

苏州地区电力通信网容灾体系构建

张苏宁

(苏州供电公司, 江苏 苏州 215004)

摘 要: 为满足苏州电网备用调度体系建设的需要, 提高通信网络在自然灾害和突发事件时的业务支撑和保障能力, 苏州电力通信网“十二五”规划重点内容之一是容灾体系构建。文章首先分析了原有通信网存在的问题, 阐述传输网第二汇聚点选取的依据, 在此基础上对传输网、业务网、支撑网的网络结构、设备配置、通道组织进行的改造、调整和完善。通过几年的建设, 苏州电力通信网已形成逐级双汇聚、双上联的高可靠通信网络容灾体系构架, 确保在主调节点失效情况下电网调度生产、应急指挥、数据信息等业务的有效传输。文章最后提出通信网需进一步完善的方面及可行的解决方法。

关键词: 第二汇聚点; 演进; 优化; 双汇聚; 双上联

0 引言

电力通信网是支撑电网调度运行和企业管理信息化的重要基础设施^[1]。为满足苏州电网备用调度体系建设需要, 保障通信网承载业务信息的可靠、高效传输, 提高通信网络在自然灾害和突发事件时的业务支撑和保障能力。苏州电力通信网“十二五”规划中重点提出了容灾建设需求, 并逐年落实相应的项目计划。在原有通信网基础上, 对苏州电力通信传输网、业务网及支撑网的网络结构、设备配置、通道组织进行必要的改造、调整和完善, 形成逐级双汇聚、双上联的高可靠通信网络容灾体系构架, 确保在主调节点失效情况下电网调度生产、应急指挥、数据信息等业务的有效传输。

1 苏州通信网容灾建设的背景

1.1 原有光传输网建设情况

苏州地区通信网经过多年的建设和技术演进, 至 2011 年底形成了市到县汇聚层和城域/县域接入层的两级光通信传输网络, 主要采用 SDH/MSTP 的技术体制, 实现地区范围内所有调度机构、500kV 至 35kV 变电所双路由全覆盖。

地区汇聚层传输网采用中兴设备建成双网。汇聚层 A 网采用南北环相交结构, 光路选择主要依托 500kV 和 220kV OPGW 光缆, 2.5G 南北主环覆盖 500kV 变电所和地调中心站, 县调中心站以 2.5G 支环方式双路由接入就近的 500kV 变电所。汇聚层 B 网为 10G 单环网, 覆盖地调和县调中心站节点。

市区城域和五县域接入层传输网采用 2.5G 相

交主环下接多个 622M 或 155M 支环拓扑方式, 主环相交点为各调度中心点。苏州市区城域接入网分别采用中兴和 NEC 设备, 建有 6 个主环, 下接 21 个支环, 所有业务汇聚至地调中心站。

1.2 通信网存在的主要问题

1) 传输网业务汇聚点存在单点故障隐患。汇聚层光传输网汇聚点只有一套设备在地调中心站, 接入层光传输网虽然在中心站采用双设备汇聚, 但双设备处于同一机房, 只有一个物理汇聚点, 均存在单点故障风险。调度数据网、调度电话、信息综合数据网等业务, 为集中型业务, 均在地调落地。在地调主调失效的情况下, 这些上下级互联业务将全部中断^[2]。

2) 地区备调的建立对传输网提出新的业务需求。苏州地区电网规模较大, 至 2011 年底运行有 500kV 变电站 9 座、220kV 变电站 73 座、110kV 及以下变电站 370 余座, 根据电网调度要求需在常熟公司设立独立的地区备调(以下简称常熟备调)。地区通信网需要适应此要求, 实现所有调度业务传送至苏州主调同时能够有效可靠地传输至常熟备调。

3) 县调中心站存在单点接入隐患。地区汇聚层传输 A 网中各县调通过支环方式接入一个 500kV 站节点, 虽然光缆采用双路由, 但仍存在单点故障隐患, 当上联的 500kV 站节点失效时, 相关的县调至地调的业务将全部中断。500kV 玉山变、锦丰变是地区级重要通信节点, 基建时采用的阿尔卡特传输设备厂家已停产, 不能满足运行要求, 急需对设备进行改造。

4) 常熟备调不具备地区级调度交换系统调度

台。苏州地区调度交换网建设有苏州地调和 500kV 车坊变两个汇聚节点，各县调和 500kV 变电站调度交换机采用 2M 中继和 IP 中继的方式分别与两个汇聚节点连接，当第一汇聚点苏州地调失效时，仍可通过第二汇聚点车坊变与上级调度交换机通信。在苏州地调大厅内布置了第一汇聚点交换机数字调度值班台和第二汇聚点交换机放号的单机，实现主备独立路由与上下级调度通信。但作为地区备调的常熟公司，不具备地调调度值班台。

2 容灾体系构建

2.1 地区汇聚层传输网

2.1.1 第二汇聚点的选择

根据通信网容灾建设的要求，第二汇聚点应优先考虑光缆资源丰富、便于同其他通信节点相连和汇集业务、便于连接至上级通信网、与第一汇聚点保持适当距离的站点。

苏州地区通信网汇聚层第二汇聚点可选择常熟备调或 500kV 常熟变，此两站点物理位置均位于苏州地区中部，与苏州地调直线距离超过 50km，距离适当；原有光传输网均已覆盖此两站点；两站点均具备丰富的光缆资源便于组网。

考虑到常熟备调是苏州地区调度数据网、通信数据网及信息综合数据网核心层站点，且是调度自动化系统灾备数据中心，各类业务便于落地和上传，机房环境及电源配置良好，调度大厅 24 小时有人值班，便于巡视和故障处理，故选择常熟备调作为地区汇聚层传输网第二汇聚点。

2.1.2 汇聚层传输网拓扑演进

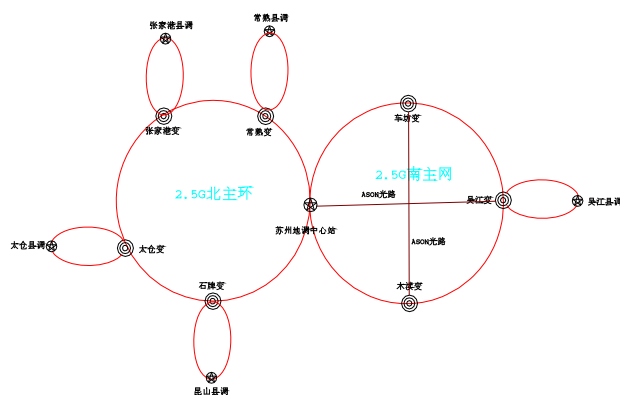


图 1 2011 年地区汇聚层传输 A 网拓扑图

根据容灾体系双汇聚的要求结合已选定的第二汇聚点，2012 年开始逐步对地区汇聚层传输 A 网进行升级、改造和拓扑调整。2011 年苏州地区汇聚层

传输 A 网拓扑见图 1，总体采用 2.5G 南北环相切结构，汇聚点只有苏州地调中心站，县调中心站通过支环接入一个 500kV 站。

2012 年至 2013 年利用苏州地区南部电网 500kV 线路 OPGW 光缆资源丰富的优势，在南环引入 ASON 技术，建立了地调中心站至吴江变、车坊变至木渎变 2.5G ASON 光路，大大提高了南环网运行可靠性；在地调中心站新建一套汇聚设备，形成南北环相交拓扑，并将具有主备关系的业务通道进行调整和割接，分别承载在两套设备上，两套设备形成传输对等、业务分担的状态，暂时缓解第一汇聚点单设备故障隐患。2012 年还建设了 10G 容量的地区汇聚层传输 B 网，覆盖各供电公司中心站，主要开通调度数据网一平面、通信数据网、信息综合数据网主网等市到县汇聚业务。

根据容灾建设要求和项目进度计划，重点在 2014 年对汇聚层传输 A 网进行升级改造，建设常熟备调第二汇聚点设备，将其南北环第二相交点拓扑位置调整到常熟备调；将锦丰变、玉山变阿尔卡特设备改造为中兴 S385 设备，利用 500kV 线路 OPGW 光缆接入北主环；升级南北主环容量至 10G，增加业务承载能力；新建县公司第二中心点 S385 设备，调整光缆路由，形成县调和第二中心点支环方式分别接入两个 500kV 站节点，为县域接入网双汇聚、双上联提供条件。2014 年苏州地区汇聚层传输 A 网拓扑见图 2。

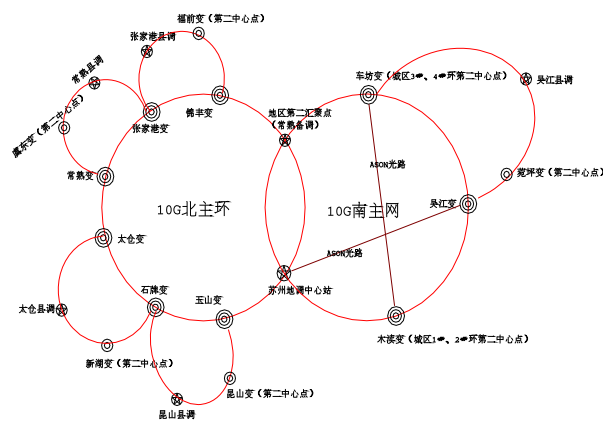


图 2 2014 年地区汇聚层传输 A 网拓扑图

江苏省干通信网第一汇聚点为江苏省调，第二汇聚点为镇江备调，目前省干中兴苏南环网、省华为主干网覆盖了苏州地调和 500kV 常熟变。苏州地调通过省网设备业务直接落地和站内地区网与省干中兴设备互联实现与江苏省调及镇江备调通信，常

熟备调目前可通过时隙转接至500kV常熟变省网设备实现与江苏省调及镇江备调通信。江苏省电力公司2014年将集中建设省干OTN网,其中主网覆盖苏州地调、备网覆盖苏州地调及常熟备调,主备网之间多路由互联。结合2014年苏州城域、县域接入网第二汇聚点建设和拓扑优化,建成后将全面实现省一地一市/县通信网双汇聚、双上联的容灾体系。

2.2 城域/县域接入层传输网拓扑优化

苏州市区城域接入网至十二五末将建成4个两两相交的10G主环,支环20余个,传输节点将超过200个,网络规模较大,按照容灾建设要求,考虑到业务断面流量大和单点汇聚能力有限,选择了两个第二汇聚点,分别是500kV木渎变和500kV车坊变,1#、3#相交主环汇聚点为苏州地调和木渎变,2#、4#相交主环汇聚点为苏州地调和车坊变,木渎变、车坊变站内地区汇聚网设备与城域接入网设备互联。至2015年城域接入网主环拓扑见图3。

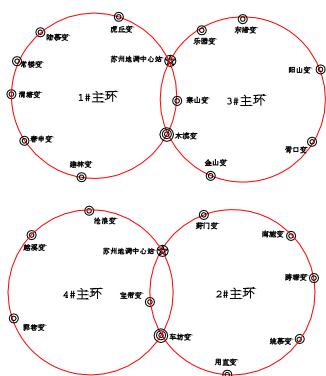


图3 2015年苏州市区城域网主环拓扑图

县域接入网第一汇聚点为县调中心站,第二汇聚点为光缆资源较丰富便于组网、机房环境良好、电源配置规范、与县调距离适当的1个220kV变电站。太仓公司接入网规划建设为2.5G单主环带622M支环,其他县公司均建设为两相交2.5G主环带622M支环,主环相交点即县调和220kV站第二汇聚点,站内接入网设备与地区汇聚层A网设备互联,实现调度电话、调度数据网、信息网业务与地调及各调互通。

2.3 业务网组织架构优化

2.3.1 调度交换网

苏州地区调度电话交换网采用Q信令和2M数字中继组网,以苏州地调交换机为第一汇接点,500kV车坊变为第二汇接点。两汇接点在分别上联江苏省调和镇江备调汇聚交换机的同时,能够向下

分别与各县调、500kV站交换机互联;苏州地调、车坊变、五县调调度交换机通过IP方式组网,形成汇聚环逻辑拓扑,如图4所示。任一节点故障均不影响环上其它节点之间通话;同时车坊变至苏州地调交换机具备2M中继,2M通道承载于省干中兴苏南环网。基本满足容灾要求。

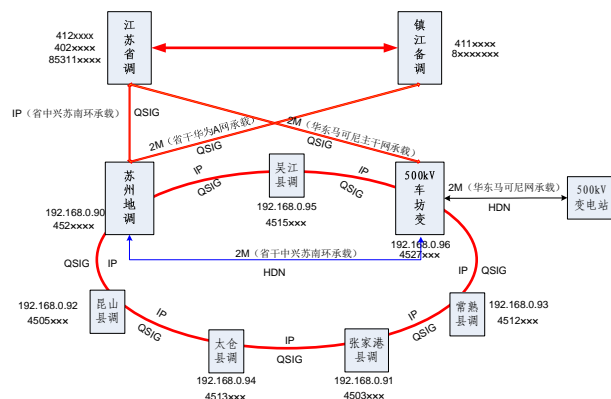


图4 调度交换网拓扑结构图

因调度交换IP网的FE通道承载于地区汇聚层传输A网,随着A网的完善,FE通道运行可靠性进一步提高,调度交换网容灾保障能力也得到提升;同时,在常熟备调大厅内安装2套地区级数字调度语音操作台,以数字用户方式连接至车坊变调度交换机,并配置2部第一汇接点放号的单机,充分保障常熟备调在主调失效时的调度能力。

2.3.2 调度数据网

调度数据网部署的原则一是实现主、备调度自动化系统均分别以双平面通道接入全部厂站,二是实现主、备用调度自动化系统任一单平面网络故障时不影响系统正常运行,达到容灾要求。2013年建设了常熟备调第一、二平面骨干网络和省级接入网的灾备节点。实现主备调度自动化系统前置网络接入调度数据网骨干网主备调节点,双前置服务器分别通过双平面网络与所有厂站通信。调度数据网拓扑结构如图5。

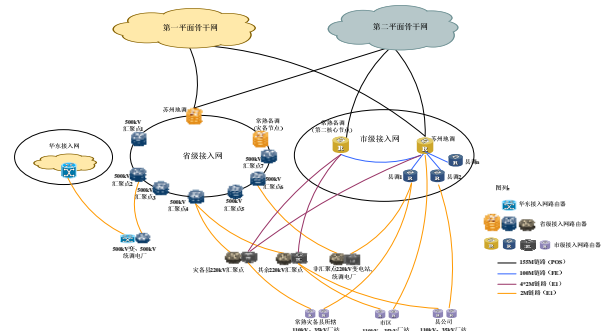


图5 调度数据网拓扑结构图

骨干层一平面苏州地调节点与常熟备调节点 100M 通道互联,通道承载在地区汇聚层中兴传输 B 网,骨干层二平面两节点 155M 通道互联,通道承载在地区汇聚层中兴传输 A 网。省级接入网呈环状拓扑,节点间互联为 155M 通道,承载在地区汇聚层中兴传输 A 网。市级接入网第一核心节点(即苏州地调)至各县调节点 100M 通道互联,承载在地区汇聚层中兴传输 B 网;第二核心节点(即常熟备调)至各 220kV 汇聚节点 4*2M 通道互联,通道由城域/县域传输接入网传输至市/县第二汇聚点,站内转接后经地区汇聚层中兴传输 A 网传送至常熟备调。可见,地区汇聚层传输网高可靠性容灾拓扑及 A、B 网支撑,为调度数据网骨干层和接入网组网提供了高冗余度的容灾备份通道。

厂站调度数据网接入情况按电压等级不同具有不同的联接方式。500kV 厂站数据网一通道连接至华东接入网苏南汇聚站(500kV 石牌变),二通道信息接入省级接入网,一通道 2M 承载在华东马可尼光纤主干网,二通道 2M 承载在省中兴苏南网上。220kV 厂站数据网一通道直接汇聚至相应的市调或县调,二通道信息传输至 500kV 汇聚点(苏州市区设置 2 个 500kV 汇聚点,5 县各设置 1 个 500kV 汇聚点),再经由 500kV 汇聚点及地调、备调组成的省级接入网接入,一、二通道 2M 均承载于城域或县域传输接入网上。110kV、35kV 厂站数据网一通道直接汇聚至相应的市调或县调,二通道信息连接至 220kV 第二汇聚点(根据需向上汇聚的厂站数量和位于通信传输网主环拓扑位置选取,每市、县选 2~3 个 220kV 调度数据网第二汇聚点),再经由第二汇聚点向上传输至常熟备调,一、二通道 2M 均承载于城域或县域传输接入网上。厂站接入方式基本满足容灾要求。

2.3.3 综合数据网

信息容灾体系建设基本从省网层面考虑,江苏省信息数据容灾备份中心设在泰州地调。省级综合数据网(即信息广域网)为环状主备网结构,苏州地调节点位于主环上,拓扑方向分别连接至无锡和南通,实现与省公司和泰州数据灾备中心通信。

苏州地区信息广域网 2011 年已建成市到县骨干环,1000M 互联通道采用传输复用与光纤相结合的方式,因只是单环结构,不能抗多点故障,可靠性较低。2013 年底完成建设市到县信息备网,拓扑与主网相同,实现了网络和通道的冗余。为提高运

行可靠性,对主备网节点间互联通道进行了优化,主网通道复用在地区中兴传输 B 网上,备网通道复用在地区中兴传输 A 网上。地区信息网任一节点失效,都不影响该点汇聚业务上联。

2.4 传输网管系统完善

2012 年苏州即已建成地区中兴光传输网集中网管系统,网管服务器统一部署在苏州地调,各县调以终端方式登录服务器进行系统监视和控制。为满足容灾要求,首先增加了网管服务器设备,实现服务器主备冗余配置;2014 年将在常熟备调机房布置网管备份系统,通过专线 IP 通道互联实现与苏州地调数据同步,形成地区级传输网管系统主备异地容灾的格局。江苏省已开展通信全省集中调控工作,省调采用 TMS 系统对全省设备进行统一监视和管理,苏州地调网管系统信息已接入 TMS 系统,常熟备调备份网管可以同时接入省级 TMS 系统,当苏州地调失效时,不影响省集中监控调度苏州地区传输系统,进一步提高苏州地区网管系统运行可靠性。

3 需进一步完善的方面

3.1 地区汇聚层传输网光缆路由需进一步优化

虽然苏州地区电力光缆资源比较丰富,但随着传输网结构的不断复杂化,对光缆路由的需求增加,如汇聚层传输网县调中心点出局光方向至少在 4 个以上,但目前县调都不能达到各光缆路径完全相互独立出局的要求;县域跨境光缆主要依赖 500kV 或 220kV 线路 OPGW 光缆,光缆路由冗余度不足,在部分县域跨境传输段汇聚层传输 A、B 网光路运行在同一条光缆上,当该光缆故障时会导致 A、B 网同时开环,可靠性明显下降。针对这种情况,在今后的通信网建设中,还需高度重视通信光缆的建设,尤其是出局光缆及跨境 ADSS 光缆的建设,并对在运行的光缆路径进行优化,防止同方向光缆同塔、同沟敷设。

3.2 厂站调度数据网双平面路由未完全分离

220kV 及以下厂站调度数据网一、二平面站内信息向上传输依赖于单一传输设备,而且部分站点只有 1 块 E1 业务板,当该设备故障时,双平面调度数据网信息将全部中断。根据通信“十三五”规划,将在 220kV 变电站建设第二套光传输设备,部分解决此问题。

4 结论

通过对原有光传输网及业务网的改造和优化，提高了苏州电力通信网的容灾备份能力，保证了在主调失效情况下，第二汇聚点可对调度对象的信息（数据、语音、通信设备状态等）进行实时有效地采集和监控。苏州电力通信容灾体系的建设，对电网备用调度体系与信息容灾体系起到良好的支撑作用，大大增强了苏州电网的安全运行水平。下一步还需对通信网进行不断地优化和完善，以期为电网安全运行提供更可靠地支撑和保障。

参考文献：

- [1] 李中年. 电力通信[M]. 北京: 国防工业出版社, 2009.
- [2] 王炬,陈运生,李晨煜,等. 株洲地区电力通信网络容灾建设方案[J]. 电力系统通信,2011,9(9):25-30.

作者简介：

张苏宁（1973—），女，江苏南通人，工程师，长期从事电力通信系统运维和管理工作，E-mail：13646207157@163.com。