

《空气热老化试验设备技术性能 测试规范》

编
制
说
明

2025 年 2 月

一、任务来源及背景

1.1 任务来源

根据《市场监管总局办公厅关于印发2024年国家计量技术规范制定、修订及宣贯计划的通知》（市监计量发[2024]40号），由全国温度计量技术委员会向江苏省计量科学研究院（江苏省能源计量数据中心）下达《空气热老化试验设备技术性能测试规范》（编号MTC12-2024-05）的制定任务，主要起草单位为江苏省计量科学研究院（江苏省能源计量数据中心）、云南省计量测试技术研究院等。

1.2 制定背景

空气热老化试验设备是用于对橡胶材料、电气绝缘材料等进行耐热性试验，对电子零配件、塑料产品及橡胶制品进行换气老化试验的重要环境模拟实验设备，考核和判断试验样品在高温环境条件下贮存和使用的适应性，试样在模拟高温和大气压力下的空气中老化后测定其性能，并与未老化样的性能予以比较，确认其是否符合相关产品指标要求，目前广泛应用于电线电缆生产企业、线缆质量检测机构、橡胶类材料生产厂家等行业以及各类科研部门、企事业单位质检部门。

然而，在实际应用中，空气热老化试验设备的准确性和可靠性受到多种因素的影响，如设备本身的制造精度、安装位置、环境条件等。此外，由于不同厂家生产的空气热老化试验设备在原理、结构、性能等方面存在差异，使得其测量结果的准确性和一致性难以保证。

因此，对空气热老化试验设备进行定期测试，确保其测量结果的准确性和可靠性，成为电线电缆行业、计量行业亟待解决的问题。目

前，虽然电线电缆行业已经发布了一些关于空气热老化试验设备现场检测的技术文件，但缺乏统一的国家技术规范。这导致各技术机构在检测实践过程中缺乏明确的技术依据和操作规范，难以保证测试结果的准确性和可靠性。同时，由于缺乏统一的测试方法和标准，不同机构之间的结果可能存在较大差异，给电线电缆行业的安全运行带来潜在风险。

因此，为了规范空气热老化试验设备的检测工作，提高其测量结果的准确性和可靠性，保障电线电缆的产品质量，有必要制订空气热老化试验设备技术性能测试规范。该规范将明确检测的技术要求、方法、数据处理等内容，为各技术机构提供明确的操作依据和标准，确保校准结果的准确性和一致性。同时，该规范的制定也将有助于推动空气热老化试验设备的技术进步和产业升级，提高其在电线电缆行业的应用水平和效果。

综上所述，空气热老化试验设备技术性能测试规范的编制背景源于电线电缆行业对空气热老化试验设备准确性和可靠性的迫切需求，以及当前在测试方法方面缺乏统一技术规范的现状。该规范的制定将有助于解决这些问题，提高空气热老化试验设备的准确性和可靠性，保障电线电缆的产品质量。

二、产品概述

空气热老化试验设备（以下简称试验设备）是以空气为介质，控制温度和换气率的试验设备，主要用于电气绝缘材料的耐热性试验，电子零配件、塑料产品及橡胶制品的换气老化性能的检测，考核和判断试验样品在高温环境条件下贮存和使用的适应性。空气热老化试验

设备主要由试验箱体、电气系统、热风循环（自然对流或强制对流）系统等部分组成。

该设备主要用于评估材料在热老化过程中的性能变化。其工作原理基于热力学和化学反应的原理，通过将样品置于高温环境中，加速材料的老化过程。设备通常配备精确的温度控制系统，确保试验箱内温度均匀且稳定，温度范围通常在室温至 300°C 之间，部分高端设备可达更高温度（500°C）。通过持续加热，设备模拟材料在自然环境中长期暴露于高温的条件，从而在较短时间内观察材料的物理、化学性能变化，如硬度、强度、颜色、弹性等。

空气热老化试验设备广泛应用于多个领域，特别是在电线电缆、材料科学、化工电子和航空航天等行业。在电线电缆行业中主要用于测试绝缘材料和护套在高温环境下的耐久性和稳定性。通过模拟长期高温暴露条件，设备加速材料老化过程，评估其电气性能、机械强度、柔韧性及抗老化能力的变化。这种测试有助于确保电线电缆在高温环境下的安全性和可靠性，避免因材料老化导致的绝缘失效或短路等问题。广泛应用于电线电缆的质量控制、研发和改进中，确保产品符合行业标准（如 IEC、GB 等），满足电力、通信、建筑等领域对高性能电缆的需求。

空气热老化试验设备所包含的测试性能参数众多，包括箱内外温度、换气量等参数，其中箱外表面温度、换气量都是箱体类试验设备测试中的空白项目，因此制定相关测试规范具有较高的普及性、适用性和创新性。空气热老化试验设备应用范围广、使用数量多、参数要求高，计量性能又极其重要，因此能否准确获取该类设备的计量特性、

统一测试方法，对于广大生产企业、线缆质量检测部门以及计量技术机构意义重大，因此制定该测试规范有着相当的必要性和迫切性。

三、规范起草的技术依据

本技术规范起草的主要技术依据为JJF 1101—2019《环境试验设备温度、湿度参数校准规范》、GB/T 2951.12—2008《电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第12部分：通用试验方法——热老化试验方法》、GB/T 5170.1—2016《电工电子产品环境试验设备检验方法 第1部分：总则》和JB/T 7444—2018《空气热老化试验箱》等。起草过程中，起草组查阅了大量的国家标准、行业标准及技术规范，对空气热老化试验设备测试相关技术要求进行了全面的梳理。

本规范按JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》进行编写，与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》共同构成支撑本规范制定工作的基础性系列规范。

四、规范起草的过程及计划安排

起草组根据任务书要求，在《空气热老化试验设备技术性能测试规范》的制定过程中，参考大量国内外相关文献资料、有关技术依据和标准，针对空气热老化试验设备的温度偏差、温度波动度、温度均匀度、表面温度、换气率等技术性能开展了多次试验，积累了大量试验数据，并在此基础上编写了本规范。规范的编制过程如下：

2024年5月31日，国家市场监督管理总局正式下发规范立项文件，6月江苏省计量科学研究院与秘书处所在单位，中国计量科学研究院签订了计量技术法规制修订合同（编号QGWDJS202402）。

2024年6月，江苏省计量科学研究院作为牵头单位正式组建了《空气热老化试验设备技术性能测试规范》编制组，确定各起草人员的分工及总体进度安排。

2024年7月~9月，通过与生产厂家、用户沟通，调研空气热老化试验设备的生产情况、出厂试验情况、现场使用情况、周期测试情况等，就空气热老化试验设备的技术指标、测试需求等进行搜集和整理。

2024年9月~11月，起草组成员共同完成初稿编制，并对测试方法进行试验验证。

2024年12月，起草组对初稿进行多次讨论，并对初稿进行了多次修改。

2025年1月，起草小组完善初稿，形成征求意见稿。

2025年2月，征求意见。

五、规范主要制定内容

本规范为首次制定。规范起草组成员调研了多家空气热老化试验设备的生产、研发及使用单位，如常熟市环境试验设备有限公司、南京环科试验设备有限公司、苏州中诺仪器有限公司、内蒙古德塔科技有限公司、杭州奥科环境试验设备有限公司、国家电线电缆质量检验检测中心（江苏）、远东电缆有限公司、江苏上上电缆集团等。综合空气热老化试验设备的结构原理、技术指标及计量特性，采纳了多家单位建议，同时参考了相关的国际标准、国家标准、行业标准及技术规范等，制定了检测机构和生产使用单位普遍适用的测试方法。

内容编制遵循技术法规的科学性、先进性和可操作性原则，主要制定内容如下：

5.1 范围

本规范适用于温度范围为（室温~500）℃、换气率范围（0~200）次/h，工作空间容积不大于 10m³ 的空气热老化试验设备的温度、换气率性能的测试。

目前市场上绝大部分空气热老化试验设备温度范围为（室温~300）℃、工作室容积不大于 2m³，实验中为尽量保障规范的通用性，在生产厂家和用户中对（300~500）℃、工作室容积（2~10）m³ 的空气热老化试验设备进行了实验，验证了测试方法的适用性。

换气率范围为（0~200）次/h，其中自然对流式空气热老化试验设备换气率最大为 20 次/h，强制对流式空气热老化试验设备换气率可达（100~200）次/h，规范起草组分别对这两类仪器做了实验。

5.2 引用文件

引用文件引用文件主要包括 JJF 1101—2019《环境试验设备温度、湿度参数校准规范》、GB/T 2951.12—2008《电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 12 部分：通用试验方法——热老化试验方法》、GB/T 5170.1—2016《电工电子产品环境试验设备检验方法第 1 部分：总则》和 JB/T 7444—2018《空气热老化试验箱》等

5.3 术语

本规范计量术语中主要参考了 JJF 1007—2007《温度计量名词术语及定义》以及 JJF 1101—2019、GB/T 2951.12—2008、GB/T 5170.1—2016 和 JB/T 7444—2018 等规范和标准，对主要计量参数箱内温度，包括温度偏差、温度均匀度、温度波动度进行了定义，对工作空间、稳定状态进行了描述，并提出了表面温度、加热电能的概念。

5.4 概述

简要说明了空气热老化试验设备的工作原理和主要作用，以及基本结、用途和原理。

5.5 计量特性

规范中给出了空气热老化试验设备的温度偏差、温度均匀度、温度波动度、表面温度、换气率的一般技术指标，此处给出的计量特性指标仅列出实验和日常工作中该类设备能够达到的一般允许范围，具体技术指标要求应结合生产厂家和使用用户所声明的校准要求。规范中所列的技术指标仅供参考，不用于合格判定。

5.6 校准条件

校准温湿度环境条件和负载条件参考了国家标准 GB / T 5170.1-2016 《电工电子产品环境试验设备检验方法第 1 部分：总则》中规定的条件：“温度：15℃~35℃；湿度：不大于 85%RH；设备周围应无强烈振动及腐蚀性气体存在，应避免其他冷、热源影响。实际工作中，环境条件还应满足测量标准器正常使用的要求。”和“一般在空载条件下校准，根据用户需要也可以在负载条件下进行，但应说明负载的情况。”设备原则上要求在空载条件下校准，但不排除很多用户要求设备在负载时也需要达到一定的指标，因此规范注明可以根据用户需要在负载条件下进行校准，但应说明负载的情况。

校准所用的测量标准测量范围和仪器类型为一般要求，具体以测量范围能够覆盖被校设备的实际测量范围以及技术指标符合扩展不确定度不大于被校设备对应技术指标 1/3 为准。其中秒表为配合单相

/三相标准电能表使用，如计量技术机构配置了可定时测量功率的功率分析仪等其他仪器，则可不配备秒表。

5.7 校准项目和校准方法

5.7.1 校准项目

本规范确定的校准项目包括箱内温度（温度偏差、温度波动度、温度均匀度）、表面温度和换气率。

5.7.2 校准方法

考虑到空气热老化试验设备两种工作形式的工作原理差异，以及需要校准温度和换气率两个主要参数，因此将稳定时间前置，稳定时间以实验数据及实践经验为基础，考虑到不排除设备新旧程度及控温性能产生的差异，因此提出以设备达到稳定状态为采集开始的原则。

测量布点位于空气热老化试验设备的实际工作区域，即用户实际使用的区域，此区域可根据生产厂家提供的产品说明书或用户要求确定。

换气率的校准在测量电能量的同时需要测量箱内温度，考虑箱内所有测量点形成的立体空间温度才能代表箱内整体温度，因此将工作空间温度测量点布置提前到换气率校准中，以所有测量点平均温度取代中心点温度作为箱内温度。

将换气率校准置于温度校准之前，是因为校准箱内温度时，试验设备换气孔大小应固定在换气率校准时的位置，才能代表用户实际使用时的标准状态，贴合实际使用情况。

根据同样测量 30min 实验结果分析，当采样时间间隔分别为 30s、1min、2min 时，温度波动度测量结果基本一致，从提高工作效率、

节省检测成本的角度考虑，规范选择采样时间间隔 2min，测量时间 30min。

5.7.3 数据处理

换气率的计算采用了 JB/T 7444-2018《空气热老化试验箱》中加热功率和试验箱体积、以及环境干空气密度的换算方法，为了方便计算，干空气密度表在附录 E 中给出参考值。试验设备箱体内部整体工作空间的温度均需保持一定的技术指标，因此温度偏差的计算采用了所有测量点中全部测量值的最大、最小值与设定温度之差作为温度偏差，所有测量点中波动最大值作为温度波动度，以代表设备极限性能；为提高测量不确定度水平，因此提出所有测量温度值均应加入修正值使用。

5.8 测试结果表达

测试结果表达根据 JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》要求进行描述，并进行了适当的修改。

5.9 复测时间间隔

建议复测时间间隔为 1 年，使用特别频繁时应适当缩短时间间隔。在使用过程中经过修理、更换重要元器件等的一般需重新测试。

复测时间间隔是由仪器的使用情况、仪器本身质量等诸因素所决定的，送测单位可根据实际使用情况自主决定复测时间间隔。

5.10 附录

附录 A、附录 B 分别给出了测试记录和测试报告参考格式。

测试报告应给出每个测量结果的不确定度，对于每个参数进行不确定度评定是实际工作中的难点，尤其是换气率校准结果的不确定度

评定，分量较多、测量模型较为复杂，结合大部分计量人员的要求，规范在附录 C、附录 D 中分别给出了空气热老化试验设备温度偏差、换气率的测量不确定度评定示例。此外，还给出了附录 E 干空气密度表，以方便换气率的计算。

《空气热老化试验设备技术性能测试规范》编写工作组

2025 年 2 月