

土木工程系列

高等学校“十一五”规划教材

沥青 与沥青混合料

谭忆秋 编著

哈尔滨工业大学出版社

高等学校“十一五”规划教材 土木工程系列

沥青与沥青混合料

谭忆秋 编著

哈尔滨工业大学出版社

内容简介

本书分上篇和下篇两部分。上篇主要介绍沥青与沥青混合料的基本理论和基础知识,主要包括沥青、石料与集料、沥青混合料的组成结构、技术性质、检测方法和技术标准,沥青混合料的配合比设计方法以及级配设计的算例。为了配合我国目前沥青路面常用材料的研究和应用,下篇重点介绍了沥青流变学、改性沥青、沥青混合料的路用性能、配合比设计方法及算例,沥青混合料施工质量控制和新型沥青与沥青混合料等内容;同时,为了扩大知识面,介绍了目前常用的新型沥青与沥青混合料评价方法、设计方法和质量控制方法等。

本书可用作高等学校交通土建工程专业、道路桥梁与渡河工程专业本科生教材,下篇还可作为道路与铁道工程专业的硕士研究生的教材。同时,本书可供相关部门科研、设计、施工、管理、生产人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

沥青与沥青混合料/谭忆秋编著. —哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2007.4

(高等学校“十一五”规划教材土木工程系列)

ISBN 978-7-5603-2490-6

I. 沥… II. 谭… III. ①沥青-高等学校-教材 ②沥青拌和料-高等学校-教材 IV. U414.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 033340 号

策划编辑 郝庆多

责任编辑 郝庆多 张 瑞

封面设计 卞乘利

出版发行 哈尔滨工业大学出版社

社 址 哈尔滨市南岗区复华四道街 10 号 邮编 150006

传 真 0451-86414749

网 址 <http://hitpress.hit.edu.cn>

印 刷 肇东粮食印刷厂

开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 17 字数 400 千字

版 次 2007 年 4 月第 1 版 2007 年 4 月第 1 次印刷

印 数 1~3 000 册

书 号 ISBN 978-7-5603-2490-6

定 价 29.00 元

(如因印装质量问题影响阅读,我社负责调换)

前 言

近年来,随着我国交通运输事业的迅速发展,沥青路面在道路工程中所占比例日益增加,因此在对沥青与沥青混合料的需求日益增加的同时,对材料的质量要求也不断提高。特别是新材料和新技术不断涌现,沥青材料的应用技术和理论以及技术规范都有了较大的进展和更新。编著者根据多年教学和科研实践,在本书中力求反映近年来国内外沥青与沥青混合料理论和技术的新成就,以满足教学、科研和应用的需要。

本书是哈尔滨工业大学“十一五”重点建设教材,分为上篇和下篇两部分。上篇主要介绍沥青与沥青混合料的基础知识,讲述沥青、砂石材料和沥青混合料的生产、组成结构、技术性质和技术标准及评价方法,以及混合料的配合比设计方法。下篇则主要介绍目前沥青与沥青混合料的新技术和新材料,主要讲述材料的流变性、材料新的评价体系、分级标准以及设计方法等,同时介绍目前常见的新型混合料。本书采用的规范和技术标准均是现行的最新标准。

本书由哈尔滨工业大学谭忆秋等编著。参加编写的有谭忆秋(上篇第1章、第5章算例、下篇第7章、第8章中的8.1、8.3)、谢晓光(上篇第3章、第4章中的4.1、第5章、下篇第11章中的11.3、11.4)、周纯秀(上篇第2章、第4章中的4.2,下篇第11章中的11.1)、董泽蛟(上篇第2章中的2.2、第4章中的4.3和4.4、下篇第9章、第11章中的11.2)和李晓民(上篇第2章中的2.4、第4章中的4.3、下篇第6章、第10章、第11章中的11.5)。谭忆秋负责全书的统稿工作。

由于新材料、新技术不断涌现,加之编者学术水平和教学经验有限,书中错误在所难免,恳请使用本书的师生提出宝贵意见,径寄哈尔滨工业大学交通科学与工程学院道路与轨道工程系谭忆秋(150090),以供再版时修改。

编者

2007年3月于哈尔滨

目 录

上 篇

第 1 章 绪论	3
1.1 沥青与沥青混合料的重要作用	3
1.2 本课程的主要研究对象	3
1.3 研究内容和学习方法	4
第 2 章 沥青材料	7
2.1 概述	7
2.2 石油沥青的生产工艺	8
2.3 石油沥青的组成与结构	11
2.4 沥青材料的路用性能评价方法及指标	15
第 3 章 石料与集料	26
3.1 天然砂石材料概论	26
3.2 冶金矿渣材料	30
3.3 砂石材料的技术性质和技术标准	32
3.4 集料的技术性质	41
3.5 集料的级配与级配理论	49
第 4 章 沥青混合料技术性质	56
4.1 沥青混合料概述	56
4.2 沥青混合料的组成结构与强度理论	57
4.3 沥青混合料的技术性质	62
第 5 章 矿质混合料的组成设计	80
5.1 组成材料的技术要求	80
5.2 沥青混合料的技术标准	86
5.3 矿质混合料的组成设计	93
5.4 沥青混合料的最佳沥青用量确定	104

下 篇

第 6 章 沥青材料的流变学	117
6.1 材料的粘性流动变形	117
6.2 沥青材料的线性粘弹基础理论	130
6.3 粘弹性材料的动态力学性能	149

6.4 沥青粘弹态力学行为的试验研究及应用	161
第7章 聚合物改性沥青	170
7.1 改性剂及其分类	170
7.2 聚合物改性剂	170
7.3 改性剂与沥青的相容性、改性机理	171
7.4 改性沥青的生产和技术标准	173
7.5 SBS 改性沥青	176
第8章 配合比设计方法	179
8.1 Superpave 水平 1 混合料设计方法	179
8.2 体积设计法	187
8.3 贝雷法	188
第9章 沥青混合料其他性能	191
9.1 沥青混合料的疲劳性	191
9.2 沥青混合料的耐老化性	198
第10章 沥青混合料的离析	202
10.1 产生沥青混合料的离析的影响因素	203
10.2 沥青混合料离析的检测方法	213
第11章 新型沥青混合料	219
11.1 SMA 混合料	219
11.2 再生沥青	234
11.3 浇注式沥青混凝土	244
11.4 多碎石沥青混凝土	249
11.5 OGFC	259
参考文献	263

上 篇

第1章 绪 论

1.1 沥青与沥青混合料的重要作用

任何工程实体都是用各种材料组成的,沥青、砂石材料和沥青混合料是道路工程的物质基础,它们的性能对道路工程,特别是路面工程的使用性能、耐久性能等起着决定性的作用,同时与工程造价有着密切的关系。

众所周知,材料的发展促进了结构形式和施工工艺的发展;同时结构的多样性与施工工艺的不断地发展和进步对材料的要求日益提高。对于路面而言,随着沥青与沥青混合料的使用品质不断提高,路面形式不断翻新和发展,如从砂石路面、块石路面逐渐演变为沥青贯入式、沥青碎石路面、碾压混凝土路面直至高速公路沥青路面及各类新型沥青路面;另一方面,沥青路面的发展不仅使沥青与沥青混合料在品种上日益增多,而且对材料的性能和质量提出了更高的要求。道路工作者不仅需要了解路面材料的基本特征、掌握适于不同用途的沥青混合料设计原理和方法,而且还要具备研究和开发新型沥青路面材料的能力。

随着我国经济的迅速发展,高速公路的里程不断增加。沥青路面由于其平整性好、行车平稳舒适、噪音低、养护方便、易于回收再利用等优点,成为国内外公路和城市道路高等级路面的主要结构类型。在我国已建成的高速公路路面中,90%以上是沥青路面。在今后的国道主干线建设中,沥青路面仍将是主要的路面结构形式。但是,随着近年来交通量的不断增长及交通特点的不断变化,一些沥青路面出现了严重的早期损坏,如车辙、开裂、松散等。沥青与沥青混合料的性质及其设计方法应用不当是路面损坏的主要原因之一。

目前,在我国的沥青路面的总造价中,沥青与沥青混合料的费用约占总费用的50%~60%。因此,合理地选择和使用材料,充分发挥沥青、集料和沥青混合料的性能,并延长路面的使用寿命具有重要的社会效益和经济效益。

1.2 本课程的主要研究对象

沥青与沥青混合料是道路工程专业的一门基础课,并兼有专业课的性质,为道路工程专业设计、施工和管理提供合理选择和使用材料的基础知识。

课程的任务是介绍沥青与沥青混合料的基础知识,掌握材料的技术性能、应用方法及其试验检测技能,同时介绍沥青与沥青混合料的生产、储运和保护方法,以便在今后的工作实践中能正确选择与合理使用沥青材料,也为进一步学习其他有关的专业课打下基础。

本课程主要讲述沥青、石料与集料、沥青混合料的种类、基本组成、技术性质、评价指标、检测方法以及技术标准、沥青混合料的设计方法等基本内容,具体内容如下。

1. 沥青

沥青包括石油沥青、稀释沥青、乳化沥青、煤沥青等,用于将松散粒料胶结在一起,经捣实或压实后成为具有一定强度的整体材料或用于将路面层粘结在一起,具有粘层或透层作用的材料。

2. 石料与集料

石料与集料有的是由地壳上层的岩石经自然风化得到的(即天然砂砾),有的是经人工开采或经轧制而得(如各种不同尺寸的块状石料和集料),有的是各种性能稳定的工业冶金矿渣(如钢渣、高炉矿渣等)。块状石料可用于铺砌路面及附属构造物;松散集料可用于生产沥青混合料,也可直接用于道路基层、垫层或低等级路面面层等。

3. 沥青混合料

沥青混合料是由砂石材料和沥青材料组成的混合料。如沥青混凝土、沥青碎石等,具有一定强度、柔性和耐久性,是用于路面面层、桥梁结构铺装层和基层的主要材料。

4. 新型材料

随着现代材料科学的进步,在这些常用材料的基础上,又出现了新型的“复合材料”、改性材料等。复合材料是两种或两种以上不同化学组成或组织相同的物质,以微观和宏观的物质形式复合而成的材料。复合材料可以克服单一材料的弱点,而发挥其综合的性能。改性材料是通过物理或化学的途径对其使用性能进行综合处理,使其更能满足实际使用要求的材料,如改性沥青等。

1.3 研究内容和学习方法

1. 研究内容

沥青与沥青混合料的组成结构、基本技术性质、检验方法和设计方法是本课程主要介绍的内容。

(1) 材料的组成结构

材料的组成结构很大程度上影响了材料的基本性质。它包括材料的化学组成、矿物组成以及结构组成等。

(2) 材料的基本技术性质

路面是一种承受频繁交通瞬时动荷载的反复作用的结构物,同时又是一种裸露于自然界的结构物,它不仅受到交通车辆施加的荷载作用,同时又受到各种复杂的自然因素(如温度、阳光、水等)的影响。因此,用于修筑道路的材料一方面要具有抵抗荷载作用的综合力学性能,另一方面还要保证在各种自然因素长期作用下综合力学性能不发生明显的衰减,即耐久性。这就要求材料应具备以下的性质。

①力学性质。在行车荷载作用下,沥青材料将承受较大的竖向力、水平力和冲击力以及车轮作用下的磨损作用,因此,主要研究各种材料拉、压、弯、扭等强度和变形特性以及车轮作用的抗磨损、磨光和冲击作用等。

②物理性质。主要研究材料的物理常数(密度、孔隙率、空隙率)及与水有关的性质,如吸水率、耐久性;与温度有关的性质,如坚固性、抗冻性和高低温性能等。

③化学性质。主要研究材料的化学组成,如材料的酸碱性、沥青的组成等。材料的化学

性质与其力学性能、耐久性能直接相关。同时研究材料抵抗各种环境作用的性能,如紫外线、空气中的氧以及湿度变化等综合作用引起材料性能的变化。

④工艺性质。主要研究材料适于按一定工艺流程加工的性能,它是保证材料在一定施工条件下满足使用要求,也是选择材料和确定设计参数时必须考虑的重要因素。

材料的这4方面性质互相联系、互相制约。材料的力学性能很大程度上取决于材料的组成结构、物理性质以及化学性质和工艺性质。因此,在研究材料性能时应注意这几方面之间联系。

(3)检验方法

前述的技术性质必须通过适当的测试手段来进行检验,主要检验内容如下。

①物理性质试验。物理常数是材料内部组成结构的反应,因此由物理性质可以间接推断材料的力学性质。因此可通过常规试验测定材料的密度、空隙率等。

②力学性质试验。主要是采用各种试验机测定材料拉、压、弯、扭等力学性能。近年来,随着基础科学的发展,材料的动态特性、粘弹特性的研究测试手段日益完善,材料在不同温度和不同作用时间条件下的动态性能和粘弹性能的检测方法逐渐得到了发展。

③化学性质试验。通常对材料只作元素或化合物分析,但对具有同分异构特征的有机材料,逐渐发展采用“化学组分”分析。随着近代测试手段的发展,核磁共振波谱、红外光谱、X-射线衍射和扫描电子显微镜等在材料科学研究中得到了广泛的应用,这使得对材料作用机理和材料微观结构的研究和测试成为可能,并通过微观结构解释材料的物理、力学性质。

④工艺性质试验。为了了解材料的工艺性质,可通过一定试验的经验指标来评价,如材料的离析性可通过检测密度和表面构造深度进行评价。

(4)材料质量的标准化和技术标准

沥青与沥青混合料必须具备一定的技术性质,以满足工程的需要;而各种材料由于材料的化学组成、结构和构造的差异而带来性质的差异,或因试验方法的不同而影响测定结果,因此必须有统一的试验方法进行评价。

为了保证沥青材料的质量,必对其上述性质进行要求。这些方法和要求体现在国家标准或有关行业标准规范、规定的各项技术指标中。

目前我国材料标准分为国家标准、行业标准、地方标准和企业标准等4类。国家标准是由国家标准局颁发的全国性指导技术文件,简称“国标”,代号“GB”。行业标准由国务院有关行政主管部门制定和颁布,也为全国性指导技术文件,在公布国家标准之后,该行业标准即行作废。地方标准是根据本地区的建设经验制定的标准,该标准对本地区的建设起到技术指导作用。企业标准适用于本企业,凡没有制定国家标准或行业标准的材料均应制定企业标准,代号“QB”。

国际上较有影响的技术标准有美国材料试验协会标准(ASIM)、日本工业标准(JIS)、德国工业标准(DIN)、欧洲标准(EN)、国际标准(ISO)等。

标准是根据一定时期的技术水平制定的,因而随着技术的发展与对材料性能要求的不断提高,将会对标准进一步修订。本书内容全部采用我国当前最新标准和规范。

2. 学习方法

沥青与沥青混合料是一门专业基础课。它与物理学、化学、力学及工程地质学等学科密切相关,同时也为后续的路面工程、路面施工等专业课提供材料方面的基础知识,并为今后从事

道路设计、施工,合理选择和正确使用材料奠定坚实的理论基础。

本课程涉及材料品种多,名词、概念及专业术语多,且以叙述为主,缺乏逻辑性,因此切忌死记硬背。应掌握一条主线,即通过了解各种材料的组成、生产工艺、组成结构、技术性质以及各种性质的检测方法和评价指标,掌握材料的加工工艺、组成结构与技术性质的关系,掌握材料共性,通过对比不同材料的组成和结构来掌握材料的性质和应用,这在学习石料与集料中尤为重要。

第2章 沥青材料

■主要内容

本章主要讲述沥青的分类、生产工艺、组成和组分及胶体结构,沥青的技术性质、评价方法和评价指标,沥青的技术标准等。

通过学习,重点掌握沥青的组分、组成结构及沥青的技术性质,了解沥青的生产工艺、分类及技术标准。

2.1 概 述

沥青是国民经济建设必不可少的重要物资。由于沥青材料具有防水、绝缘、防腐等多种特性,自公元前3000多年前被人类发现利用以来,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。其中沥青材料在道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。

2.1.1 历史与发展

据史料记载,远在公元前3800~公元前2500年间,人类就开始使用沥青。公元前600年,在古巴比伦曾出现第一条用沥青铺筑的路面,但这种技艺不久就失传了。直到19世纪,人们才又开始用沥青铺筑路面。1835年,在巴黎首先出现了用沥青铺筑的人行道路面。约20年后,在巴黎又出现了用碾压沥青铺筑的路面。

由于用沥青铺筑的路面的性能良好,目前,沥青已经成为修建高等级路面不可或缺的重要材料。不同等级公路的沥青耗用量可参见表2.1。随着我国道路交通事业的快速发展,道路沥青的需求量还将继续增加。

表 2.1 不同等级公路的沥青耗用量

公路等级	沥青耗用量/(t·km ⁻¹)	公路等级	沥青耗用量/(t·km ⁻¹)
高速公路	470	三级公路	30
一级公路	240	四级公路	0
二级公路	80		

2.1.2 沥青的定义及分类

1. 沥青的定义

长期以来,有关沥青的定义存在多种说法。国际道路会议常设委员会(简称AIPCR)在“道

路名词技术辞典”中将沥青定义为:由天然或热分解或两者兼而有之得到的烃类混合物,它通常可以是气体、液体、半固体或固体,完全溶解于二硫化碳。美国材料试验协会(简称 ASTM)在 ASTM-D8 中明确指出,所谓沥青是指黑色或暗褐色的粘稠状物(固体、半固体或粘稠状物),由天然或人工制造而得,主要由高分子烃类组成。

在我国,通常将沥青定义为:由高分子碳氢化合物及其非金属(氧、硫、氮)的衍生物组成的固体或半固体混合物,呈暗褐色至黑色,可溶于苯或二硫化碳等溶剂,是自然界中天然存在的或从原油经蒸馏得到的残渣。

2. 沥青的分类

沥青按其在自然界中的获得方式可分为两大类:地沥青和焦油沥青。

(1)地沥青(Asphalt)

地沥青是天然存在或由石油经人工提炼而得到的沥青。按其产源又可分为两类。

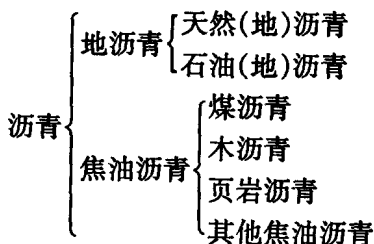
① 天然沥青(Natural Asphalt)是地壳中的石油在各种自然因素的作用下,经过轻质油分蒸发、氧化和缩聚作用而形成的天然产物。天然沥青的产状有以湖状、泉状等纯净状态存在的“纯地沥青”,如产于中美洲委内瑞拉的特立尼达岛上的特立尼达湖沥青;也有存在于岩石裂隙中的“岩地沥青”(Rock Asphalt),岩地沥青中一般含有许多的砂石或岩石,可经过水熬煮法或溶剂抽提法得到纯净的沥青。

② 石油沥青(Petroleum Asphalt)是石油经过各种炼制工艺加工而得到的产品。

(2)焦油沥青(Tar)

焦油沥青是各种有机物干馏的焦油,经再加工而得到的。焦油沥青按其加工的有机物的不同来命名,如由煤干馏所得到的焦油经再加工后得到沥青,称为煤沥青(Coal Tar)。其他还有“木沥青”“页岩沥青”等。

综上所述,沥青按其产源可分为如下几类。



页岩沥青(Shale Tar)的技术性质近似于石油沥青,但其生产工艺基本与焦油沥青相同,目前暂归属于焦油沥青类。

在道路建筑中最常用的沥青主要是石油沥青和煤沥青,其次是天然沥青。

2.2 石油沥青的生产工艺

2.2.1 石油的基属分类

石油是炼制石油沥青的原料,石油沥青的性质首先与石油的基属有关。我国目前的原油分类是按照“关键馏分特性”和“含硫量”进行分类的。

1. 按关键馏分特性分类

石油在半精馏装置中,在常压下蒸得 250 ~ 275 °C 时的馏分称为“第一关键馏分”;在 5.33 kPa 的压力下减压蒸馏,取得 275 ~ 300 °C 时的馏分称为“第二关键馏分”。测定以上两个关键馏分的相对密度,并对照表 2.2 所列相对密度范围或特性因素,决定两个关键馏分的基属,如石蜡基、中间基或环烷基。

表 2.2 关键馏分的基属分类指标

指标 \ 基属	石蜡基	中间基	环烷基
第一关键馏分	相对密度 $\rho_4^{20} < 0.8207$ ($K > 11.9$)	相对密度 $\rho_4^{20} = 0.8207 \sim 0.8506$ ($K = 11.5 \sim 11.9$)	相对密度 $\rho_4^{20} > 0.8506$ ($K < 11.5$)
第二关键馏分	$\rho_4^{20} < 0.8721$ ($K > 12.2$)	$\rho_4^{20} = 0.8721 \sim 0.9302$ ($K = 11.5 \sim 12.2$)	$\rho_4^{20} > 0.9302$ ($K < 11.5$)

注: K 为特性因数,根据关键馏分的沸点和密度指数查有关诺模图而求得。

根据原油两个关键馏分的相对密度(或特性因数)由表 2.2 决定其隶属的基属,原油可分为表 2.3 所列 7 类。

表 2.3 原油按关键馏分基属的分类

石油基属 \ 第一关键馏分基属	石蜡基	中间基	环烷基
第二关键馏分基属			
石蜡基	石蜡基	中间 - 石蜡基	-
中间基	石蜡 - 中间基	中间基	环烷 - 中间基
环烷基	-	中间 - 环烷基	环烷基

2. 按含硫量分类

根据原油的含硫量,硫含量小于 0.5% 的为低硫原油;硫含量大于或等于 0.5% 的为含硫原油。

按照现行的石油沥青的常规生产工艺,为了生产优质的石油沥青,最好选用环烷基原油,其次是中间基原油,最好不选用石蜡基原油,因为石蜡的存在会对沥青的路用性能产生不良的影响。但是,随着现代生产工艺的不断改进,采用石蜡基原油也能生产出优质沥青。

2.2.2 石油沥青的生产工艺

1. 蒸馏法

原油经过常压蒸馏和减压蒸馏工艺,将不同沸点的馏分分离出来后,得到的残渣为直馏沥青。直馏沥青是直接蒸馏得到的各种沥青产品的总称。蒸馏法是生产石油沥青最简单、最经济的方法。

原油脱水后加热至一定温度,进入常压塔,在塔内分馏出汽油、煤油和柴油等轻质油分。塔底常压渣油再进一步加热至更高的温度,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。蒸馏法生产的直馏沥青由于含有许多不稳定的烃,其温度稳定性和耐候性较差,但其粘度与塑性之间的关系较好(即粘度

增加时延性降低较少)。

2. 氧化法

氧化法是将常减压渣油预热脱水,然后加热至 240~290℃ 的高温,在氧化塔内吹入一定量的空气对渣油进行不同深度的氧化而生产沥青的加工工艺。采用此种方法生产的沥青称为“氧化沥青”或“吹制沥青”。

在采用此种工艺方法生产沥青的过程中,随着空气吹入量的增加、反应时间的延长及反应温度的增高,渣油中的化学组分将发生转化,其转化规律大致为饱和酚、芳香酚、胶质的含量逐渐减少,沥青质的含量不断增加,而蜡的含量几乎不变。随着化学组分的变化,其网状结构更为发达,最终可以使沥青的稠度和软化点提高,针入度减小,延度降低。

3. 溶剂法

溶剂法是利用溶剂对各组分的不同的溶解能力,选择性地溶解其中一个或几个组分,从渣油中分离出富含饱和烃和芳香烃的脱沥青油,同时得到胶质、沥青质含量高的不同稠度的溶剂沥青。目前常用的脱沥青溶剂为丙烷,采用溶剂法处理石蜡基原油能够生产出质量优良的沥青。

4. 调和法

此种工艺方法是按照沥青的质量要求,将几种沥青按适当的比例进行调配,调整沥青组分之间的比例关系以获得所要求的产品。

调和法的关键在于配合比例正确并混合均匀。调和沥青的性质与各组分的比例不是简单的加和,而与形成的胶体结构类型有关。

综上所述,由石油炼制各种石油沥青的生产工艺流程如图 2.1 所示。

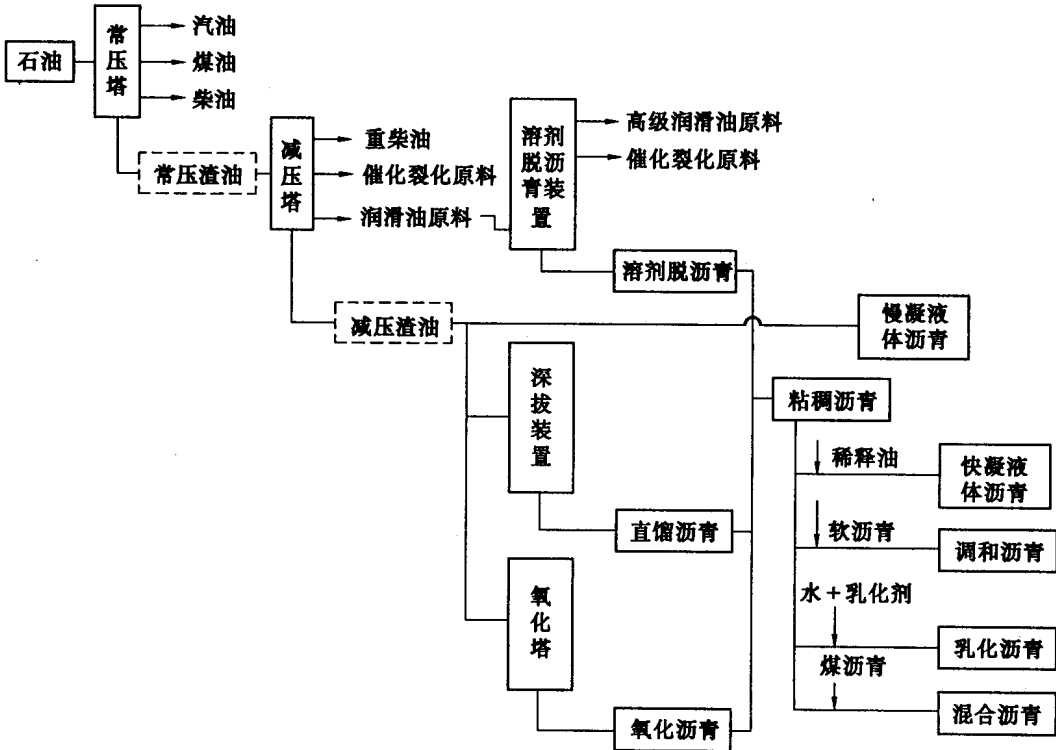


图 2.1 石油沥青生产工艺流程图示意图

2.3 石油沥青的组成与结构

2.3.1 石油沥青的元素组成

沥青是由多种复杂的碳氢化合物及其氧、硫、氮等非金属衍生物组成的混合物,其主要组成元素为碳、氢、氧、硫和氮5种元素。通常,石油沥青的含碳量为80%~87%,含氢量为10%~15%,氧、硫和氮的总含量小于3%。

几种典型的石油沥青的元素组成如表2.4所示。

表2.4 几种典型石油沥青的元素组成

沥青名称	分子量	元素组成(质量分数/%)					碳氢比 (原子比) C/H	平均分子式
		碳(C)	氢(H)	氧(O)	硫(S)	氮(N)		
大庆丙脱 A-60 沥青 (低硫石蜡基)	955	86.10	11.00	1.78	0.38	0.74	0.657	$C_{68.5}H_{104.2}O_{1.1}S_{0.1}N_{0.5}$
胜利氧化 A-60 沥青 (含硫中间基)	1 020	84.50	10.60	1.68	2.51	0.71	0.669	$C_{71.8}H_{107.3}O_{1.1}S_{0.8}N_{0.5}$
孤岛氧化 A-60 沥青 (含硫环烷-中间基)	1 142	84.10	10.50	1.24	3.12	1.04	0.672	$C_{80.0}H_{119.0}O_{0.9}S_{1.1}N_{0.5}$
外油 A 加工氧化 A-60 沥青 (含硫环烷基)	1 300	81.90	9.60	1.50	6.47	0.53	0.716	$C_{88.6}H_{123.8}O_{1.2}S_{2.0}N_{0.5}$
美国加利福尼亚氧化 AC-10 沥青(含硫环 烷基)	1 214	80.18	10.10	1.01	5.20	0.93	0.667	$C_{81.1}H_{122.6}O_{0.8}S_{2.0}N_{0.8}$
阿拉伯氧化 AC-10 沥 青(含硫环烷基)	1 048	84.10	9.20	1.45	4.40	0.34	0.768	$C_{73.4}H_{45.7}O_{0.9}S_{1.6}N_{0.3}$

许多沥青材料的元素组成虽然十分相似,但由于沥青材料的组成结构极其复杂,而且高分子材料具有同分异构的特征,其性质往往有较大的差别。因此,还无法建立起沥青的化学元素含量与其性能之间的直接相关关系,其化学元素组成仅能用于概略地了解沥青的组成和性质。对于沥青组成与其性能的关系,必须进一步了解沥青的化学组分和化学结构。

2.3.2 石油沥青的化学组分

沥青材料是由多种化合物组成的混合物,由于它的结构复杂,将其分离为纯粹的化合物单体,在技术上还存在困难,而且,在实际生产应用中,也没有这种必要。因此,许多研究者就致力于沥青“化学组分”分析的研究。化学组分分析就是将沥青分离为化学性质相近、而且与其路用性质有一定联系的几个组,这些组就称为“组分”。

对于石油沥青化学组分的分析,研究者曾提出许多不同的分析方法。早在1916年德国的马尔库松就将石油沥青分离为沥青酸、沥青酸酐、油分、树脂、沥青质、沥青碳和似碳物等组分。