

《锂渣基人造土壤矿区生态修复技术规范》
(征求意见稿)
编制说明

中国科学院南京土壤研究所

2025 年 11 月 20 日

目 次

- 一、工作简况：包括任务来源、协作单位、主要工作过程、起草组成员及其所做的主要工作等；
- 二、标准编制原则和确定标准主要内容（如技术指标、参数、公式、性能要求、试验方法、检验规则等）的论据；标准修订项目还应当列出新、旧标准水平的对比；
- 三、主要试验（或验证）的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效果；
- 四、标准涉及的相关知识产权说明；
- 五、采用国际标准的程度与水平的简要说明，与现行有关法律法规和强制性标准的关系；
- 六、重大意见分歧的处理经过和依据；
- 七、其他应予说明的事项。

锂渣基人造土壤矿区生态修复技术规范

编制说明

一、工作简况

（一）任务来源

本技术规范的编制任务来源于中国科学院关键核心技术攻坚先导专项（C 类）“特色锂矿石无害化资源化利用技术”“全链条污染控制与资源化综合解决方案”项目“冶炼渣风险评估和无害化资源化标准体系”课题（课题编号：XDC0230603），该专项旨在推动锂渣的资源化利用，并解决锂矿开发过程中的环境污染问题。随着锂矿资源的开发与锂电池产业的蓬勃发展，锂渣作为人造土壤基质的重要材料，逐渐引起了科研界、环保部门及相关行业的关注。因此，为了规范锂渣人造土壤基质用于矿区生态修复中的应用，确保其在生态修复过程中不对环境造成二次污染，本项目承担了制定锂渣基人造土壤用于矿区生态修复技术规范任务，旨在为锂渣的安全、有效使用提供标准和技术支持。

（二）起草单位

起草单位：中国科学院南京土壤研究所、生态环境部固体废物与化学品管理技术中心、江西赣锋锂业集团股份有限公司、中国科学院过程工程研究所、中国科学院赣江创新研究院、生态环境部南京环境科学研究所、江西九岭锂业股份有限公司。

（三）主要起草小组人员

姓 名	性别	工作单位	职务/职称	任务分工
滕应	男	中国科学院	研究员	整体思路

		南京土壤研究所		设计、标准草案起草
徐勇峰	男	中国科学院 南京土壤研究所	助理研究员	资料的整理和分析工作、标准草案起草
任文杰	男	中国科学院 南京土壤研究所	副研究员	标准草案起草
赵玲	女	中国科学院 南京土壤研究所	副研究员	标准草案起草
张靖雲	女	中国科学院 南京土壤研究所	/	资料的收集和整理工作、标准草案起草
许涓	女	生态环境部 固体废物与 化学品管理 技术中心	研究员	标准草案修改
彭爱平	男	江西赣锋锂 业集团股份	高级工程师	标准草案修改

		有限公司		
李会泉	男	中国科学院 过程工程研究所	研究员	标准草案 修改
王东	男	中国科学院 赣江创新研究院	研究员	标准草案 修改
李强	男	中国科学院 过程工程研究所	副研究员	标准草案 修改
甘信宏	男	生态环境部 南京环境科学研究所	副研究员	协调各单位工作、标准草案修改
卜元卿	女	生态环境部 南京环境科学研究所	研究员	标准草案 修改
张后虎	男	生态环境部 南京环境科学研究所	研究员	标准草案 修改
魏冬冬	男	江西九岭锂业股份有限公司	九岭锂业董事长	标准草案 修改

		公司		
姚丽	女	江西九岭锂 业股份有限 公司	九岭锂业研究院 院长	标准草案 修改

（四）制定背景

锂是支撑和保障新能源产业可持续发展的关键材料之一。随着新型储能锂电池产业的迅猛发展，锂矿冶炼规模不断扩大，导致锂渣的产量逐年增加，这些锂渣通常被视为废弃物进行处理，堆存量日益庞大。这种传统的锂渣处理方式常常引发环境污染和土地占用等问题，对生态环境造成了不利影响。然而，锂渣的成分和特性具备资源化潜力，比如具有改善土壤理化性质的潜力，适合作为人造土壤基质进行再利用。人造土是一种利用有机和无机固体废弃物创制的人造土壤基质，可用于种植植物，并能缓解大量固废处置难题和土壤资源短缺问题，具有低碳、低成本、低环境影响的特点。目前，针对锂渣基人造土壤用于生态修复的具体技术标准尚未系统化，导致实施过程中的不规范和低效。因此，通过制定“锂渣基人造土壤矿区生态修复技术规范”的团体标准，旨在为锂渣的安全、有效利用提供指导，以满足矿业开发与环境保护之间的双重需求。通过合理利用锂渣，可以有效减少废弃物的堆存，降低土壤和水体的潜在污染风险，并为土地复垦和生态恢复奠定基础，从而提高土地利用效率，促进生态系统的恢复与再生。具备充分的必要性和可行性。通过标准的实施，可以引导行业健康、有序地发展，对改善矿区生态环境具有重要意义。

（五）工作过程

根据中国科学院关键核心技术攻坚先导专项（C类）“特色锂矿

石无害化资源化利用技术”“全链条污染控制与资源化综合解决方案”项目“冶炼渣风险评估和无害化资源化标准体系”课题（课题编号：XDC0230603）的任务要求，2024年9月，中国科学院南京土壤研究所、生态环境部固体废物与化学品管理技术中心、江西赣锋锂业集团股份有限公司、中国科学院过程工程研究所、中国科学院赣江创新研究院、生态环境部南京环境科学研究所、江西九岭锂业股份有限公司的相关人员成立了编制组。初步探讨了技术指南内容，确定标准制定原则、制定计划、基本框架和基本内容，选定锂渣人造土壤基质用于矿区生态修复技术这一标准选题，并对国内外相关标准研究展开调研。

2024年10月~2025年3月，基于国内外相关标准研究调研结果，编制组内部多次讨论和修改，梳理并明确了标准框架和主要内容，完成了标准文本草案，并于2025年4月组织开展了标准立项函评，经函评专家反馈，同意立项，并将标准名称修改为“锂渣基人造土壤矿区生态修复技术规范”。中国土壤学会于2025年5月20号发布立项公告。

2025年6月，编制组结合审查专家及多位同领域专家的反馈意见，对标准初稿进行了深入修改。此外，因标准技术内容调整与完善的需要，经协调，生态环境部南京环境科学研究所的卜元卿、张后虎，以及江西九岭锂业股份有限公司的魏冬冬、姚丽等专家加入编制组，共同参与后续内容的修订工作。

2025年7月组织开展了标准技术审查的函评工作，并于2025年8月依据函评专家的意见对标准文本作了进一步优化，完成征求意见初稿的编制工作。

2025年9~10月，编制组经向21家单位征集意见，共收到修改

建议 75 条。编制组据此于 2025 年 11 月对标准文本进行了新一轮修订，完成征求意见稿的编制工作，并于 2025 年 11 月 20 日提交中国土壤学会。

二、标准编制原则和确定主要内容的论据

（一）标准编制原则

（1）安全性原则：应确保锂渣基人造土壤从制备到生态修复应用的全过程环境与人员安全。须对原料及成品进行系统性环境风险评估，确保其长期使用不会对周边原生土壤、地下水及生态系统造成二次污染。同时，应规范施工操作，保障人员安全与健康。

（2）科学性原则：锂渣基人造土壤的配方设计与应用方案应遵循科学规律。应基于矿区立地条件、修复目标及原料特性，通过科学论证确定组分配比、制备工艺与生态恢复技术，确保其具备良好的理化性质与生态功能。

（3）合规性原则：锂渣基人造土壤的制备、运输、施工及后期管护全过程，应符合国家及地方相关的环保法规、产品标准与技术规范。应建立全过程环境监控体系，确保修复效果满足既定生态环境质量标准。

（4）可行性原则：锂渣基人造土壤的技术方案应具备全面的可行性。需综合考虑技术成熟度、经济成本、当地资源条件及工程可操作性，确保技术路线科学、经济合理、便于实施与推广，实现生态效益与实用价值的统一。

（二）确定主要内容的论据

（1）锂渣的物理化学特性：锂渣的成分、颗粒大小、化学活性、重金属含量等物理化学特性是确定其是否适合用于人造土壤基质的核心依据。通过对锂渣样品的全面分析，项目组已经明确了其主要化

学成分和潜在的有害物质的含量范围。这些数据为标准中对锂渣人造土壤基质材料质量控制的要求提供了科学依据。

(2) 环境影响评估：锂渣基人造土壤用于矿区生态修复过程中对周围环境的潜在影响是标准编制的重要依据。根据现有的研究和试验数据，锂渣中部分重金属和化学成分可能会在特定环境条件下溶解或释放，造成污染。因此，标准中必须规定锂渣以及其人造土壤基质的环境适应性和污染物释放控制要求，以确保其对土壤、水体和大气的影 响处于可接受范围内。

(3) 生态修复效果：锂渣基人造土壤的应用效果不仅体现在土壤结构的改善、重金属的固定，还应关注其对植物生长的促进作用。根据前期研究成果，锂渣具有一定的土壤改良功能，如改善土壤酸碱性、增加土壤透气性等。标准将根据锂渣在不同土壤类型下的修复效果，明确其在不同区域的使用规范，确保生态恢复的效果。

(4) 国内外相关技术研究和标准：国内外在矿山生态恢复、废弃物资源化等领域已有一定的研究和技术积累，如 ISO 14045（生命周期评估）、ISO 14046（水足迹评估）等国际标准，为标准制定提供了参考。国内已有如 GB/T 28053-2011《矿山生态环境恢复技术规范》、GB/T 15847-2008《矿区土地复垦标准》、GB 5084-2005《污染土壤修复技术规范》等相关标准，虽未专门涉及锂渣回填，但为废弃物处理和矿山生态恢复提供了框架。行业标准如《矿山环境保护与治理规范》为锂渣的应用提供了部分技术依据，而地方标准在锂矿资源丰富地区可能有针对性规定。安徽省地方标准《废弃露采坑一般工业固废处置与生态修复技术规范》，针对废弃矿坑的一般工业固废处置及生态修复提供了技术要求，内容涉及固废资源化利用及生态恢复。内蒙古自治区地方标准《一般工业固体废物用于矿山采坑回填和

生态恢复技术规范》是内蒙古正在推进的地方标准，专注于一般工业固废用于生态修复问题。通过对国内外相关研究和标准的分析，可以为本标准的制定提供技术支持和实践经验。

(5) 地方矿区的具体情况：锂矿开采在不同地区的实际情况差异较大，如土壤类型、气候条件和矿坑特点等。因此，本标准在制定过程中，特别关注地方性标准和政策需求，结合江西省、青海省等锂矿资源丰富地区的矿区特点，确保标准具有较强的适用性和针对性。

(6) 相关政策与法规支持：国家对矿山生态恢复和废弃物资源化利用的政策支持为本标准的制定提供了法律和政策依据。例如，《矿山生态环境恢复技术规范》、国家对污染土壤修复的要求等为锂渣回填技术规范的制定奠定了政策基础。标准的制定将与相关法规相衔接，确保技术规范符合国家环境保护和资源利用的政策要求。

通过上述论据，标准的编制内容和要求将充分考虑锂渣的物理化学特性、环境影响、生态恢复效果及其在不同矿区的适用性，力求形成一套既科学、规范，又具有实际应用价值的技术标准。

三、试验验证的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效益、社会效益和生态效益

(一) 试验验证的分析

为确保锂渣用于地表矿坑回填和生态恢复技术规范的科学性与可行性，项目组计划在江西省新余市和宜春市开展一系列的实地试验和验证工作。试验验证的主要内容包括：

(1) 锂渣基人造土壤用于矿区生态修复效果的验证：通过选择典型的矿区，进行锂渣基人造土壤及其生态修复应用的试验，评估其对土壤物理性质、化学性质的改善效果，以及对植物生长、微生物群落等生态恢复指标的影响。

（2）环境监测与污染物控制：在生态修复后中进行严格的环境监测，包括土壤、地下水、大气等方面的污染物浓度检测。特别关注锂渣中的重金属元素是否超标，以及在回填过程中是否存在对周围环境（尤其是地下水和土壤）的二次污染风险。

（3）锂渣的长期稳定性评估：通过长期的环境监测数据分析，评估锂渣基人造土壤及其在生态修复过程中对土壤和水质的影响是否具有持久性，确保锂渣基人造土壤的稳定性和生态系统的可持续性。

（4）锂渣基人造土壤用于矿区后的生态修复效果：通过定期的生物监测，观察植物的生长情况、土壤的改良情况、生态系统的恢复进程等，从而为标准的制定提供实践依据。

依据前期实验，提出属于一般工业固体废物的锂渣原料（锂辉石、锂云母）宜与其他辅助材料有机物料、建筑渣土、团粒促进剂、保水剂、微生物菌剂、重金属稳定剂、结构稳定剂进行不同比例混合，并得到不同土层功能的锂渣基人造土壤优化配方方案（表 1）。

表 1 不同土层功能的锂渣基人造土壤优化配方方案

成分	表土层 (%)	淋溶层 (%)	淀积层 (%)	母质层 (%)	主要功能说明
锂渣	49.9 - 71.0	72.0 - 86.9	68.5 - 90.9	72.1 - 93.6	主体基质，实现一般工业固废资源化
建筑渣土	5.0 - 19.0	3.6 - 13.0	3.4 - 13.6	—	调节土壤结构，提供矿物骨架
有机物料	7.5 - 23.8	5.0 - 17.4	1.4 - 9.1	—	提供养分和有机质，促进植物生长
团粒促进剂	0.3 - 1.4	0.7 - 2.6	—	—	促进土壤团粒结构形成，改善理化性质
保水剂	0.02 - 0.14	—	—	—	增强表层土壤保水能力，助力植被成活
微生物菌剂	0.01 - 0.21	0.02 - 0.17	—	—	引入有益微生物，激活土壤生态功能
重金属稳定剂	0.3 - 3.1	0.7 - 4.8	0.4 - 4.1	0.4 - 5.0	固定重金属，防止迁移，确保环境安全

注：以上所有成分比例均以干基质量计算。“—”表示此土层配方中不含该成分。

实施例结果表明，以锂辉石渣或锂云母渣为主要原料，按优化配

方制备的锂渣基人造土壤，在三个月自然熟化后，其理化性质与重金属稳定性均满足矿区生态修复的技术要求。

在理化性质方面，所有表土层和淋溶层样品的 pH 值、有机质含量、容重和孔隙度均符合《绿化种植土壤》（CJ/T 340—2016）的标准。特别是表土层的水稳性团聚体含量显著提升（锂辉石渣体系为 42.4%-65.4%，锂云母渣体系高达 70.2%-83.9%），表明土壤结构得到有效改善，适宜植物生长。与此同时，下层的淀积层与母质层则表现出容重增大、孔隙度降低的紧实化趋势，符合其设计功能，有利于阻隔污染物迁移。

在环境安全性方面，两种锂渣制备的各层人造土壤中，特征污染物铍、铊的全量与有效态含量均显著低于原始锂渣原料。尽管部分配方中铬含量因外源添加剂（如磷酸钙、粉煤灰）引入而略有增加，但其总量仍符合标准限值。更重要的是，经过 90 天养护后，绝大多数样品中铍、铊、铬的有效态含量大幅下降（锂辉石渣体系降幅最高超过 90%，锂云母渣体系对铊、铬的固化效果同样显著），证明了人造土壤在形成稳定团粒结构后，能有效固定重金属，显著降低其生物有效性和迁移性，环境风险可控。

综上，该锂渣基人造土壤技术不仅能实现锂渣的大宗资源化利用，还能根据不同土层功能需求构建梯度化结构，在满足植物生长条件的同时，确保长期的环境安全，具备良好的矿区生态修复应用前景。

（二）综述报告

综述报告将根据试验验证和研究结果，综合分析锂渣作为矿坑回填材料的性能、环境影响和生态恢复效果。报告内容将包括以下几个方面：

（1）锂渣的特性及其环境影响：综述锂渣的物理化学特性、重

金属含量、酸碱度等对环境可能产生的影响，分析锂渣基人造土壤在用于矿区生态修复中是否可能释放有害物质，以及是否会影响土壤和水体质量。

（2）国内外技术与应用现状：分析国内外在锂渣基人造土壤和废弃物资源化利用方面的研究进展及技术应用情况，特别是锂渣基人造土壤用于矿区生态修复在其他地区的应用实例，为本项目提供参考依据。

（3）试验结果分析：汇总和分析锂渣人造土壤基质应用生态修复中取得的实验数据和环境监测结果，评估锂渣基人造土壤对生态恢复的有效性，并结合试验数据提出可行的改进措施。

（4）政策法规和标准研究：结合国内外相关政策法规，评估本项目提出的技术规范与现行政策的契合度，分析制定技术规范的必要性，并为政策制定者提供决策依据。

（三）技术经济论证

技术经济论证主要评估锂渣回填技术的经济性和可行性，重点分析其资源化应用在矿山生态修复中的实际效益。包括以下几个方面：

（1）技术可行性分析：通过试验验证，分析锂渣基人造土壤的作为生态修复技术可行性，评估其在实际应用中的适应性与安全性，确保修复技术能够有效改善矿坑生态环境。

（2）成本效益分析：计算锂渣基人造土壤用于矿区生态修复中的直接成本（如锂渣采购、运输、地形地貌重塑、土壤重构施工费用等）与间接效益（如改善生态环境、减少污染治理费用、提高土壤质量等）。通过与传统的一般工业废弃物用于矿区生态修复方式进行对比，评估锂渣基人造土壤用于矿区生态修复的成本效益比。

（3）产业化前景分析：分析锂渣作为资源化材料的产业化前景，

包括市场需求、应用范围、潜在的商业化模式等，评估技术推广的可行性和市场空间。

（4）政策支持与激励分析：结合国家和地方政府对矿山生态修复和废弃物资源化利用的相关政策，评估政策支持对项目的推动作用，以及政策激励对项目实施的影响。

（四）预期的经济效益

（1）资源化利用降低成本：锂渣的资源化利用有助于降低矿山废弃物的处置成本，并避免废弃物堆积占地和带来的环境污染问题。通过锂渣人造土壤基质和资源化应用，锂渣不仅可以替代传统的修复材料，还能减少锂矿开采过程中产生的废弃物处理费用。

（2）增加企业收益：锂渣人造土壤基质应用可通过优化矿山的土地利用和提升生态恢复效果，提高矿山的资产价值，间接增加企业的经济收益。企业还可通过参与政府的环保项目和生态修复项目，获得相关财政补贴或奖励。

（五）预期的社会效益

（1）促进环保与可持续发展：锂渣的资源化利用能够有效减少矿山开采过程中的环境污染，促进矿区生态环境的恢复，提高社会对矿山环境保护的关注与参与度，推动绿色矿山建设。

（2）带动就业和地方经济发展：锂渣基人造土壤用于矿区生态修复技术的推广和应用将推动相关技术服务和设备制造产业的发展，创造更多的就业机会，特别是在矿区周边地区，为地方经济提供新的增长点。

（六）预期的生态效益

（1）恢复矿区生态环境：通过锂渣基人造土壤用于矿区生态修复，改善矿坑土壤质量、恢复生态系统结构，有助于恢复矿区的植被

和生物多样性，提升生态功能，减少土壤侵蚀和水土流失。

(2) 减少污染物扩散：锂渣的资源化应用可以有效减少废弃物中的有害物质对周围环境的渗透和扩散，尤其是在防止重金属污染土壤和水体方面起到重要作用，确保生态修复效果的长远性和稳定性。

通过上述分析，试验验证、技术经济论证及效益评估，锂渣基人造土壤用于矿区生态修复技术规范将为锂矿开采中的废弃物资源化利用提供科学依据和技术支持，并在经济、社会和生态方面产生显著的效益。

四、标准涉及的相关知识产权说明

目前，国际上关于锂渣人造土壤基质生态修复和废弃物资源化利用的标准主要集中在矿山修复和环境保护领域，但针对锂渣人造土壤基质生态修复的具体标准较为缺乏。ISO 14045 和 ISO 14046 等标准提供了环境影响评估框架，但更多关注生命周期分析和水足迹，而非锂渣人造土壤基质的具体应用技术，尤其在化学特性和环境适应性方面不足。澳大利亚和美国等国家已有的矿山修复技术标准主要针对一般废弃物的生态修复，尚未涉及锂渣这一特定废弃物的应用，而 EPA 标准虽强调废弃物的环境评估，但也未针对锂渣提供详细技术指南。本项目通过对国内外锂渣和冶炼渣样品的测试，发现锂渣化学成分稳定，但可能含有微量重金属，在某些条件下会释放有害物质，因此需严格控制重金属含量，确保其应用过程中不造成二次污染。此外，锂渣对土壤的酸碱度、通透性等方面具有改善作用，但在水体和大气中的污染物释放表现有所不同，尤其在酸性环境下可能导致重金属溶出。通过与国外样品的对比，发现国外的锂渣人造土壤基质应用多处于试验阶段，且在实际应用中已暴露出一些重金属迁移风险。因此，本技术规范在锂渣人造土壤基质应用生态修复过程中将特别关注重

金属控制、污染物释放和生态修复效果的长期稳定性，填补国际标准中的空白。随着本规范的推广，预计将在国内外矿山生态修复和废弃物资源化应用中发挥重要作用，进一步促进锂渣的安全高效利用。

五、采用国际标准的程度与水平的简要说明，与现行有关法律法规和强制性标准的关系

本标准在起草过程中，主要以国际标准为基础，结合国内锂渣回填及生态恢复的实际需求进行适当调整和补充。我们参考了 ISO 14045（生命周期评估）、ISO 14046（水足迹评估）等国际标准，这些标准为矿上生态修复的环境影响评估提供了框架，尤其是生命周期评估和资源消耗等方面。然而，考虑到国际标准中未对锂渣人造土壤基质的具体应用进行详细规范，尤其是在锂渣的化学成分、重金属控制及生态修复效果评估方面存在空白，因此本规范在此基础上做出了针对锂渣特性的补充规定，重点对锂渣人造土壤基质应用过程中的污染控制、环境适应性和生态影响等方面进行了严格要求。

虽然我们参考了国际标准，但未完全采用这些标准，原因主要在于国际标准更多关注矿山回填的总体框架和废弃物管理，而缺乏针对锂渣这一特定材料的具体技术要求。锂渣作为新兴的矿山废弃物，其化学成分和潜在的环境风险与传统矿渣（如铜矿渣、铅锌矿渣等）有所不同，特别是在水土污染、重金属释放等方面的影响。因此，本规范未采用部分国际标准的原因在于现有国际标准未能完全满足锂渣人造土壤基质及生态恢复的实际需求，且锂渣基人造土壤用于矿区生态修复技术和环境控制要求更具针对性，需要根据国内外的实际经验和研究成果进行调整和完善。

本技术规范与有关法律、行政法规及相关标准之间的关系密切，主要体现在以下几个方面：

（1）法律法规的遵循：本规范的制定严格遵守我国现行的环保法律法规，特别是《中华人民共和国环境保护法》、《固体废物污染环境防治法》、《矿产资源法》以及《土壤污染防治法》等法律，确保锂渣回填过程中符合国家对环境保护、污染防治和资源循环利用的法律要求。此外，本规范也与《中华人民共和国水污染防治法》和《大气污染防治法》等法律相衔接，特别是在水土污染和大气污染的控制方面，确保锂渣人造土壤基质在应用过程中不对水体、大气及土壤造成二次污染。

（2）国家标准的对接：本规范与国家相关标准紧密对接，特别是与《污染土壤修复技术规范》（GB 5084-2005）、《矿山生态环境恢复技术规范》（GB/T 28053-2011）、《矿区土地复垦标准》（GB/T 15847-2008）等标准相一致。它们为矿山生态恢复、废弃物处置及土壤污染修复提供了技术框架，而本规范则针对锂渣这一特殊废弃物的应用进行了具体化补充，确保在生态修复过程中对环境的负面影响得到有效控制。

（3）地方性法规与政策的适应：在锂矿资源丰富的地区（如江西省、青海省等），地方性法规和政策也为锂矿资源开发和生态修复提供了政策支持。本规范与地方性环境保护标准和矿山复垦政策相衔接，特别是在地方性资源化利用及生态修复项目中，将有助于推动锂渣在特定区域的合理利用和环境修复。

（4）国际标准与协议的参考：本规范借鉴了国际上相关领域的先进技术和标准，如 ISO 14045（生命周期评估）、ISO 14046（水足迹评估）等国际标准，确保在锂渣回填过程中采取国际认可的评估方法和技术框架，促进国内外环境保护和资源化利用技术的对接。尽管国际标准未针对锂渣进行专门规范，但通过对比分析，我们结合国内

矿山生态恢复的实际需求，提出了更符合本国实际情况的技术要求。

总之，本技术规范在制定过程中充分考虑了相关法律、法规、国家标准及地方政策的要求，并在此基础上进行创新和补充，以确保锂渣人造土壤基质用于矿区生态修复技术的安全、环保及高效实施。同时，该规范也在国际标准的基础上，结合国内的具体情况，填补了锂渣人造土壤基质应用领域的技术空白。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

为确保技术规范的科学性与适用性，共征求了来自不同领域的意见，共计 15 家单位。这些单位主要包括：生产公司、使用单位、科研单位、行业主管单位以及检测机构等。在征求过程中，各单位通过书面形式、电子邮件和会议讨论等方式反馈意见。收集的意见被分类整理，识别出重点关注的分歧点，例如锂渣基人造土壤的环境影响评估、生态修复的技术指标、安全性和经济性等方面。针对意见分歧，组委会形成讨论小组，由相关领域的专家组成，依据已有的研究成果和技术标准进行深度分析。收集的意见和建议被归纳总结，参考国内外相关技术规范 and 标准，以确保符合科学性和可行性。对于达成一致的意见建议，及时纳入技术规范的修订中。针对存在重大分歧的意见（如对锂渣成分的安全性争议），组委会决定进行进一步的实地调研和实验验证，待明确结论后再行修订。所有处理结果及调整措施均通过专家会议进行审核，并制定了后续的沟通反馈机制，以便确保参与单位对最终规范的认同和支持。通过这样的意见征求与处理机制，确保《锂渣基人造土壤矿区生态修复技术规范（征求意见稿）》能够有效反映各方需求，促进技术规范的落地实施。

七、其他应予说明的事项

在锂渣基人造土壤矿区生态修复的技术规范编制与实施过程中，

以下事项需要特别说明：首先，本技术规范专门针对锂渣作为人造土壤基质在矿区生态修复中的应用，涵盖了基质配方、应用方法和生态效果评估等领域。此标准聚焦于锂渣的特点和其改良土壤的能力，不适用于其他种类的土壤基质或废弃物材料，以确保其在生态修复过程中不会造成二次污染或不良生态影响。其次，由于我国不同地区的气候、土壤类型和生态系统存在显著差异，标准实施过程中可能需要根据当地的生态环境条件进行灵活调整。例如，在干旱和半干旱地区，可能需要特别设计的水分保持措施来配合锂渣基质的使用，以确保植物生长所需的水分能够得到有效保持。为确保标准的全面有效实施，项目组将定期组织全国范围的技术培训和推广活动，帮助矿山企业、生态恢复公司以及相关环保部门深入了解标准内容和应用技巧，提升实施能力和技术水平。这些培训将侧重于锂渣特性及其对土壤改良和植物生长影响的研究结果。在标准实施过程中，还将与现行的环境保护、资源利用和矿区恢复相关法律法规紧密衔接，特别是要确保与《矿山环境保护与治理条例》、《固体废物污染环境防治法》等法律的兼容性，保障锂渣作为人造土壤基质的使用符合环境监管要求。标准的动态修订也将是实现长期有效性的关键。我们将持续跟踪最新的科研成果和技术进展，通过专家咨询和行业征求意见，定期对标准进行更新，以确保其科学性及在不同环境条件下的适应性。此外，为了提升锂渣基人造土壤技术的国际化水平，我们将借鉴国际先进的生态修复和土壤改良技术，并结合国内实际情况进行本土化适配。同时，项目组将继续与国际相关机构进行技术交流与合作，以获取更多国际经验，有助于推动我国锂矿资源的可持续开发与生态修复工作。以上事项是确保标准成功实施与持续完善的重要补充，将为锂渣基人造土壤在矿区生态修复中的应用提供科学依据和指导。