

重庆电力二三级网络融合演进研究

国网重庆市电力公司为支撑当前及未来各级业务应用的承载需求，增强数据通信网络的服务水平，承接公司信息化新技术和新业务的部署和落地，在国网全国数据通信网改造的总体工作指导下，逐步开展数据通信骨干网技术改造。针对国网跨域对接需求，重庆电力二三级网络的融合对上行至国网的业务IP地址进行更换，在上行PE处进行路由收敛，再上传至国网PE。修改现有主干数据网AS号，设备管理地址、链路接口地址、并启用ISIS协议。新开通7个VPN，覆盖点从国网PE到县级PE设备。统一调整业务IP地址，去除非标准化的地址。通过优化整合改造升级，将建成集中、高效、可控的数据通信运维管理平台，实现全网集中监控、配置、调度、管理，提升跨层级、跨域故障处理、应急联动和运维协同效率，具备业务大规模集中上线扩容能力，全面提升重庆电力数据通信网支撑能力和安全可靠水平。

陈柯 郑元兵 肖静薇 卓灵/国网重庆市电力公司信息通信分公司



陈柯/工程师

关键词/Keywords

- 数据通信网
- 网络架构
- 路由器
- 数据配置

0 引言

据悉，随着信息通信技术的发展，推动智能电网高速发展，满足电力各级业务应用承载需求，增强数据通信网优质服务水平，推动信息化新技术和新业务部署和落地。重庆电力公司数据通信网优化整合改造工作，将优化数据通信网网络拓扑结构，提升网络带宽至1G以上，完善电力信息通信基础配套设施。国网数据通信网（二级网络）经过改造后使用ISIS协议作为IGP路由协议，重庆数据通信网骨干网（三级网络）经过设备选型和软件升级部署，具备了ISIS协议延伸改造和以IPv6为基础的下一代网络承载能力。重庆电力二三级网络的融合可以实现国网对重庆电力集中管理、统

一部署协议规划，以保障业务端到端的控制和应急联动，为数据网的整体性能进行实质性提升，使之能够为未来业务发展和网络演进作快速适应及匹配。

1 网络现状

重庆数据通信网骨干网始建于2006年，根据业务需求和资金计划建设了骨干网A平面，并于2013年底完成覆盖所有500 kV站、供电局及供电公司和直属单位。为了更好地进行业务备份和新技术部署，重庆公司于2011年开始建设骨干网B平面，当前已经实现了除供电公司以外的节点覆盖，通过部属MPLSVPN实现了业务的快速灵活承载和部署，现阶段大部分流量已经切换到B平面上承载。总体拓扑如图1所示。

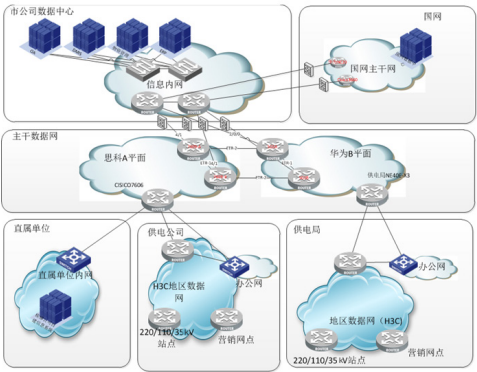


图1 重庆公司网络总体架构

目前主干数据网与地区数据网间采用MPLS-OptionA方式，使用静态路由实现互通。信息内网（IDC）是全市信息数据中心网络。主干数据通信网是数据业务交换的骨干网，覆盖到市公司、市调、备调、直属单位、供电局、供电公

司和500 kV变电站，完成各单位间的业务互通。B平面采用MPLS-VPN方式，A平面采用OSPF-LITE方式。地区数据通信网采用MPLS-VPN方式，完成供电局与其下各站点的连接，为H3C的数据网络。

国网重庆市电力数据通信网上承载了59种业务，三级网A、B平面建立了12个VPN来分别承载各项业务。为了更好的满足国网域对接需求，需要至上行至国网的业务IP地址进行更换，在上行PE处进行路由收敛，再上传至国网PE。修改现有主干数据网AS号、设备管理地址、链路接口地址，并启用ISIS协议。统一调整业务IP地址，去除非标准化的地址。

2 融合方案

2.1 重庆主干数据网与国网的对接改造

为有效提高B平面全面承载重庆公司业务稳定性，需要对所有PE节点补充一块业务单板。目前全网B平面的PE节点均只配置了一块业务母板，上下行业务同时在该母板上承载，若母板发生故障，上下行业务将同时中断。

网架构扑没有大的变动，主要改动在重庆公司主干数据网与国网的对接方面，需要拆除原有重庆公司上行方向的CE路由器和防火墙，使两路口核心PE路由器直接与国网落地PE路由器对接。基层办公单位主要通过其内部的核心交换机接入主干数据网PE设备，核心交换机作为CE使用。地区数据网PE设备双链路连接到主干数据网的PE设备，通过静态路由方式互通。如图2所示。

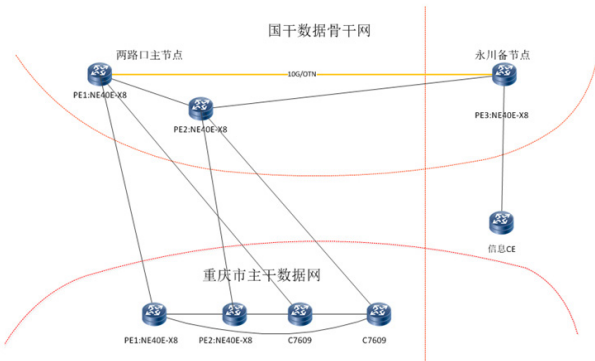


图2 主干数据网与国网对接拓扑图

2.2 路由及路由反射器调整方案

目前重庆公司数据通信网无专用路由反射器，市公司核心路由器在承载大量业务系统接入、数据转发的同时也承担了反射器的功能，其CPU、内存等资源长期居高不下，随着国网骨干网融合延伸，将首先覆盖市公司核心路由器，纳入国网骨干网的该设备已不再适合作为重庆省网路由反射器。同时由于反射器承担了极其重要的IBGP路由反射功能，对于该设备可靠性、冗余性提出了极高的要求，为保证整网路由稳定，本次改造将在两路口新建2台专用RR，用于路由反射，如图3所示。

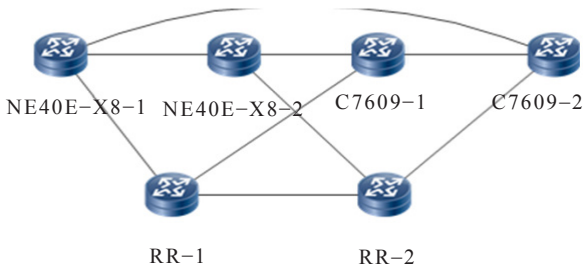


图3 RR部署示意图

对于RR路由反射器部署方案，重庆公司只部署一对二级RR，其他地市级供电公司不需要再部署。对于路由器的调整方案是调整国网PE与重庆上行PE路由器间的路由协议为EBGP;上行链路采用主备方式，主链路MED为0，备链路MED为100；调整重庆公司主干数据网的IGP由原来的OSPF改为ISIS-LEVE2；调整重庆公司主干数据网A平面配置策略，清除原有OSPF-LITE方式，按照国网统一标准进行；调整重庆公司主干数据网原AS系统号64000为19150。

2.3 厂站类站点接入方案

根据国网总体合计要求厂站类节点的接入主要按以下方案进行接入。

1) 默认情况下，各级直调厂站节点以CE方式就近接入相应层级PE。其中：国调直调厂站节点全部以CE方式就近接入省公司PE；省调直调厂站节点原则上以CE方式就近接入省公司PE，如参与省公司广域网拓扑结构组网，应采用MP-

BGP+MPLS协议组网并采用PE方式部署；地调直调厂站原则上以CE方式就近接入地市公司数据通信接入网PE，如参与地市数据通信接入网拓扑结构组网，应采用MP-BGP+MPLS协议组网并采用PE方式部署；县调直调厂站全部以CE方式就近接入地市公司数据通信接入网PE。

2) 针对厂站类生产节点，如无法按照上述原则进行划分接入，可按电压等级管理体系先进行节点汇聚，在由汇聚节点接入就近PE设备；凡以各级公司本部节点作为本级网络广域网核心的，所有接入CE节点均应向本部节点汇聚，要求本部节点应具备充足的接入端口；公司数据通信网各层级的汇聚节点如为CE设备，下挂直接接入节点数不超过8个（含），若汇聚节点采用与数据通信骨干网PE同等级别设备，下挂直接接入节点不超过30个（含）。

3) 根据重庆公司的实际情况，如果产站类节点无法就近接入地区PE设备，而H3C的地区数据网已经覆盖到该厂站的情况，需要先通过H3C地区数据网进行汇聚，然后到该区域的PE设备进行接入。

4 网络架构优化

目前由于A、B平面均未完成建设，所以很多供电公司节点的单PE设备双链路到A、B平面。当补充为双PE后，形成4条上行链路的双星形架构。根据实际应用经验，避免不必要的光缆浪费需将此种架构改为口字形连接。如图4所示。

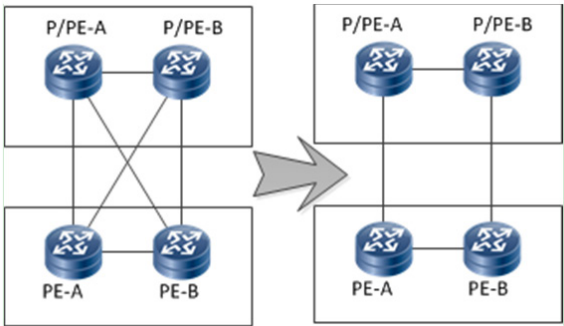


图4 PE网络连接图

主干数据网带宽升级500 kV变电站链路至万兆，部分A平面节点上行链路升级到千兆。A、

B平面骨干核心设备需要增加双方向的冗余万兆单板，单平面共22块万兆母板和子卡，两个平面共计44块万兆母板和子卡，最终形成骨干线路全万兆连接。

5 数据配置优化

5.1 IGP

本方案采用的IGP层级和区域部署模型中，省内所有P/PE设定为一个网络层级。规定省内所有P/PE之间互连的接口都运行L2-OnlyIS-IS，将所有P/PE的Loopback0端口设置为被动（Passive）模式；其他端口，一概不运行IS-IS，也不作为被动端口，以保持IGP路由信息的精简。骨干网的新、旧IGP路由协议之经历一个并存、过渡和替代的三阶段过程，应考虑该过程中的IGP路由优选顺序。对大部分单设备故障实现1 s以下的IGP收敛速度。IS-IS不中断转发方案需要使用设备的Graceful Restart/NSF功能特性，在全网所有PE路由器上打开IETF IS-IS Graceful Restart /NSF特性，各厂家参数先保持缺省值，再根据调试结果调整。为了因 BGP 会话故障，导致业务流量无法正常转发的情况，需要在各省核心路由器上产生IS-IS缺省路由，从而增加路由可靠性，在BGP 会话故障时，绝大部分流量仍可得到转发

5.2 VPN配置

重庆公司需要开通6个国网一级VPN，包括通信VPN、调度VPN、视频VPN、IPv6 VPN、IMS语音VPN和网管VPN，并且要求上述一级VPN的RD/RT参数均按骨干网现有参数值进行配置。VPN实例命名要求应使用标准传统命名方式，至少包括节点位置，VRF描述要求至少能够反映业务性质、VPN的信息，具体格式可采用下划线连字符，但应注意避免使用！或#等特殊字符。RD采用的格式为ASN：<nnnnn>。其中ASN为各业务VPN所分配的私有AS号码。新设备在承载相同VPN时，必须采取与原有VPN完全一致的RD参数。各公司数据通信网络设备在承载新的业务VPN时，应按新的RD参数模型进行配置。在新的网络架构下增加业务VPN时，应尽量保持RD/RT数值相同或接近的原则。

5.3 QoS方案

标准的QoS业务等级最多可以定义8个类别，其中4个对VPN提供业务数据保障，1个由各省骨干网基础架构设备内部使用，3个预留。信息VPN的IP电话语音业务采用最高等级的QoS保证，确保最低限度地办公联络畅通。根据国网设计本方案使用其中的5个，对于各VPN而言，骨干网提供的基于MPLS三层VPN，一共支持金、银、铜三个等级。若某个VPN内部署有QoS保障等级需求完全不同的业务，必要情况下可采取针对明细业务地址分类标记的办法。对于业务规模较小的VPN最多使用两个等级，部分专业VPN采用单独的CE设备接入，如无特殊情况，尽量采用单个等级。设备识别业务并实现QoS分类的依据是各种标记字段、端口（物理端口、逻辑端口和子端口）、源/目的MAC地址、源/目的IP地址、IP层协议端口、应用层源/目的端口和BGP属性等。QoS部署位置示意图如图5所示。

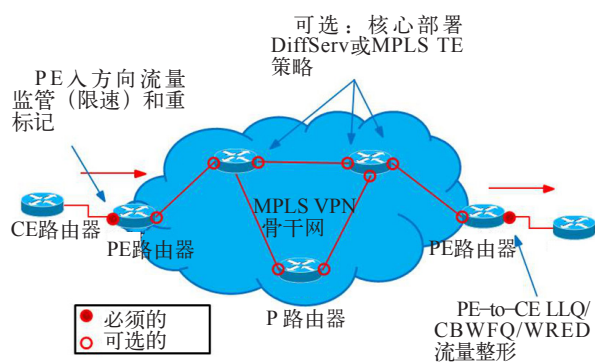


图5 QoS部署位置示意图

本次方案各省数据通信骨干网主要采用DiffServ技术，所运用的策略包括：分类和标记、速率限制和流量整形、队列调度和丢包策略等。各种QoS策略根据DiffServ业务模型和不同业务的要求被实施到骨干网的不同路由器和不同端口上，总体实现原则是：

- 1) 在UNI端口入方向，实施分类、标记和速率限制。
- 2) 在UNI端口出方向，实施流量整形（如果UNI端口接入多个不同等级的业务，则在UNI端口出方向还要实施队列调度和丢包策略）。

3) 在NNI端口出方向，原则上不部署队列调度和丢包策略，仅作为预留技术手段，在端口带宽实际使用率超过30%时评估实施策略的必要性。

4) 在NNI端口出、入方向，仅在需要配合流量工程等特性时，进行重标记操作，默认情况下应继承下游提供的等级标记。

6 结束语

目前国网重庆市数据通信网骨干网建设完成了本部、十个供电局及直属单位的覆盖，部分供电公司覆盖；初步建成全千兆骨干网架构（部分核心万兆）链路为主的高速数据通信骨干网络平台，实现了核心区域双星形上联、骨干区域环状及链状的混合网络架构。为了完成国网下达的二三级数据通信网的改造任务，本次设计在目标、路线、原则、规范等方面遵从国网下发的技术标准，以完成国网电力公司对省（直辖市）及以下数据通信网络的优化整合与延伸改造的要求。本次优化整合设计范围仅包括主干数据网，即现有A、B平面所覆盖的区域。对基层单位PE节点以下的网络接入给出指导性意见，与国网对接部分由国网设计单位主导设计。本次方案将形成以500 kV站点为汇聚层的双万兆链路，极大地提高了汇聚层到核心层之间的数据传送能力。各基层单位到汇聚层将实现双千兆链路，提升接入层到汇聚层之间的数据传送能力。各站点均双配路由设备，双链路上行，极大地提高了设备和链路的工作效率，同时满足业务的热备份需求，增强了网络的稳定性和可靠性。统一参数调整后，有利于后期业务的部署，简化实施难度，提高业务可管可控性。

作者简介

陈柯（1985-），男，工程师，主要研究方向为电力自动化。

（收稿日期：2015-12-10） EA

（编辑：鞠佳）