

中国铁路GSM-R 移动通信系统设计指南

铁道部工程设计鉴定中心 编著
北京全路通信信号研究设计院

ZHONGGUO TIELU GSM-R YIDONG
TONGXIN XITONG SHEJI ZHINAN

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

中国铁路 GSM-R 移动通信系统 设计指南

铁道部工程设计鉴定中心
北京全路通信信号研究设计院 编著

中国铁道出版社
2008年·北京

内 容 简 介

本书按照国家和铁道部有关技术标准、规范的要求,结合国内外研究成果和建设经验,根据我国铁路工程设计的需要,阐述了中国铁路 GSM-R 移动通信系统的系统组成、设计程序和文件内容组成,以及 GSM-R 系统设计所涉及的各子系统设计原则、设备技术指标;列举了青藏、大秦和胶济线等铁路 GSM-R 系统工程设计方案。

本书可作为 GSM-R 网络设计、建设、管理和维护等技术人员工具参考书。

图书在版编目(CIP)数据

中国铁路 GSM-R 移动通信系统设计指南/铁道部工程设计鉴定中心,北京全路通信信号研究设计院编著. —北京:中国铁道出版社,2008. 10
ISBN 978-7-113-09130-9

I. 铁… II. ①铁…②北… III. 铁路通信:移动通信—通信系统—系统设计 IV. U285.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 143158 号

书 名: 中国铁路 GSM-R 移动通信系统设计指南

作 者: 铁道部工程设计鉴定中心
北京全路通信信号研究设计院

责任编辑: 魏京燕 电话: 51873115 电子信箱: dianwu@vip.sina.com

编辑助理: 朱雪玲

封面设计: 薛小卉

责任校对: 张玉华

责任印制: 李 佳

出版发行: 中国铁道出版社 (100054, 北京市宣武区右安门西街 8 号)

网 址: <http://www.tdpress.com>

印 刷: 北京盛通印刷股份有限公司

版 次: 2008 年 10 月第 1 版 2008 年 10 月第 1 次印刷

开 本: 850 mm × 1 168 mm 1/32 印张: 11.875 字数: 316 千

书 号: ISBN 978-7-113-09130-9/TN · 168

定 价: 56.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社读者服务部调换。

电 话: 市电 (010) 51873170 路电 (021) 73170 (发行部)

打击盗版举报电话: 市电 (010) 63549504 路电 (021) 73187

编辑委员会

主 编:吴克非

副 主 编:谢 宏 曾祥兵

编 委:李国斌 刘丽华 张钦军 钟章队 马 芳
姜永富 穆建成 尹福康 张毅刚 路长平
段永奇 冯敬然 赵树学 刘建宇 蔺 伟
林 木

参编人员:邸士萍 王 芳 陈 刚 石 波 李 莉
马 君 魏 炼 董雪霏 刘盛尧 刘 森
孙传斌 孔 鹏 韩 冰 余亚芳 周震宇
汉继军 李 黎 王 丹 向志华 刁蓬芝
方 嫵 张 宪 杨 琪 胡晓红 刘立海
刘子文 张 健 李建兵 李国盛 焦晓辉
唐剑群 翟旺勋 公茂进 吴书伟 穆 潇

主编单位:铁道部工程设计鉴定中心
北京全路通信信号研究设计院

参编单位:中铁第四勘察设计院集团有限公司
中铁二院工程集团有限公司
中铁第一勘察设计院集团有限公司
铁道第三勘察设计院集团有限公司
中铁电化集团北京电信研究试验中心有限公司
北京电铁通信信号设计院
中铁第五勘察设计院集团有限公司

序

根据我国《中长期铁路网规划》和《铁路“十一五”规划》，到2020年我国铁路运营里程将达到120 000 km以上。作为铁路建设的重要内容之一，铁路移动通信系统也将同步建设。根据铁道部《铁路GSM-R数字移动通信系统网络技术规划》和铁路建设的要求，将建成GSM-R核心网北京、武汉、西安、广州、上海、哈尔滨、南昌、成都等节点；建成覆盖客运专线等铁路的GSM-R网络。

铁路GSM-R系统建设本着“统一规划、分步实施”的原则进行全网建设。青藏、大秦、胶济、合宁和京津城际铁路GSM-R网络已经建成；北京、武汉、西安、广州GSM-R核心网节点已经批准建设；武广、郑西、京沪、石太、哈大、沿海通道、沪汉蓉通道、京九、太中银等铁路GSM-R网络正在建设中。再经过几年的努力，我国铁路的GSM-R网络将初步形成。

铁路GSM-R网络是铁路运输生产指挥的重要通信手段之一，也是铁路通信的关键技术，为了有效控制铁路GSM-R网络工程建设质量，必须从设计工作的源头抓起。本着总结工程经验、提高设计水平、统一设计标准的原则，为规范、指导铁路GSM-R移动通信系统设计，鉴定中心组织以设计院为主的15个单位近50人参加，经过多次设计研讨、交流，专家审查会，对本书进行反复讨论和修改，历时一年半的时间编写完成。

《中国铁路GSM-R移动通信系统设计指南》这一专业著作，总结了我国铁路GSM-R系统设计的经验和成果，本书包括GSM-R系统组成、设计程序和文件组成、设计方法、工程设计实例、设备技术指标等，内容丰富，实用性、针对性强。为从事GSM-R网络设计、建设、管理、和维护等科技人员提供了一本优秀的工具参考书，填补了中国铁路GSM-R移动通信系统设计教材的空白。对建设

铁路 GSM-R 网络设计、建设等提供了有益的借鉴和指导作用。

当前,我国铁路发展正处在黄金机遇期,也是铁路 GSM-R 快速发展期,希望广大工程建设者和研究、设计、维修技术人员,积极探索、总结经验,不断提高我国铁路 GSM-R 网络建设水平,为实现铁路现代化贡献自己的智慧和力量。

和 建

二〇〇八年九月

前 言

国务院审议通过的《铁路中长期铁路网规划》,到 2020 年铁路里程将达到 120 000 km 以上。随着我国铁路大规模建设的推进,作为铁路建设的重要内容之一,我国铁路 GSM-R 网络建设也取得了重大进展。经过广大工程技术人员努力,已经建成了青藏、大秦、胶济、合宁和京津城际铁路 GSM-R 网络。正在建设武广、郑西、京沪、石太、哈大、沿海通道、沪汉蓉通道、京九、太中银等铁路 GSM-R 网络。为了总结铁路 GSM-R 工程经验,提高设计水平,指导、规范铁路 GSM-R 移动通信系统设计,铁道部工程设计鉴定中心组织北京全路通信信号研究设计院,中铁第一、四、五勘察设计院集团有限公司,中铁二院工程集团有限公司,铁道第三勘察设计院集团有限公司、中铁电化集团北京电信研究试验中心有限公司和北京电铁通信信号设计院等单位的工程设计人员和专家编写了本册《中国铁路 GSM-R 移动通信系统设计指南》,希望能够对我国铁路 GSM-R 技术的发展起到积极地推动作用。

根据国内外的研究成果和建设经验,我国相继制定了《铁路 GSM-R 数字移动通信系统网络技术规划》、《铁路 GSM-R 数字移动通信系统工程设计暂行规定》等文件。本书是按照国家和铁道部有关技术标准、规范的要求,结合铁路工程设计需要编制的,介绍了中国铁路 GSM-R 数字移动通信网的组成、GSM-R 设计程序和文件内容组成,阐述了 GSM-R 系统设计所涉及的各子系统的设计原则和方案,是 GSM-R 网络设计、建设、管理和维护技术人员的重要参考书。

本书由铁道部工程设计鉴定中心、北京全路通信信号研究设计院组织编写,由铁道部吴克非主编。参加编写的单位有中铁第一勘察设计院集团有限公司、中铁二院工程集团有限公司、铁道第

三勘察设计院集团有限公司、中铁第四勘察设计院集团有限公司、中铁第五勘察设计院集团有限公司、中铁电化集团北京电信研究试验中心有限公司、北京电铁通信信号设计院。

本书的编写还得到了铁道部运输局、科技司、铁科院、北京交通大学等单位领导和专家的指导,以及华为、诺西、北电和泰通等公司的大力支持。在此向参加本书编写、审核的单位和有关人员表示衷心的感谢。

本书系首次编制,随着铁路移动通信网络和业务的发展,目前确定的方案还将继续完善、升级并制定后续的相关标准、规范等。各单位若发现需要修改和补充之处,请及时将意见及有关资料寄交主编单位北京全路通信信号研究设计院(北京市丰台区华源一里18号楼,100073),并抄送铁道部工程设计鉴定中心(北京市复兴路10号,100844),以供今后修订时参考。

作 者

二〇〇八年九月

目 录

1 系统概述	1
1.1 系统组成	1
1.2 系统功能	7
1.3 服务质量及指标	8
2 设计程序和文件内容组成	14
2.1 设计程序	14
2.2 设计文件的内容和要求	16
3 GSM-R 工程的分工界面	26
3.1 GSM-R 系统与外部系统之间的分工界面	26
3.2 GSM-R 系统与其他通信系统之间的分工界面	27
3.3 GSM-R 系统内部各子系统之间的分工界面	27
4 交换子系统	29
4.1 系统构成	29
4.2 网络结构	29
4.3 网络组织	32
4.4 电路群设置原则	33
4.5 中继方式	34
4.6 网间互联互通	38
4.7 用户容量	39
4.8 扩容及在线升级能力	40
4.9 设备配置	41
4.10 主要工程数量表	41
4.11 主要设备技术指标	41
4.12 GSM-R 线路接入的有关问题	42
5 智能网子系统	43

5.1	系统功能	43
5.2	网络结构	45
5.3	网络组织	48
5.4	系统冗余方式	49
5.5	系统能力	50
5.6	核心节点智能网扩容方案	53
5.7	接口和信令	56
5.8	设备配置	58
5.9	编号方案	59
5.10	主要工程数量表	59
5.11	主要设备技术指标	59
6	GPRS 子系统	61
6.1	系统功能	61
6.2	网络结构	61
6.3	网络组织	63
6.4	规模容量	63
6.5	与其他核心节点的接入方案	64
6.6	核心节点扩容方案	64
6.7	接口和信令	65
6.8	设备配置	67
6.9	编号方案	68
6.10	主要工程数量表	68
6.11	主要设备技术指标	69
7	短消息中心	70
7.1	系统结构	70
7.2	基本功能和业务	71
7.3	规模容量	71
7.4	扩容方案	74
7.5	接口和信令	75
7.6	系统可靠性和信息安全性要求	76

7.7	设备配置	77
7.8	主要工程数量表	80
7.9	主要设备技术指标	81
8	无线子系统	82
8.1	系统结构	82
8.2	系统指标	83
8.3	覆盖范围	84
8.4	无线覆盖方式	84
8.5	基站覆盖	88
8.6	弱场覆盖	93
8.7	越区切换	112
8.8	容量设计	113
8.9	频率规划	119
8.10	站址选择	124
8.11	天馈线系统设计	125
8.12	室内分布系统	130
8.13	网络扩容	133
8.14	接口和信令	138
8.15	设备配置	140
8.16	主要工程数量表	141
8.17	基站设备主要技术指标	143
8.18	直放站设备主要技术指标	143
8.19	漏缆主要技术指标	147
8.20	RAMS 分析	147
9	编组站的系统设计	149
9.1	业务类型及实现方案	149
9.2	覆盖	152
9.3	频率规划	152
10	终端	153
10.1	终端类别	153

10.2	配置原则	154
10.3	编号	155
10.4	主要工程数量表	156
10.5	终端设备主要技术指标	156
11	SIM 卡管理	157
11.1	系统功能	157
11.2	组织管理结构及职能	157
11.3	系统结构	157
11.4	路由组织	159
11.5	数据导入	159
11.6	扩容方案	159
11.7	主要工程数量表	160
11.8	SIM 卡管理系统主要设备技术指标	160
12	支撑系统	161
12.1	信令网	161
12.2	同步网	174
12.3	网管系统	176
13	电源、机房、铁塔、环监等配套设施及仪器仪表	186
13.1	电源	186
13.2	机房	187
13.3	铁塔	190
13.4	电源及环境监控系统	193
13.5	仪器仪表	194
14	防雷接地	195
14.1	通用规定	195
14.2	交换中心的防雷与接地	198
14.3	基站(直放站)的防雷与接地	199
15	传输系统	202
15.1	概述	202
15.2	GSM-R 对传输系统的要求	202

15.3 传输系统保护方案	203
16 维修组织	205
16.1 机构设置	205
16.2 房屋定员	205
17 编号方案	206
17.1 编号方案	206
17.2 基站(直放站)施工图设计编号及标识	218
17.3 需要说明的问题	219
17.4 大秦线 GSM-R 工程编号方案	219
17.5 胶济线 GSM-R 工程编号方案	249
17.6 青藏线 GSM-R 工程编号方案	257
18 GSM-R 主要设备技术指标	260
18.1 交换子系统主要设备技术指标	260
18.2 智能网子系统主要设备技术指标	266
18.3 GPRS 子系统主要设备技术指标	266
18.4 短消息中心主要设备技术指标	269
18.5 基站设备主要技术指标	270
18.6 直放站设备主要技术指标	272
18.7 漏泄同轴电缆主要技术指标	275
18.8 终端主要设备技术指标	276
18.9 SIM 卡主要设备技术指标	284
18.10 网管主要设备技术指标	290
18.11 交直流电源设备主要技术指标	295
19 系统测试、联调及网络优化	297
19.1 系统测试	297
19.2 系统联调	304
19.3 网络优化	305
20 设计实例	315
20.1 武广客运专线 GSM-R 设计方案	315
20.2 新丰镇编组站 GSM-R 设计方案	326

20.3 大秦线 GSM-R 设计方案	328
20.4 胶济线 GSM-R 设计方案	337
20.5 青藏线 GSM-R 设计方案	344
附录 1 GSM-R 设计图例	354
附录 2 名词术语	356
参考标准规范及文献	361

1 系统概述

1.1 系统组成

GSM-R 系统包括网络子系统(NSS)、基站子系统(BSS)、运行和业务支撑子系统(OSS/BSS)和终端设备等四个部分。其中,网络子系统包括移动交换子系统(SSS)、移动智能网(IN)子系统和通用分组无线业务(GPRS)子系统。GSM-R 系统结构及主要接口如图 1-1 所示。

1.1.1 移动交换子系统(SSS)

SSS 主要完成用户的业务交换功能以及用户数据与移动性管理、安全性管理所需的数据库功能。

SSS 由一系列功能实体构成,包括 MSC、VLR 和 HLR 等。各功能实体之间通过 No. 7 信令协议互相通信,各功能实体如下。

1. 移动业务交换中心(MSC)

MSC 是网络的核心,负责用户的移动性管理和呼叫控制,并提供与其他通信网络的接口。

MSC 功能在逻辑上可划分为 HMSC、VMSC 和 GMSC 三类。

(1)HMSC 是移动用户进行初始注册的 MSC。

(2)VMSC 是移动用户拜访地的 MSC,通过与其他功能实体配合,负责完成管辖范围内的基本呼叫业务的处理,同时根据用户的补充业务签约情况激活相应的补充业务处理,负责对用户鉴权、位置登记、切换流程的处理。

(3)GMSC 是 GSM-R 系统与其他通信网之间的接口,同时具有查询位置信息的功能。

2. 拜访位置寄存器(VLR)

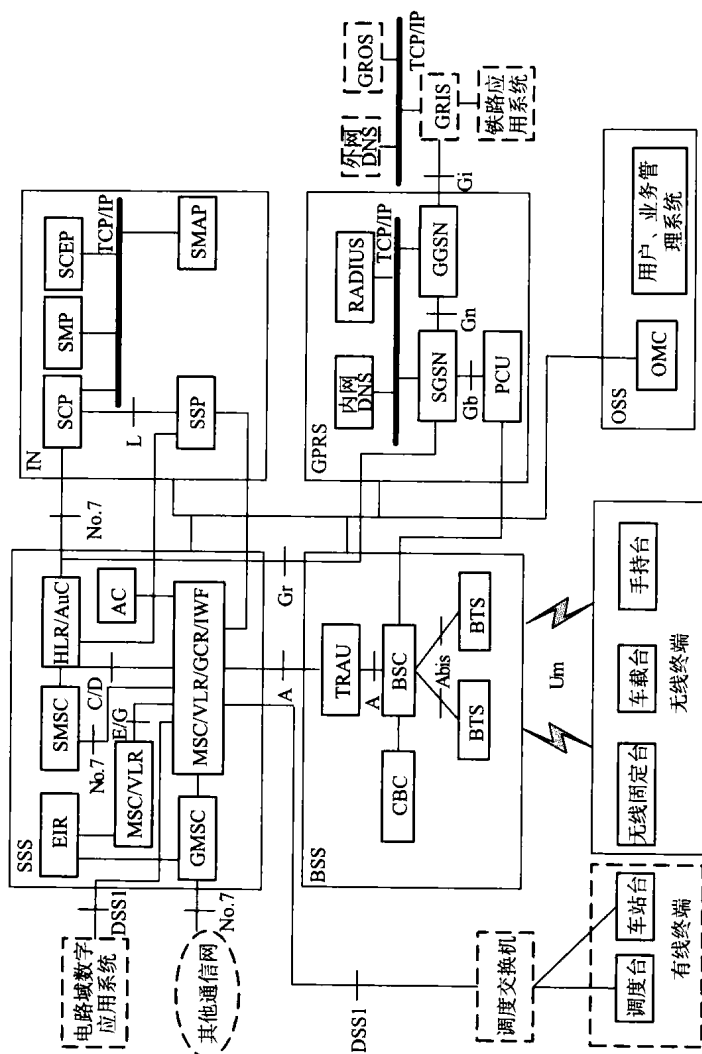


图 1-1 GSM-R 系统构成示意图

注：1. 图中实线表示GSM-R系统，虚线表示其他系统。

2. GRIS、GROS、外网DNS是铁路应用系统与GPRS系统之间的集中接入平台，应符合铁道部相关技术规范的要求。

VLR 负责存储漫游用户的动态数据信息,为移动用户提供呼叫接续的必要数据。当 MS 漫游到一个新的 VLR 区域后,该 VLR 向 HLR 发起位置登记,并获取必要的用户数据;当 MS 漫游出控制范围后,VLR 删除该用户的临时数据信息。

3. 归属位置寄存器(HLR)

HLR 为 CS 域和 PS 域共用设备,是一个负责管理移动用户的数据库系统。HLR 存储本归属区的所有移动用户数据,如用户信息、位置信息、签约业务等。当用户漫游时,HLR 接收新位置信息,并要求前 VLR 删除用户所有数据。当用户被叫时,HLR 提供路由信息。

4. 鉴权中心(AuC)

AuC 为 CS 域和 PS 域共用设备,负责对用户的 IMSI 号进行鉴权,为移动台和网络之间在无线路径上的通信进行加密。每个 AuC 和对应的 HLR 关联,存储用户鉴权算法和加密信息,通过 HLR 将鉴权和加密数据发往 VLR、MSC 以及 SGSN,保证通信的合法和安全。

5. 设备寄存器(EIR)

负责存储移动设备识别号(IMEI)。IMEI 可被分为 3 类:白名单、黑名单和灰名单,网络根据用户的 IMEI 号所在的名单来决定是否为用户提供服务。

6. 互连功能单元(IWF)

IWF 是与 MSC 相关的功能实体,负责 GSM-R 网与其他相关应用系统的互连,提供不同网络与 GSM-R 网络之间的协议转换和速率适配。

7. 组呼寄存器(GCR)

负责存储组呼参考(组 ID、组呼区域)以及发起组呼的 MSC 是否负责处理呼叫的指示信息。当处理语音组呼和语音广播时, MSC 从 GCR 中获取小区列表等相应的属性。

8. 短消息服务中心(SMSC)

与 MSC 等功能实体互连,具有短消息的接收、存储和转发等功能,支持移动用户发起和终止的短消息。