

产业视角下储能技术发展趋势与储能热安全关键技术分析

董雪武

华为数字能源技术有限公司 广东省深圳市 518043

摘 要: 从产业视角出发, 分析储能技术发展趋势, 探讨储能热安全关键技术。随着储能产业快速发展, 新型储能技术不断涌现。阐述储能技术在规模、类型等方面的发展方向, 研究热安全技术在监测、防控等关键环节的要点, 为储能产业安全、高效发展提供参考。

关键词: 产业视角; 储能技术发展趋势; 储能热安全; 关键技术

引言: 在能源转型大背景下, 储能技术成为解决能源供需矛盾的关键。产业的蓬勃发展对储能技术提出更高要求, 同时储能热安全问题日益凸显。从产业视角剖析储能技术发展趋势与热安全关键技术, 对推动储能产业高质量发展具有重要现实意义。

1. 储能产业发展背景

1.1 能源转型需求

随着全球对环境保护和可持续发展的重视, 传统化石能源的使用面临诸多挑战, 能源转型成为必然趋势。在这个过程中, 储能技术的发展至关重要。一方面, 可再生能源如太阳能、风能等具有间歇性和波动性的特点, 其发电功率不稳定。储能系统能够存储多余的电能, 在能源供应不足时释放, 从而提高能源供应的稳定性和可靠性。例如, 在太阳能光伏发电系统中, 白天光照充足时产生的电能可以储存起来, 供夜间使用。另一方面, 能源转型也意味着从集中式能源供应向分布式能源供应的转变。储能技术有助于实现分布式能源系统的高效运行, 满足不同用户的多样化需求, 无论是偏远地区的离网供电, 还是城市中的分布式能源微网, 储能都扮演着不可或缺的角色。

1.2 政策支持导向

政策在储能产业的发展过程中起到了强大的推动作用。许多国家和地区纷纷出台相关政策来鼓励储能技术的研发、示范项目的建设以及储能产业的商业化发展。在一些发达国家, 政府通过补贴政策降低储能项目的投资成本, 提高企业和投资者的积极性。例如, 美国、德国等国家对储能项目给予直接的资金补贴或者税收优惠。同时, 政策也在引导储能技术朝着有利于能源转型和可持续发展的方向发展。政府制定的可再生能源配额制等政策, 间接地促进了储能技术与可再生能源的协同发展。

1.3 市场发展潜力

储能产业具有巨大的市场发展潜力。从电力系统的角度来看, 随着电力市场的改革, 储能在电力调峰、调频等辅助服务市场中的应用前景广阔。储能系统能够快速响应电力系统的需求变化, 在用电高峰时提供额外的电力供应, 缓解电力紧张的局面, 在用电低谷时储存电能, 提高电力系统的整体效率。在工业领域, 储能技术可以应用于不间断电源(UPS)系统, 确保工业生产过程中的电力连续性, 避免因停电造成的巨大经济损失。在电动汽车领域, 电池储能是关键技术之一, 随着电动汽车市场的快速增长, 对高性能、高安全性的储能电池的需求也在不断增加。

2. 储能技术发展趋势

2.1 技术类型多元化

储能技术的类型正朝着多元化的方向发展。目前, 常见的储能技术包括电化学储能、机械储能、电磁储能等。电化学储能中的锂离子电池由于具有能量密度高、循环寿命长等优点, 在储能市场中占据重要地位。但除了锂离子电池, 钠离子电池、液流电池等也在不断发展。钠离子电池具有资源丰富、成本较低的优势, 有望在大规模储能领域得到应用。液流电池则具有可扩展性强、寿命长等特点, 适合于长时间储能需求。机械储能方面, 抽水蓄能是一种较为成熟的技术, 其储能容量大, 在电网调峰中发挥着重要作用。此外, 压缩空气储能、飞轮储能等技术也在不断创新和改进, 以适应不同的应用场景。电磁储能中的超级电容器具有功率密度高、充放电速度快的特点, 可用于需要快速响应的场合。

2.2 规模应用扩大化

储能技术的规模应用正在不断扩大。在电力系统中, 大规模的储能电站正在逐步建设和投入使用。这

些储能电站能够存储大量的电能，为电网的稳定运行提供有力支持。例如，一些大型的锂离子电池储能电站可以存储数兆瓦时甚至数十兆瓦时的电能，能够在电网发生故障或者电力供应紧张时，快速提供电力支持。在分布式能源系统中，储能设备的规模也在不断增加。小型的分布式储能系统可以与太阳能、风能等分布式发电设备相结合，形成独立的微网系统，满足用户的本地用电需求。

2.3 系统集成智能化

储能系统的集成正朝着智能化的方向发展。智能化的储能系统能够实现对储能设备的实时监测和控制。通过传感器和智能控制系统，能够准确获取储能设备的运行状态，如电池的电压、电流、温度等参数，及时发现潜在的问题并进行预警。同时，智能化的系统还能够根据电力系统的需求和储能设备的状态，自动调整储能设备的充放电策略。例如，在电力需求高峰时，系统可以自动控制储能设备释放电能，在电力供应充足时，控制储能设备充电。此外，智能化的储能系统还能够与其他能源系统进行集成，如与智能电网、智能家居系统等进行互联互通，实现能源的优化配置和高效利用。

3. 储能热安全问题分析

3.1 热安全风险来源

储能系统中的热安全风险来源是多方面的。首先，从电池本身来看，电池在充放电过程中会发生化学反应，这一过程不可避免地会产生热量。尤其是在高倍率充放电的情况下，电池内部的热量产生速度会更快。其次，电池的结构设计和材料性能也会影响热安全。如果电池的散热结构不合理，热量不能及时散发出去，就会在电池内部积聚。例如，一些电池的电极材料在高温下可能会发生分解或者与电解液发生副反应，从而产生更多的热量。再者，外部环境因素也会对储能系统的热安全产生影响。如高温环境会使电池散热更加困难，而低温环境则可能影响电池的性能，导致电池在充电过程中产生更多的热量。另外，储能系统中的电气连接和控制系统如果出现故障，也可能引发局部过热，从而威胁到整个储能系统的热安全。

3.2 热失控危害影响

热失控是储能系统中最严重的热安全问题之一，其危害影响十分巨大。一旦发生热失控，电池内部的温度会急剧上升，导致电池内部的压力增大。这可能会引起电池鼓包、破裂甚至爆炸等严重后果。在储能电站中，如果一个电池发生热失控，可能会引发连锁

反应，导致周围的电池也相继发生热失控。这种连锁反应会迅速蔓延，造成大规模的电池损坏，从而使储能电站失去储能功能。从安全角度来看，热失控可能会引发火灾，释放出有毒有害气体，对周围环境和人员的生命财产安全构成严重威胁。在工业应用场景中，热失控可能会导致生产设备的损坏，中断生产流程，造成巨大的经济损失。

3.3 热安全管理现状

目前，储能系统的热安全管理已经受到了广泛的关注，但仍然存在一些问题。在技术层面，虽然已经有一些热监测和热防控技术手段，但这些技术的精度和可靠性还有待提高。例如，一些热监测传感器可能存在测量误差，不能准确反映电池的真实温度情况。在热防控方面，现有的散热技术在应对极端工况下的热管理时可能存在不足。在管理层面，储能系统的热安全管理标准和规范还不够完善。不同地区、不同类型的储能项目可能采用不同的热安全管理标准，这导致了在实际操作过程中存在一定的混乱。此外，储能系统的运营和维护人员对热安全管理的重视程度也参差不齐，缺乏统一的培训和管理机制。

4. 储能热安全关键技术

4.1 热监测技术手段

热监测技术手段是保障储能系统热安全的重要环节。目前，常用的热监测技术包括温度传感器、红外热成像技术等。温度传感器可以直接安装在电池表面或者内部，实时测量电池的温度。通过在储能系统中布置多个温度传感器，可以实现对整个储能系统温度分布的监测。然而，温度传感器在使用过程中需要注意其准确性和稳定性，避免受到外界干扰。红外热成像技术则是一种非接触式的热监测技术，它能够快速获取储能系统表面的温度分布图像。这种技术对于发现储能系统中的局部过热现象非常有效。此外，一些新型的热监测技术也在不断研发中，如光纤温度传感器，它具有精度高、抗干扰能力强等优点，有望在未来的储能热安全监测中得到广泛应用。

4.2 热防控措施

热防控措施对于防止储能系统发生热失控至关重要。在散热方面，主动散热和被动散热是两种主要的技术手段。主动散热技术包括风冷、液冷等。风冷是一种简单有效的散热方式，通过风扇将冷空气吹过电池表面，带走热量。液冷则具有更高的散热效率，它通过冷却液在电池模块中的循环，将热量带走。在电池模块的设计方面，优化电池的排列方式和间隔距

离,有助于提高散热效果。此外,还可以采用热管理材料,如导热硅胶等,来提高电池与散热装置之间的热传导效率。在热失控抑制方面,一些特殊的材料和装置正在研发中。例如,某些阻燃材料可以在电池发生热失控时,阻止火焰的蔓延,降低热失控的危害。

4.3 热安全评估方法

热安全评估方法是对储能系统热安全状况进行全面评估的手段。传统的热安全评估方法主要基于实验和经验公式。通过对储能系统进行热模拟实验,测量不同工况下电池的温度变化、热失控的触发条件等,然后根据实验结果建立相应的数学模型。这些数学模型可以用于预测储能系统在实际运行中的热安全状况。然而,这种方法存在一定的局限性,因为实验环境很难完全模拟实际运行环境。随着计算机技术的发展,数值模拟方法在热安全评估中的应用越来越广泛。数值模拟可以考虑更多的影响因素,如电池的复杂结构、电解液的流动等,从而更加准确地评估储能系统的热安全状况。此外,基于风险评估的方法也在逐渐兴起,这种方法综合考虑了热安全风险的概率和危害程度,能够为储能系统的热安全管理提供更全面的决策依据。

5. 产业发展建议

5.1 技术研发方向

在储能产业的技术研发方向上,应重点关注几个方面。首先,要继续提高储能电池的性能,包括提高能量密度、延长电池的循环寿命、降低电池的成本等。对于锂离子电池等主流储能技术,研发新的电极材料和电解液是提高性能的关键。例如,开发高容量、高稳定性的正极材料和具有良好离子传导性的电解液。其次,要加强热安全关键技术的研发。如研发更加精确、可靠的热监测技术,提高热防控技术的效率和适应性。此外,要探索新型的储能技术,如固态电池、金属-空气电池等。这些新型储能技术可能具有更高的能量密度和更好的安全性,但目前还面临着一些技术难题,需要加大研发力度。同时,要注重储能系统的集成技术研发,提高储能系统的智能化水平和整体性能。

5.2 标准规范制定

标准规范的制定对于储能产业的健康发展至关重要。在储能热安全方面,应制定统一的热安全标准,包括电池的热安全性能要求、储能系统的热管理标准等。这些标准应涵盖储能系统的设计、制造、安装、运行和维护等各个环节。例如,在电池的设计标准中,

应明确规定电池的散热结构设计要求、热失控的预防措施等。在储能系统的运行标准中,应规定热监测的频率、热防控措施的执行标准等。此外,还应加强与国际标准的接轨,使国内的储能产品能够更好地参与国际竞争。同时,要建立完善的标准监督机制,确保标准的有效执行,对于不符合标准的储能产品和项目,要进行严格的监管和处罚。

5.3 安全管理体系

构建完善的安全管理体系是储能产业发展的必然要求。首先,要建立健全储能系统的安全管理制度,明确各相关方的安全责任。在储能项目的建设过程中,建设单位、设计单位、施工单位等都应承担相应的安全责任,确保储能系统的设计和建设符合安全要求。其次,要加强对储能系统运营和维护人员的安全培训,提高他们的安全意识和操作技能。运营和维护人员应熟悉储能系统的热安全风险,掌握热监测、热防控等技术手段的操作方法。此外,要建立储能系统的安全应急预案,针对可能发生的热失控等安全事故,制定详细的应对措施。在事故发生时,能够迅速启动应急预案,最大限度地减少事故的危害影响,保障人员的生命财产安全和环境安全。

结束语:综上所述,产业视角下储能技术发展前景广阔,但热安全问题不容忽视。明确储能技术发展趋势,掌握热安全关键技术,有利于提升储能产业安全性和可靠性。未来需持续创新技术、完善标准,促进储能产业健康、稳定、可持续发展。

参考文献:

- [1] 黄兆浩,毕素玲,刁智伟,等. 新能源发电侧储能技术的研究与应用[J]. 电工技术,2023,(S1):240-242.
- [2] 张振宇. 新能源发电侧储能技术和应用研究[J]. 中国设备工程,2023,(19):228-230.
- [3] 李根,崔启利,林庆仁,等. 浅谈新能源发电侧储能技术的应用现状[J]. 中国设备工程,2023,(09):242-244.
- [4] 胡英瑛,吴相伟,温兆银,侯明,衣宝廉. 储能钠电池技术发展的挑战与思考[J]. 中国工程科学,2021,23(05):94-102.

作者简介:董雪武(1982-),男,汉族,内蒙古赤峰市,硕士研究生,无,研究方向:电力电子。