

沥青路面结构层平整度控制标准与措施

Control Standards and Measure of Asphalt Pavement Structural Layer Smoothness

武彦林¹, 王选仓², 王朝辉²

WU Yan-lin¹, WANG Xuan-cang², WANG Zhao-hui²

1.西安市交通局, 陕西 西安 710068

2.长安大学 公路学院, 陕西 西安 710064

1.Communications Bureau of Xi'an, Xi'an 710068, Shaanxi, China

2.School of Highway, Chang'an University, Xi'an 710064, Shaanxi, China

【摘要】为使沥青路面结构层平整度得到有效的控制,以陕西高速公路试验段为依托,通过不同的检测方法,回归确立了平整度指标相互关系,建立了施工平整度层间传递模型,并根据平整度分级标准,提出了每层的平整度控制标准,最后建议了沥青路面平整度控制措施。研究成果对提高路面施工平整度水平具有重要的参考价值。

【Abstract】In order to effectively control the asphalt pavement structural layer smoothness, based on the Shaanxi test road, through different detecting methods, the mutual relation of smoothness indexes and the construction smoothness transmit model between layers are established. According to the smoothness grade standard, the smoothness control standard of each layer is presented, and the asphalt pavement smoothness control measure is suggested finally. Research accomplishments have important reference value for improving the pavement construction smoothness level.

【关键词】沥青路面;结构层;平整度;控制标准

【Key words】asphalt pavement; structural layer; smoothness; control standard

中图分类号:U416.217

文献标识码:B

文章编号:1000-033X(2008)06-0035-03

0 引言

路面平整度是道路使用者最关心的指标,它直接影响到行车舒适性、车辆的运营费用和行车的速度等。路面初始平整度是衡量道路建设质量的重要指标之一。影响路面初始平整度的因素非常复杂,包括人员、材料、机械、工艺、环境等多方面,但较直接的因素主要为下层平整度、摊铺层厚度、材料级配及混合料的均匀分布状况、摊铺和碾压等几个方面,其中下层平整度对上层平整度的影响引起了广大道路工作者的重视。

为确定下层平整度对上层平整度的影响规律及各结构层的平整度控制标准,本文首先对现行平整度控制指标进行分析,采用不同的平整度检测方法,对陕西高速公路试验段进行检测,确立了平整度指标间的相互关系;通过分析下

层平整度对上层平整度的影响,建立了路面施工平整度层间传递模型,最后提出了各结构层的平整度控制标准和措施,可为今后路面结构层施工平整度的控制水平的提高提供参考。

1 平整度指标间相互关系的建立

1.1 现行平整度控制指标

在路面诸多检查项目评定指标中,平整度占评定项目总分数的15%~20%。目前,世界各国的道路工作者建立了相应的规范标准,研制了各种仪器设备,以便对新建道路进行质量控制和对已运行道路进行检测评定。路面平整度的检测输出指数比较多,如澳大利亚的NAASRA指数、法国的APL指数、加拿大的PSI指数、国际平整度指数以及汽车设计研究行业评价路面的PSD指数等。而在中国,常用的指标是三米直尺量测的最大间隙 h 及标准偏差 σ 。

(1) 三米直尺量测的最大间隙 h 。依照《公路工程质量检验评定标准》(JTJ 071—94)的规定,每200 m测试2处,每处要求连续10尺,然后计算10个最大间隙的平均值、不合格尺数及合格率。这种测试方法由于全部由人工操作,人为因素影响大,精度低,测试效率低,只适于在建造道路施工过程中进行质量控制,不适合在高等级公路竣工验收和日后运行中进行检测评定。

(2) 标准差 σ 。标准差 σ 是指八轮平整度仪测试输出的平整度数据。采集测试轮的单向垂直位移数值,再用数理统计的方法来计算100 m中所有数据(如果间隔为25 cm,则100 m有400个数据)的方差,即为通常所说的标准偏差 σ 。

(3) 国际平整度指数 IRI 。鉴于国内10多年来路面平整度仪器设备的研究开发和应用发展情况,颠簸累积仪已从广泛用于现有路网路面平整度测定发展成为可完全满足新建路面竣工验收需要的检测手段,故新检评标准采用较高级的自动或半自动化检测设备,不再单指连续平整度仪(即八轮平整度仪),并引入了国际通用的国际平整指数。

1.2 平整度指标间关系的建立

在试验路上,用激光平整度测试车和八轮仪同时测定路面的平整度,每100 m输出1个结果。采用样本统计均方差分析,使用 $\pm\sigma$ 来舍弃异常值,检测结果见表1。

表1 不同方法测定平整度检测值

桩号	八轮仪 σ	RSP测试车 IRI	桩号	八轮仪 σ	RSP测试车 IRI
K150+800-K150+700	0.50	0.75	K148+800-K148+700	0.58	0.87
K150+500-K150+400	0.53	0.80	K148+600-K148+500	0.64	0.96
K150+300-K150+200	0.83	1.12	K148+300-K148+200	0.66	0.96
K150+200-K150+100	0.67	0.97	K148+200-K148+100	0.57	0.88
K149+800-K149+700	0.92	1.20	K148+000-K147+900	0.73	0.97
K149+700-K149+600	0.75	1.07	K147+900-K147+800	0.51	0.75
K149+600-K149+500	0.73	1.04	K147+800-K147+700	0.53	0.83
K149+500-K149+400	0.60	0.92	K147+700-K147+600	0.49	0.72
K149+300-K149+200	0.50	0.80	K147+600-K147+500	0.48	0.80
K149+200-K149+100	0.66	0.96	K147+500-K147+400	0.67	0.97
K149+000-K148+900	0.53	0.85			

1.2.1 八轮仪与5051RSP测试车的国际平整度指数的换算

根据陕西高速试验段的数据,RSP测试车测定值 IRI 与八轮仪测定值 σ 的关系式为

$$IRI=1.031 9\sigma+0.271 1 (R^2=0.949 9) \quad (1)$$

式中: R ——相关系数。

通过上述工作,建立了 IRI 、 σ 和 R 之间的换算关系,3个指标之间的换算关系汇总如表2所示。

表2 平整度指标之间的换算关系汇总

换算指标	换算关系式
$h-IRI$	$IRI=0.796 2\bar{h}+0.092 7 (R^2=0.979 7)$
$\sigma-IRI$	$IRI=1.031 9\sigma+0.271 1 (R^2=0.949 9)$

1.2.2 三米直尺平均最大间隙 \bar{h} 和RSP测试车 IRI 的换算

根据陕西高速试验段的数据, IRI 与 h 的相关关系见图1。经回归,其结果关系式为

$$IRI=0.796 2\bar{h}+0.092 7 (R^2=0.979 7) \quad (2)$$

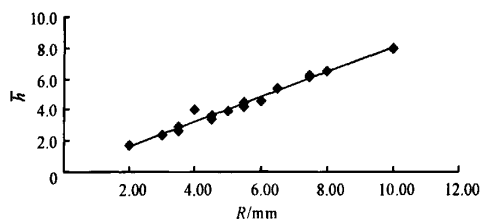


图1 三米直尺平均最大间隙 h 和RSP测试车测值 IRI 的对比

2 施工平整度层间传递模型建立

以陕西高速公路试验段的检测数据为依据,计算下层平整度对上层平整度的影响,其中各层平整度的测试由八轮仪完成^[1]。

2.1 基层平整度对下面层平整度的影响

图2表明了基层平整度对下面层平整度(最大间隙)的影响。可以看出,基层平整度对下面层平整度的影响是显著的。为了简单起见,推荐采用直线关系,即

$$\sigma_{\text{下}}=0.300 9\sigma_{\text{基}}+0.949 (R^2=0.995 5) \quad (3)$$

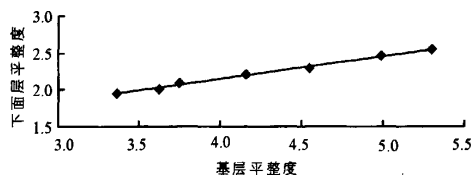


图2 基层平整度对下面层平整度的影响

2.2 下面层平整度对中间层平整度的影响

图3表示了下面层平整度对中间层的影响。根据几种拟合方程的比较,为简单起见,推荐采用线性方程,即

$$\sigma_{\text{中}}=0.867\sigma_{\text{下}}-0.328 7 (R^2=0.970 7) \quad (4)$$

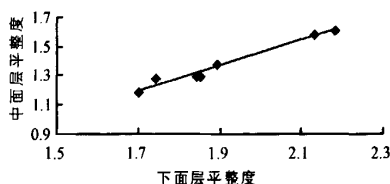


图3 下面层平整度对中间层的影响

2.3 中间层平整度对上面层平整度的影响

图4是中间层对上面层平整度的影响。经过比较,得到平整度传递关系式为

$$\sigma_{\text{上}}=0.668 8\sigma_{\text{中}}-0.076 2 (R^2=0.981 8) \quad (5)$$

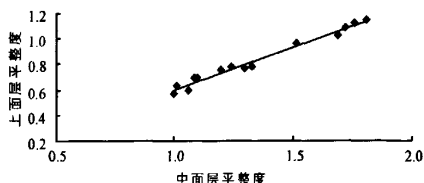


图4 中间层平整度对上面层平整度的影响

2.4 下层平整度对上层平整度的影响

图5综合表明了下层平整度对上层平整度的影响。为了简单起见,将下层平整度的影响进行综合分析,建立了下层平整度对上层平整度的影响关系模型。经过比较,线性模型和对数模型形式相关性较好,平整度传递关系式为

$$\sigma_{\text{上层}}=0.9863\ln\sigma_{\text{下层}}+0.5915 \quad (R^2=0.9711) \quad (6)$$

$$\sigma_{\text{上层}}=0.378\sigma_{\text{下层}}+0.4066 \quad (R^2=0.8985) \quad (7)$$

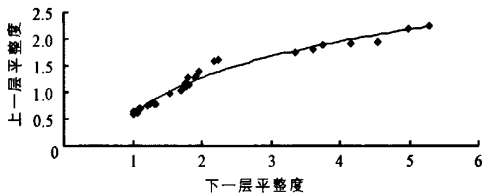


图5 下层平整度对上层平整度的影响

3 各结构层的平整度控制标准

路面最终达到要求的平整度是进行平整度控制的目标。因此仅仅建立路面的平整度标准是不够的,还需建立每层的平整度标准,这样才能从根本上控制路面的平整度。

根据平整度分级标准,可以推算出每层的平整度控制标准,见表3。

表3 路面施工平整度分层控制标准

等级	指标	平整度标准			
		上面层	中面层	下面层	基层
I	IRI	0.9	1.4	2.0	3.6
	\bar{h}	1.0	1.6	2.2	4.3
	σ	0.6	1.0	1.5	2.0
II	IRI	1.5	2.4	3.1	7.2
	\bar{h}	1.8	2.8	3.6	8.7
	σ	1.2	1.9	2.6	5.4
III	IRI	2.1	3.3	4.2	10.7
	\bar{h}	2.6	3.9	4.9	13.2
	σ	1.8	2.8	3.6	8.9
IV	IRI	2.9	4.4	5.4	14.9
	\bar{h}	3.5	5.3	6.5	18.4
	σ	2.5	3.9	4.8	12.9

4 结构层平整度的控制措施

影响路面施工平整度的因素非常复杂,包括下层平整度、摊铺层厚度、材料级配组成及混合料的均匀分布状况、摊铺操作和碾压等^[2-3]。

4.1 施工队伍综合素质控制

一个施工队伍的综合素质和施工队伍的机械装备、施工人员素质、施工操作熟练程度等因素有关。机械设备包括沥青拌和站、摊铺机、自动找平装置、压路机和沥青混合料运输车辆等,都是保证沥青路面平整度的基础,而它们能否正常运转则是保证平整度的关键。

4.2 沥青混合料质量控制

沥青混合料对平整度的影响包括原材料的质量、级配及混合料的均匀分布状况,特别是集料的最大粒径和用量以及4.75 mm、2.36 mm和0.075 mm三档规格的集料的通过率。

4.3 各结构层施工质量控制

实践表明:路面的平整度与路面各结构层的平整状况有着一定的联系,即各层的平整效果将累积反映到路表面上。然而沥青路面的下一结构层的平整度直接影响着上一结构层的平整度。下层平整度越好越有利于上层路面获得较好的平整度。

4.4 摊铺作业与基准方面因素控制

早期生产的摊铺机无法通过调节获得很高的精度,因而摊铺路面的平整度也较差。而现在的摊铺机由于采用了机电液一体化的自动控制技术,在性能上有很大改善,可使松铺层表面的平整度达到很高的水平。但是自动调节系统本身也存在误差,因而影响摊铺表面平整度的基本因素依然存在,摊铺出来的路面并非绝对平整。

对于装有熨平板自动调平装置的摊铺机来说,调平系统的参考基准本身不是绝对准确的,它的误差也是引起所铺筑路面不平的一个重要原因。通常可采用3种方法来建立摊铺机自动调平系统的纵向参考基准:固定在路面侧边的弦线基准、沿着接缝相邻面滑动的调平滑靴基准和均衡梁式移动参考基准。

弦线参考基准本身的误差主要来源于挂线支撑立杆的高程误差和弦线的挠度误差。前者包含了水准标尺的误差、测量读数的误差和立杆的安装误差,后者则包含了弦线的张紧度、传感器对弦线的压力及其在弦线上滑移所引起的误差。对于调平滑靴基准来说,误差主要来源于滑靴支承表面的不平整以及滑靴的跳动等。对于均衡式的移动基准,误差的主要来源虽然与调平滑靴相同,但由于经过多次平均化处理,特别是现代的跨越式均衡梁的长度以及跨接于熨平板前后分别支承在未铺和已铺路面上的结构,极大地提高了参考基准的精度。

4.5 碾压作业控制

碾压作业对平整度的影响因素可以分成2类。一类是通过材料的压缩传递到成型路面,另一类则是在碾压过程中形成于成型路面。其中前者包括以下几方面。

(1) 施加给铺层材料的压实作用不均匀,亦即材料所受到的压力或压实功不一致,原因主要是碾压参数(速度、频率、振幅等)和碾压工艺的不一致。

(2) 松铺层混合料的密度和力学特性不均匀,亦即材料抵抗压实的性能不一致,原因有松铺层混合料的预压密实

(下转第40页)

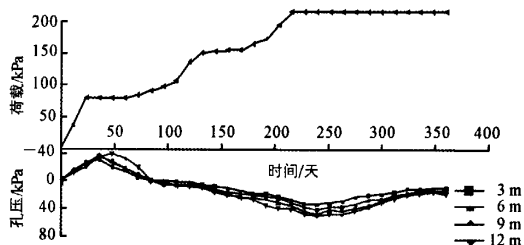


图2 荷载-孔压-时间关系

表5 各深度处孔隙水压力消散程度

级别	孔压/kPa			孔压/kPa			孔压/kPa			孔压/kPa		
	最大	加载前	消散度/%	最大	加载前	消散度/%	最大	加载前	消散度/%	最大	加载前	消散度/%
	3 m深处			6 m深处			9 m深处			12 m深处		
1级堆载	18.1	14.6	19.4	21.9	17.2	21.5	25.9	20.6	20.5	35	28.6	18.3
2级堆载	33.7	21.6	35.9	36.9	25.6	30.6	42.9	31.7	26.1	48.4	29.8	38.4

加载时孔压的消散程度大于前期,有效应力进一步增大,地基土体也达到更高的抗剪强度。

3 结语

通过进行真空-堆载联合预压加固试验及分析,得到以下结论。

(1) 地基的固结度越高,固结应力就越大,等向固结方式对强度增长的影响也越大,从而强度综合折减系数 η 也越大,本工程推荐 η 取值为0.96~1.07。

(2) 加固前后的十字板剪切试验结果表明:真空-堆载联合预压后强度增长6.80~11.42 kPa,强度增长率为32%~59%,在地表以下3~9 m深处加固效果更明显。

(3) 每级荷载施加时,孔压先缓慢增加到最大值然后逐

(上接第37页)

度不均匀,混合料的材料离析和温度离析。

(3) 松铺层的厚度不均匀。这是由于松铺层和下层路面不平整造成的。

在碾压过程中另一类因素的影响机理与第1类完全不同, 这些因素的影响不是通过压缩比或压缩量的变化传递给成型路面的,而是在碾压过程中由碾轮直接引起铺层材料隆起或凹陷。此种情况通常是由材料的推移和压路机操作不当造成的^[4]。

4.6 沥青面层摊铺层数控制

研究表明: 沥青路面的平整度与沥青路面的厚度没有关系,而与其摊铺层数有关。摊铺层数越多,其表面获得的平整度越高。

5 结语

路面平整度要达到行车舒适的要求,要从路基施工准

得到增强。因此,孔压的消散反映了土体强度的增长程度的同时也可以反映土体的固结程度。

从图2中可以看出:在抽真空阶段,形成负超静孔压;开始分级填筑路堤之后,正、负孔压相互抵消后慢慢增大到一个极大值然后逐渐消散,随后施加下一级荷载时孔压又先增大然后逐渐消散,从而使地基强度得到增强。各深度处孔隙水压力消散程度见表5。从表5中可以看出:各深度处2级荷载比1级荷载的平均孔压消散度大6%~30%,这说明后期

渐消散,此过程随着荷载的增加而不断循环,使得地基强度最终得到增强。在一定范围内,后期加载时孔压消散程度大于前期。

参考文献:

- [1] 《地基处理手册》编写委员会.地基处理手册[M].第二版.北京:中国建筑工业出版社,2000.
- [2] 姜 炎.真空排水预压法加固软土技术[M].北京:人民交通出版社,2001.
- [3] 沈珠江.软土工程特性和软土地基设计[J].岩土工程学报,1998,20(1):100~111.
- [4] 周金鹏,王良国.真空-堆载联合预压加固高速公路软基探讨[J].公路交通科技,2003,20(3):32~36.

收稿日期:2007-11-03

[责任编辑:谭忠华]

备阶段抓起,所有参加公路建设工程的施工单位都有义不容辞的责任,必须强化各结构层施工管理,完善各结构层施工工艺和施工方法,提高各结构层施工质量,这样才能从源头上、根本上解决问题。

参考文献:

- [1] 李奎岭,陈龙智.沥青路面层间平整度的传递分析[J].中外公路,2003,23(6):51~54.
- [2] 盛安连,戴经梁.高等级公路路面平整度传递理论及其应用[J].中国公路学报,1992,5(4):8~16.
- [3] 王昕政.沥青路面平整度的影响因素及处理措施[J].机械管理开发,2007,22(2):56~57.
- [4] 阎 利.沥青混凝土路面施工平整度控制要点[J].公路交通技术,2007,23(2):61~62.

收稿日期:2007-12-12

[责任编辑:张宗涛]