



“十二五”国家重点图书出版规划项目
材料科学研究与工程技术系列

道路沥青材料

Road Bituminous Materials

● 张金升 贺中国 王彦敏 李进娟 编著

哈尔滨工业大学出版社

013028525

TU535
02

“十二五”国家重点图书出版规划项目
材料科学研究与工程技术系列

道路沥青材料

Road Bituminous Materials

张金升 贺中国 王彦敏 李进娟 编著



TU535
02

哈尔滨工业大学出版社



427890010

内容提要

本书主要内容包括石油沥青概论,石油沥青的组成、成分和结构,石油沥青的性质,道路沥青的路用技术性能,改性沥青,乳化沥青,沥青再生技术。书中对道路用沥青材料的相关知识论述全面,是国内为数不多的沥青材料方面的著作之一,适应当前交通建设重视沥青材料研究以及高等学校加强沥青材料教学的要求,专业性强,重点突出,内容新颖,特色鲜明。

本书可作为材料专业、土木工程专业和其他相关专业本科生和研究生的教材,也可供从事沥青材料研究和生产的技术人员参考,还可作为从事道路工程建设的工程技术人员的工具书。

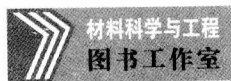
图书在版编目(CIP)数据

道路沥青材料/张金升等编著.——哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2013.1

ISBN 978-7-5603-3854-5

I. ①道… II. ①张… III. ①道路沥青-建筑材料
IV. ①TU535

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 283346 号



责任编辑 张 瑞 何波玲
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 哈尔滨市石桥印务有限公司
开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 19 字数 434 千字
版 次 2013 年 1 月第 1 版 2013 年 1 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5603-3854-5
定 价 39.80 元

(如因印装质量问题影响阅读,我社负责调换)

前 言

沥青是一种重要的基础材料和有机胶结料,在道路建设中有着十分重要的地位。在沥青路面结构(沥青混合料)中,沥青虽然只占沥青混合料总量的4%~6%,但它却起着关键的作用,决定着沥青路面的高温性能(抗车辙能力等)和低温性能(抗裂能力等),并对沥青路面的结合强度、水稳定性、抗滑能力、疲劳特性、老化特性和耐久性有重要影响,而且它的成本要占到沥青路面材料总成本的60%以上,因此沥青材料是沥青路面结构中最重要材料。

沥青按其在自然界中获得的方式可分为天然沥青(湖沥青、岩沥青等)、焦油沥青(木材、煤炭等提炼而得)和石油沥青(石油加工副产品),其中石油沥青产量大,具有良好的路用性能,目前道路建设中使用的主要是石油沥青。本书主要围绕沥青在公路建设中的应用,论述石油沥青的组成、成分、结构和性能,介绍道路沥青的技术标准,并对石油沥青的路用技术性能和要求、改性沥青技术、乳化沥青技术、沥青的再生利用技术进行讨论。

经济建设的发展要求交通建设先行。近几十年来,我国修建了大量的公路,随着改革开放的深入,公路建设还有很大的发展空间,并且以往几十年建设的公路,也陆续到了维护、维修和重建的阶段,所有这些都决定了道路沥青材料在未来相当长的时期内,在交通基础建设中仍然占有十分重要的地位。

国外对路用沥青材料的研究比较成熟,但他们仍然花很大精力和资金继续深入研究,如美国在公路战略研究计划SHARP中,投资5000万美元研究沥青的性能和应用。国内在这方面的研究比较薄弱,一方面由于在发展的初期阶段,追求速度,主要利用国外成熟技术无暇顾及对沥青材料的基础研究,另一方面我国国产石油沥青大多属于石蜡基,性能不好且难于改性,也影响了我国业内对沥青材料的研究。目前我国交通建设步入平稳发展期,路面结构的质量和耐久性受到普遍重视。比如国外早已将永久性(耐久性)路面的标准定为50年无大修,而我国许多公路仅能维持3~5年,有的甚至时间更短,造成大量浪费并影响交通运输的正常进行,出现许多亟待解决的问题,而这些问题都与沥青材料密切相关。因此,人们现在逐渐重视对沥青材料性能的研究,一是以期结合国情,更好地发挥材料性能、提高路面质量,并降低材料成本进而促进我国交通建设;二是新技术的发展尤其是纳米技术与沥青材料的结合为改善和提高我国沥青

材料的性能质量拓展了巨大空间,为我国沥青材料的研究注入了新的活力。

沥青材料是高等院校土木类和相关专业的必修课和重要基础课,但国内鲜见有专门的教材,一些沥青材料的知识散见于各种工程应用类教材和书籍,论述偏于简略,与沥青材料在公路建设中的重要作用、沥青材料的发展要求以及专业教学的要求极不适应。

考虑到教学需要及工程使用中的需要,我们组织撰写了这部《道路沥青材料》。本书的特点是结构精炼,重点突出,引用了最新的技术标准和技术数据,反映了一些新的研究成果,内容编排上力求合理流畅,比较适合作为教学用书。

本书由山东交通学院材料科学与工程学院张金升教授、王彦敏副教授、李进娟讲师,山东交通学院土木工程学院贺忠国主任实验师负责撰写,撰写过程中得到山东交通学院郝秀红讲师、夏小裕讲师、李志高级实验师、文登市科技局张银燕硕士的大力协助,在此表示衷心感谢。书中引用了大量国内外技术资料 and 成果,谨向书后参考文献中提及的和未提及的专家学者表示衷心的感谢。

由于作者学识水平有限,书中疏漏和不当之处在所难免,还望读者和业内专家不吝赐教,以便再版时修正完善。

编 者

2012年7月

目 录

第1章 石油沥青概论	1
1.1 沥青的概念与分类	1
1.2 沥青的主要用途	7
1.3 有关沥青的名词和术语	15
第2章 石油沥青的组成、成分和结构	18
2.1 石油沥青的元素组成	18
2.2 石油沥青的化学组分及性质	25
2.3 沥青的化学和胶体结构	44
第3章 石油沥青的性质	49
3.1 石油沥青的物理性质	49
3.2 石油沥青的化学性质	64
3.3 沥青的胶体性质	70
3.4 石油沥青的流变性质	78
3.5 沥青胶结料	107
第4章 道路沥青的路用技术性能	112
4.1 沥青的黏滞性	112
4.2 沥青的延性和塑性	122
4.3 沥青的低温性能	124
4.4 沥青的高温性质	126
4.5 沥青的感温性	129
4.6 沥青的耐久性	137
4.7 沥青的黏附性	155
4.8 沥青的其他性质	162
4.9 石油沥青的技术标准	164
第5章 改性沥青	183
5.1 改性沥青概述	183
5.2 改性剂的种类	188
5.3 改性沥青的生产	202
5.4 改性沥青技术性能	211

5.5	改性沥青技术标准	219
5.6	改性沥青评价技术	228
5.7	改性沥青在道路工程中的应用	232
5.8	SBS 改性沥青	234
第 6 章	乳化沥青	250
6.1	乳化沥青的发展过程	250
6.2	乳化沥青的特点及社会效益	254
6.3	乳化沥青的机理及其制备	257
6.4	乳化沥青的应用	262
第 7 章	沥青再生技术	271
7.1	再生沥青混合料概述	271
7.2	沥青再生机理与方法	276
7.3	沥青再生剂	278
7.4	沥青混合料再生工艺	284
	参考文献	294

第 1 章 石油沥青概论

沥青是由不同相对分子质量的碳氢化合物及其非金属(硫、氧、氮等)衍生物组成的黑褐色复杂混合物,呈液态、半固态或固态,传统上作为一种防水、防潮和防腐的有机胶凝材料。作为基础建筑材料、原料和燃料,主要应用于交通运输、建筑业、农业、水利工程、工业(采掘业、制造业)、民用等各行业。本章主要介绍了沥青材料的概念、分类、生产和应用。

1.1 沥青的概念与分类

1.1.1 沥青的概念

关于沥青的定义和含义十分混乱,不同作者对于 Bitumen、Asphalt、Asphaltic Bitumen 赋予不同的含义和解释,但是一直到目前为止,有关沥青的名词和术语还不能统一。

最初“Bitumen”一词的含义比较模糊,按照 H·亚伯拉罕(Abraham)的定义是:“具有不同颜色、硬度和挥发分的主要由碳氢化合物所组成的天然出产的物质——大量溶解于二硫化碳”。1931年国际道路会议常设委员会(简称 AIPCR)的定义为“由天然或热分解或两者兼而有之得到的烃类的混合物,它们通常是气体、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(ASTM)明确指出“Bitumen”是指“由天然形成或由人工制造而得黑色或暗色黏稠状物(固体、半固体),主要由高分子烃类组成,如沥青、焦油、热解焦油和沥青矿”。

比较以上三种定义,可以看出美国 ASTM 的定义比较接近实际生产及应用。在文章和著作中,美国习惯把来自石油加工所得渣油或由渣油氧化所得产品称为 Asphalt,而欧洲则习惯地称为 Bitumen, Asphaltic Bitumen 是 AIPCR 创造的名词,在美国实际上已不再采用。

我国对 Bitumen、Asphalt、Asphaltic Bitumen 均译为沥青,在使用上不会造成混乱。但是,对于性质上接近沥青的 Tar 和 Pitch 译名却比较混乱,通常的将 Tar 译为焦油比较妥当,而 Pitch 则译为热解沥青比较符合实际。例如 Pine tar, Coal tar 分别译为松焦油、煤焦油,而 Coal tar pitch 译为煤焦沥青。Tar 和 Pitch 一般不用于石油炼制工业中。

总之,沥青材料是以各种烃类为主要成分的一种有机结合料,是由一些极其复杂的高分子的碳氢化合物和这些碳氢化合物的非金属(氧、硫、氮)的衍生物所组成的混合物。在常温下,沥青呈黑色或黑褐色的固态、半固态或液态。另外,沥青材料具有不透水性,不导电,耐酸、碱、盐的腐蚀等特性,同时还具有良好的黏结性。

1.1.2 沥青的分类

目前对于沥青材料的命名和分类,世界各国尚未统一。法伊弗(Pfeiffer)在《沥青的

性质》一书中对 Bitumen 进行过详细的分类,他将 Bitumen 族分为两个亚族:天然沥青(Natural Bitumen)和焦性沥青(Pyrogenous Bitumen)。每一个亚族又分为 5 类和 6 类,亚类中再派生出许多次亚类,包括了天然气、原油、天然矿蜡、天然沥青等物质,这种分类方法在实用上已没有多少指导意义,读者不必拘泥于文字,若想详细了解可参阅原文。

沥青材料的品种很多,按照沥青材料的来源、加工方法、用途、形态等可分为许多种类。

1. 按沥青在自然界中获得的方式分类

我国通用的命名和分类方法是按照沥青的来源不同进行的划分,具体如下:

沥青	地沥青	{	天然沥青:石油在自然条件下,长时间经受地球物理因素作用形成的产物。
			石油沥青:石油经各种炼制工艺加工而得的沥青产品。
	焦油沥青	{	煤沥青:煤经干馏所得的煤焦油,经再加工后得到煤沥青。
			页岩沥青:页岩炼油工业的副产品。

(1) 地沥青(Asphalt or Bitumen)

地沥青即通常所说的沥青,俗称臭油,是有机化合物的混合物,溶于松节油或石油,可以制造涂料、塑料、防水纸、绝缘材料等,又可以用来铺路。它是由天然产物或石油精制加工而得到的,以“沥青”占绝对优势成分的材料。地沥青又分为天然沥青和石油沥青,天然沥青是石油渗出地表经长期暴露和蒸发后的残留物;石油沥青是将精制加工石油所残余的渣油经适当的工艺处理后得到的产品。

①天然沥青(Nature Asphalt)

地壳中的石油长时间在各种因素作用下,其轻质油分经蒸发、浓缩、氧化作用形成以纯粹沥青成分存在(如湖沥青、泉沥青或海沥青等)或渗入各种孔隙性岩石中(如岩沥青)与砂石材料相混(如地沥青砂、地沥青岩)。前者可直接使用,后者可作为混合料使用,亦可用水熬煮或溶剂抽提(萃取)得到纯地沥青后使用。天然沥青储藏在地下,形成矿层或在地壳表面堆积。这种沥青大都经过天然蒸发、氧化,一般不含有任何毒素。

a. 湖沥青(Lake Asphalt)

湖沥青是使用最广泛且最为人熟知的一种天然沥青,可以在已知的地面蕴藏处取得,最著名的是位于拉丁美洲特立尼达岛(位于中美洲加勒比海南部,小安的列斯群岛的东南端、西南和西北紧邻于委内瑞拉外海,为特立尼达和多巴哥共和国两主要大岛之一),1595年由沃尔特·雷利爵士(Walter Raleigh)发现的湖沥青。

在特立尼达岛上有不少的小型沥青矿湖。硬焦沥青湖位于此岛的南部,仅距海边 1 km,是世界上最大的沥青湖之一。湖的面积约为 35 km²,深约 90 m,储量约有 1 000 ~ 1 500 万 t。沥青湖表面的硬度足以承受履带拖拉机和自卸载重卡车。

关于硬焦沥青湖的成因曾提出过多种推测,但通常认为是由某种黏稠沥青涌溢出面而形成的。由于地壳下陷和海水侵袭,使沥青上沉积了大量的淤泥和黏土,部分淤泥和黏土渗入沥青,形成一种淤泥、黏土、水和沥青的黏塑性混合物。其后,由于陆地上升高出海平面,横向压力又使材料变形成为现在的形状,经冲刷移去覆盖的淤泥和黏土把湖的表面暴露出来。

采掘的原材料经加热到 160 ℃,把水蒸发后得到粗炼产品。熔化的材料通过细的筛

孔,除去杂质和一些植物得到精炼的产品称为特立尼达精炼湖沥青(Trinidad Epure),其成分一般为:黏结料 54%,矿物质 36%,有机物 10%。

精炼湖沥青太硬,不能拌和沥青混合料,它的针入度约为 2(0.1 mm),软化点约在 95℃以上,一般要求先与针入度 200(0.1 mm)的沥青按 50/50 配制成针入度约为 50(0.1 mm)的沥青。

在 20 世纪 50~60 年代,因为掺了特立尼达精炼湖沥青后可以改善沥青的高温稳定性,所以特立尼达精炼湖沥青与沥青配制的混合料广泛用于热压式沥青混合料磨耗层。随着沥青生产技术的改进,现有的普通重交通石油沥青已经基本能够满足路面高温稳定性的要求,且特立尼达精炼湖沥青需要加热几个小时后才能使用,因此特立尼达精炼湖沥青的使用量迅速下降。

湖沥青资源有限,现在仅仅把它用作其他黏稠沥青材料性能改善的添加料,如某些欧洲国家,使用特立尼达湖沥青改善沥青混合料抗车辙能力。

b. 岩沥青(Rock Asphalt)

存在于岩石缝隙的天然沥青,称为岩沥青。岩沥青是由石灰岩或砂岩等岩石被渗流的天然沥青浸透后形成的,沥青质量分数可高达 12%,主要产地是法国的加德(Gard)、瑞士瓦勒德特拉弗斯(Valde Travers)地区的纳沙泰尔(Neuchatel)和意大利的拉古萨(Ragusa)。岩沥青与稀释油类或软沥青混合物是最早期的铺路材料,现在已很少用于路面铺筑。

岩沥青是石油渗透到岩石内和缝隙中经长期自然因素作用所形成的天然沥青,岩沥青中含有许多砂和岩石,通过一定的提炼工艺,经过水熬制,可以得到纯净的沥青,也可把含有沥青的岩石直接轧制,并根据岩石的成分、沥青的含量进行掺配调整,形成相应用途的沥青混合料。

②石油沥青(Bitumen)

地壳中的原油经开采及各种石油精制加工所得的沥青称为石油沥青。这是沥青材料的主要来源,应用最广泛。常用的石油沥青有直馏沥青、氧化沥青、裂化沥青、溶剂(脱)油沥青、调和沥青等。石油沥青还可经过加工得到轻质沥青、乳化沥青等。根据石油沥青的用途可分为道路沥青和建筑沥青及专用沥青。道路沥青主要用于路面工程,通常为直馏沥青或氧化沥青;建筑沥青主要用于防水、防腐等土建防护工程中,大多为氧化沥青;专用沥青用作特殊用途。

石油沥青是原油蒸馏后的残渣,根据提炼程度的不同,在常温下呈液体、半固体或固体。石油沥青色黑而有光泽,具有较高的感温性。由于它在生产过程中曾经蒸馏至 400℃以上,因而所含挥发成分很少,但仍可能有高分子的碳氢化合物未挥发出来,这些物质或多或少对人体的健康有害。

通常认为原油是由泥土及岩石碎屑与一起沉积在海底的海洋生物及植物等有机物质经高温高压作用而形成。几百万年以来,有机物和泥土沉积层有数百米厚,上层无限大的重量将下层物质压成沉积岩。经过地壳内热量的作用和上部沉积层的压力,再加上细菌作用和粒子辐射冲击的影响,使有机物质和植物变成碳氢化合物等。多数油和气体埋藏在岩石孔隙中被不渗透的岩石覆盖,形成了油田和气体层。油田直至使用地震探测和钻探穿通密封的岩石层才被挖掘出来。

全球4个主要产油地区是美国、中东、加勒比海周围诸国和俄罗斯联邦。各地生产的原油在物理及化学性质上均有所差异。它们的物理性能从黏稠的黑色液体到稀薄的稻草色液体不等。它们的化学组成主要是蜡、环烷烃和芳香烃,前两种化学组成较为普通。世界各地生产近1500种不同的原油,其中仅有少数原油适用于制造沥青。一般的沥青主要是用中东或南美的原油生产。

石油沥青产量最大,用途最广,是本书论述的重点。在下面章节中如无特殊说明均指石油沥青。

(2) 焦油沥青(Tar)

焦油沥青是指煤、木材等有机物干馏加工所得的焦油经再加工后的产品,又称为煤焦油沥青或煤沥青,它是由生产煤或无烟固体燃料经提炼而成,两者经常被混同。这两个原因:第一,这些材料肉眼看很相似,都是黑色固体的热塑性材料,在环境温度下有相当高的黏性;第二,这两种材料的用途也很相似,应用于道路建筑、屋面及许多工业用的防护覆盖层。然而,它们不仅起源不同,化学成分也不相同,相应的物理和化学性质也有差异。

煤焦油沥青是炼焦的副产品,即焦油蒸馏后残留在蒸馏釜内的黑色物质。它与精制焦油只是物理性质有差别,没有明显的界限,一般的划分方法是规定软化点在 $26.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ (立方块法)以下的为焦油, $26.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上的为沥青。煤焦油沥青中主要含有难挥发的蒽、菲、芘等。这些物质具有毒性,由于这些成分的含量不同,煤焦油沥青的性质也不同。温度的变化对煤焦油沥青的影响很大,冬季容易脆裂,夏季容易软化。加热时有特殊气味,加热到 $260\text{ }^{\circ}\text{C}$ 在5h以后,其所含的蒽、菲、芘等成分就会挥发出来。

焦油是由煤或木材等天然有机材料经碳化或在缺乏空气下分解蒸馏而成的液体。一般在该名词前面冠以材料的来源,如初期碳化过程产品称为粗制煤焦油(Crude Coal Tar)、粗制木焦油(Crude Wood Tar)等。

在我国,20世纪60年代中期,粗制煤焦油的年产量达200万t,其中50%是由制造城市家用煤气的碳化炉生产的。但是,在20世纪60年代后期,由于使用了北海石油气,碳化炉的产量迅速减少,至1975年由碳化炉生产的煤焦油已完全消失。现在,可供蒸馏法的绝大部分粗制煤焦油是由炼铁、炼钢和煤炭工业的高温炼焦炉生产的。目前约90%的精制煤焦油和硬焦油沥青用于路用焦油沥青、电极黏结料和瓷管等。

精制煤焦油较石油沥青易受温度影响。例如在操作温度高达 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,精制煤焦油比同等级的石油沥青软。用石油沥青做的路面其抵抗塑性变形性能比煤焦油路面好。在低温下煤焦油又比石油沥青的劲度大,因此脆裂性也大。

焦油沥青按其加工的有机物名称命名,如由煤干馏所得的煤焦油,经再加工后所得的沥青,即称为煤(焦油)沥青。由木材蒸馏而得到的焦油,称为木焦油,松节油就是典型的木焦油。

页岩沥青是石油在自然条件下,由于长时间受到各种自然因素作用,促使石油中部分(或大部分)轻质组分挥发、氧化和缩聚而形成固体或半固体的沥青类物质,一般以纯沥青成分存在于或渗入各种空隙性岩层中(如岩地沥青),与砂石材料相混而形成的。页岩沥青的性质与石油沥青很相似,但其生产工艺又与焦油沥青相同,一般按产源分类,将之归为焦油沥青类。

煤沥青是由 5 000 多种三环以上的多环芳香族化合物和少量与炭黑相似的高分子物质构成的多相体系和高碳材料。一般碳的质量分数为 92% ~ 94%, 氢的质量分数仅为 4% ~ 5%, 所以可作为制取各种碳素材料不可替代的原料。根据软化点的高低, 煤沥青可分为低温沥青、中温沥青和高温沥青。煤沥青尽管具有很强的黏附性, 但有毒, 污染严重, 一般不常使用。

道路工程中采用的沥青绝大多数是石油沥青, 其次是天然沥青。石油沥青是复杂的碳氢化合物与其非金属衍生物组成的混合物。通常沥青闪点在 240 ~ 330 °C 之间, 燃点比闪点约高 3 ~ 6 °C, 因此施工温度应控制在闪点以下。地沥青和焦油沥青的分类与形成条件见表 1.1。

表 1.1 地沥青和焦油沥青的分类与形成条件

产源	分类	名称	形成条件
地 沥 青	天然沥青	湖沥青	地下的沥青溢到地面形成湖盘状形成
		岩沥青	沥青流入多孔石灰岩等形成岩沥青, 将其破碎可作为集料使用
		砂石沥青	沥青渗入砂层形成的
		沥青岩	原油流入岩石缝后, 经过漫长岁月形成的
	石油沥青	溶剂沥青	石油加工产品
		氧化沥青	
直馏沥青 减压渣油			
焦油沥青	低温沥青	把焦油初馏时的加热温度降低到 390 °C 直接生产或者用中温沥青回配葱油得到的	
	中温沥青	在正常条件下煤焦油初馏的产物	
	高温沥青	中温沥青蒸馏、氧化处理或加压热处理的产物	

2. 其他分类方式

(1) 按沥青的加工工艺分类

根据沥青的加工工艺不同, 可将沥青分为直馏沥青、溶剂脱沥青、氧化油沥青、调和沥青等。若在前述沥青中加入溶剂稀释, 或用水和乳化剂乳化, 或加入改性剂改性, 即可得到稀释沥青、乳化沥青和改性沥青等。

(2) 按原油的性质分类

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, 不同性质的原油所炼制的沥青性质有很大的差别。

① 石蜡基沥青

石蜡基沥青中蜡的质量分数一般都大于 5%, 大庆原油所炼制的沥青是典型的石蜡基沥青, 其蜡的质量分数达 20% 左右。由于在常温下蜡常常结晶析出存在于沥青的表面, 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。

② 环烷基沥青

由环烷基石油加工所炼制的沥青称为环烷基沥青。这种沥青含有较多的脂烷烃, 蜡的质量分数一般低于 3%, 黏性好, 优质的重交通道路的沥青大多是环烷基沥青。

③中间基沥青

采用中间基原油炼制的沥青称为中间基沥青,其蜡的质量分数为3%~5%,普通道路沥青大多采用这种沥青。

(3)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,黏滞度比较高,一般称为黏稠沥青。这种沥青的标号通常用针入度表示,故有时又称为针入度级沥青。

②液体沥青

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(Cut Back)。根据沥青凝固的速度,液体沥青又分为快凝、中凝和慢凝三种。将沥青材料加以乳化,称为乳化沥青,乳化沥青是另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的种类可分为阳离子乳化沥青、阴离子乳化沥青和非离子乳化沥青。

(4)按沥青用途分类

按沥青用途的不同,通常分为道路沥青、建筑沥青、专用沥青。在专用沥青中现有的品种包括防水防潮石油沥青、管道防腐沥青、专用石油沥青、油漆石油沥青、电缆沥青、绝缘沥青、电池封口剂、橡胶沥青等。

①道路沥青

适用于铺筑道路路面的沥青为道路沥青。适用于重交通道路的沥青为重交通道路沥青(Heavy Duty Asphalt)。只适用于一般中、轻交通的道路上使用的沥青为中、轻交通道路沥青,即普通道路沥青(目前新标准按A、B、C三级分类)。道路沥青主要用于修路,所以道路沥青几乎要占整个沥青产量的50%。

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。一般要求沥青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5~40(0.1 mm)范围内。

③机场沥青

适用于铺筑机场跑道道面的沥青材料称为机场沥青。由于机场道面承受飞机荷载,要求沥青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。

④其他沥青

沥青在许多领域有着广泛的应用,根据用途的不同,分为很多种类。例如,在水利工程中应用的沥青,称为水工沥青。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,以及我国浙江安吉县天荒坪水库等都采用沥青混凝土做面板防渗。沥青还用于动力电缆和通信电缆的防潮和防腐,这种沥青称为电缆沥青。用于输油、输气、供水等金属管线以防止锈蚀的沥青,称为防腐沥青。用于加工油漆和烘漆的沥青称为油漆沥青等。

1.2 沥青的主要用途

1.2.1 沥青应用概况

早在公元前 3800 年到公元前 2500 年间,人类就开始使用沥青。大约在公元前 1 600 年,就有人在约旦河流域的上游开发沥青矿并一直延续到现在。约在公元 200 年到 300 年,沥青开始被人们用于农业,用沥青和油的混合物涂于树木受伤的地方。大约在公元前 50 年,人们将沥青溶解于橄榄油中,制造沥青油漆涂料。1835 年,巴黎首先用沥青铺筑路面,约 20 年后,巴黎又出现了碾压沥青铺筑的路面。自从沥青用来铺路以后,需求量迅速增加。为了提高沥青的性能,1866 年,有人采用硫化的方法生产出匹兹堡沥青;1894 年,用吹空气氧化的办法生产出柏尔来沥青。1910 年,人们发明了稀释沥青,随后乳化沥青问世,由于乳化沥青优良的性能备受人们喜爱,因而逐渐地取代了稀释沥青。

沥青材料在各种领域得到广泛应用,直接的原因为:

- ①沥青量大面广、价格相对低廉。
- ②沥青具有较好的耐久性。
- ③沥青有较好的黏结和防水性能。
- ④高温时易于进行加工处理,但在常温下又很快地变硬,并且有抵抗变形的能力。

所有这些性质与道路施工等用沥青材料有很大关系。

除了公路铺装以外,沥青在其他方面亦有广泛的用途,如制造防水材料(石油沥青纸、石油沥青毡及防水膏)、防腐及绝缘材料等。各种沥青的应用见表 1.2,石油沥青种类和用途见表 1.3,表中不能详尽地列出使用的各个方面,而且随着科学技术的不断发展,沥青的用途还在不断地扩大中。目前,虽然石油沥青在应用中占绝大多数,但是天然沥青在一些特定的地区或一些特殊需要的场合下,仍然占有一定的地位。

表 1.2 各种沥青的应用

品种	应 用
道路石油沥青	适用于道路铺设,也可用于房屋防水及制造油毡纸和绝缘材料
200 号	用于喷洒浸透法施工的道路铺装和某些路面冬季施工,也用于道路表面处理
180 号	用于路面加工和冬季道路沥青混凝土施工
140 号	用于夏季路面表面处理,也可用于喷洒浸透法道路施工及水利施工
100 号	用于北方铺设路面和水利工程,夏季灌注路面,建筑工程防层,制油毡纸和沥青石棉板
60 号	用于加热混合法铺设沥青混凝土路面的砂石结合料,生产油毡纸和防潮纸
高等级道路沥青	高等级道路
建筑石油沥青	
10 号	用于屋顶沥青防层、油毡纸防水层结合材料
30 号	建筑工程用玛瑞脂材料,生产建筑用包装纸、油毡纸 10 号和 30 号,也可用于露天管道或钢铁结构防锈涂料

续表 1.2

品种	应 用
防水防潮石油沥青	用于作油毡的涂覆材料、屋面和地下防水层黏结材料
3号	用于一般地区,室内及地下结构部件防水
4号	用于一般地区可以行走的缓坡屋顶防水
5号	用于一般地区暴露屋顶或气温较高地区屋顶防水
6号	用于寒冷地区屋顶及其他工程防水
管道防腐沥青	用于管道输送介质温度低于 80 ℃ 的金属管道防腐
专用石油沥青	
1号	用于电缆防潮防腐材料或包在电缆外部以节省钢管
2号	用于电器绝缘填充材料
3号	用于配制油漆
油漆石油沥青	用作绝缘油漆的原料,也作绝缘胶的代用品
电缆沥青	用于电缆外保护层的防腐涂料,也可作专用石油沥青代用品
1号	适用于南方
2号	适用于北方
绝缘沥青	
70号	用于浇灌室外高低压电缆的终端匣、接线匣、总门及铁路电讯器材等
90号	除用于浇灌室外高低压电缆的终端匣、接线匣、总门外,还是冷藏室的绝缘材料
110号	用于浇灌外高低压电缆的终端匣、面纱带铅筒、铁路讯号电缆等
130号	用于温度较高的室内浇灌高低压电缆的终端匣、隧道接线匣、截断匣、分路匣、铅丝匣、电机及汽车器材
140号	用于温度较高的室内浇灌高低压电缆的终端匣、接线匣及封塞 V 形匣
150号	用于浇灌变压器内外绝缘体
电池封口胶	
20号	用于电池封口
30号	
35号	用于各种蓄电池封口
40号	
橡胶沥青	
QX-20	用作掺入橡胶内作增强剂
QX-30	用作掺入橡胶内作软化剂

表 1.3 石油沥青种类和用途

针入度级 用途		直馏沥青									氧化沥青				
		0/10	10/20	20/40	40/60	60/80	80/100	100/120	120/150	150/200	200/300	5/10	10/20	20/30	30/40
铺路用	加热混合			√	√	√	√	√	√						
	沥青乳化液						√	√	√	√					
	稀释沥青						√	√	√	√					
屋顶铺设与防水材料									√	√	√		√	√	
防潮纸													√	√	√
沥青砖			√	√									√	√	
接缝材料				√	√	√								√	√
沥青涂料		√	√	√								√	√	√	√
防水用													√	√	
油墨		√	√									√	√		
导火索		√	√									√	√		
电绝缘黑纸带													√	√	
钢管表面涂覆													√	√	√
焦炭黏结剂		√	√												
气化用							√	√	√	√	√				

1.2.2 沥青材料在道路工程中的应用

公路建设是沥青材料的主要应用方向,用于公路建设的沥青占沥青总产量的 80% ~ 90%。道路石油 A 级沥青可以用于各个等级的公路,适用于任何场合。

1. 在面层中的应用

据考古资料记载,沥青混合料作为路面材料已有相当长的历史了,早在 15 世纪印加帝国就开始采用天然沥青修筑沥青碎石路。1832 ~ 1838 年间,英国人采用了煤沥青在格洛斯特郡修筑了第一段煤沥青碎石路。19 世纪 50 年代,法国人在巴黎采用天然岩沥青修筑了第一条地沥青碎石道路。到了 20 世纪,石油沥青已成为使用量最大的铺路材料。20 世纪 20 年代,在我国上海开始铺设沥青路面。建国以后,随着中国自产路用沥青材料工业的发展,沥青路面已广泛应用于城市道路和公路干线,成为目前我国铺筑面积最多的一种高级路面,沥青混合料也成为沥青路面的主体材料。沥青是沥青混合料中最重要的组成材料,其性能优劣直接影响沥青混合料的技术性质。通常,为使沥青混合料获得较高的力学强度和较好的耐久性,沥青路面所用的沥青等级,宜按照公路等级、气候条件、交通性质、路面类型、在结构层中的层位及受力特点、施工方法等因素,结合当地的使用经验确定。

热拌沥青混合料适用于各种等级公路的沥青路面,热拌沥青混合料种类见表 1.4。

随着高速公路的飞速发展,高等级沥青路面的施工技术和路面质量有了很大的提高,同时也诞生了许多新型的沥青路面材料,如改性沥青混凝土、纤维沥青混凝土、多碎石沥青混凝土(SAC)、沥青玛瑞脂碎石混合料(SMA)、大粒径沥青混合料(LSAM)等,这些材料的路用性能较传统的沥青混凝土混合料和沥青碎石混合料的性能有了较大的改善。

表 1.4 热拌沥青混合料种类

混合料类型	密级配			开级配		半开级配	公称 最大粒径 /mm	最大 粒径 /mm
	连续级配		间断级配	间断级配		沥青碎石		
	沥青 混凝土	沥青 稳定碎石	沥青 玛瑞脂碎石	排水式 沥青磨耗层	排水式 碎石基层			
特粗式	—	ATB-40	—	—	ATPB-40	—	37.5	53.0
	—	ATB-30	—	—	ATPB-30	—	31.5	37.5
粗粒式	AC-25	ATB-25	—	—	ATPB-25	—	26.5	31.5
中粒式	AC-20	—	SMA-20	—	—	AM-20	19.0	26.5
	AC-16	—	SMA-16	OGFC-16	—	AM-16	16.0	19.0
细粒式	AC-13	—	SMA-13	OGFC-13	—	AM-13	13.2	16.0
	AC-10	—	SMA-10	OGFC-10	—	AM-10	9.5	13.2
砂粒式	AC-5	—	—	—	—	AM-5	4.75	9.5
设计空隙率/%	3~5	3~6	3~4	>18	>18	6~12	—	—

采用液体沥青或乳化沥青与矿质混合料常温拌制而成的沥青混合料,称为冷铺沥青混合料。我国常以乳化沥青作为结合料拌制乳化沥青混凝土混合料或乳化沥青碎石混合料。相对于热拌沥青混合料,常温沥青混合料的优点是,施工方便、节约能源、保护环境。目前我国经常采用的冷铺沥青混合料,以乳化沥青碎石混合料为主。乳化沥青碎石混合料适用于一般道路的沥青路面面层、修补旧路坑槽及作为一般道路旧路改建的加铺层。

2. 在基层中的应用

目前虽然无机结合料稳定材料作为半刚性基层在高速公路中得到广泛应用,我国在修建半刚性基层沥青路面方面也积累了丰富的经验,但是半刚性基层存在不可忽视的弊端,即易产生干缩裂缝和温缩裂缝,不仅影响路面的外观,而且给水侵入路基提供了通道,从而降低了路面的耐久性,为此引出了柔性基层。柔性基层的设计思路来自于美国,它与半刚性基层相比,具有结构整体水密性好,不易产生裂缝的优势。柔性基层一般采用沥青稳定碎石等黏弹性材料,韧性好,有一定的自愈能力。

(1) 大粒径沥青混合料

大粒径沥青混合料(Large-Stone Asphalt Mixes,简称LSAM),一般是指含有矿料的最大粒径为25~63mm的热拌热铺沥青混合料。

根据国内外研究成果和实践表明,大粒径沥青混合料具有以下四方面的优点:

①级配良好的LSAM可以抵抗较大的塑性和剪切变形,承受重载交通的作用,具有较好的抗车辙能力,提高沥青路面的高温稳定性。特别对于低速、重车路段,需要的持荷时