



当代石油和石化工业技术普及读本

# 石油沥青

中国石油和石化工程研究会 组织编写

张玉贞 执笔



中国石化出版社

当代石油和石化工业技术普及读本

## 石油沥青

中国石油和石化工程研究会 组织编写

张玉贞 执笔

中国石化出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

石油沥青/中国石油和石化工程研究会 组织编写.  
—北京:中国石化出版社,2006  
(当代石油和石化工业技术普及读本)  
ISBN 7-80164-956-7

I.石… II.中… III.石油沥青-普及读物  
IV.TE626.8-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 003950 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)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

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

E-mail:press@sinopec.com.cn

北京精美实华图文制作中心排版

北京大地印刷厂印刷

全国各地新华书店经销

\*

850 × 1168 毫米 32 开本 4.375 印张 79 千字  
2006 年 3 月第 1 版 2006 年 3 月第 1 次印刷  
定价:10.00 元

## 前 言

《当代石油和石化工业技术普及读本》(以下简称《普及读本》)第一版于1999年组织编写,2000年完成全部出版工作。第一版《普及读本》共出版了11个分册,其中上游4个分册,包括勘探、钻井和完井、开采、油气集输与储运系统;下游7个分册,包括石油炼制——燃料油品、石油炼制——润滑油和石蜡、乙烯、合成树脂、合成橡胶、合成纤维、合成氨和尿素。

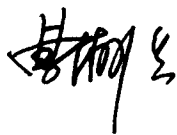
从一开始组织编写《普及读本》,我们就把这套书的读者对象定位在管理人员和非本专业技术人员,立足于帮助他们在较短的时间内对石油石化工业技术的概貌有一个整体了解。这套丛书列入了新闻出版总署“十五”国家科普著作重点出版规划;出版后在社会上,尤其是在石油石化行业和各级管理部门产生了良好影响;为了满足读者的需求,部分分册还多次重印。《普及读本》的出版发行,对于普及石油石化科技知识、提高技术人员和管理人员素质起到了积极作用,并荣获2000年度中国石化集团公司科技进步三等奖。

近年来,石油石化工业又有了快速发展,先进技术不断涌现;海洋石油勘探开发、天然气开发与利用在行业发展和国民经济中的地位越来越重要;随着时间推

移，原有分册中的一些数据已经过时，需要更新；各方面读者也反映，要求继续补充编写一些新的分册等。在征求各方面专家意见的基础上，我们决定对原先出版的11个分册进行修订，并补充编写9个新的分册，包括海洋石油勘探、海洋石油开发、天然气开采、天然气利用、石油沥青、炼油催化剂、炼油助剂、加油站、绿色石油化工。这9个分册分别邀请中海油、中石油、中石化以及中国石油和石化工程研究会相关领域的专家进行编写。原有分册的修订工作主要是补遗、更新、完善，不做大的结构性变动。

《普及读本》第二版修订、增补工作得到了中国石油化工股份有限公司的大力支持；参与丛书修订、编写工作的离退休专家、教授，勤勤恳恳、兢兢业业，其奉献和敬业精神令人感动。在此，谨向他们表示诚挚的敬意和衷心的感谢！

中国工程院院士



二〇〇五年八月八日

## 概 述

人类在认识石油之前便开始使用沥青了。早在5000多年前人们发现了天然沥青(主要是湖沥青与岩沥青),并且利用其良好的粘结能力、防水特性、防腐性能等特征,以不同的形式用作铺筑石块路的粘结剂,为宫殿等建筑物作防水处理,作为船体填缝料等。大约在公元前1600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。据统计,1890~1900年间,仅在该地就采掘出66000吨辉沥青矿,用船装运输到美国制造涂料。21世纪的今天,沥青作为工程材料在国民经济各部门有广泛的用途,在许多领域仍然是不可替代的产品,而且应用领域还在不断拓宽。

沥青按其来源可分为天然和加工制造两大类,主要由高分子烃类组成。天然沥青又可分为三大类,即天然沥青、沥青矿和焦性沥青。经加工制造而得的沥青,又可分为煤焦油沥青和石油沥青。早期沥青来自天然沥青矿,例如美洲著名的特立尼达岛沥青湖,所产沥青自20世纪20~30年代至今一直在使用。煤焦油沥青是1681年英国人发现的。沥青的大规模生产和使用是在大约100年前利用原油作为原料之后。只要原油选择合适,通过常减压蒸馏就可得到铺路用石油沥青,或再经

过吹风氧化加工等手段提高沥青的硬度和适度的延展性，就可得到屋面防渗、防水用沥青等专用石油沥青。

石油沥青经过 100 多年的生产和发展，已经出现道路沥青、防水防潮、油漆涂料、绝缘材料等数十个品种和上百个牌号的产品。目前石油沥青已被广泛用于国民经济各个领域，沥青的生产和使用，已成为一个国家公路建设、房屋建筑等发展水平的重要标志。在 20 世纪 50 年代以前，我国的公路主要是砂石路面。60 年代，随着大庆油田的开发，减压渣油这种沥青材料登上了历史舞台。70 年代随着胜利油田 923 原油和孤岛原油的开发，胜利 100 号一度成为优质道路沥青的代表，为此获得 1978 年科技大会奖。80 年代中期，我国开始进入高等级公路建设的新时期，由于国产沥青受原油性质的限制不能满足高等级公路和重交通道路沥青的要求，开始进口国外高质量的道路沥青，提出了“重交通道路石油沥青的技术要求”。1984 年，单家寺稠油的开采和重交通道路沥青生产技术开发，结束了中国铺筑高等级公路必须进口沥青的历史。1988 年，用单家寺稠油生产的重交通道路沥青铺筑了我国大陆第一条高速公路——沪—嘉高速公路，随后，石油、石化部门也开始攻关，研制出符合要求的重交通道路沥青。进入 90 年代后，随着新疆九区稠油/辽河欢喜岭稠油、渤海绥中 36-1 稠油的相继开发和应用以及进口重质原油的应用，结束

了我国用石蜡基原油生产沥青的历史，利用稠油或重油生产的道路沥青达到了进口沥青同类产品水平。我国是发展中的大国，公路建设和建筑业持续高速发展，特别是近年来提出加大基础设施的建设对石油沥青的需求越来越多，市场容量大。交通部根据中央制定的国民经济和社会发展战略部署，制定了国道主干线发展规划，为沥青的发展提供了前所未有的契机。展望新世纪，石油沥青产品仍将继续发展。



# 《当代石油和石化工业技术普及读本》

## 编 委 会

主任：曹湘洪

编委：（按姓氏笔画为序）

王子康	王少春	王丙申	王协琴
王国良	王毓俊	尤德华	亢峻星
刘积文	刘镜远	孙梦兰	孙殿成
孙毓霜	陈宝万	陈宜焜	张广林
张玉贞	李润清	李维英	吴金林
吴明胜	法琪瑛	庞名立	赵 怡
宫 敬	贺 伟	郭其孝	贾映萱
徐嗶东	秦瑞岐	翁维琬	龚旭辉
黄伯琴	梁朝林	董恩环	程曾越
廖谟圣			

# 目 录

概 述	( i )
第一章 沥青的分类	( 1 )
第一节 按来源进行分类	( 1 )
第二节 按生产工艺分类	( 3 )
第三节 按用途进行分类	( 3 )
第二章 沥青的产品标准和评价方法	( 7 )
第一节 我国沥青产品体系和评价方法	( 10 )
第二节 石油沥青评价方法	( 30 )
第三章 沥青的生产	( 36 )
第一节 石油沥青生产对原料的要求	( 36 )
第二节 沥青的生产工艺	( 40 )
第四章 沥青的应用	( 81 )
第一节 沥青在道路建设和维护中的应用	( 81 )
第二节 沥青防水材料	( 84 )
第三节 沥青涂料	( 86 )
第四节 沥青在农业方面的应用	( 88 )
第五节 其他用途	( 89 )
第六节 沥青制品的再生利用	( 91 )
第五章 石油沥青的安全使用与防护措施	( 97 )
第一节 石油沥青的毒性	( 97 )
第二节 石油沥青的安全使用与防护	( 98 )
第六章 石油沥青发展展望	( 100 )
附录 国内外沥青产品标准摘录	( 103 )
参考文献	( 126 )

# 第一章 沥青的分类

沥青材料是由一些复杂的高分子碳氢化合物和这些碳氢化合物的非金属(氧、硫、氮等)衍生物所组成的黑色到暗褐色的混合物,它以固态或半固态存在于自然界或由石油炼制过程制得。沥青可按三种体系分类。

## 第一节 按来源进行分类

沥青按其来源可分为:石油沥青、天然沥青以及煤焦油沥青等。

石油沥青(*petroleum asphalt*)指以原油为主要原料经蒸馏、氧化、调和、改性等工艺生产的符合规定技术要求的产品。一般为石油中大于 500℃ 的重组分,是极为复杂的烃类和非烃类衍生物的混合物,绝大部分可溶于三氯乙烯及苯、甲苯等有机溶剂,其性质和组成随原油来源和生产方法的不同而变化,在石油产品中属于非能源产品。

天然沥青(*natural asphalt*)是石油的轻质部分在太阳、地热等自然环境的影响下,经蒸发形成的残留物,也就是说石油在自然条件下长时间经受地球物理因素作用而形成的产物。天然沥青产量很少,其存在形式有湖沥

青、岩石沥青、油砂沥青和沥青岩等。世界天然沥青的地质资源在  $3 \times 10^{11}$  吨以上，其开采方式通常采用的是露天式、钻井式、矿井式，天然沥青的利用途径大致包括用作综合燃料、筑路、燃料——能源工业和化工业、从中提炼稀有金属等。

煤焦油沥青(coal tar asphalt)指煤焦油蒸馏时留下的残渣，是煤焦油加工过程中分离出的大宗产品。该种沥青由 5000 多种三环以上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。一般含碳 92% ~ 94%，含氢仅 4% ~ 5% 左右，所以它是制取各种碳素材料不可替代的原料。根据软化点的高低，煤焦油沥青分为低温沥青(软沥青)、中温沥青(普通沥青)、高温沥青(硬沥青)。天然沥青以及煤焦油沥青的分类与形成条件见表 1-1。

表 1-1 天然沥青以及煤焦油沥青的分类与形成条件

沥 青	分 类	形 成 条 件
天然沥青	湖沥青	地下沥青溢到地表成湖盘形状，形成湖沥青
	岩石沥青	沥青流入多孔石灰岩和石岩中形成岩石沥青
	油砂沥青	沥青流入砂层后形成油砂沥青
	沥青岩	原油流入岩石缝后，经漫长岁月形成的沥青
煤焦油沥青	低温沥青	把焦油初馏时的加热温度降低至 390℃ 直接生产或者用中温沥青回配愈油产生沥青
	中温沥青	煤焦油初馏在正常条件下的产物
	高温沥青	中温沥青蒸馏、氧化热处理或加压热处理后的产物

目前，由石油炼制过程中得到的沥青占绝大多数，

故在以后几章的论述中若没有特殊说明均指石油沥青。

## 第二节 按生产工艺分类

沥青按其生产加工方法可分为：直馏沥青、溶剂脱油沥青、氧化沥青、调和沥青、乳化沥青、改性沥青等。

直馏沥青是指由原油用常减压蒸馏方法直接得到的产品，在常温下是粘稠液体或半固体；溶剂脱油沥青是指由减压渣油经溶剂脱出部分轻馏分得到的脱油沥青产品或可用于调和组分的半成品，在常温下是半固体或固体；氧化沥青是由减压渣油为原料经吹风氧化法得到的产品，在常温下是固体。由上述生产方法得到的沥青在加入溶剂稀释，或用水和乳化剂进行乳化，或加入改性剂进行改性，就可以分别得到稀释沥青、乳化沥青和改性沥青。前两种在常温下是液体，可流动；后一种沥青视改性剂类型和生产方法可以是液体或半固体。由于稀释沥青使用过程中释放溶剂，污染环境，现在很少使用。

## 第三节 按用途进行分类

沥青按其用途可分为：道路沥青、建筑沥青和以用途或功能命名的各种专用沥青等。

## 一、道路石油沥青

道路石油沥青主要是用直馏沥青、溶剂脱油沥青、半氧化沥青、调和沥青、乳化沥青、改性沥青等产品。除乳化沥青和改性沥青外，其他几类产品又称为粘稠沥青。

对道路石油沥青的基本要求是：(1)在施工和使用期间的温度条件下具有适当的稠度；(2)与集料有良好的粘附能力和一定的强度；(3)性能衰变缓慢，有良好的耐久性和使用寿命；(4)良好的施工性能和安全性。

## 二、建筑防水石油沥青

建筑防水石油沥青主要是用氧化沥青、乳化沥青和改性沥青。与直馏沥青相比，氧化沥青的软化点高，针入度小，具有更好的粘结性、不透水性和耐候性，更适用于屋面建设、防水工程建设等场合。为了满足不同用途的不同要求，分别设置了不同品种，如建筑沥青、沥青屋面粘结剂、沥青屋面涂料、防水防潮沥青、防水衬砌用沥青、防水工程沥青等。

## 三、专用石油沥青

专用石油沥青由于更加强调用途和功能，因此品种多，而牌号较少。多数品种都以软化点和针入度来划分牌号，同时按使用场合提出特殊的指标要求。例如电池封口剂要测试耐寒性、耐热性、耐冲击性、耐酸性等；油漆石油沥青要测试沥青与亚麻油的油溶性；绝缘石油沥青要测试绝缘电压、收缩率、粘附率等项目；管道防

腐沥青要测试粘附率、蜡含量等。

我国已制定电缆沥青、管道防腐沥青、绝缘沥青、电池封口剂、油漆石油沥青等专用沥青产品的行业标准，主要按软化点划分牌号，每种产品都按使用场合的特殊要求制定相应的规格要求。

表 1-2 列出了不同针入度范围石油沥青的主要用途。应当指出，表中不能详尽地列出使用的各个方面，而且，随着科学技术的发展，沥青的用途还在不断扩大。

表 1-2 石油沥青的种类和用途<sup>①</sup>

项 目	直 馏 沥 青										氧 化 沥 青			
	0	10	20	40	60	80	100	120	150	200	5	10	20	30
针入度级	10	20	40	60	80	100	120	150	200	300	10	20	30	40
沥青混凝土	◆		◆	◆	◆	◆	◆	◆						
乳化沥青						◆	◆	◆	◆	◆				
稀释沥青						◆	◆	◆	◆	◆				
屋顶防水								◆	◆	◆			◆	◆
防潮纸												◆	◆	◆
沥青砖		◆	◆									◆	◆	
接缝材料			◆	◆	◆								◆	◆
沥青涂料	◆	◆	◆								◆	◆	◆	◆
防水材料												◆	◆	
油墨	◆	◆									◆	◆		
导火索	◆	◆									◆	◆		
电器绝缘												◆	◆	
管道防腐												◆	◆	◆
造气用						◆	◆	◆	◆					

① ◆表示用途。

尽管沥青的分类方法多种多样，但目前大多数国家均按用途对沥青进行分类，根据不同使用场合制定出不同的品种与牌号，并由此制定出不同品种牌号的质量规格要求和试验方法标准，以此规范产品的质量，用户按规格标准检验和选用所需的产品。



## 第二章 沥青的产品标准和评价方法

石油沥青是以原油或渣油为原料,经适宜的工艺如蒸馏、氧化、溶剂脱沥青、调和或改性等过程得到的符合道路沥青产品标准技术要求的产品。与其他石油产品的生产过程相比,道路沥青的生产方法相对简单,但是,由于沥青或生产沥青的原料是原油中分子量最大,元素组成、组分组成和结构组成最复杂,分子量分布较宽的大分子非均相体系,因此,尽管长期以来各国的学者都致力于从分子水平和化学组成结构研究沥青,并试图与沥青的使用性能相关联,但目前仍然只能从统计的角度了解沥青的平均分子结构和按族组成进行沥青的组分分类。由于沥青组成的复杂性和测定化学结构试验方法对试验仪器和对试验环境条件较高的要求,在道路沥青的评价体系中,所采用的一般是与使用性能有关,但较容易实现的实验方法。

产品标准既是产品在某一特定时期内供需矛盾的统一,也是先进性与现实性的统一。它反映了国家本行业生产技术的发展水平,既要满足用户对产品的基本使用要求,又要在生产上可行,经济上合理。石油沥青产品主要用于道路、建筑、水利、防潮、防腐、电器绝缘等工程建设,是国民经济建设的重要基础材料。一般认为,石油沥青按其用途可以分为四大类,即道路沥青