



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 970—2002

变 压 比 电 桥

Transformers Turn Ratio Test Sets

2002—05—24 发布

2002—08—24 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

变压比电桥检定规程

Verification Regulation of

Transformers Turn Ratio Test Sets

JJG 970—2002

本规程经国家质量监督检验检疫总局 2002 年 05 月 24 日批准，并自 2002 年 08 月 24 日起施行。

归口单位：全国交流电量计量技术委员会

主要起草单位：中国计量科学研究院

参加起草单位：沈阳中川计量技术有限公司

本规程委托全国交流电量计量技术委员会负责解释

本规程主要起草人：

何小兵 （中国计量科学研究院）

张 欣 （沈阳中川计量技术有限公司）

参加起草人：

丁 诚 （中国计量科学研究院）

目 录

1 范围	(1)
2 概述	(1)
3 计量性能要求	(1)
3.1 准确度级别	(1)
3.2 主要功能	(1)
3.3 灵敏度	(2)
3.4 标准偏差	(2)
4 通用技术要求	(2)
4.1 外观	(2)
4.2 绝缘、耐压	(2)
5 计量器具控制	(2)
5.1 检定条件	(2)
5.2 检定项目	(3)
5.3 检定方法	(3)
5.4 检定结果处理	(6)
5.5 检定周期	(6)
附录 A 数显式变压比电桥证书数据格式	(7)
附录 B QJ-24 型变压比电桥证书数据格式	(9)
附录 C QJ-35 型变压比电桥证书数据格式	(11)
附录 D 数显式变压比电桥原始记录格式	(13)
附录 E QJ-24 型变压比电桥原始记录格式	(15)
附录 F QJ-35 型变压比电桥原始记录格式	(18)

变压比电桥检定规程

1 范围

本规程适用于指针式和数显式变压比电桥、变压器变比测试仪、匝比测试仪（以下统称为变压比电桥）的首次检定、后续检定和使用中检验。

2 概述

变压比电桥是测量变压器变压比的专用仪器，可用来测量单相、三相变压器及电压互感器的变比值和变比误差值。

变压比电桥的结构型式概括地说有两种：即指针式手动电桥和数显式自动电桥。它们的测量功能基本相同，都具有测量变比值、变比误差值和连接组等功能。

3 计量性能要求

3.1 准确度级别

变压比电桥的准确度级别分为 0.05, 0.1, 0.2 三个级别，各级别最大允许误差不得大于表 1 规定，允许仪器按不同的变比范围给出不同的准确度级别。

表 1 变压比电桥最大允许误差

准确度级别	0.05 级	0.1 级	0.2 级
最大允许误差	$\pm 0.05\%$	$\pm 0.1\%$	$\pm 0.2\%$

3.2 主要功能

3.2.1 变比测量指示器

各等级变压比电桥应具有相应测量范围的变比测量指示器。

3.2.1.1 指针式电桥变比测量盘的最小步进值不得大于各级别最大允许误差的 1/5。

3.2.1.2 数显式电桥变比测量显示器的末位显示值不得大于各级别最大允许误差的 1/10。

3.2.2 误差指示器

在测量变比时，可同时读出变比误差。误差指示器的测量范围应能超过 $\pm 2\%$ ，示值误差绝对值不大于电桥最大允许误差绝对值的 1/5，误差指示器的最小分辨率不大于 0.01%。

3.2.3 连接组测试功能

变压比电桥应具有测试不同连接组变压器的功能和相应的开关，可进行变压器连接组的测试。

3.2.4 分接功能

变压比电桥应具有测试分接的功能，能方便地测试具有分接头的变压器。

3.3 灵敏度

3.3.1 指针式电桥：在电桥额定工作电压下和规定的测试范围内，当电桥平衡后，改变变比测量盘或误差盘的一个最小步进值时，指零仪指针偏离零位应不小于 1 mm。

3.3.2 数显式电桥：在用标准器对其进行校准时，当标准器改变相当于被检电桥最大允许误差的 1/5 量值时，显示值应有相应改变。

3.4 标准偏差

变压比电桥变比测量指示器示值的标准偏差应小于最大允许误差绝对值的 1/10。

4 通用技术要求

4.1 外观

变压比电桥的结构应牢固可靠，仪器面板和外壳无明显的机械损伤，各项功能的标志应齐全、清晰。所有的调节开关或触摸开关应接触良好、定位准确、操作灵活。在电桥的面板或外壳上应有铭牌，铭牌内容应符合有关标准规定并有  标志。

4.2 绝缘、耐压

变压比电桥测试端子与外壳接地端子间的绝缘电阻，用 1 000 V 兆欧表测量时，不小于 20 MΩ。并能承受 50 Hz，2 000 V 正弦波 1 min 的耐压试验。

5 计量器具控制

计量器具控制包括：首次检定、后续检定和使用中检验。

5.1 检定条件

5.1.1 检定用设备

5.1.1.1 变压比电桥检定装置由变比标准器（或感应分压器）和三相标准电压互感器组成。

5.1.1.2 用变比标准器（或感应分压器）对电桥进行单相误差检定。该变比标准器（或感应分压器）的最大允许误差绝对值应不大于被检电桥最大允许误差绝对值的 1/5，最小分度值不大于被检电桥最大允许误差绝对值的 1/10。

5.1.1.3 用三相标准电压互感器对电桥进行相序和连接组的检定。该三相标准电压互感器至少应包括 Y/y0，Y/y6，D/d0，D/d6，Y/d5，Y/d11，D/y5，D/y11 等常用组别，其最大允许误差绝对值亦应不大于被检电桥最大允许误差绝对值的 1/5。

5.1.1.4 检定电桥绝缘电阻仪器：1 000 V 兆欧表，准确度等级 10 级。

5.1.1.5 耐压试验仪器：用于耐压检定的设备，其输出容量应不小于 0.5 kVA，电压测量误差优于 $\pm 3\%$ 。

5.1.2 环境条件

5.1.2.1 环境温度：(20 $\pm$ 5)℃；相对湿度：(30 ~ 80)%。

5.1.2.2 电 源：(220 $\pm$ 10) V；频 率：(50 $\pm$ 1) Hz；失真度小于 5%。

5.2 检定项目

检定项目见表 2。

表 2 检定项目表

检定项目	首次检定	后续检定	使用中检验
外观	+	+	+
灵敏度	+	+	+
变比示值	+	+	+
标准偏差	+	—, *	—
误差显示器	+	+	+
分接头	+	+	+
相序、连接组	+	+	+
绝缘电阻	+	+	+
耐压	+	—, *	—
注：表中“+”表示检定，“—”表示不检定，“*”表示修理后须检定			

5.3 检定方法

5.3.1 外观检查

变压比电桥外观检查应符合本规程第 4.1 条要求。

5.3.2 对于变压比电桥的检定可分为单相检定和三相检定两部分。单相检定包括灵敏度、变比示值、误差显示器、分接头、标准偏差的检定。三相检定包括相序、连接组的检定。

5.3.3 单相检定

通常情况下选择 AB 相进行检定。检定连接线路示意图见图 1。

5.3.3.1 灵敏度检定

1) 对于指针式变压比电桥，在额定工作电压下，将变压比电桥的灵敏度置于最大状态，并在被检电桥变比测量上限附近选取某一变比值，当电桥平衡后，调节被检电桥末位变比盘或误差盘，其指零仪灵敏度指标应符合本规程第 3.3.1 条要求。

2) 对于数显式变压比电桥，在被检电桥变比测量上限附近选取某一变比值，启动

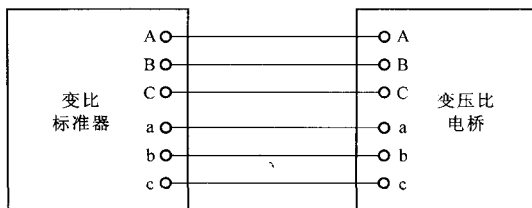


图1 单相检定连接线路示意图

电桥进行测量，待电桥稳定后，调节变比标准器示值，被检电桥变比和误差显示值应相应跟随变化，其灵敏度指标应符合本规程第3.3.2条要求。

5.3.3.2 变比示值检定

1) 按图1将线路接好。将被检电桥相序开关置于“AB”，连接组开关置于“0”或“12”，误差盘置于“0”，指零仪灵敏度调节旋钮调至最小。接通电源预热若干分钟（按说明书要求）。然后将指零仪灵敏度调节旋钮调至最大，同时调节指零仪零位调节旋钮，进行零位平衡。

2) 在检定指针式电桥时，用变压比电桥检定装置上的变比标准器检定被检电桥的变比测量盘（对于有倍率开关的被检电桥，应使用倍率开关，以保证在整个检定过程中，被检电桥变比测量盘的第一盘始终被使用）。平稳地升起电压至规定值，对于每个被检定点，调节变比标准器示值，使指零仪指零，该点的示值相对误差按式（1）计算：

$$\delta_x = \frac{K_x - K_n}{K_n} \times 100\% \quad (1)$$

式中： δ_x ——被检电桥被检定点的相对误差；

K_n ——变比标准器示值（标准变比值）；

K_x ——被检电桥变比测量盘的指示值。

3) 在检定数显式电桥时，调节变压比电桥检定装置上的变比标准器示值至检定点，被检电桥变比显示值的相对误差可从其误差显示器上取“负”后读出。也可以直接从被检电桥变比显示器上读出变比值，然后按式（1）计算该点的相对误差。

4) 检定点的选取可参照附录的表格，并可按用户要求增加一些经常使用的测试点。也可另外选取检定点，但应较全面地覆盖仪器的变比测量范围。

5.3.3.3 标准偏差检定

对于指针式变压比电桥，其标准偏差检定与本规程第3.4条所述变比示值检定方法相同。选出被检电桥变比示值误差最大点作为检定点，在其它条件都不变的情况下，仅

反复转动被检电桥变比测量盘，重复检定 5 次以上。

对于数显式变压比电桥，则应重新启动 5 次。

按式 (2) 计算被检电桥的标准偏差：

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (2)$$

式中：\$s\$——被检电桥的标准偏差；

\$x_i\$——单次检定实际值；

\$\bar{x}\$——\$n\$ 次检定实际值的平均值；

\$n\$——检定次数。

5.3.3.4 误差盘检定

1) 在检定指针式电桥时，首先将被检电桥误差盘置零，变比测量盘置 10 (\$K=10\$)，调节变压比电桥检定装置上的变比标准器示值，使之平衡，记下变比标准器的读数 \$K_0\$。然后，将被检电桥误差盘调整到需要的检定点，调节变比标准器示值使被检电桥平衡，记下变比标准器的读数 \$K_n\$，误差盘示值误差按式 (3) 计算，对误差盘应进行逐盘逐点检定。

$$\delta_q = \left(r - \frac{K_n - K_0}{K} \right) \times 100\% \quad (3)$$

式中：\$\delta_q\$——误差盘示值误差；

\$K\$——被检电桥变比测量盘示值 (\$K=10\$)；

\$r\$——被检电桥误差盘示值；

\$K_0\$——误差盘示值置零时，变比标准器示值 (标准变比值)；

\$K_n\$——误差盘示值等于 \$r\$ 时，变比标准器示值 (标准变比值)。

注意：在该项检定过程中，被检电桥变比测量盘示值始终保持 \$K=10\$ 不变。

2) 对于数显式电桥来说，误差显示器的显示值由单片机运算得出，为了验证其计算公式是否正确，可以抽查某一、二个误差示值进行验证检定。首先将被检电桥变比显示器设置为 10 (\$K=10\$)，调节变压比电桥检定装置上的变比标准器示值，使被检电桥误差显示器为零，记下变比标准器的读数 \$K_0\$。然后，再调节变比标准器示值，使被检电桥误差显示器显示出需要的检定点，记下变比标准器的读数 \$K_n\$，误差显示器示值误差按式 (3) 计算。

5.3.3.5 分接检定

1) 对于带有分接抽头的被检电桥，要对其分接抽头进行检定。用变压比电桥检定装置上的变比标准器，对分接抽头进行逐点检定。分接抽头示值相对误差按式 (1) 计算。

2) 对于数显式电桥来说，分接值由单片机运算得出，为了验证其计算公式是否正确，可以抽查某 1~2 个分接示值进行验证检定。

5.3.4 三相检定

在变压比电桥检定装置中，用三个单相标准电压互感器按不同组别方式组成一个三相标准电压互感器，对变压比电桥进行相序和连接组检定，参照图 2 接线。在相序 AB、BC、CA 下分别对 5.1.1.3 条款规定的常用组别进行检定，在 1~2 个变比值下检定即可。示值相对误差由被检电桥误差指示器取“负”读出。也可以直接从被检电桥变比显示器上读出变比值，然后按式（1）计算该点的相对误差。

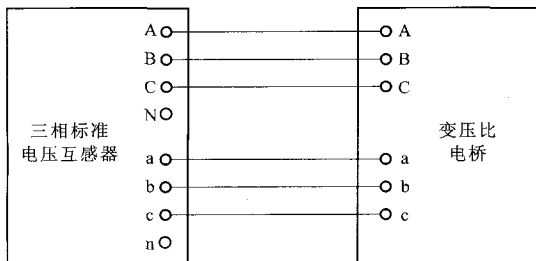


图 2 三相检定连接线路示意图

5.3.5 绝缘电阻测试

将被检电桥外露的测试接线端短路作为一端，外壳接地端子作为另一端，用 1 000 V 兆欧表测试，应符合本规程第 4.2 条规定。

5.3.6 耐压测试

耐压测试应在满足本规程第 4.2 条规定的试验装置上进行，在被检电桥外露的测试接线端与外壳间平稳地增加电压至 2 000 V 并持续 1 min，泄漏电流应小于 5 mA，应无击穿现象。试验后电桥应能正常工作。

5.3.7 数据处理

以被检电桥最大允许误差的 1/10 为单位，按数据修约规则进行修约。

5.3.8 判断被检电桥是否合格，以处理后的数据为准。

5.4 检定结果处理

按本规程要求，全部检定项目合格的变压比电桥发给检定证书，检定不合格的发给检定结果通知书，并注明不合格项目。

5.5 检定周期

变压比电桥的检定周期一般不超过 1 年。

附录 A

数显式变压比电桥证书数据格式

1. 外观检查：(是否合格) _____ 2. 绝缘电阻：_____ M Ω
 3. 耐压：(是否合格) _____ 4. 灵敏度：(是否合格) _____
 5. 误差显示器：(是否合格) _____ 6. 分接显示器：(是否合格) _____
 7. 变比显示值误差

标准值	显示值误差 / (%)	标准值	显示值误差 / (%)
1		80	
2		90	
3		100	
4		200	
5		300	
6		400	
7		500	
8		600	
9		700	
10		800	
20		900	
30		1 000	
40		25	
50		250	
60		12	
70		120	

8. 三相示值误差

组别		Y/y0	Y/y6	D/d0	D/d6	Y/d5	Y/d11	D/y5	D/y11
变比值		10	10	10	10	10	10	10	10
误差 / (%)	AB								
	BC								
	CA								

9. 标准偏差

 $s =$ _____

检定条件

温度： _____℃

湿度： _____%RH

备 注：

附录 B

QJ-24 型变压比电桥证书数据格式

1. 外观检查: (是否合格) _____

2. 绝缘电阻: _____ M Ω

3. 耐压: (是否合格) _____

4. 灵敏度: (是否合格) _____

5. 变比示值盘误差

6. 误差盘示值误差

倍率 示值	误差/(%)		
	1~10	10~100	100~1 000
1 000			
2 000			
3 000			
4 000			
5 000			
6 000			
7 000			
8 000			
9 000			
10 000			
1 111			
2 222			
3 333			
4 444			
5 555			
6 666			
7 777			
8 888			
9 999			

示值/(%)	误差/(%)	
	+	-
0.1		
0.2		
0.3		
0.4		
0.5		
0.6		
0.7		
0.8		
0.9		
1.0		
2.0		
3.0		
4.0		
5.0		
6.0		
7.0		
8.0		
9.0		
10.0		

7. 三相示值误差

组别		Y/y0	Y/y6	D/d0	D/d6	Y/d5	Y/d11	D/y5	D/y11
变比值		10	10	10	10	10	10	10	10
误差 / (%)	AB								
	BC								
	CA								

8. 标准偏差

 $s =$ _____

检定条件

温度: _____ °C

湿度: _____ %RH

备 注:

附录 C

QJ-35 型变压比电桥证书数据格式

1. 外观检查: (是否合格) _____ 2. 绝缘电阻: _____ M Ω
 3. 耐压: (是否合格) _____ 4. 灵敏度: (是否合格) _____
 5. 变比示值盘误差

示值	误差 /(%)	示值	误差 /(%)	示值	误差 /(%)	示值	误差 /(%)	示值	误差 /(%)
11.020		1.020		1.120		1.020		1.021	
21.020		2.020		1.220		1.030		1.022	
31.020		3.020		1.320		1.040		1.023	
41.020		4.020		1.420		1.050		1.024	
51.020		5.020		1.520		1.060		1.025	
61.020		6.020		1.620		1.070		1.026	
71.020		7.020		1.720		1.080		1.027	
81.020		8.020		1.820		1.090		1.028	
91.020		9.020		1.920		1.100		1.029	
101.020		10.020		2.020		1.110		1.030	

6. 误差盘示值误差

示值		0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
误差 /(%)	+										
	-										

7. 三相短接功能误差

连接组别	Y/d11			D/y11		
测 量	AB/ab	BC/bc	CA/ca	AB/ab	BC/bc	CA/ca
短 接	b - c	c - a	a - b	C - A	A - B	B - C
变比值	10	10	10	10	10	10
误差 / (%)						

8. 标准偏差

s = _____

检定条件

温度：_____℃

湿度：_____ % RH

备 注：

附录 D

数显式变压比电桥原始记录格式

送校/检单位：		实验室环境条件：温度 ℃； 湿度 %	
送校/检仪器名称：		标准装置名称：	装置的标准号：
型号：	出厂编号：	标准装置的扩展不确定度 ($k=2$):	
生产厂：		校准/检测的依据：	
技术指标：	上次校/检日期：	校/检结论：	

1. 外观检查：_____ 2. 绝缘电阻：_____ MΩ

3. 耐压：_____ 4. 灵敏度：_____

5. 变比显示值检定

标准值	显示值	- 误差 / (%)	标准值	显示值	- 误差 / (%)
1			80		
2			90		
3			100		
4			200		
5			300		
6			400		
7			500		
8			600		
9			700		
10			800		
20			900		
30			1 000		
40			25		
50			250		
60			12		
70			120		

6. 标准偏差检定 ($k =$)

检定次数	1	2	3	4	5
测得值 (x_i)					
平均值 ($\bar{x}$)					
$U_i = (x_i - \bar{x})^2$					
标准偏差	$s = \sqrt{\sum U_i / 4} =$				

7. 误差显示器检定 ($k =$)

误差显示器示值 / (%)	-2.0	-1.0	0	+1.0	+2.0
变比标准器变比值					
误差 / (%)					

8. 分接显示器检定 ($k =$)

分接显示器示值 / (%)	-10	-5	0	+5	+10
变比标准器变比值					
误差 / (%)					

9. 三相连接组别检定

组别	Y/y0	Y/y6	D/d0	D/d6	Y/d5	Y/d11	D/y5	D/y11
变比值	10	10	10	10	10	10	10	10
- 误差 / (%)	AB							
	BC							
	CA							

备注:

检定日期: _____ 年 ____ 月 ____ 日

有效期至: _____ 年 ____ 月 ____ 日 检定员: _____ 核验员: _____

附录 E

QJ-24 型变压比电桥原始记录格式

送校/检单位:		实验室环境条件: 温度 ℃; 湿度 %	
送校/检仪器名称:		标准装置名称:	装置的标准号:
型号:	出厂编号:	标准装置的扩展不确定度 ($k=2$):	
生产厂:		校准/检测的依据:	
技术指标:	上次校/检日期:	校/检结论:	

1. 外观检查: _____ 2. 绝缘电阻: _____ MΩ
 3. 耐 压: _____ 4. 灵 敏 度: _____
 5. 变比示值盘检定

倍 率 示 值	1~10		10~100		100~1 000	
	标准读数	误差/(%)	标准读数	误差/(%)	标准读数	误差/(%)
1 000						
2 000						
3 000						
4 000						
5 000						
6 000						
7 000						
8 000						
9 000						
10 000						
1 111						
2 222						
3 333						
4 444						
5 555						
6 666						
7 777						
8 888						
9 999						

6. 标准偏差检定 ($k =$)

检定次数	1	2	3	4	5
测得值 (x_i)					
平均值 ($\bar{x}$)					
$U_i = (x_i - \bar{x})^2$					
标准偏差	$s = \sqrt{\sum U_i / 4} =$				

7. 误差盘示值检定 ($K = 10$)

误差盘示值 / (%)	+		-	
	标准读数	误差 / (%)	标准读数	误差 / (%)
0.1				
0.2				
0.3				
0.4				
0.5				
0.6				
0.7				
0.8				
0.9				
1.0				
2.0				
3.0				
4.0				
5.0				
6.0				
7.0				
8.0				
9.0				
10.0				

8. 三相连接组别检定

组别		Y/y0	Y/y6	D/d0	D/d6	Y/d5	Y/d11	D/y5	D/y11
变比值		10	10	10	10	10	10	10	10
误差 / (%)	AB								
	BC								
	CA								

备注：

检定日期：_____年____月____日

有效期至：_____年____月____日 检定员：_____ 核验员：_____

附录 F

QJ—35 型变压比电桥原始记录格式

送校/检单位：		实验室环境条件：温度 ℃； 湿度 %	
送校/检仪器名称：		标准装置名称：	装置的标准号：
型号：	出厂编号：	标准装置的扩展不确定度 ($k=2$):	
生产厂：		校准/检测的依据：	
技术指标：	上次校/检日期：	校/检结论：	

1. 外观检查：_____ 2. 绝缘电阻：_____ MΩ

3. 耐 压：_____ 4. 灵 敏 度：_____

5. 变比示值盘检定

×10 盘			×1 盘			×0.1 盘		
示值	标准读数	误差/(%)	示值	标准读数	误差/(%)	示值	标准读数	误差/(%)
11.020			1.020			1.120		
21.020			2.020			1.220		
31.020			3.020			1.320		
41.020			4.020			1.420		
51.020			5.020			1.520		
61.020			6.020			1.620		
71.020			7.020			1.720		
81.020			8.020			1.820		
91.020			9.020			1.920		
101.02			10.020			2.020		

表 (续)

$\times 0.01$ 盘			$\times 0.001$ 盘					
示值	标准读数	误差/(%)	示值	标准读数	误差/(%)	示值	标准读数	误差/(%)
1.020			1.021					
1.030			1.022					
1.040			1.023					
1.050			1.024					
1.060			1.025					
1.070			1.026					
1.080			1.027					
1.090			1.028					
1.100			1.029					
1.110			1.010					

6. 标准偏差检定 ($k =$)

检定次数	1	2	3	4	5
测得值 (x_i)					
平均值 ($\bar{x}$)					
$U_i = (x_i - \bar{x})^2$					
标准偏差	$s = \sqrt{\sum U_i / 4} =$				

7. 误差盘示值检定

示 值	+		-	
	标准读数	误差/(%)	标准读数	误差/(%)
0.2				
0.4				
0.6				
0.8				
1.0				
1.2				
1.4				
1.6				
1.8				
2.0				

8. 三相示值误差检定

连接组别	Y/d11			D/y11		
测 量	AB/ab	BC/bc	CA/ca	AB/ab	BC/bc	CA/ca
短 接	b - c	c - a	a - b	C - A	A - B	B - C
变比值	10	10	10	10	10	10
误差/(%)						

备注：

检定日期：_____年____月____日

有效期至：_____年____月____日

检定员：_____ 核验员：_____