

---

《新能源电池工业废水处理技术指南

磷酸铁锂电池》

（征求意见稿）

编制说明

编制组

二〇二三年六月

---

# 目 次

1. 任务来源 .....	1
2. 标准制定必要性、编制依据、编制原则 .....	1
3. 主要工作过程 .....	3
4. 国内外相关标准研究 .....	3
5. 同类工程现状调研 .....	4
6. 主要技术内容及说明 .....	13
7. 标准实施的环境效益与经济技术分析 .....	15
8. 标准实施建议 .....	15



ACEF

# 《新能源电池工业废水处理技术指南 磷酸铁锂电池》

## 编制说明

### 1. 任务来源

2022年7月，受中华环保联合会水环境治理专业委员会邀请，四川恒泰环境技术有限责任公司、西南科技大学、北京工业大学、四川省固体废物与化学品管理中心开展《新能源电池工业废水处理技术指南 磷酸铁锂电池》立项申报的准备工作，并承担该标准的编制工作。

### 2. 标准制定必要性、编制依据、编制原则

#### 2.1 制定必要性和重要意义

近年来，随着新能源行业快速发展，促进了锂离子电池(LIBs)产业在动力源方面的广泛应用，其中磷酸铁锂电池(LFPBs)具有结构稳定、原料廉价、安全性优异、循环寿命较好和环境友好的优点，最早在国内被认为是最佳的动力和储能锂电材料体系。

磷酸铁锂市场受益于动力电池、消费电池及储能电池市场需求的增长，预计2026年全球磷酸铁锂行业市场需求量将逾300万吨，市场规模将逾1000亿元。磷酸铁锂电池生产废水主要含有较高浓度的氨氮、硫酸盐、磷酸盐、硬度离子，废水中有机物含量较低，大部分为无机离子，处理难度较大。而伴随着整个市场磷酸铁锂电池保有量不断增加，相应地磷酸铁锂电池生产废水水量巨大，如何对其处理成为一个亟需解决的问题。

目前我国现有标准方法中，涉及电池生产废水的标准有《电池工业污染物排放标准》(GB 30484-2013)，用于规范电池工业水污染物排放限值。但是缺乏针对磷酸铁锂电池生产废水的处理技术进行规范的标准，相关生产企业可借鉴和参考的标准较少，不利于相关废水处理工程项目的规范设计、管理、验收和评估。

故本标准拟分别针对磷酸铁锂电池阳极、阴极和电解液的制造过程中产生废水的处理，建立技术要求和指导，可为我国磷酸铁锂电池生产废水处理技术提供系统性的执行准则。因此，编制新能源电池工业废水处理技术指南 磷酸铁锂电池是十分意义且必要的。

#### 2.2 编制依据

##### 2.2.1 政策法律依据

国家对环境保护的有关法律、法规，如

《中华人民共和国环境保护法》

---

《中华人民共和国水污染防治法》

《排污许可证管理暂行规定》

《控制污染物排放许可制实施方案》等。

### 2.2.2 技术依据

GB 50014 室外排水设计标准

GB 50017 钢结构设计标准

GB 50069 给水排水工程构筑物结构设计规范

GB 50141 给水排水构筑物工程施工及验收规范

GB 8978 污水综合排放标准

GB 30484 电池工业污染物排放标准

GB/T 50483 化工建设项目环境保护设计标准

HJ 1186 废锂离子动力蓄电池处理污染控制技术规范（试行）

HJ/T 92 水污染物排放总量监测技术规范

HJ 1204 排污单位自行监测技术指南 电池工业

GB/T 19249 反渗透水处理设备

HJ/T 270 环境保护产品技术要求 反渗透水处理装置

HJ/T 271 环境保护产品技术要求 超滤装置

HJ/T 334 环境保护产品技术要求 电渗析装置

HJ/T 369 环境保护产品技术要求 水处理用加药装置

HJ 2008 污水过滤处理工程技术规范

HJ 2010 膜生物法污水处理工程技术规范

HJ 2047 水解酸化反应器污水处理工程技术规范

CJJ60 城镇污水处理厂运行、维护及安全技术规程

### 2.3 编制原则

#### 1) 规范性原则

本标准按照 GB/T 1.1-2020 有关规定，确定标准的结构和内在关系，标准条文层次的划分符合 GB/T 1.1 的规定。

#### 2) 统一性原则

本标准的编写和表达方式在三个方面实现统一：一是标准结构的统一，即标准中的章、条、段、表、图和附录的排列顺序与 GB/T1.1 的要求统一；二是文体的统一，即类似的条款由类似的措辞来表达，相同的条款由相同的措辞来表达；三是术语的统一，即同一个概念使用同一个术语，每一个术语尽可能只有唯一的含义。

#### 3) 协调性原则

本标准的协调性主要体现在三个方面：

---

普遍协调：即与标准化原理和方法的协调，与标准化术语的协调，量、单位及符号的协调等；

### **3. 主要工作过程**

2022年7月，在中华环保联合会水环境治理专业委员会的组织协助下，由四川恒泰环境技术有限责任公司、西南科技大学、四川省固体废物与化学品管理中心等单位成立了标准编制组，并启动标准编制工作。

2022年7月至8月，标准编制组针对我国磷酸铁锂电池应用情况和国内磷酸铁锂电池年生产量、销量，废水产生量、处理情况进行资料收集，对磷酸铁锂电池代表性生产企业进行实地考察。针对收集资料以及实地调研信息，对磷酸铁锂电池废水产污环节、废水水质、处理工艺技术等重点问题进行了专题研讨，形成了重点问题的研究初稿。

2022年9月-10月，规范编制技术组召开了多次工作会议。对具体技术要求、防腐蚀方法及材料选择、二次污染控制等问题进行了专题研讨。西南科技大学牵头组织召开了规范初稿的专家咨询会，就规范格式和重点技术内容进行了重点咨询。经修改完善后形成了《新能源电池工业废水处理技术指南 磷酸铁锂电池》（草案稿）。

2022年11月15日，在中华环保联合会水环境治理专业委员会的组织协助下，召开了本标准的立项评审会。

2023年12月-2023年6月，编制组总结了立项评审会中领导、专家的意见和建议，结合进一步的资料调研和现场考察，通过会议等形式进行了多轮的专家咨询，编制完成了《新能源电池工业废水处理技术指南 磷酸铁锂电池》（征求意见稿）。

2023年7月14日，在中华环保联合会水环境治理专业委员会的组织协助下，召开了本标准的技术审查会。

## **4. 国内外相关标准研究**

### **4.1 本标准与现行的国际、国家、行业、地方以及其他团体标准的关系**

现有国内涉及电池废水的标准有《电池工业污染物排放标准》（GB 30484-2013），主要用于规范电池工业水污染物排放限值和废水处理工程施工及验收，而针对电池工业废水处理技术和锂离子电池及磷酸铁锂电池废水处理，没有借鉴和参考的标准，本标准将是一个全新的标准。

目前，本标准对磷酸铁锂电池生产废水污染物浓度的限值参考《电池工业污染物排放标

准》(GB 30484-2013)。

#### 4.2 本标准对国际标准或国外先进标准的采用情况

如前所述,由于本标准缺乏可借鉴和参考的标准,属于新兴的方向,标准的设立有引领性和先进性。

### 5. 同类工程现状调研

#### 5.1 某石墨新材料公司年产 2 万吨高纯度石墨生产废水处理项目

##### 5.1.1 工程概况

某石墨新材料公司年产2万吨高纯度石墨、膨胀石墨生产车间,在石墨酸洗提纯和酸雾喷淋工段产生高盐废水,水量为1027.32m<sup>3</sup>/d,废水和排水水质情况见表1。排水水质的TP、NH<sub>3</sub>-N、pH、COD指标达到GB3838—2002中的IV类标准,SS和TN指标达到GB30484—2013中的新建企业污水污染物直排规定。

表 1 2 万吨高纯度石墨生产废水处理项目生产废水和排水水质

项目	pH	COD (mg/L)	盐分 (mg/L)	NH <sub>3</sub> -N (mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)	氟化物 (mg/L)	SS (mg/L)
废水	1.0	120.0	9264.9	6.5	11.5	1.3	129.4	325.1
排水	7.0	50.0	1800.0	1.5	5.5	0.50	2.5	10.0

##### 5.1.2 工艺介绍

石墨生产废水采用预处理和二级脱盐工艺处理,使废水中的TP、NH<sub>3</sub>-N、TN、SS、盐分和COD降低,达到标准后排放。经过一级预处理工艺后,出水盐分浓度仍较高,不能达到国家排放标准,需要经过二级脱盐工艺再处理,水质达标后才能排放。采用MVR蒸发结晶工艺处理浓缩液,使盐分晶体分离出来。具体工艺流程图见图1、图2。

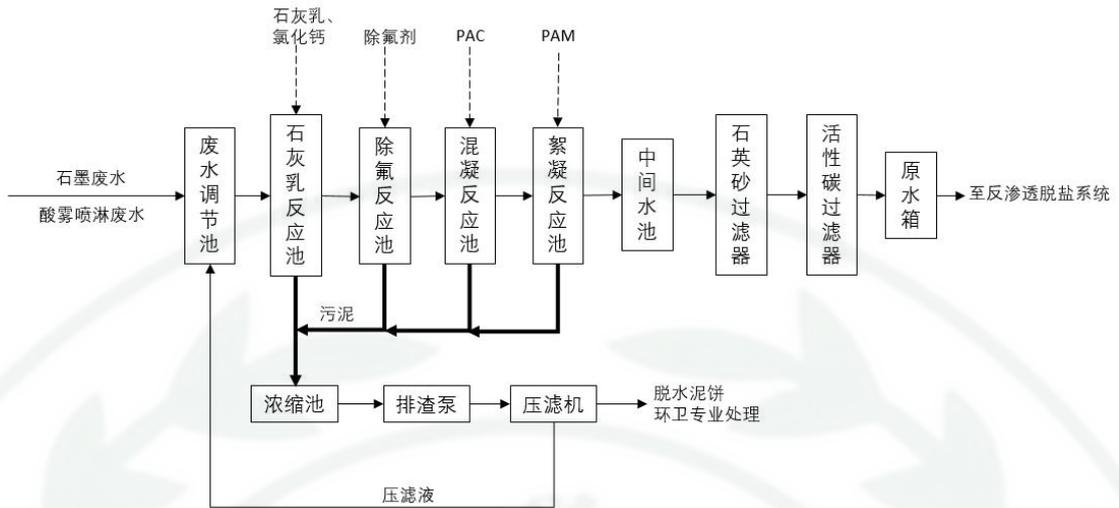


图1 2万吨高纯度石墨生产废水处理项目预处理系统工艺流程

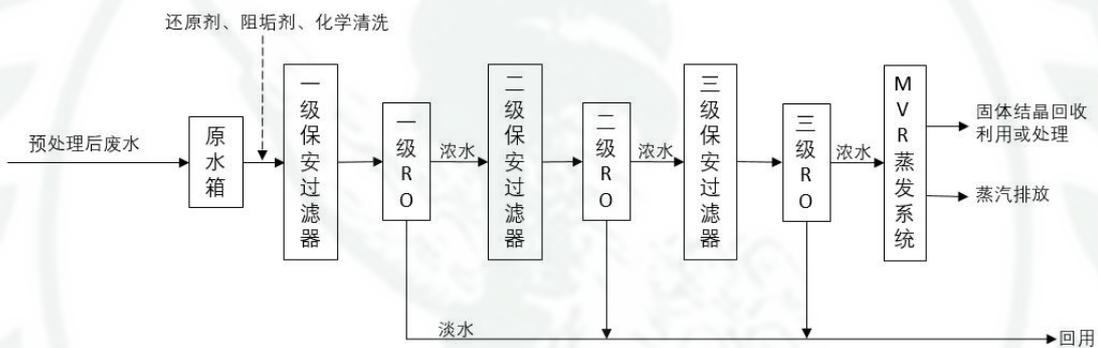


图2 2万吨高纯度石墨生产废水处理项目脱盐系统工艺流程

### 5.1.2.1 预处理系统工艺介绍

#### 1) 调节池

调节池废水经离心泵提升进入石灰乳反应池，将石灰乳/氯化钙加入，并与废水剧烈搅拌，使氟离子与钙离子反应生成氟化钙沉淀。石灰中和废水中的酸，调节 pH 调至 6~9。反应出水进行固液分离，使氟化钙沉淀与水分离，产生的污泥通过管道系统送至压滤机。含氟废水加入石灰乳调节 pH，再加入氯化钙溶液，生成氟化钙，难溶于水。氯化钙的加入可提高氟的去除率，并改善氟化钙的沉降性能。氟化钙在室温 18℃时，水中溶解度为 16.3mg/L（以氟离子 7.9mg/L 计算）

#### 2) 除氟反应池+混凝反应池+絮凝反应池

向中和沉淀处理后的废水投加除氟剂（含磷酸盐、硫酸铝、铝盐等）、PAC（聚合氯化铝）、PAM（聚丙烯酰胺）等。PAC等高分子絮凝剂可进一步提高氟的去除效率，硫酸铝的存在可促进共沉淀，更好的去除废水中的氟离子。通过加入PAM使得絮凝沉淀下来的络合物进行混凝反应，进一步除去水中的氟化钙等悬浮物。沉降污泥排入污泥浓缩池，出水溢流进入中间水池。

### 3) 石英砂过滤器、活性炭过滤器

由中间水池提升至石英砂过滤器、活性炭过滤器预处理，出水进入脱盐系统。废水含盐分7000~8000mg/L。

#### 5.1.2.2 脱盐系统工艺介绍

##### 1) 一级 RO+二级 RO+三级 RO

经过预处理后废水通过一级保安过滤器后进入一级RO系统。一级RO反渗透系统是预脱盐工艺的核心部件，绝大部分无机盐、有机物、微生物等杂质，经过反渗透处理后可除去。浓水（含盐分15000~17500mg/L）进入一级RO浓水箱，淡水进入淡水箱。同过二级、三级RO进一步浓缩废水，提高废水盐分，淡水进入淡水箱回用，浓水至MVR蒸发结晶系统。

##### 2) MVR 蒸发结晶系统

三级RO浓水（含盐分60000-70000mg/L）进入MVR蒸发系统进行液体蒸发和固体析出。MVR蒸发装置对废水RO反渗透浓液进行蒸发浓缩，然后结晶析出，过滤得到结晶固体盐。MVR蒸发装置1套，处理废水量为10m<sup>3</sup>/d，可以连续24h运行。分离后固体结晶回收利用或处理。

## 5.2 某磷酸铁锂生产废水处理项目

### 5.2.1 工程概况

该项目磷酸铁锂生产废水处理项目由四川恒泰环境技术有限责任公司承包设计。该废水处理系统项目设计处理能力为工程规模为1200m<sup>3</sup>/d。出水水质达到《电池工业污染物排放标准》GB 30484的间接排放标准。

该废水站主要是车间废水系统及综合水系统。车间废水系统主要采用软化混凝沉淀+MVR蒸发工艺；综合水系统主要采用除硫除铁+混凝沉淀+氨氮去除工艺；

各系统废水进水水质见表2

表2 车间废水处理项目生产废水设计进水水质

项目	浊度	pH	COD	NO <sub>3</sub> -	Li	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	S	氨氮
----	----	----	-----	-------------------	----	------------------	------------------	-----------------	---	----

										(以N计)
单位	NTU	—	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
进水水质	—	≤4	≤800	≤7000	≤3000	≤300	≤500	≤800	≤300	≤150

### 5.2.2 综合废水系统工艺介绍

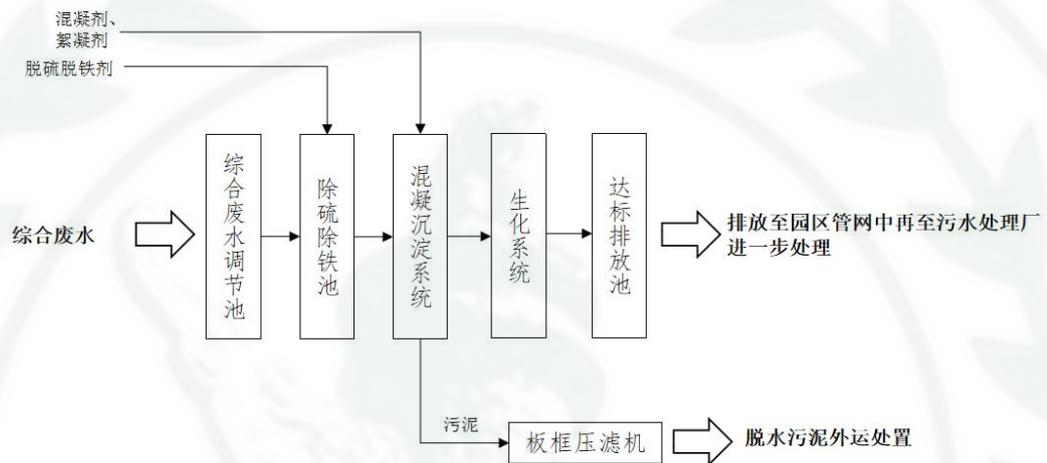


图3 综合废水系统工艺流程

### 1) 调节池

杂排水主要来自膜系统冲洗水，调节池将混合来水水质水量均匀。

### 2) 除硫除铁反应池

投加亚硫酸铁及片碱对废水进行除硫除铁。

### 2) 混凝沉淀池

向除硫除铁后的废水投加混凝剂及助凝剂除去水中悬浮物。沉降污泥排入污泥浓缩池，通过板框压滤机，脱水污泥委外处理，滤液回至调节池。

### 3) 生化系统

利用生化系统去除废水中的氨氮及有机物。经过生化系统的废水进入达标排放池。

## 5.2.3 车间废水系统工艺介绍

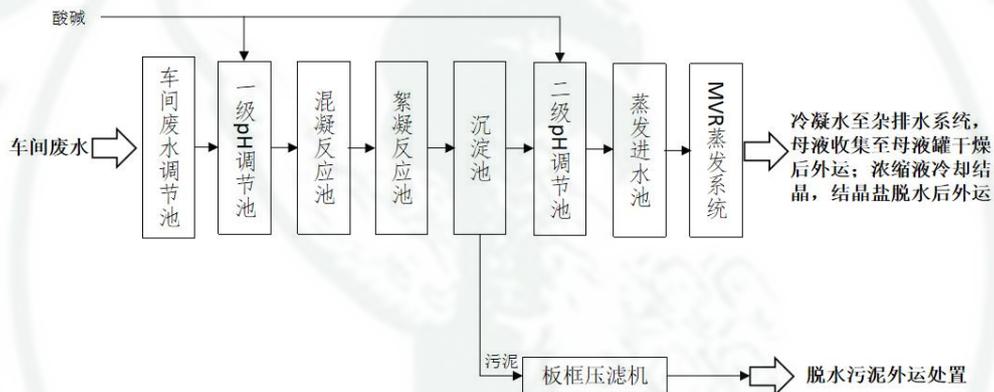


图4 磷酸铁锂生产废水处理项目 车间废水系统工艺流程

### 1) 调节池

调节水质水量，保证处理系统水质水量均匀进水。

### 2) 1级 pH 调节池+混凝反应池+絮凝反应池+沉淀池

混凝沉淀前需设置pH调节池，将废水pH调节至混凝沉淀最佳范围。通过加入PAM使得絮凝沉淀下来的络合物进行混凝反应，除去水中悬浮物。沉淀所得污泥进入污泥浓缩池，通过板框压滤机脱水，脱水污泥外运处理。

### 3) MVR 蒸发系统

废水蒸发浓缩结晶盐离心脱水后外运，冷凝水至综合废水系统，母液收集干燥后运至处置单位。

---

### 5.3 某钛白粉生产企业年产 10 万吨的磷酸铁锂生产废水处理项目

#### 5.3.1 工程概况

某钛白粉生产企业新规划了年产10万吨的磷酸铁锂项目，主要利用钛白粉生产过程的副产品硫酸亚铁制备磷酸铁，并且采用碳热还原法进一步生产磷酸铁锂。该废水处理项目设计规模为325 m<sup>3</sup>/h。

本项目采用分类收集+预处理+膜浓缩+蒸发结晶组合工艺，将低浓水和高浓水分开收集，低浓水经预处理纯化后，利用多级反渗透进行脱盐及浓缩，膜滤清液回用，膜滤浓液混合高浓水进行蒸发结晶，回收硫酸铵结晶盐，实现资源化利用。

生产废水主要来源于磷酸铁清洗过程，主要为一次母液、二次母液和低浓清洗水。废水设计水质见下表5

表5 10万吨的磷酸铁锂生产废水处理项目设计废水水质

项目	水量 (m <sup>3</sup> /h)	pH	氨氮 (mg/L)	硫酸根 (mg/L)	总磷 (mg/L)	钙离子 (mg/L)	铁离子 (mg/L)	TDS (mg/L)
一次母液	87.5	2-3	9500	32000	580	280	90	45000
二次母液	50	2-3	4800	18000	50	50	65	25000
低浓清洗水	187.5	6-7	400	1400	40	4	6.0	2000
回用水	—	6.5-8.5	≤10	≤200	≤1	≤5	≤0.3	≤500

### 5.3.2 工艺介绍

本项目磷酸铁锂生产废水处理难点在于低浓清洗水水量较大，盐分较低，而高浓母液含有大量的硫酸铵及少量磷酸铵。根据工程经验，通过反渗透可将低盐水进行高倍浓缩减量，产水满足回用标准；高盐水通过蒸发结晶分盐可以获得高纯度硫酸铵结晶盐。故本项目基于反渗透膜法及蒸发结晶法进行工艺设计。具体工艺流程图见图7。

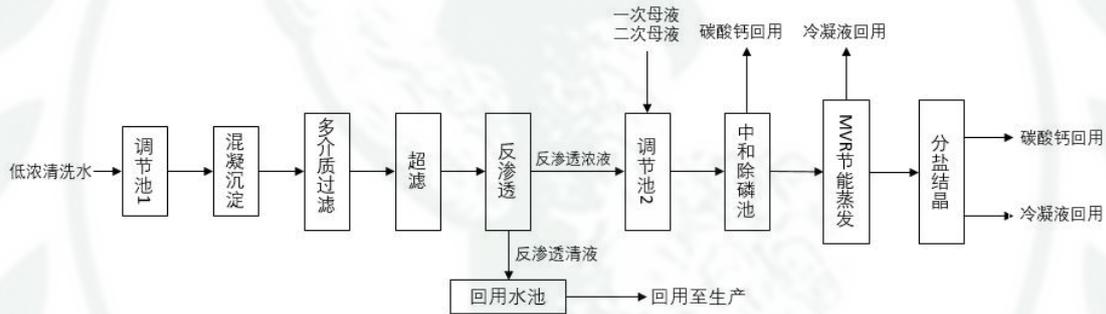


图7 10万吨的磷酸铁锂生产废水处理工艺流程图

#### 1) 调节池 1、调节池 2

调节池1排入低浓清洗水，调节水质水量，保证处理系统水质水量均匀进水；一次母液、二次母液和低浓洗水的反渗透浓缩液在调节池2内收集并混合均匀。

#### 2) 混凝沉淀

混凝沉淀池内，投加液碱、碳酸钠、混凝剂、絮凝剂，采用“双碱法”降低废水的铁离子及硬度离子浓度，避免铁离子和硬度离子对后续反渗透系统中膜造成结垢及污堵。

#### 3) 多介质过滤+超滤

采用多介质过滤和超滤降低悬浮物及浊度。多介质过滤器中装填部分锰砂，进一步去除废水中的铁离子，使水质达到反渗透系统的进水要求。

#### 4) 反渗透

反渗透膜对低浓水的超滤清液进行高倍浓缩。首先采用低压苦咸水膜进行脱盐处理，脱盐率较高。低压膜的浓液进一步采用中压海水淡化膜及高压抗污染膜进行高倍浓缩，本阶段总浓缩倍数为26~50倍。反渗透膜滤清液水质较好，输至回用水池后回用于生产环节，如清洗磷酸铁。反渗透浓液水量较小，但污染物浓度较高，排放至调节池2与高浓母液一并处理。

#### 5) 中和除磷池

由于母液中含有少量磷酸，故水质呈酸性。首先将废水输送至中和除磷池内，投加Ca(OH)<sub>2</sub>将废水pH由2~3调节至9~10，钙离子与磷酸根反应生成磷酸钙。磷酸钙在池内沉淀后排至污泥池，经污泥脱水后，获取磷酸钙污泥外销利用。中和除磷池出水进入蒸发系统。

#### 6) MVR 蒸发结晶系统

MVR蒸发结晶系统，蒸发系统完全利用了二次蒸汽，蒸发过程能耗较低。经蒸发浓缩后，废水中的硫酸铵过饱和析出，采用离心分离的方式获取硫酸铵结晶盐作为产品外销，蒸发冷凝液作为回用水回用至生产。蒸发结晶段定量排放母液，母液含有磷酸铵，可直接作为原料回用于生产磷酸铁，或者经二次结晶获取磷酸铵结晶盐，由此实现了硫酸铵和磷酸铵的盐分离，系统无杂盐产生。

### 5.4 某电解液生产废水处理项目

#### 5.4.1 工程概况

该项目由四川恒泰环境技术有限责任公司承包设计，采用一级处理系统+生物处理系统+反渗透+软化沉淀+MVR蒸发结晶。该废水处理系统项目设计处理能力为工程规模为300m<sup>3</sup>/d，每天运行24h。出水指标经过处理后废水处理满足《城市污水再生利用工业用水水质（征求意见稿）》中的间冷开式循环冷却水的补水标准，回用至循环水站，达到业主零排放的要求。

主要处理系统为：调节池、pH调节池、一级处理系统、AO+MBR膜、两级RO膜系统、软化沉淀、MVR蒸发系统。

#### 5.4.2 进水水质

废水来源包括循环水站反冲洗水、纯水装置产生的污水、初期雨水、事故水、地面冲洗水。

废水污染物浓度高主要是：有机物（COD）、氨氮、总氮、钙、镁、SS，废水中不含有重金属等对微生物有害的污染物，故可以考虑进行生物处理。设计进水水质见下表6。

表6 电解液生产废水处理项目废水设计水质

项目	pH	COD	氨氮	总氮	钙	SS	镁
单位	—	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
出水指标	6.5-9.5	150	≤45	≤60	80	600	35

### 5.4.3 工艺介绍

#### 1) 调节池

调节水质水量，保证处理系统水质水量均匀进水

#### 2) 一级处理系统

因生产废水含有大量悬浮物、钙、镁等物质，这些物质对后续MBR膜有堵塞和结垢的影响，因此为了使后续设备稳定运行，需要在进入后续设备之前需去除废水中的硬度及悬浮物等污染物。

#### 3) pH 调节

经过上述一级处理系统后，pH 在 10 左右，高 pH 值会影响后续的生化反应，生化反应池的最适 pH 是 6.5-7.2，因此需要对 pH 值回调。

#### 4) AO 系统+MBR 膜

废水经过一级处理系统有效降低废水中的钙、镁、悬浮物，但是为了确保废水中的氨氮与总氮能达标排放，因此设置 A/O 生化系统，利用微生物的硝化作用与反硝化作用，将废水中氨氮转为硝态氮，硝态氮通过反硝化作用还原为氮气，释放到空气中。然后通过 0.1 $\mu$ m 的 MBR 膜系统拦截废水中的 SS，满足 SDI 小于 5，达到进入后端 RO 膜系统要求，同时提高污泥浓度，减少占地。

#### 5) 一级、二级 RO 膜系统

本项目废水中含有大量盐与总氮，因此采用 RO 膜对废水中的无机离子进行拦截分离，保证出水达标。经过 RO 膜处理的淡水已经达到了回用标准，可以回用冷却塔；RO 膜处理的浓水污染物浓度较高，需要进一步处理。

#### 6) 软化系统

为了保证后续 MVR 系统的稳定运行，需要对废水中的悬浮物、钙、镁等物质进一步去除，这些物质对后续 MVR 有堵塞和结垢的影响，因此为了使后续设备稳定运行，需要在进入 MVR 之前就要去除废水中的硬度等污染物。

#### 7) MVR 蒸发系统

---

废水进预处理后废水中主要污染物为无机盐，可采用 MVR 蒸发工艺。得到冷凝水进入调节池、结晶盐脱水外排处理、外运委外处理或进入调节池。

## 6. 主要技术内容及说明

### 6.1 处理工艺

1) 正文 6.1 条，磷酸铁锂电池阳极材料一般为石墨，故给出石墨材料生产废水工艺流程作为磷酸铁锂电池阳极材料生产废水处理的参考工艺流程。

2) 正文 6.2 条，磷酸铁锂电池阴极生产废水系统宜分为综合废水系统、其他综合废水系统。根据磷酸铁锂阴极材料生产废水类别给出相应磷酸铁锂电池阴极材料生产废水处理可参考的工艺流程。

3) 正文 6.3 条，给出了磷酸铁锂电池电解液材料生产废水可参考的工艺流程。

### 6.2 技术要求

1) 正文 6.1 条，规定了磷酸铁锂生产废水处理工艺中调节与均质需满足的技术要求。

正文 5.1.1 条，废水处理工程应设置调节、均质设施，调节与均质设施可合并设置。

正文 6.1.2 条，调节、均质设施的容积宜按进水水量、水质变化资料，或参考同类企业资料确定。且调节、均质设施容积不宜小于 24h 平均进水量。

正文 6.1.3 条，调节与均质设施宜具备混合功能。

2) 正文 6.2 条，规定了磷酸铁锂生产废水处理工艺中混凝沉淀工艺需满足的技术要求。

正文 6.2.1 条，混凝沉淀池前端应设 pH 调节池，保证后续混凝沉淀在其最佳的 pH 范围。废水 pH 会影响混凝沉淀效果。

正文 6.2.2 条，混凝剂、助凝剂的品种及用量应根据废水的混凝试验或类似水质运行经验，结合当地药剂供应情况，经技术经济比较确定。

正文 6.2.3 条，池型选择会影响混凝沉淀效果；混凝沉淀池相关设计参数取值，应参考 GB50014 规定。

正文 6.2.4 条，沉淀池应配备混凝剂、助凝剂等化学药品的储存和投加系统，保证混凝沉淀池稳定正常运行。

正文 6.2.5 条，规定了高效沉淀池表面水力负荷、混合时间、絮凝时间、污泥回流量、斜管长度、斜管倾角。

正文 6.2.6 条，规定了机械搅拌沉淀池表面水力负荷、水力停留时间、机械搅拌内循环倍数。

3) 正文 6.3 条, 规定了磷酸铁锂生产废水处理工艺中超滤工艺需满足的技术要求。

正文 6.3.1 条, 避免超滤膜孔堵塞和超滤膜孔壁上吸附, 对超滤系统进水进行预过滤处理。

正文 6.3.2 条, 除水中的细菌、铁锈、胶体等物质, 宜采用压力式超(微)滤或浸没式超(微)滤处理工艺。

正文 6.3.3 条, 应采用全自动反冲洗系统, 其中浸没式超(微)滤及外压式超(微)滤应设置空气擦洗。限制反冲洗的自耗水率, 反冲洗水宜回收利用。

正文 6.3.4 条, 超滤化学清洗废液成分复杂, 应妥善处理处置。

4) 正文 6.4.5 条, 规定了磷酸铁锂生产废水处理工艺中蒸发浓缩工艺需满足的技术要求。

正文 6.4.1 条, 蒸发浓缩中两效蒸发、多效蒸发和 MVR 较为节能, 宜利用建设单位自身或周边余热资源进行加热。

正文 6.4.2 条, 蒸发浓缩宜采用降膜蒸发器, 蒸汽入口应设置蒸汽缓冲带, 防止对换热管的冲击; 降膜蒸发浓缩出水浓度不宜低于 20000mg/L; 盐水箱应设窥视镜, 窥视镜材料应透明、耐腐蚀, 窥视镜厚度应能承受容器的设计压力和试验压力, 窥视镜内表面应与容器内表面平齐。

正文 6.4.3 条, 蒸发器宜设置在线密度计; 蒸发器换热管布水应均匀, 无偏流现象。

正文 6.4.4 条, 蒸发器的设计应考虑运行一定周期后各部位出现结垢、堵塞的清理措施; 蒸发器宜设置在线密度计; 蒸发器换热管布水应均匀, 无偏流现象。

正文 6.4.5 条, 除雾器宜采用内置丝网除沫器或外置挡板除沫器。

6) 正文 6.5 条, 规定了磷酸铁锂生产废水处理工艺中水解酸化池(罐)需满足要求。

正文 6.5.1 条, 水解酸化池水力停留时间一般为 4.0~8.0h。宜根据水力停留时间确定有效容积。

正文 6.5.2 条, 水解酸化池(罐)的池截面面积根据废水在池内的上升流速确定。上升流速应保证污泥不沉积, 同时又不能使活性污泥流失

正文 6.5.3 条, 水解酸化池(罐)的有效水深宜不小于 4.0m, 温度会影响水解酸化效果。

正文 6.5.4 条, 水解酸化池(罐)应设置布水和泥水混合设施, 防止污泥沉淀; 水解酸化池(罐)内应设置排泥设施。

7) 正文 6.6 条, 规定了磷酸铁锂生产废水处理工艺中生化处理需满足的技术要求。

正文 6.6.1 条, 采用生物化学处理工艺, 应符合 GB50014 的相关规定。

正文 6.6.2 条, 应根据试验或借鉴已建工程的运行经验并考虑磷酸铁锂电池生产废水对

---

生化性能的影响确定工艺参数。

8) 正文 6.7 条, 规定了磷酸铁锂生产废水处理工艺中反渗透需满足的技术要求。

正文 6.7.1 条, 反渗透装置的进水水质要求应根据所选用的膜种类、原水特性、膜设计导则以及类似工程经验确定, 并应满足 DL/T 5068 要求。

正文 6.7.2 条, 应根据水质特性、回用要求等选择满足反渗透进水要求的预处理工艺; 进水应配置 5 $\mu$ m 保安过滤器和还原剂、阻垢剂、非氧化性杀菌剂等加药装置。

正文 6.7.3 条, 反渗透系统应配套加药、化学清洗系统和冲洗装置, 同时应有流量、压力、温度等控制措施; 系统应设置不合格进水、不合格产水排放和停机自动冲洗措施, 各段应分别设置清洗接口; 冲洗水源宜选用反渗透产水。

正文 6.7.4 条, 反渗透系统的保安过滤器、高压泵、膜装置等宜按单元制设计; 高压泵应采用变频控制。

正文 6.7.5 条, 浓缩液排放管的布置应保证在系统停用时最高一层膜组件不会被排空。

## 7. 标准实施的环境效益与经济技术分析

本标准实施后将指导规范磷酸铁锂电池生产废水的处理技术, 大幅度地提高磷酸铁锂废水处理效率和效果、减轻受纳水体负担和城市污水处理厂处理负荷、提高废水的回用率和污染物回收利用率, 甚至做到零排放; 较传统磷酸铁锂废水处理工艺技术, 本标准提出的工艺预计节约废水处理成本 10%-20%, 大大降低了经济成本。

## 8. 标准实施建议

本标准发布后, 可为磷酸铁锂电池生产废水处理工程设计、工艺选择提供技术指导。建议标准发布后, 作为行业的一种推荐标准实施, 在锂离子电池制造行业主管部门、磷酸铁锂电池材料生产公司、设计院、研究院、工程公司等相关单位进行广泛宣贯。