最大电流）时，分别记下 μAT 表偏格数 α 各 2 次、4 次、6 次。 α 读至 0.1 大格，其平均值分别为 α_{100} 、 α_{10} 、 α_1 ，则固定 100、10、1 匝的非线性正匝数 ΔW_{100} 、 ΔW_{10} 、 ΔW_1 分别为：

$$\Delta W_{100} = \alpha_{100} C_{\text{AT}} / 1 \text{ A} + \Delta W_{-1}^{\text{I}}$$

$$\Delta W_{10} = \alpha_{10} C_{\text{AT}} / 1 \text{ A} + \Delta W_{-1}^{\text{II}}$$

$$\Delta W_1 = \alpha_1 C_{\text{AT}} / 1 \text{ A} + \Delta W_{-1}^{\text{III}}$$

式中： ΔW_{-1}^{I} 、 $\Delta W_{-1}^{\text{II}}$ 、 $\Delta W_{-1}^{\text{III}}$ 分别为 I、II、III 盘 -1 示值绕组本身的非线性修正匝数，它们与其累加修正值符号相反，例如， $\Delta W_{-1}^{\text{I}} = - \sum_0^{-1} \Delta W_{-1}^{\text{I}}$ 等等。最大电流非 1 A 时将 1 A 改为最大电流。

也可以用电阻过渡量具（如哈蒙量具）进行固定 10 匝和 1 匝的检定，但要保证在过渡量具的参考功率下，电桥的工作磁势不低于反向串联法时的安匝数。

6.3.12 线性度自检结果的修约与判断

测量盘、固定绕组 100 匝和偏差盘都修约到 1 微匝，固定 10 匝和 1 匝修约至 0.5 微匝。

以修约后的数据为准，用它们各自的线性度允差公式判断其是否合格。

测量盘线性度的判断：第 I、II 盘非线性相对误差的绝对值 $\leq 0.4C\%$ ，III 盘以下非线性绝对误差之和的绝对值 $\leq \frac{0.5C}{100} \times \frac{W_n}{10}$ ，则线性误差合格；如果 II 盘中有超过 $0.4C\%$ 的示值 W_x^{II} ，则在这些示值中选出超出的绝对误差最大值 $\Delta_{\text{max}}^{\text{II}}$ ，即令 $\Delta_{\text{max}}^{\text{II}} = \sum_0^n \Delta W_i^{\text{II}} - 0.4C\% \cdot W_x^{\text{II}}$ 为最大，此值与 III 盘以下的各盘 +、一同号绝对误差之和的绝对值 $\leq \frac{0.5C}{100} \times \frac{W_n}{10}$ 时，线性误差仍为合格。

如果万一它超出 $\frac{0.5C}{100} \times \frac{W_n}{10}$ 且是稍微超出，再把第 III 盘也按第 II 盘处理，即找出第

III 盘中超出 $0.4C\%$ 的绝对误差最大值 $\Delta_{\text{max}}^{\text{III}} = \sum_0^n \Delta W_i^{\text{III}} - 0.4C\% \cdot W_x^{\text{III}}$ ，则 +、一同号的

$\Delta_{\text{max}}^{\text{II}}$ 、 $\Delta_{\text{max}}^{\text{III}}$ 与 IV 盘以下各盘绝对误差之和的绝对值 $\leq \frac{0.5C}{100} \times \frac{W_n}{10}$ 时，线性度仍为合格，

否则为不合格。

6.3.13 内附检流计指标的测量

将为检定准备的已浸入温度变化 $\leq 0.02 \text{ }^\circ\text{C/h}$ 的油槽或空气槽中的两只 $10 \text{ } \Omega$ 标准电阻分别接入电桥初、次级，并使电桥进入 1:1 测量状态。在 10 mA 电流下平衡电桥，此时电阻上电压降为 0.1 V，使检流计开关处于最灵敏的直接接通位置，改变电桥示值的 1×10^{-6} ，则在检流计回路中产生 0.1 μV 的失衡电压，调光电放大器反馈旋钮，使 0.1 μV 产生 20 mm 的光标偏转，则电压分度值 $C_V = 5 \text{ nV/mm}$ 。将电流调节与跟踪

调节调回零位，断开两只标准电阻电流端钮的接线，使电桥电势系统与磁势系统分离。关上电桥侧面活动盖板，记录检流计 10 min 的漂移格数及最大抖动格数，它们与 C_V 之积即为漂移电压和噪声电压。

6.4 整体核验

分项检定结论合格者进行整体核验。

6.4.1 电桥的电阻换位法整体核验

电桥处在 1:1 测量状态， $C_V = 5 \text{ nV/mm}$ ，在电流 30 mA、调跟踪误差 $\leq 2 \mu\text{A}$ 的条件下换位测量两个 10Ω 电阻的比值：首先在测量盘上读取比值 K_1 （偏差盘为零），然后交换两个电阻的接线，即 R_x 与 R_s 换位，但尽量保持电阻在油槽中的位置不变，再测换位后的电阻比值，在测量盘上读取比值 K_2 ，则电桥换位测量误差 $K_B = \frac{(K_1 + K_2)}{2} - 1 \leq C\%$ 为电桥整体核验合格。

允许用误差不大于 $0.3C\%$ 的其他方法进行电桥的整体核验。

6.4.2 电阻测量的电阻换位法核验

电桥处在 1:1 测量状态，在电流 3 mA、调跟踪误差 $\leq 2 \mu\text{A}$ 的条件下换位测量两个 1000Ω 电阻的比值，换位前后比值的读数为 K_{R1} 、 K_{R2} ，则 1000Ω 换位测量误差 $K_R = \frac{K_{R1} + K_{R2}}{2} - 1 \leq C_R\%$ 时为合格。 C_R 为电桥给出的在一等标准电阻检定功率下测量 1000Ω 电阻的准确度。

6.4.3 整体核验结果的处理

当分项检定结论与电桥整体核验结果一致时，检定结束；分项检定电桥合格而整体核验不合格时，必须找出原因，重做某些项目的检定或重做整体核验，直至二者一致为止。分项检定电桥不合格时，不做整体核验，因为整体核验不能体现出电桥所有的误差因素。

6.5 检定结果的处理

6.5.1 从首次检定后一年内，所考核的各项指标都符合本规程的技术要求，则电桥总体误差不大于允许误差，电桥合格；有一项不合格者，电桥即不合格。

6.5.2 后续检定结果的处理

6.5.2.1 各项指标都符合本规程要求，电桥合格。

6.5.2.2 测量盘线性度和固定 100 匝、10 匝绕组的线性度，有一项不合格，电桥即为不合格。其余指标有一、二项不合格但不超过规程规定指标的一倍者（绝缘电阻不小于规定值的一半），仍认为电桥合格。

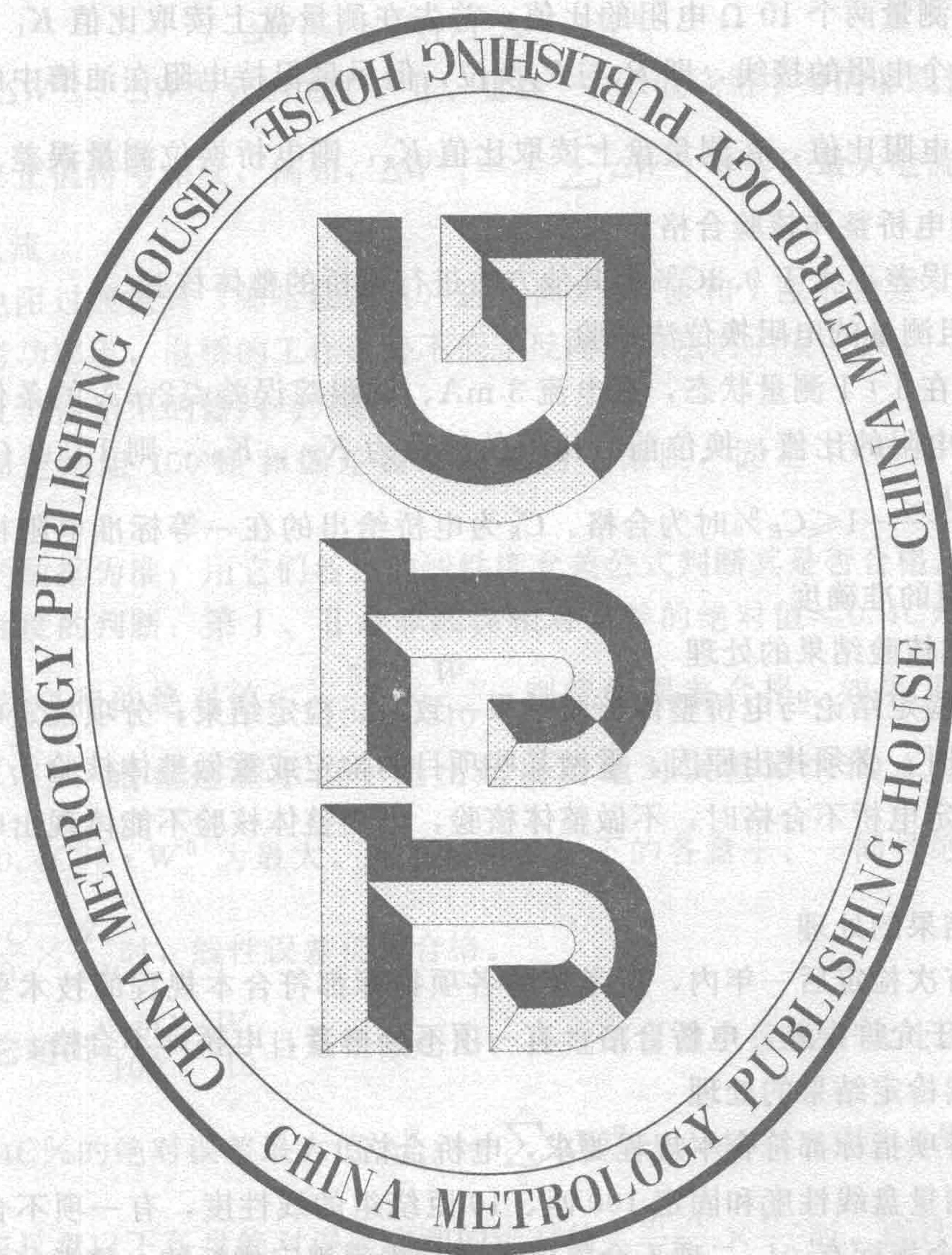
如果有三项以上指标不合格，或者虽然一、二项指标不合格但超过规定值一倍时（绝缘电阻小于规定值的一半），电桥即为不合格。不合格的电桥允许降级使用，但必须符合所降等级的有关要求。

6.5.3 电桥合格出检定证书；不合格出检定结果通知书并注明不合格的原因，证书或通知书上要给出各项检定的数据；其中线性度要给出修正值表。

6.6 检定周期

检定周期为 1 年，但线性度可以每 3 年检一次（有微调的分数匝盘的盘间过渡及必要时的微调为 1 年，微调了的分数匝盘应根据新的 Q'_2 值重新计算其修正值）。

为了考核年稳定性，送检时必须携带上一次检定证书或检定结果通知书（或它们的复印件）。



附录 A

线性度自检表格

表 A.1 盘间过渡表 C_{AT}=

被过渡 盘数 <i>j</i>	μAT 表偏 格数		$\Delta IW_{\Sigma}^j =$ $(\bar{\alpha} - \bar{\alpha}_0) C_{AT}$ (μA)	$\delta_{\Sigma}^j =$ $\Delta IW_{\Sigma}^j / IW^{j-1}$	P_{-1}^{j-1*}	Q_{Σ}^{j-1}	$Q_{\Sigma}^j = Q_{\Sigma}^{j-1} + P_{-1}^{j-1} + \delta_{\Sigma}^j$
	α_0	α					
II							
III							
IV							
V							
VI							
VII							
VIII							

* P_{-1}^{j-1} 之值由表 A.2、表 A.3 抄入。几个盘共用绕组时，各盘 P_{-1} 之值均以其最大盘已知的 P_{-1} 代入。

表 A.2 整数匝测量盘的线性度自检表 *j*=

被检 示值	μAT 表 偏格数		$\Delta \delta_i^j = \frac{(\alpha - \alpha_0) C_{AT}}{IW^j}$ (×10 ⁻)	$P_i^j = \delta_i^j - 0.1 \sum_1^{10} \delta_i^j$ (×10 ⁻)	$\Delta W_i^j = W^j (P_i^j + Q_{\Sigma}^j)$ (微匝)	$\sum_1^n \Delta W_i^j$ (微匝)
	α_0	α				
-1						

表 A.2 (续)

被检示值	μAT 表偏格数		$\Delta\delta_i^j = \frac{(\alpha - \alpha_0)C_{AT}}{IW^j}$ ($\times 10^{-}$)	$P_i^j = \delta_i^j - 0.1 \sum_1^{10} \delta_i^j$ ($\times 10^{-}$)	$\Delta W_i^j = W^j (P_i^j + Q_\Sigma^j)$ (微匝)	$\sum_1^n \Delta W_i^j$ (微匝)
	α_0	α				
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

$C_{AT} =$ _____, $0.1 \sum_1^{10} \delta_i^j =$ _____, $Q_\Sigma^j =$ _____

表 A.3 分数匝测量盘的线性度自检表 j=

被检示值	有关盘示值			μAT 表偏格数 α_s/α_x	$\delta_i^j = \frac{(\alpha_x - \alpha_s)C_{AT}}{IW^j}$ ($\times 10^{-}$)	$P_i^j = \delta_i^j - 0.1 \sum_1^{10} \delta_i^j$ ($\times 10^{-}$)	$\Delta W_i^j = W^j (P_i^j + Q_\Sigma^j)$ (微匝)	$\sum_1^n \Delta W_i^j$ (微匝)
	j	j+1	j'					
-1*	-1	10	0					
1	0	10	1					
	1	0	1					
2	1	10	2					
	2	0	2					
3	2	10	3					
	3	0	3					
4	3	10	4					
	4	0	4					
5	4	10	5					
	5	0	5					

表 A.3 (续)

被检 示值	有关盘示值			μAT 表 偏格数 α_s/α_x		$\delta_i^j = \frac{(\alpha_x - \alpha_s)C_{\text{AT}}}{IW^j}$ ($\times 10^{-}$)	$P_i^j = \delta_i^j - 0.1 \sum_1^{10} \delta_i^j$ ($\times 10^{-}$)	$\Delta W_i^j =$ $W^j(P_i^j + Q_\Sigma^j)$ (微匝)	$\sum_1^n \Delta W_i^j$ (微匝)
	j	$j+1$	j'						
6	5	10	6						
	6	0	6						
7	6	10	7						
	7	0	7						
8	7	10	8						
	8	0	8						
9	8	10	9						
	9	0	9						
10	9	10	10						
	10	0	10						

* $\Delta IW_{-1}^j = -\Delta IW_\Sigma^{j+1}$ ，由盘间过渡给出。

$C_{\text{AT}} = \text{_____} \mu\text{A}/\text{大格}$ ， $0.1 \sum_1^{10} \delta_i^j = \text{_____}$ ， $Q_\Sigma^j = \text{_____}$

表 A.4 不进行盘内比较的分数匝测量盘的线性度计算表 $j =$

被检 示值	P_i^{j*} ($\times 10^{-}$)	$\Delta W_i^{j+1} =$ $W^{j+1}(P_i^j + Q_\Sigma^{j+1})$ (微匝)	$\sum_0^n \Delta W_i^{j+1}$ (微匝)	$\Delta W_i^{j+2} =$ $W^{j+2}(P_i^j + Q_\Sigma^{j+2})$ (微匝)	$\sum_0^n \Delta W_i^{j+2}$ (微匝)	$\Delta W_i^{j+3} =$ $W^{j+3}(P_i^j + Q_\Sigma^{j+3})$ (微匝)	$\sum_0^n \Delta W_i^{j+3}$ (微匝)
-1							
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

* j 、 $j+1$ 、 $j+2$ 、 $j+3$ 盘共用绕组， P_i^j 之值由表 A.3 抄入。

$Q_\Sigma^{j+1} = \text{_____}$ ， $Q_\Sigma^{j+2} = \text{_____}$ ， $Q_\Sigma^{j+3} = \text{_____}$

附录 B

线性度自检计算公式的推导

B.1 用参考绕组（含非单独的参考绕组）比较的测量盘自检的公式推导

按自检中线性度基准点（即误差公式中的基准值）的真正传递程序，先求出各盘 10 个示值之和的相对修正值，然后以它们为基础，求出各示值的修正值。

设 W_i^j 、 ΔW_i^j 分别为 j 盘 i 步进本身的匝数实际值和修正值， K_i^j 为 j 盘 i 步进本身与 j 盘 10 个示值之和的比值， P_i^j 为该比值的相对修正值， W^j 为 j 盘步进匝数， W_N^j 为 j 盘参考绕组（包括非单独的参考绕组）的“匝数实际值”， δ_i^j 为 j 盘 i 步进对参考绕组的相对修正值。

$$K_i^j = \frac{W_i^j}{\sum_{i=1}^{10} W_i^j} = \frac{W_N^j (1 + \delta_i^j)}{W_N^j \sum_{i=1}^{10} (1 + \delta_i^j)} = \frac{1}{10} \cdot \frac{1 + \delta_i^j}{1 + 0.1 \sum_{i=1}^{10} \delta_i^j} = 0.1 (1 + \delta_i^j - 0.1 \sum_{i=1}^{10} \delta_i^j)$$

$$\text{又 } K_i^j = 0.1 (1 + P_i^j)$$

$$\text{所以 } P_i^j = \delta_i^j - 0.1 \sum_{i=1}^{10} \delta_i^j$$

$$\text{同理可证, } j \text{ 盘参考绕组对 } j \text{ 盘 10 个示值之和的比值的相对修正值 } P_N^j = -0.1 \sum_{i=1}^{10} \delta_i^j$$

$$\text{则 } W_i^j = K_i^j \sum_{i=1}^{10} W_i^j = 0.1 (1 + P_i^j) \sum_{i=1}^{10} W_i^j$$

设 Q_Σ^j 为 j 盘 10 个示值之和的相对修正值，即 $\sum_{i=1}^{10} W_i^j = 10W^j (1 + Q_\Sigma^j)$ ，因为 I 盘 10 点为线性度基准点，所以 $Q_\Sigma^I = 0$ 。设 δ_Σ^j 为 j 盘 10 个示值之和对 $j-1$ 盘 -1 示值的相对修正值，由用 -1 示值过渡的盘间过渡可知：

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^{10} W_i^j &= (1 + \delta_\Sigma^j) W_{-1}^{j-1} = 0.1 (1 + \delta_\Sigma^j) (1 + P_{-1}^{j-1}) \sum_{i=1}^{10} W_i^{j-1} \\ &= 0.1 (1 + \delta_\Sigma^j + P_{-1}^{j-1}) \cdot 10W^{j-1} (1 + Q_\Sigma^{j-1}) \\ &= W^{j-1} (1 + \delta_\Sigma^j + P_{-1}^{j-1} + Q_\Sigma^{j-1}) \end{aligned}$$

$$\text{又 } \sum_{i=1}^{10} W_i^j = 10W^j (1 + Q_\Sigma^j) = W^{j-1} (1 + Q_\Sigma^j)$$

$$\text{所以 } Q_\Sigma^j = Q_\Sigma^{j-1} + P_{-1}^{j-1} + \delta_\Sigma^j$$

即 j 盘 10 个示值之和的相对修正值可由 $j-1$ 盘 10 个示值之和的相对修正值（I 盘此修正值为零）和盘间过渡的有关数据导出。

$$\begin{aligned}
 \text{因为 } W_i^j &= W^j + \Delta W_i^j = 0.1(1 + P_i^j) \sum_1^{10} W_i^j \\
 &= 0.1(1 + P_i^j) \cdot 10W^j(1 + Q_\Sigma^j) \\
 &= W^j(1 + P_i^j + Q_\Sigma^j)
 \end{aligned}$$

$$\text{所以 } \Delta W_i^j = W^j(P_i^j + Q_\Sigma^j)$$

B.2 不进行盘内比较的分数匝测量盘的公式推导

由上面公式可知, 计算修正值要知道 P 、 Q 之值, 而 Q 值已由盘间过渡给出, 所以只要求出不进行盘内比较的测量盘的 P 值, 即可应用上面的公式。设 $j, j+1, \dots, j+m$ 盘共用一组绕组 W^j , 各盘中的电流分别为 $I^j, I^{j+1}, \dots, I^{j+m}$ 。 j 盘已进行过盘内比较, 则

$$\begin{aligned}
 K_i^j &= \frac{I^j W_i^j}{I^j \sum_1^{10} W_i^j} = \frac{W_i^j}{\sum_1^{10} W_i^j} = 0.1(1 + P_i^j) \\
 K_i^{j+1} &= \frac{I^{j+1} W_i^j}{I^{j+1} \sum_1^{10} W_i^j} = \frac{W_i^{j+1}}{\sum_1^{10} W_i^{j+1}} = 0.1(1 + P_i^j) \\
 &\vdots
 \end{aligned}$$

$$\text{则 } K_i^j = K_i^{j+1} = \dots = K_i^{j+m} = 0.1(1 + P_i^j)$$

$$\text{所以 } P_i^j = P_i^{j+1} = \dots = P_i^{j+m}$$

即共用绕组 n 个的测量盘中, 各盘的某示值对该盘 10 个示值之和的比值的相对修正值是相等的, 等于已知的 P_i^j 。

$$\text{所以 } \Delta W_i^{j+m} = W^{j+m}(P_i^j + Q_\Sigma^{j+m})$$

附录 C

检定证书内页格式

1. 测量盘非线性修正值（见修正值表）

其中 I 盘最大相对修正值：_____； II 盘最大相对修正值：_____； III 盘以下最大绝对修正值之和：_____。测量盘线性度的结论：_____。

2. 固定匝非线性修正值

固定 100 匝非线性修正匝数 $\Delta W_{100} =$ _____；

固定 10 匝非线性修正匝数 $\Delta W_{10} =$ _____；

固定 1 匝非线性修正匝数 $\Delta W_1 =$ _____。

3. 初级 10×100 匝对次级 1 000 匝的修正匝数：_____。

4. 次级偏差盘最大非线性修正匝数之和：_____。

5. 磁势零位漂移：_____ $\mu\text{A}/10\text{ min}$ ；磁势噪声：_____ μA 。

6. μAT 表分度值 $C_{\text{AT}} =$ _____ $\mu\text{A}/\text{大格}$ 。

7. 检流计：

分度值 $C_V =$ _____ nV/mm ；噪声电压 = _____ nV ；电压漂移：_____ nV/min 。

8. 电桥的整体核验误差 $K_B =$ _____ $\times 10^{-7}$ 。

9. 电阻测量的核验误差 $K_{1\,000\,\Omega} =$ _____。

10. 电桥测量盘线性度修正值表

电桥测量盘线性度修正值表

单位：微匝

示值	测量盘						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
—1							
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

附录 D

检定结果通知书内页格式

1. 测量盘非线性修正值（见修正值表）
其中 I 盘最大相对修正值：_____； II 盘最大相对修正值：_____； III 盘以下最大绝对修正值之和：_____。测量盘线性度的结论：_____。
2. 固定匝非线性修正值
固定 100 匝非线性修正匝数 ΔW_{100} = _____；
固定 10 匝非线性修正匝数 ΔW_{10} = _____；
固定 1 匝非线性修正匝数 ΔW_1 = _____。
3. 初级 10×100 匝对次级 1 000 匝的修正匝数：_____。
4. 次级偏差盘最大非线性修正匝数之和：_____。
5. 磁势零位漂移：_____ $\mu\text{A}/10\text{ min}$ ；磁势噪声：_____ μA 。
6. μAT 表分度值 C_{AT} = _____ $\mu\text{A}/\text{大格}$ 。
7. 检流计：
分度值 C_v = _____ nV/mm ；噪声电压 = _____ nV ；电压漂移：_____ nV/min 。
8. 电桥测量盘线性度修正值

电桥测量盘线性度修正值表

单位：微匝

示值	测量盘						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
−1							
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

电桥不合格的原因：第 _____ 项超过允许值。

中华人民共和国
国家计量检定规程

直流比较仪式电桥

JJG 506—2010

国家质量监督检验检疫总局发布

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲2号

邮政编码 100013

电话(010)64275360

<http://www.zgjl.com.cn>

北京市迪鑫印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

版权所有 不得翻印

880 mm×1230 mm 16开本 印张 1.5 字数 27 千字

2010年7月第1版 2010年7月第1次印刷

印数 1—1 000

统一书号 155026—2501 定价: 28.00 元