

文章编号: 1674—8247(2023)03—0006—05

DOI: 10. 12098/j. issn. 1674 - 8247. 2023. 03. 002

铁路 GSM-R 系统国际互联互通技术方案研究

林建平

(中铁二院昆明勘察设计研究院有限责任公司, 昆明 650200)

摘 要:随着 GSM-R 系统在铁路移动通信业务中的广泛应用, GSM-R 网络在国内各铁路线大量部署, 承载着铁路办公、运输生产、维护管理等业务。随着海外铁路项目的大力建设, 出现部分与中国铁路接壤的国际铁路, 为满足直通列车移动业务、运营维护管理等需求, 本文结合 GSM-R 网络原理、工程经验、常用设备的技术方案等, 从 GSM-R 网络的组网结构、业务需求、国际互联互通等多个方面对 GSM-R 系统的互联互通技术方案进行研究并给出建议方案。

关键词: GSM-R; 核心网; 国际互联互通

中图分类号: U284. 48 **文献标识码:** A

A Study on International Interoperability Technical Scheme of Railway GSM-R System

LIN Jianping

(Kunming Branch of China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd., Kunming 650200, China)

Abstract: With the wide application of the GSM-R system in railway mobile communication services, the GSM-R network is rapidly deployed in various domestic railway lines for services such as railway office, transportation, and maintenance management. In addition, with the vigorous construction of overseas railway projects, some international railways connecting China have emerged. In order to meet the requirements of mobile services, operation, and maintenance management of through trains, this paper studies the interconnection technical scheme of the GSM-R system from the networking structure, service requirements, international interconnection, and other aspects of the GSM-R network in combination with the principle of GSM-R network, engineering experience, technical scheme of common equipment and gives suggestions.

Key words: GSM-R; core network; international connectivity

1 中国 GSM-R 网络部署概况

GSM-R 系统由网络子系统 NSS、无线子系统 BSS、运营与支撑子系统 OSS 和终端 4 个部分组成。目前, 中国国家铁路集团有限公司 GSM-R 全网划分为二级网络结构, 分别是移动汇接交换中心 TMSC 和核心网

节点。TMSC 分别设在北京、武汉和西安, 负责转接长途话务; 在北京、武汉、上海、广州等铁路局共建设 19 个核心网节点^[1], 各节点设置移动交换中心 MSC、服务 GPRS 支持节点 SGSN、网关 GPRS 支持节点 GGSN、GPRS 接口服务器 GRIS 等设备。各铁路局级核心网节点通过主备路径与临近的 2 个 TMSC 相连。

收稿日期: 2023-04-14

作者简介: 林建平(1975-), 男, 高级工程师。

引文格式: 林建平. 铁路 GSM-R 系统国际互联互通技术方案研究[J]. 高速铁路技术, 2023, 14(3): 6-10.

LIN Jianping. A Study on International Interoperability Technical Scheme of Railway GSM-R System [J]. High Speed Railway Technology, 2023, 14(3): 6-10.

在北京、武汉 2 个节点分别设置信令转节点 STP 和全路网共享设备,进行信令转接^[2]并面向全路提供服务,采用 2+2 异地冗余备份的方式组网,如图 1 所示。

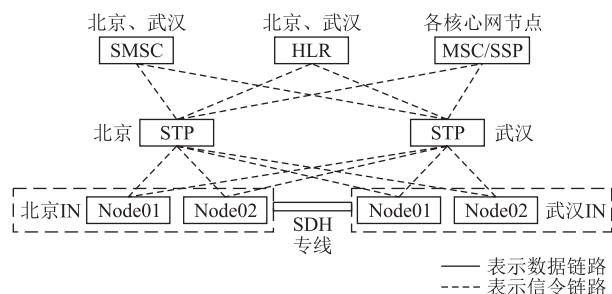


图 1 中国 GSM-R 核心网组网示意图

2 GSM-R 核心网主要设备

NSS 主要由移动交换子系统 SSS、移动智能网子系统 IN 和通用分组无线业务子系统 GPRS 3 部分构成^[3],灰色标注为核心网构成示意,如图 2 所示。

2.1 移动交换中心 MSC

MSC 是网络的核心,负责用户的移动性管理和呼叫控制,提供与其他通信网络的接口。MSC 是对位于其覆盖区域中的移动台进行话路交换和控制的功能实体,也提供移动通信系统与其他系统之间的接口。MSC 不仅可实现移动用户呼叫接入、信道分配、呼叫接续、话务量控制、基站管理等,还可实现无线子系统、MSC 之间的切换和无线资源管理、移动性管理

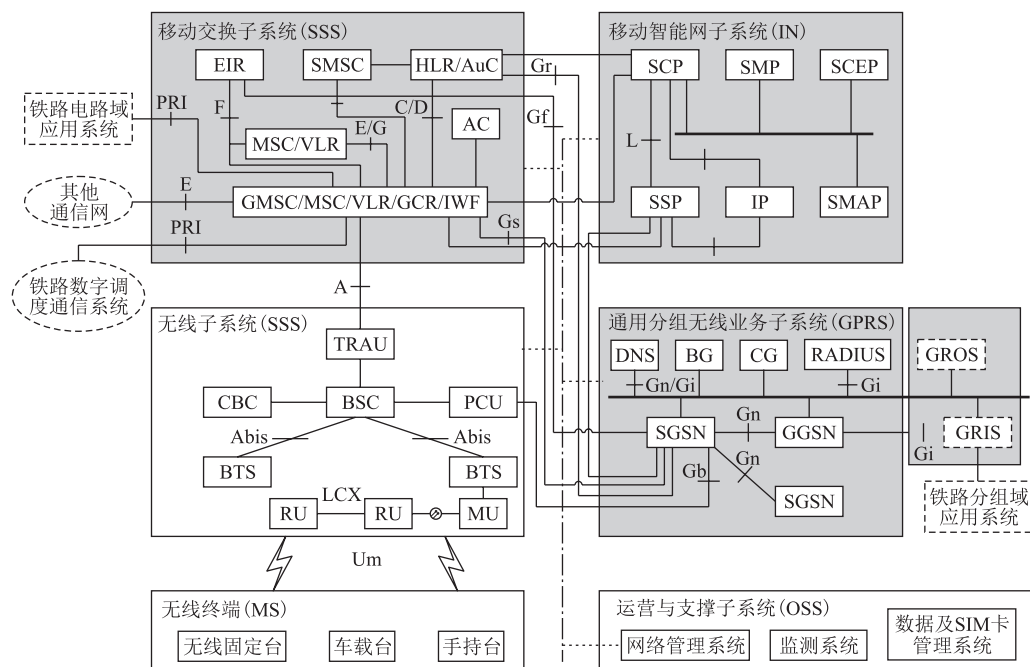


图 2 GSM-R 系统构成示意图

等,并且能提供面向系统其他功能实体和面向固定网的接口功能。MSC 网元与核心网系统中其他网元协同工作,完成移动用户的位置登记、越区切换和漫游、合法性检查等功能。

2.2 归属位置寄存器 HLR

HLR 是一个负责管理移动用户的数据库,为 CS 域和 PS 域共用设备,存储本归属区所有移动用户数据,如识别标志、位置信息、签约业务等。当用户漫游时,HLR 接收新位置信息,当用户被呼叫时,HLR 提供路由信息。

2.3 移动智能网子系统 IN

智能网子系统由业务交换节点 SSP、智能外设 IP、业务控制点 SCP、业务管理点 SMP 业务管理接入点

SMAP 以及业务环境接入点 SCEP 等设备组成。智能网将网络交换和业务控制功能相分离,实现对呼叫的智能控制。

SSP 包括 GSM 业务交换节点和 GPRS 业务交换节点,具有业务交换功能,可检测出智能业务的请求,并与 SCP 进行通信,对 SCP 的请求做出响应。SCP 具有业务控制和业务数据功能,通过对 SSP 发出指令,完成对智能业务接续和计费的控制。

2.4 通用分组无线业务子系统

通用分组无线业务子系统负责为无线用户提供分组数据承载业务。SGSN 为 MS 服务的 GPRS 支持节点,包括移动性管理、寻路等功能;GGSN 主要起网关作用,实现路由选择、与外部网络协议转换等功能;

DNS 负责提供 GPRS 网内部 SGSN、GGSN 等网络节点的域名解析等;RADIUS 负责存储用户的身份信息,并完成用户的认证和鉴权等功能。

3 核心网建设方案

随着海外铁路项目的大力建设,出现部分与中国铁路接壤的国际铁路,其无线通信系统采用国际标准 GSM-R 系统。本文结合运维管理及业务需求进行核心网建设方案分析。其中部分接壤铁路采用中国代维的运维管理模式,且近期用户量较少,该类型铁路近期可共用中国核心网,不单独新设核心网,后期根据业务需求增设。

此外,部分接壤铁路采用自管自营的维护管理模式,且近期用户数量较少,可根据实际铁路业务需求以及核心网设备功能,设置小型独立核心网,满足开通及运营的基本需求,远期再根据需求进行升级改造。以中老铁路为例进行分析,目前老挝境内尚未设置 GSM-R 核心网。在尊重两国主权、确保网络安全、保障列车安全运行的前提下,根据业务需求,中老铁路设置独立核心网。独立核心网主要包括 MSC/VLR、HLR/AuC、SCP、SSP、DNS、SGSN、GGSN、GRIS、GROS 等设备,各核心网设备均不做冗余配置。其中,中老铁路语音调度及数据业务可由相关分组域及电路域网元实现^[4],近期可暂不设置 SMSC 设备。另外,鉴于近期老挝境内铁路用户量较小,可暂将 Radius 设备的用户认证等功能集成在 HLR 设备中,在 HLR 中写入 GPRS 用户数据,届时本地 GPRS 用户在 HLR 进行认证和鉴权,Radius 的 IP 地址分配功能集成在 SGSN 中,暂不单独设置 Radius 网元。

对于线路较长且用户量较大的独立运维接壤铁路,根据业务需求可采取设置完整独立核心网的建设方案,考虑网络稳固安全,各核心网设备做冗余配置。

4 GSM-R 系统国际互联方案

对于与中国接壤且单独设置 GSM-R 系统核心网的国际铁路,根据其开行列车的方式以及运维管理模式进行 GSM-R 系统互联方案的研究^[5]。

部分海外铁路不开行跨境直通套跑列车,口岸站间通过其他方式进行列车调度通信,该类型铁路 GSM-R 系统可采取完全不互联的方案。对于开行直通套跑列车的海外铁路,为满足开行跨境列车无线通信业务的需要^[6],可采取口岸站互联和 GSM-R 系统互联 2 种方案。口岸站互联即在两国口岸站设置双套车站 GSM-R 设备及天馈线系统,其中 1 套 GSM-R

设备连接至本国的 GSM-R 系统,另外 1 套 GSM-R 设备连接至对方的 GSM-R 系统,通过相互覆盖的方式进行物理互联,本方案满足行车指挥通信的基本要求。

为进一步提高运维效率,可进行 GSM-R 系统国际互联互通。本文以中老铁路为背景,对 GSM-R 核心网国际互联互通方案进行了分析。中老铁路是起于昆明,途径老挝、泰国、马来西亚至新加坡泛亚铁路中通道的重要组成部分。目前中老铁路已建成,万象—曼谷—马来西亚—新加坡的米轨铁路已经贯通,泛亚中线通道已全部贯通(南端为米轨)。

根据中国铁路以及中老铁路 GSM-R 系统核心网设备的设置情况,中老铁路 GSM-R 系统与中国 GSM-R 系统可采用以下互联方案。

4.1 电路域互联

(1) 互联方案 I

中老铁路 GSM-R 网络核心网设备均未做冗余配置,可设置 1 套 STP 信令转接点与中国 GSM-R 网络在武汉设置的 STP 进行对接,可实现信令转接,满足业务需求。中老铁路 GSM-R 网络设置的 1 套 MSC 与中国 GSM-R 网络在武汉设置的 TMSC 进行连接。中老铁路 STP 与武汉 STP 进行 16 条七号信令链路连接,中老铁路 MSC 与武汉 TMSC 进行 8 个 E1 的话路连接,需要提供 8 个 2M,每个 2M 提供 30 个话路,如图 3 所示。

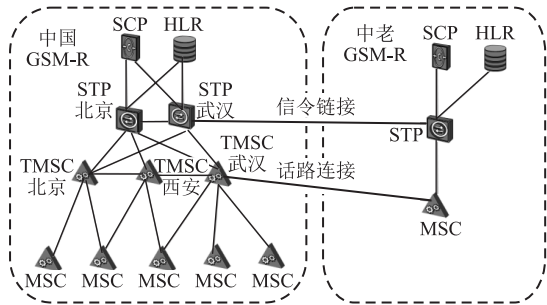


图 3 电路域互联示意图 I

(2) 互联方案 II

根据中老铁路的地理位置,中老铁路设置的 MSC 可直接与中国 GSM-R 网络在昆明设置的 MSC 进行互联。本方案昆明铁路局 MSC 需要支持并开启话路和信令转接功能,昆明铁路局 MSC 作为关口 GMSC 完成信令、话路转接功能,如图 4 所示。

中老铁路 MSC 与昆明 MSC 进行 16 条七号信令链路连接,中老铁路 MSC 与昆明 MSC 进行 8 个 E1 的话路连接,需要提供 8 个 2M,每个 2M 提供 30 个话路。

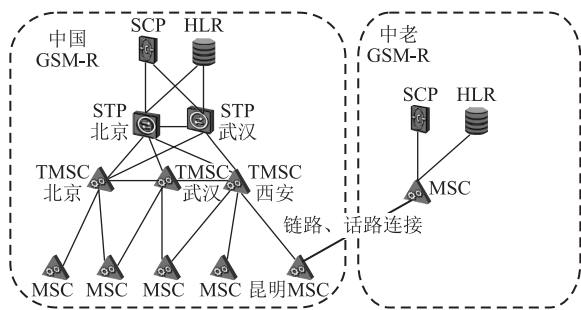


图 4 电路域互联示意图 II

4.2 分组域互联

(1) 互联方案 I

中老铁路设置的 1 套 DNS 与中国 GSM-R 网络在武汉设置的 DNS 互联,当中国 GPRS 用户漫游至老挝时,老挝 SGSN 通过老挝 DNS 向中国武汉 DNS 查询归属其 GGSN,如图 5 所示。

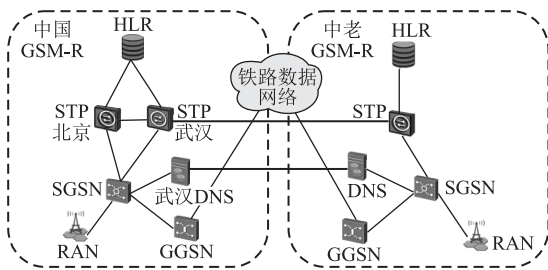


图 5 分组域互联示意图 I

(2) 互联方案 II

中老铁路设置的 SGSN 与中国 GSM-R 网络在昆明设置的 SGSN 互联,需开放中国和老挝 GPRS 网络中 Gi 和 Gn 接口。当中国 GPRS 用户漫游至老挝时,老挝 SGSN 通过昆明 SGSN 向武汉 HLR 请求用户鉴权,老挝 SGSN 通过昆明 SGSN 向中国武汉 DNS 查询归属其 GGSN,如图 6 所示。

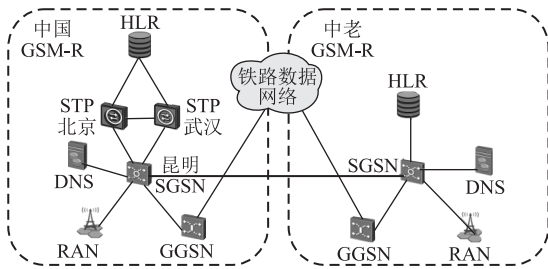


图 6 分组域互联示意图 II

以上各图中互联示意仅表示逻辑上的互联,物理上可共用国际传输通道。可在中国、老挝两端各自设置设备之前设置实体防火墙进行网络隔离,保证网络

安全。

4.3 智能网建设

(1) 非互联方案

中国铁路 GSM-R 智能网与中老铁路智能网不进行互联,中老铁路的所有智能网业务数据包括短号码数据、小区数据、功能号数据、FSA 数据等均需写入中国在北京和武汉设置的 SCP 中。当用户漫游至老挝时,回中国北京和武汉设置的 HLR、SCP 进行功能号查询、功能号呼叫、位置寻址呼叫等业务。此方案中,若中老铁路的数据有变化,需要同时将数据更新至中国。

(2) 互联方案

中国武汉的 HLR、SCP 与中老铁路设置的 HLR、SCP 互联。用户在所在地的 HLR、SCP 完成功能号查询、功能号呼叫、位置寻址呼叫等业务。此方案中,需将漫游至老挝(漫游至中国)的用户的功能号及中国和老挝口岸站 GSM-R 网络切换区的相邻 2 小区的小区信息写入对方的 SCP 中。

4.4 跨 MSC 切换

当中国 GSM-R 用户正处于通话中且需要切换至国际铁路 GSM-R 网络时,主要涉及 MSC/VLR、HLR 等核心网网元。GSM-R 用户通过 MSC 及 VLR 获得切换号码与即将切换的 GSM-R 网络基站子系统建立路由路径,接入新的 GSM-R 网络,如图 7 所示。

5 结论

本文对国际铁路 GSM-R 网络的互联方案进行了研究,结论如表 1 所示。

表 1 国际铁路 GSM-R 网络的互联方案表

序号	互联方案	适用场景	方案优缺点
1	完全不互联	未开行跨境直通套跑列车,口岸站间通过其他方式实现列车调度通信	两国 GSM-R 网络完全独立,互不影响,更安全可靠
2	口岸站互联	开行跨境直通套跑列车,两国均在口岸站间配置行车指挥等作业人员	两国 GSM-R 网络通过物理隔离,完全独立。跨境列车配置 2 套 CIR 设备或配置双卡的 CIR。工程实施难度小
3	完全互联	开行跨境直通套跑列车,有较高的运维效率要求	两国 GSM-R 网络完全互联,需进一步加强两国的网络安全管理。运维管理更高效,工程实施难度大

结合中老铁路的运维管理模式及业务需求,老挝设置独立核心网,采取的互联方案为口岸站互联方案,工程实施较为简单。若实现完全互联需增设 STP、

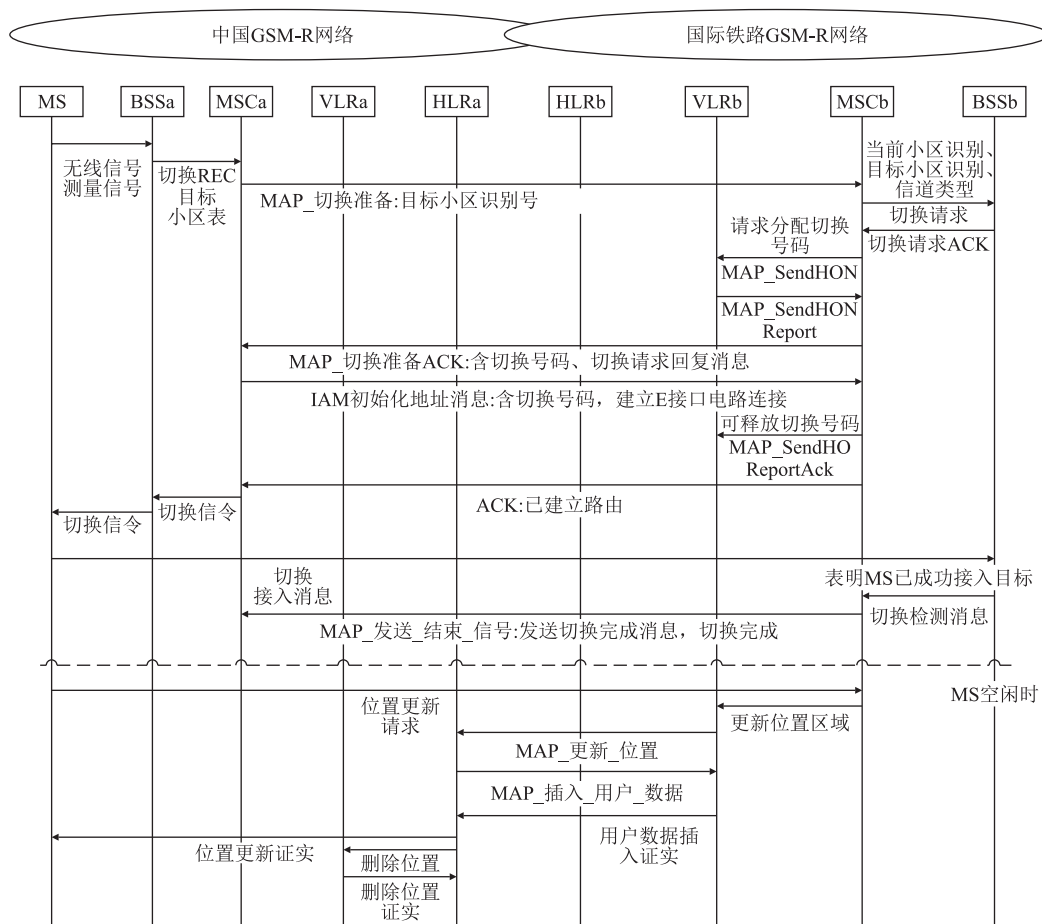


图 7 跨 MSC 切换流程图示意图

TMSC 等核心网转接设备,修改北京、武汉的核心网数据,工程实施难度较大。

综上所述,本文结合 GSM-R 网络现行规范、工程经验、设备功能等,从 GSM-R 网络的组网结构、核心网建设、国际互联方案等方面对 GSM-R 系统的国际互联互通技术方案进行了研究和分析,对相关从业人员的设计生产工作具有一定的指导意义。

参考文献:

[1] 吴克非. 中国铁路 GSM-R 移动通信系统设计指南 [M]. 北京: 中国铁道出版社, 2008.

WU Kefei. Design Guide for China Railway GSM-R Mobile Communication System [M]. Beijing: China Railway Publishing House, 2008.

[2] 中华人民共和国铁道部. 铁路 GSM-R 数字移动通信系统工程设计暂行规定 [M]. 北京: 中国铁道出版社, 2007.

Ministry of Railways of the People's Republic of China. Interim Regulations on Engineering Design of Railway GSM-R Digital Mobile Communication System [M]. Beijing: China Railway Publishing

House, 2007.

[3] TB 10088 - 2015 铁路 GSM-R 数字移动通信系统工程设计规范 [S].

TB 10088 - 2015 Code for Design of Railway Digital Mobile Communication System GSM-R [S].

[4] 沈俊毅. GSM-R 核心网冗余实施方案研究 [J]. 铁路通信信号工程技术, 2017, 14(2): 39 - 41, 53.

SHEN Junyi. Research on Redundancy Implementation Scheme of GSM-R Core Network [J]. Railway Signalling & Communication Engineering, 2017, 14(2): 39 - 41, 53.

[5] 刁蓬芝, 钟章队. 北京、济南 GSM-R 核心网互联互通方案研究 [J]. 铁路计算机应用, 2008, 17(12): 32 - 35.

DIAO Pengzhi, ZHONG Zhangdui. Research on Scheme of Beijing and Jinan GSM-R Core Network Intercommunication [J]. Railway Computer Application, 2008, 17(12): 32 - 35.

[6] 丁建文, 杨焱, 钟章队. 浅析铁路 GSM-R 系统互联互通及测试 [J]. 移动通信, 2007, 31(9): 52 - 55.

DING Jianwen, YANG Yan, ZHONG Zhangdui. Analysis on Interconnection and Testing of Railway GSM-R System [J]. Mobile Communications, 2007, 31(9): 52 - 55.