

中华人民共和国国家标准

GB/T 43936—2024

石油天然气项目土地复垦与生态修复 技术规范

Technical specification for land reclamation and ecological restoration of
petroleum and natural gas projects

2024-04-25 发布

2024-08-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 总体要求与基本原则	3
4.1 总体要求	3
4.2 基本原则	3
5 技术路径	3
6 基础调查与问题识别诊断	5
6.1 基础调查	5
6.2 问题识别诊断	5
7 可行性分析	6
8 方案编制	6
9 工程实施	7
9.1 一般要求	7
9.2 保护措施	7
9.3 预防控制措施	8
9.4 复垦修复措施	8
10 管理维护	10
11 监测评价与适应性管理	10
11.1 监测评价	10
11.2 适应性管理	11
参考文献	12

前 言

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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中华人民共和国自然资源部提出。

本文件由全国自然资源与国土空间规划标准化技术委员会(SAC/TC 93)归口。

本文件起草单位：安徽理工大学、中国农业大学、自然资源部国土整治中心、中国地质大学(北京)、矿冶科技集团有限公司。

本文件主要起草人：卢丽华、张世文、黄元仿、白中科、袁亮、杨婧、罗明、周旭、周际、李红举、祝怡斌、周伟、周妍、徐岩、杜亚敏、刘永兵、沈重阳、王金满、夏沙沙、曹银贵、孔晨晨、胡睿鑫、王欢元、陈孝杨、崔红标、陈永春、冯宇、陈斌、赵中秋。

石油天然气项目土地复垦与生态修复 技术规范

1 范围

本文件规定了油田、气田以及煤层气、页岩气、致密气等石油天然气项目(本文件简称“油气项目”)土地复垦与生态修复的总体要求与基本原则、基础调查与问题识别诊断、可行性分析、方案编制、工程实施、管理维护、监测评价与适应性管理等内容。

本文件适用于陆上油气项目土地复垦与生态修复工作。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

- GB 3838 地表水环境质量标准
- GB 15618 土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)
- GB/T 15776 造林技术规程
- GB/T 21010 土地利用现状分类
- GB/T 33469 耕地质量等级
- GB 36600 土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)
- GB/T 40112 地质灾害危险性评估规范
- GB/T 43935 矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范
- GB 50021 岩土工程勘察规范
- GB 50288 灌溉与排水工程设计标准
- GB 50330 建筑边坡工程技术规范
- GB/T 50817 农田防护林工程设计规范
- DZ/T 0221 崩塌、滑坡、泥石流监测规范
- DZ/T 0223 矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范
- DZ/T 0287 矿山地质环境监测技术规程
- HJ 25.1 建设用地土壤污染状况调查技术导则
- HJ 25.4 建设用地土壤修复技术导则
- HJ 25.6 污染地块地下水修复和风险管控技术导则
- HJ/T 166 土壤环境监测技术规范
- HJ 607 废矿物油回收利用污染控制技术规范
- LY/T 1814 自然保护区生物多样性调查规范
- NY/T 1342 人工草地建设技术规程
- SY/T 6646 废弃井及长停井处置指南
- TD/T 1010 土地利用动态遥感监测规程
- TD/T 1012 土地整治项目规划设计规范

- TD/T 1031.5 土地复垦方案编制规程 第5部分:石油天然气(含煤层气)项目
TD/T 1036 土地复垦质量控制标准
TD/T 1048 耕作层土壤剥离利用技术规范
TD/T 1049 矿山土地复垦基础信息调查规程
TD/T 1055—2019 第三次全国国土调查技术规程
TD/T 1070.1 矿山生态修复技术规范 第1部分:通则
TD/T 1070.7 矿山生态修复技术规范 第7部分:油气矿山

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。



3.1

油气项目土地复垦与生态修复 mine land reclamation and ecological restoration

对油气资源开采造成的地质环境破坏、土地损毁和生态系统破坏(退化)等问题,依靠人工支持引导和自然恢复力,采取预防和修复措施,使油气项目生产建设区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。

注:简称“复垦修复”。

3.2

自然恢复 natural restoration

对生态系统停止人为干扰,以减轻负荷压力,依靠生态系统的自我调节能力和自组织能力使其向有序的方向自然演替和更新恢复。

[来源:TD/T 1070.1—2022,3.2]

3.3

景观营建 landscape construction

从流域水文地貌尺度,遵循“山水林田湖草沙”一体化保护修复,充分考虑油气项目区“点—线—面—网”景观整合过程中,土地资源、水资源、生物资源、人居环境等的结构调整和优化配置,营建一个与周边景观相协调的生态系统。

3.4

井场 well field

钻井勘探、开采油气的工作场地。

注:按用地性质分为临时用地和建设用地。

[来源:TD/T 1031.5—2011,3.5 有修改]

3.5

道路 road

为油气勘探、开采、加工、运输和巡护等修建的道路。

[来源:TD/T 1031.5—2011,3.6 有修改]

3.6

管线 pipeline

用于传送油气及水的联结泵、阀或控制系统等的管道,也包括为油气项目生产建设服务的地缆和电线敷设管道。

[来源:TD/T 1031.5—2011,3.7 有修改]

4 总体要求与基本原则

4.1 总体要求

应遵循“山水林田湖草沙”一体化保护修复理念,坚持节约优先、保护优先、自然恢复为主的方针,规范油气项目土地复垦与生态修复工作,应通过采取减缓保护、预防控制与复垦修复多种措施,推动复垦修复与矿产资源开采统一规划、统筹实施,及时复垦利用损毁土地,恢复并提升油气项目区生态系统多样性、稳定性、可持续性,协同推进绿色矿山建设,实现人与自然和谐共生。

4.2 基本原则

4.2.1 保护优先与源头防控。遵循在开发中保护、在保护中开发的原则,优化生产建设工艺设计,采用科学合理的预防控制措施,减少减轻因资源开采导致的地质环境破坏、土地损毁以及植被破坏,对于不可避免产生的土地损毁与植被破坏,在消除地质安全隐患的基础上及时开展复垦修复工作。

4.2.2 统一规划与统筹实施。统一规划复垦修复工作,将资源开采、复垦修复规划和施工同步实施,实现全生命周期边开采边复垦修复;复垦修复与绿色矿山建设同步推进,同步采取保护、预防控制以及复垦修复等多种措施,使地质环境及时得到修复治理、损毁土地得到复垦利用、生态系统功能得到恢复或改善,力争达到并取得最好修复效果和最佳的利用状态。

4.2.3 人工引导和自然恢复相结合。坚持“宜耕则耕、宜林则林、宜草则草、宜湿则湿、宜荒则荒、宜沙则沙”原则,通过工程、生物、化学等人工支持手段,使受损的土地达到可供利用状态,恢复生态系统功能;人工引导方向与过程目标清晰,前期人工支持手段和力度科学合理,尊重自然和借助自然进行受损生态系统的修复,利用自然的自我恢复能力,使受损土地和生态系统尽快恢复良性循环。

4.2.4 景观协调与功能提升。针对油气项目点多、面广以及单宗用地面积小的特征,在与国土空间规划、矿产资源规划等相衔接的基础上,遵循与原土地利用类型或周边相同土地利用类型相一致的原则确定复垦修复方向、措施和标准等;修复后生态系统应与周边生态系统相协调,通过整体保护、系统修复、综合治理,因地制宜地采取切实可行的措施,使地质环境达到稳定;全生命周期实施生物多样性保护,尽可能地缩小恢复差距,使生态系统得以恢复和改善。

4.2.5 公众参与与全程监测。在开发利用、保护修复的全生命周期中,持续保持与利益相关方的联系,为所有利益攸关方提供积极和有实际意义的参与机会,以确保整个项目的公平性和包容性。尊重当地的传统、习俗和社会期望开展利益相关者的参与,使当地社区、环境以及最终采矿业的利益最大化。开展全程监测,评估和分析资源开发利用过程中的生态问题以及复垦修复效果等,并根据监测评价结果,修订或调整复垦修复方案。

5 技术路径

结合油气项目的特征,选择科学规范的油气项目土地复垦与生态修复技术路径,主要包括基础调查与问题识别诊断、可行性分析、方案编制、工程实施、管理维护、监测评价与适应性管理 6 个方面,具体技术路径见图 1。

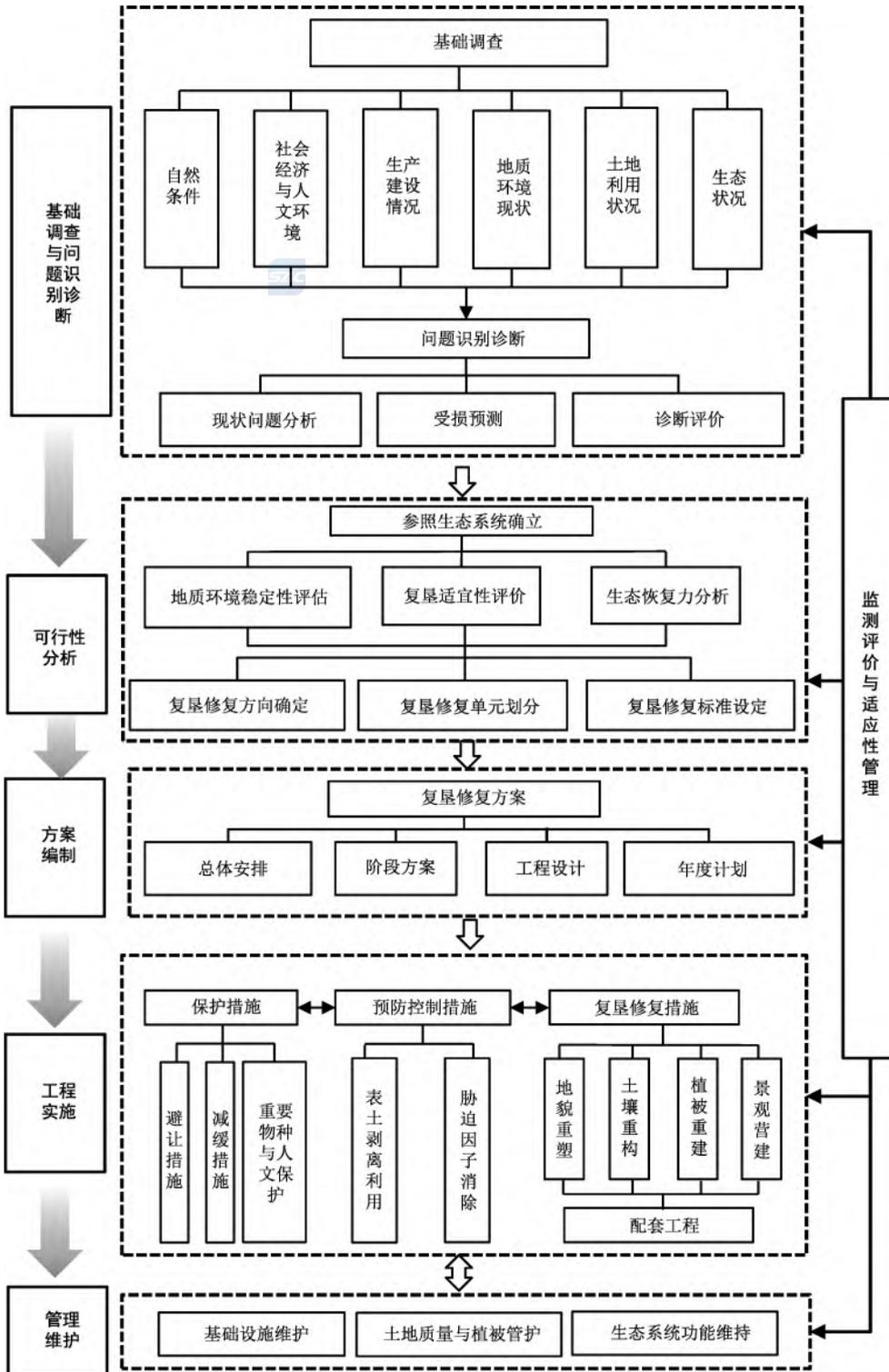


图 1 石油天然气项目土地复垦与生态修复技术路径

6 基础调查与问题识别诊断

6.1 基础调查

6.1.1 调查内容

6.1.1.1 自然条件。以项目区及其周边为调查单元,调查地理位置、气候、水文、地形地貌、区域地质、土壤与植被等,调查内容与深度应满足复垦修复工作需要。

6.1.1.2 社会经济与人文环境。以项目区及其周边为调查单元,调查近3年的农业人口、人均耕地、人均纯收入、农业生产状况等。调查文物古迹、宗教遗迹、历史文化保护地、地质遗迹保护区和风景名胜区等人文资源。

6.1.1.3 生产建设情况。调查油气项目开采历史与现状、开采范围、开采方式、生产工艺、生产规模、服务年限或剩余使用年限、开采计划等。

6.1.1.4 地质环境现状。以井场、道路与管线等用地单元及其周边影响范围为调查单元,开展水土环境破坏、地质环境破坏及潜在风险等调查,明确问题类型、分布、规模和特征等。

6.1.1.5 土地利用状况。以已损毁用地单元为调查单元,明确因勘探、开采已造成土地损毁的位置、面积、程度和类型等。以项目区或周边已复垦修复区为调查单元,分井场、道路、管线等开展复垦修复措施、效果(生产力水平和土壤质量等)和投资等情况调查,自然修复的主要调查恢复的植被类型。收集整理各方关于复垦修复的研究成果、专业意见和实践经验等,分析其对复垦修复的指导借鉴意义。土地利用现状调查应重点查明基本农田和耕地占用情况,按照 GB/T 21010 和 TD/T 1055—2019 的规定明确至二级地类。说明项目区的土地权属,原则上土地权属应明确到村,对于跨县的,可明确至乡,跨地市以上的,可明确至县。

6.1.1.6 生态状况。调查自然保护地、世界自然遗产、生态保护红线等重要生态敏感区的保护对象、功能区划、保护要求等。明确不同动植物的种类、分布、面积以及破坏情况,调查国家及地方重点保护野生动植物名录所列的物种、古树名木等具有较高保护价值或保护要求的物种种类、数量及生境情况。明确植被覆盖率(郁闭度)和生物多样性等;调查动物种群类型、数量和分布情况等。

6.1.1.7 跨多个地形地貌区或区县的油气项目,应分地形地貌区和区县开展基础调查。对于曾发生过井喷、泄漏等造成生态系统重大影响区域,应开展详细专项调查。

6.1.2 调查方法

6.1.2.1 根据具体调查内容确定科学合理的调查方法。调查方法包括实地调查、遥感调查、物探、钻探、调查询问和资料收集等。地质环境现状调查程序和方法按照 GB 50021、GB/T 40112、HJ 25.1、DZ/T 0221、DZ/T 0287 和 HJ/T 166 执行;自然概况、土地利用现状、土地损毁与复垦现状调查按照 TD/T 1010、TD/T 1055—2019、TD/T 1049 执行;生态状况调查按照 LY/T 1814、TD/T 1070.1 和 TD/T 1070.7 执行。

6.1.2.2 应按照 GB 15618、GB 36600 和 HJ/T 166 等开展有机污染物、重金属以及土壤理化性质等相关指标的实验室测试工作,并提供具备相关检测资质单位出具的检测报告。

6.2 问题识别诊断

6.2.1 基于基础调查成果,开展油气项目地质环境破坏、土地损毁和生态破坏现状分析。

6.2.2 说明油气项目生产建设过程中可能导致土地损毁的生产建设工艺及流程,按照井场、道路、管线等,合理预测拟损毁土地的类型、范围、面积及损毁程度等,说明预测的方法和依据,按照 TD/T 1031.5 执行。

6.2.3 在资料收集和调查的基础上,考虑油气项目所在区域地质灾害易发程度,概述油气项目地质环境破坏现状分析与预测、水土环境破坏分析与预测等,按照 DZ/T 0223 执行。重点阐述油气开采、储存、运输等过程可能导致的有机污染物以及温度场变化对生态环境的影响。简要分析与预测植被和生态功能破坏情况。

6.2.4 在资料收集和现场调查的基础上,对比参照生态系统,诊断评价油气项目在勘探、开发建设、运行和退役过程中引起的生态问题,明确生态问题严重程度,程度分级按照 TD/T 1070.1 相关要求划分。

7 可行性分析

7.1 从胁迫因素、物质条件、物种组成、结构多样性、生态系统功能和外部交换等方面设定参照生态系统关键属性指标,阐明参照生态系统关键属性指标的状态。根据设定的参照生态系统关键指标,结合生态系统自然演替规律,同时考虑环境的变化等,采取类比法、推演法等方法,确定适当的生态系统参照系。对于历史监测资料齐全的油气项目,直接参考受损生态系统历史状态设定参照生态系统。对于历史状况不清的,可参照周边未受损的本地原生生态系统,或类似生态系统作为参照生态系统。

7.2 根据基础调查以及问题识别诊断,开展地质环境稳定性评估、复垦适宜性评价以及生态恢复力分析。地质环境稳定性评估按照 GB/T 40112 执行。油气项目复垦适宜性评价宜采用定性方法。对于煤层气项目,适宜性评价应与后期煤矿开采导致的土地损毁与复垦相结合,按照 TD/T 1031.5 执行。基于问题识别诊断,通过类比分析,开展生态恢复力分析,比较分析自然恢复以及通过前期人工支持引导后自然恢复的可行性,评价采用新技术、新工艺、新设备与新材料后生态恢复力提升水平。

7.3 综合考虑地质环境稳定性、复垦适宜性以及生态恢复力评价分析结果,合理确定复垦修复方向和目标。结合油气项目区及周边已复垦修复案例,复垦修复方向应与原土地利用类型或周边相同土地利用类型保持一致,复垦修复后的生态系统应与周边相协调。临时用地应复垦修复为原土地利用类型或与周边相近的土地利用类型,管线运营期间的阶段性复垦修复不应影响管线的正常使用。生态系统脆弱区和山地丘陵区利用项目区原有道路的,可以保持道路利用方向不变。

7.4 戈壁、荒漠地区的油气项目井场、道路等经过多年运行,表面形成板结和硬化,具有防止土壤沙化的作用,若无污染,可对地面设施采取合理处置后,保留原土地利用状态。位于盐碱地、裸地、沙地、湿地和水域的井场、站场等,不存在污染风险、不影响人居环境和工农业生产的,可对附属设施采取合理处置后,保留利用现状。

7.5 根据复垦修复方向以及用地类型,合理确定复垦修复单元。结合不同复垦修复方向的参照生态系统和 TD/T 1036,合理确定复垦修复质量控制标准。

8 方案编制

8.1 根据可行性分析结果,综合考虑矿山开发利用方案、矿山环境影响评价报告、矿山水土保持方案等,编制油气项目复垦修复方案。方案应与区域国土空间规划、国土空间生态修复规划、矿产资源规划等相衔接,并充分考虑各利益相关方意见。方案编制内容主要包括基础调查、问题诊断评价、复垦修复可行性分析、复垦修复措施与工程设计、工作部署、投资估算和保障措施等。

8.2 当油气项目开采规模、开采范围、开采工艺和场址等发生重大变化时,应及时修编或重编复垦修复方案。

8.3 油气项目生产周期长、需要分阶段进行复垦修复的,根据资源开采计划以及复垦修复方案,编制阶段方案。阶段方案应明确阶段目标任务、工程措施和资金计划安排等。

8.4 工程实施前,应开展复垦修复工程设计,提出各项措施的工程组成、布置要求、结构形式以及材料规格等。

8.5 总结上一年度复垦修复工作,编制本年度计划应明确年度目标任务、工程措施和资金计划安排等。

9 工程实施

9.1 一般要求

9.1.1 针对油气项目建设、生产和复垦修复全过程的地质环境破坏、土地损毁以及生态破坏等,提出保护、预防控制和复垦修复措施。油气项目复垦修复标准应与原土地利用类型或周边相同土地利用类型保持一致,新建道路、灌溉与排水等配套设施应与周边相衔接。

9.1.2 遵循边开采边复垦修复的原则,施工结束后,临时用地应及时安排复垦修复。应积极采用新技术、新工艺、新设备及新材料开展复垦修复工作。

9.1.3 综合考虑油气项目点多、线长、面广等用地特征,本文件规定了井场、道路和管线相关复垦修复技术与要求。计量站、集中处理站、转接站、集气站、增压站,以及相关附属设施等站场与井场一样均呈点状分布,损毁类型以压占为主,复垦修复参照井场执行;架空输电(输油)线路与管线类似,呈线状分布,损毁类型以挖损为主,复垦修复参照管线执行。

9.1.4 高原、丘陵和山地等区域的油气项目应消除地质安全隐患,边坡防护、施工等按照 GB 50330 执行。复垦修复前,封堵废弃油(气)井,拆除相关设施,应符合 SY/T 6646 的规定。

9.1.5 海岸带区域的油气项目应针对海岸带典型生态系统和沿海防护林修复,以及海堤生态化建设和沿岸工程整治改造等不同建设类型因地制宜地开展复垦修复工作,应在详细调查的基础上,开展适宜性评价,提出优化的措施,包括水环境修复、微地貌改造、岸滩防护、堤身结构优化、生态材料运用和植被种植等。

9.1.6 采用埋设方式布置的管线,应包括施工结束的临时复垦修复和不再使用后的完全复垦修复两个阶段。对于管线和道路施工过程中产生的便道,按照道路临时用地复垦修复技术要求执行,若占地无污染、不存在污染风险、不影响人居生产,可采取合理处置后保留土地利用现状。转型利用的联合站、处理厂等大型井(站)场,应消除周边的地质安全隐患,根据利用方向要求对场地进行整治。

9.1.7 应采取有效措施防止污染物向项目区外迁移与扩散,存在土壤、地表水以及地下水污染情况的,应按照 HJ 25.4 和 HJ 25.6 的规定进行污染治理。处置泥浆池、污水池的废弃物,填平井场内的泥浆、污水池等,应符合 HJ 607 的规定。治理后土壤环境质量应符合 GB 15618、GB 36600 的规定,地表水环境质量应符合 GB 3838 的规定,地下水应达到相应修复和风险管控目标。

9.2 保护措施

9.2.1 资源开发设计阶段应明确避让、减缓和重要物种与人文保护等措施。

9.2.2 工程选址应避让各类生态敏感区,符合自然保护区、风景名胜区、世界自然遗产、生态保护红线和防洪红线等管理要求以及国土空间规划、生态环境分区管控要求。

9.2.3 优化工艺设计,减少减轻资源开发对土地的损毁。控制单井用地面积,采用丛式井组钻井,减少用地总量,采用新工艺(如水平井、定向井),减少占地面积;减少管网长度,严格控制管沟开挖宽度,埋设管道宜采取共沟布置;控制新建道路长度,充分利用现有乡村道路;避免大面积压占,减少对表土层的损毁,严格控制管线和道路施工作业带宽度和范围,减少临时用地面积。

9.2.4 工程选址应避让文物古迹、宗教遗迹、历史文化保护地、地质遗迹保护区、风景名胜区等人文资源。因特殊情况不能避开的,应实施原址保护。

9.2.5 油气项目建设生产对重点保护重要野生植物、特有植物、古树名木等造成不利影响的,应采取优化工程布置、就地或迁地保护、加强观测等措施,具备移栽条件、长势较好的应全部移栽。对重点保护野生动物、特有动物及其生境造成不利影响的,应采取优化工程施工方案、运行方式,实施物种救护等措施,进行生境保护。

9.3 预防控制措施

9.3.1 一般要求

按照统一规划、源头控制、防治结合的原则,根据项目特点、项目所在区域地形地貌和生产方式与工艺等,提出油气项目生产建设过程中预防控制措施。

9.3.2 表土剥离利用

9.3.2.1 井场、新建道路建设用地应采用分层剥离、分层堆放的方式实施表土剥离;对于沙漠、滩涂等生态环境相对脆弱的区域,可不进行土壤剥离工程;对于高海拔高寒区域,应实施草皮剥离养护再覆盖技术。井场剥离表土以带状就近堆放于外围的临时用地区;新建道路剥离表土堆放于道路临时用地区。表土剥离施工方法、技术要求按照 TD/T 1048 执行。

9.3.2.2 剥离表土的厚度应依据待剥离表土土壤性质情况、土源需求量来确定,宜不低于 30 cm;对于东北、黄淮海平原区等土层较厚且较肥沃区域,可以适当增加表土剥离厚度。根据剥离表土土质情况和堆放时间,科学安排土壤管护与熟化措施。有植被移植价值和条件的,应在表土剥离前进行乔木、灌木和草本植物移植,以提高土地复垦和生态修复的费用和效果。

9.3.2.3 管道若采用全埋敷设,管沟可机械开挖或人工开挖。沿管线表土剥离采用分层剥离和分层堆放措施,保持分层土壤理化性质的稳定,并减少对土壤结构的破坏。管道堆放区域,可采取棕垫铺盖等方式减少地表扰动和破坏,开挖的表土和底土分层临时堆放于管沟作业带两侧。管线工程完成后应立即回填,采用分层回填时宜尽量保证原土体剖面结构和土层厚度不变,回填时可同步实施土壤改良措施。

9.3.3 胁迫因子消除

9.3.3.1 根据当地地形地貌特点,生产建设前应开展科学选址,尽可能避让因生产建设活动引发地质环境破坏的区域,减轻勘探开发对地质环境的影响。在井(站)场、道路等周边建设围墙、挡墙、堡坎和排水沟等,有效预防地质环境破坏的发生。定期对井场、站场等边坡处进行巡视监测。

9.3.3.2 应建立水土环境破坏预警机制,科学制定临时性污染防控措施,提高废水综合利用率,减少有毒有害废水排放,防止水土环境破坏;采取污染源阻断隔离工程,防止固体废物淋滤液污染地表水、地下水和土壤;采取堵漏、隔水和止水等措施防止地下水串层污染;及时回收和无害化处置油泥(砂)、落地油等,最大限度控制产生量,临时贮存场应有基础防渗措施。

9.3.3.3 定期开展集输管道高风险区识别和风险评价,对识别出的管道潜在风险,提出风险削减措施,对常规检测发现的缺陷进行修复,最大程度降低管道泄漏风险。

9.4 复垦修复措施

9.4.1 井场

9.4.1.1 一般要求

9.4.1.1.1 不再使用的井场临时用地应及时实施复垦修复工程;不再留续使用的井场建设用地区,宜及时开展复垦修复工作。由于井场用地点多、线长、单宗用地面积小等特征,整地、景观规划设计、水系连通等地貌重塑、景观营建工程建设标准应与周边保持一致与协调。

9.4.1.1.2 井场复垦修复应在拆除砌体和剥离废渣后,通过土壤重构工程(清理、覆土、翻耕、平整、生物化学措施)、植被恢复工程以及配套工程,实施井场复垦修复工程。

9.4.1.2 清理工程

9.4.1.2.1 在建井结束和井场临时用地主体工程完毕后,应对井场临时用地实施地表废弃物清理工程;在井场闭井工程完毕,拆除砌体和剥离废渣后,应进行井场建设用地地表废弃物清理。

9.4.1.2.2 井场清理厚度根据实际情况确定。清理后耕地、园地等砾石含量应符合 TD/T 1036 相关要求。

9.4.1.3 覆土工程

9.4.1.3.1 对于已实施表土剥离的井场建设用地区,清理工程后应采取覆土工程,覆土厚度达到 TD/T 1036 要求,泥浆池和放喷池等覆土厚度可适当增加;复垦修复方向为农业用途时,土壤理化性质和养分指标满足农业种植要求,复垦修复为耕地的质量等级应达到 GB/T 33469 同类区域的相关要求。

9.4.1.3.2 应充分利用前期表土剥离的土源进行复垦修复,覆土时应分层回填,尽量确保新构土体剖面结构与原土地利用类型或周边相同土地利用类型保持一致;土源不足时,可就近客土,客土不能带来新的生态问题,土源质量符合 TD/T 1036 的规定;无客土条件的,可采用穴植坑法、格构覆土、带状覆土、客土喷播等新工艺和方法,也可利用添加微生物菌剂、有机肥等熟化方法进行改良利用生土或残余土壤。覆盖表土的有毒有害物质的含量应符合 GB 15618、GB 36600 的规定。

9.4.1.4 翻耕工程

清理工程后,宜翻耕压实土壤,翻耕厚度根据实际压实情况进行确定,宜不低于 30 cm。地表沙化的区域应减少地表扰动,不宜实施翻耕工程。

9.4.1.5 平整工程

遵循与周边景观和田块规格相协调的原则,因地制宜地确定平整工程方案,合理确定好平整后的标高,借助挖掘、推土机械或人工进行削高填低。土地平整时应避免打乱表土层与心土层。对于坡度较大的复垦修复区,宜结合梯田整地后,再进行田面平整,不同复垦修复方向地形条件应符合 TD/T 1036 的规定。

9.4.1.6 生物化学措施

复垦修复为耕地和园地时,应根据复垦修复土壤质量情况,结合油气项目所在地区的施肥习惯,开展快速培肥工程,复垦修复土壤质量控制标准参见 TD/T 1036 的内容。

9.4.1.7 植被恢复工程

植被恢复工程建设标准按照周边相同土地利用类型执行,植被结构、物种选择以及种植方式等应与所在区域相同土地利用类型保持一致,景观上应与周边相协调。林地建设规范按照 GB/T 15776 执行,草地建设规范按照 NY/T 1342 执行。

9.4.1.8 配套工程

配套工程包括道路工程、灌排工程和农田防护工程。工程建设标准应参照原土地利用类型或周边相同土地利用类型执行,并与周边相衔接。施工工艺以及技术要求等按照 TD/T 1012、GB 50288 和 GB/T 50817 执行。

9.4.2 道路

9.4.2.1 不再使用的道路临时用地应及时实施复垦修复工程;对于不再留续使用的道路建设用地,宜及

时开展复垦修复工作。由于道路用地呈线性,整地、景观规划设计、水系连通等地貌重塑、景观营建工程建设标准应与周边保持一致与协调。

9.4.2.2 应在拆除砌体和剥离废渣后,通过土壤重构工程(清理、覆土、翻耕、平整、生物化学措施)、植被恢复工程以及配套工程,实施道路复垦修复工程。

9.4.2.3 道路平整工程宜充分考虑前期建设的设计标高,与周边景观和田块规格相协调。按照 9.4.1.5 执行。

9.4.2.4 道路清理工程、覆土工程、翻耕工程分别按照 9.4.1.2、9.4.1.3、9.4.1.4 执行,生物化学措施按照 9.4.1.6 执行,植被恢复工程按照 9.4.1.7 执行。

9.4.3 管线

9.4.3.1 不再使用的管线临时用地应及时实施复垦修复工程;采用埋设方式布设管线的建设用地复垦修复应包括施工结束的临时复垦修复和不再使用后的完全复垦修复两个阶段。由于管线用地呈线性,整地、景观规划设计、水系连通等地貌重塑、景观营建工程建设标准应与周边保持一致与协调。

9.4.3.2 通过土壤重构工程(平整、生物化学措施)、植被恢复工程以及配套工程,实施管线复垦修复工程。

9.4.3.3 管线平整工程应与管线开挖和回填同步进行。田面坡度应与周边相协调。不同复垦修复方向地形条件应符合 TD/T 1036 的规定。

9.4.3.4 管线生物化学措施、植被恢复工程以及配套工程分别按照 9.4.1.6、9.4.1.7、9.4.1.8 执行。

10 管理维护

10.1 工程实施后,应开展复垦修复的管理维护,包括基础设施维护、土地质量与植被管护和生态系统功能维持。

10.2 对道路、灌溉、排水和建设物等设施进行定期维护,发现运行不正常或损毁的,应及时修复或替换。复垦修复为园地、林地和草地的,应针对植被进行养护,包括林草地补植补种、病虫害防治与火灾防控等。复垦修复为耕地的,应对低肥力复垦修复土壤开展质量再提升措施,实现复垦修复后耕地可持续利用。

11 监测评价与适应性管理

11.1 监测评价

11.1.1 应对油气项目建设、生产和复垦修复开展全过程监测,重点对生态敏感区、基本农田区域等开展生态问题以及复垦修复效果监测。

11.1.2 结合开发利用方案和开采设计,详细说明地质环境破坏、土地损毁和植被破坏等监测工程的目标、任务、监测对象、监测内容、监测方法和监测要求等。

11.1.3 复垦修复效果监测包括土壤质量监测和植被恢复监测。土壤质量监测可通过实地调查和采样测试完成;植被恢复监测可采用实地调查法、样地实测法和目测法等。

11.1.4 根据监测结果,对比参照生态系统,开展油气项目复垦修复成效评估,具体流程按照 GB/T 43935 的相关规定。成效评估应包括生态效益、社会效益与经济效益评估。针对油气项目点多、线长、面广以及单宗用地面积小等特征,重点针对土壤、植被群落、人居环境、群众满意度以及土地增值等进行评估。

11.2 适应性管理

基于全过程监测评价,对照复垦修复目标,评估复垦修复过程中新产生的生态问题及潜在生态风险,对可能导致偏离复垦修复目标或因复垦修复造成新损毁的生产工艺和工程等,按规定程序报批后进行相应调整修正。

参 考 文 献

- [1] GB/T 37067 退化草地修复技术规范
 - [2] GB/T 8423.2 石油天然气工业术语 第2部分:工程技术
 - [3] DD 2014-05 矿山地质环境调查评价规范
 - [4] DZ/T 0153 物化探工程测量规范
 - [5] 自然资源部.关于推进矿产资源管理改革若干事项的意见(试行)(自然资规〔2019〕7号).2019年12月.
 - [6] 自然资源部.国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南(自然资发〔2023〕234号).2023年11月.
 - [7] 白中科.土地复垦学[M].北京:中国农业出版社,2017.
-



