

通信电源中的电池储能技术及其应用

张琳 张晨 堵颢

河南省信息咨询设计研究有限公司 河南 郑州 450000

摘要：随着通信技术的快速发展，通信电源系统作为保障通信设备稳定运行的基石，其重要性日益凸显。电池储能技术作为通信电源系统的重要组成部分，在提高供电可靠性、延长供电时间、优化能源利用等方面发挥着关键作用。本文旨在深入探讨通信电源中的电池储能技术及其在不同应用场景下的应用策略，以期对通信电源系统的优化设计提供参考。

关键词：通信电源；电池；储能技术；应用

引言

通信电源系统必须满足高可靠性、高效率、不间断供电等严格要求，以确保通信网络的稳定运行。电池储能技术作为备用电源和能量缓冲的重要手段，在通信电源系统中占据重要地位。本文将从电池储能技术的基本原理出发，分析其技术特点，并探讨其在通信电源中的应用现状和未来发展趋势。

1 通信电源中电池储能技术

1.1 电池储能技术原理

电池储能技术是指利用电池将电能以化学能的形式储存起来，并在需要时将其释放为电能的过程。根据储能介质的不同，电池储能技术可分为多种类型，如铅酸电池、锂离子电池、钠硫电池等。其中，锂离子电池因其高能量密度、长循环寿命和环保特性，在通信电源领域得到广泛应用。

1.2 通信电源中电池储能关键技术

1.2.1 电池管理系统（BMS）

电池管理系统（BMS）是通信电源中电池储能技术的关键技术之一，它负责全面监控和管理电池组的状态，确保电池组在安全、高效的状态下运行。BMS通过高精度传感器实时采集电池组的电压、电流、温度等关键参数，这些数据是评估电池状态的基础。基于这些数据，BMS运用先进的算法和模型，精确计算电池的荷电状态（SOC）和健康状态（SOH），从而实现对电池组的精确管理。这种精确的管理可以有效防止电池过充、过放，显著延长电池的使用寿命。除了基本的监控功能，BMS还具备强大的在线诊断与预警能力。它能够实时分析电池组的工作状态，及时发现潜在的故障或异常，并通过预警机制提前通知维护人员进行处理，从而有效避免电池组出现故障，保障通信电源系统的稳定运行。在电池均衡管理方面，BMS也发挥着重要作用。由

于电池组中的单体电池在性能上可能存在差异，长时间使用后，这种差异可能导致某些电池过充或过放，进而影响整个电池组的性能^[1]。BMS通过实施主动或被动的均衡策略，确保电池组中的各单体电池电压和容量保持一致，有效避免性能退化。此外，BMS还负责电池组的热管理。它通过控制冷却系统或加热装置，确保电池组工作在适宜的温度范围内，从而提高电池的工作效率和安全性。特别是在高温或低温环境下，热管理对于保障电池组的正常运行尤为重要。

1.2.2 储能变流器（PCS）

储能变流器（PCS，Power Conversion System）在通信电源中的电池储能技术中扮演着至关重要的角色，它是实现电池与电网之间电能双向流动的核心设备。PCS主要由DC/AC双向变流器、控制单元以及辅助电路等构成。DC/AC双向变流器是PCS的核心部件，负责实现直流电与交流电之间的双向转换。在充电模式下，它将电网的交流电转换为直流电，为电池组充电；在放电模式下，则将电池组的直流电转换为交流电，供给电网或负载使用。控制单元则是PCS的“大脑”，通过接收来自能量管理系统（EMS）的控制指令，实时调整变流器的工作状态，确保电能的精准转换和高效利用。PCS的关键技术特点包括：（1）高效能量转换：PCS采用先进的电力电子技术和控制策略，能够实现高达95%以上的能量转换效率，显著降低储能系统的运行成本。（2）精确功率控制：PCS具备精确的功率控制能力，能够根据电网的需求和电池组的状态进行实时调整，确保储能系统的快速响应和精确调节。（3）智能能量管理：通过集成智能算法和预测模型，PCS能够实现对储能系统的智能调度和优化，提高能源利用效率，降低系统损耗。（4）模块化设计：PCS采用模块化设计，便于根据不同应用场景进行灵活配置和扩展，满足不同容量的储能系统需求。

1.2.3 能量管理系统 (EMS)

能量管理系统 (EMS, Energy Management System) 在通信电源中的电池储能技术中占据着核心地位,它是实现储能系统高效、智能管理的关键。EMS是一种集软硬件于一体的智能化系统,用于监控、控制和优化储能系统中的能量流动和消耗。其基本功能包括数据采集与监视、数据分析与优化、能源调度与控制、故障检测与安全保护等。结构上,EMS通常由监控服务器、数据服务器、应用服务器等组成,通过先进的计算机、网络和通信技术,实现对储能系统内各设备的实时监控和智能管理。EMS通过传感器和仪表设备,实时监测储能设施中电池组的充放电状态、温度、电压、电流等关键参数,确保数据的准确性和实时性。其次依靠先进的数据分析技术,对采集到的数据进行处理和分析,以了解储能系统的工作状态和性能表现。通过智能算法,EMS能够找出系统中的潜在问题,并提供优化建议,如调整充放电策略、优化能源利用效率等^[2]。此外能够根据实时的能源需求和系统运行情况,智能地进行能源调度和控制。它可以根据需求预测、电价情况、电网负荷等因素,合理安排储能设施的充放电操作,以实现能源的高效利用和节约。EMS还具备全面的故障检测能力,能够及时发现并报警储能设施中的异常情况,如电池过放、过充、温度异常等。同时,它还能与配网系统进行联动,实现对储能设施的远程控制和保护,确保系统的安全运行。

2 电池储能技术在通信电源中的应用

2.1 备用电源应用

在通信系统中,确保通信设备的连续运行是至关重要的。当主电源因故障或维护而失效时,备用电源必须立即接管供电任务,以防止通信中断。电池储能技术作为备用电源的重要组成部分,在这方面发挥着关键作用。电池储能技术具有响应速度快、供电稳定可靠的特点,能够在主电源故障的瞬间迅速切换,为通信设备提供持续的电力支持。在移动通信基站中,这一技术尤为重要。基站作为通信网络的核心节点,需要稳定的电力供应来确保其正常运行。然而,市电供应并不总是可靠的,可能会因各种原因(如天气、设备故障、维护等)而中断。在这种情况下,备用电源就显得尤为重要。锂离子电池组因其高能量密度、长寿命和低自放电率等特点,被广泛应用于移动通信基站的备用电源中。当市电中断时,锂离子电池组能够立即接管供电任务,为基站设备提供数小时的供电保障。这不仅确保了基站设备的正常运行,还避免了因电力中断而导致的通信中断,从

而保障了用户的通信体验。除了移动通信基站,电池储能技术还广泛应用于其他通信场景中,如数据中心、微波中继站等。在这些场景中,备用电源同样扮演着至关重要的角色,确保在主电源失效时能够迅速接管供电任务,保障通信设备的连续运行。

2.2 削峰填谷与能量管理

在电网负荷高峰期,通信电源系统往往面临供电压力增大的问题。这时,电池储能技术便展现出了其独特的优势。通过在电网负荷低谷时储存电能,并在负荷高峰时释放电能,电池储能技术能够有效地实现削峰填谷,从而减轻电网的供电压力。具体来说,当电网负荷处于低谷时,通信电源系统中的电池储能设备会开始充电,将多余的电能储存起来。这一过程不仅避免了电能的浪费,还为后续的负荷高峰做好了准备。而当电网负荷达到高峰时,电池储能设备则开始放电,将之前储存的电能释放出来,以满足通信设备的电力需求。这样一来,就有效地减轻了电网在负荷高峰时的供电压力,保障了通信设备的稳定运行^[3]。同时,EMS系统在这一过程中发挥着至关重要的作用。它能够实时监控电网的负荷情况和电池储能设备的状态,并根据这些信息智能地调度储能系统的充放电过程。通过精确的控制和优化,EMS系统能够确保电池储能设备在最佳时机进行充放电,从而实现能源的高效利用和运营成本的降低。此外,EMS系统还能够预测电网的负荷变化趋势,并据此制定合理的储能策略。例如,在预测到电网负荷即将达到高峰时,EMS系统会提前调度电池储能设备进行充电,以确保在负荷高峰时有足够的电能可供释放。这种预测和调度的能力进一步提升了通信电源系统的稳定性和可靠性。

2.3 绿色能源集成应用

随着太阳能光伏和风能等绿色能源技术的不断发展和成熟,将其与电池储能技术相结合,构建更加环保、高效的通信电源系统已成为行业趋势。这一集成应用模式不仅降低了对传统化石能源的依赖,还显著减少了碳排放,对环境保护具有积极意义。在太阳能资源丰富的地区,太阳能光伏电池被广泛应用于通信设备的供电。太阳能光伏电池通过转换太阳光能为电能,为通信设备提供清洁、可再生的电力。然而,太阳能的供应并不稳定,受天气和时间的影响较大。因此,电池储能技术在其中发挥了关键作用。在日照充足的白天,太阳能光伏电池产生的多余电能可以被电池储能系统储存起来。到了夜间或阴雨天,当太阳能光伏电池无法提供足够电能时,电池储能系统则开始放电,为通信设备提供连续、

稳定的电力支持。这种集成应用模式确保了通信设备的持续运行,同时最大限度地利用了绿色能源^[4]。除了太阳能光伏,风能也是绿色能源的重要组成部分。在一些风力资源丰富的地区,小型风力发电机也被用于为通信设备供电。与太阳能光伏电池类似,风力发电机产生的电能也可以通过电池储能系统进行储存和管理,以实现更加高效、稳定的能源利用。绿色能源与电池储能技术的集成应用还为通信电源系统带来了更多的优势。例如,通过智能的能量管理系统(EMS),可以实现对绿色能源和储能系统的精确监控和调度,进一步优化能源利用,降低运营成本。此外,这种集成应用模式还有助于减少对传统化石能源的消耗和碳排放,对推动通信行业的可持续发展具有重要意义。

3 电池储能技术的发展趋势

3.1 高能量密度与长循环寿命

随着材料科学和电池技术的持续进步,电池的能量密度和循环寿命正不断提升。高能量密度电池意味着在相同体积或重量下,电池能够储存更多的电能,这对于空间受限的通信电源系统尤为重要。通过采用新型电极材料、优化电池结构等方式,研究人员正在不断提高电池的能量密度,以满足通信设备对更高能量储存的需求。同时,长循环寿命电池也是电池技术发展的重要方向。循环寿命是指电池在经历多次充放电后仍能保持其性能的能力。长循环寿命电池能够显著减少更换电池的频率,从而降低通信电源系统的维护成本。通过改进电池材料、优化电池管理系统等方式,电池的循环寿命正在不断延长。

3.2 智能化管理与优化

未来,电池储能系统将更加智能化。通过集成先进的传感器、算法和云计算技术,电池储能系统将能够实现对电池状态的实时监测、智能预测和优化调度。传感器将实时采集电池的温度、电压、电流等关键参数,并通过算法进行分析和处理,以准确评估电池的状态和性能。基于这些数据,EMS系统将能够自动调整储能系统

的充放电策略,实现能源的最优利用。此外,智能化管理还将包括故障预警和安全管理。通过实时监测和分析电池数据,EMS系统将能够预测电池的潜在故障,并提前采取措施进行修复或更换,避免因电池故障而导致的通信中断。同时,EMS系统还将具备完善的安全保护功能,确保电池储能系统在运行过程中不会发生过充、过放、短路等安全问题。

3.3 多元化应用场景拓展

随着通信技术的不断发展,电池储能技术的应用场景也将不断拓展。除了传统的移动通信基站外,电池储能技术还将广泛应用于数据中心、物联网终端、智能电网等领域。在数据中心,电池储能系统将作为备用电源,确保在市电中断时数据中心的持续运行。在物联网终端,电池储能系统将为各种传感器和执行器提供稳定的电力支持,推动物联网技术的广泛应用。在智能电网中,电池储能系统将发挥更加重要的作用,实现电网的削峰填谷、提高电网的稳定性和可靠性。

结语

电池储能技术在通信电源系统中发挥着关键作用,其应用不仅提高了供电可靠性和稳定性,还促进了绿色能源的发展和應用。随着技术的不断进步和应用场景的拓展,电池储能技术将在通信电源领域发挥更加重要的作用。未来,我们应继续加大对电池储能技术的研发投入,推动其技术创新和应用升级,为通信行业的可持续发展贡献力量。

参考文献

- [1]黄洪.电池储能系统的远程通信应用[J].江苏通信,2023,39(03):122-124+128.
- [2]孔欣,林涛,蓝万顺.通信基站电池储能运营能力评估方法[J].通信企业管理,2024,(04):78-80.
- [3]岑海凤,许苑,王军伟,等.通信基站备用电池的云储能系统设计与应用[J].电源技术,2020,44(06):902-904.
- [4]张文伟.梯次电池在通信基站储能系统的应用价值[J].数字通信世界,2021,(07):222-223.