



攻克“三大难题”论文集

青藏铁路建设环境保护研究

孙永福 主编

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

铁路科技图书出版基金资助出版

攻克“三大难题”论文集

青藏铁路建设环境保护研究

孙永福 主编

中 国 铁 道 出 版 社

2007年·北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

青藏铁路建设环境保护研究/孙永福主编. —北京: 中国铁道出版社, 2007. 7
ISBN 978-7-113-07169-1

I. 青… II. 孙… III. 青藏高原—铁路工程—环境保护—文集
IV. X731-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 063204 号

书 名: 青藏铁路建设环境保护研究

作 者: 孙永福 主编

出版发行: 中国铁道出版社 (100054, 北京市宣武区右安门西街 8 号)

策划编辑: 叶 娟 王俊法

责任编辑: 许士杰 徐 艳 张 悦 时 博 张 婕

封面设计: 马 利

印 刷: 北京盛兰兄弟印装有限公司

开 本: 880 mm×1230 mm 1/16 印张: 21.75 字数: 472 千

版 本: 2007 年 7 月第 1 版 2007 年 7 月第 1 次印刷

印 数: 1~1 200 册

书 号: ISBN 978-7-113-07169-1/TU·840

定 价: 138.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 请与本社发行部调换。

联系电话: 010—63549496 (市电) 021—73174 (路电)

网址: <http://www.tdpress.com>

编辑委员会

主	编	孙永福				
副	主	编	卢春房			
执行副主编	黄	民	何华武	耿志修	郑	健
	杨	建兴	方兰珍	安国栋	覃	武凌
编	委	杨忠民	吴克俭	韩树荣	苏	全利
	朱	振升	铁春林	刘新科	胡	书凯
	张	克敬	拉有玉	才	凡	吴
						维洲
						张曙光
						黄弟福
						周孝文
						王志坚
						赵世运

本书策划组

组	长	杨忠民			
副	组	长	严贺祥	胡书凯	拉有玉
成	员	姜正才	邱晓燕	衣化如	陈方荣
		王学杰	宋	洁	答治华
		秦建成	孙士云	熊永钧	李耀增

序 言

坚持环境保护基本国策，是落实科学发展观的重要举措，是建设社会主义和谐社会的内在要求。围绕把青藏铁路建成世界一流高原铁路这个总目标，在环保方面提出了建设高原生态环保型铁路的具体要求。青藏铁路建设五年多来，在各个方面共同努力下，全面落实各项环保措施，大力创新高原环保技术，走出了一条依法环保、全员环保、科技环保的新路子。

青藏铁路格尔木至拉萨段穿越素有“世界屋脊”、“地球第三极”之称的青藏高原的腹地。青藏高原保存着相对完整的特殊生态系统和特有物种，野生动植物资源、水资源、矿产资源等十分丰富，是我国和南亚、东南亚地区的“江河源”、“生态源”，是世界山地生物物种一个重要起源和分化中心。青藏铁路沿线生态环境具有独特性、原始性、脆弱性和敏感性。在这样一个对全球环境具有特殊意义的地区修建铁路，必须以对子孙后代负责的精神，把环境保护放在优先位置，统筹安排，周密部署，做到重大工程建设与环境保护和谐统一，建设一条高原生态环保型铁路。

增强全员环保意识，是建设高原生态环保型铁路的思想基础。青藏铁路建设始终坚持对全体参建人员进行广泛深入、形式多样、内容生动的环保宣传教育，提高对环保重要意义的认识。不仅对领导干部、工程技术人员进行环保技术培训，而且对工人、民工进行遵纪守法教育，环保宣传资料人手一册，环保宣传标牌随处可见。“十分爱护青海、西藏的生态环境，十分爱护青海、西藏的一草一木，精心保护我们祖国的每一寸绿地”，成为广大建设者的共同誓言和自觉行动。在千里铁路建设工地上，形成了人人重视环保、人人参与环保的良好氛围。涌现出一大批自觉保护植被、保护水源、保护野生动物的先进典型，感人事迹广为传颂。

严格执行环保法律法规，是建设高原生态环保型铁路的行动准则。青藏铁路建设自始至终贯彻了“预防为主、保护优先”方针和“三同时”原则。在建设前期阶段，按照环境保护法、水土保持法、野生动物保护法等法律法规，组织专家深入青藏铁路实地考察，开展多项环保课题研究，对沿线生态环境影响进行科学论证。先后编制了环境影响评价大纲、环境影响报告书，针对工程对环境有影响的问题提出了环保方案，进行了认真的环境影响评价。以环境影响评价结论指导设计、施工和环境管理。在设计阶段，确定了尽量绕避自然保护区、设置野生动物通道、保护冻土和湿地环境等设计原则。初步设计编制了环境保护篇，施工设计明确了环保措施，重要工点作出了环保工程设计，用于环保工程的投资达 15.4 亿元。在施工阶段，制定施工环保管理与监控计划，实行质量环保安全一体化管理。在竣工投产时，严格组织铁路内部环保检查验收，经认真整改后报请国家组织环保验收。

建立健全环保工作机制，是建设高原生态环保型铁路的可靠保障。青藏铁路建设总指挥部负责制定和检查落实环保管理制度，设计单位明确环保措施，施工单位具体落实环保措施并承担责任，工程监理单位负责施工环保日常监理。总指挥部委托具有工程监理资质并经环境保护业务培训的第三方单位，对设计文件中环保措施的实施情况进行工程环境监理。由专职的工程环保监理对施工环保进行全面监控，这在我国重大建设工程项目中尚属首次。在青藏铁路建设总指挥部统一领导下，把环保纳入各单位考核重要内容，实行严格的奖惩制度，有效调动了环保积极性。国

家有关部门加强指导、监督，青藏两省区有关部门加强协调、监测，地方环保部门与施工单位签订了环保责任书，对搞好环保工作发挥了重要作用。

攻克环保关键技术，是建设高原生态环保型铁路的强力支撑。开展植被恢复与再造技术研究，从收集的34种高原草种中选出18种，分别在海拔4300米的当雄、海拔4500米的沱沱河和海拔4700米的安多进行试验，从中选出耐寒抗旱成活率高的9优质草种。同时，总结27标段移植草皮和种草经验，形成规范化的工法，在全线有条件的地段推广，收到良好效果。组织专家调查野生动物分布情况和活动规律，研究设置了桥下、隧顶和路基缓坡平交三种形式野生动物通道。现场监测发现，大批野生动物经由桥梁下部迁徙，证明设置桥下通道可行、有效。因此，从运输安全考虑，路基缓坡平交通道不宜保留，可就近改走桥下和涵洞通道。研究确定主动降温、冷却地基的设计思想，总结了成套工程技术措施，保护了多年冻土环境。采取多种措施保持路基两侧地下水贯通，从而保护了湿地环境。研制成功运营污水污物处理设施，已经投入使用。创新高原环保关键技术，彰显出青藏铁路环保新水平。

在青藏铁路建设期间，沿线植被、湿地、冻土、自然景观等都得到有效保护，水土流失得到有效防止，江河湖泊未被污染，野生动物迁徙未受影响，环境保护成绩显著。国家环保总局、水利部、林业局等部门多次进行检查认为，青藏铁路建设环保管理经验居国内重点工程项目领先水平，具有示范意义。全国人大环资委对青藏铁路环保工作进行专题调研后认为，青藏铁路建设是落实科学发展观的具体体现，是构建人和自然和谐的重要范例，是依法环保的先进典型。国家审计署对青藏铁路环保进行专项审计后认为，青藏铁路建设严格执行环保法规，规范管理环保资金，全面落实环保措施，取得了我国重大建设项目环境保护的突出成绩。

现在，青藏铁路全线开通运营。要认真总结青藏铁路建设环保工作经验，继续做好运营环保工作，保持高原生态环保型铁路的良好形象。《青藏铁路建设环境保护研究》反映了青藏铁路环保重要成果，是科研、设计、施工、监理等部门环保工作人员的智慧结晶。这本论文集，不仅为总结青藏铁路建设环保工作打下了基础，而且为搞好青藏铁路运营环保提供了借鉴，也可供重大工程建设项目环保工作参考。在此，谨向青藏铁路环保工作人员和全体建设者致以崇高敬意！

孫永福

二〇〇七年三月

目 录

综 论

建设青藏高原生态环保型铁路	孙永福 (1)
青藏铁路建设环境保护理念创新与管理实践	铁道部发展计划司 (9)
高原地区铁路建设中的生态环境保护管理	青藏铁路公司 青藏铁路建设总指挥部 (18)
青藏铁路建设施工期的环境保护管理	王志坚 赵新宇 答治华 (28)
青藏铁路建设的生态环境保护	拉有玉 (32)
打造一流设计精品 创建高原生态铁路	铁道第一勘察设计院青藏铁路环保项目组 (37)
青藏铁路与环境保护	冉 理 (43)
青藏铁路沿线的生态环境特点及保护对策	孙士云 (47)

高寒植被保护

青藏铁路建设对沿线高寒生态系统的影响与恢复研究	沈渭寿 张 慧 邹长新 曹学章 唐晓燕 (53)
沱沱河试验段移植原生草种护坡工程效果分析	杨印海 张 芳 惠旭辉 (62)
青藏铁路高寒地区植被生态恢复理论与对策研究	董林水 张旭东 漆良华 周金星 (68)
青藏铁路高寒草原植被恢复与再造的研究	魏建方 (76)
青藏铁路沿线垫状植物的现状调查	李冬雪 黄玲玲 周金星 (84)
10 标段和 29 标段路基边坡植草的试验研究	高国朋 高福记 (91)
古露人工湿地再造技术	于春红 李少亮 王兴亚 (100)
27 标段草皮移植施工技术	宁佐春 黄 洁 (105)
15 标段施工期植被的防护与生态恢复	程 昊 甄晓云 (110)
5 标段多年冻土区植被保护	何 兵 (115)

野生动物通道

- 青藏铁路沿线野生动物现状与保护对策 杨奇森 冯祚建 等 (118)
- 交通设施对可可西里藏羚季节性迁移的影响 夏 霖 杨奇森 等 (128)
- 青藏铁路沿线野生动物的栖息状况 姬明周 吴晓民 等 (135)
- 青藏铁路动物通道的有效性监测 吴晓民 姬明周 等 (142)

水土保持措施

- 唐拉段沿线水土流失现状及防治对策 杜 蓓 (150)
- 青藏铁路路基风蚀防治措施研究 刘世海 许兆义 杨成永 (155)
- 格拉段水土保持监测方案 许兆义 刘世海 杨成永 (162)
- 青藏铁路施工期土壤侵蚀预测 邹长新 沈渭寿 张 慧 (167)

多年冻土保护

- 青藏铁路建设与冻土环境 答治华 任卫来 (175)
- 青藏铁路修建对冻土环境的影响与对策 杜 蕾 武 军 (179)
- 冻土环境路基工程保护措施 石刚强 窦 顺 (186)
- 冻土地段的施工与环境保护 王友芽 胡种新 (191)
- 风火山隧道施工的环保措施 杨文宣 (196)
- 6 标段施工中的冻土环境保护技术 刘见青 (200)
- 16 标段环境保护措施与方法研究 徐存良 (206)
- 青藏铁路“三电”工程施工中的环境保护 王明晶 (211)

旅游生态景观

- 青藏铁路沿线旅游景观保护 赖文宏 (216)
- 唐拉段沿线景观美学评价方法研究 张 慧 沈渭寿 邹长新 江腊沙 (221)
- 青藏铁路的生态环境影响与效益 陈 佐 (230)
- 精心培育青藏铁路纪念林
- 拉萨火车站绿化建设纪实 宋 歌 (235)

污染防治研究

- 青藏铁路站车固体废物处置方式探讨 陈泽昊 阮志刚 马 龙 (240)
- 青藏铁路低温生活污水处理试验研究 侯世全 李德生 栗 健 (250)
- 格拉段旅客列车垃圾处理的探讨 刘 丹 李启彬 查 坤 (257)
- 青藏铁路旅客列车粪便污水处理新技术的试验研究 李德生 (261)

施工环保管理

措那湖路段施工期环保措施 王庆辉 (270)

青藏高原湿地施工环保措施 李军涛 (276)

3 标段和 12 标段施工期环保措施 曹玉新 李西亚 吴则沛 (283)

青藏铁路施工期环境保护工作管理 宁佐春 黄 洁 (288)

青藏铁路临时施工便道恢复方法的探讨 季维生 (292)

自然保护区地段的施工环保工作 张爱忠 (296)

青藏铁路铺架作业环保监理控制 李清芳 敬廷银 (300)

行政监督与运营管理

青藏铁路建设环保行政监察的探索与实践 郝青俊 范锐洪 (304)

西藏段环境管理和行政监督 西藏自治区环境保护局 (311)

从青藏铁路看铁路、公路等线性交通工程施工期环境监理 白晓军 陈泽昊 (315)

《青藏铁路格尔木至拉萨段运营期环境保护实施管理办法》的研究
..... 姜海波 李耀增 孙 健 (321)

青藏铁路运营期次生环境影响与对策 夏先芳 (326)

青藏铁路格拉段列车生态观光旅游产品的开发与设计 陈致杭 李渤生 (330)

后 记 (337)

建设青藏高原生态环保型铁路

孙永福

(铁道部, 北京 100844)

摘 要: 青藏铁路格拉段全长1 142 km, 是世界上海拔最高、线路最长的高原冻土铁路。工程建设面临自然保护区、野生动物保护、植被和自然景观保护、江湖水源保护、冻土环境保护、水土保持等一系列问题。为了将青藏铁路建设成高原生态环保型铁路, 采取了依法开展环保工作, 增强全员环保意识, 创新环保管理制度, 强化环保工程设计, 加强环保监督检查, 狠抓环保科研攻关等措施, 努力创建高原冻土铁路环境保护管理新模式, 从而减少了对珍稀野生动物和高原植被的影响, 防止了江河源头的污染, 保护了湿地和冻土环境, 控制了水土流失, 有效地保护了青藏铁路沿线生态环境, 在国家重点建设工程项目中处于领先水平, 具有示范意义。

关键词: 青藏铁路; 高原生态; 环境保护; 工程建设

0 引 言

青藏铁路格尔木—拉萨段(简称格拉段), 全长1 142 km, 是世界上海拔最高、线路最长的高原冻土铁路, 是当今世界高原最具挑战性的工程项目, 是人类铁路建设史上的伟大壮举。工程建设面临多年冻土、高寒缺氧、生态脆弱三大世界性难题的严峻挑战。五年来, 全体建设者从实践“三个代表”重要思想、落实科学发展观的高度, 把建设生态环保型铁路当作造福当代、惠及千秋的大事来抓, 严格实施各项环保措施, 进行了有益探索, 积累了宝贵经验, 收到了良好效果, 有效保护了青藏铁路沿线生态环境。全国人大环资委在专题调研后认为, 青藏铁路建设是落实科学发展观的具体体现, 是人与自然和谐相处的重要范例, 是依法保护环境的先进典型。国家环保总局等部门多次检查后认为, 青藏铁路建设环境保护在国家重点建设工程项目中处于领先水平, 具有示范意义。国家审计署在专项环保审计后认为, 青藏铁路建设严格执行环境保护法律法规, 规范管理环保资金, 全面有效落实各项环境保护措施, 环境保护工作取得了突出成绩, 为我国重大建设项目工程建设与环境保护协调开展积累了宝贵经验。2006年3月1日, 青藏铁路格拉段已经开通货物运输, 7月全线开通运营, 一条世界一流的高原生态环保型铁路将展现在世人面前。

1 青藏铁路建设面临的生态环境保护难题

青藏高原是世界上最年轻、海拔最高、对生态环境影响最大的高原，是全球相对特殊的地理单元和区域，素有“世界屋脊”、“地球第三极”之称。青藏铁路（格拉段）从青藏高原腹地穿过，处于3 000 m以上的高海拔地区，其中有960 km在海拔4 000 m以上，占线路总长的84%，翻越唐古拉山的铁路最高点海拔5 072 m（世界上已建铁路最高点是4 817.8 m）。线路全长1 142 km（其中新建正线1 110 km，既有线改造32 km），共设车站34个，设计工程总量为：路基土石方7 807万 m³，桥梁159 879延长米，涵洞35 611横延米，隧道9 527延长米，永久用地6 240公顷，临时用地6 174公顷。工程浩大艰巨，环境保护面临一系列难题。

1.1 自然保护区保护问题

青藏高原是世界上仅有的独特生态环境系统和世界山地生物物种一个重要的起源和分化中心，是亚洲气候变化的“起搏器”。高原独特的自然环境条件，对周边地区气候和水资源具有直接影响。由于高原内部水热条件的差异，形成了独特的高寒生物区系。高寒草原在亚洲和世界高寒地区中均具有代表性，至今还基本保持着原始的自然演变过程。为保护青藏高原独特的高原高寒生态系统，我国建立了可可西里、三江源等国家级自然保护区。青藏铁路将对自然保护区生态环境产生切割影响。如何把建设对自然保护区的影响降到最低，这是我们设计、施工必须解决的一个问题。

1.2 野生动物保护问题

青藏高原复杂多样的生态环境，为各种高原动物提供了繁衍生息的有利条件，虽然高原动物物种少，但珍稀特有动物物种多，种群数量大。特有高原哺乳动物种数11种，占高原哺乳动物总种数的68%；特有高原鸟类科7种，占高原鸟类总种数的23%；此外还有高原特有两栖爬行动物80多种、鱼类100多种。如何保护野生动物生存的生态环境不受改变，是青藏铁路建设环境保护的重要内容。特别是南北走向的铁路可能阻隔东西方向的野生动物迁徙路径，如何设置野生动物通道是面临的全新课程。

1.3 植被和自然景观保护问题

青藏高原自然景观自东南向西北呈现高寒灌木—高寒草甸—高寒草原—高寒荒漠更替。既有由这些生态系统组成的水平地带系列，又有高寒草原、高寒草甸、冰雪带等垂直带系列。同时，在水平地带系列中还间布有一定面积的沼泽植被、垫状植被，使自然景观呈现出多样性。铁路沿线有万山之祖昆仑山，有旅游名胜玉珠峰、措那湖、雁石坪，唐古拉山南坡喀斯特岩溶地貌天然神奇。青藏铁路建设必须保护沿线植被环境和自然景观不受破坏。

1.4 江湖水源保护问题

青藏高原是中国和南亚地区的“江河源”，长江、黄河、雅鲁藏布江等大江大河均发源于此，高原湖泊星罗棋布。青藏铁路跨越柴达木内河、长江、扎加藏布河及怒江、雅鲁藏布江等五大水系，线路沿措那湖岸边穿行20多公里。青藏铁路建设中确保水源水质不受污染是一项重要任务。

1.5 冻土环境保护问题

青藏高原是世界上中、低纬度海拔最高、面积最大的多年冻土分布区，面积约150万 km²，

占中国多年冻土面积的70%。与高纬度多年冻土相比,青藏高原冻土具有温度高、厚度薄和敏感性强的特点。青藏铁路穿越从昆仑山北麓至安多长达550 km的连续多年冻土区,其中,高温不稳定性和高温极不稳定性冻土地段长度为210 km;多冰、富冰、饱冰冻土和含土冰层路段长达300 km,占多年冻土区总长度的一半以上。另有岛状冻土、深季节冻土分布。除了气候转暖对多年冻土环境的影响外,还存在着人为活动的影响。多年冻土环境变化,将导致高温冻土区的冻土退化,高含冰量冻土地段地表破坏,导致发生热融沉陷等问题。保护冻土环境是建设青藏铁路的关键所在。

1.6 水土保持问题

由于青藏高原特殊的地理和气候条件,生态环境十分敏感、脆弱,物质循环和能量转换过程缓慢,植物种类较少,生长期短,物产量低。唐古拉山以北大部分路段植被稀疏,荒漠化严重,而且在长期低温环境下生长的高寒植物和地表植被,一旦破坏,很难恢复,具有不可逆转性,并会加速冻土融化,引起土壤沙化和水土流失。必须采取切实可行措施,搞好工程防护。唐古拉山以南湿地发育,线路经过湿地,既要确保工程稳定可靠,又要保持湿地水源的联通性,防止湿地萎缩。

2 创建高原冻土铁路环境保护管理新模式

科学发展观的核心是以人为本,明确要求坚持可持续发展,促进人与自然相和谐,实现经济发展和人口、资源、环境相协调,坚持走生产发展、生活富裕、生态良好的文明发展道路,保证一代接一代地永续发展。青藏铁路建设在国家重大基础设施建设中具有举足轻重的地位。切实解决青藏铁路建设面临的一系列环保难题,不以牺牲青藏高原的生态环境为代价,是建设世界一流高原铁路的重要内容。为此,我们吸取国内外工程建设环保经验,结合青藏铁路建设实际,积极探索,勇于实践,努力创造建设高原生态环保型铁路的新模式。

2.1 依法开展环保工作

环境保护是我国的基本国策。我们在青藏铁路建设全过程中,自始至终贯彻中华人民共和国《环境保护法》、《水土保持法》、《野生动物保护法》等环境保护法律法规。确立了“预防为主、保护优先、开发与保护并重”的环保工作方针和“环保设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产”的“三同时”环保工作制度。明确提出了确保江河源水质不受污染,野生动物迁徙不受影响,多年冻土环境、植被和湿地环境、铁路两侧景观不受破坏,努力建设具有高原特色的生态环保型铁路的环境保护总目标。根据《全国生态环境建设规划》和《全国生态环境保护纲要》,切实做好环境影响评价工作,开工之前就针对面临的生态环境问题,确定了多项课题,对青藏铁路建设的生态与环境影响进行了科学、严密的论证,组织编写了青藏铁路全线环境评价大纲和青藏铁路格拉段自然保护区野生动物专题报告。组织有关专家和工程技术人员到沿线进行现场调研,多次召开研讨会,广泛听取各方面的意见和建议,由建设和设计单位先后编制了格尔木—唐古拉山段、唐古拉山—拉萨段环境影响报告书(含水土保持方案),经铁道部预审后报国家环保总局和水利部,正式批复后组织实施,指导青藏铁路建设环境保护和水土保持工作依法开展,规范运行。按照国家有关法规、环境评价技术规范和青藏铁路建设环保工作总体目标,用生态环境

评价结果指导设计、施工和环境管理,深入开展研究和实地考察,分析了铁路工程可能对自然保护区生态环境造成的影响,制定了青藏铁路全线工程环保对策,提出了缓解对自然保护区环境影响的方案和措施,有效地保护了铁路两侧自然保护区生态系统的完整性。

2.2 增强全员环保意识

让全体建设者参与环保是宪法赋予的权利,是现代文明的体现。保护环境,实现人与自然相融、共同持续发展的长远目标,人人有责。我们在青藏铁路建设中,把增强全员环保意识作为重要一环来抓,不断强化全员环保教育,确立可持续发展思想,使全体参建人员自觉保护生态环境。我们编印了《青藏铁路施工期管理人员环保手册》、《青藏铁路施工期施工人员环保手册》等资料,发放到全体参建人员,普及环保知识。坚持对施工人员进行环保专业技术培训,共举办40多次培训班,培训各类人员4300多名。通过培训教育,使参建人员明确了环保工作目标,熟知环保工作要求,为在施工中落实环保措施奠定了坚实的群众基础。广泛开展环保宣传活动,使全体参建人员树立生态文明观、生态伦理观、生态平衡观和生态安全观。在生活营地和施工场地竖立了500多块环保宣传标语牌,诸如“科学施工珍爱生态环境”、“爱护高原每寸绿地”、“珍爱野生动物、呵护高原生态”等,大力营造人人关心环保、人人参与环保、自觉保护环境的良好氛围,把珍爱青藏高原一山一水、一草一木的要求变为广大参建人员的自觉行动。广大建设者自觉履行保护生态环境的义务,保护江河源水质,不向江河源流中排放污水、倾倒垃圾;自觉维护生态多样性,不捕杀国家明令禁止的野生动物。分布在可可西里的国家濒危一级保护动物藏羚羊,每年6~7月都集结成群,长途跋涉前往卓乃湖、太阳湖等地产仔。为确保藏羚羊顺利通过,前去繁衍生息,施工人员和施工机械撤离工地,拔掉让藏羚羊警觉和恐怖的彩旗,主动停工让道。有的单位精心养护受伤的藏羚羊,康复后放归大自然,最大程度地保证了铁路沿线野生动物的正常活动,使“保护环境,从我做起”较好地落到了实处。

2.3 创新环保管理制度

做好高原铁路建设环保工作,没有现成经验可资借鉴,必须大胆创新,建立符合青藏高原环境特点的环保管理制度,探索具有青藏铁路建设特色的环保之路。我们在中国铁路建设史上首次建立了全线环保监理制度,由青藏铁路建设总指挥部委托第三方对全线环境保护进行全过程监控。监理内容包括施工期“三同时”落实情况、各种固体废弃物处置、废水污水处理、保护野生动物、环境质量事故处理、参与阶段性环保验收和群众投诉反映污染情况等,环保监理按照规范要求执行环境影响评价制度,严格管理全线环保设施运行,检查排污许可证申报与审批,报告环保监理工作,持证上岗,公开行为规范、工作制度、工作程序、违规处罚和执行情况,接受社会各方面监督,及时处理违规行为。青藏铁路全线推行环保监理制度受到国家环保总局的高度关注,已专门下发文件,在全国部分重点工程建设项目中推广运用。

建立了由青藏铁路建设总指挥部统一领导、施工单位具体落实并承担责任、工程监理单位负责施工环保工作日常监理、专职环保监理实施全面监控的“四位一体”环保管理体系。提出“质量环保双优”目标要求,把环保工作纳入“建功立业劳动竞赛”和“优质工程”评定范围。依法制定《青藏铁路建设施工期环境保护管理办法》,建立了环保工作记录、环保措施审查、环保监理和检查、临时工程核对优化、施工期和运营期污水防治、环境综合整治与定量考核、环保奖

惩、环保目标责任追究、总结环保经验和先进工法等一整套环保管理制度和措施。做到环保制度健全,环保措施严格,环保责任到位,环保管理科学、机构人员到位。青海省和西藏自治区环保部门与青藏铁路建设总指挥部及参建单位签订环境保护责任书。严格执行这些环保管理制度和措施,对做好重大工程建设环境保护工作发挥了积极作用。

2.4 强化环保工程设计

搞好环保工程设计,从源头上把关,是把青藏铁路建设对生态环境的影响降到最低程度首要前提。我们在保护多年冻土环境方面,针对沿线不同特点冻土,开展科研试验,工程设计中采用了片石气冷路基、碎石护坡、片石护道、热棒路基等工程措施。在保护野生动物方面,开展优化线路设计,尽量避开野生动物栖息、活动的重点区域,减缓了对保护区的切割和完整性影响,尽量减少对自然保护区的干扰。对动物通道形式进行了优化设计。藏羚羊、藏原羚等中小型动物的桥下通道净高应大于3 m,藏野驴、野牦牛等大型动物的桥下通道净高应大于4 m,高寒草原草甸动物群通过的路基缓坡通道坡度小于 35° ,最大程度地保证铁路沿线野生动物的正常活动。在保护沿线自然景观方面,对全线295处取弃土场和砂石料场逐个进行现场核对和优化设计,共优化238处。取土场、砂石料场设置在距线路500 m以外偏僻处,尽量相对集中。在保护江河湖泊方面,对特别重要工点进行专项环保设计。专门编制了江河源、措那湖和拉萨河大桥等重点路段施工专项环保设计篇章。优化沿线车站站房设计,努力做到一站一景,使沿线车站成为新的景观。

2.5 加强环保监督检查

把环保监督检查融入青藏铁路工程建设全过程,可为建设高原生态环保型铁路保驾护航提供有力保障。国家环保总局和铁道部联合下发了《关于加强青藏铁路建设生态环境监督管理工作的通知》,对施工期内的环境保护和监督检查工作做出了专门部署。国家环保总局、国土资源部、水利部、国家林业局等有关行政主管部门多次派出检查组检查施工中各项环保措施落实情况,肯定成绩,提出问题,指导改进,一旦发现违反环境保护规定的行为,即予以严厉处罚。铁道部依法行使环保检查职能,经常开展环保执法检查,检查内容包括完善环保制度和措施,保护高寒植被、冻土环境、野生动物、江河源头和湿地,避免施工引起水源区沙化、湿地萎缩、草地退化和水质污染,防止土壤侵蚀等,及时解决发现的环保问题。青藏铁路建设总指挥部设立了环保部门,配备了专(兼)职环保工作人员,组织专家咨询评议会,定期对工程设计质量和生态环保工作方案进行评估,在全线公布举报电话,公开环保信息,随时受理环保投诉,接受各方面环保监督。各施工单位进行环保自检自查,已完工地段组织开展内部环保验收工作,保证环保措施落到实处。一些施工单位还设置了生态环境保护监管员,负责施工现场沿线的生态保护工作。青海省和西藏自治区环保部门设立了青藏铁路环保行政监察办公室,定期监察全线环保工作,及时纠正了违规现象,确保了环保工作规范运作。加强环境监测是开展环保监督检查的重要内容。为了准确、及时、全面地反映铁路沿线环境保护工作的质量现状及其变化趋势,我们运用采样技术、测试技术和数据处理技术,对影响环境质量各种因素的代表值进行测定,对发现的环保问题及时调查处理,保证定点、抽样监测规范,公布监测结果真实可靠。委托青海省和西藏自治区环保局对格尔木河、楚玛尔河、沱沱河、通天河、联通河、拉萨河等河流水质进行监测,在全路开创了工

程建设委托第三方监测水质的先例。2005 年国家审计署对青藏铁路环境保护工作进行了专项审计, 给予充分肯定, 对进一步提高青藏铁路建设环境保护管理水平, 起到了很大的促进作用。

2.6 狠抓环保科研攻关

搞好青藏铁路建设的环境保护, 离不开科学技术的有力支撑。为破解环保难题, 我们组织国内各方面环保科研力量, 与建设、设计、施工单位一起开展环保科研攻关和环保工艺创新。从青藏铁路建设立项开始, 对沿线自然保护区、珍稀野生动物、生物多样性和多年冻土环境现状进行了 8 次大规模现场调研、踏勘和采样。设计阶段开展了青藏铁路格拉段“环境影响评价总体设想”、“主要环境敏感问题”和“设计、施工期的环境保护方案”等 6 个专题的科学研究, 编制了“青藏铁路格拉段自然保护区野生动物专题报告”。施工阶段开展了“野生动物通道适应性以及通道功能评价”、“铁路隔离带对野生动物生存环境选择和遗传多样性的影响”、“青藏铁路高寒植被恢复与再造试验”等课题研究。大力开展环保工艺创新, 总结推广路基边坡、水沟和取土场植草等先进工法。中铁十四局集团公司在进行科技攻关的 14 个施工工艺难题中, 涉及环保施工的就占了一半。用取得的大量科研试验成果指导青藏铁路建设的环保设计和施工, 在攻克“生态脆弱”难题中起到了重大作用。

3 青藏铁路建设环保工作的主要成果

3.1 保持了自然保护区的整体功能

青藏铁路经过可可西里和三江源自然保护区。铁道部提出了调整铁路沿线自然保护区功能的建议, 即将铁路西侧一定范围内的缓冲区, 调整为实验区。经国家林业局和青海省人民政府批准, 同意将可可西里自然保护区和三江源自然保护区的楚玛尔河—索加野生动物核心保护区, 距铁路西侧最近的 2 km 范围的缓冲区, 调整为实验区。这就完善了自然保护区功能区的划分, 维护了自然保护区的完整性。

3.2 实现了高海拔植被有效保护

植被难以生长的路段保留施工范围内路基和施工车辆所经处的地表植被, 逐段移植, 将其连同腐植土易地假植保存, 待路基成型后, 再覆盖到已完成的路基边坡或施工场地表面, 使地表植被的损失减少到最小程度。对自然条件稍好的当雄、沱沱河、安多等地段选择 3 种不同类型植被区, 精选适合高寒环境的高原草种, 辅以适合的喷播、覆膜等播种繁育培育技术, 进行人工路基边坡植草试验和植被恢复试验, 进行植被再造, 尽最大努力恢复地表植被。试验总面积近 3 万 m^2 均获成功, 开创了世界高原、高寒地区人工植草试验成功的先例。我们及时把研究成果总结成草皮移植工法和人工植草工法, 在全线有条件的区段进行推广。唐古拉山以南安多—拉萨段路基两侧已形成了“绿色长廊”。严格划定施工范围和人员、车辆行走路线, 防止对施工范围之外区域的植被和地表覆盖层造成碾压和破坏。

3.3 保证了野生动物迁徙不受影响

铁路选线尽量避开野生动物栖息、活动的重点区域, 西藏段工程绕避了林周彭波黑颈鹤自然保护区。对于经过可可西里、三江源等自然保护区的线路进行了多方案比选, 尽量走在青藏公路东侧, 减少对自然保护区的影响。组织国内专家研究野生动物保护问题, 深入调查沿线野生动物

分布习性和迁徙规律,结合自然条件在远离站场的路段设置了桥下、隧顶和路基缓坡平交等三种形式的野生动物通道共 33 处。对于习惯在高山裸岩、高山草甸地区活动的高山山地动物群(如盘羊、岩羊、白唇鹿等),设置上方动物通道;对于习惯在平缓地区活动的高寒草原草甸动物群(如藏羚羊、藏原羚等),设置桥梁下方通道或缓坡平交通道;对于沼泽湿地动物群和野生动物种群复杂的区段,综合设置复合式动物通道。这在我国重大工程项目中尚属首例。国内专家学者对此看法不一,有的专家认为野生动物不会从铁路桥下通过,有的专家则认为野生动物对新的迁徙环境也有适应性。通过开展野生动物穿越动物通道诱导试验研究和现场监测,表明野生动物能够逐步适应新的迁徙环境。据现场监测报告,2004 年仅从可可西里五北大桥这一处动物通道经过的藏羚羊就有 4 000 多只,证明青藏铁路设置野生动物通道可行、有效。

3.4 做到了江河湖泊不受污染

贯彻“防、治、管”三结合方针的综合措施,控制江河湖泊水源不受污染。将河滩采砂产生的含砂废水排入泥砂沉淀池,泥砂沉淀后再排入河流;对施工营地产生的污水进行简易污水池处理;把桥梁基础施工及混凝土拌合站产生的冲洗泥浆废水用静置沉淀法进行固液分离,分离出的水用于喷洒施工场地或便道降尘;保证了使施工、生活产生的废水污水在排入水体环境之前达到国家规定的排放标准,避免因施工引起水源区沙化和水质污染。施工单位在 20 多公里措那湖沿湖路段,用 13 万条装满砂石的编织袋垒成护堤,有效防止施工泥沙入湖。在拉萨河特大桥施工中,施工单位采取严格的环保措施,采用旋挖钻机干法成孔,防止泥浆污染拉萨河水。施工固体废物和营地生活垃圾分类收集,不可降解成分运至环保条件允许的地点集中处理。建立污水处理设施,沱沱河站污水处理必须达到国家规定的生活用水水源水质标准,其他车站污水处理达标后将用于车站范围内的绿化,不直接排入地表水体,有效合理的利用了水资源。旅客列车采用封闭式车体,车上粪便收集、垃圾装袋,运至高原下交车站集中处理。尽量减少车站的设置,建成后的沿线车站取暖使用以电能、太阳能、风能为主的环保型能源。尽量采用远程自动化控制,机械化维修,减少高原上的组织机构和人员,最大限度地防止人群活动造成次生环境影响。

3.5 确保了湿地环境、冻土环境和自然景观不受破坏

湿地被称之为高原肾脏,是调节地区温度和湿度的重要生态因素。为了最大限度地保护湿地环境,我们尽量减少在湿地区域修筑路基的长度,采取“以桥代路”、“涵洞改桥梁”和路基段增加涵洞设置等措施,有效保持了青藏铁路沿线湿地地下水的联通性。对湿地区域工程表土和植被均采取异地移植和有效养护,施工结束时回铺恢复。在开心岭 2 号大桥湿地桥梁施工中,将施工破土地表草皮移植养护用于桩基础周围植被恢复;在西藏羌塘草原古露车站施工时,在原湿地旁植被稀疏处挖掘出与湿地等高的洼地,引入湿地原水,把原湿地牧草连根挖出半米深植入洼地内,再造出 8 万 m^2 “人工湿地”;在措那湖路段施工中,施工单位共移植草皮 9 万多平方米,较好地保护了湿地的生态环境。

高原寒区冻土环境极其脆弱,一旦破坏,相当长时期内极难恢复,甚至根本无法完全恢复。为了有效保护冻土环境,我们确立了“主动降温、冷却地基、保护冻土”的设计思想,在不断探索和实践实现了“对冻土环境分析由静态转变为动态,对冻土保护由被动保温转变为主动降温,对冻土治理由单一措施转变为多管齐下、综合施治”的“三大转变”。结合青藏铁路多年冻

土试验工程研究,采用了能够保证铁路沿线冻土路基稳定性的片石气冷路基、碎石(片石)护坡或护道、通风管路基、热棒等技术,对高温极不稳定等特别复杂的多年冻土地段采用桥梁通过措施,为全线的设计、施工和运营、维修奠定了良好基础。

为保护铁路沿线自然景观,取消在玉珠峰、措那湖等风景区内不符合景观要求的取土场、砂石料场;对已完工地段及时做好线路两侧施工场地、营地、便道、取弃土场、砂石料场及邻近区域的地表恢复,清除施工痕迹;全力保护沿线自然遗迹、人文遗迹、风景名胜,主动修复藏北八塔、天葬台等铁路沿线人文景观;集资修建沱沱河长江源风景区,使青藏铁路与人文环境达到和谐统一,许多地段已成为弘扬藏民族文化的靓丽风景,受到青海省和西藏自治区人民及社会各界的高度赞扬。

3.6 防止了铁路沿线水土流失

认真落实《水土保持法》,采取有效措施防止铁路沿线水土流失。对宜于植草地段的路基边坡大量采用草皮防护。南山口—昆仑山不宜于植草的地段采用干砌片石或混凝土预制块方格型骨架护坡进行防护,或采用挂网喷射混凝土防护。半固定沙丘和风沙流地段,在路基两侧设了石方格或土工格栅。楚玛尔河、沱沱河以及唐古拉山越岭地区河流地段的线路,基础除满足抗冲刷要求外,边坡采用了干砌片石或混凝土块防护。沿线高路堤、深路堑地段设置了加筋墙,隧道施工弃渣采用了挡渣墙工程。施工中不断优化各类施工场地,严格控制破土面积。由国土、环保、水利行政主管部门和建设、设计、监理、施工各有关部门联合确定施工人员和车辆便道的行走路线;按指定范围施工,划定用地范围,明确用地数量以及沿线营地、施工便道、取弃土场与铁路路基的合理设置间距,尽量缩小营地设置、人员设备进场、施工便道开设、采石、取土场、路堑开挖等施工活动工作面,力求做好水土保持。措那湖路段桥梁基础施工和路基施工产生的淤泥、废渣统一堆置在远离措那湖的取土坑内并进行平整,防止了对措那湖地段水土保持产生影响。

4 结 论

青藏高原环境敏感、脆弱,在高原修建铁路面临着自然保护区及江河源头区环境保护、珍稀野生动物栖息环境及高原植被保护、高原冻土及高寒湿地环境保护、水土流失控制及高原景观在保护等一系列重大难题,建设开发与环境保护的矛盾突出。在青藏铁路建设中,高度重视、深入调研、科学论证,严格依法组织了工程的环境影响评价,提出了工程建设环境保护总体目标,制定了对策措施,落实了环保工程设计,通过加强宣传教育、创新管理体制、加强监督检查,依靠科技攻关,较好地完成了各项环境保护任务,减少了对珍稀野生动物和高原植被影响,防止了江河源头污染,保护了湿地和冻土环境,控制了水土流失,实现了大规模工程建设和生态环境保护的和谐统一,为建设一条高原生态环保型铁路做出了有益的探索。