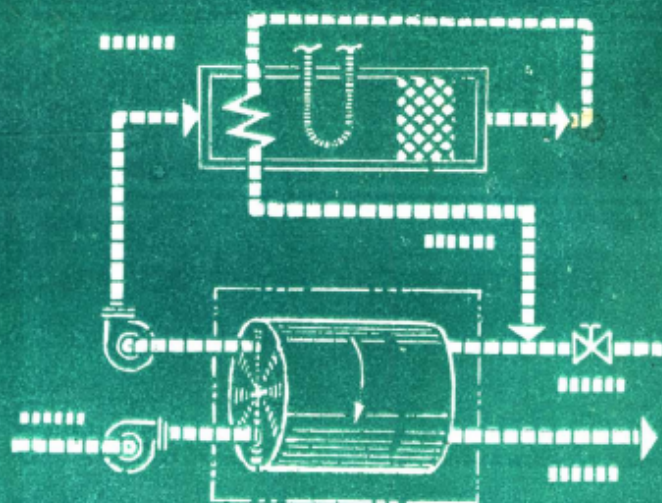


《油漆作业通风与废气治理》成果汇编

第一分册



机械工业部《油漆作业通风与废气治理》课题编写组

一、前 言

油漆作业的通风和废气治理就机械行业范围而言，是一个量大面广而急待解决的问题。经机械工业部暖通技术交流网倡议，机械工业部设计研究总院同意，组织了一个专门的课题组来开展这方面的调研工作。

整个课题分为调查、测定和专题研究三个阶段进行。本《汇编》所收集的七篇成果资料就是调查和测定二个阶段的工作总结。这是通过对全国20个省市，12个行业大类，220个单位的调查，对国外150篇左右的技术文献、专利资料的研究；对国内产品资料的广泛收集、整理；对18个工厂的42台设备（装置）的实测加以归纳、综合、加工、提炼而完成的。

通过上述这些工作，基本上摸清了机械系统主要行业的污染现状和治理水平；初步了解到国外技术发展的一些动向；找到了国内外在产品开发、污染控制手段方面的主要差距；对一些基本数据和计算方法进行了探讨；论述了对各种治理措施和工艺手段的评价分析意见；提出了今后发展的动向和值得进一步探讨的问题；对一些重大而带有普遍性的技术政策性问题也提出了一些总的看法，供领导部门技术决策时的参考。对工厂企业和设计部门提供了工程治理的指导性资料。对我国开展油漆防毒方面的劳动卫生监督和环境检测提供了实用的方法和重要的依据。

在工作进行的各个阶段中，得到了有关领导部门劳动人事部劳动保护局的大力支持和有关单位的密切配合，使课题和《汇编》工作得以顺利进行并达到了预期目标，借此机会，表示感谢。

但是，油漆废气的治理国内尚处于起步阶段，无论从技术装备、污染控制水平和运行管理经验方面都还有待于总结、提高、发展。如果《汇编》能起到抛砖引玉的作用，从而引起更多的部门、更多的专门工作者来关心、研究和解决这些问题，则将对我国的油漆作业污染控制事业起到推动作用。

由于水平所限，《汇编》中一定会存在不少片面和谬误之处，希同行们指正。

本课题由机械工业部设计研究总院具体组织

课题组的组成单位是：

核心单位：

机械工业部第一设计研究院（组长单位）
机械工业部第四设计研究院（付组长单位）
机械工业部第五设计研究院
北京经济学院
上海市机电设计研究院

参加单位：

机械工业部第二设计研究院
机械工业部第三设计研究院
机械工业部第六设计研究院
机械工业部第九设计研究院
上海市第一机电工业局劳动卫生职业病防治研究所
第二汽车制造厂工厂设计处、安技环保处
第一汽车制造厂基本建设处

总 目 录

一、前言

二、第一分册

第一篇 机械系统油漆作业防毒工程技术措施综合分析 (1)

(机械工业部第一设计研究院编写 陆哲明执笔)

第二篇 机械系统油漆作业防毒治理现状调查总结 (52)

(机械工业部第一设计研究院编写 陆哲明执笔)

第三篇 油漆废气及净化设备的测试方法及测试总结 (97)

(北京经济学院 合编 陈安之执笔)

(机械工业部第四设计研究院 宋金凤执笔)

第四篇 喷漆施工、涂膜溶剂挥发的分析研究 (137)

(机械工业部第三设计研究院编写 张 禾执笔)

第五篇 催化燃烧、吸收、吸附设计程序及工艺计算方法 (159)

(北京经济学院编写 付正伦执笔)

第六篇 国外油漆作业废气治理技术及设备发展概况 (223)

(机械工业部第四设计研究院编写 薛明山执笔)

三、第二分册

油漆作业防毒设备器材参考图册

(机械工业部第五设计研究院编写 丁毓文执笔)

第 一 篇

机械系统油漆作业防毒工程技术措施

综 合 分 析

机械工业部《油漆作业通风及废气治理》课题组

机械工业部第一设计研究院

目 录

一、改革油漆(涂装)工艺是合理搞好通风防毒工程的基础和前提	(8)
1. 车间工艺生产和布局对通风防毒工程的影响极大	(8)
2. 涂料对通风防毒工程起着关键性作用	(3)
3. 施工方法对通风防毒工程的影响也是一个重要因素	(7)
二、油漆作业的空气污染现状、环境标准和治理水平	(8)
1. 油漆作业的空气污染源	(8)
2. 油漆作业的环境标准	(9)
3. 国内油漆作业空气污染现状和控制水平	(12)
三、对几种常用的油漆通风防毒工程技术措施的分析	(13)
1. 简易通风	(13)
2. 喷漆室、喷粉系统	(14)
3. 液体吸收法	(26)
4. 燃烧法	(36)
5. 活性炭吸附法	(44)
四、几点总的看法	(46)
五、需待进一步探讨的几个问题	(50)

一、改革油漆(涂装)工艺是合理搞好通风防毒工程的基础和前提

1、车间工艺生产和布局对通风防毒工程的影响极大

一个油漆车间的经济效益和环境效益在很大程度上取决于车间工艺及其总体布置。

在考虑车间工艺时必然涉及到生产的批量,制件涂膜性能要求,涂料的选用,施工方法的确定,工艺流程及设备布置等一系列问题。

(1)从调查和国外情况来看,一般使产品形成一定批量能组织成生产线的专业厂或油漆车间就能较好地采用先进工艺和较容易地控制环境污染。我国机械工业目前正处于经济体制改革过程之中,专业化协作虽然已经有了一定进展,但众多的现有企业按大而全和小而全方式来组织生产的还是历历在目。很小的工厂都有自己的油漆作业点,批量很小,任务吃不饱,工艺落后,设备简陋,小作坊式的手工操作使劳动操作和环境条件均很差。

(2)不少大中型企业也并未将油漆(涂装)作为提高产品外观质量和防腐性能以增强产品在国内外市场竞争能力的重要环节来对待,因此,油漆在多数工厂内成为薄弱环节。常年累月习惯于传统的工艺和操作方法,车间陈旧的面貌几十年如一日。最为突出的是机床行业,产量上不了线,涂料是传统的溶剂型过氯乙烯、醇酸、氨基、硝基漆,工序繁琐达几十道之多,基本上采用单件手工作业,干磨腻子粉尘飞扬,手工喷涂漆雾及溶剂弥漫车间,零部件、整机到处混杂摆放,干到那里就喷到那里,工人师傅称之为操作顺手,久而久之,养成一种行业习惯代代相传。即使设置了一些喷漆室之类的设备,也使用不上。加上生产组织不均衡,月初“磨洋工”,月底“打老虎”,整个车间环境条件更为恶劣。

在这种前提下,单以防毒工程技术采取措施来解决环境问题是无能为力的。

(3)在封闭生产的厂房内,装配往往和整机油漆是连在一起的。因此,在油漆(涂装)施工过程中,对装配作业区的干扰是很大的。工艺布置或设备方面应采取措施,如设置隔墙或大型喷漆室。

(4)纺织机械行业一些工厂为了追求较低的成本,对机架、机件等零件仍保留不利于污染控制的大面积敞开槽子的手工浸漆工艺,不但操作繁重,漆雾浓度高达 $4728\text{mg}/\text{m}^3(\text{max})$,涂膜质量也十分粗糙。

2、涂料对通风防毒工程起着关键性作用

在采用溶剂型涂料的涂漆(涂装)施工过程中,散发在空气中的有害物主要是从涂漆、流平、干燥各阶段所散发的有机废气〔挥发的溶剂(酯、酮、醇类)及稀释剂(煤焦油类、三苯)〕以及喷涂过程中散发的固体漆雾粒子(树脂、颜染料)。

根据课题组成员单位机械工业部第三设计研究院所进行的油漆溶剂挥发量的初步试验,几种不同牌号的油漆,在涂漆、流平和干燥阶段挥发的溶剂蒸气量列于表1中。

要解决油漆车间空气环境污染问题,在涂料、施工方法和涂装设备三要素中,涂料是起到主导作用的第一要素。因此,开发省资源、低公害的涂料是各国共同追求的目标。这类涂料将主要可以分为水溶性、高固体分及粉末涂料三大类。水溶性涂料又可分为溶液型、乳化型和胶体型三类,均以蒸馏水或去离子水为溶剂,达到省资源、低公害和无公害的目的。

高固体分涂料,其固体组分至少不低于60%,而按其所含不挥发部分的多少又可分为:

高固体分型	含固体分60~85%	溶剂下降率40~80%
超高固体分型	85~95%	80~95%
无剂溶型	>95%	>95%

表 1 涂装(涂装施工中不同阶段的油漆溶剂挥发量)

涂 料 名 称	溶 剂 挥 发 量 (%)		
	喷涂阶段	流 平 阶 段	烘干阶段
挥发型漆 (过氧乙 烯漆、硝基漆)	60~80	10~30最初 5 分钟	<10
氧化聚合型漆 (醇 酸漆)	30~40	40~60其中40%在 最初 5 分钟挥发	—
合成氨基烘漆	30	60%在15分钟内	10
热固型 (丙烯酸干 漆)	15~20	40~50 (15分钟内, 均匀)	30~40

(一般溶剂型涂料, 其固体分 $\leq 50\%$, 含溶剂60%左右)。由于其含溶剂量极少因而大大减少了废气治理装置的容量和费用。

粉末涂料避免了溶剂废气的污染, 可以采取一般收尘的办法来解决原料粉外逸污染环境 and 对其回收的问题, 大大简化污染控制设备。

此外, 涂料品种对涂件干燥方式关系也十分密切, 其对能耗及通风净化要求影响也极大。因此, 发展能用于自干、气干、快干、低温干燥的涂料对节能和防止公害都是极有意义的。

据报导, 美国自1977至1990年间, 各种涂料产量的演变测算如表 2。

表 2 美国1977~1990年间各种涂料产量变化测算

涂 料 品 种		1977年 产值(亿美元) (%)		1985年 产值(亿美元) (%)		1990年 产值(亿美元) (%)		1977~1985 年增长率 (%)	1985~1990 年增长率 (%)
溶剂型	常规型	9.3	40.7	5.8	21.2	3.0	9.4	-7.6	-12.4
	新 型	8.5	37.2	9.0	32.8	7.5	23.3	1.0	-3.6
水溶性	电泳型	0.8	3.5	1.7	6.6	2.8	8.7	13	10
	非电泳型	2.6	11.4	6.6	24.1	11.2	34.8	17	11
无溶剂型	紫外线光固化	0.48	2.1	0.6	2.2	0.9	2.8	4	8
	电子线硬化	0.07	0.7	0.6	2.2	1.1	3.4	43	13
粉末涂料		0.8	7.5	6.6	5.0	2.0	6.2	12	5
高固体分涂料		0.3	1.3	1.5	5.5	3.65	11.4	31	9

据统计, 到本年度末, 国际上涂料产品结构即将发生较大的变化。溶剂型涂料由原来1973年的80~90%下降为20~30%; 水溶性涂料将由6%增加到30~40%; 高固体分涂料由2~3%增加到25~30%; 粉末涂料由2~3%增加到5~10%。

表 3 汽车油漆涂装生产线上使用涂料各种不同的工艺评价

涂 料 品 种	溶剂型涂料	非水悬浮胶体	高固体分涂料	粉 末 涂 料	水 性 涂 料	照 射 型 涂 料
涂 料 固 体 量	20—50	30—50	80	100	20—50	90—100
固体量为100 时溶剂挥发量	100—400	100—233	25	0	水:溶剂=80:20 散发20—80	0—11
油漆(涂装)次数	2—3	2	1—2	1	2—3	1—2
油漆(涂装)设备	现有	现有	涂料加温, 高粘 度涂料加压输送	静电设备粉末补充 后回收设备	调温调湿装置	现有
排气 处理	6000—8000 800	5000—7000 800	3000—5000 800	2000—3000 800	4000—6000 800	3000—5000
干燥条 件	140°C	140°C	160°C	160—180°C	160°C	光照射装置、电子 束加速装置
废 涂 料 处 理	32分钟	30分钟	30分钟	30分钟	30分钟	
散 发 物 处 理	焚烧炉	焚烧炉	焚烧炉	粉料回收处理	水处理	焚烧炉
树 脂 种 类	燃烧器	燃烧器	燃烧器	燃烧器	燃烧器	燃烧器
特 点	氨基醇酸 氨基丙烯酸 使用方便, 有成 效, 减轻污染。	氨基丙烯酸 用现有设备, 有 快干可能, 但不能 从根本上防治公害	丙烯酸树脂及聚 酯系十氨基架桥, 有 氨基甲酸乙酯架桥 丙酮、环氧架桥 防治公害, 省 源, 须辅助设备, 有 机溶剂再下降有困 难	热固型丙烯酸树 脂, 聚酯系, 环氧脂 系	氨基丙烯酸树脂、 氨基丙烯	不饱和树脂 + 不饱 和单体 固体工艺性好, 能 量利用率高, 着色困 难, 形状有限制
无 公 害 性	C	B	AB	A	A	A
省 资 源 性	C	B	AB	A	AB	A
省 能 性	C	B、C	B	B	C	A

注: C——待改进, B——中等, A——优良。

到1990年,预测溶剂型涂料将进一步下降为10%,而其余90%将是水溶性,高固体分及粉末等这几大类涂料。

我国目前涂料从产品结构而言,跟国外先进国家相比,尚有不小的差距。从调查的244个工厂使用实例来看,属于常规型溶剂型涂料的硝基、氨基、醇酸、过氯乙烯、环氧漆等占了75%左右;粉末涂料(以环氧粉末为主)只占1.64%,还处于起步阶段;电泳漆占4%,已开始在汽车、仪表、家用电器等行业中逐步推广使用。其它一些专用涂料也多数属于溶剂型涂料,如其中高固体分船用底漆,目前还主要用于钢材预处理,只占0.4%;丙烯酸漆占3.2%,且还处于试用推广阶段。

近两年来,国内一些造漆厂,通过与用户厂的技术合作引进国外专利,开始研制生产一些新型涂料。如北京油漆厂于1984年向西德引进生产浸涂水性涂料的专利,拟定于1986年内能供应市场需求。苏洲造漆厂研制生产了820H型苯丙乳胶漆。重庆油漆厂生产汕头牌水乳胶漆并研制出了自泳涂料。

新型涂料的出现和在实际生产中的推广应用,必将极大地改变油漆(涂装)工艺以及车间环境的面貌。

课题组成员单位机械工业部第九设计研究院提供的日本在汽车油漆(涂装)生产线上使用各种不同涂料所作的工艺和环境评价,列于表3中。

根据日本1978年资料,不同涂料品种的公害防治设备费指数列于表4中。

表4 不同涂料品种的公害防治设备费指数比较

涂 料 名 称	备 注		排 风 处 理 设 备 费				排水设备 处理费 (方式为 凝聚沉淀 法)	合 计
			喷 漆 室		烘 干 室			
			方 式	指 数	方 式	指 数		
溶 剂 型 涂 料	—		直燃法	1000		200	600	1800
			活性炭吸附法	2000				2800
高 固 体 型 涂 料	(a)		直燃法	1000		200	600	1800
	(b)			200				1000
水 溶 性 涂 料	空 调 费		直燃法			200	600	
	假 定	(a) 500		1000				2300
		(b) 150		200				1150
粉 末 涂 料			旋 风	湿 式	袋 式			
	CY—WS	环 氧 树 脂	100	200	—	200		300
	CY—BF		100	—	150	200	450	
	CY—WS	聚 酯 树 脂	100		—	200		300
CY—BF	100		—	150	200	450		

从上表知,使用溶剂型涂料时喷漆室排风如采用活性炭吸附法来处理则指数合计为2800是最高的。而采用粉末涂料时,指数合计不超过500,因此公害防治设备费是最低的。

与上表相对应的涂料物质组成,在涂料施工过程中的流程图,见图1。从图知,溶剂型涂料有45组分溶剂废气在喷涂时释出,40组分在烘干时释出,所以喷漆室和烘干室废气全部要经过处理。水溶性涂料仅有10组分溶剂分别在喷漆及烘干时释出。高固体分涂料与此相同,粉末涂料属于无溶剂涂料,从根本上消除了溶剂废气的危害。

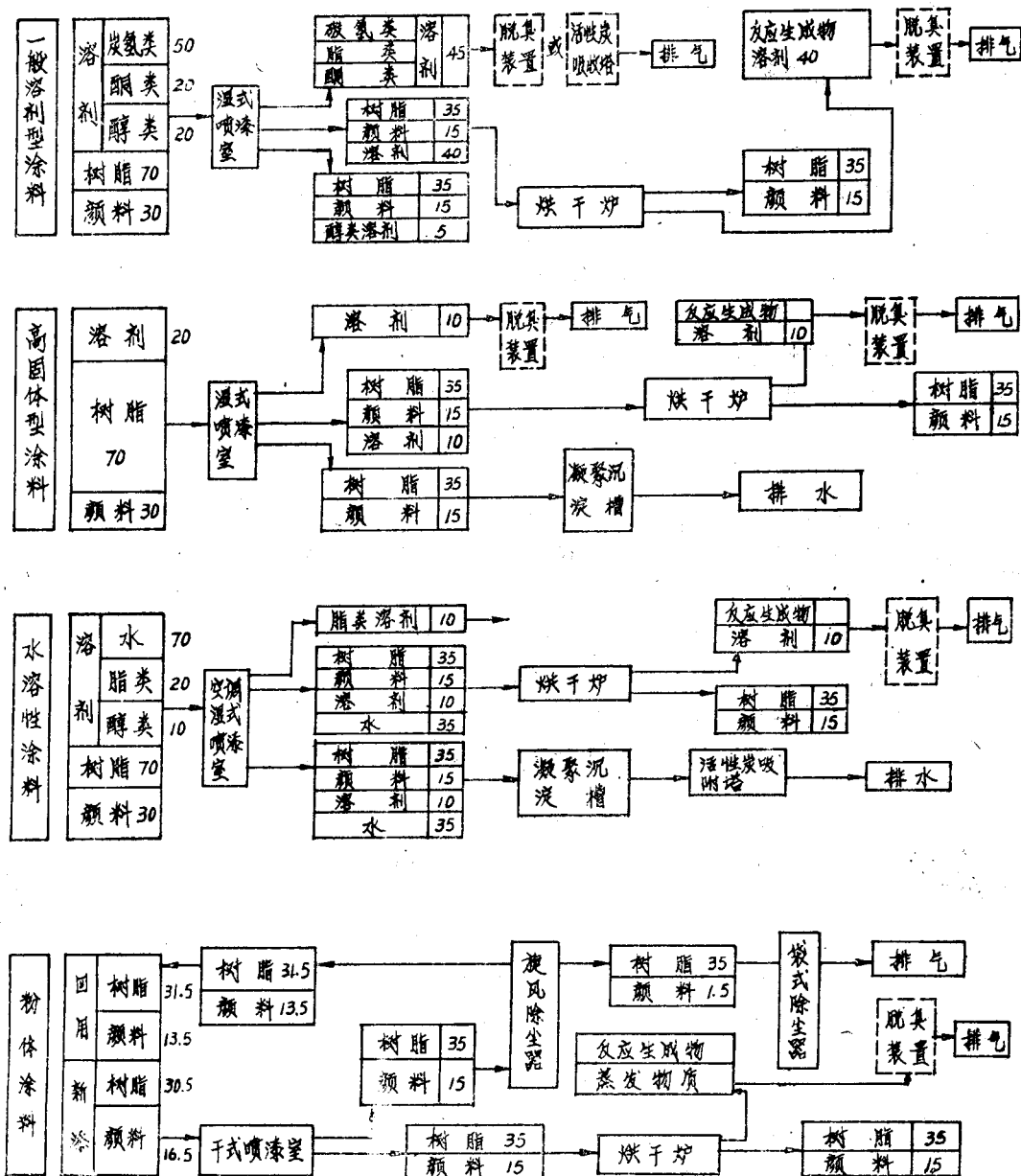


图 1 涂装施工过程中涂料物质组成流程图

3、施工方法对通风防毒工程的影响也是一个重要因素

从所调查的十二个行业大类的181个厂的统计资料来看,涂漆施工方法目前国内仍以手工

空气喷涂为主,占54.57%。这种方法比刷漆虽然已经减轻了一些劳动强度作业效率也提高几倍并能获得较为光滑的涂复面,但是涂料损失率大,漆雾和有机溶剂气体污染环境严重。应该加以改进,并将其限制使用于单件、大件或静电喷涂后的补漆方面。

浸漆占了24.41%,这种方法成本低、设备简单,但涂层质量差,环境条件和劳动条件均极差,应该按照机械化、密闭化的原则加以改进,否则不宜继续采用。高压无气喷涂只占了0.67%,这种方法利用压缩空气驱动高压泵,直接以 $100\sim 150\text{kg}/\text{cm}^2$ 的压力加压于涂料上使之雾化。因无空气,漆雾飞散少,涂复效率高,可节约涂料和溶剂5~25%。静电喷涂占10.87%。其在连续大批量生产线上已开始得到广泛的使用,雾化了的带阴电荷的漆雾粒子由压缩空气喷射而沉积在带阳电荷的涂件上。涂膜均匀,漆雾飞散少,涂复效率高,减少了环境污染,并使涂料节省二分之一左右。

电泳浸涂占2.68%,并以阳极电泳为主,占99%以上,其形成的漆膜有很好的耐腐蚀性。由于其采用的是水系涂料,因而无火灾危险。空气污染少,但废液中含有颜料和树脂必须超滤净化,这种油漆(涂装)施工方法涂料损失极少,且易于实现机械化、自动化,适合于大批量生产。目前国内也多数使用于农机、仪表、自行车、缝纫机等行业,由于阳极电泳对涂件的前处理要求较高,且阴极电泳($\text{PH}=4.5\sim 6$)漆膜耐腐蚀性比阳极电泳($\text{PH}=8\sim 10$)又提高2~3倍,因而国外已向第四代阴极电泳过渡,其中日本采用阴极电泳的比例已超过其电泳涂漆总数的50%。我国刚处于起步阶段,汽车行业领先,必将推动其它行业加快步伐。

据汽车行业提供,以年产6万辆的生产线为例,采用手工空气喷涂时,每辆汽车涂漆费用为7.88元而采用电泳涂漆则降为4.42元。

静电粉末喷涂占2%,由于它能一次获得必要的漆膜厚度,因而可以缩短油漆(涂装)施工周期,涂膜性能好,耐久性数倍于液体油漆(涂装),并易于组织机械化、自动化生产。这种施工方法不存在溶剂污染问题,涂复率可高达95%,粉料又可加以回用,损失率仅0.5~1%,浪费极少。粉末喷涂烘干温度比一般溶剂性涂料提高了 $30\sim 40^\circ\text{C}$,树脂硬化过程生产较多的低分子物质,烘干炉废气是否需要处理,有待进一步探讨。

采用不同涂漆方法与涂料损失关系列于表5中。

表5 不同涂漆方法与涂料损失关系

涂漆方法	涂复效率(%)	溶剂添加率(%)	涂料价格 (日元/公斤)	溶剂价格 (日元/公斤)	平均涂料损失(日元)	涂料+溶剂(日元)
空气喷涂	30~60	20~40	400~300	50~100	193	268
高压无气喷涂	50~80	15~35	425~325	38~88	131	194
静电喷涂	80~95	30~45	350~275	75~113	39	133
浇(淋)涂	~100	10~20	450~400	25~50	0	38
电泳浸涂	95~98	60~75	240~150	水费	7	7

注:溶剂添加率以原液+溶剂作为100计算。

二、油漆作业的空气污染现状环境标准和治理水平

1、油漆作业的空气污染源

在采用溶剂型涂料进行涂漆作业时，污染大气环境的有害物质有下面三类：

- (1) 可产生光化学反应的有机溶剂（甲苯、二甲苯、甲乙酮等）；
- (2) 干磨腻子及粉末喷涂的粉尘、以及空气喷涂时的漆雾粒子；
- (3) 排出的臭味，涂料挥发物，热分解生成物及反应生成物（醛类物质等）。

排风中含有的污染物及其发生顺序，见图 2。

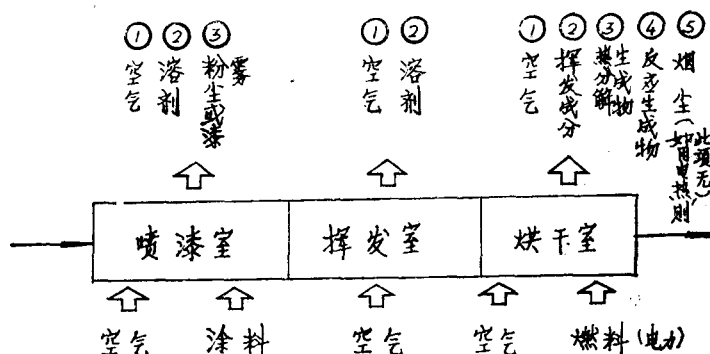


图 2 排风中含有的污染物及其发生顺序

从图 2 知，由喷漆室、挥发室和烘干室排出的废气均须加以净化处理。如采用干磨打腻子工艺，自然干燥，则粉尘、漆雾和溶剂废气将全面散逸在作业场所，严重污染周围环境。

2、油漆作业的环境标准

(1) 作业区的最高容许浓度 (mg/m^3)

表 6 中列出了中、苏、美、日四个国家的标准供参照比较。

表 6 作业区的最高容许浓度 (mg/m^3)

序号	毒物名称	中 国	苏 联	美 国	日 本
1	苯	40	20	30	80
2	甲 苯	100	50	750	750
3	二 甲 苯	100	50	870	
4	苯 乙 烯	5	5	420	
5	环 己 酮	10	10	200	
6	松 节 油	300	300	560	
7	丁 醇	200	200	300	
8	甲 醇	50	50	260	
9	丙 醇	200	200	930	
10	乙 二 醇	1500	1000	1900	
11	溶 剂 汽 油	300	100	200	200
12	醋 酸 甲 酯	100	100	610	610
13	醋 酸 乙 酯	200	200	1400	1400
14	醋 酸 丁 酯	200	200	950	950
15	粉 尘	油漆粉尘未作规定，暂按 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 计			

(2) 排放标准

西德规定为凡每小时涂料使用量在50kg以下的油漆车间，废气不需净化，可仅用通风方式以大风量冲淡到排放浓度达300ppm即可。

美国洛杉矶规定凡有机溶剂与火焰相接触或在氧中热固化的烘干室中，其排放量每天不大于15磅（5.5公斤）。对于不加热的喷漆室，只对具有光化反应的有机溶剂加以限制，其排放量不得大于每天40磅（15公斤）。

日本各地方政府都制定了自己的排放标准，列于表7中。

表7 日本各地方政府规定的排放标准(ppm)

地名	神奈川	爱知 (mg/m ³)	三重 (mg/m ³)	广岛 (mg/m ³)	埼玉	京都	山口	和歌山	冈山
物质名称									
苯	25	160				80		100	50
甲苯	100	380			50	300		140	
二甲苯	150	650						140	
三氯乙烯	100	540						140	
二氯乙烯		680							
甲 醇		260				700		1000	
甲基酮		590				300		1000	
醋酸乙基		1440						1000	
醋酸丁基		950							
正 乙 烷		350							
苯 酚	5			125	30	20		40	10
甲 醛	5	7		13	10	70	13	20	10
乙 醛			0.35~7.5	390				400	
苯 乙 烯			4.6						200
汽 油								1000	
二硫化碳									40
光 气									0.1
丙 烯 睛									40
乙 睛									80
氯 乙 烯									500

注：1974年8月31日以来，《有机溶剂规制》66条内容②项规定7，光化学性有机溶剂（烃类苯类）每套使用装置向大气中排放的溶剂量不大于18kg/24小时且不超过3.6kg/h；非光化学性的放宽到1350kg/24小时，且不超过202.5kg/h

我国目前尚无统一的有机物排放标准，只能采用居住区空气中有害物浓度标准根据当地的气象地理条件，用萨顿公式按照不同的排出口高度推算出排出口的有害物容许排放量。以上海市为例，根据这种方法推算出来的几种物质的容许排放量列于表8中。

(3) 涂料涂漆的温湿度要求

不同涂料由于其本身挥发性及施工性能均各异，因此涂漆时的温湿度要求也不同。几种涂料涂漆时适宜的温湿度要求列于表9中。

日本汽车工业的油漆作业场所规定的温湿度要求为：

面漆—温度为22~25℃，相对湿度为70%；

底漆（电泳）—温度25~30℃；相对湿度为70%。

最合适的温度在20°C以上,湿度为70%以下,操作区内风速为0.5m/s。

(4) 油漆作业的尘埃容许度

众所周知,尘埃会影响涂膜性能以及涂件的外观。应严加控制。日本所采用的油漆作业空气中尘埃容许度列于表10以供参考。

(5) 油漆作业的照度要求

油漆作业区的照度有一定要求。尽量采用均匀的自然采光,此时其照度应不低于50lx,如不能满足时则可使用人工照明。

油漆作业适当的作业照度要求列于表11中以供参考。

表 8 上海市几种有害物质的容许排放量

物质名称	排放口高度 (m)						
	10	15	20	25	30	35	40
★ 苯(0.80mg/m ³)	4.48	5.50	9.79	15.3	22	30	39.17
二甲苯(0.3mg/m ³)	0.92	2.07	3.76	5.74	8.26	11.25	14.69
甲 醛(0.05mg/m ³)	0.15	0.34	0.61	0.96	1.38	1.87	2.45
二硫化碳(0.04mg/m ³)	0.12	0.28	0.49	0.77	1.10	1.50	1.96
★ 甲 醇(1.00mg/m ³)	3.06	6.89	12.24	19.13	27.54	37.49	48.96
★ 苯 胺(0.03mg/m ³)	0.09	0.20	0.37	0.57	0.83	1.12	1.47
丙 酮(0.80mg/m ³)	2.45	5.50	9.79	15.30	22	30	39.17
乙 醛(0.01mg/m ³)	0.03	0.07	0.12	0.20	0.28	0.37	0.49
氨(0.20mg/m ³)	0.61	1.38	2.45	3.83	5.50	7.50	9.80

注:①★为日平均,其余为一次量。

②上海市采用的简化萨顿公式: $Q = 0.0306HC_{\max}(kg/h)$ 。式中:排放量Q—排放量(kg/h); H—排放口离地面高度(m); $C_{\max}$ —居住区三苯最大容许浓度(mg/m³)。

③物质名称栏()内数值为该物质的居住区最大容许浓度。

表 9 几种涂料涂漆时的适宜温湿度

涂 料 名 称	温度(°C)	相对湿度(%)	备 注
油性漆	15-35	<85	低温不好
油性清漆磁漆	10-30	<85	气温高好
醇酸树脂涂料	10-30	<85	气温高好
虫胶清喷漆	10-30	<75	过湿不好
各种贴花用漆	20	<75	中等温湿度为宜
水性乳胶漆	15-35	<75	低温,过湿不好
硝基漆	15-20	<70	同上

表10 油漆作业尘埃容许度

作业类别	内 容	粒子大小 (μm)	粒子数 (个/ cm^3)	尘埃量 (mg/m^3)
一般涂漆	防腐性涂漆	<10	<600	<7.5
较精密涂漆	公共汽车、仪器、仪表、 家用电器涂漆	<5	<300	<4.5
精密涂漆	小轿车等装饰性涂漆	<3	<100	<1.5

表11 油漆作业的照度要求

作业类别	操 作 内 容	照度(lx)
精 密	手工涂漆、汽车面漆、漆膜检验	800~300
较 精 密	一般产品、车辆、木器涂漆	300~150
普 通	前处理	150~70

创造并保持油漆作业场所合理的环境条件,是涉及到操作人员的身体健康和工作效率的问题,另外,对涂膜的质量也有很大的影响。

3、国内油漆作业空气污染现状和控制水平

(1) 从所调查的20个省市220个工厂院所单位来看,当前国内涂料仍以溶剂型为主,占了93%左右;涂漆施工方法以手工空气喷涂为主,占了54.57%;烘干以电热元件加热为主,占了55.76%。通风净化装置涂漆采用轴流风扇全面排风,简易工作台,地沟排风以及干式喷漆室的共占有54.46%,烘干室有65.59%无任何净化措施,大量有机废气排入大气。在已安装了通风净化设施的这些企业中,维护良好能保证正常运行发挥效果的也只占有55.74%。严重超标的(超标10倍以上)占了16.07%,一般超标的占52.68%,只有31.25%即不到1/3的工厂达标。

按行业而言,机床、通用、柴油机、电机、纺机等行业存在问题较多。大多数采取敞开作业,手喷手浸和以自然干燥为主,操作区达标率低,为0~50%,个别工厂甲苯、二甲苯浓度竟高达 $1250\text{mg}/\text{m}^3$ 、 $5800\text{mg}/\text{m}^3$ 、 $4728\text{mg}/\text{m}^3$,不仅危害操作人员,更甚至于影响四邻。

(2) 从18个厂的现场实测资料来分析:

①喷漆室

a、凡是采用了各种喷漆室(干式、水洗式、油洗式、静电、粉末喷涂等)的涂漆作业操作区三苯浓度均未超标。测定了22台喷漆室,其中苯的浓度范围为 $14\sim 27.19\text{mg}/\text{m}^3$;甲苯为 $0.65\sim 77.11\text{mg}/\text{m}^3$;二甲苯为 $1.06\sim 84.13\text{mg}/\text{m}^3$ 。

b、经过喷漆室净化后的漆雾排放浓度范围为 $1.878\sim 24.46\text{mg}/\text{m}^3$,均未超过有关粉尘 100 、 $150\text{mg}/\text{m}^3$ 的排放标准。

c、喷漆室的三苯排放浓度范围,苯为 $2.30\sim 243.66\text{mg}/\text{m}^3$,其中以上海船厂型钢预处理涂底漆线为最高(高压无气喷涂,纸过滤);甲苯为 $3.20\sim 846\text{mg}/\text{m}^3$,最高者也是上述这台喷漆室;二甲苯为 $60.9\text{mg}/\text{m}^3\sim 2263\text{mg}/\text{m}^3$,其中以郑州拖拉机厂为最高(Ω

静电喷漆室)。三苯排放浓度合计最高的五台设备是郑州拖拉机厂的 Ω 静电喷漆室为 $2275.2\text{mg}/\text{m}^3$, 郑州第二拖拉机厂的 Ω 静电喷漆室为 $1526\text{mg}/\text{m}^3$, 上海船厂的型钢预处理生产线高压无气喷漆室为 $1089.66\text{mg}/\text{m}^3$, 上海船厂的钢板预处理生产线高压无气喷漆室为 $866.5\text{mg}/\text{m}^3$, 上海洗衣机厂三分厂的 Ω 静电喷漆室为 $708.04\text{mg}/\text{m}^3$ 。

湿式喷漆室浓度最高的为郑州拖拉机厂的手工补漆水帘式喷漆室, 为 $583.5\text{mg}/\text{m}^3$ 。

测定的21台喷漆室如按美国洛杉矶的排放标准以每班工作6小时计算出排放量, 则有13台超过标准, 约占62%。

②烘干室

现场实测了10台烘干室除了上海船厂型钢生产线的一台通过式远红外烘干室(涂料为海鸥牌保养底漆), 其苯的排放浓度为 $110.95\text{mg}/\text{m}^3$, 甲苯为 $836.65\text{mg}/\text{m}^3$ 以外, 其余的9台三苯排放浓度均较低, 苯为微量最高也只有 $5.2\text{mg}/\text{m}^3$; 甲苯为微量最高为 $17.62\text{mg}/\text{m}^3$; 二甲苯最高为 $162.5\text{mg}/\text{m}^3$ 。这些烘干室其涂料大多是氨基漆和醇酸漆, 溶剂的绝大部分在喷涂和流平阶段已经挥发, 只有10%左右的溶剂在烘干阶段挥发, 因此排放三苯浓度低, 毋须采用专门的净化处理设备。

③ 目前喷漆室三苯废气多数未采取第二级净化措施, 个别采用湿法柴油吸收和纸吸附, 由于管理不善, 效果不稳定。根据上述①c条得知要否安装废气处理设备, 应加以具体分析。根据每天工作小时数及涂料耗量、喷漆室净化效率等因素事先通过测算确定, 否则就会陷于盲目性。

烘干室三苯废气经过活性炭吸附或催化燃烧等处理后, 排放浓度均很低, 在 $1\sim 29.24\text{mg}/\text{m}^3$ 范围内。

三、对几种常用的油漆通风防毒工程技术措施的分析

1、简易排风

(1) 全面排风

这种方式包括操作区上部轴流风机全面排风和在喷涂工位对面墙上用轴流风机直接将漆雾及溶剂废气排放室外, 从调查资料来看, 它占涂漆通风装置的6.7%。这种通风方式因陋就简, 投资少、上马快, 不需要复杂技术也极少维护管理, 对排除操作区的漆雾及三苯废气有一定作用, 但是带来了下面一些严重后果:

①有害物搬家, 严重污染周围环境, 首先是厂区环境本身, 有些还发生尖锐的厂群矛盾。

②大量排风, 不仅造成冬季室内寒冷, 影响生产效率和漆膜质量, 而且由于大量诱入室外含尘空气, 再次影响漆膜质量。西北风沙地区影响尤为严重, 对北方寒冷地区, 由此而增加的采暖费用也是高昂的。

③多台轴流风机同时运转转速高时噪声很大。因此这种通风方式只宜限制使用于下列一些场合:

a、作为装备有喷漆室、挥发室、烘干室以及机械化悬链输送的批量生产油漆车间的一种辅助性措施, 以排除工序之间涂件搬运时散发出来的少量溶剂废气。换气次数可按溶剂挥发量测算, 一般可取 $0.5\sim 2$ 次/小时;

b、涂料调配室如受条件限制无法采用局部排风时, 可采用全面之换气其次数要求不低于 $8\sim 15$ 次/小时;