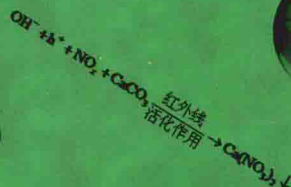
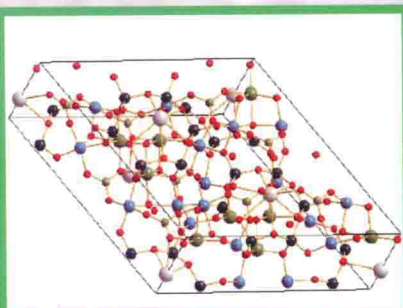


低碳多功能改性沥青材料 制备与性能

王朝辉 李彦伟 著



科学出版社

低碳多功能改性沥青材料 制备与性能

王朝辉 李彦伟 著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书以作者近年来从事低碳多功能改性沥青路面材料的研究成果为基础总结而成,全书共分为15章,主要内容有低碳道路建设背景、研究现状及未来发展方向;低碳多功能改性沥青制备工艺;低碳多功能改性沥青基本性能、流变性能与相容稳定性;低碳多功能改性沥青混合料路用性能;拌和工艺对低碳多功能改性沥青混合料路用性能的影响;低碳多功能改性沥青及其混合料热拌减排功效、降温功效、净化空气功效与阻燃抑烟功效;低碳多功能改性沥青微观表征和机理;低碳多功能改性沥青混合料施工质量控制;低碳多功能改性沥青混合料功能及性能一体优化;低碳多功能改性沥青路面工程应用。

本书内容全面、系统,可供公路工程专业技术人员及高等学校的师生学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

低碳多功能改性沥青材料制备与性能/王朝辉,李彦伟著. —北京:科学出版社,2014.10

ISBN 978-7-03-042185-2

I. ①低… II. ①王… ②李… III. 改性沥青—材料制备—研究 IV. ①TE626.8

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第241567号

责任编辑:余 丁 孙 芳 纪四稳/责任校对:胡小洁

责任印制:徐晓晨/封面设计:蓝 正

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencecp.com>

北京厚诚则铭印刷科技有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2014年10月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2014年10月第一次印刷 印张:20 1/4

字数:389 000

定价:108.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

序

道路路面使用性能与寿命,多年来一直是道路研究者关注的热点。在路面结构方面,我国典型的半刚性基层沥青路面已使用多年。近几年,随着沥青层的加厚及柔性基层的使用,实际路面已衍生为复合基层沥青路面;随着路面长期性能的研究和长寿命路面理念的推行,一批复合式路面和新理念水泥混凝土路面先后在国内高速公路建成,路面寿命效果良好。在施工技术方面,随着施工装备的发展、新技术的应用,相关标准、规范、规程和指南等也在不断完善;在路面材料方面,SBS、PE、EVA、EA、SBR和橡胶类改性沥青得到了越来越广泛的应用,使路面结构层由原来的上面层改性发展到两层改性;OGFC、SMA等新型路面结构使用日益普及。我国路面结构寿命和使用性能呈稳步提高趋势。

随着环境污染和资源枯竭等问题的日益凸显,人们的环保意识逐渐提高,《国家中长期科技发展规划纲要(2006—2020)》和《公路水运交通运输“十二五”科技发展规划》等均明确指出促进交通运输向节能、环保和更加安全的方向发展,这使得低碳、环保、智能和功能型路面材料成为未来道路的发展趋势。传统沥青混合料生产及施工能耗大、污染气体排放多,使得开发环境功效良好的路面材料成为道路工作者的当务之急。

作者针对目前传统热拌沥青混合料污染较重、能耗较大的问题,沥青路面吸热率高、夏季能量蓄积加剧城市“热岛效应”的问题,汽车尾气排放污染大气的问题和隧道用路面等对沥青阻燃性要求较高的问题,开发了具备热拌减排、降低路面温度、净化空气和阻燃抑烟等多重环境功效的低碳多功能改性沥青路面材料,环保、社会和经济效益明显改善。

作者结合自身在低碳多功能改性沥青路面材料的研究和工程实践,实现了压、热电材料在道路材料领域的应用,为道路领域新材料的研发奠定了基础,提供了新思路;书中提出的“基于质量和含量的无机微粉改性沥青离析试验方法”为无机类改性沥青的相容稳定性评价提供了新方法,开发的低碳多功能改性沥青混合料专家决策系统软件实现了低碳多功能改性沥青路面材料的施工控制。综上所述,低碳多功能改性沥青路面材料的开发实现了社会、经济 and 环境的三赢局面。可以预见,随着道路工程环保理念的进一步提升,低碳多功能改性沥青路面材料将会逐渐普及。



2014年6月

前 言

大力加强节能减排材料和生态环保技术等的应用,推进资源节约型、环境友好型和低碳多功能行业建设,已经成为全国乃至世界新兴建设面临的使命,这对道路工程的建设提出了新的要求,传统公路工程在建设过程中从环境角度对沥青材料性能的考虑较少,仅注重承载力、舒适性和平整度等,不能较好地做到“绿色发展”。作者认为,道路工程研究者应转变思路,将单一沥青路面的使用性能的研究转向同时具备较好的使用性能和环境功能的综合路面的研究,以满足“双型”道路乃至社会的建设要求。

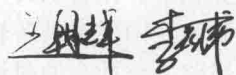
在此观点的主导作用下,依托国家自然科学基金项目(51208045)、高等学校博士学科点专项科研基金(20110205120007)和河北省交通科技项目(2012-06)进行了为期数年的低碳多功能改性沥青路面材料开发、性能及其多功能属性与适用性研究,本书结合课题组的研究成果总结而成,全书共分为15章,第1章介绍我国低碳道路建设背景、现状及未来发展方向。第2章介绍低碳多功能WEAM改性沥青的制备工艺、所用原材料的物化性能和WEAM粉、WEAM改性沥青的电性能。第3章对低碳多功能改性沥青的感温性能、高温性能、低温性能、老化性能和黏附性能等基本路用性能进行介绍。第4章基于流变学思想,介绍WEAM改性沥青的流变性能。第5章在分析现有改性沥青相容稳定性评价方法的基础上,全面介绍编者提出的“基于质量和含量的低碳多功能改性沥青相容稳定性方法”,并采用此方法评价WEAM改性沥青的相容稳定性。第6章主要阐述WEAM改性沥青混合料的配合比设计方法、不同类型及掺量WEAM改性沥青混合料的高温稳定性、低温稳定性、水稳定性和抗疲劳性能等路用性能。第7章重点介绍不同拌和工艺下WEAM改性沥青混合料的路用性能,评述拌和工艺对WEAM改性沥青混合料路用性能的影响。第8~11章分别对低碳多功能改性沥青及其混合料的热拌减排、降低路面温度、净化空气和阻燃抑烟四种环境功效进行全面介绍。第12章采用扫描电镜试验(SEM)、红外光谱试验(FTIR)和差示扫描热试验(DSC),基于电荷迁移原理,分析WEAM改性沥青微观结构及其各环境功效的作用机理。第13章详述WEAM改性沥青混合料的拌和工艺及施工现场质量控制措施。第14章全面介绍低碳多功能改性沥青混合料专家决策系统的使用方法。第15章结合试验路对低碳多功能改性沥青混合料的工程应用进行介绍。

本书通过对低碳多功能改性沥青及其混合料的制备工艺、路用性能、热拌减排、降低路面温度功效、净化空气功效、阻燃抑烟功效和施工质量控制措施等的

全面介绍,为我国低碳多功能改性沥青路面材料的开发和应用提供了理论支持与技术指导,对低碳环保路面材料的研发和推广应用具有一定的借鉴意义。

本书在写作和研究过程中得到众多专家、朋友、同行和学生的鼎力支持,许多内容是与他们共同研究取得的成果。项目研究过程中博士生石鑫、硕士生王鹏和赵娟娟在理论分析和研究中付出了大量劳动。本书部分内容参考了这三位同学的学位论文,在此对他们表示衷心的感谢。

由于作者的水平及实践经验有限,书中难免有疏漏和不足之处,恳请读者给予指正。



2014年6月

目 录

序

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 低碳道路建设背景	1
1.2 低碳环保型路面研究现状	2
1.3 低碳路面材料发展方向	3
第 2 章 基于电性能的低碳多功能改性沥青制备工艺	5
2.1 基础材料优选和制备	5
2.1.1 基础材料初选	5
2.1.2 Tourmaline 特性及应用调查	7
2.1.3 Tourmaline 粉体的表面处理及优化	14
2.1.4 Tourmaline 物化性能	16
2.2 低碳多功能改性沥青制备工艺	20
2.2.1 制备工艺参数	20
2.2.2 制备流程	23
2.3 低碳多功能改性沥青电性能	24
2.3.1 电性能测试方法与内容	24
2.3.2 WEAM 改性沥青压电性能	27
2.3.3 WEAM 改性沥青介电性能	28
2.3.4 WEAM 粉体热电性能	30
2.3.5 WEAM 改性沥青热电性能	32
第 3 章 低碳多功能改性沥青基本性能	35
3.1 低碳多功能改性沥青感温性能	35
3.1.1 低碳多功能改性沥青针入度试验结果	35
3.1.2 不同类型和掺量 WEAM 改性沥青感温性能	36
3.1.3 WEAM-1 掺量和细度对沥青感温性能影响规律	37
3.1.4 WEAM-2 掺量和负离子释放量对沥青感温性能影响规律	38
3.2 低碳多功能改性沥青高温性能	39
3.2.1 低碳多功能改性沥青高温性能试验结果	40

3.2.2	不同类型和掺量 WEAM 改性沥青高温性能	40
3.2.3	WEAM-1 掺量和细度对沥青高温性能影响规律	42
3.2.4	WEAM-2 掺量和负离子释放量对沥青高温性能影响规律	44
3.3	低碳多功能改性沥青低温性能	45
3.3.1	低碳多功能改性沥青低温性能试验结果	46
3.3.2	不同类型和掺量 WEAM 改性沥青低温性能	47
3.3.3	WEAM-1 掺量和细度对沥青低温性能影响规律	48
3.3.4	WEAM-2 掺量和负离子释放量对沥青低温性能影响规律	49
3.4	低碳多功能改性沥青老化性能	50
3.4.1	低碳多功能改性沥青老化性能试验结果	51
3.4.2	WEAM 掺量对沥青老化性能的影响	52
3.4.3	WEAM 类型对沥青老化性能的影响	54
3.5	低碳多功能改性沥青黏附性能	55
第 4 章	低碳多功能改性沥青流变性能	58
4.1	低碳多功能改性沥青黏度特性	58
4.1.1	WEAM 改性沥青黏度试验结果	59
4.1.2	WEAM 类型和掺量对沥青黏度的影响	59
4.1.3	WEAM 改性沥青黏度和温度的关系	60
4.1.4	WEAM 改性沥青施工温度	61
4.2	低碳多功能改性沥青动态剪切流变性能	62
4.2.1	试验方法	63
4.2.2	试验仪器和材料	64
4.2.3	温度扫描试验	65
4.2.4	频率扫描响应	70
4.2.5	WEAM 改性沥青 PG 分级	76
4.2.6	WEAM 改性沥青抗永久变形能力	77
4.2.7	WEAM 改性沥青抗疲劳特性	78
4.2.8	低碳多功能改性沥青和其他类型改性沥青的 DSR 结果对比	81
4.3	低碳多功能改性沥青低温流变性能	82
4.3.1	BBR 试验方法	82
4.3.2	WEAM 改性沥青 BBR 试验	83
4.3.3	施加荷载对 WEAM 改性沥青低温性能影响规律	85
4.3.4	WEAM 改性沥青胶浆 BBR 试验	86
4.3.5	WEAM 改性沥青和其他类型改性沥青 BBR 结果对比	87

第 5 章 低碳多功能改性沥青相容稳定性	88
5.1 现有改性沥青相容稳定性评价方法	88
5.2 基于规范和 SEM 的低碳多功能改性沥青离析试验	90
5.2.1 基于规范的低碳多功能改性沥青相容稳定性评价	90
5.2.2 基于 SEM 的低碳多功能改性沥青相容稳定性评价	94
5.3 基于质量和含量的无机微粉改性沥青离析试验方法	95
5.3.1 现无机微粉改性沥青相容稳定性评价方法存在的问题	95
5.3.2 研发思路	95
5.3.3 仪器和材料	98
5.3.4 试验步骤	99
5.3.5 基于质量&含量的低碳多功能改性沥青相容稳定性评价	100
第 6 章 低碳多功能改性沥青混合料路用性能	104
6.1 低碳多功能改性沥青混合料配合比设计	104
6.1.1 WEAM 改性沥青混合料原材料组成	104
6.1.2 WEAM 改性沥青混合料级配设计和最佳沥青用量的确定	107
6.2 不同类型和掺量低碳多功能改性沥青混合料马歇尔指标	110
6.2.1 马歇尔试验结果	110
6.2.2 马歇尔体积指标计算方法研究	112
6.2.3 WEAM 对沥青混合料最佳油石比的影响规律	114
6.2.4 WEAM 对沥青混合料马歇尔试验指标的影响规律	116
6.3 低碳多功能改性沥青混合料高温性能	118
6.3.1 试验方法	118
6.3.2 WEAM 改性沥青混合料高温性能试验结果	119
6.3.3 WEAM 对沥青混合料高温性能的影响	120
6.3.4 WEAM 类型对沥青混合料高温性能影响规律	121
6.3.5 WEAM 掺量对沥青混合料高温性能影响规律	122
6.4 低碳多功能改性沥青混合料低温性能	122
6.4.1 低温小梁弯曲试验评价指标	123
6.4.2 低温小梁弯曲试验结果	124
6.4.3 WEAM 类型对沥青混合料低温性能影响规律	126
6.4.4 WEAM 掺量对沥青混合料低温性能影响规律	128
6.5 低碳多功能改性沥青混合料水稳定性	129
6.5.1 WEAM 对沥青混合料残留稳定度的影响	130
6.5.2 WEAM 对沥青混合料冻融劈裂残留强度比的影响	133

6.6 低碳多功能改性沥青混合料抗疲劳性能	138
6.6.1 试验方案	138
6.6.2 试验结果	141
6.6.3 WEAM 掺量对沥青混合料疲劳性能的影响规律	142
6.6.4 WEAM 类型对沥青混合料疲劳性能的影响规律	143
6.7 WEAM 对不同级配类型沥青混合料路用性能的影响	144
6.7.1 WEAM 对不同级配类型沥青混合料马歇尔指标的影响	144
6.7.2 WEAM 对不同级配类型沥青混合料高温性能的影响	147
6.7.3 WEAM 对不同级配类型沥青混合料低温抗裂性能的影响	148
6.7.4 WEAM 对不同级配类型沥青混合料水稳性能的影响	149
第 7 章 拌和工艺对低碳多功能改性沥青混合料路用性能的影响	151
7.1 拌和工艺	151
7.2 拌和工艺对低碳多功能改性沥青混合料路用性能的影响	151
7.2.1 拌和工艺对 WEAM 改性沥青混合料马歇尔指标的影响	152
7.2.2 拌和工艺对 WEAM 改性沥青混合料高温性能的影响	152
7.2.3 拌和工艺对 WEAM 改性沥青混合料低温性能的影响	153
7.2.4 拌和工艺对 WEAM 改性沥青混合料水稳定性的影响	155
7.3 WEAM 替代部分矿粉对沥青混合料路用性能的影响	157
7.3.1 WEAM 替代部分矿粉对沥青混合料马歇尔指标的影响	157
7.3.2 WEAM 替代部分矿粉对沥青混合料高温性能的影响	158
7.3.3 WEAM 替代部分矿粉对沥青混合料低温性能的影响	159
7.3.4 WEAM 替代部分矿粉对沥青混合料水稳定性的影响	160
第 8 章 低碳多功能改性沥青及其混合料热拌减排功效	163
8.1 试验方案和影响因素	163
8.1.1 主要仪器和试剂	163
8.1.2 测试基本原理	164
8.1.3 测试步骤	164
8.1.4 试验影响因素	165
8.2 低碳多功能改性沥青减排功效	166
8.2.1 WEAM 改性沥青沥青烟浓度测试结果	167
8.2.2 WEAM 掺量对改性沥青热拌减排性能影响规律	169
8.2.3 WEAM 类型对改性沥青沥青烟浓度的影响规律	171
8.2.4 搅拌速率对沥青烟浓度的影响规律	172
8.3 低碳多功能改性沥青混合料减排功效	174

8.3.1 低碳多功能改性沥青混合料沥青烟浓度测试结果	175
8.3.2 WEAM 掺量对改性沥青混合料减排性能影响规律	177
8.3.3 WEAM 类型对改性沥青混合料减排性能影响规律	178
8.3.4 拌和工艺对 WEAM 改性沥青混合料减排性能影响规律	179
第 9 章 低碳多功能改性沥青混合料降温功效	182
9.1 试验方案	182
9.2 路面温度测试方法设计	183
9.2.1 试件制备	183
9.2.2 试验仪器	183
9.2.3 测温点选择	184
9.2.4 隔热方式选择	185
9.3 路面温度室外模拟测试	185
9.4 低碳多功能改性沥青混合料降温功效	187
9.4.1 WEAM 掺量对改性沥青混合料降温功效的影响规律研究	187
9.4.2 外界温度对 WEAM 改性沥青混合料降温功效的影响规律研究	188
9.4.3 WEAM 类型对改性沥青混合料降温功效的影响	189
9.4.4 拌和工艺对 WEAM 改性沥青混合料降温功效影响	191
9.5 不同状态下低碳多功能改性沥青混合料路面的降温功效	192
9.5.1 路面浮尘对 WEAM 改性沥青混合料降温性能的影响	192
9.5.2 路面胶粒对 WEAM 改性沥青混合料降温性能的影响	194
第 10 章 低碳多功能改性沥青混合料净化空气功效	196
10.1 试验方法和试验方案	196
10.1.1 试验仪器	196
10.1.2 试验步骤	197
10.1.3 试验方案	198
10.1.4 试验结果	200
10.2 低碳多功能改性沥青混合料净化空气功效	202
10.2.1 WEAM 掺量对沥青混合料净化空气性能的影响	202
10.2.2 WEAM 类型对沥青混合料净化空气性能的影响	204
10.2.3 拌和工艺对 WEAM 改性沥青混合料净化空气功效的影响	208
第 11 章 低碳多功能改性沥青及其混合料阻燃抑烟功效	210
11.1 阻燃沥青相关规范和要求	210
11.1.1 阻燃沥青行业标准	210
11.1.2 隧道阻燃沥青地方标准	212

11.2	基于马歇尔试件燃烧试验的低碳多功能改性沥青阻燃抑烟功效	213
11.2.1	试验方法	213
11.2.2	试验结果	214
11.2.3	WEAM 掺量对阻燃效果的影响	216
11.2.4	WEAM 类型对阻燃效果的影响	218
11.2.5	WEAM 细度对 WEAM 改性沥青阻燃效果的影响	220
11.2.6	负离子释放量对 WEAM-2 改性沥青阻燃效果的影响	222
11.2.7	沥青混合料级配对阻燃效果的影响	224
11.3	基于车辙板燃烧试验的低碳多功能改性沥青 阻燃抑烟功效	224
11.3.1	试验方法	224
11.3.2	试验结果	225
11.3.3	WEAM 掺量对阻燃效果的影响	227
11.3.4	WEAM 类型对阻燃效果的影响	229
11.3.5	WEAM 细度对 WEAM 改性沥青阻燃效果的影响	231
11.3.6	负离子释放量对 WEAM-2 改性沥青阻燃效果的影响	233
11.3.7	WEAM 与其他阻燃剂阻燃效果对比	235
11.4	低碳多功能改性沥青极限氧指数	236
11.4.1	试验方法	236
11.4.2	WEAM 改性沥青极限氧指数试验结果	238
第 12 章	低碳多功能改性沥青微观表征和机理	240
12.1	低碳多功能改性沥青扫描电镜试验	240
12.1.1	WEAM 微观形貌分析	240
12.1.2	WEAM 改性沥青微观形貌	243
12.2	低碳多功能改性沥青红外光谱试验	245
12.2.1	FTIR 试验内容	246
12.2.2	FTIR 试验结果分析	246
12.3	低碳多功能改性沥青 DSC 分析	250
12.3.1	DSC 工作原理	250
12.3.2	DSC 试验内容	251
12.3.3	DSC 研究结果分析	252
12.4	基于电荷迁移原理的低碳改性沥青功能性机理	255
12.4.1	热拌减排机理	258
12.4.2	降低路面温度机理	258
12.4.3	净化空气机理	259

12.4.4 阻燃抑烟机理	259
第 13 章 低碳多功能改性沥青混合料施工质量控制	261
13.1 低碳多功能改性沥青混合料拌和工艺	261
13.1.1 WEAM 改性沥青混合料拌和方法	261
13.1.2 WEAM 改性沥青混合料拌和参数	263
13.1.3 WEAM 改性沥青混合料拌和过程	263
13.2 低碳多功能改性沥青路面施工现场质量控制	264
13.2.1 施工准备	264
13.2.2 WEAM 改性沥青混合料的运输	265
13.2.3 WEAM 改性沥青混合料的摊铺	265
13.2.4 WEAM 改性沥青混合料的碾压	266
13.2.5 WEAM 改性沥青混合料的接缝处理	267
13.2.6 开放交通及其他	267
13.2.7 WEAM 改性沥青路面检测	267
第 14 章 低碳多功能改性沥青混合料功能和性能一体优化	268
14.1 安装说明	268
14.1.1 软件简介	268
14.1.2 软件的运行环境	268
14.1.3 软件的安装	269
14.1.4 软件的卸载	272
14.1.5 软件的启动	272
14.1.6 软件退出	273
14.2 使用说明	273
14.2.1 热拌减排功能	273
14.2.2 路面降温功能	277
14.2.3 净化空气功能	280
14.2.4 阻燃抑烟功能	282
14.2.5 多功能选择	286
14.2.6 路用性能参考	287
14.2.7 施工工艺	289
第 15 章 低碳多功能改性沥青路面工程应用	290
15.1 石家庄正定机场高铁站至航站楼道路试验段简介	290
15.1.1 工程概况	290
15.1.2 试验路修建方案	290

15.2 低碳多功能改性沥青混合料配合比设计	291
15.2.1 原材料	291
15.2.2 WEAM	293
15.2.3 沥青混合料配合比	294
15.3 低碳多功能改性沥青混合料拌和	294
15.3.1 WEAM 改性沥青混合料拌和工艺	294
15.3.2 WEAM 改性沥青混合料拌和参数	294
15.3.3 WEAM 改性沥青混合料拌和过程	294
15.4 施工现场质量控制	296
15.4.1 WEAM 改性沥青混合料的运输	296
15.4.2 WEAM 改性沥青混合料的摊铺	297
15.4.3 WEAM 改性沥青混合料的碾压	297
15.4.4 WEAM 改性沥青混合料的接缝处理	299
15.4.5 开放交通及其他	299
15.5 低碳多功能改性沥青路面节能减排性能检测	299
15.5.1 热拌减排功效检测	299
15.5.2 阻燃功效检测	301
15.5.3 降温功效检测	302
15.6 低碳多功能改性沥青路面路用性能检测	306
展望	308
参考文献	309

第1章 绪 论

1.1 低碳道路建设背景

当前,发展低碳经济、建设低碳社会已经成为我国乃至世界的战略重点。国家“十二五”规划明确指出加快建设资源节约型、环境友好型社会,提高生态文明水平,并提出加快构建资源节约、环境友好的生产方式和消费模式,增强可持续发展能力。《国家中长期科技发展规划纲要(2006—2020)》明确指出,要促进交通运输向节能、环保和更加安全的方向发展,突破交通基础设施建设关键技术,提高建设质量。《公路水运交通运输“十二五”科技发展规划》明确指出发展以低碳为特征的绿色交通运输体系,大力加强节能减排材料及生态环境保护技术等的应用,推进资源节约型、环境友好型和低碳多功能行业建设,这使得低碳道路的建设深入人心,国内各省市的新兴道路建设面临新的历史使命。

低碳道路理念提出时,多数人员将其狭义地理解为在道路工程建设中通过一定的技术控制 CO_2 等温室气体的排放量,对低碳道路的内涵产生了混淆。对此,众多专家学者通过对具备绿色生态效益低碳道路的研究给出了低碳道路的定义。

长安大学王朝辉以中新生态城绿色交通系统为先导,分别以绿色、生态为导向的城市道路横断面布置,以节能、降耗为指导的环保型路基、基层关键技术,以减排、降噪为主题的生态型路面关键技术,以舒适、安全为基础的慢行系统结构设计等绿色生态型道路关键技术方面进行了研究,提出了绿色生态型低碳道路建设应是在道路的全寿命周期内,最大限度地节约资源(节地、节能、节材)、保护环境、减少污染,实现道路的可持续发展。

长安大学陈红提出道路建设应以生态效益、经济效益和社会效益协调发展为目标,运用生态学的科学原理指导公路工程实践,在公路的设计、建设中与自然环境相融合,在公路建设项目整个生命周期中综合运用各种工程措施,尽量减少对环境的破坏与污染,形成行车安全舒适、运输高效便利、景观完整和谐的带状公路交通生态系统和区域交通低碳生态系统。

交通运输部公路科学研究院秦晓春,结合我国“十二五”建设绿色交通体系的要求,建立了低碳理念下绿色公路建设的关键技术与应用体系。

长安大学郝培文提出了绿色低碳公路理念及评价体系,将绿色公路定义为基于可持续发展定义及要求,将一系列优良的可持续性发展实践运用于道路设计和施工过程中的公路项目。并指出绿色低碳道路的核心之一是路面技术,包括长寿

路面技术、透水性路面、温拌沥青技术和冷铺路面等,另外还提出环境和水、道路的适用性、施工及材料资源等低碳绿色公路的评价指标。

长安大学沙爱民提出现代路面不仅应满足行驶条件的基本要求,还应从环境角度考虑,拓宽路面的环境功能,以环保路面为主题,研究了包括透水路面、低噪声路面、低吸热路面、除冰雪路面、反光路面等在内的一系列环保型路面材料,其成果丰富和发展了现代道路工程的知识体系,带动了现代道路工程技术的进步。

综上所述,低碳道路归纳起来应是:从道路规划、设计、施工、运营、维护等全寿命周期中的一个或几个阶段入手,采用低碳新理念、新材料、新方法、新工艺,实现道路工程全寿命周期范围内污染气体排放强度、能源消耗以及对环境污染程度的显著降低,为交通行业节能减排创造有利条件,同时还包括能够解决道路在使用过程中遇到的某些环境问题的道路工程。

由此可以看出,随着人们环保意识的增强,开始对路面材料的功能提出更多的要求,道路材料也不仅局限于路用性能良好及耐久长寿的目标,多功能属性和环境友好型路面材料已成为道路专家学者及工程人员目前乃至未来的主要研究方向之一。

1.2 低碳环保型路面研究现状

低碳环保路面的宗旨就是通过在道路工程建设中采取一定的措施,使道路工程在施工过程中能够减少能源的消耗、污染物的排放和对施工人员身体健康的危害,同时(或)在施工完成后能够具备某种环境功效,以达到有利于环境建设的目的。通过低碳环保路面的建设,不仅可实现传统道路的通道功能,还可使道路这一基础设施同时具备通道和环境功效的综合作用,实现路面材料的技术革新,对我国建设“双型”社会具有重大的意义。

国内道路专家和学者已开展了部分具备环境功效的路面材料和技术的研究,其中具有减排功能的为温拌沥青混合料,在一定程度上缓解了热拌沥青混合料拌和时环境污染的问题。但是,大多数温拌剂的作用原理是通过降低沥青的低温黏度使其实现在较低温度下拌和,会对沥青的低温性能产生一定的影响,且目前多数温拌剂的价格较高。

具有阻燃抑烟功能的基本上为隧道改性沥青材料,但大多数改性沥青材料的阻燃效应、路用性能、经济性等难以匹配,某些阻燃剂甚至具有毒性。

具有净化空气功能的主要为加入光催化剂的路面材料,日本首先提出将 TiO_2 作为光催化剂的构想,国内东南大学、同济大学等也分别进行了研究,但路面材料性能受到一定影响,而且 TiO_2 价格较贵。

具有降低路面温度效果的技术主要有改变沥青路面结构的“被动”式和在路

表面涂抹降温材料的“主动”式两种。从路面结构类型出发主要为采用透水路面,其有利于蒸发散热、降低路面的热容量,此种技术的主要优点体现在透水性上,降温效果有限。从路面辐射角度出发指在原有路面基础上添加或涂抹降温材料,增加路面反射率,从而降低路面的蓄积热量。涂过这种材料的路面温度均有一定程度的降低,该材料成本较高、施工较为不便、耐久性差,且重复利用率低。

针对寒冷季节积雪易造成路面结冰给行车安全带来较大隐患的问题,众多道路科研机构发明了包含能量转化型融雪化冰技术、自应力高弹除冰路面、导电路面融雪技术、化学类冻结抑制路面等技术在内的融雪化冰路面,在工程应用过程中各融雪化冰路面具备一定效果。但是也存在部分问题,广泛采用的化学融雪方法容易腐蚀道路设施,导电路面在电压控制上存在一定难度,不同地区气候环境条件不同采用相同措施化雪效果差别也较大等。因此,在融雪化冰方面,仍需继续寻找安全、理想的方式,决不能简单引进、照搬照抄外国的规范。

从上述各低碳环保型路面的介绍已经看出,低碳环保路面的研究已逐渐成为各道路专家学者的关注点,但是目前多数针对路面的低碳环保技术尚处于发展起步阶段,还未形成完善的应用技术体系,亟待开发出能够具有一种或者几种环境功效,同时又不影响或能够改善路面路用性能的低碳环保路面新材料或新技术,从而实现公路建设和生态环境保护和谐发展。

1.3 低碳路面材料发展方向

一系列绿色环保型沥青路面材料的研究,填补了我国相关道路技术领域的空白,实现了我国环保道路材料的跨越式发展,为推进资源节约型和环境友好型道路建设作出了贡献,但是其存在的问题也是不能忽视的,因此,在道路工程建设领域,为更好地服务于低碳、生态友好型与资源节约型社会建设的理念,要对道路材料提出新的要求,现归纳为以下几点。①节能减排,环保低碳(环保型):生态环境恶化、全球气候变暖、污染现状触目惊心以及我国人均资源匮乏的现状,要求我们必须重视节能环保问题,在生活工作中坚持“节能减排、环保低碳”的理念,才能实现全民节约最多的资源、实现最少的排放。②多重功效,主动优先(智能型):目前具备环境功效的路面材料多数环境功效单一,且只有在一定条件下才能发挥功能,表现为“被动”环保,若能开发出一种同时具备多重环境功效且原材料自身物化性能能够实现主动发挥作用的路面材料将具有十分广阔的前景。③功能为主,性能优良(功能型):路面最基本的作用是能够承担车辆荷载的作用。环境功效再好,路用性能得不到保证也是空谈,因此,低碳环保路面材料应同时兼顾环境功能与使用性能。④材料低廉,来源广泛(经济型):一种新材料的研发若在原材料来源广泛、价格低廉的情况下进行,将会大大提高其应用需求,