中华人民共和国建材行业标准

生态修复用石膏

Gypsum for ecological restoration

（征求意见稿）

编制说明

《生态修复用石膏》建材行业标准编制组

二〇二六年十一月

目　录

一、工作简况.....1
（一）任务来源.....1
（二）工作过程.....3
（三）主要参加单位和工作组成员及其开展的主要工作.....4
二、标准编制原则和主要内容.....4
（一）标准编制原则.....4
1、标准的适用范围.....5
2、引用标准.....5
3、术语和定义.....7
4、原材料.....7
5、一般要求.....7
6、技术要求.....8
6、试验方法.....12
三、主要试验验证情况分析与指标确定.....13
四、标准中涉及到的专利情况.....17
五、产业化情况、推广应用论证和预期达到的经济效果等情况.....17
六、采用国际标准和国外先进标准情况.....19
七、与有关法规、法律和其它强制性标准的关系.....19
八、重大分歧意见的处理经过和依据.....20
九、标准性质的建议说明.....20
十、贯彻标准的要求和措施建议.....20
十一、废止现行相关标准的建议.....21
十二、其他说明.....21
附录.....22

中华人民共和国建材行业标准

生态修复用石膏

编制说明

一、工作简况

（一）任务来源

我国工业副产石膏利用研究工作起步较迟，系统研究开发应用于石膏建材始于上世纪70 年代。随着环境保护要求不断提高，循环经济不断深入，工业副产石膏以“堆存处置”的处理方式已成为困扰各行业发展的难题，工业副产石膏资源化利用已成国内研究的焦点和热点，引起各级政府、社会各层面的高度重视。据不完全统计，目前我国工业副产石膏累积堆存量超过 18 亿吨，并以每年超 2 亿吨的新产生量逐年增加，而工业副产石膏特别是磷石膏的综合利用率却较低。工业副产石膏的大量堆存，既占用土地，又浪费资源，其含有的酸性及其他杂质，若处置不当将会对周边水系、土壤及环境造成污染。另外，工业副产石膏的大量堆存不仅掣肘长江经济带的良性发展，更成为我国燃煤机组和磷肥等相关企业可持续发展最重要的制约因素。

国家对工业副产石膏的治理及资源化利用非常重视，国务院关于印发《固体废物综合治理行动计划》的通知（国发〔2025〕14 号）提出，要稳妥有序探索规模化消纳利用渠道。在符合环境质量标准、污染风险管控要求和安全生产要求前提下，探索通过井下充填、矿坑回填、生态修复等方式规模化消纳利用大宗工业固体废物。建立统一规范的管理制度，加强部门协同，严格履行相关审批和决策程序，坚决防范以规模化消纳利用名义非法倾倒。《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划（2021-2035 年）》作为国家层面出台的第一个生态保护和修复领域综合性规划，对全国重要生态系统保护和修复重大工程做了系统规划，将重大工程重点布局在青藏高原生态屏障区、黄河重点生态区（含黄土高原生态屏障）、长江重点生态区（含川滇生态屏障）等“三区四带”。《2030 年前碳达峰行动方案》中提出要加强大宗固废综合利用。提高矿产资源综合开发利用水平和综合利用率，以煤矸石、粉煤灰、尾矿、共伴生矿、冶炼渣、工业副产石膏、建筑垃圾、农作物秸秆等大宗固废为重点，支持大掺量、规模化、高值化利用，鼓励应用于替代原生非金属矿、砂石等资源。在确保安

全环保前提下，探索将磷石膏应用于土壤改良、井下充填、路基修筑等。推动建筑垃圾资源化利用，推广废弃路面材料原地再生利用。加快推进秸秆高值化利用，完善收储运体系，严格禁烧管控。加快大宗固废综合利用示范建设。到2025年，大宗固废年利用量达到40亿吨左右；到2030年，年利用量达到45亿吨左右。

生态修复石膏是以石膏为主要原料，按使用需要添加一定比例的其他成分制成的适用于生态修复并有利于植物生长的改性材料，是当前能够大量消耗工业副产石膏的一个新的有效途径。通过对工业副产石膏中的杂质进行固化处理，并通过改性使其具有提供充足水、肥、气、热的能力，使其有机物含量、非毛孔孔隙、pH 值度等关键技术指标参数满足植物生长需要。生态保护修复是守住自然生态安全边界、促进自然生态系统质量整体改善的重要保障。长期以来，我国一些地区生态系统受损退化问题突出、历史欠账较多，生态保护修复任务量大面广，需要动员全社会力量参与。

目前，我国矿山开采造成的土地损毁、地质环境破坏，未利用地以及其他原因造成的土地损毁等生态环境退化问题严重影响了我国生态环境保护及碳达峰、碳中和目标的实现。根据中国地质调查局统计我国共有各类废弃矿山约99000座，其中，金属矿山约11700座，非金属矿山约75000座，能源矿山约12300座。我国采矿损毁土地261.05万h㎡，其中，挖损土地面积145.93万h㎡，塌陷土地面积84.45万h㎡，压占土地面积130.67万h㎡。矿山生态修复用石膏材料是新的大宗固废利用途径，目前部分省份已经开始研究并应用此项技术。据了解云南省将磷石膏基生态修复材料在全省范围内逐步推广使用，全省每年可节约堆存成本至少8.5亿元，同时提高全省工业副产石膏综合利用率达50%，对建设节约型社会、发展循环经济具有重要的现实意义，值得进一步推广。

当前，生态修复工程的概念开始广泛使用，系统、综合的修复治理理念进一步加强。工业副产石膏经过无害化处理，制备生态修复材料，在确保安全、环保的前提下，进行工程化应用和推广，可有效解决大量露天矿山废弃地采空区回填和生态修复迫切需要的材料匮乏及其成本高的困难和问题。然而目前国内外没有生态修复用石膏的国家标准及行业标准，相关省市在石膏生态修复领域探索方面的普遍做法是以 GB 18599—2020《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》为参考依据，石膏改性后达到第Ⅰ类一般工业固体废物控制要求即作为生态修复材料，缺乏科学、合理、因地制宜的石膏生态修复产品质量标准。标准体系的不健全在一定程度上阻碍了生态修复用石膏材料技术的推广，修复质量也无法保证。综合分析来看，各省市在生态修复用石膏技术上的做法和要求在合法合规上缺少依据，不利于行

政管理部门和社会公众的认可，导致石膏基生态修复材料的规模化应用推进缓慢。

根据中华人民共和国工业和信息化部办公厅于2026年4月下达《工业和信息化部办公厅关于印发2026年第二批行业标准制修订和外文版项目计划的通知》（工信厅科函〔2026〕192 号），由建筑材料工业技术情报研究所等单位作为标准负责起草单位组织《生态修复用石膏》建材行业标准的编制工作，计划号为2026-0263T-JC。本标准的制定为生态修复用石膏提供标准依据和支撑，强化石膏基生态修复材料的产品技术指标要求，保障生态安全，提高我国工业副产石膏的综合利用水平，促进产业高质量发展，对实现工业副产石膏规模化应用具有重要意义。

（二）工作过程

2026.1—2026.5，标准编制组系统查询国内外生态修复用石膏的生产、应用及标准化情况，检索相关技术文献、标准规范、专利资料和典型工程案例，重点了解生态修复用石膏的原料来源、产品类型、生产工艺、性能指标、应用场景及环境安全要求。与此同时，编制组对相关生产企业和使用单位开展调研，通过企业走访、座谈研讨和数据收集等方式，详细了解应用企业的应用规模、产品性能、利用情况、施工工艺、修复效果及存在的主要问题，收集企业基本情况、产能产量、原料来源、生产工艺、质量控制、检测报告、应用案例和标准需求等数据资料。编制组还与生产单位和应用单位就标准制定工作进行了充分研讨，听取各方对标准框架、技术指标和试验方法的意见建议，为后续标准编制奠定了扎实基础。

2026.6—2026.7，基于前期调研和企业数据收集情况，编制组对生态修复用石膏相关资料进行系统整理和对比分析，梳理国内外相关标准与技术指标差异，完善标准讨论稿。

2026.7 月，标准编制组以线上会议形式召开第一次标准工作会议，正式成立标准编制组。参会企业代表对标准工作组讨论稿进行了认真讨论，围绕适用范围、产品分类、技术要求、试验方法、检验规则及应用要求等发表意见建议。编制组对会议意见进行汇总记录和逐条研究，同时就技术要求相关的验证试验进行分工，明确样品采集、检测项目、试验方法和数据提交要求，责成相关起草单位完成规定的验证事项。

2026.7—2026.8，编制组按照分工收集生态修复用石膏样品并开展验证试验工作。编制组对企业提供的产品性能数据、检测报告和应用数据进行核对整理，确保数据来源可追溯、统计口径一致，为技术指标确定提供依据。

2026.8—2026.9，编制组对验证试验测试数据和企业调研数据进行汇总分析，重点比

较不同样品关键性能指标的差异，分析指标设置的合理性和可操作性。根据试验结果和数据分析情况，编制组在初稿基础上对相关技术内容进行了修正完善，并对存疑数据开展复核和补充验证。

2026.9—2026.10，召开第二次标准工作会。编制组通报验证试验结果和企业数据收集分析情况，经过编写小组全体成员反复斟酌、充分讨论，最终将标准中的主要技术指标予以确认，并编制形成标准征求意见稿。

2026.11，编制组提交标准征求意见稿，并公开征求意见。

（三）主要参加单位和工作组成员及其开展的主要工作

（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、云南云天化环保科技有限公司、贵州川恒化工股份有限公司、广西川金诺化工有限公司、贵州胜威化工新材料研究院有限公司、湖南有色环保建材有限公司、山东英轩实业股份有限公司、中节能工程技术研究院有限公司等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）武汉工程大学、昆明理工大学、重庆文理学院、重庆大学、中国科学院东北地理与农业生态研究所、重庆交通大学、河南建筑材料研究设计院有限责任公司、重庆市地质矿产勘查开发局川东南地质大队、一夫科技股份有限公司等在本标准制定过程中提供了大量技术支持和最新的科技查新资讯。

（4）北京建筑材料科学研究总院有限公司、云南华测认证检测有限公司：负责本标准的验证试验工作，并对实验结果进行分析。

二、标准编制原则和主要内容

（一）标准编制原则

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》的规定起草。遵从以下规则：贯彻执行国家的政策、法规，与现行国家标准协调一致；技术指标制定先进可行、规范合理；标准制定突出生态修复用石膏特性，与现行生态修复相关标准协调一致，促进行业健康发展和产品推广。标准制定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，各项指标值在满足生产要求的前提下，根据各生产企业试样的验证试验结果确定。

（二）标准的主要内容

1、标准的适用范围

本标准规定了生态修复用石膏的原材料要求、一般要求、技术要求、试验方法、检验规则以及　包装、标志、运输与贮存。本标准适用于对生态受损地、工矿废弃地及其他退化土地等开展生态修复所用的石膏基材料。

2、引用标准

本标准在制定过程中主要引用和参考了以下标准：

（1）CJ/T 340　绿化种植土壤

引用该标准内容作为术语定义要求、制备生态修复用石膏的原材料中对土壤的质量要求、生态修复用石膏用于用于林地或草地时的重金属含量限值要求和检测方法依据以及样品的取样送样要求依据。

（2）GB 5084　农田灌溉水质标准

引用该标准内容作为制备生态修复用石膏的原材料中对水的要求依据。

（3）GB/T 5483　天然石膏

引用该标准内容作为制备生态修复用石膏的原材料中对天然石膏的要求依据。

（4）GB 6566　建筑材料放射性核素限量

引用该标准内容作为生态修复用石膏放射性检测方法依据。

（5）GB/T 8170　数值修约规则与极限数值的表示和判定

引用该标准内容作为试验结果处理与修约过程中的判定要求依据。

（6）GB 8978　污水综合排放标准

引用该标准内容作为生态修复用石膏浸出液特征污染物的检测方法依据。

（7）GB 15618　土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）

引用该标准内容作为用于农用地的生态修复用石膏的重金属含量指标要求及检测方法依据。

（8）GB/T 23456　磷石膏

引用该标准内容作为制备生态修复用石膏的原材料中对磷石膏的要求依据。

（9）GB/T 33891　绿化用有机基质

引用该标准内容作为制备生态修复用石膏的原材料中对有机基质的要求依据。

（10）GB 36600　土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）

引用该标准内容作为用于建设用地的生态修复用石膏的重金属含量指标要求及检测方法依据。

（11）GB/T 37785　脱硫石膏

引用该标准内容作为制备生态修复用石膏的原材料中对脱硫石膏的要求依据。

（12）HJ 557　固体废物浸出毒性浸出方法 水平振荡法

引用该标准内容作为生态修复用石膏浸出液特征污染物检测时制备浸出液的方法依据。

（13）JC/T 2625　钛石膏

引用该标准内容作为制备生态修复用石膏的原材料中对钛石膏的要求依据。

（14）JC/T 2649　柠檬酸石膏

引用该标准内容作为制备生态修复用石膏的原材料中对柠檬酸石膏的要求依据。

（15）JC/T 2967　氟石膏

引用该标准内容作为制备生态修复用石膏的原材料中对氟石膏的要求依据。

（16）LY/T 1215　森林土壤水分-物理性质的测定

引用该标准内容作为生态修复用石膏的非毛管孔隙度、密度的检测方法依据。

（17）LY/T 1228　森林土壤氮的测定

引用该标准内容作为生态修复用石膏的水解性氮检测方法依据。

（18）LY/T 1232　森林土壤磷的测定

引用该标准内容作为生态修复用石膏的有效磷检测方法依据。

（19）LY/T 1234　森林土壤钾的测定

引用该标准内容作为生态修复用石膏的速效钾检测方法依据。

（20）LY/T 1237　森林土壤有机质的测定及碳氮比的计算

引用该标准内容作为生态修复用石膏的有机质检测方法依据。

（21）LY/T 1239　森林土壤 pH 值的测定

引用该标准内容作为生态修复用石膏的 pH 值检测方法依据。

（22）NY/T 886　农林保水剂

引用该标准内容作为制备生态修复用石膏的原材料中对保水剂的要求依据。

（23）NY/T 798　复合微生物肥料

引用该标准内容作为制备生态修复用石膏的原材料中对复合微生物肥料的要求依据。

本标准在制定过程中还重点参考了 HJ 1415《磷石膏利用和无害化贮存污染控制技术规

范》、JC/T 2722《绿化护坡及生态修复用植被水泥土》、GB 18599《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》、GB/T 45015《钛石膏综合利用技术规范》、GB/T 32124《磷石膏的处理处置规范》等标准的内容，作为制定生态修复用石膏各项指标的重要依据。

3、术语和定义

在术语和定义方面，CJ/T 340 界定的以及下列术语和定义适用于本标准。

首先对生态修复用石膏能够应用的方向进行了术语定义，如生态受损地：生态受损地是指因水土流失、石漠化、盐碱化等原因造成的生态结构和功能受到损毁的土地。工矿废弃地：工矿废弃地是指在矿产资源采选过程中地质环境受到破坏或受到工业污染的土地。其他退化土地：其他退化土地是指未利用土地、沙漠退化地及林草退化地等。

本章节还规定了生态修复的术语定义：对生态受损地、工矿废弃地及其他退化土地等，依靠人工支持引导和自然恢复力，采取预防和修复措施，使地质环境达到安全稳定、损毁土地得到复垦利用、生态系统功能得到恢复或改善的活动。该术语定义主要借鉴了 GB/T 43933—2024《金属矿土地复垦与生态修复技术规范》中的相关术语定义。

本章节还规定了生态修复用石膏的术语定义：以石膏为主要原料，通过物理、化学、生物或复合工艺等措施进行改性处理，制备成可促进生态修复的改性材料，能够保障植物发芽生长。该术语定义主要借鉴了 JC/T 2722《绿化护坡及生态修复用植被水泥土》中的相关术语定义，并结合生态修复用石膏材料进行规定。

4、原材料要求

在生态修复用石膏的原材料组成方面，本章节对主要组分提出具体要求，主要依据现行国家标准及行业标准。其中天然石膏应符合 GB/T 5483 的规定。磷石膏应符合 GB/T 23456 的规定。脱硫石膏应符合 GB/T 37785 的规定。钛石膏应符合 JC/T 2625 的规定。柠檬酸石膏应符合 JC/T 2649 的规定。氟石膏应符合 JC/T 2967 的规定。其他工业副产石膏可参照执行。土壤应符合 CJ/T 340 的规定。有机基质应符合 GB/T 33891 的规定。复合微生物肥料应符合 NY/T 798 的规定。保水剂应符合 NY/T 886 的规定。水应符合 GB 5084 的规定。其他原材料应符合国家相关标准的规定或经过试验验证后方可使用。

5、一般要求

为防止生态修复用石膏中其他材料占比过高，导致产品实质偏离石膏基生态修复材料，从而偏离了利用石膏特定化学性质进行生态修复的技术路径。本标准规定生态修复用石膏应先进行石膏、有机质等原材料的配比试验，材料组成应满足石膏质量分数不低于 50%的设计

要求。

6、技术要求

通过召开工作会议、赴生产企业实地调研、验证试验结果分析等多种形式，确定本标准的各项技术指标要求。

（1）通用要求

产品的通用要求见表 1。

表 1 生态修复用石膏通用要求

序号	项目		通用要求
1	非毛管孔隙度/%		≥6
2	密度（Mg/m^3）		1.0~1.5
3	pH 值		5.0~8.3
4	有机质/（g/kg）		≥14
5	水解性氮/（mg/kg）		≥40
6	有效磷/（mg/kg）		≥30
7	速效钾/（mg/kg）		≥100
8	放射性核素限量	内照射指数 I_{Ra}	≤1
		外照射指数 I_{γ}	≤1

本标准在验证试验分析和参考同类标准前提下设置各类指标的基本数值要求，各项指标设置理由和数值参考如下：

1） 非毛管孔隙度：设定非毛管孔隙度≥6%这一指标，主要理由和依据如下，非毛管孔隙是种植材料中水分入渗与气体交换的主要通道，直接决定材料的通气、排水性能及植物根系生长环境，是绿化种植和生态修复类材料的共性关键指标。现行行业标准 CJ/T 340—2016《绿化种植土壤》在潜在障碍因子控制要求中规定非毛管孔隙度为 5%～25%；JC/T 2722—2022《绿化护坡及生态修复用植被水泥土》表 1 规定基层、面层植被水泥土非毛管孔隙度分别≥10%、≥20%。考虑到生态修复用石膏以石膏为主要原料，其结构性质更接近种植土壤，而非水泥胶结的植被水泥土，故不宜直接照搬 JC/T 2722—2022 中≥10%的限值；同时，CJ/T 340—2016 规定的≥5%为绿化种植土壤的最低控制下限，根据验证试验情况和实际应用效果，作为产品标准指标应留有适当裕度。指标设置与现行同类标准协调一致，技术上科学、可行。

2） 密度：设定密度为 1.0 Mg/m^3～1.5 Mg/m^3这一指标，主要基于土壤学中植物根系正

常生长的适宜容重范围。土壤容重多介于 1.0 g/cm³～1.5 g/cm³之间（即密度 1.0 Mg/m³～1.5 Mg/m³），疏松多孔的土壤有利于植物根系的穿插和伸展；当密度大于 1.6 Mg/m^3～1.7 Mg/m^3 时，植物发根和扎根困难，根系正常生长受到严重妨碍。在标准先例方面，JC/T 2722—2022《绿化护坡及生态修复用植被水泥土》已明确规定该技术要求。将密度限定为 1.0 Mg/m^3～1.5 Mg/m^3，既确保植物根系能够正常穿插和伸展，也与石膏材料降低土壤容重、改善土壤通透性的改良效果相呼应，是标准科学性与行业实践相统一的体现。

3） pH 值：设定 pH 值为 5.0～8.3 这一指标，核心依据在于该区间覆盖了植被恢复所必需的土壤酸碱度条件。从植被恢复的核心需求来看，植物种子的萌发和幼苗的早期生长对 pH 极为敏感，而生态修复用石膏呈为植物后期根系生长提供了良好基础。这一指标依据也直接采用了行业标准《绿化种植土壤》CJ/T 340—2016 中对一般植物种植土壤 pH 值的技术要求。

4） 有机质：将有机质限定为≥14 g/kg，主要理由和依据如下，有机质是改善种植材料团粒结构、提高保水保肥能力、提供持续养分供给并缓冲酸碱度的关键组分，是绿化种植和生态修复类材料的共性控制指标。依据方面，CJ/T 340—2016《绿化种植土壤》养分控制指标规定有机质为 20 g/kg～80 g/kg；JC/T 2722—2022《绿化护坡及生态修复用植被水泥土》表 1 规定有机质≥20 g/kg，未设上限。本指标限值低于上述标准的 20 g/kg 下限，主要原因在于生态修复用石膏以石膏为主要原料，石膏本身不含有机质，产品有机质完全依赖配方外掺有机物料获得，现有产品外掺量有限，但相关产品在实际应用中均可达到植被复绿的效果，标准指标主要基于验证数据确定并具备可行性。。

5） 水解性氮：水解性氮限定为≥40 mg/kg，主要理由和依据如下，水解性氮是土壤中可被植物直接吸收利用的速效氮（包括铵态氮及易水解有机氮）的总和，反映材料的供氮能力，是绿化种植和生态修复类材料肥力指标的核心项目，氮素不足将直接影响植被萌发与初期生长。依据方面 CJ/T 340—2016《绿化种植土壤》养分控制指标规定水解性氮为 40 mg/kg～200 mg/kg，本标准限值与其下限一致，可保证生态修复用石膏具备绿化种植土壤所要求的基本供氮水平。需要说明的是，生态修复用石膏以石膏为主要原料，石膏本身不含氮素，产品氮素水平完全依赖配方外掺有机物料获得，现有条件下部分产品掺量偏低。本指标取 CJ/T 340—2016 规定的下限 40 mg/kg，未达标企业需通过增加有机物料掺量或补充含氮组分提高水解性氮水平。

6） 有效磷:将有效磷限定为≥30 mg/kg，主要理由和依据如下，有效磷是土壤中可被

植物直接吸收利用的磷素形态，直接影响植物根系发育、萌发与早期生长，是绿化种植和生态修复类材料肥力指标的核心项目。依据方面 CJ/T 340—2016《绿化种植土壤》养分控制指标规定有效磷为 5 mg/kg～60 mg/kg；JC/T 2722—2022《绿化护坡及生态修复用植被水泥土》表 1 规定有效磷≥10 mg/kg，未设上限。考虑到本产品属人工配制基质类材料，且磷石膏原料本身含有磷素，部分产品有效磷含量较高，参照 JC/T 2722—2022 对基质类材料的处理方式，本标准仅设下限、不设上限。限值取 30 mg/kg，高于 CJ/T 340—2016 规定的 5 mg/kg 和 JC/T 2722—2022 规定的 10 mg/kg，同时本标准产品涵盖磷石膏以外的其他工业副产石膏，此类石膏本身不含磷素、磷素完全依赖配方外掺，若取值过高对非磷石膏基产品偏严，故综合确定 30 mg/kg，相关产品在实际应用中均可达到植被复绿的效果，指标设置科学、可行，与同类标准协调一致。

7） 速效钾：生态修复用石膏施用于生态受损地、工矿废弃地和退化土地后，其目标不仅是改良土壤理化性质，更重要的是为植被恢复提供必要的钾素营养。速效钾是土壤中易被植物吸收利用的钾，包括交换性钾和水溶性钾，直接影响植物的抗逆性、光合作用和养分运输。设定速效钾≥100 mg/kg 这一指标，主要参考了 JC/T 2722 中对植被水泥土理化指标的技术要求。同时与 CJ/T 340 中的养分控制要求相衔接。从土壤养分分级来看，速效钾 100 mg/kg 处于中等水平的起点，低于此值则供钾能力偏弱，难以满足植物正常生长需求。

8） 放射性主要为了保障生态修复用石膏对环境和人体健康不产生辐射作用。生态修复用石膏原料多采用工业副产石膏，其放射性风险是客观存在的，必须通过强制性标准加以控制，以保障修复后土地的安全使用和人体健康。其次，将石膏用于生态修复，意味着材料将长期存在于土壤和地下水环境中，放射性核素可能通过浸出迁移对生态环境和人体健康构成潜在威胁。在石膏综合利用项目环评中，放射性测定是重要的评价内容，用于论证项目建设的环境可行性和安全性。指标要求主要参考现行相关工业副产石膏标准的要求。

（2）污染物指标

1）重金属含量

用于农用地的生态修复用石膏，其重金属含量限值应符合 GB 15618 中风险筛选值的要求；用于建设用地的生态修复用石膏，其重金属含量限值应符合 GB 36600 中风险筛选值的要求；用于林地、草地的生态修复用石膏，其重金属含量限值应参照 CJ/T 340 的要求执行。

规定重金属含量限值，其根本原因在于工业副产石膏作为生态修复用石膏的主要原料来源，可能含有砷、镉、铬、汞等特征重金属，若不经限量控制直接施用于土地，可能通过土

壤-植物系统迁移进入食物链或通过浸出进入地下水，对生态环境和人体健康构成潜在风险。规定重金属含量限值的依据主要来自 HJ 1415《磷石膏利用和无害化贮存污染控制技术规范》和 CJ/T 340《绿化种植土壤》 两项标准。HJ 1415 由生态环境部发布，其第 5 章“利用过程污染控制技术要求”对磷石膏的土地利用途径作出了明确规定：磷石膏经预处理后用于土地利用的，若修复方向为建设用地，污染物含量应满足 GB 36600 的筛选值要求；若修复方向为农用地，则应满足 GB 15618 的筛选值要求。用于林地、草地的，参照 CJ/T 340《绿化种植土壤》 中的重金属技术要求执行，该标准适用于一般绿化种植土壤或绿化养护用土壤，与林地草地植被恢复场景的技术要求最为接近。上述规定既确保了修复后土地在最严格的使用场景下（农用地）符合食品安全底线，又在风险可接受的场景下（建设用地、绿化用地）避免了过度管控，体现了标准科学性与可操作性的统一。

2）浸出液特征污染物指标

表 2 生态修复用石膏浸出液特征污染物技术指标 单位：mg/L

序号	项目	限值
1	氟化物（以F计）	≤10
2	总汞（Hg）	≤0.05
3	总镉（Cd）	≤0.1
4	总铬（Cr）	≤1.5
5	六价铬（Cr）	≤0.5
6	总砷（As）	≤0.5
7	总铅（Pb）	≤1.0
8	总镍（Ni）	≤1.0
9	总铍（Be）	≤0.005
10	总银（Ag）	≤0.5
11	总铜（Cu）	≤0.5
12	总锰（Mn）	≤2.0
13	总锌（Zn）	≤2.0

规定浸出液特征污染物指标，核心原因在于工业副产石膏作为生态修复用石膏的主要原料，其有害物质在雨水淋溶作用下会从固相释放进入液相，若浸出浓度超标，将直接污染土壤和地下水，因此必须通过浸出液指标来评估材料在实际环境条件下的污染释放风险，而非仅依赖全量分析。

关于指标数值的依据，该指标体系中的限值与 GB 8978 第一类污染物最高允许排放浓

度一致；氟化物限值与 GB 8978 第二类污染物一级排放标准衔接。这一指标体系主要参照了《钛石膏综合利用技术规范》GB/T 45015 要求钛石膏综合利用的污染防治符合 GB 18599 的要求。通过与 GB 8978 第一类污染物排放限值及 GB 18599 第Ⅰ类一般工业固体废物判定标准的衔接确保了环境安全性。

7、试验方法

本标准中对各项指标的检验方法均采用现行同类或近似产品的国家或行业标准试验方法进行，以确保验证试验的权威性、准确性和适用性。试验方法的选取主要参考了 LY/T 1215、LY/T 1239、LY/T 1237、LY/T 1228、LY/T 1232、LY/T 1234、GB 6566、GB 15618、GB 36600、CJ/T 340、HJ 557、GB 8978 等标准的规定。

8、检验规则

生态修复用石膏检验分为出厂检验和型式检验。

出厂检验项目包括非毛管孔隙度、pH 值、氟化物。

型式检验的项目包括第 6 章规定的全部要求。有下列情况之一时，应进行型式检验：a）新产品或者产品转厂生产的试制定型鉴定；b）正式生产后，如原材料、配比、工艺有较大改变；c）正常生产时，应每年进行一次型式检验；d）产品停产半年以上恢复生产时；e）出厂检验结果与上一次型式检验结果有较大差异时。

抽样与组批规则：相同原材料、同一配比的生态修复用石膏以 5000 吨为一检验批，不足 5000 吨的也按一检验批计在每批产品中随机抽取 5 次试样，总计不少于 20Kg，共抽取两组，其中一组用于检测，另一组作为复检样备用。需现场环刀取样的项目抽样与取样应按 CJ/T 340 的要求进行。

检验判定规则：单项检验结果的判定按 GB/T 8170 的规定进行。若受检试样的检验结果符合本文件第 6 章规定的要求时，则判定该批产品合格。若检验结果中有一项不符合本文件第 6 章规定的要求时，应进行复验，若复验合格，则判定该批产品合格，否则判定该批产品不合格。若检验结果中有两项及以上不符合本文件第 6 章规定的要求时，判定该批产品不合格。

9、包装、标志、运输和贮存

本章节对生态修复用石膏的包装、标志、运输和贮存作出规定。

在包装要求方面，产品可采用防潮罐装、散装供货。

在标志方面，产品出厂时，应提供产品检验合格证，其内容应包括：a）产品名称和商标；b）产品批号及批次；c）产品标记、生产厂名称和地址、出厂日期；d）出厂检验结果和检验签章。

在运输和贮存方面，产品在运输与贮存时应防雨、防撒漏，不得受潮或混入杂物。在正常运输与贮存条件下，贮存期为6个月。

三、主要试验验证情况分析与指标确定

本次共收集用于验证试验的生态修复用石膏样品8份，分别是来源于湖北、云南、湖南、贵州、广西、北京等省份的8家企业，委托本标准检测单位进行分析，通用要求结果见表3。

表3 来自于不同厂家提供的生态修复用石膏通用要求分析结果

检测项目	非毛管孔隙度 / %	密度（容重）/ (Mg/m³)	pH值	有机质 / (g/kg)	水解性氮 / (mg/kg)	有效磷 / (mg/kg)	速效钾 / (mg/kg)	放射性（内/外）
标准要求	≥6	1.0~1.5	5.0~8.3	≥14	≥40	≥30	≥100	≤1/≤1
1#	7.8	1.27	7.6	15.1	41	43	142	0.4/0.5
2#	7.9	1.33	6.7	17.6	56	146	96	0.5/0.6
3#	**5.7**	1.01	7.8	17.6	**21**	50	**92**	0.6/0.7
4#	11.0	1.13	6.6	18.5	82	148	178	0.3/0.4
5#	6.4	1.28	7.8	14.3	**29**	42	145	0.4/0.6
6#	**5.2**	1.38	8.1	**12.8**	**38**	254	**78**	0.7/0.8
7#	6.1	1.15	7.1	16.7	115	56	275	0.3/0.5
8#	7.4	1.22	7.4	15.5	54	35	138	0.5/0.7
单项合格率	75%	100%	100%	87.5%	75%	100%	75%	100%

结果分析：本次验证试验采集了8家不同企业的生态修复用石膏样品，检测结果显示企业间质量分化较为明显。1#、2#、4#、7#、8#样品全部指标合格，表明部分企业已具备稳定的生产工艺和良好的质量控制能力；而3#和6#样品多项指标不合格，其中6#在非毛管孔隙度、有机质、水解性氮和速效钾四项上均未达标，反映出个别企业在原料预处理和配比工艺方面存在明显短板；5#样品仅水解性氮不达标，属于单项工艺控制不足。从单项合格率看，pH值、密度、有效磷和放射性核素限量合格率均为100%，说明行业在酸碱调控、物理压实、基础肥力和放射性安全方面整体控制较好；非毛管孔隙度、有机质、水解性氮和速效钾合格率为 75%～87.5%，表明部分企业在有机质腐熟、孔隙结构保持和养分复配均匀性方面仍有提升空间。总体来看，该验证试验既验证了标准指标的可行性，也暴露了行业内部质量参差

不齐的现状，标准发布后可为不同企业提供统一的技术标杆，引导企业针对盐分控制和物理结构稳定性进行工艺改进。

表 4 为自于不同厂家提供的生态修复用石膏重金属含量标分析结果，表 5 为《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》GB 15618—2018 中关于农用地土壤污染风险筛选值（基本项目）的规定，表 6 为《建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》GB 36600—2018 中有关建设用地土壤污染风险筛选值（基本项目）的重金属含量规定，表 7 为《绿化种植土壤》CJ/T 340—2016 中有关绿化种植土壤重金属含量的规定。

表4 来自于不同厂家提供的生态修复用石膏重金属含量标分析结果 单位:mg/kg

样品编号	1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#
总铅（Pb）	9.6	24.3	24.0	56.4	23.8	46.7	21.8	2.1
总镉（Cd）	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.3	0.1	0.1
总铜（Cu）	15.3	9.6	31.0	22.6	11	7.8	24.9	1.8
总砷（As）	11.2	6.5	6.0	9.3	14.2	7.1	8.4	5.2
总铬（Cr）	35.4	20.4	43.4	23.4	22.1	37.4	20.8	7.5
总镍（Ni）	34.2	55.4	41.7	47.8	47.1	59.4	62.1	11.8
总锌（Zn）	64.0	21.0	66.1	45.1	34.8	44.9	78.1	11.6
总汞（Hg）	0.103	0.153	1.45	0.346	0.104	0.075	0.824	0.044

表5 农用地土壤污染风险筛选值(基本项目) 单位:mg/kg

序号	污染物项目[a,b]		风险筛选值			
			pH≤5.5	5.5<pH≤6.5	6.5<pH≤7.5	pH>7.5
1	镉	水田	0.3	0.4	0.6	0.8
		其他	0.3	0.3	0.3	0.6
2	汞	水田	0.5	0.5	0.6	1.0
		其他	1.3	1.8	2.4	3.4
3	砷	水田	30	30	25	20
		其他	40	40	30	25
4	铅	水田	80	100	140	240
		其他	70	90	120	170
5	铬	水田	250	250	300	350
		其他	150	150	200	250
6	铜	果园	150	150	200	200
		其他	50	50	100	100
7	镍		60	70	100	190

序号	污染物项目[a, b]	风险筛选值			
		pH≤5.5	5.5<pH≤6.5	6.5<pH≤7.5	pH>7.5
8	锌	200	200	250	300
[a]重金属和类金属砷均按元素总量计。 [b]对于水旱轮作地，采用其中较严格的风险筛选值。					

表 6 建设用地土壤污染风险筛选值（基本项目） 单位:mg/kg

序号	污染物项目	CAS 编号	筛选值		管制值	
			第一类用地	第二类用地	第一类用地	第二类用地
重金属和无机物						
1	砷	7440-38-2	20[a]	60[a]	120	140
2	镉	7440-43-9	20	65	47	172
3	铬(六价)	18540-29-9	3.0	5.7	30	78
4	铜	7440-50-8	2000	18000	8000	36000
5	铅	7439-92-1	400	800	800	2500
6	汞	7439-97-6	8	38	33	82
7	镍	7440-02-0	150	900	600	2000

表7 绿化种植土壤重金属含量的技术要求 单位:mg/kg

序号	控制项目	I 级	II 级		III级		IV 级	
			pH<6.5	pH>6.5	pH<6.5	pH>6.5	pH<6.5	pH>6.5
1	总镉≤	0.40	0.60	0.80	1.0	1.2	1.5	2
2	总汞≤	0.40	0.60	1.2	1.2	1.5	1.8	2
3	总铅≤	85	200	300	350	450	500	530
4	总铬≤	100	150	200	250	250	300	400
5	总砷≤	30	35	30	40	35	55	45
6	总镍≤	40	50	80	100	150	200	220
7	总铜≤	40	150	300	350	400	500	600
8	总锌≤	150	250	350	450	500	600	800

结果分析：通过对比，生态修复用石膏中的重金属含量均未超过 GB 15618、GB 36600 和 CJ/T 340 中的相关标准限制，合格率 100%。表明生态修复用石膏中的重金属含量符合相应应用要求，对环境不会造成危害。

表 8 为来自于不同厂家提供的生态修复用石膏的浸出液特征污染物测试结果。

表 8 来自于不同厂家提供的生态修复用石膏的浸出液特征污染物测试结果 单位：mg/L

样品编号	1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#	标准要求	单项合格率
氟化物（以 F	3.10	2.42	**13.81**	2.29	4.18	2.45	**11.6**	0.12	≤10	75%

样品编号	1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#	标准要求	单项合格率
计）							**4**			
总汞（Hg）	0.00034	0.00013	0.0114	0.00029	0.00037	0.00009	0.0045	0.00008	≤0.05	100%
总镉（Cd）	0.000124	0.00167	0.0118	0.000166	ND	0.0428	0.0019	ND	≤0.1	100%
总铬（Cr）	0.000114	0.000447	0.00267	ND	0.00075	0.00095	0.00044	ND	≤1.5	100%
六价铬（Cr）	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤0.5	100%
总砷（As）	0.0100	0.00219	0.00146	0.00167	0.0021	0.0031	0.0016	ND	≤0.5	100%
总铅（Pb）	0.00446	0.0258	0.041	0.02880	0.058	0.022	0.058	ND	≤1.0	100%
总镍（Ni）	0.284	0.372	0.858	0.272	0.341	0.425	0.746	ND	≤1.0	100%
总铍（Be）	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤0.005	100%
总银（Ag）	ND	0.000104	0.0000847	ND	0.0000438	0.0000471	ND	ND	≤0.5	100%
总铜（Cu）	0.106	0.1405	**3.503**	0.0289	0.472	0.034	**2.12**	ND	≤0.5	75%
总锰（Mn）	0.000338	0.0226	0.163	0.00821	0.0175	0.00146	0.00741	ND	≤2.0	100%
总锌（Zn）	0.0231	0.0134	**4.875**	0.0120	0.0785	0.179	**6.62**	0.15	≤2.0	75%

结果分析： 8 家不同厂家的生态修复用石膏样品浸出液特征污染物指标中，总汞、总镉、总铬、六价铬、总砷、总铅、总镍、总铍、总银、总锰十项重金属指标的合格率均为100%，表明行业整体在重金属污染控制方面表现良好，环境安全风险较低。然而，氟化物（以F 计）、总铜、总锌的单项合格率为 75%，均超过标准限值，反映出部分厂家在氟化物和部分重金属元素的控制方面存在短板。氟化物是工业副产石膏中的典型特征污染物，其超标可能与原料中氟含量偏高或无害化淋洗工艺不彻底有关。总体来看，不同厂家样品在重金属指标上一致性较好，但氟化物、总铜、总锌控制水平参差不齐，建议标准实施后重点关注氟化物及相关总金属元素来源控制和处理工艺，引导企业加强石膏原料的检测与淋洗处理，确保生态修复用石膏的浸出液环境安全性全面达标。

验证试验整体合格率为 50%，表明不同厂家产品质量差异较大，部分企业在非毛管孔隙度、有机质、水解性氮、速效钾、浸出液氟化物、总铜、总锌等指标上仍有明显短板。结合

目前行业产品质量状况，标准的指标设定对保证产品质量、规范行业乱象、促进行业技术进步有积极的作用。

四、标准中涉及到的专利情况

无。

五、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；

产业规模与消纳压力：我国工业副产石膏年产生量超 2 亿吨，长期面临堆存量大、综合利用率偏低的突出矛盾。以磷石膏为例，每生产 1 吨磷酸便会产生 4～5 吨磷石膏，大量堆存不仅占用土地资源，更存在渗漏污染土壤与地下水的环境风险。国务院《固体废物综合治理行动计划》（国发〔2025〕14 号）明确提出要推动工业副产石膏在井下充填、矿山回填、生态修复等领域的高效资源化利用。工业副产石膏来源广泛、成本低廉，兼具固废消纳与生态修复的双重功能，生态修复领域已成为规模化消纳的重要出口。

工程应用与推广基础：近年来，改性石膏用于生态修复已在云南、贵州、湖北、四川等多个省区形成规模化应用实践。以北京建工修复公司为例，其累计处理消纳磷石膏已逾 3000 万吨，在手订单量超 5000 万吨，在云南实施的云龙磷矿矿区修复治理项目，通过无害化磷石膏替代传统矿山生态修复新土回填，将废弃地恢复为林业用地或农用地，创新打造出可复制、可推广的磷石膏治理“云南模式”。仅 2026 年一季度，该公司就连续中标綦江、安宁、什邡、昆明晋宁区等四个磷石膏渣场综合整治重大项目，累计中标金额超 2.2 亿元。这些工程实践表明，生态修复用石膏的技术路径已基本成熟，具备大规模推广条件。

经济效益：从直接经济收益看，利用改性石膏替代传统矿山修复，既解决了废弃矿坑修复材料匮乏的问题，又消纳了工业副产石膏固废，实现双重成本节约。从间接经济效益看，工业副产石膏综合利用将推动磷化工、火电、钛白粉、氢氟酸等产业健康有序发展，同时释放被固废堆存占用的土地资源，并带动改性装备、检测服务、生态修复工程等上下游产业链发展。生态修复用石膏产品的规模化生产与销售，将为专业修复公司创造新的利润增长点。

社会效益：生态修复用石膏的推广应用直接服务于长江大保护、黄河流域生态治理等国家战略。工业副产石膏堆场长期存在的渗漏风险是周边群众反映强烈的环境问题，将其安全用于生态修复，可从根本上消除污染隐患，改善区域人居环境。标准化产品的推广还有助

于规范市场秩序，防止未经无害化处理的工业副产石膏以“生态修复”名义违规操作，保障修复工程的环境安全性和长期稳定性。此外，该标准的制定填补了生态修复用石膏产品标准的空白，为工业副产石膏资源化利用提供了统一的技术依据和验收尺度。

预期效益：随着本标准的发布实施，预计将加速工业副产石膏在矿山生态修复、盐碱地治理、退化土地恢复等场景的规范化应用，推动生态修复领域成为工业副产石膏规模化消纳的稳定出口。通过标准的引导和规范，有望在“十五五”期间形成一批可复制的技术模式和示范工程，带动工业副产石膏综合利用产业从建材主导向生态修复等多元场景协同发展，实现固废消纳、生态恢复与产业增值的多赢格局。

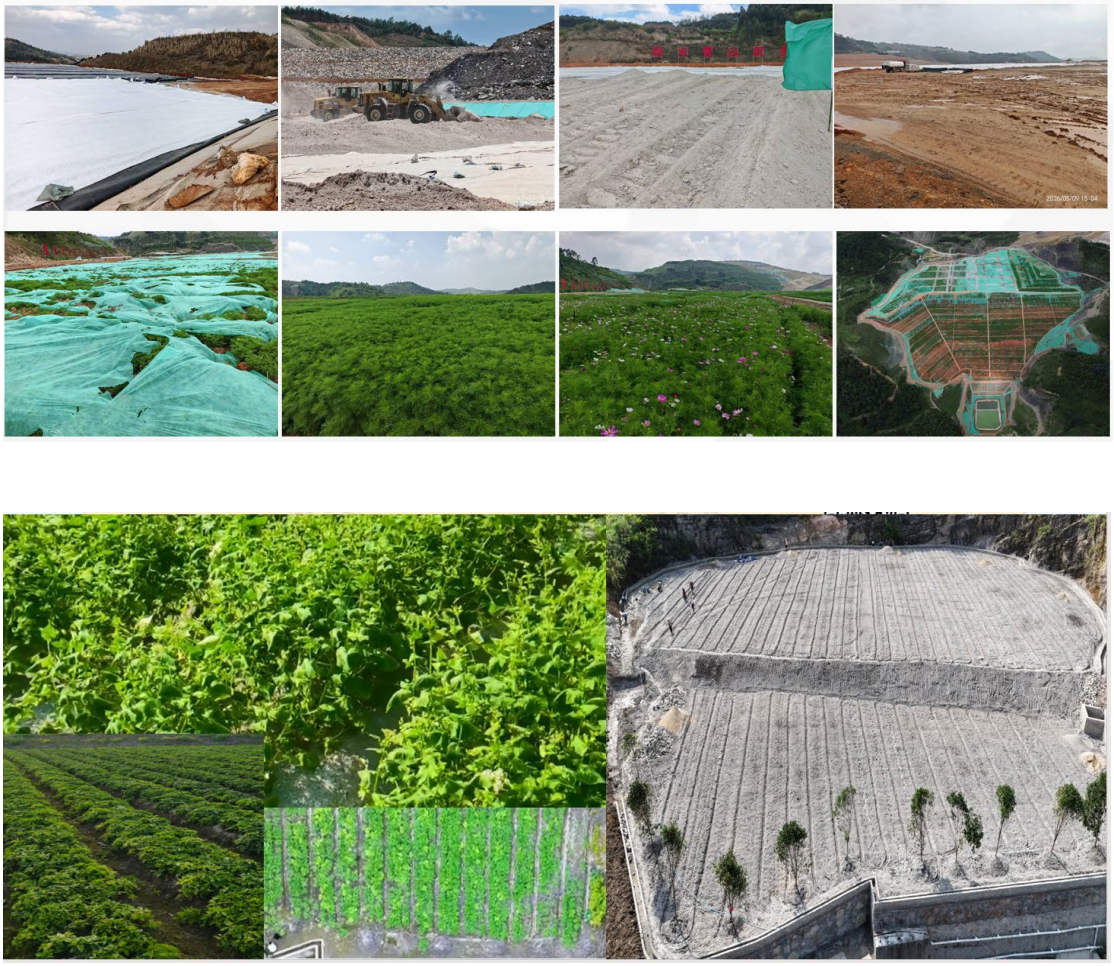

图 1 生态修复用石膏工程项目

（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：明确了生态修复用石膏的定义，对生态修复用石膏的非毛管孔隙度、密度、pH 值、有机质、肥力相关要求、放射性以及多项重金属指标提出了要求，以保证生态修复用石膏产品质量及应用安全，系统性地将工业副产石膏从“被动堆存”

转向“主动生态价值再造”，在环境安全指标上提出了严格要求，确保施用后不对土壤、农产品及地下水安全造成危害。这种“以废治废、变废为土”的技术路径，将固废消纳与退化土地功能重建合二为一，是建材行业从传统建材向生态功能材料延伸的典型创新。

从“宜业尚品造福人类”的角度来看，该标准为建材行业开辟了一个兼具技术含量与社会价值的新业态。“宜业尚品造福人类”的本质要求行业技术含量高、与社会文明发展同步。本标准所规范的产品为直接服务于矿山生态修复、盐碱地治理、退化土地功能重建的生态工程材料。目前我国工业副产石膏年产生量超 2 亿吨，长期面临堆存量大、综合利用率偏低的突出矛盾，工业副产石膏历史堆存量已超过 18 亿吨。该标准的制定，为这些巨量固废找到了一个消纳体量大、技术路径成熟的应用出口，使磷石膏、脱硫石膏等副产石膏从“环保包袱”转变为“生态资源”，这正是建材行业在供给侧结构性改革中拓展新业态、提升产业价值的具体体现，是“宜业尚品造福人类”理念在生态修复领域的具体落地。

六、采用国际标准和国外先进标准情况

无国际标准和国外先进标准可以采用。

七、与有关法规、法律和其它强制性标准的关系

本标准中内容均依照国内现行各类相关法律、法规、规章、标准予以要求。与现行相关法律、法规、规章及相关标准的协调一致。本标准符合以下国家产业政策：

国务院关于印发《固体废物综合治理行动计划》的通知（国发〔2025〕14 号），到 2030 年，重点领域固体废物专项整治取得明显成效，固体废物历史堆存量得到有效管控，非法倾倒处置高发态势得到遏制，大宗固体废弃物年综合利用量达到 45 亿吨，主要再生资源年循环利用量达到 5.1 亿吨，固体废物综合治理能力和水平显著提升。（十一）稳妥有序探索规模化消纳利用渠道。在符合环境质量标准、污染风险管控要求和安全生产要求前提下，探索通过井下充填、矿坑回填、生态修复等方式规模化消纳利用大宗工业固体废物。建立统一规范的管理制度，加强部门协同，严格履行相关审批和决策程序，坚决防范以规模化消纳利用名义非法倾倒。（十六）深入推进磷石膏综合治理。“一库一策”推进磷石膏库环境风险隐患排查整治。加强磷石膏贮存、运输、利用等环节环境管理，严格执行磷石膏利用和无害化贮存污染控制技术规范，依法严肃查处磷石膏相关环境违法行为。到 2027 年，云南、湖北、贵州、四川、安徽、重庆等地区完成存量磷石膏库整治。

《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划（2021-2035 年）》作为国家层面出

台的第一个生态保护和修复领域综合性规划，对全国重要生态系统保护和修复重大工程做了系统规划，将重大工程重点布局在青藏高原生态屏障区、黄河重点生态区（含黄土高原生态屏障）、长江重点生态区（含川滇生态屏障）等“三区四带”。

《2030 年前碳达峰行动方案》2．加强大宗固废综合利用。提高矿产资源综合开发利用水平和综合利用率，以煤矸石、粉煤灰、尾矿、共伴生矿、冶炼渣、工业副产石膏、建筑垃圾、农作物秸秆等大宗固废为重点，支持大掺量、规模化、高值化利用，鼓励应用于替代原生非金属矿、砂石等资源。在确保安全环保前提下，探索将磷石膏应用于土壤改良、井下充填、路基修筑等。推动建筑垃圾资源化利用，推广废弃路面材料原地再生利用。加快推进秸秆高值化利用，完善收储运体系，严格禁烧管控。加快大宗固废综合利用示范建设。到 2025 年，大宗固废年利用量达到 40 亿吨左右；到 2030 年，年利用量达到 45 亿吨左右。

本标准与有关的现行法律、法规、规章及相关标准没有冲突。与 HJ 1415《磷石膏利用和无害化贮存污染控制技术规范》、GB 18599《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》、GB/T 45015《钛石膏综合利用技术规范》、GB/T 32124《磷石膏的处理处置规范》、JC/T 2722《绿化护坡及生态修复用植被水泥土》、CJ/T 340《绿化种植土壤》等标准的内容等协同配套。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

九、标准性质的建议说明

推荐性标准。

十、贯彻标准的要求和措施建议

建议在本标准正式出台后，各设计单位、施工单位、生产厂家、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生态修复用石膏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地购买标准和资料、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。及时了解标准制、修订信息。

（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、工艺主管设计人员、检验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。

（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做好贯标记录，并进行长期监督检查工作。

十一、废止现行相关标准的建议

对此无废止建议。

十二、其他说明

无其他说明。

附录

本标准与 JC/T 2722—2022《绿化护坡及生态修复用植被水泥土》以及 CJ/T 340—2016《绿化种植土壤》的对比见表 19。相比而言本标准指标要求更加全面合理，具有明显的针对性及特点，更适用于生态修复用石膏材料。

附表 标准对比

序号	指标项目	本标准	JC/T 2722—2022	CJ/T 340—2016	本标准制定的先进性和适用性
1	产品定位	石膏基生态修复改性材料	水泥基坡面绿化/生态修复材料	绿化种植土壤/养护用土壤	首次以石膏基材料为对象制定生态修复产品标准，填补工业副产石膏在生态修复领域产品标准的空白；与水泥基、土壤类标准形成互补，覆盖不同材料应用于修复场景
2	非毛管孔隙度	≥6%	基层≥10%；面层≥20%	5%～25%	结合验证试验结果和实际应用效果，并参考 CJ/T 340 中的指标要求，针对生态修复用石膏材料进行设定，在确保石膏基材料施用于退化土地后能有效改善土壤通气透水条件的同时更适用于石膏基生态修复材料
3	密度/容重	1.0～1.5 Mg/m³	1.0～1.5 g/cm³	＜1.35 Mg/m³（有地下构筑物或特殊设计要求的除外）	与 JC/T 2722 一致，源于土壤学中根系正常穿插的容重适宜范围；石膏基材料经配比改性后密度可稳定控制在该区间，工艺可达性好

序号	指标项目	本标准	JC/T 2722—2022	CJ/T 340—2016	本标准制定的先进性和适用性
4	pH 值	5.0～8.3	6.0～8.5	5.0～8.3 （2.5:1 水土比）	直接采用 CJ/T 340 的绿化种植土壤要求，覆盖绝大多数植物种子萌发和根系生长的适宜酸碱度区间；较 JC/T 2722 的水泥基材料范围更宽，适配石膏基材料可酸可碱的改性灵活性
5	有机质	≥14 g/kg	≥20 g/kg	20～80 g/kg	结合验证试验结果和实际应用效果，针对生态修复用石膏材料进行设定，在确保石膏基材料施用于退化土地后具备基本的保肥供肥能力的同时更适用于石膏基生态修复材料
6	水解性氮	≥40 mg/kg	≥90 mg/kg	40～200 mg/kg	与 CJ/T 340 下限一致，石膏基材料复配氮素后可达标，确保修复基质具备支撑植物生长的氮素供应能力
7	有效磷	≥30 mg/kg	≥10 mg/kg	5～60 mg/kg	结合验证试验结果和实际应用效果，高于 JC/T 2722 的要求，落在 CJ/T 340 区间内，确保植物根系发育和养分运输
8	速效钾	≥100 mg/kg	≥100 mg/kg	60～300 mg/kg	与 JC/T 2722 一致，落在 CJ/T 340 区间内，处于中等供钾水平起点；石膏基材料复配钾素后可达标，确保植物抗逆性和光合作用

序号	指标项目	本标准	JC/T 2722—2022	CJ/T 340—2016	本标准制定的先进性和适用性
9	放射性核素	IRa≤1.0，Iγ≤1.0	未规定	未规定	本标准新增指标，对标 GB 6566—2010 强制性国标；工业副产石膏放射性核素，必须从源头控制；JC/T 2722 和 CJ/T 340 均未涉及，本标准填补了石膏基生态修复材料的放射性安全空白
10	重金属	分用途对标 GB 15618、GB 36600、CJ/T 340	对标 CJ/T 340	分 I～IV 级规定限值	本标准新增指标，依据 HJ 1415—2025 的框架要求，按农用地、建设用地、绿化地分别对标，保障环境安全
11	浸出液特征污染物	氟化物≤10、总汞≤0.05 等 13 项	未规定	未规定	本标准新增指标，与 GB18599、GB 8978 第一类污染物排放限值衔接，从释放行为层面控制污染迁移风险，保障环境安全