

doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2023. 03. 012

广东省自然保护区破损山地现状及生态修复对策研究

李纪友, 徐期瑚, 朱宏伟

(广东省林业调查规划院, 广东 广州 510520)

摘要:自然保护区破损山地包括自然保护区内废弃的矿山、石场、泥口和裸露的道路边坡等。自然保护区破损山地生态修复,可改善生态环境,保护生物多样性,提升景观质量,促进人与自然和谐共生。基于广东省自然保护区破损山地的现状,分析了全省自然保护区破损山地生态修复存在的问题,并从保护生态环境和生物多样性的角度,针对边坡、土壤、水环境、植被和景观等修复提出相应的对策,以期自然保护区破损山地生态修复提供借鉴。

关键词:生态修复;破损山地;自然保护区;生物多样性;广东省

中图分类号:S759.9;X171.4 文献标识码:A 文章编号:1671-3168(2023)03-0067-05

引文格式:李纪友,徐期瑚,朱宏伟. 广东省自然保护区破损山地现状及生态修复对策研究[J]. 林业调查规划, 2023,48(3):67-71. doi:10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2023. 03. 012

LI Jiyu, XU Qihu, ZHU Hongwei. Current Situation and Ecological Restoration Countermeasures of Damaged Mountains in Natural Protected Areas of Guangdong Province[J]. Forest Inventory and Planning, 2023, 48(3): 67-71. doi: 10. 3969/j. issn. 1671-3168. 2023. 03. 012

Current Situation and Ecological Restoration Countermeasures of Damaged Mountains in Natural Protected Areas of Guangdong Province

LI Jiyu, XU Qihu, ZHU Hongwei

(Guangdong Forestry Survey and Planning Institute, Guangzhou 510520, China)

Abstract: Damaged mountains of natural protected areas include abandoned mines, stone fields, mud mouth and exposed road slopes in natural protected areas. Ecological restoration of damaged mountain in natural protected areas can improve the ecological environment, protect biodiversity, enhance the landscape quality, and promote the harmonious coexistence of man and nature. Based on the current situation of damaged mountains in Guangdong natural protected areas, the existing problems in ecological restoration of damaged mountains were analyzed, and from the perspective of protecting the ecological environment and biodiversity, the countermeasures of slope restoration, soil restoration, water environment restoration, vegetation restoration and landscape restoration were put forward, in order to provide reference for ecological restoration of damaged mountains in natural protected areas.

Key words: ecological restoration; damaged mountains; natural protected areas; biodiversity; Guangdong Province

生态环境是人类赖以生存和发展的基础,在经济社会快速发展的今天,不合理的开发利用活动导

致生态环境遭到破坏,严重威胁着人类社会的协调可持续发展,因此保护生态环境尤为重要,生态修复

收稿日期:2021-12-28;修回日期:2022-04-20.

基金项目:广东省 2020 年生态林业建设专项(20301).

第一作者:李纪友(1976-),男,河南信阳人,高级工程师.主要从事林业调查规划设计和自然保护区调查监测等工作.

成为全球生态领域研究的热点^[1]。自然保护地作为生态建设的核心载体,在维护国家生态安全中居于首要地位,要切实加强自然保护地建设,以自然恢复为主,辅以必要的人工措施,分区分类开展受损自然生态系统修复^[2]。广东省有各种类型自然保护地共计 1 359 处,约占全国保护地数量的 13%,总面积 294.52 万 hm^2 ,约占全国自然保护地面积的 1.7%^[3],是全省生态系统最完整、生物多样性最丰富、珍稀野生动植物分布最集中的区域,成为广东省重要的生态屏障和生态根基。但由于历史原因,一些自然保护区的实验区、缓冲区和自然公园内尚存在一些破损山地,如废弃的矿山、石场、泥口和裸露的道路边坡等,破坏了自然保护地的生态和野生动植物栖息地。研究自然保护地破损山地现状,分析广东省自然保护地破损山地生态修复存在的问题,并采取相应的生态修复对策,对于改善自然保护地生态环境,保护生物多样性,提升自然保护地景观质量,促进人与自然和谐共生具有十分重要的意义。

1 研究区域

为摸清自然保护地破损山地现状,对广东省自然保护地破损山地开展生态调查。根据《自然保护区总体规划技术规程》(GB/T 20399—2006)、《广东省自然保护区建设技术指引(试行)》(2020 年 5 月印发)和《森林公园总体设计规范》(LY/T 5132—95)等规定,生态恢复一般在自然保护区实验区、缓冲区和自然公园进行;自然保护区核心区一般禁止人为活动。因此,本研究区域为自然保护区的实验区和缓冲区以及自然公园,不包含自然保护区核心区。

2 技术路线

生态调查的内容主要有破损山地生境条件、植被特点、威胁因子、区域社会经济现状等。主要通过遥感数据分析、资料收集和现场调查等形式获取调查数据,在获取破损山地现状数据后,对破损山地生态状况进行 SWOT 分析,综合评判分析生态系统退化程度、退化原因,识别生态修复存在的主要问题等,评估生态系统退化的可修复性并确定修复对策。

3 自然保护地破损山地现状

3.1 不同区域破损山地状况

通过生态调查,广东省自然保护地破损山地总面积为 808.0 hm^2 ,其中:废弃矿山 52.0 hm^2 ,废弃石

场 115.8 hm^2 ,泥口 147.2 hm^2 ,裸露道路边坡 493 hm^2 。在 4 种破损山地中,裸露道路边坡面积最大,占破损山地总面积的 61.0%。

将广东省分为四大区域,不同区域自然保护地破损山地状况见表 1。

表 1 不同区域自然保护地破损山地状况

Tab. 1 Damaged mountains of natural protected areas in different regions hm^2

区域位置	废弃 矿山	废弃 石场	泥口	裸露道 路边坡	合计
珠三角地区	0	55.4	1.0	316.4	372.8
粤北地区	38.7	42.7	131.2	51.8	264.4
粤东地区	4.0	15.0	15.0	50.0	84.0
粤西地区	9.3	2.7	0	74.8	86.8
合计	52.0	115.8	147.2	493.0	808.0

注:珠三角地区包括广州、深圳、中山、珠海、佛山、东莞、惠州、肇庆和江门 9 个市;粤北地区包括韶关、清远、梅州、河源 4 个市;粤东地区包括潮州、汕头、揭阳和汕尾 4 个市;粤西地区包括湛江、茂名、阳江和云浮 4 个市。

从表 1 可知,珠三角区域内自然保护地破损山地 372.8 hm^2 ,占破损山地总面积的 46.1%;粤北区域内自然保护地破损山地面积 264.4 hm^2 ,占破损山地总面积的 32.7%;粤东区域内自然保护地破损山地面积 84.0 hm^2 ,占破损山地总面积的 10.4%;粤西区域内自然保护地破损山地面积 86.8 hm^2 ,占破损山地总面积的 10.7%。由此可见,广东省各区域内自然保护地均有破损山地,珠三角区域内自然保护地破损山地面积最大。

3.2 不同级别破损山地状况

将自然保护地按级别分为国家级、省级、市级和县级 4 个级别,不同级别自然保护地破损山地状况见表 2。

表 2 不同级别自然保护地破损山地状况

Tab. 2 Damaged mountains of natural protected areas in different levels hm^2

自然保护 地级别	废弃 矿山	废弃 石场	泥口	裸露道 路边坡	合计
国家级	16.5	26.9	3.1	117.7	164.2
省级	19.3	47.1	116.9	122.3	305.6
市级	6.2	3.7	0	14.2	24.1
县级	10.0	38.1	27.2	238.8	314.1
合计	52.0	115.8	147.2	493.0	808.0

国家级自然保护地破损山地面积 164.2 hm²,占破损山地总面积的 20.3%;省级自然保护地破损山地面积 305.6 hm²,占破损山地总面积的 37.8%;市级自然保护地破损山地面积 24.1 hm²,占破损山地总面积的 3.0%;县级自然保护地破损山地面积 314.1 hm²,占破损山地总面积的 38.9%。由此可见,全省各级别自然保护地中均有破损山地分布,其中县级自然保护地破损山地面积最大。

3.3 不同功能区破损山地状况

按自然保护区不同功能区统计(自然公园不设分区),自然保护区的缓冲区、实验区和自然公园均存在不同程度的人类活动。不同功能区自然保护地破损山地状况见表 3。

表 3 不同功能区自然保护地破损山地状况
Tab. 3 Damaged mountains of natural protected areas in different functional areas hm²

类别	不同功能区	废弃矿山	废弃石场	泥口	裸露道路边坡	合计
自然保护区	缓冲区	6.0	0	0	11.9	17.9
	实验区	33.0	38.5	129.6	79.5	280.6
自然公园	-	13.0	77.3	17.6	401.6	509.5
合计		52.0	115.8	147.2	493.0	808.0

从表 3 可知,自然公园破损山地面积 509.5 hm²,占破损山地总面积的 63.1%;自然保护区缓冲区破损山地面积 17.9 hm²,占破损山地总面积的 2.2%;自然保护区实验区破损山地面积 280.6 hm²,占破损山地总面积的 34.7%。总体来看,广东省自然公园破损山地面积最大,自然保护区中实验区破损山地面积较多。

4 生态修复存在问题

4.1 边坡立地条件差

4.1.1 坡面自然生态条件恶劣

破损山地中裸露边坡面积最大,其中大部分为岩质边坡。边坡表层土壤贫瘠或是裸露的岩石,缺少植被生长所必需的土壤环境;同时裸露边坡保水功能差,含有的营养物质少,植被根系很难从边坡中吸收足够的水分及养分供其正常生长。

4.1.2 部分边坡坍塌严重

由于广东省气候为热带、亚热带季风海洋性气候,夏天雨量充沛,而开挖后的边坡未及时采取防护措施,土壤和养分因雨水冲刷严重流失,进一步导致

植被衰退和固土能力下降,最终引起部分边坡水土流失和坍塌等地质灾害。坍塌边坡修复技术复杂,工程量和投资额较大,加大了边坡生态恢复的困难。

4.2 土壤受损严重

矿山、石场、泥口和裸露边坡,使原来的地面表土受到破坏,成为坚硬的裸露地或矿(石)渣地,土壤结构性差,植被难以生长。部分破损山地土壤还受到污染,有机质含量及植物必需的养分元素(尤其是氮、磷、钾)缺乏,重金属含量超标,不利于植物生长和其他生物活动,生态恢复十分困难。

4.3 植被严重退化或消失

破损山地最严重问题之一是植被严重退化或消失。受人为开发活动影响,原生植被被砍伐或破坏,森林植被为残次林,局部区域甚至没有植被,退化为裸露荒地,野生动植物生境受到破坏,生态和景观效果十分差。

5 生态修复对策

5.1 生态修复方式确定

根据生态退化程度,生态修复可采用自然恢复、人工辅助恢复和人工修复 3 种方式。自然保护区核心区一般禁止人为活动,因此核心区内生态修复采用自然恢复的方式。本研究范围为自然保护区的实验区、缓冲区和自然公园,从广东省自然保护地破损山地现状和存在问题来看,自然保护地破损山地是由于人类开发活动造成的,其生态系统受到严重破坏,很长时期内不能进行自我修复。因此,本研究范围内的自然保护地破损山地主要采取人工修复方式,进行重建式修复,以加速生态系统正向演替。

5.2 生态修复措施

5.2.1 边坡修复

1) 土质边坡修复

对于整体较稳定的土质边坡修复,主要通过坡面处理结合坡面复绿的方法来实现。坡面处理可采用边坡比法、削坡平台法等。边坡比法适用边坡高度一般不超过 12 m 的边坡,削坡平台法适用边坡高度 12 m 以上的边坡。坡面处理要求清除坡面浮石和其他杂物,对坡面局部小凹坑和孔洞等进行填塞,使边坡坡面覆土平整稳固,以保证边坡稳定和施工安全。土质边坡复绿可采取人工植草、挂网植草、喷播植草、植生带(毯)等措施。

2) 石质边坡修复

石质边坡一般较稳定,但是坡面自然生态条件恶劣。因此石质边坡修复重点是如何复绿。石质边

坡复绿要因地制宜,根据不同的立地条件采取不同工艺措施,对 70° 以上的陡坡坡面主要采用飘台种植槽法绿化技术,对 70° 以下较缓坡面主要采用挂铁丝网客土喷播绿化技术,对石壁上有微凹地形或破碎裂隙的发育环境采用燕巢法绿化技术^[4]。挂铁丝网客土喷播绿化要注意科学配制基质,为植物生长发育提供足够营养。采用飘台种植槽法和燕巢法,其植被选择应以藤本植物优先,利用藤本植物下爬上垂垂直绿化特性达到快速复绿的效果。由于石质边坡缺少水分,因此石质边坡复绿施工时要加强浇水养护或安装滴灌系统,确保高温天气下新栽植的植物能有充足的水分供给,提高植被成活率。

3) 坍塌边坡修复

坍塌边坡一般为土质边坡,此类边坡要通过坡面加固和植被复绿相结合的措施进行修复。对于塌方不高的边坡,先对边坡按一定坡比进行削坡和坡面压实处理,然后采用框格客土绿化技术进行修复。框格绿化技术在边坡上应用能有效减缓和分散雨水冲刷的速度和力度,对边坡起到良好的防护作用;同时框格能为植被提供稳定、良好的生长环境,达到快速复绿效果。对于坍塌高度较大的边坡,由于地质安全风险较大,需采用稳定长久的工程技术,如现浇钢筋砼框架植草技术,主要是利用钢筋砼框架梁及锚杆或预应力锚索与周围土体固定形成一个复合结构来达到防护坡面和消除塌方、滑坡等地质灾害的目的。现浇钢筋砼框架格构锚固结构可与绿化防护措施相结合,如在格构框架内植草,在稳固边坡的同时,还起到绿化边坡环境的作用^[5]。格构框架内植草可采用挂网植草、喷播植草等绿化技术,以达到快速复绿和改善生境效果。

4) 辅助修复措施

在进行边坡修复时,还需施加一些辅助措施,如排水措施和覆盖措施等,才能达到最佳的修复效果。排水措施是在坡面顶部设置截水沟,坡面设置急流槽,坡底设置排水沟,有效地将坡面雨水引入沟渠,减少水土流失,防止径流和汇水对坡面基质和修复初期植物的冲刷,保证坡面基质的长期稳定。覆盖措施是在边坡复绿初期用无纺布覆盖坡面,防止雨水冲刷和大风吹蚀,起到保水保温作用,促进种子萌发、生长。

5.2.2 土壤修复

自然保护区破损山地土壤的理化性质恶化,养分流失;部分土壤有毒有害物质增多,不利于植被恢复,需对土壤进行改良。土壤修复是山地生态景观恢复最重要的环节之一,是植被复绿的基础。对于

石质边坡和贫瘠土质边坡土壤修复,主要利用各种绿化技术所配制的基质材料进行改良。基质主要成份为壤土、有机质、缓释型长效复合肥、保水剂、土壤调节剂、各种有益菌群等,为植物生长提供必需的土壤和养分条件,植物依靠基质生长发育。因此基质材料的科学配制十分关键。对于非边坡的较平缓废弃山地,土壤修复先要清除和治理污染源,然后采用物理改良法、化学改良法和植物改良法等。破损山地重度污染或受损严重,土层过薄甚至完全没有土壤层,植被难以生长,常采用物理改良法中的客土法改良基质。化学改良法适用于地表有一定表土或表面覆土经改良可以供植物生长的土壤。植物改良能降低重金属的迁移扩散,改善废弃土基质的结构和肥力。植物改良法常采用固氮植物如豆科植物等。土壤改良法可单独采用一种方法,也可几种改良方法结合使用,以提高土壤修复效果。

5.2.3 水环境修复

自然保护区破损山地对水环境的影响表现为对地表水和地下水的破坏和污染。水环境的修复首先要对水质污染源进行治理和清除,然后再对水环境进行修复。对于过度采水造成的地表水缺乏、地下水位下降,可通过实施引水工程,改善缺水状况。地表水、地下水的污染可通过湿地植物净化技术和人工湿地净化技术修复。具体做法是综合采用多种生态重建措施,如挖深垫浅法,将水资源较多的地方挖深,用来蓄积污水,通过在污染水体中种植吸污能力强、耐受性好的水生植物,利用植物的生物吸收作用、植物与微生物的协同作用、植物与藻类的竞争作用达到去污净化的目的^[6]。挖出来的泥土堆置岸边或浅水中,形成亲水的滩涂或人工生态岛。岸边滩涂缓坡入水,岸边种植垂柳、水杉等,浅水处种植芦苇、香蒲、荷花等水生植物。修复后的滩涂具有雨水过滤和净化功能,可对绿地自身及周边硬化区域的雨水径流进行渗透、调蓄、净化,通过自然渗透来恢复水生态和水的自然循环^[7]。人工生态岛能恢复湿地生态自然景观,成为各类鱼虾及虫蛙的生态天堂和繁衍栖息地,能尽快形成丰富而稳定的生态系统。

5.2.4 植被修复

山地开发导致原来的植被受到砍伐和破坏,成为残次林,局部区域成为裸露荒地。因此破损山地要进行植被修复,对低效林进行更新改造,在裸露荒地处进行人工造林,在浅水处种植水生植物。植被修复要遵循适地适树的原则,乔、灌、草相结合。在植被修复过程中,为避免太人工化的植物配置和营造,可借鉴

邻近未受干扰植物群落组成、结构特征和演替规律^[8],构建与环境融合的植被景观。植被修复过程中,树种选择十分关键。树种选择耐贫瘠、耐干旱和根系发达的品种,要以乡土树种为主,避免使用外来树种;同时加强检验检疫,杜绝使用感染病虫害的苗木,严格防范外来物种入侵风险。如广东地区乔木可选择乌桕、枫香、木荷、马尾松、冬青、相思等,灌木可选用夹竹桃、野牡丹、毛杜鹃、山毛豆、桃金娘、朱缨花等,藤本可选用地锦、葛藤、首冠藤、常春油麻藤、爬山虎、炮仗花等;草本可选用黑莎草、蟛蜞菊、百喜草、香根草、狗牙根、类芦等本土适生植物。树种配置可分区域设置,一片区域以某一种观赏价值高的植物为骨干树种,选择色叶变化丰富的植被相搭配,重建富有自然气息和具有可观赏性的阔叶混交林。有水域的山地可同时考虑水生植物以及植物群落演替规律,增植禾本科、豆科、菊科等地方性湿地植物,由此形成多样化的群落结构,创造出有价值的动植物栖息地环境及丰富的视觉体验^[7],同时吸引各种动物到此栖居,以修复和重建完整的生态景观系统。植被修复后要做好后期抚育管护工作,以提高植被成活率和绿化效果。

5.2.5 景观修复

自然保护区破损山地严重破坏了原有的自然景观,采用景观重构法进行修复,同时将景观修复贯穿于边坡修复、土壤修复、水环境修复和植被修复全过程中,各项景观修复要充分考虑景观协调性和可观赏性。具体做法是根据破损山地地形、地貌特点,通过配置景观植物设计多个景观节点和营造多重景观空间,如边坡修复以配置开花灌木为主,形成赏花区;岩质边坡修复配置绿色藤本植物为主,形成观叶区;水域修复采用多种水生植物,形成湿地景观;平缓的土质边坡和平地,则合理搭配乔、灌、草不同层次的植被,既建立稳定的植物群落,又营造良好的植物景观效果。各项修复中的人工设施要通过植被修复设计进行装饰和掩盖,并与周围景观环境融为一体;植被选择应优先采用乡土树种,充分注意乔、灌、草不同层次以及植物色彩相搭配,既要有观叶树种也要有赏花树种,以增强景观层次和丰富度,打造多树种、多色彩、多层次、多功能的阔叶混交林。

6 结 论

1)自然保护区破损山地生态修复是自然保护区生态修复的重要内容之一,日益受到人们的重视。通过采取系统的生态修复对策,恢复该地区自然生态基底,构建健康稳定的生态体系,改善该地区的地

质面貌和生态环境,提高生态恢复力,增加生态效益、社会效益和经济效益^[9]。从保护生态环境和生物多样性的角度,重点对野生动植物的生境进行修复,提出边坡、土壤、水环境、植被和景观修复等措施,对广东省自然保护区破损山地生态修复具有一定借鉴作用。

2)本研究主要针对自然保护区实验区、缓冲区和自然公园内破损山地的生态修复,而核心保护区内的破损山地主要依靠生态系统进行自然恢复。在自然保护区实验区、缓冲区和自然公园内进行生态修复时,要注意将人工修复对自然保护区生态系统的影响降低到最低,以避免因生态修复又带来新的生态破坏。

3)自然保护区破损山地生态修复与非保护地破损山地生态修复相比,须考虑的因素更多,如生物多样性、野生动物栖息地和政策法规等,难度较大。因此,在自然保护区破损山地生态修复过程中,要充分调查其生境条件、植被特点和威胁因子等,有针对性地选取和细化生态修复对策。同时要重视生态修复是一个漫长而复杂的过程,要加强生态修复后的跟踪监测与评估,并根据各种变化调整优化生态修复对策,确保生态修复效果的可持续性。

参考文献:

- [1] 魏甫. 海南白石岭生态修复示范区规划研究[J]. 中南林业调查规划, 2017, 36(2): 63-68.
- [2] 新华社. 中共中央办公厅 国务院办公厅印发《关于建立以国家公园为主体的自然保护区体系的指导意见》[J]. 中华人民共和国国务院公报, 2019(19): 16-21.
- [3] 樊晶, 杨志刚, 郭盛才, 等. 广东省自然保护区空间分布特征研究[J]. 林业与环境科学, 2021, 37(6): 111-117.
- [4] 周琼, 许建新, 秦永宏, 等. 黄石市岩质边坡生态修复综合技术应用探讨[J]. 水土保持, 2011(2): 36-38.
- [5] 秦凤艳, 戈海玉. 格构锚固结构在安徽省高速公路边坡防护中的应用[J]. 地下水, 2009, 31(141): 156-157.
- [6] 邓正苗, 谢永宏, 陈心胜, 等. 洞庭湖流域湿地生态修复技术与模式[J]. 农业现代化研究, 2018, 39(6): 994-1008.
- [7] 陈圣泓. 城市滨河区生态修复与生境营造——以烟台市鱼鸟河为例[J]. 中国园林, 2015(5): 64-67.
- [8] 杨翠霞, 张成梁, 刘禹伯, 等. 矿区废弃地近自然生态修复规划设计[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(17): 269-272.
- [9] 朱湾, 马亮, 施德刚, 等. 历史遗留采矿废弃地生态修复设计——以晋北煤炭基地宁武煤田为例[J]. 中国煤炭, 2021, 47(9): 8-15.

责任编辑: 陈旭