

团 体 标 准

《电子氟化液生物毒性安全技术要求和测试规范》

编制说明

2024年3月

《电子氟化液生物毒性安全技术要求和测试规范》编制说明

一、标准制定的必要性

电子氟化液是一种无色、透明、低粘度、不可燃、安全性高的液体，具有理想的化学惰性和稳定性、优良的热传导性能、非常好的电气绝缘性能、极高的沸点和极低的表面张力以及良好的系统相容性。它在多个领域都有广泛的应用，包括数据中心浸没式液冷系统电子氟化液等。

据统计，在2021年，我国数据中心总耗电量占全国用电量的3%，未来预计仍将以15%~20%速度增长。而数据中心的耗电量主要集中在IT设备本身和制冷系统上，占数据中心总耗电量的85%。同时，随着国家双碳政策的推进，传统的风冷技术已经无法适应发展的需要，浸没式液冷凭借着更节能、更高效等优势，成为了发展的主流趋势。

所谓浸没式液冷是指将电子元器件直接浸泡在电子氟化液中，这样产生的热量直接高效地传递到电子氟化液中，热的电子氟化液经外部散热器降温，再通过循环返回，使设备运行保持稳定。根据电子氟化液是否发生相变，分为单相液冷和双相液冷。到2025年，中国浸没式液冷数据中心市场规模将超过526亿元，市场份额也将突破40%。就国内市场而言，在双碳政策的推动下，浸没式液冷技术将成为主流散热技术，驱动数据中心绿色低碳化加速向前发展。

电子氟化液的热物理性能、生物毒性、环保性能等是决定数据中心浸没液冷系统散热效果的直接因素。高液体密度、高比热容和高汽化潜热可减少消除定热负荷所需的液体体积流量，高导热率、低粘度和适宜沸点可提高传热能力和效率。从长远应用来看，数据中心在布局液冷系统时，不仅要依据散热效果，同时要基于安全和环境的考虑，谨慎选择电子氟化液的种类。目前在浸没液冷领域应用讨论最广泛的电子氟化液主要分为碳氢化合物、有机硅类及碳氟化合物类。碳氢化合物具有闪点，使用中有可能有可燃助燃风险；有机硅油可设计出高闪

点的产品，但闪点与粘度正相关，且存在发生水解和氧化沉积影响接触性能等问题。相比之下，碳氟化合物化学惰性强，不易与其它物质反应，是良好的兼容材料，且环境友好，安全性高。因此，碳氟类电子氟化液是理想的电子氟化液，是目前更适合于数据中心液冷系统的电子氟化液。

目前我国电子氟化液技术市场处于初期发展阶段，电子氟化液的品种选型、技术要求和测试方法等方面缺乏成熟的行业规范。市场上的用于电子氟化液基本被国外3M、苏威、旭硝子等垄断，不同企业产品类型众多，在质量、价格等方面相差过大。企业均根据不同客户的需求特点进行研发，未达成业界的统一标准。若未进行标准化统一管理，会导致电子氟化液市场不规范发展，一旦产生破坏性故障，会彻底打击液冷技术的发展。同时，非标产品也不利于成本和应用，因此必须加快标准化进程，为电子氟化液的可靠性选型和测试规范提供技术指导，推动我国数据中心产业快速发展。

本标准的制定，基于已有电子氟化液相关产品和产品的研究成果，并进一步开展电子氟化液的实际运行试验，确定电子氟化液的技术要求和测试规范。本标准的制定将为电子氟化液的安全使用和推广、设计提供技术支持，为数据中心的高效运行提供技术参考和借鉴，随着浸没式数据中心的大力发展，将取得很高的社会效益和经济效益。

二、标准编制原则及依据

关于数据中心，现有国家标准有GB 40879-2021《数据中心能效限定值及能效等级》、GB/T 32910.4-2021《数据中心 资源利用 第4部分：可再生能源利用率》等，主要规定了数据中心整体设备、能量等级等方面，尚无数据中心电子氟化液方面的相关国家标准。

在行业标准方面，工业和信息化部于2022年发布有系列数据中心浸没式液冷服务器标准，有 YD/T 3979-2021《数据中心浸没式液冷服务器系统技术要求和测试方法》，主要规定了浸没式液冷服务器系统的设计、施工、部署、运维

等环节的技术指导，没有涉及到电子氟化液的相关规定；YD/T 3983-2021《数据中心液冷服务器系统能源使用效率技术要求和测试方法》，规定了液冷系统的能源效率技术要求和测试方法，涉及液冷的设备接口、各个子系统方面，没有涉及到电子氟化液的相关规定；YD/T 3982-2021《数据中心液冷系统电子氟化液技术要求和测试方法》，规定了电子氟化液体的总体性质、应用性能等方面，包含了接触式液冷和非接触式液冷，所规定的电子氟化液体相对宽泛，在电子氟化液体方面涉及到冷却水、碳氢、有机硅油都适用，所规定的技术要求和测试方法针对性不强。

在团体标准方面，涉及到的数据中心浸没式液冷系统相关标准有T/CCSA 272-2019《数据中心浸没式液冷服务器系统技术要求和测试方法》、T/CCSA 269-2019《数据中心液冷服务器系统总体技术要求和测试方法》，同上述行业标准YD/T 3979-2021等一样，主要规定了浸没式液冷服务器系统的设计、施工、部署、运维等环节的技术指导，没有涉及到电子氟化液的相关规定；T/CCSA 274-2019《数据中心液冷系统电子氟化液技术要求和测试方法》，同上述行业标准YD/T 3982-2021一样，规定了电子氟化液体的总体性质、应用性能等方面，包含了接触式液冷和非接触式液冷，所规定的电子氟化液体相对宽泛，在电子氟化液体方面涉及到冷却水、碳氢、有机硅油都适用，所规定的技术要求和测试方法针对性不强。

近年来，浸没式液冷相关技术日趋成熟，国内外已有多家企业开始面向客户提供针对不同散热需求下的浸没式液冷技术解决方案，一些科技公司也已开始将基于浸没式液冷的散热系统实际部署在他们的数据中心。阿里云作为国内市场占有率第一的云服务提供商，是最早探索和实践大规模液冷方案的科技公司之一。2021年12月，阿里云发布磐久系列液冷一体机，整体能耗可下降34.6%。与阿里云采用单相浸没式液冷技术路线不同，微软对双相浸没式液冷技术进行了测试。2021年4月，微软发布消息称其使用自研的电子氟化液，在位于华盛顿州

昆西市的Azure数据中心采用了双相浸没式冷却技术，据微软发布的消息，双相浸没式液冷可以将服务器的功耗降低5%到15%。

因此，本标准项目明确了电子氟化液碳氟类的技术要求和测试方法，具体规定了碳氟类电子氟化液的热物理性能、兼容性和可靠性、安全要求、环境要求、维护等具体技术要求和测试方法。本标准的制定能有效弥补现有标准中缺乏关于数据中心浸没液冷系统中碳氟。

三、主要试验（或验证）情况分析

适用性：标准在实际应用中表现出良好的适用性，适用于电子氟化液的应用要求。但在某些特殊情况下，仍需根据实际情况进行适当的调整。

流程：标准中的技术规范设计合理，能够有效规范电子氟化液的品种类型、提高电子氟化液的技术要求。但在实际操作中，部分环节可能需要进一步优化。

技术指标：标准中各项技术指标经过实际测试，准确性较高。但仍需关注指标的动态更新，以适应技术发展的需要。

安全性：标准实施过程中安全风险得到了有效控制，但仍需加强操作人员的安全培训和技术指导，以确保安全生产的万无一失。

四、项目背景及工作情况

（一）任务来源

根据《中国国际科技促进会标准化工作委员会团体标准管理办法》的有关规定，经中国国际科技促进会标准化工作委员会及相关专家技术审核，批准

《电子氟化液生物毒性安全技术要求和测试规范》团体标准制定计划，计划编号为：C12023032。本标准由中国国际科技促进会提出并归口。

根据计划要求，本标准完成时限为6个月。

（二）标准起草单位

本标准的主要起草单位是华中科技大学，负责标准文档起草及相关文件的编制等。武汉三氟新材料科技有限公司、山东华氟化工有限公司为主要参与单位，负责标准中重要技术点的研究和建议，并参与标准内容的讨论。

（三）标准研制过程及相关工作计划

1) 前期准备工作

项目立项前，标准编制小组查阅、研读相关电子氟化液相关技术规范文献，广泛搜集与电子氟化液相关的材料。同时，标准编制小组安排相关人员，多次与电子氟化液行业专业人员进行调研、交流，广泛征求标准制订方面的意见和建议。

2) 标准起草过程

团体标准立项通知公示后，编写人员根据工作计划分工和编写要求开展了相关工作。在标准起草期间，编制小组主编单位及参编单位组织了数次内部研讨会，经过多次修改，于2024年3月下旬完成了标准初稿及编制说明的撰写工作。

3) 征求意见情况

2024年3月下旬，标准编制小组先后通过现场会议、电话、微信等多种形式征集行业专家相关意见和建议。针对征集的意见，标准编制小组召开了研讨会，将收集到的意见进行汇总处理分析，在充分吸纳合理意见的基础上，先后修改和完成标准内容。

五、标准制定的基本原则

标准编制过程中，遵循了以下基本原则：

1) 标准需要具有行业特点，指标及其对应的分析方法要积极参照采用国家标准和行业标准。

2) 标准能够体现出《电子氟化液生物毒性安全技术要求和测试规范》

的技术要素。

- 3) 标准能够为电子氟化液应用行业发挥较大的指导性作用。
- 4) 标准需要具有科学性、先进性和可操作性。
- 5) 要能够结合行业实际情况和井下复杂风险特点。
- 6) 与相关标准法规协调一致。
- 7) 促进行业健康发展与技术进步。

六、标准主要内容

本标准制定了电子氟化液的技术要求和测试方法，规定了电子氟化液的热物理性能、长期稳定性和清洁度、材料兼容性、对传输信号的影响、易燃性或可燃性、安全性、环境影响、可维护程度。

七、与有关法律法规和强制性标准的关系

遵守和符合相关法律法规和强制性标准要求。规范性引用文件包括：

GB/T 6283-2008 化工产品中水分含量的测定 卡尔·费休法（通用方法）

GB/T 19466.4 差示扫描量热法(DSC) 第4部分 比热容的测定

GB/T 10297-2015 非金属固体材料导热系数的测定 热线法

GB/T 1690-2010 硫化橡胶或热塑性橡胶 耐液体试验方法

GB/T 507-2002 绝缘油介电强度测试法

GB/T 6368-2008 表面活性剂 水溶液pH值的测定 电位法

GB/T 7484-1987 水质 氟化物的测定 离子选择电极法

GB/T 21605-2008 化学品 急性吸入毒性试验方法

GB/T 21609-2008 化学品 急性眼刺激性/腐蚀性试验方法

GB/T 21604-2008 化学品 急性皮肤刺激性/腐蚀性试验方法

GB/T 261-2021 闪点的测定 宾斯基-马丁闭口杯法

八、重大意见分歧的处理依据和结果

本标准起草过程中没有重大分歧意见。

九、采标程度，国内外同类标准水平的对比情况

国内外尚没有《电子氟化液生物毒性安全技术要求和测试规范》这方面的标准。

十、后续贯彻措施

做好宣传培训，建议由各行业主管部门组织、主要起草单位配合开展标准宣贯培训工作，使相关检测人员了解标准、熟悉标准，掌握标准的各项技术要求，加强示范效应，让标准在行业内得到广泛推广和应用，使标准的应用落到实处。

对《电子氟化液生物毒性安全技术要求和测试规范》团体标准执行情况进行跟踪调查，及时发现标准中执行的问题，不断修改完善，提高标准水平，提高标准的科学性、合理性、协调性和可操作性。

建议本标准发布之日起半年内实施。

标准编制小组

2024年3月