

GIS技术在基础架构及光缆网规划中的创新应用研究

梁伟军

河南省信息咨询设计研究有限公司 河南 郑州 450008

摘要: 本文探讨了GIS技术在基础架构及光缆网规划中的创新应用,结合三维空间技术,增强GIS在光缆建设领域的深层次应用,旨在实现对地理空间内光网资源的精准规划、光纤接入点的合理设置和利用,提高光网建设的科学性,推动GIS与通信传输专业跨学科合作的进步。

关键词: GIS; 本地网; 图形元素; 寻径; 锚点

引言

GIS(地理信息系统)作为一种空间数据处理和分析技术,以其强大的地理信息处理、展示和分析能力,在各领域得到了广泛应用。在通信光缆建设领域,GIS系统主要用于数据存储、资源可视化,以上都是浅层次的GIS应用,应将GIS技术与光网架构规划相结合,高效利用地理空间内光网资源信息,做到精准规划。

1 传统 GIS 平台应用现状

GIS技术已成熟应用于大多行业,能满足基本需求。在环境监测、污染控制和生态保护等方面,帮助分析环境数据,制定环境保护措施。在灾害预防、应急管理和公共安全领域,用于风险评估和资源分配。在交通物流领域,可应用在交通流量分析、物流优化、智能交通系统等方面。GIS与GPS的集成可提供精确的定位服务和导航。GIS与遥感的结合,用于环境监测、资源勘探和气候变化研究。

2 基础架构及光缆网规划结合 GIS 技术的必要性

2.1 有效利用存储的信息资源

在基础架构规划、光缆网设计中,规划人员使用GIS软件绘制了局站、光缆网、光交、路由等信息,用于记录现状、展示方案。以上数据结合地图数据,可以实现光缆自动寻径、架构合理性分析等功能。

将新增业务点导入GIS软件后,结合寻径模型,通过GIS算法自动分析新增光缆敷设路由,实现更智能、高效的网络规划效果。每个业务点可根据分布位置、用户主观意愿,更换寻径模型^[1]。

运营商考核新增业务点的光缆平均接入距离,可以结合GIS技术,用模型计算出的指标量化光网架构的合理性,使建设方案科学性、合理性。

2.2 规划方法需要创新

目前“AI+行业大数据”模式的应用已经兴起,利用GIS技术对光网架构进行规划,可以实现更智能、合理的

网络资源分配。通信企业也应加快资产数字化转型,助推提质增效,促进设计生产数据互通、信息交互、生产协同。

3 本地网基础架构及光缆网模型

3.1 基础架构

3.1.1 汇聚区

在运营商网络中,本地网通常指一个特定的地理区域,这个区域内的通信网络由本地的运营商负责建设和维护。通常来说,在基础架构的概念框架体系下,直辖市和地级市的网络被称为本地网。

依据地理状况、行政区划、业务分布等,从网络组网的合理性和管理维护的方便性出发,将本地网划分为多个汇聚区,汇聚区内保持一定的网络独立性。一般来说,运营商以汇聚机房覆盖的范围划分汇聚区。在单个汇聚区内,根据业务需求和系统组网需要设置1-2个汇聚节点。

3.1.2 综合业务接入区

一个县、一个行政区都可能是一个汇聚区,如此大的面积、企业和人口,所有汇聚区内的业务全部汇聚至汇聚机房接入是不现实的,所以需要对接入区再进行划分。

根据地形地貌、用户分布、业务类型、接入方式、机房条件等因素,从网络组网的合理性和管理维护的方便性出发,将一个汇聚区划分为多个综合业务接入区。一个综合业务接入区负责本区域内所有公众用户(宽带)、政企客户(IP专线、传输专线)、无线接入网等综合业务的接入,并且原则上以上业务只能在本综合业务接入区接入,不得跨区。

在单个综合业务接入区内,可设置若干个不同功能的局站。

3.1.3 局站类型

从局站类型上划分,一般可分为核心节点、汇聚节点、综合业务接入点、基站、BBU集中点、其他类型节点。

(1) 核心节点

核心节点设置有核心机房，是本地网内各类业务网核心设备所在，包括移动网交换、软交换TG、IP城域网、IP承载网等业务网络的核心设备。传输系统属于基础承载网络，其设备部署与业务网络保持一致，有业务网络核心设备的节点，一般均部署有传输系统的核心设备。核心节点根据业务发展需要，可能会设置汇聚机房、综合业务接入机房。

(2) 汇聚节点

汇聚节点设置有汇聚机房，本地网内各类业务网汇聚设备所在，包括软交换端局、IP城域网业务控制层（BRAS/SR）等业务汇聚设备。有业务网络汇聚设备的节点，一般均部署有传输系统的汇聚设备。汇聚节点根据业务发展需要，可能会设置综合业务接入机房。

(3) 综合业务接入点

综合业务接入点设置有综合业务接入机房，部署负责小范围业务收敛的设备，包括BBU、OLT、接入交换机等设备，同时部署若干套传输设备，作为传输汇聚节点的延伸，也是汇聚节点和末端接入点之间的衔接。综合业务接入区会根据业务量，设置若干综合业务接入点。

(4) 基站

基站属于末端接入点，由无线接入网专业规划站点分布。基站由天线塔和塔下机房组成，若选择D-RAN建设模式，机房内部署BBU、传输接入设备，若选择C-RAN建设模式，机房内不需要部署BBU、传输接入设备，仅设置光纤分纤点。

(5) BBU集中点

如果选择C-RAN建设模式，基站侧仅部署射频发射单元，基带处理单元（BBU）设置在远端，集中部署BBU的机房即BBU集中点，一般根据机房面积，能满足部署20个以下的BBU设备需求。

(6) 其他类型节点

常见的其他类型节点有OLT机房、专线接入机房，机房空间不大，部署的设备较为单一。

3.2 基础架构及光缆网元素

通过以上分析，总结了运营商本地网中设置的节点类型，运营商的网络建设主要围绕这些节点，而作为光缆网，负责打通业务末端节点至运营商接入点的中继通道，光缆只是光信号承载的介质。在更好的利用GIS技术并开发光缆网相关模型之前，我们要把基础架构和光缆网建设中涉及的内容，拆分为不同的元素。

3.2.1 面元素

任何一个面元素都由多线段绘制形成，闭合的多线段内包含的区域被称为面元素，一个本地网、汇聚区、

综合业务接入区所覆盖的地理面积都属于面元素。

3.2.2 线元素

(1) 边界

一个面元素是有多条线段绘制而成，这些线段被称为边界线。一般来说，业务接入点在本综合业务接入区内接入，所以绘制区域边界至关重要。

(2) 路由

在通信工程中，路由是指可供光缆敷设的基础设施，通常包括管道和杆路，路由一般沿着道路建设。

通信管道是用于保护和引导通信光缆的系统，可以由多种材料制成，以适应不同的敷设环境和需求，管道由多个管孔组成，材料可以是PVC、HDPE、水泥、硅芯等。管道路由主要在城区、高速公路、高铁线路、大桥等场景，在主体土建工程施工阶段预留管孔或者在后期对路面开挖埋入管孔。

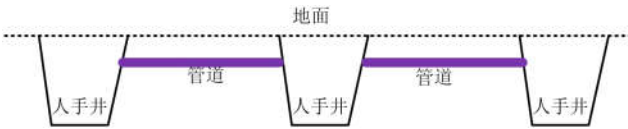


图1 管道路由示意图

通信杆路由是由若干水泥杆或木杆组成，在杆之间布放钢绞线，钢绞线下挂挂钩，光缆敷设在挂钩上，将承重传导给钢绞线。

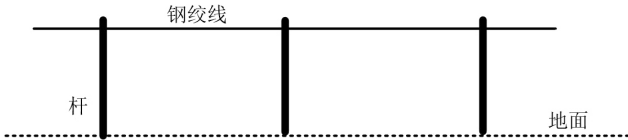


图2 架空杆路示意图

(3) 光缆

光缆附加在路由之上，也即有路由才有光缆，若无路由，则需先新建路由才能新增光缆。

光缆的线元素在GIS图上的呈现与路由线元素一致，不过光缆线元素层在路由线元素层之上，而路由线元素层在GIS道路元素层之上



图3 路由元素与光缆元素关系示意图

3.2.3 点元素

(1) 机房

机房是一个固定的点，拥有唯一的坐标，包括本地网中的核心机房、汇聚机房、综合业务接入机房、基站机房等。

（2）光纤锚点

对于设置有光纤分纤点的机房、设施都可以称为光纤锚点，光纤锚点提供光纤接入能力，并可以与其他方向的光纤资源连接。

常见的光纤锚点为光缆交接箱，不过在野外，为了方便新增业务点的接入，原有末端业务点也会称为光纤锚点，比如基站机房、模块局、BBU集中点。



图4 光纤锚点在综合业务接入区内的作用示意

以图4为例，新增基站业务点需新建光缆至附近合适的光交箱，且该光交箱与新增基站业务点处于同一个综合业务接入区，光缆接入环与综合业务接入点、BBU集中点等机房沟通，新增基站至锚点的光缆即为寻径段落^[2]。

4 GIS技术在光缆网规划中的应用

4.1 实现新建业务点的自动寻径

新增业务点具有经纬度信息，对于拥有稳定光网架构及建设模式的本地网，制定若干寻径模型，结合用户输入的路由、锚点，结合路网信息，可实现自动分析新增光缆的敷设路由。该功能可快速估算出每个业务点的大致路由及长度规模。对于不同的用户及业务点场景，可采用不同的最优路径策略，一般可采用最短路径策略、造价最优策略、资源最优策略。

最短路径策略也即寻径距离最短，基于锚点、业务点的空间信息，接入最近锚点，实现新建光缆最短；造价最优策略，基于锚点、业务点和路由的空间信息，充分利用已有路由，接入最优锚点，实现新建光缆路径空间最短；基于资源管理的寻径策略，就是寻找资源更加丰富的锚点接入，但是应对于新增业务点至此锚点的路径规范成本边际。

基于以上策略，笔者开发了相关算法，使用搜索地图的API验证以上策略模型，取得了良好效果，提高了规划效率。

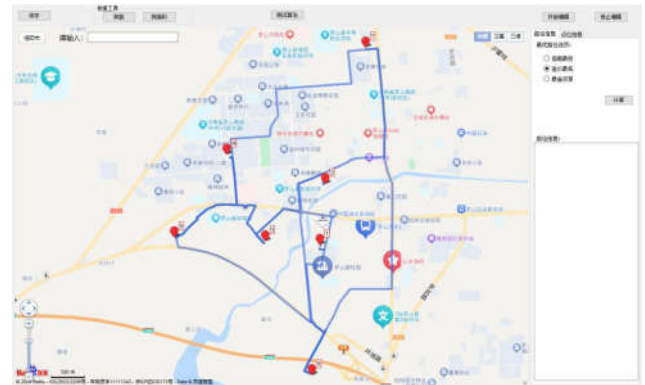


图5 光纤寻径示意

4.2 验证光网架构方案合理性

在综合业务接入区内，光缆网围绕综合业务接入点建设，并设置光交箱用于末端接入。对综合业务接入区进行分割，每个分割点都是一个潜在的业务节点，结合寻径模型，计算所有业务节点寻径光缆的加权平均值，可以用于辅助判断光网架构的合理性。

在锚点方案确定后，对待规划区域（选定的业务接入区）进行空间分割，计算不同子区域的多边形重心坐标，结合锚点的坐标，参照设定的寻径策略，生成由重心点到锚点的路径，求和路径长度并计算均值，得到区域连接到锚点的平均最优路径距离，用来量化评估锚点的合理性。

5 结语

GIS技术提供的卫星地图、路网空间信息等能力，与通信路由、光纤锚点、局站信息等可产生化学反应，结合良性模型算法，可提高规划水平。业务点寻径和架构合理化分析仅是通信专业对GIS技术的一般应用，GIS系统还可用于运营商用户精准调研、市场竞争分析。通信行业对GIS技术的应用提高，关键在于形成模型算法，实现自动化的能力，提供一体化的解决方案。

参考文献

- [1]YD 5015-2015《通信工程制图与图形符号规定》中华人民共和国工业和信息化部
- [2]《Special Issue on Spatiotemporal Big Data Analytics for Transportation Applications》[J]. Chen Bi Yu;Kwan Mei Po.Transportmetrica A: Transport Science,2020;