

**《清洁生产标准 石油炼制业(沥青)》  
(征求意见稿)  
编制说明**

《清洁生产标准 石油炼制业(沥青)》编制课题组

二 00 七年九月

## 目 次

- 1 概述
- 2 行业基本情况及主要生产工艺
- 3 适用范围
- 4 指导原则
- 5 制定标准的依据和主要参考资料
- 6 编制标准的基本方法
- 7 标准实施的技术可行性和经济分析
- 8 标准的实施

## 1 概述

清洁生产是实施可持续发展战略的重要组成部分,是实现经济和环境协调发展的一项重要措施。它以提高资源能源利用率、减少污染物产生量为目标,从源头抓起,实行生产全过程的污染控制,把污染物最大限度地消灭在生产过程中,既有环境效益,又有经济效益,是工业污染防治的最佳模式。在实践中,如何判断一个石油炼制业与目前清洁生产要求的差距,如何使企业在推行清洁生产中正确制定自己的清洁生产目标有一定的困难。这就需要有一个相对准确的、具有时段性的统一标准,以帮助企业自我提高、自我改进,更好地开展清洁生产工作。《清洁生产标准 石油炼制业(沥青)》(以下简称“本标准”)的制定能够促进国内石油沥青生产企业的清洁生产,为企业开展清洁生产提供技术支持和导向。

沥青是石油炼制业的主要产品之一,其主要用处的是铺路,其次是作用建筑防水材料。我国约70%的沥青用于铺路,虽然我国公路建设在近十年取得了飞速的发展,但是仍然满足不了国民经济发展的需要,所以在我国的经济建设中,对沥青产品数量的需求还会有大幅度的增长。沥青生产装置在石油炼制业中占有重要位置,虽然它们只是石油炼制业中的一部分,但就其产污量和污染物毒性来说相对较大,是石油炼制业生产过程中严重污染源之一,尤其是石油沥青中含有多种化学成分,包括多环芳香烃在内的大分子物质,致癌物苯并芘的含量在0.1-27 $\mu\text{g/g}$ 之间。沥青生产装置氧化尾气中苯并(a)芘的浓度一般为500 $\mu\text{g}/100\text{m}^3$ ,我国规定苯并(a)芘排放浓度为 $\leq 30\text{mg}/\text{m}^3$ ,工业发达国家的苯并(a)芘排放标准已经控制1 $\mu\text{g}/100\text{m}^3$ ,所以我国的沥青生产装置已不能适应环境友好的要求。

因此编制清洁生产标准,从源头控制污染物的产生,并从生产的全过程进行控制,降低原材料消耗,减少污染物的产生,节约能耗,提高生产效率。并为企业开展沥青工艺清洁生产审核及清洁生产绩效评估提供技术依据,对于石油炼制业的清洁生产审核和新建项目的清洁生产评价同样具有实际指导意义。

## 2 行业基本情况及主要生产工艺

我国的沥青生产主要由中国石油化工股份有限公司、中国石油天然气股份有限公司、中海油气开发利用公司以及地方的小炼油厂、沥青厂四大部分组成,另外还有一些跨国公司在国内设立的改性沥青生产企业。现在全国能生产沥青的厂家约50余家,10-20万吨/年生产规模的装置占多数。年沥青产量在80万吨以上的企业2家,占3.51%;年沥青产量在60万吨以上的企业3家,占5.26%;年沥青产量在50万吨以上的企业5家,占8.77%;年沥青产量在40万吨以上的企业7家,占12.28%;年沥青产量在30万吨以上的企业13家,占22.81%;年沥青产量在20万吨以上的企业28家,占49.12%;年沥青产量在10万吨以上的企业37家,占64.91%;年沥青产量在10万吨以下的企业20家,占35.09%。所以,我国现有沥青生产企业生产规模年产量小于15万吨的企业约占到了沥青生产企业的50%还多。2006年全国总沥青产量为1173万吨。

石油沥青的生产通常采用物理分离和化学反应相结合的方法,根据产品质量的不同要求,有蒸馏法、氧化法、溶剂法等3种沥青生产工艺,产品有道路沥青、建筑沥青、专用沥青(如电极沥青),目前我国常用的沥青生产工艺为氧化法和溶剂法,其原料均为减压渣油(见图1和图2)。

氧化法分为单塔氧化、双塔氧化和连续塔式氧化法,目前应用较多的是连续塔式氧化法工艺,该工艺由原料加热、氧化、成型及尾气焚烧4部分组成。工艺原理简介如下:

原料加热部分是把减压渣油或溶剂脱沥青来的半沥青料加热以便进行氧化。沥青原料加热到 260~280℃进入氧化塔，与空气中的氧发生反应产生胶质和沥青质。沥青生后用冷水降温并成型。尾气焚烧部分是把氧化尾气中的有害物质通过焚烧（一般 850℃以上）分解成无害物质。如苯并（a）芘是尾气中含量较多且毒性很强的物质，通过焚烧分解成无毒的 CO<sub>2</sub> 和 H<sub>2</sub>O。

氧化法的大气污染物主要加热炉燃烧烟气和氧化尾气焚烧炉烟气，主要污染物是硫化物、烃类、苯并芘、二氧化碳。废水主要产生于成型冷却水、输送沥青的水冲水和机泵冷却水，水污染物主要是石油类、硫化物、挥发酚、COD。

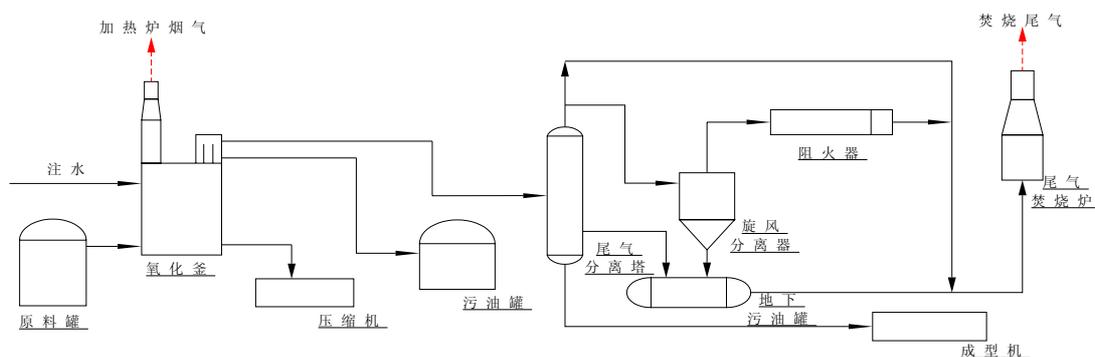


图 1 氧化沥青生产工艺流程示意图

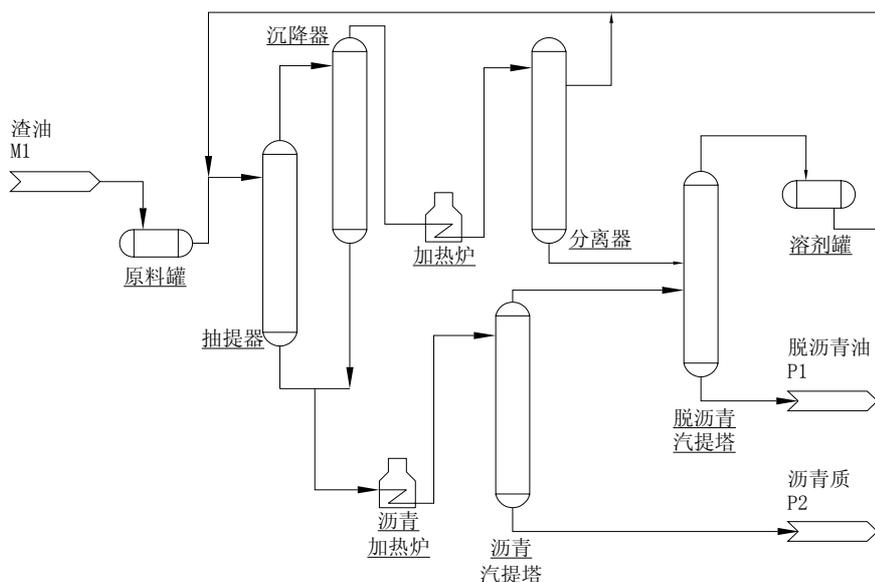


图2 溶剂脱沥青生产工艺流程图示意图

溶剂法是利用溶剂对油品的不同溶解性，通过溶剂的选择性溶解，使沥青从其它油品中分离出来，常用溶剂为丙烷和丁烷，在炼油行业称为溶剂脱沥青，该工艺是由抽提和回收两系统组成，原料为减压渣油。抽提系统是利用丙烷和丁烷对减压渣油中润滑油组分和蜡有较大的溶解度，对胶质和沥青质几乎不溶的特性，将沥青从减压渣油中分离出来，生产沥青产品。同时得到高黏度润滑油和裂化原料。回收系统是脱沥青油（由丙烷或丁烷溶解润滑油和蜡的混合油）在临界条件下使丙烷和丁烷从中沉降出来，再经加热蒸发汽提，将残余的丙烷和丁烷从脱沥青油中蒸出，脱沥青油作为高黏度润滑油和裂化原料。

溶剂法的大气污染物主要加热炉燃烧烟气，主要污染物是  $SO_2$  和  $NO_x$ 。废水主要来自汽提冷凝后排水、压缩机冷凝水和机泵冷却水，水污染物主要是石油类、COD。

### 3 适用范围

本标准适用于以石油为原料用氧化法和溶剂法生产沥青企业的清洁生产审核、清洁生产潜力与机会的判断、清洁生产绩效评定和清洁生产绩效公告制度。以石油为原料用蒸馏法、调和法生产沥青的企业可参照执行。

### 4 指导原则

制订本标准的基本原则是：要能够体现全过程污染预防思想，并基本覆盖生产过程的各个环节。

具体原则如下：

- ③ 符合清洁生产思路。即体现全过程的污染预防，不考虑污染物单纯的末端处理和处置；
- ③ 依据使用范围确定各个指标的基准值分级；
- ③ 依据国内外的现有技术水准和管理水平，并考虑其激励作用，设定基准值；
- ③ 对难以量化的指标，不宜设定基准值，但应给出明确的限定或说明；

③ 注重实用和可操作性，尽量选择石油炼制业和环境保护部门常用的指标，以易于企业和审核人员理解和掌握。

根据前述适用范围的要求，将各项指标分为三级：

### ③ 一级指标

达到国际上同类装置的先进水平。国际清洁生产先进水平指标采用公开报道的国际先进水平数据。因国际先进水平的数据难于获取，此级指标采用中国石油化工集团公司 2001-2004 年调查数据中的领先指标。

### ③ 二级指标

达到国内同行业先进水平。此级指标采用中国石油化工集团公司 2001 年调查数据中的先进指标，同时参考有关 2001 年至 2004 年的统计数据，结合前期清洁生产审核活动的成果综合形成。

### ③ 三级指标

国内清洁生产基本水平，即基本要求。根据 2005 年我国石油沥青生产实际情况及其有关的统计数据制订此级指标，是生产全过程采取污染预防措施所应达到的水平。

## 5 制订标准的依据和主要参考资料

### 5.1 标准制订依据

(1) 国家环境保护总局环办[1999]127 号“关于下达 2000 年度国家环境保护标准制（修）订项目计划的通知”及其项目计划表；

(2) 《石油炼制业（沥青）清洁生产标准技术服务合同书》。

### 5.2 主要参考资料

[1]中国石油化工集团公司组织编写. 中国石油化工集团公司 2001-2004 年年鉴[M]. 北京：中国石化出版社，2005 年. 44~47

[2]张德勤，范耀年，师洪俊. 石油沥青的生产与应用[M]. 北京：中国石化出版社，2001 年. 1~14

[3] 中国石油和石化工程研究会组织编写. 当代石油和石化工业技术普及读本 石油沥青[M]. 北京：中国石化出版社 2006 年，1~10

[4]中国石油化工集团公司安全环保局编制. 石油化工环境保护技术[M]. 北京：中国石化出版社，2005 年. 217~218 页

[5]GB/T15180-2000，重交通道路石油沥青[S]

[6] SH0522-2000，道路沥青[S]

## 6 编制标准的基本方法

### 6.1 基本原则

根据对产品质量的不同要求，沥青生产有蒸馏法、溶剂法、氧化法等三种沥青生产工艺，其产品有道路沥青、建筑沥青、专用沥青（如电极沥青）等。因日用溶剂法和氧化法生产沥青产品占有较大比重，且同类装置的可比性大于其它生产工艺，所以在本标准制定溶剂法（丙烷、丁烷脱沥青装置）和氧化法（氧化沥青装置）的清洁生产标准。

### 6.2 指标确定

石油炼制业（沥青）清洁生产标准的制订在国内乃至国际尚属首次，因此没有现成的标准或要求可借鉴。本标准的制订严格按照清洁生产的定义，根据石油沥青的生产特点，分别对氧化沥青生产装置和溶剂脱沥青装置就生产工艺与装备、资源能源利用指标、污染物产生指标（末端处理前）、产品指标和环境管理 5 项指标提出了标准。把石油炼制业的生产过程控制与环境保护有机地结合在一起，达到了通过改进生产过程，实现环境保护和可持续发展的目的。本标准是在对中国石油化工集团公司 18 家企业调查后得到的相关数据的基础上，同时参考 2001 年至 2004 年的统计数据，结合前期清洁生产审核活动的成果，经有关行业专家采用科学的方法分析得出的。

### 6.2.1 氧化沥青生产装置

- ③ 生产工艺与装备要求（定性指标）
- ③ 资源能源利用指标（定量指标）
- ③ 污染物产生指标（定量指标）
- ③ 产品指标（定量指标）
- ③ 环境管理要求（定性指标）

#### 6.2.1.1 生产工艺与装备要求

氧化沥青生产装置是石油炼制业的一道生产工序，它是以减压渣油为原料，在一定温度下通入空气，使其组成发生变化，软化点升高，针入度和温度敏感度减小，以达到沥青规格指标和使用性能要求。通过改变原料组成和通空气氧化的条件即调整氧化深度，可以生产道路沥青、建筑沥青和其它专用沥青。从生产工艺和装备上很难分出三级档次，这里只对有利于清洁生产的改进部分提出要求，未对指标分级。由于此类指标难以量化，这里只作定性描述。

采用氧化沥青的反应热发生蒸汽。在氧化沥青装置内设立了蒸汽发生器，利用从氧化塔出来的沥青产品发生底压蒸汽，充分利用剩余热量。这样对节能、安全、环保均有利。

#### 6.2.1.2 资源能源利用指标

氧化沥青生产装置消耗的资源能源主要是渣油、新鲜水、蒸汽、软化水、电等。按氧化沥青装置常规考核方法，将新鲜水、蒸汽、软化水、电等指标统一为综合能耗指标，单位为：kg 标油/t。资源能源利用指标选择以下项：

- ③ 综合能耗（kg 标油/t 原料）；
- ③ 原料加工损失率（%）。

#### 6.2.1.3 污染物产生指标

##### (1) 水污染物产生指标

废水是氧化沥青装置产生的主要污染物之一，其产生量受原料性质、生产工艺、生产过程控制、生产操作管理等因素影响。本项指标包括：

- ③ 污水单排量；
- ③ 污水中石油类含量；

##### (2) 气污染物产生指标

氧化沥青装置产生的废气主要氧化工艺尾气，沥青氧化尾气中有很多有害物质，如总烃、苯并芘和少量的 H<sub>2</sub>S 等，尾气必须进行焚烧处理，使 H<sub>2</sub>S 转化成 SO<sub>2</sub>、苯并芘和总烃解成 CO<sub>2</sub> 和水。氧化沥青尾气中目前所控制的污染物主要是苯并芘和总烃，在此指标中只对苯并芘和总烃在未焚烧处理前提出了要求。

#### 6.2.1.4 产品指标

石油沥青的产品指标按其使用功能分为4大类，既道路沥青类、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。道路沥青标准根据用途不同分为道路沥青（中、轻道路沥青）和重交通沥青两大类，2000年我国对道路沥青标准进行了修订，标准号为：SH0522-92，该标准正逐渐向国际同类标准靠拢。重交通沥青适用修建高速公路，执行的标准是GB/T15180-2000，该标准所规范的沥青产品的质量达到了国际同类产品的先进水平。由于建筑沥青、专用沥青和乳化沥青的标准种类很多，且相对数量比道路沥青少得多，所以在本标准中建筑沥青只列出了使用较多的一种。

#### 6.2.1.5 环境管理要求

在环境管理要求这个指标中，无论是达到一级、二级还是三级水平，首先企业在生产活动中必须遵守国家 and 地方有关环境法律、法规，并且按照《石油炼制业清洁生产工作指南》的要求进行了审核，同时本项指标对环境管理机构、生产管理、相关方管理、清洁生产审核和环保管理5个方面提出了要求。

一级指标：要建立国际标准化环境管理体系ISO14001或相应的HSE管理体系；

二级指标：要对生产过程中的环境因素进行控制，有严格的操作规程。建立相关方管理程序、清洁生产审核制度和各种环境管理制度；

三级指标：要对生产过程中的主要环境因素进行控制，有操作规程，建立相关方管理程序、清洁生产审核制度和必要环境管理制度。

### 6.2.2 溶剂脱沥青生产装置

具体定为以下3项：

- ③ 生产工艺与装备要求（定性指标）；
- ③ 资源能源利用指标（定量指标）；
- ③ 污染物产生指标（定量指标）；
- ③ 产品指标（定量指标）；
- ③ 环境管理要求（定性指标）

#### 6.2.2.1 生产工艺与装备要求

溶剂脱沥青生产装置采用抽提的方法，从原料油中分离出沥青和其它石油馏分。目前国内溶剂脱沥青生产装置基本采用同一种工艺，从生产工艺和装备上很难分出三级档次，这里只对有利于清洁生产的改进部分提出要求，未对指标分级。由于此类指标难以量化，这里只作定性描述。

#### 6.2.2.2 资源能源利用指标

溶剂脱沥青装置消耗的资源能源主要是新鲜水、蒸汽、电等。按丙烷、丁烷脱沥青装置常规考核方法，将新鲜水、蒸汽、电等指标统一为综合能耗指标，单位为：kg 标油/t。资源能源利用指标选择以下项：

- ③ 综合能耗（kg 标油/t 原料）；
- ③ 原料加工损失率（%）。

#### 6.2.2.3 污染物产生指标

##### (1) 水污染物产生指标

废水是溶剂脱沥青装置产生的主要污染物之一，其产生量受原料性质、生产工艺、生产过程控制、生产操作管理等因素影响。本项指标包括：

- ③ 含油污水单排量；

### ③ 含油污水中石油类含量；

#### (2) 气污染物产生指标

溶剂脱沥青装置产生的废气主要是加热炉烟气，烟气中的污染物主要是 SO<sub>2</sub>。SO<sub>2</sub> 的排放量主要取决于燃料性质。目前我国大多数加热炉使用脱硫燃料气，所以气污染物产生指标选用加热炉烟气中的 SO<sub>2</sub> 含量。

#### 6.2.2.4 产品指标

石油沥青的产品指标按其使用功能分为 4 大类，既道路沥青类、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。道路沥青标准根据用途不同分为道路沥青（中、轻道路沥青）和重交通沥青两大类，在 2000 年我国对道路沥青标准进行了修订，标准号为：SH0522-92，该标准正逐渐向国际同类标准靠拢。重交通沥青适用修建高速公路，执行的标准是 GB/T15180-2000，该标准所规范的沥青产品的质量达到了国际同类产品的先进水平。由于建筑沥青、专用沥青和乳化沥青的标准种类很多，且相对数量比道路沥青少得多，所以本标准中建筑沥青只列出了使用较多的一种。

#### 6.2.2.5 环境管理要求

在环境管理要求这个指标中，无论是达到一级、二级还是三级水平，首先企业在生产活动中必须遵守国家 and 地方有关环境法律、法规，并且按照《石油炼制业清洁生产工作指南》的要求进行了审核，同时本项指标对环境管理机构、生产管理、相关方管理、清洁生产审核和环保管理 5 个方面提出了要求。

一级指标：要建立国际标准化环境管理体系 ISO14001 或相应的 HSE 管理体系；

二级指标：要对生产过程中的环境因素进行控制，有严格的操作规程。建立相关方管理程序、清洁生产审核制度和各种环境管理制度；

三级指标：要对生产过程中的主要环境因素进行控制，有操作规程，建立相关方管理程序、清洁生产审核制度和必要环境管理制度。

## 7 标准实施的技术可行性和经济分析

### 7.1 标准的经济分析

本标准包括定性和定量要求。定性要求给出了明确的限定或说明，对氧化沥青和溶剂脱沥青生产装置基本不需要增添大的设备和仪表，且这些措施可减低能耗，对企业是有经济利益的，企业可以接受。

另一类指标是定量要求，其指标用数值表达，例如：综合能耗、催化剂单耗、新鲜水用量、加工损失率等，这些指标是石油加工行业内部考核的经济指标，因此不会给企业增加任何经济负担。至于定量指标含油污水中的石油类含量，这是环境保护部门最常用的指标，一般企业都具有测试分析的条件和能力，不需要另行投资。因此，从经济可行性分析，本标准是可行的。

### 7.2 标准实施的技术可行性

本标准从资源节约和减少污染物产生的角度出发，考虑到沥青生产的特点，提出了 5 项指标。各指标数值的确定参考了中国石油化工集团公司绝大部分的石油化工企业的实际状况，达到这些指标并不是高不可攀，技术难度不大，指标中所列技术均成熟可靠，并有成果实例。因此，从技术可行性分析，本标准是可行的。

### 7.3 标准实施的可操作性

为使本标准实施具有较强的操作性，既不让企业高不可攀和望而生畏，又不让所有企业

轻松达标。对全国 18 个企业进行了指标测定（见表 1 和表 2）。

**表 1 氧化沥青装置达标情况统计（共计 13 套装置）**

	达标企业数	百分比(%)	累计百分比(%)
一级	1	7.7	7.7
二级	3	23.1	30.8
三级	6	46.1	76.9
大于三级	3	23.1	100

**表 2 丙烷脱沥青装置达标情况统计（共计 18 套装置）**

	达标企业数	百分比(%)	累计百分比(%)
一级	2	11.1	11.1
二级	4	22.2	33.3
三级	8	44.4	77.8
大于三级	4	22.2	100

从统计结果来看，尽管达到三级标准的企业占被调查企业总数的 76.9%和 77.8%偏高，但是这些企业都隶属中国石油化工集团公司，总数超过 100 个的地方炼油厂的技术水平与上述两大公司相比，有一定的差距，所以，从全国总的情况考虑，指标是适宜的。

## 8 标准的实施

本标准由各级人民政府环境保护行政主管部门负责监督实施。