

# 锂离子电池安全性能提升的新策略

张彦哲

新疆乌鲁木齐水磨沟区新疆大学博达校区化学学院 新疆 乌鲁木齐 830000

**摘要:** 随着锂离子电池在生活中的普及,其安全性能的提升变得至关重要。传统的锂离子电池存在内部短路、过充过放及高温环境等安全隐患。为此,本文提出了一系列的创新策略,包括采用新型电解质材料、智能控制技术、热管理技术及结构创新,并强调加强制造质量控制的重要性。这些策略的实施将有效提升锂离子电池的安全性能,为人们的日常生活和科技发展保驾护航。

**关键词:** 锂离子电池;安全性能;提升;新策略

## 引言

科技日益发展,锂离子电池作为能量储存的佼佼者,其安全性问题愈发受到关注。内部短路、过充过放及高温环境等隐患,时刻提醒我们安全性能的紧迫性。为此,本文深入探索锂离子电池安全性能提升的新策略,从新型电解质材料到智能控制技术,再到热管理、结构创新及制造质量控制,力求为锂离子电池的安全应用保驾护航。

### 1 锂离子电池安全性能提升的重要性

随着锂离子电池在各个领域的广泛应用,其安全性能问题愈发受到广泛关注。锂离子电池的安全性能不仅关系到电池自身的稳定性、可靠性及使用寿命,更直接影响到使用者的安全以及整个系统的正常运行。因此,提升锂离子电池的安全性能具有极其重要的意义。首先,提升锂离子电池的安全性能有助于保证使用者的安全。锂离子电池在不当使用或制造缺陷等情况下可能发生过度充、过放、高温等安全问题,甚至引发燃烧或爆炸,对使用者的生命安全构成威胁。提升锂离子电池的安全性能可以有效地降低这些风险,为使用者提供更加安全的保障。其次,提升锂离子电池的安全性能有助于保证设备的正常运行。许多设备需要依靠锂离子电池来提供动力,如电动汽车、无人机、可穿戴设备等。如果锂离子电池的安全性能不稳定,可能会导致设备运行异常、性能下降甚至损坏,影响设备的正常运行和使用寿命。最后,提升锂离子电池的安全性能也是推动锂离子电池的产业健康发展的关键。随着锂离子电池市场的不断扩大,竞争也愈发的激烈。只有不断提升锂离子电池的安全性能,才能赢得市场的信任和用户的青睐,从而在竞争中占据优势地位<sup>[1]</sup>。

### 2 锂离子电池的安全问题

#### 2.1 电池内部短路

首先,从电池制造角度来看,任何制造缺陷都可能导致内部短路。例如,微小的金属颗粒可能在制造过

程中落入电池内部,与隔膜接触,形成短路。此外,不均匀的电极涂层、不完美的隔膜或是电解液的不均匀分布也可能引发短路。其次,使用环境也是导致内部短路的一个重要因素。例如,电池可能遭受外力损伤,如挤压、冲击或振动,导致电极或隔膜受损,引发短路。此外,环境温度的变化也可能影响电池的性能和稳定性,高温可能导致电解液分解、隔膜收缩或软化,增加短路的风险。最后,使用过程中的不当操作也是导致内部短路的一个常见原因。例如,过度充电或放电可能导致电极剥离、隔膜穿孔或电解液分解,进而引发短路。此外,使用不合适的充电器或充电方式也可能对电池造成损害,增加短路的风险。内部短路的具体表现可能包括电池温度异常升高、电池膨胀、气体排放、电压异常下降等。这些现象都可能预示着电池内部存在短路问题。

#### 2.2 过充和过放

过充和过放是锂离子电池安全问题中较为突出的一环,对电池的寿命和安全性有显著影响。过充,即电池充电至过高电压,超过其正常工作电压范围。这会导致正极材料中的氧与电解液反应,产生气体,同时负极材料会释放氢气。在高温环境下,这些气体的积累可能导致爆炸。此外,过充还可能使电池内部的锂离子过度嵌入正极,形成锂金属沉积,这不仅会降低电池容量,还可能刺穿隔膜,引发内部短路。过放,即电池放电至过低电压,使电池无法正常工作。过放会导致负极表面的锂离子沉积形成锂枝晶,这些枝晶有可能刺穿隔膜,引发电池内部短路。短路会产生大量的热和电流,如不能及时控制,将有可能引发燃烧或爆炸。此外,过放还会导致电池容量迅速下降,影响电池的寿命。

#### 2.3 高温环境

过充和过放是锂离子电池的另一个重要安全问题。过充是指电池充电过度,导致电池电压超过其正常范围;

过放则是指电池放电过度,导致电池电压过低。无论是过充还是过放,都会对电池造成损害,缩短电池的使用寿命,甚至引发燃烧或爆炸等安全问题。在过充的情况下,正极材料会释放出氧气,负极材料会释放出氢气。这些气体在高温下可能引发爆炸,对使用者的安全构成威胁。此外,过充还会导致电池内部的电解液分解,产生气体和热量,进一步增加电池的温度和压力,加剧安全问题。过放则会导致电池内部的锂金属沉淀,形成锂枝晶。锂枝晶会刺穿电池隔膜,引发内部短路,导致电池温度和压力上升,引发燃烧或爆炸。此外,过放还会导致电池容量下降,影响电池的使用寿命。

### 3 锂离子电池安全性能提升的新策略

#### 3.1 新型电解质材料

新型电解质材料是锂离子电池安全性能提升的关键策略之一。电解质作为电池的重要组成部分,负责传递离子,对电池的充放电性能和安全性具有重要影响。传统的液态电解质虽然具有较高的离子电导率,但易燃易爆,存在安全隐患。为了提高锂离子电池的安全性能,研究者们不断探索新型的电解质材料。固态电解质是近年来备受关注的新型电解质材料之一。相较于传统的液态电解质,固态电解质具有不挥发、不易燃、无漏液等优点,可以显著提高锂离子电池的安全性能。固态电解质的工作原理与液态电解质相似,但离子在固态电解质中传输的机制有所不同。固态电解质一般由固态离子导体构成,能够在室温下提供良好的离子电导率。常见的固态电解质包括聚合物、陶瓷和复合材料等。聚合物电解质是一种常见的固态电解质,其优点是易于加工和制备,且具有较好的柔性和可塑性。聚合物电解质由聚合物基体和锂盐组成,其中聚合物基体为锂离子的传输提供通道,锂盐则释放出锂离子。为了提高聚合物电解质的离子电导率,研究者们通常采用增塑剂、纳米填料等方法对聚合物进行改性。除了固态电解质外,凝胶型电解质也是一种具有较高安全性的新型电解质材料。凝胶型电解质由液态电解质、聚合物基体和增塑剂组成,其中聚合物基体起到固定液态电解质的作用,同时提供锂离子的传输通道。与液态电解质相比,凝胶型电解质具有更好的稳定性,不易发生漏液等问题<sup>[2]</sup>。

#### 3.2 智能控制技术

锂离子电池作为现代能源存储领域的重要角色,其安全性能一直是研究的热点。近年来,随着科技的不断进步,智能控制技术为锂离子电池安全性能的提升开辟了新的途径。智能控制技术,特别是先进的电池管理系统(BMS),在锂离子电池的安全运行中起到了至关重要

的作用。BMS通过对电池组中每一块电池的电压、电流、温度等关键参数进行实时监测,能够及时发现电池的异常情况。例如,当某块电池温度过高或充电速度异常时,BMS会立即作出反应,切断充电或放电电流,防止问题进一步扩大。此外,BMS还能根据电池的实时状态,自动调节充电和放电的速率。在充电过程中,如果BMS检测到电池即将达到满电状态,它会逐渐降低充电电流,避免电池过充而受到损害。同样,在放电过程中,BMS也能确保电池不会过度放电,从而延长电池的使用寿命。除了BMS外,智能控制技术还包括了多种算法和模型的应用。这些算法和模型能够对电池的性能进行预测,提前发现潜在的安全隐患。例如,通过分析电池的历史数据,智能控制系统可以预测电池在未来的性能表现,从而提前进行维护或更换。智能控制技术的另一个重要特点是其自适应性。随着电池的使用,其性能会逐渐发生变化。智能控制系统能够根据电池的实时性能,自动调整控制策略,确保电池始终在安全、高效的状态下运行。

#### 3.3 热管理技术

热管理技术在提升锂离子电池安全性能方面扮演着至关重要的角色。由于锂离子电池在工作过程中会产生热量,如果不能有效地将这些热量散发出去,就可能导致电池温度升高,进而引发一系列安全问题,如热失控、电池膨胀甚至起火。因此,采用先进的热管理技术成为提高锂离子电池安全性的关键。在热管理技术的应用中,液体冷却是一种非常有效的方法。通过循环流动的液体,可以将电池产生的热量迅速带走,保持电池在安全的工作温度范围内。此外,液体冷却系统还可以根据电池的工作状态自动调节冷却液的流量和温度,实现更为精准的温度控制。除了液体冷却外,热管技术也是一种高效的热管理方案。热管利用内部工作流体的相变传输热量,具有极高的导热性能和等温性能。将热管应用于锂离子电池中,可以迅速将电池产生的热量传导到远离热源的位置,从而避免局部过热引发的安全问题。此外,在电池结构上进行优化也是提升热管理性能的重要手段。例如,增加散热片可以增大电池的散热面积,提高散热效率;改变电极材料可以选择具有更高导热性能的材料,从而提升电池的整体散热性能<sup>[3]</sup>。

#### 3.4 结构创新

锂离子电池作为现代电子设备的重要能源供应方式,其安全性能一直是研究的热点。近年来,随着电动汽车、智能手机等设备的广泛应用,对锂离子电池的安全性要求也越来越高。除了传统的材料优化和工艺改进

外, 结构创新成为提升锂离子电池安全性能的新策略之一。结构创新的核心思想是通过改变电池的内部结构, 减少潜在的安全隐患, 提高电池的稳定性。其中, 叠片式和卷绕式是两种新型的电池结构, 它们在提高锂离子电池安全性能方面表现出色。叠片式电池结构通过将正负极材料叠放在一起, 减少了内部空间, 使得电池在充放电过程中产生的热量更加均匀地分布在整个电池内部, 从而降低了热失控的风险。此外, 叠片式电池结构还可以有效地防止电池内部的短路现象, 进一步提高了电池的安全性。与叠片式电池结构相比, 卷绕式电池结构则更加注重电池的紧凑性和能量密度。通过将正负极材料卷绕在一起, 可以使得电池在相同体积下具有更高的能量密度, 从而提高了电池的续航能力。同时, 卷绕式电池结构还可以有效地防止电池内部的枝晶生长, 避免了因此引发的安全问题。除了叠片式和卷绕式电池结构外, 复合电极材料和多孔电极等新型电极结构也为锂离子电池的安全性能提升提供了新的思路。复合电极材料通过将多种材料复合在一起, 可以充分发挥各种材料的优势, 提高电极的导电性和稳定性。而多孔电极则通过增加电极的孔隙率, 提高了电极与电解液的接触面积, 从而提高了电池的充放电效率和稳定性。

### 3.5 加强制造质量控制

在锂离子电池的制造过程中, 质量控制是确保电池安全性能的关键环节。为了提升锂离子电池的安全性, 制造商必须采取一系列的策略来加强制造过程中的质量控制<sup>[4]</sup>。首先, 采用先进的生产工艺和设备是至关重要的。这些设备和工艺能够提供更高的制造精度和一致性, 从而确保每个电池单元的性能和安全性都达到预定的标准。高精度的制造过程可以减少电池内部的缺陷和不良品的产生, 进而降低电池在使用过程中发生故障或安全事故的风险。其次, 对生产环境进行严格的控制和管理也是必不可少的。生产环境中的温度、湿度、清洁度等因素都会对电池的质量和安全性产生影响。<sup>[4]</sup>因此, 制造商需要建立一套完善的环境控制系统, 对生产环境进行实时的监测和调节, 确保生产环境始终处于最佳状态。此外,

制造商还应建立完善的质量管理体系和检测机制。通过对原材料、半成品和成品进行全面的质量检测和控制, 可以及时发现和处理潜在的质量问题, 防止不良品流入市场。同时, 制造商还应定期对生产设备和工艺进行评估和改进, 以适应不断变化的市场需求和技术发展。最后, 加强员工培训和管理也是提升制造质量的关键。<sup>[6]</sup>员工是制造过程中的核心要素, 他们的技能水平和工作态度直接影响着产品的质量。因此, 制造商需要定期对员工进行技能培训和安全意识教育, 提高员工的综合素质和责任意识。同时, 还应建立一套有效的激励机制, 鼓励员工积极参与质量改进和创新活动, 共同提升锂离子电池的安全性能。

### 结语

展望未来, 锂离子电池安全性能的提升将持续推动其在各个领域的广泛应用。通过采用新型电解质材料、智能控制技术、热管理技术、结构创新以及加强制造质量控制等策略, 我们有信心克服传统锂离子电池存在的安全隐患, 实现更为安全、可靠的电池性能。这些新策略不仅为锂离子电池的发展注入了新的活力, 也为人们的日常生活和科技进步带来了更加美好的前景。

### 参考文献

- [1]王淑娴.多孔硅粉的制备及其作为锂离子电池负极材料的应用[D].浙江大学,2019.
- [2]彪捷,马家宾,陈立坤,等.锂离子电池合金负极材料研究进展[J].太原理工大学学报,2021,52(1):12.
- [3]任建国,王科,何向明,等.锂离子电池合金负极材料的研究进展[J].化学进展,2005,17(4):7.
- [4]焦光华,霍达,王健,等.机械球磨法制备纳米CrTaO<sub>4</sub>锂离子电池负极材料及其电化学性能研究[J].2021(2017-4):1-4.
- [5]范业鹏等,MXene-炭黑/硫复合材料在锂硫电池一体式电极的研究[J].电化学,2021,27(4):377-387.
- [6]李英楠等,金属硫化物在锂硫电池正极中的应用进展[J].中国有色金属学报,2021,31(11):3272-3288.