



制约船舶码头岸电使用率提升的 影响因素分析和建议策略

王新平, 林科, 丁凤霞, 宋欣

(国家能源集团, 北京 100011)

摘要: 为深入贯彻落实国家“双碳”政策, 推动提升船舶靠港的岸电使用率, 进一步减少船舶靠港期间的大气污染物排放。介绍船舶、港口岸电建设的背景和意义, 分析国内外岸电技术的发展现状、趋势, 简述国内主要港口和航运企业的岸电建设情况。结合当前国内重点港口和航运企业岸电使用情况, 分析制约岸电使用率提升的主要影响因素, 重点围绕岸电设备设施硬件标准不统一、信息化系统建设存在孤岛、设备临时性故障等方面, 提出统一设备标准、强化组织调度、推进智能化建设、平衡收费政策、政策引导等多项建议对策。政府需要加强政策规划和服务、港航企业要积极发挥主体作用、行业部门需要广泛协同参与, 才能形成工作合力, 共同推动船舶码头岸电使用率的提升, 为高质量发展贡献力量。

关键词: 船舶港口; 岸电技术; 岸电使用率

中图分类号: U653.95

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2024)01-0036-06

Analysis of factors restricting improvement of shore power utilization at ship terminals and suggested strategies

WANG Xinping, LIN Ke, DING Fengxia, SONG Xin

(National Energy Group, Beijing 100011, China)

Abstract: To deeply implement the national “dual carbon” policy, promote the improvement of shore power utilization rate during ship berthing, and further reduce air pollutant emissions during ship berthing, this paper introduces the background and significance of shore power construction in ships and ports, analyzes the current development status and trends of shore power technology at home and abroad, and briefly describes the shore power construction situation of major domestic ports and shipping enterprises. Based on the current situation of shore power usage in key domestic ports and shipping enterprises, this paper analyzes the main influencing factors that restrict the improvement of shore power usage rate. Focusing on the lack of unified hardware standards for shore power equipment and facilities, isolated islands in information system construction, and temporary equipment failures, the paper proposes multiple suggestions and countermeasures, including unifying equipment standards, strengthening organizational scheduling, promoting intelligent construction, balancing charging policies, and policy guidance. The government needs to strengthen policy planning and services, port and shipping enterprises need to actively play a leading role, and industry departments need to extensively collaborate and participate to form a working force, jointly promote the improvement of the utilization rate of shore power at ship terminals, and contribute to high-quality development.

Keywords: ship port; shore power technology; shore power utilization rate

收稿日期: 2023-04-28

作者简介: 王新平 (1972—), 男, 硕士, 高级工程师, 从事煤炭运输产业管理。

随着经济的发展,互联互通更加紧密,水路运输作为贸易的重要载体,为大量港口的发展带来了巨大发展机遇,同时也给环境保护和治理带来巨大挑战。船舶靠港期间因燃油消耗导致的大气污染物排放以及工作噪声,对船舶、港口人员的工作和生活产生不利影响,俨然成为港口腹地主要环境治理面临的一道必答题。为有效减少船舶靠港期间的大气污染物排放,提升港口的生产、生活环境,推进靠港船舶安全规范地使用清洁能源,国家印发了相关的管理办法,在港口码头和船舶岸电系统建设、使用等方面发布一系列鼓励措施。在国家政策引导和统筹布局下,我国沿海、内河港口码头,以及各类散货船舶均不同程度配备了岸电设备设施。国能黄骅港、国投曹妃甸港、江苏省港口集团、国能远海航公司均已实现码头船舶岸电设施全覆盖,岸电使用情况稳中向好,供电量和供电次数均有增加。

但从整体来看,岸电的建设与应用主要集中在重点港口和航运企业,根据调研发现,就岸电系统本身而言还存在技术层次不齐、维护量大、成本高等问题,在使用方面存在标准不统一、信息不对称以及用户的主观意识不强等问题,这些都制约着岸电使用率的进一步提升。因此,为落实国家环保相关政策方针,降低港口大气污染物的排放,研究推动提升船舶靠港后岸电的使用率,对于生态环境的保护、促进经济社会高质量发展具有重要意义。

1 船舶港口岸电研究现状

1.1 国外研究现状

目前,欧美等发达国家已普遍要求船舶靠港后使用岸电。据统计,自2000年瑞典哥德堡港首次将高压岸电技术应用在渡船码头之后,欧美等多个国家开始推广使用船舶岸电系统^[1]。欧盟于2006年通过法案,提出停靠欧盟港口的船舶使用岸电进行供电,并要求各成员国提高认识,与国际海事组织(IMO)合作制定岸电连接的国际标准,并制定相关经济政策推进法案的实行,促进各港

口之间供电和服务的经验交流,力争使欧盟地区港口全部普及岸电电源^[2]。船用岸电技术在国外一经提出,便开始了大量研究,施耐德公司搭建了一个基于网络的岸电管理运营平台,使用者可以在平台上实时查看港口岸电使用情况,了解当前功耗情况,可以查看当前港口工作状态、当前港口泊位使用情况、岸电连接点是否处于空闲状态,使用者可以在平台上进行操作,完成注册和确认,从而实现船舶与岸电双方的交易。总体上,国外船舶码头岸电相关的研究与应用较早。

1.2 国内研究现状

我国岸电技术的应用相比国外起步较晚。近些年,国家注重环境保护,对航运的环保要求也越来越严格,政府相继提出了激励政策。一些条件较好的港口已使用岸电系统,如黄骅港、天津港、深圳港等。同时一些拥有自有码头的发电企业也完成了岸电系统建设布局。交通运输部发布相关指导意见、总体推进实施方案、专项行动方案等政策,积极推进电能替代工作,倡导清洁能源消费习惯,促进节能减排,进一步推动船舶岸电技术的应用与推广。中国船级社提供检验测试标准以及高压岸电系统的设备检测、核发证件,积极推动了岸电技术的进程。国内标准方面,为满足沿海、沿江、内河等应用场景,适用高压大容量、低压大容量和低压小容量等岸电技术的使用,现已初步健全了岸基供电、船岸连接、船载接入、港口供配电系统、建设与运行等领域的标准体系。国内相关单位、高校、科研院所等也都对船岸连接技术开展了研究,但在岸电系统实际运营中,由于船舶类型多样,存在船岸并网参数匹配困难、船岸连接的便捷性不高等诸多问题^[3]。港口岸电除包括电缆、计量装置、变频电源等设备外,还包括信息通信、电能质量、并网调度等领域。国内单位对港口岸电技术的研究集中在技术方案选择、节能减排量估算以及对岸电设备的研制等方面,缺乏对整套岸电装备系统性管理的研究。因此亟需对岸电系统管理进行系统思考,提升岸电整体营运水平,实现船舶和码头岸电的

应接尽接、能接尽接，推动清洁能源的推广应用。

2 船舶港口岸电系统及其技术特点

2.1 岸电系统的组成

整个港口船舶岸电系统分为3个部分：码头泊位供电系统、船舶受电系统和船岸连接设备，也包含相关配套弱电设备，见图1。

1) 码头泊位供电系统。在码头泊位上建立的可向靠港船舶提供电能的电源系统，其包括开关柜、供配电、变频器、网络控制、供电接口、电能仪表、电缆等设备设施，为靠泊船舶提供清洁

的电，以保障船舶靠港期间排压舱水、照明、生活等用电。

2) 船舶受电系统。在船舶上建立的接受泊位岸电供给的受电系统，包括开关柜、控制器、船载变压器、插座箱等设备，确保船舶能够稳定、安全、可靠接受码头设备供电。

3) 船岸连接系统。泊位供电系统和船舶受电系统通过电缆系统连接，包括接电箱、动力电缆、电缆绞车、电缆管理系统、光纤链路等，在船岸双方接口标准统一，安全回路、通信等正常的情况下，实现合闸对接。



图1 船舶岸电系统基本构成

2.2 主要技术特点

船舶岸电按供电电压可分3类：高压岸电、低压岸电、低压小容量岸电。国内高压岸电主要为6.6/6.0 kV、60/50 Hz 高压电源，辅机功率较大的大型散货船舶应用较多；低压岸电一般为450/400 V、60/50 Hz 低压电源，中运量散货船舶较多；低压小容量岸电一般为220 V 工频电源，主要应用于小型船舶。在岸电频率方面，美洲大部分地区为60 Hz，亚洲大部分国家为50 Hz（沙特和日本为50/60 Hz），非、欧洲国家均为50 Hz，大部分国外和远洋船舶电网频率60 Hz，部分为50 Hz^[4]。岸电接口方面，船舶电缆与充电桩进行对接的插头种类也比较多，常见受电插头以电流大小进行区分，如63、125、250、350、420 A等规格。

运、国能远海、长航集团、福建国航、宁波海运、天津国能等8家大型航运企业)的沿海内贸干散货船舶共计165艘，其中安装岸电的船舶159艘，岸电安装率96.3%，低压岸电覆盖率为70.9%，高压为25.5%，见表1。2023年1月安装岸电设施船舶靠泊330次，使用岸电213次，整体岸电使用率为64.5%，其中中国能航运公司(包括国能远海和天津国能)靠泊174次，岸电使用144次，岸电使用率为82.8%，无论是靠泊数量还是岸电使用率方面在同行业都遥遥领先。

表1 国内8家大型航运企业岸电设施安装情况

企业	沿海内贸干散货船舶数量/艘	已具备岸电受电设施船舶数量/艘		
		低压	高压	合计
国能远海	40	5	35	40
天津国能	19	19	0	19
福建国航	8	8	0	8
长航集团	23	23	0	23
中远海运	53	53	0	53
招商局能源运输	4	4	0	4
宁波海运	15	2	7	9
福建海运	3	3	0	3
合计	165	117	42	159

3 主要港口和航运企业岸电建设及使用情况

3.1 行业统计数据分析

根据京津冀区域绿色港口科技创新联盟(交通部天津水运工程科学研究院)的统计数据：截至2023年1月底，国内主要航运企业(包括中远海

截至 2023 年 1 月底, 国内主要港口企业(包括江苏省港口集团、国能黄骅港、河北港口集团、浙江省海港集团、广州港集团等 14 家主要港口)的沿海干散货码头泊位共计 231 个, 岸电设施 203 套, 包含高压、低压及高低压兼顾等, 见表 2。2023 年 1 月具有岸电设施船舶靠泊 1 287 艘次, 接用岸电 906 艘次, 岸电使用率 70.4%, 国能黄骅港、国能天津港、福州松下码头等岸电使用率达到了 100%, 比行业整体使用率高出近 30%。

表 2 国内 14 家主要港口岸电设施情况

企业名称	沿海干散货 码头泊位 数量/个	已具备岸电供应能力 泊位数量/个				合计
		低压	高压	高低压兼顾		
江苏省港口集团	47	20	11	16	47	
国能黄骅港	17	3	6	8	17	
天津港	7	2	5	0	7	
河北港口集团	36	0	24	0	24	
国投曹妃甸	10	2	8	0	10	
福建港口集团	28	23	1	4	28	
浙江省海港集团	37	27	7	0	34	
广州港集团	9	0	9	0	9	
浙江浙能	5	0	2	0	2	
唐山港	15	4	3	0	7	
华能曹妃甸	5	5	0	0	5	
国投京唐港	4	0	0	4	4	
福州松下码头	6	0	2	2	4	
华电曹妃甸	5	0	5	0	5	
合计	231	86	83	34	203	

但是根据 2022 年度的统计数据, 主要航运企业船舶年度靠泊总艘次为 4 362 次, 使用岸电次数为 1 667 次, 岸电使用率仅为 38.2%; 主要港口企业年度靠泊总艘次为 44 255 次, 接入岸电次数为 12 108 次, 岸电使用率仅 27.4%。所以无论是港口企业还是航运企业, 在岸电使用率方面还有较大提升空间。

3.2 岸电使用率提升的影响因素

通过对国能黄骅港、国能天津港及国能远海航运等岸电建设和应用 in 行业领先的企业进行调研, 结合行业数据进行对比分析, 以及对政策、行标准规范等的查阅, 得出主要影响岸电使用率提升的有以下 9 个因素。

1) 接口标准不统一。岸电的建设和应用在国内起步较晚, 在早期建设时没有统一规范的接口标准, 加上设备繁杂、个性化需求的影响, 没有规模化、规范化的标准体系, 导致船舶靠泊后不能跟码头岸电设备进行匹配。例如有些船舶采用的岸电接口为 250 A, 在华东及长三角地区适用, 而到了北方部分港口就无法适用, 必须通过接口转换箱才能实现对接, 费时、费力且增加了企业运营成本。

2) 岸电电缆长度不够。根据中国船级社发布的相关航运企业沿海内贸干散货船舶岸电受电设施基本信息统计表^[5], 部分船舶的岸电电缆长度小于 40 m, 综合考虑船舶在码头停靠位置、潮水高度、船舶吃水、船舶岸电左右舷分布、电缆冗余量等因素, 要想实现安全、可靠、高频次岸电接驳, 存在一定的困难。

3) 高低压不匹配。大多数船舶由于空间或控制成本等原因, 只安装 1 套高压或者 1 套低压岸电设备, 而部分港口码头也是 1 个泊位只配备 1 套高压或者低压岸电设备, 这就导致船舶靠泊之前需要通过调度实现船舶与码头岸电设备的匹配。而受限货种、泊位等级、泊位占用等因素的影响, 想要完全杜绝高低压不匹配的情况则需要更加科学合理的调度计划。

4) 岸电设备认证。为保障岸电接入的安全、规范, 部分港口企业或者航运企业要求对方的岸电设备设施经过专业机构认证, 在国内主要是中国船级社开展相关的认证业务, 另外船舶相关的电气设备, 一般均需要中国船级社 CCS 认证才具备投用条件。只有经过认证的岸电设备, 才能保证安全回路的正常接入。部分船舶由于靠泊时间短、组织协调等原因没有取得认证证书, 则无法顺利接入岸电。即使勉强接入, 出了问题也无法进行有效的安全责任认定。

5) 存在信息孤岛。港方和船方关于岸电基础设施建设、设备状态、岸电使用、岸电日常维修等信息的共享程度不够, 信息更新的及时性不强, 没有形成规范化的信息对接机制, 存在信息孤岛。同时相互之间沟通渠道分散, 港方与船方对接依

靠船代公司等第三方传递信息，没有建立统一的管理平台，难以发挥规模化经济效益。

6) 设备临时性故障。受海水侵蚀、潮湿空气、雨水、人工操作、设备设施稳定性、技术等因素的影响，港口和船方在岸电对接过程中会发生一些不可预测的临时性故障，导致无法顺利使用岸电，严重时甚至发生安全事故。

7) 收费政策。对港方而言，岸电基础设施建设投入巨大，船舶连接岸电收费较低，很难收回成本，没有经济效益可言。就船方而言，港口岸电收费价格过高则无法调动其积极性。另外，由于区域差异，在岸电方面的收费标准不统一，也进一步加大了岸电的推广难度。

8) 恶劣天气。在大风、大浪、雨雪、结冰等天气条件下，考虑到人员和岸电设备设施的安全，按照安全操作规程，禁止使用岸电。

9) 其他因素。受疫情防控政策影响，船方与港方工作人员需要尽量减少或杜绝接触交流，无法协同完成岸电接驳；遇到能源应急保供等紧急情况，为保障能源的安全、稳定供应，需要优先考虑调度能源运输船舶，而弱化调度使用岸电的优先级；另外，岸电设备的容量、码头作业机械等各种其他因素均会影响到岸电接驳。

4 提升岸电接驳率的建议对策

1) 统一接口标准。目前散货海船低压岸电配备的插头主流规格是 350 和 250 A 的插头，建议各港口在进行低压岸电建设时，充分考虑目前沿海散货船的主流低压岸电接插件规格标准，码头插座可以兼容 350 和 250 A 的插头。行业主管部门或行业协会可以组织发起，岸电设备供应商和应用企业共同参与，聚焦岸电接口技术标准的制定，多方联合、共同实施推进，形成行业合力。不断科学规范岸电设备实施的软硬件接口，形成标准统一、技术成熟、应用便捷的岸电应用新格局。

2) 完善基础设施建设。港口方面在条件允许的范围内应积极谋划，实现所有码头泊位高低压岸电双 100%全覆盖，并在船头、船尾处分别设置

岸电的接线箱。对于岸电电缆长度太短的情况，应尽快制定科学的工作方案，一方面是加强船舶靠泊时拖轮的指挥调度，使得船舶停靠在距离码头岸电接线箱较近的位置；另一方面还应进一步提升改造，增加电缆的长度，并改造电缆绞车以提升电缆投送的效率。

3) 加强设备运行维护。对于港口或船舶存在岸电设备故障，如模块损坏、安全回路、光纤链路、接口损坏等情况，应利用作业空隙及时进行计划性检修；增加常用电气元器件或者易损件等的备品库存量，缩短岸电设备的维修周期；加强设备设施的故障监测、诊断、报警等功能，及时发现和解决问题。

4) 强化组织调度。船舶在入港前应及时告知港方其岸电设施的基本情况，港方综合考虑船舶岸电设施参数、码头岸电设施的分布、货物的分布，科学调度船舶靠泊并接入岸电。同时积极探索利用智慧排产思路进行岸电的智慧排泊。引导港方和船方协同加强组织调度，督促船方和港方建立透明的信息共享机制，港方可以提前谋划船舶靠泊调度方案，船方也可以根据港方情况提前谋划船舶调度方案。

5) 推进智能化建设。充分运用云计算、大数据、物联网、5G 等技术，加强岸电的数字化、网络化、信息化、智能化建设，建立港口、船舶岸电设备设施数据库，实现电能质量等信息的自动采集、自动预警和自动分析，实现船舶与泊位的自动匹配调度方案，实现全域可视化管控等功能；同时加强高效管理体系建设，建立科学的组织架构、标准的操作规范、严格的规章制度，在全场景、多区域条件下结合智能化系统平台进行高效适配应用。

6) 推动岸电取证。在岸电设备设施建设满足行业规范要求的基础上，港方和船方在岸电设备的认证取证方面应加强合作，共同参与和支持第三方机构对岸电的检测和认证工作，相互配合、相互成就、互利共赢；由相关部门或行业协会牵头健全岸电使用的标准规范和制度，进一步明确岸电设备在使用过程中出现问题时的责任归属。

7) 提高沟通效率。船方和港口方应该建立长效沟通机制,运用科技信息化技术手段,建立高效的信息沟通平台,及时更新影响岸电设备对接的相关状态数据,实现信息共享互助;将岸电接入的申请形成电子工单,无纸化办公;建立岸电费用结算模块,提升岸电使用的结算效率。继而提升船舶岸电接驳率和整体的营运效率。

8) 平衡岸电收费政策。应加快健全岸电的收费机制,结合各个港口行业实际情况,研究建立系统化、标准化、市场化的价格体系,切实保障港方和船方的经济利益。结合各地区港口的特点,制定适合本地区的岸电扶持政策,大力支持岸电基础设施和配套设施建设,设立专项扶持基金和调整岸电电价等措施,降低船方、港口方使用岸电的成本,提高其使用岸电的经济效益。进一步推动岸电的规模化、市场化应用。

9) 夯实科技自立自强根基。港方和船方还应该要有良好的自主创新意识,凝聚共识,联合企业、科研机构、高校等相关力量,攻克岸电设备设施技术和建设方面的难题。加强船岸技术的交互,加强科技关键要素投入,在人才、资金方面给予倾斜,研究容量大、可靠性和安全性高、经济的岸电供电技术,加强试验应用,并做好知识产权的申请和保护。

10) 强化政策规划和引导。根据交通运输部关于岸电投资建设的发展规划,政府部门在岸电投资建设过程中,需要加大扶持力度,建立多部门协同联动机制。仅依靠主要港口或航运企业无法完全实现岸电推广应用的初衷,需要政府相关部门加强监督并引导企业使用岸电。引导企业学习并深入贯彻落实国家“双碳”政策、《大气污染防治法》^[6]、《长江保护法》^[7]及《港口和船舶岸电管理办法》^[8],大力宣传节能减排对经济社会发展的重要意义。

5 结语

1) 我国岸电的建设与推广应用规模大,面临的问题比较多。岸电使用率的提升需要久久为功,

不可能一蹴而就。

2) 政府要做好政策规划和服务。政府要发挥战略指挥棒的优势,制定政策、统筹规划岸电的布局、应用收费等内容,通过政策引导优化完善岸电设备设施的建设;通过法治监督和电费优惠,激励靠港船舶和码头方面主动对接岸电。

3) 港航企业要积极发挥作用。港航企业是船舶码头岸电应用的主体,也是最直接的获益方。要主动担责,加快推动岸电系统建设,加强设备设施维护保养,加强组织调度,同时立足实际,开展智能化系统建设,从而助推岸电使用率科学提升。

4) 行业要广泛参与、协同联动。行业协会要落实岸电设备接口等标准的制定及岸电设备设施的认证;科技企业和科研机构要发挥创新主力军作用,加强人员、资金等的投入,精准选题、深入研究,不断提高岸电设备设施的科技含量。

5) 总体而言,全社会的共同参与才能共同提升岸电使用率,才能减少港口大气污染物排放,才能共同打好污染防治攻坚战和蓝天保卫战,才能更好为高质量发展贡献力量。

参考文献:

- [1] 刘纯,唐苇苇,姚建新.国内外码头岸电系统技术应用及发展综述[J].水运工程,2020(5):173-176,234.
- [2] 谈健,韩俊,归三荣,等.船舶岸电系统发展及应用[J].上海海事大学学报,2017,38(3):90-95.
- [3] 张成,高键,苏贞,等.船舶与岸电并网控制策略分析[J].计算机与数字工程,2021,49(8):1692-1697.
- [4] 刘洪波,董志强,林结庆.码头船用岸电供电系统技术[J].水运工程,2011(9):181-184,229.
- [5] 中国船级社.船舶岸电受电设施基本信息发布[EB/OL].(2022-06-07)[2023-03-20].<https://www.ccs.org.cn/ccswz/articleDetail?id=202206070874442040>.
- [6] 全国人民代表大会常务委员会.大气污染防治法[A].北京:全国人民代表大会常务委员会,2000.
- [7] 全国人民代表大会常务委员会.长江保护法[A].北京:全国人民代表大会常务委员会,2020.
- [8] 交通运输部.港口和船舶岸电管理办法[A].北京:交通运输部,2019.

(本文编辑 王璁)