

高原地区铁路建设生态恢复技术初探

——以青藏铁路格唐段为例

刘兰华¹, 李耀增¹, 康锋锋²

(1. 中国铁道科学研究院环控劳卫研究所, 北京 100081; 2. 北京林业大学, 北京 100083)

摘要:以青藏铁路格唐段为例分析了高原地区铁路建设对生态环境的主要影响,即:植被破坏、生态用水阻隔、野生动物及冻土环境影响,从生态防护与生态恢复两个方面阐述了生态恢复有关技术原则。

关键词:高原地区;青藏铁路;青藏高原;生态防护;生态恢复

中图分类号:X171.1;U212.3

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2007)01-0310-03

Preliminary Study on Eco-recovery Technology of Railway Construction in Plateau Region

——Taking Geermu-Tanggulashan Part of the Qinghai-Tibet Railway as an Example

LIU Lan-hua¹, LI Yao-zeng¹, KANG Feng-feng²

(1. Environmental Control & Occupational Health Research Institute, China Academy of Railway Sciences, Beijing 100081, China; 2. Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: The authors, taking Geermu-Tanggulashan part of the Qinghai-Tibet railway as an example, analyzed the main impacts of railway construction on eco-environment in the plateau region, namely: plant break, separation with eco-water, impacts on frozen soil and wild life, expounded the principle of eco-recovery from eco-protection and eco-recovery.

Key words: plateau region; Qinghai-Tibet railway; Qinghai-Tibet Plateau; eco-protection; eco-recovery

在高原地区修建铁路将面临诸多新问题,其中如何保护沿线生态环境及恢复因铁路建设而破坏的生态环境,是其中的问题之一。本文以青藏铁路格唐段为例,介绍了高原地区铁路建设生态恢复的主要技术。修建青藏铁路是人类铁路建设史上前所未有的伟大创举,为了保护青藏高原独特的生态环境,落实党中央、国务院相关部委关于加强青藏高原环境保护工作的指示精神,在国家重大建设项目中首次引入环保监理制度,委托铁道科学研究院负责青藏铁路格拉段环境保护第三方监理。2004年7月至2005年6月,笔者有机会参与了青藏铁路建设环保监理工作,深入现场了解了铁路建设过程中生态恢复的具体情况,现就提出一些看法,以求进一步探讨。

1 青藏铁路格唐段工程概况

青藏铁路格尔木至唐古拉山段线路北起青海省格尔木市,基本沿青藏公路南行,途径纳赤台、五道梁、沱沱河、雁石坪,到达唐古拉山口,线路长度560 km。本段工程共设特大桥21座27308延长米,大中小桥233座20532延长米,隧道4座4644成洞米;该段土石方总量 $4\,135.0 \times 10^4 \text{ m}^3$,其中填方 $3\,812.0 \times 10^4 \text{ m}^3$,挖方 $323.0 \times 10^4 \text{ m}^3$,挖方利用量 $180.0 \times 10^4 \text{ m}^3$,取土 $3\,632.0 \times 10^4 \text{ m}^3$,弃土 $143.0 \times 10^4 \text{ m}^3$;总占地4878.3 hm²,其中永久性占地2777.3 hm²,临时性占地2101.0 hm²。^[1,2]

2 格唐段沿线自然与植被状况

青藏铁路跨越青藏高原腹地,由于地形地貌、气候、植被类型等不同,其生态环境各有特点,根据其自身特点可将青藏铁路格唐段划分为4个生态分区,即:戈壁荒漠、山地荒漠、高寒草甸及高寒草原。

(1) 戈壁荒漠分布在格尔木至南山口,海拔2800~3000 m,属柴达木盆地干燥气候区,年平均气温6.7℃,最高气温35.5℃,最低气温-33.6℃,年平均降水量40 mm左右,相对湿度32%;为戈壁裸地生态系统,呈戈壁荒漠地貌景观,植被极为稀疏,覆盖度在2%以下,植被类型以旱生灌木、小半灌木为主。

(2) 山地荒漠分布在南山口至昆仑山之间的昆仑山河谷区,河床宽20~200 m,海拔3000~4770 m,属昆仑山以北干旱气候区,年平均气温-3.6℃,最高气温23.7℃,最低气温-26.7℃,年平均降水量250~300 mm,相对湿度47%,植被覆盖度为15%~25%,主要荒漠植被为膜果麻黄、驼绒藜、蒿叶猪毛菜、沙生针茅、紫花针茅等优势种组成的群落。

(3) 高寒草甸分布在昆仑山至唐古拉山口段的五道梁、开心岭、秀水河谷地、风火山地区、通天河至唐古拉山北坡之间,其中五道梁、开心岭附近为沼泽草甸,秀水河谷地、风火山地区及通天河至唐古拉山北坡为蒿草草甸。昆仑山至唐古拉山段海拔高度为4500~5200 m,属干寒气候区,气候多变,空气稀薄,气压低,年平均气温-2~6.9℃,最高气温

* 收稿日期:2006-01-17

作者简介:刘兰华(1977-),男,江西吉安人,硕士,主要从事水土保持、土地开发整理、建设项目环境影响评价及环境保护监理研究工作。

24.2℃,最低气温-45.2℃,年平均降水量250~300mm,大部分地区植被覆盖度达50%^[3]。

(4)由于高原内部水热条件的差异,昆仑山至唐古拉山段之间间断的分布有高寒草甸及高寒草原生态系统,高寒草原分布在除高寒草甸外的其余地区,有紫花针茅、扁穗茅、羽柱针茅、青藏苔草、昆仑蒿草等植物群落。高寒草原不仅是亚洲中部高寒环境中典型的自然生态系统之一,而且在世界高寒地区也具有代表性。

3 铁路建设的生态环境影响

(1)征占地、破坏植被。工程建设中路基填筑、桥隧建设、取弃土作业、施工便道、仓储等不可避免要占用土地,铲挖植被,或者压实地面、踏踩地表覆盖层,从而改变地表结构。在戈壁荒漠、山地荒漠地带,这种活动会因扰动地表“结皮”或“砾幕”,破坏脆弱生态系统地表稳定性而打破该地区既有平衡状态,极易激活沙地,促进荒漠化发展。

(2)影响野生动物的生活规律。铁路工程是线型工程,工程建设将会对整体环境产生线性切割,将生境一分为二,使整体区域内生态系统的物流、能流、物种流被迫发生改变;此外,工程建设占用大量土地将会使原来栖息于这些地区的野生动物失去部分自然栖息、生长繁殖、活动的场所及食物基地。一些敏感的、对栖息环境要求较高的野生动物将会受到铁路建设的影响。

(3)生态型用水的阻隔。生态型用水是指保证恢复和维持生态系统健康发展所需的水量,即提供一定质量和数量的水给自然生境,以求最小化地改变自然生态系统的过程,并保护物种多样性和生态完整性^[4,5]。生态型用水的作用往往在人类的开发活动中被忽视。青藏铁路建设对生态型用水的阻隔主要表现在以下方面:一是部分河谷地区线路在冲洪积扇顶切过,切断流往下游的漫流性质的地表径流,影响下游区域的生态用水;二是高寒草甸、草原区域内部分线路在缓坡上部经过,切断了坡面漫流性质的地表径流向坡面下方汇集,影响坡面下方生物生态用水;三是高寒草甸区域部分线路要从湿地内穿过,将会切断线路两侧湿地生物生态用水的交换与联系;四是采砂作业对河道的堵塞,影响下游生态型用水的补给。青藏铁路建设不可避免会造成部分区段内生态型用水的阻隔,如果不采取有效措施将会破坏下游或坡面下方植被生存条件,降低区域生物组分的生长能力,出现干旱化倾向,在高寒草原及草甸区域易形成荒漠化。

(4)冻土上限下降,破坏冻土环境。青藏高原冻土环境与生态环境是休戚相关的,冻土的发育和分布是高寒湿地形成的重要环境条件^[6,7]。高原多年冻土区近十几年来的监测结果表明,地温已升高0.1~0.4℃,岛状多年冻土南界北移9~12km^[6]。青藏铁路建设对冻土的影响主要表现在破坏地表植被引起冻土上限的下降。长期低温和短促的生长季节,致使高寒草原植被一旦遭到破坏,恢复起来较为缓慢,使地表失去保护,改变地表的水热条件,加速冻土融化,产生人为干扰的热融湖塘和洼地,促使冻土上限下降。

4 生态恢复技术探讨

青藏铁路建设生态恢复需要从两个方面采取措施,一是在工程设计及施工过程中落实相关环境保护措施,尽量减少工程对生态环境的影响;二是施工结束后采取积极有效措施加速生态恢复。

4.1 生态防护

4.1.1 植被防护

从青藏铁路工程设计到施工全过程中始终坚持“预防为主、保护优先”的方针以保护沿线地表植被。施工过程中严格控制临时工程的设置数量和破土面积,推行工程分段集中

取土的原则,禁止在路基两侧滥挖乱采;合理规划、设计施工便道及其宽度,要求施工车辆固定行车路线,保证周围地表和植被不受破坏,线路纵向便道充分利用既有路基和既有青藏公路;对高寒草甸区域内工程占地范围内的草甸采取分割划块铲起,移植到适宜地方进行培植;对于高寒草原区域内工程占地范围内地表表层熟土进行集中收集堆放。

4.1.2 野生动物保护

设置野生动物通道对于缓解青藏铁路建设对沿线野生动物生存环境及迁徙路线产生影响、为野生动物种群间的交往与基因交流提供条件具有重要意义。根据沿线野生动物种群分布、生活习性、地形地貌条件,青藏铁路格唐段共设置了25处野生动物通道,通道形式隧道上方、桥梁下方和缓坡路基三种形式。通过两年来的观察,野生动物对所设置通道需要一段时间来适应。2003年8月份观察到通过某动物通道的藏羚羊数量为1800只,而2004年8月份通过该通道的藏羚羊数量达3000余只。为了缩短其适应时间,人们可以采取有关措施来诱导野生动物顺利通过所设置的通道,相关诱导措施有待进一步研究。

4.1.3 生态型用水阻隔防护

铁路建设是线型工程,青藏铁路工程建设将不可避免会对地表径流产生切割,阻断径流流向,这部分径流(特别是漫流性质及湿地上游区域内径流)对于维持高原生态系统的平衡具有极为重要的意义。为此,线路在漫流区或大面积湿地分布地段通过时,应采取以桥带路、加大桥涵密度等措施,减缓切割、阻挡地表及地下径流的排泄;同时以桥代路地段施工便道填筑时应加大涵洞设置数量。此外应采取增大挡水埝布设长度等措施来延长径流的汇流时间,增加入渗量,防止干旱荒漠化现象的发生。

4.1.4 冻土环境的保护

在多年冻土区修建铁路,关键在于保护基础下冻土不发生融化和退化,使工程结构置于稳固的基础之上。通过大量的试验研究和理论分析,青藏铁路建设中针对不同冻土条件,探索出了一整套多年冻土防护措施。其基本原理是采取措施屏蔽热量的导入,增强路基基底地层的散热,达到降低地温、保护冻土的目的。主要措施有:片石气冷措施、碎石(片石)护坡或护道措施、通风管措施、热棒措施、遮阳棚措施、隔热保温措施、基地换填措施等。

4.2 生态恢复

生态恢复主要体现在植被恢复及生态型用水恢复两个方面。

4.2.1 植被恢复

虽然在施工过程中采取了一系列措施保护沿线地表植被,但在取弃土场、施工场地等临时用地内,局部范围的植被生长不可避免地受到了一定程度的影响,工程结束后做好上述区域植被恢复和生态保护工程对于保持青藏高原生态平衡、维护国家生态安全具有重要意义。根据沿线自然条件,植被恢复应从以下几个方面来考虑:

(1)荒漠地段植被恢复关键在控制施工后地表的稳定,可通过卵砾石覆盖压砂或结皮固沙等措施来实现,即:在施工后的地面铺上砾石层并适当镇压使其形成稳定的地表“砾幕”或将地表适当平整后碾压形成“结皮”,防治荒漠化,为植被恢复创造条件。

(2)高寒草原植被恢复关键在于保存好占地范围内表层腐殖土,因此施工前应先将占地范围内表层土有序剥离,集中堆放在固定位置保存好,待工程结束后“就地回填”,以提高植被恢复的成功率。

(3)高寒草甸地带由于土壤中有机质含量较高,原生植被普遍较好,虽然生物体矮小,但根系强大密集,呈毡状,施工时一定要对其分割划块铲起,移植到适宜地方保存,待工

程结束后回铺到路基边坡,或取弃土场表面,或桥台坡面,或隧道进出口上方,或构筑草皮水沟,以消减铁路建设造成的生物总量损失。

(4) 部分地段可以选择适宜草种进行植被再造,以尽快恢复其生产力,目前已在沱沱河、北麓河地区进行了试验,植



图 1 DK1229+300 附近路堤植被再造试验

4.2.2 生态型用水恢复

生态型用水恢复主要侧重于湿地内以桥代路施工便道、施工场地等临时设施的清除以及采砂河道的疏浚。在以桥代路施工过程中便于相关材料的运输及施工,设置了少量施工便道、施工场地等临时设施,虽然在施工过程中采取了相

参考文献:

- [1] 铁道第一勘察设计院. 新建铁路青藏线格尔木至唐古拉山口段生态环境影响专题报告书[R]. 2002. 1 - 123.
- [2] 铁道科学研究院. 新建铁路青藏线格尔木至唐古拉山口段施工期环境保护监理细则[R]. 2002. 1 - 85.
- [3] 王美芝, 许兆义, 等. 青藏铁路工程对高原生态环境的影响[J]. 交通环保, 2002, 23(3): 2 - 11.
- [4] 李京荣, 王家骥, 等. 浅析铁路建设对生态环境的影响[J]. 环境科学研究, 2002, 15(5): 58 - 61.
- [5] 王芳, 王浩, 等. 西北生态需水研究[J/OL]. <http://co.163.com/neteaseivp/resource/paper>.
- [6] 吴青柏, 刘永智, 等. 寒区冻土环境与工程环境间的相互作用[J]. 工程地质学报, 2000, 8(3): 281 - 287.
- [7] 李军乔. 三江源地区生态环境重建对策研究[D]. 陕西杨陵: 西北农林科技大学, 2002. 12 - 56.

(上接第 309 页)

结合该边坡的实际情况,采取以下治理方案(见图 3),具体是:

在较稳定的部位,即一级滑面到坡体后缘之间的部分,其按照等高线栽植,行间距 100 ~ 120 cm,丛距 10 cm,5 株/丛。并且混合栽植了具有耐热、耐旱、耐涝等特点的白喜草、百慕大草和蜚螞菊等植物。

在潜在不稳定部位,即一级滑坡至坡体前缘的区域内,在香根草间配植目的树种和先锋树种,同时香根草及混栽草本植物的种植密度增大,丛距增加到 20 cm,4 株/丛。对目的树种和先锋树种拟采用播种方法,因为播种的林木具有根系网络效果好,坡面不易崩塌;抗拉力强;抵御自然灾害的能力强等。建设初期,香根草为主要的护坡植物,中期先锋树种起作用,后期以目的树种为主,形成天然群落,与当地的景观相协调,使开挖的高边坡得以恢复。此外,高大的乔木不宜种植在该边坡上,因为其重量和对风的抗性都会对边坡的

参考文献:

- [1] 张倬元,王士天,王兰生,等. 工程地质分析原理[M]. 北京:地质出版社,1994. 134 - 137, 321 - 338.
- [2] 王士天,黄润秋,李渝生,等. 雅砻江锦屏水电站重大工程地质问题研究[M]. 成都:成都科技大学出版社,1998. 168 - 180.
- [3] 周长军. 利用生物技术做高等级公路边坡的防护[J]. 黑龙江交通科技, 2003, (7): 42 - 43.
- [4] 靖元孝,陈兆平,杨丹菁. 香根草(*Vetiveria zizanioides*)对淹水的反应和适应初报[J]. 华南师范大学学报(自然科学版), 2001, 11(4): 40 - 43.
- [5] 冯子元,张丽萍. 香根草技术在百色水利枢纽工程河道边坡防护中的应用[J]. 人民珠江, 2003, (4): 66 - 69.
- [6] 程洪. 香根草在我国的应用及研究综述[J]. 水土保持通报, 1998, 18(3): 77 - 81.

被生长发育和群落特征良好,在海拔 4 650 m 的高度可以正常生长并安全越冬,取得了初步成果。但人工建立的植物群落的稳定性、这些人工群落是否会对当地的原生植物群落产生不良影响有待进一步研究。



图 2 DK1324+300 附近路基水沟旁植被恢复

应的防护措施,但对湿地下游生态用水仍然会产生一定影响,因此在工程结束后必须将上述临时设施(特别是桥梁下方的施工便道)拆除,恢复湿地内桥梁两侧生态用水的衔接。对堆积在采砂河道内的砂料必须清除,防止堵塞河道,保证下游生态用水的持续、稳定供给。

5 结 论

水文滑坡由三组滑面组成。其中,主滑面的后缘高程为 2 040 ~ 2 125 m,一级滑面的后缘高程为 1 875 ~ 1 925 m,二级滑面的后缘高程为 1 775 ~ 1 800 m。

在天然情况下,滑坡体整体处于稳定性状态,而二级滑面所组成的滑坡体处于极限平衡状态。

在特大暴雨的情况下,坡体整体处于极限平衡状态,而一级和二级滑面所组成的坡体,其稳定性系数较低,极有可能失稳,从而并有可能诱发坡体的整体失稳。

在工程治理措施的基础上,通过采取生物护坡后,能较好地对坡体的稳定性起着重要的改善与控制作用。