

工业涂装不同技术生命周期评价

—VOC、GHG减排及节能LCA分析

目录

- 汽车涂装生命周期评价（LCA）分析
- VOCs减排合规改造案例
- 全球主要区域VOCs相关法规分析

汽车涂装生命周期评价 (LCA) 分析

汽车涂装趋势... 绿色环保

水性涂料的产生并广泛使用是为了

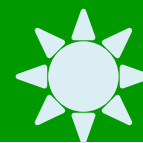
改善空气质量

降低
挥发性有机污染物
排放

(VOC)



改善
空气质量



提升
职业安全及健康



PM 2.5 < 500

PM 2.5 < 50



能耗?
温室气体排放?

汽车涂装技术环境生命周期评价

该研究主要针对不同汽车涂装技术的生命周期 (LCA)进行对比, 提供涂装技术对环境影响的综合评价

数据采集

- 涂装车间LCA数据
(从冲压车身到成品)
 - 运营(电, 天然气, 水)
 - VOC 排放
 - 废弃物排放
 - 涂料转换率
- 每个图层的典型配方用于估算涂料原材料的LCA
(从最初原材料的生产到最终产品)

方案评价

- 3C2B-WB-1K (本田车间)
- 3C2B-WB-2K (日产车间)
- 3C2B-LS-SB (通用车间)
- 3C1B-HS-SB (福特车间)
- 3C1B-WB (丰田车间)

用于本研究的LCA标准

- ISO 14044:2006
- 温室气体协议产品生命周期计算和报告标准 (2011)

挥发性有机污染物 (VOC) 排放

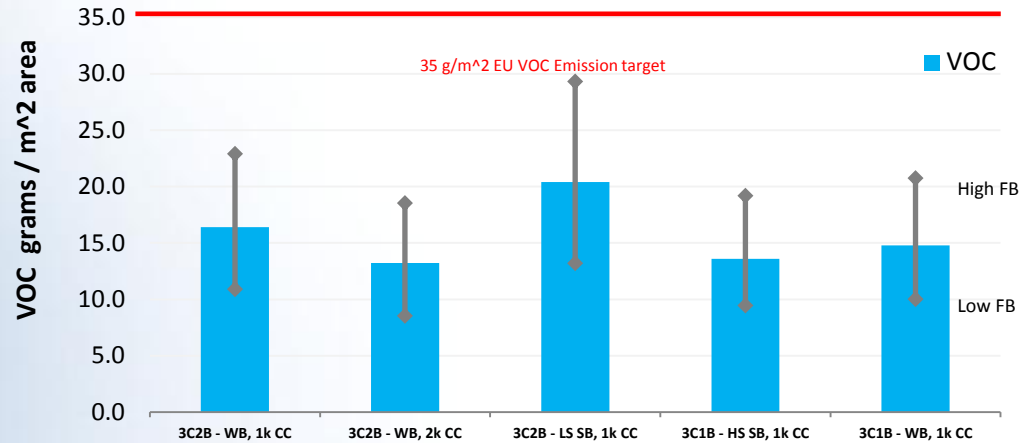
降低
 挥发性有机污染
 物
 (VOC)



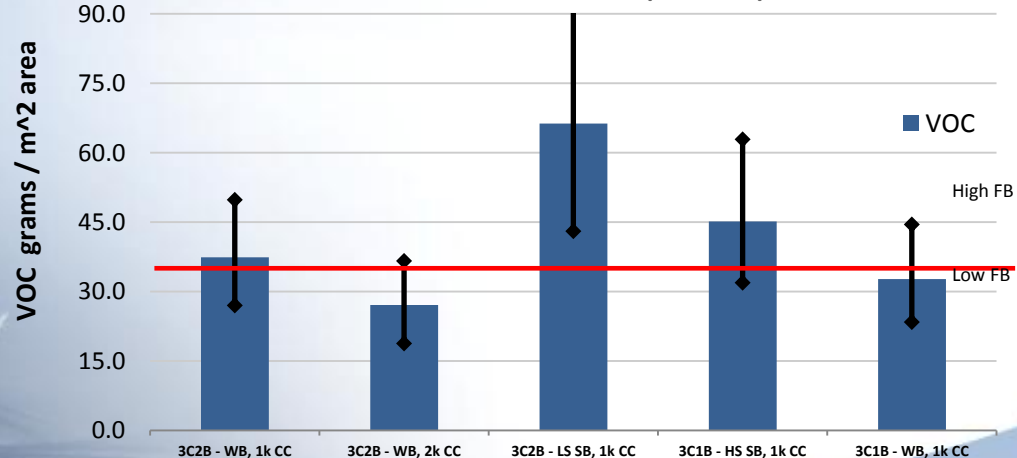
现代的高固含溶剂型
 技术可以满足VOC法
 规

在装备有回收焚烧系统地情况下，
 高固含溶剂型技术及水性技术的
 VOC 排放几乎相当

VOC Emission - **Abated** (VOC&FB)



VOC Emission - **Not Abated** (VOC&FB)

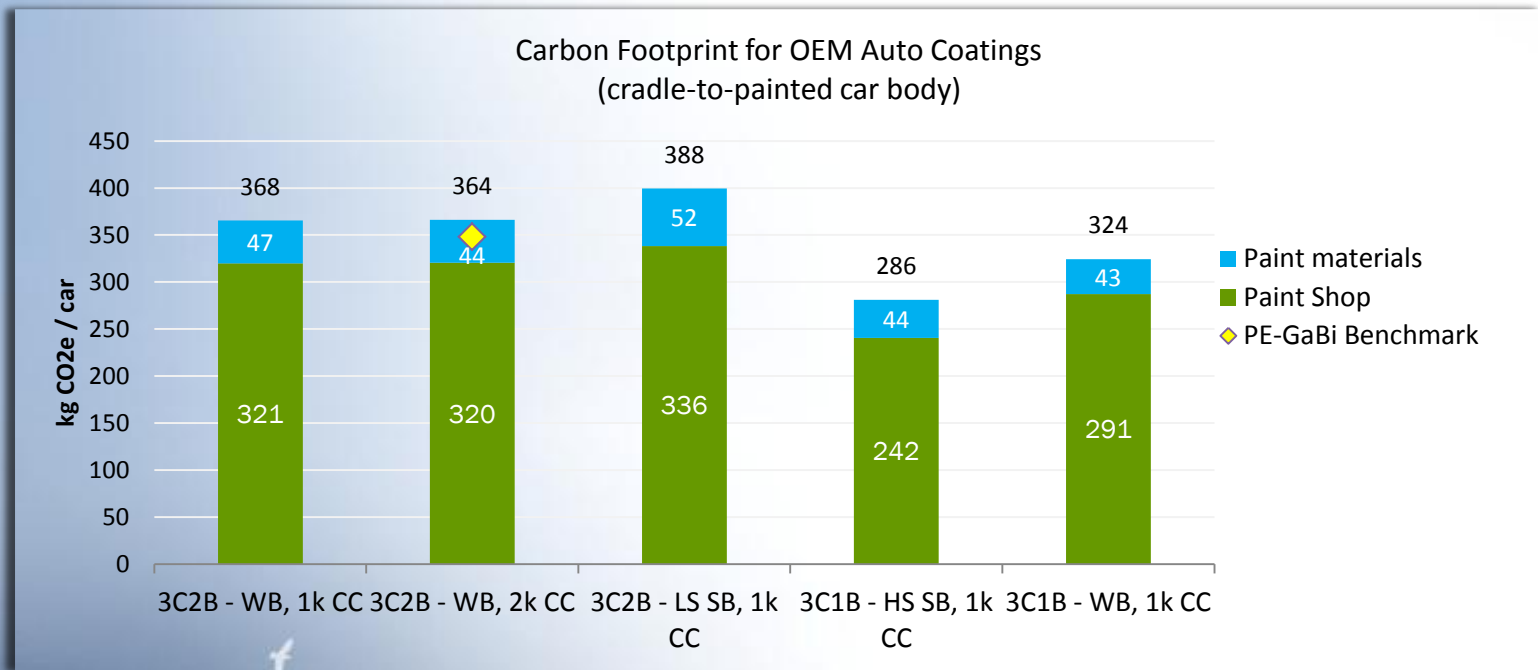


温室气体 (GHG) 排放

降低
GHG



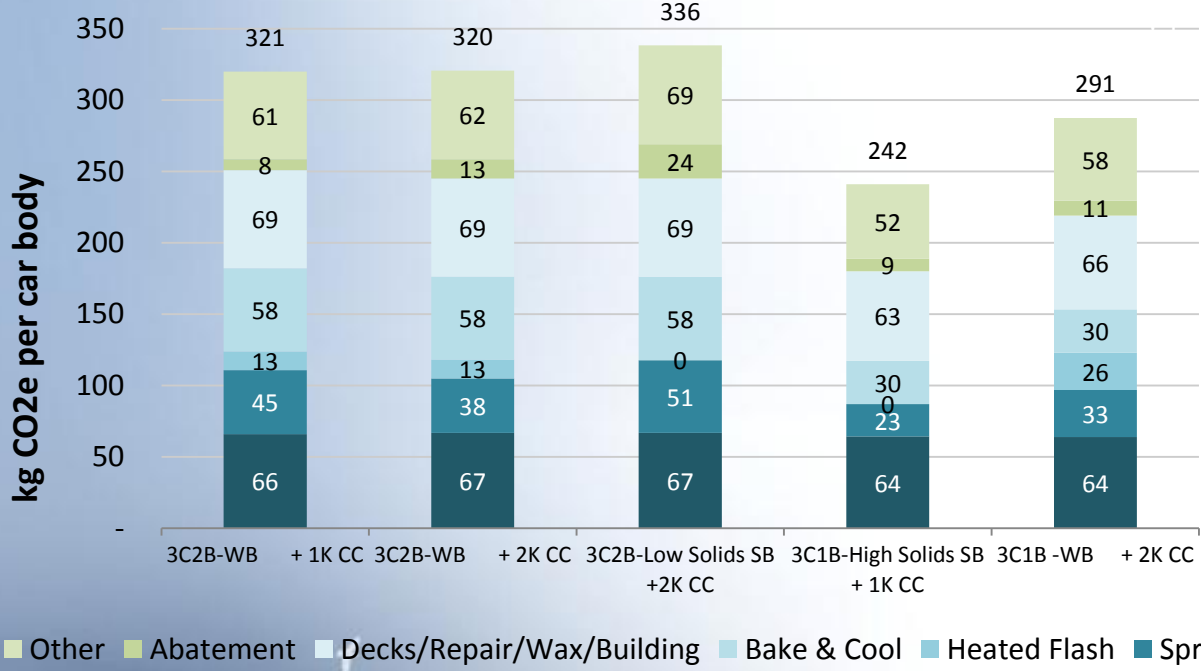
现代高固含溶剂型技术采用的流程可达到比水性技术流程更低的温室气体排放



假设 每个车身喷涂色漆面积为30m²

喷涂车间 温室气体 (GHG) 排放

Carbon Footprint for OEM Automotive Coatings
 (BiW-to-gate, excluding materials)



降低
 GHG

对比3C1B HS SB 与
 3C1B WB 体系
 减排49kg CO2 / 车
 相当于 每年减少
12,250 吨 CO2 (25
 万辆/年)

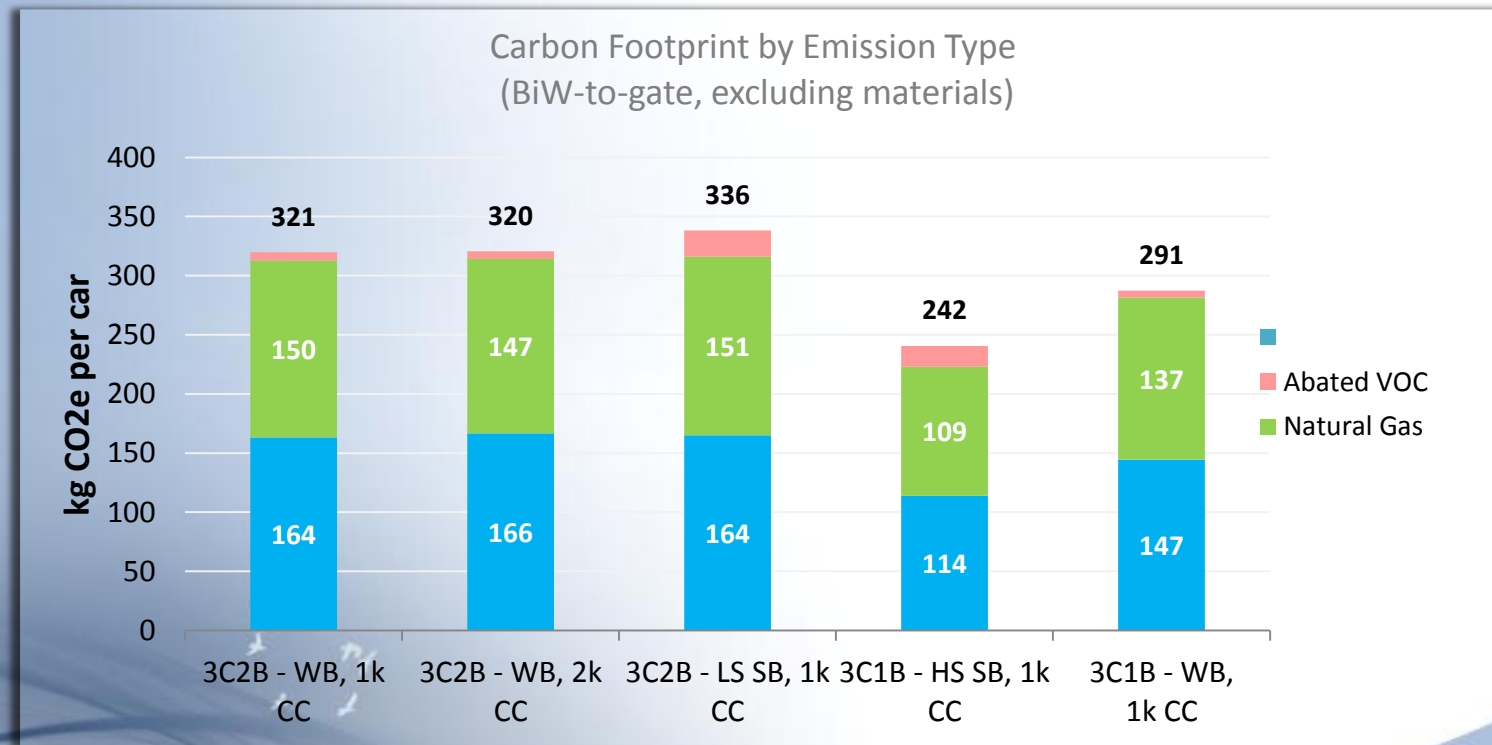
假设 每个车身喷涂色漆面积为30m²

涂装车间能源消耗

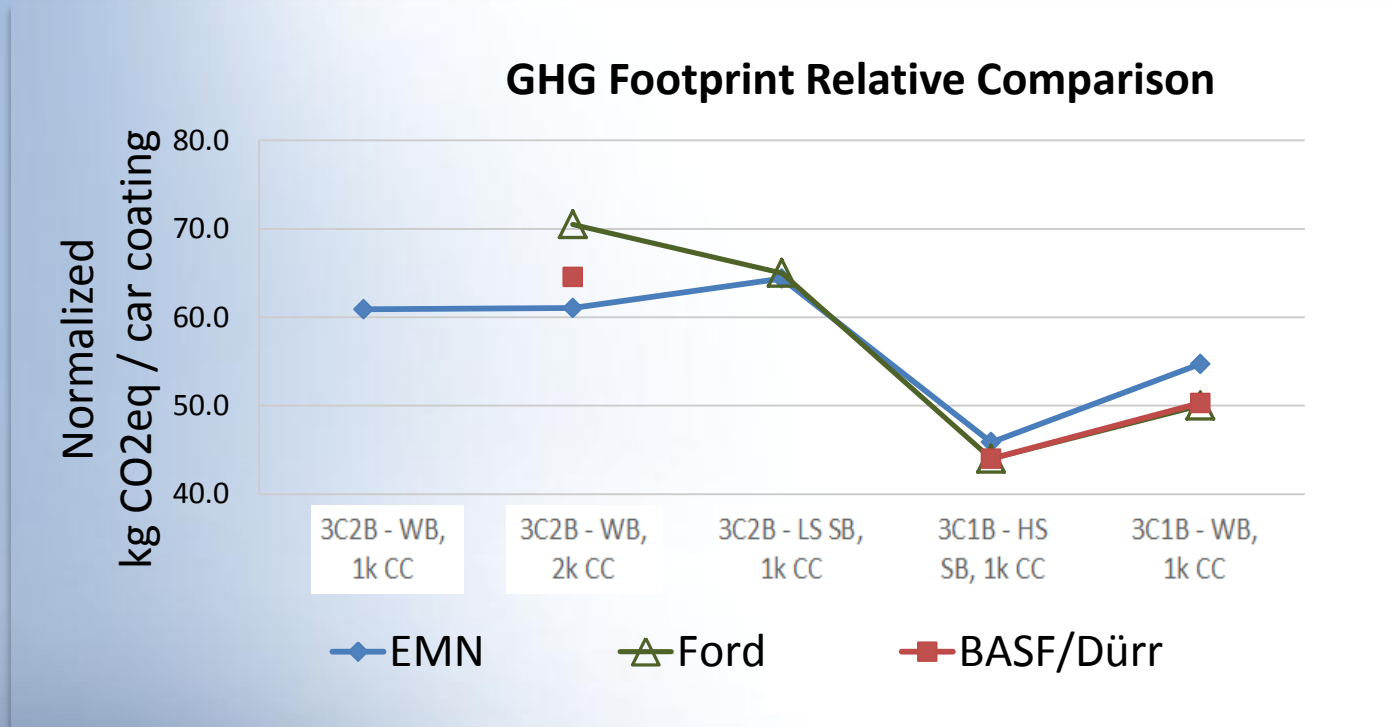
降低
能源
消耗



高固含溶剂型技术
 降低了电及天然气的使用量
 从而帮助降低燃煤所造成的污染



与其它研究结果对比



(1) Ford Motor Company, "Sustainable Painting Processes: *Global Alternatives*." NCMS Sustainable Designs and Manufacturing Roundtable, June 2012

(2) Durr and BASF. "Eco-Efficiency Analysis of Global Coating Processes" Presented at Strategies in Car Body Painting 2012

小结

高固含溶剂型技术 (HS SB)



... 提供了更优的

整体环保性能

高固含溶剂型

是温室气体排放最低的生产技术

- 喷房能耗更低
- 不需要闪干区域

VOC排放可达到与水性技术相当

- 在配置有回收和焚烧装置的情况下，HS BC 的VOC排放可达到与WB BC相当水平

VOCs减排合规改造案例

工业涂料与涂装法规

国家

中华人民共和国主席令[2015] 31号

中华人民共和国大气污染防治法

1. 工业涂装企业应当使用低挥发性有机物含量的涂料。
2. 产生含挥发性有机物废气的生产和服务活动，应当在密闭空间或者设备中进行，并按照规定安装、使用污染防治设施。

中华人民共和国主席令[2016] 61号中华人民共和国环境保护税法

1. 大气污染物、水污染物、固体废物和噪声。
2. 大气污染物，税额1.2-12元/污染当量
3. 水污染物，税额1.4-14元/污染当量
4. 固体污染物，危废1000元/吨，非危废（涂料与涂装）25元/吨

打赢蓝天保卫战三年行动计划的通知 国发[2018]22号

1. 重点区域禁止建设生产和使用高VOCs含量的溶剂型涂料、油墨、胶粘剂等项目
2. 2019年底前，完成涂料、油墨、胶粘剂、清洗剂等产品VOCs含量限值强制性国家标准制定工作，2020年7月1日起在重点区域率先执行

部委

工信部联节[2016] 217号

重点行业挥发性有机物削减行动计划的通报

1. 鼓励水性、高固含、粉末、光固化和无溶剂等绿色涂料的应用。
2. 建立密闭负压废气收集系统并与生产过程同步运行

环大气[2017] 121号

“十三五”挥发性有机物污染防治工作方案

1. 新、改、扩建涉VOCs排放项目，应从源头加强控制，使用低（无）VOCs含量的原辅材料，加强废气收集，安装高效治理设施。
2. 大力推广使用水性、高固体分涂料，京津冀大气污染传输通道城市、长三角、珠三角等汽修行业要率先推进底色漆使用水性、高固体分涂料。产生的VOCs废气应集中收集并导入治理设施，实现达标排放。

环保部[2015] 2139号

环境保护综合名录（2015年版）

452,GHW, 26080201, 溶剂型汽车涂料（高固体分含量的溶剂型汽车涂料除外）

省级

沪环保防[2018] 324号

上海市挥发性有机物深化防治工作方案（2018-2020年）

1. 工业行业全面推进低（无）VOCs含量原辅材料和产品源头替代，加快淘汰高挥发性溶剂生产使用，到2020年汽车制造、包装印刷、家具、集装箱制造等重点行业推广低挥发性产品。
2. 配置密闭收集系统，整车制造企业有机废气收集率不低于90%，其他汽车制造企业不低于80%；对喷漆废气建设吸附燃烧等高效治理设施，对烘干废气建设燃烧等治理设施，实现达标排放。

SH DB31/859-2014

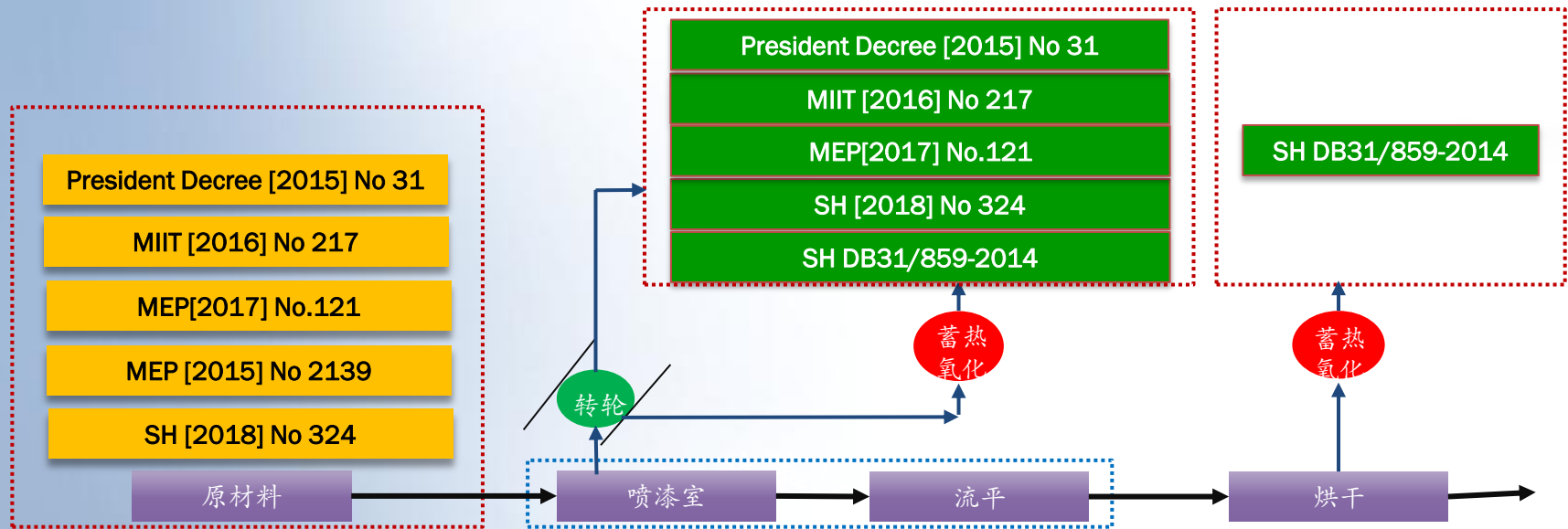
汽车制造业（涂装）大气污染物排放标准

排放浓度 mg/m ³	排放速率 kg/h
苯 1	0.6
甲苯 3	1.2
二甲苯 12	4.5
苯系物 21	8.0
非甲烷总烃 30	32
排放总量 乘用车 35g/m ²	

上海市应税大气污染物和水污染物适用税额标准的方案

1. 二氧化硫、氮氧化物的税额标准分别调整为7.6元/污染当量、8.55元/污染当量；其他大气污染物的税额标准为1.2元/污染当量；
2. 化学需氧量税额标准为5元/污染当量，氨氮税额标准为4.8元/污染当量，第一类水污染物税额标准为1.4元/污染当量；其他类水污染物税额标准为1.4元/污染当量。

涂装VOC排放合规性分析



财税[2015] 16号
涂料消费税，4%

涂料:

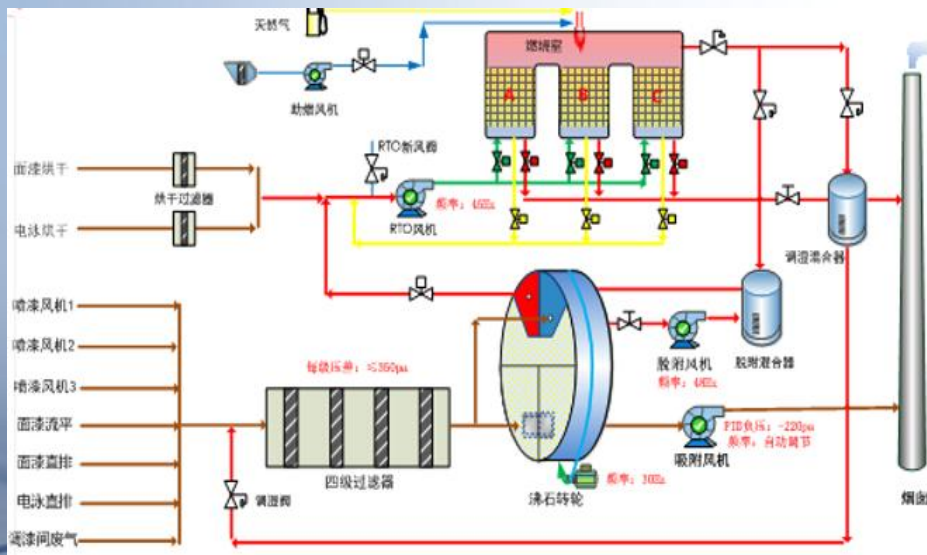
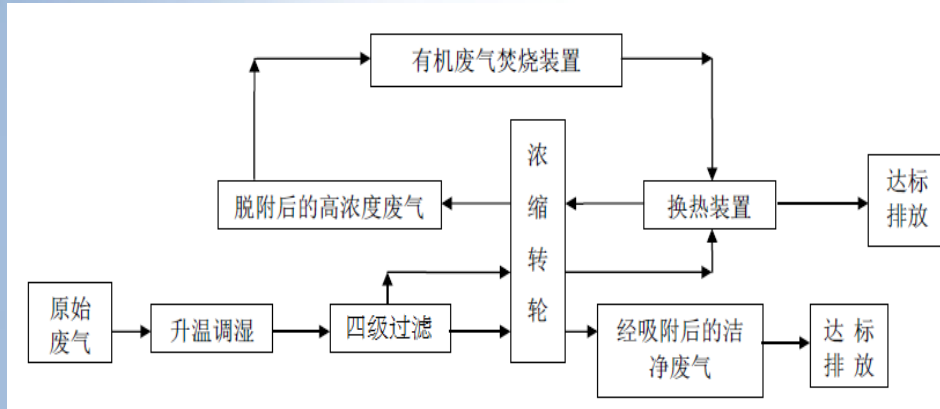
- 1.水性涂料
- 2.高固含涂料
- 3.粉末涂料
- 4.紫外光固化涂料

操作:

- 1.喷漆室、流平密闭
- 2.收集VOC
- 3.蓄热氧化

蓄热氧化

合规性改造内容



经四级过滤去除漆雾、粉尘及已经调节相对湿度的废气，通过缓慢旋转的沸石转轮，VOCs被吸附在沸石分子筛表面，洁净气体可达标排放。在驱动电机的作用下，沸石转轮进入再生区，吸附在转轮上的VOCs在热空气的作用下从沸石脱附出来，形成小风量、高浓度有机废气。再生区经冷却后重新具有吸附性能。脱附后的高浓度有机废气进入后端的RTO，被氧化成二氧化碳和水，并释放出大量热量，净化后的气体可达标排放。

高固含涂料工艺验证及主要工艺参数

序号	项目名称		主要内容	备注
1	油漆样品性能验证	(1) 油漆基础性能检测	检测油漆外观、细度、粘度、遮盖力、固体份、硬度、光泽度、附着力、色差、稀释率、干燥性、柔韧性、冲击强度、鲜映性等14项	厂内检测
		(2) 油漆理化性能检测	由计量理化检测中心委托第三方权威检测机构, 检测油漆的理化性能: 耐水性、耐酸性、耐碱性、耐机油性、人工老化、抗石击性、欧盟RoHS10项、VOCs含量等8项	委托第三方检测机构
2	喷涂样件验证	喷涂 (5-10) 个样件	喷涂样件, 检测样件表面漆膜外观、硬度、光泽度、附着力、厚度、色差、鲜映性7项常规性能	厂内检测
3	小批量试生产验证	(1) 喷涂5台车	分多次, 小批量喷涂生产, 验证油漆喷涂到整机产品上的漆膜常规质量性能; 同时在使用高固含油漆连续生产状态下, 检测排气筒VOCs数据, 可根据验证情况, 考虑是否增加小批量试生产验证台数	厂内检测 环保检测机构
		(2) 喷涂20台车		
		(3) 喷涂50台车		
4	市场跟踪验证	喷涂 (100—500) 台车	进行市场跟踪验证, 定期到市场上检测整机漆膜性能, 一般每半年到市场上检测一次, 连续跟踪两年, 主要检测失光率、色差等	视情况
5	批量试生产验证	验证 (1-3) 个月	使用新开发的油漆, 批量试生产验证 (1-3) 个月, 验证油漆的稳定性。可根据验证情况, 考虑是否增加批量试生产验证的时间	厂内检测
6	大批量应用		逐渐推广, 在整机上大批量应用高固含油漆	
序号	项目名称		传统溶剂型涂料	高固含涂料
1	施工固体份 (%)		30-40	60-70
2	施工粘度 (s)		16-32	18-27
3	稀释率 (%)		30-35	5-10
4	喷幅重叠量		1/2-2/3	1/2-1/3
5	喷涂气压 (Mpa)		0.4-0.6	0.4-0.6
6	供漆压力 (Mpa)		0.3-0.5	0.3-0.5
7	走枪速度 (cm/s)		30-40	40-60

VOCs减排改造实施效果

(1) 整机涂装外观质量得到显著提升。推广使用高固含涂料后，整机表面漆膜外观细腻、平整光滑、光泽度高、饱满、鲜映性高。



序号	项目	重要性	传统涂料	高固体分涂料	对比结论
1	耐水性 (h)	衡量耐水腐蚀性能	96	240	得到提升
2	耐酸性 (h)	衡量耐酸腐蚀性能	96	168	得到提升
3	耐碱性 (h)	衡量耐碱腐蚀性能	96	168	得到提升
4	人工老化 (h)	衡量耐环境的综合性能	800	2000	得到提升
5	鲜映性 (DOI)	衡量外观质量的性能	≥75	≥85	得到提升

VOCs减排改造实施效果

(2) 涂装车间现场及周边外围的环境得到极大改善。

- 涂装车间现场不再有喷漆室及流平室漆雾、废气外溢等无组织排放、污染环境问题，改善了操作人员的工作环境。
- 涂装车间屋顶废气排气筒不再有漆雾外溢，污染环境、安全隐患、附近居民投诉的问题。
- 循环水池的改造使涂装车间不再有大量异味、恶臭，污染环境、相邻整机装配车间投诉的问题。

(3) VOCs达标排放符合环保法规

- 涂装车间废气排放符合国家及地方环保法规标准，在环保框架内，涂装生产稳定有序进行。
- **实际排放限值：苯：未检出；甲苯：1mg/m³；二甲苯：2.5mg/m³；VOCs：6.1mg/m³**
- **实际排放速率：苯：未检出；甲苯：0.35kg/h；二甲苯：0.73kg/h；VOCs：2.17kg/h**



VOCs处理设备



VOCs设备运行显示

全球主要区域VOCs相关法规分析

北美汽车修补漆法规

汽车修补漆VOC限值(g/L, 扣水及豁免化合物)

国家	美国				加拿大
	EPA	CARB	SCAQMD	OTC	Canada
	National Rule		Rule 1151	Model Rule 2009	SOR/2009-197, 2014
产品分类	g/L	g/L	g/L	g/L (磅/加仑)	g/L
附着力促进剂		540	540	540 (4.5 lb/gal)	840
清漆		250	250	250 (2.1 lb/gal)	250
实色底色漆	680	420	420	420 (3.5 lb/gal)	420
闪光底色漆		680	680	680 (5.7 lb/gal)	680
磷化底漆	780	660	660	660 (5.5 lb/gal)	660
中涂底漆	580	250	250	250 (2.1 lb/gal)	250
封闭底漆	550	250			340
实色面漆		340	340	340 (2.8 lb/gal)	420
多涂层实色面漆	630				
底盘漆		430	430	430 (3.6 lb/gal)	430
	强制		强制		强制
VOC检测方法	method 24	method 24	method 24, SCAQMD 304-91	method 24, SCAQMD 304-91	

注: 1.EPA: 环境保护署; National Rule 40 CFR 59 Subpart B—: 国家法40 联邦法典 59 子部件B—汽车修补漆国家挥发性有机化合物排放标准

2.CARB: 加利福尼亚空气资源董事会; Rule 1116 汽车修补作业

3.SCAQMD: 南海岸空气质量管理区; 法规1151 车辆及移动设备无装配生产线涂装作业

4.OTC: 臭氧输送委员会; Model Rule for Mobile Equipment Repair and Refinishing (2009) 移动设备修补与精饰示范法规 (2009)

5.Canada: 加拿大 SOR/2009-197 汽车修补产品条例 挥发性有机化合物 (VOC) 浓度限值

6. 丙酮, 醋酸甲酯, 醋酸叔丁酯以及对氯三氟甲苯是受欢迎的豁免溶剂

北美、欧洲及中国强制性汽车修补漆法规比较

豁免化合物仅在美国与加拿大两国使用，中国和欧盟无豁免化合物定义。

涂料	中国 GB24409-2009	美国 Rule1151	加拿大 SOR/2009-197	欧盟 2004/42	北京 BJ DB11/ 1228-2015
底漆, g/L	670	550 (美国国家标准)	340		540
中涂, g/L	670	250	250	540	540
底色漆 (效应颜料漆、实色漆), g/L	770	420 (实色) 680 (金属)	420 (实色) 680 (金属)	420	420
照光清漆, g/L	560	250	250	420	480
本色面漆, g/L	630	340	420	420	420
VOC 排放				45g/m ² (1999/13)	排气筒(NMHC): 20 mg/m ³

1. 对比中国和北美的色漆标准，在无豁免溶剂情况下金属底色漆770g/l仍是最合理的技术指标
2. 底漆，中涂，清漆，面漆都可以进一步降低VOC含量

谢谢!