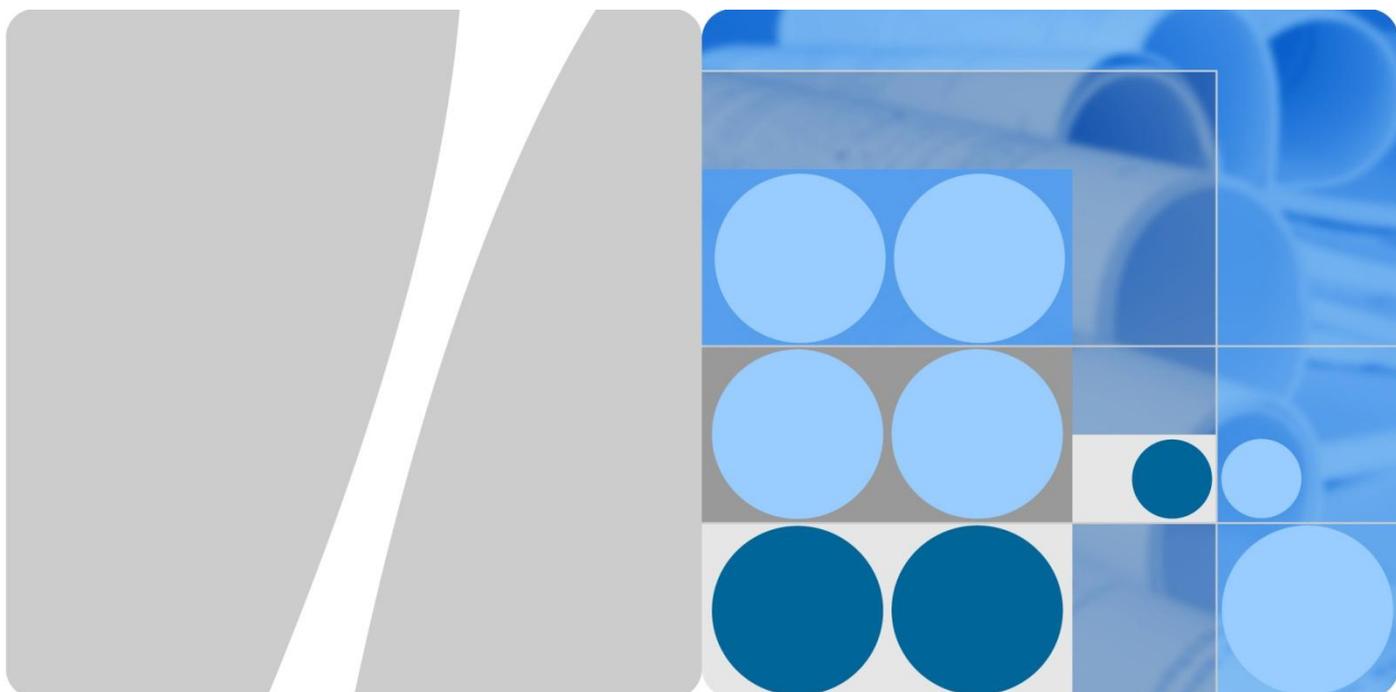


资料编码



eWBB 海面覆盖解决方案白皮书

文档版本 V1.0
发布日期 2012-7-8

华为技术有限公司



版权所有 © 华为技术有限公司 2012。 保留一切权利。

非经本公司书面许可，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本文档内容的部分或全部，并不得以任何形式传播。

商标声明



HUAWEI 和其他华为商标均为华为技术有限公司的商标。

本文档提及的其他所有商标或注册商标，由各自的所有人拥有。

注意

您购买的产品、服务或特性等应受华为公司商业合同和条款的约束，本文档中描述的全部或部分产品、服务或特性可能不在您的购买或使用范围之内。除非合同另有约定，华为公司对本文档内容不做任何明示或默示的声明或保证。

由于产品版本升级或其他原因，本文档内容会不定期进行更新。除非另有约定，本文档仅作为使用指导，本文档中的所有陈述、信息和建议不构成任何明示或暗示的担保。

华为技术有限公司

地址： 深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼 邮编： 518129

网址： <http://www.huawei.com>

客户服务邮箱： support@huawei.com

客户服务电话： 0755-28560000 4008302118

客户服务传真： 0755-28560111

目 录

1 执行摘要	7
2 简介	8
3 解决方案	9
3.1 解决方案说明	9
3.2 解决方案架构	10
3.3 为什么选择 LTE	10
3.4 如何实现超远覆盖	11
3.4.1 覆盖策略	11
3.4.2 协议设计	15
3.4.3 网规策略	16
3.5 典型场景组网方案	17
3.5.1 近岸海域的覆盖	17
3.5.2 海域深处的覆盖	20
3.5.3 多种基站形态	21
3.5.4 丰富的频段支持	21
3.5.5 容量规格	22
3.6 设备环境、安全防护	23
3.6.1 基站的防护测试标准	23
3.7 传输方案	25
3.7.1 对传输的要求	25
3.7.2 可用方案	25
3.8 总结-如何设计解决方案（内部参考）	31
3.9 超远覆盖性能基线	32
3.10 典型配置下的覆盖性能	34
3.10.1 配置 1-FDD-900M	34
3.10.2 配置 2-FDD-1800M	35
3.10.3 配置 2-FDD-2.6G	35
3.10.4 配置 3-TDD-1800M	36
3.10.5 配置 4-TDD-2.6G	36



3.10.6 配置 4-TDD-3.6G.....	37
4 应用案例	38
4.1 阿曼海上油田覆盖方案.....	38
4.2 Tampnet 项目 Pilot 测试方案	39

插图目录

图 1 组网结构.....	10
图 2 基站到终端的视距传播示意.....	12
图 3 塔顶放大器.....	14
图 4 基站岸边安装.....	19
图 5 基站离岸安装.....	21
图 6 基站形态.....	21
图 7 微波传输方案.....	27
图 8 eRelay 传输方案.....	29
图 9 eRelay 基站.....	30
图 10 解决方案设计思路.....	32
图 11 阿曼海面覆盖.....	38
图 12 Tampnet 项目客户场景.....	39
图 13 Tampnet 项目基站位置.....	40
图 14 Tampnet 项目天线安装位置.....	41

表 格 目 录

表 1 不同塔高对应的视距传播距离.....	12
表 2 馈线损耗.....	13
表 3 不同馈线长度对应的塔放增益.....	14
表 4 LTE 前导格式对应的接入距离.....	15
表 5 不同距离上的吞吐率性能.....	33

1 执行摘要

本文档描述华为 LTE 海面超远覆盖解决方案的应用场景、系统功能、组网结构以及对于客户的价值。

2 简介

随着企业工业生产的需求，远海中的通信要求越来越强烈。在早期，可以使用 GSM、CDMA 通信系统为离岸几十公里的渔船提供语音通信业务。近些年来，出现了很多大型生产装备，如浮动钻井平台、大型货运船只，在这些地点，人员密集、除基本语音通信需求外，更多的要求宽带数据业务，这是对移动通信技术的严苛考验。

与常规场景相比，海上安装通信系统面临设备选址困难，安全和环境保护要求高，传输困难，海上风浪影响信号的困难，解决方案选择 LTE 系统，通过合理的网络规格、基站形态选择、站址和天馈设计，解决了上述难点，达到了超远距离宽带通信目的。

本文档描述了如何为海上钻井平台、交通船只提供高性能无线通信方法。

3 解决方案

3.1 解决方案说明

解决方案的核心是使用 LTE 技术构建数据承载,提供各种数据业务。基于 LTE 优秀的 QoS 保证机制,可以在上层提供丰富的视频、游戏、Internet 接入、VOIP 业务,在引入 POC 服务器后,还可以提供一定的集群通信功能。

在企业级应用场景中,LTE 终端通常为 CPE。Wifi 设备连接 CPE,负责最终用户的接入。大多数 CPE 都集成了 Wifi 功能,在目标服务区域,构建一个 Wifi 网络,用户可以通过各种 wifi 数据卡、智能终端接入 Internet。

3.2 解决方案架构

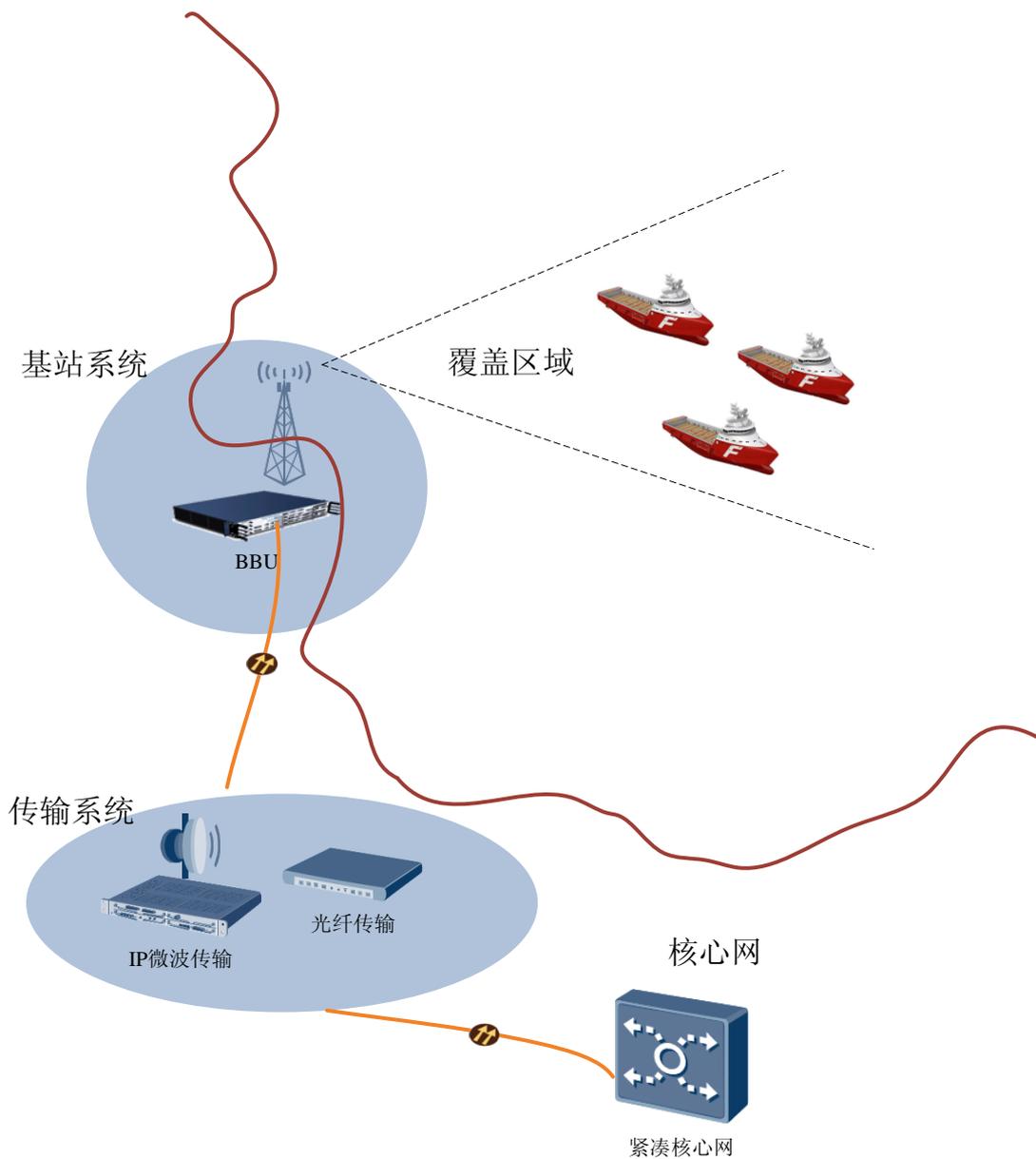


图1 组网结构

3.3 为什么选择 LTE

LTE 技术作为 3GPP 定义的第四代移动通信技术，相比其他 4G 或者 3.5G 技术，具有明显的优势，主要体现在：

更高的频谱效率

LTE 技术频谱效率达到 5bit/Hz，相比 Wimax 的 3.5bit/Hz，HSPA 的 3bit/Hz，优势较大，这意味着在等同的频谱带宽下，LTE 可以提供更高的容量或单用户吞吐率。而在容量和覆盖距离相互转换的情况下，也意味着等同的容量下，LTE 可以提供更大的覆盖距离。

更灵活的频谱利用

LTE 支持 1.4M/3M/5M/10M/15M/20M 的工作带宽，可以同频组网和异频组网，充分利用客户不同的带宽资源。在 TDD 方式下，通过子帧配比，还可以使总吞吐率倾向与上行或下行分配，进一步提升频率利用率。

更远的覆盖距离

通过特殊的帧结构定义（参考 2.2.2 节），LTE 可以支持 100Km 以上的接入，而 Wimax 只有 50Km，其他技术制式覆盖距离更低。

更可靠的标准演进和产业链支持

LTE 是 3GPP 定义的唯一 4G 标准，目前仍在继续向前演进，而 Wimax 技术开发已经停滞。而从产业链看，LTE 的支持厂家和运营商不断增加，是真正的主流产业，Wimax 产业正在持续萎缩，使用 LTE 技术，可以保护客户投资，并不断更新技术。

3.4 如何实现超远覆盖

3.4.1 覆盖策略

1) 合理设计天线挂高，减小传播损耗

海面遮挡物较少，视距内近似自由空间传播。由于地球曲率的影响，发射机信号的视距传播距离是有限的，如下图：

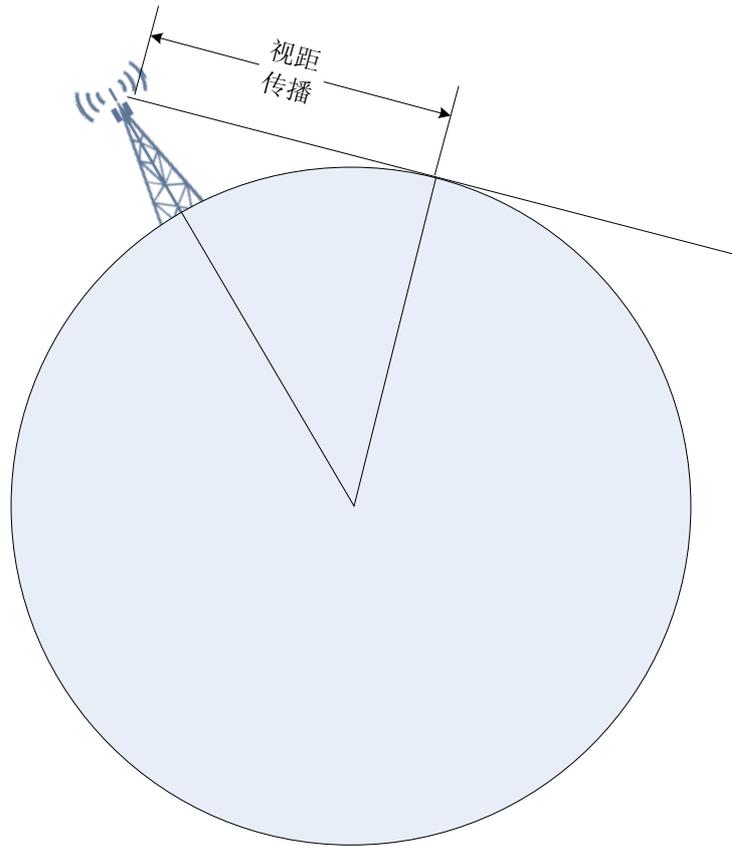


图2 基站到终端的视距传播示意

下表说明了在发射机在不同高度上的视距传播距离：

表1 不同塔高对应的视距传播距离

天线高度（米）	视距传播距离（公里）
20	18.4
40	26.1
60	31.9
80	36.9
100	41.2
200	58.3
300	71.4
400	82.5
500	92.2
600	101.0

700	109.1
800	116.6
900	123.7
1000	130.4

系统总的可视传播距离是基站可视传播距离和终端可视传播距离之和。

对于无线电波，视距（LOS）内的传播损耗是最小的，而视距外（NLOS）区域，传播损耗会急剧增加。为了获得尽可能好的上下行覆盖性能，天线设计需要保证终端处于基站视距传播范围以内。

2) RRU 上塔安装，减小馈线损耗

使用分布式基站，BBU 和 RRU 分离，RRU 靠近天线安装，减小馈线长度，减小馈线损耗，提升上下行性能。

常用的几种馈线损耗如下表：

表2 馈线损耗

Type	Intertion Loss (dB/100m)					
	Frequency					
	450	800	900	1800	2100	2600
1/2 "	4.75	6.46	6.86	10.01	10.96	12.12
7/8 "	2.44	3.33	3.53	5.21	5.68	6.42
5/4 "	1.78	2.47	2.63	3.96	4.34	4.95
13/8 "	1.60	2.19	2.33	3.47	3.80	4.31

频段越高，馈线损耗越大，所以在高频段，使用 RRU 上塔安装会获得更大的增益。

3) 使用塔顶放大器，改善上行性能

在上行受限且馈线损耗较大的场景中，可以使用塔放（TMA）改善上行覆盖。

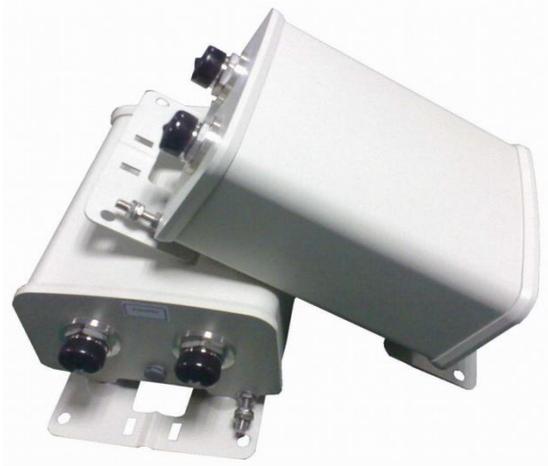


图3 塔顶放大器

塔放的作用是减小基站、馈线的总噪声系数，提高基站接收灵敏度，相当于补偿上行馈线损耗。

下表说明了不同馈线长度时，塔放提供的增益。

表3 不同馈线长度对应的塔放增益

(7/8) 馈线长度 (米)	塔放上行增益 (dB)
30	2.5
40	2.8
50	3.2
60	3.5
70	3.9
80	4.2
90	4.5
100	4.9

当馈线损耗超过 3dB 时，建议使用 12dB 增益的塔放，当馈线损耗超过 6dB 时，建议使用 24dB 增益的塔放。

馈线损耗越小，塔放增益越小，因此在 RRU 上塔的场景中，塔放对上行性能没有改善。

4) 合理的天馈设计

基站常用的天线包括 11dBi 全向天线，15dBi、18dBi、21dBi 定向天线。

CPE 可以使用内置定向天线，其增益取决于频段，一般在 5dBi 到 20dBi。在终端移动的场景中，CPE 需要使用外置全向天线，增益一般在 3dBi 到 8dBi。在终端固定的场景下，CPE 可以使用更高增益的定向天线，具体增益取决与频段，从 8dBi 到 21dBi。

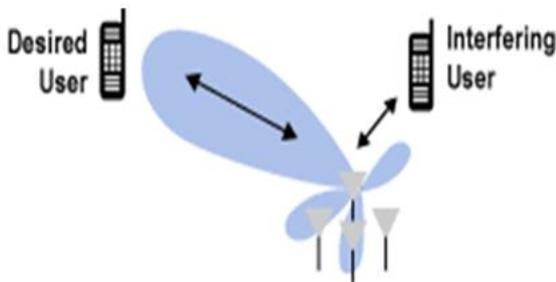
5) 4 天线接收

基站配置 4 天线，上行 MIMO 方式 1×4，相比 2 天线收，增加了 3dB 分集增益，进一步改善上行接收性能。

6) 波束赋形

波束赋形是多天线（4 个、8 个）技术的一个应用，基站控制发送到每个天线的信号，使得叠加后的能量朝向不同用户，降低用户间的干扰。

在用户数量较多、干扰严重的场景，基站使用波束赋形技术，可以提升上下行载干比，间接延伸覆盖距离。



3.4.2 协议设计

LTE 协议通过 PRACH 前导序列和 CP（循环前缀）的设计，保证终端可以远距离接入系统。

LTE PRACH 设计有 4 种格式，其对应的允许接入距离如下：

表4 LTE 前导格式对应的接入距离

PRACH 前导格式	分配子帧数量	最大时延扩展 (μs)	最大小区半径 (Km)
0	1	6.25	14.53
1	2	16.67	77.34
2	2	6.25	29.53
3	3	16.67	100.16

根据不同的覆盖要求，系统需要配置不同的 PRACH 前导格式。

在覆盖距离超过 20 公里时，建议使用扩展 CP，防止海面反射的多径信号形成自干扰。

说明：

协议设计可以保证系统超远覆盖的可能性，是否能实现超远覆盖，还需要通过设备、终端、天馈、网络规划的配合来实现。

3.4.3 网规策略

1) 站址选择

根据项目场景，灵活进行网规设计，满足客户需求。

利用海岸地形地物，提高基站天线高度，靠近海岸的高山、灯塔等，都可以作为基站安装点。需要注意高山上建站，带来维护困难，综合考虑建站成本。

在海域深处，可以选择船只、海塔和钻井平台做为基站安装点，此时需要解决基站到海岸的远距离传输问题。参考 2.6 节内容。

2) 组网设计

根据用户数量和分布，设计不同的站型。

如果用户围绕站点分布，距离较近，数量不多，可以使用 O1 站型，搭配高增益全向天线覆盖站点周边 360 度海域。

如果用户集中在站点某一个方向，可以采用 S1 站型，搭配高增益定向天线覆盖。

如果用户散布在整个覆盖区域，则根据容量要求灵活设计站型，从 2 扇区到 6 扇区组网，保证覆盖和容量要求。

3) 频率规划

低频段的电波传播损耗较小，在客户频谱允许的条件下，尽量选择最低的频率作为系统工作频段。

在多小区连续覆盖情况下，如果频率宽松，可以使用 $1 \times 3 \times 3$ 的频率规划，每个基站的小区使用不同频率，降低干扰，获得最优吞吐量性能。

如果频率资源紧张，则使用 $1 \times 3 \times 1$ SFR 的频率规划，每个基站的小区使用相同频率，小区边缘使用 ICIC 算法降低干扰。

4) 灵活的上下行配比

存在上下行业务不均衡的业务场景，比如视频监控业务，上行带宽需求远远超过下行带宽。此种场景下，可以使用 LTE TDD 技术。TDD 技术提供了多种上下行子帧配比方案，以满足不同的上下行业务需求。

在以下行业务为主的场景下（如视频点播），可以使用上下行配比 $1:3$ 或 $1:8$ 的模式，此时无线资源主要分配给下行业务，下行速率数倍于上行速率。

在以上行业务为主的场景下（如视频和数据回传），可以使用上下行配比 $3:1$ 的模式，此时上行速率可以达到峰值。

在上下行业务均衡的场景下，可以使用上下行配比 $2:2$ 的模式。

3.5 典型场景组网方案

3.5.1 近岸海域的覆盖

系统需要覆盖靠近海岸的一片区域，基站、核心网、传输系统都分布在海岸附近的陆地。

尽量依托海岸地形地物，提高基站天线挂高，保证覆盖区域处于基站可视范围。

用户的分布和容量要求决定了基站站型。通常的用户分布形态有如下几种：

形态 1，用户固定

近岸的钻井平台，通常情况下不会移动。基站和钻井平台上的终端都可以使用高增益定向天线进行通信。CPE 与分布在钻井平台上的 WiFi 设备连接，通过 WiFi 信号完成用户的最终接入。

终端使用定向天线可以获得最大的性能增益。

形态 2，用户移动

用户是移动船只，此时用户必须使用低增益全向天线，以保证在移动和颠簸场景下链路的稳定性。使用低增益全向天线会极大的降低小区性能，此时，根据用户业务速率要求和实际分布，基站可以使用 O1、S1、S11、S111 配置组网。

O1 站型适用于用户分布较广、数量较少、吞吐率要求低的场景。

S1 和 S11 站型适用于用户成簇分布，移动区域不大，对吞吐率有一定要求的场景。

S111 适用于用户数量多、吞吐率要求高、移动范围大的场景，使用 3 个扇区保证至少 180 度覆盖。

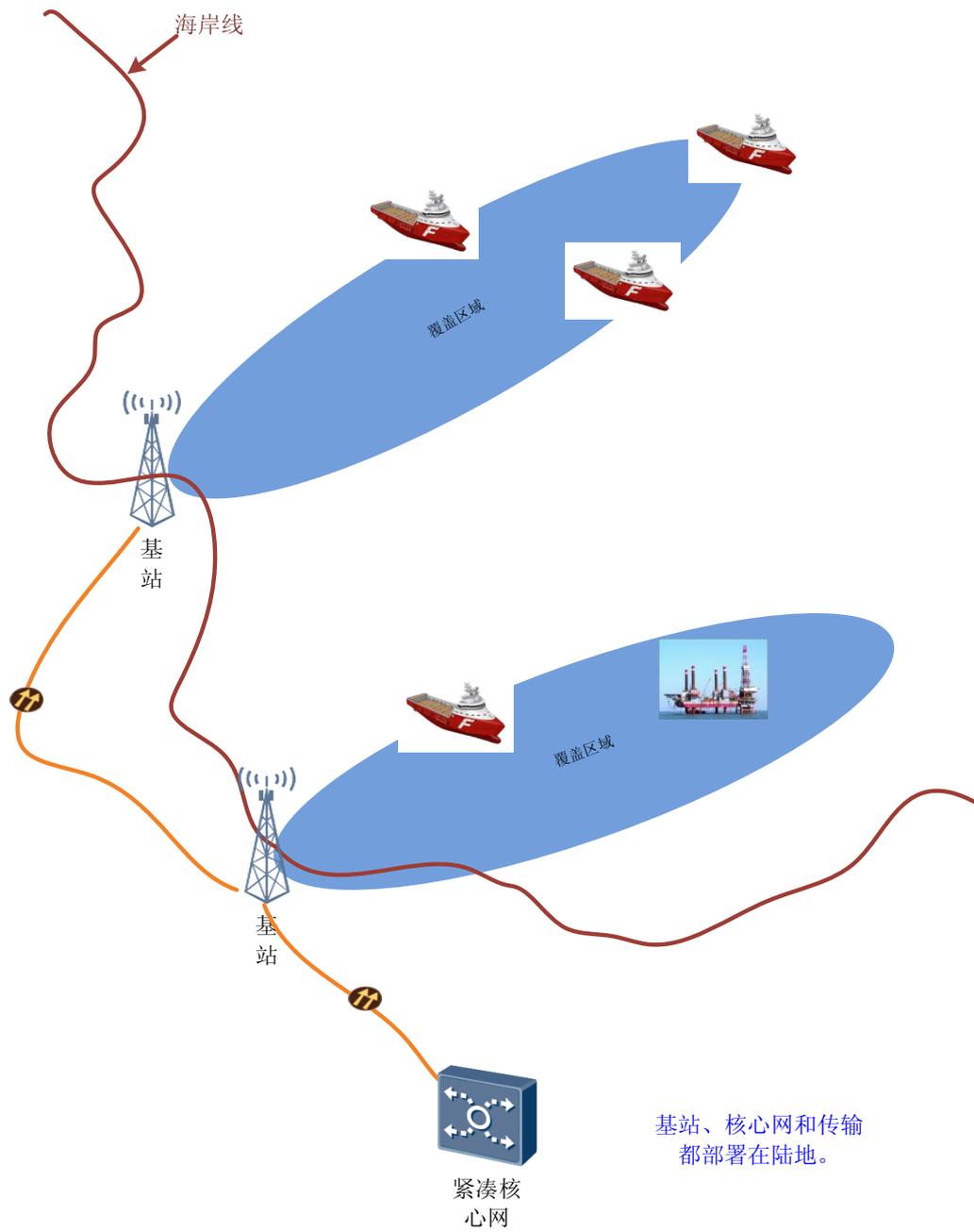


图4 基站岸边安装

3.5.2 海域深处的覆盖

覆盖区域距离海岸很远，基站必须放置在远离海岸的位置。该场景需要解决的主要问题是选择基站站址和确定传输方案。海上可用站址主要是固定的海塔、钻井平台，位置固定，抗风浪能力强。传输手段包括海缆和微波，优选海缆。微波在海面传输时，受气象条件影响，传输性能不稳定。

根据客户使用场景，基站形态可以有单站 O1、单站多扇区。

O1 站型适用于用户分布较广、距离较近、数量较少、吞吐率要求低的场景。

S1 和 S11 站型适用于用户成簇分布，移动区域不大，对吞吐率有一定要求的场景。

S111 适用于用户数量多、吞吐率要求高、移动范围大的场景，使用 3 个扇区保证基站周围 360 度覆盖。



图5 基站离岸安装

3.5.3 多种基站形态

LTE 基站产品包括宏基站 BTS3900 系列和分布式基站 DBS3900。



图6 基站形态

DBS3900 基站适合 RRU 上塔安装，提升覆盖性能，但对 RRU 的环境防护水平有较高要求。海上盐雾浓度大、持续时间长，如果在钻井平台上安装，还有腐蚀性气体，RRU 尽量在保护罩内安装。另外，钻井平台、油田的生产区域要求对工作设备进行防暴处理，RRU 如果上塔安装，一般都处于高危区域，需要进行隔爆。

更详细的产品信息请参考具体产品的产品概述。

3.5.4 丰富的频段支持

FDD RRU 射频模块支持 2.6G(band7), 2.1G(band1), AWS(ban4), 1.8G(band3), 900M (band8), 850M (band5), 800M (band20), 700M (band13)。

FDD RFU 射频模块支持 2.6G(band7), AWS(ban4), 1.8G(band3), 900M(band8), 800M (band20)。

TDD RRU 射频模块支持 1.8/2.3/2.5/3.5GHz 四个频段，2.3G: 2.3-2.4GHz，涵盖 Band 40；

2.6G: 2.496-2.690GHz, 涵盖 Band 38 和 Band 41; 3.5G: 3.4-3.7GHz, 涵盖 Band 42, 和部分 Band 43; 1.8G: 1.755--1.920 GHz, 涵盖 Band 33、Band35、Band 39 和部分 Band 37。

3.5.5 容量规格

1) FDD 产品容量规格

项目	指标值
最大小区数 (BTS3900 Ver. B/ BTS3900A)	4×2 MIMO: 3 小区 (1.4MHz/3MHz/5MHz/10MHz/15 MHz/20MHz) 2×2 MIMO: 6 小区 (1.4MHz/3MHz/5MHz/10MHz/15 MHz/20MHz)
最大小区数 (BTS3900 Ver. C)	4×2 MIMO: 6 小区 (1.4MHz/3MHz/5MHz/10MHz/15 MHz/20MHz. RFU: 3 小区, RRU: 3 小区) 2×2 MIMO: 12 小区 (1.4MHz/3MHz/5MHz/10MHz/15 MHz/20MHz. RFU: 6 小区, RRU: 6 小区)
最大小区数 (BTS3900L Ver. B)	4×2 MIMO: 6 小区 (5MHz/10MHz/15 MHz/20MHz) 2×2 MIMO: 12 小区 (5MHz/10MHz/15 MHz/20MHz)
最大小区数 (BTS3900L Ver. C)	4×2 MIMO: 9 小区 (1.4MHz/3MHz/5MHz/10MHz/15 MHz/20MHz. RFU: 6 小区, RRU: 3 小区) 2×2 MIMO: 18 小区 (1.4MHz/3MHz/5MHz/10MHz/15 MHz/20MHz. RFU: 12 小区, RRU: 6 小区)
最大小区数 (DBS3900)	4×2 MIMO: 6 小区 (1.4MHz/3MHz/5MHz/10MHz/15 MHz/20MHz) 2×2 MIMO: 12 小区 (1.4MHz/3MHz/5MHz/10MHz/15 MHz/20MHz)
单小区最大吞吐量 (20MHz)	下行 MAC 层速率: 150Mbit/s 上行 MAC 层速率: 70Mbit/s
单 eNodeB 最大吞吐量	下行: 450 Mbit/s 上行: 300 Mbit/s
单 eNodeB 激活户数 (RRC-connected)	配置 1 LBBP (带宽 1.4MHz): 1008 个 配置 1 LBBP (带宽 3MHz/5MHz/10MHz/15MHz/20MHz): 1800 个 配置>1 LBBP (带宽 1.4MHz): 3024 个 配置>1 LBBP (带宽 3MHz/5MHz/10MHz/15MHz/20MHz): 5400 个
数据无线承载 (DRB)	每用户 8 个 DRB 同时工作

2) TDD 产品容量规格:

容量名称	指标值
最大小区数	12 小区(小区带宽 10MHz/20MHz)
单小区最大吞吐量 (20MHz)	下行 MAC 层速率: 131Mbit/s
单 eNodeB 最大吞吐量	下行: 450 Mbit/s 上行: 300 Mbit/s
单 eNodeB 激活用户数 (RRC-connected)	5400 个
数据无线承载 (DRB)	每用户 8 个 DRB 同时工作

3.6 设备环境、安全防护

3.6.1 基站的防护测试标准

用于室外安装的分布式基站，都经过严格的环境适应测试，具体测试项如下：

测试项目	测试内容	测试标准
气候实验		
低温存储	-40℃ 24h	IEC 60068-2-1 ETSI EN 300 019-2-1
高温存储	+70℃ 24h	IEC 60068-2-2 ETSI EN 300 019-2-1
湿热存储	95%RH@40℃ 96h	IEC 60068-2-3 ETSI EN 300 019-2-1
低温工作	-40℃ 24h	IEC 60068-2-1 ETSI EN 300 019-2-4
高温工作	+55℃ 24h	IEC 60068-2-2 ETSI EN 300 019-2-4
温度循环	-40℃~55℃ 1℃/min 高低温各保留 3 小时 2cycle	IEC 60068-2-14 ETSI EN 300 019-2-4
湿热循环	25℃-55℃ 95%RH 48h	IEC 60068-2-30 ETSI EN 300 019-2-4
太阳辐射	50℃+1120w/m2 8 小时太阳辐射+16 小时黑夜 3 循环共 72 小时	IEC60068-2-5



低气压	55Kpa@45°C 16h	IEC60068-2-13
机械实验		
预试验湿热存储	95%RH@40°C 24h	IEC60068-2-66
静压	$TL=Wt \times (S-1) \times F \times 9.8$ 2h	ISTA-2A
随机振动	1m2/s3@(5Hz-20Hz), -3dB@(20Hz-200Hz) 3轴, 每轴 30min	ETSI 300 019-2-2 IEC60068-2-64
跌落		ETSI 300 019-2-2 IEC60068-2-32
冲击	半正弦波 30g 6ms, 6轴每轴 3次	IEC60068-2-27
碰撞	半正弦波 18g 6ms, 6轴每轴 100次	ETSI 300 019-2-2 IEC60068-2-29
工作正弦振动	1.2mm@(5Hz-9Hz) 4m/s2@(9Hz-200Hz) 1oct/min 3轴, 每轴 5swipes	ETSI 300 019-2-4 IEC60068-2-6
工作冲击	半正弦波 3g 11ms, 3轴每轴 6次	ETSI 300 019-2-4 IEC60068-2-27
防护实验		
防水 (IPX5)	喷嘴 6.3mm 距离 2.5m-3m 水量:1.25l/min \pm 5% 时间:1min/m2 至少 3min	IEC60529
防尘 (IP6X)	抽真空, 2h	IEC60529
气体腐蚀	C12 10ppb, H2S 10ppb, NO2 200ppb, SO2 200ppb 7days 75%RH@25°C	IEC60068-2-60
地震	Step 1:0.2g 1Hz-50Hz 1oct/min 3轴向正弦扫频寻找共振点 Step 2:地震波形试验 30s 3轴向	GR63 CORE VERTEQII wave, Zone 4
结冰		
盐雾	Nacl: 5% 喷雾时间: 2h, 湿热时间:90%RH@30°C 22h 4 cycles	QM333 IEC60068-2-52
风吹雨		

测试内容包括高低温工作、振动、盐雾腐蚀、气体腐蚀、防水防尘，所有的测试均基于满足基站在各种极端室外环境下可靠工作的要求。

3.7 传输方案

3.7.1 对传输的要求

传输系统在海面覆盖项目主要起两个作用，一个是承担 S1 接口数据传输，连接核心网和基站；另一个作用是起到延伸基站离岸距离的作用。

基于以上，对传输系统的要求主要有：

带宽要求：

单基站到核心网的传输带宽要高于用户对于单基站业务速率的要求，一般可以按照 80% 的比例来计算。如用户业务速率要求 10M，则传输带宽不低于 $10/0.8 = 12.5\text{Mbps}$

足够的传输距离：

用户要求的覆盖区域可能离岸较远，传输系统要提供足够的传输距离以满足基站和陆地上数据汇聚点之间的连接。如果使用光缆，则不存在传输距离问题，但成本较高。如果采用微波或 Relay 技术，则可能需要多跳来实现超远传输。

时延要求：

实时性要求高的业务对时延敏感，需要仔细评估传输时延，尤其是采用多跳中继的传输方式，使通信系统端到端总时延满足用户需求。光缆传输的时延可以忽略；微波一跳的时延为 6 毫秒；LTE Relay 的时延为 5 毫秒。

3.7.2 可用方案

当基站离岸安装，尤其是远离海岸时，带来基站到核心网的传输困难。从目前技术看，可以用 3 种方案实现大带宽数据的远距离传输。

方案 1-海缆：

当基站安装位置是海上固定点，比如海塔或钻井平台，该位置如果与陆地间已经铺设海底光缆，则基站可以通过光口/电口接入光缆实现 IP 传输。

海底光缆的优势是传输距离远，容量大，不受外界干扰，环境适应性强，是最佳的海面覆盖传输手段。但海缆的铺设成本高，在大部分场景下是不具备使用条件的。

方案 2-微波：

微波是非常成熟的点对点传输技术。海面具备良好的视距传播条件，具备微波使用条件。参考 2.1.1 节，当天线挂高 100 米时，可视传播距离达到 41 公里，当天线挂高 200 米时，可视传播距离达到 58 公里。传输的一端建立在海岸，另一端靠近基站安装，保证视距通信即可。组网方式如下：

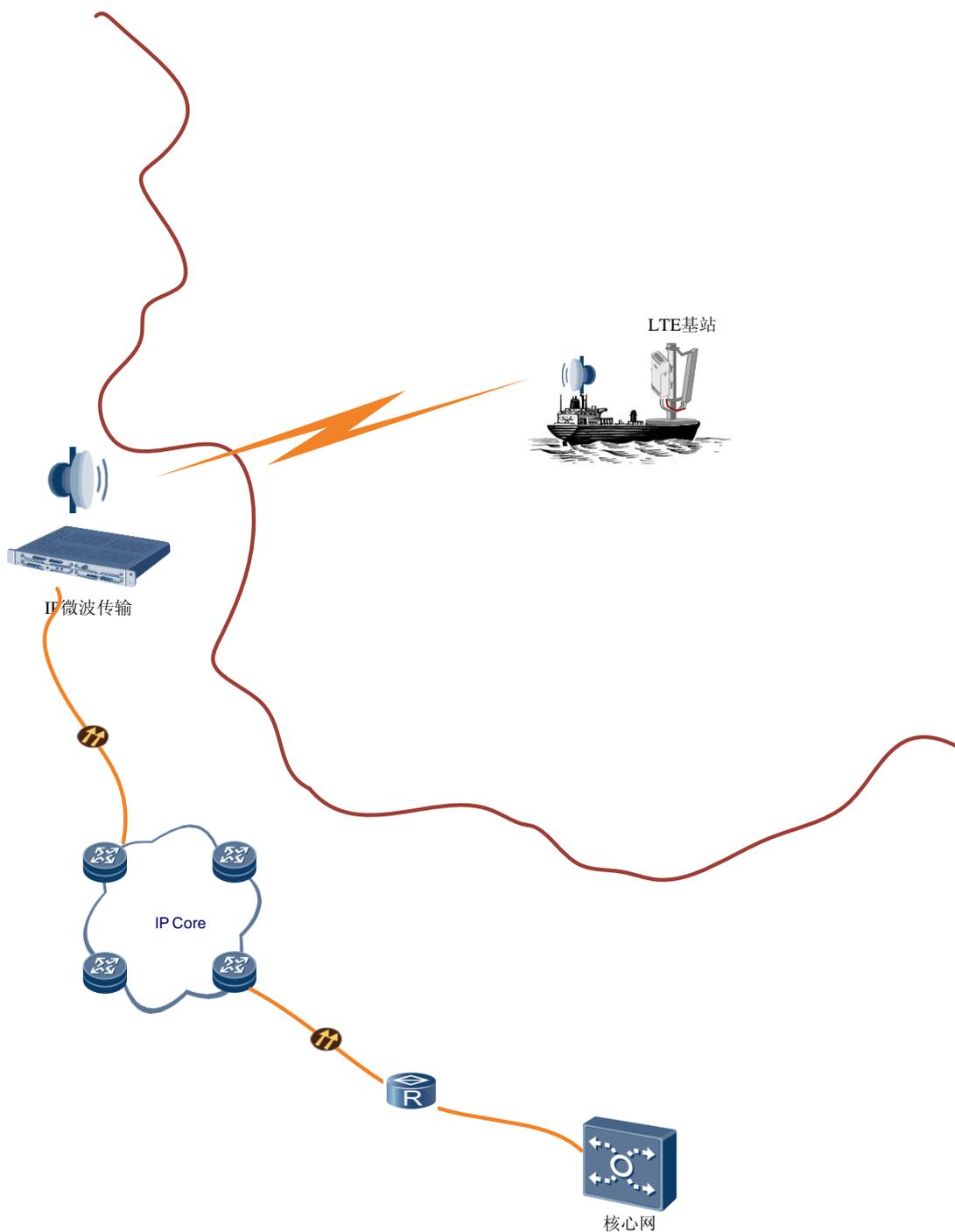


图7 微波传输方案

微波工作在高频段（11GHz~38GHz），最大吞吐率可以达到 600M，传输距离 50 公里。缺点是视距传播，微波天线必须稳定对准，且高频电波易受气象条件影响。

我司的 RTN900 系列传输设备，具备高带宽和远距离传输能力，可以应用在海面覆盖方案中。

方案 3-LTE eRelay 技术:

eRelay 技术是基于 LTE 技术发展的传输技术，用于解决孤点基站的传输问题。采用 TDD 技术的 eRelay 设备，工作频段 2.6GHz、3.5GHz、4.9GHz、5.8GHz，带宽 20M，在可视传播条件下，最高提供 500Mbps（汇聚点上下行之和）和 85Mbps（单个 HAP 上下行之和）。通过 TDD 的子帧配比调整，可以控制基站到汇聚点和反向的带宽。另外，eRelay 设备支持点到多点的传输，即多个基站传输汇聚到一个 eRelay 节点。

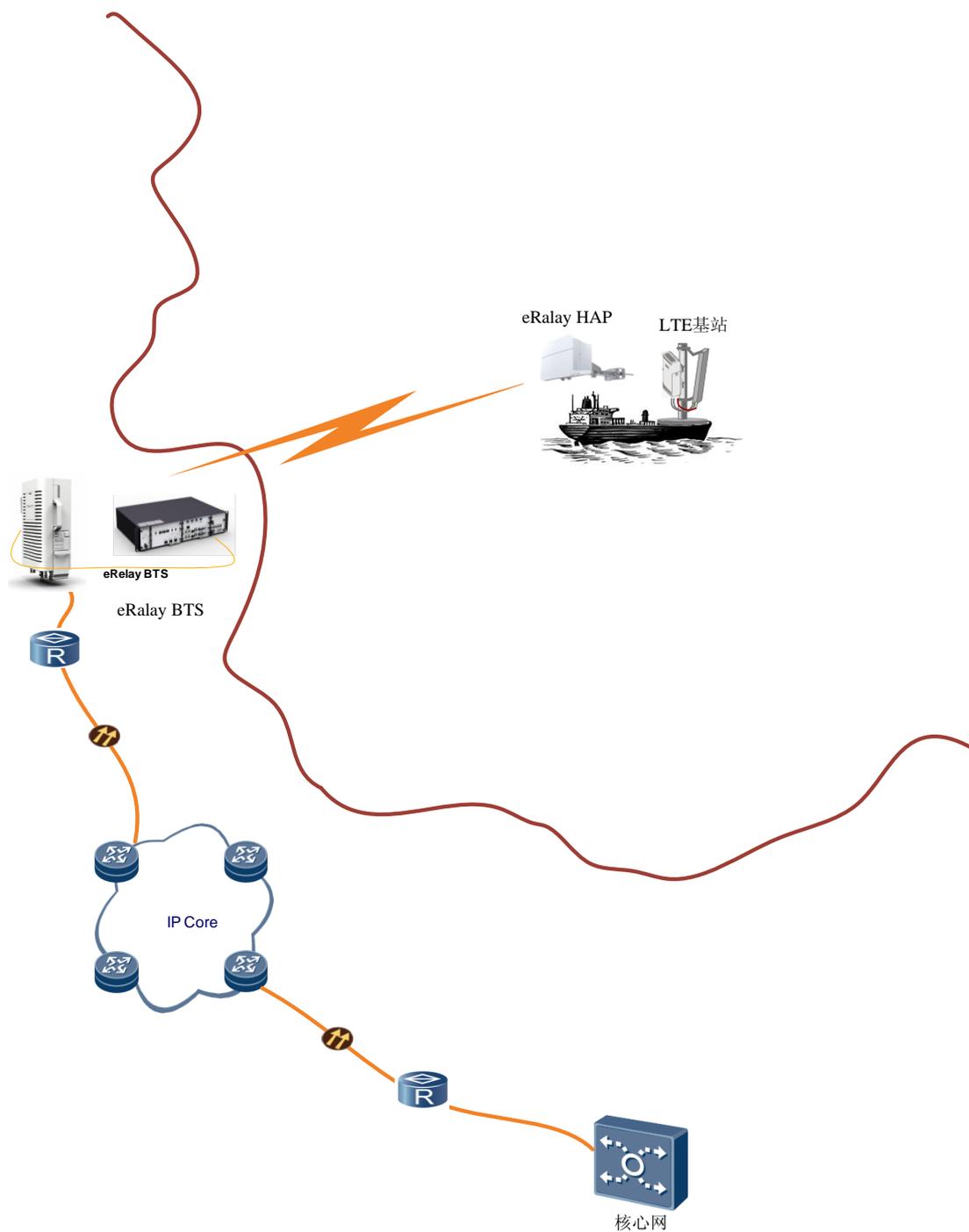


图8 eRelay 传输方案

华为 eRelay 设备由 BTS 和 HAP（接入点）组成，eRelay HAP 靠近 LTE 基站安装，与 eRelay BTS 建立通信链路，为 LTE 基站提供传输。

eRelay BTS 规格如下（分为 V1 和 V2 两种）

V1 Product specification—eRelay BTS

Frequency	2575M~2615M
Bandwidth	10M, 20M
Carrier and mode	1 Carrier, 2T2R, MIMO
PA output power	2*5W
Throughput	DL 80Mbps, UL 20Mbps (Sector Theoretical peak MAC)
Volume	12L / 21L with cover
Weight	12Kg
Transport interface	GE/FE 1optical 1 electrical; xDSL
Power consumption	160W
Power supply	AC
Protection	IP65
Antenna	Flat directional, integrated, 12dBi, angel adjustable
Synchronization	RGPS, 1588V2
Installation	On Rooftop , Co-site with Macro BTS On the pole Isolated deployment without Macro BTS



V2 eRelay Macro type BTS

BBU

- Capacity: 3X20M sector carriers per eRelay card, Expand capacity through adding eRelay cards
- DL Throughput :160Mbps/sector carrier, 60Mbps/Link
- UL: 1*2 SIMO, VMIMO , 64QAM
- UL Throughput: 40Mbps/sector, 25Mbps/Link
- Synchronization, RGPS
- Co-site with LTE-TDD, Co-OM, Co-transmission

RRU

- 2T2R/4T4R
- 2.6G/3.5G/2.3GHz
- Output Power: **2*40W/4*20W**
- Full band supporting
- IBW:**40MHz or More**

图9 eRelay 基站

eRelay HAP 规格如下:

V1 Product specification—eRelay HAP

Appearance of eRelay HAP



Frequency	2575M~2615M (5M shrink)	Throughput	DL 55Mbps/UL 20Mbps
Bandwidth	10M, 20M	Installation	On wall, on pole
Carrier and mode	1 carrier, 1T2R	PA output power	1*200mW
Volume	4.4L	Power consumption	15W
Weight	<4Kg	Transport interface, Power supply	PoE
Antenna	Flat, 13dBi, integrated; angel adjustable	Protection	IP55

方案总结：

从传输性能看，光缆是最佳选择。如果不具备光缆条件，则使用微波和 eRelay 技术。如果在海上具备稳定的安装平台，则选择微波较好。eRelay 产品商用成熟度低，目前不推荐。

3.8 总结-如何设计解决方案（内部参考）

客户需求千变万化，没有一个解决方案可以包打天下。提炼客户需求的关键要素，并针对性应对，纲举目张，就可以快速进行高质量方案设计。

客户关键信息包括：

频段和可用带宽

可选站址，位置，高度

传输情况

要求的覆盖区域位置，距离海岸的距离、范围

终端数量，分布，业务类型，要求带宽，移动性

其他特殊要求：设备防爆，正常和极端气象条件

根据客户信息，我们可以按照下图的思路来组织解决方案：

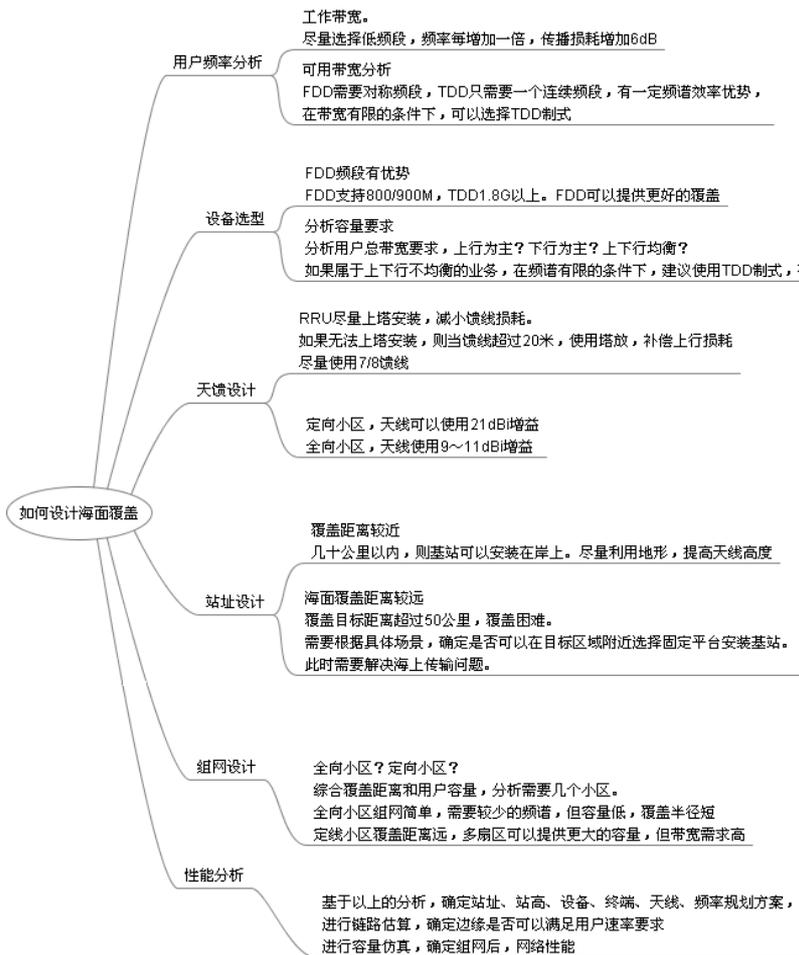


图10 解决方案设计思路

注意，本节内容供内部参考，如果发送给客户，请删除本节内容。

3.9 超远覆盖性能基线

在条件允许下，使用 LTE FDD 制式，900M 频段，上下行各 20M 带宽。

在资源紧张的情况下，使用 TDD 制式，1800M 频段，上下行共 20M 带宽。

单小区对海覆盖，无系统外干扰。

基站单端口发射功率 40w，2T2R。天线挂高 500 米以上。基站使用窄波瓣高增益定向天线，增益 21dBi。

终端发射功率 23dBm，1T2R，当位置固定时，使用高增益定向天线，天线增益 21dBi。当终端移动时，使用全向天线，天线增益 4dBi。

表5 不同距离上的吞吐率性能

距离 (km)	制式	场景	下行吞吐率 (Mbps)	上行吞吐率 (Mbps)	
100	FDD	终端低速移动	45	2	
		终端固定	130	36	
	TDD (上下行配比 1: 8, 下行业务为主)	终端低速移动	33	0.13	
		终端固定	100	3.1	
	TDD (上下行配比 3: 1, 数据回传为主)	终端低速移动	9.8	0.8	
		终端固定	29	19	
	TDD (上下行 2: 2, 上下行业务均衡)	终端低速移动	17	0.5	
		终端固定	54	12	
	30	FDD	终端低速移动	130	32
			终端固定	130	40
TDD (上下行配比 1: 8, 下行业务为主)		终端低速移动	95	2.8	
		终端固定	109	4.1	
TDD (上下行配比 3: 1, 数据回传为主)		终端低速移动	28	16	
		终端固定	32	26	
	TDD (上下行 2: 2, 上下行业务均衡)	终端低速移动	51	11	
		终端固定	58	16	

说明:

- 1、 当基站使用 21dBi 天线时,水平波瓣宽度约 30 度,在 100 公里处对应宽度为 16.6 里弧形区域。

- 2、 基站天线挂高对性能影响很大。当天线挂高超过 500 米，信号传播环境近似为自由空间，可以得到最佳的性能。当天线挂高较低时，即使信号传播为视距内，也因为电波能量被海水部分吸收而导致性能下降较大。

3.10 典型配置下的覆盖性能

按照单小区支撑 10 个边缘用户来评估覆盖距离和吞吐率性能。

本节给性能分析基于通用配置，在性能和工程实现方面进行了折中。

3.10.1 配置 1-FDD-900M

制式	FDD
带宽	10M
频段	900M
基站发射功率	46dBm
基站天线挂高	100 米
基站天线增益	18dBi 定向天线
终端发射功率	23dBm
终端天线挂高	15 米
终端天线增益	5dBi 全向/定向天线
组网方式	单站覆盖，RRU 上塔安装，系统内和系统外干扰很小

边缘 10 个用户，每用户吞吐率性能：

距离 (Km)	路损 (dB)	下行吞吐率 (Mbps)	上行吞吐率 (Mbps)
20	134.5	3.4	1.7
30	140.3	2.2	1.4
40	144.4	1.6	0.9
45	150.6	0.9	0.4

注：最后一行是覆盖极限

3.10.2 配置 2-FDD-1800M

制式	FDD
带宽	10M
频段	1800M
基站发射功率	46dBm
基站天线挂高	100 米
基站天线增益	21dBi 定向天线
终端发射功率	23dBm
终端天线挂高	15 米
终端天线增益	8dBi 定向天线
组网方式	单站覆盖，系统内和系统外干扰很小

边缘 10 个用户，每用户吞吐率性能：

距离 (Km)	路损 (dB)	下行吞吐率 (Mbps)	上行吞吐率 (Mbps)
20	140.5	3.6	1.7
30	146.3	2.5	1.6
40	150.4	1.8	1.1
45	156.6	1	0.5

3.10.3 配置 2-FDD-2.6G

制式	FDD
带宽	10M
频段	2600M
基站发射功率	2×46dBm
基站天线挂高	100 米
基站天线增益	21dBi 定向天线
终端发射功率	23dBm
终端天线挂高	15 米
终端天线增益	10dBi 定向天线
组网方式	单站覆盖，系统内和系统外干扰很小

边缘 10 个用户，每用户吞吐率性能：

距离 (Km)	路损 (dB)	下行吞吐率 (Mbps)	上行吞吐率 (Mbps)
---------	---------	--------------	--------------

20	143.7	3.2	1.7
30	149.5	2	1.2
40	153.6	1.4	0.8
45	159.8	0.8	0.3

3.10.4 配置 3-TDD-1800M

制式	TDD
带宽	20M
频段	1800M
基站发射功率	43dBm
基站天线挂高	200 米以下
基站天线增益	21dBi 定向天线
终端发射功率	23dBm
终端天线挂高	15 米
终端天线增益	8dBi 定向天线
组网方式	单站覆盖，系统内和系统外干扰很小

边缘 10 个用户，每用户吞吐率性能：

距离 (Km)	路损 (dB)	下行吞吐率 (Mbps)	上行吞吐率 (Mbps)
20	140.5	3.3	1.2
30	146.3	2.1	0.7
40	150.4	1.4	0.4
45	156.6	0.7	0.1

3.10.5 配置 4-TDD-2.6G

制式	TDD
带宽	20M
频段	2600M
基站发射功率	43dBm
基站天线挂高	100 米
基站天线增益	21dBi 定向天线
终端发射功率	23dBm
终端天线挂高	15 米
终端天线增益	10dBi 定向天线

组网方式	单站覆盖，系统内和系统外干扰很小
------	------------------

边缘 10 个用户，每用户吞吐率性能：

距离 (Km)	路损 (dB)	下行吞吐率 (Mbps)	上行吞吐率 (Mbps)
20	143.7	3	1.1
30	149.5	1.9	0.6
40	153.6	1.3	0.3
45	159.8	0.6	0.08

3.10.6 配置 4-TDD-3.6G

制式	TDD
带宽	20M
频段	3600M
基站发射功率	43dBm
基站天线挂高	100 米
基站天线增益	21dBi 定向天线
终端发射功率	23dBm
终端天线挂高	15 米
终端天线增益	14dBi 定向天线
组网方式	单站覆盖，系统内和系统外干扰很小

边缘 10 个用户，每用户吞吐率性能：

距离 (Km)	路损 (dB)	下行吞吐率 (Mbps)	上行吞吐率 (Mbps)
20	146.5	3.3	1.2
30	152.3	2.1	0.7
40	156.4	1.4	0.4
45	162.6	0.7	0.1

4 应用案例

4.1 阿曼海上油田覆盖方案

客户要求以远离海岸的海塔为中心，覆盖周围半径 25 公里的海域。25 个终端分布在油井和船只上，10 个油井+15 艘船只。覆盖区域中心位置用户要求上行 1Mbps，下行 2Mbps；覆盖区域边缘用户上下行各 512Kbps。

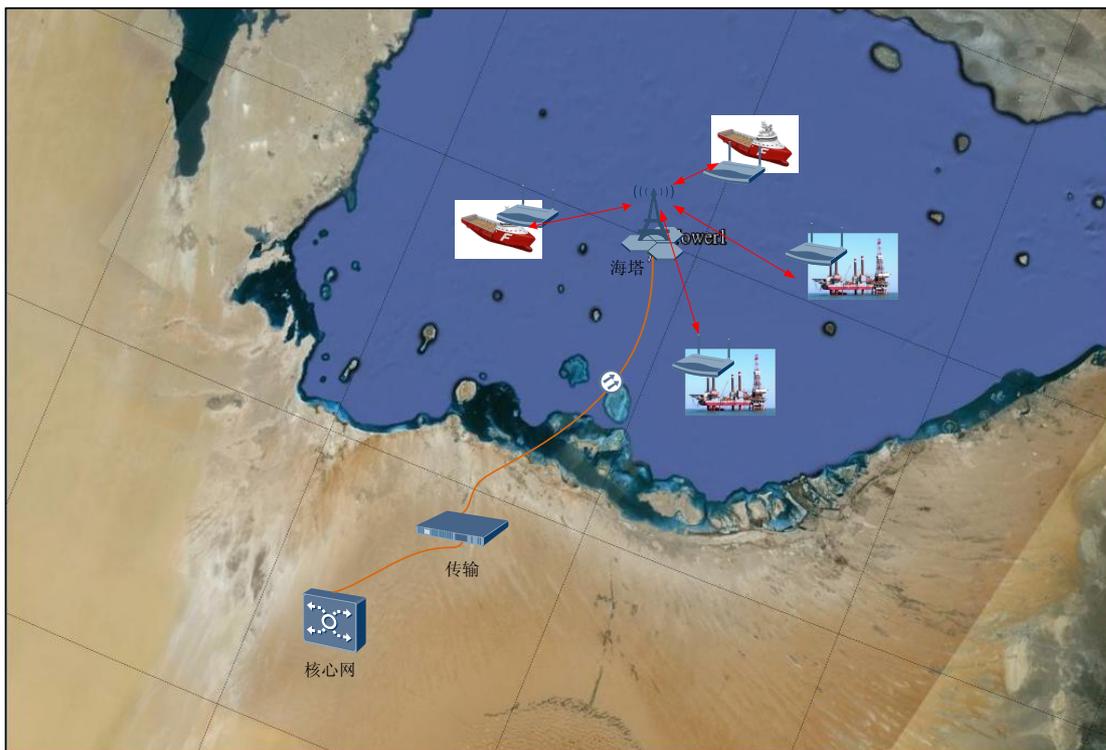


图11 阿曼海面覆盖

客户具备 2.6G 频段资源，带宽较小。

根据客户需求，解决方案为：

使用 2.6G 频段，LTE TDD 制式。

基站设备使用 DBS3900，射频模块为 RRU3232，4 端口，每端口发射功率 20W。

RRU 和 BBU 安装在海塔上，无防爆要求，RRU 靠近天线安装，天线挂高 80 米，视距范围 38 公里。

基站为 S111 配置，3 扇区覆盖海塔周边 360 度海域，使用 18dBi 定向天线。相邻小区异频。

基站到核心网的传输由海缆光纤承载。

终端使用华为定制室外型 CPE，无防爆要求。安装在稳定平台上的终端使用外置 65 度定向天线，安装在交通船只上的终端，使用外置 5dBi 全向天线。

4.2 Tampnet 项目 Pilot 测试方案

Tmapnet 项目规划为挪威北海油田提供基于 LTE FDD 技术的无线覆盖。在项目之初，客户要求华为进行海面覆盖的 Pilot 测试。

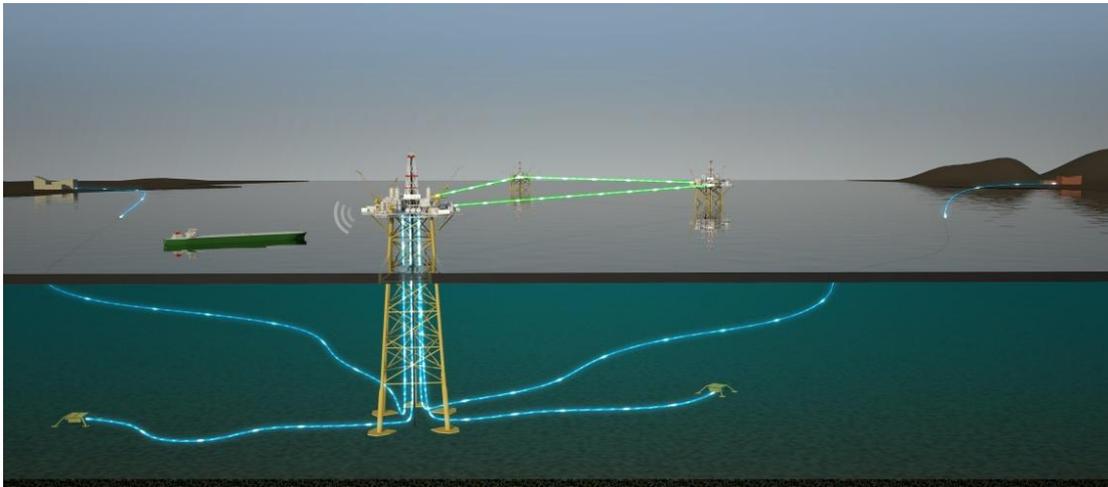


图12 Tampnet 项目客户场景

客户要求以钻井平台为中心，覆盖半径 37 公里的海域，为浮动平台和交通船只提供宽带接入，边缘处要求上行 1Mbps，下行 2Mbps。

根据客户要求，解决方案为：

使用 900M 频段，LTE FDD 制式，客户可以提供 10M 带宽。

基站设备使用 DBS3900，射频模块为 RRU3908V1，2 端口，每端口发射功率 40W。

RRU 和 BBU 安装在钻井平台的安全区，无防爆要求，通过 60 米长馈线连接到天线，天线挂高 90 米，视距范围 40 公里。由于有 60 米的馈线损耗，需要使用塔放来补偿上行覆盖。

基站为 S11 配置，两个扇区覆盖客户指定测试区域，使用 21dBi 高增益天线。

基站到核心网的传输由微波+光纤承载。测试平台具备微波设备，2跳连接到最近的传输骨干节点（邻近的钻井平台上），再通过海底光缆传输到岸上汇聚点。

终端使用华为测试 UE 或者 B593 室内型 CPE，无防爆要求。安装在浮动平台上的终端使用 65 度定向天线，安装在交通船只上的终端，使用 11dBi 全向天线。

下图为钻井平台，基站安装位置在蓝色框中，天线安装位置在黄色框中。



图13 Tampnet 项目基站位置

天线安装位置：



图14 Tampnet 项目天线安装位置

下图是两个扇区的覆盖区域：

