ICS:13.020.01
中国标准文献分类号：Z 04

# 团　体　标　准

T/CAMIE 11-2020

# 磷酸铁锂电池回收利用技术条件

Technical conditions for recovery and utilization of lithium iron phosphate battery

（发布稿）

2020-8-5发布　　2020-12-1实施

中 国 环 保 机 械 行 业 协 会　发 布

CAMIE

# 目　　次

前　言.....II
1 范围.....1
2 规范性引用文件.....1
3 术语和定义.....1
4 基本要求.....2
5 回收处理.....3
6 末端处置.....6
附　录　A.....7

CAMIE

# 前　言

本标准由中国环保机械行业协会提出。

本标准由中国环保机械行业协会归口。

本标准起草单位：天津银隆新能源有限公司、邯郸银隆新能源有限公司、天津绿色再生资源利用有限公司、深圳市瑞能实业股份有限公司、北京工业大学。

本标准主要起草人：刘大永、李艳庆、陈旭恒、王晓飞、王临风、马立文。

CAMIE

# 磷酸铁锂电池回收利用技术条件

## 1 范围

本标准规定了回收利用磷酸铁锂电池的术语、定义、基本要求和技术条件，包括预处理、再生利用、环保要求等。

本标准适用废旧磷酸铁锂电池的回收再利用（不包括梯次利用），其他电池可参照使用。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 8978 污水综合排放标准

GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准

GB 16297 大气污染物综合排放标准

GB/T 20861 废弃产品回收利用术语

DB44/T 1203-2013 电动汽车用锂离子动力电池回收利用规范

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

**磷酸铁锂电池 lithium—ion phosphate battery**

以磷酸铁锂为正极材料，利用锂离子作为导电离子，在阳极和阴极之间移动，通过化学能和电能互相转化实现充放电，从而电动汽车动力系统提供能量的蓄电池。

3.2

**拆卸 removal**

将用磷酸铁锂电池单体、附属件从电池（组）或模块上分离移出的操作。

3.3

**拆解 dismantling**

将磷酸铁锂电池单体进行解体的作业。

3.4

**再生利用 recycling**

对废旧磷酸铁锂电池进行处理，使之能作为原材料重新利用的过程，但不包括对能量的回收和利用。

3.5

**预处理 pretreatment**

对废旧磷酸铁锂包（组）进行放、拆卸等处理。

3.6

**识别率 recognition rate**

对分选识别后目标组分的质量与磷酸铁锂电池中目标组分质量之比。

3.7

**分选 sorting**

废旧磷酸铁锂电池中可回收利用的或不利于后续处理、处置工艺要求的物质分离出来。

3.8

**识别 distinguish**

废旧磷酸铁锂分选出物质进行辨别分类。

3.9

**组分 components**

废旧磷酸铁锂电池拆解物的成分。

3.10

**回收率 recovery rate**

废旧磷酸铁锂电池被再生利用的目标金属质量与废旧动力电池所含目标金属质量之比。

## 4 基本要求

### 4.1 资质条件

4.1.1 回收利用企业应通过计量保证体系认证。

4.1.2 回收利用企业应通过省级行政主管部门资源综合利用认证。

4.1.3 回收利用企业应通过SA 8000和OHSA S18000认证

4.1.4 回收利用企业应具备收集、处理等相应资质。

4.2 场地

4.2.1 从事废旧磷酸铁锂电池收集的企业应具备贮存仓库，从事废旧磷酸铁锂电池处置的企业应具备贮存仓库及处理厂房。

4.2.2 废旧磷酸铁锂电池的作业场地应通风、光线良好，其地面应硬化防渗透、防腐蚀，并保持干燥。

4.2.3 废旧磷酸铁锂电池的作业场地应防止粉尘扬撒和液体泄漏。

4.3 企业应具备废旧磷酸铁锂电池称重、运输、充放电、检测、拆解等设备。

4.4 企业应配备专业技术人员和管理人员，其专业技能应满足废旧磷酸铁锂电池的检测、安全操作、环保作业、应急预案等相应要求。

4.5 从事拆卸、拆解作业的人员应参加职业技能培训，持电工证及相应专业技能资格证上岗。

4.6 运输人员须具有危险品运输从业资格证。

4.7 回收利用过程中，应对废旧磷酸铁锂电池进行余能检测及放电处理，避免其移位、掉落、碰撞、短路、爆炸等，加强人体安全的防护工作。

## 5 回收处理

### 5.1 回收处理工艺流程

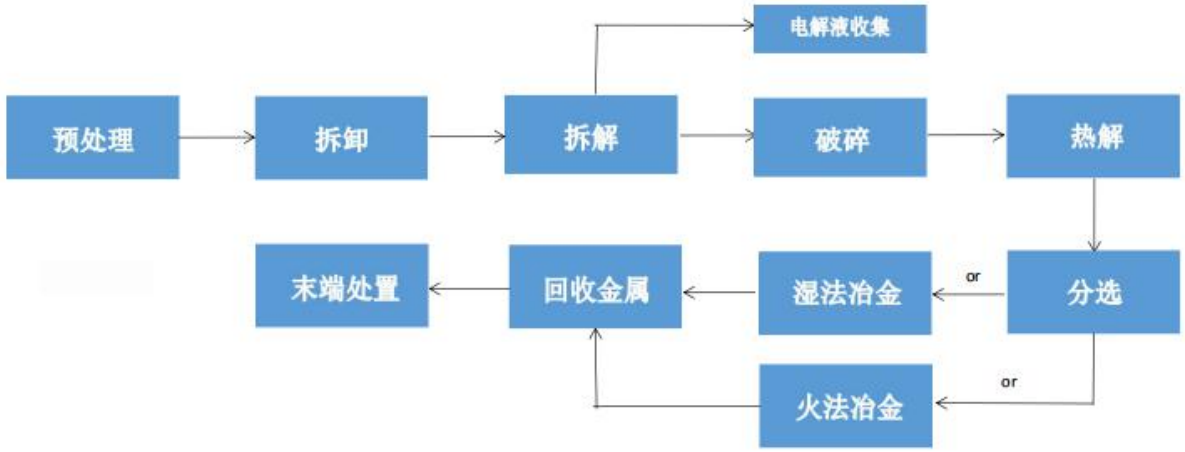


图1 回收处理工艺流程图

5.2 拆卸和拆解

5.2.1 拆卸

5.2.1.1 拆卸废旧磷酸铁锂电池前，应首先进行预处理。预处理包括检查废旧磷酸铁锂电池包（组）、模块的密封破损情况；拆除其外接导线，拆除易脱落的附属件。

5.2.1.2 废旧磷酸铁锂电池预处理完毕后，应完成以下操作：

a) 拆除电池包（组）外壳；

b) 拆除线路板等功能器件；

c) 拆除绝缘橡胶或塑料制品等部件；

d) 拆除集流片、连接导线；

e) 拆卸电池模块，分离出电池单体。

5.2.1.3 应根据废旧磷酸铁锂电池包（组）外壳结构、材料，选用合适的拆卸工具及拆卸方式进行拆卸。

5.2.1.4 应根据废旧磷酸铁锂电池模块外壳结构、材料及单体电池连接方式，选用合适的拆卸工具及拆卸方式进行拆卸。

5.2.2 拆解

废旧磷酸铁锂电池方形单体的拆解，应根据外壳材质采用合适的切割设备，精确控制切割位置及切入深度进行拆解，电解液应用专门容器收集。

5.3 破碎与热解

5.3.1 破碎以提高金属和其他物质的回收利用率、有利于后续处理工艺为原则。

5.3.2 热解应在密闭装置内进行，应有收集、处理废气的设备，配置废液和固体收集装置。

5.4 分选

5.4.1 分选可用筛分、风选、磁选等方法。

5.4.2 分选后废旧磷酸铁锂电池的正极材料的识别率应不低于98%，负极材料的识别率应不低于98%，外壳的识别率应达到100%。

5.4.3 识别率的计算方法见附录A。

5.5 处理工艺

5.5.1 宜采用湿法冶金或火法冶金处理磷酸铁锂电池。

5.5.2 湿法冶金工艺流程

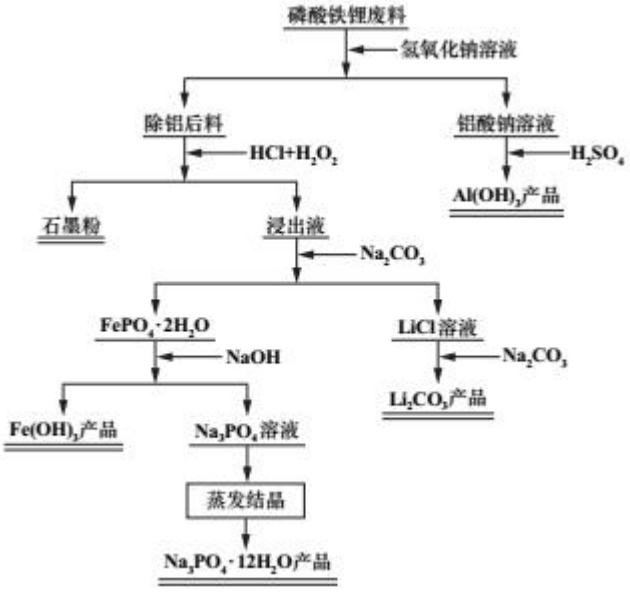


图1 湿法冶金工艺流程

5.5.3 湿法冶金反应过程

表1 湿法冶金反应过程

| 序号 | 原料 | 反应试剂 | 反应产物 | 反应条件 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 磷酸铁锂废料 ($LiFePO_4$) | 氢氧化钠（NaOH） | 除铝后料+铝酸钠($NaAlO_2$)溶液 | 碱浸回收 |
| 2 | 除铝后料 | 盐酸(HCl)+双氧水 ($H_2O_2$) | 石墨粉（C）+浸出液（$Li^+$、$Fe^{3+}$、$H^+$ 、$H_2PO_4^{2-}$、$HPO_4^{2-}$、$Cl^-$） | / |
| 3 | 铝酸钠溶液 | 硫酸（$H_2SO_4$） | $Al(OH)_3$产品 | / |
| 4 | 浸出液 | 碳酸钠（$Na_2CO_3$） | $FePO_4·2H_2O$+LiCl | 水浴+$Na_2CO_3$ |
| 5 | LiCl | 碳酸钠（$Na_2CO_3$） | $Li_2CO_3$ | / |
| 6 | $FePO_4·2H_2O$ | 氢氧化钠（NaOH） | $Fe(OH)_3$+$Na_3PO_4·12H_2O$ | 水浴+NaOH |
| 7 | $Fe(OH)_3$ | 纯水洗涤 | $Fe(OH)_3$ | 固液比3:1 |
| 8 | $Na_3PO_4$溶液 | / | $Na_3PO_4·12H_2O$晶体 | 蒸发结晶 |

### 5.6 再生利用技术要求

5.6.1 采用湿法冶金处理磷酸铁锂电池，铝、铜、铁、锂的回收率应不低于所处理废电池中这些元素各自总量的95%、其他主要元素不低于90%。

5.6.2 采用火法冶金处理磷酸铁锂电池，锂、铁、铝等回收率应不低于99%。

5.6.3 湿法冶金中应尽量回收利用废石墨，交由其他有资质企业生成再生石墨。

5.6.4 破碎和分选等过程产生的隔膜、塑料应交由相应的企业处理。

5.6.5 回收率的计算方法见附录A。

## 6 末端处置

6.1 回收利用企业排放废气、废水、噪声应符合 GB 8978、GB 16297、GB 12348 要求。

6.2 采用湿法冶金处理废旧磷酸铁锂电池，萃取剂应再生循环使用。

6.3 电动汽车用磷酸铁锂电池回收利用过程中产生的其他不可回收利用的固体废物应交由有资质机构处理，不得随意丢弃、填埋、焚烧。

CAMIE

# 附　录　A

（规范性附录）

## 识别率及回收率的计算

### A.1 识别率的计算方法

识别率以百分数$R_1$计，数值以%表示，按公式A.1计算：

$$R_1 = \frac{M}{M_1} \times 100\% \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots（A.1）$$

式中：

$R_1$：识别率，单位为百分数（%）；

$M$：磷酸铁锂电池中目标组分质量，单位为克（g）；

$M_1$：分选识别后目标组分的质量，单位为克（g）。

### A.2 回收率的计算方法

回收率以百分数$R_2$计，数值以%表示，按公式A.2计算:

$$R_2 = 1 - \frac{M}{M_1} \times 100\% \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots（A.2）$$

式中：

$R_2$：回收率，单位为百分数（%）；

$M$：处理1吨废旧磷酸铁锂电池过程中产生的废渣和废水中目标金属的含量，单位为克（g）；

$M_1$：1吨废旧磷酸铁锂电池中目标金属的含量，单位为克（g）。