

BRT路面快速修复和养护技术研究

郑翥鹏 张子豪

(厦门大学土木工程系 福建厦门 361005)

摘要:快速公交 BRT 自 2005 年引入我国,现已在多个城市建成运营,但基于 BRT 完全渠化的运营方式及公交车大、重、长的特点,在已建成 BRT 的车站和进、出站路段的路面发现不同程度的车辙、推移等病害。比较了国内外当前对于 BRT 路面养护修复技术的发展进程,包括传统方法与目前出现的新技术,并以厦门 BRT 为例,提出合适的病害修复措施,探讨今后研究的发展方向。

关键词: BRT 路面; 养护; 修复; 传统方法; 新技术

中图分类号: U418

文献标识码: A

文章编号: 1004 - 6135(2018)09 - 0103 - 04

Research on Quick Repair and Maintenance Technology of BRT Pavement

ZHENG Zhupeng ZHANG Zihao

(Department of civil engineering, Xiamen University, Xiamen 361005)

Abstract: The Bus Rapid Transit (BRT) has been introduced to China since 2005 and has been built and operated in many cities. However, different degrees of rutting, shifting and other diseases have appeared on the pavements of the built BRT stations especially in the entrance and exit section because of the fully channelized operating way and the bus characteristics, that is, large, heavy and long. In this paper, the current development process of BRT pavement maintenance and repair technologies at home and abroad are studied, including traditional methods and new technologies. Furthermore, the Xiamen BRT is taken as an example to put forward the appropriate repair measures and the development direction of the future research is discussed.

Keywords: BRT pavement; Maintenance; Repair; Traditional methods; New technologies

1 BRT 概念

改革开放以来,我国经济得到快速发展,城市化进程逐渐加快,与此同时,带来的是道路拥堵、出行效率降低等一系列“城市病”。优先发展公共交通是解决城市交通拥堵,提高市民出行质量,实现交通可持续发展的有效途径。快速公交这一概念应运而生。

快速公交(Bus Rapid Transit)简称 BRT,是一种以巴士为基础而发展成的大众运输系统,利用现代化公交技术配合智能交通和运营管理,开辟公交专用道路和新建公交车站,实现轨道交通运营方式的城市客运系统。BRT 发源于 20 世纪 70 年代的巴西库里蒂巴,于 1999 年首次引入我国,其中昆明是最早开通 BRT 的城市。由于 BRT 具有建设成本低、工期短、运量大、效率高等特点,在我国得到了广泛应用和发展,北京、广州、厦门、常州等城市都建成了 BRT^[1]。

2 BRT 施工养护特点

我国的 BRT 专用车辆一般采用大容量的单铰接车,车辆长度约 18m,最大可载 180 人。所以,BRT 车辆较普通公交车表现出大、长、重的特点,且轮压和制动力也更大;目前我国规范采用的标准轴载的轮胎接地压强为 0.7MPa,而 BRT 车辆的实际接地压强一般到达 0.9MPa。此外,BRT 道路大多为封闭式的专用车道,属于完全渠化方式,车轮作用的位置相对集中,在车站定点停靠位置处重载车辆频繁的启动、刹车,使得路面反复承受前后方向的推移及垂直荷载,因而在 BRT 路面结构内部产生较大的剪切推移力^[2];且由于 BRT 路面多采用沥青材料铺装,夏季受到高温天气的影响,路面材料的高温稳定性显著下降。在普通路段上,BRT 车辆运行在专用的车道上行驶,除车辆对路面轮压的纵向作用位置较集中外,与普通公交无较大区别;但在车站的进站、站台以及出站段更容易出现推移、拥包、车辙等病害^[3]。BRT 每日的运营时间长,发车频率高,交通压力大,短时间的停止运行就会造成旅客大幅积压,影响出行。基于以上特点,BRT 路面与普通路面的养护不同之处可归纳为以下 3 点:

基金项目:福建省中青年骨干教师教育科研项目(JAT160004)。

作者简介:郑翥鹏(1978 -)男。

E-mail: xpeng@xmu.edu.cn

收稿日期:2018 - 06 - 01

- (1) 更注重提高路面的抗剪切流变性能;
- (2) 增强沥青路面抗高温稳定性;
- (3) 要求在较短时间内完成路面的修复养护工作,开放交通,避免对 BRT 正常运营造成影响。

3 国内外传统 BRT 道路路面养护修复技术发展进程

BRT 路面通常采用沥青路面,路面出现的裂缝、坑槽、车辙等病害是路面日常养护中常见的不良问题,严重的病害更致使路面剥落,直接影响行车的安全性及舒适度。因此,路面病害出现后,如果没有得到及时处理,则会加快病害的发展,对公共交通服务带来不利影响。

目前,国内外 BRT 路面养护的主要技术手段仍以传统的修复养护工艺为主,即当路面性能降低 20% 之前,应用预防性养护对策;当性能降低高于 20%,即损坏问题比较严重,应用矫正性养护对策,先进行路面传统的补强或铣刨重铺,再进行预防性养护^[4]。

3.1 传统的预防性养护对策

3.1.1 裂缝修补技术

对于常见的裂缝病害,分析其裂缝形式,如温度裂缝、沉降裂缝、干缩裂缝等,一般应用灌缝、贴缝的养护技术方式予以处理。

3.1.2 稀浆封层技术

稀浆封层技术采用砂石、填料、乳化沥青、外掺剂和水,按照合适的比例配合搅拌制成混合料,再将其均匀摊铺在路面上形成沥青封层,摊铺后无需碾压。也有采用聚合物改性乳化沥青用于该技术,由于其有良好的高温稳定性,可大大提升路面性能。

3.1.3 雾封层技术

雾封层技术是将乳化沥青、改性乳化沥青雾状喷洒在沥青路面,起到封闭路面孔隙、修补路面老化、改善路面外观的作用。雾封层技术是发达国家常用的沥青路面预防性养护技术^[5],目前该技术已初步在我国得到了应用。

3.2 传统的矫正性养护对策

3.2.1 坑槽修复技术

坑槽产生的原因有多种,倘若不及时修补,在车辆不断碾压后,将会使坑槽不断发展,导致路面出现更严重的病害。及时修补坑槽,可恢复行车的平稳性,提高路面承载能力。

根据路面坑槽破损实际情况,确定修补范围及深度,采用合适的修复技术处理措施。对坑槽修补必须遵循“圆洞方补、斜洞正补”的原则,凿边整齐、垂直,且其边线必须与路中心线平行或垂直。

3.2.2 车辙修复技术

BRT 路面出现的车辙通常为失稳型车辙,车辙主要在面层,由于沥青混合料面层的高温流变性能不足,在车辆荷载反复作用下,出现剪切流变,而路面结构没有发生破坏。

一般可按照轮迹的塌陷程度采取不同的修复措施。传统的修复措施主要是铣刨,清除旧沥青面层后再加铺热拌沥青混凝土罩面层。也有采用微表处修复方法,原理同稀浆封层类似,根据车辙深度进行单层或双层摊铺修复。这项技术不仅节约了资源,提升路面性能,且养护时间短,最快 2h 可开放交通,非常符合 BRT 此类路面快速修复的要求,具有广阔的应用空间。

3.3 路面养护修复新技术

3.3.1 新型路面养护剂

路面养护剂是沥青道路预防性养护的一种新型材料,可在路面尚未出现严重破坏,且整体结构强度满足要求时进行的预防性养护。通过喷洒在沥青道路表面,具有恢复原有性能、停止沥青老化的作用,能够避免公路病害进一步扩散,还兼具快速翻新效果。

近年来,随着科学技术的不断发展,各种新型的养护材料应运而生。例如美国柯玛仕渗透型沥青路面强化剂 AS(Asphalt Seal)就是一种专为沥青路面早期病害防治实效短而研发的无机渗透型水性产品,具有较好的流动性、分散吸收性、渗透性和环保无害等特点,应用于高等级公路沥青路面预防性养护^[6]。对 BRT 路段进行试验,对比分析喷洒养护剂前后路面性能的变化情况,结果表明相对于未喷洒 AS 的沥青混合料,喷洒 AS 养护剂后,路面性能显著改善,动态稳定性提高,提升幅度约为 12%,粘接性能增强,对于车辙防治有很好效果,因而可考虑应用于 BRT 专用路面。

3.3.2 路面再生技术

路面再生技术,是指将路面沥青混合料翻挖、铣刨、回收,经过破碎、筛分处理,再添加一部分新骨料与新沥青(必要时添加再生剂),重新拌制后,获得满足高等级公路路用性能要求的再生沥青混合料,并用于铺筑沥青路面结构层的一种成套工艺技术。

根据不同场合使用的温度,沥青路面的再生类型包括热再生与冷再生^[7]。根据不同的实施情形和工艺流程,沥青路面的再生类型包括就地再生和场拌再生。一般分为下列 4 种:就地热再生、场拌热再生、就地冷再生和场拌冷再生。

沥青路面的再生,重复利用了旧路面材料中的沥青和砂石,最大限度地利用资源,保护环境。沥青

再生技术可以将沥青路面养护时产生的废弃物完全得到处理,节约材料回收利用,符合可持续发展的理念。

再生技术与传统路面修复技术对比如表1所示。

表1 路面再生技术与传统路面修复技术对比

技术	造价	环境保护	工期影响	技术控制
传统铣刨重铺	高	废料无法再利用,需借地堆放	需封闭半幅车道,工期较长	技术成熟,经验丰富
再生技术	低	最大能达到100%废料再利用,节约资源	工期短,最快几小时可开放交通	实际应用案例不多,经验尚缺乏

从表1可以看出,再生技术尽管实际应用的案例不多,但其对废料的再生利用符合可持续发展的理论,且修复时间短,对交通影响小,正是BRT公交系统所需的技术,可将此方法应用到其中。

4 厦门BRT路面养护修复技术方案探索

厦门BRT是全国唯一全程高架的BRT系统,目前已开通6条线路,日客流达到28万人次左右,在厦门市公共运输中占有重要地位。鉴于此特殊性,寻求一种快速的路面养护修复技术至关重要。

厦门BRT高架路面结构图如图1所示。

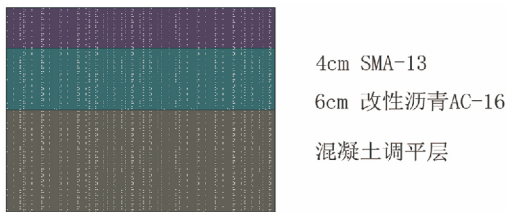


图1 厦门BRT高架路面结构图

其上面层采用4cm的SMA-13,下面层采用6cm的AC-16,中间用改性乳化沥青粘接,用SBS防水黏接层接地。

厦门BRT在通车不到10个月的时间里,在部分车站的进站段、站台段和出站段均出现了不同程度的车辙、拥包、推移等病害。洪文站、卧龙晓城站产生大面积沥青面层推移,其中洪文站车槽最大深度达12cm,长近30m,推移病害起点距离进站站台42m^[3]。最近一次的大修是在2014年11月,BRT路面的修复仍采用传统的方法,即铣刨清除受损路面,之后重新铺筑。该方案不仅工期长,影响交通,且无法彻底解决路面出现的车辙等病害,治标不治本。在最新的实地调查发现,思北路口站仍出现轻微的车辙病害,如

图2所示,斗西路口站在车辆轮迹处有明显的修补痕迹,如图3所示。开通的近十年时间里,路面进行过多次修复工作,都没能彻底解决病害。对此,提出采用就地热再生技术对路面进行养护修复。

就地热再生(HIR)是通过现场加热、翻松、搅拌、摊铺、碾压等工艺,一次性实现对旧沥青路面的废弃物就地再生利用的路面再生技术。就地热再生可以对原路面材料进行百分之百循环再利用,且施工过程中具有无需铣刨、收集和运输废旧沥青混合料等优点。此外,就地热再生施工速度快、效率高,通常采用单车道施工,对道路运营影响程度低^[8]。



图2 厦门BRT思北路口车站段病害

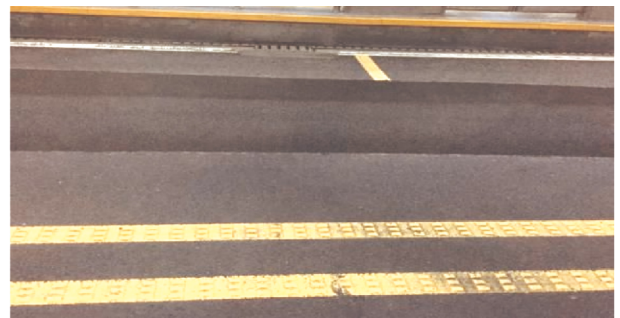


图3 厦门BRT斗西路口车站段病害

英达热再生是我国目前致力于沥青路面就地热再生技术的研究和推广发展较成熟的公司,被称为“公路医生”。公司目前生产了多款用于沥青路面再生的设备车辆。其最早于2002年开始和江苏省合作进行相关研究,2008年实现了高速公路SMA路面就地热再生,并在2016年由江苏省交通运输厅立项,公司起草、主编了我国公路系统首个就地热再生地方标准——《沥青路面就地热再生施工技术规范》。福建省积极响应国家生态文明建设号召,于2008年开始推广英达就地热再生技术。福州市江滨大道就采用英达大型就地热再生技术施工,此外还有莆田市的迎宾大道等项目。

对厦门 BRT 进行路面修复,可根据《沥青路面就地热再生施工技术规范》中的内容,选择复拌就地热再生。同时由于厦门 BRT 特有的高架桥梁铺装方法,施工中应加强对伸缩缝等的保护^[9]。

复拌就地热再生工艺如下:原路面加热→喷洒再生剂/新沥青(需要时)→耙松→新、旧混合料拌和、摊铺→压实成型^[10],具体工艺如图 4 所示。

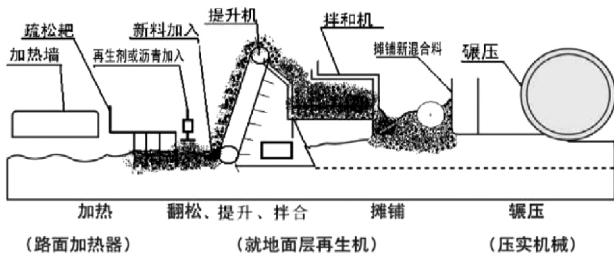


图 4 复拌就地热再生施工工艺示意图

该工艺可有效消除坑槽、裂缝、车辙等路面表层病害,并可对原路面的级配和油石比进行调整改善。进行路面养护修复时,选择合适的设备机组,从忠仑公园或其它预留的应急匝道驶入进行路面作业。通过调整配合比,添加合适的抗车辙等外加剂,完成路面的再生修复工作。当然,再生技术的一些问题,诸如加热时对温度的控制要求较高,再生厚度一般只达到 6cm,且无法清除不适用的再生混合料等问题,需要进一步的探讨解决。

对使用过就地热再生技术的路面进行专业检测,可以发现其路面性能有了很大的提升。比如汾灌高速路面的压实度、摩擦系数、平整度指标均达优等指标;南京的玄武大道在修复后的 8 年的时间里,路面无任何破损,车辙深度指标 RDI 平均值为 15mm^[11],满足 BRT 路面对抗车辙的使用要求。就地热再生技术也曾应用到厦门海沧区的马拉松赛道路面,用 20 个昼夜完成了原本 90d 工期的整治任务,最大限度地降低了对市民日常出行的影响^[12],这也正是 BRT 路面修复时的重要要求。

5 修复技术发展趋势

随着社会对环境保护及“节约型社会”认识的不断提高,再生技术将在以后的公路建设和养护工程中推广应用,尤其是冷再生技术将会是今后发展的一个重点,因为它不仅具有热再生的优点,同时在施工过程中耗能低、污染小,还解决了其再生厚度范围小的问题。但就地冷再生技术施工过程中的质量控制难度较大,且目前部分公路养护施工人员的经验不够,同时在配合比的设计部分还存在许多不足^[13],需要

在实践中进一步学习和总结,以促进该技术在公路养护应用中的不断发展。同时,响应国家创新驱动发展的重大战略,与时俱进,研制出新型高效环保的路面养护剂;发展施工快速、经济效益良好的路面修复技术,仍将是今后科研探讨的主要方向。

6 结语

快速公交 BRT 自 2005 年引入我国,已在多个城市建成运营。但 BRT 公交系统的特殊性,要求其修复养护技术需要快速高效;且国家倡导可持续发展以及环境保护的理念,对此,提出在厦门 BRT 应用就地热再生新技术进行路面的养护修复工作。根据《沥青路面就地热再生施工技术规范》中的内容,在整形再生、复拌再生和加铺再生 3 种方法中选择复拌就地热再生,再选择对应的设备、组成合适的修复机组对路面进行再生作业。但技术好不等于能用好,对技术的正常把握和使用更为重要,由于路面再生技术在我国应用的时间相对较短,经验较少,因此需要结合公路的实际情况,不断实践总结经验,促进公路养护应用技术的不断发展。

参考文献

- [1] 高立鑫. BRT 停车段沥青路面抗剪切推移特性研究[D]. 西安: 长安大学, 2009.
- [2] 董广绅. BRT 车站路面铺装的研究[J]. 中国建材科技, 2016: 101 - 102.
- [3] 陈琦. BRT 路面结构类型研究[J]. 交通科技, 2010(3): 84 - 86.
- [4] 王文新. 沥青路面病害分析及预防性养护措施[J]. 交通世界, 2018(1): 140 - 141.
- [5] 黄颂昌, 彭明文, 徐剑. 我国沥青路面养护技术现状与发展展望[J]. 公路交通科技应用技术版, 2006: 5 - 8.
- [6] 林云腾. 渗透型养护剂在 BRT 沥青路面的应用研究[J]. 福建建设科技, 2015(3): 81 - 83.
- [7] 王庆凤. 沥青路面再生技术在公路养护中的应用[J]. 市政交通水利工程设计, 2018: 97 - 98.
- [8] 李严. SMA 沥青路面现场热再生设计研究[J]. 山西建筑, 2018(4): 115 - 116.
- [9] GB32/T 3134 - 2016 沥青路面就地热再生施工技术规范[S]. 2016.
- [10] 卢传忠. 就地热再生技术在市政道路沥青路面养护维修中的推广应用[J]. 交通世界, 2016: 10 - 13.
- [11] 英达热再生施工 8 年后, 路病竟然 0 复发[J]. 交通世界, 2016: 8.
- [12] 英达热再生: 厦门马拉松赛道特聘医生[J]. 交通世界, 2016: 23.
- [13] 苏龙渊. 就地冷再生技术在养护维修工程中的应用[J]. 科技视界, 2017: 142.