

国家标准

金属粉末 还原法测定氧含量

第 1 部分：总则

编制说明

(征求意见稿)

国家标准《金属粉末 还原法测定氧含量 第1部分：总则》

编制说明

一、工作简况

1.1 项目来源

根据《国家标准化管理委员会关于下达 2025 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[2025]43 号）文的精神，由广东省材料与加工研究所负责组织修订国家标准《金属粉末 还原法测定氧含量 第1部分：总则》，项目计划编号为 20253775-T-610，计划完成年限 2026 年。

1.2 项目概况

粉末冶金行业制备金属粉末时，氧被认为是最容易被污染的元素之一。金属粉末中的氧主要以微粒表面的氧化膜和内部氧化夹杂物的形式出现。前者是由于微粒接触空气或湿气自然氧化而形成，内部氧化夹杂物则是生产过程中主要金属局部未被还原而以氧化物形式存在或因原材料和/或设备的氧化物杂质所致。

粉末氧含量是指粉末中氧元素的含量百分比，通常以质量百分比（wt%）或原子百分比（at%）来表示。粉末氧含量是衡量粉末纯度和质量的重要指标，金属粉末中的氧含量对金属的加工性能、力学性能、热稳定性、导电性能等多方面有重要影响，粉末氧含量的控制是保证产品性能和稳定性的关键。粉末氧含量的测定在材料工业、冶金工业和热喷涂技术等多行业、多领域中被广泛应用，准确测量和控制粉末氧含量，对应提高产品性能、降低生产成本和保护环境都具有重要意义。

金属粉末氧含量的测定有多种物理方法或化学方法，例如：a) 直接测定氧元素的方法，如活化分析或质谱法；b) 还原方法：该方法中用氢或碳还原金属中的氧化物（全部或部分地被还原），氧含量与还原反应后样品的质量损失或产生的水或 CO/CO₂ 的量有关；c) 分离法等。本标准只涉及还原法，因为在实验室中常用这些方法来分析金属粉末的氧含量。

现行实施的《GB/T 5158.1-2011/ISO 4491-1:1989 金属粉末 还原法测定氧含量 第1部分：总则》是系列标准《金属粉末 还原法测定氧含量》中的第1部分（该系列标准已经发布了4个部分）。ISO 组织对 ISO 4491-1 进行了修订，于 2023 年正式发布了新的版本，本标准等同采标 ISO 4491-1:2023。修订后的国家标准保持了国际标准的先进性

和科学性，具有可操作性，满足了相关行业对该分析测试技术的需求，为国内企业产品研发、分析测试机构等提供分析技术规范 and 依据，可促进相关检测行业稳步发展。

1.3 承担单位情况

广东省科学院新材料研究所是广东省科学院直属的科研单位，由原广州有色金属研究院粉末冶金研究所、新材料研究所等单位重新组建而成，是华南地区最早从事粉末冶金研究及产业化的单位之一，组建有国家钛及稀有金属粉末冶金工程技术研究中心、广东省金属粉体材料工程技术研究中心、现代材料表面工程技术国家工程实验室等国家、省部级科技创新及基础条件平台 15 个，单位长期从事金属材料及其加工制造技术的工艺研发和工程化应用。

研究所主要围绕广东省战略新兴产业、重点传统产业和高端装备制造业及国家重大工程对产品开发及装备性能不断提升的需求，面向航空航天、海洋工程、先进装备制造、新能源汽车、机械、轨道交通、医疗器械等领域，开展高性能粉末冶金制品、分析检测技术、金属基复合材料、激光制造技术等的应用。先后承担了近 700 项国家 973、863、国家支撑、国际合作、国家重点研发计划、国家自然科学基金以及省市重大、重点科技攻关等项目，开发出多种高性能高温合金球形粉末、金属材料及构件，并实现工程化应用。迄今，累计取得各类科研成果 104 项，其中获国家科学技术进步二等奖 3 项，省级奖励 25 项，取得授权专利 570 多件；累计发表期刊论文 1580 多篇，出版论著 15 部；主导及参与起草国家标准 30 余项，行业标准 12 项，团体标准 18 项，在起草标准方面具有丰富的经验。

研究所现有职工 250 多人，其中中国工程院院士 2 人，长江学者 1 人，973 首席科学家 1 人，国家高层次人才特殊支持计划（“万人计划”）2 人，享受政府津贴 5 人，入选国家级青年人才计划 3 人，教授级高工和高级工程师 86 人，具有博士学位 60 余人，中级职称以上科技人员占 61%。

研究所拥有射频等离子制粉系统、等离子旋转电极制粉系统、雾化制粉系统、金属 3D 打印机（EOS M290）（多台）等齐全的粉末制备及增材制造设备。同时，单位具有完善的材料性能检测手段，主要有：ICP 化学成分分析、Zeiss 场发射扫描电镜、马尔文 3000 激光粒度仪、德国 ZWICK 公司 ZHV μ -S 显微硬度计、金相显微镜、氧氮分析仪、直读光谱仪等，能够对材料进行物理性能、化学性能、力学性能等分析测试。由十几个具有教授级、高级工程师或工程师职称（博士或硕士）的专业分析测试人员，可以满足科研及分析检测的需要。

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，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国防新材料研发任务和共性关键技术研发任务，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。

广东省科学院工业分析检测中心是我国南方从事金属材料、冶金产品、化工产品、再生资源质量检测、欧盟环保（RoHS）指令的有害物质检测、金属材料综合利用检测与咨询、评价以及分析测试技术研究的专业机构。先后隶属于广州有色金属研究院、广东省工业技术研究院（广州有色金属研究院），2015年12月经广东省机构编制委员会批准成为广东省科学院属下的独立事业法人单位。中心是一个检测设备配套齐全、检测技术完备、人员结构合理、管理科学的检测机构。近十年来获得省部级科技进步奖20项。累计申请专利15件，其中授权发明专利5件、授权实用新型专利2件。承担国家、省级各类项目50余项，主持和参与国家、行业标准300余项，发表专著5部，发表论文300余篇。

中南大学（Central South University，英文缩写为CSU），位于湖南省长沙市，是中华人民共和国教育部直属的全国重点大学，中央直管高校。是国家“211工程”首批重点建设高校，国家“985工程”部省重点共建高水平大学、国家“2011计划”首批牵头高校，2017年9月入选世界一流大学建设高校，2022年2月入选第二轮“双一流”建设高校。教育部“强基计划”首批试点高校，全国首批试点开展八年制医学教育（本博连读）的五所大学之一。中南大学由原湖南医科大学、长沙铁道学院与中南工业大学于2000年4月组建而成。原中南工业大学的前身为创建于1952年的中南矿冶学院，原长沙铁道学院的前身为创建于1953年的中南土木建筑学院，两校的主体学科最早溯源于1903年创办的湖南高等实业学堂的矿科和路科。原湖南医科大学的前身为1914年创建的湘雅医学专门学校。截至2025年1月，中南大学有岳麓山、麓南、潇湘、开福、杏林、天心六个校区组成，占地面积为317万平方米。有湘雅医院、湘雅二医院、湘雅三医院3所大型三级甲等综合性医院及湘雅口腔医院。设有31个二级学院，104个本科专业，招生专业89个。有一级学科博士学位授权点40个，博士专业学位授权点9个，一级学科硕士学位授权点46个，硕士专业学位授权点30个，博士后科研流动站32个，

一级学科国家重点学科 6 个，国家重点（培育）学科 1 个，国家“双一流”建设学科 5 个。有教职工 6034 人（截至 2023 年），全日制在校学生 6.2 万余名。

1.4 参编单位及主要起草人工作情况

标准起草过程中，钢铁研究总院有限公司、广东省科学院工业分析检测中心、中南大学等单位对标准的讨论稿提出修改意见与建议。

参编单位及分工见表 1。

表 1 参编单位及分工

	参编单位	分工
1	广东省科学院材料与加工研究所	负责调研、全过程的标准编制、修订，ISO 标准译文全文核对，全过程的协调
2	钢铁研究总院有限公司	参与标准修订、ISO 标准的译文核对
3	广东省科学院工业分析检测中心	参与标准修订、ISO 标准的译文核对
4	中南大学	参与标准修订、ISO 标准的译文核对
5		

标准主要起草人及分工见表 2。

表 2 标准主要起草人及分工

姓名	单位	分工
王娟	广东省科学院新材料研究所	负责调研、全过程的标准编制、修订，ISO 标准译文全文核对。
郑志斌	广东省科学院新材料研究所	参与标准修订，负责全过程的标准编制、修订，ISO 标准译文核对。
谭立新	广东省科学院新材料研究所	参与标准修订，负责全过程的协调及标准审查。ISO 标准译文全文核对。
王帅	广东省科学院新材料研究所	参与标准修订，对标准文本提出修改意见。ISO 标准译文核对。
李继康	钢铁研究总院有限公司	参与标准修订、对标准文本提出修改意见，ISO 标准的译文核对
张淑兰	钢铁研究总院有限公司	参与标准修订、对标准文本提出修改意见，ISO 标准的译文核对
熊晓燕	广东省科学院工业分析检测中心	参与标准修订、对标准文本提出修改意见，ISO 标准的译文核对
伍超群	广东省科学院工业分析检测中心	参与标准修订、对标准文本提出修改意见，ISO 标准的译文核对
凌继容	中南大学	参与标准修订、ISO 标准的译文核对
撒志远	中南大学	参与标准修订、ISO 标准的译文核对

1.5 主要工作过程

1.5.1 起草阶段

根据《国家标准化管理委员会关于下达 2025 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[2025]43 号）文的计划要求，广东省科学院新材料研究所成立了标准编制工作组，对目标任务进行分解，明确成员的任务要求，制定工作计划和进度安排。项目运行以来，标准编制组对国内外标准进行了查新，收集和分析了国内外标准及技术资料，对该检测方法进行了充分论证，在此基础上形成了标准的征求意见稿和编制说明。

1.5.2 征求意见阶段

2025 年 11 月 11~13 日，全国有色金属标准化技术委员会组织在杭州召开本标准的讨论会。来自全国有色金属标准化委员会粉末冶金分技术委员会、有色金属技术经济研究院、北矿新材料科技有限公司、中南大学、广东省科学院工业分析检测中心、江西铜业技术研究院有限公司、常德力元新材料有限责任公司、格林美科技有限公司、国标（北京）检验认证有限公司、株洲硬质合金集团有限公司、江西核工业兴中新材料有限公司、自贡硬质合金有限责任公司、华友新能源科技（衢州）有限公司等 18 家单位的 20 余位专家代表参加了会议。与会代表对本标准的征求意见稿和编制说明进行了认真、细致的讨论，提出了修改意见和建议。

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。征求意见的单位包括主要生产、经销、使用、科研、检验等单位及大专院校，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。

二、标准的编制原则和确定标准的主要内容的论据

2.1 标准编制原则

2.1.1 符合性

本标准的格式严格按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准的结构和起草规则》和《有色金属冶炼产品、加工产品、化学分析方法国家标准、行业标准编写示例》的要求进行编写。

2.1.2 适用性

本标准的修订充分反映了当前国内各研究、生产单位及分析测试机构的检测技术水平，力争做到修订的标准切实可行，能够被应用单位普遍接受。

2.1.3 先进性

本文件是等同采标最新的 ISO 4491-1:2023 修订的，修订后的文件对现有标准做了编辑性修改，第 6 章中增加了“表 1 当金属氧化物被氢还原时分析结果的表示”，将 a) 中碳含量和氧含量的结果表示的文字内容改为表格表示，使得表述更清晰；第 7 章“标准方法的实际应用”阐述标准的应用准则，不涉及具体的方法，应该放在最后章节更合适；另外表 2 给出了可用的测试方法总结，包括内部存在碳时，其对氧化物还原的影响，放在第 7 章更合适，故“表 2 不同的方法测定的氧含量”也放在第 7 章。修订后的标准可与国际标准接轨，提高了标准技术水平，有利于促进相关检测行业稳步发展。

2.2 标准修订的主要内容与论据

2.2.1 修订稿与原国家标准的主要差异与论据

本文件规定了术语和定义、取样、根据所用的测试方法得到的结果的含义、还原法测定氧含量的方法提要、标准方法的实际应用等内容。

本文件的试验方法适用于所有的金属、合金、硬质合金及其混合物的粉末还原法测定氧含量。

跟 2011 版标准相比，除结构性调整和编辑性变动外，主要技术变化如下：

- a) 增加了“本文件是金属粉末还原法测定氧含量系列标准中的第 1 部分”的描述（见第 1 章）；
- b) 将“本文件的试验方法适用于所有金属、合金、硬质合金…”中的“硬质合金”改为“碳化物”；将测试条件下的粉末“应除去润滑剂和有机粘结剂”更改为“粉末应不含润滑剂或有机粘合剂”（见第 1 章）；
- c) 更新了规范性引用文件（删除了所引用的 ISO 文件所注年份）；
- d) 将第 5 章的标题由“根据所用的测试方法得到的结果的含义”改为“根据所用的方法对结果的理解”；将 5.1.1 标题改为“在测试规定的温度下，仅以下金属的氧化物可被氢全部还原”。
- e) 将“与可被氢还原的氧化物相当的氧含量”更改为“对应于可被氢还原的氧化物的氧含量”（见 5.1.4，方法 1、方法 2，2011 版 4.1.4，方法 1、方法 2）；
- f) 新增了“表 1 当金属氧化物被氢还原时分析结果的表示”（见第 6 章）；
- g) 更改了第 6 章和第 7 章的顺序，将“标准方法的实际应用”改为第 7 章（见 2011 版的第 5 章）；

- h) 将“表2 不同的方法测定的氧含量”放到第7章中(见第7章, 2011版第6章), 表2中的注释改为:“注: 本表假设不存在湿气、吸附气体、挥发性金属及可再氧化金属的干扰。”;
- i) 把标准条款5.1.4中“注: 参照5.1.2d……”中的内容改为文本内容(见2011版4.1.4中的“注: ……”)

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

本标准等同采用 ISO 4491-1:2023 标准。

3.2 国际、国外同类型标准水平的对比分析

本标准水平达到国际先进水平。

3.3 与现有标准及制定中标准协调配套的情况

经查, 标准与现有标准及制定中的标准无重复交叉现象。

3.4 涉及国内外专利及处置情况

经查, 本标准不涉及国内外专利。

四、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

本标准的制定过程及涉及内容完全符合国家法律、法规, 与有关的现行法律、法规和强制性国家标准无冲突。

五、重大分歧意见的处理经过和依据

暂无重大分歧意见。

六、标准作为强制性或推荐性国家(或行业)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

可积极向国内相关分析检测机构及高校、科研院所等推荐采用本标准。

八、废止现行有关标准的建议

无。

九、其他应予说明的事项

无。

十、预期效果

修订后的国家标准保持了标准的先进性和科学性, 有利于提高我国分析测试行业的技术水平, 对促进企业的有序竞争和行业的技术发展具有积极的意义。

《金属粉末 还原法测定氧含量 第1部分：总则》标准编制组

2026年3月8日