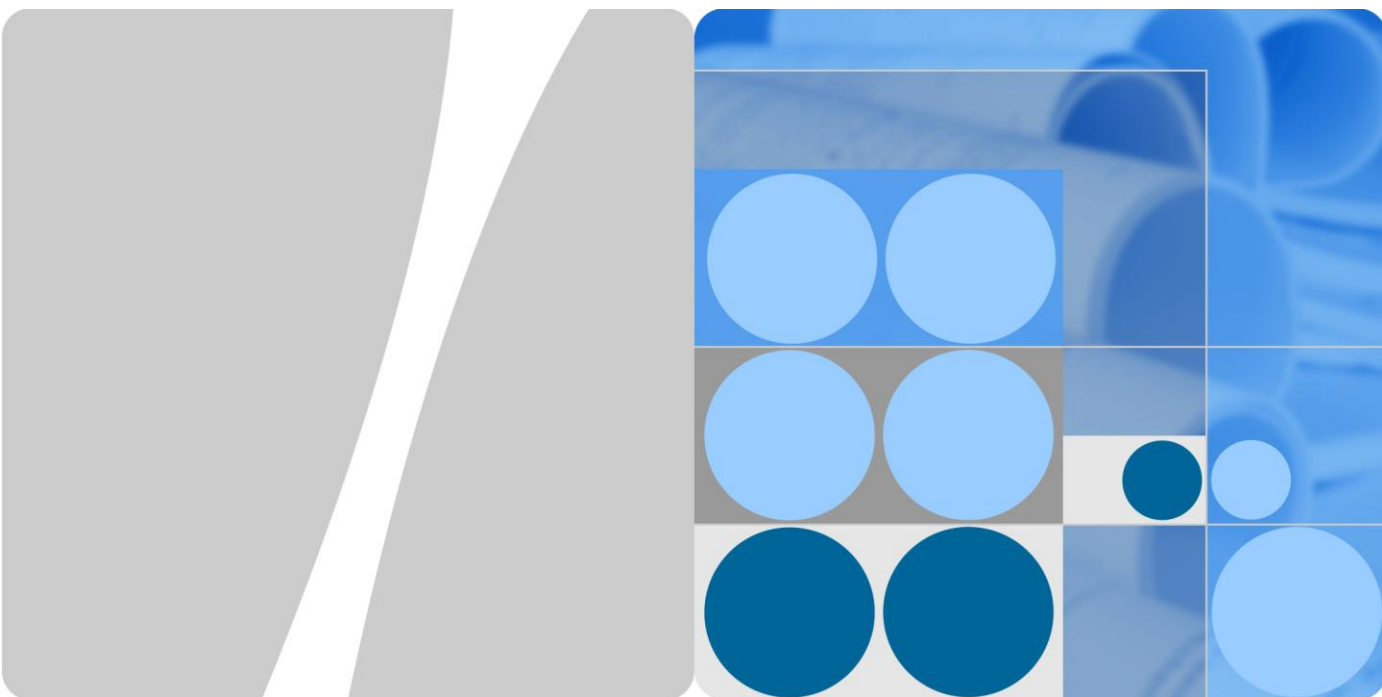


资料编码



小基站传输解决方案白皮书

文档版本 V1.0
发布日期 2015-11-15

华为技术有限公司



版权所有 © 华为技术有限公司 2009。 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



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/Executive Summary	4
2 简介/Introduction.....	5
2.1 小基站的积极部署	5
2.2 小基站传输的挑战	6
3 解决方案/Solution.....	10
3.1 传输部署场景	10
3.2 解决方案概述	12
3.3 解决方案关键特性	13
3.4 解决方案关键产品	31
3.5 解决方案推荐策略	32
4 推广/Experience.....	38
5 结论/Conclusion	40
6 缩略语表/Acronyms and Abbreviations	41

1 执行摘要/Executive Summary

针对小基站的应用场景和华为产品能力,本文全面介绍小基站 E2E 传输解决方案,包括:灵活的最后一公里解决方案,重用的汇聚组网解决方案,灵活的传输统一运维解决方案,E2E 传输安全解决方案,灵活的时钟同步解决方案,E2E 传输 QoS 解决方案,E2E 传输可靠性解决方案。另外提供了解决方案的关键产品信息、解决方案的推荐策略,便于读者理解小基站传输的应用能力,便于小基站的商用推广部署。

2 简介/Introduction

2.1 小基站的积极部署

由于智能手机和平板电脑等移动设备的普及使用，同时视频、基于云的业务等大流量业务持续增长，导致移动数据流量正在大幅增长。

另一方面，有些地区宏站的部署密度已经达到极限，可用宏站站址也有限。利用新增部署宏站来提高室外容量的方法已经不再可行。

此外，源自于智能移动设备的蓬勃发展，BYOD（Bring Your Own Device）逐渐在中型企业中流行开来，商场和火车站等室内移动流量也在大幅增加。基于现有的室外宏站覆盖的方法已经很难满足室内智能移动设备产生的大量流量。

这样为了支持移动数据的大量增长，并保持较高的泛在连接的用户体验，要求无线接入网络技术继续演进。

这样出现了在宏站覆盖下新部署低功率基站，也就是小基站，包括 Micro/Pico 等，来增强容量和覆盖，并与宏站一起构成 HetNet 网络，如下图所示，来最大化接入容量，优化用户体验并降低成本。

图2-1 HetNet 组网



小基站部署的数量：行业分析预测未来小基站会大量部署，并大大超过宏站的数量。成千上万的小基站密集部署和运维给运营商是否能低成本运营带来了很大的挑战。

小基站部署的位置：另外小基站部署在不同的位置，可部署在室内的热点区域，例如：办公楼、体育馆、商场等；也可部署室外的场景，例如：部署在商业街和广场的交通灯/街灯/电线杆、建筑侧等位置。小基站部署的站点不同于宏站，小基站部署位置的多样性在灵活部署小基站方面给运营商带来了很大的挑战。

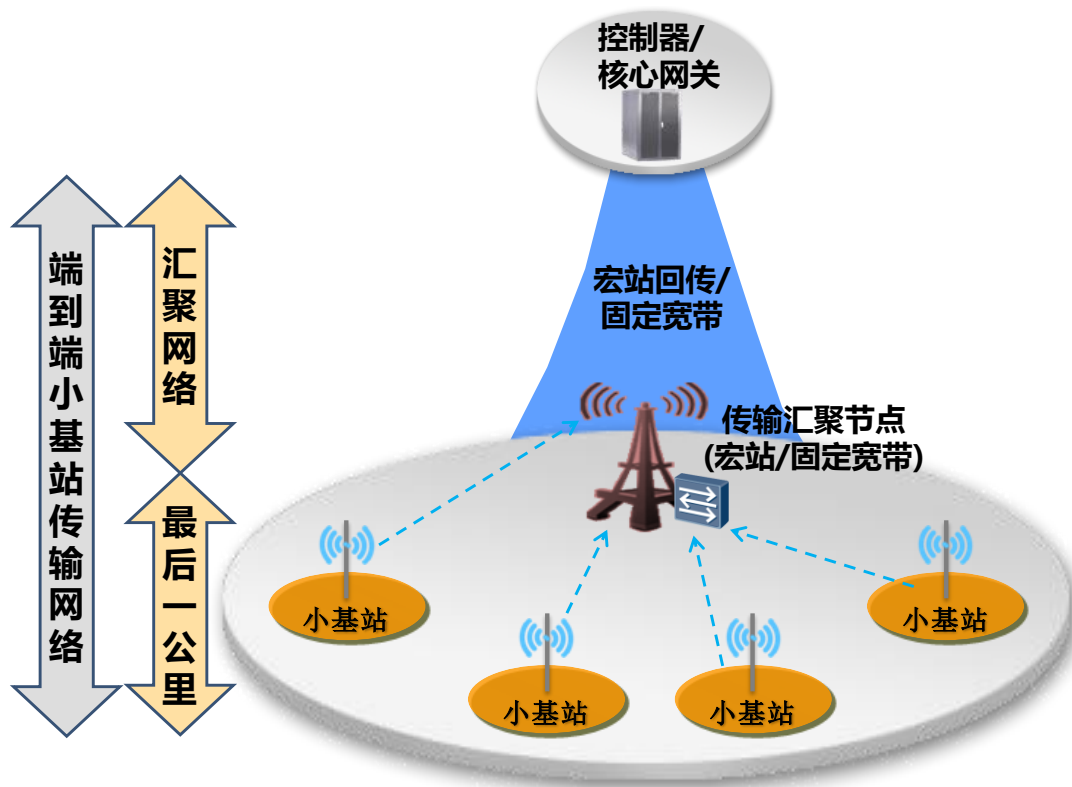
2.2 小基站传输的挑战

小基站传输的定义：E2E 小基站传输是用来提供小基站与核心节点间 (3G/WiFi 控制器、LTE MME/SGW) 的具有一定级别 QoS 要求的端到端连接。如下图所示，E2E 传输网络可分为两部分：

- ✧ **最后一公里网络：**从小基站到传输汇聚节点之间的网络为最后一公里网络，最后一公里网络提供小基站和传输汇聚节点的连接。
- ✧ **汇聚网络：**传输汇聚节点到核心节点间的网络为汇聚网络，用来汇聚小基站流量并传递给核心节点。

在实际传输部署中，为了降低成本，不会使用像部署宏站传输的方式，为小基站新建部署一个从小基站到核心节点的 E2E 传输网络，而是重用已有的传输汇聚节点和核心节点间的网络，例如这个汇聚网络可以是现有宏站传输，也可能是固定宽带网络。传输汇聚节点是能连接到现有传输网络的站点，例如宏站、有线宽带的接入点等（运营商自有或者租用）。

图2-2 小基站传输的定义



小基站部署的数量和位置不同于宏站，导致对小基站传输的需求不同于对宏站传输的需求：

图2-3 小基站传输的挑战



需要提供连接：小基站传输首先要能提供适应各种小基站部署场景的传输连接。小基站部署位置的多样性导致单一的传输技术不能满足所有的部署场景，这样需要提供支持多样传输技术的灵活传输方案。这里包括有线传输和无线传输。

对于小基站，也面临着采用哪个传输汇聚点来接入到核心网的问题。对于无线传输，通常采用现有宏站作为小基站的传输汇聚点；对于有线传输，通常可采用路边机柜或者固定宽带接入节点作为小基站的传输汇聚点。

在小基站与传输汇聚点之间的网络需要支持各种拓扑，例如：PtP、PtMP、级联、树型/mesh 等。

小基站的传输还需要满足承载的无线业务的容量需求，这样要求小基站传输能支持足够容量的传输技术。

需要适应站点：小基站的部署站点具有多样性，例如广告牌、街灯和楼宇外侧，需要小基站支持灵活供电、紧凑设计（体积小、重量轻），容易安装（天线自动对齐等），适应周围环境/不影响环境美观。

需要满足 QoS：另外小基站传输技术要能满足无线性能的需求，以支持移动视频等应用的高质量用户体验。

需要简化运维：成千上万的大量小基站意味着大量的小基站传输连接，大量的小基站传输部署要求快速的、低成本的部署和简单运维。

需要保障安全：小基站具有多样化的部署位置，大多是不信任的区域，例如部署在街道的小基站容易受到破坏和截取，因此要求小基站支持安全传输解决方案。

需要时钟同步：

为了支持用户的无缝体验，小基站也需要支持时钟同步来保证无缝切换。

另外大量的小基站部署，需要减少对宏站的干扰，这样要求小基站与宏站之间进行协同处理，协同的处理也要求基站支持时钟同步处理。

另外有些运营商在近今年内要求部署 LTE-A/LTE TDD，LTE-A 的 ICIC、CoMP 网络协同技术和 LTE TDD，都要求基站支持时间/相位同步。

需要可用可靠：高可用性的宏站通常要求“五个 9”或 99.999% 的可用性。根据根据 NGMN 的《Small Cell Backhaul Requirements》：小基站回程可用性需求取决于是否存在宏覆盖来作为备份，小基站部署在没有宏覆盖的场景时，应该具有 3~4 个 9 的可用性，但是如果小基站部署在有宏覆盖的场景，2~3 个 9 的可用性是可接受的。

实现传输可靠性可采用链路冗余等技术，可靠性技术普遍会增加成本。因此需要在高可用性和低成本之间取得平衡。

需要扩展演进：未来持续大量部署的小基站，驱动传输网络可持续演进来支持未来网络扩展，以保护现有投资。这里包括传输容量可持续增加，传输网络拓扑可灵活扩展、简化网络扩展的管理等。

小基站传输解决方案的目标：满足功能和性能需求前提下，提供低成本的、灵活的小基站传输方案。

3 解决方案/Solution

小基站 E2E 传输解决方案包括：

- 1) 最后一公里解决方案
- 2) 汇聚组网解决方案
- 3) 传输运维解决方案
- 4) 传输安全解决方案
- 5) 时钟同步解决方案
- 6) 传输 QoS 解决方案
- 7) 传输可靠性解决方案

3.1 传输部署场景

根据小基站最后一公里网络是指从小基站到传输汇聚节点之间的网络，这样小基站传输的部署场景可由两个维度来分类：小基站部署的位置、传输汇聚节点的选择。

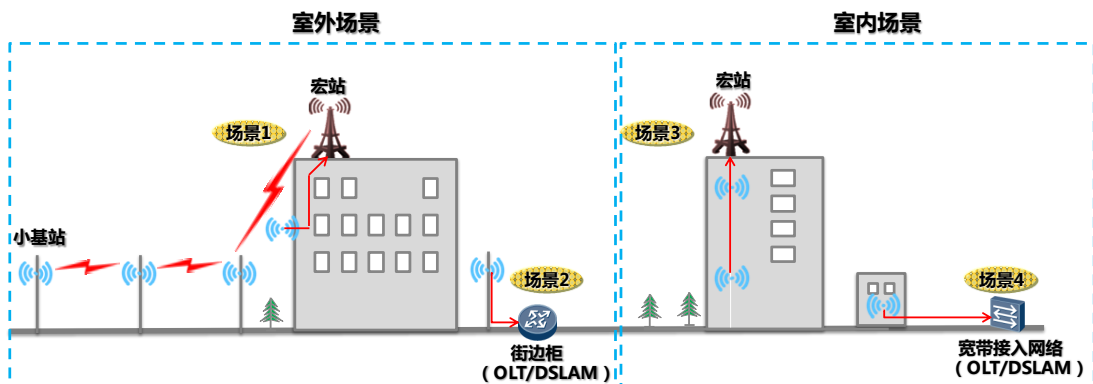
小基站部署的位置：有室外部署、室内部署。虽然小基站可部署在密集城区来增加容量、部署在郊区来增加容量和覆盖、部署在农村来增加覆盖，但是对传输部署场景来说，关键区别是室内部署和室外部署：小基站的室外部署站点通常没有传输网络，需要快速低成本的新建部署，并且要满足室外环境要求（温度、防雨、防雷等）；小基站的室内部署站点，通常已有固定宽带接入网络并可重用。

传输汇聚节点的选择：小基站可重用的网络有宏站传输网络和固定宽带网络，同样可以选择宏站作为传输汇聚节点，也可选择固定宽带网络的接入节点（DSLAM/OLT 等）作为传输汇聚节点。

表3-1 小基站传输的场景

	小基站部署的位置	传输汇聚节点的选择	举例
场景 1	室外	宏站	小基站部署在没有固定传输的街道或者建筑物侧，可采用无线/有线传输来将小基站连接到部署在附近的宏站
场景 2	室外	固定宽带网络的接入节点	小基站部署在有固定传输的街道，可采用有线传输来将小基站连接到街边柜
场景 3	室内	宏站	小基站部署在附近有宏站的室内，可采用有线传输来将小基站连接到部署在附近的宏站
场景 4	室内	固定宽带网络的接入节点	小基站部署在室外无宏站部署的室内，可采用有线传输来将小基站连接到室内已有的固定宽带接入网络中。

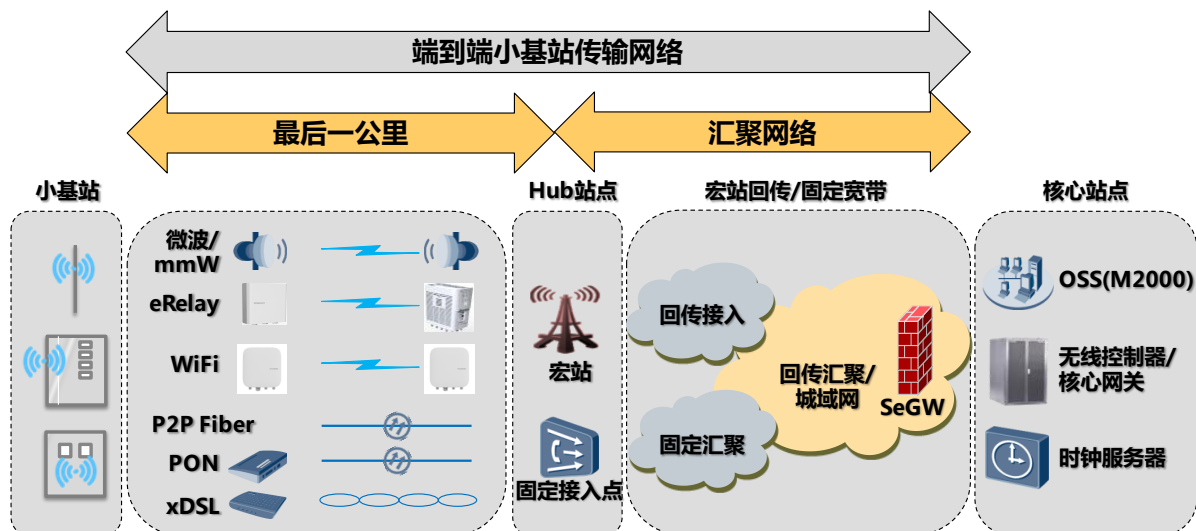
图3-1 小基站传输的场景



3.2 解决方案概述

为了满足小基站部署的多样需求，华为提供了灵活的、低成本的小基站传输解决方案。小基站传输解决方案概述如下。

图3-2 小基站传输的端到端组网



小基站的 RAN 组网与宏站相同，都是通过传输网络连接到核心站点：

- ✧ 3G小基站连接到无线控制器RNC；
- ✧ LTE小基站连接到核心网关SGW/MME；
- ✧ 小基站通过OSS (M2000) 来进行管理。

另外 3G/LTE 小基站支持的 WiFi 连接到 WiFi 控制器。

小基站的传输组网包含最后一公里网络和汇聚网络：

- ✧ 最后一公里网络用来连接小基站和hub站点（宏站，固定宽带接入点-DSLAM/OLT等），最后一公里提供多样的传输接入技术，来满足多样的小基站部署场景，包括各种的无线传输和有线传输。
 - ✓ 对于连接到宏站的场景，小基站可使用无线传输（微波/毫米波、eRelay、WiFi等），或者有线传输（PtP光纤、Mini DSLAM/OLT等）汇聚到宏站，这样对于连接到宏站的小基站来说，小基站的最后一公里网络也可以看

做是现有宏站传输网络的扩展。

- ✓ 对于连接到固定宽带接入点- DSLAM/OLT等的场景，小基站作为CPE或者使用与小基站连接的CPE直接连接到已有的固定宽带网络。
- ✧ 汇聚网络用来连接hub站点和核心站点（3G/WiFi控制器、LTE MME/SGW），汇聚网络重用现有的宏站传输网络或者固定宽带网络，来降低组网成本。
- ✓ 对于宏站传输，天然地将hub站点连接到核心站点，小基站的部署不求这部分网络做改变。
- ✓ 对于固定宽带网络，通常与移动核心站点是隔离的，对于利用固定宽带网络来作为小基站传输的方案来说，需要将固定宽带网络连接到移动核心站点，这会促进移动汇聚网络和固定城域网络进行移动和固定融合。

另外小基站传输可利用现有宏站传输网络的时钟服务器来提供时钟同步，以支持小区间的移动切换等功能。

小基站传输也可利用现网的安全网关或者新部署的安全网关来提供传输安全功能。

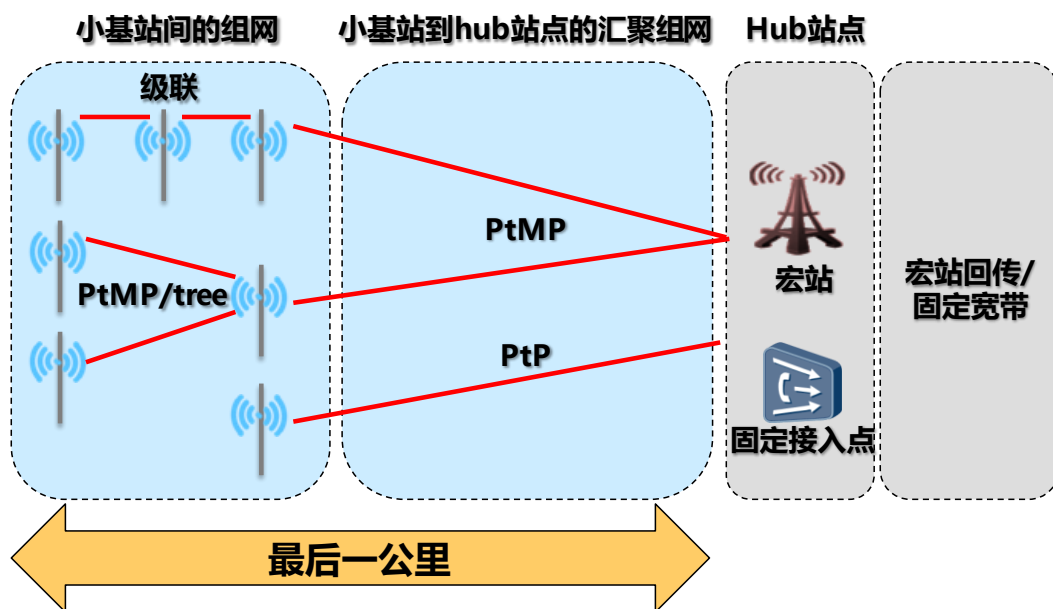
3.3 解决方案关键特性

华为小基站 E2E 传输解决方案满足了上面所述的多样传输需求。

3.3.1 灵活的最后一公里

小基站部署位置的多样性导致了多样性的最后一公里传输技术和多样的网络拓扑。

图3-3 小基站的最后一公里传输组网



小基站的最后一公里传输组网，如上图所示，也就是从小基站到小基站传输汇聚/Hub 节点的网络，包含两部分网络：

- ✧ **小基站间的组网：**根据不同的部署场景来实现小基站间的互联，来灵活适用站点情况，并可支持未来新增部署小基站时，网络拓扑的持续扩展。小基站之间可采用级联、PtMP/树型等组网来互联。
- ✧ **小基站汇聚到 Hub 站点的组网 - Hub 组网：**来将一个或者多个互联的小基站群连接的传输 Hub 站点。通常采用 PtP、PtMP 组网。

小基站的最后一公里传输组网可以采用有线传输和无线传输，也可采用有线传输和无线传输的混合组网。

华为小基站的最后一公里传输方案可以提供多样的最后一公里传输技术，也支持多样的组网拓扑。

图3-4 多样的最后一公里传输技术

最后一公里传输技术		描述	传输特点		优点	缺点	应用
有线传输	xPON/ 10GPON	小基站可通过外置 GPON ONU 或者内置 SFP ONU 来连接到宽带无源光接入网络中。	距离: 最大支持可以支持 20 公里(和分光比有关)； 带宽: GPON = 2.5Gbps，EPON = 1.25Gbps, 10GPON=10Gbps; 组网要求: 1) 局端部署 OLT; 2) 用户端部署 ONU 支持 PtMP 组网 Qos : 传输质量稳定, 无丢包, 时延忽略		可重用已有网络	新建光网络部署费用高 需要考虑互通性	光纤资源比较丰富或新建光纤难度小的地方, 推荐采用 PON 回传 对于已有存量 PON 网络的全业务运营商, 推荐采用 PON 回传 推荐使用同厂家的设备进行对接
	xDSL	小基站通过 xDSL CPE 连接到以电话线为传输介质的 xDSL 网络, 充分利用广泛部署铜缆资源。包含: G. ShDSL、VDSL2、ADSL2+ 传输技术。	ADSL2+ VDSL2 SHDSL bis	一对铜线 最大速率 UL:2M, DL:15M 传输距 1km 一对铜线 最大速率, UL:5M, DL:30M 传输距 1km 四对铜线: 最大速率, UL:30M, DL:150M 传输 距 1km MA5694S 已支持。 一对铜线 最大速率, UL:5.5M, DL:5.5M 传 输距离 1km	可重用已有网络。	铜缆不是主流技术, 已逐渐被光纤取代 铜线时间同步技术 ITUT 993.2 amd2 , MA5694S 已经支持。	室外双绞线资源较丰富, 部分双绞线已经到杆的场景, 推荐采用 DSL 回传 小灵通场景具备大量双绞线, 小基站利用小灵通站址时推荐采用 DSL 回传 室内双绞线资源丰富, 室内 Pico 可利用旧 DSL 线路 推荐使用同厂家的设备进行对接
	以太网/P2P 光	小基站支持 FE/GE 接口,	距离: 光纤可以支持几十公里 带宽: >1G		可重用已有网络	新建场景下部署光纤成	光纤利旧场景和短距工程部

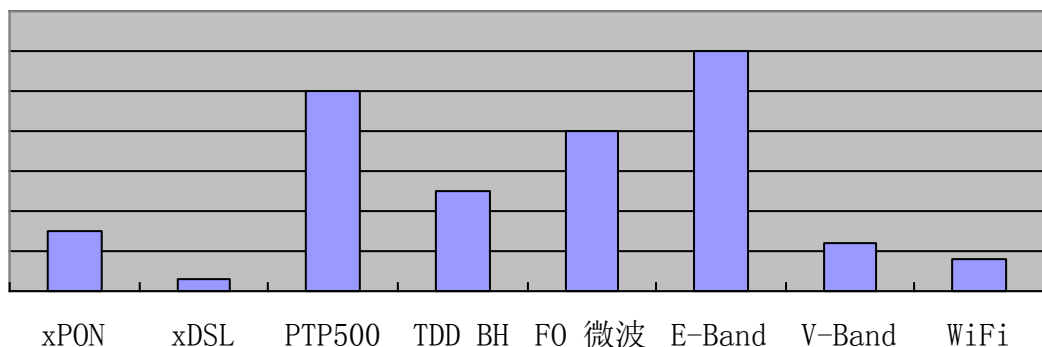
	纤	根据小基站与直联设备的传输距离，可以通过以太网的光纤或者以太网线与支持以太网的回传设备相连(例如：以太网交换机, MXU)，可充分利用广泛部署的双绞线/以太网线资源。	支持 PtP 组网 Qos：传输质量稳定，无丢包，时延忽略 距离：GE 光模块长距可以支持 40Km。	无互通性问题	本较高 带宽没有 XPON 高； P2P 组网的光纤资源利用率低；	署成本较低的场景（例如大多光纤丰富地区）
	Cable	小基站支持与 cable CPE 对接,来采用现有的有线电视网络来作为传输网络。	DOCSIS 3.0 最大速率： UL：160M DL：800M DOCSIS 1.0/1.1/2.0 最大速率： UL：30.72M DL：42.88/55.616M ms 级时延 支持 PtMP 组网	可重用已有网络，成本低	时延高 不支持时间同步(LTE-A 特性需要时间同步) 需要考虑互通性	重用已有固定传输 推荐使用同厂家的设备进行对接
无线传输	Sub 6 GHz	小基站支持 Sub 6 GHz (5.4G/5.8G 频段)微波传输。	传输距离：>1km(与天线和带宽相关) 带宽：256Mbps@40MHz 支持 PtP/PtMP NLOS 组网	NLOS 部署 unLicensed 频段成本低 快速部署	使用5G Unlicensed 频段	适合于需要灵活部署的 NLOS、PtP/PtMP 场景。
	F0 微波 (常规频段)	全室外微波为成熟应用的无线通信技术,不依赖	传输距离：>2km(与天线相关) 带宽：800Mbps@56MHz 支持 PtP LOS 组网	Licensed 频段，可用 频谱众多 高可靠性	Licensed 频谱，成本高； LOS 部署，	适合于需要高可靠传输的 PtP 场景

		于固定介质而提供大容量流量。			对选址要求较高	
	TDD BH	eRelay 提供基于 TDD LTE 技术的无线传输，在 2.6/3.5GHz 频段上提供 PtMP 的 NLOS 回传。	带宽：80MbpsDL/28MbpsUL@20MHz 可以与宏站 BBU 共框 M2000 管理维护 支持 PtMP、PtP NLOS 组网	NLOS 部署， Licensed 频段抗干扰 快速部署	采用 TDD， 时延大 不支持时间同步(LTE-A 特性需要时间同步)	eRelay 和存量宏网能紧密融合，且可支持快速部署以及满足 NLOS 场景诉求； 在华为存量宏站市场且有 TDD 频谱的地区，可做为主推方案 PtP/PtMP 场景，特别是需要避免 WiFi 干扰的场景
	WiFi	通过在 WiFi AP 之间建立无线网桥来提供无线回传。	传输距离：建议 200m 内 带宽：80Mbps 支持 PtMP、PtP NLOS 组网	Unlicensed 频谱，成本低 NLOS 部署 快速部署	容易受干扰，性能不可靠 不支持时间同步(LTE-A 特性需要时间同步)	适合于需要灵活部署的 NLOS、PtP/PtMP 场景 在有华为 WLAN 接入的场景下使用，共用接入的 AC 由于 WiFi 已有大量终端设备、WiFi 接入设备也已大量部署，所以 WiFi 回传易受干扰，仅推荐在有限条件下应用。

	V-Band	通过 60 GHz 频段提供 PtP 无线传输。	传输距离：300M 带宽：400Mbps(上下行)@200MHz 支持 PtP LOS 组网	Unlicensed 频谱，成本低 快速部署	非常短的传输距离 (<1km) LOS 部署，对选址要求较高	适合于 LOS 场景
	E-Band	通过 70~90 GHz 高频段微波提供 PtP 无线传输	传输距离：5km 带宽：2.5G@500MHz 支持 PtP LOS 组网	light licensed, 申请周期比常规频段微波短 快速部署	频谱成本高 LOS 部署，对选址要求较高	适合于 LOS 场景
	卫星	小基站支持利用卫星作为中继而进行的回传通信，不受陆地条件的限制。	往返时延 650ms 支持 PtMP 组网	NLOS 部署	费用高	适用于无宏站传输也无固定传输的场景，例如山区等偏远地区。

以上各种回传技术的成本参考：

传输设备成本



【说明】：

- xPON 和 xDSL 以中国区设备报价进行计算。如果采用 SFP ONU 成本 200 美金左右，图上的 XPON 为 ONU 盒子成本。

- 对于 Cable 和卫星回传，由运营商来提供。
- 对于以太网/P2P 光纤，基站通过 FE/GE 接口直接连接网络，光纤成本可忽略。
- 有线利旧成本较低,但如果需要新铺设有线,各地区的成本不同。

参考:

铺设成本比价	小型城市	中型城市	一线城市
24 芯（中国）	1.15 万\$/公里	2 万\$/公里	3.6 万\$/公里
24 芯（欧洲发达国家）	3 万\$/公里	9 万\$/公里	12 万\$/公里

主要亮点:

小基站的最后一公里传输组网支持多样的灵活拓扑，可根据未来网络业务发展的要求进行新部署小基站时，能够最大程度的减少网络架构和设备调整带来的影响，大大降低了部署和运维成本。

3.3.2 重用的汇聚组网

I. 重用已有宏站传输

当小基站周围有宏站时，小基站最后一公里可汇聚到宏站上，来重用已有的宏站传输网络。

对于重用的宏站传输网络，小基站传输可重用已有宏站传输的时间/相位同步、高 QoS。这样对于重用的宏站传输网络，主要有如下要求：

- 1) **传输组网：**要求宏站/CSG 设备至少有一个空闲物理端口来接入小基站的汇聚流量。
- 2) **传输带宽：**要求宏站传输的带宽能满足小基站的吞吐量要求。
- 3) **传输安全：**可在控制器/移动网关前部署安全网关，来提供小基站数据加密和保护核心站点设备。

重用宏站传输网络的具有如下优势：

- **可以保持小基站和宏站一致的用户体验：**可以利用宏站的高 QoS 传输，实现小基站的高质量无线业务。
- **支持网络平滑演进：**提供了小基站与宏站协同的机会：LTE-A 使用 eICIC、CoMP 等小区协同来进一步提升容量，最大化频谱效率来提升网络利用率、提供小基站和宏站之间无缝的业务体验、利于网络演进。
- **可重用已有宏站传输的时间/相位同步功能。**
- **可充分利用现有的网络资源，降低组网成本。**

II. 重用已有固定宽带网络

当小基站周围无宏站，但是有固定宽带网络时的场景，或者已有宏站传输带宽不足时，可重用已有的固定传输网络来作为小基站的传输网络。

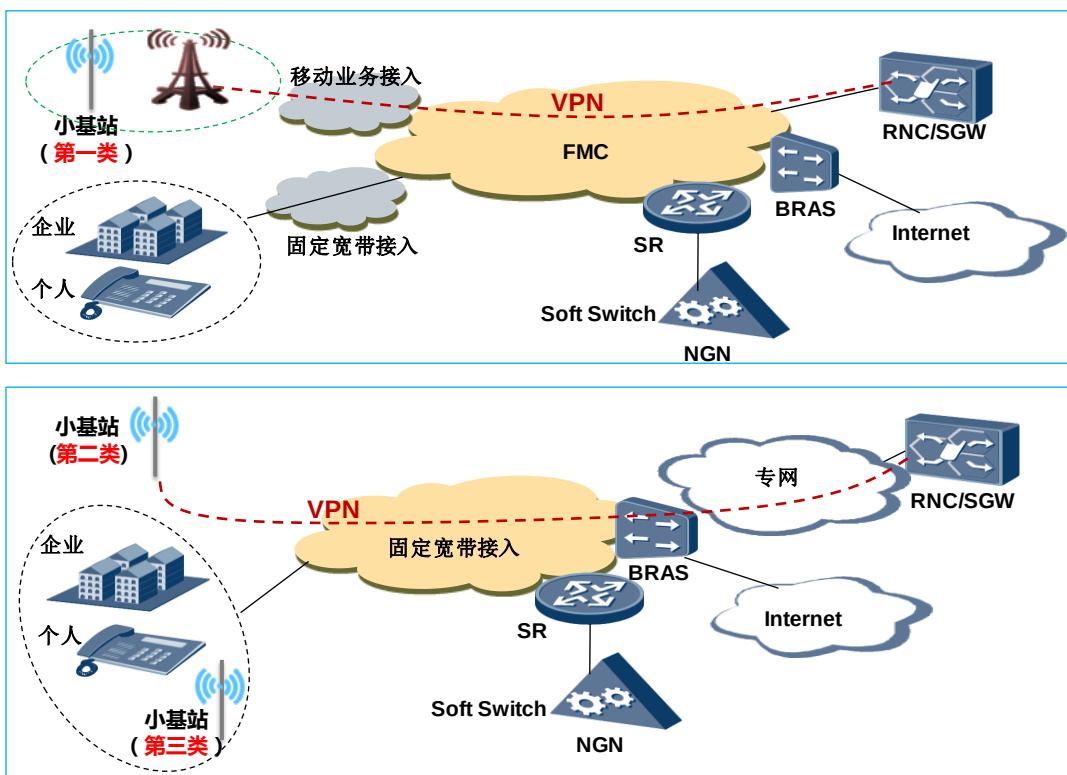
对固定宽带网络的要求：

- 1) **传输组网：**固定宽带网络需要能连接到宏站传输的汇聚网络或者移动网络中的控制器/网关。
- 2) **传输 QoS：**固定宽带网络已经承载了宽带接入用户业务，当同时承载无线业务时，需要与固定宽带用户共享网络，这样需要保证无线业务的质量。
- 3) **时间/相位同步：**网络演进到 TDD-LTE 和 LTE-A 时需要时间/相位同步，这样当 GPS 不可用时，特别是室内场景，要求固定宽带网络后续能支持时间/相位同步。
- 4) **传输安全：**通常认为固定宽带网络是不信任的网络，这样需要在控制器/网关前部署安全网关，来保证无线业务的安全。
- 5) **NAT 穿越：**固定宽带网络通常有 NAT 存在，这样需要小基站启动 IPSec 来穿越 NAT。

将重用固定宽带网络的组网分成以下 3 类，并推荐第 1 类和第 2 类组网，不推荐第 3 类组网。

- 1) **第 1 类：汇聚层以上共享并为移动业务提供专线，接入层独立。**中间的承载网络是 FMC 组网：固定业务和移动业务同时承载。接入侧固定宽带和移动接入分离，为移动接入提供独立的承载通道。
- 2) **第 2 类：整网共享并为移动业务提供专线。**正常情况下，承载网络的 QoS 指标可以满足移动业务的 QoS。
- 3) **第 3 类：整网共享，不为移动业务提供专线。**正常情况下，承载网络的 QoS 指标在拥塞情况下很难保障移动业务的 QoS。

图3-5 小基站传输重用固定宽带网络



重用固定宽带网络的具有如下优势：可充分利用现有的固定宽带网络资源，降低组网成本。

3.3.3 灵活的统一运维

大量的小基站意味着需要管理大量的传输连接，并且随着网络的后续扩展，还要不断增加传输连接的数量，这增加了网络管理的复杂度。

同时小基站最后一公里网络要求多样的传输技术，要求同时管理多样的传输技术，这通常需要增加不同的设备和不同的管理系统，也增加了管理的复杂性。

上面两方面都增加了管理的复杂度，意味着要求简化的集成管理方案，进行集中控制和管理。

对于小基站传输的管理，有下面几个简化的集成管理方案：

表3-2 小基地的简化治理

治理方案	方案描述	方案价值
全网单一 OSS 运维	在下述场景下，可采用华为 U2000 治理系统来支持 E2E 传输网络（小基地最后一公里网络+宏站传输/固定宽带网络）的统一运维治理： ◇ 重用华为提供的宏站传输网络作为小基地传输网络，最后一公里网络采用华为传输设备。 ◇ 重用华为提供的固定宽带网络作为小基地传输网络，最后一公里网络采用华为传输设备。	简单：全网由单一 OSS 进行治理，减少交付时间。 低成本：这种场景下，可对现有网络进行平滑扩展，可极大的降低 OPEX。
大 SingleRAN 单一 OSS 运维	在下述场景下，可采用华为的 M2000 治理系统来支持 RAN 与小基地最后一公里网络的统一运维治理： ◇ 最后一公里网络采用 eRelay 和华为微波无线传输设备。	简单：由 SingleRAN OSS 来进行统一治理 RAN 网络 - 这种场景下，不论宏站传输/固定宽带网络是否为哪个厂家提供的，都可构成小基地 + 小站传输 + 华为宏站的更大范围的 SingleRAN。 低成本：新增的小基地治理对已有 RAN 影响最小，减少交付时间，可极大的降低 OPEX。
WiFi 接入和传输单一 OSS 运维	对于华为提供的 WiFi 传输，需要通过华为的 WLAN 治理系统 Wsight 进行治理。	重用已有 WiFi 系统时成本低：这种情况下可实现现有 WiFi 接入系统的平滑扩展，减少干扰，并加快交付时间，降低 OPEX。

在其他场景下，需要与异厂家设备进行对接，但是网管系统需要单独提供。这样运营商面临来自多个厂家的 OSS，需要进行并行的治理和治理，增加了治理成本，不做推荐。

另外小基地也支持 E2E 性能检测和故障检测的方案：

- 链路层：802.3ah, 802.1ag

802.3ah: 是以太网链路 OAM 协议，工作在点对点以太网链路上。支持对端 OAM 能力发现，远端环回，链路事件通知功能。

802.1ag: 是 E2E 以太网连通性故障管理协议，支持连通性检测、环回、链路跟踪

- 网络层：IPPM, BFD, ICMP Ping, Trace route

IPPM: 是 IP 性能检测协议，提供端到端链路 QoS 检测的机制，支持时延、抖动，丢包率等性能指标的测量。为运营商在网络规划、部署、运营和升级时提供传输链路质量检测结果作为参考。

BFD: 是在两个转发实体间的双向路径上检测故障的协议。主要用于两个系统间同一路径的连通性检测。路径可以是物理链路或者逻辑链路。BFD 可以应用于层二及以上所有的协议，小基站基于 UDP 实现了 BFD 机制。

ICMP Ping / Trace route: 用于 IP 层连通性检测和 IP 层故障定位。

主要亮点:

通过上述的灵活统一运维，可支持不同的传输部署场景，对外提供一个统一的、一致的管理服务，进一步降低了运维成本，来获得小基站商用部署的可行的低成本方案。同时小基站也支持 E2E 性能检测和故障检测方案，可降低运维成本。

3.3.4 E2E 传输安全

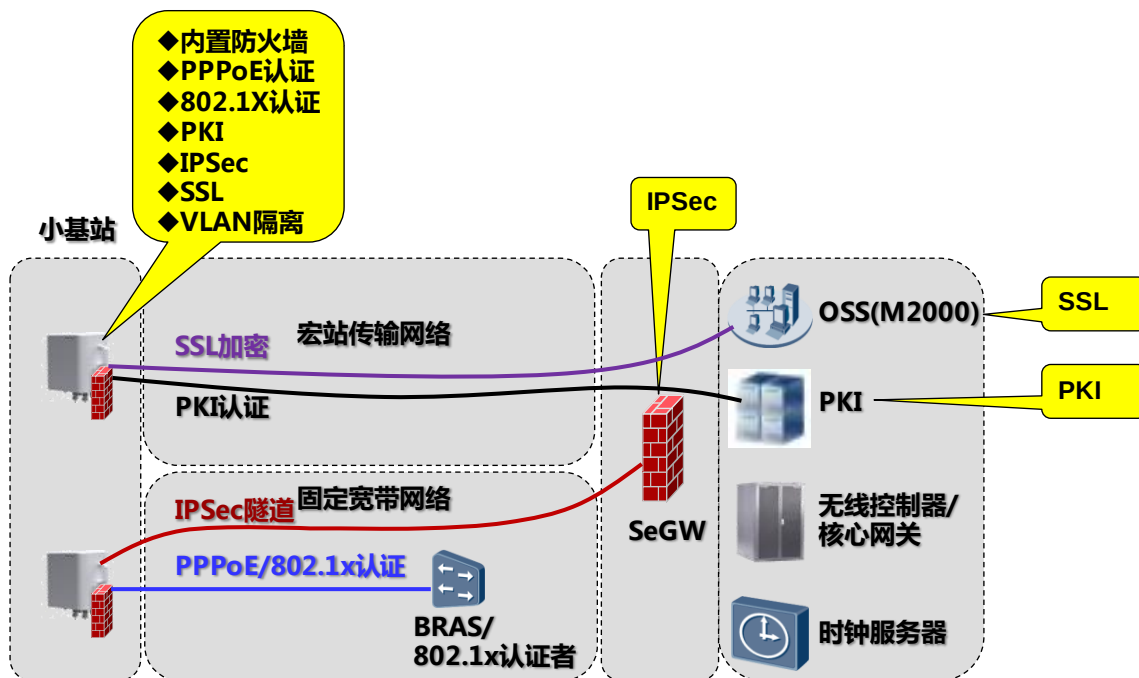
小基站大多部署在不信任区域，容易访问的 Eth/IP 接口，重用固定宽带网络，这些都要求小基站支持安全传输解决方案。

小基站提供了设备层和网络层的安全传输解决方案：

表3-3 小基站的传输安全

分类	安全方案	方案价值
设备层安全	✧ 支持内置防火墙功能	保障设备安全：可防止对设备传输接口的攻击。
网络层安全	✧ 支持 PPPoE 认证 ✧ 802.1X 认证 ✧ 支持 PKI ✧ 支持 VLAN 隔离 ✧ 支持 IPSec ✧ 支持 SSL	保障接入安全：防止非法接入。 保障数据安全：可保证业务数据和管理数据的安全。

图3-6 小基站的传输安全



内置防火墙：小基站提供内置防火墙功能，来过滤非法报文，防止非法接入基站。

PPPoE 认证: PPPoE 为 IETF 定义的接入协议，可在以太网上承载 PPP 协议。PPPoE 运行在小基站与 BRAS 之间，实现小基站合法接入固定宽带网络。

802.1x 认证: 802.1x 协议全称为基于端口的访问控制协议 (Port-Based Network Access Control)。可提供网络端口保护，防止非法用户接入网络，保护网络安全的目的。802.1x 运行在小基站与 802.1x 使能设备（交换机/BRAS 等）之间。

PKI: PKI (Public Key Infrastructure) 是采用非对称密钥算法来提供信息安全服务的公钥基础设施。它主要是为所有网络提供已采用加密和数据签名等密码服务所必须的密钥和数字证书管理。PKI 系统其功能和相关接口遵循 X.509 协议和 3GPP TS.33.310 协议。在基站与 PKI 系统之间，通过 CMPv2 协议进行证书申请、颁发、更新等信息的交互，实现证书管理。

VLAN 隔离: 小基站的传输端口支持 VLAN Tag，可使用 VLAN 来隔离小基站的流量与其他网络流量，来保证小基站流量的安全。

IPSec: IPSec 是 IETF 定义的安全架构，能在不被信任的网络环境（如 Internet）中为数据的传输提供端到端的安全保护。IPSec 具有私密性、完整性、真实性和抗重播性保护。IPSec 运行在小基站与安全网关之间，位于 TCP/IP 协议栈中的 IP 层，对各种上层的应用程序提供透明的 E2E 安全服务。

SSL: SSL (Security Socket Layer) 是由 Netscape 公司提出的一种安全协议，其最新标准化版本为 TLSv1.2 (Transport Layer Security)。TLS 协议的主要目标是在两个通信应用之间提供认证、私密性和数据完整性保护。SSL 运行在基站或控制器与 M2000 之间，为 OM 通信提供安全的数据传输通道。

主要亮点: 小基站提供了完善的设备层和网络层的安全传输解决方案，可以保护设备安全、接入安全和数据安全。

3.3.5 灵活的 E2E 时钟同步

小基站需要支持时钟同步功能，包括频率同步和时间同步，来开展移动功能和业务。

频率同步的需求： WCDMA、LTE-FDD 需要各节点之间保持频率同步即可满足基本业务需求，但上述部分基站在部分高端业务的需求下，需要支持时间同步，例如 WCDMA 和 LTE-FDD 支持 MBMS/eMBMS 业务时需要支持时间同步。

时间同步的需求： LTE-TDD、LTE-A 的 eICIC/CoMP 则需要更为严格的时钟同步来满足移动业务的漫游和切换。

表3-4 小基站的时钟同步要求

		频率同步需求	时间同步需求
制式	WCDMA	50 ppb	无要求
	LTE FDD	50 ppb	无要求
	LTE TDD	50 ppb	1.5 us
特定功能	MBMS/ eMBMS	无要求	1.5 us
	eICIC	无要求	1.5 us
	CoMP	无要求	1.5 us

当前小基站支持下面的时钟同步功能：

表3-5 小基站的时钟同步

分类	同步方案	方案价值
频率同步	✧ IEEE 1588v2 ✧ SyncE ✧ RGPS (LTE)	✧ 可重用宏站传输已有的时钟服务器或者宏站提供的时钟，来降低传输成本。 ✧ 1588v2 频率同步、SyncE 可适用任何场景，免 GPS，尤其是无法使用 GPS 的室内场景。
时间同步	✧ IEEE 1588v2 ✧ RGPS (LTE)	✧ RGPS (LTE) 时钟不依赖于传输网络，可适用于不能提供 1588v2 时间同步的场景。

IEEE 1588v2: 是一种精密时间协议 PTP (Precision Time Protocol)，支持频率同步和时间同步。

IEEE 1588v2 用于频率同步组网时，中间传输设备无需支持 IEEE 1588v2 协议，支持三层单播报文转发即可。

IEEE 1588v2 用于时间同步组网时，要求数据承载网中的所有中间设备都支持 1588v2 BC 功能。

SyncE: 在以太网物理层提供频率同步。目前 SyncE 只能支持频率信号的传送，不支持时间信号的传送，适用于不需要时间同步要求的场景。

RGPS: 支持频率同步和时间同步，使用此同步源时，需要为每个小基站配置 RGPS (Remote GPS)，小基站通过 RGPS 接收设备获取时钟。

小基站上述的时钟同步功能可重用已有移动传输网络的时间/相位同步服务器。

主要亮点:

小基站支持多种时钟同步方案，重用已有移动传输网络的时间/相位同步服务器，可适应不同的场景要求，并可支持后续网络演进对时间同步的要求。

3.3.6 E2E 传输 QoS 管理

小基站上承载的业务不仅仅是 internet 上网业务，还包括 VoIP、视频，这些业务对服务质量有较高的要求，需要对 QoS 进行保障。

QoS 保障机制如下：

- 通过业务层优先级映射到传输层（DSCP 和 802.1P），在经过中间的传输网络，中间的网络设备根据传输的 QoS 映射关系，实现不同的 QoS 调度，实现不同业务在传输层的 QoS 保障。
- 基站和控制器可根据传输网络的带宽变化，进行流控，实现传输带宽管理，最大化的利用传输带宽，减少由于传输网络拥塞引起的无线业务 KPI 的降低。

主要亮点：提供了完善的 E2E QoS 保障机制，可更好的控制业务质量，并实现一致的用户体验。

3.3.7 E2E 可靠性方案

小基站提供 E2E 的网络可靠性方案：

- **管理面：**支持主备 OM 通道

为提高 OM 通道的传输可靠性，小基站和 M2000 之间引入了主备 OM 通道。主 OM 通道的优先级高于备份 OM 通道。M2000 优先发起主 OM 通道连接。如果主 OM 通道连接成功，则不会发起备份 OM 通道连接。如果主 OM 通道故障，则 M2000 会尝试发起备份 OM 通道连接。当故障恢复后，小基站和 M2000 不会自动回切到主 OM 通道。只有备份 OM 通道故障后，M2000 才会再次发起主 OM 通道的连接。

图3-7 小基站的主备 OM 通道



- **控制面和用户面：**支持主备 SCTP 链路、IPSec 通道备份

主备 SCTP 链路：SCTP 多归属功能中，一个 SCTP 偶联是两个 SCTP 端点间的逻辑通道，一个 SCTP 偶联有两条路径。SCTP 偶联中的两条路径可分为主路径和从路径，即在两个 SCTP 端点间存在冗余传输路径。通常，主路径是激活的。当主路径发生故障时，可激活从路径传送数据，从而提高容错能力。

图3-8 小基站的 SCTP 多归属



IPSec 通道备份：IPSec 组网场景下，为了保证 IPSec 通道的可靠性，基站实现主备 IPSec 通道热备份，采用 IPSec 双通道与安全网关相连。基站与主备用安全网关间各自协商 IKE 隧道和 IPSec 隧道。正常情况下，IPSec 业务流在主用 IPSec 通道传输；主用通道故障（如断链）后，业务自动切换到备用 IPSec 通道。主用通道由故障恢复到正常，业务不会自动倒回到主用通道。

IPSec 通道主备场景下，基站侧需要启用 BFD 以检测小基站与安全网关的连通性。启用 BFD 需要将 IPSec 通道与 BFD 会话号绑定。如果检测到主用 IPSec 通道故障：

- ✧ 上行方向基站自动将业务切换到备用 IPSec 通道。
- ✧ 下行方向需要安全网关配合完成 IPSec 主备通道的倒换。如果安全网关检测到主用 IPSec 通道故障，安全网关会自动换到备用 IPSec 通道。

图3-9 小基站的 IPSec 通道备份



主要亮点：在管理面、控制面和用户面提供了 E2E 的网络可靠性方案，可更好的保障业务的可靠性，实现可靠的用户体验。

3.4 解决方案关键产品

华为小基站传输具有下面的关键产品。

图3-10 小基站传输的关键产品

分类	关键产品	亮点
OSS	U2000 / M2000 / Wsight	✧ U2000 支持 E2E 传输网络的管理 ✧ M2000 支持 RAN 与 eRelay 和华为微波无线传输设备的统一运维管理 ✧ Wsight 支持 WiFi 传输的管理
SeGW	E8000E-X	已经广泛成熟商用。
IP Clock Server	IP CLOCK 1000	已经广泛成熟商用。

3.5 解决方案推荐策略

3.5.1 小基站侧的传输选择策略

- 优先利用已有的有线资源回传。
- 当有线资源无法到站点的情况，可推荐客户新建有线到站点。

表3-6 小基站有线推荐测量

推荐	场景	推荐方案	交付状态
优先推荐	P2P 以太回传，接入宏站传输网络	基站直接出 FE/GE 电口和光纤传输	Ready
优先推荐	PON 回传 风险：PON 系统的异厂家设备间有对接风险	3902E 和 3202E 内置第三方 SFP 方案,实现基站提供 PON 上行接口	Ready
		3803E 和 3203E 带 PON 接口。采用接入网 DOCK 2(MA5694S) 方案,实现基站提供 PON 上行接口，不需要 DOCK 1	Ready

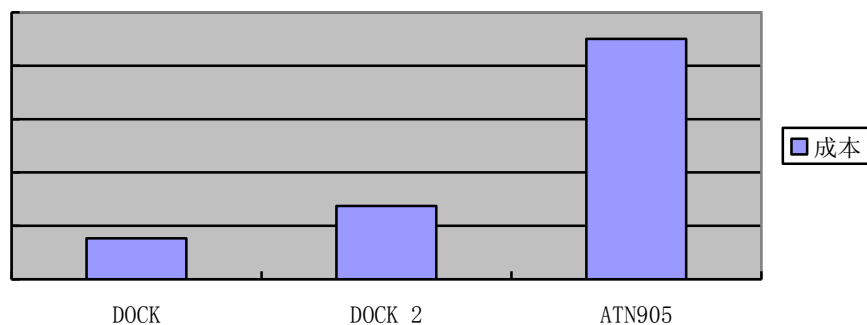
其次推荐	DSL 回传	客户提供终端 modem 设备	Ready
		3803E 和 3203E 带 VDSL 接口。 采用接入网 DOCK 2(MA5694S) 方案,实现基站提供 VDSL 上行接口, 不需要 DOCK 1	Ready

备注 1:DOCK 1 是无线提供的站点传输设备（3803E 和 3203E 必配）。当 DOCK 1 无法满足的情况下，推荐采用 DOCK 2(例如 提供 PON 和 VDSL 接口)。

注 2:DOCK 有多种产品,对比参见表 3-7。

表3-7 小基站配 DOCK 说明

产品	DOCK	DOCK2(其他名字 CBU/MA5964S)	ATN905
接口	1 光 3 电	MA5694S—PON: 上行: 1×GPON 下行: 4GE(3 电 1 光)支持 POE 供电 MA5694S—VD: 上行: 4×VDSL2 下行: 3GE(2 电 1 光)不支持 POE 供电	1 光 2 电+1(光 or 电)
交付时间	Ready	Ready	Ready



- 当无法部署有线回传的情况下, 推荐无线回传

- 无线回传方案的推荐策略（按照最大性价比推荐策略）

表3-8 小基无线回传策略

场景	带宽		传输距离 <100m	传输距离 300m
LOS 场景	20Mbps	U:DC HSDPA 2*2 64QAM or L:10M 2*2	Vband[14Q2] (备选 Wi-Fi[注 1])	Vband[14Q2] (备选 Wi-Fi[注 1])
	50Mbps	L:20M 2*2		
	100Mbps	U:DC HSDPA 2*2 64QAM and L:20M 2*2		Vband [14Q2] (备选 RTN310[Ready])
	200Mbps	U:DC HSDPA 2*2 64QAM and L:20M 2*2 3 级级联		
NLOS 场景	20Mbps	U:DC HSDPA 2*2 64QAM or L:10M 2*2	TDD eRelay[Ready] (备选 Wi-Fi[注 1])	
	50Mbps	L:20M 2*2		
	100Mbps	U:DC HSDPA 2*2 64QAM and L:20M 2*2	PTP500[Ready] (备选 Vband[14Q2])	
	200Mbps	U:DC HSDPA 2*2 64QAM and L:20M 2*2 3 级级联		

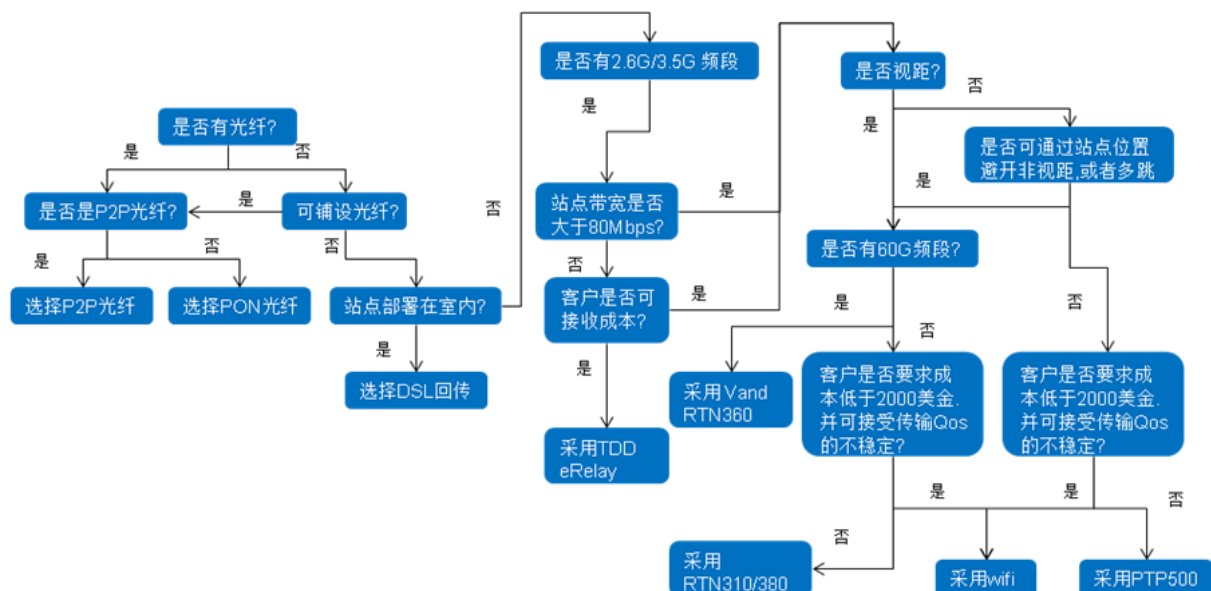
注 1：当前如果现网已有我司 WLAN 网络的推荐我司 W251DT。没有我司 WLAN 网络，推荐客户采购 Ruckus 7731 用于回传（网管也由客户选择采购），或者地区部自行采购 Ruckus 7731（网管也由客户选择采购）。

注 2：如果以上备选无法满足要求，请联系研发。

表3-9 我司小基无线回传产品

最后一公里传输技术	华为产品介绍	传输特点
Sub 6 GHz	PTP500 [Ready]	NLOS;P2P 供电方式 POE
F0 微波 (常规频段)	RTN 310[Ready]	LOS;P2P;独立供电
TDD BH	TDD eRelay[Ready]	NLOS;P2MP(1:6) 供电方式 POE
WiFi	W251DT[13Q3]	NLOS; P2MP(1:6) 供电方式 POE
V-Band	RTN360[14Q2]	LOS;P2P 供电方式 POE
E-Band	RTN 380[Ready]	LOS;P2P; 独立供电

- 全流程推荐策略，请参考：



3.5.2 传输汇聚节点的选择策略

根据 3GPP HetNet 网络的定义：在宏基站覆盖区域内部署低功率节点 - Small Cell，说明在小基站附近是有宏站部署的。

传输汇聚节点的选择：可以选择宏站作为传输汇聚节点，也可选择固定宽带网络的接入节点（DSLAM/OLT 等）作为传输汇聚节点。

根据 NGMN 的《Small Cell Backhaul Requirements》：

- 在小基站附近有宏站部署的场景下，优选宏站作为传输汇聚节点。
- 在小基站附近无宏站部署，但是有固定传输的场景下，可以使用固定宽带网络 - 运营商自有或者租用。

另外，在小基站附近已有的宏站传输带宽不够时，也可通过固定宽带网络承载小基站的流量。

表3-10 传输汇聚节点的选择对比

	选择宏站	选择固定宽带网络的接入节点
优点	可以保持小基站和宏站一致的用户体验：可以利用宏站的高 QoS 传输，实现小基站的高质量无线业务。 支持网络平滑演进：提供了小基站与宏站协同的机会：LTE-A 使用 eICIC、CoMP 等小区协同来进一步提升容量，最大化频谱效率来提升网络利用率、提供小基站和宏站之间无缝的业务体验、利于网络演进。 可重用已有宏站传输的时间同步功能。 符合大部分运营商的需求：2013 Infonetics Research 的《Small Cell Mobile Backhaul Equipment》对运营商的调查结果：超过 80% 的运营商计划汇聚室外小基站传输到附近的宏蜂窝站点。	可充分利用现有的固定宽带网络资源，降低组网成本。
缺点	要求大容量的宏站传输	对于网络演进不利：限制了小基站和宏站之间的协同，另外 LTE-A、TDD-LTE 和 eMBMS 业务需要时间同步，但是现有固定宽带网络并不支持 1588v2 时间/相位同步功能，需要网络升级（全网升级或者接入网络部分进行升级）才能支持未来无线网络的演进。 对于室内场景重用固定宽带的场景，室内 GPS 不能有效使用，同时室内固定宽带不支持时间同步时，建议将小基站汇聚到宏站。

选择策略总结：在选择传输汇聚节点时，需要考虑现有网络资源的可重用性，也需要考虑网络向 LTE 和 LTE-A 的演进对网络的影响。

4 推广/Experience

到目前为止，华为小基站传输解决方案已经部署多个运营商，并且在有多个商用局，其端到端的传输解决方案得到各大运营商的认可，成功在其 VDF、联通、Telus 等网部署。

一些应用案例如下：

表4-1 华为小基站传输应用案例

运营商	小基站传输
  中国 联通	华为推荐最后一公里采用 ETH 光纤传输，在 Backhaul 采用专网承载
  韩国 LGU+	华为推荐最后一公里采用 EPON 传输，在 Backhaul 采用专网承载
  墨西哥 IUSACELL	华为推荐最后一公里采用 GPON 传输，在 Backhaul 采用专网网承载
  西班牙 VDF	华为推荐最后一公里采用 TDD BH eRelay 传输，在 Backhaul 采用专网网承载
  加拿大 Telus	华为推荐最后一公里采用 ETH 光纤传输，在 Backhaul 采用专网承载

5 结论/Conclusion

随着智能终端和视频等大流量业务驱动着小基站的积极部署，小基站部署的数量和位置不同于宏站，导致小基站的传输面临着多样的挑战。为了满足小基站部署的多样需求，华为在满足功能和性能需求前提下，提供了灵活的、低成本的小基站传输解决方案：

- ✧ 提供支持多样的传输技术、多样的网络拓扑的最后一公里解决方案，能适应多样的小基站部署站点和未来的网络演进。
- ✧ 重用的汇聚组网解决方案可充分利用现有的网络资源，降低组网成本。
- ✧ 支持灵活的统一运维，可支持不同的传输部署场景，对外提供一个统一的、一致的管理服务，进一步降低了运维成本，来获得小基站商用部署的可行的低成本方案。同时小基站也支持 E2E 性能检测和故障检测方案，可降低运维成本。
- ✧ 支持完善的设备层和网络层的安全传输解决方案，可以保护设备安全、接入安全和数据安全。
- ✧ 支持灵活的 E2E 时钟同步方案，支持重用已有移动传输网络的时间/相位同步服务器，可适应不同的场景要求，并可支持后续网络演进对时间同步的要求。
- ✧ 提供了完善的 E2E QoS 保障机制，可更好的控制业务质量，并实现一致的用户体验。
- ✧ 在管理面、控制面和用户面提供了 E2E 的网络可靠性方案，可更好的保障业务的可靠性，实现可靠的用户体验。

华为小基站传输解决方案已经部署多个运营商，也验证了华为小基站传输解决方案的有效性。

6 缩略语表/Acronyms and Abbreviations

表6-1 缩略语清单

英文缩写	英文全称	中文全称
3GPP	3rd Generation Partnership Project	第三代合作伙伴计划
ADSL2	Asymmetric Digital Subscriber Line 2 plus	ADSL2+协议
BC	Boundary Clock	边界时钟
BFD	Bidirectional Forwarding Detection	双向转发检测
BYOD	Bring Your Own Device	携带自己的设备办公
CoMP	Coordinated Multi-point transmission/reception technology	多点协作传输
CPE	Customer Premises Equipment	用户驻地设备
DSCP	Differentiated Services Code Point	差分服务码点
DSLAM	Digital Subscriber Line Access Multiplexer	数字用户线接入复接器
eICIC	enhanced ICIC	增强的 ICIC
eMBMS	evolved Multimedia Broadcast Multicast Service	演进型多播广播业务
FMC	Fixed Mobile Convergence	固定网络与移动网络融合
F0	Full Outdoor	全室外
GPON	Gigabit-capable Passive Optical Network	千兆比特无源光网络

GPS	Global Positioning System	全球定位系统
HetNet	Heterogeneous Network	异构网络
IPPM	IP Performance Monitoring	IP 性能监控
IPSec	Internet Protocol Security	因特网协议安全协议
ICIC	Inter-Cell Interference Coordination	小区间干扰协调
KPI	Key Performance Indicator	关键性能指标
LOS	Line of Sight	视距
LTE	Long Term Evolution	长期演进
LTE-A	Long Term Evolution Advanced	LTE 升级版
MBMS	Multimedia Broadcast Multicast Service	多播广播业务
MME	Mobility Management Entity	移动性管理实体
NAT	Network Address Translation	网络地址转换
NGMN	Next Generation Mobile Networks Alliance	下一代移动网络联盟
NLOS	Non Line of Sight	非视距
OLT	Optical Line Terminal	光线路终端
OM	Operations Management	运营管理
ONU	Optical Network Unit	光网络单元
OPEX	Operating Expense	运营成本
OSS	Operations Support System	运营支撑系统
PKI	Public Key Infrastructure	公共密钥基础设施
PPPoE	Point-to-Point Protocol over Ethernet	以太网承载 PPP 协议
PtP	Point to Point	点对点
PtMP	Point-to-Multipoint	点对多点
QoS	Quality of Service	服务质量
RNC	Radio Network Controller	无线网络控制器
SCTP	Stream Control Transmission Protocol	流控制传输协议
SFP	Small Form-factor Pluggable	小型可插拔
SeGW	Security Gateway	安全网关

SGW	Serving Gateway	服务网关
SSL	Secure Sockets Layer	安全套接层
SyncE	Synchronous Ethernet	同步以太网
xDSL	Digital Subscriber Line	x 数字用户线
VDSL2	Very-high-speed Digital Subscriber Line 2	超高速数字用户线 2