工程机械涂装VOC减排技术与涂装工艺

三一重工 三一重机有限公司

齐祥安

2019 0307

主要内容

1. 对低VOC涂料选择的困难
2. 低VOC涂料选择的影响因素与权重系数
3. 各种类型低VOC涂料的分析评价与选择
4. 涂料、涂层体系及技术指标的确定
5. 各种低VOC涂料方案的验证与实施
6. 水性涂料涂装工艺及需要注意的问题
7. 粉末涂料涂装工艺及需要注意的问题

1.对低VOC涂料选择的困难

工程机械涂装可以作为一个代表。低VOC涂料的选择“牵一发而动全身”，它涵盖了涂装技术及企业管理的各种各样的问题，涉及企业的方方面面，如何使用有限的资源，获得最佳经济和社会效益。不但是一个简单的涂装技术问题，同时也是一个复杂的决策选择问题，需要使用决策的理论和方法进行分析、思考。不能“顾此失彼”，而忽视其它的问题。六个影响因素需要考虑：

(1) 环境保护达标

(2) 涂层质量最优

(3) 综合成本降低

(4) 能量消耗减少

(5) 投资费用最小

(6) 改造实施容易

2. 涂料与涂装选择的影响因素与权重系数

对于各种涂料及涂装技术方案的分析评价方法，最简单实用的就是“综合加权评分法”。要考虑影响因素、权重系数、评分等。

（1）环境保护达标

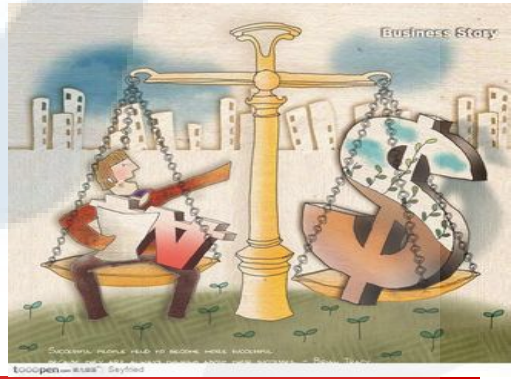
三废处理的法律法规的要求，是最重要的影响因素之一。尽管全社会对空气质量不满意，如果没有严格法规的出台，就不会触动企业的行为。对企业“停产、双罚、刑事责任”等，直接影响涂料的选择与切换的决心。

（2）涂层质量最优

不能保证产品的涂装质量，将会降低或者严重影响企业在市场上的竞争力，影响企业的“饭碗”。由于涂层体系的质量有“隐蔽性、滞后性”，在对质量问题的判定上常常会出现不尊重客观规律，按“长官意志”办事的倾向。

（3）综合成本降低

综合成本包括涂料及稀料等辅料、人工、能耗（水、电、压缩空气、煤气、蒸汽等）、环保设备运行费用等。如果因为环保涂料的采用，加大了工程机械的制造成本，就会挤压产品带来的利润，严重影响企业的生存与发展。



（4）能量消耗减少

控制能耗是国家“节能减排”重要措施(巴黎协定），是衡量企业整体素质的重要指标。是考核工程机械厂的一个重要内容，也是综合成本的一部分。

（5）投资费用最小

目前工程机械虽然销售形势好转，但是，大幅度增加投资改造涂装车间、新增大量涂装设备也是不可能的。使用最少的投资和成本，达到国家或当地的环保排放标准是最好的选择。

（6）改造实施容易

在涂料及涂装技术的发展过程中，实施的难易程度是对涂料方案的重要指标。实施的难易直接影响实施的进度，特别是在不停产的情况下进行设施改造和涂料切换，进度的快慢、难易又直接影响企业的生产和效益。

权重系数：

- 环保、涂层质量、投资费用三项，是工程机械行业目前最重要、最迫切的问题，因此，将权重 取最高值20%；
- 综合成本、实施难易 取次高值15%；
- 能量消耗 取10%。

3.各种选择方案的分析评价与选择

3.1 各种低VOC涂料及涂装的特点

（1）水性涂料及涂装

五要素分析	主要特点分析
1）涂料及涂层体系	涂料施工性能：在现有涂装工艺设备条件下进行试验，部件涂装生产线的试验情况可以达到现有的高质量涂层体系；在复杂的温湿度变化条件下，容易受到影响。 涂层体系的性能指标：经过试验证实，可以达到耐中性盐雾1000hr/耐候性2000hr/耐湿热960hr。 容易出现涂层流挂、缩孔等缺陷（弊病），在控制范围之内。
2）涂装设备（生产线）的改造	需要改造喷漆室、烘干室、流平室、涂料存放室；需要新增去离子水发生器、水性静电喷枪、底漆前预热等设施。一般自制件的涂装车间的改造及新增的费用，大约需要200万～500万元左右（根据情况改造费用可以降低）。
3）涂装环境（设备外部环境）	工程机械的涂装车间绝大多数都是非密闭性的，环境温度、湿度、粉尘等影响较大，特别是对于水性涂料，在涂装设备不完善的情况下，会带来很多涂装缺陷（弊病），在个别试板或小批试件的情况下，有时尚可使用，大批量生产时，将会加大不合格涂装产品的比例。
4）涂装工艺的调整及改进	需要调整改进涂装工艺的工序，例如，工件表面化学品残留的清洗，底漆喷涂前（面漆喷涂前）的预热工序，流平加热工序，喷涂及烘干的工艺参数调整等。
5）涂装管理问题	1）基本适应环保排放的标准，排放浓度及速率不超标，“总量限制”要废气处理设施；漆渣问题复杂；2）需要进行工艺试验，并编制新的工艺文件。3）涂料费用增加10%～50%，能耗增加，折旧费增加，从而提高涂装成本费用；4）涂装质量控制难度加大，短期内产品涂装合格率下降。

（2）粉末涂料及涂装

五要素分析	主要特点分析
1）涂料及涂层体系	**涂料施工性能：**在现有涂装工艺设备条件下的喷漆室、烘干室均不能使用。中厚板的钢结构件，由于热容较大且粉末涂料烘干温度较高，不宜使用粉末涂装工艺。 **涂层体系的性能指标：**各家涂料供应商提供的粉末涂料可以满足高、中、低档次需要的技术指标。容易出现涂层边角膜厚较薄、复杂的阴角部位露底等缺陷（弊病），需要“干碰干”工艺处理。
2）涂装设备（生产线）的改造	**一般主机厂需要新建粉末涂料涂装生产线才能进行实施。**主要适用于薄板件、小件比较合适，根据不同零部件及生产纲领的不同，投资差别较大。
3）涂装环境（设备外部环境）	**在非密闭性的涂装车间条件下，**环境温度、湿度、粉尘等影响较大，大批量生产时，将会加大不合格涂装产品的比例。高装饰性涂层需要设立调温调湿的隔离间。
4）涂装工艺的调整及改进	由于粉末涂装烘干温度在 180℃～200℃，对于中厚板的结构件，其加热时间长，**带走和消耗的热量较多，主机厂多数情况下不能采用。**比较适合使用粉末涂装的薄板件与小件，一般是由内外协厂进行涂装，主要改进的是内外协厂的工艺。要求高的涂层需要“干碰干”（DtoD)工艺。
5）涂装管理问题	1）很适应环保VOC排放的标准，但需要对粉尘的处理，有防爆要求。2）**对于薄板件和小件的工艺比较成熟，主要是加强对内外协厂的工艺与质量控制。**3）综合涂装成本比溶剂型涂料可以降低，内外协件的采购费用可减少；4）**需要加强对涂层边角膜厚、复杂的阴角部位露底、碰划伤部位修补光斑等缺陷（弊病）的管理。**5）无漆渣难题。

3.1 各种低VOC涂料及涂装的特点

（3）高固体份涂料（固体份含量为65%～85%）

五要素分析	主要特点分析
1）涂料及涂层体系	**涂料施工性能：**在现有涂装工艺设备条件下的涂装生产线可以使用，但A、B组分混合后的时间较短（活化期30分钟左右），有时需要加热涂料降低粘度，增加部分喷涂工作的难度。 **涂层体系的性能指标：**高固体份涂料可以满足高、中、低档次需要的技术指标。容易出现涂层橘皮、起泡等缺陷（弊病）。
2）涂装设备（生产线）的改造	基本上不需要改造涂装生产线（设备）及相关设施，**供漆系统中可选择增加涂料加热部件。**
3）涂装环境（设备外部环境）	与溶剂型涂料基本相同，环境温度、湿度、粉尘影响有一定影响，如有条件应该进行改善。
4）涂装工艺的调整及改进	**需要调整喷涂工序的停止（等待）喷涂的时间，**以适应高固体份涂料的活化期。
5）涂装管理问题	**1）不能达到环保VOC排放的标准，但比溶剂型涂料VOC的排放要少,仍需要对VOC废气进行处理后排放。2）需要进行喷涂工艺的试验，以确定最佳的质量控制参数。**3）VOC废气处理费用比溶剂型涂料可以降低，涂料价格上升，综合成本基本上与溶剂型涂料相同；4）需要加强对涂层起泡、橘皮等缺陷（弊病）等缺陷（弊病）的管理。

（4）UV涂料

五要素分析	主要特点分析
1）涂料及涂层体系	**涂料施工性能：**UV涂料目前主要用于家具板材涂装及简单形状塑料涂装，有金属板材、钢管涂装试用的报告，工程机械行业尚未有试验。是否完全不能试用，需要通过试验室与涂装现场的验证。 **涂层体系的性能指标：**各种性能指标特别是装饰性(色彩、丰满度等)、附着力、耐候性、耐腐蚀性等对室外产品有差距，需要大量的试验数据予以证明。
2）涂装设备（生产线）的改造	需要在试验室、中试试验成功的基础之上，研发新型的涂装生产线，周期长，费用高。现有的溶剂型涂装生产线不能使用。
3）涂装环境（设备外部环境）	通过试验确认环境（温度、湿度、污染物质）对涂装过程和涂层质量的影响。
4）涂装工艺的调整及改进	与木材(包括复合板材)、塑料等材料不同，金属零部件的形状、前处理工艺、涂层厚度等工艺参数、色漆对紫外线光的接受程度等，均需要进行工艺研究试验。
5）涂装管理问题	1）完全能达到环保VOC排放的标准；2）需要进行全面的试验，以确定涂装过程中工艺与质量控制参数；3）涂料价格及生产线研发等，将会导致综合成本的上升；4）试验与研究有可能失败，短期内技术上无法实现在工程机械行业的应用，风险很大。

（5）聚天门冬氨酸酯聚脲类涂料（天冬聚脲涂料）

五要素分析	主要特点分析
1）涂料及涂层体系	**涂料施工性能：**天冬聚脲涂料目前主要用于钢结构的重防腐涂装，若用于工程机械行业的涂装线，除了喷涂机具的变化之外，其它设备完全适用，而且可以省去烘干工序。 **涂层体系的性能指标：**根据目前的试验数据，底面合一的单涂层（DTM）在膜厚120微米情况下，涂层外观装饰性、硬度及耐腐蚀性需要提高，才能满足高质量要求的技术指标。同是天冬聚脲涂料的底漆、面漆二涂层体系，将会有优良的效果，但需要大量的试验数据予以证明。对于中低档次的涂装质量是没有问题的。
2）涂装设备（生产线）的改造	**不需要改造涂装生产线（设备）及相关设施，可以省去底漆、面漆烘干室，减少运行及维修费用。**喷枪及供漆方式，需要根据涂料活化期的长短进行配置或改造。
3）涂装环境（设备外部环境）	现有涂装车间的环境条件可以不进行改变。
4）涂装工艺的调整及改进	**将腻子刮涂工序调整到抛喷丸工序之后，**使用金属腻子进行刮涂。喷涂工序需要紧凑，减少停顿时间。固含量达到85%以上时，喷漆室、烘干室的VOC废气处理系统可以省去。
5）涂装管理问题	1）完全可以达到环保VOC排放的标准，不需要对VOC废气进行处理。2）**需要进行喷涂工艺的试验，以确定最佳的质量控制参数。**3）与溶剂型涂料相比，虽然每千克（升）涂料单价上升，但由于天冬聚脲涂料固体份较高，每平方米使用涂料费用基本上保持不变。由于节省了烘干及废气处理的费用，**涂装综合成本大幅度下降。**4）需要加强对涂装工的技术培训，**特别是由于活化期的变短（15～30分钟），需要调整生产模式和节拍，避免涂料混合后快速固化带来的各种问题。**

3.2 各种低VOC涂料及涂装技术的分析评价

各种涂料涂装技术方案对各种影响因素的得分，分为五级：很好，91～100分；好，81～90分；尚可，61～80分；不好，41～60分；坏，0～40分。

主要考虑因素	权重(A)	常见低VOC涂料的分类、得分及A*B值											
		溶剂型涂料		水性涂料		粉末涂料		高固体份涂料		UV涂料		天冬聚脲涂料	
		得分(B)	A*B	得分(B)	A*B	得分(B)	A*B	得分(B)	A*B	得分(B)	A*B	得分(B)	A*B
环境保护	25%	20	5	85	21.25	85	21.25	60	15	85	21.25	80	20
涂层质量	20%	95	19	90	18	90	18	90	18	60	12	60	12
综合成本	15%	70	10.5	60	9	80	12	70	10.5	90	13.5	80	12
能量消耗	10%	50	5	45	4.5	75	7.5	50	5	80	8	80	8
投资费用	15%	80	12	80	12	80	12	90	13.5	40	6	90	13.5
实施难易	15%	95	14.25	75	11.25	40	6	90	13.5	40	6	65	9.75
合 计	**100%**	**410**	**65.75**	**435**	**76**	**450**	**76.75**	**450**	**75.5**	**395**	**66.75**	**455**	**75.25**
排 名		**6**		**2**		**1**		**3**		**5**		**4**	

已有的涂装车间情况是非常复杂的，具体实施需要另外考虑三个问题：（1）现有涂装生产线能否适用？（2）被涂装工件特点是否合适？（3）对于已有的环保设施能否使用以及使用较低费用运行?

4. 涂料、涂层体系及技术指标的确定

① 综合考虑产品自身的腐蚀防护能力和涂层体系实施的可能性

② 熟悉产品的用途、结构、特点、特殊要求。

③ 调研、分析产品或工程使用的自然环境和工作环境，收集腐蚀环境数据，进行腐蚀等级分类。

④ 确定产品或工程腐蚀防护耐久性和使用寿命（腐蚀防护期限）。

⑤ 系统分析腐蚀防护、装饰、标识、特殊功能，全面考虑涂层系统生命周期内的各种因素，确定系统设计方案。

⑥ 组织专家会议讨论系统设计方案

⑦ 试验验证系统设计方案中尚未确定的部分

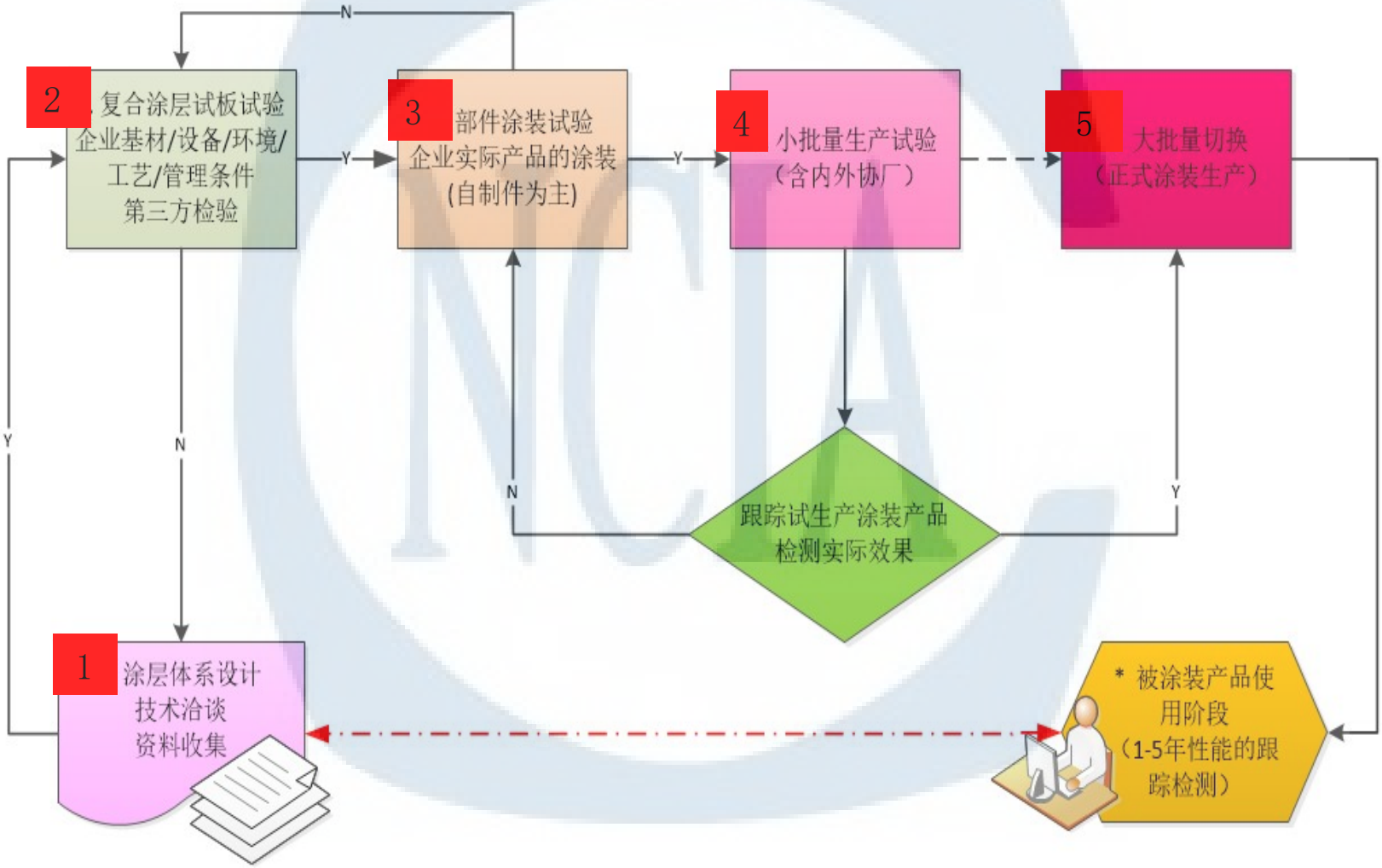
⑧ 系统设计方案在样机上的实施及型式试验

⑨ 产品涂层技术要求文件、工艺技术要求文件、质量检验规范文件编制

⑩ 专家会议文件审查

11 形成“企业技术标准”文件

5. 各种低VOC涂料涂装方案的验证与实施



5. 各种低VOC涂料方案的验证与实施

1）**涂层体系设计与初步试验：**广泛收集涂料资料，精心设计涂层体系设计。然后利用废材料，在生产线上进行喷涂，先解决外观质量是否能可行的问题，以便减少今后的试验费用。

2）**试片涂覆制作及检测：**测试涂层体系的性能，耐候性、中性盐雾、耐湿热委托第三方，其它甲乙双方组织测试，减少试验费用。

3）**对5套自制件进行涂装试验：**检测涂料的施工性能及涂装生产设备及组织的适应性，测试涂料耗量及涂装成本。

4）**小批量试制：**进行50～100台挖机的试制，检验涂料对挖机的各内外协厂、生产组织管理体系的适应性。同时，将实际样机放入不同使用环境，进行跟踪检测，判定其耐久性等指标。

5）**正式切换：**根据试验结果，编写试验报告，请上级个部门审核、批准，选择适当时机进行部分或全面切换。

6. 水性涂料涂装工艺及需要注意的问题

（1）工程机械水性涂料涂装的工艺流程

19道工序

上件 → 屏蔽 → 除油 → 抛丸 → 喷丸 →

喷底漆 → 流平 → 烘干 → 强冷 →

刮腻子 → 烘干 → 强冷 → 检查、打磨 →

喷面漆 → 流平 → 烘干 → 强冷 → 去屏蔽 → 修补

13道工序

上件 → 屏蔽 → 除油 → 抛丸 → 喷丸 →

刮腻子 → 晾干 → 喷底漆 → 流平 → 喷面漆 →

流平 → 晾干 → 修补

（2）需要改造（新建）哪些涂装设备（设施）？

老线“穷”办法，新线“新”设计；量力而行，抓住重点。

1）前处理设备的改进　工件表面残留化学品并没有完全清理干净（除掉），将会严重影响水性底漆的附着力并产生其它涂层缺陷（弊病）。因此，需要增加化学品残留清理设备，如，增加喷淋清洗及干燥设备等；对于进行化学前处理的薄板件、小件，要严格检查涂装前的工件表面质量，通过试验决定是否要改造前处理设备。

2）底漆涂装前需进行预热

对于比较重大的钢结构件，涂装车间条件较差（没有密封），特别是温度，工件与喷漆室之间温差很大，会造成流挂等各种弊病；薄板件、小件有时也有这种情况。因此，要采取加温措施，比如增加吹热风、远红外线照射等设备。

（2）需要改造（新建）哪些涂装设备（设施）？

3）喷漆室/流平室（闪干室）温度湿度的控制　水性涂料随着相对湿度的高低变化，水的蒸发速率会发生较大波动。喷漆室的相对湿度和温度必须控制在（15～35℃，30～85%）范围内，才能避免流挂、针孔等各种弊病的出现。工程机械的涂装车间比汽车行业的涂装条件相差很远，对于喷漆室、流平室改造就是一个重要的任务，有条件的一定要增加空调系统，以便保证水性涂料的施工质量。

4）烘干室温度、湿度的控制　原有的溶剂型涂料烘干室在当时设计时，除了加热功能外主要考虑的时防火防爆问题，但在使用水性涂料时，要加强湿气排放功能，并进行腐蚀防护处理。新设计的烘干室，需要严格按照所用水性涂料的工艺进行规划设计，考虑的水气蒸发的量，加大潮湿空气的排出，减少在室内停止的时间。为防止腐蚀，尽量使用不锈钢材料。

5）水性涂料的存贮/运输及供漆系统　水性漆对温度很敏感，因此水性漆在运输和贮存时有较高要求。温度控制在10℃～35℃，在冬季和夏季运输过程中需有加热或冷却装置。在仓库，和调漆间内需有空调，根据仓库空调温度调节能力确定水性漆入库的时间，确保水性涂料的施工温度最佳。对原有供漆系统要进行改造，满足水性涂料的施工技术指标。

（3）使用水性涂料还需要处理废气/废水/废渣吗？

三废处理，不可忽视；　重点设计，区别对待；环保内容，政府决定。

□ 水性涂料的废气

1）水性涂料的VOC含量

水性涂料仍然含有VOC，其含量大小因涂料种类及供应商的不同而变化，需要区别对待。 VOC含量一般在5~15%。

2）VOC排放标准

浓度（mg/m3）　　速率(Kg/h)　　总量控制(吨/年）

因排气筒高度不同，具体指标有变化。

因地区不同，具体标准也不一样。

3）根据环保局的要求，对VOC进行处理或不处理

□ 水性涂料的漆渣

《国家危险废物（2016年）》中，备注说明不包括水性涂料，但是各地环保部门执行时，需要进行检测，费用很贵。目前仍需要按照危险废物处理。

（3）使用水性涂料还需要处理废气/废水/废渣吗？

□ 水性涂料的废水（涂装废水）

1）污水的成分、危害

主要成分是：乙二醇丁醚、醇酯为主，水溶性合成树脂，水溶性助剂。使用湿式喷漆室的循水池中，需要加入水性涂料专用絮凝剂。水性涂料与水完全互溶，其中的COD、氨氮、色度等污染指标非常高，需要经过专门的污水处理站处理后，再经厂区污水总排口排入工业区市政污水管网。必须取得污水排放许可证。

2）厂内有污水处理站

湿式喷漆室使用絮凝剂处理，捞出漆渣，废水排往（运到）污水处理站，进行处理。合格后，排到市政管网中。

3）厂内无污水处理站

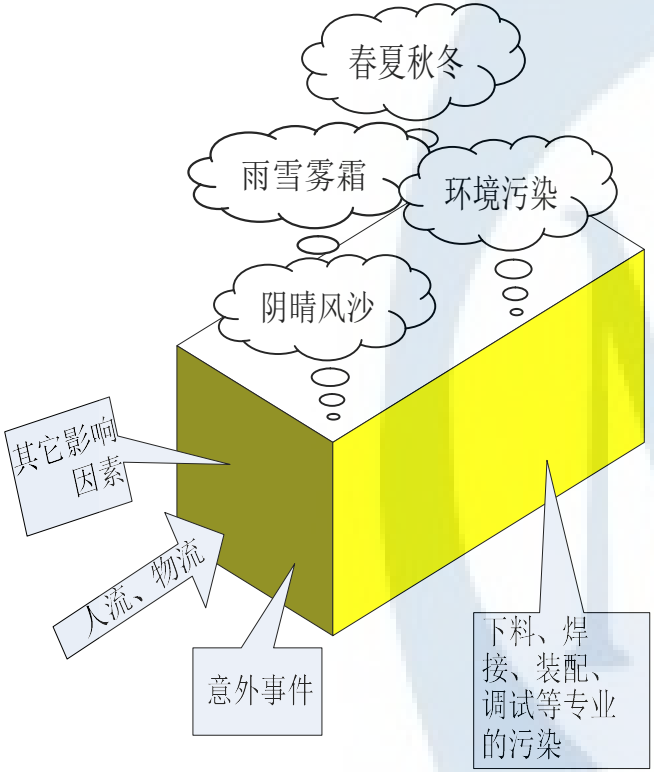
湿式喷漆室使用絮凝剂处理，捞出漆渣；设立废水处理设施；或者运到其它污水处理站，进行处理。合格后，排到市政管网中。

（4）水性涂料切换中需要注意什么？

1）涂装管理：✦水性涂料的切换，重要的是决策领导及管理人员思想的切换。对旧有涂装模式的留恋，对水性涂料涂装的不适应不接受；思想意识跟不上工艺、生产线的变化。✦需要主管领导高度重视，系统统一规划，各部门各司其职，根据生产淡季旺季情况，分步实施；不仅仅是涂装工程师的工作；✦根据涂装技术的成熟程度及生产任务的轻重缓急，选择恰当的切换的时机；✦涂料供应商要改善技术交流与技服方法，使用检测数据及试验事实证明问题在涂料或涂装的哪一方面；在公司做好各种涂装喷涂试验，最好现场一次成功，不要超过三次，不要把生产线当做试验室使用；避免与涂装企业的生产发生冲突；适应涂装企业的文化及运作模式。

2）涂装工艺：切换过程中，及时修订涂装作业指导书及要领书、质量检验基准书及相关标准；严格执行工艺文件，坚决制止随意更改生产节拍（生产线速度）及涂覆工序的行为；准确理解切换标准（如，一次下线合格率等）。切换过程中，涂层质量可能会发生波动，要及时调整工艺。

3）涂装环境：



（1）温度
（2）湿度
（3）洁净度
（颗粒物的粒径、数量、重量）
（4）照度
（5）污染物质

内部空间、工件表面

涂层/涂层体系质量问题：

◆1)流挂，2)颗粒/起粒，

◆3)露底，4)缩孔/鱼眼，5)陷穴/凹洼，6)针孔，7)起气泡；

◆8)起皱，9)桔皮，10)发花/色花，11)金属闪光色不匀，12)光泽不良，13)鲜映性不良，14)干燥不良；

◆15)开裂/裂纹，16)剥落/脱落，17）生锈等.

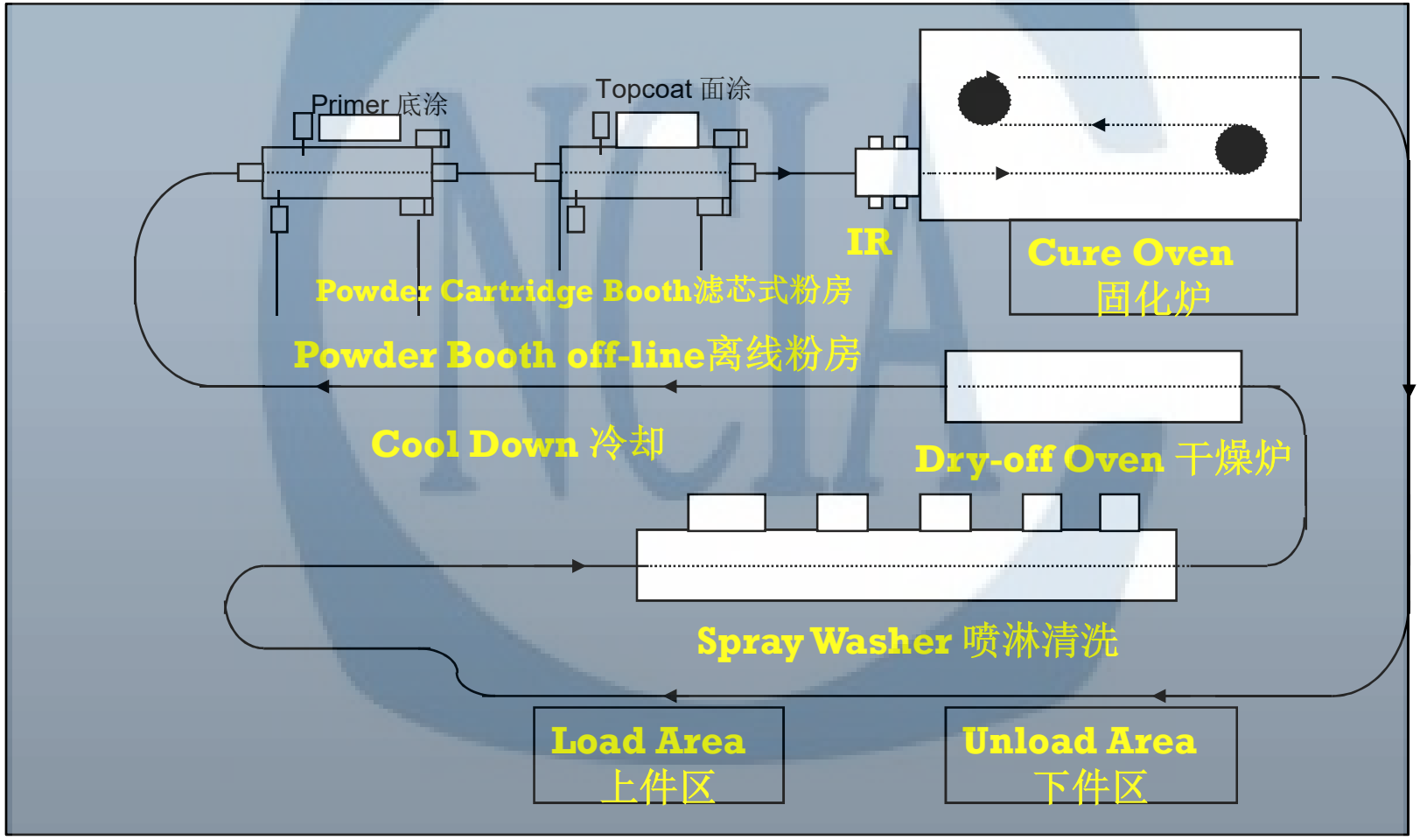
环境湿度、温度的影响对水性涂料影响最大，需要高度重视。对于非密闭涂装车间，需要根据不同的环境条件，实施“露点管理”。如，刚进入涂装车间的工件，隔夜的工件，需要经常检测环境湿度、温度，检测工件表面温度，保证工件表面温度大于露点温度3℃以上。

4）涂装设备：水性涂料涂装对于设备的要求更高，涂装设备的优劣决定切换的顺利程度，特别是调湿调温方面。已有的旧的涂装生产线有各种各样的问题（如，流平时间，烘干时间等）要根据需要及时进行调整、修复。

5）涂料及涂层体系：在切换之前，已经进行过4个步骤的试验，也就是说：已有的涂料及涂层体系经过了各种试验、检验，生产过程中的调整，只能是“微调”，对于配方是不能调整的。如果进行调整，必须从新进行试验。

7. 粉末涂料涂装工艺及需要注意的问题

(1) 粉末涂装工艺

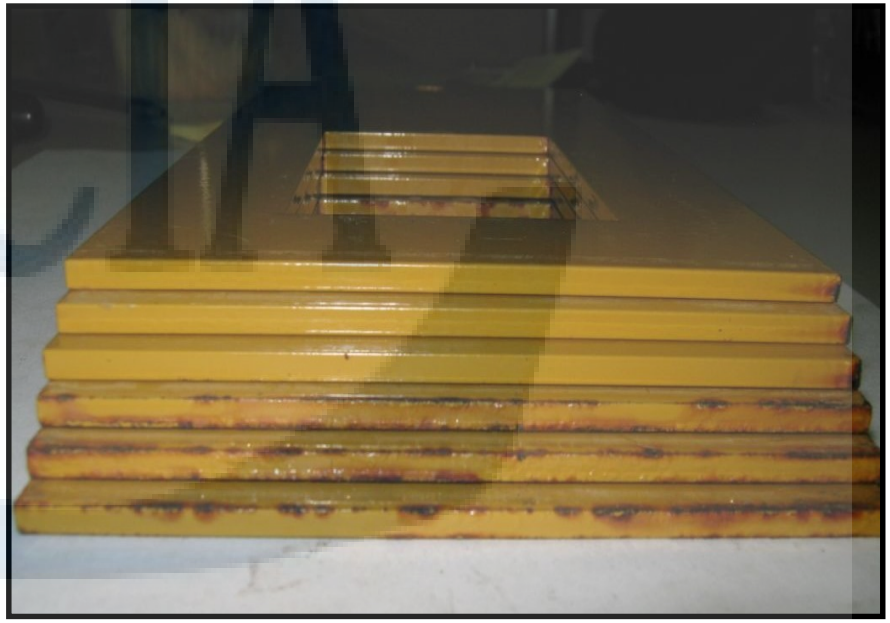


（2）涂层体系的“边角孔洞缝”问题

一般粉末涂装对象（工件）的大面积涂层与边角孔洞缝局部涂层状态，会有很大的区别。边角孔洞缝部位会出现早期腐蚀，耐腐蚀性会变得很差，无法使用前边所说的技术指标衡量。对于耐腐蚀性要求较高的产品，需要提出特殊的技术要求。

粉末涂料喷涂时，涂覆到工件外边角（阳角）表面的粉末颗粒不会少，由于粉末涂料的熔融黏度太低或者熔融流动性太大，常常造成边角部位的粉末较薄；阴角会因为静电屏蔽引起粉末颗粒附着不良，固化后涂层变薄；以上两种情况，严重时可以看到金属基体材料。

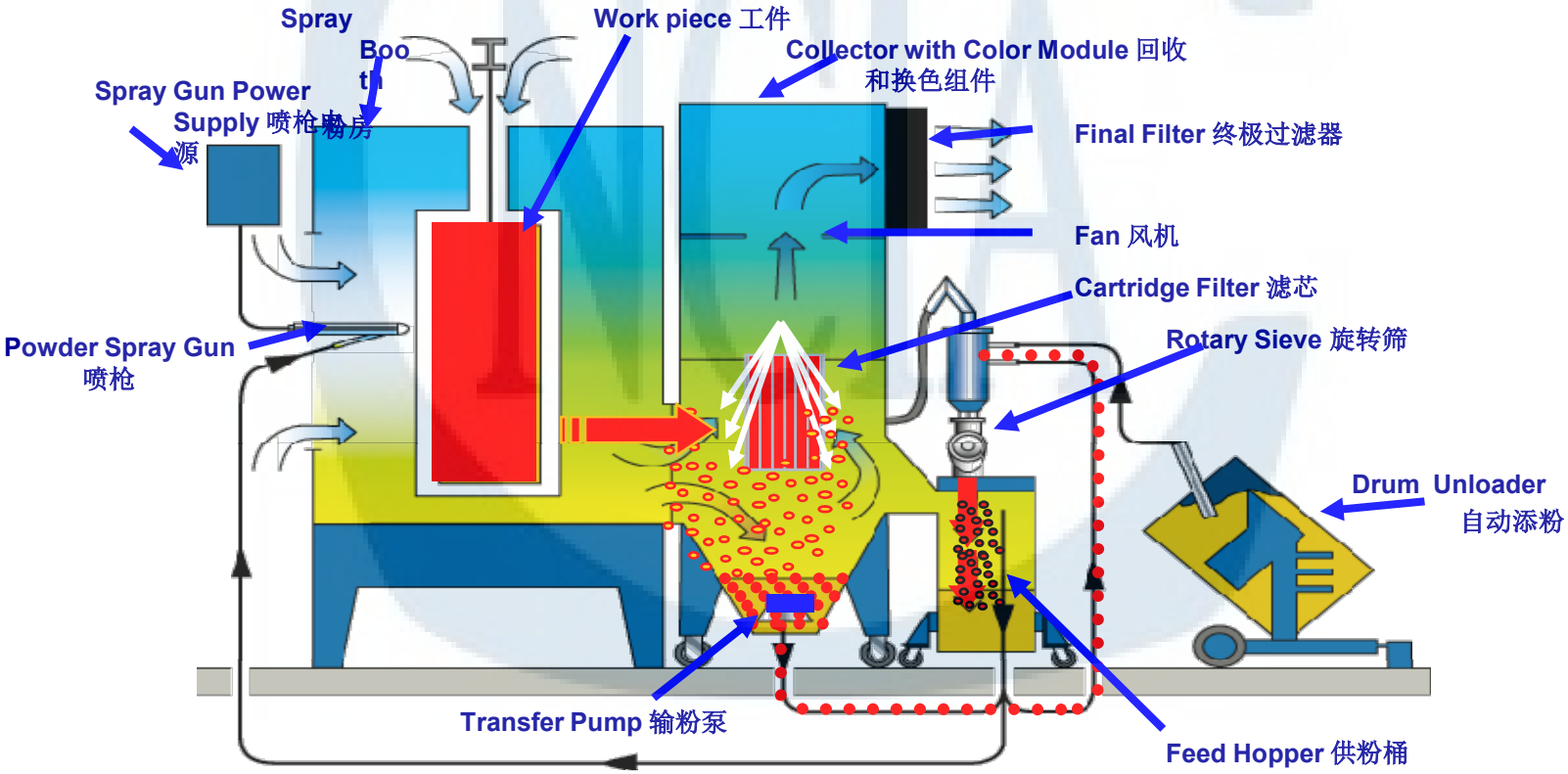
在一定条件下，涂料的边角覆盖率和流平性是相互矛盾的。对于大面积涂层的装饰性，要求涂料具有良好的**流平性**，以获得最佳光泽、平整度、丰满度和鲜映性等；但对于边角这种特殊的部位，涂料的流平性就造成了边角的覆盖不良。反之，要想减少边角覆盖问题，必须提高涂料涂覆使（或干燥时）的黏度，减弱固化前的流动性；但这种情况对于大面积涂层需要的流平性又有很大的影响。



（3）粉末涂装设备（生产线）的问题

1） 喷粉室（粉房）选择

对于颜色品种较少且不经常更换的情况，使用滤芯式喷粉室（粉房），是比较好的选择。



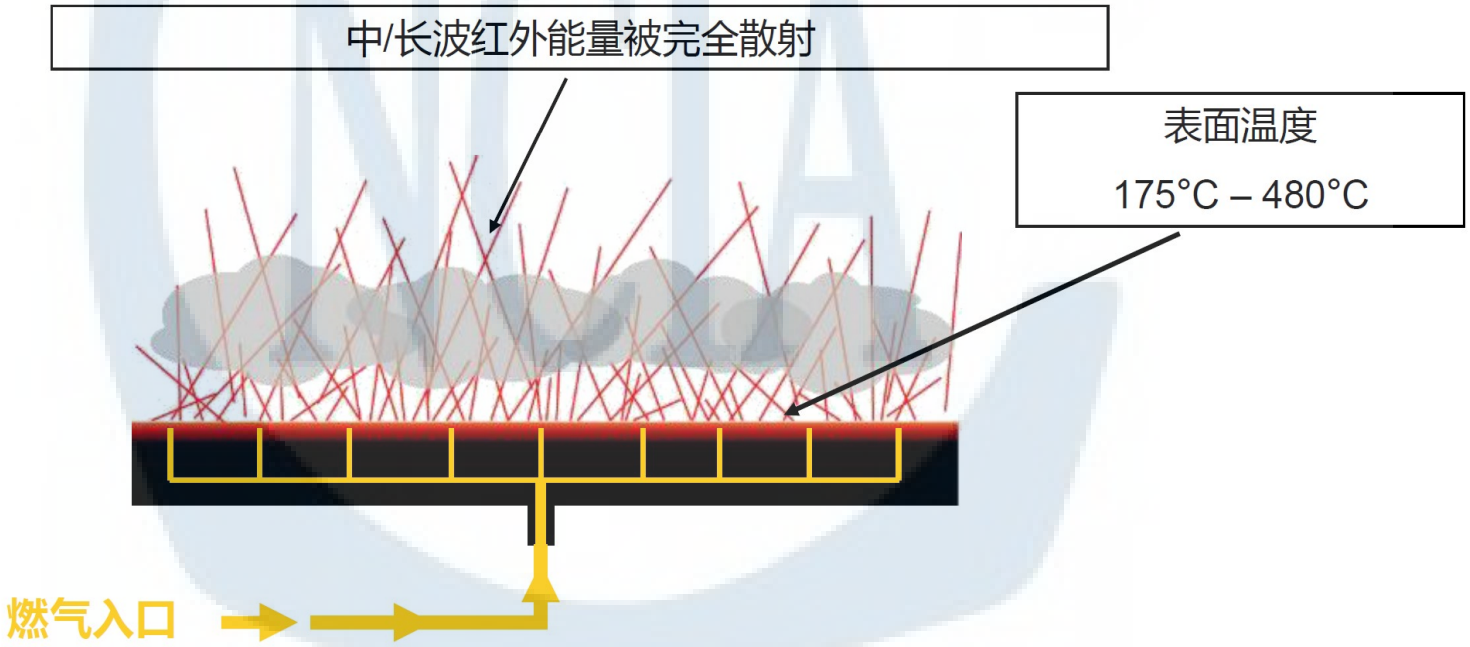
1） 喷粉室（粉房）选择

“干碰干”(干喷干)喷涂设备

2） 关于天然气催化燃烧烘干设备

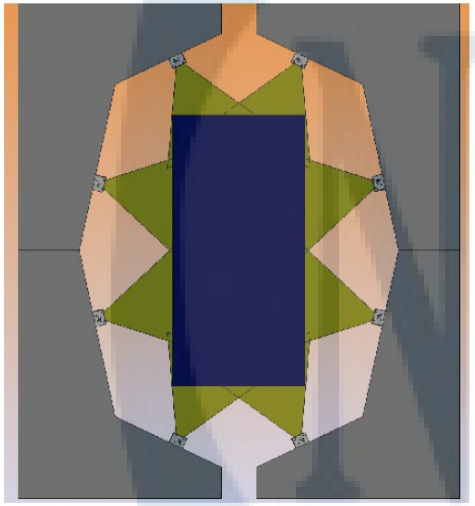
燃气催化反应原理

燃气 + 氧气 + 铂催化剂 = 二氧化碳 + 水 + 热



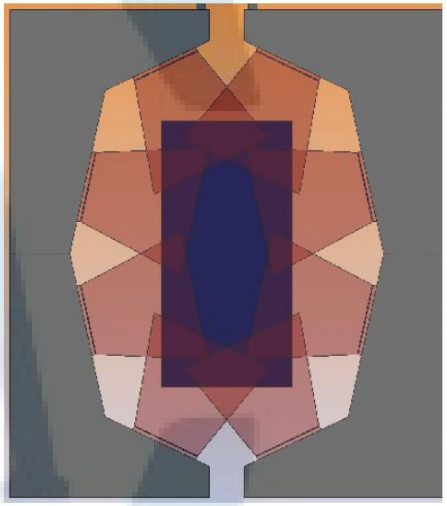
2） 关于天然气催化燃烧烘干设备

电红外灯管



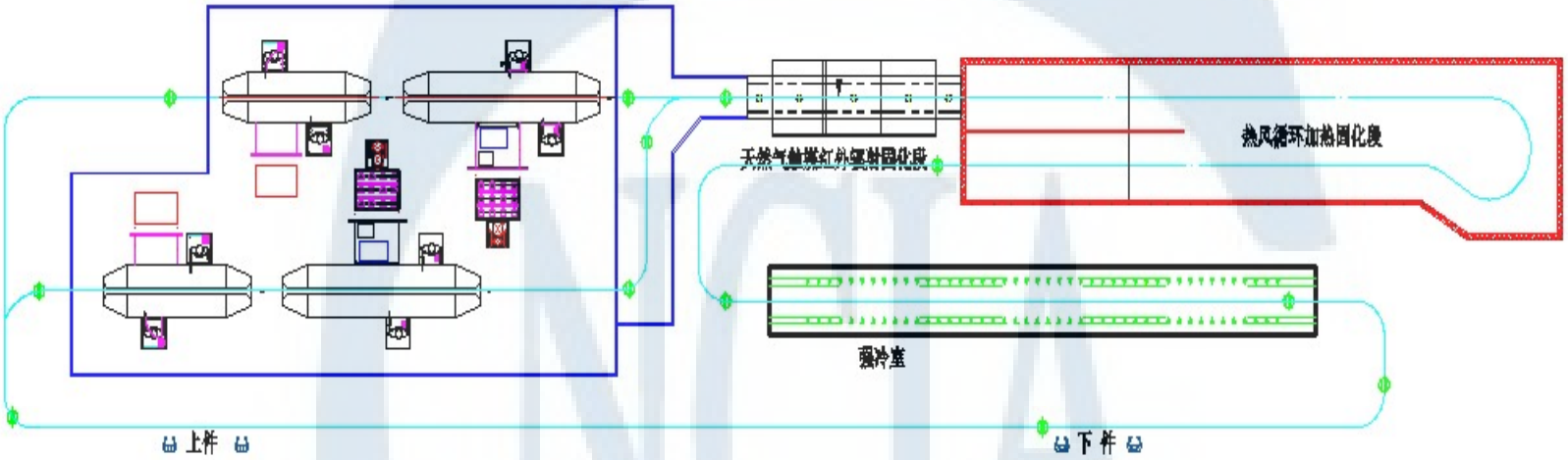
- 聚焦
- 响应时间短
- 功率范围宽

燃气催化板



- 辐射范围宽
- 中/长波红外发射器
- 可复原

（4）粉末涂料的涂装工艺的注意事项



1）新建粉末涂料涂装生产线，要按照“干碰干”涂装工艺进行设计；为了节约能耗，要使用“天然气触媒红外烘干设备”；

2）粉末涂装相匹配使用的耐高温导电腻子及密封胶；

3）要满足工件对粉末涂装的外观装饰性的要求；

4）要考虑工件板厚差异所带来的粉末高温固化不均匀问题；

5）克服部分领导和管理人员的惯性思维。对于液体涂料（溶剂型涂料、水性涂料）的喷涂已经习惯了，因此，规划决策新涂装生产线时，常常有液体涂料涂装的倾向性。

谢谢各位！

END