



中华人民共和国国家标准

GB/T 3412—94

电 阻 比 电 桥

Wheatstone bridge for unbonded elastic wire resistance meter

1994-12-22 发布

1995-10-01 实施

国家技术监督局 发布

中华人民共和国国家标准

GB/T 3412-94

电阻比电桥

代替 GB 3412-82

Wheatstone bridge for unbonded elastic wire resistance meter

1 主题内容与适用范围

本标准规定了测量差动电阻式传感器和埋入式铜电阻温度计的电阻比电桥的设计、生产、试验方法及检验规则等的统一要求。

本标准适用于测量差动电阻式传感器和埋入式铜电阻温度计的电阻比电桥。

2 产品品种、规格

2.1 结构型式

本型电桥为携带型直流平衡电桥。电桥内部应附有检流计和直流工作电源。

2.2 技术规格及主要参数

电桥的测量项目、测量范围及基本量限应符合表1的规定。

表 1

测量项目	测量范围	基本量限
电阻比	0~1.111 0	0.900 0~1.111 0
电阻值, Ω	0~111.10	0~111.10

3 技术要求

3.1 参比工作条件和正常工作条件

3.1.1 参比工作条件

- a. 环境温度为 $20 \pm 2^\circ\text{C}$;
- b. 环境相对湿度不大于 80%。

3.1.2 正常工作条件

- a. 环境温度为 $-10 \sim +40^\circ\text{C}$;
- b. 环境相对湿度不大于 85%。

3.2 基本误差

在参比工作条件下的基本误差不应超过表2的规定。

表 2

测量项目	电阻比	电阻值, Ω
基本误差	$\pm 0.01\%$	± 0.02

3.3 温度附加误差

3.3.1 电阻比的温度附加误差

电桥在正常工作条件下,基本量限内的电阻比测量误差不应超过 $\pm 0.02\%$ 。

国家技术监督局 1994-12-22 批准

1995-10-01 实施

3.3.2 电阻值的温度附加误差

在正常工作条件下,电桥测量电阻时读数盘的示值应按下式进行修正:

$$R_t = R_{20} [1 + \alpha(t - 20) + \beta(t - 20)^2] \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中: R_t ——在温度为 $t^\circ\text{C}$ 时,读数盘的示值经温度修正后的电阻值, Ω ;

R_{20} ——读数盘的示值, Ω ;

t ——电桥的环境温度, $^\circ\text{C}$;

α ——电桥比较臂电阻元件的一次项电阻温度系数, $^\circ\text{C}^{-1}$;

β ——电桥比较臂电阻元件的二次项电阻温度系数, $^\circ\text{C}^{-2}$ 。

按上式修正后的电阻值 R_t 的误差不应超过 $\pm 0.04\Omega$ 。

3.4 对步进开关的要求

电桥读数盘的步进开关经五万次往返磨损试验后,接触电阻变差不应超过 0.0015Ω 。

3.5 零电阻

电桥的零电阻不应超过 0.01Ω 。

3.6 示值变差

电桥的示值变差不应超过 0.004Ω 。

3.7 绝缘电阻

3.7.1 在正常工作条件下,电桥电路与外壳可触及的金属部分之间的绝缘电阻 $R_i(\text{M}\Omega)$ 应满足下式的要求。

$$R_i \geq \frac{R_{\max}}{20} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中: R_{\max} ——桥臂最大电阻, Ω 。

3.7.2 将电桥盖子关闭,置于温度为 $15\sim 35^\circ\text{C}$ 、相对湿度为 $(95\pm 3)\%$ 的环境条件下试验 6 h。试验后,立即量测电桥电路与外壳可触及的金属部分之间的绝缘电阻,其值不应小于 3.7.1 条中所要求的绝缘电阻的十分之一。

3.8 耐压要求

在正常工作条件下,电桥电路与外壳可触及金属部分之间,应能经受额定电压为 500 V、频率为 50 Hz 的实际正弦交流电压历时 1 min 的试验而不击穿。

3.9 内装检流计

3.9.1 采用吊丝式检流计时,应满足如下要求:

a. 当电阻比变化 0.01% 或电阻值变化 0.01Ω 时,检流计偏格应大于 0.5 分格(分格不得小于 1 mm);

b. 检流计的阻尼时间应小于 4 s;

c. 检流计应具有机械调零及锁定装置。

3.9.2 采用电子放大检流计时,尚须满足如下要求:

a. 预热时间不应大于 5 min;

b. 预热后 10 min 内漂移不应大于 1 mm, 4 h 内漂移不应大于 5 mm;

c. 不应存在能明显看出的抖动;

d. 面板上应具有电气调零器,电桥在正常工作的温度范围内,电气调零器应能保证将指示器调回零线。

3.10 耐高低温要求

电桥在运输包装的情况下,先后在低温 -20°C 及高温 $+50^\circ\text{C}$ 两种环境温度中各进行 6 h 的恒温试验。试验后,电桥的性能仍应符合 3.2、3.6、3.8 及 3.7.1 条的要求。

3.11 耐潮湿环境要求

电桥经过 3.7.2 条规定的潮湿环境试验后,将电桥置于参比工作条件下保持 48 h,其性能仍应符合 3.2、3.6、3.8 及 3.7.1 条的要求。

3.12 耐运输颠簸要求

电桥在运输包装的情况下,应能经受最大加速度为 30 m/s^2 、频率为每分钟 80~120 次历时两小时的运输颠簸试验。试验后,电桥不应有螺母松动,零件变形及其他机械损伤等现象,并仍应符合 3.2、3.6、3.8 条及 3.7.1 款的要求。

3.13 外观要求

电桥箱底和箱盖应密合;表面涂漆要求均匀、无明显划痕;镀层不应脱落;所有紧固件不应松动;螺钉头部应光滑完整。

4 试验方法

4.1 基本误差检验

检验基本误差时,电桥应预先置于参比工作条件下恒温 24 h。检验方法可采用元件检验或整体检验。

4.1.1 元件检验

按元件检验时,检验方法及检验装置应遵照 JJG 125—76《直流电桥检定规程》中的有关规定。

4.1.2 整体检验

4.1.2.1 整体检验的方法如下:

a. 检验电阻值时,将第 I、II、N 步进盘均置于零,用 0.01 级的 $11 \times 10 \Omega$ 过渡电阻标准量具与比较臂第 I 步进盘的相应示值进行比较,以检流计的偏格计算各示值的实际值。被检示值应符合表 3 规定,检验装置如图 1 所示,检验结果应给出各示值的实际值。

表 3

检 验 项 目	电 阻 比	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	0.9(10)
		1.00	1.01	1.02	1.03	1.04	1.05	1.06	1.07	1.08	1.09	
	电 阻 值 Ω	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	

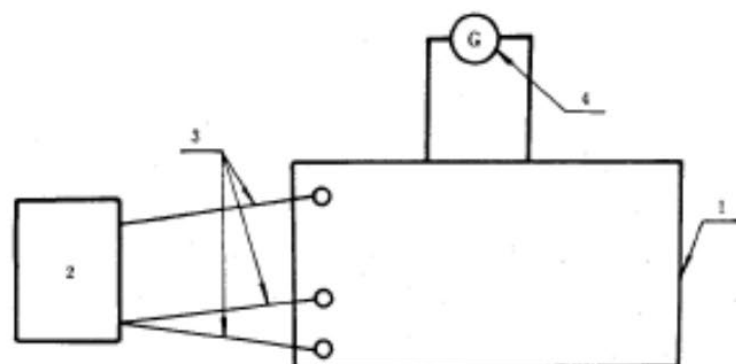


图 1

1—被检的电阻比电桥;2—过渡电阻标准量具;3—连线;4—检流计

检验比较臂第 I、II、N 步进盘的电阻时,应采用 0.01 级电阻箱作为标准量具。检验时将第 I 步进盘置 1,除被检盘外其他步进盘置零,将被检盘的示值和对应的电阻箱示值同时依次转动,观察检流计每次偏转值如检流计的偏转所对应的电阻值在允许范围内,则认为合格。

b. 检验电阻比时,应采用 0.01 级 100 Ω 的标准电阻量具及 0.01 级的电阻箱,被检示值应符合表 3 规定,检验装置如图 2 所示,检验结果应给出各示值的实际值。

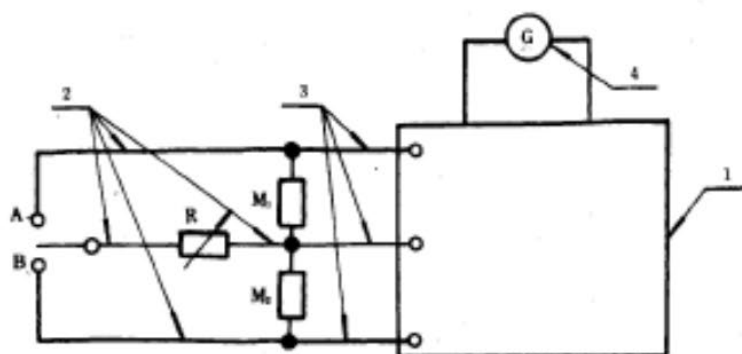


图 2

1—被检的电阻比电桥;2—电阻箱连线;3—标准电阻量具连线;4—检流计;R—0.01 级电阻箱; M_1, M_2 —0.01 级标准电阻量具;A—被检电阻比小于 1 时的开关接点;B—被检电阻比大于 1 时的开关接点

4.1.2.2 电阻值的检验装置如图 1 所示。计算检验结果时,应计入过渡电阻标准量具的示值修正值及连线电阻的影响。检验装置中检流计的电压常数应小于 $2 \mu\text{V}/\text{mm}$,阻尼时间不大于 5 s。

4.1.2.3 电阻比的检验装置如图 2 所示。计算检验结果时,应计入标准电阻量具的修正值,检验装置中被检电桥与标准电阻量具之间的连线,其电阻值应小于 0.01 Ω ,各连线之间电阻值之差应小于 0.001 Ω ,标准电阻量具与电阻箱之间的连线,其电阻值应小于 0.1 Ω 。检验装置中检流计的电压常数应小于 $2 \mu\text{V}/\text{mm}$,阻尼时间不大于 5 s。

4.1.3 检验结果

按元件检验时,检验结果的处理应遵照 JJG 125 中的有关规定。计算结果,电桥的基本误差不应超过表 2 中的规定。

整体检验时,表 3 中各被检示值的误差不应超过表 2 中的规定。

4.2 温度附加误差检验

4.2.1 电桥比较臂第 I 步进盘电阻元件的电阻温度系数 α, β 值的试验

将比较臂第 I 步进盘的 10 个电阻元件串联,然后放入恒温油槽内。在 $-10, 0, +10, +20, +30, +40^\circ\text{C}$ 6 个温度点附近各选择一个测试点,测出 6 种温度下被试电阻元件的 6 个电阻值,各测试点的温度应稳定在 $\pm 0.05^\circ\text{C}$ 以内,电阻值的测量误差应小于 $\pm 0.005\%$ 。用式(1)所示的二次多项式对被试电阻元件的实测电阻值与温度之间的标准曲线进行拟合,求出电阻元件的电阻温度系数 α 及 β 值。

4.2.2 电桥的温度附加误差

在 $-10, 0, +10, +20, +30, +40^\circ\text{C}$ 6 个温度点附近各选择一个测试点对电桥进行恒温。用整体法检验电桥在各个测试温度下电阻比和电阻值的示值误差。被检示值应符合表 4 中的规定。检验设备应符合 4.1.2.2.4.1.2.3 两项中的有关规定。电阻比检验装置的误差应小于 0.005%,电阻值检验装置的误差应小于 0.01%,测试点的温度应稳定在 $\pm 1^\circ\text{C}$ 以内。检验结果应满足 3.3 条的要求。

4.3 零电阻检验

将电桥各步进盘示值置于零,用 1 级双臂电桥测量比较臂内阻,其值即为零电阻。

电桥的零电阻应满足 3.5 条的要求。

4.4 示值变差检验

示值变差检验可与 4.1 条(基本误差检验)同时进行,每次测定前须来回旋转各步进盘位置,对同一被测对象进行三次测定,取其中最大一次变差作为电桥示值变差,试验结果应满足 3.6 条的要求。

4.5 绝缘电阻检验

用裸铜线将电桥各接线柱互相联接,用额定直流电压为 500 V 的兆欧表测量接线柱与外壳可触及的金属部分之间的绝缘电阻,其值应满足 3.7 条的有关要求。

4.6 耐压检验

应在高压侧功率不小于 $0.25 \text{ kV} \cdot \text{A}$ 的高压试验器上进行,试验电压为 500 V,电压上升及下降的速度约为 100 V/s。试验结果应满足 3.8 条的要求。

4.7 内装检流计检验

在进行电阻比基本误差检验的装置上进行内装检流计检验。

a. 进行灵敏度检验时,应预先将电桥平衡,然后将比较臂最小步进盘改变一个步值,当检流计偏转不小于 0.5 分格(分格不得小于 1 mm)时即认为满足要求;

b. 进行阻尼时间试验时,先调整比较臂使检流计偏转至满度,然后将开关断开,测量检流计指针从满度回至离零线小于 1 mm 时的时间,该时间即为检流计阻尼时间,其值应小于 4 s;

c. 检验电气调零器时,可将电桥置于 -10°C 及 $+40^\circ\text{C}$ 恒温箱内恒温,在该两种温度环境中电气调零器均应能保证将检流计调回零线。

4.8 耐高低温检验

电桥按运输要求包装好后,先后置于能控制 $\pm 3^\circ\text{C}$ 的低温和高温的恒温箱内,进行低温 -20°C 及高温 $+50^\circ\text{C}$ 的温度试验各 6 h。试验后,在参比工作条件下将电桥放置 48 h,其性能应满足 3.10 条的要求。

4.9 耐潮湿环境试验

电桥经过 3.7.2 条规定的潮湿环境试验后,在参比工作条件下保持 48 h,其性能应满足 3.11 条的要求。

4.10 耐运输颠簸检验

电桥按运输要求包装好后,直接固定在运输颠簸试验台上,按 3.12 条规定的频率、加速度和时间进行运输颠簸试验。试验后,电桥的性能应满足 3.12 条中的要求。

4.11 对步进开关检验

将步进开关装在专用的步进开关磨损试验机上,每正反转为一次,共磨损五万次。用一级双臂电桥测量接触电阻值。试验前,先测量一次,之后每试验一万次测量一次,六个接触电阻测值之间的最大差值应满足 3.4 条的要求。

4.12 外观检验

肉眼检验。

5 检验规则

5.1 电桥需经制造厂技术检验部门按照出厂试验内容进行检验,并附有产品质量合格的证书后才能出厂。

5.2 出厂试验包括下列三项内容:

a. 外观检验;

b. 按 3.2 条(基本误差)、3.5 条(零电阻)、3.6 条(示值变差)、3.9 条(内装检流计)及 3.7.1 条(绝缘电阻)的要求逐台进行试验;

c. 对于材料及工艺相同的同一批电桥,允许抽样按 3.3 条(温度附加误差)、3.4 条(对步进开关的要求)及 3.8 条(耐压要求)的要求进行试验。抽样数量应为该批总数的百分之三且不得少于三台。

5.3 型式试验系全面验证产品质量性能是否符合本标准第 3 章中全部技术要求的试验。在下列情况下应进行型式试验:

a. 在新产品定型时;

b. 电桥在设计、工艺或使用材料上有重大改变时;

- c. 同类型产品对比时;
- d. 停止生产一年以上的产品再次生产时;
- e. 正常生产的产品,每年应进行一次。

进行型式试验的样品数量应为该批总数的百分之三且不得少于三台。经试验,如发现有不合格者,应加倍抽样进行复试。复试如仍有不合格者,则本批产品的型式试验为不合格。

进行过型式试验的产品,如符合本标准要求,仍可出厂。

5.4 用户有权检查产品质量是否符合本标准全部技术要求。

电桥自出厂之日起两年内,如性能低于本标准要求,且系属生产质量问题时,应由厂方负责修理或更换。

6 标志、包装、运输、贮存

6.1 电桥的外壳或盖子的铭牌上应注明:

- a. 电桥的名称和型号;
- b. 制造厂的名称或商标;
- c. 电桥的工厂编号;
- d. 制造年、月;
- e. 电路原理图;
- f. 电桥的简要说明。

6.2 每台电桥应带有出厂检验卡片,卡片上应填有各被检示值的误差值及温度系数 α 和 β 值。

6.3 在电桥的面板上,电阻比和电阻值的转换开关、电源开关、芯线选择开关、各个接线柱及电调零电位器应分别刻有易于识别的标志。

6.4 包装应包括内包装和外包装:

- a. 内包装为入库贮存的包装。将电桥和产品检验卡片一起进行内包装。
- b. 外包装是为出厂运输而进行的包装。将带有内包装的电桥放入外包装箱内,箱外表面标志应符合 GB 191 除应标明取货单位的名称和地址及生产厂家等字样外,还应有“精密仪器、轻拿轻放”、“防止受潮”、“向上”等标志。

6.5 随同产品供应的技术文件有:

- a. 装箱清单;
- b. 产品检验卡片;
- c. 产品技术说明书。

6.6 拆箱后的电桥应贮存在不受日光直接照射,周围空气不含有腐蚀性气体的房间内。贮存的环境条件应与电桥的正常工作条件相符合。

附加说明：

本标准由中华人民共和国电力工业部提出。

本标准由中科院水利水电科学研究院、南京电力自动化设备总厂负责起草。

本标准主要起草人经萱禄、林世卿。

本标准于1982年首次发布。

于1994年第一次修订。修订人章一新、王欣、黄涛涛。

