

国家标准《高矿化度矿井水用于荒漠生态治理技术规范》 征求意见稿 编制说明

一、工作简况，包括任务来源、制定背景、起草过程等

（一）编写目的及任务来源

水是人类生存和发展不可替代的资源，是社会经济可持续发展的基础。我国是世界上水资源短缺的国家之一，水资源时空分布不均，西北地区尤为突出。新疆维吾尔自治区是我国荒漠化面积最大、水资源最匮乏的省份，荒漠化面积约占国土面积的64.18%，多年平均降水量约150毫米，单位国土面积水资源量仅为全国平均水平的1/6。与此同时，新疆煤炭资源丰富，2022年煤炭产量突破4亿吨，矿井涌水量估算近4000万立方米/年，其中高矿化度矿井水约占1/3。这些矿井水对新疆而言是极为重要的非常规水资源，但由于缺乏针对性的技术规范指导其用于荒漠生态治理，巨大潜在价值尚未得到充分利用。

近年来，国家层面密集出台了一系列鼓励矿井水综合利用和非常规水源配置利用的政策文件。2023年6月，水利部与国家发展改革委联合印发《关于加强非常规水源配置利用的指导意见》（水节约〔2023〕206号），将矿坑（井）水、微咸水视为非常规水源，明确提出针对西北微咸水丰富的缺水地区“因地制

宜推广种植耐盐碱作物品种”，并要求“加快推进非常规水源技术标准制修订工作”。2024年2月，国家发展改革委等八部门联合发布《关于加强矿井水保护和利用的指导意见》（发改环资〔2024〕226号），明确提出“推进矿井水分质分级处理”“推动矿井水用于生产、生活、生态和农业用水”，并要求“健全政策标准”。上述政策文件的出台，为本标准的制定提供了明确的国家政策导向和制度依据。

目前，与矿井水利用相关的国家标准主要有《矿井水综合利用技术导则》（GB/T 41019-2021）、《煤矿矿井水利用技术导则》（GB/T 31392-2022）、《高矿化度矿井水处理与回用技术导则》（GB/T 37758-2019）等。上述标准规定了矿井水回用于工业用水、城市杂用水、生态环境用水、农田灌溉用水、生活饮用水等方面的技术要求，但均未涉及荒漠生态治理领域，无法为高矿化度矿井水用于荒漠生态治理的调查分析、方案设计、工程施工、管护和监测评估等提供具体技术指导。《城市污水再生利用 绿地灌溉水质》（GB/T 25499-2010）仅适用于以城市污水再生水为水源的城市绿地灌溉，不适用于矿井水用于荒漠生态治理。因此，制定《高矿化度矿井水用于荒漠生态治理技术规范》国家标准，填补该领域技术标准空白，具有十分迫切的现实需求。

本标准由全国节水标准化技术委员会（TC 442）提出并归口。标准立项信息如下：

项目编号：20260015-Z-469

项目名称：高矿化度矿井水用于荒漠生态治理技术规范
制、修订：制定

国际标准采用情况：无

上报单位：全国节水标准化技术委员会（TC 442）

起草单位：国网能源和丰煤电有限公司哈密分公司大南湖一矿、中国矿业大学（北京）、应急管理大学、中国标准化研究院、北京中矿绿缘科技发展有限公司、国能国源电力（北京）有限公司、国网能源哈密煤电有限公司。

（二）标准研制过程

1. 前期研究阶段（2023 年 3 月—2025 年 12 月）

2023 年 3 月，由国网能源哈密煤电公司、新疆维吾尔自治区环境工程评估中心、中国矿业大学（北京）等单位联合成立标准研制组，启动前期研究工作。研制组开展了系统的标准信息检索工作，收集了 GB/T 1.1、GB/T 31392、GB/T 37758、GB 20426、GB/T 25499 等相关国家和行业标准，以及《关于加强矿井水保护和利用的指导意见》（发改环资〔2024〕226 号）、《关于加强非常规水源配置利用的指导意见》（水节约〔2023〕206 号）等政策文件。

研制组先后组织团队对新疆当地利用高矿化度矿井水用于荒漠生态治理的典型工程进行了多次调研，典型案例包括塔里木

沙漠公路防护林生态工程（全长 436 公里，利用高矿化度浅层地下水滴灌养护）、兵团第二师 33 团咸水灌溉盐生植被建植试验示范（TDS 18g/L）、徐矿集团哈密能源公司高盐水资源化综合利用及碳汇林生态建设（1554 亩示范工程）等，积累了丰富的第一手资料。

2023 年 5 月，在哈密市伊州区大南湖一矿采区楼东侧戈壁滩，开展 100 亩高矿化度矿井水生态绿化实验基地建设，建设内容包括管网铺设、植物栽种、2 口地下水水文观测井（45 米）、3 个矿井水池、1 条排碱渠、15 个墒情站、1 个气象站、4 个集沙仪。试验内容涵盖耐盐碱植物筛选、防风固沙功能评估、冬季盐水冻融试验等，种植了 10 种草本、10 种灌木和 2 种乔木，共 23744 棵植株。示范林自 2023 年 6 月至 2024 年 9 月持续灌溉，总灌溉量约 15.5 万立方米，灌溉水源实测矿化度 15.8~30.2g/L，平均约 20~25g/L。先后开展 8 次现场调查，共采集土壤样品 650 个、水质样品 85 个、植物样品 12 个，重点研究了矿井水水质、灌溉方式、植物筛选、土壤改良、物联网监测和工程管护措施等多个方面。该实验基地的研究成果为本标准编制提供了直接的科学依据。

2024 年 10 月 10 日，新疆维吾尔自治区市场监督管理局发布《关于印发 2024 年第四批自治区地方标准制（修）订计划项目的通告》（2024 年第 82 号），批准《高矿化度矿井水用于荒

漠生态治理技术规范》地方标准的制定并下达了制订计划。

2025 年 1 月至 12 月，标准研制组进一步扩大调研范围，对疆内多个高矿化度矿井水生态治理示范工程进行跟踪监测，完善技术参数和指标体系，为标准草案的编制奠定了坚实基础。

2. 标准起草阶段（2026 年 1 月—2026 年 6 月）

2026 年 1 月 8 日，国家标准化管理委员会正式下达《高矿化度矿井水用于荒漠生态治理技术规范》国家标准制定计划（项目编号：20260015-Z-469）。全国节水标准化技术委员会（TC442）随即部署研制工作，由牵头起草单位面向全国范围内与矿井水利用及荒漠生态治理相关的煤炭企业、生态修复技术单位、高等院校及科研院所，广泛征集标准参与单位，覆盖矿井水用于荒漠生态治理的取水、输水、灌溉、土壤改良及生态监测等各关键环节。

2026 年 1 月至 5 月，主要起草单位开展需求调研与资料收集工作，在前期地方标准研制成果和大量工程实践数据的基础上，选取不同荒漠生态类型、不同矿井水水质特征及不同灌溉方式的多个矿井水生态利用示范项目作为调研对象，对其技术指标适用性和数据可获得性进行评估与统计，收集并汇总各方反馈意见，为标准编制的实用性和普适性奠定坚实基础。期间，由中国矿业大学（北京）、应急管理大学等单位修改完善标准草案及编制说明，多次召开线上线下研讨会，邀请相关领域专家对标准草案进行审议，根据专家意见逐条修改完善。

2026年6月10日，《高矿化度矿井水用于荒漠生态治理技术规范》国家标准启动会暨起草组第一次讨论会在中国矿业大学（北京）顺利召开。会议由全部起草单位联合主办，旨在进一步推动矿井水用于荒漠生态治理的标准化工作，强化标准的科学性、广泛性和适用性。会上，起草组汇报了具体工作进展，与会专家对现有成果予以充分肯定，并就标准草案进行深入研讨，围绕指标适用性、数据验证等方面提出建设性意见，各方对标准框架及主要技术内容初步达成共识。

2026年6月15日，各主要起草单位完成标准初稿；7月20日，负责起草单位汇总形成《高矿化度矿井水用于荒漠生态治理技术规范》标准草案内部征求意见稿。

（三）主要起草人员及其所作的工作

标准主要起草单位：国网能源和丰煤电有限公司哈密分公司大南湖一矿、中国矿业大学（北京）、应急管理大学、中国标准化研究院、北京中矿绿缘科技发展有限公司、国能国源电力（北京）有限公司、国网能源哈密煤电有限公司。

标准主要起草人及所作工作：陈建强、孟保威、李东发、王跃负责标准技术框架确定、标准研讨以及标准相关文件的编写工作；张凯、张晓博、谢文娟、迟子云、冀航航、牛振云、冯兴梅负责标准调研、资料收集与整理工作；张凯、张晓博、迟子云、谢文娟、刘赛、王宝鑫、廖永游、任志成、高洪福负责标准技术

内容的论证和编制说明的编写工作；中国标准化研究院张岚、刘佳琳负责标准规范性指导和格式审查。

二、国家标准编制原则、主要内容及其确定依据，修订国家标准时，还包括修订前后技术内容的对比

（一）国家标准编制依据与原则

1. 编制依据

本标准的编制主要依据以下文件和技术资料：

（1）《关于加强非常规水源配置利用的指导意见》（水节约〔2023〕206号），水利部与国家发展改革委联合印发；

（2）《关于加强矿井水保护和利用的指导意见》（发改环资〔2024〕226号），国家发展改革委等八部门联合发布；

（3）《新疆维吾尔自治区地下水资源管理条例》（2025年10月修订）；

（4）《新疆维吾尔自治区实施〈中华人民共和国防沙治沙法〉办法》（2025年1月）；

（5）相关国家标准，包括《煤炭工业污染物排放标准》（GB 20426-2006）、《矿井水综合利用技术导则》（GB/T 41019-2021）、《煤矿矿井水利用技术导则》（GB/T 31392-2022）、《高矿化度矿井水处理与回用技术导则》（GB/T 37758-2019）、《城市污水再生利用 绿地灌溉水质》（GB/T 25499-2010）、《农田灌溉水质标准》（GB 5084）、《土壤环境质量 农用地土壤污染风

险管控标准》（GB 15618）等；

（6）大南湖一矿 100 亩高矿化度矿井水生态绿化实验基地的现场试验数据和跟踪监测成果；

（7）塔里木沙漠公路防护林生态工程、兵团第二师 33 团咸水灌溉盐生植被建植试验示范、徐矿集团哈密能源公司高盐水资源化综合利用及碳汇林生态建设等典型工程案例的调研资料。

2. 编制原则

本标准的编制遵循以下原则：

（1）遵循国家标准原则。本文件按照 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。

（2）协调性与兼容原则。本标准内容与现行法律法规、国家标准协调一致，与已有的行业相关标准兼容。本标准是环评批复“全部综合利用”框架下的技术实施方案，与矿井水外排的“1000mg/L”限值不冲突、不降低标准——国家标准中矿井水全盐量 1000mg/L 的限值是针对矿井水“外排至天然水体”的强制性要求，本标准规范的“用于荒漠生态灌溉”属于“综合利用”场景，并非向地表水体排放。对于重金属、有毒有机物等污染性指标，本标准明确要求执行《煤炭工业污染物排放标准》（GB 20426-2006）等国家强制性标准。

（3）科学性与先进性原则。本标准应具有科学性、先进性、

系统性和可行性，同时具有普适性、操作性和规范性。标准的技术指标基于大南湖一矿实验基地的系统性科学试验数据和多个工程案例的长期监测结果确定。

（4）可扩展性原则。高矿化度矿井水用于荒漠生态治理是一个不断完善的过程，对于能够达成一定共识的技术与内容首先纳入本标准，并在标准后续修订过程中逐步补充完善。

（二）标准主要内容及其确定依据

本标准规定了高矿化度矿井水用于荒漠生态治理的总则、矿井水准入要求、荒漠生态治理区调查与选择、荒漠生态治理工程设计与施工、生态环境风险防控、生态治理管护、监测与评估等技术要求。主要技术内容及其确定依据如下：

1. 范围

本文件规定了煤矿高矿化度矿井水用于荒漠生态治理工程的原则、矿井水准入要求、荒漠生态治理区调查与选择、荒漠生态治理工程设计与施工、生态环境风险防控、生态治理管护、监测与评估等方面的技术要求。

本文件适用于赋存高矿化度矿井水且有生态治理要求的煤矿区，其他区域可结合当地土壤、气候、地下水条件参考执行。本文件不适用于农田、基本草原、永久基本农田等农业耕作土地的灌溉或治理。

2. 规范性引用文件

主要从两个层面考虑：一是符合国家现有相关规章制度的要求，充分利用现有国家标准的基础；二是充分结合新形势、新目标、新理念下对于矿井水综合利用和荒漠生态治理提出的具体要求。基于以上两个层面和标准文本中涉及的有关标准内容，列出了本标准引用的主要标准，包括 GB 20426、GB/T 31392、GB/T 37758、GB/T 25499、GB 5084、GB 15618、GB/T 42828、HJ 964、DZ/T 0388 等。

3. 术语和定义

本标准主要涉及 GB/T 31392-2022 中界定的“矿井水”、GB/T 37758-2019 中界定的“高矿化度矿井水”以及 GB/T 20483-2025 中界定的“荒漠”等术语和定义。为了便于标准理解和实施，在本标准中重复列出了上述术语的定义。

4. 总则

该章节主要规定了高矿化度矿井水用于荒漠生态治理应遵循的基本原则，包括协调一致原则（与所在区域相关规划衔接一致）、生态环境友好原则（以保障区域生态安全为底线）、因地制宜原则（充分考虑生态环境特点及不同地区的差异性）、经济实用原则（选用经济实用的方法和手段）。确定依据：上述原则是在总结大南湖一矿实验基地和多个典型工程案例实践经验的基础上提炼形成的，体现了矿井水生态利用的技术特点和管理要求。

5. 矿井水准入要求

该章节主要规定了矿井水用于荒漠生态治理的水质要求。

(1) 矿井水用于荒漠生态治理时，其水质指标 pH、总悬浮物、化学需氧量、石油类、铁、锰、铬、汞、镉、六价铬、铅、砷、锌、氟化物等指标通过净化、调质等措施进行预处理，满足《城市污水再生利用 绿地灌溉水质》(GB/T 25499)、《农田灌溉水质标准》(GB 5084) 对应的要求(见标准表 1)。为避免其他废水干扰植被生长，矿井水禁止混入其他废水。

(2) 矿井水含盐量控制标准的设置说明

高矿化度矿井水用于荒漠生态治理的核心风险在于盐分在土壤中累积可能对植被根系层产生胁迫，因此必须对灌溉用矿井水含盐量进行限制，确保生态修复的长期可持续性。

本标准采用滴灌作为首选灌溉方式。滴灌的核心优势在于通过点源入渗，在滴头正下方形成盐分浓度远低于周边土壤的“淡化区”，植物根系主要分布在该低盐区内。在此技术模式下，灌溉水含盐量直接决定了低盐区的盐分水平——若灌溉水含盐量过高，将直接抬升低盐区盐分背景，使植物根系长期处于盐胁迫状态。因此，控制矿井水含盐量是确保滴灌技术有效营造并维持根系层低盐环境的关键。

本规范提出：灌溉用矿井水含盐量(C_w ，单位 g/L)不应大于拟治理区域 0-50cm 表层土壤体积含盐量(S_v ，单位 g/L)

的 70%。其中土壤体积含盐量由土壤质量含盐量(S_m , 单位 g/kg) 乘以土壤容重(ρ , 单位 kg/L) 计算得出： $S_v = S_m \times \rho \times 10^3$ 。该限值的确定基于以下综合考量：

a) 土壤盐分平衡原理。灌溉水带入的盐分总量不应大于通过淋洗、排水等措施排出的盐分总量，“灌溉水含盐量 $\leq$ 土壤本底含盐量”是保障盐分平衡的科学准则。本标准取 70% 作为安全系数，更为保守。

b) 植物耐盐性实证。大南湖一矿及徐矿示范工程表明，梭梭、白刺在灌溉水矿化度 8—16g/L 下生长良好，怪柳、碱蓬在 15—20g/L 下可存活。大南湖一矿使用矿化度约 25g/L 的矿井水造林，植被成活率仍达 85% 以上，验证了该限值的工程可行性。示范林植被调查数据见表 1、表 2。

c) 工程措施控盐有效性。大南湖一矿示范工程使用 TDS 约 25g/L 的矿井水，配合滴灌和排盐措施后，0—50cm 根系层加权平均体积含盐量为 31.59g/L，70% 限值为 22.11g/L，实际监测表明植被成活良好、根系层土壤盐分未持续富集，验证了该安全系数的工程可行性。样点设置具体见图 2。采样频次及方法：在 2023 年 5 月、7 月、8 月、10 月和 2024 年 3 月、5 月和 7 月开展现场采样，共计采样 7 次。采用分层取样的方法，土壤样品采集深度为 0-20 cm、20-50 cm、50-100 cm、100-150 cm。2023 年至 2024 年土壤总盐量变化趋势见图 3。

d) 经济可行与风险可控。新疆荒漠区土壤本底盐分高（如大南湖矿区 $>30\text{g/kg}$ ），若要求矿井水全盐量 $<1000\text{mg/L}$ ，需深度脱盐，技术经济上不可行。取 70% 限值，仅需常规处理，大幅降低处理成本。标准配套全过程监测体系，确保风险闭环管理。

表 1 示范林 2023 年 10 月植被调查数据

种名	植被类型	生活力	平均株高/cm	平均冠幅/cm	平均干重/g	最大干重/g
碱蓬	草本	中等	55.04	52.74	60.16	162.33
盐角草	草本	中下	30.50	36.42	/	/
梭梭	灌木	中上	58.70	53.38	28.52	74.96
白刺	灌木	中等	12.50	50.51	17.47	18.38
盐爪爪	灌木	中下	24.69	49.60	1.17	2.60
怪柳	乔木	中等	75.33	83.23	/	/

表 2 示范林 2024 年 5 月植被调查数据

植被类型	样地编号	观测数量/株	平均株高/cm	平均冠幅/cm	平均基径/cm
梭梭	2A	35	53.82	48.87	0.61
	8A	18	56.75	50.69	0.63
	11A	35	66.76	64.06	0.86
	平均	/	59.11	54.54	0.70
白刺	7A	25	34.73	74.00	0.46
	12A	25	31.60	62.07	0.39
	平均	/	33.17	68.04	0.43
盐爪爪	7B	23	40.38	77.19	0.57
	11A	16	33.31	102.19	0.43

植被类型	样地编号	观测数量/株	平均株高/cm	平均冠幅/cm	平均基径/cm
	平均	/	36.85	89.69	0.50
沙拐枣	14A	9	45.21	10.00	0.41
怪柳	7A	22	74.56	114.69	0.91
	9A	10	76.69	81.00	0.83
	平均	/	75.63	97.85	0.87

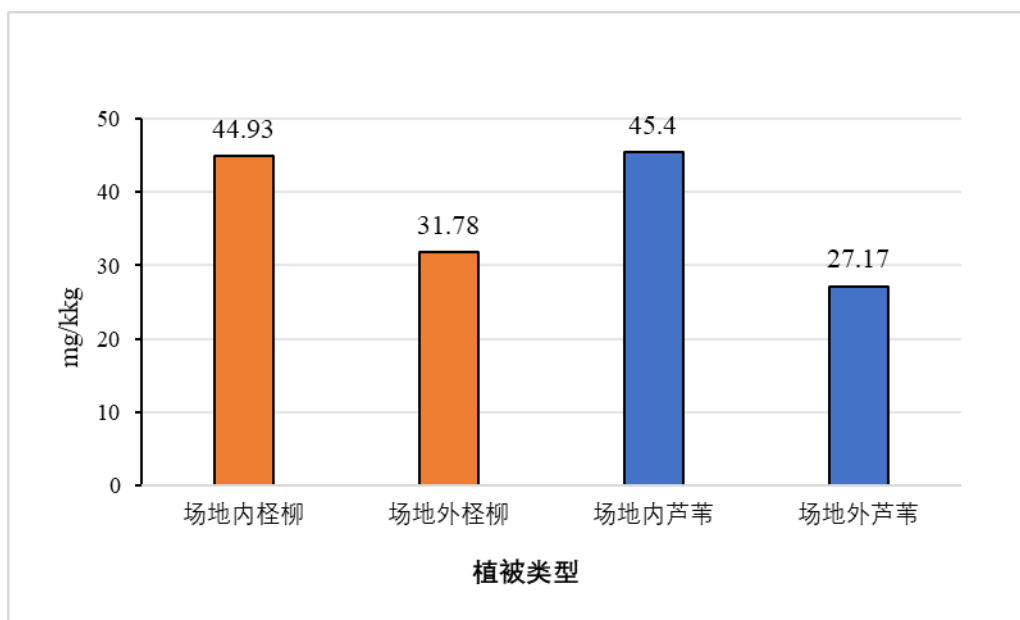


图 1 叶绿素含量



图 2 土壤采样点位

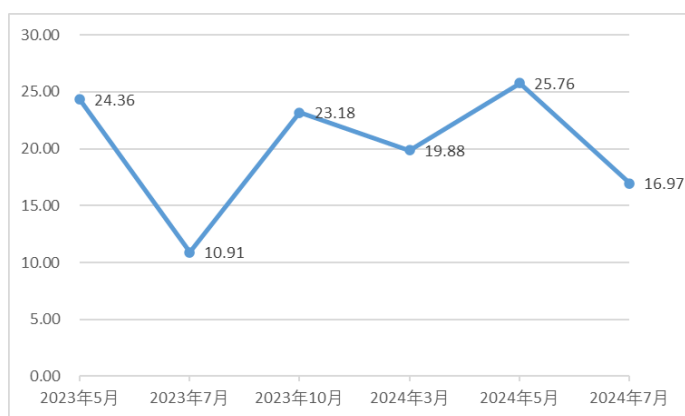


图 3 2023 年-2024 年土壤总盐量 (g/kg) 变化趋势

6. 荒漠生态治理区调查与选择

该章节主要规定了生态治理区调查的内容和治理区选择的条件。调查内容应包括土壤质量背景值（含重金属指标）、土壤容重、pH、电导率、全盐量等指标。生态治理区优先选择矿区及周边荒漠地区，如采煤沉陷区、露天矿排土场等煤矿企业应修复的地区及政府指定的其他责任区；应避让生态保护红线、自然保护区、基本草原、永久基本农田、地下水饮用水源保护区和重点保护野生动植物栖息地等；地下水埋深小于 10 米的区域，应开展专项水文地质论证，若论证认为存在盐分淋溶污染地下水风险的，不得作为生态治理区。

7. 荒漠生态治理工程设计与施工

该章节主要规定了灌溉方式选择、调蓄池建设、植被选择、施工要求等技术内容。根据新疆地区现场试验及调研结果，确定滴灌作为首选灌溉方式——滴灌可减少无效蒸发，将水分精准输送到植物根区，可有效控制盐分在根区累积。调蓄池防渗层渗透系数应不大于 $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ ，防止矿井水下渗污染土壤和地下水。植被建设应选择适应性强、耐干旱、耐盐碱、耐风蚀沙埋、防风固沙性能好的物种。确定依据：灌溉方式的选择基于新疆干旱区的水文气候特点和大南湖一矿、徐矿等工程的对比试验结果（滴灌成活率比畦灌平均高出 25% 以上）；防渗层要求参照 GB/T 50869-2013《生活垃圾卫生填埋处理技术标准》和《地下水污染

源防渗技术指南（试行）》；植被选择基于大南湖一矿现场种植实验和文献研究结果，在土壤高盐环境（ $>30\text{g/kg}$ ）中，梭梭、怪柳、白刺、碱蓬、盐爪爪、芦苇等6种植物能够适应并正常生长。

8. 生态环境风险防控

该章节主要规定了土壤盐化、碱化的风险预警和应急措施。按照 HJ 964《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》规定，对土壤盐化和碱化进行分级。当荒漠生态治理区内的土壤盐化或土壤碱化级别较当前状态下降一个等级时，应启动风险预警，并参照 GB/T 42828《盐碱地改良通用技术》采取应急措施。确定依据：HJ 964 是目前国内土壤环境影响评价的现行有效技术导则，对土壤盐化和碱化分级有明确规定；风险预警阈值的设定基于“预防为主、风险可控”的环境管理原则，确保在土壤盐碱化程度出现明显恶化趋势时能够及时采取干预措施。

9. 生态治理管护

根据已开展工程现场管护实践，确定管护内容包括工程管护、灌溉管理和植被养护，确保生态治理效果的持续性和稳定性。

工程管护。对矿井水处理设施、调蓄池、灌溉系统等主体工程及配套辅助设施进行全程管护，按工程设计和运行要求定期检查维护，确保设施正常运行。

灌溉管理。灌溉设施专人管理，取水口设置安全锁闭设施，

保障用水安全。按照 SL 13《灌溉试验规范》规定，通过现场灌溉试验或参照类似案例确定灌溉定额、灌溉次数和灌溉周期；无本地试验数据时，参照已有工程实践经验确定。

植被养护。养护期不应少于 3 年，且应根据植被成活率和土壤盐分状况可适当延长。养护内容包括灌溉、施肥、病虫害防治、抚育修剪、死株清理及补植。对死亡或生长不良植株应在适宜季节及时补植，补植苗木规格应与原植株基本一致。养护期满后植被成活率应符合设计要求。

10. 监测与评估

监测范围应覆盖高矿化度矿井水生态治理核心区、径流扩散影响区及背景对照区。监测期应持续至工程区域土壤盐分和地下水水质连续 3 年保持稳定后方可终止。按照 HJ 8.2《生态环境档案管理规范 生态环境监测》，环境监测原始数据、分析记录、监测报告等技术档案应永久保存。

水源监测。参照 GB/T 25499《城市污水再生利用 绿地灌溉水质》中 6.2 监测频次，矿井水水源监测频次为灌溉季至少每季度一次，非灌溉季至少每半年一次。

土壤监测。参照 HJ 25.2《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》6.2 和 HJ/T 166《土壤环境监测技术》中监测项目和频次规定，土壤采样深度为 0~50cm，监测频次为每年至少一次。当土壤本底含盐量低于 3 g/kg 时，矿井水全盐量不应

超过 1000 mg/L。

地下水监测。按照 HJ 164 规定，灌溉面积超过 1000 亩的工程，应在治理区下游方向布设不少于 3 个监测井（呈扇形分布），上游方向布设不少于 1 个背景监测井。对于灌溉面积不足 1000 亩的工程，可适当放宽，但下游至少应有 1 个监测井。采样方法按 DZ/T 0388《矿区地下水监测规范》7.3 执行。常规监测指标包括 HJ 164 中表 F.1 煤炭行业监测项目，特征指标包括 GB/T 25499 中的 pH、电导率、溶解性总固体。监测频次按 DZ/T 0388 中 6.1-6.4 执行。

植被监测。参照 HJ 1170《全国生态状况调查评估技术规范 荒漠生态系统野外观测》表 1，植物监测频率为生长季每季度不少于 1 次。

跟踪评估。由工程建设单位开展环境质量跟踪评估，重点评估土壤盐分、地下水水质变化和植物群落生长情况，存在生态风险时应提出改进措施，跟踪评价周期一般为 3~5 年。按照 LY/T 3257《荒漠化防治工程效益监测与评价规范》开展生态、社会、经济效益评估。

11. 附录

附录 A（资料性）土壤改良主要措施与方法，内容引自 DB65/T 4192《生态绿化工程盐碱地改良技术规程》。

附录 B（资料性）荒漠生态治理推荐植物种类，来源于大南

湖一矿和徐矿集团哈密能源公司示范工程的现场种植试验,以及相关文献研究。示范工程表明,在土壤含盐量高于 30g/kg 的环境中,梭梭、怪柳、白刺、碱蓬、盐爪爪、芦苇共 6 种植物能够适应并正常生长。文献研究进一步补充了推荐植物种类及适生盐分范围:新麦草适宜在 3~10g/kg 土壤中种植,盐爪爪和盐穗木可在 20~30g/kg 土壤中种植(《四种新疆乡土植物萌发期及苗期耐盐碱性研究》,向雪纯,新疆农业大学,2022);在 0~60cm 土壤盐分平均值约 68g/kg 条件下,采用 18.23g/L 的矿井水灌溉,梭梭生长良好,怪柳、枸杞次之(《耐盐植物对矿区土壤盐分改良效应研究》,栗玲,新疆农业大学,2022);沙棘在 5.84g/L 盐水灌溉下可正常生长(《园林绿化植物沙棘的耐盐性研究及耐盐品种筛选》,张晓敏,沈阳农业大学,2020);草地滨藜最大耐盐浓度约 42g/L,地肤最大耐盐浓度约 100g/L(《盐碱地的生物修复方法》,胡诗钦等,中国农业大学通报,2024)。综合示范工程及文献研究结果,编制形成了附录 B 推荐植物种类列表。

附录 C(资料性)土壤盐化、碱化分级标准,引自 HJ 964-2018《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》附录 D 的表 D.1 和表 D.2。设置附录 C 的目的在于:第 8.1 条风险预警规定“当荒漠生态治理区内的土壤盐化或土壤碱化级别较治理前恶化一个等级或以上时,应启动风险预警”,附录 C 为预警启动提供了明确的分级判定依据。HJ 964 已针对干旱、半荒漠及荒漠地区

给出了明确的分级标准，本标准直接引用该体系，既保证了与国家现行技术导则的一致性，又避免了另行规定导致的标准体系脱节。

（三）修订国家标准时修订前后技术内容的对比

本标准为首次制定，不涉及修订国家标准的情况，无需进行修订前后技术内容的对比。

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

本标准的技术指标主要基于大南湖一矿 100 亩高矿化度矿井水生态绿化实验基地和徐矿集团哈密能源公司 1554 亩示范工程的长期跟踪监测数据。

大南湖一矿实验基地：示范林自 2023 年 6 月至 2024 年 9 月持续灌溉，总灌溉量约 15.5 万立方米，灌溉水源实测矿化度 15.8~30.2g/L，平均约 20~25g/L。监测结果表明：灌溉初期 0~150 厘米剖面总盐下降约 54%；灌溉 14 个月后剖面总盐再次下降，盐分持续向下迁移，未在植物根系层持续富集。冬季冻融后，0~50 厘米土层盐分较冻融前降低 15%以上。示范区平均植被覆盖度由治理前的 39.42%提升至 51.34%，防风固沙能力增强，土壤微生物多样性提高。采用 Hydrus-1D 模型模拟持续灌溉 10 年后的盐分运移情况，结果显示盐分主要积累在根系层以下的深层包气

带，不会在植物根系层持续富集，且远未达到 90 米以下的地下水水位。

徐矿集团哈密能源公司示范工程：建设面积 1554 亩，采用滴灌方式，设置 4 种矿化度梯度（8g/L、12g/L、14g/L、16g/L）分别灌溉。总体植被种植成活率在 45%以上，滴灌成活率比畦灌平均高出 25%以上。经过长期灌溉后，0-120cm 各层土壤含盐量均有明显降低，0-80cm 土层内滴灌对盐分的淋洗效果最明显。项目区地下水埋深大于 90 米，长期监测显示灌溉前后地下水位未出现趋势性上升或下降。

以上试验验证结果表明，经过合理的调查分析、方案设计、施工、监测评估和管护，高矿化度矿井水能够有效满足荒漠生态治理工程用水需求，生态恢复效果良好，对周边环境影响可控。

（二）技术经济论证

技术可行性：通过典型案例调研和现场实验，验证了高矿化度矿井水用于荒漠生态治理的技术可行性。采用滴灌技术、土壤改良技术以及耐盐碱植被恢复技术等综合措施，高矿化度矿井水用于荒漠生态治理能够达到良好的修复效果。本标准提出的矿井水含盐量控制限值（灌溉水含盐量 $\leq$ 土壤体积含盐量的 70%），经大南湖一矿实测数据验算（矿井水含盐量 25.00g/L < 限值 25.27g/L）和实际工程验证，科学合理、切实可行。

经济评估：相比于要求矿井水处理至全盐量 < 1000mg/L 的

深度脱盐和分盐结晶路线（成本约 15-20 元/吨），本标准允许采用常规处理达标后用于荒漠生态灌溉，可大幅降低用水成本。以大南湖一矿为例，若采用深度处理实现“零排放”，估算年处理费加固废处置费将达 9000 万元；而采用本标准路径，仅需常规处理（去除悬浮物、石油类等），可节约大量成本。同时，有效提升矿区荒漠土地的利用价值和经济价值，为煤炭行业绿色发展提供有力支撑。

环境与社会影响：本标准的实施有利于指导荒漠地区生态治理与跟踪监测，规范高矿化度矿井水用于荒漠修复的方式与路径，有助于改善当地生态环境，提升居民生活质量，促进社会和谐健康发展。

（三）预期的经济效益、社会效益和生态效益

生态效益：将煤矿高矿化度矿井水转化为荒漠生态治理用水，可大幅提升矿井水综合利用率，减少水资源浪费；有效破解矿区荒漠生态治理用水水源短缺的困境，改善荒漠土壤结构和肥力，恢复植被覆盖率和生态功能；为野生动植物提供栖息地，增强生物多样性。

经济效益：帮助矿企节约用水成本，减轻环保压力，促进地区矿业可持续发展；改善荒漠土壤和植被，提升土地利用价值和经济价值；带动相关生态绿色产业和服务业发展。

社会效益：区域生态环境改善将促进矿区和周边居民生活质

量的提升，有利于缓解环境退化造成的社会矛盾和压力，促进社会和谐，为全国矿区生态修复提供可复制、可推广的示范经验。

综上所述，本标准科学合理、切实可行，能够在环境、经济、社会多方面带来积极效益，为企业矿井水寻求生态美好、风险可控、经济适中的处理路径，实现生态效益、经济效益和社会效益的统一。

四、与国际、国外同类标准技术内容的对比情况，或者与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况

经检索，国际标准化组织（ISO）及相关国家尚未发布专门针对高矿化度矿井水用于荒漠生态治理的技术标准。

国际上相关技术文件主要有：国际生态修复学会（SER）发布的矿山场地生态恢复原则与标准，侧重于矿山退役后场地修复管理，未涉及矿井水资源化利用；ISO 16075 系列标准对处理后废水用于灌溉项目提供指南，但适用对象为城市污水，不涉及矿井水及荒漠生态治理场景；联合国粮农组织（FAO）灌溉水质评价准则属一般性指导原则，未针对矿井水水质特征和荒漠生态系统制定专门技术规范。

综上所述，本标准首次系统规定了高矿化度矿井水用于荒漠生态治理的全过程技术要求，填补了该领域的国际标准空白。

五、以国际标准为基础的起草情况，以及是否合规引用或者采用国际国外标准，并说明未采用国际标准的原因；

本文件制定过程中不存在采标的问题。

六、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

本标准为首次制定的高矿化度矿井水用于荒漠生态治理技术规范，与国家现行法律、法规和强制性国家标准无交叉、无矛盾、无冲突，且是现行环评管理要求的细化与技术支撑。本标准符合《中华人民共和国水法》《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国防沙治沙法》等法律法规的基本原则和要求，也符合《新疆维吾尔自治区地下水资源管理条例》关于“工矿企业应当优先利用基坑水、矿坑水和疏干水”的规定。

本标准积极响应并落实国家相关政策文件要求。本标准是落实《关于加强矿井水保护和利用的指导意见》（发改环资〔2024〕226号）关于“推进矿井水分质分级处理”“推动矿井水用于生产、生活、生态和农业用水”以及“健全政策标准”要求的具体行动，也是落实《关于加强非常规水源配置利用的指导意见》（水节约〔2023〕206号）关于“加快推进非常规水源技术标准制修订工作”要求的具体举措，为高矿化度矿井水的生态利用提供了合法、合规、安全的技术路径。

本标准与《煤炭工业污染物排放标准》（GB 20426-2006）不冲突、不降低标准。国家标准中矿井水全盐量 1000mg/L 的限值，是针对矿井水“外排至天然水体”的强制性要求。本标准规范的“用于荒漠生态灌溉”属于“综合利用”场景，矿井水经处

理后用于生态修复，并非向地表水体排放，因此不设定固定的排放限值，而是基于区域环境容量和生态安全目标设定“利用准入阈值”。对于重金属、有毒有机物等污染性指标，本标准明确要求执行《煤炭工业污染物排放标准》（GB 20426-2006）等国家强制性标准，绝不降低任何限值要求。本标准是在现行法律框架和政策导向下，为高矿化度矿井水荒漠生态利用提供可操作、可复制、风险可控的技术实施方案。

七、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准遵循各方参与原则，制定时充分吸收了有关领域专家的意见，无重大分歧意见。

八、涉及专利的有关声明

本标准未接到任何涉及相关专利或知识产权争议的信息、文件。

九、实施国家标准的要求，以及组织措施、技术措施、过渡期和实施日期的建议等措施建议

本标准对西北干旱地区开展高矿化度矿井水荒漠生态治理工作具有重要的技术指导意义。建议标准发布后，由全国节水标准化技术委员会（TC442）组织针对标准使用单位和技术服务机构的专项培训与宣贯活动。鼓励相关煤矿企业在荒漠生态治理工程中积极采用本标准，并结合工程实践积累经验、反馈问题，为标准的后续修订完善提供依据。建议标准发布后三个月实施。

十、公平竞争审查结论

经对照《公平竞争审查条例》及其实施办法逐项审查，本标准
为推荐性国家标准，不涉及经营者经济活动，不含限制或变相
限制市场准入和退出、限制商品要素自由流动、影响经营者生产
经营成本及行为等内容，不影响市场公平竞争。

十一、其他应说明的事项

无。

标准起草组

2026 年 7 月