

变电站网络互联规划与实践

乔金松

(泰州供电公司, 江苏 泰州 225300)

摘 要: 随着三集五大的深入开展和智能电网的加快建设, 公司业务流程化、管理规范化的数据信息化程度也越高, 变电站作为电网核心组成部分, 其业务信息化程度要求也越来越迫切, 因变电站地理位置分散, 组网也相对薄弱。本文根据变电站业务特点, 充分发挥 SDH 传输网的组网灵活性, 在实践的基础上, 总结出变电站网络互联的组网方式、区域规划原则、IP 地址的合理划分标准以及标准化网络实施, 为变电站网络科学规划与标准化建设提供了解决方案, 为公司日趋专业化、精细化、全面化管理提供技术支撑。

关键词: 变电站; 网络; OSPF; 规划; 实施

1 变电站业务现状

变电站网络设备在地理位置上离公司核心网络设备较远, 且一般是通过 SDH 传输网实现与公司骨干网络相连, 因此, 这一类网络业务有时也称为远距离业务。

远距离业务主要有: 变电站、供电所、充电站、位于变电站内的操作班组以及位于变电站附近的公司其它单位(部门), 变电站因其地理位置的相对固定, 在进行网络规划设计时一般将其作为网络的主要节点, 供电所、充电站、操作班组和其它单位则作为变电站子节点, 各业务节点关系如图 1 所示。

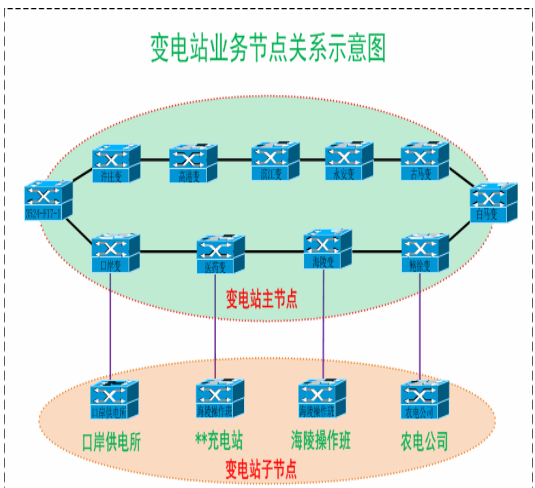


图 1 变电站业务节点关系示意图

变电站业务: 通用业务(视频监控、MIS 终端电脑、变电站辅助设施监控、门禁), 个别业务(气象信息、电能质量、雷电监测、其他应用), 终端节

点数为 5~12。

供电所业务: 主要业务应用为营销收费系统 & 企业门户和网站, 与其他业务比较, 级别等级相对较高, 终端节点数为 10~25。

充电站业务: 充电站为供电企业新兴业务, 数量不多, 其业务类似于供电所业务, 终端节点数为 10~12。

操作班业务: 主要负责所辖区域变电站设备管理及操作票的许可, 主要业务应用为 PMS 系统、班组管理系统及企业门户和网站, 终端节点数为 10~12。

其它业务: 公司部分职能部门或多经单位办公场所位于变电站附近, 其网络也是通过变电站接入公司骨干网, 业务应用为通用业务, 终端节点数按照其人数规模确定。

2 变电站网络规划

2.1 路由协议规划

开放最短路径优先(OSPF)是一个标准的路由选择协议, 它被各种开发商所广泛使用, 有很好的兼容性, 当网络拥有多种路由器, OSPF 是最好的选择。

2.1.1 OSPF 区域划分必要性

变电站网络设备互联一般通过 SDH 传输网进行, MIS 网带宽只占其中的 155M, 有限的带宽极大的限制了网络性能; 两个变电站之间长达几十公里, 物理链路具有很大的不稳定性; 网络互联设备均为三层接入交换机, 在处理路由业务上远不如路

由器。

区域划分为链路状态更新的膨胀范围设置了边界, LSA 的传播和 SPF 的计算被限制在一个区域内的变化上。区域的引入, 减少了 OSPF 对系统资源的要求, 屏蔽网络动荡。

2.1.2 OSPF 区域划分优点

进行 OSPF 多区域划分具有如下优点:

(1) SPF 的计算频率更低: 详细的路由信息被限制在区域内, 因此无需将所有链路状态的变化扩散到其他区域, 这样当网络拓扑发生变化时, 并不是所有的路由器都需要运行 SPF, 只有区域内受影响的路由起需要重新计算路由表, 从而将影响限制在当前区域内, 避免了网络动荡;

(2) 路由表更小: 区域的划分使路由器仅仅需要同步本区域的链路状态数据库。这样就减小了链路状态数据库的大小, 从而降低对路由器内存的消耗;

(3) 处理较少的 LSA 通告: 链路状态数据库的减小意味着处理较少的 LSA 通告, 从而降低对路由器 CPU 的消耗

(4) 降低链路状态更新 (LSU) 的开销: 只需在区域间通告归纳路由的 LSU 即可, 不必把一个区域的所有具体路由信息通告给其他区域, 因此, 大量的 LSA 泛洪也就被限制在一个区域内, 从而减小带宽利用率;

划分多区域不仅增强了运行 OSPF 路由协议的网络的稳定性, 而且网络管理也变得更加容易。同时, 降低了运行 OSPF 协议的路由器对系统资源——如 CPU 的处理能力和内存容量的要求。

2.1.3 OSPF 区域划分原则

确定区域划分原则, 对于网络设计具有极其重要意义, 不仅可以指导设计, 也为以后网络的维护管理带来极大的方便。结合变电站的业务现状和 SDH 传输网的情况, 区域划分原则如下:

(1) SDH 传输网等级原则

在进行网络区域规划设计时, 尽可能保证 Area 0 区域的稳定, SDH 传输网等级最高的变电站 (通常为 220kV 及以上变电站) 可作为骨干区域 Area 0 区。

(2) 区域路由器数量限制原则

变电站网络互联设备通常为三层接入交换机, 低效的设备性能、有限的链路带宽以及高业务量,

决定同一区域内的路由器数量不能太多, 通常以不超过 16 为宜。

(3) 地理位置原则

为高效利用 SDH 传输网, 减少带宽的浪费, 方便网络的维护管理, 可按照东、西、南、北地理位置来设计非骨干区域。

(4) 区域连续性原则

所有区域必须保证其区域内设备的连通性, 规划时可将每一区域设计成环, 以保证在某一链路故障时 (假设两个及以上故障点不会同时发生), 区域内设备仍具有连续性。

(5) 与骨干区域连通性原则

根据路由协议规定, 所有的区域必须与骨干区域连接, 保证网络的连通性。对于无法直接与骨干网相连的区域, 可以使用虚拟链路。

2.1.4 OSPF 区域规划

按照上述区域划分原则, 结合公司变电站 SDH 传输网的实际情况, 变电站主节点形成如图 2 的 OSPF 区域规划。

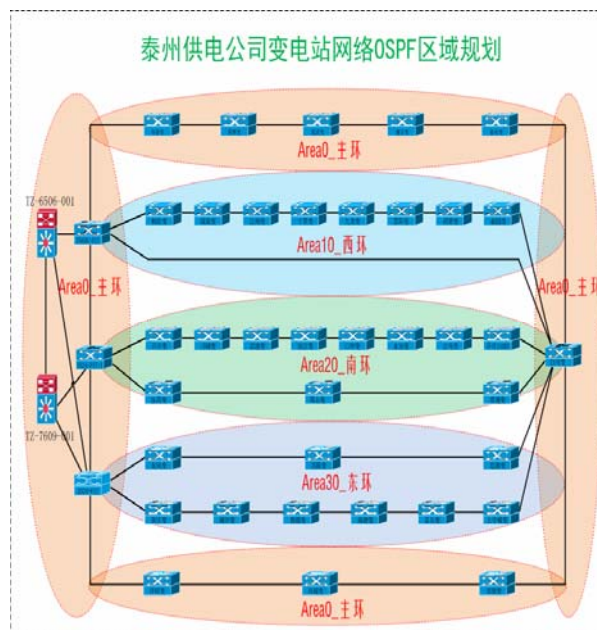


图 2 变电站网络 OSPF 区域规划

对于变电站子节点业务, 因其地理位置的不稳定性, 其网络设备均以 Trunk 方式连接到附近变电站主节点。

2.2 IP 地址规划

IP 地址规划同 OSPF 区域规划同等重要, 设计一种好的 IP 寻址方案能够进一步减少区域间的路由表更新, 因此 IP 地址规划可以通过使用路由汇总

来进行设计。

2.2.1 IP 地址划分原则

(1) IP 地址连续性原则

连续地址在层次结构网络中易于进行路由聚合，可大大缩减路由表，提高路由算法效率。

(2) IP 地址扩展性原则

地址规划时，在每一个区域上都要留有冗余，在业务扩展时能保证地址聚合的连续性。

(3) IP 地址顺序性原则

为了提高地址分配效率和地址利用率，最好按照一定的顺序进行。选择的顺序可以是自上而下的顺序，也可以是自下而上的顺序，还可以是二者结合使用。

(4) IP 地址灵活性原则

变电站子节点业务通常具有物理位置不稳定性，一个区域内变电站子节点会成为其他区域变电站子节点，甚至有可能撤销该业务，因此这一类业务地址按照其类别分别设计成连续地址，分属于不同区域，这种配置虽然降低了路由聚合程度，但方便了 IP 地址的管理，减少了 IP 资源的浪费。

2.2.2 IP 地址分类

Loopback 地址：为了方便管理，为每一台路由器创建一个 Loopback 接口，并在该接口上分配一个单独的 IP 地址作为管理地址，在 OSPF 区域中 Loopback 地址通常也作为该路由器的 Route ID，Loopback 地址的唯一性能很好的保证网络的稳定性。进行 Loopback 地址分配时，务必使用 32 位子网掩码，越是核心设备 Loopback 地址越小。

互联地址：是指两台网络设备相互连接的接口所需要的地址，互联地址通常使用 30 位子网掩码，Loopback 地址较小的设备使用互联地址中较小的一个，另外，互联地址需要聚合后发布，设计时要考虑使用连续的可聚合地址。

业务地址：是连接到网络中的各种服务器、主机所使用的地址，业务地址的网关地址统一使用所在子网中的第一个地址。

2.2.3 IP 地址划分

地址划分既要考虑到地址的连续性，也要考虑其扩展性和灵活性。为方便网络管理，给每一类地址分配连续的地址段，同一类地址可分别属于不同的区域。

Loopback 地址：为每一个路由器分配一个

Loopback 地址，共计 $16 \times 4 + 64$ 个预留地址=128；

互联地址：区域规划中共 4 个主区域，每个区域不超过 15 个，可将 1 个整 C 类地址作为变电站互联地址；

变电站地址：变电站业务地址数为 10—12，使用 28 位子网掩码，第一个地址为子网地址，第二个为网关地址，第三、四、五个为视频地址，第六个为 MIS 电脑地址，第七个为变电站辅助设备监控地址，第八、九、十为变电站门禁地址，第十一、十二、十三、十四、十五为电能质量、气象、雷电监测等业务地址，第十六个为子网广播地址。按照每个区域路由器数 16，每区域地址数 $16 \times 16 = 256$ ，四个区域共需要 4 个整 C 类地址；

供电所地址：8 个供电所，均以 Trunk 方式挂在附近变电站路由器下面，每个供电所可分配 32 个地址， $8 \times 32 = 256 = 1$ 个 C 类地址；

充电站地址：目前泰州仅有 1 个充电站，考虑到将来的扩充，需预留地址；

操作班地址：共有 8 个变电站设有操作班，可分配 $8 \times 16 = 128$ 个业务地址；

其他业务地址：多经单位（部门）充电站大约 1 个整 C 类地址。

地址分配表如表 1 所示。

表 1 地址分配表

地址规划	Area 0	Area 10	Area 20	Area 30	共计地址
Loopback	***.0/27	***.32/28	***.48/28	***.64/28	***.0/25
互联地址	***.0/26	***.64/26	***.128/26	***.192/26	***.0/24
变电站地址	***.0/24	***.0/24	***.0/24	***.0/24	***.0/24*4
其它地址	供电所+充电站+操作班+其他业务地址+Loopback 地址				***.0/24*3
预留地址	保留 2 个完整的 C 类地址				***.0/24*2
合计地址数	互联地址+变电站地址+其他地址+预留地址				***.0/24*10

按照上述统计结果，变电站业务需 10 个整 C 类地址，且这些地址均为连续，便于地址聚合。

3 变电站网络实施

3.1 设备选择原则

(1) 位于骨干区域 Area 0 中的路由器应选择性能好，处理能力强的高端路由器来承担；

(2) 在 OSPF 协议中，区域边界路由器（ABR）任务繁忙，负责骨干区域与非骨干区域之间路由信息的重任，所以 ABR 一定有性能高的路由器来承担。

3.2 设备物理连接

按照变电站网络设备互联 OSPF 区域规划图,每个区域中网络设备(ABR 除外)均有唯一入端口和唯一出端口,我们可以约定左端为入端口,右边为出端口,入端口选择三层交换机 F0/23,出端口选择三层交换机 F0/24,这样在物理链路连接上会带来极大的方便,同时网络拓扑的绘制也变得更加轻松。

3.3 设备标签标识

参照国网公司设备标识标准,网络设备、线缆均需要标签标识。

变电站三层交换机的标识标签:可参照《国网公司信息机房标识标准》中的模版;

线缆的标识标签:起始端:设备名称+端口号,终止端:设备名称+端口号,路径:为 SDH 路径标识。

3.4 标准配置文档

变电站网络规划已经形成,所有设备配置信息相似,因此变电站交换机的配置宜采用标准文档配置,这样既方便配置,也保证配置的统一性,对运维管理和网络升级提供极大的方便,配置信息包括:基本配置信息、各种 IP 地址配置、VLAN 的划分、端口的安全、路由信息的配置等。

3.5 网络性能调优

全省电力信息网络互联互通,OSPF 路由条目近 8000 多条,而变电站普遍采用三层接入交换机,路由条目耗费交换机过多资源,对于网络的稳定性、可靠性带来了极大的隐患。为此,我们采用路由聚合来进行优化。

路由聚合:是将多条路由合并成一条或少量路由条目。将公司局域网作为一个整体,路由聚合分为两种,一种是内部路由聚合,一种是外部路由聚合。

内部路由聚合是将变电站各区域内的路由汇聚到 ABR 中,以减少路由向外部发布;

外部路由聚合是将公司局域网以外的路由聚合到公司局域网核心设备上,按照区域规划图,外部路由可聚合到思科 6506 交换机和思科 7609 路由器中,再将聚合过的路由引入变电站网络内部区域,经过外部路由聚合,路由条目将极大减少,对变电站低性能的网络设备会大大提高效率,增加网络安

全。

3.6 网络业务监控

变电站网络业务监控主要做好以下几个方面:

(1) 联通性监控:监控各设备的端口状态、线路状态、链路速率、丢包数量等情况;

(2) 设备状况监控:监控网络设备的 CPU 利用率、内存使用率等进行监控;

(3) 性能监控:监控网络的运行情况、带宽占用情况、链路收敛情况等;

(4) 安全监控:监测网络异常流量、网络是否遭受入侵或破坏;

(5) 流量监控:监测网络设备端口流量,分析各端口业务数据流量分布趋势,为网络资源的合理划分提供有效依据。

4 结束语

变电站网络科学规划与合理实施对于电力信息化建设非常重要,在电网运行高可靠性的要求下对支持电网运行的信息网络系统提出了很高的要求,作为电网企业中的信息职能部门需要转变自己的观念,应该树立服务的观念,更好地为生产、运行、管理部门提供信息服务,在实践基础上建立具有公司自身特色的信息网络平台,更好地保障信息系统的可靠性和可用率,不断提高运行管理的水平和服务质量,从而更好地保障电网运行安全,促进各项业务全面提升。

参考文献:

- [1] 拉默尔(Lammle, T.L.).CCNA学习指南(中文第六版)[M].北京:电子工业出版社,2008.
- [2] 国家电网公司.国家电网公司信息机房标识标准[Z].北京:国家电网公司,2009.

作者简介:

乔金松(1981-),男,汉族,江苏泰州人,大学本科,助理工程师,从事信息网络运维管理工作, E-mail: qjs@js.sgcc.com.cn.