



基于地理网络的宽带接入网全生态规划方法及应用

张奇

(中国移动通信集团设计院有限公司上海分公司, 上海 200060)

摘要: 有线宽带接入网随着固网宽带市场的日益拓展呈现规模式高速发展。各大运营商在网络规模、网络质量上加大建设力度, 保障业务在接入便利性及有效性方面具有足够的优势。但网络建设与业务发展的协同、与基础资源的匹配, 从侧面又约束着网络的规模及效率, 如何更好地均衡三者关系, 并应用于实际建设中成为网络规划的重中之重。以目前运营商在宽带接入网现有规划方式为入口, 分析并归纳其瓶颈与难点。以地理网络的多维度划分为基础, 形成业务需求、网络能力、基础资源匹配三方面全生态“立方体模型”及相关的方法论。最后, 结合现网大数据支持, 应用自研的规划系统, 分析实际网络的规划新方法, 验证可行性及应用价值。

关键词: 有线宽带接入网; 地理网格化; 业网能力协同; 基础资源匹配

中图分类号: TN915.6

文献标识码: A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2018112

Ecologic planning and application of broadband access network based on geographic grid

ZHANG Qi

Shanghai Branch of China Mobile Group Design Institute Co., Ltd., Shanghai 200060, China

Abstract: With the development of broadband services, fixed broadband access network is at the top speed in construction. Multi-carriers pay more attention on both network scale and ability to keep the necessary advantages in access availability and effectiveness. On the other hand, the network construction is also depended on both the co-operation with service development and the match with fundamental resources. The balance of the above factors is the key role in actual network planning and construction. Considering the present planning method of broadband access network, the bottleneck was analyzed and concluded. Based on multi-dimension geographic grid, the ‘cubic model’, containing services, network ability and fundamental resources, were also developed and introduced. Finally, supported by the big data of network statistic, the model was applied and also verified in actual planning environment on the according self-researched planning platform.

Key words: fixed broadband access network, geographic grid, service network co-operation, fundamental resources matching

1 引言

随着“宽带中国”的多年实施以及“提速降

费”的深入践行, 一方面, 各大运营商在有线宽带接入领域^[1]正以“新起点”“新标准”“新格局”的特点蓬勃发展; 另一方面, 以 PON (passive

optical network, 无源光纤网络) 为主流接入技术^[2-3]的有线宽带网络建设需要紧密结合业务发展, 兼顾网络布局合理性及网络质量, 实现业务高效承载, 达到综合利润最大化。因此, 业务需求与网络能力之间的“业网协同关系”和宽带网络建设与基础物理资源之间“基建匹配关系”成为宽带接入网规划的重点及难点。

2 有线宽带接入网传统规划方式

传统的有线宽带接入网络规划方式主要有如下几种。

(1) 架构布局型

以运营商物理节点资源为基础, 根据运营商对机房定位的级别差异, 人为划分不同类型/层级机房的覆盖范围及网络组网所在层次, 并结合业务发展优先级、业务分布疏密等情况, 采用逐步建设、分步覆盖等方式, 实现区域内网络资源全覆盖、业务快速接入等目标。

该类型的 PON 规划方式受机房资源制约较大, 对运营商机房资源分布合理性、整体规模性要求较高, 对于机房条件不足或分布资源匮乏的区域难以支撑 PON 的长期发展。

(2) 业务适配型

以匹配业务发展为主要目标, 并作为 PON 网络规划建设的主要依据。根据业务发展进行热点区域的预判, 并决定 PON 建设的重点及方向。

该类型的 PON 规划方式一方面能够很好地契合业务发展, 定位业务重点区域。但另一方面, 网络受后期业务不确定性影响较大。当存在较大规模的业务发展变化时, 先期投入的 PON 资源容易发生失配, 很难发挥有效接入能力。

综上, 对于目前传统 PON 规划方式存在如下几点不足之处。

(1) 在“业网能力协同”方面

- 缺乏有效的业务快速、规模化呈现及热点分析手段: 对于业务需要发展的物理节点,

比如商务楼宇、小区等, 一般以清单或重点发展区域方式锁定一定时期内的建设目标及范围。其中, 对于节点的标识又以物理地址为主要或唯一信息。而传统的规划方式往往以定性、宏观的方式确定业务分布的主要区域, 缺失由地址信息转换为具体地理点位, 并标注呈现的功能。业务需求的具体情况分布往往缺乏直观性, 可直接判断性较差。即便需要实现上述功能, 一般也需要耗费大量人力进行人工标注, 效率非常低下, 且无法实现业务热力分析、重点区域分布等客观分析判断功能。

- 缺乏对现网资源匹配业务发展的评估: 在业务发展需求确定的基础上, 对现网资源如何发挥存量能力、发挥程度如何、存量资源利旧形式等方面缺乏有效评估手段。传统规划方式仅从全网平均规模、整体能力进行全局判断, 同时无法结合热点区域、业务发展不平衡区域进行个性化、差异化评估。而且评估的范围比较狭隘、精细化程度不够, 无法实现例如: 匹配业务需求后, 存量物理节点资源能否满足、存量设备槽位能力能否满足、存量 PON 口资源能否满足等。

(2) 在“基础资源匹配”方面

缺乏对机房位置选择的客观评价: 由于对既有存量资源缺乏有效、精细化的评估及判断, 因此受连锁效应影响, 对于需要新建机房位置的选择判断同样缺少客观性, 缺失最优节点位置的判断方法及依据。而且在实际建设过程中, 由于机房购租/建设难度大、周期长。因此, 新建节点的位置一般选择已经购租或正在购租的站点。但这些节点并非单一为宽带网络建设使用, 不能完全契合宽带业务发展, 最终导致选择的节点与业务发展方向契合度不高, 不能完全发挥宽带网络接入能力。



3 基于地理网格化的有线宽带接入网全生态规划模型

针对现有规划及实现方式的不足,本文提出一种基于地理网格化的宽带网络规划模型。该模型将“业务需求”“网络能力”以及“基础资源匹配”统一,通过已申请专利的两大核心算法,形成互相协同的全生态闭环系统,引导有线宽带接入网向良性方向发展。

3.1 模型建立

为实现地理栅格范围内的业务需求—网络资源协同—基础物理资源匹配 3 方面全生态的融合规划目的,本文总结现网建设及规划过程中各个环节,归纳并抽象为“业务需求—能力协同—资源匹配”三维立方模型。相关计算模型示意图如图 1 所示。

模型主要分为如下 3 个部分。

(1) 可调谐栅格部分

该部分直接决定此立方模型的运算大小,即影响栅格范围内业务需求规模、需要考察的在网设备资源以及模拟计算最优节点的位置等结果。

在该层中,无论是业务节点还是现网 OLT 网元,相关节点的地理位置信息均能通过该层所具备的地理位置栅格化归属算法进行预处理,确定栅格范围内需考察的对应相关业务节点及网元。

(2) 本立方模型的主体部分在第一部分的栅格范围内,限定立方体计算规模。

- 顶部为业务需求层面,主要实现的功能是将接入业务需求地址转换为便于后续点位类型计算的地理经纬度以及将业务接入属性转换为对网络资源的需求。集成了地理位置—经纬度解析及转换功能以及业务节点类型与 PON 口需求对应转换两大功能,并分别对应前述的主要实现功能。
- 地理位置—经纬度解析及转换功能:对于业务接入地址而言,一般由运营商相关部门负责进行业务接入点信息收集并作为规划或下一步拟发展范围及目标。地理位置—经纬度解析及转换功能以广泛使用的百度地图坐标系为参考,开发与之对接的 API,实现物理地址直接转换为经纬度的功

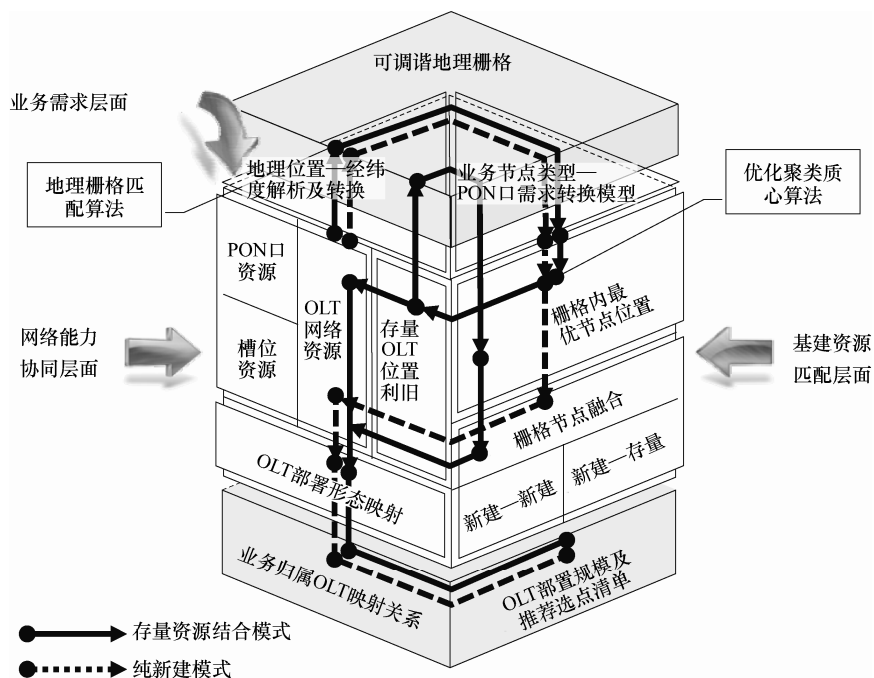


图 1 “业务需求—能力协同—资源匹配”三维一体“立方体模型”

能,形成地址信息与经纬度信息的映射。

- 业务节点类型 PON 口需求转换: 将业务节点位置进行“物理位置需求”向“网络能力需求”的预转换。从多次实践与试验中发现,以网络能力需求为考察与计算对象时,最优中心节点的计算结果较以物理位置需求为对象时准确。

众所周知,单一物理节点仅表示其所在位置,但是不同节点类型用户接入需求存在一定差异性。例如:居民小区、商务楼宇、沿街商铺、产业园区等均存在不同的用户接入需求规模。因此,为避免单纯考虑物理点位置而造成的后续最优 OLT 选点的偏差,在此处将业务接入点位置与物理点类型相结合并预转换。

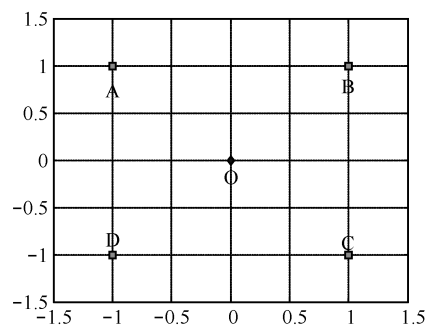
表 1 是本文结合上海地区物理节点类型及宽带网络建设特点,总结的物理节点网络建设需求经验映射表(也可以根据实际定点场景指定 PON 口规模)。

表 1 业务接入点类型与宽带接入网网络建设需求经验映射

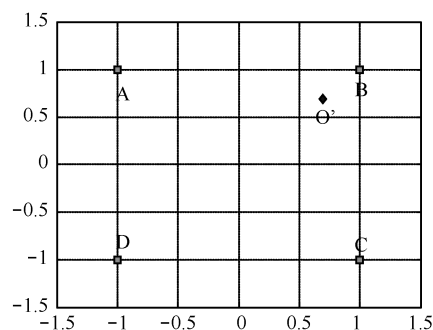
业务接入点类型	一般所需 PON 口/个
住宅小区	8
商务楼宇	2
校园网	80
聚类市场	4
产业园区	4

一个简单模拟示例如下:在 A、B、C、D 4 个地理位置上,均有不同类型的接入点。当仅考虑物理节点位置时,最优的质心点为原点 O (如图 2(a) 所示)。

现考虑业务需求,并假设在 B 地理位置上业务需求为 A、C、D 的 10 倍。显然,此时最优节点应该向 B 点倾斜。对上述业务节点进行“业务



(a) 仅物理点



(b) 考虑接入规模

图 2 优化质心算法示意图

节点类型—PON 口需求转换”预处理,其效果相当于在 B 处进行了 10 次同节点的叠加。然后,经最优中心点计算后的最优质心点 (O') 如图 2(b) 所示。可见,确实最优质心点已经逐步向 B 位置靠近,符合宽带接入市场的特点,匹配了业务发展的真实场景^[4]。

左侧方是网络能力协同层面。依次对 OLT 部署地理位置、OLT 设备槽位能力以及 OLT 设备 PON 口能力进行分层次进行评估,并最终映射为多种 OLT 部署形态。本文确定的 OLT 部署形态映射关系见表 2。

注:表 2 中的节点 OLT 资源指 OLT 设备的剩余 PON 口现状+符合运营商配置规范的插板扩容可新增 PON 口规模。

右侧方是基建资源匹配层面。在“业务接入

表 2 OLT 部署形态映射

	剩余 PON 口资源满足业务需求	剩余 PON 口+插板扩容满足业务需求	新增设备满足业务需求
纳入存量 OLT 节点位置	利旧存量 PON 口资源,无需建设	利旧存量 OLT 设备,插板扩容	利旧存量 OLT 节点,叠加 OLT 设备
纳入新建最优 OLT 节点位置	—	—	选定最优 OLT 节点位置,叠加 OLT 设备



点—网络建设需求”转换预处理结果基础上，通过自研的核心算法——优化质心算法，计算出最优的 OLT 位置。同时，为了充分考虑现网存量资源的利旧使用，避免大量新增节点的机房购租等不切实际的情况，引入 OLT 节点融合机制，即当计算的最优 OLT 节点位置与存量 OLT 节点位置或计算的最优节点位置之间在预设的近距离阈值范围内，就进行节点的融合，前者融合至存量 OLT 节点，后者融合至计算最优 OLT 位置的中点。

(3) 模型模拟及计算的输出结果。作为全生态规划系统的模拟及计算结果，系统可根据实际需求输出多层次内容及结果。具体如下：在基于上述 3 个运算层面的处理机制基础上，通过三维立方体模型将其有机融合为一个整体，并实现各个层面间数据的高效互动与协同计算。

3.2 模型应用

由于上述模型具备业务需求大规模经纬度匹配功能以及现网设备情况的大数据支撑，对现网有线宽带接入网规划、建设起到非常显著的作用。主要体现在以下方面。

(1) 业务分布及热点分析

以地图模式，将业务需求节点网格化处理后进行直观显示，同时以 4 格点样插值计算热力图，精确分析热点区域，助力捕捉业务重点区域。

(2) 网格化业务及网元匹配、统计

运营商网格化划分方式多种多样。上海移动以综合业务接入区为主要网格划分方式，并规定了多种基于综合业务接入区的网络资源管理及建设规定。上述模型的应用可衍生对综合业务接入区内的各种资源进行归属处理，并进行分类统计，快速辅助常规资源梳理。

(3) 资源需求类归属节点的计算

该模型虽然以有线接入网为基础进行模型及相关规划系统的开发，但是其核心的基于业务分布密度的质心聚类算法能够解决资源需求类归属节点的计算广泛应用。例如：小区接入—OLT 的分布关系、无线领域 RRU-BBU 的分布关系，甚至基础资源中物理接入点—光交的关系等。

4 地理网格化宽带接入网全生态规划模型及系统应用实例

以“立方体模型”为基础，为方便应用模型对实际问题分析，本文开发了相应的网络规划系统。为了能对模型及相应系统做全面、深入的了解，以下对上海市西区（包含原静安、普陀、长宁行政区）近期待发展的小区宽带进行分析。

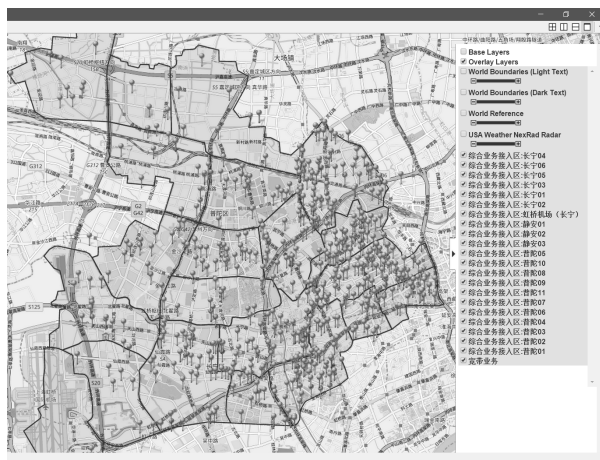
(1) 接入业务分布分析

对西区近期需要发展的总体小区规模进行经

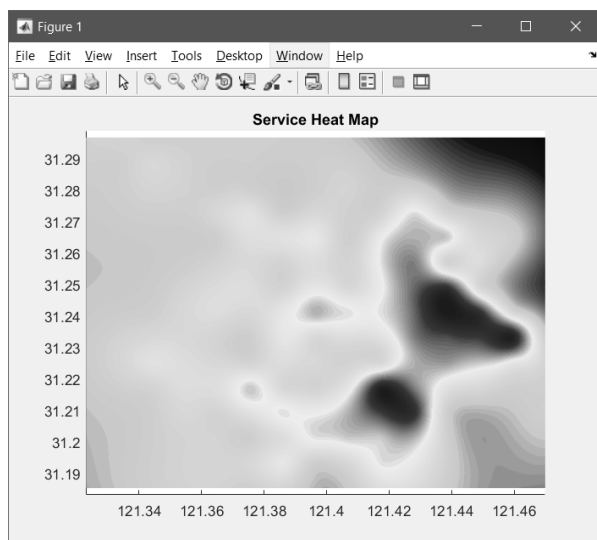
表 3 全生态规划系统的模拟及计算结果类型说明

	数据库静态输出	规划模拟动态输出
单一层面：业务需求层面	业务需求节点点位呈现 重点吉比特业务高亮呈现	业务分布热力分析图 NA
单一层面：网络能力层面	存量 OLT 部署点位呈现	NA
单一层面：基础建设层面	网络栅格多层次级包络呈现	NA
联合层面：业务需求—网络能力	NA	存量 OLT 节点位置资源、槽位资源、PON 口资源可复用性评估 业务归属 OLT 映射表
联合层面：业务需求—基建规模	NA	业务节点栅格化归属算法 可调谐栅格内最优质心位置
联合层面：网络能力—基建规模	NA	OLT 建设多场景映射关系 OLT 部署规模及推荐选点清单

纬度匹配后,选择“综合业务接入区”包络图层进行解析。其中,勾选热力图分析功能。最终显示的结果及热力图分析结果如图 3 所示。



(a) 小区分布



(b) 热力图

图 3 西区待建小区分布及热力图分析

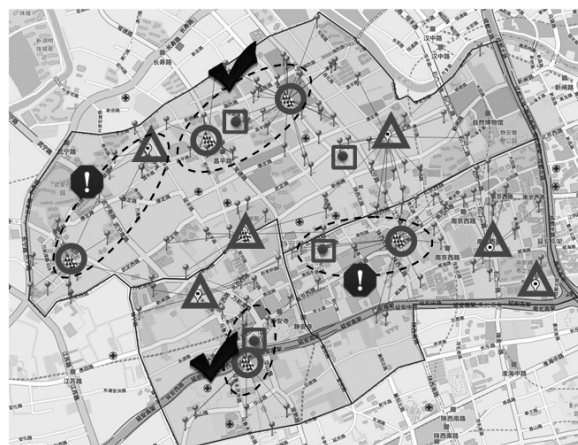
(2) PON 规划分析

系统默认预设了 PON 覆盖参数、接入模型参数,实际可根据网络情况进行高度定制化。其中,在“PON 覆盖范围参数设定”区域内,“覆盖模式 (coverage mode)”选项可选择“纯新建 (green)”以及“结合存量资源 (brown)”。为突出显示模拟细节,下文选择西区—静安区为模拟区域,并分别选择 green 模式以及 brown 模式进行模拟,具

体如图 4 所示。



(a) green 模式



(b) brown 模式

图 4 green 及 brown 模式下模拟 OLT

在 green 模式下,存量 OLT 资源均不考虑使用,适用于新技术试点、新区域业务发展等特殊场景。通过图 4(a)可见,为满足业务接入需求,模拟结果显示需要建设 8 套 OLT (图中圆圈标注),且在各自综合业务接入区内均匀分析,较好地均衡业务接入。

图 4(b)是经 brown 模式模拟后的结果。现网存量 OLT 以三角形进行标注。根据业务分布情况、存量网络资源的可利用情况的不同,本次模拟后建议新增 OLT 设备 5 套,并用圆圈标注。考虑到实际机房购租情况的复杂性及客观限制条件,购租节点建议在模拟新增最佳节点附近 (500 m 范



围内)进行选择。为了与实际建设情况进行对比,图4中将静安区实际新购租站点与模拟的情况进行对比分析。标注方框的节点为实际购租节点,并将与模拟新建节点进行配对。可见,在模拟的5个新建节点中,与实际新购租节点位置接近的有3个。因购买困难或位置可选性限制等因素,有2个偏离计算最佳结果。总体上基本吻合模拟结论,符合系统模拟结果的整体建设规模及全局布局。

此外,包含每个小区建议接入OLT的业务归属OLT总结以及指导OLT下一步建设的OLT建设整体规模也一并给出,具体如图5所示,并生成Excel文件方便后续交互操作。

Figure 1: Simulation Result

名称	地址	纬度	经度	属性	行政	综合业务接入区	光交接入区	一级光交覆盖区	街坊	性质
1	静安公寓	31.2222	121.4529	西区	静安	静安02	静安02-01	NatH	NatH	NatH/住宅小区
2	文德坊	31.2350	121.4568	西区	静安	静安01	静安01-04	NatH	NatH	NatH/住宅小区
3	江湾小区	31.2423	121.4575	西区	静安	静安01	静安01-01	NatH	NatH	NatH/住宅小区
4	九宝金麟	31.2312	121.4439	西区	静安	静安02	静安02-02	NatH	NatH	NatH/住宅小区
5	泰川路227	31.2372	121.4651	西区	静安	静安03	静安03-03	NatH	NatH	NatH/住宅小区
6	静安小区	31.2390	121.4640	西区	静安	静安01	静安01-04	NatH	NatH	NatH/住宅小区
7	南德路968	31.2424	121.4477	西区	静安	静安01	静安01-02	NatH	NatH	NatH/住宅小区
8	德义大楼	31.2375	121.4681	西区	静安	静安03	静安03-03	NatH	NatH	NatH/住宅小区
9	德义广场	31.2403	121.4467	西区	静安	静安01	静安01-03	NatH	NatH	NatH/住宅小区
10	德安家园	31.2374	121.4398	西区	静安	静安01	静安01-03	NatH	NatH	NatH/住宅小区
11	静安绿苑	31.2399	121.4410	西区	静安	静安01	静安01-03	NatH	NatH	NatH/住宅小区
12	金家巷小区	31.2325	121.4464	西区	静安	静安01	静安01-03	NatH	NatH	NatH/住宅小区
13	静安绿苑	31.2421	121.4510	西区	静安	静安01	静安01-02	NatH	NatH	NatH/住宅小区
14	静安风华苑	31.2313	121.4346	西区	静安	静安01	静安01-03	NatH	NatH	NatH/住宅小区
15	静安风华苑	31.2403	121.4480	西区	静安	静安01	静安01-02	NatH	NatH	NatH/住宅小区
16	静安绿苑	31.2418	121.4425	西区	静安	静安01	静安01-03	NatH	NatH	NatH/住宅小区
17	静安新苑	31.2427	121.4566	西区	静安	静安01	静安01-01	NatH	NatH	NatH/住宅小区
18	静安新苑	31.2420	121.4542	西区	静安	静安01	静安01-04	NatH	NatH	NatH/住宅小区

OLT名称	Lat(B)	Log(B)	OLT属性
1	Overlapping-静安-OLT01-01	31.2349	121.4507/Overlapping existing OLT
2	new_OLT02	31.2420	121.4511/New OLT
3	new_OLT04	31.2448	121.4562/New OLT
4	new_OLT05	31.2326	121.4377/New OLT
5	new_OLT06	31.2265	121.4509/New OLT
6	new_OLT08	31.2316	121.4584/New OLT
7	大中里-OLT01	31.2338	121.4693/Existing OLT
8	大油桶里-OLT01	31.2315	121.4727/Existing OLT
9	静安公寓-OLT01	31.2403	121.4435/Existing OLT
10	静安公寓-OLT01	31.2349	121.4507/Existing OLT
11	静安公寓-OLT01	31.2412	121.4616/Existing OLT
12	静安公寓-OLT02	31.2308	121.4472/Existing OLT

图5 业务归属OLT总结表以及OLT建设整体规模表的输出

5 结束语

本文将业务需求、网络能力以及基础资源3个方面内容进行统一融合,结合地理网格的可伸缩性,形成了一种有线宽带接入网高效、规范的规划方法及模型,并开发了与之对应的规划系统。

在“业网能力协同”层次,通过栅格化应用,降低业务发展的不确定性对网络建设的影响;通过核心算法1位置信息与地理栅格的匹配,精准适配业务发展需求与网络能力协同关系。

在“基础资源匹配”层次,通过核心算法2质心聚类算法,能够定位最佳物理节点,客观给出需物理节点拓展建设的OLT最佳推荐位置。

在“综合全生态”方面,通过建立“业务需求—能力协同—资源匹配”三维一体的“立方体模型”,统一“业网能力协同”及“基础资源匹配”两层关系,真正实现自业务发展至网络能力与基础资源匹配的端到端全生态规划目的及功能,对建设宽带接入网、夯实基础资源以及支撑业务发展起到积极作用。

参考文献:

- [1] 韦乐平. 接入网[M]. 北京: 人民邮电出版社, 1997: 231-294.
WEI L P. Access network [M]. Beijing: Posts & Telecom Press, 1977: 231-294.
- [2] EFFENBERGER F, CLEARY D, HARAN O, et al. An introduction to PON technologies [J]. IEEE Communications Magazine, 2007, 45(3): S17-S25.
- [3] 陈洁, 党梅梅. 宽带 PON 标准的分析和比较[J]. 电信科学, 2003, 19(9): 24-27.
CHEN J, DANG M M. The analysis and comparison of broadband PON standard [J]. Telecommunications Science, 2003, 19(9): 24-27.
- [4] 江岱. PON 承载政企客户差异化服务研究[J]. 电信科学, 2013, 29(S2): 92-95.
JIANG D. Research on the differential service of PON carrying government and enterprise customers[J]. Telecommunications Science, 2013 (S2): 92-95

[作者简介]



张奇(1982-), 男, 中国移动通信集团设计院有限公司上海分公司高级工程师, 主要研究方向为光通信技术、有线宽带接入技术、SDN等。