

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyfh.2024.12.011

# 软土地区既有沥青路面改造的工程实践

钱朝清

(广州市市政工程设计研究总院有限公司, 广东 广州 510060)

**摘要:** 针对软土地区既有沥青路面改造的工程实例,通过对现状道路的路面状况指数、路面结构性能、路面芯样以及桥头纵坡进行分析,结合道路情况分类采用不同路面处理方式:对道路基层损坏位置采用注浆加固处理,根据沥青路面病害轻重程度分类处理,调小桥头纵坡减缓跳车情况,结合路面高差情况采用不同路面加铺方案。分析成果可为对软土地区的既有沥青路面改造提供实践参考。

**关键词:** 软土地区;既有沥青路面;改造

**中图分类号:** U418.8

**文献标志码:** B

**文章编号:** 1009-7716(2024)12-0050-04

## 0 引言

沥青路面作为国内道路主要的路面结构形式,已被广泛应用于市政道路建设中。软土地区道路早期采用堆载预压处理,但经过长时间运营,由于软弱土层固结压缩过程持续进行,道路出现下沉<sup>[1]</sup>;路面在车辆荷载长期作用下产生病害<sup>[2]</sup>;桥头位置因桥梁采用刚性桩基础沉降很小,与路基段的沉降差异大,故出现明显跳车现象。本文基于软土地区既有沥青路面改造工程项目,结合道路路面检测情况,考虑各类控制因素下道路加铺改造方案,以对软土地区的既有沥青路面改造提供实践参考。

## 1 项目道路状况及评价

项目位于广州南沙地区,现状道路为主干路,路面结构为沥青路面,基层为半刚性水稳碎石,完工使用至今约13年,同时由于工程位于深厚软土区域,路面出现较为严重的病害及沉降。对现状道路进行路面状况检测、弯沉检测和钻芯检测。

### 1.1 路面状况指数

根据《城镇道路养护技术规范》<sup>[3]</sup>计算得出,路面状况指标见表1、表2。道路全路段整体评价等级为C,左幅全路段PCI等级为A仅占比19.89%,右幅全路段PCI等级为A仅占比9.56%,路面破损状况整体较差;全路段路面病害种类以网裂、龟裂、沉陷、

剥落、线裂为主,少量坑槽、啃边、拥包、车辙。

表1 道路左幅全路段PCI各等级分布表

检测路段 总长/m	PCI等级	各PCI等级路段 总长/m	各PCI等级长度 占比/%
19 460	A	3 870	19.89
	B	12 600	64.75
	C	23 10	11.87
	D	680	3.49

表2 道路右幅全路段PCI各等级分布表

检测路段 总长/m	PCI等级	各PCI等级路段 总长/m	各PCI等级长度 占比/%
19 460	A	1 860	9.56
	B	14 370	73.84
	C	2 840	14.59
	D	390	2.00

### 1.2 路面结构承载力检测

根据《公路路基路面现场测试规程》<sup>[4]</sup>和《公路工程质量检验评定标准》<sup>[5]</sup>,采用落锤式弯沉仪(FWD)测定旧路结构承载力,弯沉代表值可按式(1)计算:

$$L_r = \bar{l} + Z_\alpha S \quad (1)$$

式中: $L_r$ 为弯沉代表值,0.01 mm; $\bar{l}$ 为实测弯沉的平均值,0.01 mm; $Z_\alpha$ 为标准差; $S$ 为与要求保证率有关的系数,本项目取1.645;

本次旧路结构承载力检测评价指标为弯沉平均值、标准差、弯沉代表值。

落锤式弯沉仪(FWD)弯沉值 $L_{FWD}$ 与贝克曼梁弯

收稿日期:2024-08-01

作者简介:钱朝清(1991—),男,工学硕士,工程师,从事道路设计工作。

沉值  $L_B$  的相关关系式为式(2):

$$L_B = a + b \cdot L_{FWD} \quad (2)$$

式中:左1车道  $a=3.712, b=0.882$ , 相关系数  $R=0.980$ ; 右2车道  $a=4.532, b=0.869$ , 相关系数  $R=0.980$ 。

本次弯沉试验左幅车道和右幅车道各路段的弯沉计算结果如图1和图2所示。

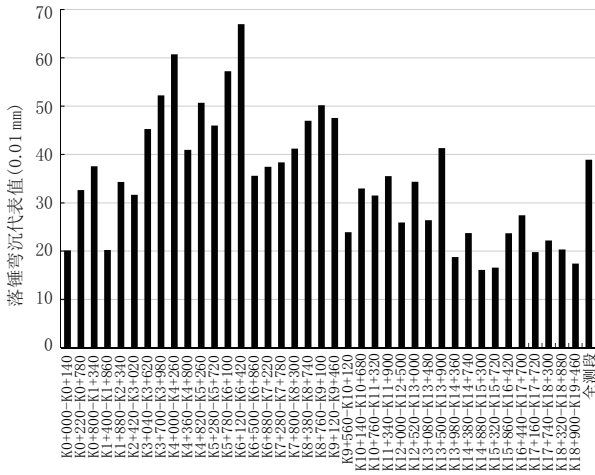


图1 道路左幅车道各段弯沉值分布图

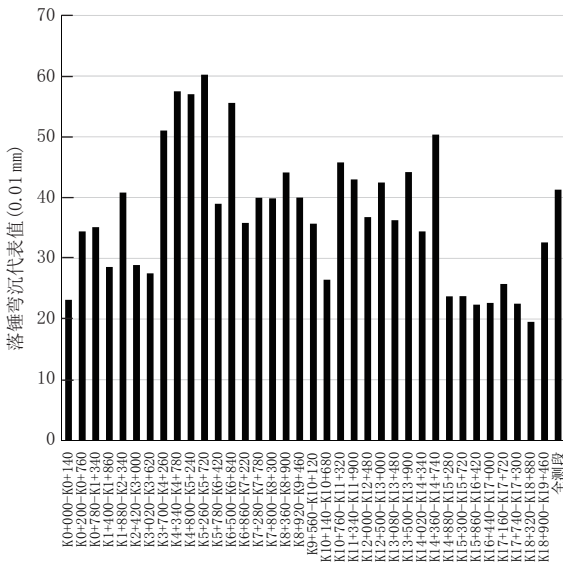


图2 道路右幅车道各段弯沉值分布图

道路左幅车道落锤弯沉算术平均值 (0.01 mm) 为 22.27, 标准差为 10.11, 代表弯沉值(0.01 mm)为 38.90; 贝克曼梁弯沉算术平均值  $L$  (0.01 mm) 为 23.26, 标准差  $S$  为 8.91, 代表弯沉值  $L_r$  (0.01 mm) 为 38.02。道路右幅车道落锤弯沉算术平均值(0.01 mm) 为 25.13, 标准差为 9.82, 代表弯沉值(0.01 mm) 为 41.29; 贝克曼梁弯沉算术平均值(0.01 mm) 为 26.37, 标准差为 8.53, 代表弯沉值(0.01 mm) 为 40.41。

本项目道路为重交通量等级的半刚性基层道路, 根据现状道路实测的弯沉值, 结合《城镇道路养护技术规范》条文规定<sup>[3]</sup>, 道路左右幅实测弯沉代表

值在 [31, 46] 区间范围, 表明路面结构强度处于临界状态; 部分路段实测弯沉值大于 46, 表明路面结构强度为不足状态。

### 1.3 路面钻芯取样

根据规范要求采用钻芯法测定路面厚度<sup>[4,5]</sup>, 室内量测各面层与基层厚度, 经计算可得: 道路右幅沥青面层厚度算术平均值为 143 mm, 标准差为 40, 沥青面层厚度代表值为 138 mm; 道路左幅沥青面层厚度算术平均值为 123 mm, 标准差为 44, 沥青面层厚度代表值为 118 mm。根据钻芯样的路面结构基层情况统计如图3所示, 基层结构以水稳层为主, 占比 68.2%; 部分路段存在基层损坏比较严重的情况, 基层损坏为砂或碎石, 分别占比 20.4% 和 10.2%, 少量路段为无基层, 占比 1.3%。

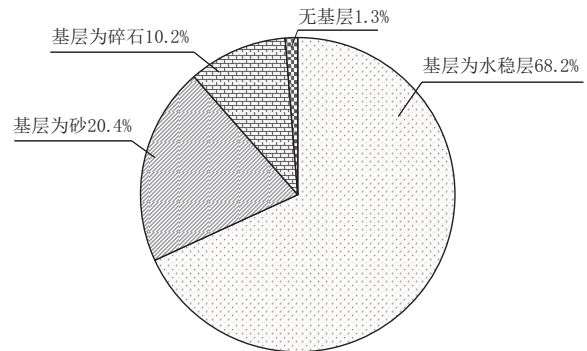


图3 基层钻芯情况

### 1.4 现状桥头纵坡情况

根据现场测量的道路标高数据, 如图4所示, 经统计道路左右幅总计 68 处桥头位置的纵坡数据, 大于 2% 的占比 85.3%, 大于 4% 的占比 57.4%, 局部点位超过 6%, 表明现状桥头路基沉降较大, 桥头跳车现象严重, 对行车安全及舒适性有较大影响。

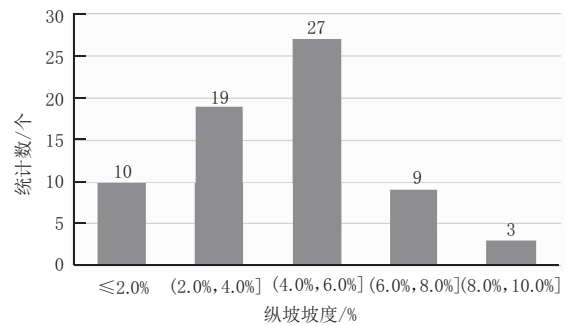


图4 现状桥头纵坡统计图

## 2 道路改造方案

本次道路改造, 道路平面位置为现状道路红线范围, 道路平面线形和道路横断面维持现状, 主要改造调整为道路纵断面指标。

### 2.1 纵断面设计原则

(1)参照区域竖向控制规划技术要求,并利用现有道路的标高。

(2)对于水浸路段,抬高设计标高至全断面满足防洪标高要求。

(3)对于非水浸路段,按现状标高拟合纵断面,最小坡长按 150 m 控制,且最小纵坡满足纵向排水要求。

(4)各路段以相交或相邻的市政道路现状标高为控制标高。

(5)河涌桥位置维持现状标高,桥头跳车位置抬升路面调缓纵坡。

改造后的道路设计标高,如图 5 所示,道路左右幅总计 68 处桥头位置的纵坡数据,小于 3%的占比 98.5%,小于 2%的占比 29.4%,表明改造后的桥头纵坡减缓,可保证行车安全性及舒适性。

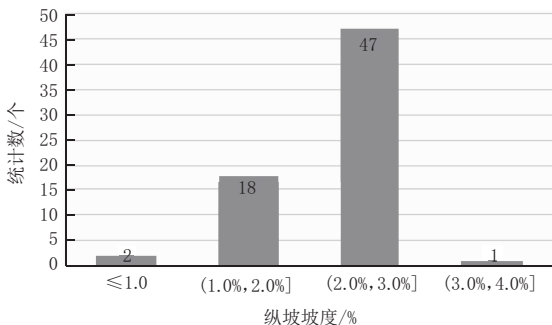


图 5 改造后桥头纵坡统计图

### 2.2 路面加铺方案

本项目为旧路提升改造,根据规范要求,旧路需进行病害处理<sup>[3]</sup>。路面病害处理及刨铺改造均需基于路面检测结果。根据路面损坏状况和弯沉检测成果,对现状路面进行提升改造,见表 3。

表 3 路面处理方式

路面损坏状况评级	处理方式
A(优秀)及 B(良好),路面结构强度足够。	铣刨 4 cm 原面层后加铺沥青面层
C 级(合格)、D 级(不合格),路面结构强度临界或不足。	根据钻芯结果先对基层损坏位置采用注浆处理,再铣刨 4 cm 原面层后加铺沥青面层

根据设计路面与现状路面高差范围,路面加铺方案分以下几种情况,见表 4。

### 2.3 基层注浆处理

根据钻芯结果,本项目部分路段存在基层损坏比较严重的情况,基层损坏为碎石或砂,少量无基层,需对基层补强后再进行沥青面层处理。为减少交通压力,加快施工进度,采用浅层压浆补强,通过对

表 4 路面处理方式

类型	路基沉降段	处理方式
A	高差 $H < 12$ cm	AC-13C 细粒式改性沥青混凝土 4 cm+AC-20C 中粒式改性沥青混凝土 5~12 cm
B	高差 $12 < H \leq 22$ cm	AC-13C 细粒式改性沥青混凝土 4 cm+AC-20C 中粒式改性沥青混凝土 5 cm+AC-25C 粗粒式沥青混凝土 7~17 cm
C	高差 $22 < H \leq 50$ cm	AC-13C 细粒式改性沥青混凝土 4 cm+AC-20C 中粒式改性沥青混凝土 5 cm+AC-25C 粗粒式沥青混凝土 7 cm+ATB-30 沥青稳定碎石 10~38 cm
D	高差 $H > 50$ cm	AC-13C 细粒式改性沥青混凝土 4 cm+AC-20C 中粒式改性沥青混凝土 5 cm+AC-25C 粗粒式沥青混凝土 7 cm+5% 水泥稳定碎石 33 cm+级配碎石(调平层)

沥青路面基层进行浅层注浆,填充空隙、破损来补强结构。

#### (1)处治方案

采用水泥浆,经注浆泵通过高压管注入道路基层中,钻孔孔径为 50 mm,浆管口径 25 mm。注浆完成后,整车道铣刨上面层 4 cm,然后根据路面加铺方案调平和加铺。

#### (2)注浆材料及注浆压力

压浆浆液材料包括水泥、外加剂,水泥采用强度 42.5R 级的普通硅酸盐水泥。注浆压力一般为 0.15 ~ 0.25 MPa,最大不大于 0.5 MPa,并根据实际情况进行调整,以面板不抬升为准。

#### (3)施工工序

注浆加固采用压密注浆工艺,注浆材料采用水泥砂浆灌浆材料,深度为路面下 0.56 m 左右,压浆工艺为:原状弯沉检测→布孔→钻孔→清孔→埋压浆管→注浆料准备→滤浆→基层注浆→冒浆孔封堵(或补浆)→拔管→注浆孔封堵→养护→开放交通→弯沉检测→补浆→补浆点检测→结束。

### 2.4 路面病害处理

根据道路沥青病害调查报告,主要为不规则裂缝损害、车辙、纵横类裂缝等。沥青层加铺前需对病害先行处理,处理方案如下。

(1)对于路段存在轻度裂缝、车辙、拥包、坑槽、泛油、修补损坏等病害,采用铣刨 4 cm 现状沥青面层。

(2)对于大面积重型纵裂、横裂及不规则裂缝的病害,采用铣刨 4 cm 现状沥青面层,对裂缝进行沥青灌缝处理。

(3)对单条严重纵向或横向裂缝,铣刨裂缝两侧各 0.5 m 范围内的 12 cm 现状沥青面层,对裂缝进行

灌缝处理,再回铺 8 cm 沥青混凝土(AC-20C)。

### 2.5 路面验收要求

根据《城镇道路路面设计规范》<sup>[6]</sup>,沥青表面层抗滑性能以横向力系数 SFC60 和路面宏观构造深度 TD(mm)为主要指标,路面竣工验收时主要抗滑技术指标如下:

- (1)横向力系数 SFC60 ≥ 54;
- (2)构造深度 TD ≥ 0.7。

采用弹性层状体系理论计算路面弯沉,对于采用不同修复方式的路面各结构层验收弯沉值,汇总见表 5。

表 5 各层路面修复方式验收弯沉表

结构层	弯沉值(0.01 mm)			
	修复方式 A	修复方式 B	修复方式 C	修复方式 D
上面层	19.3	20.2	19.4	19.6
中面层	19.5	22.1	21.5	21.3
下面层	—	23.5	24.6	23.6
基层	—	—	29.7	27.2
底基层	—	—	—	125.7
现状路面	—	—	—	212.9

### 3 结 语

对于软土地区既有沥青道路路面的改造,应结合路面病害情况、道路控制标高及现状构筑物等因素,综合考虑对改造方案的影响。

(1)对于既有道路的病害,不仅需要处理道路表面层裂缝等可见病害,还需对基层进行检测,可通过抽芯或者探地雷达等手段。若存在路面结构无法满足使用要求,应采取加固措施或者重建路面结构,保证路面结构功能性良好。

(2)考虑沉降对道路的影响,应结合既有道路标高,并考虑防洪水位标高,减少水浸对道路的影响。

(3)水系较多地区,还应考虑跨河涌桥头位置差异沉降引起的跳车情况,通过抬高路面标高调缓纵坡的措施,以提高行车的安全性和舒适性。

#### 参考文献:

[1] 肖峰.珠江三角洲地区软土路基沉降机理及规律研究[D].武汉:武汉理工大学,2004.

[2] 邓学钧.路基路面工程[M].北京:人民交通出版社,2008.

[3] CJJ 36—2016,城镇道路养护技术规范[S].

[4] JTG E60—2008,公路路基路面现场测试规程[S].

[5] JTG F80/1—2017,公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程[S].

[6] CJJ 169—2012,城镇道路路面设计规范[S].

(上接第 42 页)

效益,设计时应使基层面层厚度互适。

#### 参考文献:

[1] 王哲,刘波,付琛.水电工程施工区水泥混凝土路面设计方法探讨[J].人民长江,2015,46(1):20-29.

[2] BJ 22-87,厂矿道路设计规范[S].

[3] JTG D40—2011,公路水泥混凝土路面设计规范[S].

[4] 徐显芬,谭渊文.水利水电工程场内道路水泥混凝土路面结构设计规范应用存在的问题及适用的计算方法研究[J].中国电建贵阳院院刊,2022(1):52-60.

[5] DL/T 5397—2007,水电工程施工组织设计规范[S].

[6] SL 303—2004,水利水电工程施工组织设计规范[S].

[7] 缪正建,王曙东,潘菲菲.水利水电工程场内道路土石方运输强度计算[J].人民长江,2018,49(2):92-97.

[8] 徐显芬.水利水电工程场内道路普通水泥混凝土路面设计中设计轴载及设计轴载累计作用次数的研究[J].商品与质量,2019(36):92-155.

[9] [https://product.360che.com/price/c8\\_s87\\_b0\\_s0.html](https://product.360che.com/price/c8_s87_b0_s0.html)[EB/OL].

[10] [https://www.cn357.com/brand\\_ev3#t27](https://www.cn357.com/brand_ev3#t27)[EB/OL].

[11] <https://zj.lmjx.net/zixieche/shanqi967>[EB/OL].

[12] <https://product.d1cm.com/caterpillar008/115866/canshu>[EB/OL].

[13] JTJ 012-84,公路水泥混凝土路面设计规范[S].