

# 北京市工业源VOCs排放特征研究 及控制实践

北京市环境保护科学研究院

# 报告内容

1

**工业源VOCs污染控制的总体思路**

2

**北京市目前开展的工作**

3

**工业源VOCs污染控制存在的问题**

4

**建议**



1

## 工业源VOCs污染控制的总体思路



# 工业源VOCs污染控制的总体思路

以促进空气质量改善为出发点，坚持**削减存量**和**控制增量**并重的原则；对于新建VOCs污染源，采用**严格环境准入**和**削减量替代审批制度**控制新增量；对于现有VOCs污染源，在逐步完善**排污申报制度**，建立动态更新VOCs污染源**排放清单**的基础上，从重点行业入手，采用**结构减排**、**工程减排**和**管理减排**相结合的方式实施工业源VOCs减排。

---



## 北京市目前开展的工作



# 北京市目前开展的工作

## 基础层面：不断完善北京市VOCs污染源排放清单

- 初步建立了北京市VOCs污染源**排放清单**和**更新机制**；
- 掌握了北京市重点VOCs污染行业的**排放特征**；
- 识别了需要**重点管控**的VOCs**污染源**和**污染区域**；

## 技术层面：提出重点行业VOCs污染防治措施

- 开展了重点行业VOCs污染**控制技术**的筛选和评估；
- 明确了重点行业VOCs减排**技术方案**的编制流程；
- VOCs污染企业实施减排提供**专家指导**；

## 政策层面：逐步完善北京市VOCs污染源监管体系

- 实施VOCs总量**前置审批**，实行部分行业新建项目VOCs排放**倍量替代**；
- 完善**排污申报**制度，将VOCs纳入工业源的排污申报；
- 建立VOCs**排污收费**制度；
- 将VOCs纳入北京市**排污许可证**试点工作；
- 编制重点行业VOCs**排放标准**；

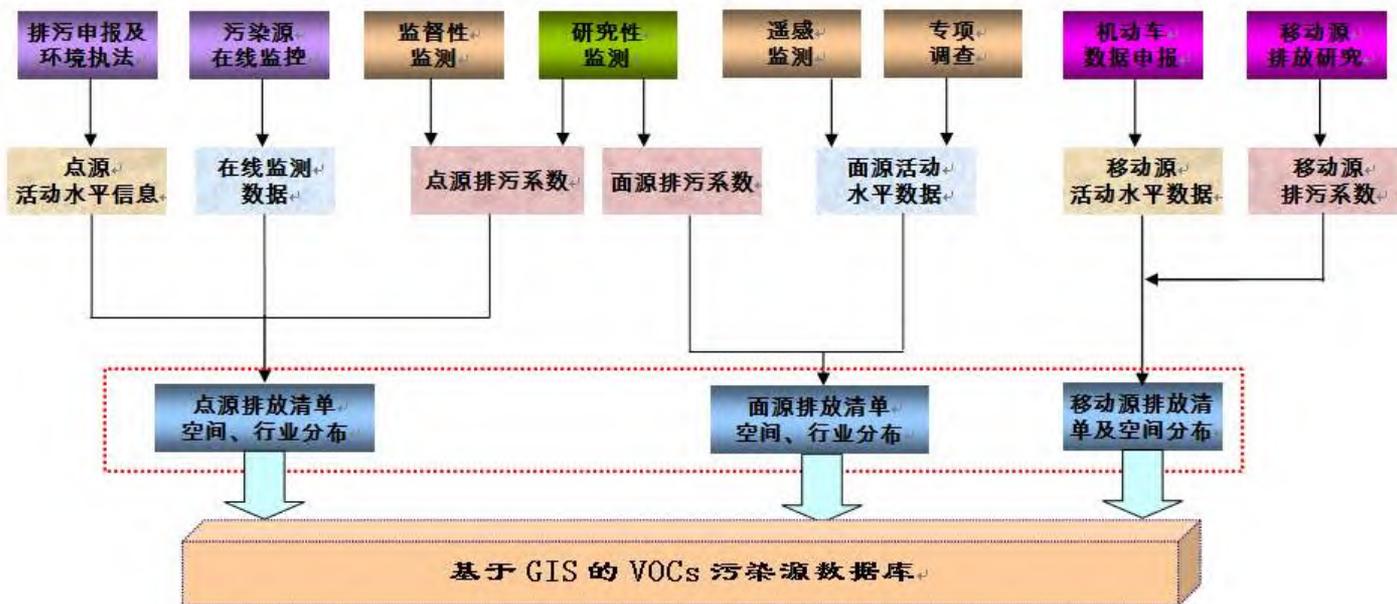
## 实施层面：逐步实施重点VOCs污染源减排

- 不符合首都功能定位的重点VOCs污染行业调整退出
- 实施了重点行业和重点企业VOCs减排。

# 北京市目前开展的工作—基础层面

## ❖ 逐步完善VOCs污染源排放清单

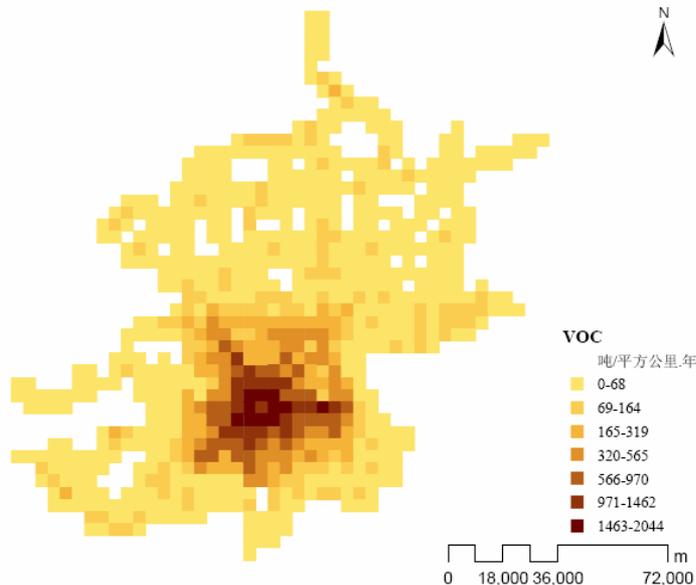
成立污染源研究中心—专职负责污染源排放清单的更新



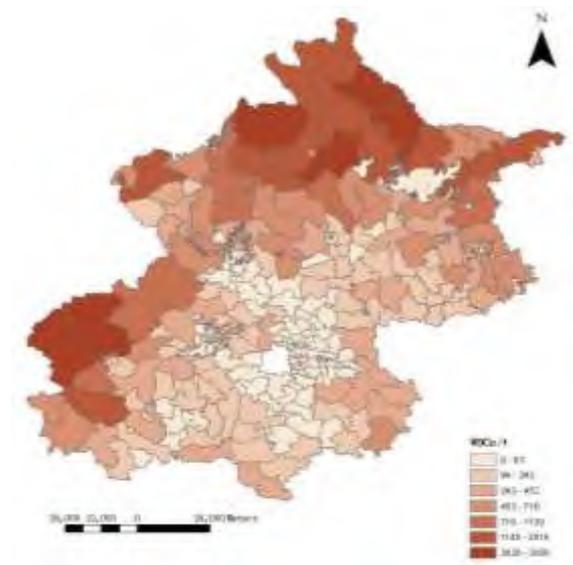
# 北京市目前开展的工作—基础层面



北京市50吨以上的点源分布



北京机动车VOCs排放空间分布



北京市植物源VOCs排放空间分布

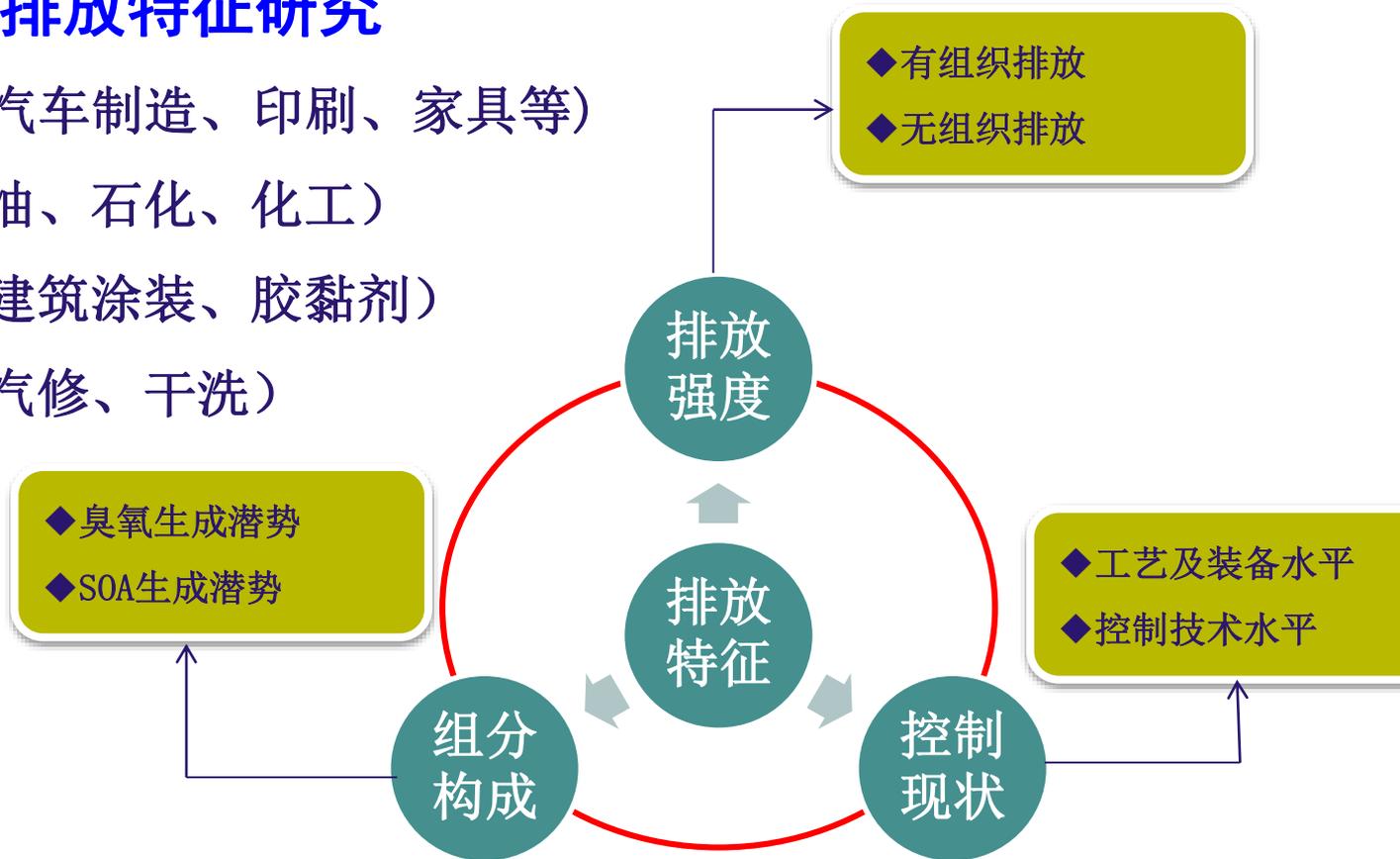
建立的VOCs污染源排放清单为北京市编制十二五环境保护规划、《北京市清洁空气行动计划》（2013-2017）和制定挥发性有机物减排计划提供了基础数据。

# 北京市目前开展的工作—基础层面

## 重点行业VOCs排放特征研究

溶剂使用工业源(汽车制造、印刷、家具等)

- ◆ 工艺过程源(炼油、石化、化工)
- ◆ 溶剂使用活动(建筑涂装、胶黏剂)
- ◆ 生活源(餐饮、汽修、干洗)



国家环保公益专项

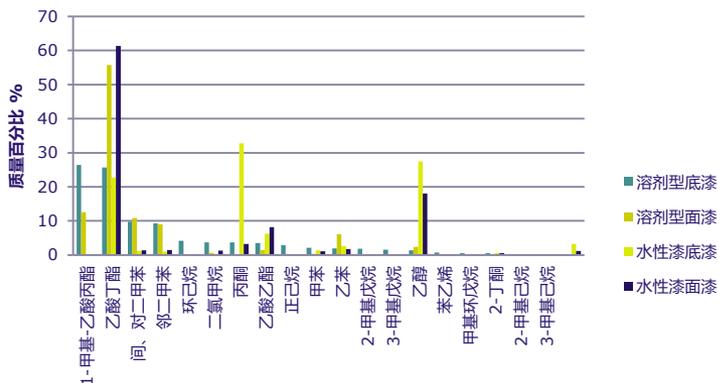
2014年《餐饮业挥发性有机物和颗粒物排放特征及污染控制对策研究》

2014年《工业涂装企业挥发性有机物排放特征及控制对策研究》

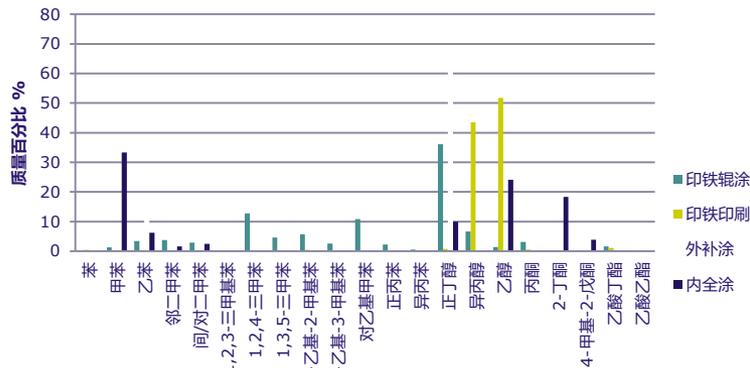
2015年《建筑类涂料挥发性有机物含量限值及管控途径研究》

2015年《《城市污水处理气态污染物排放特征与监管技术研究》

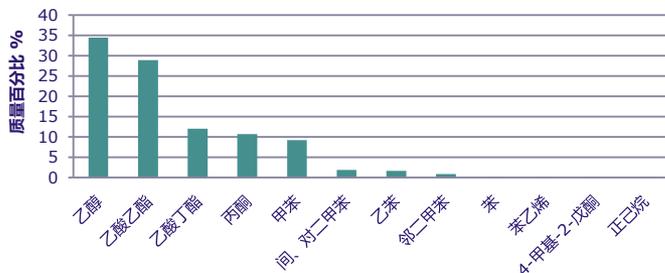
# 北京市目前开展的工作—基础层面



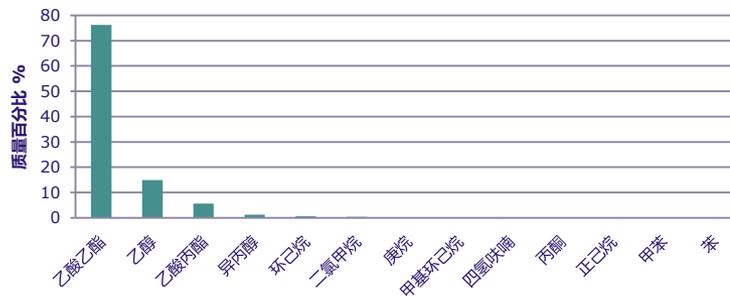
木质家具制造业VOCs组分构成



制罐行业VOCs组分构成



电缆行业VOCs组分构成



酯墨凹版印刷VOCs组分构成

# 北京市目前开展的工作—基础层面

| 行业名称       |           | VOCs排放强度<br>(kg/亿元产值) |
|------------|-----------|-----------------------|
| 金属<br>制品业  |           | 8.93                  |
|            | 制罐        | 20.3                  |
|            | 金属卷材(彩钢板) | 51.6                  |
| 电气机械及器材制造业 |           | 0.64                  |
| 交通运输设备制造业  |           | 2.75                  |
| 汽车制造业      |           | 7.29                  |
| 仪器仪表制造业    |           | 0.35                  |
| 体育用品制造     |           | 11.5                  |
| 其他工业       |           | 11.8                  |
| 电子涂装       |           | 2.56                  |
| 家具制造业      |           | 35.2                  |
| 通用设备制造业    |           | 2.7                   |

# 北京市目前开展的工作—技术层面

## 重点行业VOCs减排技术方案的编制流程

- (1) 工程技术分析
  - (2) VOCs排放环节识别
  - (3) 排放源采样与监测
  - (4) 减排潜力分析与核算
  - (5) 源头控制措施筛选与评估
  - (6) 过程控制措施可行性分析
  - (7) 末端治理技术筛选与评估
  - (8) 最佳可行控制技术确定
  - (9) 编制VOCs减排技术方案
-

# 北京市目前开展的工作—技术层面

## 重点行业VOCs减排技术方案的编制流程

### (1) 工程技术分析

- 产品名称与类型
- 与VOCs排放的相关生产工艺
- 有机原辅材料使用情况
- 产品VOCs含量
- 现有集气系统的设置
- 现有末端治理设施

### (1) 工程技术分析

- 车型、产量
  - 涂装工艺
  - 涂料、稀释剂、固化剂
  - 上述有机类原辅材料MSDS
  - 集气系统进出风量、收集效率
  - 处理工艺
-

# 北京市目前开展的工作—技术层面

## 重点行业VOCs减排技术方案的编制流程

### (2) VOCs排放环节识别

➤有组织排气筒的预调研与半定量检测

✓排气筒数量

✓排气筒与车间换风系统之间的关系

➤无组织排放的预调研与半定量检测

✓车间（浓度水平、密闭情况）

✓厂界（浓度水平、异味情况）



光离子化检测器



氢离子火焰检测器



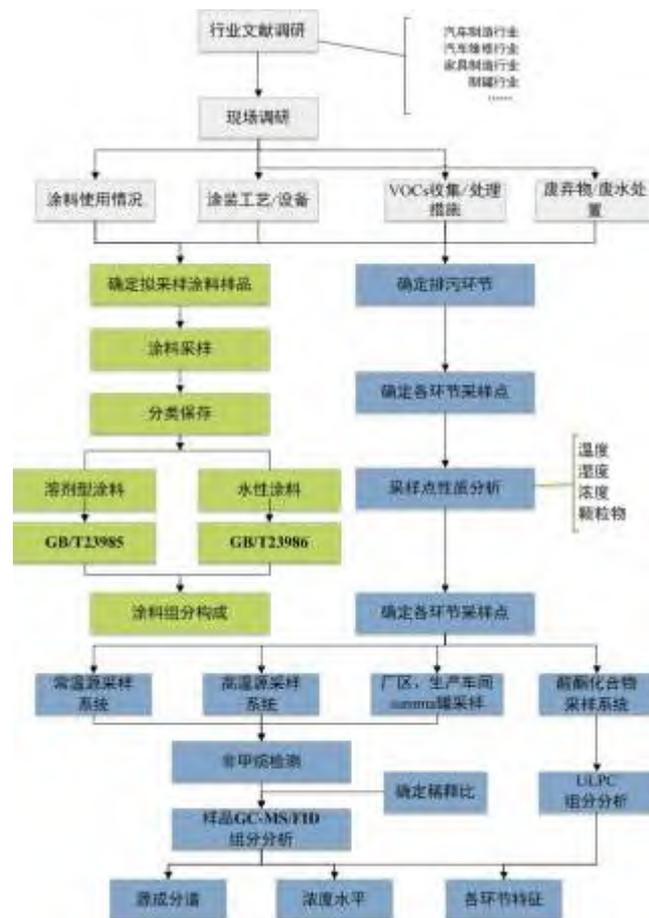
便携式气质联用仪

# 北京市目前开展的工作—技术层面

## 重点行业VOCs减排技术方案的编制流程

### (3) 排放源采样与监测

不同类型企业，不同技术管理水平  
的企业，排放特征存在明显差别，  
要想掌握其排放特征必须**定制**  
适合的**采样监测技术方案**



采样监测方案制定的技术路线

# 北京市目前开展的工作—技术层面

## 重点行业VOCs减排技术方案的编制流程

### (3) 排放源采样与监测



# 北京市目前开展的工作—技术层面

## 重点行业VOCs减排技术方案的编制流程

### (4) 减排潜力的分析及核算

- 产生量（潜在排放量）的核算
- 排放量
- 减排潜力

#### 直接算法

$$\text{排放量 } E = E1 + E2$$

❖ 有组织排放量  $E1 = O_{11} + O_{12}$

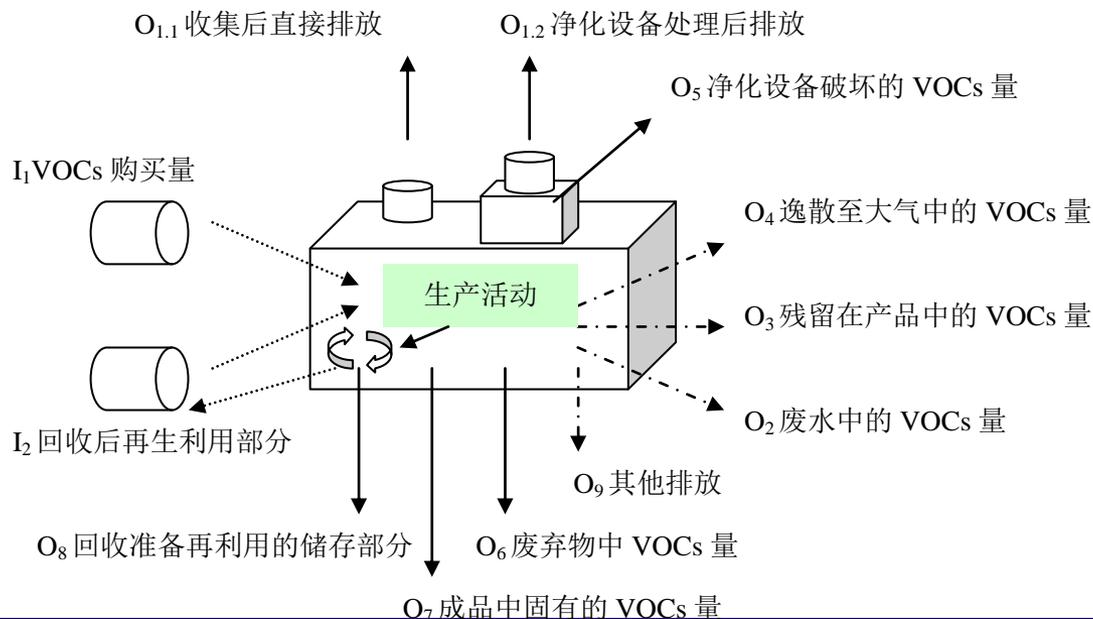
❖ 逸散性排放量

$$E2 = O_2 + O_3 + O_4 + O_9$$

❖ 逸散率 =  $E2 / (I_1 + I_2)$

#### 间接算法

$$E = I_1 - O_5 - O_3 - O_6 - O_7$$



# 北京市目前开展的工作—技术层面

## 重点行业VOCs减排技术方案的编制流程

### (5) 源头控制措施筛选与评估

#### ➤ 低VOCs含量原辅材料的使用

(1) 产品质量的可替代性

(2) 环境减排的有效性

(排放和含量要求)

#### ➤ 低VOCs使用工艺及设备

(1) 生产效率

(2) 减排效率

(3) 员工的操作习惯

| 低VOCs<br>含量涂料          |          | VOCs减排比例%    |              |              |
|------------------------|----------|--------------|--------------|--------------|
|                        |          | 家电           | 金属家具         | 其它金属<br>制品   |
| 粉末涂料                   |          | <b>95-99</b> | <b>95-99</b> | <b>95-98</b> |
| 水性<br>涂料               | 电泳<br>涂料 | <b>90-95</b> | <b>90-95</b> | <b>90-95</b> |
|                        | 一般<br>涂料 | <b>70-90</b> | <b>60-90</b> | <b>60-90</b> |
| 高固分涂料                  |          | <b>60-80</b> | <b>50-80</b> | <b>50-80</b> |
| 台湾省经济部工业局涂装工业及涂装工艺技术手册 |          |              |              |              |

# 北京市目前开展的工作—技术层面

## 重点行业VOCs减排技术方案的编制流程

### (6) 过程控制措施可行性分析

通过改良工作流程与设备，  
提高清洁生产水平，降低含VOCs  
原辅材料调配、储存、输送、使  
用过程造成的排放。

改良换色方式和调色工序

改良喷漆流程

提高涂装技师水平

调整涂装车间风速

改良涂料供给方式

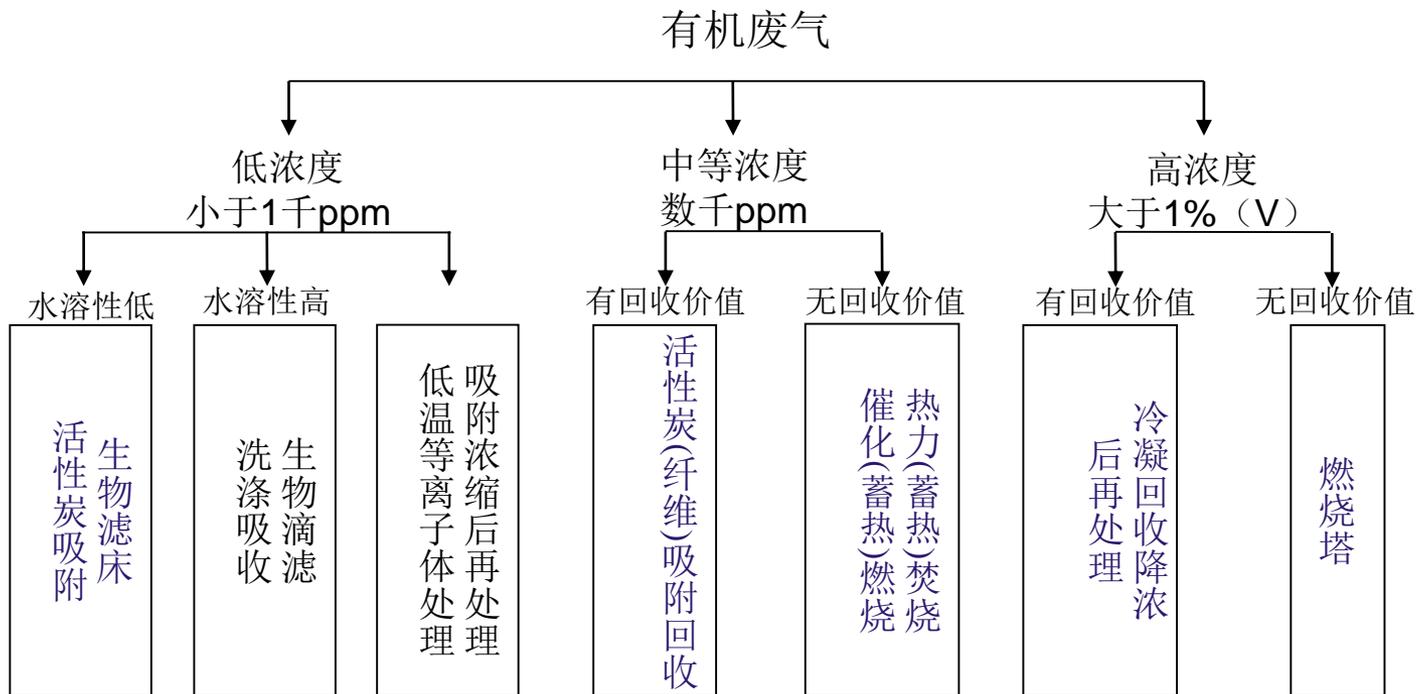
改良涂料供给配管

改善室内环境质量

# 北京市目前开展的工作—技术层面

## 重点行业VOCs减排技术方案的编制流程

### (7) 末端治理技术的筛选与评估



# 北京市目前开展的工作—技术层面

## 重点行业VOCs减排技术方案的编制流程

### (8) 最佳可行控制技术确定

- 治理方案选择的前提是能否达标排放和治理费用（设备投资和运行费用）的高低。考虑到以上两方面的因素和单一治理技术的局限性，在很多情况下采用组合治理技术可以达到最佳的治理效果。
  - 由于VOCs的种类繁多，性质各异，排放条件多样，目前已经形成了一系列的VOCs废气实用治理技术。我们首先需要充分了解不同治理技术的特点及其有效的使用范围，对于特定的含VOCs废气的治理，从技术上和经济上进行综合评估，以实现最佳的治理效果。
-

# 北京市目前开展的工作—技术层面

## 重点行业VOCs污染控制技术的筛选与评估

### 评估对象

- 源头控制技术
- 末端治理技术和设备
- 过程控制技术与设备
- 低VOCs原辅材料

### 评估方法

- 现场采样监测
- 实验室模拟



加油站油气回收技术



半导体行业  
沸石转轮吸附浓缩技术



炼油厂泄漏检测修复制度

重点对北京市现有VOCs污染控制技术的有效性进行评估。

# 北京市目前开展的工作—技术层面

## 包装印刷



凹版印刷固定床吸附回收工艺

排放环节：印刷+复合

主要成分：乙醇、乙酸乙酯

VOCs去除率：75-87%



商业轮转胶印燃烧工艺

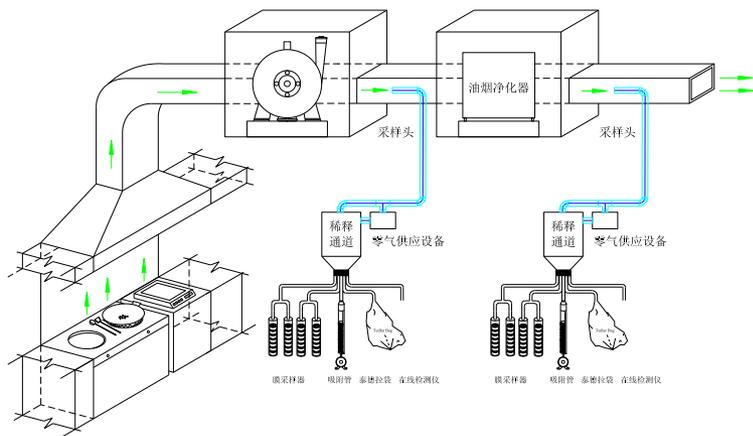
排放环节：印刷+润版液+清洗剂

主要成分：异丙醇、高分子烷烃

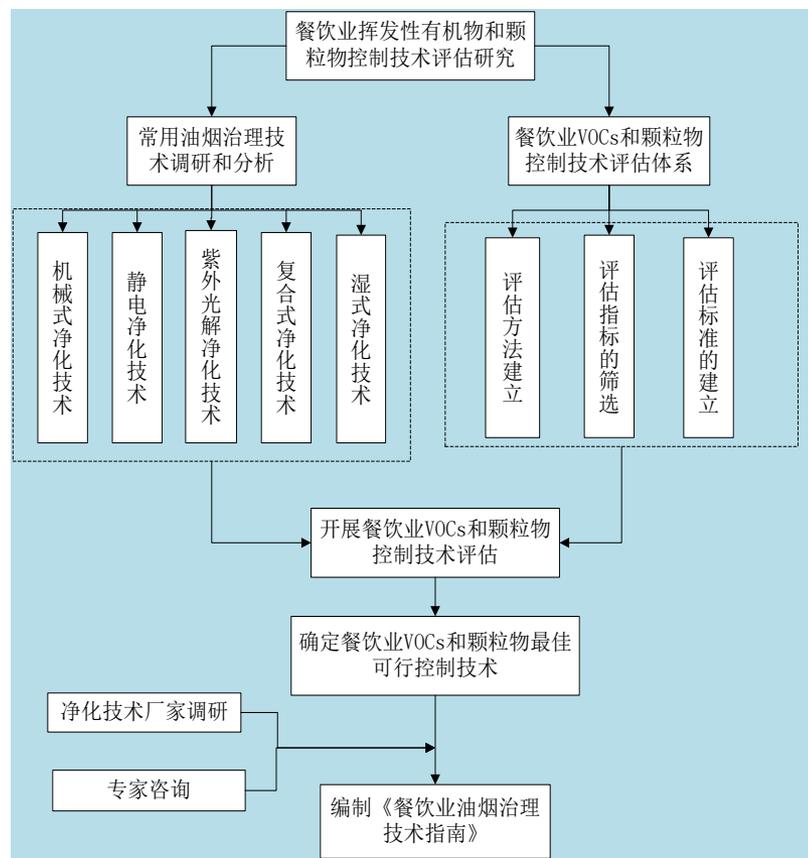
VOCs去除率：85-92%

# 北京市目前开展的工作—技术层面

## 餐饮油烟



依托国家环保公益专项《餐饮业挥发性有机物和颗粒物排放特征及污染控制对策研究》，建立了餐饮油烟和VOCs检测平台。



# 北京市目前开展的工作—政策层面

## （一）完善法规标准体系

- ❖ 在新修订的《北京市大气污染防治条例》明确提出了挥发性有机物排放的控制要求。
- ❖ 依据法律法规，制订发布北京市重点VOCs排放行业排放标准。
  - 《炼油与石油化工大气污染物排放标准》  
(DB11/447-2015) (已发布)
  - 《印刷业挥发性有机物排放标准》  
(DB11/1201-2015) (已发布)
  - 《木质家具制造业大气污染物排放标准》  
(DB11/1202-2015) (已发布)
  - 《汽车整车制造（涂装工序）大气污染物排放标准》（已发布）
  - 《汽车维修业大气污染物排放标准》（已发布）
  - 《工业涂装工序大气污染物排放标准》（已发布）
  - 《有机化学制品制造业挥发性有机物排放标准》（起草中）
  - 《胶黏剂和建筑涂料挥发性有机物含量标准》（起草中）

# 北京市目前开展的工作—政策层面

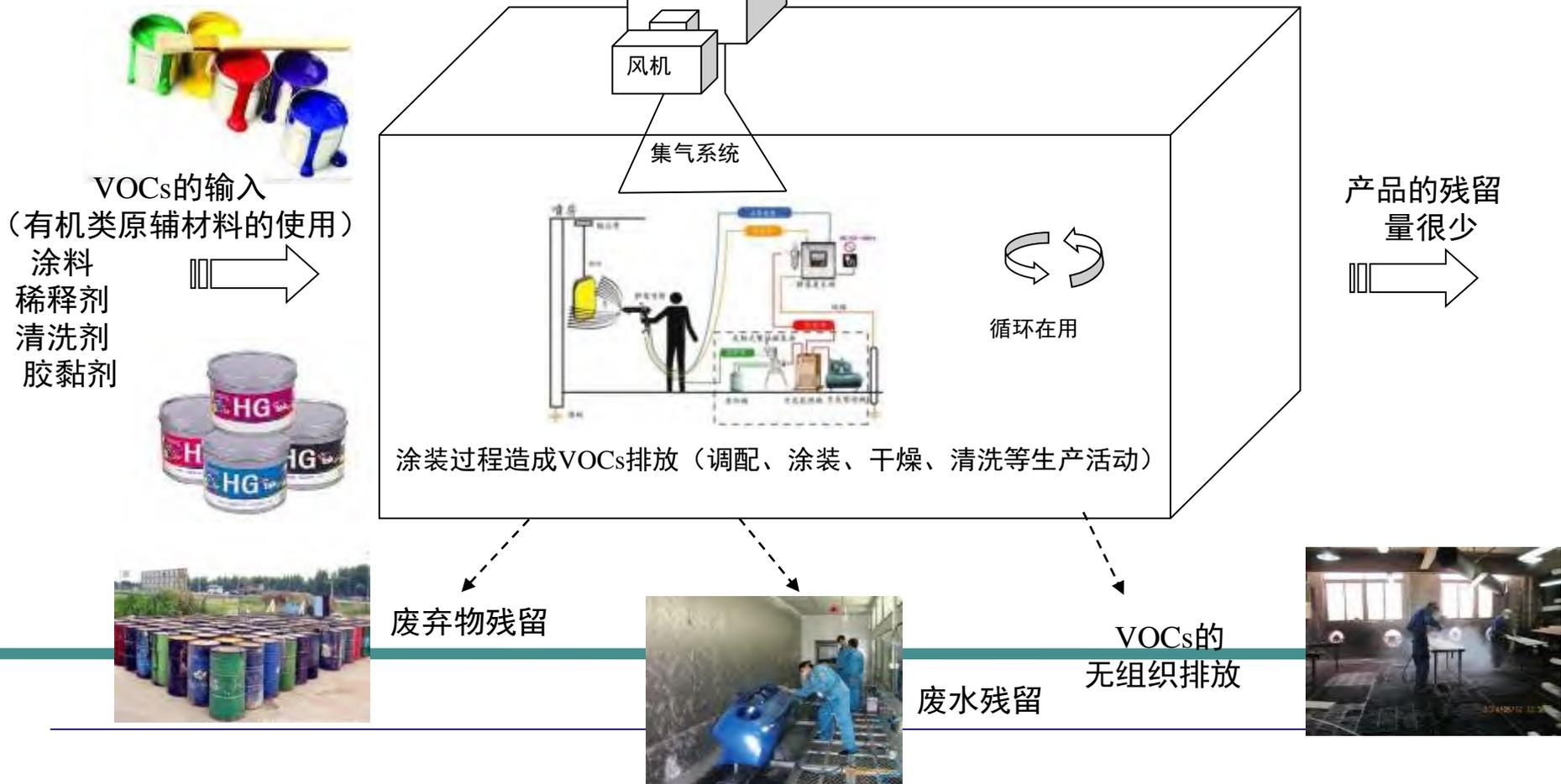
## 标准编制的总体思路

- **目的性**：推动不符合北京市城市功能定位、单位产值VOCs排放强度大的行业调整退出，引导企业使用低VOCs含量原辅材料替代传统高VOCs含量原辅材料，强化有机废气处理设施的建设和运行管理。
  - **针对性**：重点针对溶剂使用工序VOCs污染以及污染防治设施建设与运行不善问题，提出VOC含量限值、排放限值、工艺措施和管理要求。
  - **先进性**：达到当前国际先进水平。
  - **可行性**：技术可行可达，便于操作执行（明确管理要求，便于企业落实、环保部门执法检查）。
-

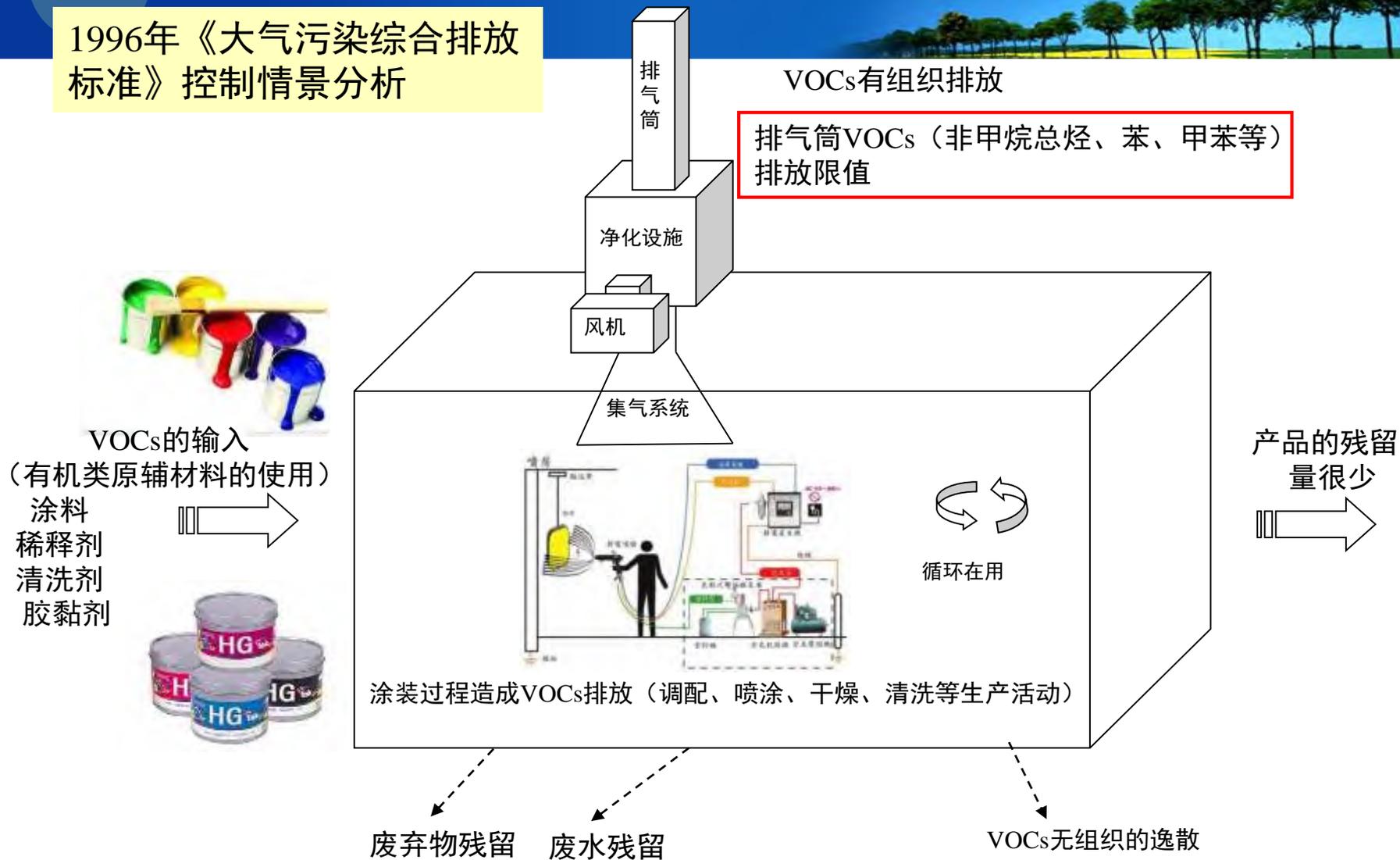
# 溶剂使用企业的排放特征及管控方式

## 溶剂使用企业VOCs排放情景分析

## VOCs有组织排放



# 1996年《大气污染综合排放标准》控制情景分析



厂界大气污染物排放限值

# 新标准的污染控制 情景分析

## VOCs有组织排放

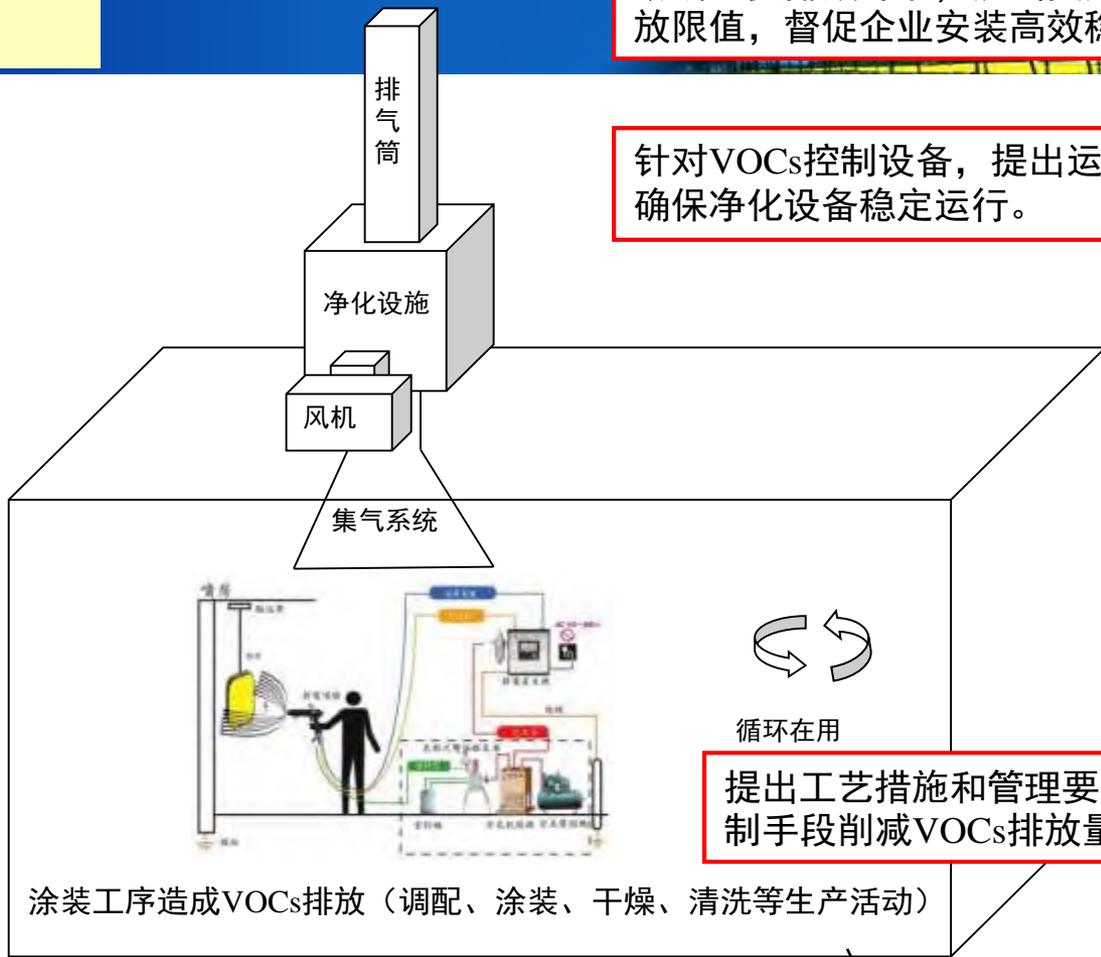
明确主要排放环节，提出更严格的末端排放限值，督促企业安装高效稳定净化设备。

针对VOCs控制设备，提出运行，维护要求，确保净化设备稳定运行。

提出含VOCs原材料  
VOCs含量限值要求

VOCs的输入  
(有机类原辅材料的使用)

涂料  
稀释剂  
清洗剂  
胶黏剂



涂装工序造成VOCs排放（调配、涂装、干燥、清洗等生产活动）

提出工艺措施和管理要求，采用过程控制手段削减VOCs排放量。

提出含VOCs废物处置  
要求，削减潜在排放量。

转变管控方式，提出明确的收集要求，确保无组织排放转化为有组织排放。

# 北京市目前开展的工作—政策层面

## (二) 实施VOCs总量前置审批、倍量替代

第五条 严格建设项目总量指标管理，实行污染物排放减量替代，通过以新带老，实现增产减污、总量减少。其中石化、化工、电子、汽车制造、家具制造和印刷等工业项目新增大气污染物排放量实行现役源2倍削减量替代，并对石化、水泥等重点行业实行行业内2倍削减量替代。

### 北京市环境保护局文件

京环发〔2012〕143号

#### 北京市环境保护局关于印发建设项目 主要污染物总量控制管理有关规定的通知

各区县环保局、北京经济技术开发区环保局，各有关单位：

按照《国务院关于加强环境保护重点工作的意见》（国发〔2011〕35号）及我市主要污染物总量减排工作的有关要求，为规范和细化现行建设项目环境保护审批条件中有关污染物排放总量控制的内容，我局制定了《关于建设项目主要污染物总量控制管理有关内容的细化规定（试行）》。现印发给你们，请认真遵照执行。

特此通知。

# 北京市目前开展的工作—政策层面

## (三) 完善排污申报

将VOCs纳入工业源和生活源的排污申报；  
在VOCs排污申报过程中遇到填报信息不全、  
填报有误等困难。

表 1-4 上年 VOCs 污染产生及排放情况表

| 行业名称   | 填报工艺名称和排放情况      | 污染物名称和排放量        |                  |                  |                  |                  |                  |
|--|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 汽车制造业 (C36)  | 1. 工艺名称          | 2. 原料名称          | 3. 原料类型          | 4. 原料用量          | 5. 原料浓度 (%)      | 6. 原料挥发量 (千克)    | 7. 原料挥发量 (吨)     |
|  | 8. 溶剂名称          | 9. 溶剂用量 (千克)     | 10. 溶剂挥发量 (吨)    | 11. 溶剂挥发量 (吨)    | 12. 溶剂挥发量 (吨)    | 13. 溶剂挥发量 (吨)    | 14. 溶剂挥发量 (吨)    |
|  | 15. 溶剂挥发量 (吨)    | 16. 溶剂挥发量 (吨)    | 17. 溶剂挥发量 (吨)    | 18. 溶剂挥发量 (吨)    | 19. 溶剂挥发量 (吨)    | 20. 溶剂挥发量 (吨)    |                  |
|  | 21. 溶剂挥发量 (吨)    | 22. 溶剂挥发量 (吨)    | 23. 溶剂挥发量 (吨)    | 24. 溶剂挥发量 (吨)    | 25. 溶剂挥发量 (吨)    | 26. 溶剂挥发量 (吨)    |                  |
| 家具制造业 (C21)  | 1. 工艺名称          | 2. 原料名称          | 3. 原料类型          | 4. 原料用量          | 5. 原料浓度 (%)      | 6. 原料挥发量 (千克)    | 7. 原料挥发量 (吨)     |
|  | 8. 溶剂名称          | 9. 溶剂用量 (千克)     | 10. 溶剂挥发量 (吨)    | 11. 溶剂挥发量 (吨)    | 12. 溶剂挥发量 (吨)    | 13. 溶剂挥发量 (吨)    | 14. 溶剂挥发量 (吨)    |
|  | 15. 溶剂挥发量 (吨)    | 16. 溶剂挥发量 (吨)    | 17. 溶剂挥发量 (吨)    | 18. 溶剂挥发量 (吨)    | 19. 溶剂挥发量 (吨)    | 20. 溶剂挥发量 (吨)    |                  |
|  | 21. 溶剂挥发量 (吨)    | 22. 溶剂挥发量 (吨)    | 23. 溶剂挥发量 (吨)    | 24. 溶剂挥发量 (吨)    | 25. 溶剂挥发量 (吨)    | 26. 溶剂挥发量 (吨)    |                  |
| 橡胶、塑料制品业 (C28-C31, C34-C35, C37, C38, C39, C40, C43) | 1. 工艺名称          | 2. 原料名称          | 3. 原料类型          | 4. 原料用量          | 5. 原料浓度 (%)      | 6. 原料挥发量 (千克)    | 7. 原料挥发量 (吨)     |
|  | 8. 溶剂名称          | 9. 溶剂用量 (千克)     | 10. 溶剂挥发量 (吨)    | 11. 溶剂挥发量 (吨)    | 12. 溶剂挥发量 (吨)    | 13. 溶剂挥发量 (吨)    | 14. 溶剂挥发量 (吨)    |
|  | 15. 溶剂挥发量 (吨)    | 16. 溶剂挥发量 (吨)    | 17. 溶剂挥发量 (吨)    | 18. 溶剂挥发量 (吨)    | 19. 溶剂挥发量 (吨)    | 20. 溶剂挥发量 (吨)    |                  |
|  | 21. 溶剂挥发量 (吨)    | 22. 溶剂挥发量 (吨)    | 23. 溶剂挥发量 (吨)    | 24. 溶剂挥发量 (吨)    | 25. 溶剂挥发量 (吨)    | 26. 溶剂挥发量 (吨)    |                  |
| 印刷业 (C23, C25, C26, C32)                             | 27. 印刷类型         | 28. 印刷数量 (单位: 吨) | 29. 印刷数量 (单位: 吨) | 30. 印刷数量 (单位: 吨) | 31. 印刷数量 (单位: 吨) | 32. 印刷数量 (单位: 吨) | 33. 印刷数量 (单位: 吨) |
|  | 34. 印刷数量 (单位: 吨) | 35. 印刷数量 (单位: 吨) | 36. 印刷数量 (单位: 吨) | 37. 印刷数量 (单位: 吨) | 38. 印刷数量 (单位: 吨) | 39. 印刷数量 (单位: 吨) | 40. 印刷数量 (单位: 吨) |
|  | 41. 印刷数量 (单位: 吨) | 42. 印刷数量 (单位: 吨) | 43. 印刷数量 (单位: 吨) | 44. 印刷数量 (单位: 吨) | 45. 印刷数量 (单位: 吨) | 46. 印刷数量 (单位: 吨) | 47. 印刷数量 (单位: 吨) |
|  | 48. 印刷数量 (单位: 吨) | 49. 印刷数量 (单位: 吨) | 50. 印刷数量 (单位: 吨) | 51. 印刷数量 (单位: 吨) | 52. 印刷数量 (单位: 吨) | 53. 印刷数量 (单位: 吨) | 54. 印刷数量 (单位: 吨) |

排放污染物申报登记简表 (第三产业) (20 年度)

| 一、基本情况        |  |                 |   |
|---------------|--|-----------------|---|
| 1. 单位名称 (盖章)  | 2. 组织机构代码  | 3. 单位法人代码/工商执照号 |   |
| 4. 法人代表       | 5. 身份证   | 6. 联系人          |   |
| 7. 地址         | 8. 联系电话  |                 |   |
| 9. 中心经纬       | 10. 中心纬度   | 11. 是否办理环保登记手续  | <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 |
| 12. 注册地址      | 13. 注册地址 (平方米)   | 14. 是否办理环评验收手续  | <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 |
|               | 15. 行业类别/代码  |                 |   |
| 16. 餐饮业       | 餐饮业类型: 营业面积: 平方米 就餐位数: 个 上座率: % 年营业时间: 天<br>灶头总数: 个 其中蒸烤灶头总数: 个 食用燃料: 食用油总用量: 公斤/年<br>油烟处理方式: 静电口 活性炭吸附口 水幕口 无处理排放口 其他口: |                 |   |
| 17. 住宿业       | 床位总数: 张 入住率: % 灶头总数: 个 其中蒸烤灶头总数: 个 食用燃料: 食用油总用量: 公斤/年<br>油烟处理方式: 静电口 活性炭吸附口 水幕口 无处理排放口 其他口:                              |                 |   |
| 18. 商业服务业     | 1. 洗染设备容量: 公斤 2. 干洗机类型: 口开式, 数量: 台; 口密闭式, 数量: 台<br>3. 干洗衣物件数: 件/年 4. 干洗剂类型: 口四氯乙烯 口石油溶剂 口其他溶剂 5. 干洗剂用量: 公斤/年             |                 |   |
| 19. 理发美容保健服务业 | 1. 理发店: 个 2. 美容和保健店: 个 3. 香洗量: 人次/年  |                 |   |
| 20. 摄影冲印服务业   | 1. 扩印机: 台 2. 扩印设备总能力: 张/小时 3. 日平均扩印张数: 张/天   |                 |   |

# 北京市目前开展的工作—政策层面

## （四）实施VOCs排污收费

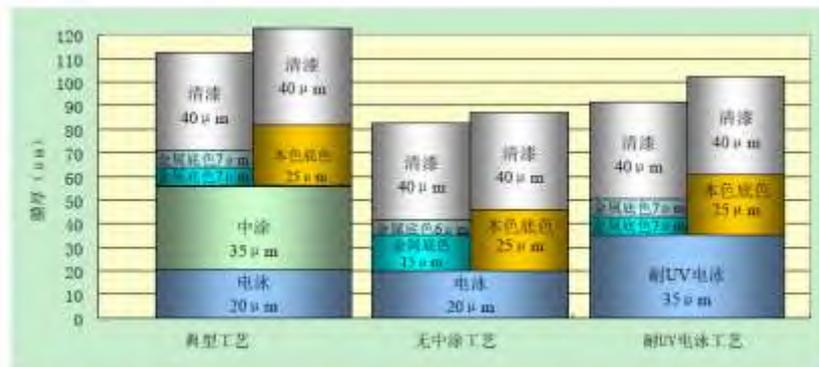
- （1）征收范围：从工业源起征，逐步拓展；
  - （2）收费方式：以排放总量收费；
  - （3）征收费率：高于治理成本；阶梯式差别化收费
  - （4）核算方法：采用产排污系数法，物料衡算和监测作为对比核算的方法；
-

# 北京市目前开展的工作—实施层面

## 重点工业源



机动车制造企业溶剂型涂料的水性化替代



机动车制造企业采用无中涂涂装工艺



炼油和石化企业推行LDAR泄漏检测修复制度

# 北京市目前开展的工作—实施层面

## 重点工业源—工程减排



汽车制造行业安装RTO装置



半导体及光电企业安装沸石转轮吸附浓缩+燃烧



防水卷材企业安装密闭收集处理装置



化工行业推进行料、输送、灌装过程密闭



## 工业源VOCs污染控制存在的问题

# 工业源VOCs控制存在的问题

## 针对治理企业

- ❖ 国内现有研究基础薄弱，无法提供有效的技术支撑，工业污染源排放特征的复杂性给控制技术的选择带来了困难，很多工艺选择的并不是经济合理。
  - ❖ 国内治理企业本身工程经验欠缺，都是边摸索边治理，工艺细节与国外有明显差距。
  - ❖ 国家和地方政策陆续出台，不了解政策的要求，治理效果往往不能达到环境管理的要求。
-

# 工业源VOCs控制存在的问题

## 针对污染企业

- ❖ 减排要求急迫，市场刚刚发展起来，治理企业众多，鱼龙混杂，信息缺乏，无法识别可靠地治理技术和治理企业。
  - ❖ 重治理工程的效率，轻运行维护，多数治理措施不能稳定运行。
  - ❖ 第三方检测数据质量堪忧，无法为企业治理决策和技术筛选提供依据。
-



## 建议



- ❖ 1、在国家现阶段有限条件下，对VOCs的污染防控应该**边研究边推进**；
  - ❖ 2、建立VOCs污染源排放清单是一切工作的基础，各地应依据当地产业结构特点，抓住重点VOCs排放源。
  - ❖ 3、工业VOCs污染源控制是一项系统工程，在具体实施过程中应该结合行业自身的具体情况，从**原辅材料选用、生产工艺设备、过程控制和末端治理**四个方面选择适合行业技术、设备水平的控制措施，实现VOCs的减排。
-

- ❖ 4、在编制出台相关法规、标准和规划时，必须重视这些环境管理要求行政执法和考核时的可操作性。
  - ❖ 5、充分发挥高校、科研院所、行业协会在VOCs污染治理过程中的作用。
-



# 谢谢聆听!

北京市环境保护科学研究院

[nielei@cee.cn](mailto:nielei@cee.cn)

13651229101