

GSM-R核心网网络规划优化研究

魏 炼

(北京全路通信信号研究设计院, 北京 100073)

摘要: 分析现有GSM-R核心网的可用性、经济性和可靠性, 提出核心网网络的优化方案和MSC的冗余备份方案。

关键词: GSM-R 核心网 优化 冗余备份

Abstract: This paper analyzes the availability, cost-effectiveness and reliability of the existing GSM-R core networks, and presents optimization plans of core networks and redundancy backup solutions of MSC.

Keywords: GSM-R, Core network, Optimization, and Redundancy backup

DOI: 10.3969/j.issn.1673-4440.2010.04.003

随着客运专线、城际铁路、高速铁路的大规模建设, GSM-R 完成了全国主要节点核心网的建设, 解决了北京、武汉、西安、广州、济南等节点 GSM-R 核心网的互联互通, 为实现中国铁路 GSM-R 网络的网状运营和全面建设奠定了基础。

GSM-R 网络是铁路运输中强有力的技术支撑和保障的手段, 在铁路快速发展和信息化建设中处于十分重要的位置。为了满足不断增长的运输需求, 提高全国铁路网的整体运输能力, 需进一步完善 GSM-R 网络结构, 优化布局, 提高网络的安全和可靠性, 加快网络的建设步伐。

1 GSM-R核心网现状分析

1.1 GSM-R核心网现状

GSM-R 核心网采用二级网络结构: 移动汇接网和移动本地网。

移动汇接网由北京、武汉、西安 3 个 TMSC 通过网状网连接构成; 移动本地网由移动交换中心连接构成。

全网 GSM-R 核心网节点(移动交换中心)共计 19 个, 即 18 个铁路局所在地和拉萨。目前北京、太原、济南、西宁、拉萨、武汉、广州、西安和南昌、成都、上海 11 个核心网节点已建成; 其余 8 个节点兰州、乌鲁木齐、哈尔滨、沈阳、昆明、郑州、南宁和呼和浩特核心网工程已经立项, 目前还未建设、实施。

HLR、SCP 和 SMSC 等核心设备已建成, 而且设立了容灾备份机制, 北京、武汉分别设置 1 套 HLR、SCP 和 SMSC 设备, 并互为异地冗余备份, 但 MSC 网络尚未建立冗余备份机制。

目前, 京津城际、石太、合宁、合武客运专线、胶济线、大秦线、青藏线等 GSM-R 线路已正式运营, 其中京津城际、石太客运专线接入北京核心网节点; 合宁、合武客运专线以及胶济线接入济南核心网节点; 青藏线分别接入西宁和拉萨核心网节点。上述 GSM-R 线路中, 京津城际、胶济线、大秦线及青藏线等 GSM-R 线路分别接入北京、济南、太原、西宁、拉萨等所辖核心网节点, 完全符合 GSM-R 网络技术规划要求, 符合区域化接入、网络区域化管理等方式。但石太、合宁、合武客运专线 GSM-R 线路所接入的核心网节点不符合要求, 主要存在以下问题。

(1) 石太客运专线 GSM-R 系统工程

石太客运专线跨北京、太原 2 个铁路局, 相应线路应分别接入北京、太原核心网节点。由于北京、太原 MSC 没有进行互联互通, 石太客运专线全线只能先接入北京核心网节点, 既属太原局所辖线路, 也接入了北京核心网节点, 这种接入方式既不符合 GSM-R 网络区域化管理要求, 又容易引起用户数据、编号等混乱, 造成长途资源的浪费。因为属于太原管辖区域的 GSM-R 用户不仅占用北京核心网的资源, 而且占用太原至北京的长途传输通道。太原区域 GSM-R 无线网与核心网的网络由不同运维单位

进行管理,徒增运维工作复杂度和工作量,不利于提高生产效率。

(2) 合宁、合武客运专线 GSM-R 系统工程

合宁客运专线为上海局管辖区域,合武客运专线跨武汉、上海 2 个铁路局所辖区域,由于武汉、上海节点核心网的建设滞后于合宁、合武客运专线的建设,为了保证合宁、合武客运专线的顺利开通运行,暂将合宁、合武客运专线 GSM-R 线路接入济南核心网作为过渡。这种跨局接入造成以下问题:合宁、合武客运专线 GSM-R 用户均占用济南核心网的资源,不仅容易引起用户数据、编号的混乱和长途传输资源的浪费,更是增加了跨局指挥和协调的难度,给跨局业务的正常运行造成不良影响;属于济南局管辖的胶济线和合宁、合武客运专线均接入济南核心网节点,如果合宁客运专线 GSM-R 网络进行测试、检修,需要上海和济南 2 个路局同时要点;如果合武客运专线 GSM-R 网络进行测试、检修,则需要武汉、上海和济南 3 个路局同时要点,大大增加了实施难度,影响跨局的运输业务和行车指挥。

为了解决上述问题,减少工程过渡,节约资金,建议尽快统一建设未建的核心网节点,迅速建立完善、互通的 GSM-R 核心网络,为 GSM-R 线路的大规模接入奠定基础。

1.2 网络现状分析

结合 GSM-R 网络实际运营状况,对核心网的可用性、经济性及可靠性进行分析。

1.2.1 可用性分析

全路 19 个 GSM-R 核心网节点均设置在铁路局及路局调度中心所在地,核心网网络结构简单、合理。各路局所在地建设核心网具有 GSM-R 线路接入及业务量比较集中、便于接入 GSM-R 无线子系统和数字调度系统、传输资源丰富、供电可靠、便于网络组织和升级、便于调度指挥和维护管理等优势。已建 GSM-R 核心网节点的实际运营和维护情况也充分印证了上述优势。如果取消任意 1 个核心网节点,都会造成 GSM-R 线路跨局接入,从而增加跨局指挥、协调的工作量。因此,19 个核心网节点的设置方案避免了 GSM-R 线路的跨局接入,是减少跨局工作量,提高运输效率的有效途径之一,网络的可用性也较好。

1.2.2 经济性分析

根据《中长期铁路网规划(2008 年调整)》,铁道部计划建设快速客运网络、建设新线、增建二线及既有线电气化建设总规模达 13.5 万 km。各核心网节点覆盖主要线路总里程约为北京 0.91 万 km、武汉 0.89 万 km、上海 1.14 万 km、广州 1.53 万 km、西安 0.43 万 km、成都 0.7 万 km、南昌 0.73 万 km、哈尔滨 0.55 万 km、济南 0.57 万 km、太原 0.5 万 km、郑州 0.26 万 km、兰州 0.76 万 km、乌鲁木齐 0.8 万 km、沈阳 0.77 万 km、昆明 0.72 万 km、南宁 0.4 万 km、呼和浩特 0.24 万 km、西宁 0.1 万 km、拉萨 0.5 万 km。

上述统计结果表明,每个核心网节点均覆盖若干里程的 GSM-R 线路。若取消任何 1 个核心网节点,本应接入该节点的 GSM-R 线路及数字调度交换机,需要接到其他节点 MSC,造成 A 接口及 MSC 与数字调度交换机的传输距离增加,增加了长途电路数量和运营维护成本,不利于网络维护管理和运输调度指挥。

根据已签订的框架协议,MSC 均由供货厂家支援,由此可以节省占总投资比例很大的 MSC 设备购置费。另外,由于路局所在地传输资源丰富,供电可靠,机房大多可利旧,降低了相关配套设备的工程投资,有效提高了核心网建设的综合经济效益,随着 GSM-R 网络大规模建设,其良好的经济性将发挥更大作用。

综上所述,现有 19 个核心网节点设置地点优势集中、数量适中、网络经济性较好。

1.2.3 可靠性分析

由于每个核心网节点均接入多条 GSM-R 线路,若取消任何 1 个节点,应接入该节点的线路需要接到其他节点。一旦该 MSC 宕机,不仅影响本局 GSM-R 线路的接入及业务,还影响其他局线路的接入和业务。因此,GSM-R 核心网网络结构和 19 个节点的设置方案,是有效实现区域化管理,提高运输效率,降低风险的基本保障。

目前,GSM-R 核心网的容灾备份机制主要考虑的是 HLR、SCP、SMSC 等核心设备的容灾,关键设备 MSC 尚未建立冗余备份机制,只是通过 MSC 设备本身的可靠性措施,即通过设备的单板备份和端口备份来保证 MSC 设备的安全,这种机

制不能从根本上解决问题。另外, BSC 与 MSC 的网络结构是一种树形结构, 多个 BSC 只能被 1 个 MSC 控制。如果 MSC 发生故障, 其管理的 BSC 就不能正常工作, 将造成该服务区内业务的中断, 影响 GSM-R 网络的安全、可靠性, 影响网络运维服务质量、行车调度指挥和运输安全。

由于新建 GSM-R 线路的接入、系统升级、各种作业、检修等都需要启用备份核心网。为保证各种业务顺利可靠地实施, 进一步完善 GSM-R 网络冗余备份结构, 提高网络的安全和可靠性是非常必要和紧迫的。

1.3 分析结论

通过上述分析, 得出结论: 维持 GSM-R 核心网 19 个节点的设置及网络结构规划方案, 同时建立核心网冗余备份机制。

2 冗余备份方案比选

考虑到 GSM-R 核心网网络结构、移动汇接中心及本地交换中心的设置地点, MSC 的冗余备份方案采用 2 种方式。

方式 1: 全网设置 1 个备份 MSC 节点 (19:1)。

方式 2: 全网设置多个备份 MSC 节点 (19:N)。

经分析, 方式 1 较方式 2 存在加大冗余备份机制无法实现的风险, 实施难度大, 节省投资优势不明显等问题, 具体表现如下。

2.1 加大备份机制实现的风险

方式 1 的冗余备份形式为 19:1, 即 1 个备份 MSC 要对全网 19 个 MSC 进行冗余备份。而 N:1 备份模式无法对 2 个以上主用 MSC 同时退网进行备份。如果主用设备的数量 N 值较大, 增加了 2 个或多个主用 MSC 同时出现故障甚至瘫痪的可能性, 因此该方案加大了备份机制无法真正实现的风险。

2.2 数据配置复杂, 实施难度大

1 个备份 MSC 要对全网 19 个 MSC 进行冗余备份, 这种方式需要将 19 个 MSC 的数据在 1 个备份 MSC 设备上加载, 应急数据配置复杂, 工作量大, 操作流程繁多, 实施难度大。

2.3 节省投资优势不明显

方式 1 可以减少 MSC 设备的费用。但由于部分节点 MSC 设备是由厂家赠送, 减少了节省工程

投资的优势; 如果减少 MSC 的数量, 造成长途传输距离增加, 加大了长途线路的投资。其他配套设施由于利旧或改造, 工程投资并不能减少很多, 故方式 1 节省投资的优势并不明显。

综上所述, 建议采用方式 2: 全网设置多个备份 MSC 方式。

3 MSC冗余备份方案

目前已建和在建线路无线网网络结构各不相同, 如针对某条线路或从单个工程的角度考虑核心网的冗余, 不仅加大工程建设投资, 还容易造成管理混乱, 难以达到良好效果。因此, 对全路核心网的冗余方案, 应统一规划, 合理设置。

根据 GSM-R 核心网的网络结构、汇接移动中心的设置地点及大秦货运重载专线 GSM-R 网单交换机、同站址双层无线网络覆盖方式, 考虑充分利用汇接移动交换中心便于网络组织和升级、便于调度指挥和维护管理等优势, 确定全网在北京、武汉、西安和太原设置备份 MSC, 备份模式为 N:1 方式。

3.1 网络结构

北京、武汉、西安和太原 4 个节点各增建 1 个 MSC 作为全网 MSC 的冗余备份, 分别为 TMSC 及其所汇接的 MSC 作备份, 即北京增建 MSC 为北京 TMSC/MSC、沈阳 MSC、哈尔滨 MSC、济南 MSC 和呼和浩特 MSC 备用, 形成 5:1 备份模式; 武汉增建 MSC 为武汉 TMSC/MSC、南宁 MSC、广州 MSC、南昌 MSC、上海 MSC 和郑州 MSC 备用, 形成 6:1 备份模式; 西安增建 MSC 为西安 TMSC/MSC、成都 MSC、昆明 MSC、兰州 MSC、乌鲁木齐 MSC、西宁 MSC 和拉萨 MSC 备用, 形成 7:1 备份模式; 太原增建 MSC 为太原 MSC 备份, 形成 1:1 备份模式。具体内容详见图 1。

3.2 备份MSC规模容量

北京备份 MSC 取北京、沈阳、哈尔滨、济南和呼和浩特 5 个主用 MSC 容量最大者; 武汉备份 MSC 取武汉、南宁、广州、南昌、上海和郑州 6 个主用 MSC 规模容量最大者; 西安备份 MSC 取西安、成都、昆明、兰州、乌鲁木齐、西宁和拉萨 7 个主用 MSC 规模容量最大者; 太原备份 MSC 与主用 MSC 的规模容量完全相同。

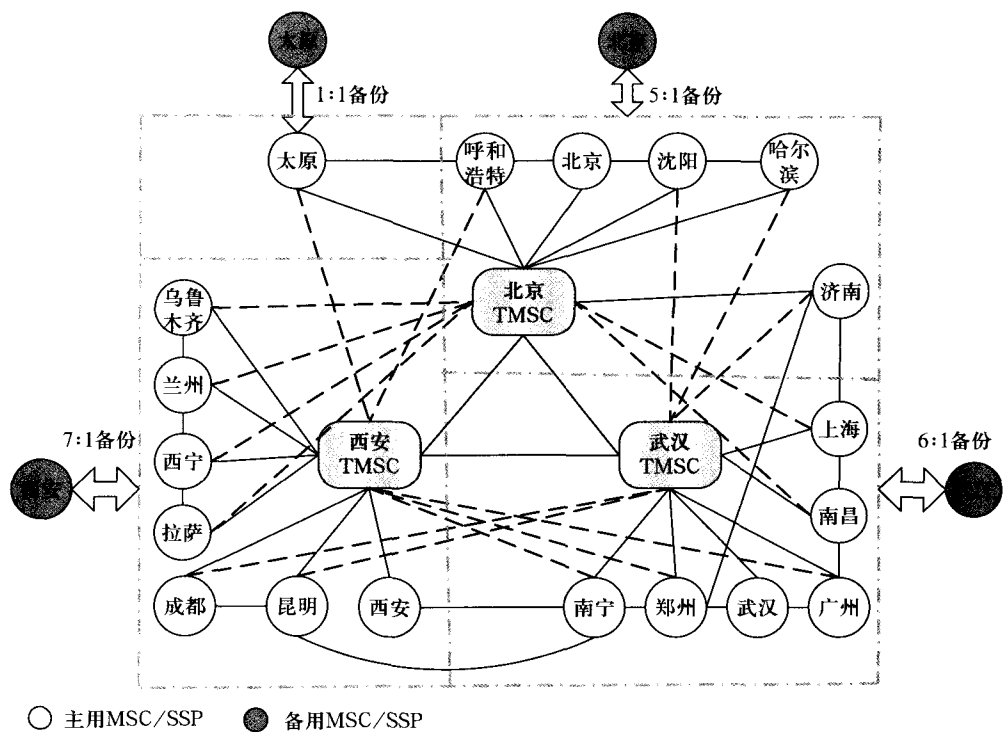


图1 GSM-R核心网优化结构示意图

根据上述要求，确定备份 MSC 的用户容量：北京 8.3 万用户、武汉 4.2 万用户、西安 4 万用户、太原 3.6 万用户。

3.3 与应用系统的连接

备份 MSC 与所备份地 RBC 连接，实现 GSM-R 系统为列控系统提供透明传输通道。

备份 MSC 与所备份地 AN 地面节点设备连接，实现 GSM-R 系统为同步操控系统提供透明传输通道。

3.4 与铁路数字调度通信网的连接

MSC 备份网络与铁路数字调度通信网之间的长途路由由 GSM-R 网负责组织。备份 MSC 与所备份地数字调度交换机连接，实现 GSM-R 网络与铁路数字调度通信网之间的互联互通。

3.5 与铁路固定电话交换网（PSTN）的互联互通

MSC 备份网络与铁路 PSTN 之间的路由组织采取发端入网方式。备份 MSC 兼关口局 GMSC 与本地铁路固定电话交换机连接，实现 GSM-R 网络与铁路固定电话交换网的互联互通。

3.6 HLR的冗余备份

大秦线、胶济线和青藏线 GSM-R 系统工程先于北京、武汉核心网的建设，为了保证上述工程的顺利实施，太原、济南和西宁 3 个节点设置了 HLR 设

备，主要用于大秦线、胶济线和青藏线 GSM-R 移动用户的数据管理。目前北京、武汉已设置 HLR 设备，为全网 GSM-R 移动用户服务，并互为异地冗余备份。

鉴于太原、济南和西宁 HLR 设备已投入运营，为了充分利用现有设备，保护工程投资，进一步提高大秦线、胶济线和青藏线 GSM-R 系统的可靠性，建议保留太原、济南和西宁 HLR 设备，作为北京、武汉 HLR 设备的冗余备份，建立大秦线、胶济线和青藏线 GSM-R 移动用户数据的多重备份。

3.7 SSP的冗余备份

SSP 与所在地的 MSC 合设，其设置地点及备份方案同 MSC。

4 结束语

随着 GSM-R 网络的大规模、快速发展与建设，进行 GSM-R 核心网网络优化，建立核心网的冗余备份机制非常必要。GSM-R 是加快新建网络开通，方便网络维护管理，缓解运输压力，提高运输生产能力的有效措施，是实现列车控制和机车同步操控信息传送的前提和保证。

(收稿日期：2010-02-06)