

日本的VOC相关的管理、对策及减排技术 (VOC : Volatile Organic Compounds)

2017年6月15日



(公益财团法人) 地球环境战略研究机关



1

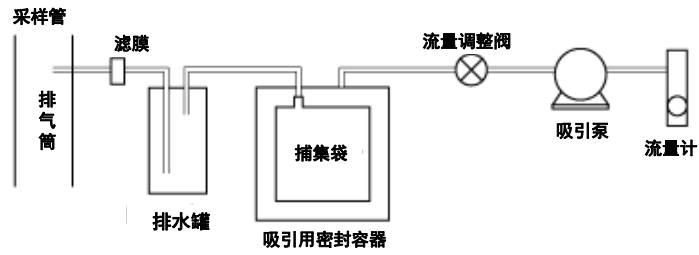
目录

1	日本的VOC定义
2	控制VOC排放的基本理念
3	日本有关无组织排放的观点
4	各产业为削减VOC所做的工作
5	分行业工艺过程 (CP) VOC源头控制技术
6	VOC的末端 (EOP) 治理技术

2

日本的VOC定义

- 排放或飞散到大气中时为气体的有机化合物（政令中规定的不成为悬浮颗粒物及氧化剂生成原因的物质除外）
 - 大气污染防治法
 - 政令中规定的除外物质有甲烷等8种物质
- 排放口的测定结果（单位：ppmC）
 - 用采样袋采集废气样本
 - 用NDIR（催化氧化-非分散型红外线气体分析仪）、FID（氢火焰离子化型分析仪）测定
 - 地方政府上门抽样检查中不出现疑义的定义



3

属于VOC（挥发性有机化合物）的主要物质 1

物质名称	物质名称	物质名称
1 甲苯 ㊦300	14 丙酮	27 乙氧基乙醇 ㊦57
2 二甲苯 ㊦80	15 甲基异丁基甲酮	28 十一烷
3 1,3,5-三甲基苯 ㊦297	16 丁基溶纤剂	29 壬烷
4 乙酸乙酯	17 n-正己烷 ㊦392	30 醋酸基丙烯乙二醇甲醚
5 十二烷	18 n-丁醇	31 2-甲基戊烷
6 甲醇	19 n-正戊烷	32 乙二醇
7 二氯甲烷 ㊦186	20 cis-2-丁烯	33 2-甲基-2-丁烯
8 丁酮	21 异丁醇	34 乙基环己烷
9 n-丁烷	22 丙烯乙二醇甲醚	35 萘满
10 异丁烷	23 四氯乙烯 ㊦262	36 甲基戊酯酮
11 三氯乙烯 ㊦281	24 环己烷	37 甲基n-正丁酮
12 异丙醇	25 醋酸丙酯	38 氯甲烷 ㊦128
13 乙酸丁酯	26 trans-2-丁烯	39 苯甲醇

※本表按2000年度推测排放量由大到小顺序排列。

4

属于VOC（挥发性有机化合物）的主要物质 2

物质名称	物质名称	物质名称
40 环戊酮	53 乙醇	66 氯乙烷
41 2-甲基-1-丁烯	54 甲基环戊烷	67 三氯乙烷②279
42 n-正庚烷	55 醋酸乙烯②134	68 丙烯腈②9
43 二环物(C12H22)	56 3-甲基己烷	69 四氢呋喃
44 N,N-二甲基甲酰胺②232	57 2,3-二甲酯丁烷	70 乙二醇甲醚②58
45 trans-2-戊烯	58 2,2-二甲酯丁烷	71 n-丙基溴
46 cis-2-戊烯	59 甲基环己烷	72 甲基丙烯酸甲酯②420
47 苯乙烯②240	60 异丙基乙二醇乙醚	73 1,3-丁二烯②351
48 N-甲基-2-吡咯烷酮	61 1,2-二氯乙烷②157	74 1,1-二氯乙烯②158
49 乙基醋酸基乙二醇乙醚②133	62 氯乙烯②94	75 2,4-二甲酯戊烷
50 苯②400	63 四氯乙烯	76 氧化丙烯②68
51 异佛尔酮	64 乙苯②53	77 氯仿②127
52 环己酮	65 异丙苯②83	78 溴化甲基②386

※本表按2000年度推测排放量由大到小顺序排列。

5

属于VOC（挥发性有机化合物）的主要物质 3

物质名称	物质名称
79 双戊烯	92 甲酸甲酯
80 1-庚烷	93 三乙胺②277
81 1,4-二氧杂环己烷②150	94 3-甲基庚烷
82 乙腈②13	95 苯酚②349
83 氯化烯②123	96 萘②302
84 丙烯酸②4	97 丙烯酸甲酯②8
85 异戊二烯②36	98 环己基胺②154
86 乙醛②12	99 甲醛②411
87 1,2-二氯丙烷②178	100 表氯醇②65
88 甲基醋酸基乙二醇乙醚②135	
89 环氧乙烷②56	
90 o-二氯苯②181	
91 氯苯甲醛②125	

除外的物质	
1	甲烷
2	氯二氟甲烷(HCFC-22)
3	2-氯-1,1,1,2-四氟甲烷(HCFC-124)
4	1,1-二氯-1-氟甲烷(HCFC-141b)
5	1-氯-1,1-二氟甲烷(HCFC-142b)
6	3,3-四氯-1,1,1,2,2-戊氟丙烷(HCFC-225ca)
7	1,3-二氯-1,1,2,2,3-戊氟丙烷(HCFC-225cb)
8	1,1,1,2,3,4,4,5,5,5-十阶氟戊烷(HFC-43-10mee)

※大气污染防治法施行令第2条之2

※本表按2000年度推测排放量由大到小顺序排列。

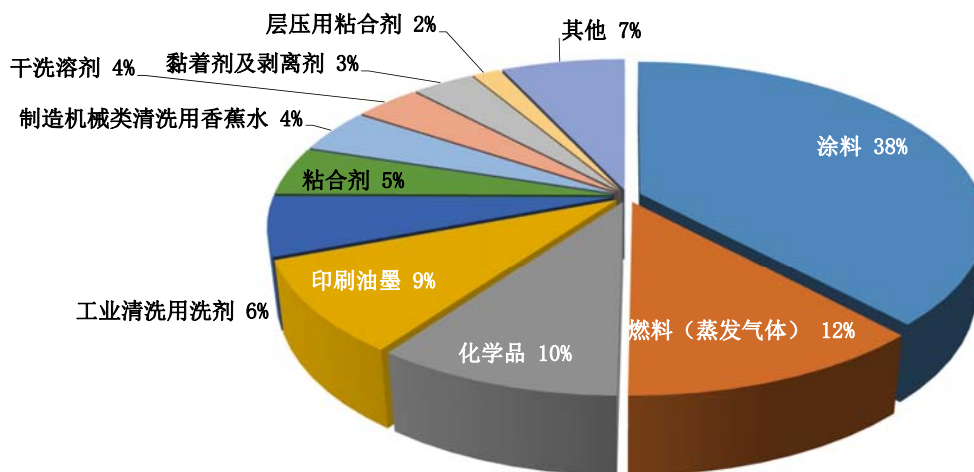
6

2 控制VOC排放的基本理念

7

VOC排放总量

- 2000年度的排放总量：约150万吨
(来自日本国内的固定发生源)



出处：有关挥发性有机化合物（VOC）的排放清单
由“2014年3月挥发性有机化合物（VOC）排放清单研究会”制作
http://www.env.go.jp/air/osen/voc/inventory/rep_h2603/01main.pdf

8

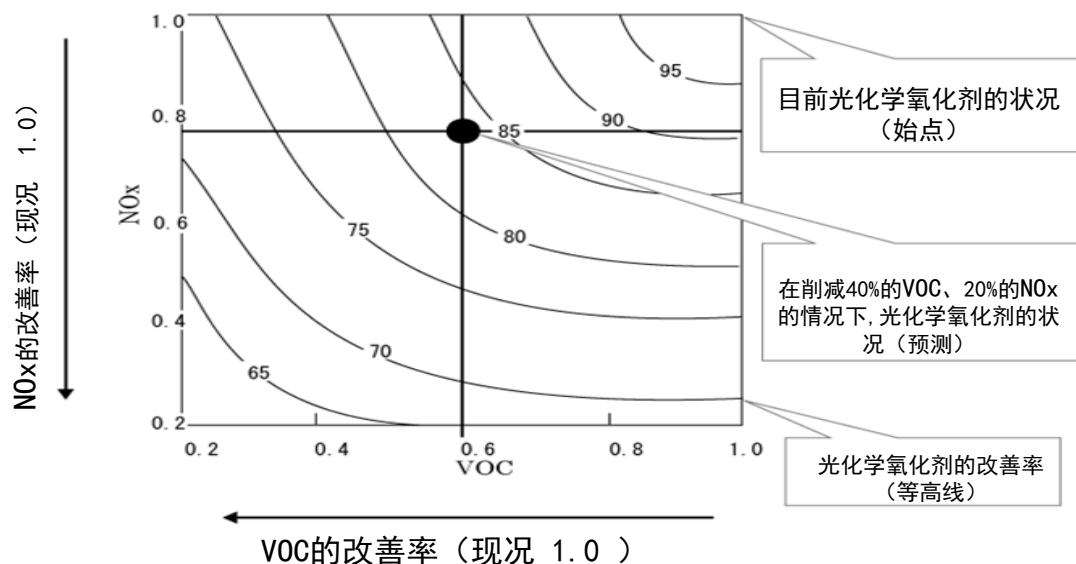
对VOC排放控制对策内容的探讨（2003～2004年）

- 排放量推计的実施
⇒ 2000年度的全年VOC排放量约150万吨
- 模拟试验的実施
⇒ 通过削减VOC排放总量的30%，预计可在SPM及光化学氧化剂方面取得重大的环境改善效果
 - 在SPM方面，汽车NO_x、PM法对策区域的环境标准达标率约达93%
 - 未超过光化学氧化剂（光化学烟雾）注意警报发布标准的监测站的比例约上升至90%
- 目标年度和汽车NO_x、PM 法同为2010年度

9

通过削减VOC达到O_x的改善状况预测①

- 调整VOC、NO_x的削减量 ⇒ 计算O_x浓度
- 对每个评定地点（测定地点）分别做成下图

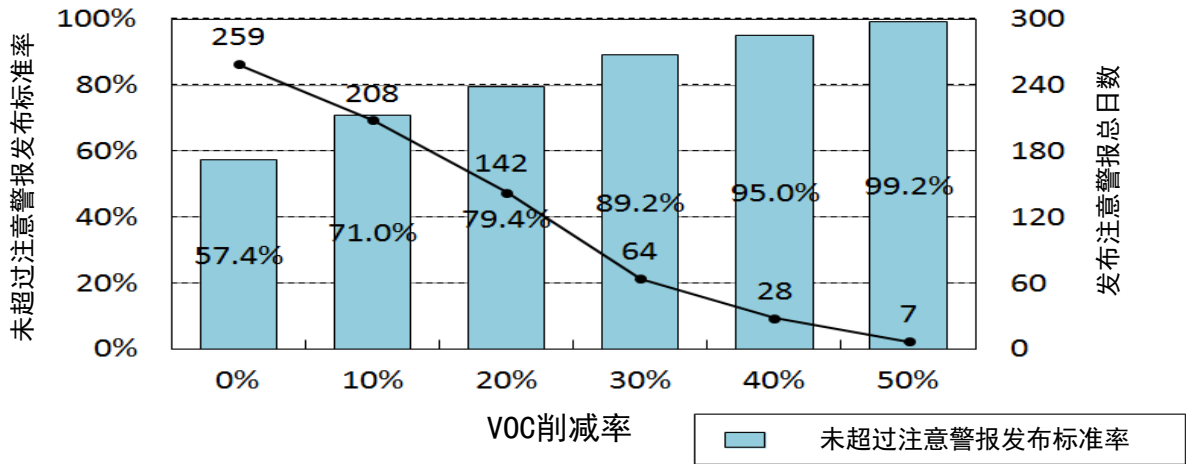


10

通过削减VOC达到0x的改善状况预测②

• 外推在全国测定地点的改善状况

- VOC削减30% ⇒ 预测全国的未超过0x注意警报发布标准的占比约上升至90%



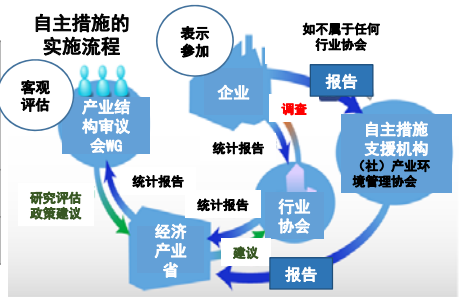
VOC对策的概要

VOC排放对策的机制

1	法律控制和自主措施	自主措施靠企业自身的创意，公开实绩，来保证透明性和客观性
2	自主措施的流程	有企业、行业协会、经济产业省、产业结构审议会等构成的支援机制
3	法律控制对象设备是指	为了决定《大气污染防治法》VOC法律控制对象设施，编制对象设施、排放标准值等一览表

要采取VOC自主对策

1	调查	调查排放的实际状况
2	研究能做什么	VOC对策并不是只有一种。需要在研究经济效益的基础上考虑哪种对策最有效。
3	实施自主措施	研究实施自主措施的几个步骤
4	对策理念	挖掘出经济效益（投入和效果）最好的对策



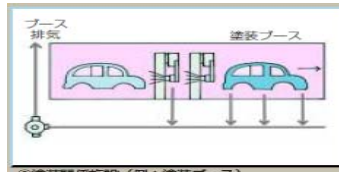
经济产业省资料

Eco-Action 21: 中小企业对象（环境省主导）、ISO-14000 PRTR (Pollutant Release and Transfer Register) 化学物质排放转移备案制度等，这些措施作为VOC对策的一环在日本企业得以实施。

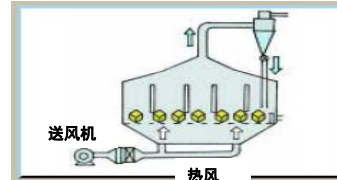
VOC排放量多的具有代表性的设施类型

1	涂装设施及涂装后的干燥和烧结设施
2	生产化学产品的干燥设施
3	工业用清洗设施及清洗后的干燥设备
4	印刷设备及印刷后的干燥和烧结设备
5	VOC的贮存设施
6	粘合剂使用设备及使用后的干燥和烧结设施

法律控制只针对上述设施，但是自主措施不受此限。



涂装设备（例：汽车喷漆室）

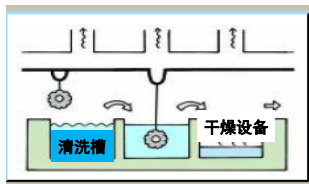


化学产品生产设施（例：树脂干燥器）

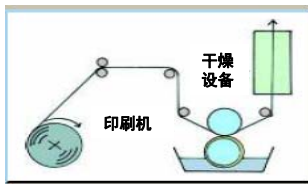
设施规模要求
(VOC的潜在年排放量50吨左右)

- ① 送风机的送风能量
- ② VOC与空气的接触面积
(清洗槽)
- ③ 储藏容量(储罐)

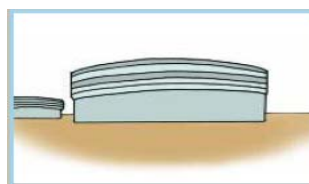
在技术上可实现的范围内制定排放浓度限制



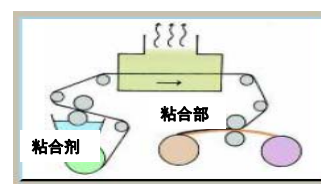
工业清洗设备



印刷设备（例：凹版印刷）



VOC贮存罐



粘接设备

关于限制对象

- 法律限制以VOC排放量多，对大气环境影响大的**设施**为对象
 - **和行业种类和企业规模无关**
 - 也有像印刷=印刷业、粘合=粘合胶布制造业之类的，设施和行业种类密切相关的情况。
 - VOC排放量多的6种设施
 - 设施规模达到一定程度以上
- 考虑行业种类和企业规模非常困难
- 设置与煤烟发生设施同样的限制比较合适。

VOC控制标准的理念

- 排放口的浓度标准
 - 量的控制反而会加大负担
 - 排放量的连续测定
 - 使用、制造的VOC组成、使用量的严格把握
 - 煤烟发生设施进行浓度控制
- 令人担忧的问题
 - 大风量稀释造成符合控制标准（的假象）
 - 未考虑排放口以外的排放

VOC（挥发性有机化合物）排放设施 1

项	设施	规模	排放标准	
1	使用以挥发性有机化合物为溶剂的化学产品的干燥设施	送风机的送风能力在3,000m ³ /h以上	600ppmC	
2	涂装设施（只限喷涂）	排风机的排风能力在100,000m ³ /h以上	供汽车生产使用	400ppmC（2006.3.31以前的设置设施700ppmC）
			其他	700ppmC
3	供涂装使用的干燥设施（不包括喷涂及电泳）	送风机的送风能力在10,000m ³ /h以上	供生产木材·木制品（包括家具。）使用	1,000ppmC
			其他	600ppmC
4	供生产印刷电路板用的覆铜积层板、胶布、胶纸、剥离纸或者包装材料（只限用合成树脂积层的）粘接用的干燥设施	送风机的送风能力在5,000m ³ /h以上	1,400ppmC	
5	供粘接用的干燥设施（不包括供生产上一项中的材料及木材、木制品（含家具）使用的。）	送风机的送风能力在15,000m ³ /h以上	1,400ppmC	

15

VOC（挥发性有机化合物）排放设施 2

项	设施	规模	排放标准
6	供印刷用的干燥设施（只限胶印轮转印刷。）	送风机的送风能力在7,000m ³ /h以上	400ppmC
7	供印刷用的干燥设施（只限凸版印刷。）	排风机的排风能力在27,000m ³ /h以上	700ppmC
8	工业产品的清洗设施（含干燥设施。）	清洗剂接触空气的面积在5m ² 以上	400ppmC
9	汽油、原油、石脑油等其他温度在37.8度蒸汽压超过20kPa的挥发性有机化合物的储罐（密封式以及浮顶式（包括内浮顶式。）除外。）	1,000kl以上	60,000ppmC （2006.3.31以前设置的储罐，目前容量在2,000kl以上的适用排放标准。）

16

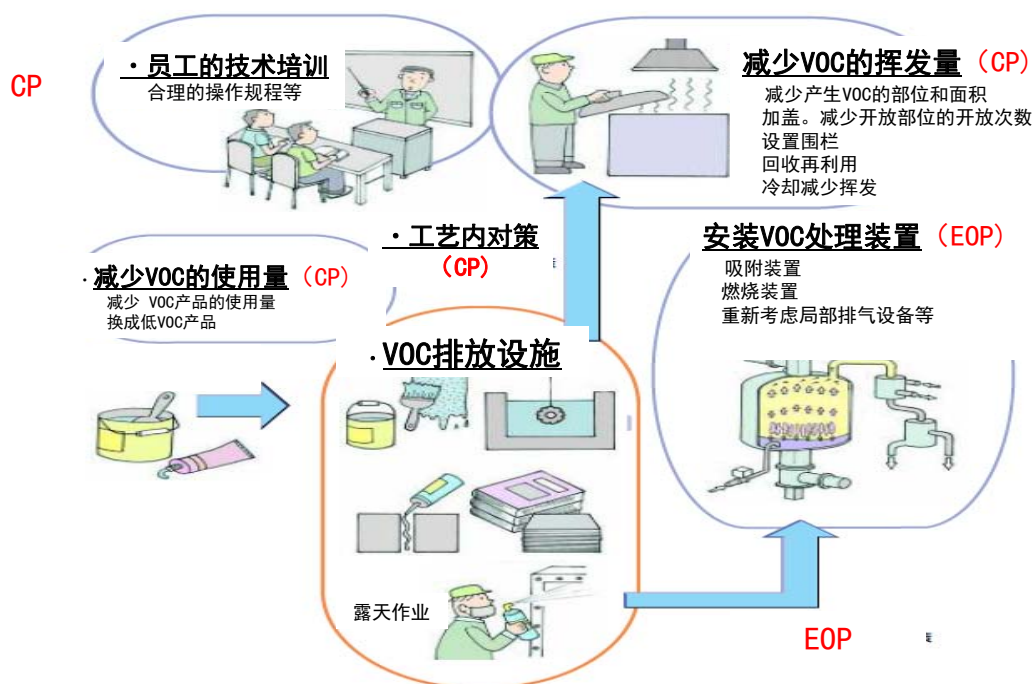
自主措施与惩罚规定

- 行业团体/经营者各自设定VOC的减排目标
- 行业团体/经营者计算、统计并公布VOC排放量
 - 国家层面的目标实现程度通过VOC排放清单进行评估
 - 根据目标实现情况对法律限制内容作出修改
- 在大气污染防治法中，对违反排放标准、违反备案义务、虚假报告等行为作出了惩罚规定。

出处：Japan NUS Co. Ltd.

17

VOC控制方法的概要



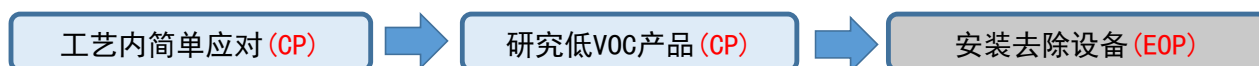
18

对VOC排放对策理念的总结

用EOP方式安装去除装置不仅需要设备投资（初期成本），还需要运行费用（运行成本）。因此，对策的顺序应该是先实施CP，尽量减少VOC排放量，最后才是实行EOP，这样可以减少设备投资额。这种做法更加合理。

VOC对策的顺序

顺序	对策	方法	具体事例
1	CP	工艺合理化	<ul style="list-style-type: none"> · 加盖防止蒸发。 冷却。 · 尽可能进行整合以便尽可能减少排放源的数量 · 改善设备结构（设备的密封性，工艺改善所带来的减排） · 改善作业工艺（减少开放部位的开放次数，提高收益率）
		VOC产品的替代	最终应该考虑不使用VOC而由其他产品替代 <ul style="list-style-type: none"> · 低VOC涂料：水溶性涂料、无溶剂型涂料（粉末、紫外光固化） · 低VOC油墨：水性油墨、紫外光固化型油墨、植物油型油墨 · 低VOC粘合剂：水性粘合剂、热熔型粘合剂、压敏型
2	EOP	安装处理设备	吸附法、氧化分解法（燃烧法）等



3 日本有关无组织排放的观点

日本有关无组织排放的观点

有关部分修订大气污染防治法的法律的施行（通知）

～施行通知文（2005年6月17日环管大发第050617001号）～

第11 企业的责任

不仅限于对作为控制对象的VOC排放设施排放口的控制，为控制VOC的排放和散逸广泛采取必要措施也是企业的责任（法律第17条之13）。

VOC中，很多是室外涂装等室外作业中散逸的、从排放口以外的窗户等开口处排放的以及从VOC排放设施以外的设施排放的。这些部分，根据本条及法律第17条之2规定的措施等的实施的指导方针，属于企业通过开展自主措施应对的。

第二章之二 挥发性有机化合物的排放控制等（有关部分修订大气污染防治法的法律（2004年5月26日法律第56号）

（措施等的实施的指导方针）

第十七条之二 有关挥发性有机化合物的排放及散逸的控制措施及其他措施，应当遵照将本章规定的挥发性有机化合物排放控制和企业自主实施的控制挥发性有机化合物排放及散逸的措施合理地加以结合，有效控制挥发性有机化合物的排放和散逸的原则加以实施。

（企业的责任）

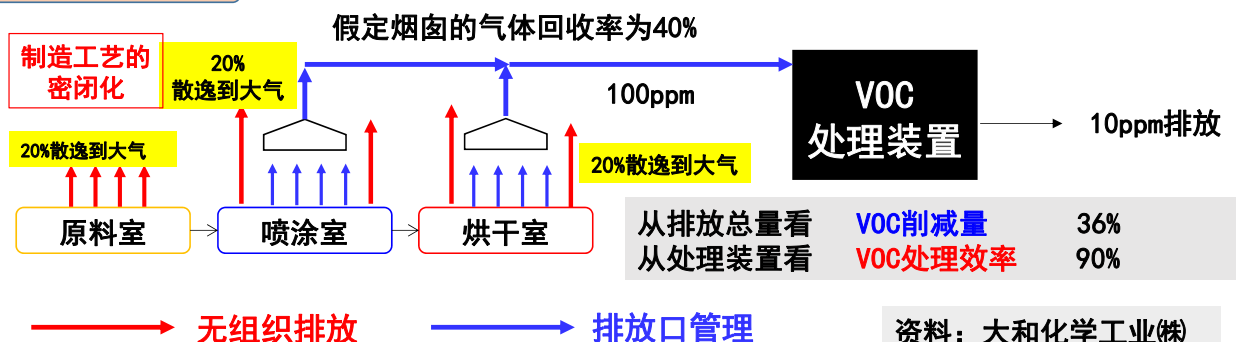
第十七条之十三 企业应当掌握自身的生产活动中排放或散逸到大气中的挥发性有机化合物的情况，并在控制该排放或散逸方面努力采取必要的措施。

21

关于无组织排放和排放口管理

VOC的排放削减：无组织排放对策(工艺内排放管理(CP))和排放口管理都很重要

案例：工厂内涂装



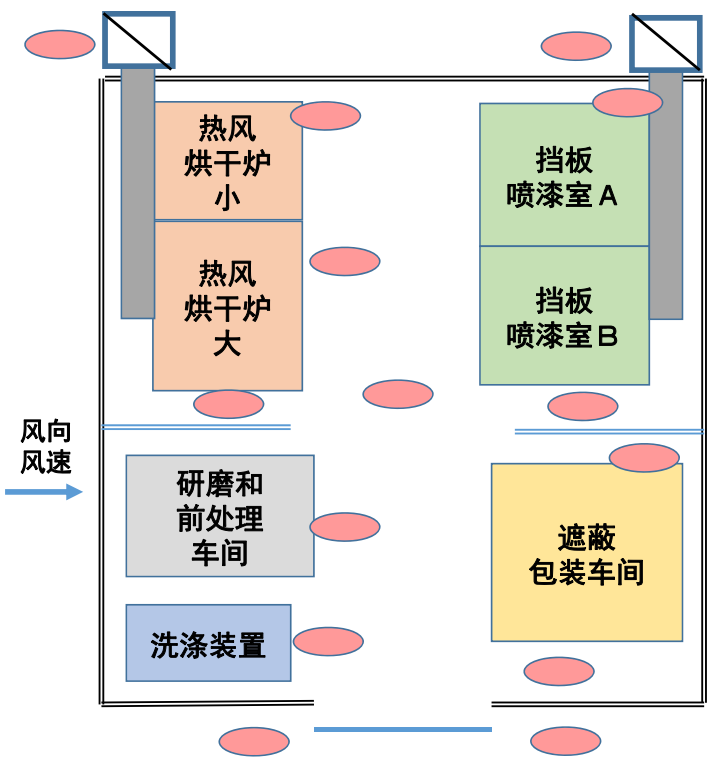
排放口管理：提高处理装置的气体回收率最重要！→生产工艺的密闭化

无组织排放：①工艺设备的改善（工艺内排放管理（CP））
②原材料的转换（高固分涂料、水性涂料、粉末涂料）

※ 用简易测定法进行VOC浓度测定，掌握实际排放状况很重要。

22

用简易测定法进行VOC浓度测定以掌握实际排放状况举例



涂料仓库

：测定点举例

- 工艺流程及测定点
- ① 调色、调合
 - ② 被涂物的清洗
 - ③ 涂装
 - ④ 挥发和烘干
 - ⑤ 器具的洗涤
 - ⑥ 保管

- 无组织排放对策（工艺设备的改善效果）
- ① VOC削减效果
 - ② 成本
 - 初期投资
 - 经营费（运转费用）
 - 经营费（购买材料费削减效果）
 - 作业环境改善

资料：東京都环境局《VOC对策导则》

有关无组织排放对策(工艺设备改善(CP))的上海市案例



東京都环境局VOC对策导则



上海市环境科学研究院VOC对策导则（工业涂装、印刷、金属等脱脂洗涤）



日本国环境省《饮食业从业人员的臭气对策手册》
～恶臭对策案例集～



上海市环境科学研究院《餐饮行业恶臭对策指导手册》

VOC对策产生的附带作用

成本方面	1) 防止蒸发浪费，用再利用设备回收。 ⇒减少了VOC的使用量和采购量 2) 减少了废溶剂等废弃物的发生量。⇒削减了废弃物处理费 3) 用作燃烧装置的燃料⇒回收热能
改善了作业环境	1) 为保护员工的健康做出贡献 2) 车间更干净，员工劳动更有积极性
作业环境的安全	削减了VOC使用量，减少了危险物的保有量
改善周边环境	地区居民的恶臭投诉减少了。
提高了社会评价	1) 可以向社会宣传企业积极采取环境对策 2) 对公司的评价变好（招工新人、员工流动性小、增加销量）

25

3 各产业为削减VOC所做的工作

26

各产业为削减VOC所做的工作

- 由行业团体以及VOC自主措施支援团体来组织各产业削减VOC，发挥了很大的作用。
- 至今为止有42个行业团体制定了《自主行动计划》。
- 因为日本的法律没有明示VOC物质名称，因此行业团体承担了确定削减对象物质的任务。

表 至今为止制定了《自主性的计划》的42个行业团体

日本瓦斯协会	日本电线工业会	日本纤维染色连合会
日本染色协会	日本熔融镀锌协会	预制装配建筑协会
日本制纸连合会	日本铝协会	印刷油墨工业连合会
日本钢铁联盟	日本建材·住宅设备产业协会	日本工业涂装协同组合连合会
电机电子4个团体 · 电子信息技术产业协会 · 信息通讯网络产业协会 · 商务机械·信息系统产业协会 · 日本电机工业会	天然气矿业会	日本橡胶工业会
	石油连盟	日本机动车车体整備协同连合会
	日本印刷产业连合会	日本胶纸工业会
	日本化学工业协会	全国乐器协会
	钢桶工业会	日本钓鱼用品工业会
日本涂料工业会	轻金属产品协会	日本金属住宅用品工业组合
日本机动车零部件工业会	日本塑料工业连盟	日本金属洋食器工业组合
日本机动车工业会	日本办公家具协会	BS高端项目协同组合
线材制品协会	日本表面处理器材工业会	日本瓦斯石油机器工业会
日本伸铜协会	日本机动车车体工业会	
全国镀金工业组合连合会	日本粘合剂工业会	

出处: Japan NUS Co. Ltd.

各产业为削减VOC所做的工作①

- 作为初期的VOC对策，各产业引入VOC处理技术。
- 目前控制对象企业在引入VOC处理装置方面有了很大的进展。

表 各行业团体VOC相关对策的自主行动计划概要

行业	行业团体	自主性的计划概要		
		对象工艺	对象物质	对策方法
印刷以及相关行业	日本印刷产业连合会	■印刷 ■粘台	■所有的VOC物质	<ul style="list-style-type: none"> • 安装VOC处理装置 • 替代材料 • 加强管理
石油制品·煤炭制品制造业	石油连盟	■储存 ■出厂设备	■原油、石脑油、汽油	<ul style="list-style-type: none"> • 固定顶罐做成内浮顶式 • 引入出厂设备的油气回收装置
塑料制品制造业	日本塑料工业连盟	■塑料成型加工工艺	■年使用量1吨以上的所有的VOC物质	<ul style="list-style-type: none"> • 加强管理 • 削减VOC使用量 • 提高反应率、回收率 • 安装燃烧设备、回收处理装置 • 正在进行粘合剂·油墨的低VOC化、水性化等的技术开发
电气机械器具制造业	电机电子4个团体	■涂装 ■清洗	■排放量合计占96%的20种物质	<ul style="list-style-type: none"> • 转换为替代物质 • 改造设备、设备的合理化 • 作业管理的合理化 • 安装回收、处理设备 • 其他
橡胶制品制造业	日本橡胶工业会	■包括涂装、粘合、清洗的橡胶制品制造工艺	■丙酮、二甲苯、其他碳氢化合物类等	<ul style="list-style-type: none"> • 安装处理装置（活性炭回收装置等） • 替代清洗剂、涂料、粘合剂 • 粘合剂的乳化液化研究 • 通过材料管理削减使用量
纸浆·纸·纸加工品制造业	日本制纸连合会	■印刷 ■粘台	■排放量合计占97%的5种物质	<ul style="list-style-type: none"> • 安装废气处理机（蓄热燃烧式脱臭装置） • 工厂的集约化及原材料的无溶剂化（水性化）
纤维工业	日本染色协会	■粘台 ■印刷	■年使用量实绩1吨以上的物质	<ul style="list-style-type: none"> • 转换为替代物质 • 减少松脂使用量

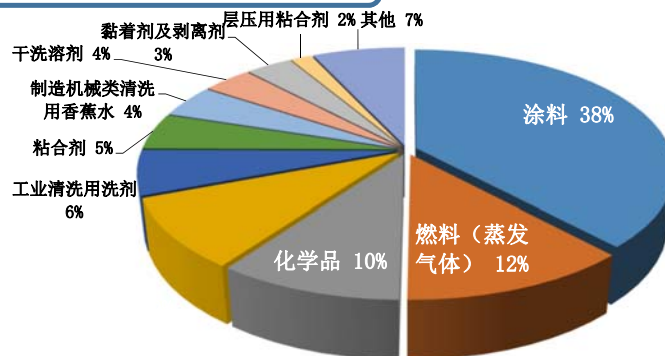
各产业为削减VOC所做的工作②

行业	行业团体	自主行动计划概要		
		对象工艺	对象物质	对策方法
运输用机械器具制造业	日本机动车部品工业会	■涂装 ■粘合剂 ■印刷清洗 ■清洗	■工业会总排放量50吨以上的物质	<ul style="list-style-type: none"> · 设施设备的密闭化 · 安装排气处理·回收装置 · 变更为替代物质 · 设备·工艺管理的合理化
	日本机动车工业会	■涂装	■涂料中的VOC、溶剂	<ul style="list-style-type: none"> · 提高喷涂效率（静电喷枪、机器人喷涂） · 清洗用稀释剂对策（减低使用量、回收） · 采用墨盒型涂料 · 采用高固分涂料 · 采用水性涂料 · 其他
	日本机动车车体工业会	■涂装	■工业会使用的38种物质	<ul style="list-style-type: none"> · 减低涂料使用量 · 改善使用涂料稀释剂使用量 · 削减清洗用稀释剂使用量 · 安装排气处理装置
化学工业	日本涂料工业会	■涂料制造工艺	■甲苯、二甲苯等	<ul style="list-style-type: none"> · 提高设备的密闭度 · 清洗溶剂的减量及清洗时间的缩短 · 转换为替代物质 · 转换为环境友好型产品 · 安装吸附装置
	日本化学工业协会	■化学制品制造	■434种物质	<ul style="list-style-type: none"> · 今后、研究
	日本表面处理器材工业会	■化学制品制造	■甲醛、甲醇、异丙醇酒精	<ul style="list-style-type: none"> · 制造工艺的重新评估 · 提高设施设备 · 替代物质
	印刷油墨工业连合会	■油墨制造	■使用量多的16种物质	<ul style="list-style-type: none"> · 燃烧式处理 · 设施设备的密闭化 · 吸附式处理 · 产品类型的变更（水性化）
	日本粘合剂工业会	■粘合剂制造工艺	■工业会主要使用的9种物质	<ul style="list-style-type: none"> · 置换成水性、无溶剂型、高固分粘合剂 · 提高设备密闭度

29

各产业为削减VOC所做的工作

- 按不同产业分类来看，和2000年度相比目前各个产业都成功实现大幅度减排。
- 印刷、化学、造纸行业在管制初期的2007年度已经比2000年度有大幅度的减排，是重点开展措施的行业。
- 石油制品制造业相比于其他行业，削减率较低，其他产业都实现了削减50%以上的目标。（44.7%）
- 因此可以这样说，对于中国目前所面临的VOC课题，日本拥有所有的对策技术。



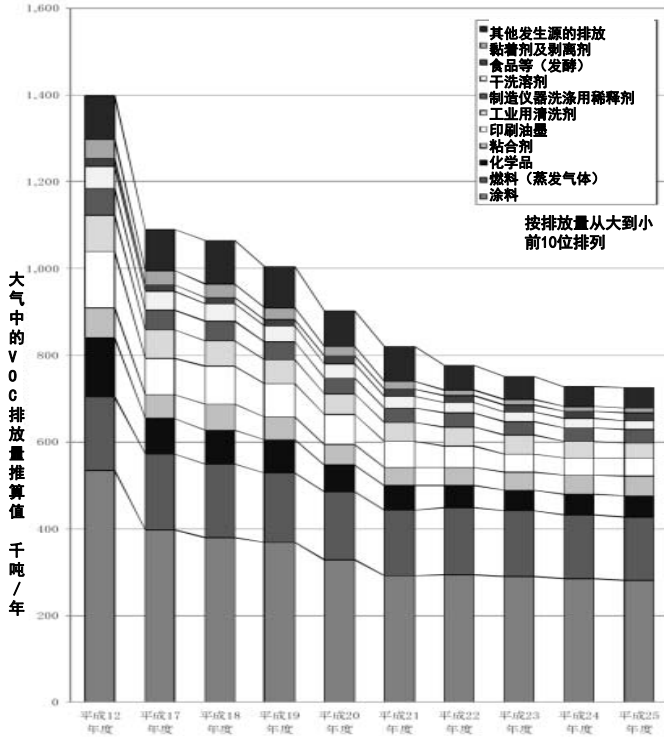
行业	2010年度比2000年度的削减率
印刷以及相关行业	66.6%
运输用机械器具制造业	45.8%
化学工业	65.7%
石油制品·煤炭制品制造业	30.6%
塑料制品制造业（除另外登载的）	41.2%
电气机械器具制造业	28.9%
橡胶制品制造业	52.2%
金属制品制造业	52.9%
纸浆·纸·纸加工品制造业	47.9%
纤维工业	50.9%
家具制造企业	65.6%

出处：有关挥发性有机化合物（VOC）的排放清单
 由“2014年3月挥发性有机化合物（VOC）排放清单研究会”制作
http://www.env.go.jp/air/osenvoc/inventory/rep_h2603/01main.pdf

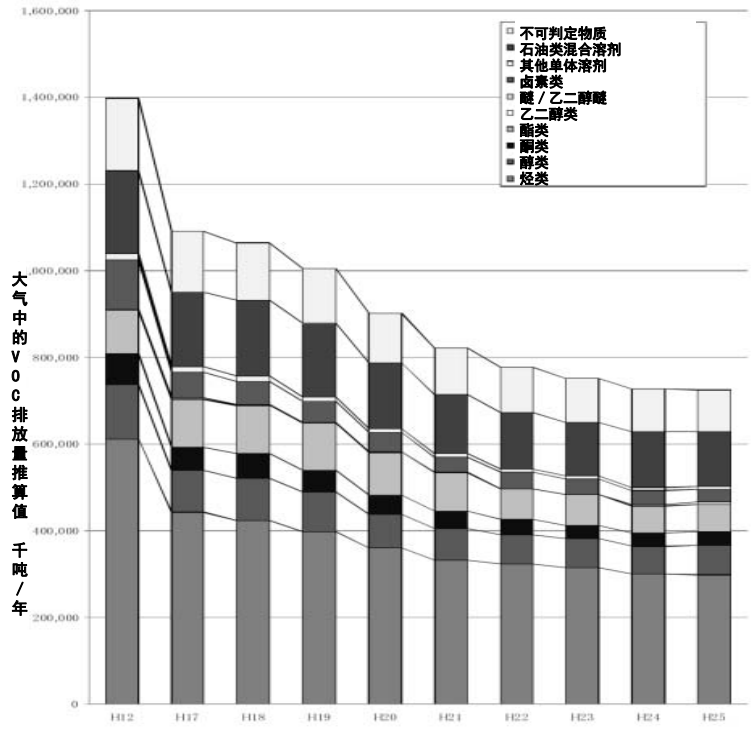
【来源】根据经济产业省《VOC排放控制相关自主措施的跟进（2013年度实绩）》编写

30

日本のVOC排放量推算値（按发生源种类、物质分类）

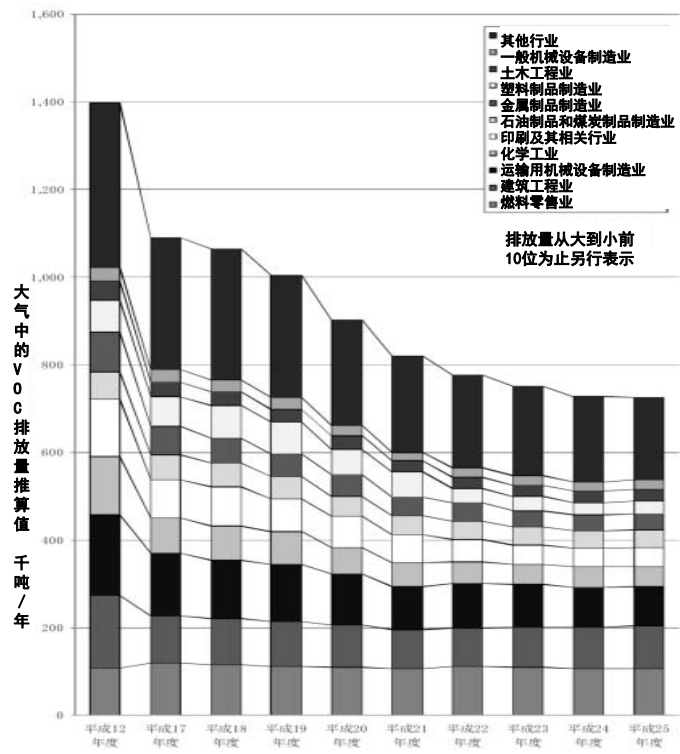


按发生源种类的VOC排放量推算结果

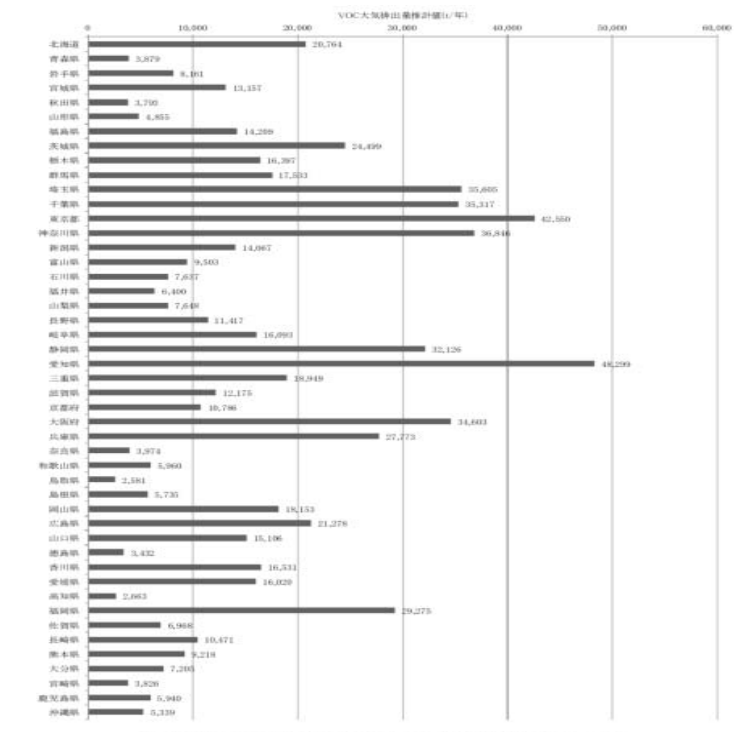


按物质分类的VOC排放量推算结果

日本VOC排放量推算値（按行业、都道府县分类）

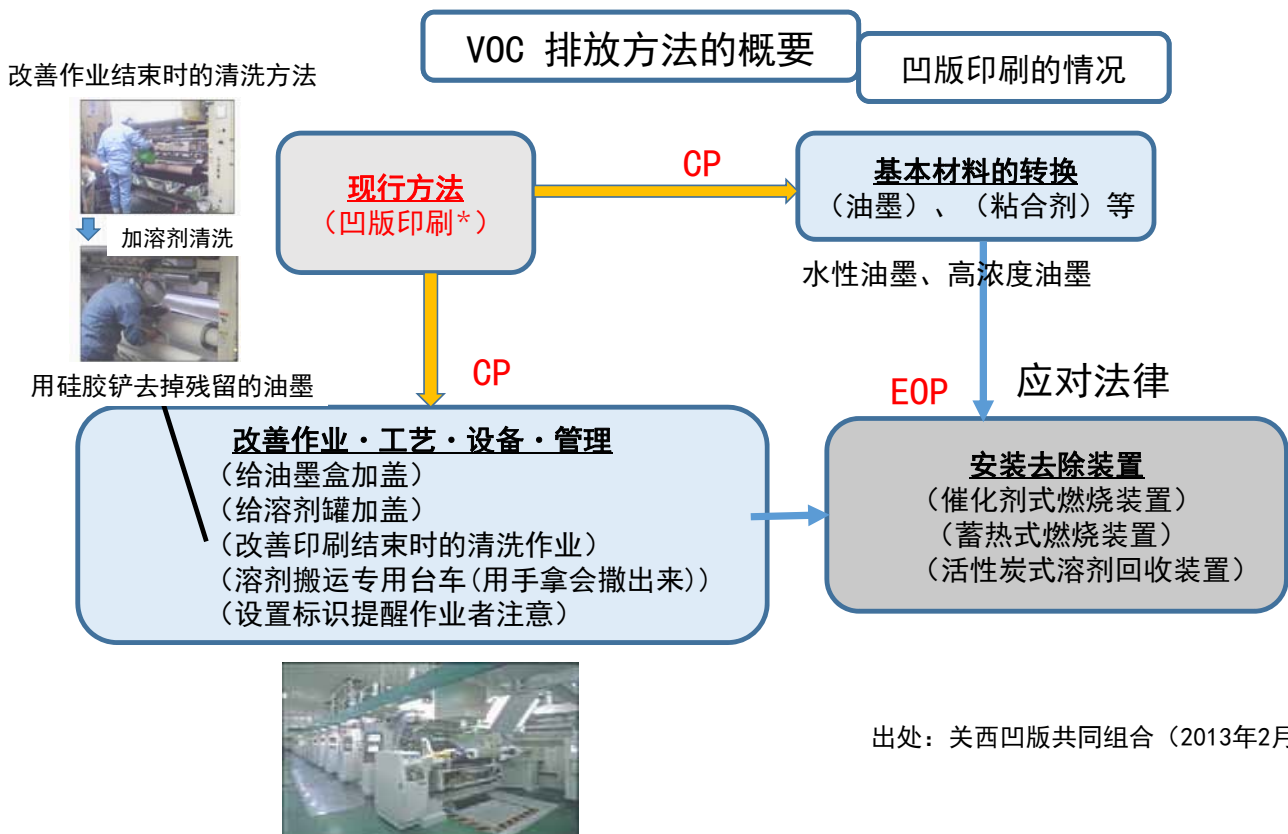


分行业VOC排放量推算结果

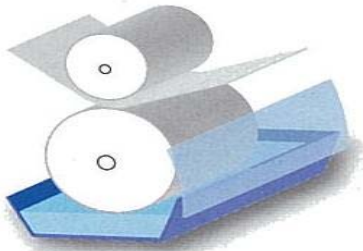


各都道府县VOC排放量推算结果（2013年度排放量）

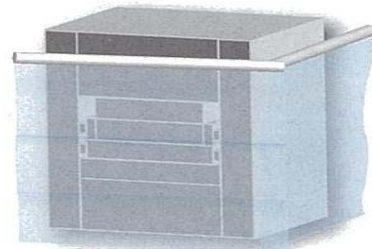
5 分行业工艺过程（CP）VOC源头控制



工序内部管理（改善印刷工艺的事例）



印刷机 塑料布



塑料帘

挡住吹到印刷机的风，就可以减少溶剂的蒸发。1天可以节约8,000日元的事例。

VOC 排放方法的概要

涂装工艺的情况

现行方法
(含溶剂涂料)
(喷涂)

CP

涂料转换
(水性)、(粉末)等

涂装方法的转换
(浸润)、(电泳)、
(辊涂)

继续使用现有溶剂的对策

CP

削减使用量对策
(更换涂装设备)
(涂料、溶剂回收)
(减少换色次数)

EOP

安装去除装置
(吸附)
(燃烧)
(吸收)等

应对法律

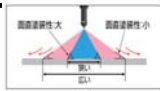
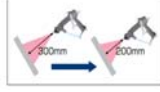


- 现场改善事例：
- 将喷管缩短，改善喷枪
 - 选择合理的涂料罐
 - 改善清洗方法等

出处：工业涂装高度化协议会（2013年2月）

措施：提高涂装效率

1. 提高作业人员的熟练程度
2. 涂装条件的再次确认

	涂装条件	效率的变化	减少涂料 (%)
①	喷涂角度正对着喷涂面成直角	角度45° 效率提高50%、 角度90° 效率提高70%以上	30以上
②	减小喷涂宽度		20以上
	降低气压	0.3MPa效率在60%的情况下、 变成0.2MPa效率可达70%以上	15以上
④	喷枪距离调近，保持一定距离		12以上

3. 采用高效喷涂机

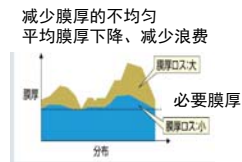
- ① 静电喷涂系统
- ② 采用机器人



静电喷涂机



喷涂机器人



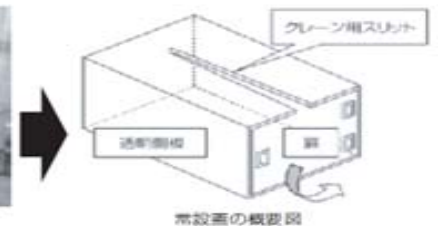
37

改善清洗工序的事例

清洗槽加上盖子或者罩子，可以防止溶剂的蒸发。

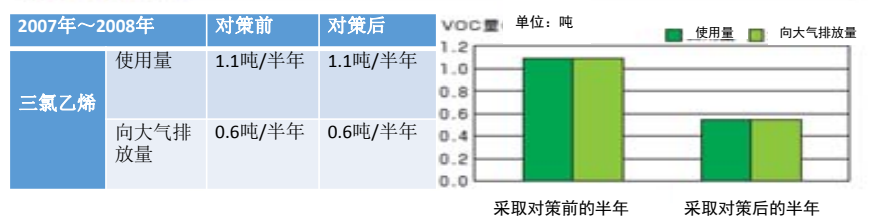


手动2槽式清洗装置外观



常設蓋子の概要

年間排出量



市販のロールカーテンを利用

出处：《有关VOC排放控制按行业分类的成功案例集》中部经济产业局（2010年10月）
《产业清洗现场VOC对策案例集》环境省（2008年3月）等

38

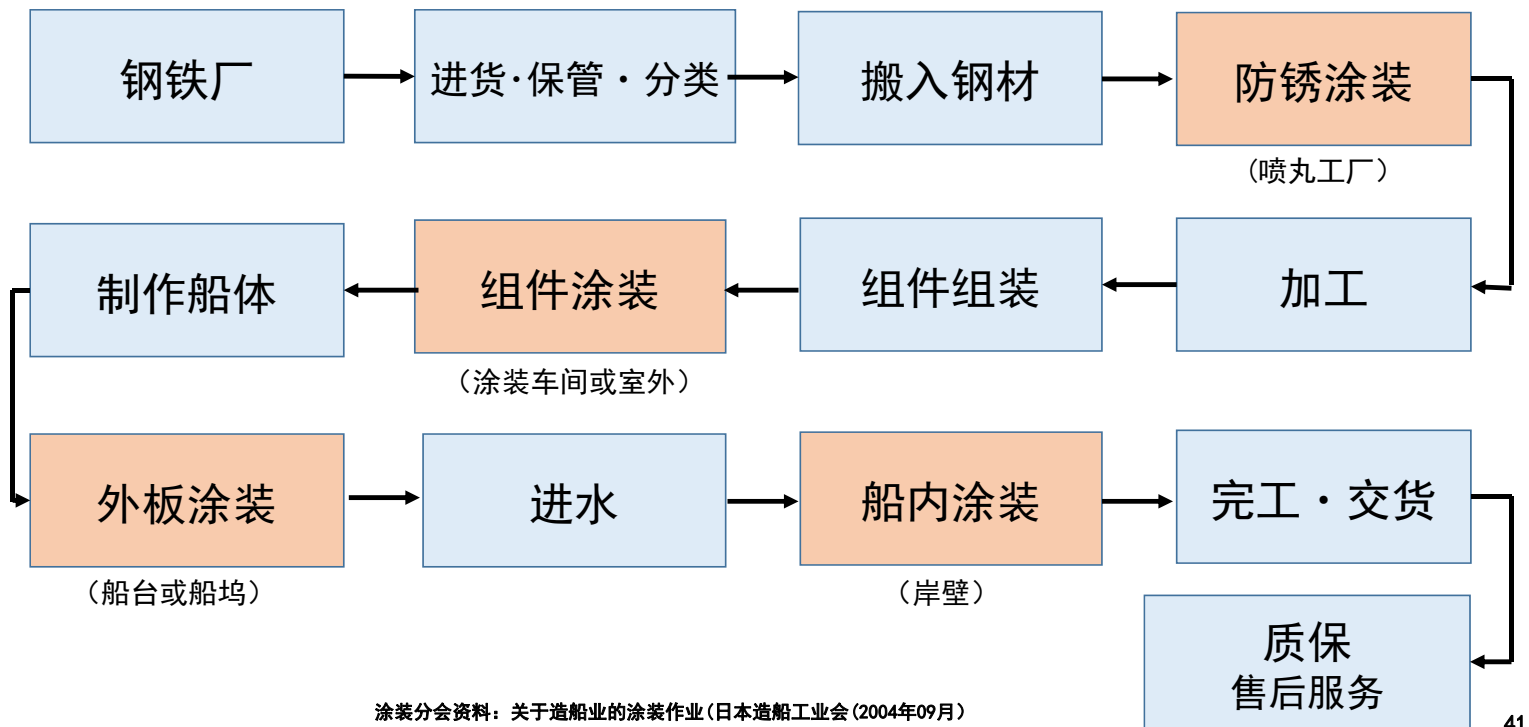
造船企业的VOC对策及改善技术

39

造船业的特殊性

1. 船舶是国际性商品
量身定做的产品、全球单一市场
2. 船舶是能自行的世界最大的钢结构物
3. 在屋外组装
85%是室外涂装、中小造船厂不具备涂装车间
4. 涂装规格由船主决定（耐久性、航行性能）
5. 造船厂一般都建在地方（企业城下町）

造船业的涂装作业流程



41

涂装作业的场景照片



防锈涂装作业



室外涂装 (组件)



室外涂装作业 (船坞内)



室外涂装作业 (船坞内)



最后的涂装作业 (岸壁)



最后的涂装作业 (岸壁)



组件搬入作业



涂装车间的外观



涂装车间的排气扇 (墙壁)



喷涂车间的排气筒



喷丸作业



室内涂装作业

涂装分会资料：关于造船业的涂装作业(日本造船工业会(2004年09月))

42

VOCs排放控制对策和控制效果

1. 处理装置的设置及其效果

喷漆室因不能提高密闭性，VOCs的回收效率不高。

2. 涂装的低VOCs化及其效果

虽然可以期待一定的控制效果，但是同时也存在各种困难。

- (1) 涂装规格由船主决定。
- (2) 涂装后的干燥期很长，会造成工程的拖延。
- (3) 有的涂料很难低VOCs化。

VOCs控制排放对策所需费用

采取对策会产生很大的成本

- (1) 必须要上大型成套设备
- (2) 很难保证用地
- (3) 还需要对现有设备进行改修

涂装分会资料：关于造船业的涂装作业(日本造船工业会(2004年09月))

43

自主采取减排措施的状况

1. 实施企业的比率

有意转用低VOCs涂料，但是价格性能方面都满足的低VOCs涂料比较少，所以还没有很大进展。

2. 具体内容（今后的发展方向尚在研讨中）

- (1) 提高涂料的涂覆效率（减少涂料使用量）
- (2) 向低VOCs涂料转换
- (3) 向免喷漆材料转换

※ 室外涂装全面转向室内涂装、所有的现有涂装工厂都安装VOCs处理装置是不可能的。

涂装分会资料：关于造船业的涂装作业(日本造船工业会(2004年09月))

44

船舶涂装领域

涂料使用上的对策

减少使用品种有利于减少每种涂料的剩余量

可以削减品种切换时使用的清洗稀释剂的使用量

削减涂料使用品种

将不同部位使用不同底漆换成通用底漆，统合品种进行一元化管理，可以实现VOC的减排。

使用低VOCs涂料实现的VOCs减排比较

30万吨(DWT)的事例	
现行涂装规格	170~190吨
VOCs削减规格	120~130吨
削减率	30%

造船各涂装部位VOC排放比率(%)

W.B.T	50%
外板暴露部位	22%
其他	28%

W. B. T : Water Ballast Tank

出处：第14次涂料论坛(社)日本涂料工业会久米政文资料(2005年12月)

45

2017 VOCs污染防治对策相关的示范调查



日本企业有关VOC削减技术的交流会



印刷行业VOC处理对策和在线监测

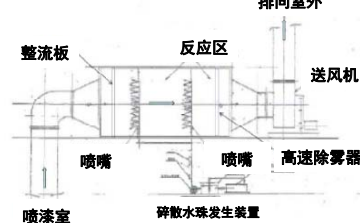
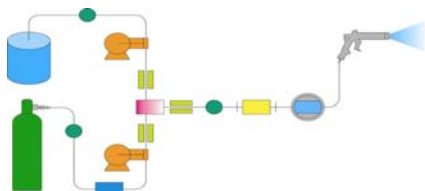


混合动力涂装系统(CP)



高性价比处理技术(EOP)

排向室外



大风量VOCs处理设备

46

1. 转换为低VOC产品

【1】涂料

低VOC涂料的种类和特长

种类		特长	缺点
水性涂料	水乳型涂料*	表面是湿的也可以进行涂装 臭味少	涂装后不久遇到降雨就不太好 涂装时需要控制温度湿度
	水溶型涂料	涂覆效率高 可厚膜涂装	薄膜涂装较困难 烧结需要能源
无溶剂型涂料	粉末涂料	涂覆效率高 可厚膜涂装	薄膜涂装较困难 烧结需要能源
	紫外光·电子束固化涂料	可短时间干燥（提高生产率）	厚膜涂装有限
	多组分涂料	可减少涂覆量	干燥较慢
	塑溶胶型涂料	涂膜性能好	与材料之间的粘接性差
高固分涂料		不需要大规模改变生产线	涂膜性能低

*水分散型树脂

实际进行涂装时，需要和涂料厂家充分协商再决定涂料的种类。

环境省资料：www.env.go.jp/air/osen/voc/materials/103.pdf

2. 转换为低VOC产品

油墨

低VOC油墨的种类和特长

种类		可用的印刷机	特征
水性油墨	水性特殊凹版油墨	凹版印刷机	优点：不燃性、廉价 缺点：干燥速度慢。会使得纸张变皱 颜色的浓淡、色彩对照不好
	水性橡胶凸版油墨	柔性印刷机	
无溶剂油墨	紫外光固化型油墨	丝网印刷机 胶版印刷	优点：可高速干燥 缺点：贵 不能厚膜印刷
	电子束固化性油墨	所有印刷机	

水性油墨：水为油墨溶剂或稀释溶剂的油墨

无溶剂油墨：VOC含量不足5%的油墨

实际采用时需要和油墨厂家充分协商后决定种类。

环境省资料：www.env.go.jp/air/osen/voc/materials/103.pdf

低VOC·NON VOC油墨的构成比率

以往的油墨	植物油油墨 (低VOC油墨)	油性油墨 (NON VOC油墨)	UV油墨 (NON VOC油墨)
颜料 10~30%	颜料 10~30%	颜料 10~30%	颜料 10~30%
树脂 30~40%	树脂 30~40%	树脂 30~40%	预聚物 10~40%
植物油 10~20%	植物油 10~30%	植物油 40~50%	丙烯酸 低聚物 20~60%
石油类溶剂 25~35%	石油类溶剂 15~25%	辅助剂 0~5%	辅助剂 0~10%
辅助剂 0~5%	辅助剂 0~5%	辅助剂 0~5%	辅助剂 0~10%

出处：印刷油墨工业会《低VOC·NON VOC油墨的最新动向》（2012年7月11日）

49

节能型新UV系统

	照射装置	使用油墨	消费电力	备考
UV系统 (以往的)	以往的UV	通常UV油墨	—	需要臭氧及排热导管 开灯关灯需要时间
LED系统	LED	高感度UV油墨	约1/4	单一波长385nm等 无臭氧、无红外) 可瞬间开灯、关灯
混合动力 UV系统	混合动力UV	高感度UV油墨	约1/4	短波长UV隔离、无臭 氧、无红外、无臭氧 及排热导管
节能 UV系统	以往的UV	高感度油墨	约1/2~1/4	削减UV灯数量 削减UV出力

LED: Light Emitting Diode UV: Ultra Violet

出处：印刷油墨工业会《低VOC·NON VOC油墨的最新动向》（2012年7月11日）

50

【3】粘合剂

低VOC粘合剂的种类和特长

	种类	特长	缺点
水性粘合剂	醋酸乙烯树脂类乳化液型	用途广泛	耐热性、耐水性、耐溶剂性不佳
	EVA树脂类乳化液型	耐热耐水性强	干燥皮膜的粘接性
	丙烯酸树脂类乳化液型	柔软性、耐热性很好	风扇稳定性不好、耐水性不佳
	合成橡胶类乳化液型	柔软性、弹力很好	变色, 耐油耐溶剂性不佳
热熔性粘合剂	EVA*树脂类热熔性	粘接性、柔软性、弹性都很好	耐热性耐候性不佳
	合成橡胶类热熔性	对被粘物没有特别要求	粘接性很弱
反应性粘合剂	环氧树脂类	对被粘物没有特别要求	剥离粘接性很低
	聚氨酯类	和材质的粘接性很好	耐水性不好
压敏性粘合剂	橡胶类压敏型粘合剂	对被粘物没有特别要求	耐热性耐候性不佳

*EVA: Ethylene Vinyl Acetate

实际采用时需要和油墨厂家充分协商后决定种类。

环境省资料: www.env.go.jp/air/osen/voc/materials/103.pdf

51

2. 改善设备结构和管理

(1) 设置喷漆、粘接室 (各设施的概要图如下一张所示)

	种类	去雾率 (%)	需求领域
干式喷漆室	挡板式	90	(小规模) 家具、控制柜、钢材、产品的补修喷涂 (大规模) 大型建设机械、车辆、船体板块、大型钢架
	过滤式	65	
	复合式 (挡板+过滤)	不明	
湿式喷漆室	水洗方式 (喷淋、涡流)	85	(小规模) 家电产品、汽车零部件、树脂产品 (大规模) 铁道车辆、特殊车辆、汽车、卡车
	高速洗涤方式 (文丘里式)	99	
	油洗式	不明	

喷漆室是指: 为了防止火灾、保护员工健康、保证喷涂品质, 以强行排出喷涂所产生的雾粒以及溶剂使用的VOC为目的的设施。

喷漆室分干式和湿式两种, 前者适用于喷涂部位较少的被喷涂物, 后者适用于喷涂部位较多的被喷涂物。

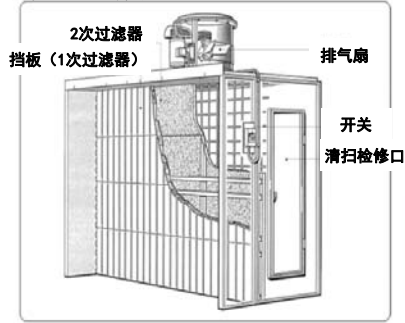
挡板式: 放入流体中阻碍流动的阻止板。放了阻止板可以急速改变流向及流速, 去除流体中的VOC。

过滤式: 过滤装置

环境省资料: www.env.go.jp/air/osen/voc/materials/103.pdf

52

喷漆、粘接室

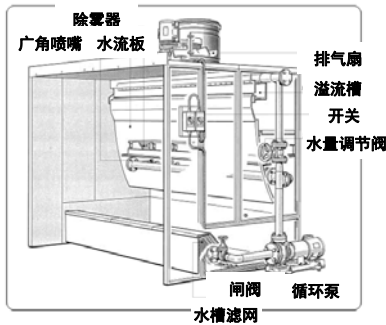


特点
 · 排气用
 · 价格：便宜
 · 静压：中
 (250Pa以下)

干式喷漆室

- 正面整体可吸入漆雾的结构
- 需要更换滤网
- 安装成本低，但需要运营成本
- 不使用水

适合少量生产



特点
 · 排气用
 · 价格：便宜
 · 静压：中
 (250Pa以下)

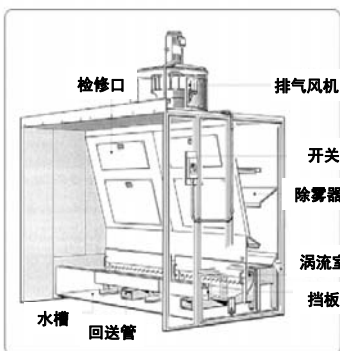
水洗喷淋式喷漆室（湿式）

- 正面下方可吸入漆雾的结构
- 喷嘴和泵的开关等需要保养
- 使用水
- 相对于集尘效率价格偏高

现在已经是非主流方式

(来源)亲和的网页资料

喷漆、粘接室



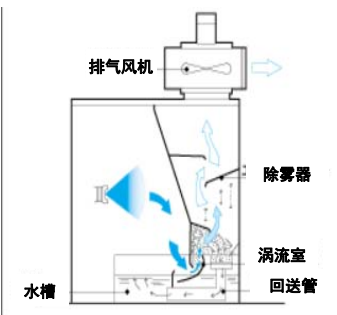
特点
 · 给气用
 · 价格：高
 · 静压：高
 (450Pa以上)

文丘里式（湿式）

- 正面下方可吸入喷雾的结构
- 过滤效率很高
- 没有使用喷淋喷嘴及泵，容易保养
- 使用水
- 价格便宜

是当前喷漆室的主流方式

文丘里式喷漆室的原理



含漆雾的空气通过排气风机被高速吸引到涡流室内。涡流室的离心力会将漆雾从气流中分离出来，漆雾冲击水膜被捕集起来。水从除雾器出来，防止从排气口吐出。另外，漆雾和水被回送管送至水槽前面。

(来源)亲和的网页资料
 ANESUTO岩田(来源)网页资料

2. 改善设备结构和管理

(2) 干燥炉处安装气封

炉的样式	特长	需求领域
加气帘隧道炉	在进出口的开口部位安装气帘，让装置内的热风不会外流 适用于使用传送装置的大批生产	住宅建材、农机具、钢家具、车辆、建材面板、卡车操作室
山形隧道炉	装置主机装在与装置进出口开口部位高的位置，利用装置内外温度差的不同空气比重来封住热风 特别适用于涂装质量要求高的产品	汽车车体、操作室、车辆零部件、车轮、摩托车零部件、电梯面板等

气封是指：调整风向、利用温度差、不让干燥炉内的空气排放到外面的设备。

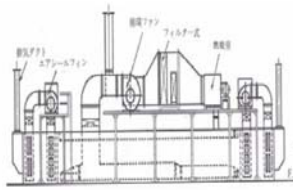


图7 加气帘隧道炉

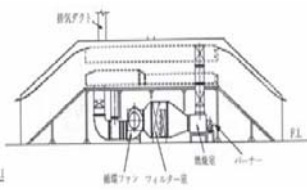
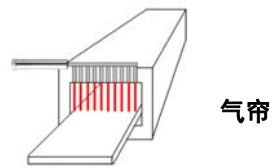


图8 山形隧道炉

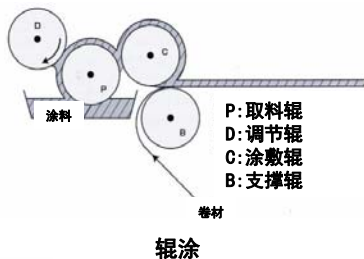


环境省资料：www.env.go.jp/air/osen/voc/materials/103.pdf

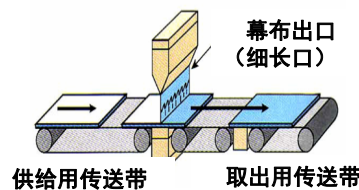
2. 改善设备结构和管理

(3) 改变为预涂

涂装方式	特长	需求领域
辊涂	取料辊将涂料举起，在用调整辊调整量的同时，涂敷辊将取料辊取到的涂料涂到支撑辊支撑的卷材上	着色锌铁板 预涂钢板 家电产品
幕涂	涂料如幕状落下，下面的传送带上放上平板，使涂料流过，在平板上形成涂膜	冰箱的前门等家电产品



辊涂



幕涂

钢制产品的涂装有预涂和后涂（做成成品后再涂），各有利弊。根据最终产品的性质选择涂装方式。

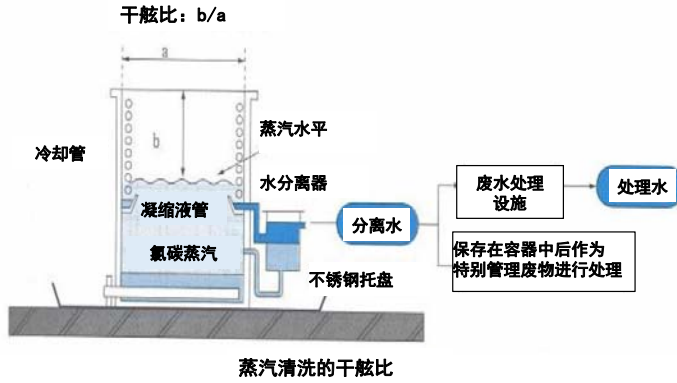
环境省资料：www.env.go.jp/air/osen/voc/materials/103.pdf

2. 改善设备结构和管理

(4) 确保干舷比和冷却清洗剂

干舷比是指：蒸汽清洗槽的情况下，清洗槽较短的开口尺寸(a)和蒸汽/空气界面到清洗槽上方的高度（干舷比的高度或深度）(b)之间的比率。

干舷比 (b/a) 越大，清洗槽上部的冷却空间就越开阔，VOC成分凝缩排放量就少。



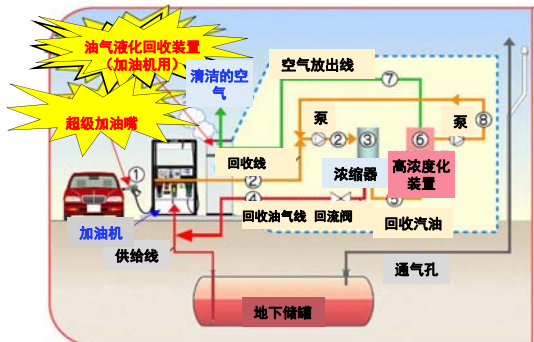
环境省资料: www.env.go.jp/air/osen/voc/materials/103.pdf

2. 改善设备结构和管理

(5) 安装蒸汽回送装置

蒸汽回送装置的种类和特长

安装方法举例	特长
储藏设施的油气回收	将储罐挥发掉的油气回收回到罐里
出厂设备到罐车出厂时的油气回收	回收罐车装车时产生的油气
往加油站地下储罐装油时的油气回收	往加油站地下储罐装油时的油气回收
供油时的油气回收 (下图)	回收汽车加油时的蒸汽, 回送到地下储罐



- ① 用汽油计量仪加油
- ② 用泵吸引油气
- ③ 用凝缩器压缩和冷却
- ④ 回送到加油机
- ⑤ 送到高浓度化装置
- ⑥ 吸附油气
- ⑦ 将空气放出
- ⑧ 解吸附脱除油气

环境省资料: www.env.go.jp/air/osen/voc/materials/103.pdf
日本产业机械工业会资料

2. 改善设备结构和管理

(6) 改造成浮顶罐

浮顶罐的种类和特征

罐的种类	特征
单层浮顶罐	有浮顶简单结构的罐
箱式浮顶罐（下图）	浮顶中央是单层顶，外周带有环状浮箱
双盘浮顶罐	上下两个浮盘的二层结构顶罐
带固定顶的内浮顶罐	浮顶的上面再加上固定顶的罐

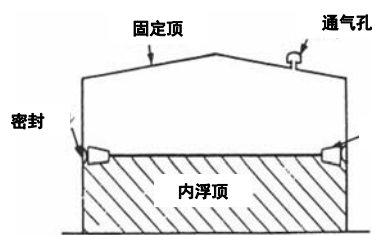
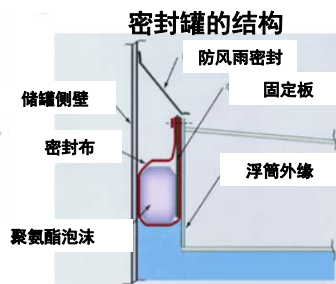


图16 内浮顶罐（单盘）例子



具有代表性的密封罐结构，是罐本体侧板和浮顶（浮筒）外周的间隙中加了带有增强布的塑料布制的密封布，用其将压缩后的聚氨酯泡沫包裹起来，密封布的顶部用螺丝固定在浮顶外周。

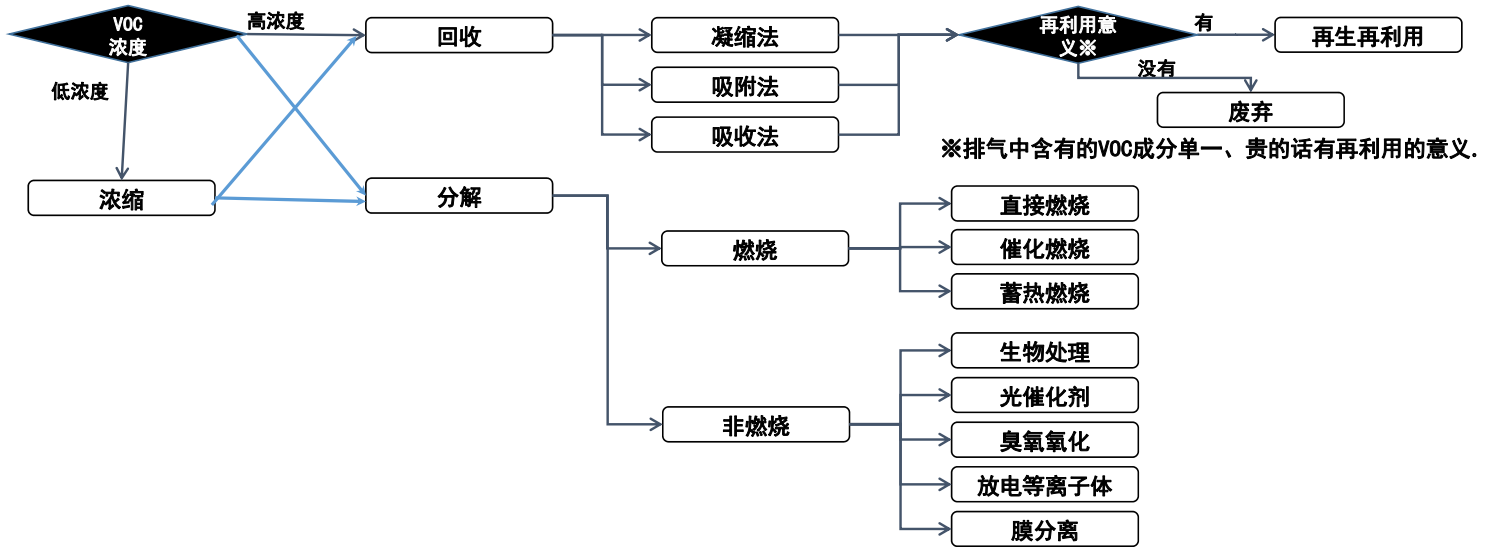
环境省资料：www.env.go.jp/air/osen/voc/materials/103.pdf

6 VOC处理技术（EOP）

VOC处理技术体系

- VOC处理技术大体上可分为“回收”和“分解”两类。
- “回收”、“分解”和“浓缩”相结合，处理多样性的VOC。

图 VOC处理技术的整体概念



VOC处理技术分类

(EOP)

燃烧法	VOC中的碳氧化分解为CO ₂ 的处理方法，多用于工厂排气处理等方面。	直接燃烧法
		蓄热燃烧法
		催化燃烧法
吸附法	物理性吸附和捕集VOC的方法。吸附材料使用了活性炭、沸石、硅石等。通常反复进行吸附和解吸附，吸附材料可以再生反复使用。	
其他	光催化剂 (TiO ₂) 用于脱臭、抗菌。用于特殊用途的其他方法正在开发中。	光催化剂
		放电等离子体
		臭氧氧化
		生物处理
		药剂处理

资料：东京都地域集结型研究开发项目“给城市带来安全和安心的环境净化技术开发”环境评价分会报告书《VOC排放对策导则—从基础到实践和评价》独立行政法人科学技术振兴机构/东京都/地方独立行政法人东京都立产业技术研究中心2014年3月

燃烧法的特征

(EOP)

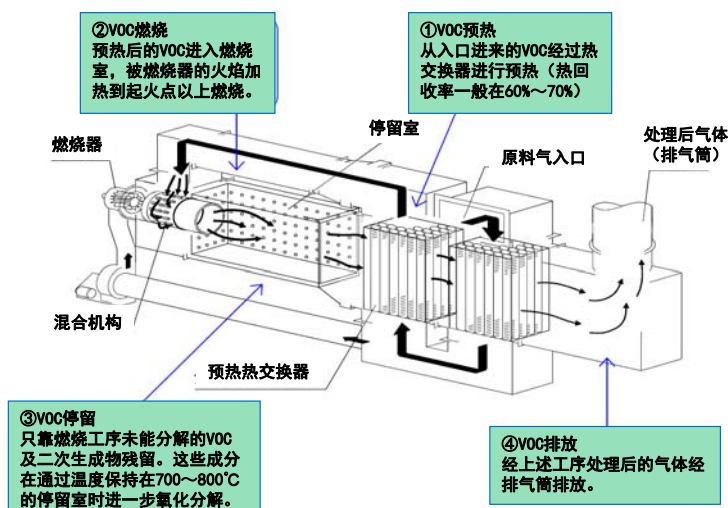
分类	原理	主要展开领域	特征	课题
直接燃烧	直接燃烧分解VOC	<ul style="list-style-type: none"> 涂装、 印刷、 化学成套设备等 	实绩多（装置便宜、容易保养） 不分VOC的种类 燃烧温度：750~850℃	低浓度的话需要添加助燃剂（另需费用、排放CO ₂ ） 燃烧2次污染，需要采取对策
蓄热燃烧	用蓄热体（陶瓷）蓄热燃烧	<ul style="list-style-type: none"> 涂装、 印刷、 化学成套设备等 	热效率高（90~95%） 自燃浓度较低（500ppm左右自燃）	装置很贵 不能间断运转 需要采取对策处理蓄热材料的网眼堵塞
催化燃烧	使用催化剂，低温氧化	<ul style="list-style-type: none"> 印刷、 化学成套设备等 	可低温燃烧（350~450℃） NO _x 的发生量较少 容易保养	硅、磷、硫磺等受催化剂影响失去活力 催化剂很贵

资料：东京都地域集结型研究开发项目“给城市带来安全和安心的环境净化技术开发”环境评价分会报告书(VOC排放对策导则—从基础到实践和评价) 独立行政法人科学技术振兴机构/东京都/地方独立行政法人东京都立产业技术研究中心2014年3月

直接燃烧法

(EOP)

大多数的VOC是由碳、氢、氧等构成的化合物。这些化合物燃烧后分解为二氧化碳、水等物质。该装置用助燃剂，在650~800℃左右的高温下使VOC燃烧。助燃剂使用煤油、重油、轻油等液体燃料，或天然气（LNG）、液化气（LPG）等气体燃料。



日本涂装机械工业会技术分会“VOC法律控制的具体影响及自主措施的概要”第6次涂装技术专题研讨会资料

蓄热燃烧法

(EOP)



- 该装置对3个以上的蓄热室通过切换阀门进行吸气、排气、吹扫。
- 因设有吹扫室，可在阀门切换时防止处理气体向大气中扩散，可以实现98%以上的分解效率。
- 也可以应对~3000m³/min左右的大风量。

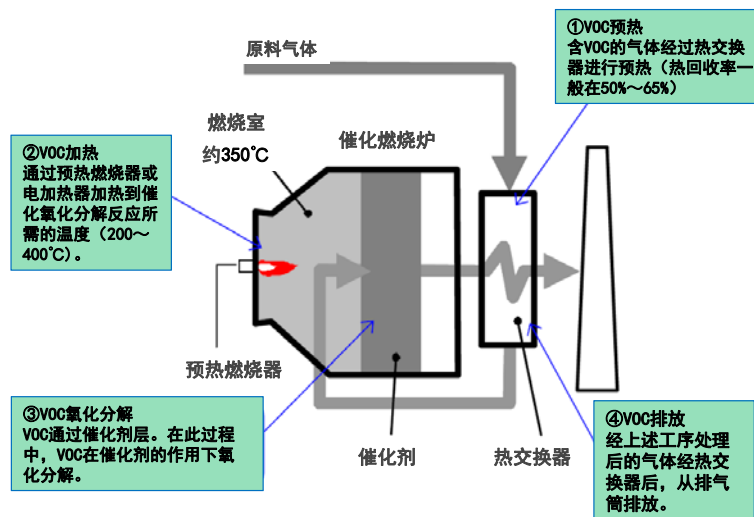


中外炉工业株式会社商品目录

催化燃烧法

(EOP)

加热VOC会氧化分解，但使用催化剂的话可以降低氧化分解所需的温度。
燃烧后VOC氧化分解的温度是650~800℃，催化剂的话可以降低到200~400℃。催化剂有铂类及钯类。



吸附法的特征

(EOP)

分类	原理	主要展开领域	特征	课题
活性炭 (破碎状 碳纤维 蜂窝)	吸附/解吸附反复循环 解吸附: 通过升温、 减压、吹入水蒸气 等来实施	<ul style="list-style-type: none"> 化学成套设备清洗 大楼的空调等 	可以回收VOC再利用 吸附时不需要能源	需要再生成本 吸附材料劣化 解吸附时会有部分VOC残留
无机类吸附材料 (沸石、 硅石等)	吸附/解吸附反复循环 解吸附: 通过升温、 减压来实施	<ul style="list-style-type: none"> 化学成套设备清洗 加油站 	可以回收VOC再利用 吸附时不需要能源 不燃性	和表面积相同的活性炭相比 成本高

活性炭是以碳为主要成分的多孔质物质，其细孔可以吸附很多物质。

可以选择性地吸附比细孔小的粒状有机物。利用它的这个性质，吸附有害物质进行脱臭及水质净化等。通过加热将吸附物质释放之后还可以再利用。

作为原材料可以使用木材等植物性的，也有煤炭、石油等。也可以利用**活性碳纤维**。

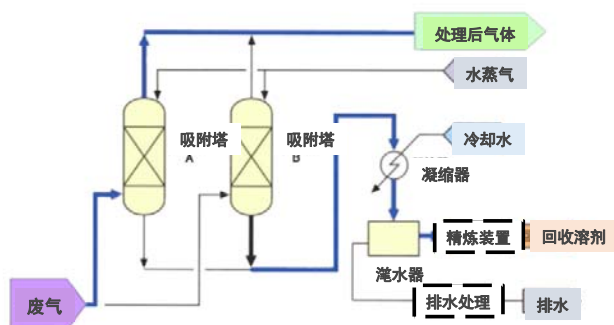
沸石是结晶结构相对有较大空隙的铝硅酸盐的总称，用于分子筛、离子交换材料、催化剂、吸附材料。目前人工合成可以生产各种性质的沸石。

资料：东京都地域集结型研究开发项目“给城市带来安全和安心的环境净化技术开发”环境评价分会报告书《VOC排放对策导则—从基础到实践和评价》独立行政法人科学技术振兴机构/东京都/地方独立行政法人东京都立产业技术研究中心2014年3月

67

活性炭吸附法

(EOP)



•与燃烧法处理相比，用活性炭吸附法处理VOC可以大幅度减少二氧化碳(CO₂)的排放量。

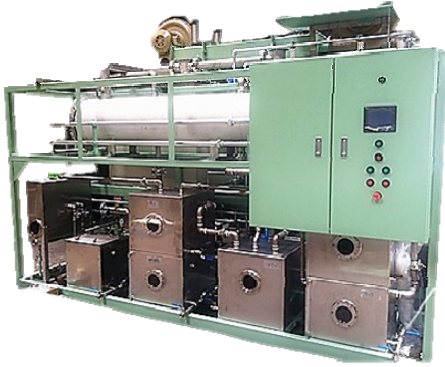


- 用活性炭的吸附作用，吸附排气中的溶剂成分。
- 被活性炭吸附的溶剂通过水蒸气解吸附后可以回收。
- 回收后的溶剂通过精炼（蒸馏等）可以再利用。
- 排水用活性污泥法（生物处理）进行处理后排放。

旭化成工程技术(株)资料

68

活性炭吸附式 溶剂回收装置（独立式）的特点



仅大和化学工业株式会社，就已经拥有200以上的安装实例。此技术为世界上最为广泛使用安全系数最高的VOCs处理技术。

1. 高处理性能

此技术已有20多年的应用经验，
处理率高（高达99.5%以上）
具备活性炭再生功能，环保可靠
吸附VOCs废气，回收液态溶剂

2. 全自动运行

方便管理

3. 简单维护

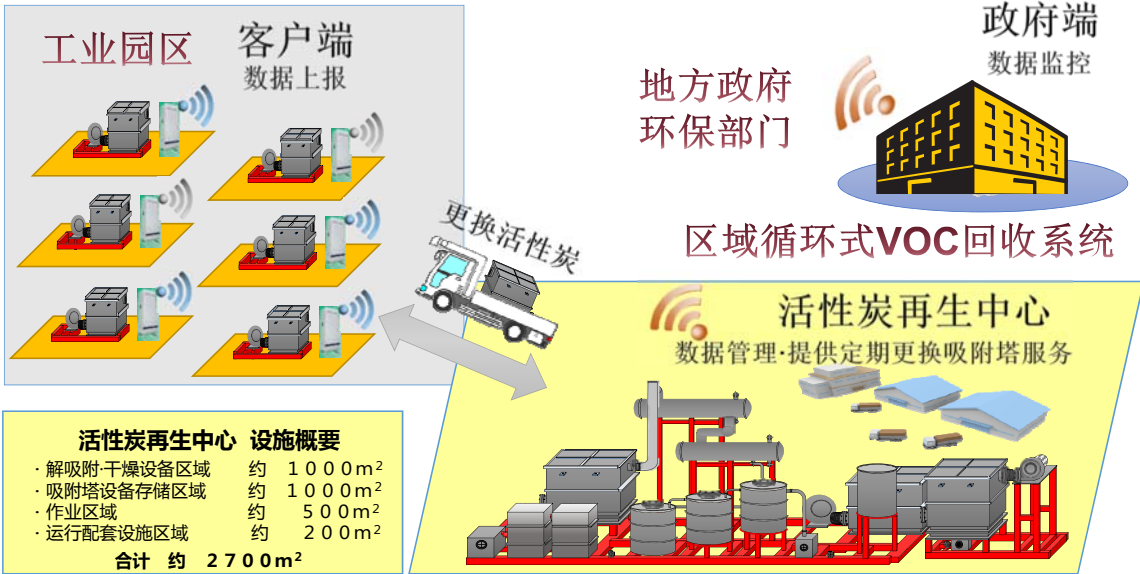
只需每年一次的定期维护
不需要其他日常维护

4. 配备VOCs在线监控设备

可24小时连续监控排放浓度

资料：株式会社大和化学工业

区域循环式VOC回收系统（活性炭再生中心）概要

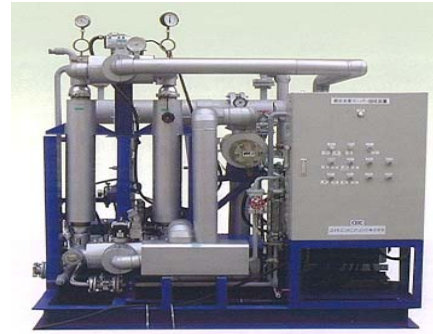
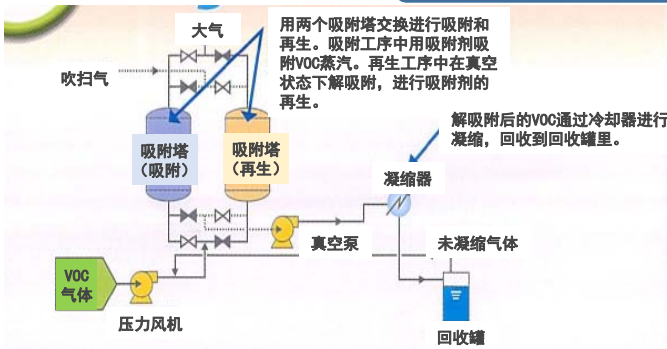


活性炭再生中心，是在各VOCs排放工厂安装活性炭吸附装置吸附废气后，搬运到集中处理设施活性炭再生中心进行活性炭的再生和溶剂的回收处理方案。

解决**设备安装占地、装置运行监管难、处理品质参差不齐**等多个课题！ 资料：株式会社大和化学工业

沸石吸附法

(EOP)



适用流体
二氯甲烷、二氯乙烷、丙酮、苯、甲苯、乙酸乙酯、MEK等及其混合物的VOC蒸汽

特征

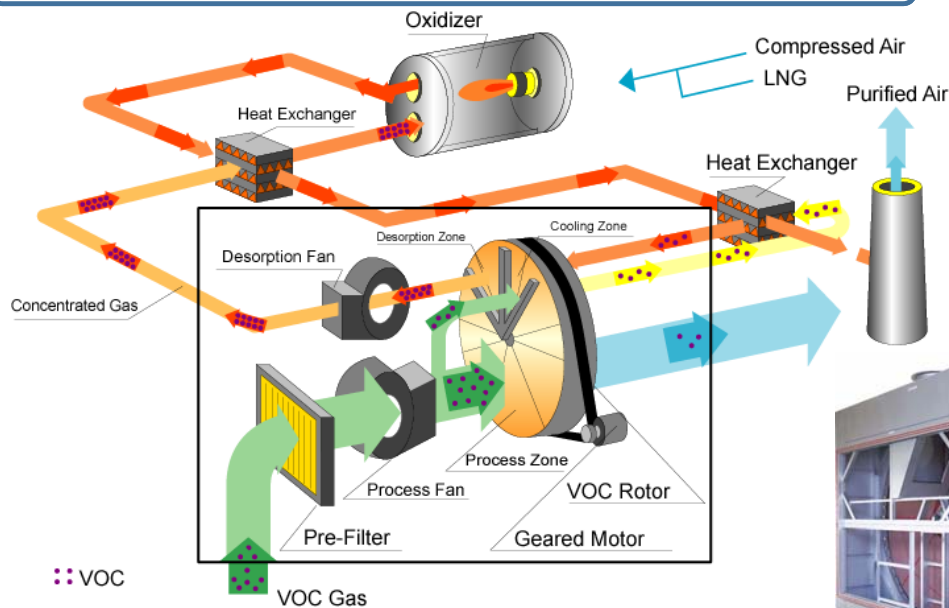
安全性高	吸附热很少，按照《危险物操作书》就可以安装
耐久性极好	吸附材料的寿命长
经济性	安装费用少、节能空间
操作简单	完全自动化
系统	PSA(减压再生法)、TSA(常压蒸汽再生法)

PSA: Pressure Swing Adsorption, TSA: Temperature Swing Adsorption

COSMO工程技术(株)资料

71

吸附分离浓缩+燃烧分解净化法



适用于VOCs浓度：10~500ppm, 大风量的废气处理过程
污染空气量减少到1/5—1/30, VOCs浓度提高5—30倍
实现燃烧分解装置小型化、降低运行成本、提高净化率。

资料：株式会社西部技研

72

吸附分离浓缩+燃烧分解净化法系统构成



Capacity: 270,000m³/hr

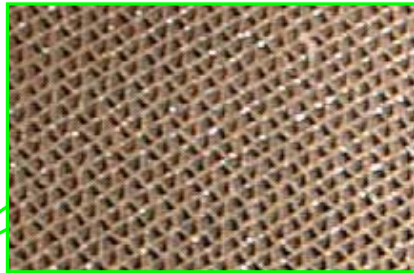
RTO (Regenerative Thermal Oxidizer), 1 set
蓄热燃烧装置1台



VOCs Concentrators (φ4250), 3 sets
VOCs浓缩装置φ4250 3台

資料：株式会社西部技研

具有蜂窝状结构的转轮型吸附材料



- (1) 表面积大
(可达2700m²/m³以上)
- (2) 风阻低
(H=0.4m, u=2m/s, ΔP<180Pa)
- (3) 传质速率高
(与直径为3mm的球状分子筛相比, 传质速率提高一倍以上)
- (4) 净化效率高、出口浓度稳定。

φ550~4250, H=400~600 (单机处理风量: ~ 107,500 m³/h)

資料：株式会社西部技研

其他方法的特征

(EOP)

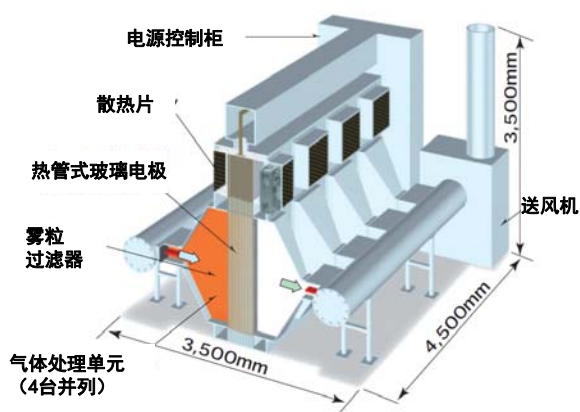
分类	原理	主要展开领域	特征	课题
放电等离子体法	等离子氧化	<ul style="list-style-type: none"> 零售店的脱臭 家用空气净化器 	分解率高、节能、常温处理	有可能产生NO _x 。需注意排气中的二次生成物
臭氧氧化法	臭氧氧化	<ul style="list-style-type: none"> 水处理 	节能、容易保养、常温处理	处理物质有限 排气中残留臭氧的处理
生物处理法	微生物、细菌等分解	<ul style="list-style-type: none"> 畜禽养殖业的恶臭对策 	节能、容易保养、常温处理、无需排气的再处理	处理速度慢 建设工程大 需要水的补给
药剂处理法	水、酸、碱、合成油等吸附、分解	<ul style="list-style-type: none"> 回收特定化学物 防止恶臭 	装置小型、成本低	药剂管理及废液处理需要成本

资料：东京都地域集结型研究开发项目“给城市带来安全和安心的环境净化技术开发”环境评价分会报告书《VOC排放对策导则—从基础到实践和评价》独立行政法人科学技术振兴机构/东京都/地方独立行政法人东京都立产业技术研究中心2014年3月

75

等离子体处理法

(EOP)



采用等离子体和吸附剂结合的处理新技术，来高效无害化处理和分解100ppm以下的低浓度VOC。用吸附剂对低浓度的VOC进行吸附、浓缩，再用等离子体进行分解处理。

该技术特长：高效分解

让疏水性沸石的吸附剂来吸附VOC，浓缩后放电处理VOC分解成无害的CO₂和水。

集中能源处理浓缩后的VOC，即使低浓度的气体也可以进行有效的分解。

NO_x的发生量可望降到以往的1/10以下。

无需燃料，可以大幅度减少碳排放。

三菱电机㈱的论文

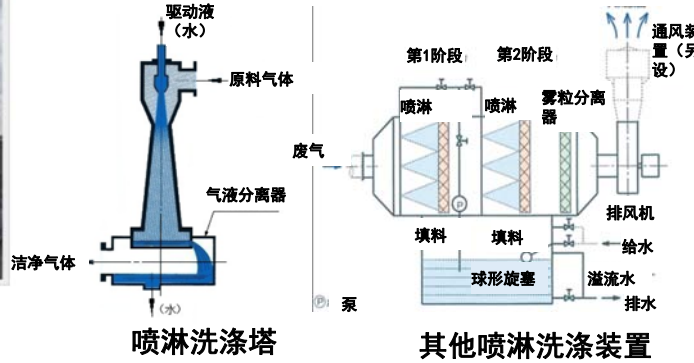
76

水洗塔方式

(EOP)



- 用水溶解吸附处理
- 洗涤方法采用喷淋洗涤
- 处理后需要排水处理设备



- 高温气体、含雾粒气体等，适用范围很广
- 最适合处理排气筒出来的大风量排气

康肯工厂技术(株)资料

生物处理法

(EOP)

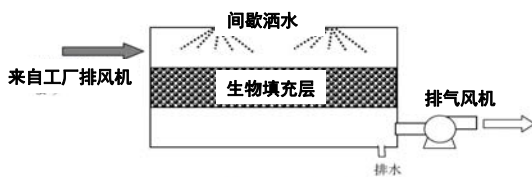


图4-1 设备的结构

含VOC气体通过生物填充层，分解VOC成分。



生物填充层使用(株)荏原制作所的BIOTON[□] (内容不详)。

针对涂装、印刷等排放VOC的设施，可以控制VOC的大气排放量。

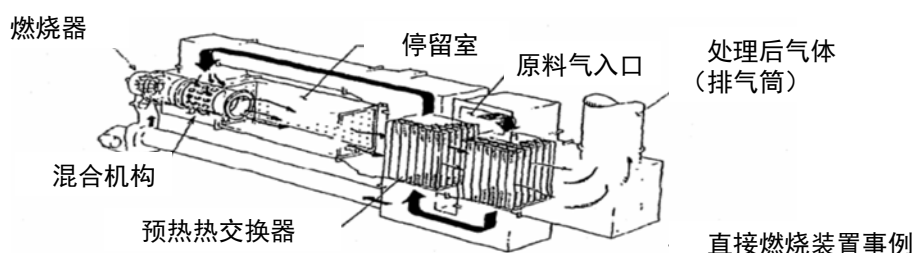
《实证实验结果报告书(株式会社 荏原制作所)》 东京都环境局

各VOC浓度段的处理方法一览表

浓度段	处理方法	对象设施
高浓度段 (数~数十vol%)	因为浓度高可以作为资源回收处理。可用油吸收、沸石等吸附、膜分离、冷凝方法。VOC在1~20%范围时往往含有很多爆炸极限物质，所以一般不能采用燃烧处理法。	VOC贮藏设施和工业洗涤设施及清洗后的干燥设施、化学制造中的干燥设施
中浓度段 (数百~数千ppm)	浓度在800~1200ppm以上时因无需助燃剂就可以进行燃烧处理，所以适用于燃烧装置。也有用吸附剂处理至自然浓度后进行燃烧处理。为了抵消二氧化碳排放的缺点，加进了余热回收等节能技术。	涂装后、印刷后、粘接后的干燥，加热烧结设施等的VOC浓度最高也不过4000 ppm左右
低浓度段 (数十~100ppm左右)	低浓度时未经处理排至室外情况很多。要进行处理的话，一般适用吸附剂交换式处理法。	工厂室内局部被排出的VOC经扩散稀释后，排放至室外。

Copyright (C) 2015 Kayo Ohno All Rights Reserved

79



运行成本明细测算（直接燃烧法）

区分	2,000Nm ³ /h		5,000Nm ³ /h		10,000Nm ³ /h		30,000Nm ³ /h	
	必要量	年間費	必要量	年間費	必要量	年間費	必要量	年間費
補助燃料 [L/h]	65	1,820	160	4,480	310	8,680	930	26,040
電力 [kWh]	13	156	30	360	60	720	180	2,160
BFW [m ³ /h]	0.6	82	1.5	204	3.0	408	8.9	1,210
壓縮空氣 [Nm ³ /h]	25	200	55	440	105	840	300	2,400
年間用役費 [万円/年]	2,258		5,484		10,648		31,810	
年間補修費 [万円/年]	160		210		280		460	
年間運轉費 [万円/年]	2,418		5,694		10,928		32,270	
蒸氣量(kg/h)	575		1,430		2,830		8,450	
年間評価換算	1,840		4,576		9,056		27,040	

摘自：《有害大气污染物质对策经济性评价报告书 2004年经济产业省·JEMAI》

Copyright (C) 2015 Kayo Ohno All Rights Reserved

80

引进处理设备所需成本

初期成本 (IC)	设备单独运转的比较少，需要附带回收余热设备等。
运营成本 (RC)	设备运转所必要的助燃剂费用、催化剂的再生费用、吸附剂的再生成本等。

下表提供参考。实施时需要和**多家厂家协商，进行比较。**

文献（下记）中记载的IC, RC（摘录）（2011年）

企业名称	处理方式	最大处理风速 (m ³ /min)	IC (百万日元)	RC (千日元/月)	装置面积 (m ²)
天野(株)	催化燃烧	290	15	253	6.34
(有)有马精工	催化燃烧	13	708	34	2
(株)环境成套设备技研	活性炭吸附	1,000	16	300	10
东洋纺(株)	纤维状活性炭	50	9.8	27.4	1.53
松下环境工程	催化燃烧	2000	200	500	200
大和化学工业(株)	粒状活性炭	60	30	210	12
(株)森川	粒状活性炭	100	120	200	100
(株)西部技研	催化燃烧	60	14.5	50	3.5

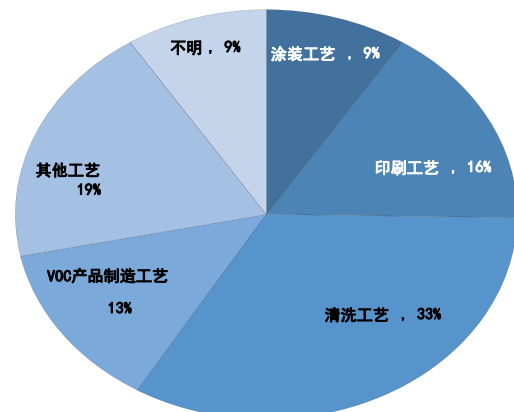
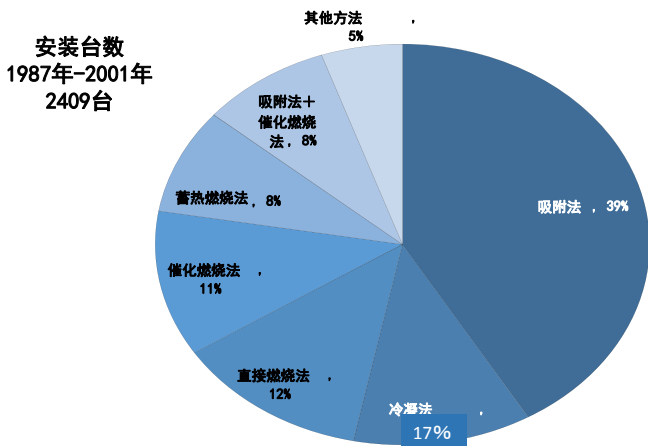
东京都地域集成型研发项目

VOC处理装置的引进状况

- 日本VOC处理装置交货业绩最多的是吸附法（吸附回收方式）。
- 吸附法加上凝集法、燃烧法占到95%。
- 主要应用的工艺有涂装、印刷、清洗、溶剂制造工艺，约占整体的70%。

图 按处理方式分类的交货台数比率

图 按应用工序分类的交货台数比率



※上图根据日本1986年度~2001年度的2,409台处理设备交货业绩数据编制。

【来源】一般社団法人环境信息科学中心

日本拥有VOC处理技术的企业

- 日本拥有VOC处理技术的企业有很多家。
- 处理装置的品种也很齐全，从小风量到大风量应有尽有，可以灵活应对。
- 这些处理装置广泛应用于日本国内甚至欧美，处理技术非常成熟。
- 而且还拥有丰富的实绩、最佳的设备设计、运行以及维护保养技术，这些都是日本企业的优势。
- 目前这些企业对中国的VOC对策市场非常关注。

图 日本企业拥有的VOC对策技术

企业名称	浓缩			回收			分解				混合	
	转炉	圆筒	盒式	凝集	吸附	吸收	燃烧		非燃烧		浓缩+凝集	浓缩+凝集
							直接	催化剂	等离子体	生物处理		
AMANO										○		
KANKENTECH	○				○		○	○				
久保环境服务					○							
久保化水						○					○	
仓敷纺织					○	○	○	○				
KUREHA					○							
西部技研	○										○	ONIP
新东工业								○	○			
大气社	○		○				○	○	○			ONIP
大金工业	○				○			○	○		○	
大和化学工业					○							
TAKUMA									○			
中外工程技术	○						○		○			
东洋纺织	○	○			○		○	○			○	
NICHIASU	○											
古河产机系统					○							
三菱重工机电一体化系统					○							
MORIKAWA				○								

为了人类，为了地球，也为了下一代



多谢聆听!