

建材行业标准

JC/T ×××—202× 《高分子材料填充用石膏》

Gypsum for polymer material filling

编制说明

《高分子材料填充用石膏》标准编制组
2025 年 9 月

目 录

1 标准编制工作简况	1
1.1 立项背景	1
1.2 任务来源	2
1.3 主要工作过程	2
2 标准编制原则和主要内容	3
2.1 标准编制原则	3
2.2 标准的主要内容	4
3 验证试验情况分析与指标确定	8
3.1 验证试验背景	8
3.2 试验结果与分析	8
4 标准中涉及专利的情况说明	19
5 产业化情况、推广应用论证和预期达到的经济效益等情况	19
6 采用国际标准	21
7 与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性	21
8 重大分歧意见的处理经过和依据	21
9 标准性质的建议说明	22
10 贯彻标准的要求和措施建议	22
11 废止现行相关标准的建议	22
12 其它应予说明的事项	22

《高分子材料填充用石膏》建材行业标准

编制说明

1 标准编制工作简况

1.1 立项背景

二十世纪六十年代，欧美、日本等发达国家开始了将石膏用作高分子填充材料的研究，上世纪七十年代石膏用作高分子填充材料开始在西欧、美国、日本和巴西等地区得到推广。受资源禀赋的影响，欧美发达国家主要以天然石膏做高分子填充材料；而日本则利用工业副产石膏加工成Ⅱ型无水石膏，主要用作高附加值的高分子填充材料。

国内从上世纪八十年代即对天然石膏用于高分子填充材料进行了大量科研工作。研究表明石膏具有很好的韧性、抗腐蚀性，用在高分子材料中，可以改善高分子材料成品的抗拉伸性、内腐蚀性等，有效增加高分子材料使用年限，改善耐久性。利用石膏取代碳酸钙、滑石粉等填充材料，在适宜掺量或活性掺合料复掺情况下，完全可以保证高分子材料的力学性能。2010 年左右，国内开始将石膏零星用于高分子填充材料，2015 年左右开始规模化利用。

目前国内既采用天然Ⅱ型无水石膏，也采用副产石膏加工的Ⅱ型无水石膏做高分子填充材料。由于天然Ⅱ型无水石膏分布不均，矿物混有二水石膏，因此产品质量参差不齐。而通过中温煅烧工业副产石膏制备高分子填充用石膏粉，能够有效去除工业副产石膏中可溶磷、可溶氟、共晶磷、有机物等有害杂质，从而保证下游产品性能与质量的稳定性。因此得以迅速发展。以一夫科技股份有限公司为代表的企业利用磷石膏、脱硫石膏等加工的Ⅱ型无水石膏已经广泛用于高分子材料填充，目前市场使用量约为 800 万吨/年。原有碳酸钙、滑石粉、高岭土等填充剂的年消耗量约为 4000 万吨，按照 1/2 替代量计算，每年至少需要填充用石膏粉 2000 万吨，市场潜力巨大。

该标准的制订，有利于规范我国工业副产石膏在分子材料填充应用的技术要求，促进我国生产高分子填充用石膏粉的企业向产业化和规模化方向发展，从而推进工业副产石膏再生高效清洁利用，有利于构建“工业生产——废渣——建材产业链”技术的整体水平进步，符合国家产业政策和新型建材绿色化方向的总体战略要求。制定本文件是对石膏建材行业标准体系的重要补充，本文件的编制工作非常重要且意义重大。

随着“双碳目标”的指引，未来碳酸钙等原有填充剂的价格将持续上涨，随着制备Ⅱ

型无水石膏技术的继续发展，未来将会更大规模的替代碳酸钙、高岭土等填充剂。当前市场上大量的混合相型石膏冒充Ⅱ型无水石膏，用于高分子材料填充，给整个石膏行业造成了很大的负面影响。由此可见，制定针对高分子材料填充用石膏标准是必要的，这将有利于石膏这种资源在高分子材料填充中得到科学、合理、有效的利用，促进行业的健康有序发展。

工业副产石膏制备高分子填充材料既节约了天然硬石膏资源，也解决了大量工业副产石膏占用土地、污染环境的问题，同时将工业副产石膏变废为宝，可以推动地方经济发展。利用工业副产石膏为原料制备高分子填充材料可提高工业副产石膏的利用率、拓展工业副产石膏的应用市场，具有显著的经济效益和社会效益。因此从保护环境、大量利用固体废弃物的角度讲，本文件的制定也具有很大的必要性和紧迫性。

1.2 任务来源

根据中华人民共和国工业和信息化部办公厅 2023 年 10 月下达的“工信厅科函〔2023〕291 号文”《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》，由建筑材料工业技术情报研究所、一夫科技股份有限公司作为标准负责起草单位组织 2023-1440T-JC《高分子材料填充用石膏》建材行业标准的编制工作。

1.3 主要工作过程

2023 年 10 月，中华人民共和国工业和信息化部正式下达了《高分子材料填充用石膏》的编制计划。2023 年 11 月，建筑材料工业技术情报研究所召开第一次项目启动会，对河南、湖北、贵州等地的部分石膏填料生产企业进行了线上调研，深入了解石膏填料生产状况以及该产品在高分子材料制品的使用情况，生产企业的生产规模、产品规格、产品使用情况，听取了企业对标准的制定意见。同时，查询了国外石膏填料的生产使用情况，收集并研究国内外相关标准，其中国外没有相关标准，国内可参考的相关标准包括 GB/T 19281-2014《碳酸钙分析方法》、HG/T 3249.3-2013《塑料工业用重质碳酸钙》、HG/T 3249.4-2013《橡胶工业用重质碳酸钙》等。

2023 年 12 月至 2024 年 1 月，建筑材料工业技术情报研究所开始根据调研的资料和对产品的了解，参考现有相关标准，着手起草标准的工作组讨论稿。

2024 年 2 月，建筑材料工业技术情报研究所线上组织召开了标准的第一次工作会议，成立由行业专家和先进企业技术人员组成的标准编制组，参会的 16 家企业 20 位代表对标准工作组讨论稿进行了讨论，发表意见建议，初步确定了标准内容和技术指标，同时进行了验证试验等任务分配。

2024 年 3 月至 2024 年 6 月，标准编制组根据第一次工作会议讨论的内容，确定了试验方案，并开始征集检测样品。

2024 年 6 月至 2024 年 8 月，标准编制组根据试验方案对试验样品分别进行了十余项产品指标的测试工作，包括外观质量、白度、II 型无水石膏含量、III 型无水石膏含量、半水石膏含量、二水石膏含量、粒度、附着水和结晶水含量、pH 值、吸油值等，试验条件复杂。本次验证试验主要由一夫科技股份有限公司、南京天下四方检测有限公司、中国国检测试控股集团股份有限公司、武汉工程大学进行。同时，相关参编单位提供了所需的产品质量检测数据和资料。

2024 年 9 月，建筑材料工业技术情报研究所在湖北宜昌组织召开了标准的第二次工作会议，参会的 4 名高校教授和 14 名企业代表对标准工作组讨论稿进行了讨论，根据验证试验测试结果确定了标准各项性能指标，并提出增加重金属含量指标的验证试验工作的修改意见和建议。

2024 年 10 月至 2025 年 3 月，标准编制组在检测单位的帮助下，完成了标准的补充验证试验工作，并对试验数据进行了核对和整理工作。

2025 年 4 月至 2025 年 8 月，标准编制组根据验证试验结果和专家、企业的修改建议，完善了标准文件内容，形成了征求意见稿。

2025 年 9 月，标准编制组向全行业发布征求意见稿，对标准进行广泛的征求意见。

1.4 主要参加单位及其所做工作

本文件的主要参编单位及其分工如下：

（1）建筑材料工业技术情报研究所：主要负责标准立项、标准讨论会组织及筹备、标准相关文献搜集及分发、行业征求意见汇总、标准正文的编写及修改等。

（2）湖北宜化环保科技有限公司、贵州磷化绿色环保产业有限公司、浙江沃乐科技有限公司：为本标准提供了大量的验证试验样品，以及生产工艺和实际工程应用相关的大量材料。

（3）一夫科技股份有限公司、南京天下四方检测有限公司、中国国检测试控股集团股份有限公司、武汉工程大学：负责本标准的验证试验工作，并对实验结果进行分析。

（4）福建师范大学环境科学与工程学院、常州大学：负责本标准产品应用及相关推广。

2 标准编制原则和主要内容

2.1 标准编制原则

本标准按照 GB/T 1.1-2020 给出的规则起草。遵从以下规则：贯彻执行国家的政策、

法规，与产业相关的各项现行国家及行业标准协调一致；技术指标制定先进可行、规范合理；标准制定突出产品特性，促进行业健康发展和产品推广。标准制中的试验方法主要参照现行国家标准和行业标准，以保证技术指标的准确性、科学性与可比性，各项指标值在满足工程要求的前提下，根据各生产企业试样的验证试验结果确定。

2.2 标准的主要内容

2.2.1 名称

标准申报与计划下达的项目名称为《高分子材料填充用石膏》。

2.2.2 范围

本文件适用于以天然石膏或工业副产石膏为原料经处理制得的高分子填充材料（以下简称填充石膏粉）的性能提出要求，规定了该产品的术语和定义，分型与标记，技术要求，试验方法，检测规则，包装、标志、运输和贮存等内容。

2.2.3 规范性引用文件

本标准在制定过程中主要引用和参考了以下标准：

（1）GB/T 5484 石膏化学分析方法

引用该标准作为填充石膏粉附着水、结晶水含量及 pH 值的检测方法依据。

（2）GB/T 5950 建筑材料与非金属矿产品白度测量方法

引用该标准作为填充石膏粉白度的检测方法依据。

（3）GB/T 17749 白度的表示方法

引用该标准作为填充石膏粉白度的计算和表示依据。

（4）GB/T 19281 碳酸钙分析方法

引用该标准作为填充石膏粉吸油值指标的检测方法依据。

（5）GB/T 23950 无机化工产品中重金属测定通用方法

引用该标准作为填充石膏粉重金属含量的检测方法依据。

（6）GB/T 36141 建筑石膏相组成分析方法

引用该标准作为填充石膏粉中可溶性无水硫酸钙（AIII）、半水硫酸钙（HH）、二水硫酸钙（DH）含量测定的检测方法依据。

2.2.4 术语和定义

本文件解释了填充石膏粉的具体含义。

2.2.5 分型与标记

2.2.5.1 产品分型

产品按照细度分为四种型号，由高到低分为：Ⅰ型 1500 目及以上、Ⅱ型 1250 目、Ⅲ型 1000 目和Ⅳ型 800 目。

2.2.5.2 产品分级

产品主要按性能，由高到低分为：特级品、一级品和合格品三个等级，分别用英文字母 S、A、Q 表示。

2.2.5.3 产品标记

填充石膏粉的产品标记，由本标准代号、产品分型和等级字母的顺序进行标记并给出示例。

2.2.6 技术要求

2.2.6.1 外观

正常光照下，产品呈粉末状，肉眼观察颜色均匀、无明显杂质。

2.2.6.2 白度

为保证填充石膏粉不影响高分子材料的颜色和透明度，因此希望填料白度越高越好。该参数要求参考 GB/T 15342-2012《滑石粉》作规定，并结合验证试验数据作要求。

2.2.6.3 Ⅱ型无水硫酸钙干基含量

无水硫酸钙（ CaSO_4 ）有三种晶相，也即是具有三种晶体结构，分别是Ⅰ型、Ⅱ型、Ⅲ型。Ⅰ型无水硫酸钙（石膏）在 1200℃ 及以上温度稳定，温度降低自发转化为Ⅱ型；Ⅱ型无水硫酸钙（石膏）至少在 0℃~1000℃ 稳定存在，即使浸泡在水中也难以水化。Ⅲ型无水硫酸钙（石膏）从 210℃ 甚至更低温度就可由二水石膏（ $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ）、半水石膏（ $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$ ）脱水生成，但常温下很容易吸潮、甚至可用作防潮剂。吸潮后迅速水化，转化为半水石膏或石膏。Ⅱ型无水硫酸钙（石膏）在煅烧过程中并不单一存在，而会掺杂三种晶型。

当产品用作高分子材料填料时，在加工过程中产品脱出的水会严重影响制品性能。如果出现了较多的水，高分子材料制品都会起泡、分层，甚至开裂。而高分子材料的加工工艺尽管温度高低不一，但至少都在 100℃ 以上。二水石膏（ $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ）、半水石膏（ $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$ ）在这一温度都会脱水，于是不可避免地影响高分子材料的加工和产品性能。

如果产品仅仅设立“无水硫酸钙干基含量”这一指标，也不区分Ⅱ型和Ⅲ型，那么实质上就意味着产品含水量不确定。这是因为如果环境有一定湿度，Ⅲ型无水硫酸钙（石膏）就会自动吸潮，增加产品水含量，这将严重影响产品作为高分子材料填料的品质。基于以上考虑，标准专门设立“Ⅱ型无水硫酸钙干基含量”这一指标，旨在限定Ⅲ型无水硫酸钙

（石膏）含量。

2.2.6.4 粒度

粒度包含了粒度大小和粒度分布，是影响填料的重要性质之一，当填料颗粒均匀分散到基质中时，填料的粒度大小及均匀程度会直接影响产品的密度，目前条件下非金属矿物填料的细度并非越细越好，指标主要参考中位粒径 D50 和 95%粒径分布 D95，在本标准中参考 HG/T 3249.3-2013《塑料工业用重质碳酸钙》和 HG/T 3249.4-2013《橡胶工业用重质碳酸钙》中的规定，并结合验证试验数据作要求。

2.2.6.5 附着水和结晶水含量

水分会显著影响高分子材料的物理性能，如：干重、密度、流变特性、熔融指数、导电性、机械性能等。这些物理性能的变化会导致产品加工及制品成型过程的困难，并最终影响产品质量，如：表面开裂、反光，抗冲击性能和拉伸强度等机械性能降低等。因此，水分含量的控制对于生产高质量的高分子材料产品是至关重要的。

2.2.6.6 pH 值

pH 值会影响到填料的耐腐蚀性、结构和热稳定性，通常有必要区分高分子材料是耐酸材料还是耐碱材料，以此匹配相适应的填料。避免填料的离子与高分子材料的离子发生化学反应，导致产品的化学结构发生变化。

2.2.6.7 吸油值

吸油值也称树脂吸附量，表示填充剂对树脂吸收量的一种指数。吸油值大小除决定了粉体材料的化学组成及纯度外，还与其表面化学性质有关，吸油值不同，则粉体粒度、比表面积、吸附性能也不同。吸油值可改变填充石膏粉粉体与高聚物作用的相容性，以此影响材料质量、性能及用途。在本标准中参考 HG/T 3249.3-2013《塑料工业用重质碳酸钙》中的规定，并结合验证试验数据作要求。

2.2.6.8 重金属含量技术要求

由于填充石膏粉主要应用于高分子材料行业，对人体有害的重金属含量将限制其应用，因此对其进行限制。在本标准中参考 GB 43352-2023《快递包装重金属与特定物质限量》中的规定，并结合验证试验数据作要求。

2.2.7 试验方法

本标准规定，各项性能的试验方法主要是引用其他方法标准或产品标准中的相关方法，个别要求在试验方法上有补充。填充石膏粉白度按 GB/T 5950 进行测定。一般情况下，按 GB/T 17749 附录 A 的蓝光白度公式计算和表示。II 型无水硫酸钙干基含量采用两种方法，

其一是通过三氧化硫直接测试Ⅱ型无水硫酸钙含量，另外一种是通过其他相水化测试Ⅱ型无水硫酸钙含量，其中可溶性无水硫酸钙（AIII）含量、半水硫酸钙（HH）含量、二水硫酸钙（DH）含量的按 GB/T 36141 中相关规定进行测定。粒度参考 HG/T 3249.3 或 HG/T 3249.4 中相应规定进行测定。附着水和结晶水含量的测定按 GB/T 5484 规定的方法进行测定。pH 值按 GB/T 5484 规定的方法进行测定。吸油值按 GB/T 19281 中相应规定进行测定。重金属含量按 GB/T 23950 中相应规定进行测定。

2.2.8 检验规则

2.2.8.1 检验分类

产品检验分出厂检验和型式检验两类，出厂检验项目包含：外观、白度、Ⅱ型无水硫酸钙含量、粒度、附着水和结晶水含量、pH 值、吸油值，7 项基本的性能要求，满足大批量产品生产的实际情况需求，符合生产企业的实际质检能力，不增加额外成本；型式检验的检验项目为重金属含量的测定，以满足生产企业对产品质量控制的要求。

2.2.8.2 批量和抽样

2.2.8.2.1 批量

对于年产量小于 5 万 t 的生产厂，以不超过 150 t 产品为一批；对于年产量 5 万 t～10 万 t 的生产厂，以不超过 300 t 为一批；对于年产 10 万 t～20 万 t 的生产厂，以不超过 500 t 为一批；20 万 t 以上的生产厂，以不超过 800 t 为一批，每一批量为一个编号，产品不足一批时也按一批计。

2.2.8.2.2 抽样

产品袋装时，从一批产品中随机抽取 10 袋，每袋抽取 2 kg 试样，总共不少于 20 kg；产品散装时，在产品卸料处或产品输送机具上每 3 min 抽取约 2 kg 试样，总共不少于 20 kg。将抽取的试样搅拌均匀，一分为二，一份用做检验，另一份密封保存三个月，以备复验用。

2.2.8.3 判定规则

抽取检验的样品处理后分为三等份。以其中一份试样按第 6 章进行试验。检验结果若均符合第 5 章相应等级的技术要求时，则判为该批产品合格。若有一项以上指标不符合要求，即判该批产品不合格。若只有一项指标不合格，则可用其他两份试样对不合格指标进行重新检验。重新检验结果，若两份试样均合格，则判该批产品合格；如仍有一份试样不合格，则判该批产品不合格。

2.2.9 包装、标志、运输和贮存

根据填充石膏粉的产品特点和实际生产销售经验对填充石膏粉的包装、标志、运输和贮存进行了规定。

3 验证试验情况分析与指标确定

3.1 验证试验背景

受《高分子材料填充用石膏》建材行业标准起草小组的委托，一夫科技股份有限公司、南京天下四方检测有限公司、中国国检测试控股集团股份有限公司、武汉工程大学承担了《高分子材料填充用石膏》标准的验证试验工作。

在中国建筑材料联合会石膏建材分会支持下共收集用于验证试验的填充石膏粉 I 型 1500 目及以上、II 型 1250 目、III 型 1000 目和 IV 型 800 目样品分别来源于四川方大新型建材科技开发有限责任公司、河南省鹿晶新材料有限责任公司、湖北宜化环保科技有限公司、江苏苏盐井神股份有限公司、贵州磷化绿色环保产业有限公司、四川龙蟒集团、安徽六国化工股份有限公司、河南金丹乳酸科技有限公司、淄博贯博新材料有限公司、锦阳尚新材料股份有限公司等生产企业。在试验方案设立上，标准编制组本着实事求是、精益求精的精神，在基材选取与处理、试样配置与试件制备、试验方法与处理条件等诸多方面加以论证、补充、细化、完善。

3.2 试验结果与分析

3.2.1 外观质量结果分析

填充石膏粉外观质量验证试验结果见表 1。

表 1 填充石膏粉外观质量验证试验结果

项目	外观质量
1#	合格
2#	合格
3#	合格
4#	合格
5#	合格
6#	合格
7#	合格
8#	合格
9#	合格
10#	合格
11#	合格
12#	合格
13#	合格
14#	合格
15#	合格

16#	合格
17#	合格
18#	合格
19#	合格
20#	合格
21#	合格
22#	合格
23#	合格
24#	合格
25#	合格
26#	合格
27#	合格
28#	合格
29#	合格
30#	合格

填充石膏粉主要是Ⅱ型无水硫酸钙（石膏），具备较为好的外观质量，因此外观质量验证试验合格率为100%。

3.2.2 尺寸偏差

填充石膏粉白度验证试验结果见表2。

表2 填充石膏粉白度验证试验结果

项目	白度		
	S	A	Q
要求	≥85	≥75	协商
1#	90.1 S		
2#	76.0 A		
3#	88.3 S		
4#	65.6 Q		
5#	58.8 Q		
6#	72.9 Q		
7#	72.9 Q		
8#	49.5 Q		
9#	73.3 Q		
10#	76.3 A		
11#	65.9 Q		
12#	90.2 S		
13#	66.2 Q		
14#	58.8 Q		
15#	75.5 A		
16#	71.4 Q		
17#	63.8 Q		
18#	86.5 S		
19#	67.4 Q		
20#	72.0 Q		
21#	61.2 Q		

22#	46.1 Q
23#	72.3 Q
24#	75.5 A
25#	66.9 Q
26#	58.1 Q
27#	77.2 A
28#	94.3 S
29#	40.8 Q
30#	44.9 Q

原料来源为盐石膏，副产硫酸、废硫酸和含钙矿石反应，经煅烧后产品及部分乳酸石膏，白度较高可以达到 S 或 A 级；而原料来源为磷石膏、脱硫石膏、柠檬酸石膏、氟石膏，受原料影响部分白度为 Q 级，经高白度中温煅烧工艺处理的产品白度亦可达到 S 级。白度不影响产品使用性能，因此对于合格品要求可协商确定。

3.2.3 II 型无水硫酸钙干基含量

填充石膏粉 II 型无水硫酸钙干基含量验证试验结果见表 3。

表 3 填充石膏粉 II 型无水硫酸钙干基含量验证试验结果

项目	II 型无水硫酸钙干基含量/%		
	S	A	Q
要求	≥90	≥80	≥70
1#	88.60 A		
2#	82.19 A		
3#	93.24 S		
4#	85.96 A		
5#	75.33 Q		
6#	93.33 S		
7#	93.33 S		
8#	95.71 S		
9#	81.90 A		
10#	86.95 A		
11#	92.18 S		
12#	96.69 S		
13#	80.89 A		
14#	75.33 Q		
15#	89.49 A		
16#	84.41 A		
17#	92.28 S		
18#	93.87 S		
19#	83.62 A		
20#	89.18 A		
21#	78.14 Q		
22#	82.19 A		
23#	83.88 A		
24#	89.49 A		

25#	84.16 A
26#	84.65 A
27#	91.80 S
28#	94.52 S
29#	90.40 S
30#	89.36 A

Ⅱ型无水硫酸钙干基含量采用两种方法，其一是通过三氧化硫直接测试Ⅱ型无水硫酸钙含量，另外一种是通过其他相水化测试Ⅱ型无水硫酸钙含量，其中可溶性无水硫酸钙（AⅢ）含量、半水硫酸钙（HH）含量、二水硫酸钙（DH）含量的按 GB/T 36141 中相关规定进行测定。从试验数据可以看出，按照本标准的要求，送检样品的填充石膏粉Ⅱ型无水硫酸钙干基含量指标的合格率为 100%，A 级品率为 90%，S 级品率为 36.7%。

3.2.4 粒度

填充石膏粉粒度验证试验结果见表 4。

表 4 填充石膏粉粒度验证试验结果

项目	Ⅰ型 1500 目及以上粒度/ μm	
要求	D_{50}	D_{95}
	≤ 5.0	≤ 10.0
1#	1.85	6.27
2#	3.05	9.66
3#	3.31	8.40
4#	4.44	8.50
5#	3.10	5.70
6#	1.90	6.00
7#	3.20	9.70
8#	1.20	8.70
项目	Ⅱ型 1250 目/ μm	
要求	D_{50}	D_{95}
	≤ 5.5	≤ 11.0
9#	3.86	10.21
10#	3.55	10.54
11#	3.15	10.26
12#	3.15	10.30
13#	2.62	9.55
14#	3.30	10.90
项目	Ⅲ型 1000 目/ μm	
要求	D_{50}	D_{95}
	≤ 6.0	≤ 14.0
15#	3.26	12.55
16#	3.52	11.17
17#	3.50	11.50
18#	3.77	11.28

19#	4.12	12.43
20#	4.90	13.50
21#	3.90	14.10
22#	4.00	13.90
项目	IV型 800 目/μm	
要求	D ₅₀	D ₉₅
	≤6.5	≤19.0
23#	4.80	12.73
24#	4.67	17.90
25#	3.31	17.88
26#	3.80	16.60
27#	5.20	15.20
28#	5.60	20.80
29#	1.60	16.90
30#	1.50	16.80

从试验数据可以看出，1500 目及以上的填充石膏粉试验样品中粒度全部符合标准要求，合格率为 100%；1250 目的填充石膏粉试验样品中粒度全部符合标准要求，合格率为 100%；1000 目的填充石膏粉试验样品中有 1 组样品的粒度不符合标准要求，合格率为 87.5%；800 目的填充石膏粉试验样品中有 1 组样品的粒度不符合标准要求，合格率为 87.5%。

3.2.5 附着水和结晶水含量

填充石膏粉附着水和结晶水含量验证试验结果见表 5。

表 5 填充石膏粉附着水和结晶水含量验证试验结果

项目	附着水和结晶水含量/%
要求	≤1.0
1#	0
2#	0.22
3#	0.15
4#	0.31
5#	0.81
6#	1.13
7#	1.13
8#	0.44
9#	0.22
10#	0.13
11#	0.15
12#	0.18
13#	0.31
14#	0.81
15#	0.07
16#	0.23
17#	0.03

18#	0.18
19#	0.40
20#	0.51
21#	0.42
22#	0.47
23#	0.20
24#	0.07
25#	0.35
26#	0.63
27#	1.40
28#	0.69
29#	1.00
30#	1.58

乳酸石膏、柠檬酸石膏、氟石膏由于二水石膏含量较高导致结晶水含量偏高，从试验数据可以看出，样品总体合格率为 86.7%。

3.2.6 pH 值

填充石膏粉 pH 值验证试验结果见表 6。

表 6 填充石膏粉 pH 值验证试验结果

项目	pH 值
要求	6.0~12.0
1#	12.19
2#	11.34
3#	6.80
4#	10.50
5#	7.40
6#	7.00
7#	7.00
8#	2.70
9#	11.51
10#	6.50
11#	9.80
12#	6.80
13#	11.00
14#	7.40
15#	6.40
16#	11.43
17#	9.16
18#	6.70
19#	11.30
20#	9.30
21#	7.20
22#	8.60

23#	11.09
24#	6.40
25#	10.90
26#	9.30
27#	2.60
28#	6.40
29#	2.80
30#	2.30

由于部分样品原料来源于氟石膏，含残留氢氟酸和硫酸，因此酸性较强，需进行处理。

从试验结果可以看出，样品总体合格率为 83.3%。

3.2.7 吸油值

填充石膏粉吸油值验证试验结果见表 7。

表 7 填充石膏粉吸油值验证试验结果

分类	标准要求	样品号	吸油值/ (g/100g)
I 型 1500 目及以上	≤ 55	1#	48.20
		2#	34.40
		3#	53.20
		4#	37.50
		5#	36.25
		6#	74.85
		7#	76.80
		8#	26.85
II 型 1250 目	≤ 50	9#	34.50
		10#	35.20
		11#	38.20
		12#	43.30
		13#	38.20
		14#	36.00
III 型 1000 目	≤ 45	15#	35.60
		16#	34.50
		17#	37.60
		18#	43.40
		19#	37.90
		20#	42.80
		21#	36.00
		22#	51.00
IV 型 800 目	≤ 40	23#	34.40
		24#	34.10
		25#	38.50
		26#	38.23
		27#	40.00
		28#	61.00

		29#	23.05
		30#	23.75

从试验数据可以看出，1500 目及以上的填充石膏粉试验样品中有 2 组样品的吸油值不符合标准要求，合格率为 75%；1250 目的填充石膏粉试验样品中样品的吸油值全符合标准要求，合格率为 100%；1000 目的填充石膏粉试验样品中有 1 组样品的吸油值不符合标准要求，合格率为 87.5%；800 目的填充石膏粉试验样品中有 1 组样品的吸油值不符合标准要求，合格率为 87.5%。

3.2.8 重金属含量

填充石膏粉的重金属含量验证试验见表 8。

表8填充石膏粉重金属含量验证试验结果

项目	重金属含量/mg/kg				
	铅 (Pb)	铬 (Cr)	汞 (Hg)	砷 (As)	镉 (Cd)
要求	≤50	≤50	≤0.5	≤5	≤0.5
1#	5.2	3.0	<0.1	1.5	<0.1
2#	16.6	1.1	<0.1	4.5	<0.1
3#	1.0	0.5	<0.1	0.7	<0.1
4#	10.9	1.3	<0.1	5.3	<0.1
5#	18.6	2.5	<0.1	4.0	<0.1
6#	6.5	2.8	<0.1	1.2	<0.1
7#	7.0	2.2	<0.1	1.5	<0.1
8#	25.5	5.8	<0.1	1.8	0.1
9#	20.6	1.9	<0.1	3.5	<0.1
10#	9.5	3.6	<0.1	2.5	<0.1
11#	2.9	1.2	<0.1	1.0	<0.1
12#	1.3	0.6	<0.1	0.6	<0.1
13#	12.8	2.0	<0.1	5.0	<0.1
14#	21.2	4.6	<0.1	3.2	<0.1
15#	7.9	4.0	<0.1	1.8	<0.1
16#	21.5	2.4	<0.1	2.0	<0.1
17#	10.2	1.4	<0.1	1.1	<0.1
18#	1.5	1.0	<0.1	1.0	<0.1
19#	12.5	1.8	<0.1	4.5	<0.1
20#	15.1	2.4	<0.1	4.8	<0.1
21#	20.2	3.2	<0.1	2.0	<0.1
22#	21.8	1.6	<0.1	1.5	<0.1
23#	18.8	1.4	<0.1	4.4	<0.1
24#	38.1	1.0	<0.1	1.3	0.3
25#	10.7	1.4	<0.1	2.8	<0.1
26#	9.8	1.5	<0.1	2.3	<0.1
27#	5.6	1.0	<0.1	1.4	<0.1
28#	3.2	1.1	<0.1	1.5	<0.1

29#	19.5	4.2	<0.1	2.3	<0.1
30#	21.4	4.6	<0.1	4.2	<0.1

从试验数据可以看出，送检的 30 组样品中有 1 组样品不符合标准要求，产品合格率为 96.7%。

3.2.9 验证试验总体情况

表 9 填充石膏粉验证试验总体情况

序号	项目								合格样品
	外观质量	白度	Ⅱ型无水硫酸钙含量	粒度	附着水和结晶水含量	pH 值	吸油值	重金属含量	
1#	合格	合格	合格	合格	合格	不合格	合格	合格	
2#	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	√
3#	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	√
4#	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	不合格	
5#	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	√
6#	合格	合格	合格	合格	不合格	合格	不合格	合格	
7#	合格	合格	合格	合格	不合格	合格	不合格	合格	
8#	合格	合格	合格	合格	合格	不合格	合格	合格	
9#	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	√
10#	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	√
11#	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	√
12#	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	√
13#	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	√
14#	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	√
15#	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	√
16#	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	√
17#	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	√
18#	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	√
19#	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	√
20#	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	√

21#	合格	合格	合格	不合格	合格	合格	合格	合格	
22#	合格	合格	合格	合格	合格	合格	不合格	合格	
23#	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	√
24#	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	√
25#	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	√
26#	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	√
27#	合格	合格	合格	合格	不合格	不合格	合格	合格	
28#	合格	合格	合格	不合格	合格	合格	不合格	合格	
29#	合格	合格	合格	合格	合格	不合格	合格	合格	
30#	合格	合格	合格	合格	不合格	不合格	合格	合格	
总合格率	63.3%								

填充石膏粉验证试验整体合格率为 63.3%，主要表现在粒度、附着水和结晶水含量、pH 值、吸油值、重金属含量几项指标的产品合格率还有待提升。

4 标准中涉及专利的情况说明

本文件在修订过程中没有涉及专利的情况。

5 产业化情况、推广应用论证和预期达到的经济效果等情况

(1) 经济效益、社会效益、产业规模、推广应用、工程应用情况、预期达到的经济、社会效益；

近年来，随着相关行业的迅速发展，碳酸钙的需求也在进一步增加，而造纸、橡胶、塑料等高分子行业将对碳酸钙需求量的增长起主导作用。据统计在发达国家的需求量将以年均 10% 的速度增长，在中国将以年均 20% 的速度增长。

由于碳酸钙在资源分布和消费领域的不同以及替代品的影响，不同国家碳酸钙消费结构不尽相同。中国碳酸钙产量的 60% 以上消费于造纸业，其余用于涂料、陶瓷、化妆品、屋顶材料和塑料等行业。美国的碳酸钙 32% 用于涂料，28% 用于陶瓷，18% 用于造纸，6% 用于屋顶材料，6% 用于塑料，4% 用于橡胶，3% 用于化妆品。

而填充石膏粉是一种较为新型的粉体材料，它相较于超细碳酸钙、滑石粉拥有诸多优势，所以可以作为现有填充料的优质替代品，广泛应用于上述各个领域。

I. 石膏填料制品替代纸包装箱及泡沫包装箱。

中国是世界上最大的纸浆和纸制品生产和消费国，2023 年进口纸浆 178 亿美元。2023 年，中国纸箱主要原材料瓦楞纸产量为 2862.8 万吨，以石膏填料制做的包装箱具有防水、防潮、强度高的特性，在蔬菜水果冷链运输中有明显优势，可以替代大部分冷链运输用纸箱。2023 年宜昌市当地农产品包装市场达 10 亿元，工业品包装近百亿。在宜昌周边三百公里范围内，包装市场可达数百亿，如能替代 10% 的市场份额，销售额可达数十亿元。以石膏填料制品替代纸箱，可以有效实现内循环，节约外汇，减少森林砍伐，实现绿色可持续发展。

石膏填料制品复合珍珠棉后做成的包装箱，保温性能良好，可以折叠运输，同泡沫箱相比，价格更低、强度更好、运输成本更低，更加绿色环保。在水产品、冷冻产品的包装上可替代大部分泡沫箱。

II. 石膏填料制备改性塑料制品，广泛应用于家电、汽车、通讯、医疗、电子电气、轨道交通、精密仪器、家居建材、安防、航天航空、军工等领域。

数据显示，2017~2023 年我国改性塑料产量由 1676 万吨提升至 2976 万吨，年均复合增长率为 10.04%。2024 年我国改性塑料市场规模达到 3107 亿元，较上年同比增长 5.72%。

中国是全球最大的塑料生产国和消费国，塑料的表观消费量约 10000 万吨，平均添加

无机填料 50%，需要无机填充料 5000 万吨。

十四五期间，全国性的禁止塑料政策（禁塑令）带来了巨大市场需求。据统计，中国每年约消耗购物袋 400 万吨，农膜 246 万吨，外卖包装 260 万吨，且随着快递、外卖业务的持续增长，塑料需求持续增长。随着国家对环保领域的高度重视及作为政府征集考核要求，可降解塑料市场将具备 10 倍成长空间。

2020 年 12 月 14 日国务院办公厅《关于加快推进快递包装绿色转型的意见》，在可循环利用可降解的绿色包装材料应用上，石膏粉体材料可以起到加速降解及降低成本的效果，五年内我国快递包装市场规模将达到 1000 亿。

2023 年，中国塑料中空板市场销售额约 400 亿元，预计 2025 年可达 500 亿元以上。塑料中空板主要应用于包装领域，基本上以碳酸钙和滑石粉为填充料，最大填充量为 50%，而石膏高填充中空板填充量达到 65% 以上，未来填充量可达 70% 以上，每吨成本低于现有塑料中空板 1000 至 2000 元。石膏生产的母粒价格也明显低于现有母粒，具有巨大的成本和价格优势，如能替代 20% 市场份额，市场销售额可达 50 至 100 亿元，年消纳工业副产石膏一百万吨以上。

III. 石膏填料制备合成橡胶，部分或全部替代天然橡胶，广泛应用于轮胎制造、汽车制造、鞋业、胶管胶带以及其他橡胶制品等领域。

数据显示，近六年我国合成橡胶产量呈增长走势。2024 年全年，我国合成橡胶产量累计约为 921.9 万吨，同比增长 1.4%。随着环保法规的加强和可持续发展理念的推广，中国合成橡胶行业也在加强环保投入，推动绿色生产和可持续发展，石膏填料在保证产品强度、性能的要求之上能够改善内腐蚀性，增加耐久性，是理想的填充材料。

IV. 石膏填料制备涂料。

2024 年全国涂料产量为 3534.1 万吨，相对应需要的填料超过 1149 万吨，目前主要包括碳酸钙、重晶石粉、石英粉、滑石粉、高岭土、云母粉、硅灰石、白云石等，而石膏填料应用于涂料中主要具有以下优点：（1）分散性好；（2）热稳定性好（熔点高达 1450℃）；（3）着色能力强；（4）石膏为硫酸盐，比一般的无机填料具有更强的耐腐蚀性能；（5）具有优良的耐光、耐候性，不易褪色，抗粉化性等物理性能优异；（6）吸油值适中，抗渗性好。在涂料中加入一定量的石膏填料可增加涂层的硬度等机械性能，并能降低成本，是调整涂料成本的有效途径。

填充石膏粉是母粒技术的一个重要发展方向，其研究和应用受到行业的广泛关注。填充石膏粉作为新型超细填充粉料，在高性能母粒中应用的可行性得到系统研究，包括微结

构、宏观力学性能和耐久性。目前已有企业成功生产填充石膏粉并商业化应用。此外，填充石膏粉已经在防水卷材等国内实际高分子产品中得到很好的应用，技术可靠稳定。标准的出台会进一步指导填充石膏粉的生产，推动填充石膏粉的市场推广应用。

(2) 本标准指标的技术先进性以及本标准的发布对行业及社会发展的促进作用，即与“宜业尚品造福人类”的相关性。

本标准的先进性主要表现在：规定了填充石膏粉的分类并明确了相关产品定义，确定了包括外观质量、白度、Ⅱ型无水硫酸钙含量、粒度、附着水和结晶水含量、pH 值、吸油值、重金属含量共 8 项指标。

本标准的发布实施，将有利于推动填充石膏粉产业向规模化、高端化的发展，进而促进我国工业副产石膏的综合利用，符合行业及市场需求，有利于我国生态文明建设。填充石膏粉不含有毒、有害物质，而且利废节能，属绿色低碳产品，是减少我国碳排放的重要产品，随着国家大力推动工业固废综合利用，相关技术也更加成熟，利用工业副产石膏代替天然石膏，可大大降低生产成本，减少工业副产石膏堆存造成的土地占用，对于节能减排、发展循环经济、清洁生产、实现燃煤电厂废渣零排放、建设资源节约性社会有着极其重要的社会意义。

随着“双碳目标”的指引，未来碳酸钙等原有填充剂的价格将持续上涨，随着制备Ⅱ型无水石膏技术的继续发展，未来将会更大规模的替代碳酸钙、高岭土等填充剂。本标准的制订，有利于规范我国工业副产石膏在高分子材料填充应用的技术要求，促进我国生产填充石膏粉的企业向产业化和规模化方向发展，从而推进工业副产石膏再生高效清洁利用，有利于构建“工业生产——废渣——建材产业链”技术的整体水平进步，符合国家产业政策和新型建材绿色化方向的总体战略要求，代表着建材新型产业发展方向，符合“宜业尚品造福人类”先进理念。

6 采用国际标准

无。

7 与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性

经广泛调研和多方面征求意见，本标准有关技术参数、性能指标、技术要求符合现行法律、法规、规章及有关强制性标准要求并具有一致性。

国外尚未发现相关标准。国内没有相关行业标准，只有碳酸钙等填料的标准作为参考。

8 重大分歧意见的处理经过和依据

无。

9 标准性质的建议说明

建议本标准为建材行业推荐性标准。

10 贯彻标准的要求和措施建议

建议在本标准正式出台后，各生产厂家、科研单位、检测机构以及地方管理部门能够依据本标准中的相关规定对填充石膏粉进行统一的评价和管理。具体实施措施建议如下：

（1）加大标准宣传力度，提高认知度，建立信息公共平台，将有参考价值的案例、好的做法和经验等在行业内部公开发布，引起有关部门领导和相关企业单位的重视，使相关单位能够积极主动的购买标准和资料、参加培训、结合本单位实际情况学习研究标准并准备贯彻实施标准。

（2）标准归口单位进行贯标指导，组织标准宣贯培训班，由标准制定人员主讲。设立专门的答疑或咨询部门或网站，为贯标企业排忧解难，组织有关人员积极参加行业协会组织的各项活动、培训班等。

（3）鼓励行业相关企业成立标准贯彻实施小组，组员由标准化技术人员、产品主管设计人员、工艺主管设计人员、检验人员、车间技术人员等工作人员组成，进行明确的分工合作，适时组织标准宣贯会，使有关人员拥有标准、了解标准、熟悉标准、执行标准。产品主管设计人员、工艺主管设计人员、检验人员、车间技术人员、操作人员均须按照细则要求进行相应工作。

（4）标准化技术人员全面负责贯标实施工作，跟踪服务对贯标中出现的技术问题进行协调处理作好贯标记录，并进行长期监督检查工作。

（5）尤其要向高分子行业加大宣传力度，促进行业采用填充石膏粉产品。

11 废止现行相关标准的建议

无。

12 其它应予说明的事项

无。