

ICS 27.010

CCS F 01

CPCIF

中国石油和化学工业联合会团体标准

T/CPCIF XXXX—2024

盐湖提锂绿色清洁工艺—吸附法生产技术规范

Technical specification for lithium extraction from the brine of
salt lakes -adsorption method

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发

XXXX-XX-XX 实

中国石油和化学工业联合会 发布

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国石油和化学工业联合会提出。

本文件由中国石油和化学工业联合会标准化工作委员会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

盐湖提锂绿色清洁工艺—吸附法生产技术规范

1 范围

本文件规定了盐湖提锂绿色清洁生产工艺-吸附法生产技术规范的术语和定义、基本要求、设计要求、生产过程控制、生产设备维护和保养、产品品质要求、生产安全、环境保护和资源节约综合利用。

本文件适用于现有、新建（含改、扩建）的采用吸附法提取盐湖卤水中锂的生产工艺及装置。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注明日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准

GB 12348 工业企业厂界噪声测量方法

GB 13271 锅炉大气污染物排放标准

GB/T 16157 固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法

GB/T 23853 卤水碳酸锂

GB 31573 无机化学工业污染物排放标准

GB 4053 固定式钢梯及平台安全要求

GB 50016 建筑设计防火规范

GB 50489 化工企业总图运输设计规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

吸附法 adsorption method

利用多孔固体吸附剂从盐湖卤水中吸附于表面，再用水解吸，达到镁锂分离和富集的过程。

3.2

合格液 qualified liquid

盐湖卤水通过吸附塔进行吸附及解吸后产生的富锂溶液。

3.3

吸附尾液 the tail liquid after adsorption

盐湖卤水通过吸附塔进行吸附及解吸后进行外排的溶液。

3.4

除镁富锂液 lithium-rich liquid with magnesium ions removed

合格液经过除镁工序后产生的富锂液。

3.5

浓缩富锂液 concentrated lithium-rich liquid

除镁液经过反渗透浓缩后产生的富锂液。

3.7

高浓度富锂液 high concentration lithium rich liquid

浓缩富锂液经过浓缩后用于沉锂反应的料液。

3.8

沉锂母液 solution after precipitation of lithium ions

沉锂反应后排放的料液。

4 基本要求

4.1 基本要求

吸附法生产装置建设，应达到科学先进、安全可靠、合理节能、优质高效、保护环境的要求。

4.2 总图布置要求

4.2.1 厂址选择

4.2.1.1 新建、改建、扩建企业厂址的选择，应避开人口稠密区，布置的人员集中场所或一般工业区的全年最小频率风向的上风侧。不宜布置在窝风地带。

4.2.1.2 厂址选择应符合 GB 50489 的规定

4.2.2 厂区布置

4.2.2.1 厂房的布置应根据工艺流程而确定,并结合场地条件因地制宜布置,合理利用土地,合理绿化,构建筑物布置整齐且有利于通风、采光。可能散发少量大气污染物的装置应布置在厂区常年最小频率风向的上风侧的边缘地带。

4.2.2.2 厂区应按人流、物流分区布置,生活区、办公区应设在人流出入便利区。

4.2.2.3 同一性质的生产设备宜集中布置;各装置区内部的设备之间的距离应符合规定,并满足操作、检修空间和安全疏散要求。

4.2.2.4 各装置区域的布置应充分考虑各功能区、装置区之间的防火间距,合理确定通道宽度。

4.2.2.5 功能分区内各项设施的布置应紧凑合理,并充分考虑操作、检修、安全通道等的间距要求。

4.2.2.6 全厂各装置区之间应形成环形消防车道,消防车道净宽度和净空高度均不应小于 4m。

4.2.2.7 在满足安全要求和工艺条件的前提下,老卤吸附、纳滤、浓缩、精制除杂、蒸发浓缩、沉锂、干燥(或其他加热系统)布置应尽量紧凑、经济、合理,力求路线短捷通畅。

4.2.2.8 各装置之间的防火间距应符合 GB50016 的规定。

4.2.3 厂房建筑

4.2.3.1 厂房建筑方位应能使室内有良好的自然通风和自然采光,相邻两建筑物的间距一般不宜小于二者中较高建筑物的高度。

4.2.3.2 以自然通风为主的厂房,车间天窗设计应满足卫生要求:阻力系数小,通风量大,便于开启,适应不同季节要求,天窗排气口的面积应略大于进风窗口及进风门的面积之和。热加工厂房应设置天窗挡风板,厂房侧窗下缘距地面不宜高于 1.2m。

4.2.3.3 高温、热加工、有特殊要求和人员较多的建筑物应避免西晒。厂房侧窗上方宜设置遮阳、遮雨的固定板(棚),避免阳光直射,方便雨天通风。

4.2.3.4 产生噪声、振动的厂房设计和设备布局应采取降噪和减振措施。

4.2.3.5 车间办公室宜靠近厂房布置,但不宜与处理危险、有毒物质的场所相邻。应满足采光、照明、通风、隔声等要求。

4.2.3.6 具有腐蚀性环境的厂房建筑应采取防腐蚀措施,以减少因腐蚀而造成的损失。

4.2.3.7 厂房建(构)筑物应符合安全健康、消防、当地地震等级等相关要求,并具有足够使用的高度和面积,利于通风。

4.2.3.8 生产厂房等建(构)筑物的地面、墙体、梁、柱等应采取有效的防腐蚀措施。

4.2.3.9 生产车间地面应平整,易于清扫,清污分流。

4.2.3.10 固定式钢梯及平台的安全要求应符合 GB 4053(所有部分)的规定。

4.3 工艺设计要求

4.4 工艺设计要求

4.4.1 劳动安全卫生防护设施、环境保护设施和消防设施应做到与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。

4.4.2 工艺设计应优化工艺流程,合理优化设备配置,充分考虑安全设施、环保设施和消防设施与工艺装置的结合。

4.4.3 工艺设计应采用先进的工艺、设备,做到生产过程自动化,宜采用 DCS 集中控制系统。对使用重点监管的危险化学品数量构成重大危险源的生产储存装置,应装备自动化控制系统,实现对温度、压力、液位等重要参数的实时监测。

4.4.4 同一性质的生产工艺设备,宜集中布置,并充分考虑操作、检修、安全通道等的间距要求。

5 基本生产技术要求

5.1 吸附装置要求

新建、改（扩）建的吸附法盐湖卤水提锂工艺的吸附剂宜采用铝系吸附剂或锰系、钛系离子筛，吸附工艺宜采用多塔连续吸附生产装置，锂离子吸收率应大于 95%。

5.2 装置规模要求

装置规模应符合国家和有关部门产业结构政策的相关规定。

5.3 环境保护的要求

5.3.1 应设置防止大气污染的除尘装置,大气污染物源排放应满足 GB 31573 的要求。

5.3.2 应设置水循环利用系统和工业废水处理系统，工业废水达标排放吸附法盐湖卤水提锂装置应采用高效节能的蒸发浓缩装备以及淡水循环利用工艺，使环境保护和资源节约综合利用方面要达到国家环保相关要求。

5.3.3 厂界噪声应满足 GB 12348 的要求。

6 生产原理

6.1 原理

将符合生产工艺要求的盐湖卤水按一定流量通过吸附塔进行吸附及解吸，吸附尾液进行外排，产生的合格液进入除镁工序，除镁后的除镁液进行反渗透浓缩，浓缩后的浓水进行深度除镁后进一步浓缩生产高锂母液，高锂母液和碳酸钠按一定比例进行沉锂反应，反应后的沉锂母液进行回收，碳酸锂经过洗涤、干燥、包装后形成最终产品。

6.2 工艺流程图

吸附法盐湖提锂工艺主要包括：原料准备、吸附提锂、纳滤除镁、反渗透浓缩、精制除杂、蒸发浓缩和沉锂等七个工序。工艺流程见图 1

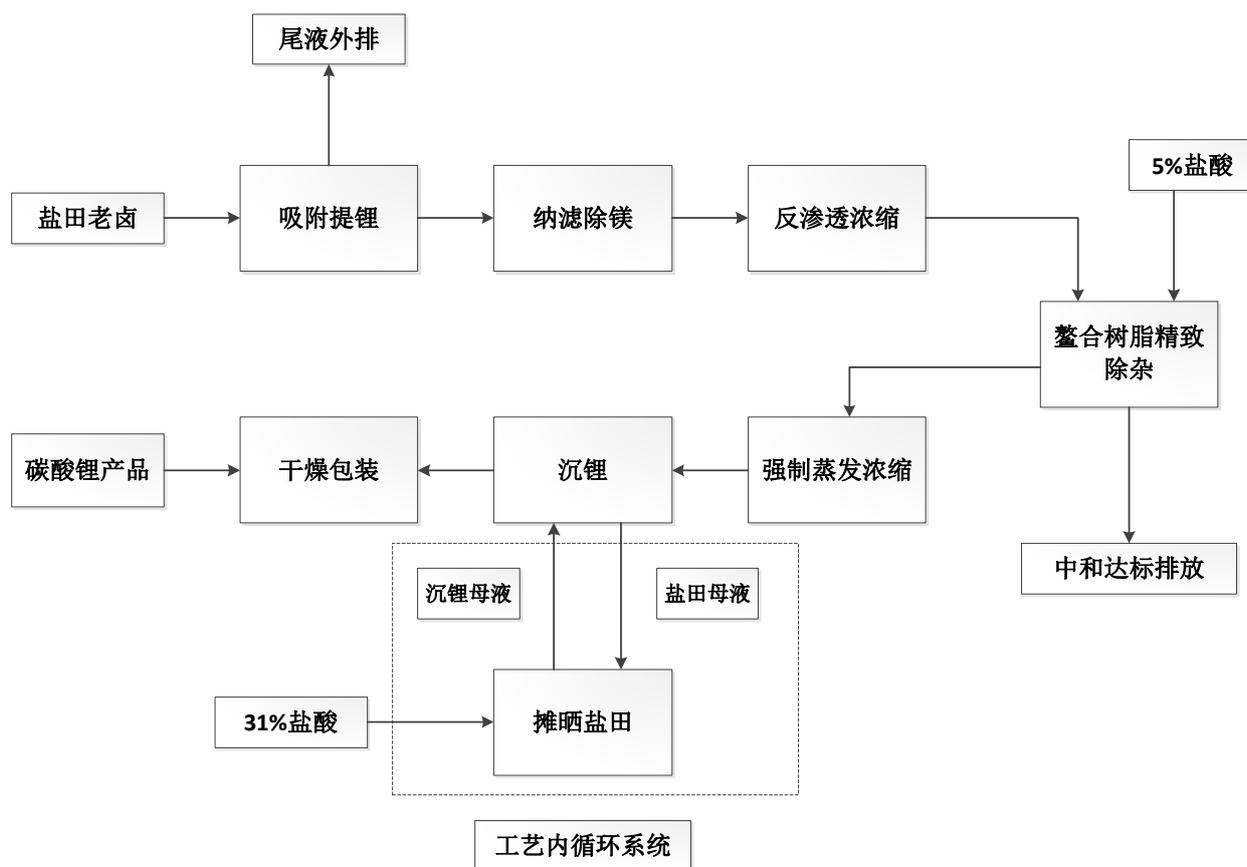


图1 吸附法提锂工艺流程

7 生产工程

7.1 老卤准备

7.1.1 工序任务

吸附提锂用料的精制、供给工作，严格执行工艺控制指标。

7.1.2 工艺流程

盐湖卤水通过老卤过滤器进行精制。

7.1.3 工作程序

7.1.3.1 进行老卤原料的精制与供给。

7.1.4 主要设备

7.1.4.1 老卤过滤器

用于盐湖卤水的过滤精制，主要材料为过滤网。

7.1.4.2 泵

用于盐湖卤水输送至吸附塔。

7.2 吸附提锂

7.2.1 工序任务

7.2.1.1 进行吸附提锂生产，生产合格含锂的浓缩液；

7.2.2 工艺流程

精制后的老卤按工艺流程通过吸附塔进行吸附及解吸。吸附剂吸附容量大于1.4 g/L;合格液组成： $\text{Li}^+ \geq 280 \text{ mg/L}$ ， $\text{Mg}^{2+} \leq 2.3 \text{ mg/L}$

7.2.3 工作程序

7.2.3.1 严格按操作规程进行吸附提锂工艺控制；

7.2.4 主要设备

7.2.4.1 吸附塔

用于装填吸附剂，进行吸附剂解吸工序，主要材料为吸附剂。

7.2.4.2 泵

用于吸附解析过程中的物料输送。

7.3 纳滤除镁

7.3.1 工序任务

按工艺流程除去合格液中的镁离子。

7.3.2 工艺流程

使用膜分离法除去合格液中的镁离子，使其达到生产工艺控制指标。锂离子收率大于96%，镁离子去除率大于99.8%， $\text{pH} \geq 5$ 。

7.3.3 工作程序

7.3.3.1 控制除镁液中的镁含量、保证锂含量，保证纳滤系统的正常运行；

7.3.4 设备选用

7.3.4.1 纳滤膜

用于合格液初步镁锂分离，主要材料为纳滤膜。

7.3.4.2 泵

用于纳滤除镁过程中物料输送。

7.4 反渗透浓缩

7.4.1 工序任务

含锂浓缩液除镁浓缩。

7.4.2 工艺流程

使用反渗透膜对除镁富锂液进行浓缩，使其达到生产工艺控制指标。

7.4.3 工作程序

7.4.3.1 按工艺脱镁浓缩参数进行控制，保证反渗透浓缩系统的正常运行；

7.4.4 设备选用

7.4.4.1 反渗透膜

用于纳滤除镁后氯化锂溶液的浓缩，主要材料为反渗透膜。

7.4.4.2 泵

用于反渗透浓缩过程中物料输送。

7.5 精制除杂工序

7.5.1 工序任务

负责反渗透浓富锂中的镁（钙）、硼去除。

7.5.2 工艺流程

使用螯合树脂对反渗透浓水进行镁（钙）、硼去除，使其达到生产工艺控制指标。

7.5.3 工作程序

7.5.3.1 按工艺螯合树脂脱镁（钙）、硼的参数进行控制，保证精制除杂系统的正常运行；

7.5.4 设备选用

7.5.4.1 吸附塔

用于装填螯合树脂，进行钙镁去除工艺，主要材料螯合树脂。

7.5.4.2 泵

用于除杂过程中物料输送。

7.6 蒸发浓缩

7.6.1 工序任务

对深度除镁液进行浓缩，生成高浓富锂母液。

7.6.2 工艺流程

使用四效蒸发或MVR等设备对深度除镁液进行浓缩，使其达到生产工艺控制指标。
高锂母液组成： $\text{Li}^+ \geq 20 \text{ g/L}$ ， $\text{Mg}^{2+} \leq 1 \text{ mg/L}$ ， $\text{Ca}^{2+} \leq 1 \text{ mg/L}$ ， $\text{SO}_4^{2-} \leq 1 \text{ mg/L}$ ， $\text{Na}^+ \leq 12 \text{ g/L}$ 。

7.6.3 工作程序

7.6.3.1 按蒸发浓缩指标对工艺参数进行控制，保证蒸发浓缩系统的正常运行；

7.6.4 设备选用

7.6.4.1 四效蒸发

用于除杂后料液的浓缩。

7.6.4.2 MVR 蒸发

用于除杂后料液的浓缩。

7.6.4.3 泵

用于蒸发浓缩过程中物料输送。

7.7 沉锂包装

7.7.1 工序任务

负责进行沉锂反应及产品包装。

7.7.2 工艺流程

在反应釜中进行沉锂反应，通过带机、离心机等进行洗涤和固液分离，通过干燥后进行包装。

沉锂母液组成： $\text{Li}^+ \leq 12 \text{ g/L}$ ， $\text{CO}_3^{2-} \leq 13.6 \text{ g/L}$ 。

7.7.3 工作程序

7.7.3.1 将碳酸钠与高浓度富锂液按照工艺流程加入反应釜中进行沉锂反应；

7.7.3.2 反应完成后通过水平带机和再浆罐按一定比例进行洗涤；

7.7.3.3 洗涤完成后通过离心机进行固液分离，再通过干燥装置进行干燥，最终进行产品包装；

7.7.3.4 严格按工艺控制指标对工艺参数进行控制，保证系统的正常运行；

7.7.4 设备选用

7.7.4.1 反应釜

用于生产碳酸锂的沉锂反应。

7.7.4.2 离心机

用于固液分离。

7.7.4.3 干燥

用于碳酸锂产品干燥。

7.7.4.4 包装机

用于碳酸锂产品包装。

7.7.4.5 泵

用于沉锂过程中物料输送。

8 生产设备维护和保养

8.1 加强设备巡回检查，确保设备正常运行，设备润滑应做到定点、定质、定量、定人和定时。

8.2 严格按照操作规程进行操作，不应违章操作，以免损坏设备、造成事故。

8.3 定期进行细致的清扫，防止设备损坏。带电部位应加强防水处理，防止电机损坏。

8.4 每年应完成年度检修，查找和消除工艺隐患。

8.5 设备及管道应防止跑、冒、滴、漏及堵塞现象，如有发现应及时处理。

- 8.6 经常检查转动设备地脚螺栓和联接螺栓，有松动和振动现象时，应及时处理。
- 8.7 正确使用各种电器设备和各种仪表。
- 8.8 保持设备、管道等环境卫生，做到文明生产。

9 产品品质要求

碳酸锂产品符合GB/T 23853的要求。

10 生产安全

- 10.1 操作人员在未取得上岗操作证钱，不准上岗作业。
- 10.2 企业应制定操作规程，内容应至少包括：开车、正常操作、临时操作、应急操作、正常停车和紧急停车的操作步骤与安全要求；
- 10.3 工艺参数的正常控制范围，防止和纠正偏离正常工况的方法及步骤；
- 10.4 操作过程的人身安全保障、职业健康注意事项等。
- 10.5 楼梯、平台、操作通道以及其他易于滑到的地面应有防滑措施。
- 10.6 企业要建立安全生产信息管理制度，及时更新信息文件。

11 污染物控制

11.1 废水污染防治

生产的废水和初期雨水应输送到本企业废水处理系统进行处理。处理后排放的废水应符合 GB 31573 的排放标准。

11.2 废气污染防治。

11.2.1 蒸发浓缩装置应对废气进行回收或者处理装置

11.2.2 处理后锅炉烟气应符合 GB 13271 在用锅炉大气污染物排放浓度限值燃气锅炉的限额。

11.2.3 处理后工艺废气应符合 GB 16297 的二级要求。

11.3 噪声污染防治。

生产过程中产生的噪声经处理应达到 GB12348 的II类要求。

12 数据采集和检测采样

12.1 生产数据采集

日常生产过程中各工段的生产记录和根据需要测定的数据，是卤水提锂生产的主要评定依据之一，数据应当存档备查。

12.2 污染物采集和检测

12.2.1 废水采样和监测按 GB 31573 执行。

T/CPCIF XXXX—2024

12.2.2 大气污染物的采样和监测按 GB/T 16157 执行。

12.2.3 噪声采样和监测按 GB 12349 执行。

附 录 A

(资料性)

1. 现有锂盐生产企业单位产品综合能耗限额定值

现有锂盐生产企业单位产品综合能耗限额定值应符合表 1 的要求

表 1 现有锂盐生产企业单位产品综合能耗限额定值

工艺	产品	综合能耗限额定值 不大于 tce/t
锂辉石提锂工艺	氢氧化锂	2.6
	碳酸锂	3.2
	氯化锂	3.8
锂云母提锂工艺	碳酸锂	3.8
卤水提锂工艺	碳酸锂	1.5
	氯化锂	1.4

2. 新建锂盐生产企业产品综合能耗限额准入值

新建锂盐生产企业单位产品综合能耗限额准入值应符合表 2 的要求。

表 2 新建锂盐生产企业单位产品综合能耗限额准入值

工艺	产品	综合能耗限额定值 不大于 tce/t
锂辉石提锂工艺	氢氧化锂	2.3
	碳酸锂	2.6
	氯化锂	3.4
锂云母提锂工艺	碳酸锂	3.4
卤水提锂工艺	碳酸锂	1.4
	氯化锂	1.3

3. 锂盐生产企业产品综合能耗限额先进值

锂盐生产企业单位产品综合能耗限额先进值应符合表 3 的要求。

表 3 锂盐生产企业单位产品综合能耗限额先进值

工艺	产品	综合能耗限额限定值 不大于 tce/t
锂辉石提锂工艺	氢氧化锂	2.0
	碳酸锂	2.2
	氯化锂	3.0
锂云母提锂工艺	碳酸锂	3.0
卤水提锂工艺	碳酸锂	1.3
	氯化锂	1.2
