国家标准

等离子体旋转电极制粉通用要求

编制说明

（预审稿）

编制单位：西安赛隆增材技术股份有限公司

编制时间：2026 年 9 月

国家标准《等离子体旋转电极制粉通用要求》

编制说明（预审稿）

1 工作简况

1.1 任务来源

根据全国有色金属标准化技术委员会《关于转发2025年第四批有色金属国家标准制（修）订项目计划及征集起草单位的通知》（有色标委【2025】105号）的要求，国家标准《等离子体旋转电极制粉通用要求》由西安赛隆增材技术股份有限公司负责制订，项目计划编号为20255623-T-610，项目完成年限为2027年。

1.2 原理简介

等离子体旋转电极制粉依靠高温等离子热源熔化电极，在超高转速的离心力作用下完成金属液膜破碎，依托表面张力实现金属液滴球化，整体过程在密闭惰性气氛腔体中进行。等离子体旋转电极制粉技术是当前高品质球形金属粉末制备的主流技术之一，可稳定制备钛合金、高温合金、不锈钢、难熔金属、高熵合金、金属间化合物等数百种牌号的金属粉末，针对高温难熔材料拥有极强的加工适配能力。该技术制备的金属粉末球形度好，杂质氧含量低，卫星粉及空心粉少，可适配激光选区熔化、电子束增材、热等静压、超高速喷涂等几乎全部高端金属成形工艺。

国内主流的金属粉末生产企业大都已采用该技术进行球形金属粉末的生产，但是目前国内外尚无等离子体旋转电极制粉通则类似的规范或标准，各制粉企业在环境、设备与仪表、制粉材料、工艺过程、质量控制、文件控制、安全防护等方面的要求并没有相对统一标准可以参考执行，各企业技术人员在上述技术要求执行上没有统一规范，技术人员多依据个人操作习惯或企业自行制定各自的执行规范，这在一定程度上影响了粉末批产的质量一致性和稳定性，另外该标准的缺失也在一定程度上限制了该技术在制粉领域的应用推广，因此等离子体旋转电极制粉通则标准化工作迫在眉睫。

1.3 起草单位情况

西安赛隆增材技术股份有限公司是西北有色金属研究院发起并控股，依托金属多孔材料国家重点实验室科研成果和团队成立的高新技术企业，是国有控股的非上市股份有限公司。公司主要从事金属增材制造领域的电子束增材制造细分领域，主要产品为金属增材制造用等离子旋转电极雾化制粉装备、粉床电子束增材制造装备以及3D打印金属零件。公司

从事金属 3D 打印应用研究和工艺技术开发工作 20 余年，开展等离子旋转电极雾化制粉设备和粉床电子束增材制造设备研制及产业化 13 年，是国内产业链覆盖最全、技术领先的金属增材制造技术全套解决方案提供商，在电子束增材制造领域，赛隆公司自主研发设计生产的电子束增材制造装备与技术突破了国外核心技术的封锁，达到了国际先进、国内领先的水平，等离子旋转电极雾化制粉设备和粉床电子束打印设备的产品市场占有率均为国内第一，省内第一。公司利用自身技术优势、人才优势和平台优势，积极实施“12345”经营战略，聚焦粉床电子束增材制造全链条技术一条主线；基于新材料应用的等离子和电子束两类热源技术；依托三个创新和产业发展载体；发展四类重点产品；深耕五个重点应用行业，从而实现打造国际知名的金属 3D 打印企业的战略目标。

西安欧中材料科技股份有限公司（以下简称“公司”）是西北有色金属研究院（集团）下属的专业从事金属球形粉末及制件研发、生产与服务的国家级高新技术企业。公司成立于 2013 年 12 月，注册资本 1.8 亿元，秉承“务实、专注、创新、共赢”的企业宗旨，通过“引进消化吸收再创新”，建设了国内首条具备国际先进水平的超高转速（30000rpm）等离子旋转电极雾化（SS-PREP®）金属球形粉末工业化生产线，以及国内首条采用“超高转速 PREP 粉末+热等静压 HIP”（SS-PREP Disk®）短流程工艺的高温合金粉末盘生产线。公司主要致力于钛合金、高温合金及其他金属球形粉末的制备、发动机叶片精深加工服务、粉末冶金制件的研发与生产以及相关货物的进出口贸易，产品广泛应用于航空航天、增材制造（3D 打印）、生物医疗等高端领域。公司先后荣获国家级专精特新“小巨人”企业、陕西省技术发明奖二等奖、中国发明协会创新创业一等奖、中国有色金属工业科学技术一等奖、陕西省科技工作者创新创业大赛一等奖、国家知识产权优势企业、陕西省“增材制造产业链链主”企业等多项荣誉，还入选了全国增材制造（3D 打印）产业技术创新战略联盟，并被工信部认定为增材制造“一条龙”应用计划示范企业（原材料）。

江西国创院新材料有限公司创建于 2020 年，为南昌大学全资子公司，由南昌大学国际材料创新研究院运营，面向国家战略和经济主战场，立足江西钨钼钽铌等资源特色，主要从事超高温材料的研发、检测等技术支撑和高端产品中试生产服务。公司依托南昌大学国际材料创新研究院，具有独特的能实现钨熔炼及焊接的成套大型系列化生产装置，主要研发人员均为南昌大学科研人员和博士生。基于解决超高温材料前沿科学问题，瞄准若干“0”到“1”和“卡脖子”行业技术壁垒，目前已形成电子束熔炼纯净化及铸锭凝固组织控制、电子束焊接微观组织和性能调控、纳米钨粉/碳化钨粉末和纳米晶硬质合金制备、大尺寸超高纯钨/钽靶材晶粒及织构协同调控等超高温材料技术储备；开发了大直径钽/钨合

金超高温锭（管）、纳米钨粉及弹用高密度合金、纳米碳化钨粉、纳米晶硬质合金及高性能刀具、超高纯金属及靶材、超高温总温传感器等超高温材料产品。公司目前是我国超高温材料领域重要的高端研究和技术人才培养基地。

北京钢研高纳科技股份有限公司是国务院国资委直接管理的中央企业中国钢研科技集团有限公司控股的科技型企业，以“成为世界一流的高端装备制造业所需金属新材料与制品供应商”为愿景，是国内航空、航天、舰船和核电等行业用高温合金等材料及制品重要的研发生产基地。公司具有生产国内 80%以上牌号高温合金的技术和能力，产品涵盖所有高温合金的细分领域，是我国高温合金领域技术水平最为先进、生产种类最为齐全的企业之一，多个细分产品占据市场主导地位。公司拥有粉末高温合金国家级科技创新团队，迄今获得国家发明奖 10 余项，国家科技进步奖 10 项，国家自然科学奖 1 项，省部级奖励 70 余项，牵头或参与制定各级标准 43 项，其中国标 13 项，国军标 11 项，行业标准 5 项，授权专利 400 余项。公司是我国唯一高温合金学术组织“中国金属学会高温材料分会”的挂靠单位，还是“中国高温合金产业创新战略联盟”的秘书长单位。此外，公司还建有“高温合金新材料北京市重点实验室”和“北京市燃气轮机用高温合金工程技术研究中心”，在国内高温合金行业位置突出。公司拥有 FGH4091、FGH4095、FGH4096、FGH4097、FGH4098、FGH4104 等粉末高温合金产品。

公司自上世纪 70~80 年代引入旋转电极雾化制粉设备，后续经自主升级改造，形成具备可制备 Φ50，Φ60 和 Φ80mm 等规格母合金的代次丰富的 PREP 制粉设备，目前已形成具备批产规模的三台 PREP 制粉设备，同时新一代设备正在进行安调长试。

安徽中体新材料科技有限公司（CNPC POWDER）成立于 2017 年 8 月，坐落于安徽省滁州市凤阳县经开区，占地 40 余亩，是一家专注于微米级至纳米级金属粉末材料研发与产业化的国家高新技术企业。公司以“技术驱动”与“国际化发展”为双核战略，自主研发多款雾化技术专利及 AMP 生产线，构建了涵盖铝基、钛基、铁基、镍基及铜基等系列高品质粉末产品矩阵，全面服务于增材制造（AM）、注射成型（MIM）及前沿科技领域。凭借出色的球形度、极低的卫星粉含量及高成粉率等性能优势，中体新材产品在航空航天、汽车制造、消费电子及新能源材料等行业获得广泛应用，并与国内外多家头部客户建立深度联合开发合作，持续推出新一代金属粉末材料。公司先后荣获国家高新技术企业、科技型中小企业、省级企业研发中心、省级专精特新、市级企业技术中心及市级绿色工厂等称号，并已通过 ISO9001、ISO14001、ISO45001、ISO5001、ISO13485、IATF16949、ISO14064、SA8000 及国军标等多项权威体系认证，充分彰显其在质量管理、环境保护、职业健康、医

疗器械、汽车制造及社会责任等方面的综合实力。在可持续发展领域，中体新材积极践行ESG 理念，成功实现钛合金粉、铝合金粉 100%废料循环回收生产，并取得 SCS 认证。公司与空客集团子公司 APworks 达成战略合作，成为高强铝合金 Scalmalloy®材料在中国市场的独家生产和销售合作伙伴。为更好服务全球客户，公司在上海、德国及美国设立分支机构，构建起覆盖全球的销售与服务网络，持续为新材料产业贡献中国力量。

陕西宇光飞利金属材料有限公司创立于 2000 年，现址位于西安市国家民用航天产业基地，公司现有员工 40 人。20 多年专注于等离子旋转电极工艺方法制备球形金属粉末工艺技术研发以及粉末生产设备的迭代升级。目前公司有 8 套等离子旋转电极制粉机组用于各种牌号材质粉末日常生产，其中钛合金粉末年产能达 300 吨，可以满足当前的市场需求。另外，公司制粉设备为自研、自制，可视用户需要随时增加，以满足用户更多用量需求。同时使用 PREP 工艺生产的镍基、钴基、铌基等高温合金及难熔金属细粒径粉末（15~53μm）各项性能指标优良，完全能够满足激光选区熔化（SLM)使用要求。公司现拥有 2 项发明专利和 6 项实用新型专利，2018 年被认定为高新技术企业，2002 年取得 ISO9001 质量管理体系的认证证书，2019 年取得武器装备质量管理体系认证证书，现正在申请专精特新企业认证和军工二级保密资格认证中。公司拥有专门的售后服务部门，集合了公司技术、质量、生产等各个部门的专业人员，能够做到 24 小时待命，尽最大努力做到让用户们无后顾之忧。

钢铁研究总院有限公司（以下简称钢研总院）是中国钢研科技集团有限公司的科技创新核心。主要从事先进金属材料设计及制备、行业共性关键技术开发、应用技术与系统集成等。研发领域主要包括钢铁及其配套焊接材料、金属功能材料、冶金流程工艺及装备技术、分析测试技术等。钢研总院是我国金属新材料研发基地和行业共性关键技术开发基地，承担了我国冶金行业众多新材料研发任务和共性关键技术研发任务，先后研制了近千种高技术新材料，满足了国家安全重点装备型号建设需求；面向国家重大工程和国民经济重点行业需求，围绕材料品质提升、产品用户技术、冶金工艺及装备技术等领域，开发了一批新产品、新工艺、新技术、新装备，为能源石化、交通建筑、海洋工程、电子机械等提供了强力材料技术支撑，引领支撑了冶金及用户行业转型升级和创新发展。钢研总院现有中国科学院院士 1 名、中国工程院院士 5 名，先后获得国家级奖励 200 余项、省部级奖励 800 余项，授权有效专利 800 余项。此外，还拥有 2 个一级学科博士学位授权点，3 个一级学科硕士学位授权点，2 个一级学科科研流动站。

赛束科技（广州）有限公司是由广东省政府引进的高层次人才团队创办企业。公司获

评国家高新技术企业、国家科技型中小企业、广东省专精特新中小企业等多项资质。作为广东省增材制造技术及应用转化工程技术研究中心的依托单位，公司承担 10 余项国家及省市各级重点研发项目，拥有授权专利 40 余项，制修订国家或行业标准 10 余项，形成了金属 3D 打印全链技术壁垒。现已建成规模化标准厂房，拥有多台电子束 3D 打印和等离子旋转电极雾化制粉等装备，形成金属 3D 打印复杂零件、高品质金属球形粉末及烧结金属多孔材料批量化生产线，在钽金属、钛合金、铝合金等高品质球形粉末及成型件制备方面具有扎实的基础和成熟的经验，获批电子束 3D 打印多孔钽三类医疗器械注册证及生产许可证。公司取得 ISO9001、ISO13485 医疗器械质量管理体系认证，研发生产规范高效，客户满意度高，可为客户提供“原料-装备-设计-生产-应用”全链完整技术服务，相关产品已在医疗、汽车工业等领域广泛应用。

宁夏东方钽业股份有限公司主要从事稀有金属钽、铌、钒及其合金材料等高新技术产品的研究、生产和销售，目前已形成钽、铌、钒金属及合金制品等产品的研发生产能力，产品被广泛应用于航空、航天、军工、原子能、电子、通讯、石油、冶金、化工、太阳能等领域。是我国唯一一家拥有钽铌矿石冶炼--加工材--制品完整产业链、技术链的国家高新技术企业，是国际钽铌研究中心（TIC）的执行委员单位，是世界钽行业前三强企业之一。公司是国家 863 成果产业化基地、全国首批科技兴贸出口创新基地、首批国家创新型企业，拥有国家钽铌特种金属材料工程技术中心，是国际钽铌研究中心亚洲首个执委单位。多年来，公司始终坚持“科技创新、实业报国”，持续为国家重大工程和重点型号提供关键材料保障，先后荣获国家科技进步奖、中国工业大奖提名奖、制造业单项冠军企业等荣誉。

宁夏东方智造科技有限公司成立于 2021 年 12 月，是中色（宁夏）东方集团有限公司为落实国家深化国企改革政策，及中国有色集团牵头创办科技型企业的要求而设立的控股子公司。公司依托东方钽业在稀有金属材料领域的深厚积淀，通过产学研深度融合，致力于推动钽铌及其合金增材制造前沿技术的产业化转化。业务涵盖医疗植入物、航空航天部件等高端制造领域。作为国有科技型改革试点企业，公司通过“科技成果作价入股+股权奖励”等中长期激励机制，加速科技成果转化。公司深耕钽铌等难熔金属高端装备制造与精密加工领域，专注于高精度、高复杂度金属结构件及特种功能器件的研发与制造。通过攻克难熔金属增材制造一体化成型、精密数控加工、真空电子束焊接等核心关键技术，实现了从材料到成品的全流程自主可控。东方智造在难熔金属增材制造领域的专业能力属国内一流，是国内唯一具备钽铌及其合金增材制造全产业链精密制造能力的企业。核心产品广泛应用于航空航天、生物医疗、高端医疗器械等国家战略性新兴产业领域，是相关重大装备

关键部件的重要供应商。该类产品的研制能力是衡量一个国家高端精密制造水平的重要标志之一。目前，全球范围内具备此类高精尖零部件批量供应能力的厂商主要集中在欧美发达国家。公司主营钽铌及其合金增材制造复杂构件的生产与加工，产品服务于国内外顶尖科研院所与高科技企业。

1.4 参编单位及主要起草人工作情况

整个标准起草过程中各参编单位给予了大力的支持帮助，参编单位提供了技术支持、实验数据的验证等工作。

标准主要起草人以及分工见下表 1。

表 1 标准主要起草人及分工

姓名	单位	分工
	西安赛隆增材技术股份有限公司	
	西安赛隆增材技术股份有限公司	
	西安赛隆增材技术股份有限公司	
	西安赛隆增材技术股份有限公司	
	西安欧中材料科技股份有限公司	参与标准草，提供相关数据
	江西国创院新材料有限公司	参与标准草，提供相关数据
	北京钢研高纳科技股份有限公司	参与标准草，提供相关数据
	安徽中体新材料科技有限公司	参与标准草，提供相关数据
	陕西宇光飞利金属材料有限公司	参与标准草，提供相关数据
	钢铁研究总院有限公司	参与标准草，提供相关数据
	赛束科技（广州）有限公司	参与标准草，提供相关数据
	宁夏东方钽业股份有限公司	参与标准草，提供相关数据
	宁夏东方智造科技有限公司	参与标准草，提供相关数据

1.5 主要工作过程

西安赛隆增材技术股份有限公司组织人员成立项目编制组，制定研究技术路线、实施方案、工作计划和进度安排，并组织开展该项目参编单位数据收集工作和标准讨论稿编制工作。主要工作过程经历如下阶段：

1.5.1 起草阶段

接到该标准的制订任务后，西安赛隆增材技术股份有限公司组织专人进行了相关资料的查询与收集工作，通过技术查询、现状调研等方式对此标准进行了重新审查，对当前设备、工艺及技术水平进行了充分论证。2026 年 5 月-2026 年 6 月，编制组成员通过各参编单位的实际生产情况、设备等数据的整理，确定了对不同制粉设备的型号、工艺参数、测量仪表的精度范围、制备粉末牌号及粒度范围等，于 2026 年 6 月形成了标准文本和编制说明讨论稿。

1.5.2 征求意见阶段

2026 年 7 月 22-25 日在河北张家口市全国有色金属标准化技术委员会粉末冶金分标委组织召开了《等离子体旋转电极制粉通用要求》的讨论会，会上有 9 家单位提出建议或意见，对生产环境、设备精确度和校准提出细化要求，征求意见具有广泛性和代表性。编制组也根据提出的意见制定了验证的实施方案，按照各单位的实际情况进行分工，西安欧中材料科技股份有限公司、江西国创院新材料有限公司、北京钢研高纳科技股份有限公司、安徽中体新材料科技有限公司、陕西宇光飞利金属材料有限公司、赛束科技（广州）有限公司等进行了粉末制备并提供了相关测试数据，具体数据详见表 5，并于 2026 年 9 月 14 日形成《等离子体旋转电极制粉通用要求》预审稿。

1.5.3 审查阶段

XXX

1.5.4 报批阶段

XXX

二、标准的编制原则、主要内容与论据

2.1 标准编制原则

1）符合性

本标准按照 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》的要求进行编写。

2）适用性

本标准规定了等离子体旋转电极制粉（PREP）环境、设备、工艺材料、工艺过程、文件控制、安全防护等要求。

本文件适用于等离子体旋转电极制粉技术开展钛合金、高温合金、不锈钢、难熔金属、高熵合金、金属间化合物等材料球形金属粉末生产。

3）先进性

本标准的制定能使等离子体旋转电极制粉技术针对环境、设备与仪表、制粉材料、工艺过程、质量控制、文件控制、安全防护的全过程要求得到进一步规范，并有效保证粉末制备工艺执行的一致性，提高大规模生产粉末的质量的稳定性，提高我国高品质球形金属粉末制备技术的发展，满足当前增材制造、粉末冶金近成形等技术对高性能粉末制品的需求。

2.2 标准制定的主要内容与论据

等离子体旋转电极制粉技术是制备高品质球形金属粉末的主要技术之一，但是目前国内外没有等离子体旋转电极制粉通则类似的标准或规范，各制粉企业在生产中没有统一的执行规范，在一定程度上影响力了粉末质量的一致性和稳定性，限制了等离子体旋转电极制粉技术的发展和推广。本标准对等离子体旋转电机制粉的环境、设备与仪表、制粉材料、工艺过程、质量控制、文件控制、安全防护的全过程要求进行了规范，为采用等离子体旋转电极制粉的企业提供实用的、可操作性强的统一方法标准，可有效保证制粉工艺执行的一致性，提高规模生产粉末的质量稳定性，促进我国高品质球形金属粉末制备技术发展。

本文件是全新制定的标准，在国内等离子体旋转电极制粉行业属于第一份国标。

2.3 主要数据调研情况

本次数据调研，对设备参数、工艺参数等进行了收集整理。针对本标准中要求进行验证，设备参数主要由西安赛隆增材技术股份有限公司、西安欧中材料科技股份有限公司、江西国创院新材料有限公司、北京钢研高纳科技股份有限公司、安徽中体新材料科技有限公司、陕西宇光飞利金属材料有限公司、赛束科技（广州）有限公司等 7 家单位归集。

2.3.1 各单位的等离子旋转电极制粉设备型号及参数如下，制粉棒料直径范围在 30~80mm 之间，电流变化范围 0~4000A，电极转速在 0~50000r/min，棒料进给速率 0.1~9.9㎜/s。

表 1　各单位等离子旋转电极设备相关参数

序号	单位名称	型号	棒料尺寸（mm）	工作电流（A）	工作转速（r/min）	棒料进给速率（mm/s）
1	安西安赛隆增材技术股份有限公司	D 型	Φ30	~1600	~50000	0.1~9.9
		N50 型	Φ50	~3000	~30000	
		N75/H 型	Φ75	~4000	~20000	
2	西安欧中材料科技股份有限公司	等离子旋转电极制粉设备	Φ55~80*695~900	~2000	~50000	0.25~1.3
3	江西国创院新材料有限公司	D 型（西安赛隆生产）	Φ30	~1600A	~50000	0.5~1.3
4	北京钢研高纳科技股份有限公司	DXD50	Φ50	1100~1600±200	10000~20000±2000	0.6~1.3
		DXD60	Φ50~60	1100~1600±200	10000~25000±2000	

		DXD80	Φ50~80	1100~1600±200	10000~30000±2000	
5	安徽中体新材料科技有限公司	等离子旋转电极制粉设备	Φ69.95-70*300±0.5	主轴电流：0-20A 电源柜电流：~2200A	~30000	0.7~1.0
6	陕西宇光飞利金属材料有限公司	等离子旋转电极制粉设备	Φ10-75	~3200	~30000	0.5~0.6
7	赛束科技（广州）有限公司	P5-40	Φ40	~1600	~40000	
		SLPA-D	Φ30	~1100	~40000	

2.3.2 各单位的等离子旋转电极制粉设备真空度和保护气氛压力限定值及准确度控制范围如下，真空度大多在 5.0×10^{-2}Pa 以下，真空计准确度±1Pa，抽真空后雾化室充保护气体压力≤1Pa，压力表准确度±0.1Pa。

表 2　各单位制粉真空度和保护气氛压力限定值及准确度控制范围

序号	单位名称	真空度		保护气氛压力	
		限定值	准确度	限定值	准确度
1	西安赛隆增材技术股份有限公司	$9.0*10^{-3}$Pa	±1Pa	0.04~0.06 Mpa	±0.01MPa
2	西安欧中材料科技股份有限公司	≤$5.0*10^{-2}$Pa	/	≤0.12MPa	/
3	江西国创院新材料有限公司	/	/	/	/
4	北京钢研高纳科技股份有限公司	≤0.113Pa	±0.1Pa	0.113~0.132MPa	/
5	安徽中体新材料科技有限公司	0.006-0.047pa	±0.0215pa	0.13~0.17 MPa	± 0.001MPa
6	陕西宇光飞利金属材料有限公司	$5*10^{-1}$Pa	±1Pa	＜1MPa	±0.01MPa
7	赛束科技（广州）有限公司	≤$5.0*10^{-3}$Pa		＜0.18MPa	

2.3.3 各单位制备粉末牌号及粉末粒度范围如下。所涉及材料牌号范围广，制备的粉末粒度范围 0~2000μm 之间。

表 3　各单位制备粉末牌号及粒度范围范围

序号	单位名称	材料牌号	粒度范围
1	西安赛隆增材技术股份有限公司	高温合金（GH4099、GH3536…）	15~300μm
		钛铝合金（Ti45Al8Nb、Ti22Al25Nb…）	15~300μm
		难熔金属（W、Ta…）	15~300μm
2	西安欧中材料科技股份有限公司	GH4169	15~300μm
		TC4	15~300μm
		304 不锈钢	15~300μm
3	江西国创院新材料有限公司	/	/
		/	/

4	北京钢研高纳科技股份有限公司	FGH4091	0~300μm
		FGH4095	0~300μm
		FGH4096	0~300μm
		FGH4097	0~300μm
		FGH4098	0~300μm
		FGH4104	0~300μm
5	安徽中体新材料科技有限公司	TC4	70~170um
		IN718	30~96um
		Nb521	50~160um
6	陕西宇光飞利金属材料有限公司	钛合金（TA15、TC4、TC11、TC18……）	53~2000μm
		镍基高温合金（GH3230、GH3625、GH4169……）	20~850μm
7	赛束科技（广州）有限公司	In718	10~200μm
		316L	10~200μm
		TC4	10~200μm
		TA15	10~200μm

2.3.4 各单位制粉环境温度和湿度控制要求如下，温度控制在 5℃~35℃，相对湿度控制在 60%以下。

表 4　各单位制粉环境温度和湿度控制要求

序号	单位名称	温度（℃）	湿度（%RH）
1	西安赛隆增材技术股份有限公司	10~30	≤60
2	西安欧中材料科技股份有限公司	无要求	无要求
3	江西国创院新材料有限公司	25	≤55
4	北京钢研高纳科技股份有限公司	15~25	20~60
5	安徽中体新材料科技有限公司	25	≤45
6	陕西宇光飞利金属材料有限公司	5~35	≤75
7	赛束科技（广州）有限公司	/	/

2.3.5 各单位等离子体旋转电极制粉工艺和粉末验证。

表 5　各单位制粉制粉工艺和粉末验证

验证单位	类别	牌号	棒料直径*长度（mm）	制粉工艺			抽真空结束时雾化室真空值/Pa	制粉时雾化室压力值/MPa	制粉时雾化室氧含量 μmol/mol（仪器读数 ppm）	通粉筛分粒度分布			通粉激光粒度		
				电流（A）	转速（r/min）	进给速度（mm/s）				＞150μm（%）	53-150μm（%）	＜53μm（%）	D10（μm）	D50（μm）	D90（μm）
西安赛隆增材技术股份有限公司	高温合金	In718	Φ30*160	750	25000~38000	1.5	$9.0*10^{-3}$	0.04	＜10ppm	2.11	40.97	56.92	32.32	52.69	86.21
		In718	Φ50*300	1200	20000~26000	1.5	$9.0*10^{-3}$	0.04	＜10ppm	2.40	51.05	46.55	32.88	53.81	96.20
	钛合金	TC4	Φ30*160	650	25000~38000	1.5	$9.0*10^{-3}$	0.04	＜10ppm	7.21	69.69	23.10	58.66	110.09	181.58
		TC4	Φ50*300	1100	20000~26000	1.5	$9.0*10^{-3}$	0.04	＜10ppm	11.8	69.70	18.5	62.10	115.62	198.53
西安欧中材料科技股份有限公司	高温合金	In718	Φ55-79*700	1000±400	10000-45000	20-60	$\leq 2.5*10^{-2}$	＞0.13	/	1.06	98.7	0.24	53.12	81.59	121.2
		GH4099	Φ55-79*700	1000±400	10000-45000	20-60	$\leq 2.5*10^{-2}$	＞0.13	/	2.23	94.62	3.15	49.07	75.57	114.6
	钛合金	TC4	Φ55-79*900	1000±400	10000-45000	20-60	$\leq 2.5*10^{-2}$	＞0.13	/	1.6	98.15	0.25	51.95	81.46	122.6
		TA15	Φ55-79*900	1000±400	10000-45000	20-60	$\leq 2.5*10^{-2}$	＞0.13	/	2.17	97.86	0.77	58.75	95.88	149.7
江西国创院新	不锈钢	304 不锈钢	Φ27*240	1200	20000	0.8	$7*10^{-2}$	/	500ppm	73.7	16.8	9.5	31.5	172.4	235.7

材料有限公司															
北京钢研高纳科技股份有限公司	高温合金	FGH95	Φ50×(500~700)	1300±200	13500±2000	0.744~1.395	≤0.133	0.113~0.132	/	＜2	＞90	＜7	/	/	/
		FGH4097	Φ(50~60)×(500~700)	(1100~1600)±200	13000~17000	0.744~1.395	≤0.133	0.113~0.132	/	＜2	＞90	＜7	/	/	/
		FGH91	Φ50×(500~700)	1300±200	13500±2000	0.744~1.395	≤0.133	0.113~0.132	/	＜2	＞90	＜7	/	/	/
安徽中体新材料科技有限公司	高温合金	In718	Φ60*800	180-200	600-800	2.0-2.5	5×10^{-3}Pa	$2\text{-}5\times10^{-3}$	50-80ppm	5-8	77-81	13-18	43-50	78-84	123-135
	钛合金	TC4	Φ60*800	150-180	600-700	1.0-1.5	3×10^{-3}	$2\text{-}5\times10^{-3}$	10-30ppm	5-9	75-80	14-20	40-48	75-80	116-130
陕西宇光飞利金属材料有限公司	高温合金	In718	Φ75-Φ60	≥1500	≥18000	5-7	$\leq4\times10^{6}$	$\geq3\times10^{-2}$	≤0.001ppm	<10	≥85	<5	>50	80-120	<155
	钛合金	TC4	Φ75-Φ60	≥1200	≥20000	5-7	$\leq4\times10^{6}$	$\geq3\times10^{-2}$	≤0.001ppm	<10	≥85	<5	>55	90-130	<160
赛束科技（广州）有限	高温合金	In718	Φ30*150	800	35000	1.8	3.5×10^{-2}pa	0.04~0.08MPa	50ppm	2.1	85.3	12.6	58	92	138
		GH4099	Φ30*150	850	35000	1.8	3.5×10^{-2}pa	0.04~0.08MPa	50ppm	2.4	86.1	11.5	60	95	141
	钛	TC4	Φ30*150	450	35000	2.0	3.5×	0.04~0.08MPa	50ppm	8.2	84.3	7.5	54	88	132

公司	合金						10^{-2}pa							
		TA15	Φ30*150	450	35000	2.0	3.5×10^{-2}pa	0.04~0.08MPa	50ppm	12.1	8.27	5.2	51	85	128

三、标准水平分析

3.1 采用国际标准和国外先进标准的程度

本标准根据行业内等离子体旋转电极制粉技术发展和实际服务情况进行制定，能够满足当前热等离子体旋转电极制粉的市场需求，为推动建立高品质球形金属粉末制备的标准群提供有力支撑，对规范及促进等离子旋转电极制粉行业发展做出贡献，本标准填补了国内等离子旋转电极制粉标准的空白，达到了国内先进水平。

3.2 与现有标准及制定中的标准协调配套情况

本标准与现有及制定中的标准协调配套，无交叉重复。

3.3 涉及国内外专利及处置情况

经查，本标准没有涉及国内外专利。

四、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

与有关的现行法律、法规和强制性国家标准没有冲突。

五、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

六、标准作为强制性标准或推荐性标准的建议

建议作为推荐性国家标准。

七、贯彻标准的要求和措施建议

可积极向相关厂家及国内外用户推荐采用本标准。建议发布后 6 个月实施。

八、废止现行有关标准的建议

无。

九、预期效果

本标准规定了等离子体旋转电极制粉通用要求，包含环境、设备与仪表、制粉材料、工艺过程、质量控制、文件控制、安全防护等方面进行规范。本标准的建立统一了等离子体旋转电极制粉操作规范，有利于各企业操作人员的操作规范性，有效保证粉末制备工艺执行的一致性，提高大规模生产粉末的质量的稳定性，提高我国高品质球形金属粉末制备技术的发展。

十、其他应予说明的事项

无

《等离子体旋转电极制粉通用要求》标准编制组
2026 年 9 月 14 日