

涂 装 技 术 丛 书

高 压 无 气 喷 涂

上海市化学化工学会
上 海 涂 料 公 司 统 编

本书详细叙述了高压无气喷涂的特点及工艺原理,涂料与喷涂的关系,喷涂机的结构和种类及其选用,故障的预防及排除等。主要内容包括:高压无气喷涂机工艺原理及设备构造,涂料的基本概念,高压无气喷涂机的选择,高压无气喷涂施工管理,高压无气喷涂机故障产生的原因及排除方法,应用实例等。本书可供生产、科研、设计等专业人员参考,也可作为培训教材。

本书由上海涂料公司韩熙麟主编,上海开林造漆厂钱惠民、李锡源编写,上海涂料公司虞兆年审稿。

高压无气喷涂

上海市化学化工学会 统编
上海涂料公司

*

责任编辑:马明 版式设计:王颖
封面设计:郭景云 责任校对:肖新民
责任印制:王国光

*

机械工业出版社出版 (北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ ·印张 $4 \frac{1}{4}$ ·字数 93 千字

1991 年 7 月北京第一版·1991 年 7 月北京第一次印刷

印数 0,001—4,950·定价:2.80 元

*

ISBN 7-111-02732-9/TQ·42

前 言

在机电和轻工等产品生产中，将具有一定要求的涂料涂覆在制品表面，经过固化，形成涂膜，可对制品起到保护和装饰作用。因此，现代涂装技术在生产中已经成为一项不可缺少的新工艺，应用范围越来越广泛。

为了普及涂装新技术，进一步提高我国的涂装技术水平，适应产品的发展需要，我们组织编写了这套“涂装技术丛书”，共分六个分册，包括：《涂装前处理》、《静电喷涂》、《电泳涂装》、《粉末涂装》、《高压无气喷涂》、《涂装作业安全技术》。

本书为《高压无气喷涂》分册。高压无气喷涂是一项涂装新工艺。与普通的空气喷涂等方法相比，具有涂装效率高、速度快、涂膜性能优良的特点。已在造船、机械、建筑、汽车、机车、化工、石油等部门推广应用。

在本书的编写过程中，得到了上海开林造漆厂和有关造船厂等单位的大力支持和帮助，得到了上海涂料公司虞兆年具体指导和审阅修改，谨此一并致谢。

由于作者水平有限，书中的错误、缺点和不足之处，敬请批评指正。

上海市化学化工学会

上 海 涂 料 公 司

1990年7月

目 录

前言

第一章 概述	1
一、高压无气喷涂机发展概况	1
二、高压无气喷涂机的特点	7
三、高压无气喷涂机的分类	9
四、高压无气喷涂应用范围	10
第二章 高压无气喷涂机工艺原理及构造	12
一、高压无气喷涂机的工艺原理	12
二、高压无气喷涂机的构造和部件	14
第三章 涂料的基本概念	46
一、涂料的作用和要求	46
二、涂料的组成	47
三、涂料的种类	48
四、涂料的特性	48
五、常用涂料介绍	49
六、涂料的应用	68
第四章 高压无气喷涂机的选择	72
一、喷涂压力和流量的关系	72
二、涂料粘度与喷涂压力的关系	74
三、涂料软管的长度、内径与压力的关系	75
四、喷嘴的选择	76
五、高压无气喷涂机的选定基准	80
第五章 高压无气喷涂施工管理	84
一、涂料的管理	84

二、高压无气喷涂机的管理	96
三、涂装施工管理	97
第六章 高压无气喷涂机故障、产生的原因及其排除	
方法	108
一、喷涂情况良好,但成膜质量差	108
二、喷涂情况良好,但成膜质量极差	110
三、喷涂情况差	112
四、无气喷涂机操作时的故障及排除	114
第七章 应用实例	117
一、自动涂装流水线	117
二、船舶涂装	126
三、汽车底盘PVC防石击涂料的涂装	129
四、啤酒罐涂装	129
五、水泥表面外墙涂装	130
六、木器家具的涂装	130

第一章 概 述

高压无气喷涂是涂料施工的一项新工艺，它有生产效率高、喷涂速度快、涂层质量好等特点，因此越来越被各行各业所认识，正在用这种机械涂装新工艺代替繁重落后的手工涂装。

一、高压无气喷涂机发展概况

1. 国外高压无气喷涂机的产生与发展 高压无气喷涂机首先产生于美国，由 J. A. Bede 发明。在50年代中期得到了迅速发展和广泛应用。日本也于1957年引进高压无气喷涂机制造技术，并生产出第一台样机。目前，在国际上较负盛名的制造高压无气喷涂机的专业公司有：美国的格雷科公司(Graco)、戴维皮斯公司(Devilbiss)，日本的旭大隈产业公司(Asahi Okuma)、岩田公司(Iwata)，联邦德国的瓦格纳公司(Wagner)，法国的雷克斯松公司(Rexson)等。这些公司的专业性强，产品系列完整，品种规格齐全，能适应各种用户的需要。同时还在不断改进品种，更新换代，满足各种新涂料的要求。

2. 国内高压无气喷涂机的生产状况和品种 60年代中期，我国有关工厂先后开始研制开发高压无气喷涂技术，并批量生产各种类型的高压无气喷涂机。

早期产品有 GPQ 和 GP2A 型压缩空气为动力的高压无气喷涂机。

GPQ 型高压无气喷涂机的压力比为38:1, 气泵的换向机构为外阀式的弹簧预紧机械式拨叉滑板阀, 属中等压力小型轻便手提式设备。

GP2A 型高压无气喷涂机的压力比为36:1, 气泵为差动结构, 换向结构为内阀式的弹簧预紧机械式摇臂提动阀, 其基本结构与美国格雷科公司的中小型产品相似。

由于船用涂料粘度逐渐提高, 一次成膜厚度也相应增厚, 要求新型喷涂机具有更高的压力比和较大的流量。70年代末期出现了 GPQ1C 型高压无气喷涂机, 其主体部分是一

表1-1 美国格雷科公司

泵的驱动方式	型 号	压 力 比 (或功率)	最高压力 (MPa)	最大流量 (L/min)
气动式	Monarch (君主)	23:1	16	2
	President (总统)	30:1	19.5	4
	Bulldog (猛犬)	30:1	21	11
	King (国王)	45:1	28	13
	King (国王)	20:1	13	26
电动式	EM-380	电机功率 0.4 kW, 115 V	17	1.3
	EM-400	电机功率 0.55 kW, 115 V	17	1.6
电 动 油压式	EH-333	电机功率 0.75 kW, 115 V	21	2.8
	EH-433	电机功率 1.1 kW, 115 V, 20 A	20	3.3
汽 油 引擎式	GH-433	汽油机功率 3.5 kW	20	3.8
	GH-533	汽油机功率 5.5 kW	21	7.5

个双作用式气动液压增压泵，压力比为42:1。以后又推出了GPQ2C，GPQ3C型高压无气喷涂机，压力比分别提高到64:1和44:1，最大流量为10L、14L，属大容量机型，可以喷涂粘度较高的厚膜型涂料，基本满足了我国船舶涂装工艺的要求。

近年来还推出电动高压无气喷涂机。其中GPD08型电动高压无气喷涂机与日本旭大隈AMA600型结构相似，电动机经二级齿轮减速后，带动曲柄偏心机构，驱动摆动双作用型高压柱塞泵。涂料压力由调压器和电控箱内行程开关组成

产品主要技术性能

往复次数 (次/min)	使用气压 (MPa)	重 量 (kg)	备 注
75	0.4~0.7	—	属轻便手提式，压力比小，船厂风压低不适用
60	0.4~0.65	—	属中型设备，一般涂料可施工
60	0.4~0.7	—	涂料排量较大，可装两支喷枪
50	0.4~0.65	—	适用于船厂，压力高、流量大、通用性大、重量也较大
50	0.4~0.65	—	压力比小、流量大
90	—	34	
105	—	42	
75	—	65	由电机带动液压油泵再推动涂料泵
60	—	73	
60	—	93	
40	—	162	

表 1-2 日大旭大限产业公司产品型号及主要技术性能

型式	型 号	压力比	最高压力 (MPa)	最大流量 (L/min)	气压或电压 (MPa)	外形尺寸 (mm)	重量 (kg)	功率 (kW)	备 注
气 动 式	AP1021Q	23:1	11.5	最大 1	3.5~5	683×355×360	13	0.75	
	AP1021	23:1	11.5	1.3	3.5~5	890×355×480	15	0.75	
	AP1224	25:1	15.0	2	4~6	910×320×490	18	0.75	
	AP1628	30:1	18.0	2.2	4~6	940×460×500	37	1.5	
	AP1636	20:1	12.0	3.2	4~6	940×460×500	38	1.5	
	AP1844	30:1	15.0	4	5	1230×530×760	80	3.75	
	AP1854	20:1	10.0	6	5	1230×530×760	85	3.75	
	AP2544	65:1	32.5	4	5	1270×550×830	105	5.5	
	AP2554	45:1	22.5	6	5	1270×550×830	110	5.5	
	AP2578	20:1	10.0	8	5	1270×550×830	115	5.5	
电 动 式	AM-400		15.0	1.6	100V/单相	346×262×434	25	0.4	隔膜式
	AM-600		18.0	1.8	100V/200V 单相	571×369×670	40	0.6	
	AM-750		18.0	3.0	100V/单相	380×326×615	40	0.75	隔膜式
	AM-1500		20.0	2.9	200V/三相	950×505×695	110	1.5	
引 进 式	AM-2200		17.0	4.3	200V/三相	977×548×900	125	2.2	
	AYA-23		18.0	3.0	—	540×349×615	33	1.75	隔膜式
	AYA-28		15.0	1.5	—	620×470×670	40	2.1	
	AYA-50		20.0	4.2	—	700×570×920	130	3.75	

表 1-3 日本岩田公司的产品型号及主要技术性能

型式	型 号	压力比	最高压力 (MPa)	最大流量 (L/min)	气压或电压 (MPa)	外形尺寸 (mm)	重量 (kg)	备 注
气 动 式	ALS-122	20:1	14	1	0.4~0.7	330×315×655	10	简易轻便型
	ALS-331	25:1	17	2.5	0.4~0.7	365×380×325	18	小 型
	ALS-332	25:1	17	2.5	0.4~0.7	375×380×825	20	小 型
	ALS-333	25:1	17	2.5	0.4~0.7	370×420×780	23	小 型
	ALS-431	30:1	21	5.3	0.4~0.7	375×380×910	26	中 型
	ALS-432	30:1	21	5.3	0.4~0.7	375×400×910	27	中 型
	ALS-433	30:1	21	5.3	0.4~0.7	465×456×920	34	中 型
	ALS-533	32:1	22	13.4	0.4~0.7	845×610×1315	86	大型,排量 大转轮式
	ALS-553	45:1	31.5	9.6	0.4~0.7	845×610×1315	85	大型,排量 大转轮式
	ALS-81-C	14:1	10	11.4	0.4~0.7	670×740×1200	55	锌粉涂料用
	ALS-811-C	14:1	10	11.4	0.4~0.7	670×740×1200	55	无机锌粉水性涂料
	ALS-453	53:1	37	4.0	0.4~0.7	465×450×920	34	中型超高压
	EAS-1	全封闭 (外风冷) 耐 压 (防爆型)	18	1.3	0.55kW/100V	790×580×450	24	栓塞泵吸料
电 动 式	EAS-11		18	1.3	0.55kW/100V	560×390×515		栓塞泵吸料
	EAS-1B		18	1.3	0.55kW/100V	650×450×530		栓塞泵吸料
	DAM-04		18	1.8	0.4kW/100V			
	DAE-07		21	3.3	0.7kW/100V			
引擎式	DAE-07		21	4.1	1.8kW			

表1-4 德国瓦格纳公司的产品型号及主要技术性能

型 式	型 号	压力比	高压涂料 压 力 (MPa)	最大流量 (L/min)	每 往 复 一 次 的 吐 出 量	最高往复 次 数 (次/min)	最高气压 (MPa)
气 动 式	19-310	19:1	11.4	18.6	310	60	0.6
	24-90	24:1	19.2	16.2	90	180	0.8
	28-14	28:1	22.4	2.5	14	180	0.8
	28-29	28:1	28.0	1.75	29	60	1
	30-95	30:1	30.0	5.7	95	60	1
	33-70	33:1	26.4	12.6	70	180	0.8
	48-90	48:1	38.4	16.2	90	180	0.8
	48-150	48:1	38.4	27.0	150	180	0.8
	47-125	47:1	28.2	7.5	125	60	0.6
	60-95	60:1	36.0	5.7	95	60	0.6
	66-70	66:1	52.8	12.6	70	180	0.8
	66-265	66:1	52.8	22.5	265	85	0.8

表1-5 国内主要生产厂的产品型号及技术性能

型式	型 号	压 力 比		最大流量 (L/min)	外 形 尺 寸 (mm)	重 量 (kg)
气 动 式	GPQ	38:1		3.5	300×300×700	22
	GP2A	36:1		5	720×642×1035	90
	GPQ1C	42:1		5	360×270×515	15
	GPQ2C	64:1		10	420×320×600	27
	GPQ3C	44:1		14	420×320×600	27
电 动 式	GPD08	电动机 功 率 0.8kW	最高压力 22MPa	1.9	670×400×600	60
	GPD11	1.1kW	23MPa	2.8	670×440×600	63
空 气 涂 布 和 无 气 压 送	GN-1	16:1		7	1150×725×580	72
	GN-2	13:1		15	550×580×1000	22
	GN-3	26:1		24	550×580×1000	45
	GN-4	28:1		65	360×270×665	16

的压力继电装置自动控制。

3. 国内外高压无气喷涂机主要型号和技术性能 表1-1至表1-5介绍了国内外高压无气喷涂机的主要型号和技术性能。

二、高压无气喷涂机的特点

一般常见的喷涂法，是利用压缩空气将涂料从加料杯或容器中，吸引输送至喷枪，涂料在喷嘴处与空气混合并分散成雾滴状，喷射在被涂表面，形成均匀分布的涂层。因有压缩空气随漆一起喷出，故称为“有气喷涂”（图1-1 a），常用的压缩空气压力为0.4~0.6MPa。

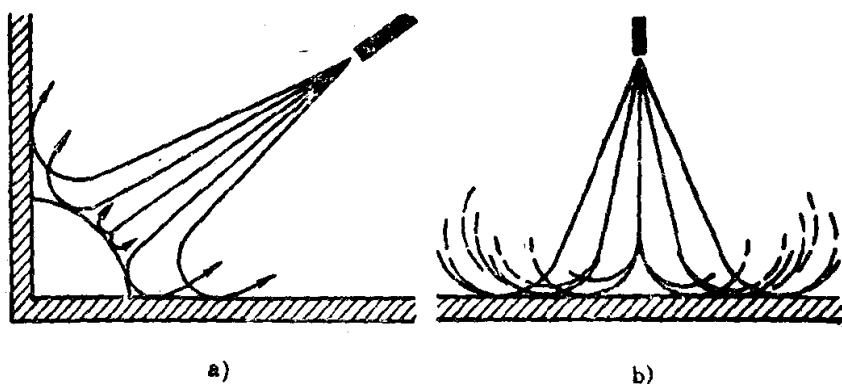


图1-1 有气喷涂

a) 有气喷涂 b) 有气喷涂反冲、起雾

这种喷涂方法的效率要比刷涂和滚涂高得多，同时涂层的厚度也比较均匀。但使用此喷涂方法存在很多缺点：

1) 由于利用压缩空气使涂料雾化，因而在漆雾中伴随着潮湿、寒冷、带油的空气，将会影响涂层的质量。

2) 涂料的浪费比刷涂、滚涂大，这是由于部分涂料因

喷逸而失散，特别当有大风，在室外操作时，涂料浪费将会更严重。

3) 不能喷涂高固体，高粘度涂料，为了达到喷涂的目的，必须添加昂贵的稀释剂来降低粘度。这样不仅要多次喷涂才能达到所需之涂层厚度，而且会引起气雾反冲，在角落和凹处造成涂层不均(图1-1 b)。

4) 加料杯和吸桶或双根软管的装备都会使喷枪重量增加，而加重操作者的体力消耗，同时，不断加漆需花时间，也不经济。

高压无气喷涂是利用压缩空气(也可用电动机或油泵)作动力，驱动高压泵将涂料吸入，并加压至 $7.5\sim 30\text{ MPa}$ ，通过高压软管、喷枪，最后经一个特殊的喷嘴喷出，此时，高压涂料立即剧烈膨胀，雾化成极细小的液粒，喷射到工作物表面，形成均匀的涂膜，达到喷涂的目的。因为喷出的涂料中不混有压缩空气，并且涂料被增压至很高的压力，故称为“高压无气喷涂”(图1-2 a)，简称无气喷涂。

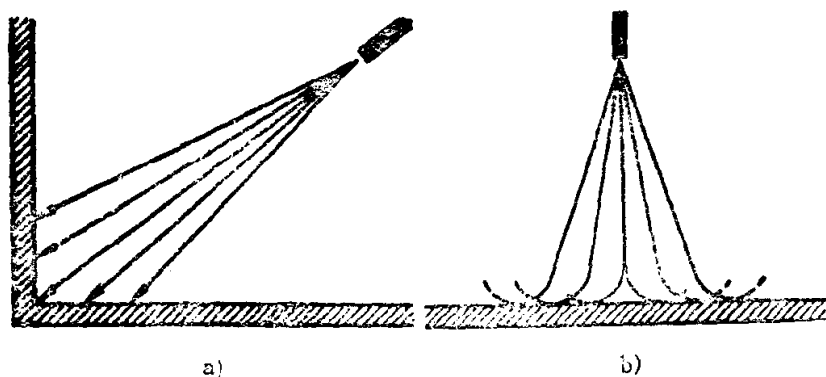


图1-2 高压无气喷涂

a) 高压无气喷涂 b) 高压无气喷涂起雾少、涂层均匀一致

目前，高压无气喷涂已经被广泛使用，特别适用于大面积和大部件的涂装。它主要有以下几个特点：

1) 由于涂料中没有压缩空气，所以可消除压缩空气中的水分、油分和其它杂质所带来的弊病，也不会因压缩空气在被涂物表面弹回而造成的涂料损失(图1-2b)。

2) 由于涂料的压力高，能与钢材表面紧密结合，并能渗透到细孔里面，因而使涂层具有良好的附着力。

3) 由于一次喷涂可达到较厚的涂膜(最高干膜厚度可达 $300\mu\text{m}$ 以上)，从而减少了喷涂次数。

4) 喷涂扇面宽度可达 $300\sim 500\text{mm}$ ，喷涂流量为 $500\sim 3000\text{mL/min}$ ，尤其对大面积施工，喷涂速率达 $200\sim 400\text{m}^2/\text{h}$ ，生产效率极高。

5) 适宜喷涂厚膜型涂料和高固体成分涂料，既节约了有机溶剂，又减少了环境污染。

6) 能实施涂装自动化、工业自动生产流水线和无人涂装。

7) 选用不同的喷枪和喷涂机，可喷涂狭小仓室、高大设备和建筑物等不同类型的物面。

三、高压无气喷涂机的分类

高压无气喷涂机的种类、系列、品种和规格甚多，为便于选用，可作如下分类：

1. 按动力源分类

(1) 压缩空气驱动 可分为①内阀式配气机构。②外阀式配气机构。

(2) 小型汽油机驱动 可分为①柱塞泵吸入涂料。②隔膜泵吸入涂料。

(3) 电动机驱动

2. 按涂料喷涂流量分类

- 1) 小型喷涂机: $1\sim 2\text{ L/min}$
- 2) 中型喷涂机: $2\sim 7\text{ L/min}$
- 3) 大型喷涂机: 10 L/min 以上

3. 按涂料输出压力分类

- 1) 中压喷涂机: 小于 10 MPa
- 2) 高压喷涂机: $10\sim 25\text{ MPa}$
- 3) 超高压喷涂机: $25\sim 40\text{ MPa}$

4. 特种高压无气喷涂机

- 1) 预加热型喷涂机。
- 2) 双组分涂料专用喷涂机。
- 3) 粘合剂专用喷涂机。
- 4) 高粘度喷涂机。

5. 静电、高压无气喷涂机 涂料以一定的压力从喷嘴喷出, 并形成漆雾的同时, 带上了负电荷, 在高压电场作用下, 带电的漆雾通过静电引力沉积在物体表面上, 形成均匀的涂层。它综合了静电喷涂技术和高压无气喷涂技术的优点, 飞散的漆雾极小, 生产效率高, 涂装质量好。

四、高压无气喷涂应用范围

高压无气喷涂的产生和发展, 弥补了空气喷涂法的一些缺陷, 使其应用面更广。主要适用于大面积的施工涂装, 有速度快、效率高、涂层质量好的特点。也可用于一般涂刷方法难以施工的狭窄部位的喷涂, 还可方便地应用于各种自动涂装流水线, 其用途见表1-6所示。

表1-6 高压无气喷涂应用范围

行 业	涂 装 部 位	适 用 涂 料 类 型
造船	船底、外壳板、压载水舱、水舱、客室、货舱	防锈涂料、船底涂料
建筑	墙内外、地板、钢梁、屋顶面	油性、水性涂料，防水涂料，隔音、耐火涂料，防锈涂料
钢铁	船用厚钢板 一般钢板 型 钢 圆 管	无机富锌 环氧铁红 防锈涂料 可剥性涂料
汽车	内外壳、车底盘	聚氨酯底漆，面漆，防石击涂料，阻尼涂料
运输土木	桥梁、钢桩、码头、客车、货车、火车机头、路面、路标、地铁	防锈、隔音、防滑涂料，防腐、防水涂料，路标漆
化工厂	管道、设备	防腐涂料（二液型），防锈漆，户外面漆
电气机器	家用电器、变压器	防锈、防腐、装饰涂料
家具	钢制、木制	硝基，聚氨酯，环氧涂料
工作机械	铸锻部件	环氧、环氧沥青涂料（二液型）
煤气、自来水	水管、地下煤气管	防腐涂料（二液型）
飞机	飞机、直升机	防锈涂料，装饰蒙皮涂料，隔热、防火涂料

第二章 高压无气喷涂机工艺 原理及构造

一、高压无气喷涂机的工艺原理

高压无气喷涂机是利用压缩空气（也可用电动机或小型汽油机）作动力，通过换向机构，使低压气缸圆盘活塞受压，作上下往复运动；而高压涂料缸内的圆柱活塞杆与低压气缸圆盘活塞杆相连接，同时作上下往复运动，使高压涂料缸内涂料加压。图2-1所示为高压无气喷涂机的工作原理，设压缩空气压力为 P ，低压气缸圆盘面积为 A ，高压涂料缸内圆柱面积为 a ，则涂料的压力为 p 由下列公式计算。

$$P = PA/a$$

$$pa = PA$$

由公式可以看出，高压涂料缸涂料压力和圆柱活塞面积之乘积，等于低

压气缸压缩空气的压力和圆盘活塞面积的乘积。高压无气喷涂机的增压原理是两活塞面积之比， A/a 的比值越大则涂料的增压越高。高压无气喷涂机特性之一是压力比 (p/P) ，此压力比是由活塞面积比 (A/a) 所决定。根据此原理，改变

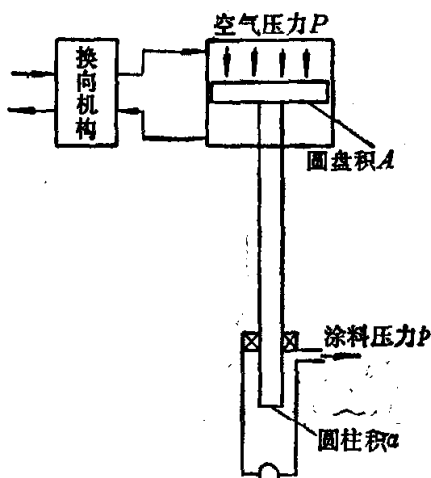


图2-1 高压无气喷涂机的工作原理