

Research on Key Technology Application of Backbone Carrier Network in Provincial Power Communication Network

Xiaogang Li

PowerChina Henan Electric Power Survey and Design Institute Co., Ltd., Zhengzhou, Henan, 450000, China

Abstract

The provincial power communication network is a dedicated network within the provincial administrative region that provides basic communication services for power grid production, operation, management, basic construction, and other aspects. It plays an important role in ensuring the safe operation of provincial smart grids, supporting the efficient construction of energy Internet, serving economic and social development and other fields. The paper conducts a thorough study on the application methods, technical adaptability, and application difficulties of 100G OTN technology in networks. Based on the research results, a 100G OTN backbone carrier network construction scheme for 10G/100G channel hybrid networking is proposed. The scheme described in the paper has certain guiding significance for the construction of provincial power communication backbone carrier networks.

Keywords

provincial power; electric power communication; 100G OTN; backbone carrier network; production business; management business

省级电力通信网骨干承载网关键技术应用研究

李晓刚

中国电建集团河南省电力勘测设计院有限公司, 中国·河南 郑州 450000

摘 要

省级电力通信网是省级行政区范围内为电网生产、运行、管理、基本建设等方面提供基础通信服务的专用网络。在保障省级智能电网安全运行、支撑能源互联网高效建设、服务经济社会发展等领域都发挥着重要的作用。论文对100G OTN技术在网络中的应用方式、技术适应性、应用难点等进行充分的研究,根据研究结果提出一种10G/100G波道混合组网的100G OTN骨干承载网建设方案,论文所描述的方案对省级电力通信骨干承载网的建设具有一定的指导意义。

关键词

省级电力; 电力通信; 100G OTN; 骨干承载网; 生产业务; 管理业务

1 引言

省级电力通信网是省级电力公司电力通信业务接入、汇聚和使用的主要信息承载平台。是支撑省域新型电力系统建设的基础性、支撑性网络。国网公司xx省级电力骨干承载网目前主要由SDH和OTN网络组成,SDH网络(A平面)由于技术体制限制,目前部分区段网络已出现局部带宽受限问题。OTN网络作为大部分省级电力通信骨干承载网的第二平面(B平面),目前主要采用10G平台,部分靠近调度端的波道已出现波道资源紧张的情况,亟须进行B平面第二张OTN网络建设。本文通过对电力通信网主要技术体制进行对比分析,将100G OTN技术作为B平面第二张网的重点技术进行研究和对比分析,为下一代省级电力通信骨干承载网的建设提供一种研究思路和方法。

【作者简介】李晓刚(1987-),男,中国河南漯河人,硕士,副高级工程师,从事电力通信设计研究。

2 OTN 技术发展研究概述

光传送网(Optical Transport Network)简称OTN,是指在光域内实现业务信号的传送、复用、路由选择、监控,并且保证其性能指标和生存性的传送网络。OTN技术标准由国际电联ITU-T于1988年提出并得到迅速发展。OTN标准由最早为单波2.5G速率并得到迅速发展,目前在公网运营商领域已发展到主流的100G OTN,同时催生演化出POTN/SPN、M-OTN、MS-OTN、FG OTN等多种技术形态。在电力通信领域,目前国家电网公司在国干几个较大的数据中心节点之间建设有100G OTN互联网络,用于数据中心之间的大容量数据传输。在省级电力通信网骨干网承载领域,已投运的OTN网络大部分作为传输网的B平面运行,是A平面(SDH网络)的重要备份骨干支撑网,以上OTN网络速率均为10G。100G OTN技术还未大范围推广应用。基于骨干网大带宽、网络冗余承载等方面的发展需要,100G OTN技术在省级电力通信网骨干承载网方面具有较大的建设需求。

3 电力通信传输网业务需求分析研究

3.1 业务需求分析

3.1.1 业务分类

依照发改委 2014 年的第 14 号令《电力监控系统安全防护规定》相关规定，电力通信网业务根据安全等级共分四个大区，其中 I、II 区为生产控制大区，III、IV 区为管理信息大区，各大区对应的信息分别如下：

①生产控制大区又划分为控制区（I 区）和非控制区（II 区），主要承载一些控制类等对实时性和安全性要求较高的生产业务。

②管理信息类业务是指生产控制类业务以外的电力企业管理业务系统的集合。企业管理业务主要包括各专业管理信息系统、行政办公、信息容灾、95598 业务、IMS、营销管理系统等。

3.1.2 业务承载分析

承载生产控制类业务和管理信息类业务的通道之间要求物理隔离。目前国网公司某省级电力通信承载网络模式为 10G OTN+ 双 SDH 网络运行，小颗粒和小带宽的生产控制类业务承载在 SDH 网络上，10G OTN 网络承载一部分大带宽的生产控制大区业务和综合数据网业务等管理信息业务。

3.2 带宽测算

3.2.1 计算方法

基当前资源和条件，省级骨干通信网带宽的计算方法主要采用汇总折算法，即根据站点数量和典型单点接入带宽汇总计算后，折算到断面的方法进行计算，结合历史经验数据进行调整校正。

具体计算采用直观预测和弹性系数相结合的方法，计算公式如下：

$$B_X = \sum (B_A \times N \times \phi_1 \times \phi_2)$$

式中： B_X ——汇总带宽需求；

B_A ——某类型业务净流量；

N ——需接入的链路数量；

ϕ_1 ——冗余系数（ $\phi_1 > 1$ ）指为业务预留备份通道和发展空间所需弹性系数，计算中除数据网 $\phi_1 = 1$ 外（主要考虑数据网本身具有自动的路由选择功能，保护性能较强，且数据网已充分考虑了冗余空间），其余业务 $\phi_1 = 2$ （主要考虑其他业务实时性、可靠性要求较高，一般配置电路时已为其开通了冗余通道）；

ϕ_2 ——并发比例系数，对于专线业务、实时性要求高的业务，并发比例均取 100%。

另外，按照《电力通信网规划设计导则》规定，网络带宽冗余度总体宜控制在 0.5 左右，一般可采用下式估算：

$$\delta = \frac{B_N - B_U}{B_N}$$

式中： δ ——带宽冗余度；

B_X ——断面允许的带宽，为该断面所有线路侧光接口速率之和；

B_U ——开通业务的带宽，为该断面所有开通通道的带宽之和，在规划计算中等于本级网络的预测断面带宽。

3.2.2 测算结论

参考上述测算方法，结合 XX 省站点规模和预测情况，初步对省级骨干传输网络“十四五”末带宽需求进行分析计算，省级骨干传输网络带宽需求分析结论如下：

到 2025 年“十四五”末，结合 XX 省公司实际站点数量和组网情况，省级骨干网总断面带宽需求预计达到 1023G（折算为环网容量约 512.5G），其中生产控制类业务总断面带宽需求预计达到 151G，管理信息类业务总断面带宽需求预计达到 871G。

到 2030 年“十五五”末，省级骨干网总断面带宽需求预计达到 1270G（折算为环网容量约 635G），其中生产控制类业务总断面带宽需求预计达到 197G，管理信息类业务总断面带宽需求预计达到 1072G。

3.2.3 结论

随着省级传输网带宽容量的不断提升，省级骨干承载网面临升级换代、带宽提升的重大需求。根据带宽测算结果，如考虑调度数据网核心骨干互联等大颗粒业务均衡冗余，且不计汇聚收敛比，则 XX 省现有“1+2”模式（省主干 OTN 网络加上省网主干 SDH 双 10G 网络）将无法支撑，需要适时考虑主干 B 平面第二张网络建设。

4 省级电力通信传输网技术选型分析研究

4.1 省级电力通信传输网技术原则

一是大容量：省级电力通信网汇聚各地市的通信资源，信息流一般为从地调/备调至省调的生产调度和信息管理业务，因此需要具备大容量的要求。

二是灵活性：省级电力调度机构主要信息流为对下调度机构的通信，因此要能灵活应对对下十几个地市的调度通信需求，要求电力通信网具备灵活适用的特点。

三是高可靠：省级电力通信网为干线通信网，所传输的信息均为调度生产信息，对电力通信网的隔离、同步、安全性等提出了较高的要求。

四是自主可控：目前国内外形势风云变幻，为国内相关产业的产品供应带来了很多不稳定因素，省级电力通信网在建设时应充分考虑产品的自主可控。

4.2 SDH/MSTP 技术分析

优点是统一标准，技术成熟。多业务适配能力强。网络管理维护能力强。物理隔离，安全性高。缺点是对 IP 业务的扩展性受限；带宽能力扩展受限；技术标准体系的发展已完全停滞。

4.3 OTN 技术分析

优点是大带宽、超长距；安全性，物理隔离，时延固定，安全可靠。缺点是传统 OTN 更适合处理 100M~100GE

业务接入处理能力,对100M以下业务支持能力有限,需要演进到MS-OTN解决方案支持。

4.4 PTN/SPN 技术分析

优点是适配能力强,对于IP业务的演进适配性更好;支持更大带宽、组网灵活方便。缺点是传统PTN采用逻辑隔离机制,安全性方面没有物理隔离好。

通过以上传输网技术对比分析,考虑到未来省级骨干承载网带宽的增长,OTN传输技术在骨干传输网技术的业务承载、带宽容量等方面对比中仍具有显著的优势,具备极大的传输速率和带宽优势。因此在省级骨干通信承载网建设方面,建议选择100G OTN技术作为省级B平面的建网技术。

5 采用 100G OTN 技术的下一代省干通信传输网建设方案研究

5.1 拓扑方案研究

目前主流OTN设备均为80波 $\times$ 100G设备平台,网络整体规划40波开通10G波道,40波开通100G波道。10G波道用来承载生产控制类业务(I区和II区业务),100G波道用来承载管理信息类业务(III区和IV区业务),波道采用10G/100G间隔波道配置方案。

新建100G OTN网络拓扑采用核心、接入两层结构组网,其中接入层为各地调/备调,核心层为500kV站和省调/省备调。基于以上思路,论文构建了一种省干10G/100G波道混合组网方案。

5.2 波道配置方案

省级电力通信骨干承载网典型建议配置如下:省调建议配置4台OTN设备、备调配置2台设备、各地调和数据中心各配置1台OTN设备,各500kV站配置1台OTN设备。

地市公司开通3 $\times$ 10G直通波道到省调、省备调节点,用于地调—省调I、II区生产类业务直接上传。省调、省备调各OTN核心节点设备之间均开通8 $\times$ 10G+4 $\times$ 100G链路,作为核心互联及备用链路通道。在除省调和省备调外的所有两两相邻节点之间开通8 $\times$ 10G+1 $\times$ 100G链路,作为站站之间互联波道,方便各站点上下业务配置。

5.3 网络保护方案

采用ODUk 1+1 SNCP保护作为网络保护方案。ODUk SNCP是一种专用点到点的保护机制,用于保护一个通信网或多个通信网络内一部分路径的保护,保护倒换时间应小于50ms。

5.4 业务承载方案

在承载业务时,地市至省公司直通3 $\times$ 10G波道和站站

之间8 $\times$ 10G相邻波道用于承载生产类(I、II区)业务,各相邻节点间的1 $\times$ 100G波道用于承载管理信息类(III、IV区)业务和其他类型的大带宽业务。

通过对网络拓扑规划、设备波道配置、业务承载方法等进行网络的全面规划,建设新一代省级骨干传输网。该网络可同时承载电力通信网I、II区生产和III、IV区管理信息等所有业务。该网络可满足电力通信业务高速发展需求。同时可与省干B平面第一张网络(10G OTN网络)形成1+1冗余互备,保障省级电力通信骨干承载网的网络安全。

6 100G OTN 技术在省级电力通信网应用成效分析

省级电力通信网骨干承载网通过采用80 $\times$ 100G OTN设备平台进行组网,并开通10G和100G混传波道,用于承载调度数据网、综合数据网业务和其他新型业务。可全面承载电力通信各种业务信息带宽,网络的兼容性及安全可靠性能较高。该方案中10G波道用于承载I、II区业务,100G波道用于承载综合数据网等III、IV区业务,业务承载方案合理,整体网络安全可靠性高。同时此方案中地调等单点接入最大可承载业务带宽达210G,可以满足当前和未来至少10年内省干通信网业务传输需求,采用此建设方案具备较高的经济性和技术合理性。

7 结语

省级电力通信承载网是汇集全省电力系统电厂、变电站、调度机构等节点信息的骨干传输网。随着国网新型电力系统战略目标的实施和推进,各种生产和信息业务即将全面爆发,省级电力通信承载网B平面第二网络的建设也已愈发紧迫。因此本文对省级电力通信承载网建设的技术选择和建设模式进行了详细的研究并提出一种基于100G OTN技术的建议方案。通过对影响100G OTN技术应用的要素进行全面梳理和分析,提出了满足省级电力通信承载网建网需求的建设方案。本研究可为省级电力通信承载网建设提供借鉴和参考,对后期地市电力通信承载网的建设也有一定的指导和示范意义。

参考文献

- [1] 马鑫.大容量100G OTN关键技术及其在电力通信中的应用分析[J].通讯世界,2019,26(11):108-109.
- [2] 解文明,李永嫚,张艳.雷击OPGW光缆对电力100G OTN系统影响分析[J].邮电设计技术,2023(1):59-63.
- [3] 朱恒卓.100G OTN技术在本地传输网中的应用[D].济南:山东大学,2021.