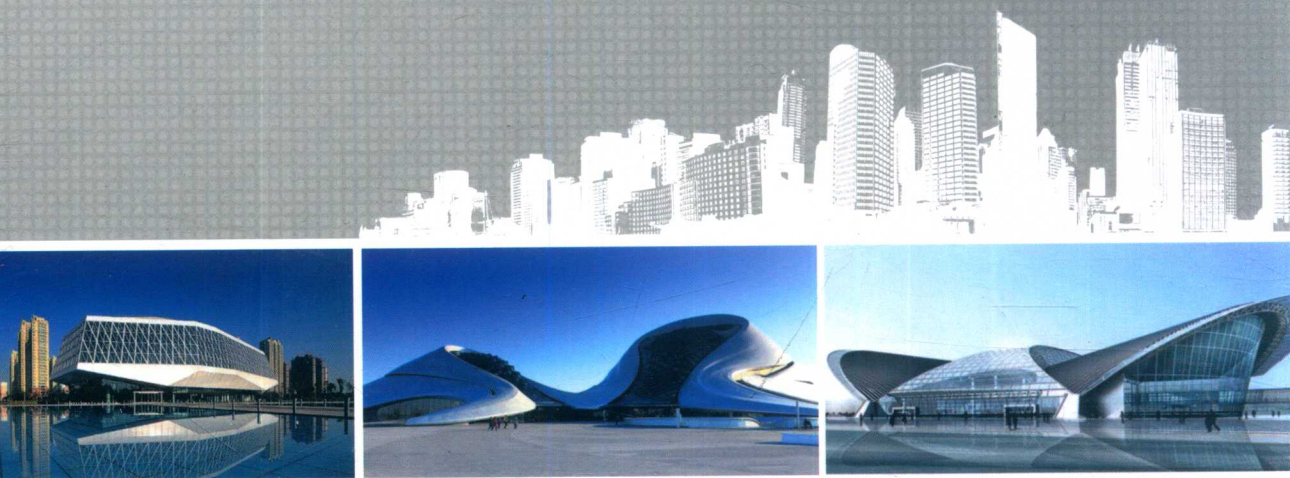


第四届全国高校土木工程专业 大学生论坛成果与论文集

邹超英 邵永松 主编 



哈尔滨工业大学出版社
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

第四届全国高校土木工程专业 大学生论坛成果与论文集

邹超英 邵永松 主编

哈尔滨工业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

第四届全国高校土木工程专业大学生论坛成果与论文集/邹超英, 邵永松主编. —哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社, 2018. 1

ISBN 978-7-5603-7059-0

I. ①第… II. ①邹…②邵… III. ①土木工程-文集
IV. ①TU-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 282924 号

策划编辑 王桂芝
责任编辑 张 瑞 庞 雪 宗 敏 张艳丽
出版发行 哈尔滨工业大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区复华四道街 10 号 邮编 150006
传 真 0451-86414749
网 址 <http://hitpress.hit.edu.cn>
印 刷 哈尔滨市工大节能印刷厂
开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 24.25 字数 590 千字
版 次 2018 年 1 月第 1 版 2018 年 1 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5603-7059-0
定 价 180.00 元

(如因印装质量问题影响阅读,我社负责调换)

前 言

全国高校土木工程专业大学生论坛是由住房和城乡建设部全国高等学校土木工程学科专业指导委员会主办的一项旨在提高大学生创新能力的交流会。通过创建论坛为大学生提供一个轻松愉快、青春洋溢的交流平台,用以展示大学生对土木工程行业发展的新见解、新措施和新方法以及所取得的成绩。本次论坛通过名师讲座、论文交流、成果展示和趣味竞赛等多种活动,培养和激发学生对所学专业的认识、工程问题的理解、“一带一路”国家顶级战略对土木工程行业发展方向影响的关注,旨在塑造全面发展、勇于创新、面向未来的新一代土木工程技术人才。全国高校土木工程专业大学生论坛每两年举办一次,本届论坛于2016年8月在哈尔滨工业大学召开。

新时期下,国家先后提出创建“丝绸之路经济带”和“21世纪海上丝绸之路”的国家顶级战略,这对土木工程行业提出了新的要求与挑战。目前,土木工程行业正在呈现出结构安全性与耐久性要求提高、工程建设标准规范体制改革、土木工程计算机技术快速发展、材料科学与工程日新月异、现代高层建筑结构和大跨空间钢结构进展迅猛等发展势头。信息技术、生态技术、可持续发展理念等新技术、新理念与土木工程的有机结合,使土木工程本身正在成为众多新技术的复合载体。本届论坛以“面向‘一带一路’的土木工程机遇与挑战”为主题,主要环节包括:展示社会热点与土木工程专业发展为主的专家报告,培养大学生创新精神的分组交流和实践成果展示,提升合作精神和动手能力的趣味竞赛以及增强工程项目体验的参观等环节。

此次论坛共收到来自哈尔滨工业大学、同济大学、清华大学、大连理工大学、浙江大学、北京建筑大学、华南理工大学和中国矿业大学等高校学生提交的60余篇学术论文,经专家评审,此次论坛共评选出30余篇优秀论文。现以《第四届全国高校土木工程专业大学生论坛成果与论文集》的形式正式出版。共有来自28所高校的120余名师生参加了本次论坛。

本书由邹超英、邵永松任主编,魏小坤、汪鸿山、李翔任副主编,参编人员包括孙毅仑、杨康康、孙洋鑫等。

希望本书的出版能够对培养和激发新一代的土木工程技术人才,加快推广土木工程行业新技术和新理论在“一带一路”国家顶级战略中的应用,促进我国土木工程行业的发展有所贡献。同时,向所有参加本次全国高校土木工程专业大学生论坛的同学表示热烈的欢迎,向所有为此次论坛付出辛勤劳动的专家、老师们表示由衷的感谢!

编 者
2016年8月

第四届全国高校土木工程专业大学生论坛 组织机构

■主办单位 住房和城乡建设部全国高等土木工程学科专业指导委员会

■承办单位 哈尔滨工业大学

■指导委员会

主任委员 李国强(同济大学)

副主任委员 叶列平(清华大学)

李爱群(东南大学)

邹超英(哈尔滨工业大学)

郑健龙(长沙理工大学)

委员(按姓氏笔画顺序):

于江(新疆大学)

王湛(华南理工大学)

王立忠(浙江大学)

王起才(兰州交通大学)

白国良(西安建筑科技大学)

刘伯权(长安大学)

孙利民(同济大学)

朱彦鹏(兰州理工大学)

李宏男(大连理工大学)

张雁(中国土木工程学会)

余志武(中南大学)

周志祥(重庆交通大学)

赵艳林(桂林理工大学)

徐岳(长安大学)

高波(西南交通大学)

靖洪文(中国矿业大学)

薛素铎(北京工业大学)

于安林(苏州科技学院)

王燕(青岛理工大学)

王宗林(哈尔滨工业大学)

方志(湖南大学)

关翌(郑州大学)

孙伟民(南京工业大学)

朱宏平(华中科技大学)

吴徽(北京建筑工程学院)

祁皑(福州大学)

杨杨(浙江工业大学)

周学军(山东建筑大学)

岳祖润(石家庄铁道学院)

姜忻良(天津大学)

徐礼华(武汉大学)

曹平周(河海大学)

熊峰(四川大学)

魏庆朝(北京交通大学)

■组织委员会

主席:丁雪梅 哈尔滨工业大学副校长

张洪涛 哈尔滨工业大学党委副书记、副校长

副主席:沈毅 哈尔滨工业大学本科生院常务副院长

齐晶瑶 哈尔滨工业大学本科生院副院长、教务处处长

范峰 哈尔滨工业大学土木工程学院院长

黄陆军 哈尔滨工业大学团委书记

委员:

吕大刚 王玉银 关新春 魏小坤 武岳 邵永松 郭兰慧 李素超

严佳川 张清文 耿悦 张瑀 马会环 汪鸿山 卢姗姗

目 录

一、土木工程与“一带一路”

- “一带一路”背景下土木工程施工质量控制 刘 铂(1)
- “丝绸之路经济带”上公路防沙工程设计浅析 杨高健(5)

二、结构与试验技术应用

- 平面二维应力测量系统在工程上的应用 杨佳琦(11)
- 不同倾角裂隙巴西圆盘力学特性试验研究 李二强 刘 恺 李剑等(15)
- 基于交互式遗传算法的平面桁架结构形态探索 胡佳丽 张诗雨 聂鹏博等(23)
- 基于粒子群-力密度算法的张拉整体结构找形研究 沈 圣 伍 艺 李乐天等(33)
- 碳纳米管加强混凝土柱抗侧性能试验研究 林 航 苏 航 梁云鹏(43)
- 基于机构原理的单边紧固螺栓设计与开发研究 郑宏伟 陈珂璠 李宇晗等(54)
- 防屈曲支撑装配式混凝土结构设计与建造研究 赵 鹏 李文静 王紫玫等(63)
- 甘肃渭源灞陵桥的构造与力学特性分析 田哲侃 王泽文 马 迪(74)
- 高矮建筑间风环境的风洞试验研究 戴伟顺 温作鹏 林天帆等(81)

三、土木工程防震减灾

- TLD 水箱动力响应数值模拟及抗震性能分析 王 琛 许国山 侯佑夫等(92)
- 基于 BP 神经网络的洪灾损失预测 客博伟 李 超 赵宇蒙(98)
- 基于智能手机的结构健康云监测系统开发 张 宽 裴熠麟 蔡恩健等(111)
- 一种新型螺栓连接状态监测装置设计 裴熠麟 蔡恩健 张 宽等(117)
- 建筑结构抗爆设防的探讨——以广东科学中心为例 马晓宇 李 卓 徐佳欣等(126)
- 新型复合式三向智能隔震支座的理论设计与分析 蔡恩健 裴熠麟 张 宽等(136)
- 基于实测数据的长周期地震动反应谱特征研究 陈志伟 沈明明 张 腾等(149)
- 不同地貌下高层建筑风驱雨分布特性数值研究 李睿秋 金 伟 胡正生(155)

四、新型土木工程材料与建筑设备

- 仿生自愈性沥青混合料的开发及路用性能研究 王恒毅 彭 嫣 王颖翔等(161)
- 热活化煤矸石作为水泥掺和料的试验研究 张长清 周 雯 于同生等(168)
- 3D 打印技术应用于土木工程领域的机遇与挑战 贺文涛 付 果 胡伟业(174)

生态控温彩色沥青混合料开发及性能试验研究 谢聪聪 刘思杨 朱蒙清等(180)

国产 PVA-ECC 材料配合比优化设计及试验研究..... 杨 起 张天宇 吴 玫等(188)

适用于高海拔地区的高黏高弹改性沥青的开发 李 鑫 郁振清 陈辉强等(197)

一种新型树脂透明混凝土的研究与制备 李忠华 张锡朋 焦思雨等(202)

新型玄武岩纤维增强粘塑材料的力学性能及应用前景探析 任逸哲 俞 涛 顾悦言等(211)

自密实混凝土的配合比特征与硬化后的性能优缺点 赵一锦(220)

以建筑垃圾为骨料的新型生态多孔混凝土的研究与应用 董贻晨 郭紫薇 詹达富等(225)

超轻泡沫混凝土的试验研究 刘佳睿 徐可睿 郭鸣谦等(234)

五、现代施工技术与工程管理

RPC 应用于永久模板的分析与思考 林燕姿 杨医博 杨凯越等(240)

超高性能混凝土永久模板模型柱试验研究 吴志浩 杨医博 杨凯越等(247)

约束浆锚钢筋搭接连接性能试验研究 张宪松 姜洪斌 翟希梅(255)

工程项目风险评价与管理控制研究 李 涛(264)

大型钢桁架提升吊点优化的最小势能原理及应用 毕雨田 范小春(272)

六、道桥设计与交通管理

高强透水混凝土路面试验研究 彭幸海 李九苏(282)

一种针对潮汐交通车道变道的控制系统 赵晨阳 康俊涛 丁注秋等(292)

基于非接触测量技术的断层隧道模型试验方案研究 万国庆 文云波 黄 峰(300)

基于绿色理念的中小跨径钢混组合桥梁产业链研究 ... 钟以琛 赵 铎 吴庆霖等(308)

斜拉桥合理索力调整与优化研究 常 迪 常新洋 薛继仁(316)

双时滞影响下的桥梁减震半主动控制系统研究 曹雪琴 马 婧 胡思苗(322)

公路下伏溶洞路基填筑技术研究 杨卓栋 何忠明 范海山等(329)

七、地下空间结构

无水砂层盾构施工的渣土改良试验研究 林 鹏 孙旭东 聂鹏博等(336)

近距离双线地铁盾构引起地层变形的模型试验 叶雨秋 徐路畅 蔡忱男等(344)

加筋土挡墙优化设计方法研究 张 彬 刘致浩 杜 涛等(352)

滑坡体稳定性分析及治理方案设计 宋佳豪 钱均益 袁 维(362)

八、土木工程法规与人才培养

“短命建筑”成因及法律规制 潘昱坤 姜 超 姜伟豪等(369)

依托结构设计竞赛,培养大学生创新能力 胡伟业 付 果 贺文涛(375)

一、土木工程与“一带一路”

“一带一路”背景下土木工程施工质量控制

刘 铂

(南京工业大学 土木工程学院,江苏 南京 210000)

摘 要 本文分析了土木工程施工质量方面的问题,得出要想提高对施工工作的管理和质量控制,就必须把握施工企业本身的运转工作流程这一结论。对各个国家的施工工况进行科学分析,构建完善的质量管理控制体系,在此基础上,才能在合作中有效地管理土木工程的施工质量,保障高水平的施工建设。

关键词 土木工程施工;质量控制;国际竞争力指数;“一带一路”

1 引 言

1.1 工程质量的责任制度落实不到位

在土木工程施工管理体制中,企业责任制和设计方案不能紧密连接起来。这种情况出现在土木工程施工中,容易造成在施工方和设计方不能及时沟通时,施工方只能按照设计方案施工,不方便进行调整的情况。如在施工过程中发现问题,需修改原始设计方案的情况,就只能要求其施工单位进行包干,但是这种现象原则上是不能由施工管理人员进行控制的。这样会造成施工单位对施工工程不负责任,为了自身利益而偷工减料,带来安全隐患。

1.2 工程监理质量不高

在土木工程施工中,其工程的监管质量不高会对整个工程的质量产生影响。当下我国主要是对工程验收和工程质量等少数几个方面进行监管,加上整体监管素质得不到相应的提高而导致的管理能力较低,容易造成在土木工程施工中的一些弊端,对工程质量有一定的影响。

1.3 实际操作未按标准进行

我国在土木工程施工质量控制过程中,存在施工质量控制点不科学、不符合工程实际情况的现状,其一方面是由于施工企业技术水平所限制,导致施工企业不能科学地进行施工质量控制点的设置;另一方面也是由于施工企业为了节省设计时间、减少施工质量控制点设置的工作量,而套用一般土木工程施工质量控制点的做法,导致了控制点不能很好地对工程进行控制与管理,影响了施工质量的控制。

2 “一带一路”战略

2.1 “一带一路”战略的背景与内涵

“一带一路”战略的提出主要基于以下两个背景。一方面,“一带一路”旨在推动中国与亚欧等地区的政治、经济和文化合作。2008 年金融危机后,全球经济增速减缓,贸易保护主义抬头,为扭转经济下滑和外贸失衡的局面,压制和孤立中国这一潜在竞争对手,美国推动了“跨太平洋伙伴关系协定(TPP)”和“跨大西洋贸易与投资伙伴协定(TTIP)”的谈判。为应对 TPP 和 TTIP 的挑战,中国通过实施“一带一路”战略来扩展对外开放的新格局。另一方面,改革开放以后,中国区域发展差距不断扩大。其背后的一个原因是之前的区域政策(如西部大开发战略、中部崛起战略、振兴东北等老工业基地战略等)主要侧重于纵向发展,较少强调横向联动。为此,中央试图通过“一带一路”战略促进东西部相互支撑、协调发展,平衡区域间的发展差距。

“一带一路”主要是一种依托大通道的国际经济走廊和一种区域合作方式。“一带”依托中国至欧洲的陆运通道,以沿线中心城市为支撑,重点打造新亚欧大陆桥、中蒙俄、中国-中亚-西亚、中国-中南半岛等国际经济合作走廊;“一路”以重点港口为节点,着重连通中国经印度洋至欧洲及非洲东北部的运输通道(图 1)。从制度设计看,“一带一路”主要涉及贸易、金融、投资、能源、科技、交通和基础设施等 10 多个领域的国际合作,其核心内容是“五通”,即政策沟通、设施联通、贸易畅通、资金融通、民心相通。从具体实施项目看,“一带一路”主要以重点经贸产业园区为合作平台,依托基础设施投资和口岸建设,推动海外投资和国际贸易合作。

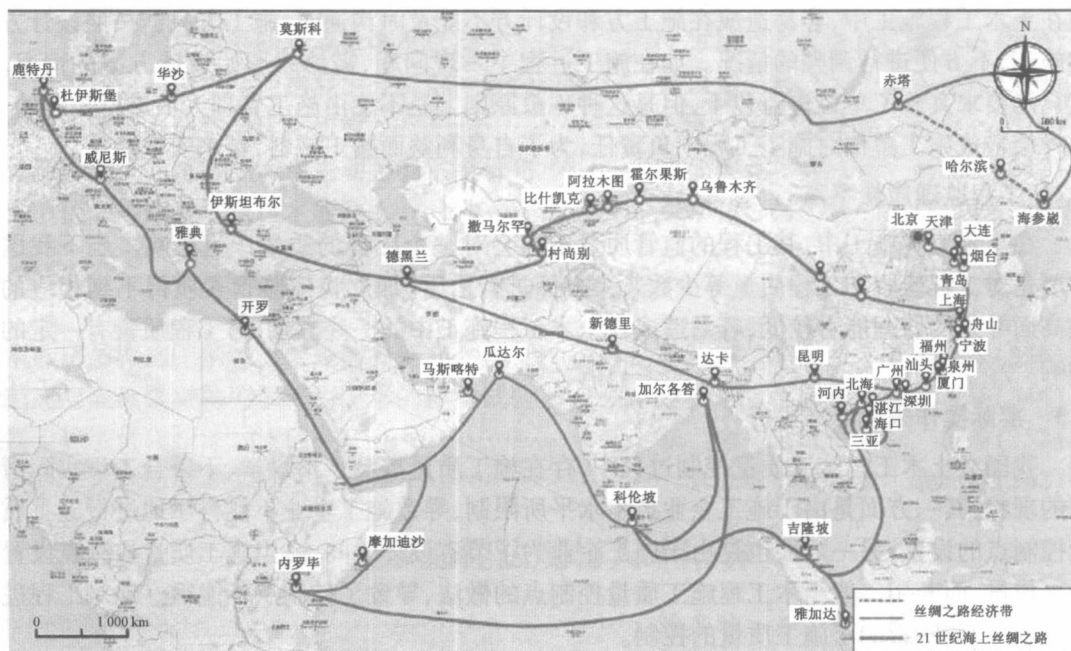


图 1 “一带一路”主体线路及节点示意图

2.2 “一带一路”战略的挑战

“一带一路”部分建设地区,地段偏远、人迹稀少,施工困难程度较大。首先,施工方生活条件非常艰苦;其次,缺乏配套的施工设施;第三,缺乏机器和人力。以巴基斯坦为例,大中型机械的运输和生产所需材料都需要从拉合尔、卡拉奇运到吉尔吉特;第四,施工过程中经常发生自然灾害,包括泥石流、雪崩等,以及恶劣的极端天气。

在南亚,各国的竞争力水平是影响其占领全球市场份额的重要因素。2015~2016年南亚各国竞争力指数见表1。

表1 2015~2016年南亚各国竞争力指数

国 家	总体指数		基本要求	
	排名	分数	排名	分数
印度	55	4.31	80	4.41
巴基斯坦	126	3.45	131	3.37

这份竞争力指数排名表,反映了2015~2016年南亚各国的竞争力水平。其中,印度人口受教育和培训的程度在全球排在第55位,其劳动力的市场效率排在第80位;而巴基斯坦人口受教育的程度和劳动力的市场效率分别排在第126和131位。这反映出劳动者的受教育程度与其生产力直接相关。巴基斯坦虽有大量富余劳动力,但是缺乏高端人才,大量受教育水平低的人口就业困难。由于职业技能低下,难于胜任技术含量高的工作,他们只能从事一些低端的、无技术含量或技术含量很低的工作。劳动者收入很低,所从事的工作也没有发展的潜力。

3 加强土木工程施工质量控制

3.1 完善质量管理体系

对于施工方来说,质量管理体系的建立,可以促进自身质量控制体系的逐步完善。施工方必须在建立质量体系的过程中充分考虑当地的实际情况,并且结合自身的施工管理架构、工程情况、运作流程,避免传统施工质量控制体系不能满足工程实际而造成的质量控制不适应性。通过完善科学质量管理体系,可以促进土木工程施工质量控制的开展,并为土木工程施工奠定良好的质量保障基础。

3.2 加强建筑材料的验收工作

在土木工程施工中,如果施工材料和设备的质量达不到相关标准要求,就会直接影响整个土木工程的质量,并且会带来一系列的问题。所以,在异国选购建材的过程中,要注意其与我国材料标准的差别,根据实际情况来选择。需要严格把控采购标准,拒绝劣质产品进入工程施工现场,并对其进行质量监控,按照相关标准做好质量检测工作。

3.3 规范化施工

土木工程施工规划管理对工程施工质量有着非常大的影响,是现代土木工程施工质量控制与管理的重要工作。当前,因施工规划工作的不规范而造成的工程施工质量问题非常

常见。在施工前,工程施工单位需要对施工现场进行科学的规划,同时对施工材料、设备的存放和设备的养护时间做出合理安排。

4 总 结

土木工程施工质量控制是土木工程施工的重点,同时也是展现我国土木生产能力,国内、国际作业能力,企业高效管理机制的主要方面。在“一带一路”战略机遇下,我国现代土木工程施工企业必须以科学严格的质量控制体系为基础,使用现代质量管理与控制方式提高施工质量,保障土木工程施工质量。对于施工单位来说,想要提高企业在异国的管理能力,就必须了解当地现状、提高相关人员的管理水平,从而有效地提高土木工程施工单位的施工效率和质量。

参考文献

- [1] 喻华. 建设项目全过程工程造价管理和控制的研究[J]. 南通航运职业技术学院学报, 2006(4):43-45.
- [2] 王丰龙,张衔春,杨林川,等. 尺度理论视角下的“一带一路”战略解读[J]. 地理科学, 2016,36(4):502-511.
- [3] 王明,邓冬冬. 探讨提升土木工程施工项目质量管理的对策[J]. 门窗,2013(1):227-229.
- [4] 李宏羽. 土木工程施工中的质量控制分析[J]. 品牌(下半月),2015,4(1):189.

“丝绸之路经济带”上公路防沙 工程设计浅析

杨高健

(华中科技大学 土木工程与力学学院,湖北 武汉 430072)

摘 要 随着“一带一路”发展战略的提出,“丝绸之路经济带”上必将新建数目可观的公路。由于该地区沙漠面积广大,且类型多种多样,导致公路的流沙掩埋问题和路基的风沙侵蚀问题层出不穷,因而迫切需要一套更好的公路防沙固沙方案来保障沙漠公路的正常运营和寿命,继而为“丝绸之路经济带”保驾护航。本文在总结以往公路防沙固沙技术的基础上,尝试自行设计一种综合性防沙固沙工程,并分析不同方案的优缺点与效益高低,对“丝绸之路经济带”上公路的防沙固沙进行了深入的思考。

关键词 道路工程;防沙工程;沙漠公路;综合设计

1 引 言

1.1 自然条件简介

“丝绸之路经济带”是中国与西亚各国之间形成的一个经济合作区域,大致在古丝绸之路范围之上。国内包括陕西、甘肃、青海、宁夏和新疆的西北五省区,重庆、四川、云南和广西的西南四省区市;国外则延伸到一些中亚及南亚国家。其中大部分地区的自然条件相对比较恶劣,主要表现为以下几个方面:

(1)水资源缺乏。

除西南几个省区市之外,“丝绸之路经济带”所经过的地区大多为温带大陆性气候,降水量偏少,多借助天山和青藏高原的冰山融水,且不少地区位于荒漠甚至沙漠区,水资源可以说是极度缺乏。

(2)土地退化和沙漠化程度严重。

目前,“丝绸之路经济带”沿线沙漠面积 500 多万 km^2 。据不完全统计,沙化面积每年增长(1~3)万 km^2 。每年约有 1/3 的农田遭受风沙危害,而因风沙危害造成的直接经济损失约为 300 亿元人民币。

(3)风化侵蚀作用明显。

由于“丝绸之路经济带”大多经过沙漠地区,其昼夜温差大、风力也很大的特点也将大大影响在经济带上的相关交通设施的修建与维护。

1.2 防沙工程分类

常见的沙害主要表现为风沙流对路基边坡和路面等建筑设施的侵蚀,及其携带的流沙

对路面和边坡的压埋。而为了防止这些沙害,主要存在三种类型的防沙方法,分别为工程防沙、化学防沙与生物防沙。现今的防沙工程已经很少采用单一的方法,但这三种方法怎样才能有机而高效地结合还存在着较大的发展空间。

1.2.1 工程防沙

工程防沙是利用风沙的物理特性,通过设置相应的工程措施来防止风沙流与沙丘前移的一种防沙方法。其优点为起效快、能就地取材和建设成本较低,但存在着防护期短、维修工程量大等缺点。工程防沙主要有草方格沙障、柴草类覆盖沙面、防沙网、土类覆盖沙面以及阻沙沙障等几种形式。

1.2.2 化学防沙

顾名思义,化学防沙是采用相应的化学材料来达到防沙目的的一种防沙方法。其优点是收效快、效果较好,缺点主要是材料达不到全部要求。这种方法主要有两种形式:其一为表面固结法,通过化学加固剂在沙面形成薄膜来防沙;其二为渗入法,通过向沙体中渗入化学黏结剂,从而达到防沙目的。

1.2.3 生物防沙

现今生物防沙主要为植物防沙,是减少沙害最根本、最持久的方法。但由于其见效慢,对环境的要求较高,且其初期投入也很高,所以并不能够广泛普及使用。一般是在先采取化学防沙或工程防沙来改善环境之后才能使用。

2 公路防沙工程设计基础

2.1 设计原则

- (1)设计之前应该收集沿线的气候、地质、水文等防沙工程所必须参考的资料。
- (2)公路防沙工程应遵循“以防为主、防重于治的”原则。
- (3)防沙工程设计应该因地制宜,尽量就地取材,且应做到尽量不破坏环境。
- (4)需要兼顾经济效益、社会效益与生态效益。
- (5)防沙工程一定要保证公路在使用年限内能够正常运营。

2.2 设计思路

2.2.1 根据气候地质条件设计

- (1)半干旱的干草原地带。以生物治沙为主,辅以工程治沙。
- (2)干旱的半荒漠地带。采用工程防沙与化学防沙相结合的方法,待环境改善后再进行生物治沙。
- (3)干旱的荒漠地带。大多只采用工程防沙或改进线路的方法。

2.2.2 根据沙害严重程度设计

- (1)轻度沙害。表现为风沙流掏蚀路基、磨蚀路面和公路边积沙。设计时采用阻沙式半裸型防沙体系。
- (2)中度沙害。与轻度沙害相比,区别主要在于,对存在密度在 20% ~ 60% 的沙丘分布需要考虑沙丘前移。设计时采用斑状封闭性防沙体系。
- (3)重度沙害。因为沙丘密度更大,故考虑采用全封闭型防沙体系。

3 具体设计探究

在“丝绸之路经济带”上基本环境虽无较大的差异,但各地区间依然存在许多不同,故在此通过对塔克拉玛干沙漠里设计的一条公路进行相应的探究,并发现相应的优缺点与自身经济效益。

3.1 工程防沙设计

塔克拉玛干沙漠气候恶劣、昼夜温差大,对材料要求高,不宜优先考虑化学防沙;由于水资源不足,仅有一些芨芨草等禾草能存活,也不适宜优先考虑生物治沙,故应先考虑工程防沙。理论上首先考虑采用以半隐蔽草方格固沙沙障与高立式阻沙沙障相结合的工程防沙体系,最外侧采用芦苇或尼龙网做成的阻沙栅栏阻沙;而路基边坡与阻沙栅栏之间的固沙带中,则可通过芨芨草等制作的固沙草方格固沙。由于此处草方格的作用是固沙而非阻沙,故出于经济考虑,需探究草方格是否在饱和之后就要立即除沙。查阅以往案例发现,虽然已经积沙饱和,但因为草方格沙障的固沙能力较强,使得沙障外侧的各种沙粒将以风沙流的形式吹过公路。由于风沙流与沙丘的整体性运动相比弱了很多,故其中沙粒常处于不饱和状态。已经通过试验证实,当路堤高于 0.5 m 时,风沙流在吹过路面时一般不会沉积,而在塔克拉玛干沙漠地区多为中度以上的沙害,故在道路设计时一般不会采用低路堤、低路堑的形式,所以在草方格除沙方面可以延长清理周期来降低经济成本。结合实际情况,可以评定该设计是较为高效且经济的一种设计。工程防沙设计示意图如图 1 所示。

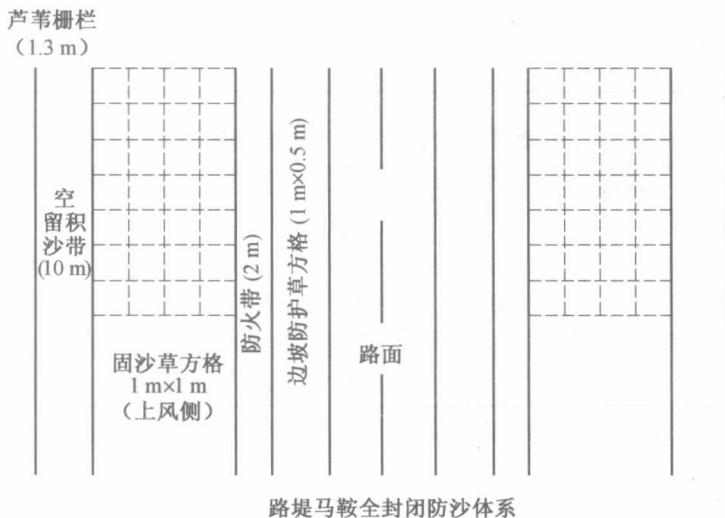


图 1 工程防沙设计示意图

3.2 化学防沙设计

我国从 20 世纪 60 年代起开始化学固沙研究,先后试验了水玻璃液态高效复合材料、聚乙烯醇(PVA)、聚丙烯酰胺(PAM)、LVA、WBS 及乳化沥青、乳化原油等固沙剂,但至今绝大多数材料都没能被真正广泛地使用,最大的问题就是这些材料不是价格比较昂贵就是效果不好,或对环境污染较大。当前世界各国应用化学固沙最广泛的材料为乳化沥青。考虑到

塔克拉玛干沙漠严酷的环境和极大的昼夜温差,冻融循环是各种材料固沙时效的重要威胁。在这一威胁下,乳化沥青形成的固结层极易老化、变脆、发硬,最后开裂被风沙掏蚀(包兰铁路沙坡头段风沙危害防治中也证实了,虽然乳化沥青能有效固结流沙,但却并不持久),故决定采用SH 高分子固沙材料。该固沙剂固结速度快,固结层强度较高,固沙效果明显,不污染环境,易于机械化作业。虽然成本较高,但它的固沙时效与乳化沥青相比要长得多,耐候性极强,且化学防沙并非要在全路段都实施,仅仅在一些特殊路段或为生物防沙保留土壤时才会用到,所以与乳化沥青比起来,SH 高分子固沙材料等新型材料更能适应在沙漠中的固沙需要与未来的发展。SH 固化沙体冻融试验情况与 SH 固化沙体人工老化情况分别见表 1、表 2。

表 1 SH 固化沙体冻融试验情况

冻融次数	强度/MPa	强度损失率/%	质量/g	质量损失率/%
0	5.40	0.00	584.00	0.00
1	5.48	-1.48	582.60	0.24
3	5.64	-4.44	582.07	0.33
6	5.93	-9.81	581.43	0.44
8	5.70	-5.56	581.14	0.49
10	5.16	4.44	581.08	0.50
15	5.14	4.81	580.15	0.66
20	4.46	17.40	578.86	0.88

表 2 SH 固化沙体人工老化情况

时间/h	强度/MPa	强度比例/%	质量/g	质量比例/%
0	5.04	100.00	583.10	100.00
100	5.01	99.40	581.50	99.73
200	4.73	94.40	578.10	99.42
300	4.12	87.10	572.30	99.00

注:固化剂理论密度 1.65 g/cm³,固沙剂用量 50 mL(国际上对固沙材料强度的要求一般为 3 MPa)

3.3 生物防沙设计

理论上来说,工程防沙与部分化学防沙就能满足公路防沙的要求,但从长远的角度来看,要想更持久更彻底地解决沙害,还是应适当地进行生物防沙设计。塔克拉玛干沙漠地区除光热资源丰富这一点对植物生长有利外,其他的环境因素基本上均不利于植物生长。针对其干旱、多风、高温、土壤盐碱化和贫瘠等制约植被生长的因素,应当选择以沙生植物为基础的,适合塔克拉玛干沙漠地区公路生物防沙体系的植物种类。因此,在选择植物种类时要特别注意植物的耐盐、耐旱、耐寒、耐高温和耐风蚀沙埋等特性。结合相关的引种试验和调查研究结果发现,在塔克拉玛干沙漠地区公路生物防沙体系中植物的选择应以沙拐枣、柽柳

和梭梭三类灌木树种为主(表3)。

表3 主要树种选择参考表

立地类型	高大沙丘、沙垄区	平缓沙地、低矮沙丘分布区	含有黏土层的沙地	低洼沙地(地下水位小于1.5 m)
固沙	沙拐枣	沙拐枣	柽柳	沙拐枣
	柽柳	枸杞	枸杞	—
	梭梭	梭梭	梭梭	—
绿化带	枸杞	柽柳	沙棘	枸杞
防风	沙拐枣	沙拐枣	柽柳	沙拐枣
	沙棘	—	—	—
阻沙带	柽柳	柽柳	—	柽柳

4 设计结果评估

该综合设计针对塔克拉玛干沙漠的具体情况做出了相应的选择与调整,在保证防沙效果的基础上,综合了设计的长远性和经济性。与20世纪修建的塔克拉玛干公路相比,既借鉴了其方案的优点,如在工程防沙中采用以半隐蔽草方格固沙沙障与高立式阻沙沙障相结合的工程防沙体系;又结合现有的技术做出了一定的改进,如减少草方格除沙次数来降低防沙成本;以及采用SH新型高分子固沙材料来替代乳化沥青材料等。故该综合设计在经济、社会和环境等方面均称得上是一项合格的设计。

5 结 论

在总结以往公路防沙固沙技术的基础上,通过自行尝试设计一项综合性防沙固沙工程,逐渐对“丝绸之路经济带”上的公路防沙固沙有了更深入的了解,也做出了相对较为深入的思考。

可以预见的是,随着“一带一路”战略的继续发展,公路防沙固沙技术必将有着质的突破,尤其是在化学固沙材料上。希望在不久的将来,能够发展出一套完整的沙害处理体系,彻底解决公路的流沙掩埋问题和路基的风沙侵蚀问题,极大地促进工程与环境的和谐可持续发展,为我国的发展做出突出的贡献。

参考文献

- [1] 张建稿. 沙漠公路防沙工程设计浅析[J]. 青海交通科技, 2010, 38(3): 30-31.
- [2] 左合君,董智,魏江生,等. 沙漠地区高速公路工程防沙体系效益分析[J]. 水土保持研究, 2005, 12(6): 222-225.
- [3] 金昌宁,李志农,董治宝,等. 塔克拉玛干沙漠公路固沙措施存在问题研究[J]. 公路交通科技, 2007, 24(5): 1-5.
- [4] 庞国奇. 塔里木沙漠公路防沙设计[J]. 公路, 1998, 43(7): 19-21.
- [5] 铁生年,姜雄,汪长安. 沙漠化防治化学固沙材料研究进展[J]. 科技导报, 2013, 31(Z1): 106-111.

- [6] 王银梅,孙冠平,谌文武,等. SH 固沙剂固化沙体的强度特征[J]. 岩石力学与工程学报, 2003, 22(S2): 2883.
- [7] 丁亮. SH 化学固沙材料固化体的工程性质研究[D]. 兰州:兰州大学, 2004.
- [8] 张淑英. 塔里木沙漠公路沿线不同立地类型风沙土理化性质与植物种选择的研究[D]. 乌鲁木齐:新疆农业大学, 2004.
- [9] 金昌宁,李森,刘健,等. 塔克拉玛干沙漠腹地典型路段沙害调查与分析[J]. 中外公路, 2008, 28(4): 20-24.
- [10] 陈忠达,张登良. 塔克拉玛干风积沙工程特性[J]. 西安公路交通大学学报, 2001, 21(3): 1-4.
- [11] 殷慧梅,王文娟. 对我国沙漠公路现状及设计的初探[J]. 硅谷, 2010(20): 88.