

“沪苏浙皖”计量技术规范

电流线圈校准规范

编制说明

一、概述

本规范编制任务来源于上海市市场监督管理局《关于下达 2021 年度上海市地方计量技术规范立项计划的通知》(沪市监计量[2021]335 号)以及华东国家计量测试中心《关于印发 2021 年度“沪苏浙皖”计量技术规范立项计划的通知》(华东[2021]7 号)。

本规范编制工作组成立于 2021 年 6 月,本规范编制单位为:上海市计量测试技术研究院、江苏省计量科学研究所和上海交通大学。

编制工作组依据我国电流线圈的实际使用情况、实验室及现场的计量校准经验及试验验证,完成了本规范的报批稿。

2021 年 7 月~9 月,编制工作组召开内部会议,重点讨论了草案稿中的范围、校准条件、校准项目和校准方法,依据 JJF1071—2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF1001—2011《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》探讨规范制定工作的各个环节及进度安排,并制定了校准方法的验证计划。

2021 年 10 月~12 月,编制工作组开展了文献调研、资料搜集、理论研究和试验验证,走访了国内主要的电流线圈生产企业,并按照 JJF 1033-2016《计量标准考核规范》的要求将一样品送至中国计量科学研究所进行校准方法的验证,最终由上海市计量测试技术研究院进行材料汇总整理,于 2021 年 12 月形成了初稿。

2022 年 1 月~3 月,编制工作组通过内部会议讨论、征求意见、修改完善,于 2022 年 3 月形成了征求意见稿。同月,将征求意见稿发送至各级计量机构、国网电力公司计量中心、高校、科研院所、生产企业、使用企业等共计 14 家单位。

2022年4月~6月，上述14家单位均回复修改意见，包括长三角地区的江苏省计量科学研究院、浙江省计量科学研究院、安徽省计量科学研究院、无锡市检验检测认证研究院和温州市计量科学研究院。编制工作组对反馈意见进行综合分析，形成“征求意见汇总表”。共收到建议或意见65条，其中采纳34条，部分采纳6条，不采纳25条。不采纳的理由主要有不重复表述规范文本中已有的相关阐述、现有计量标准器符合规范所提技术指标要求以及从电流线圈实际使用情况确定计量特性等。根据“征求意见汇总表”，对征求意见稿进行修改，形成报审稿。

2023年6月5日，上海市市场监督管理局组织召开电流线圈校准规范中期评审会议，编制工作组根据与会专家的意见修改报审稿，并补充验证规范所提出的两种校准方法的一致性。

二、规范编写依据

本规范主要参照JJF 1087-2002《直流大电流测量过程控制》、JJF（军工）264-2020《电流传感器校准规范》以及GB/T 16927.4-2014《高电压和大电流试验技术第4部分：试验电流和测量系统的定义和要求》，主要增加了计量特性的要求、标准源法和标准表法两种方法。

三、制定背景

在国际电磁咨询委员会电磁校准与测量能力分类中，“电流”及“高电压和大电流(>100A)”都是重点领域之一。同时，也是国际计量局关键比对库以及校准和测量能力库中的核心参数，其溯源是现代电磁计量学的重要组成部分，涉及工业生产中的诸多领域。例如，汽车生产中的焊接工艺控制、输配电装备的性能试验、风力发电中的风机能效监测。

电流线圈将电流信号转换为电压信号，是一种用于测量稳态电流，特别是稳态大电流的计量器具。广泛应用于汽车、轨道交通、输配电、风电和核电等产业，具有量大面广的特点。

经咨询全国电磁计量技术委员会交直流仪器工作组，目前国家层面和长三角地区都没有颁布相关的规程规范，也无制定计划。迫切需要通过制定校准规范，

确立电流线圈的计量特性和校准方法，完善量值溯源传递体系，为相关产业发展提供可靠的技术支撑。

四、制定内容说明

本规范为首次制定的计量校准规范。

1. 范围

本规范适用于输入为交、直流电流信号，输出为交、直流电压信号的电流线圈的校准。

本规范中电流测量范围为 0.01 A~20 kA，其中交流电流的频率为 50 Hz。

本规范不适用于输出为数字信号的电流线圈的校准。

2. 计量特性

本规范定义了电流线圈关键计量特性——电流电压转换值误差的计算公式，校准结果为电流电压转换实际值，便于用户直接使用校准结果。

3. 校准接线

标准源法：标准电流源输出端与被校电流线圈输入端连接，被校电流线圈输出端与标准电压表测量端连接，根据校准点设定标准电流源的输出值，记录标准电压表的示值。

标准表法：电流源输出端与电流比例标准器的输入端及被校电流线圈的输入端连接，电流比例标准器按预期比例变换电流后，其输出端连接标准电阻器的电流端，然后由标准电压表测量标准电阻器电位端的电压值；同时，另一台标准电压表测量被校电流线圈输出端的电压值。

4. 校准点的选择

按照被校电流线圈使用说明书的要求和规定进行预热和数值清零。经调研，市场上多数电流线圈量程设置满足 10 倍关系，即大量程数值的 10% 等于相邻小量程数值的 100%；同时，多数电流线圈不能超量程使用。结合其实际使用情况，所有量程都应校准，每个量程选取 5 个校准点，平稳升电流至待校电流线圈量程上限的 10%、20%、50%、80%、100% 或以上校准点的附近（偏差 $\pm 1\%$ 以内），应覆盖满量程校准点，记录每个校准点标准器的数值。

5. 不确定度表示

电流线圈校准参数为电流电压转换值,其测量不确定度用扩展不确定度表示。

6. 校准方法的验证

按照 JJF 1033-2016《计量标准考核规范》的要求,对电流线圈的校准方法进行验证。分别由中国计量科学研究院的测量标准和上海市计量测试技术研究院的测量标准对同一台电流线圈进行校准。300A 量程 5 个校准点的 E_n 值分别为 0.19、0.17、0.28、0.28、0.28;3000A 量程 7 个校准点的 E_n 值分别为 0.28、0.34、0.14、0.19、0.14、0.12、0.28。 E_n 值均小于 1,验证结果满意。

另外,通过试验手段来验证本规范的技术方法,对国内外不同型号规格的电流线圈开展校准,证实电流线圈校准规范中所描述的对被校计量器具的技术特性要求、对标准仪器的选择、校准点的选择以及采用的校准方法是正确可行的。用规范中提出的标准源法和标准表法对同一台样品进行校准,校准结果的差异符合不确定度要求。具体试验结果见试验报告。两种校准方法同等级地位,无优先级。

五、与相关国际技术文件的一致性程度

未检索到与本规范相关的国际建议或国际文件。

六、与国家标准的兼容情况

相关的国家标准主要有 GB/T 16927.4-2014《高电压和大电流试验技术第 4 部分:试验电流和测量系统的定义和要求》,该校准规范与它无冲突。

七、重大分歧意见的处理结果和依据

无重大分歧意见。

八、规范实施日期的建议

建议实施日期为规范发布时间后的三个月。

编制工作组

2023 年 6 月