

海口市城市道路改造要点分析

郑 苗

(中国市政工程西南设计研究总院有限公司, 四川 成都 610081)

摘 要: 为增强海口市交通通行能力,提升城市形象,根据海口市旧路面种类和不同病害类型,对海口市市政道路病害现状和处理方案进行了分类阐述,并对比了不同沥青面层改造方案。

关键词: 旧路面改造;病害处理;应力吸收层

中图分类号: U418.8

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2021)01-0049-03

1 概 述

随着海口市近几年来快速发展,大量人流涌入城中,使得城区区域不断向外扩张,现有的基础设施条件已不能满足人们的需要。特别是许多老城区的基础设施严重老化,严重影响了城市整体面貌。因此,对其进行改造提升已迫在眉睫。

同时,为创建全国文明城市及国家卫生城市,提高海口市城市影响力和市民幸福感,海口市计划改造道路 21 条,均位于老城区,其中秀英区 4 条,龙华区 6 条,琼山区 6 条,美兰区 5 条。

2 道路现状条件及检测分析

本次改造部分道路基础现状调查如下:

(1)琼山区某道路:1994 年建设,道路全长 7 264.52 m,横断面宽度为 42 m,原路面结构为水泥混凝土路面,局部路段为沥青混凝土加铺。主要问题为:路面积水;车行道下陷、网裂等;人行道破损严重、盲道不连续;排水管道严重错位,部分段漏水,井盖沉陷严重。

(2)龙华区某道路:1994 年建设,道路全长 3 229.087 m,横断面宽度为 42 m,原路面结构为水泥混凝土路面,局部路段为沥青混凝土加铺。主要问题为:车行道路面部分毁坏、平整度不佳;人行道部分损坏;盲道缺失或者不连续;路灯陈旧、灯杆锈蚀,亮度满足不了照度标准;检查井沉降;果皮箱不够完善;缺少消防栓;道路标志标线不够完善;部分路段绿化达不到标准。

(3)美兰区某道路:1996 年建设,道路全长

2 873.16 m,横断面宽度为 45 m,原路面结构为水泥混凝土路面,局部路段为沥青混凝土加铺。主要问题为:行车道缺少雨水口,雨天时积水严重;人行道不连续,有破损、下陷及部分缺失等病害,盲道被截断不连通;行车道缺少雨水口,雨天时积水严重。

通过路面病害调查、钻芯取样、路面雷达、弯沉、路面抗滑 5 个方面的专业机构检测工作,根据路面状况指数(PCI)确定路面损坏量,采用平整度来评价路面行驶质量指数(RQI),路表回弹弯沉值确定现状道路路面的承载能力,横向力系数(SFC)来评价抗滑系数(BPN 或 SFC)。结合以上指标确定路面综合评价指数(PQI)。

以龙华区为例,表 1 为龙华区某道路路面状况调查评定表;图 1、图 2 为龙华区部分路面出现的板块破碎、错台、坑槽现象。

表 1 龙华区某道路路面状况调查评定表

道路 分幅	位置	调查板 块总数	路面状况 指数 PCI	路面破坏 状况等级	断板率 DBI/%	评定 等级
左幅	机动车道	841	82.30	B	7.69	中
右幅	机动车道	841	59.12	D	27.17	差



图 1 板块破碎、错台

改造项目道路病害情况小结:

(1)机动车道路面结构为水泥混凝土基层+级配碎石底基层。通过弯沉检测对机动车道路面结构强

收稿日期: 2020-06-19

作者简介: 郑苗(1988—),女,学士,工程师,从事市政道路设计工作。



图2 坑槽

度进行评定,评定结果为足够和临界;使用路面雷达对行车道进行检测,检测结果为机动车道水泥混凝土路面的结构层中出现轻微程度的破损状况。

(2)机动车道为旧水泥混凝土路面,局部路段进行过多次修补,路段交通流量大,损坏严重,主要病害为为脱皮露骨、坑洞、错台、接缝破损、积水等。

(3)根据路网现状及存在病害情况,建议对弯沉特异点路段的基层、底基层进行补强后新加铺结构层,以确保路面整体稳定及延长使用年限。

3 道路路面结构计算及改造方案

3.1 路面结构计算

由于水泥混凝土路面损坏严重,本次设计采用修补原水泥混凝土路面后铺筑沥青路面的方式进行路面改造。

经过核实资料,原混凝土板已使用8 a,剩余设计基准期为7 a。原混凝土板厚度为0.26 m,板块长度5 m,弯拉强度为4.5 MPa,弹性模量29 000 MPa,材料疲劳指数为0.057,旧面层接缝应力折减系数为0.87,基层顶面当量回弹模量 $E_T=100$ MPa。海口市地区公路自然区划为IV区,面层最大温度梯度为86 °C/m,混凝土线膨胀系数采用 $10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 。

根据相关参数,采用HDPS 2011版计算软件对旧混凝土路面加铺层进行设计计算。其中,变异水平的等级为中级,可靠度系数取值为1.05,加铺层类型为沥青混凝土。

计算路面承受的交通荷载等级时,行驶方向分配系数采用0.5,车道分配系数采用0.6,轮迹横向分布系数采用0.35,交通量年平均增长率为4%。交通量计算情况见表2。

根据HDPS软件计算的旧路面剩余设计基准期内设计车道上设计轴载累计作用次数为37 069次,路面承受的交通荷载等级为中等交通荷载等级。考虑可靠度系数后,旧混凝土面层综合疲劳应力为2.35 MPa,该值小于或等于旧面层混凝土弯拉强度;旧混凝土面层最大综合应力为2.02 MPa,该值小于

表2 交通量计算情况

车辆名称	前轴数	前轴重/kN	后轴数	后轴重/kN	拖挂部分的轴数	拖挂部分轴重/kN	交通量/(pcu·h ⁻¹)
标准轴载	0	0	1	100	0	0	250

或等于旧面层混凝土弯拉强度。因此未破碎的混凝土板可以提供相应的承载能力,满足路面结构极限状态要求的沥青混凝土加铺层为100 mm设计厚度。

3.2 路面结构改造方案

根据以上计算,沥青混凝土加铺层设计厚度为100 mm。结合当地高温多雨,全年日照时间长的气候,以及水文、地质、材料等因素,本工程设计了3种沥青路面结构形式进行比选。

方案一:沥青玛蹄脂碎石混合料(SMA)路面结构。SMA是含有粗集料、细集料、矿粉的间断级配混合物,三者占比为70%:20%:10%。粗集料相互接触,构成骨架;玛蹄脂填充骨架内空隙,形成不透水的密实结构^[1]。但相较普通沥青混合料,SMA沥青混合料的沥青用量多了1%以上,矿粉用量多1~2倍。道路面结构由上至下依次为:4 cm 改性沥青混凝土 SMA-13、乳化沥青黏层油(PC-3)、6 cm 中粒式沥青混凝土 AC-20C、1 cm 橡胶沥青应力吸收层、经机械铣刨旧路沥青面板找平并打毛清洗后的旧水泥混凝土路面板(补强后)。

方案二:传统改性沥青混凝土(AC)路面结构。AC是密实-悬浮结构,其中细集料占主要部分,粗集料悬浮其中,马歇尔稳定度较高^[2]。道路面结构由上至下依次为:5 cm 中粒式改性(SBS)沥青混凝土(AC-16)、乳化沥青黏层油(PC-3)、8 cm 粗粒式沥青混凝土(AC-25C)、1 cm 橡胶沥青应力吸收层、经机械铣刨旧路沥青面板找平并打毛清洗后的旧水泥混凝土路面板(补强后)。

方案三:新型橡胶沥青混凝土(AR-AC)路面结构。AR-AC是用橡胶粉粒与沥青在高温(180 °C以上)条件下进行混合,并添加高聚合物作为改性剂的新型材料。橡胶沥青不仅具有高温稳定性、低温柔韧性、抗老化性、抗疲劳性、抗水损坏性等性能^[3],同时可以将废旧轮胎作为橡胶胶粒,实现废物利用,具有环保性,是较为理想的环保型路面材料。AR-AC主要应用于道路结构中的应力吸收层和表面层中。道路面结构由上至下依次为:5 cm 橡胶沥青 AR-AC-13、1 cm 橡胶沥青应力吸收层、经机械铣刨旧路沥青面板找平并打毛清洗后的旧水泥混凝土

路面板(补强后)。

3 种方案对比见表 3。

表 3 综合性能及单位造价比较表

名称	沥青玛蹄脂碎石 混合料(SMA)	传统改性沥青 (AC)	橡胶沥青混凝 土(AR-AC)
水稳定性	好	很好	好
抗滑性	好	一般	很好
降噪效果	好	一般	很好
外观	较好	较好	很好
高温抗车辙	很好	一般	很好
疲劳抗裂	较好	一般	较好
抗老化	较好	一般	较好
耐久性	较好	一般	较好
造价估算(不计 水泥板处治费) /(元·m ⁻²)	189.67	220.14	164.98

综合以上要素,SMA 混合料路面较传统沥青混凝土路面的车辙量少、受水侵害少,在提供良好抗滑表面的同时,还可以降低行车产生的噪音,且铺装厚度薄,有较好的经济性。橡胶沥青混凝土是近年来国内才开始应用的新型路面改造技术,其厚度薄,施工速度快,各项性能较 SMA 及 AC 均有优势,是今后路面改造技术发展的新方向。但因橡胶沥青混凝土施工技术含量高及需要专门拌合站,导致日前该类型路面质量差距较大,建造风险较大。因此本工程推荐使用 SMA 混合料进行路面改造和加铺。

为延缓或避免原水泥混凝土路面裂开后影响至后加铺的沥青面层上,产生反射裂缝,对旧水泥混凝土路面均设置橡胶沥青应力吸收层。

其相关指标如下:

(1)橡胶沥青技术要求:所用基质沥青、胶粉及成品的各技术要求与 AC 相同。

(2)集料技术要求:采用破碎后的玄武岩作为集料并控制相关颗粒含量,以确保集料质量,若集料含有灰土,必须预先以水清洗洁净并干燥。粒径为 9.5~13.2 mm。为加强橡胶沥青的结合,碎石需预先裹附,且储存不超过 2 周。

(3)材料用量:宜通过试验路确定,集料和橡胶沥青洒布量一般是(14±2) kg/m²和 2.4~2.6 kg/m²。

(4)为保证连续施工,SAMI 层施工过程中至少需要 2 台沥青洒布设备和 2 台集料洒布设备。

4 道路病害处理方案

4.1 原沥青路面病害处理设计

但现有沥青路面为原路面损坏时直接加铺,面

积较小,且日前大部分已出现车辙、坑槽等病害;对原沥青路面进行刨除,再加铺沥青面层。

(1)裂缝处理。采用毛刷、小锤等处理干净沥青两侧,再采用乳化沥青进行灌封,用于封闭裂缝。

(2)下陷、网裂等病害。经专业检测机构,产生病害的原因分为基层和面层两方面,需采取不同方式进行处理。对于原沥青面层破坏:刨除原沥青面层,并采用水泥稳定碎石找补,使其与现状路面齐平。对于路面基层破坏:挖除老路沥青面层及基层,修复基层后,最后整体加铺沥青面层及基层。基层回填材料由施工现场确定,若面积较小,无法采用大型机械进行压实时,选用 C15 贫混凝土,否则应采用水泥稳定碎石,大型机械进行压实。

4.2 原水泥混凝土路面病害处理设计

水泥混凝土路面病害类型主要有 4 类:

(1)断裂型(包括纵向裂缝、横斜向裂缝、角隅、交叉裂缝或断裂板):本项目中出现较多的为斜向裂缝,且宽度不一致,故对于宽度小于 3 mm 的裂缝采用沥青材料灌注;大于 3 mm 的裂缝采用环氧树脂等直接灌浆;对于贯穿性裂缝,则采用条带罩面。

(2)竖向位移型(沉陷、胀起):本项目主要表现为沉陷,由于数量较少且范围较小,本次设计采用拆除相应板块,对路基采用 C15 混凝土补强后,进行换板处理。

(3)接缝型(包括填料破坏、纵缝张开、唧泥脱空、错台、接缝碎裂、拱起):本项目出现该类型较多,主要为唧泥脱空、错台以及填料破坏等。对于唧泥脱空,需要依据专业机构的弯沉检测为基础,对弯沉差 0.2~0.4 mm 的板块采用浅层压浆,对弯沉差 0.4~0.6 mm 的板块采用深层压浆。对于板底脱空,需根据板块大小和沉陷大小进行判断,板小、沉陷大采用换板处理,板大、沉陷小采用压注水泥浆液进行处理。对于错台,本项目现场出现范围较小,磨平法可适用,即将两侧板块中高的一侧采用机械进行削磨,直至两板标高一致,并进行此处填缝料的养护。

(4)表面型(包括磨损和露骨、纹网裂和起皮、活性集料引起得网裂、坑洞)^[4]:由于旧水泥混凝土路面表面的起皮和麻面增加了摩擦性,有利于沥青与其表面的结合,在加铺沥青面层的项目中,可不予单独处理。

4.3 旧路面挖除或拼接设计

(1)新旧路面板的衔接。新建路面板以接顺原有路面板的标高为原则,新建路面板的横、胀缝应与旧

(下转第 63 页)

理加固路床,但考虑到新区石灰质量较差,很难固结,因此该项目道路采用80 cm厚天然砂砾改良层措施以达到提升路床CBR值的目的。

4.2 其余段落路基设计

道路其余段落所在的场平区均由前期挖山形成,结合该项目道路南侧25 m绿化带范围内对山体的开挖,此次路基设计首先在道路设计标高以下1.5 m范围内开挖路槽,路槽底面即为路基顶面,然后采用强夯措施夯实道路路基,点夯和满夯夯击能均为2 000 kN·m,需要强夯补土至路基顶面。道路路基处理完成后,针对道路路床可采用6%掺灰处理加固路床,但考虑到新区石灰质量较差,很难固结,因此该项目道路采用80 cm厚天然砂砾改良层措施以达到提升路床CBR值的目的。

4.3 填挖交接处路基及半填半挖路基处理

在填挖高差大于3 m或处于陡坎地段的横向半填半挖和纵向填挖转换路基的填挖结合部,为减少路基不均匀沉降,均应进行强化设计。

对于半填半挖及填挖交界路段,采用挖台阶方

式进行搭接处理,当原地面坡度陡于1:5时,应将原地面开挖成不小于2 m宽的台阶,台阶面设置2%向内倾斜的坡度,对于原地面坡度陡于1:1的部位应先按1:1进行刷坡处理,再进行挖台阶处理。填方段对原地面清表整平后进行强夯处理,然后分层填筑压实路基至路床底面;挖方段超挖至路床底后进行强夯处理,然后在路床超挖底面与顶面沿填挖分界线10 m范围内分别铺设一层格栅,每层宽度均为填挖方两侧各5 m,土工格栅上、下层间距为0.8 m,格栅之间为80 cm天然砂砾路床改良层。对于半填半挖路段,应重视半填部的地基处理,处理方式同一般填方路段。路基填挖结合部必须严格控制压实度。

5 结 语

道路工程设计中,以路基处理的造价对总投资的影响为最大。所以多种路基处理方案的比选论证,选择兼顾技术指标和经济指标的处理方案是特殊路基处理的重点内容。

(上接第51页)

路面板划分一致。为增强新旧板块之间的协同工作性,需要在新旧路面板衔接处进行纵向植筋处理。

(2)路面横向衔接过渡。原路面加铺罩面施工,与横向相接的一般路段产生高差,需要进行衔接过渡。如与沥青混凝土路面相接,采取刨除被衔接路段4 cm的面层,分层摊铺过渡;如与水泥混凝土路面相接,采取挖除部分被衔接路段的水泥混凝土板10 cm,分层摊铺过渡。

(3)两侧分隔带。对于需要挖除侧分隔带的路段,应首先拆除路缘石,然后移栽花木,挖除填土至设计标高,如该范围内路基填土不满足要求,应进行处理之后再铺筑面层结构。

(4)人行道挖除。人行道全线挖除重建。

(5)其他设施挖除。原有行道树、交通标志、路灯等需要相应的挖除或迁移。

5 结 语

市政道路旧路面提升改造是现阶段提高城市形象,增加市民幸福感的一种重要形式,不同路面病害处治需从路基根源着手,采用不同的处治方法,才能保证道路使用寿命,满足道路交通运行能力的基本需求。

参考文献:

- [1] 余叔藩. SMA的技术特点和技术发展[J].公路交通技术,2001(2):62-64.
- [2] 彭波. 粗骨架结构沥青混合料路用性能[J].公路,2004(9):145-148.
- [3] 姜雪文. 橡胶沥青技术应用前景与经济、社会效益分析[J].水路运输文摘,2018(2):91-92.
- [4] 朴雄伟,洪花,姜昌吉. IB水泥混凝土路面病害分析及处理[J].科技创新导报,2008,33:48.