

福建沿海船岸无线宽带专网规划布局研究

陈兵¹, 王辰¹, 林新宇², 陈琼², 王国发³

(1. 交通运输部规划研究院, 北京 100029; 2. 东海航海保障中心福州通信中心, 福建 福州 350004;
3. 成都鼎桥通信技术有限公司, 四川 成都 610000)

摘要: 为支持保障海洋强国、交通强国战略实施, 贯彻落实“e 航海”战略建设要求, 根据福建沿海海上通信应用现状, 研究分析了沿海近岸航路的海上宽带通信专网定位及建设需求, 提出了基于 TD-LTE 技术的福建沿海航路船岸无线宽带专网规划布局思路, 并仿真验证了 TD-LTE 技术可用于福建沿海船岸无线宽带专网建设, 可基本满足福建沿海近岸航路水域海事监管、搜救应急、航海保障等业务的宽带通信需求。研究成果为后续工程项目的建设提供了有益探索和实践。

关键词: TD-LTE; 无线宽带专网; 福建沿海

中图分类号: U675.75 **文献标识码:** x

文章编号: 1006—7973 (2022) 08—0075—03

1 引言

近年来, 我国陆地公共移动通信系统发展迅猛, 已建成世界上规模最大的蜂窝通信系统, 并引领 5G 技术的应用和发展。得益于陆地发达的通信手段和信息化技术的发展, 陆地信息化服务水平整体较高。相比之下, 我国海上通信发展落后于陆地通信发展步伐, 已成为海事监管、搜救应急、航海保障、救助打捞等海上交通管理业务现代化、信息化发展的瓶颈。

福建沿海是我国沿海南北海上运输的交通要道, 又是闽台之间海上直航的唯一通道, 水上交通繁忙, 历年以来通航环境复杂, 一直为我国沿海高风险水域之一。当前福建沿海船岸宽带通信链路主要依靠卫星通信网络, 如 VSAT 系统及海事 F 站系统等, 仅部分船舶安装, 卫星通信费用高, 带宽不足, 极大地限制了移动执法、移动办公、及应急搜救等业务的有效开展。随着海洋强国、交通强国战略的实施, 福建沿海近岸航路的船岸数据业务不断增加, 现有的通信系统已无法满足现代航海保障所包含的海测数据实时回传、海上移动执法、海上应急协同作战指挥、海图船舶海上更新等多元化、精准化服务需求, 迫切需要研究适应海上通信的无线接入技术, 提升海上通信沟通效率和应急通信保障能力。

2 现状与专网建设需求

2.1 移动通信系统建设现状

目前, 在福建沿海海岸线 5km 以内, 移动建设有 9258 个基站, 海岛基站建设有 514 个。受制于维护成本大、接入用户少等因素, 福建沿海海上的公共移动通信系统建设速度缓慢, 陆地基站的信号仅能向海洋延伸不到 5~10 公里, 沿岸近海航路水域的船岸通信服务有待提升。

2.2 服务对象

福建沿海船岸无线宽带专网的服务对象主要为海上交通运输管理部门和涉海(水)政企用户。其中海上交通运输管理部门主要包括海事部门、航海保障部门、救捞部门等, 用于开展应急搜救、视频监控、移动办公执法、电子巡航以及数据回传等业务。涉海(水)政企用户主要包括海洋、海警、渔政等政府部门和海上风电场管理部门、海上施工企业、海上旅游企业等企业用户, 用于获取助导航和海上安全信息等方面的信息、确保应急通信链路畅通等。

2.3 通信需求

根据业务需求, 与移动公网下行通信为主不同, 本文研究的专网通信以上行通信为主, 具体为: 在覆盖率 90% 情况下, 小区边缘上行通信带宽 $\geq 1\text{Mbps}$ 。单小区上行最大通信带宽 20Mbps, 下行最大通信带宽 50Mbps。

2.4 覆盖需求

福建沿海船舶交通流量大, 沿海船舶的活动主要集中在海峡中线至福建沿岸之间, 根据统计, 沿岸主航迹带宽度在 4~10n mile 之间, 航迹带中心距福建沿岸 4~9n mile, 即沿岸主航迹带离岸 9~14n mile。

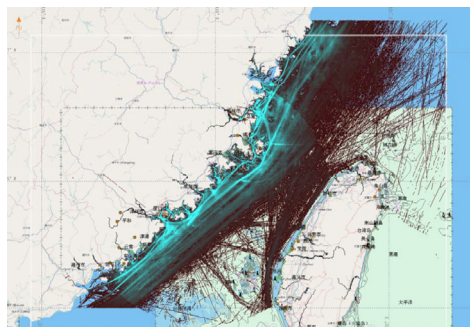


图 1 福建沿海船舶交通轨迹图

3 基站布局研究

3.1 技术选择

4G-LTE 通信技术成熟，可根据业务类型灵活配置 TD-LTE 帧的上下行配比。本文采用 TD-LTE 技术进行福建沿海航路无线宽带通信专网布局研究。

3.2 频率选择

工信部已规划 1785–1805MHz 频段用于各行业用户专网，包括电力、石油、交通等行业。本论文主要用于交通行业专网建设，拟采用 1785–1805MHz 频段。

3.3 设备选型

为了保证满足各级用户通信范围和带宽需求，本文建议采用的设备参数信息如表 1、图 2 所示。

表 1 设备参数表

设备名称	性能	指标	单位
系统设备	频率	1800	MHz
	双工模式	TDD	
	系统带宽	20	MHz
	小区边缘速率	1024	kbps
基站设备	发射功率	52	dBm
	天线半功率角	65°	
	天线增益	17.5	dBi
	接收机灵敏度	-133	dbm
船载终端设备（CPE）	终端天线增益	8	dBi
	发射功率	33	dBm
	接收机灵敏度	-126.3	dbm

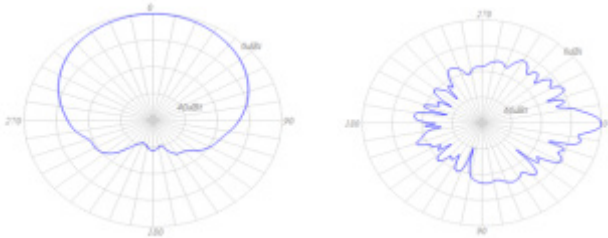


图 2 天线方向图

3.4 基站布局

通过调研，本文在福建沿海选取 11 座基站，站点布局及基本信息如图 3、表 2 所示。

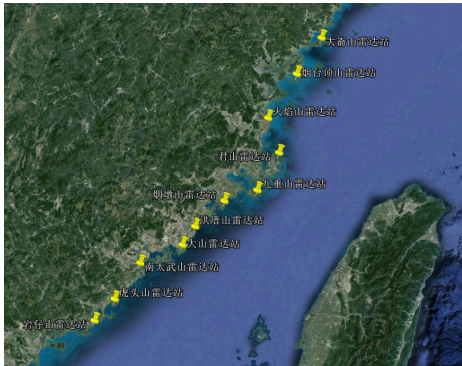


图 3 基站布局图

表 2 基站信息表

序号	基站	海拔高度 (m)	重点覆盖角度 (真北为 0 °)
1	大嵵山基站	80	-10 °-230 °
2	烟台顶山基站	227	30 °-270 °
3	火焰山基站	120	-60 °-180 °
4	君山基站	400	-60 °-180 °
5	九重山基站	148	0 °-240 °
6	烟墩山基站	85	10 °-250 °
7	洪厝山基站	93	-40 °-200 °
8	大山基站	69	40 °-280 °
9	南太武山基站	440	-30 °-210 °
10	虎头山基站	86	50 °-290 °
11	岩仔山基站	111	0 °-240 °
12	大嵵山基站	80	-10 °-230 °

3.5 仿真分析

根据路径损耗 = 基站每子载波等效全向发射功率 - 终端最小信号接收电平 - 慢衰减和干扰余量，以 1800MHz TDD 20M 带宽下的使用 CPE 终端视频回传业务为例，按照小区边缘速率 1024kbps、覆盖率 90% 的覆盖目标，基站海面传输模型中最大路径损耗计算结果如表 3 所示。

表 3 最大路径损耗计算表

业务信道小区半径估算		
场景	海面	
业务信道类型	PUSCH	PDSCH
双工模式	TDD	
TDD 下行上行配置	#0 5ms 1:3	
TDD 特殊子帧配置	#5 3:9:2	
系统带宽(MHz)	20.0	
MIMO 机制	1×4	4×2 SFBC
小区边缘速率(kbps)	1024.00	1024.00
发射端		
最大总发射功率(dBm)	33.00	52.00
分配的 RB 数	20	67
分配功率的 RB 数	20	100
分配功率的子载波数	240	1200
子载波发射功率(dBm)	9.20	21.21
发射端天线增益(dBi)	8.00	17.50
发射端馈线损耗(dB)	0.00	0.50
每子载波等效全向发射功率(dBm)	17.20	38.21
接收端		
解调门限(dB)	-4.26	-1.36
接收端噪声系数(dB)	3.50	7.00
接收机灵敏度(dBm)	-133.00	-126.60
接收端天线增益(dBi)	17.50	8.00
接收端馈线损耗(dB)	0.50	0.00
邻区负载	50.00%	50.00%
干扰余量(dB)	5.00	6.00
最小信号接收电平(dBm)	-145.00	-128.60
路径损耗 & 小区半径		
慢衰标准差(dB)	6.00	6.00
区域覆盖率	90.00%	90.00%
慢衰余量(dB)	1.50	1.50
路径损耗(dB)	160.70	165.31
传播模型		
Offshore Extended		
天线高度(m)	80.00	3.00
频率(MHz)	1800	1800
室外 RSRP(dBm)		
RS 每子载波发射功率(dBm)	21.21	
室外 RSRP(dBm)	-115.99	

由表得, 33dbm 的 CPE 在 1024kbps 业务边缘 RSRP 为 -115.99, 覆盖极限距离为 41.6km, 仿真结果如图 4、5 所示。

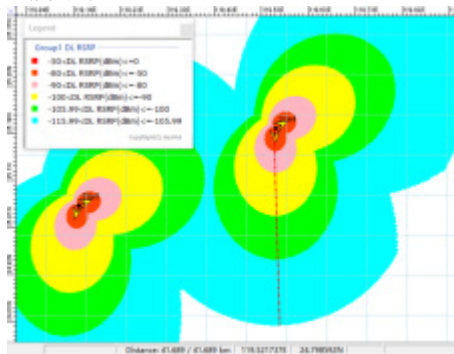


图 4 单站点终端覆盖极限距离

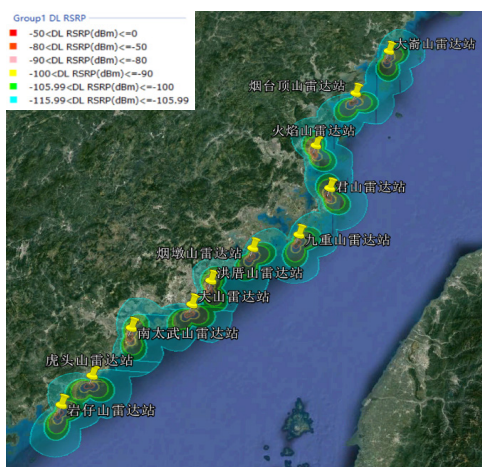


图 5 福建沿海无线宽带专网覆盖仿真图

由图得, 通过沿海 11 座基站的布局, 基本可以实现福建沿海近岸 15n mile 以内水域的无线宽带通信网络覆盖, 可满足福建沿海近岸航路水域海事监管、搜救应急、航海保障等业务的宽带通信需求。

4 结语

船岸宽带通信是开展海上交通运输管理业务的发展基础, 未来面对智能航运的快速发展, 高通量、高速率、高可靠、低延时、多连接的船岸宽带通信需求更为迫切。本文结合福建沿海近岸航路水与船岸宽带通信需求, 提出了基于 TD-LTE 技术的福建沿海航路船岸无线宽带专网规划布局思路, 并进行了仿真分析。仿真结果表明, TD-LTE 技术可以用于福建沿海船岸无线宽带专网建设, 可基本满足福建沿海近岸航路水域海事监管、搜救应急、航海保障等业务的宽带通信需求。研究成果为后续工程项目的建设提供了有益探索和实践。

当前, 作为“新基建”战略的重要内容, 我国 5G 网络建设发展迅猛。2020 年 4 月 1 日, 工信部发布《关于调整 700MHz 频段频率使用规划的通知》, 正式将广电 700MHz 频段划归移动通信系统, 为我国低频段 5G 发展提供频率保障。700MHz 频段具有传播损耗小, 穿透能力强等无线传播特性, 同时具有高达 100M 带宽的频谱资源, 适合沿海水域大范围网络覆盖、船岸宽带通信需求, 且能够显著降低组网基站要求。因此, 700MHz 5G 无线网络也将是沿海船岸无线宽带通信专网建设的另一选择, 有待进一步研究论证。

参考文献:

- [1] 徐亮. 基于 4G-LTE 的海上油田智能化设备巡检系统研究与设计 [J]. 数据技术与应用, 2020(5), 38(5): 132-134.
- [2] 段建丽, 林彬, 王莹, 何荣希. 海上无线宽带网络架构研究现状及相关技术展望 [J]. 电讯技术, 2018(8), 58(8): 981-988.
- [3] 彭义东, 庞越凡. 基于 TD-LTE 技术的无线集群网在海上油气平台区域覆盖及应用研究 [J]. 工艺技术, 2017, 18: 170-172.
- [4] 李正茂, 王晓云. TD-LTE 技术与标准. 北京: 人民邮电出版社, 2013.8.
- [5] 刘晓庆. 基于 TD-LTE 的市域快速轨道交通无线综合通信网方案研究 [J]. 铁路技术创新, 2019(5): 78-82.
- [6] 张松轶, 付楠楠. TD-LTE 专网海面覆盖链路预算应用研究 [J]. 计算机与网络, 2019, 45(8): 68-71.
- [7] 张婵, 付楠楠, 张松轶. 基于 TD-LTE 专网系统的多场景链路预算软件设计 [J]. 计算机与网络, 2021, 06: 56-59.

论文依托项目: 东海航海保障中心科技项目《福建沿海航路船岸无线宽带专网规划布局研究》