

MEPDG 设计法在路面结构性能分析中的应用

李艳奇,战福豪,谭 坦

(山东建筑大学 交通工程学院,山东 济南 250101)

摘要:介绍了 MEPDG 设计法的设计步骤和输入参数,以山东滨海公路结构设计方案为例,通过 MEPDG 性能预测,将各方案自上而下纵向开裂,车辙及平整度进行对比,最终定出最优方案。

关键词:MEPDG 设计法;路面结构设计;性能预测
中图分类号:U416 文献标识码:A

Application of MEPDG design method in the analysis of pavement structure performance

LI Yan-qi ZHAN Fu-hao TAN Tan

(Shandong Jianzhu University of Traffic Engineering,
Shandong Jinan 250101 china)

Abstract: The design steps and input parameter of MEPDG were introduced, design Shandong coastal highway structure design were take for example, through the MEPDG performance prediction, each scheme from surface to bottom longitudinal cracking, rutting and International Roughness Index (IRI) were compared, finally the most optimal scheme were determined.

Key words: MEPDG design method; pavement structure design; performance prediction

1 MEPDG 设计方法

MEPDG 主要分三个设计步骤^[2]: (1) 建立分析所需输入值,建立基础分析、路面材料特性及交通数据; (2) 结构-性能分析,经过迭代分析,得出满足性能要求的路面结构; (3) 不同设计方案的工程分析及寿命周期分析。

MEPDG 的设计输入参数主要有交通资料、气候资料以及路面结构和材料参数。这些设计参数分三

个等级的输入^[3]: (1) 等级 1: 通常具有最高的设计可靠度。输入的参数要通过试验室或现场试验、现场交通轴载测定以及现场无损试验等方法获取。主要用于重交通路面设计。(2) 等级 2: 具有中等的设计可靠度。材料参数通过和其它相对简单的标准试验参数建立的关系式确定,常用于常规的路面设计。(3) 等级 3: 该等级具有最低水平的准确度。材料参数取默认值,即 LTPP 材料数据库中典型材料的参数值。交通量为默认值,代表全国范围内相应等级道路的交通水平。通常用于低交通道路的设计。

MEPDG 柔性路面设计所考虑的结构损坏包括:永久变形、由下而上、由上而下疲劳裂缝(或纵向裂缝)、温度裂缝,柔性路面设计还需考虑路面平整度。这些路面性能的设计指标则由各部门根据当地情况自行确定^[3]。

2 工程概况

山东滨海地区公路经过一定使用年限后,路面出现了不同程度破坏,通过前期滨海公路使用环境调查,针对青岛地区传统结构的常见病害特点,在对其成因进行分析的基础上,推荐适合滨海地区气候及路基特点的典型结构组合并铺筑示范试验路。

考虑到沿海滩涂地区的软土地基特性,提出两种典型结构方案,主要对半刚性基层及垫层设置两方面进行了针对性优化。方案一增设大粒径透水性沥青碎石 LSPM; 方案二增设级配碎石。这两种方案均可有效隔断水分自下而上、自上而下的通路,防止路基水、表面下渗水对整体结构的进一步破坏;同时,采用偏柔性基层,更适应滨海地区公路路基使用特性。

3 MEPDG 输入参数

采用 MEPDG 软件分别对原设计路面结构、柔性基层推荐结构一和级配碎石推荐结构二性能预测进行对比分析,所采用预测等级为等级 2,预测寿命时间为 15 年,轴载谱和其他参数可参考设计指南提供的典型值,所需气候、交通均采用青岛当地同类参数进行预测分析。材料参数通过相对简单标准试验参数建立关系式确定,取值见表 1。

收稿日期:2013—07—19

作者简介:李艳奇(1986—)女,山东菏泽人,研究生。

表1 材料设计参数

结构层	弹性模量 E (MPa) (20℃)	泊松比 μ	密度 ρ (kg/m^3)
细粒式沥青混凝土	8 253	0.35	2 350
中粒式沥青混凝土	10 615	0.35	2 350
粗粒式沥青混凝土	10 703	0.35	2 350
LSPM	8 020	0.25	2 200
水泥稳定碎石	3 500	0.2	2 400
水泥稳定风化砂	2 000	0.25	2 300
级配碎石(GA)	300	0.3	2 250
路基	100	0.35	2 200

原设计路面结构和两种典型结构方案主要涉及沥青混合料 AC-13、AC-16、AC-20 以及 LSPM-25 配合比设计与优化,沥青混合料级配及体积参数见表2。

4 MEPDG 性能预测及分析

4.1 原路面结构分析

纵向开裂长度与道路使用年限大致呈线性关系,到设计年限时纵向开裂为 101.6 mm/m,温度开裂的深度为 15.9 mm,总车辙设计限制为 18.75 mm,至设计年限时车辙为 9.75 mm; AC 车辙设计值为 6.25 mm,至设计年限时车辙为 4.75 mm; IRI 设计上限为 2.58 mm/m,至设计年限时 IRI 为 1.79 mm/m,分析结果见图1。

表2 沥青混合料级配及体积参数

类型	沥青分级	通过率(%)				有效沥青体积与矿料体积百分比(%)	现场孔隙率(%)
		19 mm	9.5 mm	4.75 mm	0.075 mm		
AC-13	PG76-22	100.0	76.7	45.3	5.6	12.6	7.3
AC-16	PG76-22	99.5	69.9	38.9	4.9	11.5	6.6
AC-20	PG64-22	98.3	60.0	35.1	5.0	10.8	7.8
LSPM-25	PG64-22	66.9	26.2	16.1	2.4	7.9	15.5

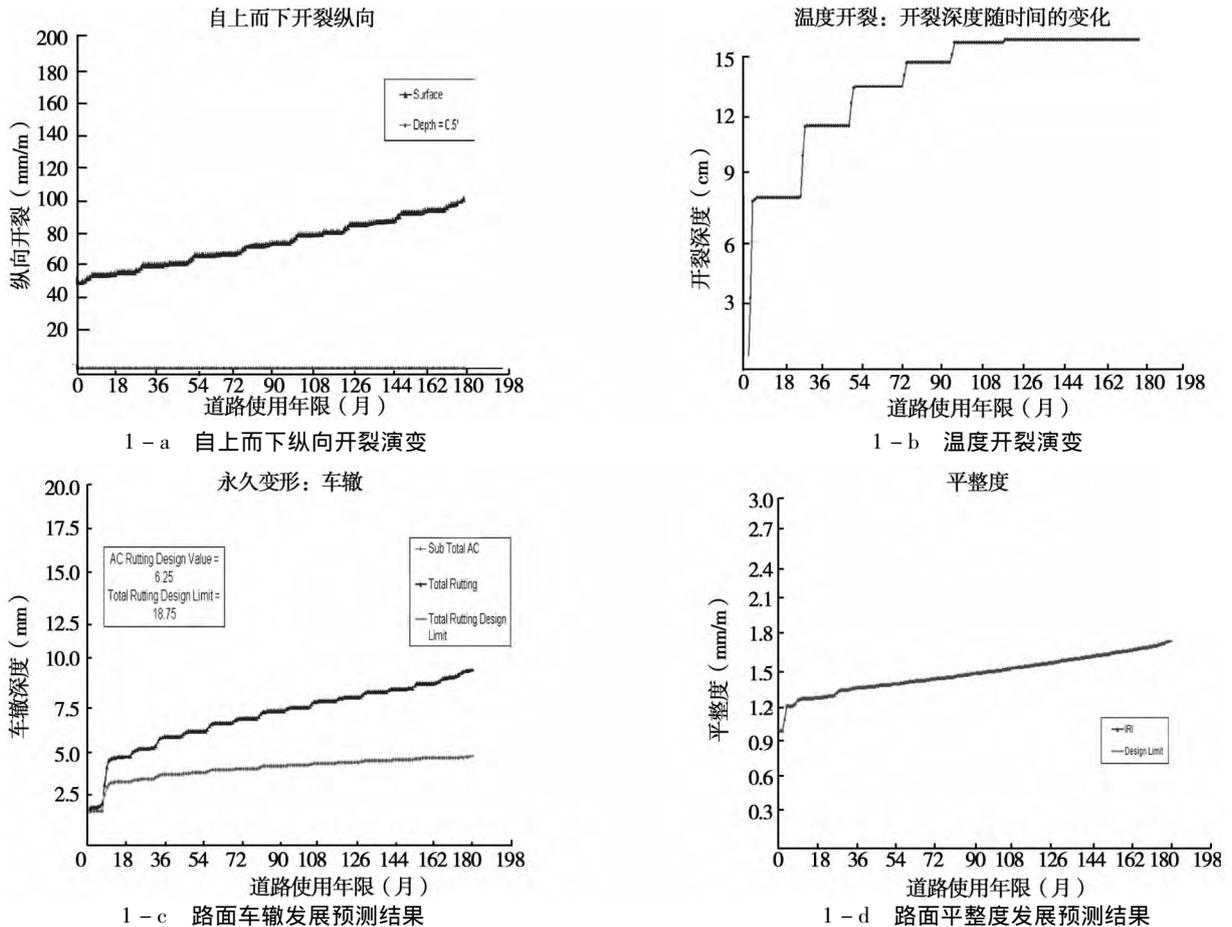
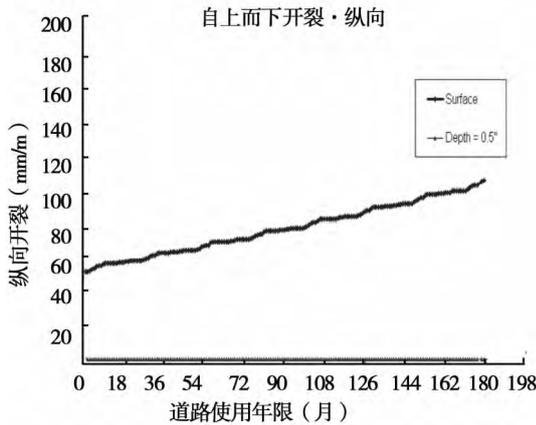


图1 原路面结构性能分析

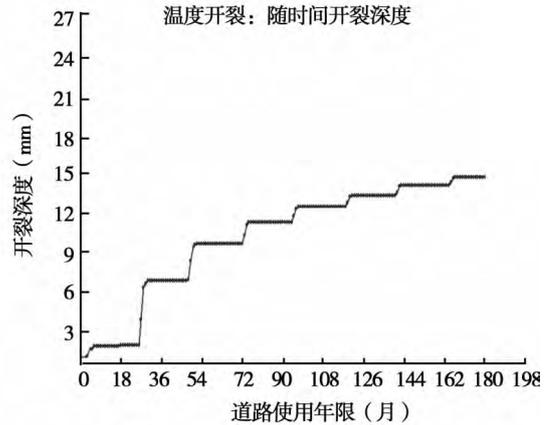
4.2 试验路典型结构一分析

预测分析表明: 至设计年限时纵向开裂长度为 104 mm/m, 温度开裂深度为 14.8 mm, 总车辙设计限制为 18.75 mm, 至设计年限时车辙为 9.0 mm; AC 车

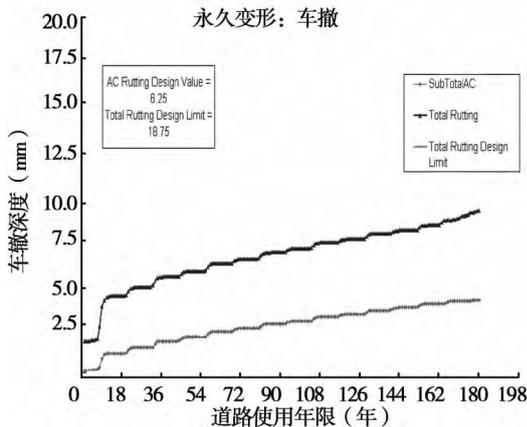
辙设计值为 6.25 mm, 至设计年限时车辙为 4.0 mm, IRI 设计上限为 2.58 mm/m, 至设计年限时 IRI 为 1.70 mm/m, 预测结果见图 2。



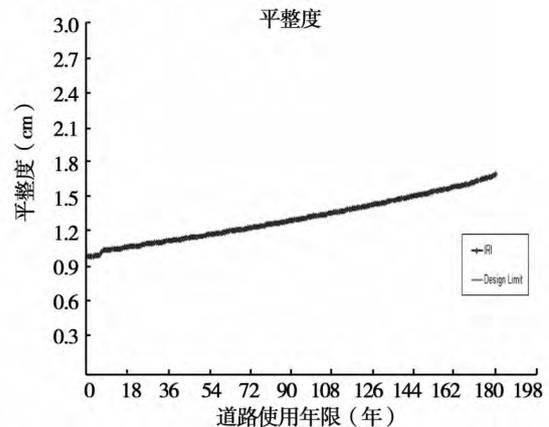
2-a 自上而下纵向开裂演变



2-b 温度开裂演变



2-c 路面车辙发展预测结果



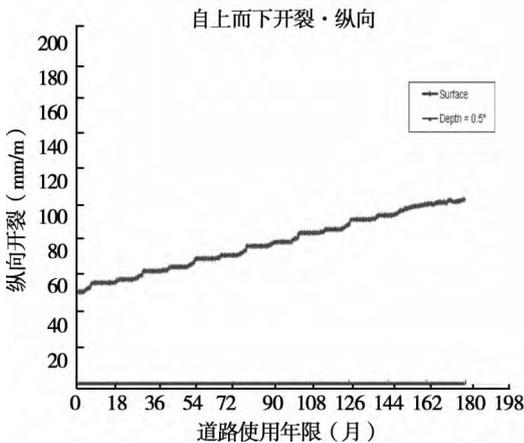
2-d 路面平整度发展预测结果

图 2 试验路典型结构一性能分析

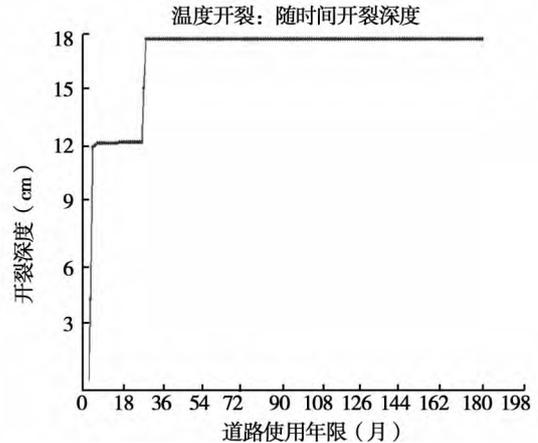
4.3 试验路典型结构二分析

预测分析表明: 到设计年限时纵向开裂长度为 103.4 mm/m, 温度开裂为 17.7 mm, 总车辙设计限制为 18.75 mm, 至设计年限时车辙为 10.75 mm, AC 车

辙设计值为 6.25 mm, 至设计年限时车辙为 4.25 mm, IRI 设计上限为 2.58 mm/m, 至设计年限时 IRI 为 1.82 mm/m, 分析结果见图 3。



3-a 自上而下纵向开裂演变



3-b 温度开裂演变

(下转第 55 页)

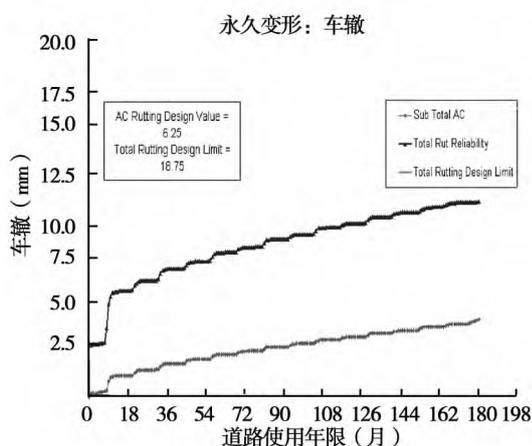
流会论文集[J] 2002.

2006(03):3-4.

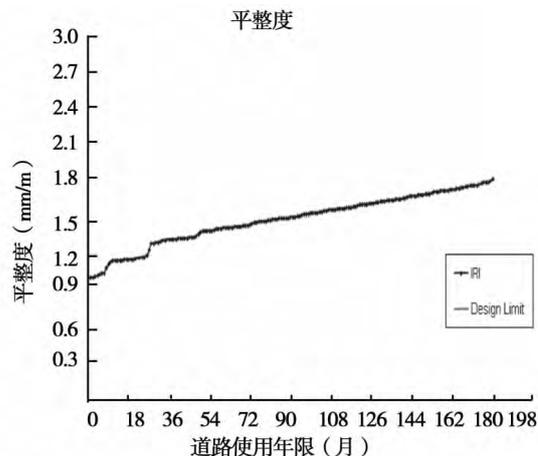
[6] 巴恒静,张武满,邓宏卫.评价高性能混凝土耐久性综合指标-抗氯离子渗透性及其研究现状[J].混凝土,

[7] 王秀芬.客运专线高性能混凝土电通量影响因素试验研究[J].铁道工程学报,2008(07):79-82.

(上接第 48 页)



3-c 路面车辙发展预测结果



3-d 路面平整度发展预测结果

图3 试验路典型结构二性能分析

性能预测分析表明:开裂分析中,原设计路面开裂最轻,柔性基层结构一开裂最严重,这与实际情况相符。因为原路面设计结构较柔性基层设计结构沥青层厚度低,结构层刚度较大;从车辙预测发展趋势看,同等参数条件下,级配碎石结构段较其它两结构段明显大得多,这是由于级配碎石设置在半刚性基层下边,整体基层抗变形协调能力较差;从平整度预测情况看,级配碎石结构段较其它两结构段大,见表3。

表3 结构性能预测对比

分析指标	原设计结构 (CTB)	结构组合一 (LSPM)	结构组合二 (GA)
自上而下 开裂 (mm/m)	101.6	104	103.4
MEPDG 性能 预测			
温度开裂 (mm)	15.9	14.8	17.7
车辙预测 (mm)	9.75	9.0	10.75
平整度预测 (mm/m)	1.79	1.70	1.82
综合指标推荐与否	可行	推荐	否

整体来看,采用相同预测参数标准条件下,级配碎石结构段道路使用性能较柔性基层结构段要差。从性能上分析,柔性基层路段满足基本路面使用要求,考虑青岛滨海软土地基条件及多雨环境条件下,

采用大粒径柔性基层既可以满足结构层排水设计要求也可以一定程度上减缓半刚性基层带来的反射裂缝,提高结构层的变形协调能力。

5 结语

(1) 柔性基层大碎石结构综合性能最佳,级配碎石结构二综合性能尤其是长期预测性能较差,且结构强度不足,原设计路段整体评价指标基本满足要求。(2) 针对滨海地区交通、气候条件,该柔性基层大碎石路面结构组合值得在该地区推广与应用。(3) MEPDG 采用共同的交通、路基及可靠度设计参数,不但能预测多种路面性能,还在气候、交通、材料、路面结构设计、及施工之间建立了联系,为路面设计提供了统一的基础。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 陈兴伟. 力学-经验路面设计指南(MEPDG) 简介[J]. 上海公路, 2011(03).
- [3] ARA, Inc, ERES Consultants Division. Guide for Mechanistic - Empirical Design of New and Rehabilitated Pavement Structures[M]. NCHRP 1-37A Final Report 2004.
- [4] 韦金城, 崔世萍. 基于 AASHTO 力学经验设计法的材料参数综述[J]. 山东交通科技, 2008(01).