



一种动态的滚动式传送网规划方法

夏芸, 宋继恩, 李杰

(华信咨询设计研究院有限公司, 浙江 杭州 310014)

摘要: 运营商面临网络高速发展和“降价提速”的双重压力, 传送网的建设需要考虑长远发展, 建设方案不仅需要满足近期业务, 也要符合未来业务发展方向。通过分析传统滚动规划方法的不足, 以规划期发展目标为导向, 提出了一种动态的滚动式传送网规划方法, 将业务发展趋势对网络的影响从模糊的人工思考转变为定量科学的计算方法, 避免了网络建设因无法适应业务变化而引起投资的浪费。

关键词: 传送网; 动态; 滚动式规划方法; 智能规划工具

中图分类号: TN913

文献标识码: A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2017230

A dynamic method for rolling transport network planning

XIA Yun, SONG Ji'en, LI Jie

Huaxin Consulting Co., Ltd., Hangzhou 310014, China

Abstract: Operators are facing double pressure of the rapid development of network and the drop of telecom charges. The construction of the transport network needs to consider the long-term development. The construction plan can not only meet the business needs of the near future, but also meet the future direction of business development. By analyzing the shortage of traditional rolling planning method, oriented by planning development goals, a dynamic rolling planning method of transport network was presented. The effect of the business developing trend to the network was transformed from the artificial fuzzy thinking into quantitative calculation method, to avoid investment waste caused by inconformity of network construction and business changes.

Key words: transport network, dynamic, rolling planning method, intelligent planning tool

1 引言

传送网作为战略基础资源, 覆盖面广、建设周期长、协调专业资源多, 网络基础资源的建设往往要考虑长远的发展, 建设方案不仅能满足近

期业务, 也能符合未来业务发展方向。为兼顾近期和远期业务需求, 把控网络发展方向, 各大运营商每年都会启动传送网的 3 年滚动规划项目, 配合国家发展战略, 并且还会启动 5 年滚动规划项目。

收稿日期: 2017-05-12; 修回日期: 2017-07-25

通讯作者: 宋继恩, songje@hxdi.com

基金项目: 杭州市重大科技创新专项基金资助项目 (No.20112311A27); 国家重点新产品资助项目 (No.2013GRC20023)

Foundation Items: Hangzhou Special Fund for Scientific and Technological Innovation (No.20112311A27), National Key New Product Project (No.2013GRC20023)

为了提高市场竞争力,中长期规划成果既要符合高度的网络发展思路,又要细致周全,具有一定的深度。具体来说,每个年度的网络架构方式和建设方案必须要满足本年度的业务需求,同时也要符合未来的业务需求走势和网络演变思路,避免造成潜在的投资浪费。不同年度的规划相互独立而又有所关联,如何处理好统筹关系,满足规划成果的高度和深度要求是难题所在^[1-4]。

传统的滚动规划方法属于静态规划方法,缺乏业务发展趋势对网络影响因素的定量考量,极有可能会造成因已建网络无法很好地适应业务变化而引起投资的浪费。本文提出了一种动态的滚动式传送网规划方法,以目标为导向,通过循环迭代的计算和分析,得到精细的规划期年度建设方案,规划结果更加科学、客观。

2 原有滚动规划方法的不足

传送网中长期滚动规划项目的技术成果包含宏观和微观两大部分,宏观上根据内外环境分析以及专业技术路线提出传送网的发展目标和方向指引,微观上在网络资源现状分析和市场业务需求预测的基础上确定规划期内每个年度的网络建设方案。本文重点探讨“微观”建设方案的规划方法。

在传统的滚动规划项目中,网络建设方案一般采用逐年规划法进行计算分析。这种传统的规

划方法基于对网络资源使用现状、存在问题的综合调研和分析,依次以每年的业务需求为依据,计算满足本年度业务需求的建设内容和方案。逐年规划法的思路示意如图1所示(以3年滚动规划为例)。

逐年规划法在实际操作中也会考虑规划期内的重大转折节点,比如新型传输技术的引入时间点、新业务发展计划、业务特殊承载要求等,从而对建设方案的计算结果进行统筹分析。但这种考虑是一种模糊的人工思考,依赖于规划人员的经验和专业水平,规划结果因人而异,具有相当的不确定性。例如,在40 Gbit/s业务向100 Gbit/s业务升级的衔接期,若规划人员经验丰富,就会主动考虑业务与网络的协同规划,在100 Gbit/s业务规模出现前,就综合考虑新技术成本因素提前建设100 Gbit/s传输系统。若规划人员经验不够丰富,纯粹利用逐年规划法,则极可能会出现前期建设的40 Gbit/s系统还没有用完就迎来了业务颗粒的全面升级,造成系统带宽的浪费。

总结来说,逐年规划法实施起来较为简单,但年度建设方案的计算主要依赖于当前业务需求,属于静态的规划方法,缺乏业务发展趋势对网络影响因素的定量考量,极有可能会造成因已建网络无法很好地适应业务变化而引起投资的浪费。同时,逐年规划法的规划结果受规划人员主观思维的影响,规划成果因人而异,缺乏一定的科学性。

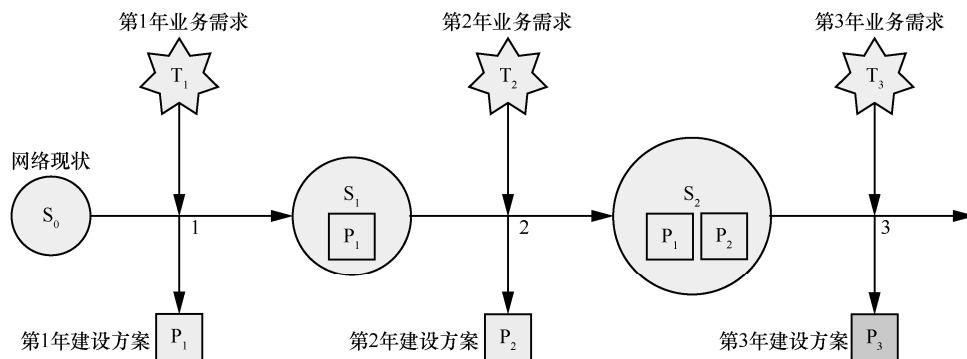


图1 逐年规划法的思路示意



3 滚动式规划方法的思路及实现步骤

3.1 滚动式规划方法的思路

本文提出的动态的滚动式传送网规划方法，以规划期发展目标为导向，把未来业务发展方向对建设方案的影响从模糊的人工思考转变为定量科学的计算方法，不依赖于规划人员的专业水平。滚动式传送网规划方法首先根据规划期内所有业务需求得到规划期末的目标网络架构，再由近及远逐年推演，以每年的业务需求为规划对象，以某一年份之前的网络资源满足某一年份的业务需求为原则，如 2017 年的业务需求只能在 2017 年及 2017 年之前建设的系统上承载，循环迭代地进行业务路由规划和计算分析，将建设方案分到每个年度，对规划期内年度建设方案有着超前的指导作用。具体思路如图 2 所示（以 3 年滚动规划为例）。

步骤 1 以规划期 3 年的业务需求为对象，在现网资源基础上得到满足规划期所有业务需求的建设方案，方案中各系统具体的建设年份未定。下一步工作就是要由近及远确定方案中各系统的建设年份，把目标建设方案划分到规划期每

一年里。

步骤 2 将目标建设方案都先假设为规划期第 1 年建设。首先以规划期第 1 年的业务需求为规划对象，以规划期第 1 年建设及已有网络资源承载规划期第 1 年业务需求为原则，进行业务路由规划，将利用率为 0 或最低的链路推迟建设，将其建设年份设置为规划期第 2 年，清空前次规划路由及所占资源后，再次循环规划，将利用率最低的链路推迟建设，直至发生业务阻塞。通过多次的迭代规划和分析，最终得到第 1 年的建设方案。

步骤 3 再以规划期前 2 年业务需求为规划对象，以规划期前 2 年建设及已有网络资源承载规划期前 2 年业务需求为原则，进行业务路由规划，对建设年份为规划期第 2 年的链路进行分析，将其中利用率为 0 或最低的链路推迟到规划期第 3 年建设，清空前次规划路由及所占资源后，再次循环规划，将利用率最低的链路推迟建设，直至发生业务阻塞。通过多次迭代规划和分析，得到规划期第 2 年的建设方案。

步骤 4 步骤 1 得到的建设方案减去步骤 2 和步骤 3 得到的建设方案，即为规划期第 3 年的

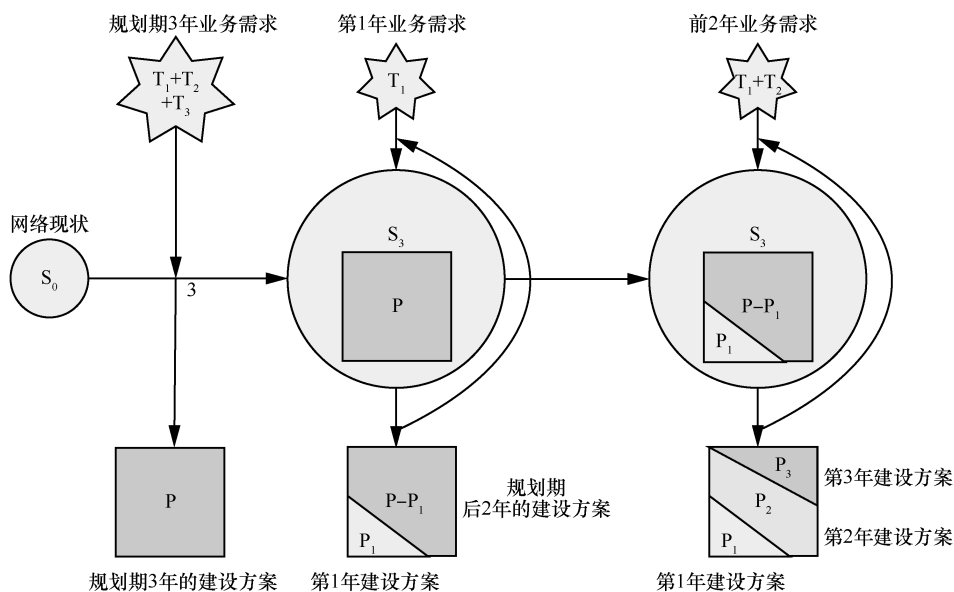


图 2 滚动式传送网规划方法的具体思路

建设方案。

3.2 滚动式规划方法的实施手段和步骤

网络滚动规划是一个不断反复、调整、优化的过程,每个中间过程都需要多个方案的综合比选提供决策,同时,由于业务频繁调整、网络拓扑复杂度提升带来的大幅增长的工作量和工作难度,都迫切地要求引入智能规划工具辅助网络规划工作,这是网络规划发展进程中的一大趋势。

滚动式传送网规划方法在分析每个年度建设方案的过程中,会涉及多次迭代的业务路由规划,通过反复调整,才能确定最佳的建设方案。为应对业务的快速调整,保证规划工作的效率以及规划结果的准确性,节约规划人员的体力和脑力,本方法推荐通过智能规划工具实现智能迭代计算。为阐述清晰,下面从软件算法的角度详细列出滚动式传送网规划方法的详细步骤。

步骤 1 设定 N 年滚动规划,将当前年份参数设定为 Y ,将待规划的网络现状设定为 $G(V_0, L_0)$,其中 V 为节点参数集合, L 为链路参数集合, V_0 为建设年份为 Y 已建设的节点, L_0 为建设年份为 Y 已建设的链路,规划期 N 年的业务需求矩阵被设定为 $Q_n (n=1, 2, \dots, N)$,同时初始化变量 i , 变量 i 的初始值为 1。

步骤 2 以 N 年内所有业务需求 $\sum_{n=1}^N Q_n$ 为目标对象,进行业务路由安排,先根据现有网络 $G(V_0, L_0)$ 进行规划,得到满足 N 年业务需求的新网络 $G(V_i, L_i)$,新增的网络建设内容将其建设年份设定为 $Y+i$,即 V_i 表示建设年份为 $Y+i$ 及之前的所有节点, L_i 表示建设年份为 $Y+i$ 及之前的所有链路,网络 $G(V_i, L_i)$ 则表示建设年份为 $Y+i$ 及之前的网络状态。

步骤 3 清空步骤 2 规划的业务路由信息,并释放相应网络资源。

步骤 4 以规划期内前 i 年的业务需求 $\sum_{n=1}^i Q_n$

为目标对象,在清空新增业务后的 $G(V_i, L_i)$ 网络上进行业务路由安排。

步骤 5 针对建设年份为 $Y+i$ 的链路,采用 $\eta_m = \frac{W_m}{W_0}$ 的方式计算每条链路的利用率 $\eta_m (m=1, 2, \dots, M)$,其中 M 为满足 N 年业务需求所需新增的链路总数, W_m 为第 m 条链路上被占用的带宽总量, W_0 为单条链路的最大带宽。

步骤 6 将利用率为 0 和利用率除 0 外最低的新增链路的建设年份标记为 $Y+i+1$,清空网络中的新增业务路由,并释放相应网络资源。若出现两条或两条以上利用率非 0 的利用率最低链路,则只将长度最长的链路推迟建设,将其建设年份标记为 $Y+i+1$ 。

步骤 7 再次为规划期内前 i 年的业务需求 $\sum_{n=1}^i Q_n$ 安排业务路由和网络资源。

步骤 8 判断是否有业务发生阻塞,若没有,则返回步骤 5,重复进行上述操作;若有,则将最后一条修改标记的链路重新标记为 $Y+i$ 年建设。

步骤 9 令 $i=i+1$,将 N 与 i 进行比较,若 $N-i>0$,则返回步骤 3,重复进行上述操作;若 $N-i=0$,则得出规划期 N 年内每个年份的建设方案,整个网络方案设计过程结束。

滚动式传送网规划方法是不断地通过业务需求和网络资源的迭代匹配,判断和制定年度建设方案。在上述步骤的匹配过程中,必须遵守如下原则: Q_i 的业务只能利用建设年份为 $Y+i$ 及之前的网络资源来承载,这也是网络规划过程中业务路由和资源安排必须遵守的一个前提条件。

3.3 滚动式规划方法的优势

滚动规划普遍具有鲜明的滚动性特点,这体现在年度计划执行中,每年保持一个在年度之间



前后衔接的 N 年规划, 使 N 年规划带有滚动性。本文提出的动态滚动式传送网规划方法进一步加深了“滚动式”特点, 利用循环、迭代的规划设计方式, “滚动式”计算、分析、验证规划期内年度建设方案, 将未来业务发展对方案的影响量化, 得到的建设方案更具精细化、科学性和客观性, 从最大程度上避免了网络建设投资造成的浪费。而且, 动态滚动式规划方法利用计算机软件实现, 规划过程省时省力, 还能快速应对频繁的业务需求变更和多方案比选。该算法沉淀于智能规划工具中, 能有效提升规划成果, 助力规划工作从传统人工模式向智能化工具模式转变。

下面以某运营商某一特殊时期的网络规划项目为例, 通过简单定性分析, 对比逐年规划法和动态的滚动式规划方法。

背景介绍: 2015—2017 年 3 年滚动规划, 以 2015 年和 2016 年建设方案为例进行对比分析。传送网资源现状示意如图 3 所示, 现网业务格局和流向如图 4 所示, 各汇聚节点向核心节点汇聚。2016 年业务格局发生变化, 如图 5 所示, 汇聚节点 E、F 以及核心节点 A 同时提升为 IDC 节点。

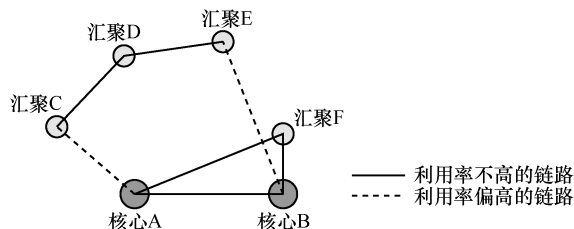


图3 传送网资源现状示意

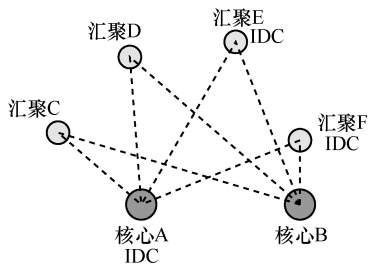


图4 现业务格局和流向

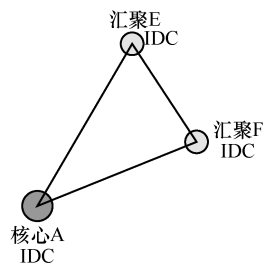


图5 2016年IDC节点间业务需求

方案介绍如下。

(1) 逐年规划法

2015 年, 根据现网业务流量和流向对容量紧张段落进行扩容, 即扩容新建 A-C 和 B-E 两个段落。2016 年, 根据新业务格局的链路需求, 新建 A-E 和 E-F 两个段落。2015 年和 2016 年的建设方案如图 6 所示。

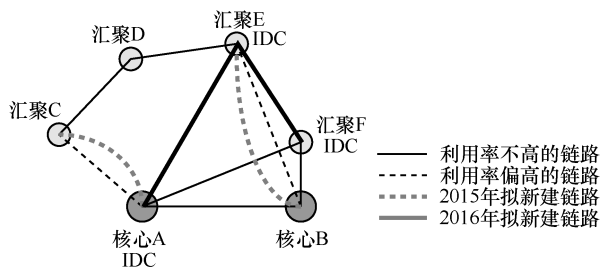


图6 利用逐年规划法得到的建设方案

(2) 滚动式规划方法

提前考虑规划期(即 2015 年和 2016 年两年)业务格局的变化, 2015 年新建 A-E 和 E-F 两个段落, 2016 年没有段落新建, 如图 7 所示。

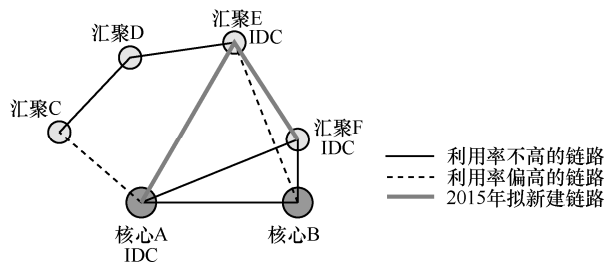


图7 利用动态滚动式规划法得到的建设方案

两种方法的对比见表 1。利用逐年规划法通常不会对网络现有拓扑主动进行改动优化, 得到的建设方案仅能满足当年的业务需求。当 2016 年出现 E-F 新的业务方向和更多的 E-A 业

表1 两种方法的对比

比较因素	逐年规划法	滚动式规划方法
2015年建设方案	扩容新建 A-C 和 B-E 段落	新建 A-E 和 E-F 段落
2016年建设方案	新建 A-E 和 E-F 段落	无
业务满足情况	两次建设满足两年需求	一次建设满足两年需求
建设规模	大	小
建设周期	两年	一年
建设投资	大	小

务需求时, 2016年还需要建设 E-F 和 E-A 方向的链路; 利用动态滚动式规划方法得到的建设方案, 既分流了 2015 年 E-A、D-B、E-B 汇聚一核心的业务需求, 又提前契合 2016 年业务流向的变化, 同时丰富了原有的网络拓扑, 尤其对于 2015 年 E-A 的业务, 可通过 E-A 直达链路疏导, 大幅减少对 E-D、D-C 和 A-C 链路的占用, 大大降低瓶颈段落 A-C 链路因容量不足进行新建的必要性, 提高整个网络的业务承载效率, 有效降低网络建设成本。

4 结束语

在通信网全新的发展期, 一方面, 网络进入超高速发展时代; 另一方面, 为提升全民上网普及率, 通信资费一降再降, 因此, 运营商面临着网络高速发展和“降价提速”的双重压力。为增强运营商的网络运营能力, 本文通过分析滚动规划项目的现状和传统滚动规划方法的不足, 充分考虑网络现状、当前的业务需求以及将来的业务发展, 提出了一种动态的滚动式传送网规划方法, 从最大程度上避免了网络建设投资造成的浪费。该方法在国家重点新产品计划与杭州市重大创新项目研发的智能传送网规划软件工具中得以转换实现, 在传送网滚动规划项目中取得了良好的效果。

本文提出的滚动式规划方法, 以现阶段网络资源情况以及业务发展预测为基础, 适用于规划期内业务需求可预测的通常情况。在实际规划中

对于有些突发性强、不可预测类的业务等特殊情况, 则需要更多的人工思考。今后网络规划将向精细化、智能化方向发展, 传统网络规划方法需要不断创新, 本文所述方法作为一种探索, 今后将进一步地优化与完善, 以适应未来动态、柔性、智能的传送网络。

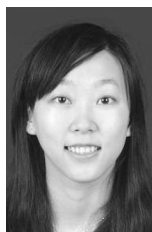
参考文献:

- [1] 黄善国, 张杰, 韩大海, 等. 光网络规划与优化[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2012.
HUANG S G, ZHANG J, HAN D H, et al. Optical network planning and optimization[M]. Beijing: Posts & Telecom Press, 2012.
- [2] 成永兴, 刘爱, 黄善国. 电信传输网络规划软件系统的实现[J]. 中国科技论文在线, 2009: 1-8.
SHU Y X, LIU A, HUANG S G. Realization of telecommunication transmission network planning software system[J]. Chinese Scientific Papers Online, 2009: 1-8.
- [3] 潘扬. 传送网设备规划及融合挖潜分析[J]. 中国新通信, 2014(17): 14-15.
PAN Y. Equipment planning of transmission network and fusion potential analysis[J]. China New Communications, 2014(17): 14-15.
- [4] 鲁莹. 电信企业滚动规划的编制思路[J]. 邮电设计技术, 2007(6): 55-58.
LU Y. The compilation of the rolling plan for telecom enterprises[J]. Designing Techniques of Posts and Telecommunications, 2007(6): 55-58.
- [5] 李伟, 闫春荣. 省级电信公司滚动规划的编制[J]. 通信管理技术, 2004(2): 31-32.
LI W, YAN C R. The compilation of provincial telecom company's rolling plan[J]. Communication Management and Technology, 2004(2): 31-32.
- [6] 张鹏, 李德, 晏琳, 等. 移动本地传送网全业务承载的综合问题研究[J]. 移动通信, 2016(12): 19-23.



- ZHANG P, LI D, YAN L, et al. Research on the comprehensive service bearer of mobile local transport network[J]. Mobile Communication, 2016(12): 19-23.
- [7] 虞健, 聂永峰, 付志雄. 电信运营商网络发展滚动规划后评估体系研究[J]. 通信与信息技术, 2014(3): 49-53.
- TUO J, NIE Y F, FU Z X. Research on the evaluation system for the development of network planning of telecom operators[J]. Communication Management and Technology, 2014(3): 49-53.
- [8] 崔秀国, 刘翔, 操时宜, 等. 光纤通信系统技术的发展、挑战与机遇[J]. 电信科学, 2016, 32(5): 34-43.
- CUI X G, LIU X, CAO S Y, et al. Development, challenge and opportunity of optical fiber communication system technologies[J]. Telecommunications Science, 2016, 32(5): 34-43.
- [9] 郑小平, 华楠. 光网络 30 年:回顾与展望[J]. 电信科学, 2016, 32(5): 24-33.
- ZHENG X P, HUA N. Review and outlook of 30 years of optical network development[J]. Telecommunications Science, 2016, 32(5): 24-33.
- [10] 华楠, 郑小平. 智能光网络发展历程的回顾和展望: 从 ASON 到 PCE; 再到 SDON[J]. 电信科学, 2014, 30(2): 88-98.
- HUA N, ZHENG X P. Review and outlook of the development course of intelligent optical networks: from ASON to PCE and then to SDON[J]. Telecommunications Science, 2014, 30(2): 88-98.

[作者简介]



夏芸 (1983-), 女, 华信咨询设计研究院有限公司高级工程师, 主要从事省际干线传送网的咨询、规划、设计以及传送网规划软件开发研究工作。



宋继恩 (1976-), 男, 博士, 华信咨询设计研究院有限公司教授级高级工程师, 主要从事传送网、全业务接入网等相关的咨询、规划和研究工作。



李杰 (1984-), 男, 华信咨询设计研究院有限公司工程师, 主要从事传送网传输网咨询、规划、设计和规划软件开发研究工作。