

喷涂技术基本工艺原理



撰写：刘庆洲 2007年12月

丰裕集团--FACE国际(香港)有限公司

著作版权：刘庆洲

涂装技术的重要一课----喷涂



- 涂装是个多学科、综合性的系统技术，我们今天只谈一下“涂膜”这一环节，因为这一环节是实现涂装结果的最重要技术。
- 涂装技术开发、新型涂装设备的更新，大多依据和围绕着“涂膜”的技术而日新月异。
- 涂膜包含了很多工艺，例如：电泳、淋涂、辊涂、刷涂、擦涂、抹涂、电镀、浸涂等等，其中最重要的还是“喷涂”工艺，喷涂是表面处理最重要的技术。
- 喷涂又可以细分成多种工艺，并且应用各自有所不同。
- 每种喷涂工艺，都有相应的专业设备和使用条件。
- 接下来进行简要讲解。

喷涂工艺包含哪些细节

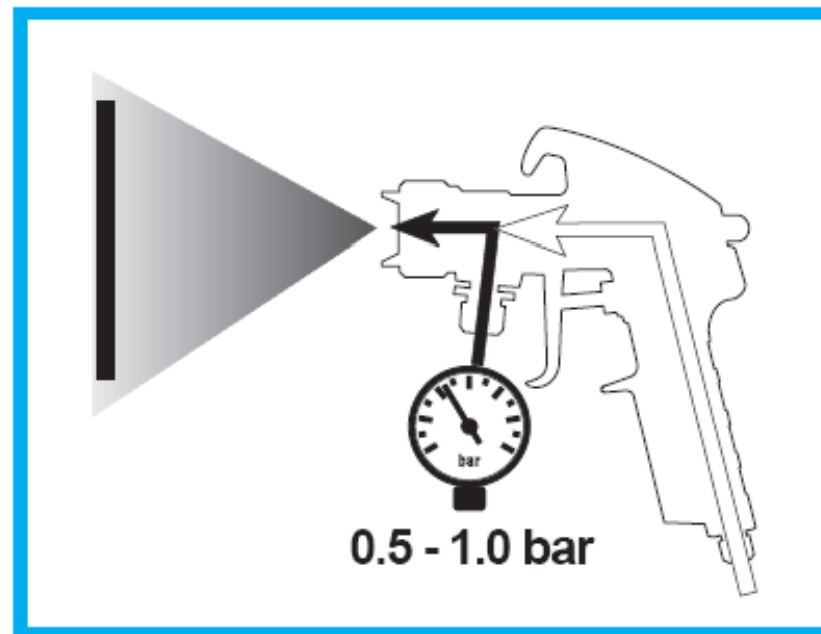


- 空气喷涂（压送、虹吸、重力）
- **HVLP**（压送、虹吸、重力）
- 高压无气喷涂
- 混气喷涂
- 静电涂装（**LACTEC**专题再详细介绍）
- 特殊涂料及特殊效果喷涂
- 机器人、自动机专用喷枪

空气喷涂基本原理



- **原理：压缩空气雾化；**
- 吐出量是喷枪设定的基础数据；
- 吐出量设定根据涂膜厚度、涂料黏度、雾化水平来综合确判定；
- 雾化空气压力流量设定，根据吐出量、涂料黏度和雾化精细程度来判定。
- 扇幅空气压力和调节，根据工件形状特点、喷涂叠加计算而判定；
- 喷涂距离：
传统空气喷枪250~300mm，
ECCO低压喷枪150~200mm；
- 研究空气喷涂，就是研究空气动力学。



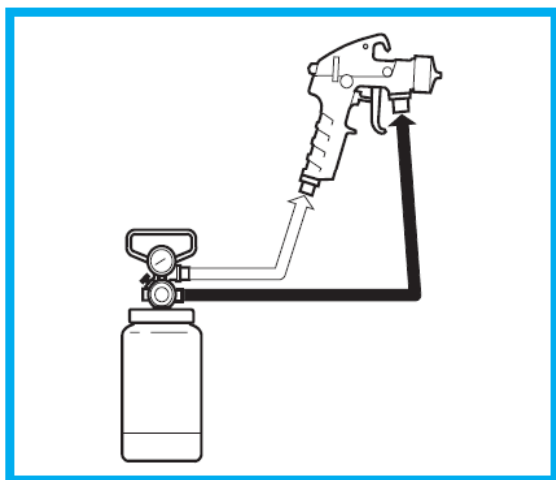
依赖空气帽雾化孔的设计，将涂料分散成为小颗粒群，雾化的好坏取决于：

1. 雾化微粒的分布均匀性
2. 最佳直径微粒的数量
3. 微粒的动能和气流的科学性

空气喷涂---涂料供给方式



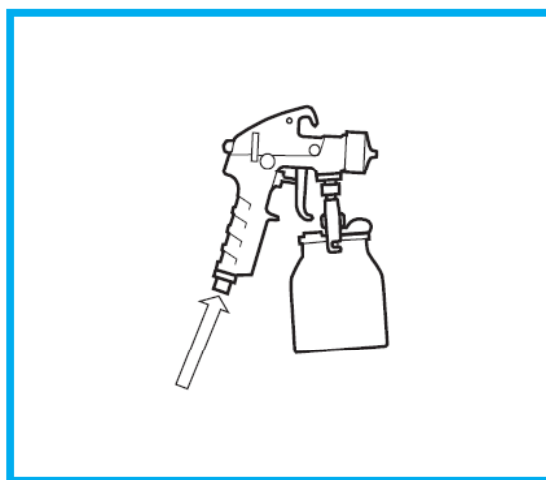
压送式



压送式供给

- 可以采用泵输送；
- 可采用压力容器；
- 可以采用中央管道供给；
- 必配压力调整

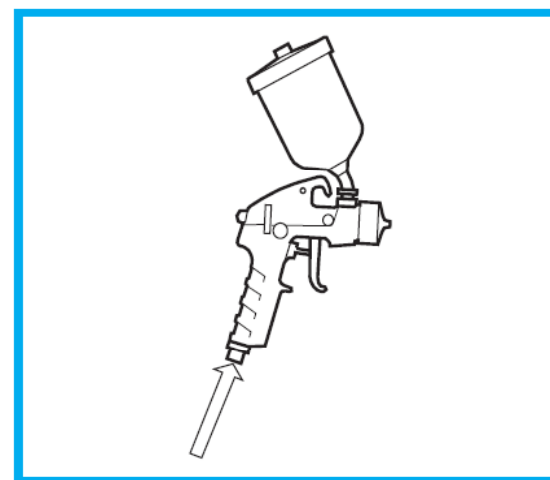
虹吸式



虹吸式供给

- 采用文丘里原理，负压吸上方法；
- 一般配罐容量不超过1L
- 罐子有铝、TEFLON两种材质。

重力式



重力式供给

- 采用流体重力流动+文丘里原理；
- 一般配罐容量不超过600ml；
- 罐子有铝、TEFLON两种材质。

空气喷涂---特别说明

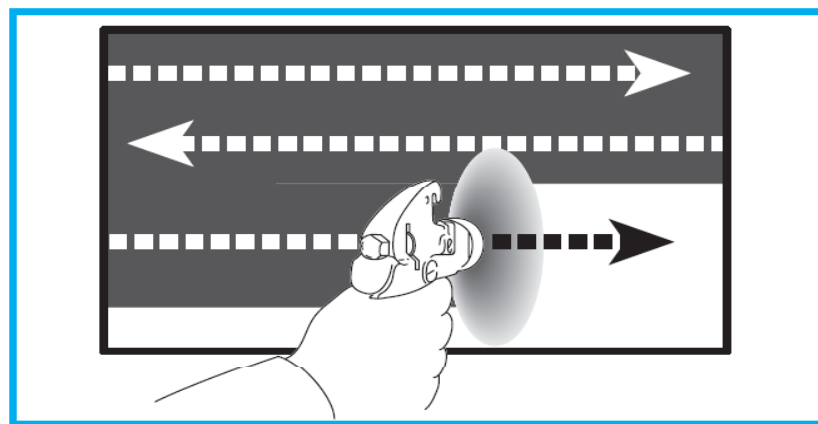
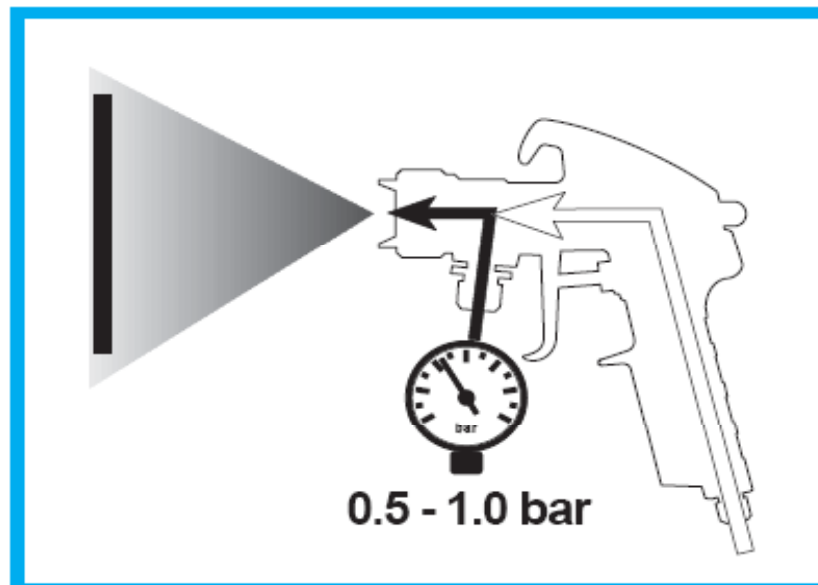


- 空气喷枪根据涂料特性，需要选择相适应的材质；
- 材质选择分为**2**种：主体材质和浸液材质；
- 一般溶剂性涂料选择比较多：铝合金、不锈钢、TEFLON、NYLON、EPDM、氟橡胶、特殊工程塑胶等等
- 水性涂料非常特殊，通常使用抛光不锈钢或电抛光不锈钢材料。
- 重力式、虹吸式不能依赖调压器来调节吐出量，并且涂料黏度的不同也造成吐出量的不同；因此，重力式、虹吸式喷枪的吐出量靠调节枪针行程、改换不同口径的喷嘴来实现。
- 重力式、虹吸式通常在修补喷涂、小批量喷涂、实验室等地方使用。
- 空气喷涂是结构、原理最简单的雾化方式，适用面很广。
- 空气喷涂也有特殊的使用方法，比如喷涂胶水、喷点、纤维涂料等等，这些工艺的表面要求非常特殊，通常都需要测试后选配喷枪。
- 空气喷涂要求压缩空气质量很高，如果压缩空气的水、油、杂质含量不合要求，任何好的喷枪都无法做到高涂膜质量。

空气喷涂



- **原理：压缩空气雾化；**
- 吐出量是喷枪设定的基础数据；
- 吐出量设定根据涂膜厚度、涂料黏度、雾化水平来综合确判定；
- 雾化空气压力流量设定，根据吐出量、涂料黏度和雾化精细程度来判定。
- 扇幅空气压力和调节，根据工件形状特点、喷涂叠加计算而判定；
- 重力式、虹吸式不能调节吐出量，并且涂料黏度的不同也造成吐出量的不同，因此，重力式、虹吸式喷枪需要依赖喷嘴口径的变化而改变吐出量。



ECCO空气喷枪独特之处



- **有效喷涂距离：** ECCO（150~200mm）
其他品牌（平均要求300mm）

- **涂料利用率**

- **涂料的浪费：** 反弹（气流遇到工件反弹）、过喷（雾化扇形与工件外形不匹配）

反弹： 气流携带大量的雾化涂料微粒还没有附着到工件上即被吹走；

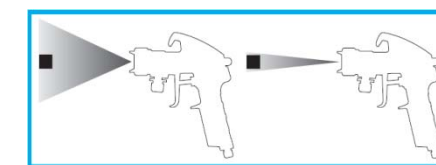
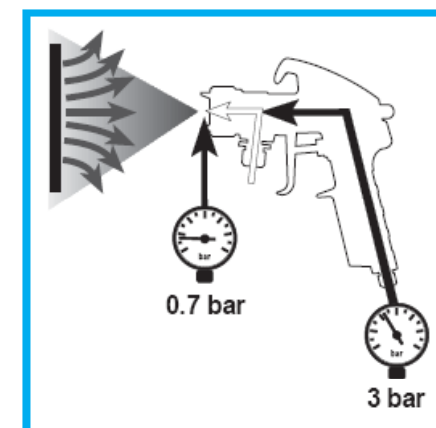
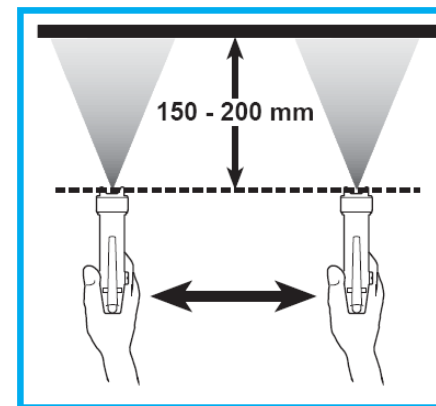
过喷： 气流穿过工件（比如网孔），气流范围大于工件（工件细小）；

- **涂料的节省：** 通过技术改良，抑制反弹和过喷

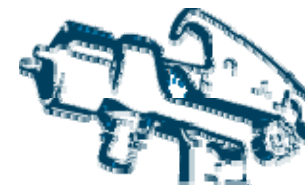
减少反弹： 降低气流压力和动能；

减少过喷： 使吐出量、雾化空气、扇形空气都可以随工件特征随时调整。

综合节省： 减少品质不良、返工、调试清洗时间；实现数据标准化，喷枪保持恒定品质。



空气运动工艺

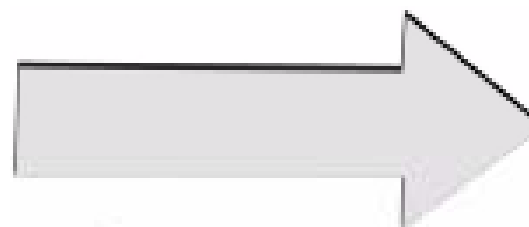


Incorrect



不正确

Correct



正确

错误的操作



用有纤维的
布擦空气帽



沾满溶剂
的布擦拭



完全或局部浸
泡在溶剂中

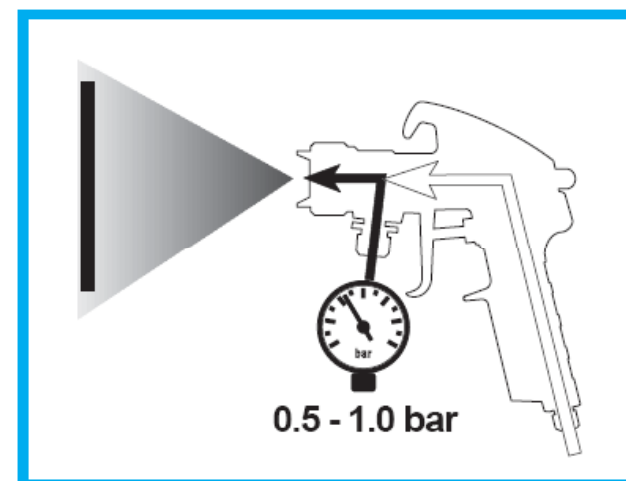


用尖锐的
工具捅枪孔

HVLP喷涂基本原理



- **HVLP（高流量低压力）**
- HVLP是英文High Volume Low Pressure的缩写。
- 高流量低压力所指雾化及扇形空气的流量和压力。
- HVLP从工艺来说，也是空气喷涂的原理，但在空气喷涂基础上，改变了喷枪压缩空气通道的直径，释放孔也经过特殊设计，使空气喷出时，没有很强的冲击力，但也能实现雾化。
- HVLP通常需要较低的涂料黏度，否则难以雾化；还需要畅通充足的压缩空气管路设计，保证喷枪正常耗气量。
- HVLP比空气喷涂降低反弹，至少提高10%的涂料节省，适用于低黏度小吐出量的精饰涂装。
- HVLP在调试时根据雾化状况设定空气压力，低压大流量反应在空气帽喷出的状态，由于特殊的设计而形成，并不是一味降低空气压力。

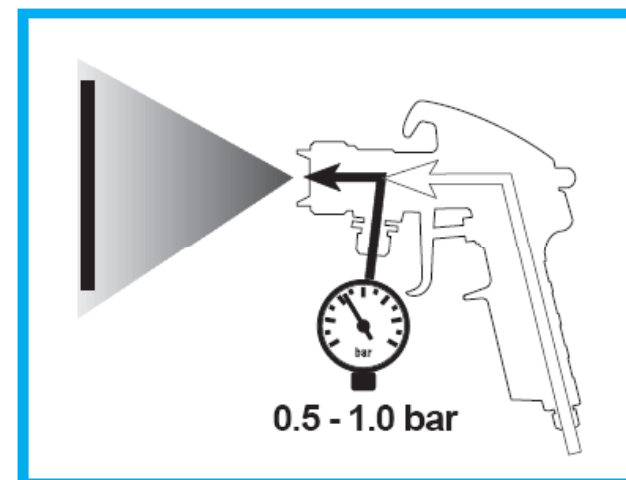


- HVLP雾化帽空气压力一般在**0.7bar**；
- 吐出量不超过**200cc/min**；
- 空气软管比空气喷涂的直径略高；
- 空气消耗量比空气喷涂大**1倍**。

LVLP、LVMP喷涂基本原理

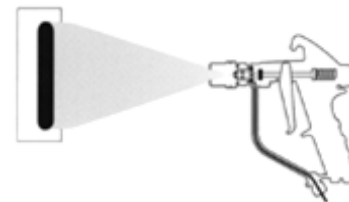


- **LVLP**（低流量低压力）
- **LVMP**（低流量中压力）
- 这是空气喷涂衍生出的一些周遍工艺。
- 空气喷涂本身雾化是不存在质疑的，之所以衍生出这些特别一些的喷枪，无非是为了节省涂料；
- 空气喷涂做到涂料的节省，没有什么法宝，只能在降低反弹上下功夫。降低反弹的唯一办法就是降低雾化压力；
- 雾化压力降低之后，直接造成一个问题：是否还能完美地雾化？因此，就要去研究和设计雾化帽的如何完美地表现，事实上，真正做到低压也能完美雾化的喷枪是极少数的。



- **LVLP、LVMP雾化帽空气压力通常小于1bar；**
- **吐出量不超过100cc/min；**
- **空气软管比空气喷涂的直径没有差别；**
- **空气消耗量变化不大。**

高压无气喷涂基本原理

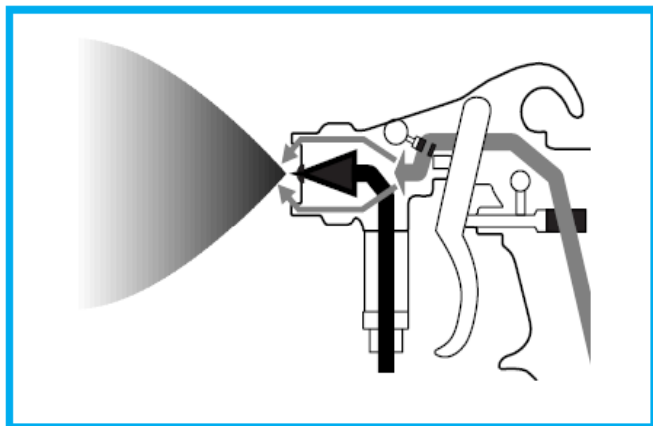
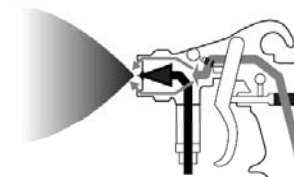


- 高压无气 (**Airless**) 指涂料通过高压供给，自雾化（不需要压缩空气雾化）的一种喷涂方法；比较象喷雾器的原理。
- 涂料需要使用高压泵将涂料增至高压，涂料泵通常有：气动柱塞泵（工厂环境）、液压柱塞泵（工厂环境）、电动柱塞泵（建筑涂装）、引擎柱塞泵（野外作业）。
- 高压无气工艺细分为：高压（100~210bar）、特高压（210~350bar）、超高压（350bar以上）
- 无气喷涂是涂料自雾化，因此上漆率较高，但雾化精细度较差，可以喷涂膏状胶、蜡等粘稠物质。
- 无气喷涂适合高黏度涂料、厚涂层、快速作业。
- 适用工艺及行业：一般工业（火车、工程机械、钢结构、轮船、家具、建筑、道路标线、制桶切边等）
汽车工业（防护蜡、PVC底盘胶）



- 吐出量和扇形角度不可调，需要通过更换不同喷嘴实现调整。
- 黏度过大流体可以使用涂料加热器来降低和恒定黏度。
- 有反向去污喷嘴。

混气喷涂基本原理



□ 吐出量和扇形角度不可调，需要通过更换不同喷嘴实现调整。

□ 黏度过大流体可以使用涂料加热器来降低和恒定黏度。

□ 没有反向去污喷嘴。（别的品牌有）

- 混气（ **Assistant Airless** ）也称作空气辅助无气喷涂，或AA喷涂。
- 混气喷涂是在无气喷涂基础原理上，适当降低涂料供给压力（一般为**40~100bar**），再辅助以少量压缩空气辅助二次雾化，提升涂装品质。
- 混气喷涂属于中压喷涂。
- 混气喷涂比无气进一步减少反弹，节省涂料。
- 中压喷涂只适合中等黏度的涂料，例如福特4号杯**30~50秒**的涂料。
- 适合于美式家具、工程机械、火车、钢结构等涂装工艺的面漆涂装，可达到良好的涂膜质量。
- 雾化空气起到辅助雾化的作用，混气枪空气帽与空气喷枪的空气帽不同，只是雾化“扇雾”边缘，不改变扇形夹角。
- **ECCO**混气枪按照最大**100bar**设计。

静电喷涂基本原理（另一篇讲义中，专门讲解）



- 静电喷涂包含流体和粉体，这两个领域区别较大，从工艺技术角度看，流体的涂装技术比粉体难很多，现在我们只讨论流体喷涂。
- 静电喷涂是在高压静电场在电场能作用下，带电的雾化颗粒对工件的吸附作用的一种工艺，通常包括：空气静电、混气静电、高速旋杯、高速旋碟。
- 能采用静电涂装的几个条件：
 - ✓ 枪与工件形成持续的电场：工件0电位（接地、导电），喷枪聚集电荷。
 - ✓ 枪上生成的静电电荷量可控制，可以放电自保护，不漏电。
 - ✓ 涂料电阻在最佳带电范围内（不详细介绍）
 - ✓ 漆雾带电允许是负电荷，也允许是正电荷。
- 静电涂装从涂料性质区分：溶剂性、水性；
 - 从电阻范围区分：普通型、高导型、导体性（绝缘涂料无效）；
 - 从雾化帽区分：扇形雾化、环形雾化、离心切面雾化；
- 导体涂料以水性涂料为代表，静电工艺与普通、高导型完全不同。
- 目前世界上对于涂料雾化颗粒带电的研究，有3种工艺（LACTEC专题讲解）。
- **ECCO公司不生产静电喷涂设备。**凡是遇到静电涂装的系统，使用LACTEC产品。

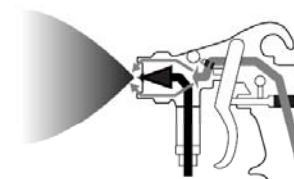
特殊涂料及特殊效果喷涂

(只做了解，ECCO品种不全)

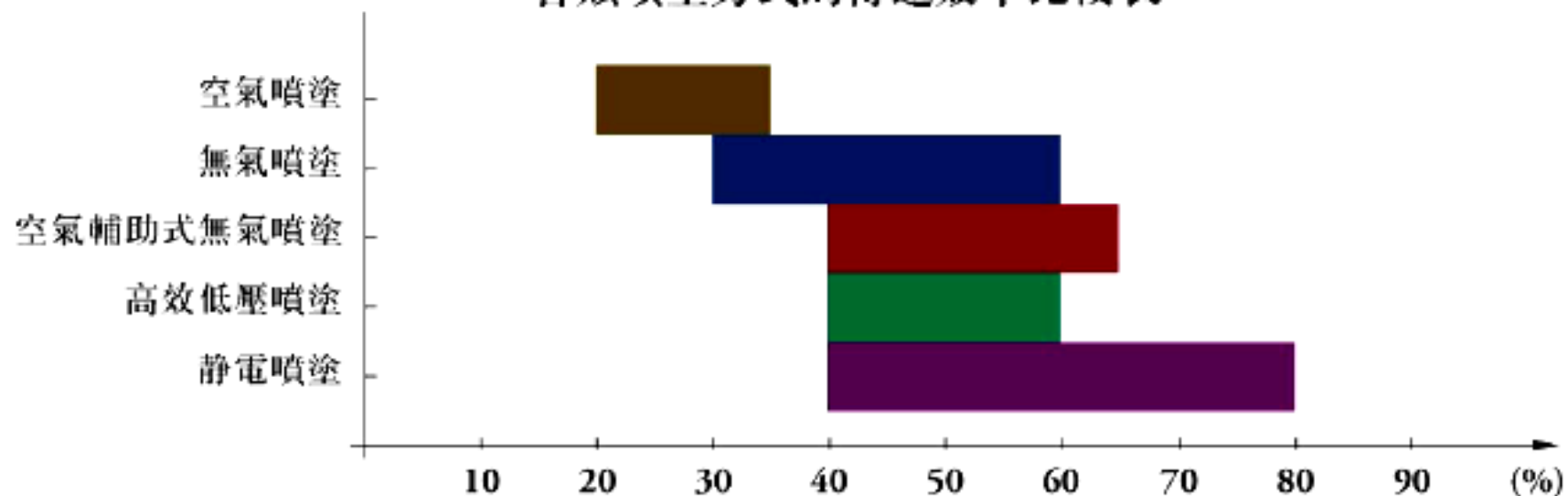


- 高磨蚀性涂料：低压（瓷釉、珠光金属涂料、银粉涂料），高压（富锌涂料）。
- 喷点、乱丝、纤维、灰尘涂料一般出现在美式家具涂装工艺中，喷点枪是特殊的专用枪，其他涂料一般都采用低端空气喷枪即可。
- 加热喷涂材料，热熔材料，需要全程加热的喷涂系统，从泵、元件、软管、枪都需要恒温加热，这是一个特殊应用领域，设备与常温设备大不相同。
- 真石涂料，通常用于建筑外墙，是一种含有细小石粒的涂料，这种涂料采用了一种叫做“弹涂机”的设备。原理有些类似于喷砂机（湿砂）。
- 高分子聚合黏结剂，是一种看上去流动性很好，但黏连性很强，很难雾化的材料，通常属于厌氧、厌水材料，这种材料不能按照常规思路采用高压雾化法，因为这种材料不能压缩、只能分散。在汽车内饰件布料与塑料的黏结工艺中常遇到这类涂料，所以采用最传统的空气喷枪，并且使用氮气压力罐供料。
- 双组分混合涂料，是一种化学固化，减少烘烤能耗工艺，的比如PU涂料，常见于塑胶涂装，比如汽车保险杠罩光清漆。当前在高档卡车、火车客车、工程机械等大重量钢制品行业，也普遍采用双组份涂料，他的涂装方式各不相同，但都需要一个重要设备：自动配比涂料混合系统。
- 多组分混合涂料，比如PE，常用于钢琴效果的涂装中。此外音箱、手机也有运用。
- TEFLON涂料广泛应用于炊具、熨斗等产品涂装，ECCO专门为TEFLON研发了80型号的喷枪，为TEFLON行业节省成本、提升品质给出了完美的答案。

上漆率比较（实验室平均数据）



各類噴塗方式的傳遞效率比較表



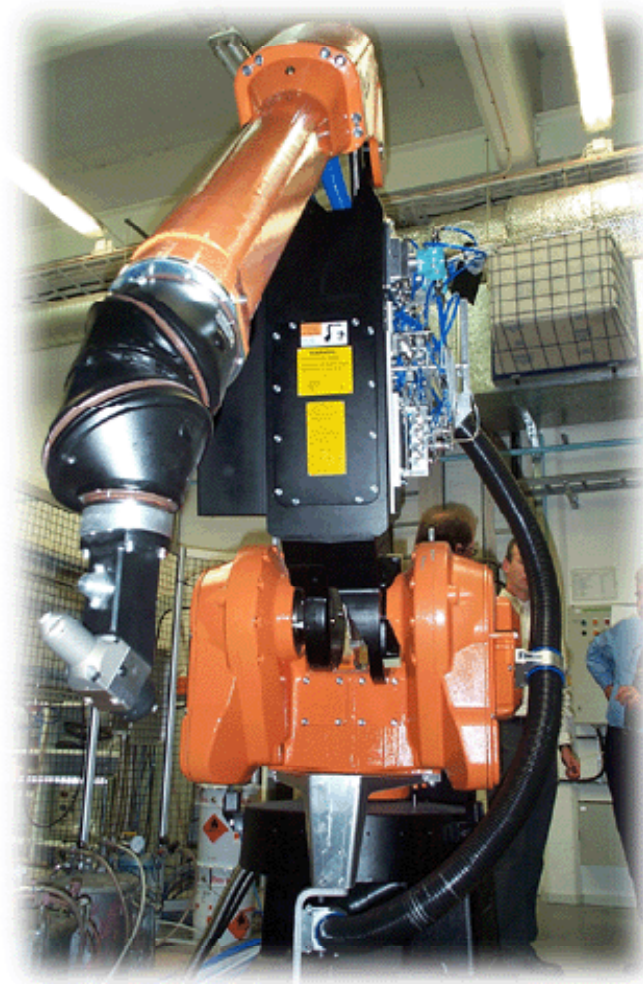
机器人、自动机专用喷枪

(ECCO强势产品)



机器人自动喷涂系统使用的原因

- 危险环境，或存在可能伤害人体健康的作业点；
- 涂装属于高疲劳性工作，容易产生各种职业病；
- 涂装工艺存在大量的瞬变因素和变量，可实现监控管理；
- 喷涂需要正确的姿态、速率、角度、吐出量/雾化控制，人为操作难以保持始终不变，机器人系统则可以轻易控制；
- 产品合格率要求很高的时候；
- 涂料昂贵，并需要有效控制用量时；
- 普通的自动涂装专机不能做到的复杂路径和姿态；
- 无尘环境、卫生等级环境；
- 高产能、高线速、高精度、大范围作业。



机器人、自动机专用喷枪 (ECCO强势产品)



高端自动喷枪

- 喷枪设计、枪座设计、内藏式流道设计、控制监视的传感器，都应符合机器人系统的综合要求和作业规范。
- 高端喷枪以其性能稳定、涂膜质量优秀、节省涂料、易于监控等特性倍受用户青睐，也是**ECCO**最具竞争力的产品之一。
- **ECCO70**系列喷枪成为高端喷枪领域世界公认的领导者。
- 在汽车工业、手机外壳等行业应用较多。



其他问题，欢迎提问

???