

炼油特殊产品及其评价手册丛书

沥青产品 及其评价手册

主 编 / 韩青英 裴玉同
副主编 / 黄婉利 罗望群



华东理工大学出版社
EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

炼油特殊产品及其评价手册丛书

沥青产品及其评价手册

韩青英 裴玉同 主 编

黄婉利 罗望群 副主编



华东理工大学出版社
EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

· 上海 ·

图书在版编目(CIP)数据

沥青产品及其评价手册 / 韩青英, 裴玉同主编.

—上海: 华东理工大学出版社, 2016.9

ISBN 978-7-5628-4660-4

I. ①沥… II. ①韩… ②裴… III. ①沥青-产品-评价-手册

IV. ①TE626.8-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 105664 号

内容提要

全书共分为 5 章,第一章为石油沥青产品概述,第二章为沥青产品质量标准,第三章为石油沥青产品的性能与表征,第四章为沥青产品的应用,第五章为石油沥青相关指标检测方法及安全技术说明书。

本书可供从事石油、化工及相关领域的科研、工程技术人员参考。

项目编辑 / 周 颖

责任编辑 / 陈新征

装帧设计 / 方 雷

出版发行 / 华东理工大学出版社有限公司

地址: 上海市梅陇路 130 号, 200237

电话: 021-64250306

网址: www.ecustpress.cn

邮箱: zongbianban@ecustpress.cn

印 刷 / 上海展强印刷有限公司

开 本 / 710 mm×1000 mm 1/16

印 张 / 17.5

字 数 / 323 千字

版 次 / 2016 年 9 月第 1 版

印 次 / 2016 年 9 月第 1 次

定 价 / 68.00 元

版权所有 侵权必究

炼油特殊产品及其评价手册丛书

编委会

主 任 胡伟庆

副主任 黄婉利 刘清华

顾 问 赵日峰 方向晨 陈尧焕 丁一平

费 进 王 炜 沈本贤 胡宝珠

编 委 罗望群 李金亮 姚思涵 罗勤高 韩青英

王永邦 宿仕富 裴玉同 吴立报 杨 闯

周 峰 张敬义 吕阳华

本书编委会

主 编 韩青英 裴玉同

副 主 编 黄婉利 罗望群

编写人员 杨 闯 柴志杰 张敬义 高冰梅 梁亚军

沈家永 董德安 所 怡 刘维帅 吕阳华

姚思涵 李金亮

PREFACE

丛书前言

中国石化炼油销售有限公司是中国石化下属子公司,负责中国石化所属生产企业液化石油气、石油蜡、沥青、石油焦、硫磺等炼油特殊产品的经营服务,专注国内外两个市场及其用户,负责产品开发及其销售,承担产品售前售中和售后服务。经过多年的发展,本公司已成为一家集产品开发、运输、销售、服务为一体的专业化销售公司。

为使广大用户更深入地了解液化石油气、石油蜡、沥青、石油焦、硫磺的关键指标、应用领域等信息性能,我们成立了专门的编委会。在广泛调研,收集相关资料,征询用户对产品标准、性能指标、表征分析及用途等技术信息的需求和意见的基础上,我们组织编写液化石油气、石油蜡、沥青、石油焦、硫磺产品及其评价手册和沥青路面养维护技术手册,以满足各产品相关应用行业及从业人员更便捷和系统地掌握产品相关技术信息的要求。

鉴于液化石油气、石油蜡、沥青、石油焦、硫磺产品其组成、性能、指标的差异性,用途广泛,所涉及应用领域及行业面众多,为便于各行业相关从业人员更有针对性地学习、参考,编委会对《炼油特殊产品及其评价手册丛书》进行分类编著,包括《液化石油气产品及其评价手册》《石油蜡产品及其评价手册》《沥青产品及其评价手册》《石油焦产品及其评价手册》《硫磺产品及其评价手册》和《沥青路面养维护技术手册》。其中,前面5本分别介绍了五种产品的生产工艺和产品质量标准,详细阐述了指标和技术要求、性能表征及检测方法,研讨了产品应用领域及安全技术说明等内容;最后一本,介绍了沥青路面结构及混合料设计、沥青混合料的组成及其材料,详细阐述了沥青路面病害及其评定、沥青路面维护和施工规范,研讨了沥青路面生命周期成本及养维护方法的选择等内容。

编委会分别组织多年从事科研、生产、经营管理的专业人员编写,由石化

工领域专家担任技术顾问,多次对丛书进行专业讨论和审查,最后完成上述六本分册的编写工作。我们期望通过本套丛书的出版,使读者了解炼油特殊产品的基本概念和生产加工工艺,掌握各产品质量标准和检测标准,了解产品性质与应用的关联性、产品性能表征方法和分析仪器设备、产品安全技术,也希望为用户正确选择使用原料和品种提供帮助。

编委会
2015 年 3 月

PREFACE

前 言

沥青是石油炼制过程中的产品之一,具有良好的黏结性、防水性、绝缘性和化学稳定性等多种工程应用材料特性,广泛应用于公路交通基础设施建设与养护、建筑、水利工程、防水防腐等多个领域。

长期以来,中国石化作为国内主要的沥青供应生产企业,针对国内外原油特性,积极开展沥青的研发、生产、应用技术研究及其差异化市场开发,开拓新的应用领域,沥青产品生产及其应用技术不断进步。2004年9月,中国石化按“统一产品品牌、统一对外合作、统一市场销售、统一对外投标、统一售后服务、统一开拓市场”要求,对沥青产品实施专业化营销和服务,依托资源、技术、人才、规模、品牌优势,建立研发—生产—销售一体化质量保障体系,形成减压深拔、溶剂脱沥青及调和的沥青生产技术,加工能力达到千万吨/年以上,提供的各类沥青产品,满足交通和建筑等领域的需求,特别为我国高速公路、铁路、机场、跨海大桥等重要交通基础设施,提供大量优质沥青产品和服务。以近年来沥青生产和应用技术为基础,中国石化组织《沥青产品及其评价手册》的编写工作,旨在进一步提高沥青产品生产经营的技术服务能力,提升中国石化沥青产品的行业影响力,实现销售产品向销售服务、提供解决方案转变。

全书共分为五章,第一章介绍了沥青产品的种类及生产工艺;第二章介绍了国内外沥青产品的质量标准,对沥青主要的质量指标进行解析,从产品标准和质量指标的角度让读者了解各类产品特点,加深辨别和理解;第三章介绍了沥青产品指标、性能分级及表征方法,从专业的角度阐述产品标准中各项性能指标的含义及试验检测方法原理;第四章阐述了沥青应用,分析了沥青主要性能指标的影响因素,介绍了沥青主要应用领域的产品特点、技术要求及不同产品在不同典型工程的应用案例;第五章汇编了国内沥青产品及其混合料的质量标准和性能指标检测方法、沥青产品安全技术参数,便于读者参考使用。

本书编者基于多年从事沥青产品研发、生产及质量管理、应用技术服务、工程实践等方面的技术和经验积累,以通俗明了,浅显易懂的语言对沥青生产、质量和应用方面的内容进行介绍。本书面向应用、内容丰富,比较适合沥青研发、市场销售和产品应用的读者,也适用于沥青生产加工、施工人员技术培训和辅导。

在编委会的全程指导下本书得以出版,编写过程中得到了中国石化抚顺石油化工研究院、中国石化石油化工科学研究院等单位专家的大力指导和帮助,此外本书参阅引用了许多书籍、文章、专利等资料,在此一并致以诚挚的谢意。

本书由韩青英、裴玉同任主编,黄婉利、罗望群任副主编,并由杨闯、柴志杰、张敬义、高冰梅、梁亚军等共同编写并审校完成。由于编者水平的限制,书中难免会存在不足和缺漏之处,希望能得到同行专家及广大读者的帮助和赐教,编者对此非常感谢。

编 者

2016年8月

CONTENTS

目 录

第一章 石油沥青产品概述	1
1.1 石油沥青	1
1.1.1 原油与沥青	1
1.1.2 沥青生产工艺	1
1.1.3 沥青产品质量	5
1.2 改性沥青	5
1.3 乳化沥青	7
1.3.1 道路用乳化沥青	7
1.3.2 高速铁路用乳化沥青	8
1.3.3 建筑防水乳化沥青	9
1.4 特种类型沥青	9
第二章 沥青产品质量标准	13
2.1 石油沥青评价方法	13
2.1.1 针入度分级	13
2.1.2 黏度分级	13
2.1.3 性能分级	14
2.2 我国道路沥青的技术标准	14
2.2.1 道路石油沥青	14
2.2.2 改性沥青	19
2.2.3 乳化沥青	22
2.2.4 其他路用沥青标准	25
2.3 国外道路沥青技术标准	29
2.3.1 美国道路沥青技术标准	29

2.3.2	欧盟道路沥青技术标准	34
2.3.3	日本道路沥青技术标准	38
2.4	沥青混合料标准	42
2.5	国内外道路石油沥青的比较与差异	44
2.5.1	国内外普通道路石油沥青对比	44
2.5.2	国内外改性沥青对比	45
2.5.3	国内外乳化沥青对比	46

第三章 石油沥青产品的性能与表征 47

3.1	沥青常规技术指标	47
3.1.1	针入度与针入度指数	47
3.1.2	软化点	48
3.1.3	延度	48
3.1.4	密度与相对密度	49
3.1.5	溶解度	49
3.1.6	灰分	49
3.1.7	脆点	50
3.1.8	蜡含量(蒸馏法)	50
3.1.9	动力黏度(真空减压毛细管法)	50
3.1.10	薄膜烘箱试验	51
3.1.11	蒸发损失	51
3.1.12	离析	52
3.1.13	弹性恢复	52
3.1.14	黏韧性	52
3.1.15	筛上剩余量试验	53
3.1.16	蒸发残留物	53
3.1.17	离子电荷	53
3.1.18	储存稳定性	53
3.1.19	标准黏度	54
3.1.20	恩格拉黏度	54
3.1.21	赛波特黏度	54
3.1.22	黏附性	55

3.2	SHRP 技术指标	55
3.2.1	闪点	55
3.2.2	旋转黏度	56
3.2.3	流变性能试验	56
3.2.4	压力老化容器试验	56
3.2.5	旋转薄膜烘箱试验	57
3.2.6	弯曲蠕变劲度试验	57
3.3	沥青混合料指标	58
3.3.1	稳定度试验	58
3.3.2	冻融劈裂试验	58
3.3.3	车辙试验	59
3.3.4	弯曲试验	60
3.3.5	低温弯曲蠕变试验	61
3.3.6	四点弯曲疲劳寿命试验	61

第四章 沥青产品的应用

4.1	公路工程中的应用	62
4.1.1	沥青路面发展简介	62
4.1.2	沥青路面结构组成	63
4.1.3	影响路用性能的主要指标	69
4.1.4	典型产品的典型工程应用	82
4.2	机场道面工程中的应用	105
4.2.1	机场沥青道面结构	105
4.2.2	沥青材料技术要求	106
4.2.3	沥青混合料技术要求	109
4.2.4	沥青道面施工关键技术	110
4.2.5	典型工程应用	112
4.3	高速铁路中的应用	117
4.3.1	高速铁路发展简介	117
4.3.2	高速铁路专用乳化沥青技术指标	120
4.3.3	影响乳化沥青性能的关键技术	122
4.3.4	CA 砂浆的应用性能	126

4.3.5	CA 砂浆的施工工艺	141
4.3.6	典型工程应用	147
4.4	建筑工程中的应用	154
4.4.1	防水卷材	154
4.4.2	防水涂料	160
4.5	其他领域的应用	164
4.5.1	水工领域的应用	164
4.5.2	石油钻井中的应用	171

第五章 石油沥青相关指标检测方法安全技术说明书 174

5.1	沥青常规技术指标	174
5.1.1	JTG/T 0604—2011 沥青针入度试验	174
5.1.2	JTG/T 0606—2011 沥青软化点试验(环球法)	179
5.1.3	JTG/T 0605—2011 沥青延度试验	182
5.1.4	JTG/T 0603—2011 沥青密度与相对密度试验	184
5.1.5	JTG/T 0615—2011 沥青蜡含量试验(蒸馏法)	188
5.1.6	JTG/T 0620—2000 沥青动力黏度试验(真空减压毛细管法)	192
5.1.7	JTG/T 0609—2011 沥青薄膜加热试验	196
5.1.8	JTG/T 0661—2011 聚合物改性沥青离析试验	199
5.1.9	JTG/T 0662—2000 沥青弹性恢复试验	201
5.1.10	JTG/T 0652—1993 乳化沥青筛上剩余量试验	202
5.1.11	JTG/T 0651—1993 乳化沥青蒸发残留物含量试验	203
5.1.12	JTG/T 0653—1993 乳化沥青微粒离子电荷试验	205
5.1.13	JTG/T 0655—1993 乳化沥青储存稳定性试验	206
5.1.14	JTG/T 0621—1993 沥青标准黏度试验(道路沥青标准 黏度计法)	208
5.1.15	JTG/T 0622—1993 沥青恩格拉黏度试验(恩格拉黏度计法)	211
5.2	SHRP 技术指标试验方法	215
5.2.1	JTG/T 0611—2011 沥青闪点与燃点试验(克利夫兰开口杯法)	215
5.2.2	JTG/T 0625—2011 沥青旋转黏度试验(布洛克菲尔德 黏度计法)	218
5.2.3	JTG/T 0628—2011 沥青流变性质试验(动态剪切流变仪法)	221

5.2.4	JTG/T 0630—2011 压力老化容器加速沥青老化试验	224
5.2.5	JTG/T 0610—2011 沥青旋转薄膜加热试验	227
5.2.6	T 0627—2011 沥青弯曲蠕变劲度试验(弯曲梁流变仪法)	231
5.3	沥青混合料试验方法	236
5.3.1	JTG/T 0709—2011 沥青混合料马歇尔稳定度试验	236
5.3.2	JTG/T 0729—2000 沥青混合料冻融劈裂试验	240
5.3.3	JTG/T 0719—2011 沥青混合料车辙试验	242
5.3.4	JTG/T 0715—2011 沥青混合料弯曲试验	245
5.3.5	TJG/T 0728—2000 沥青混合料弯曲蠕变试验	248
5.3.6	TJT/T 0739—2011 沥青混合料四点弯曲疲劳寿命试验	253
5.4	化学品安全技术说明书	256
5.4.1	化学品及企业标识	257
5.4.2	危险性概述	257
5.4.3	成分/组成信息	257
5.4.4	急救措施	258
5.4.5	消防措施	258
5.4.6	泄漏应急处理	258
5.4.7	操作处置与储存	259
5.4.8	接触控制/个体防护	259
5.4.9	理化特性	259
5.4.10	稳定性和反应性	260
5.4.11	毒理学资料	260
5.4.12	生态学资料	260
5.4.13	废弃处置	260
5.4.14	运输信息	261
5.4.15	法规信息	261
5.4.16	其他信息	261

参考文献	263
------------	-----

石油沥青产品概述

石油沥青的品种多,应用广。根据沥青产品的生产和性能特点,将其分为石油沥青、改性沥青、乳化沥青、特种类型沥青四大类产品。对中国石化上述四大类产品从原油、生产工艺及沥青产品质量等方面进行阐述。

1.1 石油沥青

石油沥青是通过原油加工所得的产品,在常温下是黑色或黑褐色的黏稠液体、半固体或固体,主要含有可溶于三氯乙烯的烃类及非烃类衍生物,其性质和组成随原油来源和生产工艺的不同而变化。

1.1.1 原油与沥青

不同性质的原油,对由其生产的沥青产品质量有直接的影响。环烷基原油是生产高品质沥青最好的原料;中间基原油通过筛选也可以生产高品质沥青;石蜡基原油生产高品质沥青的难度非常大。从沥青质量指标分析,石蜡基原油生产高品质石油沥青最关键的制约因素是沥青的蜡含量。沥青的蜡含量偏高,对沥青的软化点、沥青延度和沥青的高温性能等质量指标均有负面影响。

中国石化大部分沥青生产企业加工的是中东原油,如科威特原油、沙特原油、伊朗原油、伊拉克原油、阿曼原油等。这些原油均属于中间基原油,适合生产高品质石油沥青。

1.1.2 沥青生产工艺

石油沥青的生产工艺主要有减压蒸馏工艺、溶剂脱沥青工艺、沥青调和工艺和

氧化工艺四种工艺,现简要介绍如下。

1. 减压蒸馏工艺

原油蒸馏技术是利用原油中各馏分挥发度不同而进行的物理分离过程。原油在初馏塔、常压塔和减压塔中分别分离不同的石油产品,如常压塔分离出汽油、煤油、柴油等轻质馏分,常压塔塔底的常压渣油经加热炉加热进入减压塔蒸馏,侧线得到相对较重的减压馏分,减压塔塔底的减压渣油若符合道路沥青质量标准则为沥青产品,称为直馏沥青。目前国内最常用的直馏沥青技术是减压深拔工艺,如图 1-1 所示,原油通过常压蒸馏后的常压渣油,进入加热炉加热,其温度通常控制在 $380\sim 395^{\circ}\text{C}$,减压塔内真空度通常控制在 $97\sim 100\text{ kPa}$,在原油合适的情况下就可以得到直馏的重交通道路沥青产品。

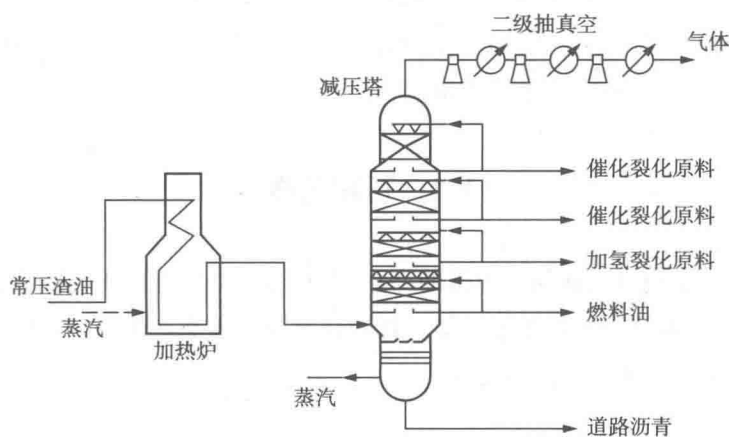


图 1-1 减压深拔工艺原则流程

利用蒸馏工艺生产石油沥青,其流程较短、经济性好、产品质量相对稳定,但对原油性质提出了更高的要求,首选环烷基原油。

中国石化是国内石油炼制规模最大、炼制企业最多的特大型央企,目前生产沥青的企业有 16 家,其中通过减压深拔技术直接生产沥青的企业已达到 9 家。中国石化积极开发和利用新技术,单套常减压装置的原油处理能力可达 1 000 万吨/年。采用减压深拔技术,可得到符合交通部《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40—2004)要求的 90 号 A 级沥青、70 号 A 级沥青、50 号 A 级沥青等高品质石油沥青产品。

2. 溶剂脱沥青工艺

溶剂脱沥青工艺是利用溶剂(如丙烷、丁烷等)对渣油中各组分溶解能力的不同

同,从渣油中分离出富含饱和烃和芳香烃的脱沥青油,同时得到含胶质和沥青品质很高的脱油沥青。

丙烷脱沥青装置主要是为生产润滑产品设计的,丙烷脱油沥青产品具有软化点较低、蜡含量相对偏高等特点。丁烷脱沥青装置主要用来改善原油二次加工装置(如催化裂化和加氢裂化等)原料的性质而设计的,丁烷脱油沥青产品具有软化点高、针入度低、延度低等特点。

无论是丙烷脱沥青还是丁烷脱沥青,所得到的脱油沥青产品一般不符合道路沥青的标准要求(特别是丁烷脱沥青),通常炼油厂所得脱油沥青有的全部作为焦化装置原料,有的一部分作为焦化装置的原料,另一部分作为沥青调和硬组分,还有的全部作为沥青调和硬组分。

中国石化目前有 11 套溶剂脱沥青装置,其中有 5 套丁烷脱沥青装置和 6 套丙烷脱沥青装置。除一套丙烷脱沥青装置外,其余 10 套全部生产脱油沥青。丁烷脱沥青装置流程图如图 1-2 所示。

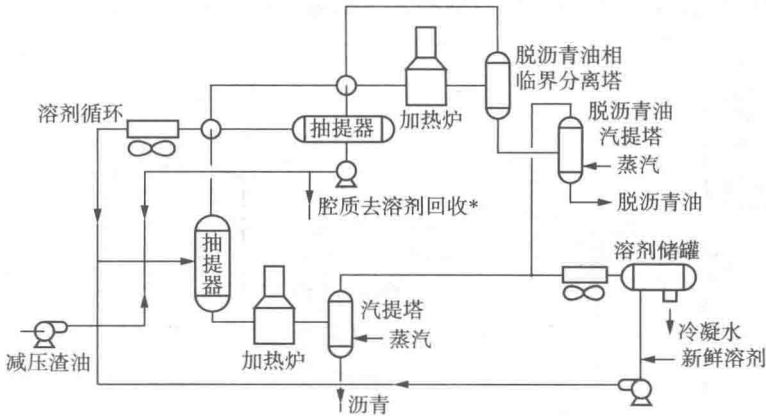


图 1-2 Demex 丁烷脱沥青流程

中国石化 5 套丁烷脱沥青装置均为 Demex 脱沥青装置。该工艺流程最大限度地减少了抽提设备的数量和操作复杂性,操作费用比普通的方法低。

减压渣油与来自超临界分离塔和溶剂储罐的两部分的溶剂混合后进入抽提器,脱油沥青溶液在抽提器底部抽出,通过加热炉加热后进入汽提塔,塔底得到脱油沥青。

抽提器顶的馏出物换热升温后进入卧式抽提器,脱沥青油溶液从卧式抽提器顶部流出,经换热加热炉升温,使脱沥青油溶液的温度高于溶剂的临界温度,从而达到脱沥青油与大部分溶剂分离,分离了溶剂的脱沥青油经汽提塔以除去剩下的