

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB/T 51382 – 2019

锂冶炼厂工艺设计标准

Standard for process design of lithium refinery

2019 – 08 – 12 发布

2019 – 12 – 01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国国家市场监督管理总局

联合发布

中华人民共和国国家标准

锂冶炼厂工艺设计标准

Standard for process design of lithium refinery

GB/T 51382 - 2019

主编部门:中国有色金属工业协会

批准部门:中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期:2019年12月1日

中国计划出版社

2019 北 京

中华人民共和国国家标准
锂冶炼厂工艺设计标准

GB/T 51382-2019

☆

中国计划出版社出版发行

网址: www.jhpress.com

地址: 北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 3 层

邮政编码: 100038 电话: (010) 63906433 (发行部)

三河富华印刷包装有限公司印刷

850mm×1168mm 1/32 2.75 印张 68 千字

2019 年 11 月第 1 版 2019 年 11 月第 1 次印刷

☆

统一书号: 155182·0436

定价: 17.00 元

版权所有 侵权必究

侵权举报电话: (010) 63906404

如有印装质量问题, 请寄本社出版部调换

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

2019 年 第 231 号

住房和城乡建设部关于发布国家标准 《锂冶炼厂工艺设计标准》的公告

现批准《锂冶炼厂工艺设计标准》为国家标准,编号为 GB/T 51382—2019,自 2019 年 12 月 1 日起实施。

本标准在住房和城乡建设部门户网站(www.mohurd.gov.cn)公开,并由住房和城乡建设部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2019 年 8 月 12 日

前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2014 年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》(建标〔2013〕169 号)的要求,标准编制组经广泛调查研究,认真总结实践经验,参考有关国际标准和国外先进标准,在广泛征求意见的基础上,编制了本标准。

本标准的主要技术内容是:总则、术语和符号、基本规定、物料准备、基础锂盐生产、二次锂盐生产、金属锂生产、丁基锂生产等。

本标准由住房和城乡建设部负责管理,由中国有色金属工业工程建设标准规范管理处负责日常管理,由中国恩菲工程技术有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议,请寄送中国恩菲工程技术有限公司(地址:北京市海淀区复兴路 12 号,邮政编码:100038)。

本 标 准 主 编 单 位:中国恩菲工程技术有限公司

新疆有色冶金设计研究院有限公司

本 标 准 参 编 单 位:江西赣锋锂业股份有限公司

江苏容汇通用锂业股份有限公司

本标准主要起草人员:徐月和 刘 诚 葛建敏 李运杰

黄学武 白小龙 李南平 周文龙

刘 明 罗光华 张 韧 杜国山

刘宗江 江海东 胡 萍 陈建平

文本华 覃 波 汪德华 邱 爽

桑 园 杨永亮 冉建中

本标准主要审查人员:余球根 李法强 袁中强 李 强

董华波 龚志兴 王晓荣 旷 戈

纪东海

目 次

1	总 则	(1)
2	术语和符号	(2)
2.1	术语	(2)
2.2	符号	(5)
3	基本规定	(7)
3.1	技术路线选择	(7)
3.2	装备水平	(7)
3.3	技术经济指标	(8)
3.4	冶金计算	(9)
3.5	综合利用	(10)
3.6	检测与控制	(10)
3.7	环境保护、节约能源、消防、安全卫生	(11)
3.8	总平面布置	(16)
4	物料准备	(18)
4.1	原料	(18)
4.2	辅助材料	(19)
4.3	燃料	(22)
5	基础锂盐生产	(25)
5.1	技术路线	(25)
5.2	锂矿提锂完成液的制取	(26)
5.3	卤水锂盐精矿制取苛化完成液	(29)
5.4	卤水制取氯化锂完成液	(29)
5.5	碳酸锂生产	(30)
5.6	氢氧化锂生产	(31)

5.7	氯化锂生产	(32)
5.8	脱硝析钠	(33)
5.9	产品干燥及包装	(33)
5.10	设备与管线材料选择	(34)
5.11	工艺布置	(35)
6	二次锂盐生产	(36)
6.1	高纯碳酸锂、电池级碳酸锂	(36)
6.2	电池级单水氢氧化锂	(37)
6.3	氟化锂	(37)
7	金属锂生产	(39)
7.1	技术路线	(39)
7.2	电解	(39)
7.3	提纯熔铸	(39)
7.4	产品包装及储运	(40)
7.5	氯气回收与尾气处理	(40)
7.6	工艺布置	(41)
8	丁基锂生产	(43)
8.1	技术路线	(43)
8.2	生产工艺及设备	(43)
8.3	产品包装及储运	(45)
8.4	工艺布置	(46)
附录 A 锂冶炼主要工艺技术条件		(47)
本标准用词说明		(51)
引用标准名录		(52)
附:条文说明		(55)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms and symbols	(2)
2.1	Terms	(2)
2.2	Symbols	(5)
3	Basic requirements	(7)
3.1	Technical route selection	(7)
3.2	Equipment level	(7)
3.3	Technical and economic indicators	(8)
3.4	Metallurgical calculation	(9)
3.5	Comprehensive utilization	(10)
3.6	Detection and control	(10)
3.7	Environmental protection, energy saving, fire control, safety and health	(11)
3.8	General layout	(16)
4	Materials preparation	(18)
4.1	Raw materials	(18)
4.2	Accessory materials	(19)
4.3	Fuels	(22)
5	Basic lithium salt production	(25)
5.1	Technical route	(25)
5.2	Fulfield liquid from lithium ore	(26)
5.3	Fulfield liquid from lithium salt concentrate	(29)
5.4	Fulfield liquid from li-rich brin	(29)
5.5	Lithium carbonate production	(30)

5.6	Lithium hydroxide production	(31)
5.7	Lithium chloride production	(32)
5.8	Mirabilite removal and sodium salting-out	(33)
5.9	Product drying and packaging storage	(33)
5.10	Selection of equipment and piping materials	(34)
5.11	Process layout	(35)
6	Secondary lithium salt production	(36)
6.1	High purity lithium carbonate and battery grade lithium carbonate	(36)
6.2	Battery grade lithium hydroxide	(37)
6.3	Lithium fluoride production	(37)
7	Lithium metal production	(39)
7.1	Technical route	(39)
7.2	Electrolysis	(39)
7.3	Purification and casting	(39)
7.4	Production packaging and storage	(40)
7.5	Chlorine gas recovery and tail gas treatment	(40)
7.6	Process layout	(41)
8	Butyl lithium production	(43)
8.1	Technical route	(43)
8.2	Process and equipment	(43)
8.3	Production packaging and storage	(45)
8.4	Process layout	(46)
Appendix A Main technological parameters of lithium metallurgy process		(47)
Explanation of wording in this standard		(51)
List of quoted standards		(52)
Addition:Explanation of provisions		(55)

1 总 则

1.0.1 为规范锂冶炼厂的工艺设计,推动技术进步,提高锂冶炼厂工艺设计的质量和效率,使锂冶炼厂工艺设计技术先进、经济合理、安全可靠、环保节能,制定本标准。

1.0.2 本标准适用于新建、扩建和改建的以锂精矿、卤水锂盐精矿、富锂卤水、液态锂矿等为原料生产锂及锂化合物的锂冶炼厂的工艺设计,也适用于新建、扩建和改建的以锂及锂化合物为原料进行深加工的锂冶炼厂的工艺设计。

1.0.3 锂冶炼厂工艺设计,除应符合本标准外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 锂化合物 lithium compounds

锂的无机化合物及锂的有机化合物。

2.1.2 氧化锂 lithium oxide

锂的氧化物。锂化合物基本成分,矿物计量基础,分子式 Li_2O 。

2.1.3 锂盐 lithium salts

无机锂盐及有机锂盐,包括碳酸锂、单水氢氧化锂、氯化锂、硫酸锂、醋酸锂、丁基锂等。

2.1.4 基础锂盐 basic lithium salts

工业级碳酸锂、工业级单水氢氧化锂、工业级氯化锂。

2.1.5 二次锂盐 secondary lithium salt

以基础锂盐为原料生产的除基础锂盐以外的各种锂化合物。

2.1.6 锂精矿 lithium concentrate

锂含量达到一定品位、可用来工业化提取锂盐的锂矿。本标准中所述锂辉石、锂云母均指精矿。

2.1.7 液态锂矿 liquid-lithium deposit

氯化锂(LiCl)当量浓度达到 150mg/L 以上的含锂卤水,包括盐湖卤水和井卤,液态锂矿的锂含量均折合成氯化锂(LiCl)计。

2.1.8 卤水锂盐精矿 lithium salt concentrate from brine

从液态锂矿制取的固体锂盐富集物。

2.1.9 富锂卤水 lithium enriched brine, Li-rich brine

从液态锂矿加工制取的富含锂的卤水,用于提取锂盐化合物。

2.1.10 老卤 bittern brine containing lithium

含锂老卤。盐湖含锂卤水经晒制、浓缩、分离钠盐、钾盐、镁盐后的含锂卤水,用于制取成卤。

2.1.11 成卤 finished brine

盐湖含锂卤水经晒制浓缩分离钠盐、钾盐后的成品卤水,用于制取锂盐。

2.1.12 尾卤 tailing brine

成卤经提取锂盐后的含锂卤水或卤水锂精矿洗矿母液回收含锂后的残卤,含盐和杂质较高。也称提锂尾卤。

2.1.13 转型焙烧 transformation roasting

锂辉石精矿在高温下由 α 晶型转化为 β 晶型的焙烧过程。

2.1.14 脱氟焙烧 defluorination roasting

锂云母精矿在高温下分解脱氟的焙烧过程。

2.1.15 焙料 calcines

锂精矿经转型焙烧或脱氟焙烧所得的物料, α 锂辉石经焙烧转型得到 β 锂辉石精矿,锂云母精矿经脱氟焙烧得到脱氟锂云母精矿。

2.1.16 酸化焙烧 sulphating roasting, acidifying roasting

焙料或精矿与酸混合焙烧、锂转变成易溶于水的锂化合物的过程。

2.1.17 熟料 sulphating calcines, acidifying calcines

(硫)酸化焙烧反应产物。

2.1.18 浸出 leaching

以水为溶剂溶解物料中的锂,使之转入液相的过程。

2.1.19 浸出液 leached solution

浸出后经液固分离所得含锂溶液。

2.1.20 净化除杂 impurity-removing

通过物理的、化学的方法去除溶液中杂质元素或固体悬浮物,以达到净化料液、满足产品品级要求的工艺过程。锂盐生产中物理方法常采用精密过滤去除悬浮物、采用除磁器去除磁性悬浮物

等,化学方法常采用酸碱中和、pH 值调整、碱化除杂、两碱除杂、离子交换、离子膜过滤、萃取分离等。

2.1.21 净化液 purified solution

经净化除去钙、镁、铝、铁等杂质的含锂溶液,用于制取完成液或直接制取锂盐产品。

2.1.22 完成液 fullfield solution

净化液经浓缩后用于制取锂盐产品的溶液。

2.1.23 苛化 causticization

碳酸锂浆料加入石灰乳生成氢氧化锂溶液的过程。

2.1.24 渣含锂 lithium content in dregs

各种渣中锂的含量,以氧化锂计。

2.1.25 浸出渣 leaching residue

经浸出分离、洗涤而产生的渣。

2.1.26 锂硅粉 lithium-silicon slag powder, Li-Si-slag powder

以锂辉石为原料采用硫酸法工艺生产锂盐的工艺中常把浸出渣称为副产品锂硅粉,也称锂渣粉。可用作为水泥或混凝土添加剂。

2.1.27 净化渣 purification dregs

浸出液经净化除杂处理、分离所得滤渣。

2.1.28 完成液渣 suspended substance

净化液经浓缩、静置后液固分离所得滤渣。

2.1.29 苛化渣 causticization dregs

苛化过程中产生的固体不溶物。

2.1.30 石灰消化渣 slaked-lime residue

生石灰消化制备石灰乳过程中产生的不溶物。

2.1.31 烧碱转化 caustic soda transformation

完成液加入烧碱转化生成氢氧化锂和硫酸钠的过程。

2.1.32 碱化除杂 alkalization impurity removal

在溶液中加入碱提高碱度除去杂质的工艺过程。锂盐生产中常采用先后加入氢氧化钠与碳酸钠溶液除去钙镁铁等杂质的两碱

联合净化除杂工艺,也称两碱除杂。

2.1.33 碳酸化 carbonation

氢氧化锂溶液中通入二氧化碳气体转化成碳酸锂的过程,也称碳沉。

2.1.34 碳酸氢化 bicarbonation

碳酸锂料浆中通入二氧化碳气体转化成碳酸氢锂的过程。

2.1.35 蒸发析钠 sodium salt evapo-deposition

通过对溶液蒸发浓缩析出氯化钠或硫酸钠等钠盐的过程。

2.1.36 冷冻脱硝 Glauber's salt freeze-deposition

通过对溶液进行冷冻析出十水硫酸钠的过程。

2.1.37 沉锂 lithium salt precipitation

加入沉淀剂使溶液中的锂以固体锂盐沉淀析出的过程。

2.1.38 低温蒸馏 low temperature distillation

在 450℃~500℃ 温度和真空条件下,达到锂与钾钠分离的过程。

2.1.39 高温蒸馏 high temperature distillation

在 700℃~800℃ 温度和真空条件下,达到锂与钾钠分离的过程。

2.1.40 锂砂 lithium shot slurry

由金属锂细粒加分散剂调配、用于丁基锂生产的锂粒浆料。

2.1.41 锂尾砂 lithium residue

丁基锂生产中副产物固相氯化锂与未完全反应的残留锂砂的混合物,夹带有溶剂、稀释剂,也称氯化锂砂。

2.1.42 金属锂渣 lithium slag

金属锂在精炼、熔铸中产生的含金属锂、氧化锂的废渣。

2.2 符 号

2.2.1 碳酸锂计算当量:

LCE——以碳酸锂计的当量值。锂盐生产中在不同锂盐合

并数值计算时的折算当量统一按碳酸锂计。

2.2.2 冶金计算用收率符号：

Y——回收率，以氧化锂(Li_2O)计；

YD——直收率；

YT——总收率；

YC——综合回收率；

YD_{Li} ——锂的直收率；

YT_{Li} ——锂的总收率；

YC_{Li} ——锂的综合回收率。

3 基本规定

3.1 技术路线选择

3.1.1 锂冶炼厂的工艺设计应满足不同设计阶段深度要求,并应符合下列规定:

1 可行性研究阶段应具备下列条件:

- 1)原料供应来源和性质的资料;
- 2)设计委托书。

2 初步设计、施工图设计阶段应具备下列条件:

- 1)环境影响评价报告、安全预评价报告、职业病危害预评价报告、节能评估报告;
- 2)主要原料、燃料供应协议。

3.1.2 锂冶炼工艺流程的选择,应根据原料种类、建设规模、产品方案、建厂条件、国家产业政策规定等综合因素,经过全面技术经济比较后确定。

3.1.3 工艺设计中采用的新工艺、新技术宜进行半工业或工业性试验验证,并经评审通过。

3.2 装备水平

3.2.1 选用的工艺设备应符合节能、高效、安全、卫生、实用、可靠、维护检修方便的原则。

3.2.2 锂冶炼厂应设置全厂物料与能源的计量与统计系统。

3.2.3 各工序生产操作参数和生产管理数据,应设置专用的检测和记录器具和装备。

3.2.4 新建项目宜装备分散控制系统(DCS)、可程式逻辑控制器(PLC)等生产控制系统。

3.2.5 产品包装与运输应满足用户要求,并应符合现行国家标准《危险货物分类和品名编号》GB 6944、《危险货物品名表》GB 12268、《工业企业厂内铁路、道路运输安全规程》GB 4387 和《危险货物道路运输规则》JT/T 617 的有关规定。

3.3 技术经济指标

3.3.1 生产系统的工作制度,宜根据各系统间的相互关系以及与外部条件的相互联系情况确定。

3.3.2 工艺设计的技术指标和技术条件,应以现有工厂的生产实践、试验结果及其他同类资料为依据,并结合设计项目的具体条件,经过优化后确定。

3.3.3 工艺设备的选择计算,设备产能应为年平均台时产能,运转率应为年平均运转率。

3.3.4 锂辉石精矿生产工业级或电池级碳酸锂,锂总收率宜大于 85%。

3.3.5 锂辉石精矿生产工业级或电池级单水氢氧化锂,锂总收率宜大于 82%。

3.3.6 氯化锂电解制取金属锂,吨锂综合电耗应小于 54000kW·h,锂回收率应大于 96%。

3.3.7 锂收率应采用下列方法计算:

1 以锂辉石精矿或锂云母精矿为原料生产锂盐时,锂总收率应以产品中氧化锂量计;

2 以卤水锂盐精矿为原料生产锂盐时,锂总收率应以产品中锂量折氧化锂计;

3 以富锂卤水或氯化锂卤水为原料生产锂盐时,锂总收率应以产品中锂量折氧化锂计;

4 锂的直收率 YD_{Li} 应按下式计算:

$$YD_{Li} = \frac{\text{工序产出物料中氧化锂总量}}{\text{工序投入物料中氧化锂的总量}} \times 100\%$$

(3.3.7-1)

5 锂的总收率 YT_{Li} 应按下式计算:

$$\begin{aligned} YT_{Li} &= \frac{\text{产品中氧化锂总量}}{\text{投入物料中氧化锂的总量}} \times 100\% \\ &= \text{各工序锂直收率之乘积} \\ &= \prod_i^n YD_{Li_i} \end{aligned} \quad (3.3.7-2)$$

6 锂的综合回收率 YC_{Li} 应按下式计算:

$$\begin{aligned} YC_{Li} &= \frac{\text{全部产品中氧化锂总量}}{\text{全部投入物料中氧化锂的总量}} \times 100\% \\ &= \frac{\text{产品及可回收母液等物料中氧化锂的总量}}{\text{投入原料及返回物料中氧化锂的总量}} \times 100\% \end{aligned} \quad (3.3.7-3)$$

3.4 冶金计算

3.4.1 工艺设计应包括整个生产系统的冶金计算和设备选型计算。

3.4.2 冶金计算应根据不同设计阶段的深度要求进行工艺计算。

I 冶金计算

3.4.3 冶金计算应包括金属平衡和工艺物料平衡、热平衡、水平衡等,并应分别给出单位产品原料和辅料的消耗量、中间物料产出量和流(通)量,原料、辅料、中间物料和产品的平均小时流(通)量和最大小时流(通)量。

3.4.4 冶金计算应符合下列规定:

- 1 应以原料和辅助材料化学成分分析等资料为原始依据;
- 2 应以生产数据或试验数据为依据,确定各生产工序和全过程金属回收率;
- 3 应根据不同的产品种类、不同的生产工艺,分别进行计算;
- 4 转型焙烧、酸化焙烧、蒸发浓缩、冷却(冻)结晶等工序,应进行热平衡计算。

II 设备选择计算

3.4.5 在不同设计阶段,应根据设计阶段深度要求,依据物料平

衡计算进行工艺设备选型计算。

3.4.6 在可行性论证阶段,应对主要工艺设备进行选型计算,应列出主要工艺设备表。

3.4.7 在初步设计阶段,应对主要工艺设备、物料输送设备及特种管道材料进行选型计算、完成对非标准设备的总体设计、编制主要工艺设备表,并应列出设备主要性能、规格及数量;应编制非标准设备设计总图或招标订货条件图,应能满足设备订货要求。

3.4.8 在施工图设计阶段,应复核物料平衡、热平衡、水平衡,并应根据设备订货进行工艺设备复核计算,应按表 3.4.8 格式编制工艺设备明细表,列出性能、型号及规格、数量、重量、材料等。

表 3.4.8 工艺设备明细表

子项编号: 子项名称: 设计阶段: 共 页 第 页

序号	设备 编号	设备 名称	型号及 规格	单位	数量			重量(t)		电 动 机					备注
					原有	新增	总数	单重	重总	数量			容量 (kW/台)	型号	
										原有	新增	总数			

3.4.9 储存与输送腐蚀性物料的设备材质应根据物料特性选用。

3.5 综 合 利 用

3.5.1 以锂辉石为原料采用硫酸法提锂工艺时,应有浸出渣的综合利用或处置措施,应设置回收硫酸钠副产品的设施。

3.5.2 以锂云母为原料提取锂盐时,应有氟、钾、铷、铯等元素及浸出渣综合利用或处置措施。

3.5.3 以卤水锂盐精矿为原料提取锂盐时,应有洗矿母液、废盐及渣综合利用或处置措施。

3.6 检 测 与 控 制

3.6.1 锂冶炼厂应设有分析检测试验室。

3.6.2 锂冶炼厂应设置针对全厂及车间的进出物料、产品、给排水、能源、三废进行检测与计量的装置。

3.6.3 各工序应根据工艺控制要求设置物料取样点、取样装置。

3.6.4 生产控制应根据工艺过程控制、质量控制、安全卫生及环境控制的要求,进行检测、调节、监控。

3.7 环境保护、节约能源、消防、安全卫生

I 环 境 保 护

3.7.1 工艺设计应符合现行国家标准《有色金属工业环境保护设计技术规范》GB 50988、《化工建设项目环境保护设计规范》GB 50483 及国家现行有关大气污染防治、水污染防治、固体废物污染防治、噪声污染防治等生态环境保护、水土保持、清洁生产等法规、标准的规定。

3.7.2 烟囱(废气)、废水排出口的检测、监测应符合当地环境保护要求。

3.7.3 采用煤为燃料时,应采用符合当地环境保护要求的清洁燃烧技术。

II 节 约 能 源

3.7.4 节能设计应符合现行国家标准《有色金属冶金工厂节能设计规范》GB 50919 和《有色金属冶炼企业能源计量器具配备和管理要求》GB/T 20902 的有关规定。

3.7.5 节能设计应根据工艺能耗特点、指标,优化工艺路线、设备选型、工艺布置与能源结构,采取符合国家和地方要求的节能措施。

III 消 防

3.7.6 消防设计除应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 和《有色金属工程设计防火规范》GB 50630 的有关规定外,尚应符合下列要求:

- 1** 生产设施防火分区设置应满足生产工艺流程要求;

2 生产丁基锂与有机锂时,应符合现行国家标准《石油化工企业设计防火规范》GB 50160 的有关规定。

3.7.7 消防设计应根据建(构)筑物、厂房及生产工艺特性、库房储存物品性质等因素选配消防措施和装置,不能用水灭火的设施不应设置消火栓。灭火器的配置应符合现行国家标准《建筑灭火器配置设计规范》GB 50014 的有关规定。

3.7.8 消防管网设计应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016、《室外给水设计规范》GB 50013 和《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974 的有关规定,并应符合下列规定:

1 厂区内的室外消防用水量及火灾延续时间,应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定;

2 向环状管网供水的输水管不应少于 2 条,其中 1 条发生故障时,其余进水管应能满足消防用水总量要求。管网中设有加压装置时,低压进水管接点处应设置止回阀;

3 室外消火栓可能受到外力损伤时,应设置相应的防护设施,且不得影响消火栓的正常使用。

3.7.9 罐区应设置符合现行国家标准《储罐区防火堤设计规范》GB 50351 规定的围堰,并应设置事故废水池。围堰及事故废水池应具有相应的防腐及净化处置措施,废水应回收或净化处置。

3.7.10 金属锂渣、锂尾砂必须安全处置。

3.7.11 氯化锂电解及金属锂提纯、熔铸、包装厂房,金属锂库房禁止用水、泡沫、二氧化碳、干砂(SiO_2)等易与锂发生反应的材料灭火,必须使用 D 类(锂专用)干粉灭火器。

3.7.12 丁基锂生产禁止使用水灭火,必须使用 D 类干粉灭火器、干燥石棉灭火毯、干砂等。

3.7.13 金属锂生产厂房的耐火等级不应低于二级,金属锂仓库的耐火等级应达到一级。

3.7.14 金属锂仓库应设置现场摄像监控系统、温度计、湿度计和自动红外线温感报警装置,应记录和保存数据。

3.7.15 金属锂生产厂(库)房建筑内部装饰应符合现行国家标准《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222 的有关规定,且装饰材质应采用不燃材料。

3.7.16 厂区总平面布置宜分设人流和物流通道。厂区道路和消防车道布置应满足生产调运、物料输送及消防安全的要求。消防车道宜环形布置,净宽度和净空高度均不应小于 4.0m。设置环形消防车道确有困难时,应在消防车道尽端设置尺寸不小于 12m×12m 的回车场。

3.7.17 生产厂房的安全出口设置不应少于 2 个。

IV 安全卫生

3.7.18 工艺设计应满足国家和地方关于安全生产、职业病防护的有关法规以及符合国家现行标准《生产过程安全卫生要求总则》GB/T 12801 和《化工建设项目安全设计管理导则》AQ/T 3033 的有关规定,并应满足职业病防治相关标准以及安全预评价与职业病危害预评价对安全卫生设施设计的要求。

3.7.19 总平面设计及消防设计应标明各建(构)筑物名称、生产工艺、生产性质、生产或使用的危险化学品名称以及消防灭火禁忌要求。

3.7.20 氯气(液氯)的使用与回收应符合国家现行标准《液氯使用安全技术要求》AQ 3014 和《氯气安全规程》GB 11984 的有关规定。

3.7.21 锂产品的生产过程中涉及危险化学品的使用或生产,必须根据现行国家标准《危险化学品重大危险源辨识》GB 18218 进行辨识,涉及重大危险源时必须按照现行行业标准《危险化学品重大危险源 安全监控通用技术规范》AQ 3035 和《危险化学品重大危险源 罐区现场安全监控装备设置规范》AQ 3036 的有关规定设置安全监控与防范措施。

3.7.22 甲类物品仓库、重大危险源场所应设置符合现行国家标准《入侵报警系统工程设计规范》GB 50394 有关规定的入侵报警

系统。

3.7.23 甲类物品仓库、重大危险源场所及丁基锂生产装置、管架管线的防雷、防静电设计应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 的有关规定,应达到一类防雷要求。

3.7.24 生产中涉及剧毒化学品、放射源时,应按照现行行业标准《剧毒化学品、放射源存放场所治安防范要求》GA 1002 的有关规定采取相应的安全防范措施。

3.7.25 涉及可燃气体、有毒气体的生产过程,应按现行国家标准《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范》GB 50493、《石油化工安全仪表系统设计规范》GB 50770 的有关规定设置相应的检测仪表与报警装置、安全仪表系统,并应符合下列规定:

1 采用氟化氢生产氟化锂的场所,应安装氟化氢检测报警器;

2 采用盐酸生产氯化锂场所、氯化锂电解生产金属锂场所,应安装氯气检测报警器;

3 丁基锂生产场所应设置安全仪表系统(SIS 系统)和氢气、烷烃、氯气等可燃气体、有毒气体泄漏检测仪表与报警装置。

3.7.26 具有职业病危害和有害因素的生产过程,应实现远程安全操作,宜采用区域隔离与负压通风除尘、局部送新风以及机械化、自动化技术等措施。

3.7.27 人员集中的作业区、控制室应设置清洁饮水设施。

3.7.28 高纯产品生产车间宜设置更衣间、空气淋浴间。

3.7.29 生产系统应根据工作岗位作业介质的酸碱特性设置硼酸洗液、碳酸氢钠洗液、洗眼器、淋洗器等装置,服务半径不应大于15m,所产生的废水应汇入生产废水处理系统。

3.7.30 针对噪声超标设备应采取降噪措施。

3.7.31 危险化学品的使用、生产、贮存、运输应符合国家有关危险化学品安全管理条例以及道路危险货物运输管理规定的要求,并应符合现行国家标准《常用化学危险品贮存通则》GB 15603、

《易燃易爆性商品储存养护技术条件》GB 17914、《腐蚀性商品储存养护技术条件》GB 17915 和《毒害性商品储存养护技术条件》GB 17916 等的有关规定。

3.7.32 生产区域出入口应设置门禁系统,并应动态统计与显示生产区域人员数据。

3.7.33 生产场所应设置事故应急照明设施。

3.7.34 厂区及生产场所应设置视频监控系统。

3.7.35 控制室、仪表室及重要生产岗位或工序应设置应急通信和生产指令电话。

3.7.36 高温、腐蚀性溶液管线穿越过道时,不宜设置法兰、阀门;不可避免时,应采取安全措施。

3.7.37 在丁基锂生产装置的醒目位置应设置指示疏散方向的风向标或旗帜以及警报器。

3.7.38 电解厂房应采取换气措施,操作区的氯气含量应小于 $1\text{mg}/\text{m}^3$ 。

3.7.39 丁基锂生产装置应按甲类火灾危险性进行防火设计,防爆设计类别不应低于 Exd II BT4。锂尾砂水解装置防爆设计类别不应低于 Exd II CT4。

3.7.40 金属锂生产装置及氯气处理系统供电电源负荷等级不应低于二级。丁基锂生产装置供电电源负荷等级不应低于一级。

3.7.41 甲、乙、丙类危险化学品仓库的消防及安全监控系统供电电源负荷等级不应低于一级。

3.7.42 丁基锂生产装置应设置自动控制与就地控制两套系统。

3.7.43 丁基锂生产装置有人值守的控制室、仪表室等房间应朝向非生产区域开门,朝向生产区域的窗户应设置固定式甲级防火、防爆窗,人员通道上部管道不得有法兰。

3.7.44 丁基锂生产装置中的小型气防站设置应符合现行行业标准《化工企业安全卫生设计规范》HG 20571 和《气体防护站设计规范》SY/T 6772 中有关配备防护及应急用品、器具的规定。

3.7.45 金属锂、丁基锂库房物品存放应采用隔离、隔开方式进行储存,应配备搬运、装卸设备。

3.7.46 丁基锂生产车间地坪应采用不发火地坪。

3.7.47 在寒冷地区建厂,工艺设计应采取防止物料冻结措施。

3.7.48 在高海拔地区建厂,工艺设计应对气压敏感工艺过程及工艺设备进行海拔系数修正。

3.8 总平面布置

3.8.1 厂址选择及总平面布置应满足工艺流程要求,应结合周边环境、厂区地形、主导风向、物料流向等因素确定,并应符合现行国家标准《有色金属企业总图运输设计规范》GB 50544、《化工企业总图运输设计规范》GB 50489 和《工业企业总平面设计规范》GB 50187 的有关规定。

3.8.2 车间工艺配置应根据工艺流程和设备选型综合确定,并应在平面和空间上满足操作、施工、安装、维修和通行方便以及其他专业的设计要求。

3.8.3 笨重设备或运行时产生很大振动的设备,宜配置在车间首层。离心机等产生很大振动的设备如确需设置在二层以上时,应采取减振、隔振措施。

3.8.4 使用有毒、有腐蚀性介质的设备应分类别集中布置,并应设置防毒、防腐蚀措施,以及事故应急设施。

3.8.5 各种料液罐区应设置围堰、漏液回收及事故处理设施。

3.8.6 车间厂房柱距和跨度,宜满足构件统一化、标准化要求。

3.8.7 各车间应根据需要设置生产污水回收系统。露天配置时,应根据需要设置排出雨水的设施或设置围堰收集处理,应防止生产污水外泄和雨水进入生产系统。

3.8.8 使用核辐射类仪表时,应符合国家现行有关含密封源仪表的放射性防护标准的规定。

3.8.9 餐厅(室)、更衣间、浴室、卫生间等生产区域辅助用室的设

置应符合国家现行工业企业设计卫生标准的有关规定。

3.8.10 金属锂厂严禁建于低洼地,必须避免洪水袭击,周边必须设有雨水排泄设施、禁止积水积洪。

3.8.11 氯化锂电解及金属锂提纯、熔铸、包装厂房,金属锂库房内严禁明水进入。

3.8.12 氯化锂电解及金属锂提纯、熔铸、包装厂房,金属锂库房内不应设置上下水管道、室内消防栓等用水设备、有水设备,也不宜设置冲洗等用水装置。氯气回收处理设施应与电解厂房分开布置。

3.8.13 电解厂房内应设置防止锂抛洒跌落与受潮混凝土楼面接触的措施。厂房及库房应采取防潮措施。氯化锂电解厂房及金属锂提纯、包装厂(库)房应布置在用水和需用水灭火的建(构)筑物上风向的 20m 距离以外。室内地面与室外地面高差不应低于 250mm。

3.8.14 金属锂生产厂(库)房、储罐区的周围场地绿化时,宜选择水分大、油脂少、蜡质少的常绿树种。

3.8.15 电解厂房受炽热烘烤区域,不宜设置控制(操作、值班)室。当必须设置时,控制(操作、值班)室构件应采用不燃材料,并应对门、窗和结构构件采取防火保护措施。控制(操作、值班)室的安全出口及通道应便捷通畅,应避开炽热区域。

3.8.16 金属锂生产厂房及仓库的安全疏散,应符合现行国家标准《有色属工程设计防火规范》GB 50630 的有关规定。丁基锂生产厂房及仓库的安全疏散,应符合现行国家标准《石油化工企业设计防火规范》GB 50160 的有关规定。

3.8.17 电解厂房宜与整流装置布置在一起,并应用砖混实墙隔开。

3.8.18 金属锂库房应采用防爆型照明、通风设施,不应使用易产生火花与静电的机械设备和工具,储存区应备有收容泄漏物的器具。

4 物料准备

4.1 原 料

I 质量要求

4.1.1 锂辉石精矿应符合现行行业标准《锂辉石精矿》YS/T 261 有关化工级质量的规定。

4.1.2 锂云母精矿应符合现行行业标准《锂云母精矿》YS/T 236 的有关要求。

4.1.3 卤水锂盐精矿氧化锂(Li_2O)含量宜大于 26%，水分宜小于 10%。

4.1.4 锂精矿放射性指标应符合现行国家标准《有色金属矿产品的天然放射性限值》GB 20664 的有关要求。

II 储 运

4.1.5 精矿及富锂卤水储量应根据生产安排、运输条件确定，宜大于 30d 用量。

4.1.6 当采用远洋运输方式时，库容宜同时满足 30d 用量和一次卸船量要求。

4.1.7 精矿应储存在精矿仓或带围护结构的精矿库内。

4.1.8 精矿储存设施应符合下列规定：

- 1 不同来源的精矿宜分开储存；
- 2 精矿成分波动超过 5% 时，宜采取均化措施；
- 3 应设置装卸、转运、倒堆、混料、取样、防尘措施；
- 4 采用桥式抓斗起重机时，应选用工作级别不低于 A6 级起重机；
- 5 严寒地区宜设置防冻设施、解冻设施。

4.1.9 富锂卤水储存应符合下列规定：

- 1 宜设置棚库储存、避免阳光直晒；
- 2 库房应分别设置空桶区和实桶区，且桶间距应能满足运输设备的操作要求；
- 3 库房应设置排水沟及积液池，积液池应采取排液措施；
- 4 库房地面应做防渗防腐处理；
- 5 库房墙柱应做防腐处理，并应设置防护等级不低于 IP55 的电源插座及检修电源。

4.2 辅助材料

I 质量要求

- 4.2.1 锂盐生产用硫酸应符合现行国家标准《工业硫酸》GB/T 534 的有关规定。
- 4.2.2 锂盐生产用纯碱应符合现行国家标准《工业碳酸钠及其试验方法》GB 210.1 的有关规定。
- 4.2.3 锂盐生产用烧碱应符合现行国家标准《工业用氢氧化钠》GB 209 的有关规定。
- 4.2.4 氯化锂生产用盐酸应符合现行国家标准《工业用合成盐酸》GB 320 的有关规定。
- 4.2.5 氟化锂生产用氢氟酸应符合现行国家标准《工业氢氟酸》GB 7744 的有关规定。
- 4.2.6 金属锂电解用氯化钾应符合现行国家标准《氯化钾》GB 6549 的有关规定。
- 4.2.7 锂盐生产用二氧化碳应符合现行国家标准《工业液体二氧化碳》GB/T 6052 的有关规定，二氧化碳含量应不低于 99%。
- 4.2.8 锂盐生产用石灰石粉宜不低于现行行业标准《化工用石灰石》HG/T 2504 中一等品或《冶金石灰石》YB/T 5279 中 PS530 牌号的规定。
- 4.2.9 锂盐生产用石灰宜不低于现行行业标准《冶金石灰》YB/T 042 中一级质量或《工业氧化钙》HG/T 4205 中Ⅱ类产品的规定。

II 储 运

4.2.10 危险化学品的储存场所设计应符合现行国家标准《常用化学危险品贮存通则》GB 15603 的有关规定。

4.2.11 危险化学品室内存放时,储存场所应保持阴凉、通风和干燥,并应根据储存材料特点设置通风设施或温度、湿度调节装置。

4.2.12 酸、碱等辅助材料储存天数,宜按表 4.2.12 确定,并应符合下列规定:

1 采用邻近管道输送的辅助材料,宜根据材料提供方具体生产与供应情况确定储存天数;

2 生产对小宗化工材料有间断需求时,储存量除应符合表 4.2.12 的规定外,还应满足生产对材料的一次最大用量要求;

3 石灰石粉储存能力应根据工厂的使用量和运输条件确定,宜储存 7d 以上用量;

4 生石灰应储存于料仓内,储存时间宜小于 5d。

表 4.2.12 辅助材料储存天数

进厂方式	储存天数(d)	适用情况
管道输送	3~7	来自相邻辅助材料生产厂的管道
铁路运输	15~25	—
公路运输	10~15	—
内河及近海运输	20~30	—

4.2.13 硫酸、液碱、碳酸钠、盐酸等常用大宗化工材料的储存应符合下列规定:

1 液体储罐宜地上露天设置;

2 液体储罐空罐容量应大于一次装卸量;

3 液体储罐数量宜大于 2 台,其中 1 台空槽应满足倒槽要求;

4 应配备卸车和输送设施、安全防护设施;

- 5 储罐区应设置安全围堰等安全防护及事故处理设施；
- 6 储罐区和泵房地面应进行防腐处理；
- 7 浓硫酸储存设施应满足当地气象条件及安全要求；
- 8 严寒地区的液碱储罐应设置防结晶设施；
- 9 袋装纯碱、烧碱等物品的储存区宜设置机械化吊卸和搬运装置、防受潮结坨装置。

4.2.14 锂冶炼用小量或小宗化工原料储存应符合下列规定：

- 1 宜单独分别储存于库房内，并应根据储存材料特点设置通风设施或温、湿度调节装置；
- 2 库房应配备卸车和防泄漏应急处理设施；
- 3 如若构成重大危险源则应符合现行行业标准《危险化学品重大危险源 安全监控通用技术规范》AQ 3035 和《危险化学品重大危险源 罐区现场安全监控装备设置规范》AQ 3036 的有关规定。

4.2.15 氢氟酸储存应符合下列规定：

- 1 氢氟酸罐应设置单独库房储存，并应与碱类、活性金属粉末、玻璃制品分开存放；
- 2 库房应远离火种、热源，温度不宜超过 30℃，相对湿度宜小于 80%；
- 3 库房地面应进行防渗防腐处理；
- 4 库房应配备倒装罐和事故应急池，事故应急池容积不应小于最大单罐储存量；
- 5 应根据氟化氢(HF)气体挥发量设置事故排风系统。

4.2.16 二氧化碳储存应符合下列规定：

- 1 液体二氧化碳应配备气化装置；
- 2 气化装置地面应设置坡度及排水地沟；
- 3 低温二氧化碳管道应设置防潮保护措施。

4.2.17 石灰石粉储存应符合下列规定：

- 1 石灰石粉宜采用密闭料仓储存，并应与使用场所相邻

配置；

2 散装石灰石粉宜采用粉体罐车运输，袋装石灰石粉宜采用拆包机拆包；

3 石灰石粉输送、储存过程应设置收尘系统。

4.2.18 石灰乳的加工与储运应符合列规定：

1 生石灰粒度应满足石灰乳制备工艺条件，石灰消化渣宜返回浸出中和；

2 石灰乳的浓度应满足苛化工艺要求；

3 块状石灰原料宜选用筒型化灰机制乳，粉状石灰宜选用搅拌槽制乳；

4 石灰仓顶部、给料机和下料点等扬尘点应设置除尘设施；

5 石灰乳的输送系统应采取停输反冲洗措施。

4.3 燃 料

I 质 量 要 求

4.3.1 转型焙烧和酸化焙烧等工艺用燃料应根据当地工业用燃料政策确定，宜用天然气、液化石油气、煤气等低硫清洁能源。

4.3.2 天然气应符合现行国家标准《天然气》GB 17820 中三类天然气技术指标的规定。

4.3.3 液化石油气应符合现行国家标准《液化石油气》GB 11174 的有关规定。

4.3.4 焙烧转型工艺采用煤粉燃料时应采用低硫低灰分优质煤，应根据当地环保标准的要求对尾气进行脱硫处理，煤炭质量指标应符合表 4.3.4-1、表 4.3.4-2 的规定。

表 4.3.4-1 煤炭质量指标

固定碳(%)	挥发分(%)	灰分(%)	全硫(%)	低发热值(MJ/kg)
>60.00	>28.00	<16.00	<1.50	>25.00

表 4.3.4-2 煤粉质量指标

固定碳(%)	挥发分(%)	灰分(%)	全硫(%)	水分(%)	低发热值 (MJ/kg)	粒度 (-74 μ m%)
>50.00	>25.00	<13.00	<1.50	<1.50	>25.00	80~85

4.3.5 煤气应采用冷净煤气。煤气质量应符合现行国家标准《发生炉煤气站设计规范》GB 50195 和《人工煤气》GB/T 13612 的有关规定。

4.3.6 采用重油等高含硫燃油时,应对尾气进行脱硫处理,并应满足当地环境保护要求。

4.3.7 动力用煤宜采用低硫煤,应根据当地环境保护要求对尾气采用脱硫、脱硝措施。

II 加工与储运

4.3.8 采用管道天然气时,应设置计量间;需要调压时应设置调压站。计量间与调压站可合并设置,所用计量仪表应符合供气单位的技术要求。

4.3.9 采用液化天然气(LNG)或液化石油气(LPG)时,应设置专门的液化气站,应设置气化设施。液化天然气(LNG)或液化石油气(LPG)的储存和输送设施设计应符合现行国家标准《城镇燃气设计规范》GB 50028 的有关规定。

4.3.10 煤气站设计应符合现行国家标准《发生炉煤气站设计规范》GB 50195 和《工业企业煤气安全规程》GB 6222 的有关规定。

4.3.11 工艺用煤炭应设置防止扬尘的库棚堆存,宜与煤气站或煤粉制备间相邻配置。原煤的堆存期限宜为 20d~30d。

4.3.12 原煤储存仓库内的煤堆允许高度应符合表 4.3.12 的规定。

表 4.3.12 煤堆允许高度(m)

煤种	褐煤	烟煤($V_{\text{燃}} > 20\%$)	烟煤($V_{\text{燃}} \leq 20\%$)	无烟煤
煤堆允许高度	2.0~2.5	2.5~3.5	3.5	无限制

4.3.13 煤粉制备设计应符合现行国家标准《有色金属工程设计防火规范》GB 50630 的有关规定。

4.3.14 煤粉制备、使用与储存应采取惰性化设计措施。

5 基础锂盐生产

5.1 技术路线

5.1.1 生产基础锂盐的技术路线,应根据锂辉石、锂云母、卤水锂盐精矿、富锂卤水等不同原料的提锂工艺经技术经济论证后确定;采用新原料或新工艺时,应进行工艺试验研究,并应经技术经济评审后确定。

5.1.2 以锂辉石为原料时,宜采用硫酸法工艺制取基础锂盐。经提取锂后得到的浸出渣,应按现行行业标准《用于水泥和混凝土中的锂渣粉》YB/T 4230 的有关规定加工成副产品锂硅粉加以利用。

5.1.3 以锂云母为原料时,宜采用锂铷铯钾铝氟等有价值元素综合利用的工艺,采用新工艺时,应有通过评审的半工业规模以上的工艺试验报告。

5.1.4 以卤水锂盐精矿为原料生产碳酸锂时,宜采用碳酸氢化法工艺;生产氢氧化锂时,宜采用苛化工艺。生产电池级碳酸锂应采用通过评审的、经试验验证成功的工艺。

5.1.5 以氯化物-硫酸盐型等含锂盐湖卤水为原料提锂时,应根据自然条件及建设条件、地方环境保护要求,选择相适用的先进工艺提取基础锂盐。

5.1.6 以碳酸盐型含锂盐湖卤水为原料提锂时,应根据自然条件及建设条件、地方环境保护要求,选择冷冻-日晒制卤工艺制取成卤、盐度梯度太阳池结晶技术或兑卤沉锂技术等制取卤水锂精矿、再经提纯加工制取碳酸锂或氢氧化锂的技术路线。

5.1.7 生态环境比较脆弱的牧区盐湖,制卤及提锂过程中不应使用破坏当地生态环境的化学药剂。

5.1.8 以富锂卤水为原料制取碳酸锂时,宜采用纯碱沉淀工艺制取。

5.1.9 以氢氧化锂溶液为原料制取碳酸锂时,宜采用碳酸化工艺制取。

5.1.10 以碳酸锂为原料制取氢氧化锂时,宜采用苛化工艺制取。

5.1.11 以锂辉石或锂云母为原料时,不应采用湿式石灰石煅烧工艺制取锂盐。

5.2 锂矿提锂完成液的制取

5.2.1 以锂辉石精矿为原料制取完成液,宜采用转型焙烧、酸化焙烧、浸出、净化、蒸发浓缩、静置澄清等工艺。

5.2.2 以锂云母精矿为原料制取完成液,宜采用脱氟焙烧、酸化焙烧、浸出、沉矾、净化、蒸发浓缩、静置澄清等工艺。

I 焙 烧

5.2.3 锂辉石精矿转型焙烧或锂云母精矿脱氟焙烧,宜采用冶金回转窑连续逆流焙烧工艺。

5.2.4 回转窑給料设备宜选用定量计量给料机,称量误差应小于 $\pm 0.5\%$ 。

5.2.5 转型焙烧用燃料宜用天然气、液化石油气、煤气等低硫清洁能源及低硝燃烧技术。

5.2.6 转型焙烧烟气应采取净化措施满足当地环保要求,余热宜利用。

5.2.7 转型焙料宜采用易于回收余热的装置冷却,冷却后焙料温度应满足下道工序要求。

5.2.8 焙料粒度不能满足酸化焙烧或浸出工艺要求时,宜采用节能高效的磨矿装置对焙料进行细磨处理。

5.2.9 锂云母脱氟焙烧烟气中的氟宜回收利用,并应采用烟气净化措施,硫、氟、氮氧化物及粉尘含量应在满足当地环境保护要求后排放。

5.2.10 尾气排放烟囱应根据当地环境保护要求设置烟气检测、监测装置。

5.2.11 转型焙烧与酸化焙烧控制系统宜包括下列生产监控装置：

1 在转型窑头设置测温仪、摄像仪，实时监控转型焙烧温度变化及窑头出料状况；

2 设置烟气氧含量及一氧化碳含量检测，实时监控燃料的燃烧完全程度；

3 转型焙烧回转窑筒体温度扫描仪，监测回转窑耐火砖工作状况；

4 回转窑窑尾进料及其调控系统、尾气处理运行系统；

5 燃料供应、燃烧及其调控系统；

6 转型焙烧、酸化焙烧热工制度监控系统。

5.2.12 焙料出口宜设置取样装置。

5.2.13 转型焙烧装置宜与酸化焙烧装置紧邻配置，并宜在酸化焙烧窑尾设置满足储存时间 1d 以上的焙料中间储仓。

5.2.14 焙料的细磨、输送与储存过程应设置收尘系统。

II 酸化焙烧工艺

5.2.15 锂辉石焙料或锂云母焙料的酸化焙烧宜采用间接加热回转窑。

5.2.16 加酸系统应设置计量与调控系统，不得敞开运行。

5.2.17 熟料宜经冷却后直接进行调浆浸出，熟料冷却温度应满足浸出工艺要求。

5.2.18 锂辉石酸化焙烧烟气应经净化处理并满足当地环境保护排放要求后经烟囱排放，净化烟气的溶液不能外排。

5.2.19 锂云母酸化焙烧烟气应经净化处理并满足当地环境保护排放要求后经烟囱排放，宜从烟气中回收氟和硅。

5.2.20 尾气排放烟囱应根据当地环境保护要求设置烟气检测、监测装置。

5.2.21 酸化焙烧窑宜布置在带棚顶厂房内。

5.2.22 酸化焙烧宜与浸出装置紧邻配置。

Ⅲ 浸出过滤

5.2.23 熟料浸出宜采用连续搅拌浸出、分离、洗涤、过滤工艺。

5.2.24 浸出过程中可根据工艺需要采用石灰石粉调整酸碱度(pH)值。

5.2.25 浸出渣、浸出液宜采用沉降槽、压滤机、带式过滤机等分离、洗涤装置。

5.2.26 浸出液宜设置不少于 2 台室外储槽储存,储存周期不应少于 24h。

5.2.27 浸出渣含氧化锂应小于 0.35%。

5.2.28 过滤机应满足过滤、洗涤、清洗、卸渣等工艺操作要求,宜在二层平面多台并列布置。

5.2.29 锂云母采用硫酸加压浸出工艺时,宜采用连续或间歇高压浸出工艺。

Ⅳ 浸出液净化

5.2.30 锂辉石酸化焙烧熟料浸出液宜经碱化除杂工艺净化除去钙、镁、铁、铝等杂质制取净化液,净化液氧化锂(Li_2O)浓度不宜低于 21g/L。

5.2.31 锂云母酸化焙烧熟料浸出液宜采用净化分离工艺提取钾、铷、铯、铝等有价值元素,或采用冷冻除矾工艺分离铷铯铝矾盐,以及净化除钙镁锰铁等杂质制取净化液。

5.2.32 铷铯铝矾盐宜提取铷、铯、铝、钾等化学副产品进行综合利用。

5.2.33 净化液储存时间宜为 24h~36h,净化渣宜返回浸出中和工序。

Ⅴ 蒸发完成液

5.2.34 净化液蒸发浓缩宜采用机械压缩式蒸发器(MVR)或多效蒸发器等节能型装置,并应回收利用冷凝水。

5.2.35 蒸发完成液宜设置不少于 2 台完成液储槽澄清储存,储存时间宜不小于 24h;应在按需送到碳酸锂或氢氧化锂生产工序

的终端设置精滤装置。完成液渣宜返回浸出中和工序。

5.2.36 完成液系统宜采用分布集散控制系统(DCS)控制进出料位、液位及调节蒸汽压力、流量等。

5.2.37 蒸发器宜采用多层布置,蒸发器循环泵宜布置在一层平面。

5.2.38 蒸发器及预热器、换热器、冷凝器及料液输送泵等附属设备应成组布置。

5.2.39 多台蒸发器宜成一线布置或成组布置。

5.2.40 机械压缩式蒸发器(MVR)的压缩机应采取降噪、减振、隔振措施。

5.2.41 蒸发器的视镜、仪表和取样点应集中布置在一侧、便于操作。

5.2.42 一层平面与溶液储槽周围应设置集液坑和排液系统,其他各层楼面应设置地漏,穿越楼层的孔洞周边应设置反沿。

5.2.43 车间厂房的楼面、墙面和地面应进行防硫酸钠结晶腐蚀损坏处理。

5.2.44 蒸发工序宜设置起吊设备。

5.3 卤水锂盐精矿制取苛化完成液

5.3.1 卤水锂盐精矿宜采用热水洗矿、苛化、净化、蒸发浓缩、分离、澄清工序制取苛化完成液。

5.3.2 洗矿母液应采取处置措施回收洗矿母液中含锂等。

5.3.3 苛化渣宜回收利用。

5.3.4 苛化完成液应设置不少于2台的完成液储槽澄清储存,储存时间不应小于24h~36h;宜在按需送到碳酸锂或氢氧化锂生产工序的终端设置精滤装置。完成液渣宜返回苛化或洗矿工序。

5.4 卤水制取氯化锂完成液

5.4.1 采用液态锂矿或提钾老卤为原料提取锂盐时,氯化锂完成

液的制取应选择相适应的晒卤制卤、提钾脱镁析钠脱硝、提硼提溴、锂富集浓缩、净化除杂等工艺及其组合工艺。

5.4.2 以富锂卤水为原料时,氯化锂完成液的制取宜采用化学法净化除杂工艺。

5.4.3 净化除杂后的氯化锂完成液宜根据后续用途采取节能高效蒸发浓缩装置进行浓缩,蒸发器组应选用钛合金等耐氯腐蚀材料。

5.4.4 净化完成液可直接用于沉淀碳酸锂或生产氯化锂结晶,沉锂母液宜返回晒卤脱钠池,氯化锂结晶尾卤宜返回净化除杂。

5.5 碳酸锂生产

I 硫酸锂完成液纯碱沉淀法

5.5.1 硫酸锂完成液(蒸发完成液)或锂云母除矾净化完成液可与净化纯碱液在加热条件下经沉锂反应制取碳酸锂。

5.5.2 沉锂浆料宜采用自动离心分离机进行液固分离,粗碳酸锂应采用热水洗涤。

5.5.3 母液处理工艺应回收利用沉锂母液中的锂与硫酸钠。

5.5.4 碳酸锂产品洗液可用于配置碳酸钠溶液。

5.5.5 沉锂工艺过程应符合下列主要工艺条件:

- 1** 纯碱液沉锂前应经净化过滤处理;
- 2** 沉锂温度应低于当地水的沸腾温度 5℃;
- 3** 粗碳酸锂宜经 2 次以上逆流洗涤,热水洗涤温度宜低于当地水的沸腾温度 5℃;
- 4** 分离产品附着水含量应低于 10%。

II 苛化完成液碳酸化法

5.5.6 苛化完成液可采用碳酸化工艺制取碳酸锂。

5.5.7 苛化完成液进行碳酸化前应先进行净化除杂与过滤处理。

5.5.8 碳酸化尾气宜采取措施回收二氧化碳(CO₂)。

5.5.9 碳酸化浆料宜采用离心分离机进行液固分离,粗碳酸锂应采用热水进行洗涤,热水洗涤温度宜不低于当地水的沸腾温度 5℃。

5.5.10 碳酸锂产品洗液可用于配置苛化液。

Ⅲ 卤水锂盐精矿碳酸氢化-热分解法

5.5.11 以卤水锂盐精矿为原料制取工业级碳酸锂时,可经洗矿-苛化-碳酸氢化-热分解工艺制取。

5.5.12 卤水锂盐精矿宜采用热分解母液或热水洗矿,并应采取措施处置洗矿母液、回收其中含锂等。

5.5.13 热分解尾气宜采取措施回收二氧化碳(CO_2)。

Ⅳ 氯化锂完成液纯碱沉淀法

5.5.14 氯化锂完成液可与纯碱液在加热条件下沉锂制取碳酸锂。

5.5.15 沉锂浆料宜采用离心分离机进行液固分离,粗碳酸锂应采用热水进行洗涤。

5.5.16 沉锂母液宜经盐酸中和后经蒸发析钠工艺回收氯化钠,析钠母液宜返回工艺流程。

5.5.17 沉锂工艺过程主要工艺条件应符合本标准第 5.5.5 条的规定。

5.6 氢氧化锂生产

Ⅰ 硫酸锂完成液烧碱转化法

5.6.1 以硫酸锂完成液为原料时,宜经烧碱转化-冷冻脱硝工艺制取冷冻脱硝母液,再经蒸发结晶工艺制取单水氢氧化锂。

Ⅱ 碳酸锂石灰乳苛化法

5.6.2 碳酸锂宜通过石灰乳苛化法制备苛化液,经澄清、精滤后制备苛化完成液,再经蒸发结晶制取单水氢氧化锂。

5.6.3 苛化过程宜采用蒸汽直接加热。

5.6.4 苛化渣宜综合利用。

Ⅲ 蒸发浓缩与结晶

5.6.5 冷冻脱硝母液或苛化完成液可经蒸发、结晶生产单水氢氧化锂。

5.6.6 冷冻脱硝母液或苛化完成液的蒸发浓缩应采用高效节能蒸发装置。

5.6.7 单水氢氧化锂一次结晶和重结晶宜采用离心分离机进行液固分离。

5.6.8 一次结晶母液和重结晶母液应循环使用。

5.6.9 蒸发浓缩应分别设置新蒸汽冷凝水槽和二次蒸汽冷凝水槽收集冷凝水。

5.7 氯化锂生产

I 氯化锂生产工艺

5.7.1 氯化锂生产原料宜采用碳酸锂或氢氧化锂、富锂卤水、硫酸锂完成液。

5.7.2 制取无水氯化锂工艺路线宜根据原料性质确定,并应符合下列规定:

1 以富锂卤水为原料时,宜采用净化除杂-蒸发结晶工艺,并应综合回收利用钾、钠;

2 以氢氧化锂或碳酸锂为原料时,宜采用精制提纯-盐酸转型-蒸发结晶工艺;

3 以硫酸锂完成液为原料时,宜采用氯化钙或氯化钡转型-蒸发结晶工艺,并应回收利用转化渣硫酸钙或硫酸钡。

5.7.3 粗氯化锂溶液应经净化除杂制备氯化锂完成液。

5.7.4 氯化锂生产应设置计量与检测控制装置。

5.7.5 采用盐酸转型工艺时,氯化锂生产过程应设置酸雾吸收净化装置。

II 氯化锂的结晶干燥

5.7.6 生产氯化锂产品可采用氯化锂完成液经蒸发结晶或蒸发浓缩喷雾结晶-干燥工艺制取。

5.7.7 生产低杂质高品级氯化锂产品时,宜采用氯化锂溶液经蒸发结晶-分离-干燥工艺,结晶母液宜返回净化除杂工序。

5.7.8 氯化锂的蒸发结晶宜采用强制循环蒸发结晶器组,并应具有
良好的机械密封性能和耐腐蚀性能。

5.7.9 氯化锂结晶的分离宜采用离心分离机,氯化锂产品的干燥
宜采用盘式干燥机。

5.8 脱硝析钠

I 冷冻脱硝

5.8.1 硫酸锂溶液经烧碱转化后制取的烧碱转化液宜采用冷冻
脱硝工艺脱除十水硫酸钠,冷冻温度宜为 $-15^{\circ}\text{C}\sim-5^{\circ}\text{C}$ 。十水硫酸
钠可用于制取无水硫酸钠。

5.8.2 冷冻脱硝宜采用外冷式连续冷冻结晶分离器。

5.8.3 冷冻脱硝母液宜与碱转化液进行冷热交换后,送蒸发浓缩
结晶制取单水氢氧化锂。

5.8.4 冷冻脱硝不宜采用液氨直接冷冻。

5.8.5 冷冻结晶器与换热器、循环槽及循环泵等设备宜利用高
差、分层布置。

5.8.6 稠厚器(浓密机)宜布置在一层,底流经泵送离心机进行液
固分离十水硫酸钠,十水硫酸钠宜直接进入布置在离心机下方的
溶解槽溶解后泵送至无水硫酸钠制取工序。

II 蒸发析钠

5.8.7 沉锂母液可经硫酸中和后采用蒸发析钠法分离沉锂母液
中的无水硫酸钠。

5.8.8 硫酸钠蒸发浓缩宜采用机械压缩式蒸发器(MVR)或不少
于三效的多效强制循环蒸发器组等节能蒸发装置。

5.8.9 无水硫酸钠宜采用卧式活塞自动离心机进行液固分离,硫
酸钠附液量宜小于5%。

5.9 产品干燥及包装

5.9.1 碳酸锂、单水氢氧化锂、无水氯化锂产品的干燥宜连续干燥。

5.9.2 产品质量应符合现行国家标准《碳酸锂》GB/T 11075、《单水氢氧化锂》GB/T 8766 和《无水氯化锂》GB/T 10575 的有关规定及用户要求。

5.9.3 干燥设备应封闭操作,并应配备收尘设施。

5.9.4 产品的包装应符合国家现行相关产品标准的规定或客户要求。

5.9.5 碳酸锂包装间应设置产品待检堆存场地,堆存量宜不少于 5t 的批产量。

5.9.6 氢氧化锂生产设备及管道应采取避免大气中二氧化碳对产品质量影响的措施。

5.9.7 氯化锂宜在干燥密闭的环境中快速包装密封,应避免潮解和粉尘无组织逸散。

5.9.8 无水硫酸钠干燥宜采用高效节能型干燥装置。

5.10 设备与管线材料选择

5.10.1 设备材质与管线材质的选用应满足产品质量要求,应耐工艺介质腐蚀,不应污染产品质量。

5.10.2 锂辉石精矿转型焙烧窑应有耐火材料。酸化焙烧窑宜选用耐硫酸腐蚀的合金钢或钢衬耐硫酸腐蚀材料,尾气系统设备及管道宜选用耐酸雾腐蚀的钢衬铅(衬胶或衬特氟隆)或非金属材料。

5.10.3 锂云母精矿脱氟焙烧设备宜选用钢衬耐氟化氢尾气腐蚀和耐火材料,尾气系统设备及管道宜选用钢衬耐氢氟酸腐蚀材料或非金属材料。锂云母精矿直接酸化焙烧窑宜选用钢衬耐硫酸和氢氟酸腐蚀材料,尾气系统设备及管道宜选用耐硫酸、氢氟酸腐蚀的钢内衬材料或非金属材料。

5.10.4 酸化焙烧熟料浸出设备及管道宜选用钢衬胶、钢衬耐酸砖。

5.10.5 生产电池级碳酸锂、氢氧化锂产品时,净化、蒸发、沉锂、

干燥等工序应选用不锈钢、不锈钢复合材料或钛合金。

5.10.6 氯化物体系的氯化锂蒸发、结晶、脱水、干燥装置、泵及管道应选用钛材或钛合金材质；常温或温度较低时，宜选用聚四氟乙烯(PTFE)、聚乙烯(PE)、玻璃钢(FRP)、改性均聚丙烯(PPR、PPH)、工程塑料(ABS, 丙烯腈 - 丁二烯 - 苯乙烯共聚物)、聚氯乙烯(PVC)等非金属材质。

5.11 工艺布置

5.11.1 沉降槽顶部宜设置操作台，操作台距离沉降槽顶部距离应不大于 800mm。

5.11.2 多台结晶槽或沉锂槽宜共用 1 台离心分离机，结晶槽、沉锂槽与离心分离机宜分层布置。

5.11.3 下卸料离心分离机设备基础宜与厂房基础脱开，如需布置在楼面上，厂房结构应采取减震、隔振措施。

5.11.4 沉锂母液储槽、洗液储槽等大型储槽宜布置在室外。

5.11.5 产品干燥、包装工序宜分设独立作业间，应避免物料重复性倒运。

5.11.6 产品批产量不宜少于 5t。

5.11.7 氯化锂生产设备应采取防腐措施和防含盐蒸汽与粉尘逸散措施。

5.11.8 氯化锂生产场所照明及电器设备防护等级应不低于 IP55，潮湿寒冷地区配电柜宜采取防结露措施。

5.11.9 车间一层平面与溶液储槽周围应设置排水沟、集液坑及输液装置，其他各层楼面应设置地漏并引至集液坑。

5.11.10 楼面、墙面、地面应根据工艺特点及所使用介质进行防酸碱、硫酸盐、碳酸盐或氯化物等腐蚀处理。

5.11.11 酸化焙烧、浸出、过滤、配酸等使用或生产酸性物料的场所应设置洗眼器、淋洗器、碳酸氢钠洗液；配碱、石灰乳制备等使用或生产碱性物料的岗位应设置洗眼器、淋洗器、硼酸洗液。

6 二次锂盐生产

6.1 高纯碳酸锂、电池级碳酸锂

6.1.1 高纯碳酸锂、电池级碳酸锂的生产原料宜采用硫酸锂完成液、工业级碳酸锂、工业级单水氢氧化锂、卤水锂盐精矿或氯化锂完成液。

6.1.2 以工业级碳酸锂为原料生产高纯碳酸锂、电池级碳酸锂，宜采用碳酸氢化工艺。碳酸氢化过程中，原料碳酸锂应采用纯水调浆后通入二氧化碳进行碳酸氢化。碳酸氢化液宜采用高效的净化过滤装置进行分离除杂后，经热分解制取高纯碳酸锂、电池级碳酸锂。

6.1.3 以工业级氢氧化锂为原料生产高纯碳酸锂、电池级碳酸锂宜采用碳酸化工艺。

6.1.4 以卤水锂盐精矿为原料生产高纯碳酸锂、电池级碳酸锂宜采用苛化-碳酸化工艺。

6.1.5 以硫酸锂完成液或氯化锂完成液为原料生产高纯碳酸锂、电池级碳酸锂宜采用碳酸钠溶液沉淀工艺。碳酸钠溶液应进行精制净化，硫酸锂完成液、氯化锂完成液进入沉锂前应进行精滤除杂。

6.1.6 使用或产生二氧化碳气体的场所应设置二氧化碳气体浓度检测报警装置。

6.1.7 作业工序应密闭操作，车间内不得有风沙、树叶等异物吹入。

6.1.8 高纯碳酸锂、电池级碳酸锂产品质量与包装应满足客户要求，并应符合现行行业标准《高纯碳酸锂》YS/T 546 和《电池级碳酸锂》YS/T 582 的有关规定。

6.2 电池级单水氢氧化锂

6.2.1 电池级单水氢氧化锂的生产原料宜采用工业级碳酸锂、工业级单水氢氧化锂和卤水锂盐精矿。

6.2.2 以工业级碳酸锂为原料生产电池级单水氢氧化锂宜采用苛化-重结晶工艺。

6.2.3 以工业级单水氢氧化锂为原料生产电池级单水氢氧化锂宜采用重结晶工艺。

6.2.4 以卤水锂精矿为原料生产电池级氢氧化锂宜采用苛化-重结晶工艺。

6.2.5 重结晶工序中,当采用蒸汽为热源时,加热和冷却结晶过程宜采用单独的设备,若采用同一设备,设备应进行金属疲劳分析设计。

6.2.6 电池级单水氢氧化锂产品质量与包装应满足客户要求,并应符合现行国家标准《电池级单水氢氧化锂》GB 26008 的有关规定。

6.3 氟化锂

I 工业级氟化锂

6.3.1 工业级氟化锂宜采用氢氟酸中和法生产工艺,原料可采用工业级碳酸锂或工业级单水氢氧化锂。

6.3.2 氢氟酸中和法宜采用工业无水氟化氢与碳酸氢锂溶液或氢氧化锂溶液进行中和。工业无水氟化氢宜采用专用罐式集装箱储存,并应配备气化装置。

6.3.3 调浆与中和过程应设置原料和氢氟酸的储存装置、可调节的加料设施与检测控制设施。

6.3.4 调浆槽应设置机械排风装置,中和槽应具备耐氟化物腐蚀功能及酸雾吸收装置。

6.3.5 中和料浆宜先进行沉降分离,上清液应经净化处理达标后

回用或排放。

6.3.6 沉降底流氟化锂与母液分离后,母液宜返回沉降分离或调浆。

6.3.7 干燥、筛分及包装过程应设置粉尘收集装置。

6.3.8 筛分和包装过程宜在干燥环境中进行。

6.3.9 氟化锂的质量和包装应符合客户要求及现行国家标准《氟化锂》GB/T 22666 的有关规定。

II 电池级氟化锂

6.3.10 生产电池级氟化锂宜选用化学纯氢氟酸试剂和较高品级的碳酸锂或氢氧化锂为原料,并应根据需要对原料及试剂先期进行净化处理;采用工业级碳酸锂或氢氧化锂为原料时,应采取净化提纯措施。

6.3.11 电池级氟化锂的质量和包装应符合客户要求及现行行业标准《电池级氟化锂》YS/T 661 的有关规定。

7 金属锂生产

7.1 技术路线

7.1.1 金属锂应采用氯化锂熔盐电解工艺制取,应包括氯化锂电解、金属锂提纯、金属锂包装储存和含氯尾气吸收、净化、处理等工序。

7.1.2 电解用原料无水氯化锂的质量应符合现行国家标准《无水氯化锂》GB/T 10575 的规定,水分不应大于 0.5%。

7.1.3 电解质氯化钾的质量应符合现行国家标准《氯化钾》GB 6549 或《化学试剂 氯化钾》GB/T 646 的有关规定。

7.2 电 解

7.2.1 金属锂电解槽宜采用上插式阳极电解槽。

7.2.2 金属锂电解槽电流强度应不低于 18kA。

7.2.3 电解质的熔化制备宜采用感应加热电炉。

7.2.4 生产装置应选用不燃烧体或难燃烧体,并应保证工艺装置的密闭性。

7.2.5 电解槽应设置氯化锂和氯化钾防止潮解、间接加热、热态加料设施,并宜设置自动加料设施。

7.3 提 纯 熔 铸

7.3.1 工业级金属锂宜采用电解产出的粗金属锂,在白油保护下经重熔过滤净化除去杂质,直接铸锭。

7.3.2 高纯级金属锂宜采用电解产出的粗金属锂经熔化、过滤除杂、低温蒸馏或高温蒸馏的工艺生产不同品质的产品。

7.3.3 蒸馏提纯宜采用电加热真空蒸馏系统。

7.3.4 高纯金属锂宜在惰性气体保护下铸锭,惰性气体质量应满足工艺要求。

7.3.5 低温蒸馏和高温蒸馏应设置满足返料直接熔化铸锭需要的返料熔锂罐。

7.3.6 金属锂精炼提纯和熔铸产生的锂渣收集后必须进行无害化处理、解除安生风险。金属锂精炼提纯与熔铸设备、金属锂液储运设备和管道的清洗,必须防止氢气聚集爆炸。以上设备与管道清洗后使用前必须干燥无水。

7.4 产品包装及储运

7.4.1 金属锂的包装、运输及储存应满足客户要求,并应符合现行国家标准《锂》GB/T 4369 和《高纯锂》GB/T 4370 的有关规定。金属锂严禁露天存放。

7.4.2 金属锂应采用易燃化学品专用运输车辆运输,应采取减振防颠、排气管阻火器、防雨淋防受潮、防暴晒、防高温、防雷、防静电措施,应配备 D 型金属灭火器(锂专用)、干燥的石棉灭火毯等灭火器具及泄漏应急处理设备。

7.4.3 金属锂在运输中途停留时应远离火种。

7.4.4 金属锂应储存于独立设置的阴凉、干燥、通风良好的专用单层库房内,应远离高温、火种、热源、雨淋、溅水、低洼积潮区域。库内温度不应超过 32℃,相对湿度不应超过 75%。

7.5 氯气回收与尾气处理

7.5.1 金属锂电解槽宜采用密闭收集罩集中收集氯气,并应回收利用。

7.5.2 含氯尾气、含白油尾气应设置净化装置处理,处理后尾气应满足当地环境排放要求。

7.6 工艺布置

7.6.1 粗金属锂熔化、真空蒸馏和惰性气体储存室、循环冷却水等辅助生产装置应分区布置。

7.6.2 真空蒸馏系统宜布置在平台上,铸锭机和手套箱宜布置在一层平面,应利用高差实现物料自流。

7.6.3 金属锂提纯、熔铸、包装厂房内不得有明水。真空蒸馏系统冷却宜设置独立的油循环冷却系统。

7.6.4 电解槽应采用两层布置,电解槽基础和直流母线应布置在一层平面。

7.6.5 电解槽应采用电气绝缘装置和材料,单槽对地、电解槽之间以及槽各连接部位之间电气绝缘的限值不宜小于 $1M\Omega$ 。

7.6.6 氯化锂电解、含氯尾气净化厂房应符合现行国家标准《工业建筑防腐蚀规范》GB 50046 的有关规定。

7.6.7 金属锂仓库的设置应符合下列规定:

1 仓库应距离循环水冷却塔 25m 以上,并不应布置在冷却塔等产生大量水雾设施及全年主导风向的下风侧;

2 仓库不应布置在人员聚集的场所;

3 仓库四周应设置排水设施。

7.6.8 金属锂产品库每个防火分区应有独立对外通道、顶部应设置氢气排出口与氢气检测报警仪,库内地面、墙体应有防潮措施,库内地面应为不发火地面,地面严禁有积水坑、沟。单座金属锂产品仓库的面积在采取以下强化安全措施后可扩大面积至不大于 $1000m^2$,必须采用防火墙隔开贮存,应不大于 4 个防火分区,每个防火分区面积应不大于 $250m^2$ 。

1 总面积大于 $180m^2$ 、具有 2 个以上防火分区时,必须安装 24 小时在线工作的 2 套皆覆盖整座产品库的监控报警系统;

2 每个防火分区除应安装现场温度、湿度计外,必须安装不少于 2 套皆覆盖整个防火分区的视频监控、自动红外线温度感应

报警仪和湿度监控报警仪；

3 容器应单独存放或放在托盘上,其布置应能目视检查容器的完整性；

4 锂产品仓库内不应存放闲置、木质等易吸潮的托盘和其他易燃材料。

8 丁基锂生产

8.1 技术路线

8.1.1 丁基锂可以氯丁烷和锂砂为原料,经合成、过滤、浓缩、调配制取符合客户要求和产品标准的丁基锂产品。

8.1.2 锂砂和氯丁烷可在环己烷稀释液中进行合成反应制取丁基锂料浆。

8.1.3 丁基锂浆料应经过滤、分离、洗涤得到丁基锂溶液和锂尾砂。

8.1.4 丁基锂溶液宜通过蒸发浓缩制取高浓度的丁基锂产品,或加入溶剂调配制取低浓度的丁基锂产品。

8.1.5 锂尾砂应进行无害化处理、解除安全风险。

8.2 生产工艺及设备

I 锂砂及溶剂备料

8.2.1 锂砂宜采用 $\phi 1 \sim \phi 6$ 的金属锂粒子或金属锂锭熔融喷雾制备的粒径小于 1mm 的锂粉,经白油高温搅拌分散后制取。

8.2.2 分散剂应选金属锂专用分散白油或混合油剂,闪点温度应高于 210℃。

8.2.3 分散釜宜选用不锈钢密闭夹套搅拌釜,加热方式可选用电或导热油间接加热,加热温度宜为 200℃~210℃;冷却降温宜采用冷油或冷却水进行快速降温至低于 40℃。

8.2.4 分散釜搅拌器可采用变频控制方式,电机应选用防爆电机。

8.2.5 分散釜应设置氮气或氩气保护气氛,应防止金属锂氧化。

8.2.6 分散釜若采用循环冷却水降温,应为密闭循环系统,并应

设置断流报警装置。

8.2.7 氯丁烷、环己烷、正己烷等原料、溶剂、稀释剂宜设置精制装置。

II 合成工艺

8.2.8 丁基锂合成料液应在常温和氩气保护条件下,用合成反应釜制取。

8.2.9 锂砂宜用正己烷、环己烷、苯或乙醚做稀释液进行稀释。

8.2.10 氯丁烷加料结束后,宜恒温 1h 后再冷却至室温下放料。

8.2.11 合成釜反应过程应采取下列严格的温度控制措施:

- 1 应采用冷却导热油降温的不锈钢夹套式密闭反应釜;
- 2 应采用计量泵严格控制氯丁烷加料速度和加料量;
- 3 应采用冷却油系统间接冷凝气化的稀释剂;
- 4 应采用环己烷吸收未冷凝的正己烷、丁烯等。

III 过滤工艺及设备

8.2.12 丁基锂浆液的分离过滤、洗涤过滤过程应在氮气保护下进行。

8.2.13 丁基锂浆液应经过滤、洗涤,得到丁基锂溶液和滤渣锂尾砂。

8.2.14 丁基锂合成料液宜采用一级分离制取丁基锂溶液、两级溶剂逆流洗涤工艺洗涤锂尾砂。分离过滤精度不应低于 $5\mu\text{m}$,洗涤过滤精度不应低于 $0.5\mu\text{m}$ 。

8.2.15 分离过滤器、洗涤过滤器宜采用自动卸料和自动清洗装置。洗涤过滤过程应采取防静电、防火、防爆措施。

IV 水解工艺及设备

8.2.16 洗涤过滤后的锂尾砂,宜干燥后加水进行水解。

8.2.17 锂尾砂干燥设备宜采用带夹套加热的不锈钢浓缩釜,气化后的溶剂应经冷凝器冷凝后回收。

8.2.18 锂尾砂水解溶液应进行油水分离,蒸馏回收溶剂宜继续使用,水相应用于回收锂盐。

8.2.19 锂尾砂水解设备应采用夹套密闭冷却降温的不锈钢反应釜。

8.2.20 锂尾砂直接水解时,应采取防止氢气闪爆的措施。

8.2.21 水解反应釜尾气应经冷凝回收溶剂、油水分离,燃烧放空。

8.2.22 锂尾砂干燥设备应进行水解清洗。

8.2.23 水解及干燥反应釜应按现行国家标准《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范》GB 50493 的规定设置氢气浓度检测报警,反应釜及管道应设置氮气吹扫及惰性化措施。

V 浓缩及配制工艺设备

8.2.24 丁基锂溶液宜根据用户要求调配制取不同浓度的丁基锂产品。

8.2.25 低浓度丁基锂产品稀释配制设备宜采用不锈钢釜。

8.2.26 高浓度丁基锂产品浓缩设备宜采用低温不锈钢薄膜蒸发器。

8.3 产品包装及储运

8.3.1 丁基锂产品的包装、储存、使用应在惰性气体密封系统中进行。

8.3.2 丁基锂产品应在储存于钢制储罐中,储存温度应控制在 $10^{\circ}\text{C}\sim 25^{\circ}\text{C}$,储存时间不宜超过 90d。

8.3.3 副产品氢氧化锂和氯化锂混合溶液,宜用集装箱吨桶或塑料化工桶包装及运输。

8.3.4 丁基锂产品应采用易燃易爆化学品专用运输车辆运输,应配备减振防颠、排气管阻火器、防雨淋受潮、防暴晒、防高温、防雷、防静电措施,应配备 D 型干粉灭火器、干燥的石棉灭火毯等灭火器具及泄漏应急处理设备。

8.3.5 丁基锂产品在运输中途停留时应远离火种。

8.3.6 丁基锂产品质量与包装应满足客户要求,并应符合现行行业标准《正丁基锂》YS/T 830 的有关规定。

8.4 工艺布置

8.4.1 丁基锂生产、取样、配制、包装、储存、运输必须密闭作业、避雷、防火、防爆、防洪,严禁明水、明火、静电火花。丁基锂生产设备及管道必须按工艺要求设置干燥氩气或氮气置换与吹扫装置,设备及管道内严禁存在游离水。

8.4.2 丁基锂生产及储存、运输设施应选择防爆电气及电机,并应设置等电位措施。

8.4.3 丁基锂罐区应设置防火堤、防雨防晒、事故池及倒料设施。

8.4.4 丁基锂配制区的消防设计应符合下列规定:

1 储罐应设置在有钢筋混凝土隔墙的独立半敞开式建筑物内,并宜设有丁基锂泄漏收集设施;

2 配制区应设置火灾自动报警系统;

3 配制区宜设置局部喷射式 D 类锂专用灭火系统,控制方式宜采用手动遥控启动;

4 配制区应配置干砂等灭火设施。

8.4.5 丁基锂产品储存仓库应设置火灾自动报警系统,并应配置干砂、蛭石、D 类锂专用灭火器等灭火设施。

附录 A 锂冶炼主要工艺技术条件

A.0.1 锂辉石硫酸法工艺生产工业级产品主要技术条件应符合表 A.0.1 的规定。

表 A.0.1 锂辉石硫酸法主要工艺技术条件

工序		主要工艺技术条件	单位	指标
完成液制取	转型焙烧	精矿品位	以 Li_2O 计, %	$\geq 5.5\%$
		精矿堆比重	—	1.5~1.8
		温度	$^{\circ}\text{C}$	1050~1100
		转型率	%	≥ 97
		焙料冷却终点温度	$^{\circ}\text{C}$	≤ 75
	焙料细磨	焙料粒度	μm , 95% 粒径	< 75
		焙料堆比重	—	~0.9
	酸化焙烧	温度	$^{\circ}\text{C}$	250~280
		硫酸浓度	%	≥ 93
		硫酸过量系数	—	1.2~1.5
		熟料冷却终点温度	$^{\circ}\text{C}$	≤ 75
		熟料含残酸	%	≤ 5
	浸出、中和、过滤	调浆液固比	—	1.6~2.4
		温度	$^{\circ}\text{C}$	≤ 60
		中和终点	pH	6.5~7
		浸出液 Li_2O 浓度	g/L	21~35
		渣含水	%	< 20
		渣含全锂	以 Li_2O 计, %	< 0.35

续表 A.0.1

工序		主要工艺技术条件	单位	指标
完成液制取	净化除杂	除铁铝	pH	7~10
		除钙镁	pH	11~12
		温度	℃	>85
		净化液 Li_2O 浓度	g/L	21~35
	蒸发浓缩	硫酸锂完成液 Li_2O 浓度	g/L	40~65
碳酸锂生产	配碱	Na_2CO_3 浓度	g/L	300~350
		温度	℃	低于当地水的 沸点温度 5℃
	沉锂	温度	℃	低于当地水的 沸点温度 5℃
		时间	min	≥ 30
		沉锂率	%	>82
		沉锂母液 Li_2O 浓度	g/L	<7
	精制	工业碳酸锂精制 液固比	—	1.5~2
		电池碳酸锂精制 液固比	—	5~7
		温度	℃	低于当地水的 沸点温度 5℃
	离心分离	含水率	%	<10
	干燥	工业碳酸锂	℃	133~151
		电池碳酸锂	℃	>350
	混料合批	每批次	t	≥ 5
	粉碎	细度	—	满足要求

续表 A.0.1

工序		主要工艺技术条件	单位	指标
单水氢氧化锂	石灰乳制备	石灰乳浓度	CaO, g/L	200~250
	苛化	温度	℃	≥95
		苛化液浓度	以 Li ₂ O 计, g/L	18~21
		苛化渣洗渣温度	℃	≥95
	冷冻法	冷冻原液浓度	以 Li ₂ O 计, g/L	30~50
		冷冻温度	℃	-15~-5
		冷冻母液浓度	以 Li ₂ O 计, g/L	40~60
		十水硫酸钠含锂	以 Li ₂ O 计, %	<0.5
	蒸发结晶	一次蒸发初始溶液浓度	以 Li ₂ O 计, g/L	40~60
		一次蒸发终点浓度	以 Li ₂ O 计, g/L	~110
		重溶液液浓度	以 Li ₂ O 计, g/L	~75
		重溶解蒸发终点浓度	以 Li ₂ O 计, g/L	~110
	离心分离	产品含水率	%	<5
	干燥	干燥温度	℃	<90

A.0.2 锂冶炼主要工艺技术经济指标应符合表 A.0.2 的规定。

表 A.0.2 锂冶炼主要工艺技术经济指标

冶炼工艺	主要工艺技术条件	单位	指标
锂辉石提锂	精矿品位	以 Li ₂ O 计, %	≥5.5
	生产工业级碳酸锂, 锂总收率	以 Li ₂ O 计, %	≥88
	生产工业级单水氢氧化锂, 锂总收率	以 Li ₂ O 计, %	≥88

续表 A.0.2

冶炼工艺	主要工艺技术条件	单位	指标
锂云母提锂	精矿品位	以 Li_2O 计, %	≥ 4.0
	脱氟焙烧尾气氟的净化	以 F 计, mg/Nm^3	≤ 3
	生产工业级碳酸锂, 锂总收率	以 Li_2O 计, %	≥ 82
	生产工业级单水氢氧化锂, 锂总收率	以 Li_2O 计, %	≥ 82
	氟总收率	以 F 计, %	≥ 95
卤水锂盐精矿提锂	生产工业级碳酸锂, 锂总收率	以 Li_2O 计, %	≥ 90
	生产工业级单水氢氧化锂, 锂总收率	以 Li_2O 计, %	≥ 90
氯化锂生产	硫酸锂完成液为原料, 锂总收率(氯化钡法)	以 Li_2O 计, %	≥ 98
	碳酸锂为原料, 锂总收率	以 Li_2O 计, %	≥ 98
	氢氧化锂为原料, 锂总收率	以 Li_2O 计, %	≥ 99
金属锂生产	锂总收率	以 Li_2O 计, %	≥ 96
	电流效率	%	≥ 90
	综合电耗	$\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}$, 金属锂	≤ 54000
	直流电耗	$\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}$, 金属锂	≤ 46000
	电解尾气氯的收集率	%	≥ 90
	电解尾气中氯的净化效率	%	≥ 99
丁基锂生产	锂总收率	以锂计, %	≥ 99
	锂综合收率	以锂计, %	≥ 99

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《室外给水设计规范》GB 50013
- 《建筑灭火器配置设计规范》GB 50014
- 《建筑设计防火规范》GB 50016
- 《城镇燃气设计规范》GB 50028
- 《工业建筑防腐蚀规范》GB 50046
- 《建筑物防雷设计规范》GB 50057
- 《石油化工企业设计防火规范》GB 50160
- 《工业企业总平面设计规范》GB 50187
- 《发生炉煤气站设计规范》GB 50195
- 《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222
- 《储罐区防火堤设计规范》GB 50351
- 《入侵报警系统工程设计规范》GB 50394
- 《化工建设项目环境保护设计规范》GB 50483
- 《化工企业总图运输设计规范》GB 50489
- 《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计规范》GB 50493
- 《有色金属企业总图运输设计规范》GB 50544
- 《有色金属工程设计防火规范》GB 50630
- 《石油化工安全仪表系统设计规范》GB 50770
- 《有色金属冶金工厂节能设计规范》GB 50919
- 《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974
- 《有色金属工业环境保护设计技术规范》GB 50988
- 《工业用氢氧化钠》GB 209
- 《工业碳酸钠及其试验方法》GB 210.1
- 《工业用合成盐酸》GB 320

《工业硫酸》GB/T 534
《化学试剂 氯化钾》GB/T 646
《锂》GB/T 4369
《高纯锂》GB/T 4370
《工业企业厂内铁路、道路运输安全规程》GB 4387
《工业液体二氧化碳》GB/T 6052
《工业企业煤气安全规程》GB 6222
《氯化钾》GB 6549
《危险货物分类和品名编号》GB 6944
《工业氢氟酸》GB 7744
《单水氢氧化锂》GB/T 8766
《无水氯化锂》GB/T 10575
《碳酸锂》GB/T 11075
《液化石油气》GB 11174
《氯气安全规程》GB 11984
《危险货物品名表》GB 12268
《生产过程安全卫生要求总则》GB/T 12801
《人工煤气》GB/T 13612
《常用化学危险品贮存通则》GB 15603
《天然气》GB 17820
《易燃易爆性商品储存养护技术条件》GB 17914
《腐蚀性商品储存养护技术条件》GB 17915
《毒害性商品储存养护技术条件》GB 17916
《危险化学品重大危险源辨识》GB 18218
《有色金属矿产品的天然放射性限值》GB 20664
《有色金属冶炼企业能源计量器具配备和管理要求》GB/T 20902
《氟化锂》GB/T 22666
《电池级单水氢氧化锂》GB 26008
《液氯使用安全技术要求》AQ 3014

《化工建设项目安全设计管理导则》AQ/T 3033

《危险化学品重大危险源 安全监控通用技术规范》AQ 3035

《危险化学品重大危险源 罐区现场安全监控装备设置规范》

AQ 3036

《剧毒化学品、放射源存放场所治安防范要求》GA 1002

《化工用石灰石》HG/T 2504

《工业氧化钙》HG/T 4205

《化工企业安全卫生设计规范》HG 20571

《气体防护站设计规范》SY/T 6772

《冶金石灰》YB/T 042

《用于水泥和混凝土中的锂渣粉》YB/T 4230

《冶金石灰石》YB/T 5279

《锂云母精矿》YS/T 236

《锂辉石精矿》YS/T 261

《高纯碳酸锂》YS/T 546

《电池级碳酸锂》YS/T 582

《电池级氟化锂》YS/T 661

《正丁基锂》YS/T 830

《危险货物道路运输规则》JT/T 617

中华人民共和国国家标准

锂冶炼厂工艺设计标准

GB/T 51382 - 2019

条 文 说 明

编制说明

《锂冶炼厂工艺设计标准》GB/T 51382—2019,经住房和城乡建设部 2019 年 8 月 12 日以第 231 号公告批准发布。

本标准在编制过程中,编制组进行了广泛深入的调查研究,总结了国内有色金属冶炼建设项目的设计及建设经验,在全国范围内,多次征求了设计、科研、生产等多方面专家的意见,对一些重要问题进行了专题研究和反复讨论、修改,最后召开了专家审查会议,共同审查定稿。

迫于环保压力,国内多数地方已经要求不准以煤为燃料、而改用 PNG、LNG,本标准仍保留了有关以煤为燃料的相关条文内容,以满足缺乏燃气条件、又能满足当地环保要求的项目需求,支持煤的清洁利用、降低能源成本。

为方便广大设计、生产、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文,《锂冶炼厂工艺设计标准》编制组按章、节、条顺序,编制了本标准的条文说明,对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明,还着重对强制性条文的强制性理由做了解释。但是,本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

2	术语和符号	(61)
2.1	术语	(61)
3	基本规定	(62)
3.1	技术路线选择	(62)
3.7	环境保护、节约能源、消防、安全卫生	(62)
3.8	总平面布置	(66)
4	物料准备	(68)
4.3	燃料	(68)
5	基础锂盐生产	(69)
5.1	技术路线	(69)
7	金属锂生产	(70)
7.4	产品包装及储运	(70)
7.6	工艺布置	(70)
8	丁基锂生产	(78)
8.2	生产工艺及设备	(78)
8.4	工艺布置	(78)

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.26 以前锂行业习惯将浸出渣称作锂渣粉,因主成分多为非定型氧化硅和氧化铝,在制作硅酸盐混凝土时有火山灰样作用,虽已经有现行行业标准《用于水泥和混凝土中的锂渣粉》YB/T 4230,但锂硅粉的称呼更适合,英文可简化为 Li-Si-slag powder。

3 基本规定

3.1 技术路线选择

3.1.1 本条规定了锂冶炼技术路线与工艺流程的选择原则。一般根据原料种类、建设规模、产品方案、建厂条件、国家产业政策规定等综合因素,经过全面技术经济比较后确定锂冶炼技术路线与工艺流程,采用没有危害或危害较小的新工艺、新技术、新设备,淘汰职业病危害严重又难以治理的落后工艺和设备,以降低、减少、削弱生产过程对环境 and 操作人员的危害。

3.7 环境保护、节约能源、消防、安全卫生

3.7.6 锂冶炼厂工艺设施火灾危险类别举例见表1。

表1 锂冶炼厂工艺设施火灾危险类别(最低设防类别)

序号	设施名称	火灾危险类别(不低于)
1	锂盐生产	
1.1	精矿库	戊
1.2	锂辉石(锂云母)精矿焙烧及尾气收尘净化	丁
1.3	焙料粉磨	戊
1.4	酸化焙烧	丁
1.5	浸出及渣处理、净化除杂、离子交换、膜分离	戊
1.6	萃取分离	丙类(根据萃取剂确定)
1.7	碳酸钠沉锂、碳酸氢化、苛化转型	戊
1.8	蒸发浓缩、冷却结晶、氢氧化锂重结晶	戊
1.9	基础锂盐干燥、硫酸钠干燥	戊
1.10	冷冻除砷、冷冻脱硝	戊

续表 1

序号	设施名称	火灾危险类别(不低于)
1. 11	碳酸锂、单水氢氧化锂、氯化锂产品仓库	丁
2	金属锂	
2. 1	金属锂生产(电解、提纯、熔铸)	甲
2. 2	金属锂产品仓库	甲
3	丁基锂、有机锂生产	
3. 1	丁基锂生产	甲
3. 2	丁基锂产品储存	甲
3. 3	有机锂生产及产品仓库	根据有机药剂、熔剂以及产品特性确定

1 消防分区应满足现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016、《有色金属工程设计防火规范》GB 50630 和生产工艺流程要求。如果相互矛盾,则应调整工艺布置,从建筑设计上满足以上两项现行国家标准之一。在实践中,应不断优化设计,避免或是为满足以上两项现行国家标准要求进行硬切分区但不满足工艺要求,或是只满足工艺要求但不满足以上两项现行国家标准等情况。

2 丁基锂、有机锂为金属有机化合物生产,在石化行业、有色行业中均有生产,其产品标准一般执行有色行业相关标准,但其消防设计与生产过程管理一般是参照或按照现行国家标准《石油化工企业设计防火规范》GB 50160,因为现行国家标准《有色金属工程设计防火规范》GB 50630 中没有涉及金属有机物生产具体内容,只有萃取工艺中有应用有机物防火要求。

3.7.7 消防设施、设备的设置应符合国家相关法律、法规的要求,并应根据项目实际情况进行选配。其中,灭火器的配置应符合现行国家标准《建筑灭火器配置设计规范》GB 50014 的有关规定。设计和生产中需要注意,金属锂、丁基锂生产是憎水工艺,且金属锂不能用普通 D 类灭火剂。参见第 3.7.11 条和第 3.7.12 条条

文说明。

3.7.10 金属锂渣中含有金属锂,锂尾砂主要成分为未反应完成的锂粒、丁烷以及反应产物丁基锂、氯化锂等,如果不采用安全的装置或工艺方法处理,与空气接触或受潮后容易产生火灾爆炸危险且伴有腐蚀性。因此须进行安全处理并回收利用。生产中多采用水解工艺消解处理金属锂渣、锂尾砂,消解过程中会产生氢气,须采取防止火灾爆炸的安全水解工艺措施。同时,水解后的产物中含有的氢氧化锂、氯化锂等须回收利用。

3.7.11 熔盐电解生产金属锂的过程中氯化锂电解、金属锂提纯、熔铸、包装厂房和金属锂库房,以及丁基锂生产中金属锂库房均涉及金属锂的安全生产与储存。

(1)金属锂遇水反应生产氢气,氢气逸散并聚集后易产生火灾、爆炸。金属锂的火灾属于 D 类火灾。

(2)泡沫灭火器的灭火原理是灭火时,能喷射出大量二氧化碳及泡沫,它们能粘附在可燃物上,使可燃物与空气隔绝,达到灭火的目的。但其只适用于 A 类火灾、B 类火灾,不适用于 D 类火灾。

(3)常温下金属锂与二氧化碳不反应,但当二氧化碳与燃着的锂等金属接触时,会发生剧烈的化学反应而加大火势。即: $\text{CO}_2 + 4\text{Li} \longrightarrow 2\text{Li}_2\text{O} + \text{C}$,同时伴有 $\text{Li}_2\text{O} + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{Li}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{CO}_2 + \text{C} \longrightarrow 2\text{CO}$ 和 $2\text{Li} + \text{CO} \longrightarrow \text{Li}_2\text{O} + \text{C}$ 等反应发生。

(4)金属锂燃烧时,用干砂扑救,液态锂将与热干砂发生放热反应并产出活性硅,即: $\text{SiO}_2 + 4\text{Li} \longrightarrow 2\text{Li}_2\text{O} + \text{Si}$,活性硅又与氧发生二次燃烧 $\text{Si} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{SiO}_2$ 而助燃。

(5)食盐及碳酸钠灭火时,能分解出比锂更危险的钠,加大火势,主要反应有: $\text{Li} + \text{NaCl} \longrightarrow \text{LiCl} + \text{Na}$, $2\text{Li} + \text{Na}_2\text{CO}_3 \longrightarrow \text{Li}_2\text{CO}_3 + 2\text{Na}$, $\text{Li}_2\text{CO}_3 \longrightarrow \text{Li}_2\text{O} + \text{CO}_2$ 。

因此,金属锂着火时,需要选择适合的灭火剂。现在市场上 D 类干粉灭火器多以改性石墨粉、碳酸钠(或碳酸氢钠干粉)或氯化钠等为主要干粉,因此选用时应当选择适用于扑灭金属锂着火的

灭火器。另外要注意,金属铯与金属锂的火灾性质虽相同,也属于D类火灾,因金属铯能与石墨粉发生反应,金属铯火灾时不能用石墨型D类干粉灭火器灭火。

3.7.12 丁基锂生产主要原料为氯丁烷、金属锂粒或锂粉和正己烷、环己烷、苯或乙醚等稀释剂、溶剂等,主要产品为丁基锂溶液(丁基锂+溶剂组成不同浓度的溶液)、分离过滤产品后所得滤渣(含有未反应的锂砂及丁基锂、溶剂的混合物)。这些原料、产品及滤渣,遇水遇氧易发生激烈放热反应、燃烧或是爆炸。大于1.0M高浓度丁基锂溶液遇潮湿空气易迅速燃烧,包装容器内的溶剂普遍为低沸点易燃易爆液体,一旦受热膨胀容易导致爆炸。浓度大于20%的丁基锂溶液在空气中会自燃,与水、二氧化碳接触也会自燃;遇热、明火易燃;与苯乙烯聚合可能发生爆炸。

丁基锂着火易在空气中漂移,在使用D类干粉灭火器时,要防止出现喷溅引起火焰漂移。

3.7.13 根据现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016,金属锂生产厂房为甲类火灾危险性厂房、金属锂仓库为甲类仓库。金属锂仓库的储存量与建筑规模本标准均比现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016有所增加,因此,本条明确规定了金属锂仓库的耐火等级应为一,金属锂生产厂房的耐火等级不低于二,生产车间中金属锂暂存库作为生产厂房的一部分,其耐火等级也不得低于二。

3.7.21 金属及锂盐产品的生产过程中涉及多种危险化学品的使用或生产。锂辉石、锂云母采用硫酸法提锂工艺时涉及硫酸;生产氢氧化锂时涉及氢氧化钠、氢氧化锂强碱危险化学品,以碳酸锂或氢氧化锂为原料生产氯化锂时涉及盐酸;生产氟化锂时涉及氟化氢或氢氟酸;以氯化锂为原料采用熔盐电解法生产金属锂时涉及金属锂、氯气、次氯酸钠;生产丁基锂时涉及金属锂、丁基锂、丁烷、氢气等。在工程设计与生产运营时,必须根据现行国家标准《危险化学品重大危险源辨识》GB 18218 进行辨识,一旦构成重大危险

源,则必须按照现行行业标准《危险化学品重大危险源 安全监控通用技术规范》AQ 3035 和《危险化学品重大危险源 罐区现场安全监控装备设置规范》AQ 3036 要求设置安全监控系统 SIS 与防范措施。

3.8 总平面布置

3.8.1 现行国家标准《有色金属企业总图运输设计规范》GB 50544、《化工企业总图运输设计规范》GB 50489 和《工业企业总平面设计规范》GB 50187 三项标准原则基本一致,但在具体操作上会有所不同与侧重,因此,在具体应用中,丁基锂项目更近化工工艺生产,要优先满足现行国家标准《化工企业总图运输设计规范》GB 50489 的有关要求;其他项目则优先满足现行国家标准《有色金属企业总图运输设计规范》GB 50544 的有关要求;现行国家标准《化工企业总图运输设计规范》GB 50489 和《有色金属企业总图运输设计规范》GB 50544 没有明确规定的,则满足现行国家标准《工业企业总平面设计规范》GB 50187 的要求。

3.8.10 金属锂生产主要产物是金属锂,怕水怕火,严禁与水接触,避免引火;副产品氯气多加工成次氯酸钠、盐酸或液氯,用槽罐储存,也要避免水淹。因此本条规定了金属锂厂选址严禁在低洼易涝积洪区。

3.8.11 氯化锂电解厂房及金属锂提纯、熔铸、包装厂房、金属锂库房是金属锂厂主要怕水设施,严禁与水接触。

(1)金属锂遇水、受潮会发生氧化并放出氢气的放热反应,引发自燃火灾;

(2)高温电解质滴落在有水地面易引起爆炸式喷溅而烫伤作业人员;

(3)混凝土具有多孔易吸潮吸湿特性(特别是吸收了氯化锂粉尘或电解质后更有吸潮性)。锂在高温下(液态金属锂)或含锂高温电解质会与混凝土或其他含湿的材料猛烈地反应,反应放出的

氢气聚集后,会与空气形成爆炸性混合物;

(4)氯化锂电解及金属锂提纯、熔铸与包装过程均为液态金属工作环境。为保障金属锂生产、储存安全,必须严禁雨水、地表水、地下水进入氯化锂电解、金属锂提纯、金属锂包装厂房和金属锂库房。为确保实现本条规定要求,需要做到以下几点:

①屋面防水等级不低于二级,采用耐候性较好的三元乙丙(EPDM)防水卷材[寿命长,耐腐蚀性好,耐候性较好,易修补,修补只用胶水、不用动火,虽耐油性稍差、遇油易膨胀;但不能用再生橡胶加工的三元乙丙防水卷材产品,再生橡胶产品易老化、耐候性差;也不能用橡胶改性沥青(SBS),SBS易老化,寿命短,修补频繁且需要动火];屋面雨水管禁止穿越厂房;

②一般要有防止雨雪从天窗飘落、天沟水落管渗漏的可靠措施;

③墙体及地坪应当有可靠的防潮措施;

④作业区地坪标高高出室外地面 250mm 以上,金属锂库房不低于 300mm;

⑤以上场地内不能设置水沟和给、排水管道。

4 物料准备

4.3 燃 料

4.3.4 各地用煤品质差异较大,为满足工艺及环保要求,用于锂精矿转型焙烧的工艺用煤的质量一般要达到本标准表4.3.4-1、表4.3.4-2的要求,可以依照现行国家标准《煤炭产品品种和等级划分》GB 17608 有关规定执行。

5 基础锂盐生产

5.1 技术路线

5.1.5 我国青海、西藏等地含锂盐湖多为氯化物-硫酸盐型,开发的工艺较多,但近年来先后开发了煅烧法、离子吸附法、膜分离法、溶剂萃取法等提锂工艺制取氯化锂溶液或再经碳酸钠沉锂制取碳酸锂,并建有相应的工厂,工艺方法各有所长,目前仍在不断改进中。

5.1.7 我国西藏扎布耶盐湖等地一直是当地传统的天然食用盐产区、牧区,因此在制卤及提锂过程中不能使用外来化学药剂。

5.1.11 以锂辉石或锂云母为原料采用湿式石灰石煅烧法工艺制取锂盐工艺,因能耗大而不符合现行有关节能标准的要求,且渣型不适宜利用。

7 金属锂生产

7.4 产品包装及储运

7.4.4 本条依据现行国家标准《易燃易爆性商品储存养护技术条件》GB 17914 确定。

7.6 工艺布置

7.6.8 随着金属锂及其合金材料的应用普及,金属锂厂工艺装置规模日趋大型化,年产已达 1000t~2000t,有达年产 5000t 厂趋势,金属锂产量及库存量也大量增加,为满足生产管理需要与安全管理要求,业内迫切需要大型化产品金属锂库房。

(1)根据现行国家标准《危险货物品名表》GB 12268 规定:金属锂(UN1415)、铷(UN1423)、铯(UN1407)、钠(UN1428)、钾(UN2257)均属于 4.3 类遇水放出易燃气体物质,包装类别为 I 类。

(2)根据现行国家标准《危险化学品重大危险源辨识》GB 18218 规定:钠、钾均属于遇水放出易燃气体物质,重大危险源辨识临界值钾(序号 53)为 1 吨、钠(序号 54)为 10 吨,而不在表 1 中物质(锂不在此表中)则按表 2 同类遇水放出易燃气体物质的临界值为 200 吨确定。

锂熔点 180℃、钠熔点 97.72℃、钾熔点 63.65℃,常温下金属锂的活性比金属钾、钠均低。锂的贮存相对很稳定。

(3)根据现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 规定:
①金属锂仓库属于甲类耐火等级一级仓库,只允许设单层仓库,且每座仓库最大允许占地面积限制为 180m²、防火分区面积为 60m²。
②仓库内设置自动灭火系统时,除冷库的防火分区外,每座仓库的最大允许占地面积和每个防火分区的最大允许建筑面积可按本规

范的规定增加 1.0 倍。③甲类仓库之间的防火间距为 20m,储量不大于 2t 时,不应小于 12m。④但《建筑设计防火规范》GB 50016 并没有规定最大储量与温湿度监控等限制性技术条件。

据此,每座仓库最大只能 180m²,可做 3 个隔间分区。1 个 60m² 分区的隔间,如 7.5m×7.5m(或 6m×10m),有效储存区域理论上堆垛贮存面积最多为 25m²(或 26.25m²)、可存放金属锂 17.5t(或 18.37t),3 个隔间可以贮存 52.5t(或 55.12t)。但实际作业中,以 200L 铁桶为例,每桶仅能装 30kg,占地 0.36m²,堆 1 层时贮存 0.083t/m²、高 890mm、总贮量 2.08t,堆 3 层时贮存 0.25t/m²、高 2.67m、6.25t。各企业实际最多堆 2 层、不超过 5t,每座 180m² 库仅能存放约 15t,对于年产 1000t 的金属锂厂,仅 4d~5d 产量,1 个月产量需存放 100t、需建 6 座~8 座库;而年产 2000t 金属锂厂,则需要 16 座~20 座仓库,再加上库房间距要求,占地太多,太过分散,不能有效降低安全隐患,还增加监管难度,显然不能满足现代管理与监控要求。

(4)查阅相关资料,理清关于上述规定的演变,可以知道其来源于金属钠储存库的设计要求。现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 规定的 180m² 是根据编写 TJ 16—1974 时调研实际钾钠库面积(50m²)及以往事故与经验,经规范化、放大后规定的(见《建筑设计防火规范》GBJ 16—87 版本的条文说明)。《建筑设计防火规范》最早的版本为直接引用苏联标准《工业企业和居民住宅建筑设计暂行防火标准》(标准-102—56,1956),1960 年中华人民共和国基本建设委员会、公安部颁布了《关于建筑设计防火的原则规定(附:建筑设计防火技术资料)》(TJ 16—1974,试行),直到《建筑设计防火规范》GBJ 16—87 版本时才明确为 180m²。当时把钾、钠、锂等同看待。但依据现行国家标准《危险化学品重大危险源辨识》GB 18218,钾的危险当量是钠的 10 倍,180m² 的甲类库对于钾已经是非常巨大。

为满足生产需要,又要保证安全生产,结合我国经济社会生产

管理与控制技术能力和水平提升,比照重大危险源等当量原则,钾:钠:锂为 $1\text{t}:10\text{t}:200\text{t}=0.1:1:20$,锂库可比照钠库放大20倍,则单座仓库可达到 $20\times180\text{m}^2=3600\text{m}^2$ 。如仅放大10倍,单隔间为 $12\text{m}\times15\text{m}$,每隔间储存20t,则单座仓库最大为10个隔间, 1800m^2 ,共120m长,再加上与其他建构筑物间距要求,每个消防区块约 $150\text{m}\times50\text{m}$,也满足一般消防区块分隔要求。比照现行国家标准《石油化工企业设计防火规范》GB 50160,甲、乙类装置内部的设备、建筑物区宽度最大可达120m,区块面积可达 10000m^2 。

因此,本标准规定单座金属库房储存量限制在200t以下(不构成重大危险源,库房面积放大10倍)。当然,在确定全厂金属锂的储存量是否构成重大危险源,需要综合仓库储量、车间中间储量及其他危险化学品储存量,进行当量折算、合理分析后确定。根据生产规模与储存周期要求,储存量超过200t时,一个工厂可以建设多座库房,但要符合甲级库总平面布置要求,并按重大危险源进行管理。

(5)《仓库防火安全管理规则》(公安部1990年第6号令)与现行国家标准《常用化学危险品贮存通则》GB 15603一致,也与现行行业标准《危险化学品重大危险源 安全监控通用技术规范》AQ 3035一致:库存物品应当分类、分垛储存,每垛占地面积不宜大于一百平方米,垛与垛间距不小于一米,垛与墙间距不小于零点五米,垛与梁、柱间距不小于零点三米,主要通道的宽度不小于二米;易自燃或者遇水分解的物品,必须在温度较低、通风良好和空气干燥的场所储存,并安装专用仪器定时检测,严格控制湿度与温度。

(6)现行国家标准《石油化工企业设计防火规范》GB 50160对甲类物品仓库设计规定,其防火要求执行现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016,并且规定了甲类物品仓库(库棚)与其他设施之间的防火间距,但甲类物品仓库(库棚)之间无防火间距要求或执行相关规范;石油化工企业应设置独立的化学品和危险品库区,甲类物品仓库宜单独设置,当其储量小于5t时可与乙、丙类物品仓库共用一栋建筑物,但应设独立的防火分区。

(7) 现行国家标准《有色金属工程设计防火规范》GB 50630 规定:封闭式的甲、乙类火灾危险性厂房和甲、乙、丙类火灾危险性的仓库应设置火灾自动报警系统;规范并没有明确堆垛、堆高要求。

(8) 现行国家标准《常用化学危险品贮存通则》GB 15603 规定需要隔开贮存的化学危险品的贮存要求是:平均单位面积贮存区最大贮存量为 $0.7\text{t}/\text{m}^2$,单一贮存区最大贮量为 $200\text{t}\sim 300\text{t}$,垛距限制为 $0.3\text{m}\sim 0.5\text{m}$,通道宽度为 $1\text{m}\sim 2\text{m}$,墙距宽度为 $0.3\text{m}\sim 0.5\text{m}$,与禁忌品不得同库贮存。目前普遍遵循此项内容。

(9) 现行国家标准《危险化学品经营企业开业条件和技术要求》GB 18265 与《常用化学危险品贮存通则》GB 15603 一致:遇湿易燃商品应设专库储存;危险化学品仓库储存的危险化学品应符合现行国家标准《常用化学危险品贮存通则》GB 15603、《腐蚀性商品储存养护技术条件》GB 17914、《腐蚀性商品储存养护技术条件》GB 17915、《毒害性商品储存养护技术条件》GB 17916 的规定;库存危险化学品应保持相应的垛距、墙距、柱距;垛与垛间距不小于 0.8m ,垛与墙、柱的间距不小于 0.3m 。主要通道的宽度不小于 1.8m 。

(10) 现行国家标准《易燃易爆性商品储存养护技术条件》GB 17914 与《常用化学危险品贮存通则》GB 15603 一致:各种商品(气瓶除外)不能直接落地存放,一般应垫高 15cm 以上;遇湿易燃物品、易吸潮溶化和吸潮分解的商品应适当增加下垫高度;各种商品应码行列式压缝货垛,做到牢固、整齐、出入库方便,无货架的垛高不应超过 3m ;堆垛间距应保持:主通道大于或等于 180cm 、支通道大于或等于 80cm ,墙距大于或等于 30cm ,柱距大于或等于 10cm ,垛距大于或等于 10cm ,顶距大于或等于 50cm 。

(11) 现行国家标准《化工企业总图运输设计规范》GB 50489 与《常用化学危险品贮存通则》GB 15603 一致,规定危险化学品仓库的布置应符合现行国家标准《危险化学品经营企业开业条件和技术要求》GB 18265 的有关规定。

(12)参照美国消防协会相关标准(也是美国国家标准,见表 2)情况。

表 2 美国消防协会主要相关标准

标准号	版本号	规范名称	内容说明
NFPA 485	1999	Standard for the Storage, Handling, Processing, and Use of Lithium Metal 锂金属的储存、处理、加工和使用标准	目前所知,唯一锂金属的储存、处理、加工和使用标准,规定了锂金属的储存、处理、加工和使用中安全与消防要求。但没有明确规定生产作业与仓库面积
NFPA 484	2019	Standard for Combustible Metals 可燃金属标准	规定了可燃金属的储存、处理、加工和使用中安全与消防要求,特别提出锂的消防要求与其他金属不同,及其与钾钠的防护异同,针对锂专门列出附录 H
NFPA 400	2019	Hazardous Materials Code 危险品规范	规定了各种危险品危险类别及防护级别。但没有对金属规定具体危险等级。但将锂与钠、钾归碱金属类。原则上以《联合国 关于危险货物运输的建议书 规章范本》危险货物一览表规定为主
NFPA 220	2018	Standard on Types of Building Construction 建筑类型标准	规定了建筑类型为 I 型~V 型,类似我国《建规》中规定的耐火等级
NFPA 1	2018	Fire Code 防火规范	规定了各行各业及各种物品消防总要求、各种危险物质的等级划分(引用 NFPA 400)
NFPA 5000	2018	Building Construction and Safety Code 建筑结构安全规范	规定了各用途建构筑物防护等级(Level I型~V 型类似我国《建规》中规定的甲、乙、丙、丁、戊五类防火等级)与各建筑类型I型~V 型的耐火等级、建筑高度、防火分区及其面积限制。 防火分区面积限制标准不分生产与仓库

NFPA 485 和 NFPA 484 没有明确规定作业区与仓库面积，但规定只能储存在一层独立建筑内。NFPA 5000 规定了每个防火分区的最大面积数(见表 3)。

表 3 NFPA 标准中工业与仓库的防火分区的最大面积

用途分级		非喷淋分区 D.4.2.1(a)			喷淋分区 D.4.2.1(b)		
		最大防火分区面积		分隔耐火等级(h)	最大防火分区面积		分隔耐火等级(h)
		ft ²	m ²		ft ²	m ²	
工业	低危害	20000	1860	1	70000	6510	1
	普通危害	12000	1116	2	42000	3906	2
	高危害	12000	1116	3	42000	3906	3
仓库	低危害	20000	1860	1	100000	9300	1
	普通危害	12000	1116	3	60000	5580	3
	高危害	12000	1116	4	60000	5580	4

D4.3.3.2 规定装有自动喷淋系统单层建筑不受上表 2 数据限制,D4.3.3.3 规定装有自动喷淋系统单层或两层仓库建筑不受上表数据限制。NFPA 5000(表 D.4.2.5.1)也规定了每个建筑物防火分区数(见表 4)。

表 4 NFPA 标准中每个建筑物防火分区数

实际建筑高度(层数)	符合表 D.4.2.2.1(a)，(b)，或条款 D.4.2.5.1.1 允许的楼层数								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	4	8	12	16	20	24	28	32	36
2	—	6	9	12	15	18	21	24	27
3 层以上	—	—	6	8	10	12	14	16	18

金属锂铰产品不适用安装水喷淋灭火系统，允许单个防火分区建筑面积为 1116m²，且工业生产与仓库相同。如果采用 I 型建筑类型、单层结构，原则上是不限制面积的。NFPA 5000 表 7.4.1 和表 D.4.2.1(a)，NFPA 独立建设的单层I型建筑允许设立 4 个防火

分区,据此,锂厂(仓库)独立建筑可以做到 $4 \times 1116 = 4464\text{m}^2$ 。

(13)现行标准中虽没有明确规定甲类危化品可用多层货架储存,但明确规定:“装卸、搬运化学危险品时应按有关规定进行,做到轻装、轻卸。严禁摔、碰、撞、击、拖拉、倾倒和滚动。金属锂产品包装与储存时采用蜡封、充填氩气稳定剂、储存时间不超过 6 个月。因此存放金属锂产品仓库不宜用货架增加存放量,避免因跌落、摔损产生次生灾害。但在商品销售或企业试验室小宗化学品仓库中有用。”

美国消防协会标准 NFPA 485—1999 Standard for the Storage, Handling, Processing, and Use of Lithium Metal (锂金属的储存、处理、加工和使用标准)规定“托盘上的容器应允许存放在不超过 4.5m 高的货架中”;NFPA 484—2019 Standard for Combustible Metals(可燃金属标准)也有同样规定。

(14)根据《联合国 关于危险货物运输的建议书 规章范本》和我国《危险货物物品名表》GB 12268—2012 规定,锂、钠、钾均为 I 类包装,P403 包装(钢桶内用双层充氩气聚乙烯塑料袋封扎,空隙充填干燥软材料充干燥高纯氩气封装。封装安全水平明显提高。

《锂》GB/T 4369—2015 规定:产品应在干燥室内或充高纯氩气手套箱内进行包装,包装材料必须经 24 小时以上干燥。内包装为两种:a)内层套聚乙烯塑料袋包装,封口后,外层套铝塑复合袋后充干燥氩气密封;b)内层套铝塑复合袋抽真空密封,外层再套一层聚乙烯塑料袋包装,并充干燥氩气密封。外包装钢桶内所有空隙用干燥软材料填充,充入含量为 99.999% 的干燥氩气封装。锂产品的贮存期限为 6 个月。要求进出库作业中的损伤应及时更新;应每天巡检库房,发现问题及时移出库房、更新包装。

金属锂(外浸白油)自身及贮存安全可靠性能很高。贮存期间主要安全隐患是可能因包装失效而出现的吸潮反应(温度升高、放出氢气),如果得不到及时处置或积聚大量氢气而导致爆炸火灾。这种失效吸潮反应相对较缓慢。

早期,为隔绝空气,金属钠、钾一般存放在密封煤油(锂因太轻不能存放煤油中)瓶(罐)中后或浸覆白油(或液体石蜡)后,再装入充氩气密封袋中,外包装或采用木箱或采用铁桶。包装损伤失效后比金属锂(熔点 180℃)存在更大安全隐患。现在金属锂、钠、钾的产品包装标准相同,便于贮存、运输,也更安全。

因锂比钠钾贵很多,产品包装与运输均采用最高标准。

(15)综合以上分析,国际标准 IBC、IFC,加拿大标准 NBC、BFC 等多为通用的一般建筑规范(更偏一般工业建筑),如同我国《建规》所言,“仅对普遍性的建筑防火问题和建筑的基本消防安全需求作了规定”。

锂归类为碱金属,行为与钾、钠相似,但按照重大危险源等量说法,强度远不如钾、钠。又比照镁粉(同属 4.3 类、重大危险源临界值 200t)的储存归类为乙类,理论上可以简单规定单座金属锂库房储存量限制在 200t 以下(不构成重大危险源,库房面积放大 10 倍),将库房面积扩大至 1800m²;而按 NFPA 标准,可扩大至 4464m²。

我国安全监控技术与仪表装备水平、仓库控制管理水平都有了极大进步提高,企业也有条件与愿望实现。考虑到锂金属生产实际需求,也为保持锂产品仓库与现有建规一致,可以适当放大。经多方研究,本标准仍限制在 1000m² 以内。

本条规定在采取了可靠的监控措施(多种措施,并强化达到重大危险源监控要求)后,金属锂产品库的安全可靠性将比原《建规》大有提高。

①火灾危险性:金属锂的生产、贮存均为甲类,甲类仓库;

②建筑属性:独立、单层;

③建筑面积:控制在 1000m² 内(面积不是首要,首要是安全可靠的运维与监管);

④扩大措施:增加监控措施等限制性技术条件。

8 丁基锂生产

8.2 生产工艺及设备

8.2.18 干燥后锂尾砂与水发生水解时,残留的金属锂、丁基锂与水反应生成氢氧化锂、氯化锂及少量溶剂,经蒸馏回收溶剂、进行油水分离后,可以加盐酸中和回收氯化锂或用碳酸钠沉淀制取碳酸锂。

8.4 工艺布置

8.4.1 丁基锂遇水遇氧易发生激烈放热反应,高浓度(大于1.0M)丁基锂溶液遇潮湿空气易迅速燃烧,包装容器内的溶剂普遍为低沸点易燃易爆液体,一旦受热膨胀容易导致爆炸。浓度大于20%丁基锂溶液在空气中自燃;与水,二氧化碳接触自燃;遇热,明火易燃;与苯乙烯聚合可能爆炸。

丁基锂遇水、遇氧易发生下列激烈的连锁放热反应:

丁基锂水解: $\text{C}_4\text{H}_9\text{Li} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{C}_4\text{H}_{10} + \text{LiOH}$

丁基锂聚合生成丁基过氧化锂: $\text{C}_4\text{H}_9\text{Li} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{C}_4\text{H}_9\text{OOLi}$

合成戊酸锂反应: $\text{C}_4\text{H}_9\text{Li} + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{C}_4\text{H}_9\text{COOLi}$

燃烧: $2\text{C}_4\text{H}_9\text{OOLi} + 8\text{O}_2 \longrightarrow \text{Li}_2\text{O} + 8\text{CO}_2 + 9\text{H}_2\text{O}$

燃烧: $2\text{C}_4\text{H}_9\text{COOLi} + 10\text{O}_2 \longrightarrow \text{Li}_2\text{O} + 10\text{CO}_2 + 9\text{H}_2\text{O}$

丁烷燃烧: $2\text{C}_4\text{H}_{10} + 13\text{O}_2 \longrightarrow 8\text{CO}_2 + 10\text{H}_2\text{O}$

氯丁烷、环己烷、正己烷等原料、溶剂、稀释剂也极易燃烧。

S/N:155182 · 0436



9 155182 063402

统一书号: 155182 · 0436

定 价: 17.00 元