

华为煤矿井下通信解决方案技术建议书

HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.



版权所有 © 华为技术有限公司 2013。保留一切权利。

非经本公司书面许可，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本文档内容的部分或全部，并不得以任何形式传播。

商标声明



和其他华为商标均为华为技术有限公司的商标。

本文档提及的其他所有商标或注册商标，由各自的所有人拥有。

注意

您购买的产品、服务或特性等应受华为公司商业合同和条款的约束，本文档中描述的全部或部分产品、服务或特性可能不在您的购买或使用范围之内。除非合同另有约定，华为公司对本文档内容不做任何明示或默示的声明或保证。

由于产品版本升级或其他原因，本文档内容会不定期进行更新。除非另有约定，本文档仅作为使用指导，本文档中的所有陈述、信息和建议不构成任何明示或暗示的担保。

华为技术有限公司

地址： 深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼 邮编： 518129

网址： <http://enterprise.huawei.com>

客户服务邮箱： support@huawei.com

电话： (0755) 28780808

业务咨询热线： 400-822-9999

Table of Contents

List of Figure	6
1 概述	9
1.1 目的.....	9
1.2 文档范围及结构.....	9
2 项目背景	9
2.1 客户介绍.....	9
2.2 项目内容及范围.....	9
3 总体需求	10
3.1 概述.....	10
3.2 基础网络需求.....	12
3.3 无线通信需求.....	14
3.4 定位系统需求.....	15
3.5 广播系统需求.....	16
4 华为煤矿井下通信解决方案总体设计	17
4.1 标准和规范.....	17
4.2 设计思想.....	18
4.3 总体方案设计.....	19
4.3.1 总体逻辑架构.....	19
4.3.2 总体物理架构.....	21
4.4 总体方案亮点.....	22
5 井下通信基础网络设计	22
5.1 设计原则.....	22
5.2 标准和规范.....	23
5.3 一网一站组网方案设计.....	23
5.3.1 一网一站网络拓扑结构设计.....	24
5.3.2 一网一站 QoS 设计.....	29
5.3.3 一网一站业务系统接口设计.....	31
5.4 一网一站设备方案设计.....	39
5.4.1 环网交换机设计.....	39
5.4.2 综合分站设计.....	44
5.5 一站覆盖方案设计.....	52
5.5.1 无线 3G 和定位无线覆盖部署设计.....	52
5.5.2 无线 3G 和定位系统共天线设计.....	58
5.5.3 广播覆盖部署设计.....	59
5.6 一网一站系统网管设计.....	59
5.6.1 网络部署.....	60
5.6.2 网络维护管理.....	61
5.7 推荐部署.....	63

5.7.1	C1 井部署	63
5.8	方案亮点	65
6	井上井下一体化通信业务设计	65
6.1	设计原则	65
6.2	标准和规范	67
6.3	一机一号统一通信业务方案设计	67
6.3.1	一机一号统一通信解决方案概述	67
6.3.2	无线通信方案设计	69
6.3.3	统一调度通信方案设计	95
6.3.4	其他业务设计	102
6.3.5	容灾方案设计	102
6.3.6	统一通信系统网管设计	108
6.4	推荐部署及选型	116
6.4.1	选型依据	116
6.4.2	选型及部署	116
6.5	方案亮点	116
6.6	备选方案	117
6.6.1	备选方案 1—本地端局作为和电信 CDMA 网络互通节点	117
6.6.2	备选方案 2—中继互通方式	118
7	井下定位业务设计	119
7.1	设计原则	119
7.2	标准和规范	119
7.3	定位业务方案系统设计	119
7.3.1	定位解决方案概述	119
7.3.2	定位技术原理	120
7.3.3	人员考勤及定员管理	123
7.3.4	定点考勤管理	130
7.3.5	紧急报警	131
7.4	推荐部署及选型	132
7.4.1	推荐部署场景	132
7.4.2	选型配置	132
7.5	方案亮点	133
8	井下广播业务设计	133
8.1	设计原则	133
8.2	标准和规范	134
8.3	广播业务方案系统设计	134
8.3.1	广播和对讲方案概述	134
8.3.2	广播对讲方案	136
8.3.3	广播业务	138
8.3.4	对讲业务	138
8.3.5	监听业务	142
8.4	推荐部署及选型	142
8.4.1	推荐部署场景	142
8.4.2	选型配置	142

8.5 方案亮点..... 143

List of Figure

Figure 1 客户矿井分布（略）	10
Figure 2 信息系统示意图（略）	10
Figure 3 井下线缆部署图	11
Figure 4 煤矿井下通信系统的逻辑架构.....	19
Figure 5 煤矿井下通信系统的物理架构.....	21
Figure 6 环网交换机和综合分站部署示意图.....	24
Figure 7 万兆环组网图	25
Figure 8 千兆环组网图	27
Figure 9 可靠性组网图.....	28
Figure 10 环网光纤配线箱.....	28
Figure 11 配线箱内部连接图	29
Figure 12 设备 A 的 QoS 部署图	30
Figure 13 设备 A 的 QoS 原理示意图.....	31
Figure 14 无线通信系统接入示意图	32
Figure 15 IP 电话接入示意图	34
Figure 16 定位系统接入示意图	35
Figure 17 IP 广播系统接入示意图.....	36
Figure 18 安全监测监控接入示意图	37
Figure 19 工业电视接入示意图	38
Figure 20 井下万兆环网通信设备内部接线图.....	40
Figure 21 万兆环网交换机设备外观（根据所选设备而定）	40
Figure 22 井下千兆环网通信设备内部接线图.....	43
Figure 23 千兆环网交换机设备外观（根据所选设备而定）	44
Figure 24 综合分站（万兆组网）模块组合示意图	45
Figure 25 综合分站（万兆组网）设计	46
Figure 26 综合分站（万兆组网）防爆设计图.....	50
Figure 27 综合分站（千兆组网）设计	51
Figure 28 井下无线覆盖方案主要部署场景图.....	52
Figure 29 无线 3G 和定位基站共天线方案一	58
Figure 30 无线 3G 和定位基站共天线方案二	58
Figure 31 C1 井部署示意图.....	63

Figure 32 C1 井下光缆走线示意图.....	64
Figure 33 一机一号统一通信解决方案组网图.....	68
Figure 34 无线通信互联互通话务组网图.....	72
Figure 35 无线通信互联互通信令组网图.....	73
Figure 36 漫游业务流程—企业移动用户从地面到井下.....	74
Figure 37 漫游业务流程—企业移动用户从井下到地面.....	75
Figure 38 统一调度通信解决方案组网图.....	95
Figure 39 统一调度通信逻辑架构.....	96
Figure 40 煤矿无线通信容灾方案组网图.....	102
Figure 41 煤矿企业核心网软交换容灾示意图.....	104
Figure 42 煤矿企业核心网软交换容灾备选方案.....	106
Figure 43 核心网网管软件系统图.....	111
Figure 44 企业核心网网管中心工作原理图.....	111
Figure 45 定位系统组网.....	120
Figure 46 漏卡分析.....	121
Figure 47 生物考勤.....	121
Figure 48 测距原理.....	122
Figure 49 定位精度.....	123
Figure 50 井下人员总数查看.....	124
Figure 51 井下定员管理.....	124
Figure 52 井下超时告警.....	125
Figure 53 创建区域.....	125
Figure 54 绑定区域内分站.....	126
Figure 55 重点区域人数查询.....	127
Figure 56 重点区域超员告警.....	127
Figure 57 准入权限设置.....	128
Figure 58 区域报警.....	129
Figure 59 综合查询.....	129
Figure 60 轨迹回放.....	129
Figure 61 特种人员管理.....	130
Figure 62 特种人员查询.....	131
Figure 63 定位卡.....	131
Figure 64 报警界面.....	131

Figure 65 求救报警信息	131
Figure 66 紧急撤离	132
Figure 67 广播系统组网	135
Figure 68 广播/对讲方案	136
Figure 69 单播.....	137
Figure 70 全员/分区广播	137
Figure 71 优先级抢占.....	137
Figure 72 广播业务	138
Figure 73 井下对井下紧急对讲	139
Figure 74 井下对井上对讲.....	140
Figure 75 井下广播终端间对讲	141
Figure 76 监听.....	142

1 概述

1.1 目的

本文从技术角度，对一网一站项目提出规划设计和建议，目的如下：

- 1) 对煤矿井下一网一站通信系统进行总体设计，明确总体需求、设计原则和总体方案，界定需要建设的各个子系统；
- 2) 对一网一站通信系统的各组成子系统进行设计，明确子系统功能、组网方案、关键指标、部署建议和设备选型。

1.2 文档范围及结构

本文分八章，各个章节的内容简要介绍如下：

第一章对全文进行概述，包括本文的目的、存在的假设，以及文档范围和结构等。

第二章描述项目背景，包括客户简介、项目范围、客户业务现状及面临挑战等。

第三章描述客户井下业务总体需求，以及井下各种业务系统通信需求。

第四章描述华为煤矿井下一网一站通信解决方案的总体方案设计，包含逻辑架构、物理架构、接口描述和总体方案亮点。

第五章至第八章，分别描述了华为煤矿井下各系统方案设计，包含井下通信基础网络设计、井上井下一体化通信业务方案设计、井下定位业务设计、井下广播业务设计。各个子系统描述包括：设计原则、标准和规范、系统方案设计、推荐部署及选型、方案亮点等。

2 项目背景

2.1 客户介绍

客户介绍

2.2 项目内容及范围

根据实际项目情况，描述此项目的基本信息、各矿井信息、分布情况、人员数量、产量等信息。

例如：这个项目含 XX 个 1000 万吨级的矿井，建设煤矿井下统一通信信息化系统。

B1 煤矿是客户煤炭集团所属的年产 x 千万吨的特大型现代化高产高效矿井，是煤炭集团最早建成的井工矿，x 井拥有井田面积 xxx 平方公里，煤炭地质储量 xx 亿吨，可采储量 xx 亿吨。全矿现有人员 xxx 人。C1 井于 90 年代投产，原设计生产能力 XXX 万吨/年，后来重新核定生产能力 XXXX 万吨/年，服务年限 XX 年，本方案以部署在 C1 井为例子。

Figure 1 客户矿井分布 (略)

项目内容包含:

- (1) 统一承载以太环网, 承载的业务系统包含: 无线通信系统、人员和车辆定位系统、语音广播系统、工业电视系统、工业自动化系统、安全监控系统;
- (2) 多业务综合接入分站, 集成无线通信、人员定位、语音广播、IP 电话共 4 个分站的功能;
- (3) ICT 系统相关调度通信 (无线+IP 电话)、人员定位、语音广播业务系统。

3 总体需求

3.1 概述

随着煤炭生产的门槛提高和生产企业的大型化, 煤矿对井下安全避险和工业自动化生产的要求越来越高。ICT 系统在安全生产和自动化生产中发挥着日益重要的作用。安监总局要求的井下安全避险 6 大系统包括 3 个 ICT 系统: 通信联络系统、人员定位系统和监测监控系统。自动化生产系统包括采掘机械、电气设备、运输设备、通风设备等, 这些设备都对其接入和承载的 ICT 系统产生要求。目前客户井下部署的相关 ICT 系统现状如下:

- (1) 通信联络系统: 无线通信系统为小灵通, 目前小灵通强制退市, 急需 3G 无线通信系统替代; 每矿固网调度电话 60-80 部, 由于工作面的扩大, 数量不能满足需求, 需要补点; 广播系统只部署了一个井。
- (2) 人员定位系统: 采用 RFID 技术实现区域定位, 每矿定位分站 40-50 个, 定位器 50-60 个。
- (3) 监测监控系统: 安全生产的瓦斯等传感器系统部署较好; 工业电视平均每矿 20-30 个, 由于带宽和线缆的限制难以部署更多, 客户希望的是每矿 50 个以上, 最大部署会达到 200 个。
- (4) 工业自动化系统独立地按需建设通信网络。

这些安全生产和自动化生产系统各自独立部署, 独立拉线上井; 无线通信基站、定位基站、广播分站各种站点也是分开建设, 各自铺设各自的电源和通信线缆。下图是相关客户信息系统的示意图。

Figure 2 信息系统示意图 (略)

这些系统的各自建设导致各种井下通信线缆和供电线缆极其复杂且凌乱, 严重影响生产效率, 已经成为井下 ICT 系统最大的问题。具体表现为:

- (1) 线缆多且乱, 故障排查和恢复效率极低。比如发生区域性事故如火灾时, 因为多处线缆中断, 难以辨认接头的对应关系, 事故恢复时间很长。

(2) 线缆多且乱，施工需要多人作业，影响掘进面的施工速度。



Figure 3 井下线缆部署图

针对客户现状，对井下 ICT 系统的建设有如下的一些主要需求：

- **减少井下布线，减少井下站址数量：**1) 通过建设一条井下高速公路，满足井下各个业务系统的接入和承载要求（这些系统包括前面提到的ICT系统和工业自动化系统），避免每个系统独立布线的情况，减少井下的布线； 2) 通过减少井下各种站点的站址，将无线通信、固定IP电话、定位和IP广播多个分站合一，共电源、共传输，将工作面的站址和线缆大大减少。
- **替换无线通信系统：**1) 通过新的通信系统，能够做到上井下并不换手机，不换SIM卡，手机在井上井下都一样能打电话、发短信、被调度； 2) 通过新的系统，能解决目前固定调度电话覆盖点太少、使用不方便的的问题；同时，新的固定电话和手机能够一体化调度。
- **定位系统“精度更高”：**实现全覆盖，精确定位人员和车辆位置。
- **IP广播系统“从无到有”：**实现有人的地方有广播。

除满足上述功能和性能需求外，还须遵从煤矿井下环境对通信设备的特殊要求：

- 设备防爆

煤矿井下有甲烷等可燃性气体和煤尘，设备必须是防爆型电气设备，并宜采用安全性能好的本质安全型防爆设备；

- 设备防水防尘

煤矿井下矿尘大、潮湿、有淋水（工作面），需要设备满足 IP54（防止外物及灰尘+防止飞溅的水侵入）防护要求；

- 无线功率

无线设备的发射功率不能大于 2W；

- $\pm 30\%$ 电源电压波动

煤矿井下电网电源（660VAC 或 127VAC）电压波动范围在 70%~130%之间。

3.2 基础网络需求

煤矿井下基础网络作为通信联络系统、监控监视系统、自动控制系统的井下设备间信息交互的承载网，以及井下设备与井上业务系统信息回传通道，是井下各业务系统运行的基础，对煤矿的安全高效生产至关重要。对基础网络的详细需求包括：

（1）通过建设一条井下高速公路，满足井下各个业务系统的接入和承载要求（这些系统包括前面提到的 ICT 系统和工业自动化系统），避免每个系统独立布线的情况，减少井下的布线。客户井下各个业务对接入和承载的要求如下：

无线通信系统可用于语音和数据的传输，视频可在无线数据业务上承载，主要用于维护和特定情况下的通信（比如对特定地点渗水情况的检查和记录）。按照客户期望，采用手机或者 PAD 上进行这些作业的时候视频至少需要采用标清格式。语音通话质量需要保证和公网一样。无线基站通过 GE/FE 光口上行接入到井下高速公路，基站间可以通过 GE/FE 光口级联。每一个基站下最多进行一路视频传输，同时可以承载数个语音通话。每个井下同时发生的无线视频通话应该在十几路以内。各类无线传感器的定时数据也可以通过无线基站上传，传感器的数量在每个基站下较少，数据以定时的短数据包为主。无线基站信号要求能覆盖井下所有地方，按照台湾的实际情况，大致需要的基站数量为 150 个左右。覆盖主巷道的站点站址基本不变化，覆盖支巷道/作业面的站点站址可能会发生变化。

人员定位系统主要用于考勤和救灾。按照传统 RFID 的定位方式，考勤定位系统的流量取决于井下定位站点的密度、下井的人数。定位系统应该满足 1000 人同时在井下能够进行无遗漏的及时定位，系统流量不大，以短数据包为主。定位基站通过 FE 光口上行到井下高速公路。每个定位基站间通过 FE 光口级联。定位基站根据实际的使用要求，需要覆盖主巷道、三岔口等普通场景，以及入井口、作业面等特殊场景。作业面的站点站址可能发生变化。

工业电视系统终端采用数字 IP 光口的方式接入井下高速公路。工业电视需要采用高清方式，在实际使用中需要考虑到数据量的变动，应当适当放宽保留带宽以确保全区域内的传输。

工业控制自动化系统主要分布于井下作业面，工业设备通过 FE 光口、电口接入井下高速公路，极少数的设备可能通过 RS485 接口接入。工业设备控制 I/O 的总占用带宽在 10M 以内。

井下主巷道的长度可能超过 30km。

根据对以上需求的测算，由于矿井规模的不同，客户存在千兆和万兆两种井下高速公路的典型要求场景。具体的 ICT 需求如下：

传输路径必须有备份，这种情况下采用环网可使井下传输线缆最少；

环网支持传输总长度必须超过 60km。

环网交换机上行接口（万兆环网：10GE，千兆环网：GE）支持达到 4 个；

环网交换机业务下行接口（万兆环网：GE 或 FE 可选，千兆环网：FE）以光口为主，少量电口（4 个 FE 电口），接口总数为 12~24 个；接口方式建议采用插槽式，实现根据需要选择接口。

环网交换机可选提供 2~4 个 RS485 接口的能力，实现串口协议以太网封装后的透明传输；

环网交换机提供 127VAC 或 660AC 两种电源接入能力（两套独立的接线端子），在部署时根据现场供电情况选择连接其中一套接线端子（即 2 选 1），采用外置 UPS 供电方式作为后备电源，备用时间不少于 8 小时；环网交换机具备电源监控功能，并将 UPS 状态纳入监控范围。

环网交换机设备抗电压大范围波动，满足±30%的抗波动能力。

（2）通过减少井下各种站点的站址，将无线通信、固定 IP 电话、定位和 IP 广播多个分站合一，共电源、共传输，将工作面的站址和线缆减少一半。

同样地，经过对客户现有井下站点和站址的分析，得出多个分站站址合一的 ICT 需求如下：

合一站址的站点集成 3G 无线通信、人员定位、广播和 IP 电话功能，并预留部分以太网接口；

电话、广播与分站壳体一体，电话单元固定在分站上，之间不能有外漏线缆；

综合分站模块化组合，部署时根据矿井实际需要选择部分模块；

综合分站除分站级联、广播扩充连接接口外，还需提供 1 个 FE 光口、1 个 RS485 接口和 1 个 FE 电口，方便工业控制和安全监控就近接入；

综合分站包括防爆壳体，总重量不能太大，尽量达到安装轻便、方便操作维护的要求；

综合分站在巷道嵌入墙体安装，突出 15cm 左右，方便广播终端向两侧扩音，另一个场景为安装在工作面支架上；

综合分站采用 660VAC 和 127VAC 供电输入（两套独立的接线端子），当采用 660VAC 供电输入时，127VAC 作为备电接口连接区域备电 UPS，如果采用 127VAC 供电输入，供电接口和备电接口合一，需要 127VAC 供电与区域备电 UPS 合路后再接入综合分站 127VAC 接口；

综合分站提供远程监控电源 660VAC、127VAC 供电状态，能够实现电源接入方式的自动切换，如发生故障可以通过告警消息提示当前供电的故障状态；

综合分站发射功率小于 2W，最大覆盖范围（直径）不小于 750~800m；

综合分站天线馈线一般小于 0.5 米，最大长度不超过 10 米，以保障信号衰减不过大影响无线覆盖范围；

综合分站设备防水能力满足工作面水溅环境，实现 IP54 防护能力（完全防止外物侵入，虽不能完全防止灰尘侵入，但灰尘的侵入量不会影响电器的正常运作；防止各个方向飞溅而来的水侵入电器而造成损坏）。

综合分站设备抗电压大范围波动，满足±30%的抗波动能力；

综合分站广播终端支持级联单独的广播终端，通过光纤接口通信，独立广播终端单独电源供电；

提供综合分站网管功能。

3.3 无线通信需求

国家安全生产监督管理总局国家煤矿安全监察局关于建设完善煤矿井下安全避险“六大系统”的通知（安监总煤装[2010]146号）中规定：“煤矿企业必须按照《煤矿安全规程》的要求，建设井下通信系统，并按照在灾变期间能够及时通知人员撤离和实现与避险人员通话的要求，进一步建设完善通信联络系统。要积极推广使用井下无线通讯系统、井下广播系统。发生险情时，要及时通知井下人员撤离。”

(1) 上井下井不换手机，不换 SIM 卡，手机在井上井下都能打电话、发短信。

矿工携带一部手机，在井上和井下都使用电信运营商的号码，和普通手机用户一样；

矿工在井上的时候，能够拨打/接听的电话和开通的各种业务完全由电信运营商和用户决定，煤矿（集团）不对电话进行控制；

当矿工下井后，煤矿或集团能够实时控制矿工是否可以拨打和接听哪些电话，收发哪些短信；

特种工的手机具有摄像头和大屏幕，可以在井下进行工单处理和维护操作，进行图像采集和传输；

系统提供操作台，可以对手机进行群发短信，手机无论在井上还是井下都能够收到；

系统支持计费功能，支持与矿区专网计费系统的对接；

(2) 通过新的系统，解决目前固定调度电话覆盖点太少、使用不方便等问题。

在合一的站点（在上文需求中提到）中提供固定IP电话，站点布到哪里，固定IP电话就布到哪里；

该固定IP电话可以被系统调度台管理，提供调度的功能；

在合一站点断电的时候，允许该固定IP电话无法使用；

(3) 新布系统的手机和固定电话可以被统一调度。

系统提供调度台，具有通用调度台的能力；

矿工/特种工手机和固定IP电话都可以在这个系统中被调度；

(4) 无线覆盖要求

煤矿井下安全避险“六大系统”建设完善基本规范中要求：在矿井主副井绞车房、井底车场、运输调度室、采区变电所、水泵房等主要机电设备硐室以及采掘工作面和采区、水平最高点，应安设电话。紧急避险设施内、井下主要水泵房、井下中央变电所和突出煤层采掘工作面、爆破时撤离人员集中地点等地方，必须设有直通矿井调度室的电话。井下基站、基站电源、电话、广播音箱应设置在便于观察、调试、检验和围岩稳定、支护良好、无淋水、无杂物的地点。此次客户要求全覆盖。

(5) 容量性能要求

根据自身对现状和未来3-5年的发展预测，客户要求无线系统支持用户容量10万，在线用户2万，单矿井下手机一般600部，最大1000部。

通过对上述客户需求进行分析，得出无线通信系统的 ICT 需求如下：

系统支持各个业务系统（无线通信、安全监测、视频监控、自动控制等）的终端通过无线通信模块接入，包括手机、PAD、视频头、传感器等；支持语音、数据和视频传输；

系统提供固定接入模块，支持 IP 电话；

系统使用公网号码，支持在线用户 10000，单矿井下手机 600-1000 部；

系统支持专网手机井上井下、公网专网同一个长号，支持在专网和公网之间漫游；

系统支持专网手机和公网用户以及专网用户互通；

系统支持基本语音业务、呼叫转移、呼叫等待、主叫号码显示等补充业务；

系统支持点对点短信和群发短信，包括专网用户和公网用户；

系统提供对专网手机和 IP 电话的统一调度；

系统提供通话记录，可实现专网计费；

提供网管功能。

3.4 定位系统需求

井下人员定位系统在遏制超定员生产、事故应急救援、领导下井带班管理、特种作业人员管理、井下作业人员考勤等方面发挥着重要作用。该系统具有如下功能：

(1) 精确统计下井人数

通过实时对煤矿人员入井、升井时间及在井下各区域停留工作时间的记录与统计，能自动汇总、存储、实时查询、自动生成报表和打印，为企业提供考勤管理基础信息。更重要的是发生事故时，能知道井下的确切人数。

（2）精确定位井下人员、车辆的位置

井下人员定位系统可实现井下各种巷道无盲区全覆盖，从而实现对井下人员、车辆、设备等目标的“全程的、实时的、连续的、精确的”定位跟踪。人员定位精度达到 20 米，车辆定位精度达到 50 米。更重要的是发生事故后，可以将下井人员的具体位置和人数统计出来，有针对性地进行人员营救。

（3）特殊作业人员定点考勤

比如瓦检员是否在规定时间内到规定地点工作。

（4）异常告警功能

支持异常数据自动报警功能，如人员违章进入限制区域、人员下井时间超长、区域超员、定位卡电量低等系统进行报警。可避免人员进入一些采空区，这些区域氧气浓度很低，可能造成窒息。

（5）突发报警功能

井下人员遇到突发情况（如火灾、瓦斯爆炸、冒顶、透水等）可通过定位卡上的报警按钮进行报警；井上人员一旦知道有险情发生，可立即通知井下所有（或按区域、按分站通知）佩戴定位卡的人员撤离，为逃生提供宝贵时间。

3.5 广播系统需求

当井下发生重特大突发事故时，通过煤矿广播系统可迅速的通知、全程指挥、引导现场所有受安全威胁人员安全疏散、撤离，最大程度减少灾害救援过程中的次生影响。

日常工作中，利用广播系统可在井下各地播放背景音乐、新闻、宣传报道等，为井下工人提供音乐与安全知识教育，从而提高煤矿安全生产意识，丰富职工的文化生活。

（1）实时广播

广播系统支持实时广播，地面人员可随时拿起麦克风对井下进行喊话广播。正常情况下，调度室向进行现场播放背景音乐或新闻、宣传报道等。紧急情况下使用麦克风时，将自动中断背景音乐的播放而播放语音喊话广播，此时广播终端间对讲也会被中断。

（2）定时广播

除了实时广播外，系统也支持将电台、录音机、CD 播放器、MP3 播放器等音源的节目实时采集压缩储存在服务器，广播系统在预定时间将按调度员编排的播放清单进行广播。

(3) 分区管理功能

调度员可对井下不同区域广播终端进行分区，调度员可按分区、按广播终端分别进行广播或者喊话对讲。

(4) 对讲功能

井下作业人员可通过广播终端实现与调度室/其他广播终端的一对一双向对讲功能。

井下作业人员可通过广播终端与井下同一区域其他广播终端进行一对多喊话功能。

4 华为煤矿井下通信解决方案总体设计

4.1 标准和规范

《煤矿井下安全避险“六大系统”建设指南》

《GB 3836.1-2010 爆炸性环境 第 1 部分：设备通用要求》

《GB 3836.2-2010 爆炸性环境 第 2 部分：由隔爆外壳“d”保护的的设备》

《GB 3836.4-2010 爆炸性环境 第 4 部分：由本质安全型“i”保护的的设备》

《MT 209-1990 煤矿通信、检测、控制用电子电子产品通用技术要求》

《MTT 772-1998 煤矿监控系统主要性能测试方法》

《MTT 1115-2011 多基站矿井移动通信系统通用技术条件》

《AQ 6210-2007 煤矿井下作业人员管理系统通用技术条件》

《AQ 1048 煤矿井下作业人员管理系统使用与管理规范》

《MT/T1081-2008 矿用网络交换机》

《MT/T1005-2006 矿用分站》

《MT/T1007-2006 矿用信息传输接口》

《MT/T1008-2006 煤矿安全生产监控系统软件通用技术要求》

《GB/T 2423.1-2008 电工电子产品基本环境试验规程 试验 A：低温试验方法》

《GB/T 2423.2-2008 电工电子产品基本环境试验规程 试验 B：高温试验方法》

《GB/T 2423.4-2008 电工电子产品基本环境试验规程 试验 Db：交变湿热试验方法》

4.2 设计思想

(1) 针对“减少井下布线，减少井下站址数量”的需求提出“一网一站”方案

“一网”指建立一张井下承载网，用来统一承载井下工业电视系统、通信系统、定位系统、广播系统、监测监控系统和工业自动控制系统的业务流传输。主要的设计思想如下：

1) 采用比现有工业交换网络更先进的解决方案和技术来实现“一网”，而不是简单地拿一个工业交换机使用扩充接口的方法来满足一网的要求。现有工业环网由于众多的限制，导致在井下使用时实际可用带宽仅为设计的 30%左右。复杂的工业保护协议、多样的小数据包/大数据包传输、网络包碰撞极大地削弱了网络节点的实际处理性能。华为采用在通信运营商网络中经过验证的成熟网络保护技术，选择出既能达到工业环网的可靠性要求，又能满足各种井下业务传输要求的技术和解决方案。

2) 网络的设计要考虑到接入设备和承载应用的复杂和演进。网络要能满足无线系统演进到 LTE 的承载要求，要能满足井下工业电视向智能和精细化监控发展的承载要求，要能满足井下各种业务覆盖点随工作面的变化而变化的要求。支持精确时钟信号下井是演进对网络的重要诉求。

3) 从交付的要求看，采用隔爆兼本安的方式来实现一网设备的煤安要求。

“一站”指一个站点同时有无线基站、IAD、定位基站、广播分站的功能，称之为综合分站。综合分站设计中主要的思想如下：

1) 首先解决多站共传输、共电源的问题，包括无线基站、IAD、定位基站、广播音箱。这要求在综合分站内部有独立的电源模块和互联模块。

2) 一站中各设备的工作电压尽量一致，减小电源的体积，利于防爆设计。

3) 定位基站和无线基站尽量能共天线，减少天线数目。

4) 从交付的要求看，采用隔爆兼本安的方式来实现一站设备的煤安要求。

(2) 针对“替换无线通信系统”的需求提出“一机一号”方案

1) 选择 CDMA2000 替换小灵通系统。

2) 需要和中国电信进行合作，采用中国电信的 SIM 卡，才能实现在专网和公网里面的一机一号。

3) 专网自身需要保持一定的独立性，专网内部也能完成互通和短信；同时具备灾备能力。

4) 专网采用内置 SIP Server 和统一调度方案，既能支持无线，也能支持固定 IAD，并能进行统一调度，满足了客户需求。

(3) 针对客户“定位系统精度更高”的需求

- 1) 满足 200 人，80km/h 速度移动时，定位的漏卡率为 0；
- 2) 对人，能定位到 20 米，对速度 60km/h 的车，能定位到 50 米。

(4) 针对客户“IP 广播系统”的需求

方案设计中需考虑的关键点是广播声音覆盖的距离一般都在 100 米以内，而无线的覆盖距离是直径 700-800 米，怎样在部署时用独立的广播分站作为综合分站的合理补点。

4.3 总体方案设计

4.3.1 总体逻辑架构

下图为系统的整体逻辑架构。

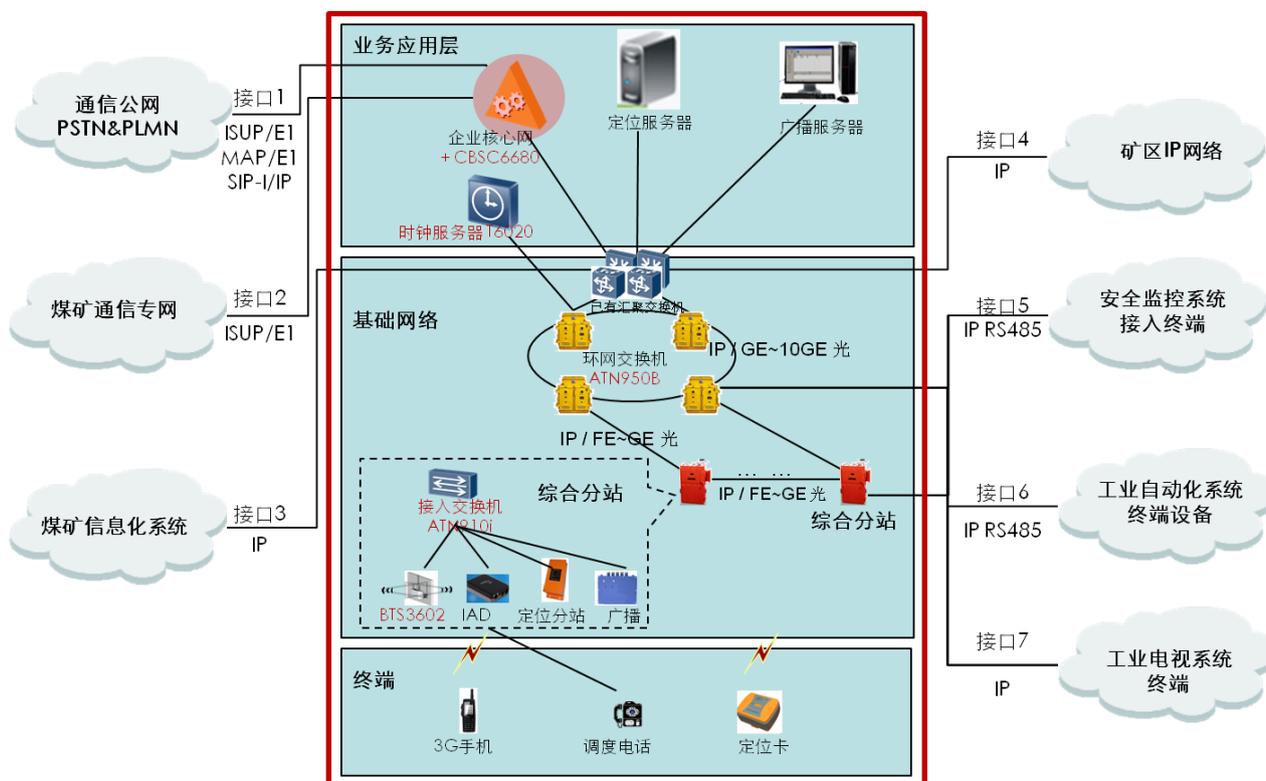


Figure 4 煤矿井下通信系统的逻辑架构

本解决方案的内容为上图中红色边框内部所示，解决方案和外部共计有 7 个接口：

接口 1：与通信公网的接口。通过 SIP-I/IP、ISUP/E1、MAP/SIGTRAN/E1 与电信的移动公网进行对接。

接口 2: 与煤矿通信专网的接口。如果客户使用的是华为的 C&C08, 可通过 ISUP 接口与其对接。

接口 3: 与煤矿信息化系统的接口。这是一个 IP 接口, 作为井上业务系统与井下生产系统之间的控制信息和数据传送的接口, 同时用于手机用户访问集团内部的报表、生产等数据应用系统。

接口 4: 与矿区 IP 网络的接口。

接口 5: 与安全监控系统的接入接口。一网一站提供 FE 光、FE 电和 RS485 接口与安全监控系统对接; 安全监控系统的应用端则在矿区 IP 网络内部, 与本系统不直接接口。

接口 6: 与工业自动化系统设备的接口。一网一站提供 FE 光、FE 电和 RS485 接口与工业自动化系统设备对接。

接口 7: 与工业电视系统终端的接口。一网一站提供 FE 光接口与工业电视系统对接。

解决方案的逻辑架构可分为 3 层:

最下层是终端, 矿工随身携带的 3G 手机及定位卡通过无线网络传给接入分站, 矿用电话通过矿用 4 芯电缆与接入 IAD 对接。

中间层是基础网络层, 基础网络在逻辑上可以分为两个部分: 一网、一站。一网分为环网和接入两个部分, 提供三个功能: 1) 为井下综合分站业务提供回传网络; 2) 提供 IP 接口 (FE 光/电) 供安全监测监控、工业自动化、工业电视系统等接入; 3) 提供上行 IP 接口 (10GE/GE 光), 作为井下信息系统与井上对接的唯一通道接入和汇聚两个部分。一站为综合分站, 包含基础网络层中虚线框所示的部分, 提供 4 个功能: 1) 提供 IP 接口 (FE 光/电) 供接入一体化的 3G 基站、IAD、定位分站和广播音箱; 2) 提供 IP 接口 (FE 光/电) 供安全监测监控、工业自动化、工业电视系统接入; 3) 提供上行 IP 接口 (GE/FE 光) 与环网对接; 4) 提供 IP 接口对分站进行级联。一站实质上承担了部分一网的能力。

最上层是业务应用层, 实现 3 个功能: 1) 企业核心网提供 ISUP/E1 接口或者 SIP-I/IP 接口与煤矿通信专网 C&C08 和通信公网 PSTN&PLMN 对接; 2) 企业核心网+CBSC 的 PDSN 数据域提供 IP 接口与煤矿信息化系统对接, 实现手机浏览生产报表等功能; 3) 企业核心网、定位主机、广播主机与业务接入侧的基站交互, 实现对应的调度通信、精确定位和广播功能。

在下文中, 将分别对基础网络、无线通信业务、定位业务、广播业务进行设计; 调度电话 (固定 IP 电话) 在第 6 章描述; 定位卡在 7 章描述。

4.3.2 总体物理架构

下图为系统的整体物理架构。根据矿山信息系统的部署情况，有井上机房、变电站、井下巷道和工作面四个典型场景。

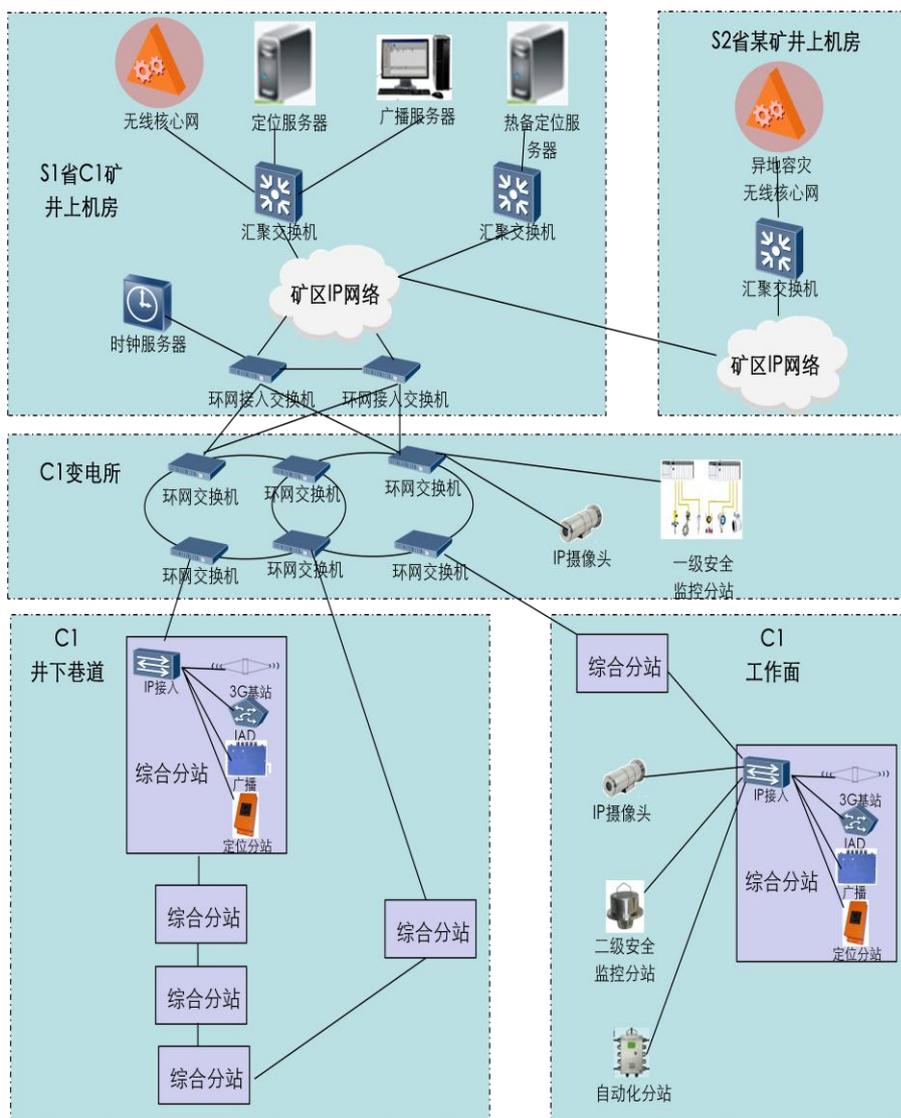


Figure 5 煤矿井下通信系统的物理架构

井上机房部分部署核心网、BSC、定位主机和广播主机，通过矿区交换机与井下连接。

井下变电站取电方便，灰尘少，环网交换机、一级安全监测监控分站等比较重要的通信设备放在这里，变电站都部署了摄像头。

井下巷道是通往工作面的人、车通行通道，主要部署综合分站，确保全覆盖，手机能打、定位卡能精确定位。

工作面是井下最重要的生产地点，人多、生产设备多，各种信息分站和传感器也最多。在工作面的综合分站不仅要自身的业务完成，确保全覆盖，手机能打、定位卡能精确定位、广播能听，还要就近接入二级安全监测监控分站及工作面摄像头，尽可能地减少工作面的线缆。

4.4 总体方案亮点

- 井下一张高速以太网，从根本上解决井下布线多的问题，并针对井下不同业务系统特点的 QoS 保障策略，真正解决数字化矿山建一条井下高速公路的需求；全环网保护方案，工作路径和保护路径都设置环网通道，实现 50ms 倒换和多点故障恢复能力，确保业务不中断。
- 人员定位、无线通信及广播“共基站，共电源，共传输，共天线”，解决了井下多个分站分散部署，维护成本高、布线多的问题。
- 井上井下一部手机一个号码，实现语音、数据、短信及调度，用户体验好，使用方便。

5 井下通信基础网络设计

5.1 设计原则

一网一站遵循如下几个设计原则：

- (1) 先进性原则：能有效利用设计带宽，接入多个业务系统；避免以前工业环网已有的弊端；带宽、接口数量、技术适应性需要满足未来 3-5 年使用的需要，尽量避免井下多布线，新布线。
- (2) 隔离变化的原则：根据煤矿井下的工作特点，对网络进行分层；通过分层减少线缆的变化。主干道内/变电所内设备变动少，主要是单线高带宽，减少布线；支干道变化大，设备多，要求站址集成度高，站址到站址间能级联，减少布线。据此将网络分成两层：汇聚层和接入层。其中，汇聚层的能力做到环网交换机上，接入层的能力在环网交换机和综合分站上同时具备。骨干环网层与综合分站层组成完整的井下环网系统。
- (3) 就近接入原则：工业控制和安全监控系统就近接入环网或者综合分站，要求环网交换机和综合分站提供 RS485 和 FE/GE 光接口。通过就近接入减少布放长的线缆。
- (4) 可靠性原则：环网承载多个系统的接入，需要成熟的产品和技，同时需要成熟的环网技术。
- (5) 接口简洁原则：减少井下基础网络的接入接口种类，尽量使用 GE/FE 数字光口，保留 RS485 接口，取消可能的 232、CAN 口（对采用这种接口的设备，矿方自行采用外部转换模块转换成 GE、FE 光口）；对一站中包含的多个设备，各个系统的互联接口在内部完成，外部出 GE/FE 数字光口。
- (6) 易安装性原则：一网设备要求在接入新设备的情况下不需要断电开盖；综合分站要求 2 个人能抬动，重量控制在 80kg 以内。

(7) 减少站址，尽量在技术上保证无线通信和定位覆盖相同的范围。系统采用无线定位技术，定位分站覆盖范围应与 3G 系统保持一致，二者共站部署，且实现井下全面覆盖保证井下巷道可全程支持精确定位。

5.2 标准和规范

MT 209-1990 《煤矿通信、检测、控制用电子电子产品通用技术要求》

MT/T1081-2008 《矿用网络交换机》

YD/T1099-2005 《以太网交换机技术要求》

GB3836.1-2000 《爆炸性气体环境用电气设备 第 1 部分：通用要求》

GB3836.2-2000 《爆炸性气体环境用电气设备 第 2 部分：隔爆型“d”》

MT/T1005-2006 《矿用分站》

MT/T1007-2006 《矿用信息传输接口》

GB/T12173-2008 《矿用一般型电气设备》

MT/T899-2000 《煤矿用信息传输装置》

5.3 一网一站组网方案设计

煤矿井下巷道分为主巷道和支巷道，支巷道连接作业面。主巷道距离长，数量相对较少，并且长期使用。主巷道上设有变电站，基础网络的环网交换机可安装在变电站里，同时井口和井下输送系统也可部署环网交换机。本方案提供万兆环网交换机和千兆环网交换机两种设备供不同规模的矿井部署选择。

巷道上设置综合分站，接入无线通信基站/语音广播系统/人员车辆定位系统/环境监测系统等。综合分站从环网交换机光纤引出，根据支巷道的情况，采用链型/树型/环型进行组网。

煤矿井下环网交换机和综合分站部署示意图（以 10GE 环网为例）：



Figure 6 环网交换机和综合分站部署示意图

在上述的示意图中，采用如下方法来满足井下通信的需要：

- 10GE 环网统一承载，满足井下各业务系统接口、带宽需求。
- 综合分站提供 3G+定位+广播分站，共用电源和传输。
- 综合分站提供级联 GE 端口，支持环型组网/树型组网/链型组网。
- 综合分站提供 SMA 接口，接入 3G 和定位系统天线。
- 综合分站提供 POTS 接口，接入固定电话。
- 综合分站提供 FE 光/电口，接入工业电视、工业自动化设备和监控分站。
- 综合分站提供 RS485 接口，接入工业自动化设备和监控分站。
- 网络节点能力满足各业务系统就近接入要求，以简化线缆部署。
- 一网一站的环网交换机和综合分站采用隔爆兼本安设计满足煤安要求。

和原有的工业环网相比，华为通过技术方案设计对环网的带宽和性能的可利用率、精确时钟同步利于演进、新增业务的工程方便性和业务的承载质量保障做了较大的提高，使得多业务能够承载在一网中。

5.3.1 一网一站网络拓扑结构设计

5.3.1.1 万兆环组网设计

根据分层设计以减少线缆变化的原则，万兆环网组网包括汇聚和接入两个部分。

汇聚部分：采用增强型交换机，以 10GE 以太网光口组环网；上行通过 10GE 光口连接矿区 IP 网络，下行提供 GE/FE 光口连接各个综合接入的业务系统。在设计上支持汇聚层组成多个相切环，以提高网络的可靠性。环网节点故障倒换时间<50ms，和节点的数量以及业务负荷无关。环网的总长度支持超过 60km。

接入部分：综合分站上行 GE 光口接入万兆环网，下行 GE/FE 光口连接各个业务系统。综合分站支持三种组网方式：环形、树形、链型。为减少布线，要求分站支持级联，级联次数可达到 10 级。综合分站可以与环网成相切环组网，倒换时间<50ms。特殊情况下综合分站也支持树形组网，最多 2 叉。各种业务终端通过分站接入到网络中。

由于井下无法获得 GPS 信号，为满足各种无线系统演进到 LTE 的需要，整个井下网络需要支持精确时钟传输。使用 1588V2 协议来支持时钟信号的传递。时钟服务器采取 GPS 信号，用 1588V2 协议通过 IP 承载网传递到井下环网。井下环网交换机和综合分站支持 1588V2，将信号传递给各种接入和终端设备，满足各种业务系统对精确时钟的要求。

下图是万兆网络的示意图。

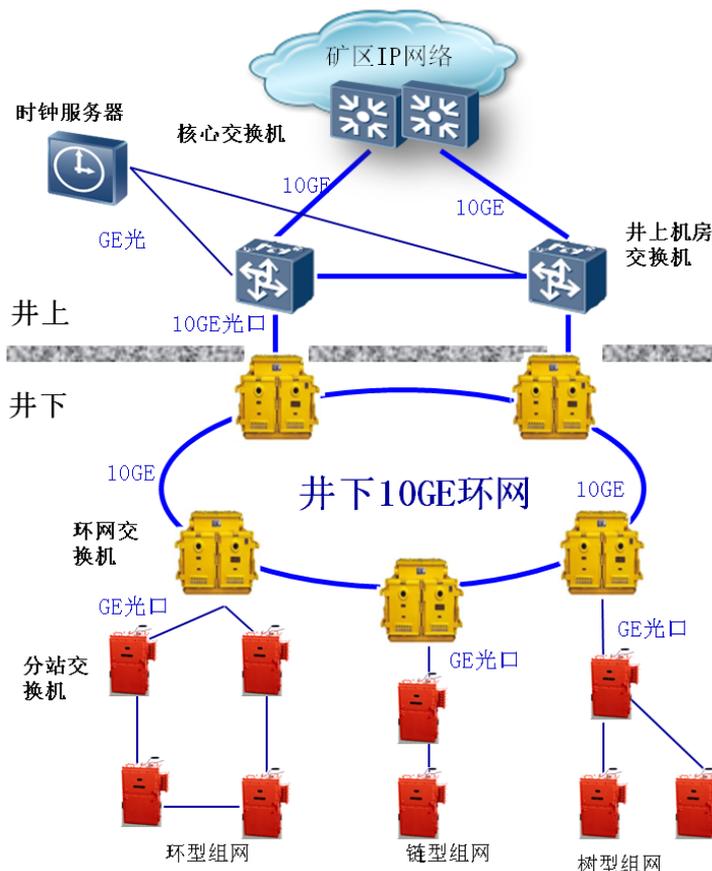


Figure 7 万兆环组网图

5.3.1.2 千兆环组网设计

根据分层设计以减少线缆变化的原则，千兆环网组网和万兆环的差别仅在于接口数量和带宽，在拓扑上并没有区别。

汇聚部分：交换机环网，以 GE 以太网光口组环网，上行通过 GE 光口连接矿区 IP 网络，下行提供 FE 光口连接各个综合接入的业务系统。在设计上支持汇聚层组成多个相切环，以提高网络的可靠性。环网节点故障倒换时间<50ms，和节点的数量以及业务负荷无关。

接入部分：综合分站上行 FE 光口接入万兆环网，下行 FE 光口连接各个业务系统。综合分站支持三种组网方式：环形、树形、链型。为减少布线，要求分站支持级联，级联次数可达到 10 级。综合分站可以与环网成相切环组网，倒换时间<50ms。特殊情况下综合分站也支持树形组网，最多 2 叉。各种业务终端通过分站接入到网络中。

基于就近接入的原则，在环网交换机和综合分站上都需提供 FE 光口，少量的 FE 电口和 RS485 口。

同样地，时钟服务器获取 GPS 信号，用 1588V2 协议通过井上机房交换机传递到井下环网。井下环网交换机和综合分站支持 1588V2，来满足各种业务系统对精确时钟的要求。

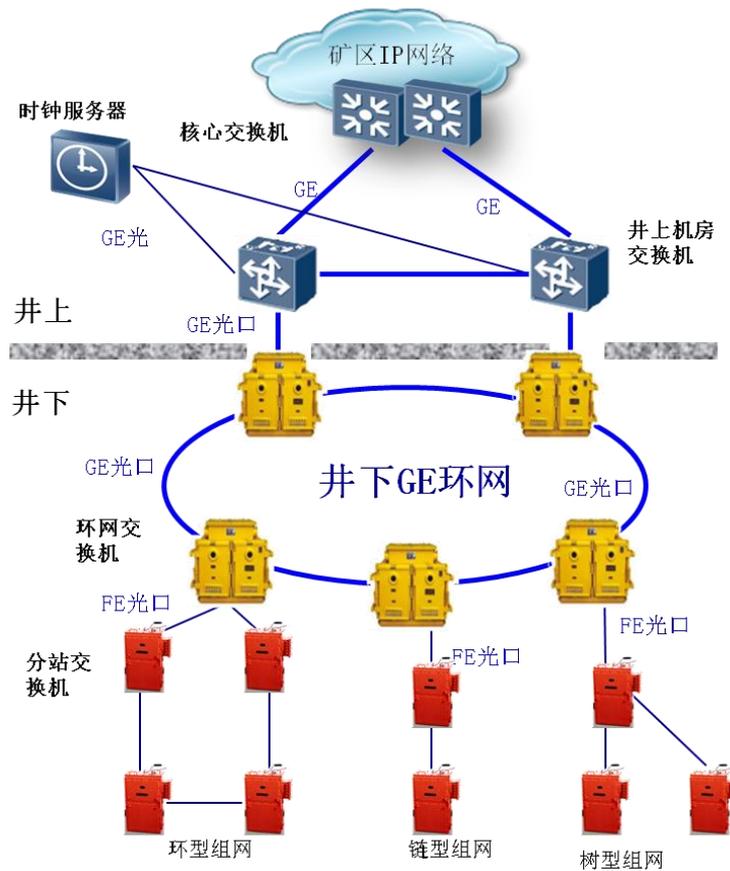


Figure 8 千兆环组网图

5.3.1.3 组网可靠性设计

井下 10GE/GE 环网中，环网交换机采用在通信运营商成熟使用的以太环网 G.8032 技术进行保护；同时在设计上使用独立的硬件 NP（网络处理器）进行故障检测，发生任意环网交换机的单点故障都能在 10-50ms 之内快速倒换而不影响业务，同时不对环网的性能产生影响。上行采用双节点接入井上的环网接入交换机，两台环网接入交换机采用 VRRP 主备保护。

综合分站主体采用链状逐级级联接入环网，在综合分站的尾巴处再环回接入环网，与 10GE/GE 环网形成一个相交或者相切的环，同样采用 G.8032 技术进行保护。这样，单独某个分站故障或者 2 个分站之间的连接中断时，其它分站的数据传送不受影响。

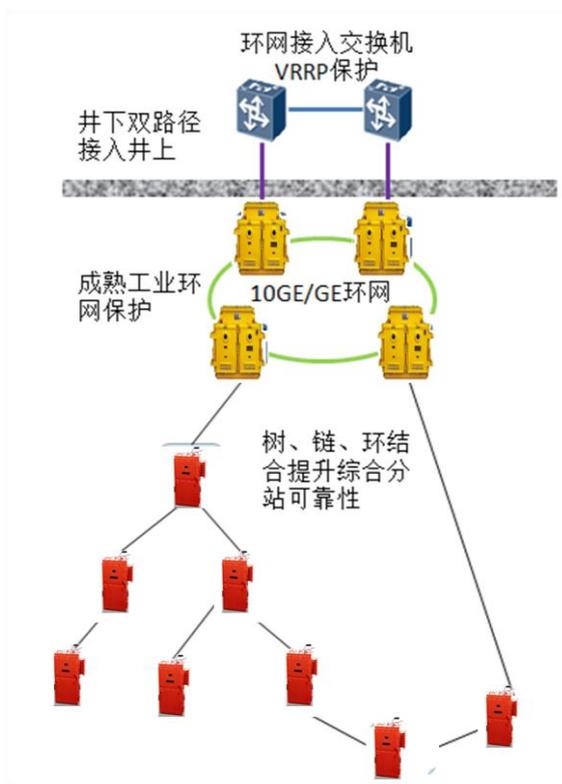


Figure 9 可靠性组网图

5.3.1.4 光纤配线架设计

井下环网交换机一般采用隔爆设计，这类交换机要求在维护时必须断电才能打开隔爆箱进行操作。为避免断电对井下承载业务产生影响，采用光纤配线架将接口引出防爆箱。不管当前实际使用多少光口都应尽量通过光纤引出交换机所有光口资源，这样可避免增加或变更光口时需断电打开隔爆箱进行操作的问题。万兆环网组网下环网交换机总共提供超过 20 个光口，千兆环网组网下环网交换机提供光口也接近 20 个，一个光口需要收发两根光纤，则环网交换机将有超过 40 根光纤，大量的光纤在环网交换机上汇接，为便于管理应该采用 ODF 光纤配线箱，如图，48 芯 ODF 光纤配线箱可满足最大 24 个光口接入需求。

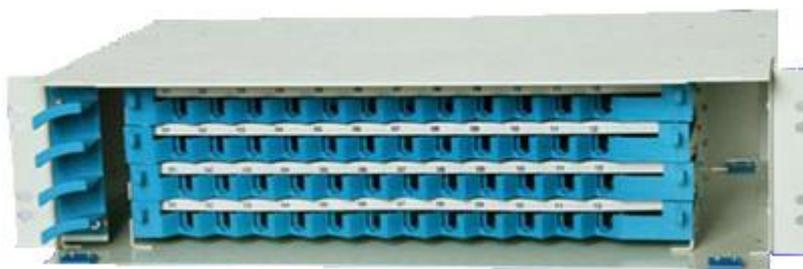


Figure 10 环网光纤配线箱

光缆进入配线箱后在内部熔纤盘上熔接使之与配线箱内侧光口固定连接，从隔爆箱引出的环网交换机光纤与配线箱外侧光口相连，用户可随时根据情况改变外侧光口连接关系。

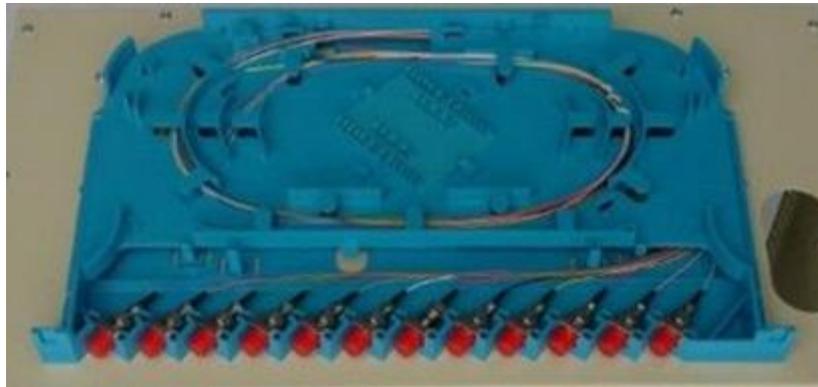


Figure 11 配线箱内部连接图

5.3.2 一网一站 QoS 设计

煤矿井下基础网络承载以下业务系统：无线通信系统、人员和车辆定位系统、语音广播系统、工业电视系统、工业自动化系统、安全监控系统等。不同的业务划分为不同的 VLAN，有效隔离各个业务间的二层互访，并通过 VLAN ID 提供最简单便捷的业务识别区分，为各种业务制定不同的 QoS 优先级。VLAN 标签统一在 ATN 设备上打，环网和综合分站中的本安综合转换模块只提供下行的本安 RS485 和 FE 电接口，其内部不打 VLAN 标签，由 ATN 交换机统一给连接本安综合转换模块的 FE 端口分配 VLAN。

煤矿业务 VLAN 规划建议表

业务	VLAN ID	QoS 等级	说明
网络控制	VLAN1	6	网络控制平面业务。
人员和车辆定位系统	VLAN2	5	人员和车辆定位信息，数据流量不大，可靠性要求高。
工业自动化系统	VLAN3	5	工业自动化控制信息，数据流量不大，可靠性要求高。
安全监控系统	VLAN4	5	监测煤矿井下环境设备的数据，可从 RS485 等接口转换成 IP 传输，数据流量不大，可靠性要求高。
无线通信系统	VLAN5	4	CDMA 无线通信业务，独立划分一个 VLAN，用于承载语音和信令业务。
语音广播系统	VLAN6	4	语音独立划分一个 VLAN，用于承载语音和信令业务。
工业电视系统	VLAN7	2	煤矿井下视频监控系统，数据流量大。
普通数据服务	VLAN8	0	Internet 接入等网络浏览数据，优先级低。

在环网和综合分站的交换机内部，采用 H-QoS 特性，对不同用户和不同业务的流量，提供区分的带宽管理。

在煤矿井下通信网络部署中，环网保持稳定，而分站则会因采掘面的推进而搬迁，同时数量也多。为减少环网上的 Tunnel 数量，环网层和分站层分别建立 Tunnel。

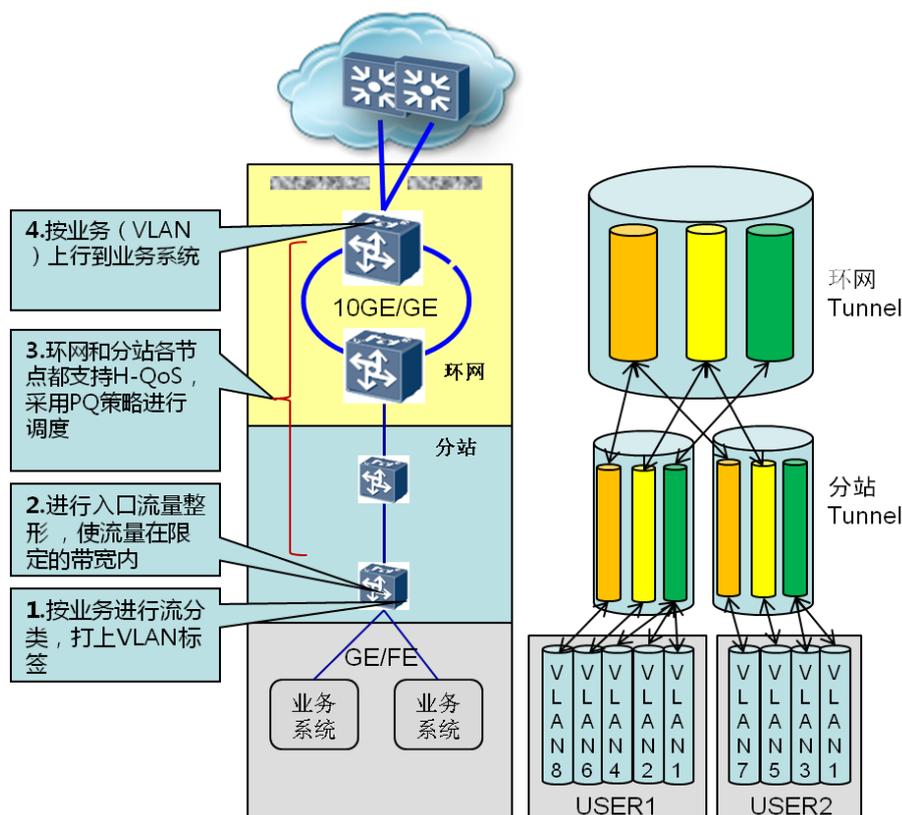


Figure 12 设备 A 的 QoS 部署图

A 交换机的 H-QoS 特性介绍

H-QoS 即层次化 QoS (Hierarchical Quality of Service)，是一种通过多级队列调度机制，解决 Diffserv 模型下多用户多业务带宽保证的技术。采用 3 级调度的方式，可以精细区分不同用户和不同业务的流量，提供区分的带宽管理。

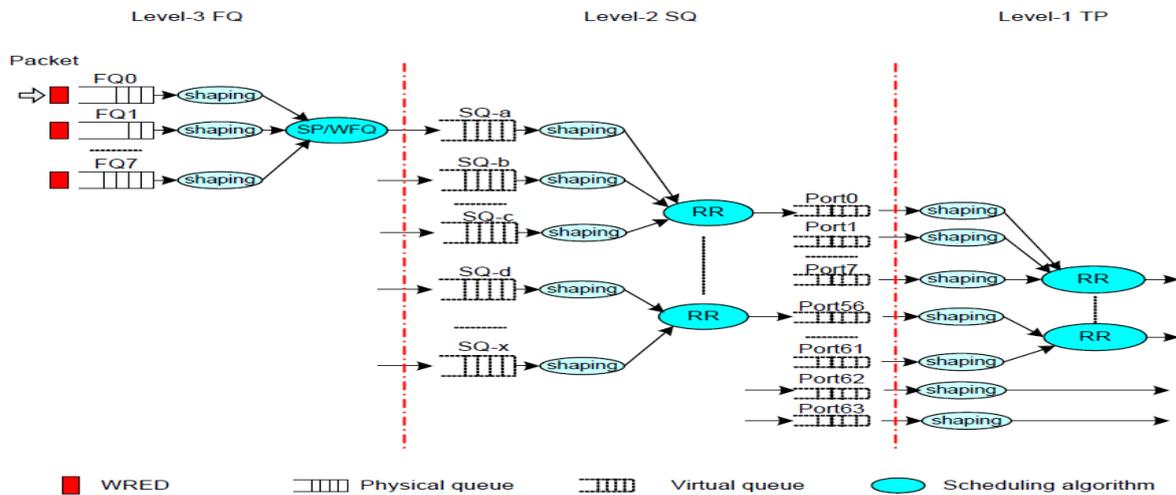


Figure 13 设备 A 的 QoS 原理示意图

- 在 A 设备入口处采用 WRED 拥塞避免机制，在队列过长时，直接丢弃低优先级报文。
- 一个 SQ 对应一个用户（接口或 VLAN 子接口），SQ 调度保证每个用户的带宽。
- FQ 调度采用 SP/WFQ/SPL 队列调度技术，每个 SQ 固定对应的 8 个 FQ 共享该 SQ 的带宽，且每个 FQ 可以定义自己 PIR。每个 FQ 都提供了流量整形以实现速率限制，即 FQ 的 PIR。
- 三级调度都提供出口 shaping 功能，对流量进行整形，防止突发流量。

5.3.3 一网一站业务系统接口设计

5.3.3.1 无线通信系统接入方式

无线通信系统井下部分为 3G 无线基站，该基站作为综合分站的一个子模块接入井下网络。组网如下：

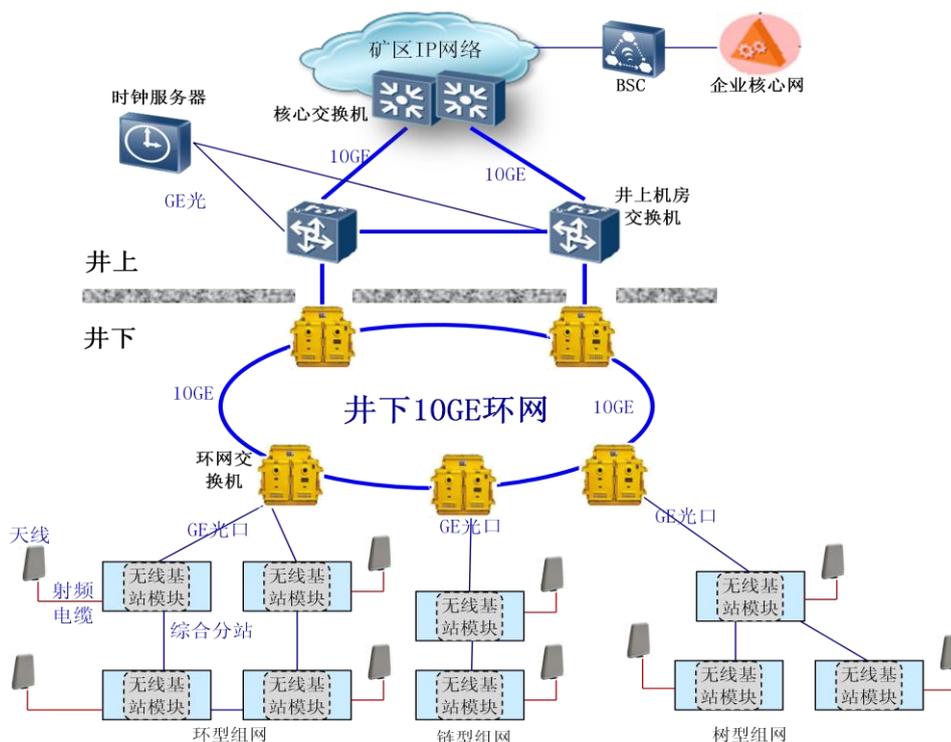


Figure 14 无线通信系统接入示意图

无线基站模块通过综合分站级联网口接入井下网络，为满足无线基站接入外置定向天线要求综合分站还应提供相应的 SMA 射频接口。

目前无线 3G 业务主要考虑手机上网、无线视频呼叫以及 3G CS 语音业务，下面主要用这三种业务的带宽需求来进行计算。

井下用户容量 600 左右，按照 20%用户同时使用数据业务的模型来计算，其中 10%的 3G 用户同时上网(并且同时使用最大速率进行下载)，10% 3G 用户同时使用 SIP 视频呼叫。

10%的 3G 上网用户，单用户上行速率 1.8Mbps，下行速率 3.1Mbps，网络需支持的最大上行速率 108Mbps，下行速率 186Mbps。

10% 3G 用户同时使用 SIP 视频呼叫，视频传输根据带宽自动调整，最小 QCIF，最大 4CIF。下面按照视频质量较好的 CIF 进行计算，基本参数如下：

视频图像	速率(kbps)	每秒视频帧	视频包大小(bytes)
CIF	512	25	2560 (分片成 1460 和 1100)

因为空口传输的时候已经包含了终端的 IP 报文/UDP 报文和 RTP 报文，视频包在 Pico 到 BSC 之间传输，应用层也携带终端的这些报文，报文已经分片，分片传输的两个报文大小为 $(58+40) * 2 + 2560 = 2756 \text{bytes}$ ，因此视频包传输速率为 551.2kbps。

根据电信现网 RCS 视频呼叫数据，视频通话调节到 15 帧/s，通话质量可以保持良好。因此速率可以调整到 330.72kbps。

3G 视频呼叫的语音包采用通用的 G.729（也可以是 opus），基本参数如下：

语音包	速率(kbps)	每秒语音帧	语音包大小(bytes)
G.729	8	50	20

Pico 到 BSC 之间传输，传输报文大小为 $58+40+20=118 \text{bytes}$ ，因此语音包传输速率为 47.2kbps。

因此，10% 3G 用户同时使用 SIP 视频呼叫所占用的带宽约为 $(330.72+47.2) * 60 = 22675.2 \text{kbps}$ 。

20% 3G 用户同时使用 CS 域语音呼叫，每个 3G CS 语音电话占用带宽为 9.8k。因此，3G CS 域语音呼叫的带宽为 $600 * 20% * 9.8 \text{K} = 1176 \text{K}$ 。

综上，目前无线 3G 业务回传的带宽需求约为上行 133Mbps，下行 210Mbps。

5.3.3.2 电话接入方式

井下电话机选择当前主流的模拟矿用本安电话机配合 IAD 设备实现电话接入井下网络。组网如下：

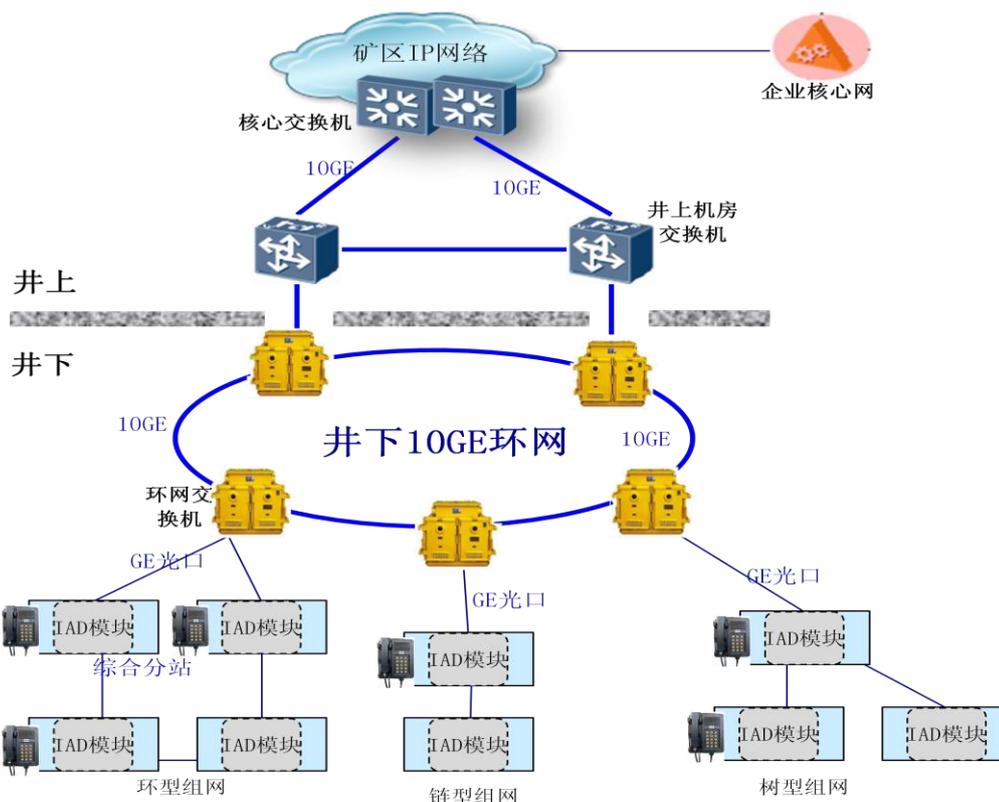


Figure 15 IP 电话接入示意图

电话通过综合分站级联网口接入井下网络，为便于操作电话机应安装在综合分站外表面且安装完毕后二者间无外漏电缆，二者之间通过 POTS 接口连接。

目前 IP 电话机随综合分站进行部署，单个矿大概在 200 左右。

语音包采用质量较好的 G.711，基本参数如下：

语音包	速率(kbps)	每秒语音帧	语音包大小(bytes)
G.711	64	50	160

Pico 到 BSC 之间传输，传输报文大小为 $58+40+160=258$ bytes，因此语音包传输速率为 103.2kbps。

单矿 IP 电话业务带宽最大为 20.6Mbps。

5.3.3.3 定位系统接入方式

基于客户一网一站需求，定位分站应采用以太网接口接入井下网络。

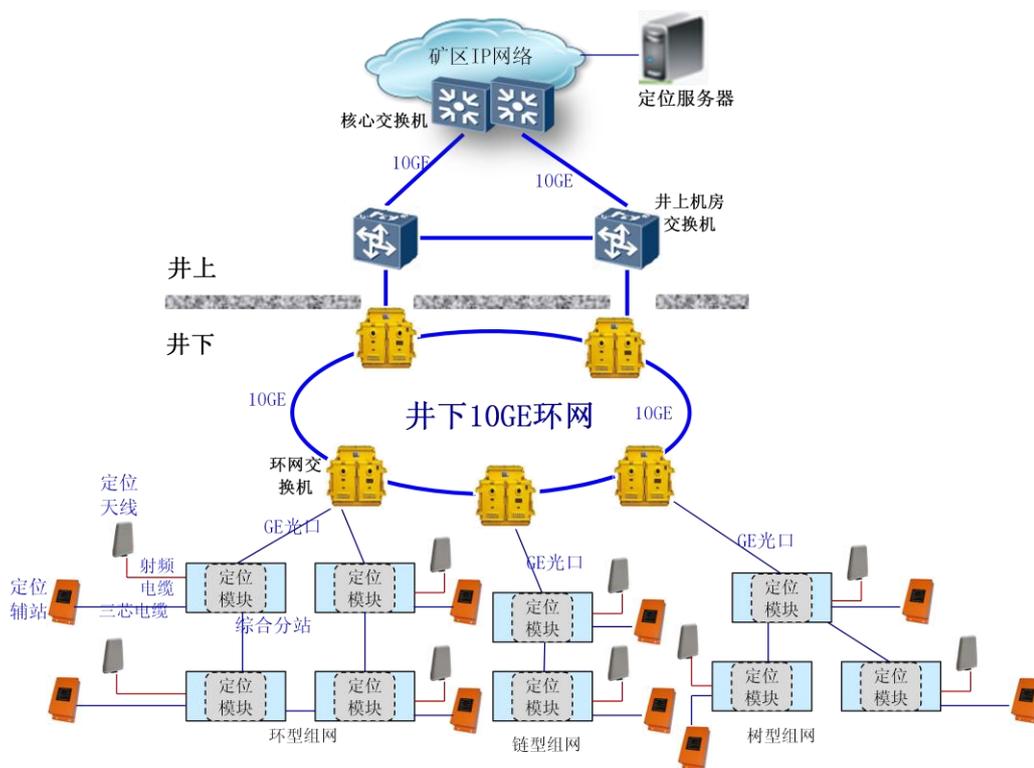


Figure 16 定位系统接入示意图

定位系统工作时每张定位卡每 5 秒触发一次定位操作，每次测距上报结果考虑各种开销最大不超过 50 字节，因此每张定位卡需要消耗带宽大约 80bps，考虑最大 200 人不漏卡的需求，单基站下应满足至少 200 人定位，则单基站带宽最大需 $80 \times 200 = 16\text{kbps}$ ，定位分站采用 FE 接口即可满足回传需求。单矿井井下作业人员一般不超过 500 人，因此定位系统总带宽大约为 $80 \times 500 = 40\text{kbps}$ ，对井下网络带宽要求很小。

定位卡带宽	每个矿井井下作业人员数量	每个矿井定位业务需要总带宽
80	500	40k

5.3.3.4 广播系统接入方式

广播系统一般由井上服务器及井下广播终端组成，为简化部署，综合分站应该集成本安广播模块，组网如下：

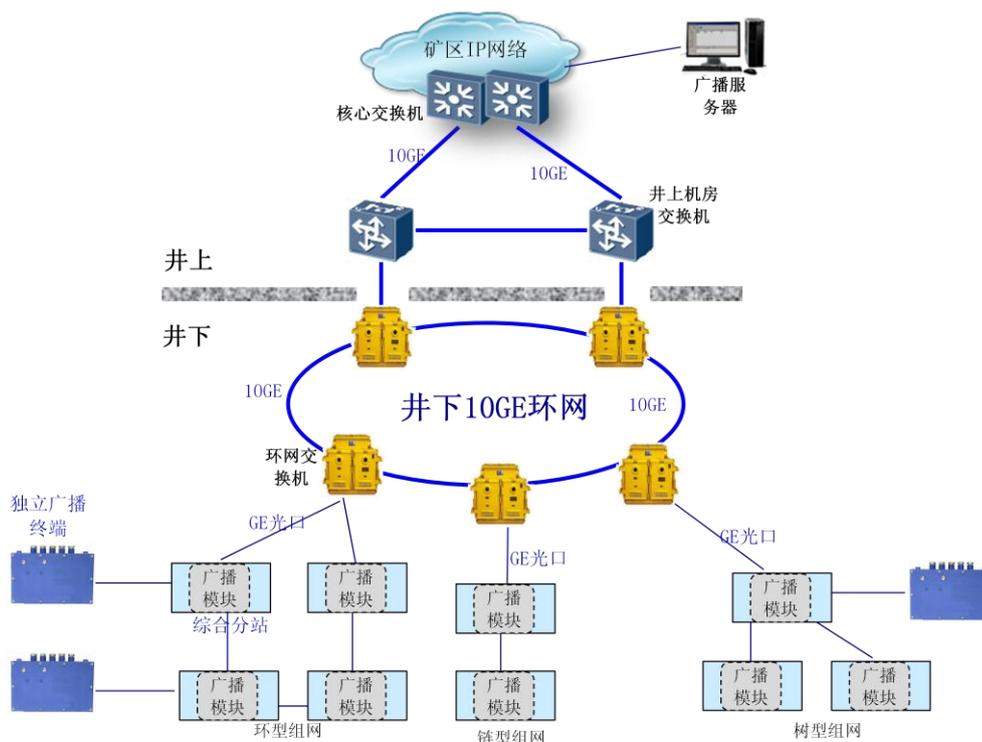


Figure 17 IP 广播系统接入示意图

广播模块通过综合分站点级联网口接入井下网络，要求广播系统采用 IP 技术。为便于操作广播终端应安装于综合分站点外表面且安装完毕后二者间无外漏线缆，由于广播覆盖范围一般较小，综合分站点需要提供广播级联接口以便接入独立广播终端。

本方案广播系统采用 IP 技术，IP 广播终端使用 FE 光口接入网络，广播音频数据压缩格式为 MP3，码率最高为 128kbps。广播系统采用 UDP 点对点方式通信-即每一路广播终端都将占用一路带宽资源，实际组网时井下分支巷道广播终端级联次数一般不超过 15 个，因此带宽最大不超过 2Mbps，分支巷道网络 100M 即可满足要求。矿井井下所有 IP 广播终端一般不超过 200 个，因此广播系统总带宽不超过 26M，井下千兆或万兆环网都可满足要求。

广播终端最大带宽	分支巷道最大广播终端数量	分支巷道广播业务需要带宽
128K	15	2M

广播终端最大带宽	每个矿最大广播终端数量	每个矿广播业务需要总带宽
128K	200	26M

5.3.3.5 安全监测监控接入方式

安全监测系统的瓦斯检测传感器、水位传感器、温度传感器等，一般在监控分站汇接后接入一网一站系统，接入接口包括 RS485、FE 电口、FE 光口等。综合分站及环网交换机通过集成一个转换模块以满足监控分站接入需求，再通过井下网络上传到各自的综合监控系统。

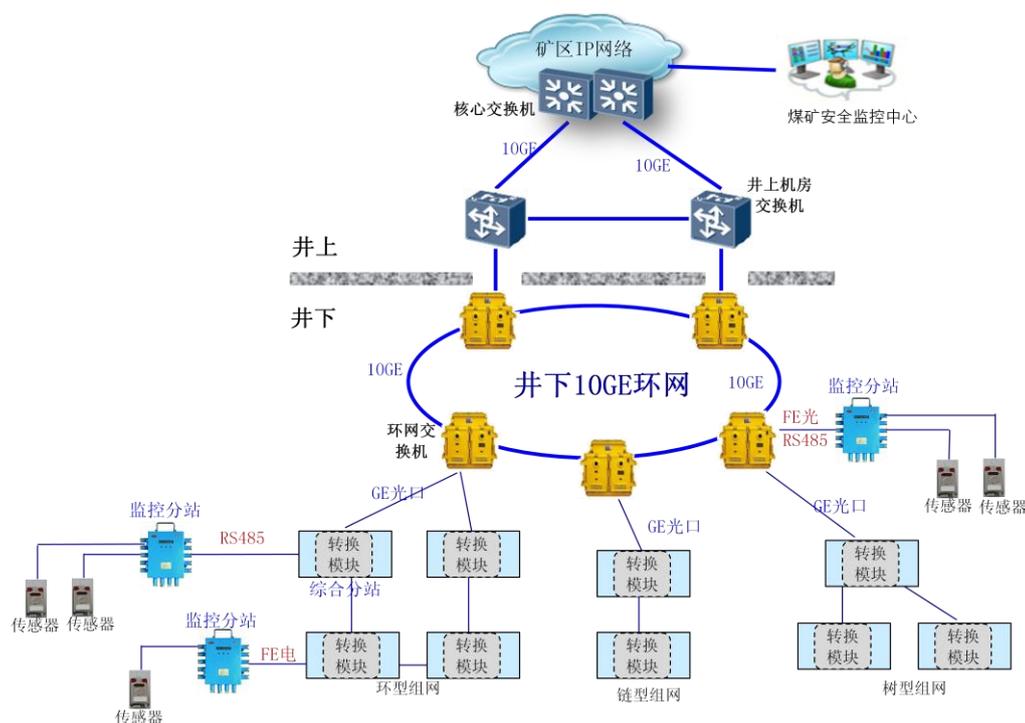


Figure 18 安全监测监控接入示意图

监控分站带宽在 100K 左右，每个矿 200 个监控分站计算，业务回传需要的带宽如下：

监控分站带宽	每个矿监控分站个数	每个矿安全监控业务需要总带宽
100K	200	20M

5.3.3.6 工业电视接入方式

工业电视系统由井上视频监控系统和井下摄像头组成，摄像头要符合本安要求，就近通过 FE 电口或者 FE 光口上行到环网或者综合分站的交换机，在通过网络上行到井上控制中心的视频监控系统。组网如下：

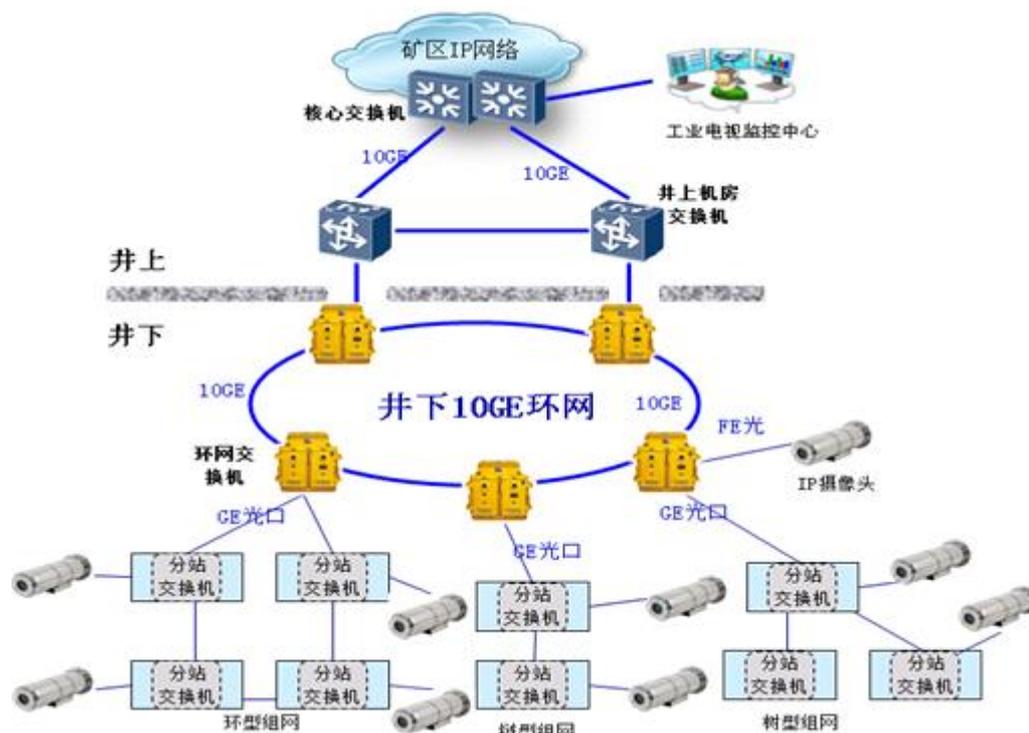


Figure 19 工业电视接入示意图

目前每个矿井大约放置 20—30 个摄像头，估计未来每个矿需要放置 200 个左右的高清摄像头。每个高清摄像头按照 8M 带宽计算，工业电视系统的带宽需求如下：

每个高清摄像头所需带宽	每个矿高清摄像头个数	每个矿工业电视系统需要总带宽
8M	200	1600M

5.3.3.7 接口设计小结

根据对上述业务系统的接入需求分析，计算后对一网一站系统的接口设计总结如下：

1) 万兆环各种交换机端口设计

- 环网 10GE 交换机端口设计，包括井上机房和井下环网两部分：

井上机房部署的环网接入交换机：4 个 10GE 光口（组环网 2 个，上行 2 个）+ 16 个 GE/FE 光口（接时钟服务器和其他业务系统）+ 4 个 FE 电口。

井下环网交换机：2-4 个 10GE 光口（组环网，上井）+ 16-24 个 GE/FE 光口（接综合分站/业务系统）+ 4 个 RS485 接口（根据需要配置）4 个 FE 电口。

- 综合分站 GE 接入交换机端口设计：

2-3 个 GE 光口（1588V2，上行到环网和下行级联分站，分站分岔连接），2 个 FE 光口（定位基站，广播音箱），2 个 FE 电口（无线基站，综合转换模块）。

2) 千兆环各种交换机接口设计

- 环网 GE 交换机端口设计，包括井上机房和井下环网两部分：

井上机房部署的环网接入交换机：5 个 GE 光口（组环网 2 个，上行 2 个，时钟服务器 1 个）+ 8 个 FE 光电口（4 光 4 电，接其他业务系统）。

井下环网交换机：2-4 个 GE 光口（组环网）+ 12 个 FE 光电口（接综合分站/业务系统）+ 4 个 RS485 接口（根据需要配置）。

- 综合分站 FE 接入交换机端口设计：

2 个 FE 光口（1588V2，上行到环网和下行级联分站），2 个 FE 光口（1588V2，无线基站和分站分岔连接），2 个 FE 光口（广播终端，综合转换模块），1 个 FE 电口，1 个 RS485 接口。

5.4 一网一站设备方案设计

5.4.1 环网交换机设计

5.4.1.1 万兆环网交换机设计

（1）功能架构设计

根据前文所述业务需求，万兆环网通信设备的端口要求：上行接口 2-4 个 10GE 光口，下行出 16-24 个 GE/FE 接口，4 个 FE 电口，4 个 RS485 接口。根据煤安认证的要求，井下交换机为隔爆兼本安型设计。

A 设备 FE 电口为非本安，且无 RS485 接口。所以环网交换机隔爆箱中，除了 10GE 交换机外，还需接入本安综合转换模块，该模块可提供本安的 FE 电口和本安的 RS485。

根据煤安要求，本安设备必须接入本安电源，环网电源需提供 1 路本安电源给本安综合转换模块，1 路非本安 48V 电源给交换机。另外再提供 1 路本安 12V 备用电源。电源的输入为 127VAC/660VAC 二选一，并需要开关量监控电源的状态。

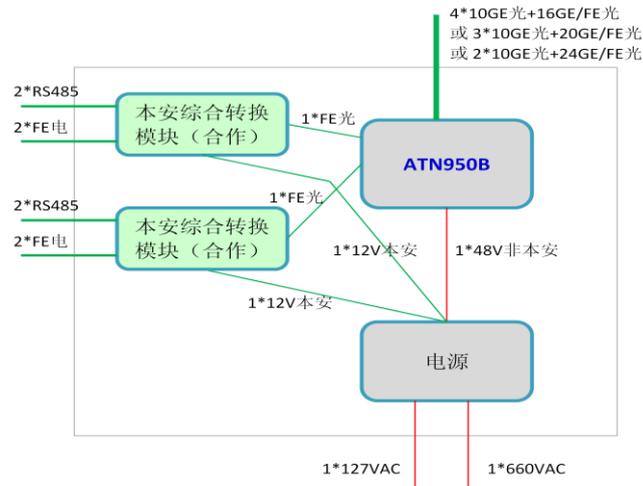


Figure 20 井下万兆环网通信设备内部接线图

(2) 功能模块设计

万兆环网方案选择 A1 设备 作为环网交换机，位于井上机房的环网交换机采用 4 个 10GE 口的配置，配置两块系统控制交叉板，主备保护，提高可靠性。井下的环网交换机采用 2-4 个 10GE 口的配置，配置一块系统控制交叉板，降低功耗。

A1 单板配置情况如下：

单板名称	单板描述	4 个 10GE 配置	3 个 10GE 配置	2 个 10GE 配置
	系统控制交叉时钟板	2	1	1
	1 路 10GE 光接口板	4	3	2
	8 路 GE/FE 光接口板	2	2	2
	4 路 GE/FE 光接口板	0	1	2
接口统计		4 个 10GE 光口 16 个 GE/FE 光口	3 个 10GE 光口 20 个 GE/FE 光口	2 个 10GE 光口 24 个 GE/FE 光口

A1



Figure 21 万兆环网交换机设备外观（根据所选设备而定）

- 提供 2-4*10GE 光口用于组环网或接核心交换机
- 支持环形冗余保护组网，倒换时间<50ms
- 最多提供 16-24 个 GE/FE 光/电口满足互联要求
- 实现对 660VAC 主用电源、127VAC 备用电源监控。

本安综合转换模块

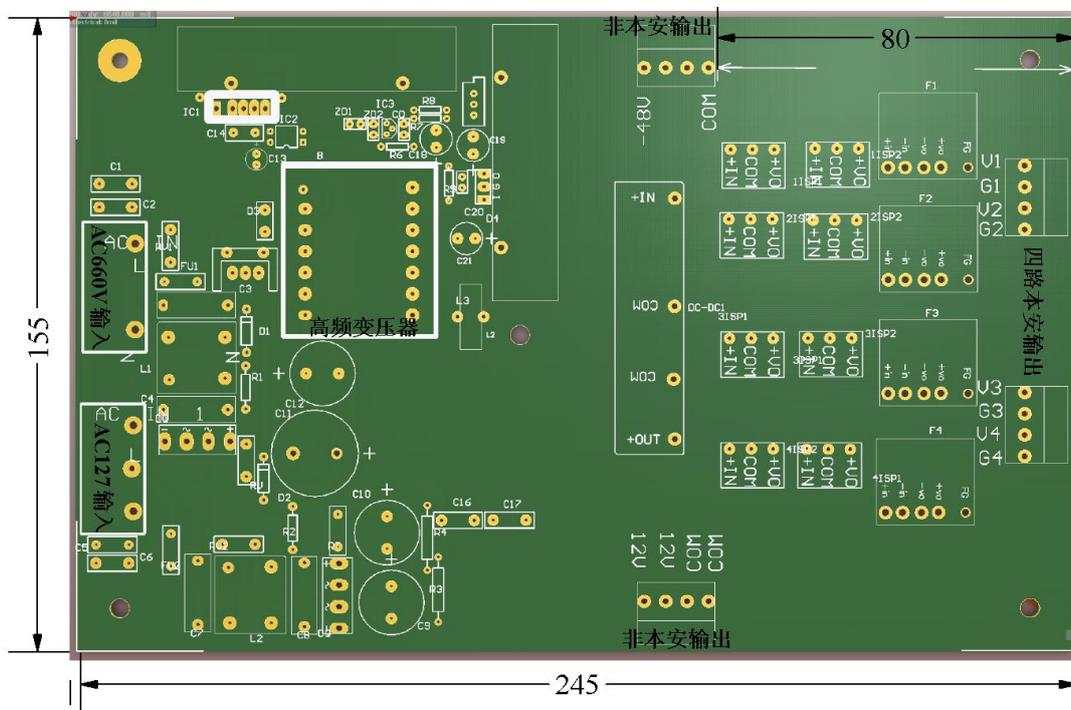


- 尺寸仅 105*75*31mm，功耗 2W
- 辅助 IP 模块实现综合分站内各部件互联
- 可提供本安 2*FE 电、2*FE 光口扩展接入第三方设备
- 可提供本安 1*RS485 接口扩展接入第三方设备

当 485 或者 FE 电口数量要求较多时，可选用两个综合转换模块。

电源模块（万兆和千兆电源模块相同）

电源模块用于为环网交换机和本安综合转换模块供电：



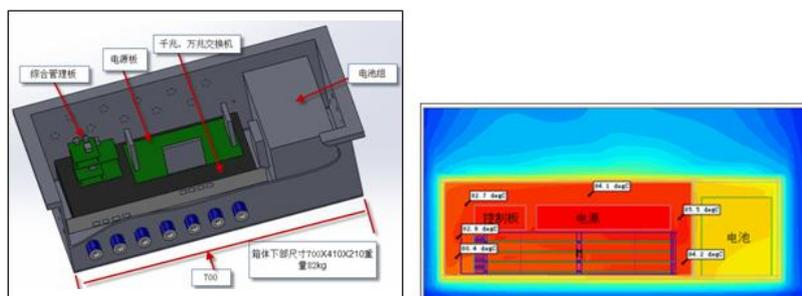
- 电源体积：170*127*80mm
- 输入电源支持 660VAC，支持 127VAC 输入作备用电源，能检测输入电源状态并通过开关量上报告警
- 支持为 A1 设备提供 48VDC 供电
- 支持为本安综合转换模块提供 12VDC 本安供电。

(3) 煤安设计

煤安设计包括 2 部分，一部分是接口的本安设计，一部分是设备的防爆设计。

- **接口的本安设计：**技术标准参见《GB 3836.4-2010 爆炸性环境 第 4 部分：由本质安全型“i”保护的的设备》。光接口功率天然满足本安要求，万兆环网交换机主要的接口是光接口（10GE/GE/FE）。另外有 4 个本安 FE 电口，4 个本安 RS485 接口的需求。
- **设备的防爆设计：**技术标准参见《GB 3836.2-2010 爆炸性环境 第 2 部分：由隔爆外壳“d”保护的的设备》。环网交换机的防爆设计有如下两个关键点：
 - 散热设计
 - 内部结构及走线设计

下图是一个防爆设计及内部热仿真的示意图



5.4.1.2 千兆环网交换机设计

(1) 功能架构设计

根据业务需求，千兆环网通信设备的端口要求：上行接口 2-4 个 GE 光口，下行出 12-16 个 FE 接口（光口为主，少量电口），4 个 RS485 接口。为满足煤安认证的要求，除了采用千兆交换机外，还需要接入本安综合转换设备提供相应的本安 FE 电口和 RS485 接口，为保持统一该转换设备选择与 10GE 交换机相同的型号。

虽然千兆交换机功耗一般远小于 10GE 交换机，但为保持统一电源方案及型号与 10GE 交换机完全相同。

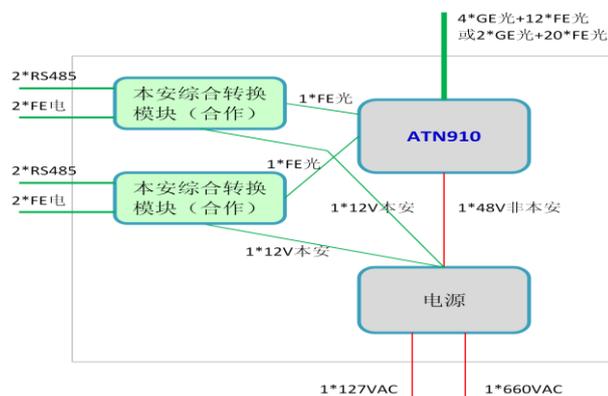


Figure 22 井下千兆环网通信设备内部接线图

(2) 功能模块设计

千兆环网方案选择 A2 作为环网交换机，位于井上机房的环网交换机采用 8 个 GE 口的配置，井下的环网交换机采用 6 个 GE 口的配置。

A2 单板配置情况如下：

单板名称	单板描述	6GE 配置	8GE 配置
	主控、交换、时钟合一板	1	1

单板名称	单板描述	6GE 配置	8GE 配置
	8 路 FE 业务接口板（光接口）	1	0
	2 路 GE 业务光接口板	1	2
接口统计		6 个 GE 光 4 个 FE 电 12 个 FE 光	8 个 GE 光 4 个 FE 电 4 个 FE 光

IP 模块(A2)



Figure 23 千兆环网交换机设备外观（根据所选设备而定）

- 提供 2-4*GE 光口用于组环网或接核心交换机
- 支持环形冗余保护组网，倒换时间<50ms
- 最多提供 12-16 个 GE/FE 光/电口满足互联要求
- 实现对 660VAC 主用电源、127VAC 备用电源监控。

本安综合转换模块

本安综合转换模块与万兆环网方案相同。

电源模块

电源模块与万兆环网方案相同。

(3) 煤安设计

对千兆和万兆交换机在防爆方面共用完全相同的设计。

5.4.2 综合分站设计

5.4.2.1 综合分站（万兆组网 GE 上行）设计

(1) 功能架构设计

根据业务系统接口设计分析，综合分站应接入无线通信系统、电话、定位系统、广播系统、安全监测监控系统等多个系统，并提供至少三个级联光口。当前各系统业界一般通过不同功能部件或产品来实现，因此综合

分站通过在隔爆箱内部安装这些部件来实现集成。分站内各部件应优先选择本安设计（即设备本身包括接口都满足本安要求）或尺寸小、功耗低的设备，设备互联时本安设备采用光接口。

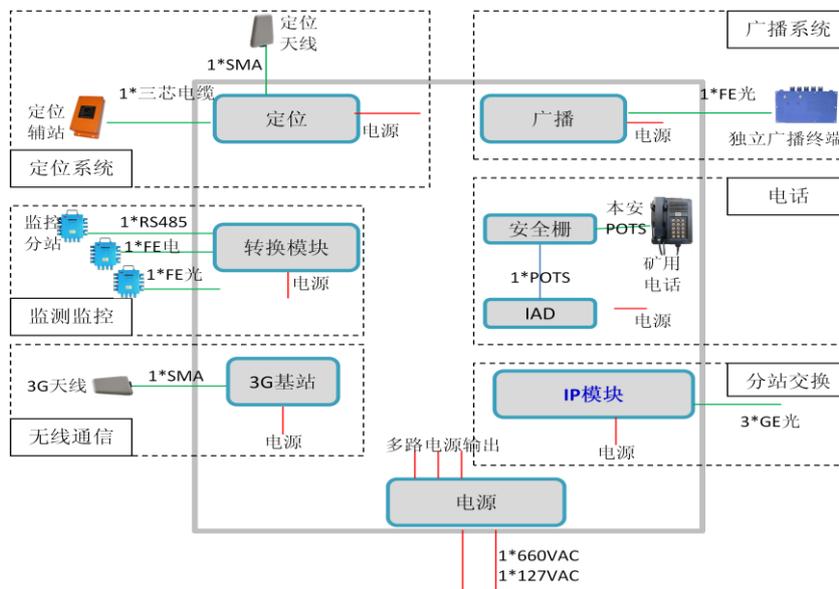


Figure 24 综合分站（万兆组网）模块组合示意图

综合分站内各部件组成如上图，说明如下：

分站交换：分站交换采用 IP 模块提供 3 个级联 GE 光口，并提供其他 FE 光/电口完成分站内各模块互联且提供相应的 QoS 及保护功能。

无线通信系统：3G 无线通信系统为非本安设计，因此设备互联时对接口并无特殊要求，3G 天线接口由 3G 基站提供。

固定电话：井下固定电话采用矿用本安电话，必须采用本安接口连接，本方案通过 IAD 设备实现固定电话接入，而 IAD 一般为非本安设备，其 POTS 接口增加安全栅转换为本安 POTS 接口才能接矿用本安电话。

定位系统：定位分站为本安设备并通过 FE 光口组网。定位分站自身提供配套的本安天线、定位辅站接口。

广播系统：提供本安广播终端，且终端支持自身级联。综合分站内采用 FE 光口连接。

监测监控：综合分站需提供本安 FE 电口、本安 RS485 接口、FE 光口以便接入监测监控系统的监控分站，由于 IP 模块非本安设计无法提供本安电口，因此本安 FE 电口、本安 RS485 接口必须采用转换模块提供，而 FE 光口可以由 IP 模块提供。

综合分站内除了以上各系统部件外，还应提供电源模块为各部件供电，支持 660VAC 和 127VAC 输入并互为备份，电源模块可监控输入电源状态并通过开关量上报告警。根据以上分析，综合分站各功能部件都直接与 IP 模块相连，内部设计及连接关系如下：

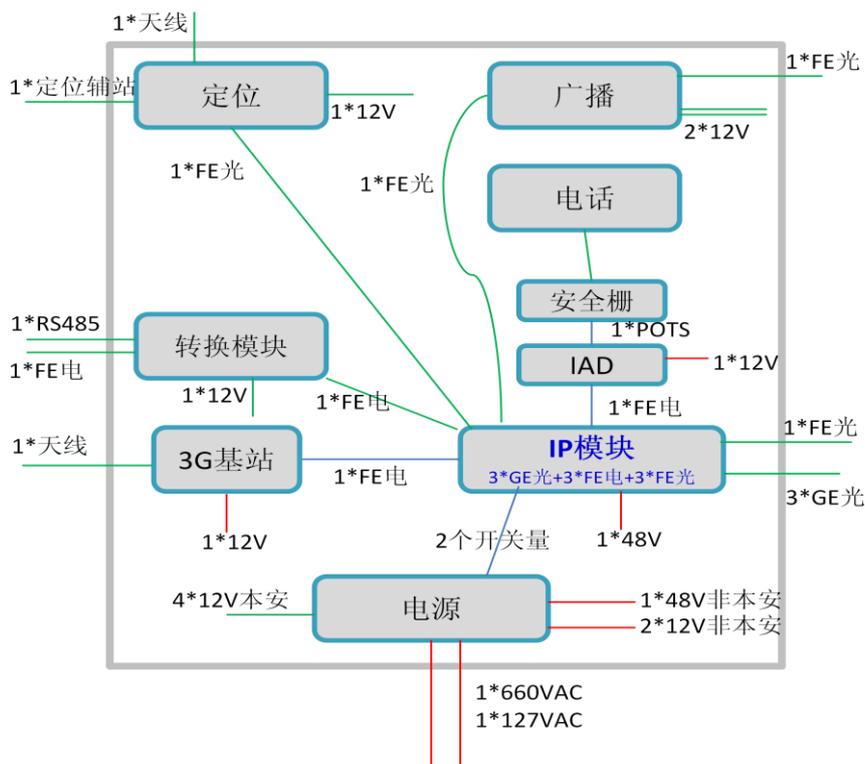


Figure 25 综合分站（万兆组网）设计

注意，根据前述分析，监测监控需要的 FE 光口由 IP 模块提供，该光口也可用于接入视频监控等其他系统。电源模块输出的开关量告警也由 IP 模块接入并上报。各设备经过隔爆腔开孔出线的外部接口需保证为本安接口。

(2) 功能模块设计

1、3G 基站

选择 CDMA2000（800M 频段）制式，考虑隧道模型中信号衰减及绕射能力，800M 频段也比较适宜与井下环境使用，3G 基站选择小型 CDMA pico 基站 BTS3602B TruStar 微基站，如下：

3G Pico 基站（华为 BTS3602B TruStar 微基站）



- 提供 CDMA 800M 无线语音、数据接入能力
- 通过外置定向天线实现半径 300~400 米覆盖

- 支持最多 32 个用户，其中 DO 用户不超过 16 个。最多支持 2 载波

2、综合分站 IP 模块

由于 3G 采用 CDMA 制式，该制式对时钟同步要求较高，采用 1588V2 在以太网中实现时钟同步满足 CDMA 基站同步要求。因此要求 IP 模块提供 1588V2 时钟特性，且为满足内部部件互联及外部级联要求还需提供丰富的 GE/FE 光电端口，IP 模块选择 A2 设备。

IP 模块（华为 A3 设备）



- 提供至少 3*GE/FE 光口用于综合分站级联或接核心交换机，支持树形或链型组网。
- 级联光口支持环形冗余保护组网，倒换时间<50ms。
- 提供多个 FE 光/电口满足综合分站内各模块互联要求。
- 提供 1588V2 对时功能。
- 实现对 660VAC 主用电源、127VAC 备用电源监控。

A3 为盒式设备，支持 4*GE 光口、4*GE/FE 光口、4*GE/FE 电口等业务端口。

3、定位分站

定位分站及定位辅站



定位分站模块



定位辅站

- 实现无线精确定位功能，定位精度不低于 10 米
- 实现与 3G 基站匹配的覆盖距离（即 300~400 米）
- 满足 200 张卡 80KM 时速不漏卡

4、IP 广播

采用 IP 技术的数字化广播系统，系统可充分复用井下网络，无需重复布线，可较为容易的实现日常广播、紧急广播、对讲、分区管理等功能，充分满足煤矿日常管理和应急疏散等使用要求：

IP 广播模块



- 完成网络音频流的同步接收及音频解压后进行语音信号放大
- 内置麦克风&按钮可实现与井上调度室或其他终端通话

该 IP 广播终端除了在综合分站中安装外，配合相应的本安电源也可独立部署实现井下关键场所广播全覆盖。

5、本安综合转换模块

本安综合转换模块



- 尺寸仅 105*75*31mm，功耗 2W
- 辅助 IP 模块实现综合分站内各部件互联
- 可提供本安 2*FE 电、2*FE 光口扩展接入第三方设备
- 可提供本安 1*RS485 接口扩展接入第三方设备

6、IAD&电话安全栅

综合分站提供电话功能可作为煤矿现有有线电话的有益补充，大大增加井下电话数量，方便井下作业人员就近使用。由于当前暂无满足煤矿防爆要求的本安 IP 电话机，只能通过 IAD 转换接入模拟本安电话，考虑到 IAD 输出接口也不提供本安接口，IAD 设备必须通过电话安全栅接本安电话：

IAD



IP 模拟电话适配器，具备轻巧外观，高清晰语音质量，高集成功能特性以及安全自动配置等特点，遵从标准 SIP 协议并支持大批量的配置。

- 提供 1*POTS 模拟电话端口，支持 SIP 协议

- 尺寸仅 86*65*25mm，功耗<6W

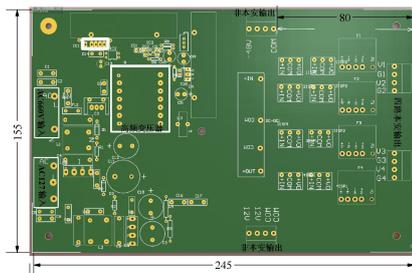
安全栅



安全栅实现 POTS 电气隔离，保证综合分站对外 POTS 接口为本安接口以便连接矿用防爆电话。尺寸仅 130*28*28mm，无源设备。

7、电源模块

电源模块用于接入煤矿井下电源，并为综合分站内其他模块供电，电压、功率、接口等需满足各部件模块要求：



- 输入电源支持 660VAC，支持 127VAC 输入作备用电源，能检测输入电源状态并通过开关量上报告警
- 电源体积：245*155*60mm
- 支持为 A3 提供 48VDC 供电
- 支持为定位分站、IP 广播、转换模块提供 12VDC 本安供电
- 支持为 3G 基站、IAD 提供 12VDC 供电

8、电话选型

本安防爆电话在多矿井井下使用，具有防水、防爆、防尘。抗干扰、大数字键夜光显示等特点；该电话机使用寿命长、性能稳定、噪音小；结构强度高，坚固耐用。适用于具有爆炸性混合物的环境场所，也适用于各种恶劣环境。

- 环境噪音 110db 下通话清晰度大于等于 90%
- 脉冲双音频发号兼容
- 震铃声级大于等于 85db
- 馈电电压 24-60V

5.4.2.2 综合分站（千兆组网 FE 上行）设计

(1) 功能架构设计

由于千兆环网情况下，环网交换机 GE 光口数量有限且主要用于主干网络，无法支撑分支巷道千兆组网，考虑主干网络千兆情况下，分支巷道采用百兆组网，因此综合分站提供 3*FE 光口用于级联，如下图：

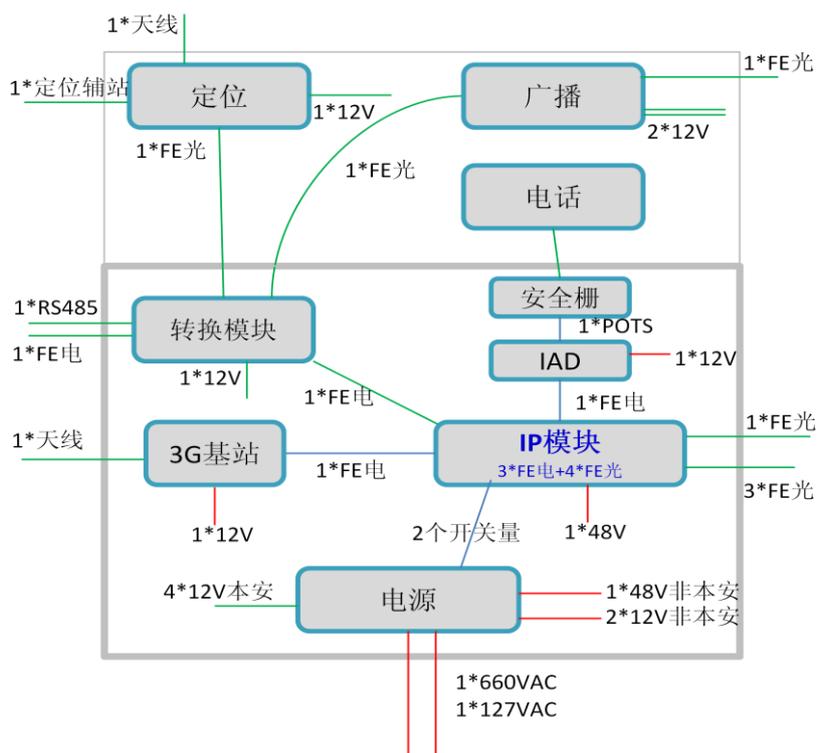


Figure 27 综合分站（千兆组网）设计

除了 3*FE 级联光口外，千兆组网时综合分站其他接口与万兆组网相同。

(2) 功能模块设计

千兆组网场景下综合分站设备功能及要求与万兆方案一致，因此功能模块设计不变，但请注意由于级联接口不同综合分站各部件互联关系发生了变化。

(3) 煤安设计

千兆组网场景下综合分站除外部采用 3*FE 光口级联外，仅内部连接关系稍有变化，这些区别不影响煤安设计，因此千兆组网场景下综合分站煤安设计与万兆方案完全一致。

5.5 一站覆盖方案设计

5.5.1 无线 3G 和定位无线覆盖部署设计

井下 3G 和定位基站共站部署，无线覆盖方案主要部署场景图如下：

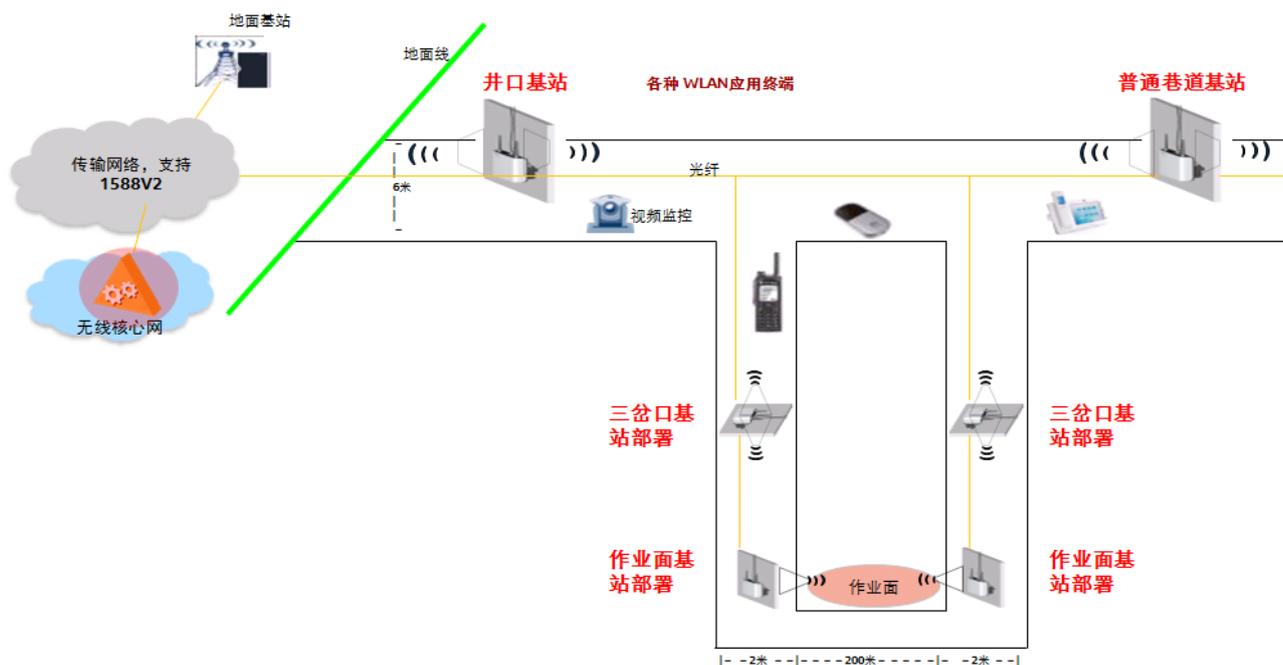
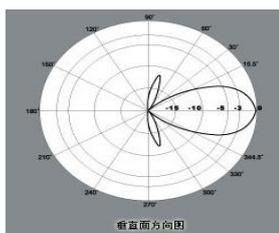


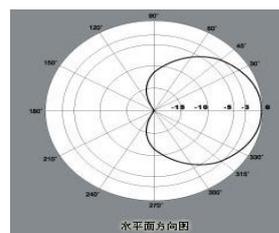
Figure 28 井下无线覆盖方案主要部署场景图

- 井下使用 PICO 基站覆盖，3G 基站通过支持 1588V2 的传输网络连接到 BSC/核心网等设备。
- 定位基站分为定位主站和定位辅站，跟 3G 共站部署。
- 主要考虑主巷道、三岔口等普通场景，以及入井口、作业面等特殊场景覆盖。

矿井覆盖目前使用定向天线，考虑安装，一般选择对数周期天线或者八木天线等易于平行墙面安装的定向天线：



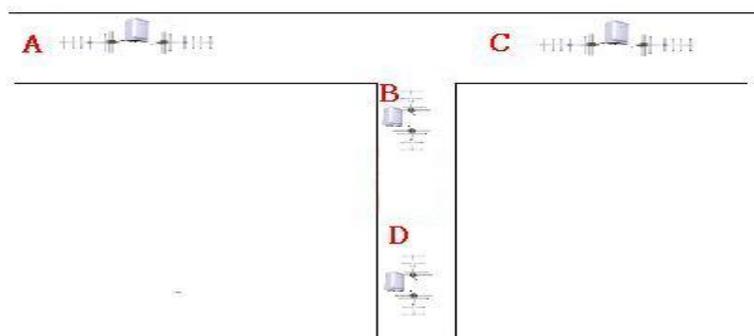
垂直波瓣图



水平波瓣图

巷道一般为直线覆盖，左右范围比较狭小，因此选择较高增益的天线，3G 一般建议 10dBi 以上，定位基站建议 11dbi 及以上（目前单独部署的增益高达 17dbi）。

考虑覆盖距离的问题，使用 Pico 双向覆盖，如下图所示：



Pico 带两面天线，向两个方向覆盖。

设计的边缘覆盖场强最大为 -95dBm（手机满格信号）到 -98dBm 左右。考虑功分器和合路器、天线接头和馈线损耗。参考隧道模型公式，其他参数取值如下。

Pico 功率 450mW，考虑 1X 和 DO 各占一半的子载波，计算功率为 225mW。

功分器损耗 0.2db 左右，合路器损耗 0.8db 左右。馈线加上射频线和功分之间的 SMA&N 母型转接头大概 0.6db。其他慢衰落和干扰余量选自产品线经验值。计算覆盖距离如下：

机顶功率(mW)	225
机顶功率 (dBm)	23.5
导频功率 20%(dBm)	16.5
天线增益 (dBi)	10.0
双功分器损耗 (dB)	3.0
馈线接头 (dB)	1.0
慢衰落余量(dB)	6.0
穿透损耗 (dB)	0.0
干扰余量 (dB)	3.0

边缘场强-导频强度 (dBm)	-96.0
允许最大路径损耗 (dB)	110.5
频率 (MHz)	875.0
覆盖半径(m)	419.8

定位基站的参数如下：

机顶功率 50mW，天线增益 11dBi，定位基站在 400 米以上的距离会出现丢包增加的情况，目前是 5%-8% 的丢包。

井下无线覆盖场景主要有：

- 入井口
- 巷道交叉口
- 巷道分支口
- 进入采掘面入口
- 进入危险区域入口
- 进入废弃巷道入口
- 禁止进入区域入口
- 特殊设置位置：特定需要的检测位置
- 回风巷铁门/木门附近

Pico 和定位基站考虑共站部署，Pico 的覆盖半径已经可以达到 400M，要求定位基站的覆盖半径达到 400M 左右仍能定位准确，达到共覆盖的要求。为了减少天线部署，考虑共天线的设计。

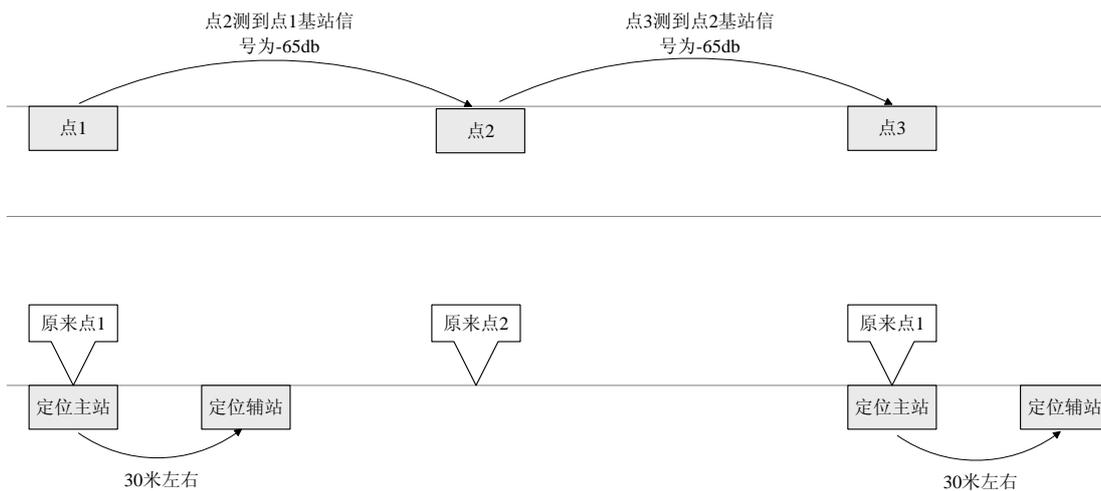
因为定位使用的计算信号飞行时间的技术，需要辅站来计算人员方向，并且定位主站和辅站之间的需要相隔 20-50m 左右的距离。因此三岔路口和十字路口不适合布放定位基站。

主巷道基站部署

普通主巷道选点：定好第一台定位主站（点 1），拿着仪器向井下走，当无人体遮挡情况下手机显示 -65db（经验值）时定点（可根据实际情况左右移动 5 米选择干燥平整的墙面），将选点用定位主站移到此处（点 2），

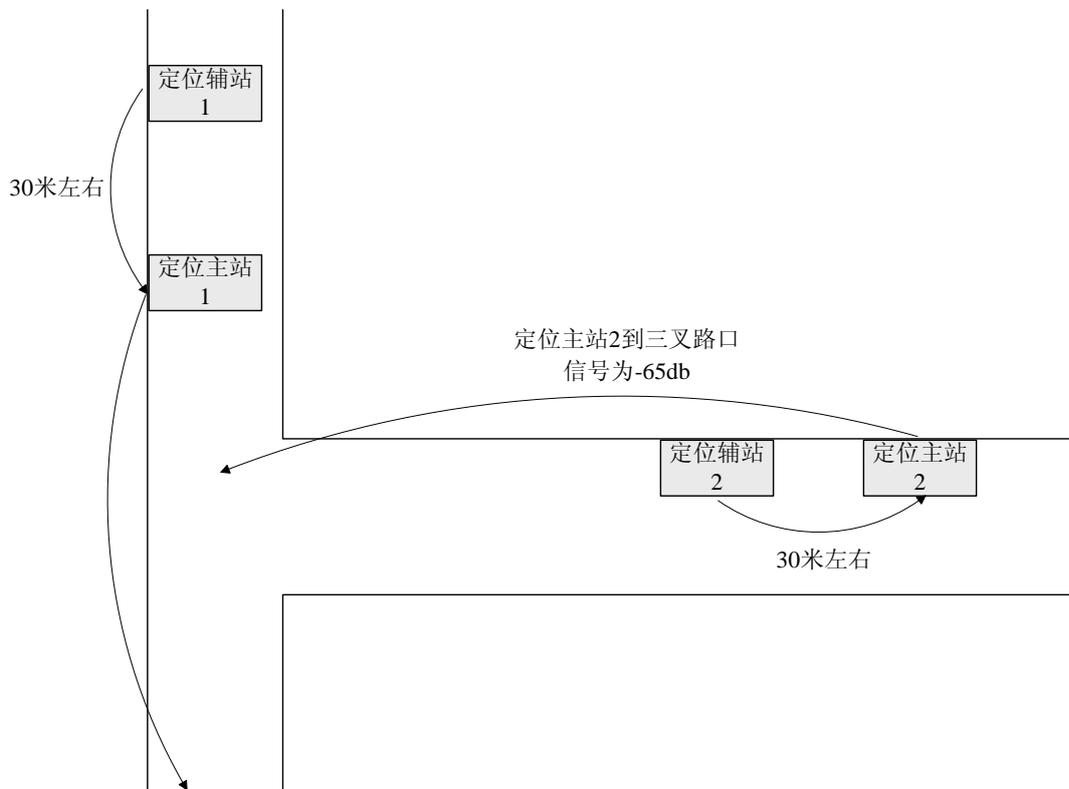
拿着手机继续走，无人遮挡情况下手机显示-65db（经验值）时定点（点3）。继续将选点用定位主站移到此处（点3），以此类推。

Pico 和定位主站同时部署在综合分站。



定位主站与定位辅站相距在 30M 左右，弯道可移近，30M 无合适地点可适当移远。但必须保证定位主站能收到定位辅站的发射信号（即通电情况下定位主站的无线灯闪烁）。

三叉路口基站部署

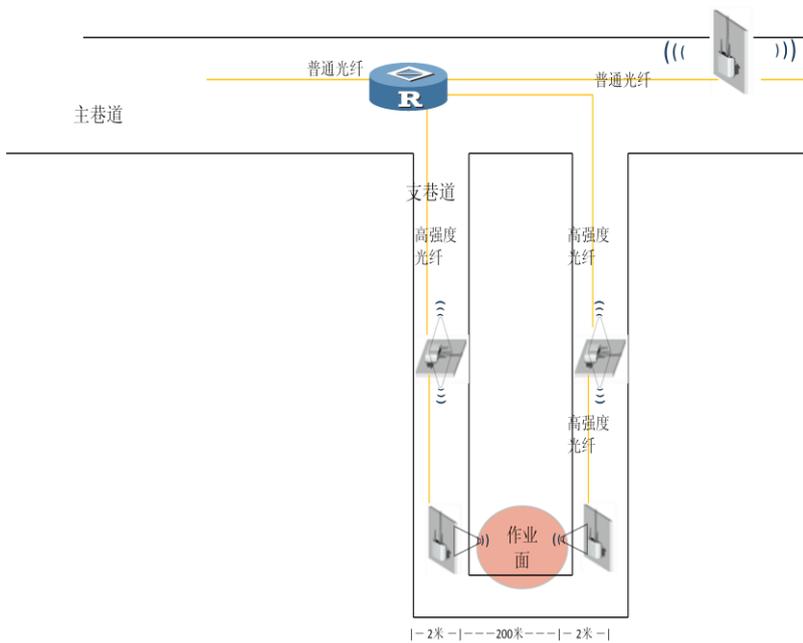


(1) 岔路口最理想选点为 每条岔路定位主站到岔路口信号强度都为 **-65db**。但通常无法实现（岔路支路过短或是需要基站太多等）。

(2) 岔路口实际选点时需保证：站在岔路口测量信号，不能有 2 个及以上定位主站信号超过 **-60db**。

Pico 和定位主站同时部署在综合分站。

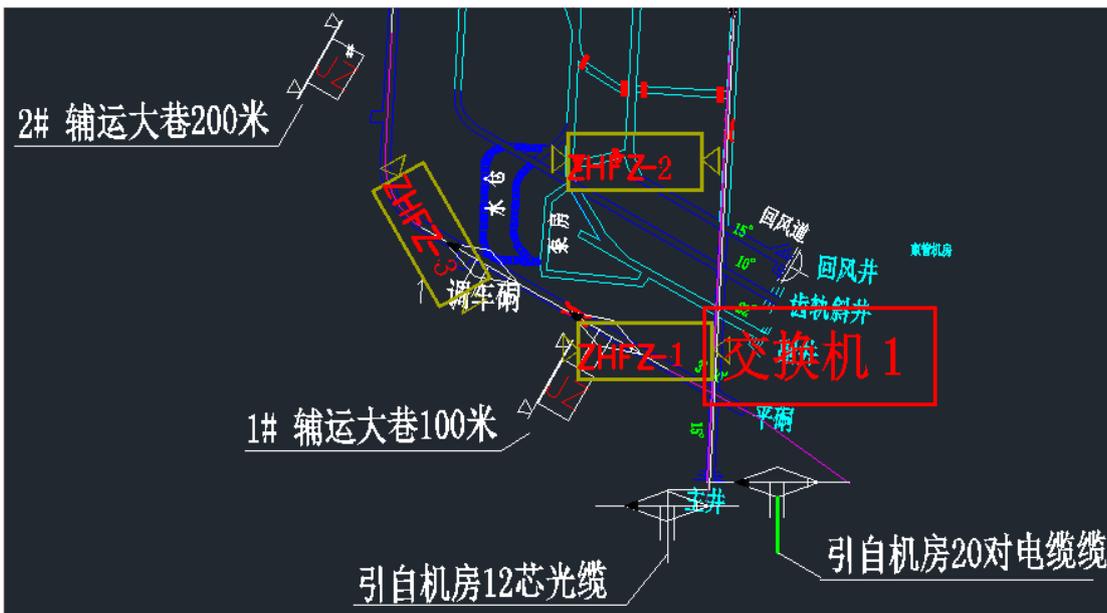
作业面基站覆盖



涉及到作业面施工安全，可以考虑在作业面部署基站。

井口基站部署

因为井口的定位基站主要用于人员考勤和人脸识别，不要求隔爆设计，天线也是普通天线。井上 3G 无线已经做了连续覆盖，因此在这里不再特殊考虑。只要求井上井下连续覆盖，在井口处部署基站一台（下图中的 ZHFZ-1）即可。



特殊路段基站部署

井口斜坡部署：入井口有多个巷道斜坡，在斜坡口部署基站，如“ZHFZ-2”和“ZHFZ-3”。其他在矿井内遇到的斜坡口，都考虑布放基站。

5.5.2 无线 3G 和定位系统共天线设计

CDMA2000、Zigbee 二合一设计。目前主要有两种合路方案。

方案一：

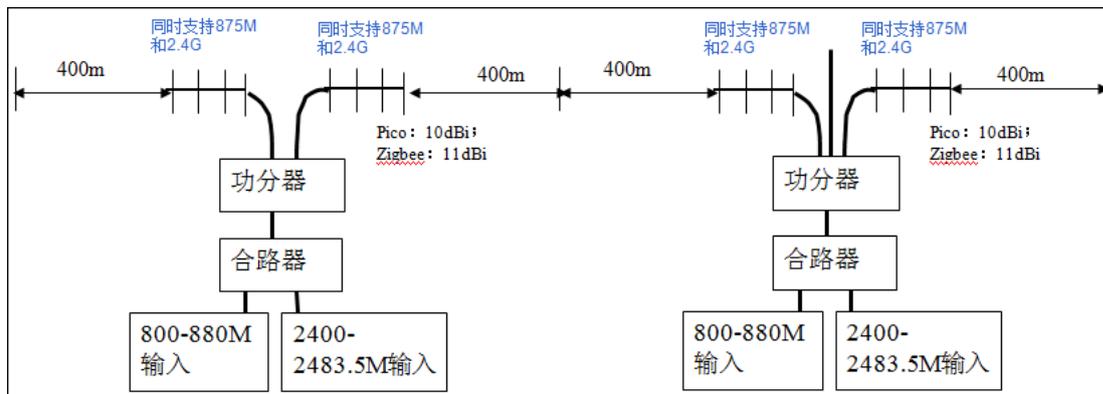


Figure 29 无线 3G 和定位基站共天线方案一

优点：部署简单，1 个功分器和 1 个合路器即可。

缺点：功分器需满足 800M 和 2.4G 的宽频输入。

方案二：

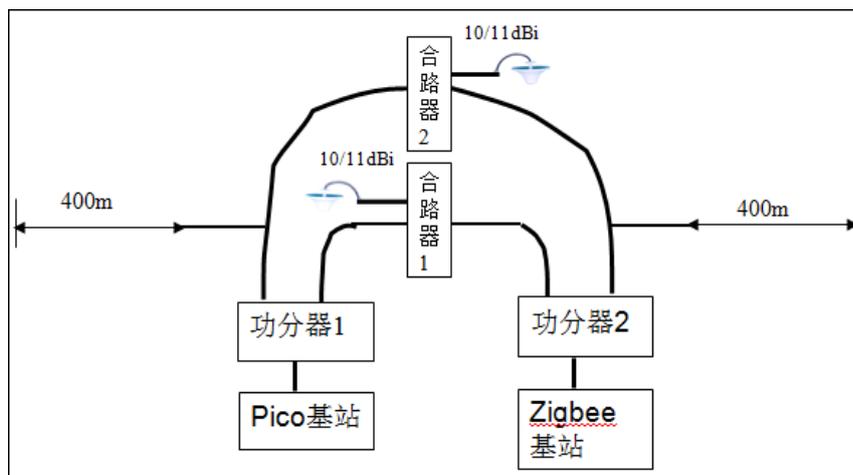


Figure 30 无线 3G 和定位基站共天线方案二

优点：功分器要求低，不需要宽频。只需要分别支持 800M 输入和 2.4G 输出即可。可选器件多。

因为井下有些巷道较窄，部署条件复杂，特推荐方案一。

合路器、功分器和天线选型要求如下：

- 合路器要求：支持两路合入，同时支持 875M 输入和 2475M 输入，插入损耗小于 0.8db。非铝合金材质，可选不锈钢、铜、铁等材质。
- 功分器要求：支持两路功分，支持 875M 和 2475M 输出，插入损耗小于 0.2db。非铝合金材质，可选不锈钢、铜、铁等材质。
- 天线要求：同时支持 875M 和 2475M 输出，875M 天线增益大于 10dbi，2475M 天线增益大于 11dbi。使用八木天线或者对数周期天线，挂墙部署，突出部分小于 10cm。非铝合金材质，可选不锈钢、铜、铁等材质。

附：按爆炸性环境的标准规定，煤矿环境需满足：

制造 I 类 EPL Ma 级或 Mb 级电气设备外壳材料,按质量百分比的总含量不应超过：
 a) 15% 的铝、镁、钛和锆；
 b) 7.5% 的镁、钛和锆。

设备保护级别（EPL）	危险场所	保护级别
Ma	煤矿瓦斯气体环境	很高
Mb	煤矿瓦斯气体环境	高

5.5.3 广播覆盖部署设计

根据《煤矿井下广播系统使用与管理规范》要求，井下轨道巷、运输巷、停车场、等候室、变电所、水泵房、避难硐室（救生舱）、掘进工作面、采煤工作面等人员行进和工作区域应安设井下广播终端。本方案中广播终端由于集成在综合分站中，而综合分站部署主要由无线 3G 和定位系统确定，综合分站已经覆盖了绝大部分人员出入/经过场所，因此井下广播覆盖已经较为密集。由于综合分站部署时一般间隔距离可达 600~800 米，而广播终端声音覆盖范围一般仅为左右各 50~100 米，音量太大将导致靠近综合分站处广播声音太高工作人员无法忍受，因此如果《煤矿井下广播系统使用与管理规范》中规定的重要位置距离综合分站较远无法被广播覆盖则需要考虑使用独立 IP 广播终端进行补充覆盖。

5.6 一网一站系统网管设计

在井上机房部署 U2000，采用 U2000 网管系统实现对 A 基础网络通信设备进行可视化管理，满足对环网交换机、综合分站交换机的统一管理和维护的要求；对 IP 综合转换模块提供 WEB 管理和 SNMP 两种维护方式。

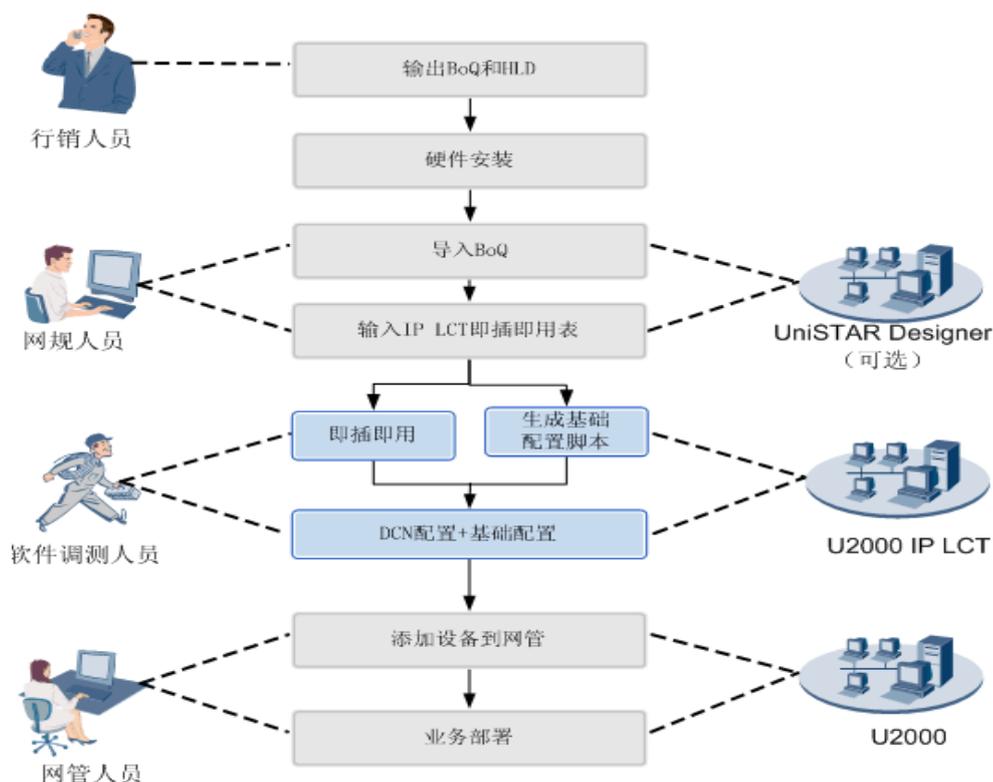
对无线系统（核心网+BSC+基站）、广播系统和定位系统，采用各自的网管。

5.6.1 网络部署

在 A 设备组网应用中，U2000 通过即插即用管理可完成大量 A 设备的远程调测和基础配置，避免部署过程中工程师进站调测，从而极大的提高部署效率，降低了 OPEX：

- 即插即用管理提供了丰富的预定义模板，只需填写少量参数就可以生成设备基础配置脚本。
- 即插即用管理可以通过即插即用功能快速打通新增设备的管理通道，软件调测工程师无需到现场即可添加设备并给其分配管理 IP 地址，并将配置脚本自动下发到设备，完成开局部署。

即插即用管理典型应用场景如下：



在部署过程中，即插即用管理主要完成新增设备的 DCN 配置，从而使 U2000 可以管理新增设备。即插即用管理还可以根据不同组网场景，下发基础配置到设备，实现设备的批量部署。网管人员可以通过即插即用管理进行网络规划或使用 Unistar 进行网络规划，将规划表导入即插即用管理，即可实现设备即插即用。

即插即用管理下发 DCN 配置和基础配置后，就可以通过 U2000 管理新增设备。

当部署少量设备或者仅对修改个别设备基础配置时也可采用网元管理器来完成部署任务。网元管理器是管理设备的主要操作界面。它以每个设备为操作对象，分别针对设备、单板或端口进行分层配置、管理和维护。网元管理器采用功能导航树的方式，操作方便快捷。

IP 综合转换模块提供 WEB 管理和 SNMP 两种维护方式：

IP 综合转换模块交换机默认的 IP 地址是：192.168.1.254，或者通过 BlueEyes 软件获取交换机的 IP 地址以及 MAC 地址。通过 Web 访问该系列交换机并对其进行相关的配置操作。综合转换模块交换机内置 Web 服务器，用户可以通过 Web 界面非常直观地管理和维护设备。

主菜单>>设备信息>>交换机信息

端口号	光口/电口	端口状态	连接状态	速率/双工	流控
1	电口	启用	已连接	100兆全双工	禁用
2	电口	启用	已连接	100兆全双工	禁用
3	光口	启用	已断开	10兆半双工	禁用
4	光口	启用	已断开	10兆半双工	禁用
5	光口	启用	已断开	10兆半双工	禁用

IP 综合转换模块还将支持 SNMP，可和 U2000 网管系统对接。

5.6.2 网络维护管理

U2000 网管提供了图形化的配置、维护界面，维护人员可以通过直观的 GUI 界面完成对网络维护管理任务。

1、设备管理

通过设备管理可以了解到设备的系统信息、网元面板信息和历史资源，可以对设备的 IP 地址进行管理，还可以随时查看设备、单板、端口的状态并和对其进行一些维护操作，包括查看、复位、倒换、刷新等。

2、以太业务管理

接口管理主要对以太网接口进行管理，包括配置以太网接口的常规信息、物理特性、以太特性及 IP 地址，以太特性主要包括 VLAN 管理和 MAC 地址转发管理。

虚拟局域网 VLAN(Virtual Local Area Network)用来把某些特定的用户从逻辑上进行划分，而无需考虑它们所在的物理位置。它利用虚拟工作组实现在一个 LAN 内隔离广播域。VLAN 在功能和操作上与传统的 LAN(Local Area Network)基本相同，VLAN 的优势在于 VLAN 内部的广播和单播流量不会被转发到其它 VLAN 中，从而有助于控制网络流量、减少设备投资、简化网络管理、提高网络安全性。

MAC 地址转发管理可配置静态 MAC 地址转发表、MAC 地址学习限制规则、MAC 地址老化时间等

3、以太网 OAM 管理

OAM (Operation Administration & Maintenance) 是一种运行维护管理机制, 可以简化网络操作、随时检验网络性能、降低网络运行成本。以太网业务 OAM 基于以太网业务流进行维护, 主要是针对以太网链路的连通性提供自动检测、故障定位和性能检测的功能。

4、1588V2 时钟管理

时钟管理实现 1588V2 配置, 为 CDMA pico 基站提供时钟源。

5、QoS 管理

提供一般 QoS 及 H-QoS 管理, H-QoS (层次化 QoS) 不仅可以区分不同的用户, 实现对不同用户的带宽限制, 还能区分同一用户的不同业务, 实现对不同业务的调度。

6、BFD 管理

BFD (Bidirectional Forwarding Detection) 即双向转发检测, 由于具备简单性和单一性, BFD 能够实现对各种业务转发故障的快速检测, 为客户提供所需的高可靠性实时业务, 网管系统可实现对链路、VSI、MPLS TE、VRF 及 PW 等的快速检测。

为了减小设备故障对业务的影响, 提高网络的可用性, 网络设备需要能够尽快检测到与相邻设备间的通信故障, 以便及时采取措施, 保证业务继续进行。BFD 对两个系统间的、同一路径上的一种数据协议的连通性进行检测, 这条路径可以是物理链路或逻辑链路, 包括隧道, 是为解决现有检测机制的不足而产生的。

7、MPLS 管理

MPLS 管理功能允许用户配置和使能设备和以太网接口 MPLS 能力并创建 MPLS TE 隧道, 可通过为主隧道建立保护隧道方式实现 1:1 业务保护。

8、告警、性能管理

告警管理可即时接收设备上报的告警, 并进行界面展示。支持当前告警管理、历史告警管理、告警转储、告警通知等功能, 通过这些告警信息, 可以帮助用户及时找到故障原因, 快速排除故障。

性能管理可对业务性能实现监控, 通过采集数据的阈值、指标模板、对比历史性能数据的方式进行管理, 通过对性能的全面监控, 可及时发现异常并排除隐患。

IP 综合转换模块将支持 SNMP, 可和 U2000 网管系统对接, 进行统一维护。

5.7 推荐部署

5.7.1 C1 井部署

在主巷道和井上确定部署环网交换机 9 台，在支巷道部署综合分站交换机 99 台，井下环网通过主井口和风井口的交换机与井上机房交换机连接。各站点部署的情况如下图和下表所示：

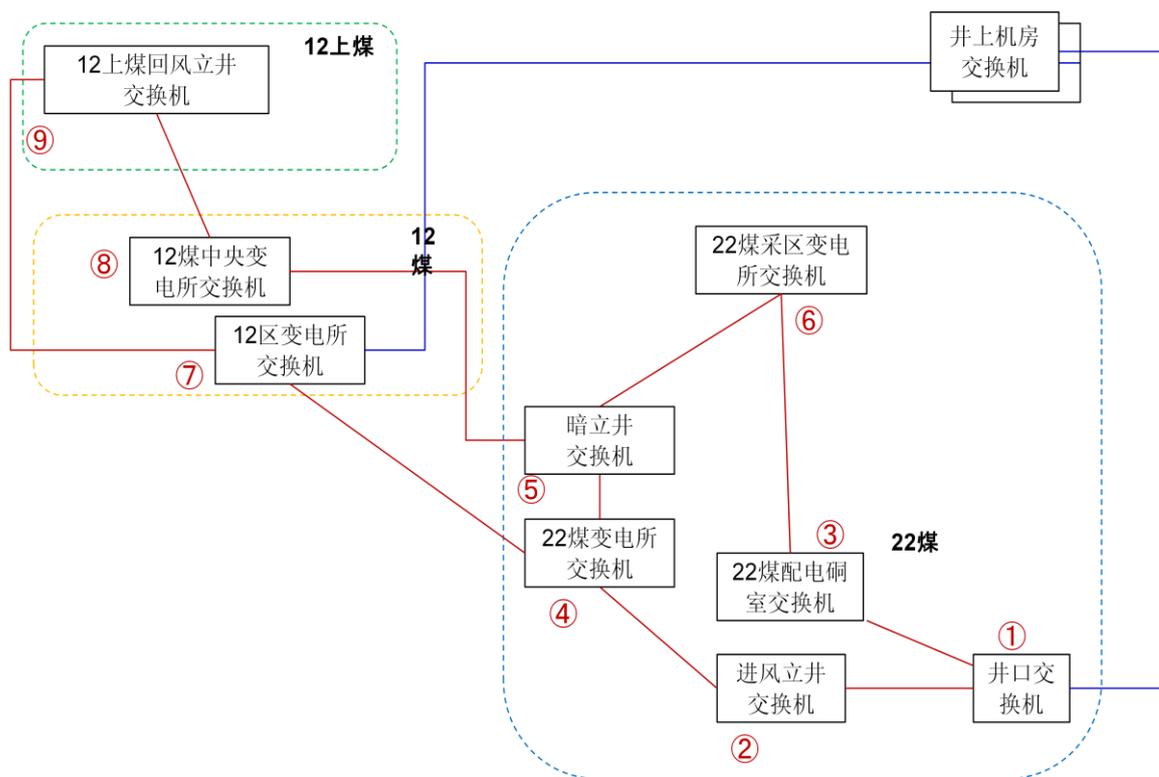


Figure 31 C1 井部署示意图

交换机共组成两个环，环 1 为“①-②-④-⑤-⑥-③”，环 2 为“④-⑦-⑨-⑧-⑤”，环 1 的①号和环 2 的⑦号交换机通过一号副平硐和二号副平硐不同路径连接井上机房交换机，环 1、环 2 各有接口与井上网络互通。井上机房交换机可以根据组网可靠性要求进行单台部署或双台部署，单台部署时，主控板要配置主备板。

井下光缆走线示意图（在获得矿井实际光缆布线图后，同步需要考虑利用现有光缆和新铺设光缆的计划，并与客户讨论确定）：

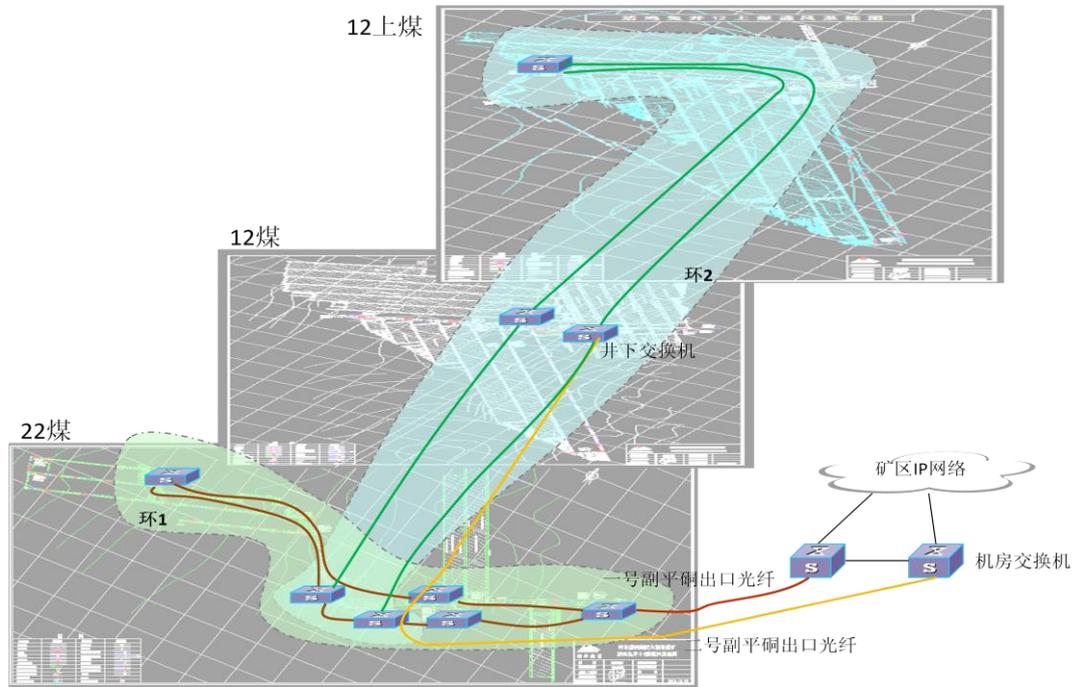


Figure 32 C1 井下光缆走线示意图

C1 井环网主站和综合分站部署建议表：

站点名称	环网交换机编号	接入综合分站个数	上行端口配置
井上机房交换机		0	4 个 10GE 口
井口交换机	1#	5	3 个 10GE 口
进风立井交换机	2#	10	2 个 10GE 口
22 煤配电洞室交换机	3#	10	2 个 10GE 口
22 煤变电所交换机	4#	20	3 个 10GE 口
暗立井交换机	5#	9	3 个 10GE 口
22 煤采区变电所交换机	6#	20	2 个 10GE 口
12 区变电所交换机	7#	15	3 个 10GE 口
12 煤中央变电所交换机	8#	10	2 个 10GE 口
12 上煤回风立井交换机	9#	10	2 个 10GE 口
合计设备数量	11	99	

C1 井设备部署总计：

- 环网交换机 11 台
- 综合分站 99 台
- 独立广播站 20 台。当综合分站之间距离大于 500m 的情况下在两个分站之间部署一个独立广播站

5.8 方案亮点

1、“一网”统一承载井下多个业务系统，简化通信网络

- 高带宽：主巷道建设 10GE 环网，高带宽满足所有业务系统的通信需求
- 少布线：通信网络统一布线，最大程度减少了布线工作量

2、“一站”综合 4 种业务分站：3G 基站、固定电话、定位系统、IP 广播，共电源和共传输。

3、丰富的可靠性保护方案，保证恶劣情况下通信畅通，保证应急系统正常工作

- 保护方案丰富：G.8032 环网保护、LSP、1:1 APS、LAG 等
- 硬件 ASIC 实现 OAM，保证高可靠性和倒换速度，支持 Q.803.2，3.3ms 实现基于 OAM 的故障检测，

50ms 完成业务的保护倒换，50ms 内可完成数千个保护组的保护倒换

- 可根据通道的误码率进行链路切换，误码门限可设置

4、基于业务的分层 QoS，保证服务质量

- 支持 H-QoS，分用户分业务保证服务质量，实现多级调度，端到端带宽保证
- QOS 保障：H-QoS，分用户分业务保证服务质量，根据业务、用户的优先级，实现多级调度，为移动宽带部署奠定基础

5、支持 1588V2、同步以太，高精度的时钟解决方案，为 3G CDMA2000 及未来的 LTE 提供时间同步和频率同步

6 井上井下一体化通信业务设计

6.1 设计原则

1. 企业建设自己独立的核心网

客户内部行政办公通信系统、调度通信系统、无线通信系统和住宅通信系统等各系统内部的通话以及系统间的话务在企业自己设备内部完成，不需要经过运营商的网络，不需给运营商付费，节约集团通信成本。

手机到井下后，企业自己能够根据用户的级别控制用户的呼入呼出权限和各种业务权限，保障企业的信息安全。无论用户在公网是否欠费，在井下都能够保证语音、短信、数据和调度能业务能够正常使用。

和公网连接中断或者公网故障时，专网仍然可以完成内部的呼叫。

综上，在企业建设自己独立的核心网，而不是依托于运营商的核心网自己只建设井下覆盖部分。

2. 一机一号专网公网无缝漫游

井下由企业自建 CDMA 3G 系统覆盖，地面由中国电信 CDMA 网络提供覆盖。一部终端在地面井下都能够使用，不需要更换 SIM 卡，地面井下同一个号码，无缝的使用语音、短信、数据等业务。系统能够提供各种业务在专网和电信 CDMA 公网之间的无缝漫游，用户在专网能够继承在公网的用户体验。

3. 有线无线一体化调度

一网一站的综合分站能够提供 IP 电话的接入，接入到新建的通信系统，解决现有有线调度通信系统井下电话部署密度不够的问题。

新建通信系统能够逐步替换现有有线调度通信系统，实现有线无线一体化调度。

4. 核心网集中化部署 降低维护成本

每个矿独立建设核心网，软硬件成本高，并且需要每个矿自己去维护，核心网和周边企业 PBX，调度机，公网互联的成本高。核心网在集团层面集中部署，给各矿共享，降低 CAPEX 和运营维护成本。

5. 最优的呼叫路由

最省钱。路径最短，减少话路迂回，提高通话质量。

6. 高可靠性保障煤炭安全生产指挥调度

组网级提供 1+1 互助双归属的容灾方案，S1 和 S2 两省各部署一套核心网。一台设备故障，业务可以倒换到备用设备。

设备内部单板 1+1 主备或者符合分担。

7. 设备低成本小型化节省投资

核心网先集成 MSC、HLR、SMSC、PSTN、调度服务器、PDSN 等模块，同时支持无线、有线，语音、短信、数据、调度功能。

6.2 标准和规范

《国务院关于进一步强化企业安全生产工作的通知》（国发〔2010〕23号）

《国家安全监管总局 国家煤矿安监局关于建设完善煤矿井下安全避险“六大系统”的通知》（安监总煤装〔2010〕146号）

《GB3836.01-2010 爆炸性环境 第1部分：设备 通用要求》

《MTT 1115-2011 多基站矿井移动通信系统通用技术条件》

《MT401-1995 煤矿生产调度通信系统通用技术条件》

《煤矿“六大系统”的建设标准及管理制度》

6.3 一机一号统一通信业务方案设计

6.3.1 一机一号统一通信解决方案概述

一机一号统一通信组网由地面设备和井下设备组成。

地面设备以企业核心网为主体，还包括基站控制器 BSC、固定接入网关 AG、1588 时钟服务器。其中企业核心网内置移动软交换中心 MSCe、拜访位置寄存器 VLR、媒体网关 MGW、归属位置寄存器 HLR、短消息中心 SMSC、分组数据服务节点 PDSN、SIP 接入、调度中心、会议管理中心和 IP 多媒体调度台等。

井下设备包括矿用微基站 PICO、矿用本安 CDMA 3G 终端、SIP IAD（集成在一站中）、矿用本安话机。

企业移动用户采用中国电信的 UIM 卡和中国电信 CDMA 3G 号段，企业核心网内置移动软交换 MSCe/MGW 作为中国电信 C 网的一个端局接入到电信网络。

企业核心网通过 A/IP 接口和基站控制器 BSC 连接。

企业核心网和固定接入网关 IAD 之间采用 SIP 协议。

企业核心网通过 2M/64K 链路连接到电信 S1 和 S2 两省的 C 网的 STP 设备，实现内置 MSCe 和电信 C 网 HLR 和 SMSC 信令面的互通。

企业核心网连接到中国电信 CN2 承载网，通过 SIP-I 中继和电信 C 网的 GMSC 互通，以及媒体面的互通。

企业核心网通过 E1 承载 7 号信令 (TUP/ISUP) 和煤矿的企业 PBX (C&C08 128) 连接, 实现无线系统和煤矿行政、调度用户的语音互通。并作为企业核心网和电信 C 网的第二路由。

建设中后期, 企业核心网可以考虑开通到电信固网关口局/汇接局的直达 ISUP 中继。

建设中后期, 企业核心网可以考虑开通到移动联通关口局的直达 ISUP 中继。

组网图如下:

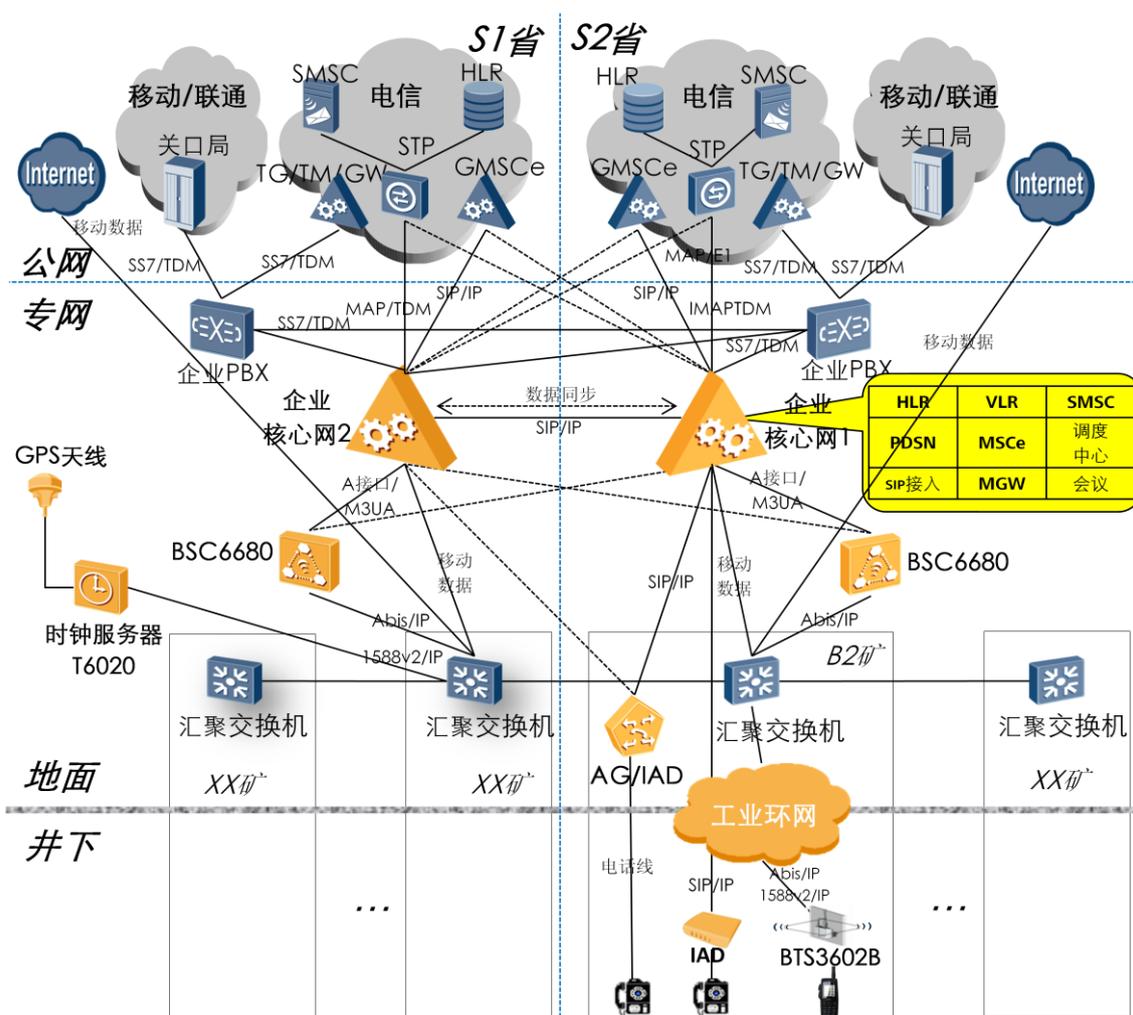


Figure 33 一机一号统一通信解决方案组网图

6.3.2 无线通信方案设计

6.3.2.1 无线通信方案总体设计

企业核心网提供基于 CDMA2000 1X/1x EV-DO 的基本语音业务。企业核心网内置软交换 MSCe、归属位置寄存器 HLR、拜访位置寄存器 VLR、媒体网关 MGW、短消息中心 SMSC 和 PDSN 等移动核心网的网元。

1) 号码规划

采用电信的 UIM 卡和电信 3G 号段。

为实现井上井下同号，不更换 SIM 卡，使用中国电信 CDMA 的 UIM 卡，卡由中国电信发放。

客户分别向 S1 省电信和 S2 省电信各采购一批号码，号码采用电信 CDMA 的 3G 号段。号码在地面享受中国电信大客户优惠策略和客户特享优惠策略，包括优惠的资费套餐、VPN 业务（集团网内部手机互打免费，短号互拨）、本地通话免费等。

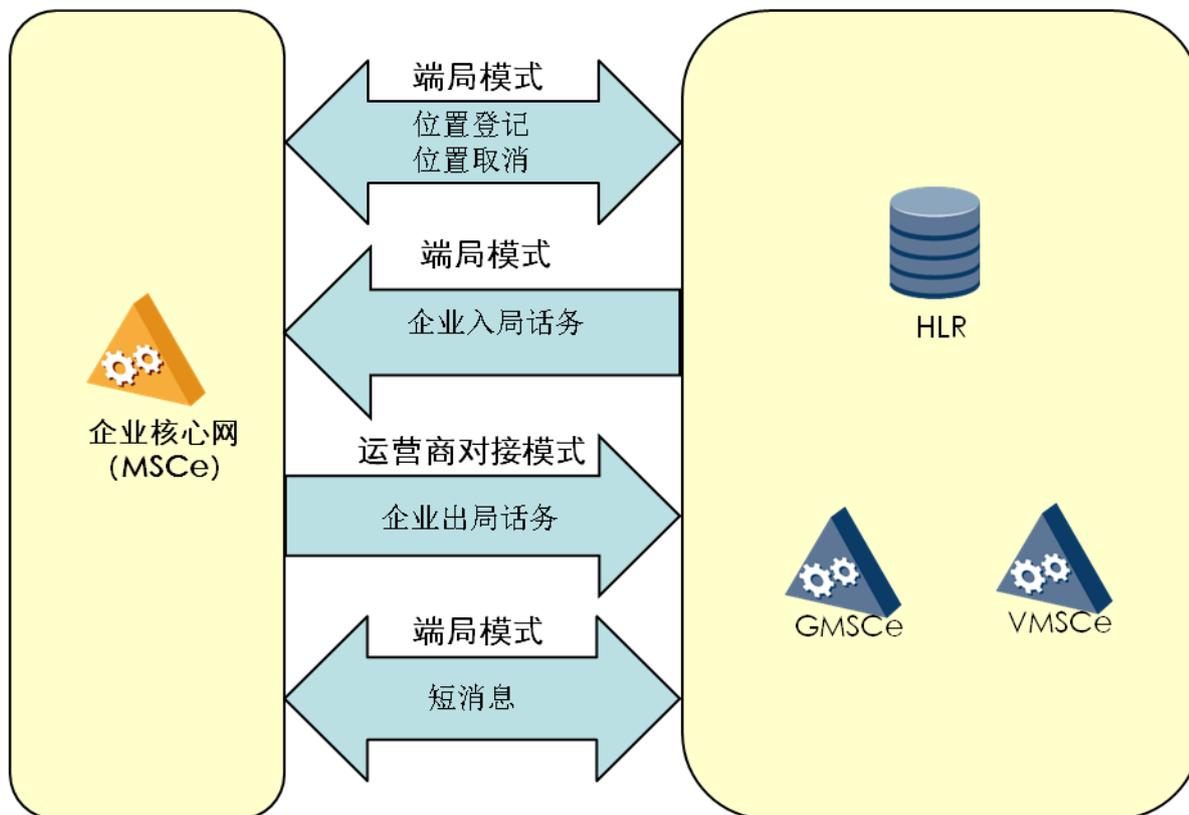
2) 电信 CDMA 公网互通方式——被叫流程电信端局模式主叫流程专网中继模式

S1 省和 S2 省各建一套企业核心网，企业核心网内置 MSCe/VLR、MGW、HLR 模块。

企业入局话务：为实现企业移动用户作为被叫时，无论井上井下使用同一个号码无缝漫游。用户发生井上井下切换和公网用户呼叫移动用户时，企业核心网对电信 CDMA 网络呈现为一个标准的端局 VMSCe。同时为减少对电信现有网络拓扑的影响和计费，企业核心网和电信 CDMA 网络的话务互通节点在电信 GMSC，而不是采用电信目前的端局间的全互联方式和全部省内端局之间互通。

企业出局话务：为实现对专网始发呼叫在电信网路的正确计费和企业优惠的费率，出局呼叫企业核心网通过运营商对接模式送电信关口局，通过电信关口局寻址、路由和计费。

短消息：专网和公网互通短信，企业核心网表现为端局模式。



需要向电信申请的资源

企业核心网分别向 S1 省电信和 S2 省申请信令点编码、MSC-Number、漫游号码段资源等作为端局的基本信息。

S1 省的企业核心网采用 S1 省的信令点编码，S2 省的企业核心网采用 S2 省的信令点编码。

客户可向 S1 省和 S2 省各申请一个漫游号码 TLDN 号段，S1 省 TLDN1、S2 省 TLDN2。S1 省的 TLDN1 号段路由通过 S1 省的 GMSCe 指向 S1 省的企业核心网，S2 省的 TLDN2 号段路由通过 S2 省的 GMSCe 指向 S2 省的企业核心网。

3) 话务组网

电信网络现状

中国电信 CDMA 话务网络结构逻辑上有三层结构：骨干层、省层面和本地网。

骨干层由固网软交换和 TG 组成，负责疏通所辖区域内省际和国际长途话务。

省会层面由一对 TMSCe2+TMGW 组成，TMGW 和 DC1 的 TG 之间有直达中继，疏通软交换域的省际话务。S1 的 TMSCe2 和 TMGW 由省会西安的 VMSCe 和 VMGW 兼做。

本地网层面包括 VMSC/GMSC 和 MGW/GMGW，主要用户发起和终结移动用户本地、省内、省际和国际话务。S1 省 CDMA 的 TDM 域已经全部被搬迁只有软交换域。S1 省共有 6 套软交换端局 VMSCe，3 套带 S1 省某部分区域的用户，另外 3 套带 S1 省 9 个地区的用户，端局 MGW 与本地的电信固网有直达中继。2 套软交换关口局 GMSCe 汇接 9 区 1 市，GMSCe1 覆盖 4 个区，GMSCe2 覆盖其他 6 个区域。GMSCe 下挂 GMGW，GMGW 与各地市的中国移动和中国联通有直达中继负责疏通与移动联动的跨网话务，GMGW 与各地市的固网汇接局关口局有直达中继作为电信固网和其他运营商间的关口局或者第二路由。S2 省的情况类似。

企业核心网话路组网方案

企业核心网通过 VPN 接入到电信 CN2 承载网。为减少对电信现网网络结构和数据配置的影响，企业核心网仅和软交换关口局直接互通，和端局之间不设置直达中继。对于漫游号码段 S1 省 TLDN1 和 S2 省 TLDN2，S1 省和 S2 省的端局增加相关的数据配置 TLDN1/TLDN2 分别指向 S1 省和 S2 省的 GMSCe；T2 汇接局 TMSCe2 增加相关的数据配置 TLDN1/TLDN2 分别指向 S1 省和 S2 省的 GMSCe；S1 省和 S2 省的 GMSCe 增加数据配置分别指向 S1 省和 S2 省的企业核心网。

企业核心网和电信固网的呼叫也通过电信 GMSCe 汇接。

开通 S2 企业核心网到 S1 省 GMSCe 和 S1 省企业核心网到 S2 省 GMSCe 的 SIP 中继，仅用于容灾的情况。正常情况下，去 S1 省的呼叫从 S1 省企业核心网出局，去 S2 省的呼叫从 S2 省企业核心网出局。

企业核心网和企业 PBX（C&C08 128）开通 TDM 中继，负责企业内部呼叫。

企业 PBX 同时负责疏通企业移动用户呼叫中国移动和中国联通用户的话务。企业需要和两省的移动联通协商，在原企业 PBX 的中继上送企业移动号码（即电信 C 网号码）。企业 PBX 需增加相关路由配置。协商成功前，企业移动用户呼叫中国移动和中国联通用户的话务通过电信 C 网关口局路由。建设中后期考虑企业核心网到中国移动和中国联通的直达中继。

企业核心网经企业 PBX 到电信固网关口局作为企业核心网和电信 C 网的第二路由，用于专网和电信 CN2 承载网连接中断或者电信 C 网关口局故障/拥塞的场景。电信 C 网到企业核心网也可以经过电信固网关口局到企业 PBX 作为电信 C 网到企业核心网的第二路由。企业 PBX 需增加相关路由配置。

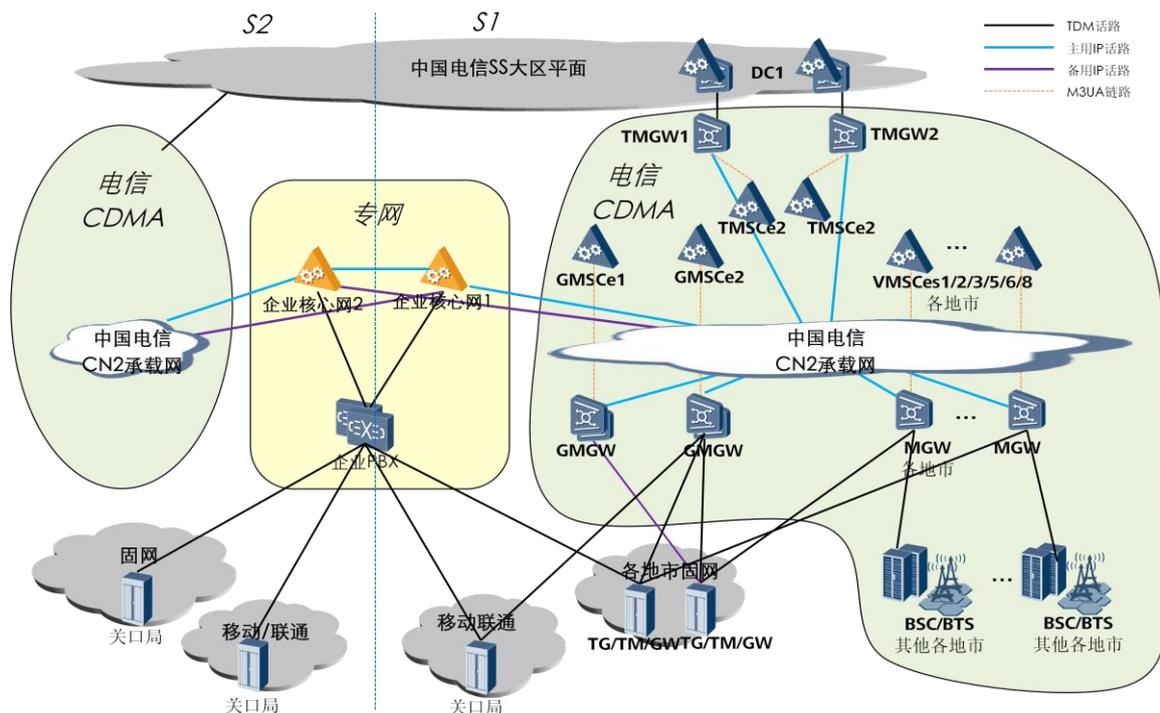


Figure 34 无线通信互联互通话务组网图

4) 信令组网

两套企业核心网各申请一个信令点编码，每套企业核心网通过 2M 链路分别连接到一对 LSTP。通过 LSTP 与电信 CDMA 网络的 HLR、SMSC 等设备互通 MAP 信令。

开通 S1 省企业核心网到 S2 一对 LSTP 的直达 2M 链路，开通 S2 企业核心网到 S1 一对 LSTP 的直达 2M 链路，作为容灾情况下的备份链路。

每套企业核心网通过 VPN 接入到中国电信 CN2 承载网，分别与本省 GMSC 互通 SIP 中继。

开通 S2 企业核心网到 S1 GMSCe 和 S1 企业核心网到 S2 GMSCe 的 SIP 中继，通过中国电信 CN2 承载网承载，作为容灾情况下的备份中继。

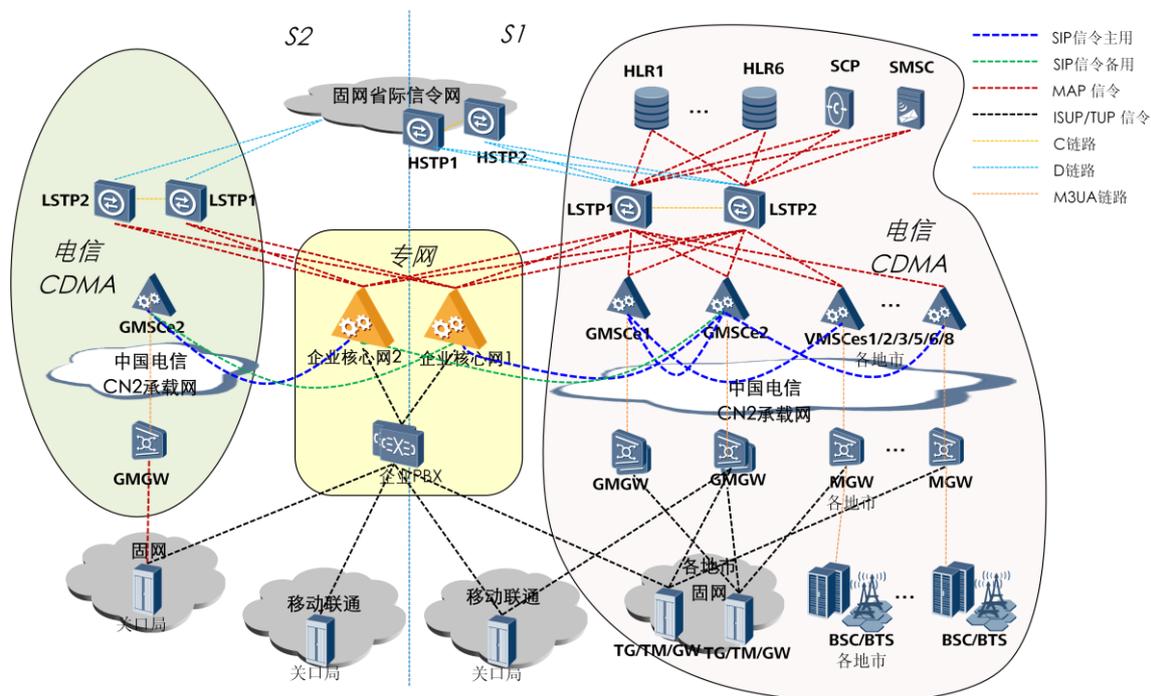


Figure 35 无线通信互联互通信令组网图

6.3.2.2 漫游设计

1) 企业专网内部有独立的 HLR (双 HLR 方案)

当企业移动用户从地面移动到井下后，为实现电信公网能够寻址到这个用户，企业核心网作为一个端局向公网的 HLR 做位置更新。同时企业核心网还内置了一个 HLR，终端用户发起位置更新时，企业核心网的 MSCe 同时向两个 HLR 发起位置更新，并且以专网内的 HLR 的数据为准，将专网 HLR 的数据存储到 VLR。移动用户在专网内的呼叫权限和业务权限的控制，以专网的数据配置为准。用户即使在公网已欠费，也可以在专网内部正常打电话。

2) 漫游业务流程

- (1) 企业移动用户从地面到井下

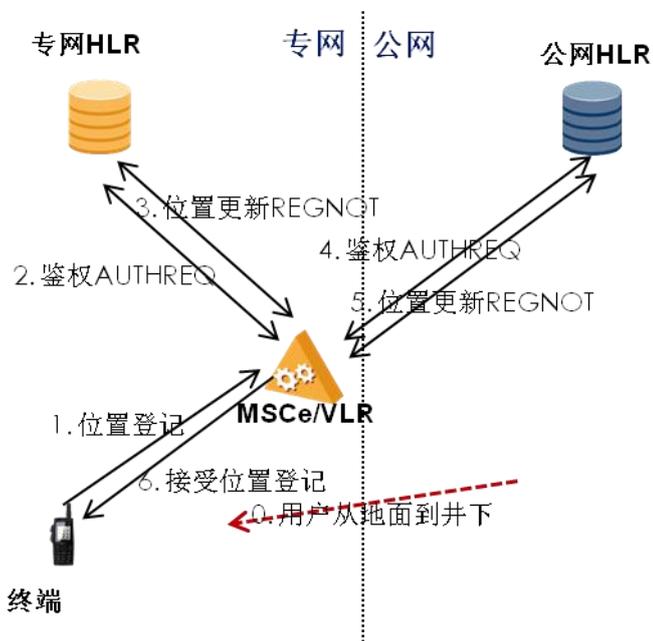


Figure 36 漫游业务流程—企业移动用户从地面到井下

业务流程:

- 0、企业移动用户从地面到井下，从电信 CDMA 公网覆盖范围进入专网无线覆盖范围。
- 1、用户终端发起位置登记，BSC 向 MSCe 发起位置登记请求消息 Location Updating Request。
- 2、企业移动软交换向内部的 HLR 发起鉴权流程 AUTHREQ；企业没有 SIM 卡的密钥信息，HLR 只针对 IMSI 用户号码做简单鉴权，判断是否是企业专网用户，HLR 返回鉴权结果 authreq，并携带用户的相关数据。
- 3、MSCe 根据鉴权结果是否允许用户接入，是专网用户则存储用户数据到 VLR，向专网 HLR 发起位置更新 REGNOT，HLR 返回登记响应消息 regnot。
- 4、MSCe 再次向公网 HLR 发起鉴权流程，公网 HLR 返回鉴权结果。
- 5、MSCe 忽略公网 HLR 返回的数据，即使用户在公网已经欠费停机，专网任然允许用户呼叫。鉴权成功 MSCe 向公网 HLR 发起置更新 REGNOT，HLR 返回登记响应消息 regnot。
- 6、用户是合法的专网用户，MSCe 返回位置登记接受 Location Updating Accept 消息。

(2) 企业移动用户从井下到地面

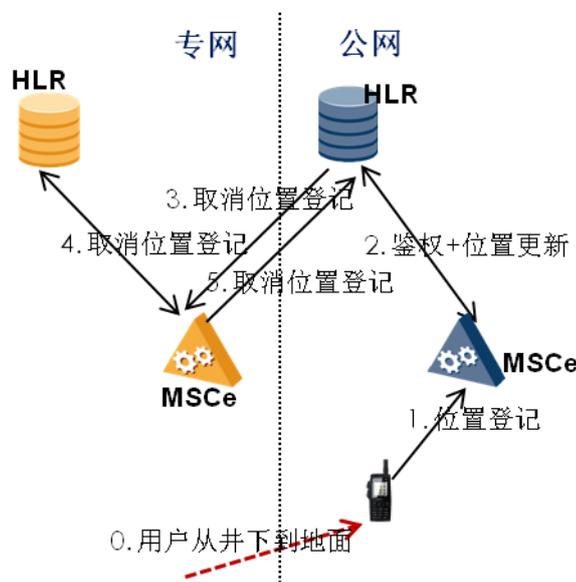


Figure 37 漫游业务流程—企业移动用户从井下到地面

业务流程:

- 0、企业移动用户从井下到地面，从专网无线覆盖范围进入电信 CDMA 公网覆盖范围。
- 1、用户终端发起位置登记,BSC 向公网 MSCe 发起位置登记请求消息(Location Updating Request)。
- 2、公网 MSCe 向公网 HLR 发起鉴权和位置更新。
- 3、公网 HLR 向以前的拜访专网 MSCe/VLR 发送取消登记消息 (REGCANC) 。
- 4、专网 MSCe 向专网取消登记消息 (REGCANC 自定义消息)，专网 HLR 更新用户的状态。
- 5、专网 MSCe 发送取消登记响应消息 (regcanc) 消息。

6.3.2.3 语音业务

1) 基本语音业务

语音业务是无线通信网络最基本的功能，包括普通呼叫、紧急呼叫以及特服类紧急呼叫(如 119、110 等)等功能。

企业核心网支持普通呼叫服务，合法用户可以与专网移动用户、专网其他用户和公网用户进行通话业务。支持 EVRC，G.711A，G.729、AMR(12.2Kbps)等编解码之间的转换能力。

企业核心网支持紧急呼叫业务：用户可以拨打紧急呼叫的特殊号码，如 119、110、调度台号码等。系统将依据用户所处的煤矿就近接入相应的专网或者公网的紧急呼叫中心。没有插入 UIM 卡时，用户也可以使用此业务。

2) 补充业务

(1) 主叫号码显示 CNIP (Calling Number Identification Presentation)

主叫号码识别显示业务 CNIP 允许系统向被叫用户 MS 提供主叫用户的号码信息。

如果 CDMA 用户 A 被提供了 CNIP 业务, 则当任意用户 B (未被提供 CNIR 业务) 呼叫用户 A 时, 则 A 的 MS 上将会显示主叫用户 B 的号码。若用户 B 被提供了 CNIR 业务, 则 B 呼叫用户 A 时, 则 A 的 MS 上不会显示主叫用户 B 的号码。

当系统执行呼叫前转业务时, 则在原被叫用户 MS 和前转目标用户 (被提供了 CNIP 业务) 的 MS 上将显示主叫用户信息。

(2) 呼叫等待 CW (Call Waiting) / 呼叫保持 CH (Call Hold)

呼叫等待业务 CW (Call Waiting) 是指签约用户在两方通话过程中收到第三方呼入的时候, 会听到提示音通知, 此时签约用户可以选择接听或者不接听来自第三方的呼叫, 而如果签约用户接受了这个呼叫, 那么签约用户可以在这两个用户之间来回选择一个用户进行通话。

呼叫保持 CH (Call Hold) 是指签约用户在两方通话过程中, 签约用户可以选择不间断与另一方的通话情况下, 按正常的方式拨打第三方用户, 另一方用户听到"您现在拨的电话正在通话, 请不要挂机"的提示音。签约用户可以在这两个用户之间来回选择一个用户进行通话。

CW/CH 业务为用户同时与其他两个用户进行呼叫提供了选择。

(3) 无条件呼叫前转 CFU (Call Forwarding-Unconditional)

无条件呼叫前转 CFU (Call Forwarding-Unconditional) 允许用户将他的所有来话转接到预先设置的另一个电话号码上。

一旦 CFU 业务被激活, 则当任意用户呼叫用户 A 时, 无论用户 A 处在何种状态, 所有呼叫都会前转至预先设置的另一个电话号码上。

(4) 遇忙呼叫前转 CFB (Call Forwarding-Busy)

遇忙呼叫前转 CFB (Call Forwarding-Busy) 是指当用户忙时, 允许用户将它的来话转接至预先设置的另一个电话号码。

如果用户 A 已激活 CFB, 当任意用户呼叫用户 A 时, 若用户号码 A 正忙, 呼叫就会前转到预先设置的另一个电话号码。

用户忙包括两种, 网络决定忙和用户决定忙:

- ◆ 网络决定忙由 HLR 发起，是指由网络记录的用户状态为真忙，如用户正通话等。
- ◆ 用户决定忙由落地局发起，是指被叫用户收到呼叫振铃通知时，直接拒绝应答而产生的，即 MS 振铃时被叫用户拒绝接听。

(5) 无应答呼叫前转 CFNA (Call Forwarding-No Answer)

无应答呼叫前转 CFNA (Call Forwarding-No Answer) 是指当被叫出现无应答等情况时，允许用户将它的来话转接到预先设置的另一个电话号码上。

一旦 CFNA 业务被激活，则当任意用户呼叫用户 A 时，若出现下述任一情况，呼叫都会前转到预先设置的另一个电话号码上：

- ◆ 系统寻呼用户 A 失败或长时间振铃后用户 A 没有应答。
- ◆ 用户 A 处于去活状态。
- ◆ 系统不知道用户 A 的当前位置。
- ◆ 用户 A 当前不可接入，如激活了免打扰业务。

(6) 隐含呼叫前转 CFD (Call Forwarding-Default)

隐含呼叫前转 CFD (Call Forwarding-Default) 允许用户在某些情况下将它的来话转接到预先设置的另一个电话号码上。

一旦 CFD 业务被激活，则当任意用户呼叫用户 A 时，若出现下述任一情况，呼叫就会前转到预先设置的另一个电话号码上：

- ◆ 用户 A 正忙。
- ◆ 系统寻呼用户 A 失败或长时间振铃后用户无应答。
- ◆ 用户 A 处于去活状态。
- ◆ 系统不知道用户 A 的当前位置。
- ◆ 用户 A 当前不可接入，如激活了免打扰业务。

从定义上看，CFD 业务功能相当于 CFNA 和 CFB 的功能之和，但优先级最小。

3) 呼叫限制业务

(1) 主叫呼叫限制业务

主叫呼叫限制业务功能包括：

- ◆ 所有始呼限制
- ◆ 长途呼叫限制
- ◆ 国际长途呼叫允许
- ◆ 国内长途呼叫允许
- ◆ 规定区域呼叫允许
- ◆ 规定号码呼叫允许

(2) 被叫呼叫限制业务

激活被叫呼叫限制业务，则用户无法接听任何来话。

4) 增值业务

(1) 短号业务

企业移动用户之间可以通过短号进行互相拨打，企业移动用户呼叫企业办公用户/调度用户可以拨打短号，通信便捷。

客户可以向中国电信申请综合 VPN 业务，给手机在公网申请一个短号，享受中国电信集团客户优惠的资费策略。

同时在企业核心网可以配置专网内的短号和公网的短号相同，实现一部终端，井上井下同一个长号和同一个短号。无论井上井下公网专网都可以用短号拨打，记忆方便，拨打便捷。提高了企业通信效率，降低了通信成本。

5) 互联互通设计

(1) 基本原则

- 尽量降低企业通信费用。
- 减少对电信现网的影响，减少对电信网络拓扑的影响，减少对电信数据配置要求。
- 电信网络可以正确的计费。
- 企业移动用户内部的呼叫在企业核心网内部完成。
- 企业移动用户和企业固网/小灵通用户直接的呼叫在企业内部网络完成，不经过公网。

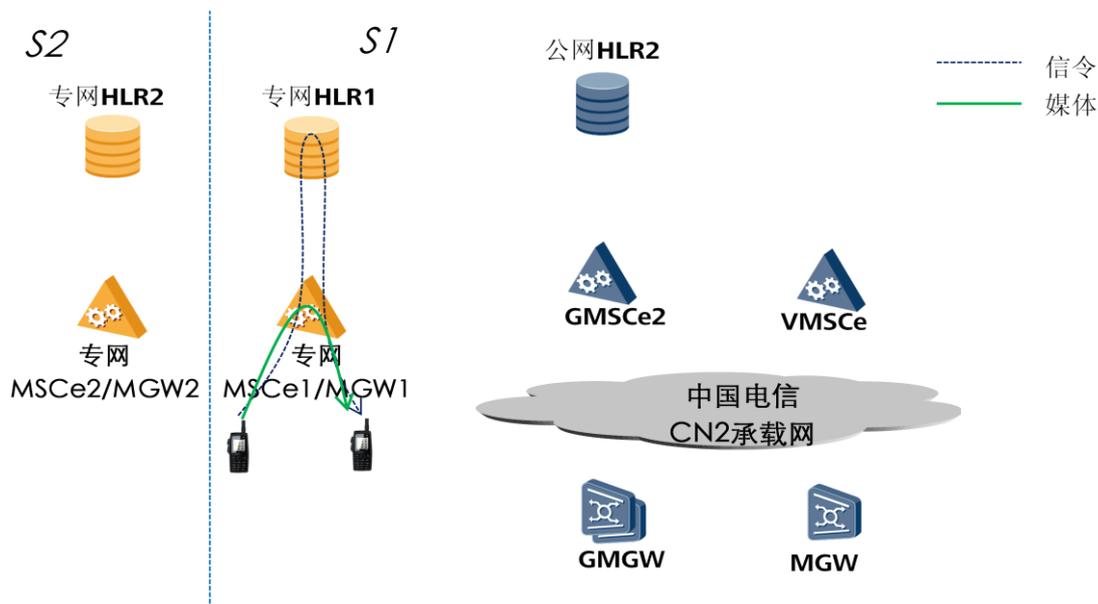
- 企业核心网和电信 CDMA 网络的互通节点电信关口局 **GMSCe**，两套企业核心网分别与负责两个城市区域的 **GMSCe** 开通主用和备用的 SIP 中继。
- 公网用户（电信、移动、联通）呼叫企业移动用户，呼叫通过电信公网路由，如果用户在井下呼叫通过电信关口局 **GMSCe** 路由到企业核心网。
- 井下企业移动用户呼叫电信固网用户，通过电信关口局 **GMSCe** 转接。
- 企业核心网经企业 **PBX**、电信固网关口局/汇接局到电信 C 网的路由，作为企业 **PBX** 到电信 C 网的第二路由。
- 省内电信 C 网端局经电信固网关口局/汇接局、企业 **PBX** 到企业核心网的路由，作为省内电信 C 网到企业核心网的第二路由。
- 省内电信 T2 汇接局经当地 **VMSCe**、电信固网关口局/汇接局、企业 **PBX** 到企业核心网的路由，作为跨省电信 C 网到企业核心网的第二路由。
- 建设中后期可开通企业核心网与本地电信固网关口局的直达中继。
- 井下企业移动用户呼叫移动联通用户，建设初期呼叫通过企业 **PBX** 路由到移动联通关口局，建设中后期可开通企业核心网到移动联通关口局的直达中继。

(2) 企业移动用户内部话务的路由方案

企业移动用户内部呼叫的路由组织原则

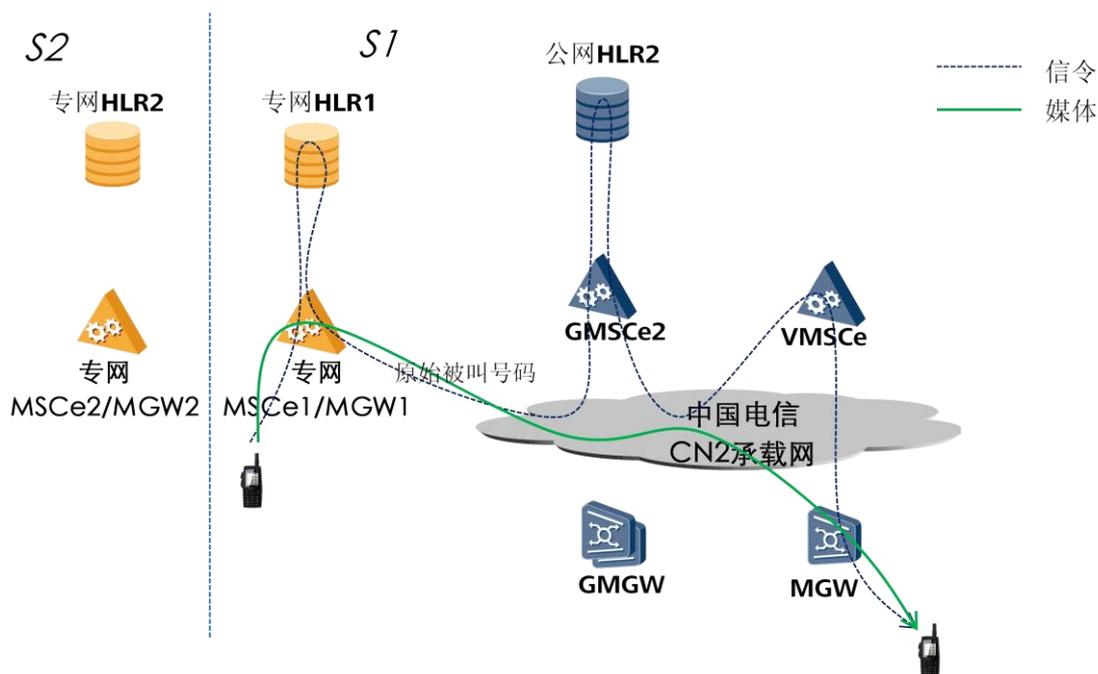
- 主被叫都在移动专网内部，呼叫在移动专网内部完成。
- 被叫不在专网，采用受端入网方式，移动专网路由呼叫到被叫归属地 **GMSCe**，由该 **GMSCe** 完成取漫游号码和路由。

a) 企业移动用户本省用户之间的呼叫（被叫在专网）



■ MSCe1 查询本地 HLR1，用户在专网内，呼叫在专网内部接续

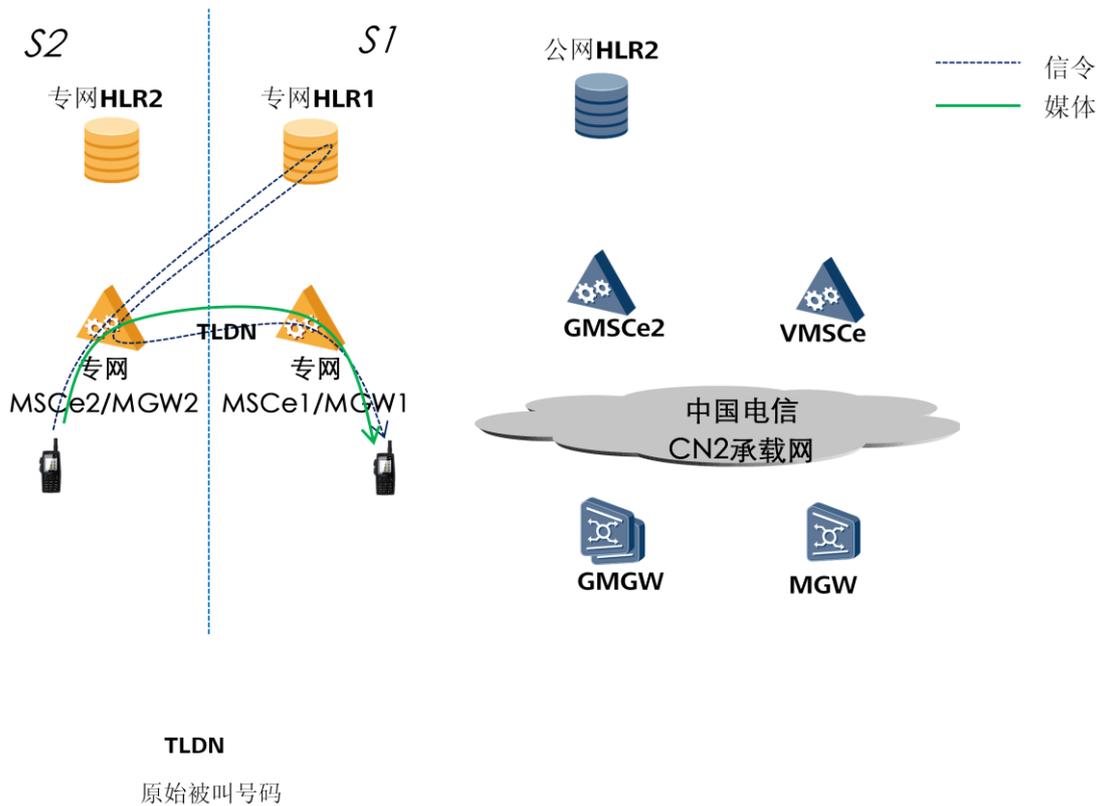
b) 企业移动用户本省用户之间的呼叫（被叫在公网）



■ MSCe1 查询本地 HLR1，发现用户不在专网内，通过 SIP 中继路由呼叫到电信 GMSCe2。主叫号码可能送 S1 企业移动用户的主叫号码或者 S2 企业移动用户的主叫号码。

- GMSCe2 查询公网 HLR2 路由呼叫到被叫所在端局

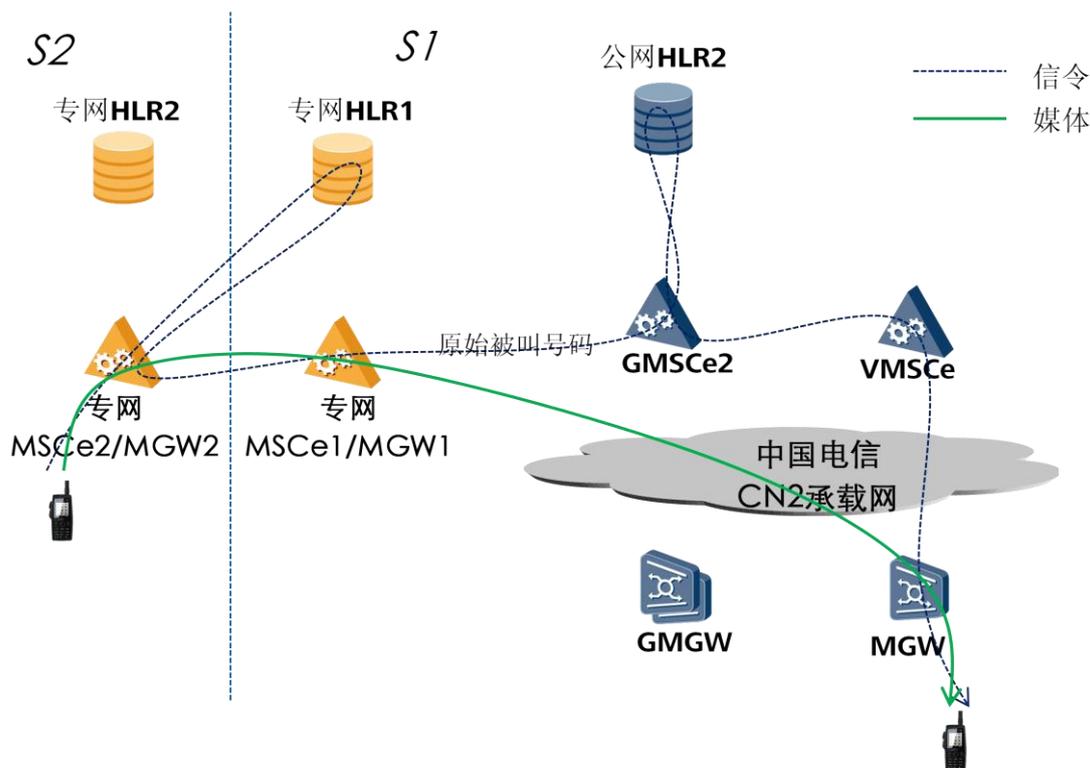
c) 企业移动用户跨省用户之间的呼叫（被叫在专网）



- 主叫 MSCe2 查询异地 HLR1，HLR1 发现用户在专网，分配漫游号码 TLDN，主叫 MSCe2 路由呼叫到另外一套企业 MSCe1

- 被叫 MSCe1 根据 TLDN 接续呼叫

d) 企业移动用户跨省用户之间的呼叫（被叫在公网）



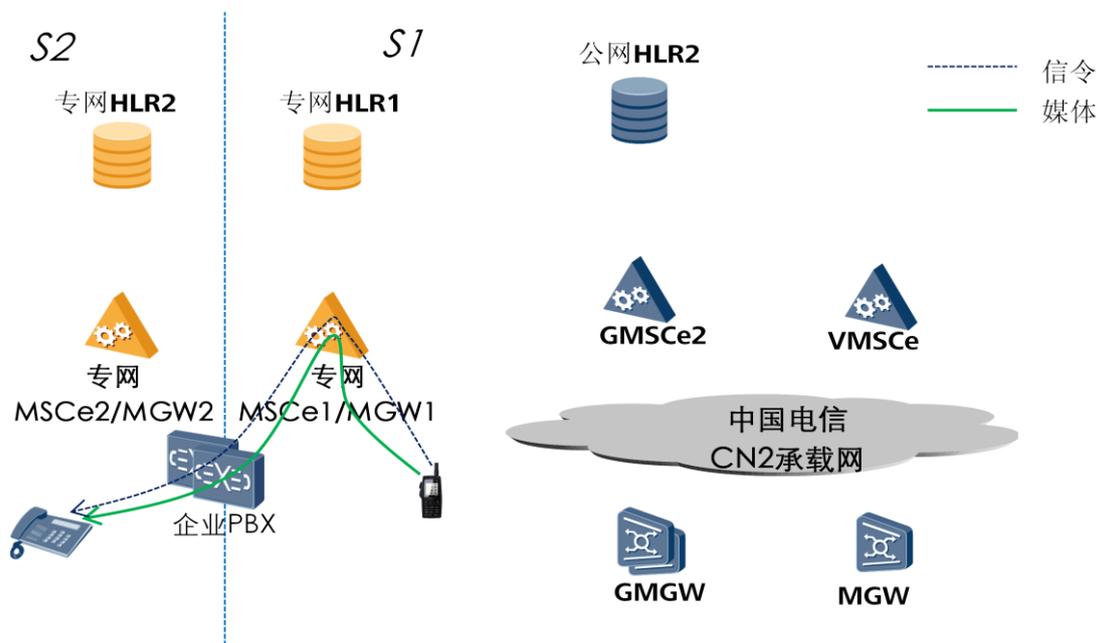
- MSCe2 查询异地 HLR1，发现用户不在专网内，根据受端接入原则通过 SIP 中继路由呼叫到 MSCe1
- MSCe1 通过 SIP 中继路由呼叫到电信 GMSCe2
- GMSCe2 查询公网 HLR2 路由呼叫到被叫所在端局

(3) 企业移动用户与企业固定用户（行政&调度用户）和小灵通用户话务的路由方案

企业移动用户与企业固定用户和小灵通用户话务的路由组织原则

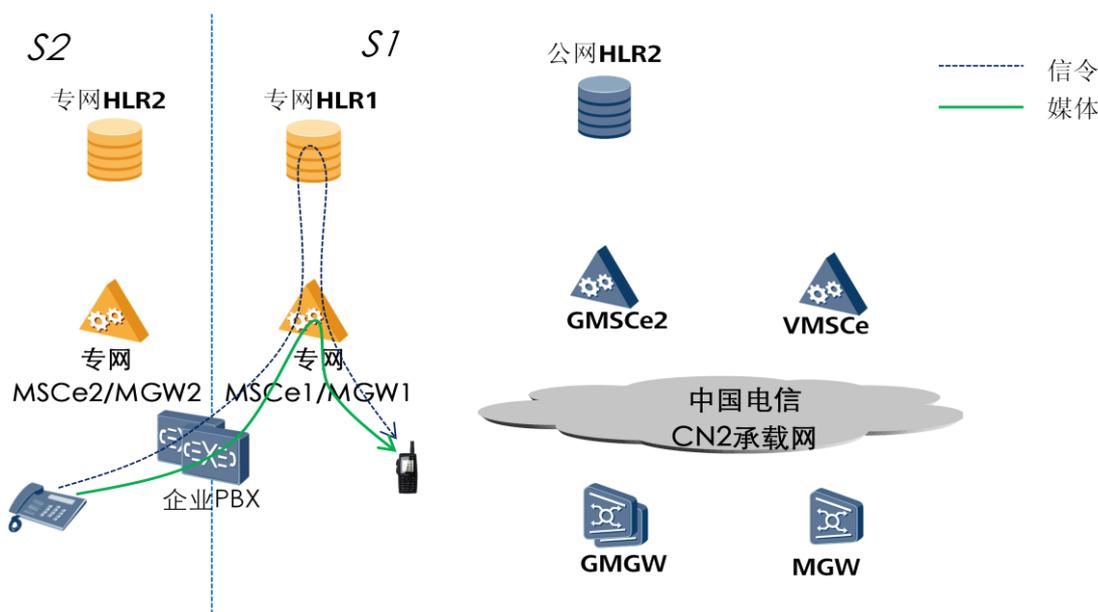
- 企业三套 PBX 分别开通和企业核心网的直达 TDM 中继
- 呼叫尽量在企业专网内部完成，企业 PBX 呼叫企业移动用户时先路由呼叫到企业移动核心网
- 为避免企业移动核心网和 GMSCe 的中继上主叫号码处理固网号码，移动被叫不在专网时，企业 PBX 通过失败重新选重路由到电信关口局
- 企业小灵通用户和企业固定调度用户通过其直连的 PBX（C&C08 128）和企业核心网互通

a) 企业移动用户呼叫企业固定用户和小灵通用户

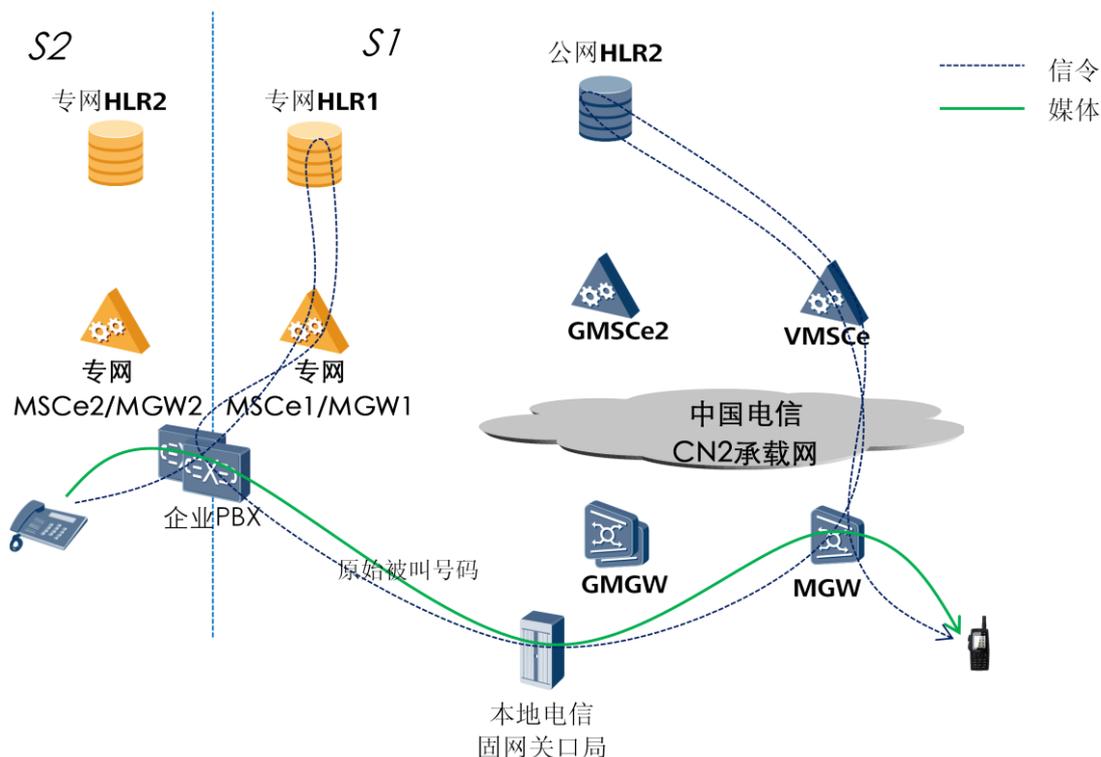


- 专网 MSCe1 根据被叫字冠路由呼叫到企业 PBX
- 企业 PBX 根据被叫是办公用户、调度用户或者小灵通用户落地该呼叫或者路由呼叫到相应的调度机/小灵通交换机

b) 企业固定用户和小灵通用户呼叫企业移动用户（被叫在专网）



- 企业 PBX 根据被叫字冠路由呼叫到 MSCe1
 - MSCe1 查询本地 HLR1，用户在专网内，呼叫在专网内部接续
- c) 企业固定用户和小灵通用户呼叫企业移动用户（被叫在公网）



- 企业 PBX 根据被叫字冠路由呼叫到 MSCe1
- MSCe1 查询本地 HLR1，用户不在专网内，释放该呼叫并给出特定的失败原因值
- 企业 PBX 根据失败原因值做失败重选路，路由呼叫到电信固网关口局
- 电信固网关口局再路由呼叫到 S1 本地 CDMA 端局，接续呼叫。

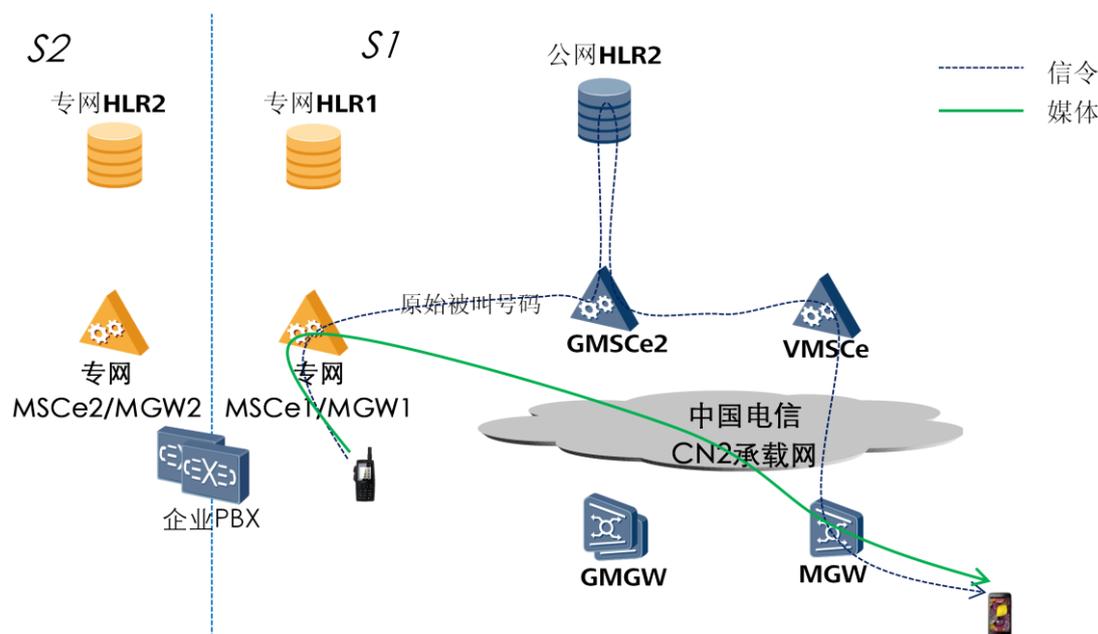
(4) 企业移动用户与电信 CDMA 用户话务的路由方案

企业移动用户与电信 CDMA 用户话务的路由组织原则

- 企业移动用户呼叫电信 CDMA 用户采用受端接入原则
- 被叫是 S1 用户时呼叫从 S1 的企业核心网 MSCe1 接入到 S1 GMSCe
- 被叫是 S2 用户时呼叫从 S2 的企业核心网 MSCe2 接入到 S2 GMSCe

- 被叫是其他省份用户时呼叫从主叫漫游地的企业核心网接入到同省的电信 GMSCe
- 本地呼叫和省内长途呼叫, S1 和 S2 电信的 CDMA 端局分别根据企业新申请的 TLDN1(S1)和 TLDN2 (S2) 号段配置路由, 路由指向关口局 GMSCe, 关口局根据 TLDN 号段路由呼叫到企业核心网
- 省际长途呼叫, S1 和 S2 电信 TMSC2 分别根据 TLDN1 (S1) 和 TLDN2 (S2) 号段配置路由, 路由指向关口局 GMSCe
- 企业核心网经企业 PBX、电信固网关口局/汇接局到电信 C 网的路由, 作为企业 PBX 到电信 C 网的第二路由。
- 省内电信 C 网端局经电信固网关口局/汇接局、企业 PBX 到企业核心网的路由, 作为省内电信 C 网到企业核心网的第二路由。
- 省内电信 T2 汇接局 S1/S2 端局 VMSCe、电信固网关口局/汇接局、企业 PBX 到企业核心网的路由, 作为跨省电信 C 网到企业核心网的第二路由。
- 建设中后期可开通企业核心网与本地电信固网关口局的直达中继。

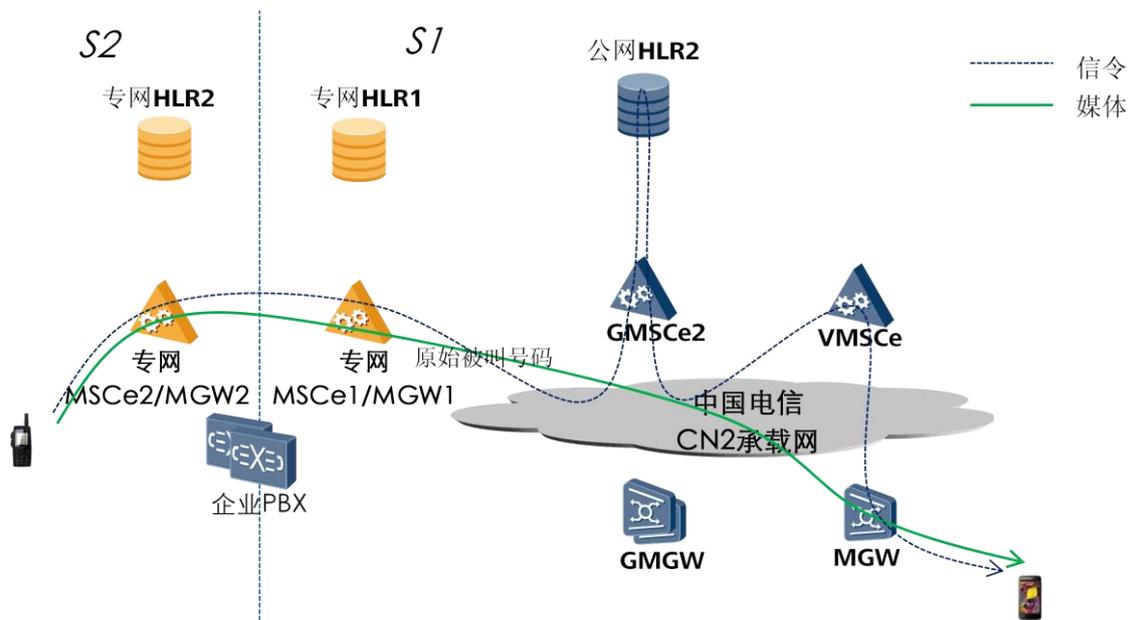
a) 企业移动用户呼叫电信 CDMA 用户 (本省)



- S1 企业核心网下面的用户呼叫 S1 电信 CDMA 用户
- S1 企业核心网根据被叫字冠路由呼叫 S1 电信关口局 GMSC2

■ GMSC2 完成呼叫接续

b) 企业移动用户呼叫电信 CDMA 用户（跨省）



■ S2 企业核心网下面的用户呼叫 S1 电信 CDMA 用户

■ S2 企业核心网根据被叫字冠发现被叫是 S1 的用户，路由呼叫到 S1 的企业核心网

■ S1 企业核心网根据被叫字冠路由呼叫 S1 电信关口局 GMSC2

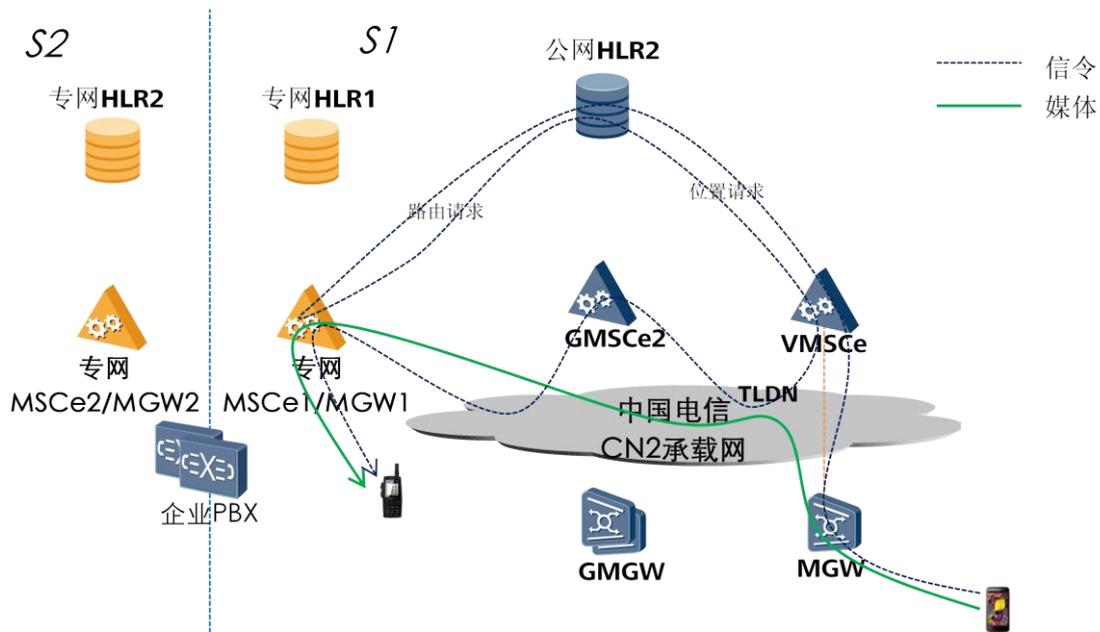
■ GMSC2 完成呼叫接续

c) 企业移动用户呼叫电信 CDMA 用户（其他省）

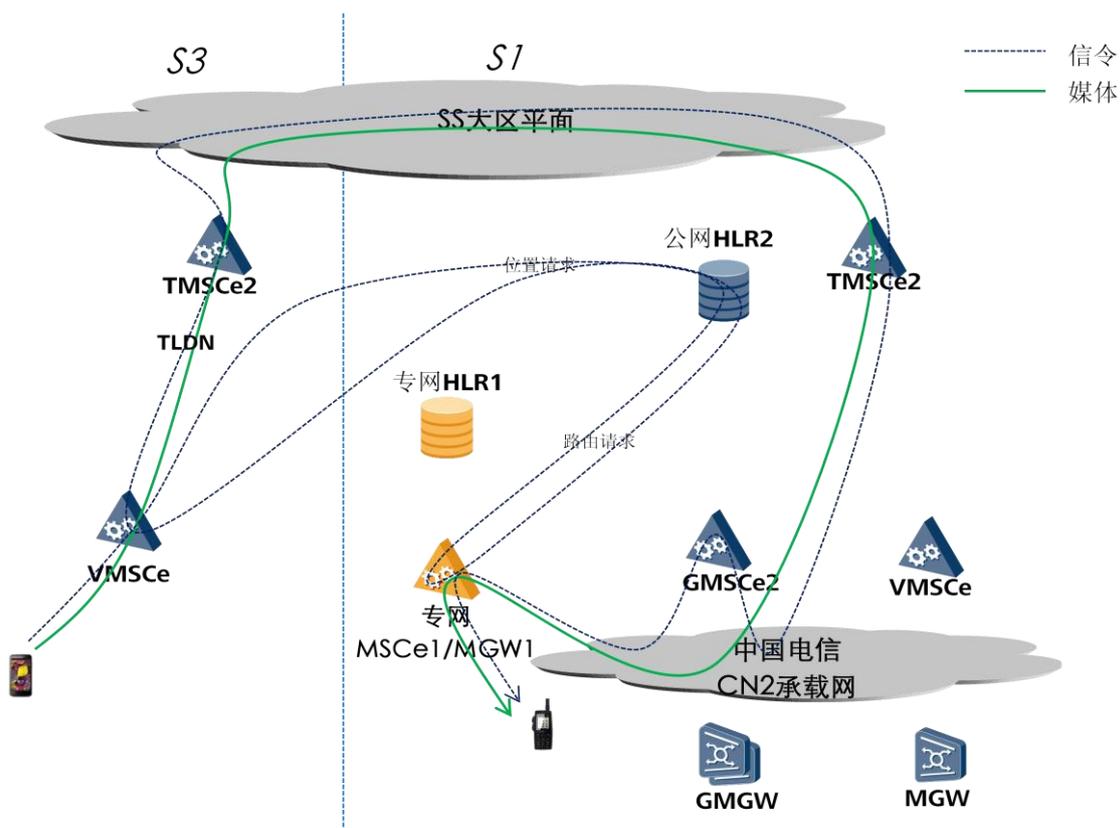
■ 企业核心网下面的用户呼叫 S1/S2 以外电信 CDMA 用户

■ 企业核心网路由呼叫到本省的电信关口局，本省的电信关口局完成呼叫接续

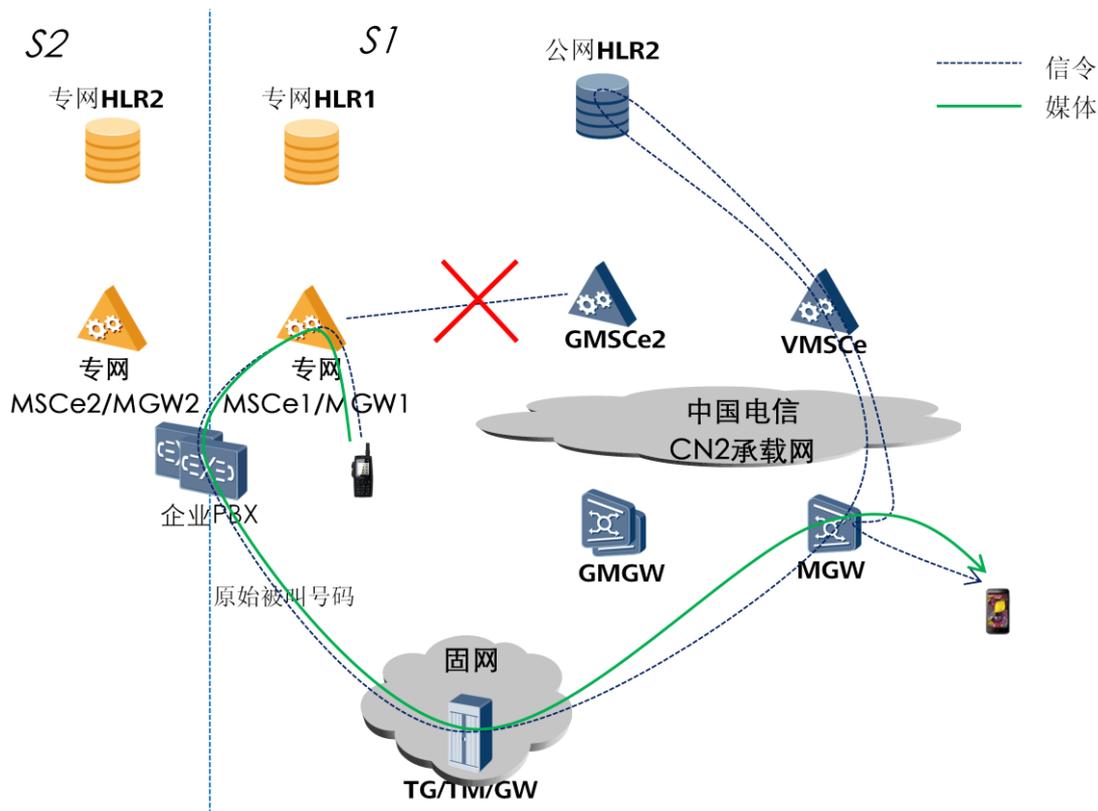
d) 电信 CDMA 用户（本省）呼叫企业移动用户



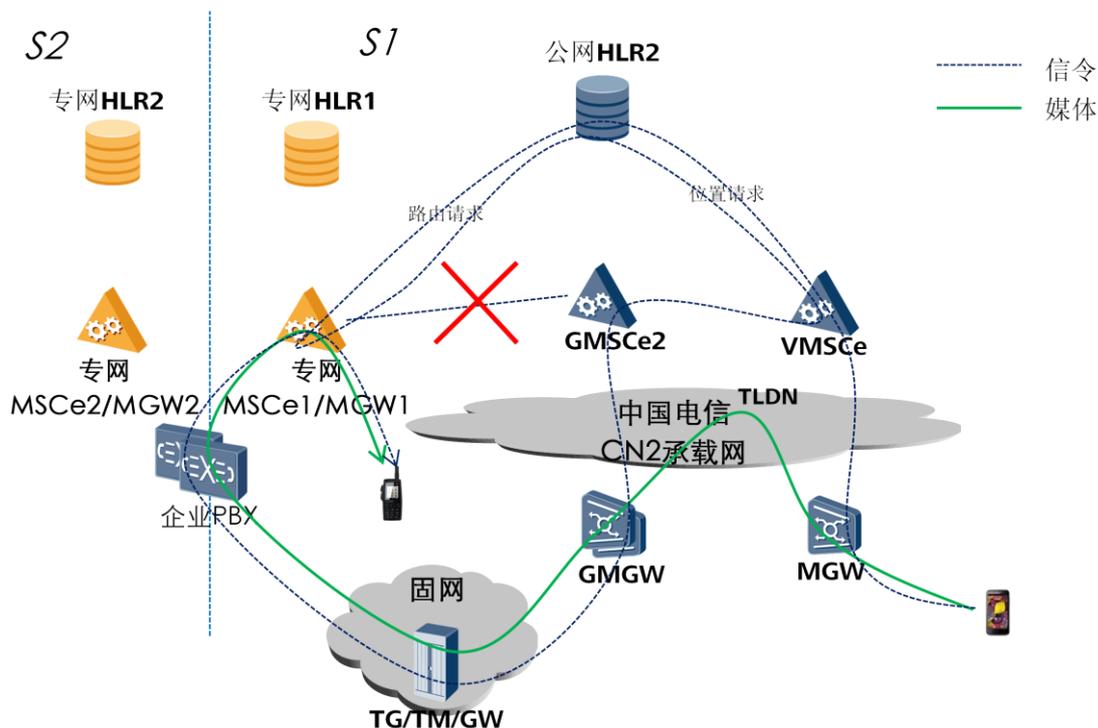
- S1 电信 CDMA 用户呼叫 S1 企业移动用户（在井下）；
 - 端局 VMSCe 向公网 HLR2 发送位置请求消息；
 - HLR2 确定被叫用户服务的 MSC-T 是专网的 MSCe1，HLR2 向专网的 MSCe1 发送路由请求；
 - 专网的 MSCe1 给被叫用户分配 TLDN 号码向 HLR2 响应路由请求，HLR2 向 VMSCe 响应位置请求；
 - VMSCe 上的路由数据配置该 TLDN 号段指向 GMSCe2，呼叫路由到 GMSCe2；
 - GMSCe 上的路由数据配置该 TLDN 号段指向专网 MSCe1，呼叫路由到 MSCe1
- e) 电信 CDMA 用户（其他省市）呼叫企业移动用户



- S3 电信 CDMA 用户呼叫 S1 企业移动用户（在井下）；
 - S3 端局 VMSce 向公网 HLR2 发送位置请求消息，获取 TLDN 号码；
 - 该 TLDN 号段指向 S1，呼叫通过 S3 T2 汇接局 TMSCe2，然后电信 SS 大区平面，然后路由到 S1 的 T2 汇接局 TMSCe2；
 - TMSCe2 上的路由数据配置该 TLDN 号段指向 GMSCe2，呼叫路由到 GMSCe2，GMSCe2 呼叫路由到 MSCe1
- f) 企业移动用户呼叫电信 CDMA 用户（企业和电信 CN2 承载网连接中断，通过第二路由）



- S1 企业核心网下面的用户呼叫 S1 电信 CDMA 用户，S1 企业核心网发现 S1 关口局 GMSC2 不可达（例如企业和电信 CN2 承载网连接中断，IP 不可达）
 - S1 企业核心网根据被叫字冠第二路由配置为送 S1 企业 PBX
 - S1 企业 PBX 汇接该呼叫到电信固网关口局
 - 电信固网关口局路由该呼叫到 C 网端局 VMSCe 或者 C 网关口局 GMSCe
 - C 网端局 VMSCe 或者 C 网关口局 GMSCe 完成该呼叫接续
- g) 电信 CDMA 用户呼叫企业移动用户（企业和电信 CN2 承载网连接中断，通过第二路由）



- S1 电信 CDMA 用户呼叫 S1 企业移动用户（在井下）；
- 端局 VMSCe 向公网 HLR2 发送位置请求消息；
- HLR2 确定被叫用户服务的 MSC-T 是专网的 MSCe1，HLR2 向专网的 MSCe1 发送路由请求；
- 专网的 MSCe1 给被叫用户分配 TLDN 号码向 HLR2 响应路由请求，HLR2 向 VMSCe 响应位置请求；
- VMSCe 上的路由数据配置该 TLDN 号段指向 GMSCe2，呼叫路由到 GMSCe2；
- GMSCe 发现到企业核心网的 SIP 中继不可达，走第二路由，指向固网关口局/汇接局
- 固网关口局/汇接局上的路由数据配置该 TLDN 号段指向专网的 PBX，呼叫路由到企业 PBX
- 企业 PBX 路由呼叫到企业核心网

(5) 企业移动用户与电信固网用户话务的路由方案

企业移动用户与电信固网用户话务的路由组织原则

- 企业移动用户呼叫电信固网用户采用受端接入原则

- 被叫是 S1 用户时呼叫从 S1 的企业核心网 MSCe1 接入到 S1 C 网关口局
- 被叫是 S2 用户时呼叫从 S2 的企业核心网 MSCe2 接入到 S2 C 网关口局
- 被叫是其他省份用户时呼叫从主叫漫游地的企业核心网接入到同省的电信 C 网关口局
- 电信固网用户呼叫企业移动用户保持原来方式，从电信 CDMA 网络路由。

(6) 企业移动用户与移动联通用户话务的路由方案

企业移动用户与移动联通用户话务的路由组织原则

- 建设初期企业移动用户呼叫移动联通用户通过企业 PBX (CC08) 路由
- 建设中后期可以考虑企业核心网到移动联通关口局的直达中继
- 移动联通用户呼叫企业移动用户保持原来方式，从电信 CDMA 网络路由。

(7) 中国电信的计费方案

企业核心网始发呼叫，被叫在电信公网

- 呼叫成功时：在电信关口局出一张漫游话单 (ROAM)
- 呼叫失败时：在电信关口局产生一张漫游试呼话单 (ROAM-ATTEMPT)

企业核心网入局呼叫，主叫在电信公网

- 呼叫成功时：在电信关口局出一张汇接呼叫话单 (TRANSIT)
- 呼叫失败时：在电信关口局产生一张汇接试呼话单 (TRANSIT-ATTEMPT)

6.3.2.4 短信业务

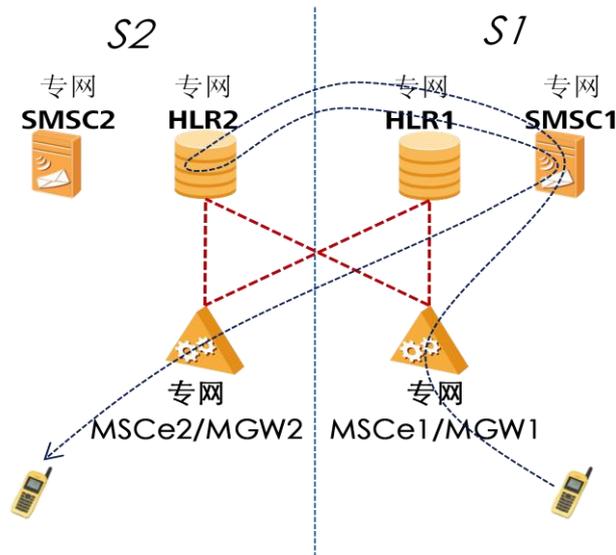
企业核心网内嵌短消息中心 SMSC。企业核心网的 MSCe 通过 STP 和电信短消息中心互通。

1) 点对点短信

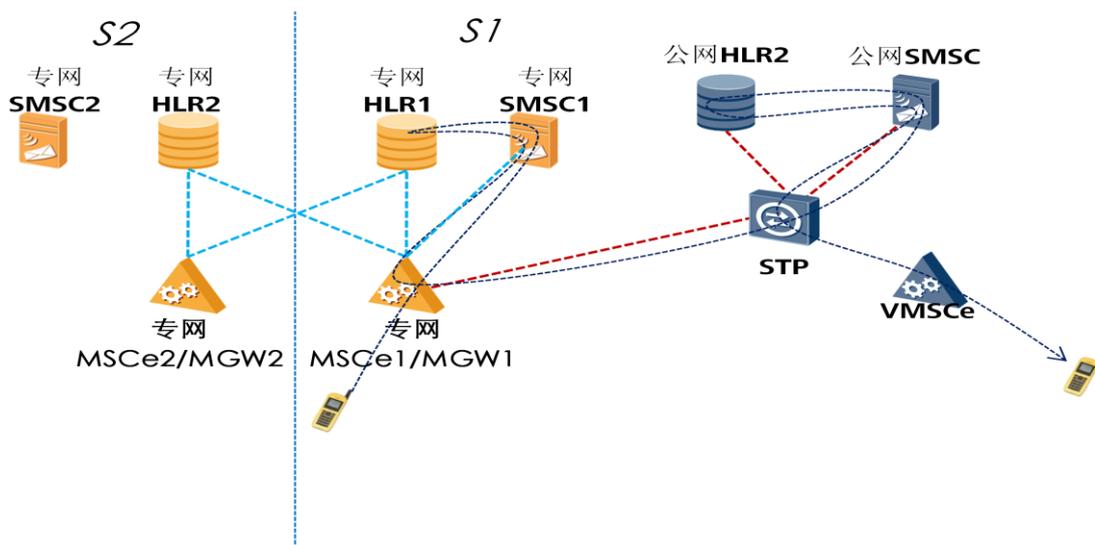
(1) 基本原则

- 主被叫都在专网内，短信在专网内部完成，降低企业通信费用
- 专网向公网发短信，由专网 SMSC 通过专网 MSCe 转发短消息到公网主叫归属的 SMSC

- 公网向专网发短信，按照标准短信流程
- (2) 企业移动用户内部短信
 - a) 企业移动用户内部短信（被叫在专网）



- S1 企业移动用户给 S2 企业移动发短信，主被叫都在井下
- S1 的企业核心网 MSCe1 转发短消息到 S1 的内置短消息中心 SMSC1
- SMSC1 向 S2 HLR2 取短消息路由，HLR2 返回 MSCe2 的地址
- SMSC1 转发短消息到 MSCe2
- MSCe2 通过 BSC 发送给被叫用户
- b) 企业移动用户内部短信（被叫在公网）



- S1 企业移动用户给 S2 企业移动发短信，被叫在井上
- S1 的企业核心网 MSCe1 根据数据配置转发短消息到 S1 的内置短消息中心 SMSC1
- SMSC1 向 S2 HLR2 取短消息路由，HLR2 返回用户不在线
- SMSC1 转发指示 MSCe1 转发短消息到公网 SMSC
- 公网 SMSC 按照标准短消息流程处理

(3) 企业移动用户和公网短信互通

- a) 企业移动用户发短信给公网用户（电信公网、移动、联通）
 - 企业核心网 MSCe 根据数据配置判断被叫不是企业移动用户，按照标准端局 MO 流程转发短消息到主叫归属的短消息中心
- b) 公网用户发短信给专网移动用户（被叫在井下）
 - 按照标准端局 MT 流程，公网短消息中心向被叫用户注册企业核心网 MSCe 发送请求短消息路由 SMSREQ 消息，MSCe 返回 smsreq 消息，其中包含参数 SMSADDR，该参数指明短消息发送的地址

2) 群发短信

可以通过调度台向专网用户和公网用户群发短信。

调度台相当一个企业移动用户，同时注册在企业核心网和电信 CDMA 公网。

群发短信系统按照点对点短信逐条发送，路由原则和点对点短信相同。

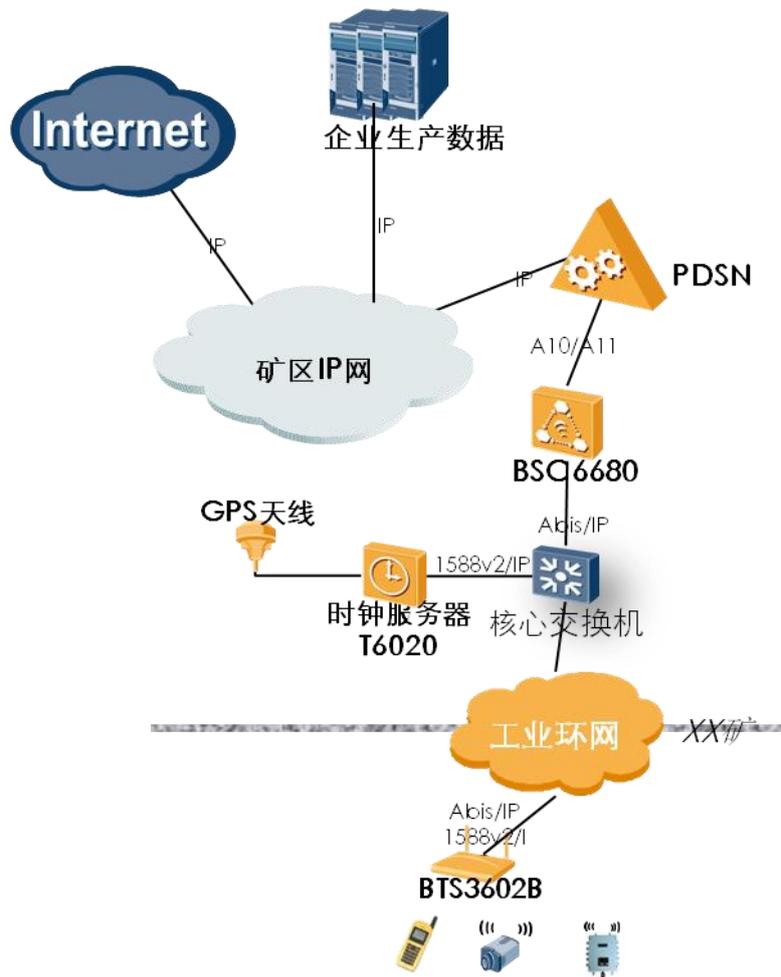
6.3.2.5 数据业务

企业核心网内置 PDSN。

煤矿的安全监测、视频监控、自动控制等信息可以通过无线网络传递。

从井下手机可以访问企业的生产信息，也可以访问 internet。

组网如下：



单载扇数据业务规格

- 单载扇下行吞吐量最大值 2.7Mbps
- 下行吞吐量平均值 1.0Mbps

6.3.2.6 无线覆盖设计

统一通信系统只提供井下的无线信号覆盖,地面的无线信号覆盖使用中国电信 CDMA 公网无线覆盖。支持用户在井上井下的无缝漫游,为企业安全生产提供良好的无线通信条件。

6.3.3 统一调度通信方案设计

6.3.3.1 统一调度通信方案总体设计

企业核心网提供基于 CDMA2000 1X/1x EV-DO 的基本语音业务。企业核心网内置软交换 MSCe、归属位置寄存器 HLR、拜访位置寄存器 VLR、媒体网关 MGW、短消息中心 SMSC 和 PDSN 等移动核心网的网元。

企业核心网提供固定用户无线和无线用户的统一调度业务。企业核心网内置调度中心、SIP 接入模块、会议管理模块、外接 IP 多媒体调度台等网元实现调度业务。企业核心网通过 SIP IAD 和 SIP AG 接入固定用户,小型 IAD 部署在井下一站中作为现有调度电话的补点, SIP AG 或者 SIP IAD 设备部署在地面对现有有线调度系统做替代。无线通信系统的网元接入无线调度用户。

统一调度通信组网图如下:

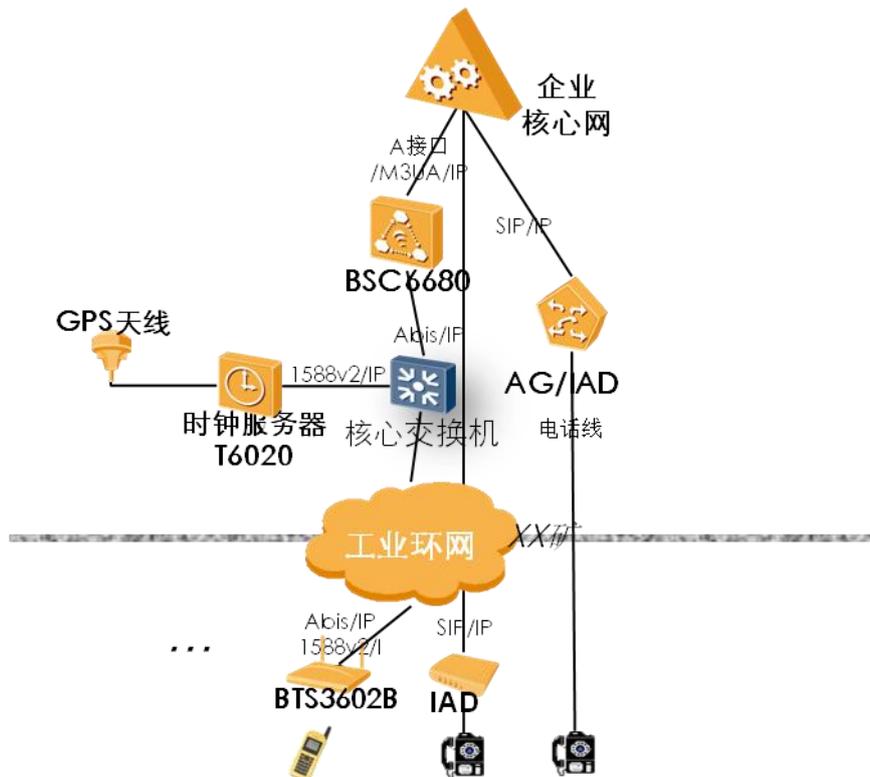


Figure 38 统一调度通信解决方案组网图

统一调度通信逻辑架构如下：

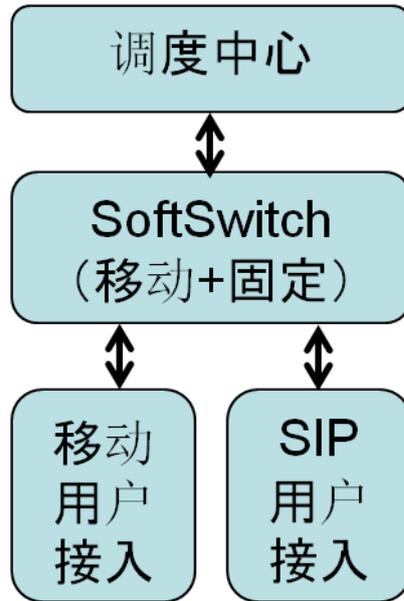


Figure 39 统一调度通信逻辑架构

软交换 SoftSwitsh 同时提供 MSCe 和固定用户业务处理能力，在软交换之上有调度中心，无线调度用户信息和有线调度用户调度信息都存储在统一的数据库，调度中心提供有线无线一体化的调度业务。

6.3.3.2 固定用户接入

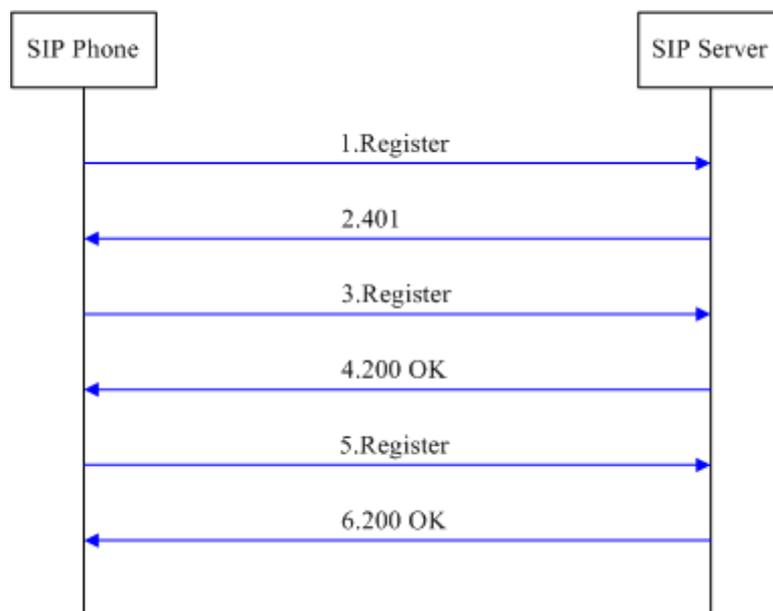
1) SIP 用户接入能力

企业核心网内置 SIP 接入模块，支持 SIP 用户的接入。

SIP 用户注册：

SIP 用户注册满足 RFC3261 标准，支持基于 RFC2617 的 HTTP DIGEST 鉴权。

注册流程如下：



在 SIP Server 上，配置“认证类型”为 HTTP Digest 的同时，也应该配置“认证密码”。当用户发起注册时，只有携带的密码正确才允许注册。

1、SIP 用户向企业核心网发送 REGISTER 注册请求消息

2、企业核心网回 401 无权响应，通过 www-Authenticate 字段携带企业核心网支持的认证方式 Digest、SIP Server 域名、本次认证的 nonce 等信息。

3、SIP 终端根据企业核心网下发的 nonce、用户名、密码、URI 等信息生成 response 字符串，同时再次发起 REGISTER 注册请求消息，其中携带 Authorization 字段。

4、企业核心网回 200 OK 响应，其中，Contact 字段中的地址为 SIP Server 绑定的用户的最终地址；expires 参数值为企业核心网与 SIP 用户协商的最终接受的注册时长。

5、在 expires 值超时之前，SIP 终端重新发送 REGISTER 消息刷新注册以保证终端继续处在注册状态。此时，Call-ID 字段的值必须与初始注册消息中的 Call-ID 字段的值相同，而注册时长及绑定的 Contact 地址都可以调整。

6、企业核心网回 200 OK 响应，表示注册成功。

支持传统的 PSTN 补充业务：

1、主叫号码显示 CNIP（Calling Number Identification Presentation）：是否在被叫终端上显示主叫号码。

2、呼出禁止 BOC（Barring of Outgoing Calls）：对指定用户限制其呼出能力。

3、呼叫等待 CW (Call Waiting) /呼叫保持 CH (Call Hold)：指用户在通话过程中可拨打或接听第三方电话，并可在两个通话之间自由切换的业务。

4、呼叫转移 CF (Call Forward)：将入呼转移到另一个用户，包括无条件、遇忙、不可达和无应答转移。

2) IP 电话接入

一站方案内置 SIP IAD，IAD 下挂矿用本安模拟话机，SIP IAD 注册到企业核心网上，提供基本语音业务、补充业务、调度业务。

SIP IAD 部署在井下，通过井下电源供电，如果紧急情况下停电则无法工作。SIP IAD 方案不能实现对原有固定调度的替代，只能作为对现有固定调度部署不足的补充。

另外 SIP IAD 通过井下 IP 环网连接到井上，可以解决电话线传输距离限制的问题。

3) 现有有线调度系统的替换方案

通过 SIP AG 或者大型 SIP IAD 对现有固定调度电话进行网改，保留地面到井下的布线，把原有调度交换机的用户线割接到 SIP AG 或者大型 SIP IAD，接入到企业核心网。

6.3.3.3 有线无线统一调度业务设计

1) 基本调度功能

企业核心网支持行政与调度合一。通过软件来设置行政用户或者调度用户，调度用户可设置六种级别。

单个调度会议最大可以有 64 个参与方，最大可以同时召开 64 个调度电话会议。

企业核心网的调度台、用户、中继都可以独立分群，独立定义三者之间的关系。通过这样的分群设置，可以使同一台核心网在逻辑上分为几台独立的调度机，这几台调度机都有独立的用户与调度台，彼此之间的工作互不影响。

专网内用户可实现全网自动/半自动相结合的全网调度。

调度台配置：系统可支持调度台 1~200 个，可根据用户需要任意配置。

2) 统一调度业务

企业核心网提供的调度功能：

(1) 调度台分群

调度台可以分群，同群调度台应可设置独立的号码，当有来话呼叫该群调度台时，该群调度台都可以振铃，且群中任意调度台都可以接听来话。同群调度台共用保留队列，一个调度台对来话进行保留后，同群其他调度台都可以进行恢复操作。

(2) 调度台号码

每一个调度台都有独立的号码，用户可以呼叫指定的调度台。一个群的调度台有一通用号码，用户可以同时呼叫该群调度台。调度台有一通用号码，用户同时可以呼叫全部调度台。

(3) 呼叫

调度员呼叫分机或者其他调度台。

调度台用户按键号码可以通过终端进行设置，调度台需要呼出时，按用户按键即可。

调度台可以通过号码盘进行呼出。

(4) 应答

调度员接听电话。多个电话呼叫调度台时，调度员台可以选择要接听的电话。

按键应答：调度台按“应答”键，可应答来话队列中最前面的来话。

选择应答：当有多个用户呼叫调度台时，调度台可选择其中任何一个首先进行应答。调度台在与被应答用户通话时，其他呼叫调度台的用户继续听回铃音，等待调度台的应答。调度台在通话时，如果仍然有未应答的来话，则调度台继续振铃。

群答：同时有多个用户呼叫调度台时，调度台可以进行群答，即同时应答所有来话（内线或外线）。群答状态下，被应答的用户之间及调度台与用户之间都可以相互通话。

(5) 状态显示

调度台具有状态显示功能。在调度台界面上显示分机的忙闲、呼叫状态。当用户在注册或者呼叫的时候，相关信息会到调度台上面更新。

(6) 预定式会议

全双工会议，且可以有外线用户参加会议。会议电话数据由维护终端进行设置，在会议召开时通过选择会议组号对该组会议的所有成员发起呼叫。

整个系统可以设置 64 组会议电话，每组可以有 64 个参加方。

多组会议可以同时召开。

(7) 临时会议（组呼）

不需要预先设定会议数据，在召开会议时临时对需要参加会议的成员发起呼叫的双工式会议。

(8) 广播会议（群呼）

在会议召开时输入用户群号，则对所输入群内所有用户发起的单向会议，会议成员只能听主席方发言。

(9) 轮询

轮询是在调度台侧可以设置一个用户键的多个轮巡号码，当呼叫该用户无人接听时，自动呼叫下一个轮巡号码。

(10) 强插

调度台有权对低级别的调度用户以及行政用户进行强插。系统将允许调度用户插入被叫用户正在进行的通话，形成三方通话。

当一调度用户或行政用户处于拨号，听回铃音，听忙音等非通话且非空闲态，调度台想与该用户通话时，可进行强插操作，建立强插方和被强插方的两方呼叫。

调度台有权对低级别的调度用户或者行政用户进行强插。当调度台呼叫低级别的调度用户或行政用户时，系统自动进行强插，形成三方通话。

调度用户有权对低级别的调度用户进行强插。当调度用户呼低级别的调度用户而该用户处于通话时，按<强插>键，系统将允许调度用户插入被叫用户正在进行的通话，形成三方通话。

(11) 强拆

调度员可以拆除正在进行的通话和自己形成通话。

调度台有权对低级别的调度用户和行政用户进行强拆。当低级别的调度用户或行政用户正在通话时，调度台可以拆除其呼叫，建立和被强拆用户的通话。

调度用户有权对低级别的调度用户进行强拆。当低级别的调度用户正在通话时，调度用户可以拆除其呼叫，建立和被强拆用户的通话。

(12) 闭铃

调度台能够对来话进行闭铃，即只通过显示器显示有新的来话，调度台不振铃。通话时进行闭铃操作，则调度台在本次通话过程中不再振铃，通话结束后，振铃恢复正常。

调度台在空闲时，进行闭铃操作，则调度台始终不振铃，除非通过操作解除闭铃。

（13）点名

点名是调度台按顺序呼叫一组用户。调度台与第一个用户通话完后，系统自动呼叫点名序列中的下一个用户。

（14）拒答

调度台对新的来话可以进行拒绝应答的操作。调度台上既可以单独拒绝某个来话，又可以拒绝全部来话。拒绝后，主叫方听忙音，调度台不再振铃。

（15）调度台夜服

当调度台无人值班时，可以设置夜服功能。设置夜服号码后，当调度台有来话时，将转到此夜服号码上。

（16）来话转接

调度台能够对来话进行转接，使当前与调度台通话的内线或外线用户，转去与其他内线用户或外线用户通话。

（17）保留

调度台在通话中若遇第三者来话，原先的来话会被自动保留，同时可以保留八方来话，可以在保留队列中切换。

（18）紧急呼叫

调度台可以设置紧急呼叫号码，当用户进行紧急呼叫时，调度台会发出明显区别于其他呼叫的振铃声，且调度台优先应答紧急呼叫。

（19）录音

录音可实现整个专网中指定电话（包括调度台）的全程自动录音。通过此功能，系统将自动记录网中任一调度台或话机的来话和去话，以备事后能够重现任意时间的通话信息。调度员可通过调度台听取过去的录音，并可对录音进行重放、跳过等操作。

通过对系统终端的操作，用户可以直观方便地检索录音信息，同时可以进行删除、保留、提取、放音等操作。

通过录音的自动备份功能，用户可以永久保存全部录音信息，并可以通过查询对备份数据进行检索。对备份数据进行检索的过程中，不影响系统的录音与放音。

6.3.4 其他业务设计

6.3.4.1 视频呼叫业务

企业核心网包含视频服务器功能，企业核心网作为 SIP 视频服务器。

移动用户的视频走 PS 域，CDMA 手机内置 SIP 软终端，企业核心网作为 SIP 视频服务器。井上通过 SIP 软终端或者硬终端和井下移动视频互通。

视频编解码推荐：H.264。

6.3.4.2 计费

企业核心网对每个呼叫能够记录原始呼叫记录 CDR，并产生话单文件。

可以与企业的计费系统对接。

专网内部呼叫需要在内部进行转发，呼叫信令以及计费信息不与公网对接。

6.3.5 容灾方案设计

容灾组网图如下：

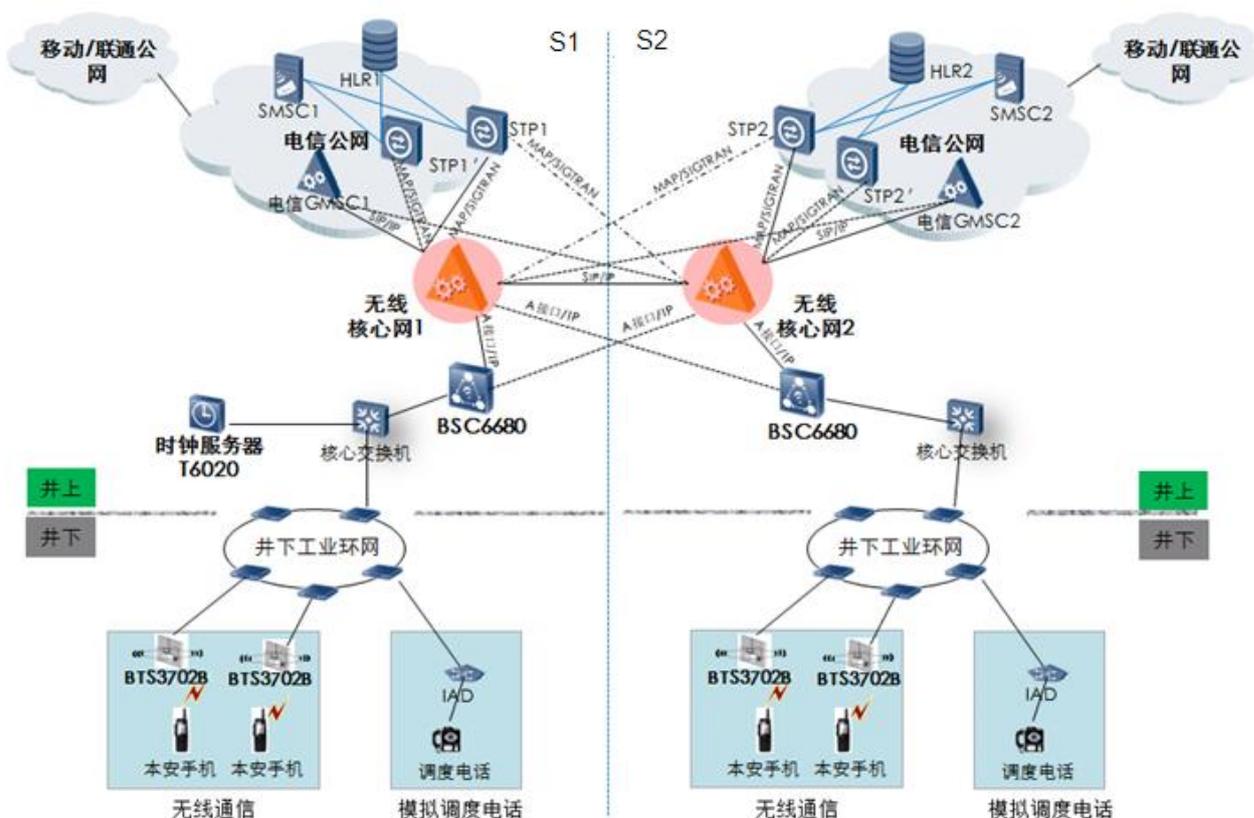


Figure 40 煤矿无线通信容灾方案组网图

6.3.5.1 无线系统的容灾

井上部署两套企业核心网，一套部署在 S1 省，一套部署 S2 省。企业核心网提供单板主备冗余配置。

单套核心网系统支持用户容量 5 万，单矿井下手机一般 600 部、最大 1000 部，最大需支持在线用户 10000。两套核心网相互之间实现异地互为备份和容灾。

企业核心网 1（内置 HLR 和 S1 公网 HLR）和企业核心网 2（内置 HLR 和 S2 公网 HLR）各自管理 5 万开户数据和 10000 在线用户，当任一核心网故障时，呼叫全部由一个核心网承载。即企业核心网满足 10 万开户数据能力和 20000 在线用户，4000 用户同时呼叫能力。

HLR（企业核心网内置 HLR）数据容灾

企业核心网 1 和企业核心网 2 之间通过 IP 接口连接，主要用于开户数据和动态注册用户数据的同步和备份。

企业核心网 1 和企业核心网 2 的用户信息是实时互为备份，企业核心网数据库每定期检测一次（推荐 3 分钟，最短可设置成 5 秒），如果发现数据变化了（包含开户数据和动态注册用户信息），会将变化的数据发到对应企业核心网进行同步。

MSC（企业核心网软交换）容灾

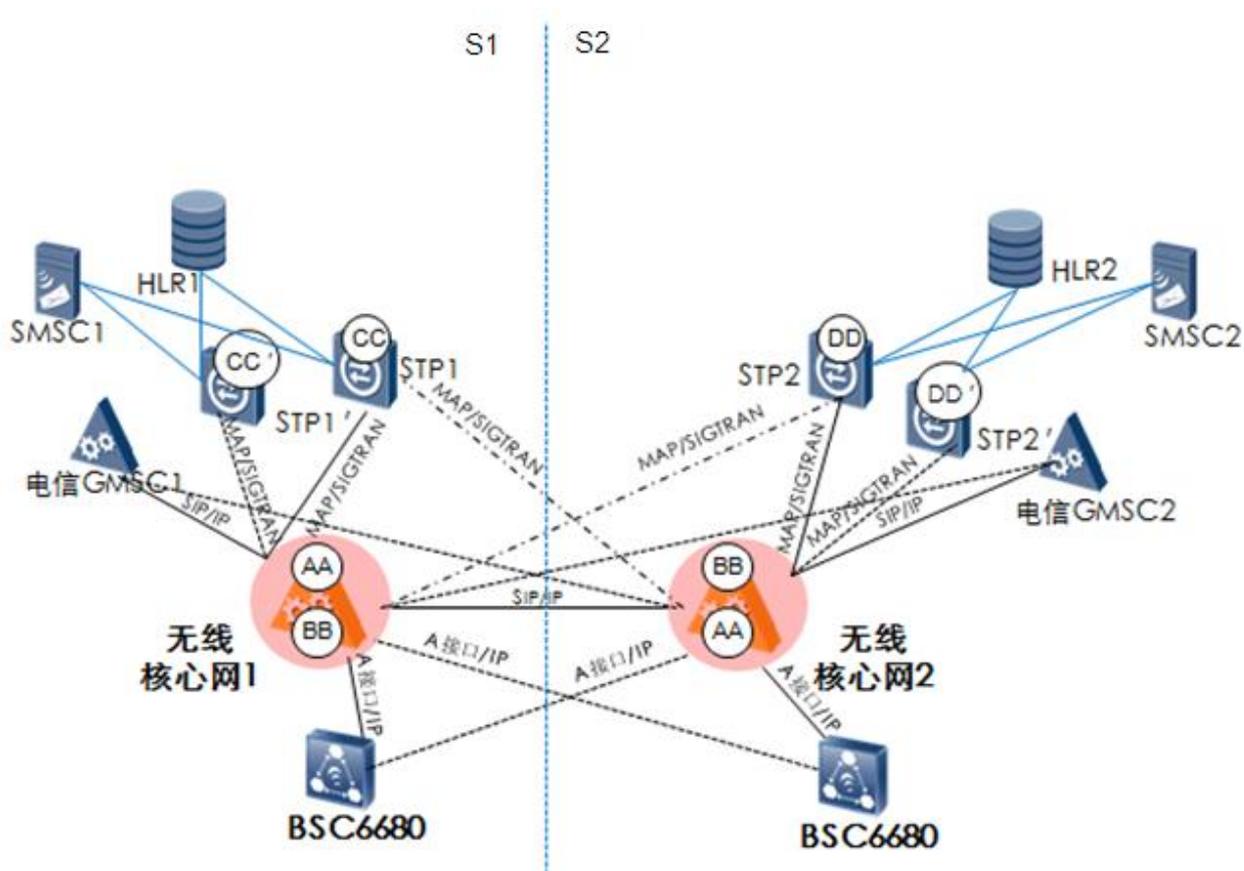


Figure 41 煤矿企业核心网软交换容灾示意图

配置企业核心网 1 有两个信令点 AA 和 BB，AA 为主用信令点，BB 为备用信令点。配置企业核心网 2 有两个信令点 BB 和 AA，BB 为主用信令点，AA 为备用信令点。STP1 信令点为 CC，STP1'信令点为 CC'，STP2 信令点为 DD，STP2'信令点为 DD'。下面主要介绍 MSC1 故障后倒换到 MSC2 所涉及的原理和配置原则。

BSC 通过 A 接口/IP 跟企业核心网建立链路，BSC 跟两个核心网分别建立主用和备用链路。BSC1 配置到企业核心网 1 的 AA 信令点为主用链路，到企业核心网 2 的 AA 信令点为备用链路。两条链路通过不同 IP 地址区分。

STP1(公网 LSTP)和 STP1'通过 MAP/SIGTRAN 跟企业核心网 1 连接，STP1(公网 LSTP)和 STP1'通过 MAP/SIGTRAN 跟企业核心网 2 连接，STP2（公网 LSTP）和 STP2'通过 MAP/SIGTRAN 跟企业核心网 2 连接，STP2（公网 LSTP）和 STP2'通过 MAP/SIGTRAN 跟企业核心网 2 连接。STP1 配置企业核心网 1 为主用路由，STP1 配置企业核心网 2 为备用路由。

电信 GMSC1（也包含 GMSC1'）通过 SIP/IP 跟企业核心网 1 和企业核心网 2 连接。GMSC1 在 SIP 中继群下分别配置两个子路由，企业核心网 1 的 SIP 中继群对应子路由 1，企业核心网 2 的 SIP 中继群对应子路由 2。执行“子路由选择模式”为“按顺序选择”。只有当子路由 1 不可用时，才会选择子路由 2。

公网 HLR1 和 SMSC1 通过 STP1 和 STP2'跟企业核心网 1 和企业核心网 2 建立主用和备用链路。

当企业核心网 1 发生故障时，BSC1 检测到 BSC1 与企业核心网 1 之间链路中断，会将 BSC 的消息通过备用链路转发到企业核心网 2，信令点不变，但是链路 IP 地址发生变化。

公网 STP1 和 STP1'检测到与企业核心网 1 之间主用路由中断，会将 HLR1 或者 SMSC1 过来的消息通过备用路由与企业核心网 2 交互，信令路由通过直接链路到达核心网 2，同样，STP1'也将启动备用路由，通过直接链路到达核心网 2。

电信 GMSC1（和 GMSC1'）检测到与企业核心网 1 之间子路由 1 不可达，启用与企业核心网 2 的子路由。专网与公网的呼叫可以在企业核心网 2 上面正常交互。

MSC（企业核心网软交换）容灾备选方案如下图所示。

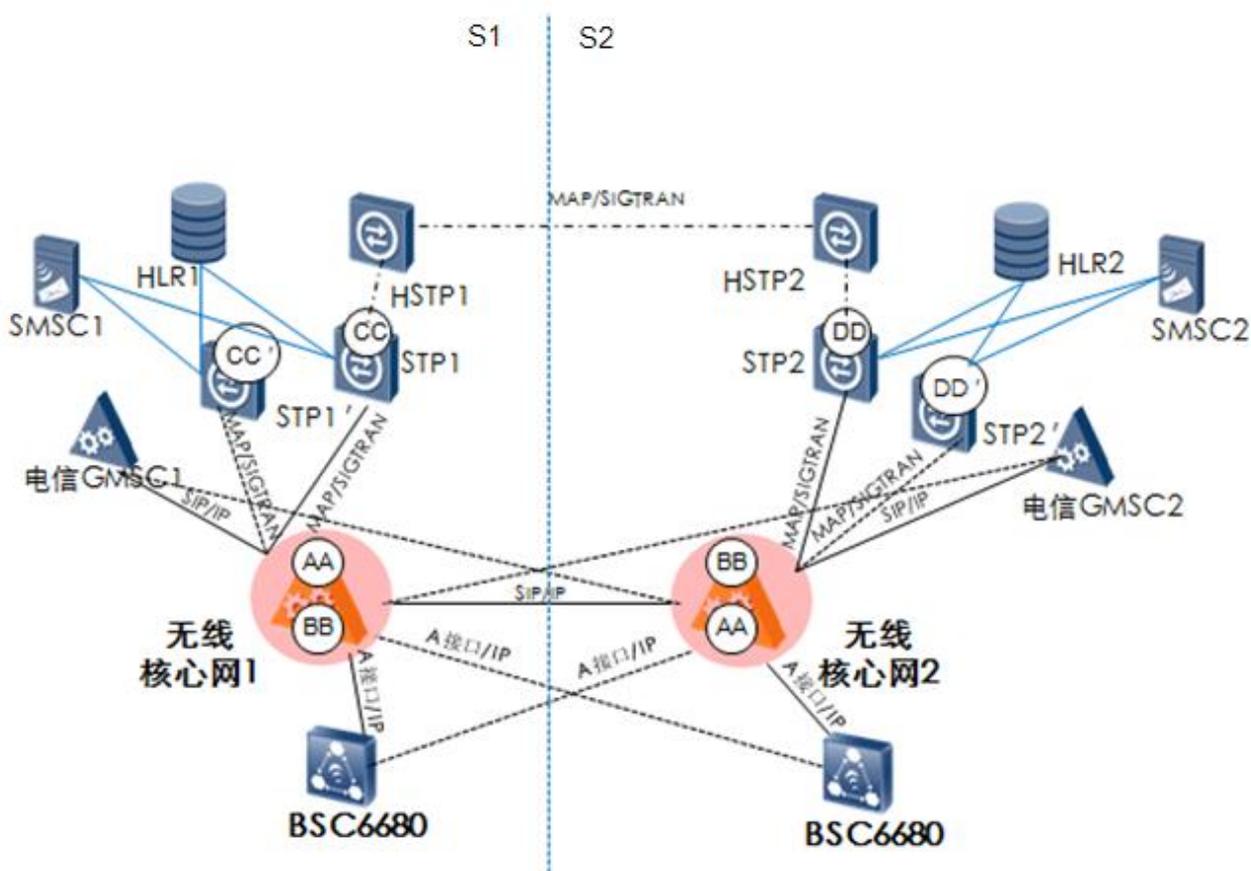


Figure 42 煤矿企业核心网软交换容灾备选方案

STP1(公网 LSTP)和 STP1'通过 MAP/SIGTRAN 跟企业核心网 1 连接, STP2(公网 LSTP)和 STP2'通过 MAP/SIGTRAN 跟企业核心网 2 连接, STP1 (公网 LSTP)通过 MAP/SIGTRAN 连接到 HSTP1, STP2 (公网 LSTP)通过 MAP/SIGTRAN 连接到 HSTP2, HSTP1 和 HSTP2 通过 MAP/SIGTRAN 连接。STP1 配置无线核心网 1 为主用路由 CC→AA, STP1 配置无线核心网 2 为备用路由 CC→DD→AA。当无线核心网 1 发生故障时, 公网 STP1 和 STP1'检测到与无线核心网 1 之间主用路由中断, 会将 HLR1 或者 SMSC1 过来的消息通过备用路由与无线核心网 2 交互, 信令路由为 CC→DD→AA。同样, STP1'也将启动备用路由 CC'→DD'→AA。其中 CC 到 DD 的路由和 CC'到 DD'的路由通过现网“C 网信令网络”的 HSTP 来进行转发。

公网 STP 容灾

HLR1 和 SMSC1 分别配置到 STP1 的路由为主用路由, 到 STP1'的路由为备用路由。

企业核心网 1 配置主用路由为 AA→CC, 备用路由为 AA→CC'。

当 STP1 故障时, HLR 和 SMSC 发现主用路由不可及, 自动启动备用路由, 将公网消息发往 STP1'。

企业核心网发现主用路由不可及，启动备用路由，将公网消息发往 STP1'。

公网 GMSC 容灾

企业核心网 1 在 SIP 中继群下分别配置两个子路由，GMSC1 的 SIP 中继群对应子路由 1，GMSC1' 的 SIP 中继群对应子路由 2。执行“子路由选择模式”为“按顺序选择”。只有当子路由 1 不可用时，才会选择子路由 2。

当 GMSC1 发生故障时，企业核心网 1 检测到与 GMSC1 之间子路由 1 不可达，启用与 GMSC1' 的子路由。

BSC 保护

BSC 支持单板级的保护。

终端漫游保护

内置 HLR 之间数据同步有一段时间，考虑数据尚未同步，终端已经漫游并进行呼叫的情况，企业核心网做了流程优化。需要在公网内部 HLR 之间先判断用户路由，再去公网 HLR 判断路由，保证呼叫的正常接续。

企业核心网 2 手机从公网到达专网，用户在企业核心网 2 和 S2 的公网 HLR 注册成功，但是 3 分钟内，内置 HLR 数据并未同步到企业核心网 1。企业核心网 1 手机用户发起呼叫。

企业核心网 1 首先判断被叫用户是企业核心网 2 的用户，向企业核心网 2 的内置 HLR 发起被叫路由请求，企业核心网 2 的内置 HLR 判断用户已经到达井下，将消息返回企业核心网 1，呼叫正常路由。

企业核心网 2 手机从专网到达公网，用户在 S2 的公网 HLR 注册成功，同时向企业核心网 2 发送用户漫游消息，但是 3 分钟内，内置 HLR 数据并未同步到企业核心网 1。企业核心网 1 手机用户发起呼叫。

企业核心网 1 首先判断被叫用户是企业核心网 2 的用户，向企业核心网 2 的内置 HLR 发起被叫路由请求，企业核心网 2 的内置 HLR 判断用户不在井下，将消息返回企业核心网 1，企业核心网继续向公网 HLR 申请被叫路由信息，将呼叫正常路由到公网。

6.3.5.2 有线系统的容灾

企业核心网内置 SIP Server，终端配置两个 SIP Server 地址，SIP Server1 地址和 SIP Server2 地址。

IAD 与核心网之间设置心跳消息（比如 3 分钟检测一次），检测核心网状态。

当 SIP Server1 故障（即企业核心网 1 故障）时，一站里面的 SIP IAD 和手机里面的 SIP 软终端将往备用的 SIP Server2 发起重注册（重注册时间设置为 180s）。

倒换方式有两种，自动倒换和手动倒换。自动倒换由系统自动完成，终端直接注册到第二个核心网，倒回通过手动方式完成（避免链路出现时断时续的情况，网络发生倒换震荡）。手动倒换由人工操作完成。

6.3.5.3 调度系统的容灾

企业核心网内置调度中心，调度系统的容灾机制跟无线系统是类似的。

调度台的呼叫可以看成是核心网的普通用户呼叫，如果是呼叫被叫无线号码，通过无线方式寻址，如果是呼叫被叫固定电话号码，通过号码分析路由。

会议信息保存在数据库里面，可以通过企业核心网之间的链路进行备份。

BSC 通过 **A** 接口与企业核心网建立链路，**BSC** 跟两个企业核心网分别建立主用和备用链路。

当主用核心网链路故障时，**BSC** 检测到 **BSC** 与主用核心网之间链路中断，会将 **BSC** 的消息通过备用链路转发到备用核心网。

用户呼叫会议号，备用核心网再通过内部接口将会议号的呼叫转到媒体服务器。

用户漫游到公网，呼叫会议号，也通过公网 **HLR** 路由到备用核心网，由备用核心网的媒体服务器进行接续。

6.3.5.4 无线数据传输（PDSN）的容灾

企业核心网内置 **PDSN**，**PDSN** 的容灾机制跟 **MSC** 系统类似。

BSC 通过 **A** 接口与 **PDSN**（企业核心网内置）建立链路，**BSC** 跟两个 **PDSN**（企业核心网）分别建立主用和备用链路。

当主用 **PDSN**（企业核心网 1）发生故障时，**BSC** 检测到 **BSC** 与主用 **PDSN**（企业核心网 1）之间链路中断，会将 **BSC** 的消息通过备用链路转发到备用 **PDSN**（企业核心网 2）。

PDSN 下行业务通过业务注册来完成，比如 **SIP** 在 3 分钟发起重注册，网络侧会记录路由地址。**PDSN** 下用户作为被叫也可以完成业务呼叫。

6.3.5.5 其他可靠性保护

公网 **HLR** 和 **SMSC** 完全中断的保护。

企业核心网内置了 **HLR** 和短消息中心。当企业核心网与外面 **HLR** 和 **SMSC** 完全中断时，即使无法去公网 **HLR** 完成注册，但企业核心网内部用户的注册、呼叫和短消息仍然可以正常交换。

6.3.6 统一通信系统网管设计

采用 **M2000** 网管系统实现对 **BSC**、**Pico** 进行可视化管理，满足对无线设备的管理和维护要求。采用企业核心网网管，主要实现对核心网的可视化管理和配置。

6.3.6.1 网络部署

1、灵活接入/适配网元。多种方式保障井下无线通信设备的灵活接入，支持在线修改维护管理参数。

通过安装适配层软件，可以完成网元和 M2000 之间的数据转换，实现接入管理。M2000 提供 Web 化操作界面和命令行两种方式，可以在不停止 M2000 服务的前提下，动态安装适配层、动态升级适配层补丁。此外，针对使用单套 M2000 管理多类网元的情况，M2000 也具备在不停止服务的前提下，批量安装适配层，以便尽可能减少人工操作和干预的成本。

企业核心网网管也支持远程在线修改维护管理参数。

2、远程集中初始配置。一般 1000 万吨的矿井，基站可达 200 左右，针对井下无线通信设备数量多的特点，M2000 提供两种方式的远程集中初始配置。企业核心网网管也支持远程集中初始配置。

在网络初始配置时，M2000 提供了远程集中初始配置功能：

- 图形化方式。对 CBSS 网元，系统提供图形化的配置功能，为用户提供直观方便的配置手段，用户可以借助此工具完成对 CDMA 接入网络的网元的配置数据浏览和配置。用户可以通过图形化界面批量准备配置数据、远程集中配置设备基本数据。完成对网元设备的初始配置后，网元将具备基本的业务能力。

- 集中命令行方式。M2000 提供集中命令行功能，支持用户在 M2000 界面上向多个同类型网元下发 MML 命令。用户可以将 MML 命令保存到脚本中，通过 M2000 调用并下发给网元。下发 MML 命令时提供两种方式：调试方式、任务方式。当用户使用调试方式时，可以实时查看脚本的执行情况和各条命令的执行结果。当使用任务方式时，用户直接使用集中任务管理功能选用所需的脚本创建任务即可。

3、远程集中升级网元。针对井下无线通信数量多、近端升级困难的特点，M2000 可提供远端集中批量升级。

网元设备进行版本升级是配合业务演进的常见操作维护，M2000 支持远端集中批量升级。用户只需要使用 M2000 对网元进行软件版本升级，即可动态完成适配，将网元设备自身升级对整体网络运维影响降低到最小。

4、网元健康检查。

在网元升级前后、网络例行维护、网络发生异常时，都可以使用 M2000 提供的健康检查功能判断网元状态、网络健康隐患或者定位问题，以便用户提前发现问题、将问题处理成本降到最低。

6.3.6.2 网络维护

1、强大的备份恢复

用户可以设置灵活的备份策略，通过系统备份任务定期完成网管应用程序和实时数据的备份。当应用程序或者实时数据损坏或丢失时，可以通过相应备份包快速进行恢复。此外，也可以通过 M2000 系统提供的专业备份恢复工具，对整个操作系统数据进行备份恢复。

2、完善的系统监控

用户可以通过 M2000 对系统所有服务的状态和各服务器节点系统资源占用情况进行实时监控，并且可以设置系统状态的门限，当出现服务异常中断或系统资源超出门限时，系统以告警的形式快捷地通知用户。

3、可视化的系统维护

在对 M2000 进行调测和维护时，用户除了可以通过命令行的方式操作之外，还可以通过 web 页面操作。用户可以在免安装客户端的情况下进行服务器基本信息查询、M2000 服务器端软件版本升级、适配层安装、按网络制式启停相关组件、数据清理、巡检、故障定位信息采集、北向接口管理等维护类操作，降低技能要求和成本，提高维护效率。

企业核心网网管提供可视化的系统维护。

4、集中任务管理

M2000 基于统一的集中任务管理，自动完成系统相关的例行维护任务。

系统定时任务包括数据库容量管理类任务，数据导出类任务，同步类任务，M2000 备份任务等。

用户定时任务包括网元 license 备份，全网网元定时备份，健康检查，MML 脚本执行任务，iSStar 脚本执行任务，软件定时下载，远程业务升级验证，定时生成配置报表等。

6.3.6.3 核心网管理

企业核心网提供综合性一体化的网络监控与维护、各种网络设备的控制和管理、通信业务的监控和管理、网络负载均衡、网络资源动态调整等功能，为通信保障和指挥控制人员提供全面的网络运行状态参数、标准的和自动的网络管理操作流程，使通信系统中各个网络设备相互协调工作，成为一个有机的整体。

核心网网管软件接口如下图所示。

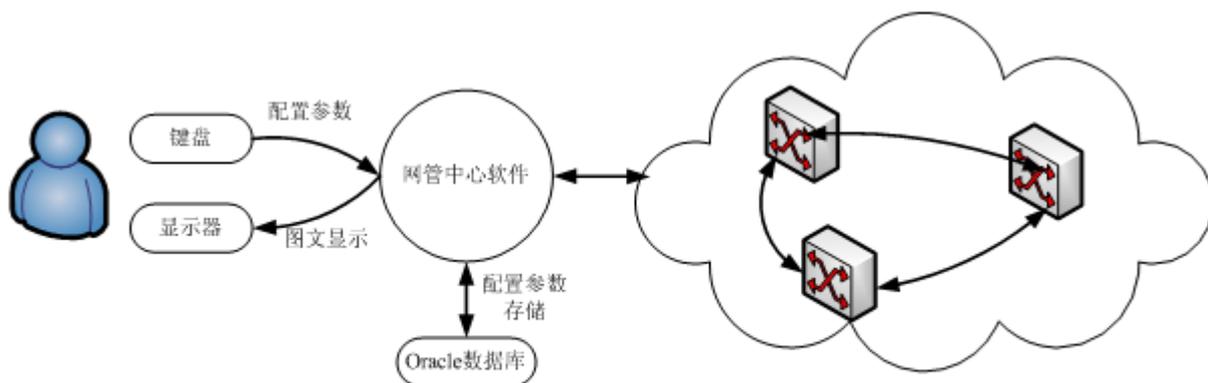


Figure 43 核心网网管软件系统图

网络管理系统主要对网络中硬件设备的集中管理，信息的采集、监控、操作，数据的收集，保存，设备信息的分析，整个网络的统一管理。如下图所示。

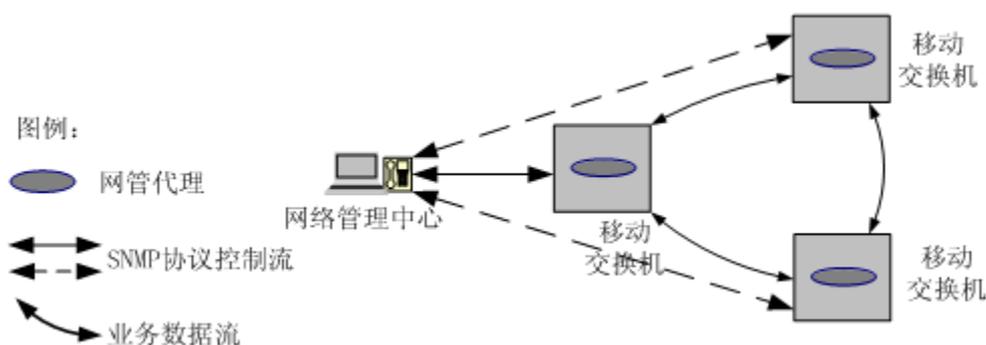


Figure 44 企业核心网网管中心工作原理图

企业核心网网管主要功能如下

资源管理	管理和维护网络站点的配置状况，以便统一维护网络中通信站点的配置，同时，为网络规划提供资源信息	设备管理
		地址管理
网络规划	管理和维护网络站点的配置状况，以便统一维护网络中通信站点的配置，同时，为网络规划提供资源信息。软件初始化后,在此菜单可对网络进行规划,包括站点和管区的相关信息	规划方案管理
		网络规划参数分发

故障管理	对网络中设备的故障进行管理,能够查看分析,对新的故障能提出解决方案	设备最新变更信息
		最新告警
		故障信息管理
系统管理	网络管理人员进行登录,系统验证用户的合法性及权限等	告警设置
		二级网管代理参数管理
		人员管理
		密码修改
		用户注销
		退出系统
		日志维护

6.3.6.4 BSC 网元管理

BSC6680 提供基于 GUI (Graphic User Interface) 和 MML (Man Machine Language) 相结合的操作维护系统, 提供通用操作维护机制, 多方面考虑用户在设备运行和维护方面的需求, 为用户提供强大的设备操作维护功能。BSC 操作维护系统由 M2000、LMT 组成, 也可以外接告警箱。

BSC6680 操作维护系统具有丰富的特点。

1、多种维护方式, 便于灵活操作

BSC6680 提供基于 Client/Server 的分布式体系结构, 提供 GUI 客户端、集中网管维护接口、MML (Man-Machine Language) 等多种维护方式, 支持近端、远端多客户的同时访问。

对于近端维护, LMT 接入 BSC6680 的方式包括:

- 通过 OMUOb 单板面板接口接入
- 通过 VLAN 接入
- 通过 Intranet 网、Internet 网接入

对于远端维护, iManager M2000 接入 BSC6680 的方式包括:

- 通过 VLAN 接入
- 通过 Intranet 网、Internet 网接入

2、强大的硬件管理功能，快速定位和恢复硬件故障

BSC6680 硬件管理提供预警机制和复位机制，确保在业务中断前预留充裕时间处理故障，如果无法及时排除故障可通过复位等操作进行修复，从而避免出现大型事故。

硬件故障发生后，**BSC6680** 通过告警和指示灯进行提示，并提供联机帮助指示如何进一步处理。故障修复后，告警消失。

对故障单板进行“热插拔”更换，可快速修复故障，恢复网络质量。

BSC6680 提供内部物理设备（机柜/插框/单板）状态查询、数据配置、状态管理等功能。

3、先进的软件管理功能，方便平滑升级扩容

BSC6680 软件管理提供升级机制和回退机制，允许操作员将系统从一个版本升级或快速回退到另一个版本。

升级前系统能够自动检测网络健康状态，输出检测报告；升级过程中，可随时中断升级，保持当前进度，下次接续完成；升级完成后检测网络状况，输出升级报告；升级失败可迅速回退版本，短时间内恢复系统正常。

BSC6680 支持远程升级、远程打补丁、远程在线调测、远程数据动态设定，极大的降低了维护成本。

4、丰富的跟踪监测功能，可靠掌握网络状态

BSC6680 提供多层次多级别的跟踪监测机制，包括用户跟踪、接口跟踪、消息跟踪、物理层故障监测、链路层故障监测和其他故障监测，为问题定位提供有效手段；同时可以将跟踪信息保存为文件，通过跟踪回顾工具对历史跟踪消息进行重现。

5、批量升级，大大提升升级效率

远程维护实现批量化升级，提供更加高效的升级和网络调整方案，网络运维时间平均缩短 50%以上。

6.3.6.5 Pico 网元管理

Pico 操作维护方式可分为 LMT 维护和网管集中维护。

- 网管集中维护方式：由华为无线集中网管 M2000 通过操作维护网络维护 BTS。M2000 可以对站点、小区、载频、信道以及单板进行操作维护。网管集中维护用于同时维护多个 Pico。

- **ILMT 维护：**由 LMT 通过 BSC 和 BTS 之间的 Abis 接口提供的操作维护链路维护 BTS（LMT 和 BSC 之间通过局域网通信）。LMT 可以对站点、小区、载频、信道以及单板进行操作维护。LMT 维护用于配置和调整 BSC、BTS 的数据。

BTS 操作维护提供设备管理、软件管理、配置管理、业务管理、性能管理、安全管理、告警管理和环境监控。主要描述如下：

1、设备管理

设备管理包括设备维护和数据配置，设备管理的具体功能如下：

- **设备维护：**提供设备/单板的维护功能，如单板复位、设备状态管理、设备自检、主备倒换、时间校准等。
- **数据配置：**提供设备参数配置、查询、备份的功能，如基站硬件配置、时钟参数配置、算法参数配置、射频参数配置等。

2、软件管理

软件管理的具体功能如下：

- 软件加载与激活
- 软件版本一致性校验
- 软件版本查询
- 软件版本升级与回退

3、配置管理

配置管理的具体功能如下：

- 提供对增加、删除和修改基站数据的一致性检查。
- 支持自动数据备份。
- 支持动态和静态两种数据配置方式：
 - 动态配置数据方式：修改数据能够立即生效。
 - 静态配置数据方式：修改数据必须在基站复位后才生效。

4、业务管理

业务管理的具体功能如下：

- **BTS** 对基带单板、环境监控设备等提供参数设置、告警查询等业务操作维护功能。
- 支持完善的硬件安装自检功能。

5、性能管理

性能管理的具体功能如下：

- 系统能对内部和外部通信网络的性能进行监控，出现性能恶化时产生告警。
- 支持对系统运行的监测，包括各端口业务量的监测、运行技术数据统计。
- 支持单板 **CPU** 等关键器件占有率信息的监控。

6、告警管理

告警管理分为设备告警管理和环境告警管理：

- **设备告警管理**。能够实时检测并上报设备的故障或异常信息，通过 **LMT** 或 **M2000** 的告警管理功能显示告警信息并给出告警处理建议。**M2000** 的告警管理系统可以通过串口与告警箱相连，支持指示灯、告警箱等声光告警方式，并支持客户订阅指定的告警信息，在告警发生时将告警信息转发到维护人员的手机或传呼机上，以便维护人员能及时得到设备故障或异常信息。

- **环境告警管理**。基站的机房通常具有无人值守和分布面积较广的特点。相对于交换机的机房而言，基站机房设备的运行环境较为恶劣，而且可能出现许多突发事件。为保证基站设备的正常工作，应付各种可能的突发事件，**BTS** 提供功能完善的环境告警管理系统。

告警管理的具体功能如下：

- 告警检测
- 告警上报
- 告警屏蔽
- 告警确认
- 告警预处理
- 告警相关性处理
- 告警处理帮助信息

6.4 推荐部署及选型

6.4.1 选型依据

企业核心网满足小型化，集中化，企业级容灾等要求。支持专网公网同号同手机，支持漫游特性，支持无线语音短信业务，支持有线语音视频业务，支持无线有线一体化调度业务，支持数据业务，支持无线 PS 域视频业务。

6.4.2 选型及部署

井上部署两套核心网，一套部署在 S1 省，一套部署 S2，实现异地容灾。

单套核心网系统支持用户容量 5 万，在线用户 10000，单矿井下手机一般 600 部、最大 1000 部。

系统采用 3G CDMA 制式，由 CN（核心网）、BSC（基站控制器）、BTS（基站）、网管和其他必要系统组成。每个矿井各自部署 BTS，多个矿井共享一套 CN 和 BSC。CN 和 BSC 根据总容量部署多套。网管统一部署。

设备名称	设备型号	数量	规划方案
企业核心网	移动软交换、调度台、短消息中心合一的融合核心网	2	向电信申请 2 个信令点 AA 和 BB，企业核心网 1 配置 AA 为主用，BB 为备用，企业核心网 2 配置 BB 为主用，AA 为备用。 无线系统申请四个 IP 地址，每个核心网使用主用和备用两个 IP 地址。分别跟 BSC 和公网 HLR 配置主用和备用链路。 PDSN 申请四个 IP 地址，每个核心网使用主用和备用两个 IP 地址。分别跟 BSC 和公网对接。 SIP Server 申请两个 IP 地址。
时钟服务器	T6020	1	在配置一台时钟服务器
基站控制器	BSC6680	6	BSC 支持带 600-800 个 BTS，建议每个省各部署 3 个 BSC。
无线基站	CDMA Pico 基站，BTS3602B	271	目前 C1 井井下部署 121 个基站，B2 井下部署 150 个基站。
IAD		271	目前 C1 井井下部署 121 个固定调度电话，B2 井下部署 150 个固定调度电话。

6.5 方案亮点

1、无线通信一体化设计

- 支持井上井下同号共手机，支持语音电话和 IP 视频电话统一调度，支持无线通信和定位基站共天线。

2、业务丰富

- 支持井上井下语音、短信、数据和视频通话，支持内网和公网之间的语音、短信、数据业务。

3、组网灵活

- 根据实际情况，煤矿用户可采用只建基站，接入电信大网的模式；也可采用自建核心网，与电信大网互通的模式。

6.6 备选方案

6.6.1 备选方案 1—本地端局作为和电信 CDMA 网络互通节点

和主方案类似，企业核心网和电信C网的互通节点在电信的端局。分别和S1本地电信VMSCe和S2本地电信VMSCe互通。

客户向 S1 和 S2 各申请一个漫游号码 TLDN 号段，S1 TLDN1、S2 TLDN2。S1 的 TLDN1 号段路由通过 S1 VMSCe 指向 S1 的企业核心网（可以从 S1 VMSCe 的原有 TLDN 号段中划出一个子号段给企业核心网），S2 的 TLDN2 号段路由通过 S2 VMSCe 指向 S2 的企业核心网（可以从 S2 VMSCe 的原有 TLDN 号段中划出一个子号段给企业核心网）。

企业核心网通过 VPN 接入到电信 CN2 承载网。为减少对电信现网网络结构和数据配置的影响，企业核心网仅和所在地的端局软交换直接互通，和其他端局之间不设置直达中继。对于漫游号码段 S1 TLDN1 和 S2 TLDN2, S1 和 S2 的端局增加相关的数据配置 TLDN1/TLDN2 分别指向 S1 和 S2 的本地 VMSCe; T2 汇接局 TMSCe2 增加相关的数据配置 TLDN1/TLDN2 分别指向 S1 和 S2 的本地 VMSCe; S1 和 S2 本地的 VMSCe 增加数据配置分别指向 S1 和 S2 的企业核心网。如果从 VMSCe 的原有 TLDN 号段中划出一个子号段给企业核心网用则其他端局、关口局和汇接局不用增加相关路由数据配置。

企业核心网和电信固网的呼叫也通过电信 VMSCe 汇接。

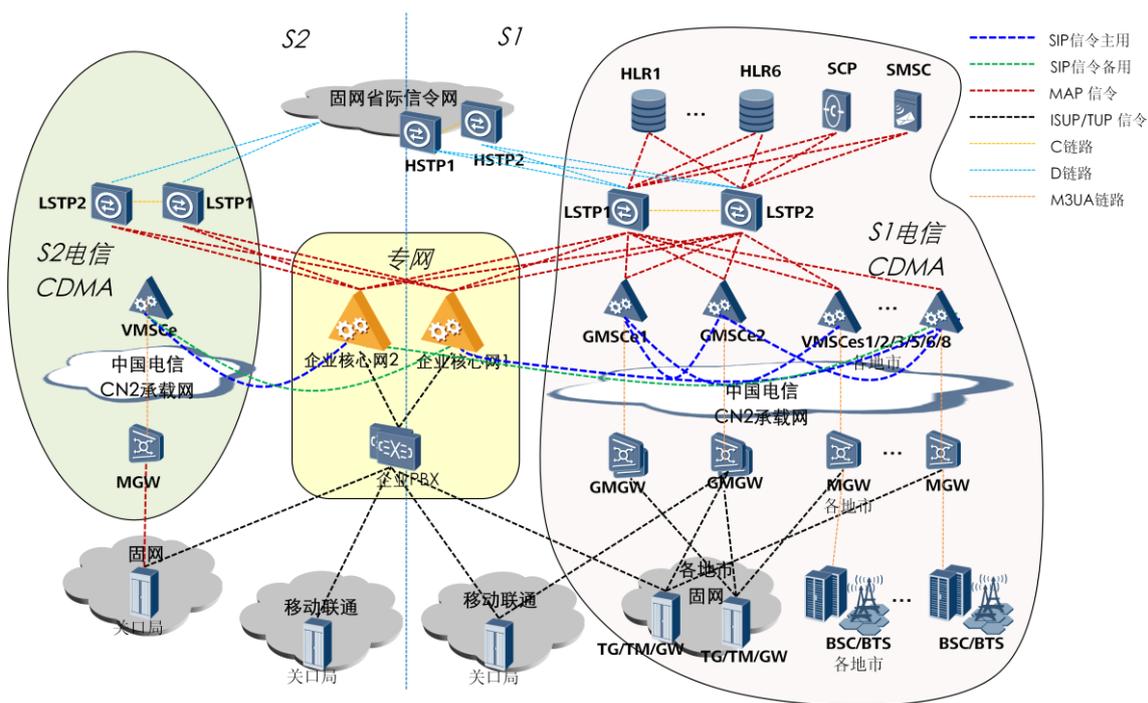
开通 S2 企业核心网到 S1 VMSCe 和 S1 企业核心网到 S2VMSCe 的 SIP 中继，仅用于容灾的情况。正常情况下，去 S1 的呼叫从 S1 企业核心网出局，去 S2 的呼叫从 S2 企业核心网出局。

企业核心网和企业 PBX（C&C08 128）开通 TDM 中继，负责企业内部呼叫。

企业 PBX 同时负责疏通企业移动用户呼叫中国移动和中国联通用户的话务。企业需要和 S1 本地和 S2 本地的移动联通协商，在原企业 PBX 的中继上送企业移动号码（即电信 C 网号码）。企业 PBX 需增加相关路由配置。协商成功前，企业移动用户呼叫中国移动和中国联通用户的话务通过电信 C 网关口局路由。建设中后期考虑企业核心网到中国移动和中国联通的直达中继。

企业核心网经企业 PBX 到电信固网关口局作为企业核心网和电信 C 网的第二路由，企业承载网故障的场景。电信 C 网到企业核心网也可以经过电信固网关口局到企业 PBX 作为电信 C 网到企业核心网的第二路由。企业 PBX 需增加相关路由配置。

信令网组网本方案和主方案没有多少不同，除了 SIP 中继不一样。



6.6.2 备选方案 2—中继互通方式

如果电信不提供信令点和 HLR 开户等服务，可以将用户在核心网上面开户，通过核心网与企业 PBX 的 E1 中继来转发呼叫。

核心网包含移动软交换、HLR、调度中心、短消息中心、SIP Server。

基本呼叫：

本地呼叫进行本地交换。

每个手机号码都可以绑定一个固定号码，如 18909126001 绑定 8286001，出局的时候主叫号码变换成 8286001，通过 PBX 与电信关口局之间对接。

入局的时候 PBX 配置 8286 字段转发到企业核心网，由企业核心网完成号码映射和内部转换。

短信：

短信互通暂不支持。需要增加信令点，对接公网 HLR 和 SMSC 才能支持。

优点：利用现有 PBX 中继转发，节省资源和投入。

主要问题：短信互通有影响。

7 井下定位业务设计

7.1 设计原则

根据对前述煤矿定位系统需求的分析，定位系统应遵循如下的设计原则：

- 1、定位系统定位精度应满足煤矿灾后救援要求，如工作面为 10 米左右，主巷道可适当放宽到 50 米。
- 2、定位系统应实现井下作业人员进出的有效识别，避免出现漏卡问题。
- 3、定位系统管理应充分人性化、信息化和高度自动化，系统可图形化显示井下人员分布，用户可随时方便的实施跟踪监测移动目标的活动轨迹。
- 4、定位系统可方便的按要求提供各种报表数据，为高级管理人员提供考勤作业、人员进出限制等多方面的信息查询。

7.2 标准和规范

《AQ 1048 煤矿井下作业人员管理系统使用与管理规范》

《AQ 6210 煤矿井下作业人员管理系统通用技术条件》

《AQ 6201 煤矿安全监控系统通用技术要求》

7.3 定位业务方案系统设计

7.3.1 定位解决方案概述

定位系统采用飞行时间定位技术，定位精度高，主要用来跟踪监测井下人员，实时掌握井下人员数量、分布情况和工作路线，并可对人员进行考勤管理。

定位系统包括地面设备和井下设备组成。地面设备主要为定位服务器(含备机)、监控主机及配套的网络打印机。井下设备包括综合分站内的人员定位模块、定位辅站及定位卡（含人员及车载）。

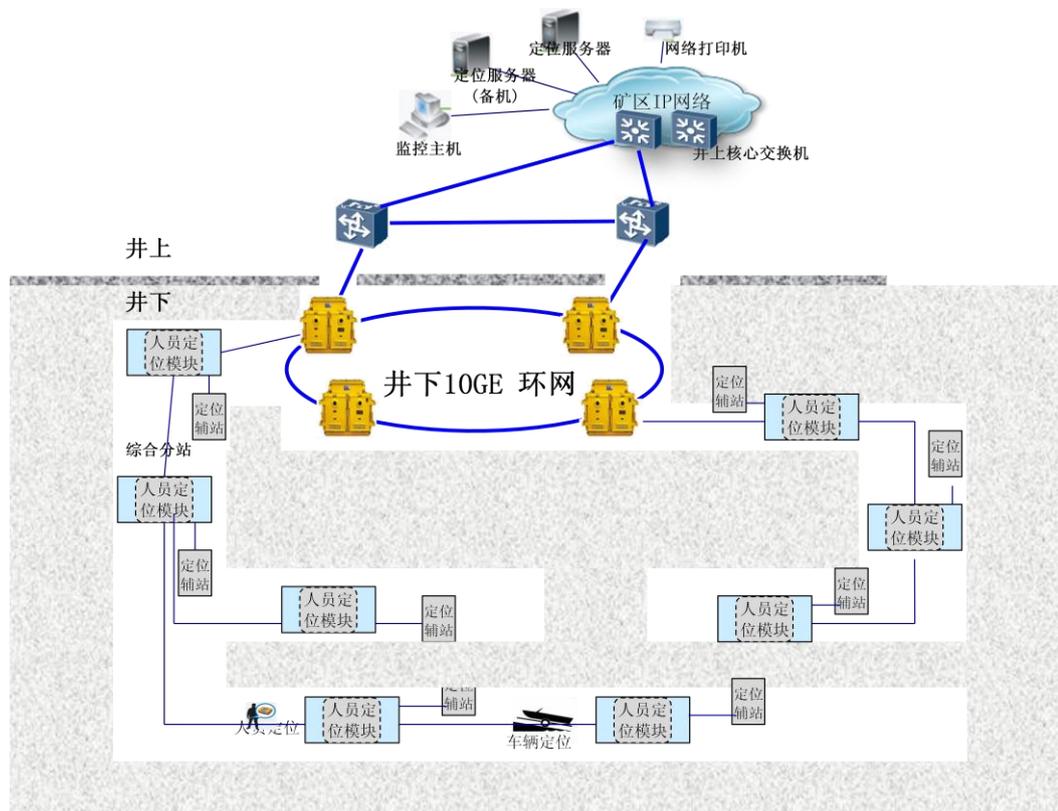


Figure 45 定位系统组网

7.3.2 定位技术原理

根据煤矿井下作业人员管理系统通用技术条件要求，人员管理系统必须准确统计井下及各区域人数，本系统在此基础上提供精确定位能力，下面分别介绍人员统计及精确定位方案。

7.3.2.1 人员统计方案

本系统人员统计原理与常用井下 RFID 技术类似，定位卡采用预先确定的某个 zigbee 公共频点定时广播一次携带定位卡 ID 的无线信号报文，当定位卡进入分站定位模块覆盖范围后，分站定位模块将收到该报文并上报定位服务器，定位服务器记录定位模块编号、定位卡 ID 及经过时间，表示该人员处于该定位模块覆盖范围下。由于定位卡使用充电电池供电，为避免用户频繁充电，目前定时广播周期为 5 秒，定位卡广播完毕即处于休眠状态，因此可满足一次充电至少使用 60 天的要求。

煤矿人员管理制度规定每天必须清点出/入井人数，确保一致，因此井下人员数量统计必须准确，当前客户要求保证 200 人同时以 80 公里时速经过分站不应出现漏卡现象。

目前分站定位模块 zigbee 无线覆盖范围直径可达 600~800 米，而定位卡每 5 秒发送一次报文，当持卡人员乘车以 80 公里时速（22m/s）经过分站时，穿越人员定位模块覆盖距离时间为 27~36 秒，定位卡一共可发送报文 5~7 次，即使 200 张卡情况下偶尔出现通信丢包问题，只要在分站定位模块覆盖范围内成功读取一次即可解决漏卡问题。

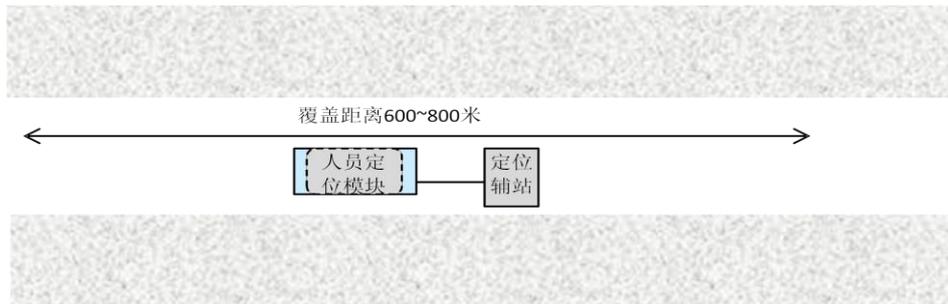


Figure 46 漏卡分析

除了采用分站检测人员出/入井外，人员定位系统还支持采用生物考勤并提供定位卡唯一性、有效性检测。生物考勤设备一般布置于井上井口附近（如检身房）。

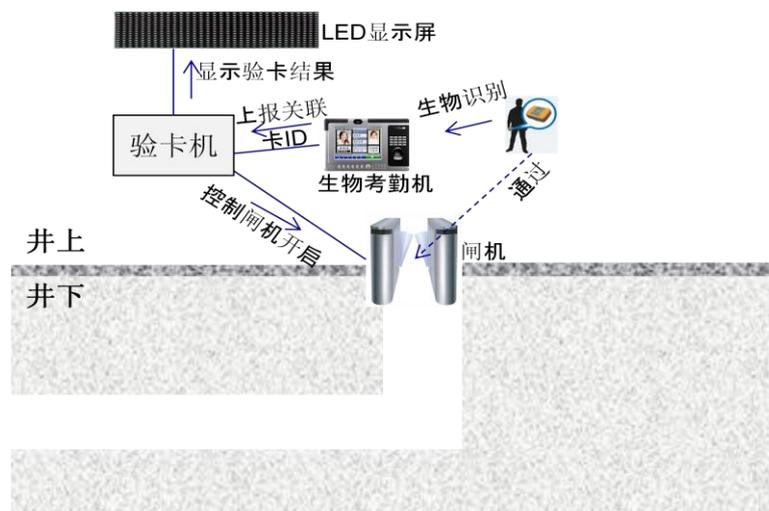


Figure 47 生物考勤

如图，验卡机内置门禁控制器，通过标准接口接外部生物考勤机和闸机，验卡机无需支持精确定位，只接收定位卡采用公共频点上报的考勤或告警（如电量低）报文，验卡机一般无线覆盖范围为全向 100~200 米，生物考勤机应安装于其覆盖范围内。当下井人员经过生物考勤机（如指纹、虹膜、人脸、静脉等）识别后，考勤机将与识别结果关联的定位卡 ID 上报至验卡机，验卡机识别其无线信号覆盖范围内是否存在该定位卡，存在则控制闸机开启，否则闸机保持关闭，采用生物考勤机可一定程度解决代打卡、定位卡唯一性识别问题。此外验

卡机可同时将验卡结果送往 LED 屏幕显示，定位卡电量低告警也由验卡机接收并显示在 LED 显示屏上提醒配卡人员及时充电。

7.3.2.2 精确定位方案

定位系统采用信号飞行时间（TOF）定位技术，通过卡发出的信号飞行到分站的时间来获取距离数据，监控中心主机根据距离信息准确的判断出人员的具体位置，可以基本消除信号强度带来的影响，可以在各种环境下获得精确的定位数据，基本不受井下特殊环境的影响。

在 TOF 测距时，本地节点 A 向远程节点 B 发送一个数据包，当 B 节点收到数据包时，会自动发送一个确认来响应这个数据包。如下图所示：

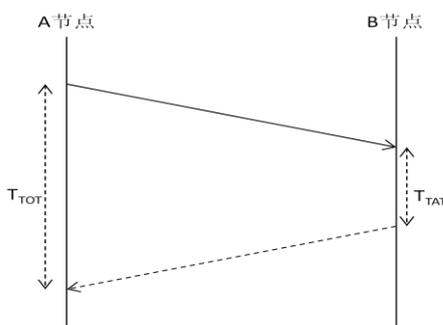


Figure 48 测距原理

A 节点测量出从发送数据包到接收确认的时间，这段消耗总时间记为 T^{TOT} 时间；B 记录了 B 从收到数据包到 B 回应确认消息的这个时间段的时间，记为 T^{TAT} 。用 T^{TOT} 总时间减去周转时间 T^{TAT} 就是双方的数据包在飞行中度过的往返时间，记为 T^{RTT} 时间。假定在每个方向发生的飞行时间 T^{TOF} 等于 50% 的往返时间，如下所示：

$$T^{TOF} = T^{RTT}/2 = (T^{TOT} - T^{TAT})/2$$

当计算出 T^{TOF} 后，根据 $D=T^{TOF} \cdot c$ (c 为光速， $3 \times 10^8 \text{m/s}$) 可以计算出节点间的距离。

经过实际测试，本系统通过信号飞行时间（TOF）实现的精确定位误差 96% 都在 10 米之内。

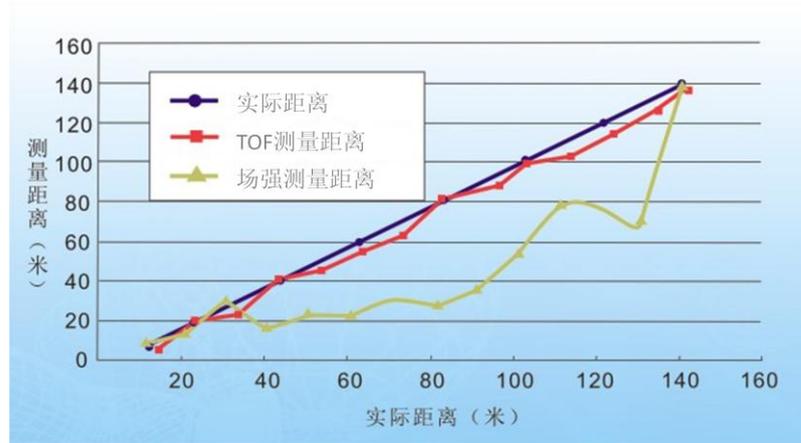


Figure 49 定位精度

精确定位方案要求煤矿井下全程部署定位系统，经过评估及实际验证，一套定位模块&定位辅站覆盖半径可达 300 米~400 米。

7.3.3 人员考勤及定员管理

在解决漏卡问题实现精确人员统计基础上，人员管理系统提供如下功能：

1、系统具有监测携卡人员出/入井时刻并统计携卡人员下井总数及人员、出/入井时刻、下井工作时间等功能，统计结果可按要求显示、打印、查询。

井下人员监测是人员管理系统的重要功能，在遏制超定员生产、事故应急救援、井下作业人员考勤方面发挥重要作用。

本系统通过前述多种方式保证井下人员统计无遗漏、无重复，用户可随时查看井下人员数据，如图：

井下人数

区域: [] 部门: [] 工种: [] 位置: 井下 是否干部: 全部 90000 秒内活动过

全选

序号	卡号	姓名	部门	工种	职务	区域	入井时间	出井时间	最后活动时间
1	10403	张三	销售部	电机车维修工	安监部长	测试字区域,限制区,	2012-7-20 18:25:49		2012-7-23 16:33:19
2	10341	李四	工程部	卡矿工	董事长	测试字区域,限制区,	2012-7-20 18:25:45		2012-7-23 16:33:22
3	10203	丽8	董事会	安全员	科室人员	测试字区域,限制区,	2012-7-20 18:25:45		2012-7-23 14:50:50
4	10390	张二	董事会	安全员	科室人员	测试字区域,密集区,	2012-7-20 18:25:45		2012-7-23 0:07:49
5	10011	李酒		皮带工	生产部长	测试字区域,限制区,	2012-7-20 18:25:49		2012-7-23 16:33:20
6	10021	思思	销售部	电机车维修工	安监部长	测试字区域,限制区,	2012-7-20 18:25:45		2012-7-23 16:33:21
7	10556	李七	董事会	安全员	科室人员	测试字区域,限制区,	2012-7-20 18:25:48		2012-7-23 16:33:21
8	10320	李六		皮带工	生产部长	测试字区域,限制区,	2012-7-20 18:28:44		2012-7-23 16:33:09
9	10349	李三	董事会	安全员	科室人员	测试字区域,限制区,	2012-7-20 18:28:44		2012-7-23 16:33:20
10	10279	李二		皮带工	生产部长	测试字区域,	2012-7-23 16:25:35		2012-7-23 16:33:18
11	30000	30000	工程部	公司领导	副矿长	测试字区域,	2012-7-23 16:28:45		2012-7-23 16:33:19
12	30001	30001	工程部	公司领导	副矿长	测试字区域,	2012-7-23 16:28:45		2012-7-23 16:33:19

14 | 页 1 | 共 78 |

Figure 50 井下人员总数查看

为实现定员管理，用户可设置井下人员总数及井下工作最长时间，如图：

参数设置

系统显示名称: 综合通信及监控系统

欢迎致辞: 热烈欢迎省安监局领导莅临我矿检查指导工作

井下超时时限: 8 小时

全井超员设置: 500 人

高网设置: 2 小时

出井时间: 300 秒

出井距离: 50 米

考勤开始日期: 1 号

考勤结束日期: 30 号

考勤是否跨月: 不跨月 跨月

Figure 51 井下定员管理

当系统根据井下人员统计数据识别到超员或超时将上报告警，以超时为例：

选择	序号	卡号	姓名	部门	班组	工种	位置	入井时间	最近活动时间	在井下时间
<input type="checkbox"/>	1	50099	喻喻	工程部		技术员	实验室	2012-08-16 17:24:36	2012-08-17 10:03:42	16小时39分钟10秒
<input type="checkbox"/>	2	37264	37264	安监部		安监部	链路实验室	2012-08-16 14:24:44	2012-08-17 10:03:26	19小时39分钟2秒
<input type="checkbox"/>	3	50149	张宇	安监部		空压机工	链路实验室	2012-08-15 16:58:35	2012-08-17 10:03:45	41小时5分钟11秒
<input type="checkbox"/>	4	50261	50261	董事会		公司领导	链路实验室	2012-08-16 12:57:34	2012-08-17 10:03:42	21小时6分钟12秒
<input type="checkbox"/>	5	50331	50331	工程部		技术员	链路实验室	2012-08-15 16:57:43	2012-08-17 10:03:45	41小时6分钟3秒
<input type="checkbox"/>	6	50449	50449	工程部		技术员	链路实验室	2012-08-15 16:58:30	2012-08-17 10:03:42	41小时5分钟16秒
<input type="checkbox"/>	7	50254	50254	安监部		安监部	个地方	2012-08-17 10:00:19	2012-08-17 10:03:40	0小时3分钟27秒
<input type="checkbox"/>	8	50357	50357	安监部		安监部	个地方	2012-08-17 09:49:20	2012-08-17 10:03:40	0小时14分钟26秒
<input type="checkbox"/>	9	7092	7092	行政部			12	2012-08-17 10:01:22	2012-08-17 10:03:42	0小时2分钟24秒
<input type="checkbox"/>	10	7093	7093	行政部			12	2012-08-17 10:01:22	2012-08-17 10:03:42	0小时2分钟24秒
<input type="checkbox"/>	11	7097	7097	行政部			12	2012-08-17 10:01:22	2012-08-17 10:03:43	0小时2分钟24秒
<input type="checkbox"/>	12	7114	7114	行政部			12	2012-08-17 10:01:23	2012-08-17 10:03:43	0小时2分钟23秒

Figure 52 井下超时告警

2、系统具有监测携卡人员出/入重点区域时刻并统计携卡人员出/入重点区域总数及人员、出/入重点区域时刻、工作时间等功能，统计结果可按要求显示、打印、查询。

为实现重点区域管理，用户需采用区域管理功能创建要监控的重点区域，如图：

添加区域 - X

上级区域

区域类型

区域名称

区域编号

人数上限

Figure 53 创建区域

创建区域时可指定上级区域、区域类型、区域名称、编号及人数上限。由于系统支持在包含大范围巷道的区域内分段划分小区域的功能，因此创建区域时可以关联其上级区域；区域类型包括正常区域、重点区域、限

制区域，按国标要求一般针对重点区域应设置人数限制；区域名称用于用户指定与业务相关的名称，如“XXX工作面”；区域编号为该区域识别标示，该编号在矿井内保持唯一；人数上限一般用于重点区域实现定员管理。以上区域属性（除了区域编号外）在区域创建后可以随时修改。

当区域创建后，用户可以在创建分站时绑定所属区域，也可以在分站创建后修改其所属区域，如图：



Figure 54 绑定区域内分站

当分站与区域关系绑定后，该区域内所有分站覆盖范围内人员统计数据都归属于区域，用户可按区域查询统计结果或其他操作，以查询为例：

序号	卡号	姓名	部门	工种	职务	区域	入井时间	最后活动时间	
1	50441	个豆腐干大概发动反攻	安监部	安监部	安监部长	密集区	2012-08-21 14:58:40	2012-08-21 15:13:05	📍
2	50449	佛挡杀佛斯赫芬斯赫芬	工程部	技术员	井下工人	密集区	2012-08-21 14:58:39	2012-08-21 15:13:06	📍
3	7988	7988	工程部		施工队长	密集区	2012-08-21 15:09:09	2012-08-21 15:13:05	📍
4	7989	7989	工程部		施工队长	密集区	2012-08-21 15:09:09	2012-08-21 15:13:05	📍
5	7990	7990	工程部		施工队长	密集区	2012-08-21 15:09:09	2012-08-21 15:13:05	📍
6	7991	7991	工程部		施工队长	密集区	2012-08-21 15:09:09	2012-08-21 15:13:05	📍
7	7992	7992	工程部		施工队长	密集区	2012-08-21 15:09:09	2012-08-21 15:13:05	📍
8	7993	7993	工程部		施工队长	密集区	2012-08-21 15:09:09	2012-08-21 15:13:05	📍
9	7994	7994	工程部		施工队长	密集区	2012-08-21 15:09:09	2012-08-21 15:13:05	📍
10	7995	7995	工程部		施工队长	密集区	2012-08-21 15:09:09	2012-08-21 15:13:05	📍
11	7996	7996	工程部		施工队长	密集区	2012-08-21 15:09:09	2012-08-21 15:13:05	📍
12	7997	7997	工程部		施工队长	密集区	2012-08-21 15:09:09	2012-08-21 15:13:05	📍
13	7998	7998	工程部		施工队长	密集区	2012-08-21 15:09:09	2012-08-21 15:13:05	📍
14	7999	7999	工程部	公司领导	施工队长	密集区	2012-08-21 15:09:09	2012-08-21 15:13:05	📍
15	8000	8000	工程部		施工队长	密集区	2012-08-21 15:09:09	2012-08-21 15:13:05	📍

Figure 55 重点区域人数查询

当系统根据重点区域人员统计数据检测到重点区域超员时将上报告警，如图：

选择	序号	区域名称	限制人数	实际人数	报警开始时间	恢复正常时间
<input type="checkbox"/>	1	工作区	2	2001	2012-07-17 15:49:49	2012-07-18 21:51:03
<input type="checkbox"/>	2	工作区	2	3	2012-07-18 21:51:08	2012-07-18 22:03:28
<input type="checkbox"/>	3	工作区	2	3	2012-07-18 22:03:33	2012-07-19 00:33:18
<input type="checkbox"/>	4	工作区	2	3	2012-07-19 00:33:23	2012-07-19 00:57:58
<input type="checkbox"/>	5	工作区	2	3	2012-07-19 00:58:03	2012-07-19 01:09:43
<input type="checkbox"/>	6	工作区	2	3	2012-07-19 01:09:48	2012-07-19 01:35:08
<input type="checkbox"/>	7	工作区	2	3	2012-07-19 01:35:13	2012-07-19 01:35:43
<input type="checkbox"/>	8	工作区	2	3	2012-07-19 01:35:48	2012-07-19 02:25:33
<input type="checkbox"/>	9	工作区	2	3	2012-07-19 02:25:38	2012-07-19 02:48:53
<input type="checkbox"/>	10	工作区	2	3	2012-07-19 02:49:03	2012-07-19 03:09:48
<input type="checkbox"/>	11	工作区	2	3	2012-07-19 03:09:53	2012-07-19 03:11:28
<input type="checkbox"/>	12	工作区	2	3	2012-07-19 03:11:33	2012-07-19 03:58:33
<input type="checkbox"/>	13	工作区	2	3	2012-07-19 03:58:38	2012-07-19 04:15:28
<input type="checkbox"/>	14	工作区	2	3	2012-07-19 04:15:33	2012-07-19 04:34:33
<input type="checkbox"/>	15	工作区	2	3	2012-07-19 04:34:38	2012-07-19 04:46:53

Figure 56 重点区域超员告警

3、系统具有监测携卡人员出/入限制区域时刻并统计携卡人员出/入限制区域总数及人员、出/入限制区域时刻、滞留时间等功能，统计结果可按要求显示、打印、查询。

当用户创建限制区域后（创建方法同重点区域，但区域类型为限制区域），查询该区域人数、人员出/入时刻、滞留时间等功能同重点区域。

用户针对限制区域可设置准入权限，没有准入权限的工作人员进入该区域时，系统将上报区域报警；设置为禁区后，任意人员进入该区域都将上报区域报警：

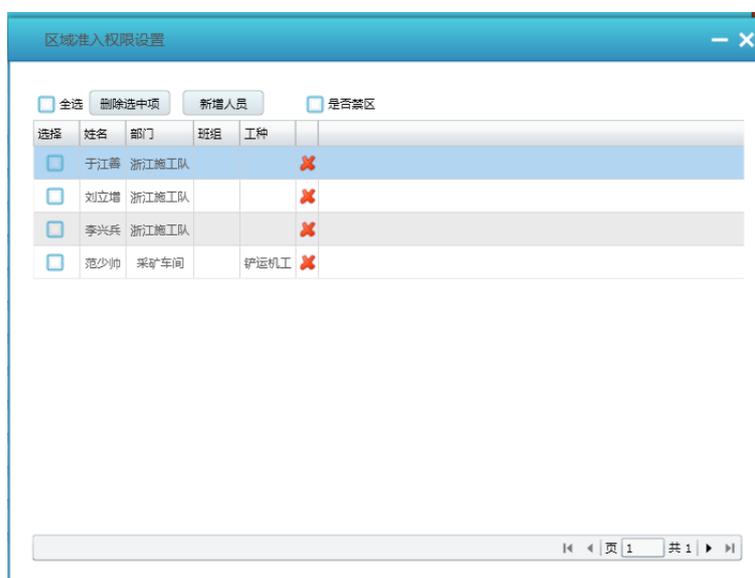


Figure 57 准入权限设置



Figure 58 区域报警

系统可按部门、地域、时间、分站、人员等分类查询、显示、打印相关统计数据。



Figure 59 综合查询

通过对人员精确定位可实现准确掌握井下坑道作业面工作人员的位置、分布情况和每个人员任意时刻所在的位置及各时间段的活动轨迹，为事故处理和救援工作提供可靠的数据依据，保证抢险救灾和安全救护工作的高效运作。



Figure 60 轨迹回放

7.3.4 定点考勤管理

定点考勤管理功能可以对煤矿井下特殊作业人员（特种人员）进行监督，例如瓦斯检查员必须负责分工区域内的瓦斯巡回检查，定点考勤管理功能可有效识别瓦斯检测员是否按时按规定路线进行检查，有效避免漏检、假检等问题。

用户应通过人员定位管理系统预先设置特种人员应经过的分站及停留时间，如下图：

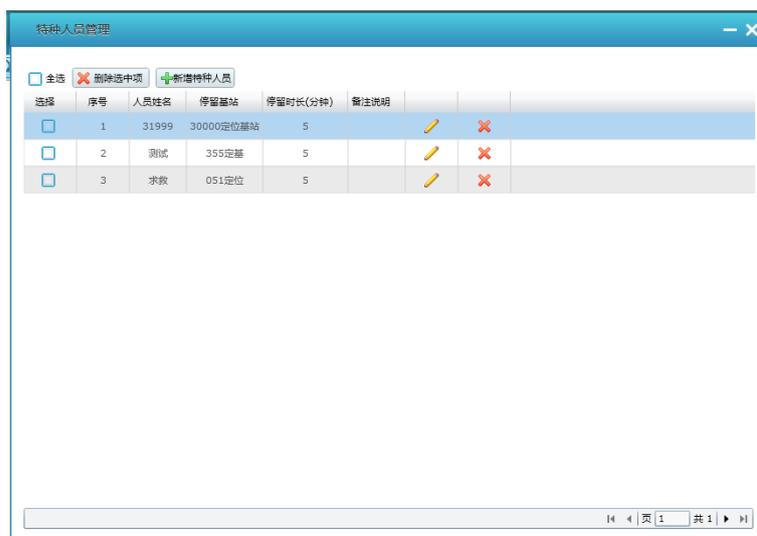


Figure 61 特种人员管理

当特种人员没有按照预定要求经过分站并停留足够时间后，管理系统将上报告警提醒管理员注意。用户也可随时查询特种人员每天作业情况，如下图：

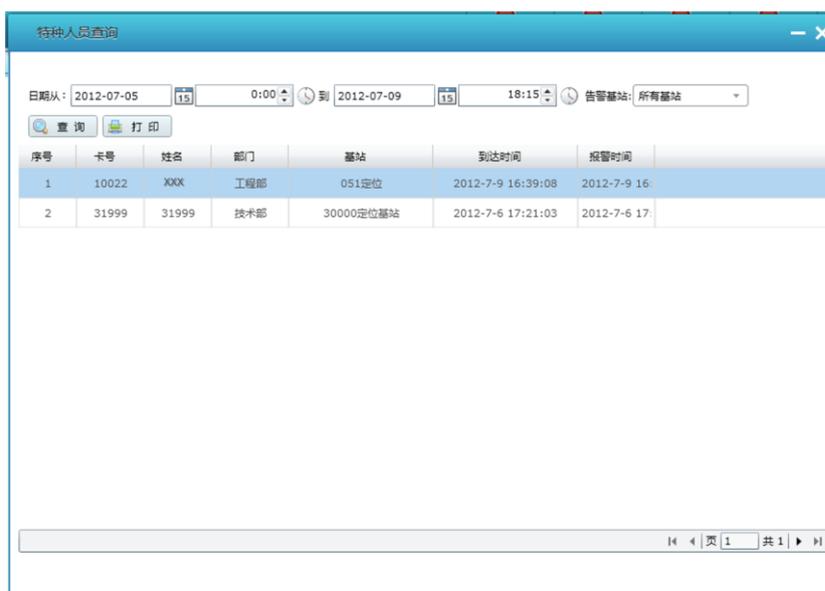


Figure 62 特种人员查询

7.3.5 紧急报警

定位卡内置蜂鸣器、指示灯、按钮，利用综合分站和定位卡之间双向通信能力可提供紧急报警功能。

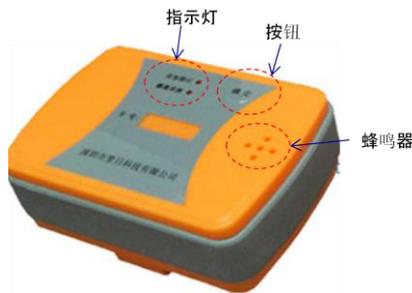


Figure 63 定位卡

当井下人员遇到突发情况（如火灾、瓦斯爆炸、冒顶、透水等）时可通过矿用本安型定位卡上的求救按钮进行报警求救，该求救信号信号上传至服务器后立即在界面上显示和统计。



Figure 64 报警界面

用户点击求救报警图标即可查看详细求救报警情况。

求救信息

人员求救(3)

全选 确定阅读 刷新

选择	序号	卡号	部门	姓名	班组	工种	报警位置	报警时间	最后一次报警
<input type="checkbox"/>	1	50261	董事会	50261		公司领导	链路实验室	2012-08-16 18:50:19	2012-08-16 18:50:19
<input type="checkbox"/>	2	50218	后勤部	50218		零杂工		2012-08-15 16:12:17	2012-08-15 16:12:17
<input type="checkbox"/>	3	50149	安监部	张宇		空压机工	链路实验室	2012-08-15 10:26:56	2012-08-15 10:41:09

14 | 页 1 | 共 1 |

Figure 65 求救报警信息

当有人员求救报警时，在地图界面上表示该人员的图标也会闪烁以提醒用户注意。

当井上人员知道有险情发生时，可立即通知井下所有（或按区域、按分站通知）佩戴定位卡的人员撤离，为逃生提供宝贵时间。

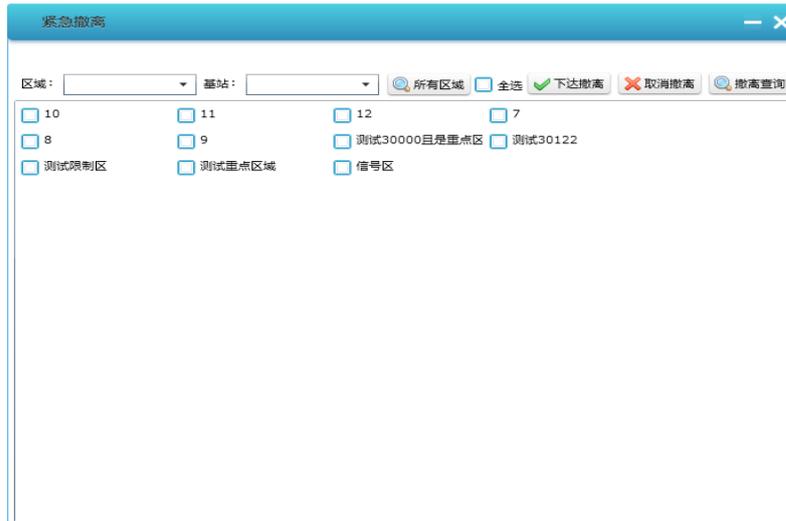


Figure 66 紧急撤离

定位卡接收到紧急撤离信号后通过内置的指示灯及蜂鸣器以声光告警方式提醒配卡人员紧急撤离。

7.4 推荐部署及选型

7.4.1 推荐部署场景

人员定位系统一般由各矿分别独立部署，各矿人员定位及考勤报表数据可上报到集团公司系统。

人员定位系统由主备定位服务器、监控主机、定位分站等组成，定位分站由于集成在综合分站中，部署方案主要与无线覆盖相关。

7.4.2 选型配置

除了综合分站（内置定位模块）及定位辅站外，定位系统其他各部件如下：

1. 定位服务器

定位系统采用 PC 服务器（CPU：推荐推荐 Intel® Core2 Duo 3.0G 及以上；内存：>=4G；硬盘：>=250G；操作系统：windows server 2003 sp2）并安装软件后可作为定位服务器。

2. 定位卡



井下人员佩戴定位卡后，定位系统通过与定位卡收发信号实现精确定位，定位卡具备报警及撤离功能，主要技术指标如下：

- 供电：采用充电电池，DC 3.7V，循环充电次数》500，一次充电工作时间》60天
- 工作频率：2402.5MHz~2477.5 MHz
- 发射功率：-50dBm~+20dBm；
- 接收灵敏度：-75dBm
- 无线通信距离在可视距离下不小于 500 米

7.5 方案亮点

1、井下全程精确定位

- 实现井下全程精确定位，抗干扰能力强，精度可达 10 米。

2、有效解决漏卡现象

- 定位模块覆盖距离半径可达 300 米~400 米，通信偶尔丢包不影响定位识别功能，有效解决漏卡现象。

8 井下广播业务设计

8.1 设计原则

《煤矿井下通信联络系统使用与管理规范（试行）》广播系统要求如下：

广播系统应具有广播主机向所有连接音箱进行广播和扩放的功能，广播系统宜具有井下音箱与地面主机的对讲功能；广播系统应具有广播主机向特定用户（组）选择播放功能；广播系统应具有紧急广播功能，广播室只需要打开紧急发送器，可强行切掉所有广播而转入紧急播放内容，讲话完毕后自动恢复原有状态，用于紧急通知、灾情通报等，紧急播放内容也可连续重复播放，广播系统宜具有组播和选播功能；广播主机要求 24 小时不间断运行，主板、话筒等关键部件设备应有备份。广播音箱应设置在便于观察、调试、检验、围岩稳定、支护良好、无淋水、无杂物的位置。

根据规范及广播系统需求，广播系统应遵循如下设计原则：

- 1、广播系统应采用数字技术解决模拟广播易受干扰、无法远距离传输、易串音等问题。
- 2、广播系统应采用 IP 技术以便接入井下以太网络，无需重复布线，且广播系统易于扩展，可随时在以太网可达位置增加广播站实现井下广播系统全覆盖。

- 3、广播系统除具有向所有或特定用户（组）进行广播功能外，还应提供一键双向对讲/喊话功能以满足井下紧急通知、灾情通报、生产调度等需求。

广播系统高可靠性，可 24 小时不间断运行，系统可自动检测部件工作状态，部件故障或工作异常时应主动报警提醒用户进行处理。

8.2 标准和规范

《GB 12173-90 矿用一般型电气设备》

《MT 209-90 煤矿通信、检测、控制用电工电子产品通用技术要求》

《GB 50055-2011 通用用电设备配电设计规范》

8.3 广播业务方案系统设计

8.3.1 广播和对讲方案概述

煤矿井下广播系统是专为煤矿行业设计开发的语音广播产品，适用于矿山井下巷道、停车场、变电所、工作面等场所。广播系统为全数字型 IP 系统，地面广播主机通过以太网连接井下综合分站（内置本安广播模块）。通过广播系统可对井下实现全员、分组、定点广播或播放背景音乐，为井下工人提供音乐与安全知识教育，从而提高安全生产意识，丰富职工文化活动，紧急情况下可作为紧急呼叫系统，通知区域或全矿井人员紧急撤离，为应对紧急突发事件提供快速应急通信，保障矿井安全。

本系统井上主要设备为广播服务器（音频服务器）以及配套的播音话筒（麦克风）、网络话筒、监听音箱，井下主要设备为综合分站（内置 IP 本安音箱）、独立 IP 本安音箱和电源。综合分站一般部署距离相隔 600~800 米，因此当分站间需要广播做补充覆盖时可以采用独立的 IP 本安音箱及配套电源，IP 广播终端与综合分站间采用 FE 光口连接。系统组网如下：

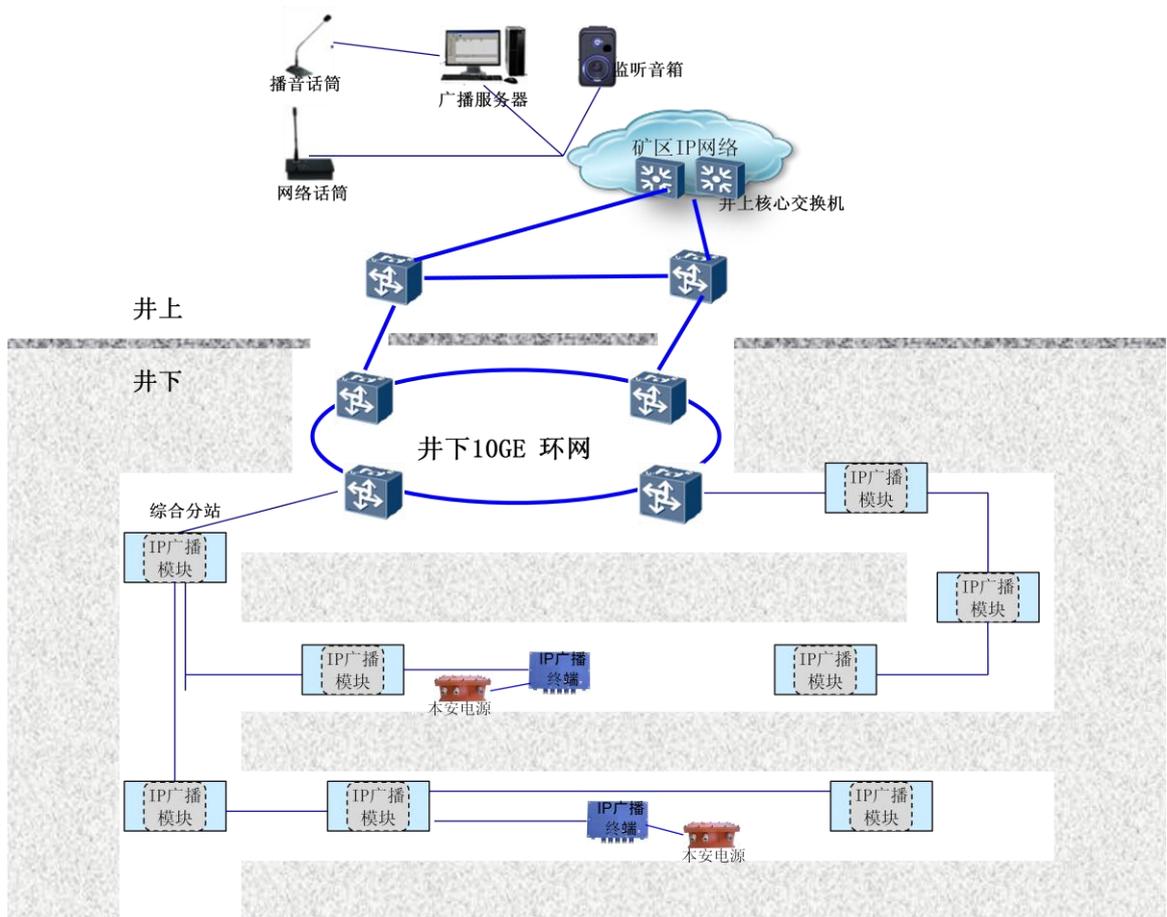


Figure 67 广播系统组网

广播系统各设备功能描述表:

设备	功能描述	配置	优先级
广播服务器	广播服务器一般用于背景音乐、安全知识教育等用途，音源包括本地存储的各种 MP3 音频文件、麦克风以及 DVD/CD/调音台等模拟输入信号。	播音话筒，大容量硬盘，模拟输入接口。	低
网络话筒	通过网络话筒实现井上对井下紧急广播/对讲功能，一般调度室网络话筒应设置最高优先级对讲权限，调度员通过网络话筒可随时中断井下某个终端、某个分区或所有终端的广播/对讲实现紧急对讲，紧急对讲完毕后恢复原有广播/对讲。	有音箱，有话筒。	最高
监听音箱	用户通过管理软件打开任意广播终端麦克风并	只有音箱，没有	不涉及

	将采集的声音数据（包括环境声音及广播声音）传送到监听音箱播放。	话筒。	
IP 广播终端	IP 广播终端接收调度室紧急广播，和井上双向对讲，和井下 IP 广播终端双向对讲，可对本分区进行紧急广播。	有音箱，有话筒。	高

为简化描述，以下章节中单独描述的 IP 广播终端也包括综合分站中的 IP 广播模块。

8.3.2 广播对讲方案

广播系统采用 UDP 点对点方式通信，本质上广播服务器及井下 IP 广播终端是对等的。

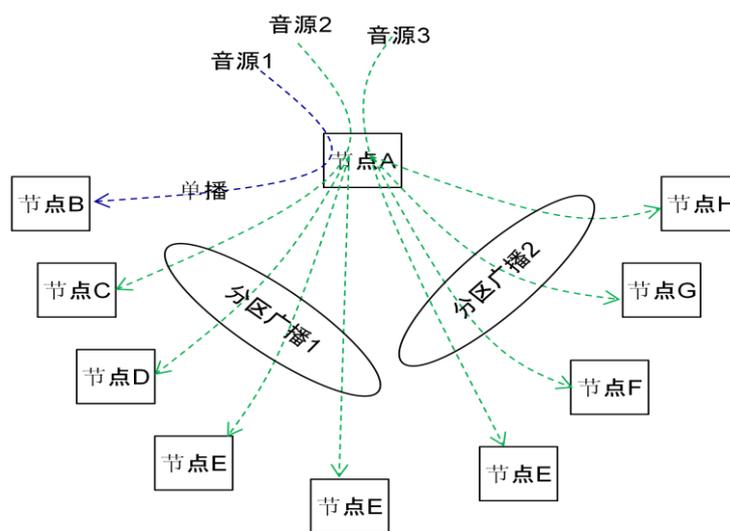


Figure 68 广播/对讲方案

如上图，广播系统中每个节点（包括广播服务器、IP 广播终端、网络话筒、监听音箱）都包含各自独立的 IP 地址，为便于管理，系统也可可为每个节点指定一个不重复编号，这样用户可以使用 IP 地址或编号管理或控制该节点，系统内部始终使用 IP 地址进行通信。各节点可配置优先级，当不同节点对某一节点同时发起广播或对讲时，最高优先级节点取得权利，同等优先级情况下进行排队不可抢占。

音源包括本地存储的各种 MP3 音频文件（8kbps~128kbps）、麦克风以及 DVD/CD/调音台等模拟输入信号，考虑实际使用场景，一般广播服务器可通过各种配套设备支持丰富的音源：广播服务器本地大容量硬盘可存储大量 MP3 文件，服务器可实时采集播音话筒（麦克风）或 DVD/CD 等模拟输入并压缩为 64kbps（可配为 32kbps）MP3 格式作为音源。广播服务器一般用于背景音乐、安全知识教育等用途，因此优先级最低；网络话筒、IP 广播终端仅采用麦克风做音源输入同时内置扬声器可实现双向对讲；网络话筒用于紧急呼叫，因此优先级最高；IP 广播终端可根据实际情况设置优先级；监听音箱可不支持音源输入仅用于监听。

单播（一对一呼叫）



Figure 69 单播

如图节点 A 将来自于音源的音频数据根据 ip 地址采用 UDP 方式一对一发送到节点 B 实现单播功能。A、B 间各自发起对对方的单播可实现一对一双向对讲。

全员/分区广播（一对多呼叫）

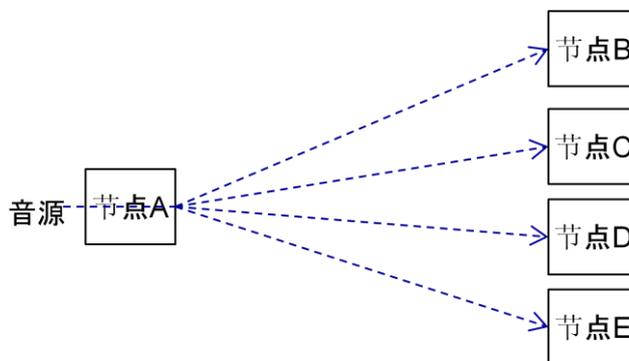


Figure 70 全员/分区广播

系统可将多个节点分为一组，当分区广播时节点 A 根据组内各节点 ip 地址将来自于音源的音频数据复制多份，然后采用 UDP 方式一对一发送到不同节点实现分区广播功能。

优先级抢占

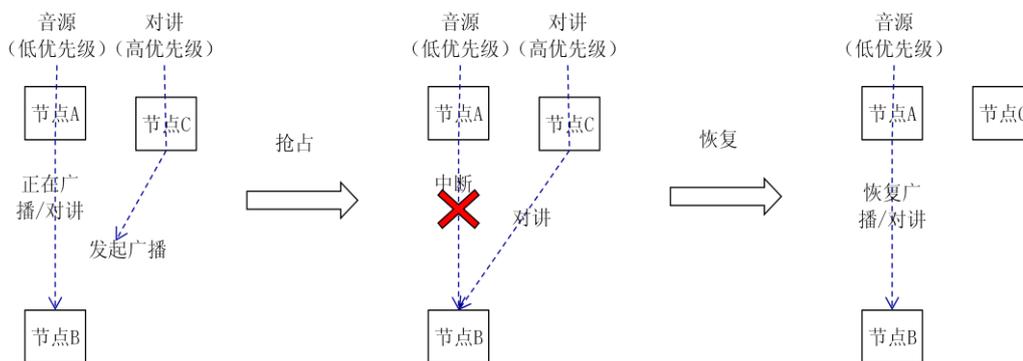


Figure 71 优先级抢占

如图，当低优先级节点 A 正在对节点 B 发起广播/对讲时，高优先级节点 C 对节点 B 发起对讲，由于节点 C 优先级高于节点 A，因此节点 B 中断节点 A 的广播/对讲，接受节点 C 的对讲信息，当节点 C 结束对讲后，节点 B 恢复节点 A 的广播/对讲。

8.3.3 广播业务

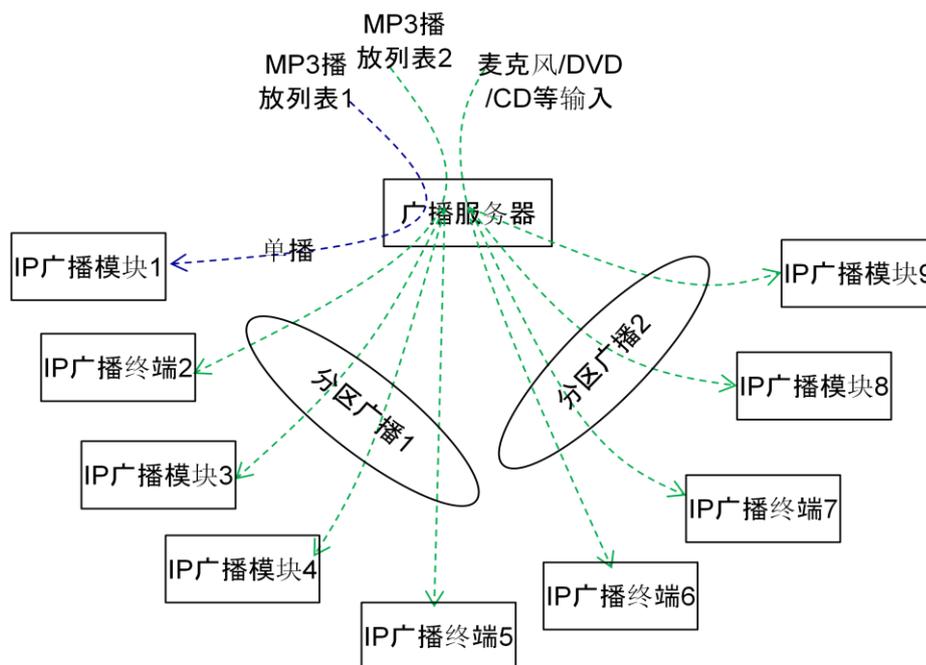


Figure 72 广播业务

日常广播时，可预先在广播服务器上对井下 IP 广播终端进行分区，用户可对每个分区或具体 IP 广播终端配置不同的广播音源，音源可以是 MP3 或者麦克风/DVD/CD/调音台等输入信号，当采用 MP3 做音源时，用户可为不同分区或具体广播终端定制独立的播放列表，播放列表中可指定不同时间段播放不同的 MP3 文件及播放音量，实现背景音乐、安全须知培训等广播。

广播系统支持 MP3 码率为 8kbps~128kbps，采用麦克风/DVD/CD/调音台等输入信号作音源时可选压缩为 64kbps（默认）或 32kbps。

8.3.4 对讲业务

井上对井下紧急对讲

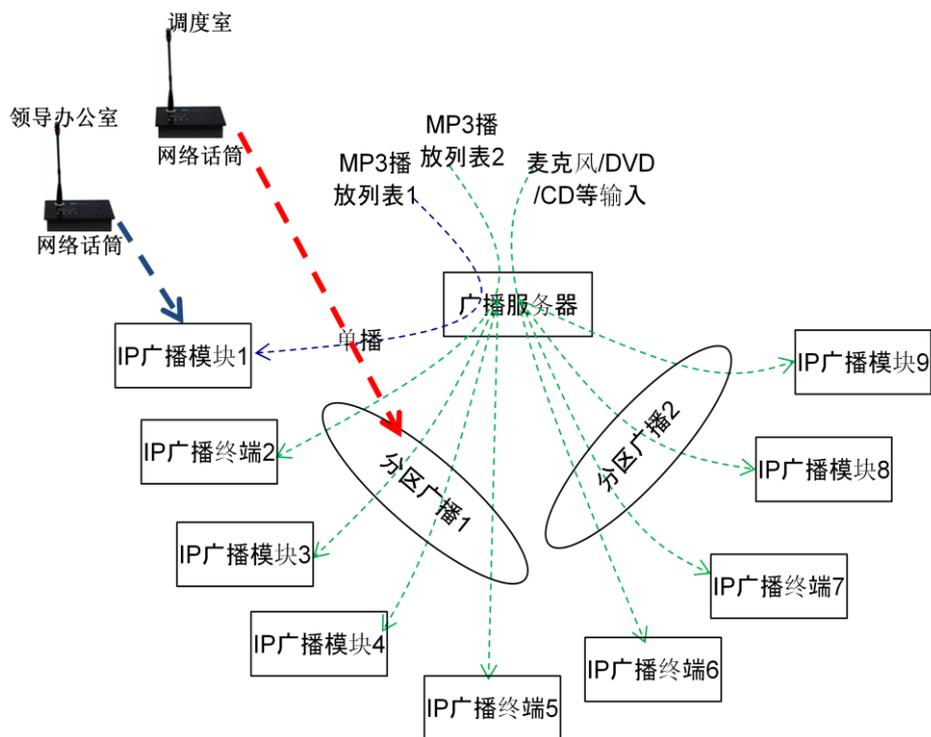


Figure 73 井下对井下紧急对讲

调度室配置网络话筒后可实现井上对井下紧急广播/对讲功能，一般调度室网络话筒应设置最高优先级对讲权限，调度员通过网络话筒上的数字键盘（输入广播终端 IP 或编号、分区编号等）可随时中断井下某个终端、某个分区或所有终端的广播/对讲实现紧急对讲，紧急对讲完毕后恢复原有广播/对讲。为便于操作，网络话筒可定义一个特殊按钮绑定所有广播终端，调度员通过该按钮可一键实现对所有广播终端的紧急广播。

除调度室外，各级领导办公室也可选配网络话筒并视情况分配不同的优先级，这样领导可直接在办公室实现对井下的讲话。

井下对井上对讲

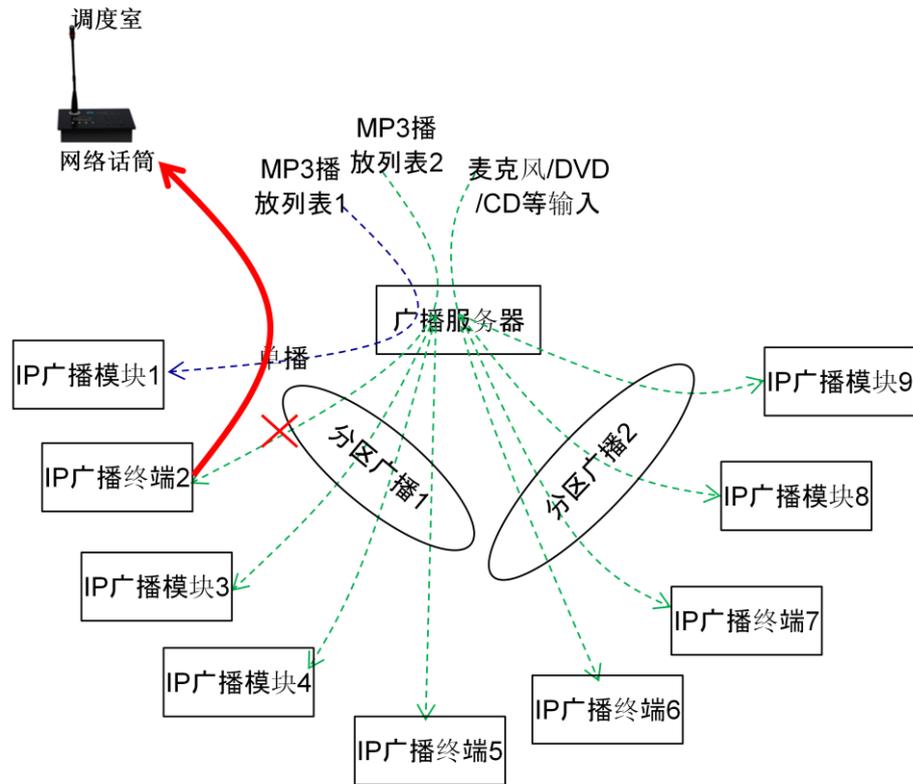


Figure 74 井下对井上对讲

井下广播终端安装有一个特殊按钮，该按钮可绑定井上调度室的网络话筒，井下作业人员可通过该按钮实现一键中断本终端广播并与井上调度室对讲。

井下广播终端间对讲

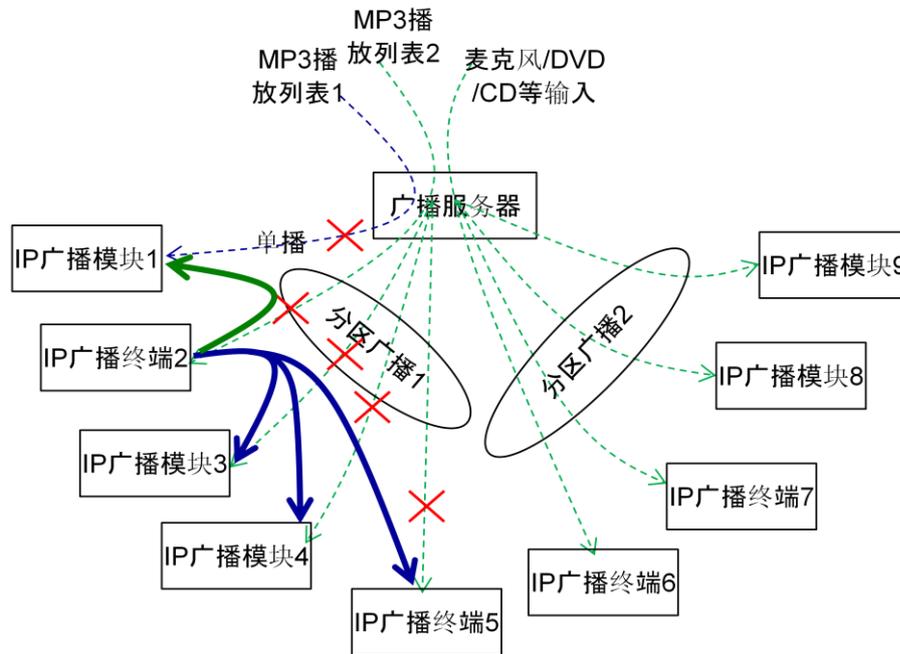


Figure 75 井下广播终端间对讲

井下广播终端可通过配套的手柄或按钮输入某个 IP 广播终端的 IP 地址或编号实现一对一对讲功能（如果对方已处于广播或对讲状态中，则由优先级决定是否可抢占）；井下广播终端可通过配套的手柄或按钮输入分区编号实现一对多分区对讲功能，井下广播终端安装有一个特殊按钮（与前一节井下对井上对讲按钮不同），该按钮可绑定某个终端或分区，作业人员可通过该按钮实现一键对讲功能，建议配置该按钮绑定终端所属分区以实现分区内扩音喊话（例如胶带机沿线广播终端归属为一个分区，胶带机维护时通过扩音喊话功能可通知沿线作业人员注意安全）

8.3.5 监听业务

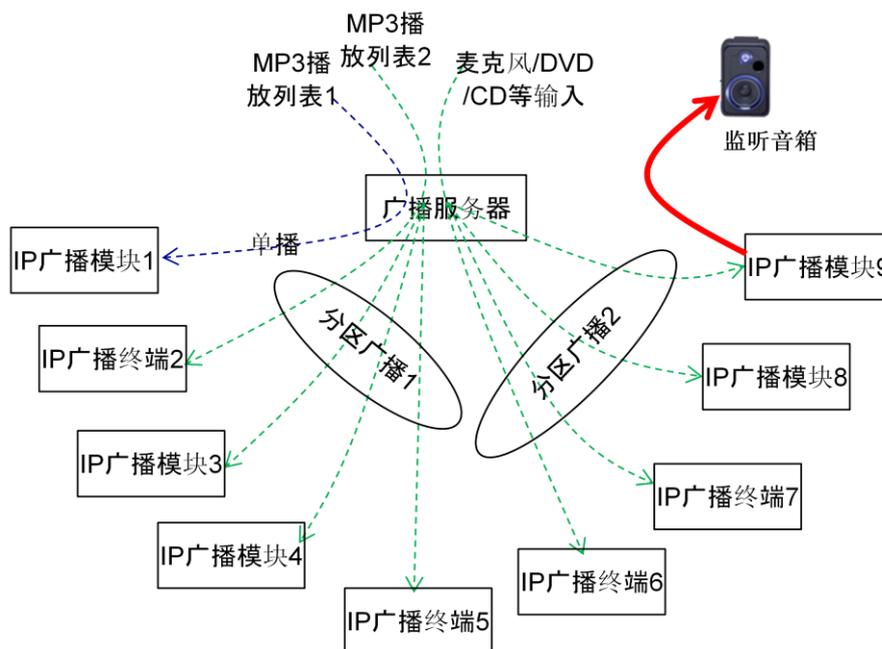


Figure 76 监听

监听音箱是一个特殊的终端，用户可通过管理软件在不影响广播/对讲情况下打开任意广播终端麦克风并将采集的声音数据（包括环境声音及广播声音）传送到监听音箱播放，通过该功能用户可监听任意广播终端周围声音或者检验广播终端收音是否正常。

8.4 推荐部署及选型

8.4.1 推荐部署场景

广播系统一般由各矿分别独立部署，系统由广播服务器以及配套的播音话筒、网络话筒、监听音箱、综合分站（内置 IP 本安音箱）、独立 IP 本安音箱和电源等组成。

一般在井上调度室部署广播服务器及播音话筒、监听音箱，领导办公室可考虑选配网络话筒。

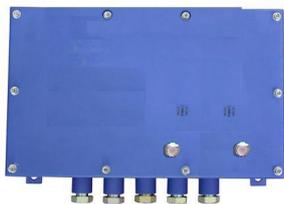
8.4.2 选型配置

除了综合分站外（内置 IP 广播模块），广播系统其他各部件选型如下：

1. 广播服务器

选择 PC 服务器并安装厂家提供智能网络广播软件后可作为广播服务器，如果需制作采集音源并制作作为广播节目则还需安装配套的采播软件。广播服务器可配套提供播音话筒。

2. IP 广播终端及电源



矿用本安型音箱，完成网络音频流的同步接收及音频解压后进行语音信号放大。

3. 网络话筒



网络话筒可对权限允许区域广播讲话，带红色提示灯，通话自动点亮，内置扬声器，可实现双向寻呼通话。采用 RJ45 接口接入广播系统。

4. 监听音箱



网络音箱置于井上，一般用于监听井下环境声音，在有需要时也可作为井上广播终端使用，带电源指示灯、数据运行灯等知识，采用 RJ45 接口接入广播系统。

8.5 方案亮点

1、基于以太 IP 网络，无需重复建网

- 基于 IP 技术的数字化广播系统，充分利用井下以太网环网实现高效、可靠的广播组网，广播终端/话筒可灵活扩展部署。

2、全数字广播，不受传输距离影响，保证高保真的音质效果

- 广播系统的节目传输采用全数字方式，不受传输距离的影响，也不受环境的影响，用户能够享受高保真的音质效果，避免了模拟广播传输距离有限、易受干扰、容易串音等问题。

3、系统可灵活分区，不同区域播放不同内容

- 广播系统中每个网络广播点都是独立 IP 网络节点，拥有各自独立的 IP 地址，可以自成一个独立的广播分区，每个网络广播点能够同时属于多个分区，分区的改变不涉及任何物理上的改变。

4、系统易维护易管理

- 可随时监测每个广播终端工作状态，并远程调节音量，维护非常便捷。