

# 赣州废弃矿山生态修复碳交易潜在价值的多维度剖析与前景展望

张晟<sup>1,2</sup>

1 自然资源部离子型稀土资源与环境重点实验室(江西应用技术职业学院)

2 江西应用技术职业学院 资源环境与珠宝学院

DOI:10.12238/gmsm.v7i11.2039

**[摘要]** 通过调查分析赣州废弃矿山生态修复实践,多维度评估废弃矿山生态修复碳交易潜在价值。赣州生态修复不仅改善水土保持、生物多样性及水源涵养功能,还通过碳交易收入、土地增值和资源开发创造直接经济效益,同时带动就业、提升居民生活质量并降低地质灾害风险。现有碳交易模式及创新路径为赣州提供了多样化选择,但需完善政策法规、技术标准及市场机制以应对潜在挑战。

**[关键词]** 生态修复; 碳交易; 废弃矿山

中图分类号: DF462 文献标识码: A

## Multi – Dimensional Analysis and Prospect of the Potential Value of Carbon Trading in Ecological Restoration of Abandoned Mines in Ganzhou

Sheng Zhang<sup>1,2</sup>

1 MNR Key Laboratory of Ionic Rare Earth Resources and Environment (Jiangxi College of Applied Technology)

2 School of Resources, Environment and Jewelry, Jiangxi College of Applied Technology

**[Abstract]** Through the investigation and analysis of the ecological restoration practices of abandoned mines in Ganzhou, the potential value of carbon trading in the ecological restoration of abandoned mines is evaluated from multiple dimensions. The ecological restoration in Ganzhou not only improves the functions of soil and water conservation, biodiversity, and water source conservation, but also creates direct economic benefits through carbon trading income, land value – added, and resource development. Meanwhile, it promotes employment, improves the quality of residents' lives, and reduces the risk of geological disasters. The existing carbon trading models and innovative paths provide diversified choices for Ganzhou. However, it is necessary to improve policies, regulations, technical standards, and market mechanisms to address potential challenges.

**[Key words]** Ecological Restoration; Carbon Trading; Abandoned Mines

### 引言

在全球积极应对气候变化的大背景下,我国提出的“双碳”目标为我国的生态修复工作指明了新的方向。生态修复作为实现“双碳”目标的重要手段之一,通过对受损生态系统的恢复和重建,可以增强生态系统的碳汇能力,从而对碳减排产生积极的贡献。碳交易作为一种基于市场机制的碳减排手段,能够通过经济激励的方式,引导企业和社会资本积极参与到碳减排行动中,实现碳排放的有效控制和资源的优化配置。

赣州地区矿产资源丰富,矿产开采历史悠久,矿业在赣州的经济发展进程中一直扮演着极为重要的角色<sup>[1]</sup>。然而,长期以来的矿产开发活动,给赣州的生态环境带来了沉重的负担,遗留了大量的废弃矿山。将废弃矿山生态修复与碳交易相结合,不仅能够为废弃矿山生态修复提供新的资金来源和技术支持,推动生

态修复工作的深入开展;通过碳交易市场,将生态修复产生的碳汇价值转化为经济价值,实现生态效益与经济效益的双赢。赣州拥有丰富的废弃矿山资源和巨大的生态修复潜力,开展废弃矿山生态修复碳交易具有得天独厚的条件和广阔的发展前景。赣州废弃矿山生态修复碳交易的实现,对于推动赣州的生态修复工作、实现“双碳”目标以及促进当地经济社会的可持续发展,都具有重要的现实意义。

### 1 赣州废弃矿山生态修复现状

赣州作为我国重要的矿产资源基地,矿业开发历史源远流长,在长期的开采过程中,遗留了大量的废弃矿山。这些废弃矿山数量众多,分布广泛,类型多样,给当地的生态环境带来了沉重的负担。赣州废弃矿山的形成原因较为复杂,主要包括以下几个方面:一是赣州的稀土早期开采主要采用“露采-池浸”工艺,

这种工艺对地表植被和土壤结构造成了严重破坏,导致水土流失和土地污染<sup>[2]</sup>;二是部分矿山企业过度开采矿产资源,忽视了矿山的生态环境保护和可持续发展,加速了资源的枯竭和环境的恶化;三是缺乏有效的监管机制,过去对矿山开采的监管存在漏洞和不足,部分矿山企业违规生产、逃避监管的现象时有发生,导致矿山环境问题日益严重;四是企业环保意识薄弱,一些矿山企业过于注重经济效益,忽视了环境保护的责任,对矿山开采过程中产生的废弃物处理不当,如尾矿库溃坝、废石弃土随意堆放、废水排放不达标等,进一步加剧了环境的污染和破坏。

赣州高度重视废弃矿山生态修复工作,将其作为改善生态环境、推动绿色发展的重要举措,在政策支持、资金投入、技术应用和项目实施等方面取得了显著进展。在政策支持方面,赣州积极响应国家和省级相关政策,制定出台了一系列地方性法规和政策文件,为废弃矿山生态修复提供了有力的政策保障。赣州市出台了《赣州市绿色矿业发展示范区建设方案(2021-2025年)》,明确了矿产资源、建设用地、资金扶持等方面的支持政策,推动矿业绿色转型发展,从源头上减少矿山生态破坏。赣州市人民政府印发了《美丽赣州建设行动实施方案(2022-2025年)》,落实南方丘陵区矿山生态修复,全力推进废弃矿山治理,实施采矿沉陷区土地复垦治理,提升矿山修复技术,建设绿色矿山<sup>[3]</sup>。

资金投入是废弃矿山生态修复的关键保障。赣州积极拓宽资金筹集渠道,建立了多元化的资金投入机制。一方面,充分争取中央和省级财政资金支持;另一方面,地方财政部门也加大了对废弃矿山生态修复的资金投入力度,通过投资补助、运营补贴、贷款贴息等方式,引导社会资本参与废弃矿山生态修复。在技术应用方面,赣州积极引进和推广先进的生态修复技术,针对不同类型的废弃矿山,采用了多种行之有效的修复技术。

## 2 碳交易相关理论与实践

碳交易,全称为碳排放权交易,是一种为了促进全球温室气体减排,减少二氧化碳等温室气体排放而建立的市场机制。在《京都议定书》要求减排的6种温室气体中,二氧化碳的排放量最大,因此,温室气体排放权交易通常以每吨二氧化碳当量为计算单位,故而通称为“碳交易”<sup>[4]</sup>。其核心思想是将二氧化碳排放权视为一种商品,在排放总量控制的前提下,让排放企业根据自身的碳排放情况,在市场上进行排放权的买卖交易,从而达到控制污染物总量的目的。

碳交易的基本机制是基于总量控制与交易模式。碳交易市场主要分为强制性市场和自愿性市场两种类型。强制性碳交易市场是由政府强制规定某些行业或企业必须参与碳交易,这些企业的碳排放受到严格的总量控制和配额管理。欧盟排放交易体系(EU-ETS)是全球最大的强制性碳交易市场,它覆盖了欧盟

27个成员国以及冰岛、列支敦士登和挪威,涉及电力、能源密集型工业等多个行业。碳交易的交易流程主要包括配额分配、排放监测与报告、交易执行和履约清缴等环节。在配额分配环节,政府根据既定的分配方案,将碳排放配额分配给参与碳交易的企业。

### 2.1 国内外碳交易市场发展现状

国际碳交易市场的发展历程较为漫长,其中欧盟排放交易体系(EU-ETS)是全球最早且规模最大的碳交易市场。EU-ETS于2005年正式启动,这一开创性的举措标志着全球碳交易市场的正式形成。在初始阶段,EU-ETS主要涵盖了电力、能源密集型工业等行业,这些行业是碳排放的主要来源,对其进行碳排放管控对于实现全球减排目标具有关键作用。随着时间的推移,EU-ETS不断发展和完善,其覆盖的行业范围逐渐扩大,涵盖了航空、建筑等多个领域。

中国碳交易市场的建设是一个逐步推进的过程,经历了多个重要阶段。2011年,中国在北京、上海、广东、深圳、天津、重庆、湖北等七省市启动了碳交易试点工作,这是中国碳交易市场建设的重要探索阶段。在试点期间,各试点地区积极探索适合本地的碳交易模式和机制,包括碳排放配额的分配方式、交易规则的制定、市场监管机制的建立等。通过这些试点工作,中国积累了丰富的碳交易市场建设经验,为全国统一碳交易市场的建立奠定了坚实的基础。2024年1月25日,中华人民共和国国务院令(第775号)颁布《碳排放权交易管理暂行条例》,是中国应对气候变化领域的首部专门法规,与生态环境部发布的《碳排放权交易管理办法(试行)》共同形成了多层次制度体系,为全国碳市场平稳有序运行夯实了基础<sup>[5]</sup>。随着全国碳市场的不断发展,扩大行业覆盖范围成为提升市场有效性、活力和国际影响力的重要途径。

### 2.2 矿山生态修复与碳交易的关联

矿山生态修复与碳交易之间存在着紧密的内在联系,二者相互促进、相辅相成。矿山生态修复通过一系列的措施,能够增加碳汇,为碳交易提供了丰富的碳减排资源;而碳交易则为矿山生态修复提供了强大的资金支持和经济激励,推动了矿山生态修复工作的持续开展。

矿山生态修复对碳汇的增加具有显著作用。在植被恢复方面,通过在废弃矿山上植树造林、种草等措施,能够显著提高植被覆盖率。通过添加有机质、调整土壤酸碱度、增加土壤肥力等措施,可以改善土壤质量,促进土壤微生物的活动,提高土壤的碳固定能力。土壤中的有机质是碳的重要储存库,通过增加土壤有机质含量,可以有效地提高土壤的碳汇能力。矿山生态修复还可以通过改善生态系统的结构和功能,间接增加碳汇。通过恢复矿山的生态系统,增加生物多样性,提高生态系统的稳定性和自我调节能力,从而促进生态系统的碳循环和碳固定。在生态修

复后的矿山上,建立起稳定的生态系统,包括植被、土壤、微生物等,这些组成部分相互作用,形成了一个有机的整体,能够更有效地吸收和固定二氧化碳,增加碳汇。

碳交易对矿山生态修复的资金支持和激励作用也十分显著。碳交易市场为矿山生态修复提供了新的资金来源渠道。通过将矿山生态修复产生的碳汇进行量化和交易,可以将生态价值转化为经济价值,为矿山生态修复项目筹集资金。在一些地区,企业通过购买碳减排量来抵消自身的碳排放,而这些碳减排量可以来自于矿山生态修复项目。这样,矿山生态修复项目就可以通过出售碳减排量获得经济收益,从而为项目的实施和持续运营提供资金保障。

碳交易还能够激励企业和社会资本积极参与矿山生态修复。在碳交易市场的机制下,企业为了降低自身的碳排放成本,会积极寻求碳减排的途径,其中包括参与矿山生态修复项目。企业可以通过投资矿山生态修复项目,获得碳减排量,用于自身的碳排放履约或在市场上出售,从而实现经济效益和环境效益的双赢。一些大型企业为了实现自身的碳中和目标,会主动投资矿山生态修复项目,通过增加碳汇来抵消自身的碳排放。碳交易还能够吸引社会资本的参与,通过市场化的运作方式,将社会资本引入矿山生态修复领域,为矿山生态修复提供更多的资金支持和技术保障。

碳交易还可以促进矿山生态修复技术的创新和应用。随着碳交易市场的发展,对碳减排量的质量和真实性要求越来越高,这就促使企业和科研机构加大对矿山生态修复技术的研发和创新力度,提高碳汇的核算精度和监测水平。通过研发和应用先进的生态修复技术,如精准的植被恢复技术、高效的土壤改良技术、智能化的碳汇监测技术等,可以提高矿山生态修复的效果和效率,增加碳汇的产出,从而在碳交易市场中获得更大的经济收益。碳交易市场的发展还能够促进不同地区和国家之间的技术交流与合作,推动矿山生态修复技术的全球化发展。

### 3 赣州废弃矿山生态修复碳交易潜在价值评估

#### 3.1 生态价值评估

废弃矿山生态修复后的碳汇能力核算,主要依据植被类型、面积以及生长状况等关键因素。在植被类型方面,赣州地区的废弃矿山经生态修复后,植被类型丰富多样,主要包括马尾松、湿地松、木荷、枫香等乔木,以及各类灌木和草本植物。这些植被在碳汇过程中发挥着不同的作用,乔木由于其高大的树冠和丰富的生物量,通常具有较强的碳固定能力;而灌木和草本植物则在增加地表覆盖、减少土壤侵蚀的同时,也对碳汇有一定的贡献。

赣州废弃矿山生态修复对生态系统服务功能的提升具有多方面的价值,主要体现在水土保持、生物多样性保护、水源涵养等关键领域。在水土保持方面,采取了一系列有效的水土保

持措施,如植树造林、修建梯田、建设挡土墙等,使得水土流失得到了有效控制;在生物多样性保护方面,通过生态修复恢复了植被覆盖,改善了生态环境,为生物多样性的恢复和发展提供了条件;在水源涵养功能的提升方面,通过生态修复,恢复了植被和土壤的水源涵养功能,减少了地表径流,增加了地下水补给,改善了水质。通过对水土保持、生物多样性保护、水源涵养等方面的价值评估,可以看出废弃矿山生态修复不仅改善了生态环境,还带来了巨大的经济和社会效益。这些价值的实现,为赣州废弃矿山生态修复碳交易提供了更加坚实的基础,也为当地的可持续发展做出了重要贡献。

#### 3.2 经济价值评估

赣州废弃矿山生态修复碳交易的直接经济效益主要体现在碳交易收入、土地增值收益以及资源开发利用收益等方面。碳交易带来的直接收入是通过对赣州废弃矿山生态修复碳汇能力的核算,估算出其潜在的碳减排量。生态修复后土地增值产生的经济效益也十分显著。废弃矿山经过生态修复后,土地的质量和利用价值得到了大幅提升。以龙南市5G智能科技园建设项目为例,该项目位于马古瓷土矿废弃矿山,通过对废弃矿山的生态修复和土地整治,将其转化为工业用地,建设了赣州5G智能科技园,目前已成功进驻了众多优质企业。这些企业的入驻不仅为当地带来了大量的投资和就业机会,还显著提升了土地的价值。资源开发利用产生的经济效益同样不可忽视。在赣州的废弃矿山生态修复项目中,一些项目在生态修复的基础上,合理开发利用矿山的资源,实现了资源的高效利用和经济价值的最大化。

#### 3.3 社会价值评估

在生态修复项目实施过程中,需要大量的劳动力参与到各项工程建设中,从前期的地形整治、土地平整,到中期的植被种植、土壤改良,再到后期的养护管理,每个环节都提供了不同类型的就业岗位。在碳交易相关产业方面,随着赣州废弃矿山生态修复碳交易的推进,衍生出了一系列相关产业,如碳汇监测、评估、交易服务等,这些产业的发展为当地创造了新的就业机会。生态修复和碳交易相关产业的发展,对当地居民的收入水平和生活质量产生了积极的影响。通过参与生态修复项目和碳交易相关产业,当地居民的收入水平得到了显著提高。

赣州废弃矿山生态修复和碳交易相关产业的发展,还带动了当地基础设施建设的完善。为了满足生态修复项目和相关产业的发展需求,当地政府加大了对交通、水电、通信等基础设施的投入。在交通方面,修建和改善了通往废弃矿山的道路,方便了人员和物资的运输;在水电方面,完善了供水供电设施,保障了项目建设和产业发展的用水用电需求;在通信方面,加强了通信网络覆盖,提高了信息传递的效率。基础设施的完善,不仅促进了生态修复项目和相关产业的发展,也为当地居民的生活带来了极大的便利,进一步提高了居民的生活质量。

赣州废弃矿山生态修复在减少地质灾害风险方面发挥了重要作用,对环境安全和社会稳定产生了积极影响。废弃矿山由于长期的开采活动,山体结构遭到破坏,尾矿堆积,容易引发滑坡、泥石流、地面塌陷等地质灾害。这些地质灾害不仅对周边居民的生命财产安全构成严重威胁,还会对当地的生态环境造成进一步的破坏。据统计,在赣州的一些废弃矿山区域,每年因地质灾害造成的经济损失高达数百万元,甚至导致人员伤亡。

废弃矿山生态修复对周边居民的生活环境和社会保障也产生了积极的影响。在生态修复前,废弃矿山周边的环境恶劣,空气、土壤和水体受到严重污染,居民的生活质量受到极大影响。矿山开采产生的粉尘和废气,导致周边空气质量下降,居民易患呼吸道疾病;矿山废水的排放,污染了周边的水体和土壤,影响了居民的饮用水安全和农业生产。通过生态修复,植被得到恢复,空气得到净化,水体得到治理,土壤质量得到改善,居民的生活环境得到了极大的改善。在柯树塘废弃矿山治理项目中,植被覆盖率的提高使得空气清新,负氧离子含量增加,居民的呼吸道疾病发病率明显降低;水体的治理使得居民的饮用水安全得到了保障,农业生产也得以恢复和发展。

#### 4 赣州废弃矿山生态修复碳交易的模式与路径探索

##### 4.1 现有碳交易模式分析

碳交易模式主要包括项目减排量交易和碳汇自愿认购等,每种模式都具有独特的特点和适用条件。项目减排量交易模式是废弃矿山生态修复碳交易中较为常见的一种模式。在这种模式下,废弃矿山生态修复项目通过实施一系列的减排措施,如植被恢复、土壤改良等,产生了一定的碳减排量。这些碳减排量经过专业机构的监测、核算和认证后,可作为项目减排量在碳交易市场上进行交易。项目减排量交易模式的特点在于其具有明确的项目依托,碳减排量的产生和交易与具体的生态修复项目紧密相关。这种模式能够直观地体现废弃矿山生态修复对碳减排的贡献,为生态修复项目提供了直接的经济回报。其交易流程相对规范,有较为成熟的监测、核算和认证体系,能够保证碳减排量的真实性和可靠性,增强了市场参与者的信心。该模式对项目的要求较高,需要项目具备一定的规模和技术水平,以确保能够产生足够的、符合标准的碳减排量。项目的前期投入较大,包括生态修复工程的实施、监测设备的购置、专业人员的聘请等,需要有较强的资金实力和技术支持。

碳汇自愿认购模式是指企业、组织或个人自愿购买赣州废弃矿山生态修复产生的碳汇,以实现自身的碳减排目标或履行社会责任。一些注重环保形象的企业,为了展示其对环境保护的积极态度,会自愿认购碳汇,以抵消自身的碳排放。碳汇自愿认购模式的特点在于其自愿性和灵活性。认购主体可以根据自身的需求和意愿,自主决定是否认购碳汇以及认购的数量。这种模式不受碳交易市场强制规则的约束,交易方式相对灵活多样,可

以通过直接与碳汇项目方协商、参与碳汇认购活动等方式进行交易。该模式能够充分调动社会各界参与碳减排的积极性,促进公众环保意识的提升。由于认购主体的多样性和交易方式的灵活性,碳汇自愿认购模式的市场监管难度较大,需要建立健全相关的监管机制,以确保交易的公平、公正和透明。该模式下碳汇的价格可能受到多种因素的影响,如认购主体的认购意愿、碳汇项目的知名度和影响力等,价格波动较大,缺乏稳定性。

##### 4.2 创新交易模式探讨

为了充分挖掘赣州废弃矿山生态修复碳交易的潜在价值,探索适合实际情况的碳交易路径是可行的。开展碳金融创新是创新废弃矿山生态修复碳交易模式的重要举措。碳金融产品可以为碳交易提供更多的融资渠道和风险管理工具,提高碳交易市场的活跃度和效率。可以开发碳期货、碳期权、碳远期等碳金融衍生品。碳期货是一种标准化的期货合约,买卖双方在未来某一特定时间以约定价格买卖一定数量的碳配额或减排量。通过碳期货交易,企业可以锁定碳价格,降低价格波动风险,同时,也可以吸引更多的投资者参与碳交易市场,提高市场的流动性。碳期权则赋予期权买方在未来某一特定时间以约定价格买入或卖出碳配额或减排量的权利。企业可以通过购买碳期权,在碳价格波动时,选择行使期权或放弃期权,从而降低风险。

##### 4.3 促进碳交易的实施路径

完善政策支持体系是促进赣州废弃矿山生态修复碳交易的重要保障。政府应制定和完善相关政策法规,明确废弃矿山生态修复碳交易的规则 and 标准,为碳交易提供法律依据和政策支持。出台专门的碳交易管理办法,对碳减排量的核算、认证、交易等环节进行规范,确保碳交易的公平、公正和透明。加大对废弃矿山生态修复碳交易的财政支持力度,设立专项基金,对参与碳交易的企业和项目给予补贴和奖励。对通过碳交易获得收益的企业,给予税收优惠,降低企业的交易成本。建立健全碳交易市场的监管机制,加强对碳交易市场的监管,防范市场风险,保障碳交易市场的稳定运行。

#### 5 结论与展望

赣州废弃矿山生态修复已取得显著成效,在政策支持、资金投入、技术应用和项目实施等方面均有突出表现。在政策支持下,赣州市出台了一系列相关政策文件,为废弃矿山生态修复提供了有力保障;通过争取中央和省级财政资金,以及引导社会资本参与,为修复工作提供了充足的资金支持;在技术应用上,采用多种先进的生态修复技术,对不同类型的废弃矿山进行针对性治理;通过实施多个大型废弃矿山生态修复项目,有效改善了当地的生态环境,提升了生态系统服务功能。

赣州废弃矿山生态修复碳交易具有巨大的潜在价值,但是影响碳交易潜在价值的因素众多,涵盖政策、技术、市场和生态等多个方面。随着国家对“双碳”目标的持续推进和对生态环

境保护的高度重视,赣州废弃矿山生态修复碳交易将迎来更多的政策机遇和发展空间。未来,应进一步加强对赣州废弃矿山生态修复碳交易的研究,完善研究方法,提高数据的准确性和可靠性,深入研究碳交易的风险评估和应对策略,为碳交易的健康发展提供更加科学的理论支持。

#### [基金项目]

江西省高校人文社会科学研究青年项目(题名:赣州废弃矿山市场化生态修复模式研究、批准号:GL23223)资助。

#### [参考文献]

[1]胡亚惊,万诗羽,程蕾,等.基于经济—环境—政策系统视角的江西省工业园区绿色发展策略[J].中国环境管理,2024,16(5):128-137+156.

[2]刘斯文,魏吉鑫,谢曼曼.离子型稀土矿山“健康诊断”与“疾病治疗”[J].地球,2024,(01):37-40.

[3]赣州市人民政府办公室关于印发美丽赣州建设行动实施方案(2022-2025年)的通知[J].赣州市人民政府公报,2022,(6):163-171.

[4]郭艳斌.我国森林碳融资机制研究[D].北京林业大学,2012.

[5]张维.中国碳市场政策法规基础框架搭建完成[N].法治日报,2024-07-26(006).

#### 作者简介:

张晟(1987—),男,江西南康人,硕士,从事矿山生态修复、地质灾害防治方面研究和教学。