**中华人民共和国国家计量检定规程**

JJG 218—××××

电感工作基准

Inductance Working Standard

(预审稿)

××××⎯××⎯××发布 ××××⎯××⎯××实施

**国家质量监督检验检疫总局** 发 布

电感工作基准

检定规程

Verification Regulation of Inductance Working

Standard

JJG 218—××××

替代JJG 218—1991

归 口 单 位：全国电磁计量技术委员会

主要起草单位：中国计量科学研究院

参加起草单位：XXXXXX

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：

参加起草人：

目 录

[引 言 II](#_Toc174128602)

[1 范围 1](#_Toc174128603)

[2 引用文件 1](#_Toc174128604)

[3 术语和计量单位 1](#_Toc174128605)

[4 概述 1](#_Toc174128606)

[5 计量性能要求 2](#_Toc174128608)

[5.1 标准电感器示值误差 2](#_Toc174128609)

[5.2 标准电感器年稳定性 2](#_Toc174128610)

[5.3 标准电感器品质因数 3](#_Toc174128611)

[5.4 电感工作基准电桥测量不确定度 3](#_Toc174128612)

[6 通用技术要求 4](#_Toc174128614)

[6.1 外观及通电检查 4](#_Toc174128615)

[7 计量器具控制 4](#_Toc174128617)

[7.1 检定条件 4](#_Toc174128618)

[7.2 检定项目 5](#_Toc174128619)

[7.3 检定方法 6](#_Toc174128620)

[7.4 检定结果的处理 8](#_Toc174128621)

[7.5 检定周期 8](#_Toc174128622)

[附录A 电感工作基准检定原始记录参考格式 9](#_Toc174128623)

[附录B 检定证书/检定结果通知书内页格式（第2页） 11](#_Toc174128624)

[附录C 检定证书/检定结果通知书检定结果页式样（第3页） 12](#_Toc174128625)

**引 言**

JJF1002-2010《国家计量检定规程编写规则》、JJF1001《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》共同构成支撑本规程制定工作的基础性系列规范。

本规程是对JJG 218—1991《电感工作基准检定规程》的修订。

本规程的主要技术变化如下：

——调整了电感工作基准的电感量值范围；

——增加电感工作基准电桥装置计量性能检定项目。

所代替规程的历次版本发布情况：

——JJG 218—1991《电感工作基准检定规程》。

电感工作基准检定规程

# 范围

本规程适用于电感范围1 μH～100 H、频率范围20 Hz～10 MHz的电感工作基准的首次检定、后续检定和使用中检查。

# 引用文件

本规程引用了下列文件：

JJF 1023—1991 常用电学计量名词术语

JJG 726—2017 标准电感器检定规程

JJG 2076－2024 电感计量器具检定系统表

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。

# 术语和计量单位

JJF 1023和JJG 726界定的术语适用于本规范。

# 概述

电感工作基准由电感工作基准电桥装置和标准电感器（工作基准电感器）组成。

工作基准电感器稳定性极高，用于保存电感量值。电感工作基准电桥装置（以下简称电感工作基准电桥）可在频率100 Hz、1 kHz或10 kHz下开展电感量值传递。电感工作基准电桥可采用麦克斯韦维恩电桥原理进行量程和频率范围的扩展，也可采用10:1比例比较法进行量程的扩展。

电感工作基准电桥工作原理如图1所示。图中IVDα和IVDβ是两个结构相同的七位感应分压器，IVDα的示值α表示被测电感值，IVDβ的示值β表示被测电感器的等效串联电阻值；比例电阻*R*2和*R*4为交流电阻标准器，不同的电感量程选用不同的电阻值；电容*C*为标准电容器，名义值为10000 pF；电导*G*用来平衡电感器的电阻分量；跟随器A自动实现了指零仪端的虚地电位。



图1 电感工作基准电桥工作原理图

# 计量性能要求

## 标准电感器示值误差

1 μH~100 H标准电感器（工作基准）的示值相对误差指标值应符合表1的规定。

表1标准电感器（工作基准）的示值相对误差δ范围

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 频率  电感值 | 100 Hz | 1 kHz | 10 kHz |
|
| 1 µH | - | ≤3×10-2 | ≤3×10-2 |
| 10 µH | - | ≤3×10-3 | ≤3×10-3 |
| 100 µH | - | ≤3×10-4 | ≤3×10-4 |
| 1 mH | - | ≤3×10-4 | - |
| 10 mH | - | ≤2×10-4 | - |
| 100 mH | ≤5×10-4 | ≤2×10-4 | - |
| 1 H | ≤5×10-4 | ≤3×10-4 | - |
| 10 H | ≤8×10-4 | - | - |
| 100 H | ≤1×10-3 | - | - |

## 标准电感器年稳定性

1 μH~100 H标准电感器（工作基准）的年稳定性指标应符合表2的规定。

表2 标准电感器（工作基准）的年稳定性*γ*（×1/年）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 频率  电感值 | 100 Hz | 1 kHz | 10 kHz |
| 1 µH | - | ≤3×10-3 | ≤3×10-3 |
| 10 µH | - | ≤3×10-4 | ≤3×10-4 |
| 100 µH | - | ≤3×10-5 | ≤3×10-5 |
| 1 mH | - | ≤3×10-5 | - |
| 10 mH | - | ≤2×10-5 | - |
| 100 mH | ≤5×10-5 | ≤2×10-5 | - |
| 1 H | ≤5×10-5 | ≤3×10-5 | - |
| 10 H | ≤8×10-5 | - | - |
| 100 H | ≤1×10-4 | - | - |

## 标准电感器品质因数

标准电感器品质因数的实际值应符合表3的规定。

表3 标准电感器品质因数的规定

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 标称值 | 频率 | 品质因数 |
| 1 μH ≤ L ≤ 100 μH | 10 kHz | > 1 |
| 1 kHz | > 0.3 |
| 100 μH < *L* ≤ 1 mH | 1 kHz | > 1 |
| 1 mH < *L* ≤ 10 mH | 1 kHz | > 3 |
| 10 mH < *L* ≤ 100 mH | 1 kHz | > 6 |
| 100 mH < *L* ≤ 1 H | 1 kHz | > 9 |
| 100 mH≤ *L* ≤ 100 H | 100 Hz | > 0.9 |

## 电感工作基准电桥测量不确定度

电感工作基准电桥在频率100 Hz、1 kHz或10 kHz下开展电感量值传递，检定1 μH~100 H电感的相对扩展不确定度应符合表4的规定。

表4 电感工作基准电桥相对扩展不确定度指标要求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 频率  电感值 | 100 Hz  μH/H(*k*=2) | 1 kHz  μH/H(*k*=2) | 10 kHz  μH/H(*k*=2) |
|
| 1 µH | - | ≤2000 | ≤3000 |
| 10 µH | - | ≤200 | ≤300 |
| 100 µH | - | ≤20 | ≤30 |
| 1 mH | - | ≤20 | - |
| 10 mH | - | ≤20 | - |
| 100 mH | ≤50 | ≤20 | - |
| 1 H | ≤50 | ≤20 | - |
| 10 H | ≤80 | - | - |
| 100 H | ≤100 | - | - |

# 通用技术要求

## 外观及通电检查

6.1.1 标准电感器外观应完好，在外壳上或铭牌上应标明产品名称和生产厂家、型号和产品编号、标称值及准确度指标、额定电流、高低电位端和屏蔽端（若有）等信息。控温型标准电感器通电后，控温单元、测温单元和指示灯应能正常工作。

6.1.2 电感工作基准电桥外观应完好，在外壳上或铭牌上应标明产品名称和生产厂家、型号和产品编号、最大允许误差、高低电位端和屏蔽端（若有）等信息。通电后，电桥指零仪、控温单元、测温单元和指示灯应能正常工作。

# 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。

## 检定条件

* + 1. 环境条件

电感工作基准应置于温度为(20±1)℃、相对湿度为(50±10)% 的恒温室内24小时以上。如有控温标准器，需要开启电源并连续恒温24小时以上方可进行检定。

* + 1. 所使用的计量器具

检定电感工作基准所用的计量标准如表5所示。

表5 检定电感工作基准所用的计量标准

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 电感范围 | 频率范围 | 计量标准名称 | 计量标准技术指标 |
| 10 mH、100 mH | 1 kHz | 1. 电感基准装置 2. 过渡标准电感器（组） | a. *U*rel=4×10-6 (*k*=2)  b. 年稳定性指标3×10-5 |
| 1 μH~100 H | 100 Hz、1 kHz、  10 kHz | 电感工作基准装置 | *U*rel=(2×10-5~3×10-3)(*k*=2) |

* + 1. 检定频率

标准电感器在推荐检定频率下进行检定,如表6所示。

表6 推荐检定频率

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 标称值 | 1 μH～100 μH | 100 μH～1 H | 100 mH～100 H |
| 检定频率 | 1 kHz ± △*f* 或  10 kHz ± △*f* | 1 kHz ± △*f* | 100 Hz ± △*f* |

△*f*为检定频率允许偏差，按式（1）确定。

 （1）

式中，  — 标准电感器的年稳定性；

 — 检定频率，Hz；

 — 标准电感器的标称值，H；

 — 标准电感器的固有电容，F。

在频率20 Hz～10MHz频率范围内的非检定频率下使用的标准电感器，其电感值可根据其固有电容大小，由100 Hz、1 kHz或10 kHz的实际电感值经频率修正后获得。标准电感器的固有电容可用极值法或两频率法测量。

## 检定项目

检定项目见表7。

表7 检定项目一览表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 检定项目 | 检定类别 | | |
| 首次检定 | 后续检定 | 使用中检查 |
| 外观检查 | ＋ | ＋ | ＋ |
| 标准电感器示值误差 | ＋ | ＋ | ＋ |
| 标准电感器年稳定性 | － | ＋ | ＋ |
| 标准电感器品质因数 | ＋ | ＋\* | － |
| 电感工作基准电桥  测量不确定度 | ＋ | ＋ | ＋ |
| 注：符号“＋”表示需要检定，符号“＋\*”表示视要求检定，符号“－”表示不需检定。 | | | |

## 检定方法

* + 1. 外观检查

目视和手动进行外观和通电检查，应符合6.1要求。

* + 1. 标准电感器示值相对误差、年稳定性和品质因数

a）选择电压和频率；

检定装置的电压应根据装置和被检标准电感器所规定的额定电流来选择，在满足灵敏度要求的情况下，电压取小些为宜。检定频率应按7.1.3规定选取。

b）选择量程倍率

选择检定装置的量程，以用上装置最高读数盘或对应量程的最大示值为原则。

c）调节指零仪灵敏度

检定时，随着电桥趋于平衡，需调节指零仪灵敏度，以保证获得足够的读数位数。

d）测量接线

直接测量法检定线路建议采用图3表示的接线方式。连接电感器的引线应是绞合同轴屏蔽线，这样可减小高低端引线之间的面积，并固定测量引线。

若被检电感器为端钮式电感并且有金属屏蔽，按三端接线方式要求屏蔽接线端（G）接地，按二端接线方式要求屏蔽接线端（G）与低电位端（L）相连。

若被检电感器为端对式电感（无屏蔽接线端G），接线方式与图3类似，采用绞合同轴线直接连接检定装置与电感器对应端对即可。



图3标准电感器接线图

e）短路测量和开路测量

为了准确测得电感值，在检定两端、三端或两端对电感时，必须做一次“短路测量”，扣除引线电感的影响。

f）测量读数

在电感工作基准装置上读数，经过换算，可得被检标准电感器的电感和品质因数实际值。

  (2)

式中： *L*X — 被检标准电感器的电感实际值，H；

*L* — 电感工作基准装置的电感示值，H。

  (3)

式中： *Q*X —被检标准电感器的品质因数实际值；

*Q* —电感工作基准的品质因数示值。

标准电感器的示值相对误差通过下式计算：

 （4）

式中：—标准电感器的示值相对误差；

—标准电感器的示值误差，H；

—标准电感器的实际值，H；

—标准电感器的标称值，H。

g）消除互感影响（可选）

当测量位置受外界恒定磁场干扰时，应该用高低引线端子换位并取两次读数平均值的方法来降低其影响。为保持测量端引线的一致性，一般在检定装置的引线端进行引线端子换位。

h）计算年稳定性

两次周期检定结果的相对变化即为年稳定度，通过下式计算得到其年稳定性。

 （5）

式中：—标准电感器的年稳定性；

—标准电感器的实际值，H；

—上个周期送检标准电感器的实际值，H。

* + 1. 电感工作基准电桥测量不确定度的验证

电感基准复现电感单位的量值为10 mH和100 mH，频率为1 kHz。采用电感基准装置测量过渡标准电感器（组）的电感实际值，相对扩展不确定度为4×10-6 (*k*=2) 。

参照7.3.2节检定步骤，用电感工作基准装置测量过渡标准电感器（组）的电感实际值 ，其相对扩展测量不确定度为应符合表4不确定度指标要求。

若电感工作基准装置的相对扩展测量不确定度满足公式（6）要求，即判定合格。

 （6）

## 检定结果的处理

* + 1. 检定数据应按附录A的格式填写原始记录。
    2. 标准电感器的电感值应按四舍六入及偶数法则进行修约进行修约，判断示值误差、年稳定性是否合格，以修约后的数据为准。
    3. 经检定合格，则按附录B和附录C规定的格式出具检定证书；经检定不合格，按则按附录B和附录C规定的格式出具检定结果通知书，并注明不合格项目。
    4. 标准电感器（工作基准）经检定不合格的，可降级为下一级计量标准使用。

## 检定周期

电感工作基准检定周期一般不超过1年。

附录A 电感工作基准检定原始记录参考格式

标准电感器（工作基准）检定原始记录

委托单号： 证书编号：XXXXXX-XXXX

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 客户名称： | | |
| 送检仪器名称： | 型号规格： | |
| 生产厂： | 出厂编号： | |
| 标准装置名称： | 测量范围及不确定度： | |
| 装置标准号： |
| 检定依据： | | |
| 检定日期： 年 月 日 | | 有效期至： 年 月 日 |
| 检定环境条件：T= ℃; RH= % | | 检定地点： |
| 检定员： | | 核验员： |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 产品  编号 | 标称值 |  | 短路测量 | 测量读数 | 上次检定  实际值 | 本次检定实际值 | 年稳定性 |
|  |  | *L*X |  |  |  |  |  |
| *Q*X |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 产品  编号 | 标称值 |  | 短路测量 | 测量读数 | 上次检定  实际值 | 本次检定实际值 | 年稳定性 |
|  |  | *L*X |  |  |  |  |  |
| *Q*X |  |  |  |  |

检定频率： Hz； 接线方式： 端

第X页 共X页

电感工作基准电桥检定原始记录

委托单号： 证书编号：XXXXXX-XXXX

|  |  |
| --- | --- |
| 客户名称： | |
| 计量器具名称： | 型号规格： |
| 生产厂： | 出厂编号： |
| 基准装置名称：电感基准装置 | 测量范围及不确定度：4×10-6（*k*=2） |
| 基准装置号：国基证[2023] 第158号 |
| 检定的依据： | |
| 检定日期： 年 月 日 | 有效期至： 年 月 日 |
| 检定地点： | 检定环境条件：T= ℃; RH= % |
| 检定地点： | 检定环境条件：T= ℃; RH= % |
| 检定员： | 核验员： |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 产品  编号 | 标称值 |  | 短路测量 | 测量读数 | 本次检定  实际值 | 年稳定性 | 检定装置 |
|  |  | *L*X |  |  |  |  | 电感基准 |
| *Q*X |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 产品  编号 | 标称值 |  | 短路测量 | 测量读数 | 本次检定  实际值 | 年稳定性 | 被检装置 |
|  |  | *L*X |  |  |  |  | 电感工作基准 |
| *Q*X |  |  |  |

检定频率： Hz； 接线方式： 端

第X页 共X页

附录B 检定证书/检定结果通知书内页格式（第2页）

证书编号 XXXXXX-XXXX

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 |
|  | |  |  | | |  |  |

第X页 共X页

附录C 检定证书/检定结果通知书检定结果页式样（第3页）

证书编号 XXXXXX-XXXX

检 定 结 果

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 表1 标准电感器（工作基准）示值检定结果   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 产品编号 | 标称值 | 实际值 | 年稳定性 | 测量  不确定度 | 检定结论/  不合格项 | |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |   表2 电感工作基准电桥示值检定结果   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | 检定装置 | 产品编号 | 实际值 | 测量不确定度 | | 电感基准装置 |  | *y*1= | *U*rel-1= | | 电感工作基准装置 |  | *y*2= | *U*rel-2= | | 检定结论 |  | | |   检定条件：频率：XXX Hz  接线方式：X端  备 注：下次送检请带此证书  以下空白 |

第X页 共X页