

沙漠地区公路建设成套技术

SHAMO DIQU GONGLU JIANSHE CHENGTAO JISHU

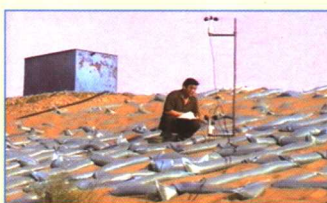
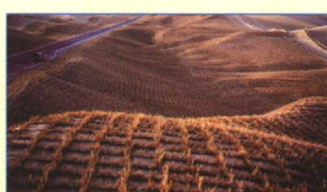
论文集

LUNWENJI

新疆交通科学研究院

内蒙古交通设计研究院 编

西安公路研究所



人民交通出版社

China Communications Press

Shamo Diqu Gonglu Jianshe Chengtao Jishu Yanjiu Lunwenji

沙漠地区公路建设成套技术研究 论文集

新疆交通科学研究院
内蒙古交通设计研究院
西安公路研究所

编



人民交通出版社

内 容 提 要

本书收集了交通部西部交通建设科技项目《沙漠地区公路建设成套技术研究》课题论文50多篇,按路线勘察、路基路面、公路防沙、筑路材料、公路施工、风沙规律与环境6部分进行分类编排,展示了我国近年来沙漠公路建设与科研的最新成果。

图书在版编目(CIP)数据

沙漠地区公路建设成套技术研究论文集/新疆交通科学研究院等编. —北京:人民交通出版社,2006.11
ISBN 7-114-06105-6

I.沙... II.新... III.沙漠-道路工程-文集
IV.U419.91-53

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第088665号

书 名:沙漠地区公路建设成套技术研究论文集

责任编辑:侯素燕

出版发行:人民交通出版社

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址:<http://www.ccpres.com.cn>

销售电话:(010)85285838,85285995

总 经 销:北京中交盛世书刊有限公司

经 销:各地新华书店

印 刷:北京凯通印刷厂

开 本:787×1092 1/16

印 张:20

字 数:505千

版 次:2006年11月第1版

印 次:2006年11月第1次印刷

书 号:ISBN 7-114-06105-6

印 数:0001—1000册

定 价:60.00元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

前言

我国是沙漠分布最多的国家之一,沙漠主要分布在西部的新疆、内蒙、甘肃、青海、宁夏、陕西等省区。随着西部大开发和交通部先后实施 7918 高速公路网、省际通道、农村公路等系列战略建设工程,预计我国西部地区将有数万公里不同等级的公路将穿越沙漠、戈壁和草原地区,这给沙漠地区公路建设带来了前所未有的机遇。这些公路等级高,修筑技术难度大,对建设质量、服务水平和服务功能提出了更高的要求,迫切需要新的沙漠地区公路建设成套技术。

交通部于 2001 年确立《沙漠地区公路建设成套技术研究》为西部交通建设科技项目,并组织新疆、内蒙、陕西等省区和长安大学等 20 多家科研、设计、管理和高校等单位约 200 多名科技人员,对以下 13 个分课题进行了长达 5 年多的系统的技术攻关和全面研究。

- (1) 沙漠地区公路选线及线形参数研究(新疆交通科学研究院);
- (2) 沙漠地区公路路基合理断面形式研究(新疆交通科学研究院);
- (3) 沙漠地区公路路基合理填土高度研究(内蒙古交通设计研究院);
- (4) 沙漠地区公路路基施工及质量控制技术研究(陕西省公路局);
- (5) 沙漠地区公路路面结构设计施工及材料研究(内蒙古交通设计研究院);
- (6) 沙漠地区公路路基边坡设计及其稳定性研究(长安大学);
- (7) 沙漠地区公路边坡防护及防风固沙技术研究(内蒙古交通设计研究院);
- (8) 沙漠地区公路路基压实标准及方法研究(西安公路研究所);
- (9) 风积沙路用性能研究(新疆交通科学研究院);
- (10) 沙漠地区公路养护及沙害处理技术研究(内蒙古交通设计研究院);
- (11) 土工合成材料固沙技术研究(内蒙古伊克联盟公路勘察设计院);
- (12) 风积沙在南疆垦区路基垫层中的应用研究(新疆兵团监理公司);
- (13) 风积沙在盐渍土地地区路用性能的研究与应用(新疆公路规划勘察设计院)。

项目组对国内外有关沙漠研究成果和国内沙漠公路现状调研及观测资料分析后,在总结成功经验及存在问题的基础上,通过室内和现场试验及观测研究以及依托工程应用验证等手段,结合我国公路交通现状和发展趋势,从交通安全、环境保护、景观和谐、资源节约等多个方面系统考虑,针对不同类型沙漠和不同等级公路,综合理论分析和计算及提炼总结,在沙漠地区公路自然区划、设计理念、选线原则、路线线形参数、路基合理断面形式和高度、边坡及稳定性、风积沙工程性能、风积沙路基参数、路面典型结构和材料、土工合成材料等工程固沙技术、路域生态防护和恢复技术、养护和沙害处理技术、施工技术和质量标准、环境景观评价与设计等方面取得了 40 多项技术含量高、实用性强的丰硕成果,有 2 项成果填补了国际沙漠地区公路空白;10 项成果有重大创新;12 项技术有重大突破;2 项成果获省部级科技进步一等奖;2 项成果获得国家实用新型专利。这些成果在陕西、新疆、内蒙等省区的沙漠地区高速公路和其他等级公路中已得到全面应用,取得了显著的经济、社会和环境效益,并具有广泛的实用价值和推广前景。

本论文集收集了项目研究过程中科研人员撰写的 55 篇论文,充分展示了科研人员的聪明

才智和心血,体现了他们勇于实践和大胆创新的拼搏精神,具有较高的理论研究水平与实用参考价值。我们按内容将其分为路线勘察、路基路面、公路防沙、筑路材料、公路施工、风沙规律与环境6个部分,从事公路交通设计、施工、科研、教学、生产、管理等单位及交通相关从业单位的人员,均可从中获得理论和实践技术信息,对广大工程技术人员的学习和了解沙漠公路将起到重要的指导作用。

因时间紧,加之编审经验和水平有限,论文集中的错误和不妥在所难免,望作者和读者见谅。

沙漠地区公路建设成套技术研究项目组

2006年12月于乌鲁木齐

目 次

一、路线勘察篇

沙漠公路路线设计理念和标准掌握	陈晓光	奚元琪	彭世古	席元伟	(1)	
沙漠公路线形参数研究	陈晓光	奚元琪	彭世古	马 磊	陈 杰	(7)
沙漠公路选线原则研究	陈晓光	彭世古	陈 杰	(16)		
沙漠地区公路选线环境气象参数研究 ..	马淑红	陈晓光	罗 静	陈 顺	陈 杰	(24)
地质遥感技术在沙漠公路工程勘察设计中的应用	谢海巍	陈晓光	(34)			
沙漠公路线形和车速之间的关系调查分析	陈晓光	彭世古	陈 杰	(40)		
GPS 技术在沙漠地区公路勘察设计中的应用浅议	谢海巍	陈晓光	(46)			

二、路基路面篇

沙漠地区公路路基横断面阻沙性能研究	刘 涛	陈 杰	张永华	杨三强	(52)		
中国主要沙漠地区风积沙路基设计参数研究	金昌宁	李志农	刘 健	祝 解	(62)		
风积沙路基边坡稳定性计算	折学森	周志军	胡保存		(68)		
沙漠地区公路路基横断面风速空间分布及阻沙性能研究	马淑红	刘 涛	戈 峰	陈 杰	薛 洁	陈顺三	(74)
沙漠地区公路路基横断面经济合理性分析					黄 勇	刘 涛	(84)
沙害对路基高度的影响					袁 媛	刘宽河	(89)
沙漠公路路堤高度与沙埋关系的调查与分析				黄清友	张建栋	童申家	(94)
沙基设计参数研究				王亚军	王海亮	李延华	(97)
新疆兵团垦区公路风积沙路基横断面的确定	袁 铭	宋雪荃	张文刚	汤玉江			(103)
风积沙垫层最大干密度的确定方法及应用效果分析	陈 敏	袁 铭	李世芳	李 新			(107)
风积沙合理填筑厚度及对减薄上部路面结构层的研究	袁 铭	李世芳	宋雪荃	王益桂			(111)
风积沙试验路路表弯沉研究				王立临			(115)

三、公路防沙篇

野外测定风沙流输沙强度的新方法及其工程实践	金昌宁	董治宝	刘 健	张天华	阿米娜	(119)
塔克拉玛干沙漠腹地废弃路段的沙埋情况及分析	金昌宁			张天华	阿米娜	(124)
塔克拉玛干沙漠公路防沙设计有关问题分析				金昌宁	陈 杰	(129)
干旱区路域植被恢复技术研究——以腾格里沙漠月亮湖公路为例 ...				高青枝	罗俊宝	(135)
工程防沙体系风沙危害研究			辛国树	姜海涛	付 玉	(139)
腾格里沙漠月亮湖公路固沙林的效益			罗俊宝	崔 琳	杨福珍	(145)

沙漠公路不同固沙措施防风固沙效益和成本比较研究

..... 董 智 罗俊宝 胡春元 左合君	(151)
沙漠地区路堤周围风速变化对沙害的影响	黄清友 (157)
土工合成材料在沙漠地区道路路基固沙工程中的应用	
..... 张介非 薛 明 黄玉林 温 政 张玲玲	(162)
长中线马兰湖段公路沙害处理技术研究	罗俊宝 田永祯 (170)
沙漠地区公路沙害调查及防治模式	罗俊宝 田永祯 高青枝 (176)
109 国道杭锦旗境内公路沙害治理综合防护体系建立的研究	王亚军 崔 琳 (185)
腾格里沙漠月亮湖公路沙害综合治理体系工程治沙研究初报	崔 琳 (192)

四、筑路材料篇

风积沙的压实机理分析.....	李志勇	梁乃兴	张生辉	(197)
风积沙在极低含水量条件下的压实度测定方法				
.....	金昌宁	李志农	张天华	阿米娜 (204)
风积沙作为路基填料的静力特性研究.....	张生辉	彭 帝	陈忠明	蒋 卫 (209)
风积沙内摩擦角的试验研究.....	胡保存	周志军	折学森	(217)
风积沙路基回弹模量研究.....	韩 森	华 锋	陈忠明	孟庆营
			王新明	彭 帝 (223)
风积沙相对密度的试验研究.....			王益桂	李世芳 (227)
振动台法在风积沙工程特性研究中的应用.....	李世芳	袁 杰	朱学红	宋贤贺 (231)
重复利用风积沙材料力学性能的试验研究.....	李世芳	王益桂	袁 杰	朱学红 (235)

五、公路施工篇

沙漠地区高速公路风积沙路基压实方法研究	张生辉 王新民 陈忠明	(238)
塔克拉玛干沙漠公路修筑技术研究	李志农 金昌宁	(245)
风积沙路基压实合理宽度的研究	王登科 南浩林 陈忠明	(253)
风积沙路基压实度测定方法研究	韩 森 华 锋 孟庆营	(256)
风积沙路基压实度检测方法研究	李志勇 梁乃兴 张生辉	(261)
新疆兵团垦区风积沙碾压技术的研究	李世芳 王益桂	(266)
湿压风积沙可行性研究	王立临	(271)
干压风积沙可行性研究	王立临	(275)

六、风沙规律与环境篇

塔克拉玛干沙漠东南部沙丘横断面风速特征研究	陈顺三	马淑红	薛洁	罗静	吴新国	程华	(278)
塔克拉玛干沙漠若羌一旦末公路大风特征分析	罗静	马淑红	陈顺三	吴新国	程华		(285)
古尔班通古特沙漠明渠风成沙入渠沙量研究		马淑红	王远超	戈峰			(289)
塔克拉玛干沙漠公路上栅栏阻沙作用的定量分析	金昌宁	董治宝	李吉均	陈广庭			(297)
多级关联灰度评价法在沙漠公路综合效益评价中的应用	陈晓光	张碧琴	谢海巍				(305)

沙漠公路路线设计理念和标准掌握

陈晓光¹ 奚元琪² 彭世古¹ 席元伟¹

(1.新疆交通科研院 新疆 乌鲁木齐 830000;2.新疆公路管理局 新疆 乌鲁木齐 830000)

摘 要 本文通过沙漠公路使用现状分析,结合公路发展趋势,从安全、环保、经济等多方面提出沙漠公路设计理念和技術标准的确定及掌握,供设计人员参考。

关键词 沙漠公路 设计理念 技术标准

0 引言

近年来随着我国经济的高速发展,公路建设步伐越来越快,规模越来越大,国家公路网已成一定规模,公路建设逐步从沿海和经济发达的内陆平原区进入到欠发达的中西部山区和辽阔的草原和沙漠地区,沙漠公路修筑技术越来越受到关注。

和内陆不同,沙漠地区由于其远离海洋,深居内陆,自然环境恶劣,气候干旱少雨,植被稀疏、风频沙大,地表形态复杂多样等特征,给沙漠公路的修筑带来了困难。沙漠地区修筑公路和一般地区有很大的差别,主要体现在公路沙害防治、特殊条件下的交通安全和环境保护等。本文结合沙漠特点介绍沙漠公路设计理念和技術标准的掌握。

1 沙漠公路使用状况和设计经验

1.1 沙漠公路路线状况评述

从调查看出我国现有沙漠公路线形总体上是好的,基本适应不同公路等级和沙漠类型,但局部沙漠公路路线也有不足之处。主要问题如下:

(1)沙漠公路路线的优化不够

受严酷自然条件和测设手段及资金的限制,20世纪90年代前测设的沙漠公路,许多都没有充分利用有利地形,线形配合不恰当,路线该绕的未绕,不该碰的硬碰。例如:轮南—民丰沙漠公路局部路段,在K71~K214路段有五处险象横生,成为交通事故多发路段;塔中—且末沙漠公路受同样的限制,路线经通车使用后发现有兩段平面布设不合理,绕长过多,有兩处平面线形比较扭曲不顺。

(2)景观单调多样化不够

我国二、三级沙漠公路路线,长直线多,平曲线少,竖曲线多,致使沙漠公路显得僵直、呆板,与自然风沙地貌地形不够协调,见表1。

另外路线纵断面设计中填方路堤或挖方路堑均使原地貌地形状况受到伤害。因此在沙漠地区尤其流动沙漠地区的公路,睁眼看到的是弯道、上坡下坡以及漫无天际的黄沙,景观非常单调,影响行车安全。

沙漠公路线形状况

表 1

路 线 名 称	平均直线长度 (m)	平均平曲线数量 (个/km)	平均竖曲线数量 (个/km)	竖曲线和平 曲线之比
塔克拉玛干沙漠轮南—民丰沙漠公路	4659	0.21	2.54	12.1
塔中—且末沙漠公路	2776	0.352	2.1	6
内蒙古浑善达克沙漠 G207 线 K70 ~ K130 路段	1390	0.72	2.511	3.5

1.2 沙漠公路路线设计经验

1.2.1 路线线位方面的经验

调查表明沙漠公路线位合理的路段,使用情况良好。走向同主风向交角越接近 90° ,通过路基的气流越不顺畅,越容易产生积沙。选线时路线和主风向应尽量保持小角度相交,再利用有利地形布线,配以防沙措施,一般不积沙或少积沙。

路线通过沙丘迎风坡坡脚或平坦开阔地比较安全有利,该处风速和输沙量都较小,风蚀和沙埋情况较轻;路线通过沙垄顶部和垭口处,由于高大沙丘落沙坡压埋和坡顶强烈风蚀,是产生沙害最严重的部位,对于选线和防沙应重点注意。

对于全面防护的流动沙漠公路选线,应考虑顺应宏观地形地势,对于局部微观地形,不要看得过重,依赖太多,以免影响总体线形。

在风沙地貌特别复杂,路线无法顺应风沙运动方向的情况下,应以宏观总控制方向或路线基本走向为目标,保持路线最短距离,条件许可时导线的偏角不宜过大,保持在 $7^\circ \sim 20^\circ$ 左右。

1.2.2 防沙方面的经验

流动沙漠由于其流动性强,气候极干旱,条件最为恶劣,此区修筑的沙漠公路防沙难度最大,在考虑路线线位和线形利于防沙的同时,两侧需采用全断面固、阻、输综合防沙措施,才能保证公路畅通;在半固定沙漠路线的两侧防沙阻沙措施较少,一般只采用草方格固沙措施;对于固定沙地,雨水和植被情况相对较好,路线两侧一般采用植物和草方格结合的固沙措施,保障公路畅通。

流动沙漠综合防沙体系完整、质量好的路段作用明显,效果良好。远方芦苇等形式的防沙栅栏,可逐渐形成防沙大堤,破坏新月型沙丘和沙垄的快速前移,达到防沙目的。草方格固沙作用抑制了就地和远方沙粒的运动,减少了过路风沙流的输沙量,最后通过输沙断面等措施,使风沙流顺利通过路基,减少了风沙危害。

对于沙源丰富的流动沙漠地区,防沙设施应成体系,形成阻、固、输综合防治系统,防沙工程规模不能过小,单个措施的效果将成倍递减,短期将会被破坏。对沙源丰富,风力较强的半固定沙漠灌丛沙堆区,也要形成综合防沙体系,不使风沙上路,因为风沙一旦上路后,会形成恶性循环,不易清除。

1.2.3 综合布线方面的认识

由于沙漠地貌形态和气候差别很大,所以公路选线和线形设计,应该在充分调查沙源、气象资料、地形地貌、生态环境等资料和分析的基础上,结合各自不同的特点,灵活采用前人总结的经验,改变过去沙漠公路轻预防重治理的观念,防治结合,才能达到预期的效果。

公路路线布设,不仅要考虑线形和沙害的关系,还应考虑交通安全、规划、土地利用、环境

景观、地形地貌、公路等级、施工、运营、防护措施等各个方面,结合不同的沙漠类型和公路工程的特点,做多方案比较,以便取得良好的社会效益和生态环境效益,最终确定有利于风沙流顺畅通过的路线线位和线形。

沙漠公路路线比选时,既要了解路线所在地的风沙地貌地形情况、工程地质情况、经济发展情况,又要具有开阔的视野、科学的思路,还要有科学的方法手段,可结合地形地貌选线、工程地质选线、环境景观选线等方法,综合运用 3S 技术,熟悉相应的技术标准,认真按设计程序办事,在选线过程中,通过多跑、多看、多问、多分析比较,选出最佳路线方案。

1.2.4 景观认识

沙漠景观元素单调,除地貌和少量植被外,河流、人文、色彩等十分贫乏。公路自身长直线多,平曲线少,致使沙漠公路与自然风沙地貌地形难以配合协调,显得僵直、呆板。在今后沙漠公路线形设计中应将周围环境、综合防沙体系等与公路景观设计巧妙结合起来,相互协调配合,使驾驶员视觉环境有缓慢变化的节奏感。尽量减少对自然风景和原地面的破坏,减少因扰动产生的人为风沙危害。

1.2.5 路面及其他

沙漠地区公路路面,有条件时尽量采用稳定、密实、光平的沥青路面。砂砾路面稳定性较差,在行车作用下容易产生车辙,路面上的车辙一旦形成,风沙流很快将车辙填满,经行车作用,与路面砂砾混合,破坏路面,形成沙害。中央分隔带和路缘石、路肩等尽量不要阻碍流沙运动,否则容易形成沙害。

2 沙漠公路设计理念

2.1 沙漠公路设计理念

沙漠公路长距离无人烟,景色单调,风沙危害严重,在设计中应体现以人为本、安全第一的理念;体现环境保护可持续发展的理念;体现顺应宏观地形与自然和谐的理念;体现技术合理资源节约的理念;体现技术指标灵活富有创作意识的理念,通过系统化设计使沙漠公路建设更加合理。

2.1.1 防沙和运营双安全的理念

随着社会的发展和人民生活水平的提高,人们对交通条件已不满足于过去的畅通要求,提出了越来越多的安全、舒适、美观等要求。设计中坚持以人为本的观念,就是要体现对人的关注,体现人性化的要求,满足人们的多方面需求和促进人的全面发展,不断提高人民群众的生活质量和创造良好的生活生产条件。

交通安全关系到人的生命,是人们的首要需求。沙漠公路受风沙危害严重时会导致交通中断;一般遇到沙尘暴时能见度低会导致视距不良;通常路面有浮沙,容易侧滑。同时存在交通量小,车速高;距离长,景观单调;远离城镇,救援困难等很多对安全不利的因素。

在设计中,要同时考虑防沙和行车两方面安全的要求,做到安全选线;既要考虑沙漠公路的自身防沙安全,减少沙害,又要尽量采用良好平纵线形,设置必要的标志,消除公路安全黑点隐患,达到安全运营的目的;在路线方案设计中要将安全放在首位,切实为公路使用者提供安全保障和人性化的服务。

2.1.2 防沙和环保共同受益的理念

环境保护是人类发展的永恒主题,沙漠地区自然条件复杂,环境恶劣,生态系统脆弱,一旦遭到破坏,需要很长时间才能恢复。沙漠公路修筑和运营,特别是在有植被的固定、半固定沙

漠地区修筑公路,不可避免的要破坏原有沙漠的生态环境。为了坚持可持续发展战略,造福子孙,在沙漠公路修筑时,要始终把保护、恢复生态环境放在重要位置,尽量少触动自然生态,一旦破坏要及时恢复,将工程防护与生态防护结合起来,把设计作为改善环境的促进因素,力求在沙漠公路建设中保护环境,在环境保护中得到防沙收益,保持公路畅通。

2.1.3 宏观和谐、微观治理的理念

沙漠地区地形地貌复杂,风沙自然灾害严重,宏观地貌上基本达到了一种自然平衡,在沙漠地区筑路首先要尊重自然,尽量做到路线和自然环境及宏观地貌相适应、相协调,使沙漠公路顺应自然、融入自然。

沙漠地形破碎,平坦沙地和高大沙山差别很大,完全顺地形布线,必然导致不良线形,影响交通安全和快速运营。顺应自然是顺应宏观自然地形,不是随地形变化,随意降低公路线形指标,随弯就弯,要考虑大的地形地势,宏观上合理绕避严重风沙危害等大型地质病害地段,在局部微观上进行病害治理。恰当合理的运用技术指标,保持路线线形均匀、连续。从调查和实验结果表明,与自然地形融合的线位和线形不仅防沙效果好,而且最经济。

路线主线线形、路基断面形式、防护工程、标志标牌等沙漠公路的内部景观,应和自然地形地貌景观及人文景观相协调,保持连续性和节律性,避免突变;同时适当增加经处理的有一定美化作用的宣传、环保等标志,改善沙漠公路单调的自然景观,使公路发展和自然环境相和谐。

2.1.4 资源节约、技术合理的理念

沙漠公路所经地区的地形地貌、环境、路线走廊带等都是不可再生的资源,应通过统筹规划、合理布局、远近结合、综合利用,使这些资源得到充分利用,从而产生最大的社会、经济和生态效益。

充分利用资源,采取因地制宜、从实际出发的思想,根据不同路段的具体情况对技术标准进行适当变化,合理应用。在保证安全和不影响公路使用功能的前提下,有利于环境保护,减少工程量,降低工程造价。

线位从环境保护和土地利用等角度考虑是一种不可浪费的资源,有条件时,采用沙漠公路线形指标应本着适度超前,一次到位的原则。

路线走廊带选择不仅影响到区域发展规划、技术标准、交通吸引能力,还将影响到各种资源的合理开发利用。沙漠公路走廊带中节点较少,应尽量连接,同时应根据路线走廊带内复杂的自然条件对方案进行综合筛选,使方案更加合理。

2.1.5 指标灵活、过渡合理的理念

在沙漠公路设计中技术指标的合理选用十分重要,正确选择运用技术指标不仅影响公路的使用功能、服务水平和造价,而且直接影响到区域的自然环境和运营的安全与顺畅,同时对沙漠地区的可持续发展有着重要影响。

在沙漠地区片面追求高指标会导致高填深挖路基频繁出现,严重破坏沙漠地貌的自然平衡,违背风沙流运动规律,极易造成沙害,同时使高路堤、高边坡增多,工程量增大,工程造价上升,而且对行车安全不利。当然过低的技术指标将会影响道路的使用功能,不利于行车安全。沙漠地区应根据实际地形地貌特点,灵活采用指标,对裸露流动沙漠,环境不敏感区,局部地形受限路段,为提高线形指标,在满足防沙要求的同时,可适当出现较大的填挖,但不宜过大。主要理由是流动沙漠道路两侧一般都需要全断面固、阻、输综合工程防护措施,填挖后边坡放缓防护到位,一般能满足防沙要求;另外风积沙土方施工较容易,造价增加不多。而对于固定和半固定沙漠,则应结合地形、地貌等条件,将环保放在首位,灵活运用指标,避免或减少

大填大挖。

要大胆创新,抓住重点,突出功能实效,合理、灵活地运用技术指标,以安全、环保、经济为目标,重视线形设计,使沙漠公路建设与自然景观达到完美的结合。

3 沙漠地区公路技术标准

3.1 技术标准的确定

公路技术标准的确定涉及因素很广,要符合国家和省级路网规划的要求。国家级主骨架路网占主导地位,技术标准的定位往往要高;而省级及区域级主骨架路网是对国家级路网的补充或完善,一般来讲,这些路网的技术标准要低于国家级路网。沙漠地区路网的密度较低,尤其是主骨架路网更为稀疏,技术标准的拟定应充分考虑这一因素。

沙漠公路按使用任务、功能可分为三种:一是远离经济发展中心区域的公路,这类公路虽连接两个相距较远的重要经济中心,往往是国家主骨架路网的组成部分,但其技术标准相对发达地区的定位是不高的,一般为一级或二级公路;二是连接两条主骨架道路或连接重要油田的沙漠公路,由于主骨架道路承担了主要方向的交通,拟建项目仅起到路网的连接作用,因此这种公路的技术标准也不需过高,一般是二级或三级公路;三是连接一般油田、油井或旅游及兼有旅游性质的沙漠公路,由于公路多位于风景名胜区,过高的技术标准会对自然景观产生不利影响,而较高的车速也不利于游客的观光情绪,一般为三级或四级公路。

沙漠公路技术标准要结合安全、环保、经济等因素进行综合分析,根据在路网中的地位和建设项目资金筹措的方式和数量,从公路的建设需求和国家、地方的财政投入几方面综合考虑技术标准,从定性和定量两方面综合论证其合理性。

3.2 技术标准的选用

正确选择技术标准不仅影响公路的使用功能、服务水平和造价,而且直接影响到区域的自然环境和运营的安全与顺畅,同时对沙漠地区的可持续发展有着重要影响。

在其起始路段可根据干线分流到沙漠公路的交通量的变化、从平原戈壁进入沙漠的地形条件等因素先采用较高的技术标准,进入沙漠腹地之后可采用相对低的技术标准,使拟定的技术标准呈高、中、低变化的态势,逐步改变驾驶员在驾驶操作中的心理活动,以适应沙漠地区复杂的自然环境。

对于沙漠地区公路,技术指标的运用不仅影响公路的使用功能和造价,而且直接影响到区域的自然环境。在具体设计中,往往会出现两种情况,一是片面追求高指标,使得所采用的技术指标远远高于在技术标准条件下的合理技术指标;二是执行标准教条化,不是因地制宜地恰当运用技术指标,而是千方百计地让地形、地质等自然条件适合某一个技术指标。这两种做法的共性问题是都会导致高填深挖路基频繁出现,严重破坏自然平衡的沙漠地貌,违背风沙流运动规律,极易造成沙害,同时使高路堤、高边坡增多,工程量增大,工程造价上升,而且对行车安全不利。更重要的是使得公路与自然环境的协调程度变差,显得呆板、生硬,加剧了对自然环境的破坏程度。当然过低的技术指标将会影响道路的使用功能,不利于行车安全。要避免两个极端,因地制宜选用标准。

3.3 技术指标掌握中需注意的问题

(1)在同一技术标准下,交通量的低限和高限值相差很大,应充分考虑路段的地位和远景交通量的大小及其组成情况,依次按交通量将整个项目划分为若干个设计路段,交通量处于低限、地形条件较复杂的路段,其技术指标不宜过高。

(2)沙漠公路选线前应首先对全线的地形、地貌条件做出全面分析,根据地形地貌特点,结合交通量,将路线划分为若干个设计单元,针对每个单元选用适当的技术指标。

(3)对于地形开阔的不受限路段,应尽量采用较高平纵指标;对于交通量很小,地形条件复杂的受限路段,其技术指标不宜过高。设计中要注意路段之间的连接,技术指标应均衡与连续,做到高、低指标的合理过渡。逐步改变驾驶员在驾驶操作中的心理活动,以适应沙漠地区复杂的自然环境。

(4)线位从环保和土地利用等角度来说是一种不可浪费的资源,有条件时,采用沙漠公路线形指标应本着适度超前、一次到位的原则。

(5)沙漠公路一般等级不高,但调查发现由于交通量小、干扰小等具体情况,沙漠公路上的汽车的实际运行速度往往都超过它的设计车速,因此在沙漠公路设计时,其线形指标应按实际运行速度控制,以提高公路的使用安全性和舒适性。

(6)从交通安全、行车舒适性、环境协调性、快速性、经济性以及有利于防治沙害等几个因素进行分析,得出适合沙漠地区的最佳线形应该是:大半径平曲线、小纵坡、低路堤、较长直线、中浅路堑。这样的线形能保证视野开阔,驾驶者的视线无地形、地物、构造物的阻断,能在有效的视觉范围内清晰辨明前方路线的总体变化情况。

(7)对裸露流动沙漠,环境不敏感区,为提高线形指标,在满足防沙要求的同时,可适当出现较大的填挖,但不宜过大,主要有以下理由:流动沙漠道路两侧一般都需要全断面固、阻、输综合工程防护措施,填挖后只要边坡缓、防护到位,一般能满足防沙要求;风积沙土方施工较容易,造价增加不多,而对于固定和半固定沙漠,则应结合地形、地貌等条件,灵活运用指标。

4 结束语

沙漠公路设计理念和技术标准的掌握,对未来西部大开发中的沙漠公路修筑和改造将会起到重要的指导作用,充分理解和使用成果,将会带来很大的社会、经济和环境效益,具有很高的实用价值和推广价值,在目前和今后将会广泛应用于我国沙漠地区以及和平坦沙地地形类似的戈壁、草原地区的公路建设中。

参考文献

- [1] 彭世古,陈晓光.沙漠地区公路设计、施工与养护.北京:人民交通出版社,2004.
- [2] 陈晓光,等.沙漠公路线形和车速之间的关系调查分析.西北公路,2004,(1).
- [3] 王雪芹,等.风沙活动区工程线路走向与风沙危害的关系.干旱区地理,2000.
- [4] 霍明.关于公路勘察设计若干问题的探讨.公路与自然,2003.
- [5] 黄家丽.浅析沙漠公路设计及处理[J].中国沙漠.1994(8).

沙漠公路线形参数研究

陈晓光¹ 臧元琪² 彭世古¹ 马 磊¹ 陈 杰¹

(1.新疆交通科研院 新疆 乌鲁木齐 830000;2.新疆公路管理局 新疆 乌鲁木齐 830000)

摘 要 通过沙漠公路路况、车速调查以及风洞试验分析和依托工程试验观测,从防沙、安全、经济等方面进行定性和定量分析,提出沙漠公路线形参数指标,为沙漠地区和类似戈壁荒漠少干扰地区公路路线线形设计提供参考依据。

关键词 沙漠公路 线形参数 实际运行车速

0 引言

我国是世界上沙漠分布最多的国家之一,沙漠面积约 80.89 万平方公里,约占国土面积的 8.43%。在如此辽阔的土地上,蕴藏着丰富的地上和地下资源,地上有广阔的牧场、农田、林场以及丰富的太阳能、风能等资源,地下有石油、天然气、煤炭等矿藏资源,这些资源的开发和利用都离不开公路交通。随着国家经济的快速发展和西部大开发的实施,大规模启动基础设施建设,给公路建设带来了前所未有的发展机遇。然而,西部地区恶劣的自然环境和复杂的工程地质条件,给公路交通建设带来了许多技术难题。如何克服恶劣的自然条件,合理利用沙漠土地资源,维持生态平衡,变害为利,建设高标准高质量公路,促进沙漠地区经济发展,减少地域差距带来的矛盾,保证国家长治久安,将具有十分重大的意义。

由于沙漠地区的特殊性,在公路线形参数的选择上和其他地区有一定的差别,处理不好,对交通安全、防沙保通、经济舒适等方面会带来很大影响。本项目通过定性和定量分析研究,将提出适合沙漠公路交通特点和防沙要求的公路线形指标。

1 沙漠公路线形中存在的问题

2002~2004 年课题组对我国新疆、内蒙、陕西等 5 省(区)不同沙漠类型和公路等级条件下的 19 条沙漠公路开展了现场调查和相关资料收集、整理,其线形方面的分析结果归纳如下。

(1) 沙漠公路总体线形特征

沙漠地区公路,普遍存在沿线空旷,人烟稀少,公路等级低,交通量小的特点,除早期修建的公路外,其他公路线形指标普遍较高。

从建成的沙漠公路来看,总体上平面长直线多,平曲线少;纵断面上变坡点多,竖曲线频繁,平纵线形指标不均匀。反映了由于当时野外条件极其艰苦,测设手段落后,线形优化工作做得不够。

(2) 路线线形方面的经验

平纵横线形合理的路段沙害较轻。沙漠公路应多设直线和大半径平曲线,一般长直线、大

半径平纵曲线路段积沙现象少(见图 1);小半径平曲线容易产生近地表气流波动,出现积沙现象,必须设时,尽量以凸弧面迎向主风向,减少沙害。



图 1 轮台—塔中—民丰段地势平坦,线形平坦舒缓

在小半径凸形竖曲线顶部,应避免设平曲线转向,尽量以直线通过,防止由于视距不良造成驾驶员判断失误。沙漠地区路线纵断面应按照填挖平衡或填略大于挖的原则,顺应宏观自然地形布设,尽量避免剧烈起伏和过长纵坡两个极端。

公路横断面应具有良好的气流附体运动条件。一般缓边坡低路堤和敞开式缓边坡路堑符合这一条件。路堤形式横断面比路堑和半填半挖路段积沙现象少;缓边坡和流线形断面优于陡边坡形式;敞开式路堑断面形式有利于气流运动。

由于沙漠公路沿线空旷、交通量和横向干扰小,实际行车速度远大于设计速度;同时沙漠公路的路面浮沙、沙尘暴、单调景观等严重影响安全,为保持良好视距,保证交通安全,线形上应采用较长直线和大半径平曲线及竖曲线。

2 影响沙漠公路线形的因素和设计理念

线形参数的确定主要依据交通安全、环境景观、经济舒适、快捷、防沙保通等方面的要求,同时兼顾现行规范的要求。

确定参数时应充分考虑以下特点,并坚持按实际运行速度进行线形设计的理念。

(1)沙漠公路等级大多为二、三级,按《公路工程技术标准》规定,设计车速为 80 km/h、60 km/h、40km/h;根据调查资料(见表 1),沙漠公路上的小汽车平均行驶车速在 90~120km/h,其设计车速不能满足小汽车实际运行的需要。

沙漠公路车速统计表(km/h) 表 1

地形地貌	固定、半固定沙漠		流动沙漠			
	平坦沙地		平坦沙地		高大沙垄沙山	
设计车速	80		80		60	
车型	小车	大车	小车	大车	小车	大车
实际平均车速	91.63	65.30	106.07	67.64	96.15	58.81
调查最高车速	142.00	103.00	120.00	75.80	112.40	66.00

(2)沙漠公路交通量小,干扰少,汽车几乎以自由流形式通过,实际运行速度快。为保证交通安全,平曲线线形指标计算时采用实际运行的小汽车车速设计,更加趋于合理,并符合实际

情况。纵坡则以重车实际运行情况确定。

(3)相对山区等地形来说,沙漠沙质地松散、松软,便于开挖形成合理的平纵线形,工程量不大、施工不艰巨。

(4)线形参数应在满足汽车行驶动力学要求的基础上,考虑驾驶者的行为和生理、心理特征,提供舒适、安全、快捷的交通服务。

3 线形参数的研究确定

3.1 从安全和经济的角度确定平曲线半径和纵坡

3.1.1 圆曲线半径

圆曲线半径的确定主要考虑交通安全,以小车速度控制。

(1)由公路工程技术标准和北京工业大学的几组 $R-V$ 关系——图 2,图 3 可看出:

- 1)在小交通量情况下,半径 500m 左右时实验车辆基本上可以达到 100km/h 的车速;
- 2)试验车辆的实际运行速度一般高出《公路工程技术标准》中的设计速度,其差值是随着半径的增大而变小,直至实际行驶速度增加为 120km/h 才与《公路工程技术标准》中的设计车速趋于一致;

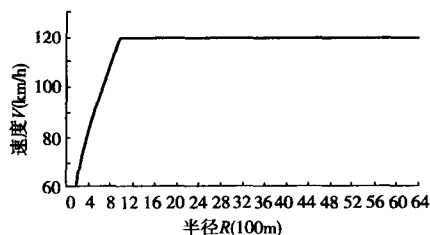


图 2 《公路工程技术标准》中提出的 $R-V$ 关系图

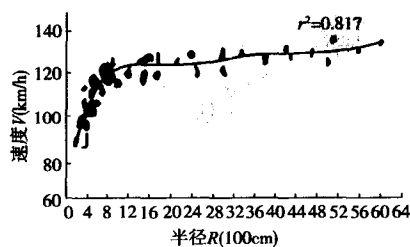


图 3 有超车影响下驾驶组 A 的 $R-V$ 关系

3)从半径 400m 开始,车速随半径的增大而增大,这种增大趋势在半径 800~1000m 范围内明显减慢,在半径 1000m 以后其趋势逐渐平缓。

(2)沙漠公路实地调查结果的 $R-V$ 关系

通过塔克拉玛干流动沙漠和古尔班通古特固定半固定沙漠公路车速调查,得到平曲线和车速之间的关系如图 4 所示,从中看出:

- 1)平曲线半径越大车速越快,当半径达到 1500m,车速接近直线段;
 - 2)平曲线半径在 500m 以下时,车速骤减,平曲线半径在 500~1500m 时车速缓增;
 - 3)小车重心低、灵活,在平曲线半径大于 400m 时,平均车速都在 100km/h 以上。
- (3)其他计算和调查结果

1)视距要求:根据计算,车速 120km/h 时,满足视距要求的平曲线最小半径为 574m;车速 100km/h 时,满足视距要求的平曲线最小半径为 333m。

2)舒适性要求:设计车速 80km/h 时,超高 2%,半径 420m 以上的平曲线路段,汽车行驶是平稳的,乘客不感到有平曲线存在。

根据以上分析,结合新疆、内蒙古和陕西地区的沙漠公路实际采用平曲线半径情况,提出沙漠公路在地形平坦、工程量增加不多的不受限路段,平曲线半径采用较高指标,一般宜大于 500m;对于地形复杂,工程量巨大,资金缺乏的受限路段允许使用《公路工程技术标准》规定的一般最小值。

3.1.2 纵坡

(1)东南大学交通学院根据事故资料统计分析,做出公路纵坡和事故相对系数的关系

图 5,从中看出:

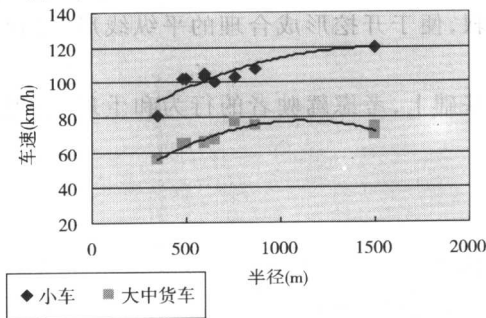


图 4 平曲线半径和车速的关系

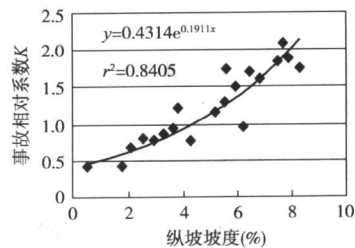


图 5 纵坡和事故相对系数的关系

道路交通事故数量随坡度增加而增多,且纵坡坡度越大,事故增加越快。如果把公路的纵坡控制在 5% 以内,对于满足公路的安全性来说是大有益处的。

(2) 沙漠公路纵坡和车速间关系调查结果见图 6,图 7。

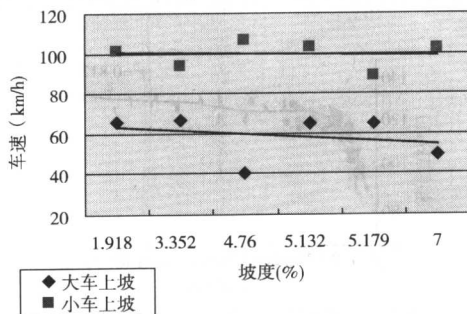


图 6 车辆上坡时纵坡和车速间关系

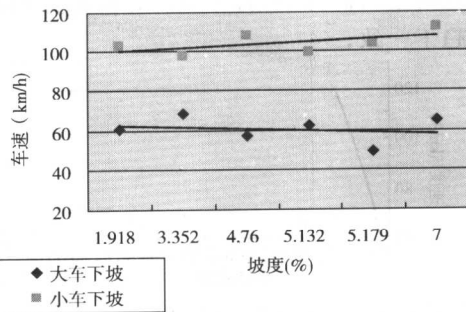


图 7 车辆下坡时纵坡和车速间关系

1) 车辆上坡情况

大型客货车上 2% 和上 7% 的纵坡对比,平均车速降低明显,下降约 20% 左右。

2) 大型车上坡长 400m, 纵坡度 7% 和 5.1% 的对比

大车在 7% 纵坡下减速约 53.8% ,在 5.1% 纵坡下减速约 17%。由此可见大型车辆在上 5% 以上纵坡时,减速剧烈,速度损失较大。

3.2 从防沙的角度对线形的要求

通过沙漠公路几何线形风洞试验研究,确定沙漠公路的线性与输沙性能的关系。

(1) 试验目的和内容

室内风洞(图 8)试验,主要对不同线形的路基模型,开展无沙情况下的风速流场梯度风速

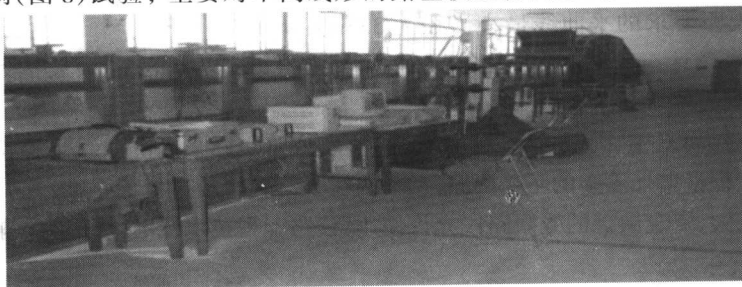


图 8 风洞全景