

# 某探测器核技术建设项目预评价中职业病危害因素的识别与分析

林伟涛, 邱奕冰, 余新天  
深圳市宝安区沙井预防保健所职业卫生科, 广东 深圳 518104

**摘要:** 目的 识别某探测器核技术建设项目中的职业病危害因素及关键控制点,分析其来源及分布,提出防护措施。  
**方法** 利用系统工程分析法、类比调查法识别和分析某探测器核技术建设项目职业病危害预评价中的职业病危害因素。  
**结果** 本项目存在的化学性职业病危害因素以苯系物、二氯乙烷、甲醇、二氧化锡、异丙醇为主;物理性职业病危害因素为 <sup>241</sup>Am 放射性气溶胶、α 粒子、γ 射线。类比项目旧厂工作场所职业病危害因素 <sup>241</sup>Am 放射性气溶胶、α 粒子、γ 射线的个人剂量检测结果均符合放射卫生限值标准的要求。工频电场、酚醛树脂粉尘、噪声、铅烟、甲醇、二氧化锡、异丙醇、甲苯预计接触水平均符合国家职业接触限值标准。  
**结论** <sup>241</sup>Am 放射性气溶胶、α 粒子、γ 射线是本项目职业病危害因素的关键控制点,应完善职业病危害防护措施,从源头治理职业病危害,预防项目建成后职业病的发生。  
**关键词:** 探测器;核技术;职业病危害因素;预评价  
**中图分类号:** R135 **文献标识码:** B **文章编号:** 1006-3110(2017)08-0983-03 **DOI:** 10.3969/j.issn.1006-3110.2017.08.027

职业病危害因素识别与分析,决定了建设项目职业病危害预评价的可行性、合理性、科学性,是项目开展的基础。目前,国内对烟感探测器核技术项目中的职业病危害方面的研究较少。本项目通过对某烟感探测器核技术建设项目预评价中职业病危害因素的识别,分析其产生职业病危害因素的原因,针对关键控制点提出防护措施,从源头治理职业病危害,防控职业病的发生。

## 1 对象与方法

**1.1 评价对象** 某探测器核技术建设项目,主要包括主体工程[二楼 SMT(SMT 指表面贴装技术)车间、三楼组装车间、四楼片源和组合源生产车间、辅助单位]和公用工程(供电、给水、排水、贮运方式、给水系统、空调系统、消防系统、化学品仓库、电子元器件仓库)两部分内容。

**1.2 职业病危害因素识别方法** 利用系统工程分析法、类比调查法识别和分析某探测器核技术建设项目职业病危害预评价中的职业病危害因素。以系统工程分析法将项目建设内容划分为二楼 SMT 车间、三楼组装车间、四楼片源和组合源生产车间、辅助单位四个评价单元,对每个评价单元中使用的原辅材料、生产工艺、工艺设备与布局等情况进行分析,识别可能存在的

职业病危害因素。结合类比调查法以本项目的旧厂为类比对象,通过职业卫生调查、工作场所职业病危害因素浓度(强度)检测、技术资料的分析,类推本项目的职业病危害因素的种类和危害程度等。

## 2 结果

**2.1 系统工程分析法**  
**2.1.1 主要原辅材料及职业病危害因素** 本项目生产过程中所有原辅材料、中间产品和成品并进行分析,原辅材料、化学反应产物以及中间品和产品等可能产生的职业病危害因素见表 1。

表 1 某探测器核技术建设项目  
主要原辅材料和职业病危害因素

序号	原辅材料	状态	主要职业病危害	储存地点
1	电子元器件	固态	/	仓库
2	塑胶件	固态	/	仓库
3	五金件	固态	/	仓库
4	锡条	固态	二氧化锡	仓库
5	锡膏	胶状	二氧化锡	仓库
6	助焊剂	液态	异丙醇	化学品仓库
7	无水乙醇	液态	乙醇	化学品仓库
8	防潮油	液态	甲苯、二甲苯、乙苯	化学品仓库
9	黑胶	液态	甲苯、二甲苯、甲醇、二氯乙烷	化学品仓库
10	酒精	液态	甲醇	化学品仓库
11	活性块钼-241	固态	<sup>241</sup> Am 核素	专用储存库

注:“/”表示所涉及的原辅材料无职业病危害。

**2.1.2 生产工艺流程及职业病危害因素** 按生产工艺流程分析生产过程中使用和产生的物质,识别生产

**作者简介:** 林伟涛(1982-),男,广东汕头人,本科学历,主管医师,主要从事职业卫生技术服务工作。  
**通信作者:** 余新天, E-mail: 1178378095@qq.com。

工艺过程中可能产生的职业病危害因素以及劳动者的接触情况。该项目经过以下生产流程来完成探测器的生产:①探测器配件生产工艺流程:电子元器件通过点胶、SMT、波峰焊、组装(塑胶件、五金件)完成配件生产,工艺流程中使用到胶水、助焊剂、锡条、锡膏等化学品,在工作环境中可能存在甲苯、二甲苯、甲醇、二氯乙烷、二氧化锡、异丙醇等职业病危害因素;②放射性活性块镅-241 生产工艺流程:活性块镅-241 原料经过冷轧、冲型成为源片,清洗、二次成型后成组合源,工艺流程中可能产生的职业病危害因素主要为 <sup>241</sup>Am 放射性气溶胶、α 粒子、γ 射线、甲醇;③利用探测器配件和组合源进行装配、测试后成为合格的探测器成品,由于源片和组合源均经过密封组装,在此阶段不会产生 <sup>241</sup>Am 放射性气溶胶、α 粒子、γ 射线。某探测器核技术建设项目生产工艺流程见图 1。

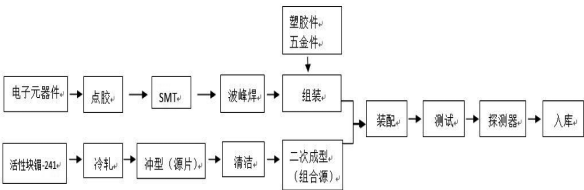


图 1 某探测器核技术建设项目生产工艺流程

2.1.3 生产设备及职业病危害因素 调查项目中相关的生产设备,对设备使用过程中结合原辅料、设备的布局以及设备特点进行分析,进而识别可能产生的职业病危害因素。以 SMT 生产工艺过程中的设备和冲床为例进行分析。SMT 生产工艺中,首先 SMT 机通过使用自动印刷机将锡膏涂印在 PCB 板(PCB 指印制电路板)的焊位上(存在二氧化锡),将电子元器件准确安装到 PCB 的固定位置上,再用回流焊机进行焊接(存在二氧化锡),用酒精进行清洗(此过程存在甲醇),并对焊接好的 PCB 板进行焊接质量的检测。因此,该工作场所可能产生的职业病危害因素有:二氧化锡、甲醇。冲床主要是应用于源片的冲压成型,冲压后产生边角料的同时会产生 <sup>241</sup>Am 放射性气溶胶、α 粒子、γ 射线等职业危害因素。

2.2 类比调查法 本项目新建后与旧厂的劳动定员方面、生产规模、生产工艺、生产设备、产品种类、危害因素、防护措施等方面基本上相同,因此,以本项目的旧厂为类比调查对象具有较高的可比性。由类比旧厂检测结果可知:类比工程中的非放射性职业病危害因素检测结果(酚醛树脂粉尘、铅烟、甲醇、二氧化锡、异丙醇、甲苯等)、噪声、工频电场等的检测结果均符合 GBZ 2.1-2007《工作场所有害因素职业接触限值 第 1

部分:化学有害因素》<sup>[1]</sup>或 GBZ 2.2-2007《工作场所有害因素职业接触限值 第 2 部分:物理因素》<sup>[2]</sup>的标准。乙级非密闭源工作场所 γ 射线周围剂量当量率检测结果、乙级非密闭源工作场所 α 表面污染水平检测结果、乙级非密闭源工作场所 <sup>241</sup>Am 核素气溶胶分析、乙级非密闭源工作场所手部剂量当量监测结果、乙级非密闭源工作场所个人剂量监测结果均符合 GBZ/T 154-2006《两种粒度放射性气溶胶年摄入量限值》<sup>[3]</sup>和 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》<sup>[4]</sup>的标准。

2.3 职业病危害因素识别结果 通过工程分析法和类比调查法分析可知,本项目可能存在的职业病危害因素见表 2。

表 2 某探测器核技术建设项目可能存在的职业病危害因素

序号	工种/车间	职业病危害因素	产生危害设备或物质
1	SMT 车间	/	/
1.1	波峰焊	二氧化锡、铅烟(潜在)	锡条
1.2	后焊	二氧化锡、铅烟(潜在)	锡条
1.3	印刷	二氧化锡、异丙醇、铅烟(潜在)	锡膏、助焊剂
1.4	回流焊	二氧化锡、铅烟(潜在)	锡条
1.5	补焊	二氧化锡、铅烟(潜在)	锡条
2	组装车间	/	/
2.1	点胶	甲苯、二甲苯、甲醇、二氧化锡	黑胶
2.2	焊锡	二氧化锡、铅烟(潜在)	锡条
2.3	清洁	乙醇	无水乙醇
3	片源、组合源车间	/	/
3.1	焊锡	二氧化锡、甲苯、二甲苯、乙苯、 <sup>241</sup> Am 放射性气溶胶、α 粒子、γ 射线、铅烟(潜在)	锡条、防潮油、活性块镅-241
3.2	测试	<sup>241</sup> Am 放射性气溶胶、α 粒子、γ 射线	活性块镅-241
3.3	液压、冷轧	<sup>241</sup> Am 放射性气溶胶、α 粒子、γ 射线	活性块镅-241
3.4	清洗	<sup>241</sup> Am 放射性气溶胶、α 粒子、γ 射线、甲醇	活性块镅-241、酒精
3.5	冲压	<sup>241</sup> Am 放射性气溶胶、α 粒子、γ 射线	活性块镅-241
3.6	装配	<sup>241</sup> Am 放射性气溶胶、α 粒子、γ 射线	活性块镅-241
4	辅助单元	/	/
4.1	空压机组系统	噪声	空压机
4.2	配电系统	工频电场	配电

注:“/”表示所涉及的工种或车间无产生职业病危害因素的危害设备或物质。

2.4 职业病危害因素关键控制点 根据国家安全监督管理总局公布的《建设项目职业病危害风险分类管理目录(2012 年版)》(安监总健[2012]73 号)中规定,建设项目为专业设备制造业(探测报警器生产制造属于国民经济行业分类代码 C3595 社会公共安全设备及器材制造,核技术应用属于应用项目、属于国民经济行业分类代码 C3599 其他专业设备制造),通过工程分析、类比旧厂工作场所职业病危害因素的检测和现场职业卫生的调查及现有的职业病防护措施等方

面进行综合判断,本项目属于职业病危害较重的建设项目,其职业病危害因素关键控制点见表 3。

表 3 某探测器核技术建设项目职业病危害因素关键控制点

工作场所	职业病危害因素	工作场所防护措施	个人防护措施
源片、组合源生产车间	<sup>241</sup> Am 放射性气溶胶、α 粒子、γ 射线	源片、组合源生产岗位安装局部抽风过滤装置、密闭作业;车间安装全面通风设施	所有工作人员佩戴个人辐射剂量监测计,佩戴防护服和防护眼镜等符合职业卫生要求的个体防护用品;禁止饮食、吸烟等

3 讨 论

系统工程分析法可应用于在建设项目职业病危害预评价中的职业病危害因素的识别,同时也可用于生产工艺中职业病危害因素及防护设施的分析。首先按生产工艺流程依次展开能够确保评价过程中职业病危害分析的系统性和全面性,确保不遗漏评价工艺或是危害项目等;其次作业场所存在多种职业病危害因素,可对职业病危害因素之间的相互作用进行分析,分析相互作用间的职业病危害程度,以及分析采用现有的职业接触限值标准进行评价是否科学可行;最后当作业场所存在多种职业病危害因素,其采取的职业病防护设施是否能有效地满足防护要求等<sup>[5]</sup>。类比调查法在预评价类比对象时,应重点考虑类比对象的劳动定员、生产规模、生产工艺、生产设备、产品种类、危害因素、防护措施等方面内容,保证类比项目的可比性<sup>[6]</sup>。

通过系统工程分析法和类比调查法对某探测器核技术建设项目进行全面的分析,本项目存在的化学性职业病危害因素以苯系物、二氯乙烷、甲醇、二氧化锡、异丙醇为主;物理性职业病危害因素为 <sup>241</sup>Am 放射性气溶胶、α 粒子、γ 射线。类比旧厂工作场所职业病危害因素检测结果, <sup>241</sup>Am 放射性气溶胶、α 粒子、γ 射线、工频电场、酚醛树脂粉尘、噪声、铅烟、甲醇、二氧化锡、异丙醇、甲苯等检测结果均能符合国家卫生标准。其职业病危害因素关键控制点为 <sup>241</sup>Am 放射性气溶胶、α 粒子、γ 射线。针对职业病危害关键控制点的防护主要包括以下方面:源片、组合源生产车间设置全面

通风系统,生产岗位安装局部抽风装置、密闭作业,佩戴相应防护 γ 射线、α 射线的防护衣服,对场所及工作人员进行辐射监测,车间安装全面通风设施,禁止饮食、抽烟。

镅-241 作为一种放射性核素,属于极毒性放射性核素,半衰期长达 433 年,放射性主要分支是能量为 5.48 MeV 的 α 射线,以及少量的 γ 射线,含镅-241 探测器不会因为放射源的寿命而影响使用,从应用方面,镅-241 是一种较理想的使用放射性核素<sup>[7-8]</sup>。含镅-241 的成品探测器对人体损害不大,但在生产过程中冲压、冷轧、测试等工序均有可能接触到 <sup>241</sup>Am 核素,在进行职业病防护过程中应重点关注<sup>[9]</sup>。

本项目通过系统工程分析法和类比调查法识别和分析职业病危害因素,重点分析职业病危害因素的来源及分布等,针对职业病危害关键控制点提出有针对性的防护措施,能够从源头治理职业病危害有效预防项目建成后职业病的发生。

参考文献

[1] 中华人民共和国卫生部.GBZ 2.1-2007 工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分:化学有害因素[S].北京:人民卫生出版社,2007:3-19.

[2] 中华人民共和国卫生部.GBZ 2.2-2007 工作场所有害因素职业接触限值 第 2 部分:物理因素[S].北京:人民卫生出版社,2007:2-8.

[3] 中华人民共和国卫生部. GBZ/T 154-2006 两种粒度放射性气溶胶年摄入量限值[S].北京:中国标准出版社,2007:3-23.

[4] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. GB18871-2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准[S]. 北京:中国标准出版社,2004:30-48.

[5] 陈振芳.某铁矿职业病预评价中危害因素的识别与分析[J].中国安全生产科学技术,2013,9(7):154-158.

[6] 戴英健.建设项目职业病危害预评价的类比调查[J].中国卫生工程学,2006,5(4):246-247.

[7] 李国话,王谦.论离子烟感火灾探测器的放射性污染与防护[J].消防科学与技术,2001,3(1):41-42.

[8] 王新永,伍炳南.镅-241 烟雾报警器放射性的调查及控制[J].职业医学,1988,15(1):52-53.

[9] 陈厚,牛丽萍,董惠芬.火灾报警器中镅-241 放射源的辐射与防护[J].中国公共卫生,1997,13(8):482-485.

收稿日期:2017-03-01

更正启事:

2017 年 24 卷第 6 期 680 页《2014-2015 年深圳龙岗区男男性接触人群艾滋病高危行为综合干预效果评价》一文第一作者简介中李晓霞职称“主管医师”更正为“副主任医师”。