

中华人民共和国工业和信息化部

电子计量技术规范

**JJF**(电子) 0XX─2022

高频电感标准器校准规范

Calibration Specification for High-Frequency Inductance Standard

（报批稿）

××××-××-××发布 ××××-××-××实施

**中华人民共和国工业和信息化部** 发 布

高频电感标准器校准规范

Calibration Specification for

High-Frequency Inductance Standard

**JJF(电子) xxx**─**2022**

归口单位：中国电子技术标准化研究院

起草单位：工业和信息化部电子第五研究所

中国电子技术标准化研究院

参加起草单位：广州赛宝计量检测中心服务有限公司

本规范技术条文委托起草单位负责解释

本规范起草人：

魏 武（工业和信息化部电子第五研究所）

郑健荣（工业和信息化部电子第五研究所）

裴 静（中国电子技术标准化研究院）

参加起草人：

邓志勇（广州赛宝计量检测中心服务有限公司）

彭继煌（工业和信息化部电子第五研究所）

高贯玺（广州赛宝计量检测中心服务有限公司）

庞建龙（广州赛宝计量检测中心服务有限公司）

目录

[引言 III](#_Toc98944306)

[1 范围 1](#_Toc98944307)

[2 引用文件 1](#_Toc98944308)

[3 术语和计量单位 1](#_Toc98944309)

[4 概述 1](#_Toc98944310)

[5 计量特性 2](#_Toc98944311)

[5.1 校准频率下的电感量 2](#_Toc98944312)

[5.2 品质因数 2](#_Toc98944313)

[5.3 直流电阻 3](#_Toc98944314)

[5.4 年稳定性 3](#_Toc98944315)

[6 校准条件 4](#_Toc98944316)

[6.1 环境条件 4](#_Toc98944317)

[6.2 校准用设备（或测量标准及其他设备） 4](#_Toc98944318)

[7 校准项目和校准方法 4](#_Toc98944319)

[7.1 校准项目 4](#_Toc98944320)

[7.2 校准方法 4](#_Toc98944321)

[7.2.1 外观及工作正常性检查 4](#_Toc98944322)

[7.2.2 校准频率下的电感量 5](#_Toc98944323)

[7.2.3 品质因数 6](#_Toc98944324)

[7.2.4 直流电阻 8](#_Toc98944325)

[7.2.5 年稳定性 9](#_Toc98944326)

[8 校准结果表达 10](#_Toc98944327)

[9 复校时间间隔 11](#_Toc98944328)

[附录A A.1](#_Toc98944329)

[附录B B.1](#_Toc98944330)

[附录C C.1](#_Toc98944331)

[附录D D.1](#_Toc98944332)

引言

本规范依据JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》和JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》编制。

本规范为首次发布。

高频电感标准器校准规范

# 1 范围

本规范适用于电感量范围1μH～10mH，频率范围100kHz～10MHz的高频电感标准器校准。

# 2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 726-2017 标准电感器检定规程

JJF 1735-2018 高频Q值标准线圈校准规范

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

# 3 术语和计量单位

高频电感标准器 high-frequency inductance standard

一种在高频率范围内（100kHz～10MHz）使用的电感标准器，能够在不同感抗值和不同频率范围内复现其计量特性的实物计量器具。

# 4 概述

高频电感标准器是用于校准RLC测量仪、阻抗分析仪、交流电桥的高频电感量值的实物量具。

高频电感标准器一般为线绕电感，结构上采取螺线管型，密封结构一般采用金属屏蔽外壳。高频电感标准器按测量端子引出接线的不同，可分为端钮式（三端口）或端对式（四端对）高频电感标准器。

高频电感标准器的等效电路如下图1所示。

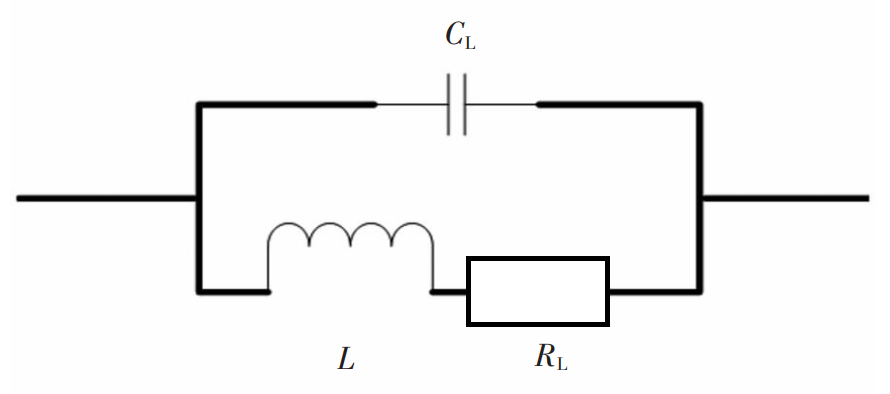


图1 高频电感标准器的等效电路图

式中，为固有电容；为绕线电阻；L为电感。

# 5 计量特性

5.1 校准频率下的电感量

表1高频电感标准器的电感量及最大允许误差

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 电感量 | 校准频率 | 最大允许误差 |
| 1μH | 1.0 MHz~10 MHz | ±(0.6%~3%) |
| 2μH | 1.0 MHz~10 MHz | ±(0.6%~3%) |
| 5μH | 1.0 MHz~5.0 MHz | ±(0.6%~3%) |
| 10μH | 0.5 MHz~5.0 MHz | ±(0.4%~3%) |
| 20μH | 0.5 MHz~5.0 MHz | ±(0.4%~3%) |
| 50μH | 0.5 MHz~1.0 MHz | ±(0.3%~3%) |
| 100μH | 100 kHz~1.0 MHz | ±(0.3%~2.5%) |
| 200μH | 100 kHz~1.0 MHz | ±(0.3%~2.5%) |
| 500μH | 100 kHz~0.5 MHz | ±(0.3%~2.5%) |
| 1mH | 100 kHz~0.5 MHz | ±(0.3%~2.5%) |
| 2mH | 100 kHz~0.5 MHz | ±(0.3%~2%) |
| 5mH | 100 kHz~0.2 MHz | ±(0.3%~2%) |
| 10mH | 100 kHz~0.2 MHz | ±(0.3%~2%) |

5.2 品质因数

表2高频电感标准器的品质因数允许范围

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 电感量 | 校准频率 | 品质因数允许范围 |
| 1μH | 1.0 MHz~10 MHz | ≥20 |
| 2μH | 1.0 MHz~10 MHz | ≥20 |
| 5μH | 1.0 MHz~5.0 MHz | ≥30 |
| 10μH | 0.5 MHz~5.0 MHz | ≥30 |
| 20μH | 0.5 MHz~5.0 MHz | ≥30 |
| 50μH | 0.5 MHz~1.0 MHz | ≥30 |
| 100μH | 100 kHz~1.0 MHz | ≥30 |
| 200μH | 100 kHz~1.0 MHz | ≥40 |
| 500μH | 100 kHz~0.5 MHz | ≥40 |
| 1mH | 100 kHz~0.5 MHz | ≥40 |
| 2mH | 100 kHz~0.5 MHz | ≥20 |
| 5mH | 100 kHz~0.2 MHz | ≥20 |
| 10mH | 100 kHz~0.2 MHz | ≥15 |

5.3 直流电阻

表3高频电感标准器的直流电阻允许范围

|  |  |
| --- | --- |
| 电感量 | 直流电阻允许范围 |
| 1μH | ≤2Ω |
| 2μH | ≤2Ω |
| 5μH | ≤2Ω |
| 10μH | ≤5Ω |
| 20μH | ≤5Ω |
| 50μH | ≤5Ω |
| 100μH | ≤8Ω |
| 200μH | ≤8Ω |
| 500μH | ≤10Ω |
| 1mH | ≤30Ω |
| 2mH | ≤50Ω |
| 5mH | ≤50Ω |
| 10mH | ≤100Ω |

5.4 年稳定性

高频电感标准器的年稳定性应优于其在校准频率下电感量的最大允许误差。

注：标称电感量不同的高频电感标准器，其校准频率、使用频率范围和最大允许误差各有不同。具体的计量特性应以高频电感器生产厂家的技术手册为参考。以上计量特性不用于合格性判定，仅供参考。

# 6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度：20℃±5℃；

6.1.2 相对湿度：20%~80%；

6.1.3 周围无影响仪器正常工作的电磁干扰和机械振动。

注：不同型号高频电感标准器校准的具体环境条件应以生产厂家的技术手册为参考。若无规定时，可以参考上述条件。

6.2 校准用设备（或测量标准及其他设备）

校准所用测量标准及设备应经过计量技术机构检定（或校准），校准时由测量标准器、辅助设备及环境条件引起的扩展不确定度（*k*=2）应不大于被校高频电感标准器最大允许误差绝对值的1/3。测量标准的测量范围应能覆盖高频电感标准器的测量范围。

6.2.1 电感测量装置

由精密阻抗分析仪、精密数字电桥、RLC测量仪和高频Q表等组成。

电感量测量范围：1μH～10mH，最大允许误差：±(0.05%～0.8%)；

品质因数测量范围：0~500，最大允许误差：±(1%～10%)；

测量频率范围：100kHz～10MHz。

6.2.2 频率计

频率范围：DC～20MHz，最大允许误差：±(5×10-8～5×10-7)。

6.2.3 数字多用表/电阻表

直流电阻测量范围：（0.01Ω~100Ω），最大允许误差：优于±0.2%。

# 7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

校准项目一览表见表4。

表4 校准项目一览表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 校准项目 | 校准方法条款 |
| 1 | 外观及工作正常性检查 | 7.2.1 |
| 2 | 校准频率下的电感量 | 7.2.2 |
| 3 | 品质因数 | 7.2.3 |
| 4 | 直流电阻 | 7.2.4 |
| 5 | 年稳定性 | 7.2.5 |

7.2 校准方法

7.2.1 外观及工作正常性检查

a）被校高频电感器应有说明书及全部配套附件。

b）被校高频电感器应无影响正常工作的机械损伤。

c）根据高频电感器的说明书/技术资料/标识，确定其校准频率。若无规定，则选取上表1中校准频率范围的下限作为校准频率。

d）进行以下校准时，校准用设备应按规定先预热半个小时，被校高频电感器应置于校准环境下不小于4小时。

e）将检查情况记录于附表A.1。

7.2.2 校准频率下的电感量

7.2.2.1 测量方法

a）对电感测量装置中的精密阻抗分析仪或精密数字电桥进行开路、短路和负载校准。

b）按图2接线。对于四端对高频电感器，使用BNC测试线将其IH、VH、VL、IL端分别接到精密阻抗分析仪或精密数字电桥的IH、VH、VL、IL端，接地端G也互相连接。

对于三端口高频电感器，使用BNC转夹子测试线将精密阻抗分析仪或精密数字电桥的IH、VH端接到其H端，同时将VL、IL端接到其L端，并将接地端G互相连接。



图2 校准频率下电感值的校准接线图

c）将精密阻抗分析仪或精密数字电桥的测量模式设置为串联电感—品质因数模式，测量频率设置为高频电感器的校准频率，在校准频率下对被校高频电感器的电感值进行直接测量。

d）共进行*n*次测量（*n*≥3），将多次测量数据*L*i记录于附表A.2中。

7.2.2.2 数据处理

计算多次测量结果的平均值作为校准频率下的电感实测值*L*S。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （1） |

被校高频电感器在校准频率下的电感量示值误差为：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （2） |

式中：

——被校高频电感标准器在校准频率下的电感量示值误差，H；

——被校高频电感器的在校准频率下的电感量标称值，H；

——被校高频电感器的在校准频率下的电感量实测值，H。

相对误差按下式计算：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （3） |

式中：

——被校高频电感标准器在校准频率下的电感量相对误差；

7.2.3 品质因数

7.2.3.1 测量方法

（1）精密阻抗分析仪/精密数字电桥法

a）对电感测量装置中的精密阻抗分析仪或精密数字电桥进行开路、短路和负载校准。

b）参考7.2.2.1的接线方式进行接线。

c）将精密阻抗分析仪或精密数字电桥的测量模式设置为串联电感—品质因数模式，测量频率设置为高频电感器的校准频率，在校准频率下对高频电感器的品质因数*Q*值进行直接测量。

d）共进行*n*次测量（*n*≥3），将多次测量的数据*Qi*记录于附表A.3中。

（2）高频*Q*值测量表法

a）按图3进行接线。对于四端对高频电感标准器，使用BNC转夹子线将其IH和VH端接到高频*Q*值测量表的H端，高频电感器的VL和IL端接到高频*Q*值测量表的L端，接地端G也互相连接；同时把高频*Q*值测量表的频率输出端接到频率计。

对于三端口高频电感标准器，使用香蕉头测试线将其H端接到高频*Q*值测量表的H端，高频电感器的L端接到高频*Q*值测量表的L端，接地端G也互相连接；同时把高频*Q*值测量表的频率输出端接到频率计。



图3 高频*Q*值测量表法接线图

b）调节高频*Q*值测量表面板上的频率旋钮，使频率计读数*f*0为被校高频电感标准器的校准频率值。

c）调节高频*Q*值测量表的调谐电容主、微调电容度盘，使高频*Q*值测量表上的*Q*值达到最大值，则高频电感标准器达到谐振，此时读取高频*Q*值测量表上显示的*Q*值。

d）共进行*n*次测量（*n*≥3），将多次测量的数据*Qi*记录于附表A.3中。

7.2.3.2 数据处理

按照下式（4）计算多次测量结果的平均值作为校准频率下的品质因数实测值*Q*S。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （4） |

式中：

——被校高频电感器在校准频率下的品质因数实测值；

——被校高频电感器在校准频率下第i次测量的品质因数测量结果；

——测量次数。

7.2.4 直流电阻

测量方法：

a）对校准用的数字多用表/电阻表进行短路清零。

b）按图4进行接线。对于四端对高频电感标准器，BNC转香蕉头测试线将其IH、VH、VL、IL端分别接到数字多用表/电阻表的Current+、Sense+、Sense-、Current-端，并将接地端G互相连接。

对于三端口高频电感标准器，使用BNC转夹子测试线将数字多用表/电阻表的Current+、Sense+端接到其H端，同时将Sense-、Current-端接到其L端，并将接地端G互相连接。



图4 直流电阻的校准接线图

c）将数字多用表或电阻表设置成四线电阻测量模式，按照不同高频电感标准器的直流电阻参数，选择适当的电阻测量量程。

d）对高频电感器的直流电阻进行直接测量，将测得直流电阻值数据*R*L记录于附表A.4中。

7.2.5 年稳定性

进行年稳定性考核的高频电感器，应有上一年度的校准证书。

7.2.5.1 测量方法

a）选择高频电感标准器的校准频率作为年稳定性考核的频率，在校准频率下进行电感量的校准。

b）按上图2进行接线。

c）按照本规范7.2.2的方法，使用精密阻抗分析仪或精密数字电桥对被校高频电感器的电感量进行直接测量，将电感量实测值数据*L*S记录于附表A.5中。

7.2.5.2 数据处理

高频电感器的年稳定性为：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （5） |

式中：

——被校高频电感器在校准频率下的年稳定性；

——本次被校高频电感器的电感量实测值，H；

——上一周期被校高频电感器的电感量实测值，H。

# 8 校准结果表达

校准完成后的仪表应出具校准证书。校准证书应至少包含以下信息：

a) 标题：“校准证书”；

b) 实验室名称和地址；

c) 进行校准地点（如果与实验室的地址不同）；

d) 证书的唯一性标识（如编号），每页和总页数的标识；

e) 客户的名称和地址；

f) 被校对象的描述和明确标识；

g) 进行校准的日期，如果与校准结果的有效性和应用有关时，应说明被校对象的接收日期；

h) 如果与校准结果有效性应用有关时，应对被校样品的抽样程序进行说明；

i) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；

j) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；

k) 校准环境的描述；

l) 校准结果及其测量不确定度的说明；

m) 对校准规范的偏离的说明；

n) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识；

o) 校准结果仅对被校对象有效的声明；

p) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

# 9 复校时间间隔

建议复校时间间隔不超过12个月。由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸因素所决定的，送校单位可根据实际使用情况决定复校时间间隔。

# 附录A

原始记录格式

A.1 外观及工作正常性检查

表A.1 外观及工作正常性检查

|  |  |
| --- | --- |
| 项 目 | 检查结果 |
| 外观检查 |  |
| 工作正常性检查 |  |

A.2校准频率下的电感量

表A.2 校准频率下的电感量

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 机身号 | 电感量标称值 | 测量频率 | 电感量 | |
| 次数 | 实测值 |
|  |  |  | 1 |  |
| 2 |  |
| 3 |  |
|  |  |  | 1 |  |
| 2 |  |
| 3 |  |

A.3品质因数

表A.3 品质因数

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 机身号 | 电感量标称值 | 测试频率 | 品质因数 | |
| 次数 | 实测值 |
|  |  |  | 1 |  |
| 2 |  |
| 3 |  |
|  |  |  | 1 |  |
| 2 |  |
| 3 |  |

A.4 直流电阻

表A.4 直流电阻

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 机身号 | 电感量标称值 | 直流电阻实测值 |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

A.5 年稳定性

表A.5 年稳定性

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 机身号 | 电感量标称值 | 测试频率 | 上一年实测值 | 本次实测值 | 年稳定性 |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

# 附录B

校准证书内页格式

证书编号 XXXXXX-XXXX

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| <校准机构授权说明>  校准结果不确定度的评估和表述均符合JJF1059.1的要求。 | | | | | | | |
| 校准环境条件及地点： | | | | | | | |
| 温 度 | ℃ | | | 地 点 |  | | |
| 相对湿度 | % | | | 其 它 |  | | |
| 校准所依据的技术文件（代号、名称）： | | | | | | | |
| 校准所使用的主要测量标准： | | | | | | | |
| 名 称 | | 测量范围 | 不确定度/  准确度等级 | | | 证书编号 | 证书有效期至  (YYYY-MM-D)D) |
|  | |  |  | | |  |  |

第X页 共X页

证书编号 XXXXXX-XXXX

校 准 结 果

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 外观及工作正常性检查   |  |  | | --- | --- | | 项目 | 检查结果 | | 外观检查 |  | | 工作正常性检查 |  |   2 校准频率下的电感量   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 机身号 | 电感量标称值 | 测试频率 | 电感量实测值 | 相对误差 | *U* | | |  |  |  |  |  |  | | | |  |  |  |  |  |  | | |   3 品质因数   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | 机身号 | 电感量标称值 | 测试频率 | 品质因数实测值 | *U* | | |  |  |  |  |  | | | |  |  |  |  |  | | |   4 直流电阻   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | 机身号 | 电感量标称值 | 直流电阻实测值 | *U* | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |   5 年稳定性   |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 机身号 | 电感量标称值 | 测试频率 | 上一年实测值 | 本次实测值 | 年稳定性 | *U* | |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  | |
| 说明：  根据客户要求和校准文件的规定，通常情况下 个月校准一次。 |
| 声明：  1. 仅对加盖“XXXXX校准专用章”的完整证书负责。  2. 本证书的校准结果仅对本次所校准的计量器具有效。 |

校 准 员： 核 验 员：

第X页 共X页

——————

# 附录C

测量不确定度评定示例

C.1 校准频率下的电感量示值误差测量不确定度评定

C.1.1 测量方法

按本规范7.2.2章节进行校准，以1mH高频电感为例，校准频率为100kHz。采用直接测量法，使用电感测量装置对高频电感器进行校准频率下的电感量校准。记录电感测量装置稳定后的示值，测量3次，取3次的平均值作为高频电感器的电感量实测值，计算电感量示值误差。

C.1.2 测量模型：

在规定环境条件下，温度、湿度、电磁干扰等带来的影响可忽略，测量模型用式（C.1）表示：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （C.1） |

式中：——被校高频电感器的在校准频率下的电感量示值误差；

——被校高频电感器的在校准频率下的电感量实测值；

——被校高频电感器的在校准频率下的电感量标称值。

C.1.3 不确定度传播律

由于各输入量互不相关，对公式（C.1）求偏导，则不确定度传播率见公式（C.2）：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （C.2） |

灵敏系数：，。

C.1.4 主要不确定度来源

a）电感测量装置测量不准确引入的不确定度分量；

b）电感测量装置分辨力不足引入的不确定度分量；

c）测量重复性引入的不确定度分量；

C.1.5 标准不确定度评定

C.1.5.1 电感测量装置测量不准确引入的标准不确定度分量，B类评定

1693型RLC数字电桥在100kHz的频率下测量1mH电感量的最大允许误差为±0.25×10-2mH，视为均匀分布，置信因子*k*，故有：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （C.3） |

C.1.5.2 电感测量装置分辨力不足引入的不确定度分量，B类评定

1693型RLC数字电桥的分辨力为1×10-5mH，视为均匀分布，置信因子*k*，故有：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （C.4） |

C.1.5.3测量重复性引入的标准不确定度，A类评定

在重复性条件下，用1693型RLC数字电桥直接测量SB2036型高频电感器的电感量，测量点1mH/100kHz，短时间内重复测量10次，测得数据如下表C.1：

表C.1 测得数据记录表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 次数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 电感量/mH | 1.0006 | 1.0006 | 1.0007 | 1.0007 | 1.0007 |
| 次数 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 电感量/mH | 1.0007 | 1.0006 | 1.0007 | 1.0006 | 1.0007 |

由贝塞尔公式可得10次测量的标准偏差为：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （C.5） |

则有：

C.1.6 标准不确定度一览表

表C.2 标准不确定度一览表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 不确定度来源 | 概率分布 | 评定方法 | 灵敏系数 | 标准不确定度 |
| 电感测量装置不准确引入 | 均匀 | B | -1 |  |
| 电感测量装置分辨力不足引入 | 均匀 | B | -1 |  |
| 测量重复性 | 正态 | A | 1 |  |

注：由于重复性和数字电桥的分辨力不足为同种影响量且相互影响，因此取两分量中的最大值，只计算，舍去。

C.1.7 合成标准不确定度

以上各分量相互独立、不相关，故合成标准不确定度：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （C.6） |

C.1.8 扩展不确定度

取包含因子，测量点1mH/100kHz校准结果的扩展不确定度：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （C.7） |

相对扩展不确定度为：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （C.8） |

# 附录D

高频电感标准器频率特性测量

高频电感标准器在校准频率下，可以按照其电感量标称值或实测值使用。对于具备稳定频率特性的高频电感器，可以在技术条件规定的频率范围内使用。符合图1等效模型的空心螺线管型高频电感器，在一定使用频率范围内，其电感值可按式（D.1）进行计算。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （D.1） |

式中：

——被校高频电感器的校准频率；

——被校高频电感器使用频率范围内的频率；

——被校高频电感器在频率 下的电感计算值；

、、——多项式的系数。

D.1 频率特性测量方法

按照本规范7.2.2节的方法，使用精密阻抗分析仪或精密RLC测量仪直接测量多个离散频率点（数据量n≥3）下高频电感器的电感量值（也可使用扫频测量，数据量n≥30），然后计算其“电感值—频率”曲线的多项式系数。得到多项式系数后，就可以计算使用频率范围内任意频率 下的电感值。

多项式系数获取方法有两种：分别是最小二乘法拟合和方程组解算法。最小二乘法拟合法用于定型测试和初次校准，以确定电感器频率特性是否符合二阶多项式；方程组解算法用于后续校准。具体方法如下：

a最小二乘法拟合法

用阻抗分析仪扫描测量被校高频电感器在使用频率范围内的电感值与频率数据（数据量n≥30），选择参考频率 ，用最小二乘法拟合获取多项式3个系数、、。

b方程组解算法

在可用工作频率下，选取3个频率点，使用精密RLC测量仪分别测量被校高频电感器电感量，代入式（D.1）的3个方程，解方程组得到3个系数、、。

D.2 数据处理

将得到的二次项方程系数、、分别代入公式（D.1），得到被校高频电感标准器在使用频率范围内任意频率下的电感值，使用精密阻抗分析仪或精密RLC测量仪直接测量高频电感器在该任意频率下的电感量实际值，可以得到电感量计算值与实际值之间的相对误差值。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | （D.2） |

式中：

——被校高频电感器在使用频率范围内的电感量计算值相对误差；

——被校高频电感器在使用频率范围内的电感量计算值，H；

——被校高频电感器在使用频率范围内的电感量实测值，H。