

沙漠地区风积沙路基结构设计及施工

陈全德,丁亚飞,冯 辉

(甘肃第六建设集团股份有限公司,甘肃 兰州 730030)

摘 要:以沙漠地区公路施工为背景,针对依托工程沙漠公路特殊路基处理和重难点问题,设计创新出一种砂砾土夹层风积沙路基结构,通过试验揭示了各影响因素与砂砾土夹层风积沙路基性能的关系,并提出了一种干湿结合的砂砾土夹层风积沙路基施工工艺和碾压方法并进行应用;应用项目交工验收通车运行以来,风积沙路基填筑段路基使用性能良好,路面行车安全、舒适,未出现质量缺陷。该风积沙路基结构和施工方法以期为沙漠地区风积沙路基填筑结构选择和施工工艺操作提供参考。

关键词:沙漠地区;风积沙;路基结构;施工工艺

中图分类号: U416.1

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2024)04-0039-04

0 引言

目前,随着国家深入推进西部大开发战略和丝绸之路经济带建设与区域资源开发利用,为完善公路路网布局与结构,在沙漠地区修建公路、铁路等工程项目日益增多。

沙漠地区风积沙材料分布广泛,非常缺少理想的筑路材料,并且运输不便,若从外面调运筑路材料会使工程成本剧增,浪费大量的人力物力。为降低建设成本,必须就地取材,充分运用风积沙修筑沙漠地区公路路基^[1]。但风积沙直接作为路基材料,由于其风积沙粉粒含量少,砂粒含量高,结构松散、天然含水率小,属无黏性材料,承载力较低。徐文栋提出沙漠路基在长期交通荷载作用下易发生液化,从而引起不均匀沉降、路面开裂等一系列危害,造成巨大经济损失,甚至威胁生命安全^[2]。因此沙漠地区风积沙路基作为一种特殊路基比一般路基设计、施工要求更加高,必须采取特殊的路基结构和施工工艺,确保风积沙路基的施工质量和长期服役性能要求。

一直以来,工程技术人员对风积沙填料的特性、对填料的改良进行了相应研究,如张生辉等选用新疆、内蒙古、陕西3省(区)典型风积沙,进行了风积沙原材料的级配、天然含水量、相对密度、CBR、回弹模量、压缩以及室内剪切等试验^[3]。王强等提出了将

风积沙和砂砾土按一定比例进行拌合后作为路基填料。最大程度利用当地风积沙资源,减少远距离运输砂砾土的方量,节约工程成本^[4]。张新提出利用风积沙作为路基填心材料,砂砾土包边,包边土可以减少风的侵蚀,从而发挥隔断层的作用,避免路基内的风积沙在长期风蚀、风腐作用下遭受破坏。除此之外,设置包边土还可以有效强化路基边坡的稳定,提高其耐久性^[5]。但目前的研究结果及现状对常规机械设备作业时遇到的问题以及路基后期运营存在的病害改善有限,因此,沙漠地区公路长期服役性能亟需提升,迫切需要采用适宜当地环境,便于施工、有效的风积沙路基灾变控制技术,研究改良型风积沙路基结构及施工技术,则是解决这一问题的关键所在。

本文以甘肃省酒泉市金塔县胡杨林景区至黑河环流(金塔一大墩门)公路建设工程项目沙漠段路基施工为研究对象,分析施工中遇到的关键技术问题,并提出相应的解决方案,以期为类似工程提供借鉴。

1 工程概况及重难点分析

1.1 工程概况

金塔县胡杨林景区至黑河环流(金塔至大墩门)公路建设工程项目位于甘肃省酒泉市金塔县东南部,地处河西走廊中部北部边缘、多风沙,雨量稀少、干旱缺水。

主线全线采用80 km/h的二级公路技术标准,路基宽12.0 m,沥青混凝土路面宽10.5 m,主线长34.076 km;另有通往大墩门水利枢纽的连接线一条,连接线长1.793 km;线路全长35.869 km,是金塔县

收稿日期:2023-06-05

作者简介:陈全德(1988—),男,学士,工程师,从事市政道路桥梁工程技术质量管理工作。

通信作者:冯辉(1995—),男,本科,助理工程师,从事市政工程建设管理工作。电子邮箱:1393684591@qq.com

胡杨林景区连接黑河环流风景区的唯一通道。其中, K30+000~K33+280段地貌属于沙漠地貌,地形起伏较大,连续分布有规模较大的沙丘。

1.2 重难点分析

(1)运输填筑材料、风积沙路基碾压等所用的常规机械设备在松散风积沙路基上行驶困难;

(2)风积沙在天然条件下松散,内聚力几乎为零,抗剪性能差,直接采用风积沙填筑,易发生不均匀沉降,长期服役性能不高,后期养护费用高;

(3)常年干旱、水资源匮乏,钻井取水对当地生态环境影响大,施工用水取水困难;

2 风积沙沙路基结构优化设计方案

原设计的风沙填筑路堤只设计了包边砂砾填心位置直接采用风积沙填筑,当路基高度大于3 m时,每隔2.1 m设置一层增强土工格室。经现场试验段对该特殊路基施工,填筑材料的运输、风积沙路基填料的碾压、常规机械设备在风积沙路基上行驶困难、误车的问题凸显出来。

针对原设计存在的问题,提出砂砾土夹层风积沙路基结构三种优化组合方案。方案一为砂砾土20 cm+风积沙40 cm;方案二为砂砾土20 cm+风积沙80 cm为;方案三为砂砾土20 cm+风积沙120 cm。通过现场试验验证,方案二经济可行,并确定具体结构形式。

优化后的风积沙路基结构由风积沙填料、天然砂砾土、增强型土工格室组成的填筑结构。即路基边缘处设置宽度不小于2.5 m的砂砾土包边,每层填筑厚度不超过20 cm;填心位置采用40 cm+40 cm风积沙填筑,两层风积沙填筑完成后。顶面全宽填筑20 cm天然砂砾土,每2 m在风积沙填心位置铺设一层增强型土工格室。路床0~80 cm采用天然砂砾土铺筑,以提高路基的稳定性和承载力,并解决常规机械设备在风积沙路上行驶困难的问题。风积沙优化路基结构见图1。

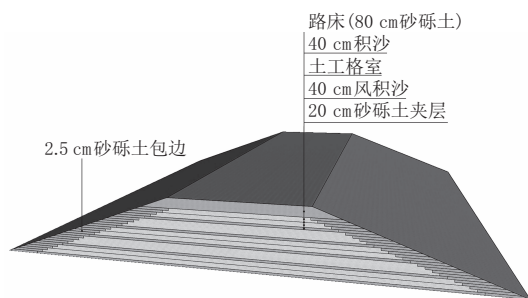


图1 风积沙路基结构示意图

3 风积沙路基结构施工工艺原理

路基结构通过包边层及第一层砂砾土层、第二层砂砾土层形成一个封闭的骨架结构,对风积沙填筑层起到稳固作用,同时,结合土工格室高抗拉强度、低延伸率的特性,通过采用一种干湿结合的砂砾土夹层风积沙路基碾压方法,有效稳固风积沙路基,抑制路基基体滑动范围,防止不均匀沉降。

4 施工工艺流程及操作要点

4.1 施工工艺流程

施工准备→测量放线→基底处理→基底检测→砂砾土包边→风积沙分层填心(每2 m铺设土工格室)→砂砾土夹层全宽填筑→摊铺整平→碾压→质量检测→下一层填筑→路基边坡整型→路基防护。

4.2 施工要点

4.2.1 试验段确定施工参数

风积沙路基施工前,选择具有代表性风积沙路段作为试验段。

填筑方案的确定:依据规范要求结合现场实际,经方案研讨最终确定试验段长度180 m,分三个区段进行施工,每个区段长度60 m;采用装载机上料完成后,推土机整平,整平后在第一区段进行碾压,第一区碾压完成后取样测压实度,同时第二区、第三区开始上料,上料完成后,推土机整平,整平后再用预定机械进行碾压。测出碾压遍数与压实度关系值见图2。推土机稳压2遍,压路机复压5遍,路基压实度可以达到规范要求值94%以上。

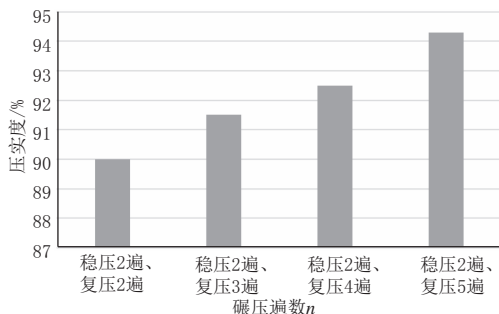


图2 碾压遍数压实度关系图

4.2.2 基底处理

填筑路基前,清除表土30 cm,见图3。在基底均匀铺筑15 cm厚砂砾土采用重型振动压路机进行碾压,使砂砾土层底20 cm范围内风积沙压实度不小于90%,然后铺设一层聚丙烯编织布,并铺筑20 cm砂砾土;基底通过振动压路机碾压,确认压实度达到90%。



图 3 清除表土



图 5 土工格室铺设

4.2.3 砂砾土包边

采用水平分层填筑,路基边缘处设置宽度不小于 2.5 m 的砂砾土并加宽 0.5 m,包边砂砾土填筑宽度为 3 m,每层填筑厚度不超过 20 cm,填料含水量需满足最佳含水量 $\pm 2\%$ 。

4.2.4 风积沙填心

两层砂砾土包边填筑后进行风积沙填筑,见图 4,交替进行按 40 cm+40 cm 横断面全宽水平分层法,风积沙每层填筑厚度控制在 40 ~ 50 cm。路基表面划出上料的网格线。上料时从路基最低处开始分层平行摊铺,松铺厚度按路堤试验段确定的数据进行控制。



图 4 风积沙路基填筑

4.2.5 增强型土工格室铺设

每 2 m 在风积沙填心位置铺设一层增强型土工格室、最下层高度为不定值,根据实际高度确定土工格室设置层数。施工时张拉成网状在网状孔中填入风积沙,用 U 形钢筋钉固定,间距为 1 m,紧贴下承层铺平,纵横向应与路面平行,格室沿路基中线垂直方向展开。土工格室上风积沙摊铺采用推土机和装载机,不容许直接卸载于土工格室上面,必须卸在已摊铺完成的路基上,土工格室铺设见图 5。

4.2.6 砂砾土夹层填筑

砂砾土夹层填筑:两层风积沙填筑完成后,顶面全宽填筑 20 cm 天然砂砾土,填筑过程中严格控制

砂砾土的推卸摊铺,避免风积沙与砂砾土混填。

4.2.7 摊铺、整平

填方路基作业按实测中桩、边桩标高分层控制填土高度,分层的最大松铺厚度应依据试验段参数确定,填方作业水平分层摊铺,风积沙采用装载机、推土机摊铺整平,见图 6,天然砂砾土采用装载机、平地机摊铺整平,见图 7。粗平时用水准仪检测控制每层厚度,平整时先从两侧开始往中间进行,并形成向两侧的横向排水坡;每一填筑层铺设宽度超出设计宽度 500 mm,确保压实后的宽度不小于设计宽度以及便于路基边坡整修。



图 6 风积沙摊铺整平



图 7 天然砂砾土摊铺整平

4.2.8 碾压

(1)风积沙路基采用干压法,履带式推土机碾

压。经现场试验,稳压2遍,复压5遍,先纵向碾压后横向碾压,履带重叠1/2。天然砂砾土采用湿压法,振动压路机静压2遍、羊角碾碾压5遍,天然砂砾土碾压见图8。



图8 天然砂砾土碾压

(2)碾压顺序:碾压时按先两侧后中间,先慢后快,先静压后振压的程序进行;碾压轮迹重叠不少于40 cm,横向接头时重叠40~50 cm做到无漏压,无死角,保证压实均匀。机械碾压依照试验段确定的压实参数和压实机械型号,控制压实遍数和碾压速度。

4.2.9 试验检测

在每层已完成的风积沙填心路基上,按照《沙漠地区公路设计与施工指南》(JTG/T D31—2008)及《公路路基路面现场测试规程》(JTG 3450—2019),用浸水环刀法检测压实度,因风积沙干压法路基表层10~15 cm始终无法压实呈松散状态,故压实度取样在每层距顶面15 cm以下^[6]。天然砂砾土每层碾压完成后按灌砂法检测压实度。

4.2.10 路基整修、防护

(1)路基整修时,应将其两侧超填宽度50 cm切除,用坡度尺及时校核,避免超挖边坡缺土时用人工或机械补土,并及时进行边坡防护。

(2)路堤部位采用HDPE防沙方格网加灌木林带的治沙措施。低立式HDPE防沙方格网,高度20 cm,尺寸为1.0 m×1.0 m;高立式HDPE阻沙栅栏高度采用1.5 m,防护宽度采用20~100 m,主导风向结合现场地形加大了防护宽度。低立式HDPE防沙方格网见图9。

5 结 语

本文对工程实际中常规机械设备施工困难及对特殊路基压实度、路基稳定性要求等问题,设计并提出以下结构及方法。



图9 低立式HDPE防沙方格网

(1)设计创新了一种砂砾土夹层风积沙路基结构,即将风积沙和天然砂砾土采用横断面全宽水平分层填心(40 cm风积沙+40 cm风积沙+20 cm天然砂砾土),砂砾土包边,同时结合加筋土工格室加固,提高了路基的稳定性和承载力,并解决了常规机械设备在风积沙路上行驶困难的问题。

(2)揭示了砂砾土夹层风积沙路基填筑施工方案、松铺厚度、压实设备、碾压速度、碾压遍数等与砂砾土夹层风积沙路基性能的关系,确定了砂砾土夹层风积沙路基的压实标准、检测方法,使沙漠地区风积沙作为筑路材料充分利用,降低了施工成本,提高了路基的填筑速度,缩短了工期,一定程度上减少了对沙漠植被、环境的破坏。

(3)提出了一种干湿结合的砂砾土夹层风积沙路基碾压方法,即风积沙路基采用干压法,天然砂砾土采用湿压法,在确保压实度满足要求的基础上大量减少了用水量,解决了水资源短缺、取水困难的问题。

通过以上内容的实施,对沙漠公路建设质量的提高、节约工程成本,防止沙漠地区道路病害,减少运营使用阶段养护费用发挥了重要的作用,同时对完善甘肃省及酒泉市公路网布局与结构、继续深入推进西部大开发战略,支持丝绸之路经济带建设和区域资源开发利用,推动酒泉市金塔县旅游业和社会经济发展等具有十分重要的意义。

参考文献:

- [1] 邱天.风积沙在新疆高速公路建设中的应用及路用性能评价[D].乌鲁木齐:新疆农业大学,2017.
- [2] 徐文栋.基于风积砂静动力特性的沙漠公路地基处理研究[D].银川:宁夏大学,2022.
- [3] 张生辉,李志勇,彭帝,等.风积沙作为路基填料的静力特性研究[J].岩土力学,2007(12):2511-2516.
- [4] 王强,蒋克勇,陈立兵,等.改良风积沙路基填料配制研究与施工技术[C]//2020年全国土木工程施工技术交流会论文集(下册),2020.
- [5] 张新.风积沙路基填筑施工在乌玛高速公路中卫段的应用分析[J].运输经理世界,2022(23):150-152.
- [6] 甫尔海提·艾尼瓦尔.沙漠地区高速公路风积沙路基干压法施工工艺与质量控制[J].中国公路,2021(3):100-103.