

LNPIE® 流能



个性化设计 解决行业难题

Технология производства и оборудование измельчения катодных  
и анодных материалов для литий-ионных аккумуляторов  
新能源正负极材料粉碎设备及工艺

绵阳流能粉体设备有限公司  
LNPE POWDER EQUIPMENT CO.,LTD

При партнерстве:



中国•四川•绵阳  
MianYang•SiChuan•China

Содержание  
目录

01

**Центр технологических исследований и разработок LNPE**  
流能技术研究所

02

**Технологическое оборудование для измельчения и классификации кристаллических веществ** 粉体设备及工艺

03

**Технология производства катодных и анодных материалов** 整线工艺

04

**Контакты** 联系方式



超细粉碎技术：现代高新技术的原点

### Струйное измельчение **气流粉碎技术**

#### (1) Принцип работы - взаимное соударение частиц

**工作原理: 粉碎+分级** **气流粉碎:** 利用高速气流将物料加速后**相互对撞**, 实现超细粉碎。

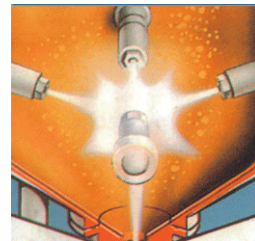
**分 级:** 内置式高效涡轮分级机, 合格粒度细粉通过分级机收集, 不合格物料继续粉碎。

#### (2) Особенности **特点:**

- **скорость взаимного соударения** **粉碎强度大:** 气流速度高 (空气: 300~600m/s), 物料的相互冲击动量大。粒度最小: **干法物理方法获得最小粒度**的粉碎方法: 最细可以达到0.2 $\mu$ m, 一般为0.5 $\mu$ m~20 $\mu$ m;
- **уменьшение влажности продукта** **产品纯度高:** 物料间自磨原理而粉碎, 粉碎腔体磨蚀很, 产品污染极少。

#### (3) Применение в измельчении **феррофосфата лития (LFP) 气流粉碎应用磷酸铁锂粉碎**

- **Сушка до 1000 ppm при дроблении** 解决制约磷酸铁锂难以将水分烘干到1000ppm的难题。
- **Сокращение площади оборудования за счет совмещения процессов** 实现磷酸铁锂**粉碎和干燥**同步一体化。
- **Нецелевой продукт автоматически уходит в рецикл – потери снижены** 缩短了产线、减小了占地、提高生产效率、降低了加工成本。



#### 4. Распределение частиц по размерам и содержание влаги струйно измельченного LFP ((LiFePO<sub>4</sub>)) 气流粉碎磷酸铁锂产品粒度与水份

物料名称: 磷酸铁锂

原料水分含量 (до): ≤4000ppm; 成品水分含量 (после): ≤500ppm;

成品粒度要求: ①D10≥0.8μm, D50=3-um,D100≤30μm; ②D50=1.5-um,D100≤10μm。 (распределение по размеру частиц)

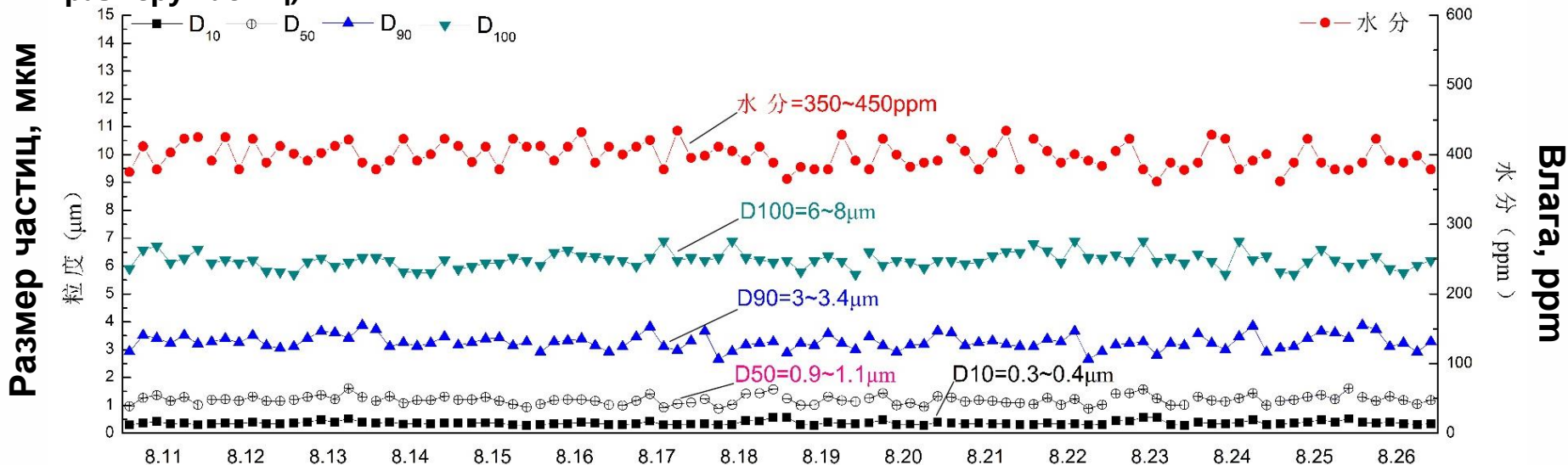
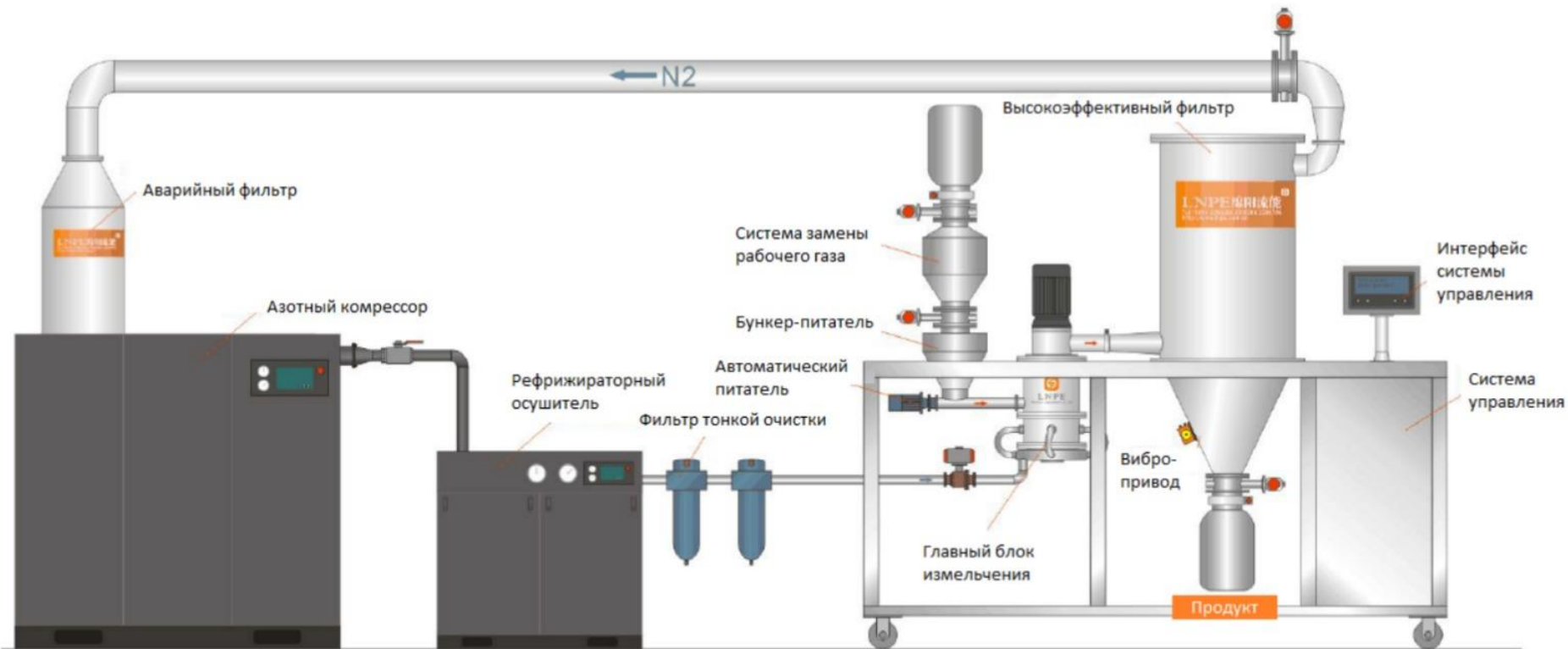


Диаграмма распределения ключевых параметров продукта  
气流粉碎工艺磷酸铁锂产品参数

### 5、 Технологическая схема струйной мельницы в среде инертного газа 气流粉碎工艺



### 6、气流粉碎磷酸铁锂产线

### Готовая линия по производству феррофосфата лития (LFP)



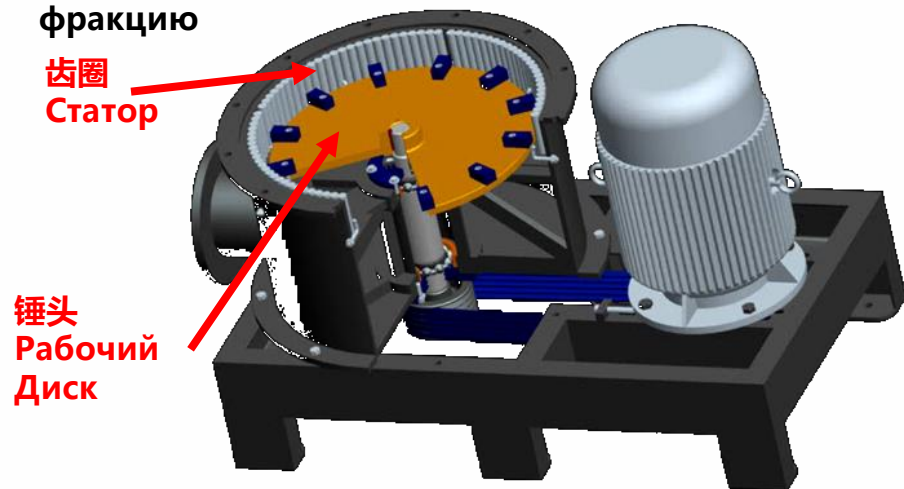
### Механическое измельчение 机械粉碎技术

#### (1) Принцип работы 工作原理: 机械粉碎+分级

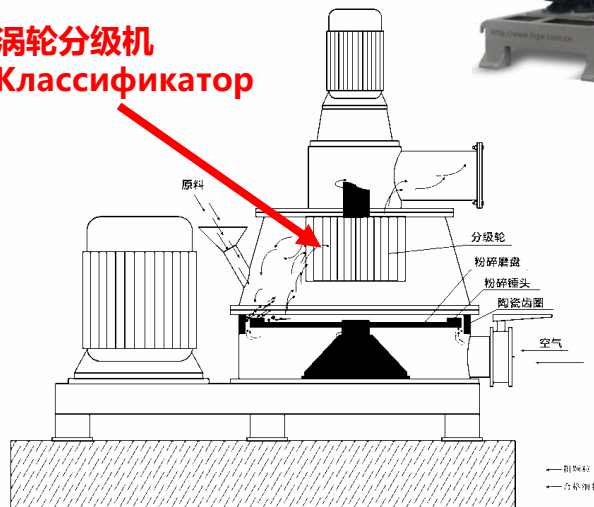
**Измельчение в зазоре 机械粉碎:** 物料与高速锤头碰撞、并在与间实现碾磨而粉碎。

**分 级:** 内置式高效涡轮分级机, 合格粒度细粉通过分级机收集, 不合格物料继续粉碎。

Встроенный высокоэффективный турбинный классификатор собирает целевую фракцию



#### 涡轮分级机 Классификатор





### (2) Особенности 特点

- дробление средних и легких частиц, средней/невысокой твердости 粉碎物料:
- энергопотребление ниже чем у струйной мельницы 能耗低:
- ниже стоимость оборудования, чем у струйной мельницы 成本低:

### (3) Факторы, влияющие на эффективность 机械粉碎的影响因素

- Изначальный размер частиц 锤头数量、高度对粉碎的影响研究。
- Выбранный зазор 磨盘与齿圈的间距对粉碎的影响。
- Скорость подачи газа осушения 循环气体流量、温度、湿度对粉碎的影响。

### (4) Применение в измельчении материалов для литий-ионных аккумуляторов 机械粉碎新能源材料

- 适用于——强度低的**磷酸铁锂、磷酸铁、石墨**的粉碎。
- интеграция измельчения и сушки **粉碎和干燥**同步一体化。
- Сокращение производственных площадей 缩短原有产线、提高生产效率、**降低了加工成本**



### 5. 机械粉碎工艺

## Технологическая схема ударного измельчения в среде инертного газа



## 6. Отгруженные функционирующие производственные линии **机械粉碎产线**



**Линия по производству LFP**  
**磷酸铁锂粉碎产线**



**Линия по производству**  
**измельченного графита**  
**石墨粉碎产线**

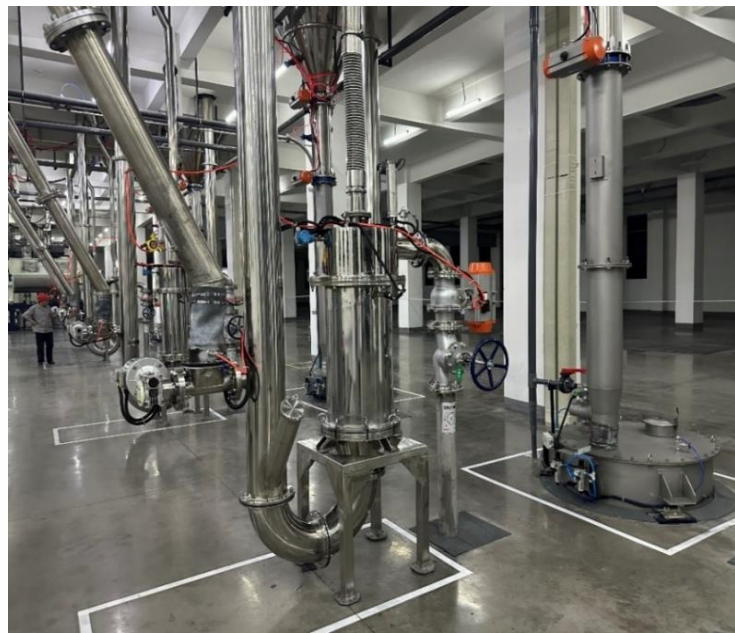
### Применение струйных мельниц в измельчении NCM (LiNi<sub>x</sub>Mn<sub>y</sub>Co<sub>1-x-y</sub>O<sub>2</sub>) 应用1: 三元材料

- ◆ В процессе измельчения образуются частицы менее  $< 0.5\mu\text{m}$
- ◆ При классификации они элиминируются

气流粉碎——产出存在粒度  $< 0.5\mu\text{m}$  的细粉。 控制性粉碎——产出粒度  $> 0.5\mu\text{m}$ ，物料粒度全部合格。

### Демонстрация воспроизводимости измельчения среди трех параллельных линий 三元材料成品粒度

名称 (образцы)	D0	D10	D50	D90	D100
实验1	0.893	1.563	2.858	5.215	7.95
实验2	0.893	1.558	2.858	5.141	7.847
实验3	1.038	1.771	3.104	5.308	7.448
标准 (стандарт)	$\geq 0.5$	1.5 ~ 1.8	2.8 ~ 3.4	$\leq 7$	$\leq 10$



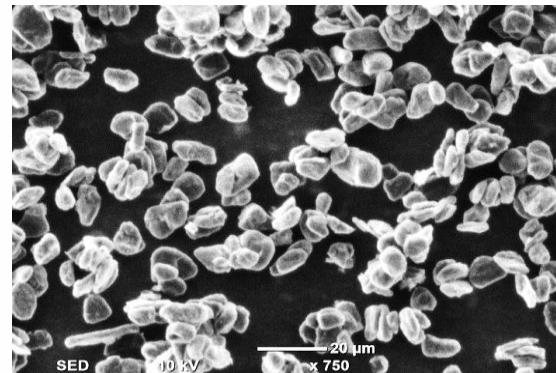
## Деагломерация без повреждения частиц 应用2: 颗粒无损解聚

### 硅碳材料解聚 Si-C

名称 (образцы)	D0	D10	D50	D90	D100
实验1	2.43	4.42	7.10	11.1	16.4
实验2	2.43	4.27	6.86	10.8	16.3
标准 (стандарт)		> 4		< 13	

## Деагломерация искусственного графита 石墨碳化材料解聚

名称 (образцы)	D10	D50	D90
实验1	7.37	14.51	35.21
实验2	7.30	14.38	34.06
实验3	7.55	14.89	33.20
标准 (стандарт)	6-9	12-16	< 36



### Катодный материал

天然石墨：锂离子电池的负极材料。

За счет сфероидизации увеличивается плотность утряски порошка, что дает улучшенные характеристики в свойствах ХИТ

球化：提高振实密度，提高电池的电性能。

特征： Особенности

冲击力、内涡抛掷力、分级离心力耦合的分层球化

### 1) Производительность 30~60кг/ч

研发的整形设备：主机55kw，产能30~60kg/h

(один из вариантов исполнения) 已出口美国、德国、韩国、挪威、加拿大、澳大利亚等。

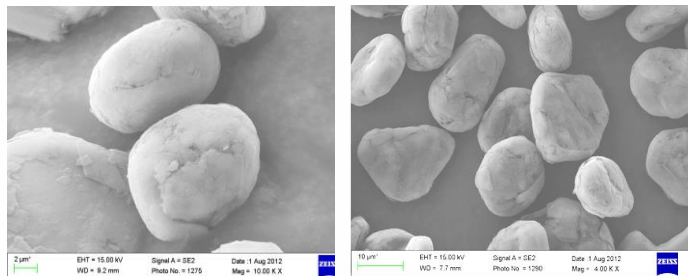
### 2) Производительность 400 ~ 500кг/ч

随新能源产业的快速发展，急需大型、高效球化设备。

研发出大型球化设备（主机250kw）：400~500kg/h (один из вариантов исполнения)



55kw 球化设备应用现场 (отгруженная установка)



整形后形貌 (внешний вид обработанного графита)

## Применение в натуральном графите 应用1: 天然石墨

Данные для природного графита 天然石墨球型化

名称 (образцы)	d0	d10	d50	d90	d100	振实密度
样1	3.700	6.471	10.943	18.353	29.866	0.929
	4.230	7.230	11.590	18.520	29.930	0.921
样2		8.75	15.05	21.28		1.07
样3		7.48	15.2	28.0		1.1

## Особенности 优点:

◆ в 10 раз эффективнее прочих решений 产能大: 传统整形设备产能的10倍;

◆ на 60% ниже энергопотребление прочих решений

能耗低: 单位能耗为传统整形设备的50~60%;

◆ автоматический отвод пылевой фракции 生产管理简单、生产效率高;

◆ сравнительно небольшая площадь 设备占地少。



250kw 球化设备应用现场  
Отгруженная установка  
на 250кВт.

## Повышение плотности утряски порошка 应用2: 提高产品振实密度

天然石墨产品的振实提高试验

名称		d0	d10	d50	d90	d100	振实密度 1000次 плотность утряски, г/см <sup>3</sup>
料 материал 1	进料	3.92	6.89	11.09	17.56	26.93	0.828
	产品	4.05	6.85	10.34	15.51	25.14	0.917
	标准						>0.9
料 материал 2	进料		10.7	20.1	35.1		0.852
	产品		7.94	16.4	34		1.002
	标准			17-18			0.9~1.05
料 материал 3	进料		10.2	16.0	24.6		0.982
	产品		9.67	15.2	23.5		1.036
	标准	изменение размера частиц 粒度变化小、振实尽量提高					



### 3.整线工艺

## Технология производства LFP 磷酸铁锂整线粉碎工艺

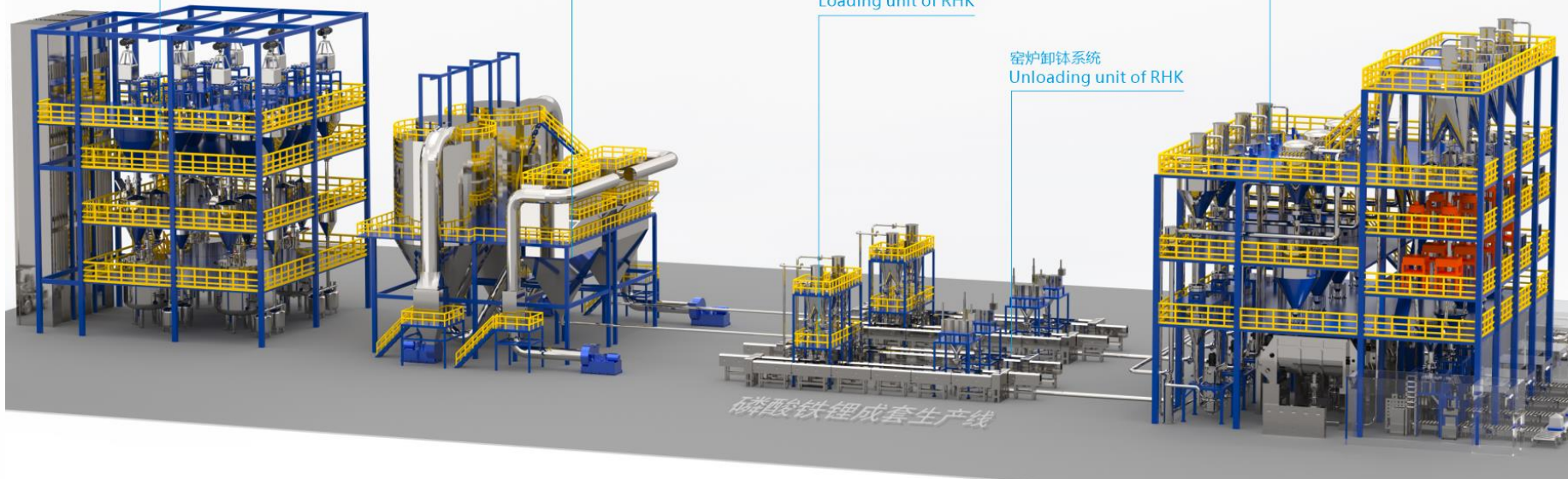
投料、计量、配料系统  
Feeding, metering and batching

喷雾干燥系统  
Spray dryer

窑炉装钵系统  
Loading unit of RHK

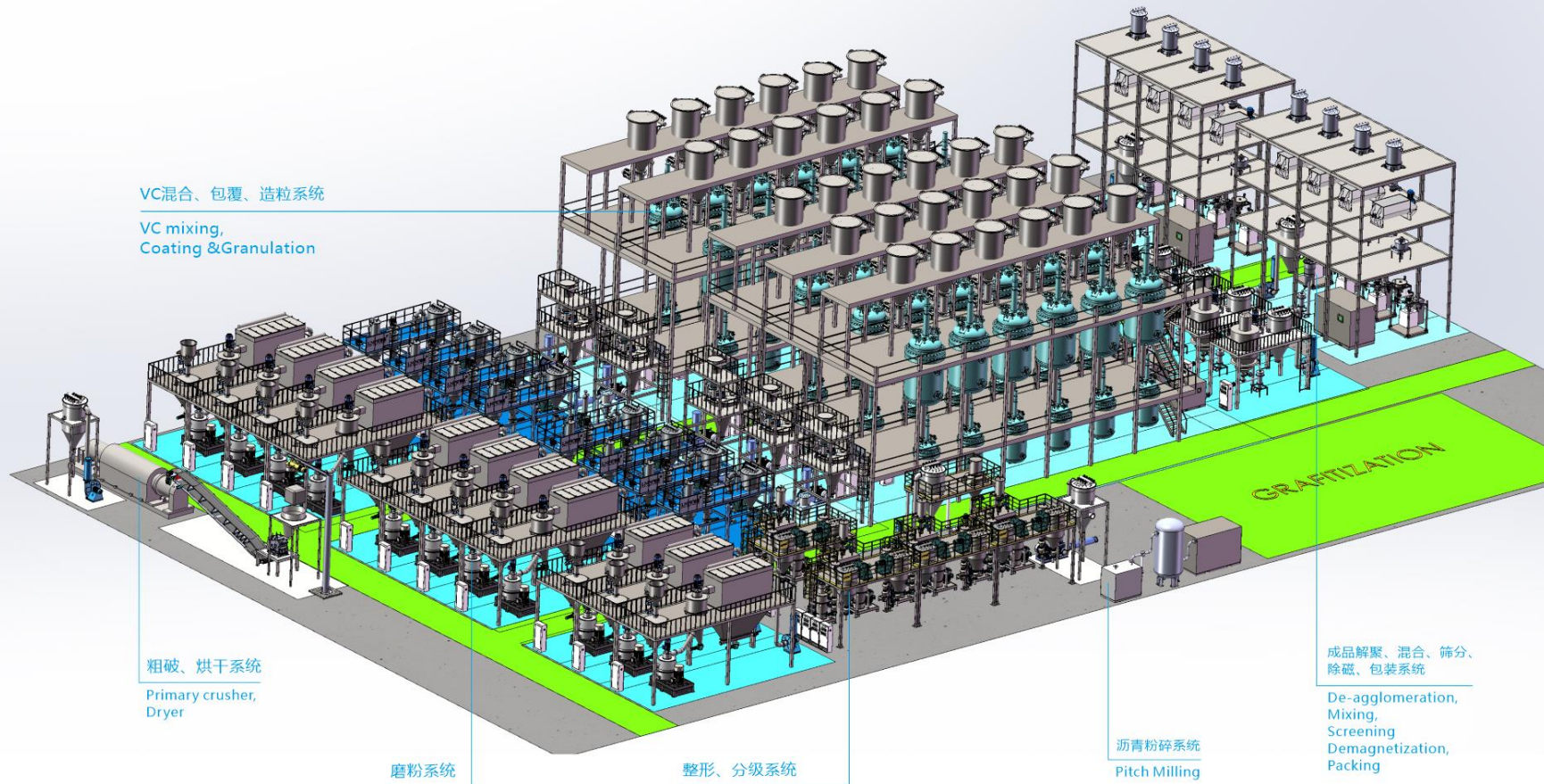
窑炉卸钵系统  
Unloading unit of RHK

粉碎、混合、筛分、除磁、  
包装、整线输送  
Grinding, mixing,  
screening, demagnetization,  
packing,  
pneumatic conveying



### 3.整线工艺

## Технология производства графита 石墨负极整线粉碎工艺



## 4. Контакты    联系方式



Подробнее об  
оборудовании  
LNPE на сайте  
Вилитек



WeChat-канал  
компании LNPE

<http://www.lnpe.cc>