

三家压力容器制造企业电焊烟尘综合干预措施效果评价

杜艳菊¹, 唐天明¹, 顾绍权¹, 金泰虞², 贾晓东³, 朱素蓉⁴, 何永华², 王珏¹, 尹晓英¹, 徐琳¹

摘要: [目的] 评价分析上海市奉贤区压力容器制造企业电焊烟尘控制干预措施的效果, 为治理该行业电焊烟尘职业危害提供依据。[方法] 选取 3 家压力容器制造企业作为研究对象, 采用干预前、干预后对比的方法, 对作业人员职业病危害知识、电焊烟尘检测及职业健康检查等情况进行统计分析。[结果] 经干预措施实施后, 3 家企业总的职业病危害知晓率、个人防护用品正确使用率、工作场所不吸烟不进食率、作业场所电焊烟尘浓度的合格率与干预前比较均有明显提高 ($\chi^2=69.45$, $\chi^2=100.98$, $\chi^2=30.10$, $\chi^2=7.63$; 均 $P<0.01$)。干预后 3 家企业总的职业健康检查率亦有明显提高 ($\chi^2=57.27$; $P<0.01$); 且以干预后上岗前体检率上升明显 ($\chi^2=37.74$; $P<0.01$); 因采取的干预措施有所不同, 企业间取得的干预效果存在差异。[结论] 采取有效的干预措施, 对控制压力容器制造企业的电焊烟尘有显著效果, 值得推广。

关键词: 压力容器; 电焊烟尘; 干预措施; 效果评价

Intervention and Evaluation on Welding Fume in Three Pressure Vessel Manufacturers DU Yan-ju¹, TANG Tian-ming¹, GU Shao-quan¹, JIN Tai-yi², JIA Xiao-dong³, ZHU Su-rong⁴, HE Yong-hua², WANG Jue¹, YIN Xiao-ying¹, XU Lin¹ (1. Department of Occupational Health Inspection, Fengxian Health Inspection Institute, Shanghai 201400, China; 2. Department of Occupational Health and Toxicology, School of Public Health, Fudan University, Shanghai 200032, China; 3. Department of Occupational Health and Poison Control, Shanghai Municipal Center for Disease Control and Prevention, Shanghai 200336, China; 4. Department of Occupational Health Inspection, Shanghai Health Inspection Institute, Shanghai 200050, China)

Abstract: [Objective] To comprehensively assess the effects of the intervention approaches on welding fume in pressure vessel manufacturing factories and to provide scientific evidences for the control measures to the occupational hazards. [Methods] Three manufacturers were selected as the subject. Interventions including automatic process promotion, occupational health training, regular use of personal protective equipments, installation and maintenance of preventive facilities, and setting of accommodation places were performed in the selected 3 factories. After interventions, the differences of workers' knowledge on the hazards, coverage of worksite monitoring and occupational health check were compared, respectively. [Results] Knowledge of the workers on the hazard, correct use of personal protective equipments, no-drinking/eating in worksites were significant improved ($\chi^2=69.45$, $\chi^2=100.98$, $\chi^2=30.10$; $P<0.01$). The rates of work station with welding fume complied to the national standard and that of the worker number undergoing health check greatly increased ($\chi^2=7.63$, $\chi^2=57.27$; $P<0.01$). [Conclusion] The interventions were effective to control the welding fume in the pressure vessel manufacturing factories and suggested to be widely spread.

Key Words: vessel manufacturing; welding fume; intervention; evaluation

焊接是一种极为常见的机械加工方法, 几乎涉及所有的工业领域。电焊工的数量急剧上升, 电焊中的职业危害也日趋突出。上海市电焊工尘肺新发病例数已上升到各类尘肺的第二位, 仅次于矽肺; 在各类尘肺病例总体呈下降趋势的同时, 电焊工尘肺发病率却明显上升, 发病工龄缩短^[1]。近几年来奉贤区也出现多例电焊工尘肺病人, 尤以压力容器制造业检出

率最高, 占电焊工尘肺病的 76.47%, 对劳动者健康造成一定的影响^[2]。本课题拟对电焊作业环境差、电焊工尘肺病人多的 3 家压力容器制造企业实施控制电焊烟尘的干预措施, 为探讨压力容器制造业电焊烟尘控制措施效果提供依据。

1 对象与方法

1.1 对象

选取上海市奉贤区内 3 家压力容器制造企业为调查对象。该 3 家企业建于 20 世纪 70 年代末、80 年代初, 原为乡镇企业, 后转为股份制企业, 主要生产各种规格的中低压容器、储气罐等产品, 其生产工艺流程、生产规模、产品规格、产值等条件基本相似。

1.2 干预措施

采取的干预措施包括: ①工艺改革, 采用自动焊接技术代替手工焊接作业, 减少工人接触电焊烟尘的机会; ②监督员

[基金项目] 奉贤区卫生局科技发展基金项目(编号: 奉卫科 2009-12);

上海市卫生局卫生监督所科研课题项目(编号: 2009004)

[作者简介] 杜艳菊(1962—), 女, 学士, 主管医师; 研究方向: 职业卫生; E-mail: fengxianzhiye@126.com

[作者单位] 1. 上海市奉贤区卫生局卫生监督所职业卫生监督科, 上海 201400; 2. 复旦大学公共卫生学院职业卫生与毒理学教研室, 上海 200032; 3. 上海市疾病预防控制中心职业卫生与中毒控制科, 上海 200336; 4. 上海市卫生局卫生监督所职业卫生监督科, 上海 200050

对电焊作业工人进行有关职业安全卫生知识培训,提高他们的自我保护意识;③加强个人防护,定期发放防尘口罩等劳动防护用品,并制定“以旧调新”制度;④焊接岗位安装防护设施,并加强对防护设施的维护、保养,确保其正常运行;⑤完善职业卫生管理制度并严格执行;⑥设置休息室、吸烟室,调整车间打扫卫生时间,如利用下班后打扫车间和周围地面卫生等。依据各企业实际情况,所采取的干预措施有所不同,详见表1。

表 1 三家企业采取的干预措施

Table 1 Interventions performed in the selected factories

企业 Company	改造经费(万元) Expense of intervention (×10 ⁴ yuan RMB)	工艺改革 Technical innovation	防护措施 Preventive measures	防护用品 Personal protective equipments (PPE)	宣传培训 Training	其他措施 Other measures
A	250	增加 20 个自动埋弧焊机,自动焊占焊接的 65%	墙壁、屋顶安装排风风机 49 台;3 条吸尘净化装置;9 个移动式吸尘装置;定期对防护设施的维护、保养,确保其正常运行	定期发放职业病防护用品,且“以旧调新”,有专人到车间检查,对检查结果予以公布,对违反者处罚	监督所深入企业组织电焊作业工人进行职业卫生常识、尘肺病防治知识培训	设置休息室、吸烟室,利用下班后打扫车间和周围地面卫生等
B	250	增加 15 个自动埋弧焊机,自动焊占焊接的 60%	墙壁、屋顶安装排风风机 35 台;3 条吸尘净化装置;5 个移动式吸尘装置;不定期对防护设施维修、保养	定期发放职业病防护用品,有专人到车间检查	企业组织电焊作业工人进行有关职业卫生知识培训	未设置休息室、吸烟室,车间打扫卫生时间不定等
C	40	增加 20 台自动焊、埋弧焊机,自动焊占焊接的 60%	墙壁、屋顶安装排风风机 28 台	发放职业病防护用品,根据需要到仓库领取	企业组织电焊作业工人进行有关职业卫生知识培训	未设置休息室、吸烟室,车间打扫卫生时间不定等

1.3 研究方法

通过劳动卫生学调查掌握企业基本情况;收集、检测电焊作业场所干预前(2008 年 6 月)、后(2009 年 12 月)电焊烟尘的浓度;电焊烟尘检测布点:分别在压力容器内直缝、外直缝、内环缝、外环缝以及装配上、下封头时定点采样,其中干预前 35 个作业点,干预后 46 个作业点。收集干预前、后电焊作业工人职业健康检查资料,其中干预前 204 人,干预后 316 人。对从事焊接作业的电焊工采取干预前、后个案问卷调查方式,了解工人对职业卫生知识掌握情况,其中干预前调查 199 人,干预后调查 258 人。

1.4 统计分析

数据用 SPSS 13.0 对干预前、后焊接场所电焊烟尘检测超

标率,职业健康检查覆盖率和工人职业病危害个体防护情况等评价指标作卡方检验。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 基本情况

本次调查的 3 家企业主要生产各种规格的中低压容器、储气罐等产品,最大直径为 2.8 m,长 15 m,年产值均在 1 亿元以上。其生产工艺流程为:钢材→落料→圈圆→焊接内直缝→焊接外直缝→检验→校圆→装配上封头→焊接内环缝→焊接外环缝→检验→装配下封头→焊接内外环缝→组装人孔管接→喷砂除锈→喷漆→成品。使用的主要原料为碳钢、不锈钢等,焊条以酸性电焊条为主,3 家企业基本情况见表 2。

表 2 三家企业基本情况比较

Table 2 Basic information of the three factories

企业 Company	建厂年月 Date of foundation	目前职工总数 Number of employees	电焊工数 Number of welders	原料 Raw materials	产品 Production	产值(亿元) Production value (×10 ⁸ yuan RMB)	电焊条年使用量(t/年) Consumption of welding rod(t/a)	
							酸(Acidic)	碱(Basic)
A	1979-08	330	89	焊条、碳钢 Welding rod, carbon steel	中低压容器 Pressure vessel	1.6	72	0.3
B	1981-10	276	84	焊条、碳钢 Welding rod, carbon steel	中低压容器 Pressure vessel	1.3	36	1.0
C	1982-02	248	77	焊条、碳钢、不锈钢 Welding rod, carbon steel, stainless steel	中低压容器 Pressure vessel	1.5	20	0.0

2.2 作业场所电焊烟尘检测情况

干预前和干预后作业场所总的电焊烟尘合格率分别为 51.43% 和 80.43%,干预后电焊烟尘总的合格率比干预前有明显提高($\chi^2=7.63$, $P<0.01$),见表 3。从 3 家企业情况看,干预前 3 家企业间电焊烟尘合格率,差异无统计学意义($\chi^2=0.735$,

$P>0.05$);干预后 3 家企业间电焊烟尘合格率,差异也无统计学意义($\chi^2=4.21$, $P>0.05$)。同一企业干预前后比较,A 企业干预前后电焊烟尘合格率有较大差异($\chi^2=10.01$, $P<0.01$);B 企业和 C 企业干预前后电焊烟尘合格率均有所上升,但差异无统计学意义($\chi^2=0.97$, $\chi^2=0.038$; $P>0.05$)。

表 3 焊接作业场所电焊烟尘浓度检测结果

Table 3 Concentration of welding fume in workplaces

企业 Company	干预前(Before intervention)					干预后(After intervention)				
	监测点数 Number of samples	合格点数 Number of up-to-standard	合格率 Ratio of up-to-standard(%)	浓度范围 Concentration range(mg/m ³)	最大超限倍数 Folds of peak excursion limits	监测点数 Number of samples	合格点数 Number of up-to-standard	合格率 Ratio of up-to-standard(%)	浓度范围 Concentration range(mg/m ³)	最大超限倍数 Folds of peak excursion limits
A	16	7	43.75	1.6~45.0	11.25	22	20	90.91*	0.4~19.2	4.80
B	10	6	60.00	1.5~41.2	10.30	14	11	78.57	1.2~27.5	6.88
C	9	5	55.56	0.6~35.8	8.95	10	6	60.00	0.6~32.7	8.18
合计(Total)	35	18	51.43	—	—	46	37	80.43*	—	—

[注]*:与干预前相比(Compared with before intervention), $P<0.05$ 。

2.3 电焊工职业健康监护情况

干预前 3 家企业电焊工总的职业健康检查受检率为 59.48%, 干预后受检率为 84.72%, 干预后受检率明显上升 ($\chi^2=57.27, P<0.01$)。其中: 干预前后上岗前和在岗期间健康检查受检率有明显提高 ($\chi^2=37.74, \chi^2=19.01; P<0.01$); 干预前后离岗时职业健康检查受检率差异无统计学意义 ($\chi^2=0.01, P>$

0.05)。从 3 家企业情况看, 干预前, 上岗前、在岗期间、离岗时职业健康检查, 3 家企业间无明显差异 ($\chi^2=0.43, \chi^2=2.52, \chi^2=0.64; P>0.05$); 干预后, 3 家企业间的上岗前职业健康检查率有明显差异 ($\chi^2=5.50; P<0.05$), 在岗期间和离岗时的职业健康检查率 3 家企业间差异无统计学意义 ($\chi^2=1.24, \chi^2=0.06; P>0.05$), 见表 4。

表 4 干预前和干预后职业健康检查受检率(%) (受检人数/应检人数)比较
Table 4 Comparison of health surveillances in factories after intervention (%)

企业 Company	干预前(Before intervention)			干预后(After intervention)		
	上岗前(Pre-employment)	在岗期间(Incumbency)	离岗(Dimission)	上岗前(Pre-employment) [#]	在岗期间(Incumbency)	离岗(Dimission)
A	39.3(11/28)	83.3(65/78)	45.5(10/22)	91.4(32/35)	95.1(77/81)	69.2(18/26)
B	32.0(8/25)	73.8(48/65)	37.5(9/24)	72.4(21/29)	90.5(67/74)	68.4(13/19)
C	31.3(10/32)	72.5(37/51)	33.3(6/18)	70.7(29/41)	92.3(48/52)	68.8(11/16)
合计(Total)	34.1(29/85)	77.3(150/194)	39.1(25/64)	78.1(82/105) [*]	92.8(192/207) [*]	68.9(42/61)

[注]*: 与干预前相比(Compared with before intervention), $P<0.05$; #: 3 家企业间比较(Comparison among all the three companies), $P<0.05$ 。

2.4 职业病危害个体防护情况

干预前和干预后采用同一形式的问卷对从事电焊作业工人的个体防护情况进行随机抽样调查, 结果显示: 干预后 3 家企业总的职业病危害知晓率, 个人防护用品正确使用率和工作场所不吸烟、不进食率均明显增高, 分别为 91.08%、84.11% 和 79.85%; 与干预前相比, 有较大提高 ($\chi^2=69.45, \chi^2=100.98,$

$\chi^2=30.10; P<0.01$)。从 3 家企业情况看, 干预前, 职业病危害知晓率, 个人防护用品正确使用率及工作场所不吸烟、不进食率, 3 家企业间无明显差异 ($\chi^2=1.63, \chi^2=0.20, \chi^2=0.40; P>0.05$); 干预后, 3 家企业间的职业病危害知晓率, 个人防护用品正确使用率及工作场所不吸烟、不进食率差异均有统计学意义 ($\chi^2=12.9, \chi^2=16.25, \chi^2=12.38; P<0.01$), 见表 5。

表 5 干预前和干预后职业病危害个体防护情况比较
Table 5 Comparison of personal preventive measures learned in workers after intervention

企业 Company	调查 人数 <i>n</i>	干预前(Before intervention)			调查 人数 <i>n</i>	干预后(After intervention)		
		职业病危害知晓率(%) Ratio of possessing knowledge on occupational hazards	防护用品正确使用率(%) Ratio of PPE correctly used	工作场所不吸烟、不进食率(%) Ratio of non-smoking and non-eating in workplace		职业病危害知晓率(%) [#] Ratio of possessing knowledge on occupational hazards	防护用品正确使用率(%) [#] Ratio of PPE correctly used	工作场所不吸烟、不进食率(%) [#] Ratio of non-smoking and non-eating in workplace
A	72	62.50	44.44	54.17	88	97.72	95.45	90.91
B	65	58.46	36.92	49.23	85	92.94	83.52	78.82
C	62	51.61	33.87	51.61	85	82.35	72.94	69.41
合计(Total)	199	57.79	38.69	51.76	258	91.08 [*]	84.11 [*]	79.85 [*]

[注]*: 与干预前相比(Compared with before intervention), $P<0.01$; #: 3 家企业间比较(Comparison among all the three companies), $P<0.01$ 。

3 讨论

电焊烟尘是由金属及非金属物质在高温条件下产生的蒸气经氧化和冷凝而形成的。长期吸入电焊烟尘会引起电焊工尘肺病。电焊工尘肺的发病及发展较缓慢, 病程较长, 一般发病在 15~25 年, 但在浓度高、工作时间长、且没有配戴有效防尘口罩的情况下, 电焊工尘肺病的发病工龄将明显缩短^[3-5]。尘肺病可防不可治, 一旦患病, 很难治愈, 因此采取有效的干预措施, 保障劳动者健康显得非常重要。

在职业病防治工作中, 职业健康促进工作是一项低成本、易执行的方法, 而且效果也非常明显^[6-7]。因此, 加强对劳动者法律、法规和职业卫生防护知识的培训, 提高劳动者的自我保护意识, 对于预防职业病能起到积极的作用。本研究结果也显示, 干预前, 3 家企业对职业病防治工作不重视, 未对劳动者进行有关职业卫生知识培训, 因此工人的职业病危害知晓率, 个人防护用品的正确使用率及工作场所不吸烟、不进食率均较低, 且 3 家企业间无明显差异。经实施干预措施后, 工人的职业病危害知晓率, 个人防护用品的正确使用率及工作场所不吸

烟、不进食率有明显的提高; 但 3 家企业间也存在差异, 由于 A 企业曾发生多例电焊工尘肺病人, 企业负责人意识到职业病防治工作的重要性, 多次与区卫生监督所沟通, 研究防治对策, 并从制定职业病防治管理制度着手, 通过职业卫生专业人员对焊接作业工人的宣传、培训和教育, 以及日常监督检查等方法进行干预, 因此干预后的效果也比较好。本次研究结果也显示: A 企业工人的职业病危害知晓率, 个人防护用品的正确使用率及工作场所不吸烟、不进食率呈高于 B、C 企业的趋势。

采用自动焊接替代手工焊接, 安装吸尘装置等多种干预措施来进行环境干预, 可有效降低空气中电焊烟尘的浓度^[8]。本次调查结果表明, 焊接作业场所经干预后, 电焊烟尘浓度总的合格率由原来的 51.43% 提高到 80.43%, 干预后电焊烟尘总的合格率比干预前明显上升。但 3 家企业间有明显的差异, A 企业在防护设施方面加大了投资, 电焊岗位安装了相应的防尘设施, 制定了职业卫生管理制度和操作规程并严格管理, 经干预后电焊烟尘合格率由原来的 43.75% 提高到 90.93%; 而 B 企业, 虽然投资也比较大, 但由于未严格管理, 干预后作业场所的治

理仍没有得到根本的改变,未达到预期的效果;因此仅仅靠经济投入大,忽视作业场所的管理,仍然达不到预期的效果。C 企业由于未安装防尘装置,干预前后电焊烟尘浓度变化不大。

职业健康检查是国家为保护劳动者权益规定的企业责任和义务,是强制性的。由于以前企业对职业健康体检的重要性认识不足,只重视眼前利益,职业健康体检受检率较低,尤其是上岗前和离岗时受检率更低,以致使进厂工作 1 年不到的工人也发生了尘肺病。经干预后,企业领导也认识到职业病的危害性和职业病防治工作的重要性,严格对入厂工人进行把关,职业健康检查受检率明显提高(3 家企业总的体检率由原来的 59.48% 提高到 84.72%),特别是上岗前体检率提高更加明显,由原来的 34.12% 提高到 78.10%。但企业对离岗时职业健康体检工作抓的较松,很多工人离岗时企业不主动安排体检或工人离岗时不辞而别,因此离岗时未体检的劳动者愈来愈多,应引起足够重视。

干预措施是集企业、劳动者、监督机构之力于一体的工作,是一项利国利民、长期的系统工程^[9-10],因此需要各方面努力。在实践中我们认识到:企业重视是职业病控制措施得以落实的保证;监督机构是职业病防治工作开展的推手;而劳动者自我保护意识的提高,是职业病防治工作的关键。从目前情况看,3 家压力容器制造企业由于各企业间采取的干预措施不同,实施干预措施后企业间取得的效果也有所不同。工艺改革和职业病防护设施的投入固然重要,但用人单位职业病防治管理制度的完善、落实,以及认真开展职业人群健康教育等工作,是提高用人单位电焊烟尘控制效果的重要干预措施。职业病防治工作只有通过多部门的努力,才能顺利进行,并有效地避免因发生尘肺病造成的经济损失。干预措施不失为一种经济、可

行、有效的方法,是当前有效的职业病危害控制技术策略。

参考文献:

- [1] 毛翎,周泽深,王飞云,等. 1996—2001 年新发尘肺患者特点分析[J]. 中国职业医学, 2003, 30(2): 21-22.
- [2] 杜艳菊,王仲良,唐犀利. 上海某压力容器厂电焊工尘肺病发病情况分析[J]. 职业卫生与应急救援, 2009, 27(6): 314-315.
- [3] 李德鸿. 职业病医师培训教材[M]. 北京: 人民日报出版社, 2003: 215.
- [4] 刘向阳. 某集装箱制造公司电焊作业的职业卫生学调查[J]. 职业与健康, 2004, 20(9): 23-24.
- [5] 丘创逸,张东辉,陈建雄,等. 某地集装箱制造企业电焊工尘肺病的流行病学调查[J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2009, 27(4): 215-217.
- [6] 赵立强,游全程,徐忠玉. 铅作业工人健康效果评价[J]. 中国职业医学, 2003, 30(2): 23-24.
- [7] 林平,蒋丽华. 某工艺品厂苯中毒高发原因与预防效果[J]. 浙江预防医学, 2000, 12(8): 39-41.
- [8] 丘创逸,张东辉,陈建雄,等. 某集装箱制造企业电焊烟尘综合治理控制效果评价[J]. 中国职业医学, 2007, 34(1): 21-23.
- [9] 陈才,曾庆民,吴永权,等. 家具行业职业性苯中毒干预措施效果评价[J]. 中国热带医学, 2005, 5(2): 218-220.
- [10] 杜艳菊,干超南,梁友信,等. 相关方在小型蓄电池企业职业卫生工作中的作用[J]. 工业卫生与职业病, 2010, 36(4): 237-240.

(收稿日期: 2010-10-19)

(英文编审: 黄建权; 编辑: 王晓宇; 校对: 郭薇薇)

【精彩预告】

上海市轨道交通系统车站空气质量状况及其影响因素分析

李丽, 钱春燕, 张海云, 等

为了解上海市轨道交通系统空气质量现状及其影响因素,以便为制定相关空气质量卫生学标准提供科学依据。研究人员分别选取上海市轨道交通有代表性的 6 个车站,每个车站分站台、站厅共取 8 个点进行监测,每天 3 个时段,连续监测 3 d。在每个监测点监测温度、相对湿度、风速、噪声、可吸入颗粒物(PM₁₀)、一氧化碳(CO)、二氧化碳(CO₂)、甲醛、总挥发性有机物(VOC)、空气细菌总数、真菌总数、溶血性链球菌等空气卫生学指标。结果显示:站台平均风速为(0.42±0.24)m/s、CO₂为(0.058±0.015)%,分别略高于站厅风速(0.30±0.13)m/s、CO₂(0.055±0.011)%,差异有统计学意义(P<0.05)。上午监测时段的相对湿度、甲醛、噪声分别略高于中午和下午,且差异有统计学意义(P<0.05)。细菌总数:上午为(29.4±16.0)个/皿、下午为(20.8±11.2)个/皿,略高于中午时段(18.8±13.2)个/皿,且差异有统计学意义(P<0.05)。人均新风量与细菌总数、真菌总数、CO₂、PM₁₀浓度呈负相关关系。因此,轨道交通客流量、新风量和车站已使用年数对车站空气质量有一定影响,微生物污染、CO₂、PM₁₀含量是轨道交通系统需要重视的空气卫生学问题。

此文将于近期刊出,敬请关注!