



电力通信网省地集约化监控运行支撑系统架构及关键技术

杨志敏, 洪丹轲, 黄昱

(中国南方电网电力调度控制中心, 广东 广州 510525)

摘要: 为支撑电力通信网省地集约化监控运行工作, 对已有的技术支撑系统进行优化升级, 提出了以中调通信调度台为信息中枢的支撑系统架构, 并研发了监视、控制和资源调度方面的关键技术。成果在南方区域 5 省区电网广泛应用, 结果表明电力通信网省地集约化监控模式运转效率明显提高, 通信网安全运行水平显著提升, 为电网安全稳定运行和公司数字化转型提供了更加可靠优质的通信支撑。

关键词: 电力通信网; 集约化; 技术支撑系统; 通信网监控

中图分类号: TN915.853

文献标识码: A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2019269

Architecture and key technologies of the operation support system for intensive monitoring of provincial and local power communication network

YANG Zhimin, HONG Danke, HUANG Yu

Power Dispatching & Control center of China Southern Grid, Guangzhou 510525, China

Abstract: In order to support the intensive monitoring of provincial and local power communication network, the existing operation support system was optimized and upgraded. A system architecture which takes the communication dispatcher as information center was presented, and several key technologies of monitoring, control and resource scheduling were developed. The achievements were widely used in the power grid companies of five provinces in southern China. The results show that both the operation efficiency and the level of safe operation of the intensive monitoring for provincial-local power communication network has been significantly improved, which provides more reliable and higher quality communication support for both the safe and stable operation of the power grid and the digital transformation of the company.

Key words: power communication network, intensification, operation support system, communication network monitoring

1 引言

电力通信网作为电力行业的通信专网, 是电

力系统的重要组成部分, 是电网安全生产和企业经营管理的基础保障性资源, 是电力系统除输配电网之外的另外一张基础网络, 是确保电网安全、

稳定、经济运行和调度自动化、调控一体化安全有序运转的重要手段^[1]。

电力通信网覆盖了电网公司经营区域内的变电站、并网发电厂、办公场所和客户服务场所,为电力系统安全生产和电网企业经营管理、客户服务等提供安全、可靠宽带的通信通道。在电网安全生产和电网公司数字化转型中,电力通信网发挥着越来越重要且不可替代的作用^[2-5]。

电力通信网按照统一调度、分级管理的原则^[1],分为3~5层。以南方区域为例,分为主干通信网、省通信网和地区通信网^[6],过去按照属地化模式,分别由总调、中调和地调负责监控。网省两级调度均已经设置专职通信调度并7×24 h运行值班,开展网省两级通信网实时监控工作。但地调因(结构性)缺员等原因,普遍未能配置专职通信调度开展地区通信网7×24 h运行监控工作,仅开展5×8 h(工作时间)定期巡视,导致地区通信网工作时间监控不到位、非工作时间无人监控,并曾经发生多起非工作时间因无人监控导致地区通信网故障无法及时发现,错过黄金抢修时间致使故障扩大造成的电力安全事故。

随着电力通信技术和信息技术的发展^[7-9],信息与通信系统集约化运维逐渐成为发展方向^[10-11]。为解决地区通信网监控不到位的系统性风险,充分利用信息通信技术进步和管理优化提升地区通信网安全运行水平,南方电网公司组织实施了以省为单位、依托并做大中调通信调度团队开展省地两级通信网集约化监控工作,截至2018年年底已实现全网100%覆盖,实施后显著提升了地区通信网的运行质量。

集约化监控技术支持系统方面,同行做了相关研究工作,参考文献[12-14]就某一方面专业性的技术系统结构开展了研究,参考文献[15]就集中监控下的故障分析技术开展了研究,参考文献[16-18]针对传输网络网管的集约化进行了研究。上述参考文献是对集约化监控的某些方面

的技术支撑系统进行研究,没有针对通信调度运行值班工作开展整体性的系统架构和支撑核心工作的关键技术研究。

本文针对电力通信网省地集约化监控方法对应的3种不同运行模式,以支撑通信调度值班工作安全高效运转为目标,开展以通信调度台为信息枢纽的技术支撑系统架构和关键支撑技术研究。相关成果在南方区域五省区电网公司推广应用,验证了系统架构及关键技术的适用性和先进性。

2 集约化监控对技术系统的要求

南方电网公司实施的集约化监控是以省为单位,依托中调通信调度开展电力通信网省地集中监控,具体包括集中监视、“集中监视+应急控制”和常态化控制3种模式。

2.1 省集中监视模式

各中调通信调度负责省通信网运行监视和控制之外,还负责地区通信网集中监视工作,但不涉及地区通信网控制操作。该模式对技术系统要求如下。

(1)各地区通信网实时运行告警信息上送至中调通信调度台,并与省网监视系统集成融为一体。

(2)中调可查阅地区通信网检修单等运行工单信息及状态。

(3)中调向全省派发通信网故障工单并实现闭环管控。

(4)中调通信调度台可查阅各地区通信网资源信息,并将相关功能集成至省网通信资源管理模块融为一体。

2.2 省“集中监视+应急控制”模式

该模式在完全继承集中监视模式的基础上,增加了中调通信调度在故障发生后对地区通信网的“应急控制”职责,即在地区通信网故障发生后操作地区网专业网管,按照“先抢通、后抢修”的原则,第一时间恢复重要业务通信通道。该模式对技术系统要求。

(1)满足集中监视模式的要求。



(2) 将地区通信网控制系统(网管)从地区供电局延伸到中调通信调度台。

2.3 省集中常态化控制模式

该模式完全继承在“集中监视+应急控制”基础上,将地区网通信故障情况下的应急控制上升为常态化控制,即任何情况下,均由中调负责地区网控制。该模式对技术系统要求如下。

(1) 满足“集中监视+应急控制”模式的要求。

(2) 中调通信调度台可操作流转地区通信网检修单、电路开通申请单等流程单据,并将上述功能集成到中调相应系统中。

(3) 中调通信调度台需对地区通信网资源进行调度和调配,并将相关功能集成至省网通信资源管理模块融为一体。

3 通信网监控技术系统现状

南方电网系统之前省、地两级调度机构均建设了相应的属地化通信网监控技术系统,分别支撑省、地两级通信网属地化模式的运行监控工作。电力通信网属地化监控技术系统现状如图1所示,主要由通信网控制系统(网管)和通信网运行管控系统组成,其中通信网运行管控系统包括属地化部署的综合监视模块、资源管理模块以及全省集中部署的电子运维模块。3个模块分别实现相应通信网的监视、资源管控和运行业务流程的电子化管控功能。

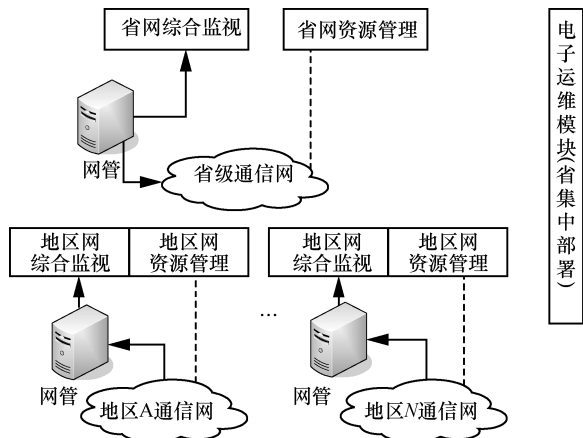


图1 电力通信网属地化监控技术系统现状

上述属地化监控技术系统,可以很好地支撑电力通信网属地化监控功能,但是省地系统之间独立性强,数据互通和融合性不佳,无法支撑集约化监控运行模式。

4 集约化监控技术系统架构

为支撑以省为单位、依托中调通信调度开展省地两级电力通信网集约化监控运行工作,需对技术支持系统进行优化。为尽可能利用好已有的技术支持系统资产和应用成果,尽量保留原有的用户使用习惯和应用思路,对现有的通信网属地化监控技术支持系统进行重构和优化,形成集约化监控技术支持系统架构如图2所示。其中,属地化监控技术系统中的网络控制系统(网管)和通信网运行管控系统资产和功能均得到保持和有效利用。

该系统架构以中调通信调度台为信息枢纽,打通了省地两级电力通信网与中调通信调度台之间的实时运行信息、实时控制指令等监控信息流,支持省地通信资源一体化调配,最大程度发挥通信资源优化配置作用。电子运维系统接入各级OMS检修票等运行工单,有效开展省地通信运行工作流程化管控。系统从架构上为集约化监控模式下中调通信调度员安全、高效履职提供技术保障,为通信网安全可靠运行提供安全、智能、顺畅、高效的技术支撑。

5 集约化监控系统关键技术

5.1 保障集中监视安全高效运行的综合监视技术

由于省地电力通信网设备多、系统多、厂商多,相应的告警数量巨大(平均每天10万~20万条原始告警);不同厂商、不同系统、不同设备的告警表述具有明显的异构性,相同原因或表象的告警,不同厂商网管给出的告警文字差异大、告警等级定义不统一。上述情况对集约化监控工作提出了巨大的挑战。

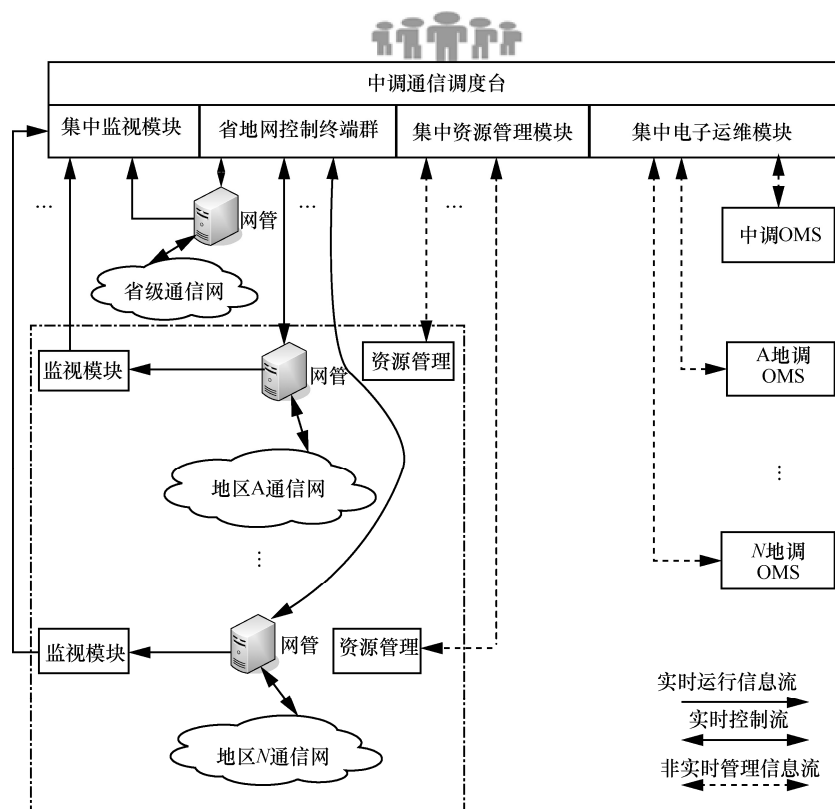


图2 集约化监控技术支持系统架构

为保障省地电力通信网集中监视安全高效开展，研发了相应的综合监视关键技术，对海量异构告警进行筛选，实现运行信息可靠采集、根原因告警压缩、异构告警归一化，最终筛选出需要值班调度员确认处理的标准化根告警推送至中调通信调度台，综合监视关键技术如图3所示。

5.1.1 实时运行信息可靠采集技术

实时运行信息可靠采集技术主要特性如下。

(1) 直接采集与转发双数据源接入方式。为实现地区通信网实时告警信息的可靠采集，集中监视模块通过两种独立方式采集地区网运行信息，分别为地网监视模块转发和集中监视模块从地区网管直接采集，避免了因单点故障导致地区通信网监视信号中断的风险。

(2) 双数据源合并后推送给通信调度员，防止告警疏漏。中调的集中监视模块和地调的地网监视模块，分别从地区网主、备调网管通过

CORBA 协议采集网络的实时运行信息，并按照统一的规则独立进行告警数据处理。地调监视模块完成告警数据处理后，将处理完成的根告警信息上送至中调的集中监视模块。中调集中监视模块对直采数据处理完成后得到根告警，与地调监视模块转发的根告警进行比较与合并。合并后的根告警推送给中调通信调度员处理。

(3) 双数据互为校核，及时发现隐患。中调集中监视模块对两份独立的根告警进行比较的目的是发现差异、分析原因，解决导致数据差异的问题，最终目的是确保监视信息流的可靠与可信。根告警合并目的是防止任何单点故障造成监视信息流遗漏以及由此导致的监控不到位风险。

5.1.2 异构告警归一化技术

由于不同厂商网管对告警严重程度的定义标准不一致，且缺乏规范的告警表述规则，也没有统一的告警编码规则，导致同一种告警在不同厂

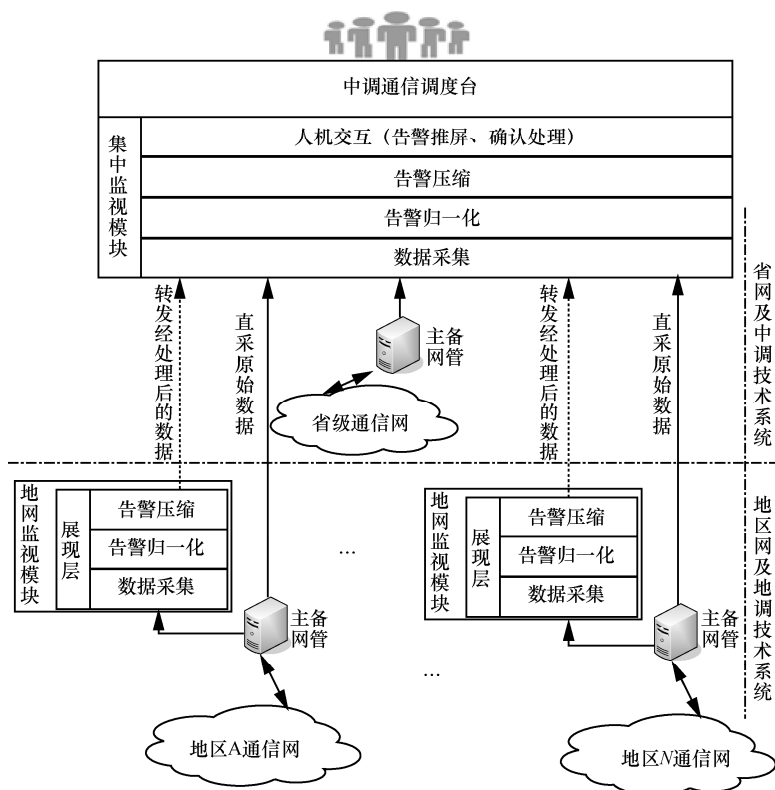


图3 综合监视关键技术

商网管输出的告警具有明显的异构性。一方面告警内容文字表述差异大，中英文表述均有，甚至中英文混杂表述。另一方面告警等级不一致，相同的告警在一些厂商网管被定义为严重告警，另一些厂商定义为一般告警。不同厂商网管告警的异构性，不利于通信调度开展网络监视工作。

异构告警归一化技术针对上述问题，结合电力通信网特性，分析和推演每一种告警所反映的设备技术问题对电力通信网络和通信通道运行可靠性的影响，重新定义告警等级，并对告警的表述进行规范化重定义，形成告警归一化处理规则库。通信网监视模块运用该规则库对网管报送的原始异构告警逐条进行映射，输出归一化的规范告警。

5.1.3 根原因告警压缩技术

省网及地区通信网平均每天产生10万~20万条原始告警，数量巨大。告警之间具有时间、原因、对象等维度的关联性，真正需要通信调度确认处理的是事件根原因导致的根告警，而其他绝大部分告

警是伴随根告警产生的伴随告警，无需运行人员确认。

若不对告警进行压缩处理，则大量的伴随告警必然会导致根告警被淹没，从而可能导致监控工作疏漏。根原因告警压缩技术正是对海量告警信息进行实时压缩并自动筛选出根告警，推送给中调通信调度员处理。根原因告警压缩技术主要包括告警压缩与根告警分析两个步骤，核心算法描述如图4所示。主要步骤如下。

(1) 告警压缩。从告警间是否存在父子关系、是否存在重复频闪关系等维度对告警进行去重压缩，留下无重复的父告警。

(2) 根原因分析。从告警时间、告警对象、影响的业务等维度进行关联性和因果性分析，过滤出告警之源——根告警。

本算法中告警压缩和根原因分析所用的规则均来自分析规则库。规则库中的约束条件来源于通信协议和运行中管理要求，该规则可根据管理需要不断维护完善。

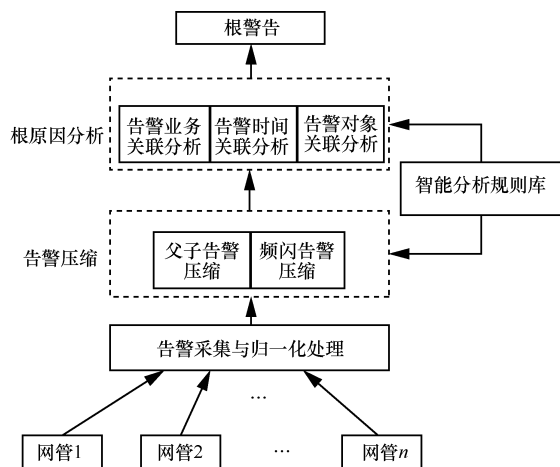


图4 根原因告警压缩技术框架

5.2 支撑集中控制的网管集约技术

现有的地区通信网的网管（控制系统）按照服务器属地化部署，一般在地调通信机房部署网管服务器（server）。值班室等场所按需部署客户端（customer），通过采用C/S方式连接服务器，实现网络控制的相关操作。该方式的特点是网管服务器属地化部署，网管客户端可按需部署。

由于技术原因，不同厂商的设备一般都配置原厂商的网管，加上相同厂商不同地市的网络也属地化配置了专属的网管。因此，省地两级通信网管数量较多，30~50个不等。

为支撑省地电力通信网集约化应急控制和常

态化控制模式运行，需在中调通信调度台部署地区通信网的网管客户端。考虑网络安全需要，每个网管客户端均须专机专用，不得混用。由于中调通信调度室空间所限，无法容纳如此多的网管客户端计算机。将网管客户端计算机安装至机房，引入KVM切换器，将信号送至通信调度室是一种可行的方案，但KVM频繁切换影响控制工作效率，且时延等原因导致操作体验较差。

网管集约技术是以设备厂商为边界，以省为单位，将省地通信网同厂商的设备网管进行整合和集中，全省用一套网管服务器、多个客户端实现全省一个厂商全部设备的统一管理，如图5所示，主要特性如下。

(1) 网管服务器全省集中部署，主备实时热备运行，管理省地同一品牌的全部通信网络设备。根据南方电网公司二次系统装备技术导则，省地通信网实际通过多点互联互通，将省地互联点网元设置为网管网的网关网元。在中调主备调部署主备网管服务器，管理全省同厂商的网络设备，主备服务器实时热备运行。集约化网管服务器分权分域设置账号，控制不同角色的操作权限。

(2) 网管客户端属地化按需布设，分权分域控制权限，实现本地区通信网设备的控制操作。

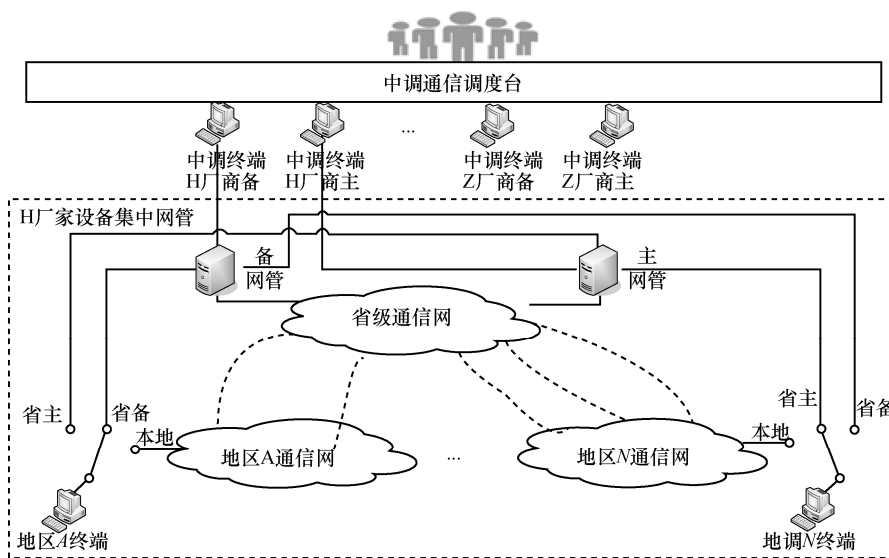


图5 网管集约技术框架



在每个地调设置至少一台网管终端，该终端正常情况下，可由用户使用本地专有账号自由选择连接至省集中的主或备网管服务器，实现本地市通信网络的控制操作。

(3) 特殊方式可手动切换至属地化网管方式运行，与集中网管方式形成应急备用。若省地通信网互联边界链路全部中断等特殊方式下（如超强台风等自然灾害导致的大面积通信中断），导致省集中的网管服务器无法管理该地市通信网设备时，该地调可手动将本地终端接到“本地”方式下运行。该方式作为大面积通信故障的应急响应预案，由终端直接连接至地市通信网的网关网元，绕开省集中的网管服务器实现地区通信网设备的控制操作。

(4) 中调通信调度台可放置两台终端，分别连接至主备网管服务器，通信调度员使用具有全

省全域控制权限的账号登录，实现全省通信网安全、高效控制操作。

全省主流厂商的通信网管按照上述方案集约化部署后，可有效减少中调通信调度台的控制终端数量。此外，还避免了同一厂商网管的重复建设，节约投资和节省运维工作量。

5.3 支撑集约化监控的跨层资源调度技术

集约化监控运行模式，中调通信调度不仅需要查阅地区通信资源信息，控制工作还需要对地区通信资源进行分析、调配等调度操作。为保障中调通信调度员对地区通信网资源安全、可靠、高效率调度，跨层资源调度技术实现在中调资源管理模块中对所属地区通信资源的统一调度。跨层资源调度的框架如图6所示，主要特性如下。

(1) 通信资源数据属地化录入和维护，全省

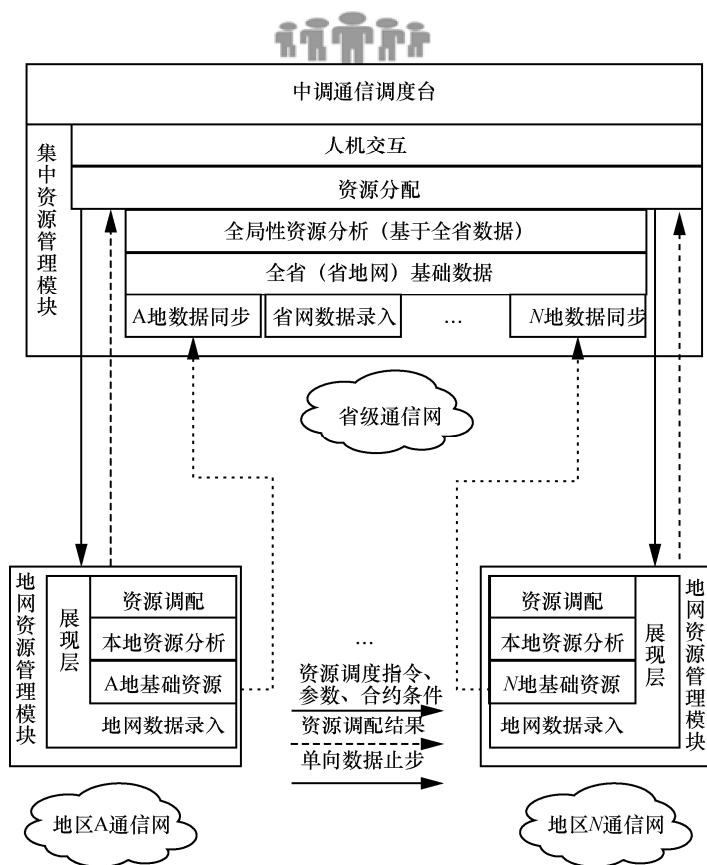


图6 跨层资源调度技术框架

统一展示分析与本地展示分析并举。为防止多方修改同一份数据可能造成数据紊乱的问题,保障数据修改入口的唯一性,省网和地区网通信资源数据分别在省级系统和地区系统录入,地区系统将本地区数据单向推送(更新)给省级集中资源管理系统,实现一份数据同源、多方使用。省级系统可展示全省通信资源,并基于全省数据进行全局性资源分析。地网资源管理系统可对本地资源数据进行分析并本地展示。

(2) 资源跨层调配互操作流程如图7所示。

步骤 1 中调通信调度员在省资源管理系统发起资源调配工作,设置目标、参数和约束条件。

步骤 2 省资源系统基于全省资源数据进行可行性分析,若结果不可行,则修改相关参数直至可行。

步骤 3 省资源系统向地网资源系统发出资源调配指令、参数和约束条件。

步骤 4 地网资源系统根据要求自动生成地网部分的资源调配方式,反馈给省资源系统,同时向省资源系统推送本地更新后的基础数据。

步骤 5 省资源系统生成省网部分的资源调配方式。

步骤 6 省资源系统合并省地系统资源调配结果,生成完整的调配方式,中调通信调度进行确认,若不满足,则回到步骤1修改参数再次执行调配流程,直至结果满足要求。

跨层资源调度技术,实现中调通信调度在省资源系统调度地网资源,整个过程以省、地资源系统协同工作为主,体现了资源跨层调度、调度自动化程度高,有效支撑了集约化监控中的应急控制和常态化控制模式运行工作。

6 应用成效

随着省地电力通信网集约化监控工作推进,本文所述系统架构及关键技术 in 南方五省区电网公司通信网监控系统改造中得到广泛应用,并积累了两年多的实际运行数据,结果表明系统架构适合并高效支撑省地电力通信网集约化监控模式安全运行,提升了安全运行质量和运行工作的技术水平。具体如下。

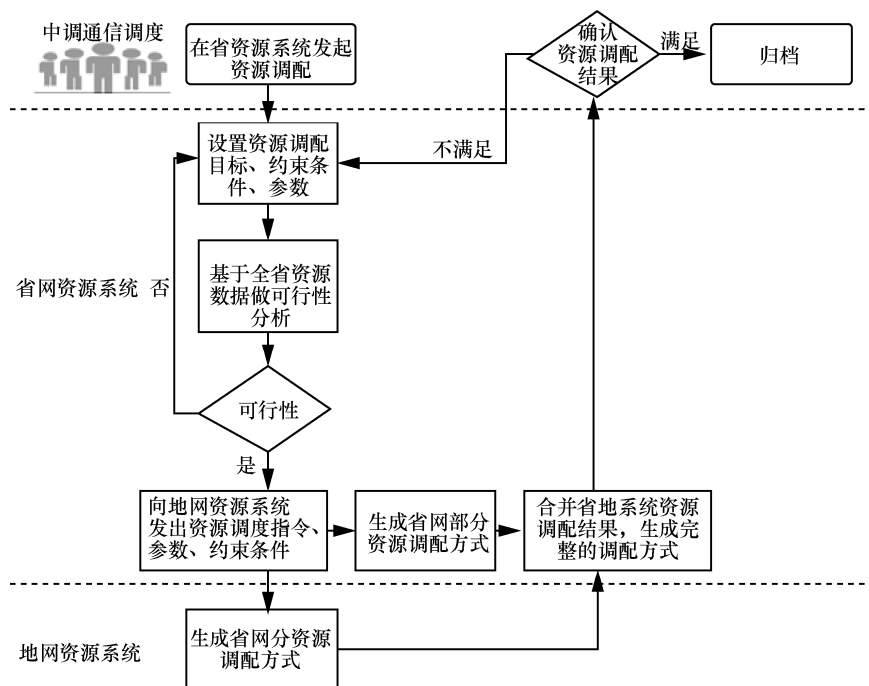


图7 资源跨层调配互操作流程



(1) 电力通信网运行安全与质量显著提高。2018 年全网生产实时控制业务通信通道平均中断时间 0.78 s, 比 2014 年(集约化监控前)的 1.074 min 大幅降低 98.8%; 2018 年全网地区通信网根告警平均确认时长 14.86 min, 比 2014 年大幅降低 83.5%; 2018 年全网地区通信网故障平均发现时长 19.22 min, 比 2014 年大幅下降 86.4%。地区通信网的告警及时发现和故障快速定位, 为及时消缺或缺陷降级赢得时间, 有效提高了通信网安全运行质量。

(2) 电力通信网运行效率显著提升。省地两级电力通信网络的集中监控技术支持系统部署运用到 73 个单位中, 有效提高了通信网络运行及资源调度的效率。应用该技术后, 实现告警压缩率 0.04%, 大幅减少了需要人工完成的工作量。人均监视通信网数量从 3 张提高到 25 张, 故障告警定位和分析平均耗时 4.4 min, 同比降低 83.4%。以某省电网公司省地两级电力通信网近一年以来的告警压缩情况为例, 根原因告警压缩算法效果如图 8 所示, 网管报送的原始告警日均 14 万条, 经根告警压缩技术处理后, 需要值班员确认处理的根告警日均仅 61 条。

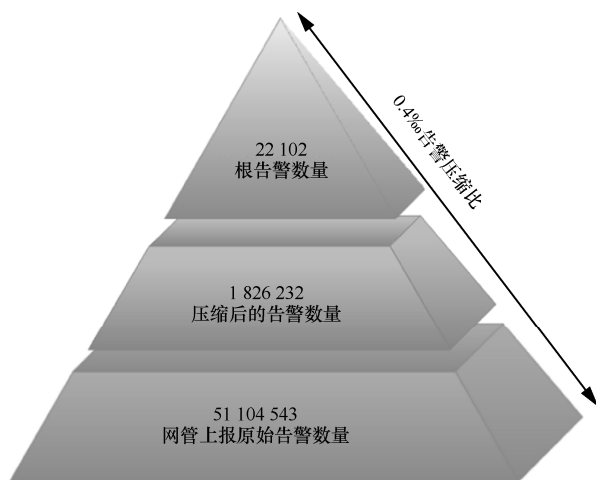


图 8 根原因告警压缩算法效果

(3) 有效支撑应急控制工作。2018 年, 全网共计发生导致电网生产实时控制业务通信通道中断的地区通信网故障 12 起, 中断通信通道 38 条,

中调通信调度运用跨层资源调度技术和通信网集约化网管, 均在 20 min 内抢通了受影响的通道, 支撑了应急控制模式的安全、高效运转。

7 结束语

本文针对省地电力通信网集约化监控方法对应的 3 种不同运行模式, 围绕支撑通信调度值班工作安全高效运转, 提出了以通信调度台为信息枢纽的技术支撑系统架构。该架构充分利用已有的技术支持系统成果, 进行重新整合, 实现了中调通信调度台与省地通信网之间的实时监视流、控制流、管理信息流安全可靠、高效顺畅流转。

基于该架构, 围绕支撑集约化监控的核心业务, 研发了综合监视、集约化控制和跨层资源调度等关键技术。综合监视技术对海量异构告警进行筛选, 实现运行信息可靠采集、根原因告警压缩、异构告警归一化, 极大地提升了监视工作的安全性和效率。集约化控制技术有效地减少中调通信调度台的控制终端数量, 实现全省通信网安全、顺畅、高效控制, 避免了同一厂商网管的重复建设, 节约投资和节省运维工作量。跨层资源调度实现中调通信调度在省资源系统调度地网资源, 有效支撑了集约化监控中的应急控制和常态化控制模式运行。

成果在五省区电网公司推广应用后, 省地电力通信网集约化监控模式运转效率明显提高, 通信网运行安全与质量显著提高, 验证了系统架构及关键技术的适用性和先进性, 为电网安全稳定运行和公司数字化转型提供了更加可靠优质的通信支撑。

参考文献:

[1] 国家电网运行与控制标准化技术委员会. 电力通信运行管理规程: DL/T 544-2012 [S]. 2012.

National Grid Operation and Control Standardization Technical Committee. Operation management code for power system telecommunication: DL/T 544-2012[S]. 2012.

- [2] 梁云, 黄莉, 侯兴哲, 等. 配电网 CPS 的通信需求和网络资源分配方案探讨[J]. 中国电力, 2019, 52(1): 32-39.
LIANG Y, HUANG L, HOU X Z, et al. Discussion on communication requirement and network resource allocation scheme of cyber physical system for distribution network[J]. Electric Power, 2019, 52(1): 32-39.
- [3] 卜广全, 赵兵, 胡涛, 等. 大电网安全稳定控制对信息通信技术需求分析研究[J]. 电力信息与通信技术, 2016, 14(3): 7-12.
BU G Q, ZHAO B, HU T, et al. Research on the information and communication requirement analysis of large power system safety and stability control[J]. Electric Power Information and Communication Technology, 2016, 14(3): 7-12.
- [4] 李军, 李韬. 基于贝叶斯序贯博弈模型的智能电网信息物理安全分析[J]. 自动化学报, 2019, 45(1): 98-109.
LI J, LI T. Cyber-physical security analysis of smart grids with Bayesian sequential game models[J]. Acta Automatica Sinica, 2019, 45(1): 98-109.
- [5] 刘文霞, 郝永康, 张馨月, 等. 基于数字化技术的电网资产管理关键技术及应用[J]. 电网技术, 2018, 42(9): 2742-2751.
LIU W X, HAO Y K, ZHANG X Y, et al. Digital technology based key technologies in power grid asset management and its application[J]. Power System Technology, 2018, 42(9): 2742-2751.
- [6] 南方电网公司标准化委员会. 中国南方电网电力调度管理规程: Q/CSG 21003-2017[S]. 2017.
China Southern Power Grid Corporation Standardization Committee. Regulations for power dispatching management of China Southern Power Grid: Q/CSG 21003-2017[S]. 2017.
- [7] 李如初, 沈名龙, 彭海棠. 大数据、云计算在电力工业中的应用[J]. 电信科学, 2018, 34(4): 151-155.
LI R C, SHEN M L, PENG H T. Application of big data and cloud computing in power industry[J]. Telecommunications Science, 2018, 34(4): 151-155.
- [8] 姜红红, 张涛, 赵新建, 等. 基于大数据的电力信息网络流量异常检测机制[J]. 电信科学, 2017, 33(3): 134-141.
JIANG H H, ZHANG T, ZHAO X J, et al. A big data based flow anomaly detection mechanism of electric power information network[J]. Telecommunications Science, 2017, 33(3): 134-141.
- [9] 王勇峰, 姜春娇, 刘润宾. 智能光纤监测技术在电力光通信中的应用[J]. 电信科学, 2017, 33(3): 148-155.
WANG Y F, LOU C J, LIU R B. Application of intelligent optical fiber monitoring technology in power optical communication[J]. Telecommunications Science, 2017, 33(3): 148-155.
- [10] 瞿群伟, 姜红庆, 刘全德. 运维集约化体制改革的实践与探讨[J]. 中国新通信, 2016, 18(21): 156-158.
QU Q W, JIANG H Q, LIU Q D. Practice and discussion on the reform of operation and maintenance intensive system[J]. China New Telecommunications, 2016, 18(21): 156-158.
- [11] 邢颖, 郎燕生, 李强, 等. 多级智能电网调控系统集中运维模式的探讨[J]. 电力系统保护与控制, 2018, 46(15): 142-148.
XING Y, LANG Y S, LI Q, et al. Discussion on pattern of centralized operation and maintenance for multilevel smart power dispatching control system[J]. Power System Protection and Control, 2018, 46(15): 142-148.
- [12] 王洋, 符子花, 姚旭清, 等. 信息通信网络集中监控运维体系架构与工程实践[J]. 武汉理工大学学报(信息与管理工程版), 2017, 39(4): 439-443.
WANG Y, FU Z H, YAO X Q, et al. Centralized monitoring operation and maintenance system of information communication network and engineering practice[J]. Journal of Wuhan University of Technology (Information & Management Engineering), 2017, 39(4): 439-443.
- [13] 童杰斌. 浅谈省级电信网络集中监控系统的实现与思考[J]. 中国新通信, 2018, 20(15): 81-82.
TONG J B. Talking about the realization and consideration of centralized monitoring and control system of provincial telecommunication network[J]. China New Telecommunications, 2018, 20(15): 81-82.
- [14] 孟娇娇, 白蕾, 辛旗. 基于 B/S 架构的机房集中监控系统设计[J]. 自动化技术与应用, 2018, 37(7): 134-137.
MENG J J, BAI L, XIN Q. Design of computer room centralized monitoring system based on B/S architecture[J]. Techniques of Automation and Applications, 2018, 37(7): 134-137.
- [15] 王洋. 集中监控模式下的信息通信网络故障管理探索与实践[J]. 电信科学, 2015, 31(1): 164-170.
WANG Y. Discuss on the exploration and practice of Information communication network fault in the centralized monitoring mode[J]. Telecommunications Science, 2015, 31(1): 164-170.
- [16] 施健, 马远东, 巢玉坚. 电力通信传输网管系统的集约化模式研究[J]. 电力信息与通信技术, 2016, 14(11): 99-104.
SHI J, MA Y D, CHAO Y J. Research on intensive mode of power communication transmission network management system[J]. Electric Power Information and Communication Technology, 2016, 14(11): 99-104.
- [17] 刘剑, 黄国斌. 传输网管集约化方案[J]. 电信科学, 2017, 33(S2): 247-250.
LIU J, HUANG G B. Intensive scheme of transmission network management[J]. Telecommunications Science, 2017, 33(S2), 247-250.
- [18] 余艳. 面向运营商集约维护的传输网管优化及其应用[D].



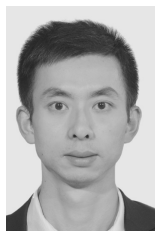
南京: 南京邮电大学, 2016.

YU Y. Research on optimization of intensive maintenance oriented telecom operator transmission network management system and its applications[D]. Nanjing: Nanjing University of Posts and Telecommunications, 2016.

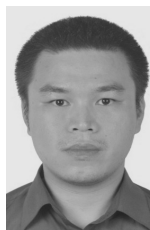


洪丹轲(1973-), 男, 中国南方电网电力调度控制中心高级工程师, 主要研究方向为电力通信管理。

[作者简介]



杨志敏(1982-), 男, 博士, 中国南方电网电力调度控制中心高级工程师, 主要研究方向为电力通信运行及技术支持系统。



黄昱(1980-), 男, 中国南方电网电力调度控制中心高级工程师, 主要研究方向为电力通信运行管理。

勘误声明

胡文玉, 窦晓燕同志所撰写的稿件《全面实施携号转网对我国移动通信市场影响》(doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2019214)已在我刊 2019 年第 9 期刊登, 刊登的作者简介中“胡文玉(1997-)”, 应更改为“胡文玉(1977-)”。

特此声明!

《电信科学》编辑部

2019 年 11 月