



主 编 张德勤
副主编 范耀华
师洪俊

石油沥青的生产与应用

中国石化出版社

石油沥青的生产与应用

主 编 张德勤

副主编 范耀华 师洪俊

中国石化出版社

内 容 提 要

本书由国内从事石油沥青生产、科研和应用的专家撰写而成。书中系统总结了国内外沥青生产、应用和科研的最新进展和成果,充分反映了石油沥青领域内的基本理论、生产工艺技术、分析方法、规格标准以及研究动向。

本书共分14章,内容可以划分为三大部分,第一部分论述石油沥青的物理和化学性质、分析分离方法、结构和组成、仪器分析方法、规格标准以及流变性、耐久性和胶体性等;第二部分着重论述石油沥青的生产方法,包括直馏法、氧化法、溶剂脱沥青法和调合法;第三部分论述石油沥青在道路工程、建筑工程、水利工程以及一些特殊场合中的应用。

本书内容翔实,具有系统性、完整性和实用性,是广大石油沥青科技人员和大专院校学生,包括科研、生产、设计、化验等专业人员的必备读物,也是广大石油沥青应用领域科技人员和大专院校学生,包括道路、建筑、水利工程以及农业、化工等部门专业人员的重要参考书。

图书在版编目(CIP)数据

石油沥青的生产与应用/张德勤主编.
—北京:中国石化出版社,2001
ISBN 7-80164-080-2

I.石… II.张… III.①石油沥青-生产工艺
②石油沥青-应用 IV.TE626.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 030745 号

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)84271859

<http://press.sinopec.com.cn>

E-mail:press@sinopec.com.cn

北京精美实华图文制作中心排版

煤炭工业出版社印刷厂

新华书店北京发行所经销

*

787×1092 毫米 16 开本 48 印张 1222 千字 印 1—5000

2001 年 7 月第 1 版 2001 年 7 月第 1 次印刷

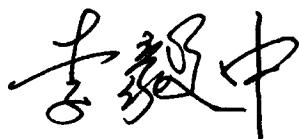
定价:180.00 元

总 序

为了系统地总结几十年来我国炼油技术取得的丰硕成果，进一步推动我国炼油技术的发展和 innovation，中国石化出版社组织二百多位专家、学者，撰写了一套炼油技术专著，与广大读者见面。专著主要有《常减压蒸馏工艺与工程》、《催化裂化工艺与工程》、《加氢裂化工艺与工程》、《催化重整工艺与工程》、《加氢处理工艺与工程》、《延迟焦化工艺与工程》、《气体综合利用工艺与工程》、《硫磺回收工艺与工程》、《石油沥青的生产与应用》等。这套专著的出版，是一件值得庆贺的事情，它对于提高我国炼油行业人才素质，推动我国炼油技术的持续发展与进步，必将起到有益的作用。在此，我对专家们所做出的努力，对他们不辞辛苦、勤耕不辍的治学精神，表示由衷的感谢。

在石油化工一些重点领域，我国的石油炼制技术已经具有了自己的特色，有些已跨入世界先进水平行列，并在工业上得到了大量应用。把它们系统地总结提炼出来，是一项充满艰辛、充满挑战的工作。为此，专家们在这套专著的内容选择编排上，始终坚持先进、精炼、实用的要求，注重理论与实践相结合、科研与应用相结合、工艺与工程相结合、技术与经济相结合、国内与国外相结合，保证其具有较高的质量水准。在全体专家的共同努力和各方面的大力支持下，这套专著按照预定的设想得以顺利完成。

进入新世纪，中国石化的改革与发展取得了重大成果，中国石化股份公司已经成为一家国际上市公司。要实现把中国石化建设成为具有国际竞争力的一体化能源化工公司的目标，努力赶超国际先进水平，最重要的措施之一是大力推进科技进步和技术创新。这其中，及时地出版一些高质量的技术专著是十分必要的。我们期待着有更多、更好的石油化工技术专著问世。



二〇〇一年六月

《石油沥青的生产与应用》

主 编 张德勤

副 主 编 范耀华 师洪俊

编委会成员 (按姓氏笔画为序)

王哲人 孔宪明 韦松龄 师洪俊 张德勤
张南鹭 张肖宁 张玉贞 沈本贤 范耀华
武金明 贾 渝 梁文坚 黄伟祈 董兆德
戴承远

主要撰稿人 (按姓氏笔画为序)

王哲人 王翠红 孔宪明 韦松龄 师洪俊
全瀛寰 张德勤 张南鹭 张肖宁 张玉贞
沈本贤 吴立新 范耀华 周 涌 姚德宏
贾 渝 唐天成 高利平 黄伟祈 戴承远

编 辑 部

主 任 范耀华

副 主 任 戴承远 赵 怡

成 员 张国艳 朱啸虎 王 萍 汤洪昌

序

石油沥青是国民经济必不可少的物资。沥青，作为“黑色化学”中的活跃分子，具有防水、绝缘、防腐等多种特性。自公元前三千多年被人类发现利用，至今已渗透到公路交通、建筑、工业、农业、水利水电、涂料等多个领域 250 多种用途，并有不断拓展和扩充之势。

石油沥青在公路交通中的应用最为人瞩目，世界上 85% 的沥青用于道路建设。道路沥青是沥青路面的最主要的建筑材料之一，1999 年全世界生产沥青能力为 1.33 亿吨。

党中央、国务院把交通作为国民经济发展的战略重点之一，公路建设投资大幅度增加，利用公路基础产业建设，扩大内需，拉动国民经济的发展，但石油沥青在数量上和质量上的供需矛盾趋于突出。原中国石油化工总公司(SINOPEC)十分重视沥青的开发和生产，齐鲁石化公司和茂名石化公司已建设成为我国沥青生产技术发展基地，以科研、生产、设计为主体成立了“沥青攻关组”，采用国内已开发生产的环烷中间基原油和稠油资源，如孤岛、单家寺、欢喜岭、新疆九区等原油，以日本道路协会 JISA—2207 重交通道路沥青标准作为攻关目标，研制开发出中国重交通道路沥青(GB/T 15180—94)，该项成果获得了国家科技进步一等奖。

随着高等级公路的快速发展，我国现有的道路沥青难以满足需求。国外道路沥青乘机进入中国市场，2000 年进口沥青数量已达 133 万吨。面对市场需求，中国石油化工集团公司(SINOPEC)、中国石油天然气集团公司(CNPC)和中国海洋石油总公司(CNOOC)分别同交通部门研究制定相应对策，迎接市场挑战。SINOPEC 对沿海的茂名、镇海、齐鲁、广石化四家企业进行技术改造，以满足加工中东高硫原油的技术要求，用进口原油生产质量符合要求的高等级道路沥青；CNPC 利用稠油资源生产高等级道路沥青，CNOOC 则利用新开发的渤海绥中 36-1 原油生产出符合交通部规格标准的重交通道路沥青。现在，全国能生产重交通道路沥青的厂家有 16 家，年生产能力达 600 万吨，产品质量可同进口沥青相比，可以满足公路交通发展的需要。与此同时，随着中国石油化工工业的发展，聚合物(PE、SBS、SBR)改性沥青和改性乳化沥青的生产与应用也得到相应发展。北京首都国际机场东跑道盖被就是采用改性沥青与沥青玛蹄脂碎石混合物(SMA)技术。相信会有越来越多的石油沥青品种问世，以满足交通、建筑、工程等多行业的市场需求。

我国石油沥青需求的增长，推动了石油沥青技术的发展。目前，广大石油沥青工作者及相关技术人员渴望了解、学习、掌握石油沥青的生产和使用技术。

但是，到目前为止，中国尚没有一本反映石油沥青从基础理论研究、工业生产技术到产品规格标准制定，各部门应用情况等全面的系统的专著，为此中国石化出版社集中了国内从事石油沥青研究、设计、生产和使用部门的有关专家撰写本书，以填补这个空白。

本书为从事石油沥青的科研开发、工程设计、工业生产及道路交通、建材等使用部门的中、高级技术人员提供有益的、实用的、新颖的资料。本书既是一本技术专著，又可作为工具书和手册。它可以使读者花较少时间，从本书有关章节中了解到所关注的技术概括。本书有以下特点：论述比较系统——书中从石油沥青的化学组成、石油沥青资源、生产工艺技术、石油沥青规格和质量标准到石油沥青储运，石油沥青在公路交通、建材、水利、农业等使用情况，石油沥青性质对使用性能的影响等一应俱全；内容比较完整——书中完整地介绍了科研、生产、设计、设备、生产操作、安全、环保、技术经济指标以及使用部门对石油沥青规格质量的要求及其指标之间的相互关联；知识比较实用——对石油石化系统内从事石油沥青科研、设计、生产的工程技术人员，阅读本书可以对公路、建材部门的使用要求及使用过程提供有益的资料，给以正确的引导，帮助树立明确的概念；对非石油石化系统的有关专业技术人员可以帮助正确了解石油沥青的各项规格指标与质量，掌握正确地使用石油沥青的概念。书中还有名词解释，英汉对照。此外本书反映了当前沥青生产、开发最新发展动向及科技成就；有较高的学术水平，对于重要的基础理论进行了简明、清晰的概括。

我衷心期望本书的出版，能对中国石油沥青的生产与应用的发展，起到积极有益的作用。我也希望有更多类似的石油、石化专业论著和科普读物能相继出版，满足广大读者的需要。

李毅中

二〇〇一年六月

前 言

石油沥青是国民经济建设必不可少的重要物资，尤其是修建现代经济命脉——公路和高速公路的不可或缺的材料。高速公路的发展，是一个国家经济发展水平标志之一。截止1999年底，中国拥有的公路总里程已达1336000km，公路密度已上升到13.9km/km²。中国是高速公路发展速度最快的国家，在短短的10多年里，高速公路从无到有，每年以2000km的速度发展，截止到1999年底，已达11000km以上。仅低于美国、加拿大和德国。虽然如此，公路的发展仍然满足不了国民经济发展的需要。国家最近几年每年投入到修建道路的投资高达2000亿元左右。据统计，中国每年约需高质量的沥青4Mt，其中70%左右用于修建道路路面。

由于沥青具有良好的粘结性、不透水性、绝缘性和化学稳定性，它在城市建设、建筑材料、机电、水利工程、化学工业、农业以及防沙治沙等方面也得到广泛的应用。

石油沥青是原油中最重的部分，它也是原油中结构组成最复杂的部分。虽然多年来投入大量的人力和物力进行研究，但是，有些问题至今还不甚了了，这是因为科学技术的发展水平和手段的限制使人们还不能充分认识沥青的全部内在本质。此外，沥青的化学结构组成和物理化学性质与使用性能的关联，由于跨专业范围的影响，专业研究范围的局限而受到制约。

20世纪80年代以来，中国一些专业出版社出版过一些相关专著，如《石油沥青》、《石油沥青及其在建筑工程中的应用》、《沥青与沥青混合料》、《改性沥青及SMA路面》等，这些书对推动石油沥青研究与应用科学技术的发展均起到积极的作用。由于中国近20年来在石油沥青的研究发展和应用方面飞速进步，广大科技工作者迫切需要编写一本既有石油沥青基本理论和生产又涉及各个应用领域的专著。在此背景下，中国石化出版社邀集了国内有关专家组成《石油沥青的生产与应用》一书编委会，编委会讨论、确定了本书的宗旨和内容，拟定了提纲，明确了编写要求，然后聘请有关专家撰写。初稿完成后，由编委会组织审查，有的稿件三易其稿，最后由编委会通过定稿。在此过程中，编委会共召开各种讨论和审稿会十余次。因此，本书可以说是集体创作，编委会和撰稿人均付出了艰辛的劳动。

本书涵盖了石油沥青的研究、生产与应用各个方面，在编写的宗旨和内容上，以系统性、完整性和实用性为追求目标。相信本书的出版，将会对广大石油沥青科技人员和大专院校学生，包括科研、生产、设计、化验等专业人员有

所裨益，也将对广大石油沥青应用领域的科技人员和大专院校学生，包括道路、建筑、水利工程以及农业、化工等部门的专业人员有所帮助。

在本书的编写过程中，得到了齐鲁石油化工公司、抚顺石油化工科学研究院、石油大学(华东)重质油研究所的支持与帮助。许多专家和同仁也给予热情的鼓励和帮助，其中张昌祥、邓春森参加了前期的筹划工作，盖振娥参加了部分编辑部的工作，李永存、蔡典雄、汪德水、刘小秧等人参加了部分章节的编写，在本书即将出版之际，一并表示感谢。

本书涉及面广，具有跨学科、跨专业的特点，限于编者的水平和学识有限，难免有不足和错误之处，敬请读者不吝指教，以便再版时改正。

编著者

二〇〇一年六月

目 录

第一章 概论	(1)
第一节 石油沥青的概况及其在国民经济中的地位	(1)
一、历史及发展	(1)
二、石油沥青的用途	(3)
三、有关沥青的名词术语	(4)
第二节 石油沥青生产、消费结构与需求	(9)
一、中国及世界石油沥青生产	(9)
二、石油沥青的消费构成	(10)
三、石油沥青需求展望	(12)
第三节 石油沥青生产方法简介	(15)
一、蒸馏法	(15)
二、溶剂法	(16)
三、氧化法	(16)
四、调合法	(17)
第四节 石油沥青与环境保护及职业安全保健	(18)
一、石油沥青与环境保护	(18)
二、主要治理措施	(19)
三、石油沥青与职业安全保健	(21)
参考文献	(22)
第二章 石油沥青的分离方法和化学组成	(23)
第一节 石油沥青的分离分析方法	(23)
一、族组成分离	(24)
二、按馏分进行分离	(29)
三、按官能团进行分离	(31)
第二节 石油沥青的化学组成	(35)
一、石油沥青的元素组成	(35)
二、石油沥青的族组成	(40)
三、石油沥青的结构族组成	(45)
第三节 石油沥青的物理性质	(51)
一、密度	(51)
二、电性质	(52)
三、热性质	(54)
四、表面及界面性质	(55)
五、粘附性	(58)
第四节 石油沥青的化学组成与路用性能的关系	(60)

一、传统概念的石油沥青的化学组成对使用性能的影响	(61)
二、国外研究进展	(66)
第五节 沥青的化学性质	(72)
一、磺化反应	(72)
二、氧化反应	(72)
三、沥青与硫的反应	(75)
四、沥青与卤素的反应	(76)
五、沥青与酸或碱的反应	(77)
第六节 沥青的胶体性质	(77)
一、概述	(77)
二、评价沥青胶体状态的几种方法	(79)
第七节 沥青的耐久性	(84)
一、沥青老化的主要原因	(85)
二、沥青的老化的预测方法	(92)
三、延长沥青耐久性的途径	(94)
参考文献	(95)
第三章 石油沥青分析鉴定的主要方法	(96)
第一节 绪论	(96)
第二节 元素分析相对分子质量测定法及平均结构计算	(96)
一、碳氢分析法	(97)
二、平均相对分子质量	(98)
三、密度法(<i>E-D-M</i> 法)确定石油沥青结构族组成	(99)
第三节 凝胶渗透色谱(GPC)	(101)
一、概述	(101)
二、测定原理与装置	(101)
三、相对分子质量与分子大小	(103)
四、沥青的特殊性	(104)
第四节 红外吸收光谱法	(109)
一、有关沥青分子结构的红外特征吸收	(110)
二、沥青的红外光谱图	(112)
三、红外光谱在研究石油沥青中的应用	(113)
第五节 磁共振吸收光谱	(116)
一、核磁共振(NMR)分析法	(116)
二、顺磁共振(ESR)分析法	(127)
第六节 X射线分析	(129)
一、概述	(129)
二、X射线衍射强度及必要的修正	(129)
三、X射线分析在沥青分析中的应用	(132)
第七节 热分析	(137)
一、概述	(137)

二、测定原理及方法·····	(137)
三、热分析方法在沥青分析中的应用·····	(137)
参考文献·····	(141)
第四章 石油沥青的流变性质 ·····	(145)
第一节 概述 ·····	(145)
一、石油沥青的工程特性与力学性能·····	(145)
二、弹性变形和粘性流动变形·····	(145)
三、沥青混合料的破坏特性·····	(147)
第二节 石油沥青的粘性流动特性 ·····	(148)
一、非牛顿流动特性·····	(148)
二、粘度对于温度的依赖关系·····	(149)
第三节 粘弹性力学行为的基本分类 ·····	(156)
一、Kelvin 元件——蠕变与延迟弹性·····	(156)
二、Maxwell 元件——应力松弛·····	(157)
三、动力学响应·····	(158)
第四节 蠕变与应力松弛的本构关系 ·····	(161)
一、模型理论·····	(161)
二、本构方程·····	(164)
三、线性叠加原理·····	(166)
第五节 动荷载条件下的粘弹性力学响应 ·····	(168)
一、交变应力条件下的能量平衡关系·····	(168)
二、强制振动的响应·····	(170)
三、振动过程中的能量耗散·····	(171)
第六节 时间温度换算 ·····	(172)
一、时间温度换算·····	(172)
二、WLF 公式·····	(173)
三、应用中的几个问题·····	(175)
第七节 沥青混合料的破坏特性 ·····	(177)
参考文献·····	(181)
第五章 石油沥青产品标准和评价方法 ·····	(182)
第一节 石油沥青产品标准 ·····	(184)
一、道路石油沥青·····	(184)
二、建筑石油沥青·····	(190)
三、乳化石油沥青·····	(193)
四、改性沥青·····	(196)
五、其他石油沥青标准·····	(199)
第二节 石油沥青评价方法 ·····	(201)
一、传统评价方法·····	(201)
二、SHRP 评价方法·····	(214)
参考文献·····	(219)

第六章 石油沥青生产工艺	(220)
第一节 原油的分类和沥青资源	(220)
一、原油的分类.....	(220)
二、生产石油沥青的资源.....	(221)
三、选择适合生产沥青的原油的方法.....	(223)
第二节 蒸馏法生产直馏沥青	(226)
一、蒸馏的基本原理.....	(226)
二、蒸馏的工艺特点及类型.....	(227)
三、生产沥青的其他蒸馏方法.....	(234)
第三节 氧化沥青工艺	(237)
一、沥青在氧化过程中的化学变化.....	(237)
二、沥青在氧化过程中的热效应.....	(243)
三、沥青在氧化过程中的反应动力学.....	(251)
四、氧化沥青的生产工艺.....	(257)
五、沥青氧化主要设备及工艺技术指标.....	(265)
六、氧化沥青装置尾气处理.....	(268)
七、氧化沥青生产中的能量节约.....	(270)
八、沥青生产中的安全防护.....	(271)
第四节 溶剂脱沥青工艺	(272)
一、溶剂脱沥青工艺原理.....	(272)
二、溶剂的选择及性质.....	(275)
三、溶剂脱沥青工艺及设备.....	(280)
四、溶剂脱沥青工艺的发展.....	(285)
第五节 调合法生产沥青工艺	(288)
一、沥青调合的理论依据.....	(288)
二、调合法生产沥青工艺.....	(290)
三、沥青产品的调合.....	(293)
四、调合工艺及设备.....	(299)
参考文献	(302)
第七章 乳化沥青	(305)
第一节 概述	(305)
一、乳化沥青的特性及应用.....	(305)
二、乳化沥青的发展历史.....	(305)
第二节 乳化沥青机理及乳化剂	(307)
一、乳化沥青机理.....	(307)
二、沥青乳化剂的分类方法.....	(311)
三、乳化剂的选择.....	(317)
第三节 乳化沥青工艺及设备	(319)
一、乳化沥青工艺.....	(319)
二、乳化沥青设备.....	(324)

第四节 改性乳化沥青	(330)
一、改性乳化沥青制备方法	(331)
二、橡胶胶乳改性乳化沥青稳定机理	(331)
三、影响改性乳化沥青稳定共存的因素	(333)
四、不同种类橡胶胶乳改性乳化沥青的特性	(334)
第五节 乳化沥青及改性乳化沥青的检验方法	(337)
一、检验标准及试验方法	(337)
二、改性乳化沥青的性质检验	(340)
参考文献	(341)
第八章 聚合物改性沥青	(342)
第一节 聚合物的性质	(344)
一、聚合物的分类	(344)
二、聚合物的化学性质	(345)
三、聚合物的物理性能	(345)
四、聚合物改性剂的种类	(348)
第二节 沥青的化学组成及其对改性沥青体系的影响	(355)
一、沥青的分离分析方法	(355)
二、沥青的化学组成对改性沥青体系的影响	(356)
三、沥青的化学组成与改性沥青的性质	(357)
第三节 改性沥青的基本原理和网状结构的形成	(360)
一、道路改性沥青的理想模型	(360)
二、改性沥青的相容性和稳定性	(360)
三、相容性聚合物及其对改性沥青性质的影响	(361)
四、沥青改性的原理	(361)
五、改性沥青中聚合物网状结构的形成	(363)
第四节 改性沥青的生产	(364)
一、改性沥青生产设备	(364)
二、改性沥青的生产工艺	(367)
第五节 改性沥青的性能	(370)
一、改性沥青性能的评价方法	(370)
二、改性沥青性能评价	(371)
第六节 其他改性剂	(379)
参考文献	(382)
第九章 专用石油沥青的生产与应用	(384)
第一节 专用石油沥青的分类及性能指标	(384)
一、防护类沥青	(384)
二、绝缘类沥青	(388)
三、工艺类沥青	(389)
四、封口类沥青	(394)
五、涂料类沥青	(395)

第二节 专用石油沥青的特殊技术指标及使用仪器、分析方法	(398)
第三节 专用石油沥青的生产工艺	(408)
一、专用石油沥青对原料的性质要求	(408)
二、专用石油沥青加工工艺的选择	(410)
三、专用石油沥青生产中氧化反应的利用	(410)
四、专用石油沥青的使用性能与相对分子质量	(411)
第四节 专用石油沥青生产实例介绍	(411)
一、实例 1 弹体内膛涂料用沥青	(411)
二、实例 2 电池封口剂	(412)
第五节 专用石油沥青的新发展	(413)
一、氟化沥青	(413)
二、热带电池封口剂	(414)
三、用石油沥青作为水浆沥青燃料	(416)
四、石油沥青在煤炭工业中的应用	(416)
五、石油沥青在原子能工业中的应用	(417)
六、石油沥青在冶金工业中的应用	(417)
参考文献	(418)
第十章 石油沥青的包装及储运	(419)
第一节 道路沥青的储存与运输	(419)
第二节 固体沥青的储存与运输	(421)
参考文献	(423)
第十一章 石油沥青在道路工程中的应用	(424)
第一节 概述	(424)
一、路面结构组成	(424)
二、路面工程的特点	(426)
三、路面等级与类型	(427)
四、沥青结构层	(429)
第二节 石油沥青筑路技术的发展	(430)
一、发展阶段	(430)
二、发展过程	(436)
三、发展趋势	(441)
第三节 沥青面层类型	(444)
一、沥青面层的类型及适用范围	(444)
二、材料组成	(447)
第四节 沥青混合料设计	(455)
一、概述	(455)
二、混合料设计基础知识	(456)
三、马歇尔混合料设计方法	(458)
四、Superpave 沥青混合料设计法	(466)
第五节 沥青混合料性能试验方法	(486)

一、集料试验	(487)
二、沥青混合料试验	(494)
第六节 沥青面层的施工	(508)
一、沥青混合料的拌制	(508)
二、沥青混合料的摊铺	(513)
三、沥青混合料的压实	(518)
四、沥青面层质量检查与验收	(522)
第七节 沥青路面损坏类型与原因分析	(528)
一、损坏类型	(528)
二、损坏原因的一般分析	(531)
三、高速公路沥青路面的水损害	(532)
四、高速公路沥青路面的高温车辙与低温缩裂	(535)
第八节 沥青其他应用技术	(544)
一、改性沥青混合料	(544)
二、沥青玛蹄脂碎石混合料(SMA)路面简介	(545)
三、桥面沥青铺装	(548)
四、水泥混凝土路面填缝料	(550)
五、常温沥青混合料	(551)
六、沥青稀浆封层混合料	(554)
七、沥青混合料的再生利用	(555)
参考文献	(557)
第十二章 石油沥青在建筑工程中的应用	(559)
第一节 建筑业所用沥青	(559)
一、建筑石油沥青的范畴、性质	(559)
二、中国建筑业应用沥青的历史、现状与氧化建筑沥青的生产	(559)
三、建筑沥青的应用粘度与检测	(562)
第二节 调配沥青与混合沥青	(563)
一、两种沥青的定义与区别	(563)
二、煤焦油与煤的干馏、煤沥青与石油沥青的区别	(563)
三、调配沥青与混合沥青的制造、性质	(565)
第三节 改性沥青在建筑工程上的应用	(567)
第四节 沥青基涂料	(571)
一、沥青基涂料在建筑上的应用	(571)
二、溶剂型与交联型沥青基涂料	(573)
三、热熔型沥青基涂料	(578)
四、水乳型沥青基涂料	(578)
第五节 沥青基密封材料和粘结剂	(587)
一、建筑密封材料在中国的应用	(587)
二、沥青和改性沥青密封材料	(588)
三、沥青基粘结剂	(592)

第六节 沥青基防水卷材	(595)
一、沥青基纸胎油毡	(595)
二、改性沥青防水卷材	(604)
第七节 柔性防水材料的施工	(613)
一、防水涂料的施工	(613)
二、防水卷材的施工	(620)
三、沥青基密封材料的使用	(626)
参考文献	(628)
第十三章 石油沥青在水利水电工程中的应用	(629)
第一节 概述	(629)
一、沥青混凝土防渗工程的发展和应用	(629)
二、沥青混凝土防渗的特点和分类	(629)
第二节 沥青混凝土的原材料和配合比	(631)
一、沥青混凝土的原材料	(631)
二、沥青混凝土的配合比	(639)
第三节 沥青混凝土防渗面板的结构	(644)
一、沥青混凝土防渗面板的布置	(644)
二、沥青混凝土防渗面板的结构	(645)
三、沥青混凝土面板与刚性结构物及岸边的连接	(648)
第四节 碾压式沥青混凝土心墙	(650)
一、沥青混凝土心墙	(650)
二、过渡层	(650)
三、沥青混凝土心墙计算要研究的问题	(651)
四、心墙与基础、岸坡及刚性建筑物的连接	(652)
第五节 沥青混凝土防渗面板和心墙的施工	(654)
一、沥青混合料的生产	(654)
二、沥青混凝土面板的施工	(655)
三、沥青混凝土心墙的施工	(655)
第六节 浇筑式沥青混凝土防渗工程和施工	(657)
一、浇筑式沥青混凝土	(657)
二、浇筑式沥青混凝土配合比	(658)
三、浇筑式沥青混凝土心墙	(659)
四、浇筑式沥青混凝土面板	(659)
五、沥青混凝土面板过水土坝	(659)
第七节 碾压式沥青混凝土面板的裂缝	(661)
一、某水库大坝面板的低温开裂	(661)
二、因不均匀沉陷变形引起的开裂	(663)
三、坝体内渗流引起的反向水压力导致开裂	(663)
第八节 水工沥青在其他工程的应用	(664)
一、用灌注法施工的水工建筑物	(664)