

《沥青生产与应用技术手册》编委会 编

沥青

生产与应用技术手册

LI QING
SHENG
CHAN YU
YING YONG
JI SHU
SHOU CE

中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

沥青生产与应用技术手册

《沥青生产与应用技术手册》编委会 编

中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

内 容 提 要

本书系统介绍了道路沥青的生产工艺、技术指标与标准、测试方法、沥青混合料组成设计方法、沥青路面结构设计以及部分重大工程的应用案例。全书共分 11 章,其中,第二章、第三章、第四章分别论述了石油沥青的生产工艺、组成与结构、技术指标与标准;第五章、第六章、第七章分别介绍了改性沥青、特种沥青以及乳化沥青的技术性质;第八章、第九章分别总结了沥青技术指标对混合料性能的影响及沥青混合料组成设计方法;第十章探讨了沥青路面结构设计方法;第十一章列举了部分特殊工程应用案例。

本书可供从事沥青生产与科研和公路市政行业的设计、施工、科研人员使用,也可供高等院校的教师和研究生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

沥青生产与应用技术手册 / 《沥青生产与应用技术手册》编委会编. —北京: 中国石化出版社, 2010. 4
ISBN 978 - 7 - 5114 - 0231 - 8

I. ①沥… II. ①沥… III. ①沥青 - 生产工艺 - 技术手册 IV. TE626. 8 - 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 050162 号

未经本社书面授权, 本书任何部分不得被复制、抄袭, 或者以任何形式或任何方式传播。版权所有, 侵权必究。

中国石化出版社出版发行

地址: 北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编: 100011 电话: (010) 84271850

读者服务部电话: (010) 84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail: press@sinopec.com.cn

北京科信印刷厂印刷

全国各地新华书店经销

*

787 × 1092 毫米 16 开本 27.5 印张 523 千字

2010 年 5 月第 1 版 2010 年 5 月第 1 次印刷

定价: 150.00 元

《沥青生产与应用技术手册》

编审委员会

主 任: 凌逸群

副 主 任: 吕伟民 黄婉利

编 委: (以姓氏笔画排列)

于小桥 马 锋 王子军 王翠红 王端宜 宁爱民

刘清华 孙大权 吕伟民 张肖宁 沙爱民 邹桂莲

胡兆灵 黄婉利 黄伟祈 程国香

执行编委: 孙大权 胡兆灵

审 订: 吕伟民 沙爱民 黄婉利

前 言

人类开发与应用沥青已经有5000多年的历史。早在公元前3000年，苏美尔人就应用沥青镶嵌贝壳与珠宝作为木船防水涂料。16世纪前后，秘鲁印加人开始修筑沥青路面。1870年，美国新泽西州Newark铺筑了第一条具有现代意义的热拌沥青混凝土路面。时至今日，石油沥青作为一种重要的战略资源，已经广泛地应用于交通基础设施建设与养护、水利工程、防水防腐工程、工农业等国民经济各个领域。

石油沥青是沥青路面建设与养护不可或缺的材料，其性能直接决定了沥青路面的工程质量以及沥青路面的结构形式。纵览我国道路沥青与沥青路面发展历程，从大庆渣油、胜利沥青到重交通道路沥青、改性沥青，从渣油路面、贯入式沥青路面到高等级沥青路面、改性沥青路面，沥青品质的进步直接支撑了沥青路面性能的提升与沥青路面结构形式的革新。当前，高速公路、高等级公路建设迅猛发展，沥青生产与应用技术日新月异，沥青材料新产品、沥青路面铺装新技术层出不穷。因此，系统总结国内外沥青生产工艺、技术标准与测试方法、沥青混合料组成设计方法与施工技术、沥青路面结构设计理论与方法等方面研究与应用成果，对于提高石油沥青生产技术和沥青路面建养水平具有重要参考价值。这也是本手册编写的初衷和目的。

长期以来，中国石化一直致力于优质石油沥青的研发与生产。作为国内最大的石油沥青生产企业，中国石化已为我国高速公路、铁路、机场、跨海大桥等重要交通基础设施，提供大量优质沥青产品和服务。为进一步提升我国石油沥青生产与应用技术水平，中国石化组织上海沥青销售分公司、中国石化石油化工科学研究院、中国石化抚顺石油化工研究院等科研单位，联合同济大学、华南理工大学、长安大学等高等院校，将多年从事沥青生产与应用方面的研究成果、工程经验以及应用体会进行总结，汇集成本手册，供广大关心和支持石油沥青生产、研究与应用的技术人员和管理人员参考。

本手册由石油化工行业和道路工程行业的科研人员、工程技术人员和管理人员共同编写。主要编写人员有：同济大学教授吕伟民、孙大权，长安大学教授沙爱民，华南理工大学教授张肖宁、石油化工科学研究院黄伟祈等。由于我们的水平有限，书中不足之处，恳请批评指正。

编著者

目 录

第一章 绪 论 1

- 第一节 沥青材料的分类 3
- 第二节 沥青在交通基础设施建设中的贡献 5
- 第三节 道路沥青技术的发展 8
- 第四节 国产沥青旗舰品牌的建设 11

第二章 石油沥青的生产工艺 16

- 第一节 生产石油沥青的原油要求 16
- 第二节 国内道路沥青生产所用原油概况 20
- 第三节 蒸馏法生产沥青工艺 24
- 第四节 氧化沥青生产工艺 30
- 第五节 溶剂脱沥青生产工艺 34
- 第六节 调合沥青生产工艺 40
- 第七节 中国石化道路沥青生产工艺现状 44
- 第八节 沥青生产和使用中的环境保护与安全防护 46

第三章 沥青的化学组成与结构及其流变性质 53

- 第一节 沥青的化学组成 53
- 第二节 沥青的化学结构 56
- 第三节 沥青的胶体结构 65
- 第四节 化学组成与流变性能的关系 67

第四章 石油沥青的技术指标与质量标准 76

- 第一节 石油沥青的技术指标简介 76
- 第二节 沥青的分级方法 79

第三节	我国道路沥青的技术标准	82
第四节	国外道路沥青技术标准	94
第五节	我国道路沥青产品及标准的水平	103

第五章 聚合物改性沥青 108

第一节	改性沥青种类	108
第二节	SBS改性沥青	109
第三节	SBR改性沥青	118
第四节	PE/EVA改性沥青	125

第六章 特种类型沥青 133

第一节	废橡胶粉改性沥青	133
第二节	彩色沥青	146
第三节	天然沥青改性沥青	150
第四节	硅藻土改性沥青	157
第五节	环氧沥青	162
第六节	其他特种类型沥青	166

第七章 乳化沥青 176

第一节	乳化沥青的特点及发展过程	176
第二节	沥青乳化机理	181
第三节	改性乳化沥青	191
第四节	乳化沥青的技术要求及指标	194
第五节	乳化沥青的生产工艺	198
第六节	乳化沥青在道路工程中的应用	201
第七节	乳化沥青在高速铁路板式无砟轨道中的应用	205

第八章 沥青指标及其对混合料性能的影响 214

第一节	沥青的高温性能评价指标	214
第二节	沥青感温性评价指标	225
第三节	沥青低温性能评价指标	230

第四节	沥青疲劳性能评价指标	235
第五节	沥青耐老化性能评价指标	242
第六节	沥青其他性能指标	247

第九章 沥青混合料

257

第一节	沥青混合料的主要类型	257
第二节	混合料的级配	262
第三节	沥青混合料的强度	269
第四节	沥青混合料的路用性能	272
第五节	沥青混合料性能评价方法	274
第六节	热拌沥青混合料马歇尔设计方法	284
第七节	热拌沥青混合料其他设计方法	311
第八节	沥青路面施工关键技术	322

第十章 沥青路面结构设计基本原理与方法

330

第一节	路面概论	330
第二节	沥青路面基础	333
第三节	路面设计参数	340
第四节	沥青路面结构设计方法	362

第十一章 东海牌沥青在重大工程中的应用

378

第一节	东海牌沥青在高速公路中的应用情况	378
第二节	东海牌沥青在上海F1国际赛车场跑道工程中的应用	381
第三节	东海牌沥青在东海大桥桥面沥青铺装工程中的应用	396
第四节	东海牌沥青在虹桥机场跑道大修工程中的应用	415

第一章 绪 论

沥青是暗褐色至黑色可溶于苯或者二硫化碳等溶剂的固体、半固体或黏稠状物质，主要由高分子碳氢化合物及其非金属衍生物组成的混合物。人类应用沥青已有5000多年的历史。早在公元前3800年，苏美尔人就开始应用天然沥青作为防水材料。当前，沥青作为一种重要的“黑色化工材料”，已被广泛应用于交通工程、建筑工程、水利工程以及防腐防水工程等国民经济各个领域。

第一节 沥青材料的分类

沥青材料的品种很多，按照沥青的来源、加工工艺、性质、用途以及形态等，可以分为若干种类。

一、按沥青的来源分类

按照沥青材料的来源，可分为天然沥青、石油沥青和焦油沥青三大类。

1. 天然沥青

地壳中的石油在各种因素作用下，其轻质油分蒸发后的物质，经浓缩、氧化作用形成的沥青类物质，称为“天然沥青”（Native Asphalt）。人们熟知的“湖沥青”（Lake Asphalt）就是天然沥青的一种。其中，产地在中美洲的委内瑞拉北海岸附近的特立尼达岛上的特立尼达湖沥青是比较著名的天然沥青，它是1595年由沃尔特·雷利发现的。

存在于岩石缝隙的天然沥青成为岩沥青（Rock Asphalt），岩沥青中含有许多砂和岩石。经过水熬制可以得到纯净的沥青。位于美国北部的犹太州东部的Uintah盆地出产的岩沥青是近年来引人注目的代表性品种。近年在我国四川青川、新疆等地发现有天然岩沥青，现在已经得到开采和应用。

位于印度尼西亚布顿岛（Buton）有一种名为BMA的海底沥青矿，这是一种经过千百万年沉积形成的天然矿物，称为海底沥青。

天然沥青与石油沥青有很好的亲和性，现在主要用来作为石油沥青的添加剂，以改善基质沥青材料的使用性能。如上海的外海超长跨海大桥东海大桥的桥面铺装，其下层的浇

注式沥青混凝土和上层的沥青马蹄脂碎石（SMA），在沥青结合料中就添加了天然沥青。

2. 石油沥青

石油沥青是原油加工过程的一种产品，在常温下是黑色或黑褐色的黏稠的液体、半固体或固体，主要含有可溶于三氯乙烯的烃类及非烃类衍生物，其性质和组成随原油来源和生产方法的不同而变化。石油沥青是现代沥青材料的主要来源，应用最为广泛。本手册所论述的沥青主要就是指这种由人工加工的石油沥青。

3. 焦油沥青

煤、木材、页岩等有机物质经炭化作用或在真空中分馏得到的黏性液体，称为焦油沥青。由煤加工所得的焦油称为煤焦油。由木材蒸馏而得到的焦油为木焦油，松节油就是典型的木焦油。页岩经过蒸馏得到的焦油为页岩沥青。由于焦油沥青大都有比较大的毒性，故现在除某些特殊应用外，已较少应用于道路等工程。

二、按沥青加工工艺分类

石油在炼油厂有不同的炼制方法。由于加工工艺的不同所得的石油沥青的性质也不尽相同。故根据石油沥青不同的炼制工艺可以分为以下几种。

1. 蒸馏沥青

直接蒸馏原油，将不同沸点的馏分取出后，在常压塔底获得的残渣为直馏沥青。蒸馏法制取石油沥青是最简单、最经济的方法。原油脱水后加热至 360°C ，进入常压塔，在塔内分馏出汽油、柴油和重柴油。塔底常压渣油再进一步加热至 390°C ，进入减压蒸馏塔，此塔保持一定的真空度，分馏出减压馏分，塔底所存的减压渣油往往可以获得合格的道路沥青。

直馏沥青的性质与原油的来源有很大关系。一般来说，环烷基原油和蜡分含量较低的中间基原油适合生产道路沥青，这种沥青具有延度长，与集料黏附性好，高温稳定性好，所铺路面不易出现车辙与拥包，以及耐老化性能较好等优点。

2. 氧化沥青

将低标号的沥青或渣油在 $240\sim 290^{\circ}\text{C}$ 的高温下吹入空气，使其软化点提高，针入度降低，提高沥青的稠度，这种方法所得的沥青为氧化沥青，也称为吹制沥青。

低标号沥青或渣油连续按一定的流速通入氧化塔。氧化塔系中空圆筒，里面装有栅板，以减少返混。空气由底部分批量通入，在一定温度下渣油中的芳烃、胶质和沥青质与空气中的氧发生氧化反应，组成发生变化。氧化反应的结果使沥青增稠、温度敏感性降低、针入度指数增大。氧化法主要用来生产高软化点的建筑沥青，当直馏法不能直接生产

道路沥青时,有时就采用浅度氧化的方法,在较低温度下氧化较短的时间,所得沥青称之为半氧化沥青。

3. 溶剂沥青

溶剂法是利用溶剂对各组分有不同的溶解能力,能选择性地溶解其中一个或几个组分,这样就能实现组分的分离。与蒸馏法相比,所得产品在组成和性能上有明显差异。根据渣油中各组分不同的溶解能力,从渣油中分离出富含饱和烃和芳香烃的脱沥青油,即催化、裂化或加氢裂化的原料油,同时得到含胶质、沥青质高的浓缩物,也即沥青。所得沥青加以调合、氧化,可生产出各种规格的沥青。

4. 调合沥青

用调合法生产沥青是按照沥青质量要求,将几种沥青调合,调整沥青组分之间的比例以获得所要求的产品。一般优质沥青组分的大致比例为:饱和分13%~31%、芳香分32%~60%、胶质19%~39%、沥青质6%~15%、蜡含量小于3%。然而,调合沥青的性质与各组分的比例并不是简单的加合,而是与形成的胶体结构类型有关。用调合法生产沥青时,通常先生产出软、硬两种沥青组分,然后再根据需要调合出符合要求的沥青。调合的关键在于配合比要正确,并且混合均匀。

三、按原油的基属性质分类

石油按其含蜡量的多少可分为石蜡基、环烷基和中间基原油,不同基属的原油所炼制的沥青其性质有很大的差别。

1. 石蜡基沥青

石蜡基沥青其蜡的含量一般都大于5%,大庆原油所炼制的沥青是典型的石蜡基沥青,其含蜡量甚至高达20%左右。由于在常温下蜡常常结晶析出于沥青的表面,使沥青失去黑色光泽。石蜡基沥青黏结性差,软化点虽高但热稳性极差,温度稍高黏度就会很快降低,在低温下又很容易脆断,故不适合铺筑沥青路面。现在基本上已不再采用石蜡基原油生产道路沥青。

2. 环烷基沥青

由环烷基石油加工所炼制沥青为环烷基沥青。这种沥青含有较多脂烷烃,蜡含量少,一般低于3%,这种沥青黏接性强,热稳定性好,优质的道路沥青大都是环烷基沥青。

3. 中间基沥青

采用中间基原油炼制的沥青,其蜡的含量约为3%~5%,普通道路沥青大多属于这种沥青。但蜡分含量较低的中间基原油也能生产出优质的道路沥青。

四、按沥青的形态分类

1. 黏稠沥青

在常温下沥青呈膏体状或固体状，故称之为膏体沥青，这是稠度比较高的沥青，所以，一般又称之为黏稠沥青。由于这种沥青的标号通常用针入度表示，故有时又称之为针入度级沥青。

2. 液体沥青

在常温下是液体或半流动状态的沥青。用溶剂将黏稠沥青加以稀释所得到的液体沥青称为稀释沥青，也称为回配沥青（Cutback）。根据稀释沥青凝固的速度又分为快凝、中凝和慢凝三种。将沥青加以乳化成为乳化沥青，乳化沥青是又一种形式的液体沥青。按照乳化沥青破乳速度的快慢又分为快裂、中裂和慢裂三种。乳化沥青按其所用乳化剂电荷性质又分为阳离子乳化沥青、阴离子乳化沥青和非离子乳化沥青。

五、按沥青的用途分类

1. 道路沥青

用于铺筑道路路面的沥青为道路沥青。过去由于国产优质道路沥青产量较少，修建高等级道路依赖进口沥青，为节约资源曾将适于在重交通道路应用的沥青称之为重交通道路沥青，而将相对性能较次的应用于一般中、轻交通道路，故将这种沥青称之为中、轻交通道路沥青，或普通道路沥青。但国际上并没有这样的划分，所有道路沥青都统称为道路沥青，故交通部最新颁布的规范（JTG F4—2004）中不再这样划分，而是按其性能划分成A、B、C三个等级。我国道路建设每年要消耗大量沥青，道路沥青几乎占整个沥青产量的80%以上。

2. 建筑沥青

建筑工业用的石油沥青主要用于防水、防潮，也用于制造防水材料，如油毛毡、沥青油膏等。建筑沥青要求具有良好的黏结性和防水性，在高温下不流淌，低温下不脆裂，并要求有良好的耐久性。建筑沥青标号较高，针入度在10~40（1/10mm）范围内。

3. 机场沥青

适于铺筑机场跑道的沥青材料。由于机场道面承受飞机荷载，要求沥青具有良好的黏结性和耐久性。机场道面沥青的名称已经在我国《民用机场沥青混凝土道面设计规范》中提出。一般A级道路沥青可以满足大型国际机场修建沥青道面的需要，而B级道路沥青则可以用于中、小机场沥青道面。

4. 水工沥青及其他

沥青在许多领域有着广泛的应用,根据用途的不同沥青又分很多种类。例如,适合在水利工程中应用的沥青,称之为水工沥青。根据有关方面的统计,全世界有200多个大型水工结构物应用沥青。英国的邓岗内尔水坝、库利福水坝,以及我国长江三峡大坝、浙江安吉天荒坪水库等,都采用水工沥青作为防渗材料。

沥青还用于动力电缆和通讯电缆的防潮和防腐,这种沥青称之为电缆沥青。用于输油、输气、供水等金属管线以防止锈蚀的沥青,称之为防腐沥青。用于加工油漆和烘漆的沥青则称之为油漆沥青等。

第二节 沥青在交通基础设施建设中的贡献

一、我国道路交通建设的发展

我国在实行改革开放政策30年来,社会经济得到迅猛发展,国民生产总值(GDP)每年差不多都以10%左右的增加率持续增长,这在世界上是很少见的。

我国经济的持续高速发展,极大地促进了国家交通基础设施建设。新中国建国后,虽然公路交通建设有所发展,但速度毕竟比较缓慢,截至1976年公路总里程仅为 $82.3 \times 10^4 \text{ km}$,有路面的公路为 $57.9 \times 10^4 \text{ km}$,高速公路为零。道路交通的落后严重制约经济的发展,进入20世纪80年代以后,人们认识到“要致富,先修路”,发展高速公路是一个国家走向现代化的必经之路。我国进入了高速公路快速发展的时期,1998年我国第一条18.5km的高速公路——沪嘉高速公路建成,结束了我国大陆没有高速公路的历史。1990年沈大高速公路建成,开创了我国建设长距离高速公路的先河,为我国20世纪90年代大规模高速公路建设积累了丰富的经验。90年代中期以后的几年中,京津唐高速公路、济青高速公路、成渝高速公路、沪宁高速公路等重要交通干线相继建成。进入21世纪,我国在高速公路建设上进一步加大了投入,几乎每年投入资金在2000亿元以上,大大加快了高速公路建设的步伐,2007年我国高速公路总里程达到 $5.36 \times 10^4 \text{ km}$,位于世界第二位。

高速公路建成运营,反过来又大大地促进高速公路沿线的经济飞速发展。据专家测算,以山东济青高速公路为例,这条高速公路建成通车后,每年直接和间接的经济效益达到50亿元以上。因此,高速公路成为我国经济社会发展的推进器,不仅大大提高了公路的运输能力,降低了运输成本,提高了客货运输的安全性,而且节约了国土资源,改善了地方的投资环境,促进了资源开发利用,提高国家经济的机动性,增强了国家竞争力,为保

障国防安全等方面都发挥着十分重要的作用。

根据我国交通运输部高速公路网的发展规划,到“十一五”末,全国高速公路总里程将达到 $6.5 \times 10^4 \text{ km}$,我国东部地区基本形成四通八达的高速公路网,长江三角洲、珠江三角洲和京津冀地区形成比较完善的城际高速公路,国家高速公路网骨架将基本建成。到2020年,我国将建成7条北京放射线、9条南北纵向线和18条东西横向线的国家高速公路网,总里程达到 $8.5 \times 10^4 \text{ km}$,接近高速公路里程世界第一 $8.8 \times 10^4 \text{ km}$ 的美国。

二、沥青在公路交通设施建设中的贡献

在道路中沥青混凝土路面与水泥混凝土路面都属于高级路面,各自有其优点和缺点。但是,国内外的经验表明,沥青路面更适合用于高速公路。这是因为沥青路面是柔性路面,具有行车舒适、平稳、噪声低、燃油消耗少、机械磨损也少等优点。因此,沥青路面特别适于车辆高速行驶,而且沥青路面还具有使用寿命长、维修方便、废弃料易于再生利用等优点,我国高速公路绝大部分都采用沥青路面。

水泥混凝土路面属于刚性路面,因不可避免的伸缩缝,易使路面出现错台、断板等病害,造成行车颠簸,影响客货运输的舒适性和安全性。行车的严重颠簸而影响车速,因而水泥混凝土路面不适合于高速公路。有些省市盛产水泥,开始修建高速公路时采用水泥混凝土路面,使用不久就发现它不能适应高速公路的需要,特别当发生损坏而需要维修时,挖除断板再重新浇注水泥板严重影响交通。在这种情况下许多省市采用“白改黑”技术,将水泥路面改造成沥青路面。例如,安徽的合(肥)宁(南京)高速公路、合(肥)巢(湖)芜(湖)高速公路,都先后改造成沥青路面。又如浙江的一些国道和省道也在近几年采用“白改黑”技术,将原来破损的水泥路面改造成沥青路面。水泥路面改造成沥青路面后,道路交通状况得到很大的改善,社会各方面的反响十分良好。正是在这样的背景下,以致有的省市道路行政管理部门正式发文通知,要求新建或改建项目全面采用沥青混凝土路面结构。近年来,随着国际石油价格的不断飙升,沥青价格上涨差不多翻了1倍,尽管如此许多地方修建高等级公路仍然坚持采用沥青路面。

大规模的道路基础设施建设,消耗了数量极其可观的石油沥青。一方面国内石油部门大力发展沥青生产,提供了大量的优质道路沥青,另一方面从国外进口沥青,使不断增长的沥青需求得到了满足。据不完全统计,1998年全国道路沥青总消费量还仅为 $313 \times 10^4 \text{ t}$,到2002年就上升为 $847 \times 10^4 \text{ t}$,2003年和2004年沥青消费达到 $(1000 \sim 1200) \times 10^4 \text{ t}$ 。与此同时,2003年进口沥青达 $261 \times 10^4 \text{ t}$,2004年进口为 $262 \times 10^4 \text{ t}$ 。尽管沥青价格随国际油价的飙升而处于高位,但沥青的消费仍然非常旺盛,2005年消费沥青 $1278 \times 10^4 \text{ t}$,其中进

口沥青达 $328 \times 10^4 \text{t}$ ；2006年沥青消费量进一步上升，达到约 $1500 \times 10^4 \text{t}$ ，其中进口沥青 $343 \times 10^4 \text{t}$ 。由此可见，大量沥青材料的供给为我国道路交通设施基础建设做出了重要贡献。

三、沥青在民航交通设施建设中的贡献

民用航空运输在现代交通中占有重要地位。20世纪50年代以后，我国民用航空运输有了很大的发展，尤其是80年代以来，随着国民经济的持续增长，客货运量出现了大幅度增长。到1995年共有航班运营的机场139个，其中能起降波音747飞机的14个。改革开放以后，随着我国国际交流的迅速增加，大大促进了民航事业的发展，许多机场的航班大幅度增加，客货运输量急剧上升，尤其是大型飞机数量日益增多，到2002年底我国通航机场数量已增至143个，通航波音747飞机的机场也增加到24个。2005年我国民用运输机场有172个，旅客吞吐量达到2亿多人次，货物吞吐量 $560 \times 10^4 \text{t}$ 。

根据国际民航组织的资料，在147个成员国共计1038个机场的1718条跑道中，沥青跑道占62.6%，水泥跑道占25.2%，其他类型的跑道占12.2%，可见机场道面主要是沥青道面。甚至亚洲一些国家，如日本、泰国、巴基斯坦等国家的军用机场大部分也都是沥青跑道。沥青道面属于柔性道面，其最大优点是滑行舒适而平稳。然而，在20世纪80年代以前，我国几乎是清一色的水泥混凝土跑道，据统计水泥跑道占87%，沥青跑道仅占6%，其他跑道为7%。随着民航事业的迅速发展，我国很多大城市的机场原来的水泥道面越来越不能适应飞机频繁的起降，道面承载能力急待加强。然而加固改造水泥道面，若采取直接在原道面上加铺水泥混凝土板的改造方案，则需要关闭机场，而且时间常常要长达几个月，飞机需要转航其他机场，这样不仅造成很大的经济损失，而且也带来许多麻烦。因此，当地政府一般都不同意停航维修，而要求在不停航条件下完成道面的加固维修任务。

1990年，上海虹桥机场率先在不停航条件下，利用夜间航班结束后完成了对原水泥道面的维修改造，采取的方案即是在原道面上加铺沥青混凝土道面，收到了很好的效果。在此以后的十几年来，有十多个城市的机场采取“白改黑”技术，利用夜间进行了水泥道面上加铺沥青道面，完成了改造。如南京大校场机场、厦门高崎机场、广州白云机场、北京首都机场、湛江机场、合肥骆岗机场、桂林机场、天津机场、哈尔滨机场、济南机场等。机场道面采取不停航维修改造，不仅避免了停航所造成的经济损失，而且有效地改善了机场基础设施。很多机场道面改造由于使用了改性沥青，因而大大提高了道面承载能力，使很多机场能够起降大型飞机，同时也延长了道面的使用寿命，为当地的经济发展与文化交流发挥了重要作用。

因此，国家技术委员会在《中国科学技术政策指南》中，曾就航空运输基础设施建设

提出“改进机场道面结构，提高跑道等级，跑道道面应因地制宜，刚柔结合，向柔性道面过渡”的技术政策。可见大量优质沥青材料提供给机场道面建设和改造，确实为我国民航基础设施建设做出了巨大的贡献。

第三节 道路沥青技术的发展

随着道路交通的发展和科学技术的进步，为了提高沥青路面的技术性能，延长使用寿命，许多新材料、新技术、新方法不断涌现，令人应接不暇。本手册将尽可能紧跟时代的进步，在有关章节中反映道路材料技术发展的情况。

一、新型沥青材料的开发与应用

在一般情况下修建沥青路面大多采用普通道路沥青，按照道路的等级、交通量大小以及沥青混合料的类型等，选择不同等级的沥青。由于现在很多高等级道路交通量增长很快，重车和超载车比例高，沥青路面往往过早出现车辙、开裂等病害，为了增强沥青路面的承载能力，提高其耐久性，不仅SBS改性沥青得到广泛应用，而且新型改性沥青材料得到研究和开发。为了降低改性沥青成本，节约资源，保护环境，近年来利用废旧材料配制复合改性沥青铺筑路面也收到了很好的效果。这些新开发的沥青材料其中有高黏度改性沥青、高模量沥青、高弹性沥青、橡胶沥青、硅藻土改性沥青，此外还有专门配制的各种复合改性沥青。

高黏度改性沥青主要应用于多孔性排水沥青混合料，按规范要求黏度（60℃）应大于20000Pa·s，但实际工程应用时常要求达到10万Pa·s以上。高黏度改性沥青实际上是高含量SBS改性沥青，由于黏度高需要采取特殊加工工艺。现在既有工厂配制好的成品可以直接供应用户，也有制成粒状添加剂，可以在加工沥青混合料时直接投入拌缸使用。

高模量沥青实际上是一种针入度较小的PE改性沥青，它的软化点较高（大于60℃），但因为其性质硬、延性差而不能拉伸，因此它是属于硬质沥青。这种硬质沥青主要用于沥青面层的中、下层，用以提高沥青路面的抗车辙能力和抗疲劳性能，适合于重交通道路应用。

高弹性改性沥青是一种特殊热塑性橡胶改性沥青，适用于半刚性基层或旧水泥路面与沥青面层之间设置防止反射裂缝的应力吸收隔离层。这种应力吸收隔离层是采用高含量的高弹性改性沥青和细集料拌合而成的一种具有很高黏韧性沥青混合料，它能有效防止反射

裂缝,可以大幅度提高路面抗车辙能力。

橡胶沥青是将废弃轮胎磨细的胶粉按一定比例掺加入热沥青中,经过适当搅拌混合而成的沥青结合料。橡胶沥青具有很好的高温稳定性和低温柔韧性,与碎石有良好的黏附性,用于铺筑路面,不仅改善了路面性能,而且能节约资源,保护环境,降低成本。

硅藻土改性沥青是将天然生成的硅藻土按大约10%~20%的比例加入热沥青中,经过搅拌而成的一种改性沥青,对沥青性能有一定的改善作用。

其他还有一些特殊的沥青材料,如环氧沥青、浇注式沥青混凝土在国外早已得到应用,但在我国还是最近几年才研发应用于桥梁桥面铺装的。彩色沥青也是一种特殊的沥青材料,它是由树脂等材料经过适当配合而成的,添加颜料用于铺筑彩色路面,用于公共汽车专用道、公园以及广场等场合。

随着科学技术的进步,在沥青中使用的各种添加剂近几年来也得到研究与开发,如抗车辙剂就是其中应用最多的一种。因此,现在新型的沥青材料很多,可以满足各种工程的需要。

二、沥青材料测试新技术

沥青材料技术性能的测试仪器和方法,几十年来基本上都是采用间接反映沥青性能的技术指标,如针入度、软化点、延度等,需要再依据人们的经验才能判断沥青质量的优劣,这就对沥青性能评价带来很大的局限性。即使有人认为能很好评价沥青感温性的针入度指数 PI ,也是从针入度转换而来的,其可信性也值得怀疑。又如费拉斯脆点指标,它实际上也是一种间接指标,加上测试难以准确,数据可信度也差。为评价改性沥青的低温性能而研发的测力延度试验,虽然反映了沥青的变形与抗力性能,但它的受力状态不明确,只能算是一种间接指标,不能纳入正式规范。

美国SHRP计划完成的研究成果中,对沥青评价指标作了彻底的变革。根据沥青是黏弹性材料的特性,从塑料工业测试仪器得到启发,开发了动态剪切流变仪(DSR)。通过测定沥青材料的复数模量(G^*)和相位角(δ)来表征沥青的黏性和弹性性质,并且定义 $G^*/\sin\delta$ 为车辙因子,用以反映沥青材料抗流动变形的能力,其值越大表示沥青的弹性性质越强,抗车辙能力也越大。由于该指标是在某种温度和某种时间条件下的力学响应,因此,它直接反映了材料的黏弹性性质,是一种比较科学合理的测试方法。弯曲流变仪和拉伸流变仪是美国SHRP研究成果中另外两种测试仪器,用以评价沥青材料在低温条件下弯曲蠕变的抗力和速率,以及在拉伸条件下的应变能力。

美国SHRP计划提出的上述测试仪器和方法,是沥青测试评价技术的重大进步,因而