

市政道路沥青路面修复工程施工研究

李梓良

北京城建道桥建设集团有限公司

摘要: 本文围绕MQI、PQI等7项市政道路沥青路面修复工程施工前的技术评定指标的具体内容、计算方法、基于计算结果的修复工程施工方案的确定等进行了介绍。在此基础上,本文针对市政机动车道的维修施工措施、市政道路沥青路面严重坑槽的修复施工流程及注意事项展开分析,希望为相关从业者提供一定的参考。

关键词: 市政道路; 沥青路面; 修复工程

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2022.12.041

引言: 提高市政道路沥青路面修复工程施工质量的目的集中在以下三个方面:①改善路面的状况,提高道路服务水平,使各类车辆及行人出行时既能感受到舒适性又可以确保安全。②不断提高道路的承载能力,尽量延长道路的使用寿命。③对已经出现损毁的区域进行修复,维护城市整体形象。需要注意,开展市政道路沥青路面修复工程前,道路必须符合两个基本条件:其一,路面未被大规模、重度破坏;其二,原有路面大部分路段结构的强度依然达标。

一、市政道路沥青路面修复工程施工前的技术评定内容

(一) 市政道路技术状况评定指标

1. 市政道路状况评定指数MQI

MQI是指公路技术状况指数,一般由路面使用性能指数PQI、路基技术状况指数SCI、桥梁隧道构造物技术状况指数BCI、道路沿线设施技术状况指数TCI等构成^[1],是沥青路面修复工程施工前的综合评定技术指标,只有对相关参数进行收集、计算,得出的结果符合有关要求,才能进入修复施工阶段。

2. 市政道路路面使用性能指数PQI

沥青路面使用性能指数PQI由路面损坏状况指数PCI、路面行驶质量指数RQI、路面车辙深度指数RDI、路面抗滑性能指数SRI、路面强度结构指数PSSI构成。技术人员在施工前的路面检测阶段,应该按照下列公式进行计算:

$$PQI = \frac{\omega_{PCI}PCI + \omega_{RQI}RQI + \omega_{RDI}RDI + \omega_{SRI}SRI}{\sum_{i=1}^n \omega_i} \quad (1)$$

在公式(1)中,凡带有 ω 的项均表明对应指数在PQI中占据的权重,具体如下:①市政一级沥青公路(含城市内高速公路)对应的PCI、RQI、RDI、SRI的 ω 值分别为0.35、0.40、0.15、0.10;②市政二级沥青公路只有PCI、RQI、RDI三项权重存在意义,对应的具体

值分别为0.45、0.40、0.15;③市政三级、四级沥青路面只有PCI、RQI两项权重存在意义,对应的具体值分别为0.60和0.40。

3. 市政道路路面损坏状况指数PCI

PCI代表路面损坏指数,市政沥青混凝土路面损坏状况养护规定值分别为:①高速公路及一级公路,PCI值不得低于80,损毁长度总占比必须控制在1.0%以下;②一级公路的PCI值与高速公路一样,但损毁长度总占比只需控制在2.0%以下;③二级公路的PCI值应该达到75,损毁长度总占比应该控制在3.5%以上;④三级及四级公路的PCI值控制在70以上,损毁占比不得超过5.4%。

4. 市政道路路面车辆行驶质量指数RQI

路面行驶质量指数RQI的计算公式如下:

$$RQI = \frac{100}{1 + a_0 e^{a_1 IRI}} \quad (2)$$

公式(2)中的IRI指代国际平整度指数,单位为m/km,式中的 a_0 、 a_1 均属于评价模型参数。市政沥青道路RQI评估期间, a_0 和 a_1 的取值(以下均为 a_0 在前, a_1 在后)如下:①市政高速公路分别为0.004335、1.6219;②市政一级公路0.01463、1.0137;③二级公路及干线公路0.004335、1.1585;④三级公路及四级公路0.0185、0.58^[2]。

5. 市政道路路面车辙深度评估指数RDI

针对路面车辙深度指数RDI进行评估的公式如下:

$$RDI = \begin{cases} 100 - a_0 RD \\ 60 - a_1 (RD - RD_a) \\ 0 \end{cases} \quad (3)$$

在公式(3)中,RD表示路面已经形成的车辙深度,RD₀表示车辙深度参数,一般是一个固定值,取20mm;RD_b表示车辙深度限值,同样是一个固定值,一般取35mm; a_0 和 a_1 同上文所述,在此处取固定值,分别为2.0和4.0。应用公式(3)计算RDI值时应注意,三种计算或取值赋予对应的条件不同。第一种情况的适用范围是:RD值不高于RD_a值;第二种情况的适用范围是,RD值大于RD_a值但小于RD_b值。

6. 市政道路路面抗滑性能评估指数SRI

针对路面抗滑性能指数进行计算的公式如下:

$$SRI = \frac{100 - SRI_{\min}}{1 + a_0 e^{a_1 SFC}} + SRI_{\min} \quad (4)$$

在公式(4)中, SFC表示横向力系数, 在计算器前, 需使用摆式仪等工具, 测定出摆值BPN并换算成横向力系数, 之后方可代入公式(4)求解SRI值。SRI_{min}是一个标定参数, 一般取固定值35.0; a₀与a₁依然是评价模型参数, 在此处分别取固定值28.6和-0.105。

7. 市政道路路面结构强度评估指数PSSI

针对路面结构强度指数PSSI进行计算时, 所用的公式如下:

$$PSSI = \frac{100}{1 + a_0 e^{a_1 SSI}} \quad (5)$$

$$SSI = \frac{l_d}{l_0}$$

在公式(5)中, SSI是指路面结构强度系数, 经由路面设计弯沉(1d)及实测地表弯沉值(10)两项参数进行比值计算后得出, 这两项参数的单位均为mm。a₀及a₁依然是评价模型参数, 在此处的取值分别为15.71和-5.1^[3]。

(二) 市政道路沥青路面修复前的钻芯取样

基于上述7项重要指标对道路路面当前情况进行分析后, 得出的结论虽然在理论上是准确的, 但由于市政沥青道路路面出现病害的原因比较复杂, 故基于上述指标参数对市政沥青路面是否需要修复所得出的结论很可能忽略了某些重要影响因素。基于此, 在完成上述7项指标的计算之后, 市政部门还应委托专业的测量单位, 围绕市政道路的部分路面进行钻芯取样, 将实地测量后得出的结果与上述基于公式计算出的结果进行对比, 最终完成市政道路沥青路面修复工程的整体设计。如下所示便是一个完整的市政道路沥青路面钻芯取样测量报告:

(1) 钻芯编号K1, 钻芯位置为某市某主干道(二级公路)左二道, 概略桩号为0+580; 该点位路基路面结构厚度分别为: ①细沥青20cm; ②粗沥青6.5cm; 结构层为碎三渣39.0cm, 备注为“路面一般, 未钻到底”。

(2) 钻芯编号K2, 钻芯位置为同上左一道, 概略桩号0+320, 路基路面结构层厚度分别为: ①细沥青3.0cm; ②粗沥青6.0cm; 结构层碎三渣37.0cm; 备注为“路面裂, 未钻到底”。

(3) 钻芯编号K3, 位置为右二道, 概略桩号为0+112, 路基路面结构层厚度分别为: ①细沥青3.0cm; ②粗沥青7.5cm; ③结构层为碎三渣38.0cm; ④碎石11.0cm, 备注为“路面裂, 未钻到底”。

(三) 基于指标计算及钻芯取样勘测结果的市政道路沥青路面修复推荐对比

将本文1.1段介绍的道路各项指标计算结果以及按照1.2段介绍的钻芯取样勘测结果进行对比, 当综合评估结果符合下列要求时, 应对市政道路沥青路面进行相

应的修复处理^[4]。

(1) PCI、RQI、RDI、SRI四项指标的计算结果与实际勘测结果均符合相关要求, 意味着市政道路沥青路面当前处于良好状态, 没有发现明显的破损, 只需做好日常养护和养护作业即可。

(2) PCI、RQI、RDI三项指标达标, SRI不达标, 需采用微表缺陷处或稀浆封层的方法进行处理。

(3) PCI、RQI两项指标达标, 则应采用微表缺陷处或在缺陷处增设一层罩面的方式完成处理。

(4) PCI与PSSI达标但RQI不达标时, 针对三级以上公路, 应采用增设照面的方式进行处理, 针对四级公路则应采用稀浆封层的方式完成处理。

(5) 只有PCI达标时, 应对路面进行局部补强处理后, 增设一层式或二层式罩面。

(6) 只有PSSI达标且计算与评估后得出的PCI值显示“沥青路面中度损毁”, 则应采用一层式或二层式罩面的方式进行处理; 如果PSSI达标但PCI只显示“沥青路面重度损毁”, 则必须采用二层式罩面的方法进行处理。

(7) 如果所有指标都不达标且PCI值显示“沥青路面中度损毁”, 应在局部补强完成后, 采用二层式罩面方法进行处理; 所有指标都不达标且PCI值显示“沥青路面重度损毁”, 应对路面进行全面翻修。

二、市政道路沥青路面修复工程具体施工处理措施

(一) 针对市政机动车道的维修施工措施

1. 铣刨加罩设计及施工

针对市政道路沥青路面采用铣刨加罩方法进行修复时, 首先需要对原道路的路面层的沥青进行铣刨, 厚度精确控制为4cm, 之后加罩一层路面结构(该层路面结构的厚度同样为4cm, 可使用的材料为AC-13C细粒式沥青混合料或是SBS I-D改性沥青混合料)。为提高施工质量, 路面调平衬垫层的平均厚度应该按照1cm标准计数。

2. 针对市政道路裂缝的施工措施

针对市政道路沥青路面出现的一般裂缝, 即裂缝宽度不超过3mm时, 一般无须进行针对性修复处理; 针对缝隙宽度超过3mm的严重裂缝, 施工作业人员应该首先完成原路表裂缝位置的准确记录, 之后对一定范围内已经损毁的沥青面层完成铣刨作业并清除一切残渣之后, 作业人员可以在裂缝处铺设宽度达到50cm的防裂贴, 最后按照从下到上的顺序, 依次加罩下列结构: ①骑缝铺防裂贴, 宽度达到50cm; ②厚度达到8cm的AC-25C粗粒式沥青混合料; ③厚度达到4cm的AC-13C细粒式沥青混合料或是如上文所述, 同样可以选用SBS I-D改性沥青混合料。

铣刨加罩施工作业期间, 有关铣刨加罩参数确定方面的注意事项为: ①如果高差低于4cm, 则施工人员需要首先对原路面的高差进行铣刨, 直到达到4cm的标准。在此基础上, 额外加罩厚度达到4cm的AC-13C细粒

式沥青混合料。②当高差超过4cm但不高于6cm时,施工人员应该首先对原路面进行拉毛处理,之后需要额外加固与高差相同高度的AC-13C细粒式沥青混合料。③当高差超过6cm但不高于10cm时,施工人员应该首先将原路面进行铣刨,直到高差达到10cm后停止,最后加固一层厚度达到4cm的AC-13C细粒式沥青混合料以及一层厚度达到6cm的AC-20C中粒式沥青混合料。

3. 针对局部路面凹陷等损毁处的补强施工

针对市政道路沥青路面进行局部修复作业时,施工人员应该根据沥青路面当前的具体情况,采用不同的处理措施。比如沥青路面存在较为明显的凹陷情况,路基已经损坏、路段整体的强度不足,则应对局部路面进行翻挖补强处理。具体而言,①对原路段基层其余部分进行整理、压实之后,可重复利用;②在上述基础上,使用强度为C25的混凝土,构筑一层厚度达到30cm,长度与宽度分别达到3.5m及4.0m的板块;③之后按照本文2.1.2段所述的加罩结构设置方法,完成骑缝铺防裂贴、8cm粗粒式沥青混合料、4cm细粒式沥青混合料的加固作业。

针对路面暗浜位置出现凹陷、沟槽开挖长宽比超过1.35的沥青路面进行修复作业时,针对路段原基层部分的处理与本段所述第一种情况相同,之后的加固措施与上述原理相同,但所用的材料需要替换为C25钢筋水泥混凝土,具体参数控制为 $\phi 10@150*150$,厚度同样为30cm。之后的加固修复作业与上述内容完全相同。

(二) 针对市政道路沥青路面严重坑槽的修复施工

1. 市政沥青路面严重坑槽形成原因

导致沥青路面出现坑槽的原因是:①在出现一些轻微的病害之后,市政部门并没有及时处理,导致原本很容易处理的裂缝进一步扩大,使路面结构从原本的稳固状态逐渐松散。在这样的状态下,路面受到过往车辆的重压、雨水的浸透之后,便会形成坑槽。②有些车辆在行驶的过程中,会出现滴油、漏油的情况。这些油性物质接触路面后,会对沥青层进行侵蚀,进而使沥青混合料逐渐离析,最终导致沥青膜剥落。当路面局部开始松散之后,便有可能出现坑槽。

2. 对市政沥青路面严重坑槽进行修复时的具体施工流程

(1) 对坑槽病害区的清理

清理病害区是修复市政沥青路面的首项作业。其中的要点是:施工人员需要对路面的旧面层进行仔细观察,目的是确定旧面层是否具备重复利用的可能性。如果无法再利用,则需直接对原有的沥青路面层(一定区域内)进行完全清除。针对能够再利用的沥青面层,施工人员应该将其中堆积的尘土、松散并脱落的粒料、积水等所有杂物全部清扫干净。

(2) 病害区的加热处理

完成清洁作业之后,施工人员需要使用专用设备对沥青路面的坑槽病害区进行加热。这样做的目的是,确

保作业路面不会出现老化的情况。相关注意事项是,施工人员需要精确确定加热的时间,最高不超过10分钟,最少不能低于5分钟。通常情况下,只需将路面加热到 $140^{\circ}\text{C}\sim 170^{\circ}\text{C}$ 区间即可。之所以存在如此大的温度跨度,是因为作业路段所处的纬度、当前的环境温度存在差异,具体的加热温度应该基于加热试验确定。

(3) 病害区的耙松处理

在对坑槽区域完成加热作业后,施工人员需要移走加热板,之后在被加热的区域,使用齿耙、推板等工具,刨出一个正方形的范围——距离坑槽病害边缘的距离必须超过15cm,与加热区域外缘的距离不应低于10cm,深度至少需要达到4cm但不能超过6cm。

(4) 向病害区添加新材料

将新材料捣碎成小块之后,填入坑槽并将上文提到的“正方形”区域完全覆盖,之后使用铁锹等工具进行初步摊铺,务必保证平整度。

(5) 对填充新料的软化处理

人工摊铺完成后,继续使用之前的加热板设备,对“正方形”区域进行全覆盖,将温度设置为 $140^{\circ}\text{C}\sim 170^{\circ}\text{C}$ 之间,加热2分钟左右,使新加入的材料全部软化。

(6) 对沥青路面修补区的再生、整平、压实处理

完成新材料加热处理后,施工人员需要动态观察新材料的氧化程度。完成翻松处理后,可喷洒少量沥青再生剂或是乳化沥青,确保新旧材料均匀混合。最后,施工人员在完成第二次找平作业之后,还应将散落在边缘地带的沥青整平,最后使用压实工具压实。

结语

综上所述,针对市政道路沥青路面的病害进行修复之前,市政部门应围绕包括PCI、RQI、RDI、SRI等在内的7项道路状况评估参数进行收集、计算,之后委托专业的测量机构进行钻孔取样作业,就相关结果进行对比。根据PCI、RQI等指标是否达标、有几项指标达标,决定具体的修复方案。针对不同类型的沥青路面病害进行修复处理时,施工人员均应首先对原路面结构能否沿用进行观察,物尽其用,确保修复质量。

参考文献

[1] 潘小康, 陈忠华. 沥青路面修复养护设计数据要求及分析方法[A]. 中国公路学会养护与管理分会. 中国公路学会养护与管理分会第十二届学术年会论文集[C]. 中国公路学会养护与管理分会: 中国公路学会养护与管理分会, 2022: 314-320.

[2] 赵国锋. 一种城市沥青路面修复结构. 山西省, 山西路桥第六工程有限公司, 2021-05-28.

[3] 桑现伟. 高聚物注浆修复脱空半刚性基层沥青路面疲劳特性研究[D]. 郑州大学, 2020.

[4] 杨彦海, 闫羲钰, 安中华, 等. 沥青路面坑槽修复材料研发及结构力学响应分析[J]. 沈阳建筑大学学报(自然科学版), 2020, 36(02): 314-322.