

DEVELOPMENT OF COLD ASPHALT MIXTURES
AND ITS APPLICATION
IN HEAVY TRAFFIC HIGHWAY

冷拌冷铺沥青混合料开发 及其在重载长寿命路面中的应用

徐世法 许 鹰 索 智 冯治安 金珊珊 等 著



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

冷拌冷铺沥青混合料开发 及其在重载长寿命路面中的应用

Development of Cold Asphalt Mixtures and Its
Application in Heavy Traffic Highway

徐世法 许 鹰 索 智 冯治安 金珊珊 等 著



人民交通出版社股份有限公司

China Communications Press Co., Ltd.

内 容 提 要

作者经过近几年的尝试与探索,开发了冷拌型改性乳化沥青和溶剂改性沥青,结合冷拌型沥青与矿料的拌和状态及冷拌沥青混合料的强度特性,确定了其配比组成和养生条件。路用性能对比验证表明,不管是乳化型还是溶剂型冷拌沥青混合料,其性能均能满足热拌 SBS 改性沥青混合料的性能要求。结合实体工程,初步检验了其施工及路用性能并编制了相应的施工指南。

本书适合从事公路工程管理、科研、设计、施工和监理的技术人员以及高等院校相关专业的教师和学生等参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

冷拌冷铺沥青混合料开发及其在重载长寿命路面中的应用 / 徐世法等著. — 北京:人民交通出版社股份有限公司,2018.8

ISBN 978-7-114-14935-1

I. ①冷… II. ①徐… III. ①沥青路面—研究 IV. ①U416.217

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 176674 号

书 名:冷拌冷铺沥青混合料开发及其在重载长寿命路面中的应用

著 作 者:徐世法 许 鹰 索 智 冯治安 金珊珊 等

责任编辑:郑蕉林 潘艳霞

责任校对:张 贺

责任印制:张 凯

出版发行:人民交通出版社股份有限公司

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址:<http://www.ccpres.com.cn>

销售电话:(010)59757973

总 经 销:人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销:各地新华书店

印 刷:北京市密东印刷有限公司

开 本:720×960 1/16

印 张:7

字 数:118 千

版 次:2018 年 8 月 第 1 版

印 次:2018 年 8 月 第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-14935-1

定 价:60.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书,由本公司负责调换)

本书编委会

主 任:徐世法 许 鹰 索 智 冯治安 金珊珊

副 主 任:高志平 段文志 蔡硕果 刘 然 王 超

编写人员:李 振 余 磊 朱建东 王中要 于 伟

胡朝州 王 鑫 苏子元 王春明 贾 珍

王晓晓 刘 鹏 段春辉 王艳辉 姜 维

王路松 范立嘉 戴 战 高玉梅 陈绍坤

赵志超 陈 涛 皮海涛 刘 涛 李思童

李书飞 屈文硕 王荣伟 冯 卡 李 智

王 冲 李俊忠 傅庆志 刘国瑞 葛晓亮

前 言

道路工程里程长,体量大,建设与维修需要大量的路面材料,而沥青混合料由于其诸多优点而成为我国路面材料的主体。因此,沥青路面的节能减排特性将会影响道路行业的可持续发展。而延长路面使用寿命并降低路面在建设与管理过程中的能耗与排放,则成为当今路面工作者所面临的首要任务。

传统沥青路面采用的是热拌沥青混合料,是将沥青与矿料加热到 150°C 以上,再经拌和、摊铺与碾压而形成的。其特点是技术成熟,能耗大,排放高。

近年来出现的温拌沥青路面采用的是温拌沥青混合料,是通过使用在高温下对沥青具有降黏减阻作用的温拌剂,将沥青与矿料在低于热拌料 30°C 左右的温度下进行拌和、摊铺与碾压而形成的。与传统的热拌沥青混合料相比,该技术传承了热拌沥青混合料的生产、施工设备与工艺,且路用性能相近,节能减排 30% 以上,成本增加约 10%。

在倡导绿色革命的今天,通过将沥青与矿料在常温下进行拌和、摊铺与碾压而形成的冷拌沥青路面技术得到了越来越多的关注。然而,传统的冷拌沥青混合料虽然实现了冷拌冷铺,但其路用性能无法与热拌沥青混合料相比,且成本较高,因而制约了其应用范围和使用规模。

作者经过近几年的尝试与探索,开发了冷拌型改性乳化沥青和溶剂改性沥青,结合冷拌型沥青与矿料的拌和状态及冷拌沥青混合料的强度特性,确定了其配比组成和养生条件。路用性能对比验证表明,不管是乳化型还是溶剂型冷拌沥青混合料,其性能均能满足热拌 SBS 改性沥青混合料的性能要求。通过实体工程,初步检验了其施工及路用性能,在此基础上,编写了本专著。

目前,相关的研究仍在继续,尤其是在冷拌沥青混合料的拌和设备与工艺以及冷拌沥青混合料的耐久性方面,还有大量的未知领域亟待探索。希望随着研究的不断深入,冷拌沥青混合料会逐步替代热拌沥青混合料,成为绿色沥青路面材料的主体。

本书的出版得北京建筑大学未来城市设计高精尖创新中心重大科技项目(编号 2018-02-05)、国家自然科学基金项目(编号 51678028)及北京市城市交通基础设施建设工程技术中心基金的支持。

徐世法

2018 年 1 月 18 日

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 冷拌冷铺沥青混合料简介	1
1.2 冷拌冷铺沥青混合料技术进展	3
1.3 长寿命路面简介	5
第 2 章 基于冷拌冷铺沥青混合料的“柔刚柔”长寿命路面结构	7
2.1 准兴重载高速公路“柔刚柔”长寿命路面结构	7
2.2 基层类型对路面结构力学的影响	10
2.3 防水黏结层对路面结构力学的影响	11
2.4 磨耗层对路面结构力学的影响	15
第 3 章 冷拌冷铺沥青混合料防水黏结层	22
3.1 概述	22
3.2 防水黏结层材料技术要求	23
3.3 冷拌冷铺沥青混合料防水黏结层混合料设计及性能评价	26
第 4 章 冷拌冷铺超薄降噪抗滑磨耗层	31
4.1 概述	31
4.2 超薄降噪抗滑表层技术	34
4.3 超薄降噪抗滑表层混合料开发	38
第 5 章 超薄磨耗层与水泥混凝土板的层间处治	86
5.1 层间处治技术与方法	86
5.2 黏层材料选择及最佳用量的确定	87
5.3 小结	92
第 6 章 重载长寿命冷拌冷铺路面的施工工艺与质量控制	94
6.1 施工前准备	94
6.2 施工组织	94
6.3 冷拌冷铺料拌和	95
6.4 防水黏结层冷拌冷铺料摊铺	95
6.5 冷拌冷铺料压实	95
6.6 特殊问题处理	96

6.7 冷拌冷铺料养生..... 97

6.8 冷拌冷铺料施工质量管理与检查验收..... 97

6.9 小结..... 99

参考文献..... 101

第 1 章 绪 论

随着我国国民经济的快速发展,道路运输出现了“重载、大流量和渠化交通”的特点,这对路面的结构和材料提出了新的更高要求。重载已成为影响路面使用性能和使用寿命的主要因素之一,传统的路面结构与材料已经不能满足重载交通的需求。

此外,道路建设与运营对环境的负面影响也日益成为社会关注的焦点。因此,如何实现路面的长寿命并减少环境污染已成为路面技术研究的热点。而冷拌冷铺沥青混合料由于在常温下拌和、生产及摊铺施工,节能优势明显,因此具有很好的应用前景。

1.1 冷拌冷铺沥青混合料简介

传统的沥青路面材料通常采用热拌沥青混合料(Hot Mix Asphalt, HMA)。为保证沥青混合料正常的摊铺和碾压,需要将沥青从常温加热到 150°C 以上,矿料从常温加热到 $160 \sim 180^{\circ}\text{C}$,拌和后的 HMA 温度为 150°C 以上,这不仅要消耗大量的能源,而且在拌和生产和施工的过程中,还会排放出大量的废气、烟尘和热量,严重影响环境质量。同时,由于沥青在混合料生产、运输、摊铺及碾压过程中处于高温状态,老化严重,使得混合料的路用性能降低。

为了减少能源消耗和环境污染,在 20 世纪中后期,美国以及欧洲等发达国家开展了温拌沥青混合料(Warm Mix Asphalt, WMA)的研究。WMA 的拌和温度比普通 HMA 降低 30°C 左右,在保证其与 HMA 具有基本相同的路用性能和施工和易性的前提下,可以减少 30% 以上的源消耗和环境污染,减轻沥青的短期老化,延长施工季节。尽管如此,温拌技术也仅仅是在一定程度上降低了 HMA 高温施工的负面影响,但并没有彻底消除。

冷拌冷铺沥青混合料(Cold Mix Asphalt, CMA)作为一种常温施工的技术,生产过程中不需要加热,节能环保,主要包括乳化型、溶剂型和泡沫型三类。

(1) 乳化型冷拌冷铺沥青混合料最具代表性的应用是稀浆封层和微表处。也有人尝试过将乳化沥青和矿料先拌和后储存,用作道路坑槽的修补。但是,由



于乳化沥青破乳时间和强度形成时机难以把握,乳化沥青混合料初期强度低,因此应用效果不佳。在国外,乳化沥青型混合料有应用于道路面层和基层的实例,但主要应用于轻交通道路上。

(2)溶剂型冷拌冷铺沥青混合料是将沥青通过溶剂稀释成液体沥青,再与矿料在常温下拌和而形成。这种材料能够常年在常温下进行路面修补作业,对环境条件的适应性强,修补工艺简便。但由于其价格昂贵,主要用于道路的坑槽修补。

(3)泡沫沥青是在高温沥青中加入少量水,气泡的产生使沥青表面积增加,体积膨胀数倍至数十倍,这种膨胀成泡沫的沥青称为泡沫沥青。泡沫沥青使沥青的黏度下降,从而可以更好地与集料裹覆。泡沫沥青的基本性质主要受发泡用水量和沥青温度影响,沥青发泡特性的基本指标是膨胀率和半衰期。泡沫型冷拌冷铺沥青混合料是由泡沫沥青、矿料及添加剂在常温下拌和而成的。目前,泡沫型冷拌冷铺沥青混合料技术主要应用于废旧沥青混合料的冷再生。

热拌沥青混合料、温拌沥青混合料和冷拌冷铺沥青混合料的性能对比见表 1-1。

三种沥青混合料性能比较 表 1-1

项目	热拌沥青混合料	温拌沥青混合料	冷拌冷铺沥青混合料
拌和温度	150 ~ 180℃	110 ~ 130℃	常温
性能	性能高	性能与 HMA 相近	性能一般
能耗	高	相比 HMA 节能 30% 左右	相比 HMA 节能 80% 以上
有害气体	排放量大	排放量较小	排放量小
规范标准	有	无	无
成本	一般	较高	高
施工	可运输距离、可施工季节及时间有限定	可运输距离、可施工季节及时间较长	可运输距离、可施工季节及时间长
应用	应用广泛,技术成熟	目前较成熟,有一定规模的应用	目前多用于路面养护修补坑槽

为了应对我国沥青路面因重载、超载所导致路面寿命短以及生产施工污染重的挑战,亟须开发高性能冷拌冷铺沥青混合料和长寿命路面结构。目前,许多外国企业在我国推销冷拌冷铺材料,但其价格昂贵,无法在工程中大量使用;另外,即便能以高昂的价格购买其生产技术,但由于气候、交通及集料方面的差异,不能完全照搬国外的配方及生产工艺,而且造价居高不下。因此,无论从技术还



是经济角度考虑,根据自身特点,开展重载长寿命冷拌冷铺沥青路面材料与结构的研究意义重大。

1.2 冷拌冷铺沥青混合料技术进展

1.2.1 乳化型冷拌冷铺沥青混合料

20 世纪初,欧洲开始将阴离子乳化沥青应用于防水工程,并于 20 世纪 20 年代末应用于道路建设。阳离子乳化沥青于 20 世纪 50 年代末研制成功,较之阴离子乳化沥青,其与集料具有更好的黏附性。20 世纪 60 年代,我国在《公路运输快报》中首次介绍了国外冷拌沥青混合料技术。20 世纪 70 年代,交通部组成了“阳离子乳化沥青及其路用性能研究”课题协作组,对阳离子型乳化剂的研制与生产、乳化工艺与乳液的配方、乳化机械与乳化车间的设置、阳离子乳化沥青的检验标准及试验方法、乳化型沥青混合料配合比设计方法、乳化沥青筑路及养护施工技术等关键问题进行了研究。

20 世纪 80 年代,沧州市公路局在交通量较大的保定—沧州公路干线河间公路站门口铺筑了 1200m^2 的乳化型冷再生沥青混合料试验段。同时,在海兴县张皮庄—辛集三级公路辛集修配厂门前铺筑了 2100m^2 的乳化型废旧沥青混合料表面处治试验段。试验路经过两年通车考验,路面平整坚实,无推挤、油包,经测试摩擦系数、纹理深度、渗透系数合格,为旧沥青路面冷再生机械化施工工艺提供了经验。

进入 21 世纪后,对于乳化型冷拌冷铺沥青混合料研究主要集中在强度形成机理、性能评价、性能改善和施工工艺等方面。

研究表明,乳化型沥青混合料的强度随着水分的蒸发而增长。添加水泥可改善乳化型沥青混合料的强度、高温稳定性和水稳定性,但不利于低温抗裂性。通常,推荐水泥用量为 $1\% \sim 1.5\%$ 。

沈阳建筑大学课题组对乳化型沥青混合料的不同击实方式开展研究,研究表明乳化型沥青混合料需进行二次击实。

乳化沥青既可与废旧沥青混合料拌和形成乳化型冷再生沥青混合料,又可与新矿料拌和形成乳化型冷拌冷铺沥青混合料。

1.2.2 溶剂型冷拌冷铺沥青混合料

20 世纪 30 年代,为满足冬季沥青路面修补的需要,苏联、英国、德国等国发

明了溶剂型可储存式常温沥青混合料用于路面快速修补。通常使用的溶剂有煤油、粗汽油、汽油煤油馏分及其他液体石油加工产品。

20 世纪末,我国开始使用进口的溶剂沥青制备溶剂型沥青混合料并应用。吉林省在 -25°C 的环境下,使用溶剂型沥青混合料对破损道路进行修复,长期的跟踪观测结果表明使用效果良好。

21 世纪初,我国研制了多种溶剂型沥青,其主要组成材料为基质沥青、有机溶剂、还原剂等,主要用于路面坑槽修补。

2005 年,长安大学研发了一种溶剂型冷拌冷铺 LB 沥青材料。针对不同的 LB 沥青混合料类型,设计了不同的养生方式,分析了强度随养生龄期与养生温度的变化规律。研究表明:养生条件对 LB 混合料中的有机溶剂挥发有着重要的影响,养生龄期越长,养生温度越高,混合料的马歇尔稳定度越大,并且与养生龄期和温度存在良好的线性关系;当有机溶剂完全挥发后,其强度可达到热拌沥青混合料的标准。

近年来,重庆交通大学课题组研发了一种应用于农村公路的溶剂型冷拌冷铺沥青混合料,并在重庆市荣昌县东南方的四级公路面层中应用。所采用的混合料类型是 AC-13C,长期观测表明,强度随时间延长而增大,在车辆的压实作用下混合料的空隙率逐渐降低,整体路用性能接近热拌沥青混合料。

1.2.3 泡沫型冷拌冷铺沥青混合料

1928 年,第一个关于泡沫沥青的专利在德国申请。20 世纪 60 年代,泡沫沥青开始应用于稳定土基层,后来泡沫沥青也开始在温拌沥青混合料中应用。目前,泡沫型冷拌冷铺沥青混合料技术主要应用于废旧沥青混合料的冷再生。

1.2.4 总结与展望

(1)冷拌冷铺沥青混合料研发与应用的关键技术问题是沥青与矿料的裹覆性以及混合料的工作和易性、路用性能、施工便利性和经济性。

(2)冷拌冷铺沥青混合料在材料技术要求、配合比设计方法、性能评价、施工设备及工艺等方面缺少认可度较高的规范和标准,亟须开展相关研究。

(3)乳化型冷拌冷铺沥青混合料具有较强的抗疲劳和开裂性能。其强度形成机理已较为明确,但对其室内养生方式和击实方式还未形成共识。对其长期路用性能和生产与施工配套设备方面研究较少,有待加强。

(4)目前,对应用于大规模摊铺的溶剂型冷拌冷铺沥青混合料主要的研究还处于初步发展阶段。从宏观角度对其强度形成机理和路用性能的研究较多,



但从微观角度研究得较少。对于溶剂沥青中溶剂挥发所带来的环境影响评估方面的研究有待进一步加强。而开发少挥发或不挥发的反应型溶剂沥青则是将来研究的重要方向。

(5) 泡沫型冷拌冷铺沥青混合料成本低, 制备工艺简单, 环保性突出, 如何提高其路用性能是未来研究重点。

1.3 长寿命路面简介

1.3.1 长寿命路面理念

对于长寿命路面的设计寿命, 国内外没有形成统一的标准, 但通常认为比较适中的年限是 40 年左右。其特点为: 设计寿命达到 40 年以上, 在设计寿命期间, 不发生结构性破坏, 路面的损坏只发生在表面功能层, 路面厚度较大, 初期投资偏高, 但运营过程中维修费用较低, 在寿命周期内经济性较好。

在国家大力倡导可持续发展的今天, 针对我国当前的重载交通状况, 建设长寿命路面具有重要意义。

1.3.2 长寿命路面的设计要求

1) 合理的路面结构设计

长寿命路面结构设计时需要考虑路面各结构层的功能, 进行合理的路面结构设计, 从而充分发挥其整体性能, 避免在寿命期内发生早期损坏。

2) 良好的材料性能

良好的材料性能是路面结构的根本保障, 长寿命路面结构对各层材料的要求高, 目的是为了确保结构层在使用周期内不发生损坏。

3) 一定的结构层厚度

长寿命路面都要求结构层有足够的厚度, 以有效地降低各层层底弯拉应力, 避免或减缓疲劳破坏的发生。

4) 高稳定性的路基

长寿命路面结构要求路基具有很强的承载能力, 以便消除或降低在长期的环境和荷载作用下路基产生的不均匀变形, 为路面结构层提供稳定而均匀的支承。

5) 良好的排水设计

水损坏是路面损坏的主要原因之一,进行长寿命路面结构设计时,要充分考虑排水设计,避免路面结构产生水损坏。

1.3.3 长寿命路面的结构形式

目前国内外最常见的长寿命路面结构有连续配筋水泥混凝土路面结构、钢纤维水泥混凝土路面结构、复合式路面结构、全厚式及半刚性基层长寿命沥青路面结构。

1) 连续配筋水泥混凝土路面结构

连续配筋混凝土路面结构是指以连续配筋混凝土为面层的路面结构,在施工时除施工缝及构造所需的胀缝外不设横缝,不仅能有效地避免收缩开裂以及普通水泥混凝土路面经常发生的唧泥、板角断裂等病害,而且提高了路面板的整体性,使之具有较高的承载力和良好的耐久性。

2) 钢纤维水泥混凝土路面结构

钢纤维混凝土路面结构是指以钢纤维混凝土为面层的路面结构。由于在水泥混凝土中均匀地掺入了短钢纤维,因此变形能力大,抗裂能力强。其韧性通常为普通混凝土 30 倍以上,延性及耐冻融破坏指标为普通混凝土的 2 倍以上,抗裂指标及抗爆破能力为普通混凝土的 5 倍以上。

3) 复合式路面结构

复合式路面是指面层由水泥混凝土板及板上沥青混凝土层(AC)构成,或由水泥混凝土复合板构成的路面结构。水泥混凝土包括:碾压水泥混凝土(RCC)、连续配筋混凝土(CRC)、普通水泥混凝土(PCC)及钢筋混凝土(JRC)等。近几十年来,加拿大、澳大利亚、日本、西班牙、美国、法国等国家都先后进行了复合式路面技术的研究与开发,并铺筑了试验路和实体工程。

4) 全厚式及半刚性基层长寿命沥青路面结构

全厚式路面结构是指路面结构层全部采用沥青路面,而半刚性基层路面是指面层采用沥青层,基层采用半刚性材料的路面结构。在全厚式及半刚性基层长寿命沥青路面中,较厚的沥青层可将其底部的弯拉应变控制在一定的范围内,从而确保沥青层在寿命周期内不会产生自下而上的疲劳裂缝。

第2章 基于冷拌冷铺沥青混合料的 “柔刚柔”长寿命路面结构

2.1 准兴重载高速公路“柔刚柔”长寿命路面结构

2.1.1 准兴重载高速公路简介

依托工程为内蒙古自治区“十一五”规划重点项目和西部大开发重点项目——内蒙古准格尔至兴和运煤高速公路,是内蒙古自治区“8横8纵8支8环线”路网中重要一横线。路线全长265km,公路等级为高速公路,设计荷载为公路—I级,路基宽度27.75m,面层采用超薄降噪抗滑表层—水泥混凝土板—防水联结层组成的“柔刚柔”式复合结构,分为重载3车道,轻载2车道。该工程于2013年建成通车。

2.1.2 准兴重载高速“柔刚柔”路面结构

通常将路面划分为柔性沥青路面、刚性水泥路面和在水泥板上加铺沥青层的复合路面。沥青路面行车舒适、维修养护快捷,但承载力较低、使用寿命较短;水泥路面承载力高、使用寿命长,但行车舒适性较差、维修养护周期长,板底容易因脱空而诱发断板等结构性破坏。

“柔刚柔”长寿命路面结构实际上是一种复合路面,即上面层采用沥青混合料作为磨耗层,以发挥其行车舒适、维修养护快捷的优势,可以定期铣刨;中面层采用水泥混凝土板作为主要承重层,以充分利用其承载力高、使用寿命长的特点;水泥板和基层之间则设置富油沥青混合料防水黏结层,该层使得水泥板能够“软着陆”,实现了均匀支撑,还能缓和水泥板对基层的冲击,分散它们之间的应力,并起到防水、防冲刷和保护基层的作用,有效地防止常见的各种病害(如基层破坏、面板脱空、唧泥等)的发生。

根据对国内外重载长寿命路面结构的调研结果,并考虑到准兴高速重载道路的交通特点、地域特性、材料供应、生产及施工条件,提出了设计寿命为40年



以上的重载交通长寿命路面结构组合,即沥青抗滑超薄磨耗层+水泥混凝土板+沥青混凝土防水黏结层。为了节能减排和便于施工,首次使用冷拌冷铺乳化沥青混合料作为磨耗层和防水黏结层。

1) 抗滑超薄磨耗层

水泥混凝土路面板作为面层材料,虽然承载能力足够强,但由于各种接缝的存在,路面的平整度比沥青混凝土路面相对较差。为了提高路面结构的舒适性,此次在路面板顶部设置抗滑超薄磨耗层,而且采用冷拌冷铺乳化沥青混合料作为该层的材料。该层应具有抗滑、降噪、防水和提高平整度的功能,对路面结构起重要的防护作用。

2) 防水黏结层

为解决半刚性基层在重荷载作用下抗冲刷能力较低的问题,在半刚性基层和水泥混凝土面板间设置防水黏结层。通过防水黏结层优良的抗冲刷能力和防水性能改善半刚性基层的抗冲刷能力较弱的问题。

面层与基层间的过渡层为路面结构中的薄弱层,其不仅要承受车辆荷载施加在路面结构中的剪切应力,还要承受由于气温变化引起的水泥混凝土面板膨胀、收缩等产生的温度应力。该层应该具有以下性能:

(1) 实现混凝土板的“软着陆”。

路面实际上承受车轮冲击、振动的动载作用,高速车轮的冲击引发的是比静载应力高1~2倍的冲击应力,而目前国内外路面结构的设计指标中仅有标准轴载应力加上温度应力两项,对冲击、振动的影响考虑不足。在重载长寿命路面结构的使用过程中,垫层、基层将可能再次产生累积塑性变形,导致板底产生空隙。

在路面结构中设置具有一定厚度和柔性防水黏结层时,在水泥混凝土板受到冲击后,黏结层也会因受压而产生变形,从而缓冲水泥混凝土面层对基层的冲击,较好地分散水泥混凝土面板和基层之间应力,从而改善了基层的工作状况。

(2) 改善半刚性基层对混凝土面板约束状况。

在进行路面力学分析时,通常假设面板与基层接触在垂直方向紧密结合,在水平方向为完全连续或完全滑动状态。由于混凝土材料具有不可塑性,当温度发生变化,路面将产生膨胀和收缩变形。日温差引起翘曲变形,导致面板的翘曲和拱起;季节性温差引起板的胀缩变形,导致面板在基层上滑动,基层对面板产生约束应力。

传统路面结构设计中,混凝土面板与半刚性基层直接接触,由于浇筑混凝土面板时,水泥浆体有部分渗透进入基层表面一定范围,随后凝结、硬化,导致路面



板与基层之间处于黏着状态。

在界面接触破坏前,面板需要克服相当大的阻力才能移动。这主要是由于混凝土板与基层之间存在较大的黏结力和嵌挤摩擦力。而面板在刚浇筑后,混凝土强度不足,当温度发生变化时,混凝土产生伸缩变形,过大的黏结力会导致板块早期开裂。

沥青防水黏结层的设置,在某种程度上也改善了混凝土面板与半刚性基层的界面状态,将面板与基层界面由强限制转化为弱限制,避免了由于混凝土早期强度不足而导致的开裂。

- (3)减弱混凝土板下半刚性基层的不均匀支撑,起整平作用。
- (4)防止水泥板与半刚性基层之间的反复摩擦产生的半刚性基层的磨损。
- (5)防止积水对基层及路基造成的冲刷,作为路面层间防水与排水的第一道屏障。
- (6)起应力消减层的作用,减轻半刚性基层反射裂缝对上部路面的影响。
- (7)保护基层,充当施工期间的临时路面。

3) 基层、底基层

重载长寿命路面结构的基层材料通常采用水泥稳定碎石、贫混凝土及碾压混凝土三种,需要结合力学及经济分析综合确定。

4) 路面结构组合及力学分析参数

(1)初拟的路面结构见如图 2-1 所示。

冷拌沥青混合料抗滑超薄磨损层	厚度3cm
水泥混凝土板	厚度32cm
AC-10细粒式冷拌沥青混凝土防水黏结层	厚度2cm
水泥稳定碎石/贫混凝土/碾压混凝土基层	厚度20cm
水泥稳定碎石下基层	厚度20cm
水泥稳定碎石底基层	厚度18cm
土基	

图 2-1 重载长寿命路面结构

(2)计算参数。

沥青混合料层的弹性模量和泊松比分别为 1600MPa 和 0.35;水泥面层板的泊松比为 0.15;贫混凝土的抗弯拉强度为 2.5MPa,弹性模量为 21GPa,泊松比为 0.15;水泥稳定碎石基层的弹性模量和泊松比分别为 2400MPa 和 0.2;水泥稳定