

Research on 5G Private Network Planning for Offshore Wind Power Generation Platforms

Shaohua Huang¹ Wei Zhang¹ Huan Zhang²

1. China Unicom Guangdong Branch, Guangzhou, Guangdong, 510627, China

2. CLP Science and Technology Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong, 510310, China

Abstract

This paper aims to build a complete 5G private network architecture by analyzing the network requirements of offshore wind power generation platforms, and achieve efficient and stable communication connections. In-depth research on the construction of core network, wireless network and transmission network and other fields, to provide reliable 5G private network coverage planning for offshore wind power generation systems. For the Marine environment, the channel is covered by the shore base station to ensure the coverage of 2.1G and 3.5G signals to meet the communication needs of the offshore platform. For the offshore booster platform, a new 2.1G+3.5G base station is built to cover the signal around the fan tower. An indoor distribution system is built inside the fan tower to ensure that the signal coverage from the channel to the fan tower meets the requirements of -100dBm outside and -105dBm inside the tower. In addition, this paper also focuses on the upstream and downstream rates of video calls, voice calls and video surveillance services, and ensures efficient communication transmission of platform operations by optimizing network architecture.

Keywords

offshore wind; 5G private network; wireless coverage

海上风力发电平台 5G 专网规划研究

黄少华¹ 张伟¹ 张欢²

1. 中国联通广东省分公司, 中国·广东 广州 510627

2. 中电科普天科技股份有限公司, 中国·广东 广州 510310

摘要

论文旨在通过对海上风力发电平台的网络需求分析, 搭建完善的5G专网架构, 实现高效、稳定的通信连接。深入研究核心网、无线网及传送网等领域的建设方案, 为海上风力发电系统提供可靠的5G专网覆盖规划。针对海上环境, 通过岸边基站覆盖航道, 确保2.1G和3.5G信号的覆盖, 满足海上平台的通信需求。针对海上升压平台, 新建2.1G+3.5G基站, 以覆盖风机塔周边信号。在风机塔内部建设室内分布系统, 确保航道到风机塔的信号覆盖满足室外-100dBm、塔内-105dBm的要求。此外, 论文还关注视频通话、语音通话和视频监控等业务的上下行速率, 通过优化网络架构确保平台运营的高效通信传输。

关键词

海上风力; 5G专网; 无线覆盖

1 引言

随着全球对清洁能源的需求日益增长, 海上风力发电作为一种可再生能源形式, 备受关注。然而, 海上风电场作业环境复杂, 存在着诸多挑战, 如远距离维护、数据传输、安全管理等问题。随着 5G 技术的不断发展, 为海上风力发电建设专用网络 (专网) 提供了全新的解决方案^[1]。

引入 5G 专网技术, 将为海上风力发电行业带来革命性的变革。它将为海上风电场提供高速、低延迟的数据传输通道, 实现远程监控、智能维护等功能^[2], 极大提升了海上风

力发电设施的运行效率和安全性。此外, 5G 专网还能够为海上风电场提供更为稳定可靠的通信网络, 为智能化管理、自主控制等领域提供更为坚实的基础支撑。

因此, 论文旨在探讨海上风力发电建设中引入 5G 专网的意义与实现方式, 分析其在提升海上风电场运维效率、提高安全管理水平等方面的作用, 进一步推动海上风力发电行业的发展, 促进清洁能源的可持续利用。

2 网络需求分析

海上风力发电平台距离海岸线 17km, 整个风力发电场周边总共 93 个风机塔, 每个塔高 100m, 风机塔之间间隔 500~1000m, 风机塔内部有电梯直达顶部, 升压平台由钢结构组成, 共 4 层楼, 层高为 5m, 占地面积 10000m²。

【作者简介】黄少华 (1973-), 男, 中国湖南桃江人, 硕士, 高级工程师, 从事广东联通无线配套建设及管理研究。

目前的需求是满足风力发电场与陆地之间海上航线往来船只的通信，且在升压平台和陆上集控中心未建设的情况下，需确保现场视频、语音通话以及高清视频监控的覆盖需求。在风电塔施工期间，需要满足基础数据和通话的需求，而在运营期间，应确保风电塔片区的室外数据传输和通话需求得到满足。

现场覆盖需求应满足海上升压站及室外部分目标区域整体 4G+5G 网络覆盖强度不低于 -100dbm，风机塔内目标区域整体 4G+5G 网络覆盖强度不低于 -105dbm，整体的速率要求需满足视频通话、语音通话和视频监控上传等速率要求^[3]，同时要求现场的数据不出“厂区”的安全性要求，保证数据的安全。海上风电系统如图 1 所示。

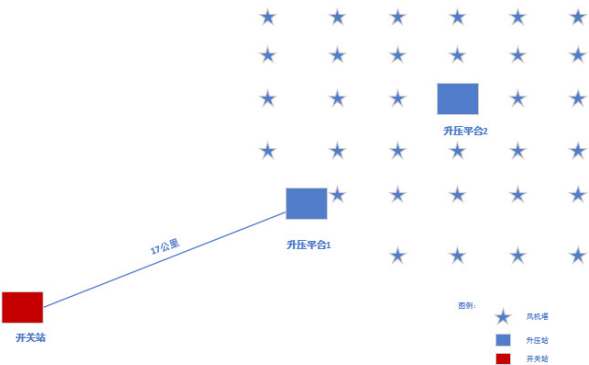


图 1 海上风电系统示意图

3 5G 专网规划

3.1 5G 专网网络架构

本次拟采用 5G 专网进行覆盖，为风力发电平台带来更高效的数据传输和管理方式。除了确保现场数据不出“厂区”，还能为风力发电平台带来显著优势。

5G 专网的高速传输能力将大幅提升风力发电平台的实时监测和控制能力。通过 UPF 下沉至平台，数据时延小，使操作人员能够更快速地响应现场各种变化，提高生产效率并降低风险。通过将现场数据回传至企业内网，不仅确保了数据的安全性，还能为风力发电平台提供更多的数据分析和应用可能性。企业内网可以集中管理和分析来自不同平台的数据，为决策提供更可靠的支持，并为未来的智能化运维提供基础。5G 专网架构如图 2 所示。

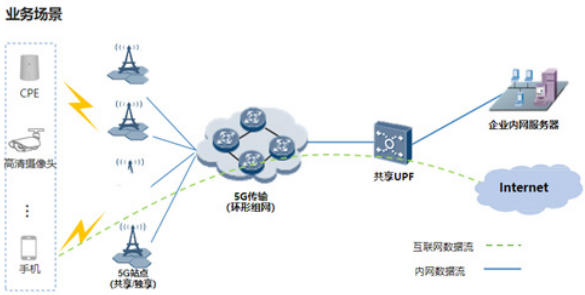


图 2 5G 专网架构图

3.2 无线网建设方案

无线网主要分成岸边基站、海上基站和风机塔室分 3 个部分组成，在海岸线海拔较高的地点选取岸边基站，通过新增 2.1G+3.5G 频段设备覆盖海上航道，在升压平台上新增 2.1G+3.5G 频段设备覆盖风机塔周边海域的室外覆盖，同时兼顾海上航道，在风机塔内部新建 2.1G 室分，解决风机塔内部的信号覆盖问题，具体无线网基站架构图如图 3 所示。

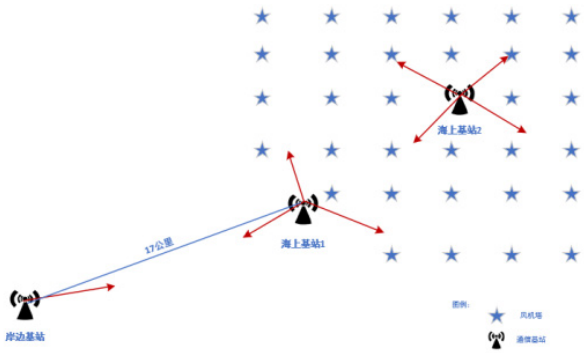


图 3 无线网基站架构图

根据海洋覆盖的模型进行覆盖电平计算^[4]：

$$PL_A=32.44+20\log_{10}f_{MHz}+10\times3.799\times\log_{10}d_{km}$$

2100M 采用 40W 功率设备，3500M 采用 80W 功率设备，天线增益按照 16dBi 计算，具体路损和 RSRP 电平值参数如表 1 所示。

按照海洋超远覆盖模型计算，2100M 和 3500M 设备信号在 45km 处依然有 -100dBm 的 RSRP 电平值，满足海上风力发电关于信号电平值覆盖的需求。

海上风电系统仿真图见图 4。

表 1 2100M 及 3500M 设备电平参考表

频段	天线口功率 dBm	路损 dB					RSRP 电平值 dBm				
		5	25	35	45	55	15	25	35	45	55
2100M	62	125	152	158	162	165	-63	-90	-96	-100	-103
3500M	65	130	156	162	166	169	-65	-91	-97	-101	-104

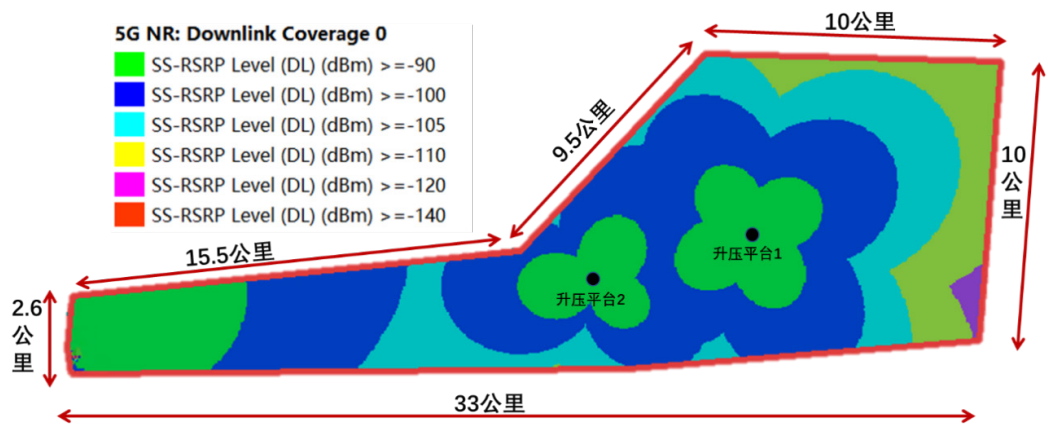


图 4 海上风电系统仿真图

4 传送网建设方案

传送网为满足无线网新建 5G 基站回传至 5GC 平面电路的需求,通过智能城域网网络接入。开通本期无线 5G 基站,新增智能城域网 MAR 设备,在岸边基站增加 1 端智能城域网接入设备作为接入点;光缆采用原有纤芯开通传输接入,初期提供 10GE 带宽电路,后续根据需求升级开通电路。

因在海面区域升压塔上部署 1 个 3.5G 基站,并业主提供陆地至升压塔间海底光缆纤芯,在升压塔需部署智能城域网接入设备作为海上室分信源传输接入,并在路基海缆成端处至联通综合接入点处新建双路由光缆承载,预计主缆主用 4 芯,备用 4 芯。

承载网运营期拓扑图见图 5。

5 结语

随着全球对可再生能源的需求不断增长以及对碳排放的关注,海上风力发电作为一种绿色、可持续的能源形式,成为各国推动能源转型和应对气候变化的重要选择之一。5G 专网的建设也是国家重要的战略,推动 5G 专网建设,海上风力发电项目通常部署在离岸或近海区域,与陆地相比,其施工、监测和运营面临着更大的挑战。5G 专网技术不仅可以提供更高速度、更稳定的数据传输,还能支持海上风电项目

的实时监测、远程控制和智能化运维,支持海上风电作业人员的通信需求,同时还能保证视频监控等数据的安全性^[5]。

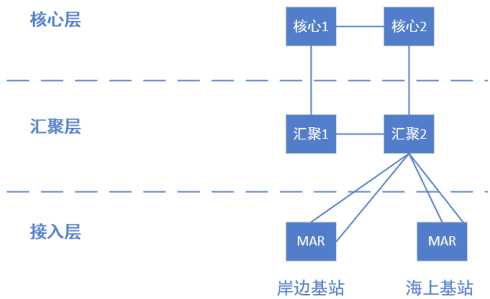


图 5 承载网运营期拓扑图

参考文献

[1] 方子骞. 岸海通信现状和发展前景[J]. 中国科技信息, 2024(3).
[2] 施玉晨. 针对 5G 工业专网视频业务的网络规划分析[J]. 广东通信技术, 2024(5).
[3] 何明. 基于两级接力的 5G 海域超远覆盖创新实践[J]. 邮电设计技术, 2024(2).
[4] 王斌. 5G 海洋无线传播模型研究[J]. 广东通信技术, 2024(2).
[5] 李文彬. 5G 超远覆盖应用于海洋业务的探索[J]. 长江信息通信, 2023(6).