

晶体六氟磷酸锂生产工艺技术应用分析

袁 勇

(徐州恒盈工程设计咨询有限公司 江苏徐州 221000)

摘要: 伴随经济的持续发展,我国各领域均得到了有序发展,这显著性提升了人们的物质生活水平。化工行业作为国家重要行业,化工行业的发展对其他各行业日常生产工作的开展起着积极的促进作用,同时化工行业与人们日常生活也紧密相连,为此则需要相关企业提升自身的管理技能水平与生产水平,为大众提供高质量的化工产品。晶体六氟磷酸锂作为重要的工业产品,其在多个领域生产工作的开展中均起着积极的促进作用,但我国目前在晶体六氟磷酸锂的生产方面尚存在一定的问题,基于此,本文则围绕晶体六氟磷酸锂的生产工艺技术进行分析,并提出相应的建议,以期提升晶体六氟磷酸锂生产质量,助推我国各行业的发展,并为相关学者的研究提供参考。

关键词: 晶体六氟磷酸锂;生产工艺;锂离子

Application Analysis of Production Technology of Crystal Lithium hexafluorophosphate

Yong Yuan

(Xuzhou Hengying Engineering Design Consulting Co., Ltd. Xuzhou, Jiangsu, 221000)

Abstract: With the sustained development of the economy, various fields in China have achieved orderly development, which has significantly improved people's material living standards. As an important industry in the country, the development of the chemical industry plays a positive role in promoting the daily production work of other industries. At the same time, the chemical industry is closely linked to people's daily lives. Therefore, it is necessary for relevant enterprises to improve their management skills and production levels, and provide high-quality chemical products to the public. As an important industrial product, crystal Lithium hexafluorophosphate has played an active role in promoting the development of production in many fields, but there are still some problems in the production of crystal Lithium hexafluorophosphate in China. Based on this, this paper analyzes the production process and technology of crystal Lithium hexafluorophosphate, and puts forward corresponding suggestions to improve the production quality of crystal Lithium hexafluorophosphate and boost the development of various industries in China, And provide reference for the research of relevant scholars.

Key words: crystal Lithium hexafluorophosphate; Production process; Lithium ion

六氟磷酸锂指的就是被广泛应用在锂离子电池中的导电锂盐,这对我国电池制备行业以及相关企业日常生产工作的开展会造成较大的影响,同时也与人们日常生活息息相关。在当前我国新能源产业的持续发展以及低碳经济的快速发展背景下,锂离子电池以及相关材料产业得到了迅猛发展,其中,六氟磷酸锂作为关键材料之一,在工艺技术以及产业化发展方面均取得了积极的成效^[1]。不过,从部分晶体六氟磷酸锂生产企业的生产现状来看,却存在着一定的问题,以下则围绕晶体六氟磷酸锂生产相关内容加以分析:

一、六氟磷酸锂分子式解析

在晶体六氟磷酸锂生产前,需要率先了解六氟磷酸锂分子式,了解相关的化学反应,在解读了六氟磷酸锂分子式以及了解了相关的生产元素后则需要从工艺生产、生产人员的技术水平等方面加以改进、优化。六氟磷酸锂在有机溶剂中具有相对适中的离子迁移数,以及解离常数、抗氧化性能等,同时根据相关学者的研究与实验得出了六氟磷酸锂能够有效与各种正负极材料相匹配,也正是由于这一优点才使得其成为了锂离子电池制作中的常用材料,且能保障电池的使用质量、稳定性等。如今各国学者都在不断提升对此方面的研究力度,围绕新型锂盐展开分析与探讨,希望能找到替代六氟磷酸锂的产品,同时,针对六氟磷酸锂的生产工艺也在不断改进。从六氟磷酸锂的生产来看,主要取决于锂(Li)、磷(P)、氟(F)3个元素^[2]。

锂(Li)的原子序数为3,相对原子质量为6.941,且在标准电极电位最低为-3.04V,其作为一种最轻的碱金属元素以及摩尔质量最小的元素,同时更是具备氧化还原电位最低的这一特性,这也决定了六氟磷酸锂为何会被大范围的应用在电池生产中。而氟(F)

的原子序数为9,相对原子质量为18.998,电位最低为2.89V,从电话学当量来看,为0.709g/Ah,通过对这些特性来进行分析,可发现其作为自然界中电负性最强以及非金属元素中极强的一种元素,与锂相结合则能够组合成为电化学可逆电池,其电动势最高可达到5.93V,电池比能量也是其他多类电池中最高的,正是因为这些特性影响,六氟磷酸锂才会成为电池生产中的重要材料,且我国锂离子电池的市场才会被有效打开。

二、晶体六氟磷酸锂的生产工艺

围绕晶体六氟磷酸锂的生产,已经诞生了多项生产工艺,而每一种生产工艺都有着其自身的特点,在各个企业实施生产工作时,则需要科学落实具体的生产方法,以提升生产质量。

2.1 有机溶剂法

有机溶剂法作为制备六氟磷酸锂的一种常用方法,在很多生产企业中均是应用这一方法来实施生产工作的。其是通过利用制造锂离子电池电解液的有机溶剂来实施制备工作的,具体而言则包含有将碳酸二乙酯(DEC)、碳酸二甲酯(DMC)作为溶剂^[3]。而后需要将制备此溶液需要的原料实施溶解工作,并针对其溶解性、分散性等加以科学分析,要在有机溶剂中有效反应,而针对此类有机溶剂的配置,则需要科学选择无水乙腈、碳酸酯类材料来配置,可以选择多种材料,也可以只是选择其中的一种,具体则依据生产时的工艺设备性能以及生产要求来。

从有机溶剂法的应用优点来看,该方法的实施避免了使用到氟化氢这一材料,且在反应釜中生产的六氟磷酸锂还会与有机溶剂进行同步反应,加快了六氟磷酸锂生产以及相关材料生产的反应速度,同时还能在反应界面中不断更新,持续发生化学反应,这就使得所

得到的电解液能够直接用于锂离子电池。而从工艺技术的应用缺点来看,由于部分原料固体在有机溶剂中的溶解度会变得非常低,这就会导致不论是六氟磷酸锂的生产效率还是反应效率都会变得非常慢,且在原料反应的这一过程中,还会添加 DEC、DMC 等材料,这样就会引起之前的固体原料在发生反应时存在着聚合、分解的现象,再度降低了六氟磷酸锂的生产效率,同时也使得生产人员很难获得浓度较高的六氟磷酸锂产品,因而,在很多生产企业中往往只是利用有机溶剂法来生产、获取液体六氟磷酸锂,之后则再度进行人工提纯,以获得晶体六氟磷酸锂。

2.2 气固反应法

在 1950 年美国科学家率先提出了六氟磷酸锂合成方法之后,如何生产六氟磷酸锂就成为了学界最为重视的事项之一,就相关学者的研究来看已经研究出来了较多的制备方法,但是科学家所提出的气固反应同样在当下有着一定的应用。作为最早提出的六氟磷酸锂生产方法,该方法在不断的应用中得到了普及与更新、改进,在生产质量以及生产效率等方面均得到了显著提升。最初,美国科学家在提出了这一生产工艺技术时,是将 LiF 用无水 HF 处理形成多孔的 LiF,之后则是通入将 PF₅ 气体与多孔 LiF 发生反应,在反应过程中则需要精密的控制反应的速度、反应质量以及相关产物的变化等,在精密控制的情况下,则能够得到六氟磷酸锂,不过在初期实践与推广时受到设备、人力、资金等方面的因素限制则存在着较多的问题,且也未能大范围推广^[4]。下为气固反应法的应用:

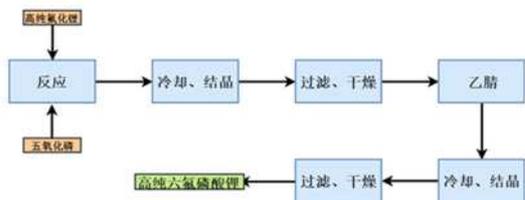


图 1 气固反应法应用

而在后续多年间的不断探索后,工艺技术不断改进,生产效率与质量均得到了显著提升。

采取气固反应法的工艺技术优势在于操作较为简单,工作人员只需要借助相应的仪器,然后按照操作步骤填入原材料即可,所得到的晶体六氟磷酸锂纯度也基本能够满足相关产业的需求。而缺点则在于,必须要对通入的干燥惰性气体加以保护,一旦气体发生外流,则会直接对晶体六氟磷酸锂的生产造成不利影响,同时也可能对生产人员的生命安全造成威胁,因而,在采取气固反应法时对设备的密封性要求是非常高的。除此之外,还存在一个问题,即化学反应基本只是在固体原材料表面发生反应,其转化率相对较低,同时,最终产物除了有晶体六氟磷酸锂外,还有着大量的 LiF,因而得到的产品还需要进一步实施提纯处理,折优惠增加一道工序,增大工艺成本。

2.3 离子交换法

离子交换法同样是当前各企业生产晶体六氟磷酸锂时所需要用到的一种方法,这种方法是通过将晶体六氟磷酸盐与含锂化合物的原料在有机溶剂中发生离子交换反应来生产晶体六氟磷酸锂的一种方法,其很好的利用了化学反应原理,同时该方法的应用经过了多位学者的研究与验证,发现了可有效避免使用 PF₅ 为原料来实施生产的这一方法,且反应工作也能够一步到位,极大的满足了企业的生产需求,因此,该方法也得到了大范围的推广应用。具体而言,离子交换法的应用则是利用了“MPF₆+LiR=LiPF₆+MR”的这一化学反应原理。在美国学者的研究中,指出了通过应用一些非锂碱金属、NH₄⁺以及含锂的化合物在乙醚中发生化学反应之后,则能够得到六氟磷酸锂,而这一类原料也相对较多,采集起来并不麻烦,在一定程度上也就减少了生产成本,可大范围进行推广应用。

下为离子交换法的应用流程:



图 2 离子交换法应用示意图

从离子交换法的应用优势来看,该方法的应用很好的避免了使用 PF₅ 为原料的反应方法,且也能够使得反应工作一步到位,能相对快速的获取到晶体六氟磷酸锂,以满足相关产业的需求。不过,在该方法的使用中,受设备、原料质量等多方面因素的影响,得到的六氟磷酸锂的纯度并不高,在最后得到的产物中一般都会含有未完全反应的六氟磷酸盐。除此之外,在采取了 Na⁺、K⁺等有与有机溶剂进行反应时,还可能会发生副反应,易导致生产的锂离子电池含有醇,而这恰好对电池的使用安全会造成一定的影响^[5]。

三、晶体六氟磷酸锂生产建议

晶体六氟磷酸锂的生产,需要考虑到多方面的因素,如在实施生产工作时,则需要重点保障原材料质量、设备材质选择、安全生产与环保等,如此,才可有效提升生产效率与质量,并保障生产人员的生命安全。

第一,要确保选择合适的原材料,对生产晶体六氟磷酸锂所需要的原材料均需要科学采购,在采购环节要关注原材料供应商的材料质量、价格、规格、材料供应商的信誉等,货比三家,科学采购。而在验收环节也需要科学清点原材料,核对材料数量、规格、质量。领用环节则需要做好登记,明确领用的用途、领用数量等,只有在保障了原材料质量后,才可保障后续的生产效率与质量。

第二,保障设备质量。要引进不锈钢的生产设备,这能避免原材料生产反应过程中对设备造成腐蚀,同时,不锈钢的设备也能加快反应过程中的传热,保障反应处在相对低温的环境中,进而能有效避免设备因过热而发生爆炸,保障了生产安全^[6]。

第三,强化人员培训,保障安全生产与环保。生产企业要强调对生产人员的培训工作,要为生产人员普及先进的生产技术与生产理念,以提升生产质量和安全性,要注重生产环节中的安全管理。

四、结语

总而言之,晶体六氟磷酸锂作为当前非常重要的化工产品,对国内各企业的生产起着重要影响,同时也与人们的日常生活有着紧密的联系。因而,如何提升晶体六氟磷酸锂的生产效率与质量,就成为了该领域工作者需要重点思考的问题。以上简要围绕了晶体六氟磷酸锂分子式概念进行了解析,并阐述了常用的几种生产工艺,对生产工作提出了一定的建议,希望能推动晶体六氟磷酸锂生产以及相关产业的高质量发展。

参考文献

- [1]路振国,王艳君,赵彦安.六氟磷酸锂工业化生产中的尾气处理方法及改进措施[J].河南化工,2022,39(08):43-45.
- [2]李玉芳,伍小明.我国六氟磷酸锂合成技术研究进展[J].精细与专用化学品,2022,30(05):8-10+18.
- [3]杨鹏举,王永智,王学真,陈宏松,郑华均.高品质六氟磷酸锂合成工艺研究进展[J].浙江化工,2020,51(10):8-12.
- [4]王学真.六氟磷酸锂生产工艺研究及产业化难点探究[J].云南化工,2020,47(04):86-87+90.
- [5]陈俊彩,李俊歧,郑舒,郭永亮.电解质盐 LiPF₆ 制备工艺研究进展[J].电源技术,2019,43(11):1891-1893.
- [6]钱伯章.锂离子电池核心材料高纯晶体六氟磷酸锂关键技术开发及产业化[J].精细石油化工进展,2019,20(02):58.

作者简介:

袁勇(1980-02),男,汉,江苏丰县,本科,职务:总经理,研究方向:化工工艺设计。