



当代石油和石化工业技术普及读本

石油沥青

(第二版)

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

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

当代石油和石化工业技术普及读本

石油沥青

(第二版)

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.
—2版.—北京:中国石化出版社,2012.8
(当代石油和石化工业技术普及读本)
ISBN 978-7-5114-1761-9

I. ①石… II. ①中… III. ①石油沥青-普及读物
IV. ①TE626.8-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第205990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

北京科信印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

850×1168毫米32开本3.375印张62千字

2012年9月第2版 2012年9月第1次印刷

定价:12.00元

《当代石油和石化工业技术普及读本》

(第四版)

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	刘跃文	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	法琪璞	庞名立
赵 怡	宫 敬	贺 伟	郭其孝
贾映萱	徐嗶东	翁维珑	龚旭辉
黄志华	黄伯琴	梁朝林	董恩环
程曾越	廖谟圣		

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》)第一版共包括了11个分册,2000年出版发行;2005年起根据石油石化工业的新发展和广大读者的要求,在修订了原有分册的基础上,补充编写了海洋石油开发、天然气开采等8个新的分册,于2007年出版发行了《普及读本》第二版;2009年我们又组织编写了煤制油、乙醇燃料与生物柴油等7个分册。至此,《普及读本》第三版共出版了26个分册,涵盖了陆上石油、海洋石油、开采与储运、天然气开发与利用、石油炼制与化工、石油化工绿色化及信息化、炼化企业污染与防治等石油石化工业相关领域的内容。

《普及读本》以企业经营管理非技术人员和非炼化专业技术人员为读者对象,强调科普性、可读性、实用性、知识及技术的先进性,立足于帮助他们在较短的时间内对石油石化工业各个技术领域的概貌有一个基本了解,使其能通过利用阅读掌握的知识更好地参与或负责石油石化业的管理工作。这套丛书作为新闻出版总署“十五”国家科普著作重点出版项目,从开始组织编写到最后出版,我们在题材的选取、大纲的审定、作者的选择、稿件的审查以及技术内容的把关等方面,都坚持了

高标准、严要求，力求做到通俗易懂、深入浅出、由点及面、注重实用。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，受到了广泛好评。为了满足读者的需求，其中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年度中国石油化工集团公司科技进步三等奖。

近年来，石油石化工业的发展日新月异，先进技术不断涌现；随着时间的推移，原有部分分册中的一些数据已经过时，需要更新。为了进一步完善《普及读本》系列读物，使其内容与我国石油石化工业技术的发展相适应，我们决定邀请国内炼油化工领域的专家对第一版及第二版的19个分册进行修订，组织该书第四版的出版发行，从而使该系列读物与时俱进，更加系统全面。

《普及读本》第四版的组织编写和修订工作得到了中国石油、中国石化、中国海油、中国神华以及中化集团的大力支持。参与丛书编写、修订工作的专家、教授精益求精、甘于奉献，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



二〇一一年八月八日

概 述

众所周知，沥青是最古老的石油产品，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)，并且利用其良好的黏结能力、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黏结剂，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 6.6 万吨辉沥青矿，用船装运到美国制造涂料。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。

沥青是可以经过简单加工就可生产出来的石油产品。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，其沥青自 20 世纪 20~30 年代至今一直在使用。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沥青，或再经过吹风氧化提高沥青的硬度就可得到屋面防渗、防水用沥青。沥青的生产方法在石油产品中最为简单。

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，特别是随着公路交通事业的发展，使用高等级道路沥青铺筑的路面越来越多。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主要标志。20 世纪 50 年代以前，我国的公路主要是砂石路面。在 60 年代，随着大庆油田的开发，道路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，胜利炼油厂开始生产符合一定规格要求的道路沥青。80 年代中期，我国开始进入高等级公路建设的新时期，同时制定了“重交通道路石油沥青的技术要求”，并开始进口国外高质量的道路沥青，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，随着我国经济建设的飞速发展，我国公路建设投资加大、高速公路建设速度非常快，但还远远满足不了国民经济发展需要，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。预计到 2020 年，我国公路将基本适应国民经济发展和人民生活的需要。

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，市场容量很大。展望新世纪，石油沥青产品仍将继续发展。

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 石油沥青产品标准	(10)
第二节 石油沥青评价方法	(21)
第三章 沥青的生产	(28)
第一节 沥青生产对原料的要求	(28)
第二节 沥青的生产工艺	(32)
第四章 沥青的应用	(70)
第一节 沥青在道路建设和维护中的应用	(70)
第二节 沥青防水材料	(73)
第三节 沥青涂料	(75)
第四节 沥青在农业方面的应用	(77)
第五节 其他用途	(78)
第六节 沥青制品的再生利用	(80)
第五章 石油沥青的安全使用与防护措施	(86)
第一节 石油沥青的毒性	(86)
第二节 石油沥青的安全使用与防护	(87)

第六章 石油沥青的现状和发展	(89)
第一节 石油沥青的现状	(89)
第二节 石油沥青的发展	(91)
附录 国内外沥青产品标准摘录	(94)
参考文献	(98)

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)指在原油加工过程中制得的沥青产品,一般为石油中大于 500°C 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,其性质和组成随原油来源和生产工艺的不同而变化,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,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、沙石沥青和沥青岩等。世界天然沥青的地质资源在 3×10^{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。该种沥青是由 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。煤沥青没有固定的熔点，只有从固态转化为液态的温度范围，通常用软化点代表。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
	砂石沥青	沥青流入砂层后形成砂石沥青
	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葱油生产的沥青
	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，在常温下是黏稠液体或半固体；溶剂脱油沥青是指由减压渣油经溶剂沉淀法得到的脱油沥青产品或半成品，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黏稠

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) 与集料有良好的黏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，具有更好的黏结性、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、沥青屋面黏结剂、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、黏附率等项目；管道防腐沥青要测试黏附率、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。英国 BS3690 - 2: 1989

(1997)工业用氧化沥青按软化点和针入度划分为6个牌号(软化点/针入度): 75/30, 85/25, 85/40, 95/25, 105/35 和 115/15; 另外还有两个硬沥青(软化点): H80/90 和 H100/120。硬沥青主要用于制造沥青砖、油漆涂料等, 规格指标只有4项: 软化点、针入度、加热损失和三氯乙烯溶解度。法国专用沥青品种有: 电缆沥青、管道涂料、电池和电池箱沥青、橡胶沥青、隔热和吸震用沥青、黏附剂、印刷油墨、造纸用沥青等。

表1-2列出了石油沥青在国民经济中的主要用途。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

项 目	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
针入度级														
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						◆	◆	◆	◆					◆

注: ◆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

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，即道路沥青类、建筑沥青类、专用沥青类和乳化沥青类。各类沥青产品根据不同的技术指标分为不同的牌号。

目前，世界各国对道路石油沥青产品牌号的划分主要有三种方法，即按针入度分级、黏度分级和性能分级。

一、针入度分级体系

在针入度分级体系中，沥青针入度试验是测定沥青稠度的标准方法。25℃的针入度给出了接近年平均使用温度下的沥青的稠度。而沥青的延度，特别是沥青的低温延度，可以反映沥青的抗开裂性能。沥青的高温性能则是通过沥青的软化点表征的，在同样的针入度下，软