

工业源VOCs污染防控政策 及减排技术

张钢锋

上海市环境科学研究院

2015-11-06

- **VOCs污染防治的背景**
- **VOCs污染防治政策法规**
- **VOCs减排技术及应用要求**

1

VOCs污染防治的背景

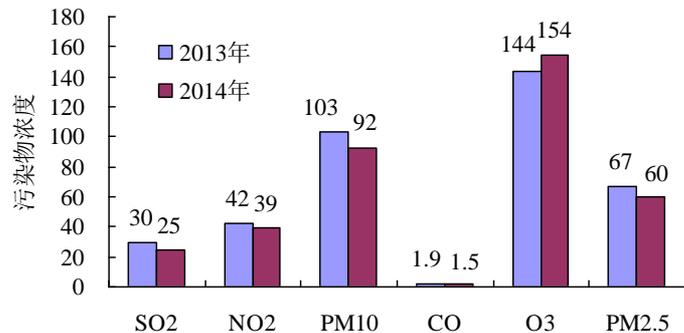
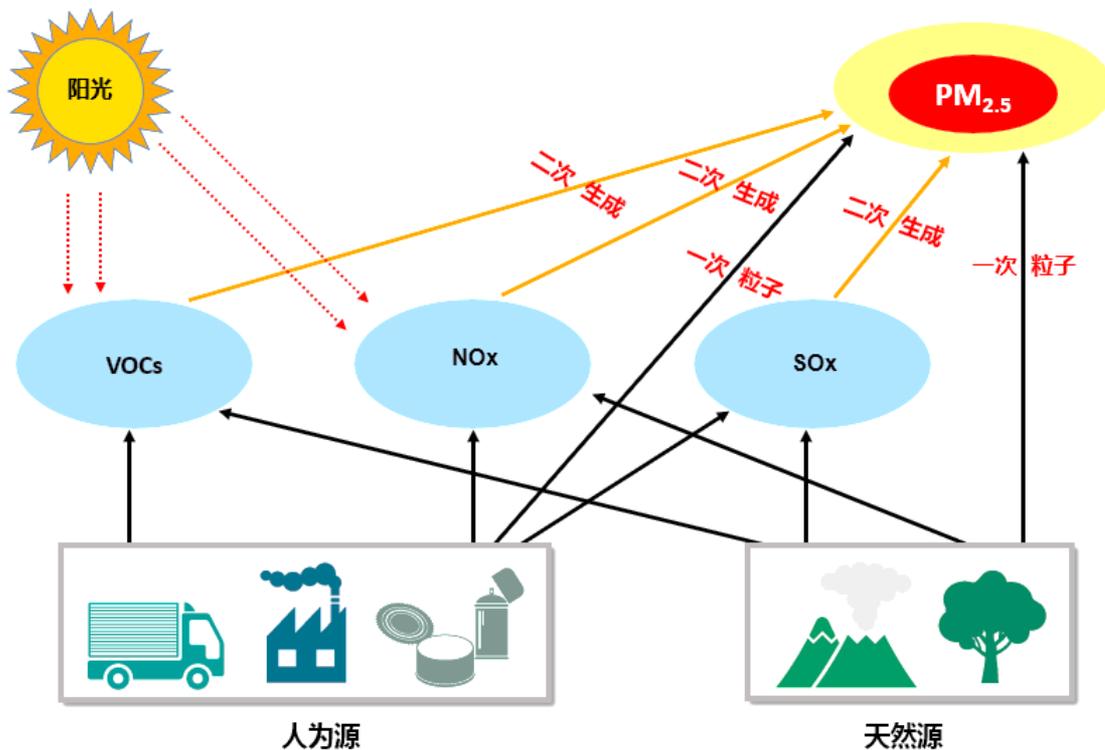
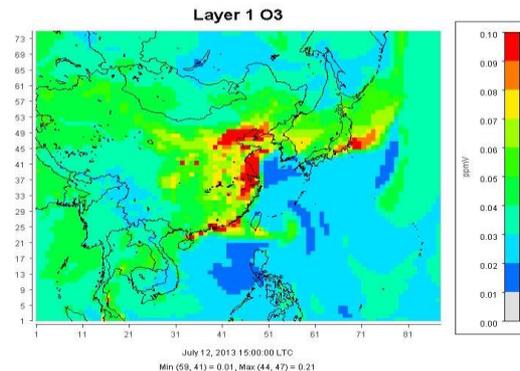
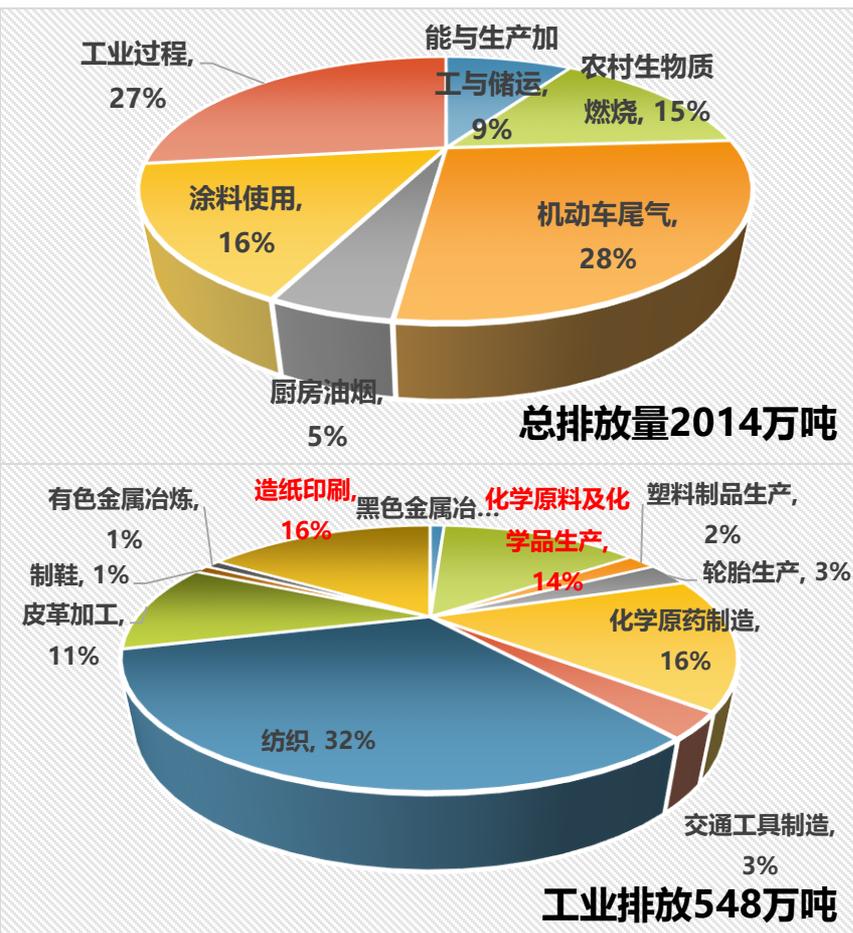


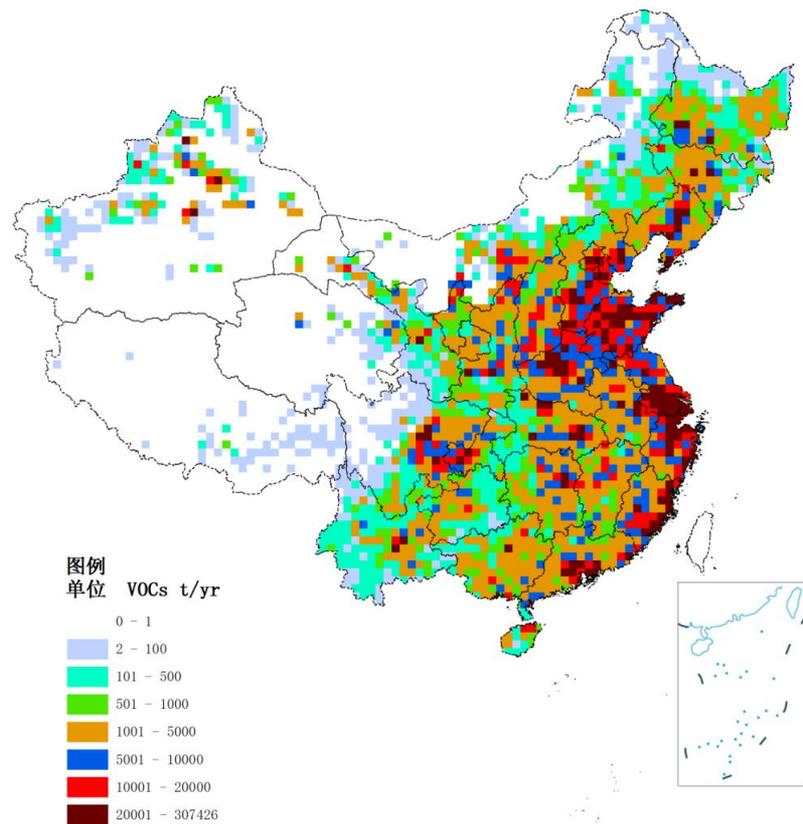
图 长三角区域2013年、2014年各主要污染物浓度



- VOCs是O₃和PM_{2.5}的关键前体物，对夏季臭氧和秋冬季的细颗粒物污染贡献巨大



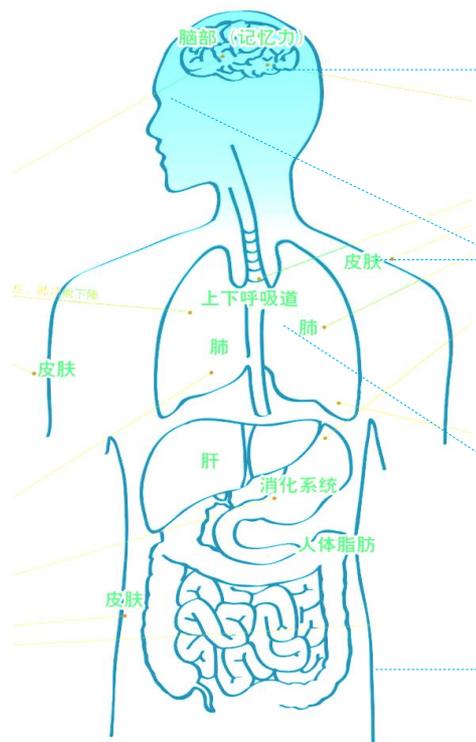
数据来源：中国环境科学研究院



- 中国人为源VOCs排放总量约为美国的2.2倍
- 与我国SO₂和NO_x的排放总量水平接近

● 约30%的VOCs物种属于有毒有害物，直接危害人体**健康**：

有些VOCs是有毒有害物，其具有挥发性、脂溶性及渗透性，会以呼吸等方式进入人体，伤害人体健康。



➤ **血液，神经系统** 恶臭类，含硫、含氮、含氯有机物

➤ **眼睛、皮肤** 醛类最突出，含硫、含氮、含氯有机物

➤ **呼吸系统** 醛类，烯烃、烷烃、苯系物，有机卤化物

➤ **三致作用** 苯系物最突出，烯烃、含氯有机物、含氮有机物

VOCs气体泄漏通常是厂区 爆炸起火的罪魁祸首

中石油大连石化
吉林松原石化 辽宁抚顺石化
漳州古雷石化基地
兰州石化 南京扬子石化
中石化青岛分公司



2

VOCs污染防治政策法规

2000.04

《中华人民共和国大气污染防治法》

对有机烃类尾气、恶臭气体、有毒有害气体的排放提出严格要求，为后来对VOCs及其他有害气体治理政策的出台提供了法律基础

2010.05

《关于推进大气污染联防联控工作改善区域空气质量的指导意见》

VOCs和SO₂、NO_x、颗粒物一起作为联防联控的重点污染物。要求按照有关技术规范对从事漆喷、石化、制鞋、印刷、电子、服装干洗等排放VOCs的生产作业进行污染治理

2011.06

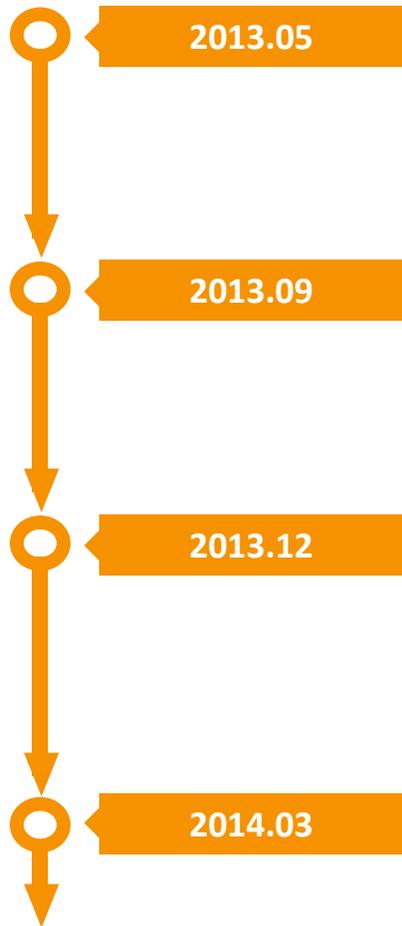
《国家环境保护“十二五”科技发展规划》

提出要针对VOCs研发污染控制技术综合评价指标体系和定量评估方法，筛选出最佳可行的大气污染控制技术，并要求以VOCs污染防治技术与装备作为主要的建设方向

2012.12

《重点区域大气污染防治“十二五”规划》

全面开展VOCs污染防治工作。新建排放VOCs的项目实行污染物排放减量替代，实现增产减污；同时提高VOCs排放类项目建设要求



《挥发性有机物污染防治技术政策》

提出了生产 VOCs物料和含 VOCs 产品的生产、储存运输销售、使用、消费各环节的污染防治策略和方法

《大气污染防治行动计划》（大气国十条）

在大气污染物排放的各个环节加大治理力度，提高治理效率；同时鼓励企业技术改造，提高科技创新能力，将VOCs 纳入排污费征收范围

《工业和信息化部关于石化和化学工业节能减排的指导意见》

推进挥发性有机物污染治理，在石化行业实施VOCs综合整治，完善涂料、胶粘剂等产品挥发性有机物限值标准，推广使用水性涂料，鼓励生产、销售和使用低毒、低挥发性有机溶剂，京津冀、长三角、珠三角等区域于 2015 年底前完成石化企业有机废气综合治理

《关于落实大气污染防治行动计划严格环境影响评价准入的通知》

对于石化、有机化工、表面涂装、包装印刷、原油成品油码头、储油库、加油站项目，必须采取严格的VOCs控制措施。对于排放VOCs的项目，必须落实相关污染物总量减排方案，上一年度环境空气质量相关污染物年平均浓度不达标的城市，应进行倍量削减替代

2014.05

《大气污染防治行动计划实施情况考核法（试行）》

在工业大气污染治理单项考核指标中，将工业挥发性有机物治理作为子指标项纳入大气污染防治重点完成任务，VOCs治理工程占考核分数的7%

2014.08

《大气挥发性有机物源排放清单编制技术指南（试行）》

增强VOCs防治工作的科学性、针对性和有效性，内容包括开展大气挥发性有机物源清单编制工作的主要技术方法、技术流程、工作内容、技术要求、质量管理等方面

2014.12

《石化行业挥发有机物综合治理整治方案》

对石化行业VOCs污染控制提出了明确要求。到2017年，全国石化行业基本完成VOCs综合整治工作，建成VOCs监测监控体系，VOCs排放总量较2014年削减30%以上

2015.06

《挥发性有机物排污收费试点办法》

将石油化工和包装印刷两个行业作为全国的试点行业，从2015年10月1日起试点征收VOCs排污费



中华人民共和国财政部
Ministry of Finance of the People's Republic of China
税政司

2015年7月14日 星期二 关键字 税政司 搜索 高级检索 返回主站

当前位置: 首页>政务信息>政策发布

关于印发《挥发性有机物排污收费试点办法》的通知

财税[2015]71号

各省、自治区、直辖市、计划单列市财政厅（局）、发展改革委、物价局、环境保护厅（局）：

为了规范挥发性有机物排污收费管理，改善环境质量，根据《中华人民共和国大气污染防治法》、《排污费征收使用管理条例》、《国务院关于印发大气污染防治行动计划的通知》（国发〔2013〕37号）等规定，我们制定了《挥发性有机物排污收费试点办法》，现印发给你们，请遵照执行。

附件：挥发性有机物排污收费试点办法

财政部 国家发展改革委 环境保护部

2015年6月18日

2015年
10月
1日起执行

- 附1 VOCs排污费试点行业情况表.docx
- 附2 石化行业VOCs排放量计算办法.doc
- 附3 包装印刷行业VOCs排放量计算办法.docx
- 附4 试点行业VOCs排放申报登记表.docx

VOCs排污收费试点办法的主要内容

目的及依据

试点行业

VOCs定义

收费对象

收费项目

计征方法

征收标准

征收主体

申报要求

真实性承诺

材料审核

费额确定

专项稽查

信息公开

排放费使用

具体执行

实施办法

解释部门

施行时间

19条

2007**全市摸底**

结合2007年环境污染源普查，将VOCs纳入普查因子，在此基础上建立了全市VOCs清单

2014**推进重点**

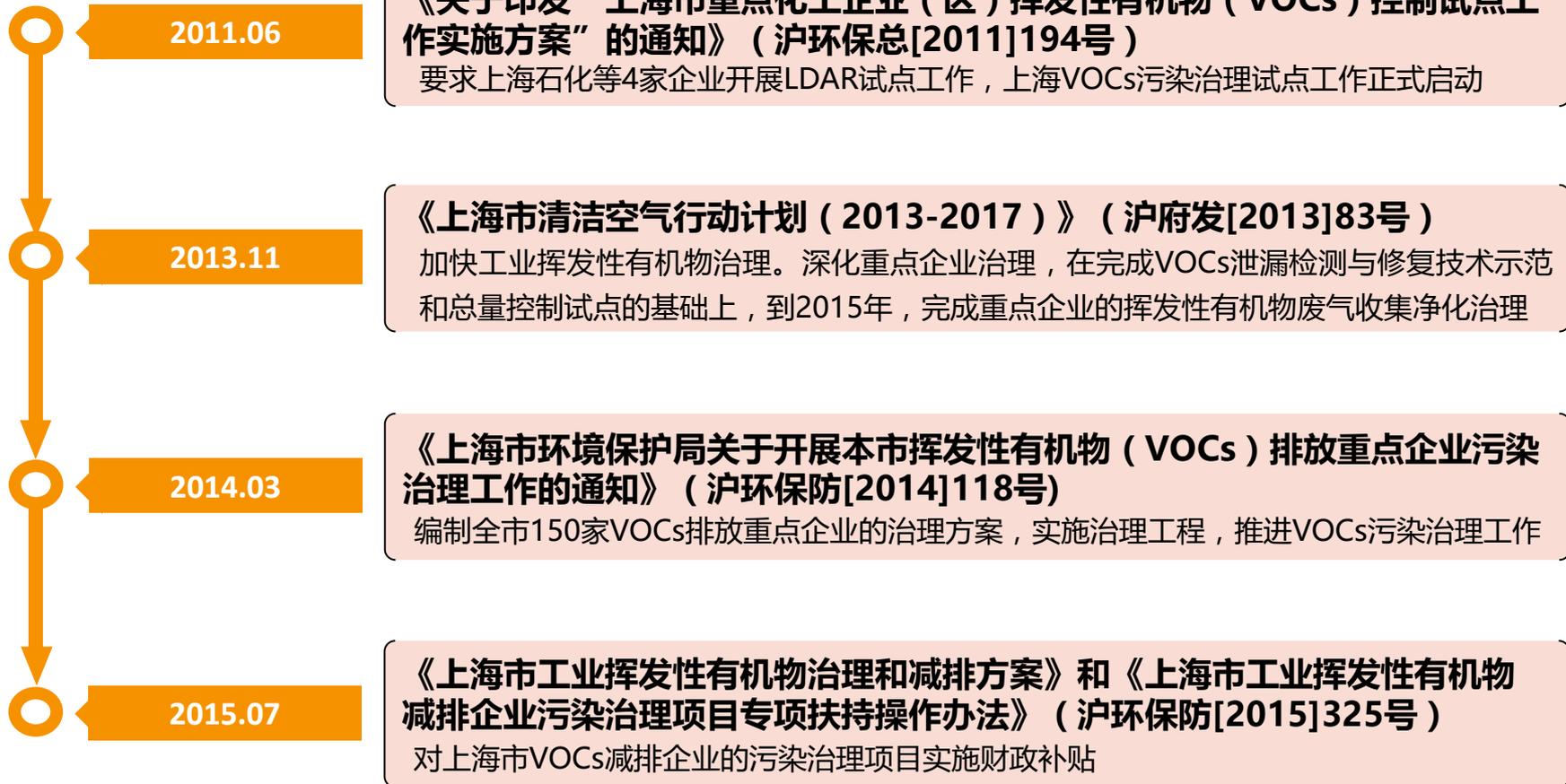
筛选全市排放量较大的150家重点企业，要求制定一厂一方案，并落实末端治理工程

2011**开展试点**

选择上海石化、高桥石化、华谊、赛科等重点企业进行VOCs治理，开展LDAR试点

2015**持续深化**

要求排放量较大的2000家企业实施VOCs减排，并给予财政补贴支持，引逼结合促减排



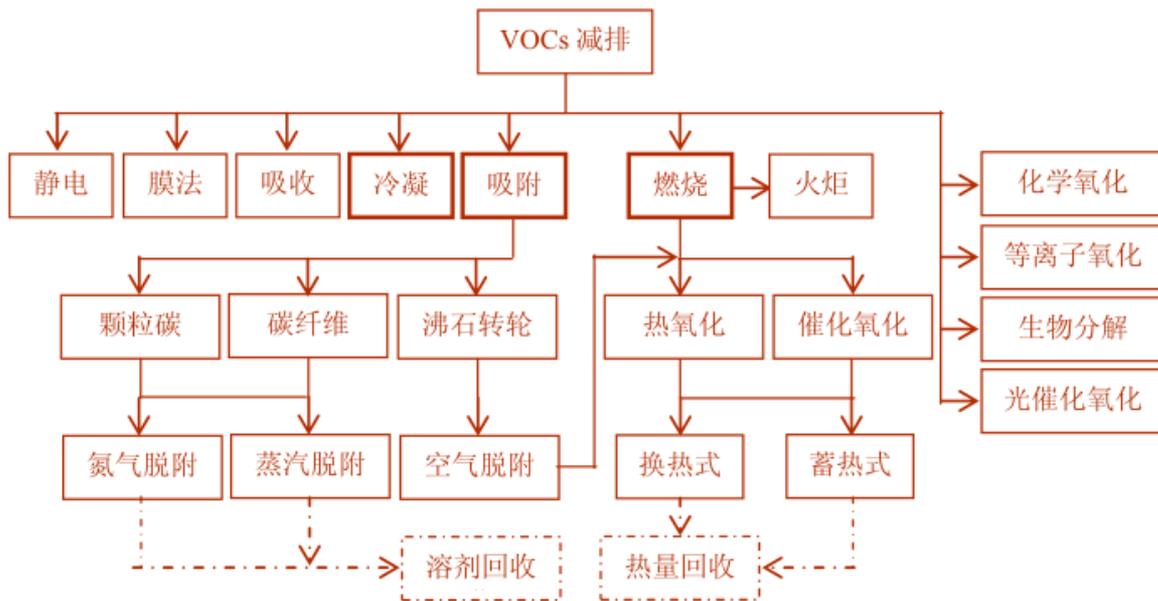
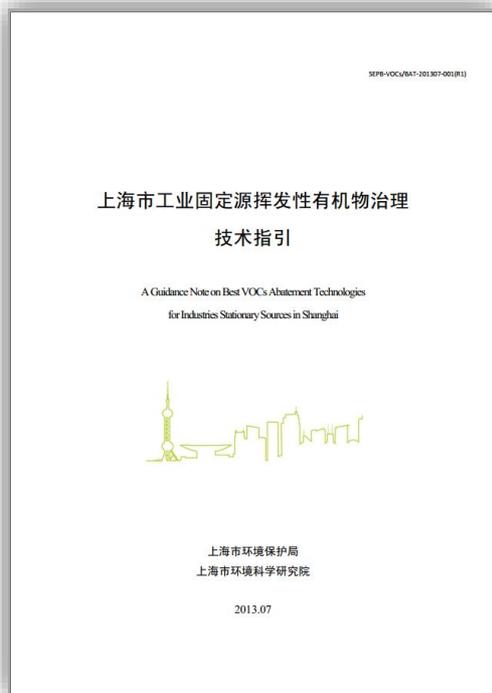
2014年7月25日，上海市发布《**上海市大气污染防治条例**》，自2014年10月1日起施行。对VOCs污染防治做如下要求：



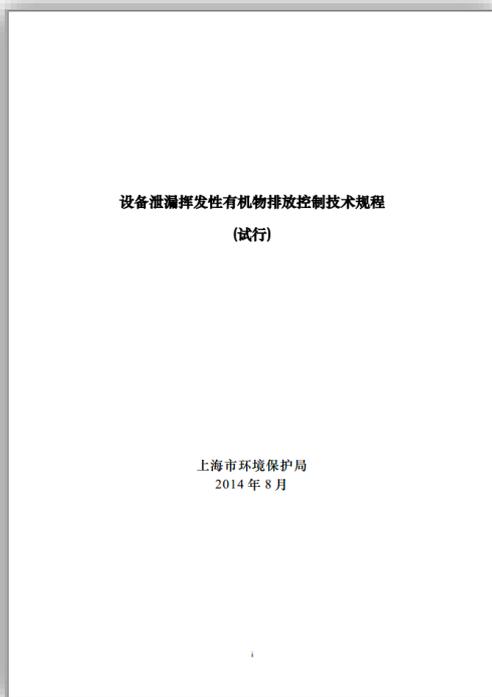
上海市大气污染防治条例

- 产生含挥发性有机物废气的生产经营活动，应当在密闭空间或者设备中进行，**设置废气收集和处理系统**，并保持其正常使用；造船等无法在密闭空间进行的生产经营活动，**应当采取有效措施，减少挥发性有机物排放。**
- 石油化工及其他使用有机溶剂的企业应当按照环保部门的规定**建立泄漏检测与修复制度，发生泄漏的应当及时修复。**
- 石油化工、化工等排放挥发性有机物的企业在计划维修、检修过程中，应当按照环保部门的规定，**对生产装置系统的停运、倒空、清洗等环节实施挥发性有机物排放控制。**
- **未配备挥发性有机物回收装置的，或者未在密闭空间或者设备中进行产生含挥发性有机物废气的生产经营活动，或者未设置废气收集和处理系统的，由环保部门责令停止违法行为，可以处一万元以上十万元以下罚款。**

该指引根据上海市经济技术发展水平，以及挥发性有机物排放控制要求，以防治结合、过程控制为依托，充分考虑资源回用和能源利用，**提出了具有较大减排潜力的末端治理技术，为上海市工业固定源挥发性有机物的减排工作提供技术支撑。**



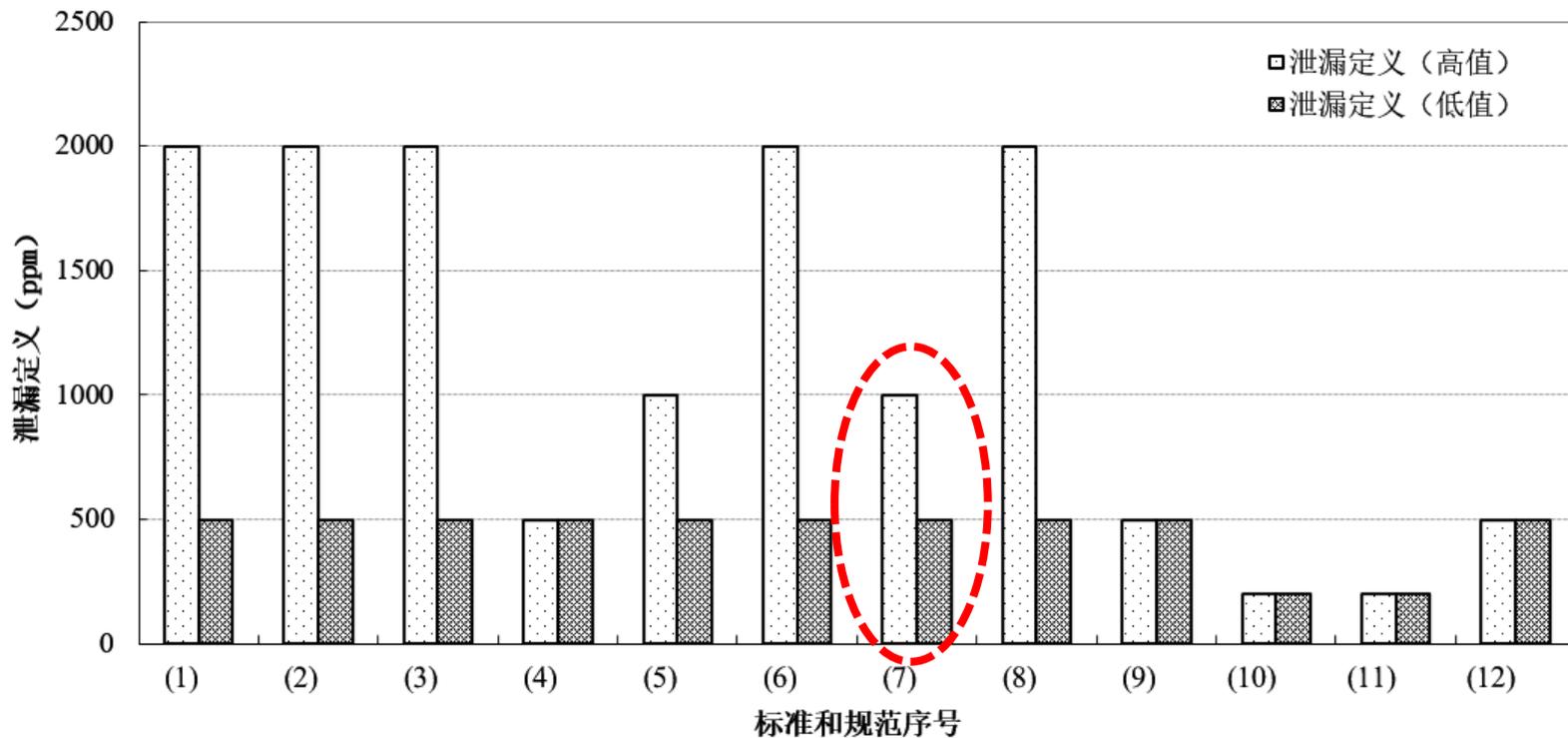
2014年8月，上海市环保局发布《**设备泄漏挥发性有机物排放控制技术规程**》，对VOCs污染防治做如下要求：



适用范围：上海市辖区内**①原油加工及石油制品制造、②有机化学原料制造、③化学药品原药制造、④合成材料、⑤初级形态的塑料及合成树脂制造、⑥合成橡胶制造和⑦合成纤维单（聚合）体的制造**等行业的企业中设备密封点数量不小于**2000个**的各类企业 VOCs 泄漏排放控制和环境监督管理

泄漏浓度控制限值表 (单位：ppm，以甲烷计)

设备	现有源	新建源
泵或搅拌器	2000	1000
除泵或搅拌器之外的设备		500



- (1)石油炼制工业污染物排放标准
 (2)石油化学工业污染物排放标准
 (3)合成树脂工业污染物排放标准
 (4)石化企业泄漏检测与修复工作指南(征求意见稿)
 (5)炼油与石油化学工业大气污染排放标准
 (6)广东省泄漏检测与维修制度(LDAR)实施的技术要求

- (7)设备泄漏挥发性有机物排放控制技术规程(试行)
 (8)工业企业挥发性有机物排放控制标准
 (9)浙江省工业企业挥发性有机物泄漏检测与修复(LDAR)技术要求(试行)
 (10)嘉兴港区泄漏检测与修复体系(LDAR)建设管理办法
 (11)宁波市环保局关于在化工企业开展泄漏检测与修复工作通知
 (12)石化装置挥发性有机化合物泄漏检测规范

2014年8月，上海市环保局发布《**化工装置开停工和检维修挥发性有机物排放控制技术规程**》，对VOCs污染防治做如下要求：

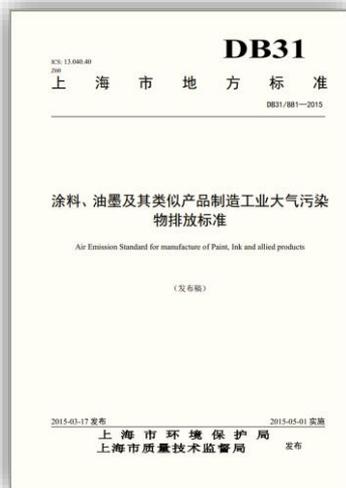
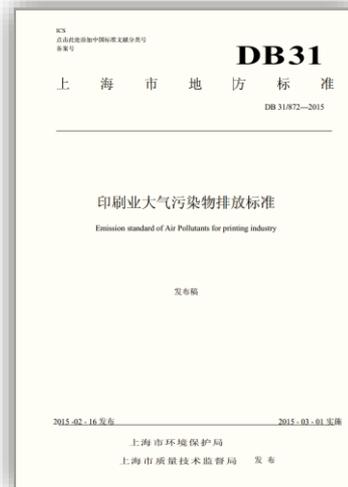
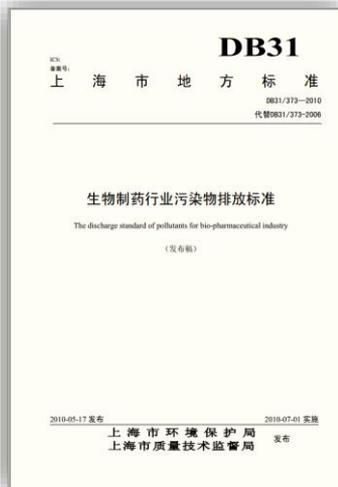
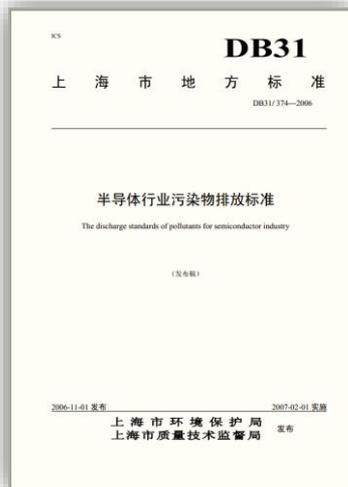
适用范围：上海市辖区内**①原油加工及石油制品制造、②有机化学原料制造、③化学药品原药制造、④合成材料、⑤初级形态的塑料及合成树脂制造、⑥合成橡胶制造和⑦合成纤维单（聚合）体的制造**等行业的企业**总容积达到 500m³ 以上装置的计划开停工检维修过程**大气污染排放控制和监督管理

- 排污企业应做好开停工及检维修期间的环境因素识别和环境影响评估，**合理安排各装置的开停工及检维修的时间和次序**，在开停工及检维修方案和施工方案中编写相应的环境保护措施方案并组织审查和实施
- 开停工过程中应**优化停工退料工序**，合理使用各类资源、能源，减少各类废弃物的产生和排放
- 生产装置吹扫过程应**优先采用密闭吹扫工艺**，以最大程度回收物料，减少排放
- 开停工过程中，**应对装置 VOC 排放和边界浓度进行监测**
- 排污企业环保部门应监督装置开停工及其检维修过程中环保措施的执行情况并提交实施情况报告备案和**做好相应台账记录**

化工装置开停工和检维修
挥发性有机物排放控制技术规程
(试行)

上海市环境保护局
2014年8月





3

VOCs减排技术及应用要求

VOCs污染控制

源头控制

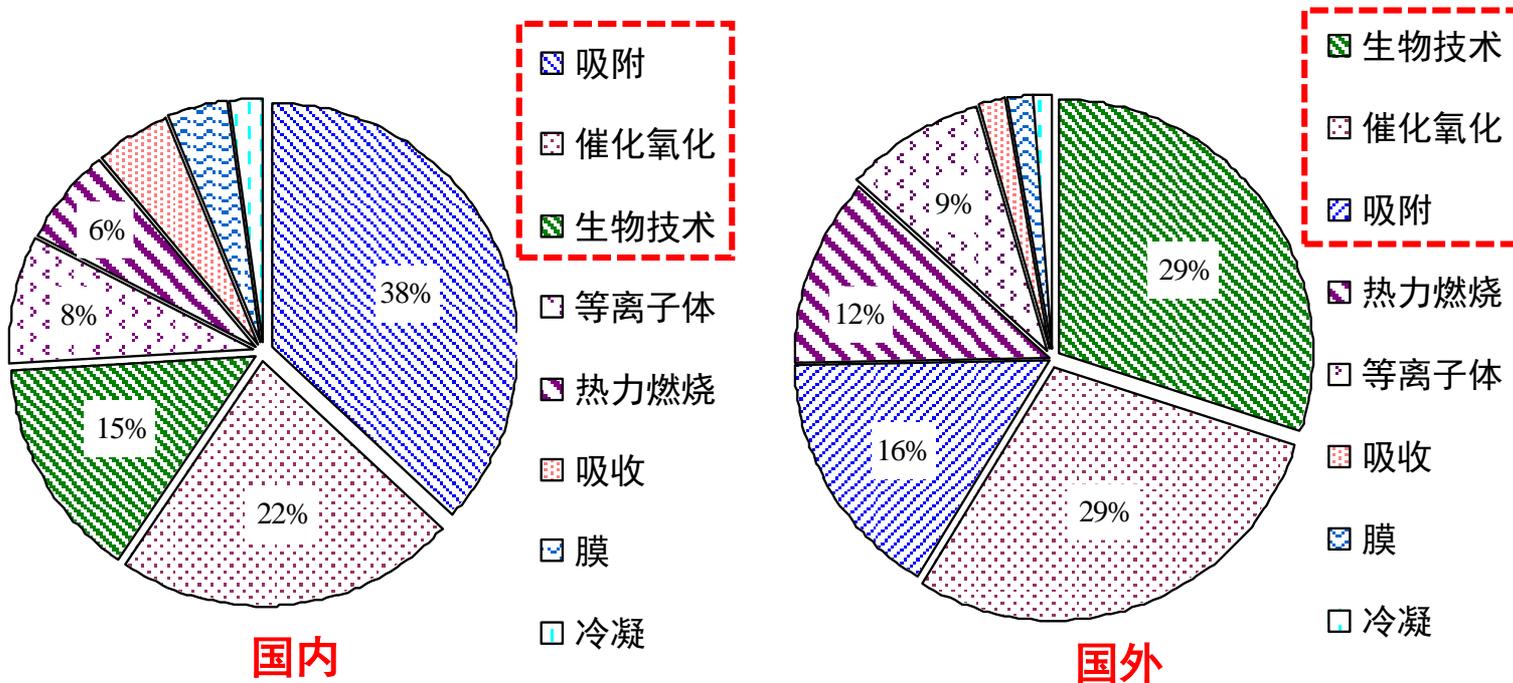
- **原材料替代**：低挥发性原料的使用
- **清洁生产技术**：非挥发性溶剂工艺取代挥发性溶剂工艺
-

过程控制

- **生产环境**：全密闭生产技术
- **操作方式**：装卸方式改变
- **过程管理**：LDAR
-

末端治理

- **回收法**：冷凝、吸收、吸附、膜分离
- **消除法**：燃烧、生物、光化学、等离子
-



国内外VOCs治理技术市场占有率比较

(来源：工业 VOCs 气体处理技术应用状况调查分析)

挥发性有机物（VOCs）污染防治技术政策

（公告 2013 年 第 31 号 2013-05-24 实施）

一、总则

（一）为贯彻《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国大气污染防治法》等法律法规，防治环境污染，保障生态安全和人体健康，促进挥发性有机物（VOCs）污染防治技术进步，制定本技术政策。

（二）本技术政策为指导性文件，供各有关单位在环境保护工作中参照采用。

（三）本技术政策提出了生产 VOCs 物料和含 VOCs 产品的生产、储存运输销售、使用、消费各环节的污染防治策略和方法。VOCs 来源广泛，主要污染源包括工业源、生活源。

工业源主要包括石油炼制与石油化工、煤炭加工与转化等含 VOCs 原料的生产行业，油类（燃油、溶剂等）储存、运输和销售过程，涂料、油墨、胶粘剂、农药等以 VOCs 为原料的生产行业，涂装、印刷、粘合、工业清洗等含 VOCs 产品的使用过程；生活源包括建筑装饰装修、餐饮服务 and 服装干洗。

石油和天然气开采业、制药工业以及机动车排放的 VOCs 污染防治可分别参照相应的污染防治技术政策。

（四）VOCs 污染防治应遵循源头和过程控制与末端治理相结合的综合防治原则。在工业生产中采用清洁生产技术，严格控制含 VOCs 原料与产品在生产和储运过程中的 VOCs 排放，鼓励对资源和能源的回收利

总则

- VOCs 污染防治应遵循**源头**和**过程**控制与**末端**治理相结合的综合防治原则。在工业生产中采用**清洁生产**技术，严格控制含 VOCs 原料与产品在生产和储运过程中的 VOCs 排放，鼓励对资源和能源的**回收利用**；鼓励在生产 and 生活中使用不含 VOCs 的**替代产品**或低 VOCs 含量的产品。
- 通过开展 VOCs **摸底调查**、制修订重点行业 VOCs **排放标准**和**管理制度**等文件、加强 VOCs **监测**和**治理**、推广使用**环境标志产品**等措施，到 2015 年，基本建立起重点区域 VOCs **污染防治体系**；到 2020 年，基本实现 VOCs 从原料到产品、从生产到消费的**全过程减排**。

➤ 源头和过程控制

□ 石油炼制与石油化工行业

- 鼓励采用先进的**清洁生产技术**，提高原油的转化和利用效率
- 设备与管线组件：实施**LDAR**
- 生产装置废气：优先**回收利用**→不可回收的**处理**后达标排放；应急情况下可通**火炬**
- 废水收集处理废气：经收集处理后达标排放

□ 油类（燃油、溶剂）的储存、运输和销售过程

- 储油库、加油站：配备相应的**油气回收系统**
- 油类（燃油、溶剂等）存储：宜采用高效密封的**内（外）浮顶罐**；固定顶罐**油气回收**
- 油类（燃油、溶剂等）装卸：**密闭**收集输送至**回收**设备，亦可返回储罐或送入气体管网

□ 涂料、油墨、胶粘剂、农药生产

- 鼓励符合环境标志产品技术要求**的水基型、无有机溶剂型、低有机溶剂型**的涂料、油墨等的生产和销售
- 鼓励采用**密闭一体化生产技术**，并对生产过程中产生的废气**分类收集后处理**

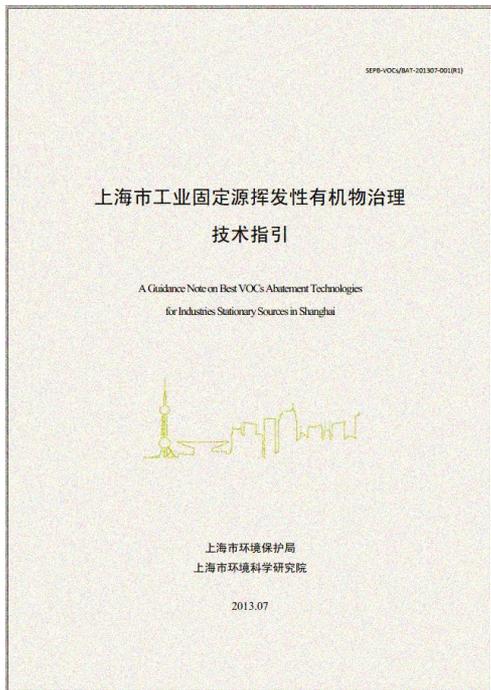
➤ 源头和过程控制

□ 涂装、印刷、粘合、工业清洗

- 鼓励使用通过**环境标志产品认证**的环保型涂料、油墨、胶粘剂和清洗剂
- 鼓励使用**水性涂料、高固份涂料、粉末涂料、紫外光固化 (UV) 涂料**等环保型涂料；推广采用**静电喷涂、淋涂、辊涂、浸涂**等效率较高的涂装工艺；应尽量避免无VOCs净化、回收措施的露天喷涂作业
- 在印刷工艺中推广使用**水性油墨**，印铁制罐行业鼓励使用**紫外光固化 (UV) 油墨**，书刊印刷行业鼓励使用**预涂膜**技术
- 鼓励在人造板、制鞋、皮革制品、包装材料等粘合过程中使用**水基型、热熔型**等环保型胶粘剂，在复合膜的生产中推广**无溶剂复合及共挤出复合**技术
- 淘汰以**三氟三氯乙烷、甲基氯仿和四氯化碳**为清洗剂或溶剂的生产工艺。清洗过程中产生的**废溶剂宜密闭收集**，有回收价值的废溶剂经处理后回用，其他废溶剂应妥善处置
- 含VOCs产品的使用过程中，应采取**废气收集措施**，提高废气收集效率，**减少废气无组织排放**

末端治理和综合利用

- 在工业生产过程中鼓励VOCs的回收利用，并**优先鼓励在生产系统内回用**
- 对于含**高浓度**VOCs的废气，宜优先采用**冷凝回收、吸附回收**进行回收利用，并辅助以其他治理技术实现达标排放
- 对于含**中等浓度**VOCs的废气，可采用**吸附技术**回收有机溶剂，或采用**催化燃烧和热力焚烧技术**净化后达标排放。当采用催化燃烧和热力焚烧技术进行净化时，应进行**余热回收利用**
- 对于含**低浓度**VOCs的废气，有回收价值时可采用吸附技术、吸收技术**回收**后达标排放；不宜回收时，可采用吸附浓缩燃烧技术、生物技术、吸收技术、等离子体技术或紫外光高级氧化技术等**净化**后达标排放
- 含有**有机卤素**成分VOCs的废气，宜采用**非焚烧**技术处理
- 恶臭气体污染源可采用**生物技术、等离子体技术、吸附技术、吸收技术、紫外光高级氧化技术或组合技术**等进行净化。净化后的恶臭气体除满足达标排放的要求外，还应采取高空排放等措施，避免产生扰民问题
- 严格控制VOCs处理过程中产生的**二次污染**，对于催化燃烧和热力焚烧过程中产生的含硫、氮、氯等无机废气，以及吸附、吸收、冷凝、生物等治理过程中所产生的含有机物废水，应处理后达标排放
- 对于**不能再生**的过滤材料、吸附剂及催化剂等净化材料，应按照国家**固体废物**管理的相关规定处理处置



石油化工



涂料油墨



汽车制造



包装印刷



船舶制造

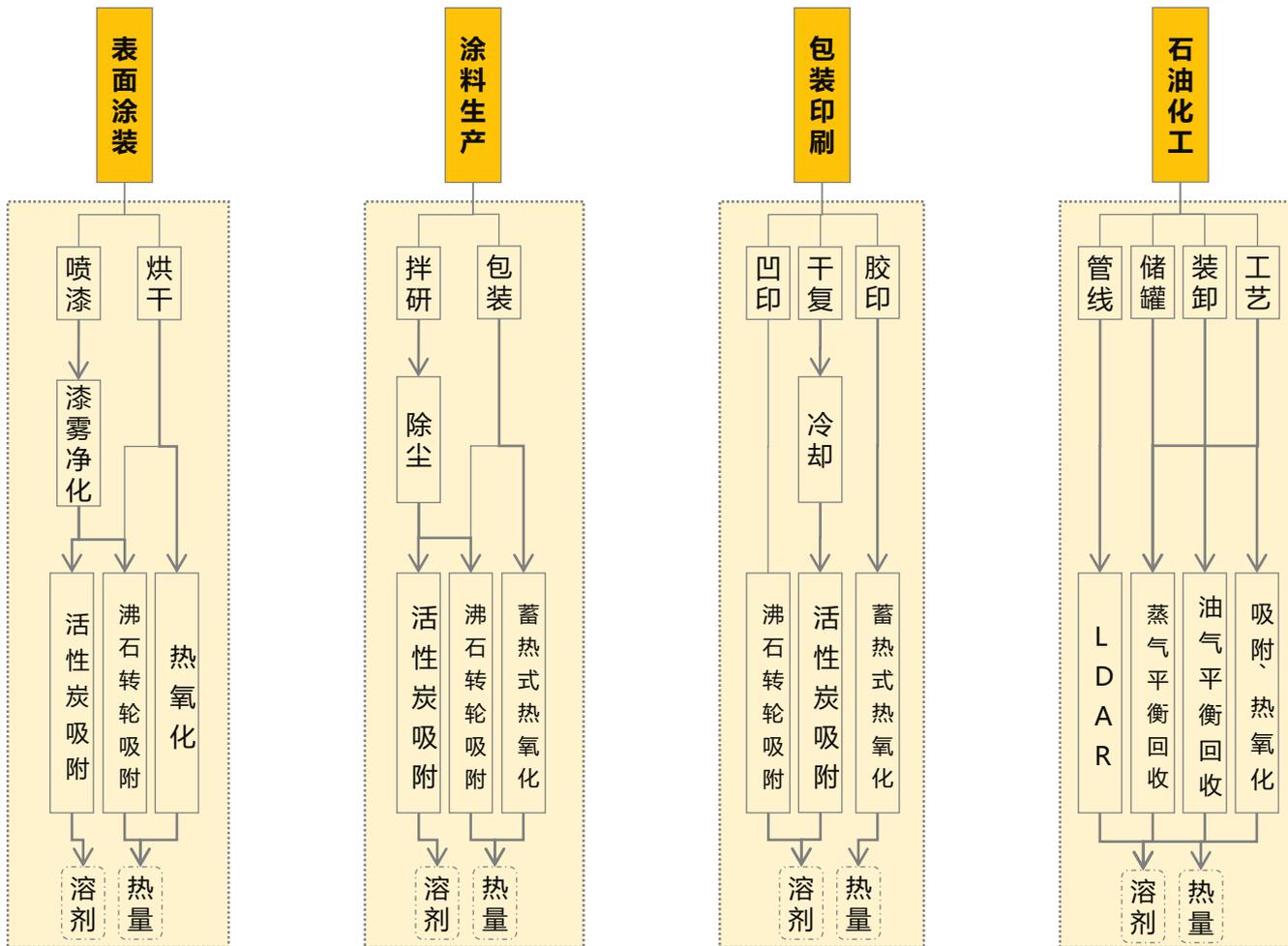
重点行业

排放节点

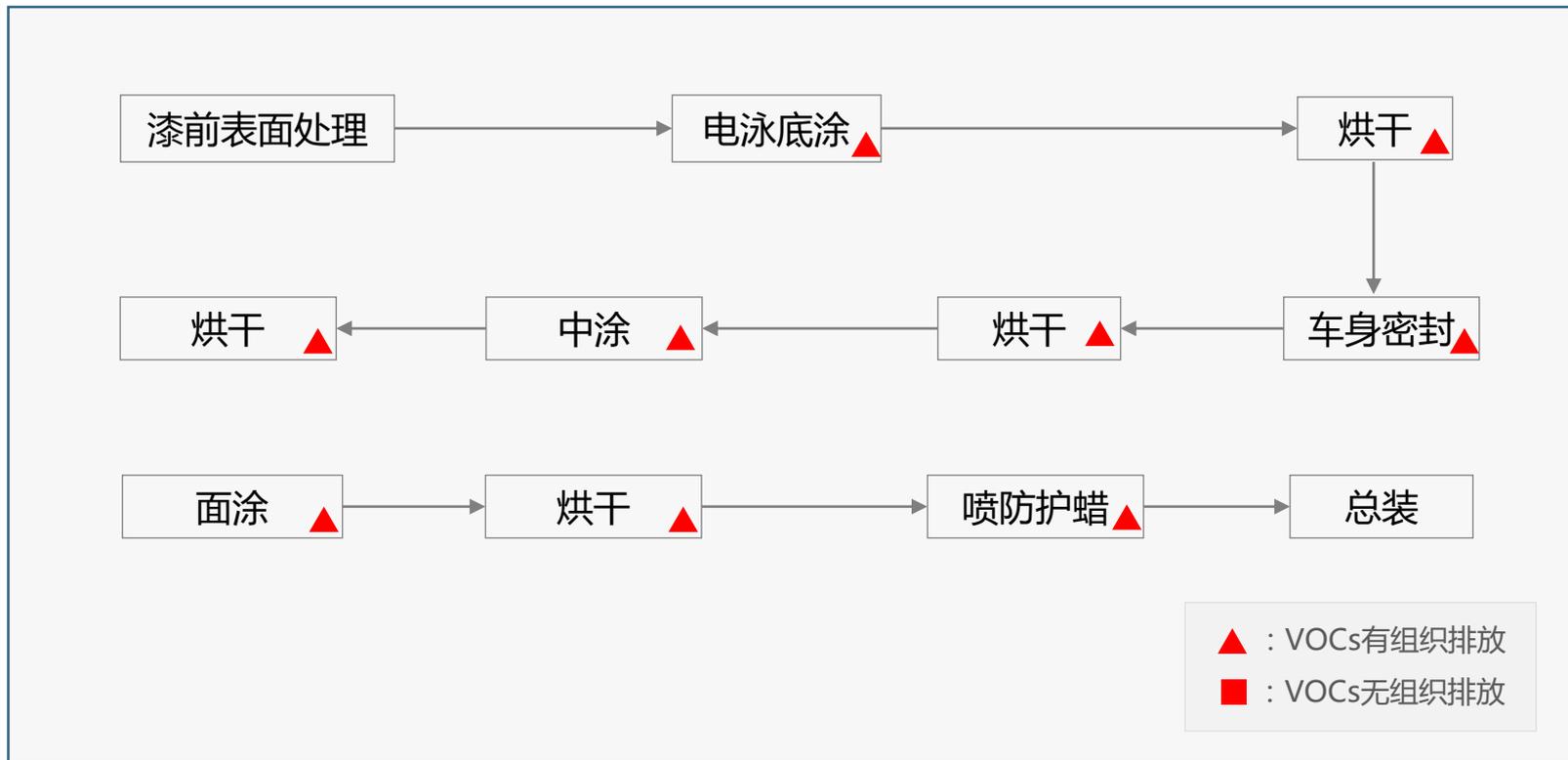
预处理

推荐技术

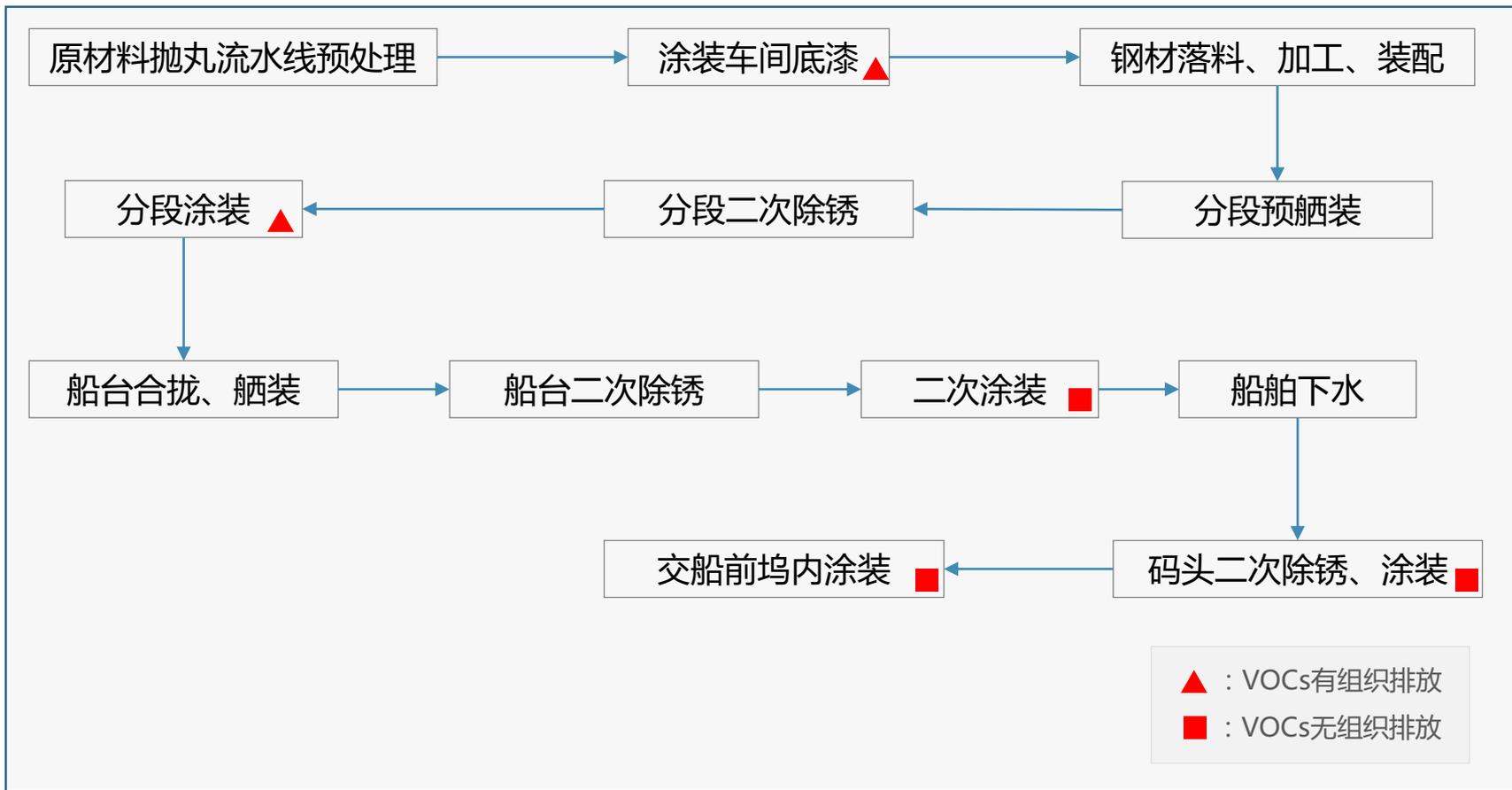
经济效益



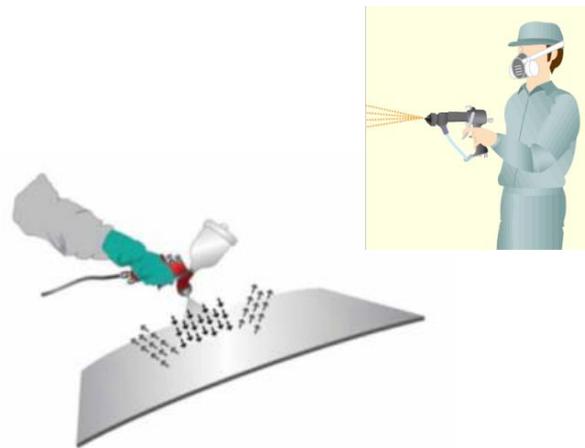
□ 典型汽车制造表面喷涂工艺流程及VOCs排放环节



□ 典型船舶制造表面喷涂工艺流程及VOCs排放环节



- 将液体或固体涂料涂覆在基材表面并形成牢固附着的连续薄膜，起到装饰、防腐和特定功能等作用。
- 作业工序：表面预处理、表面涂装、固化干燥。
- VOCs产生环节：涂料配制、喷涂作业；固化干燥过程、清洗。
- 减少VOC排放途径：
 - 无低溶剂涂料（粉末、水性、高固）
 - 高涂着效率（静电喷涂、辊涂、浸涂）
 - 末端治理（活性炭吸附脱附、沸石转轮+RTO）
 - 培训（规范与标准化：稀料、清洗）



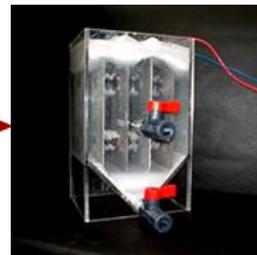
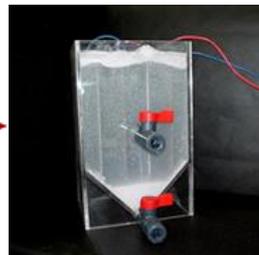
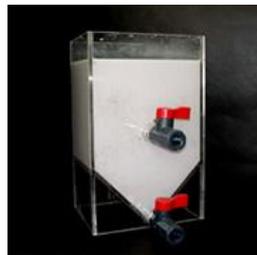
□ 捕集

- 密闭作业，喷漆VOCs捕集率95%，固化VOCs捕集率100%



□ 漆雾净化

- **湿法**（水帘/膜/淋、旋压水洗等），利用惯性或离心力将颗粒状的漆雾携入水中。为减少废水排放，需要采用投加漆雾凝聚剂或电絮凝净化等方法，增加湿法洗涤用水的循环使用周期。



- **干法**（过滤）是利用惯性原理，将漆雾拦截在**过滤材料**上的净化方法，其具有设施简单，效果可靠的特点，但其滤料阻力变化会造成排风效果变化，以及滤料失效后产生危险废弃物。



□ 喷涂和烘干废气

某工程机械喷涂废气：

漆雾净化：湿法 → 多级高效过滤

漆雾浓度 $\leq 2 \text{ mg/m}^3$ ，含水率 $< 60\%$

VOCs净化：沸石转轮吸附浓缩热+RTO

VOCs净化效率 $\geq 90\%$

VOCs排放浓度 $\leq 40 \text{ mg/m}^3$



某集装箱烘干废气：

➤ 废气冷却：热交换

➤ VOCs净化：颗粒活性炭吸附装置（氮气脱附再生）

➤ VOCs净化效率 $\geq 90\%$ ，VOCs排放浓度 $\leq 40 \text{ mg/m}^3$

➤ 效益：

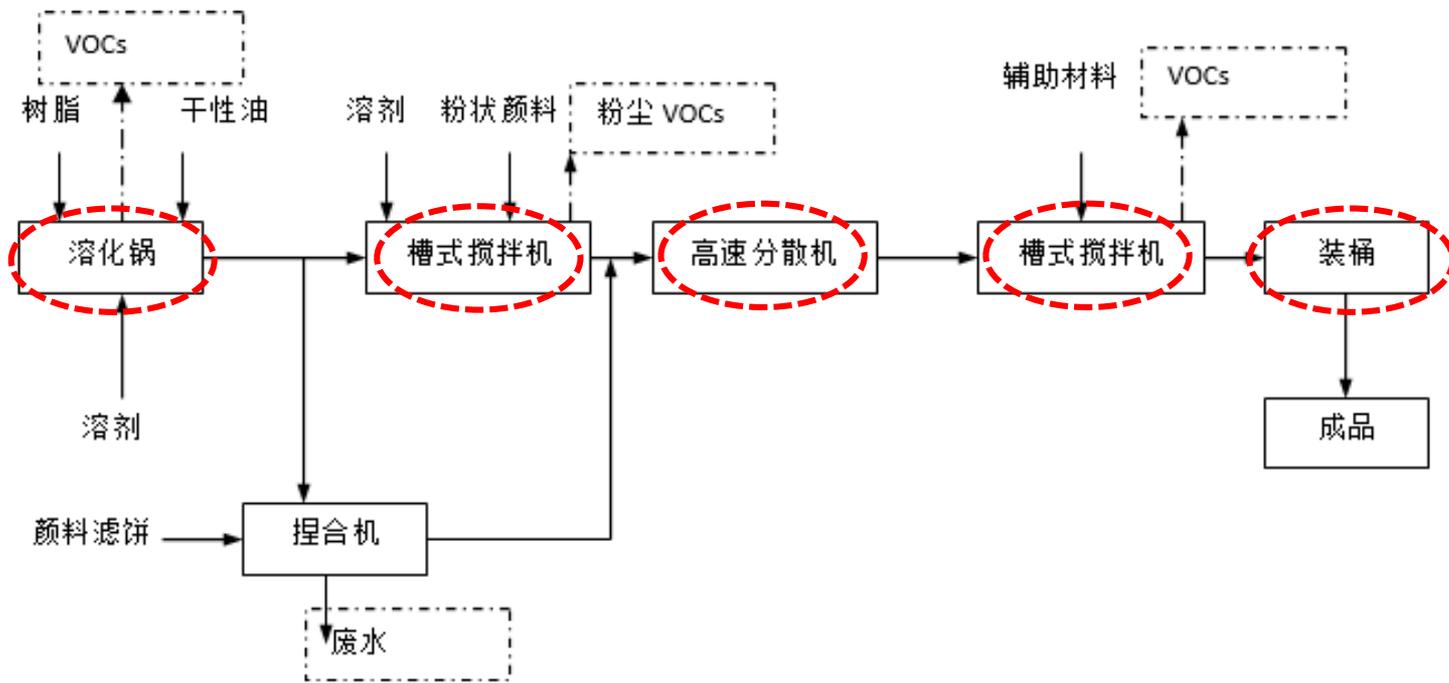
• 废气换热后回用于烘房

• 溶剂回用

• VOCs浓度达到 800 mg/m^3 时，运行零费用



□ 典型胶印油墨生产工艺流程及VOCs排放环节



- 把颜料固体粒子通过外力进行破碎并分散在合成树脂溶液或者乳液中，使之形成一个均匀微细的悬浮分散体
- VOCs产生环节：拌合、研磨、调制和包装



□ 捕集

- 密闭化、自动化作业



□ 预处理

含有颗粒物的VOCs气体（如：投料排风）应设置独立排风系统，并采用袋式或滤筒除尘和高效过滤，使废气中颗粒物浓度小于 $2\text{mg}/\text{m}^3$ 。



□ VOCs净化

- 搅拌、研磨、调制：

风量小、浓度低

再生式固定床活性炭吸附

沸石转轮吸附

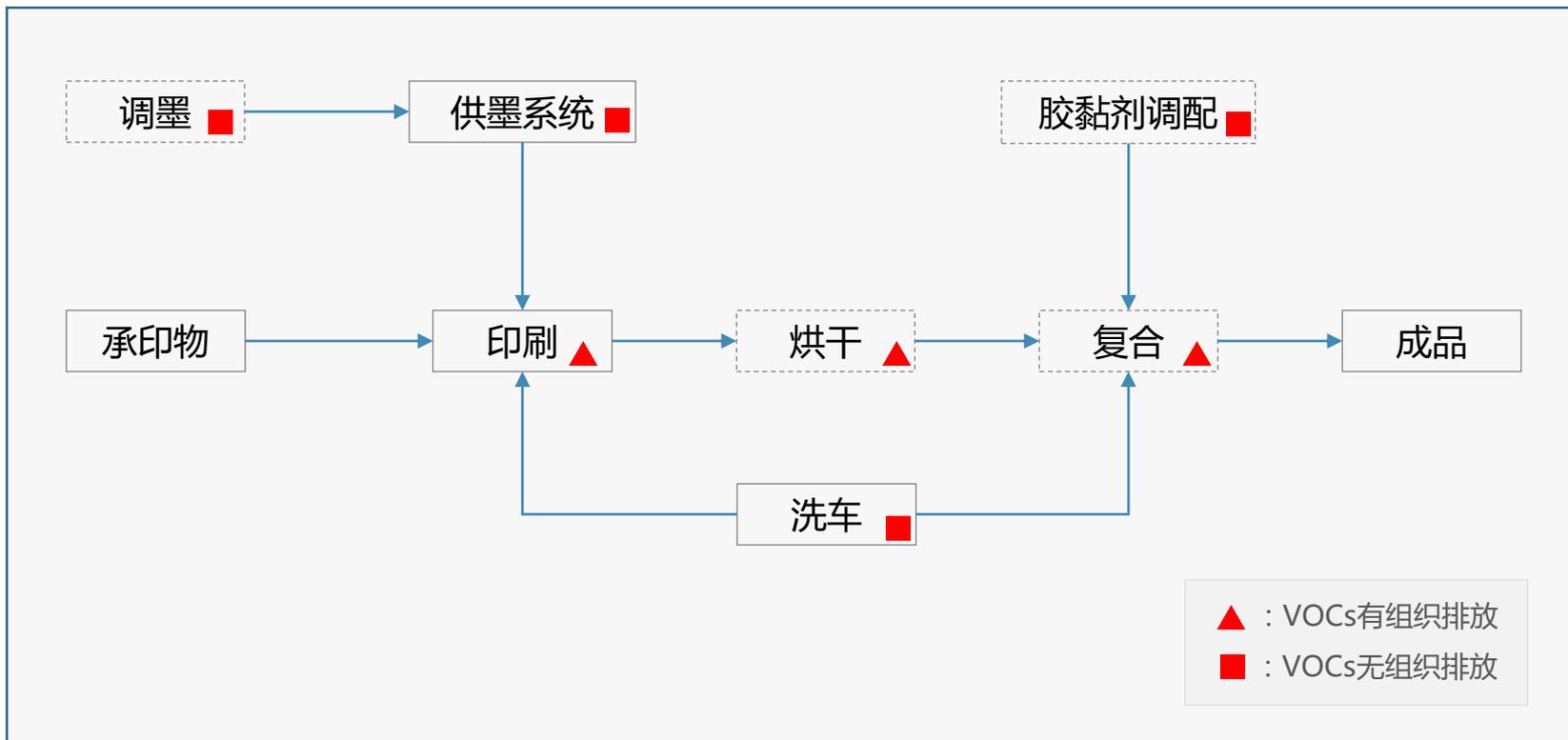
- 包装：

风量小、浓度高

蓄热式焚烧



□ 包装印刷工艺流程及VOCs排放环节



- 印刷是指在各种基材表面的图文印制
- 复合将多种材料组合在一起，形成特定功能的包装材料
- VOCs产生环节：溶剂型油墨印刷和烘干；溶剂型复合剂涂布和干燥

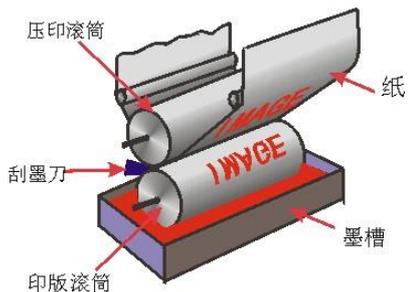
□ 捕集

- 密闭储存，印刷、涂布工序密闭捕集



凹印

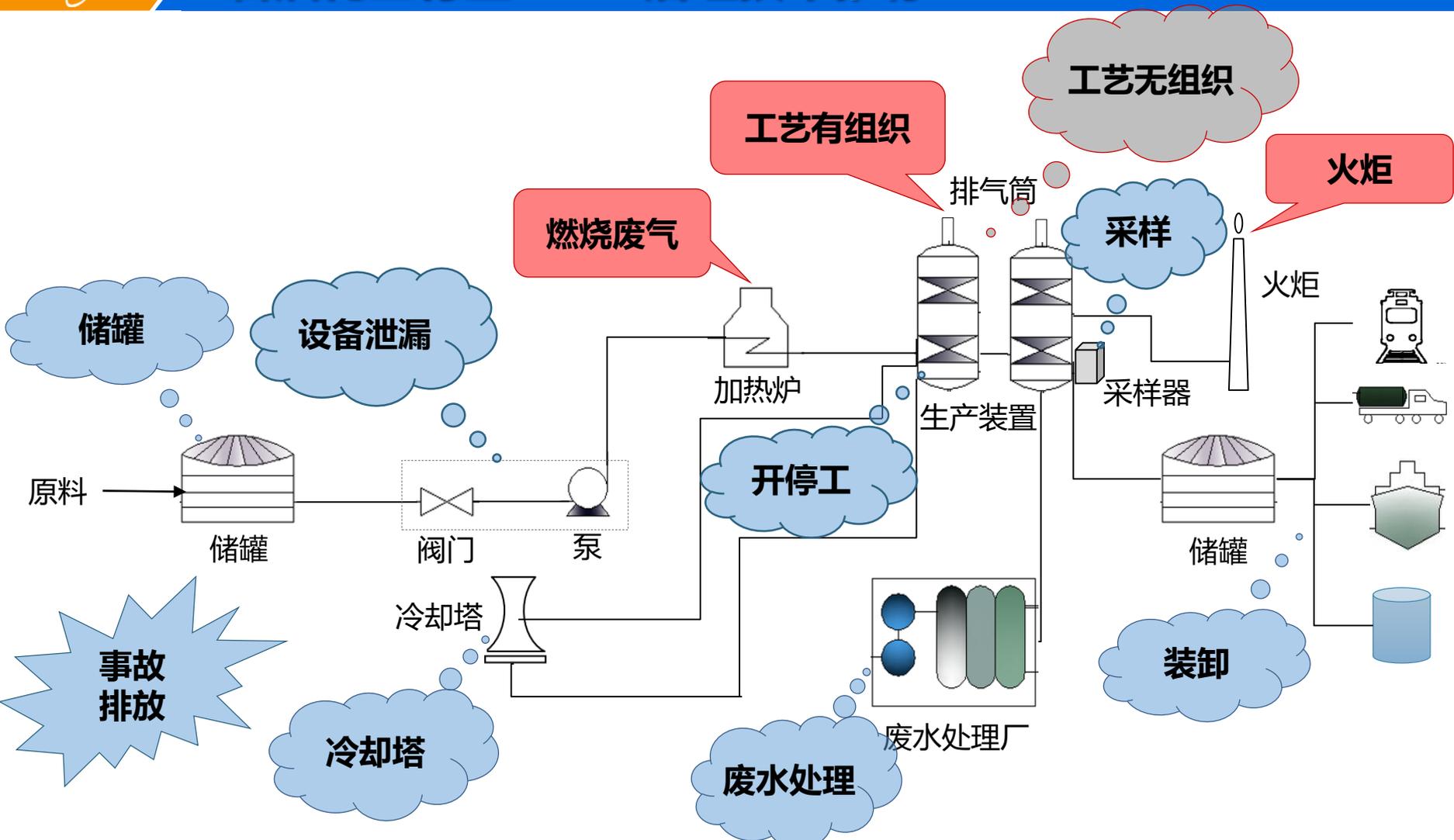
- 再生式固定床颗粒活性炭吸附装置
- 活性炭纤维吸附装置
- 沸石转轮吸附装置进行溶剂回收净化处理



干式复合

- 干式复合 → 无溶剂复合
- 活性炭吸附+氮气脱附+冷凝回收





□ 工艺设备组件泄露：LDAR

□ 储罐：内（外）浮顶罐

固定罐密闭收集至蒸汽回收处理系统

□ 装卸：油气平衡、油气回收处理

□ 废气：冷凝回收、吸附回收、热氧化、催化氧化

谢谢！

张钢锋 (15000401109)

Email: zhanggf@saes.sh.cn