

## 2.5 职业健康监护

接触职业病危害因素的作业人员均委托有资质的机构进行了职业健康检查,并根据《职业健康监护技术规范》(GBZ188—2014)确定了检查项目,其中接触粉尘62人、化学毒物46人、高温63人、紫外线34人,结果均正常;仅接触噪声的134人中有7人在首次电测听检查时出现了异常,但复查结果均正常。

## 3 讨论

本次对武汉市3家汽车零部件生产企业职业卫生调查结果显示,汽车零部件生产企业中存在的职业病危害因素较多,其中物理因素以噪声为主,化学因素则根据生产工艺不同以粉尘和各种毒物为主,与他人结果类似<sup>[4-6]</sup>。说明我国汽车行业职业卫生形势仍较严峻。

从检测结果来看,3家企业的检测中仅噪声和高温的检测超标,且超标主要集中在一家企业。除高温的检测超标外,其余检测结果均优于四川和广州的调查结果<sup>[7,8]</sup>,说明这3家汽车零部件企业职业卫生管理相对较好,且工程防护设施起到了一定的效果。尤其是粉尘和化学毒物,其检测全部合格的原因为(1)工程设计从源头上尽量减少了毒物的产生,同时提高了自动化程度,减少了工人接触职业病危害因素的机会;(2)采用的多种通风方式起到了良好的效果,不仅在生产车间设置了负压风机,同时使用了袋式除尘系统。

尽管3家企业采取了较好的防噪措施,仍出现了噪声超标的岗位,其原因可能为(1)汽车制造业本身产生的噪声较大;(2)部分岗位未采取相应的降噪措施;(3)生产过程中设置的降噪防护措施不够理想,需进一步完善。而温锻过程中的高温超标主要是生产过程中温度本身较高,且车间内的降温措施不够完善。从职业健康监护结果来看,尽管复查后均正常,但仍需引起重视,职业病危害因素对健康的损害是长期接触的后果<sup>[9-11]</sup>,目前未发病也可能与劳动者工作时间较短有关。

针对本次调查结果,应进一步改进和采取相应的措施。针对噪声超标的情况,可在车间内和高强度设备的上方安装

吸声材料,以减小噪声在空气中的传播;加强职业健康培训和职业健康管理,增强工人的自我防护意识,让其在工作时自觉佩戴防护耳塞或耳罩;因工艺限制无法降低噪声时,应采取轮班工作制,以减少工人接触噪声的时间。针对高温可设置封闭的操作室,并安装空调,减少工人接触高温的时间;配备隔热防护服和防红外线辐射面屏等个人防护用品。此外,需对设置的防护设施进行维护检修,确保正常运行,使工作场所的有毒有害物质控制在职业卫生标准范围内。

## 参考文献:

- [1] 倪琳, 邓宏兵. 武汉汽车产业集群化发展与竞争优势的经济学研究 [J]. 特区经济, 2007, 3 (25): 193-195.
- [2] 刘素香, 刘俊玲, 孙继娥. 某汽车制造公司职业危害现状调查 [J]. 环境与职业医学, 2008, 25 (3): 295-297.
- [3] 曾玉宇, 卢锐, 祈成, 等. 某汽车制造企业职业健康检查结果分析 [J]. 中国职业医学, 2007, 34 (2): 112-114.
- [4] 张晓玲, 叶明宪. 某汽车制造企业职业病危害现状调查 [J]. 职业与健康, 2008, 24 (4): 307-311.
- [5] 周俊生, 方四新, 刘胜萍, 等. 某汽车制造集团公司主要职业病危害因素及员工职业健康检查结果 [J]. 职业与健康, 2010, 26 (6): 611-613.
- [6] 封永寿, 朱月潜. 某汽车制造企业技改项目职业病危害控制效果评价 [J]. 中国卫生工程学, 2011, 10 (5): 369-374.
- [7] 曾文锋, 谭强, 刘移民. 广州市某汽车制造集团职业卫生状况调查 [J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2012, 30 (5): 365-367.
- [8] 张莉, 张文勇, 杨跃林. 某汽车制造企业的职业危害因素研究 [J]. 现代预防医学, 2011, 38 (11): 2011-2014.
- [9] 李洪祥, 申海. 北京市昌平区2010年工业企业职业病危害因素调查及检测结果分析 [J]. 工业卫生与职业病, 2011, 37 (6): 369-370.
- [10] 王庚, 陈永青. 建设项目职业病危害因素识别问题探讨 [J]. 中国工业医学杂志, 2010, 23 (1): 42-44.
- [11] 郭静宜, 林秋红, 刘移民. 2008—2013年广州市职业病危害因素监测及职业病发病状况分析 [J]. 中国职业医学, 2016, 43 (1): 85-88.

# 某汽车制造企业装焊车间局部通风改造效果分析

## Analysis on effect of partial ventilation reformation in assembly and welding workshop of a certain automobile manufacturing enterprise

张楠, 张峥

(天津渤海化工集团有限责任公司劳动卫生研究所, 天津 300051)

**摘要:** 某汽车制造企业装焊车间局部区域存在毒物扩散不畅问题, 采用在局部焊接区域加设单独的吹吸式局部排风除尘系统, 对焊接区域的有害物质进行净化处理, 以提高有害物质捕集效率。改造前后有害物质浓度检测对比显示, 有效

地控制了焊接有害烟气扩散, 车间内空气质量得到改善, 保护了作业工人身体健康。

**关键词:** 装焊车间; 气流组织; 局部通风

**中图分类号:** R134.2 **文献标识码:** B

**文章编号:** 1002-221X(2017)03-0223-03

**DOI:** 10.13631/j.cnki.zgggyx.2017.03.025

在汽车制造焊接车身过程中, 会产生大量有毒有害气体、

收稿日期: 2016-12-09; 修回日期: 2017-01-25

作者简介: 张楠 (1984—), 男, 工程师, 从事建设项目职业病危害评价与检测工作。

烟尘,不仅对车间空气环境造成污染,还会严重影响工人身体健康。此前调查某汽车配件厂装焊车间的通风排毒措施分别为旋转焊接车台架采用顶部送风与地下风道排风的吹吸式均匀流排烟方式、CO<sub>2</sub>保护焊采用侧吸罩方式、地面活动焊采用活动软管侧吸罩方式,三种形式吸尘罩口的收集,经排风系统统一进入两台布袋除尘器,净化后排入大气<sup>[1]</sup>。本文选择某汽车制造企业装焊车间 UNIT 焊接区,分析现有通风设施不足的原因,确定采用吹吸式局部排风系统以单向流的形式排除有毒有害物质,并对空气中有毒有害物质浓度进行检测分析。

## 1 内容与与方法

### 1.1 车间概况

某汽车制造企业装焊车间主要承担车身总成、分总成的焊接、调整、修磨以及底盘组件的焊接等工作。车身焊接设备主要以手工悬挂点焊机与点焊机器人相结合,组件焊接设备主要采用弧焊机和弧焊机器人相结合。在焊接生产过程中产生大量锰烟(二氧化锰)、氮氧化物、臭氧、一氧化碳、电焊烟尘等有害物质。工人工作间休息及日常办公的场所均在车间内,所以长时间接触上述有害物质。

车间采用空调系统保持室内温度 26℃ 的空气环境。空调采用上送上回的气流组织形式,能满足车间大部分区域的空气质量要求。但在车间部分区域内,例如 UNIT 焊接区,改造前部分有害物质浓度超过《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分:化学有害因素》(GBZ2.1—2007)的要求,需要进行改造。

### 1.2 原因分析

UNIT 焊接区是装焊车间内长 20 m、宽 5 m 的长方形区域,工人采用悬挂式点焊机与点焊机器人以流水线的形式进行焊接作业,通过现场调查以及数据分析确定改造前有害物质超标原因:(1) UNIT 焊接区的工位布置比其他工位密集,产生有害物质的量较大;(2) 手工点焊工位未设置局部排风罩,影响净化效果;(3) 送、回风管均处于空调系统风管的末端,无法满足必要的送风静压等系统参数,不能保证有足够的风量和风速来稀释和排除有害物质;(4) 各工位之间距离较近,未设置有效围挡,存在相互影响;(5) 点焊机器人工位的排风罩安装高度受制于机器人高度,一般在 3~3.5 m 高度,焊接时产生的有害物质在上升过程中扩散至排风罩区域以外。

### 1.3 气流组织

在风量满足需求的前提下,增加局部通风是本次改造的关键。局部通风采用吸气罩,利用局部气流将工作地点产生的较高浓度有害物质在未扩散前进行收集,即通过局部通风系统直接排除工位附近的有害物质,且消耗的空气质量较少,不会对车间大环境产生影响。局部通风分为局部送风和排风两大类,依据气流组织方式的不同选择。

局部排风通过排风罩控制烟尘的捕集效率,所以排风罩的形式对局部排风系统的效果具有很大的影响<sup>[2]</sup>。选择时应考虑(1) 应尽可能包围或靠近有害物源,使有害物源局限于

较小的局部空间,应尽可能减小吸气范围,便于捕集和控制;(2) 吸气气流方向应尽可能与污染气流运动方向一致;(3) 已被污染的吸气气流不允许通过人的呼吸区,设计时要充分考虑操作人员的位置和活动范围;(4) 排风罩应力求结构简单、造价低,便于安装和维护;(5) 局部排风罩的配置应与生产工艺协调一致,力求不影响工艺操作;(6) 要尽可能避免和减弱干扰气流、穿堂风和送风气流等对吸气气流的影响。

在给定条件下,气流组织形式确定后,通风空间的气流流场也随之确定,通风过程也就确定,所有流体元素自进入通风空间到离开所经历的时间(即驻留时间)均值即为定数,若以  $\tau$  表示,则  $\tau = 0 \sim \infty$ 。驻留时间的分布函数  $F(\tau)$  可表示成<sup>[3]</sup>:

$$F(\tau) = \frac{\text{驻留时间为 } 0 \sim \tau \text{ 的所有流体元素之总量}}{\text{驻留时间为 } 0 \sim \infty \text{ 的所有流体元素之总量}}$$

当采用示踪气体法来测量通风过程时,可以直接采用排风管内浓度  $C_e(\tau) / C_e(\infty)$  来表示驻留时间的分布函数,即:

$$F(\tau) = C_e(\tau) / C_e(\infty)$$

式中:  $C_e(\tau)$  和  $C_e(\infty)$  分别为排风管内时刻  $\tau$  和时刻  $\infty$  的浓度。驻留时间均值的计算式:

$$\bar{\tau} = \int_0^{\infty} \left[ 1 - \frac{C_e(\tau)}{C_e(\infty)} \right] d\tau$$

研究表明,在给定条件下,  $\bar{\tau}$  值大小完全由气流组织所确定,如果流场中的回流和涡流比较多,那么  $\bar{\tau}$  值便大,通风过程就比较慢。当流场中的回流和涡流趋于零时,流场成为单向流,此时  $\bar{\tau}$  值最小,通风过程最快。所以对于以排除有害物质为主要目的的室内通风,为了提高通风效率,气流组织形式应当尽量接近单向流,如采用局部单向流通风、矢流送风及吹吸式通风等<sup>[3]</sup>。

### 1.4 改造方案

通过以上分析,本着节能与通风的有效性原则,确定采用以下方案:(1) 原空调系统不作改动,加设单独的吹吸式局部排风除尘系统。在手工点焊工位两侧分别设置吹风管与吸风管,以气体单向流动的形式捕集有害气体。风管的尺寸根据工位的宽度及流水线的移动速度确定,捕集的有害物质气体经吸风管送入净化装置净化除尘后,一部分直接排放在车间内以维持车间环境的压力分布,减少热湿负荷损失;另一部分经送风机再送回焊接工位。改造后的平面布置如图 1 所示。(2) 针对各工位之间距离较近且无法移动,在各工位前部加设透明塑料幕条。(3) 重新分配点焊机器人工位的排风罩风量,并在各排风罩增加风量调节阀,直接排除聚集在此区域上部的有害烟气。

## 2 结果

### 2.1 吹吸式局部排风风速测量

测量结果显示,改造后局部排风风速及控制点风速均符合《工作场所防止职业中毒卫生工程防护设施规范》(GBZ/T194—2007)的相关要求。详见表 1。

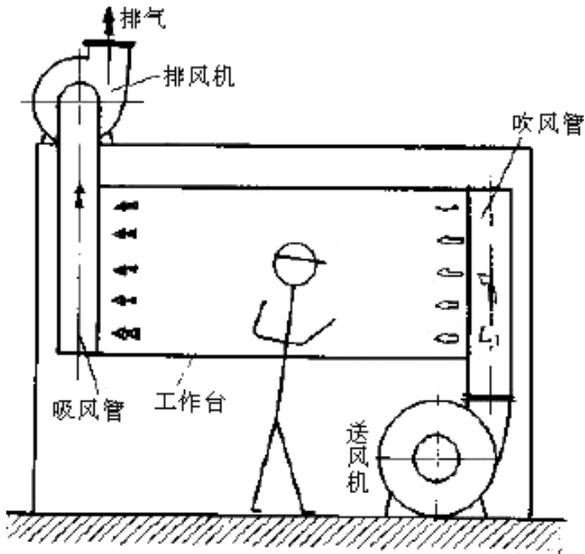


图1 工作台吹吸式排风罩

表1 UNIT焊接区改造前后控制点风速测量结果 m/s

测量地点	改造前 控制点	改造后		
		吹风管	吸风管	控制点距管口 40 cm
1线2工位	0.59	2.29	4.82	2.57
1线6工位	0.13	2.13	4.68	2.46
2线1工位	0.47	2.07	4.94	2.35
2线7工位	0.22	2.20	4.73	2.53

2.2 有害物质检测

改造前检测 UNIT焊接区空气中锰烟（二氧化锰）浓度最大为 0.32 mg/m<sup>3</sup>（限值为 0.15 mg/m<sup>3</sup>），电焊烟尘浓度最大为 6.2 mg/m<sup>3</sup>（限值为 4 mg/m<sup>3</sup>）。改造后空气中锰烟（二氧化锰）、电焊烟尘的浓度均有较大幅度的下降并符合《工作场所所有因素职业接触限值 第1部分：化学有害因素》（GBZ2.1—2007）的要求，即所加设单独的吹吸式局部排风除尘系统有效，改造后既保证了焊接工艺的要求，同时也改善了厂房的环境条件。具体检测结果见表2。

表2 UNIT焊接区改造前后职业病危害因素检测结果

mg/m<sup>3</sup>

检测项目	检测点数	改造前		超标点数	改造后	
		C <sub>TWA</sub>	C <sub>STEL</sub>		C <sub>TWA</sub>	C <sub>STEL</sub>
锰烟（二氧化锰）	4	<0.003~0.32	0.01~0.32	2	<0.003~0.019	<0.005~0.041
电焊烟尘	4	1.9~6.2	3.4~10.9	2	0.64~1.07	1.33~1.57
二氧化氮	4	0.15~0.47	0.20~0.52	0	0.12~0.31	0.18~0.44
一氧化碳	4	2.0~5.8	2.1~6.1	0	2.3~3.4	3.0~4.2
臭氧	4	0.057~0.11		0		<0.02

3 讨论

电焊工艺普遍存在于汽车制造焊接车身过程中，所形成的有毒有害气体、烟尘等物质主要来自电焊条的高温挥发，其基本的金属元素、电极涂层、保护气体、钎焊剂和表面涂层都会有助于形成电焊气溶胶。高温挥发出来的金属颗粒与空气进行反应，氧化冷凝形成可吸入粒径的颗粒并沉积在肺泡中。有流行病学研究表明<sup>[4]</sup>，工人在暴露有健康危害的金属烟尘和气溶胶作业环境下，由于吸入这些电焊烟尘和气体能够引起急性和慢性呼吸系统疾病，严重影响工人身体健康。并且这些烟气和粉尘还会对车间空气环境造成污染，因此焊接场所必须采取有效的通风排毒措施。

本文选择的某汽车制造企业装焊车间 UNIT焊接区，采用空调系统保持室内温度 26℃ 的空气环境。空调采用上送上回的气流组织形式，能满足车间大部分区域的空气质量要求。但在车间部分区域内，如 UNIT焊接区空气中锰烟浓度最大为 0.32 mg/m<sup>3</sup>，电焊烟尘浓度最大为 6.2 mg/m<sup>3</sup>，均超过国家职业接触限值的要求。

改造的设计原则是采用的通风方式将有害物源放散的有害物予以捕集，在使工作场所有害物浓度达到相应卫生标准

要求的前提下，提高捕集效率，以较小的能耗捕集有害物<sup>[4]</sup>。对于散发有害物浓度高、尘源点相对固定的工位，或者是尘源点相对集中、整体厂房污染浓度低的作业环境，考虑优先选用局部通风治理方式。本次采用在局部焊接区域加设单独的吹吸式局部排风除尘系统的形式，对焊接区域的有害物质进行净化处理。改造后，空气中锰烟、电焊烟尘的浓度均有较大幅度的下降并符合国家限值的要求，即所加设单独的吹吸式局部排风除尘系统有效地控制了焊接有害烟气扩散，并有助于车间上部烟气层的排除，改善了车间内空气质量，保障了作业工人身体健康。

参考文献：

[1] 吴芳谷, 吕琳, 等. 装焊车间焊接烟尘的危害及治理 [J]. 安全, 2002, 23 (4): 9-11.  
 [2] 孙一坚. 简明通风设计手册 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1997. 122-124.  
 [3] 许为全. VLCC 修船通风气流组织的研究 [J]. 暖通空调, 1997, 26 (4): 11-14.  
 [4] 魏康, 何立. 关于焊接与相关工艺过程中的有害物质 [J]. 电焊机, 2004, (11): 60-64.  
 [5] GB/T16758—2008, 排风罩的分类及技术条件 [S].