

中国核工业勘察设计协会
《核电厂除氧器碟式喷嘴性能试验规程》团体标准编
制说明

一、 工作简况

本试验规程为中国核工业勘察设计协会 2023 年 12 月立项团体标准制定任务，由国核电力规划设计研究院有限公司主编，武汉大方机电有限公司、哈尔滨锅炉厂有限责任公司、黔西南州元豪投资有限公司和国家电投莱阳核能有限公司参编。规程主要起草人：蹇宏伟、王凯、魏承君、王艳萍、陈汉荣、张勇、丁后亮、江号叶、张元强、宿伟成、郑钢。

2024 年 1~6 月，编制组各单位分别编制并提出规程建议方案，并组织针对“大容量内置式除氧器喷嘴国产化研究”研发过程中的经验反馈进行总结。在上述工作基础上编制了规程大纲和草案。

2024 年 7 月，中国核工业勘察设计协会组织召开了规程大纲专家评审会。

2024 年 7~10 月，编制组根据规程大纲专家评审会专家意见修订规程大纲，并组织编制了《核电厂除氧器碟式喷嘴性能试验规程》，经过参编单位内部讨论、审查，最终形成了《核电厂除氧器碟式喷嘴性能试验规程》征求意见稿。

二、 标准编制原则和主要内容

本标准为“大容量内置式除氧器喷嘴国产化研究”成果转化，该研究以国家十三五科技重大专项大型先进压水堆示范工程为依托，研究开发了自主化除氧器碟式喷嘴，解决了核电站除氧器喷嘴使用进口产品的“卡脖子”问题。所研发的除氧器碟式喷嘴样机通过了行业鉴定，经鉴定具有自主知识产权，填补了国内空白，

主要技术指标达到国外同类产品先进水平，其中全流量范围压损和低流量雾化效果优于国外同类产品，可在工程中推广应用。

1. 适用范围

本规程规定了压水堆核电厂除氧器碟式喷嘴出厂前性能测试的试验内容、方法和验收准则等。

本规程适用于压水堆核电除氧器碟式喷嘴性能检测的出厂试验和型式试验，其它电站除氧器碟式喷嘴性能试验可参照执行。

2. 试验装置要求说明

对于试验装置水箱直径，按照当前除氧器碟式喷嘴通用流量规格进行划分，当使用矩形水箱时可通过内切圆直径进行控制。

表 1 试验装置水箱最小直径

序号	试验喷嘴额定流量 t/h	水箱最小直径 m
1	450	1.8
2	700	2.4
3	1200	2.8

3. 试验内容及验收准则设置说明

3.1 外观检查

根据产品出厂检验行业通用检查项目设置。

3.2 流量-压降性能试验

试验内容：测试喷嘴在 10~110%额定流量范围流动阻力特性和在额定流量下的压损。

验收准则设置说明：该性能可以体现喷嘴在除氧器滑压运行过程中的性能，在额定流量下压损是喷嘴采购时的重要考核性能指标。

3.3 雾化试验

试验内容：测试喷嘴在 10~110%额定流量范围区间的雾化效果。

验收准则设置说明：雾化效果直接影响除氧器的预除氧能力，通过图像采集可对不同喷嘴的性能进行直观比较。

3.4 水锤模拟试验

试验内容：喷嘴在瞬时通过 110%额定流量进行水锤模拟试验。

验收准则设置说明：可以验证喷嘴在核电常规岛系统瞬态工况下的安全性能。

3.5 喷嘴碟片疲劳寿命试验

试验内容：喷嘴碟片进行 10 万次固定加载疲劳寿命试验。

验收准则设置说明：可以测试喷嘴核心部件的耐久性，喷嘴疲劳寿命是采购时的重要考核性能指标。

三、主要试验（或验证）情况

本标准“大容量内置式除氧器喷嘴国产化研究”成果转化，在研发过程中制造 1:1 样机，并搭建试验台架对样机进行型式试验，试验项目包括：外观检查、流量-压降性能试验、雾化试验、水锤模拟试验和喷嘴碟片疲劳寿命试验。试验过程邀请独立第三方进行现场见证。此外，在相同试验台架、试验参数和试验环境条件下，按照全流量范围，进行性自主化样机与进口知名品牌碟式喷嘴的流量-压降性能试验和雾化试验对比。经实践检验本规程

中规定的试验项目和试验方法具备可实施性，制定的验收标准合理，指标符合先进产品性能要求。

四、 标准中涉及专利的情况

本标准中未涉及专利。

五、 预期达到的社会效益、对产业发展的作用等情况

核电是清洁能源，在保证安全的前提下，积极推进核电建设，是我国重要的能源战略。除氧器是核电机组的关键设备之一，我国大型电站 95%以上配置一体化内置式除氧器。除氧器喷嘴作为内置式除氧器的核心技术之一，还掌握在少数国外企业手中。我国核电机组除氧器几乎全部采用进口品牌的喷嘴，大型火电机组内置式除氧器配置的喷嘴中，进口品牌也占据了九成以上的市场份额。作为除氧器核心技术之一的除氧器喷嘴设计和制造，一直被外国大公司垄断，喷嘴作为除氧器设备的关键部件完全依赖进口。

除氧器碟式喷嘴是大容量核电、火电机组除氧器广泛采用的喷嘴形式，当前国内、外均尚无针对嘴除氧器碟式喷嘴检验或鉴定的规程、规范，编制本标准可以填补国内、外该领域的规程空白。制定适用于压水堆核电机组除氧器碟式喷嘴的试验规程，为大型先进压水堆除氧器碟式喷嘴的试验内容、方法和验收标准等提供依据。

进一步提高核电机组国产化率是后续核电项目的重要优化目标之一，本标准的编制有助于推动国产除氧器碟式喷嘴突破技术瓶颈，为后续压水堆核电项目使用优质国产化除氧器碟式喷嘴提供技术判定依据和质量保障措施，摆脱核电站除氧器核心技术受制于人的不利局面。

本标准的编制符合我国核电产业自主化、走出去的总体方针，有助于推动解决进口设备“卡脖子”风险，防止中美贸易摩擦及美国对其他国外公司采取长臂管辖措施对中国核电装备可能的禁运，保障后续工程的顺利实施。

六、 与国际、国外标准对比情况

当前国内、外均尚无针对嘴除氧器碟式喷嘴检验或鉴定的规程、规范，编制本标准可以填补国内、外该领域的规程空白。

本标准依托的“大容量内置式除氧器喷嘴国产化研究”所研发的除氧器碟式喷嘴样机，主要技术指标达到国外同类产品先进水平，其中全流量范围压损和低流量雾化效果优于国外同类产品。

七、 与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性

本标准与现行相关法律、法规、规章及相关标准均协调。

八、 重大分歧意见的处理经过和依据

无

九、 标准性质的建议说明

本标准自愿性标准，规定了压水堆核电厂除氧器碟式喷嘴出厂前性能测试的试验内容、方法和验收准则等。

十、 贯彻标准的要求和措施建议

本标准由中国核工业勘察设计协会归口管理，建议 2025 年 1 月 1 日起实施。

十一、 废止现行相关标准的建议

无

十二、 必要专利信息披露情况说明

无

十三、 其他应予说明的事项

本团体标准立项阶段名称为《压水堆核电厂除氧器碟式喷嘴性能试验规程》，按照大纲评审会专家和协会意见，将标准名称调整为《核电厂除氧器碟式喷嘴性能试验规程》。

《核电厂除氧器碟式喷嘴性能试验规程》编写组

2024 年 10 月 30 日