

# 集装箱绿色涂装工艺及 成本控制的研究进展

潘佐  
2019-9-3

[www.cimc.com](http://www.cimc.com)

**CIMC** | 中集集装箱

# 目录

1

## 集装箱绿色涂装工艺

2

## 集装箱涂装成本控制

# 集装箱行业环保自律公约（2016年3月22日签订）



# 集装箱水性漆CCIA行业标准与COA、IICL国际标准接轨 对其他工业涂装行业具有借鉴意义



1. 《集装箱水性涂料产品标准》;
2. 《集装箱用水性涂料施工规范标准》;
3. 《集装箱用水性涂料涂膜检验方法和验收标准》;
4. 《集装箱涂装 VOCs 排放量核算规范》;
5. 《集装箱用水性涂料 VOCs 检测方法》、《集装箱油漆 VOCs 检测方法》。



# 集装箱的结构



# 集装箱水性涂料配套系统

| 部位 | 层 次 | 涂料种类<br>( 举例 ) | 干膜厚度 ( $\mu$ ) |     |
|----|-----|----------------|----------------|-----|
|    |     |                | 每层             | 总厚  |
| 箱外 | 底 漆 | 环氧富锌           | 30             | 110 |
|    | 中间漆 | 环氧             | 40             |     |
|    | 外面漆 | 丙烯酸            | 40             |     |
| 箱内 | 底 漆 | 环氧富锌           | 30             | 80  |
|    | 内面漆 | 环氧             | 50             |     |
| 底架 | 底 漆 | 环氧富锌           | 30             | 230 |
|    | 底架漆 | 沥青             | 200            |     |

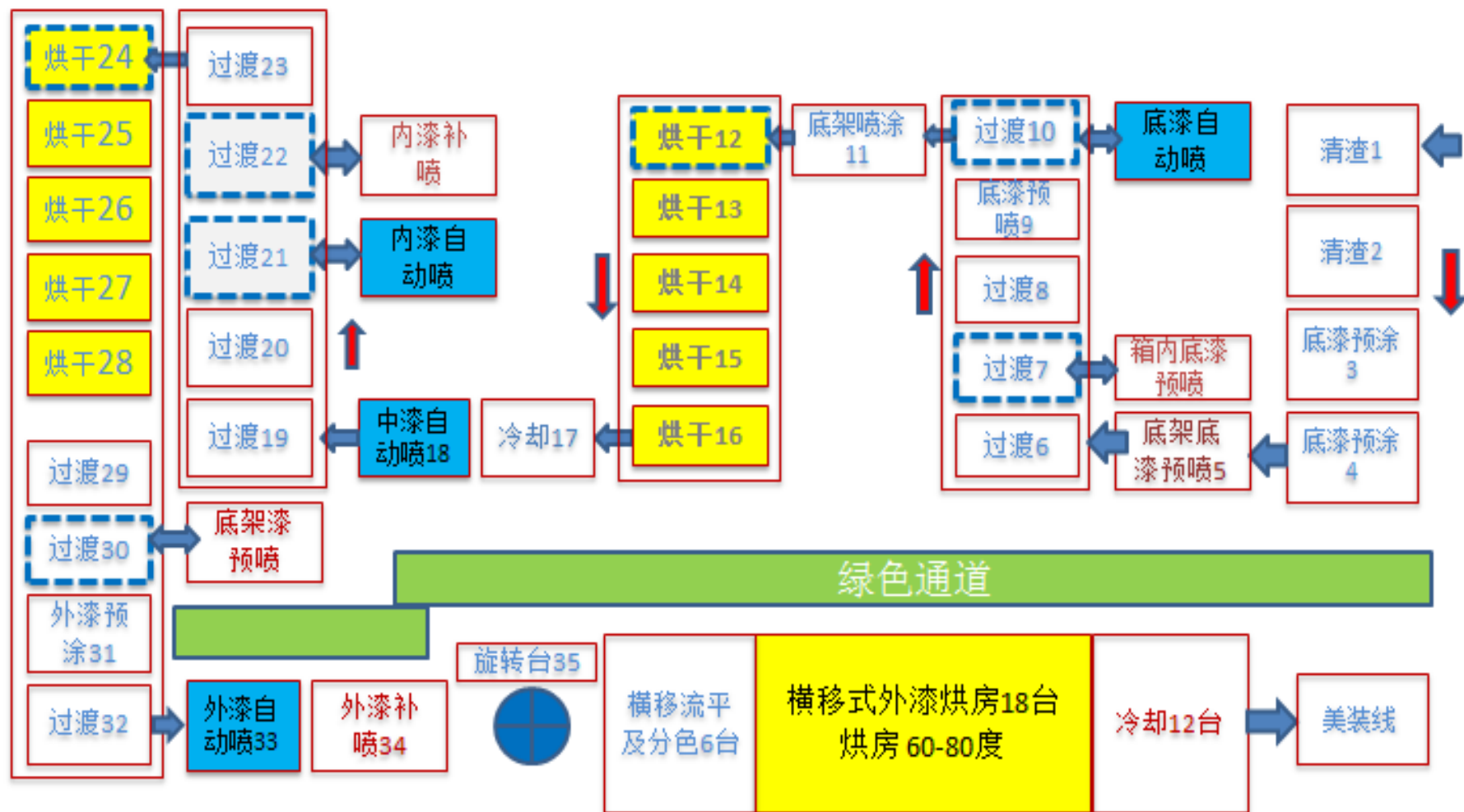
# 集装箱水性涂料施工参数



|          | 流平、<br>冷却时<br>间 | 烘房温<br>度 | 烘干时<br>间 | 烘房湿<br>度 | 烘房风<br>速 | 喷嘴型<br>号                           | 雾化压<br>力 |
|----------|-----------------|----------|----------|----------|----------|------------------------------------|----------|
|          | min             | °C       | min      | RH%      | m/s      | GRACO                              | Bar      |
| 底漆       | 3-6             | 50±10    | 10-15    | ≤50%     | ≥0.5     | 自动喷：<br>815<br>手工喷：<br>317/61<br>7 | 90-200   |
| 中、内<br>漆 |                 | 55±5     | 15-20    |          |          |                                    |          |
| 外面漆      |                 | 70±10    | 30       |          |          |                                    |          |



# 集装箱水性漆涂装线布局（举例）



# 集装箱涂装线“油改水”技改经验

## 思路：

- 1、从产品需求出发，找施工工艺的变化点。
- 2、根据工艺的变化点，找技改需求，开展可研分析，再编制技改方案、投资预算、实施计划。
- 3、优先应用成熟技术，预留空间，分步实施，大胆创新。

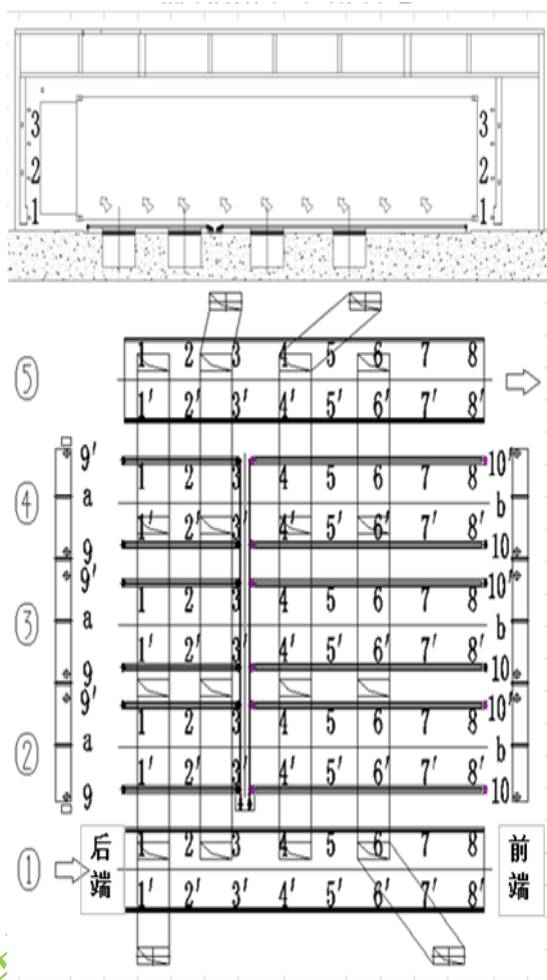
# 涂装工艺设计



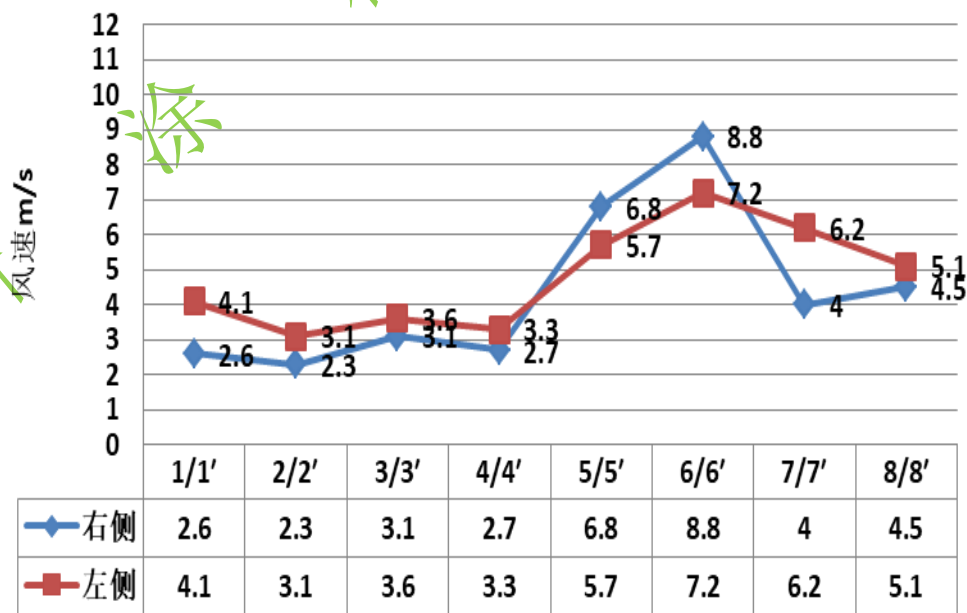
|            |     |      | 喷涂 (含拉箱)   |       | 流平 (含拉箱)              |       | 烘干 (不含拉箱) |      |       | 冷却 (含拉箱)          |       |
|------------|-----|------|------------|-------|-----------------------|-------|-----------|------|-------|-------------------|-------|
|            | 箱型  | 单班产能 | 位置         | 时间(分) | 位置                    | 时间(分) | 位置        | 放箱数量 | 时间(分) | 位置                | 时间(分) |
| 底漆         | 20' | 200  | 富锌漆喷房      | 3.00  | 底漆流平房(底架反面喷涂)<br>(共用) | 6.00  | 底漆烘干房     | 5    | 14.2  | 冷却房               | 6.00  |
|            | 40' | 140  |            | 4.29  |                       | 4.29  |           | 3    | 11.5  |                   | 4.29  |
|            | 45' | 85   |            | 7.06  |                       | 7.06  |           | 2    | 12.5  |                   | 7.06  |
|            | 53' | 70   |            | 8.57  |                       | 8.57  |           | 2    | 15.6  |                   | 8.57  |
| 内面漆<br>中层漆 | 20' | 200  | 中层漆内面漆自动喷房 | 3.00  | 中层漆流平、内面漆补喷房<br>(共用)  | 6.00  | 中层漆烘干房    | 6    | 16.7  | 冷却房(黑漆预喷)<br>(共用) | 6.00  |
|            | 40' | 140  |            | 4.29  |                       | 4.29  |           | 4    | 15.3  |                   | 4.29  |
|            | 45' | 85   |            | 7.06  |                       | 7.06  |           | 4    | 26.3  |                   | 7.06  |
|            | 53' | 70   |            | 8.57  |                       | 8.57  |           | 4    | 32.3  |                   | 8.57  |
| 外面漆        | 20' | 200  | 外面漆喷漆房     | 3.00  | 外面漆流平房(分界线)<br>(共用)   | 6.00  | 高温烘干房     | 11   | 32.1  | 横移链上              | 9.00  |
|            | 40' | 140  |            | 4.29  |                       | 4.29  |           | 6    | 24.3  |                   | 12.86 |
|            | 45' | 85   |            | 7.06  |                       | 7.06  |           | 5    | 33.8  |                   | 21.18 |
|            | 53' | 70   |            | 8.57  |                       | 8.57  |           | 4    | 32.8  |                   | 25.71 |



# 可研分析



烘房台位



# 可研分析



1.1 烘房体积: ..

$$17m \times 13.5m \times 4.58m = 1051.11m^3; ..$$

1.2 空气质量(m): ..

|         |        |        |        |        |        |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 温度℃     | 10     | 15     | 20     | 25     | 30     |
| 密度kg/m³ | 1.242  | 1.218  | 1.195  | 1.171  | 1.146  |
| 质量kg    | 1305.5 | 1280.3 | 1256.1 | 1230.8 | 1204.6 |

箱体质量: 3200kg\*5 台 油漆质量: 100kg\*5 台 水质量: 38kg\*5 台..

1.3 加热温度(温升Δt): 升温到50℃..

① 40℃ ② 35℃ ③ 30℃ ④ 25℃ ⑤ 20℃..

1.4 比热容(C): ..

空气:  $1.0 \times 10^3 J / (kg \cdot ^\circ C)$  钢材:  $0.46 \times 10^3 J / (kg \cdot ^\circ C)$  ..

油漆:  $4.2 \times 10^3 J / (kg \cdot ^\circ C)$  水:  $4.2 \times 10^3 J / (kg \cdot ^\circ C)$  ..

1.5 所需热量(Q):  $Q = \Delta t m c$  ..

|          |        |          |        |        |        |
|----------|--------|----------|--------|--------|--------|
| 升温Δt     | 40℃    | 35℃      | 30℃    | 25℃    | 20℃    |
| 空气热量kJ   | 52220  | 44810.5  | 37683  | 30770  | 24092  |
| 钢材热量kJ   | 294400 | 257600   | 220800 | 184000 | 147200 |
| 油漆+水热量kJ | 115920 | 101430   | 86940  | 72450  | 57960  |
| 总热量kJ    | 462540 | 403840.5 | 345423 | 287220 | 229252 |
| 总热量kcal  | 11.05万 | 9.65万    | 8.25万  | 6.86万  | 5.48万  |
| 每小时耗热量   | 61.39万 | 53.61万   | 45.83万 | 38.11万 | 30.44万 |

注: 此处加热设备配置为: 1小时加热时间所需设备配置..



|       | 箱位配置  | 循环风量配置   | 抽湿风量配置    | 热量配置                   | 最高使用温度 | 设备配置                   |
|-------|-------|----------|-----------|------------------------|--------|------------------------|
| 底漆烘房  | 3个40' | 18万 m³/h | 1.5万 m³/h | 热水45万大卡/h+蒸汽108万大卡/h   | 65℃    | 循环风机B4-72-8C-15KW, 9台  |
|       |       |          |           |                        |        | 抽湿风机B4-72-6C-7.5KW, 1台 |
|       |       |          |           |                        |        | 热水-空气换热器5万大卡/h, 9台     |
|       |       |          |           |                        |        | 蒸汽-空气换热器12万大卡/h, 9台    |
| 中间漆烘房 | 4个40' | 24万 m³/h | 1.5万 m³/h | 热水60万大卡/h+蒸汽120万大卡/h   | 65℃    | 循环风机B4-72-12C-37KW, 4台 |
|       |       |          |           |                        |        | 抽湿风机B4-72-6C-7.5KW, 1台 |
|       |       |          |           |                        |        | 热水-空气换热器15万大卡/h, 4台    |
|       |       |          |           |                        |        | 蒸汽-空气换热器30万大卡/h, 4台    |
| 外面漆烘房 | 6个40' | 36万 m³/h | 1.5万 m³/h | 导热油200万大卡/h+蒸汽180万大卡/h | 85℃    | 循环风机B4-72-8C-15KW, 18台 |
|       |       |          |           |                        |        | 抽湿风机B4-72-6C-7.5KW, 1台 |
|       |       |          |           |                        |        | 导热油-空气换热器28万大卡/h, 9台   |
|       |       |          |           |                        |        | 导热油-空气换热器10万大卡/h, 9台   |
|       |       |          |           |                        |        | 蒸汽-空气换热器20万大卡/h, 9台    |

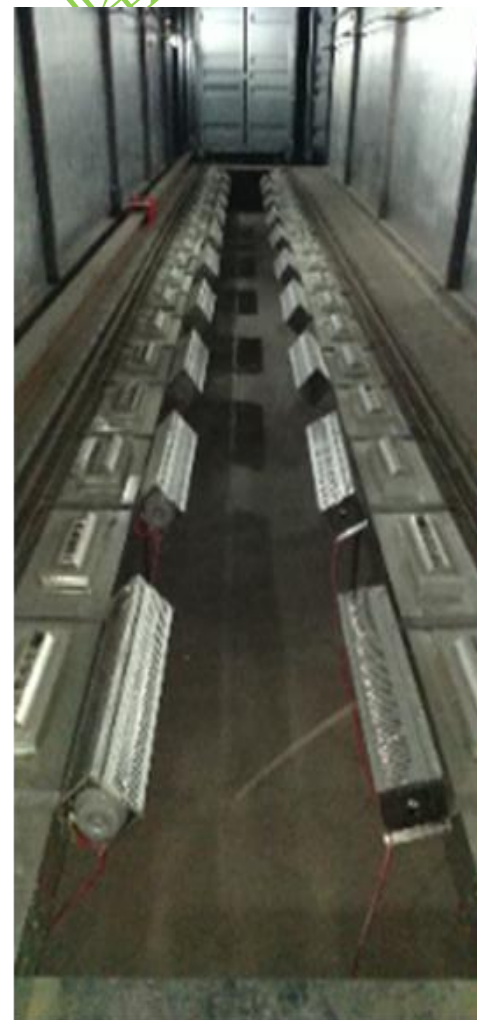
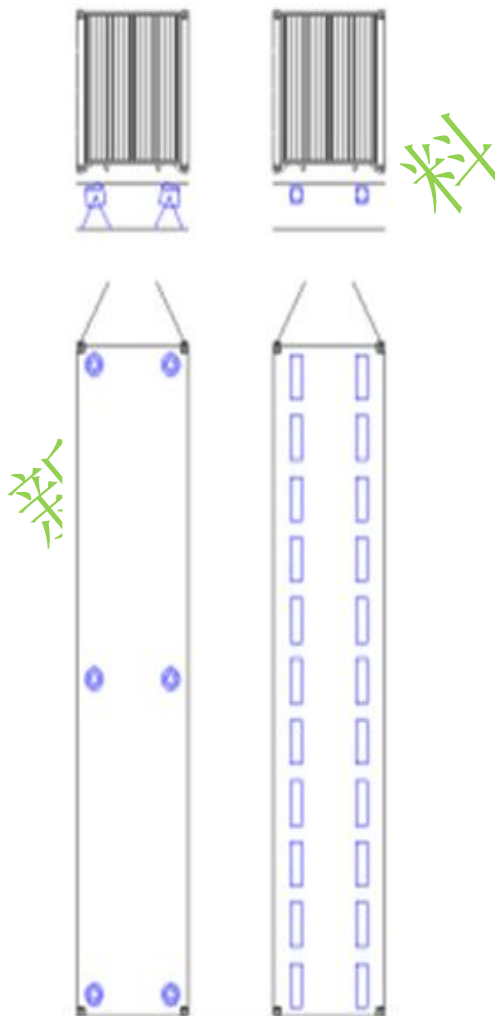
# 技改投资预算



| 序号 | 项 目      | 内 容                                                | 预算 (RMB万) |       |       | 备注                 |
|----|----------|----------------------------------------------------|-----------|-------|-------|--------------------|
|    |          |                                                    | 土建        | 设备    | 合计    |                    |
| 1  | 锌漆预涂房    | 送风加热改造;                                            | 0         | 54    | 54    | 保证室温大于10℃ (即温升20℃) |
| 2  | 锌漆后横移房1  | 送风加热; 基础出风口制作                                      | 5         | 27    | 32    |                    |
| 3  | 锌漆自动喷房   | 送风加热改造;                                            | 0         | 27    | 27    |                    |
| 4  | 锌漆补漆房    | 送风加热改造                                             | 0         | 27    | 27    |                    |
| 5  | 锌漆横移烘房   | 室体扩大至23.0*17.5*5.6送风加热;                            | 80        | 283.5 | 363.5 | 7个12*1.9*1.9的地坑    |
| 6  | 增加横移房    | 增加横移房14*17.5*5.6增加送、排风机50000 m3/h各2套增加17.5m侧面升降门1套 | 25        | 90    | 115   | 2个12*1.9*1.9的地坑    |
| 7  | 内中间漆预涂房  | 底坑, 送风加热                                           | 8         | 36    | 44    |                    |
| 8  | 中间漆后横移房2 | 底坑, 送风加热                                           | 5         | 27    | 32    |                    |
| 9  | 内中间自动喷房  | 送风加热;                                              |           | 76.5  | 76.5  |                    |
| 10 | 中间漆补喷房   | 送风加热;                                              |           | 27    | 27    |                    |
| 11 | 中间漆横移烘房  | 送风加热;                                              |           | 27    | 27    |                    |
| 12 | 面漆预涂房    |                                                    |           |       | 0     |                    |
| 13 | 面漆自动喷房1  | 送风加热;                                              |           | 27    | 27    |                    |
| 14 | 外面漆补喷房   | 送风加热;                                              |           | 27    | 27    |                    |
| 15 | 横移链、拉箱链  | 锌漆烘房和中间漆烘房共计4组, 长度为18米和23米。拉箱链增加100米。              | 22        | 175   | 197   |                    |

# 集装箱涂装线技改案例

序



# 集装箱涂装线的三废治理

## 废气：

水性漆仍含有10%左右的VOCs，针对“大风量、超低浓度”的废气治理，仍有大量研究工作需要开展。

水喷淋、活性炭吸附、催化燃烧、UV光解、RTO.....

细节方面如：使用耐水型的活性炭/分子筛吸附材料，针对乳液的漆雾捕集装置，与醇醚类溶剂配套的废水处理设备等。

# 集装箱涂装线的三废治理

## 废水：

水性漆涂装线的废水处理，需要使用与之配套的絮凝剂，生化处理前需消除水性漆中杀菌剂的影响。由于使用了更多种类和更大耗量的化学品，水性漆的废水治理成本比油漆（小于5元/TEU）提升了10元/TEU以上。

## 废渣：（第三方危废鉴定的可操作性）

水性富锌底漆的废渣，由于锌粉中附带有铅，仍会按危废来进行处置。其他漆层的废渣有望变为普通固废进行处置，其处置成本将大幅下降。（需注意原材料中苯酚、钡离子等污染物的超标问题）

# 集装箱绿色涂装工艺升级的探索

鉴于集装箱水性漆在成本、“三废”处理、施工及成膜性能等方面仍存在改善空间

中集集装箱板块已在开展下阶段的技术升级探索：  
电泳、粉末无溶剂.....

# 集装箱绿色涂装工艺升级的探索

序

峰

料

步



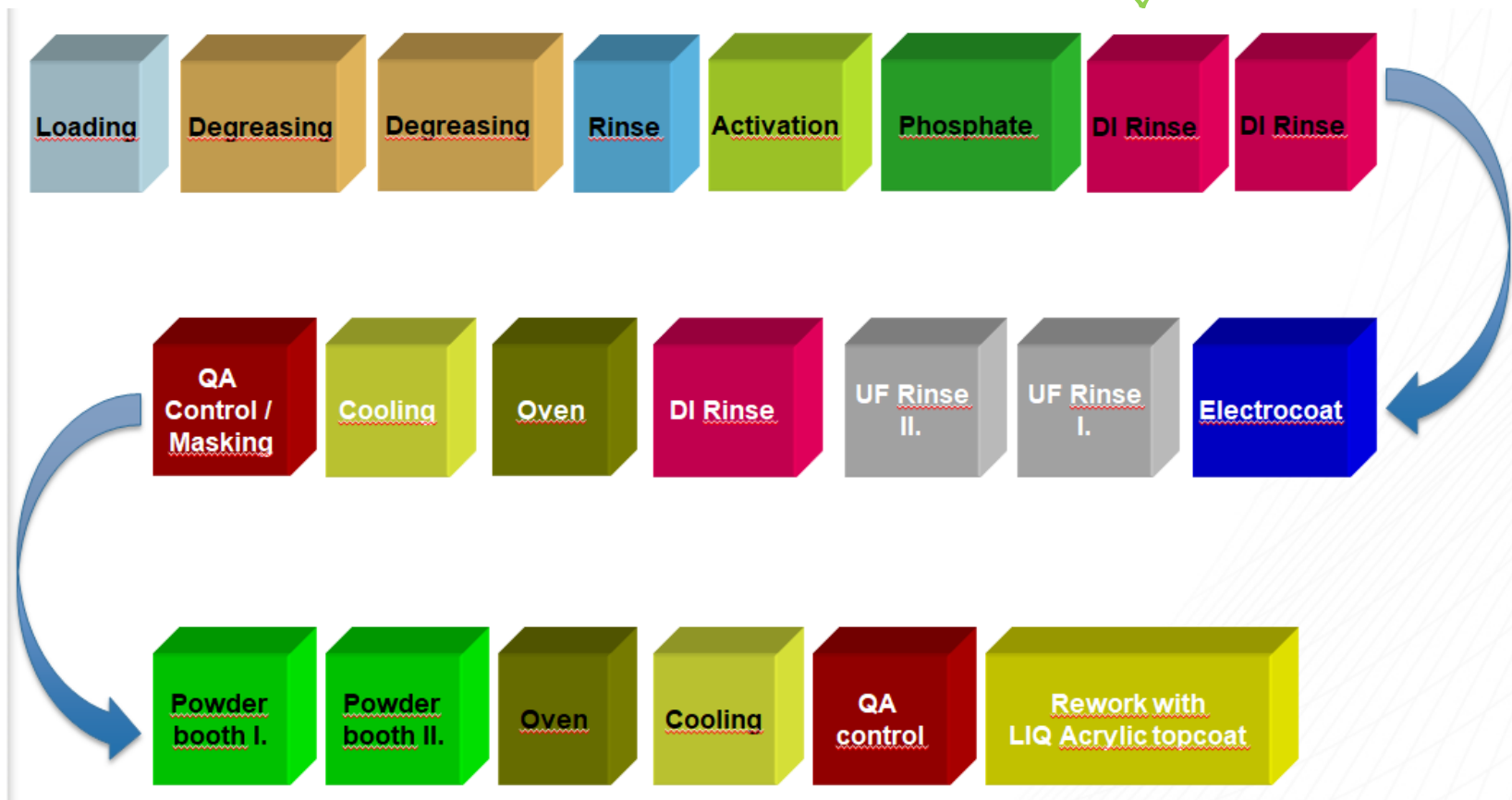
创  
格  
电泳

荣



喷粉

# 集装箱绿色涂装工艺升级的探索



# 集装箱绿色涂装工艺升级的探索



① *Liquid + Powder*  
液体 + 粉末



VOC Close to Zero  
超低 VOC

② *Powder + Powder*  
粉末双涂



VOC Zero  
零VOC

③ *OTP Powder*  
底面合一  
粉末



VOC Zero  
零VOC

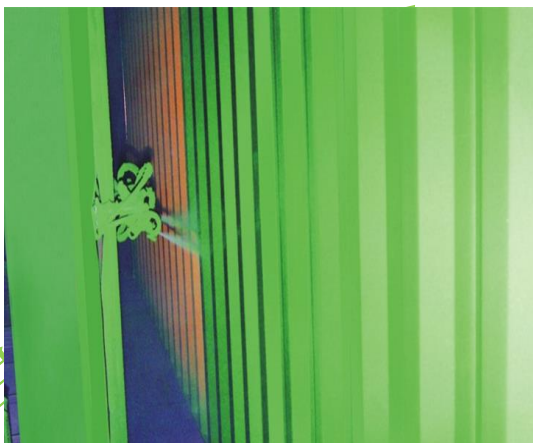
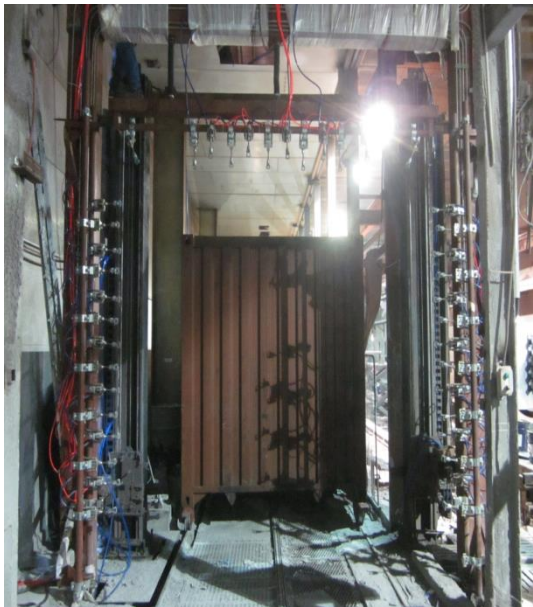


# 集装箱涂装成本控制

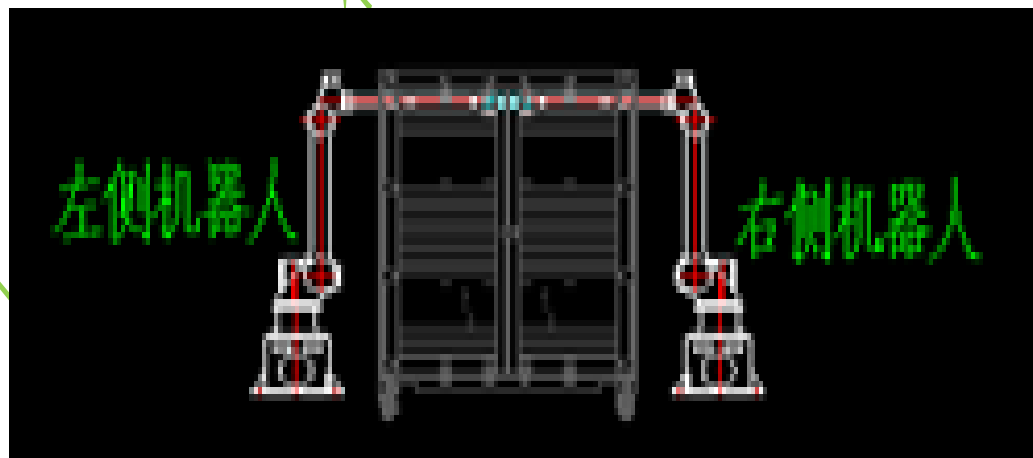
涂装线“全成本”控制：

- 1、材料（施工工艺、膜厚均匀性、耗量）
- 2、能耗（通风、照明、烘烤）
- 3、人工（自动化装备）
- 4、维护（备品备件）
- 5、三废处理
- 6、折旧

# 涂装自动化升级



# 涂装自动化升级



序

峰

料

THANK YOU!

新

创

格

荣