



文章栏目：固体废物处理与资源化

DOI 10.12030/j.cjee.202112161 中图分类号 X705 文献标识码 A

王兆龙, 孙峙, 阎文艺, 等. 《废锂离子动力蓄电池处理污染控制技术规范 (试行)》(HJ 1186-2021) 解读及实施建议[J]. 环境工程学报, 2022, 16(7): 2308-2316. [WANG Zhaolong, SUN Zhi, YAN Wenyi, et al. Interpretation and implementation suggestions of Technical Specification of Pollution Control for Treatment of Waste Lithium-ion Battery(HJ 1186-2021)[J]. Chinese Journal of Environmental Engineering, 2022, 16(7): 2308-2316.]

## 《废锂离子动力蓄电池处理污染控制技术规范 (试行)》(HJ 1186-2021) 解读及实施建议

王兆龙<sup>1,2</sup>, 孙峙<sup>2</sup>, 阎文艺<sup>2</sup>, 张喆<sup>1</sup>, 何艺<sup>1,✉</sup>, 张西华<sup>3</sup>, 曹宏斌<sup>2</sup>

1. 生态环境部固体废物与化学品管理技术中心, 北京 100029; 2. 中国科学院过程工程研究所, 北京 100190; 3. 上海第二工业大学资源与环境工程学院, 上海 201209

**摘要** 为促进相关单位准确理解《废锂离子动力蓄电池处理污染控制技术规范 (试行)》(HJ 1186-2021) 各条款, 推动废锂离子动力蓄电池处理行业全面执行环境管理技术要求, 结合行业典型工艺路线、特征污染物排放和污染防治措施现状, 对新发布的技术规范进行了解读。技术规范的实施将推动废锂离子动力蓄电池处理行业开展技术改造, 进一步提高重金属、氟化物等污染防治水平, 以促进中国废锂离子动力蓄电池处理行业绿色发展。

**关键词** 废锂离子动力蓄电池; 处理; 污染控制; 解读

我国是新能源汽车生产大国、消费大国, 据工信部统计, 2020 年, 新能源汽车销量达  $136.7 \times 10^4$  辆, 新能源汽车保有量达  $492 \times 10^4$  辆, 动力电池装车量累计  $63.6 \text{ GWh}^{[1-3]}$ 。锂离子动力蓄电池已进入规模化退役、报废期, 据估算 2020 年我国退役动力蓄电池累计约为  $20 \times 10^4 \text{ t}$ , 至 2025 年将达  $78 \times 10^4 \text{ t}^{[4]}$ 。

我国废锂离子动力蓄电池处理过程普遍采用破碎、焙烧、酸浸等处理工艺, 电池中的正极材料容易与酸、氧化剂发生反应, 六氟磷酸锂、高氯酸锂等电解质具有强腐蚀性, 碳酸二甲酯、碳酸乙烯酯等溶剂具有易燃、易挥发性质<sup>[5-6]</sup>。废锂离子动力蓄电池集中拆解处理通常会产生含重金属有机废水, 含氟、含磷二噁英废气, 以及含重金属、氟化物的废渣等污染物, 如果处理不当将对生态环境造成严重污染<sup>[7]</sup>。

近年来, 废锂离子动力蓄电池处理行业各种新技术发展较快, 自动精准拆解、密闭贫氧焙烧、金属短流程萃取分离等环境友好型工艺装备得到广泛应用。国家有关部门也相继发布《电动汽车动力蓄电池回收利用技术政策 (2015 年版)》(国家发展和改革委员会 2016 年第 2 号)<sup>[8]</sup>、《废池污染防治技术政策》(原环境保护部公告 2016 年第 82 号)<sup>[9]</sup>、《新能源汽车废旧动力蓄电池综合利用行业规范条件 (2019 年本)》(工业和信息化部公告 2019 年第 59 号)<sup>[10]</sup> 等技术政策, 对提高镍、

收稿日期: 2021-12-23; 录用日期: 2022-04-24

基金项目: 国家重点研发计划资助项目 (2018YFC1902805)

第一作者: 王兆龙 (1987—), 男, 硕士, 工程师, wangzhaolong@meescc.cn; ✉通信作者: 何艺 (1981—), 男, 博士, 正高级工程师, heyi@meescc.cn

钴、锰等金属回收利用效率，加强特征污染物防治，引导行业集约化、规模化经营等方面做出规定。但相对而言，行业现行污染控制技术要求尚不全面、具体，针对镍、钴、锰、氟化物、二噁英等特征污染物的排放限值不明确，缺少对于机械化拆解、负压连续作业、废气无组织排放控制等管理规定。

因此，为了适应新时期废锂离子动力蓄电池处理的环境管理要求，进一步强化废锂离子动力蓄电池处理过程的污染防治，2021年8月7日由生态环境部组织制定的《废锂离子动力蓄电池处理污染控制技术规范(试行)》(HJ 1186-2021)<sup>[1]</sup>(以下简称《技术规范》)正式发布，并于2022年1月1日起开始实施。作为国内首个专门针对废锂离子动力蓄电池集中处理过程污染控制的生态环境标准，对废锂离子动力蓄电池处理的总体要求、处理过程污染控制技术要求、污染物排放控制与环境监测要求和运行环境管理要求等方面提出了系统的要求。为促进标准的深入实施，本文从行业概况与污染物排放现状、《技术规范》的主要内容、环境效益与经济技术分析、实施建议等方面对新发布的《技术规范》进行了解读。

## 1 行业概况与污染物排放现状

### 1.1 行业主要生产工艺

废锂离子动力蓄电池的处理工艺主要包括物理法、湿法和火法处理工艺技术。如图 1(a)所示，物理法处理主要经过破碎、筛分、分选，以及细破碎分选，再通过材料修复工艺修复得到的正负极材料，物理法是一种预处理工艺和再制造工艺的结合<sup>[2]</sup>。如图 1(b)所示，火法处理工艺主要通过高温焚烧、熔炼的方式分解去除有机溶剂、黏结剂等，同时，使得电池中的金属及其化合物氧化、还原等，以便回收金属盐的粗料<sup>[3]</sup>。火法处理工艺原料适用范围广，工艺操作简单，适合规模化生产，但火法处理能耗大，易产生有害气体，且无法较为系统地对大部分金属和组件进行回收。例如，锂等金属在回收过程中丢失，造成资源的浪费。如图 1(c)所示，湿法回收技术主要是针对焙烧、破碎、分选后获得的电池正极活性材料，以化学浸出为手段，将正极活性物质中

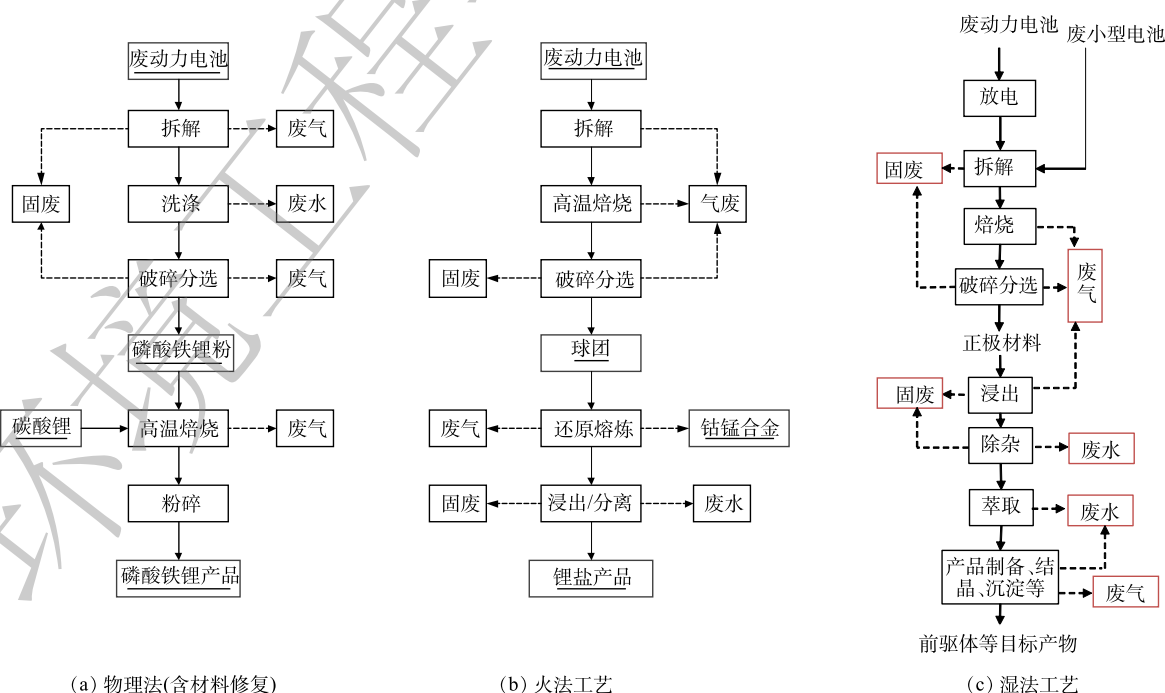


图 1 废锂离子动力蓄电池处理典型工艺流程

Fig. 1 Typical process for treatment of waste lithium-ion battery

的金属组分转移至溶液中，再通过萃取、沉淀、吸附等手段，将溶液中的金属以化合物的形式回收<sup>[14]</sup>。使用湿法冶炼能够较大程度的回收废电池中的稀贵金属和其它金属，且具有较高的回收率和纯度。目前，我国国内形成产业化处理能力的技术路线主要为湿法处理工艺。

## 1.2 产排污节点及污染控制措施

### 1.2.1 废气特征污染物及治理措施

目前，国内尚无可借鉴的成熟的火法处理工艺，废锂离子动力蓄电池处理行业主要采取湿法处理工艺。根据《排污许可证申请与核发技术规范 废弃资源加工工业》(HJ 1034-2019)<sup>[15]</sup>，如表1所示，典型湿法处理工艺的废气主要是废锂离子动力蓄电池预处理阶段产生的焙烧废气、破碎、分选废气，浸出处理单元产生的废气，分离、提纯和化合物制备单元产生的废气。

表1 废锂离子动力蓄电池加工工业排污单位废气产生情况

Table 1 Production of waste gas from different stages of waste lithium-ion battery processing industry

主要生产单元	产污设施	产排污环节	污染物种类	排放方式	排放口
	拆解设备	拆解	氟化物、非甲烷总烃	无组织	—
预处理	热解设备	热解	烟尘、二氧化硫、氟及其化合物、镍及其化合物	有组织	热解设备排气筒
	粉碎分选设备	粉碎分选	颗粒物、镍及其化合物	有组织无组织	除尘排气筒
酸浸处理	酸浸反应釜	酸浸	硫酸雾、氯化氢	有组织无组织	酸雾净化塔排气筒
萃取处理	萃取槽	萃取	硫酸雾、氯化氢、非甲烷总烃	有组织无组织	净化装置排气筒

1) 焙烧环节。焙烧废气在前处理单元的焙烧环节产生，主要污染物为烟尘、二氧化硫、氟化氢、镍及其化合物等，焙烧废气经布袋除尘后进行二级碱液喷淋，最后经排气筒高空排放。

2) 粉碎分选环节。粉碎分选废气在预处理单元的破碎、筛分环节产生，主要污染物为粉尘、镍及其化合物，采用集气收集后进行加布袋除尘，后经加排气筒高空排放处理。

3) 浸出环节。浸出废气在还原浸出过程产生，主要污染物为硫酸雾或氯化氢，采用酸雾洗涤塔碱液喷淋后经排气筒高空排放处理。

4) 分离、提纯和化合物制备环节。分离、提纯和化合物制备废气在有关反应过程产生，主要污染物为硫酸雾或氯化氢、非甲烷总烃。通常先采用碱液喷淋去除酸性气体，再采用吸附/热氧化等方法处理后经排气筒高空排放。

5) 无组织排放环节。无组织排放废气产生环节包括预处理单元电解液泄露产生的氟化物、非甲烷总烃，酸浸单元未收集到的酸雾，萃取处理单元逸散的非甲烷总烃、储罐呼吸废气和厂界的颗粒物等。

### 1.2.2 生产废水特征污染物及治理措施

根据《排污许可证申请与核发技术规范 废弃资源加工工业》(HJ 1034-2019)<sup>[15]</sup>，如表2所示，废锂离子动力蓄电池处理行业的生产废水主要来自萃取环节废水、废气处理废水、生活污水和初期雨水等。生产废水排入厂区污水处理站后先经中和、絮凝、沉淀除镍，再经过滤、脱盐等处理，排入废水总排放口。

1) 萃取环节废水。废锂离子动力蓄电池处理企业的生产废水主要来自萃取工序产生的萃取废水，含有镍、锰、铜、钴等金属元素，经絮凝、沉淀除镍后，进入厂区污水处理站处理。

2) 废气处理废水。焙烧废气经碱液喷淋后产生的废水，废喷淋液含有大量氟化物，含氟废水可回用于酸浸后的溶液除杂质使用，或者直接排入厂区污水处理站。

表 2 废锂离子动力蓄电池加工工业排污单位废水产生情况

Table 2 Production of waste water from different stages of waste lithium-ion battery processing industry

废水类别	监测指标	产排污环节	排放口类型
萃取车间生产废水	总铜、总锰、总镍、总锌	萃取车间废水处理设施	—
热解废气处理废水	氟化物	不外排, 厂内回用; 厂内综合废水处理设施	—
初期雨水	pH、悬浮物	厂内综合废水处理设施	—
萃取车间废水处理设施出水	总铜、总锰、总镍、总锌	厂内综合废水处理设施	主要排放口
沉氟设施出水	氟化物	厂内综合废水处理设施	—
生活废水	pH、化学需氧量、氨氮、悬浮物、五日生化需氧量、总磷	厂内综合废水处理设施; 市政污水处理厂	—
厂内综合废水处理设施排水	pH、化学需氧量、悬浮物、氨氮、总铜、总锰、总镍、总锌、氟化物、五日生化需氧量、总磷	废水集中处理设施; 地表水体	主要排放口

## 2 《技术规范》的主要内容

### 2.1 章节框架

技术规范的内容包括适用范围、规范性引用文件、术语和定义、总体要求、污染控制技术要求、运行环境管理要求和环境应急管理要求共 7 部分。

### 2.2 适用范围

1) 适用对象。由于我国已规模化推广的新能源汽车主要装配锂离子动力蓄电池, 且相较于镍氢电池等其他动力蓄电池, 废锂离子动力蓄电池的性状、结构及处理技术工艺较为特殊, 因此, 技术规范的适用对象以废锂离子动力蓄电池为主要原料的加工企业或生产设施为主体, 规定了废锂离子动力蓄电池贮存、拆解、焙烧和材料回收过程的污染控制技术要求, 以及废锂离子动力蓄电池处理企业运行管理要求。

2) 适用业务领域。技术规范适用于废锂离子动力蓄电池拆解、焙烧、破碎、分选和材料回收过程的污染控制, 并可用于指导废锂离子动力蓄电池处理有关建设项目的环评、环境保护设施设计、竣工环境保护验收、排污许可管理等工作。同时, 由于储能类锂离子电池和消费类锂离子电池拆解后与动力蓄电池主要部件结构相同, 因此也可参照此技术规范执行。需要注意的是, 由于技术规范中的“拆解”并非局限于以废锂离子动力蓄电池再生利用为目的的加工过程, 也普遍存在于对废锂离子动力蓄电池的梯次利用、翻新使用等加工工程。因此, 对应地, 标准名称及有关正文中的“处理”一词的语义涵盖范围也相应包括了废锂离子动力蓄电池的梯次利用、翻新使用等加工工程, 与《关于印发新能源汽车动力蓄电池回收利用管理暂行办法的通知》(工信部联节〔2018〕43)<sup>[16]</sup>中的“再生利用”不是等同概念。

### 2.3 主要内容解读

#### 2.3.1 企业环保准入要求

1) 建厂选址。由于废锂离子动力蓄电池处理过程涉及含重金属废水、粉尘和含氟废气等污染物排放, 根据《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》<sup>[17]</sup>的规定, 《技术规范》明确: 废锂离子动力蓄电池处理项目不应在生态保护红线区域、永久基本农田集中区域和其他需要特别保护的区域内选址建厂。

2) 污染治理设施。废锂离子动力蓄电池处理工艺中包括贮存、拆解、焙烧、破碎、分选、材料回收等多个环节, 为确保各工艺环节产生的废气、废水、废渣等特征污染物妥善处理, 《技术

规范》明确处理企业应对地面硬化并采取防护措施,并应当配备相应的环境保护设施,对产生的废水、废气及噪声等环境污染物进行处理并达标排放,对产生的固体废物应妥善贮存、利用或处置。

3) 处理技术和设备。为促进实现固体废物污染环境防治的减量化、资源化和无害化目标,《技术规范》明确废锂离子动力蓄电池处理企业应优先采用资源利用率高、污染物排放量少的技术、设备。同时,从事电池单体解体活动的废锂离子动力蓄电池处理企业,应至少具备将废锂离子动力蓄电池加工成废电池电极材料粉料的能力。

### 2.3.2 入厂拆解过程污染控制要求

1) 规范入厂贮存。为避免废锂离子动力蓄电池自燃引起的环境风险,《技术规范》要求废锂离子动力蓄电池入厂前应进行检测,针对存在漏液、冒烟、漏电、外壳破损等情形的废电池,企业应采用专用容器单独存放并及时处理。同时,《技术规范》要求,贮存上述情形废电池的库房或容器应采用微负压设计,并配备相应的废气收集和处理设施。

2) 禁止不当拆解。为避免废锂离子动力蓄电池不当拆解造成电解质泄露污染环境,《技术规范》明确禁止人工解体废锂离子动力蓄电池单体电池,并要求应按照合理程序进行拆解。同时,为防止电池拆解过程中电池破损泄露的电解液挥发释放有毒氟化物气体,《技术规范》要求作业区域需配备废气收集和处理设施。

3) 分类管理拆解产物。由于在电池包拆解过程中可能会产生具有急性毒性的含乙二醇蒸汽,容易对拆解工人造成伤害,《技术规范》要求电池包冷却液需负压抽净,并使用专用容器存放,不可随意倾倒。同时,《技术规范》要求拆解产生的固体废物应分类进行管理,并清除电池壳体、连接件、高压线束等部件中的含氯塑料部件,避免后续焙烧环节产生二恶英等有毒有害物质。

### 2.3.3 焙烧、破碎、分选过程污染控制要求

1) 明确预处理工艺目标。针对行业当前多样化的废电池单体预处理工艺路线,《技术规范》并未刻板地进行限制,而是以有效去除电池单体中的电解质、有机溶剂为目标要求,规定所选取的预处理工艺应当包含焙烧、破碎、分选等一种或多种工序,以消除电解质、有机溶剂环境污染风险。

2) 加强粉尘治理。由于破碎、分选废电池单体时容易产生大量含重金属粉尘,《技术规范》要求应在负压条件下采用机械化或自动化设备破碎分选含电解质、有机溶剂的电池单体,并要求将收集后的废气导入废气集中处理设施。同时,《技术规范》要求所选取的破碎、分选工艺应使废电池电极材料粉料、集流体和外壳等在后续步骤中得到分离,以便提高镍、钴、锰等金属的回收率,避免因电池外壳铝箔包裹废电池电极材料粉料造成污染。

3) 减少持久性有机污染物产生。为了减少持久性有机污染物产生,《技术规范》要求禁止直接焙烧未经拆解的废锂离子动力蓄电池电池包、电池模块;要求电池包中的电池壳体、连接件、高压线束等部件中的含氯塑料成分,必须在焙烧处理前有效清除。

### 2.3.4 材料回收过程污染控制要求

1) 规范材料回收工艺流程。《技术规范》将材料回收过程分为火法工艺和湿法工艺2个方面。针对火法工艺,要求在进行材料回收前,可根据物料条件和设备要求选择性进行拆解、破碎、分选等工序,经高温冶炼后得到合金材料;针对湿法工艺,要求在进行材料回收前,应当经拆解、焙烧、破碎、分选等1种或多种工序进行预处理,去除废锂离子动力蓄电池中的电解质、有机溶剂,得到可进入浸出工序的废电池电极材料粉料。需要特别说明的是,《技术规范》对火法工艺和湿法工艺预处理环节进行差异性规范的主要原因是,火法工艺处理高温焙烧和冶炼过程温度普遍较高,能够实现含氟电解质、有机溶剂的充分气化、去除,因此可选择性采用拆解、破碎、分选等工序。

2) 加强废气污染治理。针对火法工艺处理废锂离子动力蓄电池时产生的大量含氟化物、重金属的废气,《技术规范》要求火法工艺必须采用密闭的工艺设备,防止废气逸出,并配备废气处理设施;针对湿法冶金工艺中酸浸、萃取过程产生的酸雾及反应器通气口、采样口点位存在的废气无组织排放,《技术规范》要求浸出、分离提纯和化合物制备等反应容器通气口、采样口应配备集气装置,并应将废气收集后导入废气集中处理设施。

### 2.3.5 废气污染控制要求

1) 明确废气污染物监测因子。废锂离子动力蓄电池处理过程产生的废气主要包括焙烧单元产生的焙烧废气、破碎分选废气,材料回收单元产生的酸浸废气、萃取废气,以及无组织排放废气。其中,焙烧废气在焙烧加工单元的焙烧环节产生,主要污染物为烟尘、二氧化硫、氟化氢、镍及其化合物等、钴及其化合物等;破碎分选废气在焙烧加工单元的破碎、筛分环节产生,主要污染物为粉尘、镍及其化合物、钴及其化合物等;酸浸废气在还原浸出过程产生,主要污染物为硫酸雾或氯化氢等;萃取废气在萃取过程产生,主要污染物为硫酸雾或氯化氢、非甲烷总烃。

2) 规范废气排放执行标准。由于我国尚无针对废锂离子动力蓄电池处理的行业强制性排放标准,因此《技术规范》规定火法和湿法处理工艺的废气排放标准执行《大气污染物综合排放标准》(GB 16297)<sup>[18]</sup>,湿法处理工艺预处理焙烧过程废气中二氧化硫、氟及其化合物排放浓度执行《工业炉窑大气污染物排放标准》(GB 9078)<sup>[19]</sup>;对于焙烧、破碎、分选工序,以及火法工艺冶炼工序的钴及其化合物排放限值,参照执行《无机化学工业污染物排放标准》(GB 31573)<sup>[20]</sup>;对于焙烧工序和火法工艺冶炼工序产生的二恶英类排放限值参照执行《危险废物焚烧污染控制标准》(GB 18484)<sup>[21]</sup>。

3) 强化无组织排放废气治理。《技术规范》要求挥发性有机物无组织排放应满足《挥发性有机物无组织排放控制标准》(GB 37822)<sup>[22]</sup>的规定。无组织排放废气产生环节主要包括焙烧加工单元电解液泄露产生的氟化物、非甲烷总烃,酸浸单元未收集到的酸雾,萃取处理单元逸散的非甲烷总烃,储罐呼吸废气,厂界的颗粒物等。为实现无组织排放的有效控制,关键是加强密封、防止泄露。为此,《技术规范》要求废锂离子动力蓄电池处理过程中,废电池电极材料粉料应采用管道或其他防泄漏、防遗撒的措施输送,生产车间产生的废气收集后应导入废气集中处理设施。

### 2.3.6 废水污染控制要求

1) 明确废水产生环节。废锂离子动力蓄电池处理过程产生的废水主要有废放电液、废气吸收废水、生产废水、初期雨水等。其中,废放电液含有盐分、悬浮物等;废气处理废水主要包括火法冶炼或湿法预处理焙烧废气经碱液喷淋后产生的废水,废喷淋液含有氟化物;生产废水来自萃取工序产生的萃取废水,含有第一类污染物镍及锰、铜、钴等重金属。

2) 规范废水污染物监测因子和排放执行标准。由于我国尚无针对废锂离子动力蓄电池处理的行业强制性排放标准,因此《技术规范》规定废锂离子动力蓄电池处理企业废水总排放口、车间或生产设施废水排放口的污染物排放浓度,应当符合《污水综合排放标准》(GB 8978)<sup>[23]</sup>的许可排放限值,监测因子包括流量、pH值、化学需氧量、5日生化需氧量、悬浮物、氨氮、氟化物、总铜、总锰、总镍、总锌、总磷等;企业废水总排放口总钴的排放限值,参照执行《无机化学工业污染物排放标准》(GB 31573)<sup>[20]</sup>的规定。

3) 规范生产废水单独治理要求。针对采用湿法工艺的废锂离子动力蓄电池处理企业,由于废水中含有的一类污染物镍,《技术规范》要求车间生产废水应单独收集处理或回用,以确保实现总镍排放浓度符合《污水综合排放标准》(GB 8978)<sup>[23]</sup>的要求。同时,《技术规范》要求不应将车间生产废水与其他废水直接混合进行处理。

### 2.3.7 固体废物和噪声污染控制要求

1) 规范固体废物分类收集处理。《技术规范》要求废锂离子动力蓄电池处理企业产生的废电路板、废塑料、废金属、废冷却液、火法工艺残渣、废活性炭、废气净化灰渣、生产废水处理污泥等固体废物,应分类收集、贮存、利用处置;属于危险废物且需要委托外单位利用处置的,应交由具有相应资质的企业利用处置。

2) 加强噪声污染治理。《技术规范》要求产生噪声的主要设备,如破碎机、泵、风机等应采取基础减振和消声及隔声措施,厂界噪声应符合《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB 12348)<sup>[24]</sup>的要求。

### 2.3.8 运行管理要求

1) 规范企业生产运行管理。《技术规范》从规范废锂离子动力蓄电池处理企业运行管理角度出发,对企业的运行条件、人员培训、监测及评估制度进行规定,要求企业运行需要配备经培训过的专业人员、完善的保障制度和有毒有害污染物的监测设备,操作人员、技术人员和管理人员应熟知废锂离子动力蓄电池利用处置工艺流程,相关环境排放标准和处置危险的应急操作程序,并在过程中及时记录,以保障企业正常安全运行;为使企业实现达标排放,要求制定规范的监测及评估制度,对污染物实现量化监测。

2) 明确企业自行监测要求。《技术规范》要求废锂离子动力蓄电池处理企业应按照有关法律法规和《排污单位自行监测技术指南 总则》(HJ 819)<sup>[25]</sup>的要求,建立企业监测制度,制定监测方案,对主要污染物排放状况开展自行监测,保存原始监测记录,并公布监测结果,并定期对废锂离子动力蓄电池污染物排放情况进行监测和评估,必要时应采取改进措施。同时,《技术规范》在附录A中列示了主要污染物的排放监测要求,在附录B中列示了空气质量、土壤和地下水环境的监测要求,在行业自行监测管理要求发布前,废锂离子动力蓄电池处理企业的自行监测参照附录A和附录B列示的监测要求执行。

## 3 实施建议

1) 加大宣传培训力度。废动力蓄电池处理行业即将进入爆发式增长的前夜,但由于行业发展时间相对较短,相关的环境管理要求还不够明确,企业管理能力及从业人员专业化水平参差不齐,企业的环境管理能力已成为制约健康快速发展的瓶颈。本《技术规范》是首个从生态环境管理角度发布的针对废锂离子动力蓄电池处理行业的技术规范,对废锂离子动力蓄电池火法和湿法处理工艺的过程污染控制、末端污染控制和日常环境监测提出了精细化管理要求,环境管理内容多、技术要求高,应加大对企业和生态环境主管部门的培训,指导做好废锂离子动力蓄电池处理污染防治工作。

2) 加强企业环境监管。废锂离子动力电池含有镍、钴、锰等重金属以及含氟电解质等有毒有害物质,处理工艺涉及破碎、焙烧、酸浸、萃取、电解等多个过程,受原料复杂和具体处理工艺多变影响,呈现出污染物产生环节多、产生情况复杂的特点。建议加强废锂离子动力蓄电池处理企业环境监管,采用定期和非定期相结合的方式对工业固体废物管理台账、环境保护设施、自行监测数据开展检查,加大环境执法力度,提高企业违法成本。

3) 及时开展标准实施评估。由于当前我国废锂离子动力蓄电池处理行业总体仍处于发展的初级阶段,废锂离子动力蓄电池的回收利用还未真正形成规模和成熟的商业模式,可借鉴参考的成熟工程项目相对有限,因此《技术规范》最终以试行版本发布。建议结合行业环境监管工作,及时开展《技术规范》实施效果评估,必要时开展《技术规范》的修订。

## 参考文献

- [1] 中华人民共和国工业和信息化部: 2020年12月汽车工业经济运行情况[EB/OL]. (2021-01-14) [2021-12-20] [https://www.miit.gov.cn/jgsj/zbys/qcgy/art/2021/art\\_409c05205f0a4aacaed6fc0d7a7c5ff6.html](https://www.miit.gov.cn/jgsj/zbys/qcgy/art/2021/art_409c05205f0a4aacaed6fc0d7a7c5ff6.html)
- [2] 中华人民共和国公安部: 2020年全国新注册登记机动车3328万辆 新能源汽车达492万辆[EB/OL]. (2021-01-17) [2021-12-20] <https://app.mps.gov.cn/gdnps/pc/content.jsp?id=7647257>
- [3] 中国汽车动力电池产业创新联盟: 2020年我国动力电池装车量累计63.6GWh[EB/OL]. (2021-01-25) [2021-12-20] <https://www.askci.com/news/chanye/20210125/1122161339712.shtml>
- [4] 中国经济网-《经济日报》: 动力蓄电池退役后都去哪了[EB/OL]. (2019-03-05) [2021-12-20] [https://www.miit.gov.cn/jgsj/jns/xydt/art/2020/art\\_8723b5291481414996def11b19a83777.html](https://www.miit.gov.cn/jgsj/jns/xydt/art/2020/art_8723b5291481414996def11b19a83777.html)
- [5] 高瑞, 王继芬. 废旧锂电池正极材料 $\text{LiNi}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{O}_2$ 中钴的回收[J]. *环境工程学报*, 2020, 14(2): 506-514.
- [6] 蔡乐, 王继芬, 高瑞. 废旧三元锂电池正极材料的金属浸出[J]. *环境工程学报*, 2018, 12(6): 1833-1842.
- [7] 中国退役动力电池循环利用技术与产业发展报告[M]. 北京: 人民出版社, 科学技术文献出版社, 2019.
- [8] 中华人民共和国国家发展和改革委员会: 电动汽车动力蓄电池回收利用技术政策(2015年版)[EB/OL]. (2016-01-28) [2021-12-20] [https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/gg/201601/t20160128\\_961147.html?code=&state=123](https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/gg/201601/t20160128_961147.html?code=&state=123)
- [9] 中华人民共和国生态环境部: 废电池污染防治技术政策[EB/OL]. (2016-12-26)[2021-12-20] [http://www.mee.gov.cn/gkml/hbb/bgg/201612/t20161228\\_378325.htm](http://www.mee.gov.cn/gkml/hbb/bgg/201612/t20161228_378325.htm)
- [10] 中华人民共和国工业和信息化部: 新能源汽车废旧动力蓄电池综合利用行业规范条件[EB/OL]. (2020-01-02) [2021-12-20] [https://www.miit.gov.cn/zwgk/zcwj/wjfb/gg/art/2020/art\\_c1073817285c4b26a9fb34ed75a2e69d.html](https://www.miit.gov.cn/zwgk/zcwj/wjfb/gg/art/2020/art_c1073817285c4b26a9fb34ed75a2e69d.html)
- [11] 中华人民共和国生态环境部: 废锂离子动力蓄电池处理污染控制技术规范(试行)[EB/OL]. (2021-08-07) [2021-12-20] [http://www.mee.gov.cn/ywgz/fgbz/bz/bzwb/gthw/qtxgbz/202108/t20210820\\_858544.shtml](http://www.mee.gov.cn/ywgz/fgbz/bz/bzwb/gthw/qtxgbz/202108/t20210820_858544.shtml)
- [12] 杜璞欣, 周吉奎, 宋卫锋, 等. 废旧锂电池正极材料回收技术研究进展[J]. *有色金属工程*, 2020, 10(4): 61-68.
- [13] LI Y K, LV W G, HUANG H L, et al. Recycling of spent lithium-ion batteries in view of green chemistry[J]. *Green Chem*, 2021, 23: 6139-6172.
- [14] LIU C W, LIN J, CAO H B, et al. Recycling of spent lithium-ion batteries in view of lithium recovery: A critical review[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2019, 228: 801-813.
- [15] 中华人民共和国生态环境部: 排污许可证申请与核发技术规范 废弃资源加工工业[EB/OL]. (2019-08-13) [2020-07-15] [http://www.mee.gov.cn/ywgz/fgbz/bz/bzwb/pwxk/201908/t20190824\\_729947.shtml](http://www.mee.gov.cn/ywgz/fgbz/bz/bzwb/pwxk/201908/t20190824_729947.shtml)
- [16] 中华人民共和国工业和信息化部: 新能源汽车动力蓄电池回收利用管理暂行办法[EB/OL]. (2018-02-26) [2021-12-20] [https://www.miit.gov.cn/zwgk/zcwj/wjfb/zh/art/2020/art\\_459b0eb972964f68930bb39be9e92688.html](https://www.miit.gov.cn/zwgk/zcwj/wjfb/zh/art/2020/art_459b0eb972964f68930bb39be9e92688.html)
- [17] 中华人民共和国固体废物污染环境防治法[N]. 中华人民共和国全国人民代表大会常务委员会公报. 2020(02): 414-430.
- [18] 中华人民共和国生态环境部: 大气污染物综合排放标准: GB 16297-1996[S/OL]. (1996-04-12)[2021-12-20] [https://www.mee.gov.cn/ywgz/fgbz/bz/bzwb/dqjhbh/dqgdwrywrwpfbz/199701/t19970101\\_67504.shtml](https://www.mee.gov.cn/ywgz/fgbz/bz/bzwb/dqjhbh/dqgdwrywrwpfbz/199701/t19970101_67504.shtml)
- [19] 中华人民共和国生态环境部: 工业炉窑大气污染物排放标准: GB 9078-1996[S/OL]. (1996-03-07) [2021-12-20] [https://www.mee.gov.cn/ywgz/fgbz/bz/bzwb/dqjhbh/dqgdwrywrwpfbz/199701/t19970101\\_67499.shtml](https://www.mee.gov.cn/ywgz/fgbz/bz/bzwb/dqjhbh/dqgdwrywrwpfbz/199701/t19970101_67499.shtml)
- [20] 中华人民共和国环境保护部. 无机化学工业污染物排放标准: GB 31573-2015[S]. 北京: 中国环境出版集团, 2015.
- [21] 中华人民共和国生态环境部: 危险废物焚烧污染控制标准: GB 18484-2020[S]. 北京: 中国环境出版集团, 2020.
- [22] 中华人民共和国生态环境部: 挥发性有机物无组织排放控制标准: GB 37822-2019[S]. 北京: 中国环境出版集团, 2019.
- [23] 中华人民共和国生态环境部: 污水综合排放标准: GB 8978-1996[S/OL]. (1996-10-04) [2021-12-20] [https://www.mee.gov.cn/ywgz/fgbz/bz/bzwb/shjhb/swerpfbz/199801/t19980101\\_66568.shtml](https://www.mee.gov.cn/ywgz/fgbz/bz/bzwb/shjhb/swerpfbz/199801/t19980101_66568.shtml)
- [24] 中华人民共和国生态环境部: 工业企业厂界环境噪声排放标准: GB12348-2008[S/OL]. (2008-08-19)[2021-12-20] [https://www.mee.gov.cn/ywgz/fgbz/bz/bzwb/wlhj/hjzspfbz/200809/t20080918\\_128936.shtml](https://www.mee.gov.cn/ywgz/fgbz/bz/bzwb/wlhj/hjzspfbz/200809/t20080918_128936.shtml)
- [25] 中华人民共和国环境保护部. 排污单位自行监测技术指南 总则: HJ 819-2017[S]. 北京: 中国环境出版集团, 2017.

(责任编辑: 金曙光)



## Interpretation and implementation suggestions of Technical Specification of Pollution Control for Treatment of Waste Lithium-ion Battery(HJ 1186-2021)

WANG Zhaolong<sup>1,2</sup>, SUN Zhi<sup>2</sup>, YAN Wenyi<sup>2</sup>, ZHANG Zhe<sup>1</sup>, HE Yi<sup>1,\*</sup>, ZHANG Xihua<sup>3</sup>, CAO Hongbin<sup>2</sup>

1. Solid Waste and Chemicals Management Centre, Ministry of Ecology and Environment, Beijing 100029, China; 2. Institute of Process Engineering, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China; 3. School of Resources and Environmental Engineering, Shanghai Polytechnic University, Shanghai 202109, China

\*Corresponding author, E-mail: heyi@meescc.cn

**Abstract** In order to promote the relevant units to accurately comprehend the provisions of the "Technical Specification of Pollution Control for Treatment of Waste Lithium-ion Battery (Trial)" (HJ 1186-2021) and to promote the implementation of this environmental management technical requirements in the waste lithium-ion power battery treatment industry, this paper clarified the typical technical process routes, characteristic pollutant emissions and the current status of environmental pollution prevention measures to interpret the newly released technical specification. The implementation of technical specifications will accelerate the technical transformation of the waste lithium-ion power battery processing industry and the pollution prevention of heavy metals and fluorides, so as to promote the green development of the waste lithium-ion power battery processing industry in China.

**Keywords** waste lithium-ion battery; treatment; pollution control; interpretation