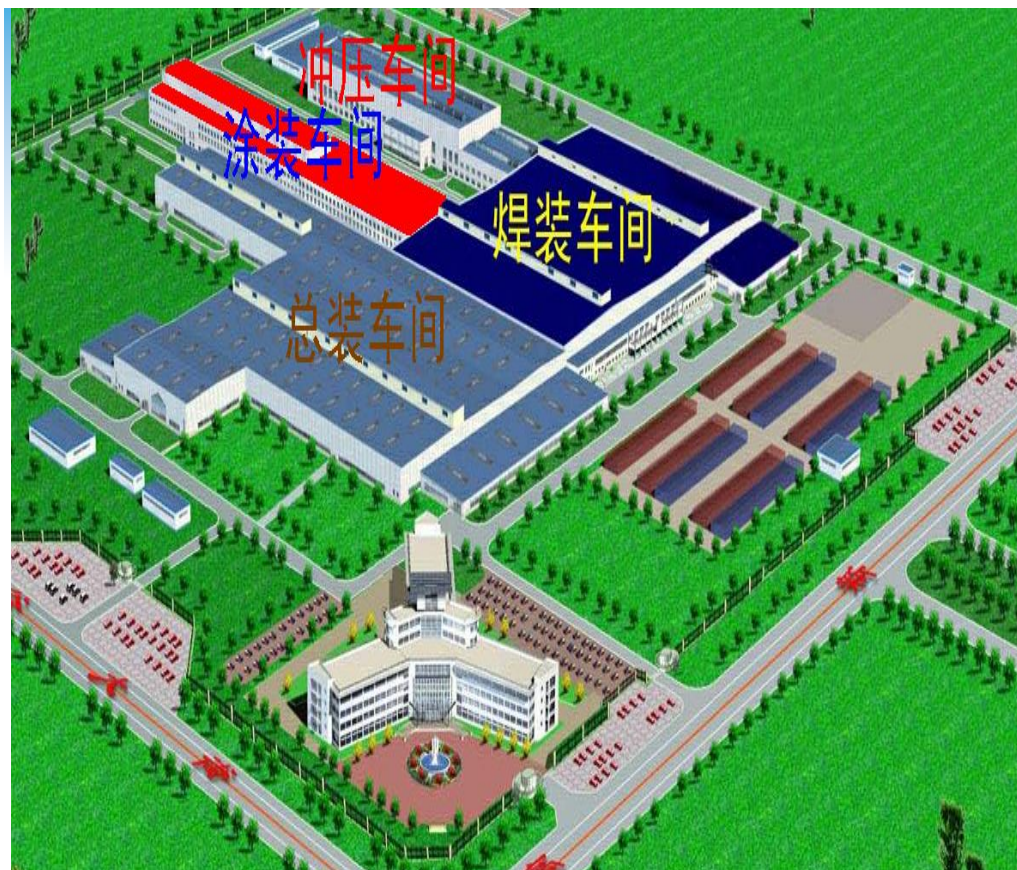


汽车涂装涂料、工艺与应用





主要工艺



冲压



焊装



涂装



总装

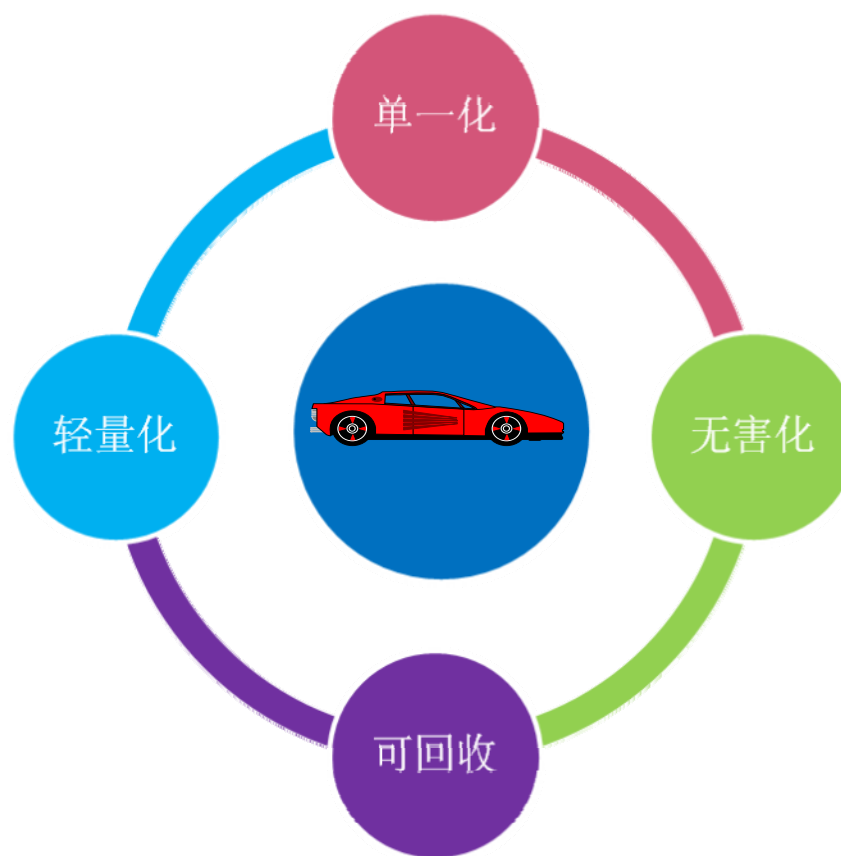


第1部分：汽车涂料

1.1 汽车用材总体要求

- 轻量化
- 单一化
- 无害化
- 可回收化
- 低成本化
- 低散发性

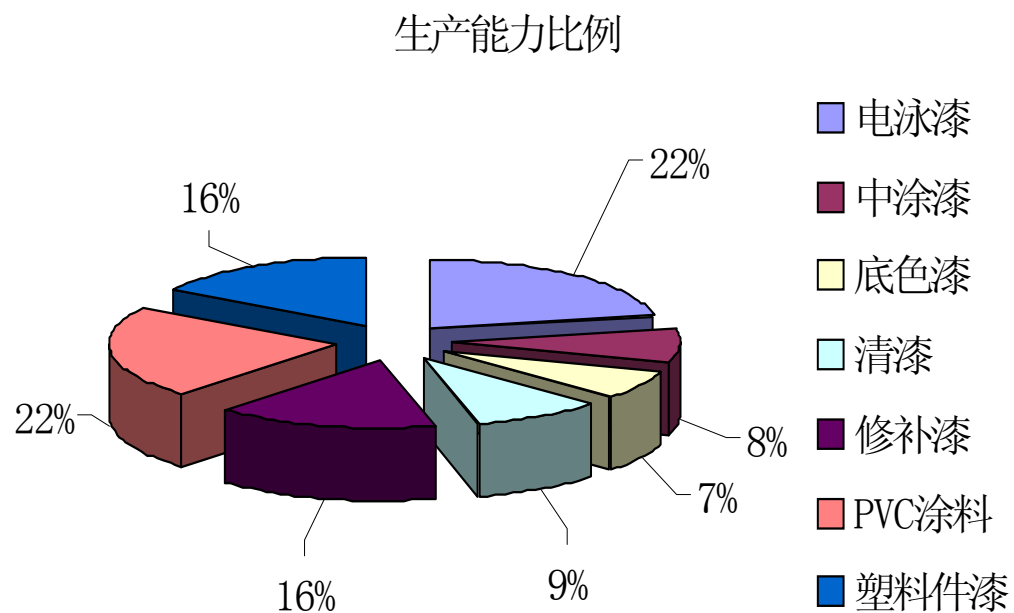
.....



1.2 汽车涂料生产情况对比

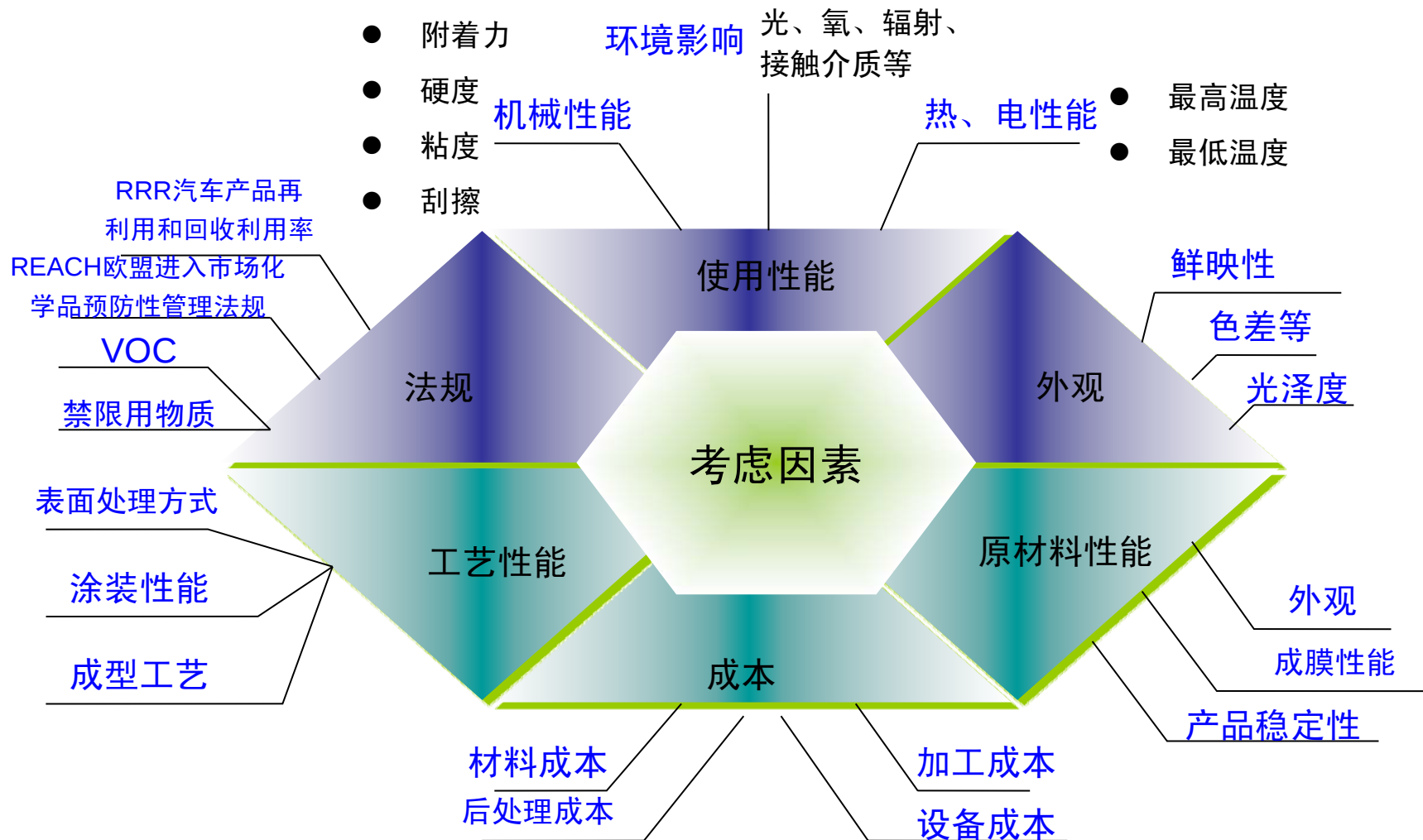
其中某一年为例，中国新车涂料需求量约为20.5万吨，汽车修补漆为7万吨，零部件漆3万吨，PVC涂料约为7万吨左右。

此年度中国汽车涂料生产能力比例图



1.3 选材介绍-选材原则

满足基本性能，材料轻量化，单一化，无害化



1.4 涂料

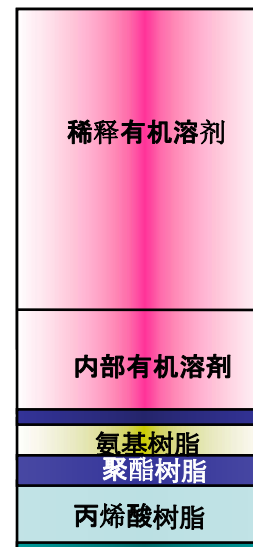
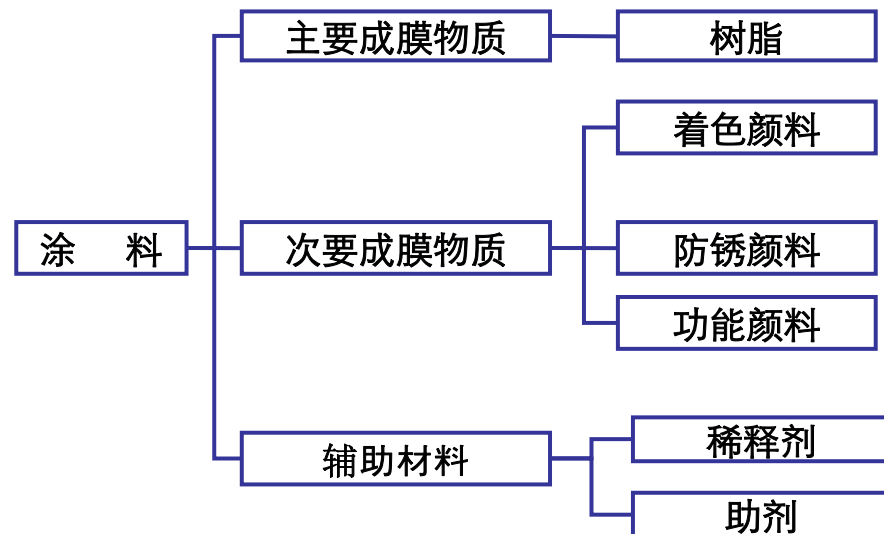
▶ 涂料的定义：

能涂覆在被涂物件表面并能形成牢固附着的连续薄膜的材料。

▶ 涂料的作用

- ① 保护作用
- ② 装饰作用
- ③ 标志作用
- ④ 特殊作用

▶ 涂料的组成



产品	主要成分	配比
电泳	环氧树脂	70~78%
	钛白粉和高岭土	20~30%
	其他添加剂	1~2%
中涂	聚酯	30~35%
	氨基树脂	15~20%
	钛白粉	40~45%
	添加剂	5~10%
色漆	丙烯酸树脂	58~63%
	氨基树脂	20~23%
	颜料紫/黑云母等	3~11%
	其他添加剂	10~16%
清漆	丙烯酸树脂	58~63%
	氨基树脂	30~32%
	其他添加剂	6~14%

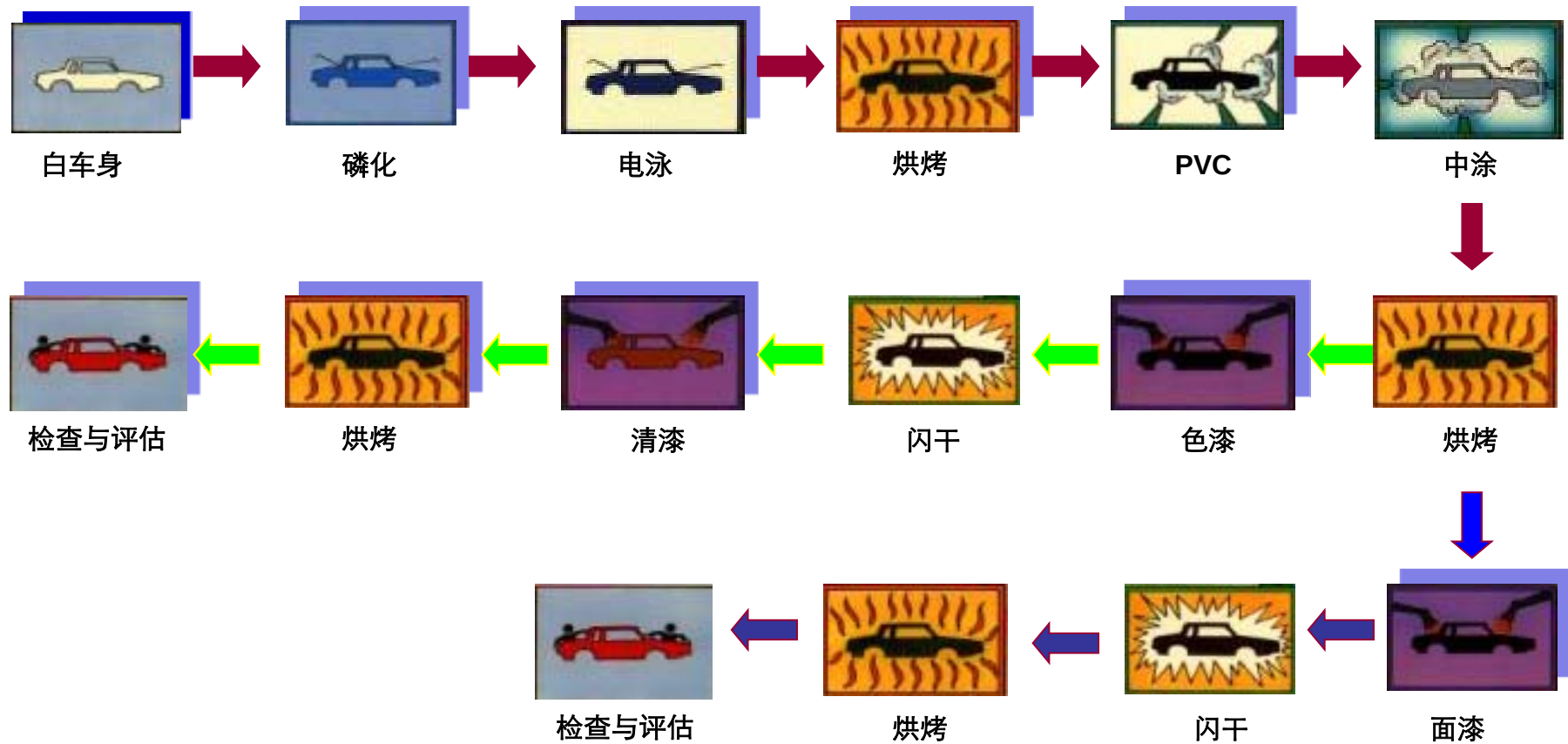
➤汽车涂装结构

油漆涂层结构分四涂层体系（实色漆）和五涂层体系（金属漆和基色漆），如图所示：



本色系	金属闪光色系	珠光色系
本色面漆30~40μm	罩光清漆30~40μm	罩光清漆30~40μm
中涂30~40μm	金属底色漆15~20μm	珠光色漆20~30μm
电泳底漆20~30μm	中涂30~40μm	底色漆20~40μm
	电泳底漆20~30μm	中涂30~40μm
		电泳底漆20~30μm

1.5 涂装工艺



1.6 涂料产品介绍

1.6.1 磷化

目的：主要保护金属被腐蚀；主要用于涂装前打底，提高漆膜层的附着力和防腐蚀能力；

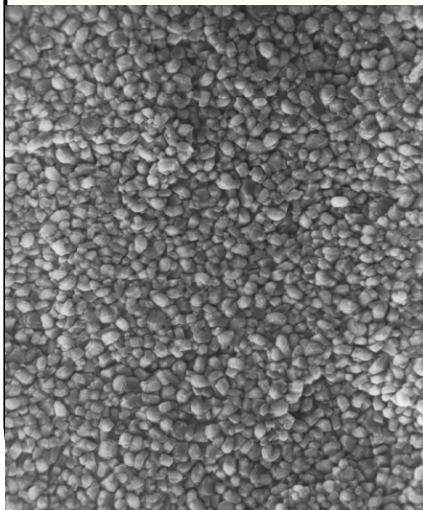
定义：钢铁件在含有锌、锰、铁的磷酸盐溶液中经过化学处理，在其表面形成一层难溶于水的磷酸盐保护膜，这个化学处理过程称为磷化。

磷化处理方式有**喷淋式**、**浸渍式**和**喷淋结合式**三种。

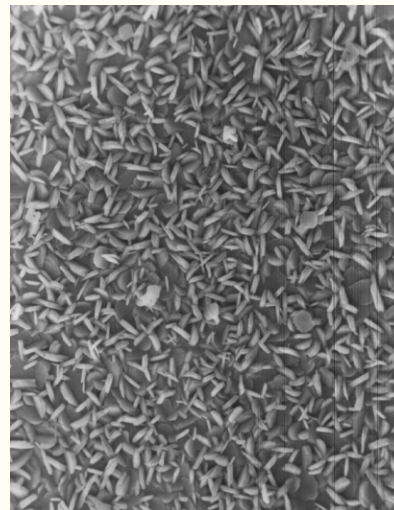
喷淋处理方式所得磷化膜的磷酸锌的含量高，结晶成针状且粗；浸渍处理方式所得的磷酸二锌铁含量高，结晶成粒状其致密，其耐蚀性和涂膜附着力好。

不同汽车板材的磷化晶貌

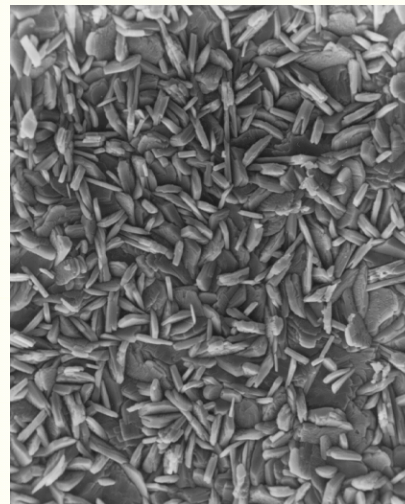
CRS（冷轧钢）



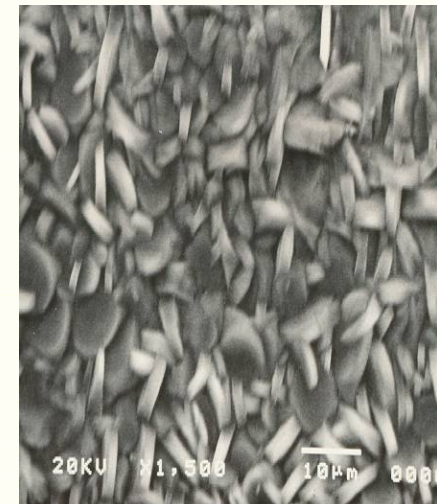
EG（热镀锌钢板）



HDG（合金钢）



AI（碳素结构钢）



◆ 磷化性能

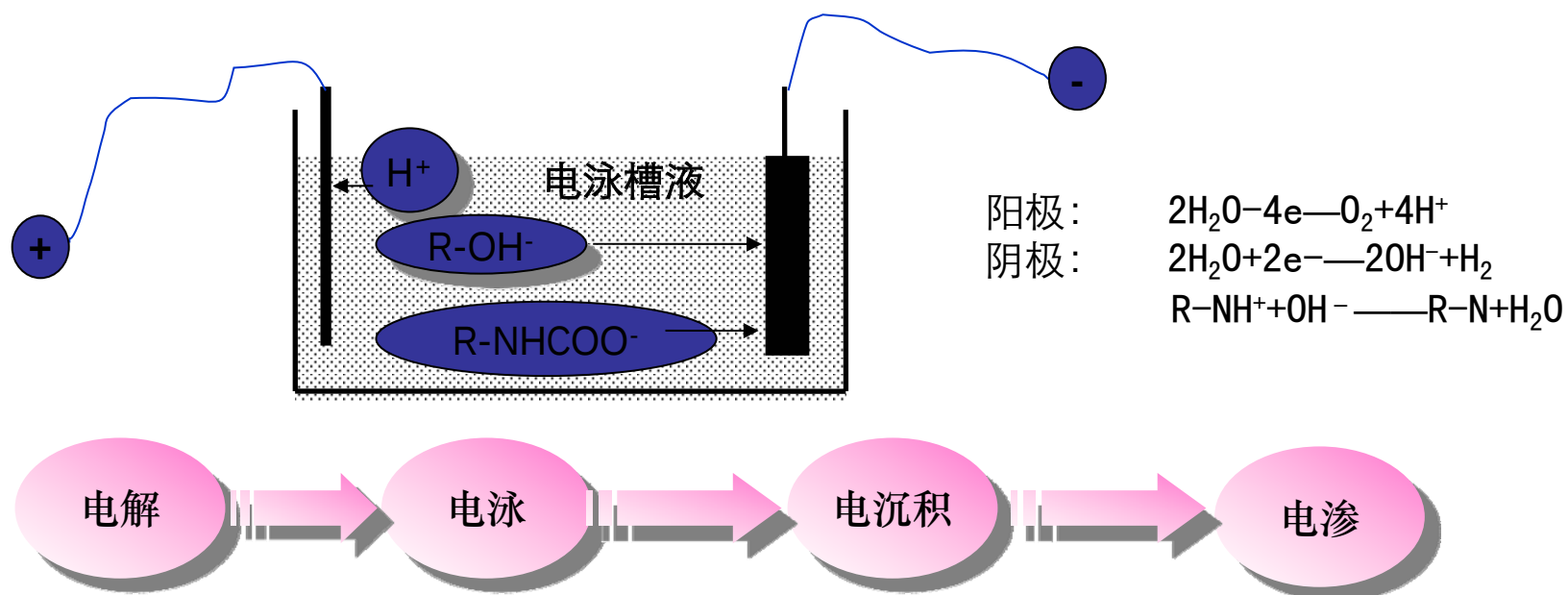
序号	项目	技术要求
1	外观:	平整, 均匀, 致密
2	膜重:	2.5g/m ²
3	结晶粒度	<10um
4	石击试验:	1—2级
5	划格试验:	0级

汽车车身磷化一般采用薄膜型锌系快速中温磷化, 有的磷化液中添加Ni镍 (细化磷化膜结晶, 提高附着力) 和Mn锰 (提高磷化膜耐碱性)。膜厚为2~5μm (重量为2~3.5g/m²)。

1.6.2 电泳

电泳涂装：

电泳涂装是把工件和对应的电极放入水溶性涂料中，接上电源后，依靠电场所产生的物理化学作用，使涂料中的树脂、颜填料在以被涂物为电极的表面上均匀析出沉积形成不溶于水的漆膜的一种涂装方法。



◆ 电泳组成及性能

电泳主要作用是车身防腐蚀，涂层厚度一般要求 $18\sim 30\mu\text{m}$ ，湿膜须 $160\sim 190^{\circ}\text{C}$ 的高温烘烤条件干燥成膜。

涂料组成

组成		无铅材料
树脂组成	基体树脂	聚氨酯树脂
	改性树脂	改性环氧树脂
	固化剂	多功能封闭—异氰酸酯
颜料组成	着色颜料	TiO ₂ /炭黑
	体质颜料	高岭土等
	固化防锈颜料	特殊金属化合物

性能

项目		指标
外观	目视	OK
	Ra	0.2
泳透力	福特盒法	21cm
划格 附着力	初期附着	100/100
	二次附着	100/100
耐腐蚀性 (mm)	20 (um)	2.5

电泳漆优点：涂装效率高，防腐性能好，环保性、经济性优良；

1.6.3 中涂和面漆

中涂

目的：是改善被涂物表面平整度和光滑度，以提高涂膜的丰满度和鲜映性。

施工要求：手工喷涂、自动喷涂或静电喷涂等工艺方法。

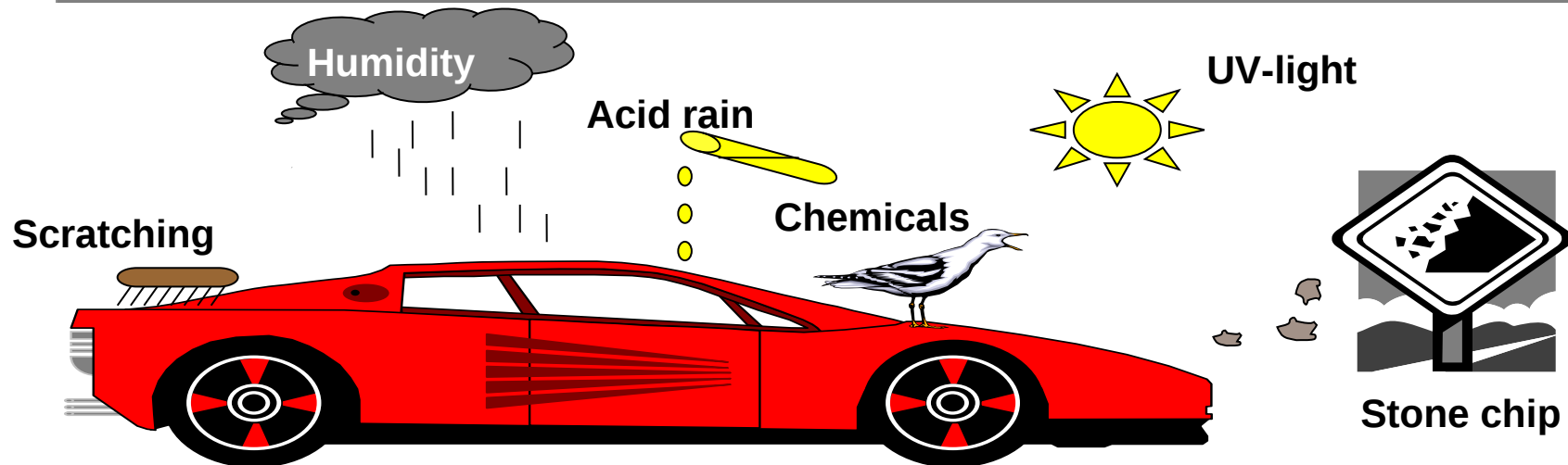
涂膜厚度一般为 $30\sim 45\mu\text{m}$ 。

中涂烘干 $145\sim 150^{\circ}\text{C}/20\sim 15\text{min}$ 。

发展方向：目前中涂涂料向水性涂料、高固体份、免烘烤或低温烘烤等方向发展。

面漆

目的：是车体外板的装饰和保护。装饰性赋予汽车漂亮、豪华、庄重的外观；保护性是面漆膜不仅对中涂层和电泳底漆膜保护作用，而且本身具有保色性、耐候性、耐污染性、抗划伤性、耐酸雨性等高性能，才能保护自身。



◆ 中涂和面漆性能

中涂：具有高外观、对底材遮蔽性优良的中涂；

面漆：能提供各种鲜艳的色彩，涂膜具有丰满的外观和良好的耐候性。

项目	检测指标
外观	无流挂，缩孔，针孔，异常颗粒物等缺陷
光泽（20°）	≥90
附着力	0/1级
抗冲击	>20cm
耐酸	无气泡及附着力变化
耐碱	无气泡及附着力变化
耐老化	△E，光泽；附着力

行业内常见清漆

单组份溶剂型
罩光清漆

丙烯酸-氨基树脂

双组份溶剂型
罩光清漆

聚氨酯

单组分水性罩
光清漆

聚氨酯-丙烯酸

粉末罩光清漆

丙烯酸树脂

目前市场：

单组份溶剂型罩光清漆拥有最大的市场份额，但市场份额有所下降，水性和粉末罩光清漆技术是未来的发展方向。

1.6.4 塑料件涂层

塑料件涂装的目的主要有以下三方面。

- ◆ 装饰作用。
- ◆ 保护作用。通过涂装提高塑料件的耐紫外线、耐溶剂性、耐化学药品性、耐光性等。
- ◆ 特种功能。如苯乙烯、丙烯酸树脂和聚碳酸酯等透明塑料可以代替光学玻璃，做成各种光学制品；成本便宜，加工方便。

涂层主要性能

序号	检测项目	要求
1	光泽度	≥ 85
2	附着力	0或1
3	耐水（12天）	起泡变色0级，附着力0或1级
4	耐潮湿（100h）	起泡变色0级，附着力0或1级
5	耐高温/耐低温	90° ，240h/ -40° ，24h
6	抗石击	≤ 2
7	耐老化	光泽 ≤ 15 ， $\Delta E \leq 2.5$ ；附着力0或1级；
8	耐稀硫酸/耐汽油	≤ 2
9	低温冲击（ -40 ± 3 ） $^{\circ}\text{C}$ 24h后90N*cm	油漆无剥落无裂缝
10	外观颜色	单色漆 $\Delta E \leq 0.8$ ；金属漆 $\Delta E \leq 1.5$

1.7 涂料发展方向:

前处理

- ◆ 环保
- ◆ 节能
- ◆ 减少废弃物排放

中涂

- ◆ 水性中涂
- ◆ 面中涂
- ◆ 同色中涂
- ◆ 优异的抗石击性能



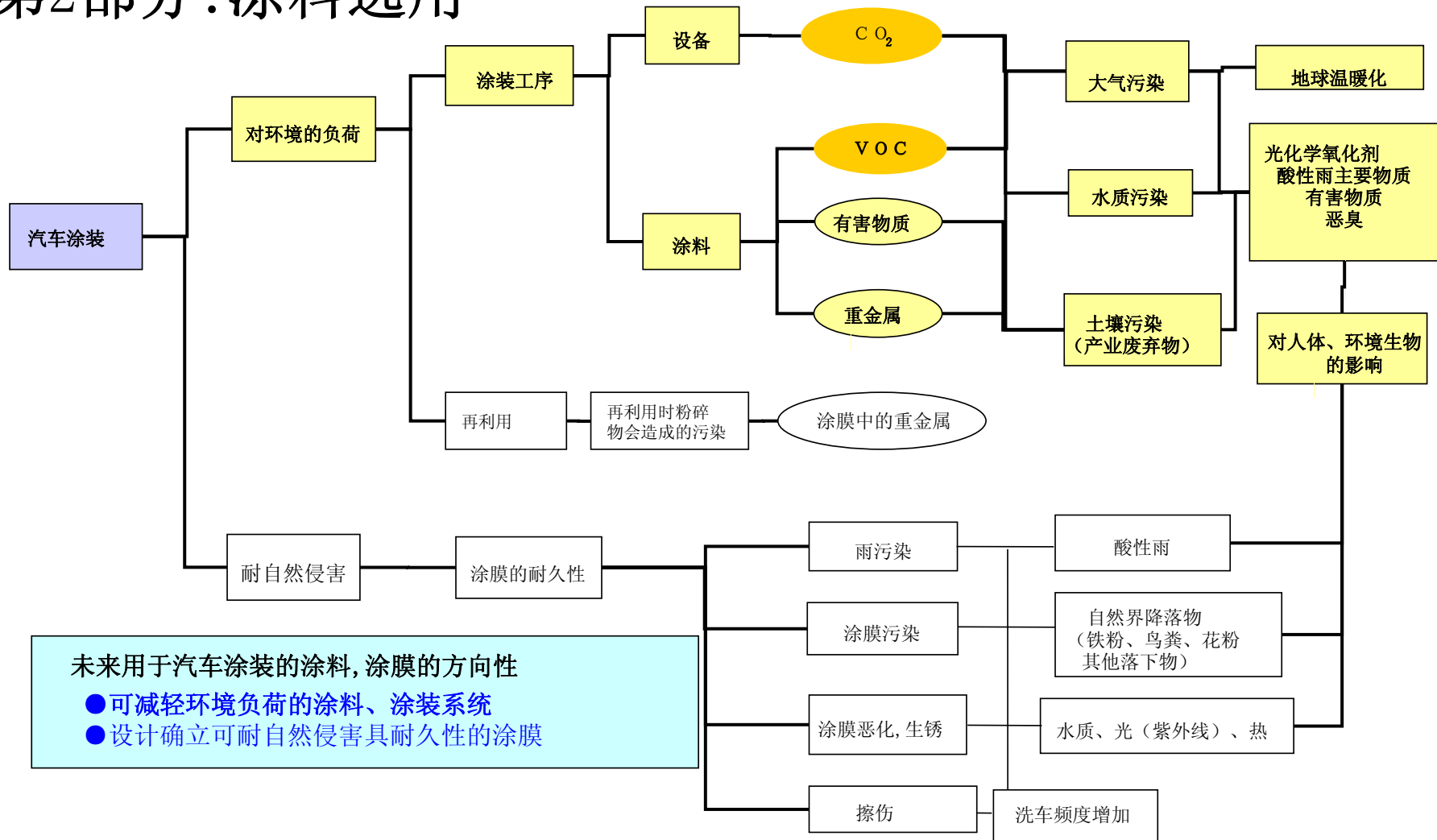
电泳

- ◆ 高泳透力电泳漆
- ◆ 耐候性电泳漆
- ◆ 低固化温度

面漆

- ◆ 优异的耐酸雨、抗划伤、耐化学介质性
- ◆ 无中涂色漆
- ◆ 水性清漆
- ◆ 高固体份清漆

第2部分:涂料选用



2.1 前处理

1) 主要作用

- ◆提高涂层对涂料表面的附着力
- ◆提高涂层对金属基材的防腐蚀保护能力
- ◆提高基体表面平整度



2) 选材要求

由于表面处理产品和处理方式很多，在选择表面处理材料时应考虑以下几个方面：

•根据车身钢板材质进行选择

钢铁材料主要是提高耐蚀性，锌合金，铝合金等主要是为了提高附着力；所以使用的化学试剂和处理方式不同；

•根据车身钢板表面状态（油污和锈蚀程度）进行选择

同种材料，表面油污可能不一致，锈蚀程度不一致，采用的化学试剂和加工工艺不一样；

•根据涂层质量要求和经济性选择

表面处理试剂和工艺选用应该和涂层品质相一致，如果质量太低，涂层品质达不到预期的效果，如果定的太高，就影响到表面处理的技术经济型；

3) 不同材质的处理方式

材质	喷砂	酸洗方式	水基清洗剂	表面调整	磷化
铸件	√	浸	√	NI盐	锰，锌，铁盐，浸
铁件		浸	弱碱/中碱	钛胶	各类磷化剂，浸
铝合金			弱碱/中碱	碱活化等	含HF，等磷化剂，浸
镀锌板			弱碱	胶钛	锌系磷酸盐，浸

2.2 电泳

➤ 选用依据

选择电泳漆是应该考虑质量，成本，现场服务等多方面要素；其中评价电泳涂料的质量是应考虑以下几个方面：

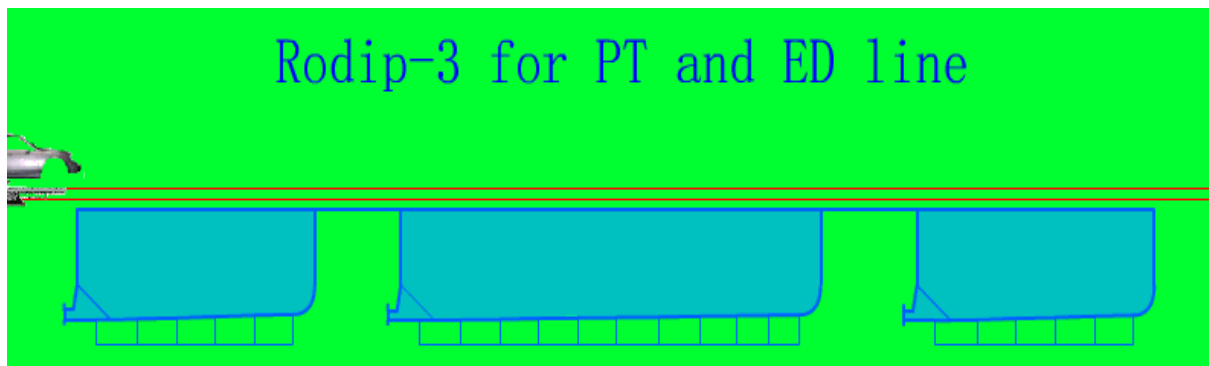
- 泳透力 ★
- 槽液的稳定性
- 漆膜外观和膜厚 ★
- 力学性能，如附着力等 ★
- 耐腐蚀性等性能 ★
- 与中涂的配套性能

电泳漆优点：

- *质量-提高防腐和抗石击性能
- *自动化-提高生产率
- *不规则形状工件可操作性
- *环保-减少可挥发溶剂
- *无火灾隐患（80% 为水）
- *膜厚均匀 -泳透力
- *提高漆膜外观
- *100% 材料利用率
- *单位面积低用量

电泳漆的缺点：

- 环氧链在紫外线照射下裂解
- 外表面要求涂漆
- 特定漆膜颜色
- 要求占地面积
- 高初始投资



2.3 中涂和面漆

➤ 选用依据:

由于环境的多样性，所以在涂料产品的选择时应考虑以下几个方面：

- 湿度差异：热胀冷缩容易造成漆膜起泡、开裂和脱落；
 - 紫外线辐射：空气中的紫外辐射，容易早晨漆膜的老化（人工老化一般 $\geq 1500\text{h}$ ，高档 $\geq 2000\text{h}$ ）
 - 酸碱污染：空气中含有 SO_2 ， HCl 等，漆膜易受到污染而被腐蚀；
 - 化学品腐蚀：酸碱，汽油等化学品容易使漆膜产生开裂和脱落现象；
 - 机械作用：摩擦，碰撞使漆膜差生开裂脱落；
- 对各类涂层的耐候性，耐湿热，耐化学腐蚀，耐溶剂等不同的性能要求，就要求我们在选择涂料时，需要考虑产品的各种性能；

电泳，中涂和面漆作为涂层主要产品，其检测项目却根据功能的需求有所不同，主要有以下区别：

检查项目	涂 料 区 分		
	电泳	中涂	面 漆
容器中的状态	*	*	*
粘度（C、P、KU）	*	*	*
固体份	*	*	*
PH值	*		
电导率	*		
遮盖力			*
耐腐蚀性	*		
耐湿性	*	*	*
附着力	*	*	*
硬度	*	*	*
光泽和鲜映性			*
抗冲击强度			*
耐化学试剂性			*
耐汽油性			*
耐候性			*

第3部分:漆膜常见缺陷及应对方案

漆膜常见的缺陷主要有:流挂,针孔,颗粒,橘皮,掉漆,起泡等

3.1 流挂

1) 现象

▶涂料涂饰于垂直物体表面,在涂膜形成过程中涂膜受到重力的影响朝下流动,形成不均匀的涂膜,称为“流坠”或“流挂”。

2) 原因

序号	产生原因
1	连续喷涂过厚过湿是流挂的最常见的原因。
2	施工场所温度过低,稀料挥发太慢。
3	层间接隔时间太短。
4	喷枪离漆膜过于接近,风速造成湿漆膜的流淌。
5	稀释比例不当。过多的稀料使涂料粘度太低,降低了抗流挂的能力。

3) 预防

- ◆留有10~15 分钟的层间接隔时间。
- ◆冬天施工时,适当减少稀料用量,适当延长层间接隔时间。
- ◆学习并采用正确的喷漆技术。
- ◆采用适合的涂料,并按比例使用。



3.2 针孔

1) 现象

➤针孔为一很细小如针眼样的穿透整个漆膜的小孔，会降低漆膜的密闭性，使外部水分等浸入漆膜至底材。

2) 原因

序号	产生原因
1	底材粗糙有气孔。
2	稀料加入太少或采用不良稀料。溶剂沸点太低或加入太少均会使漆膜过快表干。
3	漆膜涂布太厚、高温天气施工，层间间隔时间过短。
4	喷涂后闪干时间不够，即升温加速干燥。

3) 预防

- ◆采用配套稀料，并按比例加入。
- ◆喷涂之后要保证喷涂时间。
- ◆适当延长，最后一道喷涂前可将面漆进一步稀释。
- ◆烘干要有升温过程。



3.3 颗粒

1) 现象

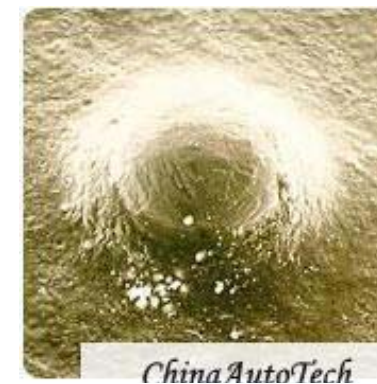
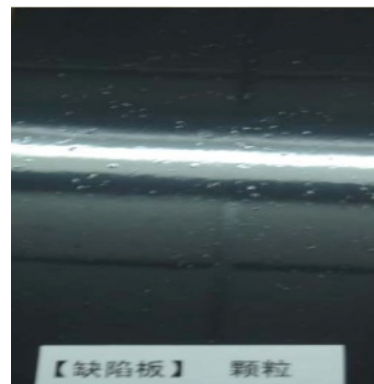
►涂料喷涂后，在涂膜表面局部或整个表面呈现的大小不规则突起的颗粒或丝状纤维物的现象。

2) 原因

序号	产生原因
1	被涂表面未进行彻底的除尘清洁处理。
2	可能是油漆受到了污染。
3	喷涂环境的粉尘污染。
4	施工人员的衣物携入的粉尘、纤维。

3) 预防

- ◆对底涂层进行彻底的清洁处理。
- ◆要保证所有材料清洁，材料容器要密封，使用油漆之前要过滤。
- ◆保证喷漆室的干净无尘，必要时，可将喷漆室四周及地面弄湿，要保证空气过滤系统正常工作。
- ◆施工人员进行喷涂时最好穿戴防尘喷漆服。



3.4 橘皮

1) 现象

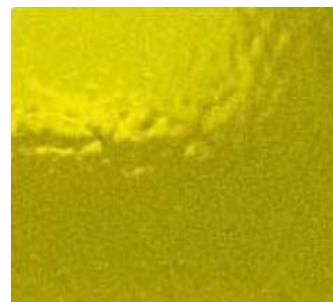
➤桔皮是指漆膜表面呈现许多半圆形突起，形如桔子皮。

2) 原因

序号	产生原因
1	施工粘度过大，漆膜流平性差。
2	稀释剂选择不合适，挥发速度过快。
3	喷涂方法不当，喷涂距离太远，压缩空气的压力过大，或喷枪喷嘴调节不当。
4	喷涂后流平时间不足，过早升温。
5	在夏季施工时，涂装环境温度过高。

3) 预防

- ◆在高温环境中选用慢干或超慢干稀释剂。
- ◆调整施工粘度，改善漆膜的流平性。
- ◆采用正确的喷涂方法。
- ◆烘烤前漆膜要有10 分钟以上的闪干时间。
- ◆改善涂装环境，尽量在推荐的温度范围内喷涂。



3.5 脱落

1) 现象

➤一道或多道涂层自其下涂层脱离，或者涂层完全脱离底材的现象

2) 原因

序号	产生原因
1	底材处理不干净，有油污、水气或其它化学药品的残留物。
2	油漆配套不合理。
3	处理方法不当，涂层层间附着力差。
4	底层漆未干透就喷面漆或罩清漆。
5	底漆层过度烘烤或涂层太厚。

3) 预防

- ◆涂装前应将底材彻底处理干净，并及时进行涂装。
- ◆各涂层之间的配套应合理。
- ◆进行适当的打磨处理，增加层间附着力。
- ◆选择配套性良好的油漆进行涂装。
- ◆严格按照工艺要求进行涂装处理



3.6 起泡

1) 现象

➤起泡指漆膜中出现大小不同的圆形突起物。漆膜在高湿度环境或浸水过程中，由于潮气透入膜下，当其蒸气压力达到足够之程度时，即会产生起泡现象。

2) 原因

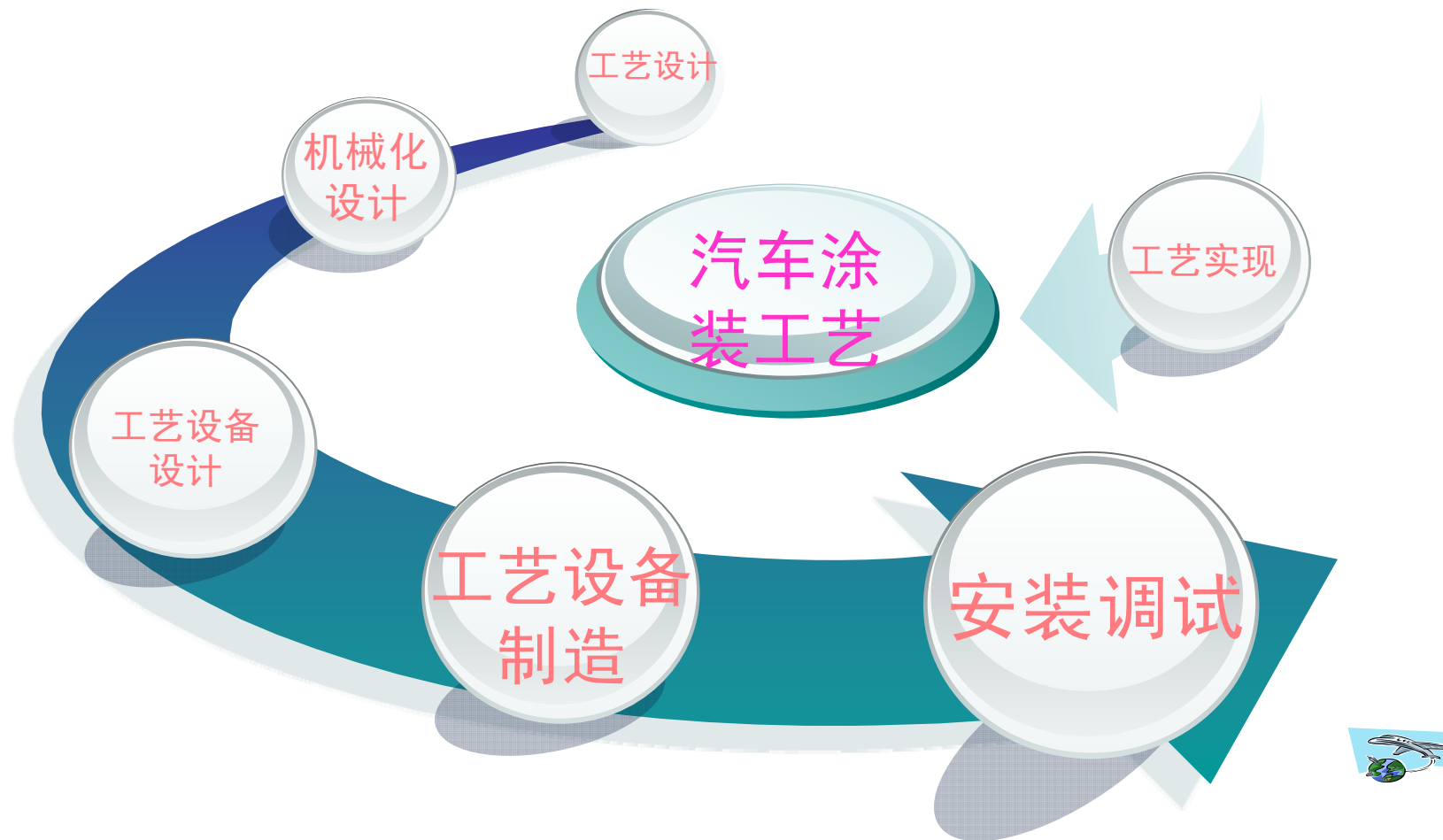
序号	产生原因
1	底面清洁处理不当，基材表面有盐份存在，清洗用的水里含有杂质。
2	使用的材料不配套，或者没有按规定使用稀释剂。

3) 预防

- ◆所有表面均需清洁无污染，决不允许亲水物质残存。
- ◆打磨用水需勤更换，且所有打磨污垢均应除净，最后一道水洗应该用去离子水或蒸馏水。如果使用自来水冲洗，则一定要用干净布擦干和吹干，再烘干。
- ◆已擦干的表面不能用手在上面擦拭。
- ◆压缩空气及面漆均应清洁不被污染。



汽车涂装工艺的实现



工艺

工艺，是指加工制造产品或零件所使用的路线、设备及加工方法的总称。工艺可以是多样化的，它对成本和效率都会产生影响。



设备



材料



管理

这哥们菜
肴做的不
错



涂装工艺设计概述

- 1.3 涂装工艺设计内容简介（设计分类）
 - 1.3.1 涂装工艺设计的内容林林总总，以整车涂装工艺设备分布为例大体上可以分为以下几个方面：
 - 前处理电泳涂装工艺（含电泳烘干、空吊具储存等）；
 - PVC工艺（含PVC烘干、烘干后排空等）；
 - 中涂工艺（含底打、中涂烘干及排空等）；
 - 面漆工艺（含中打、面漆烘干及排空等）；
 - 修饰及注蜡工艺（含装饰线、点修、储存线等）；
 - 机械化实现及相关的电气控制等；
 - 配套的相关设备（纯水、超滤、输调漆、输调胶、空调、风机、风管等等）；
 - 设备基础、车间层数布置、荷载、剖面图等等；

- 1.3 涂装工艺设计内容简介（设计分类）
 - 1.3.2按照功能涂装设计分为：
 - 工艺总图设计
 - 机械化总图设计
 - 工艺设备总图设计
 - 工程设计
 - 机械化详细设计
 - 工艺设备详细设计
 - 工艺设计和机械化实现基本上来说是相辅相成但也有先有后。工艺布局决定了机械化方式，而机械化相对制约着工艺的实现。在关键点上，工艺一般会同步考虑机械化实现，例如前处理电泳。

- 1.4 涂装工艺设计内容简介（产能节拍确定）
 - 1.4.1 涂装工艺要完成工艺节拍确定
 - 根据产能规划，涂装工艺要完成整条涂装线的工艺节拍（以3班300天40W台油漆车身为例）：
 - 工时确定：

Shift↕	Man-hour↕	For dinner↕	For rest M/A↕	Producing man-hour↕	Man-hour Effective rate↕	Net man-hour↕
1↕	8h 30m↕	30m↕	10m/10m↕	7h 40m↕	90%↕	6h 54m↕
2↕	8h 00m↕	30m↕	10m/10m↕	7h 10m↕	90%↕	6h 27m↕
3↕	7h 30m↕	30m↕	10m/10m↕	6h 40m↕	90%↕	6h 00m↕
sum↕	24h 0m↕	1h 30m↕	30m/30m↕	1h↕	↕	19h 21m↕

涂装工艺设计概述

- 1.4 涂装工艺设计内容简介（产能节拍确定）
 - 1.4.2 涂装工艺要完成工艺节拍确定
 - 根据产能规划，涂装工艺要完成整条涂装线的工艺节拍（以3班300天40W台油漆车身为例）：
 - 年净工时： $19.35 \times 300 = 5805\text{H}$
 - 设定设备开动率：90%
 - 则年有效工时： $5805 \times 90\% = 5224.5\text{H}$
 - 设定备品率：5%
 - 推算产能： $400000 \times (1+5\%) / 5224.5 = 80.39\text{JPH}$
 - 生产节拍： $60 \times 60 / 80.4 = 44.78\text{秒/件}$

涂装工艺设计概述

- 1.5 涂装工艺设计内容简介（几个机械化制约产能模式）
 - 1.5.1 6JPH
 - PT-ED单槽，工作区、储存区采用人工推车，喷漆、烘干等工位采用地面链机械化，烘干式直通带门，整个车间采用步进式生产，应用“单工作室”概念，有的使用完整流程，如埃及大宇项目，有的中涂、色漆、清漆共用喷漆室，如福特St. Petersburg工厂，国内目前这方面的新建线较少，而且在小产量涂装车间里很多工厂考虑塑料件和整车共厂房甚至共线生产。

涂装工艺设计概述

- 1.5 涂装工艺设计内容简介（几个机械化制约产能模式）
 - 1.5.2 10JPH
 - PT-ED单槽步进，整线设计定位PT-ED最大产能，工位和缓冲部分设备投资较低定位的采用人工推动小车运送，如一汽丰越，较高定位的采用机械化驱动连续式生产，如喷漆和烘干一般采用机械化运输，在投资允许的情况下应设计输调漆系统并考虑机器人喷涂。

- 1.5 涂装工艺设计内容简介（几个机械化制约产能模式）
 - 1.5.3 18JPH
 - PT-ED工艺槽双槽，其它单槽步进，整线定位于PT-ED最大产能，其它工位一般采用机械化动连续式生产，个别日系项目在工作区和缓冲区为人工输送，整线设置一定水平的自动化控制、输调漆和机器人系统，并注重节能、环保设备的应用，一般采用喷漆区局部两层的布置形式，这方面的工程实例大量出现在国内销量较低的轿车和众多小型商用车上，如九院近年在这个产能区间设计或承包的项目较多，像一汽吉轻D82A、江铃中心区、东风柳汽、湖南长丰、山东荣成华泰、奥克斯（未实施）涂装项目等等，其中除了前两个是在已有厂房的基础上设计外其它工艺布局极为相似。

涂装工艺设计概述

- 1.5 涂装工艺设计内容简介（几个机械化制约产能模式）
 - 1.5.4 40JPH左右
 - 业界常说的15万辆涂装线，整线采用连续式生产方式（底板胶不论产能多少一般都是步进式），定位于面漆线最大产能和转接最大节拍，该区间产能属于投资、运营成本和设备利用比较均衡地发挥较大效益的模式，在工艺布置上多采用整体两层甚至整体三层的布局形式，这个产能范围的涂装线为大多数国际品牌汽车厂家广泛采用，技术也不断发展进步。前处理日系一直采用不断优化的推杆链，欧美系则多用摆杆系统，近年一些涂装线开始采用杜尔RODIP和艾斯曼穿梭机等新型运输系统，地面输送日系着重发展磨擦链技术，欧美系多使用滑撬系统，烘干近年热衷于IMC(反向轨道输送链)技术。该区间又可根据机械化最佳流程设为30-35JPH区间（如南汽名爵、通用东岳）和根据单线产能极限设为42-48JPH区间。除了杜尔曾在福建东南、四院曾在青岛柳微因扩产或厂房限制实施过单层厂房项目以外其它基本都是高起点的现代化涂装车间。

- 1.5 涂装工艺设计内容简介（几个机械化制约产能模式）
 - 1.5.5 76JPH
 - 整线定位于PT-ED和中涂单线最大产能，其它多用双线，一般是一次规划、两期建设，该产能区间属于设备利用和人员组织趋近于最佳的模式，这类涂装线设计理念基本上和40JPH区间相似，近两年随着国内汽车市场的飞速发展使用的厂家也较多，该区间又可根据机械化最佳流程设为60JPH区间（如一汽大众一厂、二厂）和根据双线产能极限设为76JPH区间（如四涂）。在这个产能区间也有一些特例，如由九院设计的哈飞三期项目具有一期15万，二期30万的产能，设计为全单层结构。

- 1.6 涂装工艺设计内容简介（机械化选择）
- 1.6 涂装工艺要完成机械化实现的选择
- 80.39JPH的产能：
- 显然不能采用步进式的机械化设备；
- 连续式的机械化设备可供选择的有：摆杆链（PT-ED单链）；推杆链（大C型钩，三涂模式）；Rodip（PT-ED双线）；穿梭机（双线）；
- 根据前述产能模式，车间适合于PT-ED、Primer、Wax-line均采用单线，PVC&Top coat采用双线的模式（三涂模式）。

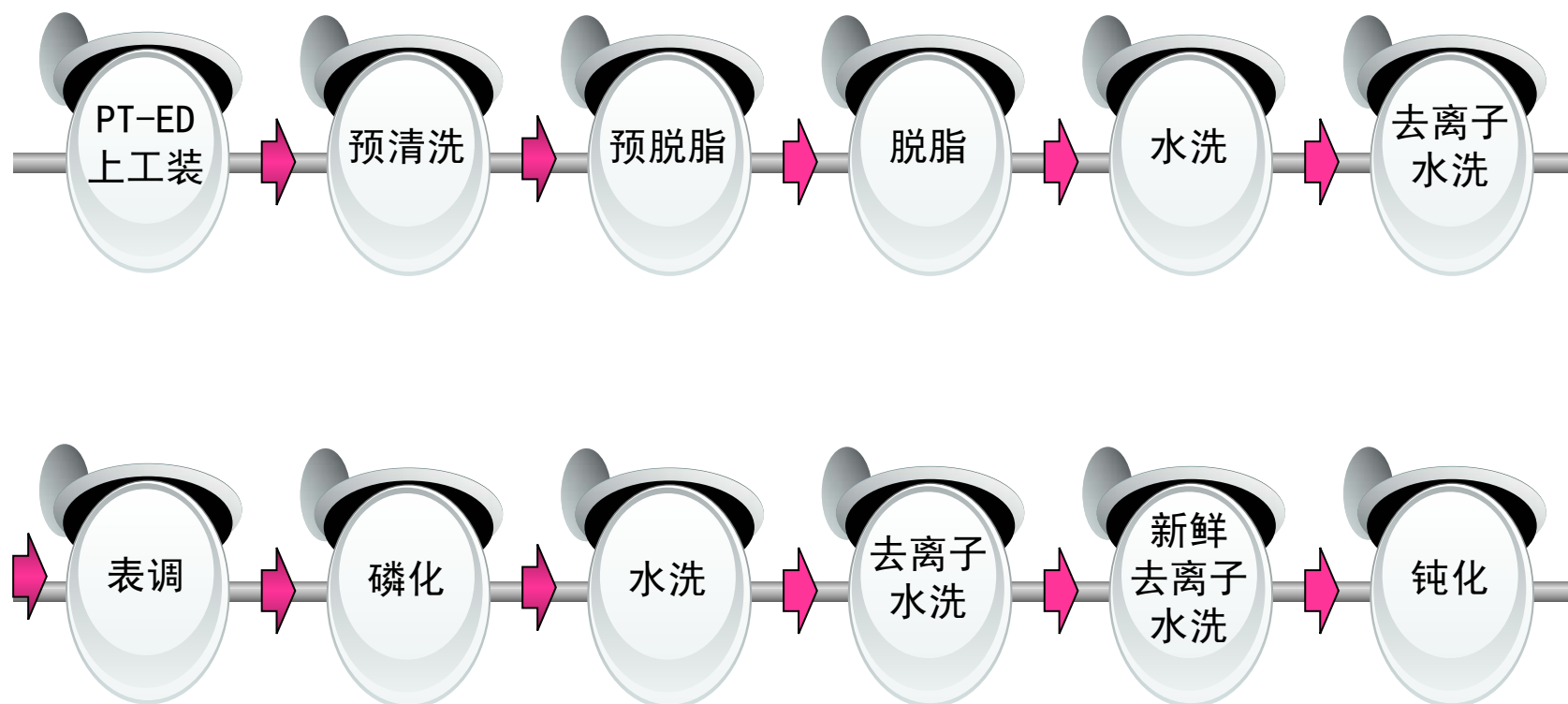
涂装工艺设计概述

- 1.7 涂装工艺设计内容简介（其它）
- 1.7 涂装工艺要完成的其它工作概述
- 在涂装项目规划、设计、制造、安装、调试、试生产等过程中，涂装工艺自始至终都存在并对项目进展起主导性作用。
- 工艺指导其它方面的工作，并协调解决各专业方向的问题。
- 工艺统盘考虑各工艺设备之间的相互关系，并核算其空间架构、反馈干涉问题并指导如何更改。
- 工艺牵涉到项目实施的方方面面（机器人、输调漆、空调、送排风、废气处理等等等等），限于篇幅，此处不作一一序述。此处只对前处理电泳工艺作展开阐述。如下文：

二

前处理工艺简介

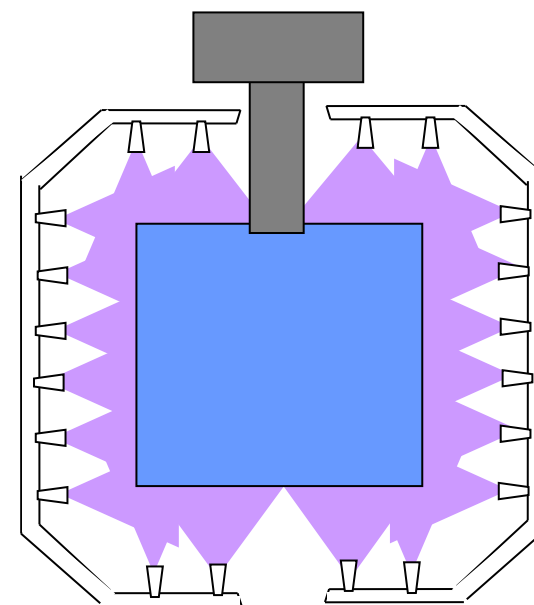
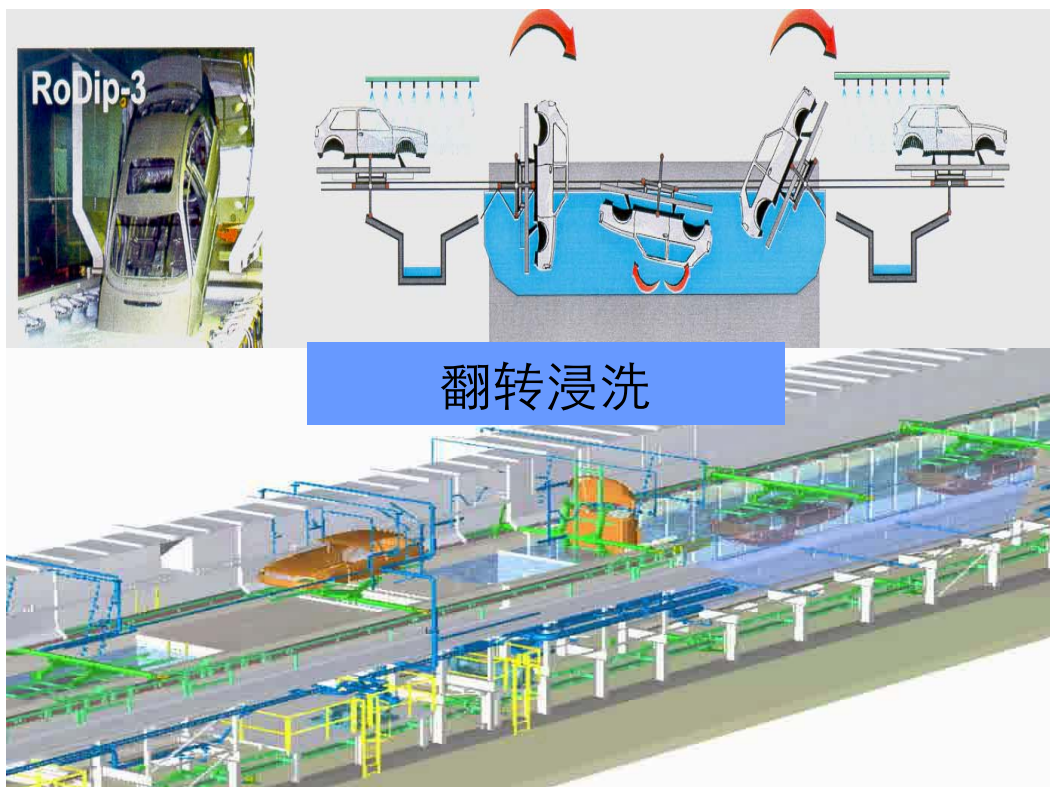
• 2.1 典型前处理工艺：



二

前处理工艺简介

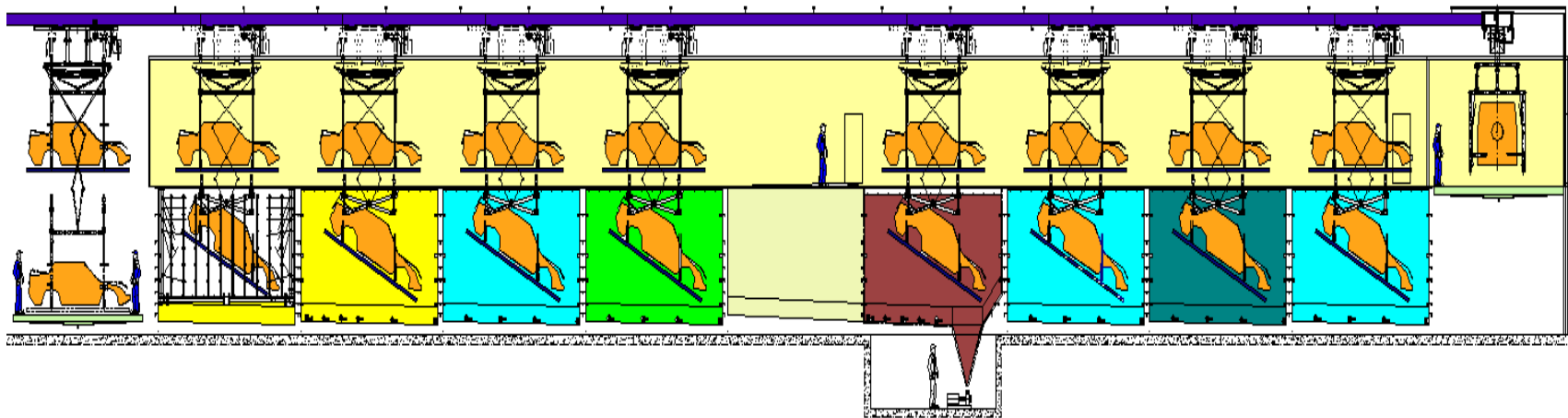
- 2.3前处理工艺的实现方式:
- 为了达到前处理除油、除杂质、表面处理等目的,工艺实现上需要使用一定的手段。涂装前处理工艺过程一般采用全浸、全喷、喷浸结合等处理手段。



二

前处理工艺简介

- 2.3前处理工艺机械化实现简介:
- 2.3.1 EMS线（自行葫芦输送机）
- EMS的特点:
 - 用于间歇式生产系统，一般最快生产节拍为3分钟，适合年产12万辆以下的生产线；
 - 设备长度短、省面积、投资少，运行、维护成本低；
 - 输送系统在室体的外部，维修方便；
 - 车身出、入槽角度一般为 $10^{\circ}\sim 12^{\circ}$ 左右，车身进液、沥液效果不佳，易发生液体串槽；
 - 车身前处理、电泳质量不太好，易出现内腔、顶盖、轮罩等局部处理不到的问题；
 - 多车型混线生产柔性化差。



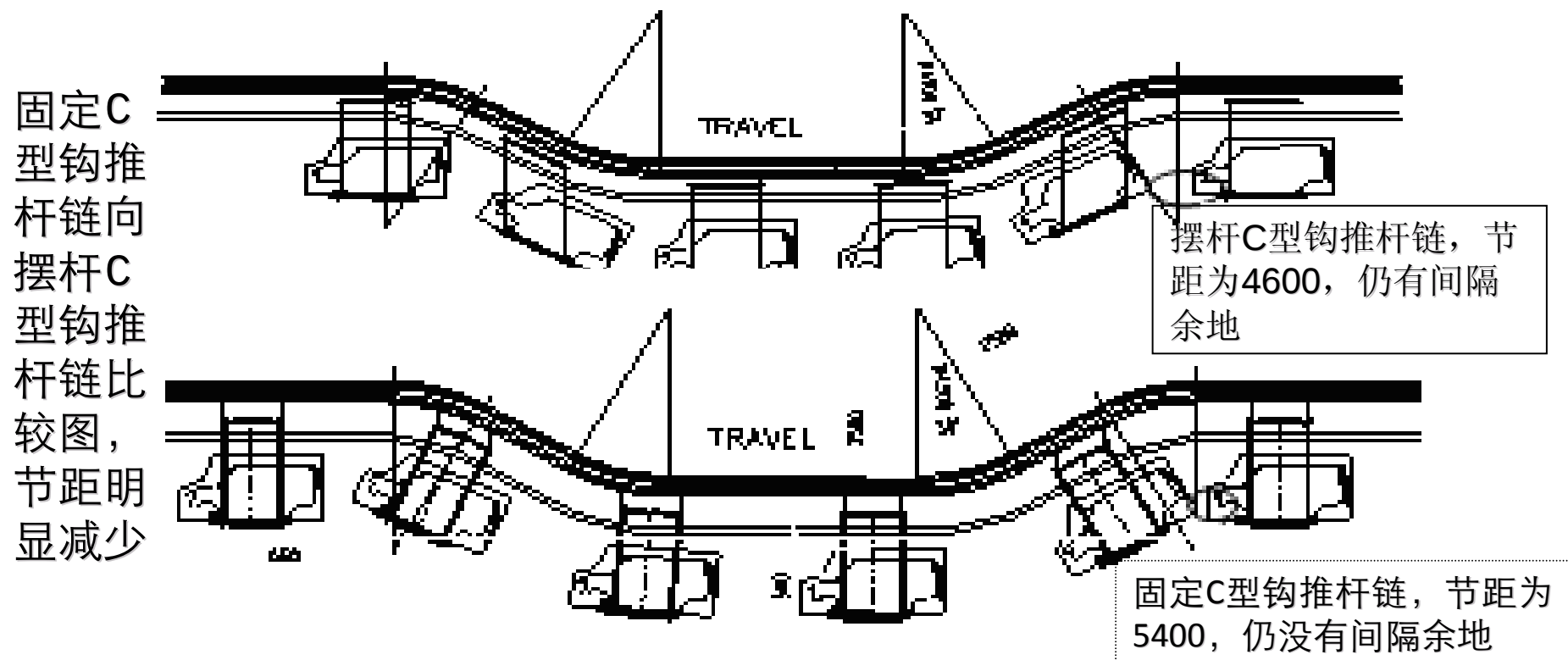
二

前处理工艺简介

2.3前处理工艺机械化实现简介:

2.3.2 推杆链 (摆杆C型钩推杆链与固定C型钩推杆链比较)

- 固定C型钩推杆链向摆杆C型钩推杆链发展延伸, 同时四轮推杆吊具向3轮推杆吊具转变。固定C型钩推杆链方式入槽角度一般固定为25或30度, 而摆杆C型钩推杆链入槽角度固定为25至45度, 最大为45度。这样整个前处理电泳工程长度将大大缩短, 槽体体积也将减小, 空吊具回空链大大缩短, 能源负荷减轻

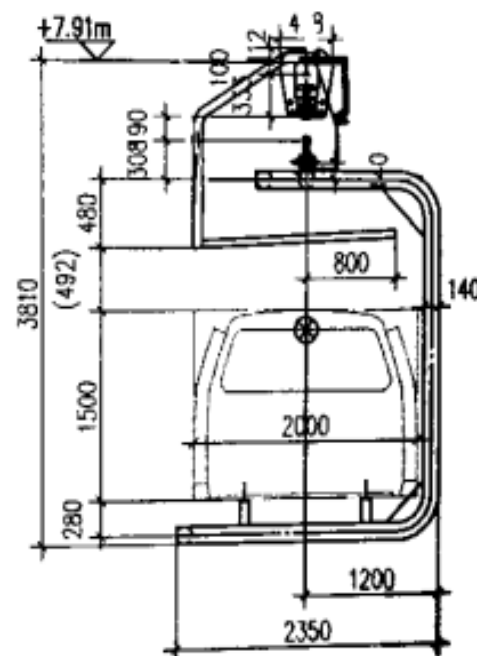
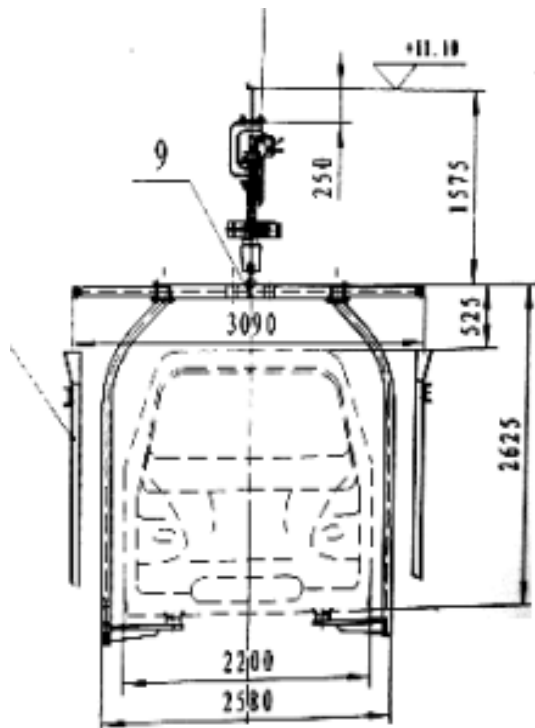


二

前处理工艺简介

2.3前处理工艺机械化实现简介:

2.3.3 积放悬挂输送机吊具形式对比（门式吊具与大C型钩吊具）



经过改进后的C型吊具具有原推杆链没有的三大优点:

- 1) 良好的防污染能力, 这在以前被认为是只有需要进口的摆杆链才具有的优点;
- 2) 更好的喷淋效果, 从图上可以看出, 顶部的喷淋效果比传统的推杆、摆杆链好很多;
- 3) 减少设备宽度, 同时由于设备空间渐小和良好的封闭降低了能源损失。

二

前处理工艺简介

2.3前处理工艺机械化实现简介:

2.3.4 摆杆链 (摆杆式输送机)

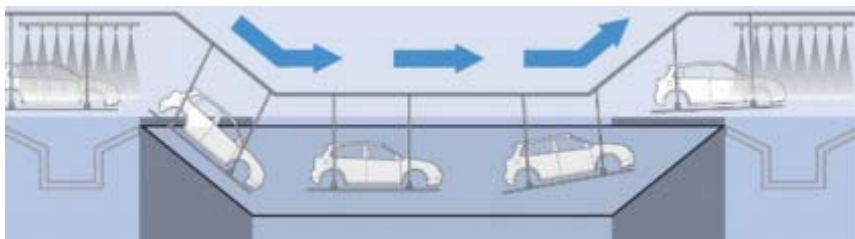
其由两条同步运行的链条和“U”型摆杆组成,轨道布置在前处理、电泳装置的两侧,摆杆输送机一般与滑橇输送机系统配合使用,车身和滑橇锁紧在“U”形摆杆上。

适用于连续式生产系统;

车身出入槽角度一般为 45° ,出入槽角度比推杆链大,可缩短PT-ED设备长度;

入槽速度快,排气好;

摆杆链布置在槽体的两侧,槽内酸、碱性腐蚀气体对轨道和链条的腐蚀大大减小,可延长轨道、链条的使用寿命;
摆杆输送机采用垂直循环方式,空摆杆从槽体的下部返回,摆杆返回时水平放置,可缩小设备的高度。



二

前处理工艺简介

2.3前处理工艺机械化实现简介:

2.3.5 摆杆链推杆链比较

序号	内容	双摆杆链输送机	空中积放链
1	工件入槽角度	45°	30°
2	特点	◆入槽角度大，槽体容积小，设备能耗比采用空中积放链输送节省约15%，前处理电泳设备投资小。 ◆链条在槽体两边可避免对槽液及工件顶部的污染。 ◆四点吊比两点吊稳定。 ◆入槽角度大，便于车顶内部气泡排除。	◆入槽角度小，槽体容积大，前处理电泳设备投资大。 ◆链条在工件顶部，润滑油容易造成槽液及工件顶部污染。 ◆有脉动和爬行。 ◆因工件较高，入槽角度小，容易造成工件顶部漆膜较薄，产生电泳返修费用。
3	投资	输送机	240万欧元（约2500万元）
		设备	约500万元
		总投资差额	约增加350万元
4	运行费用	比国内制造空中积放链多1650万元	
5	可实施性	每台车综合费用约节约30元，则每年运行费用增加约240万元。（约7年可收回投资）	国内已经掌握该技术，四院在长城三期使用过
6	施工周期	国内已实施多条生产线。	国外订货周期6个月 设备安装3个月
7	先进性	订货周期3个月 设备安装3个月	摆杆链正逐步取代空中积放链，在大规模轿车涂装线上已广泛使用。
8	10万辆以上轿车涂装线应用情况	技术成熟，造价低廉，但有不可避免的缺陷。	上海大众B5线，1999年，15万；上海通用（1997年一期，15万、2005年二期，15万）； 烟台通用（2001年，一期五万；2002年，二期15万；筹建，三期15万）； 一汽大众捷达线（1995年，30万）； 武汉神龙线（1997年，15万）；上汽通用五菱（2005年，15万）； 沈阳M1（2000年，10万）。

二

前处理工艺简介

2.3前处理工艺机械化实现简介：

2.3.6 改进型推杆链与摆杆链比较

输送方式	优点	缺点	业绩
改进后 积放链 (45°)	造价相对较低，比同档次双摆链低约800-1200万	45度出入槽对弯轨磨损非常严重，运行成本高。 为进一步减轻磨损，前处理电泳设置4-5个传动站，转接易出现问题； 维护不方便，容易污染被处理工件，影响涂装质量； 前处理转接复杂，撬体与抱具；车体与撬体转接，同时需增加辅助升降机，多车型混线困难，设备开动率相对较低，约96%左右， 需设置专用的空吊具储存线，不利于厂房空间的节省。 吊具在使用过程中，易发生变形。甚至造成在电泳过程中，出现击穿、打火现象，存在安全隐患；	在世界范围内只有约4条涂装生产线在应用，国内只有1条即长安五工厂一期涂装线
双摆杆链 (45°)	轨道磨损小，上海大众使用约12年，至今未更换轨道 输送链位于槽体两侧，避免污染被处理工件，提高产品合格率； 进出工艺浸渍处理槽轨道角度45°，可以缩短生产线长度（5%-10%）； U型抱具存放于槽体的下部，不占据储存空间； 在使用过程中，摆杆变形量小。 前处理、电泳只有两条摆杆链，且自成系统，转接少，设备开动率高，98%以上	轨道位于槽体两侧，必须采用不锈钢材质，造价高（比改进后积放链高800-1200万左右），四院在长城实践了国产化和电泳局部采用碳钢后成本降低	杜尔在国内的工程除了奇瑞、上海大众B2、现代和悦达起亚外基本上都是用摆杆，四院承包的上汽临港、长城三期、柳州五菱西部涂装等也都使用摆杆。

二

前处理工艺简介

2.3前处理工艺机械化实现简介:

2.3.7 Rodip系列

适合中、高产量生产线（年产量大于10w）；

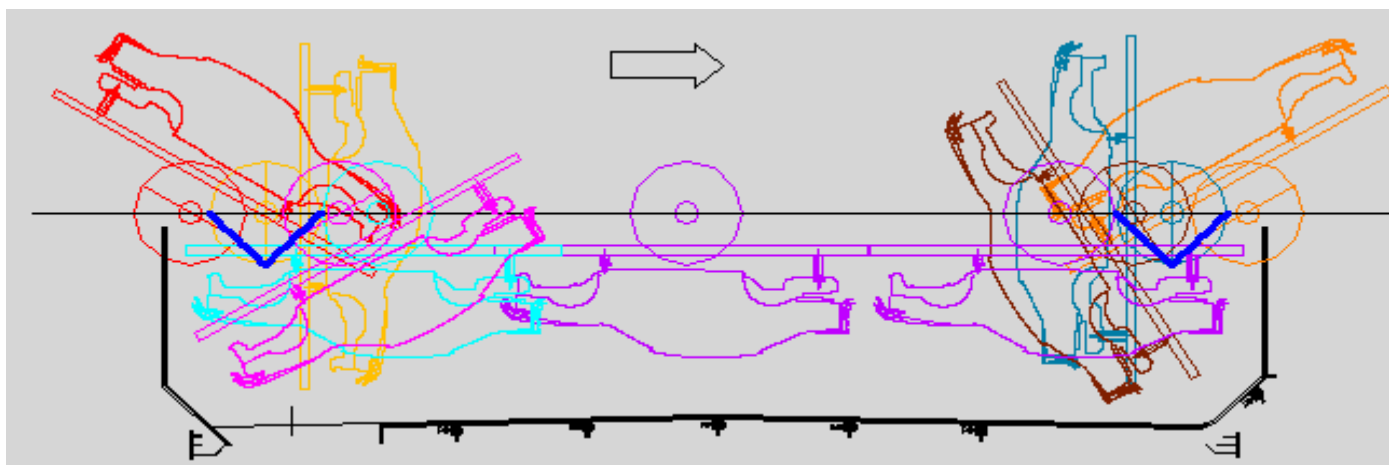
连续通过式旋转系统；

靠外部链条传动，1条线仅一个驱动站；

旋转运动通过特殊的导向轨道机械控制；

导向轨道可切换，生产柔性化好；

输送设备从工艺设备的下部或者侧边返回。



二

前处理工艺简介

2.3前处理工艺机械化实现简介:

2.3.8 Rodip系列的优点

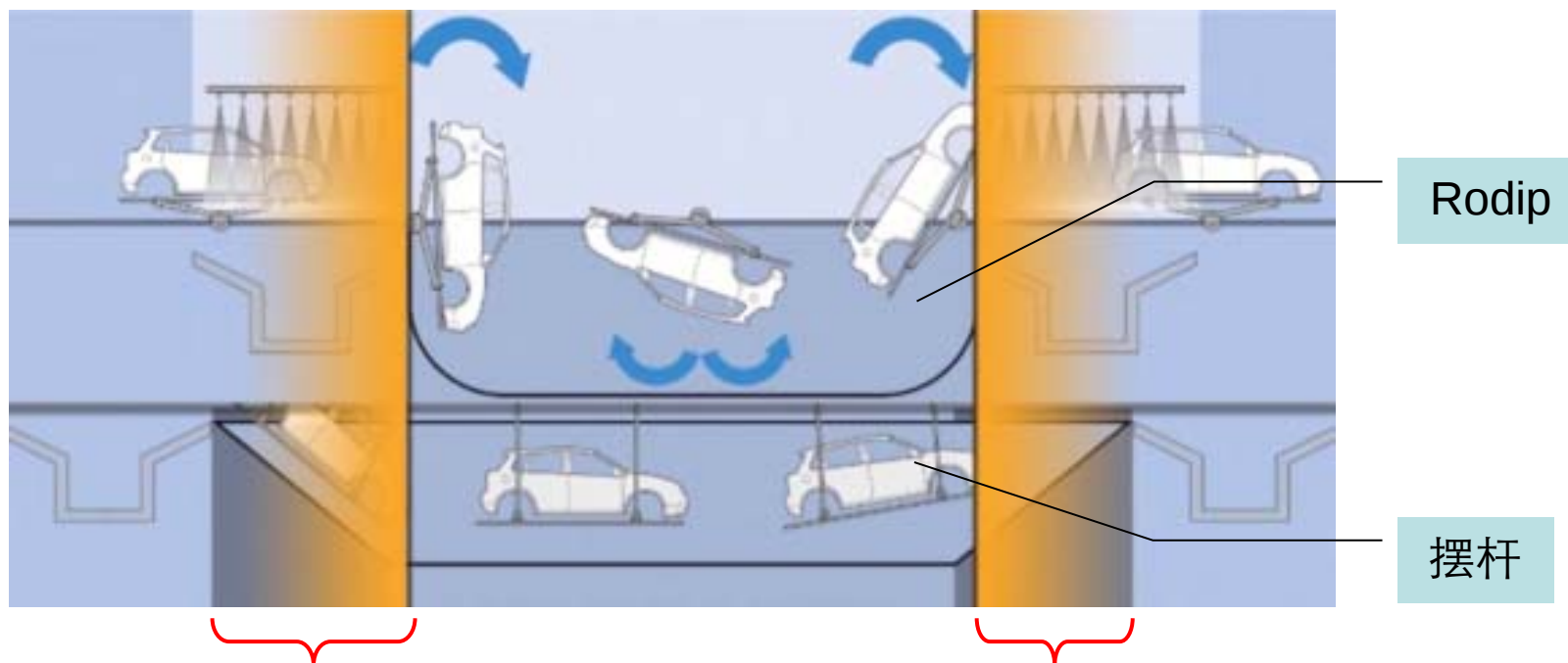


二

前处理工艺简介

2.3前处理工艺机械化实现简介:

2.3.9 Rodip系列的优点



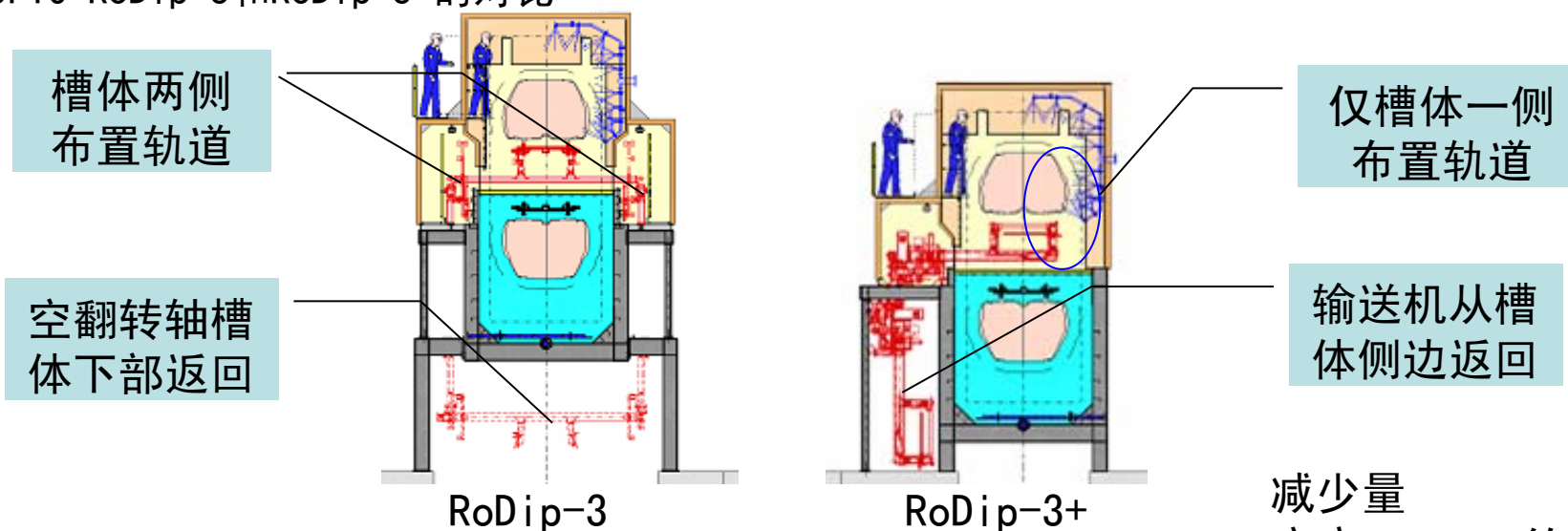
Rodip取消了浸槽车身出入槽时的上、下坡段，每个浸槽长度相对摆杆约减小6m。降低了设备长度和运行成本。

二

前处理工艺简介

2.3 前处理工艺机械化实现简介:

2.3.10 RoDip-3和RoDip-3+的对比



	输送类型	轨道布置	空翻转轴返回	减少量 宽度 约 23% 高度 约 14%
Rodip-3	链式输送系统	槽体两侧	槽体下部返回	备注 采用Rodip3+输送方式， 相对Rodip3，PT、ED 系统的宽度可减少约 23%，高度可减少约 14%
Rodip-3+	单独输送单元	仅槽体一侧	槽体侧边返回	

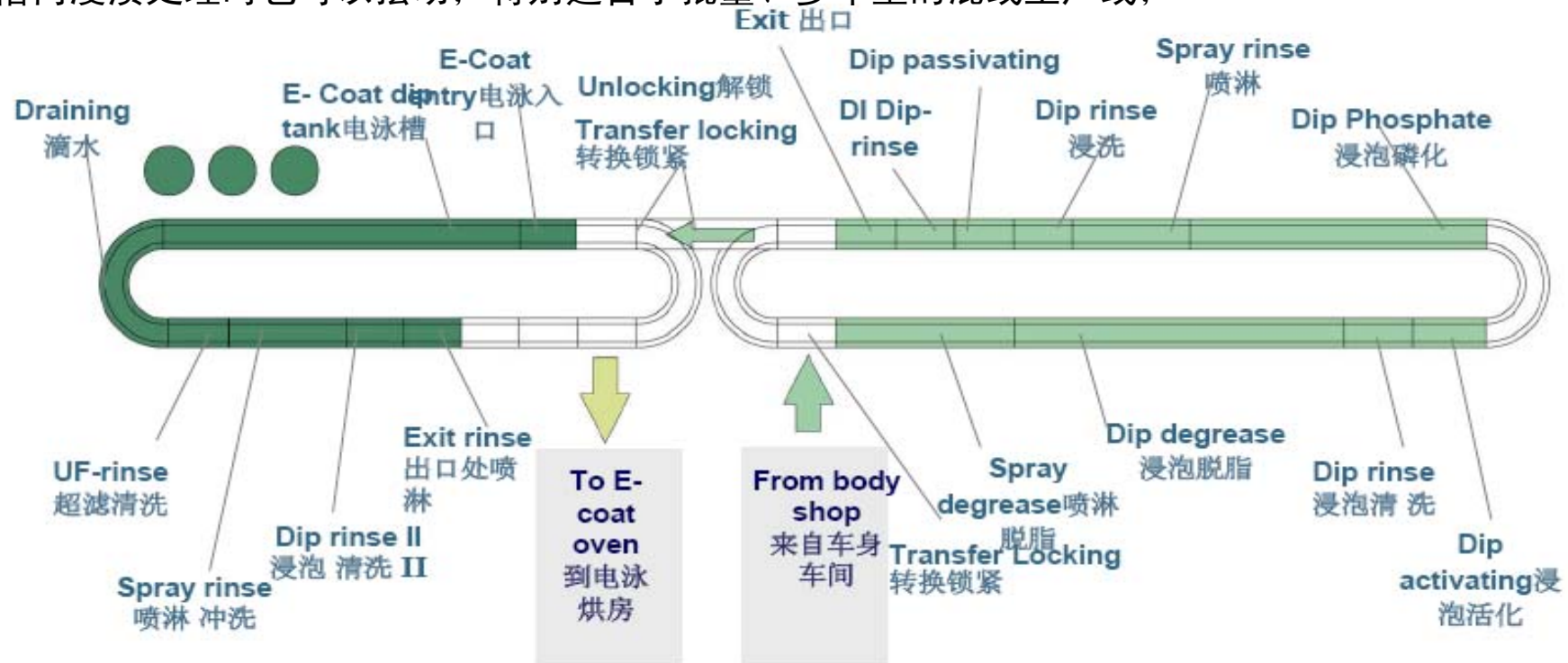
二

前处理工艺简介

2.3前处理工艺机械化实现简介:

2.3.11 多功能穿梭机的典型布置（如图）：多功能穿梭机的特点：

无需链条, 每个穿梭机单元自身带有三个驱动用于行走、旋转和摆动, 每个驱动配有备用电机;
每个穿梭机是一个单独的输送单元, 维修方便, 出现故障时每个输送机可从系统中取出来单独维修;
高度柔性化, 根据车型不同, 车身在每个工艺区域的运动轨迹可编程, 车身可以任意角度出、入槽,
在槽内浸渍处理时也可以摆动; 特别适合小批量、多车型的混线生产线;



二

前处理工艺简介

2.3前处理工艺机械化实现简介:

2.3.12 几种输送方式的比较

方式 属性	行走驱动方式	旋转/摆动原理	车身出/入槽角度	车身沥水 排气效果
自行葫芦	PLC控制+电机驱动	PLC控制+电机驱动	一般10°左右	差
推杆链	驱动站+单链	机械轨道导向	30°	较差
摆杆链	驱动站+双链	机械轨道导向	30°/45°	较好
RODIP-3	驱动站+双链	机械轨道导向	180°	很好
RODIP-3+	PLC控制+电机驱动	PLC控制+电机驱动	180°	很好
穿梭机	PLC控制+电机驱动	PLC控制+电机驱动	任意角度	很好

二

前处理工艺简介

2.3前处理工艺机械化实现简介:

2.3.13 几种输送方式的比较

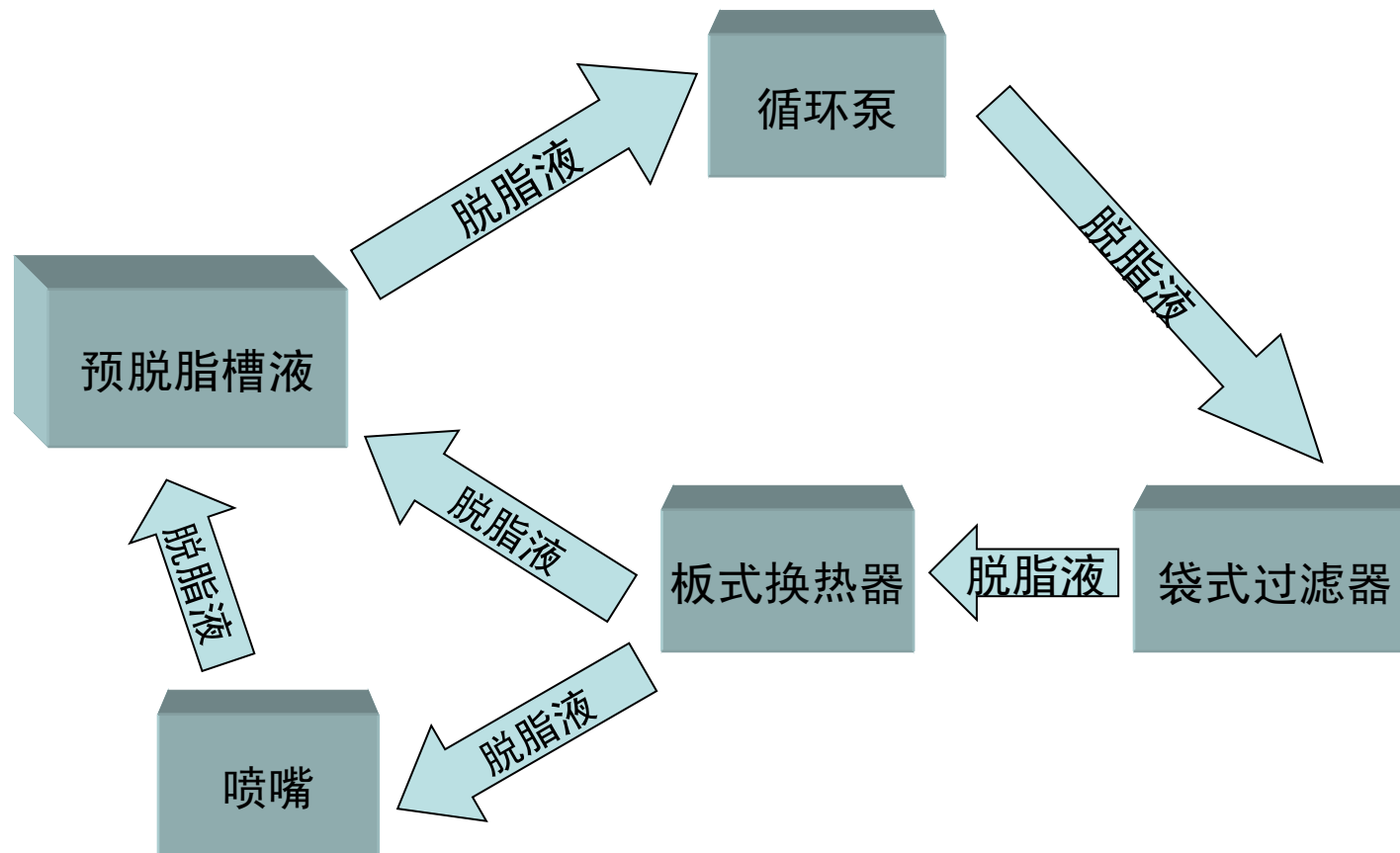
方式 属性	运动柔性化	轨道布置	维护、保养	应用领域
自行葫芦	差	槽体上方	方便	间歇式
推杆链	差	槽体上方	不方便	连续式
摆杆链	差	槽体两侧	不方便	连续式
RODIP-3	较好	槽体两侧	较方便	连续式
RODIP-3+	好	槽体一侧	方便	间歇/连续
穿梭机	最好	槽体两侧	方便	间歇/连续

二

前处理工艺简介

2.4 前处理各关键工艺流程图：

2.4.1 预脱脂工艺流程

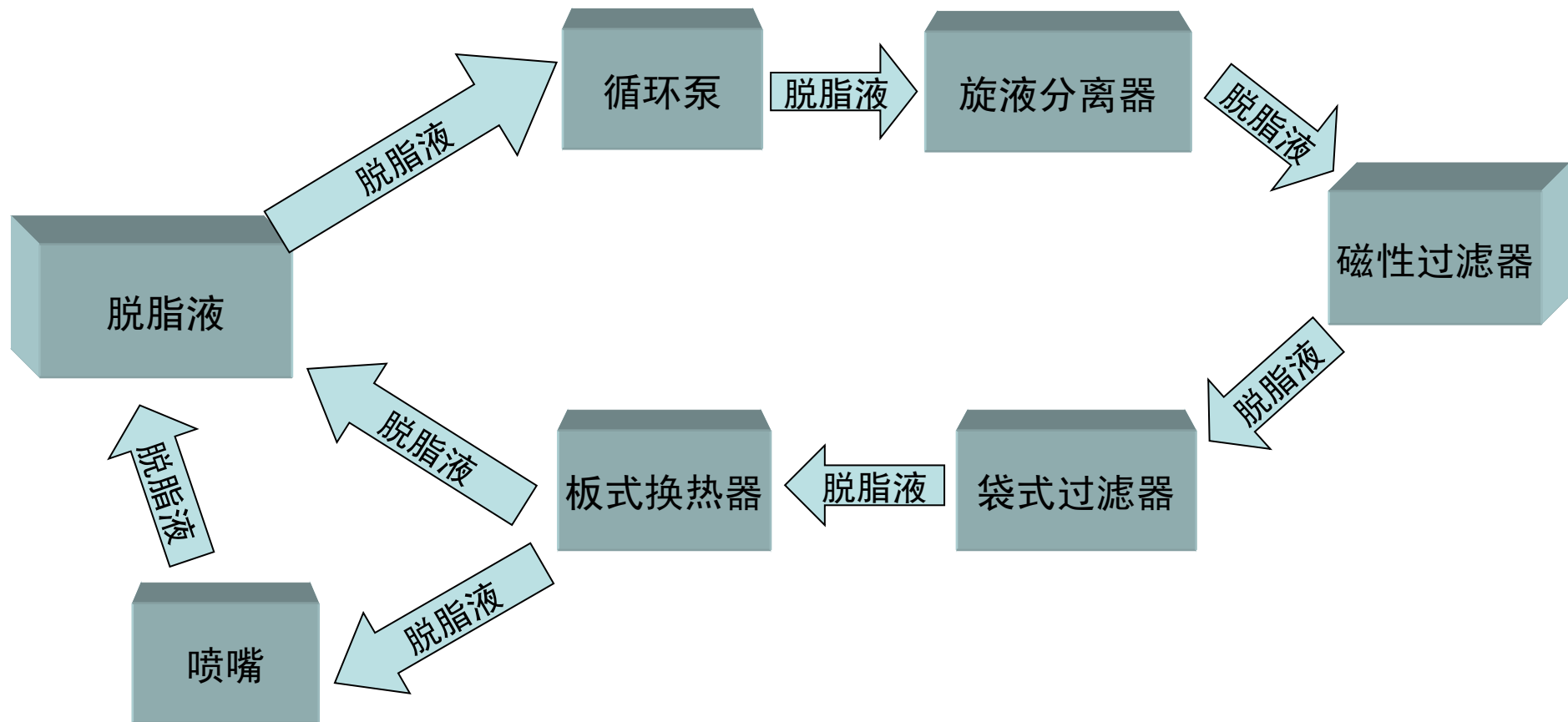


二

前处理工艺简介

2.4前处理各关键工艺流程图:

2.4.2脱脂工艺流程

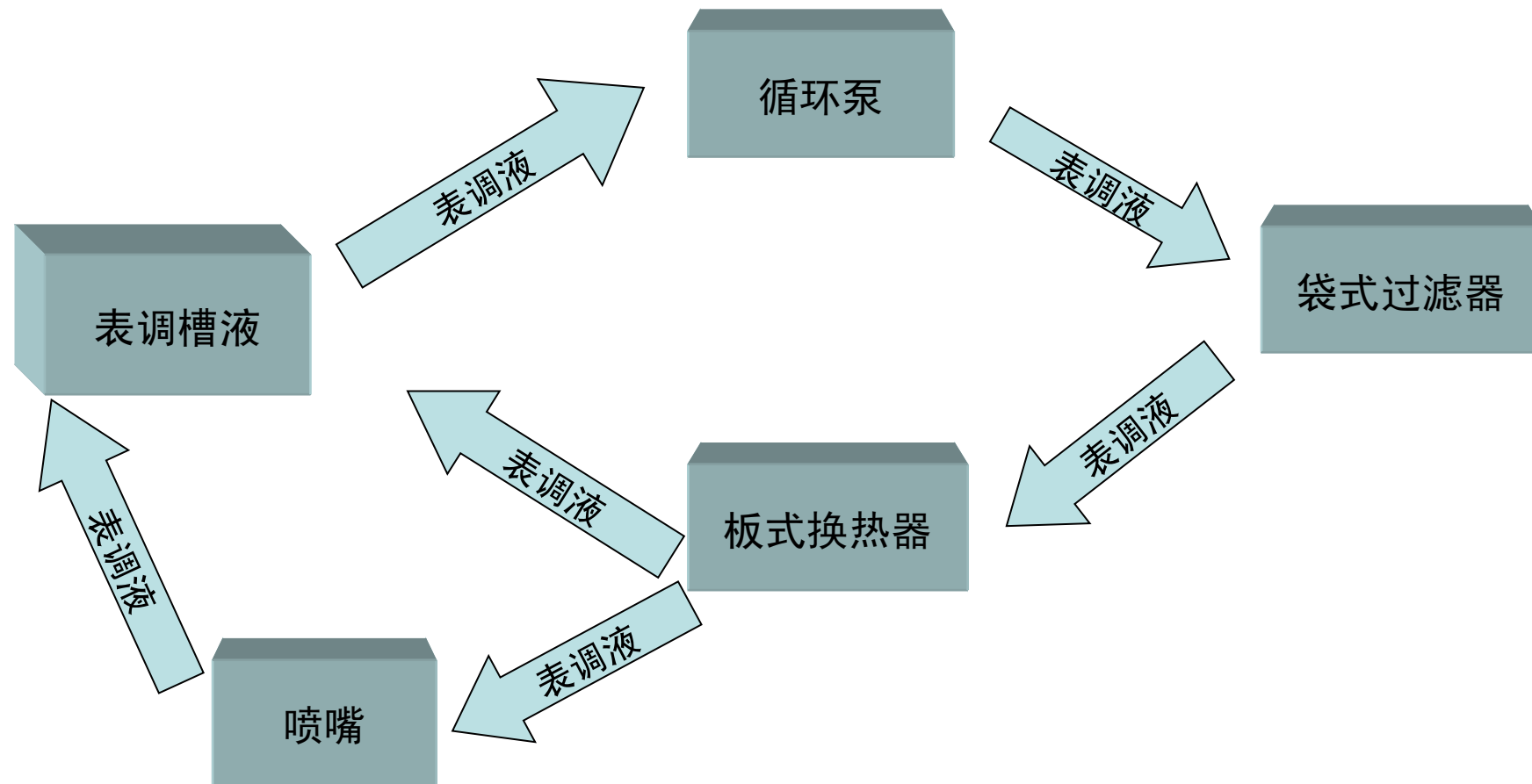


二

前处理工艺简介

2.4前处理各关键工艺流程图：

2.4.3表调工艺流程

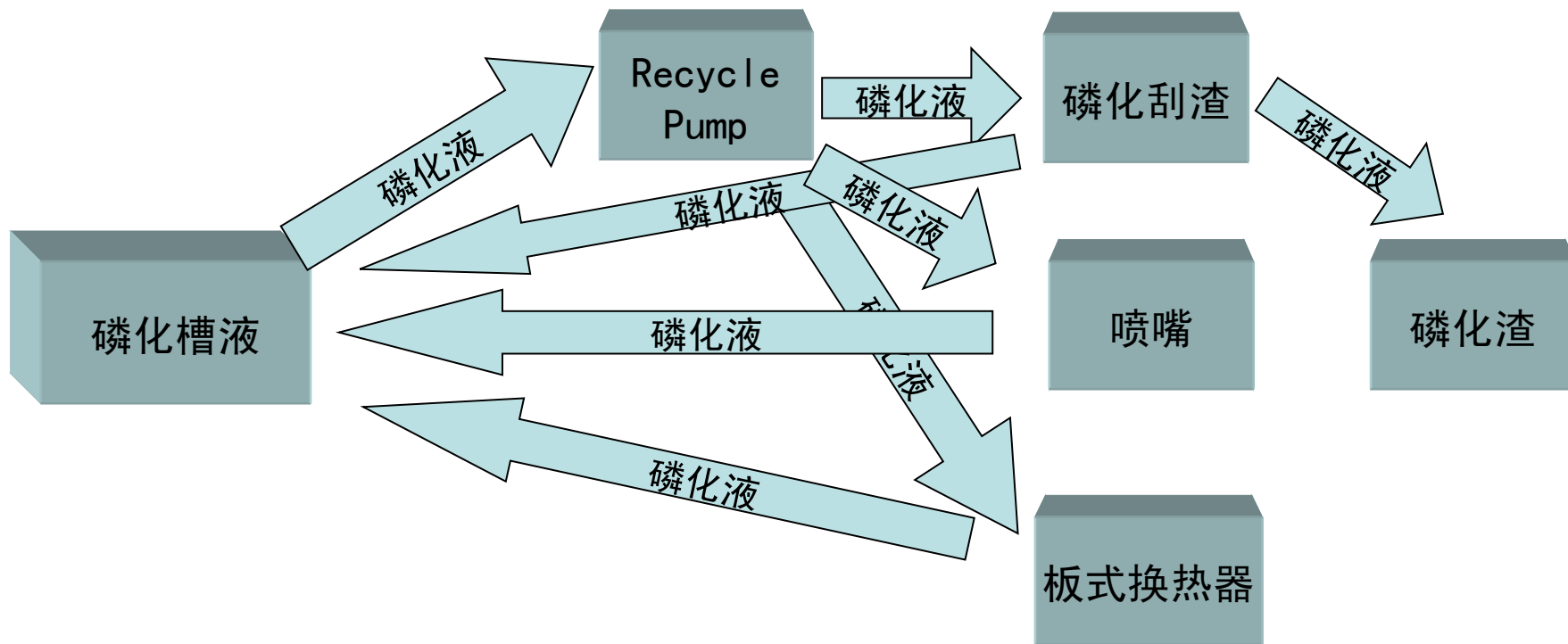


二

前处理工艺简介

2.4前处理各关键工艺流程图:

2.4.4磷化工艺流程

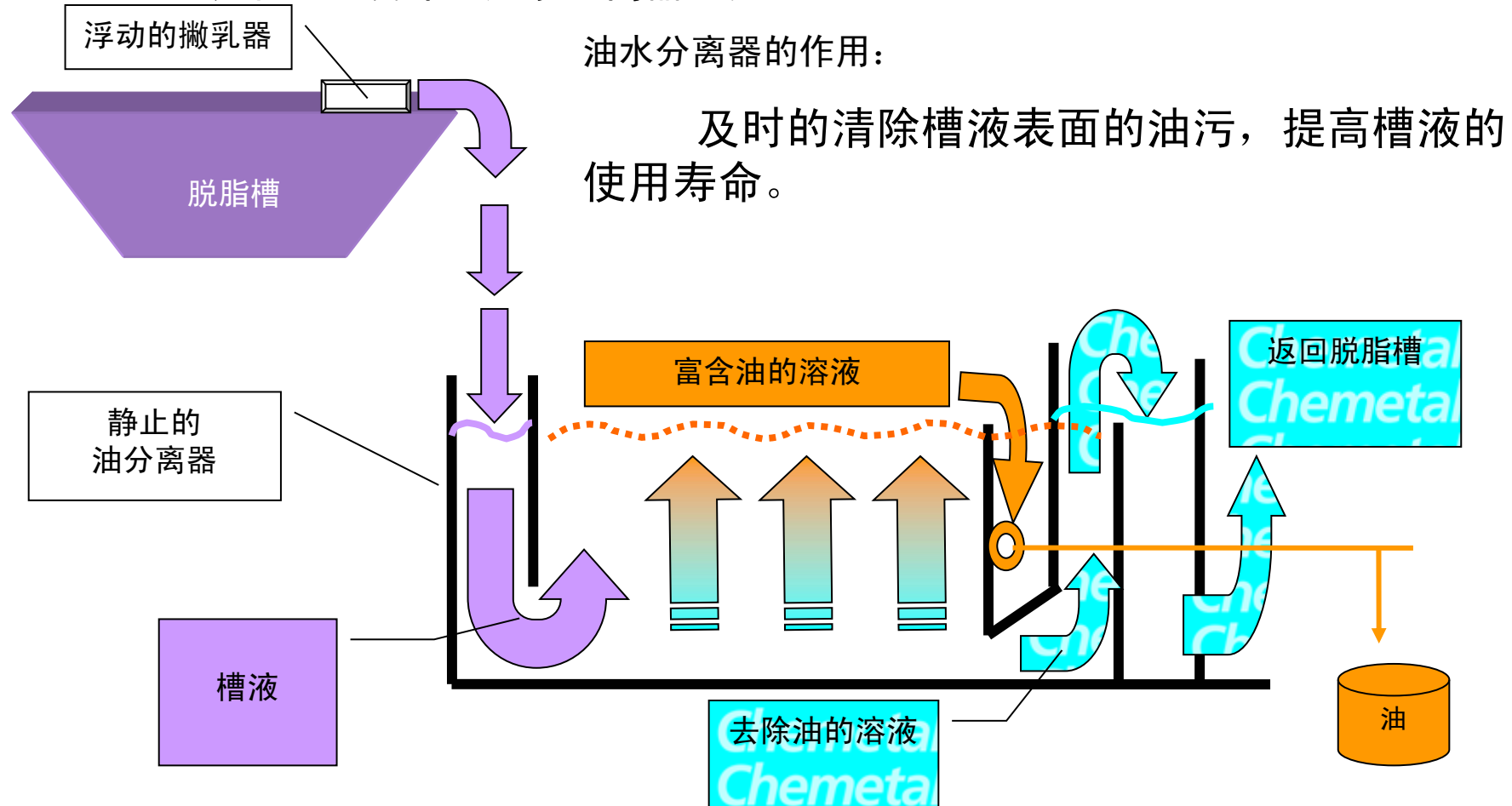


三

前处理工艺设计

3 前处理各关键工艺设计：

3.4 脱脂工艺设计（油水分离器）；

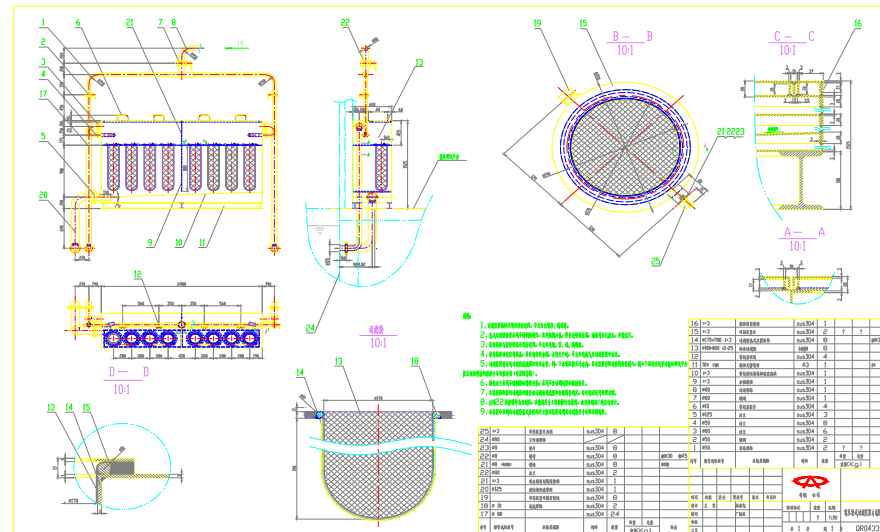


三

前处理工艺设计

3 前处理各关键工艺设计:

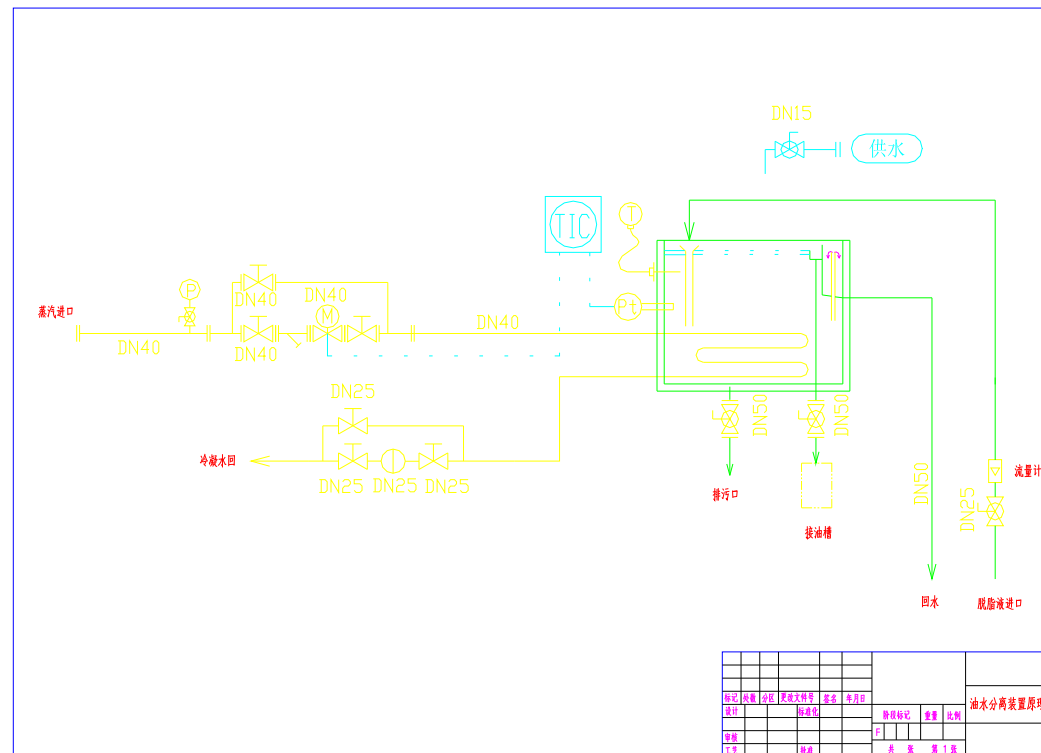
3.5 脱脂工艺设计（袋式过滤器装置原理图）；



三

前处理工艺设计

- 3 前处理各关键工艺设计：
3.6 脱脂工艺设计（油水分离器原理图）；



三

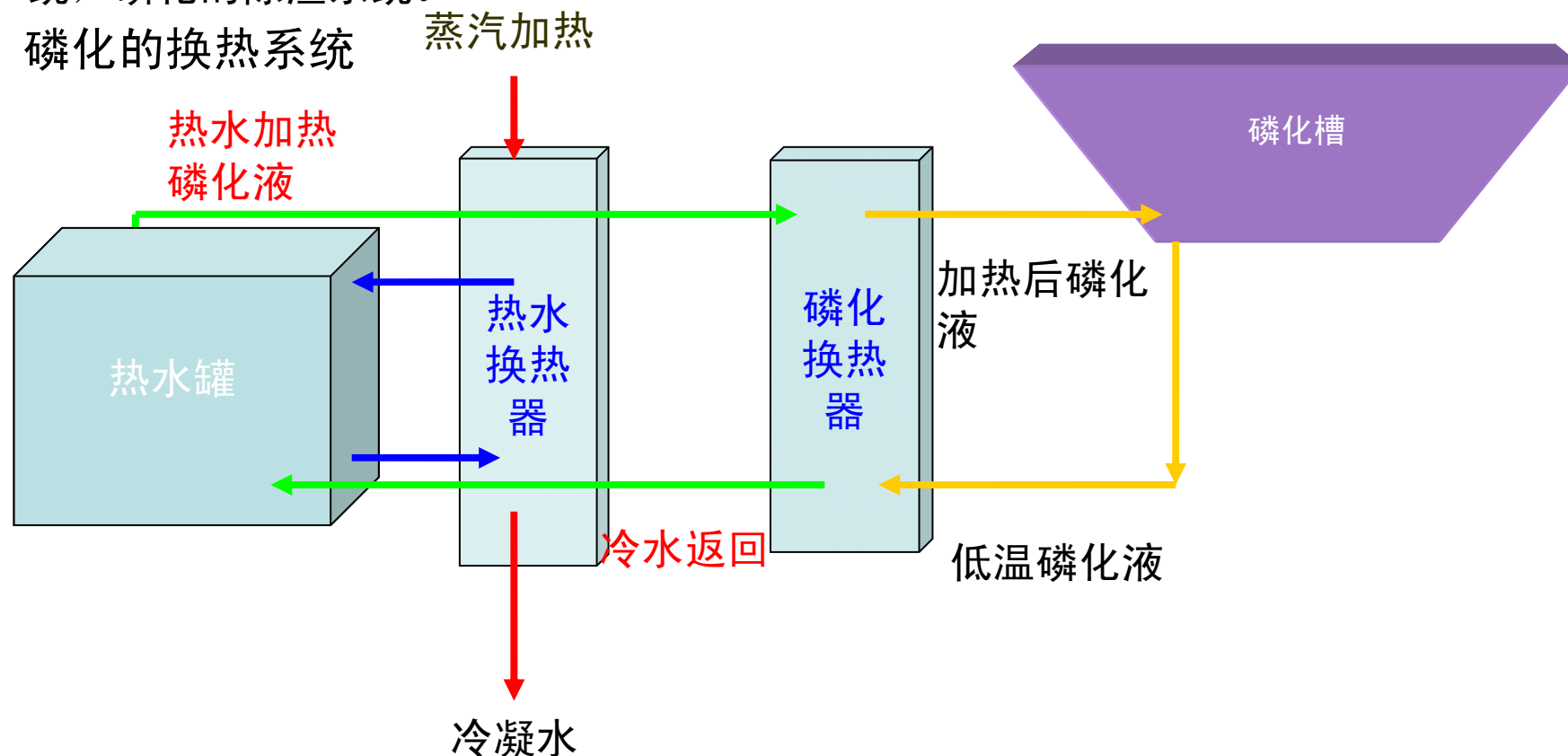
前处理工艺设计

3 前处理各关键工艺设计：

3.17 磷化工艺设计（磷化的设备）；

磷化工序的设备一般包括：磷化的槽体及循环管路，磷化的换热系统，磷化的除渣系统。

磷化的换热系统



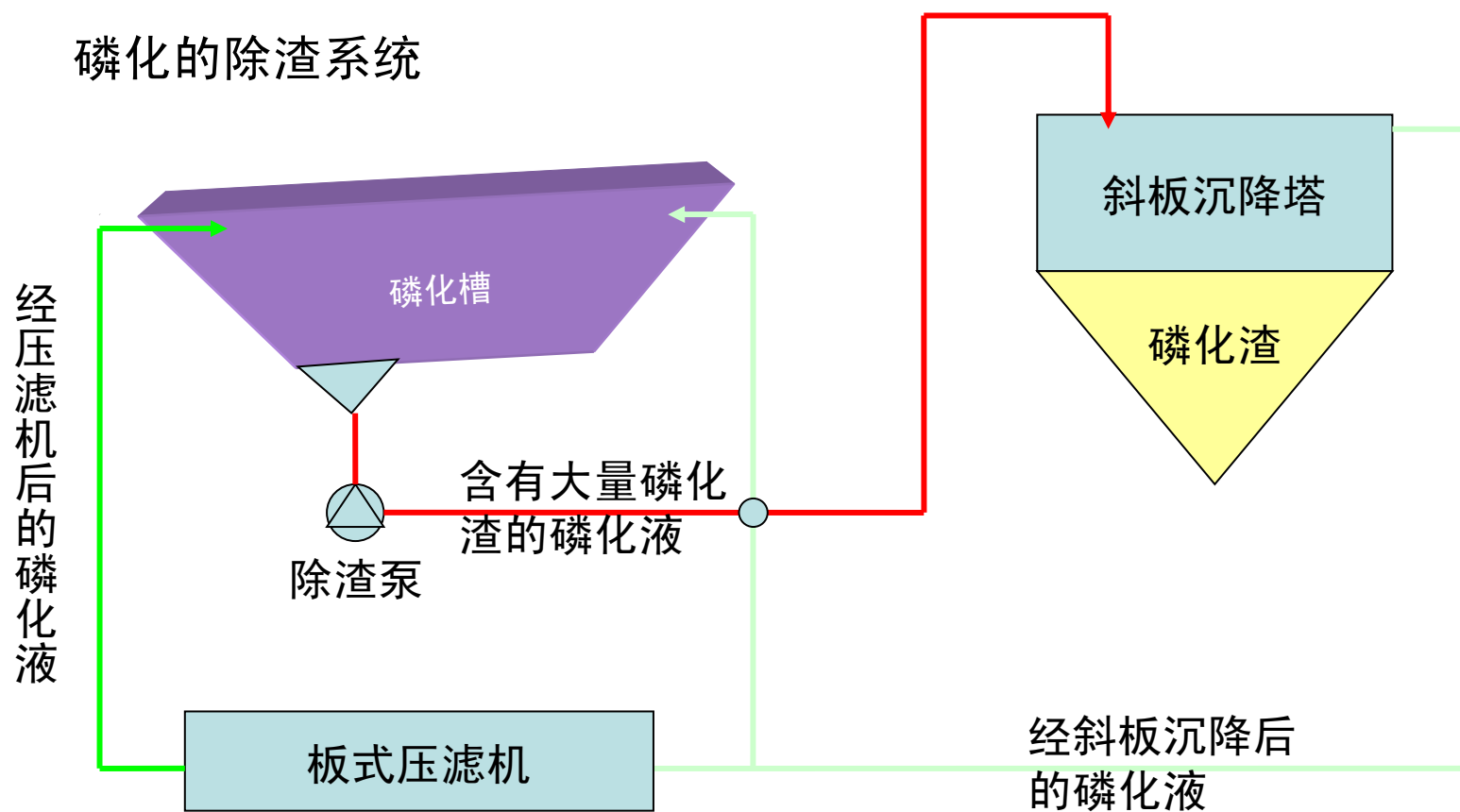
三

前处理工艺设计

3 前处理各关键工艺设计：

3.18 磷化工艺设计（磷化除渣系统）；

磷化的除渣系统

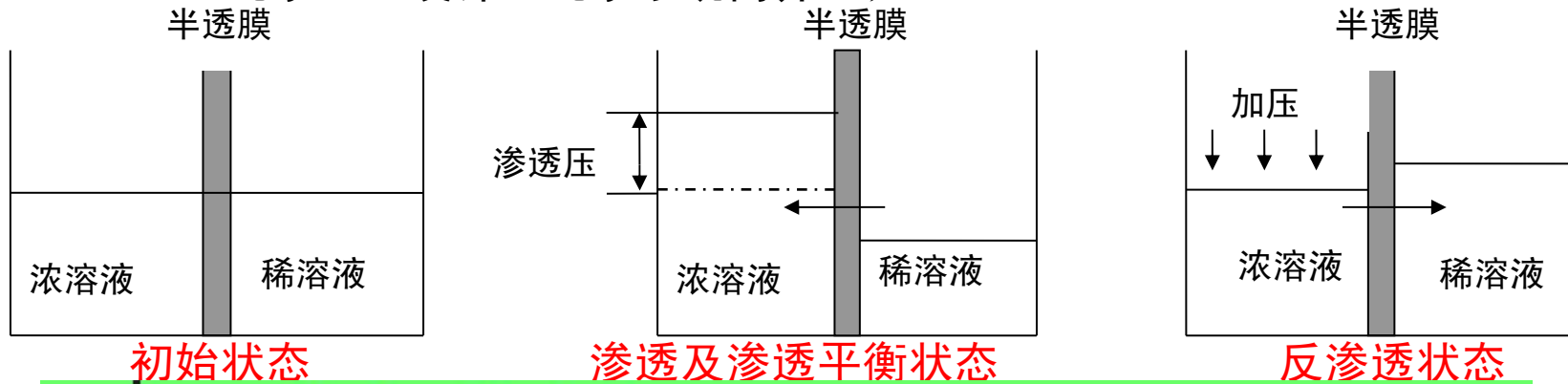


三

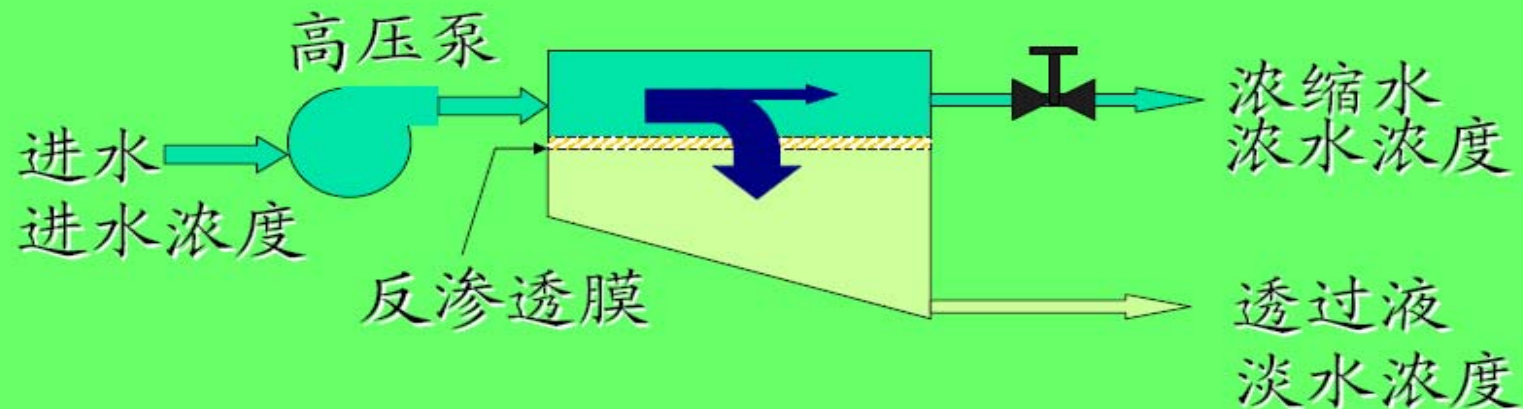
前处理工艺设计

3 前处理各关键工艺设计:

3.21 纯水工艺设计（纯水系统简介）;



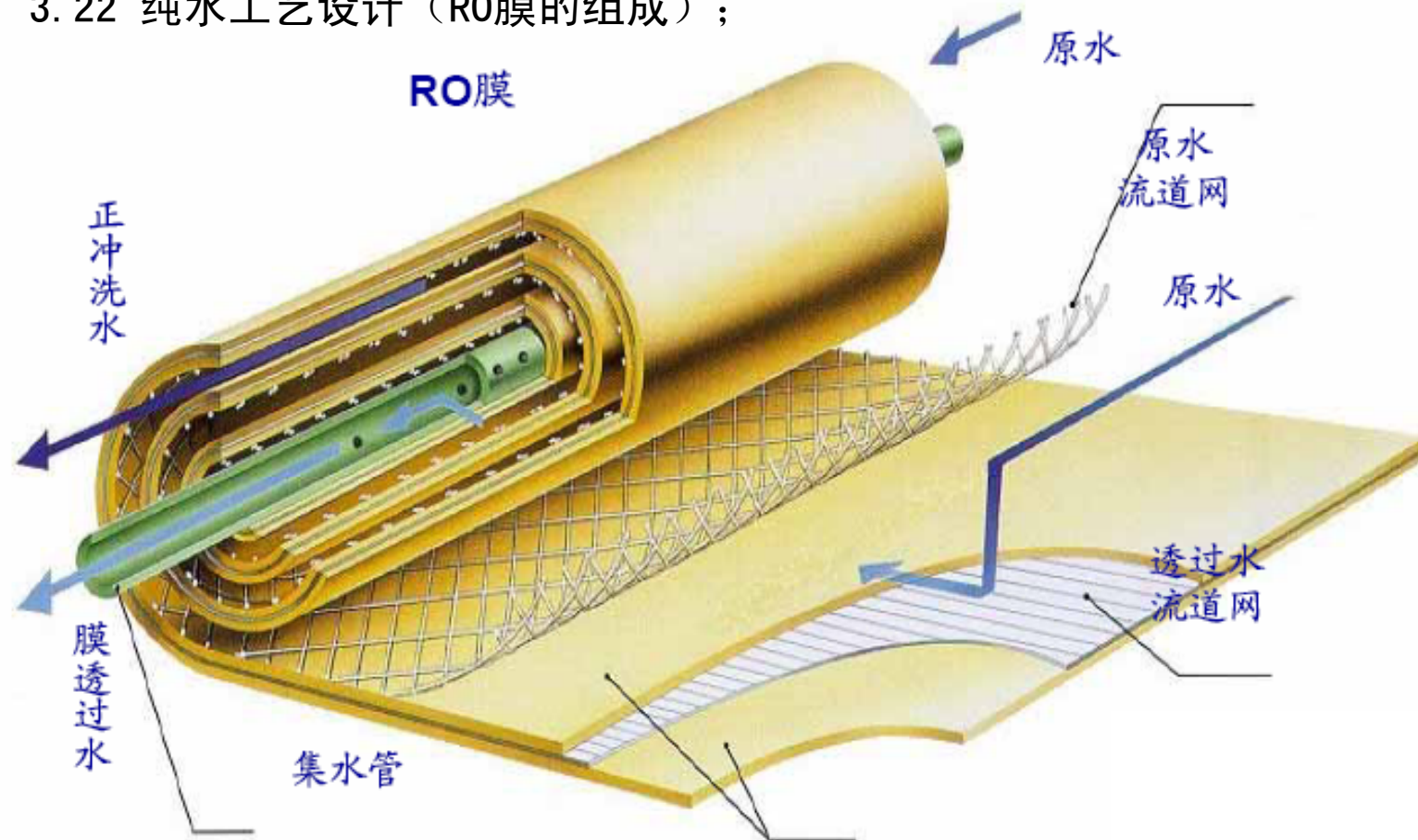
■ 基本工艺过程



三

前处理工艺设计

- 3 前处理各关键工艺设计：
3.22 纯水工艺设计（RO膜的组成）；

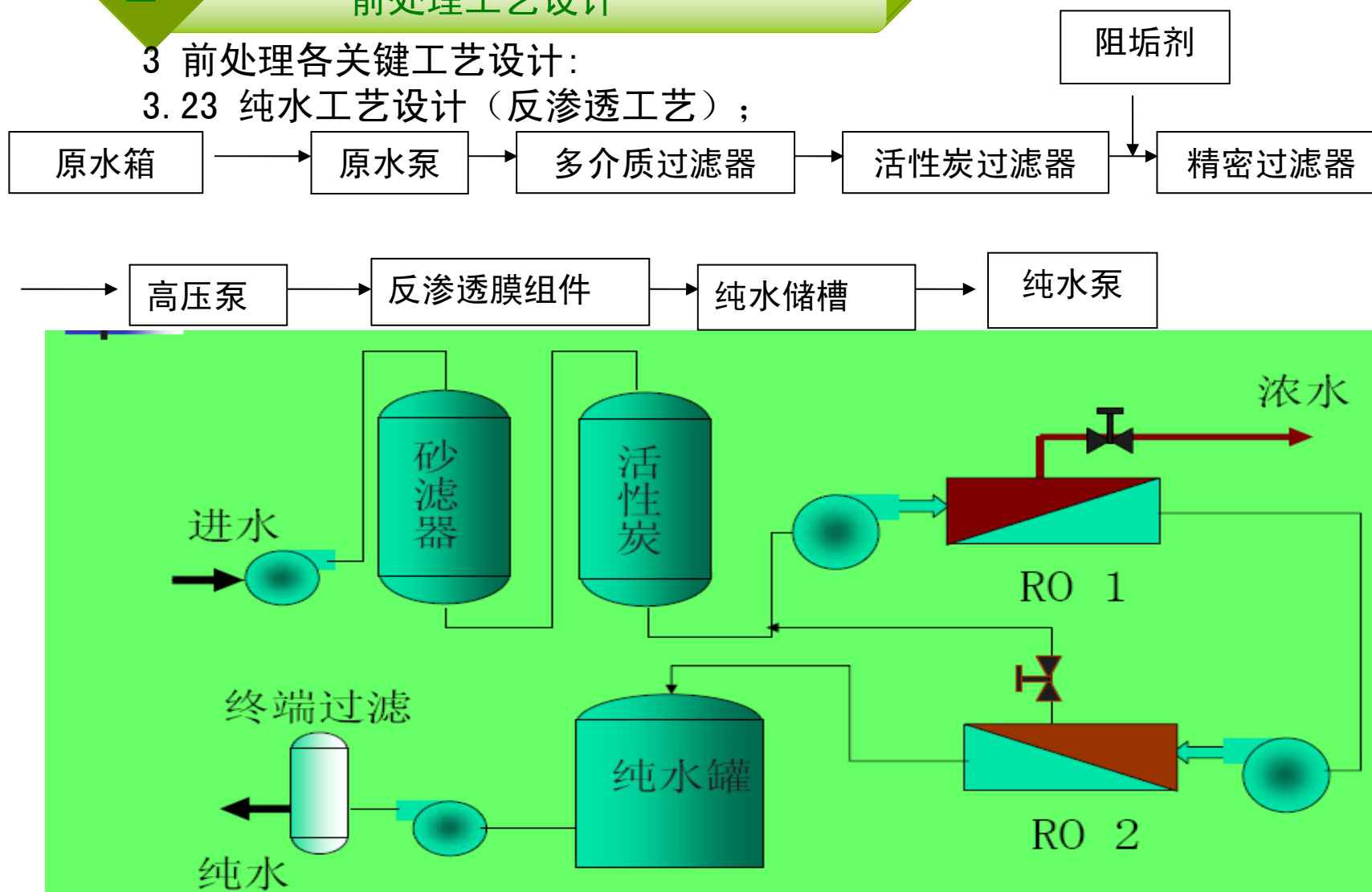


三

前处理工艺设计

3 前处理各关键工艺设计:

3.23 纯水工艺设计（反渗透工艺）；



三

前处理工艺设计

3 前处理各关键工艺设计:

3.24 纯水工艺设计（反渗透工艺）；



砂滤器和活性炭过滤器



计量加药系统

计量加药系统

反渗透设备组成:

高压泵、保安过滤器、RO膜外壳、清洗泵、电控箱等。

3 前处理各关键工艺设计：

3.19 前处理工艺设计（前处理工艺相关出图）；

工艺设计过程中，一般以《工艺设计说明书》、《相关技术协议》、和大量的相关图纸为设计、制造及至最终验收的依据。

前处理工艺涉及到大量的图纸，不仅仅有非标设备、槽体、室体、工艺流程图、设备原理图、电控原理&流程图、设备图等等，还有土建、基础要求图等等等等。

根据前面的论述，前处理需要有单独的变电间；

根据前处理槽液的性质不同，表调（含表调）前要废水要统一处理；

磷化（含磷化）后的废水要统一处理；

废水的处理，一般要在设备四周设排水沟，但是经验表明，在排水沟的外侧设置300mm高的挡水堰效果会更好；

前处理电泳之间要设置好能供叉车通过的物流通道；等等等等

工艺设计中，非标、机械化等设备设计无疑是关键和重要的，但是仅仅做好设备设计也是远远不够的，如果能统盘考虑物流、使用方便，那么就能大大为工艺设计增添光彩。

详细设计之后，高质量的图纸和详细的技术要求会为后期的设备制作提供极大的方便，而且不容易出错，这就需要工艺的统盘把握。

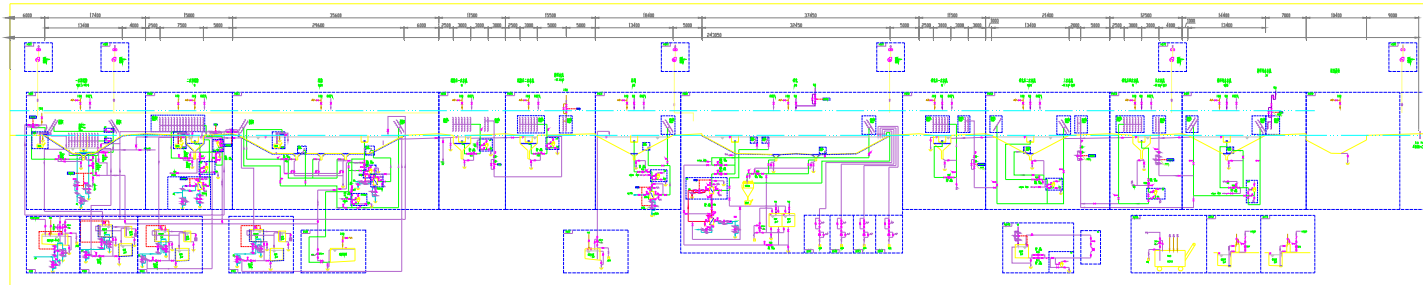
三

前处理工艺设计

3 前处理各关键工艺设计：

3.19 前处理工艺设计相关图纸（三涂前处理工艺流程图）；

工艺设计的惟一和最终目的就是为实现涂装工艺，所以一切要以达到工艺要求为准则。



涂 装 新 工 艺

- 发展方向:
- 1、减少VOC排放;
- 2、减少能耗;
- 3、简化工艺。

- 一、PVC湿碰湿工艺
- 二、3C1B工艺
- 三、双底色漆工艺
- 四、EcoConcept
- 五、集成工艺
- 六、输调漆系统的一对多供应
- 七、面漆前车身水洗

一、PVC湿碰湿工艺

PVC湿碰湿工艺，是指PVC材料施工后不需预烘烤，而在其湿膜表面直接喷涂中涂油漆，然后随中涂油漆烘干室一起加热进行胶化成型，这种车用PVC车底涂料、密封胶不经过预烘烤进行施工的工艺，PVC材料表面和中涂油漆均为液态，通常也称为“湿碰湿”工艺，这类材料通常称为“湿碰湿”材料。

老线改造应用的优点：

- 1、降低能耗；
- 2、省却预烘烤设备操作、维护费用；
- 3、减少排气和污染。

风险点：

- 1、工艺流程调整后，还原较困难；
- 2、人员操作不熟练，质量风险。

工艺流程区别

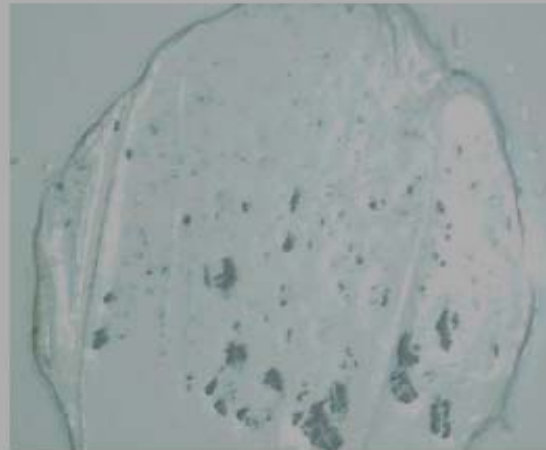
PVC烘干工艺流程	电泳烘干	粗密封	底板防护	细密封	PVC烘干	ED修磨	中涂喷漆
PVC免烘烤工艺流程	电泳烘干	ED修磨	底板防护	粗密封	/	细密封	中涂喷漆

注意事项:

- 1、没有一种PVC能和所有中涂油漆配套良好，产品多为定制；
- 2、引入新的中涂油漆品种前，必须进行配套性实验；
- 3、正式供货时，PVC与油漆的配套性能必须定期检测。



配套性好的产品



配套性差的产品



车涂装PVC免烘烤
工艺现场验证

“湿碰湿”型PVC密封胶的颜色对面漆涂层遮盖力的影响

随着人们对车身色彩的需求，一般生产线上采用多种颜色的面漆，而密封胶多为白色或灰色，因此为了观察不同颜色PVC密封胶对面漆遮盖力的影响，采用白色氨基面漆和蓝色氨基面漆分别与白色密封胶和灰色密封胶进行配套性试验，其试验结果表明：

- 1、白色的PVC密封胶，当面漆膜厚达到 $20\mu\text{m}$ 以上，采用白色面漆或蓝色面漆均可较好遮盖；
- 2、灰色的PVC密封胶，采用白色面漆时，面漆膜厚达到 $35\mu\text{m}$ 左右才能较好遮盖。

结论：采用白色的“湿碰湿”型PVC密封胶有利于各种颜色的面漆涂装。

“湿碰湿”型PVC密封胶对面漆涂层耐盐雾性能和抗老化性能的影响

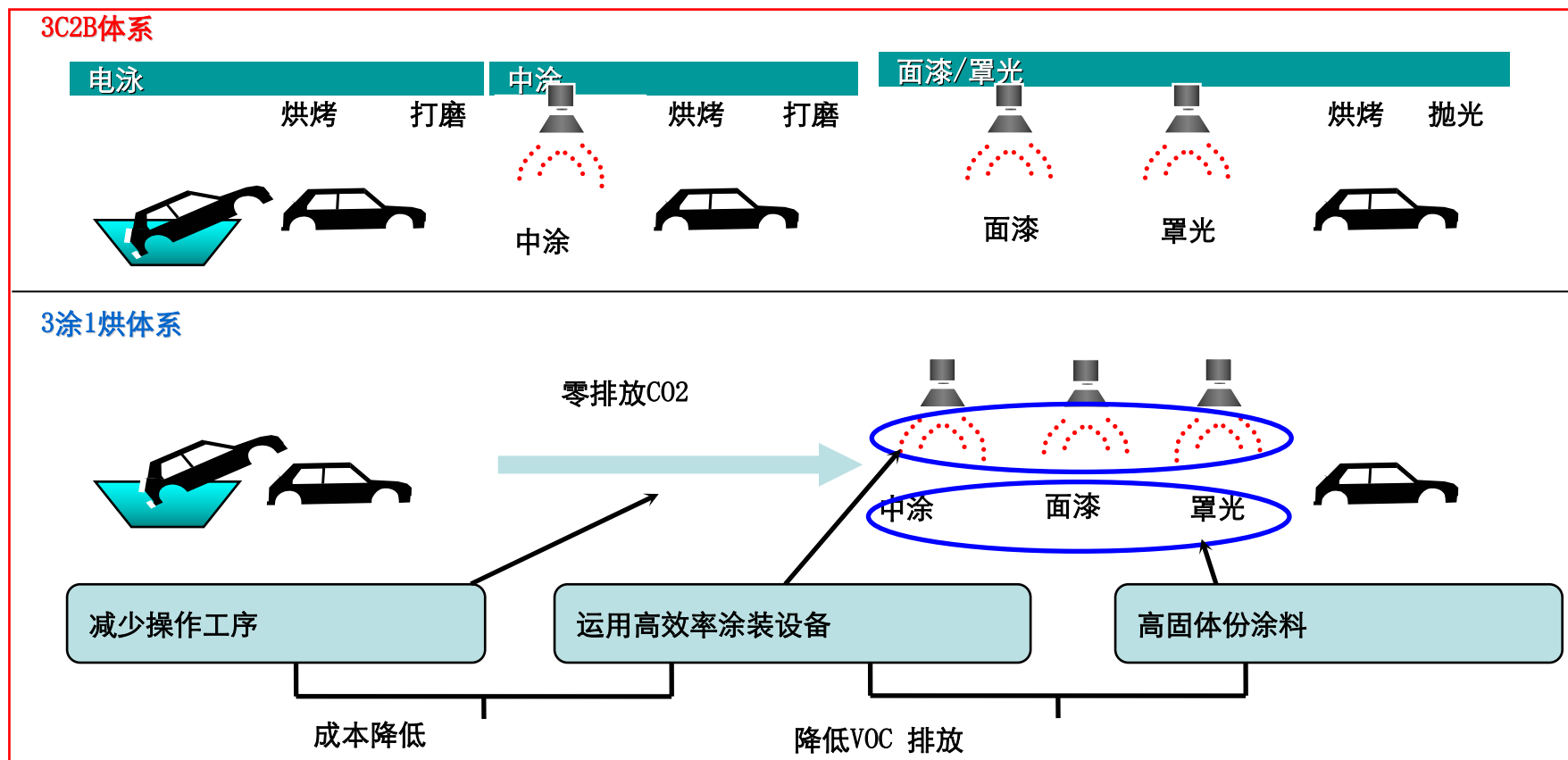
在确认了采用“湿碰湿”型PVC密封胶与面漆配套涂装不影响面漆涂层外观质量的情况下，对试验样板进行了盐雾试验和老化试验。分别采用烘烤温度 110°C 的蓝色氨基面漆（喷漆粘度 $24\text{S}/20^{\circ}\text{C}$ ）和烘烤温度 140°C 的蓝色氨基面漆（喷漆粘度 $24\text{S}/20^{\circ}\text{C}$ ）与“湿碰湿”型PVC焊缝密封胶配套喷涂样板，按国家标准GB/T1771—1991《色漆和清漆耐中性盐雾性能测定》和GB/T1865—1980《漆膜老化（人工加速）测定法》对所喷涂的样板进行盐雾及老化试验。

- 1、采用与烘烤温度 110°C 的蓝色氨基面漆“湿碰湿”涂装后的样板由于没有达到PVC密封胶的完全固化温度，因此经试验后涂胶处漆膜表面严重失光；
- 2、与烘烤温度 140°C 的蓝色氨基面漆配套涂装的样板则与采用PVC密封胶烘干后再进行面漆涂装的漆膜表面状态基本相同。

试验结论：“湿碰湿”型PVC密封胶与面漆配套的涂装工艺适用于采用 140°C 烘烤固化的面漆涂装，对于采用低于 140°C 烘烤固化的面漆涂料不适宜采用此工艺。

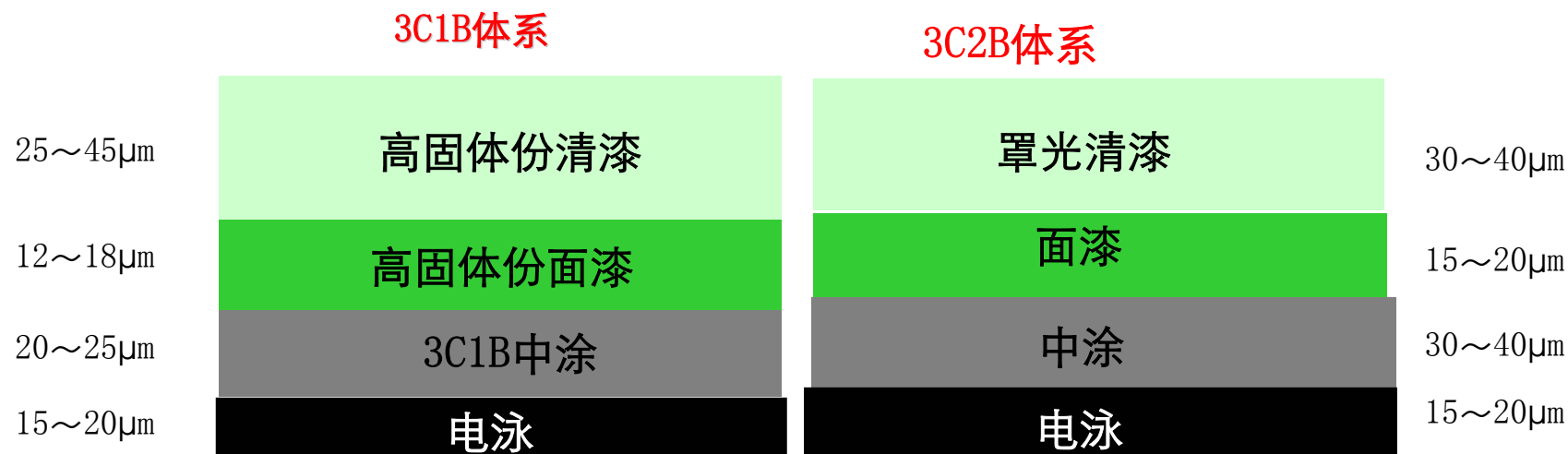
二、3C1B工艺

从中涂层漆开始、金属底色漆、罩光清漆湿碰湿的工艺（Three coat one back），取消中涂漆烘干工序。



介绍优点:

1. 降低成本: 节省总能耗15%~20% (换算成CO2), 大幅度降低涂料使用量, 涂装总体成本降低20%;
2. 有利于环保: VOC排放量削减45%以上, 在使用溶剂性涂料时也能实现欧洲的VOC排放限制水准 (35g/m2) 以下;
3. 漆膜质量: 可达到目前工艺的质量水平, 可以降低面漆生产的垃圾点20%。



传统生产线转换应用3C1B工艺的验证

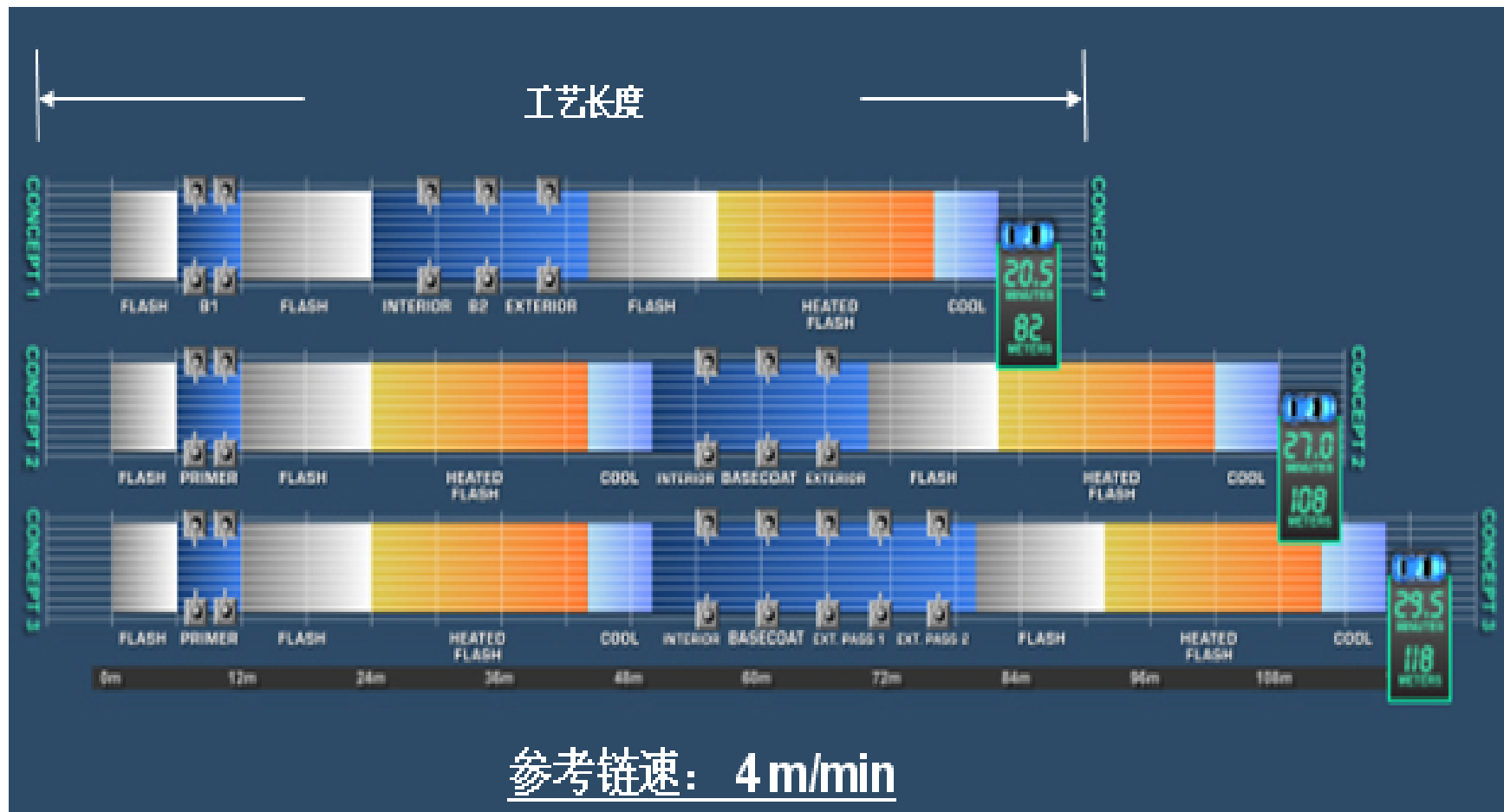
案例



塑料件“3C2B”涂装工艺的技术升级

三、双底色漆工艺

将正常的中涂层取消，将原来的一道底色漆设计为两涂层（Base1和Base2）。

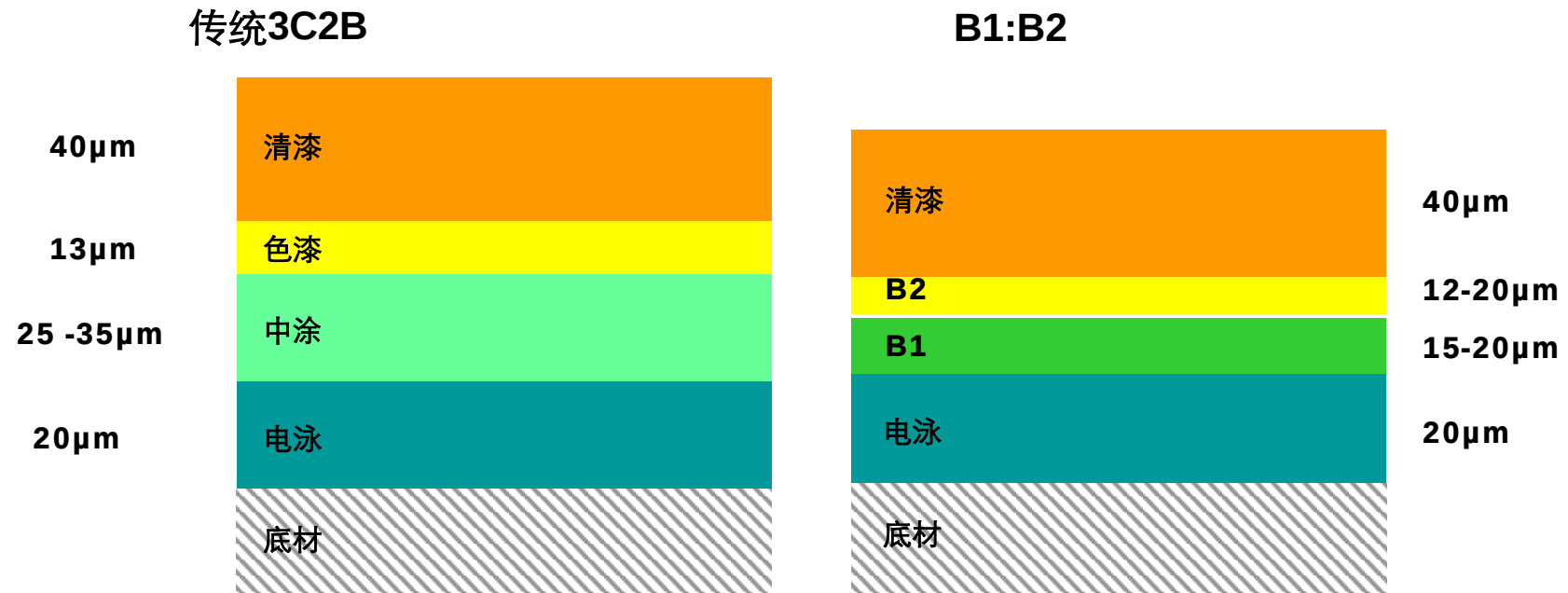


施工工艺

		W/W	80℃ (5-8) min	晾干 (3-5) min
CED	Base1、2k	Base2	罩光漆、2K	烘干 (140℃、20min)

注意事项:

施工时要求严格控制Base的配比，膜厚分布误差要小，清漆与底色漆配套性要好，当然该工艺应用的前提时白车身的平整度和电泳漆膜的平整度要好。

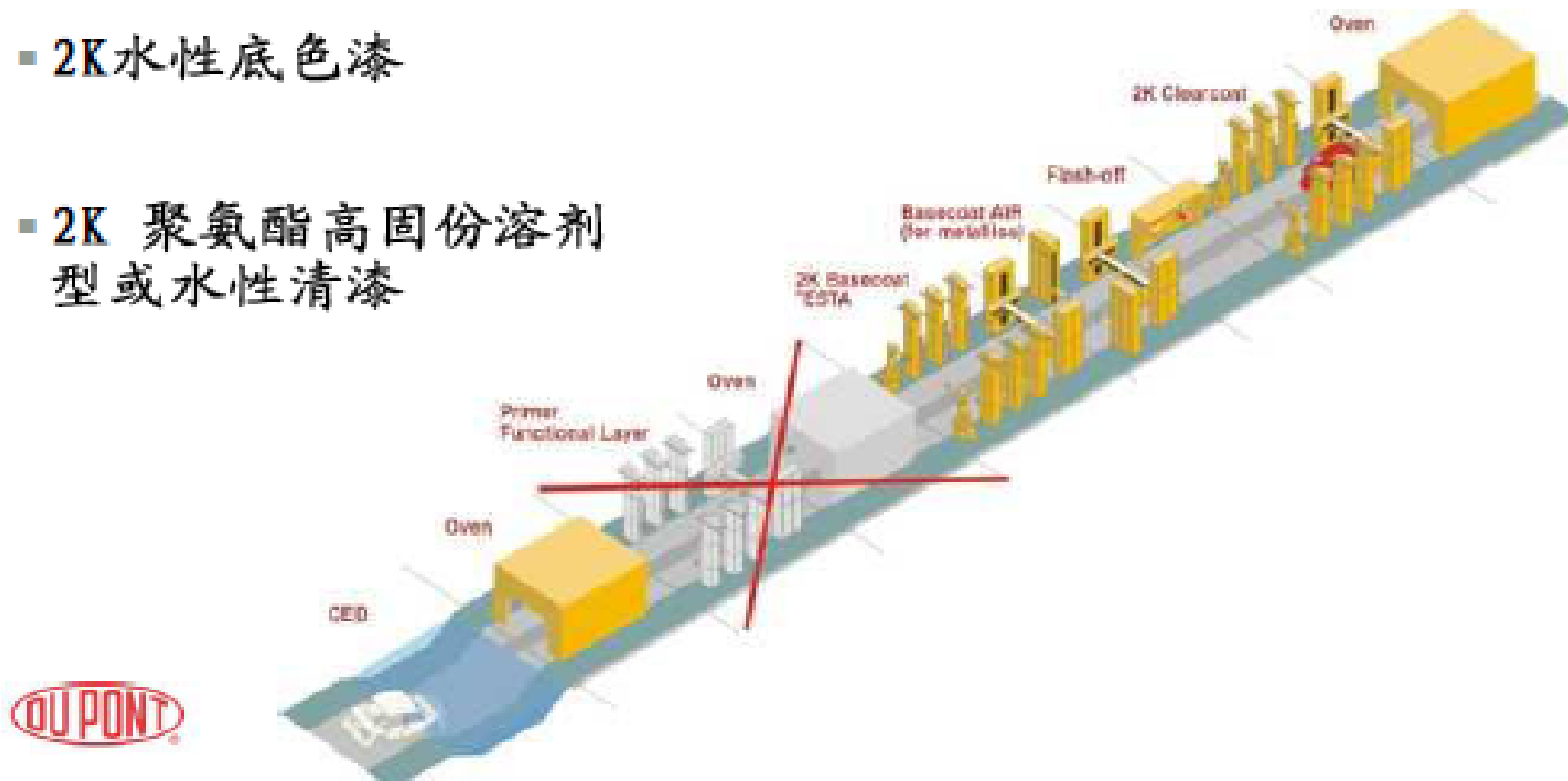


四、无中涂汽车涂料体系（EcoConcept）

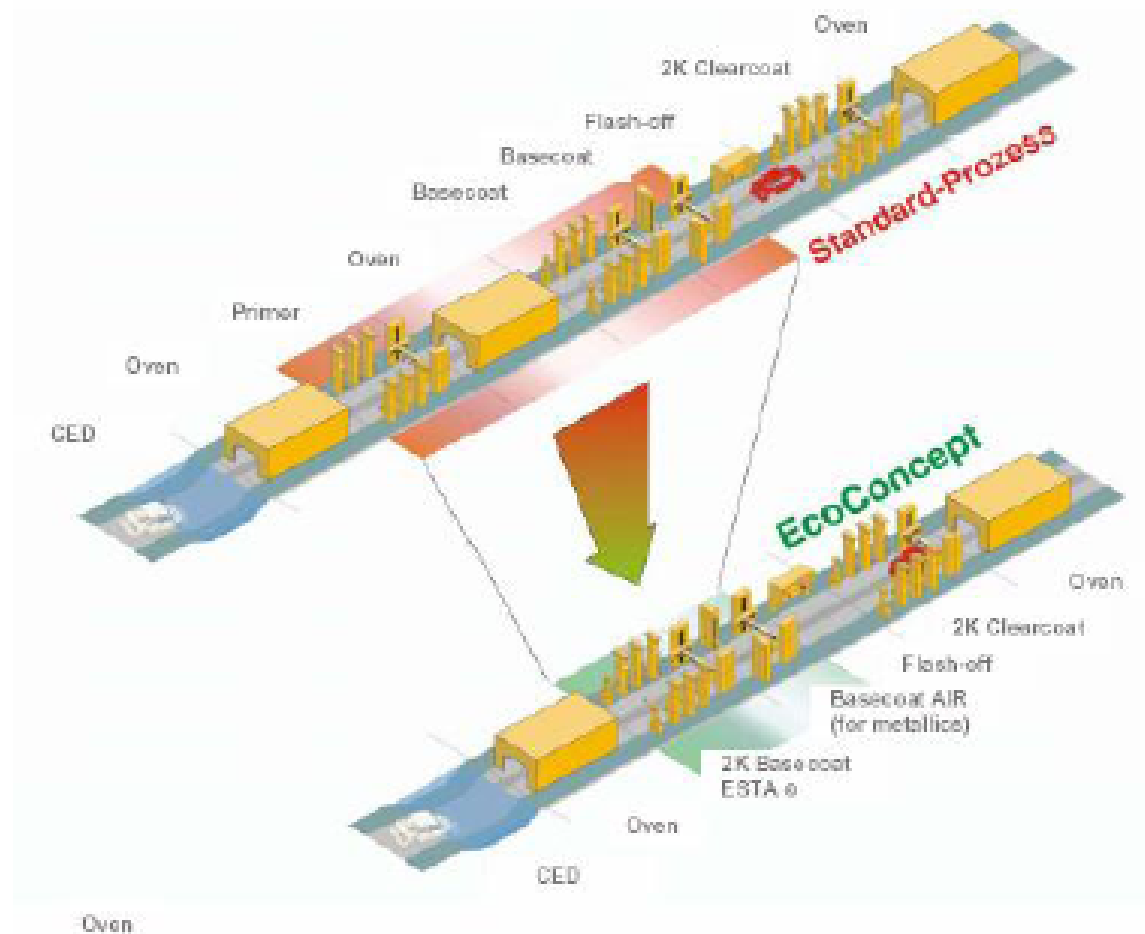
Eco Concept 是DuPont 公司欧洲的研究中心自1995年开始与DC, VW 等汽车厂商联合研发的节能，环保涂装工艺。经过8年大量的研究和检测，03 年进行工业化实验，05 – 06 年全球推广，目前，全球已有多个工厂采用DuPont EcoConcept 工艺：Daimler Chrysler 不来梅工厂，BMW (MINI 车型)工厂，SEAT 在 Martorell 工厂，VW 西班牙工厂（POLO车型车型），墨西哥工厂（宝来车型）。生产各类型轿车，实现了经济，节能，环保的目标

EcoConcept

- 无铅无锡电泳
- 2K水性底色漆
- 2K 聚氨酯高固份溶剂型或水性清漆



工艺最节约的方案: EcoConcept



1. 免中涂工艺流程.
2. 适合各种色漆, 金属漆.
3. 外观满足要求.

精益的工艺流程

标准涂装工艺



Eco concept 工艺



底色漆的闪干和烘干:

- 1、标准的水性漆闪干区要求 (70° C)
- 2、采用干燥空气50° C , 吹干6- 10 分钟.
- 3、不需IR- 冷却区(节能)
- 4、在第一, 二道之间仅需很短的闪干1.8分钟.

五、集中工艺

BASF公司开发了集成工艺 I（适用于新建涂装生产线）、集成工艺 II 技术（适用于新建涂装生产线或旧生产线改造），其中“集成工艺 II”在“集成工艺 I”基础上进一步缩短涂装线，与“集成工艺 I”相比省略了色漆之间的闪干步骤。



集成工艺 I 流程图



集成工艺 II 流程图

六、输调漆系统的一对多供应

输调漆循环系统的一对多供应是指，一个循环罐配备1个搅拌泵，连接2个输漆泵、2套过滤装置、2个稳压器、2个背压阀，调漆罐可选配，通过2套管路经换热后，分别向两条涂装生产线供应油漆。



这种供漆方式相比较一对一的供应方式，在日系输调漆系统有所应用，优点是减少了设备和占地面积，以及输调漆间建造的投入，减少了在线循环油漆量，便于人员维护。

七、面漆前车身水洗工艺

根据外资车企研究结果，空气相对湿度达到60%，车身不带静电，对控制灰尘、纤维有良好效果，故该公司新建的面漆线，车身进入喷漆室前设有水洗车身设备，可以讲车身内外表面、腔体夹缝的灰尘、纤维毛消除。

车身水洗线由带供排风的封闭室体，室体供风量48000立方米/h，前过滤等级F5、后过滤等级F7，恒温 $21\pm 1^{\circ}\text{C}$ ，换气次数30次/小时。

去离子水循环设备，最大去离子水需求量8立方米/h，水循环设备包括各一个4.5立方你的干净储水罐、脏水储水罐，清洗设备到脏水储水罐最大流量为25立方米/h。脏水储水罐水经 $10\mu\text{m}$ 、 $5\mu\text{m}$ 的过滤和紫外杀菌处理，流入干净水槽，最大流量30立方米/h，电导率控制在 $20\mu\text{S/cm}$ 。

车身预喷淋环喷淋压力为 $20 \times 10^5\text{Pa}$ ，车身外表面设有水刷辊子（顶、左右侧），水以 $6 \times 10^5\text{Pa}$ 喷洗水刷辊子，水刷辊子刷车身外表面。

备用手工车身内表面及内腔，压力为 $20 \times 10^5\text{Pa}$ ，

机器人高压喷洗车身内表面及内腔，压力为 $120 \times 10^5\text{Pa}$ ，

车身外表面后喷淋环，喷淋压力 $20 \times 10^5\text{Pa}$

车身无级倾斜沥水装置呈80度角，

空气环吹干车身外表面，

烘干室烘干车身水，温度 120°C ，时间30min。

涂 装 新 材 料

- 发展方向:
- 1、减少VOC排放;
- 2、减少能耗;
- 3、提高质量。

- 一、脱脂新材料
- 二、磷化新材料
- 三、氧化锆转化膜
- 四、硅烷材料
- 五、电泳新材料
- 六、水性涂料

一、脱脂材料

低温脱脂技术:

通过对传统脱脂剂中表面活性剂的活性基团进行改进,使得白车身上的油污容易在该脱脂剂中乳化,从而达到传统脱脂剂的脱脂效果。汉高公司已经成功开发出低温脱脂剂,但是只能降低10℃左右,未来的发展趋势是更大的降温空间的脱脂材料开发。

工艺温度由传统的50~60℃降低至40~50℃,甚至于常温,这样预脱脂及脱脂工序的能耗及蒸汽等用量大大的降低。而且设备方面,可以节约换热器及蒸汽管路等,降低投资。

二、磷化新材料

低温少渣磷化液技术：

该磷化液与传统相比，产生的沉淀渣量仅为锌盐磷化处理场合的1/10以下，工艺温度为35℃，可缩短升温时间、降低能耗，同时如果在老线改造，可利用现有设备不动的情况下，仅需更换一下药剂即可。

磷化过程加入促进剂提高反应速度，消除清漆影响，控制渣的生成量，传统促进剂为亚硝酸钠，亚硝酸盐水溶液会自动分解，因此需要经常测定和添加，会产生少量的有毒亚硝酸气，使钢板锈蚀加快，与胺类物质反应生成亚硝胺，是一种致癌物质。

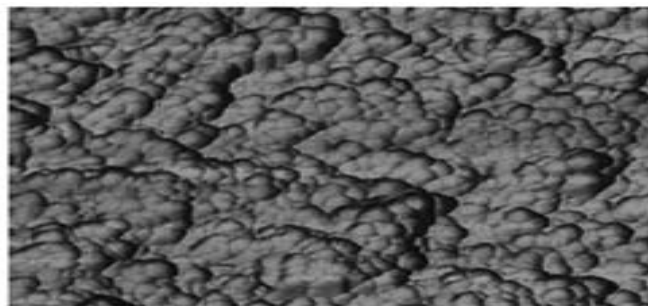
- 1、过氧化氢（双氧水）：反应后的生成物是水，完全无毒、无害、无堆积效应，对冲洗水无污染，不排除有害气体，符合环保要求。但其控制要求高，稳定性较差，实际投入较少。
- 2、内含促进剂：用羟氨基化合物促进剂加在磷化液中，生产时一般无需单独添加，操作简单，控制简单。但目前生产厂家少，成本较高，适合全浸式大批量生产流水线。

- 3、CN4有机促进剂，避免了上述产品缺点，在所有的底材均可得到相同膜厚，对内腔死角处理较好，对钢板、镀锌板、铝板适用，反应速度快，温度低，操作简单无毒害物质产生。
- 4、无镍磷化也是磷化材料发展的一个方向，镍同样可提高防腐能力、加快磷化反映，但后来发现镍是致癌物质，并且积累作用，很难处理，目前已有一些产品问世。

钝化经过磷化处理或酸洗的钢铁表面，为了封闭磷化层孔隙，应使金属表面生成一种很薄的钝化膜，是金属表面跟外界各种介质分隔。金属经铬酸盐处理，生产三价、六价铬的铬化层。但六价铬有剧毒、致癌，处理困难、费用高。因此开发无铬钝化工艺，无铬钝化工艺可分为有机聚合物钝化液、无极钝化液，其中比较成功并已大批量投入生产的是六氟化锆为主要成份的钝化液，无三价、六价铬及其衍生物，生产时自动控制、无需加热，废水处理简单，废槽液冲洗水经石灰水中和后即可排放，钝化后的冲洗水通过离子交换可做为磷化冲洗水，抗腐蚀能力和含铬产品能力相同。

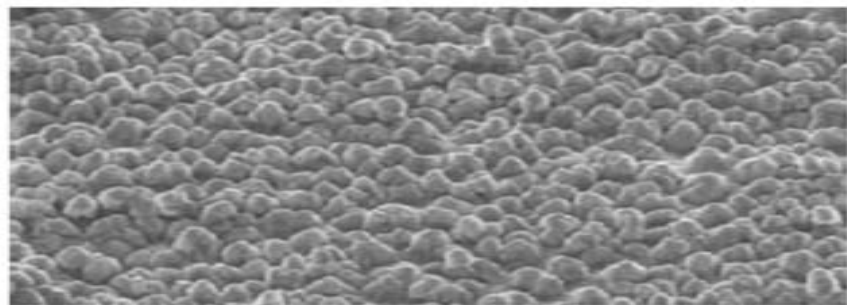
三、氧化锆转化膜

丰田汽车公司的无磷酸盐技术，其转化膜为非结晶质的氧化锆（ ZrO_2 ），其膜重100mg/m²、膜厚40nm；其运用在工艺上取消了表调工序，缩短了成膜处理时间（120s→90s），由此缩短了设备长度和工艺时间。新的转化膜具有优异的耐酸性及耐碱性，与钢板底材的涂膜附着力强。



Zirconium Oxide Ctg.
AFM — 1 Micron

氧化锆
原子显微 — 1微米



Zinc Phosphate Ctg.
SEM — 1000X

磷化膜
发大倍速 — 1000X

Figure 4

在环保方面：沉淀渣减少90%以上，消除了磷、镍、锰减少到原磷化处理工艺的1/8以下，该工艺于2006年在零部件涂装线上投产应用，在轿车车身涂装工艺上暂无应用。

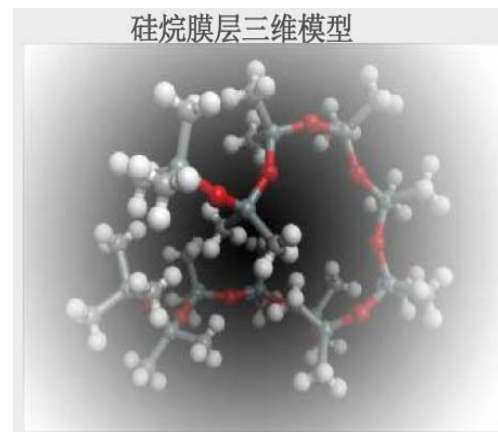
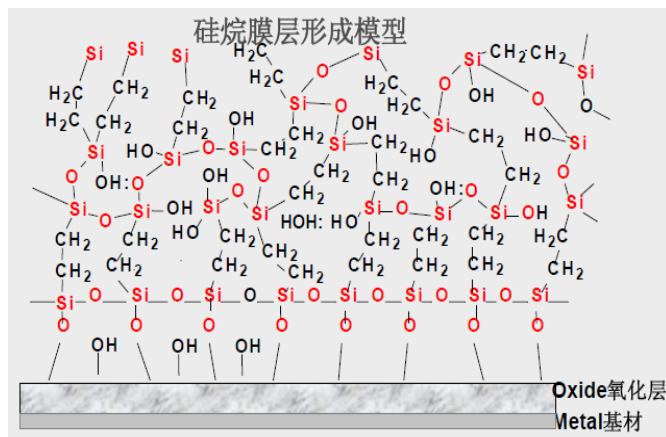
四、硅烷

硅烷技术是预处理技术的最新发展方向，具有环保、节能、操作简便、成本低等磷化技术无可替代的优点。

目前硅烷技术在普通工业中已开始逐步取代铁系和锌系磷化，在汽车工业中正在开发试验过程中。

硅烷技术是采用OXSI LAN超薄有机涂层替代传统的结晶型磷化保护层，在金属表面吸附了一层超薄的类似磷化晶体的三维网状结构的有机涂层，同时在界面形成的Si-O-Me共价键(其中：Me=金属)分子间力很强，将与金属表面和随后的油漆涂层形成良好的附着力。

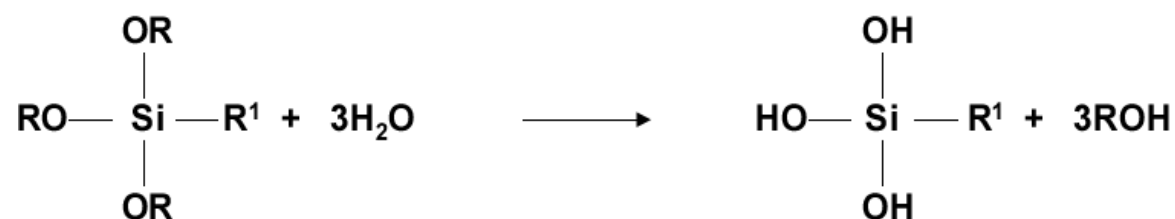
硅烷技术的反应模型如图所示：



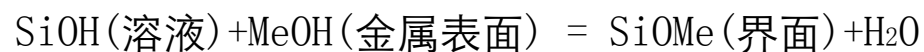
硅烷技术的反应机理:

1、在使用过程中，水解后的OXSilane分子($\equiv\text{Si}(\text{OR})_3$)中的SiOH基团与金属表面的MeOH基团形成氢键，快速吸附于金属表面。

水解反应:

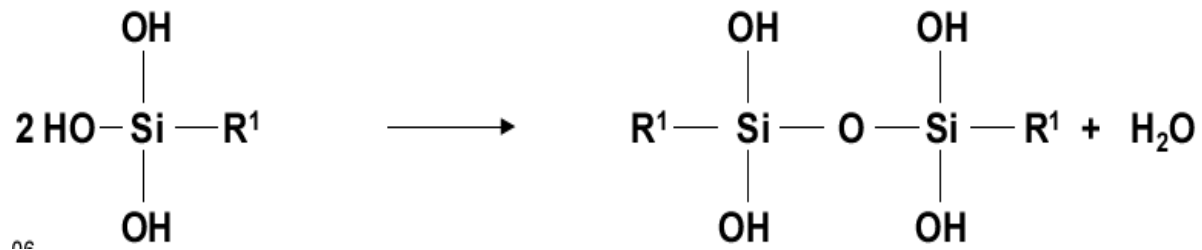


2、在干燥过程中，SiOH基团和MeOH基团进一步凝聚，在界面上生成Si-O-Me共价键。

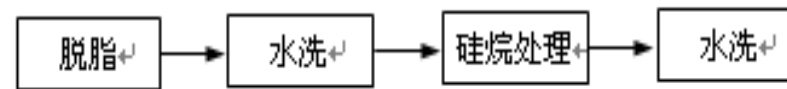


3、剩余的OXSilane分子则通过SiOH基团之间的凝聚反应在金属表面上形成具有Si-O-Si三维网状结构的有机膜。

缩合反应：



硅烷技术工艺流程：



硅烷汽车预处理工艺流程

硅烷预处理取代了传统的表面调整、磷化和钝化工艺，工艺简洁了许多，从而消除磷化和钝化造成的污染问题。

硅烷技术的优点：

- 1、 硅烷技术形成的超薄有机膜可以替代传统的磷化膜，磷化膜的重量通常为 $2\sim 3\text{g}/\text{m}^2$ ，如 OXSILAN 涂层膜重仅仅 $0.1\text{ g}/\text{m}^2$ ，相差20倍左右。
- 2、 Si-O-Me 共价键分子间的结合力很强，所以产品很稳定，从而可以提高产品的防腐蚀能力。

- 3、使用方便，便于控制，槽液为双组分液体配成，仅需要控制PH值和电导率，无须象磷化液那样，要控制游离酸、总酸、促进剂、锌、镍、锰的含量和温度等许多参数。
- 4、节约能源，可室温或低温操作，能源费用降低。
5. 优异的环保性能，无有害的重金属，无渣、废水排放少，处理容易。
- 6、适用性强：适用于浸渍、喷淋等处理方式。
- 7、多金属处理工艺：冷轧板、热镀锌板、电镀锌板、涂层板、铝等不同板材可混线处理。
- 8、系统长度缩减：无需表面调整和钝化工序，可缩短处理时间，新建生产线可减少投资和占地面积。
- 9、综合成本低，产品消耗量低，三废处理成本低。
- 10、与原有涂装工艺和涂装设备相容，不需进行设备改造，只需更换磷化液，即可投入生产。

五、电泳材料

分层阴极电泳涂料：

应用层分离型高耐候性CED涂料，利用溶解性参数的差异，两类相容性低的树脂配合电泳涂装后，在烘干过程中在膜厚方向产生分离，在一道工序中集成了耐候性和防蚀性，这样的层分离结构，使上层涂料不仅具有耐候性，还具有耐崩裂性。

该种电泳分层涂料在零部件电泳上已经批量投产使用，其应用可使传统的中涂层直接取消，减少中涂喷漆室、中涂烘干、中涂空调、中涂喷涂机器人等设备，在轿车工业上将有广泛的应用。

紫外光固化电泳涂料：

紫外光（UV）固化涂料是利用紫外光照射涂料树脂发生聚合架桥反应的固化方法，其优点是相对传统的180～190℃的电泳烘烤温度，其可在短时间内完成涂料的固化过程。它利用光固化性电泳涂料的应用来实现目的。

在涂装生产线的应用优势：

- 1、可节约烘干的电能源或者天然气能源；
- 2、缩短电泳烘干线长度；
- 3、挥发性物质大幅度减少。

低温固化阴极电泳涂料:

传统的阴极电泳涂料烘烤温度为180~190℃, 汽车零部件如: 橡胶、塑料件、塑料翼子板等在该温度下会烘烤变形, 为保持优良的耐腐蚀性阴极电泳效果, 急需开发低温固化阴极电泳涂料。

在涂装生产线的应用优势:

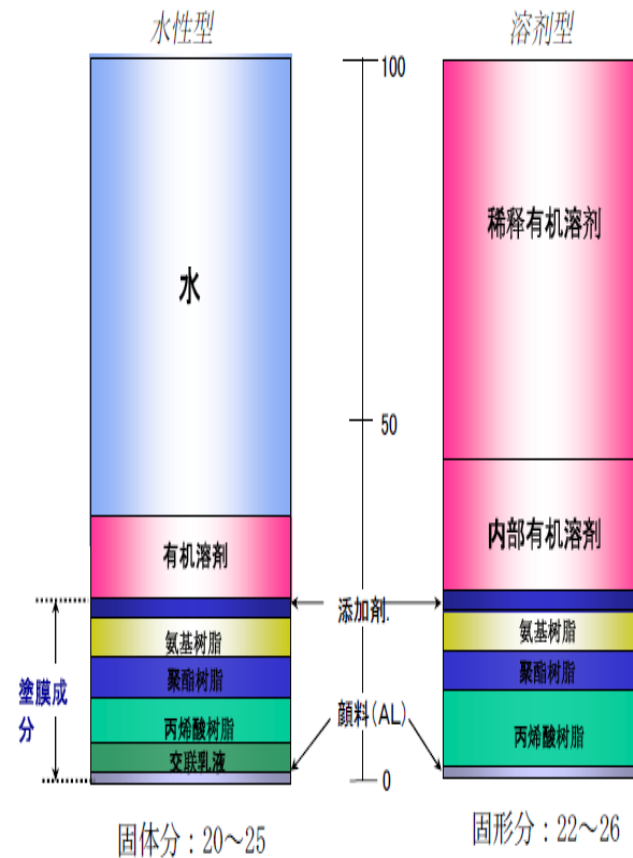
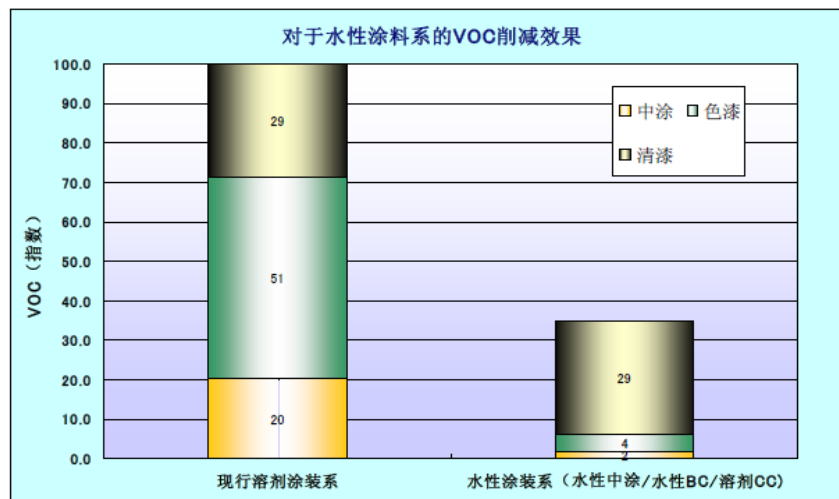
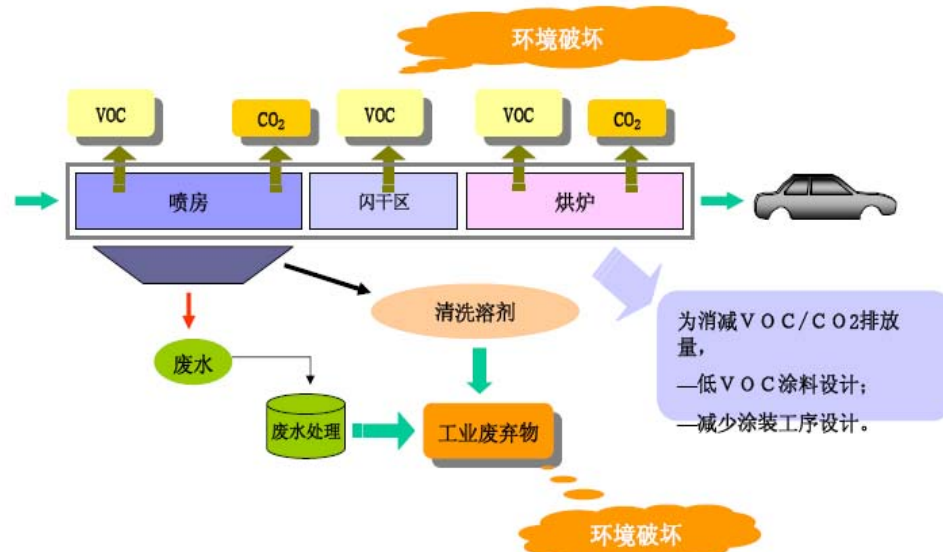
- 1、可节约烘干的电能源或者天然气能源;
- 2、可应用于汽车塑料件的电泳防腐及处理(如塑料件翼子板等);
- 3、挥发性物质大幅度减少。

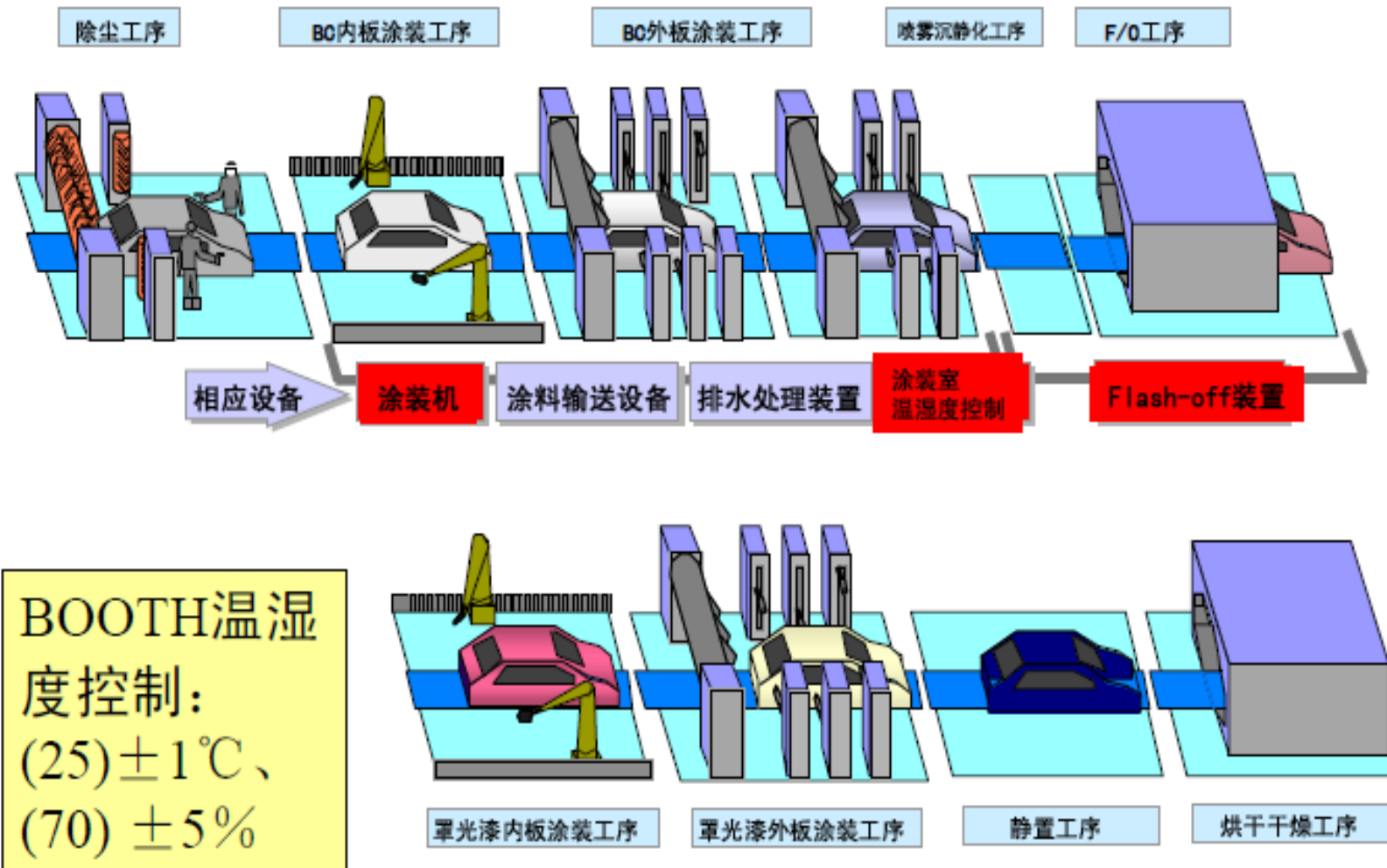
超高泳透力电泳涂料:

汽车防腐的要求越来越高的情况下, 汽车内表面的阴极电泳涂膜厚度通常要求达到 $\geq 10 \mu\text{m}$, 现有阴极电泳涂料通常只能满足 $8 \mu\text{m}$ 左右的内腔膜厚, 而且还需要增加内腔注蜡来保证空腔的防腐能力, 超高泳透力电泳应运而生, 其内表面电泳膜厚可达 $10 \mu\text{m}$ 以上。

相对传统的延长电泳时间、提高电泳电压等手法相比, 可降低电泳涂料成本10%, 2010年丰田目标是减少电泳涂料的涂装成本20%。

六、水性涂料





- 1、水性漆的水份挥发主要是通过喷漆室温湿度来控制，油漆温度控制在 $23 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ，喷漆室温度 $23 \pm 3^{\circ}\text{C}$ ，喷漆室湿度为 $65 \pm 5\%$ 。
- 2、水性漆具有优良的触变性，粘度一般在 $55 \pm 5\text{s}$ ，对整个系统要求为低剪切设计，防止粘度的剧烈波动和气泡的产生。
- 3、水性中涂在漆膜固化前、水性色漆在喷清漆之前的湿膜固体份应控制在80%以上，否则会引起气泡、针孔、起皱等质量问题。故水性中涂在喷涂晾干后需进行 80°C 、5分钟的脱水烘干，然后进入烘干室进行 160°C 、20min的烘烤温度漆膜固化；水性色漆在喷涂后脱水烘干与水性中涂相同，此外水性色漆在脱水烘干后必须经过2-3min的强冷，将车身温度降低到 30°C 以下，方可喷涂清漆后，最后在烘干室进行 140°C 、20min的烘烤温度漆膜固化。

4、水性漆的表面张力大于溶剂的张力，导电率高、导电性大易出现电蚀反应，导致输调漆设备的管路氧化、生锈，所以水性漆的输调漆系统管路考虑SUS 304 及以上材料。喷涂机器人旋杯以前一般采用外部加电方式，但由于内部加电方式油漆利用率高于外部加电方式，随着安全问题的解决，逐步取代外部加电旋杯。

5、水性色漆一般从包装桶打出即可直接喷涂，不需要进行粘度调整。如使用去离子水进行粘度调节很少量的水就可以使粘度明显下降。水性漆PH是水性漆管理的重点，生产线应设置水性漆PH 值监控系统。

6、水性漆的清洗溶剂为纯水、助剂混合组成，清洗溶剂供料系统采用盲端式，由纯水供应管路、小混合罐、计量泵、隔膜泵、循环罐和稳压器组成，经过管中管温控后输送至各工位。

七、其它

高固体分粉末涂料：

粉末涂料已经有粉末中涂、粉末色漆、粉末清漆，在克莱斯勒及通用、宝马、标致等汽车涂装生产线上已经大规模的使用，最高膜厚可单次上膜： $60\sim 70\mu\text{m}$ ，烘烤温度： 140°C ，油漆利用率高，单车耗量比溶剂及水性漆减少40%的用量。

该涂料的优势：1、实现了零VOC排放；2、无废漆渣产生；3、减少CO₂排放；4、基本实现99%以上的油漆利用率及回收率。

存在的劣势：1、颜色的多样化不能很好的体现（基本是一种颜色一个喷漆室）；2、粉尘的封闭及安全性方面。

2K双组分清漆：

2K双组分清漆可降低VOC的排放，因其固体分较高，溶剂含量低，同时在烘烤温度及时间方面也有明显的改善，现有溶剂型清漆的烘烤温度为： $140\sim 150^{\circ}\text{C}$ ，采用2K双组分清漆有望将温度降低至 100°C 左右。节约涂装生产线的能源消耗。但是在设备方面较为繁杂，需要双组分输送系统、油漆配比系统、机器人喷涂精确配比等。

双组分罩光清漆，其VOC排放标准达到欧洲水平（水性中涂+水性色漆+双组分罩光清漆）。

谢

谢