

国家标准

《钨粉》

编制说明

(送审稿)

编制单位：株洲硬质合金集团有限公司

编制时间：2025 年 10 月

国家标准《钨粉》编制说明（送审稿）

一、工作简况

1.1 任务来源

根据国家标准化管理委员会《关于下达 2024 年第七批推荐性国家标准计划及相关标准外文版计划的通知》（国标委发【2024】44 号）及全国有色金属标准化技术委员会《关于转发 2024 年第四批有色金属国家标准及相关标准外文版、行业标准制（修）订项目计划并征集起草单位的通知》（有色标委 [2024] 114 号）文的要求，国家标准《钨粉》由株洲硬质合金集团有限公司、自贡硬质合金有限责任公司、南昌硬质合金有限责任公司、崇义章源钨业股份有限公司、湖北绿钨资源循环有限公司负责修订，项目计划编号为 20242992-T-610，项目名称《钨粉》，项目完成年限为 2026 年。

1.2 产品简介

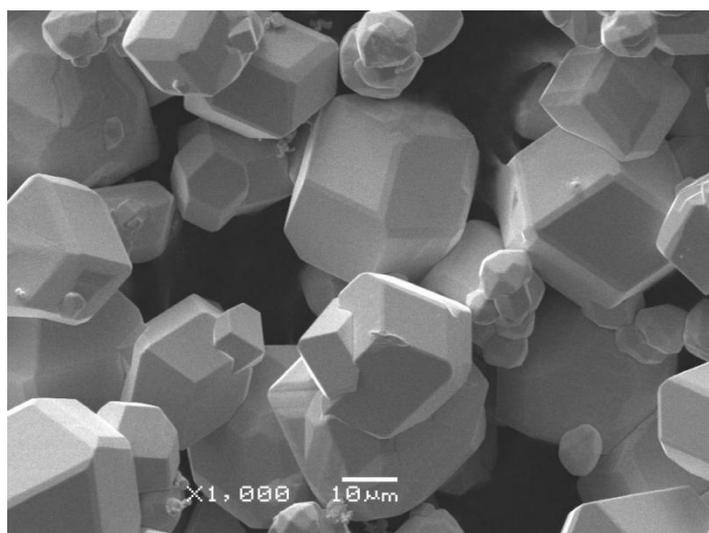
钨是一种稀有且高熔点的过渡金属元素，元素符号为 W，原子序数为 74，相对原子质量为 183.85。钨在自然界中以钨酸盐的形式存在，最常见的钨矿物是钨酸盐。钨的化学性质较稳定，常温下不会被盐酸、硫酸、硝酸等强酸侵蚀，仅溶于氢氟酸和硝酸的混合酸中。钨是一种银白色的金属，具有高熔点和良好的高温强度、导电性和导热性。钨的熔点高达 3410℃，是所有金属元素中最高的，钨是一种战略金属。众所周知，稀有金属是国家的重要战略资源，而钨是典型的稀有金属，具有极为重要的用途。它是当代高科技新材料的重要组成部分，一系列电子光学材料、特殊合金、新型功能材料及有机金属化合物等均需使用独特性能的钨。用量虽说不大，但至关重要，缺它不可。因而广泛用于当代通讯技术、电子计算机、宇航开发、医药卫生、感光材料、光电材料、能源材料和催化剂材料等。钨在地壳中的自然储量 620 万吨，可开采储量 290 万吨。中国是产钨大国，钨资源储量 520 万吨，为国外 30 个产钨国家总储量(130 万吨)的 3 倍多，产量及出口量均居世界第一。

国外一流钨产品供应商主要有瑞典 Sandvik、德国 H.C Starck、奥地利 W.B.H. (已被 Sandvik 收购)、美国 GTP、肯纳金属、日本新金属、韩国特固克等公司，部分公司在中国设有生产基地，生产技术水平世界领先，是国际市场的主

要竞争对手。国内钨粉供应商主要有株洲硬质合金集团有限公司、厦门金鹭特种合金有限公司、自贡硬质合金有限责任公司、南昌硬质合金有限责任公司、崇义章源钨业股份有限公司、湖北绿钨资源循环有限公司等。



钨粉外观图



钨粉微观形貌

1.3 起草单位情况

1.3.1 株洲硬质合金集团有限公司

株洲硬质合金集团有限公司（以下简称公司）是国家“一五”期间建设的156项重点工程之一。是五矿集团旗下硬质合金产业的核心成员之一。是有色行业集硬质合金产品的研究、设计、制造、服务于一体的专业化大型国有企业。公司主要生产金属切削工具、矿山及油田钻探采掘工具、硬质材料、稀有金属粉末等系列产品，硬质合金年产量6000吨以上，是目前国内大型硬质合金生产、

科研、经营和出口基地。公司先后被授予全国 500 家佳经济效益工业企业、企业技术进步奖、国家质量管理奖、全国质量效益型先进企业特别奖单位、中国 100 家大自营进出口企业等 40 多项荣誉。公司拥有国内硬质合金行业独有的国家重点实验室、国家首批认证的国家级企业技术中心、国家级分析测试中心以及工业产品（硬质合金及钨制品）质量控制与评价技术实验室。拥有湖南省第一家博士后科研工作站、中国有色金属工业硬质合金质检站及湖南省有色加工材质量监督检验授权站。公司建立了完善的质量管理体系、环境管理体系、职业健康安全管理体系，通过了质量、职业健康安全与环境管理体系认证，并通过了知识产权管理体系认证。公司秉承“世界工具，财富利器”的经营理念，经营管理状态良好。公司累计获得授权专利 400 余项，其中，发明专利 140 余项。累计承担了行业 120 项以上国行标制修订，公司先后获得国家级科技奖项 6 项，省级科技奖项 40 余项。

1.3.2 自贡硬质合金有限责任公司

自贡硬质合金有限责任公司（简称“自硬公司”）始建于 1965 年的三线建设时期，是中国自主创建的第一家大型硬质合金和钨钼制品生产企业，是五矿集团旗下硬质合金及钨钼产业的核心成员之一。

公司在职工约 3500 人，现有总资产 22 亿元，建有硬质合金、硬面材料、钨钼制品三大产品科研、生产、经营和出口基地。产品广泛应用于机械、冶金、石油、矿山、建筑、电子、航天航空等领域。综合实力居国内前列，先后获得“五一劳动奖状”、“中国名牌产品”、“中国驰名商标”等荣誉称号。

公司拥有 100 多项科研成果和国家级重点新产品，获得授权有效专利 160 多项。公司通过了 ISO9001:2000 质量体系、ISO14001 环境管理体系、OHSAS18001 职业安全健康体系认证，检测体系获得中国合格评定国家认可委员会（CNAS）认可，计量控制体系获得国家 ISO10012 测量管理体系认证。

1.3.3 南昌硬质合金有限责任公司

始建于 1966 年，原名 603 厂，1972 年更名为南昌硬质合金厂，2003 年 5 月改制成立南昌硬质合金有限责任公司。公司现为世界 500 强中国五矿集团有限公司骨干子企业，中钨高新材料股份有限公司直管企业，注册资本 3.3497 亿元。南昌硬质合金拥有从钨原材料到终端铣削刀具的完整产业链，现有 5000 吨钨粉、

碳化钨粉，1200 吨硬质合金棒型材，120 万支整硬刀具年生产能力，是国内最大的钨粉末制品、硬质合金生产、经营、出口基地之一，产品广泛应用于机械、汽车、航空航天、电子通信等众多行业。2022 年入选第四批国家专精特新小巨人企业，先后通过了 ISO9001:2015 质量管理体系、IOS14001:2015 环境管理体系、ISO45001:2018 职业健康安全管理体系和 ISO50001:2018 能源管理体系的认证。现有员工 410 余人，高级工程师或硕士以上研究生学历人员 10 余人，建有省级企业技术中心和省级工程研究中心，配备总价值 5000 余万元的国内外先进实验设备和分析检测仪器，具备钨粉末制品、硬质合金等材料设计、制备、力学性能、微观机理分析和研究的条件，可满足基础研究、新产品开发和中试生产的需要。南昌硬质合金先后承担了多项省市级研发项目，参与制修订国家标准 23 项、行业标准 2 项、拥有有效专利 25 件、商标 15 个。

1.3.4 崇义章源钨业股份有限公司

崇义章源钨业股份有限公司（股票代码：002378，简称“章源钨业”）是集钨矿开采、冶炼加工及硬质合金制造于一体的全产业链高新技术企业。公司成立于 2000 年，总部位于“世界钨都”江西省赣州市崇义县，2010 年在深交所上市。

公司构建了完整的钨产业体系，涵盖上游探矿、采矿、选矿，中游冶炼（仲钨酸铵、氧化钨、钨粉、碳化钨粉等），以及下游精深加工（硬质合金制品）。目前拥有 6 座采矿权矿山、8 个探矿权矿区、3 个钨冶炼精深加工厂，并下设 4 家全资子公司、1 家控股子公司及 2 家参股公司，是国内少数具备钨全产业链布局的企业之一。

在技术创新方面，集团累计获得授权专利 500 余件，主持或参与制定国家标准、行业标准 40 余项，并拥有 15 项省级认定的新技术、新产品。承担国家级、省级重点科技项目 30 余项，荣获“国家科技进步二等奖”、“江西省科技进步一等奖”等 17 项省部级以上科技奖励。公司在钨矿采选、冶炼及粉末冶金领域技术国内领先，部分达到国际先进水平，硬质合金技术居国内前列。

1.3.5 湖北绿钨资源循环有限公司

成立于 2011 年，是格林美股份有限公司下属公司，主要从事废钨资源化循环利用及高端钨产品再造关键技术研发与产业化，打造了“钨资源回收—资源再生—高性能钨粉末制造—高端硬质合金制造”的钨资源循环再生产业链。公司年

回收钨资源占中国原钨开采量的 10%以上，为行业规模最大、技术领先的废钨资源循环利用示范企业。公司为国家级专精特新“小巨人”企业、国家高新技术企业、中国钨业协会理事单位、拥有湖北省企校联合创新中心和企业技术中心双省级技术创新平台。公司硕博人才占员工总数的 16%，拥有领域核心技术专利 125 件，参与国、行标制修订 20 项。

1.3.6 赣州海盛钨业股份有限公司

赣州海盛钨业股份有限公司是日本京瓷株式会社参股的一家中外合资企业，拥有从钨盐加工到硬质合金生产的全产业链。产品涵盖钨酸钠、偏钨酸铵、仲钨酸铵（APT）、氧化钨、钨粉、碳化钨粉、合金粉、硬质合金、钨条、钨杆、钨丝、钨粉、钨条、钨板、钨丝等钨钼制品。公司拥有“钨出口国营贸易企业”资质，产品远销欧美、日本、韩国等国家和地区。

公司自成立以来，先后荣获“江西省先进非公有制企业”、“江西省重点出口企业”、“赣州市发展升级示范企业”等称号。截止 2024 年，海盛钨业及旗下公司先后获得国家专利 130 余项，被评为国家级专精特新“小巨人”企业、江西省“专精特新”中小企业、国家高新技术企业、江西省省级企业技术中心、江西省外贸公共服务平台。

1.3.7 中钨稀有金属新材料（湖南）有限公司

中钨稀有金属新材料（湖南）有限公司（以下简称“中钨稀有新材”）是中国五矿集团下属中钨高新材料股份有限公司（股票代码：000657）开展钨钼钽铌等稀有金属及新材料生产、科研和经营的专业公司。公司由原株洲硬质合金集团有限公司钨钼制品事业部、钽铌制品事业部及湖南有色新材料科技有限公司于 2021 年 12 月 15 日战略整合成立，注册资本 11000 万元。公司是国内最早开展钨钼钽铌等稀有金属生产的企业（国家“一五”期间建设的 156 项重点工程之一），经过 60 多年的生产积累和不断的技术开发和技术改造，目前已建成各类稀有金属初级产品到深度加工产品的生产、科研、营销体系。主营产品为“钻石牌”稀有金属粉末、钨钼钽铌中间产品和精深加工产品六大类别 20 多个系列的产品。产品远销欧、美、日、亚等五十多个国家和地区，年出货量达到 1800 吨以上，各系列产品广泛应用于冶金化工、国防军工、航空航天、电子信息、新能源、平面显示、5G 通信及半导体等领域，为经济社会发展提供了必不可少的基础性基

基础材料。

1.3.8 赣州虹飞钨钼材料有限公司有限责任公司

赣州虹飞钨钼材料有限公司成立于 1998 年 7 月，由厦门钨业股份有限公司与原赣州钨钼材料厂合资组建。公司地处江西省赣州市章贡区经济开发区，是一家长期从事钨钼制品的研发、生产和销售的国家高新技术企业。

公司建有博士后科研工作站、省级企业技术中心，现拥有 36 项专利，其中发明专利 5 项。公司相继承担了二十余项国家、省、市、区钨钼精深加工项目，其中 3 个项目获批科技部创新基金项目，1 个项目获得了工信部稀土产业升级专项支持。公司拥有纯钨制品、特种钨丝、稀土钨电极 3 大系列产品；形成年产特种钨粉 5000 吨、稀土钨基功能材料 3000 吨、高纯钨棒 1000 吨、掺钾钨材 400 吨的生产能力。

1.3.9 成都长城钨钼新材料有限责任公司

成都长城钨钼新材料有限责任公司成立于 2024 年 05 月 07 日，是中国五矿集团有限公司在成都市战略布局的西部钨钼新材料基地，由自贡硬质合金有限责任公司钨钼制品板块改革发展而来，是中钨高新材料股份有限公司钨钼产业的重要组成部分。主要从事钨钼粉末、制品、合金、丝材等系列钨钼产品的研发、生产和销售，是国内领先的钨钼产品生产基地。

公司承担中国五矿“在蓉新建钨钼新材料产业园，打造西南钨钼制品深加工产业基地”使命和角色，先后引进日本、美国、德国等国家的先进技术和装备，建成了钨粉、钨条、钨合金、钨丝、钼条、喷涂钼丝、线切割钼丝等系列产品的制造体系，具备 2500 吨钨钼制品、1000 吨钼丝、800 吨钨丝生产能力。产品广泛用于钢铁冶金、金属制造、电子、真空镀膜及新能源等行业。

1.3.10 中南大学

中南大学坐落在历史文化名城-湖南省长沙市，是教育部直属的全国重点大学，位列国家“双一流”、“985 工程”、“211 工程”重点建设高校行列。学校设有 32 个二级学院，拥有包括湘雅医院、湘雅二医院、湘雅三医院在内的 10 所附属医院(含非直属)。现有教职工 2.1 万余人(含直属医院)，全日制在校学生 6 万余人。学校学科门类齐全，拥有完备的有色金属、医学、轨道交通等学科体系，涵盖哲、经、法、教、文、理、工、医、管、艺、交叉学科等 11 大学科门类。其中材料科学 ESI 排名居全球 1‰，9 个学科 ESI 排名居全球前 1%，19 个

学科 ESI 排名居全球前 1%。学校形成了以 16 名院士为引领、以国家级领军人才和四青人才为中坚的高水平、梯队式人才集群, 3 个团队获评全国高校黄大年式教师团队。学校拥有 34 个国家级科研基地, 45 个人文社科类国家级、省部级科学研究基地(智库)和 305 个自然科学类国家级、省部级科技创新平台。中南大学秉承“知行合一、经世致用”的校训, 立足湖南, 面向全国, 放眼世界, 大力推进学校高质量内涵式发展, 努力建设特色鲜明的世界一流大学, 为全面建设社会主义现代化国家、全面推进中华民族伟大复兴作出更大贡献。

1.3.11 江西国创院新材料有限公司

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/钼靶材晶粒及织构协同调控等超高温材料技术储备; 开发了大直径钼/钨合金超高温钎(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。

1.4 参编单位及主要起草人工作情况

任务下达后, 株洲硬质合金集团有限公司、中钨稀有金属新材料有限公司、自贡硬质合金有限责任公司、南昌硬质合金有限责任公司、赣州虹飞钨钼有限公司、成都长城钨钼新材料有限公司、崇义章源钨业股份有限公司、湖北绿钨资源循环有限公司、赣州海盛钨业股份有限公司、中南大学粉末研究院、江西国创院新材料有限公司等成立了标准工作组, 标准主要起草人以及分工见表 1。

表 1 标准主要起草人及分工

姓名	单位	分工
	株洲硬质合金集团有限公司	参与调研、验证、标准起草
	株洲硬质合金集团有限公司	负责全过程的标准编制、协调工作
	株洲硬质合金集团有限公司	负责标准审核、协调工作
	株洲硬质合金集团有限公司	负责标准审核、协调工作
	自贡硬质合金有限责任公司	参与标准起草, 资料收集, 提供相关验证

	南昌硬质合金有限责任公司	参与标准起草, 资料收集, 提供相关验证
	崇义章源钨业股份有限公司	参与标准起草, 资料收集, 提供相关验证
	湖北绿钨资源循环有限公司	参与标准起草, 资料收集, 提供相关验证
	赣州海盛钨业股份有限公司	参与标准起草, 资料收集, 提供相关验证
	中钨稀有金属新材料(湖南)有限公司	参与标准起草, 资料收集, 提供相关验证
	赣州虹飞钨钼材料有限公司	参与标准起草, 资料收集, 提供相关验证
	成都长城钨钼新材料有限公司	参与标准起草, 资料收集, 提供相关验证
	中南大学	参与标准起草, 资料收集, 提供相关验证
	江西国创院新材料有限公司(南昌大学)	参与标准起草, 资料收集, 提供相关验证

1.5 主要工作过程

1.5.1 起草阶段

为作好本标准的修订工作, 标准工作组通过技术查询、市场调查等方式对本标准进行了重新审查, 结合国内其它生产商的生产情况, 对当前产品技术水平及质量水平进行了充分论证, 于 2025 年 2 月形成了国家标准《钨粉》讨论稿及编制说明。

1.5.2 征求意见阶段

2025 年 3 月 25 日, 由全国有色金属标准化技术委员会组织在广东省韶关市召开有色金属标准工作会议。来自株洲硬质合金集团有限公司、自贡硬质合金有限责任公司、南昌硬质合金有限责任公司、崇义章源钨业股份有限公司、湖北绿钨资源循环有限公司、赣州海盛钨业股份有限公司、中钨稀有金属新材料有限公司、赣州虹飞钨钼有限公司、成都长城钨钼新材料有限公司、中南大学粉末研究院、江西国创院新材料有限公司等 18 家单位的 45 名代表参加了会议。会上与会专家和代表对本标准(讨论稿)进行了认真、细致的讨论, 提出了修改意见。编制组根据修改意见进行修改, 形成了本标准的征求意见稿和编制说明。

2025 年 3 月 20 日至 2025 年 8 月 10 日, 全国有色金属标准化技术委员会将征求意见资料在国家标准化委员会的“公共信息服务平台”上挂网, 向社会公开征求意见。同时, 全国有色金属标准化技术委员会通过工作群、邮件向委员单位征求意见, 并将征求意见资料在 www.cnsmq.com 网站上挂网。

1.5.3 审查阶段

2025 年 8 月 19 日至 8 月 22 日, 由全国有色金属标准化技术委员会主持, 在甘肃省兰州市召开本标准的预审会。来自自贡硬质合金有限责任公司、南昌硬质合金有限责任公司、崇义章源钨业股份有限公司、湖北绿钨资源循环有限公司、赣州海盛钨业股份有限公司、中钨稀有金属新材料有限公司、赣州虹飞钨钼有限

公司、成都长城钨钼新材料有限公司、中南大学粉末研究院、江西国创院新材料有限公司等31家单位的39名代表参加了会议。会上与会专家和代表对本标准(预审稿)进行了认真、细致的讨论。

征求意见的单位包括主要生产、使用等单位及大专院校,征求意见单位广泛且具有代表性,征求意见时间大于2个月。征求意见过程中,标准编制组发送“征求意见稿”的单位数有18个,收到“征求意见稿”后,回函并有建议或意见的单位数有18个,没有未回函的单位。2025年10月,编制组单位对收集到的意见进行整理,共收到了23条意见,形成了标准征求意见稿意见汇总处理表。标准编制组采纳了相关意见,并对标准进行修改完善,形成标准送审稿。

1.5.4 报批阶段

二、标准编制原则和确定标准主要内容的论据

2.1 标准编制原则

2.1.1 符合性

本着与时俱进、切合实际、促进科技进步、满足市场需要,获取最大社会综合效益的基本原则。标准的制定格式严格按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第一部分:标准的结构与编写规则》的规定进行。

2.1.2 适用性

本标准在编制过程中,始终遵循满足用户需求、技术内容合理、检验方法可行的原则,充分考虑生产企业、使用单位及相关各方面的意见和建议。对国内生产企业的技术进步将产生积极的促进作用,并满足需方企业对产品选型和使用需求。

2.1.3 先进性

经过近二十年发展,生产制造水平和材料性能的提升以及应用领域的进一步拓展,体现行业内先进制造水平。钨粉产品牌号增加 F-0,适用于金刚线母线钨丝用钨粉;增加 FW-1、FW-2 两个牌号中 Co、Cr、S 等杂质元素要求;提高了 FW-1、FW-2、FWP-1 牌号中 Al、Si、Mg、As、Sn、Sb、Cu、Ca、Cr、C 等杂质元素的含量要求;提高了各型号的氧含量要求。本标准反映了钨粉的先进技术水平,对国

内钨粉生产企业和相关行业的技术进步将起到积极作用。

2.2 确定标准主要内容的论据

为充分有效的验证产品性能及各企业生产的实情情况，标准编制组各牌号产品均安排样品进行验证（见表1）。FW-0牌号为新增牌号，其两个型号均进行样品验证；FW-1牌号共17个型号抽取7个型号进行样品验证，7个型号均为本次新修订型号；FWP-1牌号仅设1个型号进行样品验证。同时，标准编制组充分收集株洲硬质合金集团有限公司、南昌硬质合金有限责任公司、自贡硬质合金有限责任公司、赣州虹飞钨钼材料有限公司、赣州海盛钨业股份有限公司、崇义章源钨业股份有限公司、湖北绿钨资源循环有限公司等公司各类钨粉的产品性能指标及修订意见，综合确定修订内容如下。

表1 国标钨粉修订样品验证任务分配

牌号	型号	提供单位		样品检测单位
FW-0	20	赣州虹飞	长城钨钼	中南大学粉冶院、株硬
	30	赣州虹飞	长城钨钼	
FW-1	07	株硬公司		自硬公司、南硬公司、中钨稀有
	08	株硬公司		
	09	湖北绿钨		
	60	章源钨业		
	80	章源钨业		江西国创院、赣州海盛
	200	章源钨业		
	250	湖北绿钨		
FWP-1	-	长城钨钼		
备注：每个样品重量约 300 克/家提供。				

2.2.1 本标准与 GB/T 3458-2006 的主要差异

本文件代替 GB/T 3458-2006《钨粉》，与 GB/T 3458-2006 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 根据钨粉的用途增加了 FW-0 牌号（见 4.1）；
- b) 根据钨粉的用途增加了 FW-0 技术要求（见 5.1、5.2）；

- c) 增加了 FW-1、FW-2 两个牌号中 Co、Cr、S 等杂质元素要求(见 5.1)；更改了 FW-1、FW-2、FWP-1 牌号中 Fe、Al、Si、Mg、As、Cu、Ca、Mo、C、O 等杂质元素的含量要求（见 5.1, 2006 年版的 3.2）；
- d) 更改了 FW-1、FW-2 两个牌号中各型号的氧含量要求（见 5.1, 2006 年版的 3.3）；
- e) 增加了 07、08、09 型号及其技术要求（见 5.2.2）；
- f) 更改了 200 型号的技术要求，增加了 250 型号及其技术要求（见 5.2.2, 2006 年版的 3.3）；
- g) 删除了产品规格中 70 型号，增加了 60、80 型号及其技术要求，调整了 50 型号及其技术要求（见 5.2.2, 2006 年版的 3.3）；
- h) 更改了 FWP-1 牌号中松装密度的要求（见 5.2.3, 2006 年版的 3.5）；
- i) 增加了比表面积、松装密度、振实密度试验方法（见第 6 章）；
- j) 增加了检验项目的要求（见 7.3）；
- k) 删除了 04、06、08 型号及其技术要求（见 2006 年版的 3.3）；
- l) 删除了 FW-1、FW-2 牌号的松装密度、粒度分布等物理性能由供需双方协商确定的内容（见 2006 年版的 3.4）。

2.2.2 产品分类

钨粉按化学成分和用途不同，分为 FW-0、FW-1、FW-2、FWP-1 四个牌号。FW-0 适用于金刚线母线钨丝用钨粉，FW-1 适用于碳化钨粉用原料、掺杂钨粉用原料、大型板坯、加工用材、特种气体等；FW-2 适用于触头合金、高密度屏蔽材料；FWP-1 适用于等离子喷镀材料。

钨粉按粒度范围不同，FW-0 分为 20 型、30 型等两个型号；FW-1、FW-2 分为 07 型、08 型、09 型、10 型、15 型、20 型、25 型、30 型、40 型、50 型、60 型、80 型、100 型、150 型、200 型、250 型、300 型等 17 个型号；FWP-1 分为一个型号。主要分析检测项目有：

2.2.2.1 化学成分

化学成分是指钨粉末中所含杂质元素的含量，主要检测 Fe、Al、S、P、C、O 等 21 项杂质元素。杂质元素过高，会导致钨粉制成的制品出现各类缺陷，如孔洞、晶粒异常长粗等，严重影响产品韧性、强度等力学性能；氧含量是指钨粉

中因氧化和吸附的氧元素总含量，氧含量越高，说明在钨粉的生产过程中可能出现了部分氧化，或保管存放不当导致，在后续的进一步加工过程中会存在消耗碳、压制应力变大、产生气孔等品质缺陷。

2.2.2.2 物理性能

物理性能主要分析平均粒度、松装密度、摇实密度、粒度组成等项目。粒度是钨粉的重要性能之一，通常采用气体吸附 BET 法或费氏法测定。钨粉粒度对钨材的生产和钨粉末冶金制品的性能有直接影响。不同的应用领域对钨粉粒度有不同的要求，例如在硬质合金行业，需要根据具体的产品性能来选择合适粒度的钨粉，以获得良好的组织结构和性能。

2.2.2.3 外观

外观主要检测钨粉的颜色即均匀一致，不存在异常颜色颗粒，且不存在异常夹杂物，确保产品的纯净度。

2.2.3 新增 FW-0 牌号钨粉技术要求

近几年，随着光伏产业的快速发展，金刚线行业也迎来前所未有的机遇与挑战。在光伏晶体硅片切割领域，金刚线逐步取代了传统砂浆切割，并且不断更新升级，主要体现在金刚线母线从碳钢丝向超细钨丝转变，转变后的金刚线的使用性能和切割性能得到显著提升。与同线径的碳钢丝金刚线相比，钨丝金刚线的抗拉性能、耐疲劳性能、抗氧化性能、耐腐蚀和耐热性能均更好，这也就意味着它的使用寿命更长及更不容易断裂。由于金刚线钨丝优异的切割性能，其替代碳钢丝用于光伏晶体硅片切割的渗透率加快，预计 3-4 年内有望完成 90%替代。预计 2026 年装机需求约 600GW，按照单 GW 金刚线耗约 44 万公里、母线单耗 1.1 测算，预计对应钨丝需求 50481 万公里，市场空间约 117 亿元，对应钨粉需求量一万吨以上。FW-0 牌号钨粉主要用于生产金刚线母线钨丝。

2.2.3.1 FW-0 牌号样品验证

编制组经充分调研，由赣州虹飞钨钼材料有限公司、成都长城钨钼新材料有限公司两家公司提供 FW-0 牌号 20 型、30 型钨粉样品，经株洲硬质合金集团有限公司、中南大学粉冶研究院进行分析检测，其化学成分、物理性能分析检测结果详见表 2、表 3、表 4、表 5：

表 2 FW-0 牌号 20 型钨粉样品的化学成分 单位为%

产品牌号	标准要求	赣州虹飞提供样品	长城钨钼提供样品
------	------	----------	----------

			赣州虹飞	株硬公司	中南大学	长城钨钼	株硬公司	中南大学
杂质含量，不大于	Fe	≤0.001	0.0008	0.0005	0.00039	<0.0005	0.0005	0.00046
	Al	≤0.0005	0.0002	<0.0005	0.00006	<0.0005	<0.0005	0.00021
	Si	≤0.0005	0.0002	<0.0005	0.00036	<0.0005	0.0005	0.00033
	Mg	≤0.0005	0.0003	<0.0005	0.00034	0.0003	<0.0005	0.00024
	Mn	≤0.0005	0.0005	<0.0003	0.00012	<0.0005	<0.0003	0.00011
	Ni	≤0.0005	0.0002	<0.0005	0.00036	<0.0005	<0.0005	0.00043
	As	≤0.0005	0.0003	<0.0005	0.00011	<0.0001	<0.0005	0.00012
	Pb	≤0.0001	0.00005	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
	Bi	≤0.0001	0.00004	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
	Sn	≤0.0001	0.00005	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0001	<0.0001
	Sb	≤0.0002	0.00005	<0.0002	0.00013	<0.0001	<0.0002	0.00014
	Cu	≤0.0001	0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0002	<0.0001	<0.0001
	Ca	≤0.0005	0.0001	<0.0005	0.00037	<0.0005	<0.0005	0.00042
	Co	≤0.0005	0.0003	0.0005	0.00044	<0.0005	<0.0005	0.00048
	Cr	≤0.0005	0.0003	<0.0005	0.00043	<0.0005	<0.0005	0.00032
	Mo	≤0.0010	0.0006	<0.0010	0.00045	0.0010	0.0010	0.00087
	K+Na	≤0.0020	0.0010	<0.0020	0.00096	0.0012	<0.0020	0.001
	S	≤0.0005	0.0001	0.0005	0.00036	<0.0005	0.0005	0.00036
	P	≤0.0010	0.0004	<0.0010	0.00031	<0.0010	<0.0010	0.00034
C	≤0.0015	0.0014	0.0017	0.0024	<0.0010	0.0014	0.0018	
O	≤0.050	0.0500	0.066	0.081	0.035	0.037	0.048	

从上表分析检测数据可知，C 含量有三家公司数据超出标准要求，氧含量有两家公司数据超出标准要求，其它公司化学成分均满足标准要求。从碳、氧含量分析测试值看，各家单位的分析值存在一定的误差，其中中南大学分析的碳、氧值较其它单位略高。测试值超标一方面与样品本身有关及样品包装保存方式有关，另一方面与测试单位的仪器有关。

表 3 FW-0 牌号 30 型钨粉样品的化学成分 单位为%

产品牌号	标准要求	赣州虹飞提供样品			长城钨钼提供样品			
		赣州虹飞	株硬公司	中南大学	长城钨钼	株硬公司	中南大学	
杂质含量，不大于	Fe	≤0.001	0.0007	0.0005	0.00041	<0.0005	0.0005	0.00043
	Al	≤0.0005	0.0003	<0.0005	0.00015	<0.0005	<0.0005	0.00014
	Si	≤0.0005	0.0005	<0.0005	0.00021	<0.0005	0.0005	0.00042
	Mg	≤0.0005	0.0002	<0.0005	0.00026	0.0002	<0.0005	0.00021
	Mn	≤0.0005	0.0002	<0.0003	0.00013	<0.0005	<0.0003	0.00016
	Ni	≤0.0005	0.0005	<0.0005	0.00045	<0.0005	<0.0005	0.00023
	As	≤0.0005	0.0002	<0.0005	0.00012	<0.0001	<0.0005	0.00016
	Pb	≤0.0001	0.00004	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
	Bi	≤0.0001	0.00004	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
	Sn	≤0.0001	0.00004	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
	Sb	≤0.0002	0.00005	<0.0002	0.00013	<0.0001	<0.0002	0.00017
	Cu	≤0.0001	0.00003	<0.0001	<0.0001	<0.0002	<0.0001	<0.0001
	Ca	≤0.0005	0.0004	<0.0005	0.00039	<0.0005	<0.0005	0.00036

Co	≤0.0005	0.0005	0.0005	0.00046	<0.0005	0.0005	0.00051
Cr	≤0.0005	0.0002	<0.0005	0.00048	<0.0005	<0.0005	0.00026
Mo	≤0.0010	0.0008	<0.0010	0.00061	<0.0010	<0.0010	0.00073
K+Na	≤0.0020	0.0015	<0.0020	0.001	0.001	<0.0020	0.0012
S	≤0.0005	0.0004	0.0005	0.00027	<0.0005	0.0005	0.00034
P	≤0.0010	0.0005	<0.0010	0.00027	<0.0010	<0.0010	0.0004
C	≤0.0015	0.0010	0.0015	0.0032	<0.0010	0.0039	0.0021
O	≤0.050	0.032	0.033	0.042	0.033	0.033	0.047

从上表分析检测数据可知，C含量有三家公司数据超出标准要求，其它公司化学成分均满足标准要求。从碳含量分析测试值看，各家单位的分析值存在一定的误差，其中中南大学分析的碳、氧值较其它单位略高；其中长城钨钼提供的样品，株硬公司和中南大学检测均超标。测试值超标一方面与样品本身有关及样品包装保存方式有关，另一方面与测试单位的仪器有关。

表 4 FW-0 牌号 20 型钨粉样品的物理性能

产品型号	样品提供单位	样品检测单位	平均粒度, μm	松装密度, g/cm ³	摇实密度, g/cm ³
	标准要求	-	1.5~2.5	1.7~3.2	4.8~6.0
20	赣州虹飞	赣州虹飞	2.20	2.63	5.68
		株硬公司	2.17	2.67	5.56
		中南大学	2.25	2.66	5.62
	长城钨钼	长城钨钼	2.40	2.10	4.60
		株硬公司	2.20	2.09	4.59
		中南大学	2.37	2.15	4.85

从上表分析检测数据可知，各家检测数据存在一定的差异，尤其是平均粒度值，各家公司均满足标准要求。

表 5 FW-0 牌号 30 型钨粉样品的物理性能

产品型号	样品提供单位	样品检测单位	平均粒度, μm	松装密度, g/cm ³	摇实密度, g/cm ³
	标准要求	-	2.5~3.5	2.8~4.0	5.0~7.5
30	赣州虹飞	赣州虹飞	3.00	3.04	6.67
		株硬公司	2.97	3.12	5.68
		中南大学	3.02	3.10	6.41
	长城钨钼	长城钨钼	2.97	2.80	6.30
		株硬公司	2.74	2.84	5.95
		中南大学	2.89	2.83	5.75

从上表分析检测数据可知，各家检测数据存在一定的差异，尤其是平均粒度值，各家公司均满足标准要求。

2.2.3.2 FW-0 牌号三批次平均值

标准编制组充分收集株洲硬质合金集团有限公司、赣州虹飞钨钼材料有限公

司、成都长城钨钼新材料有限公司、崇义章源钨业股份有限公司、湖北绿钨资源循环有限公司、赣州海盛钨业股份有限公司等共六家公司 FW-0 牌号钨粉化学成分、物理性能分析检测结果，详见表 6、表 7、表 8、表 9：

表 6 业内主要企业 FW-0 的化学成分（三批次平均值）单位为%

产品牌号	标准要求	株硬公司	赣州虹飞	长城钨钼	章源钨业	湖北绿钨	赣州海盛	
杂质含量，不大于	Fe	≤0.001	<0.0005	0.0008	<0.0005	0.001	0.0005	0.0006
	Al	≤0.0005	<0.0005	0.0004	<0.0005	0.0005	0.0002	0.0004
	Si	≤0.0005	<0.0005	0.0004	<0.0005	0.0005	0.0003	0.0004
	Mg	≤0.0005	<0.0005	0.0005	<0.0003	0.0005	0.0001	0.0003
	Mn	≤0.0005	<0.0003	0.0003	<0.0005	0.0005	0.0001	0.0001
	Ni	≤0.0005	<0.0005	0.0003	<0.0005	0.0005	0.0002	0.0004
	As	≤0.0005	<0.0005	0.0003	<0.0001	0.0005	0.0002	0.0003
	Pb	≤0.0001	<0.0001	0.00004	<0.0001	0.0001	0.0001	0.00005
	Bi	≤0.0001	<0.0001	0.00003	<0.0001	0.0001	0.0001	0.00005
	Sn	≤0.0001	<0.0001	0.00005	<0.0001	0.0001	0.0001	0.00005
	Sb	≤0.0002	<0.0002	0.0002	<0.0001	0.0002	0.0001	0.0001
	Cu	≤0.0001	<0.0001	0.00005	<0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
	Ca	≤0.0005	<0.0005	0.0003	<0.0005	0.0005	0.0002	0.0003
	Co	≤0.0005	<0.0005	0.0004	<0.0005	0.0005	0.0001	0.0003
	Cr	≤0.0005	<0.0005	0.0003	<0.0005	0.0005	0.0004	0.0005
	Mo	≤0.0010	<0.0010	0.0004	<0.0010	0.0010	0.0008	0.0010
	K+Na	≤0.0020	<0.0020	0.0013	<0.0010	0.0020	0.0009	0.0008
	S	≤0.0005	<0.0005	0.0003	<0.0005	0.0005	0.0002	0.0003
	P	≤0.0010	<0.0010	0.00004	<0.0010	0.0010	0.0002	0.0005
C	≤0.0015	0.0010	0.0012	<0.0010	0.0020	0.0009	0.0020	
O	≤0.050	0.048	0.048	0.044	0.060	0.040	0.047	

从上表所收集的检测数据可知，崇义章源钨业股份有限公司的 C、O 超出标准要求，赣州海盛钨业股份有限公司的 C 元素超出标准要求；其它公司数据均满足标准要求。因各家工艺技术条件、检测仪器等存在差异，最终结果会存在一定的偏差。

表 7 业内主要企业 FW-0 的物理性能（三批次平均值）

项目名称	20 型			30 型		
	平均粒度 μm	松装密度 g/cm ³	摇实密度 g/cm ³	平均粒度 μm	松装密度 g/cm ³	摇实密度 g/cm ³
标准要求	1.5~2.5	1.7~3.2	4.8~6.0	2.5~3.5	2.8~4.0	5.0~7.5
株硬公司	2.18	2.52	5.45	2.89	3.05	6.1
赣州虹飞	2.22	2.71	5.86	2.95	3.03	6.33
长城钨钼	2.39	2.7	5.96	2.71	2.9	6.3
章源钨业	2.4	2.71	5.75	3.06	3.07	6.25
湖北绿钨	2.23	2.61	6.12	-	-	-
赣州海盛	2.16	2.87	5.92	-	-	-

从上表所收集的检测数据可知, 各家公司的物理性能控制值较为接近, 均满足标准要求。

2.2.3.3 FW-0 牌号标准指标修正

经以上数据对标分析, 考虑到各家公司之间仪器的分析精度以及分析误差, 经对比修正, 适当调整 C、O 含量指标。FW-0 的化学成分、物理性能要求应符合表 8、表 9 的规定。

表 8 FW-0 的化学成分

单位为%

项目名称	讨论稿	预审稿	送审稿
杂质含量, 不大于	Fe	0.0010	0.0010
	Al	0.0005	0.0005
	Si	0.0005	0.0005
	Mg	0.0005	0.0005
	Mn	0.0005	0.0005
	Ni	0.0005	0.0005
	As	0.0005	0.0005
	Pb	0.0001	0.0001
	Bi	0.0001	0.0001
	Sn	0.0001	0.0001
	Sb	0.0002	0.0002
	Cu	0.0001	0.0001
	Ca	0.0005	0.0005
	Co	0.0005	0.0005
	Cr	0.0005	0.0005
	Mo	0.0010	0.0010
	K+Na	0.0020	0.0020
	S	0.0005	0.0005
	P	0.0010	0.0010
	C	0.0015	0.0020
O	0.050	0.060	

表 9 FW-0 的物理性能

产品型号	平均粒度, μm	松装密度, g/cm^3	摇实密度, g/cm^3
20	1.5~2.5	1.7~3.5	4.8~6.2
30	2.5~3.5	2.8~4.0	5.0~7.5

2.2.4 FW-1 牌号钨粉技术要求

FW-1 牌号钨粉适用于碳化钨粉用原料、掺杂钨粉用原料、大型板坯、加工用材、特种气体等, 应用领域范围较为广泛。

2.2.4.1 FW-1 牌号钨粉样品验证

经编制组充分调研，抽取 FW-1 牌号 07 型、08 型、09 型、60 型、80 型、200 型、250 型等七个型号的钨粉作为样品验证，分别由株洲硬质合金集团有限公司、湖北绿钨资源循环有限公司、崇义章源钨业股份有限公司、成都长城钨钼新材料有限公司等四家公司提供，经自贡硬质合金有限责任公司、南昌硬质合金有限责任公司、中钨稀有金属新材料（湖南）有限公司、江西国创院新材料有限公司（南昌大学）、赣州海盛钨业股份有限公司等五家公司进行分析检测，其化学成分、物理性能分析检测结果详见表 10、表 11、表 12、表 13、表 14、表 15、表 16：

表 10 FW-1 牌号 07 型钨粉样品的化学成分、物理性能

项目	供样公司	标准要求	株硬公司			
	检测公司		株硬公司	中钨稀有	自硬公司	南硬公司
杂质含量，%	Fe	≤0.002	<0.0010	<0.0010	<0.0005	<0.0006
	Al	≤0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0005	<0.0005
	Si	≤0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0005	<0.0005
	Mg	≤0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0005	<0.0005
	Mn	≤0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0005	<0.0005
	Ni	≤0.0030	<0.0007	<0.0007	<0.0005	<0.0002
	As	≤0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0005	<0.0007
	Pb	≤0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
	Bi	≤0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
	Sn	≤0.0003	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
	Sb	≤0.0010	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0002
	Cu	≤0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0001	<0.0003
	Ca	≤0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0005	<0.0004
	Co	≤0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0005	<0.0004
	Cr	≤0.0050	<0.0010	<0.0010	<0.0005	<0.0004
	Mo	≤0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0010	<0.0020
	K+Na	≤0.0030	<0.0020	<0.0020	<0.0009	0.0013
	S	≤0.0010	0.0005	0.0005	0.0002	0.0002
P	≤0.0010	<0.0010	<0.0010	0.0005	<0.0010	
C	≤0.0030	0.0018	0.0018	0.0037	0.0012	

	0	≤0.600	0.350	0.360	0.420	0.360
BET, μm		>0.10~0.14	0.111	0.118	0.111	0.123

表 11 FW-1 牌号 08 型钨粉样品的化学成分、物理性能

项目	供样公司	标准要求	株硬公司			
	检测公司		株硬公司	中钨稀有	自硬公司	南硬公司
杂质含量，%	Fe	≤0.002	<0.0010	<0.0010	<0.0005	<0.0006
	Al	≤0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0005	<0.0005
	Si	≤0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0005	<0.0005
	Mg	≤0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0005	<0.0005
	Mn	≤0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0005	<0.0005
	Ni	≤0.0030	<0.0007	<0.0007	<0.0005	<0.0002
	As	≤0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0005	<0.0007
	Pb	≤0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
	Bi	≤0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
	Sn	≤0.0003	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
	Sb	≤0.0010	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0002
	Cu	≤0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0001	<0.0003
	Ca	≤0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0005	<0.0004
	Co	≤0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0005	<0.0004
	Cr	≤0.0050	<0.0010	<0.0010	<0.0005	<0.0004
	Mo	≤0.0030	<0.0030	<0.0030	<0.0010	<0.0020
	K+Na	≤0.0030	<0.0020	<0.0020	<0.0008	0.0014
	S	≤0.0010	0.0005	0.0005	0.0002	0.0003
	P	≤0.0010	<0.0010	<0.0010	0.0005	<0.0010
	C	≤0.0030	0.0012	0.0012	0.0028	0.0014
O	≤0.500	0.200	0.220	0.280	0.250	
BET, μm		>0.14~0.18	0.149	0.147	0.138	0.148

表 12 FW-1 牌号 09 型钨粉样品的化学成分、物理性能

项目	供样公司	标准要求	湖北绿钨			
	检测公司		湖北绿钨	中钨稀有	自硬公司	南硬公司
杂质	Fe	≤0.002	0.001	<0.0010	<0.0005	<0.0006
	Al	≤0.0010	0.0001	<0.0010	<0.0005	<0.0005

含量，%	Si	≤0.0010	0.0003	<0.0010	<0.0005	<0.0005
	Mg	≤0.0007	0.0001	<0.0007	<0.0005	<0.0005
	Mn	≤0.0010	0.0001	<0.0010	<0.0005	<0.0005
	Ni	≤0.0030	0.0001	<0.0007	<0.0005	<0.0002
	As	≤0.0010	0.0002	<0.0010	<0.0005	<0.0007
	Pb	≤0.0001	0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
	Bi	≤0.0001	0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
	Sn	≤0.0003	0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
	Sb	≤0.0010	0.0001	<0.0010	<0.0005	<0.0002
	Cu	≤0.0005	0.0001	<0.0005	<0.0001	<0.0003
	Ca	≤0.0010	0.0002	<0.0010	<0.0005	<0.0004
	Co	≤0.0010	0.0001	<0.0010	<0.0005	<0.0004
	Cr	≤0.0050	0.0014	<0.0010	<0.0005	<0.0004
	Mo	≤0.0030	0.0016	<0.0030	<0.0010	<0.0020
	K+Na	≤0.0030	0.0008	<0.0020	<0.0008	0.0013
	S	≤0.0010	0.0001	0.0005	0.0002	0.0005
	P	≤0.0010	0.0002	<0.0010	0.0005	<0.0010
	C	≤0.0030	0.0009	0.0029	0.002	0.0016
	O	≤0.300	0.190	0.240	0.220	0.200
BET, μm	>0.18~0.24	0.200	0.227	0.206	0.228	

表 13 FW-1 牌号 60 型钨粉样品的化学成分、物理性能

项目	供样公司	标准要求	章源钨业			
	检测公司		章源钨业	中钨稀有	自硬公司	南硬公司
杂质含量，%	Fe	≤0.005	0.0006	<0.0010	<0.0005	<0.0006
	Al	≤0.0010	0.0005	<0.0010	<0.0005	<0.0005
	Si	≤0.0010	0.0006	<0.0010	<0.0005	<0.0005
	Mg	≤0.0007	0.0005	<0.0007	<0.0005	<0.0005
	Mn	≤0.0010	0.0005	<0.0010	<0.0005	<0.0005
	Ni	≤0.0030	0.0005	<0.0007	<0.0005	<0.0002
	As	≤0.0010	0.008	<0.0010	<0.0005	<0.0007
	Pb	≤0.0001	0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
	Bi	≤0.0001	0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001

Sn	≤0.0003	0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Sb	≤0.0010	0.0006	<0.0010	<0.0005	<0.0002
Cu	≤0.0005	0.0001	<0.0005	<0.0001	<0.0003
Ca	≤0.0010	0.0006	<0.0010	<0.0005	<0.0004
Co	≤0.0010	0.0005	<0.0010	<0.0005	<0.0004
Cr	≤0.0050	0.0005	<0.0010	<0.0005	<0.0004
Mo	≤0.0030	0.0014	<0.0030	<0.0010	<0.0020
K+Na	≤0.0030	0.0015	<0.0020	<0.0010	0.0014
S	≤0.0010	0.0005	0.0005	0.0002	0.0005
P	≤0.0010	0.001	<0.0010	0.0005	<0.0010
C	≤0.0030	0.002	0.0023	0.0015	0.0016
O	≤0.060	0.022	0.020	0.0240	0.030
平均粒度, μm	>6.0~8.0	7.14	6.73	7.40	7.35

表 14 FW-1 牌号 80 型钨粉样品的化学成分、物理性能

项目	供样公司	标准	章源钨业		
	检测公司		章源钨业	江西国创	赣州海盛
杂质含量 , %	Fe	≤0.005	0.0006	0.00029	0.0005
	Al	≤0.0010	0.0008	0.00003	0.0005
	Si	≤0.0010	0.0006	0.00032	0.0005
	Mg	≤0.0007	0.0003	0.00005	0.0003
	Mn	≤0.0010	0.0005	0.00017	0.0003
	Ni	≤0.0030	0.0005	0.00032	0.0005
	As	≤0.0010	0.0008	0.00013	0.0005
	Pb	≤0.0001	0.0001	0.00006	0.00005
	Bi	≤0.0001	0.0001	0.00002	0.00005
	Sn	≤0.0003	0.0001	0.00001	0.00005
	Sb	≤0.0010	0.0006	0.00012	0.0003
	Cu	≤0.0005	0.0001	0.00015	0.0001
	Ca	≤0.0010	0.0006	0.00052	0.0005
	Co	≤0.0010	0.0005	0.00019	0.0005
	Cr	≤0.0050	0.0005	0.00034	0.0005
	Mo	≤0.0030	0.0020	0.00067	0.0015

	K+Na	≤0.0030	0.001	0.0015	0.001
	S	≤0.0010	0.0005	0.0003	0.0005
	P	≤0.0010	0.0005	0.00032	0.0005
	C	≤0.0030	0.0015	0.0026	0.0019
	O	≤0.050	0.010	0.015	0.012
平均粒度, μm		>8.0~10.0	9.00	8.95	9.50

表 15 FW-1 牌号 200 型钨粉样品的化学成分、物理性能

项目	供样公司	标准	章源钨业		
	检测公司		章源钨业	江西国创	赣州海盛
杂质含量, %	Fe	≤0.010	0.0006	0.00062	0.0006
	Al	≤0.0010	0.0005	0.00003	0.0005
	Si	≤0.0010	0.0006	0.00031	0.0005
	Mg	≤0.0007	0.0003	0.00004	0.0003
	Mn	≤0.0010	0.0005	0.0002	0.0003
	Ni	≤0.0030	0.0029	0.0028	0.0027
	As	≤0.0010	0.0008	0.00013	0.0005
	Pb	≤0.0001	0.0001	0.00006	0.00005
	Bi	≤0.0001	0.0001	0.00002	0.00005
	Sn	≤0.0003	0.0001	0.00001	0.00005
	Sb	≤0.0010	0.0006	0.0001	0.0003
	Cu	≤0.0005	0.0001	0.00017	0.0001
	Ca	≤0.0010	0.0006	0.0005	0.0005
	Co	≤0.0010	0.0005	0.0002	0.0005
	Cr	≤0.0050	0.0005	0.0014	0.0012
	Mo	≤0.0030	0.0018	0.0004	0.0015
	K+Na	≤0.0030	0.0010	0.0013	0.0012
	S	≤0.0010	0.0005	0.0003	0.0005
	P	≤0.0010	0.0010	0.00027	0.0005
	C	≤0.0030	0.0018	0.0024	0.0016
O	≤0.030	0.015	0.048	0.038	
平均粒度, μm		>20.0~25.0	24.0	23.8	25.0

表 16 FW-1 牌号 250 型钨粉样品的化学成分、物理性能

项目	供样公司	标准	湖北绿钨		
	检测公司		湖北绿钨	江西国创	赣州海盛
杂质含量， %	Fe	≤0.010	0.0008	0.00032	0.0005
	Al	≤0.0010	0.0001	0.00004	0.0005
	Si	≤0.0010	0.0003	0.00034	0.0005
	Mg	≤0.0007	0.0001	0.00005	0.0003
	Mn	≤0.0010	0.0001	0.00021	0.0003
	Ni	≤0.0030	0.0002	0.0003	0.0005
	As	≤0.0010	0.0001	0.00011	0.0005
	Pb	≤0.0001	0.0001	0.00006	0.00005
	Bi	≤0.0001	0.0001	0.00002	0.00005
	Sn	≤0.0003	0.0001	0.00001	0.00005
	Sb	≤0.0010	0.0001	0.00012	0.0003
	Cu	≤0.0005	0.0001	0.00003	0.0001
	Ca	≤0.0010	0.0001	0.00053	0.0005
	Co	≤0.0010	0.0001	0.00019	0.0005
	Cr	≤0.0050	0.0028	0.0021	0.0036
	Mo	≤0.0030	0.0012	0.00034	0.0015
	K+Na	≤0.0030	0.0015	0.0022	0.0019
	S	≤0.0010	0.0001	0.0003	0.0005
	P	≤0.0010	0.0001	0.00028	0.0005
	C	≤0.0030	0.0008	0.0029	0.0018
O	≤0.030	0.020	0.030	0.021	
平均粒度， μm		25.0~30.0	26.8	27.3	29.0

从以上 FW-1 牌号 7 种型号产品样品分析检测数据可知，仅 200 型钨粉样品检测氧含量数据中的两家公司超出标准要求，或因样品保管不当导致，其它样品检测均满足标准要求。

2.2.4.2 FW-1 牌号钨粉三批次平均值

标准编制组充分收集株洲硬质合金集团有限公司、中钨稀有金属新材料（湖南）有限公司、自贡硬质合金有限责任公司、南昌硬质合金有限责任公司、赣州虹飞钨钼材料有限公司、崇义章源钨业股份有限公司、湖北绿钨资源循环有限公司、赣州海盛钨业股份有限公司等共八家公司 FW-1 牌号钨粉化学成分、物理性能分析检测结果，其中部分型号该公司未大批生产，因此数据未提供，见表 18、表 19、表 20：

表 18 业内主要企业 FW-1 的化学成分（三批次平均值）单位为%

项目	数据来源	标准	株硬公司	中钨稀有	自硬公司	南硬公司	赣州虹飞	章源钨业	湖北绿钨	赣州海盛
杂质含量，%	Fe: 粒度小于 1.0 μm	≤0.0020	0.0012	-	-	-	-	0.0006	0.0016	0.0007
	Fe: 粒度 ≥ 1.0 μm ~ 10 μm	≤0.0050	0.0039	0.001	0.0015	<0.0050	0.0013	0.0006	-	0.0008
	Fe: 粒度 ≥ 10 μm	≤0.0100	0.0068	-	0.0008	<0.0100	0.0005	0.0006	0.0015	0.0016
	Al	≤0.0010	<0.0010	<0.0010	0.0006	<0.0005	0.0005	0.0008	0.0002	0.0005
	Si	≤0.0010	<0.0010	0.0010	0.0005	<0.0010	0.0005	0.0006	0.0004	0.0005
	Mg	≤0.0007	<0.0007	<0.0007	0.0005	<0.0005	0.0005	0.0005	0.0002	0.0003
	Mn	≤0.0010	<0.0010	<0.0010	0.0005	<0.0005	0.0005	0.0005	0.0002	0.0003
	Ni	≤0.0030	0.0018	0.0007	0.001	<0.0005	0.0005	0.0005	0.0003	0.0014
	As	≤0.0010	<0.0010	<0.0010	0.0005	<0.0007	0.0005	0.0009	0.0002	0.0005
	Pb	≤0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0001	<0.0001	0.00007	0.0001	0.0001	0.0001
	Bi	≤0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0001	<0.0001	0.00007	0.0001	0.0001	0.0001
	Sn	≤0.0003	<0.0001	0.0001	0.0001	<0.0001	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001
	Sb	≤0.0010	<0.0005	<0.0010	0.0005	<0.0002	0.0007	0.0006	0.0001	0.0003
	Cu	≤0.0005	<0.0005	<0.0005	0.0002	<0.0003	0.0005	0.0001	0.0002	0.0001
	Ca	≤0.0010	<0.0010	<0.0010	0.0006	<0.0010	0.0007	0.0006	0.0003	0.0005
	Co	≤0.0010	<0.0010	<0.0010	0.0005	<0.0010	0.0005	0.0005	0.0001	0.0005
	Cr	≤0.0050	0.003	<0.0010	0.0007	<0.0050	0.0005	0.0005	0.0028	0.001
	Mo	≤0.0030	<0.0030	<0.0030	0.001	<0.0030	0.0007	0.0023	0.0018	0.001
	K+Na	≤0.0030	0.0020	<0.0020	0.0013	0.0030	0.0015	0.0022	0.0020	0.0025
	S	≤0.0010	0.0005	0.0005	0.0002	0.0010	0.0005	0.0005	0.0003	0.0003
P	≤0.0010	<0.0010	<0.0010	0.0005	<0.0010	0.0005	0.0010	0.0002	0.0005	
C	≤0.0030	0.0021	0.0021	0.0025	<0.0030	0.0025	0.0050	0.0023	0.0028	

从上表所收集的检测数据可知，崇义章源钨业股份有限公司的 C 含量一项超出标准要求，但其所提供的 60 型、80 型、200 型样品所测 C 含量均满足标准要求；其它公司数据均满足标准要求。

表 19 业内主要企业 FW-1 的各型号氧含量（三批次平均值）单位为%

型号	标准	株硬公司	中钨稀有	自硬公司	南硬公司	赣州虹飞	章源钨业	湖北绿钨	赣州海盛
07	≤0.60	0.45	-	-	-	-	0.60	0.31	0.29
08	≤0.50	0.36	-	-	-	-	0.50	0.24	0.25
09	≤0.30	0.21	-	-	-	-	0.30	0.19	0.19

10	≤0.20	0.15	-	0.14	0.20	0.098	0.20	0.10	0.12
15	≤0.15	0.12	-	0.064	0.10	0.09	0.15	-	0.064
20	≤0.10	0.08	0.064	0.054	0.06	0.058	0.10	0.05	0.047
25	≤0.10	0.07	-	0.04	0.05	0.041	0.10	0.05	0.045
30	≤0.08	0.06	-	0.037	0.04	0.032	0.08	-	0.028
40	≤0.08	0.052	0.037	0.026	0.04	0.023	0.08	-	0.022
50	≤0.07	0.045	-	0.025	0.03	0.022	0.07	-	0.019
60	≤0.06	0.04	0.023	0.019	-	0.019	0.06	-	0.016
80	≤0.05	0.036	-	-	0.03	0.014	0.05	-	0.015
100	≤0.04	0.032	-	0.012	0.03	-	0.04	-	0.016
150	≤0.04	0.03	-	-	0.03	-	0.04	-	-
200	≤0.03	0.027	-	0.013	0.02	-	0.03	0.02	0.011
250	≤0.03	0.026	-	-	0.02	-	0.03	0.02	-
300	≤0.03	0.024	-	-	0.02	-	0.03	0.02	0.014

从上表所收集的检测数据可知，各家公司数据均满足标准要求。

表 20 业内主要企业 FW-1 的各型号平均粒度（三批次平均值）

型号	标准	株硬公司	中钨稀有	自硬公司	南硬公司	赣州虹飞	章源钨业	湖北绿钨	赣州海盛
07	>0.10~0.14	0.125	-	-	-	-	0.12	0.12	0.12
08	>0.14~0.18	0.167	-	-	-	-	0.14	0.15	0.16
09	>0.18~0.24	0.201	-	-	-	-	0.20	0.19	0.2
10	>1.0~1.5	1.35	-	1.12	1.30	1.43	1.21	1.12	1.18
15	>1.5~2.0	1.68	-	1.78	1.80	1.55	1.63	-	1.72
20	>2.0~2.5	2.36	2.14	2.33	2.20	2.22	2.25	2.35	2.25
25	>2.5~3.0	2.81	-	2.84	2.70	2.86	2.71	2.83	2.70
30	>3.0~4.0	3.53	-	3.75	3.30	3.01	3.50	-	3.67
40	>4.0~5.0	4.74	4.13	4.45	4.40	4.82	4.51	-	4.41
50	>5.0~6.0	5.50	-	5.55	5.30	5.22	5.37	-	5.35
60	>6.0~8.0	7.02	6.65	6.90	-	6.41	7.12	-	7.07
80	>8.0~10.0	9.06	-	-	9.20	9.65	9.04	-	8.80
100	>10.0~15.0	12.35	-	12.3	12.0	-	12.3	-	11.9
150	>15.0~20.0	18.22	-	-	17.0	-	17.8	-	-
200	>20.0~25.0	22.38	-	24.2	22.0	-	22.4	22.47	22.3
250	>25.0~30.0	26.28	-	-	28.0	-	26.5	27.6	-
300	>30.0	32.1	-	-	33.0	-	31.4	33.2	37.4

从上表所收集的检测数据可知，各家公司数据均满足标准要求。

2.2.4.3 FW-1 牌号钨粉标准指标修正

经以上数据对标分析，考虑到各家公司之间仪器的分析精度以及分析误差，经对比修正，FW-1 牌号的化学成分、物理性能要求预审稿与讨论稿保持一致，应符合表 21、表 22、表 23 的规定。

表 21 FW-1 牌号钨粉的化学成分 质量分数/%

项目		讨论稿	预审稿	送审稿	
杂质含量，不大于	Fe	粒度小于1.0 μm	0.0020	0.0020	0.0020
		粒度≥1.0 μm~10 μm	0.0050	0.0050	0.0050
		粒度大于10 μm	0.0100	0.0100	0.0100
	Al	0.0010	0.0010	0.0010	
	Si	0.0010	0.0010	0.0010	
	Mg	0.0007	0.0007	0.0007	
	Mn	0.0010	0.0010	0.0010	
	Ni	0.0030	0.0030	0.0030	
	As	0.0010	0.0010	0.0010	
	Pb	0.0001	0.0001	0.0001	
	Bi	0.0001	0.0001	0.0001	
	Sn	0.0003	0.0003	0.0003	
	Sb	0.0010	0.0010	0.0010	
	Cu	0.0005	0.0005	0.0005	
	Ca	0.0010	0.0010	0.0010	
	Co	0.0010	0.0010	0.0010	
	Cr	0.0050	0.0050	0.0050	
	Mo	0.0030	0.0030	0.0030	
	K+Na	0.0010	0.0010	0.0010	
	S	0.0010	0.0010	0.0010	
P	0.0010	0.0010	0.0010		
C	0.0030	0.0030	0.0030		

表 22 FW-1 牌号钨粉的氧含量 单位为%

型号	讨论稿	预审稿	送审稿
07	≤0.60	≤0.60	≤0.60
08	≤0.50	≤0.50	≤0.50
09	≤0.30	≤0.30	≤0.30
10	≤0.20	≤0.20	≤0.20
15	≤0.15	≤0.15	≤0.15
20	≤0.10	≤0.10	≤0.10
25	≤0.10	≤0.10	≤0.10
30	≤0.08	≤0.08	≤0.08
40	≤0.08	≤0.08	≤0.08
50	≤0.07	≤0.07	≤0.07
60	≤0.06	≤0.06	≤0.06
80	≤0.05	≤0.05	≤0.05

100	≤0.04	≤0.04	≤0.04
150	≤0.04	≤0.04	≤0.04
200	≤0.03	≤0.03	≤0.03
250	≤0.03	≤0.03	≤0.03
300	≤0.03	≤0.03	≤0.03

表 23 FW-1 牌号钨粉的平均粒度

单位为 μm

型号	讨论稿	预审稿	送审稿
07	>0.10~0.14	>0.10~0.14	>0.10~0.14
08	>0.14~0.18	>0.14~0.18	>0.14~0.18
09	>0.18~0.24	>0.18~0.24	>0.18~0.24
10	>1.0~1.5	>1.0~1.5	>1.0~1.5
15	>1.5~2.0	>1.5~2.0	>1.5~2.0
20	>2.0~2.5	>2.0~2.5	>2.0~2.5
25	>2.5~3.0	>2.5~3.0	>2.5~3.0
30	>3.0~4.0	>3.0~4.0	>3.0~4.0
40	>4.0~5.0	>4.0~5.0	>4.0~5.0
50	>5.0~6.0	>5.0~6.0	>5.0~6.0
60	>6.0~8.0	>6.0~8.0	>6.0~8.0
80	>8.0~10.0	>8.0~10.0	>8.0~10.0
100	>10.0~15.0	>10.0~15.0	>10.0~15.0
150	>15.0~20.0	>15.0~20.0	>15.0~20.0
200	>20.0~25.0	>20.0~25.0	>20.0~25.0
250	>25.0~30.0	>25.0~30.0	>25.0~30.0
300	>30.0	>30.0	>30.0

2.2.5 FW-2 牌号钨粉技术要求

FW-2 牌号钨粉适用于触头合金、高密度屏蔽材料。该牌号钨粉型号与 FW-1 牌号钨粉相同，化学成分要求略低于 FW-1 牌号钨粉要求，因此未安排样品验证。

2.2.5.1 FW-2 牌号钨粉三批次平均值

标准编制组充分收集株洲硬质合金集团有限公司、中钨稀有金属新材料（湖南）有限公司、自贡硬质合金有限责任公司、南昌硬质合金有限责任公司、赣州虹飞钨钼材料有限公司、崇义章源钨业股份有限公司、湖北绿钨资源循环有限公司、赣州海盛钨业股份有限公司等行业内钨粉生产企业的生产数据，但仅赣州虹飞钨钼材料有限公司、赣州海盛钨业股份有限公司等两家公司提供了相关的生产数据，其它公司均表示未进行 FW-2 牌号钨粉的生产。两家公司 FW-2 牌号钨粉化学成分、物理性能分析检测结果见表 24、表 25、表 26：

表 24 业内主要企业 FW-2 牌号的化学成分（三批次平均值）单位为%

项目	标准	赣州虹飞	赣州海盛
Fe	≤0.002	0.0017	0.0010
Al	≤0.0020	0.0016	0.0005
Si	≤0.0020	0.0016	0.0005
Mg	≤0.0020	0.0014	0.0003
Mn	≤0.0020	0.0016	0.0003
Ni	≤0.0040	0.0025	0.0006
As	≤0.0020	0.0017	0.0005
Pb	≤0.0005	0.0004	0.0001
Bi	≤0.0005	0.0004	0.0001
Sn	≤0.0005	0.0004	0.0001
Sb	≤0.0010	0.0008	0.0003
Cu	≤0.0010	0.0008	0.0001
Ca	≤0.0020	0.0016	0.0005
Co	≤0.0050	0.0032	0.0005
Cr	≤0.0100	0.0043	0.0007
Mo	≤0.0050	0.0027	0.0010
K+Na	≤0.0030	0.0020	0.0008
S	≤0.0020	0.0012	0.0003
P	≤0.0020	0.0013	0.0005
C	≤0.0060	0.0045	0.0021

从上表所收集的检测数据可知，各家公司数据均满足标准要求。

表 25 业内主要企业 FW-2 牌号各型号氧含量（三批次平均值）单位为%

型号	标准	赣州虹飞	赣州海盛
07	≤0.60	-	-
08	≤0.50	-	-
09	≤0.30	-	-
10	≤0.20	0.15	-
15	≤0.15	0.11	-
20	≤0.10	0.082	-
25	≤0.10	0.065	-
30	≤0.08	0.05	0.042
40	≤0.08	0.022	0.039
50	≤0.07	0.017	-
60	≤0.06	0.011	-
80	≤0.05	-	-
100	≤0.04	-	-
150	≤0.04	-	-
200	≤0.03	-	-

250	≤0.03	-	-
300	≤0.03	-	-

从上表所收集的检测数据可知，各家公司数据均满足标准要求。

表 26 业内主要企业 FW-2 的各型号平均粒度（三批次平均值）

型号	标准	赣州虹飞	赣州海盛
07	>0.10~0.14	-	-
08	>0.14~0.18	-	-
09	>0.18~0.24	-	-
10	>1.0~1.5	1.46	-
15	>1.5~2.0	1.98	-
20	>2.0~2.5	2.23	-
25	>2.5~3.0	2.98	-
30	>3.0~4.0	3.54	3.30
40	>4.0~5.0	4.34	4.80
50	>5.0~6.0	5.54	-
60	>6.0~8.0	6.12	-
80	>8.0~10.0	-	-
100	>10.0~15.0	-	-
150	>15.0~20.0	-	-
200	>20.0~25.0	-	-
250	>25.0~30.0	-	-
300	>30.0	-	-

从上表所收集的检测数据可知，各家公司数据均满足标准要求。

2.2.5.2 FW-2 牌号钨粉标准指标修正

经以上数据对标分析，考虑到各家公司之间仪器的分析精度以及分析误差，经对比修正，FW-2 牌号的化学成分、物理性能要求预审稿与讨论稿保持一致，应符合表 27、表 28、表 29 的规定。

表 27 FW-2 牌号钨粉的化学成分 质量分数/%

项目	讨论稿	预审稿	送审稿
Fe	≤0.002	≤0.002	≤0.002
Al	≤0.0020	≤0.0020	≤0.0020
Si	≤0.0020	≤0.0020	≤0.0020
Mg	≤0.0020	≤0.0020	≤0.0020
Mn	≤0.0020	≤0.0020	≤0.0020
Ni	≤0.0040	≤0.0040	≤0.0040
As	≤0.0020	≤0.0020	≤0.0020
Pb	≤0.0005	≤0.0005	≤0.0005
Bi	≤0.0005	≤0.0005	≤0.0005

Sn	≤0.0005	≤0.0005	≤0.0005
Sb	≤0.0010	≤0.0010	≤0.0010
Cu	≤0.0010	≤0.0010	≤0.0010
Ca	≤0.0020	≤0.0020	≤0.0020
Co	≤0.0050	≤0.0050	≤0.0050
Cr	≤0.0100	≤0.0100	≤0.0100
Mo	≤0.0050	≤0.0050	≤0.0050
K+Na	≤0.0030	≤0.0030	≤0.0030
S	≤0.0020	≤0.0020	≤0.0020
P	≤0.0020	≤0.0020	≤0.0020
C	≤0.0060	≤0.0060	≤0.0060

表 28 FW-2 牌号钨粉的氧含量 单位为%

型号	讨论稿	预审稿	送审稿
07	≤0.60	≤0.60	≤0.60
08	≤0.50	≤0.50	≤0.50
09	≤0.30	≤0.30	≤0.30
10	≤0.20	≤0.20	≤0.20
15	≤0.15	≤0.15	≤0.15
20	≤0.10	≤0.10	≤0.10
25	≤0.10	≤0.10	≤0.10
30	≤0.08	≤0.08	≤0.08
40	≤0.08	≤0.08	≤0.08
50	≤0.07	≤0.07	≤0.07
60	≤0.06	≤0.06	≤0.06
80	≤0.05	≤0.05	≤0.05
100	≤0.04	≤0.04	≤0.04
150	≤0.04	≤0.04	≤0.04
200	≤0.03	≤0.03	≤0.03
250	≤0.03	≤0.03	≤0.03
300	≤0.03	≤0.03	≤0.03

表 29 FW-2 牌号钨粉的平均粒度 单位为 μm

型号	讨论稿	预审稿	送审稿
07	>0.10~0.14	>0.10~0.14	>0.10~0.14
08	>0.14~0.18	>0.14~0.18	>0.14~0.18
09	>0.18~0.24	>0.18~0.24	>0.18~0.24
10	>1.0~1.5	>1.0~1.5	>1.0~1.5
15	>1.5~2.0	>1.5~2.0	>1.5~2.0

20	>2.0~2.5	>2.0~2.5	>2.0~2.5
25	>2.5~3.0	>2.5~3.0	>2.5~3.0
30	>3.0~4.0	>3.0~4.0	>3.0~4.0
40	>4.0~5.0	>4.0~5.0	>4.0~5.0
50	>5.0~6.0	>5.0~6.0	>5.0~6.0
60	>6.0~8.0	>6.0~8.0	>6.0~8.0
80	>8.0~10.0	>8.0~10.0	>8.0~10.0
100	>10.0~15.0	>10.0~15.0	>10.0~15.0
150	>15.0~20.0	>15.0~20.0	>15.0~20.0
200	>20.0~25.0	>20.0~25.0	>20.0~25.0
250	>25.0~30.0	>25.0~30.0	>25.0~30.0
300	>30.0	>30.0	>30.0

2.2.6 FWP-1 牌号钨粉技术要求

FWP-1 牌号钨粉适用于等离子喷镀材料，应用于制备耐磨、耐高温涂层，如在模具、发动机部件等表面增强其使用寿命；应用于耐腐蚀场景，保护金属基体免受化学介质侵蚀。

2.2.6.1 FWP-1 牌号钨粉样品验证

编制组经充分调研，由成都长城钨钼新材料有限公司提供 FWP-1 牌号钨粉样品，经江西国创院新材料有限公司（南昌大学）、赣州海盛钨业股份有限公司进行分析检测，其化学成分、物理性能分析检测结果详见表 30：

表 30 FWP-1 牌号钨粉样品的化学成分、物理性能

项目	供样公司	标准	长城钨钼		
	检测公司		长城钨钼	江西国创	赣州海盛
杂质含量，%	Fe	≤0.020	0.0016	0.0022	0.0024
	Al	≤0.003	0.0008	0.0008	0.0022
	Si	≤0.010	<0.0005	0.00039	0.0005
	Mg	≤0.004	<0.0001	0.00023	0.0005
	Mn	≤0.004	<0.0005	0.00018	0.0003
	Ni	≤0.0050	0.0015	0.0017	0.0016
	As	≤0.0020	<0.0005	0.00012	0.0005
	Pb	≤0.0007	<0.0005	0.00006	0.0001
	Bi	≤0.0007	<0.0005	0.00002	0.0001
	Sn	≤0.0007	<0.0005	0.00001	0.0001

Sb	≤ 0.0010	<0.0005	0.00012	0.0003
Cu	≤ 0.0020	<0.0002	0.00009	0.0001
Ca	≤ 0.0040	<0.0005	0.0010	0.0010
Mo	≤0.0100	<0.0010	0.00034	0.0015
K+Na	≤0.0030	0.0010	0.0016	0.0014
P	≤0.0040	<0.0010	0.0003	0.0005
C	≤0.010	0.0011	0.0026	0.0018
O	≤0.100	0.015	0.016	0.01
粒度组成, % (45~75) μm的粉末重量	≥80	87.5	90.5	83.6
松装密度, g/cm ³	4.0~8.0	8.8	8.84	8.84

从上表分析检测数据可知,除松装密度值三家公司数据都超出标准要求,其它分析项目均满足标准要求。

2.2.6.2 FWP-1 牌号钨粉三批次平均值

标准编制组充分收集株洲硬质合金集团有限公司、中钨稀有金属新材料(湖南)有限公司、自贡硬质合金有限责任公司、南昌硬质合金有限责任公司、赣州虹飞钨钼材料有限公司、崇义章源钨业股份有限公司、湖北绿钨资源循环有限公司、赣州海盛钨业股份有限公司、成都长城钨钼新材料有限公司等行业内钨粉生产企业的生产数据,但仅赣州虹飞钨钼材料有限公司、成都长城钨钼新材料有限公司等两家公司提供了相关的生产数据,其它公司均表示未进行FWP-1牌号钨粉的生产。两家公司FWP-1牌号钨粉化学成分、物理性能分析检测结果见表31:

表 31 业内主要企业 FWP-1 牌号钨粉的化学成分、物理性能

项目	标准	赣州虹飞	长城钨钼	
杂质含量, %	Fe	≤0.020	0.0066	0.0015
	Al	≤0.003	0.0025	0.0010
	Si	≤0.010	0.0035	0.0011
	Mg	≤0.004	0.0024	0.0001
	Mn	≤0.004	0.0034	0.0005
	Ni	≤0.0050	0.0037	0.0040
	As	≤0.0020	0.0016	0.0005
	Pb	≤0.0007	0.00056	0.0005
	Bi	≤ 0.0007	0.00057	0.0005
	Sn	≤ 0.0007	0.0006	0.0005

Sb	≤ 0.0010	0.0009	0.0005
Cu	≤ 0.0020	0.0016	0.0002
Ca	≤ 0.0040	0.0024	0.0010
Mo	≤0.0100	0.0056	0.0010
K+Na	≤0.0030	0.0021	0.0010
P	≤0.0040	0.0028	0.0010
C	≤0.010	0.0052	0.0013
O	≤0.100	0.077	0.020
粒度组成, % (45~75) μm的粉末重量	≥80	84	85
松装密度, g/cm ³	4.0~8.0	6.32	8.8

从上表收集的检测数据可知,成都长城钨钼新材料有限公司的松装密度值超出标准要求,其它分析项目均满足标准要求。

2.2.6.3 FWP-1 牌号钨粉标准指标修正

经以上数据对标分析,考虑到各家公司之间仪器的分析精度以及分析误差,适当调整FWP-1牌号钨粉的松装密度范围。经对比修正,FWP-1牌号钨粉的化学成分、物理性能要求应符合表32的规定。

表 32 FWP-1 牌号钨粉的化学成分、物理性能

项目		讨论稿	预审稿	送审稿
杂质含量, %	Fe	≤0.020	≤0.020	≤0.020
	Al	≤0.003	≤0.003	≤0.003
	Si	≤0.010	≤0.010	≤0.010
	Mg	≤0.004	≤0.004	≤0.004
	Mn	≤0.004	≤0.004	≤0.004
	Ni	≤0.0050	≤0.0050	≤0.0050
	As	≤0.0020	≤0.0020	≤0.0020
	Pb	≤0.0007	≤0.0007	≤0.0007
	Bi	≤ 0.0007	≤ 0.0007	≤ 0.0007
	Sn	≤ 0.0007	≤ 0.0007	≤ 0.0007
	Sb	≤ 0.0010	≤ 0.0010	≤ 0.0010
	Cu	≤ 0.0020	≤ 0.0020	≤ 0.0020
	Ca	≤ 0.0040	≤ 0.0040	≤ 0.0040

Mo	≤0.0100	≤0.0100	≤0.0100
K+Na	≤0.0030	≤0.0030	≤0.0030
P	≤0.0040	≤0.0040	≤0.0040
C	≤0.010	≤0.010	≤0.010
O	≤0.100	≤0.100	≤0.100
粒度组成, % (45~≤75) μm的粉末重量	≥80	≥80	≥80
松装密度, g/cm ³	4.0~8.0	6.0~10.0	6.0~10.0

2.2.7 外观质量

FW-0、FW-1、FW-2 外观呈浅灰色或深灰色，FWP-1 外观呈亮灰色；各种钨粉颜色应均匀一致，无目视可见的夹杂物。

2.3 标准修订前后主要内容对比

本标准修订后与 GB/T 3458-2006 《钨粉》指标对比变化如下：

2.3.1 增加了 FW-0 牌号及其技术要求，见表 33、表 34。

表 33 FW-0 的化学成分 单位为%

项目名称	预审稿	送审稿	
杂质含量，不大于	Fe	0.0010	0.0010
	Al	0.0005	0.0005
	Si	0.0005	0.0005
	Mg	0.0005	0.0005
	Mn	0.0005	0.0005
	Ni	0.0005	0.0005
	As	0.0005	0.0005
	Pb	0.0001	0.0001
	Bi	0.0001	0.0001
	Sn	0.0001	0.0001
	Sb	0.0002	0.0002
	Cu	0.0001	0.0001
	Ca	0.0005	0.0005
	Co	0.0005	0.0005
	Cr	0.0005	0.0005
	Mo	0.0010	0.0010
	K+Na	0.0020	0.0020
	S	0.0005	0.0005
P	0.0010	0.0010	

	C	0.0020	0.0025
	0	0.060	0.070

表 34 FW-0 的物理性能

产品型号	平均粒度, μm	松装密度, g/cm^3	摇实密度, g/cm^3
20	1.5~2.5	1.7~3.5	4.8~6.2
30	2.5~3.5	2.8~4.0	5.0~7.5

2.3.2 调整了 FW-1、FW-2、FWP-1 三个牌号的技术要求, 见表 35、表 36。

表35 化学成分

产品 牌号		FW-1		FW-2		FWP-1	
		修订前	修订后	修订前	修订后	修订前	修订后
杂质 含量, 不大于	Fe	无	粒度小于 $1.0\mu\text{m}$: 0.0020	0.030	0.020	0.030	0.020
		粒度小于 $10\mu\text{m}$: 0.0050	粒度 $\geq 1.0\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$: 0.0050				
		粒度大于等于 $10\mu\text{m}$: 0.010	粒度大于 $10\mu\text{m}$: 0.0100				
	Al	0.0010	0.0010	0.0040	0.0020	0.0050	0.0030
	Si	0.0020	0.0010	0.0050	0.0020	0.0100	0.0100
	Mg	0.0010	0.0007	0.0040	0.0020	0.0040	0.0040
	Mn	0.0010	0.0010	0.0020	0.0020	0.0040	0.0040
	Ni	0.0030	0.0030	0.0040	0.0040	0.0050	0.0050
	As	0.0015	0.0010	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020
	Pb	0.0001	0.0001	0.0005	0.0005	0.0007	0.0007
	Bi	0.0001	0.0001	0.0005	0.0005	0.0007	0.0007
	Sn	0.0003	0.0003	0.0005	0.0005	0.0007	0.0007
	Sb	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010
	Cu	0.0007	0.0005	0.0010	0.0010	0.0020	0.0020
	Ca	0.0020	0.0010	0.0040	0.0020	0.0040	0.0040
	Co	-	0.0010	-	0.0050	-	-
	Cr	-	0.0050	-	0.0100	-	-
	Mo	0.0050	0.0030	0.010	0.0050	0.010	0.010
	K+Na	0.0030	0.0030	0.0030	0.0030	0.0030	0.0030
	S	-	0.0010	-	0.0020	-	-
P	0.0010	0.0010	0.0040	0.0020	0.0040	0.0040	
C	0.0050	0.0030	0.010	0.0060	0.010	0.010	
O	见表36				0.20	0.10	

表36 平均粒度范围、比表面及氧含量

产品型号		平均粒度范围, μm		氧含量, 不大于, %	
修订前	修订后	修订前	修订后	修订前	修订后
04	07	BET: <0.10	BET: >0.10~0.14	0.80	0.60
06	08	BET: >0.10~0.20	BET: >0.14~0.18	0.50	0.50
08	09	FSSS: $\geq 0.8\sim 1.0$	BET: >0.18~0.24	0.40	0.30
10	10	FSSS: >1.0~1.5	FSSS: >1.0~1.5	0.30	0.20
15	15	FSSS: >1.5~2.0	FSSS: >1.5~2.0	0.30	0.15
20	20	FSSS: >2.0~3.0	FSSS: >2.0~2.5	0.25	0.10
-	25	-	FSSS: >2.5~3.0	-	0.10
30	30	FSSS: >3.0~4.0	FSSS: >3.0~4.0	0.25	0.08
40	40	FSSS: >4.0~5.0	FSSS: >4.0~5.0	0.25	0.08
50	50	FSSS: >5.0~7.0	FSSS: >5.0~6.0	0.25	0.07
-	60	-	FSSS: >6.0~8.0	-	0.06
70	80	FSSS: >7.0~10.0	FSSS: >8.0~10.0	0.20	0.05
100	100	FSSS: >10.0~15.0	FSSS: >10.0~15.0	0.20	0.04
150	150	FSSS: >15.0~20.0	FSSS: >15.0~20.0	0.10	0.04
200	200	FSSS: >20.0~30.0	FSSS: >20.0~25.0	0.10	0.03
-	250	-	FSSS: >25.0~30.0	-	0.03
300	300	FSSS: >30.0	FSSS: >30.0	0.10	0.03

2.3.3 调整了FWP-1牌号钨粉的松装密度,由(4.0~8.0) g/cm^3 调整为(6.0~10.0) g/cm^3 。

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

经查,国外无同类型标准,本标准制定时主要是参照我公司的技术标准和市场需求而确定的,本标准属于国内先进水平。

3.2 国际和国外同类标准水平的对比分析

未检索到相应的国际和国外同类标准。

3.3 与现有标准及制订中的标准协调配套情况

本标准与现有制订中的标准无交叉重复。

3.4 涉及国内外专利及处置情况

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

本标准符合我国目前法律、法规的规定。

五、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

六、标准作为强制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

无。

八、废止现有有关标准的建议

无。

九、其他应予说明的事项

无。

十、预期效果

本标准充分考虑了我国钨粉生产企业的技术水平以及企业的使用要求，反映了钨粉的先进技术水平，标准颁布执行后，对于我国钨粉生产企业和相关行业的技术进步将起到积极作用。

《钨粉》国家标准编制小组

2025年10月