

中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 982—2022

直流电阻箱

D. C. Resistance Boxes

2022-09-26 发布

2023-03-26 实施

国家市场监督管理总局 发布

直流电阻箱检定规程

Verification Regulation of

D. C. Resistance Boxes

JJG 982—2022
代替 JJG 982—2003

归口单位：全国电磁计量技术委员会

主要起草单位：河南省计量科学研究院

中国计量科学研究院

广东省计量科学研究院

参加起草单位：三门峡市有色金属质量科学研究所

辽宁省计量科学研究院

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：

朱小明（河南省计量科学研究院）

王 卓（河南省计量科学研究院）

梁 波（中国计量科学研究院）

古 颖（广东省计量科学研究院）

参加起草人：

陈清平（河南省计量科学研究院）

吴 冰（三门峡市有色金属质量科学研究所）

梁国鼎（辽宁省计量科学研究院）

市场监管总局

目 录

引言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 术语	(1)
4 概述	(1)
5 计量性能要求	(2)
5.1 基本误差	(2)
5.2 年稳定性	(2)
5.3 准确度等级	(3)
5.4 残余电阻	(3)
5.5 开关变差	(3)
6 通用技术要求	(4)
6.1 外观及标志	(4)
6.2 绝缘电阻	(4)
7 计量器具控制	(4)
7.1 检定条件	(4)
7.2 检定项目	(5)
7.3 检定方法	(6)
7.4 年稳定性	(7)
7.5 检定结果的处理	(7)
7.6 检定周期	(7)
附录 A 数字电压表法检定直流电阻箱工作原理	(8)
附录 B 直流电阻箱检定原始记录格式	(9)
附录 C 检定证书/检定结果通知书内页格式 (第 2 页)	(11)
附录 D 检定证书/检定结果通知书结果页格式 (第 3 页)	(12)

引 言

本规程是依据 JJF 1002—2010《国家计量检定规程编写规则》、JJF 1001—2011《通用计量术语及定义》和 JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》为基础性系列规范进行编制。

本规程是对 JJG 982—2003《直流电阻箱》的修订。与 JJG 982—2003 相比，除编辑性修改外，有关技术部分的变化主要如下：

- 修改了准确度等级及电阻值范围；
- 删除了工频耐压试验；
- 取消了对 0.01 级直流电阻箱稳定性考核；
- 增加了多量程电阻箱开关变差计量性能要求；
- 增加了年稳定性检定项目；
- 修改了开关变差测量方法。

本规程的历次版本发布情况为：

- JJG 982—2003。

市场监管总局

直流电阻箱检定规程

1 范围

本规程适用于准确度等级 0.005 级及以下等级、电阻值范围($10^{-3} \sim 10^8$) Ω 、线路绝缘电压不大于 650 V 的直流电阻箱的首次检定、后续检定和使用中检查。

本规程不适用于作为仪器内部组件的或因特殊要求而研制的直流电阻箱及交流电阻箱的检定。

2 引用文件

本规程引用了下列文件：

JJG 166 直流电阻器

JJG 2051 直流电阻计量器具检定系统表

JJF 1094 测量仪器特性评定

JB/T 8225—1999 实验室直流电阻器

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规程；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规程。

3 术语

3.1 十进电阻器 resistor decade

用开关器件以相等的上升步进选择电阻值组合的多值电阻器，每个步进相当十进电阻值的增量（例如 0.1 Ω ，1 Ω 或 10 Ω ，…）。

注：十进电阻器一般允许选 10，11 或者 12 个电阻值（包括零）。直流电阻箱中十进电阻器也叫做十进电阻盘或十进盘。

3.2 残余电阻 residual resistance

开关器件有零位挡的直流电阻箱，当所有开关器件均置于零位时，直流电阻箱输出端的电阻值。

开关器件无零位挡的直流电阻箱，当所有开关器件均置于最小位置时，直流电阻箱输出端的电阻值。

3.3 开关变差 variation of switch

在其他影响量保持不变的条件下，由转动直流电阻箱开关引起的输出端电阻值最大变化量。

4 概述

直流电阻箱主要用于检定各等级电阻计量器具，也可作为直流电路中的调节电阻。它是在直流状态下可连续输出多个电阻值的开关式实物电阻器，由若干已知电阻盘按串联形式组合，通过改变开关位置，使阻值在已知的范围内按一定的步进而改变。直流电

阻箱十进电阻盘线路结构一般有两种形式：一种是串联式，即由同名义值电阻串联后依靠电刷移动到不同位置而达到阻值变换，如图 1 所示；另一种是组合式，即由 5 个单只电阻器经组合串联而成，如图 2 所示

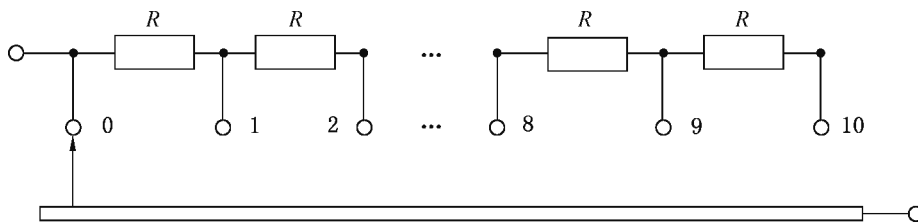


图 1 串联式十进电阻盘示意图

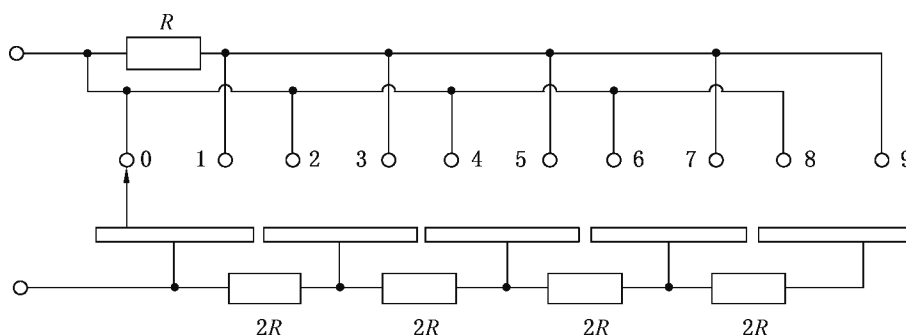


图 2 组合式十进电阻盘示意图

5 计量性能要求

5.1 基本误差

直流电阻箱的基本误差用绝对误差表示时，由式（1）表示：

$$\Delta = R_N - R_x \quad (1)$$

式中：

Δ ——被检直流电阻箱示值绝对基本误差， Ω ；

R_N ——被检直流电阻箱标称值， Ω ；

R_x ——被检直流电阻箱实际值， Ω 。

直流电阻箱的基本误差用相对误差表示时，由式（2）表示：

$$\delta = \frac{\Delta}{R_x} = \frac{R_N - R_x}{R_x} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

δ ——被检直流电阻箱示值相对基本误差。

注：

1. 对十进电阻盘均有零位挡的直流电阻箱，电阻实际值 R_x 不包含残余电阻。
2. 对十进电阻盘没有零位挡的直流电阻箱，无零位挡十进电阻盘电阻实际值 R_x 包含残余电阻，其余各盘电阻实际值 R_x 不包含残余电阻。

5.2 年稳定性

直流电阻箱示值稳定性以年稳定性表示，由式（3）表示：

$$\delta' = \frac{R_x - R'_x}{R'_x} \times 100\% \quad (3)$$

式中：

δ' ——年稳定性；

R'_x ——被检直流电阻箱上年实际值， Ω 。

仅对 0.005 级的十进电阻盘考核其年稳定性。

5.3 准确度等级

直流电阻箱中各十进电阻盘的准确度等级为 0.005 级及以下等级，各等级十进电阻盘示值最大允许误差及年稳定性极限应符合表 1 的要求。

表 1 各等级十进电阻盘最大允许误差及年稳定性极限

准确度等级	年稳定性极限	最大允许误差
0.005 级	$\pm 0.005\%$	$\pm 0.01\%$
0.01 级	——	$\pm 0.01\%$
0.02 级	——	$\pm 0.02\%$
0.05 级	——	$\pm 0.05\%$
0.1 级	——	$\pm 0.1\%$
0.2 级	——	$\pm 0.2\%$
0.5 级	——	$\pm 0.5\%$
1 级	——	$\pm 1\%$
2 级	——	$\pm 2\%$
5 级	——	$\pm 5\%$
10 级	——	$\pm 10\%$
20 级	——	$\pm 20\%$

注：20 级以下其他准确度等级最大允许误差及年稳定性极限参照表中数据类推。

5.4 残余电阻

5.4.1 对十进电阻盘均有零位挡的直流电阻箱，残余电阻应不大于其最小步进电阻值最大允许绝对误差的 50%，对制造厂标明残余电阻标称值及其允差，其允差应不大于最小步进电阻值最大允许绝对误差的 5 倍，且最大不得超过 10 m Ω 。

5.4.2 对十进电阻盘无零位挡的直流电阻箱，十进盘最小示值即为残余电阻示值，其允差即为该盘最小步进电阻值的最大允许绝对误差。

5.5 开关变差

5.5.1 当直流电阻箱电阻盘最高准确度等级高于 0.1 级时，开关变差应不大于最小步进电阻值最大允许绝对误差值的 50%。

5.5.2 直流电阻箱电阻盘最高准确度等级等于或低于 0.1 级时，开关变差应不大于最小步进电阻值最大允许绝对误差值。

5.5.3 对多量程直流电阻箱，开关变差应分量程判定，本量程所含十进电阻盘最高准确度等级高于 0.1 级时，按 5.5.1 确定开关变差；本量程所含十进电阻盘最高准确度等

级等于或低于 0.1 级时，按 5.5.2 确定开关变差。

6 通用技术要求

6.1 外观及标志

直流电阻箱铭牌或外壳上应有以下主要标志：

产品名称、型号、编号、制造厂名（或商标）、标称（或最大）使用功率（电流或电压）、十进盘电阻标称值和相应的准确度等级。

6.2 绝缘电阻

绝缘电阻是直流电阻箱的电路和与电路无电气连接的任何其他外部金属部件间的电阻。

6.2.1 对所含十进电阻盘等级为 0.05 级及以下等级的直流电阻箱，其绝缘电阻应不小于 100 MΩ。

6.2.2 对含有 0.005 级、0.01 级、0.02 级十进电阻盘且电阻值小于或等于 $10^5 \Omega$ 直流电阻箱，其绝缘电阻应不小于 500 MΩ。

6.2.3 对其他直流电阻箱，其绝缘电阻应不小于直流电阻箱最大电阻标称值的 100 万倍，且不小于 500 MΩ。

7 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查。

7.1 检定条件

7.1.1 参考条件

检定直流电阻箱基本误差时的参考条件如表 2 所示。

表 2 直流电阻箱检定参考条件

影响量	准确度等级	参考值	参考范围
环境温度 (大气、控温槽)	0.005 级	20 °C	20 °C ± 0.5 °C
	0.01 级		20 °C ± 0.5 °C
	0.02 级		20 °C ± 1 °C
	0.05 级		20 °C ± 2 °C
	0.1 级及以下		20 °C ± 3 °C
相对湿度	所有等级	50%	25% ~ 75% (电阻 < $10^6 \Omega$)
			40% ~ 60% (电阻 $\geq 10^6 \Omega$)

直流电阻箱应在参考条件下稳定 24 h 后进行检定。

7.1.2 检定装置

7.1.2.1 检定直流电阻箱时，由检定装置、环境条件及其他影响因素引起的扩展不确

定度 $U(k=2)$ 应不大于被检直流电阻箱相应最大允许误差绝对值的 $1/3$ 。

7.1.2.2 检定直流电阻箱时作标准用的标准器，其准确度等级至少应符合表 3 的规定。

表 3 标准器和被检直流电阻箱准确度等级关系对应表

被检直流电阻箱十进盘等级	标准器等级
0.005 级	0.001 级
0.01 级	0.002 级
0.02 级	0.005 级
0.05 级	0.01 级
0.1 级	0.02 级
0.2 级	0.05 级
0.5 级	0.1 级
1 级	0.2 级
2 级	0.5 级
5 级	1 级
10 级	2 级
20 级	5 级

7.1.2.3 检定装置的灵敏度或分辨力应不大于被检直流电阻箱最大允许误差绝对值的 $1/10$ 。

若残余电阻或最小测量盘电阻由专用的直流低值电阻测量仪测量，其最大允许误差应不超过被检电阻值最大允许误差的 $1/4$ ，其分辨力应不大于被检电阻值最大允许误差绝对值的 $1/10$ 。

7.1.3 绝缘电阻测试仪标称电压 500 V，准确度等级应不低于 10 级。

7.2 检定项目

直流电阻箱的检定项目见表 4。

表 4 检定项目表

检定项目	首次检定	后续检定	使用中检查
外观及线路检查	+	+	+
绝缘电阻	+	+	—
残余电阻	+	+	—
开关变差	+	+	—
基本误差	+	+	+
年稳定性*	—	+	—

注：符号“+”表示需要检定，符号“—”表示不需检定。
* 只对 0.005 级直流电阻箱适用。

7.3 检定方法

7.3.1 外观及线路检查

7.3.1.1 检查被检直流电阻箱面板及铭牌上的符号或标志，应符合 6.1 的要求。

7.3.1.2 对直流电阻箱各十进盘电阻进行初步测量，检查其电阻是否有断路或短路现象。

7.3.2 绝缘电阻

按 7.1.3 的要求选取绝缘电阻测试仪，按 6.2 规定的测试部位对被检直流电阻箱的绝缘电阻进行测量，测量结果应符合 6.2 的规定。

7.3.3 残余电阻

测量前应将每个十进电阻盘在最大范围间来回转动不少于三次，然后使示值置于零位或各盘最小位置，测量残余电阻值。

按上述步骤重复测量三次，以三次测量平均值作为残余电阻测量结果，测量结果应符合 5.4 的要求。

注：对有不同量程测量端的直流电阻箱，残余电阻应按不同量程测量端分别测量。

7.3.4 开关变差

在 7.3.3 残余电阻测量中，取三次测量值中最大值与最小值之差作为直流电阻箱开关变差。测量结果应符合 5.5 的要求。

对多量程电阻箱，开关变差应分量程测量，测量结果应符合 5.5 的要求。

7.3.5 基本误差

基本误差的检定应在参考条件下进行，根据被检直流电阻箱的准确度等级、标称值的不同，选用不同的检定方法。检定方法有直接测量法、同标称值替代法以及数字电压表法。

7.3.5.1 直接测量法

当电阻测量仪器或装置比被检 R_x 高出两个准确度等级时，可采用直接测量法，被检直流电阻箱电阻值的检定结果由式 (4) 表示：

$$R_x = A_x \quad (4)$$

式中：

A_x ——电阻测量仪器测得值， Ω 。

基本误差按式 (2) 计算，结果应符合表 1 的要求。

常用的电阻测量仪器或装置：直流电桥、直流电流比较仪电桥和数字多用表等。

7.3.5.2 同标称值替代法

当电阻测量仪器或装置达不到比被检 R_x 准确度等级高出两个等级，而又有与被检 R_x 同标称值的、比被检 R_x 高两个准确度等级的标准直流电阻箱 R_s 时，被检直流电阻箱电阻值的检定可采用同标称值替代法。同标称值替代法是用电阻测量（或比较）仪器依次测量标准直流电阻箱 A_s 和被检直流电阻箱 A_x 的电阻值，被检直流电阻箱电阻值的检定结果由式 (5) 表示：

$$R_x = R_s + (A_x - A_s) \quad (5)$$

式中：

A_x ——测量 R_x 时测量仪器的测得值， Ω ；

A_s ——测量 R_s 时测量仪器的测得值， Ω ；

R_s ——标准直流电阻箱的实际值， Ω 。

基本误差按式（2）计算，结果应符合表 1 的要求。

7.3.5.3 数字电压表法

利用标准电阻、恒流（或恒压）源以及数字电压表通过测量标准电阻和被检直流电阻箱上的电压，从而确定被检直流电阻箱的电阻值，被检直流电阻箱电阻值的检定结果由式（6）表示：

$$R_x = k R_s \quad (6)$$

式中：

k ——比例系数。

基本误差按式（2）计算，结果应符合表 1 的要求。

测量原理和方法参见附录 A。

7.4 年稳定性

对 0.005 级十进电阻盘，按公式（3）计算其年稳定性，结果应符合表 1 的要求。

7.5 检定结果的处理

7.5.1 检定数据按数字修约规则要求修约到相应十进盘准确度等级的 1/10 位，即各十进盘第一点的检定数据的末位应修约到对应于该点最大允许误差的 1/10 位，其余各点位数与第一点对齐。

7.5.2 残余电阻值修约至其最大允许误差的 1/10 位。

7.5.3 定级

7.5.3.1 直流电阻箱各十进盘按各自准确度等级定级，全部检定项目合格者，出具检定证书。对含有 0.005 级电阻盘的直流电阻箱首次检定或无上年检定证书者，出具检定证书但不定级并注明“年稳定性未考核暂不定级。”

7.5.3.2 原等级不合格者，允许降一级，但必须满足所定等级的全部技术要求。若降一级仍不合格者，则出具检定结果通知书。

7.5.4 检定证书或检定结果通知书。

7.5.4.1 对表 4 所列检定项目全部合格者出具检定证书；凡有一项不合格者，出具检定结果通知书，并注明不合格的项目及原因。

7.5.4.2 证书一般应给出电阻实际值，检定时的温度、相对湿度及检定结论，必要时可给出测量不确定度，若所含十进电阻盘级别均在 0.1 级或以下级别的直流电阻箱可只给结论，不给出检定数据。绝缘电阻、开关变差、年稳定性可不给出检定数据，只判断合格与否。

7.5.5 修理后的直流电阻箱按首次检定处理。

7.6 检定周期

直流电阻箱的检定周期一般不超过 1 年。

附录 A

数字电压表法检定直流电阻箱工作原理

用数字电压表法检定直流电阻箱的工作原理如图 A.1 所示。

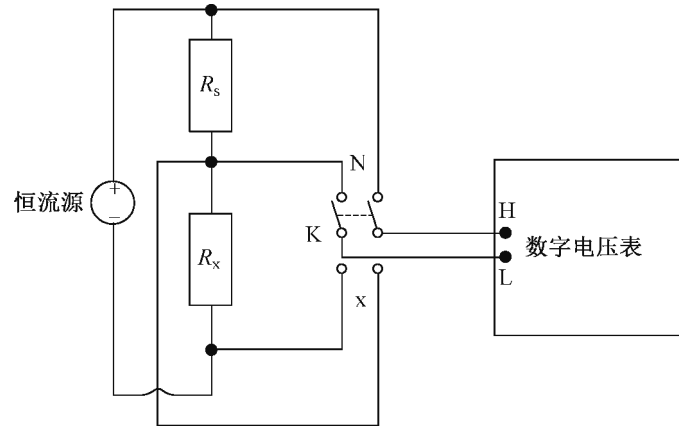


图 A.1 数字电压表法检定直流电阻箱工作原理图

图 A.1 中恒流源为可调式高精度稳流电源， R_s 为标准电阻， R_x 为被检直流电阻箱，K 为换向开关。从图中可看出，当开关 K 倒向 N 位置时，有：

$$U_s = IR_s \quad (\text{A.1})$$

式中：

U_s ——标准电阻 R_s 上的电压，V；

I ——回路电流，A；

R_s ——标准电阻， Ω 。

当开关倒向 X 位置时，有：

$$U_x = IR_x \quad (\text{A.2})$$

式中：

U_x ——被测电阻 R_x 上的电压，V；

R_x ——被检电阻箱电阻， Ω 。

由式 (A.1) 和式 (A.2) 得：

$$\frac{R_x}{R_s} = \frac{U_x}{U_s} \quad (\text{A.3})$$

从式 (A.3) 可知，电压之比等于电阻之比。若在测量 R_s 的电压时调节恒流源，将电压表对应于 U_s 的数值调到与被测温度下 R_s 的数值相同，那么检测 R_x 时，数字电压表上就可得到 R_x 在该温度下的实际值。由于恒流源提供的电流在规定范围内不随负载的变化而变化，所以按此工作原理可方便地检定直流电阻箱被测点的电阻值及十进盘的累加电阻值。

在实际检定直流电阻箱时，尤其是检定阻值较大的直流电阻箱，还应考虑连接线的屏蔽、电压表的输入阻抗、共模干扰以及零电流等问题。

附录 B

直流电阻箱检定原始记录格式

证书编号 ××××××—××××

委托号：				
仪器名称：		型号：	出厂编号：	制造厂：
送检单位：			通信地址：	
检定温度：		℃	相对湿度：	%
检定日期：		年 月 日	检定地点：	
检定依据：				
检定使用的计量（基）标准装置				
名称	测量范围	不确定度/准确度等级/最大允许误差	计量（基）标准证书编号	有效期至
检定使用的标准器				
名称	测量范围	不确定度/准确度等级/最大允许误差	检定/校准证书编号	有效期至

证书编号 ××××××—××××

检定项目		检定结果							
1. 外观及线路检查									
2. 绝缘电阻									
3. 残余电阻		1.	2.	3.	平均值：				
4. 开关变差									
5. 基本误差									
十进电阻 盘示值	实际值								
	× Ω	× Ω	× Ω	× Ω	× Ω	× Ω	× Ω	× Ω	
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
最大基本 误差									
最大年 稳定性									
准确度 等级									
结论									

检定员：

核验员：

第×页共×页

附录 C

检定证书/检定结果通知书内页格式 (第 2 页)

证书编号 ××××××—××××

检定机构授权说明				
检定环境条件及地点:				
温度		℃	地点	
相对湿度		%	其他	
检定使用的计量 (基) 标准装置				
名称	测量范围	不确定度/准确度等级/最大允许误差	计量 (基) 标准证书编号	有效期至
检定使用的标准器				
名称	测量范围	不确定度/准确度等级/最大允许误差	检定/校准证书编号	有效期至

附录 D

检定证书/检定结果通知书结果页格式 (第 3 页)

D.1 检定证书第 3 页

证书编号 ××××××—××××

检定结果

- 一、外观及线路检查：
- 二、绝缘电阻：
- 三、残余电阻：
- 四、开关变差：
- 五、年稳定性：
- 六、基本误差：

十进电阻 盘示值	实际值										
	×	Ω	×	Ω	×	Ω	×	Ω	×	Ω	×
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
符合等级											

以下空白

D.2 检定结果通知书第 3 页

证书编号 ××××××—××××

检定结果

- 一、外观及线路检查：
- 二、绝缘电阻：
- 三、残余电阻：
- 四、开关变差：
- 五、年稳定性：
- 六、基本误差：

十进电阻 盘示值	实际值									
	×	Ω	×	Ω	×	Ω	×	Ω	×	Ω
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
符合等级										

不合格项：

以下空白