

挥发性有机物污染控制系列丛书

# 美国炼油厂 排放估算协议

## Emission Estimation Protocol for Petroleum Refineries

童莉 郭森 崔积山 孟凡伟 王奉天 沙莎 等译  
梁鹏 周学双 审校

中国环境出版社

# 美国炼油厂 排放估算协议

Environmental Protection  
Protocol for Petroleum  
Refineries

美国环保局 (EPA) 与石油炼制行业 (API) 达成了一项新的排放估算协议，旨在提高炼油厂排放数据的准确性和透明度。该协议将要求炼油厂采用更严格的排放估算方法，并定期向 EPA 报告排放数据。

1

挥发性有机物污染控制系列丛书

# 美国炼油厂排放估算协议

2.1.1 版  
修订后的最终 ICR 版

美国环保局空气质量规划与标准办公室  
RTI 国际 2011 年 5 月

童莉 郭森 崔积山 孟凡伟 王奉天 沙莎 等译  
梁鹏 周学双 审校

中国环境出版社·北京

## 图书在版编目 (CIP) 数据

美国炼油厂排放估算协议/童莉等译; 梁鹏, 周学双  
审校. —北京: 中国环境出版社, 2015.1  
(挥发性有机物污染控制系列丛书)  
ISBN 978-7-5111-2116-5

I. ①美… II. ①童…②梁…③周… III. ①炼油  
厂—污染物排放标准—美国 IV. ①X-652

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 254929 号

出 版 人 王新程  
责任编辑 李兰兰  
责任校对 尹 芳  
封面设计 宋 瑞

---

出版发行 中国环境出版社  
(100062 北京市东城区广渠门内大街 16 号)  
网 址: <http://www.cesp.com.cn>  
电子邮箱: [bjgl@cesp.com.cn](mailto:bjgl@cesp.com.cn)  
联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)  
010-67112735 (环评与监察图书出版中心)  
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)

印 刷 北京中科印刷有限公司  
经 销 各地新华书店  
版 次 2015 年 1 月第 1 版  
印 次 2015 年 1 月第 1 次印刷  
开 本 787×960 1/16  
印 张 15  
字 数 270 千字  
定 价 45.00 元

---

【版权所有。未经许可, 请勿翻印、转载、违者必究。】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

# 序

近年来,随着我国社会经济的发展和广大人民群众意识的提高,经济发展与环境保护的矛盾开始显现。2012 年以来,在华北、华中、长三角、珠三角持续出现的大范围灰霾天气,更加凸显了这一矛盾。挥发性有机物(VOCs)是一类化合物的统称,它是大气中臭氧、细颗粒物( $PM_{2.5}$ )的主要前体物,对大气环境质量的影响主要体现在光化学活性上,因此日益受到社会关注。但由于 VOCs 与传统的  $SO_2$ 、 $NO_x$  等污染物不同,涉及的物质种类、排放行业众多,且以无组织排放为主,传统的污染物管理控制手段已难以适用,必须创新管理思路。

在污染源的管理上,我国经过多年的摸索和环评实践,对于常规有组织排放源,已取得了较为成熟的经验,通过现场实测、类比监测、物料衡算等方法可以较为准确地掌握污染物排放规律,采取有效措施控制污染物的产生和排放;但对无组织排放源的研究相对薄弱,在污染物的产生排放规律、有效控制措施方面尚不能满足环境管理的要求。由于 VOCs 以无组织排放为主,目前我国的传统思路是采用排放因子法进行排放量的核算。而排放因子法对于流程单一、简单的排放过程具有一定积极意义,但对于工艺流程复杂、排放环节众多的行业(如石化、化工等),难以全面体现生产工艺、装备、污染防治技术水平的差异。以 VOCs 为例,其排放量与工艺选用、设备选材选型、过程控制、物料性质、外部环境等诸多因素有关,与单位产品并非简单线性关系,以排放因子估算,既不能体现计算的科学性和全面性,也会打击企业实施污染控制的积极性,不利于污染物的减排和环境质量的改善。

美国是最早开展 VOCs 污染治理的国家。由于第二次世界大战后期大面积光化学污染的爆发,美国 1970 年发布了《清洁空气法》(CAA),拉开了大规模开展 VOCs 污染治理的序幕。经过近 50 年的污染治理,目前美国大气污染问题得到了有效控制。目前,美国各项环保法规已逐步走向规范,在 VOCs 定义与表征、监测方法、排放量估算方法以及污染控制标准体系方面开展了较为全面和深入的研究。之后,欧盟、日本、中国台湾等发达国家和地区都相继借鉴了美国的经验,开展 VOCs 污染治理。因此,梳理美国的 VOCs 污染控制思路,对我国实施 VOCs 管理具有重要的借鉴意义。本书为“挥发性有机物污染控制系列丛书”之一,是美国环境保护局的《Emission Estimation Protocol for Petroleum Refineries》的中文译本。本书对石油炼制厂的废气污染源进行分类归纳,将石油炼制厂的废气排放源分为设备泄漏、储罐、固定燃烧源、工艺排放口、火炬、污水收集和处理系统、冷却塔、装卸操作、扬尘源、开车和停车、故障/意外事故等 11 大类,根据每一类污染源的排放特点,研究了实测法、公式法、排放系数法等不同污染源源强计算方法,特别是对无组织排放废气,也明确给出了一些源强估算方法,在此基础上,根据可靠程度将各类估算方法进行分级,并提供了大量计算实例,指导石化企业废气污染源源强的计算,体现了美国对污染源的精细化管理思路。

本书的翻译出版,对研究我国石油炼制企业 VOCs 排放核算方法具有重要指导意义,对研究化工及其他行业各类工业源 VOCs 排放量核算方法具有借鉴意义,对研究各类污染源污染物排放规律和有效污染治理措施,实施污染源精细化管理具有较高的参考价值。

王文兴

2014.12.27

# 前 言

为贯彻落实《大气污染防治行动计划》(国发[2013]37号),环境保护部环境工程评估中心组织翻译了本书。主要内容为:第1章简介,第2章设备泄漏,第3章储罐,第4章固定燃烧源,第5章工艺排放口,第6章火炬,第7章污水收集和处理系统,第8章冷却塔,第9章装卸操作,第10章扬尘源,第11章开车和停车,第12章故障/意外事故,以及附录A平均物流组成,附录B污水处理系统方程,附录C TANKS模型使用入门,附录D石油基燃料的燃烧源在空气中有害排放的排放系数。

本书系统介绍了美国炼油厂各种污染源的多级排放检测或估算方法,给出了每类污染源的污染物排放清单,并列举相应计算实例,内容丰富、实用性强。可作为行业管理人员、技术人员的培训教材,也可供从事环境科学与工程和石油化工的科研、设计、环境影响评价的其他人员和大专院校相关专业师生参考。

参与本书翻译的有:童莉、郭森、崔积山、孟凡伟、王奉天、沙莎、韩建华、欧阳振宇、周远利、杨一鸣、何少林、赵兴雷、王赫婧、孙慧等。本书审校由梁鹏、周学双完成。本书翻译得到了环境保护部相关领导的帮助与支持。

本书的翻译工作十分复杂,我们尽了最大努力,力求深入理解原文,表述清晰达意;但鉴于译校者的知识面和水平有限,仍会有不当之处,望读者

不吝指正，以供再版时修改。在翻译过程中，美国环保局正对《炼油厂排放估算协议》进行局部完善，并征求公众意见，我们将持续保持关注，修订时进行更新。

译 者

2014 年 10 月 27 日于北京

# 目 录

|     |                        |    |
|-----|------------------------|----|
| 1   | 简介 .....               | 1  |
| 1.1 | 完整性 .....              | 2  |
| 1.2 | 数据质量 .....             | 9  |
| 1.3 | 计算和有效数字 .....          | 10 |
| 2   | 设备泄漏 .....             | 11 |
| 2.1 | 设备泄漏的 1 级方法 .....      | 12 |
| 2.2 | 设备泄漏的 2 级方法 .....      | 13 |
| 2.3 | 设备泄漏的 3 级方法 .....      | 20 |
| 2.4 | 设备泄漏的 4 级和 5 级方法 ..... | 24 |
| 3   | 储罐 .....               | 30 |
| 3.1 | 储罐 1 级方法 .....         | 31 |
| 3.2 | 储罐 2 级方法 .....         | 31 |
| 3.3 | 储罐 3 级方法 .....         | 33 |
| 4   | 固定燃烧源 .....            | 34 |
| 4.1 | 固定燃烧源 1 级方法 .....      | 36 |
| 4.2 | 固定燃烧源 2 级方法 .....      | 38 |
| 4.3 | 固定燃烧源 3A 级方法 .....     | 43 |
| 4.4 | 固定燃烧源 3B 级方法 .....     | 45 |
| 4.5 | 固定燃烧源 4 级方法 .....      | 46 |
| 5   | 工艺排放口 .....            | 56 |
| 5.1 | 催化裂化装置 .....           | 57 |
| 5.2 | 流化焦化装置 .....           | 68 |

|      |                        |     |
|------|------------------------|-----|
| 5.3  | 延迟焦化装置 .....           | 69  |
| 5.4  | 催化重整装置 .....           | 72  |
| 5.5  | 硫磺回收装置 .....           | 74  |
| 5.6  | 其他各种工艺排放口 .....        | 76  |
| 6    | 火炬 .....               | 84  |
| 6.1  | 火炬估算 1 级方法 .....       | 85  |
| 6.2  | 火炬估算 2 级方法 .....       | 87  |
| 6.3  | 火炬估算 3 级方法 .....       | 87  |
| 6.4  | 火炬估算 4 级方法 .....       | 90  |
| 6.5  | 火炬估算 5 级和 6 级方法 .....  | 91  |
| 7    | 污水收集和处理系统 .....        | 93  |
| 7.1  | 污水处理单元 1 级方法 .....     | 94  |
| 7.2  | 污水处理单元 2 级方法 .....     | 94  |
| 7.3  | 污水处理单元 3 级方法 .....     | 102 |
| 8    | 冷却塔 .....              | 106 |
| 8.1  | 冷却塔估算 1 级和 2 级方法 ..... | 107 |
| 8.2  | 冷却塔估算 3 级方法 .....      | 113 |
| 8.3  | 冷却塔估算 4 级方法 .....      | 115 |
| 8.4  | 冷却塔估算 5 级方法 .....      | 116 |
| 9    | 装卸操作 .....             | 122 |
| 9.1  | 可用的产品组成和性质数据 .....     | 123 |
| 9.2  | 装载操作的 1 级方法 .....      | 124 |
| 9.3  | 装载操作的 2 级和 3 级方法 ..... | 124 |
| 9.4  | 装载操作的 4 级方法 .....      | 126 |
| 10   | 扬尘源 .....              | 132 |
| 11   | 开车和停车 .....            | 134 |
| 11.1 | 气体加工容器泄压和吹扫 .....      | 134 |

|                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------|-----|
| 11.2 液体加工容器泄压和吹扫.....                                          | 136 |
| 12 故障/意外事故.....                                                | 138 |
| 12.1 控制装置故障 .....                                              | 139 |
| 12.2 容器超压 .....                                                | 140 |
| 12.3 喷溅 .....                                                  | 143 |
| 参考文献 .....                                                     | 144 |
| 附录 A 平均物流组成.....                                               | 148 |
| 附录 B 污水处理系统方程 .....                                            | 154 |
| 附录 C TANKS 模型使用入门.....                                         | 166 |
| 附录 D 石油基燃料的燃烧源在空气中有害排放的排放系数，最终报告，<br>第 2 卷—CARB 法制定的排放系数 ..... | 172 |
| 缩略语和缩写索引 .....                                                 | 227 |

# 1 简介

本书旨在为炼油厂拥有者和工作人员提供指导和说明，改进按美国环保局（U.S.EPA）2011 年信息采集要求（ICR）收集的石油炼制工业排放清单。本书提供了炼油厂各种污染源的多级排放检测或估算方法，给出了污染物排放清单。

针对各类污染源不同的排放检测或估算方法，按优先等级进行了排序，其中，1 级方法为首选方法，其次为 2 级方法，依此类推。要求炼油厂的拥有者和工作人员在能获得相关数据的前提下尽可能使用最高等级的方法（1 级方法是最高等级）。1 级和 2 级方法都需要使用连续的排放检测数据。当连续检测数据无法获得时，工程设计计算或特定污染源排放系数法也可使用（3 级和 4 级方法），这些方法都需要定期、特定点的检测数据。当特定点的检测数据也无法获得时，才可以使用默认排放系数法进行估算（5 级方法）。但本书不要求炼油厂拥有者和工作人员进行额外的检测或测试。若某排放源有连续的排放检测数据，在制作该污染源的排放清单时应使用这些数据。本书并未要求炼油厂必须安装和使用连续排放检测系统。如果无法得到检测数据，可使用本书中提供的排放系数进行估算，以满足炼油厂信息收集要求。

在编制过程中，U.S.EPA 对现有排放源检测数据进行了审核以验证或确认现有排放系数，并为目前尚无默认排放系数的污染源开发了新的排放系数。U.S.EPA 也在开车、停车和故障状态下污染源的特性及排放量估算等方面提供了指导。2010 年 1 月 7 日，在 U.S.EPA 网站（<http://www.epa.gov/ttn/chief/efpac/esttools.html>）上发布炼油厂排放估算协议的“同行审查草案版”（1.0 版），公开征求意见，共收到了三个群体的意见。根据这些意见，修订完成了“草稿 ICR 版”（2.0 版），在用于信息收集（ICR）前，再次进行了征求意见。据此期间征集到的公众意见，完成“最终 ICR 版”（2.1 版）炼油厂排放协议。炼油厂拥有者和工作人员在使用 2011 版炼油厂 ICR 制定排放清单之前应及时浏览 U.S.EPA 网站或炼油厂 ICR 网站（<https://refineryicr.rti.org>），以确保采用最新版的炼油厂排放协议文件。

## 1.1 完整性

应对炼油厂每个污染源排放进行估算，包括辅助源和非炼油工艺单元。尽管本书试图对典型炼油厂中每个排放源进行识别并提供估算方法，但仍可能存在部分污染源（指存在于炼油厂并受炼油厂所有者或工作人员控制的）未在本书中进行明确说明。另外，可能还有部分污染源在本书中虽有说明，但没有足够的排放数据用于提供默认的排放系数（5 级方法）。不管该污染源在本书中是否有说明，炼油厂污染源排放估算应包括炼油厂中存在的所有污染源。

同样，应对每种污染物排放进行估算[温室气体（GHGs）除外，温室气体应按强制性温室气体排放报告规则（最终规定，74FR56260）的规定呈报]。表 1-1 列出了本书中描述的各种污染源预计排放的污染物清单。实心圆圈表示应该开展排放估算的化合物/排放源。空心圆圈表示可能需要呈报（如果化学品存在或可以得到其物质数据），但没有这些内容，排放清单也是完整的。总之，挥发性有机化合物（VOC）倾向于用 U.S.EPA 方法 25、25A—25E 或方法 305 测定的总 VOC 来表征；当能获得 VOC 具体物种成分时则应提供这些数据，但不强求进行 VOC 具体物质排放量估算。当要计算表 1-1 中实心圈的化合物/排放源时，不需要重新采样或分析，可以使用现有数据辅以工程分析进行相关估算（本书中提供了具体方法）。

有些标准污染物，如  $PM_{10}$  或  $PM_{2.5}$  是颗粒物（PM）中可过滤或可冷凝的部分（见颗粒物排放清单）。其他标准污染物，如二氧化氮（ $NO_2$ ），通常以化学品的组合形式来确定或调整。例如，氮氧化物（ $NO_x$ ）的排放量是  $NO_2$  和一氧化氮（NO）排放量之和。表 1-1 中包含这些物质的目的不在于将这些污染物作为标准污染物，而是建议将它们纳入炼油厂排放清单中。提供这些估算不需要重新采样或分析，可以使用现有数据辅以工程分析进行相关估算（本书提供了具体方法）。

### 颗粒物（PM）排放清单术语

PM 排放清单有其自己的术语和结构。完整的 PM 排放清单包括下列内容：

- $PM_{10}$ -PRI：粒径小于或等于  $10\ \mu m$  的 PM。 $PM_{10}$ -PRI =  $PM_{10}$ -FIL + PM-CON。
- $PM_{10}$ -FIL：粒径小于或等于  $10\ \mu m$  的 PM 中可过滤的部分（或前半段）。
- PM-CON：可冷凝的 PM（或后半段）。所有可冷凝 PM 粒径都小于  $2.5\ \mu m$ 。
- $PM_{2.5}$ -PRI：粒径小于或等于  $2.5\ \mu m$  的 PM。 $PM_{2.5}$ -PRI =  $PM_{2.5}$ -FIL + PM-CON。
- $PM_{2.5}$ -FIL：粒径小于或等于  $2.5\ \mu m$  的 PM 中可过滤的部分（或前半段）。



| CAS 号或<br>污染物<br>编码 | 物质           | 设备泄漏 | 储罐 | 固定燃烧源 | 工艺排放口  |        |        |        |        |      |      |      | 火炬   | 污水   | 冷却塔 | 产品装卸 | 面源尘源 | 开车和停车 | 故障 |
|---------------------|--------------|------|----|-------|--------|--------|--------|--------|--------|------|------|------|------|------|-----|------|------|-------|----|
|                     |              |      |    |       | 催化裂化单元 | 流化焦化单元 | 延迟焦化单元 | 催化重整单元 | 硫磺回收装置 | 制氢装置 | 沥青装置 | 焦炭煅烧 | 放空系统 | 真空系统 |     |      |      |       |    |
| 106-98-9            | 1-丁烯         | ○    | ○  | ○     | ○      | ○      | ○      | ○      |        | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○   | ○    | ○    | ○     | ○  |
| 107-01-7            | 2-丁烯         | ○    | ○  | ○     | ○      | ○      | ○      | ○      |        | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○   | ○    | ○    | ○     | ○  |
| 115-11-7            | 异丁烯          | ○    | ○  | ○     | ○      | ○      | ○      | ○      |        | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○   | ○    | ○    | ○     | ○  |
| 590-19-2            | 1,2-丁二烯      | ○    | ○  | ○     | ○      | ○      | ○      | ○      |        | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○   | ○    | ○    | ○     | ○  |
| 109-66-0            | 正戊烷          | ○    | ○  | ○     | ○      | ○      | ○      | ○      |        | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○   | ○    | ○    | ○     | ○  |
| 78-78-4             | 2-甲基丁烷       | ○    | ○  | ○     | ○      | ○      | ○      | ○      |        | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○   | ○    | ○    | ○     | ○  |
| 287-92-3            | 环戊烷          | ○    | ○  | ○     | ○      | ○      | ○      | ○      |        | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○   | ○    | ○    | ○     | ○  |
| 591-95-7            | 1,2-戊二烯      | ○    | ○  | ○     | ○      | ○      | ○      | ○      |        | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○   | ○    | ○    | ○     | ○  |
| 1574-41-0           | 1-顺式-3-戊二烯   | ○    | ○  | ○     | ○      | ○      | ○      | ○      |        | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○   | ○    | ○    | ○     | ○  |
| 2004-70-8           | 1-反式-3-戊二烯   | ○    | ○  | ○     | ○      | ○      | ○      | ○      |        | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○   | ○    | ○    | ○     | ○  |
| 591-93-5            | 1,4-戊二烯      | ○    | ○  | ○     | ○      | ○      | ○      | ○      |        | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○   | ○    | ○    | ○     | ○  |
| 591-96-8            | 2,3-戊二烯      | ○    | ○  | ○     | ○      | ○      | ○      | ○      |        | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○   | ○    | ○    | ○     | ○  |
| 598-25-4            | 3-甲基-1,2-丁二烯 | ○    | ○  | ○     | ○      | ○      | ○      | ○      |        | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○   | ○    | ○    | ○     | ○  |
| 78-79-5             | 2-甲基-1,3-丁二烯 | ○    | ○  | ○     | ○      | ○      | ○      | ○      |        | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○   | ○    | ○    | ○     | ○  |
| 542-92-7            | 环戊二烯         | ○    | ○  | ○     | ○      | ○      | ○      | ○      |        | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○   | ○    | ○    | ○     | ○  |
| 110-82-7            | 环己烷          | ○    | ○  | ○     | ○      | ○      | ○      | ○      |        | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○   | ○    | ○    | ○     | ○  |
| 108-87-2            | 甲基环己烷        | ○    | ○  | ○     | ○      | ○      | ○      | ○      |        | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○   | ○    | ○    | ○     | ○  |
| 142-82-5            | 庚烷（和异构体）     | ○    | ○  | ○     | ○      | ○      | ○      | ○      |        | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○   | ○    | ○    | ○     | ○  |
| 111-65-9            | 辛烷（和异构体）     | ○    | ○  | ○     | ○      | ○      | ○      | ○      |        | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○   | ○    | ○    | ○     | ○  |
| 78-93-3             | 甲基乙基酮        | ○    | ○  | ○     | ○      | ○      | ○      | ○      |        | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○   | ○    | ○    | ○     | ○  |
| 25551-13-7          | 三甲基苯         | ○    | ○  | ○     | ○      | ○      | ○      | ○      |        | ○    | ○    | ○    | ○    | ○    | ○   | ○    | ○    | ○     | ○  |
| 挥发性有机 HAPs          |              |      |    |       |        |        |        |        |        |      |      |      |      |      |     |      |      |       |    |
| 75-07-0             | 乙醛           | ○    | ○  | ●     | ●      | ●      | ●      | ●      | ○      | ●    | ●    | ●    | ○    | ○    | ●   | ○    | ○    | ○     | ○  |
| 107-02-8            | 丙烯醛          | ○    | ○  | ●     | ●      | ●      | ●      | ●      | ○      | ○    | ○    | ●    | ○    | ○    | ●   | ○    | ○    | ○     | ○  |
| 62-53-3             | 苯胺           | ○    | ○  | ●     | ●      | ●      | ●      | ●      | ○      | ○    | ○    | ●    | ○    | ○    | ●   | ○    | ○    | ○     | ○  |
| 71-43-2             | 苯            | ●    | ●  | ●     | ●      | ●      | ●      | ●      |        | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●   | ●    | ●    | ●     | ●  |
| 74-83-9             | 溴甲烷          | ○    | ○  |       |        |        |        |        |        |      |      |      |      |      | ○   | ○    |      |       |    |
| 106-99-0            | 1,3-丁二烯      | ●    | ●  | ●     | ●      | ●      | ●      | ●      |        | ●    | ●    | ●    | ●    | ●    | ●   | ●    | ●    | ●     | ●  |
| 75-00-3             | 氯乙烷          | ○    | ○  |       |        |        |        | ○      |        |      |      |      |      |      | ○   | ○    |      |       |    |
| 67-66-3             | 三氯甲烷         | ○    | ○  |       |        |        |        | ●      |        |      |      |      |      |      | ○   | ○    |      |       |    |
| 74-87-3             | 氯甲烷          | ○    | ○  |       |        |        |        | ○      |        |      |      |      |      |      | ○   | ○    |      |       |    |

| CAS 号或<br>污染物<br>编码 | 物质           | 设备<br>泄漏 | 储罐 | 固定<br>燃烧源 | 工艺排放口      |            |            |            |            |          |          |          | 火炬       | 污水       | 冷却<br>塔 | 产品<br>装卸 | 面源<br>尘源 | 开车<br>和停车 | 故障 |
|---------------------|--------------|----------|----|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|----------|----------|-----------|----|
|                     |              |          |    |           | 催化<br>裂化单元 | 流化<br>焦化单元 | 延迟<br>焦化单元 | 催化<br>重整单元 | 硫磺<br>回收装置 | 制氢<br>装置 | 沥青<br>装置 | 焦炭<br>煅烧 | 放空<br>系统 | 真空<br>系统 |         |          |          |           |    |
| 98-82-8             | 异丙基苯         | ●        | ●  | ●         | ●          | ●          | ●          | ●          |            | ●        | ●        | ●        | ●        | ●        | ●       | ●        |          | ●         | ●  |
| 106-93-4            | 1,2-二溴乙烷     | ○        | ○  |           |            |            |            | ○          |            |          |          |          |          |          | ○       | ○        | ○        |           |    |
| 106-46-7            | 1,4-二氯苯      | ○        | ○  | ○         |            |            |            | ○          |            |          |          |          |          |          | ○       | ○        |          |           |    |
| 75-34-3             | 1,1-二氯乙烷     | ○        | ○  |           |            |            |            | ○          |            |          |          |          |          |          | ○       | ○        |          |           |    |
| 107-06-2            | 1,2-二氯乙烷     | ○        | ○  |           |            |            |            | ○          |            |          |          |          |          |          | ○       | ○        |          |           |    |
| 75-35-4             | 1,1-二氯乙烯     | ○        | ○  |           |            |            |            | ●          |            |          |          |          |          |          | ○       | ○        |          |           |    |
| 78-87-5             | 1,2-二氯丙烷     | ○        | ○  |           |            |            |            | ○          |            |          |          |          |          |          | ○       | ○        |          |           |    |
| 542-75-6            | 1,3-二氯丙烯     | ○        | ○  |           |            |            |            | ○          |            |          |          |          |          |          | ○       | ○        |          |           |    |
| 111-42-2            | 二乙醇胺         | ●        | ●  |           |            |            |            |            | ●          |          |          |          |          |          | ○       | ○        |          | ○         | ○  |
| 100-41-4            | 乙基苯          | ●        | ●  | ●         | ●          | ●          | ●          | ●          |            | ●        | ●        | ●        | ●        | ●        | ●       | ●        | ●        | ●         | ●  |
| 50-00-0             | 甲醛           | ○        | ○  | ●         | ●          | ●          | ●          | ●          |            | ●        | ●        | ●        | ○        | ○        | ●       | ○        | ○        | ○         | ●  |
| 67-72-1             | 六氯乙烷         | ○        | ○  |           |            |            |            | ○          |            |          |          |          |          |          | ○       |          |          |           |    |
| 110-54-3            | 正己烷          | ●        | ●  | ●         | ●          | ●          | ●          | ●          |            | ●        | ●        | ●        | ●        | ●        | ●       | ●        | ●        | ●         | ●  |
| 67-56-1             | 甲醇           |          |    |           |            |            |            |            |            | ●        | ●        |          |          |          | ○       | ○        |          |           |    |
| 108-10-1            | 甲基异丁基酮       | ●        | ●  | ●         | ●          | ●          | ●          | ●          |            | ●        | ●        | ●        | ●        | ●        | ●       | ●        | ●        | ●         | ●  |
| 1634-04-4           | 甲基叔丁基酯       | ○        | ○  | ○         | ○          | ○          | ○          | ○          |            | ○        | ○        | ○        | ○        | ○        | ○       | ○        | ○        | ○         | ○  |
| 100-42-5            | 苯乙烯          | ●        | ●  | ●         | ●          | ●          | ●          | ●          |            | ●        | ●        | ●        | ●        | ●        | ●       | ●        | ●        | ●         | ●  |
| 79-34-5             | 1,1,2,2-四氯乙烷 | ○        | ○  |           |            |            |            | ●          |            |          |          |          |          |          | ○       | ○        |          |           |    |
| 127-18-4            | 四氯乙烯         | ○        | ○  |           |            |            |            | ●          |            |          |          |          |          |          | ○       | ○        |          |           |    |
| 108-88-3            | 甲苯           | ●        | ●  | ●         | ●          | ●          | ●          | ●          |            | ●        | ●        | ●        | ●        | ●        | ●       | ●        | ●        | ●         | ●  |
| 79-00-5             | 1,1,2-三氯乙烷   | ○        | ○  |           |            |            |            | ●          |            |          |          |          |          |          | ○       | ○        |          |           |    |
| 79-01-6             | 三氯乙烯         | ○        | ○  |           |            |            |            | ●          |            |          |          |          |          |          | ○       | ○        |          |           |    |
| 121-44-8            | 三乙胺          | ●        | ●  |           |            |            |            |            | ●          |          |          |          |          |          | ○       | ○        |          | ○         | ○  |
| 540-84-1            | 2,2,4-三甲基戊烷  | ●        | ●  | ●         | ●          | ●          | ●          | ●          |            | ●        | ●        | ●        | ●        | ●        | ●       | ●        | ●        | ●         | ●  |
| 593-60-2            | 溴代乙烯         | ○        | ○  |           |            |            |            | ○          |            |          |          |          |          |          | ○       | ○        |          |           |    |
| 75-01-4             | 氯乙烯          | ○        | ○  |           |            |            |            | ●          |            |          |          |          |          |          | ○       | ○        |          |           |    |
| 95-47-6             | 邻二甲苯         | ●        | ●  | ●         | ●          | ●          | ●          | ●          |            | ●        | ●        | ●        | ●        | ●        | ●       | ●        | ●        | ●         | ●  |
| 108-38-3            | 间二甲苯         | ●        | ●  | ●         | ●          | ●          | ●          | ●          |            | ●        | ●        | ●        | ●        | ●        | ●       | ●        | ●        | ●         | ●  |
| 106-42-3            | 对二甲苯         | ●        | ●  | ●         | ●          | ●          | ●          | ●          |            | ●        | ●        | ●        | ●        | ●        | ●       | ●        | ●        | ●         | ●  |
| 1330-20-7           | 混二甲苯（总）      | ●        | ●  | ●         | ●          | ●          | ●          | ●          |            | ●        | ●        | ●        | ●        | ●        | ●       | ●        | ●        | ●         | ●  |

半挥发性、非挥发性有机 HAPs[不含二噁英、呋喃和多氯联苯（PCBs）]

| CAS号或<br>污染物<br>编码 | 物质             | 设备<br>泄漏 | 储罐 | 固定<br>燃烧源 | 工艺排放口      |            |            |            |            |          |          |          | 火炬 | 污水 | 冷却<br>塔 | 产品<br>装卸 | 面源<br>尘源 | 开车<br>和停车 | 故障 |          |
|--------------------|----------------|----------|----|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|----------|----------|----------|----|----|---------|----------|----------|-----------|----|----------|
|                    |                |          |    |           | 催化<br>裂化单元 | 流化<br>焦化单元 | 延迟<br>焦化单元 | 催化<br>重整单元 | 硫磺<br>回收装置 | 制氢<br>装置 | 沥青<br>装置 | 焦炭<br>煅烧 |    |    |         |          |          |           |    | 放空<br>系统 |
| 83-32-9            | 萘              | ●        | ○  | ●         | ●          | ●          | ●          | ●          | ○          | ○        | ●        | ●        | ○  | ●  | ●       | ●        | ○        | ○         | ●  | ●        |
| 208-96-8           | 萘烯             | ●        | ○  | ●         | ●          | ●          | ●          | ●          | ○          | ○        | ●        | ●        | ○  | ●  | ●       | ●        | ○        | ○         | ●  | ●        |
| 120-12-7           | 蒽              | ●        | ○  | ●         | ●          | ●          | ●          | ●          | ○          | ○        | ●        | ●        | ○  | ●  | ●       | ●        | ○        | ○         | ●  | ●        |
| 56-55-3            | 苯并蒽            | ●        | ○  | ●         | ●          | ●          | ●          | ●          | ○          | ○        | ●        | ●        | ○  | ●  | ●       | ●        | ○        | ○         | ●  | ●        |
| 50-32-8            | 苯并[a]蒽         | ●        | ○  | ●         | ●          | ●          | ●          | ●          | ○          | ○        | ●        | ●        | ○  | ●  | ●       | ●        | ○        | ○         | ●  | ●        |
| 205-99-2           | 苯并[b]荧蒽        | ●        | ○  | ●         | ●          | ●          | ●          | ●          | ○          | ○        | ●        | ●        | ○  | ●  | ●       | ●        | ○        | ○         | ●  | ●        |
| 192-97-2           | 苯并[e]蒽         | ●        | ○  | ●         | ●          | ●          | ●          | ●          | ○          | ○        | ●        | ●        | ○  | ●  | ●       | ●        | ○        | ○         | ●  | ●        |
| 191-24-2           | 苯并[g,h,i]蒽     | ●        | ○  | ●         | ●          | ●          | ●          | ●          | ○          | ○        | ●        | ●        | ○  | ●  | ●       | ●        | ○        | ○         | ●  | ●        |
| 207-08-9           | 苯并[k]荧蒽        | ●        | ○  | ●         | ●          | ●          | ●          | ●          | ○          | ○        | ●        | ●        | ○  | ●  | ●       | ●        | ○        | ○         | ●  | ●        |
| 92-52-4            | 联苯             | ●        | ○  | ●         | ●          | ●          | ●          | ●          | ○          | ○        | ●        | ●        | ○  | ●  | ●       | ●        | ○        | ○         | ●  | ●        |
| 117-81-7           | 双邻苯二甲酸<br>二酯   |          |    | ○         | ●          | ●          |            |            |            |          | ○        |          |    |    |         |          |          |           |    |          |
| 91-58-7            | 2-氯萘           | ●        | ○  | ●         | ●          | ●          | ●          | ●          | ○          | ○        | ●        | ●        | ○  | ●  | ●       | ●        | ○        | ○         | ●  | ●        |
| 108-39-4           | 间甲苯酚           | ●        | ●  | ●         | ●          | ●          | ●          | ●          | ○          | ○        | ●        | ●        | ○  | ●  | ●       | ●        | ●        |           | ●  | ●        |
| 95-48-7            | 邻甲苯酚           | ●        | ●  | ●         | ●          | ●          | ●          | ●          | ○          | ○        | ●        | ●        | ○  | ●  | ●       | ●        | ●        |           | ●  | ●        |
| 106-44-5           | 对甲苯酚           | ●        | ●  | ●         | ●          | ●          | ●          | ●          | ○          | ○        | ●        | ●        | ○  | ●  | ●       | ●        | ●        |           | ●  | ●        |
| 1319-77-3          | 混甲苯酚（总）        | ●        | ●  | ●         | ●          | ●          | ●          | ●          | ○          | ○        | ●        | ●        | ○  | ●  | ●       | ●        | ●        |           | ●  | ●        |
| 53-70-3            | 二苯并[a,h]蒽      | ●        | ○  | ●         | ●          | ●          | ●          | ●          | ○          | ○        | ●        | ●        | ○  | ●  | ●       | ●        | ○        | ○         | ●  | ●        |
| 84-74-2            | 苯二甲酸二正丁酯       |          |    | ○         | ●          | ●          |            |            |            |          | ○        |          |    |    |         |          |          |           |    |          |
| 84-66-2            | 邻苯二甲酸二乙酯       |          |    | ○         | ●          | ●          |            |            |            |          | ○        |          |    |    |         |          |          |           |    |          |
| 57-97-6            | 7,12-二甲基苯并蒽    | ●        | ○  | ●         | ●          | ●          | ●          | ●          | ○          | ○        | ●        | ●        | ○  | ●  | ●       | ●        | ○        | ○         | ●  | ●        |
| 206-44-0           | 荧蒽             | ●        | ○  | ●         | ●          | ●          | ●          | ●          | ○          | ○        | ●        | ●        | ○  | ●  | ●       | ●        | ○        | ○         | ●  | ●        |
| 86-73-7            | 芴              | ●        | ○  | ●         | ●          | ●          | ●          | ●          | ○          | ○        | ●        | ●        | ○  | ●  | ●       | ●        | ○        | ○         | ●  | ●        |
| 193-39-5           | 茚并[1,2,3-c,d]蒽 | ●        | ○  | ●         | ●          | ●          | ●          | ●          | ○          | ○        | ●        | ●        | ○  | ●  | ●       | ●        | ○        | ○         | ●  | ●        |
| 56-49-5            | 3-甲基胆蒽         | ●        | ○  | ●         | ●          | ●          | ●          | ●          | ○          | ○        | ●        | ●        | ○  | ●  | ●       | ●        | ○        | ○         | ●  | ●        |
| 91-57-6            | 2-甲基萘          | ●        | ○  | ●         | ●          | ●          | ●          | ●          | ○          | ○        | ●        | ●        | ○  | ●  | ●       | ●        | ○        | ○         | ●  | ●        |
| 218-01-9           | 蒎              | ●        | ○  | ●         | ●          | ●          | ●          | ●          | ○          | ○        | ●        | ●        | ○  | ●  | ●       | ●        | ○        | ○         | ●  | ●        |
| 91-20-3            | 萘              | ●        | ●  | ●         | ●          | ●          | ●          | ●          | ○          | ○        | ●        | ●        | ○  | ●  | ●       | ●        | ○        | ○         | ●  | ●        |
| 198-55-0           | 花              | ●        | ○  | ●         | ●          | ●          | ●          | ●          | ○          | ○        | ●        | ●        | ○  | ●  | ●       | ●        | ○        | ○         | ●  | ●        |
| 85-01-8            | 菲              | ●        | ○  | ●         | ●          | ●          | ●          | ●          | ○          | ○        | ●        | ●        | ○  | ●  | ●       | ●        | ○        | ○         | ●  | ●        |
| 108-95-2           | 酚              | ●        | ●  | ●         | ●          | ●          | ●          | ●          | ○          | ○        | ●        | ●        | ○  | ●  | ●       | ●        |          |           | ●  | ●        |