

文章编号:0451-0712(2007)02-0025-04

中图分类号:U416.217

文献标识码:B

从西三试验路看我国长寿命半刚性基层沥青混凝土路面

武建民, 戴经梁

(长安大学教育部特殊地区公路工程重点实验室 西安市 710064)

摘 要:长寿命沥青混凝土路面已成为国际道路工程界普遍重视的一项研究内容。半刚性基层沥青混凝土路面由于其自身固有的一些缺点,早期损坏情况往往较为严重,难以实现路面的长寿命。结合我国半刚性基层沥青混凝土路面的破坏特点,在分析西三试验路路面使用性能长期观测数据的基础上,就延长半刚性基层沥青混凝土路面的使用寿命,提出了改进设计方法、保证施工质量、加强路面养护等措施。

关键词:长寿命沥青混凝土路面;半刚性基层;路面使用性能;设计方法

随着经济的发展,对道路交通的要求也越来越高。大交通量、重载使得许多路面达不到设计年限就出现了较为严重的损坏,而不得不进行大修。这不仅增加了道路修建成本,路面大修造成的道路拥挤及堵塞也大大增加了用户的使用费用。为提高路面在寿命周期内的费用效益比,从 20 世纪末开始,欧美国家的道路工作者提出了长寿命沥青混凝土路面(Long-Life Asphalt Pavement),也被称为永久性沥青混凝土路面,目前已成为世界各国沥青混凝土路面较为关注的研究内容。

长寿命沥青混凝土路面具有以下特点:(1)在总费用上,其初期修建费用很高,日常养护费用较少,总费用效益比较大;(2)在设计年限上,要远长于一般路面,至少为 40 年;(3)在损坏模式上,其路面的损坏只发生在表面层,如表面开裂,不存在结构性破坏;(4)在养护维修上,其只需要日常养护,通过对表面层的铣刨、加铺等来保持路面的平整度、抗滑等使用功能,不需要进行结构性大修。

从国外的研究及使用情况来看,长寿命沥青混凝土路面均采用沥青混凝土层厚度较大的柔性路面,包括沥青混凝土面层和沥青稳定料的联接层在内,沥青混凝土层总厚度一般在 18~23 cm 以上。较厚的沥青混凝土层减少了传统沥青混凝土路面层底开裂和结构性车辙,使得路面的损坏仅限于路面顶部 2.5~10 cm 范围以内,在较长的使用时期内,只

需要定期进行表面的铣刨和罩面修复,而不需要进行结构性的大修。

长寿命沥青混凝土路面的设计方法认为,由于沥青混合料疲劳极限的存在,当沥青混凝土层厚度较大时,沥青混凝土层底弯拉应变就低于对应的疲劳极限应变值,可以避免层底出现弯拉疲劳破坏。同时,较厚的沥青混凝土结构层使得土基顶面的压应变也会足够小,从而避免结构性车辙的出现。从实际使用情况来看,英、美等国的一些重交通路段,已经成功使用了 40 甚至 50 年而没有出现结构性破坏,证明了这一设计方法的正确性。

我国目前广泛采用半刚性基层沥青混凝土路面,一般设计寿命为 10~15 年。当到达设计寿命时,半刚性基层由于疲劳破坏而碎裂并导致沥青混凝土面层破坏,需要进行结构性大修。由于大修时需要基层和面层一起进行重建,不仅投资大,而且周期长,对通行车辆影响大。从寿命周期费用分析的角度来看,这显然是非常不经济的。能否克服半刚性基层沥青混凝土路面的缺点,修建长寿命的半刚性基层沥青混凝土路面,在我国进行大规模公路建设的今天,成为我们需要十分重视的一个研究内容。

1 我国半刚性基层沥青混凝土路面的主要破坏特点

我国目前已建成高速公路达到 4.2 万 km,其中绝大部分采用了半刚性基层沥青混凝土路面。从使

用情况来看,有不少路段在未达到设计使用寿命之前就出现了较为严重的破坏。通过对已建成的若干高等级公路路面状况的调查,半刚性基层沥青混凝土路面的主要病害有以下几个主要方面。

1.1 裂缝

裂缝是沥青混凝土类路面的一大主要病害,可以大致分为荷载型和非荷载型两大类。荷载型裂缝主要由行车荷载作用产生,常发展为较宽的网状裂缝或龟裂,并伴随车辙或沉陷,是路面结构强度不能满足交通状况的表现。如果沥青混凝土路面运营早期出现较多的荷载型裂缝,则反映出结构设计不合理或施工质量较差。

对于半刚性基层沥青混凝土路面来说,基层的反射裂缝是造成路面开裂的一个重要原因。特别是在车辆荷载的反复作用下,半刚性基层往往会首先出现疲劳开裂,严重的甚至会碎裂成小块,从而导致上面的沥青混凝土面层开裂。

1.2 车辙

随着高速公路建设的发展,以往在我国并不被重视的车辙问题日益突出。目前,已有一些通车仅2~3年的高速公路,出现了较严重的车辙。一般认为,柔性路面的车辙与路面各结构层及路基的抗变形能力有关,而半刚性基层沥青混凝土路面的车辙,主要取决于沥青混凝土面层的高温稳定性,需要在沥青混合料的材料组成设计上深入研究。同时,力学计算表明,由于半刚性基层模量较大,使得其上的沥青混凝土面层受到的剪应力增大,也是导致路面车辙的一个原因。

1.3 路面不均匀沉陷

路面出现不均匀沉陷的现象,是我国高速公路建设开始以来逐渐突出的一个病害。由于在平原区路基填土高度较高,在山岭区又多大挖大填,所以容易在软土地基或路基压实度不足的路段出现不均匀

沉陷。前者由于堆载预压时间不足或处理效果不理想,在铺筑路面和开放交通以后,软土地基继续沉陷,导致路面出现较大起伏或结构性破坏;后者由于路基压实度不足,产生不均匀沉陷,导致路面在较大面积上出现纵、横向不平整和大量开裂。

1.4 平整度较快变差

引起高等级公路沥青混凝土路面平整度较快变差的原因是多方面的,如路基不均匀沉降、面层热稳定性不足产生推挤和拥包、面层或基层施工水平较低导致材料或厚度存在较大变异性等。对于通车时间较长的路面来说,较为严重的路面开裂则是影响平整度的主要原因。

2 西三线试验路介绍及使用性能分析

在我国已建成的许多高速公路中,虽然有不少因为早期破坏而达不到设计寿命就进行了大修,但也有一些半刚性基层沥青混凝土路面使用了较长时间而仍然保持较好的结构性能。如京津塘高速公路、西安~三原(西三)一级公路等,都在其设计使用寿命周期内保持了良好的路用性能。这里以“七五”攻关项目修建的西三试验路进行分析。

西三试验路建成于1989年,位于西三一级公路(后改为高速公路)K23+640~K25+755左半幅。西三线设计交通量为16 273辆/d,换算成设计年限内一个车道上累计轴载为 5.422×10^6 次,容许弯沉为0.50 mm(按当时设计规范,按现行设计弯沉值计算应为0.27 mm)。试验路共20小段,路基模量用承载板法测定在65~130 MPa之间。结合我国目前高等级公路沥青混凝土路面的普遍结构形式,选取其中第2、8、9、16号4个小段以及一段实际生产路段(K26+750~K27+750左半幅)进行研究。路面结构如图1所示。

4 cm 中粒式沥青混凝土	4 cm 中粒式沥青混凝土	4 cm 中粒式沥青混凝土	5 cm 中粒式沥青混凝土	4 cm 中粒式沥青混凝土
5 cm 粗粒式沥青混凝土	5 cm 粗粒式沥青混凝土	5 cm 粗粒式沥青混凝土	7 cm 粗粒式沥青混凝土	8 cm 粗粒式沥青混凝土
20 cm 二灰稳定砂砾	6 cm 沥青碎石	6 cm 沥青碎石	26 cm 二灰稳定砂砾	18 cm 二灰稳定砂砾
	20 cm 水泥稳定砂砾	20 cm 二灰稳定砂砾		30 cm 二灰土
20 cm 二灰土	20 cm 石灰土	20 cm 二灰土	20 cm 二灰土	
18 cm 二灰土垫层			18 cm 二灰土垫层	

(1)2号路段 (2)8号路段 (3)9号路段 (4)16号路段 (5)生产路段

图1 观测路段路面结构

试验路段中沥青混凝土表面层采用 LH-20I 型级配,粗粒式下(中)面层为 LH-30,沥青碎石采用 AM-30。生产路段面层采用新加坡壳牌沥青,基层采用二灰稳定砂砾,底基层采用二灰土。各观测路段半刚性基层材料厚度为 40~64 cm(包括二灰土垫层在内);沥青混凝土面层的厚度为 9~15 cm;路基设计模量值为 31.5 MPa。

各观测路段的路面弯沉、裂缝率以及车辙如图 2~图 4 所示。

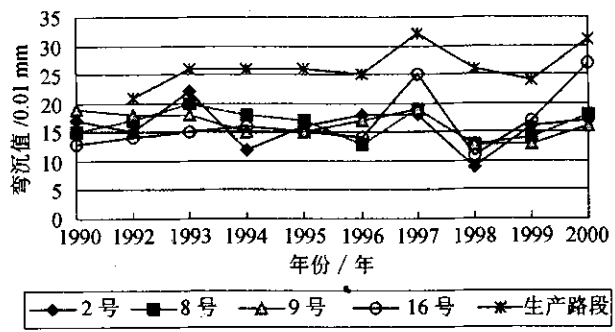


图 2 西三线弯沉

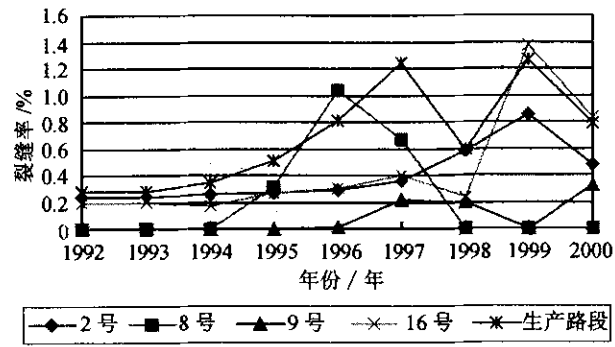


图 3 西三线裂缝率

对 K23+600~K25+800 的历年(1991 年~2000 年)平整度检测,连续式平整度仪的均方差均

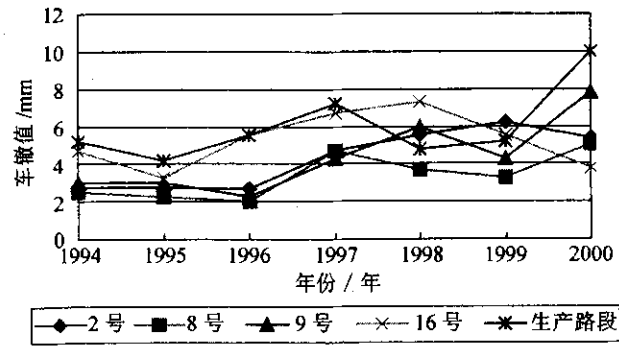


图 4 西三线车辙

在 2 以下。由以上检测资料可以看出,这些路段都具有较好的使用性能。

到 2004 年,西三高速公路已经达到了 15 年的设计使用寿命。根据收费站的统计值,计算出累计作用当量轴次已接近设计值,如果考虑到车辆的超载,则应当超过了设计值。在 2004 年的检测中,平整度除了设置级配碎石层的试验路段(图 5)外,其余路段仍保持了较好的平整度。路面开裂情况同样是除了设置级配碎石层的试验路段和生产路段外,其余路段开裂率均未超过 2%。设置级配碎石的路段开裂严重的原因,经分析一是与其级配较差有关,使其不但未能达到减缓反射裂缝的目的,反而因为级配碎石的松散导致沥青混凝土面层开裂严重;二是由于级配碎石上的沥青混凝土面层较薄,在行车荷载作用下容易出现疲劳破坏。生产路段路面在使用期末路面开裂较为严重,其中观测路段(K26+750~K27+750 左幅)的路面开裂率达到了 4.97%。其原因主要是由于基层开裂(碎裂)所致,局部甚至出现了坑槽,使路面的平整度下降。

4 cm 中粒式沥青混凝土	4 cm 中粒式沥青混凝土	5 cm 中粒式沥青混凝土	5 cm 中粒式沥青混凝土(阿沥青)
4 cm 粗粒式沥青混凝土	4 cm 粗粒式沥青混凝土	7 cm 粗粒式沥青混凝土	7 cm 粗粒式沥青混凝土(阿沥青)
10 cm 级配碎石	10 cm 级配碎石	20 cm 级配碎石	20 cm 级配碎石
20 cm 二灰稳定砂砾	20 cm 水泥稳定砂砾	26 cm 二灰稳定砂砾	26 cm 二灰稳定砂砾
20 cm 二灰土	20 cm 二灰土	18 cm 二灰土垫层	18 cm 二灰土垫层
18 cm 二灰土垫层	18 cm 二灰土垫层		
(1)3 号路段	(2)4 号路段	(3)14 号路段	(4)15 号路段

图 5 设置级配碎石的试验路段路面结构

3 长寿命半刚性基层沥青混凝土路面的设计方法
半刚性基层具有较大的强度与刚度、较好的水稳性与抗冻性以及材料的质量要求较低等优点,

但同时也存在材料收缩系数较大、抗变形能力较低、透水性差、细料易被冲刷、开裂后不能愈合以及在使用中强度与模量会不断衰减等缺点。由此导致半刚

性基层沥青混凝土路面裂缝难以解决、路面内排水困难、对重载交通敏感性大、路面破坏后无愈合能力且维修困难。可以说,半刚性基层的强度衰减和疲劳破坏,决定了这类沥青混凝土路面的使用寿命。从西三线观测路段及全国的公路建设和使用情况来看,要延长半刚性基层沥青混凝土路面的使用寿命,须从设计、施工和养护 3 个方面采取措施。

3.1 半刚性基层沥青混凝土路面设计方法的思考

半刚性基层沥青混凝土路面的损坏可以分为两个阶段:半刚性基层的疲劳损坏阶段和沥青混凝土面层的疲劳损坏阶段。并且当基层出现疲劳损坏后,沥青混凝土面层的疲劳寿命是十分短暂的。当基层开裂后,裂缝反射至沥青混凝土面层形成所谓的反射裂缝。在裂缝处,路面结构受力恶化,并且由于水分从裂缝的进入,使基层材料碎裂甚至松散,最终导致路面结构整体破坏。因此,在半刚性基层沥青混凝土路面设计时,首先应考虑到基层的开裂对路面使用寿命的影响。由于半刚性材料的特点,单纯从材料角度是无法有效地解决其开裂问题的。所以,要实现长寿命半刚性基层沥青混凝土路面的长效功能,主要应从路面结构设计上采取措施。

首先,要合理确定路面的临界破坏状态。我国目前的沥青混凝土路面设计方法中对于路面的临界破坏状态定义为:路面无明显变形,有较多纵横向裂纹或局部网裂。而此时作为路面主要承重层的半刚性基层,实际上已经完全开裂了,这样即使路面达到了设计使用寿命,由于路面已经出现了结构性破坏,其使用寿命也很难再延长,这与国外的长寿命沥青混凝土路面的设计理念刚好相反。所以西三线尽管在其设计寿命周期内保持了较好的路面使用性能,但当达到使用寿命时也出现了结构的破坏,其路面大修也不得不“开膛破肚”式的。因此,要得到长寿命的半刚性基层沥青混凝土路面,必须改变这种路面设计的临界破坏状态。一是可以考虑半刚性基层在其使用过程中完全不出现破坏,其强度、模量等不会发生衰减。这样就需要加大沥青混凝土面层厚度,以使基层所受到的弯拉疲劳应力大大降低,以致不会出现疲劳破坏,同时还要解决半刚性基层材料的收缩开裂、基层的防水等一系列问题,所以这种方法实现起来有一定困难。另一种方法就是在设计时就将其半刚性基层视为已经完全开裂,其强度、模量值等参数也取为开裂后的数值进行设计。这样做虽然不能充分利用半刚性基层的强度,但当半刚性基层破坏

后,路面的设计承载能力不会降低,其结构性能仍能满足较长时间的使用要求,可以实现较长的使用寿命。

其次,在路面结构组合设计上也可以采取一些措施,来避免或减缓反射裂缝的发生。可以设置应力消减层,如橡胶沥青封层、土工格栅等,在半刚性基层顶面铺设级配碎石过渡层,采用混合式基层(半刚性基层上面加铺沥青碎石层)以及加厚沥青混凝土面层,以减缓基层开裂对沥青混凝土面层的影响,使路面在较长时期内保持良好的路用性能。

3.2 精心施工以保证路面使用寿命

质量是工程建设永恒的主题,路面的施工质量对其使用寿命的影响更是显而易见。没有施工质量的保证,再好的设计也无法实现。西三高速公路之所以能够以优良的使用性能达到 15 年的设计使用寿命,与其获得国家工程质量银奖的优良工程质量密不可分。同期甚至后期建成的西临、西宝等高速公路,则未达到使用年限而进行大修,很大一部分原因就是在于当初的施工质量问题。从对这些高速公路路面使用性能的检测数据中,也可以看出施工质量存在一些问题。国内其他使用寿命较长、使用性能保持较好的高速公路,如京津塘、济青高速公路等,都有着良好的施工质量。

半刚性基层沥青混凝土路面的施工涉及的方面很多,包括原材料的选择、控制以及混合料的配合比、拌和、摊铺和碾压,还包括半刚性基层材料的养生以及基层和面层之间的结合等。所以为了保证路面的施工质量,就必须精心于施工组织与质量管理。西三线在施工过程时,既没有现在如此先进的施工机械,也缺乏高等级公路施工的经验,但在施工过程中真正做到了精心,使得 30 多 km 的一级公路能够获得当时的国家工程质量银质奖,保证了 15 年的良好使用性能。从国外的长寿命沥青混凝土路面来看,精心施工也是他们普遍强调的。

3.3 加强养护

加强养护对于保持半刚性基层沥青混凝土路面的使用性能是十分重要的。半刚性基层沥青混凝土路面的结构性破坏主要来源于基层,而沥青混凝土路面开裂后水的进入又是基层破坏的主要原因。因此,对于沥青混凝土面层的开裂,要及时采取灌缝、加铺封层、罩面等措施,以便有效地避免路面开裂的进一步发展,保持半刚性基层的完整性和承载力。一些 20 多年前修筑的沥青混凝土路面,有的基层用的

文章编号:0451-0712(2007)02-0029-04

中图分类号:U449.1

文献标识码:B

山区高速公路通道设置与道路恢复

蒋周平¹, 王志峰²

(1. 安徽省公路管理局 合肥市 230022; 2. 安徽省公路勘测设计院 合肥市 230041)

摘 要: 结合安徽省山区高速公路工程实例,分析影响山区高速公路通道设置与道路恢复的关键因素,提出了 4 种道路恢复方法,供同类设计参考。

关键词: 山区高速公路; 路网; 道路恢复; 通道

当前高速公路建设强调以人为本,设计单位必须建立“广义以人为本”的设计理念。“广义以人为本”理念扩大了人本范畴,提出了“广义人群”概念,即不仅包括高速公路使用者人群(司机和乘客),也包括不使用高速公路但受其影响的人民群众(路侧居民),要求工程设计从安全舒适、生态环保、生产生活等方面综合考虑人民群众的根本利益。

高速公路通道设置和道路恢复设计,是高速公路工程设计中最贴近人民群众生产生活的一部分,

做好此项设计工作,是保证整个工程设计质量和水平的必要条件之一。

1 山区高速公路通道和道路恢复的设计思路

山区高速公路通道设置与道路恢复的设计目标为保证人民群众正常通行;设计原则为以人民群众的意愿和实际需求为根本,恢复原有路网,符合地方道路网规划,保证通行安全,节约工程成本;设计标准为通道净高满足现行和预期车辆的通行要求,道

收稿日期:2006-10-19

是二灰土甚至是石灰土,在使用过程中,由于对面层的裂缝进行了及时认真的灌缝,并通过几次加铺沥青表处,一直维持了较好的使用性能而未进行大修。这说明预防性养护对于半刚性基层沥青混凝土路面尤为重要。但是目前对于高速公路,能否突破以弯沉为设计指标的路面改建设计方法,在路面标高允许的情况下,在适当的时机采用合理的加铺层方案,以便有效地延长路面使用寿命,是一个值得我们进一步研究的问题。

4 结语

半刚性基层沥青混凝土路面在我国有着广泛的使用,延长其使用寿命对于我国公路建设事业有着重要的意义。在公路建设中要树立全寿命周期成本的理念,不仅要考虑工程的建设成本,还应该注意养护与管理的成本,追求全寿命成本最佳,同时更要考虑社会效益的综合成本。在设计观念上要有所突破,宁肯先期投入大一些,也要减少后期养护费用,延长

使用寿命,从而减少交通干扰,提高综合服务能力。在工程施工中要做到精心施工,以优良的工程质量来保证路面的使用寿命。在养护工作中,要针对半刚性基层沥青混凝土路面的特点,进行及时、有效的养护管理,以保证路面在使用寿命周期内的良好使用性能。

参考文献:

- [1] Joe P. Mahoney Study of Long-Lasting Pavements in Washington State “Perpetual Bituminous Pavement” [M]. Circular of Transportation Research, 2001.
- [2] 沈金安. 国外沥青路面设计方法总汇 [M]. 北京:人民交通出版社, 2004.
- [3] 姚祖康. 对我国沥青路面现行设计指标的评述 [J]. 公路, 2003, (2).
- [4] 沙庆林. 高速公路沥青路面早期破坏现象及预防 [M]. 北京:人民交通出版社, 2001.
- [5] 西安公路研究所. 陕西省高等级公路半刚性基层沥青路面长期使用性能研究 [R]. 2001.