

日本治山技术在石漠化防治中的推广应用探讨

鄢武先¹ 张黎明² 姜建军² 晏启昌³

(1. 四川省林业科学研究院, 四川 成都 610081; 2. 四川省林业厅, 四川 成都 610081

3. 西藏自治区昌都市环境监测站, 西藏 昌都 854000)

摘要: 日本实施山地灾害的治理已有 100 余年历史, 形成了世界上先进的治山技术。通过对日本治山技术的解剖和四川地震灾区灾后生态恢复重建中治山技术运用案例分析, 建议在我国石漠化防治中应进一步加强日本治山技术的推广运用。

关键词: 山地灾害; 石漠化治理; 治山工程; 林业治山

中图分类号: S728 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-5508(2015)01-0065-04

日本是个弧状岛国, 由北海道、本州、四国、九州 4 个大岛及 3 900 多个小岛组成, 统称日本列岛。日本国土面积 37.7 万 km², 人口 1.3 亿, 人口多集中于城市, 是土地资源比较匮乏的国家之一。日本以山地、丘陵为主, 受中央山脉隆起影响, 河流短、汇流快、多山洪, 地震、火山、台风、暴雨是日本最主要的自然灾害, 导致长期以来以崩塌、滑坡、泥石流为主的山地灾害特别严重。为应对长期频繁而严重的山地灾害, 从很早以前日本就开始了系统的治山实践, 形成了一整套世界先进的治山技术^[1~3]。

1 日本治山技术

1.1 日本治山技术的历史

日本治山事业始于 1897 年, 迄今已有百余年历史。初期阶段(1897 年至 1960 年)的治山也就是传统治山, 主要是以造林绿化为主要方式, 提高国土绿化水平和森林覆被率, 属于比较简单的治山方式。从 1960 年至今是治山工程规范实施阶段。在传统治山的基础上有较大水平的提高, 改变了原来以造林绿化方式为主的传统治山, 主要针对山地灾害进行治理, 加入了很多工程性措施, 采取以工程治理为主、生物措施相结合的综合治理, 逐步形成了日本特色的治山技术。近年来, 由于治山工程每年国家都有高达几千亿日元的投入, 在日本治山已逐步成为国家一项重要的产业, 带动形成了相关的专业机构和组织, 以及针对治山工程而成立了许多的专业公

司, 长期在日本进行专业治山, 确保了治山事业的长期开展^[4~5]。

1.2 日本治山技术主要内容

日本经过 100 余年的治山实践, 形成为一门系统完善、科学严谨的治山工程。日本治山工程从施工环节上主要包括了基础处理工程和植物种植工程两大部分, 并且有系统的工程设计、定额、管理作支撑, 在日本已是成熟的一项工程体系。主要是针对在林区范围内, 因各种自然灾害引发的山体坡面崩塌滑坡, 山洪泥石流, 火山岩浆喷发, 以及溪流淤塞等进行的治理和预防, 依据治理的针对性和措施, 从总体上看日本治山工程主要有损毁坡面治理、滑坡泥石流堆积体治理、潜在崩塌及滑坡治理、溪流整治、火山喷发岩浆治理等 5 种类型, 这 5 种主要治山类型在治理上既有许多共同性, 也有不少的特殊性, 共同形成了日本治山技术的核心内容。

1.2.1 山体滑坡治理工程

山体滑坡治理工程在日本一般称山腹工程, 是治山工程最核心的内容之一, 主要是针对地震、暴雨、台风等灾害导致的山体局部滑坡后的治理。在日本山体滑坡大多具有数量大、分布广、单体面积小等基本特点, 一般面积都在 5 hm² 以下, 有的甚至不到 0.1 hm², 但是在实施治山时都以单体的滑坡地块为单元进行治山工程, 大多由 10 人~20 人的熟练专业队伍按技术要求有序进行施工, 治理时间一般在 1 a~2 a, 单位面积平均投资折合人民币在 500 万元·hm⁻²~600 万元·hm⁻² 左右, 治理后 5 年可

收稿日期: 2014-08-20

基金项目: 四川易灾地区生态恢复植物选择研究(2012ZL09)。

作者简介: 鄢武先(1966-), 男, 研究员, 主要从事森林培育及植被恢复研究。

基本恢复原有自然环境。滑坡面治理工程主要环节与措施包括坡面处理工程、坡面导流工程、阶梯护坡工程、植被恢复工程、坡底挡土墙工程等,从坡面系统进行综合治理。

1.2.2 滑坡泥石流堆积体治理工程

滑坡泥石流堆积体在日本主要是特大地震、火山等严重自然灾害后形成治理面,这类灾害地具有体量大、不稳定性强、施工作业极困难等特点,一般面积都在几十至几百 hm^2 ,体积有的达到几百万 m^3 ,滑坡泥石流堆积体基本都位于坡体下方的沟谷等位置,形成大量的堆积体堵塞溪流及河道,是治山工程中涉及面宽、内容复杂、技术要求高的一种类型。由于滑坡泥石流堆积体治理工程量大、建设内容复杂,一般治理期都需 3 a~5 a,部分工程甚至长达 10 a,单位面积平均投资折合人民币在 1 000 万元 $\cdot \text{hm}^{-2}$ 以上,治理后可基本恢复森林植被。滑坡泥石流堆积体治理工程主要包括堆积体处理工程、分层挡墙控制工程、水系配套工程、植被恢复工程等,对滑坡泥石流堆积体进行系统生态治理

1.2.3 潜在崩塌及滑坡治理工程

日本不仅高度重视受损坡面的治理,近年来还积极开展潜在崩塌及滑坡的治理,通过一些预防性措施保证山体的安全。由于日本不稳定的地质结构和丰沛的降水,在很多的自然景观林和风景林内都存在不同程度的潜在崩塌及滑坡危险,需要采取治山工程进行处理,确保不产生新的危害,这类治山工程具有体量小、针对性强、不易机械化作业等特点,属于精细类治山工程。其主要措施有工程、生物、防护等几种措施。

1.2.4 溪流整治工程

日本以山地为主,溪流纵横,加之降雨量丰沛,导致溪流因排水不畅现场的灾害较多,因此,溪流整治是治山工程的一项重要内容。一般选择降雨量大并且降雨特别集中地区的江河源头区域,并且曾经发生过山地灾害或有潜在山地灾害,以及对下游存在威胁的溪流进行治理,确保下游地区的安全。溪流整治工程主要是疏浚河道、调节流量、岸堤稳固等内容,主要以工程措施为主、生物措施为辅进行治理。主要措施包括在溪流出口位置设置挡水坝,在挡水坝以上按 30 m~50 m 水平距离分别设置多道挡水坝,对溪流两侧的堤岸进行人工加固,并对溪流两岸坡面易崩塌滑坡位置进行护坡处理,主要有削坡防崩塌、锚杆网格固坡、生态袋护坡及植被恢复等措施,使溪流两岸坡体稳定。

1.2.5 火山岩浆等堆积物植被恢复工程

日本是全世界火山频繁的国家之一,火山喷发产生的巨量岩浆和火山灰等对区域生态环境和森林植被都会产生巨大的破坏,是治山工程中难度最大、施工最困难的类型。日本长崎县普贤岳火山在 1993 年大量喷发,产生了体量巨大的岩浆及火山灰等堆积物,1996 年火山基本稳定后用直升飞机进行了绿化造林,已实现了基本植被恢复,目前草本层平均高约 1 m~2 m,平均盖度 0.8 左右,已有天然更新的零星乔木分布。其主要技术措施包括火山岩浆等堆积物整治的植物筛选、植物种子处理,直升机撒播与浇水,连续管护 3a 左右待植被基本覆盖后利用其自身调节功能逐步恢复。

1.3 日本治山技术的特点和经验

日本治山经过 100 余年来的大量实践和不断探索,特别是与现代科学技术有机结合,已成为一门比较成熟的科学,形成了一整套技术体系和施工管理流程,在山地灾害预防和治理中具有重要的指导作用。

1.3.1 规划科学

日本对于山地灾害的治理在国家政策法规下,都制定了中长期的治理规划,一般按照 10a 进行规划,重大山地灾害甚至按 20a~30a 进行规划,在日本治山工程规划采取至下而上的原则,对灾情进行科学评估分析,具体落实到山头地块,按轻重缓急程度有序安排,主要是依据对老百姓生命财产的影响程度进行秩序安排,再进行翔实规划,在确保安全前提下规划合理治理措施和足额治理资金,保证治理一处成功一处,尽量避免二次灾害发生。

1.3.2 设计严谨

在规划的基础上由专业机构进行治山工程的专门设计,为保证工程建设质量,设计者基本都从百年大计进行了设计考虑,往往大量使用最优质的材料和最先进的技术,比如在我们看到的治山案例中,广泛使用了无人化施工操作系统、大口径钢制集水井、植物种子处理等先进技术,还大量使用工字钢、现浇混凝土、木材等材料,基本不考虑如何节约工程造价的问题,保证了水平和质量,并且很多地方还按最高的安全设防等级进行设计,部分拦水坝的厚度高达 3m~5m。

1.3.3 投入保障

日本对治山工程非常舍得投入,不管是国有林,还是地方和私有林区的治山,其工程治理都是由国家的地方政府来投入保障,并且极大部分都是

由中央政府投入,老百姓不需要在治山方面有任何投入。目前日本在治山工程上平均每 0.067 hm^2 折合人民币投资在 100 万元左右,部分困难地带高达 500 万元,是一项投入非常巨大的事业。政府将所需经费全部纳入财政预算。如新泻县 2004 年中越地震,约有 8.6 hm^2 的治山规模,规划治理期为 10 a,预算资金 28 亿日元,已投入了 24 亿日元,平均每 0.067 hm^2 投资达人民币 180 万元。

1.3.4 精细施工

日本治山工程完全是精细施工,在施工的每个环节都有政府治山管理的专业技术人员、工程监理全过程参与监督管理,每个施工环节都有严格的检测、验收、签字等程序,严格按设计进行施工,甚至达到非常苛刻地步,确保了施工质量非常精良。比如,我们在考察中看到的铁丝笼工程所使用的填充块石,完全按照设计所规定的规格尺寸,保证了施工质量。

2 日本治山技术在四川的推广应用

2008 年 5 月 12 日 14 时 28 分,四川省汶川县发生 8.0 级特大地震。这次地震强度大、波及面广、破坏力强,造成森林植被损失十分惨重,损毁林木林地面积 32.87 万 hm^2 ,全省森林覆盖率下降 0.5 个百分点,区域生物多样性受到不同程度的影响。地震造成的大规模林地受损和森林植被的破坏,是历史上绝无仅有的,目前中国缺乏对地震后受损地的植被修复,尤其是工程治山与森林植被恢复相结合的相关技术和成功的技术管理经验,为了快速、高效地恢复地震灾后森林植被,急需引进国外先进的治山技术、震灾地植被恢复技术、治山造林与生物多样性保护等技术和经验。

2009 年在四川启动实施了“中日林业技术合作——四川地震灾区森林植被恢复与重建示范”项目,按照林地受灾典型、自然地理差异、交通便利和林业工作基础扎实的原则,在四川 10 个地震极重灾区中选择汶川、北川、绵竹等 3 个县(市)开展中日林业技术合作示范项目的实施,项目后期又增加选择了茂县、彭州市 2 个示范点,共计在四川建立了 5 个治山示范点。

项目针对地震造成的滑坡、崩塌等各种破坏类型,以及森林植被恢复的立地条件特点,采取封禁恢复、飞播加封禁恢复、人工造林(包括重造)等多种方式恢复植被。技术路线及模式:优先考虑封禁恢

复;在植被恢复较难的地段,辅助实施飞播(人工撒播)和人工植树种草;对稳定性较差的滑坡体等地段,先实施锚杆加固、挂网护坡、土方铺填等工程措施后,再行人工植树种草。

5 个项目示范点的建设和实施,通过中日双方专家的联合试验研究,选择出地震灾后植被恢复的主要树(草)种植物,提出适合地震灾后的简易工程治山技术方案,确定合理的植被恢复技术规程,形成工程施工管理技术体系,探索出一套适合中国国情的地震灾害治山和植被恢复技术模式,并已形成了林业治山技术标准,为大规模的植被恢复工程提供技术支撑。

日本治山技术在四川推广示范的主要工程措施包括浆砌挡土墙、钢架框挡土墙、钢铁框挡土墙、铁丝笼挡土墙、土袋阶梯工程、木栅栏阶梯工程、竹栅栏阶梯工程、草席覆盖工程、铁丝笼水系工程等核心技术内容,在生物措施方面主要采用了四川传统的林草植被恢复技术,通过工程与生物措施结合形成了简易治山技术体系即“林业治山”。林业治山工程从四川的实践来看主要有以下特点,一是充分消化吸收日本治山技术的关键环节和内容,体现了综合治理的主题技术思路。二是通过对工程材料、处理技术的优化构成了简易治山技术,大大降低日本治山技术的高成本问题,平均每 0.067 hm^2 成本已控制在 2 万元左右。三是中日专家的共同合作研究创造出了与中国实际结合的林业治山的基本思路,明确了适宜的治理对象、主要技术措施等技术经济指标,形成了林业治山生产技术规程。

3 日本治山技术在石漠化防治中推广运用潜力分析

3.1 治山是国家经济社会发展到一定阶段的必然选择

从日本治山的历史进程看,1960 年以前的治山主要采取了大规模的人工造林,提高国土绿化水平和增加森林覆被率,通过森林的生态功能发挥实现治山,具有治理面积大、覆盖广、单位面积投资低,是在当时经济相对滞后情况下的合理选择。1960 年以后日本的经济得到快速恢复和发展,治山也全面进入了工程化,采取工程措施为主、生物措施结合的方式有针对性地进行专项治理,其主要特点是针对性强、工程措施多、单位面积投资高等特点,是经济社会发展后对国家生存发展空间更加重视的必然选

择。因此,治山工程是在国家经济社会发展到一定水平后开展的应对自然灾害而采取的相应生态修复活动,是人工促进自然恢复的一个重要环节。目前我国经济社会发展已进入到了一个全新的发展阶段,生态文明建设、生态环境治理和国土安全已纳入国家重要发展战略,治山工程在我国将会迎来难得的历史机遇。

3.2 治山工程是石漠化综合防治的有益补充

治山是首先对受损土地通过大量工程措施进行基本固定,包括使用钢筋、钢构、混凝土、石材、木材等材料,其根本目的都是稳定坡体,然后在坡体基本稳定的前提下进行植被的恢复,构建比较稳定的山地自然生态系统。而石漠化防治同样是将生物措施、规程措施和技术措施配套试验,通过综合治理来保护和改善生态环境,实质上也是进一步稳定坡体并增加植被覆盖,其核心是提高林草植被盖度,而治山工程最重要的环节就是通过各种工程措施有机组合,恢复形成局部区域内完整的自然生态系统,建议在我国的石漠化防治中应高度重视治山工程开展,在有条件的地区尽早开展区域性的治山示范^[6]。

3.3 治山技术对石漠化严重区域能实现快速生态治理

日本治山技术通过在四川的实践和优化,形成了浆砌挡土墙、钢架框挡土墙、钢铁框挡土墙、铁丝笼挡土墙、土袋阶梯工程、木栅栏阶梯工程、竹栅栏阶梯工程、草席覆盖工程、铁丝笼水系工程等林业治山工程技术措施,具有适宜范围广、针对性强、工程材料就地取材、适应复杂多变地形、普通农村劳动力能胜任等特点,同时治理成本已由日本的每 0.067 hm^2 高达百多万元人民币降低到平均每 0.067 hm^2 投资人民币2万元左右,基本能适合我国生态治理工程投资的要求。优化形成的具有四川山地特色的林业治山技术,主要适宜于坡面受损严重、土壤分布不均、水土流失严重、自然灾害频发的区域,这类区域往往也是典型的石漠化严重区域,生态极其脆弱,急需人为干扰促进生态正向演替,通过简易治山等

工程措施,形成比较稳定的山体坡面,为植物生长发育创造有利的水土微生境,可快速恢复石漠化严重区的森林植被,逐步形成稳定的自然生态系统^[7]。

3.4 建议在典型石漠化严重区尽快开展治山工程治理示范

治山工程是一项复杂的系统工程,涉及气象、地质、土壤、林业以及物理、化学等许多学科,是一项非常复杂的技术性工作,有许多甚至是比较前沿、尖端的技术,是世界比较先进的生态治理技术之一。在日本专家的现场指导和亲自参与下四川地震灾区5个示范点的生态植被恢复重建中取得了成功,但是对于该项技术的大规模推广运用仍然面临不少的技术难题,尤其是石漠化防治中技术怎么运用、如何优化等还是新的技术课题。建议在我国的石漠化防治工程中推广运用日本治山技术应进一步整合多行业、多专业、多单位的力量,按照分区分类治理的基本原则在不同石漠化典型区建立一批以治山为主的石漠化治理科技示范点,开展试点示范总结技术经验,逐步形成具有自主知识产权的林业治山防治石漠化技术体系^[8]。

参考文献:

- [1] 鲁胜利. 日本的砂防[J]. 中国水土保持, 2002, 5: 8~10.
- [2] 宋如华,等. 日本无人化施工技术在山地灾害治理中的应用[J]. 中国水土保持, 2008, 6: 22~24.
- [3] 张燕. 日本最新滑坡调查及防治对策技术[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2007, 18: 1~4.
- [4] 王道结,等. 山地灾害治理中生物工程存在的问题[J]. 山地学报, 2004, 22(4): 461~466.
- [5] 鄢武先, 桂林华, 骆建国,等. 日本的山地灾害治理考察报告[J]. 四川林业科技, 2012, 33(2): 35~41.
- [6] 江锦辉. 广西集中连片特殊困难地区林业发展探讨[J]. 森林工程, 2014, 30(5): 30~35.
- [7] 蔡凡隆,等. 四川岩溶区石漠化土地治理途径初探[J]. 四川林业科技, 2007, 28(1): 103~105.
- [8] 潘红丽, 刘兴良, 李君成,等. 困难地带生态恢复技术研究进展[J]. 四川林业科技, 2013, 34(3): 21~25.