

VOCs 行业深度报告

市场空间望超预期，迎接行业爆发 增持（维持）

2015 年 10 月 22 日

投资要点：

- **危害大，VOCs 不容小觑：**VOCs 成分复杂，目前已监测出的 VOCs 有 300 多种，主要来自建筑装饰、有机化工、石油石化、包装印刷、表面涂装等行业。VOCs 四大大气污染物之一，属于形成 PM2.5 和光化学烟雾的重要因素，能够损害人体神经系统、血液成分和心血管系统，对人体健康和社会环境影响极大。
- **排放逐年上升，问题亟待改善：**目前 VOCs 的排放量没有统一的官方数据，2010 年全国重点地区重点城市 VOCs 排放量 417.25 万吨，但有研究表明当年全国实际排放量约 3000 万吨，山东、浙江、江苏排放量居前；相对于二氧化硫、氮氧化物、PM2.5 等污染物，VOCs 治理此前受政策重视度较低，行业基础数据匮乏、法律法规和行业标准滞后以及排放标准不完善使行业在很多年里并未有太大发展。当前状况亟待改善。
- **顶层设计逐渐完善促行业良性发展：**近年来 VOCs 相关政策和标准密集出台，新《大气污染防治法》将 VOCs 纳入监测范围，在立法上为行业发展提供保障；2015 年新增 4 项排放标准使排放标准达到 14 项，目前仍有 3 项标准在修订，12 项标准在制定中。预计年底将出台《重点行业挥发性有机污染物减排和控制的技术导则》，技术标准的制定和完善将为行业规范发展提供有效技术指引。
- **排污费征收+政策补贴打开千亿空间：**《挥发性有机物排污收费试点办法》将 VOCs 的排污费与其他大气污染物提到同一高度，要求 10 月 1 日起石油化工和包装印刷作为重点行业开始征收，北京地区最高 40 元/公斤高额征收标准倒逼企业添置监测设备；上海地区对 2000 家企业进行监测设备和治理补贴，预期补贴将达 5 亿元远超市场预期。预计 VOCs 监测设备市场空间 468 亿元。排污费的征收也将使行业商业模式更加完善，政府补贴激励作用将促行业爆发增长。
- **排污费征收直接利好监测设备：**石化行业污染物排放计算方法为实测法、公式法和排放系数法，包装印刷行业主要采取物料衡算法。采用非实测法得出的多为排放值较高的估算结果，未安装监测设备将加重企业 VOCs 排污费成本，政策严格将直接刺激企业对监测设备的需求。
- **在线监测为发展趋势：**VOCs 监测主要分为离线检测和在线监测，技术要求难度高。我国 VOCs 监测尚处于刚刚起步的阶段，目前国内已有的 VOCs 分类的标准方法均是采用吸附剂采样，针对的目标化合物也仅为卤代烃和芳香烃化合物。未来 VOCs 在线监测为大的发展趋势，气相色谱-火焰离子化监测法面临较大空间。
- **建议关注相关标的：**聚光科技（300203）、雪迪龙（002658）。

分析师 袁理

执业资格证书号码：

S0600511080001

0512-62938537

yuanl@gsjq.com.cn

联系人 翟堃

0512-62936181

zhaik@dwzq.com.cn

行业走势



相关研究

- 1、商业模式进化细分行业成长-2015 年环保行业年度策略
2014 年 11 月 30 日
- 2、政策思路转变催生行业新机遇——十三五规划前瞻
2015 年 05 月 06 日
- 3、2015 监测率先受益——环境税征求意见稿点评
2015 年 06 月 11 日

目 录

1. 投资逻辑	4
2. 前言—什么是 VOCs?	5
2.1. 主要构成: 多种有机物混合物, 成分复杂	5
2.2. 主要来源: 工业源为 VOCs 排放大户	6
2.3. 主要危害: 损害人体健康, 雾霾重要成因	7
3. 行业发展初期, 国外经验值得学习	8
3.1. 行业现状: VOCs 排放量大, 未纳入环境统计管理体系 ..	8
3.2. 包装印刷、石油石化、建筑装饰是 VOCs 主要来源	9
3.3. 行业初期仍存在较多问题	11
3.3.1. 基础数据匮乏	12
3.3.2. 法律法规滞后	12
3.3.3. 排放标准不完善	12
3.4. 其他国家地区经验	12
3.4.1. 美国: 法律法规、控制技术、排放标准相结合	12
3.4.2. 欧盟: 实施分级控制标准, 成员国规定限制	13
3.4.3. 日本: 国家与区域总量控制相结合	14
3.4.4. 台湾: 阶梯征收 VOCs 排污费	15
4. 政策逐步规范, 排污费征收打开市场空间	15
4.1. 政策法规: 政策频出, VOCs 正式法律监管	16
4.2. 排放标准: 新标准陆续出台, 多项标准在制定中	19
4.3. 排污费征收+政府补贴促 VOCs 监测进入爆发期	21
4.3.1. 国家地方同时发力——排污费征收提升企业成本	21
4.3.2. VOCs 排污量计算——鼓励采用监测设备	22
4.3.3. 政府部门补贴——监测市场打开空间	24
5. 技术升级中, 在线监测为技术趋势	25
5.1. 离线监测: 气相色谱-质谱 (GC/MS) 法为主流	26
5.2. 在线监测: 未来发展方向, 看好氢火焰离子化监测法 ..	27
5.3. 我国 VOCs 监测发展现状和展望	28
6. 市场空间: 500 亿市场即将释放	30
6.1. 城市监测需求	30
6.2. 工业园区监测需求	31
6.3. 污染源监测需求	31
7. 投资标的: 行业爆发前期, 关注龙头企业	32
7.1. 聚光科技: 监测仪器龙头, 智慧城市引领者	32
7.2. 雪迪龙: 打造环保大数据平台	33

图表目录

图表 1	不同类型有机物化合物定义.....	5
图表 2	不同类型 VOCs 主要成分.....	5
图表 3	VOCs 的来源.....	6
图表 4	工业源 VOCs 来源构成.....	7
图表 5	VOCs 对人体健康危害.....	7
图表 6	重点区域 2010 年 VOCs 排放.....	9
图表 7	2010 年各行业 VOCs 排放比较.....	9
图表 8	2009 年石油炼制生产环节 VOCs 排放量估算.....	10
图表 9	中国包装印刷企业数量.....	11
图表 10	房地产开发企业经营总收入.....	11
图表 11	美国 VOCs 控制体系.....	13
图表 12	欧盟各国 VOCs 排放限值.....	14
图表 13	日本 VOCs 控制体系.....	14
图表 14	台湾 VOCs 阶梯排污收费政策.....	15
图表 15	VOCs 相关政策体系.....	15
图表 16	国家层面 VOCs 相关政策.....	16
图表 17	地方性 VOCs 相关政策.....	18
图表 18	已制定 VOCs 排放标准.....	19
图表 19	制定中的 VOCs 排放标准.....	20
图表 20	地方性 VOCs 排放标准.....	21
图表 21	试点行业 VOCs 计算方法.....	22
图表 22	VOCs 物料衡算法原理.....	24
图表 23	上海市 VOCs 补贴政策.....	25
图表 24	VOCs 排放监测难点.....	25
图表 25	VOCs 离线监测主要步骤方法.....	26
图表 26	主要 VOCs 在线监测技术对比.....	28
图表 27	已出台 VOCs 技术监测导则.....	29
图表 28	聚光科技山东金宇轮胎 VOCs 在线监测样板工程.....	30
图表 29	主要地区 VOCs 监测市场空间预测.....	31
图表 30	园区 VOCs 监测点市场空间预测.....	31
图表 31	重点企业监测点投资额预测.....	32

1. 投资逻辑

- **危害大，VOCs 不容小觑：**VOCs 成分复杂，目前已经监测出的 VOCs 有 300 多种，主要来自建筑装饰、有机化工、石油石化、包装印刷、表面涂装等行业。VOCs 四大大气污染物之一，属于形成 PM2.5 和光化学烟雾的重要因素，能够损害人体神经系统、血液成分和心血管系统，对人体健康和社会环境影响极大。
- **排放逐年上升，问题亟待改善：**根据环保部《重点区域大气污染防治十二五计划》，2010 年全国重点地区重点城市 VOCs 排放量 417.25 万吨，但有关研究表明当年全国实际排放量约 3000 万吨，山东、浙江、江苏三省排放量占比超 40%。相比于二氧化硫、氮氧化物、PM2.5 等污染物，VOCs 治理此前受政策重视度较低，行业基础数据匮乏、法律法规和行业标准滞后以及排放标准不完善使行业在很多年里并未有太大发展。当前状况亟待改善。
- **顶层设计逐渐完善促行业良性发展：**近年来 VOCs 相关政策和标准密集出台，新《大气污染防治法》将 VOCs 纳入监测范围，在立法上为行业发展提供保障；2015 年新增 4 项排放标准使排放标准达到 14 项，目前仍有 3 项标准在修订，18 项标准在制定中。预计年底将出台《重点行业挥发性有机污染物减排和控制的技术导则》，技术标准的制定和完善将为行业规范发展提供有效指引。
- **排污费征收+政策补贴打开五百亿空间：**《挥发性有机物排污收费试点办法》将 VOCs 的排污费与其他大气污染物提到同一高度，要求 10 月 1 日起石油化工和包装印刷作为重点行业开始征收，北京地区最高 40 元/公斤高额征收标准倒逼企业监测治理；上海地区对 2000 家企业进行监测设备和治理补贴，预期补贴将达 5 亿元远超市场预期。预计 VOCs 监测设备市场空间 468 亿元。排污费的征收也将使行业商业模式更加完善，政府补贴激励作用将促行业爆发增长。
- **排污费征收直接利好监测设备：**石化行业污染物排放计算方法为实测法、公式法和排放系数法，包装印刷行业主要采取物料衡算法。采用非实测法得出的多为排放值较高的估算结果，未安装监测设备将加重企业 VOCs 排污费成本，政策严格将直接刺激企业对监测设备的需求。
- **在线监测为发展趋势：**VOCs 监测主要分为离线检测和在线监测，技术要求难度高。我国 VOCs 监测尚处于刚刚起步的阶段，目前已有的 VOCs 分类的标准方法均是采用吸附剂采样，针对的目标化合物

也仅为卤代烃和芳香烃化合物。未来 VOCs 在线监测为大的发展趋势，气相色谱-火焰离子化监测法面临较大空间。

- 建议关注相关标的：聚光科技（300203）、雪迪龙（002658）。

2. 前言—什么是 VOCs?

2.1. 主要构成：多种有机物混合物，成分复杂

VOCs（Volatile Organic Compounds）学名挥发性有机物，按照世界卫生组织的定义，沸点在 50—250℃ 的化合物，室温下饱和蒸气压超过 133.32Pa，在常温下以蒸气形式存在于空气中的一类有机物为挥发性有机物（VOCs）。

图表 1 不同类型有机物化合物定义

沸点	名称	VOCs 举例与沸点
沸点 < 50℃	高挥发性有机化合物 (WOC)	甲烷 (-161℃)、甲醛 (-21℃)、甲硫醇 (6℃)、 乙醛 (20℃)、二氯甲烷 (40℃)
50℃ ≤ 沸点 < 260℃	挥发性有机化合物 (VOC)	乙酸乙酯 (77℃)、乙醇 (78℃)、 苯 (80℃)、甲乙酮 (80℃)、甲苯 (110℃)、三 氯乙烷 (113℃)、二甲苯 (140℃)、 烯烯 (178℃)、烟碱 (247℃)
260℃ ≤ 沸点 < 400℃	半挥发性有机化合物 (SVOC)	毒死蜱 (290℃)、邻苯甲酸二丁酯 (340℃)、 邻苯二甲酸 (2-以己基) 酯 (390℃)
400℃ ≤ 沸点	颗粒状有机化合物 (POM)	多氯联苯、苯并芘

资料来源：公开资料，东吴证券研究所整理

VOCs 成分复杂，目前已经监测出的 VOCs 有 300 多种，按其化学结构的不同，可以进一步分为以下八类。

图表 2 不同类型 VOCs 主要成分

VOCs 类别	主要成分
脂肪类碳氢化合物	丁烷、正己烷
芳香类碳氢化合物	苯、甲苯、二甲苯、苯乙烯
氯化碳氢化合物	二氯甲烷、三氯甲烷、三氯乙烷、二氯乙烯、三 氯乙烯、四氯乙烯、四氯化碳
酮、醛、醇、多元醇类	丙酮、丁酮、环己酮、甲基异丁基酮、甲醛、甲 醇、异丙醇、异丁醇

醚、酚、环氧类化合物	乙醚、甲酚、苯酚、环氧乙烷、环氧丙烷
脂、酸类化合物	醋酸乙酯、醋酸丁脂、乙酸
胺、腈类化合物	二甲基酰胺、丙烯腈
其他	氯氟烃、甲基溴、含氢氯氟烃

资料来源：公开资料，东吴证券研究所整理

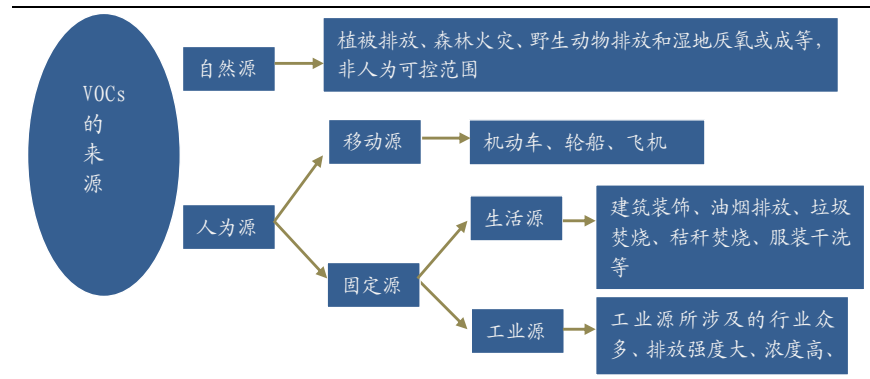
VOCs 具有相对强的活性，是一种性格比较活泼的气体，导致它们在大气中既可以以一次挥发物的气态存在，又可以在紫外线照射下，在 PM10 颗粒物中变化而再次生成成为固态、液态或二者并存的二次颗粒物存在；且参与反应的这些化合物寿命还相对较长，可以随着风吹雨淋等天气变化，或者飘移扩散，或者进入水和土壤，污染环境。

2.2. 主要来源：工业源为 VOCs 排放大户

空气中 VOCs 的排放源主要有自然源和人为源两类。自然源主要来自植被排放、森林火灾、野生动物排放和湿地厌氧过程等，对人类健康的影响一般在可控范围之内。

人为源包括移动源和固定源。移动源包括汽车、轮船、飞机等消耗化石燃料的各种交通工具；固定源分为生活源和工业源，生活源主要来自建筑装饰、油烟排放、垃圾焚烧、秸秆焚烧、服装干洗等；工业源设计行业众多，包括有机化工、石油石化、包装印刷、表面涂装等。

图表 3 VOCs 的来源



资料来源：公开资料，东吴证券研究所整理

来自工业源的 VOCs 排放强度大、浓度高、污染物种类多，属于造成污染的大户。工业源的 VOCs 产生主要来自含 VOCs 产品的使用、以 VOCs 为原料的工艺流程、VOCs 的生产、有机物的储存和运输等四大环节。

图表 4 工业源 VOCs 来源构成

	主要行业	所占比例
含 VOCs 产品的使用	装备制造涂装、半导体与电子设备制造、包装印刷、医药化工、塑料和橡胶制品生产、人造革生产、人造板生产、造纸、纺织印染	53.21%
以 VOCs 为原料的工艺过程	涂料生产、油墨生产、高分子合成、胶黏剂生产、食品生产、日用品生产、医药化工、轮胎制造	20.40%
VOCs 的生产	石油炼制、石油化工、煤化工、有机化工	17.77%
有机物的储存和运输	原油、成品油、溶剂、生产原材料和产品的储存/转运/销售	8.62%

资料来源：华南理工大学，东吴证券研究所

2.3. 主要危害：损害人体健康，雾霾重要成因

VOCs 具有较强的光化学反应活性，能在环境中进行二次转化，其光化学反应会引发城市光化学烟雾，造成二次污染；VOCs 作为细颗粒物（PM2.5）的前体物之一，是造成雾霾的重要原因；特别是在夏季，VOCs 对城市和区域臭氧的生成也至关重要。

VOCs 的危害主要表现在以下三点：

1) VOCs 的成分复杂，所具有的特殊气味能导致人体出现不适，具有毒性和刺激性。对人体的影响可分为三种类型：一是气味和感官，包括感官刺激，感觉干燥；二是粘膜刺激和其它系统毒性导致的病态，刺激眼粘膜、鼻粘膜、呼吸道和皮肤等，很容易通过血液大脑的障碍，从而导致中枢神经系统受到抑制，使人产生头痛、乏力、昏昏欲睡和不舒服的感觉；三是对内脏造成伤害，已知许多 VOCs 具有神经毒性、肾脏和肝脏毒性，甚至具有致癌作用，能损害血液成分和心血管系统，引起胃肠道紊乱，诱发免疫系统、内分泌系统及造血系统疾病及代谢缺陷。

图表 5 VOCs 对人体健康危害

危害类型	VOCs 种类
损害神经	伯醇类（甲醇除外）、醚类、醛类、酮类、部分酯类、苄醇类等；
肺中毒	羟基甲酯类，甲酸酯类；
血液中毒	苯及其衍生物、乙二醇类；
肝脏及新陈代谢中毒	卤代烃类；
肾脏中毒	四四氯乙烷以及乙二醇类；

资料来源：公开资料，东吴证券研究所整理

2) VOCs 可以和空气中的氮氧化物结合, 在太阳光的照射下会生成两种(类)污染物, 一种叫做二次有机颗粒物, 或二次有机气溶胶(SOA), 是大气中 PM2.5 的一个重要组成部分; 另一种污染物则光化学产生的臭氧, 臭氧就是光化学烟雾的主要标志之一。

因此, VOCs 一方面会导致 PM2.5 的产生, 形成现在中国城市很普遍的雾霾; 另一方面, VOCs 也会导致近地面臭氧浓度增高, 使得光化学烟雾污染更加严重。

3) 工业污染源, 如石化企业和包装印刷企业, VOCs 排放量大, 由于粘度低且密度相对较高, 在冷却之后非常容易渗透到厂区附近的地下深层, 对土壤以及地下水造成污染形成污染场地, 污染深度往往可达数米。

VOCs 一旦浸入粘性土壤粒子中便会很难去除, 在土壤持续的滞留积蓄会引发土壤理化性质发生改变, 造成土壤中污染物含量过高或超标, 对动物、植物、微生物等产生刺激和毒害, 诱导生物物种及其数量产生变化, 从而破坏了土壤环境原有的生态功能与系统平衡, 更严重的会通过食物链传导对人体健康造成危害。

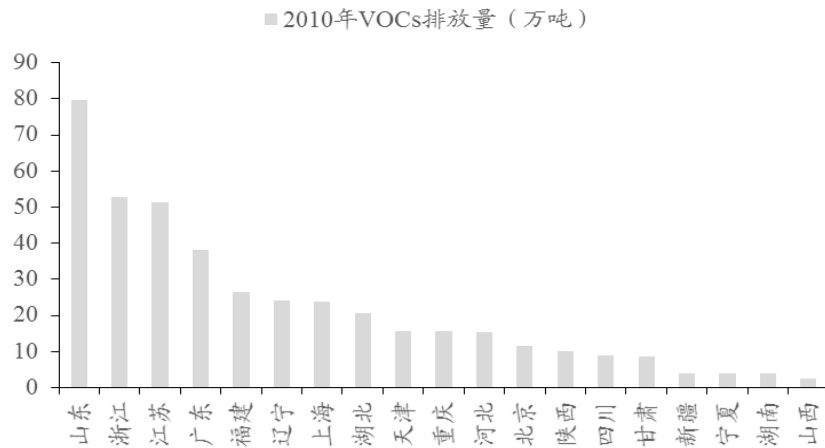
3. 行业发展初期, 国外经验值得学习

3.1. 行业现状: VOCs 排放量大, 未纳入环境统计管理体系

VOCs 伴随工业发展排放量增加是不争的事实。规模化监测的缺失使国家对 VOCs 没有公开的相关数据, 且由于 VOCs 成份种类复杂, 特性不一, 涉及的行业多, 工艺复杂, 很难摸清全国的 VOCs 排放总量。

根据 2012 年 10 月环境保护部颁布了《重点区域大气污染防治“十二五”规划》, 首次发布了我国包括京津冀、长三角和珠三角地区 19 个省、直辖市、自治区的 13 个重点区域的 VOCS 数据, 重点区域 2010 年统计的排放量共计 417.25 万吨。从排放总量上看, 2010 年重点区域代表型行业 VOCS 排放量最大的 3 个区域为山东省 (79.6 万吨)、浙江省 (52.7 万吨) 和江苏省 (51.3 万吨), 占比约为重点区域 VOCs 排放总量的 44%; 最小的 3 个区域为山西 (2.6 万吨)、湖南省 (3.8 万吨) 和宁夏 (3.95 万吨)。

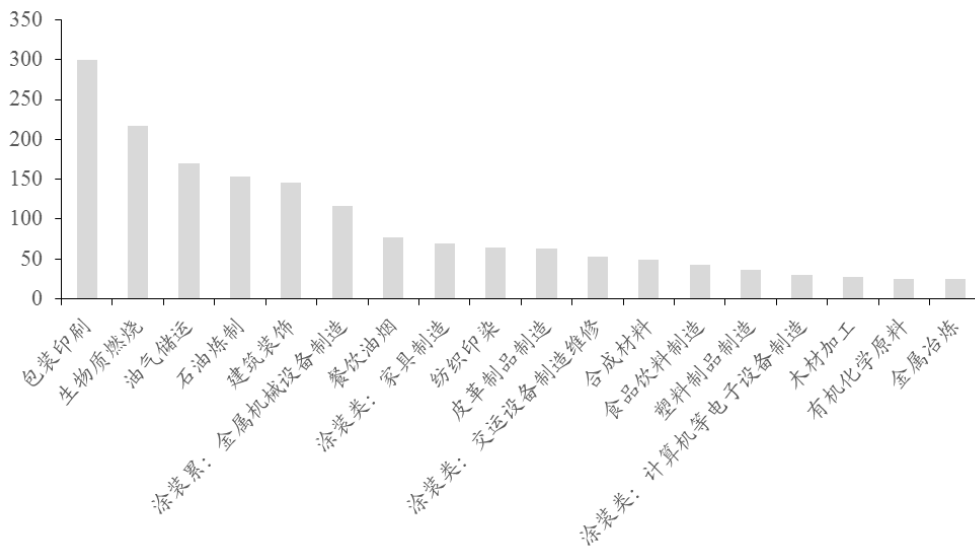
图表 6 重点区域 2010 年 VOCs 排放



资料来源：《重点区域大气污染防治“十二五”规划》，东吴证券研究所

但根据环保部环境规划院的测算，全国 VOCs 排放量超 20 万吨/年的行业在 2009 年排放总量就已达 1681.52 万吨，占全国工业总排放量的 95.7%，其中典型行业（石油石化、包装印刷、涂装等）排放量为工业排放量的 54.21%。

图表 7 2010 年各行业 VOCs 排放比较



资料来源：环保部环境规划院，东吴证券研究所

3.2. 包装印刷、石油石化、建筑装饰是 VOCs 主要来源

根据数据可以看出，除生物质燃烧外，工业源中 VOCs 排放量占比靠前的为建筑装饰、包装印刷和石油石化（包括石油炼制和油气储运）行业，这三个行业可以占到各行业总排放量的 46% 以上。

石化行业 VOCs 排放量约占 VOCs 人为源总排放量的 19.5%，排放主

要来自于密封设备的不严而导致的挥发性气体泄漏和转运过程中的挥发损失。根据环保部环境规划院估算，2009 年全国石化行业 VOCs 排放总量约为 153.5 万吨。

石化行业排放的 VOCs 成分复杂，活性强，危害大，所受重视度不断提高；另一方面，相对于建筑装饰和包装印刷行业，石化行业 VOCs 排放一般浓度高，且易于收集和处理，在监测设备的使用上存在更大的机会。

图表 8 2009 年石油炼制生产环节 VOCs 排放量估算

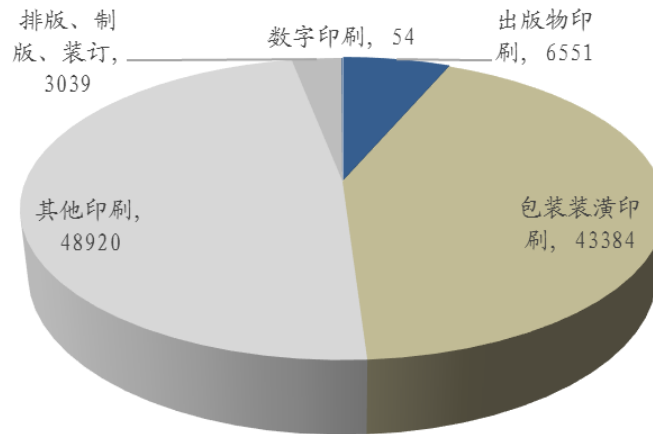
	中石化	中石油	其他石化企业
原油加工量 (万吨)	18351	12512	3000
储罐损失 (万吨)	1.84	1.25	0.3
转运损失 (万吨)	55.05	37.54	9
泄漏损失 (万吨)	23.5	16	5.28
废水处理逸散 (万吨)	2.2	1.5	0.04
排放量合计 (万吨)	82.59	56.29	14.62
排放量总量 (万吨)	153.49		

资料来源：环保部环境规划院，东吴证券研究所

根据我国当前包装塑料基材等印刷技术水平，印刷过程中大量使用的溶剂型油墨含 50%-60% 的挥发性组分（主要为甲苯、乙酸乙酯、丙酮及少量丁酮）；如果加上调油墨粘度所需的稀释剂，那么在印品干燥时，挥发性油墨组分的总含量为 70%-80%，因此在包装印刷的过程中会伴随大量的 VOCs 排放。

截至 2014 年，我国包装印刷企业数量 101948 家，年营业收入超 5000 亿元，在为实行较好管控的情况下这些溶剂在产品生产过程中变为 VOCs 废气大量排出，造成空气污染。

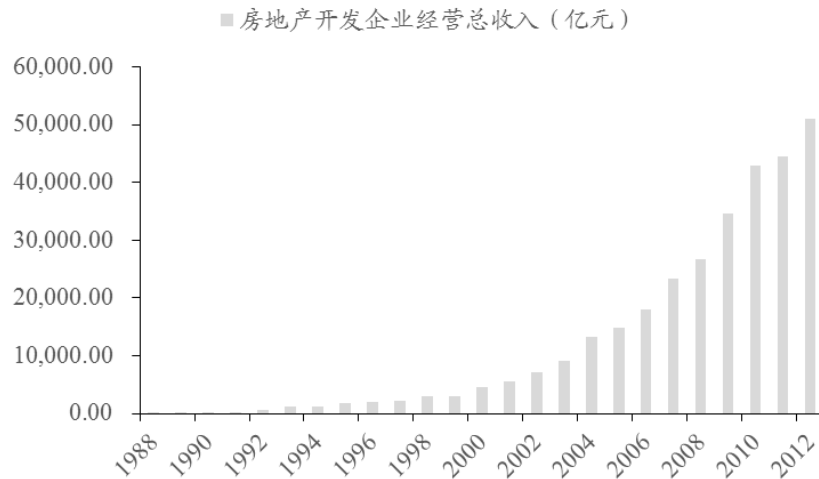
图表 9 中国包装印刷企业数量



资料来源：国家新闻出版总署，东吴证券研究所

建筑装饰的 VOCs 排放主要影响室内空气环境，来源主要是建筑和装饰材料，例如油漆、涂料、填料、密封剂、粘合剂、地面覆盖物、墙面覆盖物和家具等。目前在建筑和装饰材料中已鉴定出的挥发性有机物超百种，典型的有苯乙烯、丙二醇、TXIB、甘烷、酚、甲苯、乙苯、二甲苯、甲醛等。建筑装饰伴随着 21 世纪城镇化带来的房地产行业快速发展有了较快的增长，市场的巨大存量也使得 VOCs 治理不容小觑。

图表 10 房地产开发企业经营总收入



资料来源：WIND 资讯，东吴证券研究所

3.3. 行业初期仍存在较多问题

与二氧化硫、氮氧化物等污染物相比，VOCs 由于成分复杂、污染源分布广泛且排放时无组织逸散，只靠针对当前排放的监管方式很难有效进行全面控制。虽然近年来我国不断加大对 VOCs 的政策投入，从整个政策体系、监测标准等方面都采取了一定的措施，但整体来看仍然存在许多问

题，主要表现在基础数据匮乏，法律法规滞后，排放标准和监测规范不完善，控制技术亟需更新等。

3.3.1. 基础数据匮乏

相比于其他的污染物，VOCs 并未纳入环境统计管理体系，且监测设备一直落后导致基础数据匮乏。中国工业门类复杂，VOCs 排放来自多个行业，在旧的只限于常规污染物的环境污染控制体系下很难得到有效的重视。由于监测设备覆盖率不够，目前环保部门对于工业企业 VOCs 的排放源分布、排放强度和治理情况等基础信息掌握较少，缺乏区域和全国环境空气 VOCs 污染特征等基础数据，排放状况不清，现有数据并不能完全反应污染真实情况。

3.3.2. 法律法规滞后

我国 VOCs 控制仍处于起步阶段，系统性不强、行业针对性差、控制不全面等问题较为突出。在旧的《大气污染防治法》中并没有提及将 VOCs 纳入监管范围，对 VOCs 污染防治管理条文缺少对环保准入、日常监管和风险防范方面的专项具体要求，系统有效的有毒有害废气污染防治和监管体系并没有建立，对于过量排放、不按照要求安装监测设备以及过量排放的企业没有统一规范的处罚办法，法律法规的滞后严重阻碍了行业的正常发展。

3.3.3. 排放标准不完善

VOCs 污染物种类复杂，来源广泛，无论是监测还是治理都存在较大的难度。在 2010 年之前我国环境空气质量标准尚未包括 VOCs，典型行业 VOCs 排放标准也存在明显不足。大气污染源和环境空气 VOCs 监测分析方法以参考国外相关标准为主，缺少统一的技术规范，不同研究结果缺乏可比性，增加了污染防治工作的难度。在控制技术方面，以模仿和追踪国外技术为主，缺少适合中国国情的具有自主知识产权的控制技术。

根据统计，在 2011 年大约有 40% 的行业没有设置排放标准，且这些行业多为排放大户。标准的缺失使环保部门无法对企业的 VOCs 排放量是否合适、如何进行奖惩进行合理的评估，由此造成的监管缺失也使得大量排放的企业并没有受到相应的处罚。

3.4. 其他国家地区经验

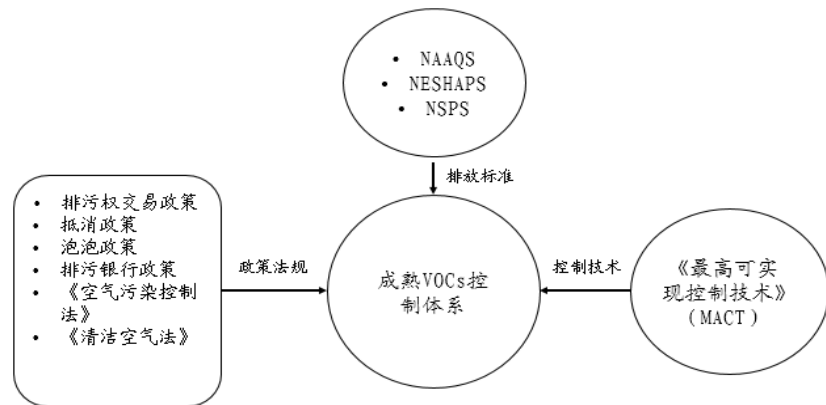
相对于发达国家和地区，我国 VOCs 监测和治理起步较晚，在政策制定、控制标准、实施方法等方面都有经验可以借鉴。

3.4.1. 美国：法律法规、控制技术、排放标准相结合

美国根据 VOCs 排放源类型的不同，分为工业排气、设备泄露、废水挥发、储罐、装载操作 5 类源，分别规定排放限值或工艺设备、运行维护要求。

美国于 1955 年通过了《空气污染控制法》(Air Pollution Control Act)，1963 年通过了《清洁空气法》(Clean Air Act)。1967 年，通过了《空气质量法》(Air Quality Act)。随后，1970 年、1977 年和 1990 年，对《清洁空气法》进行补充、扩展和修订，不断强化和完善。在排放标准上相继制定了《国家环境空气质量标准》(NAAQS)、《国家有毒空气污染物排放标准》(NESHAPS)、《新污染源行为标准》(NSPS) 等，同时制定《最高可实现控制技术》(MACT)。在政策上通过法律法规、控制技术和排放标准相结合的方式实行对 VOCs 排放的控制，为全世界的 VOCs 控制提供了宝贵经验。

图表 11 美国 VOCs 控制体系



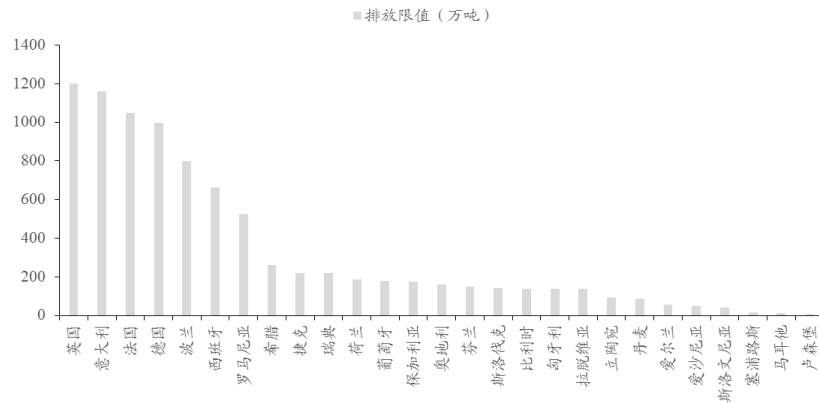
资料来源：华南理工大学，东吴证券研究所整理

除制定 VOCs 相关政策外，美国环保署同时实施城市有毒空气污染物控制战略，筛选出 19 种 VOCs 物质并明确其来源。此外，为识别 VOCs 等空气污染物的区域污染状况，美国政府定期进行全国范围内有毒空气污染物风险评估，并建立基于风险评估模型和污染物普查结果的有毒空气污染物控制基准体系。目前已有 12 种 VOCs 物质被列为国家层面或区域层面具有较高健康风险的有毒空气污染物。

3.4.2. 欧盟：实施分级控制标准，成员国规定限制

欧盟各成员国为加强对单项 VOCs 物质的管制，同时实施分级控制标准。根据国际癌症研究机构关于致癌性的分类、职业卫生的最高允许浓度 (MAC 值) 或 8 小时时间加权平均允许浓度 (TWA 值) 等指标，将 VOCs 物质根据健康毒性分为高毒性、中等毒性和低毒性 3 类，分别规定了浓度控制限值。其中对苯的规定是：年均限值 $5\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，以 2000 年 12 月 13 日 $5\mu\text{g}/\text{m}^3$ 为起点 (100%)，从 2006 年 1 月 1 日开始，每过 12 个月减少 $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，直到 2010 年 1 月 1 日结束 (0%)，即这个限值及其规定需在 2010 年 1 月 1 日前达到。根据欧盟《大气污染物排放量最高国家标准》(NEC 指令)，在遵循欧盟相关规定的前提下，各成员国可自行决定为达到限制目标所需要采取的措施，并每年向欧盟报告污染物的排放情况。

图表 12 欧盟各国 VOCs 排放限值

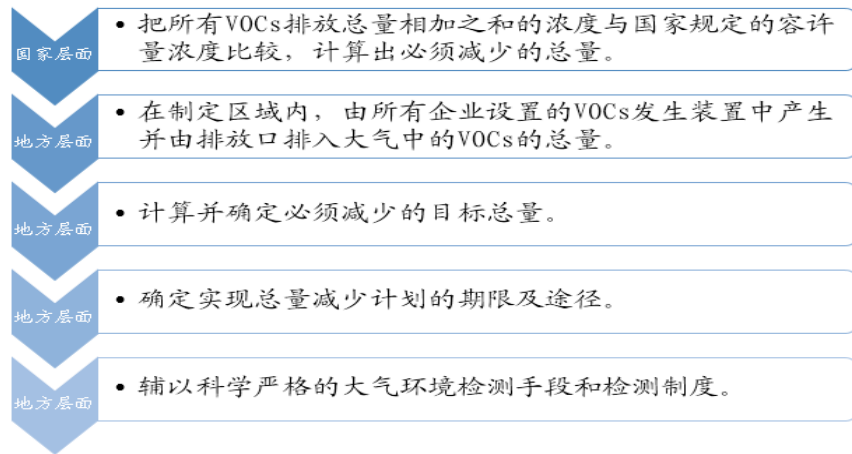


资料来源：《大气污染物排放量最高国家标准》，东吴证券研究所整理

3.4.3. 日本:国家与区域总量控制相结合

日本实行国家总量控制和区域总量控制相结合的方法。国家控制总量是以最高允许排放总量和浓度为基础，以不超标为要求，全国实行，不受所在区域限制；区域总量控制以排放总量的最低削减量为基础，以削减量达标为要求，是在排放口总量控制基础上的更严格的总量控制。控制要求是确定排放总量，确定总量削减计划（包括总量限制指标和削减措施、限制等），向各派放着分配排放总量和削减总量额度。

图表 13 日本 VOCs 控制体系



资料来源：华南理工大学，东吴证券研究所整理

日本政府在 2004 年修订的《大气污染防治法》中新增了“VOCs 排放规制”一章，并于 2005 年发布实施令、实施规则和测定方法。随后，日本又实施对化学品制造、涂装、工业清洗、粘接、印刷、VOCs 物质贮存 6 类重点工业源的 9 种工艺设施实施排放控制，有关方面必须申报对象设施、遵守排放标准及进行测定等。

在《大气污染防治法》修订前，日本一些地方政府就已经通过条例制定了关于 VOCs 排放浓度及设备标准等的规制，以及要求企业申报相关排放设施。对象设施及规制方法也各不相同，如针对超过一定规模的加油站

的汽油储藏设施制定了设备标准等。

此外，日本政府对大气污染物实行管制，确定的空气毒物中，苯、三氯乙烯、四氯乙烯 3 种 VOCs 物质被列入需要优先采取行动的毒物，通过区分现有源和新源，分别制定这些污染物的排放限值。

3.4.4. 台湾：阶梯征收 VOCs 排污费

台湾地区对于污染物排污费征收较早，1995 年开始就按燃料使用费及含硫份征收硫化物排污费，1998 年开始按照实际排放量对氮氧化物征收排污费。至 2007 年，台湾地区开始对 VOCs 征收排污费，分别对各个行业排放量进行计算之后统一规定。

图表 14 台湾 VOCs 阶梯排污收费政策

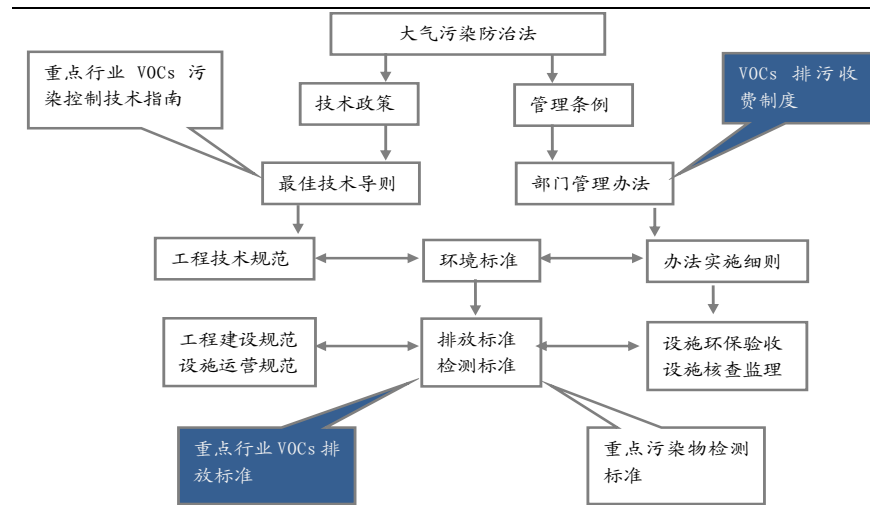
征收对象	级别与费率	计量方法	费额估算
第一阶段 (2007-2009) VOCs 空污费	仅征收一般不分级距，0.5 吨/季起征，单一费率 20 元/kg	按照行业制程排放细数简化计量	约 28.87 亿元/年
第二阶段 (2010 年起) VOCs 空污费	1) 维持征收一般 1) 50 吨/季以上，350 元/kg; 2) 7.5~50 吨/季，25 元/kg; 3) 0.5~7.5 吨/季，20 元/kg 2) 对有害 VOCs 物种进行加征	回归质量平衡计量	约 38.16 亿元/年

资料来源：华南理工大学，东吴证券研究所整理

4. 政策逐步规范，排污费征收打开市场空间

VOCs 相关的政策表现在以大气污染防治法为基础，分别对技术政策和管理条例进行指导，通过技术导则和部门管理办法确定相应的环境标准，在排污费收费制度和重点行业 VOCs 排放检测标准的共同作用下形成一个完善的政策体系。近年来 VOCs 相关政策频出，行业在政策的指引下不断规范，未来有望打开新的市场空间。

图表 15 VOCs 相关政策体系



资料来源：公开资料，东吴证券研究所整理

4.1. 政策法规：政策频出， VOCs 正式法律监管

政策缺失对社会和生态造成损害不断引起相关部门重视，VOCs 监测和治理也逐渐提上日程。2011 年 12 月发布的《国家环境保护“十二五”规划》中强调“加强挥发性有机污染物和有毒废气控制”，正式提出控制挥发性有机污染物的排放，并明确提出开展 VOCs 监测工作，石化行业、有机化工、表面涂装、包装印刷等行业净化率不低于 90%。

2013 年 9 月，国务院印发的《大气污染防治行动计划》中明确了推动 VOCs 的治理，同时进一步明确了需要控制 VOCs 的石化、有机化工、表面涂装、包装印刷等重点行业。同期，环境保护部等六部委共同发布《京津冀及周边地区落实大气污染防治行动计划实施细则》，要求到 2017 年底对有机化工、医药、表面涂装、塑料制品、包装印刷等重点行业的 559 家企业开展 VOCs 综合治理。

2014 年 7 月，环境保护部等六部委共同发布《大气污染防治行动计划实施情况考核办法（试行）实施细则》，规定了北京市、天津市、河北省、上海市、江苏省、浙江省及广东省珠三角等重点地区 2014-2017 年 VOCs 控制的进度。至此，大气挥发性有机物治理工作开始开展，监测工作也正式开启。2014 年 12 月，环境保护部发布《石化行业挥发性有机物综合整治方案》，石化行业的挥发性有机物治理工作率先开展，成为 VOCs 工业排放行业治理的第一枪。

2015 年 8 月新修订的《大气污染防治法》首次将挥发性有机物（VOCs）纳入监管范围，明确生产、进口、销售和使用含挥发性有机物的原材料和产品的，其挥发性有机物含量应当符合质量标准或者要求。

图表 16 国家层面 VOCs 相关政策

时间	发布部门	政策名称	概述
2015.8	全国人民代表大会	新《大气污染防治法》	首次将挥发性有机物 VOCs 纳入监管范围
2015.6	财政部、发改委、环保部	《挥发性有机物排污收费试点办法》	对石油化工和包装印刷两个大类作为试点征收 VOCs 排污费，办法自 2015 年 10 月 1 日执行
2014.12	环保部	《石化行业挥发性有机物综合整治方案》	要求石化行业率先开展 VOCs 治理工作
2014.7	环保部等六部委	《大气污染防治行动计划实施情况考核办法（试行）实施细则》	规定了北京市、天津市、河北省、上海市、江苏省、浙江省及广东省珠三角等重点地区 2014-2017 年 VOCs 控制的进度

2013.12	工信部	《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》	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，京津冀、长三角、珠三角等区域要于 2015 年底前完成石化企业有机废气综合治理
2013.9	环保部等六部委	《京津冀及周边地区落实大气污染防治行动计划实施细则》	到 2017 年底，钢铁、水泥、化工、石化、有色等行业完成清洁生产审核，推进企业清洁生产技术改造，实施挥发性有机物污染综合治理工程。
2013.9	国务院	《大气污染防治行动计划》	要求到 2017 年底对有机化工、医药、表面涂装、塑料制品、包装印刷等重点行业的 559 家企业开展 VOCs 综合治理
2013.5	环保部	《挥发性有机物（VOCs）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
2013.3	环保部	《关于加强环境空气质量监测能力建设的意见》	加强城市、区域、中国环境监测总站环境空气自动监测系统能力建设
2012.1	环保部	《重点区域大气污染防治“十二五”规划重点工程项目》	“十二五”重点行业挥发性有机物污染治理项目、油气回收治理项目、黄标车淘汰项目新增 VOCs 减排能力 60.5、40.5、51.5 万吨/年。
2012.1	环保部	《重点区域大气污染防治“十二五”规划》	把挥发性有机物污染控制作为建设项目环境影响评价的重要内容，采取严格的污染控制措施。
2011.12	环保部	《国家环境保护“十二五”规划》	正式提出控制挥发性有机污染物的排放，并明确提出开展 VOCs 监测工作，石化行业、有机化工、表面涂装、包装印刷等行业净化率不低于 90%
2010.5	国务院	《关于推进大气污染联防联控工作改善区域空气质量指导意见的通知》	从事喷漆、石化、制鞋、印刷、电子、服装干洗等排放挥发性有机污染物的生产作业，应当按照有关技术规范进行污染治理

2004.4	全国人民 代表大会	《中华人民共和国大气污染防治法》	制定燃煤、石油焦、生物质燃料、涂料等含挥发性有机物的产品、烟花爆竹以及锅炉等产品的质量标准，应当明确大气环境保护要求
--------	--------------	------------------	------------------------------------------------------------

资料来源：政府部门网站，东吴证券研究所整理

随着国家政策不断推进，地方政府陆续出台相关政策，对 VOCs 响应力度和效率不断提高，且标准往往相对国家标准会更高。根据天津比较明确的规定，要求排气筒 VOCs 的排放速率大于 2.5 千克/小时或排气量大于 6 万立方米/小时的，必须配套建设 VOCs 在线监测设备。上海 2015 年 8 月发布的 VOCs 治理和减排方案中要求，到 2016 年底前，处理规模达到 1 万立方米/小时的企业必须安装 VOCs 在线监测系统。

图表 17 地方性 VOCs 相关政策

时间	省份	政策名称	概述
2015.9	江苏	江苏省大气挥发性有机物污染防治管理办法（征求意见稿）	县级以上地方人民政府应当将挥发性有机物污染防治纳入大气污染防治计划
2015.9	宁夏	《石嘴山市重点行业挥发性有机物综合整治实施方案》	全面开展石化、煤化、化学原料和化学制品制造、医药制造 4 个重点行业 VOCs 综合整治，计划三年内实现重点行业 VOCs 排放大幅减少
2015.8	上海	《上海市工业挥发性有机物治理和减排方案》	到 2016 年底基本完成工业 VOCs 排放源 VOCs 治理项目。
2015.8	上海	《上海市工业挥发性有机物减排企业污染治理项目专项扶持操作办法》	对 VOCs 监测设备和 VOCs 治理进行补贴
2014.8	河北	《河北省制药行业环境综合整治实施方案》	监测处会同监测中心负责挥发性有机物监测能力建设
2014.7	江苏	《江苏省大气污染防治条例(草案)》	产生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
2014.2	广东	《广东省大气污染防治行动方案》	重点加大石油炼制与化工行业挥发性有机物(VOCs)的综合治理力度，2017 年底前全省所有石油炼制企业、有机化工和医药化工等重点企业全面应用 LDAR 技术。
2013.12	江苏	《江苏省化工企业挥发性有机物污染整治验收办法（试行）》	对 VOCs 进行监测和治理综合利用，相关企业按照验收评分表进行评分
2013.11	浙江	《浙江省挥发性有机物污染整治方案》	2015 年对第一批 345 家工业企业 VOCs 进行治理改造，现有监测

点总排放量在 2010 年基础上下降 18%。

2013.9	北京	《北京市 2013-2017 年清洁空气行动重点任务分解》	自 2013 年起，各区县重点行业挥发性有机物排放每年减少 10% 左右；到 2017 年，与 2012 年相比累计减排 50% 左右。
2013.9	河北	《河北省大气污染防治行动计划实施方案》	到 2017 年，有机化工、医药、表面涂装、塑料制品、包装印刷等重点行业开展挥发性有机物综合治理。
2013.9	天津	《天津市清新空气行动方案》	到 2017 年对 79 家石油化工、医药等 VOC 排放重点行业企业完成全面综合治理或关停
2013.7	山东	《山东省 2013-2020 年大气污染防治规划一期（2013-2015 年）行动计划》	“十二五”完成 VOCs 相对 2010 年减排 18%，排放量控制住 67.3 万吨以内
2012.5	江苏	《江苏省化工园区废气整治试点工作方案》	2015 年实现全省化工行业 VOCs 减排 30% 以上，实现重点园区及重点企业废气在线长效监管。

资料来源：地方政府网站，东吴证券研究所整理

4.2. 排放标准：新标准陆续出台，多项标准在制定中

排放标准是环保行业排污费收费的一个重要参考点，也是整个行业正常运行、顺利实施惩罚激励制度的基础。

按照目前国际上比较主流的标准，对于重点行业，VOCs 的排放标准至少应该包括 VOCs 年排放量、污染成分排放浓度指标，以年排放量 10 万吨为基准至少需要为 40 个行业制定排放基准；而对于整个工业行业也需要制定综合的排放标准，为没有排放标准或排放量较少的行业进行统一兜底。

目前国家已经颁布涉及 VOCs 排放标准共有 14 项，其中 2015 年新颁布的有 4 项，同时还有 18 项标准正在制订中。

图表 18 已制定 VOCs 排放标准

序号	排放标准	标准类型	综合项目	状态
1	饮食业油烟排放标准 (GB18483-2001)	行业		正在修订
2	储油库大气污染物排放标准 (GB20950-2007)	行业	NMHC (非甲烷总烃)	
3	汽油运输大气污染物排放标准 (GB20951-2007)	行业	NMHC	
4	加油站大气污染物排放标准 (GB20952-2007)	行业	NMHC	

5	合成革与人造革工业污染物排放标准 (GB21902-2008)	行业	VOCs (不含 DMF)	
6	橡胶制品工业污染物排放标准 (GB27632-2011)	行业	NMHC	
7	轧钢工业大气污染物排放标准 (GB28665-2012)	行业	NMHC	
8	炼焦化学工业污染物排放标准 (GB16171-2012)	行业	NMHC	
9	大气污染物综合排放标准 (GB16297-1996)	综合	NMHC	正在修订
10	恶臭污染物排放标准 (GB14554-1993)	通用		正在修订
11	电池工业污染物排放标准 (GB30282-2013)	行业		
12	石油炼制工业污染物排放标准 (GB 31570-2015)	行业	NMHC	最新出台
13	石油化学工业污染物排放标准(GB 31571-2015)	行业	NMHC	最新出台
14	合成树脂污染物排放标准(GB 31572-2015)	行业	NMHC	最新出台

资料来源：环保部，东吴证券研究所整理

图表 19 制定中的 VOCs 排放标准

序号	排放标准
1	煤化学工业污染物排放标准
2	干洗业污染物排放标准
3	电子工业污染物排放标准
4	纺织印染工业大气污染物排放标准
5	印刷包装业大气污染物排放标准
6	农药工业大气污染物排放标准
7	制药工业大气污染物排放标准
8	涂料、油墨及类似产品制造行业大气污染物排放标准
9	人造板工业污染物排放标准
10	VOCs 通用控制标准 (储罐、管道、处理装置等)
11	涂装工业污染物排放标准
12	铸造工业大气污染物排放标准
13	石油天然气开发工业污染物排放标准
14	氯碱工业污染物排放标准
15	染料工业大气污染物排放标准
16	工业涂装大气污染物排放标准
17	船舶工业污染物排放标准
18	玻璃纤维及制品工业污染物排放标准

资料来源：环保部，东吴证券研究所整理

地方性 VOCs 排放标准陆续出台，上海、北京、广东地区相关标准出台较早，主要排放标准集中在化工制药、印刷涂装和家具等行业；天津市

2014 年出台了整个工业 VOCs 排放的综合标准。

其中北京市 2015 年发布的《木质家具制造业大气污染物排放标准》对于家具行业首次提出原辅材料挥发性有机物含量限值以及工艺措施和管理要求，被称为“家具史上最严环保标准”。预计排放标准未来将由京津冀、长三角、珠三角地区向全国逐步开展。

图表 20 地方性 VOCs 排放标准

序号	排放标准	标准类型	综合项目	VOCs 种类数
1	上海市生物制药行业污染物排放标准 (DB31/373-2006)	行业		18
2	上海市半导体行业大气污染物排放标准 (DB31/374-2006)	行业	VOCs	
3	北京市大气污染物综合排放标准 (DB11/501-2007)	综合	NMHC	18+X
4	北京市炼油石化大气污染物排放标准 (DB11/447-2007)	行业	NMHC	10+X
5	木质家具制造业大气污染物排放标准 (DB11/1202-2015)	行业		
6	广东省制鞋行业挥发性有机化合物排放标准 (DB44/817-2010)	行业	VOCs	3
7	广东省家具制造行业挥发性有机化合物排放标准 (DB44/814-2010)	行业	VOCs	3
8	广东省印刷行业挥发性有机化合物排放标准 (DB44/815-2010)	行业	VOCs	3
9	广东省表面涂装 (汽车制造业) 挥发性有机化合物排放标准 (DB44/816-2010)	行业	VOCs	3
10	天津市工业企业挥发性有机物排放控制标准 (DB12/524-2014)	综合	VOCs	3

资料来源：地方环保部门，东吴证券研究所整理

4.3. 排污费征收+政府补贴促 VOCs 监测进入爆发期

4.3.1. 国家地方同时发力——排污费征收提升企业成本

2015 年 6 月 13 日，财政部、国家发展改革委、环境保护部联合发布通知，为了规范挥发性有机物排污收费管理，改善环境质量，制定并印发了《挥发性有机物排污收费试点办法》，自 2015 年 10 月 1 日起施行。根据《办法》，此次 VOCs 排污收费试点行业包括石油化工和包装印刷两个大类，原油加工及石油制品制造、有机化学原料制造、初级形态塑料及合成树脂制造、合成橡胶制造、合成纤维单(聚合)体制造、仓储业和包装装潢印刷等 7 个小类。VOCs 排污费按 VOCs 排放量折合的污染当量数计征，每当量值为 0.95 千克。

各地方政府对政策响应程度高，目前已有北京、江苏、浙江、青岛、河南等地出台相关收费政策，北京市已出台收费细则。北京采取与台湾类似的阶梯收费模式，通过挥发性有机物清洁生产评估、排放浓度低于市排放限值 50%，且当月未因环境污染受到环保部门处罚的，收费标准 10 元/公斤；存在未安装废气治理设施，或废气治理设施运行不正常，或挥发性有机物超出排放标准等环境污染行为的，收费标准 40 元/公斤；其他情况 20 元/公斤。

以包装印刷行业为例，根据 2014 年北京市工业源清单统计结果显示，北京市印刷行业(含出版物印刷、数字印刷、专项印刷、包装装潢印刷、其它印刷)VOCs 排放量为 5354 吨，按照最新出台的 VOCs 排放收费标准，每年排污费总额将为 0.54~2.14 亿元（分别按照超低达标排放和不达标排放上下限估算）。2014 年北京地区印刷企业主营业务收入 302 亿元，利润总额 30.5 亿元，排污费占利润比例达 1.77%~7.08%。排污费的征收将提升企业成本，促进企业进行减排。

4.3.2. VOCs 排污量计算——鼓励采用监测设备

不同行业根据 VOCs 产生排放情况不同采用的排污量计算方法不同。目前石油化工行业排污者的 VOCs 排放量，按 VOCs 污染源项不同分别采取实测、物料衡算和模型等方法进行计算；包装印刷行业排污者的 VOCs 排放量主要根据生产工艺过程中投用原辅料及回收有机溶剂量，按物料衡算法进行计算。

图表 21 试点行业 VOCs 计算方法

	监测对象	计算方法	是否需要监测设备	方法概述
	设备动静密封点泄漏	实测法、相关方程法、筛选范围法	需要	对浓度、排放速率、排放时间进行测量
		平均排放系数法	不需要	未开展 LDAR 工作的企业通过排放系数进行估算
石化	有机液体储存与调和挥发损失	实测法	需要	对有机气体控制设施的入口和出口 VOCs 浓度、出口流量测量
		公式法	不需要	固定顶罐和浮顶罐，通过公式测算静置损失和工作损失
	有机液体装卸挥发损失	实测法	需要	有机气体控制设施入口、出口气体浓度、流量
		公式法	不需要	根据公路、铁路、船舶装载损失排放因子、收集处理投用效率通过公式估算
		排放系数法	不需要	根据公路、铁路、船舶装载损失排放因子估算
	废水集输、储	实测法	需要	测定废气处理设施出口废气流量、

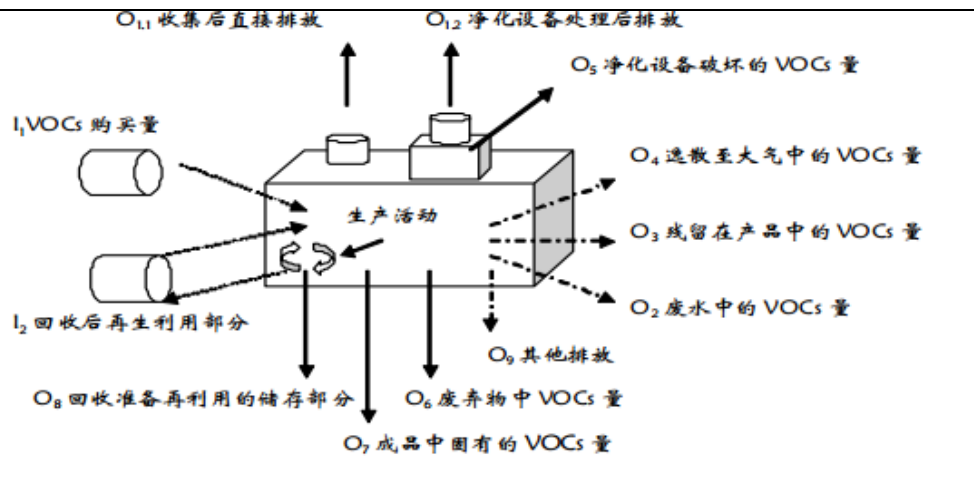
存、处理处置过程逸散	物料衡算法	需要	VOCs 浓度、废气回收处理装置的收集效率、去除效率、设施投用率等计算 VOCs 排放量
	排放系数法	不需要	收集系统集水相和油相的 VOCs 排放量之和，通过浓度和流量监测得出
燃烧烟气排放	实测法	需要	根据单位排放强度系数测算
	排放系数法	不需要	排放口的 VOCs 浓度、烟气流量
工艺有组织排放	排放系数法	不需要	根据不同燃料排放系数测算
	物料衡算法	需要	排放口的废气流量、VOCs 浓度
工艺无组织排放	排放系数法	不需要	单元或过程进料量-产品量-废物-回收量测算
	物料衡算法	不需要	延迟焦化装置开焦炭塔之前的 VOCs 排放量系数测算
采样过程排放	相关方程法	不需要	延迟焦化装置切焦过程的 VOCs 排放量系数测算
	平均排放系数法	不需要	密闭式采样
火炬排放	基于火炬的物料衡算法	需要	开口式采样
	基于装置的物料衡算法	不需要	进入火炬气体的成分和流量进行连续测量，假设燃烧率 98%
	基于热值的排放系数法	不需要	根据进入火炬的总排放量测算，假设燃烧率为 80%
非正常工况排放	公式法	不需要	根据进入火炬的气体总流量和排放细数测算
	物料衡算法	需要	根据容器压力、体积、温度、容器体积空置分数、液体密度等参数估算
冷却塔、循环水冷却系统排放	排放系数法	不需要	冷却水暴露空气前、后 VOCs 的浓度，循环水流量
	物料衡算法	需要	根据循环水流量对应排放系数进行测算
事故排放	排放系数法	不需要	根据事故污染物的受控排放乘数和事故持续时间测算
包装印刷	物料衡算法	需要	核算期投用油墨中、胶黏剂、涂布液、润版液、洗车水、稀释剂使用量-核算期 VOCs 去除量-核算期 VOCs 回收量
	物料衡算法	不需要	去除量按照材料使用量的 30% 估

算

注 同一类型中测量方法以准确性由高到低排序
资料来源：《挥发性有机物排污收费试点办法》，东吴证券研究所

可以看出,虽然石化行业对于不同的排放场合采用的 VOCs 排放量计算方法不同,但通过监测设备可以使 VOCs 排放量计算达到最精确水平,且通过公式法、排放系数法计算得出的 VOCs 排放量基本按照排放最多的标准进行估算,由此得出的 VOCs 排放量将使企业排污费成本增加。包装印刷行业只采用物料衡算法计算 VOCs 排放量,通过原材料投入和 VOCs 去除量只差来进行核算, VOCs 去除量政策明确鼓励使用监测法测量。企业某工段未安装任何处理装置则其 VOCs 去除量按 0 处理,政策严格将直接推动企业对监测设备的需求。

图表 22 VOCs 物料衡算法原理



资料来源：网络资料，东吴证券研究所

4.3.3. 政府部门补贴——监测市场打开空间

地方政府部门对污染源企业进行 VOCs 补贴为行业发展提供有效动力,目前北京、上海、天津、河北等省市已颁布相关奖补政策,重庆、山东正在制定中。不同地区根据实际情况不同补贴政策不同,北京补贴额基本上为企业成本的 25%~30%。

上海地区补贴政策较细,2015 年 8 月,上海市出台《上海市工业挥发性有机物减排企业污染治理项目专项扶持操作办法》,对于 2014 年 3 月 21 日至 2016 年 12 月 31 日期间,上海市既有 VOCs 排放企业实施完成的 VOCs 污染治理项目,包括设备泄漏与检测(LDAR)项目、末端治理项目和 VOCs 在线监测项目的企业将进行补贴,补贴对象为年排放量超过 100 吨的 256 家重点企业”和 VOCs 年排放量 1 吨以上的“1744 家一般企业”。预计补贴总额将超 5 亿元。

图表 23 上海市 VOCs 补贴政策

	重点企业	一般企业
数量	265	1744
监测设备	单台补贴 20 万元	每个企业补贴 20 万元
LDAR 项目	单个密封点 10 元	单个密封点 10 元
末端治理	单位处理规模（每立方米/小时）补贴 20 元	单位处理规模（每立方米/小时）补贴 20 元
资金来源	市级政府	市级区政府共同承担

资料来源：《上海市工业挥发性有机物减排企业污染治理项目专项扶持操作办法》，东吴证券研究所

通过向 VOCs 排放企业征收排污费将对积极治理的企业进行奖励，同时对消极治理的企业进行高额收费作为变相惩罚，不仅可以为地方政府增加财政收入进一步用于投入到对 VOCs 行业的整治之中，还可以充分发挥排污费的杠杆作用对企业进行效果较好的激励作用。排污费收费标准远高于企业治理+监测设备采购成本，政府补贴激励企业对监测设备的采购和治理的成本投入。

5. 技术升级中，在线监测为技术趋势

VOCs 组成成分、不同污染源排放差异大等原因造成监测起来相对于其他单一品种的大气污染物难度较大，在进行监测时需要较高的可测性、准确性和可靠性。目前根据我国 VOCs 的排放情况来看，VOCs 监测主要有以下难点：

图表 24 VOCs 排放监测难点

种类众多	VOC 有上百种，多组分或单一组份监测难度大
排放差异大	工业污染源产污环节多，每个环节又具有众多 VOC 排污行业，行业间污染浓度差异大，每个行业都具有特征 VOC 污染物
排放工况复杂	固定源 VOC 行业多，且 VOC 净化治理工艺种类多（目前有 2 大类 9 小类）最终造成固定源 VOC 排放工况复杂多样，预处理难度大
排放口多	与常规 CEMS 相比，VOC 污染为车间排污，不同工艺车间排放浓度差异大，且排口众多(如轮胎厂有上百个烟囱)全覆盖监控难度大

资料来源：东吴证券研究所整理

监测的难度使得监测设备在技术方面必须满足多组分、高灵敏度、高效率的监测要求。从 20 世纪 70~80 年代开始，美国、欧洲、日本等国家相继开展了 VOCs 方面的研究工作，研制开发了相应的测量分析方法和仪器，并随着研究的深入，监测技术也在不断地完善，更有一些时间分辨率高、灵敏度高的方法不断出现。国际上于 20 世纪 80 年代开始逐步形成了以美国环保局针对环境空气中不同种类有毒有机物的监测推荐的 17

个标准（TO-1 ~ TO-17）的方法体系，其中与 VOCs 的采样和分析方法有关的有 10 个。这些方法针对了环境空气中 VOCs 不同的目标化合物，采用了不同的样品采集方法（如吸附剂或不锈钢采样罐）和样品分析技术（如 GC/MS，GC/FID，GC-ECD，HPLC 等方法）。

目前大气 VOCs 的监测方法主要包括离线技术和在线技术，其中离线技术指的是通过外部的各类监测仪表样本进行定期的人工抽查；在线监测指的是将监测设备安装固定在需要监测的设备上，通过不断的采样分析得到连续的监测结果。离线监测和在线监测通常都包括采样、预浓缩、分离和检测几个过程。

5.1. 离线监测：气相色谱-质谱（GC/MS）法为主流

离线监测方面，空气中 VOCs 的采样方式可分为直接采样、有动力采样和被动式采样。样品预处理方法有溶剂解析法、固相微萃取法、低温预浓缩-热解析法等。分析 VOCs 的方法有气相色谱法、高效液相色谱法、气相色谱-质谱法以及最新发展的质子转移反应质谱法技术等。

图表 25 VOCs 离线监测主要步骤方法

过程	主要方法	方法概述
采样	吸附剂法	通过活性炭、活性纤维等吸附材料利用 VOCs 的物理吸附效应采样
	化学衍生法	主要用于高效液相色谱，通过化学反应使难以分析的组分接上特定基团，从而提高待测混合物的分离效果和检测性能
	不锈钢采样罐法	通过电抛光等技术减少表面活性后的不锈钢罐利用高纯氮清洗抽真空后采样
预浓缩	加压浓缩	通过加压将采集到的气体组分浓缩，为下一步分离分析做准备
分离	溶剂解析法	一般为配合气相色谱使用，通过丙酮、乙腈、乙酸乙酯、石油醚或正己烷、甲醇和二氯甲烷等溶剂提取
	固相微萃取法	涂有萃取固定相的石英纤维插入到样品基质中，使目标组分直接从样品基质中转移到萃取固定相中
	低温预浓缩-热解析法	集采样与浓缩于一体，采用加热的方式将有机化合物从采样管中释放出来，避免了较长的溶剂洗脱时间，
分析	气相色谱法（GC）	气体由于物化性质不同而经过色谱柱的速率不同，分别以不同的顺序从色谱柱末端流出被检测器检测。 选择性高、灵敏度高、分析速度快

<p>高效液相色谱法 (HPLC)</p>	<p>以液体为流动相，采用高压输液系统，将具有不同极性的单一溶剂或不同比例的混合溶剂、缓冲液等流动相泵入装有固定相的色谱柱，在柱内各成分被分离后，进入检测器进行检测。</p> <p>分析速度快、灵敏度高、分离效能高、可检测超 70% 的有机化合物</p>
<p>气相色谱-质谱法 (GC/MS)</p>	<p>气相色谱与质谱联用，综合了色谱法的分离能力和质谱的定性长处。</p> <p>可在较短的时间内对多组分混合物进行定性分析，灵敏度高、分离和鉴定同时进行</p>
<p>质子转移反应质谱法 (PTR/MS)</p>	<p>样品组分与 H₃O⁺在漂移管中发生质子传递反应，间接被离子化；最后用四极矩质谱仪离子检测器检测出各分子离子质量。</p> <p>适用于大部分难挥发样品，测试无需载气，样品不需要预处理可直接自动进样，可以检测低浓度物质。</p>

资料来源：东吴证券研究所整理

GC-MS 分析仪综合了色谱法的分离能力和质谱的定性长处，可在较短的时间内对多组分混合物进行定性分析。由于监测灵敏度高、分离效果好，目前已经成为了 VOCs 监测中最常选用的方法，可以监测定总气态的非甲烷有机物。由于要求分析的气体、液体、固体物在操作温度下是稳定的，且要求所分析的液体、固体气化温度不高于操作温度上限，使 GC-MS 联用技术的应用范围受到一定限制，未来也有待进一步解决。

5.2. 在线监测：未来发展方向，看好气相色谱-氢火焰离子化监测法 (GC-FID)

相比于离线监测的分析时间长、分析数据结果较为滞后的特点，在线监测具有效率高、预处理时间短、数据连续等优势，可以有效的减少人为操作失误给数据带来的误差。

VOCs 在线监测方法主要有气相色谱-氢火焰离子化监测法 (GC-FID)、傅里叶红外法 (FTIR)、光离子化监测法 (PID)。GC-FID 监测技术对大部分 VOCs 成分均有响应，并且是等碳响应，适合用于 VOCs 总量监测，也可通过更换色谱柱材料等方式实现特征成分的监测；FTIR 监测技术因其光谱范围宽，可同时监测多种 VOCs 特征成分含量，响应速度快；PID 监测技术通过对有机物成分进行紫外电离，监测其离子电流，从而分析有机物浓度。

图表 26 主要 VOCs 在线监测技术对比

参数	FID	PID	FTIR
使用方式、尺寸和重量	体积大，重，氢气瓶	手提式，重量轻，体积小	应急式、体积大、可车载
检测范围	1~50000ppm	5ppb~10000ppm	2ppb~4000ppm
检测的化合物	VOCs，很少几个无机气体	VOCs，某些无机气体	VOCs 和各类无机污染物
选择性	无选择性	选用低能量灯增加选择性	无选择性
惰性气体影响	需要提供氧气或空气	无影响	无影响
样品采集	检测完毕样品已被破坏	检测完毕对样品无破坏	无需取样和样本处理
使用	检漏，个人用于笨重	个人用检漏检测仪	用于污染区域监测，不便个人使用
可靠性	频繁的氢焰问题和更换气瓶带来不可靠	可靠，寿命长	可靠，可无人值守连续自动运行
费用	高	低	高

资料来源：东吴证券研究所

FID 监测方法几乎对所有的 VOCs 都能够响应，检测灵敏度比热导检测器高 100-10000 倍，检测限达 10-13g/s，对温度不敏感，响应快，目前是气体色谱检测仪中对烃类(如丁烷，己烷)灵敏度最好的一种手段，广泛用于挥发性碳氢化合物和许多含炭化合物的检测。依据美国标准“Method 25A”和欧洲标准“EN 12619”的技术要求，规定固定污染源 VOCs 在线监测应采用 GC-FID 监测技术，采样探头、样品输送管路和分析仪中样品管路应采用 120℃以上高温伴热，应选用抗腐蚀和惰性的材料，以减少样品吸附。

5.3. 我国 VOCs 监测发展现状和展望

我国 VOCs 监测尚处于刚刚起步的阶段，在开展的 VOCs 监测工作中，采用的方法比较多样化，监测数据相对零散，目标化合物也不一致。由于 VOCs 工业源监测对象往往具有高温、高压、高浓度等特点，现有的监测设备多数无法满足直接进样分析的要求，目前已出台的 VOCs 监测技术导则针对的均为吸附剂采样，针对的目标化合物也仅为卤代烃和芳香烃化合物，难以反映监测区域 VOCs 的污染特征和状况，且需要设备多

数来自进口。

图表 27 已出台 VOCs 技术监测导则

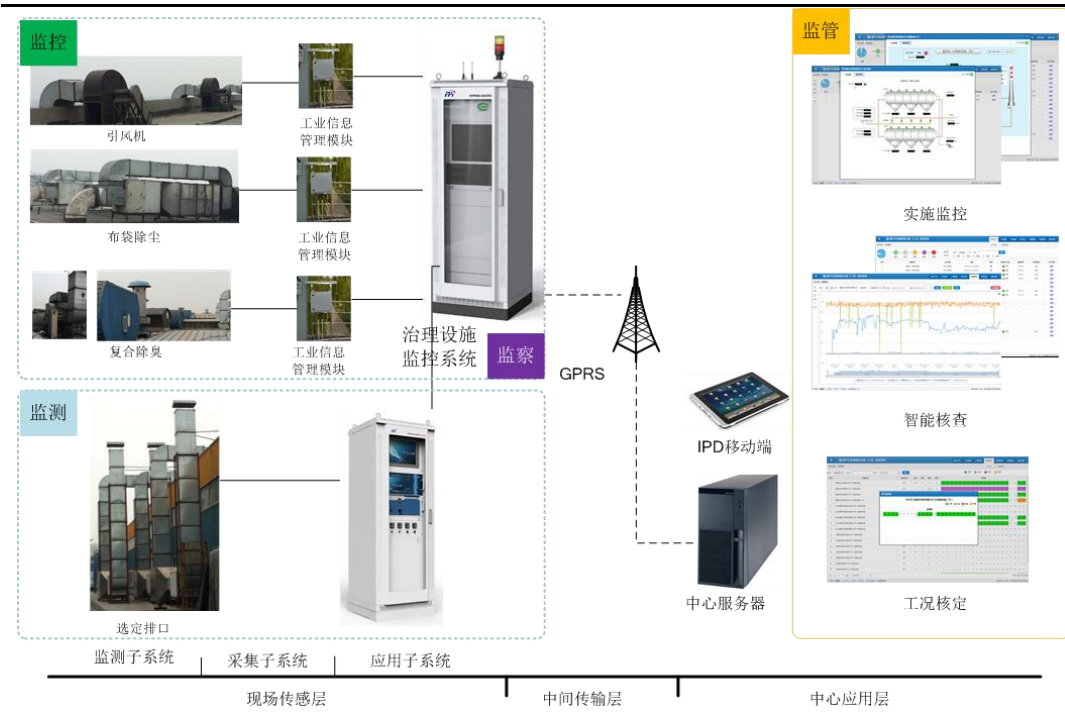
序号	技术导则名称
1	《固定污染源废气 挥发性有机物的采样-气袋法》(HJ 732-2014)
2	《泄漏和敞开液面排放的挥发性有机物检测技术导则》(HJ 733-2014)
3	《固定污染源废气 挥发性有机物的测定 固相吸附-热脱附/气相色谱-质谱法》(HJ 734-2014)
4	《环境空气 挥发性有机物的测定 吸附管采样-热脱附 气相色谱-质谱法》(HJ 644-2013)
5	《环境监测质量管理技术导则》(HJ 630-2011)
6	《环境空气 挥发性卤代烃的测定 活性炭吸附-二硫化碳解吸/气相色谱法》(HJ 645-2013)
7	《环境空气 苯系物的测定 活性炭吸附/二硫化碳解吸-气相色谱法》(HJ 584-2010)
8	《环境空气 苯系物的测定 固体吸附/热脱附-气相色谱法》(HJ 583-2010)
9	《环境监测 分析方法标准制修订技术导则》(HJ 168-2010)

资料来源：环保部，东吴证券研究所整理

预计 2015 年底国家将出台重点行业挥发性有机污染物减排和控制的技术导则，涉及包装、印刷、石化、人造革、涂装等 8 个行业，用以规范、指导我国一些重点行业和领域的 VOCs(挥发性有机污染物)减排和控制工作，形成对 VOCs 排放的全过程、所有环节的技术或者工艺进行规范和指导。未来在发展的过程中，大力推进 VOCs 在线监测将成为主流趋势，气相色谱-火焰离子化监测法等在线监测方法也将面临很大空间。

通过互联网将监测设备与系统监控中心相结合形成 VOCs 监测综合解决方案也是未来污染源 VOCs 在线监测的发展趋势。以聚光科技山东金宇轮胎 VOCs 在线监测样板工程为例，金宇轮胎公司的 VOC 主要从密炼车间和硫化车间产生，根据环保局管理要求，密炼和硫化各选一个典型排口安装固定污染源 VOC 在线监测系统，其他排口通过治理设施过程监控系统判定污染治理设施是否正常运行。根据现场勘察和环境管理要求，在密炼车间和硫化车间各配套 4 个 VOC 排口，解决了监测过程中如何看清关键排放情况、如何掌握区域污染治理情况以及如何有效提高现场执法能力等难点。整个方案依托先进的物联网架构，由现场传感层、中间传输层和中心应用层构成，实现了污染监控、监管核查和工况核定三者的高效统一。

图表 28 聚光科技山东金宇轮胎 VOCs 在线监测样板工程



资料来源：聚光科技网站，东吴证券研究所

6. 市场空间：500 亿市场即将释放

根据《重点区域大气污染防治“十二五”规划重点工程项目》，2012 年-2015 年为 VOCs 排放摸底调查阶段，有关部门开展重点行业挥发性有机物排放摸底调查，建立挥发性有机物排放系数，摸清挥发性有机物排放状况。近年来随着政府与治理企业职责进一步明晰化，对环保行业管理方法从突击检查到注重长效监管。VOCs 排污收费制度建立的前提，是政府对环境空气和污染源中 VOCs 的情况有具体、可量化、持续稳定的数据源。环境监测行业将是 VOC 是治理行业启动首先受益的环节。

6.1. 城市监测需求

根据 2012 年 5 月发布的《空气质量新标准第一阶段监测实施方案》，环境监测第一阶段京津冀、长三角、珠三角等重点区域以及直辖市和省座城市，共 74 个城市 496 个监测点位；根据 2013 年 6 月发布的《空气质量新标准第二阶段监测实施方案》，实施范围包括国家环保重点城市、模范城市在内共 116 个城市 449 个监测点位；根据 2014 年 5 月发布的《空气质量新标准第三阶段监测实施方案》，实施范围包括 177 个地级及以上城市共 552 个国控城市空气质量监测点位。

方案三个阶段全部实施完毕之后，全国城市地区将实现监测站点的全覆盖，监测对象为 SO₂、NO₂、PM₁₀、PM_{2.5}、O₃ 和 CO 等 6 项，并不包括 VOCs 的监测。假设未来每个站点都增添 VOCs 监测设备，单套设备 150 万元（低沸点和高沸点 VOCs 分析设备组合）来估算，城市监测的市

场空间为 22.68 亿元。若全国 2853 个县级行政区未来有 40% 进一步覆盖监测点位，则未来设备市场空间将达到 39.80 亿元。

图表 29 主要地区 VOCs 监测市场空间预测

目标地区	城市个数	监测点数	单个监测点投入 (亿元)	投资额 (亿元)
京津冀、长三角、珠三角等重点区域以及直辖市、省会城市和计划单列市	74	496	0.015	7.44
113 个环境保护重点城市和国家环保模范城市	116	449	0.015	6.74
除一、二阶段外所有地级以上城市	181	567	0.015	8.51
所有县级行政区	2853	1141	0.015	17.12
合计				39.80

资料来源：《空气质量新标准第一阶段监测实施方案》，东吴证券研究所

6.2. 工业园区监测需求

工业园区 VOCs 监测解决方案包括重点源排口监测、重点企业厂界监测、区域大气质量监测、环境移动监测车、区域大气遥测等部分。地方园区管理部门可根据实际情况建立适合园区的配置方案，和城市一样属于对环境污染“面”的监测。

根据现有 435 个国家级产业园区和 1222 个省级产业园区，按照每个园区两个监测点（厂区和生活区），每个监测点投入 150 万元（低沸点和高沸点 VOCs 分析设备组合）进行估算，则相关产业园区的 VOCs 监测市场将达到 49.71 亿元。

图表 30 园区 VOCs 监测点市场空间预测

园区类型	园区数	平均监测点数	单个监测点投入 (亿元)	投资额 (亿元)
国家级产业园区	435	2	0.015	13.05
省级产业园区	1222	2	0.015	36.66
总计				49.71

资料来源：东吴证券研究所

6.3. 污染源监测需求

上海补贴方式为范本，促进企业监测设备采购

污染源监测方面，按照此前根据《重点区域大气污染防治“十二五”规划重点工程项目》对于全国共计 1311 个 VOCs 重点治理企业，以及上海市进行的补贴范围面向的企业数量（重点治理企业 28 个，补贴企业 2000

个)比例来估算, VOCs 监测设备在污染源端有望实现最高 9.36 万台。按照污染源单套监测设备 50 万元估算, 市场空间将达 468 亿元。

图表 31 重点企业监测点投资额预测

省份	“十二五”重点企业个数	预计实际企业个数	单位投入(亿元)	投资额(亿元)
北京	55	3927	0.005	19.64
天津	55	3927	0.005	19.64
河北	47	3356	0.005	16.78
上海	28	2000	0.005	10.00
江苏	217	15494	0.005	77.47
浙江	345	24633	0.005	123.17
广东	110	7854	0.005	39.27
辽宁	12	857	0.005	4.28
山东	232	16565	0.005	82.82
湖北	18	1285	0.005	6.43
湖南	24	1714	0.005	8.57
四川	12	857	0.005	4.28
重庆	50	3570	0.005	17.85
福建	51	3641	0.005	18.21
山西	21	1499	0.005	7.50
陕西	28	1999	0.005	10.00
新疆	6	428	0.005	2.14
总计	1311	93605	0.005	468.03

资料来源:《重点区域大气污染防治“十二五”规划重点工程项目》, 东吴证券研究所

由此我们综合估算, 受益于法律法规重视度增加、排污费的征收以及政府部门补贴的激励作用, VOCs 监测设备行业有望迎来大的爆发, 最高激活 539 亿市场空间。

7. 投资标的: 行业爆发前期, 关注龙头企业

7.1. 聚光科技: 监测仪器龙头, 智慧城市引领者

- **监测仪器龙头:** 公司成立于 2002 年, 2011 年在创业板上市, 经历 14 年的发展, 通过不断的技术研发, 公司监测业务范围覆盖环保监测、工业过程分析监测和实验室分析仪器, 是目前全国规模最大的监测仪器制造商。
- **业绩增长提速:** 前三季净利 1.32-1.65 亿, 同比增 20%~50%, 三季度单季净利 0.64~0.79 亿, 同比增 25%~55%, 三季度业绩增长较升半年

有所提速。

- **VOCs 监测重点受益：**新《大气污染防治法》将 VOCs 纳入监测范围促使国家将 VOCs 监测大力上日程，《挥发性有机物排污收费试点办法》出台直接为市场打开百亿空间。公司 VOCs 监测产品最先通过环保部认证市场占有率高，2012 年成功收购荷兰 BB 公司，实现了对旗下 VOCs 监测设备技术领先企业 Synspec 的 100% 控股，目前公司（CEMS-2000B VOC）系列已在山东、四川、浙江等多个省份广泛应用，设备稳定可靠、监测结果准确，处于市场领先地位，未来将重点受益。
- **开拓者尽享智慧/海绵城市盛宴：**公司 2015 年先后签署章丘（2 亿）黄山（5 亿）智慧城市项目、江山（10 亿）海绵城市项目、鹤壁（6 亿）河道治理项目，对大气、水等污染源方面提供全方位的监控预警和治理，在智慧城市和海绵城市的浪潮中成功取得市场先发优势，由过去单纯监测端向着环境综合解决方案一体商不断进化。
- **定增促更强发展：**28.16 元向实际控制人父母以及创毅无限拟设立的有限合伙企业非公开发行不超过 5000 万股募集资金不超过 14.08 亿元，2.31 亿元用于收购安谱实验 55.58% 股权并补充 11.77 亿元流动资金。收购安谱实验是国内最具影响力实验室耗材供应商之一，收购有望拓展实验室分析产业链，使公司外延扩张更下一城。补充流动资金后公司在手现金约 14 亿元（完成对三峡环保收购后有 12.5 亿在手现金可使用），未来将大大增强并购扩张和订单执行能力。
- **盈利预测：**考虑非公开发行股本摊薄，我们预计公司 2015-2017 年 EPS 0.58、0.87、1.31 元，对应 PE 50.25、33.50、22.33 倍，维持“买入”评级。

7.2. 雪迪龙：打造环保大数据平台

- **CEMS 行业龙头：**公司成立于 2001 年，2012 年中小板上市，主营业务为分析仪器仪表、环境监测系统、工业过程分析系统的研发、生产、销售和运维。公司过程分析产品主要分为环境类系统产品和工业过程类系统产品，环境类包括烟气排放连续监测系统、环境空气质量监测系统、垃圾焚烧烟气监测系统、水质监测系统等；工业过程分析系统包括水泥、石化、冶金等行业气体的过程分析。截至 2014 年末，公司在全国共有 54 个运维中心，具有较高的市场占有率。
- **领先布局 VOCs 监测市场：**公司 2013 年 11 月与环境监测总站、上海市环境检测中心、中国人民解放军防化研究院、聚光科技合作承担“固定污染源废气 VOCs 在线/便携监测设备开发和应用”国家重大科学仪器设备开发专项项目，目前部分 VOCs 监测系统已经推向市场，并且取得了部分订单。自主研发基于色谱和傅里叶红外两种技术的监测产品，现在已进入样机试用阶段，在不久的将来完全国产化的

监测系统将大规模推向市场。未来公司将形成 3 个国产固定污染源废气 VOCs 监测设备生产基地，年产能共计 300 台套以上，年产值预计约 1.05 亿元。

- **收购 KORE 开启 VOCs 外延之路：**公司 2015 年 6 月 9 日公告，拟出资约 1259.39 万元从 KORE 公司原股东购买股份，同时认购公司新增发股份，增持后共持有 51% 股权。Kore 公司是国际上最早专业从事飞行时间质谱仪和相关产品研发、生产、销售的科技公司之一，产品可广泛应用于环境监测、溯源、健康安全、材料研发和食品等行业，可实现 VOCs 快速多组份数百种微量污染成份的定量定性分析。收购将使公司获取质谱仪的高端技术和生产能力，完善产品体系，并将 KORE 作为雪迪龙公司的海外研发中心，利用 KORE 公司强大的研发力量研发适合中国市场的质谱仪产品，从而提升公司的技术实力、研发水平和核心竞争力
- **打造环保大数据平台：**公司 2014 年 4 月以 3200 万元认购北京思路创新有限公司 20% 股权，并于 2015 年 2 月以 200 万元与思路创新、水木扬帆创投合资成立长能环境大数据科技有限公司；2015 年 9 月 8 日公告，与中电远达、重庆南岸科技、清新环境和重庆市环保产业投资建设集团有限公司共同出资 5000 万元设立重庆智慧思特环保大数据有限公司。大数据公司的设立将助于公司打造专业化综合型的智慧环保平台。
- **投资建议：**作为仪器仪表行业领先企业，公司在技术和市场资源都具有较大优势。前期在 VOCs 监测上的布局已开始释放，收购将为发展更添动力，建议积极关注。