

国家计量技术规范
《交流电子负载校准规范》
编制说明

校准规范编制工作组

《交流电子负载校准规范》

编制说明

1. 工作内容

1.1 任务来源

2021年8月13日，全国电磁计量技术委员会发布了“关于成立《耐电压测试仪校准仪校准规范》等六项国家计量技术规范编制工作组的通知”（MTC（电磁）函[2021]22号），由全国电磁计量技术委员会归口组织编写国家计量技术规范《交流电子负载校准规范》，牵头起草单位为北京东方计量测试研究所，参加起草单位为山东省计量科学研究院、安徽省计量科学研究院、北京航天计量测试技术研究所、广东电网有限责任公司计量中心、内蒙古自治区计量测试研究院。

本校准规范为首次制定。

1.2 工作概况

交流电子负载是电源检测的主要测试设备之一，能真实模拟不同数值的电阻、电感、电容或组合形式的负载特性，也可模拟非线性负载特性，具有调节方便、通用性强、精度高、稳定性好等优点。在国防工业领域，随着大运载能力飞行器、大容量客运飞机等型号项目的推进和综合复杂集成电路应用需求的增长，在航天器地面供配电系统测试、装备型号供配电带载性能测试等方面，交流电子负载都更多地应用在不同电源设备、电路系统的测试中；在民用工业领域，随着电动汽车、轨道交通、电力系统行业的快速发展，在交流稳压电源、UPS电源、交流稳压器、逆变器、离线型稳压器、车用车用型稳压器等设备的测试中，开关、断路器、保险丝盒连接器等电力元件产品的特性测试中，变频控制的电机、起重机、电梯等产品制造过程中，交流电子负载也被广泛应用。

国内外对于直流电子负载的检测做了研究与实现，但在交流电子负载的检测、校准方面部分标准研究上报道较少。经查询，目前国家在直流电子负载产品上制定了通用规范，校准也有相关的校准规范，但在交流电子负载方面，尚未制定产品的通用规范，也没有制定国家检定或校准相关规程规范。目前，交流电子负载产品以进口厂家为主，国内厂家产品市场份额近年来逐渐上扬，各类产品在型号、规格、量程范围各不相同，为解决交流电子负载的计量校准需求，填补国家计量校准规范在该领域的空白，完善国际计量标准体系，与国际标准、方法、术语接轨，规范交流电子负载的校准项目和校准方法，特编制《交流电子负载校准规

范》。

1.3 工作过程

1) 2021年8月13日,全国电磁计量技术委员会下发了“关于成立《耐电压测试仪校准仪校准规范》等六项国家计量技术规范编制工作组的通知”,交流电子负载校准规范编制工作组正式成立;

2) 2021年9月27日,通过线上会议形式组织召开了编制工作组启动会议,对校准规范初稿进行了讨论,对适用范围、校准项目等进行了讨论,各单位下步任务分工进行明确,具体见启动会会议纪要。

3) 2021年10月~2022年3月,编制组在启动会讨论结果的基础上,通过进一步的测量试验,形成了规范草稿并于3月21日召开线上会议,对初稿全文内容进行了讨论形成了校准规范初稿。

4) 2022年4月15日,编制组召开规范初稿评审会,会议采用线上线下结合形式,两位主审老师、编制组三位成员参加了在北京东方计量测试研究所召开的线下会议,其余编制组成员线上参会,对编制说明、规范初稿、不确定度评定报告、试验验证报告进行了审查。

2. 编写原则和主要内容

2.1 编写原则

本规范为首次制定,制定过程中严格按照JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001—2018《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1—2019《测量不确定度评定与表示》进行编制,并与相关标准协调统一。

2.2 主要内容

按照国家计量校准规范编制要求,本规范内容结构上共分为九章,分别是第一章范围、第二章引用文件、第三章术语和计量单位、第四章概述、第五章计量特性、第六章校准条件、第七章校准项目和校准方法、第八章校准结果表达及第九章复校时间间隔。

3. 规范起草说明

3.1 范围

交流电子负载按照功能可分为能量耗散型和能量回馈型两类,其中,能量耗散型负载在吸收交流电能后模拟用电设备的状态,是工业应用中最常见的交流负载类型;能量回馈型负载在能量耗散型负载的功能基础上,增加了能量储存和电网回馈功能,目前只有少数厂家开

发了相关产品，市场保有量较相对较小。本规范适用于能量耗散型交流电子负载的校准，对于能量回馈型负载的能耗功能部分可参照本规范校准。

3.2 引用文件

引用的文件包括：

JJF 1587—2016 数字多用表校准规范

GB/T 2900.1—2008 电工术语 基本术语

3.3 术语和计量单位

对“交流电子负载”及其校准中用到的计量术语“有功功率”、“视在功率”、“功率因数”进行了定义。

3.4 概述

为方便计量技术人员更好地理解交流电子负载的工作机理，在参考大量交流电子负载相关书籍和论文并与主流交流电子负载品牌厂商探讨交流的基础上，规范中给出了基本原理、结构、用途和类型划分等描述。

3.5 计量特性

规范制定过程中，在计量特性的选定上，一方面考察了交流电子负载的工作原理和实际应用中的使用需求，力求覆盖产品关键性能助于质量提升；一方面考虑了 A025 新校准认可应用说明的要求，力求校准项目数量最优化便于机构建能力。最终确定了该类仪器计量校准时主要关注的技术参数：交流电压、交流电流、恒定电流、交流电阻、恒定电阻、交流功率、恒定功率、功率因数，给出了各参数的典型测量范围和最大允许误差范围。

1) 交流电子负载具有恒定电流、恒定电阻和恒定功率等不同工作模式，通过内部控制电路模拟用电设备吸收并耗散被测交流电源的电能起到负载作用。

交流电子负载是利用电子元器件吸收电能并耗散能量的一种负载，其端口符合欧姆定律，可以仿真恒定电流、恒定电阻、恒定功率、动态负载、功率因数负载以及正弦波、N 次谐波、门控触发波、峰值因数波等多种模拟波形的负载，可用于交流电源的电源稳定性、负载稳定性、输出电压调整等参数的测试以及电源启动和限流特性的测试。

所以，恒定电流、恒定电阻、恒定功率是交流电子负载的重要计量参数，应进行校准。

2) 交流电子负载具有交流电压、交流电流、交流电阻、交流功率、功率因数测量功能，通过内部的模数转换采样电路能对输入信号进行测量。

交流电子负载一般具有恒定电流、恒定电阻、恒定功率、功率因数测量功能且给出具体

技术指标，这部分参数是负载工作时用于监视工作状态的重要指标，纳入校准项目；部分厂家的负载还具有峰值电流、峰值因数、谐波失真、频率等测量功能，但适用于应用较少的整流拉载工作模式，且这些参数大部分厂家未给出相应技术指标，不纳入校准项目。

3.6 校准条件

1) 在梳理常见交流电子负载产品的工作环境条件要求以及校准用标准设备的工作环境条件要求的基础上，形成了对校准相关的温湿度、供电、电磁干扰四方面的规范环境条件要求；

2) 结合交流电子负载的计量特性校准需求，根据校准用标准设备与被测设备的指标关系，形成了测量设备及辅助设备配置要求，对相应的测量范围、最大允许误差、短期稳定性等进行了规定。

3.7 校准方法

依次介绍了交流电压、交流电流、恒定电流、交流电阻、恒定电阻、交流功率、恒定功率、功率因数的校准方法。

考虑到交流电流与恒定电流、交流电阻与恒定电阻、交流功率与恒定功率校准方法和操作步骤的相似性，将上述项目的校准方法进行了整合，便于计量人员操作、提高校准工作效率。在交流电子负载的校准频率点选取上，结合常规工频应用需求将 50Hz 纳入建议频点，并且在工频点下重点考察设备性能；结合航空即军事电子电气设备设计制造中，用于飞机、机载设备、雷达、导航等产品的 400Hz 中频的应用需求，将 400Hz 纳入建议频点。在交流功率、恒定功率、功率因数的校准点选取上，需要综合考虑被测负载的电流、电压、功率、功率因数的情况，还需要考虑交流电源的常用电压，为便于计量人员清晰校准点的选取，规范中以表格形式给出了建议点选取值。

在交流电压的校准中，给出了标准表法和标准源法，其中标准法使用时计量人员应注意标准器的带载能力，避免过载损坏标准器。在交流电阻和恒定电阻的校准中，选取校准点时，计量人员应注意被校负载的最低工作电压，保证负载工作电压高于最低工作电压能够正常工作。交流功率和恒定功率的校准中，计量人员应注意功率因数设置对有功功率和视在功率的改变影响，避免超过电子负载的额定功率；在功率因数设置中，部分厂家给到的相位设置模式，计量人员应注意厂家对于相位和功率因数对应关系的说明，合理设置容性和感性功率因数。

4. 主要试验验证情况及预期达到的效果

本规范主要由北京东方计量测试研究所承担试验，验证规范各项技术条款和方法制定的合理性。验证试验方面，试验对象覆盖了交流电子负载进口、国产的主要品牌主流型号产品，包括 Chroma、ITECH、H&H、California Instrument、艾诺、大华、群菱等品牌；试验过程中，通过线上线下会议模式，与 Chroma、艾诺、大华等厂家技术工程师进行了多次交流沟通，讨论规范所述校准方法与厂家出厂校验方法的等效性。

具体试验验证结果见试验报告，结果表明规范编制条款制定合理，可操作性较强。

2022年4月15日

编制工作组