

云浮市人造石材行业职业危害调查

苏小棠, 罗立旷, 陈继超, 张华, 叶翠华, 赖辉兵

云浮市疾病预防控制中心, 广东 云浮 527300

摘要: **目的** 了解人造石材行业工作场所存在的职业病危害因素及其对作业人员的健康危害程度, 研究预防控制措施。

方法 采用流行病学调查、工程分析、职业卫生检测和职业健康检查等方法对人造石材行业职业危害因素及对职业人群的健康危害进行分析。 **结果** 工作场所存在的主要职业病危害因素是粉尘、噪声和化学毒物(苯乙烯等)等; 人造岗石和人造石英石生产线粉尘中游离 SiO_2 平均含量分别为 7.90% 和 91.48%; 粉尘岗位超标率为 35.3%, 原料岗位的粉尘超标率达 56.5%; 40 h 等效声级超过 80 dB(A) 的岗位占 96.2%, 超过 85 dB(A) 的岗位占 73.1%; 苯乙烯超标率为 8.9%; 职业健康检查疑似尘肺病 4 例(检出率为 1.1%)、疑似噪声聋 4 例(检出率为 1.3%), 高千伏胸片、肺功能、纯音听阈测试、血压、心电图、血常规和尿常规检查异常率分别为 20.3%、17.1%、58.3%、18.4%、29.8%、7.9% 和 29.0%, 在不同工龄组差异有统计学意义($P < 0.05$), 工龄越长, 异常率越高。纯音听阈测试、高千伏胸片和尿常规检查异常率在不同类型企业中差异有统计学意义($P < 0.05$)。 **结论** 云浮市人造石材行业工作场所粉尘、噪声严重超标, 对作业人员健康产生叠加影响, 应进行超标场所整治、加强职业卫生监督。

关键词: 人造石材业; 职业危害; 噪声; 粉尘; 职业健康

中图分类号: R135 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-3110(2017)08-0946-05 **DOI:** 10.3969/j.issn.1006-3110.2017.08.015

Occupational hazards of artificial stone industry in Yunfu City

SU Xiao-tang, LUO Li-kuang, CHEN Ji-chao, ZHANG Hua, YE Cui-hua, LAI Hui-bing

Yunfu Municipal Center for Disease Control and Prevention, Yunfu, Guangdong 527300, China

Abstract: **Objective** To investigate the occupational hazard factors in the workplaces of artificial stone industry and their health hazards to workers, and to study the prevention and control measures. **Methods** The epidemiological investigation, engineering analysis, occupational hygiene detection and occupational health examination were used to analyze the occupational hazard factors of artificial stone industry and their health hazards to occupational groups. **Results** The main occupational hazard factors existed in the workplaces were dust, noise and chemical poisons (styrene, etc). The average levels of free silica in artificial stone and artificial quartz stone dust were 7.90% and 91.48% respectively. The over-standard rate of dust posts was 35.3%, and the over-standard rate of dust in raw material posts was 56.5%. The posts with 40-hour equivalent sound level higher than 80 dB (A) and than 85 dB (A) accounted for 96.2% and 73.1% respectively. The over-standard rate of styrene was 8.9%. Occupational health examination detected 4 cases of suspected pneumoconiosis (with the detection rate of 1.1%) and 4 cases of suspected noise-induced deafness (with the detection rate of 1.3%). The abnormal detection rates of high-kilovolt chest X-ray, pulmonary function, pure tone threshold audiometry, blood pressure, electrocardiogram, blood routine and urine routine examination were 20.3%, 17.1%, 58.3%, 18.4%, 29.8%, 7.9% and 29.0% respectively, showing statistically significant differences among the groups with different length of service ($P < 0.05$). The longer the length of service, the higher the abnormal detection rate. The abnormal detection rates of pure tone threshold audiometry, high-kilovolt chest X-ray and urine routine examination in different types of enterprises showed statistically significant differences (all $P < 0.05$). **Conclusions** The dust and noise in the workplaces of artificial stone industry in Yunfu City exceed the standard seriously, resulting in cumulative effects on the workers' health. It is necessary to implement the rectification measures in the over-standard workplaces and strengthen the occupational health supervision.

Key words: artificial stone industry; occupational hazard; noise; dust; occupational health

人造石是以高分子聚合物、无机胶凝剂或两者混合物作为粘合材料,以天然石材碎(粉)料、氢氧化铝粉等为主要原材料,加入颜料及其他辅助剂,经搅拌混

基金项目: 云浮市医药卫生科研立项课题(2015B37)

作者简介: 苏小棠(1983-),男,广东新兴人,主管医师,主要从事职业卫生与放射卫生工作。

合、凝结固化等工序加工而成的石材^[1-2]。在中国,云浮是国内最早生产人造石的地方。近年云浮市内的人造石生产企业越办越多,规模也越办越大,在人造石行业高速发展的同时,也带来了新的职业卫生方面的问题。国内传统石材加工企业主要为粉尘和噪声的危害,而人造石材行业特有的工艺和多样复杂性的原辅

材料,使作业人员可能受到多种职业危害因素的影响。因此,摸清人造石行业存在的职业病危害因素、分析评估危害程度和探讨预防控制措施成为目前急需解决的问题。

1 对象与方法

1.1 对象 2015 年 8 月-2016 年 8 月,随机抽取云浮市内 11 家人造石企业,其中人造岗石企业 4 家,人造石英石企业 3 家、综合企业(生产人造岗石和石英石) 4 家。

1.2 方法

1.2.1 现场调查 自行设计调查表进行现场调查,对人造石材生产工艺流程进行工程分析,识别工作场所存在的职业病危害因素,并对作业场所职业病危害防护设施和个人防护用品使用情况进行调查。

1.2.2 职业病危害因素检测 按照国家职业卫生标准^[3-6]规定的采样要求和检测方法对人造石工作场所可能存在的主要职业病危害因素(粉尘、化学毒物和噪声)进行采样检测,主要采用定点采样检测的方法,部分岗位采用个体检测,粉尘作业人员和化学毒物作业人员按其岗位接触时间计算 8 h 时间加权平均接触浓度,在具有代表性岗位采集沉降尘进行游离二氧化硅含量测定,噪声岗位计算每周 40 h 等效声级。

1.2.3 职业健康检查 按照《职业健康监护技术规范》(GBZ188-2014)的要求对作业人员进行职业健康检查。

1.3 统计分析 应用 Excel、SPSS17.0 软件对检测结果超标率和职业健康检查异常率进行 χ^2 检验分析,检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 基本情况 本次调查的 11 家人造石材企业均为微型私营企业,涉及从业人员约 485 人,接触职业病危害人数约 430 人,大部分企业采取 8 h 白班制,每周工作 6 d。人造石主要分为人造石岗石和人造石英石两类,人造石岗石以大理石、石灰石等碎料、粉料为主要原材料,人造石英石以天然石英石(砂、粉)、硅砂、尾矿渣等无机材料(主要成分为二氧化硅)为主要

原材料;辅助材料有树脂、填料、色浆和助剂,常用的树脂有邻苯型、间苯/新戊二醇型、乙烯基酯型,后者使用最多,本次调查的企业主要使用乙烯基酯型不饱和树脂;填料一般为氢氧化铝粉;固化剂一般为过氧化甲乙酮等。主要生产工艺流程为:原料处理→加入辅料混合搅拌→布料→压制成型→定厚抛光→板材。人造石材工作场所存在的职业病危害因素有粉尘(大理石粉尘和矽尘)、化学毒物(苯乙烯、丁酮、乙酸乙酯、过氧化甲乙酮等)和物理因素(噪声),作业人员在搅拌调色和压制作业过程中接触化学毒物的危害。本次调查的企业采用联合厂房进行生产,工作场所布局欠合理,有毒与低毒或无毒作业场所不能有效分开布局;主要采用局部通风进行除尘排毒,切割打磨等主要采用湿式作业,大部分企业欠缺有效的集尘除尘排毒系统;主要的通风设备有叶状排气扇、抽风机和圆筒扇;通风设备简陋,甚至损坏停用。

2.2 职业病危害因素检测结果

2.2.1 工作场所粉尘中游离 SiO₂ 含量检测结果 采样检测 15 个粉尘样品(沉降尘),人造岗石生产线 8 个粉尘样品,游离 SiO₂ 含量范围在 6.59%~9.01%间,平均值为 7.90%;人造石英石 7 个粉尘样品,游离 SiO₂ 含量范围在 87.25%~94.18%间,平均值为 91.48%。

2.2.2 工作岗位职业病危害因素检测情况 工作岗位的总粉尘 8 h 时间加权平均接触浓度(TWA)检测结果为(4.91±5.33) mg/m³,超标率为 35.3%;其中原料岗位作业现场总粉尘 15 min 接触浓度最高达 25.37 mg/m³,超标率达 56.5%;工作岗位每周 40 h 等效声级检测结果在 78.1~93.6 dB(A) 范围内,其中超过 80 dB(A) 的岗位共 75 个,占 96.2%;超过 85 dB(A) 的岗位共 57 个,占 73.1%,抛光和切割岗位超标严重;本次检测的化学毒物有苯乙烯、丁酮和乙酸乙酯,其中丁酮和乙酸乙酯未检出,苯乙烯 TWA 检测结果为(27.27±20.70) mg/m³,STEL 检测结果为(39.79±33.96) mg/m³,作业岗位超标率为 8.9%,超标岗位主要为搅拌岗位和压制岗位。工作岗位职业病危害因素检测结果见表 1。

表 1 工作岗位职业病危害因素检测结果

岗位	粉尘				噪声				苯乙烯				
	数量	超标数	超标率(%)	TWA(mg/m ³)	数量	超标数	超标率(%)	40 h 等效声级(dB)	数量	超标数	超标率(%)	TWA(mg/m ³)	STEL(mg/m ³)
原料岗位	23	13	56.6	8.96±7.59	23	12	52.2	78.1~93.1	-	-	-	-	-
搅拌岗位	15	5	33.3	3.41±2.91	15	9	60.0	80.3~87.2	15	2	13.3	32.34±16.44	49.91±28.29

续表 1

岗位	粉尘				噪声				苯乙烯				
	数量	超标数	超标率(%)	TWA(mg/m ³)	数量	超标数	超标率(%)	40 h 等效声级(dB)	数量	超标数	超标率(%)	TWA(mg/m ³)	STEL(mg/m ³)
压制岗位	22	7	31.8	2.70±2.69	22	11	50.0	81.8~86.1	15	2	13.3	43.11±17.25	61.14±34.38
抛光岗位	15	3	20.0	1.77±2.02	15	15	100.0	87.7~92.4	-	-	-	-	-
切割岗位	10	2	20.0	7.42±2.59	10	10	100.0	90.4~93.6	-	-	-	-	-
补板岗位	-	-	-	-	-	-	-	-	15	0	0.0	6.34±3.73	8.33±4.98
合计	85	30	35.3	4.91±5.33	85	57	73.1	78.1~93.6	45	4	8.9	27.27±20.70	39.79±33.96

2.2.3 不同类型企业职工职业病危害因素检测情况 人造 浓度超标率在不同类型企业中差异无统计学意义 ($P>0.05$)。石岗石企业、人造石英石企业和综合类企业职工职业病危害因素检测结果见表 2。总粉尘浓度、噪声强度和苯乙烯

表 2 不同类别企业职工职业病危害因素检测情况

企业类型	粉尘			噪声			苯乙烯		
	样品数	超标数	超标率(%)	样品数	超标数	超标率(%)	样品数	超标数	超标率(%)
人造岗石	24	8	33.3	24	18	75.0	12	1	8.3
人造石英石	15	8	53.3	12	8	66.7	9	1	11.1
综合类	46	14	30.4	42	31	73.8	24	2	8.3
合计	85	30	35.3	78	57	73.1	45	4	8.9
χ^2 值	-	-	2.653	-	-	0.307	-	-	0.069
P 值	-	-	0.265	-	-	0.858	-	-	0.966

2.3 职业健康检查结果 心电图、血常规和尿常规检查异常率分别为 20.3%、2.3.1 不同工龄组检查结果 本次进行职业健康检查人员共 369 人,工龄在 0.5~16.5 年,平均工龄(7.0±4.1)年。高仟伏胸片、肺功能、纯音听阈测试、血压、心 17.1%、58.3%、18.4%、29.8%、7.9%和 29.0%,不同工龄组差异有统计学意义 ($P<0.05$),工龄越长,异常率越高,见表 3。

表 3 不同工龄组的职业健康检查结果

工龄(年)	纯音听阈测试			高仟伏胸片			肺功能			血压			心电图			血清 ALT			血常规			尿常规		
	检查人数	异常人数	异常率(%)	检查人数	异常人数	异常率(%)	检查人数	异常人数	异常率(%)	检查人数	异常人数	异常率(%)	检查人数	异常人数	异常率(%)	检查人数	异常人数	异常率(%)	检查人数	异常人数	异常率(%)	检查人数	异常人数	异常率(%)
0~5	83	41	44.1	111	7	6.3	111	12	10.8	111	17	15.3	111	24	21.6	111	13	11.7	111	8	7.2	111	20	18.0
>5~10	147	92	62.6	176	43	24.4	176	30	17.0	176	28	15.9	176	51	29.0	176	30	17.0	176	9	5.1	176	55	31.3
>10	72	49	68.1	82	25	30.5	82	21	25.6	82	23	28.0	82	35	42.7	82	17	20.7	82	12	14.5	82	32	39.0
合计	312	182	58.3	369	75	20.3	369	63	17.1	369	68	18.4	369	110	29.8	369	60	16.3	369	29	7.9	369	107	29.0
χ^2 值	11.66			20.533			7.295			6.507			10.110			2.970			7.095			10.937		
P 值	0.003			0.000			0.026			0.039			0.006			0.226			0.029			0.004		

2.3.2 不同企业类型职业健康检查结果 纯音听阈测试、高仟伏胸片和尿常规检查异常率在不同类型企业中差异有统计学意义 ($P<0.05$),综合类企业作业人员纯音听阈测试异常率最低,人造石英石企业作业人员高仟伏胸片异常率最高,人造岗石企业作业人员尿常规异常率最高,不同类型企业职工职业健康检查情况见

表 4。

表 4 不同类型生产企业职业健康检查情况

人造石材类别	纯音听阈测试			高仟伏胸片			肺功能			血压			心电图			血清 ALT			血常规			尿常规		
	检查	异常	异常率	检查	异常	异常率	检查	异常	异常率	检查	异常	异常率	检查	异常	异常率	检查	异常	异常率	检查	异常	异常率	检查	异常	异常率
	人数	人数	(%)	人数	人数	(%)	人数	人数	(%)	人数	人数	(%)	人数	人数	(%)	人数	人数	(%)	人数	人数	(%)	人数	人数	(%)
人造岗石	91	63	69.2	126	20	15.9	126	20	15.9	126	21	16.7	126	33	26.2	126	28	22.2	126	11	8.7	126	48	38.1
人造石英石	88	56	63.6	110	32	29.1	110	20	18.2	110	18	16.4	110	31	28.2	110	15	13.6	110	7	6.4	110	32	29.1
综合	133	63	47.4	133	23	17.3	133	23	17.3	133	29	21.8	133	46	34.6	133	17	12.8	133	11	8.3	133	27	20.3
χ ² 值	12.043			7.517			0.228			1.581			2.378			5.027			0.503			9.952		
P 值	0.002			0.023			0.892			0.454			0.304			0.081			0.778			0.007		

2.3.3 粉尘作业人员检查结果369 名粉尘作业人员中共检出 4 例疑似尘肺病,均为男性,检出率为 1.1%,其中 3 例发生在人造石英石企业,1 例发生在综合类企业(主要从事石英石生产加工);高仟伏胸片异常率男性劳动者(22.3%)高于女性(10.9%),差异有统计学意义($\chi^2=4.214,P=0.025$);点状阴影和肺纹理增多增粗检出率分别为 1.4%和 17.9%。粉尘作业人员高仟伏胸片和肺功能检查结果见表 5。

表 5 粉尘作业人员高仟伏胸片和肺功能检查结果

性别	检查人数	疑似尘肺		点状阴影		肺纹理增多增粗紊乱		正常		肺功能异常	
		检出人数	检出率(%)	检出人数	检出率(%)	检出人数	检出率(%)	检出人数	检出率(%)	检出人数	检出率(%)
男	305	4	1.3	5	1.6	59	19.3	237	77.7	50	16.4
女	64	0	0.0	0	0.0	7	10.9	57	89.1	13	20.3
合计	369	4	1.1	5	1.4	66	17.9	294	79.7	63	17.1

2.3.4 噪声作业人员检查结果312 名噪声作业人员中共检出 4 例疑似噪声聋,检出率为 1.3%,其中 3 例发生在综合类企业,1 例发生在石英石企业;纯音听阈测试异常率女性(36.6%)高于男性(68.0%),差异有统计学意义($\chi^2=16.987,P<0.001$);纯音听阈测试主要以高频听力异常为主,占受检者 54.5%。噪声作业人员纯音听阈测试检查结果见表 6。

表 6 噪声作业人员纯音听阈测试检查结果

性别	检查人数	疑似噪声聋		语频和低频提高		高频提高,双耳高频<40		高频提高,双耳高频≥40		正常	
		人数	检出率(%)	人数	检出率(%)	人数	检出率(%)	人数	检出率(%)	人数	检出率(%)
男	262	2	0.8	6	2.3	124	47.3	34	13.0	96	36.6
女	50	2	4.0	2	4.0	12	24.0	0	0.0	34	68.0
合计	312	4	1.3	8	2.6	136	43.6	34	10.9	130	41.7

3 讨 论

人造石材行业工作场所存在的主要职业病危害因素有粉尘、化学毒物(苯乙烯)和物理因素(噪声)。人造岗石企业以大理石粉尘为主,粉尘中游离二氧化硅含量低于 10%,人造石英石企业以矽尘危害为主,粉尘游离二氧化硅含量超过 85%,综合类企业同时受到矽尘和大理石粉尘的危害。作业场所粉尘危害严重,原料岗位粉尘超标率高达 56.5%,人工开料(石英砂、石英粉以袋装形式储存)、人工倒粉、下料使作业工人接触矽尘超标,危害程度高;人造岗石生产中破碎和物料输送环节是粉尘危害的源头,主要超标原因有设备密闭程度不高,缺少通风除尘装置等。云浮市石材企业的各种作业岗位均不同程度存在生产性粉尘危害,职业卫生现况堪忧,存在职业病隐患^[7]。工作场所普遍存在噪声危害,噪声超标主要原因是生产场所为联合厂房,生产车间相对狭小,生产设备布置密集,破碎机、

振动压制机、打磨抛光机、切割机和各种电机等设备运行时产生强度较高的噪声,作业人员接触噪声超标。苯乙烯浓度超标的原因主要为个别搅拌机和压制机等设备作业时密闭程度不够,工作场所缺少通风排毒设施或通风装置故障。

粉尘作业人员职业健康检查结果中,4 例疑似尘肺病发生在人造石英石生产线,人造石英石企业作业人员高千伏胸片检查异常率高于人造岗石企业和综合类企业,主要是与粉尘类别有关,矽尘中游离二氧化硅百分含量的致矽肺作用已为世人公认^[8],我国发病人数最多的矽肺是由于吸入高游离二氧化硅的石英尘(矽尘)所致,粉尘的性质、浓度和暴露时间的长短是尘肺病发病的主要条件^[9]。本次调查企业的作业人员出现疑似尘肺、点状阴影、肺纹理增多增粗和肺功能异常的表现,高千伏胸片和肺功能检查异常率随工龄增加而增高,表明人造石材行业作业场所粉尘对作业人员健康产生一定影响,以人造石英石的粉尘危害较严重,发生尘肺病风险较高。

本次检出疑似噪声聋 4 例,纯音听阈测试异常率高达 63.4%,以高频听力异常为主,符合噪声引起的听力损害的早期表现。听力异常率随工龄增加而增加,职业性听力损失的发生与接噪工龄存在密切关系,听力损伤主要发生在高频段,继而累及语频段^[10]。人造石材行业的生产性噪声对作业人员健康存在一定的损害作用,患噪声聋风险较高。

本次职业健康检查中显示作业人员心血管系统、血液系统、肝肾出现一定的损害。长期接触较高强度的噪声,可引起血管紧张度增加,血压增高,高血压患病率随着接噪工龄的延长逐渐增加;噪声对心功能影响主要通过引起植物神经紊乱而导致心率加快或减慢、心率不齐、甚至出现 T 波或 S-T 段改变,心电图参数的变化程度大多表现为随着接噪时间延长而增加^[11-12]。苯乙烯是不饱和聚酯树脂(URP)和乙烯酯树脂最常用的交联单体,具有溶解度大,反应活性高优点,但它在常温下容易挥发,也对作业人员的健康造成一定的影响^[13]。苯乙烯对人体危害既有急性毒性,又有慢性毒性,可对人体多个系统产生损害,苯乙烯具有较强的神经衰弱作用,大量吸入可引起中毒性脑病,长期接触可引起中毒性肝病(具起病隐袭特点)和肾损害,可能引起尿中白蛋白、免疫球蛋白、 α 1-微球蛋白和 β 1-微球蛋白水平增高,对呼吸道具有刺激作用,长期接触易患肺炎、肺气肿等疾病,还有研究可引起职业性

哮喘,苯乙烯对循环系统具有一定影响,长期接触可引起心电图异常,表现为心率失常,以窦性心动过缓为主,对造血系统也有一定的影响^[14-15]。

综上所述,人造石材行业生产环境同时存在粉尘、噪声和苯乙烯等多种危害因素,对作业人员健康产生叠加影响,工作人员呼吸系统、听觉神经系统、心血管系统、血液系统和肝肾系统出现异常情况与长期接触超标的职业病危害因素有密切关系。目前应加强作业场所的粉尘、噪声和化学毒物超标治理,增设除尘装置、隔声降噪和通风排毒等职业病防护设施,加强个人防护用品的正确佩戴和使用,强化健康教育,加强职业卫生管理,降低作业人员接触职业病危害因素浓度或强度,保障人造石材行业从业人员的健康安全,确保人造石行业健康发展。

参考文献

- [1] 中华人民共和国工业和信息化部. JC/T908-2013 人造石[S]. 北京:中国建材工业出版社,2013:1-32.
- [2] 雷翅,徐海军,祝雯. 人造石材的研究与发展现状[J]. 广州建筑,2014,42(1):37-40.
- [3] 中华人民共和国卫生部. GBZ 159-2004 工作场所空气中有毒物质监测的采样规范[S]. 北京:人民卫生出版社,2004:1-9.
- [4] 中华人民共和国卫生部. GBZ/T 192. 1-2007 工作场所空气中粉尘测定[S]. 北京:人民卫生出版社,2007:1-6.
- [5] 中华人民共和国卫生部. GBZ/T 189. 8-2007 工作场所物理因素测量 第 8 部分:噪声[S]. 北京:人民卫生出版社,2007:1-4.
- [6] 中华人民共和国卫生部. GBZ/T 160. 42-2004 工作场所空气有毒物质测定 芳香烃化合物[S]. 北京:人民卫生出版社,2004:1-10.
- [7] 张卫平,陈清光,王玉珍. 云浮市石材加工作业场所粉尘危害现状分析[J]. 环境与职业医学,2014,31(8):627-630.
- [8] 林春芳,刘秉慈,李涛,等. 我国矽尘防治中对矽尘表面性质重视的必要性[J]. 中华劳动卫生职业病杂志,2006,24(5):311-314.
- [9] 张军. 国内尘肺病防治进展[J]. 预防医学文献信息,2004,10(2):194-195.
- [10] 钟自成. 某地区石材加工工人职业性听力损伤分析[J]. 医学信息,2010,24(12):3474.
- [11] 唱斗,梁武,王生. 高频稳态噪声对心血管系统影响的调查[J]. 中国职业医学,2003,30(1):25-27.
- [12] 陈自然. 噪声对作业工人听力与心血管系统影响的分析[J]. 实用预防医学,2007,14(3):766-767.
- [13] 吴江,孔国建. 树脂生产中解决苯乙烯对环境危害的进展[J]. 天津化工,2000,6(1):7-8.
- [14] 张放,邵华. 苯乙烯职业暴露危害研究进展[J]. 中国公共卫生,2006,22(9):1145-1146.
- [15] 李江华,林瑞存,乔彬彬,等. 低浓度苯乙烯对作业工人健康危害的调查[J]. 职业医学,1995,22(1):14-16.

收稿日期:2017-01-10