

杉杉新材料（衢州）有限公司
5万吨/年锂电池材料及配套项目（一期）
职业病危害控制效果评价报告

QKX27191011020



浙江中环检测科技股份有限公司

2019年11月编制

声 明

浙江中环检测科技股份有限公司遵守国家有关法律、法规，在杉杉新材料（衢州）有限公司 5 万吨/年锂电池材料及配套项目（一期）职业病危害控制效果评价过程坚持客观、真实、公正的原则，并对所出具的《杉杉新材料（衢州）有限公司 5 万吨/年锂电池材料及配套项目（一期）职业病危害控制效果评价报告》承担法律责任。

评价机构名称：浙江中环检测科技股份有限公司

法定代表人：金金燕

	姓名	技术职务	资质证书号	签名
项目负责人	林金钗	工程师	A2014(P)00059	
报告编写人	叶汪洁	助理工程师	A2015(P)00289	
报告书审核人	郭世辉	工程师	A2015(P)00288	
报告书签发人	金金燕	高级工程师	A2014(P)00056	

目 录

1 建设项目概况.....	1
1.1 建设项目名称.....	1
1.2 建设项目性质.....	2
1.3 建设单位.....	2
1.4 主要工程内容及生产规模.....	2
1.5 建设项目“三同时”执行及试运行情况.....	6
1.6 建设项目建设施工过程概况.....	6
1.7 评价单元的划分.....	7
2 职业病危害评价.....	9
2.1 职业病危害因素概述.....	9
2.2 职业病危害因素评价.....	16
2.3 总平面布置和设备布局评价.....	22
2.4 职业病危害防护设施评价.....	22
2.5 个体防护用品评价.....	22
2.6 建筑卫生学评价.....	23
2.7 辅助用室设置评价.....	23
2.8 职业卫生管理措施评价.....	23
2.9 职业健康监护评价.....	23
2.10 应急救援设施、应急管理评价.....	24
3 措施及建议.....	25
3.1 整改措施.....	25
3.2 持续性改进建议.....	25
3.3 其他建议.....	26
4 评价结论.....	27
4.1 建设项目的职业病危害风险类别.....	27
4.2 关键控制点.....	27
4.3 评价结论.....	28

1 建设项目概况

建设项目生产的锂电池电解液是包括磷酸铁锂电池在内的整个锂离子电池生产必需的四大关键材料（正极、负极、隔膜、电解液）之一，是保证锂离子电池性能的关键材料。电解液号称锂离子电池的“血液”，在电池正负极之间起到传导电子的作用，它本身的性能及其与正负极相互作用形成的界面状况直接影响到电池的性能。因此锂电池电解液的研究开发对锂离子二次电池的开发和应用具有非常重要的作用。

锂电池是 20 世纪 90 年代开发成功的新型绿色二次电池，近十几年来发展迅猛，在小型二次电池市场中占据了最大的市场份额，已成为化学电源应用领域中最具竞争力的电池。相对于铅酸电池、镍镉电池、镍氢电池等二次电池，锂电池具有能量密度高、循环寿命长、自放电率小、无记忆效应和绿色环保等突出优势。随着锂电池技术的不断进步已经在人们的生活中得到了广泛的应用，如便携式电子产品、新能源交通工具及储能等领域。

项目设计可形成 6000 吨/年六氟磷酸锂，50000 吨/年锂电池电解液的产能。根据业主的规划，本项目采用分期建设，实际一期总投资达 5 亿多元，已建成投入试生产的一期工程建设产能为 2000 吨/年六氟磷酸锂，20000 吨/年锂电池电解液。

1.1 建设项目名称

项目名称：杉杉新材料（衢州）有限公司 5 万吨/年锂电池材料及配套项目（一期）

承办单位：杉杉新材料（衢州）有限公司

法定代表人：郭力

工程性质：新建项目

拟建地点：衢州市柯城区华荫北路 62 号

项目规模：一期工程建设产能为 2000 吨/年六氟磷酸锂，20000 吨/年锂电池电解液。

项目总投资：51904.62 万元（职业病防护设施投资预算 2274.5 万元）。

1.2 建设项目性质

新建项目，根据国民经济行业代码（GB/T 4754—2011），企业产品行业分类为 C-261，基础化学原料制造。

1.3 建设单位

衢州市高新技术产业园区杉杉新材料（衢州）有限公司厂区内。
建设单位基本情况见表 1-1。

表 1-1 建设单位基本情况表

单位名称	杉杉新材料（衢州）有限公司				
住所	衢州市柯城区华荫北路 62 号				
营业执照内容	统一社会信用代码：91330800069212626K 注册资本：12000 万元 许可经营项目：年产：六氟磷酸锂、氟气（中间产品）、五氟化磷（中间产品），锂电池电解液；年副产：氟/氮混合气（含氟气 20%V/V）、40%氢氟酸（凭有效《安全生产许可证》经营）；化工原料及产品（不含危险化学品和易制毒化学品）、锂离子电池材料研发、销售；有色金属、矿产品销售；货物及技术进出口（法律法规限制的除外，应当取得许可证的凭许可证经营）；企业管理咨询服务；分支机构经营场所设在衢州市柯城区念化路 8 号 2 幢 201 室从事年产：六氟磷酸锂、氟气（中间产品）、五氟化磷（中间产品），锂电池电解液；年副产：氟/氮混合气（含氟气 20%V/V）、40%氢氟酸（凭有效《安全生产许可证》经营）。（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动） 营业期限：2013-05-20 至 2043-05-19。				
法定代表人	郭力	经济类型	其他有限责任公司	职工人数	141 人
联系人	徐应丰	联系电话	13819001924	传真	\

1.4 主要工程内容及生产规模

生产规模：根据杉杉新材料（衢州）有限公司提供的资料，年操作日 300 天，本项目实际劳动定员为 141 人，其中管理办公人员 50 人，生产人员 91，生产岗位为三班二倒，仓管员、机修、废水处理、管理人员为常日班。

本项目一期工程建设产能为 2000 吨/年六氟磷酸锂，20000 吨/年

锂离子电池电解液，主要由有机工艺车间、主工艺车间、电解液罐组、洗桶车间、西区动力中心、六氟磷酸锂车间、电解液成品库、甲类仓库、办公楼、分析楼、配电、中控楼、污水处理、门卫 1、门卫 2 等内容组成。本项目工程组成及主要工程内容情况见表 1-2，涉及的主要建（构）筑物设置情况见表 1-3。

表 1-2 主要工程内容情况

序号	装置名称	主要工程内容	
		建筑物名称	建筑物内的主要设备
1	六氟磷酸锂生产装置	六氟磷酸锂车间	反应槽、母液回收槽、废酸槽、PF ₅ 回收槽、PCl ₅ 加料槽、LiF加料槽、PF ₅ 吸收塔、气体冷凝器、母液供给槽、反应槽换热器、母液换热器等。
			晶析槽、受液槽
			脱酸干燥器、一次性干燥收集槽。
			二次干燥器、二次干燥收集槽、粉尘过滤器、、二次振动筛选机成品槽等。
		废气预处理	PF ₅ 回收反应槽、混酸槽、稀酸槽、PF ₅ 回收反应槽换热器、气体冷凝器、混酸槽换热器、稀酸槽换热器、吸收塔、LiF加料桶、粉尘过滤器、吸收塔 A/B/C 等
		废液预处理、消防事故水收集池	浓缩槽、晶体收集槽、粉碎机
	固废处理	LiPF ₆ 分解装置、气固分离罐、气体缓冲罐、气体储槽、LiPF ₆ 分解装置电子炉、气体压缩机、LiPF ₆ 加料桶、螺杆输送机、气体冷却器、辊筒输送机、粉尘过滤器等	
2	锂电池电解液生产装置	有机工艺车间	填充分子筛柱、水浴加热器、梁式起重机、皮带输送机、真空泵、原料罐、产品罐、水浴槽、真空缓冲罐、吸附塔。
		主工艺车间	计量罐、备用罐、混合釜、真空缓冲罐、添加剂地秤、活性炭吸附器
		洗桶间	吸附塔、自动清洗机、超声波清洗槽、烘箱
3	公用工程、辅助工程	电解液罐组	DEC 储罐 (60m ³ , 2 只)、DMC 储罐 (60m ³ , 2 只)、EMC 储罐、EC 储罐 (60m ³ , 3 只)、产品储罐 (30m ³ , 6 只)、泵、槽车、电子秤

序号	装置名称	主要工程内容	
		建筑物名称	建筑物内的主要设备
单元	单元	卸车场地、鹤管线	2 个卸车位和 2 个装车位、鹤管线
		HF/HCl 罐组	循环冷却器、真空缓冲槽、循环槽、混酸罐（80m ³ ，10 只）、氢氟酸储罐（30m ³ ，3 只）、喷淋水炮等 氢氟酸输送泵
		灌装车间	灌装管道
		甲类仓库	各种桶装脂类液体包装桶、液体添加剂、液体溶剂包装桶。
		电解液成品库、 电解液成品库二	锂电池电解液包装桶
		锂盐原料库	五氯化磷包装桶
		锂盐成品库	六氟磷酸锂、氟化锂包装桶
		合格桶库	合格桶
		空桶库	空桶
		机修仓库	检修工具
		东区动力中心楼	干燥压缩空气系统（吹包装桶）、干燥压缩空气系统（DCS 系统专用）
		西区动力中心楼	-50℃冷冻机组、-20℃冷冻机组、-10℃冷冻机组、氮气纯化器、微热再生空气净化器
		办公楼	文职、行政人员办公
		配电中控楼	变压器、配电室柜、DCS 控制系统等
分析楼	化验分析		

表 1-3 主要建构筑物一览表

序号	建（构）筑物名称	层数	占地面积 (m ²)	建筑面积 (m ²)	结构形式
1	有机工艺车间	单层	2447.7	3185.6	门式刚架结构，轻钢围护
2	主工艺车间	二层	1007	2105	二层钢框架结构，钢楼面混凝土面层，上人屋面，轻钢

序号	建（构）筑物名称	层数	占地面积 (m ²)	建筑面积 (m ²)	结构形式
					围护
3	电解液罐组	单层	装车间 482 罐区 1158(含 钢棚 560)	装车间 482 罐区钢棚 280	单层钢棚和单层钢筋混凝土 排架结构，轻钢屋面
4	空桶库	单层	2352	2352	门式刚架结构，轻钢围护
5	HF/HCL 罐组	露天	装车间 228.4+围堰 750	装车间 228.4	露天围堰和单层钢筋混凝土 框架结构，轻钢屋面
6	西区动力中心	单层	857	857	钢筋混凝土框架结构
7	洗桶车间	单层	2340	2340	门式刚架结构，轻钢围护
8	灌装车间	单层	501	501	门式刚架结构，轻钢围护
9	东区动力中心	单层	552	552	钢筋混凝土框架结构
10	六氟磷酸锂车间	四层	2829	11834	钢筋混凝土框架结构，上人 屋面，轻钢围护局部砖墙
11	电解液成品库	单层	1893	1893	钢筋混凝土框架结构
12	锂盐原料库	单层	1670	1670	钢筋混凝土框架结构
13	锂盐成品库	单层	2729	2729	钢筋混凝土框架结构
14	甲类仓库	单层	504	504	钢筋混凝土框架结构，轻钢 屋面，砖墙围护
15	合格桶库	单层	2352	2352	门式刚架结构，轻钢围护
20	食堂浴室	二层	676	1408	钢筋混凝土框架结构
21	办公楼	五层	1768	5105	钢筋混凝土框架结构
22	分析楼	三层	955	2910	钢筋混凝土框架结构
23	配电、中控楼	三层	1082	3246	钢筋混凝土框架结构
24	机修/高配	单层	940	1406	厂房为单层混凝土排架轻钢 屋面，仓库为二层钢筋混凝 土框架结构，砖墙围护
25	消防水站	单层	355	123	钢筋混凝土框架结构
27	门卫 1	单层	71	62	钢筋混凝土框架结构
28	门卫 2	单层	47	47	钢筋混凝土框架结构
29	门卫 3	单层	31	31	钢筋混凝土框架结构

序号	建（构）筑物名称	层数	占地面积 (m ²)	建筑面积 (m ²)	结构形式
30	门卫 4	单层	31	31	钢筋混凝土框架结构

1.5 建设项目“三同时”执行及试运行情况

本项目于 2017 年 7 月进行职业病危害预评价，2017 年 8 月 1 日组织通过职业卫生专家自评审；2017 年 11 月进行职业病危害防护设施设计，2017 年 11 月 24 日组织职业卫生专家自评审。对职业病防护设施设计专篇中职业病防护设施落实情况见资料性附件 2.3 章节。

本项目于 2016 年 10 月工程开工、定位、放线，电解液子项 2017 年 10 月完成土建安装工程，设备和管道制作安装工程，2017 年 11 月进行试生产；六氟磷酸锂子项 2018 年 1 月完成土建安装工程，设备和管道制作安装工程，2018 年 4 月进行试生产。试运行期间，本项目根据各个岗位接触有毒物质的情况发放了一定量的防护用品、制定各工作岗位具体操作规程、初步建立了各项职业卫生制度和基本的职业卫生台账、现有各项卫生防护设施正常运行、实际生产能力达到设计能力，试运行以来未发生职业中毒。

1.6 建设项目建设施工过程概况

本项目于 2016 年 10 月工程开工、定位、放线，土建工程由中南建设安装施工（资质证：D133050807）；电解液子项设备、工艺管道和电气由湖南鸿翔机电安装设备有限公司安装，2017 年 11 月开始试生产；六氟磷酸锂子项设备、工艺管道和电气由陕西中电精泰电子工程有限公司（资质证：D361065352）安装施工。经过紧张的施工建设，于 2018 年 1 月完成本装置土建、设备、工艺管道及电气安装全部工程，2018 年 4 月进行试生产。

1.7 评价范围

本次评价范围：杉杉新材料（衢州）有限公司 5 万吨/年锂电池材料及配套项目已建成投入试生产的一期工程建设产能为 2000 吨/年六氟磷酸锂，20000 吨/年锂电池电解液，主要针对本项目生产过程中

职业病危害防护设施及效果和职业卫生管理措施进行评价。

本项目一期工程建设内容进行评价的，不包括二期工程计划实施的六氟磷酸锂车间二、六氟磷酸锂车间三、主工艺车间二、电解液成品库二、动力中心二期等设施。

表 1-4 项目设计子项表

子项名称	子项名称
(01)有机工艺车间	(16)合格桶库
(02)主工艺车间	(20)食堂浴室
(03)电解液罐组	(21)办公楼
(04)空桶库	(22)分析楼
(05)HF / HCL 罐组	(23)配电、中控楼
(06)西区动力中心	(24A / B)机修 / 高配
(07)洗桶车间	(25)消防水站
(08)灌装车间	(26)消防事故水收集池
(09)东区动力中心	(27)门卫 1
(10)六氟磷酸锂车间	(28)门卫 2
(11)电解液成品库	(30)门卫 3
(12)锂盐原料库	(31)门卫 4
(13)锂盐成品库	(99)室外工程
(14)甲类仓库	

建设单位对所提供的生产物料、生产工艺真实性负责，生产过程中涉及本报告未涉及的生产物料、生产过程等可能引起的职业病危害不在本报告评价范围内。

1.8 评价单元的划分

杉杉新材料（衢州）有限公司 5 万吨/年锂电池材料及配套项目

（一期），根据建设项目的规划布局，本次控制效果评价将杉杉新材料（衢州）有限公司新建项目划分为 3 个单元：六氟磷酸锂生产装置单元、锂电池电解液生产装置单元和公辅工程。见表 1-5。

表1-5 评价单元的划分

序号	评价单元	工序及主要装置、设施
1	六氟磷酸锂生产装置单元	反应工序、晶析工序、过滤脱酸工序、干燥工序、六氟磷酸锂包装、废气预处理
2	锂电池电解液生产装置单元	洗桶间、有机工艺车间、主工艺车间
3	公用工程	罐组、甲类仓库、电解液成品库、锂盐原料库、锂盐成品库、合格桶库、机修仓库、东区动力中心、西区动力中心、配电中控楼、分析楼、污水处理站、

（本页以下无正文）

2 职业病危害评价

2.1 职业病危害因素概述

2.1.1 生产过程中的职业病危害因素及其分布

（1）主要原辅材料

本项目使用的主要原辅材料有氟化氢（无水）、五氯化磷、高纯 LiF、六氟磷酸锂、碳酸丙烯酯、碳酸乙烯酯、碳酸甲乙酯等，具体原辅材料及消耗见资料性附件第 4.1.1 节。

（2）生产任务的安排

杉杉新材料（衢州）有限公司 5 万吨/年锂电池材料及配套项目（一期）于 2016 年 10 月工程开工、定位、放线，电解液子项 2017 年 10 月完成土建安装工程，设备和管道制作安装工程，2017 年 11 月进行试生产；六氟磷酸锂子项 2018 年 1 月完成土建安装工程，设备和管道制作安装工程，2018 年 4 月进行试生产。

杉杉新材料（衢州）有限公司 5 万吨/年锂电池材料及配套项目（一期）装置从试运行以来，未发生职业卫生中毒事故，各项生产指标以及生产运行情况都比较稳定，产品质量稳定，能达到设计要求。

（3）生产工艺及流程说明

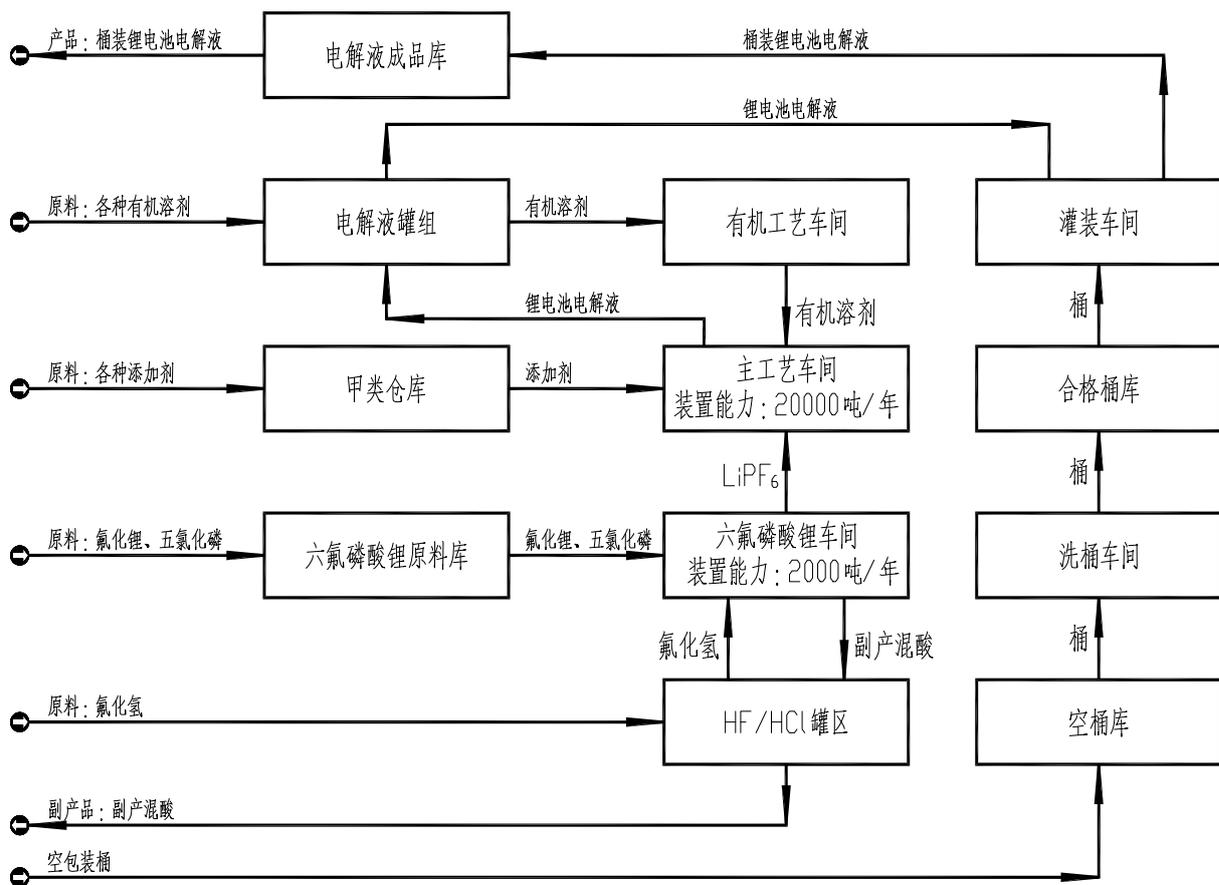


图 2-1 锂电池电解液生产装置上下游关系图

(1) 六氟磷酸锂

本项目六氟磷酸锂生产采用浙江东氟塑料科技有限公司提供的氟化氢溶剂法中的五氯化磷法工艺路线，生产主要原料为氢氟酸、五氯化磷、氟化锂，采用氟化氢溶剂法（五氯化磷路线）为基础原料生产六氟磷酸锂。

(2) 锂电池电解液

锂电池电解液的生产采用杉杉股份自有技术，拟根据不同的配方，以碳酸丙烯酯PC、碳酸乙烯酯EC、碳酸甲乙酯EMC、碳酸二甲酯DMC、碳酸二乙酯DEC、六氟磷酸锂和其他添加剂为主要原料进行混配。

具体介绍情况详见资料性附件4.1.1.3章节。

(4) 辅助设施存在的职业病危害因素识别及分析

动力车间

本项目动力车间包括制氮机、冷冻机组等设施。

制氮机定期通过管道向车间输送氮气，单位人员负责监督、管理，操作过程若发生泄漏可能发生氮气窒息事故。

锂盐冷冻站内设置 1 台制冷量为 600kW 的 -50℃ 冷冻机组。冷冻机组选用双机双级螺杆式压缩机，选型为约克（无锡）空调冷冻设备有限公司生产的（-50℃）冰机组。

电解液动力车间内设置 2 台制冷量为 300kW 的 -20℃ 冷冻机组。冷冻机组选用螺杆式压缩机，初步选型为大连冷冻机股份有限公司生产的 JZLGKA12.5 机组。

载冷剂一般购入乙二醇后进行配制成乙二醇水溶液，配制过程中乙二醇投料时可能接触，乙二醇本身毒性较低，但进入人体后其代谢物乙醇醛、乙醇酸、乙醛酸毒性较高，可引起肾脏、脑功能等损伤和代谢性酸中毒等。冰机运行过程中还产生噪声危害。制冷剂泄漏可导致冻伤。

罐组

电解液罐组：DEC 储罐(60m³，2 只)、DMC 储罐(60m³，2 只)、EMC 储罐、EC 储罐(60m³，3 只)、产品储罐（30m³，6 只）、泵、槽车、电子秤、2 个卸车位和 2 个装车位、鹤管线；

HF/HCl 罐组：循环冷却器、真空缓冲槽、循环槽、混酸罐（80m³，10 只）、氢氟酸储罐（30m³，3 只）、喷淋水炮、氢氟酸输送泵等

配电中控楼

变电站的变配电设备运行过程中可产生工频电场，电气作业人员现场巡检时可能接触。

仓库

本项目建有甲类仓库、电解液成品库、锂盐原料库、锂盐成品库、合格桶库、空桶库、机械仓库，正常情况下，原辅料、产品均在密闭的桶或袋内，但搬运、装卸过程中发生泄漏时可能接触到相应的有毒有害物质，应重点关注事故状态。

危废暂存库

本项目新建危险废物暂存库 1 个，位于东厂区。本项目产生的危险废物有污水处理站污泥、废活性炭、废电解液、废分子筛、实验室废液、废包装材料。操作工人在进出或搬运危险废物过程中可能接触到活性炭粉尘、氟化物、氟化氢、盐酸及氯化氢、硫化氢等职业病危害因素。

企业已制定了固废管理制度并严格落实，危险废做到了分类处置，企业设有 13×18 米的危废暂存区，采用地面硬化和刷环氧树脂进行防腐防渗处理，事故通风系统，门口设置应急喷淋洗眼器，并设置了分类存放区和危险废物警示标识。

机修

本项目各类维修委托社会维修单位维修。维修承担范围包括:所有工艺装置及辅助设施等在内的设备、管道的小修及日常维护检查工作;紧急事故的抢修排除、旧件修复;进行技术安全措施与技术改造项目的部分制作;施工安装工作。参与大、中修及备品备件的供应衔接。

固废处理

本项目六氟磷酸锂生产过程废固主要为五氯化磷、氟化锂的包装袋、以及投料过程中的少量散弃物，进行收集后返售给相关生产厂家做回收处理。电解液生产废液收集后作为危险废物交有资质单位处理。酯类原料脱水过程中产生的废分子筛约为 20t/a，收集后作为危险废物交有资质单位处理。生活垃圾由环卫部门定期清运。

废水处理

本项目综合治理废水水质特点，建设单位参照国内电解液同行的污水预处理设施设计方案，新建一系统处理工艺的污水预处理设施，处理规模为 300m³/d，污水预处理设施采用曝气+絮凝沉淀+过滤处理工艺，预处理后经市政污水管网最终排入园区污水处理厂。

废气处理

本项目生产过程产生的废气主要有：六氟磷酸锂合成尾气、六氟磷酸锂干燥尾气。尾气采用经过两级水洗、一级碱洗充分吸收氟化氢和氯化氢后排空，吸收液作为混酸副产品外售。

取样和分析

本项目取样包括原辅料和工艺过程质控分析，原辅料分析主要为成分（含量）分析，工艺过程质控分析，均采用密闭取样手套箱取样或针筒取样。取样箱图片如下：



取样箱图实



图 4-4 取样针图实

表 2-1 取样过程卫生防护设施一览表

序号	装置	采样点位置	采样点数量	涉及的物料	工艺防护措施
1	有机工艺	各分子筛柱处、各原料处理后的产品罐。	25	碳酸甲乙酯、碳酸二甲酯、碳酸二乙酯、碳酸乙烯酯	硅胶片针筒取样
2	主工艺	各混合釜液体进料总管、出料总管	6	碳酸甲乙酯、碳酸二甲酯、碳酸二乙酯、碳酸乙烯酯、电解液	硅胶片针筒取样
3	电解液罐组	各卸车点、各产品储罐	10	碳酸甲乙酯、碳酸二甲酯、碳酸二乙酯、碳酸乙烯酯、电解液	硅胶片针筒取样
4	六氟磷酸锂	反应母液槽、一次/二次振动筛选机、	24	六氟磷酸锂	手套箱取样

2.1.2 生产环境及劳动过程中的职业危害因素

劳动过程中可能存在的职业性有害因素主要包括：不合理的劳动组织和作息制度，显示装置视屏终端作业，以及控制台、座椅等不符

合人机工效学的设计，可能使工人发生视力疲劳、下背痛、腕管综合征、颈肩腕综合征等工作相关疾病。

2.1.3 特殊情况下的职业病危害因素的识别

（1）检修

检修时，如果检修的设备、管道等与在用系统未采取有效措施彻底隔绝，如果吹扫置换不干净、不彻底，打开/拆开后，有毒有害介质散发到空气中，检修人员在无防护状态下吸入可引起中毒，皮肤、眼睛接触之可引起中毒、化学灼伤。【注】应特别注意经皮肤吸收中毒的毒物防护。

检修过程中，电焊、切割等作业过程中，可产生有毒气体（如管道内衬聚四氟乙烯塑料，切割产生的热解气中含剧毒的八氟异丁烯）或烟尘（如锰尘）、一氧化氮、臭氧、一氧化碳等。如果在密闭的、通风不良的作业场所（如容器内）进行电焊、切割等作业，作业过程产生的各种有毒气体积聚，可引起急性或慢性中毒。【注】正常生产时，检修、维护工作较少，检修时使用含锰焊条进行电焊作业的时间更少；集中的装置大修等，可能引起急性或亚急性中毒。

检修过程中，电焊可产生紫外线，电焊作业人员如缺少防护，可发生职业性急性电光性眼炎和职业性电光性皮炎。

设备防腐作业过程中，尤其在封闭空间内进行防腐作业时，由于防腐涂料、油漆中存在有毒有害的溶剂甲苯、二甲苯等，如果忽视其危险性，未按正常作业程序进行作业，可引起中毒。

（2）事故处理

有毒有害物质泄漏时，应急救援设施缺乏或配备不足，应急救援人员应急能力缺乏，应急处理不当，事故抢险中未按规定要求做好自我保护，极易发生应急救援人员中毒、化学灼伤事故。生产装置区、罐区等发生火灾、爆炸等情况下，毒物与明火或灼热的物体接触时能分解产生一氧化碳、氮氧化物等次生毒物，救援人员如果对之缺乏认识、缺乏防护，易发生中毒事故。

（3）有限空间作业

本项目进塔入罐检修属于有限空间作业，有限空间存在的职业病危害主要表现在缺氧窒息和急性职业中毒两方面。

有限空间在通风不良状况下，下列原因可能导致空气中氧气浓度下降：

- ① 其内可能残留化学物质；
- ② 微生物的作用导致空间内氧浓度降低；
- ③ 劳动者在有限空间中从事电焊、动火的耗氧作业；
- ④ 工作人员滞留时间过长，自身耗氧导致空间内氧浓度降低。

有限空间中的有毒物质可由下列原因产生：

- ① 容器内部残留毒物未被置换干净；
- ② 有限空间内残留物质发生化学反应，产生化学毒物的聚集；
- ③ 有限空间内有机质被微生物分解，产生有毒物质；
- ④ 有限空间内进行电焊等维修作业产生高浓度的氮氧化物；
- ⑤ 有限空间内进行油漆作业产生大量的有机溶剂气体；
- ⑥ 周围相对密度较大的有毒气体向有限空间内聚集。

（4）开车、停车和异常情况下紧急停车

在生产开车、停车，或紧急停车情况下，往往会导致生产工艺参数的波动，如果缺乏有效的控制措施，无必要的泄险容器，人员处置不当等，易导致各种有毒有害物质泄漏。如果相关人员未穿戴必要的个体防护器材，短时间大量吸入毒物可引起急性中毒，溅入眼睛可引起眼部化学灼伤，皮肤接触可引起皮肤灼伤。

2.2 职业病危害因素评价

2.2.1 职业病危害因素检测结果与评价

浙江中环检测科技股份有限公司 2019 年 10 月 15 日-17 日对项目氟化氢、氟化物、氢氧化钾、氯化氢及盐酸、活性炭粉尘、氯化氢、噪声等职业病危害因素进行了现场检测和评价。本项目所测职业病危害因素均小于相应职业接触限值，职业病危害因素检测、评价结果汇

总见表 2-3。

表 2-3 职业病危害因素检测结果汇总

检测评价工序		职业病危害因素	检测点数	化学因素检测结果				不合格点数
				C _{MAC}	C _{TWA}	C _{STEL}	C _{EL}	
六氟磷酸 锂生产单 元	1 线反应工 序	氟化氢	1	-	合格	合格	-	0
		氟化物	1	-	合格	合格	-	0
		氯化氢及盐酸	1	-	合格	合格	-	0
	5 线反应工 序	氟化氢	1	-	合格	合格	-	0
		氟化物	1	-	合格	合格	-	0
		氯化氢及盐酸	1	-	合格	合格	-	0
	晶析工序	氟化氢	1	-	合格	合格	-	0
		氟化物	1	-	合格	合格	-	0
	五氯化磷投 料岗位	氯化氢及盐酸	1	-	合格	合格	-	0
	1 线过滤脱 酸工序	氟化氢	1	-	合格	合格	-	0
		氟化物	1	-	合格	合格	-	0
	5 线过滤脱 酸工序	氟化氢	1	-	合格	合格	-	0
		氟化物	1	-	合格	合格	-	0
	六氟磷酸锂 包装	氟化物	1	-	合格	合格	-	0
	碱液槽	氢氧化钾	1	-	合格	合格	-	0
锂电池电 解液生产 单元	洗桶车间	活性炭粉尘	1	-	合格	合格	-	0
		氟化物	1	-	合格	合格	-	0
	主工艺车间 2 楼	氟化物	1	-	合格	合格	-	0
	有机工艺车 间	活性炭粉尘	1	-	合格	合格	-	0
公用工程	中控楼三楼	氟化氢	1	-	合格	合格	-	0
	DCS 控制室	氟化物	1	-	合格	合格	-	0
	电解液罐区	氟化物	1	-	合格	合格	-	0
	HF/HCl 罐	氟化氢	1	-	合格	合格	-	0

检测评价工序		职业病危害因素	检测点数	化学因素检测结果				不合格点数
				C _{MAC}	C _{TWA}	C _{STEL}	C _{EL}	
	区	氯化氢及盐酸	1	-	合格	合格	-	0
	锂电池电解液灌装	氟化物	1	-	合格	合格	-	0
	污水处理站	硫化氢	1	-	合格	合格	-	0

2.2.2 职业病危害因素对人体健康的影响

主要职业病危害因素及对人体健康的主要影响见表 2-4。

表 2-4 主要职业病危害因素对人体健康的影响

有害因素名称	对人体健康主要影响	可能导致的职业病中毒/职业病
氟化氢/氢氟酸	对呼吸道粘膜及皮肤有强烈的刺激和腐蚀作用；吸入高浓度的氟化氢可引起支气管炎；吸收后可产生全身的毒作用，还可导致氟骨症。急性中毒：接触高浓度的氟化氢，可引起眼及呼吸道粘膜刺激症状，严重者可发生支气管炎、肺炎，甚至产生放射性窒息。慢性中毒：引起鼻、咽、喉慢性炎症，严重者可鼻中隔穿孔。骨骼损害可引起氟骨病。氟化氢能穿透皮肤向深层渗透，形成坏死和溃疡，且不易治愈。	工业性氟病
五氯化磷	其蒸气和烟尘可引起眼结膜刺激症状。刺激咽喉引起灼痛、失音或吞咽困难。可引起支气管炎，严重者发生肺炎、肺水肿，喉头水肿可致窒息。眼和皮肤接触可致灼伤。慢性影响：长期低浓度接触可引起眼及呼吸道刺激症状。如果含杂质黄磷，可引起磷毒性口腔病。	职业性接触性皮炎、职业中毒
五氟化磷	在潮湿空气中产生有毒和腐蚀性的氟化氢。本品对皮肤、眼睛、粘膜有强烈刺激作用，吸入后可引起呼吸道炎症，肺水肿。	工业性氟病
氟化锂	吸入、摄入或经皮吸收会中毒。具刺激性。大剂量可引起眩晕、虚脱。对肾脏有损害。过量接触引起唾液分泌增加、恶心、呕吐、腹痛、发烧、呼吸困难等。	工业性氟病
六氟磷酸锂	在潮湿空气中产生有毒和腐蚀性的氟化氢和五氟化磷气体。本品分解产物对皮肤、眼睛、粘膜有强烈刺激作用，吸入后可引起呼吸道炎症，肺水肿。	/

有害因素名称名称	对人体健康主要影响	可能导致的职业病中毒/职业病
氯化氢/盐酸	<p>氯化氢对眼和呼吸道粘膜有强烈刺激作用。急性中毒：出现头痛、头昏、恶心、眼痛、咳嗽、痰中带血、声音嘶哑、呼吸困难、胸闷、胸痛等。重者发生肺炎、肺水肿、肺不张。眼角膜可见溃疡或混浊。皮肤直接接触可出现大量粟粒样红色小丘疹而呈潮红痛热。长期较高浓度接触，可引起慢性支气管炎、胃肠功能障碍及牙齿酸蚀症。</p> <p>接触盐酸蒸气或烟雾，引起眼结膜炎，鼻及口腔粘膜有烧灼感，鼻衄、齿龈出血、气管炎；刺激皮肤发生皮炎，慢性支气管炎等病变。误服盐酸中毒，可引起消化道灼伤、溃疡形成，有可能胃穿孔、腹膜炎。</p>	<p>职业性牙酸蚀病；职业性接触性皮炎；职业性哮喘</p>
氢氧化钾	<p>具有强烈刺激和腐蚀性。刺激眼和呼吸道，腐蚀鼻中隔；皮肤和眼直接接触可引起灼伤，其特点为：使组织脂肪皂化，形成可溶性化合物，使组织损害不断深入；误服可造成消化道灼伤，粘膜糜烂、出血和休克。</p>	/
锂电池电解液	<p>企业提供资料：通过皮肤接触有害、对眼睛、呼吸道和皮肤有刺激性、对眼睛有严重伤害的危险。</p>	/
活性炭粉尘	<p>活性炭有时夹杂无机物，对皮肤、粘膜及呼吸道有一定的刺激，长期吸入可引起肺部以肺组织弥漫性纤维化为主的全身性疾病。</p>	职业性尘肺
其他粉尘（分子筛粉尘含二氧化硅<10%）	<p>企业提供资料：生产用的分子筛主要为 3A、4A、5A 分子筛，主要成分是硅铝酸盐，球状，粒径为 3-5MM,生产过程很少出现分子筛粉尘。分子筛原粉进入呼吸系统对人体是有害的，粉尘在肺部及气道内极难清除，长期在分子筛粉尘高的环境下工作容易导致“尘肺”。</p>	职业性尘肺
添加剂（碳酸亚乙酯、联苯、碳酸乙烯亚乙酯、氟代碳酸乙烯酯）	<p>企业提供资料：有毒、遇热放出腐蚀性、刺激性的氧化氮烟雾。对皮肤、粘膜有轻度刺激性，高浓度吸入、主要损害神经系统和肝脏，可致过敏性或接触性皮炎。</p>	/
乙二醇	<p>乙二醇本身毒性较低，但进入人体后其代谢物乙醇醛、乙醇酸、乙醛酸毒性较高，可引起肾脏、脑功能等损伤和代谢性酸中毒等。乙二醇沸点高，不会产生蒸气被人吸入体内而引起中毒。</p>	/

有害因素名称	对人体健康主要影响	可能导致的职业病中毒/职业病
高温	高温、高湿环境影响劳动者的体温调节,水盐代谢及循环系统、消化系统、泌尿系统等。当热调节发生障碍时,轻者影响劳动能力,重者可引起别的病变,如中暑。水盐代谢的失衡可导致血液浓缩、尿液浓缩、尿量减少,这样就增加了心脏和肾脏的负担,严重时引起循环衰竭和热痉挛。	职业性中毒
噪声	<p>职业接触限值:每周工作 5d,每天工作 8h,稳态噪声限值为 85dB(A),非稳态噪声等效声级的限值为 85dB(A);每周工作 5d,每天工作时间不等于 8h,需计算 8h 等效声级,限值为 85dB(A);每周工作不是 5d,需计算 40h 等效声级,限值为 85dB(A)。</p> <p>健康危害: a) 对神经系统的影响: 噪声会使人交感神经紧张,长期接触噪声的多数工人中,明显的主观症状是神衰症候群,可因噪声的强度不同而有所区别。</p> <p>b) 对心血管系统的影响: 因噪声可使交感神经紧张,从而造成末梢血管(动脉血管)收缩和痉挛、心跳加快、心动过速、血压变化、心率不齐、心电异常。</p> <p>c) 对听觉器官的影响: 长期暴露在噪声环境中的工人耳感受器官易发生器质性病变,使暂时性听力损失逐渐加重到不能复原,发展成为不可逆的永久性听力损失—噪声性耳聋。在不同噪声强度下,除听力减退外,尚有耳鸣和耳痛等症状,对噪声敏感者则还能有永久性的耳鸣。</p> <p>d) 对视觉器官的影响: 噪声对视野、视力、清晰度均有影响。而视力清晰度的减弱往往会降低劳动生产率。据报道接触噪声的工人,有眼痛感、视力减退、眼花等症状的出现。</p>	职业性噪声聋

2.2.3 主要职业病危害因素的确定

通过类比企业调查、对企业提供的本项目生产工艺流程、使用的主要原辅材料等相关资料进行识别分析与筛选,从对本项目生产工艺过程和生产环境中识别的职业病危害因素中,选择列入《职业病危害因素分类目录》,接触人员较多,接触时间较长,危害较大的职业病危害因素作为本项目主要职业病危害因素。

生产过程职业病危害因素: 氟化氢、氟化物(五氟化磷、氟化锂、六氟磷酸锂)、五氯化磷、氯化氢/盐酸、氢氧化钾、锂电池电解液、活性炭粉尘、其他粉尘(分子筛粉尘含二氧化硅<10%)、添加剂(碳酸亚乙烯酯、联苯、碳酸乙烯亚乙酯、氟代碳酸乙烯酯)、乙二醇、硫化氢、高温、噪声。

国家未对五氯化磷、锂电池电解液、添加剂(碳酸亚乙烯酯、联

苯、碳酸乙烯亚乙酯、氟代碳酸乙烯酯）制定职业接触限值。

辅助设施不是每天都有接触，且接触时间短的职业病危害因素活性炭粉尘、其他粉尘（分子筛粉尘含二氧化硅<10%）、乙二醇、硫化氢。制冷过程可能接触的乙二醇均在密闭设备中，正常运行情况是不接触的，操作工主要以巡检为主；到配电房巡检过程可能接触到工频电场，操作工主要以巡检为主，接触时间短频率少；生产辅助单元废气处理装置当活性炭颗粒失去吸附能力是需要更换过程可能接触活性炭粉尘，更换，一般每季更换一次，接触时间短频率少。

因此五氯化磷、锂电池电解液、添加剂（碳酸亚乙烯酯、联苯、碳酸乙烯亚乙酯、氟代碳酸乙烯酯）、乙二醇、活性炭粉尘、其他粉尘（分子筛粉尘含二氧化硅<10%）、硫化氢不作为本项目主要职业病危害因素。

综上，本项目主要职业病危害因素有：氟化氢、氟化物（五氟化磷、氟化锂、六氟磷酸锂）、氯化氢/盐酸、氢氧化钾、高温、噪声。本项目主要职业病危害因素分布见表2-5。

表 2-5 主要职业病危害因素分布表

序号	主要接害工种	岗位性质	接触的职业病危害因素	接触人数(人)	接触时间(h)
1	六氟磷酸锂生产单元	巡检工、分析工	氟化氢、氟化物、氯化氢、噪声	33	3
2		包装工	氟化物（六氟磷酸锂）	4	3
3	锂电池电解液生产单元	洗桶车间操作工	活性炭粉尘、氟化物	5	3
4		有机工艺车间操作工	活性炭粉尘	17	3
5		主工艺车间操作工	氟化物	14	
6	公用工程和辅助工程单元	罐区操作工	氟化氢、氟化物、氯化氢	5	1
7		东区动力中心	噪声	5	1
8		西区动力中心	噪声		1

序号	主要接害工种	岗位性质	接触的职业病危害因素	接触人数(人)	接触时间(h)
9		污水处理站	硫化氢、噪声	3	1

2.3 总平面布置和设备布局评价

本项目功能分区明确；厂区总平面布置符合 GBZ 1-2010《工业企业设计卫生标准》、GB 50489-2009《化工企业总图运输设计规范》的要求。

本项目生产设备布局相关内容符合 GBZ1-2010《工业企业设计卫生标准》。

2.4 职业病危害防护设施评价

本项目各工艺过程均在密闭反应罐内进行，主要原辅料均通过自动计量、管道输送的方式添加，通过 DCS 控制系统对生产过程进行人工监视和控制，并辅以现场定时人工巡检，有效降低了生产过程中作业人员接触职业病危害因素的概率。

公司在六氟磷酸锂车间楼顶设置风向标；各生产车间设置了应急救援器材和应急喷淋洗眼器；为作业人员配备了化学防护服、正压式空气呼吸器等防护用品，同时配备了有毒气体检测仪等检测设备。建设单位提出的应急救援设施的设置符合职业病防治法律法规的要求。

通过各项职业病防护设施调查，结合各工作场所空气中有害因素的检测结果分析，对各项降噪、防毒、防暑降温等防护设施采用检查表法进行评价。项目防护设施的设计基本符合相关标准要求。

2.5 个体防护用品评价

企业为作业人员配备了工作服、安全帽、防毒面罩、防护眼镜、劳保手套等劳动防护用品。

该项目企业个人防护用品的配备、使用和存放情况基本符合 GB/T11651-2008《个体防护装备选用规范》、GB/T 18664-2002《呼

吸防护用品的选择、使用与维护》的要求。存在不足：

（1）需加强员工防护用品正确使用教育；

2.6 建筑卫生学评价

本项目建筑物朝向与间距、采光与照明、通风、地面等符合《工业企业设计卫生标准》（GBZ1-2010）相关要求。

2.7 辅助用室设置评价

企业根据需要在厂区的装置和人员分布情况在分析楼、有机工艺车间、配电中控楼、机修/高配、洗桶车间、东区动力中心等不同厂房内设置更衣室、巡检休息室等房间，基本符合 GBZ 1-2010《工业企业设计卫生标准》的要求。

2.8 职业卫生管理措施评价

企业已建立了职业卫生管理体系、职业卫生管理制度、应急救援管理机构 and 制度比较完整，能基本满足该项目投产后职业卫生管理的需要，但资料整理还不够完善。

本项目在建设施工期间未建立职业卫生管理体系。企业未能提供施工期间的总结报告。

2.9 职业健康监护评价

企业制定了《职业健康监护管理制度》。

企业于 2018 年 11 月 19 日-2019 年 1 月 10 日组织 91 名职业病危害因素接触人员在有资质的职业健康体检机构进行了在岗职业健康体检，2019 年 5 月 27 日-2019 年 7 月 18 日新进员工上岗前职业健康体检，职业健康体检未发现疑似职业病、职业禁忌证和复查人员；缺少接触噪声职业病危害因素的体检项目纯音听阈检测；企业已将体检结果告知劳动者本人并建立了健康档案。

企业对新进员工开展上岗前职业健康检查，在岗职业健康检查体检率 100%，基本符合《用人单位职业健康监护监督管理办法》的相关要求。

2.10 应急救援设施、应急管理评价

企业于 2018 年 7 月制订颁布了《杉杉新材料（衢州）有限公司生产安全事故应急救援预案》，该预案中包含了职业病危害事故应急救援内容。明确了事故应急救援责任人、组织机构、事故发生后的疏散线路、现场应急救援方案等。

企业配备了正压式空气呼吸器、过滤式防毒面具、复合式喷淋洗眼器、应急药箱等应急救援设施，企业的应急救援设施由公司安全员定期检查、维护、保养，应急救援设施管理基本符合要求。（本页以下无正文）

3 措施及建议

根据《中华人民共和国职业病防治法》等有关法律、法规的要求，结合本项目特点，针对在生产过程中存在的职业病防护措施不足之处，提出以下几方面补充建议：

3.1 整改措施

- 1) 对配备的应急防护用品，明确负责人，并定期维护、检查，及时记录使用和完好状态。
- 2) 六氟磷酸锂车间、氟化氢/氯化氢罐区等生产车间的醒目位置增加氟化氢、氟化物、氯化氢等职业病危害告知卡，在高毒作业区域补全警示红线。
- 3) 在 2019 年度职业健康体检项目中增加噪声接触岗位人员的体检项目，并根据《职业健康监护技术规范》GBZ 188-2014 的要求进行上岗前、离岗时的职业健康体检。
- 4) 进一步加强职业卫生管理，完善制度的相关内容和职业卫生台账的内容。
- 5) 企业在依照本报告书中提出的建议进行整改后，应及时向当地职业卫生监督管理部门申报。

3.2 持续性改进建议

- 1) 定期开展安全隐患排查治理，加强生产设备及其安全防护设施维护，防止物料跑、冒、滴、漏。
- 2) 应加强个人防护用品佩戴、安全操作的督促与管理。加强过滤式防毒面具、等应急救援器材的维护管理，完善防护用品维护台账。
- 3) 加强职业卫生培训，提高员工综合素质和自我防护的意识，培训内容应涉及个人防护用品的使用、保管，安全操作规程等。
- 4) 进一步完善职业病防治责任制和各项职业卫生管理制度，定期组织人员对职业卫生管理制度进行修订完善，完善职业卫生管理台账。定期组织职业病危害事故应急救援预案演练。
- 5) 委托有资质单位对企业的职业病危害因素进行定期检测，并

将检测结果及时向作业人员公布告知。

3.3 其他建议

1) 企业今后对项目进行新建、扩建、改建时，应在可行性论证阶段进行职业病危害预评价和编制职业病防护设施设计专篇工作。

2) 企业今后对项目进行新建、扩建、改建时，建设期应委托取得职业卫生技术服务资质认证的机构进行施工期间的职业病危害因素检测与评价，发现问题，及时治理。

3) 本评价报告书是根据建设单位提供的本项目现有生产运行情况进行的识别、分析、检测和评价。今后本项目产品、产量、原辅材料、生产工艺等方面有变更时，应当另行评价。（本页以下空白）

4 评价结论

4.1 建设项目的职业病危害风险类别

根据安监总安健[2012]73 号《国家安全生产监督管理总局关于公布建设项目职业病危害风险分类管理目录（2012 年版）的通知》的有关规定，本项目属于基础化学原料制造，结合本项目存在的职业病危害因素种类、浓度（强度）、潜在危害性、危害程度，采取的职业病危害防护措施，综合分析后认为，本项目属于“**职业病危害严重**”的建设项目。

4.2 关键控制点

本项目主要职业病危害因素是氟化氢、氟化物、氯化氢/盐酸、氢氧化钾、噪声等。

本项目作业场所存在的职业病危害关键控制点如下：

1) 结合本项目评价范围所涉及的场所、可能存在的职业病危害因素及人员接触危害的程度等，本项目关键控制因素见下表。

表 4-1 本项目的职业病危害关键控制点见

序号	评价单元	岗位/工种	职业病危害因素
1	六氟磷酸锂生产单元	巡检工、分析工	氟化氢、氟化物（氟化锂、六氟磷酸锂）、氯化氢、五氯化磷、五氟化磷、噪声、高温
2		包装工	氟化物（六氟磷酸锂）
3	锂电池电解液生产单元	洗桶车间操作工	活性炭粉尘；电解液
4		有机工艺车间操作工	活性炭粉尘、添加剂（碳酸亚乙烯酯、联苯、碳酸乙烯亚乙酯、氟代碳酸乙烯酯）
5		主工艺车间操作工	氟化物（六氟磷酸锂）、添加剂（碳酸亚乙烯酯、联苯、碳酸乙烯亚乙酯、氟代碳酸乙烯酯）
6		罐区操作工	氟化氢、氟化物、氯化氢
7	公用工程和辅助工	仓库人员	锂电池电解液、氟化物（氟化锂、六氟磷酸锂）、五氯化磷
8		东区、西区动力中心	噪声、乙二醇

9		污水处理、电 工、检维修	硫化氢、噪声、工频电场、氟化氢、氟化物、 氯化氢等
---	--	-----------------	------------------------------

2) 企业应着重从操作规程、防护设施、个人防护等方面加强监管，以最大限度地预防职业危害。

3) 分析工到现场取样、倾倒分析残液等，应由巡检工监护作业，分析工应穿戴好防酸服、防护手套、安全帽和防护面具（或防护眼镜），现场阀门等操作由巡检工负责完成。

4) 检维修作业时，应加强现场的安全管理。在检修现场应设置安全界标或栅栏，并有专人监护，非检修有关人员禁止入内；动火区与生产区要采取防火分隔措施，配备必要的消防器材和保护设施。

5) 进塔入罐等有限空间作业，严格执行《有限空间作业安全规程》。

4.3 评价结论

通过本报告书的综合分析，该项目在实施过程中，能够落实有关职业病危害防护措施，在生产状况正常，职业病危害防护设施正常运行的情况下，工人接触的职业病危害因素的浓度或强度能控制在职业接触限值内，符合国家有关职业卫生标准、规范的要求。

综上所述，企业落实本报告第 3.1 节提出的整改措施，本项目的职业病危害控制效果能够符合国家和地方对职业病防治方面法律、法规、标准的要求，具备职业病防护设施竣工验收条件。