《大功率直流电弧等离子体炬》

（征求意见稿）

编制说明

一、工作简况

（一）任务来源

本项目根据中国欧洲经济技术合作协会2026年团体标准制定计划，《大功率直流电弧等离子体炬》，项目计划号T/CEATEC-2026-252，于2026年7月29日正式立项。

（二）起草单位及主要起草人

本文件起草单位：宝武装备智能科技有限公司、核工业西南物理研究院、无锡先竞热等离子科技有限公司、中国科学技术大学、中国科学院合肥物质科学研究院、安徽省新能电气科技有限公司。

本文件主要起草人：张业建、牛广辉、程昌明、郭文康、陈仙辉、赵鹏、陈佺、王琦、郭以岗、夏维东、李军。

（三）标准制定目的和意义

从产业角度分析，制定《大功率直流电弧等离子体炬》团体标准的目的和意义主要体现在以下几个方面：

1.目的

大功率直流电弧等离子体炬是产生高温等离子体射流的核心装备，广泛应用于冶金处理、材料表面改性、危险废物处置、煤粉点火、工业加热等领域。随着国内热等离子体产业快速发展，≥100 kW大功率直流电弧等离子体炬市场应用规模持续扩大，但目前行业缺少统一的产品标准，不同单位产品在产品分类、结构设计、性能指标、试验检测方法、安全及可靠性要求方面缺乏统一规范，各企业技术文件、测试条件不一致，造成产品性能难以横向对比，设备选型、质量验收缺少依据，制约了行业规范化发展。

制定本团体标准，首要目的是统一大功率直流电弧等离子体炬的术语定义、产品

分类、基本参数、技术性能、结构设计、电气安全、运行可靠性要求与对应的试验方法、检验规则，为产品设计、生产制造、检验验收、现场应用提供统一技术基准。其次，通过明确电弧特性、热效率、冷却系统、起弧成功率、阴极阳极寿命、电气安全等关键技术指标与测试流程，引导生产企业优化产品结构、材料选型、冷却与供气设计，提升产品运行稳定性、安全性与服役寿命。再者，为下游用户设备选型、到货检验、现场运维提供评判依据，减少因产品指标不清晰带来的项目风险，降低非计划熄弧、电极过早烧蚀、电气故障等造成的停机损失。同时，推动科研院所技术成果向产业化落地，助力国内大功率等离子体装备技术迭代，提升国产装备整体水平。

2.意义

从技术层面：标准明确大功率直流电弧等离子体炬从结构、性能、安全到可靠性全套技术要求与试验手段，解决当前行业指标表述不一、试验方法不一致的问题，减少企业产品研发与验证的试错成本，为异形炬等特殊定制产品提出设计约束与使用边界，支撑危废处置、冶金等重大工业场景装备开发。从行业层面：填补国内大功率直流电弧等离子体炬产品团体标准空白，规范市场秩序，提升产品质量透明度，便于不同厂家产品开展公平比对，促进行业良性竞争，推动优质装备技术推广应用。从安全应用层面：等离子体炬涉及高压电气、高温电弧、冷却水循环、特种工作气体，本标准强化电气绝缘、外壳防护、冷却联锁保护等安全要求，降低设备运行安全隐患，保障操作人员与成套系统安全。从产业价值层面：标准对接国内科研与产业实际工况，有利于国产大功率等离子体装备技术标准化、产业化，提升国产装备市场竞争力，支撑固废无害化处置、高端冶金、清洁能源相关产业高质量发展。

综上，制定《大功率直流电弧等离子体炬》团体标准，对补齐行业标准短板、规范产品质量、保障使用安全、推动热等离子体技术产业化应用具有重要现实意义。

（四）主要工作过程

1.前期准备工作

项目立项前，标准编制小组查阅、研读相关国内外文献，广泛搜集相关的材料。同时，标准编制小组安排相关人员，多次与相关行业人员进行调研、交流，广泛征求标准制定方面的意见和建议。

2026 年 7 月 29 日本团体标准由中国欧洲经济技术合作协会正式立项，立项名称为：《大功率直流电弧等离子体炬》。

2.标准起草过程

2026 年 7 月，团体标准立项通知公示后，标准编制小组首先组织了标准制定工作会议，各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和专家咨询会，经过多次修改，于 2026 年 10 月初完成了标准初稿及编制说明的撰写工作。

二、标准编制原则和依据

（一）编制原则

标准起草小组在编制标准过程中，以国家、行业现有的标准为制订基础，结合我国目前的行业现状，按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定及相关要求编制。

（二）标准主要内容与确定依据

1.标准主要内容

1.1 范围

本文件规定了大功率直流电弧等离子体炬的术语和定义，规定了其产品分类与基本参数、基本要求、技术性能要求、结构设计要求、电气安全要求、运行可靠性要求、试验方法、检验规则及标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于以氩、氮、氢、空气等气体为工作介质，采用非转移弧或转移弧方式产生高温等离子体射流，其运行功率不小于 100 kW,用于冶金、材料表面处理、危废处置、煤粉点火及工业加热等领域的直流电弧等离子体炬的设计、生产、检验与应用。

本文件不适用于微型、小功率（＜100 kW）直流电弧等离子体炬。

1.2 规范性引用文件

GB/T 191　包装储运图形符号标志

GB/T 3785.1　电声学　声级计　第 1 部分：规范

GB/T 4208　外壳防护等级（IP 代码）

GB/T 5226.1　机械电气安全　机械电气设备　第 1 部分：通用技术条件

GB/T 5959.1　电热和电磁处理装置的安全　第 1 部分：通用要求

GB 5959.5　电热装置的安全　第 5 部分：对等离子体装置的特殊要求

GB/T 10066.1　电热和电磁处理装置的试验方法　第 1 部分：通用部分

GB/T 10066.5　电热装置的试验方法　第 5 部分：电热和电化学用等离子体设备

GB/T 16839.1　热电偶　第 1 部分：电动势规范和允差

1.3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

1.4 产品分类和基本参数

对产品分类和基本参数进行规定。

1.5 基本要求

对基本要求进行规定。

1.6 技术性能要求

对技术性能要求进行规定。

1.7 结构设计要求

对结构设计要求进行规定。

1.8 电气安全要求

对电气安全要求进行规定。

1.9 运行可靠性要求

对运行可靠性要求进行规定。

1.10 试验要求

对试验要求进行规定。

1.11 检验规则

对检验规则进行规定。

1.12 标志、包装、运输和贮存

对标志、包装、运输和贮存进行规定。

2.确定标准主要内容的依据

依据相关法规和标准要求，参考 GB/T 5959.1、GB/T 5959.5 等离子体电热装置安全标准、GB/T 10066 系列电热设备试验方法及 GB/T 5226.1 机械电气安全等国家现行标准，为本标准的安全条款、试验流程和仪器要求建立系统框架。其次，以行业工程实践为依据，汇总起草单位科研试验数据、装备制造经验以及危废处置、冶金等现场实际运行工况，梳理起弧失败、非计划熄弧、电极烧蚀过快、水路渗漏、冷却失效、绝缘下降等行业高频故障点，针对性设置可靠性、冷却和联锁保护指标。再次，注重技术指标平衡，热效率、起弧成功率、电极寿命等指标充分考虑现有国产装备技术现状，不设置脱离产业现实的过高门槛，同时设置下限引导技术提升；对于异形定制等离子体炬，不做一刀切强制指标，要求企业在技术文件中明确边界条件与使用限制。同时，参考国内科研文献与行业研究成果，区分转移弧、非转移弧不同工作模式特点，对电弧电压波动结合再击穿、接管、稳态三种运行模式增加资料性注释，方便标准使用者理解指标差异来源。最后，检验规则兼顾成本可行性，出厂检验做逐台必检项目，热效率、寿命等周期长、成本高项目仅放入型式检验，兼顾产品质量管控与企业测试成本。

三、主要试验[或验证]情况分析、技术经济论证、预期经济效果

编制组收集各参与单位大功率等离子体炬试验台测试数据与现场工程运行记录，覆盖不同功率等级（100 kW～2000 kW）、不同工作气体、转移 / 非转移多种电弧模式样机，开展性能数据分析，对电弧特性、热效率区间、起弧失败诱因、电极损耗规律、冷却失效风险、电气绝缘失效案例进行汇总分析，支撑标准指标、试验条件、寿命判定准则的确定。

技术经济层面：本标准实施后，从制造端，企业可以依托统一标准开展样机验证，减少盲目开发；通过标准对材料选型、冷却结构、供气结构的指引，优化装备设计，降低电极损耗，提升整机可靠性。从应用端，统一验收标准可以减少供需双方技术纠纷，降低因非计划熄弧、电极过早损坏带来生产线停机、工艺中断损失；冷却水联锁、电气

安全条款能够减少安全事故风险。

预期经济效果：一是规范产品验收，减少项目供需技术争议，降低设备调试、售后运维成本；二是引导企业提升热效率指标，降低装备运行电耗；三是延长阴极、阳极喷嘴易损件服役周期，减少备件采购与停机更换成本；四是助力国产大功率等离子体炬产品规范化，提升国产装备在危废处置、冶金行业的市场认可度，带动国内热等离子体装备产业高质量发展。

四、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

本标准的制定过程、技术要求的选定、试验方法的确定、检验项目设置等符合现行法律、法规和强制性国家标准的规定。

五、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

六、废止现行有关标准的建议

本标准不涉及对现行标准的废止。

七、知识产权情况说明

本文件不涉及必要专利等知识产权情况。

八、标准作为强制性或推荐性标准的建议

建议该标准作为推荐性团体标准。

九、贯彻标准的要求和措施建议，包括（组织措施、技术措施、过渡办法）

本标准首次制定，没有特殊要求。

十、其他应予说明的事项

无。

《大功率直流电弧等离子体炬》团体标准编制组

2026 年 10 月