



汽车涂装介绍

AUTOMOTIVE COATINGS INTRODUCE

- Part 0: 绪论
- Part 1: 涂装基础知识介绍
- Part 2: 涂装市场情况
- Part 3: 过滤器的选用
- Part 4: 涂装喷漆室过滤系统介绍

涂装为什么用过滤器？

- 保障喷漆的质量
- 保障人员的健康
- 过喷漆雾的收集&控制
- 环保需求



涂装需要控制的项目是什么？

1、颗粒物

名称	粒径/ μm	粒子数/(个/ cm^3)	尘埃量/(mg/m^3)
一般涂装	<10	<600	<7.5
装饰性涂装	<5	<300	<4.5
高级装饰性涂装	<3	<100	1.5

2、风速

3、气流流向

4、室内压力

5、换气次数

涂装车间及各室体的换气次数（次/h）

室体名称	换气次数	备 注
调漆间	15-20	供调漆量大的场合 ≥ 20 次/h
漆库	10	
PVC涂料供给室	10	
制纯水间	5	
实验室	5	
材料存储间	10	
滑橇、格栅清理间	10	
晾干（流平）室	≥ 30	有采用循环风，排补10%风量
喷、烘两用室	120	供修补喷涂用
洁净间	15	喷漆室和晾干室的外围空间，只供不排
打磨间	15	排风应大于供风以防打磨灰扩散入车间
涂装车间	4	北方冬季为节能可利用部分循环风
喷漆室	≥ 300	以室内截面风速计算为主，手工喷涂场合0.4-0.5m/s风速，静电喷涂场合0.3-0.35m/s
表面准备（擦净）室	≥ 200	以室内截面风速计算为主，擦净间0.2-0.25m/s

前序

典型的涂装工艺



➤ Part 1 涂装介绍

Part 1: 汽车涂装工艺



工业汽车车身喷涂

全球范围内汽车和卡车设备/服务商、金属车身和车辆底盘等



工业塑料零部件的喷涂

塑料零部件：保险杠、后视镜、盖子、头盔等



修补间

喷涂修补间、4S店和其他特殊产品的小喷涂车间等



其他喷涂的应用

家具、建筑的零部件、吊车、装载机、飞机等



表面喷漆处理的原因:

- 防止腐蚀或者材料的降解
- 延长产品的使用寿命
- 客户定制化和设计
- 增加产品价值
- 实现表面的功能性
 - 防止划痕
 - 车身自清洁
 - 增加防火性
 - 降低风阻
 - etc.



Part 1: 汽车涂装工艺

涂装常用术语定义:

- 底漆Primer Coat: 直接涂于被涂物表面的第一层油漆, 是涂层的基础
- 中间涂层, 简称中涂(Middle Coat): 是介于底漆和面漆之间的涂层
- 面漆(Top Coat): 是最后一层涂膜, 直接暴露在自然界中, 所以, 面漆要有很强的保护作用 and 装饰作用。

色漆 (Base Coat) : 涂料中含有着色颜料, 使其呈现一定的色彩, 故称为色漆, 也称为本色漆或实色漆。

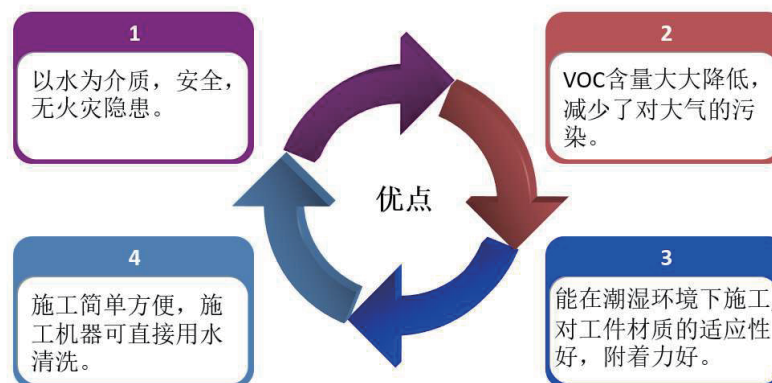
清漆(Clear Coat): 涂料中不含有着色颜料, 清澈透明的漆称为清漆。

- 阳极电泳 (AED) : 把被涂物做阳极 (即带正电荷) , 涂料为阴极 (即带负电荷) 的涂装方法。
- 阴极电泳(CED): 把被涂物做阴极 (即带负电荷) , 涂料为阳极 (即带正电荷) 的涂装方法。
- 过喷 (Over Spray) : 喷漆过程中未被工件有效吸收利用的漆。

Part 1: 汽车涂装工艺

涂装常用术语定义:

- 常用涂料有三种类型：溶剂型涂料、水性涂料、粉末涂料：
溶剂型涂料：是以有机溶剂为分散介质而制得的涂料。
水性涂料：凡是用水作溶剂或者作分散介质的涂料，都可称为水性涂料。
粉末涂料：以粉末形态进行涂装的涂料。
- “湿碰湿”（Wet on Wet）工艺：湿碰湿工艺是指连续两道涂层之间，没有烘干，第一道喷涂后，闪干几分钟，立刻喷涂第二道涂层，二道涂层闪干后，进烘道一次烘干固化。。
- 3C1B: **C**oat涂层**B**ake烘干，喷涂三次，烘烤一次



Part 1: 汽车涂装工艺

50年代, 腻子+中涂+面漆

70年代, AED+中涂+面漆

80年代, CED+中涂+2C1B面漆

90年代, CED+中涂多色化+2C1B面漆

90年~, 无铅CED+3C1B面漆

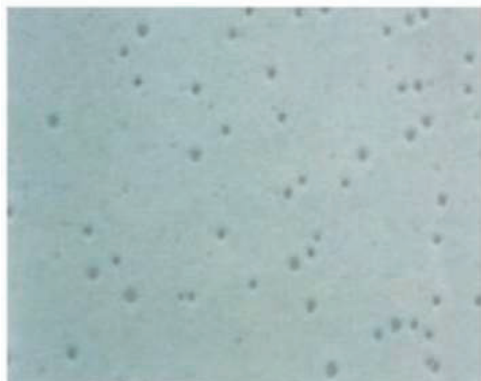
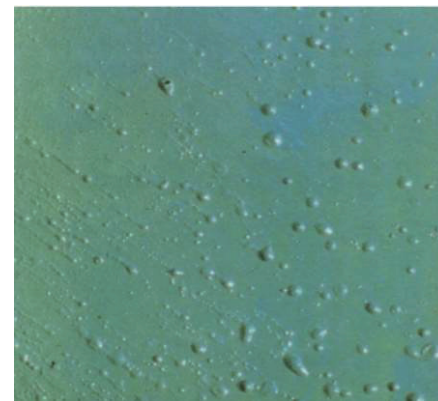
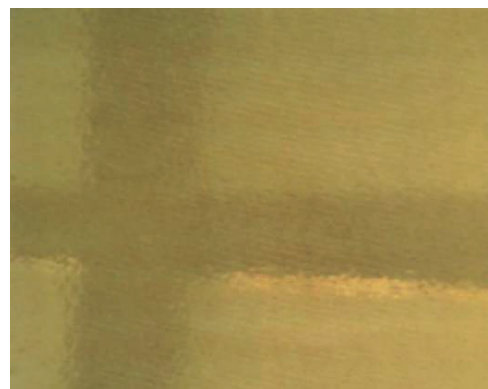
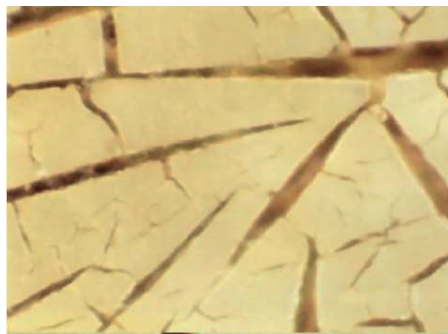
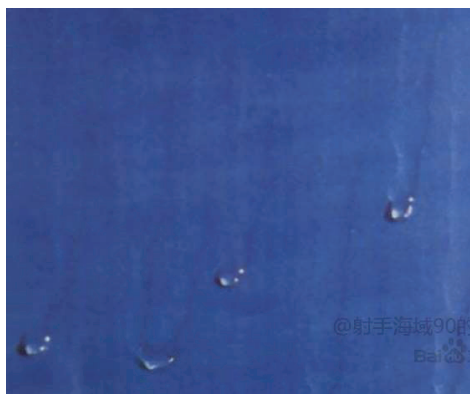
90年~, 无铅CED+水性中涂+2C1B水性面漆

未来发展, 环保、节能; 一体化涂装提高效率; 降低成本

Part 1: 汽车涂装工艺

涂装常见缺陷:

- 涂装常见的缺陷：流挂、颗粒、露底、盖底不良、咬起、缩孔、针孔、气泡、光泽不良、桔皮、砂纸纹、色差等。



Part 1: 汽车涂装工艺

钢铁, 铝, 涂锌钢铁, 其他金属

常用塑料 - ABS, PP, Nylon,
RIM,

罩光清漆 **Clearcoat**

底色漆 **Basecoat**

中涂底漆 **Primer**

电泳底漆 **Electrocoat**

底材 **Substrate**

罩光清漆 **Clearcoat**

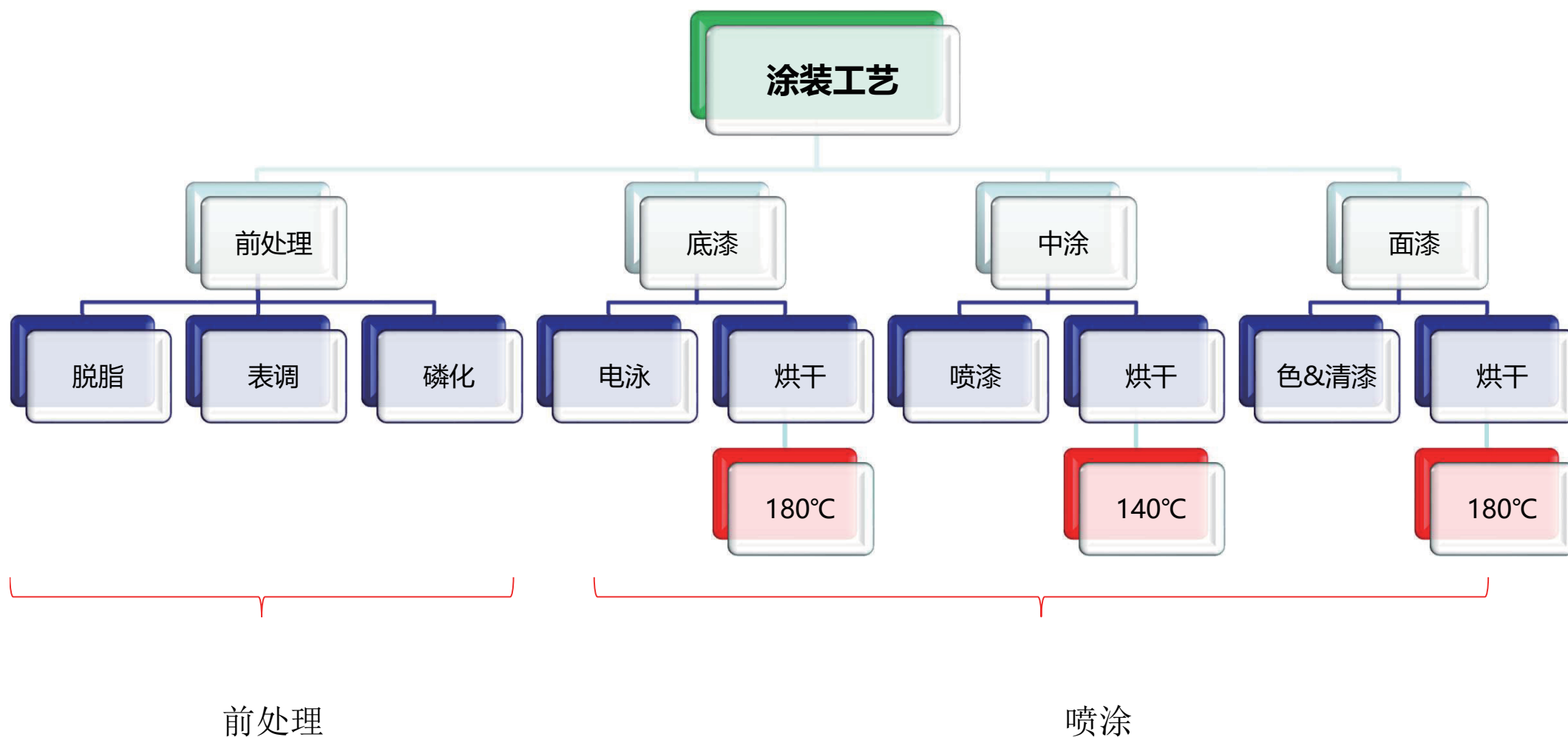
底色漆 **Basecoat**

底漆 **Primer**

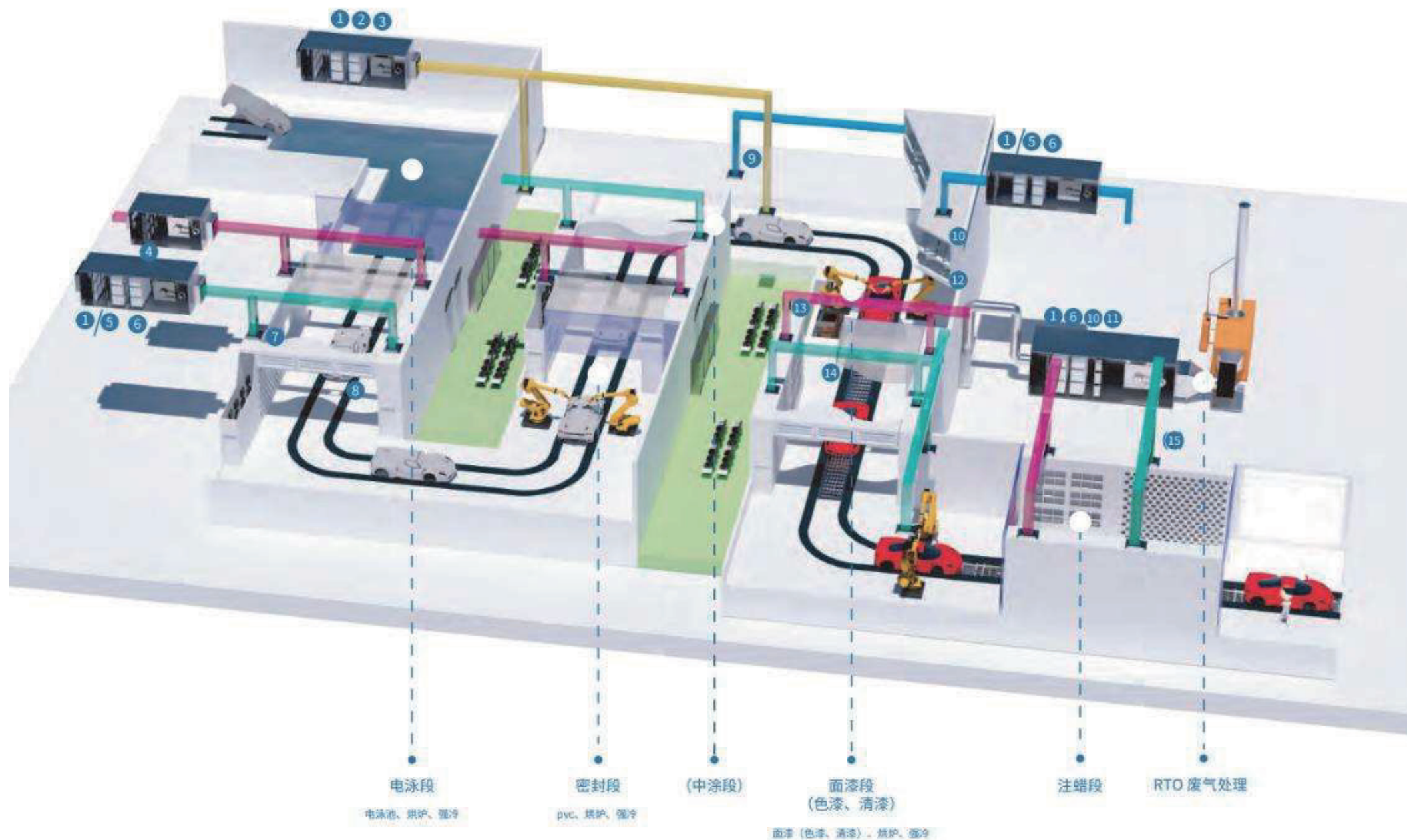
塑料底材

Part 1: 汽车涂装工艺

主要的涂装工艺段

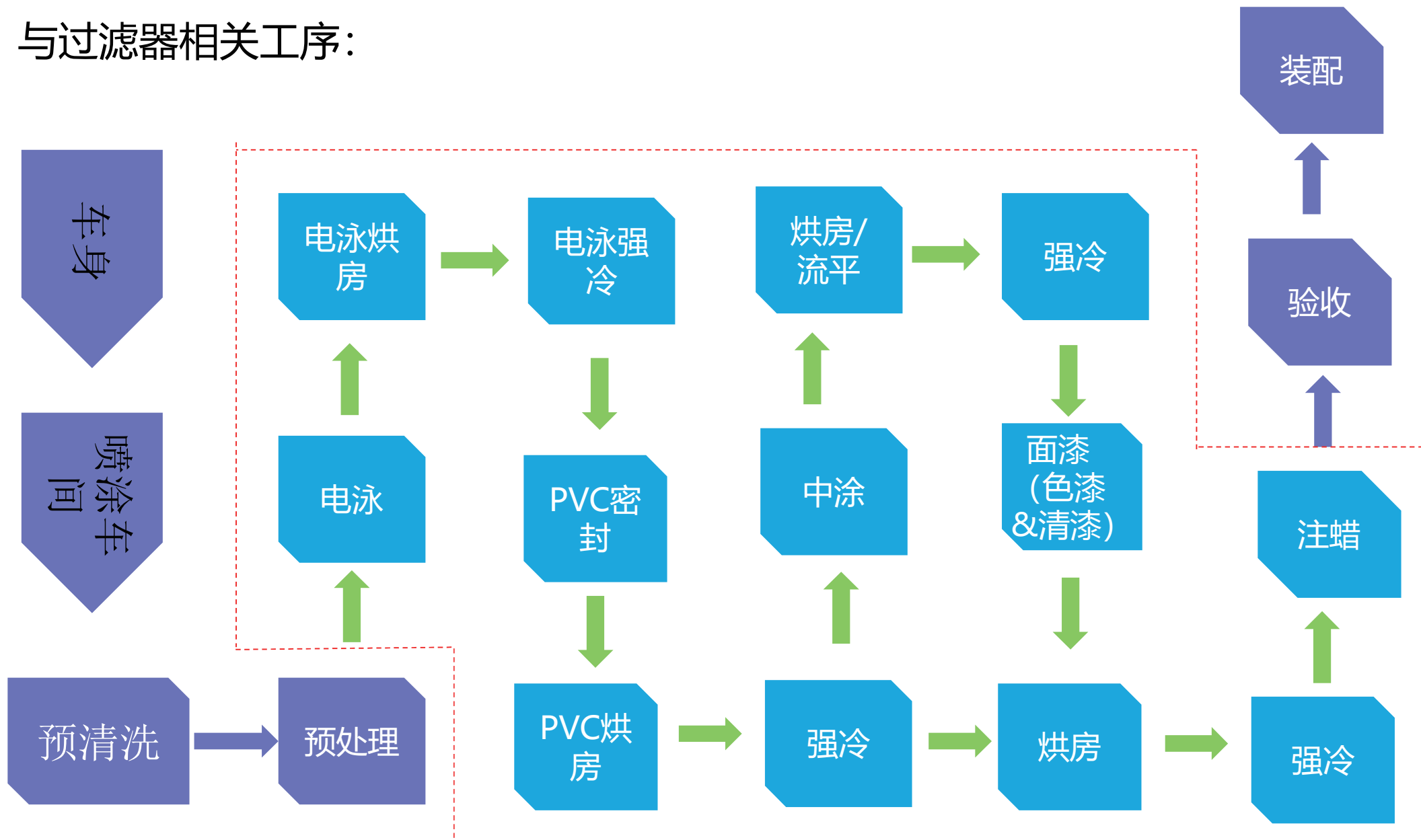


Part 1: 汽车涂装工艺



Part 1: 汽车涂装工艺

与过滤器相关工序:



Part 1: 汽车涂装工艺

汽车涂装细分工序:

电 泳: 电泳浸涂 - 清洗 - 吹干 - 电泳烘干 - 电泳强冷 - -

PVC : 粗密封 - 车底防护 - 细密封 - PVC烘干 - PVC强冷 - 电泳打磨 - -

中 涂: 人工擦净 - 鸵鸟毛自动擦净 - 人工喷中涂 (内) - 机器人喷中涂 (外) -
检查补漆 - 晾干 - 中涂烘干 - - 中涂强冷 - 中涂打磨 - -

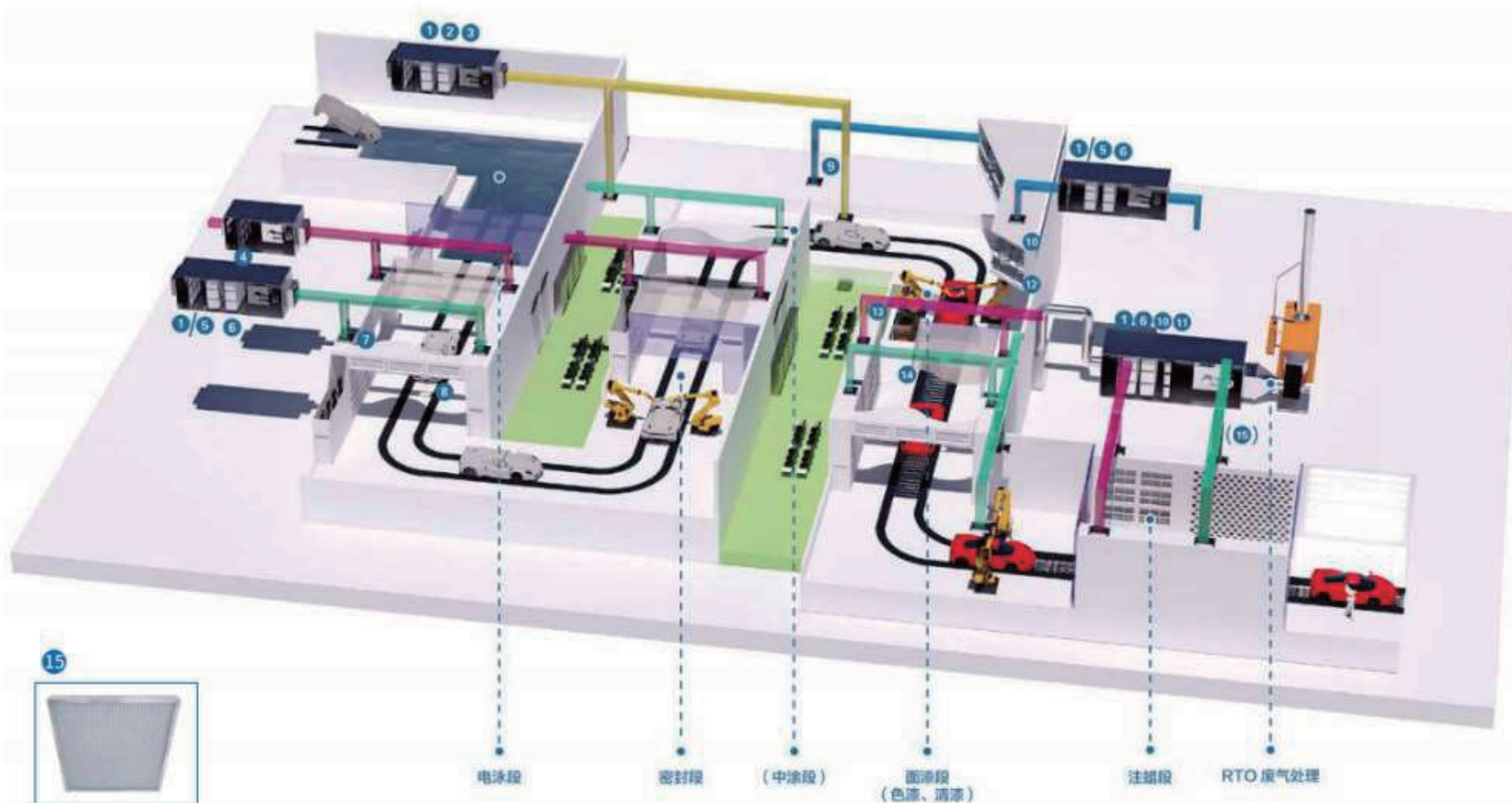
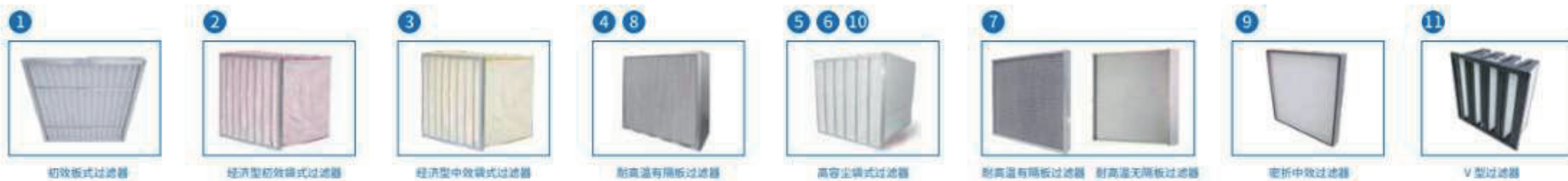
面 漆: 人工擦净 - 鸵鸟毛自动擦净 - 人工喷色漆 (内) - 机器人喷色漆 (外) -
检查补漆 - 晾干 - 人工喷清漆 (内) - 机器人喷清漆 (外) - 面漆烘干 -
面漆强冷 - -

修饰、检查 - -

注蜡 - -

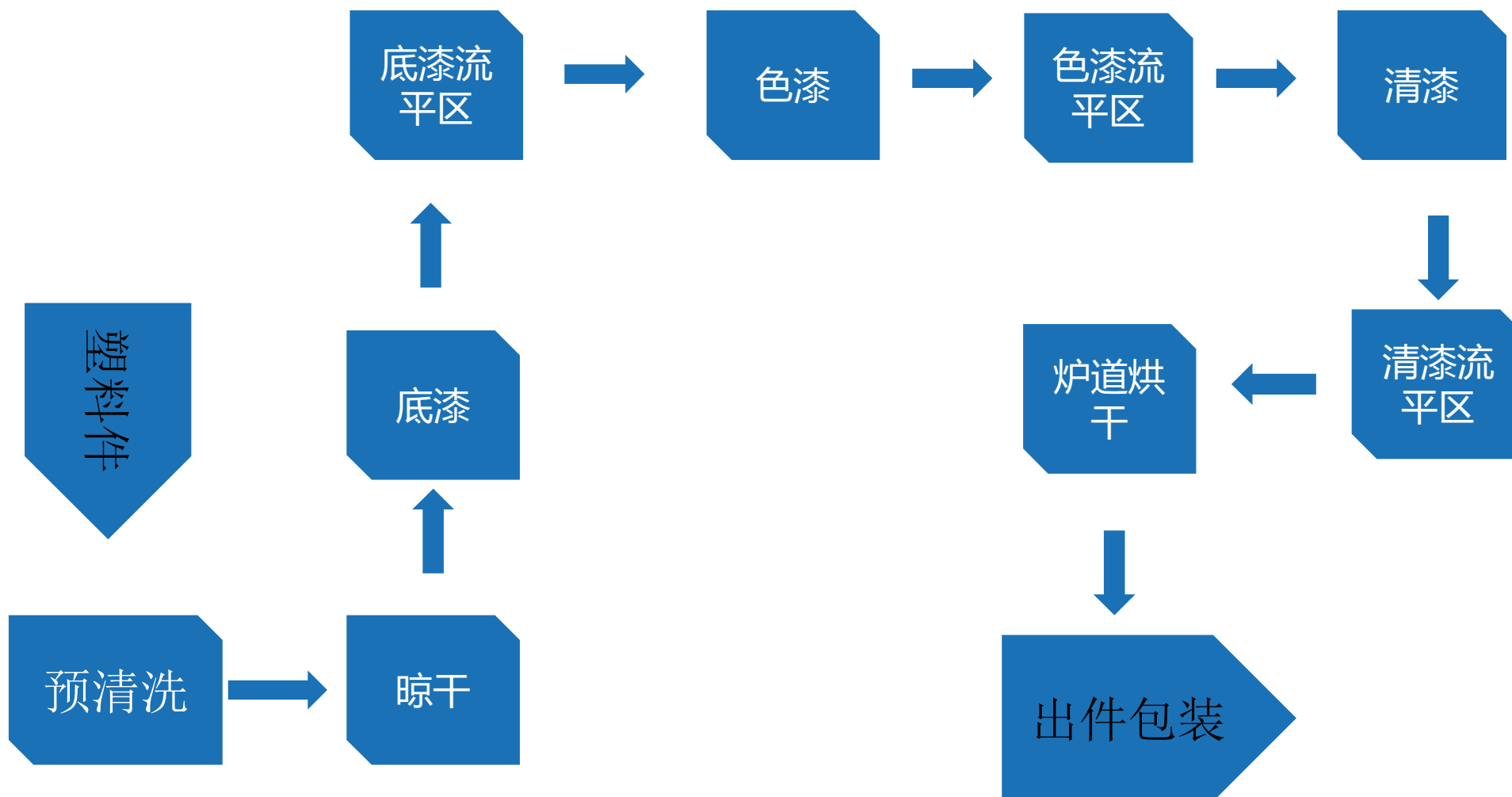
送总装车间

Part 1: 汽车涂装工艺



Part 1: 汽车涂装工艺

与过滤器相关工序（小涂装）：

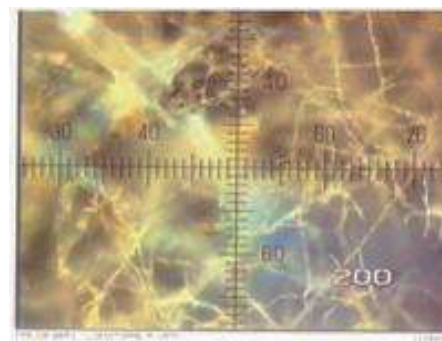
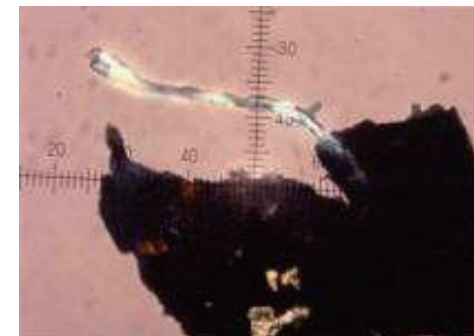


➤ Part 3: 过滤器的选用

Part 3: 过滤器的选用

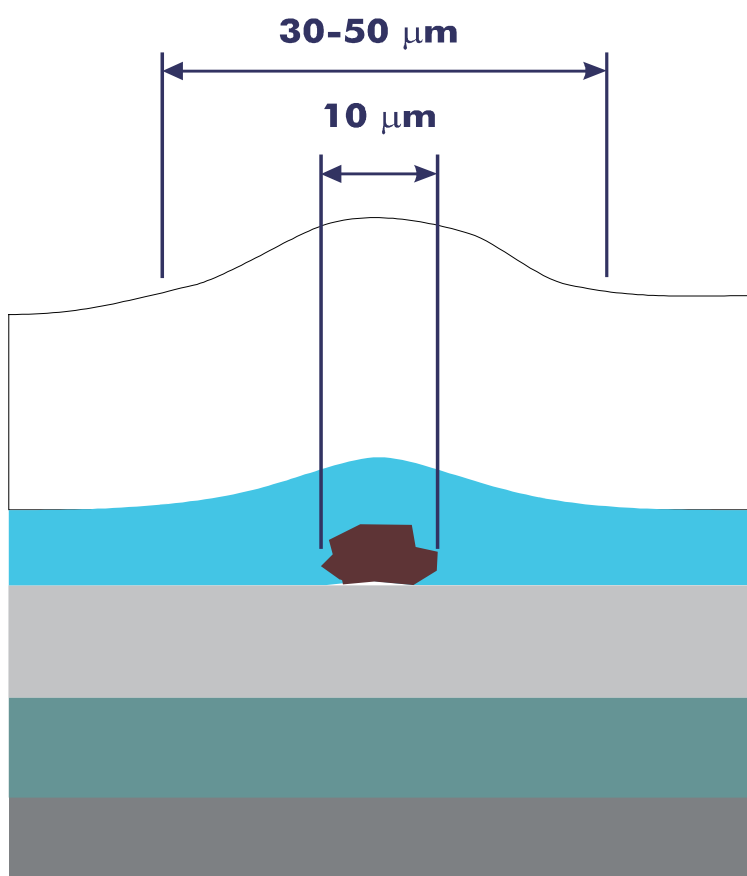
喷漆室中常见问题:

- 漆膜缺陷
- 不稳定气流
- 生产安全
- 卫生状况
- 能耗费用



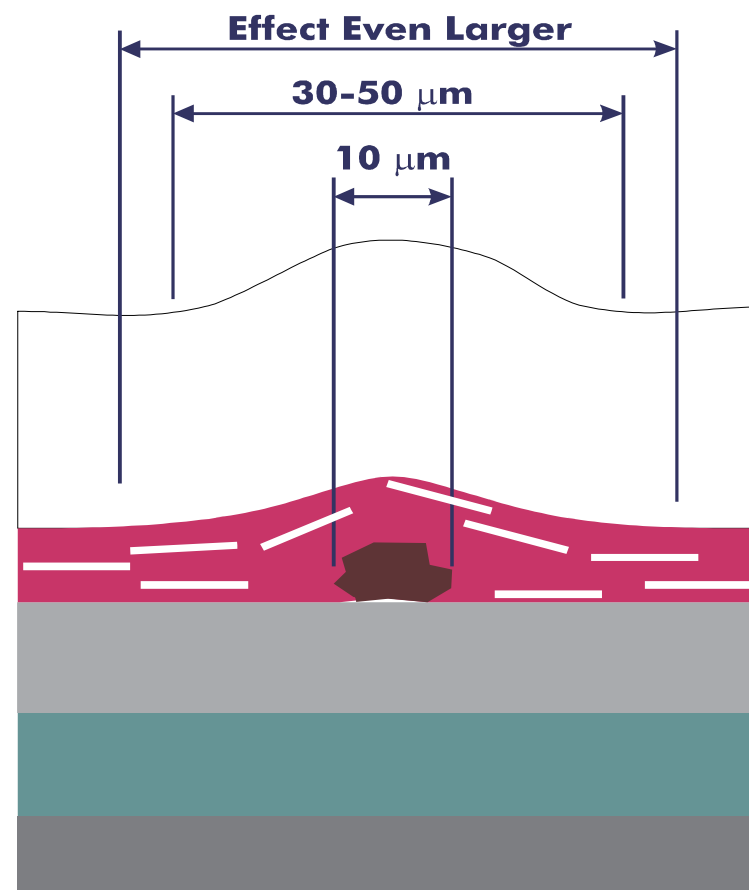
Part 3: 过滤器的选用

涂膜缺陷原因:



普通漆

罩光层
色漆层
中涂层
电泳漆层
车身

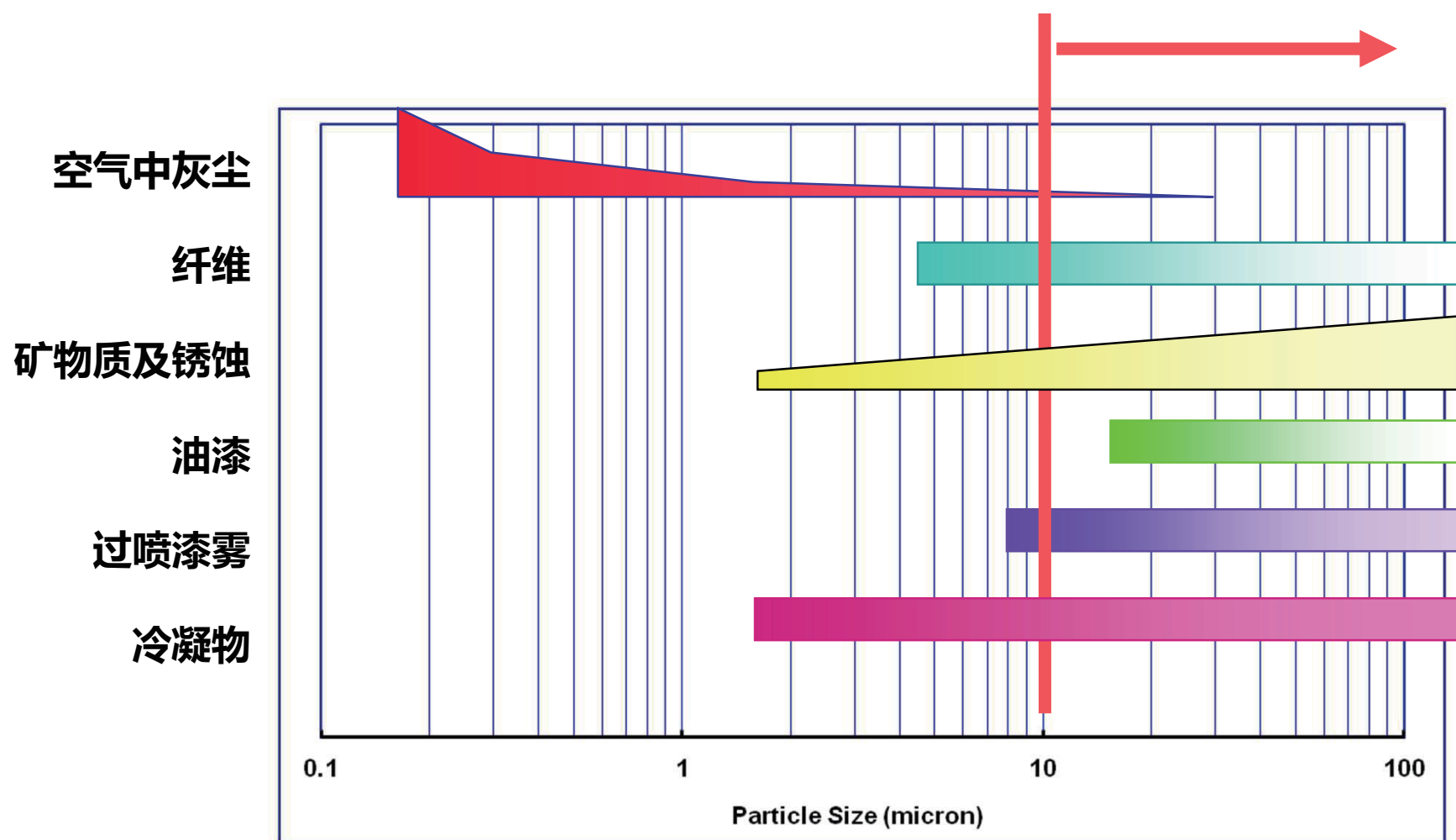


金属漆

Part 3: 过滤器的选用

喷涂缺陷污染源:

易产生涂膜缺陷的粒径



为什么要有很多种过滤器配合使用？ (VDI6022)

Table 3: Guide to filter grades

Approaching 100% retention of particles of size	General air filter description	Filter class selection
> 10 µm	Primary filters	G4 – M5
> 5 µm	Secondary filters	M6 – F7
> 2 µm	Secondary filters	F8 – F9
> 0.5 µm	Efficient Particulate Air (EPA) filters	E11
> 0.3 µm	High Efficiency Particulate Air (HEPA) filters	H13

Part 3: 过滤器的选用

常温过滤器应用:

➤ 初级过滤器

- 去除大颗粒
- 保护下级过滤器及设备

➤ 主过滤器

- 去除大于10um / 5um颗粒物
- 保护顶棉和设备

➤ 过滤顶棉

- 向喷漆室提供均匀气流
- 去除产生涂膜缺陷的颗粒物



板式过滤器



袋式过滤器



袋式过滤器



盒式过滤器



干法滤板



过滤顶棉 (日式)



过滤顶棉 (欧美)

过滤器配置原则： 前后相差**2-3**级为宜

Part 3: 过滤器的选用

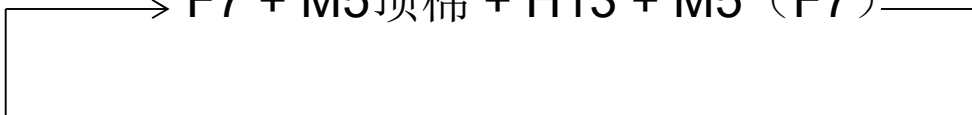
干法系统过滤器配置:

➤ 常温过滤器

- 新风空调箱: (G2+) M5 + F7

(Shop、Work area、PR/BC/CC)

- 回风空调箱: → F7 + M5顶棉 + H13 + M5 (F7) —



- 烘炉强冷: M5 + F7

➤ 耐高温过滤器

- 烘炉: F8 + F8
- 水性小烘房: M6 + F8

Part 3: 过滤器的选用

过滤器选择基准:

- 性能稳定
- 安全可靠
- 环保卫生
- 综合性价比高

兼顾采购、**能耗**、人员、维护、车身质量、库存等成本

- 现场管理 “零负担”

防火!
耐破!
不会成为二次污染源!
节能!
价格低!



Part 3: 过滤器的选用

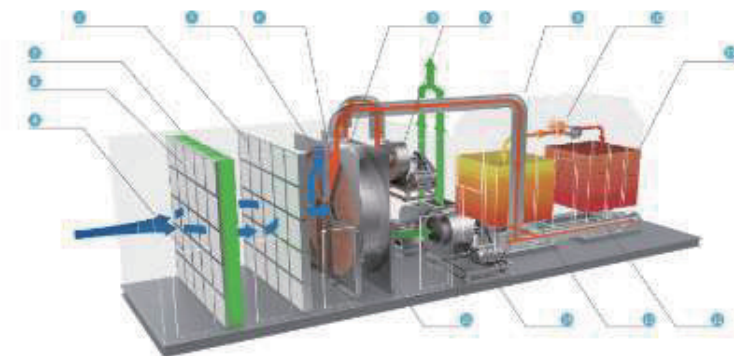
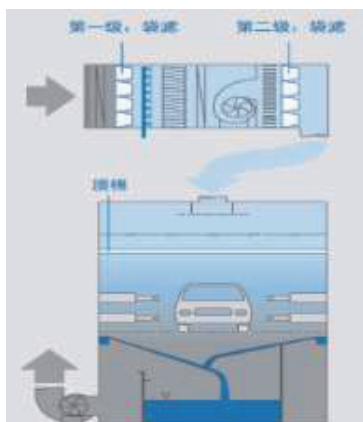
汽车涂装四大区域：

厂房通风

工艺通风系统

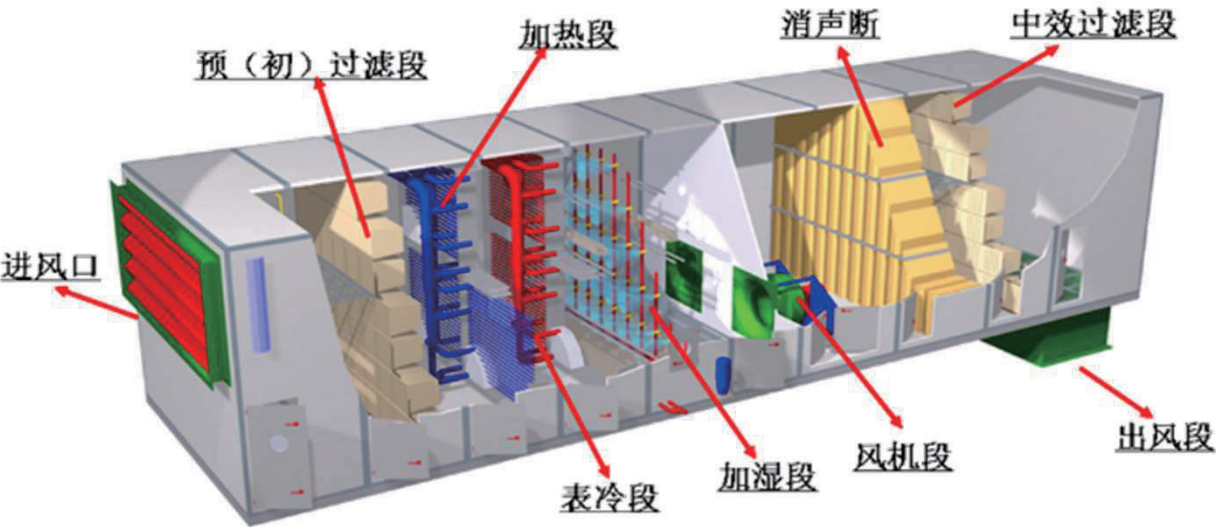
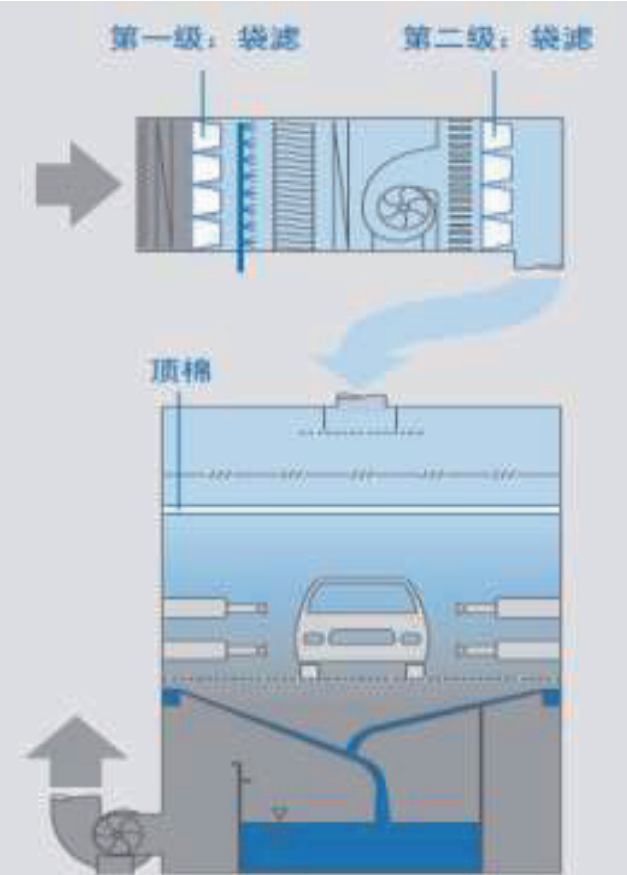
烘炉系统

RTO系统



Part 3: 过滤器的选用

厂房通风



应用位置	过滤要求	对应的产品
进风口预过滤	G2 - G4或无	粗效棉、板滤
空调箱	日系G3+M5 洛四院: G4+M6 杜尔、艾森曼M5/M6+ F8/F9	板式/袋滤+袋滤
洁净室/区域	M5	板滤
漆雾去除/排风过滤器	G4	板滤 (油雾毡、过滤棉或椰棕网)

Part 3: 过滤器的选用

工艺通风系统



水式文丘里



干式除尘板



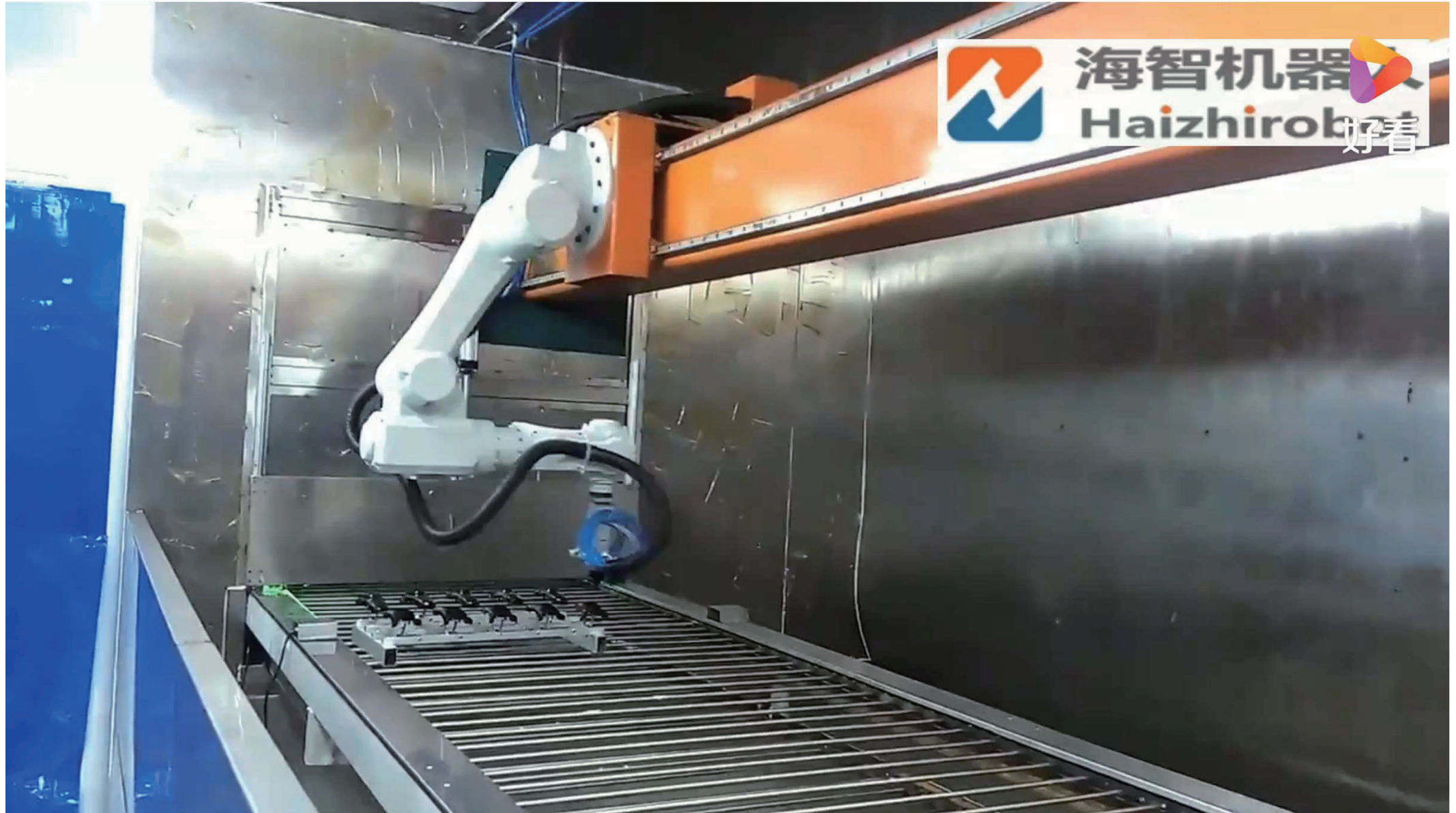
纸盒漆雾收集器

应用位置	过滤要求	对应的产品
进风口预过滤	G2 - G4或无	粗效棉、板滤
空调箱	(G3 - M6) + (M5 - F9)	板式/袋式过滤器+袋式/密褶式/盒式滤器
静压室	F7或散流孔板	袋式/密褶式/盒式过滤器
喷漆室顶棉	M5或M6	过滤棉
排风过滤器	> G4	板滤油雾毡、椰棕网

Part 3: 过滤器的选用



Part 3: 过滤器的选用



Part 3: 过滤器的选用



Part 3: 过滤器的选用



Part 3: 过滤器的选用

烘炉系统



闪干炉



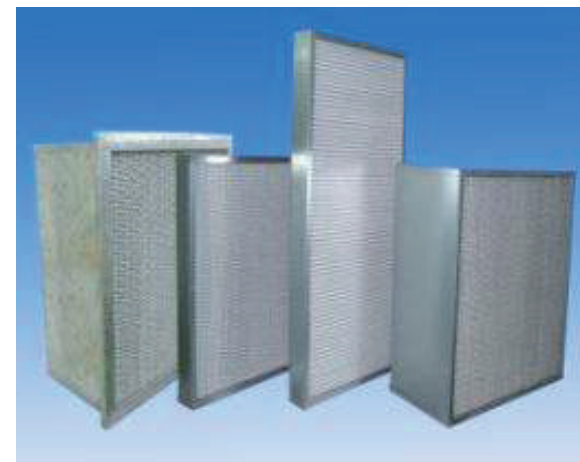
应用位置	过滤要求	对应的产品
新风过滤	G4; M6 - F8	板滤、袋滤
加热区、保温区过滤	G4, M6+F8, 至少耐温150 - 190度	耐高温板滤; 耐高温盒滤
冷却区过滤	M5 - F8	袋滤

Part 3: 过滤器的选用

高温过滤器应用:

➤ 耐高温过滤器

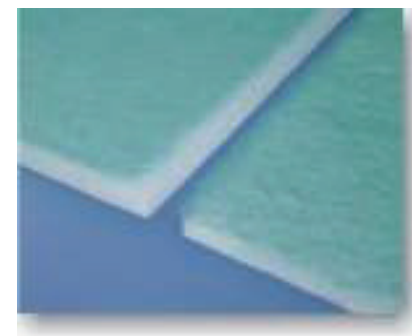
- 向炉道提供均匀的、高温气流
- 去除产生涂膜缺陷的颗粒物
- 气密封



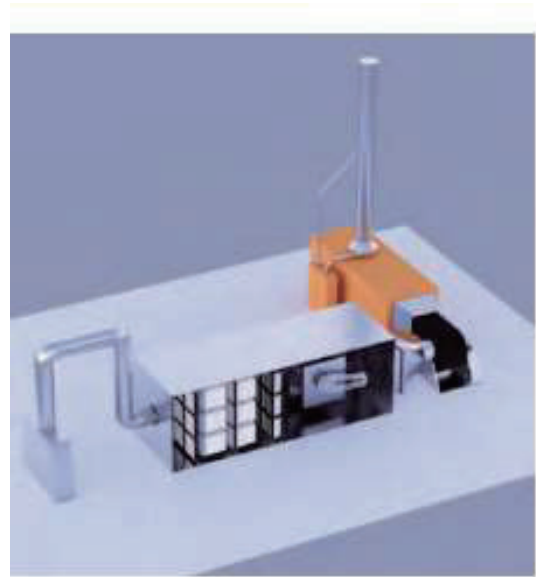
过滤器配置原则: M6/F8 + F8

➤ 排气过滤器

➤ 漆雾毡



Part 3: 过滤器的选用



RTO废气处理

废气处理系统

应用位置	过滤要求	对应的产品
新风过滤	G4; M6 - F8	板滤、袋滤
加热区、保温区 过滤	G4, M6+F8, 至少 耐温150 - 190度	耐高温板滤; 耐高温盒滤
冷却区过滤	M5 - F8	袋滤



小涂装过滤器选型

- 小涂装（如手机外壳、显示器外壳等塑料件）空气洁净度要求：
 - 喷涂室： ISO 7级（即万级洁净度）
 - 外围区域： ISO8级（即十万级洁净度）
- 过滤器配置：
 - G3 - G4板滤/袋滤+F5 - F9袋滤/密褶式过滤器+ H13(+F5顶棉),
 - 一般日系小喷涂较少用HEPA
- 车间通风： G3+F5
- 烘炉：一般用电或红外加热的居多，
 - 加装耐高温过滤器的较少（一般为G4 - F6密褶式板滤）

➤ Part 4: 涂装喷漆室过滤系统介绍



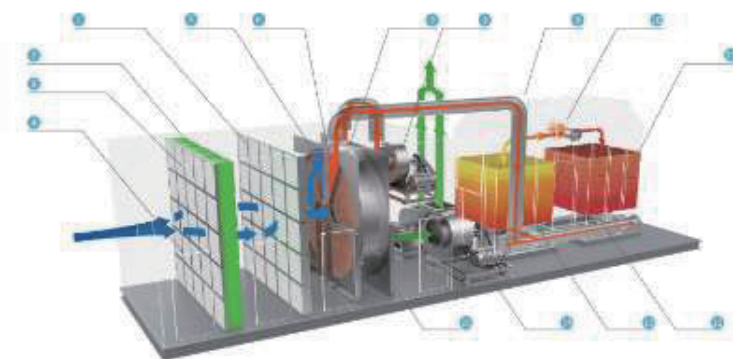
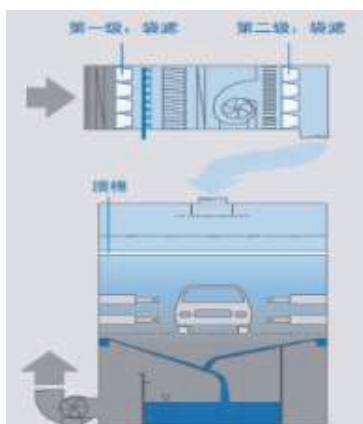
Part 4: 涂装喷漆室过滤系统介绍

厂房通风

工艺通风系统

烘炉系统

RTO系统



Part 4: 涂装喷漆室过滤系统介绍

分离类型	喷涂线漆雾收集类型	过滤器的配置	特点	代表性公司
湿式分离	水式文丘里	初效板式+中效袋式/盒式+顶棉	用水量比较大, 耗能也较大, 减少涂料颗粒排放能达到 $\geq 3\text{mg}/\text{m}^3$, 喷漆室排风一般不循环利用, 废渣无法再利用, 水中需要添加絮凝剂。夏天的时候, 循环水容易生菌, 发霉。影响空气环境	
干式分离	干式除尘板	初效板式+中效袋式+顶棉+除尘板(脉冲)	利用干石灰粉吸附漆雾, 不需要水, 少了大功率的水泵, 耗能相对而言小了30%左右。涂料颗粒物的排放为 $\geq 0.1\text{mg}/\text{m}^3$, 排风可以循环使用。干粉的环保作用体现在, 不存在废水, 废渣	DURR: EcoDryScrubber /石灰石系统 Eisenmann: E - Scrub/ 静电分离系统 九院+KELLER: 石灰石干式系统
	干式纸盒	初效板式+中效袋式/盒式+顶棉+纸盒+初效	相对除尘板系统成本较低, 纸盒可直接燃烧处理	Eisenmann: E - Cube/ 大纸盒,DURR: EcoDry X/纸盒系统

Part 4: 涂装喷漆室过滤系统介绍

	湿式分离	干式分离
无额外空调的直接再循环空气	不相关	+
为满足工业卫生要求而对供风房的要求	-	+
颗粒排放的减少 (3mg/Nm ³)	-	+
废漆的进一步处理	不相关	+
热回收系统	-	
分离系统的工艺水及水处理设备	-	不需要
由于水的残留对风管的影响	-	不需要
由于水和油漆的残留对风管的污染	-	不相关
废渣处理	-	不相关
处理槽和风管内细菌生长 需要额外的化学药剂 (细菌、真味、泡沫)	-	不相关
由化学药剂控制的凝结工艺	-	不相关
配比 油漆固体比例: 水/油漆固体: 预涂层材料	1: 1或1: 2 油漆固体: 水	1: 4 油漆固体: 预涂层
+ = 优势 - = 劣势		

Part 4: 涂装喷漆室过滤系统介绍

干式系统的市场变化:



Part 4: 涂装喷漆室过滤系统介绍

杜尔涂装系统:



分离系统	干式分离		湿式分离	
特点	最大分离程度	工艺简单、稳定	标准	
			总高度>3.5m	总高度<1.4m
产能	++	+	++	+
排放	<0.1mg/Nm ³	0.5-3.0mg/Nm ³	<3.0mg/Nm ³	<3.0mg/Nm ³
压降	持续的	增加的	持续的	持续的
运行和维护	专业人员	培训人员	专业人员	专业人员
适用于	全新项目和改造项目			

Part 4: 涂装喷漆室过滤系统介绍

艾斯曼涂装系统:

分离系统	3-级干燥过滤器	E-Cube	Venturi(circ.)	E-Scrub
类型	简单, 适合小型系统	简单, 无添加剂	标准	Best separation lowest pressure loss
过喷容量	0	+	++	++
排放量	0.5-2mg/m3	0.5-2mg/m3	<3mg/m3	0.3-0.8mg/m3
压力损耗	上升	上升	不变	不变
操作和维修人员	非专业人员	非专业人员	专业人员	专业人员

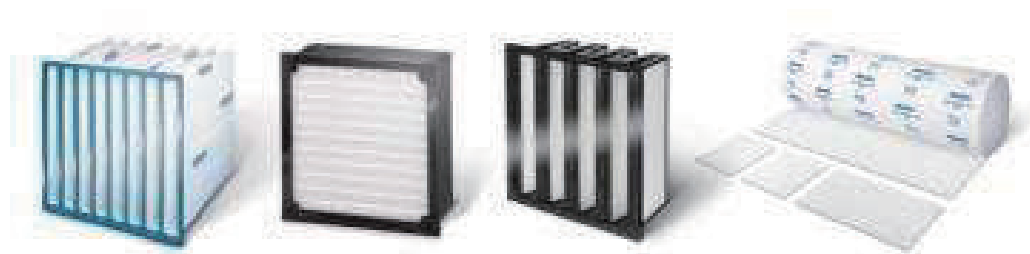
新风/排风水式文丘里喷涂线的过滤系统

关键方面/主要因素:

- 关键点, 10um直径的颗粒物可导致油漆破坏
- 高的工艺安全/可靠, 卫生方面
- 寿命长, 能效

建议使用过滤器设置:

- 紧凑型过滤器G3-M6, 用于预过滤和第二级过滤
- 第二级过滤: 盒式/袋式过滤器, M6-F7效率
- M5-M6顶棉



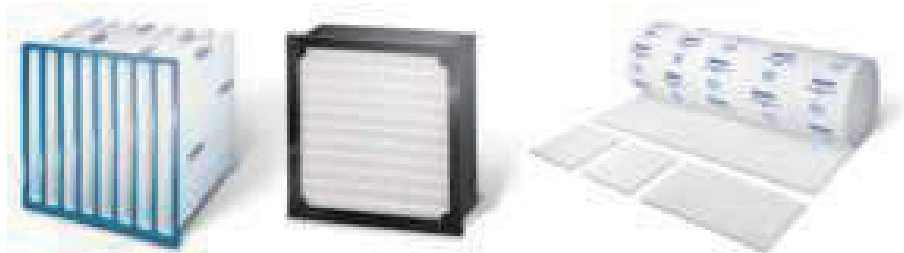
水式文丘里循环风喷涂线的过滤系统:

关键方面/主要因素:

- 10um直径的颗粒物可导致油漆破坏 (有时候是5um)
- 高的工艺安全/可靠性, 长的运行周期
- 水式文丘里之后对于2um的过滤效率

建议使用如下过滤器设置:

- 紧凑型过滤器M5-M6, 用于第一级和第二级过滤 (通常应用于低于3000CMH下)
- 第三级过滤: 盒式过滤器, F7-F8效率
- M5-M6顶棉



干式除尘板设备（石灰粉）喷涂线的过滤系统:

关键方面/主要因素:

- 关键点, 10um直径的颗粒物可导致油漆破坏
- 高的工艺安全/过滤板的可靠性 (细石灰粉在1um的范围)
- 长寿命, 能效

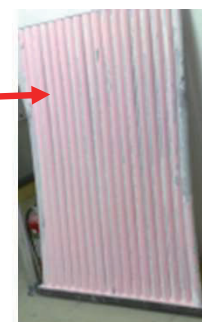
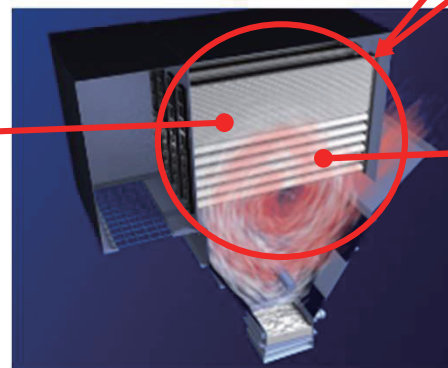
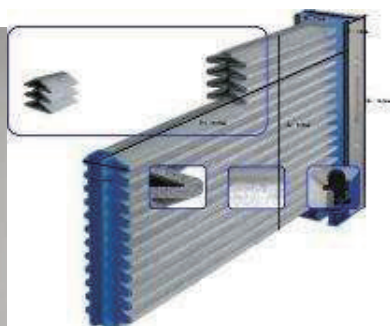
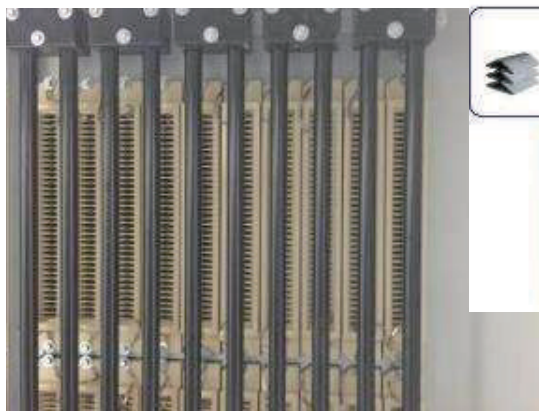
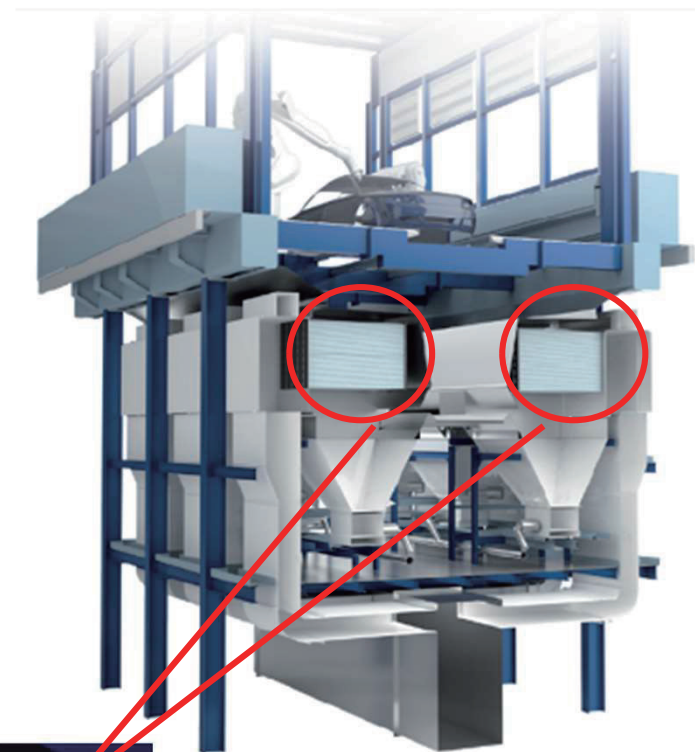
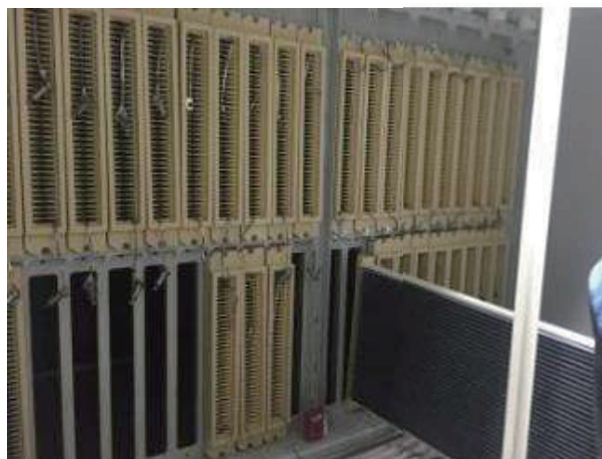
建议使用如下过滤器设置:

- 干式除尘板/纳米过滤板
- 紧凑型/MX循环过滤器 (M5-F7)
- M5-M6顶棉



Part 4: 涂装喷漆室过滤系统介绍

除尘板安装照片：



Part 4: 涂装喷漆室过滤系统介绍

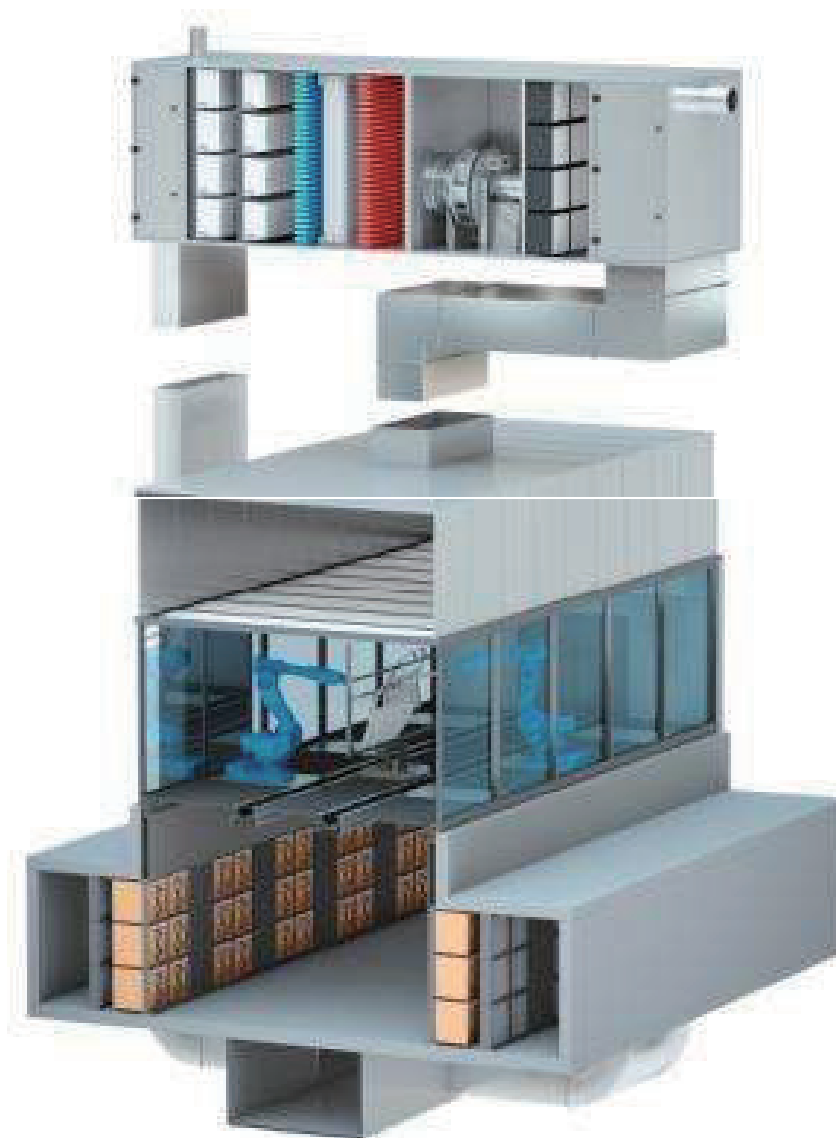
纸盒模块喷涂线的过滤系统:

关键方面/主要因素:

- 关键点, 10um直径的颗粒物可导致油漆破坏
- 高的工艺安全性
- 高的分离效率和过喷的使用寿命
- 长寿命, 能效

建议使用如下过滤器设置:

- 纸盒系列产品
- CPACK和紧凑型袋滤作为回风使用 (G3-M6)
- M5顶棉



Part 4: 涂装喷漆室过滤系统介绍



Part 4: 涂装喷漆室过滤系统介绍



Part 4: 涂装喷漆室过滤系统介绍

	纸盒过滤器					
	Coarse	medium	fine	Coarse S	Medium S	Fine S
尺寸	485x485x495	485x485x495	485x485x495	485x485x295	485x485x295	485x485x295
克重	1.6KG	1.9KG	2.2KG	0.8KG	1.1KG	1.4KG
容器量	Approx. 20kg					
防火等级	F1	F1	F1	F1	F1	F1
额定风速	2.3-3.5	2.3-3.5	2.3-3.5	2.3-3.5	2.3-3.5	2.3-3.5
初始压差	22	44	60	11	42	43
使用寿命	两周-两月					
监测方式	压差表					

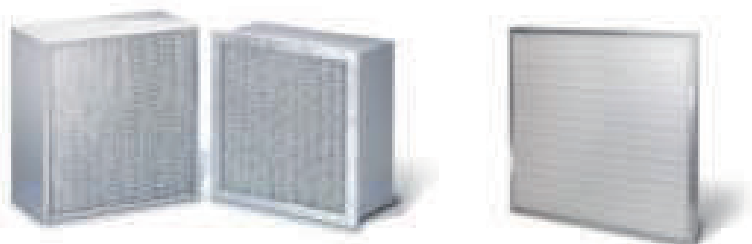
用于湿涂料干燥炉中的过滤:

关键方面/主要因素:

- 关键点, 10um直径的颗粒物可导致油漆破坏
- 冷凝物的堆积受到限制
- 高的工艺安全性
- 长寿命, 能效

建议使用如下过滤器设置:

- HT10或者HT10B (M6) 在循环系统中
- HT10 (M6) 或者HT2.5 (F8) 在炉道中



Part 4: 涂装喷漆室过滤系统介绍



HiTemp - Frame depth 292 mm

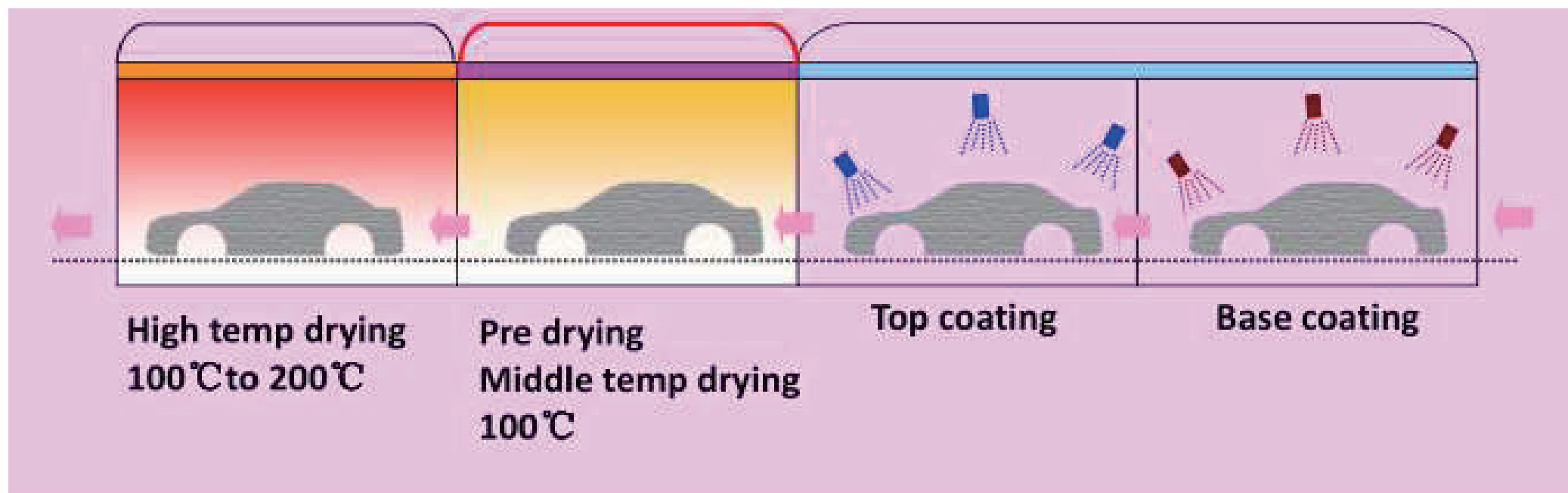


序号	HT60C	HT60A	HT90A	HT90C
尺寸	610x610x292	610x610x292	610x610x292	610x610x292
风量	3400	3400	3400	3400
效率	M6		F8	
初阻力	100	140	120	150
终阻力	300	300	300	300
容尘量 (AC)	520	420	520	420

序号	HT10			HT2.5		
尺寸	610x610	915x457	457x915	610x610	915x457	457x915
风量	1600	1800		1600	1800	
效率	M6			F8		
初阻力	30			80		
终阻力	300			300		
容尘量 (AC)	300	335		270	305	

Part 4: 涂装喷漆室过滤系统介绍

关于喷涂的油雾处理方案:



Part 4: 涂装喷漆室过滤系统介绍

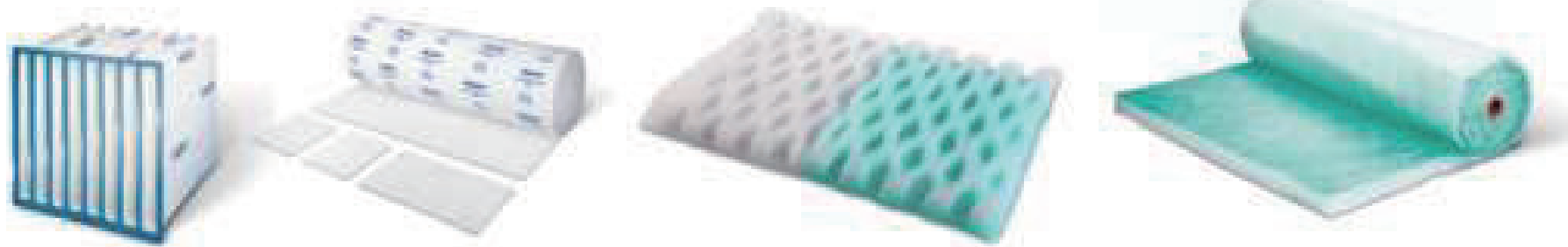
维修房中的过滤:

关键方面/主要因素:

- 关键点, 10um直径的颗粒物可导致油漆破坏
- 长寿命, 能效
- 期望的排放浓度小于 $3\text{mg}/\text{m}^3$

建议使用如下过滤器设置:

- 紧凑系列袋式过滤器 (M6)
- M5顶棉
- 漆雾毡

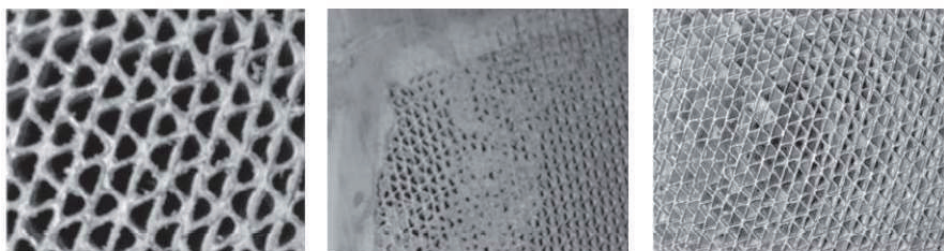


Part 4: 涂装喷漆室过滤系统介绍

沸石转轮+RTO (Regenerative Thermal Oxidizer) 处理VOCs系统:

沸石转轮容易存在的问题:

- 1、堵塞
- 2、焖烧
- 3、高沸点VOCs聚合



运行3年的转轮表面

运行3年的转轮边缘

尚在调试阶段的转轮

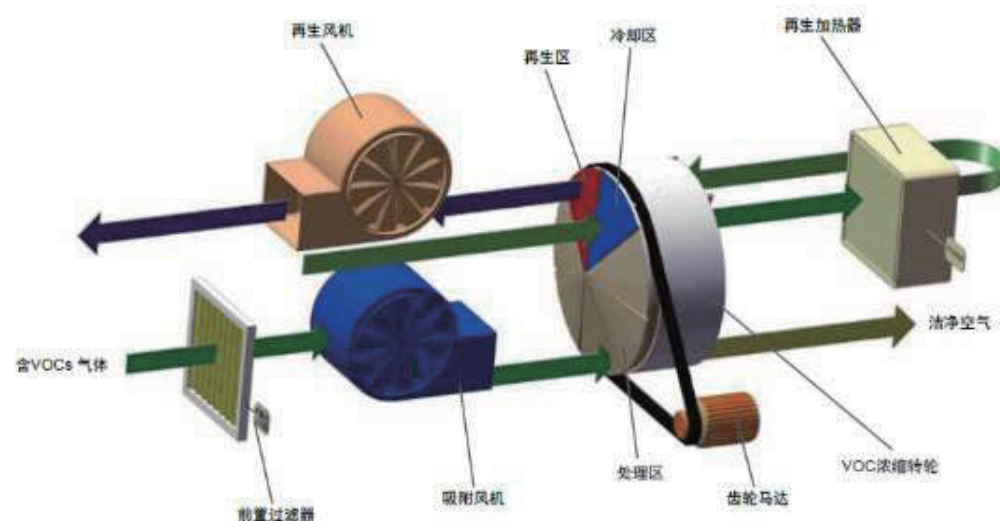
图1 沸石转轮堵塞状态

过滤器的作用:

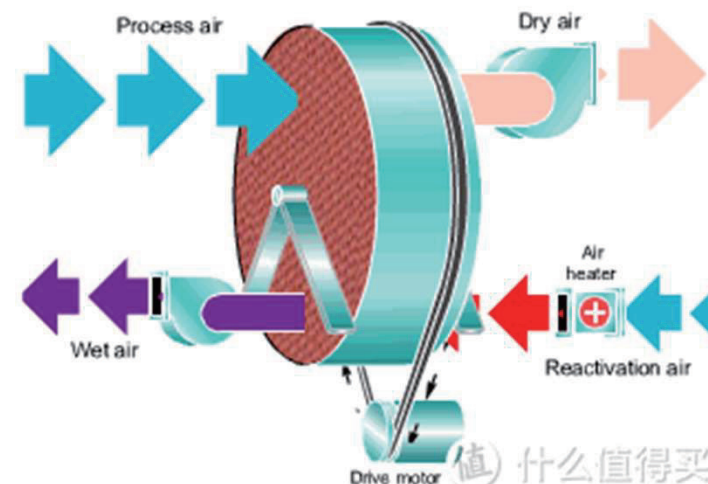
- 漆雾预处理
- 延长转轮使用寿命

级别	产品描述	过滤效率	备注
G4	板式过滤器	≥90%计重效率	
M6	袋式过滤器	$60\% \leq A \leq 80\% @ 0.4\mu m$	可选
M7	袋式过滤器	$80\% \leq A \leq 90\% @ 0.4\mu m$	
F9	V型过滤器	≥95% @ 0.4μm	

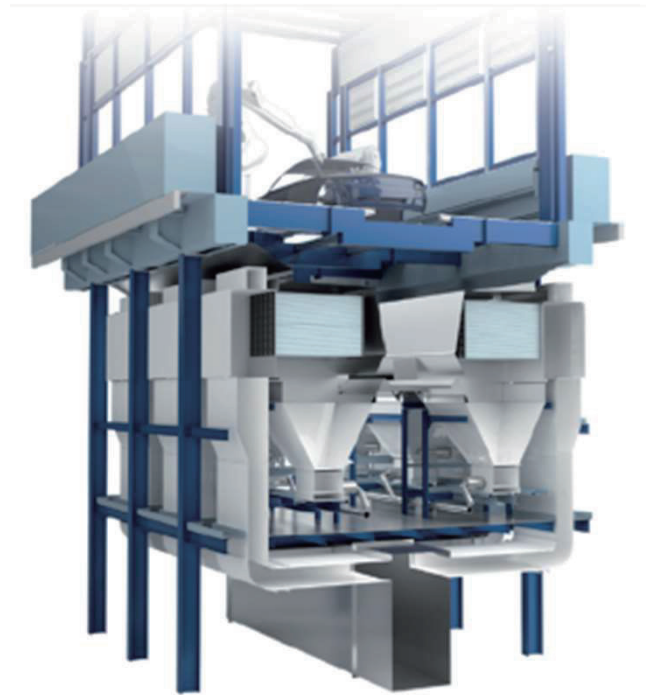
转轮系统



Munters Desiccant Rotor Principle

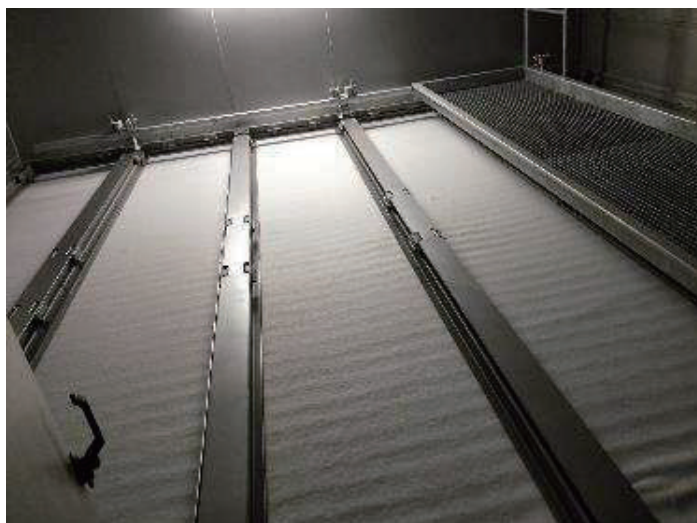


➤ Part 5: 应用实例



Part 4: 应用实例

顶棉的安装



Part 4: 应用实例

耐高温过滤器的安装:



过滤器



Part 4: 应用实例

空调箱过滤器的安装:



Part 4: 应用实例

转轮前置过滤器的安
装：

