

doi: 10.7690/bgzd.2023.11.014

战术机动通指运维管理系统在高原山地环境下的创新应用

冷艾亭, 任锐, 徐琳, 张中艾, 赵蔚

(成都西南信息控制研究院有限公司智能所, 成都 628017)

摘要: 针对复杂山地条件下分队通信网络的全时全域运维管理需求, 提出面向服务的“二级”运维管控架构。阐述以软件方式构建通信网在线管控通道的方法, 分析战术机动通信智能网络态势管理技术取得的进展。结果表明: 该方法能提升机动通指运维管理系统在高原山地环境下的健壮性、可靠性和实时性, 有效解决目前网管系统在弱网/断网条件下的网络态势管理问题。

关键词: 机动通信; 运维管理; 网络态势

中图分类号: E836.2 **文献标志码:** A

Innovative Application of Tactical Maneuver Operation and Maintenance Management System in Plateau and Mountain Environment

Leng Aiting, Ren Rui, Xu Lin, Zhang Zhong'ai, Zhao Wei

(Intelligence Research Institute, Chengdu Southwest Information Control Research Institute Co., Ltd., Chengdu 628017, China)

Abstract: Aiming at the requirements of full-time global operation and maintenance management of detachment communication network under complex mountain conditions, a service-oriented “two-level” operation and maintenance management and control architecture is proposed. This paper describes the method of constructing communication network online control channel by software, and analyzes the progress of situation management technology in tactical mobile communication intelligent network. The results show that this method can improve the robustness, reliability and real-time performance of the mobile common finger operation and maintenance management system in the plateau mountain environment, and effectively solve the network situation management problem of the current network management system in the weak network/off network condition.

Keywords: mobile communication; operation and maintenance management; network situation

0 引言

高原山地地势恶劣险要、战场环境异常复杂, 作战兵力分散, 导致人装效能明显下降, 无线通信易形成死角, 网络状态不稳定。目前通信网络运维管理系统需要依托机动通信系统建立的业务通道实现信息上报, 也就意味着需要在网络正常稳定工作状态下才能实现信息有效上报, 在网络开设初期或者网络存在障碍指挥员急需需要掌握网络态势时, 难以发挥应有作用。分队级装备体系机动通指运维管理系统着眼解决机动通信态势“看不清、控不住、评不准”的问题, 采用机动通信网自组建网络管控机制、机动通信智能网络态势管理等技术, 确保机动环境时指挥员不间断可靠管控网络信息, 智能开设网络, 快速定位网络断点, 临机调整网络参数等。

国内的专业网络管理系统主要采用传统的带内管理模式, 部分系统采用了成熟的 KVM 带外网管系统, 国内管控传输控制技术研究的新进展包括华为 HGMP 协议以及北斗系统的专业管理控制应用

等方面。笔者针对复杂山地环境下战术机动作战时指挥员不间断可靠管控网络信息的需求, 创新应用“二级”运维管控架构, 设计了自组建网络管控机制, 便于分队级模块化作战条件下小规模独立组网时的灵活管理, 提升对通信网运维管理的可靠性, 增强网络运维管理的智能化水平。

1 系统架构设计

机动通信网络运维管理系统以用户通信系统为切入点, 整合网络控制系统、节点管理系统等现有成果, 基于面向服务的架构构建, 综合运用卫星、北斗等多种手段, 以软件方式构建通信网在线管控通道, 采集各通信节点工作状态, 实现各类通信网资源的统一、合理运用, 提升对通信网运维管理的可靠性, 避免由于通信链路不通导致的各网系态势信息孤岛效应。在通信车建立网控中心, 实现对全系统管理域的合理划分和有序管理, 依托带传输链路等基础设施, 构建通信车中心-指挥车/业务车一体的“二级”管控功能, 打通自上而下的管控链路,

收稿日期: 2023-09-07; 修回日期: 2023-10-17

第一作者: 冷艾亭(1980—), 女, 四川人, 硕士。

如图 1 所示。依托网络管控通道功能和节点管理终端功能，实现节点运行状态信息、地理位置信息采集并上报，实现不依赖于业务通道的网络管控功能。

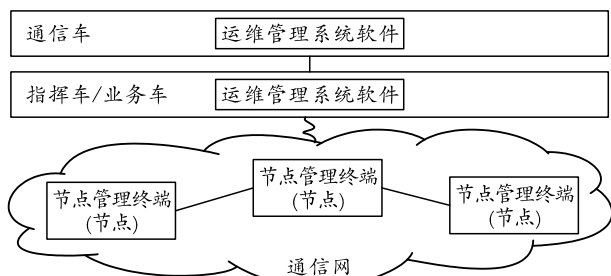


图 1 运维管理系统

综合考虑被管网络的规模、组织方式和地理分布等因素，运维管理系统采用分级、分布式管理架构，划分为网络级和节点级 2 个管理级别。网络级管理位于管理体系的上层，负责全网的规划、管理，可按需配置主备角色，以提高系统的抗毁性和容错能力，但不再增加管理层次。节点级管理位于管理体系的下层，负责本节点的管理和基础状态数据的采集、上报。这种分布式部署方式，打破了传统网管系统固定划分管理层级的模式，便于模块化作战条件下小规模独立组网时的灵活管理。

分队级运维管理系统的部署方式如图 2 所示，整个管理架构划分为网络级管理和节点级管理 2 个层次，直接相邻的上下级管理模式减少了网络动态变化对网络监控实时性和准确性的影响，提高整个网管系统在战术网络环境下运行的健壮性。

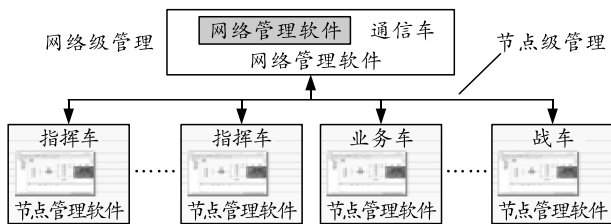


图 2 运维管理系统部署方式

2 机动通信自组建网络管理机制

由于网管信息依托路由转发，山地环境下机动作战路由的不稳定导致网管信息经常不可达，网管只能在网络稳定时锦上添花，不能在网络故障时雪中送炭。针对机动通信网络不间断可靠管理难，创新设计了网络管理通道技术，构建即开即通的网络，实现网络控制与业务承载相分离，在业务通道不能正常工作时，只要交换路由设备之间的链路设备彼此连通正常，即可为管理报文提供基础的通信能力。

自组建网络管理机制的核心思想，在于机动通信系统中交换路由设备将需要传输的管理报文进行

识别和封装送网络管理总线服务模块处理。网络管理总线代理模块将无法路由转发的管理控制报文送网络管理总线服务模块处理，利用节点身份标识和信息标识技术防止网络风暴，采用“泛洪+确知路由”机制在网络中进行传播^[1]，网络管理总线服务模块从收到的网络管理总线报文中解封装出管理控制报文，并将属于本节点的管理控制报作文 IP 地址重新映射，实现本地接收处理，从而形成一个逻辑层次的管理通道，如图 3 所示。

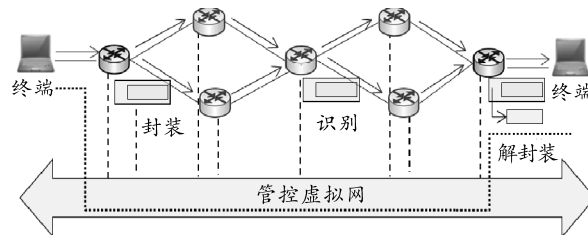


图 3 网络总线通道传输

网络管理通道屏蔽底层操作复杂，利用网络自身交换、传输资源在节点之间建立彼此全连通的传输通道^[2]。该通道不仅能对机动通信网络管理系统的管理报文进行转发，而且可对应用系统提供报文转发，应用系统只需注册转发报文的特征即可在不关注内部通信细节的情况下实现各自的功能应用。网络管理通道技术利用网络自身的交换、传输资源，无需人工配置，在不依赖 IP 路由的前提下，在交换节点之间自动建立彼此全连通的传输通道^[3]。采用该技术后，通信网络对于网络管理控制报文具备双通道无缝切换传输的能力。当业务通道可用时，网络管理控制报文通过业务通道传输；当业务通道不能正常工作时，网络管理控制报文将自动导入网络管理通道中传输。管控虚拟网可用于对外提供传输接口，使得部分业务报文在业务通道失效时，也能成功穿越网络，完成相应的业务功能。当业务通道不可用时，网络管理系统仍然能够通过网络管理总线对通信网络进行有效管控；满足任务系统实现参数分发、故障诊断和参数配置等功能需求。

网络管控总线服务从软件设计上可采用 2 种模式实现：1) 内嵌模式，能够直接方便的集成到新研路由交换设备中；2) 服务+代理模式，可以对已有路由交换设备进行升级改造，只要路由交换设备实现简单的代理功能即可。本文中采用内嵌模式，在不改变现有装备硬件状态的原则下，通过新增软件模块的方式来构建虚拟的网络管控通道，能够满足上述需求。在交换路由设备的主控单元操作系统中新增一个网络管控总线服务软件模块，通过网络管

控总线服务软件之间的相互协同，构建虚拟的网络管控通道，内嵌模式的软件流程如图 4 所示。

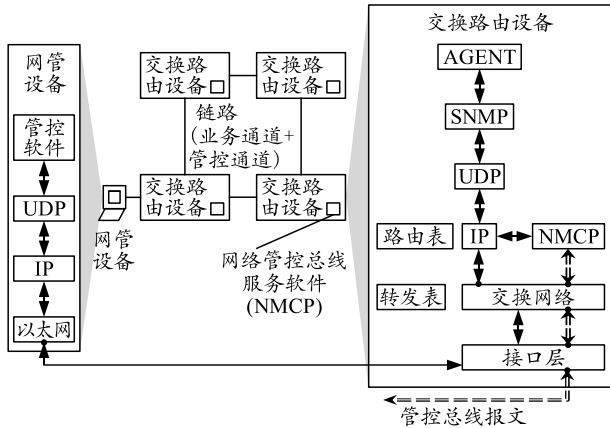


图 4 内嵌模式网络管控总线服务的软件流程

在内嵌模式中，网络管控总线服务软件模块需要与 MMI 模块交互，获取设备基础信息，并接受配置管理；与 IP 协议栈进行交互，调用协议栈提供的收发接口收发协议报文，对外接口如图 5。

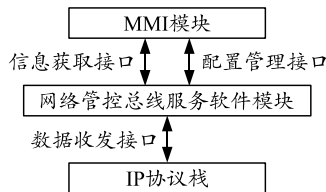


图 5 内嵌模式网络管控总线服务的外部接口

3 机动通信智能网络态势管理技术

机动通信拓扑分布式主动探测技术通过接收机动通信节点运行状态、交换设备端口通联状态，与规划拓扑进行匹配，根据节点入网、互联端口属性等匹配结果，生成实时在线节点和通联链路的拓扑信息，当机动通信网络临机重组、配属加强时，该机制将无法探测调整后的网络拓扑，更不能应对多体制机动通信装备混合组网条件下的拓扑生成需求。在多体制机动通信装备混合组网条件下，网络拓扑探测面临装备类型众多、技术体制各异、管理方法不一等问题，针对不同的设备要进行不同处理，甚至针对同一类设备的不同技术状态，处理方法也可能有较大差异，装备混合组网条件下的拓扑探测需要进行大量针对性的特殊处理。分布式主动拓扑探测技术组织运用如图 6 所示。

机动通信拓扑分布式主动探测技术基于功能实体抽象化、组织管理分布化思路构建主动探测机制，实现多体制机动通信装备混合组网条件下的拓扑动态生成。首先对拓扑探测功能实体进行抽象化，将其划分为探测主体和探测末梢 2 部分。探测主体专

注整体流程的完备性，不考虑拓扑管理细节，位于拓扑管理模块主框架中。然后对探测过程进行分布化组织管理，探测末梢具备插件化特性，针对不同体制装备管理特性，形成接口一致、流程不同的功能插件，通过将探测末梢边缘化部署到分布机动通信网络节点上，在拓扑业务处理时不去关心到底针对什么设备什么连接，实现对不同体制装备的感知与探测功能。最后，通过将各分布式管理末梢信息汇总至拓扑探测主体，依托关联属性合并、拓扑片段拼接等技术手段，生成针对多体制装备混合组网、不依赖规划的机动通信网络完整拓扑信息。

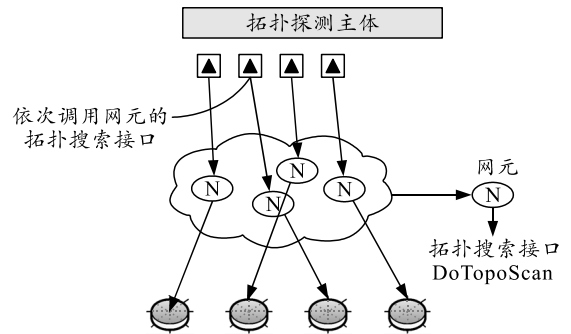


图 6 分布式主动拓扑探测技术组织运用

通过机动通信拓扑分布式主动探测技术研究，可实现网络拓扑自主发现、网络故障智能诊断、网络设备远程升级、网络参数一键分发等功能。自动收集网络拓扑，并根据网络拓扑自动规划网络设备的工作参数；设计网络故障智能诊断服务，诊断网络异常是资源配置冲突，还是硬件故障；设计网络设备软件的远程升级服务，提供对网络设备批量式或点名式软件升级，极大提高维护工作效率；设计网络在线自配置服务，应答网络设备工作参数申请，推送网络设备工作参数；设计分布式网络系统测试，实现网络测试的自动化，同步网络测试数据，定量评估网络性能^[4]。

3.1 网络拓扑自主发现

基于网络管理总线服务，可以设计新型的网络在线规划系统，自动收集网络拓扑，并根据网络拓扑自动规划网络设备的工作参数。通信车网络管理中心通过管理通道与通信设备交互信息，完成网络拓扑的搜集，并以图形化的方式进行呈现。网络拓扑发现有 2 种模式：1) 由网络管理中心按需向网络发送网络拓扑搜索；2) 由节点管理主动向网络管理中心上报节点状态变化。模式的切换由网络管理中心控制。

在联试过程中，网络管理软件能够正常完成网

络拓扑的搜索及自动布局。与传统通信网控系统相比，网络管理软件在网络拓扑呈现速度上有很大的优势。由于管理通道采用泛搜索机制传输网络拓扑查询请求，网络管理软件能够在 1 min 内搜集到网络互连关系，呈现出网络拓扑结构，其效果如图 7 所示。

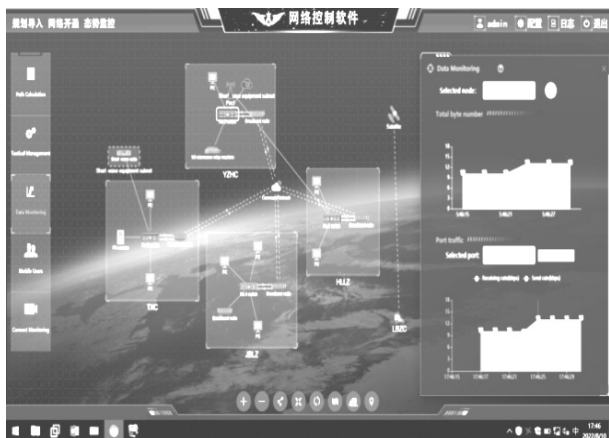


图 7 网络拓扑自主发现效果

3.2 网络故障智能诊断

基于网络管理总线服务，可以设计网络故障智能诊断服务，诊断网络异常是资源配置冲突，还是硬件故障^[5]。网络开通后，网络管理中心对全网的运行状态进行实时监控，定期分析网络的 IP 资源、链路状态等参数，发现网络故障点，发出故障告警。用户根据告警对故障进行确认，并在网络管理中心调整故障点的运行参数，远程实现故障修复，恢复系统正常运行。

网络故障诊断功能能够高精度定位网络故障并远程进行修正，以前可能需要花费 1~2 d 才能定位到问题，现在能够在 1~2 min 完成。根据通信网络系统联试实际情况来看，如果某些互联接口的链路连通状况、IP 地址等出现错误/冲突，或者某些节点的参数加注重复，技术人员只能通过自身经验和专业技术逐步进行排查，且耗时耗力。有了故障智能诊断后，网管人员或参谋也可以通过该软件快速定位网络故障并及时解决。

3.3 网络设备远程升级

基于网络管理总线服务，可以设计网络设备软件的远程升级服务，提供对网络设备批量升级或点名式软件升级，极大提高维护工作效率。网络管理中心具备远程升级功能，可通过管理通道将升级文件广播传输给所有的通信网络设备，通信网络设备接收文件后进行版本比对，以决定是否接纳升级，

从而实现全网通信网络设备的一键式批量远程升级。网络管理中心查询统计全网通信网络设备软件版本号，以确定升级不成功的设备，并单独进行点对点的远程再次升级。

根据通信网络系统联试实际情况来看，基于管理通道技术，在大规模实装环境下对全网设备进行远程批量在线升级是切实可行的，可极大地提高联调联试的工作效率，并节约人力和资金成本。在大规模测试验证新功能过程中出现较严重问题需要升级程序时，该功能尤为有用。

3.4 网络参数一键分发

基于网络管理总线服务，可以设计网络在线自配置服务，应答网络设备工作参数申请，推送网络设备工作参数。完成智能规划后，网络管理中心通过管理通道将设备运行参数自动分发给通信网络设备，实现通信网络设备运行参数的快速配置，并快速开通网络。

网络参数一键分发支持 2 种模式：1) 将全网规划参数打包成一个大的参数文件，将参数文件分发到各节点之后由各节点自行从中提取所需参数；2) 将全网规划参数以节点为单位分拆成多个文件，按需将各个文件分发到指定的节点。

传统的网络规划流程，从生成规划到网络全部开通，至少需要 12~24 h。新的网络资源规划流程，能够快速完成骨干网络的开通，从生成规划到网络全部开通，只需要几分钟。

4 结束语

战术机动通信运维管理系统是保障指挥员复杂战场环境下机动作战不间断可靠掌控通信网络态势的关键因素。在某外贸装备体系建设项目中，针对分队级装备体系模块化作战条件下小规模独立组网时的灵活管理需求，创新应用了通信车中心-指挥车/业务车一体的“二级”管理架构，突破了机动通信网自组建网络管理、机动通信智能网络态势管理等技术，在高原山地环境下开展了网络拓扑自主发现、网络故障智能诊断、网络设备远程升级和网络参数一键分发等功能验证，打通自上而下的管理链路，增强了网络运维管理的智能化水平，为分队级高原山地作战机动通信指挥网络态势统一呈现、资源统一调度、效能统一评估、行动精准保障提供了重要支撑。