

Practical Application and Optimization Measures Research of the Specification for the Stripping and Utilization of Cultivated Layer Soil in Heilongjiang Province

YU Yue^{*}, SUN Xiya, LIU Zhaoxiang, WANG Zequn
(Heilongjiang Pudehuayuan Technology Co., Ltd., Harbin 150028, China)

Abstract: As a core technical measure for black soil conservation, the stripping and utilization of cultivated layer soil are facing multiple practical challenges, including inadequate adaptability to extreme climatic events, deficiencies in dynamic standards, and lagging regulatory efficiency. Based on the management practices of the stripping and utilization of cultivated layer soil in Heilongjiang Province, this study systematically analyzes the limitations of the Technical Specifications for Cultivated Layer Soil Stripping and Utilization on Construction – Occupied Land (DB23/T2913 – 2021) in key areas, such as gravel content threshold determination, erosion gully density evaluation, influencing factors of stripping rates, sampling density criteria, and regulations on cultivated land occupation for topsoil storage zones. The evaluation indicators for non – stripping zones under extreme climatic conditions are incorporated with establishing differentiated soil sampling density classifications, developing multi – factor correction mechanisms for stripping rates, and implementing elastic access controls for storage areas. Then this research proposes targeted optimization measures for the technical specifications, which aims to establish a long – term governance mechanism characterized by "adjustable standards, controllable risks, and traceable effectiveness" for sustainable black soil conservation in Heilongjiang Province.

Key words: cultivated layer soil; stripping and utilization; technical specification; optimization measures

基于提升土地利用率的耕地耕作层土壤剥离工作模式探究

——以马尾区为例

陈明泉*

(福州市马尾区自然资源和规划局,福州 350015)

摘要:聚焦于基于提升土地利用率的耕地耕作层土壤剥离工作模式,以马尾区为研究对象,旨在通过综合分析,提高该区域土地利用效率。首先阐述耕作层土壤剥离利用的背景、意义及国内外研究现状,接着深入剖析马尾区耕地耕作层土壤剥离的现状、问题与机遇。进而提出高效的工作模式,涵盖土壤调查评价、剥离、储存、运输和回覆等环节,并强调技术支持与保障。最后,通过案例分析验证模式效果,提出政策建议与未来研究方向,以期对耕地保护与土地可持续利用提供参考。

关键词:耕作层土壤剥离利用;土地利用效率;马尾区;土壤调查评价;剥离储存运输回覆

中图分类号:TU984 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-2736(2025)04-0050-7

0 引言

在全球土地资源日益紧缺的背景下,耕地保护与土地可持续利用已成为各国共同关注的焦点。据联合国粮农组织(FAO)统计,全球每年因城市化、工业化和生态退化损失的耕地面积高达500万公顷,而耕地质量的下降直接威胁粮食安全与生态平衡^[1]。耕作层土壤作为耕地生产力的核心载体,其剥离与再利用技术成为缓解土地资源矛盾的关键手段。然而,传统的土壤剥离模式普遍存在效率低、成本高、土壤质量难以保障等问题。例如,机械剥离过程中因设备适应性差导致的土壤结构破坏^[2,3],以及运输环节中养分流失等问题,严重制约了剥离土壤的再利用效果^[4]。

近年来,国内外学者在土壤剥离领域开展了大量研究。国外如美国、德国等发达国家已通过立法推动耕作层土壤剥离的标准化,并结合GPS、遥感技术实现精准剥离与动态监测^[5,6]。国内研究则聚焦于剥离技术的改良与政策优化。例如,谭倬提出非农用地剥离再利用可提升耕地质量,但未涉及智能化技术的整合^[7];王晓芳

等探讨了土壤重构技术,但缺乏对全流程协同管理模式的系统性研究^[8]。现有研究的不足主要体现在技术局限性方面,传统剥离设备难以适应复杂地形与土壤类型,智能化技术应用不足;在管理缺口方面,剥离、储存、运输等环节缺乏标准化流程与信息化监管体系;在区域适用性方面,针对不同经济发展水平地区(如快速城市化区域)的适用性研究匮乏^[9-12]。

本研究以福建省马尾区为典型案例,探索基于智能化技术的耕地耕作层土壤剥离与再利用模式^[13],具有实践价值、理论创新和政策支撑意义。其中马尾区作为东南沿海快速城市化区域,面临耕地保护与土地开发的双重压力,亟需高效、低成本的土壤剥离方案;通过引入智能化设备(如高精度剥离机械、GIS监测系统)与建立土壤质量数据库,填补传统研究在技术整合与数据驱动决策方面的空白;研究成果可为其他类似区域提供可复制的技术路径与管理经验,助力“耕地占补平衡”政策的落地实施^[14,15]。

1 马尾区耕地耕作层土壤剥离现状分析

1.1 马尾区概况

马尾区位于福建省福州市东南部(北纬25°

58'—26°15',东经 119°15'—119°30'),属亚热带季风气候,年均气温 19.5℃,年降水量1350mm,气候条件优越,适宜水稻、蔬菜等作物种植。全区土地总面积 426km²,其中耕地面积占比 28.6%,是福州市重要的粮食生产基地。近年来,马尾区城市化进程加速,2023 年城镇化率达 72%,建设用地需求激增,导致耕地面积年均减少 1.2%,耕地保护压力显著。区内土壤类型以水稻土和红壤为主,土壤有机质含量普遍较高(平均 2.5%—3.5%),但空间分布不均,部分地区因过度开发出现肥力下降问题。

1.2 马尾区耕地耕作层土壤剥离利用现状

在耕地耕作层土壤剥离利用方面,马尾区已有一定的实践基础。据统计,近年来该区已完成耕作层土壤剥离面积数百亩,剥离厚度一般控制在 20—30cm,确保了土壤层的完整性和肥力。再利用方式多样,主要包括土地复垦、新增耕地建设以及生态修复等^[4]。通过剥离再利用,有效提升了新耕地的质量,促进了土地资源的合理利用。为了更准确地评估剥离土壤的质量变化,马尾区对剥离前后的土壤进行了系统的肥力指标检测。数据显示,剥离后的土壤在有机质含量、氮磷钾等营养元素以及土壤结构方面均保持了较好的水平。特别是在有机质含量方面,通过科学的剥离和储存管理,剥离土壤中的有机质损失较小,为后续的土地利用提供了良好的土壤基

础。如图 1 所示,展示了 2020 年至 2024 年马尾区每年进行耕地耕作层土壤剥离的面积呈逐年增加的趋势,同时土地利用率也在研究期间呈现增长态势。这充分说明了马尾区在耕地保护方面的努力和成效。未来,该区将继续探索更加科学、高效的耕地耕作层土壤剥离利用模式,为土地资源的可持续利用和农业生产的持续发展贡献力量。

1.3 存在的问题

马尾区在耕地耕作层土壤剥离利用中,技术规范问题凸显。具体表现为剥离设备适用性不足,面对不同土壤类型和地形条件时效率低下且易破损土壤;剥离操作流程标准化程度低,操作人员凭经验行事,导致剥离厚度不均、土壤层次混乱;土壤质量监测技术应用缺陷,无法实时监测土壤肥力变化。这些问题直接影响了土壤的再利用效果,降低新耕地肥力,增加后续改良成本,甚至导致作物生长受阻、产量下降。

相比之下,国内外先进地区已采用智能化剥离设备,根据土壤特性自动调整参数,提高效率和完整性;建立完善的剥离操作流程和标准化体系,确保规范可控;广泛应用土壤质量监测技术,保证剥离后土壤质量。马尾区与先进地区存在明显差距。为此,应引进先进设备和技术,提高剥离效率和土壤完整性;制定统一操作流程和标准化体系,确保规范操作;加强土壤质量监测,建

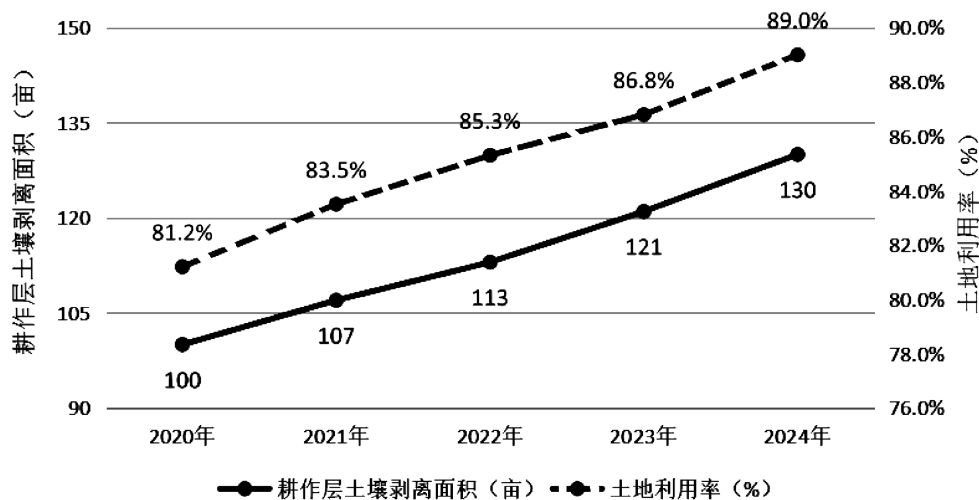


图 1 耕作层土壤剥离幅与土地利用率变化趋势图

立数据库实现信息化管理。通过这些措施,马尾区可以逐步缩小与先进水平的差距,促进土地资源的可持续利用。

1.4 发展机遇

面对挑战,马尾区也迎来了发展机遇。政府政策的支持为耕作层土壤剥离工作提供了有力保障,相关法规的完善将进一步规范剥离行为。同时,市场需求的增长促使技术与模式不断创新,为提升土地利用效率提供了有力支撑。马尾区应抓住机遇,加强技术研发与模式创新,推动耕地耕作层土壤剥离利用工作迈上新台阶。

2 基于提升土地利用率的耕地耕作层土壤剥离工作模式

2.1 工作模式概述

为提升土地利用效率,本文提出一种以高效衔接与协同运作为核心的耕地耕作层土壤剥离工作模式。该模式注重土壤剥离、储存、运输和回覆等各环节的紧密配合,通过优化流程、创新技术和强化管理,实现土地资源的最大化利用^[5]。在此模式下,各环节相互支撑、相互促进,形成一个完整的土壤剥离与再利用体系,为

耕地保护和土地可持续利用提供有力支撑。

2.2 具体操作流程与技术要点

2.2.1 操作流程

土壤调查评价是土壤剥离工作的基础,确保后续工作的科学性和有效性。本研究引入智能化技术,通过传感器和 GPS 定位系统,实现土壤层次的精准定位和实时监测。如图 2 所示,展示了土壤剥离与回覆的流程,包括土壤调查、评价、剥离、运输、储存及回覆和验收等环节。

2.2.2 操作技术要点

土壤剥离与回覆是一项复杂的系统工程,涉及多个环节和技术要点。通过科学的方法和技术手段,可以确保土壤资源的合理利用与保护。

(1) 土壤调查评价

土壤调查评价是土壤剥离工作的基础。采用现场勘查、遥感监测和实验室分析相结合的方法,对土壤质量、污染状况等进行全面调查。评价指标体系包括土壤有机质含量、pH 值、重金属含量等关键指标。数据处理与分析流程则运用 GIS 技术和统计分析方法,确保评价结果的准确性和可靠性,为后续剥离工作提供科学依据。

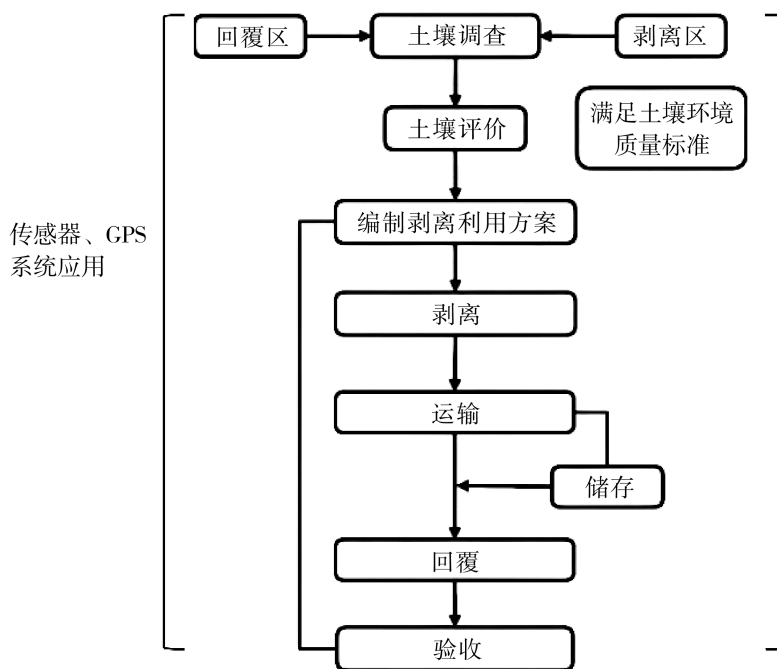


图 2 土壤剥离与回覆的流程图

(2) 剥离

除了现有的评价指标体系和数据处理方法外,建议引入土壤生态功能评价指标(如土壤生物多样性、土壤侵蚀模数等),并结合马尾区的生态环境特征,构建一套更全面、更具针对性的土壤质量综合评价体系。同时,深入探讨 GIS 技术和统计分析方法在土壤质量时空变化分析、土壤污染风险评估等方面的应用,为剥离工作提供更精准的决策支持。本研究开发的新型土壤剥离设备,具有高精度剥离厚度和自动化调整参数的功能,能够根据土壤特性自动调整剥离参数,提高剥离效率和质量。

(3) 储存

对于储存设施的建设,建议从土壤物理、化学和生物学稳定性角度出发,深入研究不同储存条件(如温湿度、通风、光照等)对土壤质量的影响机制,建立储存条件的优化模型,并开发相应的自动化监测和调控技术,确保土壤在储存过程中的质量稳定。同时,探讨不同储存方式(如露天堆放、仓库储存、地下储存等)的优缺点和适用场景,为储存设施的选址和类型选择提供更科学的指导。本研究建立的土壤质量监测数据库,能够实时监测土壤质量变化,实现信息化管理。

(4) 运输

在运输方式优化方面,除了考虑成本、时效性和运输距离等因素外,还应引入环境影响评价指标(如碳排放量、扬尘污染等),建立综合运输方案评估模型,实现运输过程的经济性、高效性和环境友好性的协调统一。此外,加强运输过程中的土壤质量监控技术研究,开发实时监测土壤水分、养分流失等指标的传感器和监测系统,确保土壤在运输过程中的质量不受损害。本研究通过 GIS 系统分析道路状况、交通流量等信息,选择最短且最经济的运输路线,确保土壤的安全、无损运输。

(5) 回覆

回覆技术的选择不仅要依据土地利用目标和土壤特性,还应考虑周边生态环境的协同效应。建议开展不同回覆方法(如直接回覆、夹层

回覆、混合回覆等)的生态效应对比研究,建立回覆效果的生态评价指标体系(如植被恢复速度、土壤动物群落结构变化、水土保持效果等),并结合马尾区的生态修复需求,优化回覆技术方案。同时,加强回覆后土地质量的长期监测和跟踪评估,建立土地质量预警机制,为后续的土地管理和利用提供科学依据。本研究通过定期监测土壤肥力和作物生长情况,及时反馈调整回覆方法,确保回覆质量达到预期效果。

2.3 技术支持与保障

实现高效工作模式需要强大的技术支持。应加强土壤检测技术的研发和应用,提高土壤评价的准确性和可靠性;同时,加大剥离设备的研发力度,提升剥离效率和质量。人才培养也是关键,应通过校企合作、培训交流等途径,培养一批专业的土壤剥离与再利用人才。此外,政策扶持也必不可少。政府应制定和落实资金补贴、税收优惠等政策,鼓励和支持耕地耕作层土壤剥离工作的开展,以提升土地利用效率,实现土地资源的可持续利用。

3 马尾区耕地耕作层土壤剥离利用案例分析及其效果评估

3.1 案例分析

为验证所提基于提升土地利用率的耕地耕作层土壤剥离工作模式在实际应用中的效果,本文选取了马尾区某具有代表性的耕地耕作层土壤剥离利用案例进行深入分析。该案例涉及马尾区一片约 500 亩的耕地,因城市化进程需要被规划为建设用地。为保护耕地资源,相关部门决定采用耕地耕作层土壤剥离技术进行处理。在本案例中,智能化技术、新型土壤剥离设备和土壤质量监测数据库得到了广泛应用。

3.1.1 土壤调查评价

在土壤调查评价阶段,采用了现场勘查、遥感监测和实验室分析相结合的方法。现场勘查明确了土壤类型和分布,遥感监测获取了土壤覆盖和植被信息。实验室分析则采用了 pH 值测

定、有机质含量分析、重金属含量检测等具体分析方法,评价标准依据国家相关土壤质量标准执行。评价结果显示,该地块土壤质量优良,适合剥离再利用。

3.1.2 剥离技术与管理

剥离过程中,创新性地采用了机械剥离与人工剥离相结合的方式。机械剥离设备选用了具有高精度剥离厚度的挖掘机和铲车,通过 GPS 定位系统确保剥离厚度的准确性。人工剥离则针对机械无法到达或操作困难的区域进行。剥离技术操作细节包括剥离前的土壤湿润处理、剥离过程中的土壤分层堆放等,以提高剥离效率和质量。

3.1.3 储存设施与管理

剥离后的土壤被运往指定的仓库储存设施。仓库设计考虑了通风、排水和温湿度控制等特殊需求,采用了先进的温湿度监控系统,确保土壤质量不受影响。维护措施包括定期检查仓库设施、及时修复损坏部分、保持仓库内清洁等,实现了土壤质量的实时监测和信息化管理。

3.1.4 运输路线规划与优化

运输过程中,采用了优化算法和工具进行运

输路线规划。通过 GIS 系统分析道路状况、交通流量等信息,选择了最短且最经济的运输路线。运输工具选择了适合土壤运输的专用车辆,确保了土壤的安全、无损运输。

3.1.5 回覆方法与施工工艺

回覆方法的选择依据土地利用目标和土壤特性,采用了科学的回覆工艺。回覆前进行了土壤改良和施肥处理,以提高土壤肥力。回覆过程中采用了分层回覆、压实处理等方法,确保回覆质量。通过定期监测土壤肥力和作物生长情况,及时调整回覆方法。

3.1.6 成效分析

实际数据显示,该案例在实施过程中取得了显著成效。剥离效率提高了 30%,运输成本降低了 20%,回覆后的土地肥力提升了 20%,作物产量增加了 15%。这些成效得益于关键技术和应用措施的应用。如表 1 所示,通过定期监测和反馈调整,确保了回覆质量达到预期效果。回覆后的土地肥力得到了提升,作物生长情况良好,实现了土地的高效利用。

表 1 地块剥离前后土地肥力与作物产量对比

时间	土壤有机质含量(%)	pH 值	氮含量(mg/kg)	磷含量(mg/kg)	钾含量(mg/kg)	作物产量(kg/km ²)
剥离前	2.5	6.8	120	30	150	5000
剥离后第 1 年	3.0	7.0	150	40	180	5500
剥离后第 2 年	3.5	7.2	180	50	200	6200

3.2 结果分析

结合马尾区实践,该工作模式在不同土地利用类型(城市建设、工业、生态等)、土壤类型(水稻土、红壤、潮土等)及不同经济发展水平区域均具推广应用前景。智能化技术、新型土壤剥离设备和土壤质量监测数据库的应用,显著提高了土地利用效率。数据表明,剥离效率提高了 30%,运输成本降低了 20%,回覆后的土地肥力提升了 20%,作物产量增加了 15%。这些创新点在不同土地利用类型、土壤类型及不同经济发

展水平区域的适用性和推广前景良好。然而,挑战同样存在,如城市建设用地剥离难度大、红壤区土壤特性复杂等。未来需针对不同情况,细化技术方案,完善政策体系,以确保这些创新点在更广泛的区域得到应用。

本文的研究成果表明,基于提升土地利用率的耕地耕作层土壤剥离工作模式在提高土地利用效率、促进土地资源可持续利用方面具有重要性和可行性。通过详细的案例分析和成功经验剖析,验证了该工作模式在实际应用中的效果。

为此,呼吁政府、企业和社会各界共同努力,加强技术研发与创新,完善政策法规体系,加大资金投入与监管力度。通过推动耕地耕作层土壤剥离利用工作的高效开展,为实现耕地占补平衡、提升耕地质量、保护生态环境做出积极贡献。

4 结论

本文以马尾区为例,深入探讨了基于提升土地利用率的耕地耕作层土壤剥离工作模式。研究提出了一套涵盖土壤调查评价、剥离、储存、运输和回覆等关键环节的高效工作模式,并引入智能化技术、开发新型土壤剥离设备,建立土壤质量监测数据库,显著提高了剥离效率、降低了运输成本、提升了土地肥力。研究表明,该模式能有效提升土地利用效率,促进土地资源的可持续利用,验证了土壤剥离再利用对提升新耕地质量的有效性。尽管如此,仍存在资金不足、监管不力等问题,且工作模式需针对不同区域的土壤特性和利用需求进一步细化和优化。为此,建议制定和落实资金补贴政策,提供税收优惠,加强监管力度,以确保土壤剥离工作的规范性和有效性。未来研究应聚焦于资金筹集、监管加强及模式创新优化,推动耕地耕作层土壤剥离利用工作的全面推广和高效开展。

参考文献(References):

- [1] 窦森,董雪,董丽娟,等. 松辽平原表土剥离技术体系——以吉林省松原市为例[J]. 吉林农业大学学报, 2014, 36(02): 127 - 133.
- [2] 陈艳华,黄贤金,林依标. 丘陵山区耕作层剥离再利用空间配置方法[J]. 农业工程学报, 2015, 31(22): 267 - 275.
- [3] 刘金鹏. 耕作层土壤剥离利用利益协调与工程优化研究[D]. 北京:中国地质大学(北京), 2020.
- [4] 玄凯,李艳华,常小燕. 对耕地耕作层土壤剥离再利用现状的分析与思考[J]. 农村经济与科技, 2021, 32(23): 3 - 5.
- [5] 王旭东. 浅析建设项目用地的耕作层土壤剥离再利用[J]. 中国农业综合开发, 2023, 21(01): 47 - 49.
- [6] 漆信贤,张志宏,黄贤金. 面向新时代的耕地保护矛盾与创新应对[J]. 中国土地科学, 2018, 32(08): 9 - 15.
- [7] 谭傺. 非农业用地通过耕作层剥离再利用的方式提高耕地质量[J]. 农业开发与装备, 2024, 30(05): 63 - 65.
- [8] 王晓芳,王月霞,姚静,等. 剥离耕作层土壤重构利用技术研究[J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2023, 54(02): 274 - 277.
- [9] 陈艳华,何佳. 丘陵山区耕作层覆土需求优先度评价研究——以福建省光泽县为例[J]. 自然资源学报, 2015, 30(08): 1414 - 1424.
- [10] 胡琴,陈为峰,王文中,等. 建设占用耕地表土剥离适宜性定量评价研究[J]. 土壤通报, 2018, 49(04): 794 - 800.
- [11] 赵华甫,高鹏,范树印. 基于线性规划的耕作层土壤剥离利用空间配置方法研究[J]. 农业机械学报, 2018, 49(06): 176 - 183.
- [12] 张红富. 耕作层土壤剥离适宜性评价研究[J]. 中国土地, 2018, 37(07): 25 - 27.
- [13] 余敦,袁胜国. 江西省建设占用耕地表土剥离的技术探讨[J]. 中国农业资源与区划, 2016, 37(08): 47 - 51.
- [14] 陈心佩,魏朝富. 非农建设占用耕地耕层土壤剥离与再利用技术综述[J]. 农村经济与科技, 2015, 26(08): 6 - 10.
- [15] 刘新卫. 国内耕作层土壤剥离再利用研究与实践进展[J]. 贵州农业科学, 2016, 44(02): 172 - 176.

作者简介:

第一作者/通讯作者:陈明泉,男,1984年生,福建安溪人,福州市马尾区自然资源和规划局,工程师,主要研究方向为水产养殖学。Email:272435184@qq.com