

5G网络部署策略

郑文生 刘永豹

北京中网华通设计咨询有限公司



首先系统地分析5G无线网络总体部署策略，然后阐述分场景部署策略、宏微协同覆盖策略以及建网初期部署策略，最后探讨站址选择策略，以期对网络部署具有一定的指导意义。



5G无线网 部署策略 场景 覆盖 站址

1 引言

运营商5G试验网建设已排上日程，5G部署也已纳入专项规划，需尽快制定5G网络部署策略，无线网部署策略更是重点内容。

5G总体部署策略应考虑技术成熟度、产业链成熟度，并考虑4G/5G融合及网络演进。无线网部署时，需针对典型应用场景，制定分场景部署策略。由于场景多样性、网络需求差异性、不同频段覆盖能力差异性等因素，需采取宏微协同方式构建一张完整的网络。建网初期，需有针对性地制定区域选择和站址选择策略。

2 总体部署策略

4G和5G融合是5G导入阶段的关键方向，应同时兼顾先进技术导入和网络商业运营。

目前，5G仅有到4G的语音切换流程，没有到2G/3G网络的语音连续性流程。

5G语音业务的连续性依赖于4G网络VoLTE的覆盖率。

3 分场景部署策略

3.1 部署场景

5G部署场景：增强移动宽带（eMBB）、低时延和高可靠（URLLC）、大连接物联网（mMTC）。

3.2 分场景部署策略

(1)5G eMBB场景化典型业务需求

密集城区/城区：满足4K 3D VR 360业务，DL为50Mbit/s，UL为5Mbit/s。

郊区：满足移动设备2K高清业务，DL为10Mbit/s，UL为1Mbit/s。

(2)分场景分层部署策略

不同频段分场景部署，满足多场景业务体验，不同层策略如下所示。

①1.8/2.1/2.3/2.6GHz覆盖层

城区：50Mbit/s，3D 4K体验；

郊区农村：DL为10Mbit/s，2K Video。

②C-band容量层

城区：50Mbit/s，3D 4K体验。

③毫米波容量层

热点eMBB，无线回传；高速家庭宽带和企业接入。

4 宏微协同覆盖策略

(1)宏微协同实现深度覆盖

网络分层建设，宏微协同，实现深度覆盖。

一层宏站：解决室外及室内浅层覆盖。依托4G现有布局层基站，选用低频段建设5G宏站。

二层微站：室外补盲补热及室内深度覆盖。根据覆盖需求和选用频段，主要采用高频段的一体化小基站或AAU建设，满足室外补盲补热及室内深度覆盖需求。

三层室内分布及皮站：解决室内深度覆盖。按需建设，皮站主要设在VIP办公室、小型室内重点保障区域、有演示需求的门店等区域。

宏站作为基本覆盖层，室内外协同实现点线面形式的立体化无缝5G网络覆盖。

分布式皮站适用于大面积高容量的室内分布覆盖。

合理规划小区容量，充分考虑高容量保障场景的载频扩容及深度覆盖等需求。

5 建网初期部署策略

(1)eMBB覆盖区域

5G室外部署区域应以4G网络数据业务量、区域重要性为判断依据，以城区的面覆盖和部分重要区域的点覆盖为主。

①面覆盖区域的选择

5G建网初期，面覆盖区域只考虑在市区范围内进行站点选取。选择4G高话务流量站点和品牌影响力特别大的站点作为部署重点，同时以这些基站为基础考虑一定的连续性，组成连片的5G连续面覆盖区域。

②点覆盖区域的选择

点覆盖主要考虑未包含在面覆盖区域中、容易产生口碑效应的孤立的品牌形象区域，如：5A级景区、重要的大学城、开发区、旗舰营业厅、重要交通枢纽、大型场馆、重要党政机关等。

(2)eMBB站点部署区域选择

初期部署应重点考虑以下几个场景和区域：

- 重点高校校园；
- 大客户需求明显的区域；
- 自有办公区域、自有营业厅/演示厅；
- 主要商业区、CBD办公区域；
- 市级以上党政机关及办公区域。

(3)NB-IoT/eMTC/URLLC和5G的协同

做好NB-IoT/eMTC和5G的网络协同。

①NB-IoT

NB-IoT在深度/广度覆盖、功耗、成本等方面占优，适用于对深度覆盖要求高、业务速率要求低的业务；eMTC在速率、移动性、话音方面更占优，适用移动性需求高以及中低业务速率的业务。

后续NB-IoT将在峰值速率、定位、移动性等方面增强，eMTC将在峰值速率、定位、VoLTE能力等方面增强。

②5G mMTC/URLLC

5G mMTC业务场景广泛。

3GPP针对mMTC/URLLC场景，将评估NB-IoT/eMTC及其增强是否满足5G指标，若满足则将其作为5G标准方案。

(4)5G初始建站策略建议

先聚焦于城区，依托现有4G站点建设，是一种更快速、更经济导入5G的建网方式。

各种场景基站设置建议如下：

- 典型场景选用3.5GHz频段的AAU或微站等一体化设备；

- 微站主要用于步行街、中心广场等区域补盲；

- 皮站主要用于需要增强室内覆盖的展厅、营业厅、超市、精品店铺等区域；

- 飞站主要解决重要个体用户的室内覆盖，如，高等级投诉的家庭用户、VIP办公室及会议室、重点保障房间等。

6 站址选择策略

(1)eMBB低频段覆盖站址选取原则

①站址应优先考虑利用现有站址资源，如果现网站址无法共站建设5G网络，则应考虑在此位置利用临近基站拉远的方式，或引入微基站进行覆盖，以免出现覆盖空洞或弱覆盖区域。

②5G站址选择应以LTE拟覆盖区域内的4G现网站址1:1作为备选，并根据查勘的站址现状和网络仿真结果综合判断共站建设可行性，对于在现网运营和优化中发现的位置不合理或天线过高的基站，可不进行共站建设，重新选择合理站址。

③天线高度在覆盖范围内基本保持一致、不宜过高，且要求天线主瓣方向50m内无明显阻挡。

④eMBB高频吸热站址采取不连续的覆盖策略，首先根据业务需求部署站点，并可参考LTE CA初期部署的热点，考虑其他运营商的部署情况，进行针对性部署。

(3)5G mMTC/URLLC站址选取原则

结合网络协同策略，对于900MHz频率重耕的区域，原则上可参照U900/N900的站点部署。

参考文献

[1] IMT-2020(5G)推进组发布资料[Z]

[2] 中兴通讯5G建网策略探讨[Z]

[3] 华为技术5G建网策略探讨[Z]

[4] 大唐移动5G移动通信技术培训资料[Z]

如对本文内容有任何观点或评论，请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

5G网络部署方案剖析

张传福¹ 张雁鸣²

1.北京中网华通设计咨询有限公司
2.中国联合网络通信有限公司黑龙江省分公司

摘要

首先分析5G的特点和适用场景以及5G的独立组网模式和非独立组网模式，然后在此基础上探讨4G与5G融合的组网方案，最后给出5G网络的部署方案。

关键词

5G 独立组网 非独立组网 融合组网 部署策略

1 引言

移动互联网和物联网是推动人类社会信息交互方式升级的两大驱动力，超高清视频、增强现实、虚拟现实、智能驾驶等业务为用户提供了极致业务体验。5G将在2020年实现商用，未来5G网络将在很长的时间内与现有网络共存，因此如何使5G网络与现有网络有效融合是摆在运营商面前的一道难题。

2 5G的特点和适用场景

下一代无线接入技术的场景及需求的研究立项在2015年12月的3GPP RAN70次全会上通过。ITU-R IMT2020 and beyond定义三种5G应用场景：增强移动带宽（eMBB）、超高可靠低时延通信（URLLC）、海量机器类通信（mMTC）。5G将满足人们在居住、工作、休闲和交通等领域的多样化业务需求，为用户提供超高流量密度、超高连接数密度、超高移动性、超低时延高可靠性的业务体验。5G还将渗透到物联网及各个行业，与工业设施、医疗仪器、交通工具等深度融合，满足工业、医疗、交通等垂直行业的多样化业务需求，实现真正的“万物互联”。

不同应用场景要求的性能指标有所不同，5G网络要满足多样化应用场景下差异化性能指标需求，因此对用户的体验速率、流量密度、时延、能效和连接数等性能指标提出了更高的要求。

3 5G组网模式

对于5G新空中接口，3GPP定义了两大类组网模式：独立组网和非独立组网。

3.1 独立组网模式

5G NR独立组网模式需要部署全新的5G端到端网络，包括接入网（NR gNB）和核心网（NextGen Core），由于5G网络有完整的控制面和用户面，因此可以独立地为用户提供通信服务。

通信网络包括接入网与核心网，独立组网模式下的核心网是新的核心网。接入网有新的接入网和演进的接入网。三种主要网络部署方案如图1所示。

(1)方案1：5G NR最基本的独立组网方案。终端通过NR gNB在新核心网上注册。

(2)方案2：采用NR-LTE双连接的独立组网方案。由NR gNB和NextGen Core构成的端到端网络承载控制面信令和用户面数据，终端通过NR gNB在新核心网上注册，作为数据传输的补充，eLTE NB承载部分用户面数据，即NR gNB和eLTE NB分别作为双连接的主节点和辅节点，主/辅节点均接入新核心网NextGen Core。这种组网方式下，有主节点分离承载（Split bearer via MCG）、辅节点承载（SCG bearer）的用户面承载类型。该组网方案需要终端支持NR-LTE双连接模式。

(3)方案3：采用NR-NR双连接的独立组网方案。网络由NR gNB和NextGen Core组成。与方案1不同的是，NR gNB既可以作为主节点，也可以作为辅节点。此方案可以充分利用5G新空中接口的传输能力，适用于承载大数据量的业务，终端需要支持NR-NR双连接模式。

对比独立组网模式，需要全面部署5G NR的新接入网和新核心网，还需要考虑与其他制式网络的并存和互操作。

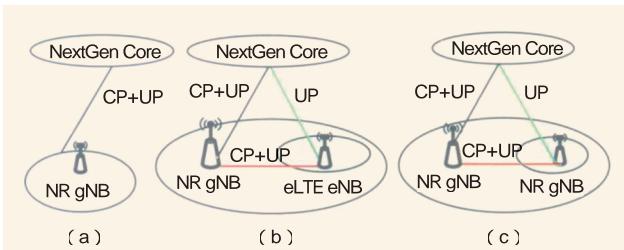


图1 5G NR独立组网模式的网络部署方案

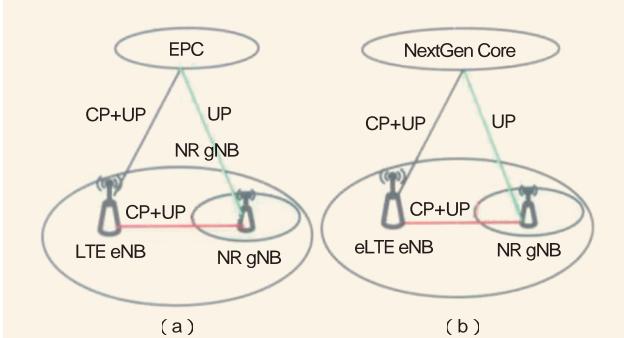


图2 5G NR非独立组网模式的网络部署方案

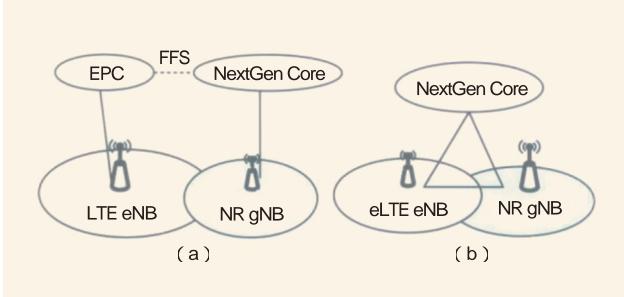


图3 5G NR与LTE系统间互操作场景

3.2 非独立组网模式

非独立组网模式需要以现有的LTE网络为基础，由LTE承载控制信令，由5G NR和LTE共同承载或5G NR独立承载用户面数据。因此5G不需要部署完整的端到端网络，只需部署接入网来提高空中接口传输能力。

非独立组网模式下的两种主要网络部署方案（包括接入网与核心网）如图2所示。

(1) 方案1：核心网采用EPC网络，LTE eNB作为双连接的主节点，NR gNB作为辅节点承载用户面数据，形成了LTE-NR双连接模式。在该组网方式下，可以采用主节点分离承载、辅节点承载、辅节点分离承载（Split bearer via SCG）等用户面承载类型。

(2) 方案2：核心网采用NextGen Core，eLTE eNB作为主节点，NR gNB作为辅节点承载用户面数据。可以采用主节点分离承载、辅节点承载、辅节点分离承载等不同的用户面承载类型。

4 5G和4G融合组网部署方案

5G的商用部署进程不是一开始就全面部署，而是根据用户的使用情况在4G系统的基础上进行长期替换、升级、迭代的过程。在5G网络覆盖不完善的前中期阶段，4G系统将作为保障用户业务连续性体验的最好补充。为了保证覆盖和业务的连续性，5G NR需要与其他制式网络进行互操作，保障终端在移动过程中的用户体验。5G NR与LTE之间存在互操作关系，可能的网络部署场景如图3所示。

根据5G RAN和4G E-UTRAN的耦合可以通过核心网

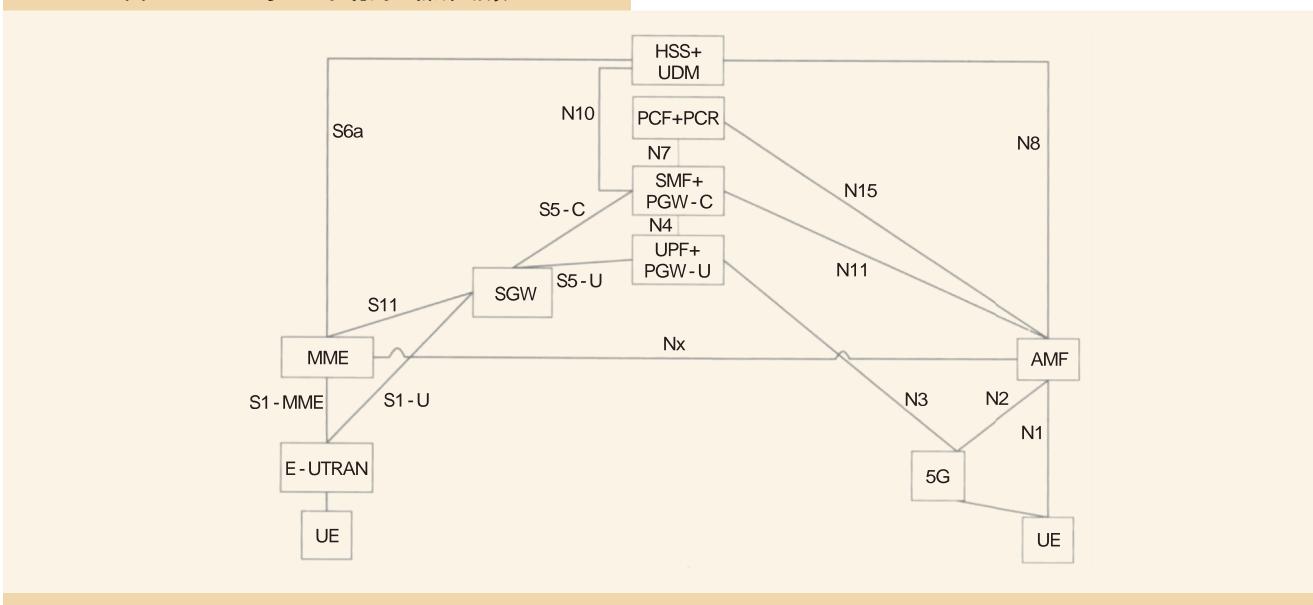


图4 核心网互操作方案架构（非漫游）

和无线接入网实现：通过核心网切换的方案称为松耦合方案；通过无线网双连接实现资源聚合和移动性增强的方案称为紧耦合方案。

4.1 松耦合方案

松耦合方案是核心网互操作的组网方案（非漫游），如图4所示。

核心网互操作方案中，3GPP定义了用于跨系统互操作的4G/5G融合网元，包括HSS+UDM、PCRF+PCF、PGW-C+SMF和PGW-U+UPF。

在5G网络初期可能采用松耦合方案，以SA方式部署5G网络，通过此方案保障业务连续性。由于对现有无线网络改造较少，且终端简单（Single Radio终端即可），在5G前期可快速部署网络。另外，采用此方案，4G、5G网络的设备可以异厂商部署，运营商可以选取合适的设备厂商。

4.2 紧耦合方案

4G和5G融合组网的紧耦合方案主要包括了双连接方案和Xn接口切换方案。在3GPP标准中，根据使用的核心网络，双连接方案分为EPC控制方案和5GC控制方案，而在Xn接口切换方案中，也由5GC进行控制。

5 5G网络部署策略

运营商需要从综合业务需求、网络覆盖、部署时间、投资成本及竞争等方面考虑，选择5G网络部署策略。

可以采用无线接入网优先部署，核心网后续升级的策略。初期利用现有LTE EPC核心网设备，采用无线双连接的

组网架构，快速开通5G试商用/商用网络。随着5G无线网络开通范围的增加，可将4G核心网逐步升级至5G核心网。随着5G网络的全网部署，基于无线双连接方式的网络架构将逐步转变为5G基站独立建站的部署方式。

也可以采用无线接入网和核心网同步部署的策略。同时部署5G核心网和无线基站，具备端到端的5G商用能力。初期，4G基站作为主基站，5G基站作为辅基站连接至5G核心网。随着5G网络扩大部署规模，5G网络将作为主要的承载网络。

6 结束语

5G网络部署有多种部署策略，运营商需结合网络现状和网络发展策略，灵活地选择合适的方案进行部署。

参考文献

- [1] 于黎明,赵峰.中国联通5G无线网演进策略研究[J].移动通信,2017(18)
- [2] 任驰.4G与5G融合组网及互操作技术研究[J].移动通信,2018(1)
- [3] 董文佳,阮航,王小旭.5G NR组网方式下的终端实现方案研究[J].移动通信,2017(19)
- [4] 刘柳,李文苡,吴锦莲.5G和4G融合组网部署方案浅析[J].移动通信,2017(17)
- [5] 闫志宇.5G新空中接口系统和LTE系统的共存研究[J].电信网技术,2017(12)
- [6] 陈晓冬,林衡华.5G新空中接口与LTE载波共享技术的研究[J].移动通信,2017(17)

如对本文内容有任何观点或评论，请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

基于MEC的智慧园区建设

向 潜 何 宇 欧阳洋

北京中网华通设计咨询有限公司



首先阐述MEC技术的原理与特点，MEC技术是实现品牌优势战略的重要手段；然后分析基于MEC的智慧园区方案与应用场景；最后分析市场前景，推动MEC的广泛应用。



MEC 智慧园区 应用

1 前言

随着改革开放的不断深入，为了突出产业特色，提高集聚强度，优化产业功能布局，大量的产业园区拔地而起。产业园区一般具有占地面积大、公共区域多、人员密集、组织结构复杂等特点，这给园区运营管理带来极大挑战。

(1)建设成本较高

园区信息化专网初期建设成本较高，且后期维护和优化调整难度较大，不符合现代化园区“轻资产”的运营诉求。

(2)安全监控难度大

园区管理对象体量大，一般安装有大量的监控摄像头，这样单单依靠保安人眼检测工作量大，且容易发生疏忽。

(3)能源浪费严重

园区水、电、气、空调等能源设备分布广泛，由于缺少智能化的数据采集和分析系统，无法及时有效地监控和调节，造成能源浪费。

(4)园区管理落后

缺乏专业的园区规划，信息化水平低，IT资源分散，无统一的管理门户，造成园区管理难度大，无法为园区企业提供新型的服务。

(5)对工业物联网的支撑力度不足

未来的工业将更多地利用物联网技术，传统的园区信息化系统无论从接入数量还是处理速率上都难以满足未来多样化的连接需求。

因此，为适应时代发展需求，急需创新的一体化方案，以构建面向未来的智慧园区生态圈。

2 MEC技术

MEC (Multi-Access Edge Computing, 移动边缘计算)

是近期引入的一项LTE技术。其通过在无线基站与核心网之间增加业务平台，将传统移动通信网络业务源下沉，从而缩短业务时延，并减少海量业务对核心网的资源消耗，有利于降低业务的资费成本。同时，由于移动互联网生态越来越关注本地化、社区化服务，MEC技术的引入可以提升网络的本地业务处理能力，从而为运营商创新更多增值业务提供技术支持。通过MEC技术的引入，运营商可丰富与外部业务提供方、集团客户等第三方公司的合作，尝试现场营销、流量监控、多视角直播、娱乐互动等多样化的增值服务，丰富数字化服务的内容和应用。

3 基于MEC的智慧园区建设

通过在园区5G基站和核心网之间增加业务平台，开放无线网络与业务服务器之间的信息交互，构建园区虚拟专网。本地业务进行本地化计算、存储和处理，从而缩短业务处理时延、提高信息安全性、降低使用成本。同时，借助MEC的低时延优势，融合物联网技术，将人、物有机地结合在一起，利用多样化的功能开放接口，可为不同的应用场景提供定制化的解决方案，如：室内精准定位、智能助理、业务分流、视频缓存、车联网等。基于MEC的智慧园区架构示意如图1所示。

3.1 系统架构

MEC有多种部署方式，考虑到智慧园区的区域特性，一般采用MEC+LTE/5G的方式，在园区内设置MEC服务器，MEC服务器设置于无线接入点和有线网络之间，基站全部通过MEC再接入核心网，同时园区企业网、物联网管理、视频管理等应用系统接入MEC服务器。使用时，本地终端通过5G基站接入网络，面向园区外部的数据请求转发至公共核

心网处理，园区内部之间的请求则通过MEC服务器直接处理。通过这种方式，能有效降低处理时延，降低海量数据对核心网的消耗。系统架构如图2所示。

3.2 应用场景探讨

MEC技术提高了公共通信网络的使用效率，增强了个性化服务提供能力，提升了用户体验，同时也为移动边缘入口的服务创新提供无限的可能，智慧园区特色应用包括以下几种。

(1) 独立的企业专网

企业用户访问公司内网、处理内网邮件、内部即时通信等，速度更快且安全可靠。

(2) 工业物联网

可满足海量低时延的连接需求，有助于实现控制自动化和智能化，进一步提高生产力。

(3) 园区自动驾驶

极低的端到端时延，园区可布置自动驾驶摆渡车，安全

性更高。

(4) 智能监控

摄像头分析处理统一在MEC侧服务器进行，降低了摄像头端的复杂度，可通过移动终端实施调用监控和分析情况，并可进行回放操作。

(5) AR增强现实

利用MEC和设置于园区本地的AR服务器实现实景和增强现实内容的实时聚合，时延更低、感知更好，可利用AR技术进行员工技能培训、园区导游、趣味游戏等。

(6) 全面的园区服务平台

园区内发送定向通知、物联网设备节电控制、园区内公共设施应用、资产管理、园区云课堂等。

(7) 精彩的活动直播

客户端通过无线网直接从位于本地的MEC上获取编排后的视频内容，观众可实时多角度高清观看现场画面，延时降至毫秒级，并且可借助MEC的缓存功能随时回放。

4 市场前景分析

我国产业园区发展迅速，据统计，目前我国仅国家级/省级产业园区就有近2000家，地市级产业园区更是数不胜数。由于产业园区数量巨大、密度高，同质化竞争严重，智慧园区建设已成为园区打造经济与品牌的有力武器，必将成为新一代园区竞争的焦点。

园区的智慧化建设需要高效的网络能力支撑，以满足园区各类智能应用的高带宽、低时延以及低成本要求。MEC通过在更靠近用户的移动网络边缘提供云计算能力和IT服务环境，与集中式云计算中心共同提供无处不在、无时不在的云计算能力和丰富多样的应用。同时MEC提供了开放的IT服务环境，这种通用架构将促使更多创新的应用在更广领域的快速普及，并给相关参与者提供更多的价值。所有MEC价值链中的参与者最终将得益于MEC创造的市场环境，并通过覆盖众多行业的应用促使经济持续发展。因此，基于MEC的智慧园区建设市场前景十分广阔。

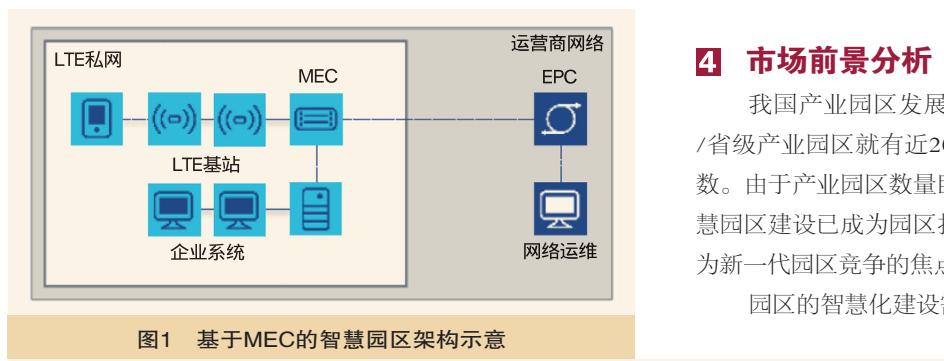


图1 基于MEC的智慧园区架构示意

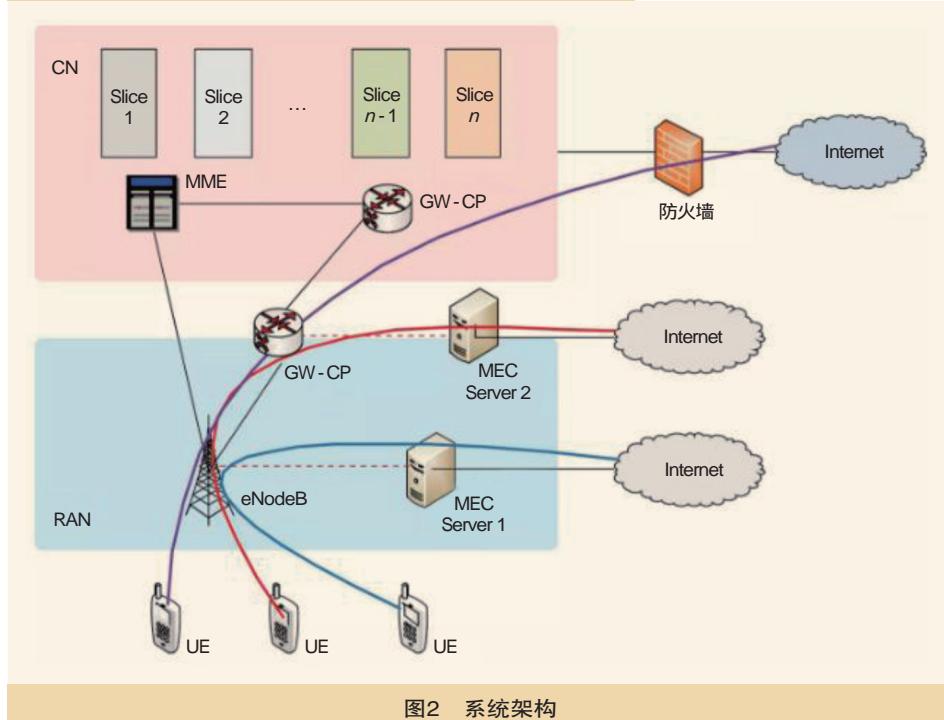


图2 系统架构

(下转14页)

doi:10.3969/j.issn.1000-1247.2018.08.004

5G网络基站无线回传技术研究

冯桂敏 吴国良 韦 凤

北京中网华通设计咨询有限公司

摘要

首先分析5G网络数据回传存在的问题和难点，然后对5G NR技术、自回传技术以及小基站回传技术进行研究和应用总结，为后期5G网络正式商用和部署提供有益参考。

关键词

5G 组网回传 NR技术

1 前言

随着4G LTE网络在全球部署的完善及窄带物联网的正式商用，基于下一代移动通信技术的研究显得尤为迫切和必要，如何实现5G网络高容量、大连接数及低时延的数据传输，特别是无线数据回传技术，更是重点和热点研究课题。

目前，我国依托IMT-2020（5G）推进组全面开展和推进5G相关研发及试验工作，主要包括5G关键技术验证、技术方案验证及系统验证等阶段。对于5G网络商用和物联网，用户终端分布将更为广泛，终端移动性将更为凸显，数据移动传输方面的需求将显得更为迫切。因而，无线回传技术将是5G关键技术的重要部分，也是5G网络商用部署面临的难点问题。

2 存在的问题及难点

5G网络主要面临的是大容量数据传输问题，而无线数据回传作为数据传输的重要部署方式，需要综合考虑数据回传的安全性、可靠性、向后兼容性等诸多性能测试指标。然而，5G网络是可提供峰值速率10Gbit/s级超大容量、空中接口时延<1ms、端到端超低时延、百万连接/km²、低功耗大连接的全新型移动通信网络，已不仅仅是4G网络的一次技术升级，更是一个催生万物互联和信息普惠的新技术平台，将成为万物联接和日常生活的重要基础设施和关键使能者。

可以预见，5G时代将是超密集组网和网络“异构化”部署的时代，节点站距将变得更为密集，网络结构将更为复杂，设备形态将更为丰富。随之而来的是，网络应用和部署场景将更为复杂，站址获取将更为困难，那么，传统的在城

区内大规模敷设传输光缆将变得更为困难和不现实，无线回传技术的研究和应用将变得更为必要和紧迫。基于此背景，厂商和实验室正全力推进和研究5G网络基站无线回传相关技术，致力于通过设备硬件及技术等层面来构建密集的无线网络和提高回传链路的无线数据包传输效率，以此应对全向复杂的5G网络环境。另外，SDN技术得到大规模应用，从技术上为运营商管理和维护每张传输网络及相应的无线设备提供有效支撑，并能够协调多种无线技术和设备无缝接入移动通信网络，从而解决网络的兼容性问题。

3 5G回传技术

目前，5G网络基站无线回传技术研究进展和实现原理如下。

3.1 5G NR技术

2017年3月，3GPP组织于克罗地亚的杜布罗夫尼克召开会议，会议通过了5G NR标准加速的提案，并提出如何解决5G NR集成无线接入和回传问题。简而言之，要实现未来5G NR小区超密集、高灵活部署，5G网络需进一步集成无线接入和回传链路两个重要功能，网络需能够充分考虑安全性、可靠性及兼容性等性能指标，完美地支持无线回传和中继链路拓展路由，从而摆脱对传统有线传输网络的依赖。另外，5G NR相比4G LTE网络将需要更大的带宽，尤其是毫米波频段，附加Massive MIMO、多波束系统的部署，催生了5G NR集成无线接入和回传的方案。

如图1所示，在一个集成了无线接入和回传链路的5G网

络中，中继节点（rTRPs）在时域、频域和空域（波束）上支持多个无线接入和回传链路，从而，使得超密集的5G NR小区以一种更集成的方式实现灵活部署。

同时，该无线接入及回传方式可工作于相同频段和不同频段，亦可以在带内（in-band）和带外（out-band）中继。尽管支持带外部署对某些5G NR场景很重要，但带内部署更为关键，因为工作于相同的频率意味着接入链路更加紧密相关互联，可避免和减轻干扰。

此外，工作于毫米波频段的5G NR将面临一些前所未有的挑战，这包括会遇到严重的Short-term Blocking。由于整个过程需较大的时间窗口，目前基于RRC的LTE切换机制无法缓解Short-term Blocking，因此，为了克服毫米波系统中的Short-term Blocking，需要在5G中继节点之间执行快速的、基于L2的切换，这就像动态点选择一样。

基于上述考虑，一方面为了减轻毫米波的Short-term Blocking，另一方面为了更灵活地部署5G NR，需要一个允许无线接入和回传链路快速切换的集成解决方案。另外，还要考虑5G中继节点之间的Over-The-Air（OTA）协作，以

减轻干扰，并支持端到端的路由选择和优化。

由此可见，集成无线接入和回传对于5G网络部署初期非常重要。一旦5G NR设备推出，集成无线接入和回传技术必须同步跟上，如果集成无线接入和回传解决方案延迟，将对5G NR的及时部署产生不利影响。

3.2 5G自回传技术

自回传（Self-Backhauling）技术源于现有4G LTE协议，其利用LTE无线资源在eNodeB之间实现基于层三的点对点中继，要求中继eNodeB和锚定eNodeB之间协作调度，其工作原理如图2所示。由于5G网络致密化，传统的CPRI前传无法支撑5G网络规模化，且考虑到网络建设成本，使得5G自回传技术优势凸显，因而此项集成接入和5G自回传技术解决方案更具有紧迫性和彻底性。若该方案能大规模推进，未来5G网络的设计、维护及优化网络的回传方式将发生巨大变化，而且，由于需要优化路由选择、平衡无线接入和回传流量比，以及要实现网络回传的自配置、自愈能力等，必将引入大量软件化、机器学习、人工智能等技术。

3.3 5G小基站回传技术

目前，随着4G网络的完善及NB-IoT网络的大规模部署，类似Small Cell、Book RRU等小基站将在城区大规模部署，用于进行网络补盲、吸热和分流。可以预见，未来5G时代高速率、超密集部署的需求将更为旺盛，站址部署密度将进一步加大，小基站部署将成为主流的部署方式。从网络部

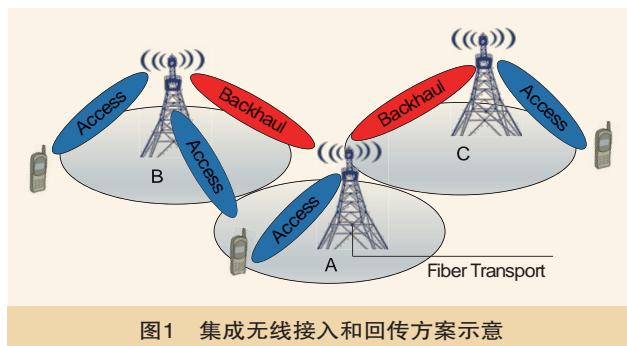


图1 集成无线接入和回传方案示意

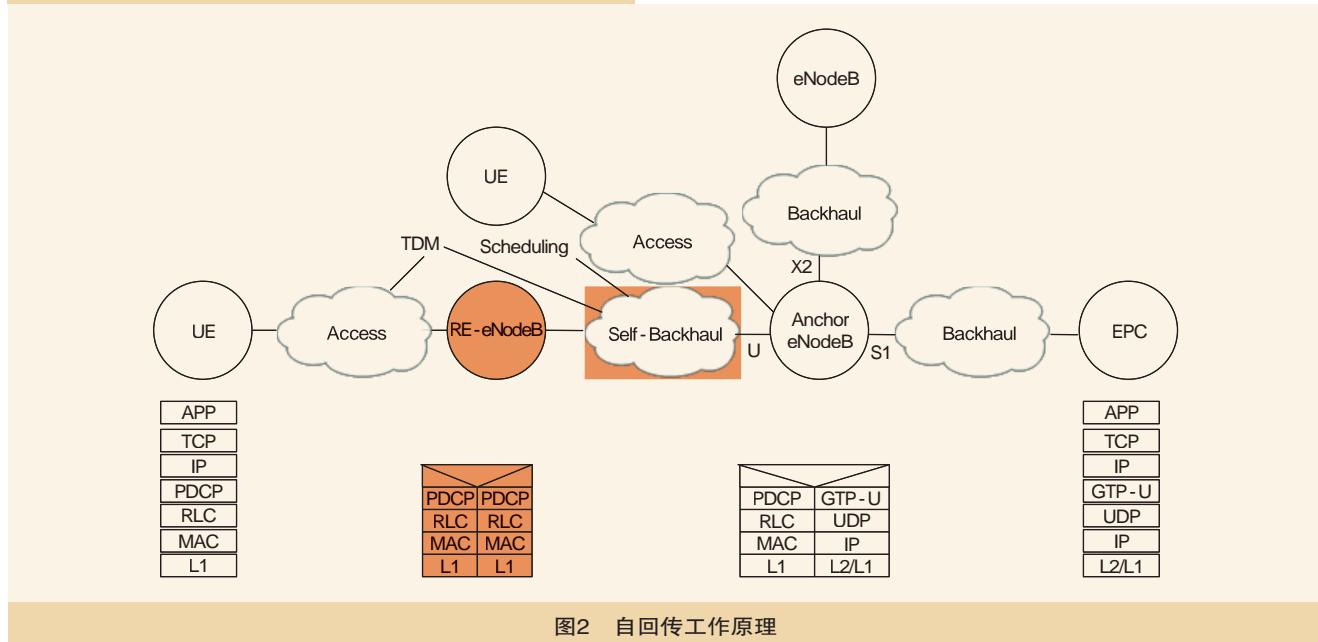


图2 自回传工作原理

署结构来看，宏蜂窝基站主要用于网络布局，从其特征看，宏蜂窝基站分布相对稀疏且接入可靠性要求较高，主要考虑采用PTN技术接入；而目前，小基站接入层主要考虑采用PON技术，经过BRAS上联至IP分组网及相关核心网。为了满足疯狂增长的数据业务需求，日趋小型化和密集化的海量小基站对数据回传性能指标提出更高和更为苛刻的要求。作为另外一种补充方式，Wi-Fi作为5G网络中的无线数据回传方案被提上日程，一种基于Wi-Fi多信道聚合的高速同步回传方案已处于验证和试验中。

另外，考虑到现有家庭中，室内Wi-Fi是家庭无线覆盖的标配，具有先天的接入优势和部署的灵活性，且小型化5G基站设备的接入将更为便捷和灵活，因而5G小基站无线回传方案也是未来网络发展的一种趋势。

目前，业界正在积极探索接入可靠、成本低廉、部署灵活的无线回传方式。除了上述的5G NR技术、自回传技术、小基站回传技术外，Facebook的Terragraph网络也不失为一种很好的尝试。其将现有的城市路灯网替换成具有无线信号传输功能的基站设备，构成毫米波网状无线回传网络，从而替代传统价格高昂且耗时的光纤接入方式。此外，AT&T的AirGig项目考虑在电杆上安装部署毫米波设备，以室内外无处不在的电力线路为载体，构成强大的无线回传网络，实现室内外信号的无缝覆盖。另外，贝尔实验室的F-Cell技术，利用Massive MIMO波束组成自组织的无线回传构架，摒弃传统的光纤回传方式，实现5G网络Small Cells的大规模、灵活部署，形成独树一帜的5G基站无线回传方式。

(上接11页)

5 总结

MEC是5G演进的关键技术之一，是具备无线网络信息API交互功能，以及计算、存储、分析功能的IT通用平台。依托MEC可以将丰富的外部应用引入特定区域内部，更贴近用户，利于提供各类本地化、个性化服务，从而提升用户感知，充分发挥移动边缘网络的更多价值。但基于MEC的智慧园区项目是一个长尾项目，涉及到的环节非常多，需要打破行业壁垒，促进移动运营商、设备厂商、应用程序开发商和内容提供商的紧密合作，通过合作方式共同推动MEC的广泛应用。

参考文献

- [1] 俞一帆,任春明,阮磊峰,等.5G移动边缘计算[M].北京:人民邮电出版社,2017

4 结束语

综上所述，5G网络以其超大容量、超高速率、超低时延、超密集组网等特征，引爆未来万物互联的业务发展需求，为用户提供前所未有的优质业务体验。同时，5G网络面临着数据前传和回传的严峻挑战，业界已经结合现有网络模式及各种资源优势，积极推进各具特色的5G无线回传技术，为后期网络正式商用和超密集组网提供有益参考，为后期网络演进提供有价值的解决方案。

参考文献

- [1] 付道繁.5G网络小区面临的挑战及解决方案探讨[J].广东通信技术,2017(6)
- [2] 耿亮,张德朝,王世光,等.5G回传网络技术探讨[J].电信网技术,2015(9)
- [3] 薛青,方旭明.一种Wi-Fi多信道聚合的高速同步回传方法[J].电子与信息学报,2017,39(2)

如对本文内容有任何观点或评论，请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

作者简介

冯桂敏

助理工程师，从事过GSM、CDMA、WCDMA、LTE无线网络的规划设计工作，有丰富的技术培训及项目设计经验。

吴国良

工程师，主要从事研究移动网规划及设计咨询工作。

韦凤

助理工程师，主要研究方向为无线通信设计及网络规划。

- [2] 李福昌,李一喆,唐雄燕,等.MEC关键解决方案与应用思考[J].邮电设计技术,2016(11)

- [3] 诺基亚.MEC技术商用组网方案[Z]

如对本文内容有任何观点或评论，请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

作者简介

向渊

工程师，从事过GSM、CDMA、WCDMA、LTE无线网络的规划设计工作，有丰富的设计及实施经验。

何宇

中级工程师，从事过无线网核心网的建设管理工作，有丰富的项目管理经验。

欧阳洋

中级工程师，从事通信工作多年，对传输网络设计、规划、建设经验丰富。

光纤数字化的5G室内分布系统设计方案

林善亮¹ 阎 春²

1.北京中网华通设计咨询有限公司
2.中国联合网络通信有限公司贵州省分公司

摘要

首先详细阐述光纤数字化室内分布设计的原则与指标以及5G高频对室内分布的影响；然后提出光纤数字化室内分布的设计方案以及特征；最后分析光纤数字化室内分布方案的优势。

关键词

5G 光纤数字化 室内分布

1 前言

随着视频业务的增多，作为5G典型应用的AR/VR业务逐渐进入人们的视野。5G网络要求实现光纤级的接入速度、零延时的用户体验。目前传统室内分布网络的室内分布技术（DAS），能够良好地解决覆盖及KPI指标，但是实现5G所需的MIMO技术，如4T4R甚至更高，DAS部署将非常困难，成本也高。另外，目前DAS的无源器件频段一般都只支持在3GHz以下，而国家已经批复3.3~3.4GHz频段作为5G室内分布频段使用（未来5G频段更高），目前大量的馈线、合路器、功分器等无源器件对高频非常敏感，而链路损耗也非常大。

光纤数字化分布系统采用光纤传输数字化信号，可是对高频段不敏感，简化和集成远端射频单元，降低部署难度，提升部署灵活度，是5G室内分布建设的趋势。

2 光纤数字化室内分布设计事项

2.1 设计原则

设计上要做到，架构先行：需支持3GHz以上高频，支持xTxR多天线演进；组网灵活：大胆运用新技术，实现不同场景及条件的灵活部署，不局限于传统组网方案；组网智能：实现控制与承载资源分离，支持控制面与用户面独立扩展和演进，基于集中控制功能，实现多种网络部署场景下的网络智能优化和高效管理；组网高效：综合考虑网络部署成本和运维成本。

2.2 设计指标

中国5G推进组对以下场景（包含室内分布）进行测

算，测算的性能指标见表1。

2.3 5G高频对室内分布的影响

5G时代，将会使用大量的高频，业内称高于6GHz的频段为高频，高频通信在室内分布建设中对覆盖、穿透损耗等均有影响。

（1）高频的覆盖特性

根据空间自由损耗定义，频段越高，损耗越大。单天线覆盖面积越小，单RRU覆盖的面积也越小。

（2）高频的穿透损耗

不同频段电磁波在穿透损耗上有较大差异，与现有无线通信系统所使用的6G以下频段相比较，高频段电磁波在穿透遮挡物时损耗较大。各频段的穿透损耗见表2。

从表2可知，频率越高，穿透损耗越大，毫米波只能穿透一堵玻璃墙。高频的穿透损耗在设计中是需要考虑的重要因素。

3 光纤数字化室内分布设计方案

3.1 室内分布方案

光纤数字化5G室内方案主要以华为LAMPSITE系列产品为代表，其系统原理组网如图1所示。

从图1可以看出，该系统分为三部分：BBU、RHub及pRRU。BBU与现网的BBU一致，可以共享宏站的BBU，作为室内分布的信号源。RHub接收BBU发送的下行基带数据，经过分路处理后传给pRRU，并将pRRU的上行基带数据经过一定的合路处理后向BBU发送，实现与BBU的通信，支持PoE供电。pRRU为室内小功率拉远模块，可与室内天

表1 5G典型场景的关键性能指标

场景	流量密度 (bit/s/km ²) (上行/下行)	连接数密度 (#/km ²)	端到端时延 (ms)	用户体验速率 (Mbit/s) (DL/UL)	移动性 (km/h)	典型区域面积
密集住宅	3.2T/130G	106	10~20	1024/512	-	1km ²
办公室	15T/2T	750000	20	1024/512	-	500m ²
商城	120G/150G	160000	5~10	15/60	-	0.24km ²
体育场馆	800G/1.3T	450000	5~10	60/60	-	0.2km ²
露天聚会	800G/1.3T	450000	5~10	60/60	-	0.44km ²
地铁	10T/-	6 (10 ⁶)	10~20	60/-	110	410m ²
火车站	2.3T/330G	1.1 (10 ⁶)	10~20	60/15	-	9000m ²
高速公路	-	-	<5	60/15	18	-
高速铁路	1.6T/500G	700000	20	15/15	500	1500m ²

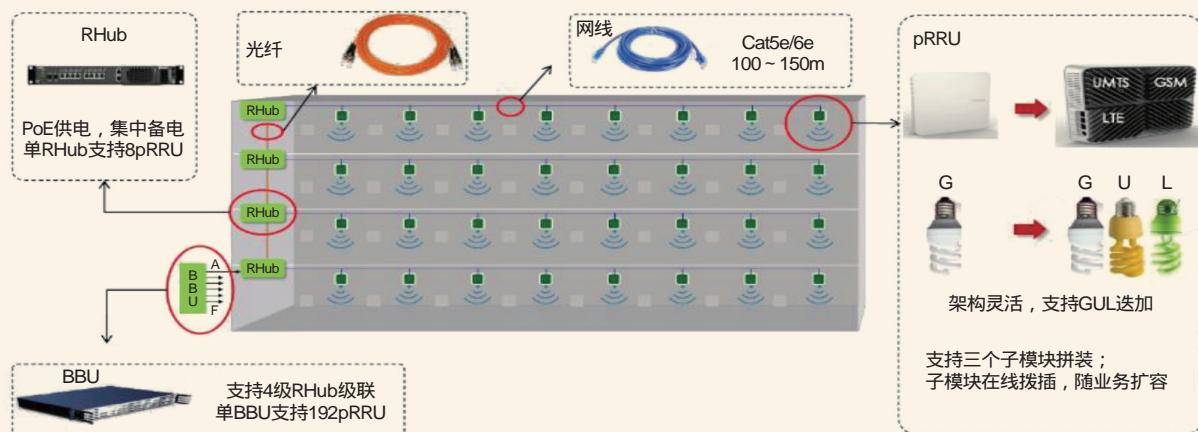


图1 华为LAMPSITE系统原理组网示意

表2 各频段穿透损耗

频率 (GHz)	墙体 (dB)	玻璃 (dB)	木材 (dB)	砖块 (dB)
2.4	20.45	2.543	2.195	-
5.8	22	-	8.8	14.5
28	29.45	3.2	3.5	-
60	35.5	6.4	-	-

线集成在一起，架构灵活，可以支持GUL等系统叠加。

华为LAMPSITE系统真正实现了全带宽，将室内分布系统扩展到多运营商共享场景，支持更加灵活的多载波聚合、分布式MIMO、256QAM等大量技术创新，进一步推动高精度室内蜂窝定位、室内IoT、大数据等技术创新。作为数字化室内分布系统，致力于为用户提供极致的室内移动宽带使用体验。

3.2 室内分布特征

作为新型的光纤数字化5G室内分布系统，其室内分布特点明显：架构简单，快速部署；天线头端有源化；传输光

纤化；易于演进等。

(1) 安装部署快

光纤数字化室内分布系统相比传统的室内分布系统，只有三级架构，网络简单，故障点少，安装部署快。光纤数字化室内分布系统采用光纤及网线连接，并且支持PoE供电，减少物业的协调难度，大大缩短分布系统的集成时间。

(2) 天线头端有源化

为使5G室内分布能满足1Gbit/s的用户体验速率和10Mbit/s/m²流量密度的要求，5G室内分布网络必须至少要求100MHz的网络带宽，同时也要求5G室内分布能支持MIMO的部署、支持C-band和毫米波等高频通信、支持高阶调制等技术。无源的天线无法满足上述要求，因此光纤数字化室内分布系统要求天线必须是有源的，即天线头端有源化。

(3) 传输光纤化

目前室内分布系统需要引入5G NR的演进能力，通过叠加5G NR模块快速开展5G业务，在一段时间形成LTE及5G NR融合组网，一并向用户提高移动业务。而传统室内分布系

统的无源器件，如功分器，耦合器等，不支持5G NR新高频段，因此必须使用光纤代替原来的馈线等，即传输光纤化。

(4) 易于演进

未来的5G室内分布业务多元化，要求室内分布系统易于演进。光纤数字化室内分布系统BBU可以通过插入不同制式的工作单板，实现多制式共享一个BBU，而RRU可以采用SDR技术，通过不同的软件配置，支持多模配置，平滑演进。

4 光纤数字化室内分布方案优势

数字化室内分布采用全数字化传输方式，相比传统室内分布的模拟射频信号传输，可以更好地适应5G新频谱，使得网络部署更加灵活快捷，具体优势如下。

4.1 数字化实现可视运维

当前全球大多数运营商都在同时运营GSM、3G和4G网络，通常有4~5个频段，随着5G时代新频谱的引入，更多的频谱使得网络会变得更复杂。数字化室内分布系统能够通过统一数字化的运维平台，实时管理到任一网元设备，网络和设备状态实时可视。这使得网元参数动态可控、网络故障可及时发现和处理。

4.2 数字化实现端到端可管可控

光纤数字化室内分布系统能够监控到室内分布系统网元的每一个节点，即不管是分布系统中的有源设备，还是无源设备，均可以在网管系统上被监控到，监控器能及时反馈故障点的信息，真正实现端到端的可管可控。

4.3 数字化促进室内分布定位新业务

运营商除了运营传统的语音和移动宽带业务以外，大数

据和物联网业务也是运营商5G的业务，其中基于位置业务就是一个典型新业务。数字化室内分布网络能够有效提升定位精度，能达到分米级甚至更高厘米级精度，更好地满足定位业务在室内场景的应用。

5 结束语

由于光纤数字化室内分布系统具备天线头端有源化、传输光纤网线化、运维可视化等优势，网管可实现端到端的监控，能有效满足5G阶段室内分布的容量、用户体验的要求，同时也最大程度保护运营商的投资。而传统的室内分布系统非数字化的网络架构越来越不适应未来发展的要求，光纤数字化室内分布系统必定是5G时代最佳的室内分布系统方案。

参考文献

- [1] 张建强,冯博,王春宇.5G网络室内覆盖解决方案[J].电信快报,2017(5)
- [2] 华为.室内分布5G网络建设白皮书[Z].2017
- [3] 中兴.中兴5G介绍[Z].2017

如对本文内容有任何观点或评论，请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

作者简介

林善亮

高级工程师，国家注册咨询工程师，信息系统项目管理师，从事过GSM、CDMA、WCDMA、LTE无线网络的规划设计工作，负责的项目曾获得过全国优秀通信工程咨询成果“一等奖”，曾荣获“全国优秀通信设计工作者”称号。

闫春

从事过GSM、CDMA、WCDMA、LTE无线网络的建设管理工作，有丰富的项目管理经验。

5G网络架构分析

张传福¹ 张雁鸣²

1.北京中网华通设计咨询有限公司
2.中国联合网络通信有限公司黑龙江省分公司

摘要

首先分析5G网络的架构需求，其需要对现有的网络进行重构，然后多维度分析5G无线网络架构，提出3GPP对CU-DU进行切分的不同方案，并对不同方案适用的场景进行分析。

关键词

5G 网络架构 CU-DU 适用场景

1 引言

2017年3月，3GPP RAN的74次全会通过5G New Radio（NR），即5G新空口技术标准化时间表，如图1所示。2017年12月，3GPP完成Non-Standalone（NSA）Option 3（包含支持低时延）架构的标准制定工作；2018年3月完成NSA Option 3架构ASN.1标准冻结；2018年6月完成其余NSA和Standalone（SA）架构标准制定。

2 5G网络架构需求

5G发展的推动力是移动互联网和物联网。5G有三大类应用场景：增强移动带宽（eMBB）、超高可靠低时延通信（URLLC）、海量机器类通信（mMTC）。5G将解决多样化应用场景下差异化性能指标带来的挑战，需要有相应的网络架构。

现有的传统网络是刚性固化的，主要关注网络的底层传送能力，业务很难灵活地调用网络能力；更加关注接入网及核心网，是复杂度非常高的“烟囱”架构。

5G是一个端到端的生态通信系统，将实现一个全连接和全移动的社会。需要网络对上层应用和业务开放，实现网络的软硬件分离。因此需要对无线网络进行重构，进一步拓展增强“弹性”以支持5G网络特征和关键技术。

(1)由于5G网络工作频段高，覆盖范围小，因此5G网络蜂窝将进一步分裂。为避免频繁切换，影响用户感知，需要淡化传统蜂窝小区边界，让网络更好地服务于用户和业务。

(2)引入大规模天线和超密集组网等技术将导致网络接入、传输的压力骤增，现有的BBU+RRU分布式架构无法满足超密集组网的多小区协作和干扰控制要求。

(3)5G垂直应用场景多样化，需求各异，需要能够灵活地按需分配无线资源，尽可能在不同层面上使无线资源与具体业务解耦。同时需要将硬件和软件分离，进一步提高处理能力和资源使用效率，实现无线网络快速切片响应的能力。

(4)4G和5G网络将长期共存。以物联网应用为主的网络，设备平台种类繁多，网络管理维护难度大，网络扩容升级复杂度高。采用网络重构，可使多种类型的网络管理统一高效、网络扩容升级更加平滑，同时降低运营商的建设和运营成本。

网络重构可使网络运营从分散型走向集约型，满足网络能力接口开放及标准化的要求，实现向业务、IT和网络云化转变，以数据中心（Data Center，DC）为网络核心集中部署，实现用户对网络的定制化要求，通过网络软件与硬件的分离、引入IT设备等多种手段实现由简单的售卖转向创新驱动发展的目的。

网络向面向新型互联网应用的网络架构演进，由垂直架构向水平架构演进，要求网络结构简洁、具有敏捷性，具备软件编程、资源分钟级快速配置扩展的能力；同时具有开放性、高集约性，可以统一部署，全部业务平台实现云化，业务可以全网统一调度，可以满足配置和端到端的运营。

3 5G无线网络架构

3.1 5G网络参考架构

5G核心网与接入网参考架构如图2所示。5G核心网支持LTE演进基站（eLTE eNodeB）和5G基站（gNodeB）接入。5G核心网和无线接入网间的接口需要支持控制面和用户面功能。eLTE eNodeB与gNodeB间支持Xn接口，该接口也支持

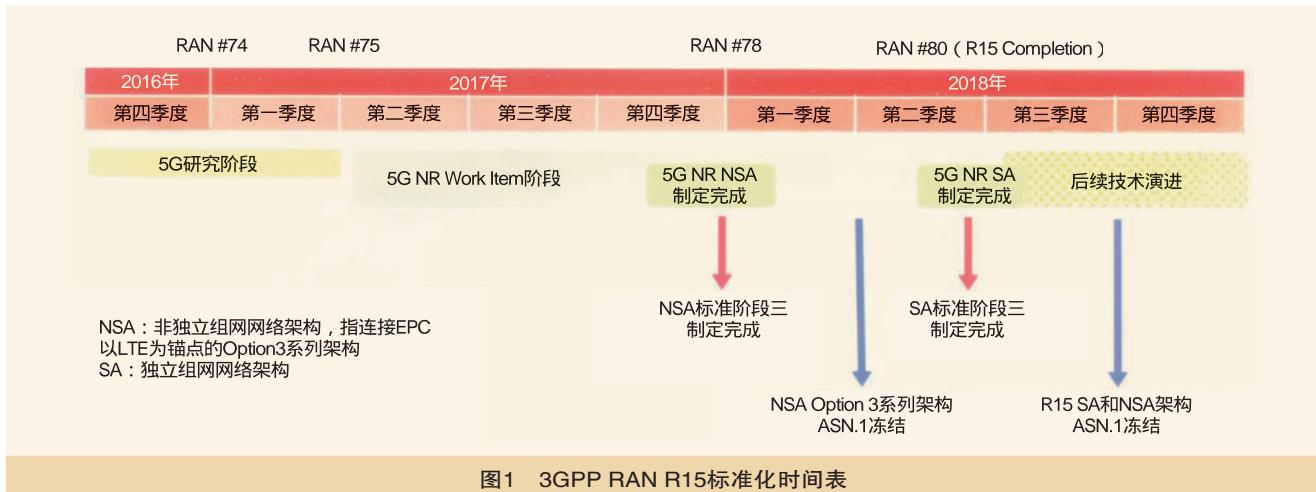


图1 3GPP RAN R15标准化时间表

控制面和用户面相关功能。

为了满足5G网络的需求，3GPP提出面向5G无线接入网的功能重构方案，引入CU-DU架构。如图3所示，DU是分布式接入点，负责完成部分底层基带协议及射频处理功能；CU是中央单元，负责处理高层协议功能并集中管理多个DU，基站的基带及射频处理功能由CU与DU共同完成。CU与DU都是逻辑功能实体，在实现5G基站设备时，CU、DU可分布在两个不同的设备实体上，通过F1接口通信，也可集成在一个一体化设备上。

3.2 CU-DU功能的划分

无线网络协议由物理层、第二层（包括MAC、RLC、PDCP等子层）以及第三层构成。有多种CU-DU功能划分方案，目前3GPP讨论了8种（Option1～Option8）候选方案，如图4所示。不同方案的CU、DU划分支持不同的协议功能，实现灵活的硬件架构。

Option1在RRC与PDCP间切分，RRC位于CU，整个用户面位于DU。该方案只支持RRC/RRM集中，集中化程度低，因此池化收益小，不支持多制式间的业务聚合。

Option2在PDCP、RLC间切分，RRC/PDCP位于CU，其他底层协议功能位于DU。该方案的CU支持多制式接入与管理，并向核心网提供单一接口，由于移动性锚点位于CU，UE在CU内部移动时，业务不会中断。Option2又分为Option2-1、Option2-2两个子方案。

Option3在RLC内部切分，将RLC划分为High RLC和Low RLC。Low RLC位于DU，实现分段、串联功能；High RLC位于CU，完成ARQ、重排序等其他所有功能。通过端到端的ARQ机制可恢复传输网络发生的错误，保护重要数据及信令，在非理想传输条件下具有更高的健壮性。

Option4在RLC和MAC间切分，对传输时延要求很高，

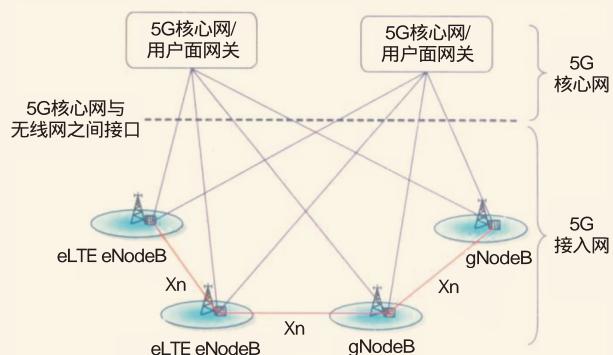


图2 5G无线接入网架构及参考接口

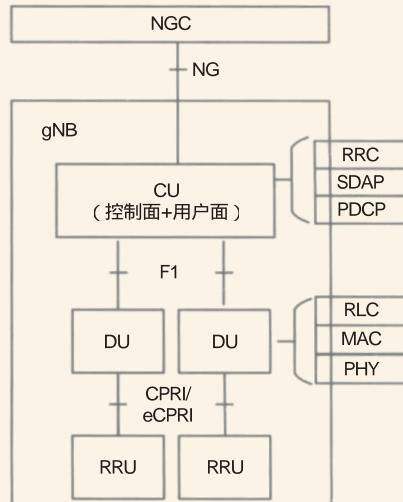


图3 接入网CU-DU逻辑架构

其他性能增益很小，后续基本不考虑该方案。

Option5在MAC层内部切分，将MAC层划分为两个子层，Low MAC位于DU，负责HARQ、调度等传统MAC功能，以及集中化控制功能的测量；High MAC位于CU，负责

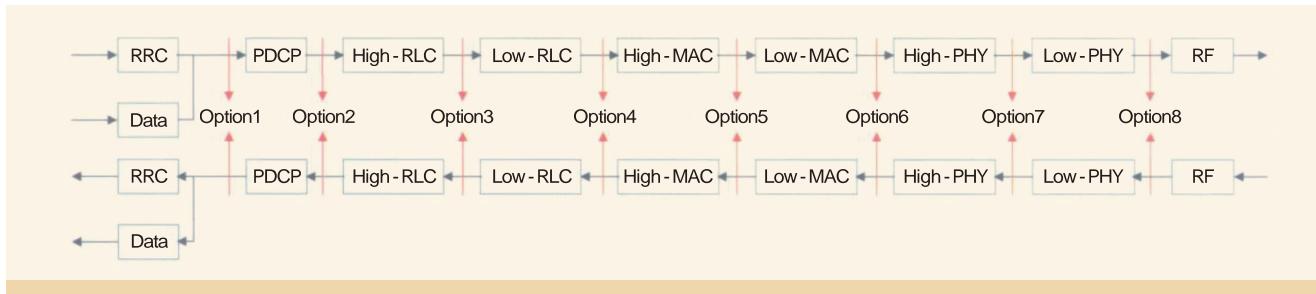


图4 CU-DU功能切分方案

多个Low MAC的控制、集中化调度，支持多小区间的干扰协调及调度技术，获得协同增益。

Option6在MAC与PHY间切分，DU只负责PHY/RF功能，其他功能位于CU。

Option7在物理层内部切分，将物理层分为High PHY与Low PHY，包括Option7-1~Option7-3。

Option8类似传统的BBU-RRU切分，CU完成所有基带处理功能，DU完成射频处理功能。

3.3 不同划分方案适用的场景

从Option1到Option8，基带资源集中度依次递增，多小区协同性能相应增强，但对于传输带宽与时延的要求逐步提高。总体上，可以将这8种切分方案归纳为两大类：Option1~Option3属于高层切分方案，Option5~Option8属于底层切分方案。

高层切分方案的基带资源集中度较低，不支持集中化调度、多小区干扰协调等协同特性，对于接口的传输带宽及时延要求相对宽松，支持在非理想传输条件下部署，传输网络的成本较低。DU需要具备L1及部分L2的基带处理功能，要求增加基带芯片、存储器等硬件，导致DU成本较高。

底层切分方案的基带资源集中度较高，支持多小区间的协同。CU-DU功能切分点越来越靠近底层，支持的协同特性逐步增强。底层切分方案对接口带宽、时延要求都较高，适合在理想传输条件下部署，传输网的成本较高。DU功能相对简化，对DU的基带处理能力要求降低，设备成本也较低。

CU-DU不同切分方案的应用场景主要取决于传输网络、设备复杂度、业务场景等多种因素。对于具备理想传输条件的场景，可以采用底层切分方案，以获得更大的基带资

源集中度及池化增益，提升网络性能；对于非理想传输场景，可以采用高层切分方案，降低传输网络的改造要求。高层切分方案的CU主要完成非实时处理功能，可基于通用硬件平台集中化部署，并且支持虚拟化；底层切分方案的CU还要完成部分L1或L2实时处理功能，需要使用专用硬件实现。对于时延、可靠性要求较高的业务，可以选用底层切分方案，因为该类方案要求的传输时延低、带宽大，同时支持各类协同特性，可提高网络传输的可靠性；对于时延不敏感、连接数要求较高的业务，可采用高层切分方案，CU与DU间支持较大的拉远距离，从而提供较大的网络覆盖范围。

4 结束语

5G需要新的网络架构来适应5G业务的多样性。3GPP制定的5G标准考虑了各种方案，运营商在部署5G网络中需要根据传输网络、设备复杂度、业务场景等因素进行选择。

参考文献

- [1] 曹豆,李佳俊,李轶群,等.5G网络架构的标准研究进展[J].移动通信,2017(2)
- [2] 李聪.5G网络架构的重构与挑战[J].移动通信,2018(1)
- [3] 曹豆,吕婷,李轶群,等.3GPP 5G无线网络架构标准化进展[J].移动通信,2018(1)
- [4] 刘东升.5G无线网络虚拟化演进研究[J].移动通信,2017(18)
- [5] 闫渊,陈卓.5G中CU-DU架构、设备实现及应用探讨[J].移动通信,2018(1)
- [6] 吕婷,曹豆,李轶群,等.基站架构及面向5G的演进研究[J].邮电设计技术,2017(8)

如对本文内容有任何观点或评论，请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

UL2100网络升级部署策略及解决方案

冯桂敏

北京中网华通设计咨询有限公司



摘要 首先针对中国联通在乡镇农村区域4G覆盖严重不足的现状，分析如何快速部署一个适合中国联通4G业务发展的乡镇农村4G网络。然后就UL2100网络升级部署策略及解决方案做一些分析探讨，希望对中国联通乡镇农村区域4G网络的广度覆盖有所帮助。



关键词 UL2100 网络升级 策略 解决方案

1 前言

随着中国联通4G网络的深入部署，按照“腾退2G，做薄3G，拓展4G”的总体部署节奏，充分利用好中国联通2100MHz频段资源就显得尤为重要。考虑到中国联通4G现网城区覆盖良好，郊区及农村4G覆盖不足的情况，通过将现网U2100站点升级为UL2100站点，采用SDR方式开通4G网络，既可实现快速建网，又可有效降低建网成本，为郊区及农村地区4G网络部署提供可行的解决方案。

2 UL2100部署策略

2.1 频率规划思路

目前，中国联通的4G主力承载网上行使用1745~1765MHz频段，下行使用1840~1860MHz频段，共计20MHz带宽；3G主力承载网上行使用1940~1955MHz频段，下行使用2130~2145MHz频段，共计15MHz带宽。同时，根据工业和信息化部相关“调整900MHz、1800MHz和2100MHz频段频率用于LTE组网”的通知精神，中国联通在2100MHz频段部署4G条件已经成熟。其中，中国联通可用的频率资源如图1所示。

UL2100升级需要按照不同区域的带宽、流量速率需求，对WCDMA网络和LTE网络的具体使用频段进行配置，在2130~2155MHz频段，可以参考一下几种带宽分配方案，具体见表1。

不同带宽支持的理论上下行速率见表2。最终，地市带宽分配方案应该结合基站具体部署区域LTE带宽需求、不同厂商主设备带宽支持情况、同频干扰情况等确定。

2.2 网络建设策略

对于UL2100网络升级的建设策略如下。

建议清退G1800网络频率，主要用于承载LTE 1800MHz网络，并使用UL2100网络作为热点区域补充覆盖，解决局部容量问题。

综合考虑网络部署难度、网络性能及投资收益等因素，因地制宜考虑3G设备升级方案。

通过3G升级部署的站点，考虑后期网络发展及扩容需求，避免后期二次扩容。

根据覆盖区域网络业务需求，确定UL系统具体载波配置方式。

2.1GHz LTE载波配置优先选择与3G载波完全异频的频点，如频率使用紧张，可采用2.1GHz LTE载频部分频率与3G载频部分重叠的配置方式。

2.3 部署场景及流程

UL2100网络部署场景建议如下。

通过新建2.1GHz频段UL多模基站或宽频多模天线一体化RRU，作为补充手段，解决局部容量问题。

无LTE网络覆盖、有3G网络覆盖的室内场景，通过升级3G设备实现LTE网络快速部署。

已有同厂商1.8GHz LTE和2.1GHz 3G网络覆盖，需要增加2.1GHz频段LTE载波用于载波聚合区域。

对于现网城区3G网络：

(1)根据业务量情况，对单个站点进行减频工作；

(2)根据业务量情况，继续做薄3G网络，并保障现有3G用户业务体验及网络KPI稳定；业务量极低的区域若具备退网条件，则按需退网；

(3)利用UL2100频谱共享技术，最大化提升2.1GHz频谱

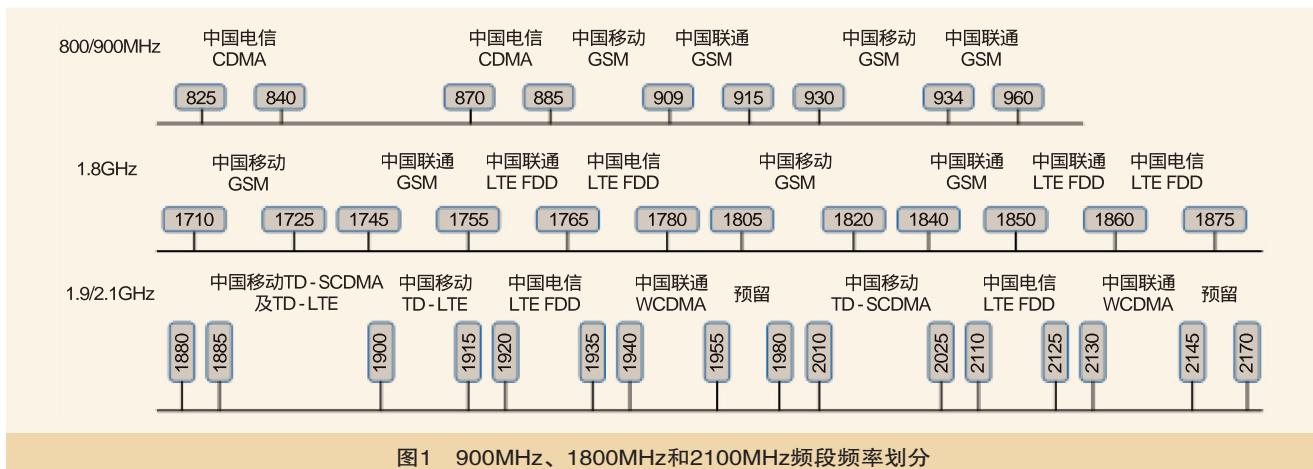


图1 900MHz、1800MHz和2100MHz频段频率划分

表1 带宽分配方案

分配方案 \ 频率	2130~2135MHz	2135~2140MHz	2140~2145MHz	2145~2150MHz	2150~2155MHz
A	LTE	LTE	LTE	LTE	LTE
B	WCDMA	LTE	LTE	LTE	LTE
C	WCDMA	WCDMA	LTE	LTE	LTE
D	WCDMA	WCDMA	WCDMA	LTE	LTE

表2 LTE不同带宽、通道数支持的理论上下行速率

带宽	通道数	5MHz	10MHz	15MHz	20MHz	25MHz
上行速率 (Mbit/s)	单通道	9.4	18.8	28.1	37.5	47
下行速率 (Mbit/s)	单通道	18.8	37.5	56.3	75	93.8
上行速率 (Mbit/s)	双通道	18.8	37.6	56.2	75	94
下行速率 (Mbit/s)	双通道	37.5	75	112.6	150	187.5

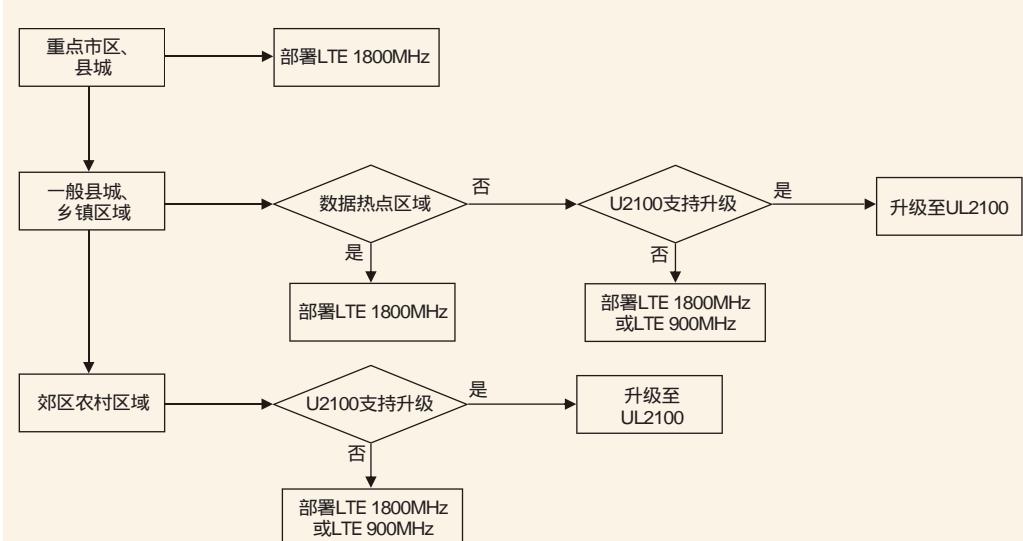


图2 UL2100升级建设方案

3 UL2100解决方案

以某市联通U2100站点升级为例，解决方案说明如下。

3.1 参数规划方案

通过将现网3G设备替换为SDR设备，实现UL2100部署，除eNodeB、Cellid、TAC、PCI等基础参数外，UL2100升级的规划数据见表3。

3.2 工程实施效果

下面从单站测试结果及投资效益对UL2100网络部署方案进行分析。

(1) 单站测试结果

根据测试分析，单站平均下载速率达到35Mbit/s，平均上传速率达到27Mbit/s，达到了升级速率的目标，快速实现扩大LTE覆盖。具体单站测试结果见表4。

利用率；

(4) 特殊场景或高话务区域应结合实际情况审慎进行减频工作，不建议进行UL2100升级。

对于郊区、农村广覆盖的3G网络，考虑升级现有U2100(1T2R)至UL2100(1T2R)，采用高功率、2T4R等方式提升单站覆盖能力。具体升级策略如图2所示。

表3 频段及相关规划参数

频带 (MHz)	频点	上行带宽 (MHz)	下行带宽 (MHz)	双工模式	天线模式	参考信号功率 (W)	传输模式
2145 ~ 2155	450	10	10	频分双工	1T2R	20W	TM3

表4 UL2100单站测试结果分析

项目	测试内容	小区1	小区2	小区3	结论	备注
站点状态检查	测试站点告警、邻区配置添加、上行干扰（上行RSSI > -95dBm）、传输链路、小区激活、小区状态	OK	OK	OK	OK	
CQT 覆盖测试	近点RSRP值	-75dBm	-77dBm	-80dBm	OK	
	近点SINR值	25dB	22dB	23dB	OK	
	CI	1	2	3	OK	
	PCI正确	294	296	295	OK	
CQT数据业务	CQT FTP下载吞吐量（峰值）	34Mbit/s	35Mbit/s	36Mbit/s	OK	
	CQT FTP上传吞吐量（峰值）	29Mbit/s	28Mbit/s	24Mbit/s	OK	
	Ping时延测试 (32byte)	21ms	22ms	25ms	OK	
	CSFB呼叫成功率	100%	100%	100%	OK	
	CSFB呼叫接入时延	5.2/4.8s	5.8/5.0s	6.0/5.7s	OK	
	CQT FTP下载吞吐量（均值）	33Mbit/s	34Mbit/s	34Mbit/s	OK	
	CQT FTP上传吞吐量（均值）	22Mbit/s	21Mbit/s	20Mbit/s	OK	
	数据业务接入时延	60ms	56ms	70ms	OK	
DT切换	切换正常	OK	OK	OK	OK	
	切换尝试					
	切换成功					
	无切换失败					
DT覆盖	RSRP覆盖测试	-76dBm	-78dBm	-80dBm	OK	
	RS-SINR覆盖测试	19dB	20dB	21dB	OK	
	覆盖正常	OK	OK	OK	OK	



图3 DT RSRP&SINR路测

从测试效果看，DT RSRP指标、SINR指标及上下行测试指标效果良好，如图3、图4所示。

(2)UL2100与LTE 1800MHz效益性

对于现网3G升级至UL2100，基站侧只需要对BBU和RRU进行改造即可，天馈部分无需改造。具体说明如下。

BBU：直接升级基带板、主控板，同时要求传输带宽可满足业务需求。

RRU：RRU进行软件升级，与BBU同步更换CPRI光口，并支持业务需求。

通过对现网3G设备的性能分析，有三种升级改造方



图4 上下行测试

表5 UL2100单站升级改造方案

升级方案	升级内容	备注
直接升级方案	BBU增加相应基带板、主控板，RRU直接升级	设备可以直接升级并且升级后满足网络性能要求的情况，直接升级现网3G BBU和RRU
仅替换RRU方案	BBU增加相应基带板、主控板，RRU直接替换	现网RRU因设备能力、工作带宽IBW等限制不满足多模应用需求，替换RRU的相关要求与新建RRU相同，原RRU可以与减容降配的基带相配合迁移到3G深度覆盖地区
全替换方案	更换支持双模UL2100的BBU和RRU	如现网BBU升级替换成本和复杂度较高，RRU不满足多模应用需求，可以采用完全替换方式，只利旧原有天馈系统。原基站设备可以迁移到3G深度覆盖地区

案，具体见表5。

对UL2100升级方案进行分析，只需对主设备进行改造，天馈侧不用改造，这大大节约了建设成本，通过对主设备改造投资的计算，UL2100相比LTE 1800MHz至少节约1/3的基站建设投资，中国联通通过UL2100升级部署LTE网络，效益性非常明显。

4 总结和展望

通过分析中国联通现网3G主设备对4G（UL2100）设备的支持情况，用升级方案部署4G，可以达到如下预期效果，并为后期4G网络部署提供有益探讨。

(1)快速布网：由于新增硬件少，施工及调测难度小，节约了布网时间。

(2)节约费用：通过直接升级3G设备，无需替换天线的方式，有效节省建设成本。

(3)降低网络的复杂度，减少运营维护难度。

(4)解决天面复杂的问题，减小站址选择压力。

(5)提高频谱资源利用率。

综合考虑部署复杂度、网络性能和投资，结合具体站址3G网络设备现状确定UL多模基站部署方案。通过3G升级实现LTE网络覆盖的场景，需对业务需求进行预估，避免短时间内二次建设。U2100升级UL2100网络对提升中国联通市场竞争力、降低运营成本等方面均有非常大的作用，是下一步网络部署必须考虑的问题。

参考文献

[1] 汪伟鹏,董玉祥,梁职业.郊区3G升级UL部署方案探讨[J].邮电设计技术,2016 (10)

[2] 柳义刚,陆星星.UL多模设备应用建议及UL2100技术试点分析[J].江苏通信,2016(6)

如对本文内容有任何观点或评论，请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

作者简介

冯桂敏

助理工程师，从事过GSM、WCDMA、LTE无线网络的规划设计工作，有丰富的技术培训及项目设计经验。

无人机在基站勘察中的应用

郑文生 李中军

北京中网华通设计咨询有限公司

摘要

首先分析无人机基站勘察中的优势和应用，总结出无人机在勘察工作中的操作规范及流程，然后对无人机在无线基站勘察中的应用进行研究，并用鞍山联通移动网FDD LTE基站勘察的案例进行阐述说明。

关键词

无人机 基站 勘察 应用

1 无人机

无人驾驶飞机简称无人机（Unmanned Aerial Vehicle），是一种以自身程序控制或无线电遥控为主的不载人飞机。无人机上安装有远程控制装置，遥控人员只要通过雷达、基站等无线传输设备就能对其进行实时操控。

在一般民用方面，无人机可以进行信息及数字的传送，事物传递、航拍、监控等。无人机在通信基站选址勘查、改造勘察领域的应用主要体现在全方位快速高清拍摄等方面。近几年无人机的优势越来越明显，因此在通信方面的应用越来越多。无人机可执行基站勘察、基站巡检等方面的工作，给通信建设提供了准确的数据和安全的支撑。

2 无人机基站勘察中的优势和应用

随着移动信号覆盖范围越来越广泛，新建基站数量正在随着用户需求增多不断增加。新建铁塔选择难度在不断提高，有些基站会建设在特殊楼层或者野外等不易勘察的区域，因此站址勘察存在一定的困难。因此采用无人机航拍需求点周围的物理环境，可以准确分析建站条件等因素。

2.1 主要应用优势

伴随着科技的发展和技术的进步，无人机无论是在内在操作系统还是外在整体结构上都在发生着变化，体积变小、重量减轻、操作简单灵活、功能增多，由此更加适合应用于基站勘察作业中，相对以往的人工勘察，将具备更多的优势。

(1)不受外在环境限制。对应特殊楼层、特殊地形等使勘察人员无法直接到达现场的基站建设情况，可以操作无人机使其远距离完成基站勘察。

(2)降低登高危险系数。在勘察外爬梯楼顶站、塔站等站型，通过无人机升高后拍摄天馈、设备及现场情况，可以快速高效地了解天馈使用情况和基站现场情况，因此能够在降低风险的情况下快速制定出合理的建设方案。

(3)降低成本，提高效率。随着无人机性能的提高，可进行空中无死角全方位高清拍摄，实时记录下周边环境和天馈情况，回传数据后可快速分析数据，输出勘察报告。

(4)避免不必要的纠纷。随着基站数量和建设范围的不断扩大，疑难站址也在不断增多，在勘察过程中应尽量避开敏感区域。采用无人机勘察可减少对周围群众的干扰，尽量远距离完成勘察工作，避免纠纷，降低成本。

2.2 无人机应用场景

根据我国不同的地理环境和人员分布情况，通信基站的建设条件和位置也不尽相同。利用无人机可操作性强、灵活性高等的优势，能够在提高工作效率的同时做到准确采集信息，因此无人机勘察更加适用于以下场景：

(1)无人机对基站进行正常维护勘察，通过控制无人机高空拍摄，可以准确采集基站周围环境、设备、天馈线的情况；

(2)无人机勘察适用于30m以上的管塔、角钢塔、不易到达楼面的楼顶站等，因高度过高或者其他因素不易到达基站设备附近的情况；

(3)无人机勘察也适用于因物业纠纷的地面塔或者楼顶站、人员不易到达的基站、勘察人员未经协调不能轻易到达的基站，适于采用无人机勘察；

(4)无人机勘察适用于因道路或障碍物阻拦，勘察人员无法到达基站附近进行近距离勘察的基站。

3 无人机勘察操作规范及流程

3.1 勘察操作规范

根据无人机现场勘察实际操作情况，无人机勘察的操作规范及流程如下。

- (1) 无人机现场勘察由2人进行。
- (2)一人操纵飞机，一人监视地面屏幕，密切合作，确保准确无误地完成勘察工作。
- (3)勘察过程中，天馈部分可对基站RRU及天线型号和端口使用情况高清摄像。
- (4)勘察过程中，可对基站周围环境及覆盖方位实时拍摄记录。
- (5)勘察完毕，飞机飞回后进行图片分析，输出报告等。

3.2 勘察操作流程

(1)利用无人机对基站环境、平台、抱杆使用情况、设备型号、天线端口情况拍摄记录。

(2)无人机勘察结束后，将拍摄的照片输入笔记本电脑，查看覆盖目标、设备型号、天线端口、天馈使用情况等，并分析记录。

- (3)填写勘察记录表及方案表。
- (4)编制设计方案报告，并上传系统。
- (5)出版设计图纸及预算等。

3.3 无人机勘察案例

接下来通过鞍山联通移动网FDD LTE基站勘察的案例，分析无人机在基站勘察中的主要工作内容和信息记录。

(1) 站址规划信息概括

规划站址名称：花园酒店基站；站址位置：二一九公园正门方向，花园酒店北侧。

站址经纬度：经度123.000725°，纬度41.105560°；基站设备类型：分布式设备；基站设备配置：S111；配套类型及引电情况：此站址配套为灯杆景观塔，供电方式为直供电；本站规划需求：现网基站新增FDD LTE设备，需解决公园正门及道路数据业务。

(2)站址位置分布图，在Google Earth上直观体现基站周围建筑物及道路分布情况，如图1所示。

(3)无人机拍摄现场环境，可清晰准确地分析三个扇区覆盖方向的基本情况，如图2所示。

(4)无人机拍摄设备照片，可精准判断天馈型号及使用情况，输出设计方案，如图3所示。

(5)根据无人机拍摄的现网天馈和周围环境照片，同时再结合站址基本情况，可准确地输出设计方案：结合无人机高空拍摄的基站周围环境照片，可确定小区方位，1扇区覆



图1 站址位置分布



图2 环境图



图3 设备图

盖主干道及周边居民小区，2扇区覆盖二一九公园园区，3扇区覆盖公园正门及道路；天线方向角：15° /140° /220°；机械下倾角：5° /5° /5°；电子下倾角：4° /4° /4°。结合无人机拍摄的现网天馈照片，可确定天线型号、数量及所在平台使用情况。本基站原有天线为第一层平台WCDMA 2100MHz两端口天线，本着节能减排的原则，新增FDD LTE在不增加天面的情况下，建议替换为FDD 1.8~2.1GHz四端口天线，3副。

由此可见，利用无人机对基站进行勘察，可准确快速地确定天馈原有设备型号及使用情况，不再需要专业塔工上塔查看，有效节省人力物力和工作时间；同时无人机可在高空

(下转29页)

doi:10.3969/j.issn.1000-1247.2018.08.009

地铁公用通信覆盖系统研究

刘永豹

北京中网华通设计咨询有限公司

摘要

针对地铁覆盖涵盖综合场景，无线环境复杂的问题，研究地铁公用通信覆盖系统。提出系统的总体方案以及隧道覆盖、车站覆盖方案，进行多系统干扰分析及隔离要求分析，并阐述系统优势及特点。

关键词

地铁 公用通信覆盖 系统 方案

1 引言

地铁公用通信覆盖系统，旨在建设满足地铁场景移动通信覆盖的网络。根据国家相关政策，公用通信基础网络设施由中国铁塔公司牵头并负责实施；各电信运营商提出建设需求并审核方案。

由于涉及中国铁塔公司、电信运营商、地铁运营公司等参与方，方案需在国家、地方及行业相关标准的基础上，依据建设参与方的公司标准，制定技术可行、经济合理、实施性强的方案。

地铁覆盖涵盖综合场景，无线环境复杂，是一个存在较大建设难度的系统性工程，做好系统研究至关重要。

2 系统方案研究

2.1 总体方案

(1) 覆盖范围：地铁覆盖应兼顾业务需求和通信保障需求，无线信号覆盖范围包含车站站厅、站台、办公区、出入口、电梯、换乘通道，以及地铁隧道的隧道区间、分段建设线路的衔接部分。

(2) 覆盖方式：采用POI+无源分布系统的建设方案，采用收发分缆的双路系统。

(3) 扩容和演进预留：信源选用新型的SDR设备，网络扩容和演进便捷，动力配套方案可适度满足网络扩容和演进需求。

2.2 隧道覆盖

(1) 隧道覆盖方式

在地铁隧道内壁挂敷设泄漏同轴电缆，进行隧道信号场强覆盖，采用双发分缆的双路覆盖系统。

(2) 隧道链路预算

隧道链路预算见表1。

从覆盖能力考虑，TD-LTE 2.6GHz覆盖受限，POI设置时统筹考虑各网络制式的覆盖能力和指标要求。

(3) 切换带设置

隧道区间中继点的设置需考虑切换重叠区长度。假设列车设计运行时速为100km/h，列车进出站时按平均速度50km/h计算。

2G系统（GSM、DCS）切换时长为6s，在隧道中段切换重叠区长度为 $S1=V \times T = (100000/3600) \times 6 = 167m$ ，进出站时切换重叠区长度为 $S2=V \times T = (50000/3600) \times 6 = 83m$ 。

3G系统切换时长为2s，在隧道中段切换重叠区长度为 $S1=V \times T = (100000/3600) \times 2 = 56m$ ，进出站时切换重叠区长度为 $S2=V \times T = (50000/3600) \times 2 = 28m$ 。

LTE系统切换时长为1s，在隧道中段切换重叠区长度为 $S1=V \times T = (100000/3600) \times 1 = 28m$ ，进出站时切换重叠区长度为 $S2=V \times T = (50000/3600) \times 1 = 14m$ 。

(4) 隧道覆盖方案

为减少列车出入车站的切换，站台层与进出站隧道段优先考虑共用同一台RRU设备；为减少切换，隧道RRU设备优先考虑小区合并，应优先选用支持三个以上小区合并的设备。考虑到低频段CDMA 800MHz和GSM 900MHz覆盖能力强，采用普通POI结合透传POI的方式，节省CDMA 800MHz和GSM 900MHz设备，并可优化切换指标。

2.3 车站覆盖

(1) 天线口功率

天线口每载波功率不超过15dBm。各网络制式天线口功

率要求如下。

4G RSRP: -21 ~ -16dBm。

3G RSCP: 0 ~ 5dBm。

2G: 10 ~ 15dBm。

(2) 车站链路预算

车站链路预算见表2。

根据表2, 为满足所有系统覆盖需求, 本系统实际可供分布系统分配的损耗为27.7dB。

(3) 车站覆盖方案

站厅、办公区域和出入口通道区域推荐采用天线覆盖

方式, 合理规划天线布局, 完成覆盖。车站覆盖时, 按10~15m覆盖半径设计天线点位。

采用收发分路的双路系统, 增加系统收发隔离度, 减少相互干扰, 同一覆盖点位的两个天线保持的间距保持(4~10) λ 以上。

(4) 信号切换

小区和切换带的划分原则如下:

- 车站出入口及站厅层, 设置为同一小区;
- 站台及两侧隧道, 设置为同一小区;
- 进出口处, 室外信号容易进入室内, 室内外小区之间

表1 隧道链路预算

网络		信源功率	覆盖电平	POI插损	接头及跳线	车体损耗	宽度因子	人体衰落	设计余量	漏缆耦合损耗	漏缆传输损耗	漏缆长度(m)
中国移动	GSM	32	-85	5	1.5	13	3	5	3	75	2.32	496
	DCS	32	-85	5	1.5	13	3	5	3	70	3.7	446
	TDD-LTE (F频段)	12.2	-105	5	1.5	13	3	5	3	70	3.8	439
	TDD-LTE (A频段)	12.2	-105	5	1.5	13	3	5	3	69	4.4	402
	TDD-LTE (E频段)	12.2	-105	5	1.5	13	3	5	3	69	5.18	342
	TDD-LTE (D频段)	12.2	-105	5	1.5	13	3	5	3	68	5.9	317
中国联通	GSM	32	-85	5	1.5	13	3	5	3	75	2.32	496
	WCDMA (2.1GHz)	30	-85	5	1.5	13	3	5	3	69	4.4	352
	FDD-LTE (1.8GHz)	12.2	-105	5	1.5	13	3	5	3	70	3.7	451
	TDD-LTE (2.3GHz)	12.2	-105	5	1.5	13	3	5	3	69	5.18	342
	TDD-LTE (2.6GHz)	12.2	-105	5	1.5	13	3	5	3	68	5.9	317
中国电信	CDMA	32	-85	5	1.5	13	3	5	3	74	2.17	576
	FDD-LTE (1.8GHz)	12.2	-105	5	1.5	13	3	5	3	70	3.7	451
	FDD-LTE (2.1GHz)	12.2	-105	5	1.5	13	3	5	3	69	4.4	402

表2 车站链路预算

网络		信源功率	覆盖电平	MAPL	POI插损	穿透损耗	衰落余量	设计余量	天线增益	传播损耗PL, 15m	可分配损耗
中国移动	GSM	32	-85	117	5	15	5	3	3	55	37
	DCS	32	-85	117	5	15	5	3	3	61	31
	TDD-LTE (F频段)	12.2	-105	117	5	15	5	3	3	61.5	30.7
	TDD-LTE (A频段)	12.2	-105	117	5	15	5	3	3	61.9	30.3
	TDD-LTE (E频段)	12.2	-105	117	5	15	5	3	3	63.1	29.1
	TDD-LTE (D频段)	12.2	-105	117	5	15	5	3	3	64.2	28
中国联通	GSM	32	-85	117	5	15	5	3	3	55	37
	WCDMA (2.1GHz)	30	-85	115	5	15	5	3	3	62.3	27.7
	FDD-LTE (1.8GHz)	12.2	-105	117	5	15	5	3	3	61	31.2
	TDD-LTE (2.3GHz)	12.2	-105	117	5	15	5	3	3	63.1	29.1
	TDD-LTE (2.6GHz)	12.2	-105	117	5	15	5	3	3	64.2	28
中国电信	CDMA	32	-85	117	5	15	5	3	3	54	38
	FDD-LTE (1.8GHz)	12.2	-105	117	5	15	5	3	3	61	31.2
	FDD-LTE (2.1GHz)	12.2	-105	117	5	15	5	3	3	62.3	29.9

的切换区域一般控制在室内；

- 电梯、扶梯出入口处，增加天线覆盖，保证出入口的切换顺畅；
- 车站出口处与地面信号的切换，天线安装位置既要保证切换平滑，将切换区控制在一定的范围，又能有效地控制站内天线系统信号外溢，避免对站外干扰。

2.4 多系统干扰分析及隔离要求

(1) 各运营商系统间干扰分析及隔离要求

轨道交通移动通信射频分配系统的干扰主要有互调、杂散、阻塞等干扰类型。

(2) 公专网间的干扰分析及隔离要求

①公网对专网的干扰分析及隔离要求

地铁中专用系统主要包括CBTC（2.4GHz）、PIS（2.4GHz）、公安350MHz/政务800MHz、专用800MHz等系统。公网对专网的干扰，需要90dB的杂散干扰隔离度。

考虑到公网POI隔离度已大于80dB，且空间上也有隔离，垂直距离大于0.5m，公网系统不会干扰专网系统。

②专网对公网的干扰分析及隔离要求

专网采用漏缆覆盖方式，考虑器件隔离和空间隔离后，专网系统不会对公网系统造成干扰。

地铁列控CBTC系统、PIS系统无线覆盖均采用WLAN技术。基于规范规定的杂散上限值，垂直距离大于1.3m时，专网CBTC对公网系统的干扰指标满足要求。

根据对已投入运行的地铁覆盖系统的深入分析，垂直距离在0.5m以上可满足要求。

3 系统创新点

(1) 衔接好

系统设计时，很好衔接了已建成的一期工程和暂缓通车的

（上接26页）

拍摄扇区覆盖方位全景照片，能够更加直观准确地确定天线方位角和下倾角等。

4 应用总结

无人机在科技迅速发展的形势下，以其鲜明的特点和优势在多领域中被广泛应用。科技的进步，使得无人机技术不断发展和成熟，从而导致成本的不断降低，所以在民用通信行业基站选址勘察工作中的应用越来越多。无人机在勘察中的使用在解决疑难站址勘察的同时大大提升工作效率，降低人工成本，减小勘察工作中的风险。随着无人机在通信领域的不断深入应用，必将在基站勘察建设中发挥越来越大的作用。

路段，可实现隧道连续覆盖，传输及电源配套方案落地性强。

(2) 超多制式接入

为满足三大运营商业务需求和发展，预留共14个系统的无线接入，采用新型定制POI设备以满足系统间干扰隔离。不同频段不同制式网络的覆盖能力差异较大，制定组网方案时，将覆盖指标与切换指标有机结合，采用普通POI和透传POI相结合的方式。

(3) 多种手段保证切换指标

切换指标保证手段：

- 车站合理分区，设置切换区域；
- 合理利用小区切换功能减少切换；
- 站台层与出入站隧道路段共用RRU设备；
- 低频段引入透传POI。

(4) 扩容及演进性能好

主设备均采用最新型的SDR设备，动力配套及传输方案均进行合理预留。

4 结束语

未来，随着多个大中城市地铁的陆续建设，地铁公用通信覆盖工程会同期进行。地铁公用通信覆盖系统必须保证完善、安全，技术先进且具有前瞻性。

参考文献

[1] 北京市地方标准DB11/995—2013.城市轨道交通工程建设技术标准[S].2013

[2] YD/T 5211—2014.通信工程设计文件编制规定[Z].2014

如对本文内容有任何观点或评论，请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

用，对未来通信基站的勘察工作将会产生深远的影响。

参考文献

[1] 李铭.无人机在海外市场中新建通信基站无线设计勘察中的运用探讨[J].信息通信,2016

[2] 王博申,周安宏等.无人机在通信勘察领域的应用研究[J].中国新通信,2015

[3] 李德仁,李明.无人机遥感系统的研究进展与应用前景[J].武汉大学学报(信息科学版),2014

如对本文内容有任何观点或评论，请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

拉线油木杆结构在山区基站中的应用

欧阳琪

北京中网华通设计咨询有限公司

摘要

首先阐述传统山区基站建设的特点及弊端，并分析目前建设任务和建设模式出现的新要求和新变化；然后给出拉线油木杆的组成及分类，分析其优势及存在的局限性；最后提出拉线油木杆的选用原则和应用现状，提出设计和施工中的建议。

关键词

拉线油木杆 山区 快速建站 基站

1 建设背景

传统山区基站建设一般采用拉线桅杆、H杆等塔桅形式，采用现浇混凝土基础、现浇拉锚基础，杆体采用钢管分段拼接，整体结构通过多层拉线布置实现。

传统山区基站建设有两个特别突出的特点：第一，山高、陡峭、道路不便、运输困难，杆体材料和混凝土基础材料主要靠人工搬运，重量大，二次搬运成本特别高；第二，山区地质多为岩石，开挖困难，施工成本高，施工周期长。

随着中国铁塔的成立，建设任务和建设模式出现新的要求和变化，大部分情况需要在原存量站址位置扩容建设塔桅，即存量站扩容改造工程。该类工程的特点为站点数量多，任务集中，建设周期短，传统基站塔桅建设模式实施困难。在此背景下，拉线油木杆结构凭借其制造简单、施工方便、安装快捷、建设成本低、建设周期短、交付及时等特点和优势在山区建设场景中被大量应用。

2 组成和分类

拉线油木杆结构是指由油木杆杆体、预制拉锚基础与拉线三部分组成，有别于传统建设模式的特殊基站。杆体采用经过防腐处理的杉木等硬质木本植物材料。起初，该种形式的基站只在有特殊需求的少数场景（如搬运特别困难的陡峭山区等）临时采用，类型比较单一、数量不多，属于特殊场景的特殊应用。后来，随着中国铁塔建设任务和建设模式的急剧变化，山区基站建设的需求不断增加，建设周期短而集中，成本控制压力大。拉线油木杆结构凭借其轻便灵活的优势，应用越来越多，结构形式也越来越多样。

拉线油木杆结构可进行如下分类。

(1)按照整体结构形式分类，拉线油木杆结构一般可分为单杆式（图1）和双杆式（H型）（图2）两种。

(2)按照杆体结构截面形式和杆体高度需求分类，拉线油木杆结构一般可分为单杆自立式（图3）和多杆榀接式（图4）两种。

3 优势及局限性

3.1 材料规格标准化，自重很轻，搬运成本低

拉线油木杆结构的杆体采用经过防腐处理的杉木等硬质木本植物，具有耐腐蚀、韧性好、自重轻、便于山区搬运等优点。油木杆杆体及预制钢筋混凝土拉锚基础都可以预先集中采购，标准构件可有序搬运到站址。杆体材料比钢材自重轻，二次搬运成本大大降低。

3.2 施工方法简易，无需大开挖，施工难度降低

山区基站地质情况多为坚硬岩石，开挖困难，传统大开挖建设模式的施工难度很大，人工成本非常高。而拉线油木杆结构采用插入式基础，占地面积小，开挖量不大，施工难度大大降低。

3.3 建设周期大大缩短，经济效益显著

拉线油木杆结构由于杆件标准，自重轻，搬运方便，同时施工方法大大简化，无混凝土养护周期，基站整体交付周期大大缩短，能及时为各运营商提供设备安装条件，达到交付要求，投资回报周期加快，经济效益显著。



图1 单杆式



图2 双杆式（H型）

3.4 高度和挂载数量限制等局限性

由于拉线油木杆结构主体材料为木材，其规格形式有限，杆体总高度受到限制。标准木杆规格一般为8~10m，通过榎接组合形成，总高度一般在12m以内。在实际站点应用中，常用

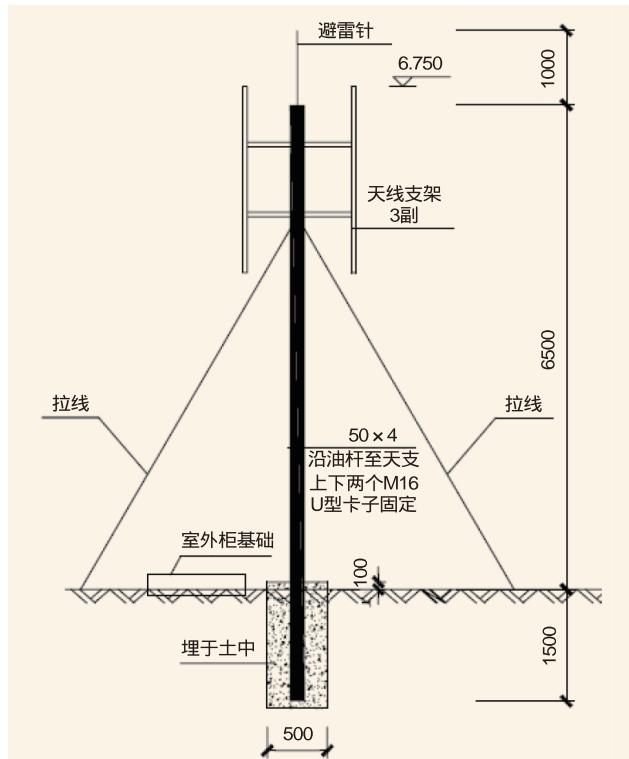


图3 单杆自立式

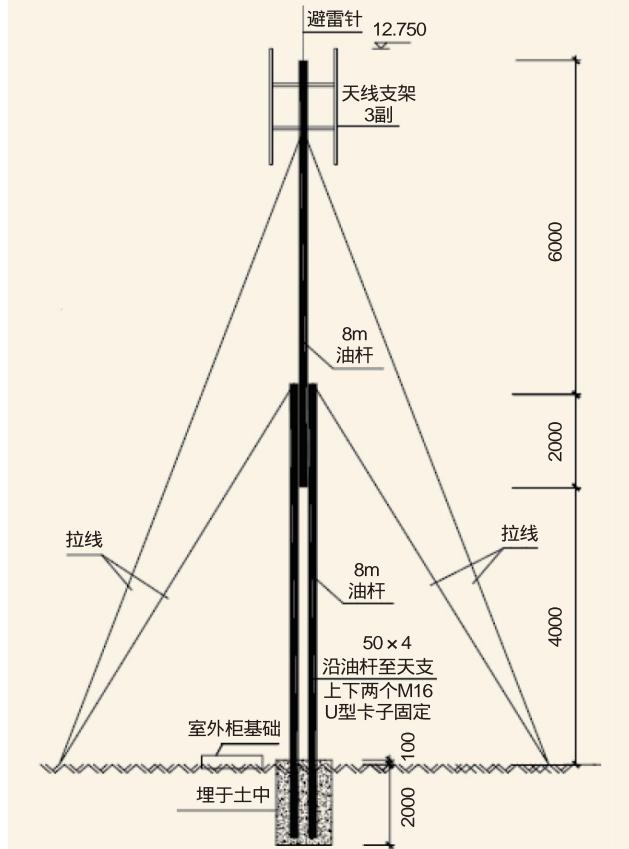


图4 多杆榎接式

表1 拉线油木杆结构与其他山区常用通信基站塔桅结构参数比较

性能 名称	简易三管塔结构	拉线桅杆结构	拉线H杆结构	拉线油木杆结构
基础形式	现浇筏板基础	现浇独立基础	现浇独立基础	插入式(无需现浇)
塔体上山搬运难度	困难,成本高	较困难,成本高	较困难,成本高	一般,成本低
基础上山搬运难度	非常困难	困难	困难	无需现浇,不用搬运
基础开挖难度	困难	较困难	较困难	一般
基站整体结构交付周期(天)	50	40	45	5
常规设计最大高度(m)	30	15	15	12
常规设计最大天线数量(副)	9	6	6	3
成本造价	高	较高	高	低

表2 杆高于埋深的关系

杆高(m)	8	9	10	11	12
埋深(m)	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9

的高度为6m和12m两种。

拉线油木杆结构主要杆体为木材，基础为插入式，塔顶位移较大，从经济性和可靠性的角度综合考虑，天线挂载的数量一般不宜超过三副普通通信天线。

4 性能参数对比

目前，山区移动通信基站常用的铁塔形式主要有：简易三管塔、拉线桅杆、拉线H杆等。拉线油木杆结构是对山区基站形式的进一步扩展，为了直观反映其性能参数，对几种铁塔形式进行对比，具体见表1。

5 选用原则和应用现状

5.1 选用原则

拉线油木杆结构一般在山区等运输困难的特殊场景中选用，大致原则如下。

第一，山区存量站址扩容改造，一般为单面覆盖等增容需求，天线数量不超过三副的情况。

第二，特别陡峭的山区，山体自身高度对覆盖需求已经足够，对杆体的建设高度要求不高，一般在8m以内的情况。

第三，场地地质情况复杂，施工面小，常规开挖施工困难的情况，特别是弱风化岩石地带，如要达到常规铁塔基础施工要求更是难上加难，此时如利用拉线油木杆结构，可避免大基坑开挖的麻烦。

5.2 应用现状

目前，在实际工程中，拉线油木杆结构集中应用在山区大批量扩容改造站点的建设场景中，属于特殊场景基站塔桅方案的辅助性应用。

6 设计和施工

6.1 设计和验收标准现状

目前，拉线油木杆结构并无专门的设计和验收标准，主要依据移动通信塔桅相关的通用设计和验收规范、木结构设计规范及通信线路工程中杆体的设计和验收要求。

6.2 设计中应遵循的原则

拉线油木杆结构的设计应结合所使用区域的风压、地形、地貌等具体情况，优化设计，不宜采用单一标准，过度设计。可以预先根据典型区域的环境条件确定出经济合理的系列化设计案例图集，具体站点使用时，可结合站点的特定情况，合理选型，达到经济适用的效果。

6.3 设计中应特别关注的要点

拉线油木杆结构的设计与常规基站相比，有如下细节要特别考虑。

第一，结构分析中，杆体的位移控制应更加严格。

由于结构主体杆件为木杆，且采用插入式基础，塔顶水平位移较大，为确保天线挂载的正常使用，杆体顶端的位移控制与常规情况相比应更加严格。

第二，结构分析中，杆体的强度指标应留有足够的强度储备。

拉线油木杆结构杆体材料采用油浸木杆，木质应坚韧且纹理直、强度高不开裂、杆身挺直，杆梢不许有内部腐烂现象，杆身无硬伤劈裂和虫咬现象。为避免杆体自身的缺陷以及运输中可能造成的损伤，在设计分析中，应对杆体的强度指标适当折减，以确保留有足够的强度储备。

6.4 施工中应特别关注的要点

拉线油木杆结构采用插入式基础，因此基础埋深及回填

(下转35页)

doi:10.3969/j.issn.1000-1247.2018.08.011

高铁隧道无线覆盖分析

侯启龙 郭立传

北京中网华通设计咨询有限公司

摘要

首先分析高速铁路无线覆盖的特点以及密封车体穿透损耗大、覆盖区域重叠、隧道内空间狭小、无线信号传播条件复杂等难点，提出高铁隧道内的无线覆盖方案，包括无线设备的选型以及组网方式的选择，然后进行太中银高铁吕梁山隧道的案例分析。

关键词

高铁隧道 无线覆盖 重叠覆盖 组网方式选择

1 引言

目前，中国高速铁路技术水平整体上已走在世界前列，作为“新四大发明”的榜首，中国高铁已经成为中国的新名片。截至2017年年底中国高速铁路里程为2.5万千米，占世界高铁总里程的66.3%。中国计划到2020年拥有超过3万千米以上的运营高铁线路。这些线路将把中国80%的重要城市连接起来。

当前，中国高铁正处于高速发展时期，高铁通信逐步成为各通信运营商提升品牌效益、获取经济利润及提升客户黏合度的竞争领域。如何在高速、客流量集中、业务数据量大的高铁内提供高质量的无线覆盖，成为厂商和各大运营商面临的挑战。高速铁路覆盖的特点是列车速度快、车体穿透损耗大、切换频繁等，这对移动通信网络提出更高的要求。

国内现有2.5万千米的高铁里程中包括1万千米以上的桥梁和隧道，相对于公路和普通铁路隧道的无线信号覆盖，高铁隧道的无线覆盖设计和建设实施更加困难。

2 高速铁路隧道无线覆盖的特点

相比公路、地铁和普通铁路隧道，高速铁路隧道具有空间小、封闭性强、列车高速移动和业务量突发性等特点。

(1)列车高速移动性：列车高速移动时接收到信号的波长因为信号源和接收机的相对快速运动而产生变化，这便是多普勒效应。因多普勒效应所引起的频率偏差称为多普勒频移。列车运行速度越快，产生的频率偏差就越大，多普勒效应就会越为明显，严重的直接导致移动用户无法接通、掉话、数据业务无法连接等。

(2)业务量存在突发现象：无列车经过的情况下话务量

需求接近零，但列车经过时话务量突发性剧增，导致忙时话务量和闲时话务量差距较大，业务量波动明显。

(3)隧道空间狭小封闭：高铁隧道空间狭小低矮，封闭性强，严重地阻挡了隧道外无线信号进入到隧道内。当列车经过隧道内时，隧道内狭窄的空间几乎被车体填充满，此时无线信号在隧道内传播受到严重的影响。狭小的空间和高速运行的车速直接限制了设备及天馈系统在隧道内的安装条件。

3 高速铁路隧道无线覆盖的难点

铁路隧道相对其他公路隧道等空间比较狭窄，高度较低，当列车通过时，四周所剩余的空间很小，而且列车通过时对信号的传播影响也较大。这对高铁隧道内的移动通信网络覆盖提出更高的要求，高铁无线覆盖需要考虑多项难点问题。

3.1 密封车体穿透损耗大

高速铁路的新型列车组均采用车厢全封闭结构，车箱体为钢或合金等金属材料，导致室外无线信号在高速的列车内车体穿透损耗较大，给车内的无线覆盖带来较大困难。

3.2 重叠覆盖区域

列车在隧道内行进时，用户能够顺利切换而不掉话，就需要隧道内无线信号有一定的重叠覆盖区域。在重叠覆盖区域运动时，一个小区信号随着列车行进渐渐变弱，接收到的另一个小区信号则渐渐变强，当满足一定条件后顺利切入到后一小区。

(1)隧道内小区切换：隧道距离过长，采用两个小区信号进行覆盖，多在超长隧道内应用。隧道内的小区切换过程

如图1所示。

列车上的用户经过隧道中段的切换区域时，原小区信号逐渐减弱，切入小区的信号逐渐增强，避免了移动台因为切换时间不足造成掉话。不同小区之间进行切换以满足信号的连续覆盖。但是切换频率太高也直接影响切换的成功率，严重情况将导致掉话。

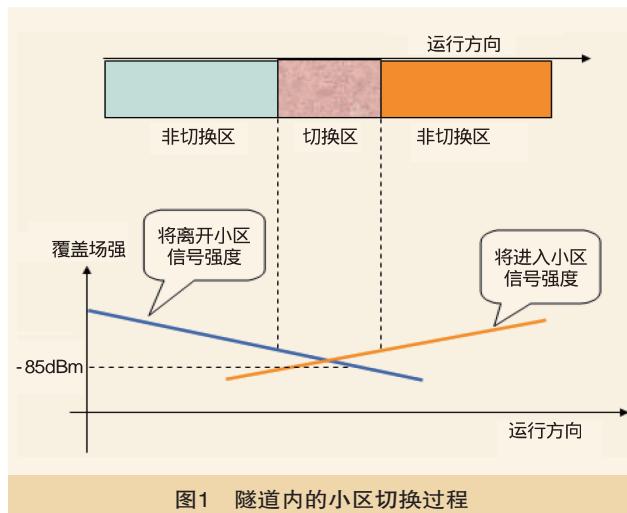
3.3 隧道内空间狭小，无线信号传播条件复杂

当列车高速进入隧道时，由于狭窄的隧道壁限制了隧道内空气流动方向，使得列车前方的空气受压缩，气压升高。隧道内某一点的空气压力将会有从压缩到膨胀这样一个瞬变过程，形成一股很大的脉冲压力，对隧道内存在的设备等物质产生影响，造成较大的安全隐患。出于安全性考虑，铁路部门对隧道内安装的设备要求比较严格苛刻，通常不允许在隧道内安装设备和天线等。

铁路隧道相对公路隧道空间更加狭窄低矮，特别是当快速的列车经过隧道时，会产生明显的填充效应。无线信号在隧道内传播要经过直射、反射、散射。隧道内墙壁对电磁波会有较强的吸收、屏蔽和散射作用。这些因素对无线信号在隧道覆盖提出了更高的设计要求。

4 隧道内无线覆盖方案

高铁隧道覆盖方案综合考虑系统共用的需求和建设成本



等因素，建议采用公网组网方式。无线设备建议采用分布式基站（BBU+RRU），减少切换区域，实现共用移动信号覆盖。隧道内则采用泄漏电缆覆盖的方案。

4.1 无线设备选型

隧道的覆盖需要根据隧道附近现有无线网络覆盖状况以及现有传输和网络设备等情况，来决定隧道覆盖所选用的信源，信源的选择有宏蜂窝基站、数字射频拉远系统（GRRU）和分布式基站（BBU+RRU）等。

宏蜂窝基站：采用宏蜂窝基站可以提供的信道资源较多、后期扩容较容易、基站覆盖能力强；需要采用电缆将机房内基站设备的信号引入并覆盖隧道。这样就增加了馈线长度和信号的损耗，需要较大的机房等配套设备，不具备小区合并的能力，易产生频繁切换从而引起掉话、无法连接等。

数字射频拉远系统（GRRU）：可把施主基站通过耦合单个小区信号延伸至较远的距离。多套射频拉远系统可引入同一个施主小区的无线信号，减少了隧道内切换区域。但设备本身无容量配置，对后期容量需求有限制，设备的监控和维护性也较差。

分布式基站：设备有信道容量，安装方便灵活，环境要求较低，可多个RRU小区合并，减少了切换区域，投资费用相对较低。

不同信源对比见表1。

高铁覆盖分析：为保证高铁无线覆盖效果，必须减少切换次数，因此传统宏基站无法满足覆盖要求，可选设备主要是支持小区合并的BBU+RRU分布式基站或数字射频拉远系统；在实际工程之中，要根据覆盖的隧道长度、隧道附近无线覆盖状况、现网基站分布、话务分布、建站条件等选择一种合适的信号源，一般选用较多的是BBU+RRU分布式基站。

4.2 组网方式的选择

目前，高铁覆盖的组网方式仅有公网覆盖和专网覆盖两种选择。

专网覆盖是指对高铁覆盖区域设置独立专有的RNC或BSC（无线网络控制），即对高铁进行有针对性的覆盖，为高铁覆盖规划建设专用的基站、传输和天馈系统，并设置独

表1 不同信源对比

信源类型	适用隧道覆盖	优点	缺点
宏蜂窝基站	城市地铁隧道中，要覆盖站台及铁路系统出口较大的地方	使用的信道资源多、扩容较容易、基站覆盖能力强	需传输资源、较大的机房等配套设备，馈线损耗大，投资高，不具备小区合并能力
数字射频拉远系统	容量需求不大的隧道内覆盖	可以把基站信号延伸至较远的距离，可引入同一施主小区无线信号，减少切换	仅对基站无线信号延伸，设备无容量配置
分布式基站	有容量需求，且满足安装条件的隧道设备间	设备有容量，安装方便灵活，环境要求较低，可多个RRU小区合并，减少了切换，投资费用相对较低	需要传输资源，相对直放站的投资高

立专用的频点配置资源。但专网覆盖建设成本较高，且优化不好会对周边本地网用户有干扰。

公网覆盖是指对高铁覆盖区域不需要设置独立专有的RNC或BSC（无线网络控制），在进行高铁覆盖的同时兼顾本地网的有效覆盖，将局部的高铁覆盖融入到本地网覆盖中，从而提高基站的利用率，减少投资，成本较低。

5 太中银高铁吕梁山隧道覆盖情况

5.1 吕梁山隧道概况

太中银高铁（太原至银川）是青银客运专线的一部分，列车时速250km。山西境内长约216km，隧道67处，特大桥28处，大桥73处，隧道里程为70.73km，其中最长的吕梁山隧道为双洞单轨隧道，全长20.8km，单洞隧道内每1~1.5km有一设备洞可安装通信设备。

5.2 中国联通3G无线覆盖方式

太中银高铁采用公网覆盖方式，隧道外充分利用高铁沿

（上接32页）

质量至关重要。

第一，埋设深度根据地质条件通过设计确定，并且不能小于一定的数值，具体见表2。

第二，杆体插入后，回填土时，应分层夯实，并超出自然地面0.3m。

第三，预制拉锚基础的埋深，根据地质情况，不应小于以下数值：普通土埋深1.4m，硬土1.3m，石质1.1m。

7 结束语

拉线油木杆结构凭借其灵活、便捷的建设特点，在成本造价、施工难度、建设周期、投资回收等方面比常规基站建设模式优越，很好地适应了山区运输困难等特殊场景的批量建站需求。合理选用并处理好实际应用中的注意事项，在当

线现有基站资源，通过对现有基站优化调整和配套改造等方式兼顾高铁覆盖，采用新建基站补盲来解决覆盖。

隧道内采用便于安装和节能的BBU+RRU分布式基站+泄漏电缆覆盖，拉远的RRU实施小区合并，以延长同一个基站小区覆盖范围，减少小区间切换次数。吕梁山隧道每侧单洞隧道内均采用18套BBU+RRU分布式基站，RRU采用小区合并技术，隧道内共设置切换位置区5处。

选用的3G设备均采用了频偏补偿技术，对于列车高速运行产生的多普勒频移可以正常解调信号。

中国联通WCDMA系统切换时长为2.4s，当列车运行速度为250km/h时，切换距离约为180m；隧道内设备位置选取时可按照此原则结合隧道内实际情况，来选定设备安装位置和小区切换区的位置。

如对本文内容有任何观点或评论，请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

参考文献

- [1] GB 50135—2006, 高耸结构设计规范[S]
- [2] GB 50007—2011, 建筑地基基础设计规范[S]
- [3] GB 50005—2003, 木结构设计规范[S]
- [4] GB 50051—2013, 烟囱设计规范[S]
- [5] YD 5131—2005, 移动通信工程钢塔桅结构设计规范[S]
- [6] YD 5102—2010, 通信线路工程设计规范[S]
- [7] YD 5121—2010, 通信线路工程验收规范[S]
- [8] 陈亮. 山区基站的低成本建设方案[J]. 移动通信, 2011, 35(16)

如对本文内容有任何观点或评论，请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn.

高铁隧道多系统通信覆盖干扰和组网分析

张林云 何 宇 欧阳洋

北京中网华通设计咨询有限公司

摘要

首先分析高铁隧道多系统通信覆盖间的干扰，包括杂散干扰、阻塞干扰、系统间互调干扰等，并提出提高隔离度，减小干扰的方法；然后进行组网分析，包括隧道组网以及隧道方案。

关键词

高铁 隧道 多系统 覆盖干扰

1 前言

中国是世界上高速铁路发展最快、运营里程最长、运营速度最高、在建规模最大的国家。在高铁的建设中，隧道、桥梁在线路的里程中占比非常高，基本都在30%以上，部分线路甚至超过50%，如此大规模的桥梁隧道给通信网络的覆盖带来巨大的挑战。

2 系统间干扰分析

高铁隧道的通信覆盖要求2G、3G、4G多系统同时接入，多运营商、多制式、多频段共用一套漏缆系统，可以通过POI和上下行分缆的方式减少系统之间的干扰。各系统频率见表1。

系统间的干扰主要分为如下三类。

2.1 杂散干扰

杂散干扰就是一个系统发射频段外的杂散发射落入另一个系统的接收频段内而可能造成的干扰，杂散干扰对系统最直接的影响就是降低系统的接收灵敏度。

各系统的杂散干扰隔离度计算公式：

杂散干扰隔离度=杂散发射功率+带宽转换因子-干扰容限（或者杂散辐射-干扰门限）。

杂散干扰最小隔离度见表2。

2.2 阻塞干扰

阻塞干扰是指各系统信号及其频率组合成分落在各系统中某基站接收机所接收的信道带宽之外，却仍然能进入该基站接收机，当此干扰大于相关标准中所规定的干扰电平时，就会造成接收机接收灵敏度的下降，恶化接收机的性能。

综合考虑发射杂散和接收机阻塞指标要求，总隔离度要

求见表3。其中，黄色表格表示阻塞干扰要求隔离度最大，白色表格表示杂散干扰隔离度要求最大。

2.3 系统间互调干扰

互调干扰是指两个或以上不同的频率作用于非线性电路或器件时，频率之间相互作用所产生的新频率落入接收机的频段内所产生的干扰。通信系统中无源器件的线性度一般优于有源器件，但也可能产生互调干扰。

互调干扰有二阶互调和三阶互调，常见形式及影响最大的是三阶互调干扰，可能产生干扰的频率组合有 $2f_1-f_2$ 、 $2f_1-f_3$ 、 $2f_2-f_1$ 、 $2f_2-f_3$ 、 $2f_3-f_1$ 、 $2f_3-f_2$ 、 $f_1+f_2-f_3$ 、 $f_1-f_2+f_3$ 、 $f_2+f_3-f_1$ 。这些频率组合可归纳为 $2f_1-f_2$ （一型互调）及 $f_1+f_2-f_3$ （二型互调）两种类型。互调干扰集中在各系统的下行输出，在进行合路时的互调产物上，主要表现为三阶互调干扰。如果互调产物落在其中某一个系统的上行接收频段内，会对该系统基站的接收灵敏度造成一定的影响。

可以看出，中国移动GSM900与中国联通GSM900的互调产物将对各自的上行信号产生干扰，消除干扰需要高性能的滤波器实现隔离，从工程安全角度出发，不建议两个G网共存。

TD-F、TD-E在三阶互调产物中影响最大，其他系统三阶产物中对TD-F影响较大，综合考虑建议TD-F不能与以上系统共存。

2.4 提高隔离度，减小干扰方法

为了各系统之间能尽量地减小干扰，必须提高系统之间的隔离度，提高隔离度的方法如下。

(1) 外接滤波器

加滤波器的方式可以减少系统之间的干扰，过滤掉干扰

信号，留下有用的信号。

(2)合理规划频点

如果频点之间邻频，干扰就会比较严重，这样就很难保证系统之间的隔离度，所以建议频段之间有10MHz的间隔，避免邻频。

(3)天馈系统进行上下行分路建设

当接入系统较多时，建议对天馈的上下行进行分路建设，将上行和下行分别馈入不同的漏缆，实现空间的隔离。图1为双缆七系统方案，双缆实行上下行的分离，500m设置

一个设备信源点，其中中国移动的TD-A只占用上行缆。

由于系统较多，单缆情况下干扰无法避免，所以为了提高系统的可靠性，采用空间隔离，收发分缆，最大程度降低干扰。

(4)七系统方案建议

若七系统采用单缆方案，则存在以下问题：

- 中国移动GSM900与CDMA800，为了减小干扰，需要实现频率隔离至少10MHz，并且POI两系统的隔离度必须为90dB以上；

- 中国移动GSM900的二阶互调2f落入中国移动TD-F（1880~1920MHz）频段内，提高POI的二阶互调指标可以降低干扰影响，但是考虑到末端接头与馈线的质量，无法完全解决，建议两者选其一；

- 对于TD-SCDMA的A频段与CDMA2000邻频，合路器和POI都无法消除相互间的干扰，因此需要对其进行频点规划，保证10MHz以上的频率间隔。

通过互调计算分析，综合考虑可能存在的隐患，若采用收发同缆，建议各运营商各自保留一个系统，共三个系统，分别为中国移动TD-SCDMA（GSM900）、中国电信CDMA800、中国联通WCDMA。

若收发同缆超过三个系统，将根据各运营商具体规划的系统和频点，结合POI厂商针对以上隐患的技术处理质量决定，理论不超过5个系统。

若要采用三家运营商七系统共建共享，建议收发分缆，上下行分离可实现50~80dBm的空间隔离，对于多系统的建设可以将系统干扰降到最小。

表1 各系统频率

移动通信系统	使用频率范围 (MHz)	
	上行频率	下行频率
CDMA800	825~835	870~880
中国移动GSM系统	885~909	930~954
中国联通GSM系统	909~915	954~960
中国移动DCS1800系统	1710~1730	1805~1825
中国联通DCS1800系统	1745~1755	1840~1850
中国电信CDMA2000系统	1920~1935	2110~2125
中国联通WCDMA系统	1940~1955	2130~2145
TD-SCDMA系统	A : 2010~2025	
	F : 1880~1920	
LTE	E : 2320~2370	
GSM-R	885~889	930~934

表2 杂散干扰最小隔离度

干扰系统 被干扰系统	CDMA800MHz	GSM900MHz	GSM1800MHz	PHS	WCDMA	CDMA1.9GHz	TD-SCDMA	WLAN
CDMA800MHz	-	87	87	95	90	90	90	90
GSM900MHz	59	-	33	95	28	28	28	90
GSM1800MHz	79	82	-	95	28	28	28	86
PHS	79	81	81	-	86	86	86	86
WCDMA	80	81	81	95	-	30	30	86
CDMA1.9GHz	80	81	81	95	30	-	30	86
TD-SCDMA	80	82	82	95	64	64	-	86
WLAN	81	82	82	95	86	86	86	-

表3 总隔离度要求

干扰系统 被干扰系统	CDMA	GSM	DCS	PHS	CDMA2000	WCDMA	TD-SCDMA	WLAN
CDMA	-	59	59	58	59	59	49	90
GSM	60	-	35	58	35	35	29	91
DCS	60	43	-	58	43	43	33	87
PHS	59	48	48	-	58	80	90	86
CDMA2000	62	62	62	58	-	64	52	96
WCDMA	59	58	58	76	83	-	48	86
TD-SCDMA	60	31	31	76	83	83	-	87
WLAN	60	43	43	58	43	87	87	-

3 高铁链路预算

根据各运营商对车内场强的要求、设备的输出电平、损耗，可以计算出对漏缆系统的要求。

漏缆注入功率=设备输出功率-跳线损耗-POI损耗。

漏缆系统损耗=漏缆注入功率-宽度因子-介子损耗-人体损耗-余量-车内场强要求。

漏缆系统损耗要求见表4。

根据系统的漏缆损耗，可以算出漏缆的覆盖距离，再结合隧道内避车洞的距离，可以综合考虑设备信源的安装位置。

4 组网分析

4.1 隧道组网

相邻隧道之间尽量共上端站，采用小区合并技术使多RRU共小区，减少隧道之间的切换，保证通话质量。

多隧道共小区组网示意如图2所示。

4.2 隧道方案

在隧道覆盖中，一般信源设备会通过POI合路，然后将合路后的信号分成在馈入漏缆或者室外天线中。

(1)短隧道方案

500m以下的短隧道一般只需要一个信源即可完成隧道覆盖，为了方便设备的维护，建议将信源放在隧道口的位置，具体如图3所示。

(2)长隧道方案

500m以上的长隧道需要多个信源点才能完成隧道的覆盖，需要将信源点安装在隧道内的避车洞内，在隧道出口处安装外延天线，保证延伸覆盖，具体如图4所示。

(3)隧道群方案

将隧道与隧道之间间隔较小的几个隧道看成一个隧道群，隧道与隧道之间的距离很短，只有几十米时，建议用漏缆直接将所有隧道连通，看成一个长隧道来覆盖，保证隧道

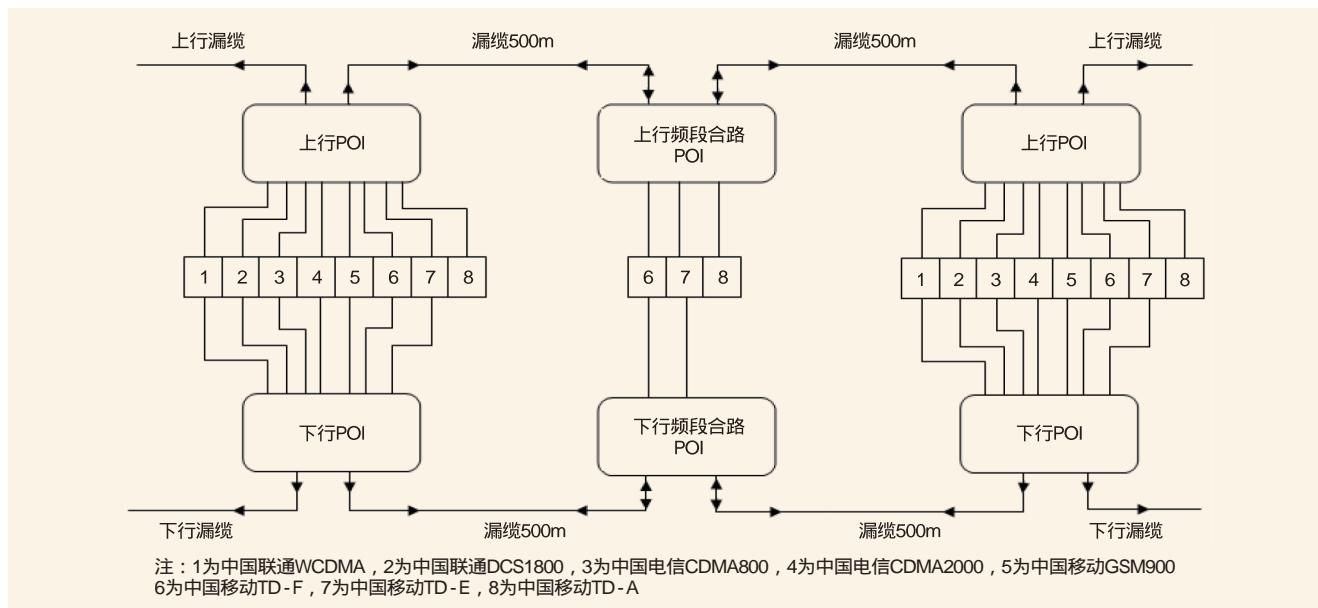


图1 上下行分离系统

表4 漏缆系统损耗要求

系统制式	车内场强要求(dBm)	Pt输出功率或导频功率(dBm)	N1跳线损耗(dB)	N3合路器(POI)损耗(dB)	漏缆注入功率(dBm)	M衰减因子余量(dB)	M宽度因子(dB)	M1介质损耗(dB)	M2人体损耗(dB)	漏缆系统损耗
中国联通WCDMA	-95	36	2	5	29	3	10	24	3	84
中国电信CDMA800	-94	33	2	5	26	3	10	24	3	80
中国电信CDMA2000	-94	33	2	5	26	3	10	24	3	80
中国移动GSM900	-85	38	2	5	31	3	10	24	3	76
中国移动TD-A	-85	33	2	5	26	3	10	24	3	71
中国移动TD-F	-105	12.2	2	5	5.2	3	10	24	3	70
中国联通DCS1800	-105	33	2	5	26	3	10	24	3	91

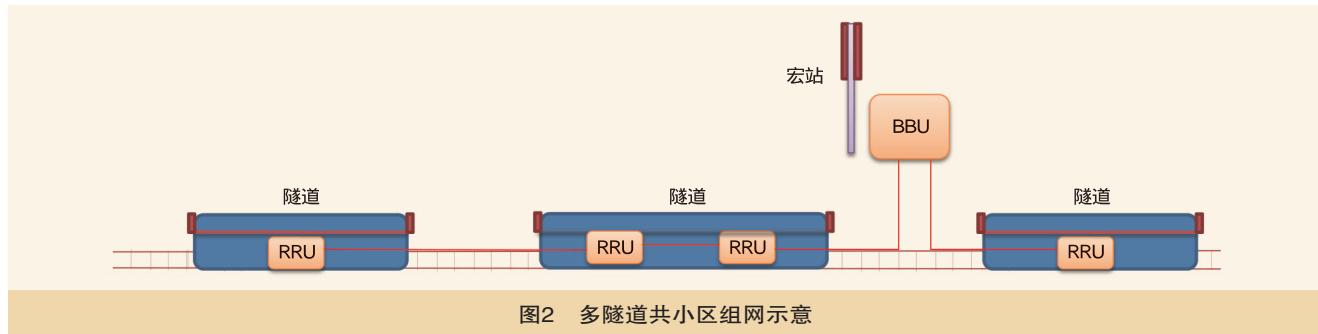


图2 多隧道共小区组网示意

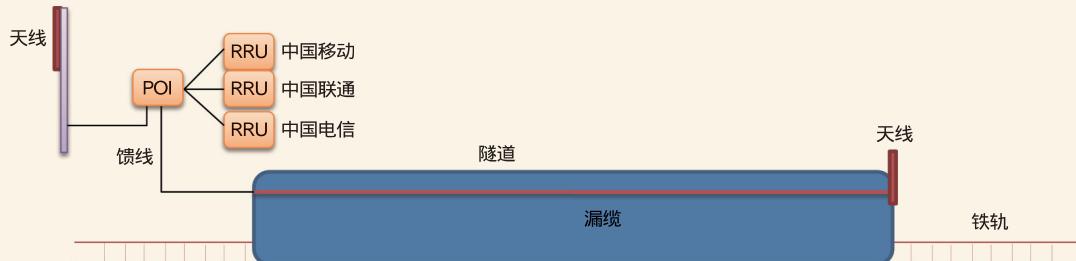


图3 短隧道方案

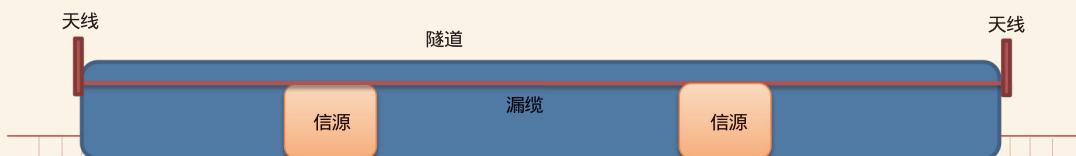


图4 长隧道方案



图5 隧道群方案

的连续覆盖。隧道群方案如图5所示。

[2] 华为技术有限公司.多系统共建共享室内分布干扰分析[Z].

如对本文内容有任何观点或评论，请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

5 结束语

在高铁隧道通信覆盖的建设中，由于各系统都要接入漏缆中，系统之间的干扰不可避免，POI可以有效减少系统之间的干扰，同时可以通过上下行分缆的方式，增加空间的隔离度，减少系统之间的干扰。系统的组网要充分考虑隧道避车洞的分布情况和上端站的位置，合理组网。在隧道口需要建设多频外延天线，解决隧道口信号弱覆盖问题，保证整个网络的连续覆盖。

参考文献

[1] TB/T 3201—2008, 铁路通信漏泄同轴电缆[S]

作者简介

张林云

中级工程师，参加过2G、3G、4G网络规划建设工作，对无线网建设、优化工作有丰富的经验。

何宇

中级工程师，从事过无线网、核心网的建设管理工作，有丰富的项目管理经验。

欧阳洋

中级工程师，从事通信工作多年，对传输网络设计、规划、建设经验丰富。

中国（南宁）国际园林博览会综合覆盖解决方案

邱 蕾

北京中网华通设计咨询有限公司

摘要

针对园博园这一特殊的信号覆盖场景，分析其信号覆盖的特殊需求，提出园博园基站杆塔选型的建议并给出几种方案供选择，最后阐述天线挂高的设置原则，希望对园林、公园等特殊场景和用户敏感度较高的地区等提供参考。

关键词

园博园 基站 杆塔

1 引言

随着TD-LTE网络的进一步建设，其高频段造成的覆盖限制日渐明显。既要保证网络覆盖质量，又要合理有效地利用频率资源，降低建设成本，是TD-LTE部署要面对的主要问题。目前TD-LTE室外覆盖存在很多盲点及热点。盲点为TD-LTE信号覆盖不足，主要是当TD-LTE用于密集城区与特殊场景覆盖时，由于站址建设条件、市民对于基站建设抵触等因素的限制造成。其中园博园作为特殊场景，对基站高度、美化程度有着更严格的要求。

2 需求

(1)为提高园林绿化和生态建设水平，促进园林绿化建设和园林产业跨越式发展，全面展示园林园艺成果，创建生态园林园艺发展平台，加强园林园艺科技文化交流，特举办园林园艺博览会。

(2)园区建设开放后，将迎来大量市民游客的参观游览。随着科技的发展，人们的生活已离不开网络，届时市民游客在园区内游览将对信号网络提出高需求。

(3)园博园是一个特殊的信号覆盖场景，园博园内环境偏向自然风光，园区内各类植物众多，对于基站杆塔选型提出挑战；杆塔选型不可突兀，要贴合周围场景，尽量融入自然景观。

(4)近年来，市民对于电磁波辐射的错误认识成为基站逼迁或建设难的重要原因，在消除市民的误解前，仍要保证信号的覆盖。

3 选型建议

3.1 杆塔、机柜选型

园博园是为了全面展示园林园艺成果，创建生态园林园

艺发展平台，加强园林园艺科技文化交流而建设。园区内自然风光宜人，环保效果将是在进行该系统设计和施工时重点考虑的一个重要先决条件，在网络设备与自然环境融合的工作上，要着重考虑。基站设计规划可与园区规划同步进行，在规划阶段，园区设计可与基站规划设计相互协调并及时调整。管道、管线从长远考虑，可在园区建设期间进行同步预埋，避免后期补盲对园区内道路进行二次开挖。

(1)采用室外环保美化机柜或机房，通过伪装外观与周围环境和谐一致，不破坏园区内景观。迷彩机柜示意如图1所示。

栅栏式美化机房：结构性好，风格别致，接触潮湿土壤或亲水效果尤为显著，可在户外各种气候环境中使用。栅栏式机柜示意如图2所示。

仿真石型：面积小于 $5m^2$ ，外观线型流畅，整体美观大方，隐蔽性强，与园区的环境风格一致，分体式结构，易于运输和安装。仿真石机柜示意如图3所示。

(2)采用美化天线、指路牌、仿真路灯等伪装天线，使杆塔与自然景观完美融合，改善游客的视觉效果。一体化景观塔示意如图4所示。

城市灯箱站：内置标准RBS6601基站并集成全向天线，占地面积小，部署方便，只需要接入电源和传输光缆就可开站；站点还集成了广告灯箱、电子时钟等功能，其配备的触摸屏不仅可滚动播放宣传广告，还能够配合政府部门及时发布公共信息。在提供网络信号的同时，发挥美化环境、城市宣传等附加价值。灯箱型景观塔示意如图5所示。

仿生树型：利用高新复合材料将天线抱杆及天线装饰成树木的形式，可安装3~6副天线，下倾角为 $0\sim5^\circ$ ；内部为独杆通信塔钢结构支撑，表面镀锌/喷塑处理。在充分倡导



图1 迷彩机柜示意



图2 栅栏式机柜示意



图3 仿真石机柜示意

与环境和谐一致和绿色能源的基础上，最大化地突出了隐藏产品的环境工程特色，集绿化、装饰于一体，隐蔽性好。仿真树示意如图6所示。

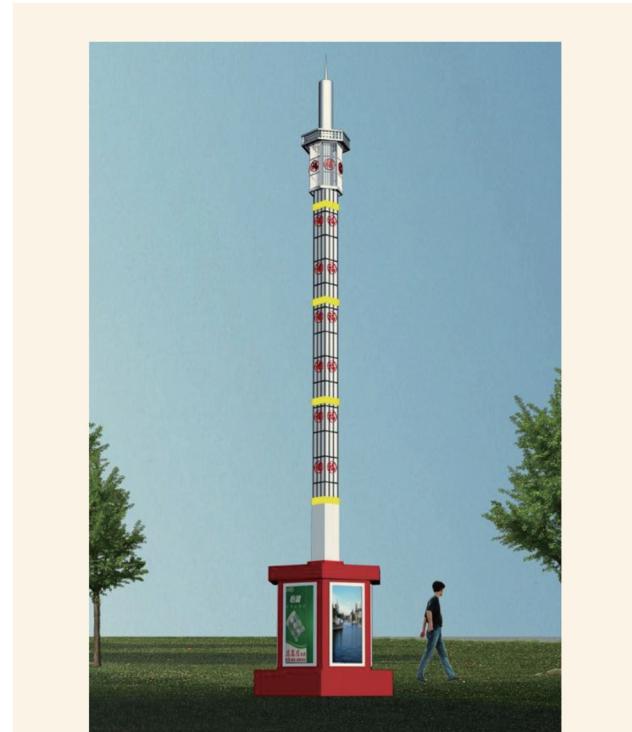


图4 一体化景观塔示意



图5 灯箱型景观塔示意

后期补盲可以采用宏微结合组网模式，即Book RRU光纤拉远回大网基站，共用大网机房内的BBU，采用交流供电模式工作。

现在厂商开发的小基站设备都比较小巧灵活，以华为RRU 3235E为例，其设备参数见表1。

华为RRU 3235E是书本式造型、iPad大小，相当于一个笔记本电脑的重量，其天线内置于RRU内，覆盖距离在50~100m，具有便于安装、易部署、高集成、宏微协同等特点。

网络建设与自然环境相融合，使园区内景色更加和谐、自然，游客在欣赏园区幽美景色的同时，不会因基站建设突兀而破坏景色的和谐。



图6 仿真树示意

表1 华为RRU 3235E的设备参数

设备名称	频段	载波	发射功率	天线增益	供电	天馈模式
华为RRU 3235E	2575 ~ 2635MHz	3 × 20MHz	2 × 10W	10dBi	AC (交流电)	内置天线

3.2 天线挂高设置原则

由于TD-LTE是一个自干扰系统，应根据基站的覆盖要求和隔离度要求，合理设置天线挂高。园区内基站建设要与周围景观和谐一致，挂高不宜高于15m，其他的覆盖效果可通过调整方位角、下倾角等技术优化的方式解决。天线挂高和下倾角与覆盖距离的关系如图7所示。

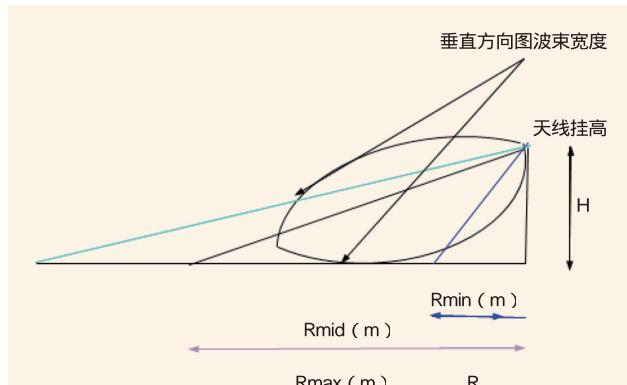


图7 天线挂高和下倾角与覆盖距离的关系

4 结束语

在园博园此类特殊场景内通过布置美化杆塔基站和宏微结合组网模式进行覆盖，极大提升安装的美化度、隐蔽度，提高运营商信号覆盖的广度和深度，给用户的正常通信提供保障。

此覆盖解决方案可为园林、公园等特殊场景和用户敏感度较高地区、城市美化度要求较高区域提供参考。

园林特殊场景基站的建设还需注意以下几点。

(1)因园林特殊场景要求，挂高不应超过15m，要与周边树木高度协调一致、景观和谐。

(2)宏微结合组网模式：由于补充小基站具有覆盖距离小、容量低等特点，并不适合成片组网，过多引入会对网络规划和优化造成较大困难，因此主要作为覆盖建设的补充手段，解决局部的覆盖问题。

布置美化杆塔基站和宏微结合组网模式的建设方式，将会是运营商对园林、公园等特殊场景和用户敏感度较高、美化度要求较高的区域进行信号覆盖的一个重要的选择。

如对本文内容有任何观点或评论，请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

城乡规划与通信站址规划的技术融合探讨

何 流

北京中网华通设计咨询有限公司



以城乡发展规划对移动通信网络的发展要求和网络覆盖目标为牵引，结合目前移动通信基站站址规划覆盖技术要求，建立城乡发展规划与通信基站站址规划技术融合的规划方法和规划导则。



容量预测 分区控制 网格化管理 站址布局

1 引言

近年来，随着中国经济的高速发展，信息化已经成为国家网络发展的重要目标，人们对通信的需求及依赖与日俱增，更加体现了通信网络的重要性。移动通信基站及配套设施已经成为城市基础设施的重要组成部分，承载着移动通信网络的发展，是建设城市信息化的网络基础。移动通信基站站址规划将直接决定城市移动通信网络质量的好坏，是城乡发展规划通信部分不可或缺的内容，其专业性和重要性不言而喻。

2 确立规划目标

根据城市总体规划要求和移动通信行业发展需要，移动通信基站及配套设施专项规划作为城市信息化基础设施发展规划管理的一部分。通信基站站址规划作为移动通信基站及配套设施专项规划中最重要的内容，合理的站址规划尤为重要。

3 预测规划容量

根据城市发展情况，以人口和规划用地的覆盖情况估算规划期末的基站站址规模，测算结果作为规划总容量的参考依据。

3.1 人口及用地规模预测

依据某市总体规划（2003—2020年）中预测的人口及用地预测数据见表1。

3.2 用户及基站总量预测

(1) 移动用户预测

选取某都市区作为预测区域，移动通信网络选择LTE网

络作为规划目标。

根据用户预测方法测算，规划期末都市区移动用户为878.07万户，其中LTE用户将达到702.45万户。某市都市区的LTE用户密度为7359户/km²。

结合移动基站覆盖特性，4G基站设置半径R=200m，测算其覆盖面积为S=0.026km²。通过用户密度推算，该区域单基站单位面积只需要满足191户的LTE用户接入。依据LTE基站技术规范要求，单基站能够满足此覆盖需求。

(2) 基站总量预测

① 某都市区网络容量预测

以下对某市规划期内网络容量需求进行估算。

以LTE S111基站为例，单用户的业务模型按照1.5Mbit/s/用户考虑，单基站并发用户数=3×300Mbit/s/1.5Mbit/s=600人，同时整个网络考虑一定的网络冗余度，建议值按照20%记取。

根据上述某市移动用户预测，规划期内某都市区移动用户预测数为702.45万户。

估算全网需要总的站点数：702.45万户×10000÷600户/站点×120%=14049站点。

表2中网络容量能力是根据单个LTE基站容量能力估算得出的。后面按照网络覆盖进行预测，并逐步验证网络容量预测的可行性。

② 都市区网络覆盖预测

网络覆盖预测的原理是通过单基站覆盖能力测算覆盖区域的所需基站数量，即需要覆盖的基站数量等于覆盖区域的建设用地总量除以单基站覆盖能力。

其基站网络覆盖面积公式为S=3×N（N为基站数量）。

基站的覆盖能力在不同区域和不同制式下是不一样的，

都市区范围内拟采用以中国移动TD-LTE 1.9GHz连续覆盖为参考标准，设定平均站间距按350m为计算参数，测算该区域基站的最大总量需求。规划期末都市区建设用地规模采取某市总体规划都市区用地规划协调图的数据，面积约为880km²。

将所需覆盖面积带入公式 $S=3 \times N$ ，得到：

$$N=S \times 8/3 \times 1.732 \times 3500 = 11060 \text{ 站}$$

此计算站点数量是以单一运营商覆盖该区域的最大基站数量，即每个基站均为三家运营商实现共塔。使用中三家运营商的铁塔共建共享率不可能达到100%，因此实际存在的站点数量较估算出来的要多。

3.3 总量预测小结

综上分析，根据预测数据，某都市区规划期末通信基站址规模范围为11060~14049个。

城乡发展规划作为通信基站址规划容量预测的基础，城市人口发展的数量决定移动通信用户的增长速度。通信基站址的规划是未来城市发展的重要组成部分，其总量预测将作为城乡发展规划的预留通信网络资源重要的参考标准。

4 形成基站站址规划体系

通信基站站址布局需要基于移动通信网络的覆盖、容量、服务质量三个方面进行综合考虑。

(1) 区域划分方法

结合城市用地分类，可将基站规划建设选址分为易建区、敏感区和控制区。

易建区：受周围环境约束条件较少，公众对基站建设位置、设备类型、天线外观、信号辐射强度等敏感度不高，限制条件较为单一的区域。

敏感区：有较为严格的环境制约，公众对新建基站的建设位置、设备类型、天线外观、信号辐射强度等较为敏感，有一定限制条件的区域。

控制区：有各类非常严格的环境或者景观制约，公众对

表1 某市都市区常住人口规模预测结果汇总（单位：万人）

某市都市区常住人口	2018年	2020年
趋势外推法	490	520
综合增长法	441	450
发改委的预测模型数据推算	478	486
预测值	430~490	480~520

表2 某市都市区规划期站点需求估算

移动用户总需求（万户）	业务模型	冗余度	每基站在线数据用户	估算站点需求（个）
702.45	1.5Mbit/s/用户	20%	600户/站	14049

新建基站非常敏感，需要控制新建基站。

(2) 用地区域匹配

城市用地按土地使用的主要性质进行划分和归类，针对不同用地规划的性质，采用大类、中类两个分类体系。根据城市用地属性、基站站址规划区域分类进行用地区域关联匹配，具体见表3。

结合以上选址技术要求和理论，形成基站站址选择的指导意见。

(1) 基站站址应首先符合移动通信蜂窝网络结构要求，站址应尽量位于网络问题区域中心位置或周边一定区域，以解决网络问题和满足业务热点覆盖需求为目的。

(2) 站址应选取归属在易建区的用地进行基站建设，优先选取事业单位用地、公共服务设施建筑等政府及相关职能

表3 基站规划建设分类属性

基站规划建设分类	用地代码		用地名称
	大类	中类	
易建区	B	B1	商业服务业设施用地
		B2	商务用地
		B3	娱乐康体用地
		B4	公用设施营业网点用地
	S	S1-S4	道路与交通设施用地
		U1	供应设施用地
		U2	环境设施用地
	U	U3	安全设施用地
		G1	公园绿地
		G2	防护绿地
	G	G3	广场用地
		A1	行政办公用地
		A2	文化设施用地
		A4	体育用地
敏感区	A	W1	普通仓库用地
		W2	堆场用地
		R	一类居住用地
	R	R2	二类居住用地
		R3	三类居住用地
	A	A3	教育科研用地
		A9	宗教用地
控制区	W	W2	危险品仓库用地
		D	D1-D3 特殊用地
		R	R22 居住区内中小学/幼儿园用地
	A	A5	医疗卫生用地
		A7	文物古迹用地

(下转48页)

快速扩大中国联通LTE农村覆盖方式分析

霍继盛 颜斌

北京中网华通设计咨询有限公司



介绍各厂商现网3G设备升级UL双模设备支撑程度和方式，与新购4G设备优劣势对比，对布局区域要求做明
确说明。并以案例形式介绍通过软硬件升级现网3G设备为UL双模设备的可行性和相关要求。



快速 LTE 农村覆盖

1 研究背景

中国联通当前定位LTE网络为主力承载网，规划目标中明确提出要加快4G网络建设，迅速完善布局，重点区域超越友商，打造覆盖和体验领先的FDD精品网。在完善城市深度覆盖的前提下要大力扩展4G的农村覆盖，实现对主要行政村、自然村的覆盖（单站可覆盖150户以上，或10年可收回成本）。

如何快速、低成本地扩大4G行政村覆盖，是目前中国联通急需解决的问题。当前网络现状为农村覆盖3G要大于4G，在适度降低用户体验的前提下，通过软硬件升级现网3G设备为UL双模设备，是一种切实可行的方式。

2 3G网络升级支持4G

2.1 网络现状分析

采用该方案的前提是3G在农村的覆盖要大于4G，并且3G设备提供商同样是4G设备入围厂商。

以某地市联通为例，目前共有3G基站2221个（U900

基站427个）；4G基站1569个，主要集中在城区、校园、乡镇、高速等场景；行政村4G全部共址3G建设，数量占比为33%，并且U2100设备厂商爱立信同样是4G设备提供商，满足采用该方案的前提条件。该地市联康新行政村3G、4G站点规模统计具体见表1。

2.2 设备支持程度

目前中国联通WCDMA网络设备提供商为：华为、中兴、爱立信、诺西、上海贝尔。现网3G设备对升级UL的支持程度如下。

基带部分：大部分U2100设备可通过插入LTE基带板实现LTE功能，但需增加LTE主控板。

射频部分：绝大部分RRU只支持单通道，部分厂商

表1 某地市联康新行政村3G、4G站点规模统计

场景	U2100规模 (个)	U900规模 (个)	LTE规模 (个)	4G与3G占比
行政村	802	374	390	33%

表2 各厂商现网3G设备升级UL功能技术指标

分类		华为	中兴	爱立信	诺基亚	贝尔
BBU	升级条件	新增LTE基带板、 主控板，软件升级	新增LTE基带板、主控 板、交换板，软件升级	新增LTE基带板、主控板 (一体)，软件升级	新增LTE基带板， 软件升级	新增LTE基带板， 软件升级
	光模块	更换	更换	更换	更换	更换
RRU	IBW (MHz)	20	40	20	20/40	25
	IBW>25MHz多模RRU比例	0	27.60%	0	4.29%	0.03%
	收发类型	1T2R	1T2R	1T2R	1T2R	2T2R
	发射功率	1×60W 1×80W	1×80W	1×60/80W	三个1×60/80W	1×60W
升级支持LTE改造要求	双拼	双拼	双拼	双拼	软件升级	
	软件升级	软件升级	软件升级	软件升级		

IBW带宽较窄。

各厂商现网3G设备升级UL功能技术指标见表2。各厂商现网3G设备BBU升级UL功能统计见表3。各厂商现网3G设备RRU升级UL功能统计见表4。

从表2、3、4可看出，现网主流3G设备基本都支持升级

UL双模设备。

从终端角度来看，目前在售终端中LTE 1800MHz支持率为98%、LTE 2100MHz支持率为94%，两者相差不大，同样为直接升级提供条件。

2.3 优劣势分析

采用该方案，显而易见的优点就是快速布局、节约投资，但由于前期设备的局限性，直接升级与叠加建设相比，存在如下劣势。

(1)峰值速率低：现网3G设备为单通道，升级UL后，LTE峰值速率在同等带宽条件下会减半，而且部分设备IBW仅为15~20Mbit/s，只能提供给LTE 10~15MHz使用。升级后峰值速率可达到75Mbit/s（LTE 20MHz带宽）、54Mbit/s（LTE 15MHz带宽）、38Mbit/s（LTE 10MHz带宽）。

(2)插花现象：升级后存在LTE 2100MHz与LTE 1800MHz插花布局，导致异频切换且可能发生在异厂商之间。

(3)采用此方式，无法与友商进行共享。

2.4 布局区域的确定

2.4.1 区域选择原则

基于上述分析，在采用该方案进行4G布局时，要充分考虑以下几点：

表3 各厂商现网3G设备BBU升级UL功能统计

厂商	BBU型号	型号及数量	是否支持U/L共平台	光模块速率(Gbit/s)	U/L是否共传输
华为	BBU3900	189468(分布式)	是	1.25/2.5	否
		21052(宏基站)			
	BBU3910	未发货	是	1.25/2.5/5	否
中兴	B8200	124945	是	1.25/2.5	是
爱立信	RBS3418	32000	否	2.5	否
	RBS6601	52000	是	2.5	是
	RBS3206	21000	否	大机柜，无	否
	RBS6201	3000	是	大机柜，无	是
诺基亚	FSMD	51068	否	3	是
	FSME	5903	否	3	是
	FSMF	6338	是	3/6	是
贝尔	D2U	19484(分布式)	否	2.5	否
		1112(宏基站)			
	D4U	5	是	3/6	是

表4 各厂商现网3G设备RRU升级UL功能统计

厂商	RRU型号	设备型号及数量详情	是否支持U/L多模	射频模块IBW(MHz)	射频模块功率(W)	光模块速率(Gbit/s)	收发模式
华为	RRU3804	177187	是	15	60	1.25	1T2R
	RRU3806	11250	是	15	80	1.25	1T2R
	RRU3824	73125	是	20	60	2.5/1.25	1T2R
	RRU3826	19687	是	20	80	2.5/1.25	1T2R
	RRU3839	新产品	是	60	2×60	5	2T2R
	RRU3959	新产品	是	60	2×60	10	2T2R
	WRFU	31157	是	15	80	2.5/1.25	1T2R
中兴	R8840	189936	硬件支持，软件待开发	20	60	1.25	1T2R
	R8881	102453	是	40	80	1.25/2.5	1T2R
	RSU40 U216	81406	硬件支持，软件待开发	20	60	1.25	1T2R
	RSU40 U218	1017	是	40	80	1.25/2.5	1T2R
爱立信	RRUW01	约96000	否	20	60	2.5	1T2R
	RRUS01	约156000	是	20	80	2.5	1T2R
诺基亚	FRGL	2168	否	10	2×40	3	2T4R
	FRGF	9790	否	10	3×60	3	3T6R
	FRGQ	34194	是	20	2×60	3	2T2R
	FRGP	14266	是	20	3×60	3	3T6R
	FRGT	4064	是	40	3×80	3/6	3T6R
	FRGM	30324	否	10	1×40	3	1T2R
贝尔	TRDU	3337	否	25	60	2.5	1T2R
	RRH 2×60W	15	是	45	2×60	2.5/5	2T2R

(1)与市场部门要充分沟通、确认，认可在布局区域峰值速率的降低；

(2)即使布局在农村区域，对现网3G业务数据也要进行充分分析，区别对待；

(3)在升级区域选择上，要考虑目前LTE 1800MHz的布局情况，避免大量异频切换；

(4)对UL布局区域，要统一规划，涵盖已覆盖区域、未覆盖区域。

2.4.2 案例

下面以某地市联通为例，介绍布局区域的选择。某地市联通3G设备区域划分如图1所示。

某地市2G设备厂商为华为，4G厂商设备为爱立信，2G和4G异厂商；U2100设备厂商为爱立信，与LTE设备同厂商；U900设备厂商为华为，与LTE设备异厂商。

(1)农村区域业务量分析

为便于分析话务，将农村区域分为两部分：城乡结合

部、其他区域。结合某地市各区县实际情况，城乡结合部：平原县按城区外3km取定，山区县按照城区外2km取定，城乡结合部外全部定义为其他区域。

某地市联通城乡结合部4G站点规模统计见表5。某地市联通城区外3G站点情况统计见表6。

根据表5、表6数据分析，得到以下结论。

城乡结合部：3G基站平均数据流量较高，不适合直接升级。

城区外其他区域（不含镇区、高速）：除县域1、6外3G基站平均数据流量低，U2100区域6601设备可直接升级单通道LTE；县域1、6根据实际情况做进一步调整，扩大城乡结合部范围。

(2)具体建设原则

根据某地市联通4G拓展指导原则，对城区、乡镇镇区、高速等交通干线、U900区域外其他区域，优先采用UL2100设备。根据上述业务分析确定具体实施原则如下。



图1 某地市联通3G设备区域划分

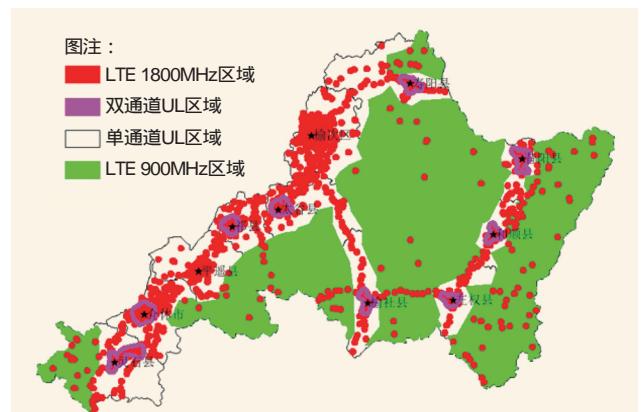


图2 某地市联通4G设备区域划分

表5 某地市联通城乡结合部4G站点规模统计				
县市	城乡结合部 (个)	已上LTE (个)	已上LTE占比	3G平均数据量 (MB)
县域1	59	29	49%	2193
县域2	32	7	22%	1162.37
县域3	27	6	22%	673.04
县域4	23	12	52%	659.01
县域5	33	6	18%	631.78
县域6	26	6	23%	663.81
县域7	15	2	13%	1262.2
县域8	21	4	19%	489.29
县域9	8	1	13%	560.6
县域10	13	3	23%	510.87
县域11	18	4	22%	470.61
合计	275	80	29%	1015.15

县市	城区外其他区域3G基站 (个)	3G平均数据量 (MB)
县域1	86	609.94
县域2	51	426.51
县域3	49	421.55
县域4	97	287.08
县域5	70	344.17
县域6	94	505.03
县域7	85	237.71
县域8	75	304.37
县域9	56	374.81
县域10	59	213.9
县域11	46	191.33
合计	768	352.71



图3 某地市联通升级单通道试验网站点测试效果

已覆盖区域：在城乡结合部采用UL双通道SDR设备，其他区域第一阶段通过增加或升级BBU、RRU仅进行功率升级，快速部署UL2100，下行峰值速率达到54Mbit/s；第二阶段如确有业务需求，将RRU更换为双通道RRU或者新增RRU方式，下行峰值速率达到150Mbit/s。

覆盖盲点：若有需求，直接部署UL2100。

(3)3G设备型号分析

在农村区域，目前单3G基站共412个，其中358个为爱立

(上接44页)

单位的用地，在其建筑单体或者构筑物附近建设基站，可降低基站的建设难度；其次选择绿地与广场等公共用地，在公共用地的道路及绿化带建设基站；然后根据覆盖需要，选择商业服务业设施用地、工业用地、仓储用地、公用设施用地适合建设的建筑物或者空白用地建设基站。

(3)在以上条件不满足的情况下，才选择在次干道以上级别道路的人行道设置基站，并尽量设置在路口，避免影响行人和车辆通行。

(4)对于敏感区和控制区，若无特殊要求应严格限制基站的建设。

5 结论

以科学发展观为指导，以城乡规划为依据，围绕基站及配套设施的“规划方案最优化、建设方案标准化、资源配置节约化”的要求，贯彻落实移动通信基站共享共建策略，科学统筹，提高移动通信发展水平，满足人民群众信息化通信需求。城乡发展规划作为城市未来建设发展的重要方向，通信基站站址规划是城市未来移动互联网发展的网络支柱。信息化网络作为国家未来发展的重要战略部署，如何有效地融

信6601设备，支持升级比例为87%，具备规模升级的条件。

(4)升级后4G布局

某地市联通4G设备区域划分如图2所示。

(5)实测

某地市联通目前建设试验网站点一个，升级单通道4G后下载速率约为52.67Mbit/s，上下行峰值速率均达到或接近理论值，相关测试数据如图3所示。

3 结束语

随着农村区域4G建设不断推进，4G工程建设量越来越大。相对于城区用户，农村用户相对分散，在适度降低用户体验的前提下，通过软硬件升级现网3G设备为UL双模设备，是一种切实可行的方式。

参考文献

[1] 山西联通4G设备配置原则[Z].2016

如对本文内容有任何观点或评论，请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

合城乡发展规划和通信基站站址规划，对加快网络信息化的新技术开发应用有着重大意义。

参考文献

[1] 陈永海.探讨城市移动通信基站专项规划[J].城市规划,2010,34(11)

[2] 陈德荣,刘永乾,蒋丽.移动通信网络规划与工程设计[M].北京:北京邮电大学出版社,2010

[3] 谢勇,庄文雅,陈霖青.基于城市控制性详细规划的移动通信基站站址规划研究[J].移动通信,2010(22)

[4] 沈阳.关于把移动通信基站建设纳入上海城乡规划体系的探讨[J].上海城市规划,2010,(5)

如对本文内容有任何观点或评论，请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

作者简介

何流

本科，毕业于电子科技大学，工程师，现就职于北京中网华通设计咨询有限公司，第三设计院移动网项目负责人，主要从事移动通信网络规划及工程设计相关工作。

“智慧站址”建设运营方案探讨

辛 明¹ 辛文敏²

1.北京中网华通设计咨询有限公司

2.中国联合网络通信集团有限公司河北省分公司

摘要

通过对铁塔公司的“多业务协同一体化建设”创新构想进行探索和实践，提出“智慧站址”的建设方式。将“智慧站址”建设及运营过程中的经验进行提炼，从政策落实、解决方案、运营建议等方面总结出完整的流程与标准。

关键词

智慧站址 铁塔公司 建设运营

1 引言

为响应总部“一体两翼”的发展战略，铁塔公司积极推动基于铁塔与多业务融合的智慧站址业务发展，挖掘新业务与传统业务的结合点。

研究探索出充电桩与铁塔深度融合的建设方案，解决基站选址难、建设难等问题，为铁塔智慧站址的项目建设与运营提出思路和指引。

2 解决方案建议

(1)结合专用充电网络的解决方案

方案主要适用于公交集团公司停车场、大型车充换电站、出租车及汽车租赁公司停车场、城市物流公司停车及装卸货场地、新能源汽车制造企业停车场等。

采用光伏、储能、市电等多能源一体化集成系统，配以智能运营管理、动力以及安防监控系统，在安全、可靠、高效地满足电动汽车充电需求的同时，实施智慧站址建设。

(2)结合商业运营网络充电的解决方案

方案适用于城市市区内及周边地区、城际快速路、省级/国家级高速公路沿途停车场站，以及铁塔公司现有基站站点融合智慧站址业务改造。如：在城市道路、高速路等沿途突出智慧站址的路灯、监控、充电等模块，使用户在行驶途中可快速补电，有效提高出行效率。方案设计要充分考虑公路环境特征，竭力为车主提供安全优质的电能，及时为电动汽车补充续航电量，提高出行舒适度。

(3)多业务一体化解决方案

方案将智慧站址与4G/Pre5G微站融为一体，安装在公共道路沿线时，还可以结合市政路灯、城市综合智慧终端

等，打造汽车充电、通信、市政服务、安监消防于一体的新型城市智慧终端。

方案集成了市政服务，融合商业广告、安防告警、天气预报等，统一维护，智慧管理。其中，在充电桩方面可集成交/直流充电桩，灵活配置。充电桩可对电费单独计量，实现电费精细化管理。

3 站址条件评估

电力评估：系统容量、剩余开关、供电路由、引电位置、用电类型、电费情况。剩余电量充裕，有剩余开关或具备扩容条件，且引电路由畅通，可满足智慧站址的建设。

交通评估：交通情况、出入便捷性。交通便利，车辆出行方便，可满足智慧站址建设的交通条件。

场地评估：地势条件、环境条件。智慧站址不应设在地势低洼、易积水、有剧烈振动、高温或多尘的场所。

车位评估：位置情况、车位规模、使用情况、经营形式、对外经营性、收费标准、车辆管理。车辆数量充足，对外开放，且充电需求旺盛。

4 推动政策落地

为了充电桩业务与铁塔传统业务结合模式项目的推广，需从用地、供电、补贴等方面积极争取利好政策。

(1)建设用地政策

积极推动充电桩基础设施的建设，明确各类停车场配置充电桩基础设施的比例，降低协调难度，通过充电桩的建设推动智慧站址落地。国家企事业单位对充电设施的建设持开放态度，争取将智慧站址基础设施建设纳入市政统一规划，明确

基站站址、智慧站址以及停车位用地的低价或免费政策。

(2) 供电政策

建议供电部门在现有输配电网的基础上，积极进行充电网建设，确保新增电动汽车用电需求，建议供电局单独将电力引至充电桩基础设施附近。

根据国家对新能源发展的支持政策，争取大工业用电：微站与充电桩共用一路外电；微站与充电场站使用大工业电。

(3) 财政补贴

小微站集成充电桩后，投资回收期加长，一次性投资较大。除了给予建设方总投资额30%的补助外，争取陕西政府给予运营电费0.2元/kWh的补贴；同时争取加大交通、市政、电力等公共资源协同力度，减免相关协调费用。

5 运营模式分析

铁塔公司从行业角度考虑，应以主动寻求与充电桩企业合作的方式实现运营。铁塔公司与充电运营企业发挥特长，共同确定物业点。由铁塔公司出资建设微站、室内分布的同时，购买充电设备并施工建设，以双方约定的合作分成比例获取充电桩运营收益。

采用充电桩业务与铁塔传统业务结合模式，主要收入来源是塔类租赁服务费。合作双方共同节约的收益为协调费、场租费、施工费等。铁塔公司借助充电业务，后期发展可试水的运营盈利模式主要有以下几种。

(1) 充电费和服务费。电费和服务费是充电企业的主要盈利点，站址自建箱式变压器后，供电方式由转供电变为直供电，将电费由1.3元降至0.8元，充电桩和原有基站每度电均可节约0.5元。加上后期的建设补贴，可在一定程度上减少运营成本。

(2) 能源管理。利用峰谷电价差，直接获取收益；利用汽车的移动电池储能卖电获取收益；光伏直流电在电动汽车的应用是未来充电运营增值服务的战略布局。

(3) 增值服务开发。以充电桩为入口的广告、保险、金融、售车、交通工具租赁是充电企业的主要增值业务。其中，桩体广告是最容易实现的盈利模式，通过在充电桩上安装液晶屏或广告灯箱，实现广告收入。

(4) 大数据开发与运营。在互联网的加持下，运营商通过充电桩，连接车、人、能源，各种数据通过分析将延伸出更多商业模式。利用网络平台，提供大数据信息服务。

(5) 沉淀资金模式。通过充电押金获取其他投资收益。

6 运营风险评估

(1) 政策风险

政府推广的效果不及预期；基于基站和充电桩协同建设

的协同效应发挥，有赖于政策的可获得性；财务模型基于很多政策假设，政策获得的不同则会导致结果差异很大。

(2) 技术替代风险

电池技术突破，实现大功率充电，现有直流充电设备和外电容量功率不足的风险；无线充电技术发展快且成本降低，有线充电有被无线充电替代的风险；氢燃料、甲醇燃料等燃料电池技术获得突破，锂电池有被燃料电池替代的风险；基于充电桩高风险高成长的业务属性，投行建议最好按5年内考虑资本回收期。

(3) 经营风险

电动汽车销量不及预期；电网政策发生变化，充电桩盈利模式变动风险；充电桩经营亏损，导致充电设施建设发展不达预期。

(4) 资产占有风险

充电场站的投资较大，资产会长期占有现金流，导致投资占收入比提升，有较大资产占用风险。

7 结束语

基础设施“共享协同”将传统基站、广告、充电、智慧感知等业务与市政基础设施建设相结合，不但降低铁塔建设难度，还丰富了公司业务类型，实现企业经济效益和社会效益的最大化。

参考文献

- [1] 关于开展广州充电桩项目试点的报告[Z].2016
- [2] 中国铁塔股份有限公司企业标准.充电桩选址及建设手册(试行)[Z].2016
- [3] 中国铁塔股份有限公司陕西省分公司.充电桩试点施工规范[Z].2016
- [4] 中国南方电网有限责任公司企业标准.南方电网电动汽车充电站及充电桩验收规范[Z].2016
- [5] 陕政办发〔2016〕54号.陕西省电动汽车充电基础设施建设运营管理暂行办法[Z].2016
- [6] 电动汽车充电基础设施发展指南(2015—2020年)[Z].2016

如对本文内容有任何观点或评论，请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

作者简介

辛明

本科，中级工程师，现就职于北京中网华通设计咨询有限公司，主要从事无线网络规划与设计管理工作。

辛文敏

本科，高级工程师，现就职于河北联通，主要从事网络规划、投资计划和项目管理工作。

格构式高耸景观塔设计

杨治彬

北京中网华通设计咨询有限公司



目前,为了适应市区环境,铁塔的造型、塔重及安装方式成为了主要考虑因素。文中提出格构式高耸景观塔的设计方案,并从方案设计思路及经济性两方面进行详细阐述。



铁塔 格构式 造价

1 引言

通信铁塔建设现已普遍依照标准通用图集,针对不同的新环境,铁塔公司会及时补充图库。在有美化需求的地方,采用美化铁塔的造价比能满足相同条件的普通铁塔高出许多。考虑建设投资造价控制因素,希望找到既能满足美化环境,又能降低造价的铁塔方案。本方案为30m格构式三管塔,拟用来代替30m单管塔。经过经济分析、外观审视,认为该格构式三管塔具有可行性。

2 创新方案

为适应市区环境,铁塔的造型、塔重及安装方式成为主要考虑因素。外观不丑陋、细节不粗糙、塔重较轻、安装方便、占地面积小的塔型是首选。本次塔型的创新点在重量、占地面积、安装三个方面。

在提出新设计方案之前,回顾铁塔设计要点,创新之处实际上是某一要素进行调整或某几个要素进行合并处理。

2.1 风荷载计算

依据建设部发布的国家标准GB50135—2006《高耸结构设计规范》对杆塔进行风荷载的计算,下面为引用标准部分。

(1)垂直作用于结构表面单位面积上的风荷载标准值应按公式(1)计算。

$$\omega_k = \beta_z \mu_z \omega_0 \quad (1)$$

(2)风压高度变化系数 μ_z 。

(3)高耸结构的风荷载体型系数 μ_s ,按规定采用塔架结构的形式,选用《高耸结构设计规范》中表4.2.7所列的体型部分。

(4)自立式高耸结构在z高度处的风振系数可按公式(2)确定。

$$\beta_z = 1 + \xi \varepsilon_1 \varepsilon_2 \quad (2)$$

式中, ξ 为脉动增大系数; ε_1 为风压脉动和风压高度变化等的影响系数; ε_2 为振型、结构外形的影响系数。

2.2 创新思路

本方案重点从减少腹杆迎风面积和减少跟开两个方面进行讨论和分析。腹杆是挡风面中比较大的一部分,减少腹杆可降低风荷载。由于设置腹杆能减小受压杆件计算长度,腹杆本身也是回转半径较小的杆件,因此,减少腹杆的同时就要减小塔柱之间的间距。

(1)将传统剪刀型腹杆减去一半,呈W型,并且面与面之间呈顺时针旋转关系。从立面来看,腹杆的数量减少一半,由于长细比的控制,挡风面积并没有减少一半,但挡风面积远小于传统剪刀型腹杆布置类型。具体如图1所示。

(2)减小塔基跟开。标准图集单管塔DGT(Z)-30-0.65-3ZJ底部直径910mm,占地面积约0.65m²; 30m格构式管塔跟开1.2m,占地面积约0.623m²。具体如图2所示。

3 经济分析

对比《通讯铁塔标准图集》(V1.3)中0.65kN/m²基本风压下30m单管塔,本格构式三管塔相应的经济参数和指标从塔重、塔脚力、造价三个方面进行论述。

3.1 塔重

两种塔重的区别见表1。

由表1可知，格构式管塔的重量比标准图集单管塔要大一点。

3.2 塔脚力

两种塔脚力比较见表2。

通过上述两种塔基反力的比较可以得出，标准图集的单管塔的塔基反力比格构式管塔的塔基反力小，但幅度不大。

3.3 造价

由于塔基跟开太小，不适合做多桩基础，故考虑大开挖筏板基础和桩带承台基础。文中的分析结果以筏板基础为依据。另外，标准造价已经考虑对应风压下的调整系数。

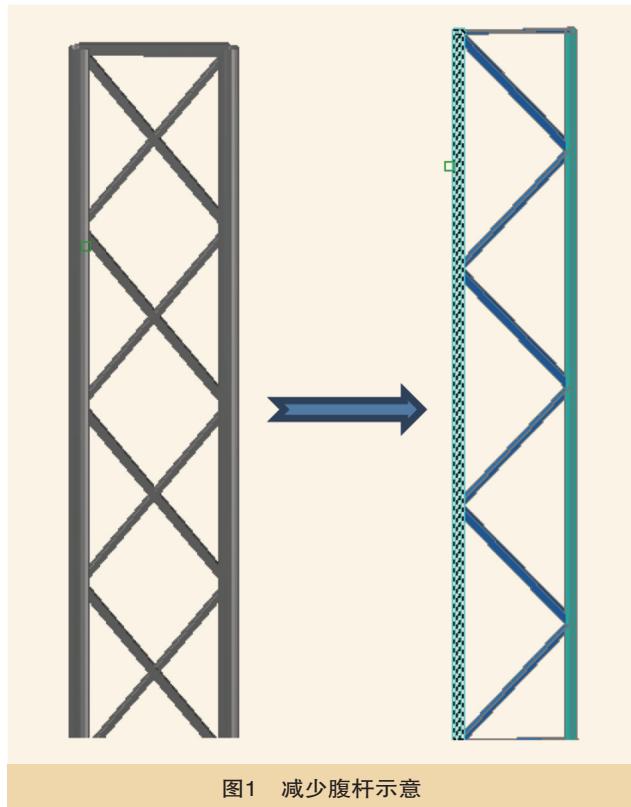


图1 减少腹杆示意

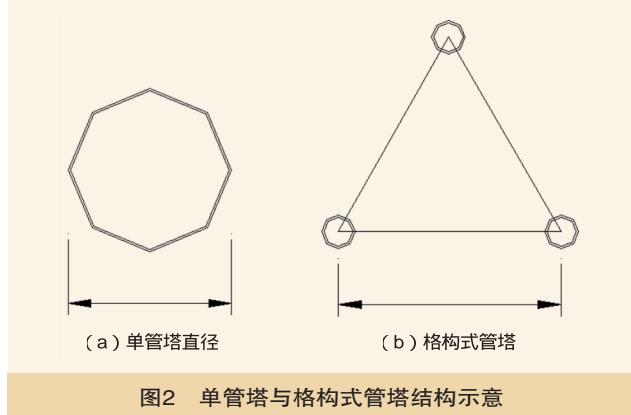


图2 单管塔与格构式管塔结构示意

根据厂商报价，得知单管塔的单价（元/吨）要比三管塔的单价高。格构式管塔的构造形式与三管塔类似，塔身造价采用三管塔单价。格构式管塔的塔身和基础造价分析见表3。

由于铁塔的总造价受到土壤参数、基本风压值、场地条件、铁塔厂商及施工方报价等多方面因素的影响，以上得到的数据是经过统计后偏大的结果。格构式三管塔立面图如图3所示。

表1 两种塔重的区别

类别	塔身重量 (T)	地脚螺栓 (T)	总重 (T)	跟开 (m)
30m单管塔 (圆形)	4.792	0.5	5.292	0.91
30m格构式管塔 (三角形)	4.72	0.78	5.5	1.2

表2 两种塔脚力比较

类别	简化至脚平面形心处 合力标准组合			简化至脚平面形心处 合力基本组合		
	压力 (kN)	剪力 (kN)	弯矩 (kN·m)	压力 (kN)	剪力 (kN)	弯矩 (kN·m)
30m 格构式管塔	43.3	50.32	1103.67	60.75	70.44	1545.1
30m单管	53.3	41.7	868.7	64	58.4	1216.3

表3 30m格式塔造价分析

类别	塔身造价 (万元)	基础造价 (万元)	铁塔+基础 总造价 (万元)	设计天线数量 (面)
30m格构式管塔 标准造价	5.88	7.87	13.75	9
30m单管塔 标准造价	8.78	6.84	15.62	9



图3 格构式三管塔立面图示意

(下转55页)

doi:10.3969/j.issn.1000-1247.2018.08.018

中国铁塔共享率提升方式探讨

宋 翔 颜 斌

北京中网华通设计咨询有限公司



阐述共享率指标的定义及重要性，以某地市为例，从规划、勘察以及铁塔资源改造等方面进行分析，提出多种灵活多样的改造方式，达到合理有效地提高共享率的目的。



共享率 需求整合 存量改造 站址储备

1 共享率指标定义及重要性

中国铁塔商务模式重在共享，主要表现在三个方面：一是建设共享，改造利用存量基站资源，能共享的不新建；二是维护共享，统一维护新建铁塔、存量铁塔及配套设备；三是社会共享，积极扩展社会资源的共享。共享率是中国铁塔生存的价值所在，也是提升效益的关键。

下面重点讨论提高建设共享率的方式。建设共享率分为新建、存量改造两个指标，分别定义如下。

新建站址共享率：(新建站址两家共享数×1+新建站址三家共享数×2)/新建总站址数。

存量改造共享率：(存量改造站址两家共享数×1+存量改造站址三家共享数×2)/存量改造总站址数。

提升共享率的最终目的是降低工程造价、提高公司效益，所以提升共享率可简单理解为降低新建站比例，尤其是独建站，能利旧不新建、能共建不独建。从中国铁塔对这两个指标的重视程度同样可看出：新建站址共享率为关键评价指标，存量改造共享率为一般评价指标。

下面分阶段探讨提高共享率、降低新建站比例的方法。

2 提升共享率方法

运营商规划、需求提出、需求整合（地图作业）、需求勘察、方案确定，这是一个简单的工作流程。一般来说，提高共享率重点是在需求整合阶段“做文章”，但运营商规划是确定需求，如果在该阶段就采用手段将不可能共享建设的需求剔除，会起到事半功倍的效果。

下面以某省会城市规划为例，分阶段逐一分析。

2.1 运营商规划阶段

在运营商规划阶段提高共享率的方法可分为两种：第一种为分析现状、主动推荐；第二种为分析规划、引导调整。理想目标是运营商规划结果尽可能利用铁塔存量资源，最大限度降低新建站数量。

(1) 分析现状、主动推荐（预判需求）

根据目前掌握的三家运营商现状资料，找出三家运营商的覆盖差距。表1是某省会城市三家运营商规模对比。

从表1可以看出，中国移动覆盖范围最广、资源最为丰富，可定位为资源提供方；中国联通与中国移动的覆盖差距主要在农村；中国电信资源最少，网络最为薄弱，深度或连续性覆盖较差。本阶段重点是结合中国联通、中国电信规划思路，将中国移动站址推荐给其他两家使用。

以中国移动、中国电信站址为圆心，共享距离为半径进行图上作业，得到在共享距离内没有中国联通站址的中国移动、中国电信站址资源。该部分站址可初步定义为可推荐站址，需结合中国联通建设思路、站址分布区域进行最终确定。某省会城市可推荐中国联通使用站址规模情况见表2。

(2) 分析规划、引导调整

对运营商初步规划结果进行分析，以规划站址为圆心、共享距离为半径，重点分析半径范围内是否有其他运营商的规划站址，尤其是农村站址，这种站址意味着将来要独建，要重点关注，尽量引导客户取消或调整，重点从市场角度找原因。某省会城市运营商规划结果分析见表3。

(3) 新规划区域

由于城市拓展、城乡规划等因素，会出现部分未覆盖区

域，如新建工业园区、新开发景区、新建交通干线等，中国铁塔要主动出击，充分考虑三家运营商、多种网络制式等因素，规划站址。

对于此部分站址资源，在规划阶段要引导运营商纳入。例如该城市建设中的城际铁路于2017年7月开工，预计2020年完工，中国铁塔主动规划24个站点，引导三家运营商纳入后期规划。

(4) 储备站址

站址储备方式一般分为批量获取和针对性获取两种方式。其中“沿街覆盖类”等公共区域场景由于未来覆盖目标难以明确，一般采用批量获取的方式进行储备；而“小区覆盖类”覆盖场景目标较为明确，一般采用主动预判的方式有针对性地站点储备。

在公共区域，可用于微站设备布放的站址资源以各类杆类资源为主。这类站址的获取需要和政府部门进行协商，得到相关部门支持、审核同意后，中国铁塔再通过“框架协议+订单”或“资源置换”的方式，进行批量获取。

小区覆盖类场景需向私人、物业、企业等非公用资源业主进行站址资源获取。对于新建小区，中国铁塔应主动与开发商或物业联系，了解资源使用意向，争取潜在站址资源。对于成熟小区，中国铁塔可了解中国电信企业有线宽带、小区分布（或室内分布）建设情况，针对中国电信企业未全部

表1 某省会城市三家运营商站址规模情况

类项	中国移动	中国联通	中国电信
站址规模（个）	3530	3340	2289
铁塔数量（个）	1870	1626	1164
占比	52.97%	48.68%	50.85%

表2 某省会城市可推荐中国联通使用站址规模情况

类型	中国移动	中国电信	小计	备注
推荐共享（市区）（个）	73	12	85	-
推荐共享（县城）（个）	96	25	121	-
推荐共享（农村）（个）	260	67	327	推荐思路：目前中国联通美丽乡村工程，推送农村站点
合计（个）	429	104	533	-

表3 某省会城市运营商规划结果分析

场景	站点数（个）	可共享站点数（个）	可共享比例	备注
密集市区	1343	716	53%	-
一般市区	66	29	44%	-
县城	82	26	32%	-
乡镇	42	26	62%	-
农村	699	453	65%	引导目标：放弃建设
合计	2232	1250	56%	-

进驻小区，可开展预判从而获得站址资源信息，以补充中国电信企业需求，做好资源的提前储备。

对于此类储备站址，在运营商规划阶段，将相关站址情况推荐给运营商，供运营商根据网络覆盖情况，甄别使用。

2.2 整合阶段

需求整合是指对于不同中国电信企业的建设需求，在分析目标区域无线站址布局、系统制式及工作频段的基础上，围绕站址偏移的影响分析，以提升共享共建水平为目的的站址规划方法。

该阶段为中国铁塔收到运营商提出需求后，初步进行地图作业。对运营商资源整合，铁塔、运营商都会有整合距离要求，但在实际操作过程中，为提高共享率，不应单纯以距离为共享依据，更多的是应充分考虑是否能达到覆盖目标。

除上述比较正规的整合方式外，为提高共享率，在整合过程中，要采用灵活多样的整合方法。

2.3 灵活多样的改造方式

上述几种方法均为从站址能否满足覆盖角度来提高共享率，但如果该站址配套高度、空间不满足共享需求，最终共享也无法实现，这时灵活多样、打破常规的配套改造形式对于提升共享率尤为重要。

(1) 铁塔

在塔桅现网可利用高度不足，或者无可利用的天线支臂且无法新增支臂的情况下，通过优化塔身结构，拆除飘带，新增抱杆，解决原塔桅满负荷或者挂高不足问题，工期短、见效快、投资小，减小了协调难度，能有效利用原有资源，提高共享率。优化塔身结构示例如图1所示。

(2) 增高架

对于架设方式为增高架的基站，存量站无法新增抱

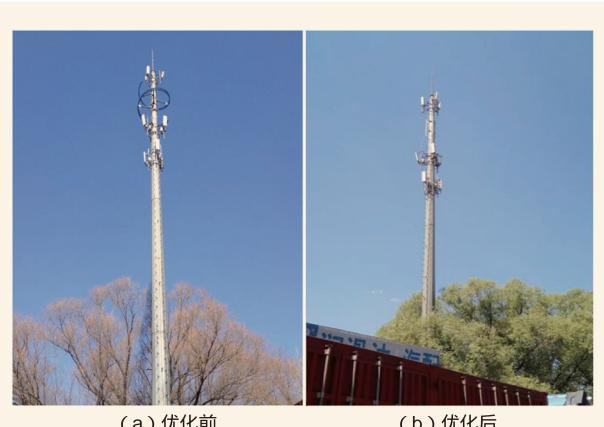


图1 优化塔身结构示例



图2 增高架增高改造示例

杆，可以通过在增高架内部支撑桅杆，达到增加平台、提升挂高、满足隔离度要求等目的。增高架增高改造示例如图2所示。

(上接52页)

4 总结

由上述分析得出，在满足同样荷载的条件下，30m格构式三管塔跟开与单管塔直径接近。因为单管塔在地面上自立塔中跟开最小，故格构式三管塔的占地面积也较小。格构式管塔的总重比单管塔略重，但是格构式的制作工艺比单管塔简单，其综合单价比单管塔低，总造价也比单管塔低。格构式管塔跟开较小，侧面腹杆具有波浪流线型，在美观方面比普通三管塔强。

参考文献

- [1] 中华人民共和国住房和城乡建设部和中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局.建筑结构荷载规范[M].北京:中国建筑工业出版社,2012

(3) 抱杆

对于抱杆基站，楼面无法新增抱杆或者物业协调难度较大，如果是运营商新加系统的需求，例如中国电信800MHz、中国移动的FDD等需求，可以协调运营商通过替换多端口天线或者插板升级的方式解决共享。

以上仅为配套改造的部分示例。共享过程中，需要根据实际情况，设计灵活多样的改造方式，以提高中国铁塔共享率。

3 结语

从上面分析的提高共享率方法可看出，如能参与到运营商规划阶段中，成规模性、区域性推荐、调整，事半功倍，属于上策。等到需求整合阶段，更多需要精细化作业，而且是单点解决，属于下策。也可以理解为规划阶段为宏观性调整，整合阶段为微观性调整。

总之，在工程建设过程中，要从多阶段入手、多手段分析、多方式改造，最终达到提高共享率的目的。

如对本文内容有任何观点或评论，请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

[2] 中国工程建设标准化协会.钢结构单管通信塔技术规程[M].北京:中国计划出版社,2008

[3] 中华人民共和国住房和城乡建设部和中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局.建筑抗震设计规范[M].北京:中国建筑工业出版社,2010

[4] 中华人民共和国住房和城乡建设部和中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局.建筑地基基础设计规范[M].北京:中国建筑工业出版社,2011

如对本文内容有任何观点或评论，请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

作者简介

杨治彬

本科，毕业于中国地质大学（北京），中级工程师，现任北京中网华通设计咨询有限公司土建工程师。

单管塔预制单桩基础对比分析研究

欧阳琪

北京中网华通设计咨询有限公司

摘要

结合实际工程，对基础的选型应用进行分析比较，对基础形式的合理选择、应用给出一定的建议，并结合预制单桩基础工程的实例进行说明，结果表明预制单桩基础对于提高建站速率非常有效。

关键词

基础 预制 比较

1 背景

北京地区市区绿化带内和人行道旁所建设塔型多为《中国铁塔股份有限公司美化塔标准图集V1.0》中的25m通信灯杆塔，编号DGT(CL)-25-0.45-3ZJ。由于场地及业主的限制，传统基础方案难以实施。为了满足运营商的建设需求，需要多种基础建设方案共同实施。

2 现状分析

目前《铁塔基础示意图例》提供的单管塔基础结构形式主要可分为两种，一种是现浇独立扩展基础，另一种是现浇桩基础。

2.1 现浇独立扩展基础

优势：板式基础，只需一次支模成型，基坑机械开挖便于施工，缩短工期。对地基适应性好，施工方便。

劣势：基坑占地面积大，混凝土养护时间长，钢筋用量较大，对现场施工要求、技术指标要求高。现浇独立扩展基础如图1所示。

2.2 现浇桩基础

单管塔单桩基础是利用单桩自身强度来抵抗塔底部整体倾覆力矩，并利用桩周土体来抵抗塔底水平力，限制桩身位移。

当场地土质条件较好、易于开挖且施工条件允许时，可采用人工挖孔桩；当场地为软土地基，地表存在相对较好的“硬壳”土层时，可采用机械钻孔灌注桩。

优势：占地面积小，施工较易，混凝土使用量少。

劣势：施工周期长，对现场施工要求、技术指标要求

高，成孔需做护壁。

人工挖孔桩示意如图2所示。

在满足安全适用的条件下，基站的选址和查勘显得尤为重要，根据不同的地理条件和环境选择不同的基础形式，可以有效降低成本，加快项目进度，提高管理效率。

3 预制单桩基础实例

2015年，北京铁塔在成立初期面临大量的基站配套建设任务，为了更快更好地完成基站建设指标，北京铁塔在实际工程中采用预制单桩基础的形式。

预制单桩基础是北京地区市区内绿化带和人行道旁采用的一种基础形式。基坑采用人工挖孔成孔，基础截面为正方形，厂商在库房预制好后于现场吊装安装。

3.1 预制单桩基础的优点

(1)基础在工厂内批量预制，根据混凝土养护条件标准，控制好质量。

(2)施工安装速度快，通常一个晚上就能完成基础施工及铁塔安装，很好地避免了居民投诉事件的发生。

(3)占地面积小，建站灵活，因此常常建在市区道路旁的绿化带内或人行道旁。

3.2 预制单桩基础应用

结合实际工程，建议基本风压 $\leq 0.45 \text{ kN/m}^2$ 的市内地区可采用预制单桩基础。一方面，城市内道路旁和绿化带内选址难度比较大，预制单桩基础更能发挥占地面积小的作用；另一方面，城市内建站民扰纠纷时常发生，预制单桩基础极大地缩短

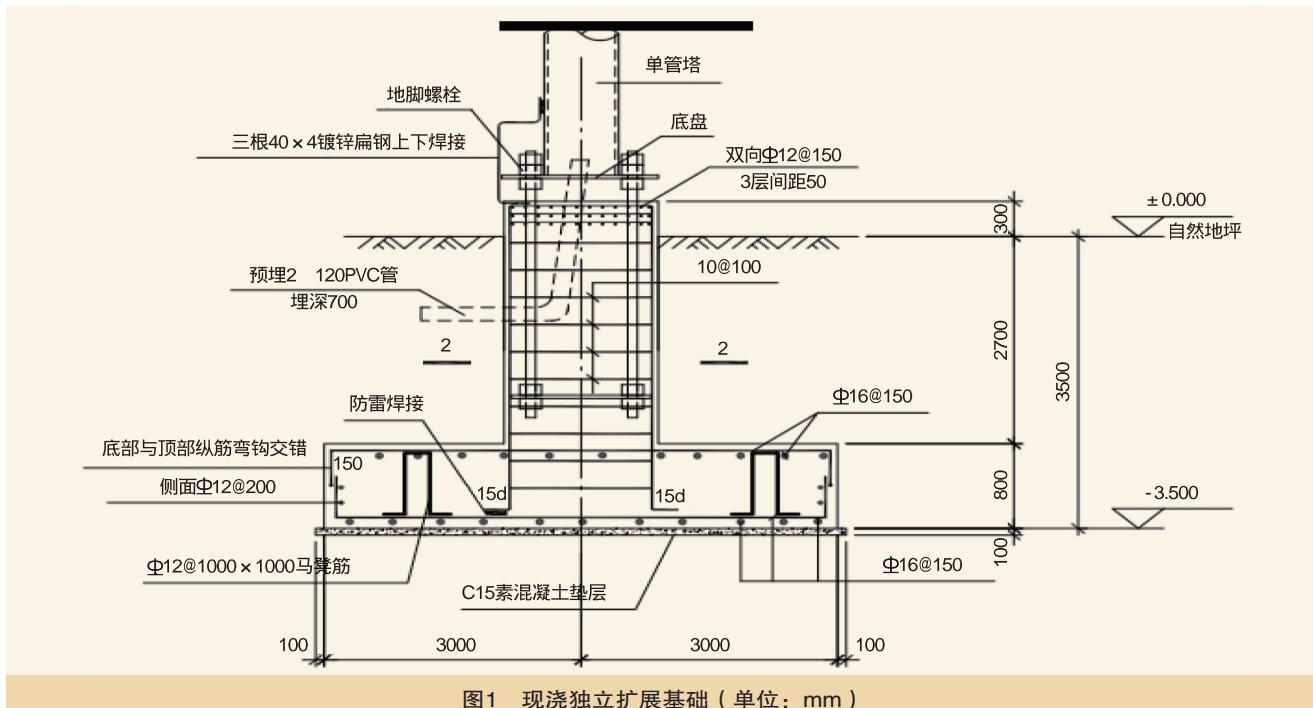


图1 现浇独立扩展基础 (单位: mm)

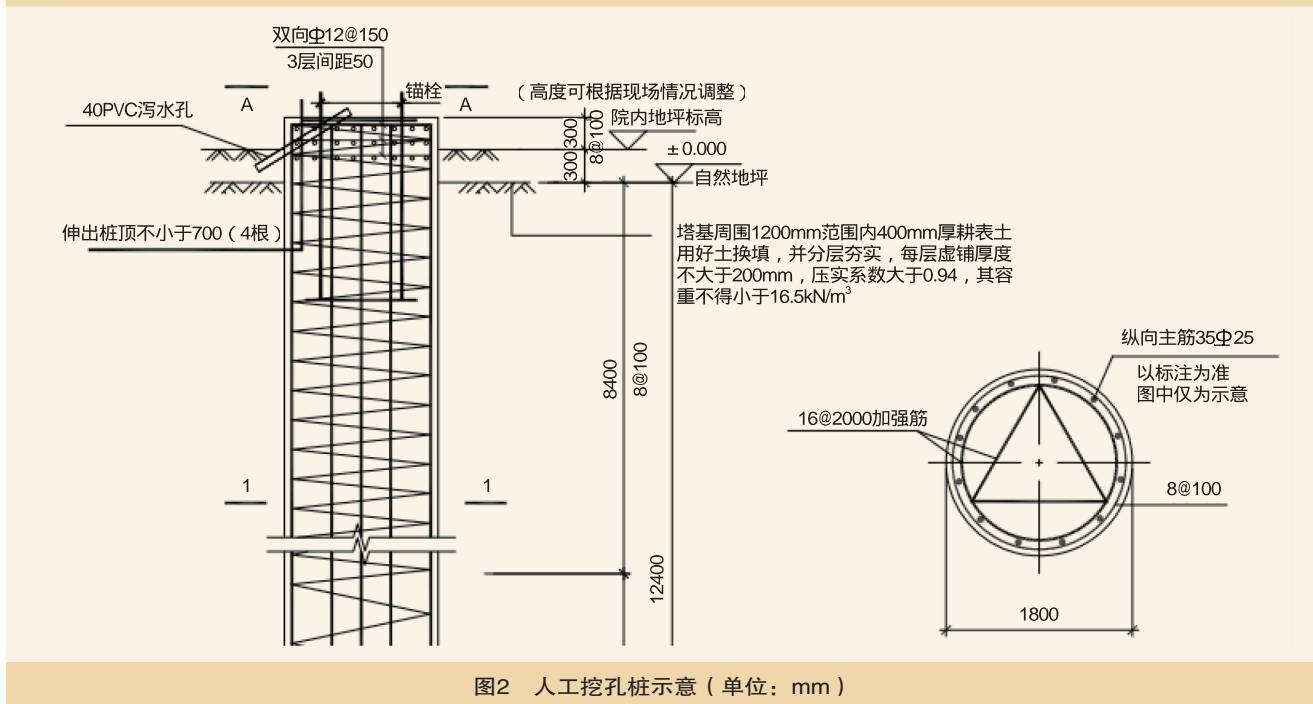


图2 人工挖孔桩示意 (单位: mm)

施工时间，将民扰纠纷的发生概率降到最低。下面通过实际案例分析并比较几种基础形式的经济性和可操作性。

(1) 案例一

25m 3支架通信灯杆塔，基本风压取 $0.45\text{kN}/\text{m}^2$ ，地面粗糙度为B类，具体的内力参数为压力=36.7kN，剪力=22.0kN，弯矩=390.0kN·m，具体的重量和造价见表1。

通过比较可以发现，在相同的自然条件和载荷条件下，

预制单桩基础与现浇桩基础造价相近，但预制单桩基础的施工周期更短。

(2) 案例二

25m 3支架通信灯杆塔，基本风压取 $0.45\text{kN}/\text{m}^2$ ，地面粗糙度为B类，具体的内力参数为压力=36.7kN，剪力=22.0kN，弯矩=390.0kN·m，具体的重量和造价见表2。

(下转59页)

快速评判楼顶承重问题

曹 赫

北京中网华通设计咨询有限公司

摘要

建筑结构承重问题越来越受到人们关注，文中在假定现有楼宇设计满足规范要求的情况下，整理基于现浇楼板厚度、双向板板跨长度这两种条件组合时所对应的最保守承重量，以便今后勘察时根据现场情况对号入座，快速高效地得出结论。

关键词

快速评估 楼板承重 设计规范

1 引言

随着通信宏站勘查的场景越来越趋于复杂化、多样化，楼顶基站更多地被应用起来，随之而来的建筑结构承重问题越来越受到人们的关注。但建筑结构承重复核计算，需要很多现场实际的参数资料，如板厚、板配筋以及周边结构主体相关数据，这些数据最直接的获得方式就是拿到此建筑物当时的结构设计图，但是往往在勘查过程中这些资料都无法获得。

要根据勘查现场通过简易工具能测量出的数据进行结构承重复核计算。以下将计算所需的几大因素相互组合，以表格的形式呈现，这样在勘查过程中测出板厚、双向板短边跨度，就可以查到楼板可以承受对应的最保守的重量，提升制定方案的效率。

接下来介绍的判断楼板承重方法都是针对现浇楼板，而且都是基于假定此建筑的结构施工图复核结构设计规范的基础，才可按照表格判断。所以对于一些自建房屋，此判定方法并不适用。

2 计算分析

2.1 计算说明

- 根据《混凝土结构设计规范》，双向受力楼板最小配筋率为0.2；
- 根据《建筑结构荷载规范》，上人屋面活荷载取2.0kN/m²；
- 恒荷载按照一般屋顶面层，厚取130mm，材料容重20kN/m²，所以恒荷载取2.6kN/m²；
- 根据目前楼板常见双向板短边跨度，本次计算可分4m、5m、6m、8m来进行计算；

根据《混凝土结构设计规范》，双向板板厚与短边长度之比不小于1/40，所以以上各种条件组合见表1。

2.2 反算楼板最小配筋下承受的最大荷载

以100mm厚楼板，4m板跨为例，计算三级钢8@200配筋下最大荷载（按弹性板计算）。

(1)计算条件

计算跨度：

$L_x=4.000\text{m}$ ； $L_y=4.000\text{m}$ ；板厚 $h=100\text{mm}$ ；板容重=26.00kN/m²，板自重荷载设计值=3.12kN/m²；恒载分项系数=1.20，活载分项系数=1.40；活载调整系数=1.00。

荷载设计值（不包括自重荷载）：

均布荷载 $q=5.92\text{kN/m}^2$ ；局部荷载， $a_x=1.00$ ， $a_y=1.00$ ， $q=4.20\text{kN/m}^2$ 。

砼强度等级：C30， $f_c=14.30\text{N/mm}^2$ ， $E_c=3.00 \times 10^4\text{N/mm}^2$ 。

支座纵筋级别：HRB400， $f_y=360.00\text{N/mm}^2$ ， $E_s=2.00 \times 10^5\text{N/mm}^2$ 。

板底纵筋级别：HRB400， $f_y=360.00\text{N/mm}^2$ ， $E_s=2.00 \times 10^5\text{N/mm}^2$ 。

纵筋混凝土保护层=15mm，配筋计算 $a_s=20\text{mm}$ ，泊松比=0.20。

支撑条件：四边均为简单支撑，4个方向均无角柱。

(2)计算结果

弯矩单位为kN·m，配筋面积为mm²，构造配筋率为0.20%。

弯矩计算方法：双向板查表。

跨中：水平、竖向两个方向弯矩均为7.0 kN·m，面积

表1 跨度、板厚、最小配筋间的关系

跨度 (m)	4		5		6		8
板厚 (mm)	100	120	130	150	160	180	200
最小 配筋	8@200	8@200	8@150	8@150	10@200	10@200	10@150

表2 不同条件下的最大荷载

跨度 (m)	板厚 (mm)	最小配筋	跨中最大荷载 (kg)
4	100	8@200	250
	120	8@200	750
5	130	8@150	600
	150	8@150	1200
6	160	10@200	550
	180	10@200	1200
8	200	10@150	250

均为 254mm^2 (0.25%) , 均实配E8@190 (265) 。

四边: 上下左右4个方向弯矩均为0, 面积均为 200mm^2 (0.20%) , 均实配E8@200 (251) 。

可以看出, 当附加荷载为3kN时, 也就是300kg, 此楼板配筋超出最小配筋, 所以此楼板最保守可承受最大荷载250kg。

(上接57页)

表1 预制单桩基础与现浇桩基础的重量与造价

基础形式	混凝土重量 (吨)	混凝土单价 (吨/元)	总造价 (元)	施工时间 (天)
预制单桩基础	约9.8	4000	39208	2
现浇桩基础	约16	2054.18	32866	35

表2 预制单桩基础与现浇独立基础的重量与造价

基础形式	混凝土重量 (吨)	混凝土单价 (吨/元)	总造价 (元)	施工时间 (天)
预制单桩基础	约9.8	4000	39208	2
现浇独立基础	约26.1	1436.63	37496	35

通过比较可以发现, 在相同的自然条件和载荷条件下, 预制单桩基础与现浇独立基础造价相近, 但预制单桩基础的施工周期更短。

结合大量的工程实例, 在选址较为严苛的条件下, 预制

由此可以同理计算出其他跨度、板厚在最小配筋下承受的最大荷载, 具体见表2。

3 结束语

综上只针对楼板单一构件进行承重复核分析, 未考虑对框架梁、框架柱或剪力墙等其他构件的影响。根据国家抗震规范要求, 框架梁、框架柱及剪力墙均有抗震构造加强, 且每个建筑的结构各不相同, 无法进行模块化分析, 所以不再对上述构件再进行复核验算。

讨论得出结论为在满足建筑设计规范的前提下, 楼板可承重的最保守重量, 计算中有多个因素的条件取得比较极限, 例如配筋、边界支座条件、荷载形式等, 所以如果遇到荷载过大情况, 可根据实际情况重新计算。

参考文献

- [1] GB 50009—2012, 建筑结构荷载规范[S]
- [2] GB 50101—2010, 混凝土结构设计规范[S]
- [3] GB 50011—2010, 建筑抗震设计规范[S]
- [4] JGJ 3—2010, 高层建筑混凝土结构技术规程[S]

如对本文内容有任何观点或评论, 请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

单桩基础更能发挥施工快捷、降低民扰纠纷问题的优势。

4 结束语

在中国铁塔模块化项目管理体系下, 合理的基础方案选型会直接影响到基站建设过程中的协调问题。施工周期短, 以及在模块化计价体系下进行项目管理的便利性、可操作性是基础选型需要考虑的因素之一。

通过几种基础形式的比较, 结合实际工程应用, 从经济、适用的角度对基础的选型提出如下建议。

(1)城市绿化带等特殊场地, 交付压力较大时, 建议采用预制单桩基础。造价相对经济, 且更能发挥施工速度快的特性。

(2)民扰纠纷严重等类似场地, 建议采用预制单桩基础; 降低施工难度, 缩短基础建设周期。

如对本文内容有任何观点或评论, 请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

青海某运营商太阳能供电系统方案分析

葛 履

北京中网华通设计咨询有限公司

摘要

针对目前青海绝大部分边远地区存在基站与机房供电难、无保障且维护成本高的难题，通过对运营商现网站点动力系统进行摸排，结合地区光能资源分布情况和维护现状，给出具体的太阳能供电系统替代方案和多维度效益评估，充分论证太阳能供电方案的可行性和实操性。

关键词

太阳能 蓄电池容量 改造 投资回收期

1 研究背景及意义

1.1 研究背景

1.1.1 太阳能辐射资源丰富

青海省地处中纬度地带，太阳辐射强度大，光照时间长，年总辐射量可达 $5800\sim7400\text{MJ/m}^2$ ，其中直接辐射量占总辐射量的60%以上，仅次于西藏，位居全国第二。青海省太阳总辐射空间分布特征是西北部多，东南部少，太阳资源特别丰富的地区位于柴达木盆地、唐古拉山南部，年太阳总辐射量大于 6800MJ/m^2 ；太阳资源丰富的地区位于海南（除同德）、海北、果洛州的玛多、玛沁、玉树及唐古拉山北部，年太阳总辐射量为 $6200\sim6800\text{MJ/m}^2$ ；太阳能资源较丰富地区主要分布于青海北部的门源、东部黄南州、果洛州南部、西宁市以及海东地区，年太阳总辐射量小于 6200MJ/m^2 。

1.1.2 网络运维现状分析

(1) 电费成本分布

根据运维部门提供的能耗数据，中转供电电费比例过高造成能耗成本居高不下。2017年青海省直供电电费共计1180.50万元，转供电电费2480.68万元，全省直供电电费比例为32.24%，转供电电费比例达67.76%。

(2) 断站故障原因分布

根据维护部门2017年6月数据，青海省共出现掉站3998站次（含太阳能站光能供电因素1383站次），其中外电因素造成断站2215站次。不考虑已有太阳能站点，外电因素造成断站全省年均占比84.70%。由此可见，外电供应不稳定是掉站故障的主要原因。

1.2 研究意义

利用太阳能光伏系统进行光电转化，为移动通信基站提

供动力，常见太阳能供电系统有电叠光供电系统、风光互补供电系统、独立太阳能供电系统。光伏系统具有如下优点：稳定性耐久性较好；维护工作量少，附加投资少；组件积木化，易于安装。通过对青海省太阳能辐射资源分布情况、电价区间分布以及断站故障原因分析，可以看出丰富的太阳能资源、过高的能耗成本和不稳定的外电供应为太阳能供电的应用理论提供了充分的基础。

2 设计要求

2.1 太阳能容量计算

太阳能配置步骤如下。

(1) 查阅当地气象资料，确定每日有效日照时数，依据气象情况确定系统最大持续供电时间和系统补足蓄电池的最大能耗时间。

(2) 按照太阳能计算公式，确定太阳能电池容量，依据气象情况，选择合适的太阳能设备，确定太阳能电池安装模式。

(3) 太阳能电源配置按下式计算： $S=JUIM/H\rho$ 。式中： S 为太阳能电池功率， J 为气候指数（根据当地气候而定，一般为1~1.45）， U 为系统输出电压， I 为负载电流， M 为太阳能设计供电时间， H 为当地日平均有效日照时间， ρ 为控制系统效率。

由于气象意义上的日照时数并非太阳能电源设计时所应考虑的每平方米阳光能量的焦耳数，而是以日照能够产生阴影的时长为衡量标准，其计时起始时间为日出，终止时间为日落。因此，计算实际日照时数应以气象日照时数减去2~3h为宜，即太阳有效日照按每天4.5~6.5h计算，相当于每天10:30~15:00为当地有效日照时间。具体见表1。

因此， S 为太阳能电池功率； J 为气候指数，取1； U

为系统输出电压，取48V； I 为负载电流运行功耗16A（基站）、8A（RRU拉远）； M 为太阳能设计供电时间，取36h； H 为当地日平均有效日照时间，取6.5h（格尔木、海西）、5.5h（西宁、海东、海南、黄南、海北）或4.5h（玉树、果洛）； ρ 为控制系统效率，取95%。

通过计算， $S_{\text{基站}}=4551W_{\rho}$ 、 $S_{\text{RRU}}=2326W_{\rho}$ （格尔木、海西）； $S_{\text{基站}}=5769W_{\rho}$ 、 $S_{\text{RRU}}=2784W_{\rho}$ （西宁、海东、海南、黄南、海北）； $S_{\text{基站}}=6896W_{\rho}$ 、 $S_{\text{RRU}}=3484W_{\rho}$ （玉树、果洛）。

2.2 蓄电池组计算

蓄电池组最大持续供电时间的选定，需要参考当地连续无风阴雨天数和设备的重要等级，选择太小，系统供电可靠性会降低；选择太大，系统造价会过高。

蓄电池组容量计算如下。

$$Q \geq KIT / \eta [1+0.006(t-25)]$$

式中， Q 为蓄电池容量； K 为保险系数（一般取1~1.25），取1.25； I 为负载电流运行功耗，取16A（基站）、8A（RRU拉远）； T 为蓄电池最大持续供电时间（依当地连阴天而定），取48h； η 为蓄电池容量系数，取1； t 为环境温度，取5°C（无采暖设备，蓄电池地埋）。

表1 有效日照时间

地市		平均每日日照时间 (h)	
格尔木、海西		8.5	
西宁、海东、海南、黄南、海北		7.5	
玉树、果洛		6.5	

表2 青海某运营商太阳能基站配置情况

地市	太阳能基站		太阳能RRU拉远站	
	太阳能 (W _ρ)	蓄电池 (Ah)	太阳能 (W _ρ)	蓄电池 (Ah)
格尔木、海西	5000	2×500	2500	2×300
西宁、海东、海南、黄南、海北	6000	2×500	3000	2×300
玉树、果洛	7000	2×500	3500	2×300

注：以上所有计算结果皆按单系统配置考虑

表3 单站改造效益分析

站名	电费单价 (元)	功耗 (W)	挽回断电 造成业务 损失 (元)	挽回因断电 造成设备 损毁成本 (元)	节省断电 保障成本 (元)	节省年均 电费成本 (元)	年均节省 维护成本 (元)	太阳能 装机容量 (峰瓦)	太阳能装 机总成本 (元)	回收期 (12元/峰瓦)		回收期 (10元/峰瓦)		系统可靠 度提高
										直接ROI	间接ROI	直接ROI	间接ROI	
基站1	0.64	7722	122.65	360	10800	43294.6	1827	61779	753346	17.4	13.36	14.55	11.18	0.28%
基站2	0.64	3667	1061.06	360	5400	20560.9	1680.84	29339	364071	17.71	12.53	14.85	10.51	0.56%
基站3	0.64	4242	3160.57	360	7800	23781.9	1808.73	33935	419225	17.63	11.36	14.77	9.56	1.11%
基站4	0.64	3197	3148.27	360	12000	17922.1	1735.65	25574	318885	17.79	9.07	14.94	7.6	2.78%
...	0.64	3684	4183.27	360	10800	20654.6	1772.19	29473	365675	17.7	9.68	14.85	8.13	2.08%

计算得出： $Q \geq 1030 \text{ Ah}$ （郊区基站）， $Q \geq 545 \text{ Ah}$ （RRU拉远站）。即太阳能基站配置两组500Ah蓄电池组，太阳能RRU拉远站配置两组300Ah蓄电池组。综上，太阳能基站配置情况见表2。

3 综合效益分析

3.1 改造方案效益分析

海东、海西、格尔木三个地市的自留基站具备良好的电叠光改造基础。方案中样本站点为136个，电力供应涉及直供电和转供电，现有蓄电池配置可直接利旧。本节分析参数： $S_{\text{容量}}$ 为装机容量，根据现网站点功耗等效计算出配置； $p_{\text{光伏}}$ 为光伏单价，暂定为目前招标最低价格12元/峰瓦； $C_{\text{控制器}}$ 为太阳能控制器成本，按照12000元/200A配置； $P_{\text{发电量}}$ 为光伏发电量，由装机容量、发电效率及有效日照时长确定； $p_{\text{电价}}$ 为现行电价； $L_{\text{业务}}$ 为因断电造成的业务损失； $L_{\text{设备}}$ 为因断电造成的设备损毁成本； $C_{\text{维护}}$ 为现网站点年均维护成本； $R_{\text{功率}}$ 为现网站点设备总功率。

(1) 直接效益分析

$$ROI_{\text{直接}} = C_{\text{光伏}}/E_{\text{等效}} = (S_{\text{容量}} \times p_{\text{光伏}} + C_{\text{控制器}})/(P_{\text{发电量}} \times p_{\text{电价}})$$

(2) 间接效益分析

$$ROI_{\text{直接}} = C_{\text{光伏}}/E_{\text{综合}} = (S_{\text{容量}} \times p_{\text{光伏}} + C_{\text{控制器}})/(L_{\text{业务}} + L_{\text{设备}} + C_{\text{维护}} + C_{\text{发电}} + R_{\text{功率}} \times p_{\text{电价}})$$

两种效益分析结果见表3。

3.2 新建方案效益分析（海西、格尔木为例）

3.2.1 风光互补系统

(1) 直接效益分析

海西、格尔木直供电区域投资回收期：

$$ROI_{\text{直接(直)}} = (C_{\text{风机}} + C_{\text{光伏}} + C_{\text{控制器}} + C_{\text{维护}})/E_{\text{等效}} = (4000 + 6000 \times 12 + 12000 + 2000 \times (7-1))/(6000 \times 8.5 \times 0.81 \times 365/1000 \times 0.64) = 10.36(\text{年})$$

海西、格尔木转供电区域投资回收期：

$$ROI_{\text{直接(直)}} = (C_{\text{风机}} + C_{\text{光伏}} + C_{\text{控制器}} + C_{\text{维护}})/E_{\text{等效}} = (4000 + 6000 \times$$

$12+12000+2000 \times (7-1)/(6000 \times 8.5 \times 0.81 \times 365/1000 \times 1.2)=5.53(\text{年})$

其中，风机装机容量按750W考虑；配置太阳能峰瓦功率为6000W_p（每峰瓦装机综合造价（含辅材+安装）为12元，控制器单价12000元/200A）；考虑到青海省风沙较大，风机易损坏，风机维护成本为2000元/年（质保期一年内免费维护）。

(2)间接效益分析

海西、格尔木区域直供电投资回收期：

$$ROI_{\text{间接(直)}} = (C_{\text{风机}} + C_{\text{光伏}} + C_{\text{控制器}} + C_{\text{维护}}) / (C_{\text{电力引入}} + C_{\text{能耗}} + C_{\text{维护}}) \\ = (4000 + 6000 \times 12 + 12000 + 2000 \times (7-1)) / (60000 + 750 \times 24 \times 365 / 1000 \times 0.64 + 1827 \times 7) = 1.3(\text{年})$$

海西、格尔木区域转供电投资回收期：

$$ROI_{\text{间接(转)}} = (C_{\text{风机}} + C_{\text{光伏}} + C_{\text{控制器}} + C_{\text{维护}}) / (C_{\text{电力引入}} + C_{\text{能耗}} + C_{\text{维护}}) \\ = (4000 + 6000 \times 12 + 12000 + 2000 \times (7-1)) / (40000 + 750 \times 24 \times 365 / 1000 \times 1.2 + 1827 \times 7) = 1.65(\text{年})$$

3.2.2 独立太阳能供电系统

(1)直接效益分析

海西、格尔木直供电区域投资回收期：

$$ROI_{\text{直接(直)}} = (C_{\text{光伏}} + C_{\text{控制器}}) / E_{\text{等效}} = (7500 \times 12 + 12000) / (7500 \times 8.5 \times 0.81 \times 365 / 1000 \times 0.64) = 8.46(\text{年})$$

海西、格尔木转供电区域投资回收期：

$$ROI_{\text{直接(转)}} = (C_{\text{光伏}} + C_{\text{控制器}}) / E_{\text{等效}} = (7500 \times 12 + 12000) / (7500 \times 8.5 \times 0.81 \times 365 / 1000 \times 1.2) = 4.51(\text{年})$$

其中，风机装机容量按750W考虑；配置太阳能峰瓦功率为6000W_p（每峰瓦装机综合造价（含辅材+安装）为12元，控制器单价12000元/200A）；考虑到青海省风沙较大，风机易损坏，风机维护成本为2000元/年。

(2)间接效益分析

海西、格尔木区域直供电投资回收期：

$$ROI_{\text{间接(直)}} = (C_{\text{光伏}} + C_{\text{控制器}}) / (C_{\text{电力引入}} + C_{\text{能耗}}) = (7500 \times 12 + 12000) / (60000 + 750 \times 24 \times 365 / 1000 \times 0.64) = 1.59(\text{年})$$

海西、格尔木区域转供电投资回收期：

$$ROI_{\text{间接(转)}} = (C_{\text{光伏}} + C_{\text{控制器}}) / (C_{\text{电力引入}} + C_{\text{能耗}}) = (7500 \times 12 + 12000) / (40000 + 750 \times 24 \times 365 / 1000 \times 1.2) = 2.13(\text{年})$$

4 结语

对于现网站点改造，从分析结果可以看出，对于转供电电价高的区域，如格尔木、海西、海东等，通过对现网供电系统进行叠光改造，效益分析结果较为满意，能达到降本增效（维护成本、因断电造成的发电成本、挽回因断电造成的业务损失）、提高供电系统可靠度的目的。对于新建站点，从分析结果来看，适用风光互补或纯光系统地区，由于传统电力引入一次性成本较高，采用太阳能系统的投资回收期理论上较短。

此外，太阳能装机每峰瓦单价对效益分析结果会产生决定性影响，如单价下调，效益回收期将明显缩短。

参考文献

[1] Anupam Sharma, Madhu Sharma. Power & energy optimization in solar photovoltaic and concentrated solar power systems. 2017 IEEE PES Asia-Pacific Power and Energy Engineering Conference(APPEEC)[C]. 2017

[2] 王长贵,王斯成.太阳能光伏发电实用技术.第二版[M].北京:化学工业出版社,2009.

如对本文内容有任何观点或评论，请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

高压直流供电系统应用

龚志强

北京中网华通设计咨询有限公司

摘要

从全球发展趋势来看，近十年由于数据通信技术和业务的迅速发展，通信机房特别是互联网数据中心里交流不间断供电负载的功率密度越来越高，整体耗电量越来越大，给节能减排带来的压力与日俱增。如何提高IDC的供电效率，降低机房PUE值，成为迫切需要解决的问题。文中以江西联通2015年新建IDC机房项目为蓝本，对高压直流供电系统进行简要分析。

关键词

IDC 高压直流 UPS

1 引言

为了提高IDC的供电效率，降低机房PUE值，减少转换层级，直接为服务器类的通信负载提供240V或336V直流电压的直流供电技术理论开始被一些发达国家应用和研究。

2 高压直流供电系统与UPS供电系统比较

2.1 系统可靠性对比

UPS供电系统可通过UPS主机冗余方式大幅提高系统的可靠性，但整个UPS供电系统还是会存在单点故障点，如同步并机板等，高压直流供电系统采用直流模块化工作方式则不存在此问题。虽然UPS设备也可采用模块化备份，但交流不同于直流，不仅需要各模块输出交流幅值同步，还需要及时地均流控制和输出频率、电压、相位同步控制，而控制对象越多，系统可靠性更低。

高压直流供电系统的后备电池与系统输出直接并联给负载供电，形成两路冗余供电，系统故障时可由电池直接为负载供电，可靠性高。而UPS的后备电池只是在前段并联给DC/DC供电，如果DC/DC发生故障，电池无法直接为负载供电，导致系统发生故障时存在负载直接断电的风险。

2.2 后期维护及扩容可操作性对比

UPS系统扩容需考虑到电源的频率、电压、相序、相位、波形等较多参数，所以UPS在线扩容存在较大风险，并且需要专业人士进行操作。而直流电源系统扩容只需要关注电压，不需要考虑频率、相序、相位、波形等问题，由于采用模块化设计，模块支持热插拔，可直接扩容，一般电源维护人员都可操作，较为方便。

2.3 能耗对比

UPS设备转换次数多、效率低，一般工频机单机满载效率在90%左右，部分高频机可达到95%，系统所带负载供电可靠性要求高时，系统需采用N+1或2N运行方式。这就使每台UPS负荷率很低，导致系统效率更低，一般都在90%以下。

高压直流供电系统直接由交流转换为直流，减少了逆变过程，电源效率一般都可在95%以上，相比UPS供电系统系统效率更高、更节能。

3 工程案例

2017年江西联通在其生产楼新建了一个IDC机房，通过对UPS供电系统及高压直流供电系统两种供电方式的建设成本、机房占地面积及运营成本等因素进行全面对比分析之后，最终确定采用240V高压直流（HVDC）供电系统方式建设。

3.1 高压直流负荷统计

该IDC机房可装70架标准机柜，本期拟新建66架服务器机柜及4台网络机柜，单机柜按3kW考虑，用电负荷为210kW，本期工程电源系统按终期需求统筹考虑设计，详见表1。

3.2 高压直流供电系统配置

本期工程IDC机房建成后需满足66台服务器机柜及4台网络机柜的供电需求。

本期工程拟建240V高压直流供电系统1套，配置1台380V/630A交流屏、1台机架容量为240V/1200A的整流屏、240V/1200A直流屏1台、20个240V/50A整流模块（每个模块

表1 本工程IDC设备负荷统计

负荷类型	机柜类型	服务器机柜(架)	网络机柜(架)	单机柜功耗(kW)	合计功耗(kW)
终期	标准机柜	66	4	3	210

表2 UPS供电系统与高压直流供电系统建设成本对比

项目	1+1冗余300kVA UPS(240kW) 系统			1套300kW高压直流供电系统		
设备	数量	单价(万元)	小计(万元)	数量	单价(万元)	小计(万元)
主机	2台	20	38	1台	12	12
输入配电屏	1台	4	4	1台	4	4
输出配电屏	1台	4	4	1台	4	4
2V1000Ah电池	384只	0.12	46.08	240只	0.12	28.8
电缆及辅材	1批	20	20	1批	15	15
合计	-	-	112.08	-	-	63.8

表3 UPS供电系统与高压直流供电系统机房占地面积对比

项目	1+1冗余300kVA UPS(240kW) 系统		1套300kW高压直流供电系统	
设备	数量	占地面积(m ²)	数量	占地面积(m ²)
主机	2台	10.24(单台5.12)	1台	1.8(单台1.8)
输入配电屏	1台	2.56(单台2.56)	1台	1.92(单台1.92)
输出配电屏	1台	2.56(单台2.56)	1台	1.92(单台1.92)
2V1000Ah电池	2组	43.2(单组21.6)	2组	27(单组13.5)
合计		58.56		32.64

15kW，其中电池均充需要4个模块、备用2个模块、14个给负载供电模块210kW)、1个监控模块，按1h后备时间考虑配置蓄电池(240V/1000Ah)2组。另配置直流列头柜6台及相关电力电缆。

3.3 方案对比

UPS供电系统与高压直流供电系统建设成本对比情况详见表2。通过对建设成本分析对比，可以发现采用高压直流供电系统相比采用UPS供电系统节约投资约43%。

UPS供电系统与高压直流供电系统机房占用面积对比详见表3。通过对机房占地面积(含维护通道)对比可以发

表4 UPS供电系统与高压直流供电系统运营成本对比

项目	1+1冗余300kVA UPS(240kW) 系统	1套300kW高压直流供电系统
负荷功耗(kW)	210	210
效率	90%	95%
电费(元/kWh)	0.7	0.7
年运营成本	主机电损耗(kW/年)	183960
	空调电损耗(kW/年)	91980
	损耗电费合计(万元/年)	19.32
		9.66

现，采用高压直流供电系统相比采用UPS供电系统节约占地面积44%。

UPS供电系统与高压直流供电系统运营成本分析主要是对两种供电方式电能损耗进行对比，详见表4。通过对比可以发现采用UPS供电比采用高压直流供电每年多浪费9.66万元的电费。

通过以上对比可以发现，高压直流供电系统在前期建设成本、后期运营成本及机房占地面积等环节均占有较大优势，因此本次IDC机房最终选择高压直流供电系统方式进行建设。

4 结束语

高压直流供电系统具有供电可靠、效率高、维护方便、系统成本低、电池管理能力强、机房占用空间少等优点，可在IDC机房建设中推广使用高压直流供电系统。

参考文献

- [1] 中国联通绿色IDC技术规范[Z]
- [2] 中国联通江西IDC网络新建工程可行性研究报告[Z]
- [3] 高压直流供电解决方案(艾默生)[Z]

如对本文内容有任何观点或评论，请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

作者简介

龚志强

本科，毕业于江西师范大学，通信助理工程师。

10Gbit/s EPON的改造研究分析

周 展

北京中网华通设计咨询有限公司



结合EPON小区接入网的实际情况，对OLT的配置部署、ODN光分配网络的设计及ONU的替换进行分析，并提出解决方案。该方案满足用户宽带的需求，提高服务质量。



组网方案 改造步骤 成本分析

1 PON的定义

PON (Passive Optical Network, 无源光纤网络) 由设置在局端的OLT、大量的邻近ONT/ONU、光纤线路和分光器组成。OLT是PON和上层骨干网相连接的接口，ONT则作为终端用户的服务接口；ODN通过无源器件将一路光信号分成多路光信号，并传输至各个终端光网络单元。

2 PON技术在辽宁营口宽带IP城域网中的应用

2.1 辽宁营口宽带IP城域网现状

目前，营口联通宽带接入网由核心层和业务控制层组成。

核心层：为汇聚层网络提供数据的快速转发，同时实现与省IP骨干网的互联，提供城市的高速IP数据出口。营口宽带接入网核心层由两台NE80E路由器组成，分别位于长征局和西局核心机房，并分别以10GE链路上联至省网沈阳、大连核心节点，两台NE80E之间采用10GE互联，主要实现高速数据转发的功能。另有两台华为S8016交换机作为RR设备，分别部署于两个核心机房，并分别以GE链路与两台NE80E互联，实现跨域路由的存储、维护和传递功能。

业务控制层：位于核心层和IP宽带接入网之间，扩大核心层的业务覆盖范围，汇聚接入层的接入节点。除基本的数据转发功能外，在汇聚层一般还提供业务接入控制功能，实现对用户的访问控制、服务质量控制、安全控制、流量整形等。营口业务控制层由宽带接入服务器（BRAS）和业务路由器（SR）组成，主要实现业务接入与控制。

2.2 辽宁营口宽带IP城域网部署

(1)核心层的部署

对于核心层设备端口类型，建议重点采用100GE、10GE

LAN/WAN端口，不建议采用POS端口，以节省投资并充分利用设备的平台能力。

核心层设备平台能力适度超前布局，有新建或平台升级需求的，在保护既有投资的基础上，优先考虑采用400GE及以上平台设备。

省网设备不建议疏导出省流量。

每个城域本地网原则上设置一对核心出口路由器。

(2)业务控制层部署

基于“汇聚区”划分，统筹光缆、波分资源和机房条件，合理规划BRAS/SR的覆盖范围，结合业务量逐步完善汇聚区的BRAS/SR设备布局。

尚未设置BRAS的汇聚区，应充分利用现已覆盖多汇聚区的BRAS能力。现已覆盖多汇聚区的BRAS达到分裂门限时，再考虑在该汇聚区内首次设置BRAS。单台BRAS可根据业务量覆盖一个或多个汇聚区。

(3)接入层部署

完成以上OLT和ODN组网后，相当于建成PON的核心层及业务控制层网络布局，接入层的建设根据所覆盖区域的市场需求来进行部署。

对于OLT上联的10GE链路，与SR/BRAS同局址的OLT设备，建议流量较大的10GE链路直接上联SR/BRAS；与SR/BRAS异局址的OLT设备，本期上行10GE链路建议经L2交换机汇聚后接入，后期业务流量增长、链路负荷较高时调整为直连SR/BRAS。IP城域网网络结构演进目标如图1所示。

3 采用10Gbit/s EPON实现宽带改造

3.1 改造背景意义

辽宁省FTTH用户占比为90.2%，北十排名第6；营口为

86.5%，低于北十平均1.9PP、省平均3.7PP。

辽宁省PON+LAN用户占比为7.9%，北十排名第7，营口为12.8%，占比高于北十平均3.8PP、省平均4.9PP。

辽宁省PON+AD用户占比为1.6%，北十排名第6，营口为0.7%，低于北十平均1.2PP、省平均0.9PP。具体信息见表1。

3.2 宽带低速用户提速的重点为PON+LAN用户

从用户感知来看，目前给PON+LAN用户提供的网速为20Mbit/s左右，无法满足未来IPTV以及大带宽的需求。

从市场存量用户保有来看，其他运营商纷纷接入

PON+LAN覆盖的小区，直接提供FTTH 100Mbit/s速率的服务，对存量用户的保有造成巨大冲击。

综上所述，无论从国家“宽带中国”战略来看，还是从企业发展、用户需求来看，宽带低速用户提速势在必行。

3.3 创新点

采用10Gbit/s EPON改造EPON宽带用户，具备以下特点。

(1)主干光缆、配线光缆、光缆交接箱（包括分光器）等ODN不用动，做到现有网络资源的利用率最大化。

(2)改造后，用户可以提速到100~1000MHz的宽带接入

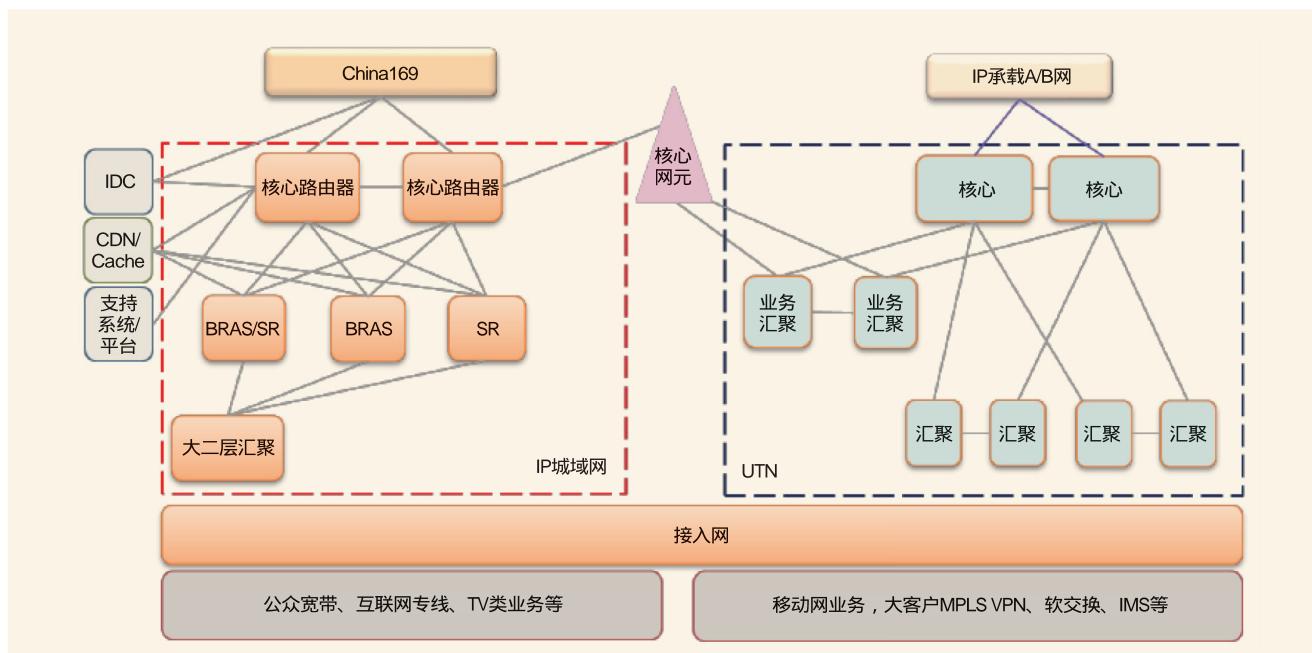


图1 IP城域网网络结构演进目标

表1 北方各省市信息统计

省市	整体	FTTH	占比	排名	PON+LAN	占比	排名	PON+DSL	占比	排名	LAN	占比	排名
北方	5849	5171	88.4%	-	525	9.0%	-	112	1.9%	-	24	0.4%	-
北京	485	428	88.2%	7	29	6.0%	6	7	1.4%	5	6	1.2%	9
天津	233	227	97.4%	1	4	1.7%	1	1	0.4%	2	0	0.0%	1
河北	710	643	90.6%	5	21	3.0%	3	44	6.2%	10	3	0.4%	7
山西	455	430	94.5%	2	21	4.6%	5	3	0.7%	4	0	0.0%	1
内蒙古	283	265	93.6%	4	10	3.5%	4	8	2.8%	9	0	0.0%	1
辽宁	769	694	90.2%	6	61	7.9%	7	12	1.6%	6	2	0.3%	6
吉林	351	289	82.3%	8	60	17.1%	8	2	0.6%	3	0	0.0%	1
黑龙江	395	309	78.2%	10	73	18.5%	10	11	2.8%	8	2	0.5%	8
山东	1209	984	81.4%	9	221	18.3%	9	5	0.4%	1	0	0.0%	1
河南	958	902	94.2%	3	24	2.5%	2	20	2.1%	7	12	1.3%	10
沈阳	121	102	84.3%	-4.1%	11	8.9%	0.1%	7	5.8%	-3.9%	1	1.0%	-0.6%
大连	94	70	74.5%	-13.9%	20	21.6%	-12.7%	3	3.4%	-1.5%	0	0.4%	0.0%

能力，可以满足市场及“宽带中国”战略的要求。

(3)采用10Gbit/s EPON改造方案，预测可以比FTTH改造方案每端口造价节省252元，可以实现既提速又省投资的目的。

(4)对于同设备厂商的改造，MDU的替换可以分步实施，按照市场的需求，MDU提供的接入能力无法达到用户需求时，再进行替换；对于用户接入少的PON下的MDU，可以采取直接提速的方案，这样可以实现在没有新增投资的前提下，采用直接提速或分裂后再提速的方案，实现提速的目标。

3.4 改造方案

(1)采用10Gbit/s EPON设备替换

采用10Gbit/s EPON设备原址替换现有OLT和MDU设备。

现阶段，OLT的替换可以整体替换或部分割接，对于非原厂商的需要一次性替换；对于原厂商，原OLT还有其他业务的（例如FTTH），可以将EPON的业务割接到新OLT上。

10Gbit/s EPON使用原厂商OLT设备时，可根据需求逐步替换EPON技术的MDU设备，采用非原厂商OLT设备时

需一次性替换，如图2所示。

3.5 组网方式&改造步骤

(1)10Gbit/s EPON改造，组网不变，改造设备，主要实施改造的要点为：

①局端机房侧，新增C300的10Gbit/s EPON业务板，配置数据，把原EPON接口数据割接到10Gbit/s EPON接口下；

②楼道用户侧，替换原EPON MDU为全GE接口的10Gbit/s EPON F833，使之成为10Gbit/s EPON MDU，同时业务割接至OLT的10Gbit/s EPON业务板下。

(2)主干光缆，配线光缆，光缆交接箱（包括分光器）等ODN器件保持不动；

组网如图3所示，图3中示意的OLT为中兴通讯C300，MDU为中兴通讯F822。

3.6 改造原则

为了节省投资，现网单EPON PON接口（1.25Gbit/s）下LAN用户数小于32的用户可以自动提速，其提速效果等同

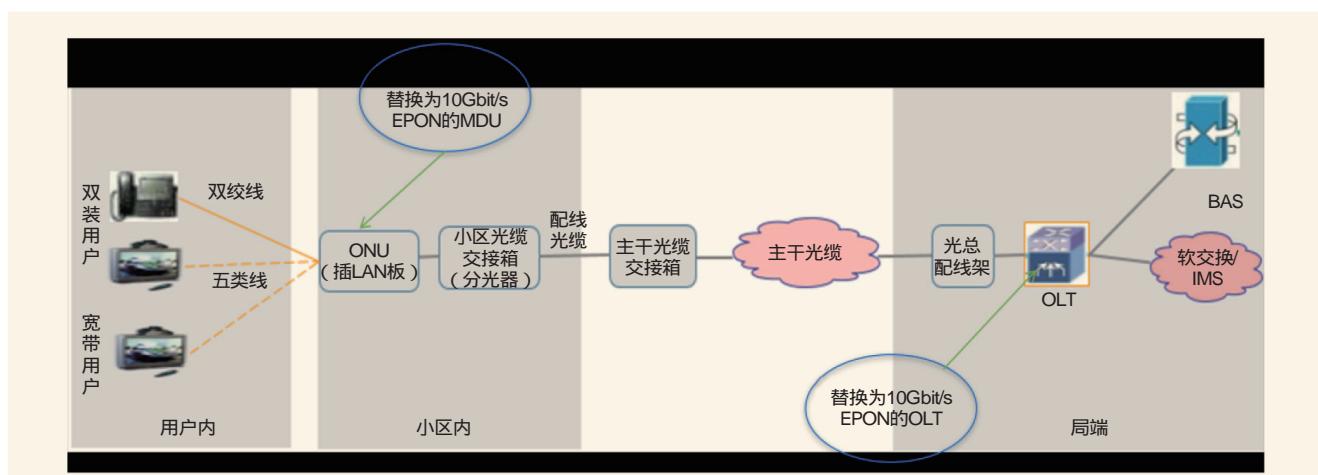


图2 采用10Gbit/s EPON设备替换示意

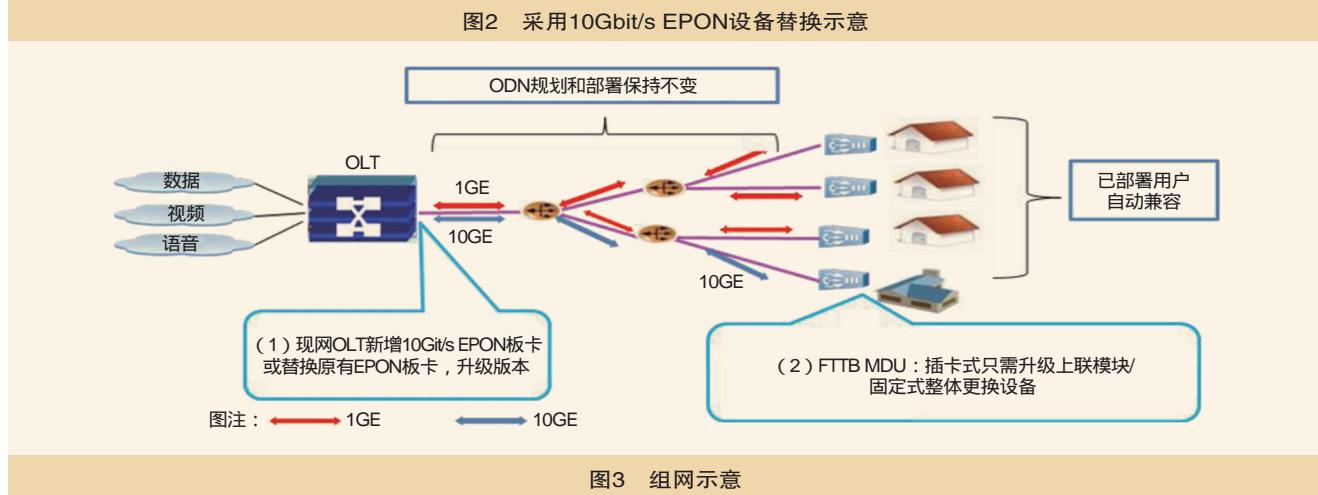


图3 组网示意

表2 绿色时代南区小区数据

绿色时代	现网设备 (个)	需改造 (个)	可利旧 (个)	单价 (元)	金额 (元)
8口ONU	48	48	0	1628	78144
16口ONU	178	175	3	1785	312375
24口ONU	0	0	0	1931	0
10Gbit/s EPON板	-	3	-	12012	36036
OLT C300	-	1	-	1353	1353
总和				427908	

表3 华为小区数据

书香门第	现网设备 (个)	需改造 (个)	可利旧 (个)	单价 (元)	金额 (元)
8口ONU	5	5	0	1628	8140
16口ONU	29	29	0	1785	51765
24口ONU	5	5	0	1931	9655
10G EPON板	-	1	-	12012	12012
OLT C300	-	1	-	1353	1353
总和				82925	

表4 速率测试对比

	10G EPON升级改造	FTTH改造
提速能力 (Mbit/s)	50~100	50~100
分光比	1:16	1:64
管线资源占用	低	高
设备投资	相对较低	较高
ODN投资	无	高
工期	短	长

于GPON PON口(2.5Gbit/s)下1:64分光的FTTH，无需改造。

现网单PON接口下LAN用户数大于32的需要改造，使用10Gbit/s EPON ONU F833按原有ONU数量(接口)进行一对一替换。

因现网老旧OLTC220设备无法支持10Gbit/s EPON ONU，所以每个小区需要新增中兴C300 OLT一套(万兆上联+10Gbit/s EPON板按需配置)。

考虑到未来的宽带业务发展，现网ONU端口实装率超过75%的8口设备及实装率超过80%的16口设备建议升级端口号数，例如现网8口ONU已使用6个端口或以上的设备(即剩余2、1、0口)，建议在本次改造中升级为16口设备；现网16口ONU已使用13个端口或以上的设备(即剩余3、2、1、0口)，建议在本次改造中升级为24口设备。

3.7 各小区改造成本分析

10Gbit/s EPON方案：线路侧无需改造，在C300上新增一块8口10Gbit/s EPON板，按现网分光比考虑(通常为1:16)，MDU侧更换新设备即可。各小区详细数据如下。

(1)绿色时代南区小区为鲅鱼圈的华为小区，需改造用户数为1134户。现网设备数、需改造数、可利旧数及设备单价、预估总价见表2。

(2)书香门第为鲅鱼圈的华为小区，需改造用户数为359户。现网设备数、需改造数、可利旧数及设备单价、预估总价见表3。

3.8 速率测试对比

在各小区改造速率方面，10Gbit/s EPON速率测试的结果，与FTTH接入能力相当，相关性能对比具体情况如下。

从目前已改造小区的测速情况来看，无论是替换了MDU，还是没有替换MDU，速率都能达到100Mbit/s，替换了MDU的用户接入能力，可以超过200Mbit/s，具体见表4。

4 结束语

EPON的改造因为只需替换设备，光缆资源不动，其工期短，短期内就可以达到宽带提速，但相对于FTTB技术，FTTH是光纤入户的终极解决方案，使接入网网络架构一步到位，实现一根纤芯支撑全业务，带宽优势明显，是今后数字家庭的最佳接入方式。

如对本文内容有任何观点或评论，请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

分组设备异厂商引入方法探讨

任增波

北京中网华通设计咨询有限公司



随着整个网络的不断发展，设备规模不断扩大，摆在运营商面前的投资问题越来越受到关注。文中结合某运营商项目实例分析异厂商竞争集采降价，引入异厂商技术可行性和方案比对，提出异厂商引入的具体方案并进行建设效果分析。



分组设备 异厂商 引入方法

1 某运营商分组异厂商引入背景

2017年3月，某运营商总部完成UTN最新的集采工作，以扩容模型对比，华为综合价格比烽火高57%，中兴综合价格比华为高11%。全国共有91个本地网引入异厂商，其中78个本地网异厂商引入烽火，13个本地网异厂商引入华为。

某运营商UTN主要承载3G/4G基站、室内分布楼宇以及大客户等业务，全省基站分组覆盖率达到84%，分组承载大客户比例为16%。西安UTN设备采用中兴、华为两个厂商，榆林、延安、咸阳、汉中采用华为设备，其余地市采用中兴设备。

引入异厂商的5地市分别为：宝鸡引入烽火设备，渭南、铜川、商洛、安康引入华为设备，设备价格还包含设备安装、原厂商拆除以及搬运费。

2 异厂商落地原则

(1)异厂商落地以“分区组网、鼓励竞争、互相渗透”为原则。

(2)根据集团组织的测试，集采框架内设备已通过核心汇聚层异厂商混合组网验证，可采用核心汇聚层混合组网方式建设。通过集采招标，本次新引入异厂商汇聚层建设给予一次性优惠。

(3)接入层可通过分区域方式进行组织，也可以通过新建接入环路等方式解决网络结构、容量存在的问题。

(4)为加强网络投资效率，UTN综合承载基站回传、客户接入等业务，不建议单独组建第二平面。

(5)异厂商建设中，新建网络应匹配基础架构。

3 落地区域选取思路

引入异厂商，需要在原有区域落地，带来原厂商设备搬

迁、网络结构调整等问题。通过合理选取引入区域，在落地执行总部招标结果的同时结合提质增效工作，优化调整网络结构，提高网络能力，降低运维成本。某运营商结合提质增效制定以下原则。

3.1 业务影响最小

传输网络承载业务种类繁多，包括基站、室内分布、大客户、OLT业务，通过对各类业务在不同汇聚区做对比分析，保证异厂商落地区域的选择对业务影响最小。

3.2 基础架构调整

(1)选取网络结构需要调整优化的区域，在异厂商落地过程中调整汇聚层结构，实现单汇聚节点双上联，提高单站带宽能力。

(2)优化综合业务接入层结构，形成综合业务节点独立组网，充分发挥节点收敛作用。

(3)解决接入层超大环问题，提高网络安全。

3.3 关注提质增效

在引入区域设置BBU集中部署，以节省机房及站址配套资源，降低网络建设和运维成本。

在引入区域内，SDH仅承载3G语音站点，将业务割接至分组，提升资源利用率。

3.4 建设成本最低

优先选取满足异厂商落地引入波道、光缆以及电源、机位等相关配套的区域，若需要扩容或者新建，原则上以利旧为主，设备配置满足当前需求、适当考虑一定端口冗余即可。

3.5 案例分析

下面以某运营商A地市为例，介绍基本原则思路以及选取过程。

3.5.1 业务承载

通过对A地市现网各汇聚区业务进行分析，潼关、渭北、市区承载基站较少，渭北、华县、市区承载大客户较少，引入异厂商对网络影响较小。各汇聚区业务量对比如图1所示。

3.5.2 落地区域结构调整

通过对A地市各汇聚区光缆资源进行分析，初步制定网络调整方案，其中渭北、开发区、市区北、临渭南4个汇聚区光缆资源丰富，可结合异厂商引入实现网络优化调整，以达到结构最优。华阴、白水、合阳、渭北以及开发区汇聚区机房条件可基本满足异厂商引入后结构调整的需求，见表1。

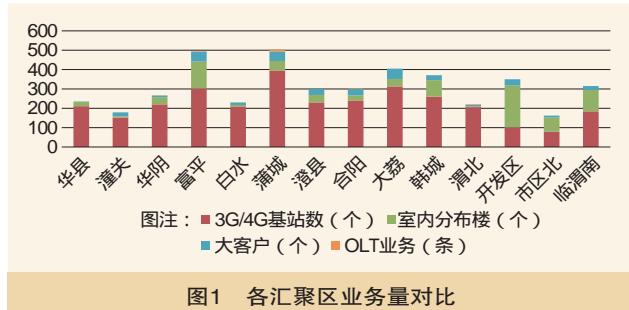


图1 各汇聚区业务量对比

表1 各汇聚区机房条件对比

区域	汇聚机房(个)	自有汇聚机房(个)	综合业务机房(个)	满足条件的综合业务节点(个)	汇聚机房自有率	符合条件的综合业务机房占比	考虑选取
华县汇聚区	2	1	25	25	50.00%	100.00%	
潼关汇聚区	2	1	16	13	50.00%	81.25%	
华阴汇聚区	2	2	25	25	100.00%	100.00%	
富平汇聚区	2	1	29	25	50.00%	86.21%	
白水汇聚区	2	2	28	28	100.00%	100.00%	
蒲城汇聚区	2	2	45	41	100.00%	91.11%	
澄县汇聚区	2	1	27	27	50.00%	100.00%	
合阳汇聚区	2	2	27	27	100.00%	100.00%	
大荔汇聚区	2	1	36	22	50.00%	61.11%	
韩城汇聚区	2	2	21	16	100.00%	76.19%	
渭北汇聚区	1	1	15	15	100.00%	100.00%	
开发区	1	1	18	18	100.00%	100.00%	
市区北	1	1	13	11	100.00%	84.62%	
临渭南	2	1	22	22	50.00%	100.00%	

说明：以上数据为方法讨论举例数据

3.5.3 建设成本

根据异厂商引入方案，对各汇聚区内引入异厂商网络建设成本对比分析，筛选出开发区、渭北、市区北以及临渭南汇聚区建设成本较低。各汇聚区引入异厂商建设成本对比如图2所示。

3.5.4 结论

通过以上各方面对比分析，本次A地市初步选取渭北汇聚区引入异厂商分组设备。汇聚区选取对比见表2。

4 异厂商引入具体方案

4.1 总部UTN混合组网测试结果

4.1.1 汇聚/接入解耦

利旧原厂核心汇聚设备，新建接入层，TDM保护倒换效果不能完全满足要求，第三方网管需要实现业务端到端的配置；需要DCN自通规范化，否则需要进站软件调试，具体如图3所示。

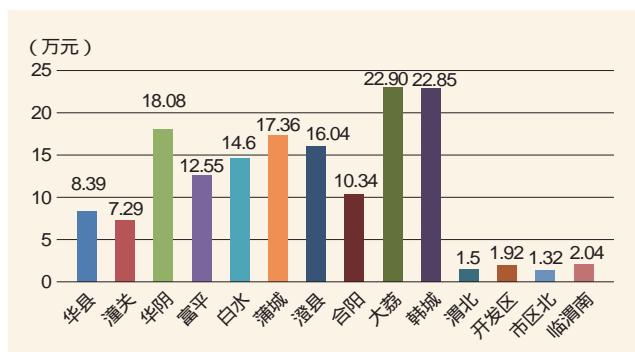


图2 各汇聚区引入异厂商建设成本对比

表2 汇聚区选取对比

汇聚区	影响最小	结构最优	成本最低	结论
华县				
潼关				
华阴				
富平				
白水				
蒲城				
澄县				
合阳				
大荔				
韩城				
渭北				
开发区				
市区北				
临渭南				

4.1.2 汇聚/业务落地解耦

利旧原厂核心设备，新建接入层、汇聚层，未经实验室测试，理论上是最困难方案。实际应用时面临问题较多，第三方网管需要实现业务端到端的配置。网络结构如图4所示。

4.1.3 核心/汇聚解耦

利旧原厂核心转发设备，新建接入层、汇聚层、业务落地设备（集团选择方案），需要新建业务落地设备，投资浪费；保护性能更好，互通问题相对较少；增加网络结构复杂性。网络结构如图5所示。

4.2 现网核心层结构调整

某运营商原中兴区域核心层设备为9008。本次考虑异厂商引入，因9008已不能满足核心设备要求，需要更换。目前考虑将9008改为业务汇聚，新设9000-8E为核心。

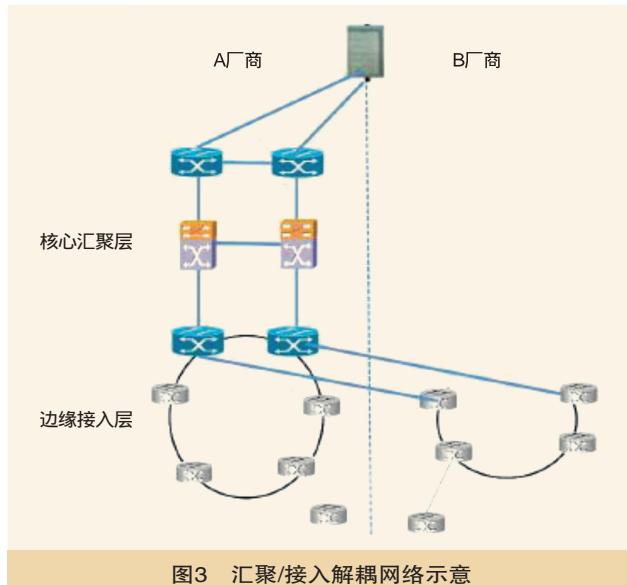


图3 汇聚/接入解耦网络示意

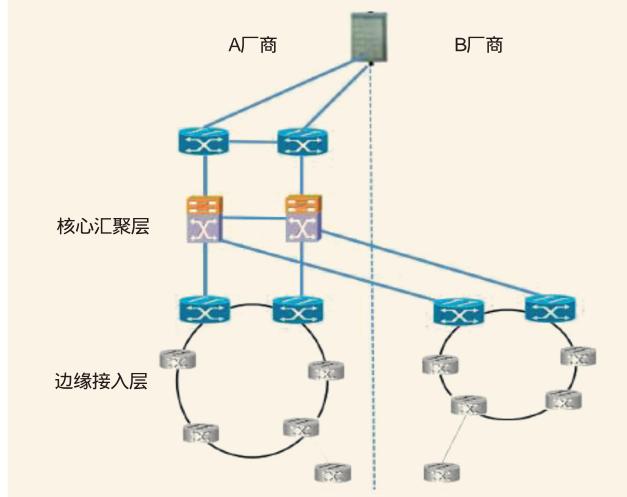


图4 汇聚/业务落地解耦网络示意

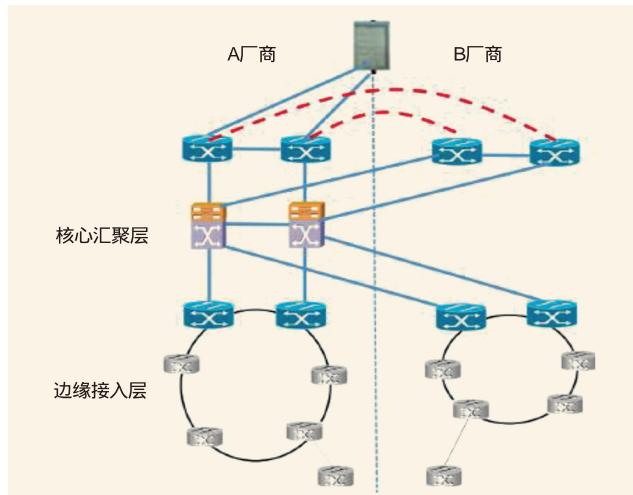


图5 核心/汇聚解耦网络示意

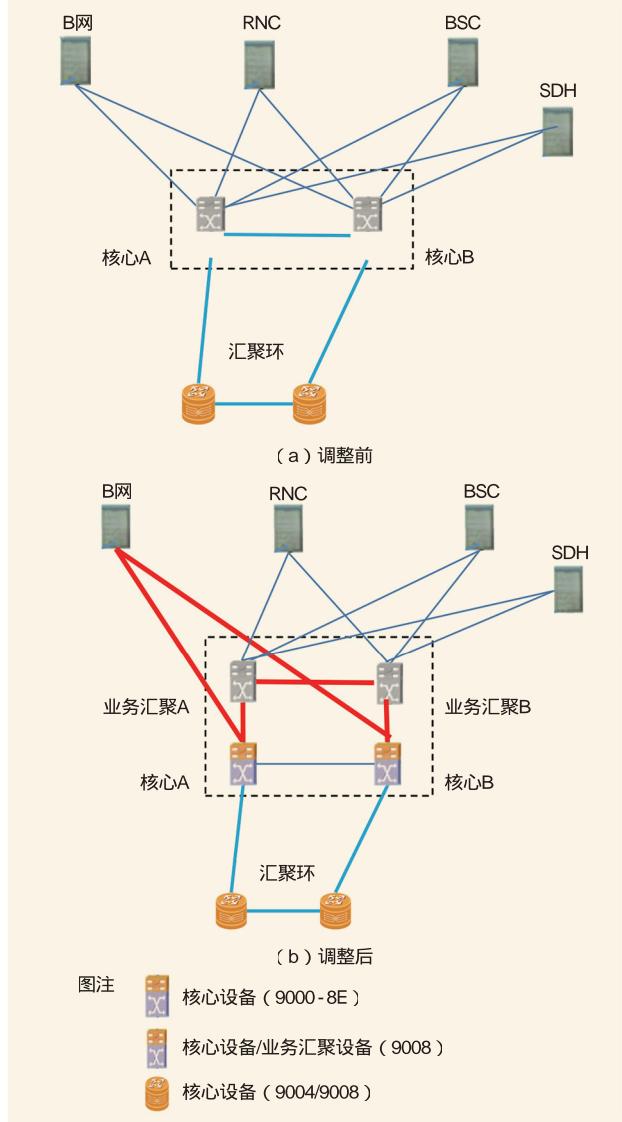
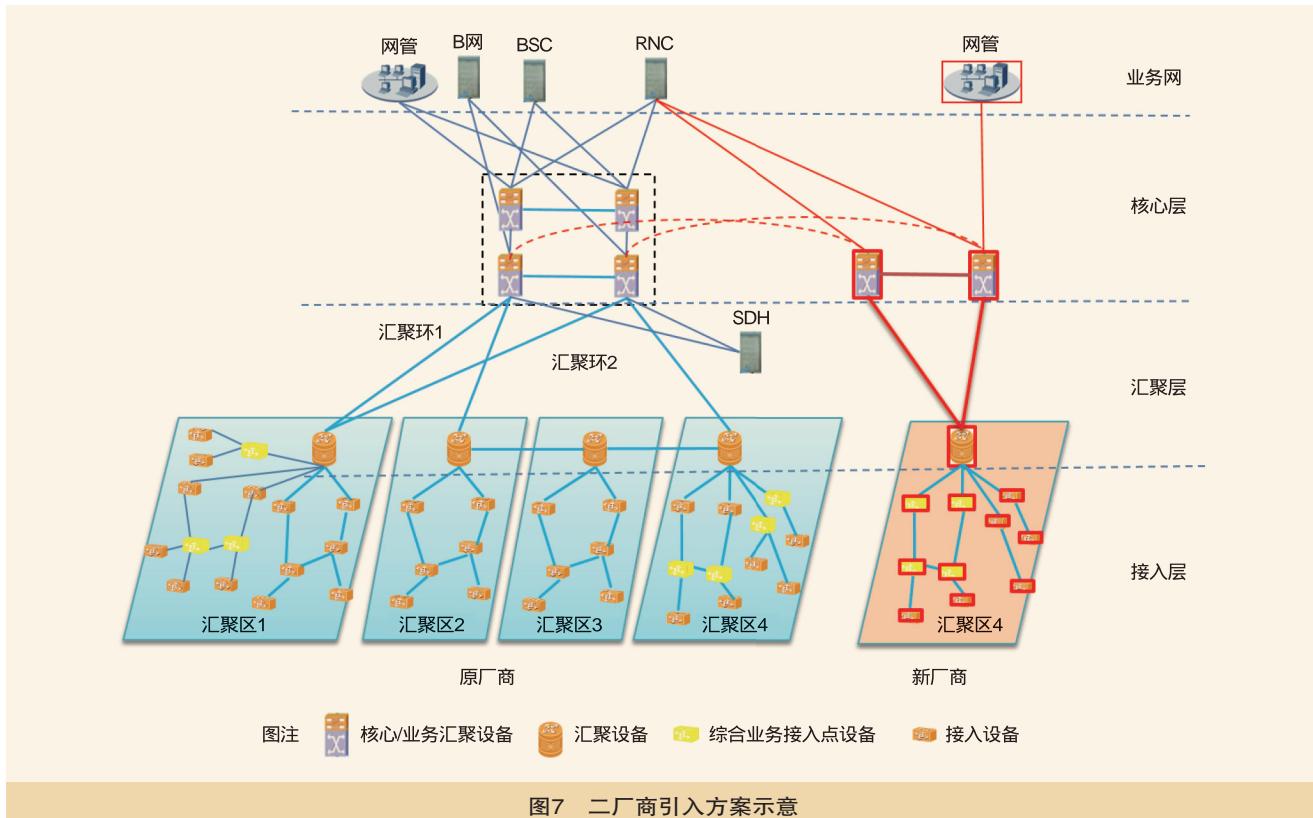


图6 核心层结构调整网络示意



9000-8E配置有24个10GE端口，能够满足现网割接替换现有9008设备。割接替换完成后，9008设备作为业务汇聚设备与业务网上联（RNC、BSC等），而且现网与业务网对接口带宽利用率低，能够满足需求。核心层结构调整网络示意图如图6所示。

4.3 异厂商引入网络结构

本次异厂商引入新建接入层、汇聚层、核心层，与原厂商通过核心层对接。在落地过程中，以目标结构组网，一步到位，避免后期二次调整。

(1)核心层：本次异厂商引入新建两端核心设备与原有核心设备对接，通过将原有核心设备作为本地网出口与B网对接，通过原有业务汇聚设备与RNC、BSC等对接。

(2)汇聚层：采用口字型或双上联方式与核心设备对接。

(3)综合业务接入点尽量实现目标结构组网，独立成环，实现节点机房有效利用，降低后期单站造价。

整体方案示意如图7所示。

5 建设效果分析

(1)引入区域实现汇聚单节点双上联，经过汇聚层结构调整，提升单站带宽能力，为后期业务发展打下坚实基础。综合业务接入点全部实现独立成环，解决超长链、超长环问题。

(2)满足条件的点机房实现BBU集中部署，提高拉远比例，节省机房及站址配套资源，降低网络建设和运维成本。

(3)异厂商引入区域存在3G基站语音业务承载于SDH的情况下，本次全部割接至分组设备，可释放SDH带宽或者下电。

6 结束语

本案例中某运营商在总部关于分组异厂商引入原则的基础上，结合省内情况，考虑异厂商引入对业务的影响，对光纤、机房、电源等配套资源的需求，分组核心汇聚层结构调整，综合业务接入点独立组网，以及建设成本等多方面因素，形成一套较为完整的论证过程。

如对本文内容有任何观点或评论，请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

doi:10.3969/j.issn.1000-1247.2018.08.025

宁夏联通IP城域网优化改造

夏 昭 孙 鹏

北京中网华通设计咨询有限公司



从网络结构、节点设置及网络组织等方面探讨IP城域网网络结构及组织标准，多维度分析宁夏联通IP城域网现状中存在的问题并从网络目标调整、结构改造等方面提出相应的优化改造方案。



IP城域网 组网 网络优化

1 研究背景

城域网的典型应用为宽带城域网。就是在城市范围内，以IP和ATM电信技术为基础，以光纤作为传输媒介，集数据、语音、视频服务于一体的高带宽、多功能、多业务接入的多媒体通信网络。

宽带城域网能满足政府机构、金融保险、大中小学、企业等单位对高速率、高质量数据通信业务日益旺盛的需求，特别是快速发展起来的互联网用户群体对宽带高速上网的需求。

下面以宁夏联通IP城域网为例，讨论城域网结构优化方案。

2 宁夏联通IP城域网

2.1 网络架构现状

宁夏联通IP城域网采用大城域网结构，无省网，全区共一个城域网（银川城域网），承载全区5个地市的家庭宽带、互联网专线、IPTV、WLAN等业务。

核心层设置1对核心路由器、5对汇聚路由器。核心路由器位于银川，汇聚路由器每地市一对。汇聚路由器口字型上联核心路由器。

业务控制层共有BRAS（宽带接入服务器）13台，无SR（业务路由器），单线上联同地市的汇聚路由器，承载家庭宽带、IPTV、WLAN业务。

大二层交换机汇聚层共有交换机56台。大部分交换机单线上联BRAS，承载家庭宽带、WLAN业务；少量交换机单线上联汇聚路由器，承载互联网专线、MPLS VPN业务。交换机与BRAS间二层互通，与汇聚路由器间三层互通。

2.2 城域网核心现状

宁夏回族自治区5个地市IP城域网核心层设备共计12台，包括4台华为的NE5000E设备和8台贝尔的7750SR-7设备。各地市IP城域网核心节点与位于银川开发区、银川南环的169骨干网节点采用交叉连接。

2.3 城域网业务控制层现状

宁夏回族自治区各地市IP城域网业务控制层设置BRAS设备，负责家庭宽带、WLAN业务的接入。

2.4 大二层汇聚现状

宁夏回族自治区各地市IP城域网大二层汇聚SW设备用于汇聚用户接入层设备（WLAN AP、LAN交换机、OLT等），上联到BRAS和汇聚路由器，负责实现数据、语音、视频、专线等多业务综合接入的区分与分流。

2.5 现网承载业务

城域网目前承载宽带、大客户专线、MV专线及NGN语音等4种业务。

3 IP城域网结构及组织标准

3.1 网络结构

IP城域网是由业务接入控制点及控制点以上的城域网核心/汇聚路由器组成的三层路由网络，分为核心/汇聚层和业务接入控制层两层结构。

核心/汇聚层由城域网核心路由器和城域网汇聚路由器组成，主要负责对业务接入控制点设备进行汇接，实现城域

网内流量汇聚，并提供城域网到骨干网的流量转发。

业务接入控制层由BRAS与SR两种业务接入控制点组成，主要负责业务接入与控制。

BRAS主要实现宽带拨号和专线接入互联网网关、组播网关功能，也可以实现MPLS PE功能。SR主要实现大客户专线接入互联网网关、MPLS PE和组播网关功能。

3.2 节点设置

IP城域网的节点设置应根据业务发展的实际需要，综合考虑现有的光纤资源和地理位置因素确定。

各层节点设置原则如下。

核心层节点：宜设置在城区内，应结合业务分布、机房条件、出局光纤布放情况等因素综合考虑确定，原则上城域网一般设置两个核心节点。对于超大型的城域网，可根据网络规模大小适当设置核心路由器数量，建议不超过4个。

汇聚层节点：一般城域网考虑核心层和汇聚层合设，对于超大型城域网可以考虑设置汇聚层，负责业务的汇聚。

业务接入控制点：相对集中布放，覆盖至有足够业务需求的端局。业务控制层设置有两种方式：一种是单边缘方式，一种是多边缘方式。单边缘方式是指BRAS和SR合设，适用于专线、IPTV等用户较少，PPPoE使用较多的场景；多边缘方式是指BRAS和SR分设，适用于专线、IPTV等用户较多，IPoE使用较多的场景。各城域网应根据各自的业务发展情况选择合适的设置方式。

3.3 网络组织

IP城域网各节点之间的链路组织应综合考虑光纤资源、网络可靠性、投资效益等因素确定，总体原则如下。

(1) 城域网出口核心节点与本省内的全部骨干网A节点互联。

(2) 设置汇聚层节点的城域网，汇聚层节点至核心节点间应采用双星型组网方式。

(3) 业务接入控制层节点至核心/汇聚节点间应采用双星型组网方式。

4 优化改造方案

根据以上IP城域网结构标准分析，宁夏联通IP城域网存在以下问题。

(1) 在现有设备处理能力不足且稳定性不强的情况下，单点故障对网络影响严重，部分设备的单点故障甚至导致大面积通信中断，尤其是对于BRAS的单点故障无法得到有效保护。

(2) 整个接入层面完全是多个交换机间的简单级联，所有保护机制都建立在基本二层收敛树机制的基础上，缺乏覆

盖面广、收敛迅速的电信级保护机制，无法提供运营级别的网络可靠性保证。

(3) 城域网结构不够清晰，缺少基于综合业务的接入层面，无法针对承载的每种业务进行有效地细分、部署、分级质量保障以及管理。

(4) 普通汇聚交换机种类较多，所提供的OAM管理工具较少且网管能力不强，增加了日常运维难度。

4.1 网络调整目标

增强宁夏联通IP城域网的可靠性、可扩展性和业务承载能力，同时提高网络的安全性和容灾能力。本期工程部署完成后，将逐步对现网的业务进行迁移和调整接入。

4.2 结构改造

由于目前城域网组网中交换机相互级联情况严重，故本次优化工程需要将各地市涉及到级联的交换机全部调整为双10GE链路上联对应的BRAS设备，使整体结构标准化、扁平化。

城域网的结构改造同时涉及以下各业务的调整。

(1) 专线业务调整

专线业务网关放在ME60上，和PPPoE拨号业务共用一个物理端口，使用不同的子接口及VLAN区分专线业务和宽带业务；同时，做好链路带宽扩容，S9300交换机至ME60的链路至少扩容至 $2 \times 10GE$ 。

(2) MV业务调整

现网MV业务由地市CR兼作PE设备，用户的网关由地市CR承担。

当前组网的不足如下。

- 网络安全性差，用户网关在CR终结，CR容易受到来自用户侧的攻击，故障影响范围大。

- 网络风险高，交换机直联CR，下边二层环路会对CR产生冲击。

调整方案：将PE设备下移，由ME60来承担PE角色，市级CR作为PE设备，省级CR作为RR反射器。ME60至地市CR之间的端口启用MPLS，VPN实例配置在ME60上，在ME60下联至用户侧的接口并绑定VPN实例，由ME60来作为用户的网关。

(3) NGN固网语音业务调整

当前所有语音业务均通过开发区S9306汇聚后接入NGNS9312-1，NGNS9312-1至开发区S9306为单纤连接，无保护，并且所有语音业务均在开发区S9306上承载，单节点故障影响范围大。

调整方案：语音业务网关下沉到各个ME60上，为防止

(下转77页)

县到乡OTN系统建设策略

周 璐 赵一民

北京中网华通设计咨询有限公司



摘要 针对有线宽带业务的大带宽、低时延要求，以及城域传送网要打造高效、可靠的县到乡汇聚网络的目标，分析县到乡OTN系统的网络定位，并给出建设原则及策略。



关键词 有线宽带 传送网 OTN 建设策略

1 引言

有线宽带是传送网所承载的一种重要业务。有线宽带一般包括上网业务和视频业务。视频业务正在由标清、高清向4K、8K、VR/AR方向发展，单户接入带宽需求逐步提升，引起PON接入带宽由几十兆向几百兆、千兆发展。同时，新视频业务对网络时延要求越来越高，比如4K、8K视频业务要求的网络时延不超过20ms，VR、AR要求的网络时延不超过15ms。低时延业务会要求信源至终端的距离越来越短，以及在网络中减少设备转接次数，从而降低业务端到端时延。大带宽、低时延是有线宽带业务的主要承载诉求。面对这一诉求，城域传送网如何打造高效、可靠的县到乡汇聚网络，是当前网络规划中需要考虑的重点问题。

2 县到乡OTN系统的网络定位

2.1 必要性分析

县到乡汇聚层面可选择分组和OTN两种技术来部署。分组系统是一个弹性的网络，数据转发时延与分组设备负载率有较大关联，分组系统负载率越大，分组设备带来的数据转发时延就越高。突发的数据流量会带来较大的分组设备负荷，导致端到端时延增加，从而影响用户感知。OTN提供基础传输管道，业务通过OTN光路一跳直达目的地，传输路径持续时延相对较小。因而在县到乡层面建设OTN系统不仅能解决县到乡传输系统的大带宽需求，而且能降低县到乡层面的传输时延。

2.2 网络定位

县到乡OTN系统应根据分层网络架构的思路，与市到

县OTN系统、分组以及SDH系统相对独立，做到网络层次分明，系统容量能满足较长时期内业务承载的需要。网络架构如图1所示。

与分组网络的协同：县到乡分组系统主要承载无线基站接入和GE以下小颗粒的专线接入业务，OTN和分组网络有不同的业务承载定位。光缆距离较长的路由段落不适宜搭建分组系统，可采用OTN波道开通分组直达通道。

与SDH网络的协同：SDH网络目前主要承载TDM接口的专线接入业务，为减少运营成本并降低设备能耗，可逐步将客户从SDH网络迁移到分组或OTN网络，但应降低用户感知。

根据县到乡的业务需求分类，县到乡OTN系统主要承载PON网络OLT上联业务和GE以上的专线接入业务，同时应用于光缆纤芯资源不足的场景。

3 建设原则及策略

3.1 节点选择

3.1.1 县局节点

选择自有机房作为全县业务调度、汇聚的重要节点。为保障传输网电路安全，应考虑在县局设置双节点；县局节点机房与市到县OTN节点为同一局址，与IP承载网网络数据交换机、BRAS节点设置同局址，是全县业务出口的重要节点机房。机房可利用面积较大，电源等配套条件较好。

3.1.2 乡镇节点

(1)为了全业务接入的需要，将一个乡镇设置为一个综合业务接入区，在综合业务接入区内设置OLT收容和汇聚该乡镇的有线宽带业务，乡镇OTN节点的选取与OLT节点应保持

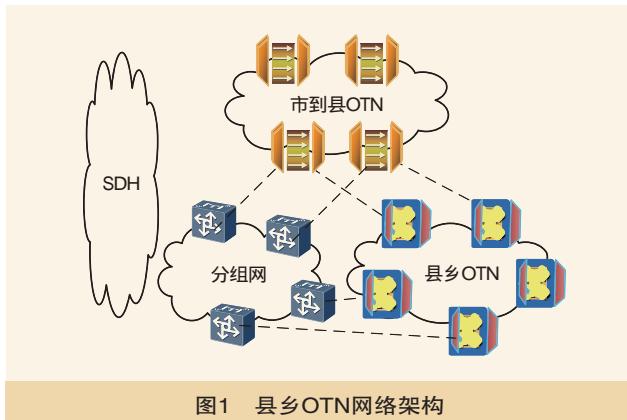


图1 县乡OTN网络架构

一致；对较大的乡镇，若设置有多个OLT机房，可考虑将机房条件、光缆路由较好的机房作为OTN节点，其余OLT节点可以通过分组系统或光纤直连方式接入OTN系统。

(2)对于有线宽带用户等业务较密集的非乡镇节点，比如乡镇工业园、开发区及新农村聚集区，若OLT上联需求超过4GE，同时有线宽带发展潜力较大，可考虑设置为OTN节点。

(3)对于未来具有较大业务发展潜力的区域，可以考虑作为OTN规划预留节点，随着业务发展和接入需要，后期纳入县乡OTN系统。

3.2 网络系统配置

网络结构：县到乡OTN系统应依托县局双节点和乡镇节点搭建，网络结构以环型为主，不具备光缆路由的乡镇节点可以采用支链接入。县乡OTN环上4~8个乡镇节点为宜。

网络容量：乡镇节点三年内业务需求不超过50GB，考虑到建网成本，初期可建设40波×10GB系统，但应具备平滑升级到80波×100GB系统的能力；若三年内业务需求超过50GB，可规划初期建设80波×10GB系统或80波×100GB系统。

调度能力：县到乡OTN系统位于汇聚层面，乡镇节点主要是小颗粒的业务接入，县局节点主要是大量小颗粒业务的汇聚和调度，因此县到乡OTN系统应配置ODUk电层调度，县局节点宜具备光层级别的波长调度能力，便于与不同网络层面对接。

波长转换器选择：县局节点采用支线路分离OTU，便于业务的交叉调度；乡镇节点可采用支线路合一OTU，节省设备槽位，支路侧提供FE/GE/10GE等多种接入端口，便于接入多类型业务。

波道配置：乡镇与县局双节点之间开通点对两点的直通波道，业务需求较小的乡镇可以共享一个波道，但不建议采用环上所有节点共享波道方式。原因是多节点共享波道导致乡镇节点配置的带宽减少，但OTN设备槽位并没有减少占用，而且环上单个节点业务割接调整，整个系统所有节点都

会受到影响。网络建设初期，乡镇节点波道原则上按照不超过三年的业务需求进行配置。承载的业务通过东西向波道直达县局两个节点。

监控能力：由于县乡汇聚层光缆架空路由段落较多，线路故障率较高，可采用具有eOTDR功能的监控板卡，便于维护衰耗、OSNR等指标。

3.3 业务对接方案

若BRAS及数据交换机已下沉至县局，乡镇OLT上联电路直接连在县局终端，县乡OTN系统与数据交换机可以采用如下两种方式：一是10GE/GE业务端口对接；二是分组化支路板卡对接。采用第一种方式，数据交换机与OTN系统端口需要一一对应，配置的端口较多，而且随着业务升级，会造成大量端口浪费。采用第二种方式，分组化支路板卡起到端口收敛汇聚的作用，节省较多的低速率端口，也可以与BRAS设备直接对接，省去数据交换机这一层面。实际应用中可根据设备选型和集采结果，选择分组化支路板卡进行业务对接。

若BRAS仍在市局核心机房，县乡波分系统与市到县波分系统需要对接。同上分析，可采用分组化端口与市到县OTN系统层面对接，或采用光层级别的波长调度。

3.4 保护方式选取

OTN系统可以采用ODUk-SNCP保护、客户侧1+1保护和光线路侧保护（OLP）等多种保护方式。

ODUk-SNCP保护：保护配置比较简单，不需要倒换协议，倒换时间短，不会影响后期扩波，维护方便，但线路侧OTU板卡使用较多，成本相对较高。

客户侧1+1保护：在支路侧使用工作和保护两个OTU，双发选收，实现重要业务的保护，倒换速度快，稳定可靠。

光线路侧保护（OLP）：在系统光层外设置光开关器件，配置两条光缆路由，光通路双发选收，实现光缆层面的保护。

县到乡OTN系统对承载业务一般不采用保护，但对于安全性较高的路由段落、特殊的业务承载需求，县到乡OTN系统可以从业务特点、成本造价以及管理维护等方面进行比较，以选取最优保护方式。

3.5 设备选型建议

县局节点的光通道较多，需要处理大量的业务调度和终端，机房面积、电源条件较好，应采用光电分离的大容量OTN设备，具备大容量的交叉调度能力。乡镇一般只有两个光通道方向，终端的业务较少，而且乡镇节点机房面

表1 设备选型参考

策略	节点	典型配置	交叉容量	机柜需求	电源端子需求	功耗
不共电交叉	县局	1个环(1个电子架+2光子架)	大于10TB	$N \times 1 + N \times 0.5$ 个机柜	$N \times (10 \times 63A + 8 \times 32A)$	$N \times 7000W$
	乡镇	1个电子架+2光子架	大于200GB	1个机柜	$2 \times 32A + 2 \times 10A$	600W
共电交叉	县局	1个电子架+1个环(2光子架)	大于10TB	1个机柜+N×0.5个机柜	$10 \times 63A + N \times 4 \times 32A$	$6000W + N \times 2000W$
	乡镇	1个电子架+2光子架	大于200GB	1个机柜	$2 \times 32A + 2 \times 10A$	600W

注:N为县乡OTN环路数量



图2 县局节点光电调度配置

积小、电源条件较差，可以采用容量较小的紧凑型OTN设备，业务板卡集成度高，设备功耗低，还可节省机房空间。OTN系统可以根据业务需求以及机房条件灵活选择设备类型，但为了管理维护需要，设备类型不宜超过两种，设备要求简单易用，业务易开通，简单运维，不同设备类型应支持混合组网。

县局节点可以采用以下两种光电调度配置策略：一是不共电交叉方式，波道业务交叉不跨机架，缺点是机位占用较多；二是共电交叉方式，波道业务需跨机架调度，可以减少机架数量，节省机房空间。县局节点光电调度配置示意如图2所示。

(上接74页)

公私网地址在城域网混淆，在ME60上创建MPLS-VPN，ME60上下行接口绑定VPN实例，ME60下连至S9300的接口并启用子接口，子接口终结语音VLAN。两台S9312对ME60方向配置VRRP做保护。

(4) 网元管理方式调整

对于同专线业务，在ME60上新建管理子接口，用于ME60下挂各城域网交换机的管理。同一台ME60下挂的交换机可划分在同一网段。

(5) RMS管理

现网RMS管理使用VLAN41，在全区透传VLAN41，存在大二层环路风险。RMS业务调整类似于MV业务，新建

根据以上两种配置策略，参考某厂商设备类型，可得出参考模型，具体见表1。县局、乡镇节点可以根据机房空间、配套条件以及管理维护需要，选择一种光电调度配置策略进行设备部署。

4 结束语

在视频业务高速发展的需求驱动下，城域传送网需要满足大带宽和低时延的业务承载要求，县到乡层面采用OTN技术是必然选择。县到乡OTN系统的规划需要结合业务需求特点、设备造价及管理维护等多方面因素，制定和选取合适的建设策略。

参考文献

[1] 李娟.浅谈县乡波分(OTN)的建设方案[J].信息通信,2015(8)

[2] 晏伟娜,陆源.IPTV业务驱动下的县乡承载策略研究[J].山东通信技术,2016(2)

如对本文内容有任何观点或评论，请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

RMS管理VPN实例，ME60作为PE节点，上下联端口配置MPLS，ME60网管子接口配置DHCP Relay，ONT从RMS自带的DHCP Server获取管理地址。

提前规划好RD、RT、VPN实例名称等相关参数，并做好地址池的规划。

5 结束语

优化调整方案完成后，城域网组网结构扁平化，去除大长链式交换机串联组网结构；使网络结构更加规范清晰，最大程度地减少二层环路对整个网络的影响。

如对本文内容有任何观点或评论，请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

doi:10.3969/j.issn.1000-1247.2018.08.027

PON承载基站回传业务的应用

赵燕 丰子杰

北京中网华通设计咨询有限公司



主要对PON在基站回传业务中的应用进行分析。通过对PON的技术现状、PON承载基站回传业务的技术能力以及PON承载回传业务的优势等几方面的分析和研究，完成利用PON承载基站回传业务的可行性方案设计。



PON 基站回传 应用

1 引言

目前移动通信和固网宽带是中国联通最重要的两大基础业务。在通信网络IP化、宽带化以及技术融合的大背景下，移动宽带服务驱动移动通信网络迅猛发展，对移动回传承载网络提出更高的要求。

在目前的移动通信网络中，中国联通采用IP RAN技术建设基站回传网络，与此同时，也在积极尝试深度挖潜现有网络资源，在传统的IP RAN承载方式之外，利用现有PON（Passive Optical Network，无源光纤网络）承载基站业务，实现业务电路低成本传送。

2 PON

PON是指光配线网中不含有任何电子器件及电子电源，ODN全部由光分路器（Splitter）等无源器件组成，不需要贵重的有源电子设备。

目前在实际的FTTx应用场景中，PON只配置以太接口，可选配置POTS和2M接口。但从技术标准要求上，PON可实现IP业务和TDM业务等多业务接入，并可实现QoS分类。PON可传递时钟同步信号，通过OLT的STM-1接口或GE接口，从外部线路中提取频率同步信号，此时OLT需要支持同步以太网；也可以在OLT设备上从外部BITS输入时钟信号，作为该PON的公共时钟源，ONU与该时钟源保持频率同步。

PON已经具备综合承载多种业务的能力。PON技术在承载基站回传业务方面具有以下优势。

(1) 成本优势

OLT和ONU成本低、功耗低，且支持220V交流供电、室外安装，无需机房空调，可以节约大量的电源、机房成本。

(2) 节省光纤资源

对比采用PON和采用IP RAN等点到点回传技术下的光纤使用情况：PON可以节省大量的接入主干纤芯，且同一区域内，采用PON回传的基站密度越大，节省的主干纤芯越多。传统基于点到点拓扑的IP RAN承载基站回传结构如图1所示，基于点到多点拓扑的PON承载基站回传结构如图2所示。

(3) 工程实施难度降低、效率提高

传统的点到点IP RAN方式经常涉及主干光纤敷设和调度，实施复杂，耗时长。PON接入可以降低工程实施难度，光缆配套改造量小。

采用PON回传的方式，主干光纤和分光器已经部署好，可以直接调配配线光纤接入LTE站点，节约重新敷设光缆或者调配到BBU的光缆工期。

PON采用终端放装模式，在基站安装完成后放装并激活ONU即可，具有效率高、灵活的优势。

3 方案设计

3.1 组网说明

从组网上，主流的PON回传基站实现方式有两种：公网传输和私网传输。

私网方案：OLT设备通过单个上联GE端口连接至IP RAN，再对接无线核心网。

公网方案：OLT通过汇聚交换机上联BRAS设备，通过PPPoE拨号上网获取公网IP地址后，实现与移动核心网的对接。

PON承载基站回传网络结构如图3所示。

PON是进入城域网/骨干网的桥梁，是信息传送通道的“最后1km”。PON处于接入层设备，为便于基站接入设备监控及故障排查处理，接入层越简单越好，故采用二层进行LTE及

WCDMA基站回传，三层部分仍然由分组网IP RAN完成。

3.2 场景分析

PON基站回传有两个场景：BBU集中放置、非BBU集中放置。

(1) BBU集中放置

BBU集中放置拓扑结构如图4所示。

PON回传需采用多端口ONU，根据BBU实际需求配置不同端口类型，如LTE采用GE端口，WCDMA站点配置FE

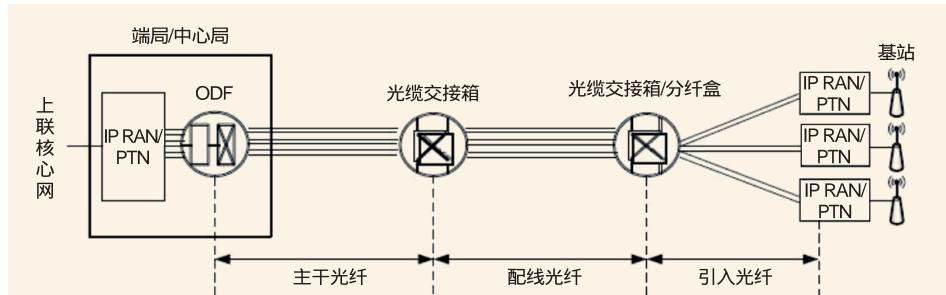


图1 传统基于点到点拓扑的IP RAN承载基站回传结构

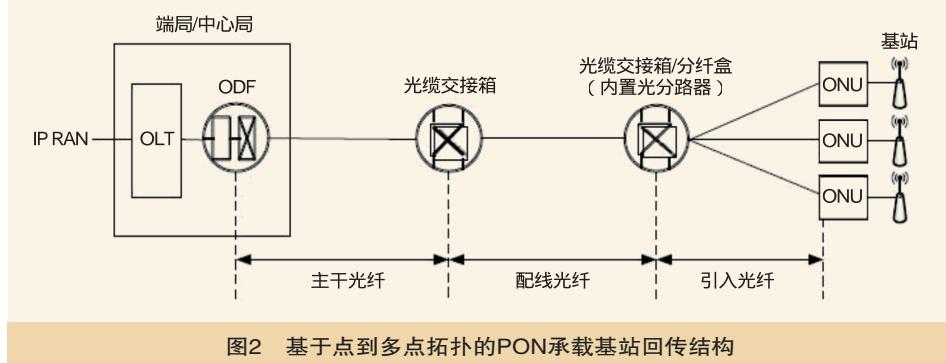


图2 基于点到多点拓扑的PON承载基站回传结构

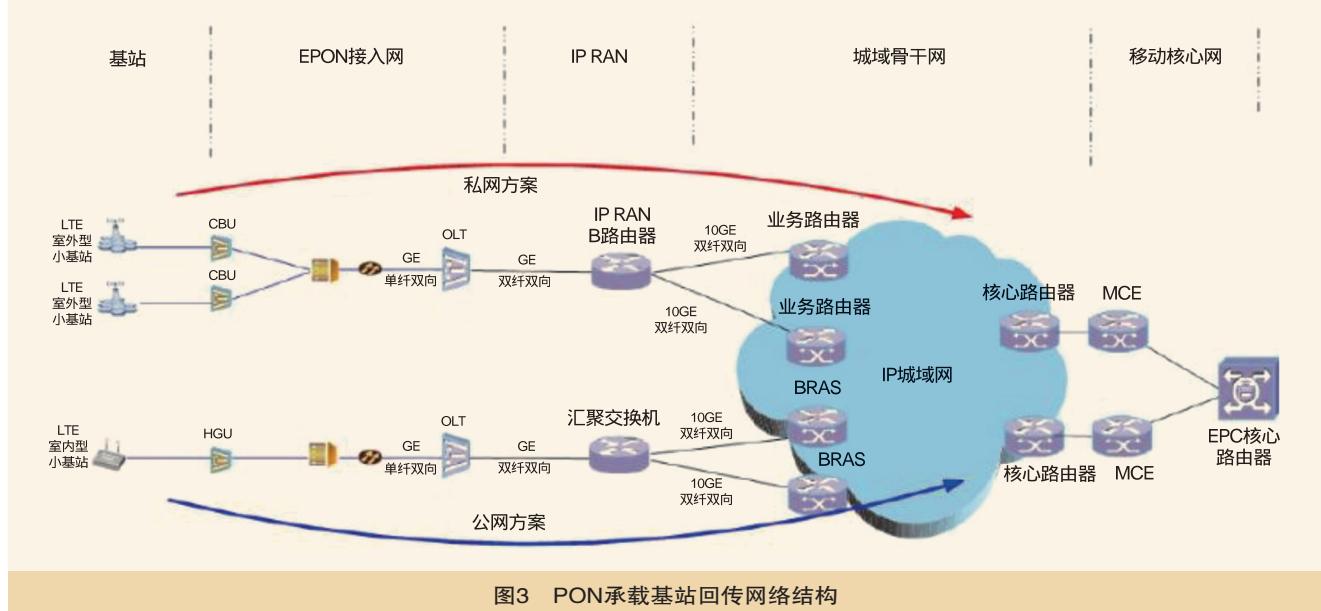


图3 PON承载基站回传网络结构

端口，并根据当地现状考虑预留。

(2) 非BBU集中放置

非BBU集中放置场景拓扑如图5所示。

不具备BBU集中放置条件的基站可直接从最近的分光箱引接到基站，基站端安装普通光猫开通。由于光猫多数使用220V电源，可使用带自动充电的适配器开通，保证停电正常运行。

站点实例：

以云南省临沧市云县云州路站点为例，新建LTE 1800GHz站点云县云州路，现网为3G站点，现已无纤芯资源，若采用传统的IP RAN承载方式，需补建叠加光缆0.82皮长公里，投资约0.45万元。

通过接入网专业提供的资料以及现场勘察发现，云县云州路站点附近已有接入网分纤箱，且分光器有空余端口。采用PON回传基站业务，只需新建一端ONU设备、60m皮线光缆，即可快捷地开通基站业务，投资约0.07万元。

云县云州路PON回传站点实例如图6所示。

3.3 设备选型及部署建议

(1) 设备选型

根据PON基站回传的相关结构及拓扑可看出，PON基站

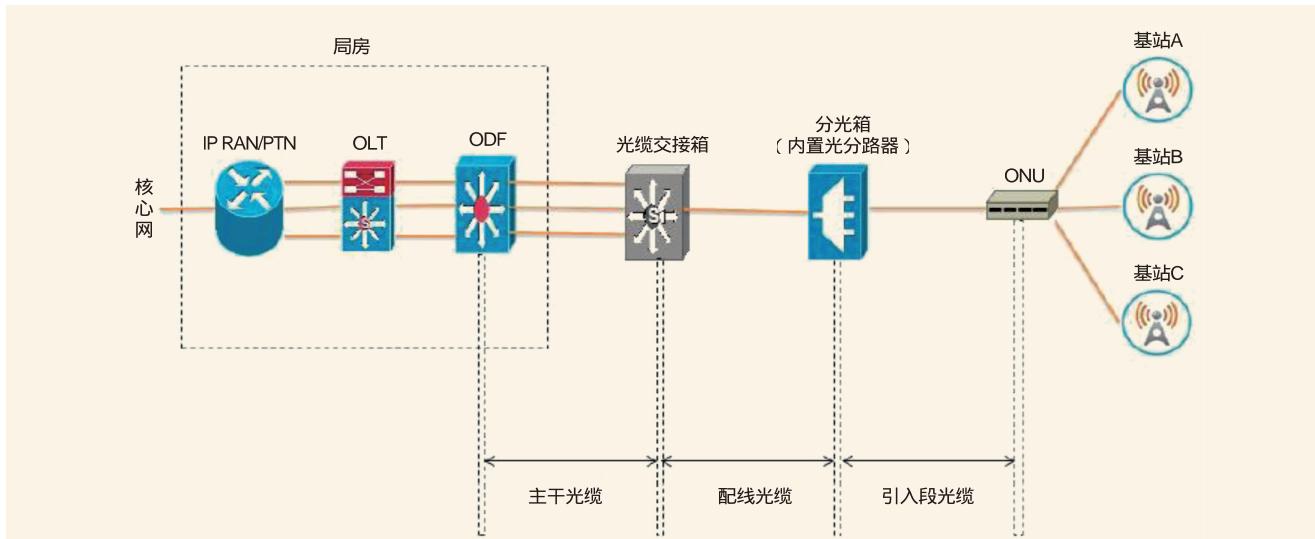


图4 PON回传BBU集中放置拓扑

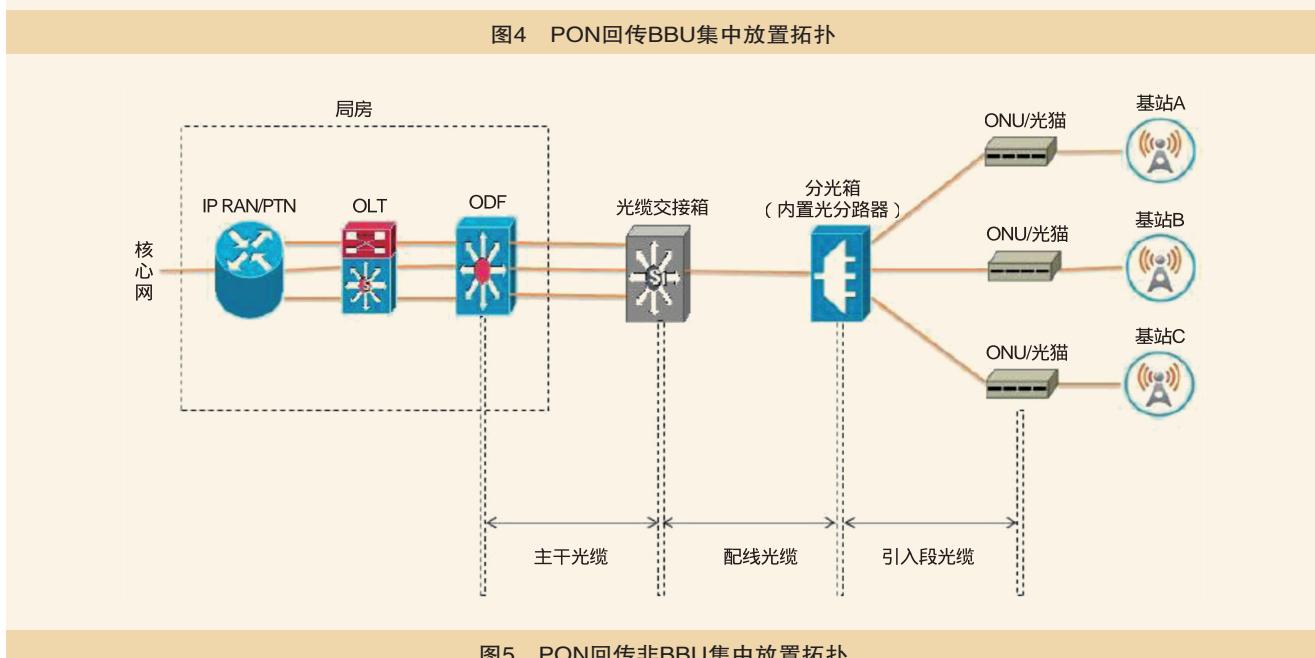


图5 PON回传非BBU集中放置拓扑

回传的一些相关设备主要涉及OLT与ONU。

OLT：建议配置时钟板，性能要求如下。

- ①高性能，高速第二、三层交换能力。
- ②可扩展性，采用框式，并配置专用机柜。
- ③可升级和扩展，并可配置高密度端口和大吞吐量扩展卡。
- ④高可靠性，冗余设计，部件易于更换。
- ⑤良好的可管理性，支持通用网管协议。

ONU：根据不同的应用环境，可选用目前常用的ONU设备。但如果回传LTE站点，ONU需带GE端口；WCDMA站点建议采用带时钟的ONU。性能要求如下。

- ①灵活性，提供多种固定端口数量搭配供组网选择。

②支持千兆/百兆高速上联、高性能。

③价格便宜，使用方便，即插即用，配置简单。

④具备一定的网络服务质量和控制能力。

(2) 部署建议

① OLT上联

上联方式：OLT上联城域IP RAN汇聚层，业务从汇聚IP RAN开始由IP RAN承载；并且基站业务出OLT上联到IP RAN时采用单独上联接口，上联接口可直接连接至UTN的接入设备或汇聚设备，不建议上联接口连接BRAS后再连接至UTN。

② 分光比

若为现网常用小站配置，即1扇区，2×2 MIMO，为满足



图6 云县云州路PON回传站点实例

平均带宽，EPON可采用1:32分光，GPON可采用1:64分光。

若为现网常用宏站配置，即3扇区， 2×2 MIMO，为满足平均带宽，EPON可采用1:8分光，GPON可采用1:16分光。

对于不同的基站配置，其适用的分光比可进行计算后取定。

③保护倒换

对于OLT至ONU段的保护，其影响本PON端口下的所有基站，可根据现网光纤资源情况选择保护方式，可考虑的因素如下。

- 现有ODN是否已预留OLT至分光器的备纤。

• 被承载基站的重要程度：如是否用于承载宏站，是否用于补热，是否用于补盲；对于OLT至上联设备的故障，由于上联中断会造成该OLT下所有基站的下线，如果无保护将影响大片基站，建议采用LACP双上联保护。

④其他

- 在PON资源和ODN资源充足的情况下，应尽量保证住宅用户ONU与承载基站ONU使用不同的PON板卡或PON端口。

- 在没有充足的PON资源和ODN资源情况下，可以在同一PON端口同时承载家客用户与基站。

4 结束语

现网运行半年多以来，采用PON承载基站回传业务的

站点均运行稳定，充分证明PON系统具备规模承载基站回传业务的技术能力，以及同时承载固网宽带业务和移动基站回传业务的质量保障能力。

综上所述，基于PON承载基站回传技术具有建设难度低、综合成本少、组网简单、开通迅速、管控方便、故障判断定位容易、产业链完善等多重优势，利用PON承载基站回传业务完全可以作为特定环境下移动基站回传的首选方式。

参考文献

- [1] 马红艳.PON技术在宽带网络中的应用[J].通信管理与技术,2012(1)
- [2] 徐艺,李武杭,侯雅林.无源光网络技术在配网自动化中的应用[J].电网技术,2008(8)
- [3] 陈运清,吴伟,阎璐,等.电信级IP RAN实现—面向LTE规模运营的移动基站回传综合承载指引[M].北京:电子工业出版社,2013
- [4] 王光全.PON设备在移动回传网络中的定位[J].邮电设计技术,2012(11)
- [5] 凌云,盛利,周宾,等.PON承载LTE室分回传技术研究[J].中国新通信,2015(1)
- [6] 李艳,贾恺.PON承载LTE小基站回传研究[J].山东通信技术,2016,36(4)

如对本文内容有任何观点或评论，请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

作者简介

赵燕

本科，毕业于电子科技大学，工程师，现就职于北京中网华通设计咨询有限公司，从事多年移动网工程咨询设计及信息化工程咨询设计工作。

丰子杰

本科，毕业于河北工业大学，工程师，现就职于北京中网华通设计咨询有限公司，从事多年移动网工程咨询设计及信息化工程咨询设计工作。

本地UTN测评及降本增效分析

何亚桥 黄小军 李明佳

北京中网华通设计咨询有限公司

摘要

通过基础网络架构分析、UTN结构分析、UTN设备配置分析、UTN流量分析、OLT上联分析、大客户接入分析等几个板块的分析，发现UTN存在的结构问题，以及UTN的短板，分析UTN建设重点方向，挖掘现网UTN冗余资源，达到降本增效的目的。

关键词

UTN 网络评测 降本增效

1 引言

由于近年来大量4G基站的部署，本地传送网同步大量建设和部署UTN；又因为4G站点开通的紧迫性，在前期本地传送网络的规划和建设过程中存在大量为适应当时开通需要而与目标网络及规范要求不一致的地方。

2 广元基础构架网络测评

广元本地网3区4县。市区汇聚区4个，县城汇聚区6个；城区综合接入区22个，乡镇综合业务区19个。

通过本次测评，了解广元基础构架，发现基础构架问题，为夯实UTN结构提供配套接触。

通过测评发现，广元朝天区域只有一个汇聚机房，不符合一个汇聚区两个汇聚机房的基本原则，需在后期建设中完善基础构架。

3 UTN结构分析

3.1 广元UTN

广元共有19个一级汇聚节点已覆盖分组设备，分组覆盖率100%；汇聚能力达到200Gbit/s，基于全部3G基站测算，平均汇聚能力达到124Mbit/s。

截止到2017年，现网全市综合业务接入节点102个，分组覆盖102个综合接入节点，覆盖率100%，5端二级汇聚设备，综合业务接入节点机房内分组设备102端，其中接入10GE设备87端，接入GE设备39端。综合业务接入节点分组设备主要为二级汇聚环型组网或与基站接入设备混合组网。朝天区、青川县、宝轮、苍溪县（由于地形限制）存在跨区域组网的情况，较多节点采用接950B设备；广元现

网有988端分组设备，成环率为34.82%。广元一级汇聚结构网络示意如图1所示。

3.2 测评结果分析

通过UTN测评发现如下问题。

(1)朝天汇聚区一级汇聚环未形成口字型结构，但是由于朝天只有一个汇聚机房且受地形限制，暂时不做调整。朝天汇聚区一级汇聚结构网络示意如图2所示。

(2)青川汇聚区目前尚无一级汇聚设备在线，可通过广元第二UTN厂商引入项目搭建青川汇聚区一级汇聚环，使之与预计基础架构相匹配。青川汇聚区网络示意如图3所示。

4 眉山UTN设备分析

4.1 眉山UTN设备配置

眉山单个汇聚机房/综合业务接入点机房安装多端扩展共26端，华为950B共26端。槽位占用情况：总用1个槽位，配置8个10GE，353个GE，73个100Mbit/s，416个2E1；现网占用分别为：2个10GE，199个GE，16个100Mbit/s，39个2E1；10GE端口占用率为25%，GE端口占用率为56%，100Mbit/s端口占用率为22%，2E1端口占用率为9%。各层级设备配置见表1。

4.2 眉山UTN设备降本增效

通过流量分析，发现眉山大部分接入层UTN设备端口利用率非常低，还有个别区域存在业务量多而端口不够用的情况，如果可以合理调配板卡或设备，则可以减少大量建设投资，达到降本增效的目的。

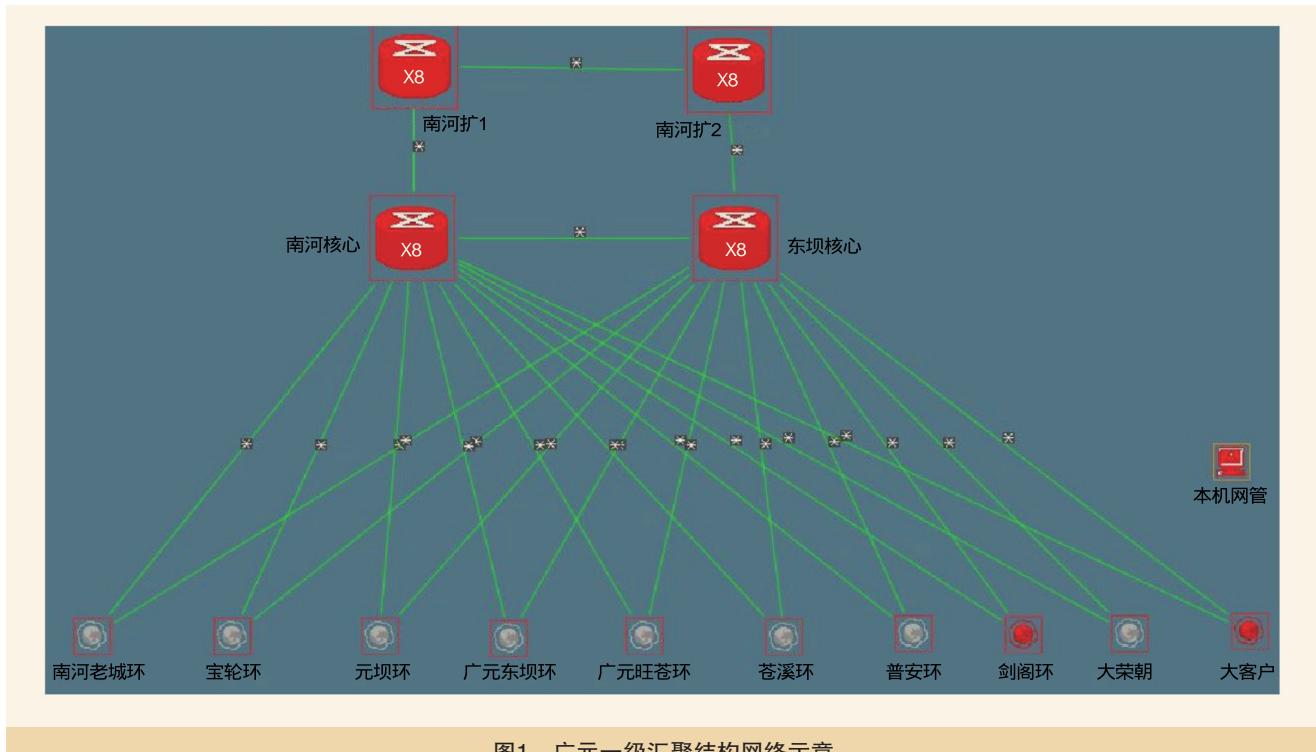


图1 广元一级汇聚结构网络示意



图2 朝天汇聚区一级汇聚结构网络示意

5 广元UTN

5.1 广元UTN流量分析

通过对核心设备之间、业务汇聚之间、核心设备和业务汇聚之间、核心设备和一级汇聚设备之间、一级汇聚设备之间的流量分析，发现除元坝汇聚区为GE汇聚环，需扩容外，其他区域流量与设备容量均匹配，不需要设备扩容。

通过对接入超大环流量进行分析，发现存在三个急需扩容的超大接入环，分别是元坝、苍溪和剑阁。

5.2 广元UTN降本增效

通过流量分析，发现只有元坝一级汇聚区需要扩容，避免了全市大规模扩容，有效降低本地网投资，实现精准投资，达到降本增效的目的。

通过对超大接入环的流量分析，发现4个超大接入环需要扩容二级汇聚环，避免全面升级二级汇聚方案，有效降低本地网二级汇聚网络投资，实现精准投资，达到降本增效的目的。

表1 各层级设备配置

设备层级	核心节点		汇聚节点		综合业务接入点			接入	
	CX600-X8	CX600-X8	CX600-X3	ATN 950B	ATN 950B	ATN 950	ATN 910	ATN 950B	ATN 950
业务汇聚									
核心	4								
一级汇聚		17							
二级汇聚		5	6		89	5			
一级汇聚扩展				16					
二级汇聚扩展				10					
接入								33	397
总计	4	22	6	26	89	5	33	397	47



图3 青川汇聚区网络示意

6 结束语

通过UTN网络测评达到了了解整个地市UTN现状的目的，同时发现现网存在的一系列问题。

通过对问题的分析，可以明确各地市分公司投资的重点方向和急需解决的问题；通过对问题的分析，发现地市分公司UTN的冗余资源，并通过合理使用冗余资源，达到降本增效的目的。

参考文献

- [1] 段宏,焦明涛.中国联通本地传送网络SD-UTN的应用研究[J].邮电设计技术,2017(5)
- [2] 李明燕.电信网络架构技术创新——基于SDN/NFV重构[J].青海师

范大学学报(自然科学版),2016(4)

[3] 曹畅,胡锦航,庞冉,等.中国联通SD-UTN网络技术与应用研究[J].邮电设计技术,2016(11)

[4] 简伟,师严,沈世奎,等.基于SDN的OTN和UTN网络融合技术研究[J].邮电设计技术,2014(3)

[5] 范海峰,王兰.基于SDN的OTN和UTN网络融合技术研究[J].无线互联科技,2014(11)

[6] 李壮志,陆源,叶祥.某省联通本地UTN网络优化方案探析[J].邮电设计技术,2017(11)

[7] 梁树峰.基于SDN的葫芦岛市联通IP网络[J].电脑知识与技术,2017,13(31)

[8] 何磊,黄永亮.分组传送网络规划与设计[J].邮电设计技术,2011(2)

[9] 燕晓颖,吴幸辉.构建基于全IP架构的RAN接入网络[J].邮电设计技术,2008(2)

[10] 赵光磊.IP RAN内部部署道路坎坷应用前景仍被看好[J].通信世界,2011(33)

如对本文内容有任何观点或评论，请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

作者简介

何亚桥

本科，毕业于电子科技大学成都学院，现就职于北京中网华通设计咨询有限公司，主要从事传输网络规划设计工作。

黄小军

本科，毕业于成都理工大学工程技术学院，现就职于北京中网华通设计咨询有限公司，主要从事传输网络规划设计工作。

李明佳

现就职于北京中网华通设计咨询有限公司，主要从事传输网络规划设计工作。

doi:10.3969/j.issn.1000-1247.2018.08.029

移动基站传输接入与网络优化设计方案

陈烛彬¹ 杨文² 王轩¹1.北京中网华通设计咨询有限公司
2.中国联合网络通信有限公司四川省分公司**摘要**

随着移动基站的深度覆盖，传输接入需在降本增效的前提下，保障业务快速、稳定接入，同时要求在特殊场景辅助创新技术解决方案。针对网络故障带来的用户投诉与精准投资的要求，通过多方案对比选择不同场景的设计方案，并制定增强网络健壮性的分步优化方案。

关键词

共建共享 精准投资 传输接入 分步优化

1 前言

随着业务种类的增多，运营商建设模式从传统的“基站接入传输网建设模式”转向“面向多业务接入的综合承载网建设模式”，遵循“垂直分层、水平分区”原则，围绕以综合业务接入点为基本的业务接入单元，满足业务发展以及适当布局。

移动基站传输接入与网络优化建设需根据降本增效的要求，通过多方案对比选择不同场景的设计方案，同时制定分步实施方案。

2 优化方案设计事项

2.1 设计原则

2.1.1 基站接入分组设备建设原则

(1)现有站点分组叠加策略

重点完成综合业务接入点的分组覆盖，严控其余站点的分组叠加，机房条件较差的站点切勿分组覆盖。

(2)接入设备升级原则

综合业务接入点的原GE设备可根据流量监测和组网需求，逐步升级为10GE设备，并逐步单独组网；接入环估算流量达到环总容量的80%时（汇聚设备连接GE环的两个汇聚端口流量和达到800Mbit/s），应优先考虑按照目标架构对接入环路进行裂环或扩容优化调整。

2.1.2 基站接入光缆建设原则

新建无线站点原则上采用光缆就近接入，城区已建设主干光缆的区域新增末端节点，传输接入层组网原则上应通过主干光缆交接箱接入。在光缆接入困难或造价偏高的偏远、末端站点，可使用微波作为辅助。

(1)对于已有光纤接入的楼宇，发展新业务时应充分利用现有光缆资源，后期进入的其他业务不得重复建设。

(2)由于行政村广覆盖、农村光改引起的乡—村光缆需求，应充分利用现有光缆资源解决，若现有光缆资源不足，

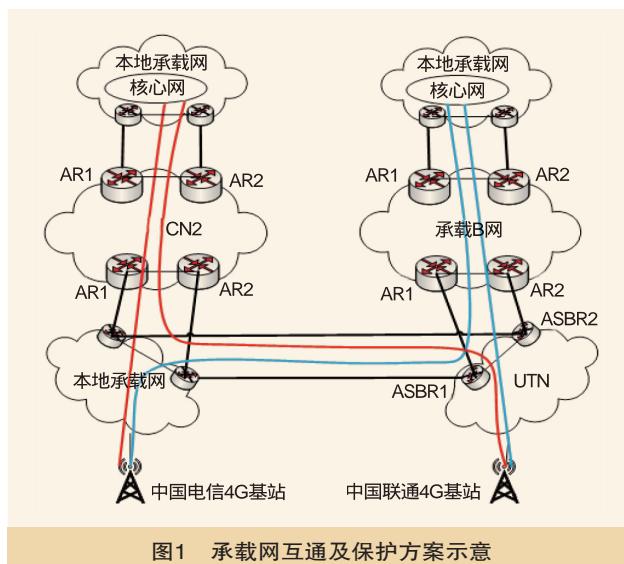


图1 承载网互通及保护方案示意

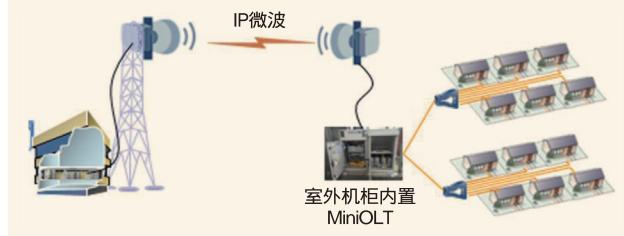


图2 IP微波承载方案示意

应统筹规划、统一建设；乡一村光缆建设应以乡镇综合业务接入点为中心，采用环型或链型结构，可根据业务需要合理设置配线光缆交接箱。

(3)新建光缆时，应综合考虑宽带覆盖、室内分布和WLAN、大客户等业务的光纤需求，纤芯容量应满足3~5年的用户接入需要，原则上不少于24芯。

2.2 设计过程

业务需求分析：根据无线站点分布，结合宽带接入网的数据，对基站业务进行是否与宽带业务重合的分类，确定各类业务的传输需求。

BBU集中点选取：对所有基站机房、接入网机房进行梳理，筛选剩余1~2个机位的机房，然后分析业务分布特点，结合道路分布、管线建设便利性，最终确定BBU集中方

案，根据布局方案确定机房的选取或新建方案。

基站接入光缆和设备建设方案：根据基站的分布、道路路由，分场景制定基站接入方案，充分考虑接入现有主干光缆交接箱，通过主干光缆回传；与中国电信深度合作，采用中国电信承载网回传，节约建设成本。

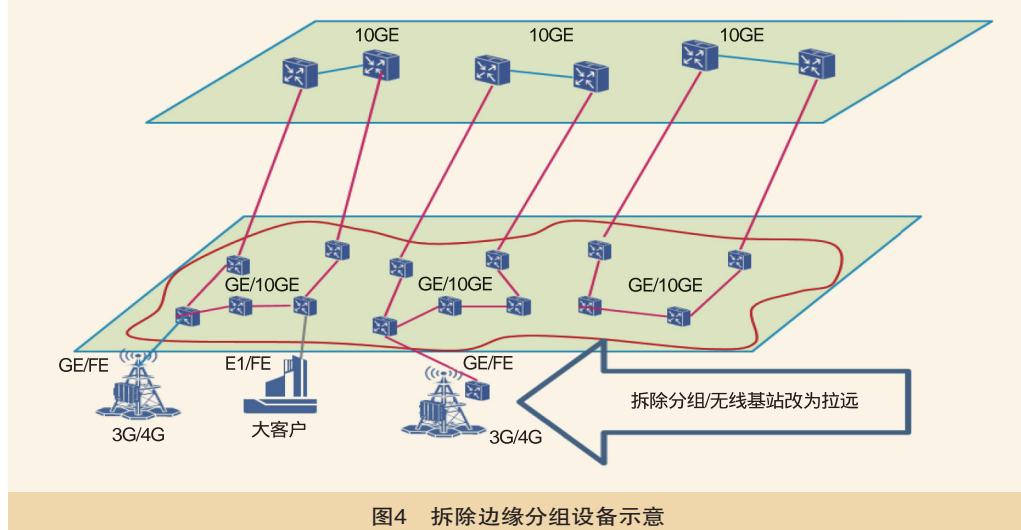
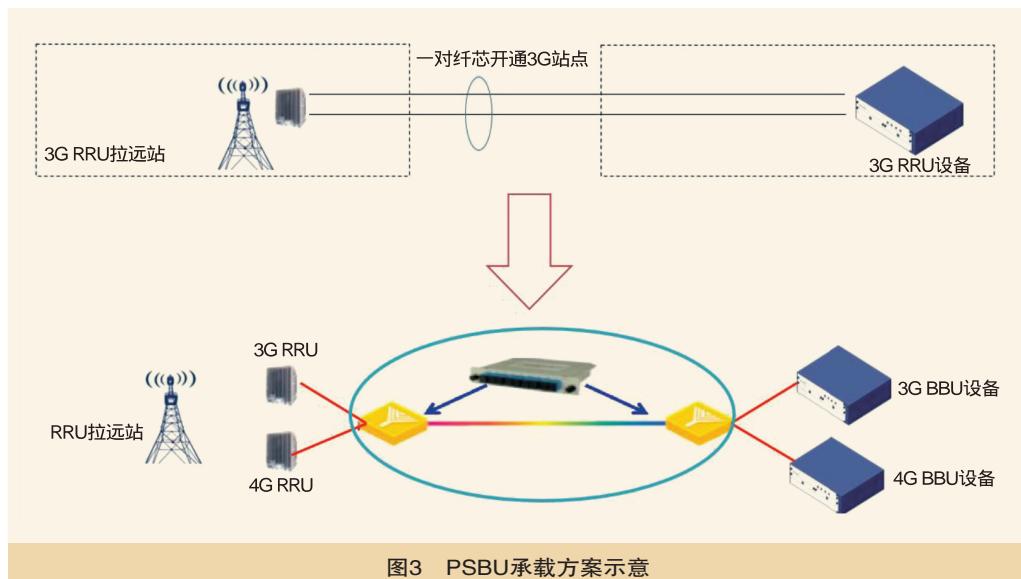
网络优化光缆建设方案：提出网络优化光缆评级表，多维度分类网络优化光缆类别，针对不同类型的网络优化光缆采取不同的建设手段，制定网络优化光缆建设的优先级。

3 移动基站传输接入设计方案

3.1 共享其他运营商承载网

中国联通与中国电信提出“深入推进网络共建共享，加快网络覆盖，提升网络的服务能力”。中国联通共享中国电信站点，采用中国电信承载网实现回传移动基站业务（中国

联通传送网与中国电信传送网间通过新增物理接口和传输电路，在回传网间建立“口字型”连接；根据传输情况，通过L3 VPN跨域互通“Option A”方式实现VPN的互通），加快工程建设进度，同时节约大量投资。承载网互通及互通保护方案示意如图1所示。



3.2 多方案比对确定，针对不同场景确定传输接入新建方案

(1)随着LTE的大量建设，基站趋于密集化覆盖，面临大量新建站址光纤资源不可达或者成本高问题，可使用IP微波作为移动回传。IP微波承载方案示意如图2所示。

(2)在利旧原有站址新建4G基站时，为满足RRU拉远接入，部分已经用尽的光缆需进行补建；但是可能出现敷设城市管道光缆受制于部

表1 基站接入方案对比

类别	造价	优点	缺点	使用场景
传统新建光缆承载	平均1.1万元/km	应用广泛，安全性高，可成环	部分区域光缆接入需迂回较长，部分区域光缆造价较高	管道、杆路资源丰富的区域
IP微波承载	2万元/套	解决光缆资源不可达的问题，建设成本较低	网络安全性受自然因素影响；网络故障点增加	未新建管道资源的城区、新建光缆难度大的山区
PSBU方式承载	2万元/套	解决光缆资源无法扩容的问题，无源设备，可灵活放置，建设成本较低	应用少；网络故障点增加	补建光缆造价较高的站点接入（景区等）；补建光缆协调困难、管控资源不足的地区

表2 不同网络优化光缆的建设策略

网络优化光缆类别	分类条件	主要分布区域	建设策略
A类网络优化光缆	80分以上	市区、县城等网络热点以及故障高发区域	严格按照目标网络结构建设
B类网络优化光缆	60~80分	县乡、道路覆盖等区域	根据业务重要性以及网络故障率滚动规划建设
C类网络优化光缆	60分以下	偏远农村区域的边缘基站区域	基站、宽带等业务发展成熟后再规划建设

分城市管孔资源不足、敷设景区直埋光缆造价高等问题，影响工程建设进度和成本。为解决这些问题，引入PSBU（基站拉远光纤扩展）技术创新方案。PSBU承载方案示意如图3所示。

传统光缆接入、IP微波接入、PSBU方案承载接入三种方案对比见表1。

4 网络优化设计方案

4.1 拆除末端接入设备

某省联通本地传送网分组成活率较低，通过拆除边缘站点仅接入无线站点业务的分组设备，原基站改为BBU拉远或者RRU拉远，实现结合降本增效提高分组成环率，提高网络安全性的目的。拆除边缘分组设备示意如图4所示。

4.2 优化光缆评级表，多维度分类网络优化光缆

根据网络资源评测的结果，通过三维度打分，即网络故障率（权重60%）、建设成本（权重20%）、优化涉及的基站数量（权重20%），在当期投资有限的情况下，根据不同的分值，网络优化光缆采取不同的建设策略，制定支链成环段落的建设优先级。不同网络优化光缆的建设策略见表2。

5 结语

移动基站传输接入遵循层次清晰、结构合理的基础网络架构，在保障业务快速、安全、稳定接入的原则上，同时考虑多种手段满足特殊场景业务，从而实现网络建设、共建共享、挖潜利旧、降本增效的目标。光缆网络优化建设采用光缆评级表，多维度分类网络优化光缆类别，针对不同类型的网络优化光缆采取不同的建设手段，实现网络的精准投资。

如对本文内容有任何观点或评论，请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

作者简介

陈烛彬

本科，毕业于电子科技大学，中级工程师，主要从事MSTP、OTN、分组传送网、光缆网等传送网络的规划设计工作。

杨文

主要从事MSTP、OTN、分组传送网、光缆网的建设管理工作，有丰富的项目管理经验。

王轩

中级工程师，主要从事MSTP、OTN、分组传送网、光缆网等传送网络的设计规划工作。

低成本建网及优化建设管理思路

孙愿委 李欣 白云舜

北京中网华通设计咨询有限公司



分析大客户专线项目，发现目前存在的关键问题，提出优化建设管理思路，利用现网资源实现低成本建网，为运营商“做本地区企事业单位信息化应用的优秀提供商”的目标做好基础。



大客户专线 低成本建网 工程建设管理流程

1 加强大客户专线项目管理的工作背景

宽带网络是国家信息化建设的重要基础设施和战略资源，是社会信息化的基础和关键。宽带互联网业务的飞速发展，已经成为拉动电信运营商固网业务增长的主要动力之一。

大客户专线业务是各运营商的重点收入来源，具有规模小、个性化定制、工期要求快、工程建设过程与业务开通密切衔接、用户参与建设管理过程的特点。

加强大客户专线项目建设管理，优化建设组网方案，实现低成本建网，能为电信运营商“做本地区企事业单位信息化应用的优秀提供商”的战略目标，在核心区域保持产品竞争优势，以及为行业应用+创新产品开展竞争做强有力的基础保障。

2 大客户专线项目建网及管理存在的关键问题分析

运营商大客户专线项目存在的主要问题如下。

建设内容不清：大客户接入工程建设的界面不清。客户经理与客户商谈确定的工程建设范围模糊，给企业、客户和工程方都带来很大的不便，造成工程超项目预算问题，形成公司内控隐患。

过度设计：以MSTP网络为主的承载方式无法适应大带宽、光纤化/以太化/IP化、多点综合接入的客户需求。大客户专线项目接入方式缺乏统一规范，单点接入设计和造价缺少企业内部管理定额，从而造成过度设计、重复建设的严重问题。

基础管理不足：大客户接入设备选择、安装、拆除、移机及利旧没有统一的标准和流程。部分州市大客户项目未接入综合业务接入点机房而大量接入州市核心机房，核心机房存在大量桌面式接入设备，光电缆布放存在斜拉乱挂的问

题。用户退网后未能及时拆除端口、线路和设备，大客户退网后的设备利旧率较低。

施工管理混乱：对客户承诺的工期经常不能保证，工程管理质量差，缺少大客户的工程预约机制和施工礼仪管理，小型通信工程队和一线工程人员素质不高，投诉和机房施工安全问题时有发生。

3 大客户专线项目优化建设管理思路

3.1 大客户接入方式选择

大客户专线接入分为5种基本类型，即语音接入、互联网接入、点到点专线、点到多点专线、客户专属平台。运营商的具体接入方式要求如下。

(1)金融行业专线（点对点、点对多点）业务对实时性要求较高的语音业务，其接入方式选择顺序如下。

- 优选现有SDH/MSTP网络，主要通过设备利旧提供接入设备，不允许新增采购SDH/MSTP设备。
- 次选具备SDH功能的MSAP设备进行收敛，收敛后利用现有SDH/MSTP网络承载。

(2)互联网接入、非金融行业专线接入（点到点专线、点到多点专线）接入方式选择顺序如下。

- 优选光纤直驱方式，即使用综合接入机房的大三层交换机及其内嵌的SFP等光收发一体模块来实现。

• 次选PON接入，即通过ONU、ODN和OLT接入综合接入机房的大三层交换机。

• 最后选择具备分组传送网功能的MSAP设备进行收敛，收敛后通过GE/10GE接入到分组传送网。

(3)将现有的MSTP网络打造成大客户精品承载网。目

前MSTP网络除承载大客户专线业务外，还承载移动回传业务、固网宽带业务等。运营商建维部尽快完成IP RAN已覆盖区域MSTP网络的时隙清理，将移动回传业务和固网宽带等业务割接至IP RAN或OTN上，以腾退带宽用于大客户专线业务开通；未来的MSTP网络将只面向大客户专线业务的承载，不再进行其他业务的承载。

3.2 大客户接入光缆线路建设原则

运营商做实资源查勘，充分利用现有基站资源。

城区互联网业务带宽需求较大，以现有基站（具备光纤接入能力的站点）为接入点，通过跳纤方式接入主干光交网络，减少本地传输网压力。核实在大客户接入设计中完整体现周边3km以内的网络资源情况，尤其是基站和基站接入的光缆纤芯资源。

其他业务可通过本地传输网方式开通业务。在制定接入方案时，应充分利用基站接入光缆的冗余纤芯接入（在RRU级联的情况下，拉远站点也具备冗余纤芯条件）。原则上基站末梢接入光缆（不含组环用的城区接入层环网光缆）的后6芯（12芯光缆）、后12芯（24芯光缆）均可提供用户大客户接入，并通过基站纤芯来接入主干光缆环。

郊区光缆交接箱环网资源薄弱，大客户业务可就近接入基站，根据业务类型利用基站已有的MSTP设备或者分组设备承载。在接入拉远站点需要跳纤的情况下，使用末梢接入光缆的后6芯（12芯光缆）、后12芯（24芯光缆）。当接入基站机房或综合业务接入机房的光缆超过5条时，应该在机房外设立光缆交接箱，以逐步完善光交网资源。

3.3 大客户接入方式的单位造价控制

为杜绝过度设计，解决接入光缆不合理重复建设、在

大客户接入项目中违规打包购买不相关设备和服务的问题，大客户接入立项和设计时应进行单位造价上限控制。光纤直驱方式、PON接入方式和MSAP接入方式每条专线（含局端和客户端设备、线路和施工费）的造价设置同个上限投资，MSTP和IP RAN接入方式的每条专线造价不能超过设置同个上限投资。

多点接入和跨域落地的专线单位造价控制参考以上单点接入方式。大客户接入项目投资回收年限小于三年。特殊情况下，需要超过以上造价控制的项目，需向上级公司计划建设部进行申报，获得批复后才能进行立项和采购，否则，将追究相关建设管理单位的责任。

单位造价控制案例见表1。

3.4 大客户接入方式的建设管理和工程质量控制

(1) 大客户项目的基础管理思路

- 从投资和建设运维力量上优先保障国际、省间跨域、省内跨州市电路的落地。

- 省内单点发起、多点接入的州市，由发起州市担任业务建设管理的领导局，其他多点接入州市进行配合。各州市的建设和收入按归属地进行管理。

(2) 工程管理

- 应严格履行国家通信工程建设管理规定，不允许超预算。如有变化，需向上级公司计划建设部进行申报并获得批复。

- 要求监理公司做好“四控、两管、一协调”。制定项目全过程进度计划，督促施工单位按进度计划进行施工；监理公司需建立合同台账，结算审减率要求控制在5%以内。按阶段完成监理周/月报；按要求完成监理日志和监理竣工文件归档。

表1 单位造价控制案例

单点接入方式		光纤直驱	MSAP	光纤宽带（PON）	MSTP	IP RAN	OTN
主设备	客户端设备	光纤收发器或数据路由器	MSAP客户端设备	ONU/ONT	集成型MSTP	分组接入C设备	集成型OTN
	常用端口配置	双纤SC+FE/GE接口	1×155Mbit/s+1×FE+4×2Mbit/s	FE/2Mbit/s	2×155Mbit/s+2×FE+16×2Mbit/s	4×GE+4×FE+16×2Mbit/s	8×GE/4×2.5/10Gbit/s
	数量（台）	1	1	1	1	1	1
	设备费（元）	1600	1395	1400	8500	7500	30000
	施工及开通费（元）	90	90	90	650	650	1500
线路	光缆类型	12芯GYTS光缆	12芯GYTS光缆	12芯GYTS光缆	12芯GYTS光缆	12芯GYTS光缆	12芯GYTS光缆
	长度（皮长公里）	1	1	1	1	1	1
	材料费（元）	1800	1800	1800	1800	1800	1800
	施工费（并挂/穿管）（元）	2800	2800	2800	2800	2800	2800
其他费用（工程费×5.55%）（元）		346	335	335	756	701	1986
造价小计（元）		6636	6420	6425	14506	13451	38086

表2 工期管理要求案例

项目分类	资源情况	紧急程度	方案设计(天)	项目审批(天)	项目实施(天)	项目验收(天)	单项结算(天)	项目决算关闭(天)
单点项目	资源具备	普通	0	0	5	1	90	30
		紧急	0	0	2	1	90	30
	只需设备安装	普通	2	2	3	2	90	30
		紧急	2	1	2	2	90	30
	资源不具备	普通	3	2	7	3	90	30
		紧急	2	1	5	3	90	30
多点项目 (5个以内)	资源具备	普通	0	0	7	3	90	30
		紧急	0	0	5	3	90	30
	只需设备安装	普通	3	2	10	5	90	30
		紧急	2	1	5	5	90	30
	资源不具备	普通	7	3	15	5	90	30
		紧急	4	1	10	5	90	30
综合业务	资源具备	普通	0	0	7	5	90	30
		紧急	0	0	3	5	90	30
	资源不具备	普通	5	3	12	5	90	30
		紧急	3	1	8	5	90	30

- 必须在核心和汇聚机房接入的大客户业务，要求在核心和汇聚机房划分独立的综合接入分区安装接入设备，严禁接入施工人员进出核心汇聚设备区进行施工。

- 大客户接入的施工单位要求稳定并和代维单位有机结合。在工程施工中要求做到文明施工。

(3) 物资管理

- 核心和汇聚机房必须采用集中式设备，综合业务接入机房接入设备之间的连接要求优先采用光口连接，以提高机房使用率。

- 不允许新增SDH/MSTP设备的采购。要求州市建维部和区县建维经理做好现网MSTP网络骨干汇聚层的时隙梳理，进行业务割接，以腾退带宽，用于大客户专线业务开通；对于接入端SDH/MSTP设备，要求做好资源清查及下电设备的统计。

- 严格管理甲供物资，“先退库、后使用”，禁止不执行退库手续而在现场进行处理，否则追究相关人员的管理责任。

(4) 大客户项目的工期管理思路

大客户接入类项目制定工期计划并严格执行。

工期管理要求案例见表2。

(5) 大客户项目人员下沉的管理思路

• 准备阶段

区县建维部门应做好现网的资源普查，全面掌握网络资源情况。坚决杜绝固移网络资源割裂或光缆线路资源不清的情况。加强网络知识学习和管理能力培养，应逐步接手项目立项、物资采购、合同签订、结/决算等项目全流程的工作。

• 设计阶段

在大客户专线接入的方案中充分体现接入点周围3km以内的现网资源情况，尤其不能遗漏移动基站的资源情况。在设计方案中要优先选择利旧现有资源和就近接入。对于过度设计和重复建设，应由区县建维部承担第一责任。

• 实施阶段

在工程实施过程中，区县建维部应做好施工单位、监理单位的组织和管理工作，以及工程物资接收和剩余物资退库的管理工作；对外做好业主的协调工作；对工程的安全、进度、质量负责。

如对本文内容有任何观点或评论，请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

NB-IoT技术研究和规划思路

方 敏

北京中网华通设计咨询有限公司



对NB-IoT的技术特点进行展示，描述NB-IoT无线网络规划流程、覆盖评估方法和建设思路，罗列江苏联通NB-IoT的仿真成果及试验效果以及NB-IoT的市场发展策略和网络演进方向，对于后续细化规划具有一定的指导作用。



NB-IoT 技术特点 规划思路 江苏联通

1 NB-IoT技术特点

1.1 工作模式

NB-IoT标准化工作于第三代合作伙伴计划R13开始，是一种聚焦于低耗能广域业务的新兴技术。NB-IoT的三种部署方式：独立部署（Stand-alone）、保护带部署（Guard-band）和带内部署（In-band）。

独立部署主要是利用现网的空闲频谱或者新的频谱部署NB-IoT；保护带部署是利用LTE系统边缘保护带上未使用的资源块部署NB-IoT；带内部署是利用LTE载波中的RB（Resource Block，资源块）来部署NB-IoT。

1.2 传输方式

NB-IoT支持下行OFDMA（Orthogonal Frequency Division Multiple Access，正交频分多址）传输，频域每个载波只包含一个PRB，子载波间隔15kHz。

上行频域支持SC-FDMA（Single Carrier Frequency Division Multiple Access，单载波频分多址），上行定义了单子载波（single-tone）和多子载波（multi-tone）两种传输方式。其中，单子载波支持两种子载波间隔：3.75kHz和15kHz。多子载波传输支持15kHz的子载波间隔。

2 NB-IoT 规划思路

2.1 NB-IoT规划指标

(1) 平均速率

通过系统能力仿真和测试分析确定。但需注意到不同业务类型的终端分布差异大，且主要业务发生在室内，无法用DT等方法进行评估，并且由于终端业务模型的不确定，实

际对速率评估非常困难。

(2) 边缘速率

通过业务需求的最低速率确定。3GPP对于NB-IoT规范建议值为160kbit/s。通过调研现网数据进行终端业务行为识别及分析的方法，分析对规划指标的具体要求。

(3) RSRP

通过系统能力的接收灵敏度、上行边缘速率确定最低要求，通过下行边缘确定需借助链路级仿真结合测试。

(4) RS-SINR

根据速率指标结合链路级仿真确定。

2.2 NB-IoT规划体系

(1) 频率规划

Stand-alone模式发射功率高，其覆盖性能、功耗、速率和时延等性能最好，适合用于重耕GSM频段。GSM的信道带宽为200kHz，这刚好为NB-IoT 180kHz带宽拓展出空间，且两边还有10kHz的保护间隔。In-band模式利用LTE边缘保护频带中未使用的180kHz带宽的资源块，不需额外占用频率资源，但因下行功率受限导致下行深度覆盖能力较弱。Guard-band模式以对设备更高的要求和执行困难度为代价，换取不占用独立频率资源的优势，在理论上性能逊于In-band模式。

(2) 覆盖规划

NB-IoT覆盖增强关键技术主要包括窄带传输提升功率谱密度、跳频、重复传输时间分集三种。通过接收电平和发射功率理论计算MCL（Maximum Coupling Loss，最大耦合路损），比较各系统覆盖水平。各种网络制式MCL理论计算见表1。

由表1可知，NB-IoT最大耦合路损为165dB，优于GSM 20dB。

3 江苏联通NB-IoT规划及应用

3.1 南京NB-IoT仿真规划

区域选取南京主城区内，基于现网GSM900MHz/LTE1800MHz基站分布进行NB-IoT覆盖仿真，分别测算900/1800MHz频段组网所需的基站规模。

根据《中国联通窄带物联网网络建设指导意见（征求意见稿）》要求，Stand-alone工作模式下，建议基站每通道天线口发射功率40dBm，相应的参考信号功率为29.2dBm；Stand-alone模式下，广覆盖电平值大于-114dBm的区域覆盖比例在99%以上。相关指标要求见表2。

（1）900MHz仿真

本次仿真采用的是无线网络规划软件Forsk Atoll；仿真模型采用Okumura Hata Model；地图精度20m；工作模式为Stand-alone；载波功率：20W/180kHz发射功率；单个子载

表1 各种网络制式MCL理论计算

项目	GSM	TD-LTE	LTE FDD	NB-IoT
发射功率 (dBm)	43	15	15	43
接收电平 (dBm)	-102	-125	-125	-122
MCL (dB)	145	140	140	165

波：32.2dBm/15kHz发射功率。

经过仿真以及迭代优化，为了满足室外 $RSRP > -114$ dBm占比大于99%的覆盖要求，主城区内NB-IoT 900MHz最少需利旧109个GSM 900MHz宏站；为了满足室内 $RSRP > -120$ dBm占比大于99%的覆盖要求，主城区内NB-IoT 900MHz最少需利旧230个GSM 900MHz宏站，同时需增补112个站点（利旧LTE1800MHz站址）。具体见图1和表3。

（2）1800MHz仿真

本次仿真采用的是无线网络规划软件Forsk Atoll；仿

表2 NB-IoT仿真指标要求

指标	工作模式	Stand-alone		Inband	
		广覆盖	深度覆盖	广覆盖	深度覆盖
参考信号 覆盖场强	RSRP (dBm)	-114	-120	-122	-128
	SINR (dB)	2	0	2	0
覆盖率		99%	99%	99%	99%
小区边缘 速率	上行 (bit/s)	1k	250	1k	250
	下行 (bit/s)	1.8k	1.2k	1.8k	1.2k
DT参考值		室内穿透损耗 (dB)	20	20	20
		室外深度损耗 (dB)	0	10	0
		RSRP (dBm)	-94	-90	-102
		SINR (dB)	2	0	2

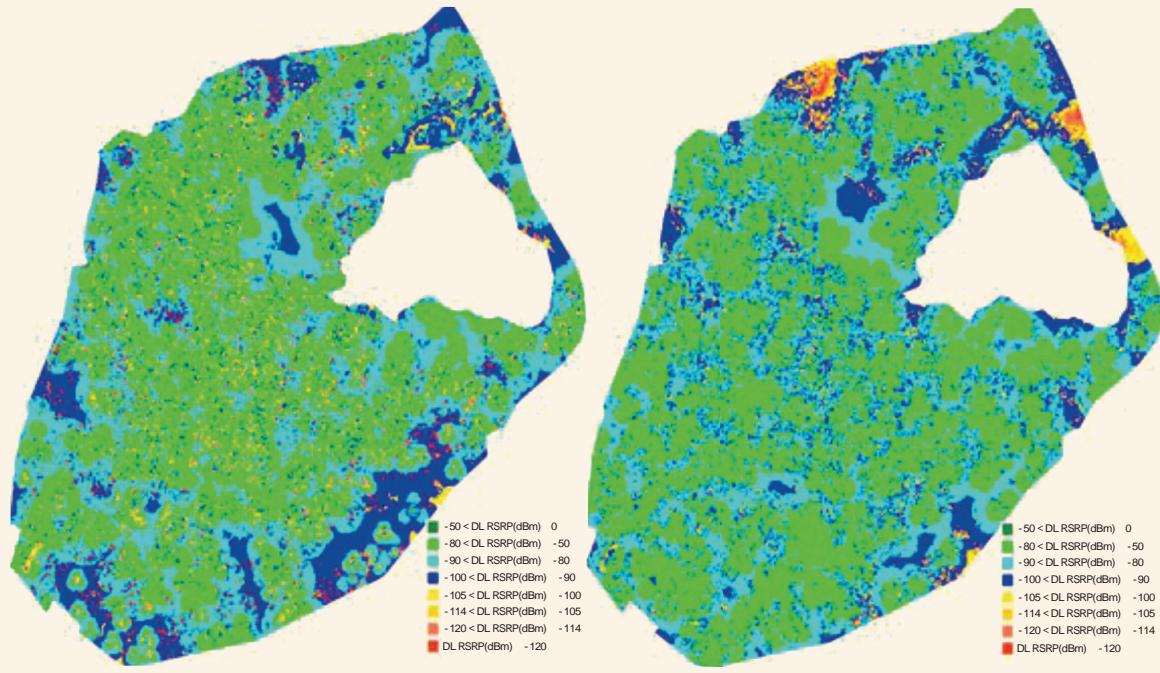


图1 南京主城区NB-IoT 900M仿真电平图

真模型采用Cost Hata Model; 地图精度20m; 工作模式为Stand-alone; 载波功率: 20W/180kHz发射功率; 单个子载波: 32.2dBm/15kHz发射功率。

经过仿真以及迭代优化,为了满足室外RSRP>-114dBm占比大于99%的覆盖要求,主城区内利旧272个LTE1800MHz宏站;为了满足室内RSRP>-120dBm占比大于99%的覆盖要求,主城区内NB-IoT 1800MHz最少需利旧779个LTE1800MHz宏站,同时需增补85个站点(新增LTE1800MHz站址)。具体见图2和表4。

(3)小结

表5为900MHz&1800MHz仿真站点规模,为满足室内外覆盖标准,NB-IoT 900MHz/NB-IoT 1800MHz基站规模之比约1:2.5,并且从站址来看,NB-IoT 900MHz完全利旧现有站址,NB-IoT 1800MHz需要增加站址,租赁成本更大。

4 NB-IoT应用

江苏联通选择南京市建邺奥体片区作为窄带物联网试验区,主要覆盖南京眼(保利大剧院)、滨江风光带、奥体中

表3 南京主城区NB-IoT 900MHz仿真下行电平分布

DL RSRP (dBm) 分布	NB-IoT 900MHz	
	室外覆盖率	室内覆盖率
(-50,0]	0.16%	0.01%
(-80,-50]	55.32%	38.48%
(-90,-80]	26.74%	33.28%
(-100,-90]	12.91%	14.56%
(-105,-100]	2.46%	4.61%
(-114,-105]	1.47%	3.18%
(-120,-114]	0.86%	5.04%
(-160,-120]	0.08%	0.84%
室外DL RSRP>-114占比	99.06%	-
室内DL RSRP>-120占比	-	99.16%

表4 南京主城区NB-IoT 1800MHz仿真下行电平分布

DL RSRP (dBm) 分布	NB-IoT 1800MHz	
	室外覆盖率	室内覆盖率
(-50,0]	0	0
(-80,-50]	73.65%	33.12%
(-90,-80]	19.28%	34.79%
(-100,-90]	5.54%	17.61%
(-105,-100]	0.53%	5.35%
(-114,-105]	0.17%	4.15%
(-120,-114]	0.83%	4.03%
(-160,-120]	0	0.95%
室外DL RSRP>-114占比	99.17%	-
室内DL RSRP>-120占比	-	99.05%

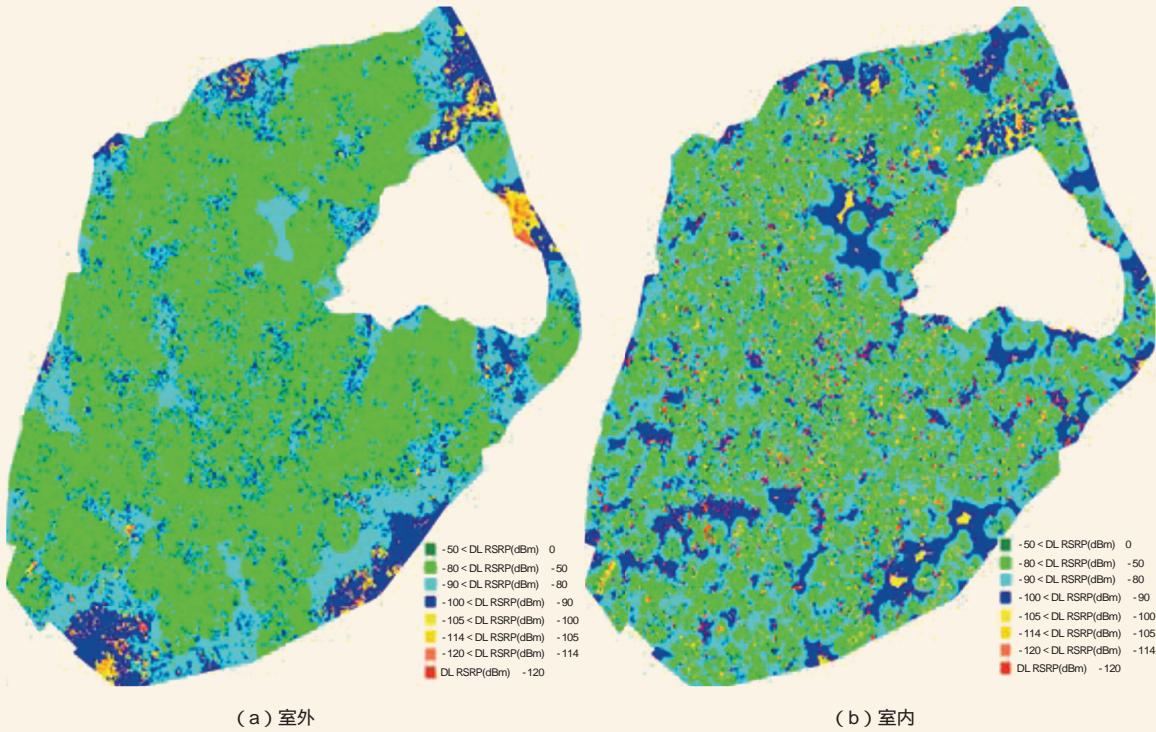


图2 南京主城区NB-IoT 1800MHz仿真电平图

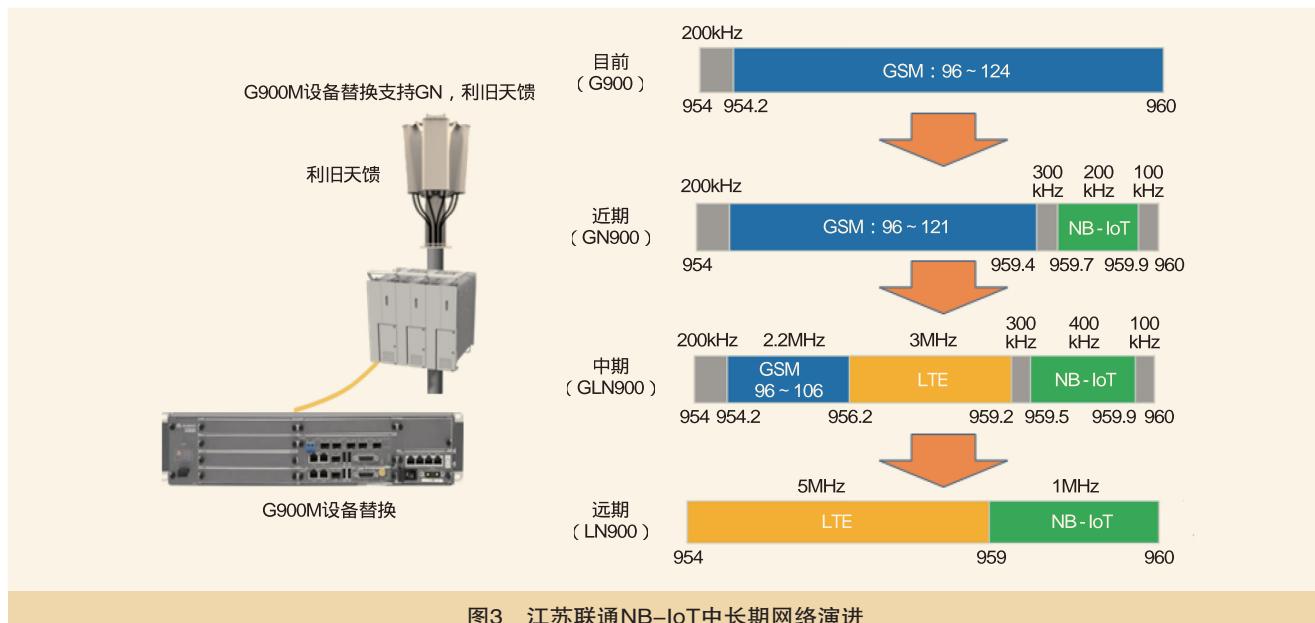


图3 江苏联通NB-IoT中长期网络演进

表5 南京主城区NB-IoT 900MHz&1800MHz仿真规模

覆盖环境	方案	规模			覆盖率
		利旧/替换	新建	合计	
室外覆盖	NB-IoT 900MHz方案	109	-	109	99.06%
	NB-IoT 1800MHz方案	272	-	272	99.17%
室内覆盖	NB-IoT 900MHz方案	230	112	342	99.16%
	NB-IoT 1800MHz方案	779	85	864	99.05%

心、奥体新城及富春江等共约15km²，试验网一期计划开通14个NB-IoT基站，基站采用900MHz频段，使用200kHz带宽。提供智能路灯、停车、灌溉、水务、垃圾桶、井盖、环境监测、视频监测等应用。

以奥体新城公交站-C扇区作为拉距测试信号源，NB网在近站点位置强于LTE FDD网20dB左右，拉远测试到1.7km后信号仍很强。

5 NB-IoT市场发展策略

2017年国内各大运营商在窄带物联网方面均以NB-IoT业务为主。2017年年底江苏约发展26.8万NB-IoT连接用户，以公共事业、消费与医疗、智慧城市、工业应用等相关行业应用为主。

根据市场部门预测，2017年NB-IoT业务主要分布在高新科技园区/软件园区/开发区、智慧小镇/特色小镇、大型商业中心聚集区、大型综合体、5A级风景区、国家级智慧城市试点区域等场景。

6 网络演进方向

从建设难度、能耗成本及网络演进看，建议NB-IoT在900MHz频段部署，通过GSM 900MHz设备替换同步支持GN900MHz，中远期通过软件升级逐步向GLN900MHz和LN900MHz演进。

(1)NB-IoT根据业务需求，通过GSM 900MHz老旧设备替换同步部署GSM 900MHz+N900，GSM 900MHz加快退频，做薄GSM 900MHz网络。

(2)城区GSM 900MHz老旧设备完成替换，NB-IoT覆盖区域实现LTE900MHz(3M)+GSM 900MHz+NB-IoT 900MHz覆盖。

(3)全省GSM 900MHz老旧设备全部替换，实现LTE900MHz(5M)+NB-IoT 900MHz覆盖；GSM 900MHz完全退网，LTE900MHz作为4G深度覆盖补充。

江苏联通NB-IoT中长期网络演进如图3所示。

参考文献

- [1] 戴博,袁弋非,余媛芳.窄带物联网(NB-IoT)标准与关键技术[M].北京:人民邮电出版社,2016
- [2] 张起贵,梁凤梅.物联网工程与技术规划教材[M].北京:电子工业出版社,2015
- [3] 赵静.低速率物联网蜂窝通信技术现状及发展趋势[J].移动通信,2016(7)
- [4] 戴国华,余骏华.NB-IoT的产生背景、标准发展以及特性和业务研究[J].移动通信,2016(7)

如对本文内容有任何观点或评论，请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

doi:10.3969/j.issn.1000-1247.2018.08.032

信息化技术与社会治安

朱延庭

北京中网华通设计咨询有限公司



为推进基层治安综合治理，文中提出用信息化手段为青海省某地州某县定制的社会治安综合治理方案，并从需求分析以及总体设计分别阐述方案设计方法。



安全 治理 信息化

1 引言

1.1 应用背景

为推进基层治安综合治理，国家下发了多个政策文件指导平安建设。中共中央办公厅、国务院办公厅印发《关于加强社会治安防控体系建设的意见》，提出网格化管理和社会化服务，在做好治安防控的同时服务好人民群众。国家质检总局、国家标准委发布《社会治安综合治理综治中心建设与管理规范》，对于“县、乡镇（街道）、村（社区）”三级综治中心的建设与管理要求进行了详细的规定，为加强综治中心建设和管理提供了依据标准。

本方案是用信息化手段为青海省某地州某县提供的社会治安综合治理方案，因涉及公安系统机密，故本方案中不提及地名等相关信息，只讨论信息化应用手段及方案。

1.2 总体目标

本方案以“安全、治理、惠民”为建设目标。

根据相关政策《关于增强社会治安防控系统建设的意见》《关于加强公共安全视频监控建设联网应用工作的若干意见》和技术范例《社会治安综合治理综治中心建设与管理规范》，从“治安防控”“社会办理”“办事民生”三个维度出发，展开对州镇和村视频监控、出入口节制、车辆卡口、信息卡口、移动巡防、报警联防等系统的规模建设，实现对重点地区及重点行业的网格化管理，构建一整套立体化治安防控系统，为人们提供一个安全的生活环境。

从社会管理的角度出发，不断推进社会管理创新，借助移动应用、物联感知等高新技术。坚持以人为本，依托移动应用、信息发布技术和矛盾纠纷调解、特殊人群关怀，逐

步实现从“管理”到“服务”的转变，提供更便捷的惠民服务。最后整合各类视频和非视频类信息资源，建立跨区域共享服务平台，拓展政府、民众对基层治安综合治理信息的综合应用，建立一套基层治理的信息化支撑服务系统。

1.3 设计原则

整体系统构建时，应充分结合基层内外部应用环境，以“经济、实用、先进、可靠”为建设原则。

2 需求分析

2.1 业务需求

为解决和应对上述矛盾与挑战，应充分运用信息化技术手段，提升基层治安综合治理在治安防控、人口服务、信息宣传、矛盾纠纷调处等方面的综合管理水平。

借助安防和信息化技术来健全乡镇（街道）、村（社区）的治安防控体系，动员广大人民群众参与平安创建。实现枪支弹药、爆炸物品、剧毒危险物品、放射性物品的有效管理和整治，加大学校、医院等重点场所及周边的治安综合治理，包括对网吧、娱乐服务场所及特种行业的监督管理。

开展流动暂住人口的管理工作，做到管理、教育、服务三者紧密结合，引导人口有序流动，保护流动暂住人口的合法权益。坚持对困难家庭子女就业的帮扶，对于贫困家庭子女、无业青年及流浪儿童，展开专项救助活动。

利用各处户外发布屏、网页信息、手机APP、短信等媒介定时发布实时新闻、生活注意事项、火灾隐患、违法犯罪等信息，使安全教育能够走进各个家庭当中，起到预防犯罪及避免灾祸的作用。

2.2 系统需求

做好相关人员管理工作，动态发布相关人员身份、居住地址、社会关系、实时位置等信息。人户关联，业主与房屋信息关联、租客与房屋信息关联、业主与租客信息关联，实现以人查住处落脚点。在医院、学校、娱乐场所、沿街商铺、农贸市场等重点位置部署高清视频监控，采集人脸以及其他属性特征，巡防人员对可疑人员进行人证合一验证并联网确认身份。

做好车辆信息管理工作，实时动态获取车辆轨迹，保障车辆安全。在重点路段交叉口、村（社区）出入口、重点场所路口通过卡口抓拍，采集过往车辆信息，实现车过留痕、事后能查询取证、获取车辆轨迹。

对进出小区车辆进行管理，如车牌抓拍、远近距离读卡识别、进出时间、道闸联动，临时进出车辆和业主（常住）

车辆区分。人员通道管理，刷卡或身份证验证通过后才能进入，访客由人工处理，同时抓拍人脸、获取虚拟身份信息，做到“合法顺畅出入、非法有效阻止”。

在重点场所和公共区域采集通过Wi-Fi上网的设备信息和虚拟身份。重要信息及时发布传播，群众可查看周边的公共安全视频。警情通报和防范宣传，将群众身边发生的案件作为宣传题材。消防工作宣传教育、消防指导等信息发布。

3 总体设计

3.1 系统总体设计

(1) 拓扑架构

系统拓扑架构示意如图1所示。

前端子系统主要将基层视频信息、人员信息、车辆信息、刷卡信息等业务数据资源进行充分采集，并汇聚至中心管理端，前端子系统主要包括人脸抓拍、人员出入口、车辆抓拍、车辆出入口、报警联防、信息卡口、信息发布子系统等。

中心管理层分为县综治中心、乡镇（街道）综治中心与村（社区）综治服务中心。村综治服务中心主要负责信息采集、发卡授权、矛盾纠纷调解。区县、乡镇（街道）综治中心进行全辖区内信息数据的大汇集，并实现全辖区范围内的数据融合应用，同时依据需要数据同步至上级平台。

中心管理层分为县综治中心、乡镇（街道）综治中心与村（社区）综治服务中心。村综治服务中心主要负责信息采集、发卡授权、矛盾纠纷调解。区县、乡镇（街道）综治中心进行全辖区内信息数据的大汇集，并实现全辖区范围内的数据融合应用，同时依据需要数据同步至上级平台。

(2) 逻辑架构

逻辑架构示意如图2所示。

系统逻辑架构自下而上分为5层，依次为：设备场景层、网络层、数据层、应用层、用户层。

(1) 设备场景层

包含所有前端设备，采集前端视频、门禁、报警以及出入口车辆、人员、房屋等信息，为上层平台提供各类感知数据资源。

(2) 网络层

传输网络层按照系统承载网络的不同，可分为互联网或VPN专网两种类型，实际项目

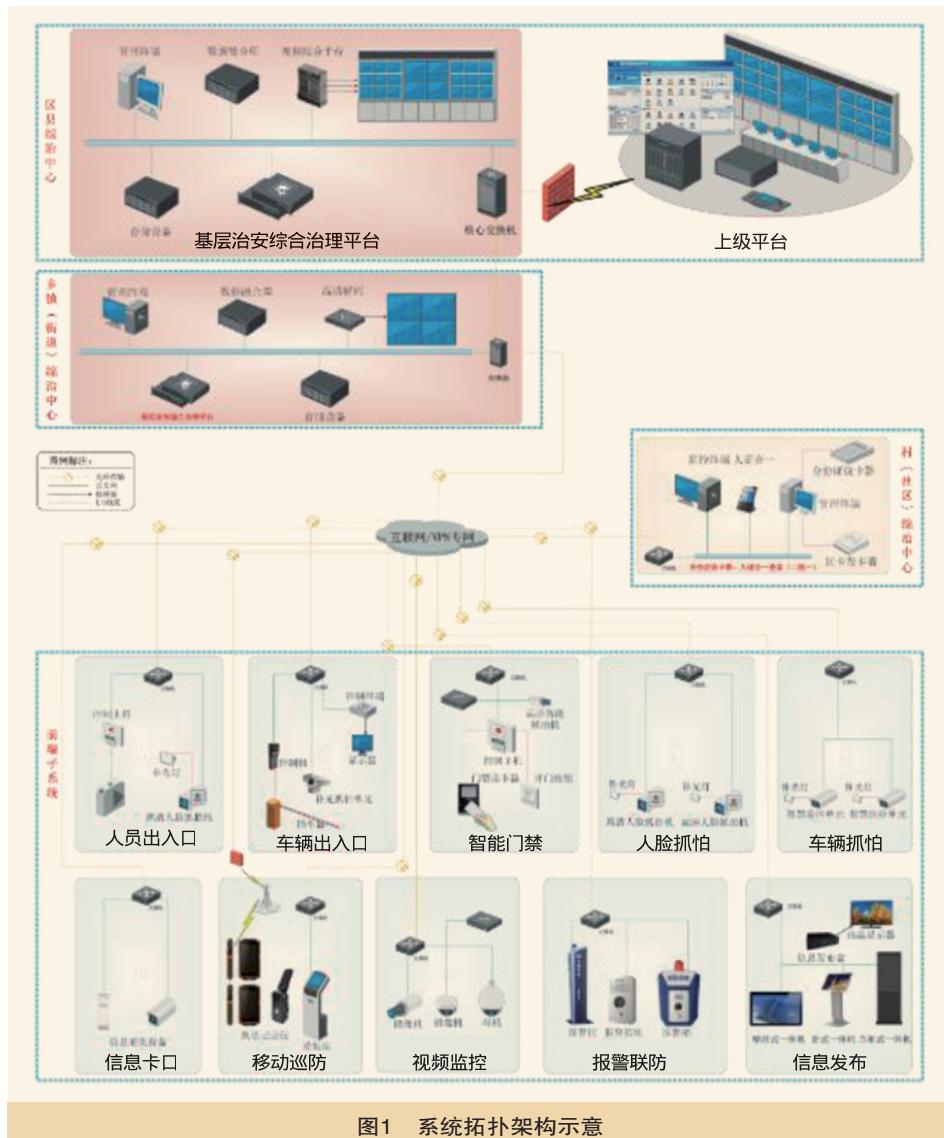


图1 系统拓扑架构示意

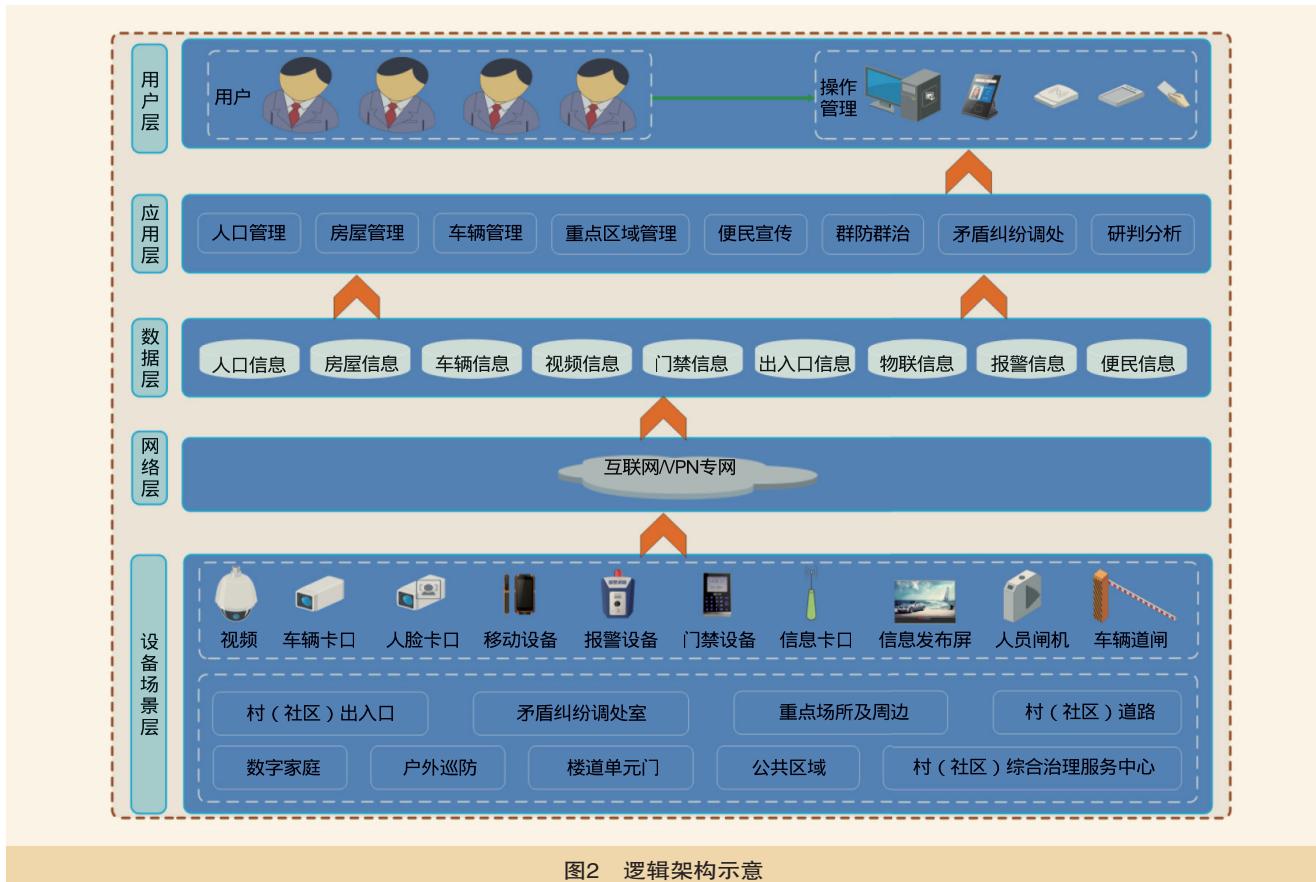


图2 逻辑架构示意

可根据需要选择。

(3) 数据层

通过网络上传的数据，在此处进行分类存储，构建包括人员信息库、房屋信息库、车辆信息库、视频资料库、门禁信息库、出入信息库、物联感知信息库、报警信息库、便民信息库等分类专题数据库。

(4) 应用层

面向用户提供各类业务应用功能，包括人口管理（一人一档）应用、房屋管理（一屋一档）应用、车辆管理应用、重点区域管理应用、便民宣传应用、群防群治应用、矛盾纠纷调处应用、研判分析应用等。

(5) 用户层

面向综治等管理部门提供基于可视化综合管理的应用界面。

3.2 智慧前端设计

根据基层“人多、车密、房屋连片、路况复杂”特点，提出“封圈、控格、守点、联户”的设计思路，首先将一个区县进行虚拟封闭，再进一步分格（乡镇街道、村社区）管理，对重点区域、重要场所进行守点管控，最后入户联防、

让更多的群众参与基层治安综合治理。

3.3 传输网络设计

传输网络系统主要作用是接入各类硬件资源，为中心管理平台的各项应用提供基础保障，能够更好地服务于各类用户。

3.4 视图存储设计

采用分布式存储与集中式备份相结合的模式，即视频图像信息在村级存储，重点关注的视频图像上传至区县综治中心存储；前端存储采用NVR本地存储，中心备份存储采用云存储；分布式存储与集中式备份相结合的模式，有效减轻了基层传输网络的压力；既节约成本又有效扩大覆盖范围，为基层治安综合治理提供有力保障。

3.5 平台设计

基层治安综合治理平台基于“高内聚、松耦合”的原则和顶层模块化的思想而设计，包含基层业务、门禁、停车场、档案管理、视频、地图等平台，各个应用模块具备良好的可移植性、伸缩性，适应未来应用动态升级的需要。

如对本文内容有任何观点或评论，请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

智慧城市—本地化O2O生态圈探讨

罗 维

北京中网华通设计咨询有限公司

摘要

针对基于大数据分析挖掘的精确化营销平台智慧城市建设的重视程度逐渐提高，提出本地化O2O生态圈—便民服务的建设需求，如何合理、科学地进行整合线上、线下各类应用，在实现对客户服务的同时产生效益是关键。对中国联通智慧城市—本地化O2O生态圈进行分析，具体案例以江西联通智慧城市—综合信息服务平台项目为蓝本。

关键词

O2O 智慧城市 平台

1 引言

随着移动互联网的高速发展，现有116114呼叫中心的服务模式相较于微信、APP等多元化服务模式，无法提供更精准的信息服务。为了向客户和联盟商家提供更有效的服务，促进小额积分兑换业务发展，中国联通打造基于移动互联网的全新用户体验。

江西联通综合信息服务平台是在中国联通现有的体系框架内，以客户（商户）的需求为切入点，以客户服务为基础，通过对业务逻辑进行梳理，以及对资源集约化管理和运营，建立起的一套具有中国联通特色的本地化电商体系。

2 项目架构

2.1 战略分析

该平台能为中国联通构建一套关联前后向价值链条的电子商务体系，是中国联通的战略性课题。

该业务对中国联通的市场意义在于，在移动互联网市场上首先应避免被差异化和管道化，并在移动互联网市场上的各个环节都有各自的核心资源和竞争优势。运营商应以共赢的心态对待行业发展，引入丰富的第三方合作，通过其对用户的掌控能力，介入到整个移动互联网产业的各个链条中，从而谋求战略转型，最终成为行业内“信息生活的创新服务领导者”。

2.2 要点定位

应用是平台的核心，技术只是工具，运营才是关键。

C端用户：为客户构建一个异业的服务体系，运营出差异

化的移动互联网应用，进一步提升客户服务感知，促进放号。

B端用户：为商户汇聚客户资源，同时为其提供通信产品服务、广告传播、IT服务、金融服务等一系列综合信息服务解决方案，最终构建以116114为抓手的小微企业服务平台。

资源汇聚平台：通过平台可汇聚如政府、银行、商户、SP等各方资源，打造本地化生活圈概念，同时该平台是一个开放式平台，可将原来前向收费的SP业务转向移动互联网，为智慧城市构建底层的应用环境。

2.3 构建思路

(1) 异业联盟服务体系

通过合作方与各专业代理商签约，构建全省异业联盟，从而服务于广大中国联通客户。

(2) 基于对中国联通客户（含VIP）和积分运营的差异化服务

在全省异业联盟的基础上，针对中国联通客户和中国联通VIP客户，提供差异化的服务，扩大其服务应用环境。同时针对小额积分用户（1500分以下），引导其使用积分兑换异业商户的权益，降低成本，提升低价值段客户的活跃率及客户感知，逐步实现积分由实物兑换向权益化转移。

(3) 开放式移动互联网应用平台

将原有的116114下传统语音类SP/CP，向移动互联网上迁移，中国联通只提供整合平台，不参与或主导运营，平台上的各类应用均由社会SP/CP提供，充分竞争。

(4) 联名信用卡

通过与银行合作发行联名信用卡，将双方资源进行有效整合与复用，同时为VIP会员卡叠加权益和支付。

2.4 方案输出

基于大数据分析挖掘的精确化营销平台，本地化综合信息服务与主营业务协同发展。

3 平台规划

3.1 系统架构

随着技术的发展，在移动互联网高速发展的环境下，只有快速建立起基于移动互联网的营销支付整合系统，才能使中国联通在激烈的市场竞争中处于有利地位。

3.2 需求分析

系统建成后针对全网用户提供本地化的生活消费资讯，涵盖餐饮、酒店、KTV、运动健身、烘焙、休闲、外卖、电影、美发等生活消费领域。首年签约商家350家，发展注册用户5万人，以后每年注册客户人数增长50%。系统向终端用户提供基于位置的优惠信息推送、服务预订、支付等业务；系统对签约商户提供优惠活动订制服务，以及收入结算业务；系统对服务商提供商家活动需求、优惠活动设计与发布、收入结算清分等业务；系统对运营商提供积分兑换、广告资源打包销售、收入结算等业务。

3.3 服务端分析

本次规划的是一套根据中国联通自有电话营销体系要求，初步完成集信息发布、信息推送、订单支付、清分结算于一体的商户信息管理平台。

管理平台具有以下功能。

商户管理：商户基本信息维护、商户的签约、协议录入、商户操作权限管理等。

服务商管理：服务商基本信息维护、服务商的签约、协议录入、服务商操作权限管理等。

运营商管理：运营商操作权限管理、运营商活动审核、运营商资源管理。

券管理：商家券管理、商家券结算、通用券管理、通用券结算。

活动管理：活动发起、活动审核、活动跟踪。

交易管理：订单处理、异常订单跟踪。

平台资源管理：运营商积分资源管理、平台积分资源管理。

图形化统计报表：按小时、天、月显示销售数据，按地区显示销售数据，按服务商发起的活动显示销售数据，按商家显示销售数据。

系统监控：显示各服务器运行状态，按时间显示访问量。

3.4 客户端分析

手机端是平台服务的主要呈现方式。用户通过手机端实现优惠信息的获取、优惠券订购、服务预订等主要功能；此外手机端还提供免费Wi-Fi接入功能，以及用户位置信息的获取、基于优惠信息的社交、游戏等扩展功能。

4 问题点定位

(1)116114呼叫业务模式存在的不足

用户以对话的方式获取信息，通过客服人员的人工查询，将信息反馈给用户；整个流程效率低下、客服人员的工作量大、用户体验度不高，信息的容量及留存都存在问题。

(2)小额积分的积压

每个用户在平台的积分低于1500分以下的部分称为“小额积分”。这部分积分因为额度不足而无法在积分商城中进行任何商品的兑换，造成大量小额积分客户无法获得相应回报和服务体验，需要有独立的兑换消化机制将小额积分进行消化。

5 结束语

目前，综合信息服务平台正在开发底层大数据平台以及“WO生活”手机客户端（iOS及安卓）。平台主要依托江西联通异业联盟体系为底层，面向中国联通VIP客户、积分客户以及普通客户。通过底层大数据平台及行为分析系统，对客户进行个性化营销和商户间的交叉营销，最终提升客户粘性和感知。

如对本文内容有任何观点或评论，请发E-mail至ttm@bjxintong.com.cn。

作者简介

罗维

本科，毕业于南京邮电大学，通信助理工程师。

