

网络资源智慧规划大数据分析平台的研究与实现

王 宁¹ 崔洪志¹ 柴宗弘¹

WANG Ning CUI Hongzhi CHAI Zonghong

摘 要

随着通信网络数字化转型的深入,对网络资源的管理提出了更高的要求,整个网络管理的触手正在向“规、建、优、营”延伸,传统的线下支撑流程和线下人工规划建设手段已无法满足运营商网络复杂动态的管理和规划建设的需要,从而导致大量网络资源的闲置和浪费。文章通过引入 MPP 大数据分析架构 StarRocks 数据仓库技术和规划分析模型,对传统基于关系型数据库分析架构进行改造,并结合空间分析打通汇聚全域数据构建资源预警、分析评估、数据稽核、空间分析等各类精准规划应用分析模型,全面打造网络资源在线评估能力,实现哑资源现网资源精准分析、规划需求的有效评估、规划需求的自动发现、建设方案自动编制、建设方案审核、建设后评估等全过程数智化管理,助力提升哑资源精准规划水平,解决管理中的断点、盲点和难点,实现资源拆闲补忙、灵活调度、挖潜增效、节省投资预算的目标。

关键词

精准规划;精准分析;智慧规划;规划建设;哑资源

doi: 10.3969/j.issn.1672-9528.2024.11.038

0 引言

在数字化时代的浪潮中,通信网络作为信息社会的基础设施,承载着全球经济、科技、文化等信息的高效流通。《中国宽带发展白皮书(2023年)》明确指出,截至2023年底,全国已建成全球规模最大的5G独立组网网络,5G基站数约337.7万个,占移动电话基站数的近1/3,具备千兆网络服务能力的10G PON端口数达2302万个,移动电话用户规模约17.27亿户,固定宽带接入用户约6.36亿户,我国光缆线路总长度已达到 6.3097×10^7 km。随着5G无线网络和有线接入网络的大规模建设与应用,城域网传输网管线和ODN等相关哑资源规模快速增长,原有网络信息节点数量巨大且分散广泛,现场终端设备大多属于无源哑资源,无法进行实时联网监控,通过人工维护的方式,哑资源数据管理的准确性及效率较低且信息不能及时更新等问题,造成了一线人员负担重、人工稽核效率低等问题。

同时,随着历年网络资源项目的扩容、升级、改造,各省运营商积累了大量存量可挖潜资源。然而,当前各省运营商网络资源的规划分析仍然主要以基于规范、人工上报和主观判断的手段进行规划设计为主,缺乏科学统一的方法。总体来说,现有的网络资源规划设计方法无法满足一体化、系统和高效的管理目标,难以满足网络复杂、动态性的管理和规划设计的需求,从而导致网络资源的大量闲置和浪费。如

何在海量的规划需求中挖掘校验需求的合理有效性,并根据现有资源建设情况自动输出网络资源规划需求,是一项复杂而关键的任务。面对这一挑战,迫切地需要结合先进的大数据分析技术手段和有效规划分析模型,确保规划的精准性和实用性。因此,本文对网络资源的精准规划分析方法进行了深入研究,并基于数据仓库技术对现有海量资源数据进行规划分析,全面打造各类资源的在线评估能力,实现哑资源规划管理流程优化,贯穿哑资源规划建设全流程,实现规划有效需求评估、规划需求自动发现、建设方案自动编制、建设方案智能审核、建设后评估等全过程哑资源数智化管理,提升通信网络哑资源的精准规划分析水平,有效提升通信网络资源的规划效率和合理性,实现资源拆闲补忙、灵活调度、挖潜增效、节省降低投资预算的目标。

1 网络资源规划需求分析现状

通信网络面向的是多业务承载需求,业务承载需求变化大,同时具备网络元素分类多、层级多、规模大等特点。随着通信业务的发展,网络规划也日益壮大,网络建设需求分析工作的复杂度逐步上升,同时缺乏有效的网络资源规划分析手段和方法,这不仅造成了网络资源的大量闲置和投资预算的浪费,同时也严重阻碍了网络的进一步建设和规划。

1.1 需求立项管理流程长,且线下流程管理难

现阶段大部分省份运营商网络资源需求立项管理端到端

流程包含规划立项、采购、工程设计、工程施工、网络运维等环节。其中在规划立项环节中涉及需求管理,包括地市/区县需求上报、需求审核、纳入需求库、工程立项等多个流程,线下流程周期长且难管理。

1.2 一线上报需求数量大,规划人员负担重

地市/区县一线上报扩容建设需求是网络资源规划需求的一个主要来源。一线人员通常需要先收集并复核建设经纬度或覆盖地址信息,接着根据建设位置在省端资管中心查询区域属性、所属网格信息、端口数量、已接入用户数等信息,然后通过线下方式进行计算,最后再逐条填入需求模板进行上报,需求模板涉及几十余个字段,单条需求平均耗时10 min以上,每位上报人员1天至少要处理30条需求,耗时在5 h以上,需求上报费时费力。

1.3 人工稽核效率低,需求质量把控难

由于地市/区县人员能力有限,一线提高的资源建设需求质量往往参差不齐,省公司规划管理人员必须对需求进行严加审核,才能避免低效投资或无效投资。面对全省上报的大量各类场景建设需求,规划管理人员只能随机人工抽检少量需求,逐条查询资管信息,再根据不同需求建设场景,凭借经验通过人工方式进行建设需求合理性审核,审核效率和审核质量都难以保证。

1.4 现有网络资源数量庞大,分析技术手段效率低下

通信网络资源种类繁多、数量庞大且分散在不同地理位置。同时通信网络面向的是多业务承载需求,业务承载需求变化大,网络数据体量大、维度多,各类网络资源间关联度欠缺。使用传统技术手段和传统方式去分析这些海量、关系复杂的网络资源数据效率低下,无法满足用户的分析需求。

因此,亟需提供一种网络数智化精准识别建设需求的手段,借助大数据分析技术、空间计算分析等技术推动网络规划建设管理手段升级,提升规划能力,实现精准规划与价值建网。

2 解决方案

通过对网络资源的数字化采集、规划、设计、维护、支撑等各环节进行深入的思考,探索了一套基于MPP大数据分析架构StarRocks数据仓库技术的高效网络资源规划智能分析方案,深入推进了网络资源规划建设需求端到端管理全流程线上化、智能化工作。分为三大举措:建设大数据分析架构、构建分析模型体系、建设数字化能力。

2.1 基于StarRocks数据仓库的大数据分析架构

StarRocks是一款高性能分析型数据仓库,使用向量化、MPP架构、可实时更新的列式存储引擎等技术实现多维、实时、高并发的数据分析。StarRocks既支持从各类实时和离线

的数据源高效导入数据,也支持直接分析数据湖上各种格式的数据。同时StarRocks具备水平扩展、高可用、高可靠、易运维等特性。广泛应用于实时数仓、OLAP报表、数据湖分析等场景^[1]。

本文借鉴维度建模的设计思路,分析了通信业务数据的特点,涉及了通信网络资源规划分析数据仓库建模方案,可以解决目前通信网络资源规划分析的短板和问题。维度建模的流程包含了确定主题、确定颗粒度、确定维度、事实选择与模型选择。维度模型包含3种模型:星型模型、雪花模型、星座模型^[2]。

星型模型架构为多张维度表分布在事实周围,且不存在渐变维度,事实表与维度表之间可通过主键或外键进行关联,而维度表之间没有关联,星型模型架构如图1所示。

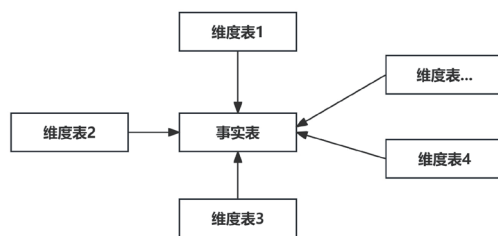


图1 星型模型架构图

星座模型是星型模型的集合,包含多个事实表,且维度表可以共享,星座表模型架构如图2所示。

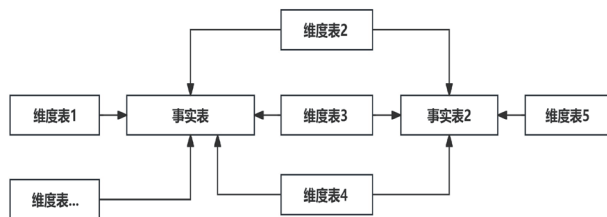


图2 星座模型架构图

雪花模型架构中的维度表之间可以进行相互交互关联,雪花模型架构如图3所示。

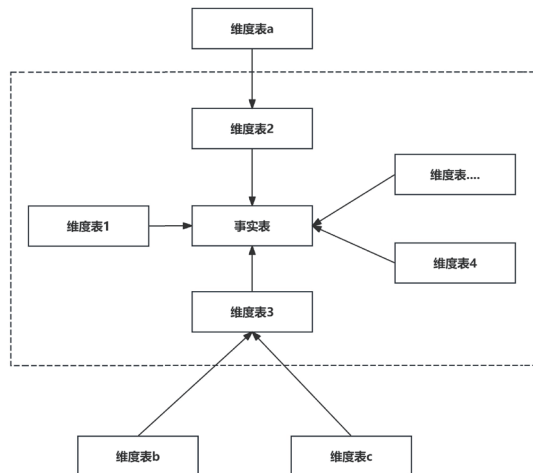


图3 雪花模型架构图

星型模型适合以简单分析为主的业务应用场景。雪花模型与星座模型适合维度更加多样化、关联复杂的业务场景。在本文中使用星座模式，通过维度表之间的关联可避免数据冗余，同时实现数据关系较为复杂、多样化的业务场景。整体架构如图4所示。

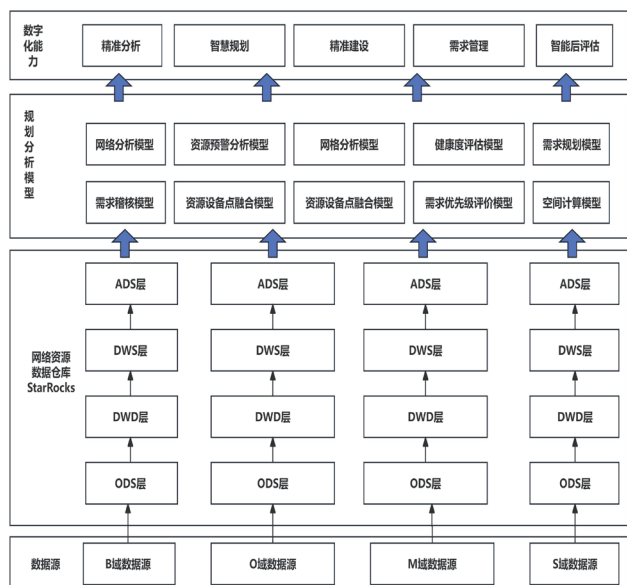


图4 整体架构图

本文采用的数据仓库方案采用分层式架构：

(1) ODS层：汇聚从各个系统接入的数据，包括业务支撑域（B域）、网络域（O域）、管理信息域（M域）、业务平台域（S域）数据，构建海量资源数据库。

(2) DWD层：数据明细层对ODS层的数据进行数据清洗工作，包括字段规范化、字段补充等，以保证数据质量。

(3) DWS层：服务层将DWD层的数据拆分为不同的主题，目的是将业务数据整合汇总成特定的主题域的服务数据和沉淀业务主体指标，并保障数据口径的一致性。

(4) ADS层：应用层通过对服务层的访问，读取数据提供给上层平台各项业务能力使用。

2.2 构建规划分析模型

通过融合空间计算技术、数据仓库技术等，构建资源设备点融合模型、资源线段融合模型和资源点归属面融合模型；构建各类精准规划应用模型，为传输和接入网的资源评估、规划等应用场景提供有效支撑。

2.2.1 分析模型建立

(1) 高负荷资源分析模型

面向某一区域内光缆段、管道段、杆路段、光交、OLT设备、PON口、分光器、分纤箱等资源，构建资源高负荷评估模型，按天粒度智能分析网络资源健康度情况，输出高负荷资源健康度分析数据。

(2) 高利用率资源分析模型

面向某一区域内光缆段、管道段、杆路段、光交、OLT设备、PON口、分光器、分纤箱等资源，构建资源高利用率评估模型，按天粒度智能分析网络资源健康度情况，输出高利用率资源健康度分析数据。

(3) 资源空载、过密分析模型

面向某一区域内管道、杆路、光交、人井、电杆、局站、挂墙、资源点等数据，构建异常资源稽核模型体系，按天粒度智能识别网络资源中资源空载、资源过密等相关资源清单。

(4) 业务增长量分析模型

面向某一区域内网络设备端口，按月粒度统计网络设备端口的使用率，并计算出每月端口使用增长率来作为业务增长量的评估。

2.2.2 采用熵值法计算指标权重

分析模型共有4个维度，评价主体有 m 个，利用熵值法计算各维度权重。原始的指标得分矩阵为 $X=(X_{ij})_{n \times m}$ 其中， m 代表 m 个评价主体， $n=4$ ，代表4个维度指标得分， X_{ij} 代表第 i 个评价主体的第 j 个指标。对于某项指标 X_j ，如果 X_{ij} 差距越大，则该指标在综合评价中所起的作用越大，利用熵值法计算得出的权重也越大；如果某项指标的指标值全部相等，则该指标在综合评价中不起作用，权重为0。

(1) 构建数据矩阵

$$X = \begin{pmatrix} X_{11} & \cdots & X_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{n1} & \cdots & X_{nm} \end{pmatrix}_{n \times m} \quad (1)$$

式中： X_{ij} 为第 i 个对象第 j 个指标的数值。

(2) 数据平移处理

由于熵值法计算采用的是各个对象某一指标占同一指标值总和的比值，因此不存在量纲的影响，不需要进行标准化处理，若数据中有负数，就需要对数据进行非负化处理，但为了避免求熵值时原始数据为0求对数无意义，我们对数据进行简单平移处理： $X'_{ij}=X_{ij}+1$ ($i=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, n$)。为了方便起见，仍记处理后的数据为 X_{ij} 。

(3) 计算第 j 项指标下第 i 个评估对象占该指标的权重：

$$P_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sum_{i=1}^n X_{ij}} \quad (j=1, 2, \dots, n) \quad (2)$$

(4) 计算第 j 项指标的熵值：

$$e_j = -k \times \sum_{i=1}^n P_{ij} \log(P_{ij}) \quad (3)$$

式中： $k > 0$ ， $\ln$ 为自然对数， $e_j \geq 0$ 。公式中常数 k 与样本数 m 有关，一般令 $k=1/(\ln m)$ ，则 $0 \leq e \leq 1$ 。

(5) 计算第 j 项指标的差异系数

对于第 j 项指标，指标值 X_{ij} 的差异越大，对方案评价的作用越大，熵值就越小。 $g_j=1-e_j$ ，其中差异系数 g_j 越大指标越重要。

(6) 求权数

$$W_j = \frac{g_j}{\sum_{j=1}^n g_j} \quad (j=1, 2, \dots, n) \quad (4)$$

(7) 计算各评估对象的综合得分

$$S_i = \sum_{j=1}^n W_j \times P_{ij} \quad (i=1, 2, \dots, m) \quad (5)$$

2.3 规划建设数字化能力

2.3.1 智能需求规划建设管理功能

建设省/市/县三级需求管理能, 实现需求标准化管理, 建设统一场景需求分类能力, 实现需求建设场景分类清晰化贯穿规建全流程。并根据预先配置的端口利用率、宽带利用率、覆盖面积、覆盖半径、用户密度等参数, 计算需要扩容或新建的能力要求, 然后通过通用需求模板, 换算出要扩容或新建的设备、机房数量、位置等数据, 输出对应需求的建设方案。需求规划建设管理整体流程如图 5 所示。

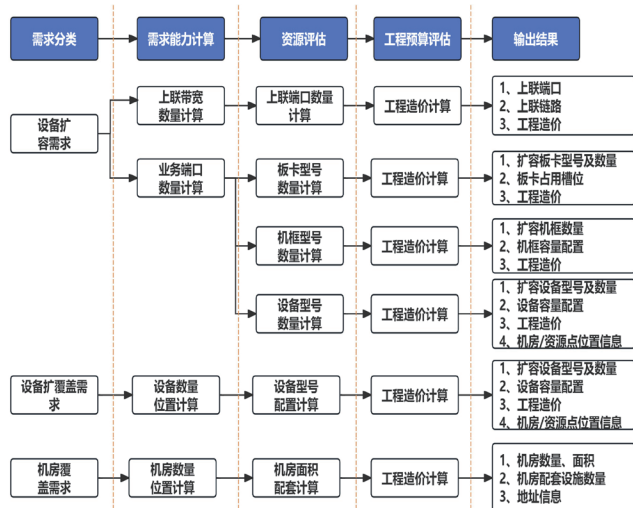


图 5 需求规划建设管理整体流程

2.3.2 人工上报需求自动稽核功能

对于一线人员通过摸排、盲区登记等手段搜集到的需要建设的需求, 一线人员会通过 GIS 地图打点功能, 通过系统录入点位需要建设资源, 平台接收到需求后, 根据需求有效性的判断规则, 对人工上报的需求进行自动稽核, 对于无效的需求会反馈基于现网资源判断的无效性原因给一线人员。

2.3.3 建设需求优先级评价分析功能

需求工单接收后, 系统会自动归属到小区、政企楼栋、农村、其他微格区域场景中, 通过选取关键维度指标建设优先级评价模型, 进行评估需求的建设优先级供需求管理人员评估决策。如图 6 所示, 优先级评价模型分为资源覆盖维度、业务发展维度、需求收益维度、建设成本维度、管理调整维度。

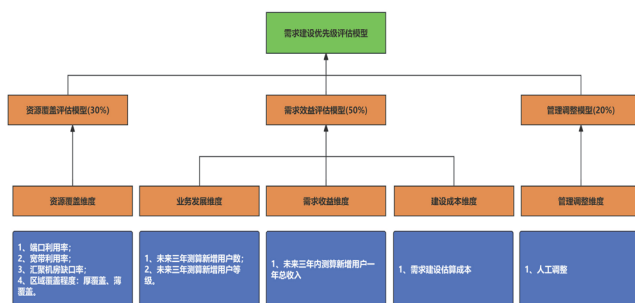


图 6 建设需求优先级评价模型

2.3.4 智能后评估分析功能

整合项目全环节数据, 建设多维度分结构的需求后评估能力和工程造价预算后评估能力, 用数智化手段实现项目全流程闭环管理。实现从需求规划到工程建设、资源落地、规划与落地网络资源达成度评估的全流程、全链条、需求全生命周期的规划后评估能力。

3 总结

本文通过引入 MPP 大数据分析架构 StarRocks 数据库技术, 对传统基于关系型数据库分析架构进行改造, 并结合空间计算技术, 打通汇聚全域数据构建资源预警、分析评估、数据稽核、空间分析等各类精准规划应用分析模型, 全面打造网络资源在线评估能力, 实现哑资源现网资源精准分析、规划需求的有效评估、规划需求的自动发现、建设方案自动编制、建设方案审核、建设后评估等全过程数智化管理, 实现了有线网络各类资源规划评估效率提升数 10 倍, 节省各类费用超亿元, 有效提升了全业务网络资源的规划效率, 极大地提升了规划合理性, 降低了人力成本, 投资效益显著提升, 同时减少了网络隐患, 避免了经济损失, 逐步推动通信网络整体规划的全流程数智化, 从而最终实现通信网络的数智化自动驾驶。

参考文献:

- [1] 韩砚宝. 基于数据仓库的智慧港口数据分层建模方案设计[J]. 天津科技, 2023,50(S1):57-60.
- [2] 高海峰, 叶春明. 基于 StarRocks 的实时数仓设计[J]. 计算机时代, 2023(2):46-50.

【作者简介】

王宁(1990—), 男, 山东烟台人, 硕士, 工程师, 研究方向: 大数据分析、云计算、物联网等。

崔洪志(1974—), 男, 山东淄博人, 硕士, 高级工程师, 研究方向: 通信网络、数智化应用、软件工程等。

柴宗弘(1985—), 男, 山东临沂人, 本科, 副高级工程师, 研究方向: 数智化应用、大数据分析、通信网络等。

(收稿日期: 2024-07-30)