

关于发布《铁路 GSM-R 数字移动通信工程施工技术指南》的通知

经规标准〔2007〕157 号

为提高铁路 GSM-R 数字移动通信工程施工技术水平,满足铁路工程建设需要,根据《铁路工程建设标准管理办法》(铁建设〔2004〕143 号)和《关于印发〈2004 年铁路工程建设规范定额标准设计编制计划〉的通知》(铁建设函〔2004〕42 号)的要求,铁道部经济规划研究院组织完成了《铁路 GSM-R 数字移动通信工程施工技术指南》(TZ 341—2007)的编制工作,现予发布,自发布之日起在铁路工程建设中推荐使用。施工企业应发挥自己的技术和管理优势,在上述施工技术指南基础上,研究制定更具体和系统的高标准企业施工标准。

各单位在使用过程中应结合工程实践,认真总结经验,积累资料。如发现需要修改和补充之处,请将意见或建议及时反馈我院。

《铁路 GSM-R 数字移动通信工程施工技术指南》由铁道部经济规划研究院组织中国铁道出版社出版发行。

铁道部经济规划研究院

二〇〇七年十一月二十二日

前 言

本技术指南是根据铁道部《关于印发〈2004 年铁路工程建设规范定额标准设计编制计划〉的通知》(铁建设函〔2004〕42 号)的要求编制而成。

本技术指南在编制过程中,认真总结我国铁路青藏线、大秦线、胶济线 GSM-R 工程经验,学习和借鉴国际铁路相关标准,依据《铁路 GSM-R 数字移动通信系统工程设计暂行规定》(铁建设〔2007〕92 号)和《铁路 GSM-R 数字移动通信施工质量验收暂行标准》(铁建设〔2007〕163 号),并参照了铁道部 GSM-R 体制、网络规划及相关产品标准等,重点对施工过程中的工艺、方法、措施和质量控制目标作出了规定,以指导铁路 GSM-R 工程的实施。本技术指南可以作为铁路 GSM-R 数字移动通信工程施工的指导性技术文件。

根据铁道部《铁路工程建设标准管理办法》(铁建设〔2004〕143 号)关于铁路工程建设标准体系调整的要求,为鼓励技术创新,促进技术进步,指导施工企业根据自身技术、装备、管理水平和市场定位需要制定技术要求更高、针对性更强、内容更为具体的企业标准,编制了本技术指南。本技术指南严格按照标准编制程序组织编制,组织路内外专家分别对编制大纲、征求意见稿、送审稿、报批稿进行了审查。

本技术指南共分 9 章,包括:总则,施工准备,天线杆(塔)与天线、馈线,线路建筑,室内设备安装,子系统调测,用户终端,电源、接地及防雷,系统调测等。

为了指导和统一施工测试,本技术指南条文说明给出了系统质量测试方法。

本技术指南系首次编制。在执行过程中，希望各单位认真总结经验，积累资料。如发现需要修改及补充之处，请及时将意见和有关资料寄交中国铁路通信信号上海工程公司（上海市江场西路 248 号，邮政编码：200436），并抄送铁道部经济规划研究院（北京市海淀区羊坊店路甲 8 号 邮政编码：100038），供今后修订时参考。

本技术指南主编单位：中国铁路通信信号上海工程公司。

本技术指南主要起草人：时 虎、李 春、王志麟、华桂东、李士寒、陈忠尧、冯燕媛、朱学伟、张文珪、钱伟勇、史新勇、沈 达、尹福康。

目 次

1	总 则	1
2	施工准备	3
2.1	一般规定	3
2.2	施工文件	5
2.3	施工调查	5
2.4	实施性施工组织设计	6
2.5	工程材料的采购、运输及贮存	7
2.6	施工机具及检测设备配置	8
2.7	施工人员的培训	8
3	天线杆（塔）与天线、馈线	9
3.1	一般规定	9
3.2	铁塔基础	10
3.3	杆（塔）体	11
3.4	天线、馈线	13
3.5	塔顶放大器	17
4	线路建筑	18
4.1	一般规定	18
4.2	漏泄同轴电缆	19
4.3	光缆线路	22
4.4	区间机房	22
5	室内设备安装	24
5.1	一般规定	24
5.2	走线架、槽道安装	25
5.3	机架（柜）安装	26

5.4	线缆布放	26
5.5	设备配线	27
6	子系统调测	28
6.1	一般规定	28
6.2	无线子系统调测	29
6.3	交换子系统调测	30
6.4	智能网子系统调测	32
6.5	通用分组无线业务 (GPRS) 子系统调测	32
6.6	网管子系统调试	33
7	用户终端	34
7.1	一般规定	34
7.2	SIM 卡	35
7.3	机车综合无线通信设备	35
7.4	手持台	36
7.5	调度台和车站台设备安装	36
7.6	用户终端调测	36
8	电源、接地及防雷	39
8.1	一般规定	39
8.2	电源设备安装	40
8.3	接地装置安装和电气化区段强电保护	41
8.4	防雷装置安装	42
8.5	电源、接地及防雷调测	44
9	系统调测	46
9.1	一般规定	46
9.2	场强及干扰调测	47
9.3	系统业务及功能试验	48
9.4	系统服务质量 (QoS) 调测	49
附录 A	缩略语	51
	本技术指南用词说明	53

《铁路 GSM-R 数字移动通信工程施工技术指南》

条文说明	54
------------	----

1 总 则

1.0.1 为了统一铁路 GSM-R 数字移动通信工程施工技术标准, 指导施工质量管理, 保证施工质量, 制定本技术指南。

1.0.2 本技术指南适用于铁路 GSM-R 数字移动通信工程系统的施工。

1.0.3 铁路 GSM-R 数字移动通信工程应按照批准的设计文件施工。如需变更, 应符合现行铁路基本建设变更设计管理办法的规定。

1.0.4 铁路 GSM-R 数字移动通信工程中采用的主要设备和器材, 应取得国家和铁路行业相关准入许可。

1.0.5 铁路 GSM-R 数字移动通信施工中采用新技术和新工艺时, 应经有关部门批准, 并制定不低于本技术指南质量和工艺要求的标准。

1.0.6 铁路 GSM-R 数字移动通信施工应推行作业标准化、施工机械化、检测现代化、管理信息化。

1.0.7 铁路 GSM-R 数字移动通信工程施工应遵守国家安全生产和《铁路工程施工安全技术规程》(TB 10401) 的有关规定。对重要工序, 应事先制定安全技术措施, 以确保施工生产的安全。在电气化区段施工时, 还应同时遵守电气化铁路有关安全规定。

1.0.8 既有线上施工时, 应执行铁道部有关既有线施工确保行车安全的规定。对通信设备的搬迁、割接、改线和倒替, 应按规定首先取得有关部门批准, 并努力缩小停用范围和时间。

1.0.9 本技术指南所列各种系统及设备的功能和性能, 均应满足设计要求和相关技术标准规定。设计无要求并无相关国家或行业标准时, 可参照供货厂家提供的产品技术要求。

1.0.10 施工单位应根据批准的建设计划、施工合同和设计文件，做好施工准备工作，创造开工条件，制定施工组织计划。

1.0.11 施工中应认真做好原始记录，积累资料，不断总结经验，提高施工技术水平。

1.0.12 铁路 GSM-R 数字移动通信工程的施工除应符合本技术指南外，尚应符合国家和铁路行业现行相关技术标准的规定。

2 施工准备

2.1 一般规定

2.1.1 工程签订合同后，施工单位应根据工程需要组建工程项目部，配备相应的管理、技术和施工人员。

2.1.2 工程项目部应建立健全各项管理制度与落实措施，实行工程全过程监控，确保工程按合同要求保质保量按时完成。

2.1.3 工程施工组织管理流程见图 2.1.3。

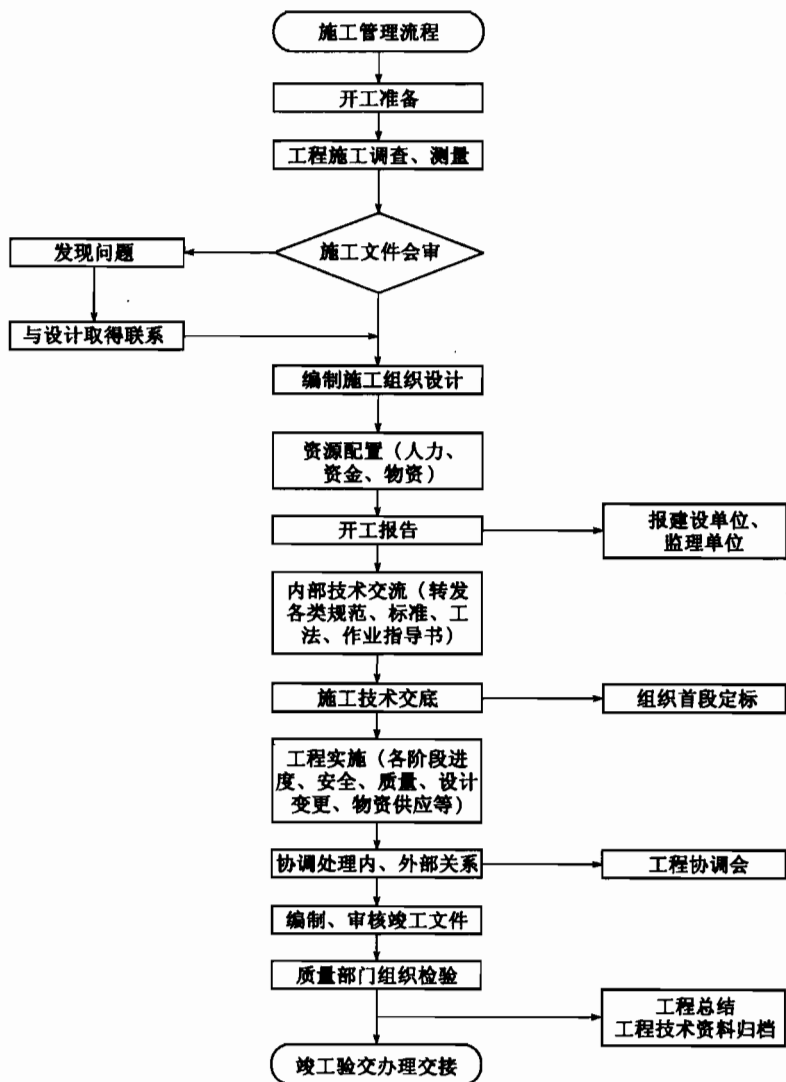


图 2.1.3 工程施工组织管理流程图

2.1.4 工程全面开工前，可选择一定长度的区段进行试点，以确定天线杆（塔）及基础安装、漏缆与馈线敷设、机房设备安装、区间站建筑、电源系统安装等施工工艺。

2.1.5 工程开工前，应办理开工报告，并签订相关协议。

2.2 施工文件

2.2.1 施工前，施工单位应根据工程施工内容获取相关的施工设计文件。施工设计文件应包括机房设备平面布置图、设备接配线图、相关的光电缆径路图、无线基站布置等全套 GSM-R 通信工程设计图纸和有关施工技术标准、设计说明文本。

2.2.2 施工单位应对批准的设计文件（图纸）进行核对，确认无误后方可使用。如发现问题应及时联系建设单位（设计单位）解决。

2.2.3 图纸的复核工作应包括下列内容：

1 设计文件与施工合同是否相符。

2 设计说明书、工程数量、设备和主要器材的规格、型号等是否与施工图相符；施工图纸有无遗漏或错误。

3 室内、外地面及车载设备的安装位置，管道、线缆（包括预留光/电缆槽道）路径，是否符合设计规定。

2.3 施工调查

2.3.1 开工前，施工单位应依据设计文件对下列内容进行施工调查：

1 施工条件：设备和材料的运输、堆放存储条件和施工临时用电等条件，应能满足施工的基本需要。

2 线路建筑状况：踏测线路路径，了解关键工序情况，制订排除施工中干扰和障碍的措施。

3 设备机房等房屋建筑状况：既有机房装修及温度等环境情况、进出机房管道、馈线窗等，应符合室内 GSM-R 通信设备

安装要求；新建机房除上述之外，其选址、地基、周围环境等调查，应符合设计要求。

4 铁塔站址：铁塔的位置、铁塔基础周围的土质、周围地面环境、周边空间环境应符合设计要求。

5 无线电波传播径路状况：无线信号覆盖区域的空间应满足无线信号传输要求。

6 施工环境：调查施工当地的气候情况，施工过程中可能对当地环境存在影响的环节以及现场施工环境对工程施工质量的影响。

7 防雷、接地状况：调查施工所在地区的地形、地质、气象等条件。在既有线施工时，应调查既有铁路防雷设施和接地装置现状。

2.3.2 当调查结果不符合设计要求时，应及时通知设计单位。必要时，由设计单位根据实际情况和规定的程序进行设计变更。

2.4 实施性施工组织设计

2.4.1 在施工调查的基础上，应根据工程特点、实际工程数量、工期的要求，编写工程施工组织设计，并落实施工方案。施工组织设计应按规定的程序报批后执行。

2.4.2 工程实施前，施工单位应参加由建设单位组织的设计交底，明确施工技术方案与要求。

2.4.3 实施性施工组织设计应对施工过程的安全、质量控制及进度计划提出明确的要求，并制订相关作业指导书。当施工组织设计在实施过程中发生变化时，应及时分析原因，采取相应的措施。

2.4.4 实施性施工组织设计主要依据下列因素编制：

- 1** 施工合同；
- 2** 设计文件；
- 3** 施工调查资料；

4 企业资源配置及施工水平。

2.4.5 实施性施工组织设计应包括下列主要内容：

- 1 编制依据及原则；**
- 2 工程概况；**
- 3 施工总体方案及施工现场平面布置图；**
- 4 项目机构设置及职责分工；**
- 5 劳动力组织及人员配置计划；**
- 6 机械及检测设备调配计划；**
- 7 材料供应计划；**
- 8 施工进度计划；**
- 9 主要施工工艺及安装、调试方法；**
- 10 工期保证体系及措施；**
- 11 安全保证体系及措施；**
- 12 质量保证体系、创优规划及措施；**
- 13 文明施工和环保体系及措施。**

2.4.6 当发生重大设计变更、合同变更或施工现场有较大变化时，实施性施工组织设计应及时进行调整。

2.4.7 实施性施工组织设计和调整后的实施性施工组织设计应报送建设单位、监理单位审批后组织实施。

2.5 工程材料的采购、运输及贮存

2.5.1 施工单位应按有关规定对设备和材料供应方出具的产品质量证明文件进行检验，确认型号应满足设计文件要求。

2.5.2 工程设备和安装材料在运输过程中，应防止锈蚀、污染、碰撞和避免重压。装卸物品时应采用专用机具，不得随意抛掷。

2.5.3 工程设备和安装材料应存放于有足够空间的仓库内，库房应具备防火、防潮、防晒、防雨等贮存条件。

2.5.4 库内设备和安装材料堆码的基底应平实，底层应架空，并有良好的排水系统。

2.5.5 各类工程设备和安装材料应分类堆码整齐，并便于装卸、取放、清点。各类货架应设有标签以识别材料的产地、型号、规格、数量。

2.5.6 大型机械或笨重物品需临时露天堆放时应采取上盖下垫等防护措施。

2.5.7 施工单位应建立健全工程设备材料管理制度，并配备专职仓库管理人员，严格执行进料、领料登记手续，定期清点物品。

2.5.8 设备运输应避免严重颠簸，并采取相应的运输保护措施。

2.5.9 设备一次运输、二次运输后应外观完好，数量符合设计和订货合同的规定。

2.5.10 天线及底座应按下列要求进行搬运：

1 搬运天线的机具、设备以及劳力应适合天线的重量、体积等要求。

2 搬运天线时，应着力在天线的加固框架结构上，禁止着力于天线的馈面上。

3 搬运天线过程中不得发生碰撞，严禁摔坏天线，并注意人身安全。

2.6 施工机具及检测设备配置

2.6.1 施工前应根据工程施工内容及质量控制需要配备相应的施工机具及检测用仪器、仪表等。

2.6.2 各种施工机具及检测仪器、仪表应通过安全认证和定期计量校核，不合格的严禁使用。

2.6.3 施工单位应设立专人管理施工机具和检测设备，负责日常的保管和养护工作，确保良好的运用状态。

2.7 施工人员的培训

2.7.1 施工前施工单位应做好施工人员的技术和安全培训；对于特殊工种、重要工序的作业人员应按相关规定持证上岗。

3 天线杆（塔）与天线、馈线

3.1 一般规定

3.1.1 天线杆（塔）与天线、馈线施工应包括铁塔基础制作，杆（塔）体安装，天线、馈线、塔顶放大器的安装与调测。

3.1.2 天线杆（塔）与天线、馈线施工流程如图 3.1.2 所示。

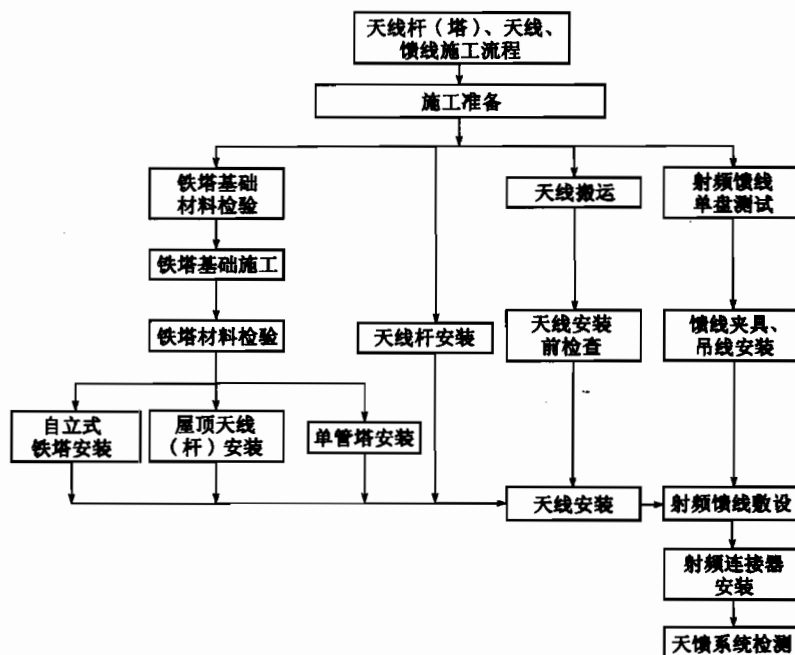


图 3.1.2 天线杆（塔）与天线、馈线施工流程图

3.1.3 在天线杆（塔）定测时，应考虑天线杆（塔）选址对缆线布放的影响。如需过轨，应先与有关单位联系、签订协议后施工。

3.1.4 天线杆（塔）及天线、馈线安装过程中应有完善的登高作业安全防范措施，登高作业人员应持有效证件上岗。

3.2 铁塔基础

3.2.1 铁塔基础施工前应对下列内容进行进场质量检查：

1 水泥、钢筋（材）、焊条、焊剂的质量符合设计和相关技术标准要求，并具有出厂质量证明文件。

2 砂、石质量应符合有关技术要求。

3 如采用新材料，要有鉴定证明、使用说明和检验报告。

4 外加剂出厂质量合格证书和说明书。

3.2.2 铁塔基础开挖过程中发现地下管线且无法避让时，应采取保护措施。

3.2.3 铁塔基础应按下列要求进行施工：

1 基础应建在坚实的地基上，不得建在浮土、垃圾土、流质土和易受水冲刷的地方。

2 基坑开挖到设计深度后应核对地质资料，并进行地基承载力试验以确认是否符合设计要求。

3 基础浇灌前应埋设好防雷地线，防雷接地电阻应符合设计要求；根据需要也可在基础引出接地扁钢，接入防雷地。

4 根据铁塔塔靴固定螺栓孔的相互尺寸制作模板一副，将地脚螺栓用模板固定后，浇灌在基础里。

5 铁塔基础钢筋规格及绑扎方式应符合设计要求。

6 铁塔基础混凝土配比应符合铁塔基础设计规定的混凝土强度等级。

7 混凝土每一次浇灌，均应提取混凝土试块并进行试验。

8 基桩混凝土浇灌后 12 h 内用草垫或塑料薄膜加以覆盖并

进行保湿养护，覆盖应严密并保持塑料薄膜内有凝结水，一般要养护 28 天左右（由天气和温度决定）。

3.3 杆（塔）体

3.3.1 铁塔安装前应按下列要求对主要材料进行进场质量检验：

1 钢材的品种、规格、性能等应符合设计要求和相关技术标准的规定，并具有质量证明文件。

2 连接用高强度螺栓、普通螺栓、地脚螺栓等紧固标准件及螺母、垫圈等标准配件，其品种、规格、性能等应符合设计要求和相关技术标准的规定，并具有质量证明文件。

3 铁塔构件的镀锌层应均匀光滑、不翘皮，不得出现返锈现象。

3.3.2 铁塔塔靴应按下列要求进行安装：

1 应正确安装塔靴位置，各塔靴的中心间距允许偏差 $\pm 3.0\text{ mm}$ ，各塔靴的高度允许偏差 $\pm 3.0\text{ mm}$ 。

2 塔靴调整好后，应在塔靴钢板下面填充水泥砂浆或用钢结构做永久性支撑。

3 塔靴紧固螺栓应做防腐处理。

3.3.3 自立式铁塔应按下列要求进行安装：

1 铁塔相互连接的主材及其连接板在安装前需进行试装。

2 每一个结构单元安装完毕应及时进行校正和固定。

3 螺栓穿入方向应一致，螺母拧紧后，螺栓外露丝扣应不少于 2 扣。

4 铁塔主体结构全部安装完，用经纬仪检查垂直度，其指标应符合设计要求。

5 平台安装位置应符合设计要求，铁塔楼梯踏步板应平整，倾斜允许偏差 $\pm 2.0\text{ mm}$ ，均与铁塔结构件牢固连接。

6 天线支架挂高、方位应符合设计要求，并与铁塔结构件牢固连接。

7 铁塔航空障碍灯安装位置应符合设计要求。当采用交流供电时其电源线应为屏蔽线，同时外屏蔽套上、下端应接地。当采用太阳能电池作为电源时应采用相应防雷措施。

8 为确保施工人员安全，在雷雨、冰雪、能见度低、五级以上大风等环境恶劣的条件下严禁登高进行铁塔安装。

3.3.4 屋顶天线杆（塔）应按下列要求进行安装：

1 核实房屋的结构与承重，应满足安装要求。

2 屋顶天线杆（塔）的底座应建在房屋的承重梁上。

3 固定安装屋顶天线杆（塔）底盘时不应破坏房屋原有防水层。

4 固定钢丝绳拉线时，应在侧墙上预埋螺栓，埋深不小于120 mm，并用混凝土填充，混凝土质量应符合质量要求。

5 屋顶天线杆（塔）的防雷方式应符合设计要求。

6 应设置房屋走线架，用于引入馈线。

7 铁塔安装时，由于在高空而且空间小、困难大，危险性很强，施工单位应有完善的安全作业计划与措施。

8 当场地小测量垂直度困难时，宜采用高精度经纬仪进行多次测量，以保证铁塔的垂直度。

3.3.5 单管塔应按下列要求进行安装：

1 单管塔施工前，应根据工艺和设计要求，编制安装工艺和施工组织设计。

2 施工安装前应进行现场勘察，预先进行场地平整和地面加固，以保证构件组装和大型吊装机械对施工场地的要求。

3 施工安装前预先核实塔基的边距、标高、水平度、基础混凝土的强度等，应符合设计要求；检查铁塔基础支承面、地脚螺栓的位置正确无误。

4 单管塔构件到达现场后应检查构件表面，应无明显变形、碰伤、裂痕等；应按图纸检查构件是否齐全，核实零部件是否匹配，组装、吊装工具是否齐全到位。

5 对采用杆体组装后再整体吊装的单管塔,在组装时应注意调节好各节杆体之间的直线度,并严格按工艺要求固定,以保证吊装时不脱节、不变形。

6 对采用逐节吊装、空中对接固定的单管塔,在施工时应注意在每节杆体吊装到位后,应用高强度螺栓初拧,调整好直线度后再复拧固定。

7 在单管塔形成整体的空间结构后,应自下而上逐节检查全部螺栓,终拧固定,并检测结构安装偏差,应符合设计要求。

8 塔顶平台、爬梯、天线支架、抱杆、走线架、走线槽和避雷针的安装应符合设计要求。

3.3.6 水泥天线杆应按下列要求进行安装:

1 水泥天线杆的品种、规格、质量等应符合现行国家标准和设计要求,并有质量证明文件。

2 混凝土天线杆杆体裂纹应符合相关技术标准的规定。

3 水泥天线杆的埋深应符合现行铁路行业标准《铁路 GSM-R 数字移动通信工程施工质量验收暂行标准》(铁建设〔2007〕163 号)的有关规定。

3.4 天线、馈线

3.4.1 天线安装前应对下列内容进行进场质量检查:

1 天线的型号、规格、数量是否符合设计要求。

2 天线的外观有无凹凸、破损、断裂等现象,并做好相应的记录与处理。

3 检测天线驻波比,指标应符合设计要求。检测方法应符合现行铁路行业标准《列车无线电通信天线类型、基本参数及测量方法》(TB 1875)或相关技术标准规定。

3.4.2 天线应按下列要求进行安装:

1 天线的安装高度和方位应符合设计要求,方向性天线应用罗盘定向以确保指向正确。

2 应按照施工地区的环境条件采用合适的天线安装方式，满足天线强度要求。

3 在雷雨、大风、冰雪、能见度低、高温和低温等环境恶劣的条件下严禁登高进行天线的安装作业。

4 应确保天线在避雷针保护区域 LPZ0_B 范围内。

5 全向收、发天线水平间距应不小于 3 m；全向天线离塔体间距应不小于 1.5 m。

6 天线固定装置的预安装：定向天线附件、天线固定夹、调节装置的安装可在塔下进行；也可将天线与塔上跳线在塔下组装并将接头密封好，然后再吊到塔上。

7 天线吊装应用绳子与滑轮组将定向天线及所有附件吊至塔顶平台。天线预固定，按照工程设计图纸确定定向天线的安装方向，将定向天线固定于支架的主干上，松紧程度应确保承重与抗风，也不宜过紧以免压坏天线护套。

8 天线方位调整：

1) 用罗盘确定天线方位角：轻轻扭动天线调整方位角直至满足设计指标，误差不大于 5°。将天线下部固定夹拧死。使用罗盘时尽量远离铁塔等钢铁物体，并注意当地有无地磁异常现象影响罗盘的准确使用。

2) 用角度仪确定俯仰角：轻轻搬动天线，调整天线上部固定夹直至俯仰角满足工程设计指标，误差不大于 0.5°。将天线上部固定夹拧死。

3) 施工时注意在天线安装与调节过程中，应保护好已安装的跳线，避免损伤。

9 天线与功分器的跳线连接时宜做好避水弯。

3.4.3 馈线安装前应按下列要求进行单盘检测：

1 核对电缆盘标识、盘号、盘长，检查包装有无破损，馈线有无压扁损坏等现象，并做好记录。

2 收集馈线的出厂检验记录、产品合格证等,根据出厂测试记录核查馈线的电特性和物理性能是否满足设计要求。

3 单盘馈线性能应符合现行铁路行业标准《铁路 GSM-R 数字移动通信工程施工质量验收暂行标准》(铁建设〔2007〕163 号)的要求,见表 3.4.3。检测方法应符合现行国家标准《射频电缆第 1 部分:总规范——总则、定义、要求和试验方法》(GB/T 17737.1)及相关技术标准规定。

表 3.4.3 常用射频电缆单盘电气特性指标

规 格	内导体最大直流 电阻 (20℃) (Ω/km)	外导体最大直流 电阻 (20℃) (Ω/km)	最小绝缘电阻 (MΩ·km)	最大电压 驻波比
HCTAY-50-32 $\frac{11}{4}$ 英寸馈线	0.78	0.66	3 000	1.20
HCTAY-50-23 $\frac{7}{8}$ 英寸 低损耗馈线	1.40	1.19	3 000	1.20
HCTAY-50-22 $\frac{7}{8}$ 英寸馈线	1.20	1.20	3 000	1.15
HCTAY-50-21 $\frac{7}{8}$ 英寸软馈线	2.97	1.31	3 000	1.20
HCAAY-50-12 $\frac{1}{2}$ 英寸馈线	1.62	2.08	3 000	1.20
HCAHY-50-9 $\frac{1}{2}$ 英寸超柔	2.97	3.54	3 000	1.20

注:表中最大电压驻波比针对 GSM-R 工作频段要求。

4 单盘测试后,应对馈线头做密封处理。

3.4.4 馈线应按下列要求进行敷设:

- 1 馈线敷设前,应先实地了解馈线敷设路由是否畅通。
- 2 馈线敷设应做到路由合理,馈线的最小弯曲半径应符合

现行铁路行业标准《铁路 GSM-R 数字移动通信工程施工质量验收暂行标准》(铁建设〔2007〕163 号)的要求,见表 3.4.4。

表 3.4.4 常用射频电缆弯曲半径

规 格	最小弯曲半径 (单次弯曲) (mm)	最小弯曲半径 (多次弯曲) (mm)
HCTAY-50-32 $\frac{11}{4}$ 英寸馈线	200	380
HCTAY-50-23 $\frac{7}{8}$ 英寸低损耗馈线	150	275
HCTAY-50-22 $\frac{7}{8}$ 英寸馈线	140	250
HCTAY-50-21 $\frac{7}{8}$ 英寸软馈线	90	130
HCAAY-50-12 $\frac{1}{2}$ 英寸馈线	80	125
HCAHY-50-9 $\frac{1}{2}$ 英寸超柔	17	55

3 敷设时需作适当余留,敷设完毕应做好标识。

4 引入馈线时,在房檐易摩擦部位,应将馈线在房檐上下部位固定并采取防磨损措施。

5 同一段馈线应是整条线缆,禁止中间接头。

6 馈线的固定可以根据现场情况采用馈线夹具、吊线、走线槽(架)等方式进行。

7 馈线应通过馈线密封窗导入室内。根据设计要求的避雷器位置,准确切割馈线长度。制作馈线室内接头,连接馈线与避雷器。采用防火材料对密封窗进行密封处理,对闲置不用的孔也应进行密封处理。在馈线窗外侧做好馈线避水弯。

8 为减少馈线的传输衰减,在考虑敷设路径时应按照最短

径路进行敷设。

9 敷设时采取措施确保敷设缆线的平、顺、直。

10 引入口应用防火泥封堵，防止鼠害。

3.4.5 射频连接器应按下列要求进行安装：

1 射频连接器安装严格按工艺标准操作，并应使用专用接续工具。

2 接头连接应牢固可靠，并保证电特性指标。对于驻波比过大、阻值过大、绝缘不良、衰耗偏大的接头应锯断重接。

3 连接器装配完毕应进行质量检查：用万用表进行通电试验，检查内、外导体装接情况，并轻敲连接器，看万用表有否变化，判断装配接触质量。用兆欧表进行绝缘电阻测量，判断装接质量。检查各零部件螺栓是否旋紧。

4 连接器装配后接头外部应进行防护。

5 连接器应可靠地固定在承力点上。

3.4.6 天馈系统安装结束后应检测电压驻波比，检测结果应满足设计要求。检测方法应符合现行铁路行业标准《列车无线电通信天线类型、基本参数及测量方法》(TB 1875) 或相关技术标准规定。

3.5 塔顶放大器

3.5.1 安装前应根据设计文件对塔顶放大器的型号、规格、数量等内容进行进场质量检验，并确认相关技术标准的要求。

3.5.2 塔顶放大器的安装位置及固定方式应符合设计要求，并安装牢固。

3.5.3 塔顶放大器安装前应参照相关技术标准或产品说明书对下列电气性能进行检测，并确认符合设计要求和相关技术标准的规定：

1 额定增益；

2 下行插入损耗；

3 驻波比。

4 线路建筑

4.1 一般规定

4.1.1 线路建筑施工主要包括漏泄同轴电缆、光缆线路和区间机房等的安装与调测。

4.1.2 线路建筑施工流程图如图 4.1.2 所示。

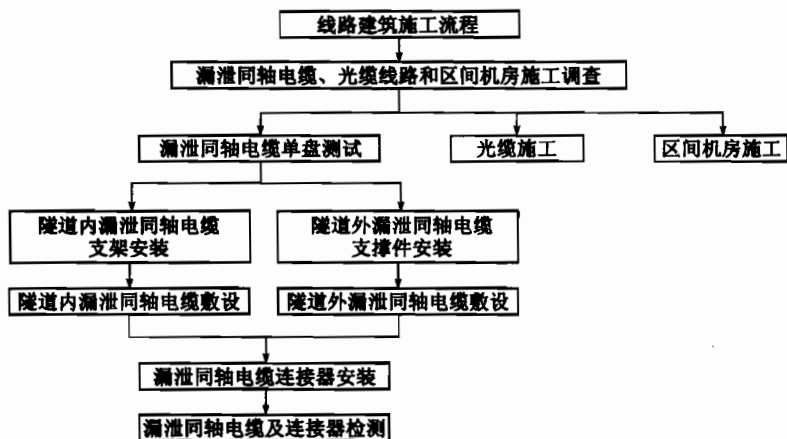


图 4.1.2 线路建筑施工流程图

4.1.3 线路建筑施工前应踏测线路路径，了解关键工序情况，制订排除施工中干扰和障碍的措施。

4.1.4 如涉及其他单位的设备搬迁、穿越铁路或公路、通过桥隧或河流时，应按已签署的协议，并取得主管单位的配合后再进行施工。

4.1.5 如线路经过的区域需砍伐树木或毁坏禾苗时，应征得有关单位或物主的同意后再进行施工，并根据设计和有关规定处理

好赔偿工作。

4.1.6 在市区范围内的线路应取得相关部门批准的施工许可后再施工。在交通繁忙处挖掘道路时，应取得交通部门的同意，并按照交通部门的要求施工。

4.1.7 如需要在铁路既有线路肩或路基范围内铺设缆线时，应事先与主管部门联系，签订协议后施工。

4.1.8 施工前应根据设计图和铁路公里标对下列内容进行复测：

1 隧道外架挂漏泄同轴电缆区段的电杆位置、杆距、杆高及漏泄同轴电缆长度；

2 隧道内漏泄同轴电缆架挂位置、长度；

3 区间机房位置、供电方式及供电线路径路。

4.1.9 漏泄同轴电缆敷设时，除应满足上述规定外，还需考虑其径路上有无遮挡物，缆线的弯曲能否满足设计要求等。

4.2 漏泄同轴电缆

4.2.1 漏泄同轴电缆到达现场后，应进行下列进场质量检查：

1 核对电缆盘标识、盘号、盘长，检查包装有无破损、漏泄同轴电缆有无压扁损坏等现象，并做好记录。

2 收集漏泄同轴电缆出厂记录、合格证，根据出厂测试记录核查漏泄同轴电缆的电特性和物理性能（低烟、无卤、阻燃、防紫外线），满足设计要求。

4.2.2 敷设前应对单盘漏泄同轴电缆进行测试，其性能应满足下列要求：

1 单盘漏泄同轴电缆的内外导体直流电阻、绝缘介电强度、绝缘电阻等电气特性指标应符合表 4.2.2 的要求。

2 漏泄同轴电缆的交流电气特性宜作为批量出厂前在厂内进行抽测项目，或采用工厂提供的出厂测试记录。交流电气特性主要检查特性阻抗、电压驻波比、标称耦合损耗、传输衰减等，指标应符合设计要求。

表 4.2.2 单盘漏泄同轴电缆电气特性指标

序号	项 目		单位	漏泄同轴电缆规格代号		
				42mm (1 $\frac{5}{8}$ 英寸)	32mm (1 $\frac{1}{4}$ 英寸)	22mm ($\frac{7}{8}$ 英寸)
1	内导体直流电阻 20℃, max	光滑铜管	Ω/km		0.69	1.09
		螺旋皱纹铜管		0.88		-
2	外导体直流电阻 20℃, max		Ω/km	0.42	0.57	1.20
3	绝缘介电强度 DC, 1min		V	15000	10000	10000
4	最小绝缘电阻		$\text{M}\Omega \cdot \text{km}$	5000		

3 测试方法参照现行通信行业标准《通信电缆——物理发泡聚乙烯绝缘漏泄同轴电缆》(YD/T 1120) 进行。

4 单盘测试后, 用热可缩帽对电缆头作密封处理。

4.2.3 隧道内漏泄同轴电缆支架应按下列要求进行安装:

1 支架孔的高度应符合设计要求, 孔距宜为 0.8 ~ 1.5 m。

2 支架孔施工宜采用打眼作业车, 保证施工精度和质量。

3 支架孔的直径宜为 $\phi 19 \text{ mm}$, 孔深应为 $70 \text{ mm} \pm 3 \text{ mm}$ 。孔应平直, 不得成喇叭状。

4 洞内的防火吊夹间距应符合设计要求。

5 隧道内无衬砌面时, 应采用钢丝承力索吊挂电缆方式, 支架宜采用 $40 \text{ mm} \times 40 \text{ mm} \times 4 \text{ mm}$ 角钢, 孔深应为 120 mm, 角钢支架间距应符合设计要求。

6 电气化区段隧道内安装支架时, 应在关闭该段接触网供电情况下进行作业, 两端应设防护人员。

4.2.4 隧道内漏泄同轴电缆应按下列要求进行敷设:

1 漏泄同轴电缆吊挂应在隧道侧壁, 槽口朝向线路侧。

2 电气化区段隧道内吊挂漏泄同轴电缆应在接触网回流线的另侧。不得已设在同侧时, 漏泄同轴电缆与回流线、接地母线

的距离应不小于 0.5 m。

3 电气化区段隧道内敷设漏泄同轴电缆时，应在关闭该段接触网供电情况下进行作业，两端应设防护人员。

4 敷设隧道内漏泄同轴电缆宜采用机械施工，施工时运载轨道车不得猛启动或急刹车。当采用人工抬放、展放时人员间隔不超过 5~7 m，以免漏泄同轴电缆拖地。

5 漏泄同轴电缆在敷设施工过程中，严禁急剧弯曲。漏泄同轴电缆最小弯曲半径应符合表 4.2.4 的规定。

表 4.2.4 漏泄同轴电缆最小弯曲半径

序 号	项 目	漏泄同轴电缆规格代号		
		42	32	42
1	最小弯曲半径（单次弯曲）（mm）	600	400	240
2	最小弯曲半径（多次弯曲）（mm）	1020	760	500

6 漏泄同轴电缆与其他线经同支架安装时，尽可能避免交叉。如无法避免时，应注意将漏泄同轴电缆布设在外侧，避免其他线缆阻挡漏泄同轴电缆的信号覆盖。

7 与既有漏泄同轴电缆间距应不小于 30 cm。

4.2.5 隧道外漏泄同轴电缆支撑杆应按下列要求进行安装：

1 漏泄同轴电缆支撑杆埋设深度应符合现行铁路行业标准《铁路 GSM-R 数字移动通信工程施工质量验收暂行标准》（铁建设〔2007〕163 号）的有关规定。

2 混凝土天线杆杆体裂纹应符合相关技术标准的规定。

3 隧道外漏泄同轴电缆架设采用支撑杆安装时，其钢丝绳承力索宜采用 $7 \times \phi 2.2$ mm 镀锌钢绞线。

4.2.6 隧道外漏泄同轴电缆应按下列要求进行敷设：

1 漏泄同轴电缆吊挂方式及高度应符合设计要求。在电气化区段，与回流线的距离应不小于 0.6 m，与牵引供电设备带电部分的距离应不小于 2 m。

2 漏泄同轴电缆上吊夹前，钢丝承力索应加 $300\text{ kg} \pm 30\text{ kg}$ 的张紧力，吊挂后漏泄同轴电缆垂度应保持在 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时 $\pm 0.15 \sim 0.2\text{ m}$ 范围内。

3 漏泄同轴电缆过轨时应换接阻抗相同的射频电缆。

4 漏泄同轴电缆在敷设施工过程中，严禁急剧弯曲，其最小弯曲半径应符合表 4.2.4 的规定。

5 与既有漏泄同轴电缆间距应不小于 30 cm 。

4.2.7 漏泄同轴电缆连接器应按下列要求进行安装：

1 漏泄同轴电缆连接器安装应包括固定连接器、阻抗转换连接器、DC 模块、功率分配器及终端匹配负载。

2 漏泄同轴电缆连接器安装工艺要求：

1) 固定接头应保持原电缆结构开槽间距不变。

2) 接头应保证电特性指标，对于驻波比过大、阻值过大、绝缘不良、衰耗偏大的接头应锯断重接。

3 连接器装配完毕应进行质量检查：用万用表检查内、外导体装接情况，并轻敲连接器，看万用表有否变化，判断装配接触质量。用绝缘电阻测试仪测量绝缘电阻，判断装接质量。检查各零部件螺栓是否旋紧。

4 连接器装配后接头外部应进行防护。

5 连接器应可靠地固定在承力索或电杆上。

4.2.8 漏泄同轴电缆及其连接器安装结束后应检测内外导体直流电阻、绝缘介电强度、绝缘电阻、电压驻波比等。测试指标应满足设计要求。

4.3 光缆线路

4.3.1 光缆敷设可参照铁路行业现行有关施工标准执行。

4.4 区间机房

4.4.1 区间机房应尽量设置在漏泄同轴电缆、光缆的同侧。区

间机房不宜设置在浮土、垃圾土、流质土和易受雨水冲刷、易塌方地带。

4.4.2 区间机房供电、照明以及防水、防盗、防寒、散热等应符合设计要求。

4.4.3 区间机房设置时，应预留馈线引入洞口并预埋墙上支撑件。

4.4.4 区间机房应按照设计图进行施工，同时应符合相应的房建施工规范。

4.4.5 区间机房与铁塔的位置应尽量靠近。

4.4.6 隧道内避车洞用于安装 GSM-R 的设备时，应做好隔断和封闭处理。

4.4.7 区间机房采用整体机房时，整体机房应建基础，基础高度不得低于洪水水位，基础要符合设计要求。

5 室内设备安装

5.1 一般规定

5.1.1 室内设备包括无线子系统、交换子系统、智能网子系统、通用分组无线（GPRS）子系统、网管子系统。

5.1.2 室内设备安装包括走线架、槽道安装，机架（柜）安装，缆线布放，设备配线等。室内设备安装施工流程如图 5.1.2 所示。

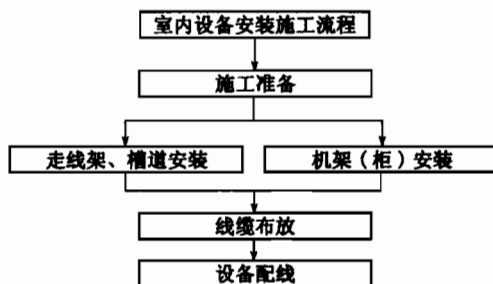


图 5.1.2 室内设备安装施工流程图

5.1.3 设备到达现场应进行开箱检查，并符合下列要求：

1 设备型号、规格、质量及数量应符合设计和订货合同的规定，设备所附带的产品出厂文件和图纸、产品合格证和检验报告、附件及备品等应按装箱单数量详细清点、做好记录。文件和图纸、合格证和检验报告、附件及备品在完工时，应移交给运营维护单位。

2 设备和附备件、设备内部所有部件以及机内布线应齐全完整，机体无弯曲变形，无元件脱落或螺栓松脱，布线绑扎整齐

无散落，无活动和断头现象，机体无受潮发霉及锈蚀现象，镀层和漆饰应完整。

5.2 走线架、槽道安装

5.2.1 机房内线缆走线架安装应符合下列要求：

1 安装线缆走线架位置偏差应不大于 50 mm，垂直走线架位置应与楼板孔相适应，穿墙走线架位置应与洞孔相适应。

2 组装线缆走线架，应做到支铁垂直不晃动，边铁竖直，横铁平直且与边铁垂直。

3 调节水平走线架，水平度每米偏差应不大于 2 mm。调节垂直走线架，垂直偏差应不大于 3 mm。

4 所有线缆走线架的油漆颜色，应与大列铁架的漆色一致，走道油漆应完整。

5 安装沿墙单边或双边线缆走线架时，在墙上埋设的支撑物应牢固可靠，沿水平方向的间隔距离应均匀。

6 线缆走线架的吊架所用扁钢与走线架边铁应相同，吊架安装位置及规格，应符合设计要求。

5.2.2 机房内槽道安装应符合下列要求：

1 槽道安装尺寸应与机架排列位置相对应，并与机架垂直。调整槽道安装位置偏差，不应大于 50 mm；槽道边帮应成一直线，其偏差不应大于 3 mm；相邻两列槽道水平偏差，不应大于 3 mm。

2 设备下走线时列内和列间的槽道应安装在横梁上，底面应平贴，如列间距离大，可在两横梁间增加一段横梁承担槽道。槽道搭接处应在铁梁上，列内槽道两端应伸入列间低槽道内 20 mm。

3 设备上走线时，列间槽道用支架安装方法应与线缆走线架支铁安装相同。槽道搭接处应在槽道支架上。

5.3 机架（柜）安装

5.3.1 设备的安装位置及安装方式应符合设计要求。

5.3.2 设备机架底部应对地加固，机架安装应垂直，允许垂直偏差不应大于 1.0‰。同一列机架的设备面板应成一直线，相邻机架的缝隙不应大于 3 mm。设备上的各种零件、部件及有关标志应正确、清晰、齐全。

5.4 线缆布放

5.4.1 线缆敷设时信号线、控制线和电源线应分开布放，间距应为 15 ~ 20 cm。

5.4.2 信号线缆敷设应按顺序出线，布放应顺直、整齐。线缆转弯应均匀、圆滑一致，其弯曲半径不应小于 60 mm。线缆在走线架的每根横铁上均应绑扎（或用尼龙锁紧扣卡固），绑扎线扣（或卡固点）应松紧适度。线缆两端应有明确的标志。

5.4.3 机架间的软射频同轴电缆敷设应符合设计要求。

5.4.4 跳纤在槽道或铁架内布放时应加套管或线槽防护。

5.4.5 同轴线布放的路由应合理，机架内穿线、分线绑扎应均匀顺直。同轴线端子收发排列要一致，每一排端子应编扎线把，分线清晰并留有一定余量。

5.4.6 高频电缆、电线的放、绑应符合下列要求：

1 高频电缆和高频隔离线，应与其他电源线、音频线分开绑扎，并按施工图规定保持一定的距离。

2 高频电缆、电线在走线架上下线转弯时，其曲率半径不应小于电缆直径的 12 倍。高频隔离线转弯的曲率半径不应小于直径的 5 倍。同轴软线弯曲半径不应小于直径的 15 倍。

5.4.7 配线在电缆走道上，应按机列、机架顺序平直排列整齐。电缆转弯曲率半径不得小于 60 mm，63 芯以上电缆的曲率半径不应小于电缆直径的 5 倍。

5.4.8 电缆槽道内配线应顺直，列间电缆、电线应均匀分布。

5.5 设备配线

5.5.1 按照正确位置插接线缆，接触应紧密、牢靠，电气性能良好，插接端子应完好无损。

5.5.2 射频同轴电缆与连接器的连接应符合设计要求或产品技术说明的规定。

5.5.3 机架地线应连接良好。在安装有防静电要求的单元板时，应穿上防静电服或防静电接地手腕。

5.5.4 同轴线焊接后的芯线绝缘应无烫伤、开裂及后缩现象，绝缘层离端子边缘露铜不得大于1 mm，内、外导体应接在对应的同轴端子上。

5.5.5 配线用电缆和电线的型号、规格应符合使用要求。布放前，对配线用电缆和电线，应进行对号和绝缘电阻测试，芯线应无错线或断线、混线，分段电缆芯线间的配线电缆绝缘电阻应符合表 5.5.5 的规定。

表 5.5.5 配线电缆绝缘电阻

序号	名称	规格	指标
1	音频配线电缆	HJ (P) VV	50 M Ω
2	高频配线电缆		100 M Ω
3	同轴配线电缆	SFF-75-2	1000 M Ω

5.5.6 配线电缆中间不得有接头。

5.5.7 音频配线电缆近端串音衰减不应小于 78 dB。

6 子系统调测

6.1 一般规定

6.1.1 子系统调测包括无线子系统、交换子系统、智能网子系统、通用分组无线（GPRS）子系统、网管子系统的调测。

6.1.2 子系统调测的施工流程见图 6.1.2。

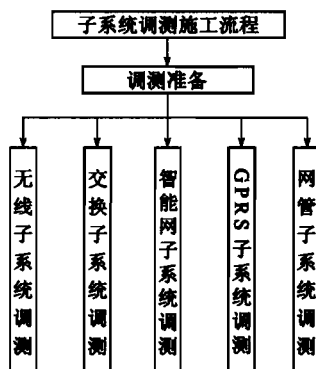


图 6.1.2 子系统调测施工流程图

6.1.3 设备上电调测之前，应确认设备配线正确、接地良好、供电以及机房温度和湿度正常。

6.1.4 设备上电后，机架所有指示灯应指示正常，对设备所有单元进行状态查询，应工作正常。

6.1.5 子系统调测前，设备单机测试应完成并合格。

6.1.6 子系统调测前应确认相关的传输通道良好。

6.1.7 检验所用仪器、仪表应经计量检验，并在计量检验有效期内。

6.1.8 网管调试加载数据过程中严禁断电，应用数据配置时应及时进行备份。

6.2 无线子系统调测

6.2.1 无线子系统包括基站和中继设备。

6.2.2 基站加电前，应对基站设备的电源配线、射频电缆、机柜配线及相关的重点部分进行检查确认。

6.2.3 基站设备加电，应依次加电并检查设备各电源和单板供电情况，确保供电回路的工作电压和电流正常。

6.2.4 应根据设计文件和相关技术标准，并参照产品说明书，对基站子系统下列参数进行配置：

- 1 接口数据配置；**
- 2 小区数据配置；**
- 3 系统消息数据配置；**
- 4 切换数据配置。**

6.2.5 按照现行通信行业标准《900/1800 MHz TDMA 数字蜂窝移动通信网基站子系统设备技术要求及无线指标测试方法》（YD/T 883）或相关铁路行业标准，对下列项目进行调测，结果应符合设计文件要求和相关技术标准的规定：

1 链路指示调试：通过本地维护终端对 Abis 接口、上下行链路等进行检查，确保链路正常。

2 基本性能调试：查看单板运行状态、查询信道状态、查询基站对象的属性、查看 CPU 占有率、设置时钟时延、复位、告警等。

3 设备控制调试：进行单板自检、链路环回测试、主备倒换试验等。

4 发射指标调试：测试最大发射功率、发射载频频率误差、相位误差、射频载波发射功率电平容差、射频载波发射功率时间包络、发射机调制频谱、杂散辐射功率电平。

5 接收指标调试：测试接收灵敏度、同频干扰保护比、邻

频干扰保护比、杂散辐射功率电平。

6.2.6 中继直放站设备调试应进行衰减设置，满足下行信号电平覆盖及上下行平衡。

6.2.7 按照现行通信行业标准《900/1800 MHz TDMA 数字蜂窝移动通信网直放站技术要求和测试方法》(YD/T 1337) 或相关铁路行业标准，对直放站设备下列项目进行调测，结果应符合设计文件要求和相关技术标准的规定：

- 1 标称最大输出功率；
- 2 增益；
- 3 自动电平控制范围；
- 4 频率误差（仅适用于移频传输直放站）；
- 5 GSMK 调制时调制准确度（仅适用于移频传输直放站）；
- 6 最大允许输入电平；
- 7 输入、输出电压驻波比。

6.3 交换子系统调测

6.3.1 参照产品说明书，对下列接口健壮性能进行调测，结果应符合设计文件要求和相关技术标准的规定：

- 1 接口电路的断开、复位、阻塞等功能验证测试；
- 2 2M 数字中继电路接口物理层性能测试：
 - 1) 传输误码比特率；
 - 2) 比特率偏差；
 - 3) 输出电平脉冲图；
 - 4) 输出抖动。

3 检查交换子系统的局间中继，应能保证正常通话，无应答、中继忙及呼叫空号等功能应良好。

6.3.2 参照产品说明书，检查交换子系统的下列时钟同步性能，结果应符合设计文件要求和相关技术标准的规定：

- 1 时钟同步的状态显示及监测功能、控制功能、告警功能；

- 2 网同步基准、主备时钟自动或人工倒换功能；
- 3 时钟频偏。

6.3.3 参照产品说明书，对下列指标进行调测，结果应符合设计文件要求和相关技术标准的规定：

- 1 交换机的忙时处理能力（BHCA）；
- 2 交换子系统的接通率。

6.3.4 应根据设计文件和相关技术标准，并参照产品说明书，对下列数据进行配置：

1 BSS（BTS 与 BSC）基站系统侧无线网络参数配置、网络交换子系统（NSS）网络侧无线参数配置等；

2 局向数据配置：信令点编码、GT 编码、SSN 号、寻址方式、局向路由、BSC 数据、号码分析等；

3 电路域业务数据配置：用户管理数据、组呼业务配置、业务优先级数据配置、功能号数据配置等；

4 通过电路拨打方式验证对接中继电路的可用性。

6.3.5 参照产品说明书，对移动用户与移动用户间、移动用户与固定用户间 GSM-R 相关下列业进行验证：

- 1 单呼；
- 2 组呼；
- 3 广播；
- 4 优先级呼叫；
- 5 注册；
- 6 切换。

6.3.6 参照产品说明书，对移动交换设备的下列接口功能协议进行调测，结果应符合设计文件要求和相关技术标准的规定：

1 A 接口业务功能试验：包括位置更新、指配与释放、排队指示、切换、IMSI 去附着、关机等；

2 C、D、Gr 接口业务功能试验：包括位置更新、补充业务操作、用户管理、短信等；

3 E 接口业务功能试验：包括 GSM-R 相关业务、切换、补充业务、位置更新等；

4 Gr 接口业务功能试验：包括用户数据、故障恢复、鉴权、CCS7 信令链路管理、CCS7 路由、漫游；

5 与 PSTN 接口业务功能试验：包括个呼接续流程分析；

6 与 FAS 系统接口业务功能试验：包括 GSM-R 相关业务、优先级等。

6.4 智能网子系统调测

6.4.1 应根据设计文件和相关技术标准，并参照产品说明书，对下列数据进行配置：

SCP/SSP 数据配置、按呼叫矩阵关系配置数据、配置智能业务触发数据等。

6.4.2 应根据设计文件和相关技术标准并，并参照产品说明书，对下列业务进行验证：

功能号注册与呼叫、呼叫矩阵业务、基于位置寻址功能、调度区域呼叫限制、不唯一车次号呼叫等业务。

6.4.3 参照产品说明书，对下列接口功能协议进行分析和试验，结果应符合设计文件要求和相关技术标准的规定：

1 MSC 与 gsmSSP 在同一物理实体，采用内部接口：触发相关智能业务功能验证；

2 gsmSSP/IP 与 SCP 间的接口：由 MSC/gsmSSP 在 SCP 的控制下通过 GSM-R 网路完成呼叫的处理和选路功能验证分析。

6.5 通用分组无线业务（GPRS）子系统调测

6.5.1 应根据设计文件和相关技术标准，并参照产品说明书，对下列数据进行配置：

1 GPRS 核心网数据：信令点码、IP 地址分配、APN、车载设备域名、网元域名等；

2 GSM-R 相关业务, 如车次号与调度命令传送等数据。

6.5.2 应根据设计文件和相关技术标准并, 参照产品说明书, 对下列数据业务通过 FTP 方式进行验证:

PDP 激活/去活、上下行数据传输、业务挂起与恢复、流量控制、无线接入能力等。

6.5.3 参照产品说明书, 对下列接口功能协议进行分析和试验, 结果应符合设计文件要求和相关技术标准的规定:

1 Gb 接口业务功能试验: 包括 GPRS 附着、GPRS 分离、GPRS 小区更新、GPRS 路由区更新、GPRS 中的 PDP 场景激活/去活、上下行数据传输、业务挂起与恢复、流量控制、无线接入能力等;

2 Gn 接口业务功能试验: 包括基本 IP 传输性能测试、路径管理、隧道管理、车次号与调度命令传送等。

6.6 网管子系统调试

6.6.1 网管调测包括基站子系统网管、中继子系统网管、交换子系统网管、智能网子系统网管、通用分组无线 (GPRS) 子系统网管的调测。

6.6.2 调测应首先进行调试准备, 包括检查操作维护软件运行正常, 软件版本正确, 网络通信正常。

6.6.3 硬件调测应包括数据的配置和上电加载, 检测单板运行情况和硬件数据配置的正确性。

6.6.4 中继、信令调测应包括本局与传输、对端局局间中继和信令的对接, 检测局间中继、信令连接, 验证配置的正确性。

6.6.5 业务试验应包括对基本业务、智能业务等系统要求提供的所有业务的调试, 检测系统能否正常提供业务, 计费是否正常等。

6.6.6 网管功能试验应包括配置管理、故障管理、测试管理、维护管理、安全管理等。

6.6.7 网管调测具体内容可参照产品说明书进行, 调测结果应符合设计要求或相关技术标准的规定。

7 用户终端

7.1 一般规定

7.1.1 用户终端设备施工包括机车综合无线通信设备、作业手持台、通用手持台、调车手持台、固定用户接入系统（FAS）终端、SIM 卡等的安装与调测。

7.1.2 用户终端设备施工流程如图 7.1.2 所示。

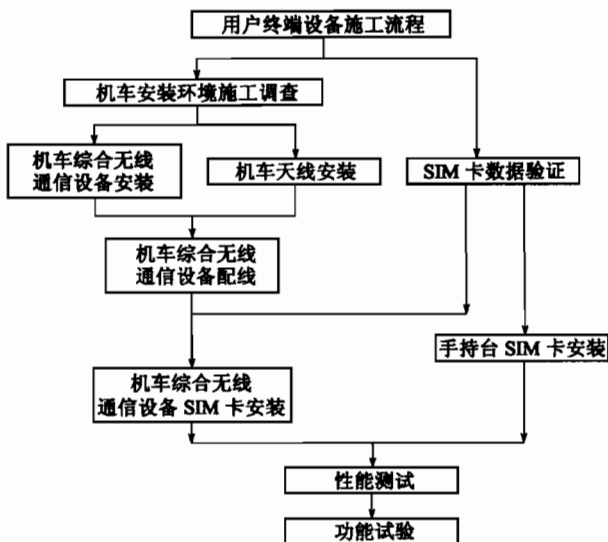


图 7.1.2 用户终端设备安装与调测施工流程图

7.1.3 设备安装前开箱检查应符合本技术指南第 5.1.3 条的有关规定。

7.2 SIM 卡

7.2.1 应根据设计文件确定的用户性质和相关技术标准，并参照产品说明书，对 SIM 卡的以下数据进行配置：

- 1 数据存储；
- 2 网络注册；
- 3 鉴权加密；
- 4 安全防护。

7.3 机车综合无线通信设备

7.3.1 机车综合无线通信设备（CIR）主机的安装位置及方式应符合设计要求以及铁道部有关设备技术标准中关于产品结构的规定。

7.3.2 CIR 主机在确保电磁兼容条件下可与机车其他弱电设备合用安装机架。

7.3.3 终端显示设备（MMI）可以采用嵌入式或壁挂式安装在司机操作台面板右侧（具体位置按照施工图纸确定），每套操作显示终端与 CIR 主机的连接电缆通过同一个 $\phi 60\text{ mm}$ 孔引入。

7.3.4 打印终端具体安装位置与安装方式应按照施工图纸确定的位置安装。

7.3.5 机车天线的安装方式、位置、多个天线间距应符合设计要求。

7.3.6 机车天线馈线长度均应在 30 m 以内，在机车顶部走线（每隔 0.5 m 固定一次）后集中从一处孔洞（30 mm，需要进行防水处理，位置由施工图纸确定）引入机车内部，沿电缆槽道或支架敷设至 CIR 主机，馈线转弯半径应大于 5 倍馈线外径。

7.3.7 射频同轴电缆敷设及与连接器的连接应符合本技术指南 3.4 的有关规定。

7.3.8 终端设备的线缆布放应做好防护并固定牢靠，并应避免开

周围热管路，配线应正确，连接电缆应留有 10% 的余量。

7.3.9 参照产品说明书，在机车综合无线通信设备内，正确装入设置好系统参数的 SIM 卡。

7.4 手持台

7.4.1 参照产品说明书，在手持台内正确装入设置好系统参数的 SIM 卡。

7.4.2 试验手持台开机功能。

7.5 调度台和车站台设备安装

7.5.1 调度台和车站台设备安装应符合铁路行业现行标准的有关规定。

7.6 用户终端调测

7.6.1 按现行通信行业标准《900/1800 MHz TDMA 数字蜂窝移动通信网通用分组无线业务（GPRS）设备测试方法：移动台》（YD/T 1215）或相关铁路行业标准，对下列终端设备电特性指标进行测试，结果应符合设计文件要求和相关技术标准的规定：

1 射频指标：发射功率、接收参考灵敏度、频偏等。

2 音频指标：音频输出功率、信纳比、失真、通话效果等。

7.6.2 试验各类终端设备及 SIM 卡的功能，结果应符合设计要求或相关技术标准的规定。测试方法可参照 SIM 卡技术说明书。

7.6.3 参照产品说明书，对调度台下列功能进行试验，结果应符合设计要求或相关技术标准的规定：

1 自动应答功能；

2 呼叫等待、呼叫保持及优先级呼叫功能；

3 主叫线识别提供业务（CLIP）功能；

4 主叫功能号码显示功能；

5 扬声器、耳机音量调节功能；

- 6 功能按键通过单键操作完成功能;
- 7 通过拨号键盘完成拨号呼叫功能;
- 8 调度台工作状态显示功能;
- 9 试验两个通话通道同时使用, 并相互切换。

7.6.4 参照产品说明书, 对下列车站台功能进行试验, 结果应符合设计要求或相关设备标准的规定:

- 1 自动应答功能;
- 2 呼叫等待、呼叫保持及优先级呼叫功能;
- 3 主叫线识别提供业务 (CLIP) 功能;
- 4 主叫功能号码显示功能;
- 5 扬声器、耳机音量调节功能;
- 6 功能按键通过单键操作完成功能;
- 7 通过拨号键盘完成拨号呼叫功能;
- 8 车站台工作状态显示功能;
- 9 试验两个通话通道同时使用, 并相互切换。

7.6.5 参照产品说明书, 对下列机车综合无线通信设备功能进行试验, 结果应符合设计要求或相关技术标准的规定:

- 1 终端激活呼叫转移/前转功能;
- 2 GSM-R 网络失效时, 机车综合通信设备手动选择其他移动无线网络功能 (此项功能需相关无线网络支持);
- 3 注册和注销功能号功能;
- 4 呼叫等待、呼叫保持、优先级呼叫功能;
- 5 主叫线识别提供业务 (CLIP) 功能;
- 6 主叫功能号码显示功能;
- 7 扬声器、耳机音量调节功能;
- 8 功能按键通过单键操作完成功能;
- 9 拨号键盘用于完成拨号呼叫、功能号注册/注销等功能;
- 10 机车综合通信设备显示功能;
- 11 使用 PTT 按键组呼通话功能;

12 发起紧急呼叫失败试验，自动重新发起紧急呼叫，重试呼叫次数不超过3次；

13 如果紧急呼叫 AC 确认失败，自动重新发起 AC 确认，重试次数不超过3次；

14 操作状态和结果声音提示功能。

7.6.6 参照产品说明书，对下列作业手持台功能进行试验，结果应符合设计要求或相关技术标准的规定：

1 呼叫等待、呼叫保持、优先级呼叫功能；

2 GSM-R 网络失效时，作业手持台手动选择其他移动无线网络功能（此项功能需相关无线网络支持）；

3 注册和注销功能号功能；

4 主叫线识别提供业务（CLIP）功能；

5 主叫功能号码显示功能；

6 工作状态、注册/注销功能号状态、接收电平强度和电池电量等信息显示功能；

7 对每项操作提供文字提示和/或提示音，显示文字为标准简体中文；

8 功能按键通过单键操作完成功能；

9 使用拨号键盘完成拨号呼叫、功能号注册/注销、功能寻址呼叫等功能；

10 使用 PTT 按键组呼操作功能。

8 电源、接地及防雷

8.1 一般规定

8.1.1 电源设备施工包括交流不间断电源（UPS）、高频开关电源、太阳能供电装置、蓄电池组、交直流配电设备、电源环境监控设备等安装和调测。接地装置施工包括室外接地体、接地母线、室内地线箱（盘）、接地引线等安装和调测。防雷装置施工包括避雷针、浪涌保护器（SPD）等安装和调测。

8.1.2 电源、接地及防雷施工流程图如图 8.1.2 所示。

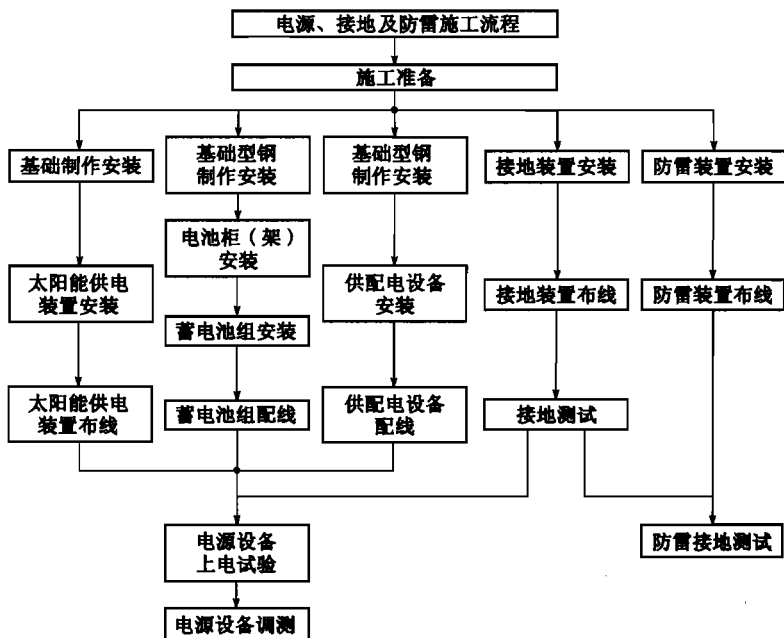


图 8.1.2 电源、接地及防雷施工流程图

8.1.3 电源的施工调查主要包括供电方式、电压等级、负荷容量等情况。

8.1.4 接地的施工调查主要包括贯通地、共用地、防雷地等情况。

8.1.5 防雷的施工调查主要包括铁塔防雷、建筑房屋防雷等情况。

8.1.6 机房铺设防静电地板时应同步敷设接地网，接地网应不少于2处引至机房接地端子。

8.1.7 当电源引自电力线路或交流配电箱时，其安装配线要求应符合铁路行业现行相关技术标准的规定。

8.2 电源设备安装

8.2.1 在房屋屋顶安装太阳能供电装置基础时应按下列要求进行制作安装：

1 核实房屋的结构与承重，应满足安装要求。

2 制作安装太阳能供电装置基础不应影响房顶原有防水功能。

8.2.2 太阳能供电装置应按下列要求进行安装：

1 应安装在无遮挡物的地方，表面朝阳，充分接受阳光照射。

2 如果一年内不调整角度，电池组件与地平面夹角应大约等于当地纬度。

3 安装时应轻拿轻放，严禁碰撞、敲击，以免损坏封装玻璃。

8.2.3 电源设备的基础型钢应按下列要求进行制作安装：

1 根据柜体尺寸大小和室内地面荷载预制基础型钢，对其除锈刷漆，并做好接地。

2 基础型钢顶部宜高出室内抹平地面10mm。

8.2.4 电池柜（架）、蓄电池组的安装应符合铁路行业现行相

关技术标准的规定。

8.2.5 交流不间断电源（UPS）的安装应符合铁路行业现行相关技术标准的规定。

8.2.6 高频开关电源的安装应符合铁路行业现行相关技术标准的规定。

8.2.7 交流配电设备应按下列要求进行安装：

1 交流配电设备的安装位置应正确，部件齐全，箱体开孔与导管管径适配，暗装配电箱箱盖应紧贴墙面，箱体中心距地面的高度宜为 1.3 ~ 1.5 m。

2 交流配电设备安装在混凝土墙、柱或基础上时，应采用膨胀螺栓固定。

3 交流配电设备的每路配电开关及保护装置的规格、型号，应符合设计要求。

8.2.8 电源及环境监控设备应按下列要求进行安装：

1 传感器、变送器的安装位置应符合设计要求。

2 传感器、变送器的信号输入接线应正确。

3 传感器、变送器通过输出模块或接口模块与数字控制器连接应接触可靠。

4 电压传感器安装时严禁输入端短路，电流传感器安装时严禁输出端开路。

8.2.9 电源设备配线应符合铁路行业现行有关通信工程施工标准的规定。

8.2.10 向设备送电前应按设备电气原理图与施工配线图检查核对，所有电源设备的开关均应处于“断”的位置，熔断器容量应符合设计要求。

8.3 接地装置安装和电气化区段强电保护

8.3.1 接地装置的安装及布线应符合铁路行业现行标准《铁路防雷、电磁兼容及接地工程技术规范》（铁建设〔2007〕39号）

及相关标准的规定。

8.3.2 天线杆（塔）的防雷地线应按下列要求进行施工：

1 防雷地线埋设位置应符合设计规定。

2 接地极宜采用 $50 \times 50 \times 5$ 镀锌角钢，亦可采用 $\phi 50$ 钢管，接地极长度应为 $2 \sim 2.5$ m。接地极连接线（母线）宜采用镀锌扁钢，截面应不小于 100 mm^2 ，厚 4 mm 以上，或 3 股 $\phi 5 \text{ mm}$ 镀锌铁线。

3 接地极间距离宜为 5 m。接地体应选择土壤电阻率较低处埋设，埋深应为 $0.5 \sim 0.8$ m 或冻土层以下，与其他接地体间距离不应小于 15 m。接地体与扁钢焊接应采用氧气焊或电焊，焊接处应作防护。

4 接地电阻应符合设计要求。

5 当接地电阻达不到要求时可采用增加接地极数量、添加降阻剂等方法。

8.3.3 电气化区段的基站、直放站及漏泄同轴电缆等设备安装地点应尽量远离接触网和回流线。漏泄同轴电缆受交流电气化铁路的危险影响超过容许值时，应采取相应措施。纵向感应电动势应满足铁路行业现行标准《铁路运输通信设计规范》(TB 10006)的有关规定。

8.4 防雷装置安装

8.4.1 避雷针的安装及布线应符合铁路行业现行标准《铁路防雷、电磁兼容及接地工程技术规范》(铁建设〔2007〕39号)和相关技术标准的有关要求。

8.4.2 电源线路浪涌保护器应按下列要求进行安装：

1 电源线路的各级浪涌保护器应分别安装在被保护设备电源线路的前端，浪涌保护器各接线端应分别与配电箱内线路的同名端相线连接。浪涌保护器的接地端与配电箱的保护接地线（PE）接地端子板连接，配电箱接地端子板应与所处防雷区的等

电位接地端子板连接。各级浪涌保护器连接导线应平直。

2 带有接线端子的电源线路浪涌保护器应采用压接。带有接线柱的浪涌保护器宜采用线鼻子与接线柱连接。

3 电源线与防雷箱的连接线长度不得大于0.5m；受条件限制连接线长度大于0.5m时，应采用凯文接线法连接。防雷箱的接地线不宜大于0.5m。

4 浪涌保护器的连接导线最小截面积宜参考表8.4.2。

表 8.4.2 浪涌保护器连接导线最小截面积

防护级别	SPD 的类型	导线截面积 mm ²	
		SPD 连接相线铜导线	SPD 接地端连接铜导线
第一级	开关型或限压型	16	25
第二级	限压型	10	16
第三级	限压型	6	10
第四级	限压型	4	6

注：组合型 SPD 参照相应保护级别的截面积选择。

5 浪涌保护器应安装牢固，其位置及布线应正确。

8.4.3 信号线路浪涌保护器应按下列要求进行安装：

1 信号线路浪涌保护器应连接在被保护设备的信号端口上。浪涌保护器输出端与被保护设备的端口相连。浪涌保护器也可以安装在机柜内，固定在设备机架上或附近支撑物上。

2 信号线路浪涌保护器接地端宜采用截面积不小于1.5mm²的铜芯导线与设备机房内的局部等电位接地端子板连接，接地线应平直。

3 浪涌保护器应安装牢固，其位置及布线应正确。

8.4.4 天馈线路浪涌保护器应按下列要求进行安装：

1 天馈线路浪涌保护器应串接于天馈线与被保护设备之间，宜安装在机房内设备附近或机架上，也可以直接连接在设备馈线接口上。

2 天馈线路浪涌保护器的接地端应采用截面积不小于 6 mm^2 的铜芯导线就近连接到直击雷非防护区（LPZ0_A）或直击雷防护区（LPZ0_B）与第一防护区（LPZ1）交界处的等电位接地端子上；接地线应平直。

3 浪涌保护器应安装牢固，其位置及布线应正确。

8.5 电源、接地及防雷调测

8.5.1 应对接地装置的接地电阻进行测试，其指标应符合设计要求。

8.5.2 电源设备严禁强行送电，当设备电源报警时，应及时排除故障。

8.5.3 电源设备应调测以下指标，结果应符合设计要求或相关技术标准的规定：

- 1 交流不间断电源的输入电压；
- 2 高频开关电源的输入电压；
- 3 蓄电池组电压；
- 4 蓄电池组容量。

8.5.4 电源设备应调测以下指标，结果应符合设计要求或相关设备标准的规定：

- 1 交流不间断电源输出电压；
- 2 高频开关电源输出电压；
- 3 蓄电池组浮充电压。

8.5.5 电源设备应试验以下功能，试验结果应符合设计要求或相关设备标准的规定：

- 1 交流不间断电源手动旁路；
- 2 交流不间断电源自动旁路；
- 3 交流双路供电倒换；
- 4 直流二次下电；
- 5 过压保护；

- 6 过流保护；
- 7 欠压保护；
- 8 缺相保护；
- 9 电源环境监控。

8.5.6 电源设备应测试防雷接地点的接地电阻，其指标应符合设计要求。

9 系统调测

9.1 一般规定

9.1.1 系统调测包括场强及干扰调测、系统业务及功能试验、系统服务质量（QoS）调测。

9.1.2 系统调测应以设计文件、验收标准及相关技术标准为依据。

9.1.3 系统场强覆盖和网内干扰调测前应首先对外部电磁环境进行检测，确保不存在外界电磁干扰。

9.1.4 系统服务质量（QoS）调测前应首先对场强覆盖及干扰保护比进行调测，确保指标符合要求。

9.1.5 系统调测所用仪器、仪表应经计量检验，并在计量检验有效期内。

9.1.6 系统调测前，各子系统及设备单机调测应完成，并确认所使用的传输通道良好。

9.1.7 系统调测流程如图 9.1.7 所示。

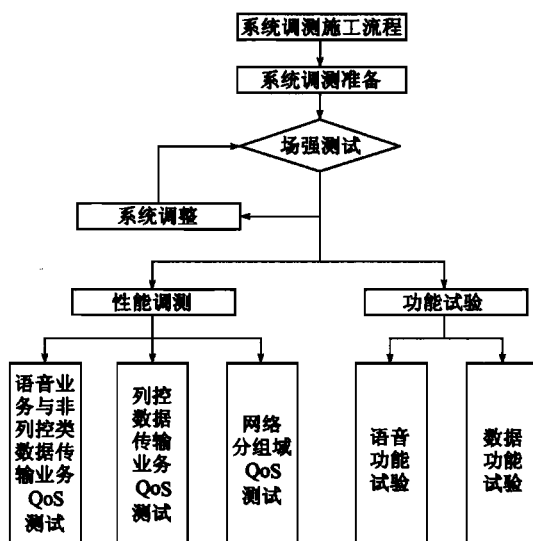


图 9.1.7 系统调测流程图

9.2 场强及干扰调测

9.2.1 系统应进行全线场强及网内越区干扰检测，检测结果应符合设计文件要求和相关技术标准的规定。

9.2.2 对于不满足设计文件要求的场强覆盖及网内越区干扰，应针对具体原因进行下列调整：

- 1 天线方位角、俯仰角；
- 2 基站设备发射功率；
- 3 中继设备发射功率；
- 4 设备参数调整；
- 5 天馈线驻波比。

9.2.3 系统调整后应按本技术指南第 9.2.1、9.2.2 条进行场强及网内越区干扰复测，直至达到设计要求。

9.2.4 场强及干扰调测方法参见技术指南条文说明。

9.3 系统业务及功能试验

9.3.1 系统业务和功能试验应包括语音功能试验、数据功能试验。

9.3.2 语音功能试验应包括下列内容，结果应符合设计要求或相关技术标准的规定：

1 点对点语音呼叫

- 1) 固定用户按 MSISDN 号码呼叫移动用户；
- 2) 固定用户按功能寻址呼叫移动用户；
- 3) 固定用户按 ISDN 号码呼叫固定用户；
- 4) 移动用户按 ISDN 号码呼叫固定用户；
- 5) 移动用户按位置寻址呼叫固定用户；
- 6) 移动用户按 MSISDN 号码呼叫移动用户；
- 7) 移动用户按功能寻址呼叫移动用户。

2 发起方以 GSM-R 组 ID 发起的语音广播（VBS）。

3 语音组呼（VGCS）

- 1) 固定终端发起组呼；
- 2) 移动终端发起组呼。

4 移动发起方以紧急呼叫组 ID 发起紧急呼叫。

9.3.3 数据功能试验应包括下列内容，结果应符合设计要求或相关技术标准的规定：

- 1 电路域数据传输；
- 2 分组域数据传输功能。

9.3.4 系统业务及功能试验方法参见本技术指南条文说明。

9.3.5 对于不满足设计文件和相关技术标准要求的，应分析具体原因，并进行下列相应调整：

- 1 设备参数调整；
- 2 核对单体设备工作状况；
- 3 核对设备配置文件。

9.3.6 系统调整后应按本技术指南第 9.3.2、9.3.3 条进行功能复测，直至达到设计要求。

9.4 系统服务质量 (QoS) 调测

9.4.1 系统服务质量 (QoS) 调测应包括：电路域语音业务与非列控类数据业务 QoS 测试、电路域列控数据业务 QoS 测试、分组域 QoS 测试、移动点对点短消息 QoS。调测结果应符合设计要求或相关技术标准的规定：

1 电路域语音业务与非列控类数据业务 QoS 指标

- 1) 端到端连接建立时间；
- 2) 连接建立失败概率；
- 3) 最大端到端延迟（传输时间）；
- 4) 平均端到端延迟（传输时间）；
- 5) 越区切换中断时间；
- 6) 越区切换成功率。

2 电路域列控数据业务 QoS 指标

- 1) 移动台发起的连接建立时延；
- 2) 连接建立失败概率；
- 3) 最大端到端时延（30 字节数据块）；
- 4) 连接丢失概率；
- 5) 传输干扰时间；
- 6) 传输无差错时间（传输恢复时间）；
- 7) 网络注册时延。

3 分组域 QoS 指标

- 1) 优先等级；
- 2) 延迟等级；
- 3) 可靠性级别；
- 4) 吞吐量测试。

4 移动点对点短消息 QoS 指标

- 1) 移动点对点发送成功率;
- 2) 移动点对点发送时延;
- 3) 移动点对点短消息存储有效期。

5 系统服务质量 (QoS) 测试方法参见本技术指南条文说明。

9.4.2 对于不满足设计文件要求的性能指标应分析具体原因, 并应进行下列相应调整:

- 1 设备参数调整;
- 2 核对单体设备工作状况;
- 3 分析干扰并采取相应措施。

9.4.3 系统调整后应按本技术指南第 9.4.1 条进行性能复测, 直至达到设计要求。

附录 A 缩略语

表 A

英文缩写	英文解释	中文解释
AC	Affirm Center	确认中心
APN	Access Point Name	接入点名
BSC	Base Station Controller	基站控制器
BSS	Base Station System	基站（子）系统
BTS	Base Transceiver Station	基站
CLIP	Calling Line Identification Presentation	呼叫线路标识显示
CIR	Cab Integrated Radio equipment	机车综合无线通信设备
FAS	Fixed Access Switching	固定用户接入交换机
GPRS	General Packet Radio Service	通用分组无线业务
GPS	Global Positioning System	全球定位系统
GSM-R	GSM for Railway	铁路数字移动通信系统
GT	Global Title	全局码
IMSI	International Mobile Subscriber Identity	国际移动用户标识
IN	Intelligent Network	智能网
INAP	Intelligent Network Application Protocol	智能网应用规程
IP	Internet Protocol	互联网协议
ISDN	Integrated Services Digital Network	综合业务数字网
MMI	Man Machine Interface	人机接口
MSISDN	Mobile Station international ISDN number	移动台国际 ISDN 号码
NSS	Network and Switching Subsystem	网络交换子系统
OMC	Operation and Maintenance Centre	操作和维护中心
PSTN	Public Switching Telephone Network	公用交换电话网

续表

英文缩写	英 文 解 释	中 文 解 释
SCP	Service Control Point	业务控制点
SIM	Subscriber Identity Module	用户识别模块
SSP	Service Switching Point	业务交换点
SSN	Sub-System Number	子系统号
VBS	Voice Broadcast Service	话音广播业务
VGCS	Voice Group Call Service	话音组呼叫业务

本技术指南用词说明

使用本技术指南条文时，对于要求严格程度的用词说明如下，以便在执行中区别对待。

(1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“应”。

反面词采用“严禁”。

(2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”。

反面词采用“不应”或“不得”。

(3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”。

反面词采用“不宜”。

表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

《铁路 GSM-R 数字移动通信工程 施工技术指南》条文说明

本条文说明系对重点条文的编制依据,存在的问题以及在执行中应注意的事项等予以说明。为了减少篇幅,只列条文号,未抄录原条文。

1.0.1 本技术指南是为了指导铁路 GSM-R 数字移动通信工程施工而编制的。未涉及到的内容应符合相应规范的要求。

1.0.4 铁道部《铁路运输安全设备生产企业认定办法》(中华人民共和国铁道部令 2005 年第 15 号)和《铁路通信信号设备生产企业认定实施细则》(铁运〔2006〕39 号)规定了铁路 GSM-R 系统设备允许在铁路使用的认定条件和程序。

3.2.3

2 地基承载力的测试方法——用动力触探仪测试(此测试方法参照 STTC-1 轻型动力触探仪的试验方法编制):

(1) 先用钻具钻试验土层标高,然后对需进行试验的土层连续进行触探。

(2) 试验时,重锤落距为 500 mm,锤自由地贯入,将锥和杆垂直地打入土中,每打入 300 mm 的锤击次数即为实测锤击数 N₁₀。

其中,锤重量:10 kg ± 10 g;落距:500 mm。最大贯入深度:6 000 mm;贯入锤锥度:60°;贯入锥最大直径:φ400 mm。

具体测试数据参见说明表 3.2.3—1 和说明表 3.2.3—2。

说明表 3.2.3—1 一般黏性地承载力

锤击数 (N ₁₀)	15	20	25	30
承载力 (t/m ²)	10	14	18	22

说明表 3.2.3—2 黏性素填土承载力

锤击数 (N10)	15	20	25	30
承载力 (kN/m^2)	10	14	18	22

8 根据《混凝土膨胀剂应用技术规范》(GBJ 50119—2003)第 8.5.6 条的规定,养护期可按日平均温度累计达到 $600^{\circ}\text{C}\cdot\text{天}$ 时所对应的周期计列, 0°C 及以下的周期不计列,养护期最少不应小于 14 天,但也不应大于 60 天。在气温较低时应适当采取保温措施。混凝土强度达到 1.2 N/mm^2 前,不得在其上踏踩或安装模板、支架。当日平均气温低于 5°C 时,不得浇水。

3.3.2 各塔靴的中心间距允许偏差不应大于 3 mm、塔靴的高度允许偏差不应大于 3 mm 的要求是参照《900/1800 MHz TDMA 数字蜂窝移动通信网工程验收规范》(YD/T 5067—2005)第 3.2.7 条第 1 款第 1 项制定的。

3.3.3

8 恶劣的环境条件主要指:

大风: 风速大于或等于 10 m/s (5 级);

雨雪: 下雨或下雪;

高温: 温度大于或等于 38°C 。

3.3.6 现行铁路行业标准《铁路 GSM-R 数字移动通信工程施工质量验收暂行标准》(铁建设〔2007〕163 号)第 4.3.10 条规定的水泥天线杆的埋深见说明表 3.3.6。

说明表 3.3.6 天线杆埋深标准

埋深(m) 杆高(m)	土质 分类	松 土	普 通 土	硬土及土夹石
7.0~7.5		1.6	1.4	1.1
8.0~8.5		1.7	1.5	1.1
9.0~10.0		1.8	1.6	1.3
10.0~12.0		2.0	1.8	1.5

3.4.2

3 同第 3.3.3 条第 8 款条文说明。

5 根据通信行业标准《900/1800MHz TDMA 数字蜂窝移动通信网工程验收规范》(YD/T 5067—2005) 第 3.5.8、3.5.9 条规定。

3.4.3

3 馈线的单盘测试指标参照《通信电缆——无线通信用 50 Ω 泡沫聚乙烯绝缘皱纹铜管外导体射频同轴电缆》(YD/T 1092—2004) 制定。

3.4.4

2 馈线的最小弯曲半径要求参照《通信电缆——无线通信用 50 Ω 泡沫聚乙烯绝缘皱纹铜管外导体射频同轴电缆》(YD/T 1092—2004) 制定。

4

线路建筑主要指光缆线路、漏泄同轴电缆、区间机房等。

4.1.8

3 区间机房主要是指在 GSM-R 传输的区间径路上, 按照基站距离, 为了能安装设备而修建的机房。它可以在路基两侧的开拓地上修建, 也可以利用隧道内的防护洞。

4.2.2

1 漏泄同轴电缆的单盘测试指标是参照《通信电缆——物理发泡聚乙烯绝缘漏泄同轴电缆》(YD/T 1120—2001) 表 8 制定的。

4.2.4

5 漏泄同轴电缆的最小弯曲半径要求是参照《通信电缆——物理发泡聚乙烯绝缘漏泄同轴电缆》(YD/T 1120—2001) 表 B1 制定的。

4.2.6

5 隧道外漏泄同轴电缆与既有漏泄同轴电缆间距不应小于 30 cm 是参考摩托罗拉公司在轨道交通无线通信工程中对漏泄同

轴电缆的敷设要求制定的。

5.4.1 线缆敷设时信号线、控制线和电源线间距要求，是参考通信产业部标准《900/1800 MHz TDMA 数字蜂窝移动通信网工程验收规范》(YD/T 5067—2005) 第 3.6.1 条制定的。

5.5.5 表 5.5.5 配线电缆绝缘电阻的要求是依据铁路行业标准《铁路运输通信工程施工质量验收标准》(TB 10418—2003) 第 5.3.3 条确定的。

5.5.7 音频配线电缆近端串音衰减不应小于 78 dB，是依据铁路行业标准《铁路运输通信工程施工质量验收标准》(TB 10418—2003) 第 5.3.4 条确定的。

6.3.1 所谓健壮的系统是指对于规范要求以外的输入能够判断出这个输入不符合规范要求，并能有合理的处理方式。

7.3.1 《GSM-R 数字移动通信网设备技术规范 第二部分：机车综合无线通信设备安装规范 (V1.1)》(科技运〔2007〕24 号)、《机车综合无线通信设备 MMI 终端显示补充规范》(科技运〔2007〕91 号) 等规定了机车综合无线通信设备的结构、功能、性能和安装方式等。

8.4.2、8.4.3、8.4.4 电源线路浪涌保护器、信号线路浪涌保护器、天馈线路浪涌保护器的安装要求根据国家标准《建筑物电子信息系统防雷技术规范》(GB 50343—2004) 第 6.5 节的规定制定。

8.4.4

2 雷电防护区 (LPZ) 划分为：直击雷非防护区 (LPZ_0_A)、直击雷防护区 (LPZ_0_B)、第一防护区 (LPZ_1)、第二防护区 (LPZ_2)、后续防护区 (LPZ_n)。各防护区定义应符合现行国家标准《建筑物电子信息系统防雷技术规范》(GB 50343—2004) 的有关规定。

8.5.5 二次下电功能，是蓄电池放电时的一种保护功能。

蓄电池在输出能量时，其两端电压不断下降，当下降到一定

值（一般称为终止电压）的时候，就必须断掉其能量输出回路，否则可能导致蓄电池过放电，使其寿命缩短甚至报废。这种在终止电压时，使蓄电池断掉负载防止过放电的动作和措施，叫做低电压保护。

二次下电比低电压保护更进一步。当电池两端电压降到一定值时（一般比终止电压高），就断掉一部分次要负载，只给剩下的主要负载供电。之后当电压下降到终止电压时，则将主要负载也断掉，实现对蓄电池的保护。这种两级断开负载的动作和措施即为二次下电。

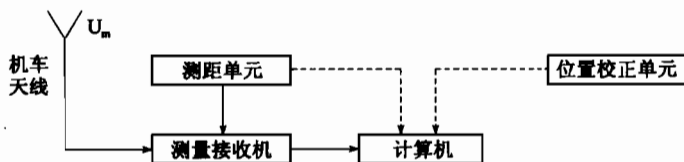
二次下电的好处是在保证蓄电池不过放电的同时，可以给重要设备提供更长的供电时间，尽量减少通信中断的损失。如果需要实现系统的二次下电功能，开局时，须将直流输出负载分成主要和次要负载，接到相应的分路上。

9.2.1 场强及干扰调测的测试方法

(1) GSM-R 网络场强测试

①指标定义：GSM-R 网络场强以最小可用接收电平表示。最小可用接收电平是确保铁路数字移动通信在具有一定的系统可靠性和服务质量的条件下，在机车车顶天线处所需的端电压。

②最小可用接收电平测试框图参见说明图 9.2.1—1。



说明图 9.2.1—1 最小可用接收电平测试框图

③测试接口说明：测试点是空中接口（ U_m ）的信号强度。

④测试预置条件：

a. 机车天线经高频屏蔽同轴电缆与测量接收机匹配连接, 计算机自动记录测得的信号电平值和测距单元的输出值。

b. 测量设备采用全向天线。

c. 机车天线为零增益, 机车天线和测量接收机之间的损耗为 3 dB。当实际使用的环境中, 机车天线和接收设备之间的损耗大于 3 dB 时, 应考虑补偿措施。

d. 测量工作在测试车车厢内进行, 测量设备的天线安装在机车车顶。

e. 测量设备抗震性能良好, 应能适应测试车辆的应用环境。

⑤测试方法:

a. 测距单元校准。

b. 测量接收机对全线所有的 BCCH 载频进行测量。在测量时, 每隔 4 cm 取样一次, 由计算机自动记录测量的电平值和测量单元输出的距离信息。

⑥数据处理和结果统计:

每 100 m 作为一个统计样本区间, 按照规定的地点统计概率 (如 95%) 进行处理, 剔除该区间内小于 (1 - 规定地点统计概率) 的低信号电平值, 取剩余满足规定地点统计概率 (如 95%) 内的最低信号电平值作为该样本区间的概率统计值 U_m' 。

折算到机车车顶天线实际接收电平: $U_m = U_m' + L + G$ 。其中: U_m' 为该样本区间的概率统计值, L 为馈线损耗, G 为天线增益。

由多次测量各样本区间求得的实际信号电平值 U_m , 计算每个样本区间 N 次测量的平均值 $\bar{U}_m$, 即:

$$\bar{U}_m = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N U_{mn}$$

⑦推荐工具: 车载测距系统或 GPS 接收器、测量接收机、相关测试软件。

(2) GSM-R 网络干扰测试 (移动测试)

①指标定义：目前 GSM-R 网络干扰主要分为同、邻频干扰，按照技术体制要求，确保铁路 GSM-R 数字移动通信在铁路正线上同、邻频干扰保护比分别大于 12 dB 和 -6 dB。

②GSM-R 网络干扰测试（移动测试）测试框图参见说明图 9.2.1—1。

③测试接口说明：测试点是空中接口（ U_m ）的信号强度。

④测试预置条件：

a. 测试天线应安装在机车顶部，近场区内应无阻挡。

b. 机车天线经高频屏蔽同轴电缆与测量接收机匹配连接，计算机自动记录测得的信号电平值和测距单元的输出值。

c. 测量设备采用全向天线。

d. 天线为零增益，机车天线和测量接收机之间的衰耗为 3 dB。当实际使用的环境中，机车天线和接收设备之间的衰耗大于 3 dB 时，应考虑补偿措施。

e. 设置全线基站的位置信息，包括 GPS 位置信息和公里标信息。

f. 测量工作在测试车车厢内进行，测量设备的天线安装在机车车顶。

g. 测量设备抗震性能良好，应能适应测试车辆的应用环境。

⑤测试方法：

a. 测试过程应覆盖整个工程的所有小区。

b. 测量接收机应可对无线信号的 BSIC 码进行解析，区分有用信号和干扰信号，自动计算 C/I 和 C/A。

c. 测试启动后，整个测试过程应自动化。

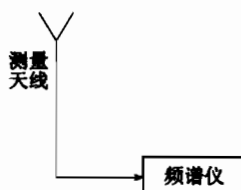
⑥数据处理和结果统计：通过对铁路正线上的干扰测试，统计出全线同频干扰（C/I）保护比小于 12 dB 的干扰情况和邻频干扰（C/A）保护比小于 -6 dB 的干扰情况。

⑦推荐工具：车载测距系统或 GPS 接收器、测量接收机、机车天线、相关测试软件。

(3) GSM-R 网络干扰测试（定点测试）

①指标定义：通过在铁路正线上的移动测试，初步判定受干扰的区域，在干扰区域内通过频谱仪等专用测试仪表进行定点测试，查找干扰源。

②GSM-R 网络干扰测试（定点测试）测试框图参见说明图 9.2.1—2。



说明图 9.2.1—2 GSM-R
网络干扰测试（定点测试）框图

③测试接口说明：测试点是空中接口（ U_m ）的信号强度。

④测试预置条件：

- a. 测试前确定受干扰的区域。
- b. 测量天线挂高为机车顶部高度，近场区内应无阻挡。
- c. 测量天线经高频屏蔽同轴电缆与频谱仪匹配连接。
- d. 测量天线采用全向天线和定向天线。
- e. 记录测试地点的位置信息及公里标信息。

⑤测试方法：

- a. 选择受干扰区域，确定具体的测试地点。
- b. 连接频谱仪与全向测量天线，捕捉干扰信号，通过调整定向测量天线确定干扰源的指向。
- c. 频谱仪记录干扰信号强度和方位，确定干扰源。

⑥数据处理和结果统计：通过对有用信号和干扰信号的信号强度进行比较，记录 C/I 值与 C/A 值。

⑦推荐工具：频谱仪、机车天线。

9.3.2 语音功能试验方法

1 点对点语音呼叫业务试验

(1) 预置条件

- a. 移动用户注册了 GSM-R 网络并登陆。
- b. 移动用户注册了功能号。
- c. 固定用户是通过 FAS 接入系统的调度员或车站值班员终端。
- d. 被测用户之间有通话权限。

(2) 固定用户呼叫移动用户

①试验步骤:

- a. 固定用户输入被叫移动用户的 MSISDN 号码, 发起呼叫。
- b. 移动用户接通呼叫。
- c. 固定用户输入被叫移动用户的功能号码, 发起呼叫。
- d. 移动用户接通呼叫。

②预期结果: 通话正常。

(3) 固定用户呼叫固定用户

①试验步骤:

- a. 主叫固定用户输入被叫固定用户的 ISDN 号码, 发起呼叫。
- b. 被叫固定用户接通呼叫。

②预期结果: 通话正常。

(4) 移动用户呼叫固定用户

①试验步骤:

- a. 主叫移动用户输入被叫固定用户的 ISDN 号码, 发起呼叫。
- b. 被叫固定用户接通呼叫。
- c. 主叫移动用户输入被叫固定用户的短号码 (位置寻址), 发起呼叫。
- d. 被叫固定用户接通呼叫。

②预期结果: 通话正常。

(5) 移动用户呼叫移动用户

①试验步骤:

a. 主叫移动用户输入被叫移动用户的 MSISDN 号码, 发起呼叫。

b. 被叫移动用户接通呼叫。

c. 主叫移动用户输入被叫移动用户的功能号码, 发起呼叫。

d. 被叫移动用户接通呼叫。

②预期结果: 通话正常。

2 语音广播业务 (VBS) 试验

(1) 预置条件

设置组 ID, 优先级为 3 级。

(2) 试验步骤

a. 广播发起者发起广播呼叫。

b. 广播发起者讲话。

c. 广播接收者按 PTT 键讲话。

d. 广播接收者退出广播呼叫。

e. 广播发起者释放广播呼叫。

(3) 预期结果

a. 广播接收者听到广播发起者讲话。

b. 广播发起者听不到广播接收者讲话。

c. 广播接收者退出广播呼叫, 广播呼叫仍然存在。

d. 广播发起者正常释放广播呼叫。

3 语音组呼业务 (VGCS) 试验

(1) 固定用户发起组呼

①预置条件

a. 设置组 ID, 设置优先级。

b. 组呼发起者是固定用户。

②试验步骤

a. 固定用户以组地址发起组呼。

b. 呼叫预定义各固定用户进入有线组呼状态。

- c. 处于组呼区域内的移动用户进入 GSM-R 组呼状态。
- d. 移动用户越出 GSM-R 组呼区域时自动退出 GSM-R 组呼。
- e. 通话完毕，发起组呼的固定用户挂机，组呼拆除。其他组成员拆除组呼无效。或者在规定时间内组内无通话时，由系统自动拆除组呼。

③预期结果：组呼成功。

(2) 移动终端发起组呼

①预置条件：

- a. 设置组 ID，设置优先级。
- b. 组呼发起者是移动用户。

②试验步骤：

- a. 移动用户以 GSM-R 组 ID 向 GSM-R 网络发起组呼。
- b. 处于组呼区域内的移动用户进入 GSM-R 组呼状态。
- c. 呼叫预定义的各固定用户进入有线组呼状态。
- d. 移动用户越出 GSM-R 组呼区域时自动退出组呼。
- e. 通话完毕，发起组呼的移动用户挂机，组呼拆除。其他组成员拆除组呼无效。或者在规定时间内组内无通话时，由系统自动拆除组呼。

③预期结果：组呼成功。

4 移动终端发起铁路紧急呼叫业务试验

(1) 预置条件：

- a. 设置紧急呼叫组 ID，优先级为 0 级。
- b. 紧急呼叫发起者是移动用户。

(2) 试验步骤：

- a. 移动用户以组地址发起紧急呼叫。
- b. 各组成员接听紧急呼叫。
- c. 紧急呼叫发起者释放紧急呼叫。

(3) 预期结果：紧急呼叫成功。

(4) 呼叫完成后向 AC 发送确认消息。

9.3.3 数据功能试验方法

1 电路域数据传输功能试验

(1) 预置条件:

- a. 检测终端在检测开始前应完成 GSM-R 网络登录并注册成功, 并处于空闲状态。
- b. 被叫端完成 GSM-R 网络登录并注册成功, 并处于空闲状态。

(2) 试验步骤:

- a. 测试终端输入被叫终端的用户号码, 发起呼叫;
- b. 被叫终端用户接通呼叫;
- c. 被叫终端与主叫终端成功建立电路连接的链路后进行数据传送。

(3) 预期结果: 电路域数据传输成功。

2 分组域数据传输功能试验

(1) 预置条件:

- a. 检测为静态检测。
- b. 具有 GPRS 功能的移动台。

(2) 试验步骤:

- a. 测试终端输入被叫终端的用户号码, 发起呼叫;
- b. 被叫终端用户接通呼叫;
- c. 被叫终端与主叫终端成功建立电路连接的链路后进行数据传送。

(3) 预期结果: 分组域数据传输成功。

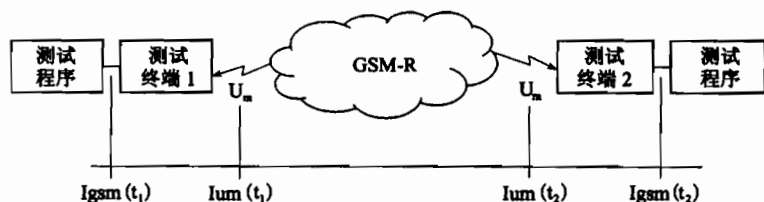
9.4.1 系统服务质量 (QoS) 调测方法

1 电路域语音业务与非列控类数据业务 QoS 指标测试方法

(1) 端到端连接建立时间测试

①铁路紧急呼叫

- a. 指标定义: 在规定的区域内, 从移动端发起呼叫请求到呼叫成功建立间的时延。
- b. 端到端连接建立时间测试框图参见说明图 9.4.1—1。



说明图 9.4.1—1 端到端连接建立时间测试框图

c. 测试接口说明：测试接口为 $Ium(t_1)$ ，测试点为 $Igsm(t_1)$ 。

d. 测试预置条件：

(a) 测试终端在测试开始前应完成 GSM-R 网络登录并注册成功，处于空闲状态。

(b) 被叫端采用自动应答方式。

(c) 仅统计呼叫成功的次数，重新呼叫不在测试范围内。

e. 测试方法：

(a) 测试终端 1 向 GSM-R 网络发起紧急呼叫。

(b) 测量 $Ium(t_1)$ 接口收到的以下信令：“Channel Request”、“Connect”。

(c) 为保证在两次呼叫之间有可能进行的小区重选能够正确完成，要留有足够的呼叫间隔时间，时长为 30 s。

(d) 测试类型为短呼测试，持续时长为 30 s（包括呼叫建立），主叫方应自动释放连接。

(e) 采用动态测试，测试应按照实际运营车速进行，每个小区至少测试三次，总数不小于 100 次。

(f) 用车载测距系统或 GPS 记录位置速度信息。

f. 数据处理和结果统计：呼叫建立时延为信令 “Channel Request” 与 “Connect” 之间的时间差。

最大时长 = $\text{Time}(\text{Connect})_{\max} - \text{Time}(\text{Channel Request})$

平均时长 =
$$\frac{\sum [\text{Time}(\text{Connect}) - \text{Time}(\text{Channel Request})]}{n}$$

式中 n 为测试总次数。

g. 推荐工具：车载测距系统或 GPS 接收器、用于控制测试模块的控制程序和自动测试脚本、相关测试模块。

②同一区域内 MS 的组呼

a. 指标定义：在同一区域内，从司机移动端发起呼叫请求到呼叫成功建立间的时延。

b. 同一区域内 MS 的测试框图参见说明图 9.4.1—1。

c. 测试接口说明：测试接口为 $I_{um}(t_1)$ ，测试点在 $I_{gsm}(t_1)$ 。

d. 测试预置条件：

(a) 测试终端在测试开始前应完成 GSM-R 网络登录并注册成功，并处于空闲状态。

(b) 被叫端采用自动应答方式并用最快速度响应。

(c) 仅统计呼叫成功的次数，重新呼叫不在测试范围内。

e. 测试方法：

(a) 测试终端 1 以 GSM-R 组 ID 向 GSM-R 网络发起组呼。

(b) 在 $I_{gsm}(t_1)$ 测试点上测量 $I_{gsm}(t_1)$ 接口收到的以下信令：“Channel Request”、“Connect”。

(c) 为保证在两次呼叫之间有可能进行的小区重选正确完成，要留有足够的呼叫间隔时间，时长为 30 s。

(d) 测试类型为短呼测试，持续时长为 30 s（包括呼叫建立），主叫方应自动释放连接。

(e) 采用动态测试，测试应按照实际运营车速进行，每个小区至少测试三次，总数不小于 100 次。

(f) 用车载测距系统或 GPS 记录位置速度信息。

f. 数据处理和结果统计：呼叫建立时延为信令“Channel Request”与“Connect”之间的时间差。

最大时长 = $\text{Time}(\text{Connect})_{\max} - \text{Time}(\text{Channel Request})$

平均时长 =
$$\frac{\sum [\text{Time}(\text{Connect}) - \text{Time}(\text{Channel Request})]}{n}$$

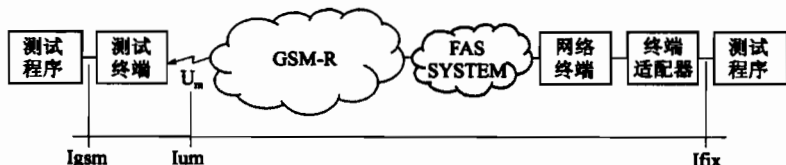
式中 n 为测试总次数。

g. 推荐工具：车载测距系统或 GPS 接收器、用于控制测试模块的控制程序和自动测试脚本、相关测试模块。

③MS-FT 的运营呼叫

a. 指标定义：从移动端发起呼叫请求到呼叫成功建立间的时延。

b. MS-FT 的运营呼叫测试框图参见说明图 9.4.1—2。



说明图 9.4.1—2 MS-FT 的运营呼叫测试框图

c. 测试接口说明：测试接口为 Ium 和 Ifix，测试点在 Igsm (t)。

d. 测试预置条件：

(a) 测试终端在测试开始前应完成 GSM-R 网络登录并注册成功，并处于空闲状态。

(b) 被叫端采用自动应答方式。

(c) 仅统计呼叫成功的次数，重新呼叫不在测试范围内。

e. 测试方法：

(a) MS 按以下三种方式呼叫 FT：ISDN 号码寻址、位置寻址、VGCS。

(b) 在 Igsm 测试点上测量 Ium 接口收到的以下信令：“Channel Request”、“Connect”。

(c) 为保证在两次呼叫之间有可能进行的小区重选正确完成，要留有足够的呼叫间隔时间，时长为 30 s。

(d) 测试类型为短呼测试，持续时长为 30 s（包括呼叫建立），主叫方应自动释放连接。

(e) 采用动态测试，测试应按照实际运营车速进行，每个

小区至少测试三次，总数不小于 100 次。

(f) 用车载测距系统或 GPS 记录位置速度信息。

f. 数据处理和结果统计：呼叫建立时延为信令 “Channel Request” 与 “Connect” 之间的时间差。

最大时长 = $\text{Time}(\text{Connect})_{\max} - \text{Time}(\text{Channel Request})$

平均时长 =
$$\frac{\sum [\text{Time}(\text{Connect}) - \text{Time}(\text{Channel Request})]}{n}$$

式中 n 为测试总次数。

g. 推荐工具：车载测距系统或 GPS 接收器、用于控制测试模块的控制程序和自动测试脚本、相关测试模块。

④ FT-MS 的运营呼叫

a. 指标定义：从固定端发起呼叫请求到呼叫成功建立间的时延。

b. FT-MS 的运营呼叫的测试框图参见说明图 9.4.1—2。

c. 测试接口说明：测试接口为 I_{gsm} 和 I_{fix}，测试点在 I_{fix}。

d. 测试预置条件：

(a) 测试终端在测试开始前应完成 GSM-R 网络登录并注册成功，并处于空闲状态。

(b) 被叫端采用自动应答方式。

(c) 仅统计呼叫成功的次数，重新呼叫不在测试范围内。

e. 测试方法：

(a) FT 按以下三种方式呼叫 MS：MSISDN 号码、功能寻址、VGCS。

(b) 在 I_{fix} 测试点上测量接收到下列事件的时间间隔：发起呼叫 “Set-up”、成功连接 “Connect”。

(c) 为保证在两次呼叫之间有可能进行的小区重选正确完成，要留有足够的呼叫间隔时间，时长为 30 s。

(d) 测试类型为短呼测试，持续时长为 30 s（包括呼叫建立），主叫方应自动释放连接。

(e) 采用动态测试, 测试应按照实际运营车速进行, 每个小区至少测试三次, 总数不小于 100 次。

(f) 用车载测距系统或 GPS 记录位置速度信息。

f. 数据处理和结果统计: 呼叫建立时延为信令 “Connect” 与 “Set-up” 之间的时间差。

最大时长 = $\text{Time}(\text{Connect})_{\max} - \text{Time}(\text{Set-up})$

平均时长 =
$$\frac{\sum [\text{Time}(\text{Connect}) - \text{Time}(\text{Set-up})]}{n}$$

式中 n 为测试总次数。

g. 推荐工具: 车载测距系统或 GPS 接收器、用于控制测试模块的控制程序和自动测试脚本、相关测试模块。

⑤MS 之间的运营呼叫

a. 指标定义: 从移动端发起呼叫请求到呼叫成功建立间的时延。

b. MS 之间的运营呼叫的测试框图参见说明图 9.4.1—1。

c. 测试接口说明: 测试接口为 $I_{um}(t_1)$ 和 $I_{um}(t_2)$, 测试点在 $I_{gsm}(t_1)$ 。

d. 测试预置条件:

(a) 测试终端在测试开始前应完成 GSM-R 网络登录并注册成功, 并处于空闲状态。

(b) 被叫端采用自动应答方式并用最快速度响应。

(c) 仅统计呼叫成功的次数, 重新呼叫不在测试范围内。

e. 测试方法:

(a) MS 按以下三种方式呼叫 MS: MSISDN 号码、功能寻址、VGCS。

(b) 在 $I_{gsm}(t_1)$ 测试点上测量 $I_{um}(t_1)$ 接口收到的以下信令: “Channel Request”、“Connect”。

(c) 为保证在两次呼叫之间有可能进行的小区重选正确完成, 要留有足够的呼叫间隔时间, 时长为 30 s。

(d) 测试类型为短呼测试, 持续时长为 30 s (包括呼叫建立), 主叫方应自动释放连接。

(e) 采用动态测试, 测试应按照实际运营车速进行, 每个小区至少测试三次, 总数不小于 100 次。

(f) 用车载测距系统或 GPS 记录位置速度信息。

f. 数据处理和结果统计: 呼叫建立时延为信令 Channel Request 与 Connect 之间的时间差。

最大时长 = $\text{Time}(\text{Connect})_{\max} - \text{Time}(\text{Channel Request})$

平均时长 =
$$\frac{\sum [\text{Time}(\text{Connect}) - \text{Time}(\text{Channel Request})]}{n}$$

式中 n 为测试总次数。

g. 推荐工具: 车载测距系统或 GPS 接收器、用于控制测试模块的控制程序和自动测试脚本、相关测试模块。

⑥其他低优先级呼叫

a. 指标定义: 从移动端发起呼叫请求到呼叫成功建立间的时延。

b. 其他低优先级呼叫的测试框图参见说明图 9.4.1—1。

c. 测试接口说明: 测试接口为 Ium (t_1) 和 Ium (t_2), 测试点在 IgsM (t_1)。

d. 测试预置条件:

(a) 测试终端在测试开始前应完成 GSM-R 网络登录并注册成功, 并处于空闲状态, 确认移动台的优先级别。

(b) 被叫端采用自动应答方式并用最快速度响应。

(c) 仅统计呼叫成功的次数, 重新呼叫不在测试范围内。

e. 测试方法:

(a) MS 按 MSISDN 号码呼叫 MS。

(b) 在 IgsM (t_1) 测试点上测量 Ium (t_1) 接口收到的以下信令: “Channel Request”、“Connect”。

(c) 为保证在两次呼叫之间有可能进行的小区重选正确完

成，要留有足够的呼叫间隔时间，时长为 30 s。

(d) 测试类型为短呼测试，持续时长为 30 s（包括呼叫建立），主叫方应自动释放连接。

(e) 采用动态测试，测试应按照实际运营车速进行，每个小区至少测试三次，总数不小于 100 次。

(f) 用车载测距系统或 GPS 记录位置速度信息。

f. 数据处理和结果统计：呼叫建立时延为信令 Channel Request 与 Connect 之间的时间差。

最大时长 = $\text{Time}(\text{Connect})_{\max} - \text{Time}(\text{Channel Request})$

平均时长 =
$$\frac{\sum [\text{Time}(\text{Connect}) - \text{Time}(\text{Channel Request})]}{n}$$

式中 n 为测试总次数。

g. 推荐工具：车载测距系统或 GPS 接收器、用于控制测试模块的控制程序和自动测试脚本、相关测试模块。

(2) 连接建立失败概率测试

①指标定义：呼叫建立不成功的次数与总呼叫次数之比。

②测试说明：在测试端到端连接建立时间的同时，测试连接建立失败概率。

③测试预置条件：

(a) 主、被叫号码正确，被叫端应正常工作。

(b) 用户在连接建立之前不应主动挂断，或在连接超时之前不能挂断电话，否则计数无效。

④数据处理和结果统计：以下情形是被认为不成功的呼叫建立。

a. 从网络侧得到的响应不正确（如果连接错误不是由用户操作引起的）。

b. 在指定的最大时间内没有得到连接成功的消息。

统计总的呼叫请求次数、不成功请求次数、成功的请求次数。

$$\text{连接建立失败概率} = \frac{\text{不成功请求次数}}{\text{总的呼叫请求次数}}$$

⑤推荐工具：车载测距系统或 GPS 接收器、用于控制测试模块的控制程序和自动测试脚本、相关测试模块。

(3) 最大端到端延迟（传输时间）测试

测试说明：参考本技术指南条文说明“电路域列控数据业务 QoS 指标测试方法——最大端到端时延（30 字节数据块）测试”。

(4) 平均端到端延迟（传输时间）测试

测试说明：参考本技术指南条文说明“电路域列控数据业务 QoS 指标测试方法——最大端到端时延（30 字节数据块）测试”。

(5) 越区切换中断时间测试

①指标定义：发生越区切换时，移动台由原基站通信链路转至新基站通信链路，需中断通信的时间。

②越区切换中断时间的测试框图参见说明图 9.4.1—1。

③测试接口说明：测试接口为 Ium (t_1)，测试点在 Igsm (t_1)。

④测试预置条件：

测试终端在测试开始前应完成 GSM-R 网络登录并注册成功。

⑤测试方法：

(a) 在 Igsm (t_1) 测试点上测量 Ium (t_1) 接口收到的以下信令：“Handover Command”、“Handover Complete”。

(b) 测试类型为长呼测试，持续时间包括整个列车运行期间。

(c) 采用动态测试，测试应按照实际运营车速进行，应覆盖本工程内所有区间线路，切换次数不小于 200 次。

(d) 用车载测距系统或 GPS 记录位置速度信息。

⑥数据处理和结果统计：越区切换中断时长为信令“Handover Command”与“Handover Complete”之间的时间差。

最大越区切换中断时间

$$= \text{Time}(\text{Handover Complete})_{\max} - \text{Time}(\text{Handover Command})$$

平均越区切换中断时长

$$= \frac{\sum [\text{Time}(\text{Handover Complete}) - \text{Time}(\text{Handover Command})]}{n}$$

式中 n 为测试总次数。

⑦推荐工具：车载测距系统或 GPS 接收器、用于控制测试模块的控制程序和自动测试脚本、相关测试模块。

(6) 越区切换成功率测试

①指标定义：成功切换次数与总的尝试切换次数之比。

②测试说明：在测试越区切换中断时间的同时，统计越区切换成功率。

③数据处理和结果统计：越区切换成功的次数是信令“Handover Command”与“Handover Complete”作为一组信令出现的次数。

$$\text{切换成功率} = \frac{\text{总的越区切换成功次数}}{\text{总的越区切换尝试次数}} \times 100\%$$

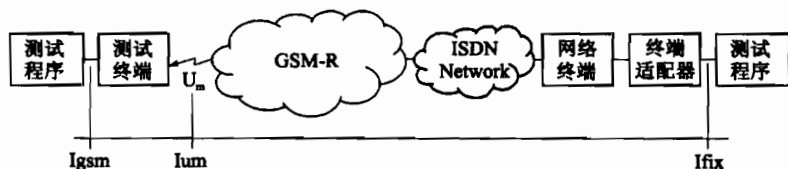
④推荐工具：车载测距系统或 GPS 接收器、用于控制测试模块的控制程序和自动测试脚本、相关测试模块。

2 电路域列控数据业务 QoS 指标测试方法

(1) 移动台发起的连接建立时延测试

①指标定义：从移动端发起呼叫请求到呼叫成功建立间的时延。

②移动台发起的连接建立时延的测试框图参见说明图 9.4.1—3。



说明图 9.4.1—3 移动台发起的连接建立时延测试框图

③测试接口说明：测试接口为 $I_{gsm}(t)$ 和 $I_{fix}(t)$ ，测试

点在 Igsm (t)。

④测试预置条件:

(a) 测试终端在测试开始前应完成 GSM-R 网络登录并注册成功, 并处于空闲状态。

(b) 被叫端采用自动应答方式并用最快速度响应。

(c) 仅统计呼叫成功的次数, 重新呼叫不在测试范围内。

⑤测试方法:

(a) 在 Igsm (t) 测试点上测量从发出 ATDxxx 到接收到下列任一事件的时间间隔: 成功连接 (CONNECTyyy)、链路状态 109 (DCN) 转为 ON。

(b) 为保证在两次呼叫之间有可能进行的小区重选正确完成, 要留有足够的呼叫间隔时间, 时长为 30 s。

(c) 测试类型为短呼测试, 持续时长为 30 s (包括呼叫建立)。

(d) 动态测试时为整个区间, 主叫方自动释放。

(e) 动态测试时, 测试应按照实际运营车速进行测试, 测试应覆盖本工程内所有区间线路。

(f) 用车载测距系统或 GPS 记录位置速度信息。

⑥数据处理和结果统计: 呼叫建立时延为信令 CONNECTyyy 与发出 ATDxxx 之间的时间差或是 DCN 转为 ON 时与发出 ATDxxx 之间的时间差。

最大时长 = Time (CONNECTyyy) max - Time (ATDxxx)

或

最大时长 = Time (DCNon) max - Time (ATDxxx)

平均时长 = $\frac{\sum [\text{Time (CONNECTyyy)} - \text{Time (ATDxxx)}]}{n}$

式中 n 为测试总次数。

或

平均时长 = $\frac{\sum [\text{Time (DCNon)} - \text{Time (ATDxxx)}]}{n}$

式中 n 为测试总次数。

⑦推荐工具：车载测距系统或 GPS 接收器、用于控制测试模块的控制程序和自动测试脚本、相关测试模块。

(2) 连接建立失败概率测试

①指标定义：呼叫建立不成功的次数与总呼叫次数之比。

②连接建立失败概率的测试框图参见说明图 9.4.1—3。

③测试接口说明：测试接口为 $I_{gsm}(t)$ 和 $I_{gsm}(t)$ ，测试点在 $I_{gsm}(t)$ 。

④测试预置条件：

(a) 测试终端在测试开始前应完成 GSM-R 网络登录并注册成功，并处于空闲状态。

(b) 主、被叫号码正确，被叫端应正常工作。

(c) 用户在连接建立之前不能主动挂断，或在连续超时之前不能挂断电话，否则计数无效。

⑤测试方法：

(a) 测试从在 $I_{gsm}(t)$ 测试点上发出 ATDxxx 开始。

(b) 在一收到呼叫建立成功的指示 (CONNECT 或 DCD)，测试程序就在信道上发送 (30 字节) 数据包，则确认连接建立成功，若在 $I_{gsm}(t)$ 和 $I_{fix}(t)$ 上没有收到数据包，则认为连接失败。

(c) 所有的连接请求 (ATDxxx) 和所有的不成功的连接都被计数。

注：以下情形是被认为不成功的呼叫建立：

①从网络侧得到的响应不是 CONNECTyyy (如果连接错误不是由用户操作引起的)。

②在指定的最大时间内没有得到连接成功的消息或错误的指示。

(d) 为保证在两次呼叫之间有可能进行的小区重选正确完成，要留有足够的呼叫间隔时间，时长为 30 s。

(e) 测试类型为短呼测试，持续时长为 30 s (包括呼叫建立)。

(f) 动态测试时为整个区间，主叫方自动释放。

(g) 动态测试时，测试应按照实际运营车速进行测试，测试应覆盖本工程内所有区间线路。

(h) 用车载测距系统或 GPS 记录位置速度信息。

⑥数据处理和结果统计：统计总的呼叫请求次数、不成功请求次数、成功的请求次数。

$$\text{连接建立失败概率} = \frac{\text{不成功请求次数}}{\text{总的呼叫请求次数}} \times 100\%$$

⑦推荐工具：车载测距系统或 GPS 接收器、用于控制测试模块的控制程序和自动测试脚本、相关测试模块。

(3) 最大端到端时延 (30 字节数据块) 测试

①指标定义：从移动端发起传输请求到传输成功指示之间的时延。

②最大端到端时延的测试框图参见说明图 9.4.1—3。

③测试接口说明：测试接口为 $I_{\text{gsm}}(t)$ 和 $I_{\text{fix}}(t)$ ，测试点在 $I_{\text{gsm}}(t)$ 。

④测试预置条件：

(a) 电路域应连接正常。

(b) 只有正确接受到数据块才被评估。

(c) 用户数据块长度应为 30 字节。

(d) 固定网一端的响应程序负责把接收到的数据块原样发回发送端。

(e) 响应时间应尽可能短。

⑤测试方法：

(a) 测试通过在链路两端用测试程序收发 ASCII 字节流来完成。

(b) 在 $I_{\text{gsm}}(t)$ 测试点上，传输时延为用户数据包开始传送，到数据包从固定网一端返回到发送端时所需时延的一半，这里所指的用户为 GSM-R 的承载业务的用户。

(c) 为保证在两次呼叫之间有可能进行的小区重选正确完成,要留有足够的呼叫间隔时间,时长为 30 s。

(d) 动态测试时为整个区间。

(e) 动态测试时,测试应按照实际运营车速进行检测,检测应覆盖本工程内所有区间线路。

(f) 用车载测距系统或 GPS 记录位置速度信息。

⑥数据处理和结果统计:通过环路时延取半来得到单向传输时延。统计最大端到端传输时延。

$$\text{平均端到端时延} = \frac{\text{各次传输时延之和}}{\text{总的传输次数}}$$

⑦推荐工具:车载测距系统或 GPS 接收器、用于控制测试模块的控制程序和自动测试脚本、相关测试模块。

(4) 连接丢失概率测试

①指标定义:在所有的连接保持过程中,非主动释放连接次数的比例。

②连接丢失概率的测试框图参见说明图 9.4.1—3。

③测试接口说明:测试接口为 $I_{\text{gsm}}(t)$ 和 $I_{\text{fix}}(t)$,测试点在 $I_{\text{gsm}}(t)$ 。

④测试预置条件:

(a) 呼叫连接已成功建立,并有数据传输。

(b) 连接保持时间应大于 5 min。

(c) 连接保持时间为端到端的数据传送阶段,连接建立时延不应算在测试时间内(AT与CONNECT之间的时延除外)。

(d) 由用户操作引起的链路断开不被计数。

(e) 测试结果只关心单位时间内断开的次数,连接的次数与连接保持时间是不关心的,总的测试时间应达到足够的置信度。

⑤测试方法:

(a) 在 $I_{\text{gsm}}(t)$ 测试点,如果探测到以下事件,则认为链

路断开：

①有错误发生。

②链路状态 109 (DCD) 转为 OFF。

③得到无载波指示。

④当任一方向上的连续数据传输中断（非有意）后，如果在给定的时间内没有恢复（典型时间为10 s）。

注：以上事件任一个出现都认为是链路断开，多个事件组合出现被认为是一次链路断开。

(b) 总的连接保持时长为单个的连接建立保持时长之和。

(c) 动态测试时为整个区间，测试为长呼测试。

(d) 动态测试时，测试应按照实际运营车速进行测试，测试应覆盖本工程内所有区间线路。

(e) 用车载测距系统或 GPS 记录位置速度信息。

⑥数据处理和结果统计：

记录在单位时间内断开的次数。

连接丢失概率 = $\frac{\text{总的断开次数}}{\text{总的保持时长}} \times 100\%$

⑦推荐工具：车载测距系统或 GPS 接收器、用于控制测试模块的控制程序和自动测试脚本、相关测试模块。

(5) 传输干扰时间 TT1 测试

①指标定义：第一个错误的数据帧到第一个无错误的数据帧之前的时长。

②传输干扰时间 TT1 的测试框图参见说明图 9.4.1—3。

③测试接口说明：测试接口为 $I_{\text{gsm}}(t)$ 和 $I_{\text{fix}}(t)$ ，测试点在 $I_{\text{gsm}}(t)$ 和 $I_{\text{fix}}(t)$ 。

④测试预置条件：

(a) 呼叫连接已成功建立，并有数据传输。

(b) 错误的数据帧指的是接收到的 30 字节的数据流中至少有一个比特与传输数据块里的比特不一致。

(c) 无错误的数据帧指的是接收到的 30 字节的数据流中没有有一个比特与传输数据块里的比特不一致。

(d) 如果恢复时段短于一个指定的帧长 (5 个帧) 时间 (TREC), 则这段时间被就算入干扰时间, 整个算作一次干扰。

⑤测试方法:

(a) 测试通过在链路两端用测试程序收发 ASCII 字节流来完成。

(b) 接收端需要与发送端同步。

(c) 字节流应存储到收发两端的文件中 [$I_{gsm}(t)$ 和 $I_{fix}(t)$]。

(d) 根据测试程序的能力, 上下行链路可同时进行干扰测试。

(e) 动态测试时为整个区间。

(f) 动态测试时, 测试应按照实际运营车速进行测试, 测试应覆盖本工程内所有区间线路。

(g) 用车载测距系统或 GPS 记录位置速度信息。

⑥数据处理和结果统计: 通过分析和比较收发两端文件的差异或者测试接收到的数据的 CRC 的错误情况来得出传输干扰时长。

⑦推荐工具: 车载测距系统或 GPS 接收器、用于控制测试模块的控制程序和自动测试脚本、相关测试模块。

(6) 传输无差错时间 (传输恢复时间) TREC 测试

①指标定义: 第一个无错误的数据帧到第一个错误的数据帧之前的时长。

②传输无差错时间 (传输恢复时间) TREC 的测试框图参见说明图 9.4.1—3。

③测试接口说明: 测试接口为 $I_{gsm}(t)$ 和 $I_{fix}(t)$, 测试点在 $I_{gsm}(t)$ 和 $I_{fix}(t)$ 。

④测试预置条件:

(a) 呼叫连接已成功建立，并有数据传输。

(b) 错误的数据帧指的是接收到的 30 字节的数据流中至少有一个比特与传输数据块里的比特不一致。

(c) 无错误的数据帧指的是接收到的 30 字节的数据流中没有有一个比特与传输数据块里的比特不一致。

(d) 如果恢复时段短于一个指定的帧长（5 个帧）时间（TREC），则这段时间被就算入干扰时间，整个算作一次干扰。

⑤测试方法：

(a) 测试通过在链路两端用测试程序收发 ASCII 字节流来完成。

(b) 接收端需要与发送端同步。

(c) 字节流应存贮到收发两端的文件中 [I_{gsm}(t) 和 I_{fix}(t)]。

(d) 根据测试程序的能力，上下行链路可同时进行干扰测试。

(e) 动态测试为整个区间，测试应按照实际运营车速进行测试，测试应覆盖本工程内所有区间线路。

(f) 用车载测距系统或 GPS 记录位置速度信息。

⑥数据处理和结果统计：通过分析和比较收发两端文件的差异或者测试接收到的数据的 CRC 的错误情况来得出传输恢复时长。

⑦推荐工具：车载测距系统或 GPS 接收器、用于控制测试模块的控制程序和自动测试脚本、相关测试模块。

(7) 网络注册时延测试

①指标定义：主叫用户发出注册请求信息的最后字符至其收到系统接受或不接受该注册请求的证实消息之间的时间间隔。

②网络注册时延的测试框图参见说明图 9.4.1—3。

③测试接口说明：测试接口为 I_{gsm}(t) 和 I_{fix}(t)，测试点在 I_{gsm}(t)。

④测试预置条件：测试为静态测试。

⑤测试方法：

(a) 由测试程序设定好脚本进行自动测试。

(b) 在 IgsM 测试的点上，测量从发出命令 AT + COPS = 0 到结果 “+CREG = 1” 或者 “+CREG = 5” 之间的时间。

注：该 “+CREG = 1” 结果在 homePLMN 出现，“+CREG = 5” 结果在 roaming-PLMN 出现。

⑥数据处理和结果统计：记录网络注册时长。

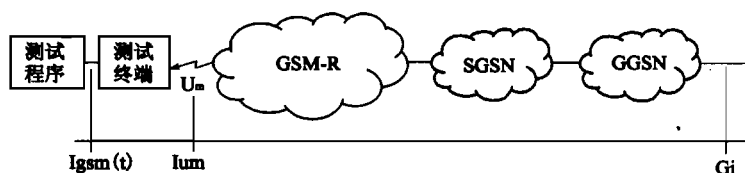
⑦推荐工具：用于控制测试模块的控制程序和自动测试脚本、相关测试模块。

3 分组域 QoS 测试方法

(1) 优先等级测试

①指标定义：优先等级指的是在异常情况下，保持业务承诺的相对重要性。

②优先等级测试框图参见说明图 9.4.1—4。



说明图 9.4.1—4 优先等级测试框图

③测试接口说明：测试接口为 Ium，测试点在 IgsM (t)。

④测试预置条件：

(a) 测试为静态测试。

(b) 具有 GPRS 功能的移动台。

(c) 配置好 QoS 控制参数。

⑤测试方法：由测试程序设定好脚本进行自动附着网络，发起 PDP 上下文激活，进行数据传送。

⑥数据处理和结果统计：检查信令 “Active PDPC ontext Accept” 消息中的 QoS 参数编码即优先等级。

⑦推荐工具：用于控制测试模块的控制程序和自动测试脚本、相关测试模块。

(2) 延迟等级测试

①指标定义：指的是移动端到网关服务器（GGSN）的 Gi 端发送数据时的时延。

②延迟等级测试框图参见说明图 9.4.1—4。

③测试接口说明：测试接口为 Ium 与 Gi 接口，测试点在 Gi 端口。

④测试预置条件：

(a) 测试为静态测试。

(b) 具有 GPRS 功能的移动台。

⑤测试方法：

(a) 由测试程序设定好脚本进行自动测试。

(b) 数据包大小分别为 128 字节和 1024 字节。

⑥数据处理和结果统计：

(a) 记录每个业务级别的移动台发送 128 字节所需时延。

(b) 记录每个业务级别的移动台发送 1024 字节所需时延。

(c) 每个级别的平均时延 = $\frac{\text{总的时延}}{\text{总的成功发送的次数}}$

⑦推荐工具：用于控制测试模块的控制程序和自动测试脚本、相关测试模块、Gi 口的协议分析仪。

(3) 可靠性级别测试

①指标定义：由四个参数来衡量，包括数据包丢失概率、重复到达的数据包的概率、数据包不按顺序到达的概率和数据包发生错误的概率。

②可靠性级别测试框图参见说明图 9.4.1—4。

③测试接口说明：测试接口为 Ium，测试点在 Ium。

④测试预置条件：

(a) 测试为静态测试。

(b) 具有 GPRS 功能的测试终端。

(c) 测试终端已经注册 GPRS 网络。

⑤测试方法：

(a) 由测试程序设定好脚本进行自动测试。

(b) 在 Ium 测试点上测量。

⑥数据处理和结果统计：记录每个级别的移动台发送数据包丢失的次数、重复到达的数据包的次数、数据包不按顺序到达的次数和数据包发生错误的次数。

数据包丢失的概率 = $\frac{\text{数据包丢失的次数}}{\text{总的数据包成功发送的次数}} \times 100\%$

重复到达的数据包的概率 = $\frac{\text{重复到达的数据包的次数}}{\text{总的数据包成功发送的次数}} \times 100\%$

数据包不按顺序到达的概率 = $\frac{\text{数据包不按顺序到达的次数}}{\text{总的数据包成功发送的次数}} \times 100\%$

数据包发生错误的概率 = $\frac{\text{数据包发生错误的次数}}{\text{总的数据包成功发送的次数}} \times 100\%$

⑦推荐工具：用于控制测试模块的控制程序和自动测试脚本、相关测试模块、Gi 口的协议分析仪。

(4) 吞吐量测试

①指标定义：

吞吐量分为峰值吞吐量和平均吞吐量，峰值吞吐量是指各个 PDP 上下文在网络中所能达到的最大数据传送速率，平均吞吐量是指在激活 PDP 上下文的剩余时间里期望数据通过 GPRS 网络能达到的平均数据传输效率。

②吞吐量测试框图参见说明图 9.4.1—4。

③测试接口说明：测试接口为 Ium 与 Gi 端口，测试点在 Ium 与 Gi 端口。

④测试预置条件：

(a) 测试为静态测试。

(b) 具有 GPRS 功能的测试终端。

(c) 文件大小为 500 KB。

⑤测试方法：

(a) 由测试程序设定好脚本进行自动测试。

(b) 在 Ium 测试点上分别进行 FTP 上传和下载。

⑥数据处理和结果统计：在 Gi 接口处记录每秒通过的字节数和每小时通过的字节数。统计上行吞吐量和下行吞吐量。

$$\text{峰值吞吐量} = \frac{\text{传输的字节数}}{\text{传输所需的最短时间}}$$

$$\text{平均吞吐量} = \frac{\text{总的通过的字节数}}{\text{总的所用时间}}$$

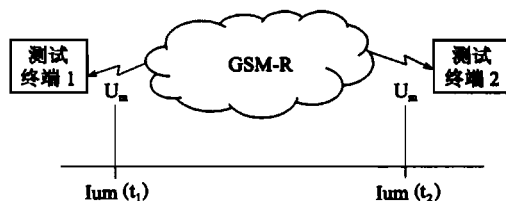
⑦推荐工具：用于控制测试模块的控制程序和自动测试脚本、相关测试模块、Gi 口的协议分析仪。

4 移动点对点短消息 QoS 测试方法

(1) 移动点对点短消息发送成功率检测

①指标定义：短消息成功接收总次数与测试总次数之比。

②移动点对点短消息发送测试框图参见说明图 9.4.1—5。



说明图 9.4.1—5 移动点对点短消息发送测试框图

③测试接口说明：测试接口为 Ium (t₁) 接口。

④测试预置条件：

(a) 测试为动态测试。

(b) 具有短消息功能的移动台。

⑤测试方法：

(a) 用一部终端向另一部终端发送点对点短信，当手机上

显示“信息已发出”时，以此标记作为短信发出的时间，计时开始。

(b) 记录另一部终端是否接收到短信，同时在另一部终端接收到短信接收提示音后，以此标记作为短信接收的时间，进行记录。

(c) 测试时发送的短消息内容具体要求为：“短信点对点第xx测试”。

(d) 测试时采用秒表作为计时工具，时间精确到小数点后2位。

注：④若该条短信正常发送，且时长在10 min内，此次短信发送成功。

⑤若该条短信正常发送，时长在10 min以上或该条短信发送不成功，此次测试当失败处理。

(e) 采用动态测试，测试应按照实际运营车速进行，每个小区至少测试一次，总数不小于100次。

⑥数据处理和结果统计：记录成功发送的次数和总的测试次数。

移动点对点短消息发送成功率 = $\frac{\text{短消息成功接收总次数}}{\text{测试总次数}} \times 100\%$

⑦推荐工具：测试终端、秒表。

(2) 移动点对点短消息发送时延测试

①指标定义：短消息从发出到对端成功接收所需时延。

②测试说明：测试移动点对点短消息发送成功率的同时，测试移动点对点短消息发送时延。

③测试预置条件：

(a) 只统计成功发送的点对点短消息。

(b) 具有短消息功能的移动台。

④数据处理和结果统计：发送时延为成功接收短消息与发送短消息之间的时间差。

最大时延 = $\text{Time}(\text{成功接收短消息})_{\max} - \text{Time}(\text{发送短消息})$

平均时延 = $\frac{\sum [\text{Time}(\text{成功接收短消息}) - \text{Time}(\text{发送短消息})]}{n}$

式中 n 为测试总次数。

⑤推荐工具：测试终端、秒表。

(3) 移动点对点短消息存储有效期测试

①指标定义：在接收端关机的情况下短信中心存储短信的时间。

②测试预置条件：

(a) 有短消息功能的移动台。

(b) 接收端关机。

③测试步骤：

(a) 向接收端发送短消息。

(b) 临近短消息存储期时打开接收端。

④预期结果：能正确收到短信。