

制定《电热管用高纯氧化镁》化工行业标准编制说明

(征求意见稿)

一、工作简况

(一) 任务来源

1、基本信息

根据工信厅科函〔2023〕291号《工业和信息化部办公厅关于印发2023年第三批行业标准制修订和外文版项目计划的通知》的要求，于2024年完成《电热管用高纯氧化镁》化工行业标准的制定工作，计划编号：2023-1367T-HG。本标准由全国化学标准化技术委员会无机化工分技术委员会负责技术归口。本标准由辽宁嘉顺科技有限公司、大石桥市美尔镁制品有限公司、上海实业振泰化工有限公司、辽宁荣邦科技有限公司、大连润鸣材料技术有限公司、大连理工大学、沈阳化工大学、重庆科宝电缆股份有限公司、桓仁东方红镁业有限公司、营口松辽镁业有限公司、深圳市华星电热工程设备有限公司、中海油天津化工研究设计院有限公司等单位共同起草。

2、简要情况

1) 产品概况

产品名称：电热管用高纯氧化镁 分子式：MgO

产品性质：白色或微黄色颗粒，无臭。有涩味，难溶于水及有机溶剂，能溶于酸。晶体经高温灼烧后黄色变得更深。存放于潮湿空气中有吸湿结块现象，与二氧化碳即生成碳酸镁复盐，由于在空气中能逐渐吸收水分和二氧化碳，应密闭贮存并保持干燥。

产品用途：用于耐高温电加热元件（如核电行业管状电热元件、石油行业电热电缆、石化系统新型电热管、新能源储能装置等）中作为绝缘导热填充材料。

2) 生产方法

烧结法

以经技术处理的高纯氧化镁粉为原料，通过电弧炉中经2800℃以上高温熔融制备氧化镁晶体，经破碎、粉体加工、级配、复配、调质、包装等工艺制得成品。

或是以电熔（镁砂）为原料，经磨粉、磁选、粒度配制、热处理、磁选、混合、磁选、包装制得成品。

3) 制定标准的意义

针对高性能电热管开发的高纯氧化镁属于精细化产品，其产品品质和应用性能指标均优于普通氧化镁，可以保障高性能电热管的特殊使用要求。使用高纯氧化镁的电热管在耐高温、绝缘性、耐腐蚀、使用寿命、升温速率和安全性方面的性能得到了进一步提升，满足其在石油行业电热电缆、石化系统新型电热管、核电站电热单元、新能源储能装置、特种工业等特殊环境的使用要求。随着我国热管用高纯氧化镁产品质量和产量的进一步提升，依靠进口的局面得到了有效扭转，促使我国高端原材料国产化率逐步提高，完善了我国高端制造业关键技术产业链的完整性。

电热管用高纯氧化镁的品质好坏对高性能电热管的安全性能起到了至关重要的作用，该产品与普通氧化镁相比，其特性主要表现为高纯度、高流动性、高振实密度、高导热系数、高电气绝缘性和耐高温

性能等。该产品为我国自主研发，其研制成功填补了国内同类产品的空白，但目前没有统一标准规范产品质量，急需通过制定标准稳定产品质量，促进产品应用领域的扩展。该标准的制定对巩固我国先进生产技术，提高原材料国产化率具有重要的推动作用，在指导企业规范化生产、提高我国企业的国际市场竞争能力具有十分重要的意义。

4) 行业概况

据不完全统计，目前全国电热管用高纯氧化镁生产企业约 10 家，主要集中在辽宁省，年生产能力约 2 万 t。

(二) 主要工作过程

1、起草阶段（2023. 12~2024. 5）

①起草工作组

由天津院、辽宁嘉顺科技有限公司、大石桥市美尔镁制品有限公司、上海实业振泰化工有限公司、辽宁荣邦科技有限公司、大连润鸣材料技术有限公司、大连理工大学、沈阳化工大学、重庆科宝电缆股份有限公司、桓仁东方红镁业有限公司、营口松辽镁业有限公司、深圳市华星电热工程设备有限公司等单位组成标准起草工作组。

②分工情况

天津院主要负责资料收集、编写文献小结、召开标准工作方案会、数据统计、编写标准各阶段草案、编制说明及相关附件等工作。其他单位主要负责试验方法验证及数据累积工作。

③调查研究过程

天津院接到上级部门下达的制定《电热管用高纯氧化镁》化工行业标准计划后，于 2023 年 12 月~2024 年 2 月进行了调研及资料准备工作。首先查阅了国内外标准及有关技术资料，并向生产、使用单位发函进行调查，广泛征求对标准修订工作的意见，在此基础上提出了文献小结。2024 年 3 月在成都市召开了标准工作方案会，参加会议的有包括天津院在内的 5 个单位，会上 4 家生产单位就各自的产能、生产工艺、产品质量和用户使用情况进行了介绍。与会代表就此标准的分类分级、用途、指标项目和指标参数、分析方法及检验规则、包装、贮存、运输等内容进行了深入、细致的讨论，提出了工作方案，并对各项工作任务及工作进度做了详细的安排。会后由天津院编写相应的试验验证方案，发至各生产单位进行试验验证。

④验证过程

起草工作组根据天津院提出试验验证方案，进行了试验验证。对比验证数据分析及验证评价（或结论）见本编制说明第四章。

2、标准征求意见阶段（2024. 6~2021. 7）

1) 广泛征求意见

在起草阶段工作基础上，由负责起草单位对工作组讨论稿进行了进一步的讨论和修改，其后提出标准草案征求意见稿及编制说明。于 2024 年 6 月开始向无机化工分技术委员会的委员、生产、使用及检验机构等单位发送了电子文件征求意见稿及编制说明，并在天津院官网上（www.trici.com.cn）公开征求意见。

二、制定标准的原则和依据

4.1 编制原则

4.1.1 积极采用国际标准和国外先进标准；

- 4.1.2 有利于促进技术进步，提高产品质量；
- 4.1.3 有利于合理利用资源，提高经济效益；
- 4.1.4 符合用户要求，保护消费者利益，促进对外贸易。

4.2 编制依据

- 4.2.1 JB/T 8508—1996《电工级氧化镁》、HG/T 6066—2022《电热管用高纯氧化镁》（见附表1）；
- 4.2.2 国内企业产品质量规格；
- 4.2.3 国内生产厂质量月报；
- 4.2.4 编制过程中的验证数据。

三、国内外标准及对比

目前没有查到对应的国外产品标准，只查到国内同类产品标准 JB/T 8508—1996《电工级氧化镁》和 HG/T 6066-2022《电热管用高纯氧化镁》。本标准与电工级氧化镁用途基本一致，但电热管的使用要求和环境温度有差别，因此 JB/T 8508—1996 标准可以作为参考。同时还收集到国内的企业标准，这些企业标准基本上只规定了通用型产品的要求，于本标准的技术要求和检验方法可作为参考。国内外标准及企业标准指标对比见附表 1。

查询到涉及试验方法的国内外标准见表 1。

表 1 涉及试验方法的国内外标准汇总

检验项目	标准号	标准名称
理化指标	JB/T 8508—1996	电工级氧化镁（7.2 条）
	HG/T 6066—2022	电热管用高纯氧化镁（6.3~6.10）
总碳	GB/T 16555—2017	含碳、碳化硅、氮化物耐火材料化学分析方法
三氧化二硼	GB/T 32177—2015	耐火材料中 B ₂ O ₃ 的测定
硫	GB/T 34175—2017	耐火材料中硫含量的测定
显气孔率	GB/T 2997—2015	致密定形耐火制品体积密度、显气孔率和真气孔率试验方法
导热系数	ASTM D5470—17	导热电绝缘材料热传导性能的标准试验方法
	GB/T 5990—2021	耐火材料 导热系数、比热容和热扩散系数试验方法（热线法）
	GB/T 10297—2015	非金属固体材料导热系数的测定 热线法
	GB/T 37796—2019	隔热耐火材料 导热系数试验方法（量热计法）
	GB/T 36133—2018	耐火材料 导热系数试验方法（铂电阻温度计法）
	YB/T 4130—2005	耐火材料 导热系数试验方法（水流量平板法）
电阻率	GB/T 31838.2—2019	固体绝缘材料 介电和电阻特性 第 2 部分：电阻特性(DC 方法) 体积电阻和体积电阻率

四、标准制定主要内容及确定依据

1、范围

根据本标准规定的内容和电热管用高纯氧化镁的用途，确定本标准范围的内容为：

本文件规定了电热管用高纯氧化镁的要求，试验方法，检验规则，标志、标签，包装、运输、贮存。

本文件适用于电热管用高纯氧化镁。

注：该产品主要用于核电行业管状电热元件、石油行业电热电缆、石化系统新型电热管、新能源储能装置等作为填充材料。

2、术语和定义

1) 产品的物理性能指标流速是客户非常重视的指标，测定这个指标的关键设备是 2#福特杯或 4#福特杯。根据行业习惯，与振实密度相配套测定的是 2#福特杯，行业习惯称为“流率”。为了与流率进行区分，将通过 4#福特杯测定的结果称为“流速”。为了适应不同客户的需求，本次制定标准需要对这两个指标进行规定，考虑到流率虽为延用的概念，但称呼不规范，因此将概念统一为流速，为了区分使用不同型号福特杯（2#或 4#）产生的流速，将通过 2#福特杯测定的流速称为 2#流速，通过 4#福特杯测定的流速称为 4#流速。确定的定义如下：

流速 flow rate

100 g 氧化镁自然通过一个标准漏斗（福特杯）所需的时间。

注：通过 2#福特杯的流速标记为 2#流速，通过 4#福特杯的流速标记为 4#流速。

2) 显气孔率是评价电热管用高纯氧化镁质量的重要指标，不仅可反映产品的致密程度，而且还表征其制造工艺中粒度组成、成型和烧成是否合理。国内 GB/T 2997 《致密定形耐火制品体积密度、显气孔率和真气孔率试验方法》标准中已对显气孔率进行了规定，本标准引用该标准，确定的定义如下：

显气孔率 apparent porosity

是指带有气孔的材料中所有开口气孔的体积与其总体积之比值。

3、要求

3.1 指标项目和等级的设置

本次制定标准以 JB/T 8508—1996 和 HG/T 6066-2022 为参考，考虑到下游行业的需求，确定设置外观、氧化镁（MgO）、氧化钙（CaO）、三氧化二铁（Fe₂O₃）、氧化铝（Al₂O₃）、总碳（以 C 计）、酸不溶物、硫（S）、三氧化二硼（B₂O₃）、磁性物质、灼烧减量、4#流速、2#流速、振实密度、显气孔率、绝缘电阻率、绝缘耐压强度、导热系数和粒径分布共 19 项指标项目。

通过分等分级的方式对产品品质进行划分，即可以满足下游不同级别用户的需求，又可以节约资源，避免质量过剩造成浪费。因此本次制定标准确定分为三个等级，即优等品、一等品和合格品。

3.2 外观

本标准规定产品外观为白色颗粒。生产高纯产品时为了满足客户要求，对原材料的选择有较高要求，因此本产品颜色均为白色。

3.3 指标要求的确定

3.3.1 氧化镁含量的确定

对比国内标准，由于国内标准没有针对高纯产品的要求，因此氧化镁含量都设置在 90%以上，最高值为 97%。本标准根据高纯产品特点和用户要求，氧化镁含量三个等级分别设置为不小于 99.0%、98.5% 和 98.0%。

3.3.2 氧化钙含量的确定

钙为镁化合物产品最主要的伴生杂质，国内标准氧化钙含量设置在 0.6%~1.5%之间。作为高纯产品对杂质要求较高，本标准氧化钙含量三个等级分别设置为不大于 0.2%、0.3%和 0.5%。

3.3.3 三氧化二铁含量的确定

三氧化二铁含量影响产品的绝缘性能，为本产品需要控制的杂质项目，国内标准三氧化二铁含量控制在 0.15%~0.8%之间。从高纯产品用途来分析，其对铁杂质要求较高，本标准三氧化二铁含量三个等级分别设置为不大于 0.10%、0.15%和 0.25%。

3.3.4 氧化铝含量的确定

氧化铝为原料电熔镁砂带入的杂质，但其含量对成品性能影响不大，国内标准氧化铝含量控制在0.7%以下。本标准根据实际生产情况及用户要求，氧化铝含量三个等级设置为不大于0.1%、0.2%和0.3%。

3.3.5 总碳量的确定

产品中碳杂质主要来源于生产工艺过程的石墨电极，当产品处于高温状态时，碳杂质会产生不利影响，容易使电热管泄露电流升高，耐压下降，绝缘降低。国内标准总碳含量指标最低要求控制在不大于50 mg/kg。本标准根据实际生产情况及用户要求，总碳含量三个等级分别设置为不大于10 mg/kg、25 mg/kg和50 mg/kg。

3.3.6 硫含量的确定

产品中存在的硫元素会缩短电热丝的寿命，控制硫含量可以确保电热管的稳定性和安全性。国内标准指标控制在0.005%以下，企业实测数据较低，尤其是以菱镁矿为原料生产的产品硫含量基本都为未检出。本标准根据用户要求，硫含量三个等级分别设置为不大于10 mg/kg、15 mg/kg和20 mg/kg。

3.3.7 酸不溶物含量的确定

酸不溶物指标主要是控制产品中的二氧化硅含量，该指标对产品应用性能影响不大，是原料带入的杂质。国内标准指标控制在2.5%以下，企业实测数据大多集中在0.5%以下。本标准根据实际生产情况及用户要求，酸不溶物含量三个等级分别设置为不大于0.3%、0.5%和0.8%。

3.3.8 三氧化二硼含量的确定

三氧化二硼元素存在会降低氧化镁的熔点，含量过高使氧化镁过炉后产生烧结，使电热管耐压降低。国内标准指标控制在0.005%以下，企业实测数据大多集中在0.02%左右。本标准根据实际生产情况及用户要求，三氧化二硼含量三个等级分别设置为不大于0.020%、0.025%和0.030%。

3.3.9 磁性物质含量的确定

磁性物质主要是控制产品中铁、锌等具有磁性的元素含量，其主要来源于电熔镁砂，磁性物质含量的控制主要是为了提高电缆成品的耐压强度。国内标准控制在50 mg/kg~300 mg/kg之间，据了解国外客户普遍要求在50 mg/kg以下。本标准根据实际生产情况及用户要求，磁性物质含量三个等级分别设置为不大于20 mg/kg、30 mg/kg和50 mg/kg。

3.3.10 灼烧减量的确定

国内标准灼烧减量指标控制在0.1%~0.25%之间，企业实测数值在0.1%左右。本标准根据实际生产情况及用户要求，灼烧减量含量三个等级分别设置为不大于0.10%、0.15%和0.20%。

3.3.11 4#流速的确定

4#流速是指100g试样完全通过4#福特杯（孔径4.12 mm）所需的时间，该指标的設置是为了满足电缆罐装的要求，流率过慢会造成装粉不满的情况，影响电缆的产品质量。国内标准该指标控制在45s以下，企业实测数值在40 s/100g以下。本标准根据实际生产情况及用户要求，4#流速三个等级分别设置为不大于34 s/100g、38 s/100g和44 s/100g。

3.3.12 2#流速的确定

在设置4#流速的同时又设置了2#流速指标，主要是为了适应不同用户的需要。2#流速是指100g试样完全通过福特杯（孔径3.40mm）所需的时间，该指标的設置是为了满足电缆罐装的要求。流速过慢会造成装粉不满的情况，影响电缆的产品质量。本标准根据实际生产情况及用户要求，2#流速三个等级分别设置为不大于150 s/100g、170 s/100g和180 s/100g。

3.3.13 显气孔率的确定

显气孔率决定制品的机械强度，较低的显气孔率可以减少与熔渣接触的表面积，有利于延长制品的使用寿命。国内标准均未设置该项指标，该指标为比较重要的应用性能指标，应从严加以控制，因此本标准三个等级设置为不大于 2%、3%和 5%。

3.3.14 振实密度的确定

振实密度主要影响电缆装管的效果，但不同客户、不同金属管，对振实密度有不同的要求。国内标准均设置为不小于 2.3g/cm^3 ，本标准考虑到需求上的差别在此只做最低要求。即三个等级指标均设置为不小于 2.3g/cm^3 。

3.3.15 体积电阻率的确定

该指标为应用性能指标，控制的是产品的绝缘性能，测试时需要将产品压制成直径 30 mm，高度 2 mm 的测试样片。国内标准均未设置该项指标，企业实测数值 $2.0\times 10^{13}\Omega\cdot\text{cm}$ 左右，指标值越大对应产品的性能越好。该指标为比较重要的应用性能指标，应从严加以控制，因此本标准设置为不小于 $1.0\times 10^{13}\Omega\cdot\text{cm}$ 。

3.3.16 绝缘耐压强度的确定

将绝缘耐材料置于电场中，当电场强度增大到某一极限时，就会击穿，这个绝缘击穿的电场强度称为绝缘耐压强度。该指标为应用性能指标，从目前可实现的测定方法来分析，本指标测定更易实现的方式在规定的耐压强度值和保持时间下，测试样片不被击穿。本标准规定使用直径 30 mm，高度 2 mm 的测试样片进行测定，测试条件为电压 3000 V、时间 5 min、电流 0.5 mA，指标值设置为“不击穿”。

3.3.17 导热系数的确定

该指标为应用性能指标，氧化镁具有较高的导热率，能够迅速传递热量，因此广泛应用于电热管中作为绝缘导热材料。国内标准均设置为不小于 $2.5\text{W/m}\cdot\text{K}$ ，本标准结合高纯产品的特点和用户需求，三个等级指标均设置为不小于 $2.5\text{W/m}\cdot\text{K}$ 。

3.3.18 粒径分布的确定

氧化镁粉体颗粒粒径分布是否合理，直接影响矿物绝缘电缆的填充可靠性和质量优劣。目前国内客户需要有较大差别，指标要求无法在标准中进行统一，因此本标准指标值定为“协商”。

4、试验方法的确定

电热管用高纯氧化镁常规理化指标按同类产品的现行标准 HG/T 6066-2022《电热管用高纯氧化镁》进行测定。

4.1 氧化镁含量的测定

氧化镁含量测定方法等同于 HG/T 6066-2022 标准规定的络合滴定法，即用三乙醇胺掩蔽少量三价铁、三价铝和二价锰等离子，在 pH 为 10 时，以铬黑 T 作指示剂，用乙二胺四乙酸二钠标准滴定溶液滴定钙镁含量，从中减去钙含量，计算出氧化镁含量。

4.2 氧化钙含量的测定

氧化钙含量测定方法等同于 HG/T 6066-2022 标准规定的络合滴定法，即用三乙醇胺掩蔽少量三价铁、三价铝和二价锰等离子，在 pH 为 12.5 时，使用钙试剂羧酸钠盐指示剂，用乙二胺四乙酸二钠标准滴定溶液滴定钙离子。该方法为测定氧化钙含量的经典方法，使用该方法的八平行试验数据列于表 3。

4.3 三氧化二铁含量的测定

氧化铁含量测定方法等同于 HG/T 6066-2022 标准规定的络合滴定法，即在 pH 为 1.2~1.5 的酸性溶液中，以磺基水杨酸为指示剂，用乙二胺四乙酸二钠标准滴定溶液进行滴定，测定三氧化二铁含量。控

制 pH 1.2~1.5 的条件，此时磺基水杨酸与铁离子 1:1 配位，形成紫色配合物。同时在此 pH 条件下镁离子、钙离子和铝离子不与乙二胺四乙酸二钠络合，起到选择性测定铁离子的效果。

4.4 氧化铝含量的测定

氧化铝含量测定方法等同于 HG/T 6066-2022 标准规定的络合滴定法，即在滴定完铁含量的试验溶液中，加入一定量过量乙二胺四乙酸二钠标准滴定溶液络合铝，以 PAN 为指示剂，用硫酸铜标准滴定溶液返滴定过量的乙二胺四乙酸二钠。

4.5 总碳量和硫含量的测定

总碳含量和硫含量采用碳硫分析仪进行测定，试样随瓷舟送到管式炉环形燃烧室的恒温区，试样中各种化学形态的碳、硫在过量氧气流中完全燃烧，生成二氧化碳和二氧化硫，再由氧气载至碳硫分析仪依次通过碳红外检测器和硫红外检测器，测定样品中的总碳含量和硫含量。

4.6 酸不溶物含量的测定

酸不溶物含量测定方法等同于 HG/T 6066-2022 标准规定的重量法，试样先用盐酸溶解，经过滤、洗涤、灼烧、称量，计算得酸不溶物含量，该方法为测定酸不溶物的经典方法。

4.7 三氧化二硼含量的测定

三氧化二硼含量测定直接引用 GB/T 32177-2015《耐火材料中 B₂O₃ 的测定》规定的方法进行测定，该标准规定了 4 种测定方法，分别为碱滴定法（≥0.5%），电感耦合等离子发射光谱法（0.01%~15%），姜黄素分光光度法（0.01%~1.0%），亚甲胺-H 酸分光光度法（0.01%~2.5%）。本标准验证数据使用的是姜黄素分光光度法，使用该方法八平行验证数据见表 2。

表 2 三氧化二硼（B₂O₃）含量八平行试验数据（%）

测定次数	1	2	3	4	5	6	7	8	平均值	标准偏差
B ₂ O ₃	0.012	0.008	0.009	0.012	0.013	0.010	0.012	0.010	0.011	0.00175

引用标准中对低含量的允许差规定为分析值的 1/2，根据指标要求和八平行测定结果，本标准确定允许差应为绝对差值不大于 0.005%。

4.8 磁性物质的测定

磁性物质的测定方法等同于 HG/T 6066-2022 标准的规定，即直接引用 JB/T 6570-2020《普通磨料 磁性物含量测定方法》中规定的磁性物分析仪测试法。

4.9 灼烧减量的测定

灼烧减量的测定方法等同于 HG/T 6066-2022 标准的规定，即将试样置于约 1000 °C 下，试样中的氢氧化镁，转化成氧化镁，同时失去游离水，根据试样减少的质量，确定灼烧减量。

4.10 4#流速、2#流速和振实密度的测定

4#流速、2#流速和振实密度的测定方法等同于 HG/T 6066-2022 标准的规定，将 100g 样品通过一个标准孔口（2#福特杯），用试样全部通过标准孔口所需的时间表示 2#流速。通过标准孔口的试样流进能同时进行振实的管子，当流动停止时，振实动作停止，通过管子中氧化镁的最终位置表示试样的振实密度。4#流速为 100g 样品通过一个标准孔口（4#福特杯）所需的时间。

4.11 显气孔率的测定

本标准直接引用 GB/T 2997—2015《致密定形耐火制品体积密度、显气孔率和真气孔率试验方法》标准进行测定。使用该方法八平行验证数据见表 3。

表 3 显气孔率八平行试验数据（%）

测定次数	1	2	3	4	5	6	7	8	平均值	标准偏差
1 号样	1.1	1.0	1.2	1.3	1.4	1.1	1.0	0.9	1.1	0.17

从八平行试验数据分析，两次平行测定结果的绝对差值应为 0.5%，与引用标准的规定相一致。

4.12 体积电阻率的测定

用压片机将试样制备成直径 30 mm，高度 2 mm 的测试样片，按 GB/T 31838.2-2019 《固体绝缘材料 介电和电阻特性 第 2 部分：电阻特性(DC 方法) 体积电阻和体积电阻率》标准中规定的方法进行测定。使用该方法八平行验证数据见表 4。

表 4 体积电阻率八平行试验数据 (Ω/cm)

测定次数	1	2	3	4	5	6	7	8	平均值	标准偏差
体积电阻率/ $\Omega\cdot\text{cm}$	2.6×10^{13}	2.2×10^{13}	2.4×10^{13}	2.3×10^{13}	2.8×10^{13}	2.9×10^{13}	2.6×10^{13}	2.5×10^{13}	2.5×10^{13}	0.239

从八平行试验数据分析，相对标准偏差为 9.4%，按 3 倍计算方法的允许差，则相对误差应为 30%，与引用标准中规定的 20%~50%的重复性基本是一致的。

4.13 绝缘耐压强度的测定

绝缘耐压强度的测定参考 HG/T 6066-2022 中规定的方法，先制备成直径 30 mm，高度 2 mm 的测试样片，然后用绝缘耐压强度测试仪对测试样片进行测量。要求在 0.5 mA 动作电流、3000 V 输出电压、5 min 保持时间条件下，样片不被击穿。使用该方法八平行验证数据见表 5，测试样片均未被击穿。

表 5 绝缘耐压强度试验结果

测定次数	1	2	3	4	5	6	7	8
1 号样	通过试验							

4.14 导热系数的测定

本标准直接引用 GB/T 5990-2021《耐火材料 导热系数、比热容和热扩散系数试验方法（热线法）》标准中规定的平行热线法进行测定。该方法适用于导热系数小于 $25\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 的产品，本标准规定的导热系数指标为不小于 $2.5\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ ，符合标准方案的适用条件。

4.15 粒径分布的测定

本标准采用标准振筛机测定粒径分布，通过一系列筛子筛分试样，称取每个筛子筛上物的质量，通过计算得出试样粒径分布的情况。

5、检验规则

本标准采用型式检验和出厂检验，本标准要求中规定的项目除总碳、导热系数和显气孔率 3 项以外的其他项目均为出厂检验项目，应逐批检验。

6、批量

目前国内企业已具备了一定的生产规模，根据企业生产的实际情况，本产品批量定为不大于 20 t。

7、标志和随行文件、包装、运输、贮存

除通用标志、标签外，本标准根据氧化镁的性质，规定了“怕雨”标志。

电热管用高纯氧化镁内包装为聚乙烯塑料袋，外包装为纸箱。内袋应抽真空并热合密封，外包装应牢固封口。每件净含量 25 kg。用户有特殊要求供需协商。

电热管用高纯氧化镁运输过程中，应防止雨淋，受潮和包装破损，不应与酸性物质或碱性物质混运。

电热管用高纯氧化镁应贮存于干燥通风的库房内，并需下垫垫层，防止受潮，不应与酸性物质或碱性物质混贮

五、标准水平分析

本标准根据国内实际生产和客户需求进行制定，设置了表征产品品质的氧化镁、氧化钙、三氧化二

铁等 9 项化学指标，同时还设置了流率、振实密度、绝缘电阻等 9 项应用性能指标，指标值设置科学合理，满足客户需要。试验方法均采用经典、常用的方法，可操作性强。综合分析本标准达到国内先进水平。

附表 1:

国内标准指标要求对比表

项目	JB/T 8508-1996 电工级氧化镁				辽宁嘉顺科技有限公司				大石桥市美尔镁 制品有限公司	本次标准确定指标		
	普通	低温 防潮	中温 防潮	高温	A	B	C	D	高温粉-C 级	优等品	一等品	合格品
氧化镁 (MgO) /% \geq	97	94	92	90	97	96.5	96	95.5	95	99.0	98.5	98.0
氧化钙 (CaO) /% \leq	1.2	1.0	0.6	0.6	1.0	1.0	1.5	1.5	1.3	0.2	0.3	0.5
三氧化二铁 (Fe ₂ O ₃) /% \leq	0.2	0.2	0.2	0.15	0.5	0.6	0.6	0.8	0.5	0.10	0.15	0.25
氧化铝 (Al ₂ O ₃) /% \leq	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.45	0.1	0.3	0.5
总碳(以 C 计)/(mg/kg) \leq					20	30	40	50		10	25	50
硫(S)/(mg/kg) \leq					20	30	40	50		10	15	20
酸不溶物二氧化硅(SiO ₂)/% \leq					1.0	1.5	2.0	2.5	2.5	0.3	0.5	0.8
三氧化二硼 (B ₂ O ₃) /% \leq					0.01	0.01	0.01	0.01		0.020	0.025	0.030
磁性物质/(mg/kg) \leq	50	150	300		30	50	80	120	50	20	30	50
灼烧减量/% \leq					0.1				0.25	0.10	0.15	0.20
4#流速/(s/100g) \leq	45								45	34	38	44
2#流速/(s/100g) \leq					210					150	170	180
振实密度/(g/cm ³) \geq	2.3				2.3				2.3	2.3		
显气孔率 w/% \leq										5		
导热系数/(W/m·K) \geq	2 (T1: 815°C、T2: 925°C)				2 (T1: 815°C、T2: 925°C)					2.5 (T1: 815°C、T2: 925°C)		
体积电阻率(室温)/Ω·cm \geq										1.0×10 ¹³		
常态绝缘耐压强度/V \geq	3000				1800				≥2500V	不击穿 (3000V、0.5 mA、5min)		
粒径分布 w/%					协商					协商		

附表 2:

国内标准试验方法对比表

项目	JB/T 8508-1996 电工级氧化镁	辽宁嘉顺科技有限公司	大石桥市美尔镁制品有限公司	本次制定标准
氧化镁 (MgO) 的测定	络合滴定方法	荧光光谱法	络合滴定法	络合滴定法 (同 HG/T 6066-2022 中 6.3)
氧化钙 (CaO) 的测定	络合滴定方法	荧光光谱法	络合滴定法	络合滴定法 (同 HG/T 6066-2022 中 6.4)
三氧化二铁的测定	1,10-菲啰啉分光光度法	荧光光谱法	1,10-菲啰啉分光光度法	邻菲啰啉分光光度法 (同 HG/T 6066-2022 中 6.5)
氧化铝 (Al ₂ O ₃) 的测定	重量法	荧光光谱法	重量法	络合滴定法 (同 HG/T 6066-2022 中 6.6)
总碳 (以 C 计) 的测定		GB/T 16555-2017 高频炉燃烧红外线吸收法		碳硫分析仪
硫的测定				
酸不溶物的测定		重量法		重量法 (同 HG/T 6066-2022 中 6.8)
三氧化二硼的测定				GB/T 32177
磁性物质的测定	磁分析法	JB/T 6570-2020 磁性物分析法	磁分析法	JB/T 6570
灼烧减量的测定	重量法	重量法	重量法	重量法 (1000°C±25°C, 1h)
4#流速的测定				4#福特杯法
2#流速的测定	流率测试仪法	GB/T 39696-2020 标准漏斗法	流率测试仪法	流率振实密度测试仪 (2#福特杯)
振实密度的测定	振实密度测试仪	GB/T 21354-2008 粉体产品 振实密度测定通用方法	振实密度测试仪	流率振实密度测试仪 (100g±0.02g, 振幅 60 次±1 次/min)
体积电阻率的测定	绝缘测试仪	GB/T 13033.3.2007	绝缘测试仪	GB/T 31838.2
绝缘耐压强度的测定	耐压测试仪	GB/T 13033.3.2007	ASTM D3215-83	绝缘耐压强度测试法
显气孔率的测定				GB/T 2997
导热系数的测定				GB/T 5990
粒径分布的测定	标准振筛机	JB/T 19077-2016 激光衍射法	ASTM D2772-84	标准振筛机法

附表 3：质量月报

辽宁嘉顺科技有限公司 2023 年电热管用高纯氧化镁质量月报

项目	2023.1	2023.2	2023.3	2023.4	2023.5	2023.6	2023.7	2023.8	2023.9	2023.10	2023.11	2023.12
氧化镁 (MgO) w/%	99.77	99.50	99.74	99.63	99.81	99.68	99.62	99.66	99.81	99.60	99.73	99.64
氧化钙 (CaO) w/%	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.08	0.08	0.06	0.03	0.14	0.08	0.08
三氧化二铁 (Fe ₂ O ₃) w/%	0.06	0.14	0.04	0.12	0.05	0.06	0.15	0.13	0.04	0.14	0.03	0.13
氧化铝 (Al ₂ O ₃) w/%	0.01	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.01
总碳 (以 C 计) / (mg/kg)	7	11	0.8	4	8	5	9	8	5	10	7	9
硫 (S) / (mg/kg)	未检出											
酸不溶物 w/%	0.13	0.25	0.12	0.16	0.09	0.17	0.11	0.10	0.09	0.08	0.08	0.12
三氧化二硼 (B ₂ O ₃) w/%	0.01	0.012	0.01	0.009	0.010	0.015	0.010	0.011	0.008	0.010	0.007	0.009
磁性物质 / (mg/kg)	6	5	4	7	8	4	6	7	8	10	3	8
灼烧减量 w /%	0.01	0.02	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.02
4#流速/(s/100g)	34''53	36''11	35''37	33''13	34''36	34''11	36''54	34''52	33''52	34''58	34''17	36''33
2#流速/(s/100g)	147	148	145	144	145	145	150	148	144	146	145	148
显气孔率 w/%	1.4	1.7	1.4	0.9	1.1	1.3	1.5	1.2	1.0	1.8	1.3	1.5
振实密度/(g/cm ³)	2.32	2.31	2.33	2.31	2.32	2.33	2.32	2.34	2.31	2.33	2.30	2.32
体积电阻率/(Ω·cm)	3.6x10 ¹³	3.9x10 ¹³	5.8x10 ¹³	3.1x10 ¹³	4.3x10 ¹³	4.5x10 ¹³	5.7x10 ¹³	5.1x10 ¹³	4.4x10 ¹³	4.1x10 ¹³	6.1x10 ¹³	5.4x10 ¹³
绝缘耐压强度(电压 3000 V/时间 5 min/厚度 2 mm/电流 0.5 mA)	不击穿											
导热系数/ (W/m·K)	25.54	24.81	26.87	28.59	27.63	25.95	24.62	27.02	28.96	24.49	26.53	25.42