日本的重点污染源（汽车涂装、印刷等）VOCs排放控制对策（包括无组织排放对策）

（ VOCs ： Volatile Organic Compounds）

2018年06月10日

（公财）地球环境战略研究机关

IGES
Institute for Global Environmental Strategies

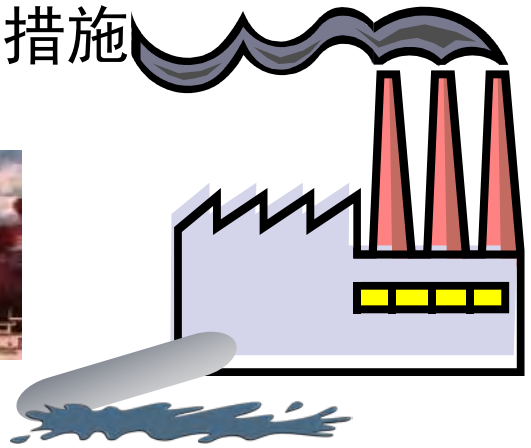
目录

１	日本在污染物排放控制对策方面的基本思路
２	日本在ＶＯＣs排放控制对策方面的基本思路
３	日本的重点污染源（汽车涂装、印刷等）VOCs排放控制对策
４	日本重点污染源工艺过程（清洁生产）VOCs排放控制措施
５	日本重点污染源VOCs处理技术（末端治理）
６	（参考资料）日本的汽车维修（钣金涂装）

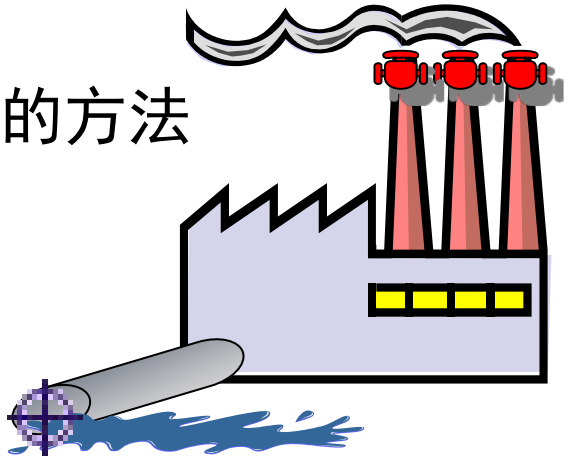
1　日本在污染物排放控制对策方面的基本思路

环境污染物排放控制的基本思路

未采取措施

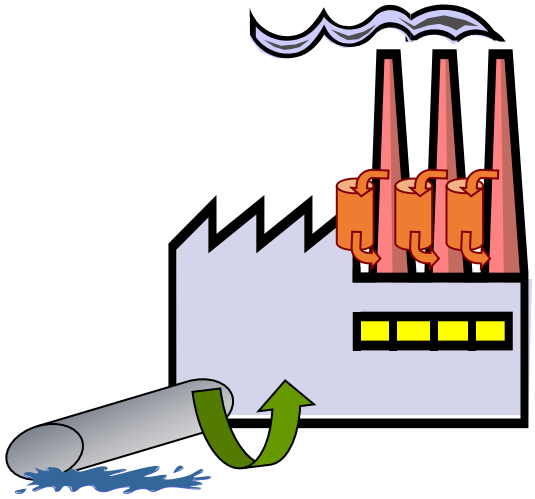


用稀释的方法

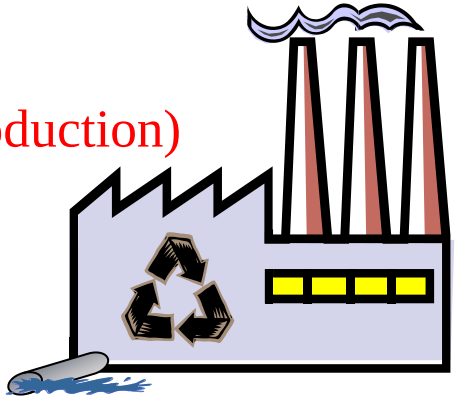


增高烟囱

末端治理方法
（End of Pipe)

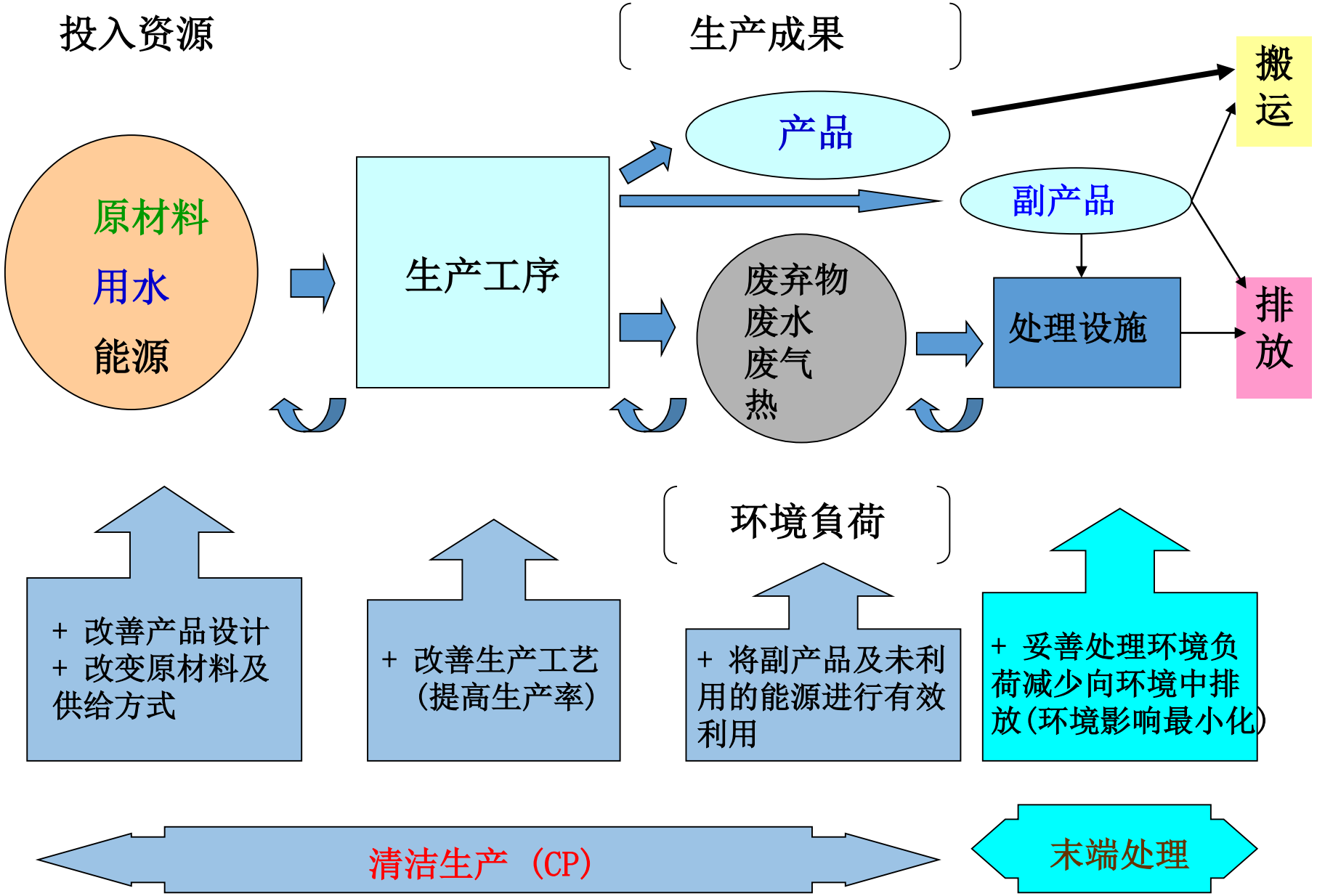


合理的方法
CP（Cleaner Production)
清洁生产



降低公害物质排放量之后再实施清洁生产，不仅可以缩小处理设备的规模，还可以控制初期投资。

清洁生产的概念图

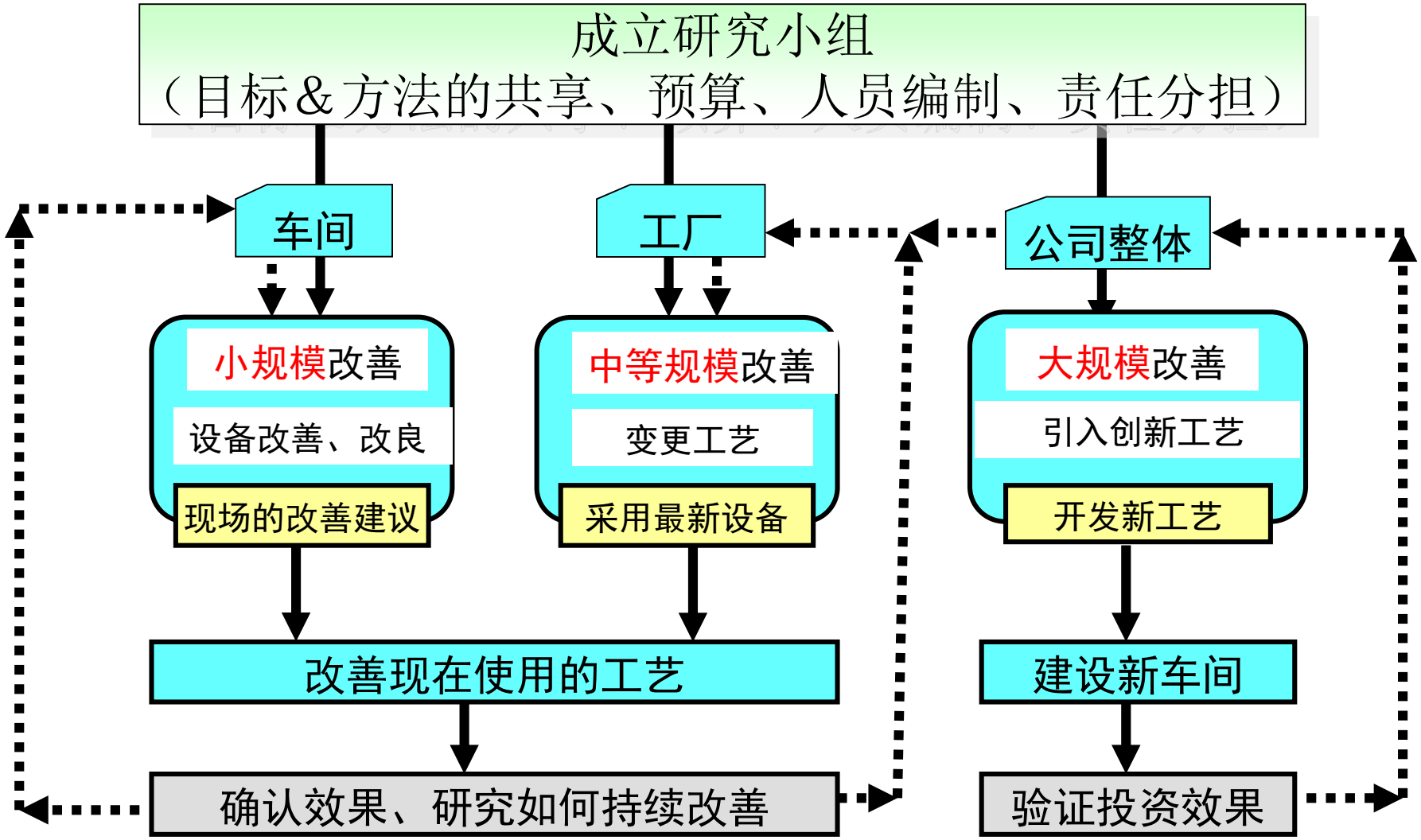

投入资源
生产成果
原材料
用水
能源
生产工序
产品
副产品
废弃物
废水
废气
热
处理设施
搬运
排放
环境负荷
+ 改善产品设计
+ 改变原材料及供给方式
+ 改善生产工艺（提高生产率）
+ 将副产品及未利用的能源进行有效利用
+ 妥善处理环境负荷减少向环境中排放(环境影响最小化)
清洁生产 (CP)
末端处理

清洁生产适用技术和预期效果

技术类型	预期效果	
	经济效果	环境影响
原材料改进	提高生产力 降低总生产成本 提高质量 （减少设备故障 增强设备能力 降低设备维护费 提高生产能力 减少库存 最优的质量设计）	节省能源 节省资源 减少公害物质 减少有毒物质 减少温室气体
减少原材料投入量		
省略工序		
简化工序		
采用替代工序		
采用连续工序		
工序内回收（水、废热、粉尘、废气）		
安装新设备（节能设备、减少污染物排放设备、高性能设备）		
设备改进		
恰当的设备操作		
合理的维护管理		

（财）地球环境中心《清洁生产技术集》

清洁生产的规模和实施程序



２　日本在ＶＯＣs排放控制对策方面的基本思路

VOC控制方法的概要

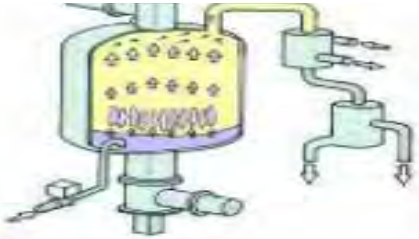
CP

・员工的技术培训
合理的操作规程等

减少VOC的挥发量（CP）
减少产生VOC的部位和面积
加盖。减少开放部位的开放次数
设置围挡
回收再利用
冷却减少挥发

・工艺内对策
（CP）

安装VOC处理装置（EOP）
吸附装置
燃烧装置
改善局部排气设备等



・减少VOC的使用量（CP）
减少 VOC产品的使用量
换成低VOC产品

・VOC排放设施

露天作业

EOP

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，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	工序的合理化	・加盖防止蒸发。 冷却。 ・尽可能进行整合以便最大限度的减少排放源的数量 ・改善设备结构（设备的密封性，工艺改善所带来的减排） ・改善作业工序（减少开放部位的开放次数，提高收益率）
		VOC产品的替代	最终应该考虑转换为其他不含VOC的产品 ・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

工艺内简单应对(CP) → 探讨使用低VOC产品(CP) → 安装去除设备(EOP)

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。 ⇒减少含VOC产品的使用量和采购量 2）减少废溶剂等废弃物的发生量。⇒削减废弃物处理费 3）用作燃烧装置的燃料⇒回收热能
改善作业环境	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
提高作业环境的安全性	通过削减VOC使用量可减少危险物的保有量
改善周边环境	地区居民的恶臭投诉减少。
提高社会评价	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（利于招收新人、员工流动性小、销量增加）

３　日本重点污染源工艺过程（清洁生产）VOCs排放控制措施

不同重点污染源VOCs排放控制对策

表　各行业团体VOC相关对策的自主行动计划概要

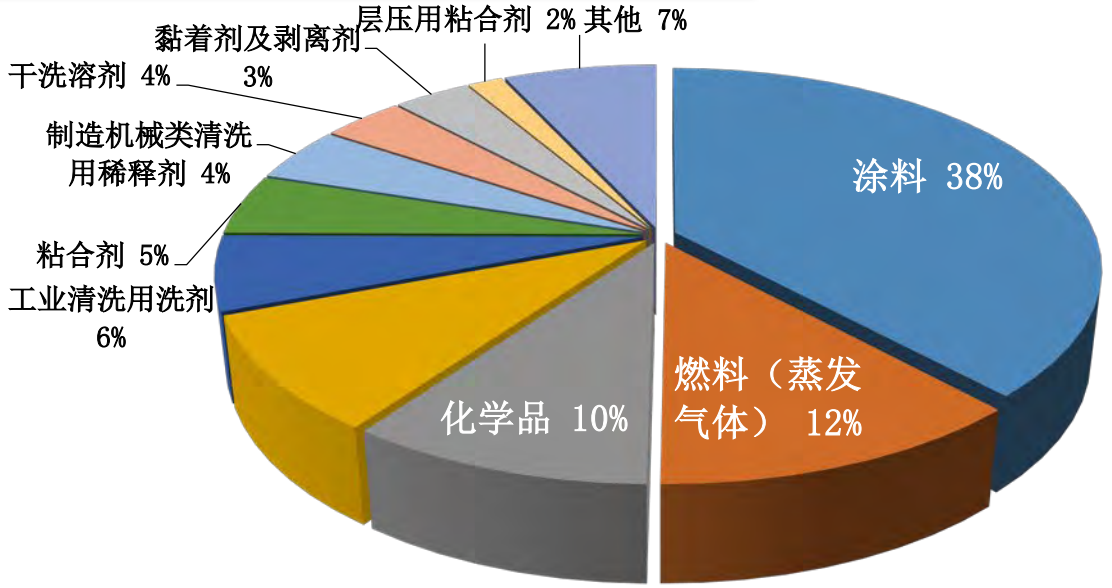
行业	行业团体	自主行动计划的概要		
		对象工序	对象物质	对策方法
运输用机械器具制造业	日本机动车部品工业会	■涂装 ■粘合 ■印刷 ■清洗 ■储藏	■工业会总排放量50吨以上的物质	・设施设备的密闭化 ・**安装排气处理・回收装置** ・变更为替代物质 ・设备和工序管理的合理化
	日本机动车工业会	■涂装	■塗料中的VOC、溶剂	・提高涂着效率（静电喷枪、机器人喷涂） ・清洗用稀释剂对策（减少使用量、回收） ・采用墨盒型涂料 ・采用高固分型涂料 ・采用水性涂料 ・其他
	日本机动车车体工业会	■涂装	■工业会使用的38种物质	・减少涂料使用量 ・改善使用涂料 ・削减清洗用稀释剂使用量 ・**安装排气处理装置**
印刷以及相关行业	日本印刷产业连合会	■印刷 ■粘合	■所有的VOC物质	・**安装VOC处理装置** ・替代材料 ・加强管理

不同重点污染源VOCs排放控制对策

行业	行业团体	自主行动计划概要		
		对象工序	对象物质	对策方法
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	・固定顶罐做成内浮顶式 ・在产品出厂设备中安装油气回收装置
化学工业	日本涂料工业会	■涂料制造工序	■甲苯、二甲苯等	・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 ・转换成环境友好型产品 **・安装吸附装置**
	日本化学工业协会	■化学制品制造	■434种物质	・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	・制造工序的改进 ・改善设施设备 ・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	**・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	■工业会主要使用的9种物质	・置换成水性、无溶剂型、高固分粘合剂 ・提高设备密闭度

重点污染源等VOC削减措施

- 从不同产业分类来看，和2000年度相比目前各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，其他产业均实现了削减50%以上的目标。
- 因此可以这样说，对于中国目前所面临的VOCs课题，日本拥有所有的对策技术。



行业	2015年度比2000年度的削减率
印刷以及相关行业	77%
运输用机械器具制造业	53%
化学工业	68%
石油制品・煤炭制品制造业	39%
塑料制品制造业（除另外登载的）	66%
电气机械器具制造业	43%
橡胶制品制造业	68%
金属制品制造业	61%
纸浆・纸・纸加工品制造业	64%
纤维工业	68%
家具制造企业	72%

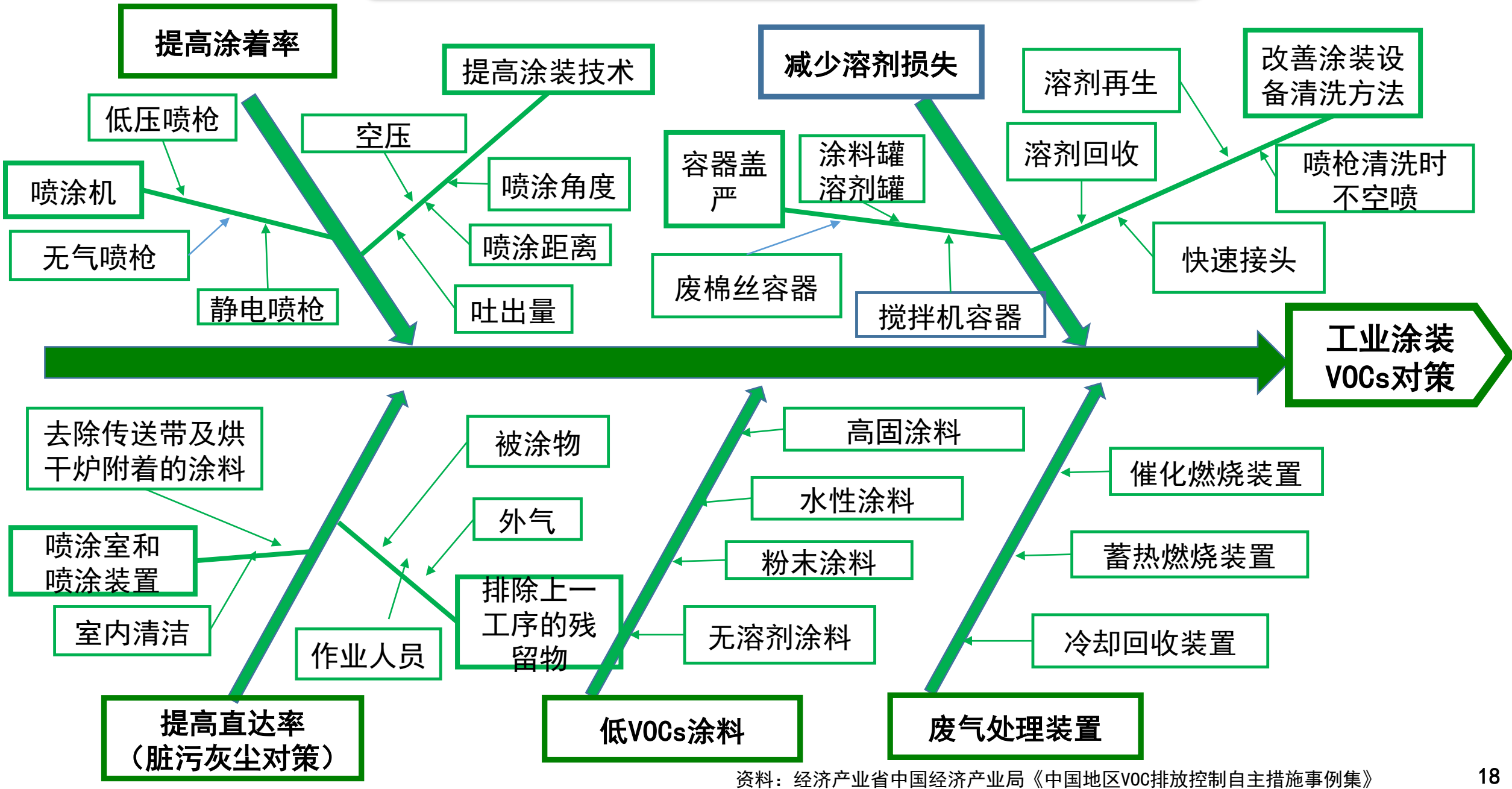
出处：有关挥发性有机化合物（VOC）的排放清单
由“2014年3月挥发性有机化合物 （VOC）排放清单研究会”制作
http://www.env.go.jp/air/osen/voc/inventory/rep_h2603/01main.pdf

【来源】根据经济产业省《VOCs排放控制相关自主措施的跟进（2015年度实绩）》编写

4 日本重点污染源工艺过程（清洁生产）VOCs排放控制措施

4-1　工业涂装VOCs排放控制措施

工业涂装VOCs排放控制措施概览



资料：经济产业省中国经济产业局《中国地区VOC排放控制自主措施事例集》

工业涂装VOC排放控制措施

现行方法
（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

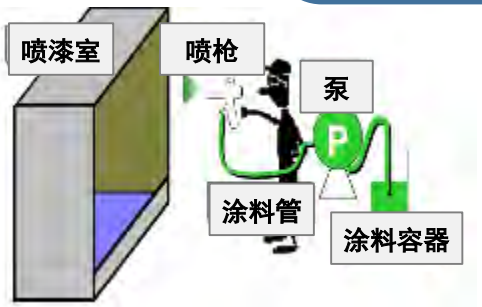
CP

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: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、乘用车、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、保证涂膜质量，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涂物，后者适用于喷涂部位较多的被涂物。

挡板式：放入流体中阻碍流动的挡板。放挡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

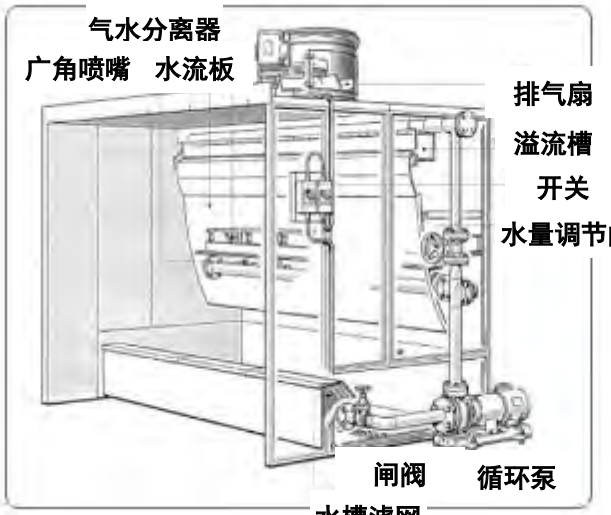
喷漆、粘接室

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）

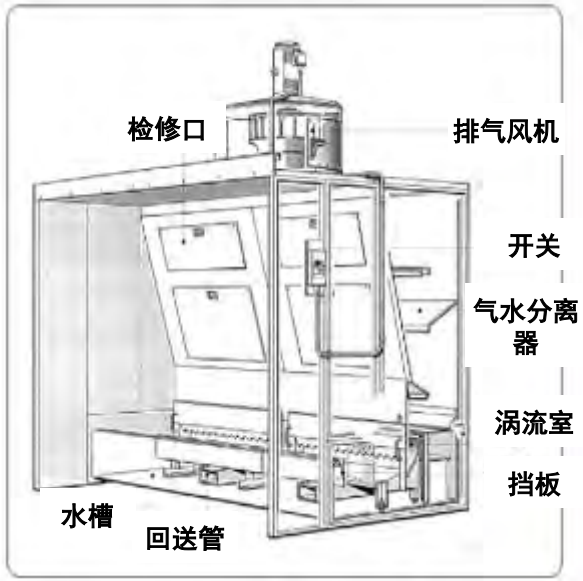
水洗喷淋式喷漆室（湿式）

- 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

㈱亲和的网页资料

喷漆、粘接室

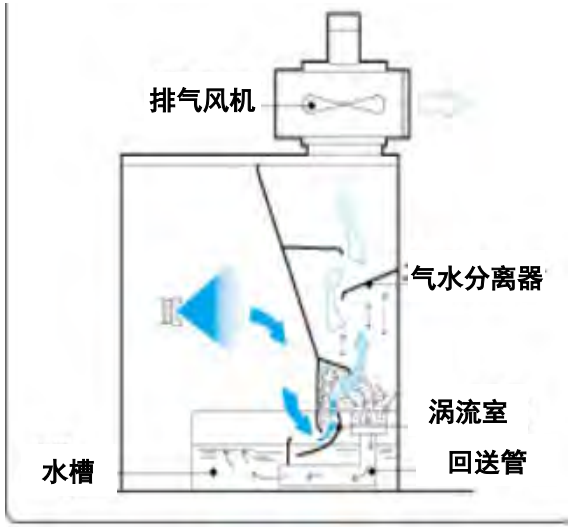


特点
・给气用
・价格：高
・静压：高
（450Pa以上）

文丘里式（湿式）

- 正面下方可吸入漆雾的结构
- 过滤效率很高
- 不使用喷淋喷嘴及泵，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，漆雾冲击水膜被捕集。水从气水分离器流出，防止从排气口吐出。另外，漆雾和水被回送管送至水槽前面。

㈱亲和的网页资料
ANESUTO岩田㈱网页资料

低VOCs涂料的种类和特长

种类		特长	缺点
水性涂料	水乳型涂料*	在湿的表面也可以涂装 气味小	刚完成涂装时不能淋雨 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

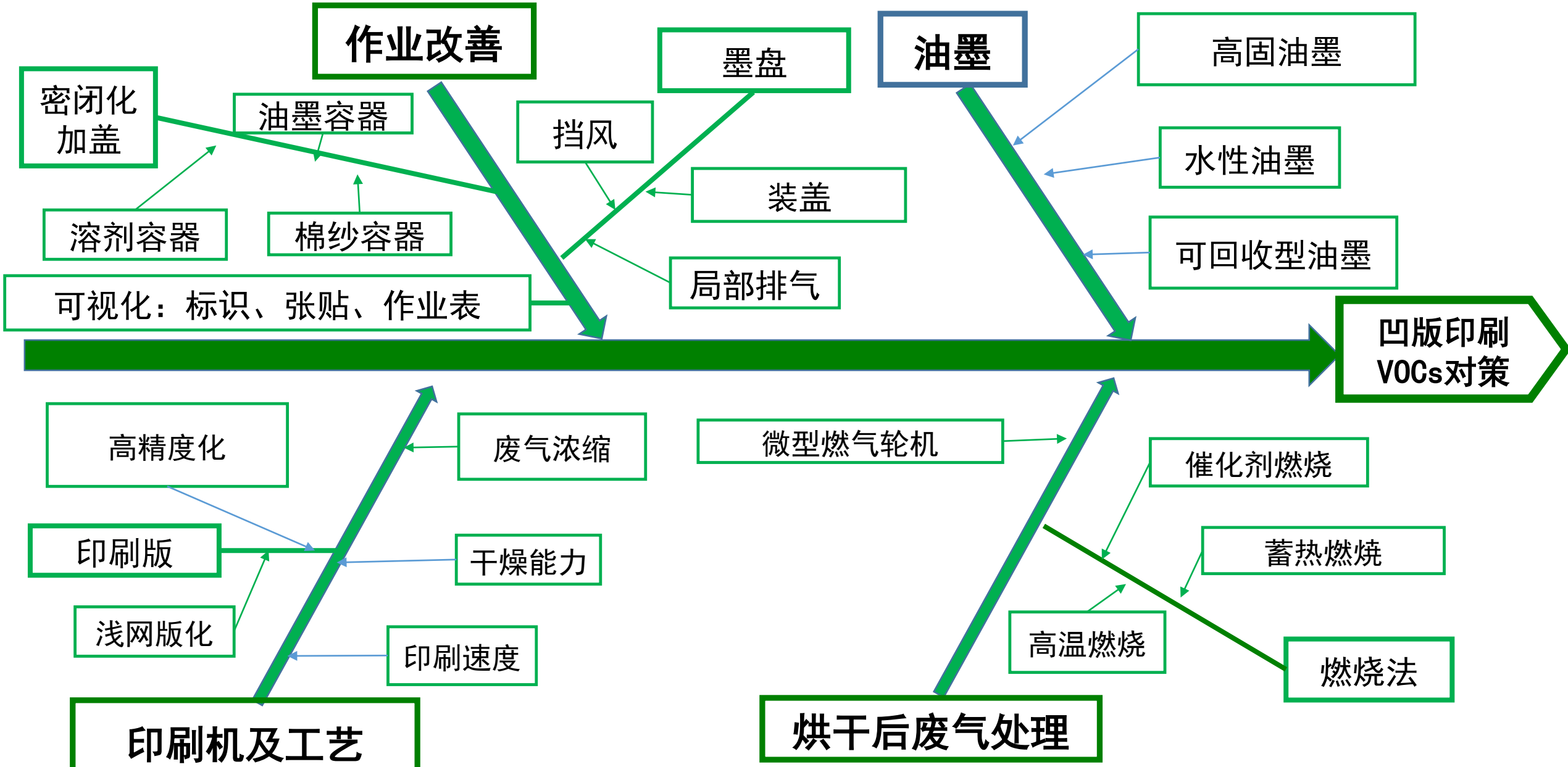
＊水分散型树脂

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

4-2 包装印刷业VOCs排放控制措施

凹版印刷VOCs排放控制措施概览



资料：经济产业省中国经济产业局《中国地区VOC排放控制自主措施事例集》

包装印刷业VOC排放控制措施

凹版印刷的情况

改善作业结束时的清洗方法

加溶剂清洗

用硅胶铲去掉残留的油墨

现行方法
（凹版印刷*）

CP

基本材料的转换
（油墨）、（粘合剂）等

水性油墨、高浓度油墨

CP

EOP

应对法律

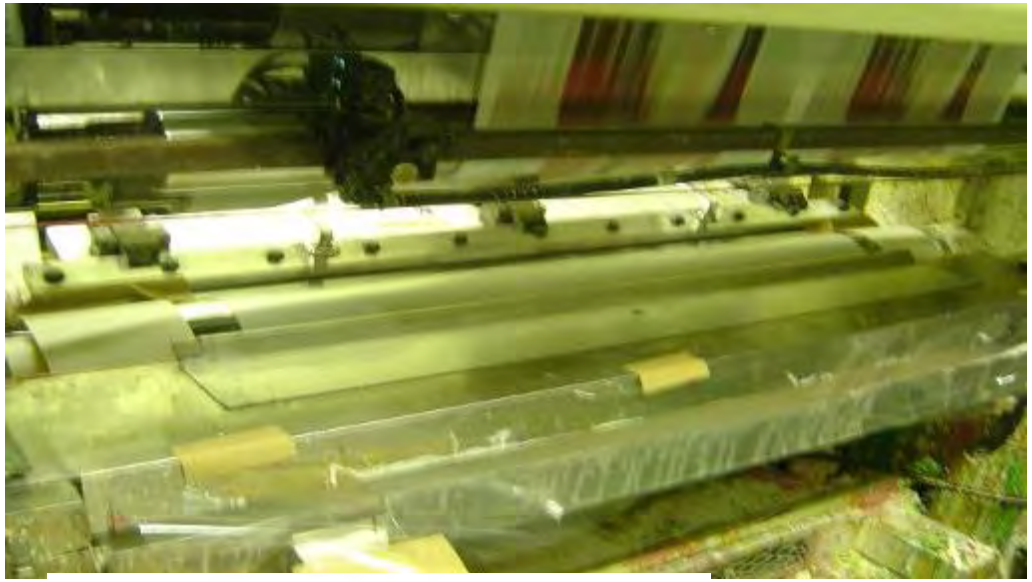
改善作业・工艺・设备・管理
（给墨盘加盖）
（给溶剂罐加盖）
（改善印刷结束时的清洗作业）
（溶剂搬运专用台车(用手拿会撒出来)）
（设置标识提醒作业者注意）

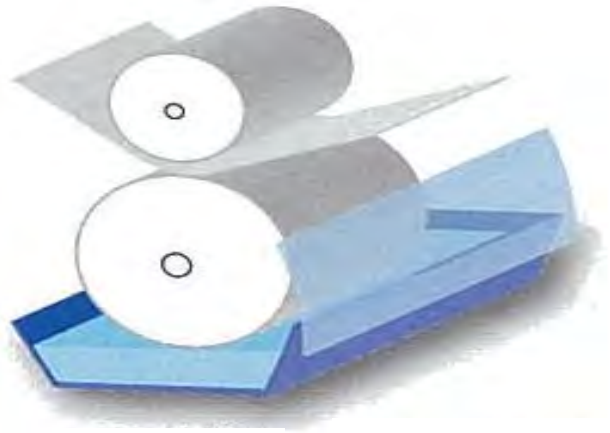
安装去除装置
（催化剂式燃烧装置）
（蓄热式燃烧装置）
（活性碳式溶剂回收装置）

出处：关西凹版共同组合（2013年2月）

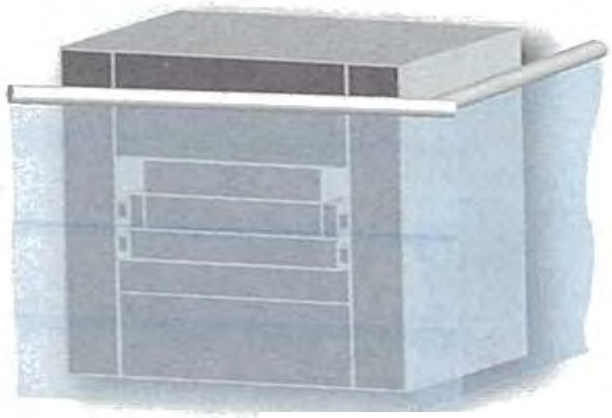
措施：改善设备结构和管理

1. 工序内部管理（改善印刷工序的事例）





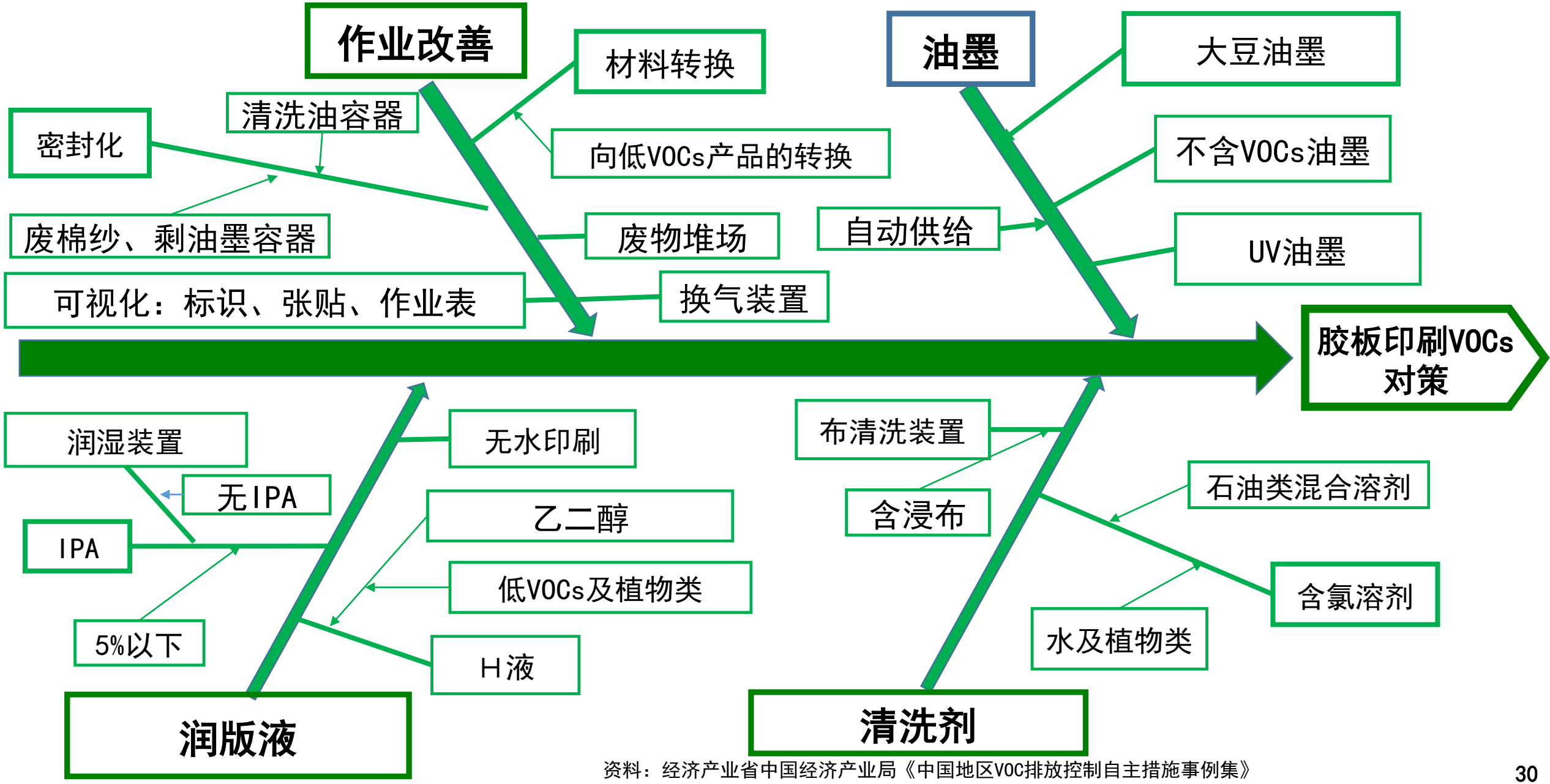
印刷机　　塑料布



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。

胶板印刷VOCs排放控制措施概览



资料：经济产业省中国经济产业局《中国地区VOC排放控制自主措施事例集》

措施:转换为低VOCs产品

油墨

低VOCs油墨的种类和特长

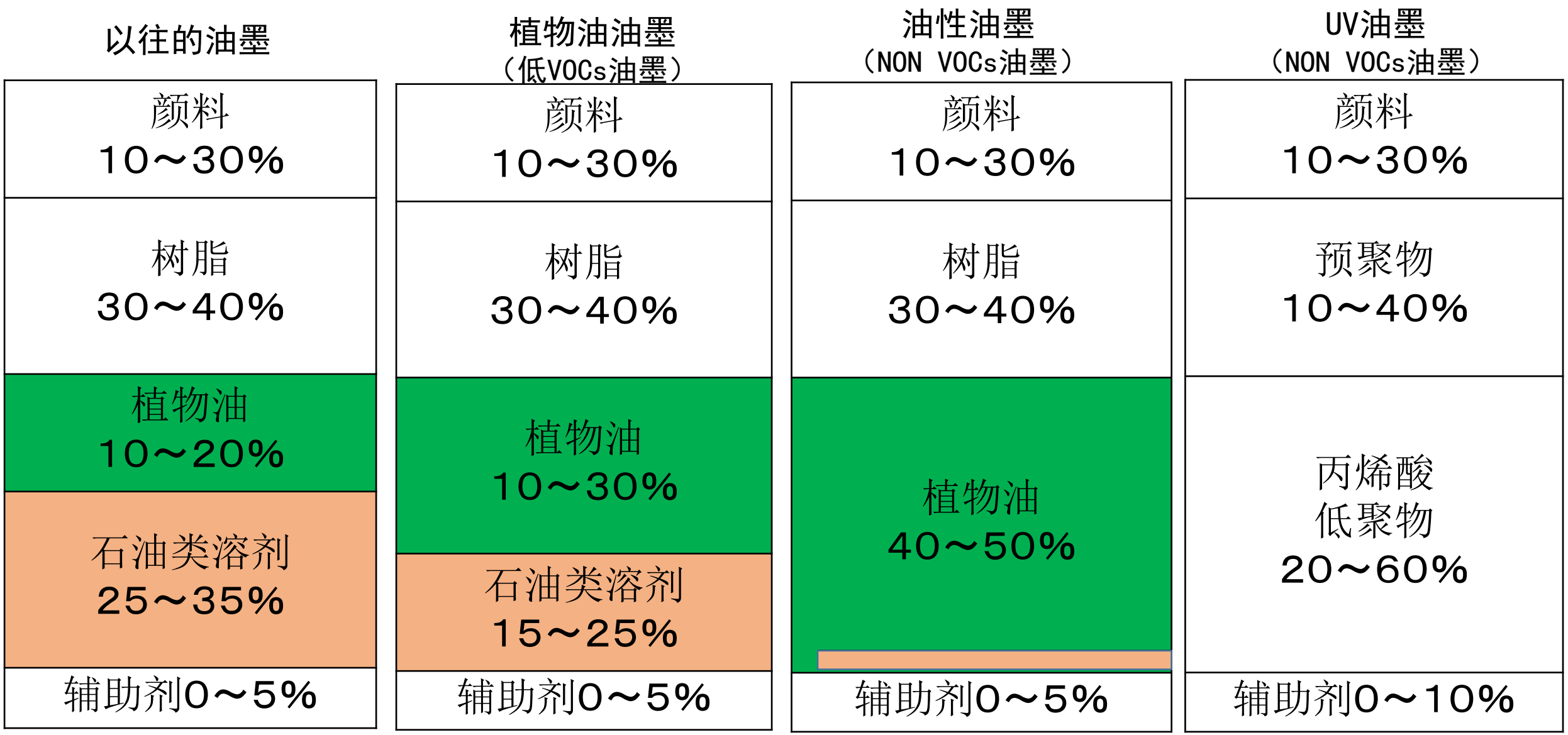
种　　类		可用的印刷机	特　　征
水性油墨	水性特殊凹版油墨	凹版印刷机	优点：不燃性、便宜 缺点：干燥速度慢。会使纸张变皱。 颜色的浓淡、色彩对照不好
	水性橡胶凸版油墨	柔性印刷机	
无溶剂油墨	紫外光固化油墨	丝网印刷机 胶版印刷	优点：可高速干燥 缺点：价格贵 不能厚膜印刷
	电子束固化油墨	所有印刷机	

水性油墨：以水作为油墨溶剂或稀释溶剂的油墨
无溶剂油墨：VOCs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VOCs・NON VOCs油墨的构成比率



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

节能型新UV系统

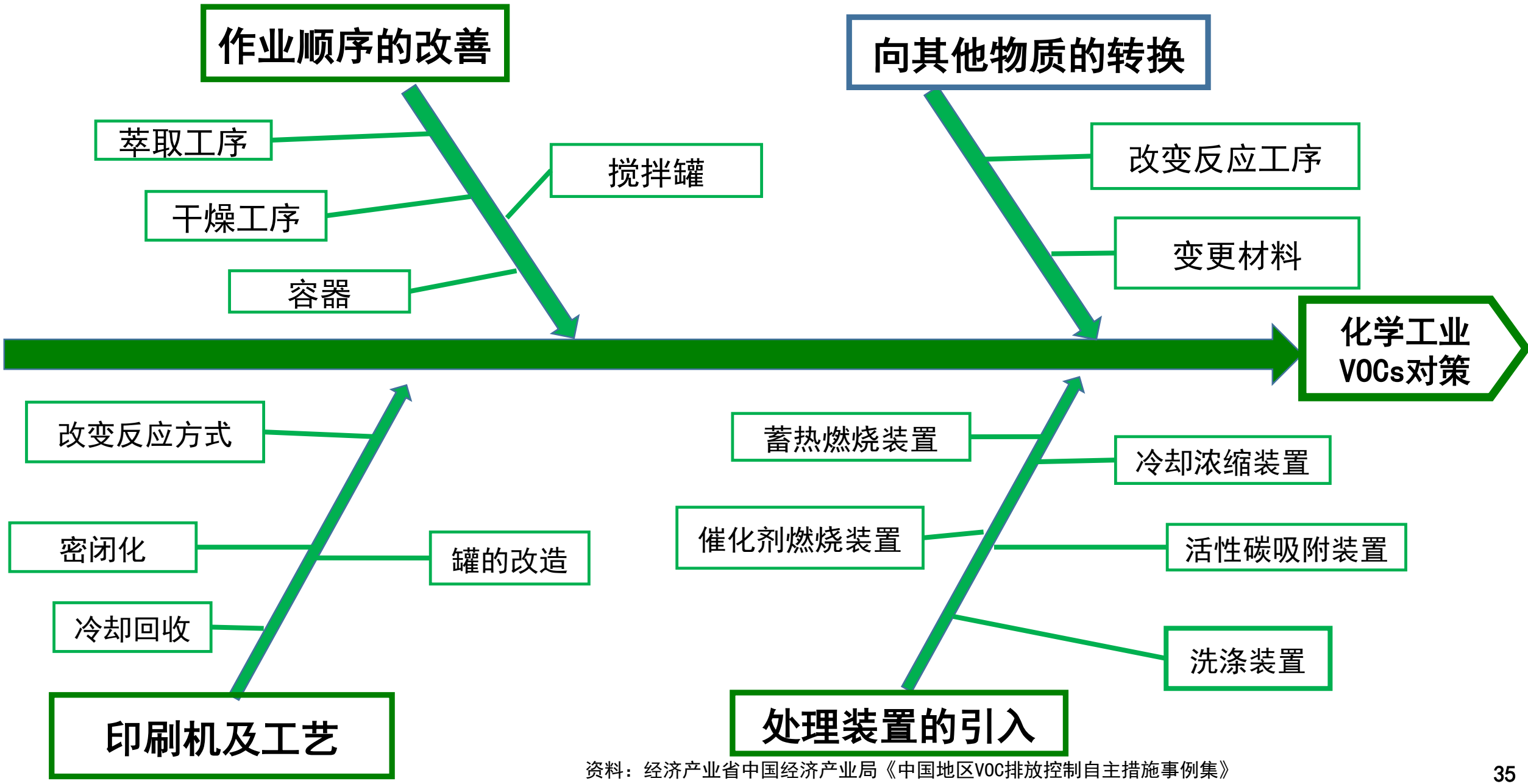
	照射装置	使用油墨	消费电力	备考
UV系统 （以往的）	以往的UV	通常UV油墨	—	需要臭氧及排热导管 开灯关灯需要时间
LED系统	LED	高感度UV油墨	约1/4	单一波长385nm等 无臭氧、无红外 可瞬间开灯、关灯
混合动力 UV系统	混合动力UV	高感度UV油墨	约1/4	短波长UV隔离、无臭氧、无红外、无臭氧及排热导管
节能 UV系统	以往的UV	高感度油墨	约1/2～1/4	削减UV灯数量 削减UV功率

LED：Light Emitting Diode　UV：Ultra Violet

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

4-3 化学工业VOCs排放控制措施

化学工业VOCs排放控制措施概览



资料：经济产业省中国经济产业局《中国地区VOC排放控制自主措施事例集》

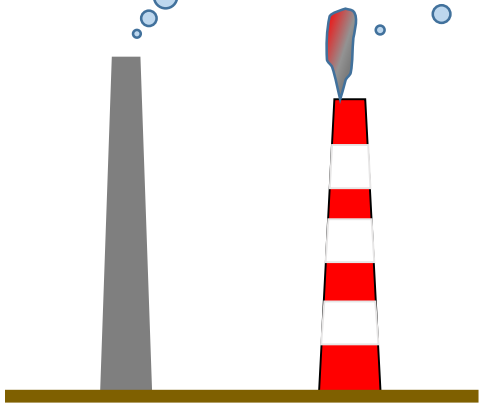
4-4 石油化学行业VOCs排放控制措施

石油化学行业VOCs排放控制措施（LDAR）
（Leak Detection and Repair）

生产设备的泄漏

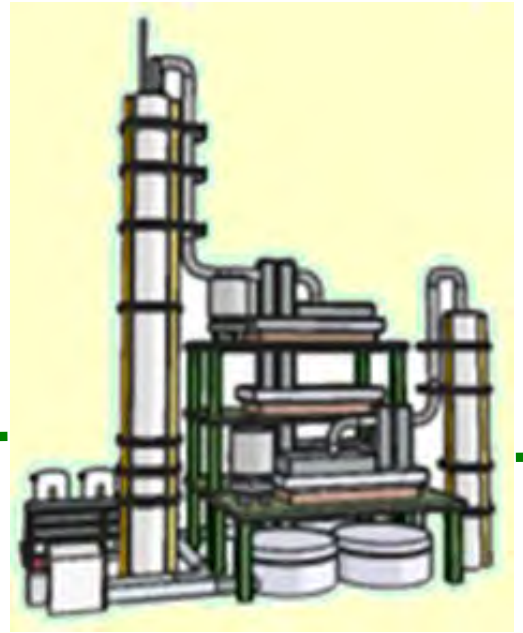
有计划地排放

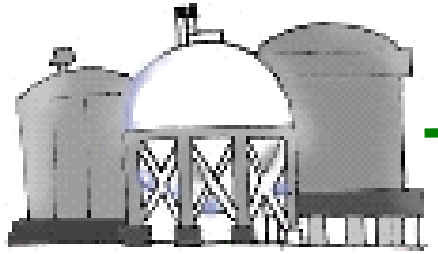
异常排放

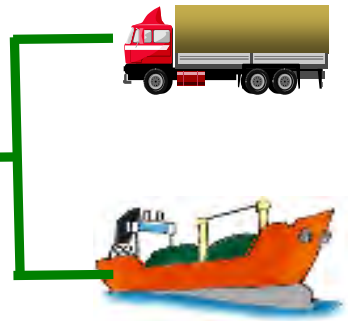


泵、阀门、法兰的动态、静态泄漏

泄漏







原油（装卸）

阀门

原料储罐

石油精制厂

石脑油分解厂

产品储罐

装运

管道泄漏

泄漏

泄漏

有组织排放

无组织排放

引用：中国石化行业VOCs污染防控对策的实践

措施：改善设备结构和管理

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

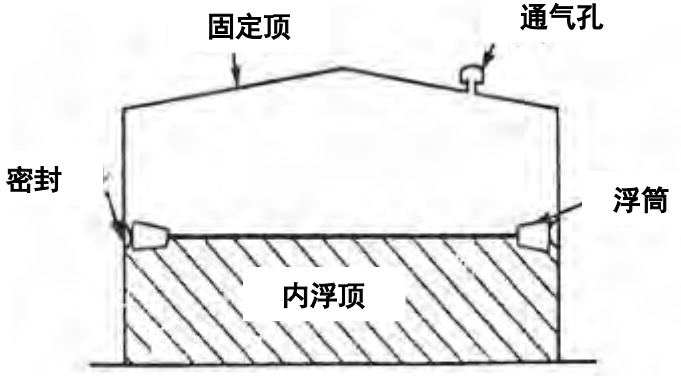
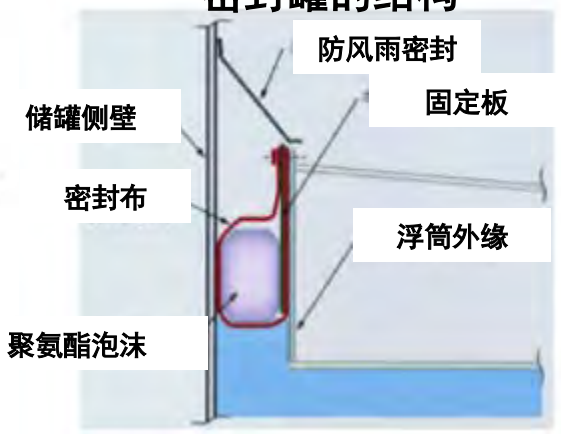


图16 内浮顶罐（单盘）例子

密封罐的结构



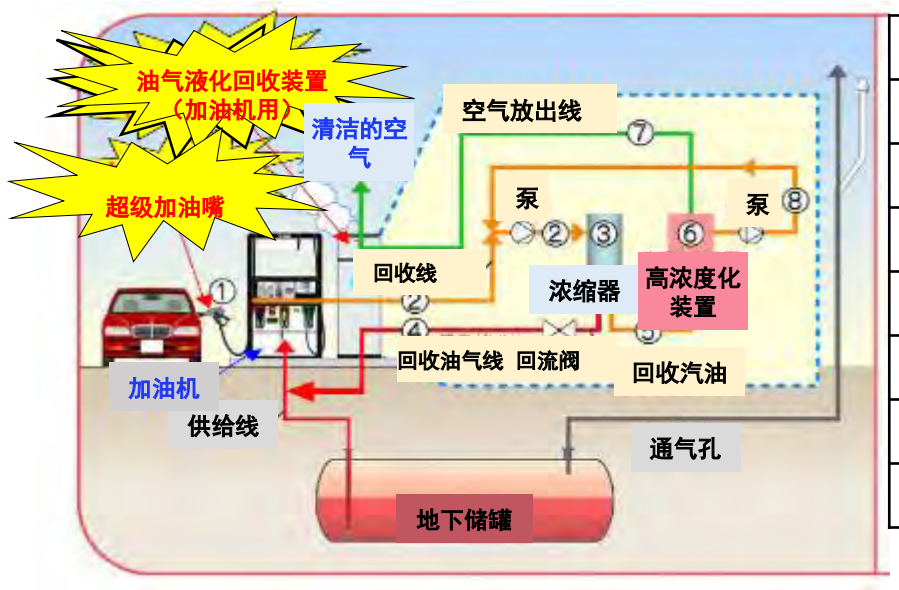
具有代表性的密封罐结构，罐本身的侧板和浮顶（浮筒）外周的间隙中加了带有增强布的塑料密封布，用其将压缩后的聚氨酯泡沫包裹起来，密封布的顶部用螺丝固定在浮顶外周。

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

措施：改善设备结构和管理

油气回收装置的种类和特长

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到罐里
从出厂设备到装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）	回收汽车加油时的油气，回送到地下储罐



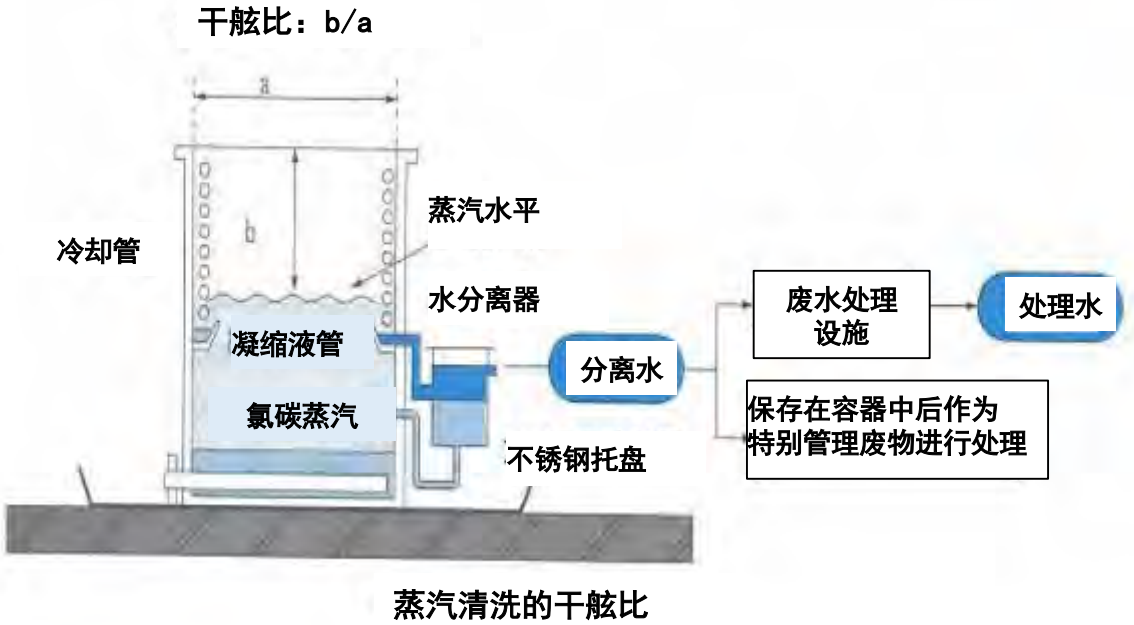
①	用汽油计量仪加油
②	用泵吸引油气
③	用凝缩器压缩和冷却
④	回送到加油机
⑤	送到高浓度化装置
⑥	吸附油气
⑦	将空气放出
⑧	脱附油气

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

措施:改善设备结构和管理

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。



蒸汽清洗的干舷比

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

５　日本的重点污染源VOCs处理技术（末端治理）

末端治理(EOP)技术的分类

技术分类			A	B	C	D	E	F	G
物理方法	过滤			●				●	
	沉降			●					
	离心			●					
	电荷			●					
	吸附		●			●	●		
	吸收							●	
	凝固		●						
化学方法	吸附					●			●
	氧化	氧化			●				
		燃烧				●	●		●
		催化燃烧				●	●		●
		加热处理				●		●	●
		紫外线照射				●			●
	还原	催化还原			●			●	

A: 硫氧化物、 B:煤尘·粉尘, C:氮氧化物、 D:挥发性有机化合物（VOC)、

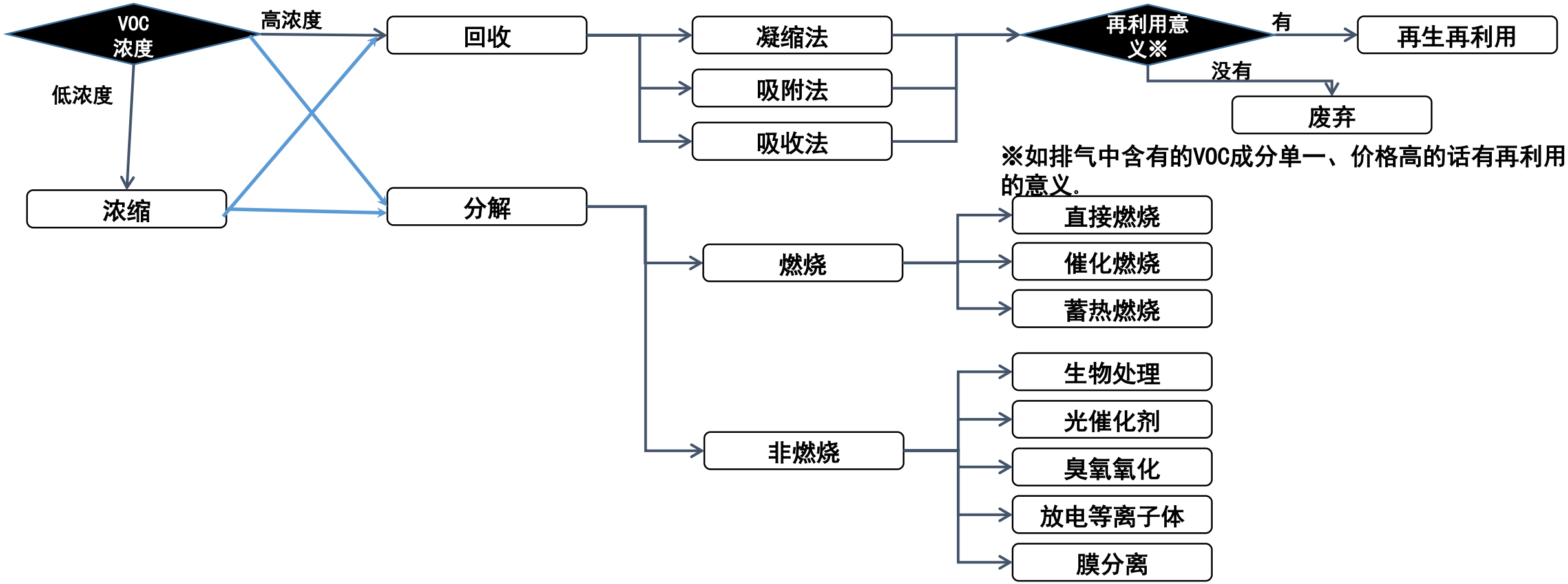
E: 有害化合物,、F: 二恶英、 G: 恶臭

46

VOCs处理技术体系

- VOCs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，处理多种VOCs。

图　VOC处理技术的整体概念



具有代表性的回收、再利用方式

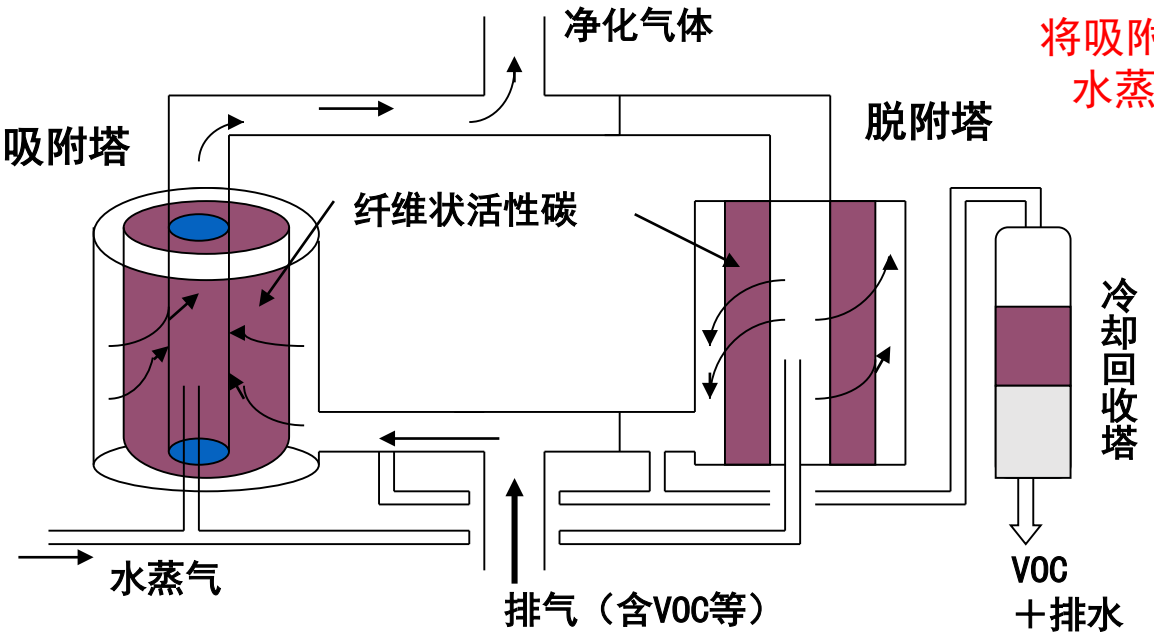
回收、再利用方式是指：从尾气中回收VOCs成分作为再生溶剂再利用的方式。
用于清洗及粘结等，比较适合VOCs成分单一的物质。

处理方法	原理	特征	课题
吸附法	用吸附剂(活性碳、沸石等)吸附VOCs	VOCs的种类、浓度、处理量的适应范围广阔	吸附材料再生需要加热热源蒸汽脱附需要排水处理装置，不能回收(再利用)水溶性VOCs。
冷却法	VOCs露点以下冷却凝缩回收	适合处理高浓度VOCs	处理后VOCs浓度降低(冷却温度低温化)效果差
吸收法	用溶剂吸收	适合石油成套设备	

冷却凝缩法

含VOC的排气 → 预冷 → 加压 → 深冷 → 液化 → VOC的回收

吸附法（通过脱离回收）



将吸附的VOC用水蒸气脱离

排水处理

排水处理装置需要维护管理
（人力和装置的成本负担重）

提供：产业环境管理协会技术顾问
指宿　尧嗣

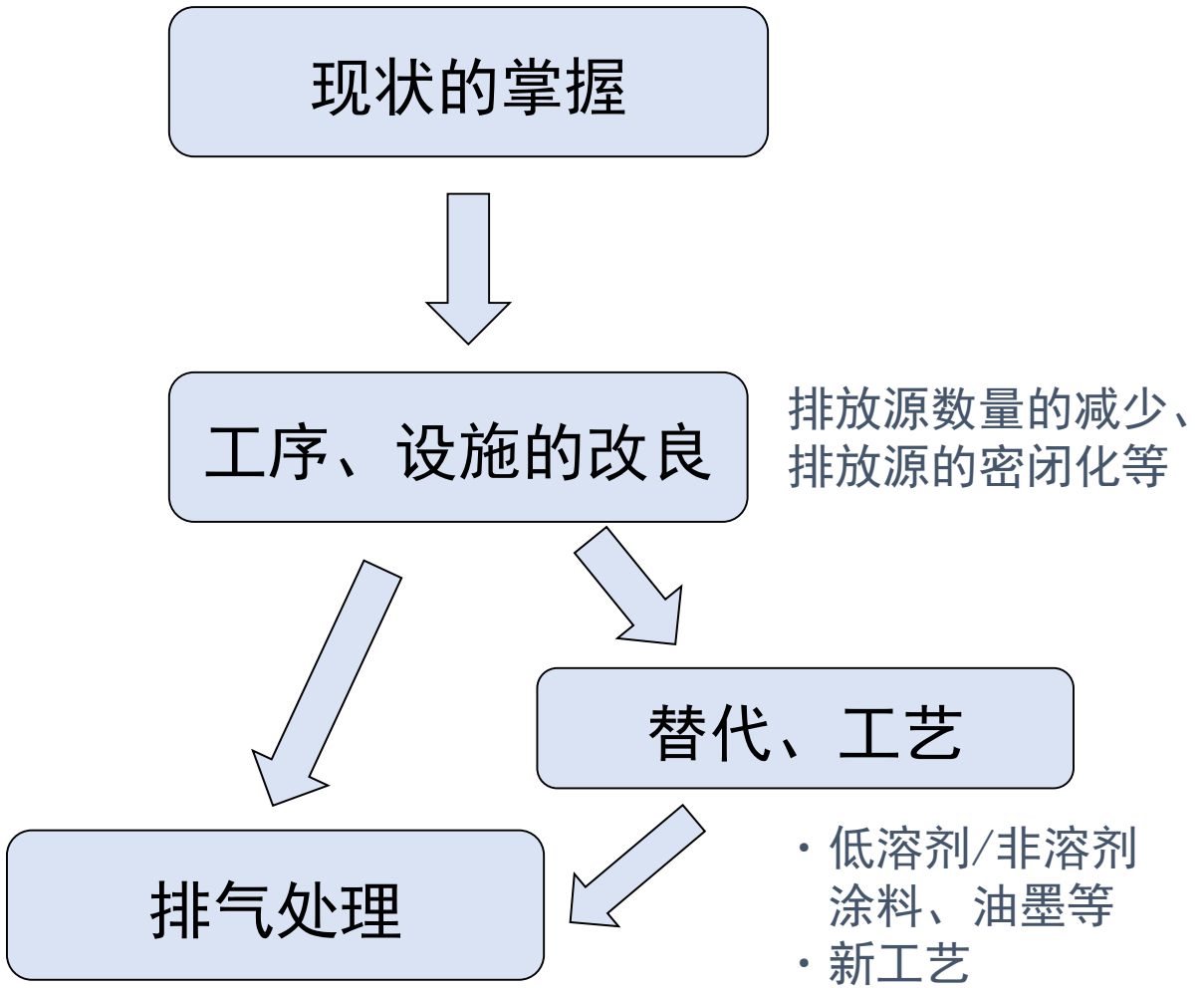
VOCs处理技术选择的基本思路

1　VOC处理方面的指标

①　VOC的种类
②　VOC的浓度
③　废气排放量
④　处理能力
⑤　成本（初始成本、运行成本、维护成本）
⑥　设备寿命（使用年限）

2　环境保护方面的指标

①　CO_2排放量
②　氧化剂生成能力（Maximum Incremental Reactivity）
③　颗粒物生成能力
④　对人体有无毒性
⑤　恶臭物质



提供：产业环境管理协会技术顾问　指宿 尭嗣

VOC的处理技术

	浓度	发生源	主要方法
1	1~100 vol %	化学设备、罐、干燥机 、清洗设备等 ※爆炸极限	用油吸收，用沸石进行PSA** 膜分离、深冷分离
2	1~0.01vol % (10,000 ~100 ppm)	涂装设备、印刷机、粘合设备、干燥机等	吸附、燃烧、浓缩+燃烧
3	0.01~0.0001vol % (100~1 ppm)	废气设备	吸附
4	1 ~ 0.001 ppm (1,000~1 ppb)	恶臭、农药设备、肥料设备、食品生产设备、化学设备、污水处理设备	燃烧、吸附 (AC***), 吸收（氧、碱）、微生物处理、光催化剂

※工厂厂房内局部地区排放出来的浓度在100ppm以下的VOC被扩散稀释，直接排放到室外的比较多。也就是所谓的无组织排放。

** PSA: Pressure Swing Adsorption　　*** Activated Carbon

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㈱	催化燃烧	290	15	253	6.34
（有）有马精工	催化燃烧	13	708	34	2
㈱环境成套设备技研	活性碳吸附	1,000	16	300	10
东洋纺㈱	纤维状活性碳	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㈱	粒状活性碳	60	30	210	12
㈱森川	粒状活性碳	100	120	200	100
㈱西部技研	催化燃烧	60	14.5	50	3.5

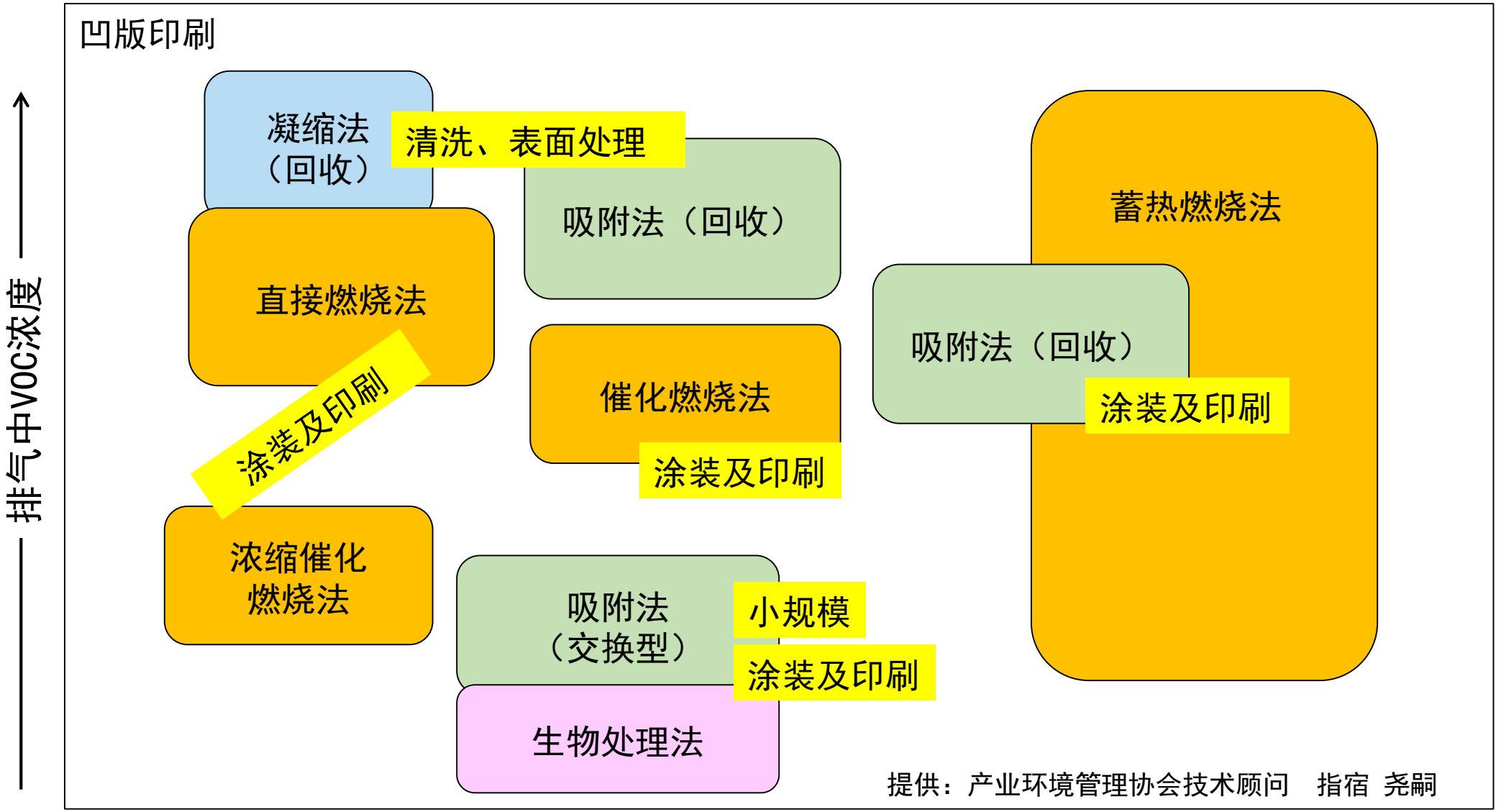
资料：东京都地域集结型研究开发项目“给城市带来安全和安心的环境净化技术开发”环境评价分会报告书《VOC排放对策导则－从基础到实践和评价》独立行政法人科学技术振兴机构/东京都/地方独立行政法人东京都立产业技术研究中心2014年3月

VOCs处理技术分类

燃烧法	VOCs中的碳氧化后分解为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VOCs的方法。 吸附材料使用了活性碳、沸石、硅石等。 通常反复进行吸附和脱附，吸附材料可以再生反复使用。	活性碳
		无机类吸附材料
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

排气中VOC处理技术（回收、再利用或分解）



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	・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	・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）	装置较贵 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	・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 催化剂较贵

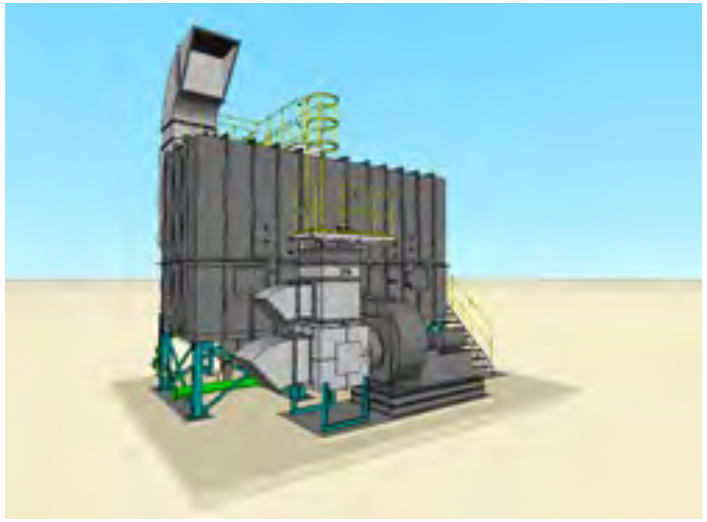
资料：东京都地域集结型研究开发项目“给城市带来安全和安心的环境净化技术开发”环境评价分会报告书《VOC排放对策导则－从基础到实践和评价》独立行政法人科学技术振兴机构/东京都/地方独立行政法人东京都立产业技术研究中心2014年3月

燃烧处理装置

小型VOC处理装置

直接燃烧处理装置

催化剂燃烧装置



RTO（蓄热式脱臭装置）
大气社

RTO：Regenerative Thermal Oxidizer

资料：康肯工程技术株式会社及大气社 网站摘要

吸附法的特征 (EOP)

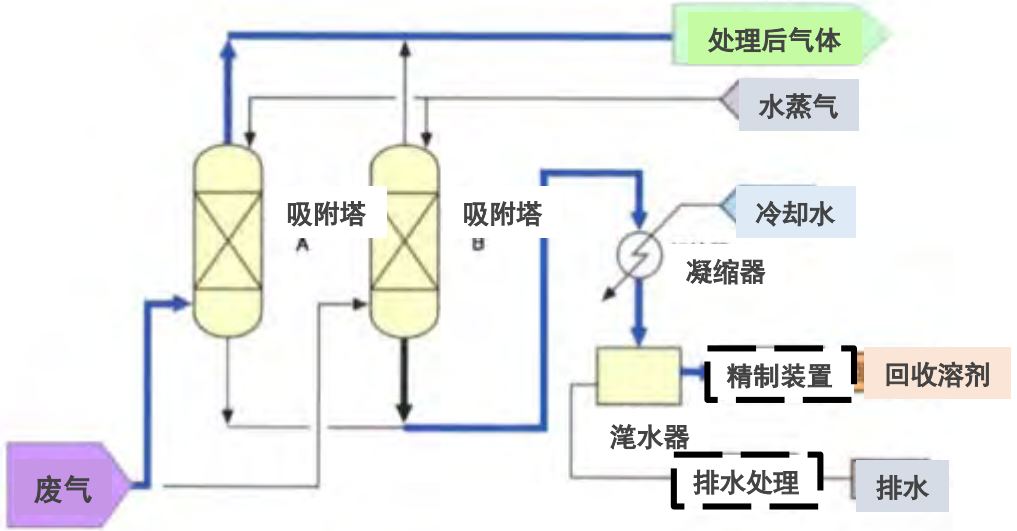
分类	原理	主要展开领域	特征	课题
活性碳（破碎状、粒状、球状、碳素纤维、蜂窝）	吸附/脱附反复循环 脱附：通过升温、减压、吹入水蒸气等来实施	・化学成套设备清洗 ・大楼的空调等	可以回收VOC再利用 吸附时不需要能源	需要再生成本 吸附材料劣化 脱附时会有部分VOC残留
无机类吸附材料（沸石、硅石等）	吸附/脱附反复循环 脱附：通过升温、减压来实施	・化学成套设备清洗 ・加油站	可以回收VOC再利用 吸附时不需要能源 不可燃性	和表面积相同的活性碳相比成本高

活性碳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。
原材料可以使用木材等植物性材料以及煤炭、石油等。也可以利用**活性碳素纤维**。

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

活性碳吸附法 (EOP)



•与燃烧法处理相比，用活性碳吸附法处理VOC可以大幅度减少二氧化碳(CO_2)的排放量。

•用活性碳的吸附作用，吸附排气中的溶剂成分。
•被活性碳吸附的溶剂通过水蒸气脱附后可以回收。
•回收后的溶剂通过精制（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㈱资料

株式会社吴羽环境　VOC排气处理设备

溶剂回收、脱臭、排气处理装置【GASTAK】

吴羽球状活性碳（BAC）

椰壳活性碳

■使用球状活性碳

GASTAK使用的是球状、具有良好的耐摩擦性和流动性的吴羽球状活性碳“BAC”。这种活性碳属于真球性高强度活性碳。

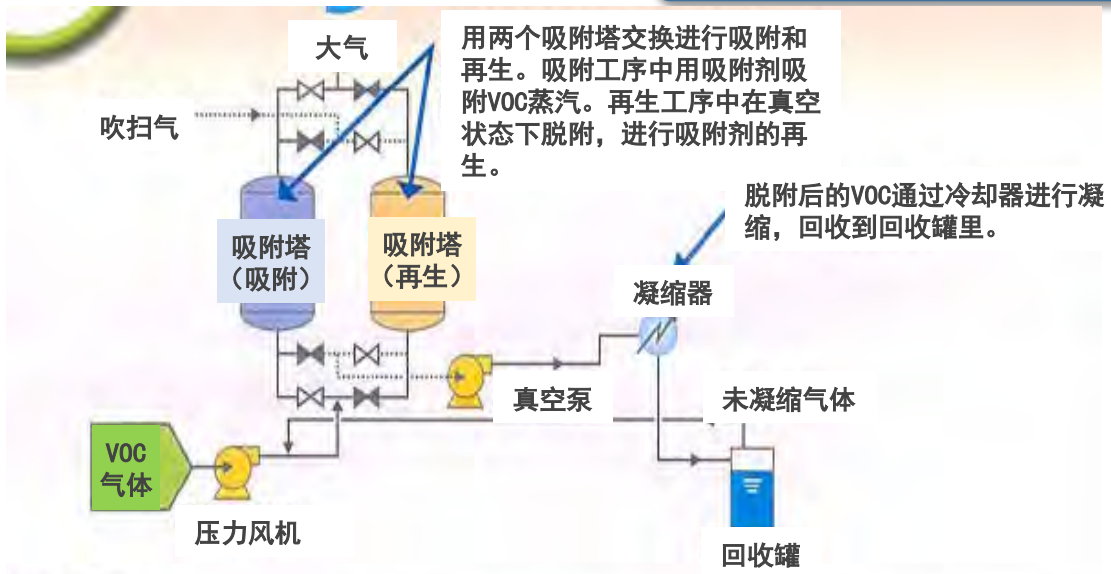
资料：吴羽环境HP

■采用流动床吸附

- 由于是连续流动床吸附和移动床脱附，吸附和脱附连续均匀
- 由于使用流动床方式，没有活性碳的蓄热，对可燃性溶剂也具有很好的安全性。
- 脱附使用空气或氮气等，几乎不产生废水。
- 吸附部的气体速度可以很快，因此设置需要的面积小。
- GASTAK运行不需要专门人员。

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等以及其混合物的VOC蒸汽

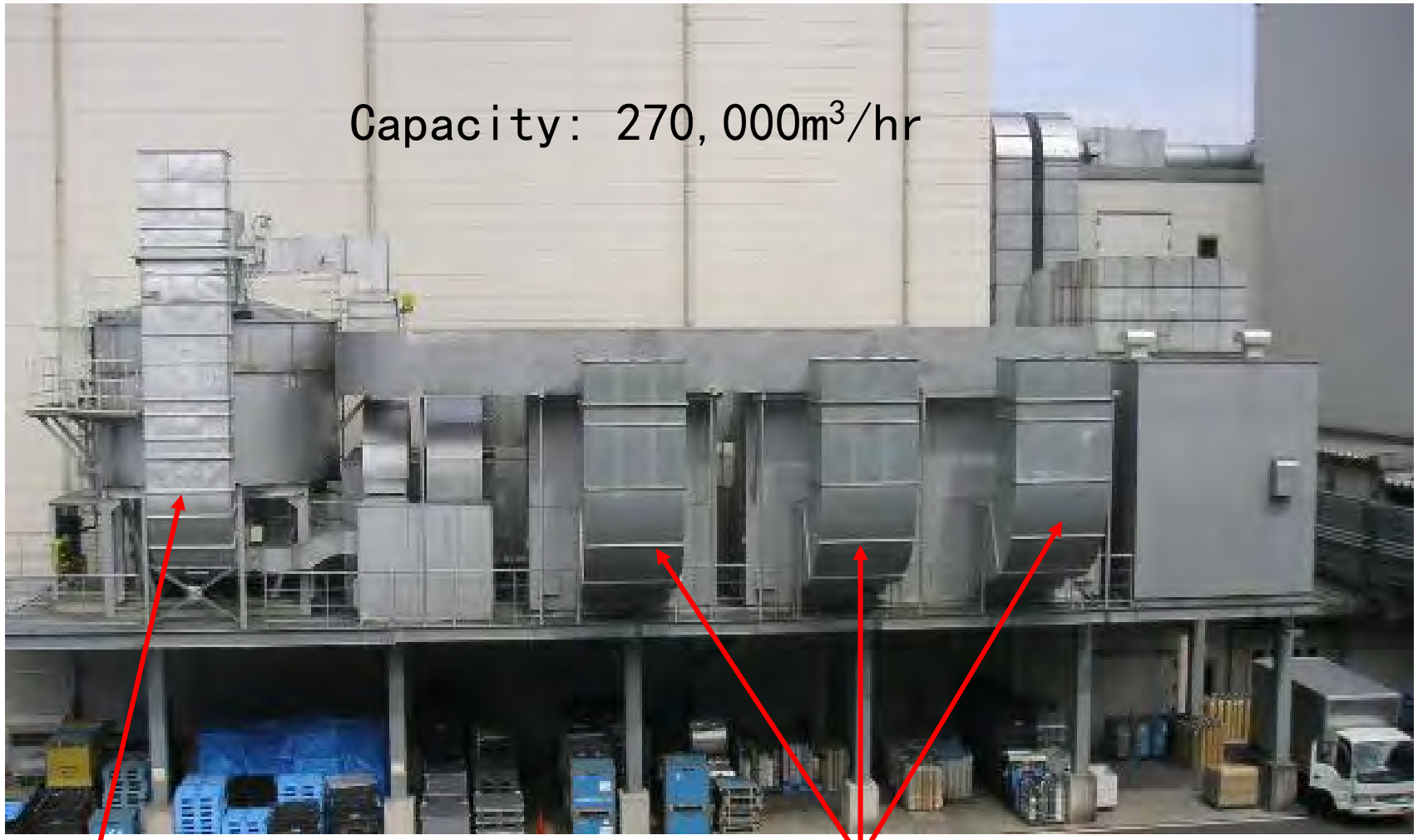
特征

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㈱资料

吸附分离浓缩+燃烧分解净化法系统构成



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

资料：株式会社西部技研

其他方法的特征 (EOP)

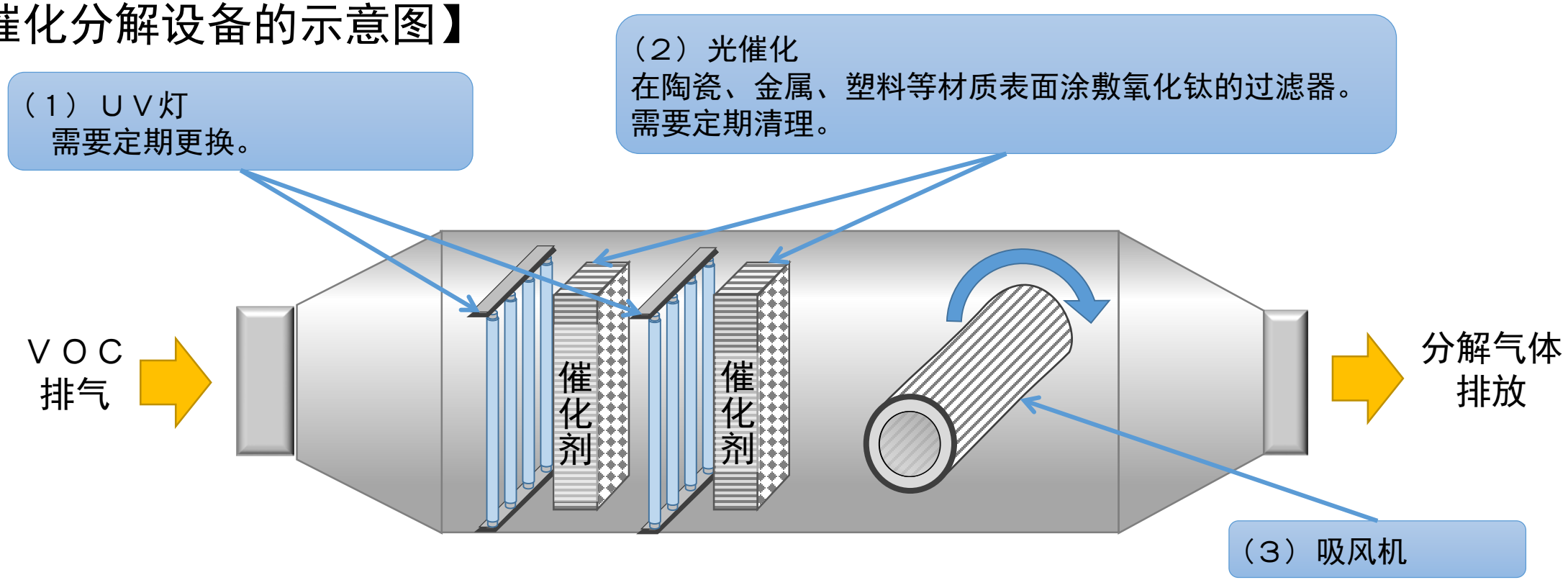
分类	原理	主要展开领域	特征	课题
光催化法	紫外线＋光催化（氧化钛、氧化钨等）	市内空气净化、水处理、畜禽死尸保管库等的脱臭、杀菌	运营成本低、容易保养、常温处理（研究利用可视光）	限VOC量少时使用（异味处理等）
放电等离子体法	等离子氧化	・零售店的脱臭 ・家用空气净化器	分解率高、节能、常温处理	有可能产生ＮＯｘ。 需注意排气中的二次生成物
臭氧氧化法	臭氧氧化	・水处理	节能、容易保养、常温处理	处理物质有限 排气中残留臭氧的处理
生物处理法	微生物、细菌等分解	・畜禽养殖业的恶臭对策	节能、容易保养、常温处理、无需排气的再处理	处理速度慢 建设工程大 需要水的补给
药剂处理法	水、酸、碱、合成油等吸附、分解	・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

光催化分解法 (EOP)

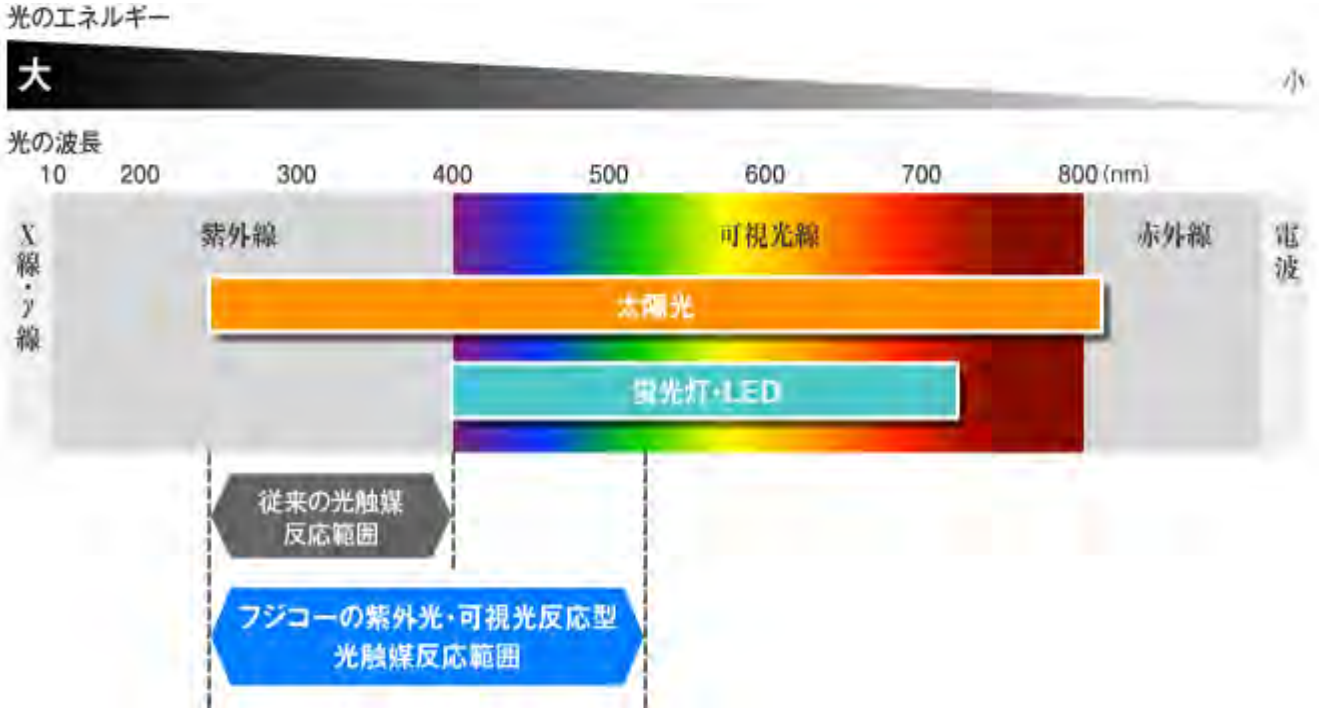
使用紫外线（或可视光）照射氧化钛（TiO_2），生成羟基自由基（·OH）和超氧化物（O^{2-}）等，可以将VOC分解成二氧化碳和水。该方法适用于低风量环境，主要用于室内除臭等。

【光催化分解设备的示意图】

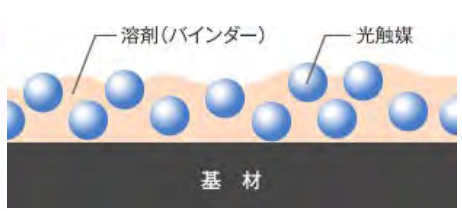


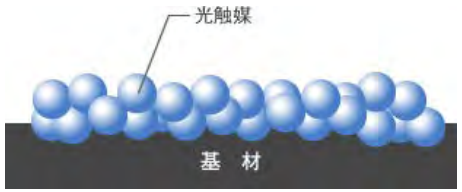
提供：北九州市

光催化脱臭方式(FUJICO)



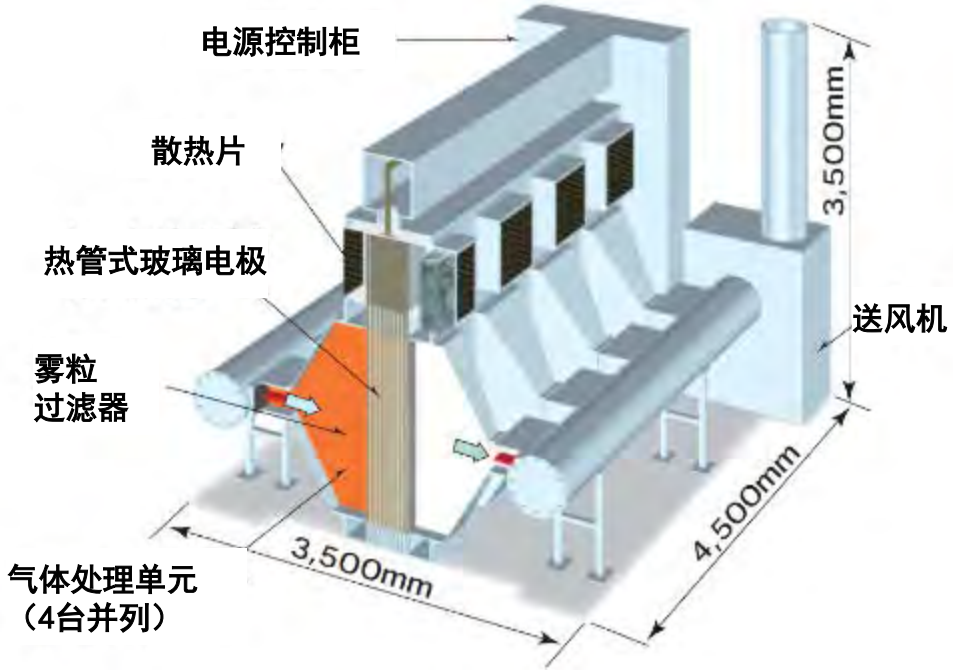
大型脱臭装置（太阳能反应器）





资料：FUJICO　网站摘要

等离子体处理法 (EOP)

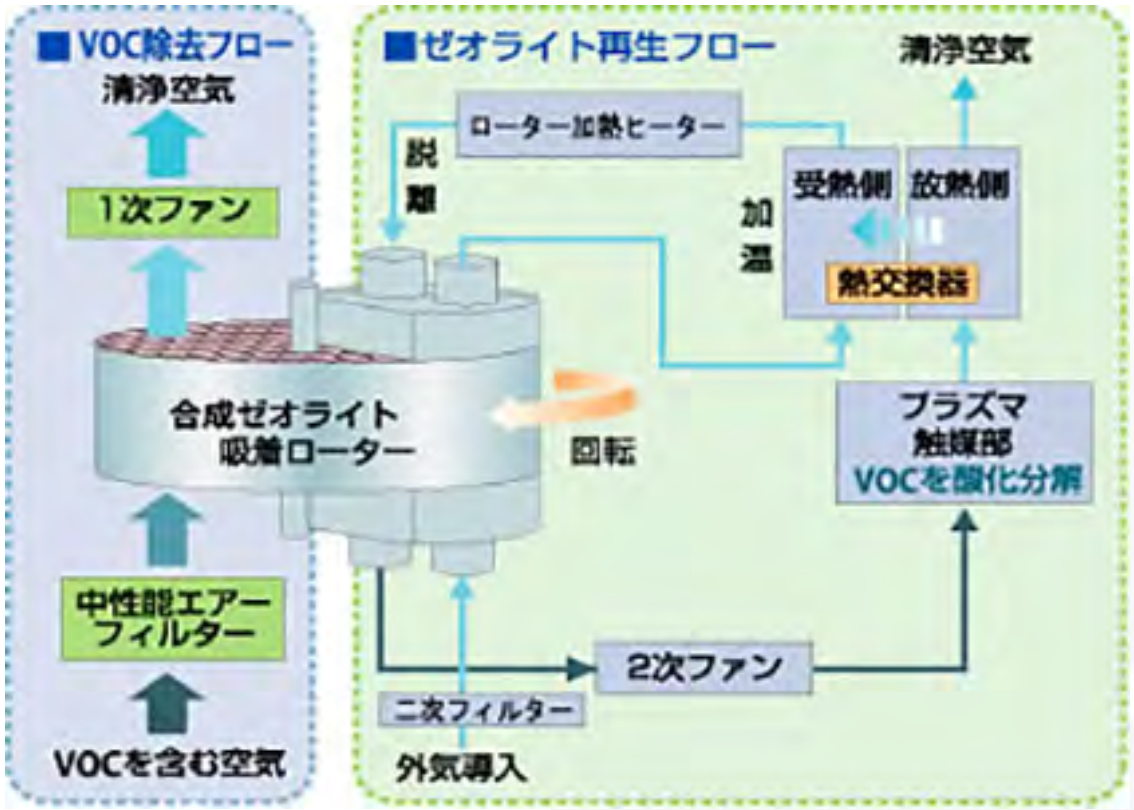


采用等离子体和吸附剂结合的处理新技术，来高效无害化处理和分解100ppm以下的低浓度VOC。
用吸附剂对低浓度的VOC进行吸附、浓缩，再用等离子体进行分解处理。

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CO_2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

放电等离子方式去除VOC装置（AMANO)



日本产业机械工业会会长奖

资料：AMANO　网站

- **特征・用途**

  涂装工艺：甲苯、二甲苯、酒精类

  清洗工艺：IPA（低级酒精类）

  印刷工艺：甲苯、醋酸乙酯、IPA（低级酒精类）

  粘结工艺：甲苯、醋酸乙酯

- **高效去除VOC**

  吸附能力高的沸石和氧化分解能力强的等离子催化装置会发挥强大的去除VOC功能

- **节能**

  运营成本是催化燃烧方式的20分之1

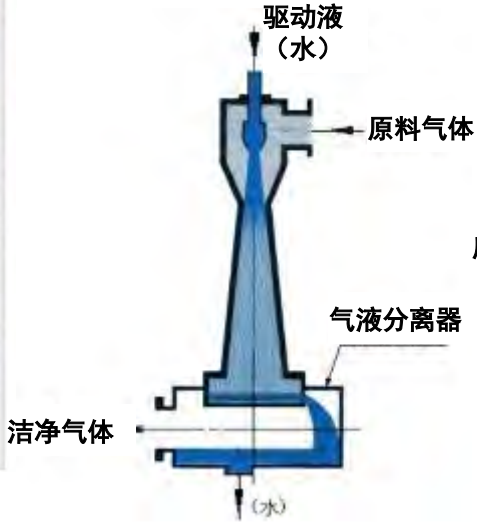
- **小型化**

  吸附部分和氧化分解部分小型化一体化，不占场地的设计

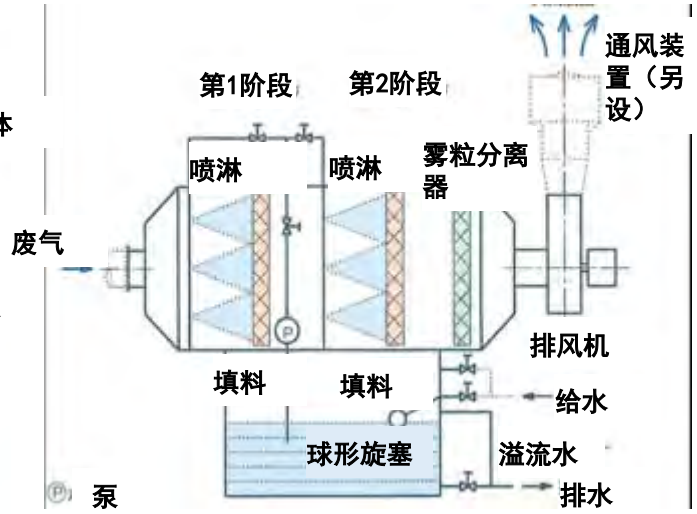
水洗塔方式

(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



喷淋洗涤塔



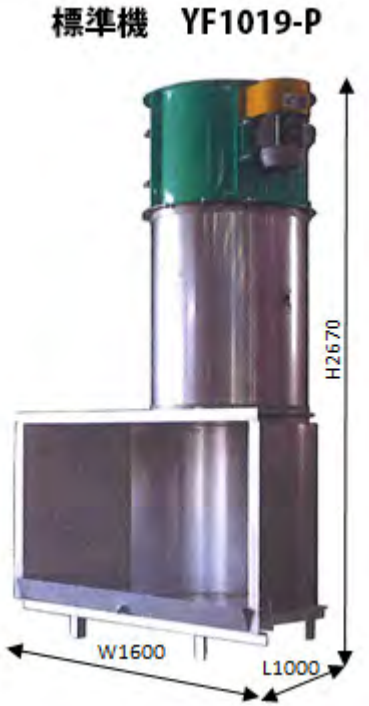
其他喷淋洗涤装置

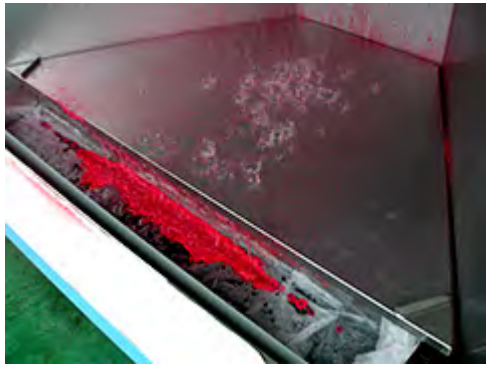
- 高温气体、含雾粒气体等，适用范围很广
- 最适合处理排气筒出来的大风量排气

康肯工厂技术㈱资料

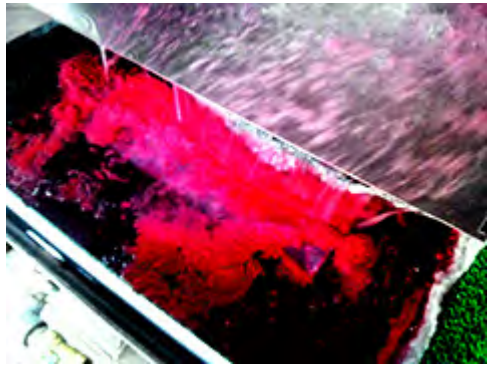
超微气泡方式

- 喷漆室的涂料气雾（泥浆状）、VOC去除对策（60～90％）
- 粘结工艺的粉尘去除对策
- 涂料调色室的涂料气雾、VOC去除对策





去除涂料气雾及粉尘



将涂料气雾等回收到墨盒中

回收涂料浆

用水冲洗涂料浆

资料：Radical・20总研 网站摘要

生物处理法 (EOP)

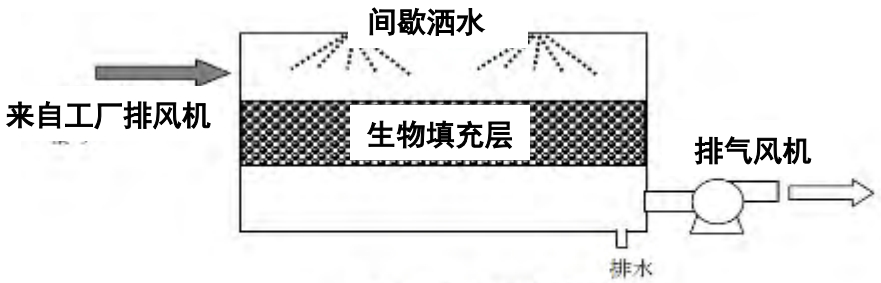


图4-1 设备的结构

含VOC气体通过生物填充层，分解VOC成分。

生物填充层使用㈱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

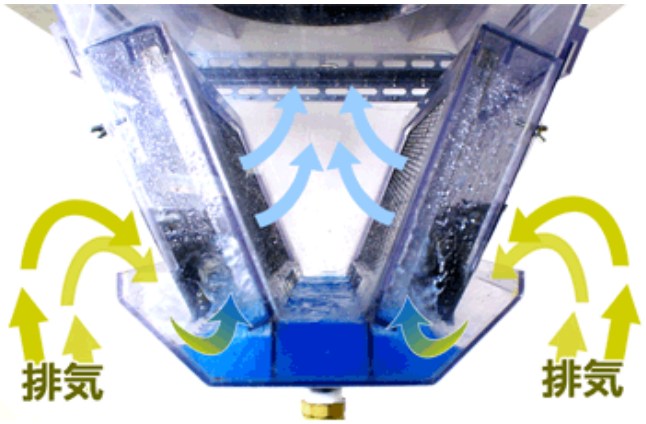
日本拥有VOC处理技术的企业

- 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。

企业名称	浓缩			回收			分解						混合	
							燃烧				非燃烧			
	转炉	圆筒	盒式	凝集	吸附	吸收	直接	催化剂	蓄热		等离子体	生物处理	浓缩＋催化剂	浓缩＋凝集
									塔式	回转式				
AMANO											○			
KANKENTECH	○				○		○	○						
久保环境服务					○			○						
久保化水						○						○		
仓敷纺织					○	○	○	○						
KUREHA					○									
西部技研	○												○	○NMP
新东工业								○	○					
大气社	○		○				○	○	○	○				○NMP
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				○										

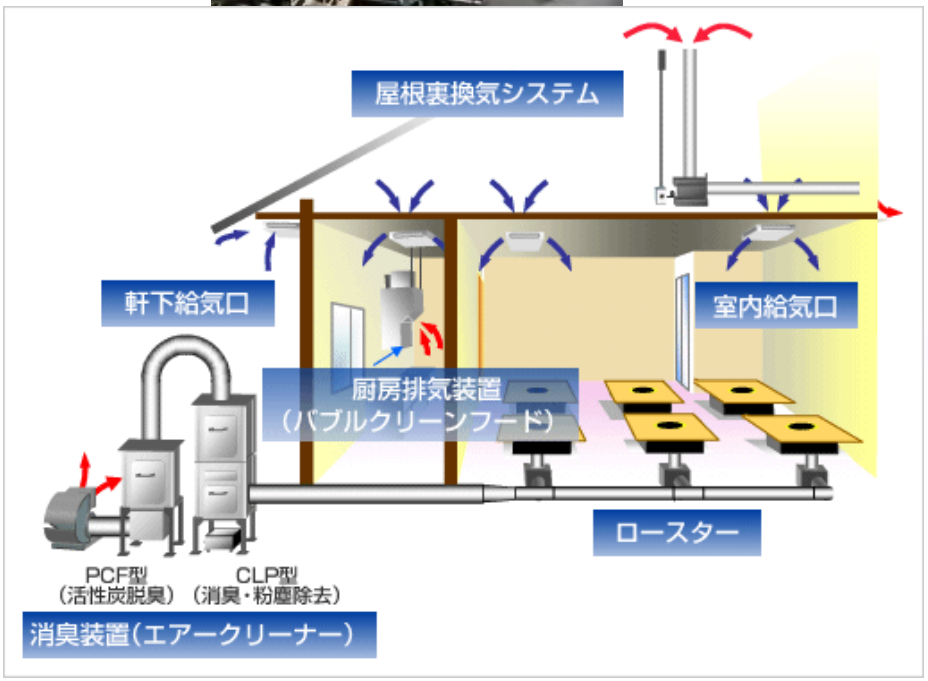
图　日本企业拥有的VOC对策技术

题外话：关于油烟油脂的排放控制对策

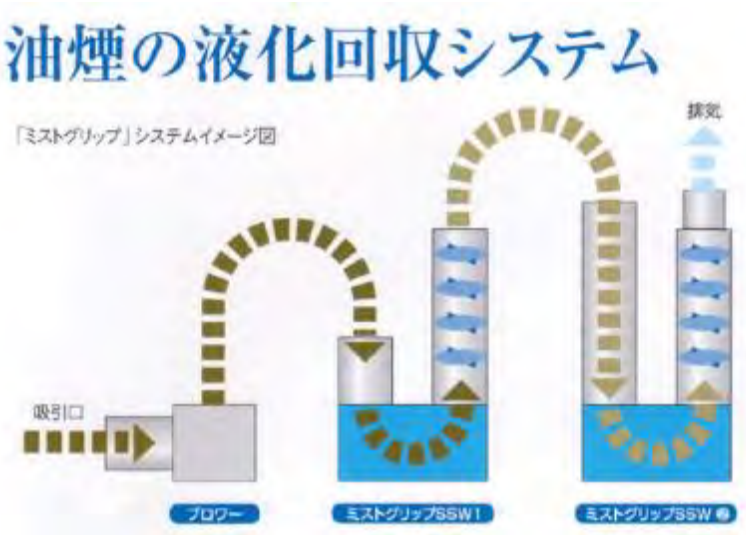


カットモデル（アクリル加工）による
アクアクリーンフィルター内部の状態を見てみましょう

日本SC株式会社
（Aqua Clean System）

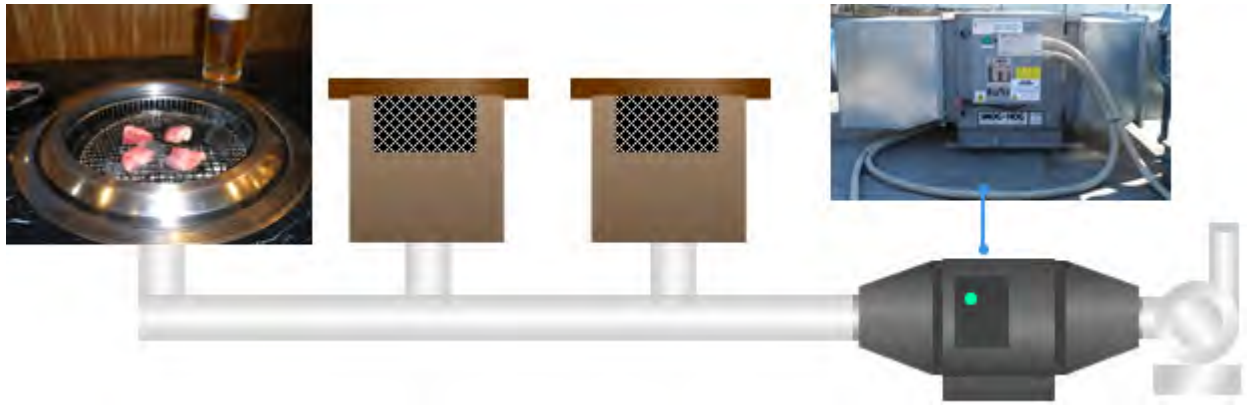


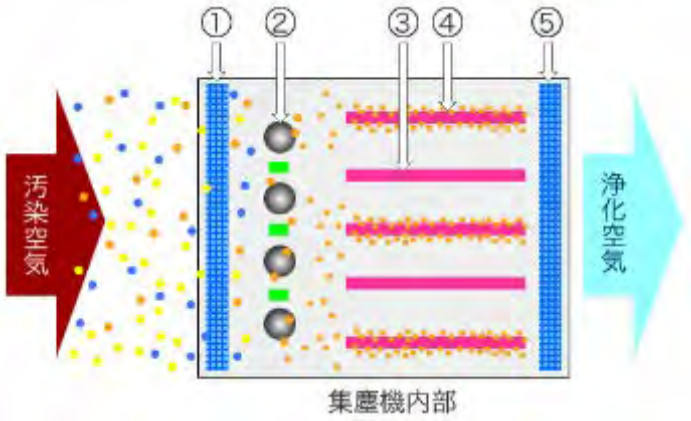
株式会社　CLIE
（Air Clean）



朝日加工株式会社
（Mist Grips）

题外话：关于油烟油脂的排放控制对策





SMOG-HOG是功能强大的利用静电的两段静电式电除尘器。可高概率地捕集（去除）90%以上的烤肉、烤鸡串、中餐、铁板烧、油炸锅、食品厂由于油的加热产生的油烟粒子＝油烟（0.01～0.25μm）。最适合油烟机等捕捉不到的细微油烟。

株式会社　MEIKO商事
（两段静电式电除尘器）

６　（参考资料）日本的汽车维修（钣金涂装）

日本汽车修理（钣金涂装）

小的凹面和擦伤

中度破损

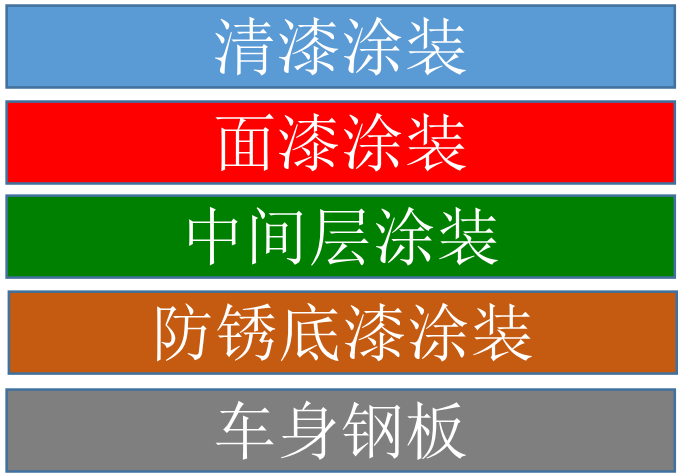
严重破损

空调装置：冷媒处理　废油处理
涂装・研磨：粉尘、VOC及恶臭物质
涂装・干燥：涂料气雾、VOC及恶臭物质
维修调整工序：机动车尾气
工序水等：排水处理
作业现场：防止噪音对策

资料：JAA日本机动车钣金涂装协会网站摘录

钣金涂装的种类

素色漆（1道）



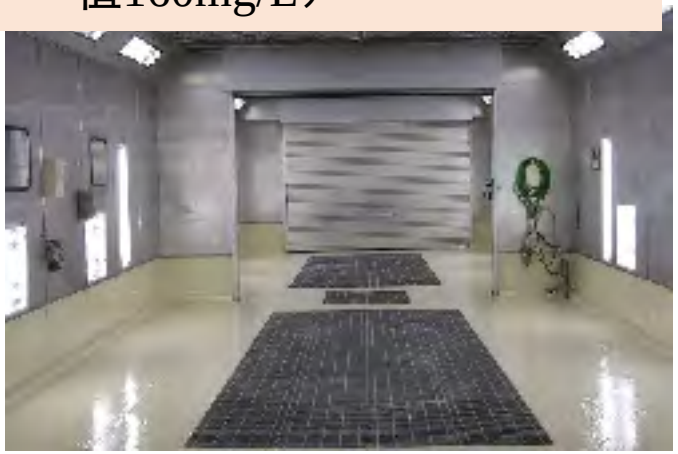
金属漆（2道）

珍珠漆（3道）

资料：汽车便利店俱乐部　网站摘录

环境友好型机动车修理工厂（照片）

- 独特的散水头处理VOC去除率达到96%
- 890kg/2000年⇒245kg/2008年（成功削减了73%）
- 装置排水BOD36mg/L（标准值160mg/L）

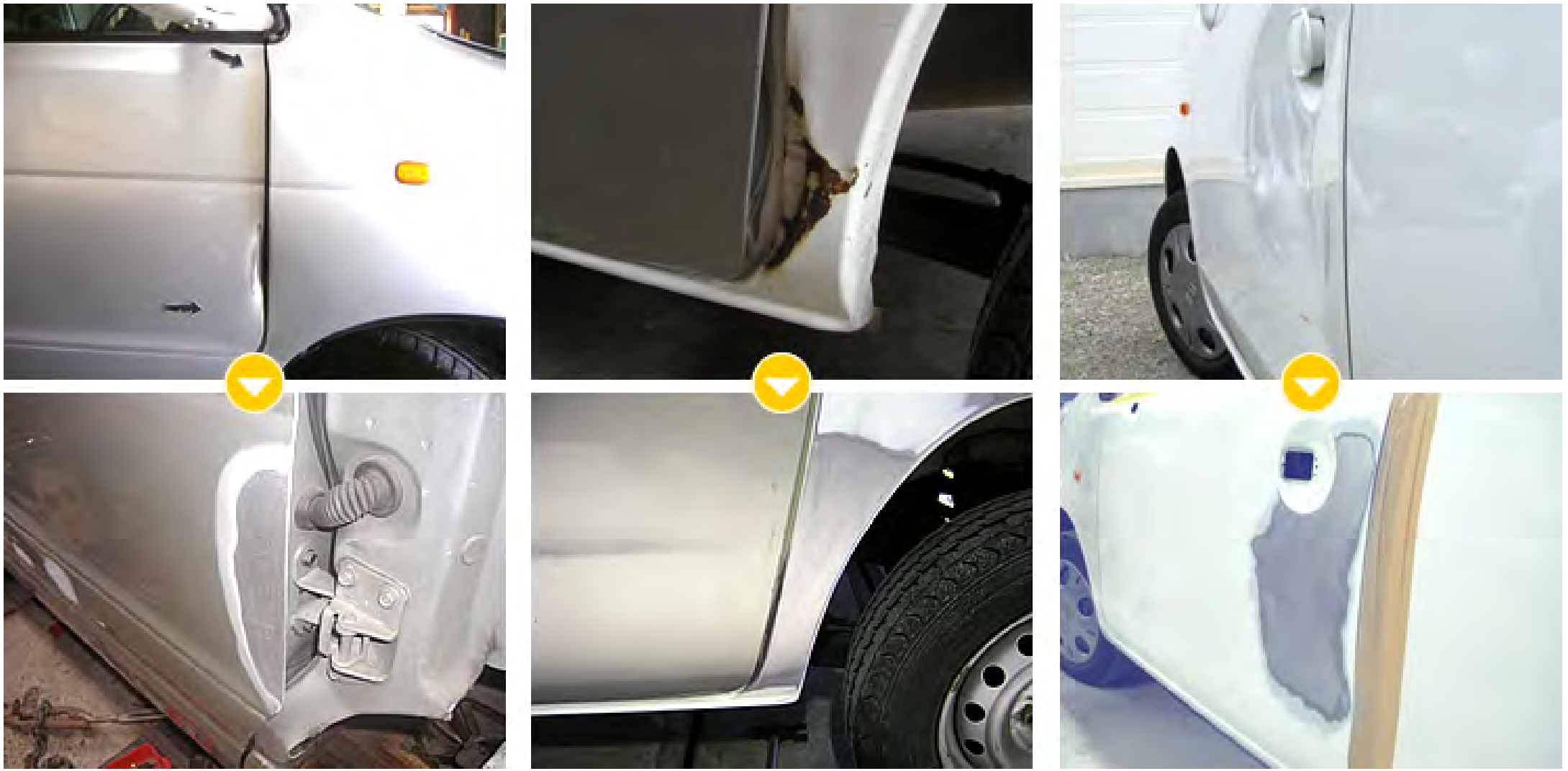


符合VOC管制要求的涂装车间

※荣获日本环境省“VOC对策功劳奖表彰”
※荣获国土交通省“环境友好型机动车维修作业工厂”称号

资料：株式会社山口工业网站

机动车钣金・涂装（外板钣金）



用锤子、铆钉撑锤、焊接机等来复原

资料：JAA日本机动车钣金涂装协会网站

机动车钣金·涂装（内板骨骼调整·换面板作业）

内板骨架调整：

使用车身修整装置（框架修整机）等修正骨架的弯曲和扭曲

换面板作业：

带螺丝部件的更换或焊接后更换。钣金涂装所需部件的卸下、更换等，调整开关安装时不会出现问题。

资料：JAA日本机动车钣金涂装协会网站

机动车钣金・涂装（底色工序・涂装工序）

・涂装作业、钣金作业结束后，预处理上色。底色工序、涂装工序、打磨工序等。

粘结和底色涂料等预处理或微调表面颜色，调色之后再涂装。

资料：JAA日本机动车钣金涂装协会网页

机动车钣金・涂装（研磨工序、安装工序、最终检查、完成）

去掉涂装时附着的小灰尘或物质，调整涂装表面肌理

钣金作业涂装作业结束之后，马上进行最终检查，修理结束

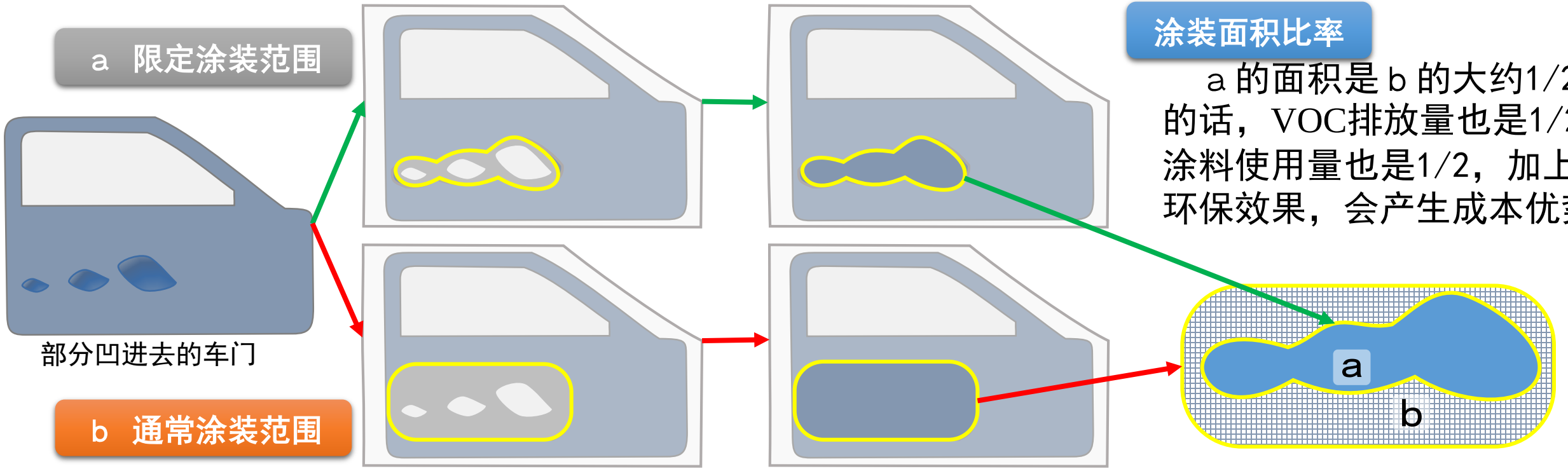
资料：JAA日本机动车钣金涂装协会网站

①提高涂装效率

研讨涂装范围

限定涂装范围和厚度等，可以减少涂料的使用量，减少VOC排放。
但是，涂装很大程度会影响到物品的价值和耐用时间，因此需要结合被涂物品的设计及使用环境、使用方法、使用期等各种条件来研究。

＜例＞机动车修理的钣金涂装

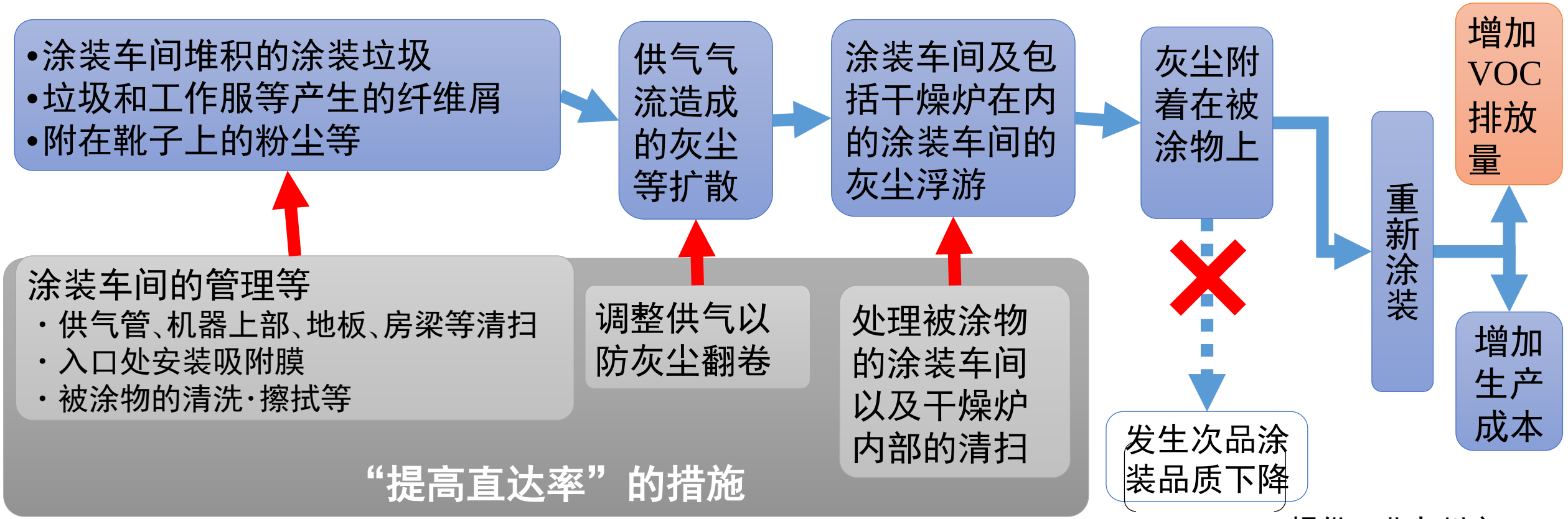


提供：北九州市

涂装车间的灰尘管理

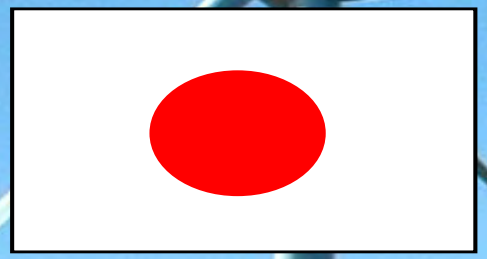
“直达率”是指从第一道到最后的一道工序为止顺利通过的产品数量占总数的比率。生产过程中发生的不合格产品等要返回原料、预处理工序再加工，会增加人力和能源。“直达率”是掌控杜绝这种浪费的指标。

涂装车间合理进行灰尘管理，有利于提高直达率和控制VOC排放。



提供：北九州市

为了人类，为了地球，也为了下一代



多谢聆听！