

QJ44 型 直流电阻电桥

使用说明书

标准代号: GB/T 3930—2008

上海销售热线 :021-53084217 / 8 / 9

上海北京东路668号科技京城东楼25楼C

上海销售热线: 021-53084217/8/9
传真: 021-51685888

1 用途和特点

1.1 QJ44是携带型直流四端式电桥，或称凯尔文电桥，或称双臂直流电桥，简称双电桥。

测量范围为 $0.5\mu\Omega\sim 11.000\Omega$ ，共分五个量程，准确度为0.2级。适合于工矿企业和科研等单位的实验室、车间现场及至野外工地对各类直流低值电阻作精密测量，如测量各种金属材料的电阻率、直流分流电阻、开关的接触电阻、电线电缆的导线电阻及各类电器、电机和变压器的直流电阻等等。

1.2 特点

- a. QJ44型根据凯尔文电桥原理，采用四端式（即四线制）测量法，能有效消除测量线的导线电阻和测量点的接触电阻对测量结果的影响，确保测量精度高、重复性好，这对低值电阻测量显得十分重要。
- b. 电桥内附带放大器的指零仪，并具有可内装干电池的电池盒，故除测量导线外不用其它附件就能进行测量。使用方便、稳定性好、可靠性高。
- c. 采用国际流行的新颖塑料外壳，与原铝型材外壳相比，具有美观大方、坚固实用、耐腐蚀、抗挤压性能好等特点。电桥适宜于车间现场和野外使用。

2 主要技术指标

2.1 执行标准：《GB/T 3930-2008测量电阻用直流电桥》中华人民共和国国家标准，等效于 IEC 60564：1997国际标准，并执行《JJG125-2004 直流电桥》检定规程。

2.2 使用环境条件

a. 温度、湿度：参比条件：温度 $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度40%~60%；

标称条件：温度 $20^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度25%~75%。

b. 环境污染等级：1级（即无污染或干燥的非导电污染，对测量无不利影响的环境）。

2.3 主要参数 见表 1

倍率	有效量程	分辨力	准确度等级指数 (C)	基准值	测试电流
$\times 0.01$	(0.01~1.1000) $\text{m}\Omega$	$0.5\mu\Omega$	1	$1\text{m}\Omega$	2.5A
$\times 0.1$	(0.1~11.000) $\text{m}\Omega$	$5\mu\Omega$	0.5	$10\text{m}\Omega$	2A
$\times 1$	(1~110.00) $\text{m}\Omega$	$50\mu\Omega$	0.2	$100\text{m}\Omega$	2A
$\times 10$	(0.01~1.1000) Ω	$500\mu\Omega$	0.2	1Ω	1A
$\times 100$	(0.1~11.000) Ω	$5\text{m}\Omega$	0.2	10Ω	150mA

2.4 基本误差允许极限

在参比条件下，基本误差允许极限公式表示为：

$$E_{lim} = \pm \frac{C}{100} \left(R_x + \frac{R_n}{10} \right)$$

式中： E_{lim} —— 基本误差的允许极限值，单位 Ω ；

C —— 用百分比表示的标准度等级指数；

R_x —— 标度盘（测量盘）示值，单位 Ω ；

R_n —— 基准值（该量程内最大的10的整数幂），单位 Ω 。

2.5 允许的改变量（即变差）

A. 温度引起的改变量：相对湿度参比条件下，温度超出参比范围，但在标称范围之内，由于温度引起的电桥准确度改变量不应超过相应一个等级指数。

b. 相对湿度引起的改变量：温度参比条件下，相对湿度超出参比范围，但在标称范围之内，由于相对湿度引起的电桥准确度改变量不应超过相应等级指数的20%。

2.6 指零仪

A. 调零：指零仪具有机械调零外，还具有电气调零，调零范围不小于 ± 25 格。

b. 灵敏度：指零仪的灵敏度可调节。电桥在满量程时，灵敏度调至最高，从平衡点开始，测量盘偏离一个等级指数，指零仪指针偏转应不小于 2 格。

C. 噪声（指示表指针抖动）：不大于 $\frac{1}{3}$ 格。

d. 阻尼时间：不大于 4 秒。

2.7 电源

电桥需使用桥路和指零仪两种互相独立的直流电源。

2.7.1 桥路电源

a. 内接：标称电压为 DC1.5V，电池盒内可装 6 节 1 号 (1.5V) 干电池，并联使用。

b. 外接：DC1.5V~ 2V 5A 各类直流电源。

2.7.2 指零仪电源：DC9V，电池盒内可装 6F22 型叠层电池 2 节并联使用。

2.8 安全指标

a. 绝缘电阻：在标称条件下，电桥电路对接地接线柱之间绝缘电阻不应小于 $20M\Omega$ ，试验电压为 $DC500V \pm 50V$ ，测量时间为 $1min \sim 2min$ 。

b. 电压试验：电桥电路与外壳和接地接线柱之间应能承受 $45Hz \sim 60Hz$ 、实际正弦波交流电压 $600V$ ， $1min$ 试验而不击穿、无放电现象。表示符号为 $100V$ CAT II。

2.9 外形尺寸： $320mm \times 280mm \times 170mm$ 。

2.10 质量（重量）： $4.5kg$ （不包括电池）。

3. 基本工作原理

QJ44型是典型的凯尔文电桥，目前国际规范名称为四端式直流电桥，我国曾用名为直流双臂电桥，简称双桥，原理线路如图1所示。

4. 结构

面板排列如图2所示。

5. 使用方法

5.1 准备

5.1.1 请仔细阅读本使用说明书。

5.1.2 干电池安装

1) 桥路电源：在电桥背面电池盒内按极性装入6节1号1.5V干电池并联使用。

2) 指零仪电源：按极性装入2节6F22型9V叠层电池（为防干扰，内接指零仪只用内接不用外接电源）。

5.1.3 面板操作

- a. 桥路外接电源接线柱：当桥路电源采用外接时，在“B_{EXT}”两接线柱处按极性接入DC1.5～2V用户自备电源，此时6节1.5V 1号干电池必须取出（6F22型9V叠层电池不能取出）。本厂有ZY9844-1型双桥直流稳压电源供用户选购。
- B. 与指零仪有关的部件：面板上除指示表、“调零”和“灵敏度”二电位器外，“B_G”为指零仪电源开关。
- c. 按钮开关：“B”、“G”分别为桥路电源、指零仪按钮开关。按下接通，复位（放手）断开。当按下按钮开关后旋转90°开关接通并锁定，再旋转90°开关自行复位断开。

5.2 测量

5.2.1 接线：用户自备的测量导线（每根 $< 0.01\Omega$ ）按四端式接法将被测电阻器 R_x 与电桥的 C_1 、 P_1 、 P_2 和 C_2 接线柱正确、可靠相连接，见图3。其中，图3a为四引线电阻器（如BZ3型标准电阻、分流器等）的四端式接法，图3b为二引线电阻器（如ZX54型电阻箱等）的四端式接法，图3c为无引线材料电阻体（如电线电缆、板材和石墨等）的四端式接法。

5.2.2 测量程序和方法

a. 测量程序

- 1) 测量前应将倍率盘和测量盘自始点至终点来回旋转数次，使开关、滑盘接触良好。
 - 2) 开机：将指零仪电源开关“B₀”扳向“ON”。
 - 3) 指零仪调零：每次开机预热5分钟后，调节“调零”电位器，对指零仪进行零点调整。若测量过程中指零仪受到严重冲击，则应重新调零。
 - 4) 电阻测量：见5.2.2b。
 - 5) 关机：电桥使用完毕，应及时将“B”复位，切断桥路电源，并将指零仪电源开关“B₀”扳向“OFF”。
- b. 测量方法：根据被测电阻器阻值R_x标称值，适当设置倍率盘并调节测量盘示值。在按下“B”、“G”按钮同时仔细调节测量盘，使指零仪归零——电桥平衡，则被测电阻阻值为：
- $$R_x = \text{倍率} \times \text{测量盘读数值。}$$

5.3 有关部件使用规则

5.3.1 测量盘

- a. 测量盘：由步进盘和滑盘组成。
- b. 读数位数：测量过程中应适当选择倍率盘，使步进盘示值不为0，确保测量数据有足够

读数位数，提高分辨力、保证准确度。

5.3.2 指零仪

A. 指零仪指针偏转方向：按国际惯例，设计时规定电桥平衡过程中指零仪偏转方向与测量盘旋转方向保持一致。如将测量盘往顺时针方向旋转，则指零仪指针应跟随其向顺时针方向偏转，反则反之。实际测量时，若指零仪指针向顺时针方向偏转，表示测量盘示值过大，应将测量盘往逆时针方向旋转（示值减小），反则反之。当第一测量盘退至0时指零仪指针仍不返回，则应减小倍率后再试。

b. 灵敏度调节：初测时应将指零仪“灵敏度”旋钮逆时针旋至较低位置，电桥初步平衡后再提高，这样能防止指零仪过载，缩短测量时间。

5.3.3 “B”、“G”按钮使用要点：低值电阻测量时，电桥输出的测试电流较大，若“B”按钮常按不放或按下时间较长，则被测电阻 R_x 耗散功率较大而发热。由于被测电阻器温度系数存在，尤其铜、铝等金属材料温度系数较大，使测量结果随温度而变。再说电桥本身也会发热，也会影响测量精度。采用‘点按法’测量，即“B”按钮不锁住、间断点按（按下约1~2秒、复位约4~6秒），边按边测量。这种测量法测量数据重复性

好，可确保电桥应有测量精度。

5.4 电线电缆、金属板材和石墨等材料直流电阻测量

a 电线电缆测量：根据电线电缆行业有关标准规定，为确保测量精度，除测量仪器外还必须配备专用1米测量夹具。本厂可为用户配置适用于单根线的DQ-1型和适用于多股线、编织线的DQ-2型测量夹具。

b.金属板材、导电布料和石墨等直流电阻测量：与线材相比，板材等有较宽宽度，为使被测试材中电流分布均匀，电流端夹具的宽度必须等于或大于板材宽度，见图4。

5.5 带有电感的直流电阻测量

5.5.1 变压器、电机线圈等本身带有不可忽略的电感量，测量时必须注意以下几点：

a.测量导线：要求测量导线截面不能太小，即每根测量线的导线电阻应不大于 0.01Ω 。最好选用本厂生产的CD18C大型或CD19C中型四线制专用测量导线。

b.提高电桥平衡点稳定度：大容量变压器（大电感）线圈的直流电阻测量时，经常出现电桥平衡点不稳定现象（指零仪指针左右摆动），轻者对测量结果有疑问，重者将无法测量。要提高电桥平衡点稳定度有如下两种方法。

1)避免地磁场和电磁场的干扰：四根测量导线应紧密绞合在一起，并将面板上接地接线

柱与大地接地线可靠相连，

2) 采用外接电源供电：电桥平衡过程中必定要调节测量盘，微量机械振动会引起1号干电池与接触片之间接触电阻的改变，至使测试电流波动，结果导致电感产生反电动势，影响电桥平衡点稳定性。采用接触良好、容量足的外接电源是提高平衡点稳定度的有效措施。

5.5.2带感直流电阻的测量程序：测量时应先按“B”并锁住、后按“G”按钮；测量完毕应先放“G”、后放“B”按钮。测量程序不得颠倒，否则将损坏指零仪。

在测量过程中即“B”按钮按下时，不得中途断开或改接测量点，否则电感因电流突变产生反电动势，导致拉电弧，危及人身安全。

5.5.3快速测试：QJ44型借助本厂生产的ZY9624A型双桥快速测试附加器，来测量大电感变压器、电动机的绕组直流电阻，测试速度快工作效率高，经久耐用，价廉物美。

6.注意事项

6.1干电池

a.R20型（1号）1.5V干电池

1) 1.5V干电池供桥路（测量回路）使用，低阻电阻测量时电池输出电流较大，故应该选

用优质、高容量、保质期以内的干电池。安装时不仅应认清极性，而且与接触片必须可靠接触，若有松动应校正接触片。发现接触片被污染或腐蚀，应及时清理或修理。

2) 电池性能简易测量法：干电池的电动势和内阻是判断干电池性能的主要技术参数。电动势可直接用万用表测量，测得开路电压近似为电动势。要求所用各干电池的电动势值 $> 1.3V$ ，且一致较好。内阻可用‘短路电流法’判断，即用万用表大电流量程如 DC10A (20A) 量程进行瞬间 (1~2 秒) 测试，瞬间短路电流越大 (新电池 $> 8A$) 则表示该电池内阻小、容量大，电池性能好。劣质、变质、漏液电池切勿使用。

3) 允许使用 1 号 1.2V 可充电电池，与 1.5V 1 号干电池相比，尽管电动势较低，但内阻小容量大，性能好、使用寿命长。

b. 6F22 型 9V 叠层电池供内附指零仪用，同样应选用优质、保质期以内的干电池。除采用外接指零仪外，若要使用电桥，6F22 型 9V 叠层电池非用不可。

c. 废电池处理：为保护环境，废电池应妥善处理，切勿乱丢！

6.2 测量结尾工作：每次测量告一段落，应及时将“B”、“G”按钮复位，改接被测电阻后再继续测量。电桥使用完毕，必须将指零仪电源开关“B_G”置于“OFF”位置。电桥若近期内不用，应将所有电池取出，防止干电池漏液。如已漏液，则应及时彻底清理，以防损坏电桥。

- 6.3 电桥只能对无源（不带电）电阻进行测试，严禁市电或其它交直流电源从测量端引入。
- 6.4 贮放环境条件：温度 $0^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 25 % ~ 80%，空气中无腐蚀性气体，避免阳光直射。
- 6.5 维护保养和修理：电桥应做好维护保养，防污染、防受潮。使用完毕应盖好上盖。测量时若发现问题，首先应检查易损的测量导线和相关工夹具。若电桥有故障，应交给有资质的单位或送本厂修理部修理。请随机留个便条，写明故障现象。送修前应将所有干电池取出！防止运输过程中电池漏液而使机内零部件严重损坏。

7. 保证事项

在用户遵守使用及保管规则的条件下，电桥从发货检定日起一年内，因制造质量不良而发生故障使电桥不能正常工作时，本厂负责三包。

8. 成套性

- a. 产品合格证 1 份；
- b. 使用说明书 1 份。

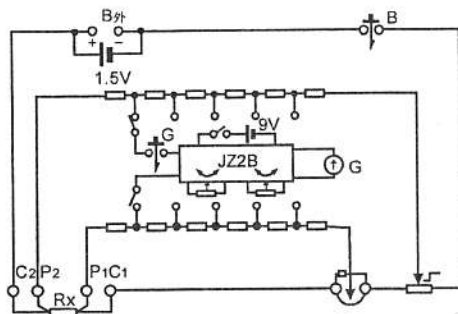


图1

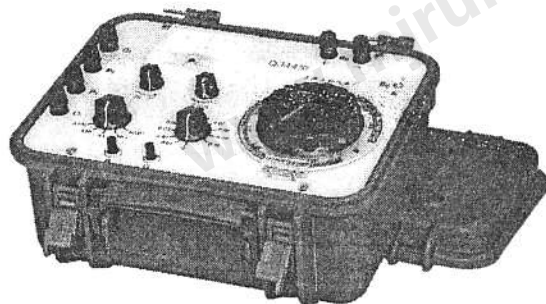


图2

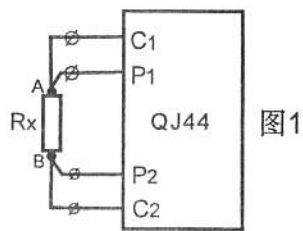


图1

a. 四端式电阻接线

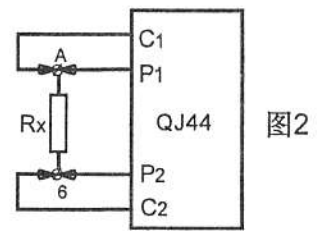


图2

b. 二端式电阻接线

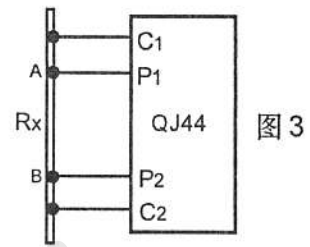


图3

c. 无引线电阻接线

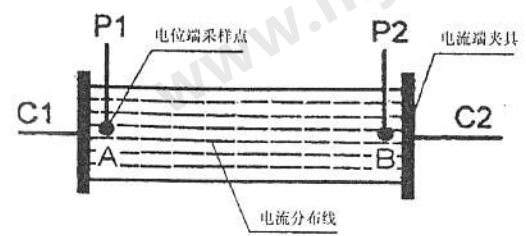


图4

No.200908版

附录:

1. 直流电工仪器常用电学量的名称、符号、计算公式和单位

名称	符号	计算公式	单位		注
			符号	名称	
电 流	I	欧姆定律公式 $I = U / R$	A	安培	SI (国际单位制) 基本单位
电 压	U		V	伏特	
电 阻	R		Ω	欧姆	
与电阻相关的量	电 导	$G = 1/R$	S	西(门子)	$1S = 1\Omega^{-1}$
	电阻率	$\rho = R \cdot S / L$	$\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$ (欧姆·平方毫米/米)		S、L分别为导体截面积、长度。
	电阻温度系数	$R_t = R_{20} [1 + \alpha(t-20) + \beta(t-20)^2 + \gamma(t-20)^3]$ 工业界通常用 α : $R_t = R_{20} [1 + \alpha(t-20)]$	$^{\circ}\text{C}^{-1}$ 、 $^{\circ}\text{C}^{-2}$ 、 $^{\circ}\text{C}^{-3}$		α 、 β 、 γ 分别一次、二次和三次温度系数
	折算为20℃电阻值	$R_{20} = \frac{R_t}{1 + \alpha(t-20)}$	Ω		R_{20} — 20℃的电阻值, R_t — 实测温度t的电阻值
功 率	P	$P = U \cdot I = U^2 / R = I^2 R$	W	瓦(特)	SI (国际单位制) 基本单位

2. 常用 SI 词头 (国际单位制)

因 数	10^{12}	10^9	10^6	10^3	1	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}	10^{-12}
词头名称	太	吉	兆	千	个	毫	微	纳	披
符 号	T	G	M	k (小写)	/	m	μ	n	P