

港口岸电系统的设计与应用实践研究

吴宝林

嘉兴市杭州湾港务开发有限公司 浙江 嘉兴 314300

摘要：文章深入研究了港口岸电系统的设计与应用实践，探讨了港口岸电系统的关键技术、部署策略、调试测试方法以及运维管理要点。通过案例分析，本文展示鹿特丹港和上海港、宁波港等典型港口岸电系统的成功应用实践，总结了港口岸电系统在节能减排、提高港口运营效率等方面的显著成效。本文旨在为港口岸电系统的设计与应用提供理论支持和实践指导。

关键词：港口岸电系统；设计原则；关键技术；应用案例

引言：随着全球环保意识的提高和能源结构的转型，港口岸电系统作为减少船舶靠港期间污染物排放的有效手段，受到越来越多港口的关注和重视。港口岸电系统的设计与应用涉及多个学科领域，技术复杂度高，且不同港口的具体情况各异。因此深入研究港口岸电系统的设计与应用实践，对于推动港口绿色发展、提高能源利用效率具有重要意义。

1 港口岸电系统概述

1.1 港口岸电系统定义

港口岸电系统，简而言之，是一种为靠港船舶提供电力供应的系统。该系统通过将港口的电力网与船舶的电力系统相连接，使得船舶在靠港期间可以关闭自身的发电机，转而使用港口提供的清洁、稳定的电力，从而有效减少船舶靠港期间的燃油消耗和尾气排放，降低对港口环境的污染。港口岸电系统通常由岸电电源、接驳设备、电缆管理系统、控制系统以及安全保护装置等多个部分组成。这些部分相互协作，确保电力能够安全、高效地传输到船舶上，满足船舶在靠港期间的各种电力需求。随着全球环保意识的不断提高和港口绿色发展的深入推进，港口岸电系统作为减少船舶排放、促进港口可持续发展的重要手段，正受到越来越多的关注和重视。未来，随着技术的不断进步和应用范围的不断扩大，港口岸电系统将在推动港口绿色发展、保护生态环境方面发挥更加重要的作用。

1.2 港口岸电系统分类

宁波港口岸电系统可以根据不同的标准进行分类。以下是根据电压等级和应用场所进行的分类；（1）按电压等级分类：高压岸电系统，指港口向船舶配电系统供电的电源（即岸电）额定电压（相间电压）为1kV以上且15kV及以下的船舶岸电系统。高压岸电系统由于其功率大、连接方便，可实现无缝切换等优势，特别受到大

型船舶的青睐。低压岸电系统，指港口向船舶配电系统供电的电源（即岸电）额定电压（相间电压）为1kV及以下的船舶岸电系统。低压岸电系统是最常见的岸电连接形式，广泛应用于各类中小型船舶^[1]。（2）按应用场所分类：根据岸电应用的不同场所和场所内船舶靠岸的用电需求，港口岸电系统还可以分为高压大容量港口岸电系统、高压港口岸电系统、低压港口岸电系统、低压小容量港口岸电系统等。这种分类方式有助于根据实际需求建设具有独特性的岸电系统。根据港口供电方案的不同，港口岸电系统还可以分为变频岸基供电系统和常频岸基供电系统。船岸交互设备用于连接岸基供电系统和船舶受电系统，可由船方配置，也可由港口方配置。而船舶受电系统则从船舶岸电连接点到船舶自身配电屏，一般包括转接屏、变压器、配电箱及其他相关电气设备。

2 港口岸电系统设计原则与技术要点

2.1 设计原则

港口岸电系统的设计应遵循一系列科学、合理的原则，以确保系统的安全性、可靠性、高效性和经济性。具体设计原则如下；第一、稳定可靠性优先原则：岸电系统作为船舶靠港期间的重要电力供应来源，必须保证供电的稳定性和可靠性。系统设计应充分考虑各种可能发生的故障情况，并采取相应的冗余和备份措施，确保在任何情况下都能为船舶提供持续、稳定的电力支持。第二、先进性和实用性相结合原则：在追求技术先进性的同时，也要注重系统的实用性。系统设计应充分考虑港口和船舶的实际情况，采用成熟、可靠的技术和设备，确保系统的易操作性和易维护性。第三、开放性原则：岸电系统应具有良好的开放性，能够与其他相关系统进行无缝集成和协同工作。系统也应具备扩展性，以便在未来根据实际需求进行升级和改造。第四、安全性原则：系统设计应充分考虑安全性因素，包括电气安

全、机械安全、操作安全等。系统应配备完善的安全保护装置和监控系统,确保在任何情况下都能保障人员和设备的安全。第五、经济性原则:在满足系统功能和性能要求的前提下,应尽可能降低系统的建设和运营成本。通过优化系统设计方案、采用节能设备和技术等措施,实现系统的经济高效运行。

2.2 技术要点

宁波港口岸电系统的设计涉及多个技术要点,以下是一些关键的技术要点:(1)电压和频率匹配技术:由于不同船舶的配电电压和频率可能存在差异,岸电系统需要具备电压和频率匹配功能。通过采用变频技术或配置多种电压和频率的供电回路,确保岸电系统能够为不同船舶提供符合其要求的电力供应。(2)稳频稳压技术:为了保证船舶电力系统的稳定运行,岸电系统需要具备稳频稳压功能。通过采用高精度的电源控制系统和稳压装置,实时监测电网频率和电压波动,并自动调整输出参数以保持恒定。(3)谐波抑制与补偿技术:船舶电力系统在运行过程中可能会产生谐波污染,对电网造成不良影响。岸电系统需要采用谐波抑制与补偿技术,通过安装谐波滤波器或采用有源滤波技术,有效滤除电网中的谐波成分,减少对电网的污染和干扰。(4)电缆连接与快速接驳技术:电缆连接设备是岸电接驳过程中的关键环节。为了提高接驳效率和安全性,岸电系统需要采用快速连接和储存的电缆连接设备,如插头、插座、电缆卷盘等。系统还应具备自动识别和匹配功能,确保电缆连接设备的正确连接和使用^[2]。(5)智能化监控与管理技术:为了实现岸电系统的实时监控和管理,系统需要采用智能化监控与管理技术。通过安装传感器、采集器等设备,实时监测系统的运行状态和参数变化,并通过数据分析和处理,为系统的优化运行和故障预警提供支持,系统还应具备远程监控和诊断功能,方便运维人员进行远程操作和维护。

3 港口岸电系统面临的问题

宁波港口岸电系统在实际应用中面临着诸多问题。一方面,船舶与港口岸电系统的接口标准不统一,导致不同船舶与港口之间的岸电连接存在兼容性问题,增加了接驳的难度和成本。船舶的大小不同,与靠泊船尾离港口岸电系统距离不同,部分船舶自备电缆较短,无法接入港口岸电系统。有另一方面,港口岸电系统的建设和维护成本较高,包括设备购置、安装调试、日常运维等方面的费用,这对港口的经济效益构成了一定压力。同时,岸电系统的使用和管理还涉及到复杂的安全和技术问题,如电气安全、操作规范等,要求港口和船舶方必

须具备相应的专业知识和技能,港口岸电系统的推广和应用还受到政策法规、市场机制等多方面因素的影响。

4 港口岸电系统应用实践

4.1 系统部署与安装

在系统部署前,宁波港组织专业团队对港口进行了全面深入的调研和分析。在系统部署阶段,首先需要对港口进行全面的调研和分析,了解港口的电力供应状况、船舶靠泊情况、环境因素等,为系统的设计和安装提供准确的数据支持。在安装过程中,需要严格按照系统设计方案进行设备选型、采购和安装。设备选型时,要考虑设备的性能、可靠性、兼容性以及未来的升级扩展性,确保所选设备能够满足系统的实际需求。采购时,要选择有资质、信誉良好的供应商,确保设备的质量和供货的及时性。安装时,要遵循相关的安装规范和标准,确保设备的安装位置、接线方式、防护措施等符合要求,为系统的安全运行打下坚实的基础。在系统部署与安装过程中,还需要充分考虑港口和船舶的实际情况,灵活调整系统设计方案和安装计划。例如,针对不同类型的船舶,可能需要配置不同规格和型号的岸电连接设备;针对不同环境的港口,可能需要采取不同的防护措施和安装方法。通过灵活调整和优化,确保系统能够适应港口和船舶的实际情况,提高系统的实用性和可靠性。

4.2 系统调试与测试

在系统安装完成后,需要对系统进行全面调试和测试,确保系统的各项功能和性能指标符合设计要求。调试过程中,首先要对系统的各个设备进行单机调试,检查设备的运行状态、参数设置、保护功能等是否正常。单机调试完成后,要进行系统联调,模拟船舶靠泊接电的实际过程,检查系统的接驳流程、电气连接、通信传输等是否正常。还要对系统的谐波抑制、稳压稳频等关键性能进行测试,确保系统能够满足船舶电力系统的要求。测试过程中,需要采用专业的测试仪器和方法,对系统的各项性能指标进行量化评估。例如,通过功率分析仪测试系统的功率因数、谐波含量等电气参数;通过示波器测试系统的电压波形、频率稳定性等动态性能;通过数据采集系统记录系统的运行数据,为系统的优化和改进提供依据。通过系统的调试与测试,可以及时发现和解决系统中存在的问题和不足,确保系统能够正常运行并满足实际需求。同时还可以对系统的性能和功能进行全面的验证和评估,为系统的验收和交付提供有力的支持。

4.3 系统运维与管理

系统运维与管理是港口岸电系统长期稳定运行的重要保障。在系统投入运行后,需要建立完善的运维管理体系,对系统进行日常的维护、保养和故障处理。运维管理方面,首先要制定详细的运维计划和流程,明确各项运维工作的责任人和时间节点。例如,定期对系统的设备进行巡检和检查,及时发现和处理设备存在的隐患和问题;定期对系统的软件进行更新和升级,确保系统的功能和性能始终保持最新状态;定期对系统的数据进行备份和恢复,防止数据丢失和损坏。还需要加强对系统运维人员的培训和管理,运维人员要具备专业的知识和技能,熟悉系统的结构和原理,能够熟练处理各种故障和问题。还要建立良好的沟通机制,确保运维人员能够及时响应和处理系统的异常情况,保证系统的正常运行^[3]。另外,在系统运维与管理过程中,还需要注重系统的安全性和可靠性。要加强对系统的安全防护措施,防止系统受到外部的攻击和干扰;要加强对系统的监测和预警机制,及时发现和处理系统的异常情况,防止事故的发生。

5 港口岸电系统应用实践案例

5.1 鹿特丹港岸电系统应用实践

鹿特丹港作为全球最大的港口之一,在岸电系统应用方面一直走在前列。鹿特丹港岸电系统的应用实践充分展示了其技术创新和标准化建设的成果。鹿特丹港采用了高压岸电系统,为大型集装箱船、油轮等提供电力支持。该系统通过高压电缆直接接入船舶的高压电网,实现高效、稳定的电力传输。在系统部署与安装方面,鹿特丹港注重与船舶公司的合作,共同制定接口标准和接驳流程,确保系统的兼容性和易用性。港口还加强岸电设施的维护和保养工作,确保系统能够长期稳定运行。在系统调试与测试阶段,鹿特丹港采用先进的测试仪器和方法,对系统的各项性能指标进行全面评估。鹿特丹港还积极推动岸电技术的国际标准化进程,与国际海事组织等国际机构合作,共同制定岸电接口、通信协议等标准,为全球其他港口提供了宝贵的经验和借鉴。通过推广岸电技术,鹿特丹港有效降低船舶在靠港期间的燃油消耗和排放,改善港口空气质量,促进绿色港口建设。鹿特丹港还通过政府补贴、税收优惠等政策措施,鼓励船舶使用岸电,提高岸电系统的使用率,进一

步推动绿色港口的发展。

5.2 宁波港岸电系统应用实践

宁波港作为我国重要的港口之一,在岸电系统的应用实践方面也取得了显著成效。宁波港根据自身的实际情况,采取了高压岸电与低压岸电相结合的综合系统方案,旨在为各类船舶提供可靠的电力供应。在系统部署与安装环节,宁波港高度重视岸电设施的规划布局,紧密结合船舶靠泊实际情况及电力需求,科学合理地设置岸电接口及供电回路^[4]。同时,宁波港积极与设备供应商开展深度合作,引进国际领先的岸电设备和技术,不断提升系统的整体性能和运行可靠性。在系统调试与测试阶段,宁波港遵循严格的测试标准和流程,对系统的各项关键性能指标进行全方位、多层次的评估。通过一系列精心的调试和测试工作,宁波港成功攻克了系统中的诸多技术难题,显著增强系统的稳定性和安全性。此外,宁波港还积极与船舶公司展开沟通协调,共同研究制定科学合理的接驳流程和操作规范,确保岸电系统的平稳高效运行。在系统运维与管理方面,宁波港建立健全完善的运维管理体系和应急响应机制,对岸电系统进行定期的维护保养和故障排查处理。通过这些务实有效的举措,宁波港确保岸电系统的高效使用和持续发展。

结束语

通过对港口岸电系统的设计与应用实践进行深入研究,深刻认识到岸电系统在促进港口绿色发展、提高能源利用效率方面的重要作用。本研究不仅总结港口岸电系统的关键技术与应用经验,还为未来港口岸电系统的发展提供了有益的参考。展望未来,将继续关注港口岸电技术的最新进展,为推动港口可持续发展贡献更多力量。

参考文献

- [1]孟琪,毕志远.港口岸电技术应用情况及发展建议[J].中国港口,2021(08):58-60.
- [2]张伟.港口岸线工程设计与优化综述[J].港口科技,2020,28(3):45-50
- [3]李华,王刚.港口岸线工程设计的关键技术与方法研究[J].水运工程,2021,36(2):78-83
- [4]王明,陈志.港口岸线工程设计中的船舶通航要求分析[J].港口建设,2020,25(4):60-65