

溧阳紫宸新材料科技有限公司锂电池新型负  
极材料研发基地扩建及中试生产线项目  
变动环境影响分析

溧阳紫宸新材料科技有限公司



# 目 录

<b>1 总则</b> .....	<b>1</b>
1.1 任务由来 .....	1
1.2 变动依据 .....	2
1.3 项目环保手续履行情况 .....	3
<b>2 与污染影响类建设项目重大变动清单对照</b> .....	<b>4</b>
<b>3 变动情况</b> .....	<b>7</b>
3.1 项目性质及规模 .....	7
3.2 地点及平面布局 .....	7
3.3 原辅材料、设备及生产工艺 .....	7
3.4 环境保护措施 .....	17
3.5 全厂污染物排放量变化情况 .....	57
<b>4 评价要素</b> .....	<b>58</b>
<b>5 环境影响分析说明</b> .....	<b>59</b>
5.1 环境影响分析变化情况 .....	59
5.2 环境风险变化情况 .....	59
<b>6 结论</b> .....	<b>60</b>

# 1 总则

## 1.1 任务由来

溧阳紫宸新材料科技有限公司成立于 2017 年 9 月，是上海璞泰来新能源科技股份有限公司在溧阳江苏中关村科技产业园设立的全资子公司，专业从事锂离子电池负极材料的生产和研发，公司始终将技术研发视作保证未来可持续发展的重要动力，持续保持高水平的研发投入，重视高级技术人才的引进和培养，下一步将积极发展与高等院校、下游客户的产学研合作，形成行业领先的技术实力。

《溧阳紫宸新材料科技有限公司年产 4 万吨高性能锂离子电池负极材料生产基地暨研发中心建设项目环境影响报告书》于 2019 年 3 月 21 日取得《市生态环境局关于溧阳紫宸新材料科技有限公司年产 4 万吨高性能锂离子电池负极材料生产基地暨研发中心建设项目环境影响报告书的批复》(常溧环审[2019]72 号)，并于 2019 年 8 月全部建成一期项目于 2019 年 11 月份委托第三方江苏迈斯特环境检测有限公司进行验收监测，并于 2019 年 12 月 19 日通过自主环保三同时竣工验收。

《年产 3 万吨高性能锂离子电池负极材料(炭化等主要工序)建设项目环境影响报告书》于 2019 年 3 月 29 日取得常州市生态环境局环评批复(常溧环审[2019]79 号)，二期项目在建设过程中发生变动，对照《关于印发环评管理中部分行业建设项目重大变动清单的通知(环办[2015]52 号)》、《关于加强建设项目重大变动环评管理的通知(苏环办[2015]256 号)》以及《关于印发<污染影响类建设项目重大变动清单(试行)>的通知》(环办环评函[2020]1688 号)，该项目主要产品品种发生调整，调整后由于高容量高性能钾电池负极材料生产工艺和主要原辅料发生变动，新增 NMP(N-甲基咯烷酮)原料储罐，贮存的 NMP 属于环境风险较大物质；项目位于环境质量不达标区域，新增的 NMP 原料经炭化后氮氧化物排放量增加，NMP 物料暂存过程中也会产生 NMP 废气，因上述变动属于重大变动，公司于 2020 年委托常州常大创业环保科技有限公司重新编制了《年产 3 万吨高性能锂离子电

池负极材料(炭化等主要工序)建设项目(重新报批)环境影响报告书》，并于2021年4月8日取得《市生态环境局关于溧阳紫辰新材料科技有限公司年产3万吨高性能锂离子电池负极材料(炭化等主要工序)建设项目(重新报批)环境影响报告书的批复》(常溧环审[2021]71号)，二期项目于2021年8月全部建成，于2021年9月份委托第三方江苏久诚检验检测有限公司进行验收监测，并于2021年9月8日通过自主环保三同时竣工验收。

2023年2月，企业委托常州常大创业环保科技有限公司编制了《锂电池新型负极材料研发基地扩建及中试生产线项目环境影响报告书》，建设内容为：投资12000万元，利用现有13200m<sup>2</sup>的厂房，增设2条中试生产线和6条研发小试线，主要对石墨新型负极材料和氧化亚硅负极材料进行中试生产，对多孔硅负极材料、高首效氧化亚硅负极材料、纳米硅负极材料、多晶硅新型负极材料、新型碳素负极材料和硅磷硼系负极材料进行研发小试。

锂电池新型负极材料研发基地扩建及中试生产线项目目前已建成，可达到环评设计产能，但建设内容与原环评存在变动，故开展本次建设项目变动环境影响分析工作。

## 1.2 变动依据

(1) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的公告（环境保护部，国环规环评〔2017〕4号，2017年11月20日）；

(2) 《建设项目竣工环境保护验收技术指南污染影响类》的公告（生态环境部公告，2018年第9号，2018年5月16日）；

(3) 《污染影响类建设项目重大变动清单（试行）》（环办环评函〔2020〕688号）；

(4) 《省生态环境厅关于加强涉变动项目环评与排污许可管理衔接的通知》（苏环办〔2021〕122号）；

(5) 项目变动环境影响分析所需的相关资料。

### 1.3 项目环保手续履行情况

溧阳紫宸新材料科技有限公司具体环保手续情况见表 1.3-1。

表 1.3-1 环保手续办理情况一览表

序号	项目名称	报告类型	批复情况	建设/验收情况
1	年产 4 万吨高性能锂离子电池负极材料生产基地暨研发中心建设项目	报告书	2019 年 3 月 21 日取得常州市生态环境局的审批意见（常溧环审[2019]72 号）	2019 年 12 月 19 日通过自主验收
2	年产 3 万吨高性能锂离子电池负极材料(炭化等主要工序)建设项目	报告书	2019 年 3 月 29 日取得常州市生态环境局的审批意见（常溧环审[2019]79 号）	未建设
3	年产 3 万吨高性能锂离子电池负极材料(炭化等主要工序)建设项目(重新报批)	报告书	2021 年 4 月 8 日取得常州市生态环境局的审批意见（常溧环审[2021]71 号）	2021 年 9 月 8 日通过自主验收
4	锂电池新型负极材料研发基地扩建及中试生产线项目	报告书	2023 年 3 月 17 日取得常州市生态环境局的审批意见（常溧环审[2023]16 号）	本次验收
5	排污许可证		2024 年 4 月 8 日取得排污许可证，证书编号：91320481MA1R94B701001V	

## 2 与污染影响类建设项目重大变动清单对照

根据《省生态环境厅关于加强涉变动项目环评与排污许可管理衔接的通知》（苏环办〔2021〕122号），污染影响类建设项目对照《污染影响类建设项目重大变动清单（试行）》（环办环评函〔2020〕688号）界定是否属于重大变动，本次申请验收的项目环境保护验收内容、变更见下表：

表 2-1 与污染影响类建设项目重大变动清单对照情况一览表

项目	重大变动标准	对照分析	变动界定
性质	1.建设项目开发、使用功能发生变化的。	与原环评一致	不属于重大变动
规模	2.生产、处置或储存能力增大 30%及以上的。 3.生产、处置或储存能力增大，导致废水第一类污染物排放量增加的。 4.位于环境质量不达标区的建设项目生产、处置或储存能力增大，导致相应污染物排放量增加的(细颗粒物不达标区，相应污染物为二氧化硫、氮氧化物、可吸入颗粒物、挥发性有机物；臭氧不达标区，相应污染物为氮氧化物、挥发性有机物；其他大气、水污染物因子不达标区，相应污染物为超标污染因子)；位于达标区的建设项目生产、处置或储存能力增大，导致污染物排放量增加 10%及以上的。	与原环评一致	不属于重大变动
地点	5.重新选址；在原厂址附近调整(包括总平面布置变化)导致环境防护距离范围变化且新增敏感点的。	选址与原环评一致，布置变化包括： (1)本项目箱式气氛炉、CVD、温料釜等产生有机废气的设备全部调整至 E、F 车间，具体见表 3.3-2。 变动后卫生防护距离发生变化，但不新增敏感点。	不属于重大变动
生产工艺	6.新增产品品种或生产工艺(含主要生产装置、设备及配套设施)、主要原辅材料、燃料变化，导致以下情形之一： (1)新增排放污染物种类的(毒性、挥发性降低的除外)； (2)位于环境质量不达标区的建设项目相应污染物排放量增加的； (3)废水第一类污染物排放量增加的； (4)其他污染物排放量增加 10%及以上的。 7.物料运输、装卸、贮存方式变化，导致大气污染物无组织排放量增加 10%及以上的。	(1)设备变化： 实际建设中，企业将一台鄂破机替换为两台高效粗破机，增加一台真空桨叶干燥机、一台球磨机、温料釜、打浆机，减少一台投料设施、一台锥形混料机、一台气流粉碎机、一台气流分级机、一台磁力搅拌机、一台超声波清洗机、一台超声波振动筛、两台 CVD、一台辊道炉。 其中部分减少的设备，可由其他设备代替，超声波清洗机减少后，取消洗涤工段；增加的设备为辅助设备，用于提高生产效率，不影响工艺，不新增产污。 (2)生产工艺、原辅料变化 由于研发工艺变化，多孔硅负极材料研发线取消洗涤工段，该产品不再使用去离子水，硅磷硼系负极材料提纯工段中不再使用乙醇，氢氟酸用量减少，不新增产污。	不属于重大变动
环境保护措施	8.废气、废水污染防治措施变化，导致第 6 条中所列情形之一(废气无组织排放改为有组织排放、污染防治措施强化或改进的除外)或大气污染物无组织排放量增加 10%及以上的。 9.新增废水直接排放口；废水由间接排放改为直接排放；废水直接排放口	废水、噪声、土壤或地下水污染防治措施、风险防范措施与原环评一致，废气、固废污染防治措施变化如下： (1)设备布局调整后，E、F 车间有机废气的处理措施变为 1 套直燃式焚烧炉+过滤器、3 套直燃式焚烧炉、2 套直燃式焚烧炉+水喷淋，通过 25m 高的 20#排气筒	不属于重大变动

<p>位置变化，导致不利环境影响加重的。</p> <p>10.新增废气主要排放口（废气无组织排放改为有组织排放的除外）；主要排放口排气筒高度降低10%及以上的。</p> <p>11.噪声、土壤或地下水污染防治措施变化，导致不利环境影响加重的。</p> <p>12.固体废物利用处置方式由委托外单位利用处置改为自行利用处置的（自行利用处置设施单独开展环境影响评价的除外）；固体废物自行处置方式变化，导致不利环境影响加重的。</p> <p>13.事故废水暂存能力或拦截设施变化，导致环境风险防范能力弱化或降低的。</p>	<p>排放，主要排放口减少至1根；</p> <p>（2）环评中18#排气筒拆分为18-1#、18-2#，分别排放氟化氢、颗粒物，废气处理措施、排气筒高度不变，新增了一根一般排放口，不属于重大变动；</p> <p>（3）排气筒风量变动后，仍能保证废气的捕集率；</p> <p>（4）新增废滤网0.01t/a，作为一般固废外售综合利用，喷淋废液增加至5.6t/a，含酸废液产生量减少至3t/a，均委托有资质单位处置，固体废物利用处置方式未发生变化。</p>	
--	--	--

根据上表，验收项目存在的主要变动为平面布局、设备数量、生产工艺和环境保护措施变动。为此，根据《污染影响类建设项目重大变动清单》（环办环评函【2020】688号），对此次变动情况进行相关环境影响分析。

### 3 变动情况

#### 3.1 项目性质及规模

本次为全部验收，实际产能与环评一致，具体见表 3.1-1。

表 3.1-1 产品方案 (t/a)

序号	产品名称	设计生产能力	本项目生产能力	年运行时间 (h)
1	石墨新型负极材料	310	310	7200
2	氧化亚硅负极材料	100	100	7200
3	多孔硅负极材料	1.5	1.5	2400
4	高首效氧化亚硅负极材料	1.5	1.5	2400
5	纳米硅负极材料	2	2	2400
6	多晶硅负极材料	5	5	2400
7	新型碳素负极材料	10	10	2400
8	硅磷硼负极材料	1	1	2400

由上表可知，本项目产品品种未发生变化，产能未突破原有设计能力，不属于重大变化。

#### 3.2 地点及平面布局

本项目建设地点位于常州市溧阳市昆仑街道城北大道 588 号，建设地点未发生变化，部分设备位置在厂区内进行调整，具体变动情况如下：

##### (1) 平面布置

本项目箱式气氛炉、CVD、温料釜等产生有机废气的设备全部调整至 E、F 车间，设备具体位置见表 3.3-2。

以上变动不影响污染物产排情况，变动后卫生防护距离发生变化，但不新增敏感点，不属于重大变化。

#### 3.3 原辅材料、设备及生产工艺

##### 3.3.1 原辅材料

对照本项目环评，并统计实际原辅材料用量，原辅材料实际建成情况如下：

表 3.3-1 本项目原辅材料情况

序号	名称	规格/组分	数量 (t/a)			备注
			环评量 (批复)	实际使用量	变化量	
1	碳纤维可纺沥青	固态, 粒径 5-20 $\mu$ m, 结焦值 (固定碳) $\geq$ 71.49%, 喹啉不溶物 $\leq$ 3.17%, 甲苯不溶物 $\geq$ 19.6% 灰分 $\leq$ 1.0%, 挥发分 $\leq$ 3.54%, 硫 $\leq$ 0.1%, 氮 $\leq$ 0.1%, 水分 $\leq$ 1.0%, 不含重金属	33	33	0	新型石墨 负极材料
2	石油焦	块状或颗粒状, 硫含量 0.4%, 挥发粉末 8.62%, 灰分 0.4%, 水分 12.7%, 固体碳 77.88%	1647	1647	0	
3	石墨	粉料, 碳含量 $\geq$ 99.95%	20	20	0	
4	氮气	99.9%	4.736 万 m <sup>3</sup>	4.736 万 m <sup>3</sup>	0	
5	氧化亚硅	硅氧含量 99.99%	150	150	0	氧化亚硅 负极材料
6	天然气	主要为烷烃	10 万 m <sup>3</sup>	10 万 m <sup>3</sup>	0	
7	氮气	99.9%	14.76 万 m <sup>3</sup>	14.76 万 m <sup>3</sup>	0	
8	氧化亚硅	硅氧含量 99.99%	1.2	1.2	0	多孔硅负 极材料
9	氢氟酸	氟化氢 $\geq$ 40%	3.97	0.72	-3.25	
10	去离子水	/	2.6	0	-2.6	
11	乙炔	/	40 瓶	40 瓶	0	
12	氮气	99.9%	2500m <sup>3</sup>	2500m <sup>3</sup>	0	
13	氧化亚硅	硅氧含量 99.99%	1.5	1.5	0	高首效氧 化亚硅负 极材料
14	氯化锂	100%	0.12	0.12	0	
15	乙炔	/	30 瓶	30 瓶	0	
16	氮气	99.9%	2500m <sup>3</sup>	2500m <sup>3</sup>	0	
17	微米硅	硅 $\geq$ 97%	1.5	1.5	0	纳米硅负

18	碳纤维可纺沥青	固态，粒径 5-20 $\mu\text{m}$ ，结焦值（固定碳） $\geq 71.49\%$ ，喹啉不溶物 $\leq 3.17\%$ ，甲苯不溶物 $\geq 19.6\%$ 灰分 $\leq 1.0\%$ ，挥发分 $\leq 3.54\%$ ，硫 $\leq 0.1\%$ ，氮 $\leq 0.1\%$ ，水分 $\leq 1.0\%$ ，不含重金属	1.5	1.5	0	极材料
19	石墨	粉料，碳含量 $\geq 99.95\%$	1.5	1.5	0	
20	四氢呋喃	99%	3	3	0	
21	异丙醇	99%	3.6	3.6	0	
22	乙醇	99.5%	3.6	3.6	0	
23	分散剂	4-壬基苯基-聚乙二醇	0.5	0.5	0	
24	氩气	99.9%	5000m <sup>3</sup>	5000m <sup>3</sup>	0	
25	多晶硅	99%	10	10	0	
26	氩气	99.9%	150	150	0	
27	环氧树脂	100%	3	3	0	新型碳素负极材料
28	淀粉	99%	5	5	0	
29	蔗糖	100%	2	2	0	
30	氩气	99.9%	50	50	0	
31	硼粉	纯品	0.02	0.02	0	硅磷硼系负极材料
32	硼化硅粉	99%	0.02	0.02	0	
33	磷化硅粉	97%	0.02	0.02	0	
34	氧化硼粉	99%	0.01	0.01	0	
35	乙醇	99.5%	500L	0	-500L	
36	乙基纤维素	98%	0.1	0.1	0	
37	松油醇	100%	0.3	0.3	0	

38	檀香	90%	0.5	0.5	0	
39	无机玻璃粉	二氧化硅 99%	0.03	0.03	0	
40	氢气	99.9%	480m <sup>3</sup>	480m <sup>3</sup>	0	
41	氩气	99.9%	100	100	0	
42	盐酸	30%	400L	400L	0	产品质检
43	硝酸	67%	150L	150L	0	
44	乙醇	99.5%	11000L	11000L	0	

由上表可知，本项目取消了洗涤工序，故多孔硅负极材料的研发过程中不再使用去离子水，由于生产工艺变化，硅磷硼系负极材料研发过程中取消乙醇的使用，氢氟酸用量减少至 0.72t/a，原辅料的变动均不影响产能、不增加产污，不属于重大变动。

### 3.3.2 设备

对照原环评，并统计实际设备数量，原有设备及实际建成设备情况如下：

表 3.3-2 本项目设备与环评对比一览表

序号	设备类别	设备名称	规格型号	原环评（批复）		实际建成		增减量
				数量	所在位置	数量	所在位置	
1	石墨新型负极材料中试生产线	粗破机	Q235A	1	D 车间	1	D 车间	0
2		球化机	QH-300	1		1		0
3		冲击磨（机械磨）	CR1200	1		1		0
4		滚压磨（辊压磨）	CXM-400	1		1		0
5		气流粉碎机	QF-248	1		1		0
6		万能粉碎机	WF-40B	1		1		0
7		打散机	CR600+AF200	1		1		0
8		整形机	F-500	1		1		0
9		整形机	WQ-80	1		1		0
10		高效粗破机	/	0		2		+2
11		鄂破机	CSJ500	1		0		-1
12		混料机（混筛）	DSH-1.5	2	F 车间	2	F 车间	0
13		VC 混料机	VC-50L	1		1		0
14			VC-100L	2		2		0
15			VC-200L	4		4		0
16			VC-500L	1		1		0
17			VC-1500L	4		4		0
18			VC 造粒机	VC-350L-R		1		1
19		滚筒炉/反应釜（卧式造粒）	RG2-120-6	6		6		0
20		立式反应釜（立式造粒）	2000L	3		3		0
21		融合机	ZRJ-600	3		3		0
22		纯化反应釜	500L	1		1		0
23		反应釜	BF-50L	1		1		E 车间

24		CVD	DM4080	3		3	F 车间	0			
25		回转窑	CVD830450	1		1		0			
26		箱式碳化炉	Q18-025	1		1		0			
27			SG-XL1700	2		2		0			
28		双行星分散机 (打浆分散机)	DPD-15R	4		4		0			
29		双行星动力混合机 (小打浆分散机)	HY-DLH5	1		1		0			
30		双行星分散真空混合机	XFZH-20L	1		1		0			
31		无重力混筛机	WZ-H-4m <sup>3</sup>	2		2		0			
32		振动筛分机 (超声波筛分)	DYC1200-1S	4		4		0			
33		普通振动筛	/	1		1		0			
34		除磁机	EMF-S250	2		2		0			
35		真空浆叶干燥机	/	0		1		+1			
36		氧化亚硅负极材料中试 生产线	投料设施	/		1		E 车间	0	E 车间	-1
37			锥形混料机 (高速改性混合机)	VC-30L		1			1		0
38				VC-100L		1			1		0
39	VC-200L			1	1	0					
40	VC-300L-R			1	0	-1					
41	VC 混料机		VC-700L	1	1	0					
42	无重力混料机		WZ-H-4M3	1	1	0					
43	真空烧结炉		CH180918-H	1	1	0					
44			CH190111-H	1	1	0					
45	颚式破碎机		TC-PE150*200	1	1	0					
46	万能粉碎机		WT-20B	1	1	0					
47	气流粉碎机		GTJ-300	1	1	0					
48			LH-30	1	0	-1					

49		气流分级机	LHM-250	1		1		0
50			N-20	1		0		-1
51		对辊破碎机	XRCA-235-2S	1		1		0
52		卧式球磨机	/	0		1		+1
53		CVD 回转炉	DM3060	1		1		0
54			TL18-034	1		1		0
55			TL-19A	1		1		0
56			Q20-034	1		1		0
57		融合包覆机	ZSJ-1000	1		1		0
58		箱式气氛炉	TL18-016	1		1		0
59			TL20-027	1		1		0
60		振动筛	DY-600-1S	1		1		0
61		直排筛	ZPS-800-15	1		1		0
62		超声波振动筛	DYC-1200-1S	2		2		0
63	多孔硅负极 材料研发小 试线	除磁机-150	ATCG-150HHH-1	1	E 车间	1	E 车间	0
64		除磁机-250	ATCG-250HHH-1	1		1	0	
65		磁力搅拌机	HWCL-3D	1		0	/	-1
66		超声波清洗机	SB-800DTD	1		0	/	-1
67		真空干燥箱	DZF-6090	3		3	E 车间	0
68		石磨盘	XRSPM-1	1		1	0	
69		超声波振动筛	DY-200	1		0	/	-1
70		CVD 回转炉	NBD-RT1200	1		1	E 车间	0
71		压滤机 (共用*)	BR-60	1		1		0
72		抽滤泵	SHZ-D(III)	1		1		0
73		CVD	DM4080	3		1		-2
75	温料釜	RF27-YB0.75-4P	1	2	+1			

76		反应釜	BF-50L	1		1	F 车间	0
77	高首效氧化亚硅负极材料研发小试线	磁力搅拌机	HWCL-3D	1	E 车间	0	/	-1
78		箱式炉	TL18-016	1		1	E 车间	0
79		真空干燥箱	DZF-6090	3		3		0
80		超声波振动筛	DY-200	1		0	/	-1
81		压滤机 (共用*)	BR-60	1		F 车间	1	E 车间
82		纳米硅负极材料研发小试线	砂磨机	MORPH KDP	1	E 车间	1	
83	MicroMedia			1	1		0	
84	打浆机		XFZH20	1	2		+1	
85	VC 混料机		VC-300L-R	1	1		0	
86			VC-10L	1	1		0	
87	喷雾干燥机		SCOC-12	1	1		0	
88	箱式炭化炉		TL18-016	1	1		0	
89			TL20-027	1	1		0	
90	多晶硅新型负极材料研发小试线		多晶硅新型负极材料制备系统	自主研发	1		M 车间	1
91	新型碳素负极材料研发小试线	箱式气氛炉	/	5	M 车间	5	F 车间	0
92		刚玉管式炉	RTL1500	1		1	E 车间	0
93		石英回转炉	SHZL-1200	1		1		0
94		中式回转炉	Q19-088	1		1		0
95		辊道炉	/	1		0	/	-1
96		气流粉碎机	LNJ-18A	1		1	E 车间	0
97		行星球磨机	XQM-40	1		1		0
98		震荡筛分机	ZD-ZDS	1		1		0
99		反应釜	FCF-30	3		3		F 车间

100		低温炉	/	3		3	M 车间	0
101	硅磷硼系负极材料研发小试线	硅磷硼系负极材料制备系统	自主研发	1	M 车间	1	M 车间	0
102		提纯系统	/	1		1		0
103		行星搅拌机	/	1		1		0
104		砂磨机	/	1		1		0
105	公辅设备	储气罐	1712PG-01	1	E 车间	1	E 车间	0
106		冷水机	SF305000A	2		2		0
107		空压机	BLT-75AG	1		1		0
108			355W 型	7 (1 台备用)	7(1 台备用)	L 车间	0	
109		制氮机	KBN39-2000	3	L 车间		3	0
110		冷却塔	60m <sup>3</sup> /h	1	M 车间	1	M 车间	0

由上表可知，本项目设备变动情况如下：

一台鄂破机替换为两台高效粗破机，增加一台真空浆叶干燥机、一台球磨机、温料釜、打浆机，减少一台投料设施、一台锥形混料机、一台气流粉碎机、一台气流分级机、一台磁力搅拌机、一台超声波清洗机、一台超声波振动筛、两台 CVD、一台辊道炉。

企业实际建设过程中，为提高工作效率，将一台鄂破机替换为两台高效粗破机，该设备用于物料粉碎（石墨新型）工段，不影响产能，且粉碎的物料数量不变，故不新增粉尘产生量；同时增加一台真空浆叶干燥机、一台球磨机、温料釜、打浆机，分别用于干燥（石墨新型）、粉碎（氧化亚硅）、刻蚀（多孔硅）、制浆混料（纳米硅）工段，原辅料用量不新增，故不新增产污。

由于研发工艺变化，多孔硅负极材料研发线取消洗涤工段，故未购置超声波清洗机；其他减少的设备均由同类型设备代替，不影响生产工艺，不增加产污。

### 3.3.3 生产工艺

#### ① 石墨新型负极材料生产工艺

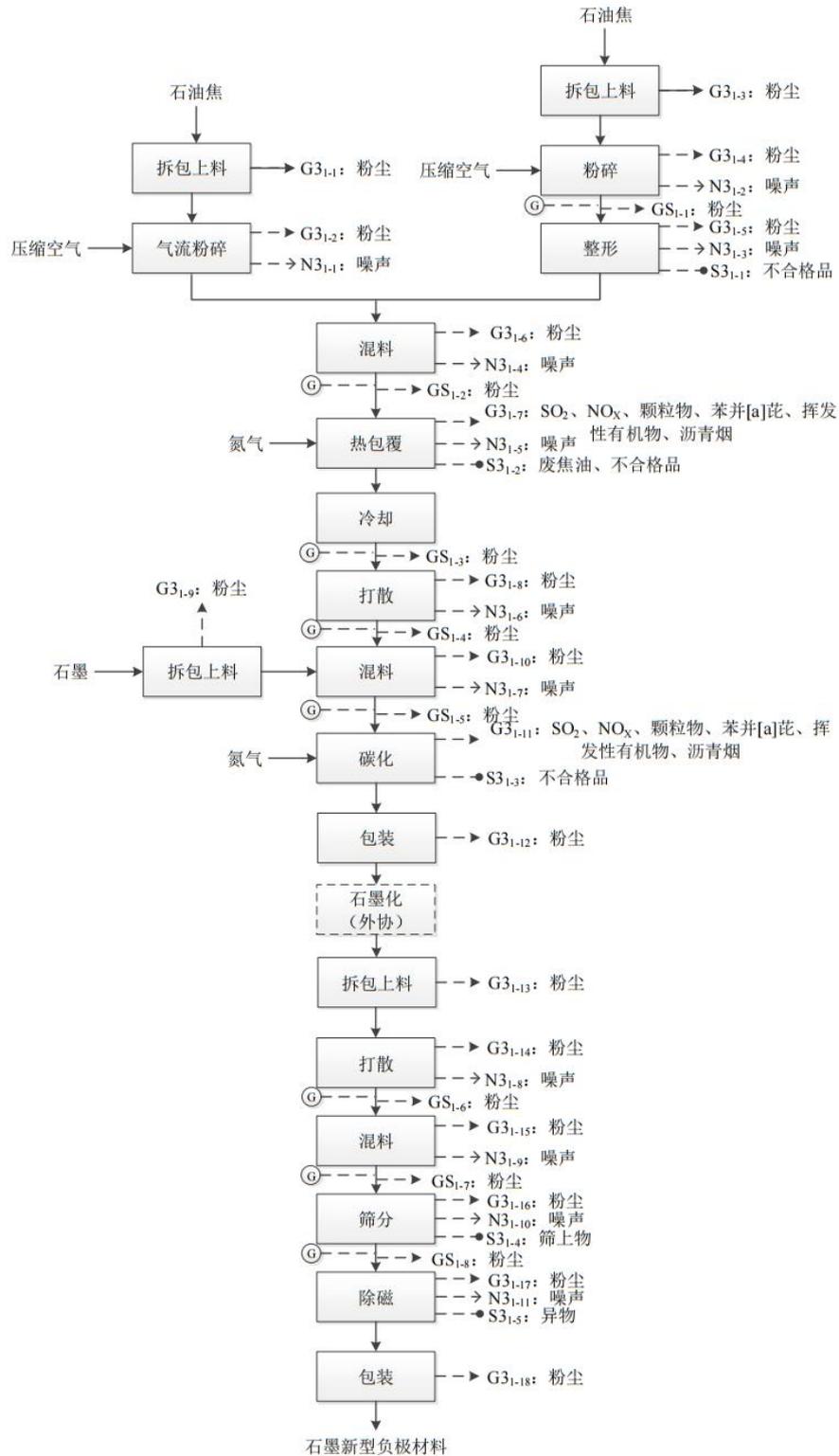


图 3-1-1 石墨新型负极材料工艺流程图

工艺流程简述:

(1) 拆包投料：项目外购的石油焦、沥青为形状不规则的黑色块状或颗粒状，均采用吨袋包装，首先通过叉车对物料进行搬运至投料口下方，然后将吨袋通过电动葫芦吊运至设备平台高位投料口，拆包后进行间断投料。拆包投料过程中会有粉尘产生。

(2) 气流粉碎：沥青在重力系统作用下投入气流粉碎机中，通入压缩空气(0.6~0.85Mpa)进行粉碎，使其粒度达到 10 $\mu$ m 以下。气流磨工作原理主要是物料进入粉碎腔后，在多股气流的交汇点处被反复碰撞、摩擦、剪切而粉碎，粉碎后的物料在风机抽力作用下随上升气流运动至分级区，在高速旋转的分级涡轮产生的强大离心力作用下，使粗细物料分离。

(3) 粉碎：石油焦物料在重力作用下投入粗破机中，先进行初步破碎，一般生产出来的物料粒径比较大。经粗破机后再进入滚压磨设备内，物料从两轻上方给入，被挤压辊连续带入辊间，受到 100-150MPa 的高压作用后，变成密实的料饼从机下排出，排出的料饼，除含有一定比例的细粒成品外，在非成品颗粒的内部，产生大量裂纹，改善了物料的易磨性，且在进一步粉碎过程中，可较大地降低粉磨能耗。经滚压磨后最后进入冲击磨设备内，利用高速旋转的回转体上的锤头、叶片、棒体等对被粉碎的物料进行冲击，借物料与回转体的激烈冲击，高速飞行的物料之间的高速撞击和回转体与定子或边壁的剪切研磨，实现对物料进行超细粉碎的目的。

(4) 整形：由于经机械磨后的石油焦粒径一般在 7~20 $\mu$ m，需在整形机内进行进一步整形加工，经过整形机加工后石油焦粒径在 8~18 $\mu$ m，可满足混合需求。整形过程中会立生部分不符合粒径要求的不合格品，整形过程有整形机设备运行噪声产生，由于整个整形机为密闭设备，因此无粉尘逸散出来。从粉碎设备料仓到整形设备采用力输送，气力输送会产生粉尘，整形过程由于整形机需要进行排气，排气过程会带出粉尘。

(5) 混料：将上述粉碎、整形后的沥青和石油焦原料采用 AGV 转运小车转运至 F 车间利用升降梯和重力作用按一定比例计量后投入到密闭的 VC 混料设备中进行混合配料，VC 混料设备为密闭设备结构，混合过程无粉尘外溢。经混料之后的物料通过密闭管道在重力系统作用下直接进入混

料仓暂存，此过程产生料仓粉尘。

(6) 热包覆：该工段目的是通过热搅拌过程中升温，去除物料中沥青和石油焦的挥发分、水分，让沥青包覆在石油焦颗粒表面上。热包覆工段不同的升温速率、反应温度和反应时间等，都会对产品的指标产生影响，本项目中试得到的产品主要作为样品外售给合作的电池厂家，由电池厂家组装成锂电池后进行测试，根据电池厂家的反馈对热包覆工艺参数进行适当调整，以提高负极材料性能和稳定性。

整个热包覆工艺主要工艺过程和工艺设计参数如下：

物料经过 VC 加热改性混料机混合后进入反应釜内，反应釜通过套在釜外的井式炉电加热，先抽去空气，之后通入氮气吹扫隔绝空气，防止物料燃烧氧化。通过电加热使物料在保护气体中以 200-300°C 条件下搅拌约 2h，在升温过程中，沥青逐渐软化处于塑性状态，沥青、石油焦吸附的水分开始排出。而后继续升温至 500-750°C 的条件下进行混合反应，保持恒温状态，反应时间持续约 4h，期间釜内有重组分气体挥发出来，此时包覆釜内形成均匀的液、气态挥发氛围，均匀围绕在石油焦颗粒表面。整个升温 and 恒温过程中围绕在颗粒表面的液、气态挥发分在颗粒表面炭化沉积，并使小颗粒黏附于大颗粒表面，尤其是在颗粒表面的凹陷、断层等不光滑处粘附沉积，使颗粒球形度增加，完成粘结、造粒(物料粒径达 10~20 $\mu\text{m}$ )。反应釜不断的搅拌使釜内的轻组分气体不断挥发出来。每个批次结束后，由于沥青挥发出的重组分沉降，加热釜底部会反应产生废焦油，该部分废焦油每批次反应结束均需进行清理。热包覆过程中因操作温度、反应时间等因素会导致产生不合格品。反应釜产生的热包覆废气通过管道在风机抽力下排出进入外部废气处理系统，经废气处理系统处理后外排。

(7) 冷却：热包覆搅拌结束后，打开加热反应釜阀门，物料通过管道重力送至冷却釜内冷却至室温，达到包覆的效果，整个冷却过程持续时间约 1.5h。冷却釜为夹套装置夹套中通入循环冷却水，通过冷却水与釜内物料进行间接热交换以使物料降温，进水温度 20-30°C，出水温度 25-35°C。采用大流量的冷却塔冷却，产生循环冷却水。冷却后的物料通过气力输送

至下一批次混合阶段。整个冷却过程在负压密闭系统内进行，不会有废气逸散。

(8)打散：热包覆后的物料通过气力输送进入双行星分散真空混合机、打浆分散机等设备内进行打散，打散过程为间断运行。打散过程会产生粉尘。

(9)拆包上料：此工段拆包上料主要是将外购的石墨进行拆包上料，项目外购的石墨为粉料，均采用吨袋包装，首先通过叉车对物料进行搬运至投料口下方，然后将吨袋通过电动葫芦吊运至设备平台高位投料口，拆包后进行投料，投料工段为间断投料。拆包投料过程中会有粉尘产生。

(10)混料：采用自动计量系统将石墨化后的石油焦、沥青和石墨在重力作用下按一定的比例计量后投入到密闭的VC混料机中进行混合配料，混料过程为间断运行，混料过程中全密闭，经混料之后的物料通过密闭管道在重力系统作用下直接进入混料仓暂存，此过程有料仓粉尘产生。VC混料机需要进行冷却，产生循环冷却水。

(11)碳化：本项目碳化目的是在惰性气体氛围下，通过控制碳化升温速率、碳化温度、碳化时间等，将沥青和石油焦含有的挥发分尽量除去，获取最适合石墨化的沥青焦，使得后续石墨化程度提高，易于石墨化。碳化工段不同的升温速率、碳化温度和碳化时间等，都会对产品的指标产生影响，本项目中试得到的产品主要作为样品外售给合作的电池厂家，由电池厂家组装成锂电池后进行测试，根据电池厂家的反馈对碳化工艺参数进行适当调整，提高负极材料性能和稳定性。

本项目碳化工段在箱式结构的箱式炭化炉内进行，箱式炭化炉由上至下分为生料层、半炭化层和炭化成品层，炭化产气室设置在炭化成品层的两侧，且炭化产气室与炭化室之间通过滤网，在炭化室的侧壁上设置有数个点火口和数个进氧口，炭化产与室与油气收集罐通过输气管道连通，成品下料区设置在炭化成品层的下端，炭化成品层的料进入到成品下料区，成品料收集仓设置在成品下料区的下端，通过成品下料区向成品料收集仓下移成品料，整个炉体下方有数支支撑部支撑。

具体碳化和碳化废气处理过程如下：

将上述混料之后的物料装到堆塌内，人工将堆塌放置于箱式炭化炉内，箱式炭化炉电加热 1000-1600°C，加热时间 8-10h，同时通入氮气作为保护气，此过程使气化后沥青发生炭化反应，生成的 C 包覆在石墨化品表面，形成高分子碳氧化合物保护膜，同时产生炭化废气（氮气、氢气、甲烷等小分子烷烃类）。碳化过程中因操作温度、反应时间等因素会导致产生不合格品。

碳化产生的废气均经管道直接引入尾气燃烧炉，F 车间的箱式炭化炉配套直燃式焚烧炉系统，直燃式焚烧炉采用天然气点火，通过 PLC 自动控制装置，天然气加热至 800-1100°C，时间 3-5h，利用天然气燃烧所发生热量，把可燃有害气体的温度提高到反应温度，从而发生氧化分解，进而达到去除废气中污染物的作用。

（12）包装：需对碳化后的物料进行包装，委外进行石墨化。粉状物料在重力作用下进入设备下方的吨袋，人工进行包装，包装过程中会产生逸散粉尘。

（13）石墨化（外协）：包装好的物料送外协单位进行石墨化处理。石墨化是利用热活化将热力学不稳定的碳原子实现由乱层结构向石墨晶体结构的有序转化，因此，在石墨化过程中，要使用高温热处理(HTT)对原子重排及结构转变提供能量。本项目不单独设置石墨化工序，委外进行处理。经委外石墨化处理后的物料重新到厂内进行下步的生产。

（14）拆包上料：此工段拆包上料主要是将委外石墨化加工后的物料进行拆包上料，石墨化后的物料采用吨袋包装，首先通过叉车对物料进行搬运至投料口下方，然后将吨袋通过电动葫芦吊运至设备平台高位投料口，拆包后进行投料，投料工段为间断投料。拆包投料过程中会有粉尘产生。

（15）打散：碳化后的物料通过气力输送进入双行星分散真空混合机、打浆分散机等设备内进行打散，打散过程为间断运行。打散过程会产生粉尘。

（16）混料：此工段主要为对碳化后的物料进行混料，采用自动计量

系统将碳化后的石油焦、沥青和石墨在重力作用下按一定的比例计量后投入到密闭的 VC 混料机中进行混合配料，混料过程中全密闭，经混料之后的物料通过密闭管道在重力系统作用下直接进入混料仓暂存，此过程有料仓粉尘产生，VC 混料机需要进行冷却，产生循环冷却水。

(17) 筛分：混合后混料仓中的物料通过气力输送至振动筛设备中，通过一定细目的格网对物料进行筛分分级，筛分过程筛上料和除磁工序异物作为一般固体废物处置。筛分过程密闭进行，无粉尘外溢，出料过程会产生一定的粉尘。

(18) 除磁：筛下料通过气力输送至除磁机中进行消磁处理。除磁指的是通过电流互感器产生与石墨化品相反的磁场，磁场源强 $\leq 3000$ 高斯，不会造成环境影响及员工身体伤害，利用产生的磁场抵消石墨化负极材料中的磁场，从而达到除磁的目的。除磁工序异物作为一般固体废物处置。除磁过程密闭进行，无粉尘外溢，主要是出料过程会产生一定的粉尘。

(19) 包装：经过除磁后的物料为石墨新型负极材料成品，在重力系统作用下直接通过管道下料至吨袋中进行人工包装，包装过程会产生粉尘。

## ②氧化亚硅负极材料生产工艺

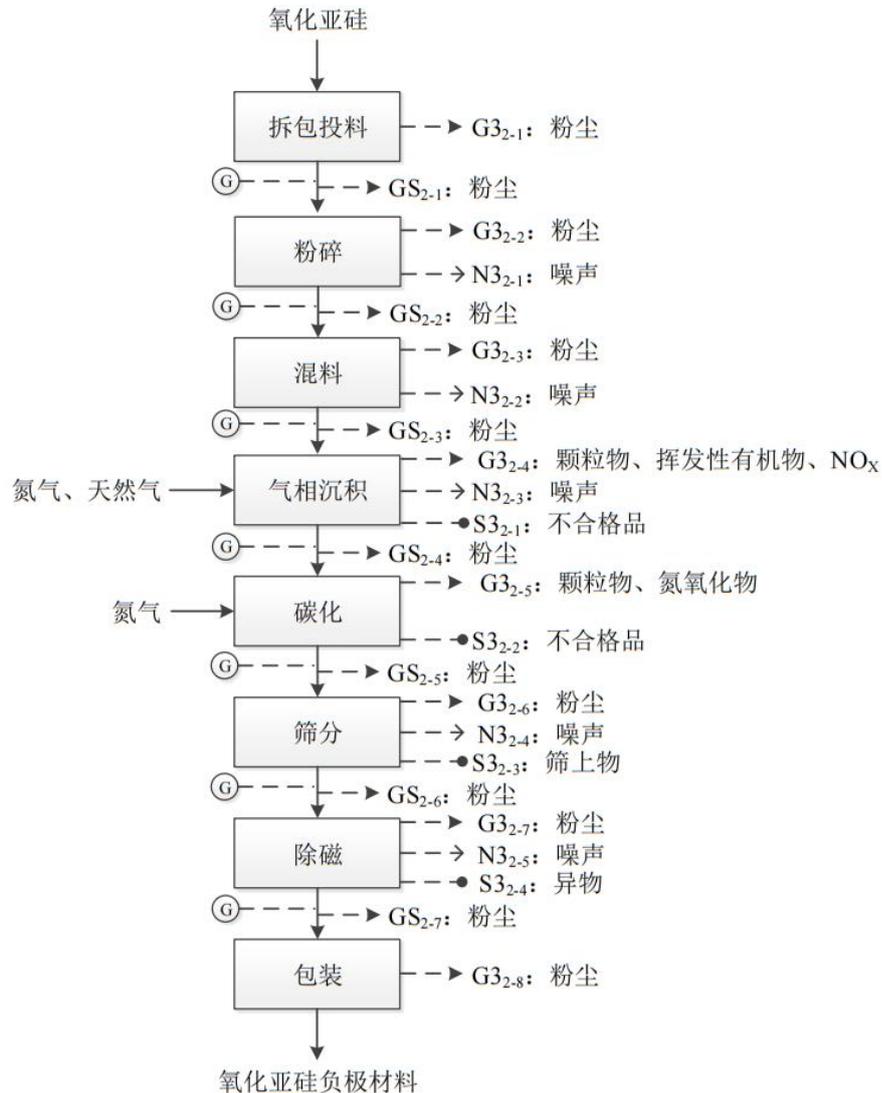


图 3-3-2 氧化亚硅负极材料工艺流程图

工艺流程简述:

(1) 拆包投料: 项目外购的氧化亚硅为粉末状, 采用吨袋包装, 首先通过叉车对物料进行搬运至投料口下方, 然后将吨袋通过电动葫芦吊运至设备平台高位投料口, 拆包投料后直接通过重力系统进入下一步的混料工段, 投料工段为间断投料。拆包投料过程中会有粉尘产生。

(2) 粉碎: 氧化亚硅原料在重力作用下投入气流粉碎机中, 通入压缩空气(0.6-0.85Mpa)进行粉碎, 使其粒度达到工艺要求。气流磨工作原理主要是物料进入粉碎腔后, 在多股气流的交汇点处被反复碰撞、摩擦、剪切而粉碎, 粉碎后的物料在风机抽力作用下随上升气流运动至分级区, 在高

速旋转的分级涡轮产生的强大离心力作用下，使粗细物料分离。粉碎设备为密闭式设计，运行方式为间断运。气流粉碎后的粉状物料经重力系统进入料仓暂存，压缩空气排出时首先经设备配套的袋式除尘器对带出的物料进行回收，袋式除尘器与粉碎机通过管道连接，回收的氧化亚硅粉末通过袋式除尘回收装置自动控制系统回于生产工段。

(3) 混料：采用自动计量系统将氧化亚硅在重力作用下按一定比例投入到密闭的高速改性混合机内进行混合均匀，混料过程中全密闭，经混料之后的物料进入料仓暂存，压缩空气排出时首先经设备配套的袋式除尘器对带出的物料进行回收，袋式除尘器与混料设备通过管道连接，回收的氧化亚硅粉末通过袋式除尘回收装置自动控制系统回于生产工段。

(4) 气相沉积：又称碳包覆，采用气相沉积在氧化亚硅表面生长的无定形碳包覆层气相沉积工段不同的升温速率、反应温度和反应时间等，都会对产品的指标产生影响本项目中试得到的产品主要作为样品外售给合作的电池厂家，由电池厂家组装成锂电池后进行测试，根据电池厂家的反馈对气相沉积工艺参数进行适当调整，提高负极材料性能和稳定性。

(5) 碳化：在实现气相沉积后，需进行热处理使负极材料进行碳化反应，使包覆材料固化在被沉积材料表面上，进一步提高负极材料的纯度、导电性和稳定性。碳化工段不同的升温速率、碳化温度和碳化时间等，都会对产品的指标产生影响，本项目中试得到的产品主要作为样品外售给合作的电池厂家，由电池厂家组装成锂电池后进行测试，根据电池厂家的反馈对碳化工艺参数进行适当调整，提高负极材料性能和稳定性。本项目碳化工段在箱式炭化炉内进行，箱式炭化炉电加热 1000-1600°C，加热时间 8-10h，同时通入氮气作为保护气，此过程高温使氧化亚硅负极材料中的杂质挥发出来，进一步提高产品的纯度、导电性和稳定性。保护气体氮气在高温下会被氧化生成氮氧化物，同时，少量粉状物料随保护气逸散进入废气中。碳化过程中因操作温度、反应时间等因素会导致产生不合格品。

(6) 筛分：碳化后的物料在气力输送的作用下进入振动筛、直排筛、超声波振动筛等筛分设备中。通过一定细目的格网对物料进行筛分分级。

筛分过程筛上料作为一般固体废物处置。筛分过程密封进行，无粉尘外溢，出料过程会产生一定的粉尘。

(7) 除磁：除磁指的是通过电流互感器产生与石墨化品相反的磁场，磁场源强 $\leq 3000$ 高斯，不会造成环境影响及员工身体伤害，利用产生的磁场抵消氧化亚硅负极材料中的磁场，从而达到除磁的目的。除磁工序异物作为一般固体废物处置。除磁过程密闭进行，无粉尘外溢，主要是出料过程会产生一定的粉尘。

(8) 包装：经过筛分除磁后的物料为氧化亚硅负极材料成品，在重力系统作用下直接通过管道下料至吨袋中进行人工包装。

### ③ 多孔硅负极材料生产工艺

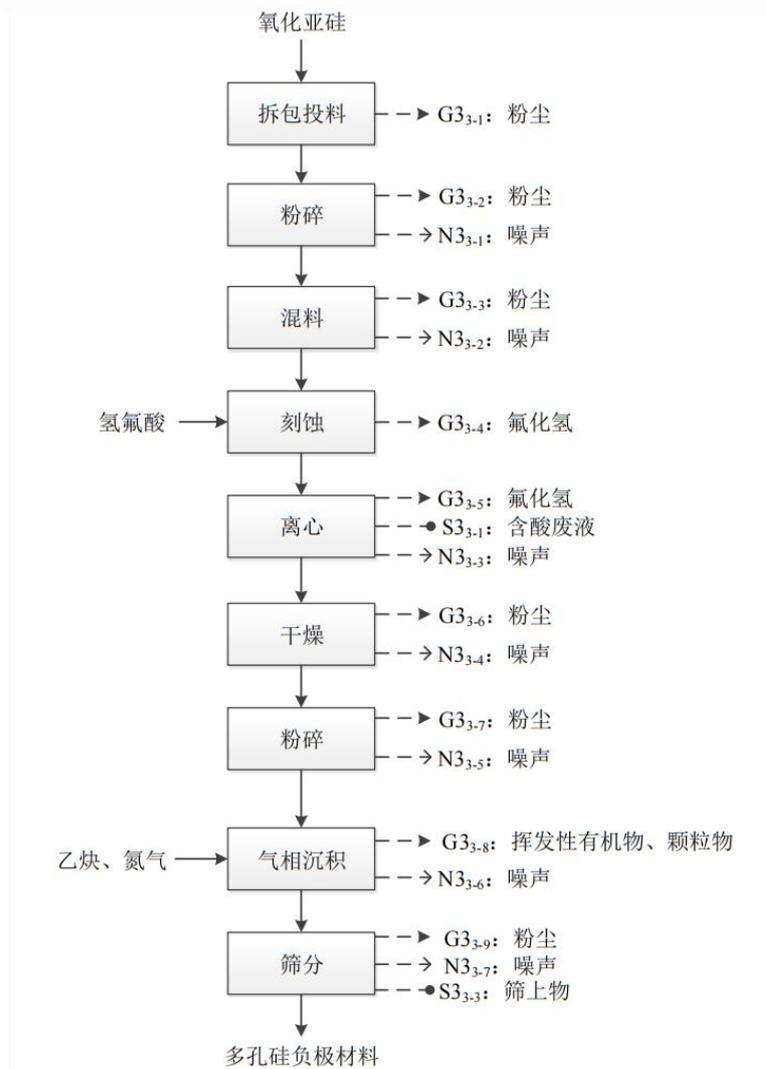


图 3-3-3 多孔硅负极材料工艺流程图

工艺流程简述：

(1) 拆包投料：项目外购的氧化亚硅为粉末状，采用 24kg 包装袋包装，人工将包装袋置于高位投料口，拆包后进行投料，投料工段为间断投料。拆包投料过程中会有粉尘产生。

(2) 粉碎：氧化亚硅原料在重力作用下投入颚式破碎机进行初步破碎，破碎至 5cm 以下的小块。从颚式破碎机出口由密闭输送带输送至对辊破碎机内，中碎成细小颗粒。从对辊破碎机出来的细小颗粒物料经密闭输送带经过喂料螺旋进入到万能粉碎机、气流粉碎机、气流分级机内进行磨粉。上述粉碎工段使用的各设备均需要进行排气，压缩空气排出时带出的粉尘。

(3) 混料：在磁力搅拌机内进行混合均匀，磁力搅拌机密闭运行，无粉尘外溢，出料过程会产生粉尘。

(4) 刻蚀：使用氢氟酸强酸对氧化亚硅进行刻蚀，除去其中的纳晶 Si 相而得到孔隙结构，即多孔氧化亚硅。

(5) 离心：使用离心机对刻蚀后的物料进行离心处理，离心机是利用离心力，分离液体与固体颗粒或液体与液体的混合物中各组分的机械，使固液分离，使用抽滤泵对废液进行抽离，产生含酸废液，离心过程中氟酸会挥发形成氟化氢废气。

(6) 洗涤：经离心后的多孔氧化亚硅表面仍染少量氢氟酸，用外购的去离子水在超声波清洗机内对压滤后的固体物料进行洗涤，得到更纯净的固体物料，超声波清洗机原理主要是通过换能器，将功率超声频源的声能转换成机械振动，通过清洗槽壁将超声波辐射到槽子中的去离子水。由于受到超声波的辐射，使槽内液体中的微气泡能够在声波的作用下从而保持振动，破坏污物与清洗件表面的吸附，引起污物层的疲劳破坏而被剥离，气体型气泡的振动对固体表面进行擦洗。洗涤过程中会产生含酸废液，每批次洗涤之后更换下的含酸废液作危废处理。

(7) 干燥：洗涤后的物料进入真空干燥箱，在真空干燥箱内利用热能降低物料水分，对物料进行干燥处理，真空干燥箱密闭运行，无粉尘外溢，出料时会产生粉尘。

(8) 粉碎：使用石墨盘对干燥得到的物料进行粉碎处理，石墨盘粉碎

过程中会产生粉尘。

(9) 气相沉积: 气相沉积工段不同的升温速率、反应温度和反应时间等, 都会对产品的指标产生影响, 本项目研发得到的多孔硅负极材料主要作为样品外售给合作的电池厂家, 由电池厂家组装成锂电池后进行测试, 根据电池厂家的反馈对气相沉积工艺参数进行适当调整, 提高负极材料性能和稳定性。

使用乙炔在 CVD 回转炉内对多孔氧化亚硅进行界面碳包覆, 将上述得到的多孔氧化亚硅原料放入电加热的 CVD 回转窑内进行预处理, 通入氮气作为保护气体, 在 600-650°C 煅烧 2~3h 后, 停止通入氮气, 通入碳源乙炔进行化学气相沉积包碳, 并升温至 850~950°C, 继续煅烧 2~3h, 煅烧结束后自然冷却, 得到碳包覆氧化亚硅负极材料。C 沉积在多孔硅原料表面, 得到多孔硅负极材料。未分解完全的  $C_2H_2$ (挥发性有机物) 随  $H_2$  和粉末尾气排放。

根据工艺参数, 气相沉积过程中约 95% 的乙炔参与了反应, 剩余 5% 乙炔(以非甲烷总烃计)作为废气排放。

(10) 筛分: 气相沉积后的物料通过 AGV 转运小车转运至超声波振动筛等设备中。通过一定细目的格网对物料进行筛分分级, 筛下料采用 AGV 转运小车转运至除磁机中进行消磁处理。筛分过程筛筛上料作为一般固体废物处置。筛分过程密闭进行, 无粉尘外溢, 出料过程会产生一定的粉尘。

#### ④高首效氧化亚硅负极材料生产工艺

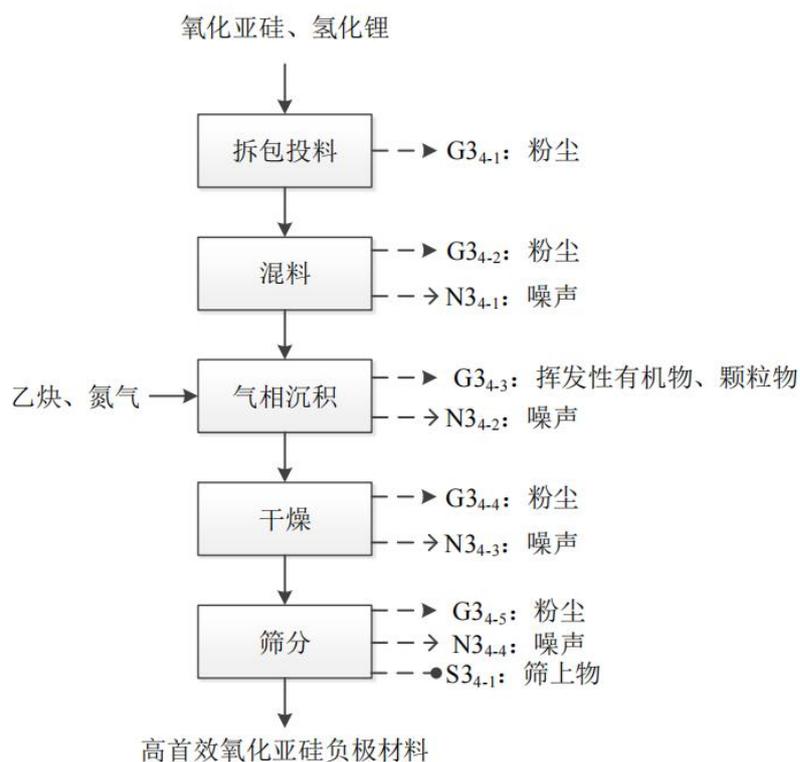


图 3-3-4 高首效氧化亚硅负极材料工艺流程图

工艺流程简述:

(1) 拆包投料: 项目外购的氧化亚硅、氯化锂为粉末状, 采用 24kg 的包装袋包装, 热工将物料置于高位投料口, 拆包后进行投料, 投料工段为间断投料。拆包投料过程中会有粉尘产生。

(2) 混料: 在磁力搅拌机内进行混合均匀, 磁力搅拌机密闭运行, 无粉尘外溢, 出料过程会产生粉尘。

(3) 气相沉积: 气相沉积工段不同的升温速率、反应温度和反应时间等, 都会对产品的指标产生影响, 本项目研发得到的多孔硅负极材料主要作为样品外售给合作的电池厂家, 由电池厂家组装成锂电池后进行测试, 根据电池厂家的反馈对气相沉积工艺参数进行适当调整, 提高负极材料性能和稳定性。

使用乙炔在 CVD 回转炉内对多孔氧化亚硅进行界面碳包覆, 将上述得到的多孔氧化亚硅原料放入电加热的 CVD 回转窑内进行预处理, 通入氮气作为保护气体, 在 600-650°C 煅烧 2~3h 后, 停止通入氮气, 通入碳源乙炔进行化学气相沉积包碳, 并升温至 850~950°C, 继续煅烧 2~3h, 煅烧结束

后自然冷却，得到碳包覆氧化亚硅负极材料。C 沉积在多孔硅原料表面，得到多孔硅负极材料。未分解完全的  $C_2H_2$ (挥发性有机物)随  $H_2$  和粉末尾气排放。

(4) 干燥：气相沉积后的物料进入真空干燥箱，在真空干燥箱内进行干燥处理，真空干燥箱密闭运行，无粉尘外溢，出料时会产生粉尘。

(5) 筛分：干燥后的物料通过 AGV 转运小车转运至超声波振动筛设备中。通过一定细目的格网对物料进行筛分分级，筛分过程筛上料作为一般固体废物处置。筛分过程密封进行，无粉尘外溢，出料过程会产生一定的粉尘。

### ⑤ 纳米硅负极材料生产工艺

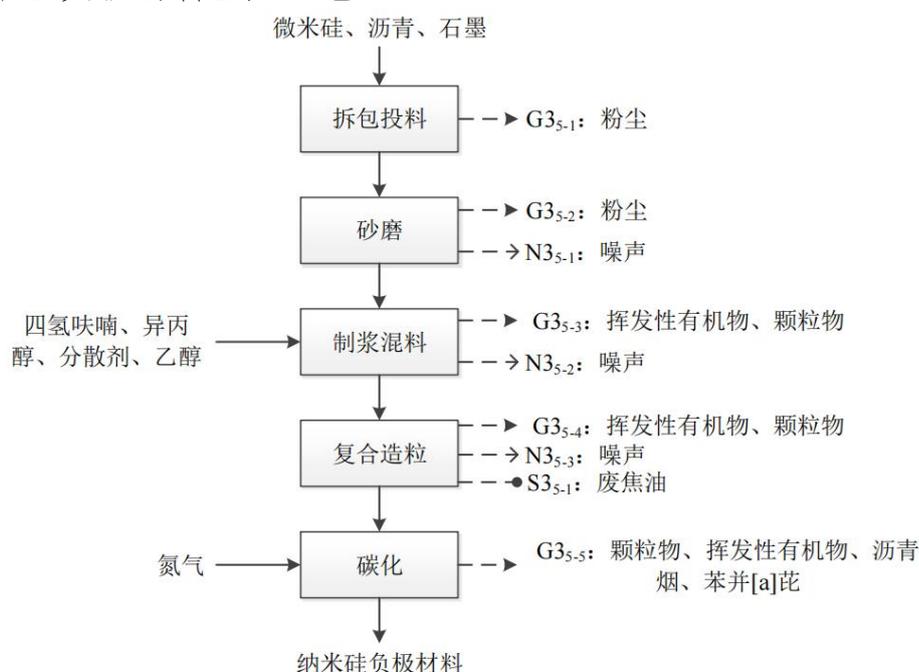


图 3-5-5 纳米硅负极材料工艺流程图

工艺流程简述：

(1) 拆包投料：项目外购的微米硅和石墨均为粉末状，沥青为黑色固体块状，人工将小包装袋的物料置于高位投料口，拆包后进行投料，投料工段为间断投料。拆包投料过程中会有粉尘产生。

(2) 砂磨：使用砂磨机对微米硅、沥青和石墨进行砂磨，通过砂磨等方法，可将微米硅尺寸缩减至纳米级，较小的颗粒尺寸更有利于提高电极

材料的循环稳定性。

(3) 制浆混料：将砂磨后的微米硅粉末分散在乙醇中，然后加入四氢味喃、异丙醇、分散剂等，并在 VC 混料机内进行连续混合搅拌，制得浆料。

(4) 复合造粒：使用喷雾干燥机对制浆混料后的物料进行复合造粒，控制温度为  $110\text{--}160^{\circ}\text{C}$ ，喷雾干燥机是一种通过对物料进行流态化、除尘、雾化、固化等处理，达成粒度要求后产出产品的一种干燥设备。喷雾干燥具体过程分为三个阶段：

制浆雾化：料浆由供料系统中的隔膜泵以一定压力从喷嘴压入干燥塔，压力的能量转换为动能，料浆由下向上从喷嘴喷出，形成一层高速的液膜，液膜随即分裂为液滴。雾化产生的液滴尺寸与压力成反比，喷嘴的生产能力与压力的平方成正比。

雾粒干燥成球：雾粒与热空气以混合流的方式工作，热空气是通过顶盖上的热空气分配器进入塔内，热风分配器产生一股向下的流线空气气流，雾滴由下向上喷入热空气流。雾滴由于表面张力作用而形成球形，同时由于雾滴具有很大的表面积，其中水分迅速蒸发干燥，而最终收缩形成干燥的球形颗粒粉料。

形成的球形颗粒粉料在干燥塔内逐渐沉降，与热空气分离，塔下部的漏斗型腔使颗粒料汇集并从出料口卸出。较细的颗粒料与干燥空气一起由与漏斗形上部相连的抽风机抽取而进入除尘系统。

颗粒粉料卸出：为干燥塔输送热空气的送风机、干燥塔以及抽风机组成了干燥系统。

(5) 碳化：本项目碳化工段不同的升温速率、反应温度和反应时间等，都会对产品的指标产生影响，本项目研发得到的纳米硅负极材料主要作为样品外售给合作的电池厂家，由电池厂家组装成锂电池后进行测试，根据电池厂家的反馈对该碳化工艺参数进行适当调整，提高负极材料性能和稳定性。

本项目碳化工段在箱式结构的箱式炭化炉内进行，箱式炭化炉由上至下分为生料层、半炭化层和炭化成品层，炭化产气室设置在炭化成品层的

两侧，且炭化产气室与炭化室之间通过滤网，在炭化室的侧壁上设置有数个点火口和数个进氧口，炭化产气室与油气收集罐通过输气管道连通，成品下料区设置在炭化成品层的下端，炭化成品层的料进入到成品下料区，成品料收集仓设置在成品下料区的下端，通过成品下料区向成品料收集仓下移成品料，整个炉体下方有数支支撑部支撑。

四氢呋喃、异丙醇和乙醇等物料沸点均低于 110℃，在复合造粒工段(控制温度 110~160℃)已挥发完全，在碳化过程中基本无挥发。碳化过程中沥青加热会产生挥发性有机物、沥青烟和苯并[a]芘。

### ⑥多晶硅负极材料生产工艺

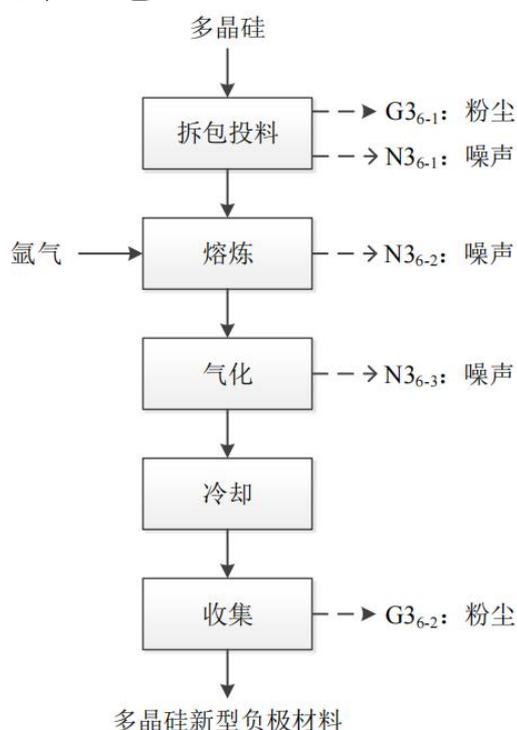


图 3-5-6 多晶硅负极材料工艺流程图

工艺流程简述：

(1) 拆包投料：项目外购的多晶硅为粉末状，人工将小包装袋的物料置于投料口，系统自动上料，把多晶硅加入到堆中。投料过程中会有粉尘产生。

(2) 熔炼：熔炼工段不同的反应时间会对产品的指标产生影响，本项目研发得到的多晶硅新型负极材料主要作为样品外售给合作的电池厂家，

由电池厂家组装成理电池后进行测试，根据电池厂家的反馈对熔炼工艺参数进行适当调整，提高负极材料性能和稳定性。

把外购的多晶硅熔炼之后，再气化得到硅颗粒，目的是为了提提高多晶硅的纯度。熔炼环节是通过堆塌加热融化多晶硅，通入氯气作为保护气，使用加热线圈加热至 1500 度对多晶硅粗品进行熔炼，加热线圈内部通冷却循环水进行冷却。气化:熔融多晶硅通过等离子高温气化成硅蒸汽。

(3) 冷却: 利用低温氯气对硅蒸汽进行极冷为硅颗粒。

(4) 收集: 对硅粉和氯气进行分离把硅粉收集把氯气排出，最后得到多晶硅新型负极材料，部分未收集的硅粉随氯气排出。

### ⑦新型碳素负极材料生产工艺

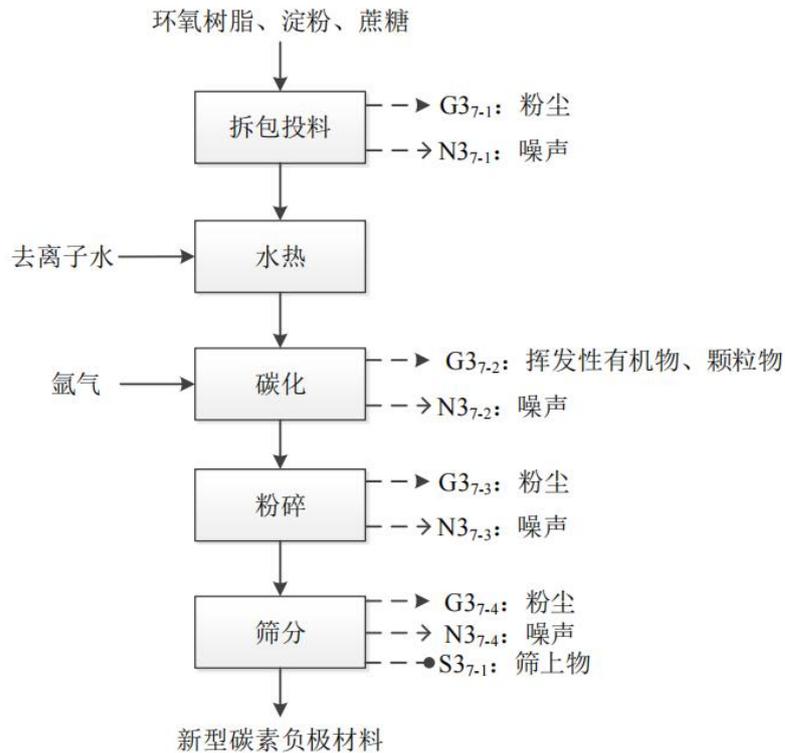


图 3-5-7 新型碳素负极材料工艺流程图

工艺流程简述:

(1) 拆包投料: 通过叉车将环氧树脂、淀粉和蔗糖进行搬运至投料口下方，人工将小包装袋的物料置于高位投料口，拆包后进行投料，投料工段为间断投料。外购的淀粉为粉末状，因此拆包投料过程中会有粉尘产生。

(2) 水热: 上述物料分别进入反应釜内进行水热处理，水热是指在水

热反应釜中，以有机糖或者碳水化合物为原料，水为反应介质，在一定温度及压力下，经过一系列复杂反应生成碳微球的过程。本项目分别以蔗糖、淀粉、环氧树脂为碳源，在水热釜中，压力 0Mpa~15Mpa，加热温度 150~180°C，保温时间 1h~10h，通过水热法得到前驱体材料。环氧树脂热氧化分解温度约为 180~200°C，沸点约为 400.8°C 淀粉热解温度约为 180~200°C，沸点约为 667.9°C，蔗糖热解温度约为 190~220°C，沸点约为 697.1°C。本项目水热反应温度低于上述各物料的热解温度和沸点，因此在水热反应过程中基本无废气产生。

(3) 碳化：将水热后的物料选择箱式气氛炉/石英回转炉/中式回转炉分别进行慢烧碳化，保护气体为氯气，碳化温度约为 700°C，探索不同炉体物料碳化效果。上述碳化过程主要为物料脱去 H 和 O 元素，剩下 C 的过程。

(4) 粉碎：使用气流粉碎机设备对碳化后的物料进行粉碎，粉碎设备为密闭设备。

(5) 筛分：物料通过 AGV 转运小车转运至震荡筛分机设备中。通过一定细目的格网对物料进行筛分分级，筛分过程筛上料作为一般固体废物处置。筛分过程密封进行，无粉尘外溢，出料过程会产生一定的粉尘。

#### ⑧硅磷硼系负极材料生产工艺

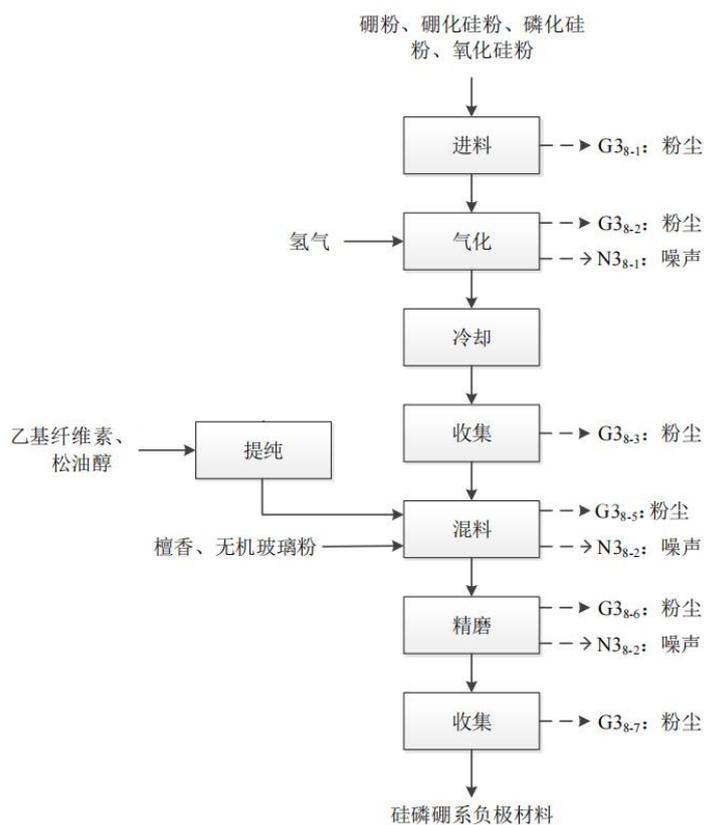


图 3-5-8 硅磷硼系负极材料工艺流程图

工艺流程简述:

(1) 进料: 把硼粉、多晶硅、硼化硅粉、磷化硅粉、氧化硼粉等原辅材料通过送料器送入等离子区。外购的硼粉、多晶硅、硼化硅粉、磷化硅粉、氧化硼粉等均为粉末状,因此进料过程中会有粉尘产生,洁净室自带过滤除尘系统。

(2) 气化: 硅和其它原材料在高温下气化并反应,此工段需通入氢气;硅的熔点为  $1412^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3$  的熔点为  $450^{\circ}\text{C}$ ,硅可以在一定的温度范围内 ( $<2107\text{K}$ ) 将 B 从  $\text{B}_2\text{O}_3$  中还原出来。

(3) 冷却: 通过氩气极冷,生产硅等物质粉末。

(4) 收集: 对硅等物质和氩气等气体进行分离,把粉尘收集排出。

(5) 提纯: 把有机物(乙醇、乙基纤维素、松油醇等)加入到提纯系统分子蒸馏装置中,加热到一定温度( $\leq 100^{\circ}\text{C}$ ),低沸点成分挥发通过冷却收集进入下一步混料工段,高沸点成分及杂质残留下来进行收集后作危废处理,达到提纯的目的。提纯过程中会产生一定量的有机废气,经管道密闭收集

后进入直燃式焚烧炉处理，直燃式焚烧炉利用天然气燃烧所发生热量，把可燃有机气体的温度提高到反应温度，从而发生氧化分解，进而达到去除废气中污染物的作用。

(6) 混料：把上述收集的粉末、提纯后的有机物和檀香、无机玻璃粉等成分通过行星搅拌机进行充分混合，混料工段会产生挥发性有机物和粉尘，经管道密闭收集后进入直燃式焚烧炉处理，直燃式焚烧炉利用天然气燃烧所发生热量，把可燃有机气体的温度提高到反应温度，从而发生氧化分解，进而达到去除废气中污染物的作用。

(7) 精磨：把上一步搅拌后的浆料用砂磨机进行充分分散，精磨过程中会产生粉尘。

(8) 收集：把充分分散的浆料从砂磨机取出收集，部分未收集的粉尘经洁净室自带过滤除尘系统处理。

### ⑨ 质检工艺

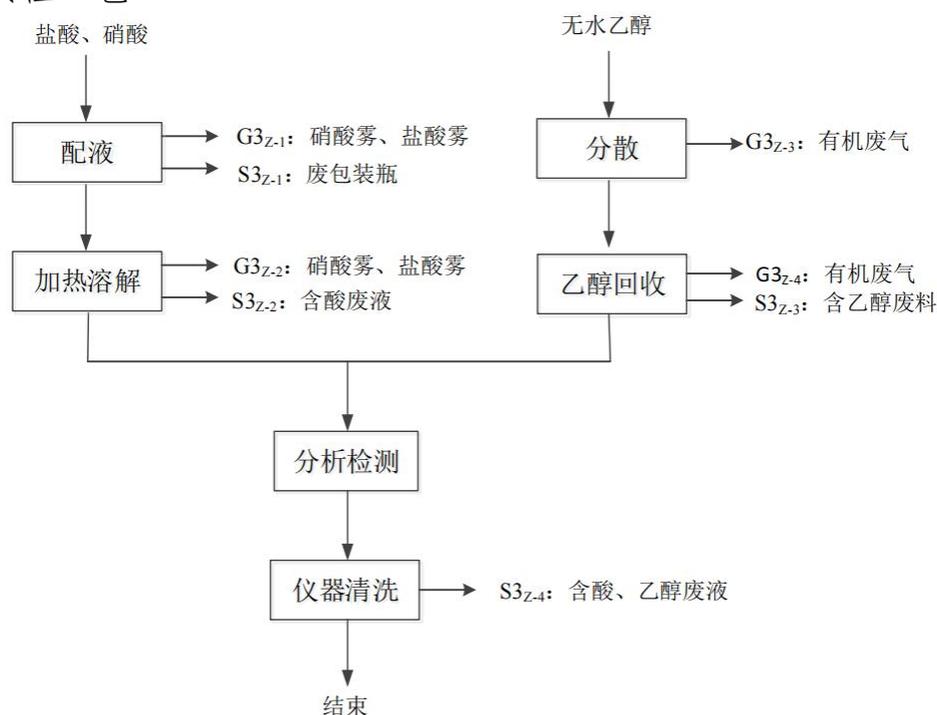


图 3-5-9 质检工艺流程图

### 工艺流程简述：

(1) 配液：本项目质检配液主要是硝酸和盐酸的配液，将然后将两者混合用于负极材料的检测。此过程会有硝酸雾和盐酸雾产生，同时乙醇、

盐酸和硝酸使用过程中有废包装瓶产生，配液均在通风橱内进行。

(2) 加热溶解：在通风橱内将待测的负极材料投入按比例混合配制的盐酸(36%浓度)与硝酸(67%浓度)的混合溶液，电加热烧杯将待检材料消解，溶掉其中的金属成分将其转移至容量瓶定容、检测。此过程产生的废酸和废料经收集后做危险废物进行处置，电加热消解过程中有硝酸雾和盐酸雾产生。

(3) 分散：在通风橱内将待测的材料投入无水乙醇中超声分散，然后取样进行粒径、分散度检测。分散过程会有有机废气产生。

(4) 乙醇回收：由于经分散后乙醇和负极材料的混合中乙醇有重复利用价值，本项目采用沉淀+过滤的方式对分散后的乙醇物料混合液进行回收，回收后的乙醇用于下一批次分散。

(5) 分析检测：通过质检室分析检测设备对加热溶解和分散后的物料粒径、分散度、主元素、磁性等进行分析检测。

(6) 仪器清洗：每一批次实验结束后需要对质检过程使用的烧杯、量筒等仪器进行清洗，由于器具上沾染了盐酸、硝酸、乙醇等化学物质，此过程产生含酸和乙醇的仪器清洗废液。

### ⑩制氮工艺

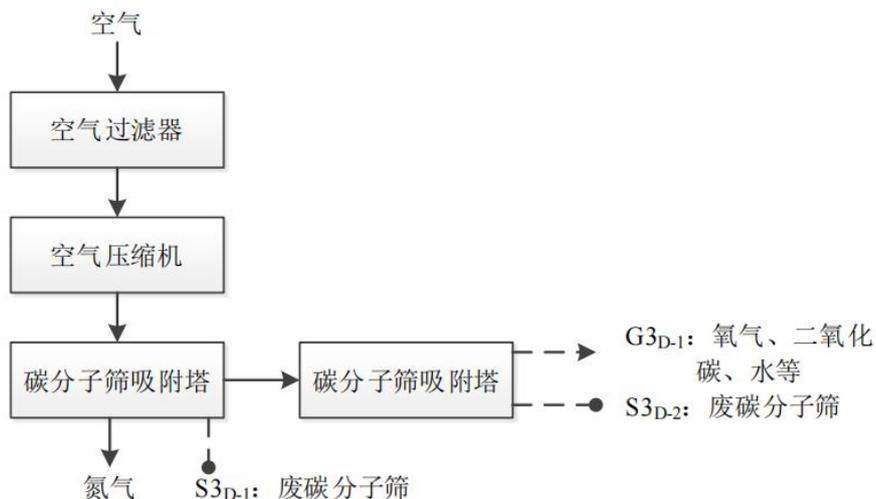


图 3-3-10 制氮工艺流程图

工艺流程简述：

空气经空气过滤器清除灰尘和机械杂质后进入空气压缩机，压缩至所

需压力，经严格的除油、除水、除尘净化处理，输出洁净的压缩空气，目的是确保吸附塔内分子筛的使用寿命。装有碳分子筛的吸附塔共有两个，一个塔工作时，另一个塔则减压脱附。洁净空气进入碳分子筛吸附塔，经过分子筛时氧气、二氧化碳和水被其吸附，流至出口端的气体便是氮气及微量的氩和氧。另一塔(脱附塔)使已吸附的氧气、二氧化碳和水从分子筛微孔中脱离排至大气中。这样两塔轮流进行，完成氮氧分离，连续输出氮气。根据供应商提供资料，碳分子筛需定期更换，更换周期一般为五年。

碳分子筛对空气中的氧和氮的分离作用主要是基于这两种气体在碳分子筛表面上的扩散速率不同。直径较小的气体分子( $O_2$ )扩散速率较快，较多的进入碳分子筛微孔。直径较大的气体分子( $N_2$ )扩散速率较慢，进入碳分子筛微孔较少，这样在气相中可以得到氮的富集成分。因此，利用碳分子筛对氧和氮在某一时间内吸附量的差别这一特性，由全自动控制系统按特定可编程序施以加压吸附，常压解析的循环过程完成氮氧分离，获得所需高纯度的氮气。

#### **生产工艺变动情况:**

由于多孔硅负极材料研发工艺变化，该产品取消洗涤工段；硅磷硼系负极材料提纯工段中不再使用乙醇，生产工艺调整后，不影响产能，不新增产污，未发生重大变动。

### **3.4 环境保护措施**

#### **3.4.1 废水**

##### **1、污染防治措施**

本项目废水污染防治措施与环评一致，具体如下：

(1)厂区实行雨污分流和清污分流原则；雨水依托厂区内雨水管道系统收集后排入附近河流。

(2)生活污水和车间地面清洁废水经污水站处理后与冷却塔强制排水一起接入溧阳水务集团第二污水处理厂处理。

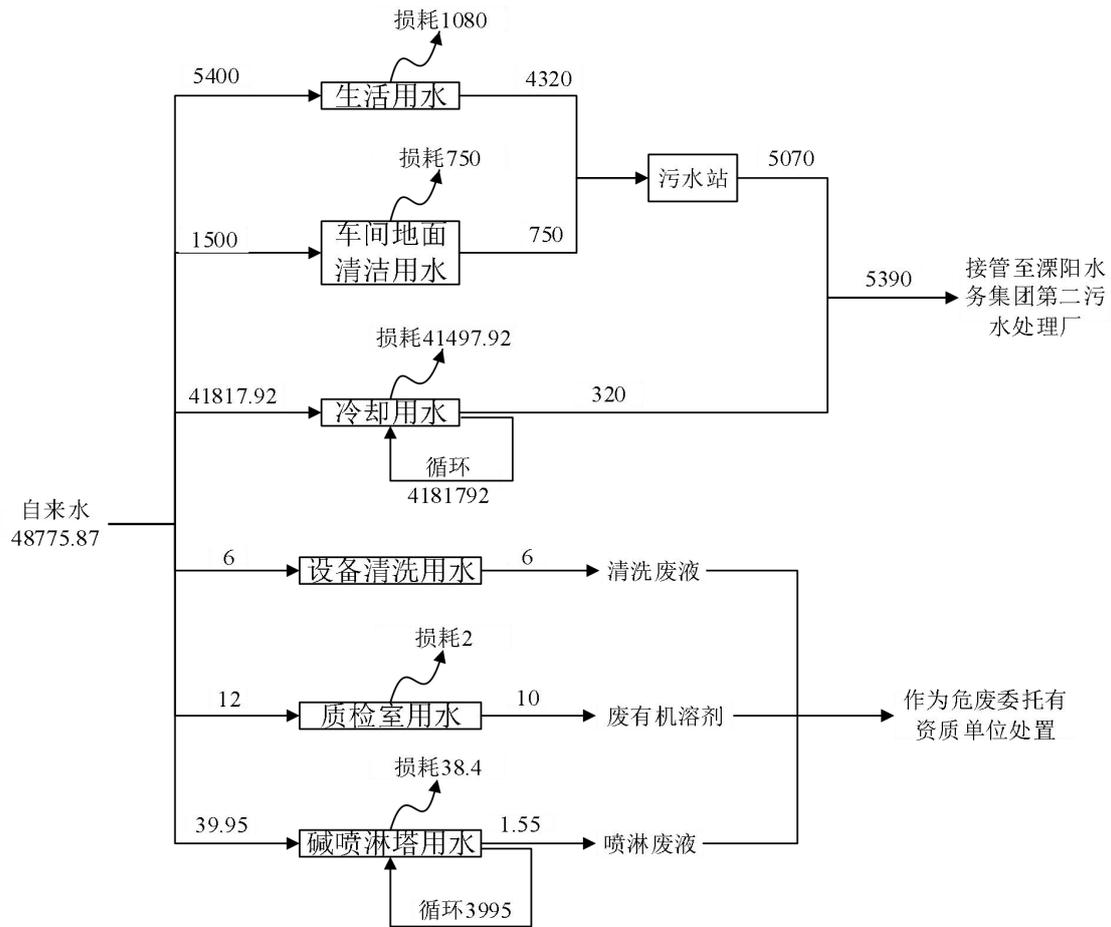


图 3.4-1 本项目实际水平衡图

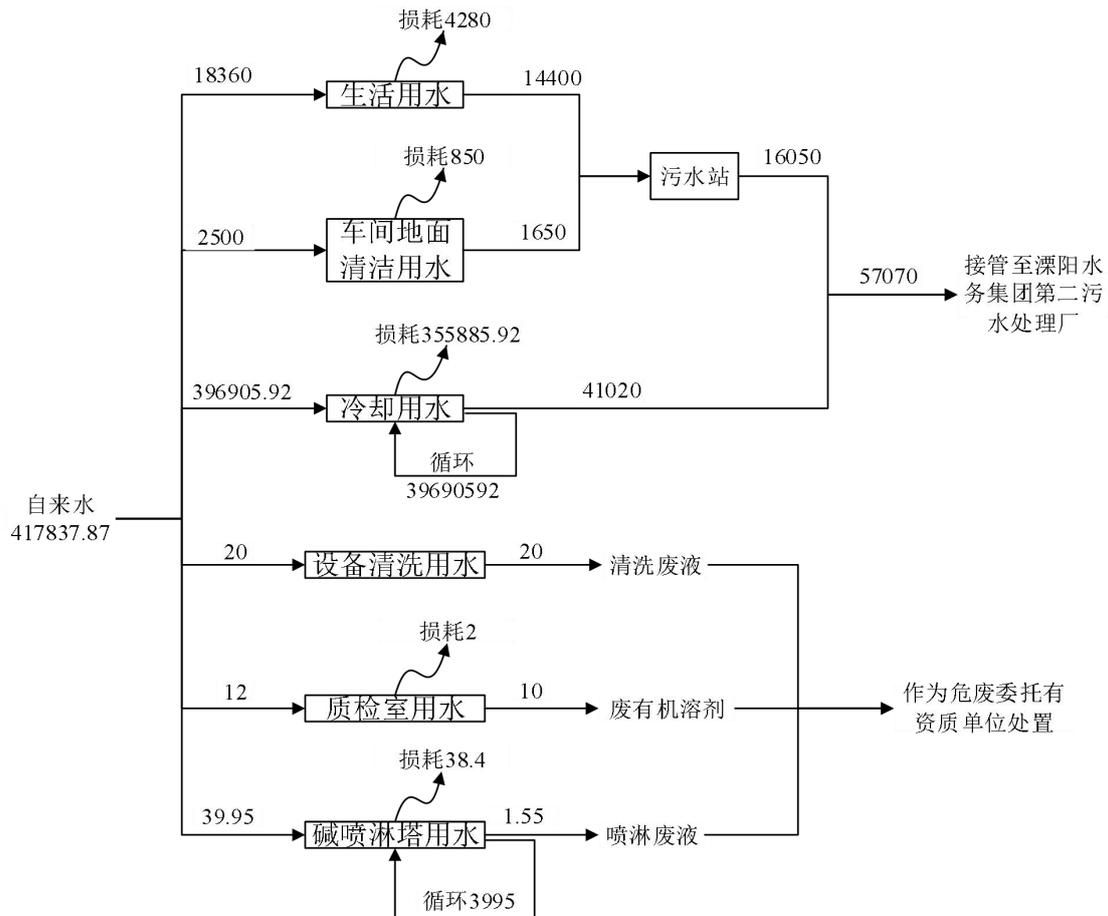


图 3-4-2 全厂实际水平衡图

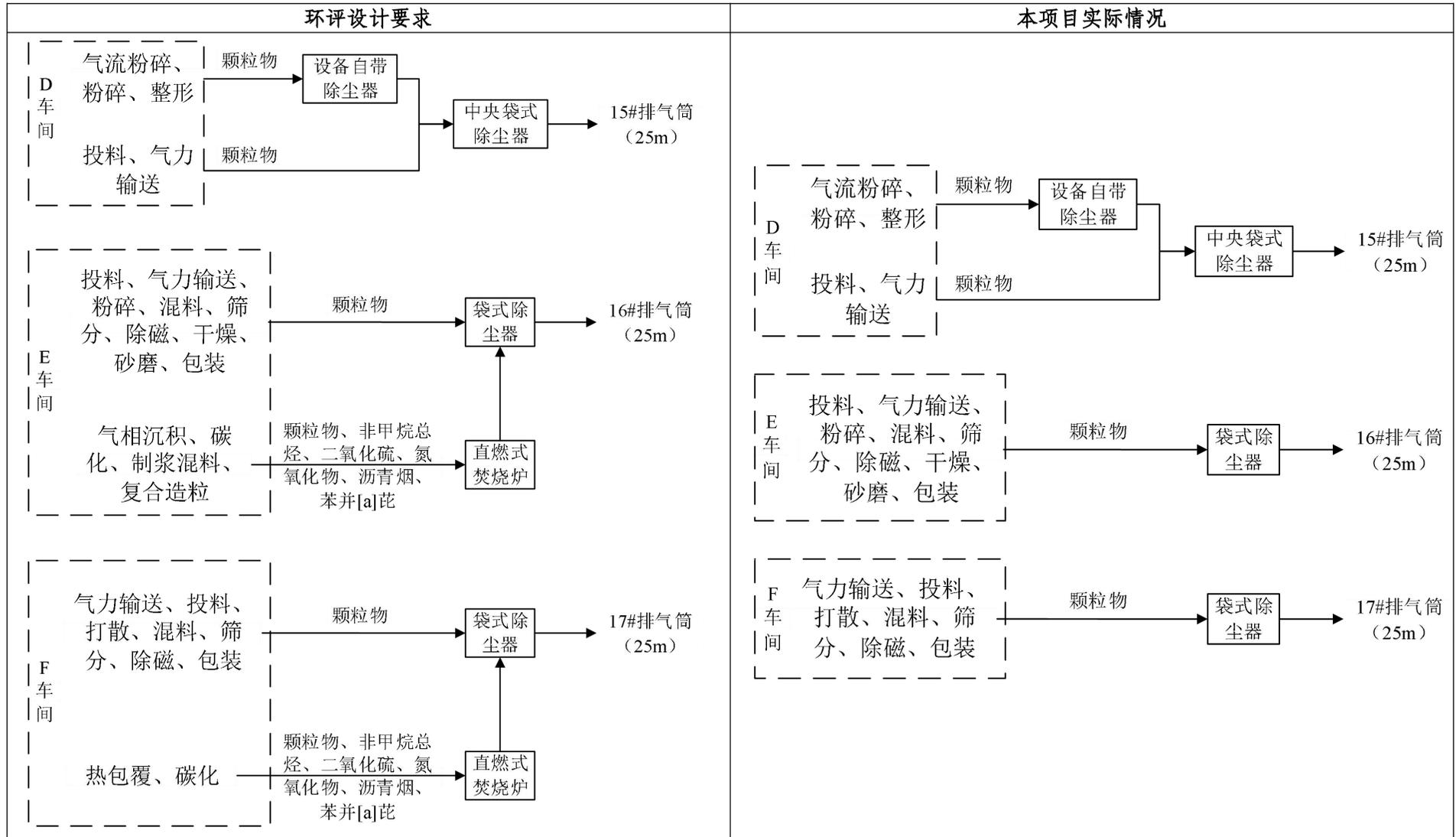
### 3.4.2 废气

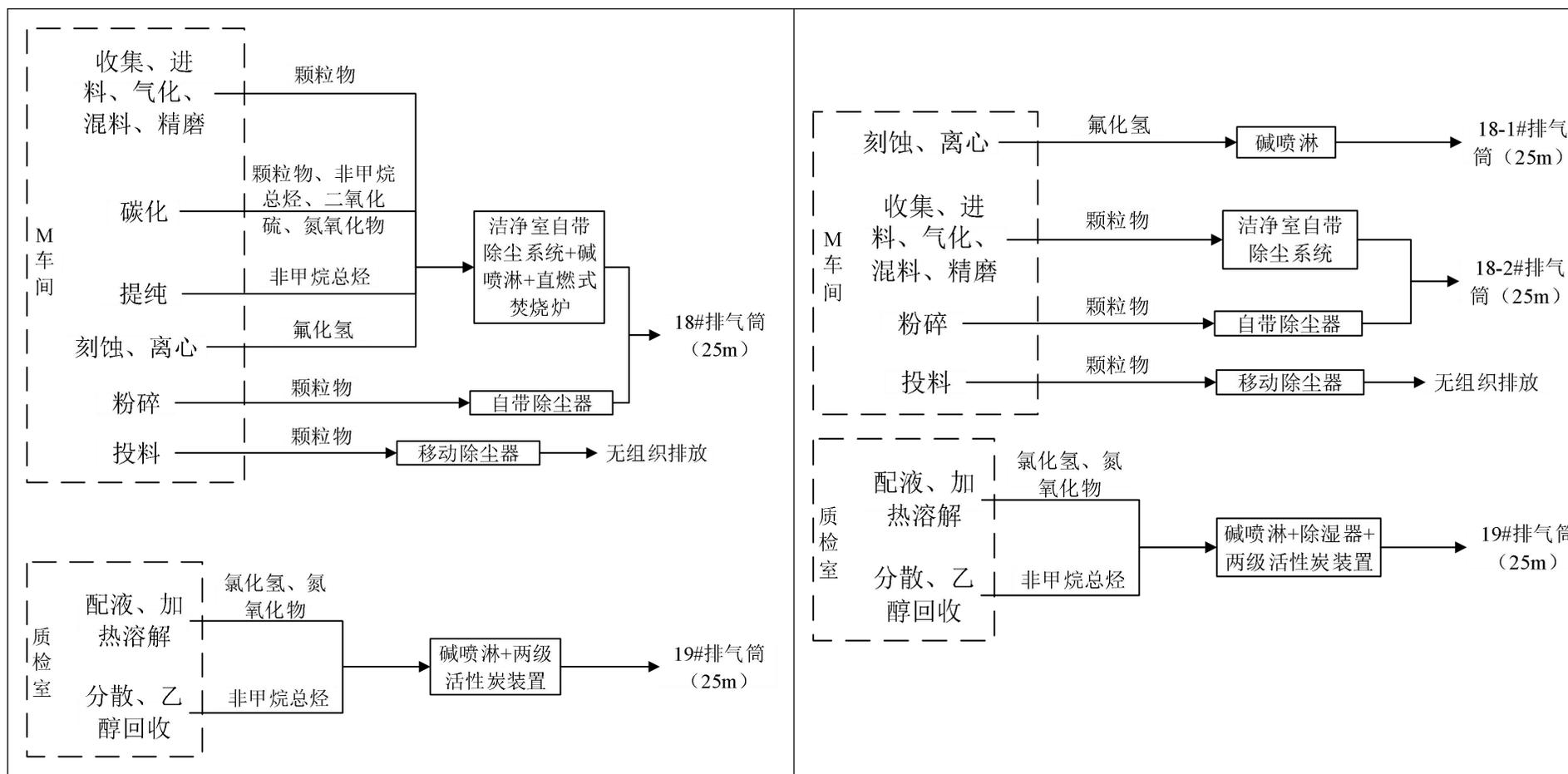
#### 1、污染防治措施

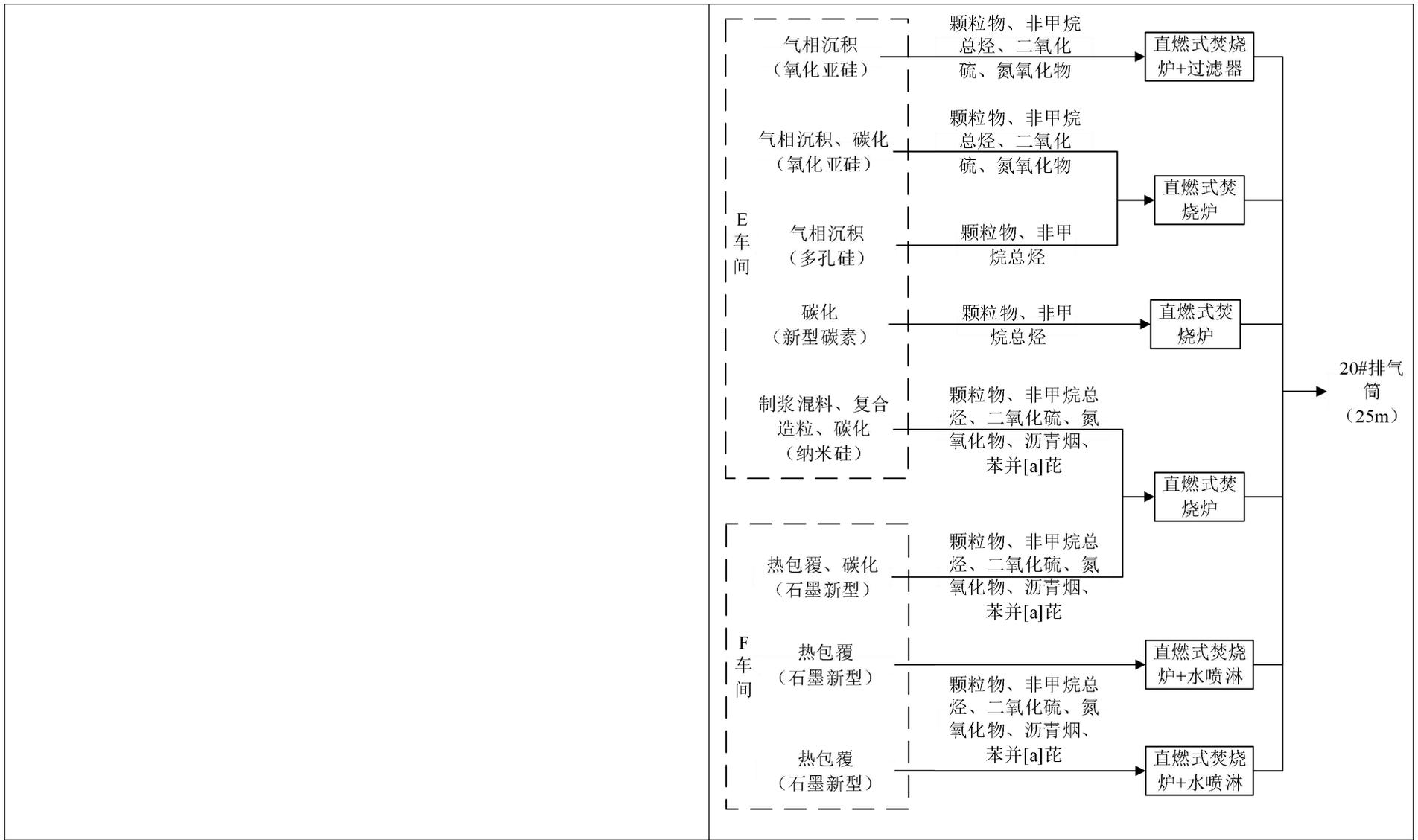
##### (1) 有组织废气

本项目建设过程中，企业根据实际生产需求，调整了有组织废气处理措施，具体见表 3.4-1。

表 3.4-1 废气收集处理系统示意图







## (2) 无组织废气

为进一步减少无组织废气的排放，采取如下措施：

①首先是选用高质量的设备，提高安装质量，同时经常对设备进行检修维护；

②整改车间通风系统，加装排气扇等通风装置，加强车间内通风；

③规范操作流程，加强环境管理，尽量降低无组织废气的产生量；

④加强厂区和厂界的绿化工作，减少无组织废气对周围环境的影响。

采用上述措施后，可减少项目的无组织气体的排放，使污染物无组织排放量降低到较低的水平。

## 2、产排情况

验收前后废气产排情况如下：

### (1) 有组织废气

表 3.4-2 本项目环评有组织废气产生源强及排放情况

排气筒 编号	污染源及 编号	排气量 (m <sup>3</sup> /h)	污染物名 称	产生状况			污染防治措 施		去除 率%	排放状况			执行标准	
				浓度	速率	产生量				浓度	速率	排放量	浓度	速率
				(mg/m <sup>3</sup> )	(kg/h)	(t/a)				(mg/m <sup>3</sup> )	(kg/h)	(t/a)	(mg/m <sup>3</sup> )	(kg/h)
15#	投料	28600	颗粒物	5	0.101	0.1512	/	中央 袋式 除尘 器	99	3.483	0.1	0.0553	15	0.51
	气力输送		颗粒物	0.88	0.069	0.1644								
	气流粉碎		颗粒物	54.45	1.089	0.3267								
	粉碎		颗粒物	40.76	3.261	3.2608								
	整形		颗粒物	135.58	5.423	1.627								
16#	碳化	29700	沥青烟	1.28	0.006	0.0153	直燃式焚烧 炉+袋式除 尘器	95	0.011	0.0003	0.0008	20	/	
			苯并[a]芘	$1.86 \times 10^{-5}$	$9.3 \times 10^{-8}$	$2.23 \times 10^{-7}$		90	$3.1 \times 10^{-7}$	$9.3 \times 10^{-8}$	$2.23 \times 10^{-8}$	0.0003	/	
			颗粒物	2.38	0.0115	0.0558		99	1.074	0.0319	0.0302	15	0.51	
			SO <sub>2</sub>	0.15	0.0007	$1.782 \times 10^{-3}$		0	0.191	0.0057	0.0255	80	/	
			NO <sub>x</sub>	0.33	0.0021	0.004063		0	1.243	0.0369	0.1739	180	/	
	气相沉积		非甲烷总 烃	31.56	0.158	0.7338		95	4.017	0.1193	0.1481	60	3	
			颗粒物	1.59	0.00825	0.03769		/	/	/	/	/	/	
			NO <sub>x</sub>	3.03	0.015	0.0728		/	/	/	/	/	/	
			SO <sub>2</sub>	0.55	0.003	0.0133		/	/	/	/	/	/	
			投料	颗粒物	1.17	0.024		0.0142	/	/	/	/	/	
			气力输送	颗粒物	0.62	0.04		0.0965	/	/	/	/	/	
			粉碎	颗粒物	56.26	0.454		0.2722	/	/	/	/	/	
			混料	颗粒物	0.42	0.025		0.0151	/	/	/	/	/	
			筛分	颗粒物	165.18	0.666		0.3996	/	/	/	/	/	
			除磁	颗粒物	229.33	0.925		0.2774	/	/	/	/	/	
			干燥	颗粒物	0.17	0.0007		0.0002	/	/	/	/	/	
			砂磨	颗粒物	0.02	0.0007		0.0002	/	/	/	/	/	
			包装	颗粒物	148.97	0.601		0.1802	/	/	/	/	/	
			制浆混料	非甲烷总 烃	403.92	2.02		2.0196	/	/	/	/	/	/

	复合造粒	29700	颗粒物	0.1	0.001	0.0005		/	/	/	/	/	/	
			非甲烷总烃	1615.68	8.078	8.0784		/	/	/	/	/	/	
			颗粒物	9.9	0.05	0.0495		/	/	/	/	/	/	
	天然气燃烧		颗粒物	0.65	0.003	0.0157		/	/	/	/	/	/	
			NOx	4.04	0.020	0.097		/	/	/	/	/	/	
			SO <sub>2</sub>	0.43	0.002	0.0104		/	/	/	/	/	/	
17#	热包覆	29700	沥青烟	1.41	0.007	0.0339	直燃式焚烧炉+袋式除尘器	95	0.119	0.0035	0.0169	20	/	
			苯并[a]芘	$2.1 \times 10^{-5}$	$1.03 \times 10^{-7}$	$4.9 \times 10^{-7}$		90	$3.13 \times 10^{-5}$	$9.29 \times 10^{-7}$	$4.459 \times 10^{-6}$	0.0003	/	
			非甲烷总烃	64.42	0.322	1.546		95	5.422	0.161	0.773	60	3	
			颗粒物	17.53	0.088	0.4208		99	1.298	0.0386	0.0641	15	0.51	
			SO <sub>2</sub>	1.1	0.005	0.0263		0	1.917	0.0569	0.2733	80	/	
			NOx	0.31	0.002	0.0074		0	1.207	0.0359	0.1721	180	/	
	碳化		沥青烟	12.7	0.063	0.3047		/	/	/	/	/	/	
			苯并[a]芘	$1.84 \times 10^{-4}$	$9.2 \times 10^{-7}$	$4.41 \times 10^{-6}$		/	/	/	/	/	/	
			非甲烷总烃	579.78	2.899	13.9147		/	/	/	/	/	/	
			颗粒物	17.33	0.087	0.4158		/	/	/	/	/	/	
			SO <sub>2</sub>	9.86	0.049	0.2366		/	/	/	/	/	/	
			NOx	2.82	0.014	0.0677		/	/	/	/	/	/	
			天然气燃烧	颗粒物	0.65	0.003		0.0157	/	/	/	/	/	/
				SO <sub>2</sub>	0.43	0.002		0.0104	/	/	/	/	/	/
				NOx	4.04	0.02		0.097	/	/	/	/	/	/
			气力输送	颗粒物	16	0.138		0.6635	/	/	/	/	/	/
			投料	颗粒物	33.07	0.04		0.04	/	/	/	/	/	/
			打散	颗粒物	59.69	0.072		0.1083	/	/	/	/	/	/
			混料	颗粒物	12.4	0.174		0.2605	/	/	/	/	/	/
			筛分	颗粒物	630.13	0.762		0.7622	/	/	/	/	/	/
除磁	颗粒物	539.36	0.652	0.6523	/	/	/	/	/	/				
包装	颗粒物	1257.77	1.521	1.5214	/	/	/	/	/	/				

18#	碳化	28400	非甲烷总烃	81.84	0.409	0.6138	直燃式焚烧炉	95	1.407	0.04	0.0502	60	3
			颗粒物	0.41	0.002	$3.069 \times 10^{-3}$	/	/	1.056	0.03	0.0114	15	0.51
	刻蚀		氟化氢	37.78	0.189	0.4533	碱喷淋	80	2.663	0.0756	0.1134	3	0.072
			SO <sub>2</sub>	0.29	0.001	0.0035	/	/	0.051	0.0015	0.0035	80	/
	天然气燃烧		NO <sub>x</sub>	2.69	0.013	0.0323	/	/	0.948	0.0269	0.0323	180	/
			颗粒物	0.43	0.002	0.0052	/	/	/	/	/	/	/
	提纯		非甲烷总烃	78.16	0.391	0.3908	直燃式焚烧炉	95	/	/	/	/	/
	离心		氟化氢	37.8	0.189	0.1134	碱喷淋(与刻蚀共用)	80	/	/	/	/	/
	粉碎		颗粒物	41	0.082	0.0246	自带除尘	99	/	/	/	/	/
洁净室	颗粒物	0.05	0.0011	$6.65 \times 10^{-4}$	自带除尘	95	/	/	/	/	/		
19#	配液	6000	HCl	0.02	$1.01 \times 10^{-4}$	$1.519 \times 10^{-4}$	碱喷淋+两级活性炭	80	5.548	0.0333	0.0499	10	0.18
			NO <sub>x</sub>	$4.4 \times 10^{-4}$	$2.64 \times 10^{-6}$	$3.96 \times 10^{-6}$		80	1.134	0.0068	0.0102	100	0.47
	乙醇回收		非甲烷总烃	112.32	0.674	1.0109		90	11.233	0.0674	0.1011	60	3
	加热溶解		HCl	27.72	0.166	0.2495		80	/	/	/	/	/
			NO <sub>x</sub>	5.68	0.034	0.0511		80	/	/	/	/	/

表 3.4-3 本项目验收有组织废气产生源强及排放情况

排气筒 编号	污染源及 编号	排气量 (m <sup>3</sup> /h)	污染物名 称	产生状况			污染防治措 施		去除 率%	排放状况			执行标准	
				浓度	速率	产生量				浓度	速率	排放量	浓度	速率
				(mg/m <sup>3</sup> )	(kg/h)	(t/a)	(mg/m <sup>3</sup> )	(kg/h)	(t/a)	(mg/m <sup>3</sup> )	(kg/h)			
15#	投料	6000	颗粒物	16.83	0.101	0.1512	/	中央 袋式 除尘 器	99	3.8	0.023	0.0553	15	0.51
	气力输送		颗粒物	11.5	0.069	0.1644								
	气流粉碎		颗粒物	181.5	1.089	0.3267	自 带 除 尘							
	粉碎		颗粒物	543.5	3.261	3.2608								
	整形		颗粒物	903.83	5.423	1.627								
16#	投料	10000	颗粒物	2.4	0.024	0.0142	袋式除尘器	99	0.3	0.003	0.0126	15	0.51	
	气力输送		颗粒物	4	0.04	0.0965								
	粉碎		颗粒物	45.4	0.454	0.2722								
	混料		颗粒物	2.5	0.025	0.0151								
	筛分		颗粒物	66.6	0.666	0.3996								
	除磁		颗粒物	92.5	0.925	0.2774								
	干燥		颗粒物	0.07	0.0007	0.0002								
	砂磨		颗粒物	0.07	0.0007	0.0002								
	包装		颗粒物	60.1	0.601	0.1802								
17#	气力输送	10000	颗粒物	13.8	0.138	0.6635	袋式除尘器	99	0.8	0.008	0.04	15	0.51	
	投料		颗粒物	4	0.04	0.04								
	打散		颗粒物	7.2	0.072	0.1083								
	混料		颗粒物	17.4	0.174	0.2605								
	筛分		颗粒物	76.2	0.762	0.7622								
	除磁		颗粒物	65.2	0.652	0.6523								
	包装		颗粒物	152.1	1.521	1.5214								
18-1#	刻蚀	3000	氟化氢	11.5	0.034	0.082	碱喷淋	80	2.85	0.009	0.021	3	0.072	
	离心		氟化氢	11.5	0.034	0.021								
18-2#	粉碎	21600	颗粒物	3.8	0.082	0.0246	自带除尘	99	0.005	0.0001	0.0003	15	0.51	
	洁净室		颗粒物	0.05	0.0011	6.65 × 10 <sup>-4</sup>	自带除尘	95						
19#	配液	6000	HCl	0.02	1.01 × 10 <sup>-4</sup>	1.519 × 10 <sup>-4</sup>	碱喷淋+两	80	5.548	0.0333	0.0499	10	0.18	

			NOx	$4.4 \times 10^{-4}$	$2.64 \times 10^{-6}$	$3.96 \times 10^{-6}$	级活性炭	80	1.134	0.0068	0.0102	100	0.47	
	乙醇回收		非甲烷总烃	112.32	0.674	1.0109		90	11.233	0.0674	0.1011	60	3	
	加热溶解		HCl	27.72	0.166	0.2495		/	/	/	/	/	/	
20#	碳化	5000	NOx	5.68	0.034	0.0511		/	/	/	/	/	/	/
			沥青烟	1.2	0.006	0.0153		95	0.74	0.0037	0.0177	20	/	
			苯并[a]芘	$1.86 \times 10^{-5}$	$9.3 \times 10^{-8}$	$2.23 \times 10^{-7}$		90	$1.86 \times 10^{-4}$	$9.3 \times 10^{-7}$	$4.48 \times 10^{-6}$	0.0003	/	
			颗粒物	2.3	0.0115	0.0558		99	2	0.01	0.0469	20	/	
			SO <sub>2</sub>	0.14	0.0007	$1.782 \times 10^{-3}$		0	12	0.06	0.3023	80	/	
	气相沉积		NOx	0.42	0.0021	0.004063		0	16	0.08	0.3783	180	/	
			非甲烷总烃	31.6	0.158	0.7338		95	40	0.2	0.9713	60	3	
			颗粒物	1.65	0.00825	0.03769		/	/	/	/	/	/	
			NOx	3	0.015	0.0728		/	/	/	/	/	/	
	制浆混料		SO <sub>2</sub>	0.6	0.003	0.0133		/	/	/	/	/	/	
			非甲烷总烃	404	2.02	2.0196	1套直燃式 焚烧炉+过 滤器、3套直 燃式焚烧 炉、2套直燃 式焚烧炉+ 水喷淋	/	/	/	/	/	/	
	复合造粒		颗粒物	0.2	0.001	0.0005		/	/	/	/	/	/	
			非甲烷总烃	1615.6	8.078	8.0784		/	/	/	/	/	/	
	天然气燃烧		颗粒物	10	0.05	0.0495		/	/	/	/	/	/	
			颗粒物	0.6	0.003	0.0157		/	/	/	/	/	/	
			NOx	4	0.020	0.097		/	/	/	/	/	/	
			SO <sub>2</sub>	0.4	0.002	0.0104		/	/	/	/	/	/	
	热包覆		沥青烟	1.4	0.007	0.0339		/	/	/	/	/	/	
			苯并[a]芘	$2.06 \times 10^{-5}$	$1.03 \times 10^{-7}$	$4.9 \times 10^{-7}$		/	/	/	/	/	/	
			非甲烷总烃	64.4	0.322	1.546		/	/	/	/	/	/	
颗粒物		17.6	0.088	0.4208		/	/	/	/	/	/			
SO <sub>2</sub>		1	0.005	0.0263		/	/	/	/	/	/			
NOx		0.4	0.002	0.0074		/	/	/	/	/	/			

	碳化		沥青烟	12.6	0.063	0.3047	/	/	/	/	/	/	
			苯并[a]芘	$1.84 \times 10^{-4}$	$9.2 \times 10^{-7}$	$4.41 \times 10^{-6}$	/	/	/	/	/	/	/
			非甲烷总烃	579.8	2.899	13.9147	/	/	/	/	/	/	/
			颗粒物	17.4	0.087	0.4158	/	/	/	/	/	/	/
			SO <sub>2</sub>	9.8	0.049	0.2366	/	/	/	/	/	/	/
			NO <sub>x</sub>	2.8	0.014	0.0677	/	/	/	/	/	/	/
	天然气燃烧		颗粒物	0.6	0.003	0.0157	/	/	/	/	/	/	/
			SO <sub>2</sub>	0.4	0.002	0.0104	/	/	/	/	/	/	/
			NO <sub>x</sub>	4	0.02	0.097	/	/	/	/	/	/	/
	碳化		非甲烷总烃	81.8	0.409	0.6138	/	/	/	/	/	/	/
			颗粒物	0.4	0.002	$3.069 \times 10^{-3}$	/	/	/	/	/	/	/
	天然气燃烧		SO <sub>2</sub>	0.2	0.001	0.0035	/	/	/	/	/	/	/
			NO <sub>x</sub>	2.6	0.013	0.0323	/	/	/	/	/	/	/
			颗粒物	0.4	0.002	0.0052	/	/	/	/	/	/	/
	提纯		非甲烷总烃	78.2	0.391	0.3908	/	/	/	/	/	/	/

(2) 无组织废气

环评中本项目无组织废气排放情况见下表：

表 3.4-4 本项目环评中无组织废气排放情况

污染源	污染因子	排放量 (kg/a)
D 车间	颗粒物	695
E 车间	沥青烟	2
	苯并[a]芘	$2.25 \times 10^{-6}$
	非甲烷总烃	109.4
	颗粒物	128.7
	SO <sub>2</sub>	0.118
	NO <sub>x</sub>	0.742
F 车间	沥青烟	3.4
	苯并[a]芘	$4.95 \times 10^{-6}$
	非甲烷总烃	156.2
	颗粒物	353.7
	SO <sub>2</sub>	2.7
	NO <sub>x</sub>	8
M 车间	颗粒物	8.9
	非甲烷总烃	10.1
	氟化氢	5.7
质检室	HCl	27.7
	NO <sub>x</sub>	5.7
	非甲烷总烃	112.3
合计	颗粒物	1186.3
	沥青烟	5.4
	苯并[a]芘	$5.175 \times 10^{-5}$
	非甲烷总烃	388
	SO <sub>2</sub>	2.818
	NO <sub>x</sub>	14.442
	氟化氢	5.7
	HCl	27.7

本项目无组织废气排放情况见下表：

表 3.4-5 本项目无组织废气排放情况

污染源	污染因子	排放量 (kg/a)
D 车间	颗粒物	695
E 车间	沥青烟	2
	苯并[a]芘	$2.25 \times 10^{-6}$
	非甲烷总烃	114.4
	颗粒物	128.7
	SO <sub>2</sub>	0.118
	NO <sub>x</sub>	0.742
F 车间	沥青烟	3.4
	苯并[a]芘	$4.95 \times 10^{-6}$
	非甲烷总烃	161.3
	颗粒物	353.7
	SO <sub>2</sub>	2.7
	NO <sub>x</sub>	8
M 车间	颗粒物	8.9
	氟化氢	1.04
质检室	HCl	27.7
	NO <sub>x</sub>	5.7
	非甲烷总烃	112.3
合计	颗粒物	1186.3
	沥青烟	5.4
	苯并[a]芘	$5.175 \times 10^{-5}$
	非甲烷总烃	388
	SO <sub>2</sub>	2.818
	NO <sub>x</sub>	14.442
	氟化氢	1.04
	HCl	27.7

综上：本项目废气污染防治措施的变动主要为：废气处理设施、排气筒数量以及风量的变动。

#### （1）废气处理设施的变动

环评中 E 车间产生的废气经直燃式焚烧炉+带式除尘器处理后，通过 25m 高排气筒（16#）排放；F 车间产生的废气经直燃式焚烧炉+带式除尘器处理后，通过 25m 高排气筒（17#）排放；M 车间产生的废气经洁净室自带除尘+碱喷淋+直燃式焚烧炉处理后，通过 25m 高排气筒（18#）排放。

企业实际将 M 车间产生有机废气的设备搬至 E、F 车间，E、F 车间产生的有机废气经处理后通过 25m 高排气筒（20#）排放，主要排放口减少，不属于重大变动。

20#排气筒对应的废气处理设备为：1 套直燃式焚烧炉+过滤器、3 套直燃式焚烧炉、2 套直燃式焚烧炉+水喷淋。

由于本项目为研发项目，产品的研发进度对工况影响较大，每台设备（产生有机废气的）的年工作时间不同，故有机废气产生浓度波动较大，不利于焚烧炉的处理且容易造成天然气的浪费。因此，企业根据研发设备的年工作时间将设备归类，工作时间接近的设备均单独设置一套有机废气处理措施，共 6 套。

变动后，废气污染物源强、废气处理效率不变，故不新增污染物排放量，新增的过滤器需定期更换滤网，产生的废滤网 0.01t/a，作为一般固废外售综合利用，新增的水喷淋产生喷淋废液 4t/a，作为危废委托有资质单位处置，不属于重大变动。

#### （2）排气筒数量的变动

环评中设计了废气一般排放口两根：15#、19#排气筒，主要排放口三根：16#、17#、18#排气筒。

对照《排污许可证申请与核发技术规范 石墨及其他非金属矿物制品制造》（HJ1119-2020），本项目一般排放口五根：15#、16#、17#、18-1#、18-2#、19#排气筒，主要排放口一根：20#排气筒。故本项目新增 4 根一般排放口，减少了 2 根主要排放口，不属于重大变动。

### (3) 风量的变动

根据《废气处理工程技术手册》，排风量计算公式如下：

$$L=KPHV$$

式中：L——罩口排风量， $m^3/s$ ；

K——考虑沿高度流速不均匀的安全系数，通常取 1.4；

P——罩口敞开面的周长，m；

H——罩口至有害物源的距离，m；

V——罩口边缘的控制风速， $m/s$ 。

D 车间共 11 台产尘设备，各设置一个集气罩，每只集气罩罩口尺寸为  $0.5m \times 0.6m$ ，污染源至罩口距离控制在 0.1m 处，罩口边缘风速取  $0.4m/s$ ，则单个集气罩风量为  $1.4 \times 2.2 \times 0.1 \times 0.4 \times 3600=443m^3/h$ ，则 D 车间 15#排气筒风量至少为  $4873m^3/h$ ，本项目变动后 15#排气筒风量为  $6000m^3/h$ ，可满足废气收集要求。

E 车间共 31 台产尘设备，各设置一个集气罩，每只集气罩罩口尺寸为  $0.4m \times 0.35m$ ，污染源至罩口距离控制在 0.1m 处，罩口边缘风速取  $0.4m/s$ ，则单个集气罩风量为  $1.4 \times 1.5 \times 0.1 \times 0.4 \times 3600=302m^3/h$ ，则 E 车间 16#排气筒风量至少为  $9362m^3/h$ ，本项目变动后 16#排气筒风量为  $10000m^3/h$ ，可满足废气收集要求。

F 车间共 30 台产尘设备，各设置一个集气罩，每只集气罩罩口尺寸为  $0.4m \times 0.4m$ ，污染源至罩口距离控制在 0.1m 处，罩口边缘风速取  $0.4m/s$ ，则单个集气罩风量为  $1.4 \times 1.6 \times 0.1 \times 0.4 \times 3600=323m^3/h$ ，则 F 车间 17#排气筒风量至少为  $9690m^3/h$ ，本项目变动后 17#排气筒风量为  $10000m^3/h$ ，可满足废气收集要求。

M 车间的 18-1#、18-2#排气筒以及质检室的 19#排气筒的设计风量与环评一致。

E、F 车间共布置了回转炉、碳化炉等 44 台产生有机废气的设备，主要涉及热包覆、碳化、气相沉积、制浆混料、复合造粒工序，以上工序需选择加入石墨、氧化亚硅、多晶硅、微米硅、沥青、石油焦等物料，混合

后的物料在设备中密闭加热，在加热过程中，废气会自行溢散并通过与设备连接的集气管道密闭收集。

为保证设备中物料及温度的稳定，废气收集风量不宜过大，根据企业实际调试情况，平均每台设备的风量应控制在  $100\text{m}^3/\text{h}$  左右，根据东莞松山湖嘉拓智能设备有限公司设计的废气处理方案，20#排气筒设计风量为  $5000\text{m}^3/\text{h}$ ，可有效收集废气且不影响设备运行。

### 3.4.3 噪声

#### 1、污染防治措施

本次实际建成噪声污染防治措施与原环评一致。

(1)按照《工业企业噪声控制设计规范》对生产车间内主要噪声源合理布局：

①高噪声与低噪声设备分开布置。

②在满足工艺流程要求的前提下，高噪声设备相对集中，并尽量布置在车间的一隅。

③有强烈振动的设备，不布置在楼板或平台上。

④设备布置时，考虑与其配用的噪声控制专用设备的安装和维修所需的空间。

(2)选用噪声较低、振动较小的设备；在对主要噪声源设备选择时，应收集和比较同类型设备的噪声指标；对于噪声较大的设备，应从设备选型开始要求供货商提供符合要求的低噪声设备。

(3)主要噪声源布置、安装时，应尽量远离厂房边界。

(4)空压机噪声采用安装消声器、设置隔声罩以及尽量选用螺杆式空压机以消除脉冲噪声。

(5)加强生产管理，对主要噪声源采取相应的治理措施。

在运行管理人员集中的控制室，其门窗等应进行隔声处理，使员工工作环境达到允许噪声标准；值班人员或检修人员应加强个体防护，配戴防噪耳塞、耳罩等。

此外，针对厂区运输车辆所产生的交通噪声，采取限制超载、定期保

养车辆、厂区禁按喇叭等措施以降低交通噪声。

### **3.4.4 固废**

#### **1、污染防治措施**

本项目新增废滤网 0.01t/a，作为一般固废外售综合利用，喷淋废液增加至 5.6t/a，委托有资质单位处置，固体废物利用处置方式未发生变化。生活垃圾委托环卫部门统一收集处理，一般固废外售综合利用，危险废物委托有资质单位处置，处置率 100%。

#### **2、产排情况**

本项目固废产排情况具体见下表：

表 3.4-6 本项目变动前后固废产生情况

序号	废物名称	废物类别	危险废物代码	产生工序及装置	形态	主要成分	危险特性	环评		本项目		变化量
								产生量(t/a)	污染防治措施	产生量(t/a)	污染防治措施	
1	筛上物	一般固废	900-099-S17	筛分	固	石墨、沥青等	/	79.63	贮存于一般固废仓库,综合利用	79.63	贮存于一般固废仓库,综合利用	0
2	不合格品		900-099-S17	整形、碳化等	固	石墨、沥青等	/	1043.922		1043.922		0
3	废石墨坩埚		900-099-S17	热包覆、碳化等	固	石墨坩埚	/	10		10		0
4	废包装袋		900-003-S17	拆包	固	塑料	/	3.11		3.11		0
5	废滤袋		900-009-S59	废气处理	固	涤纶	/	0.2		0.2		0
6	除尘器收尘		900-003-S17	废气处理	固	石墨、氧化亚硅等	/	10.33		10.33		0
7	废碳分子筛		900-009-S59	制氮	固	碳	/	0.24t/5a		0.24t/5a		0
8	废滤网		900-009-S59	废气处理	固	铁、粉尘	/	0		0.01		+0.01
9	废包装物	危险废物	HW49 90-041-49	拆包	固	铁、塑料	T/In	2.615	贮存于危废仓库,委托有资质单位处置	2.615	贮存于危废仓库,委托有资质单位处置	0
10	废焦油		HW11 309-001-11	热包覆、复合造粒	半固	沥青、焦油	T	4		4		0
11	含酸废液		HW34 900-300-34	离心、质检	液	水、硝酸、盐酸、氢氟酸	C, T	5		3		-2
12	废有机溶液		HW06 900-402-06	制浆混料、质检	液	水、乙醇	T, I, R	15		15		0
13	喷淋废液		HW49 900-041-49	废气处理	液	水、硝酸、盐酸、乙醇、氢氟酸	T/In	1.6		5.6		+4
14	废活性炭		HW49 900-039-49	废气处理	固	活性炭、乙醇	T	3.23		3.23		0
15	生活垃圾	/	/	/	固	生活垃圾	/	9	9	0		

本项目变动后由于废气处理措施的调整，新增废滤网 0.01t/a，作为一般固废外售综合利用，喷淋废液增加至 5.6t/a，作为危废委托有资质单位处置，由于氢氟酸用量减少，含酸废液产生量减少至 3t/a。固体废物利用处置方式不变，不属于重大变动。

### 3.5 本项目污染物排放量变化情况

与环评相比，本项目变动前后污染物排放对比情况见下表：

表 3.5-1 污染物排放变化情况表（单位：t/a）

种类	污染物名称	环评批复排放量 (t/a)	变动后排放量 (t/a)	变化量 (t/a)	是否申请总量
废水	污水量	5390	5390	0	否
	COD	0.5198	0.5198	0	否
	SS	0.2599	0.2599	0	否
	NH <sub>3</sub> -N	0.0254	0.0254	0	否
	TP	0.0051	0.0051	0	否
	TN	0.0507	0.0507	0	否
	石油类	0.015	0.015	0	否
有组织废气	沥青烟	0.0177	0.0177	0	否
	苯并[a]芘	$4.48 \times 10^{-6}$	$4.48 \times 10^{-6}$	0	否
	非甲烷总烃	1.0724	1.0724	0	否
	颗粒物	0.161	0.161	0	否
	SO <sub>2</sub>	0.3023	0.3023	0	否
	NO <sub>x</sub>	0.3885	0.3885	0	否
	HCL	0.0499	0.0499	0	否
	氟化氢	0.1134	0.021	-0.0924	否
无组织废气	颗粒物	1.1863	1.1863	0	否
	沥青烟	0.0054	0.0054	0	否
	苯并[a]芘	$5.175 \times 10^{-8}$	$5.175 \times 10^{-8}$	0	否
	非甲烷总烃	0.388	0.388	0	否
	SO <sub>2</sub>	0.002818	0.002818	0	否
	NO <sub>x</sub>	0.014442	0.014442	0	否
	氟化氢	0.0057	0.00104	-0.00466	否
	HCl	0.0277	0.0277	0	否
固废	一般固废	0	0	0	否
	危险废物	0	0	0	否

综上所述，变动后总量排放指标不突破环评量，不属于重大变动。

## 4 评价要素

本项目实际建成后评价等级、评价范围、评价标准不发生改变，与原环评一致。

## 5 环境影响分析说明

### 5.1 环境影响分析变化情况

#### 5.1.1 废水

本项目废水污染防治措施未发生变动。

#### 5.1.2 废气

本项目废气污染防治措施发生变动，但不新增污染物排放量；车间布局调整导致卫生防护距离范围变化，但不新增敏感点，未导致不利环境影响增加。

#### 5.1.3 噪声

本项目噪声污染防治措施与环评一致。

#### 5.1.4 固废

本项目固废污染防治措施与环评一致。生活垃圾委托环卫部门统一收集处理，一般固废外售综合利用，危险废物委托有资质单位处理处置，新增的废滤网、喷淋废液均得到合理有效处置，未导致不利环境影响增加。

### 5.2 环境风险变化情况

本项目风险物质减少了乙醇、氟化氢、含酸废液，其他与环评一致，固废中新增的废滤网、喷淋废液不属于有毒有害物质，企业应加强安全管理，落实安全生产责任制度，并定期开展演练。

本项目依托现有的 2 座 150m<sup>3</sup> 的事故应急池，与原环评一致，环境风险防范能力不降低。

## 6 结论

本次部分验收项目变动情况对照《关于印发<污染影响类建设项目重大变动清单（试行）>的通知》（环办环评函〔2020〕688号），不属于重大变动，未造成水环境、大气环境、声环境、地下水及土壤环境功能的下降，未导致环境不利影响。

在落实环评报告及本报告提出的各项环保措施要求，严格执行环保“三同时”的前提下，从环保角度分析，验收项目变动具有环境可行性，原建设项目环境影响评价可行，结论未发生变化。

溧阳紫宸新材料科技有限公司锂电池新型负极材料研发基地扩建及中  
试生产线项目变动环境影响分析

专家评审意见

2024年6月，江苏久诚检验检测有限公司编制了《溧阳紫宸新材料科技有限公司锂电池新型负极材料研发基地扩建及中试生产线项目变动环境影响分析》(以下简称《分析》)，组织专家进行外部评审，形成如下专家评审意见：

一、结论

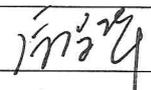
该《分析》内容较全面，对项目变动情况阐述较清楚。主要变动为：部分设备位置在厂区内进行调整；多孔硅负极材料研发工艺中取消洗涤工段，硅磷硼系负极材料提纯工段中不再使用乙醇，生产工艺调整后，不影响产能，不新增产污；废气处理设施、排气筒数量以及风量的变动。对照《省生态环境厅关于加强涉变动项目环评与排污许可管理衔接的通知》（苏环办〔2021〕122号）及《污染影响类建设项目重大变动清单（试行）》（环办环评函〔2020〕688号）文件中其他工业类建设项目重大变动清单，已建成的“溧阳紫宸新材料科技有限公司锂电池新型负极材料研发基地扩建及中试生产线项目”发生的变动不属于重大变动。原建设项目环境影响评价结论不变，可以作为项目竣工环境保护验收的依据。

二、建议

- 1、依据本次变动分析报告内容尽快向生态环境部门申请排污许可证变更；
- 2、加强现场环境管理及污染治理设施运维，确保各类污染物达标排放和污染物总量控制。

2024年6月19日

专家组

姓名	单位	职称或职务	联系方式	签字
涂保华	常州大学	教授	13775176030	
张晟	江苏尚科环境工程有限公司	高工	13951226900	
张慰	常州天环净化设备有限公司	高工	13815027399	