

限值以下。目前的工艺、设备、防护设施的技术水平有限,噪声、高温、手传振动的危害还不能得到有效控制。对于已建成企业物理因素的治理不能主要依靠从工艺、设备方面进行改进,而只能采取个人防护等综合干预措施进行防护。冲压车间脉冲噪声广泛分布于多个工种,且各工种之间噪声相互作用,多数情况下并不是一台设备单纯的脉冲噪声,而是在一个工作环境中不同强度和频次的脉冲噪声混合存在,也被称为混杂型噪声源<sup>[1]</sup>,可视其为连续性噪声,企业应根据冲压车间噪声特点设置隔音休息室,提供声衰性能良好的护耳器,并合理安排劳动用工,减少接噪时间<sup>[2]</sup>。涂装车间休息工位应设置休息室,并配备空调,缩短夏季作业时间,为工人配备隔热服、隔热面罩、盐汽水等防暑降温用品。企业应为接触手传振动的工人配备防振手套,制定合理的作息制度和工间休息。

虽然本次调查粉尘和化学物质的浓度基本未超标,但只是表明所采取的除尘防毒措施是有效的,降低了危害程度,而并未完全消除,从职业健康检查结果看工人低剂量接触也

会对身体产生损害。企业在关注物理因素危害防护的同时,仍然不能放松对粉尘、化学物质的防护,还应加强工人佩戴个人防护用品的管理,以及防护设施维护、检修的管理。

轿车制造企业涂装工艺使用的处理液、密封胶、稀释剂、漆料等原料多达数十种,每种原料的化学组分繁多,而且大部分化学物质尚无国家职业接触限值和检测方法,毒理学资料相对较少,未能开展检测、评价及风险评估,其潜在危害不可预知。随着涂装技术的发展,新化学品不断应用,职业病危害因素种类也将发生变化,会成为未来轿车制造企业职业病危害新的关键控制点。因此,职业病防治机构及企业应加大对涂装工序未知化学物质的研究和防护,保护工人的身体健康。

参考文献:

[1] 张云生,赵清波,李君,等.工业脉冲噪声测量指标探讨[J].工业卫生与职业病,2005 31(4):255-257

[2] 廖海江.轿车制造业职业病危害与防护措施评价研究[J].工业安全与环保,2006 32(8):55-57.

# 某太阳能电池盖板玻璃生产建设项目职业病危害预评价

Pre-evaluation on occupational hazards in a construction project of coverplate glass for solar battery

钱勇韦,徐健英  
QIAN Yongwei XU Jianying

(苏州工业园区疾病防治中心,江苏 苏州 215021)

**摘要:** 对某太阳能电池盖板玻璃新建项目进行现场调查,识别、评价建设项目可能产生的职业病危害因素。采用类比法、检查表法和现场检测法对可能产生的职业病危害因素进行定性、定量评价。该项目存在的粉尘、噪声、化学毒物、高温等职业病危害因素是可以预防和控制的,项目可行。

**关键词:** 太阳能电池盖板玻璃;职业病危害;预评价

**中图分类号:** R135 **文献标识码:** B

**文章编号:** 1002-221X(2010)02-0146-03

部分,采用压延法生产原片玻璃,涂布法生产太阳能电池盖板玻璃。主要由2个原料仓库、原料车间、联合厂房、废弃物仓库、碎玻璃堆场、危险品库、氧气站、燃气贮存站、供电房、空压机房、污水处理站、行政办公区等组成。原片玻璃的设计生产能力为240万片/年,最终生产太阳能电池盖板玻璃的产量为700万m<sup>2</sup>/年。

该项目主要原辅料用量、成分见表1。

表1 原辅料用量及成分

| 原辅料名称  | 主要成分                            | 形态 | 包装规格   | 预期年用量(吨) |
|--------|---------------------------------|----|--------|----------|
| 石英砂    | SiO <sub>2</sub>                | 粉体 | 1t/袋   | 36000    |
| 白云石    | CaO MgO                         | 粉体 | 1t/袋   | 3000     |
| 方解石    | CaCO <sub>3</sub>               | 粉体 | 1t/袋   | 12000    |
| 纯碱     | Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> | 粉体 | 1t/袋   | 12000    |
| 元明粉    | Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 粉体 | 50kg/包 | 450      |
| 氧化铝    | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>  | 粉体 | 1t/袋   | 600      |
| 硝酸钠    | NaNO <sub>3</sub>               | 粉末 | 50kg/包 | 750      |
| 低反射膜药液 | —                               | 液体 | 50kg/桶 | 100      |

注:除低反射膜药液储存在危险品仓库外,余原辅料在原料仓库储存。

项目定员360人,具体岗位有上料调和、熔解、成型、切割、研磨、AR涂层、钢化、包装、检查等。

2 生产工艺流程

原板玻璃生产流程:原料→熔解→制板→退火→切割→

随着太阳能电池的大量生产,太阳能电池盖板玻璃的需求量大大增加。太阳能电池盖板玻璃的生产工艺与传统的玻璃生产工艺不同,产生的职业病危害也有所差异,本文针对其生产过程中的职业病危害进行分析评价,并提出相应的预防措施。

1 项目概况

项目拟建于某工业园区东北部,地处长江下游冲积平原区域。该地区多年平均气温17.0℃,最热月份平均气温27.8℃;多年平均相对湿度76%,多年平均降水量1054.7mm,多年平均风速3.2m/s,最大风速20m/s。冬季主导风向和频率:西北风,6%;夏季主导风向和频率:东南风,5%。

该项目包括原片玻璃生产和太阳能电池盖板玻璃生产两

检查→半制品。

盖板玻璃生产流程：半制品→磨边→清洗烘干→AR液体涂覆→钢化→检查→成品仓库。

3 类比调查

为了解该项目投产后的职业病危害情况，我们选择同类企业某特种玻璃有限公司生产项目作为类比调查对象。类比企业开工 4 年，年产平板玻璃 26 万 m<sup>2</sup>，采用浮选法生产工艺。其生产设备、生产工艺和职业病防护措施与评价项目相似，具有可比性。类比项目主要是由投料、热端、冷端组成。类比企业有严格的职业卫生管理制度，设有专职的职业卫生机构和管理员，具体负责职业卫生安全工作。对各种岗位的职业危害因素粉尘、噪声等采取了较好的防护措施，工作人员佩戴防尘口罩、耳塞、防护服等个人防护用品。

对类比项目硅砂库、投料等岗位的 15 个粉尘作业点进行检测，检测结果均在国家标准规定的接触限值以下（见表 2）。对生产过程中存在的纯碱、苯、甲苯、硫酸、二氧化锡等有害物质进行检测，结果均未超过国家标准接触限值（见表 3）。对投料、冷端等强噪声岗位的 14 个作业点进行噪声检测，有 7 个作业点噪声强度超过国家标准，最高达 94.9 dB（A）（见表 4）。对溶解炉的巡检口等 4 个高温作业点进行高温检测，2 个作业点温度超过国家标准，岗位温度最高 33℃，温差最高 9.7℃（见表 5）。

表 2 类比项目粉尘检测结果

| 测试地点                                  | 粉尘类型                             | 结果判断 |        |
|---------------------------------------|----------------------------------|------|--------|
|                                       |                                  | TWA  | PC-TWA |
| 硅砂场                                   | 矽尘（游离 SiO <sub>2</sub> 10% ~50%） | 0.62 | 1      |
| 人工投料                                  | 白云石粉尘                            | 2.48 | 8      |
|                                       | 炭黑粉尘                             | 3.11 | 4      |
| 人工投料（Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ） | 其他粉尘                             | 4.92 | 8      |
| 人工投料（长石）                              | 其他粉尘                             | 2.88 | 8      |
| 人工投料（芒硝）                              | 其他粉尘                             | 4.37 | 8      |
| 人工投料（碎玻璃）                             | 其他粉尘                             | 2.55 | 8      |
| 自动投料                                  | 矽尘（游离 SiO <sub>2</sub> 10% ~50%） | 0.89 | 1      |
| 仓库                                    | 其他粉尘                             | 2.26 | 8      |
| 原料巡检口                                 | 其他粉尘                             | 3.73 | 8      |
| 裁板投料                                  | 其他粉尘                             | 1.21 | 8      |
| 裁板喷粉                                  | 其他粉尘                             | 2.11 | 8      |
| 冷端打扫                                  | 其他粉尘                             | 4.18 | 8      |
| 地下室                                   | 其他粉尘                             | 9.33 | 8      |
| 维修间                                   | 电焊烟尘                             | 3.08 | 4      |

表 3 类比项目有毒物质检测结果

| 测试地点   | 职业病危害因素 | 结果判断  |        |
|--------|---------|-------|--------|
|        |         | TWA   | PC-TWA |
| 人工投料   | 碳酸钠（纯碱） | 2.47  | 3      |
| 溶解炉重油口 | 苯       | 0.1   | 6      |
|        | 甲苯      | <0.2  | 50     |
| 锡炉巡检口  | 二氧化锡    | <0.26 | 2      |
| 污水处理房  | 硫酸      | 0.66  | 1      |

表 4 类比项目噪声检测结果

| 岗位     | 等效声级<br>[ dB（A）] | 接触<br>时间 | 标准<br>[ dB（A）] | 结果<br>判定 |
|--------|------------------|----------|----------------|----------|
| 硅砂场    | 68.0             | 3 h      | 88             | 合格       |
| 硅砂库    | 60.8             | 7 h      | 85             | 不合格      |
| 人工投料   | 89.3             | 7 h      | 85             | 不合格      |
| 原料巡检口  | 77.8             | 7 h      | 85             | 合格       |
| 溶解炉重油口 | 74.2             | 3 h      | 88             | 合格       |
| 锡炉巡检口  | 74.5             | 5 h      | 85             | 合格       |
| 退火炉巡检口 | 79.5             | 3 h      | 88             | 合格       |
| 清洗机    | 85.8             | 5 h      | 85             | 不合格      |
| 药液涂布   | 94.9             | 6 h      | 85             | 不合格      |
| 切玻璃    | 86.7             | 6 h      | 85             | 不合格      |
| 冲边     | 87.3             | 7 h      | 85             | 不合格      |
| 裁板     | 80.8             | 7 h      | 85             | 合格       |
| 包装     | 83.7             | 5 h      | 85             | 合格       |
| 化学房    | 89.5             | 5 h      | 85             | 不合格      |

表 5 工作场所高温测试结果 °C

| 岗位     | 岗位温度 | 室外温度 | 温差  | 标准  | 结果判断 |
|--------|------|------|-----|-----|------|
| 原料巡检口  | 28.3 | 23.3 | 5.0 | 8.0 | 合格   |
| 溶解炉重油口 | 31.6 | 23.3 | 8.3 | 8.0 | 不合格  |
| 锡炉巡检口  | 30.1 | 23.3 | 6.8 | 8.0 | 合格   |
| 退火炉巡检口 | 33.0 | 23.3 | 9.7 | 8.0 | 不合格  |

对类比企业应检员工 482 人开展了职业健康检查。482 人进行听力检查，其中 11 人为Ⅲ级听力损失，5 人为Ⅲ级以上听力损失，9 人为非噪声性听力损害；接触粉尘的 154 人中高千伏胸片检查无异常，肺通气功能测定 1 人通气功能指标异常，1 月后复查为正常；接触高温的 102 人，眼底及裂隙灯检查发现 1 人眼晶状体混浊；接触二氧化硫的实际体检人数 110 人，内科、神经系统检查无异常，眼科检查无异常，血常规、肝功能、肝脾 B 超、胸片检查无异常；接触氯化氢的实际体检人数为 3 人，各项检查均未见异常。

4 主要职业危害因素及防护措施

4.1 职业病危害因素的识别

根据《建设项目职业病危害评价规范》和拟建项目的特点、生产工艺的过程等将整个项目划分为 5 个单元：投料单元、热端单元、冷端单元、涂布单元、工务单元。根据该新建项目的生产工艺、生产设备、生产过程中使用的原辅料，在进行系统分析的基础上，采取类比法识别和分析项目在建成投产后可能存在的职业病危害因素为矽尘（游离 SiO<sub>2</sub> 含量 10% ~50%）、白云石尘、氧化铝等粉尘，硝酸、硫酸、盐酸、氢氧化钠、碳酸钠等有毒物质和噪声等。

4.2 职业病危害因素分布情况

该项目划分 4 个评价单元，职业危害因素分布见表 6

4.3 职业病危害防护设施

4.3.1 防尘 配料、投料车间位于夏季最小风频的上风侧。生产工艺尽量使用机械化设备，连续化作业。

硅砂等原料均采用袋装，避免扬尘。碎玻璃堆场四周有围墙密闭围堵，围墙四周设有喷水口，定时向玻璃堆喷水，减少铲车运送过程中的粉尘。

表 6 太阳能电池盖板玻璃生产项目职业病危害因素分布

| 单元   | 作业区 /岗位 | 职业病危害因素           |
|------|---------|-------------------|
| 投料单元 | 原料库     | 矽尘、白云石、氧化铝、碳酸钠    |
|      | 送料      | 矽尘、白云石、氧化铝、碳酸钠、噪声 |
|      | 调和      | 矽尘、白云石、氧化铝、碳酸钠、噪声 |
|      | 熔解      | 高温、热辐射、一氧化碳、二氧化碳  |
| 原板单元 | 成型      | 噪声                |
|      | 切割      | 噪声                |
|      | 包装      | 噪声                |
| 涂布单元 | 研磨      | 噪声                |
|      | 钢化      | 噪声                |
|      | AR涂层    | 硝酸、噪声、甲醇、异丙醇      |
| 工务单元 | 空压机房    | 噪声                |
|      | 变电房     | 噪声、工频电场           |
|      | 污水处理    | 噪声、盐酸、氢氧化钠        |

原料传送、筛选装置均设计为自动生产设备，物料的输送基本采用斗式提升机和自动输送带。投料和包装是半自动操作，二氧化硅投料装置为半自动设备；白云石、氧化铝投料口设置半密闭罩，各物料的投料口均设有下排风式机械排风装置，形成局部负压，同时加快物料的投入。整个项目共设置 16 台除尘设备，其中，方解石进料入口 2 台、纯碱桶仓入口 1 台、白云石桶仓入口 1 台、氧化铝桶仓入口 3 台及备用 1 台、铈酸钠及硝酸钠桶仓入口共 3 台、碎玻璃桶仓入口 1 台、称量系统 1 台、混合料输送 1 台、碎玻璃系统 1 台、冷端 HO 漏斗 1 台。

4.3.2 防毒 污水处理间和涂布区设有机抽风装置，涂布生产线设计为密闭装置，设备上方设有机抽风装置。

4.3.3 防噪声 该项目拟对涂布区噪声进行以下消音降噪处理：在主要噪声源吹风机等处配置消声器，风机室的墙壁采用隔音墙等设备。拟对热端吹风机安装消声器，冷端玻璃传送装置设置橡胶滚轮，减少传送噪声。

4.3.4 防高温和热辐射 拟在产生高温的区域（熔解窑等）采用保温棉，减少热量的散发。设置员工休息室和控制室，员工可以经常在空调室内。现场放置移动式冷风机，使员工在现场作业时能够利用冷风机降温。

4.3.5 拟配置个人使用的职业病防护用品 根据拟建项目产生的职业危害因素，为所有投料单元的工作人员配备耳塞和防尘口罩；热端工作人员配备防火隔热服、耐热头套、耐热手套、耳塞；冷端工作人员配备耳塞；涂布单元配备防毒口罩、耳塞。

4.3.6 拟采取的应急救援设施 主要包括消防报警装置、燃气泄漏报警装置、现场急救用品、急救场所、冲洗设备、救援装备、防护装备、警示标识等设置情况。

应急救援医院是市级三甲医院，距离本项目 7 km，具备应急救援能力。现场有消防报警器，药品急救箱、洗眼器，应急疏散通道，大功率风机，并按规定配发个人防护设备和张贴疏散、警示标识。

5 评价结论

项目在选址、布局、建筑卫生学、工程技术防护措施、个人防护措施、应急救援等方面基本遵循国家有关建设项目职业病危害防护的法律、法规和标准，拟采取的职业卫生防护措施基本符合《工业企业设计卫生标准》等有关标准、规

范的要求。该项目存在的职业危害因素为粉尘、噪声、化学毒物、高温等。原料大量使用含游离二氧化硅> 90% 的矽尘，故综合判定为产生职业病危害严重的建设项目，需按有关规定进行设计阶段防护措施设计审查。项目在总体布局、职业卫生防护措施、职业卫生管理等方面需要补充和完善。

6 建议

6.1 总体布局

联合车间将涂布、熔解窑炉和包装工作区放置在同一车间内，热端加工车间与冷端加工车间设置在同一车间内，分区不明确，不符合有害与无害作业分开原则。应该将热端、冷端、涂布、包装等工作区独立分隔，相对密闭，避免职业危害的扩散。

6.2 防尘措施

投料车间是防尘的重点，应加强投料、筛料、输送等设施的密闭，原料库、投料车间应设置除尘设备。投料口应设置合适的抽风功率和除尘装置，设置移动式吸尘装置清除地面、墙面和设备表面上的积尘。人工投料口应设置带有吸风装置的密闭罩或进行隔离，防止粉尘逸出。碎玻璃堆场定期喷水，减少粉尘飞扬。同时加强个人防护。

6.3 防噪措施

钢化风冷降温生产线的吹风口噪声应实施吸音降噪防护，加强密闭和隔离；同时加强个体噪声防护。该项目涂布单元有 6 台清洗设备，清洗设备产生的噪声应加以防护，应该在清洗机周围设置有效的消音装置，减少噪声。同时对清洗设备作业人员加强个体噪声防护。空气压缩机摆放底座应设置稳固，具有防震功能，防止设备共振噪声。门口醒目位置应设置防噪声耳塞和耳罩存取处，保证足量的防护用品供进入人员取用。风机室的隔音墙降噪效果应该经过测试合格后方能运行。风机室除了设置隔音墙，还要设置隔音门，适当增加消音设备。热端窑炉送风供氧风机应密闭隔声，减少噪声对整个车间的影响。

6.4 防毒措施

涂布单元使用的涂布液含有甲醇、异丙醇、硝酸等有毒物质，涂布液经过高温容易造成毒物挥发弥散，应在设备上方设置局部排风和事故通风装置，保证挥发的毒物全部排除。此外联合车间应设置整体排风设备并定期维护，保证通风效果。熔解窑炉在生产过程中可能会产生一氧化碳、二氧化碳等危害因素，应在其区域设置气体泄漏报警装置、局部通风装置和事故通风装置。

6.5 防暑降温措施

熔解岗位作业人员应设置空调休息室，减少巡视时间，每天为作业工人供应含盐清凉饮料和防暑降温饮料，炎热季节适当减少工人作业强度和作业时间。

6.6 个人防护

拟建项目的作业工人应严格按照要求配备、发放合格有效的个人防护用品，同时保证发放制度和使用制度的严格执行。特别应注意给工人发放合格的防毒面具、防护服及防噪声用品。