

## Comparative study on tunnel emergency communication scheme system

Hu Xin

Luoyang railway information engineering school, Luoyang

**Abstract:** Solutions of the wire emergency telephone system for emergency communication in a long or super long railway tunnel are discussed in detail from such aspects as system architecture, equipment composition, system functions and requirements for transmission and power supply. And the advantage and disadvantage of the solutions are compared.

**Key words:** railway tunnel; communication; wire emergency telephone; solution

Received: 2020-02-03; Accepted: 2020-02-18; Published: 2020-02-20

# 隧道应急通信方案系统比较研究

胡 鑫

洛阳铁路信息工程学校，洛阳

邮箱：xhu.88@163.com

**摘 要：**针对铁路长大及特长隧道应急通信中有线应急电话的解决方案，从系统结构、设备组成、系统功能及系统对传输和电源方面的需求进行详细论述，并对各种解决方案的优缺点进行比较。

**关键词：**铁路隧道；通信；有线应急电话；方案

收稿日期：2020-02-03；录用日期：2020-02-18；发表日期：2020-02-20

---

Copyright © 2019 by author(s) and SciScan Publishing Limited

This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



## 1 概述

随着中国铁路的快速发展，铁路隧道总长度在不断增加，截至2019年底，中国铁路营业里程达13.9万km。其中，投入运营的铁路隧道16084座，总长

18041km。随之而来的隧道内安全保障给我们带来了新的挑战。要预防和避免隧道内的突发事件，或在突发事件爆发后能够以最快最有效的手段进行指挥和抢险救援，保证把损失降到最低，信息畅通必不可少。在现有隧道中，除无线列调系统和 GSM-R 系统为隧道应急通信提供无线通信手段外，没有专用的有线应急电话系统为隧道应急通信提供保障。根据铁道部《关于印发〈铁路处置长大隧道突发事件应急预案〉的通知》（铁办 2010 [ 11 ] 号）及其他相关规范的规定，有线应急电话系统是隧道应急通信必备的通信设施，因此对其方案进行研究很有必要。

## 2 系统总体要求

（1）满足事故发生时现场铁路工作人员的报警，满足铁路工作人员对设备的日常维护、维修。

（2）隧道内的设备应具有防尘、防腐、防电磁干扰、防风压和抗震等功能，终端设备的防护等级不宜低于 IP65，应实现“一键通”的功能，并要求通话信息中提供报警人员所在的位置。

（3）应急中心在下达命令时，应具有自动寻找现场用户的功能。

（4）隧道内的远端设备应具备自检功能，减少现场检查工作量，降低检查难度。

（5）现场设备供电方便、功耗小。

（6）应急电话报警按键应有灯光显示。

（7）隧道内的远端设备使用寿命尽量长，减少设备维护。

## 3 系统结构

根据隧道的不同类型，应急电话系统可分为以下 3 种系统结构。

（1）普通单线隧道有线应急电话系统结构如图 1 所示。

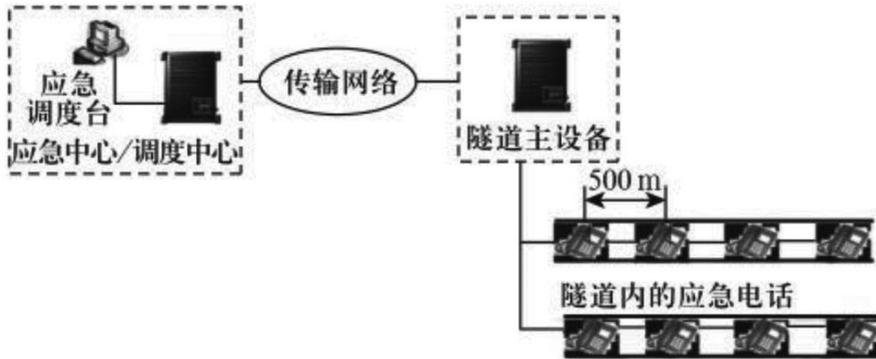


图1 普通单线隧道有线应急电话系统结构图

(2) 设有救援站的单线隧道有线应急电话系统结构如图2所示。

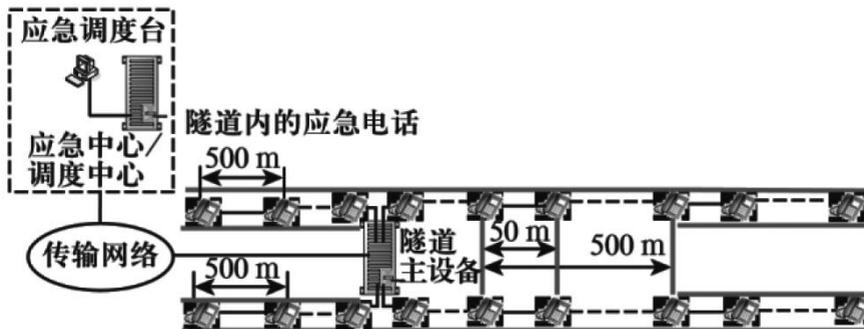


图2 设有救援站的单线隧道有线应急电话系统结构图

(3) 双线隧道有线应急电话系统结构如图3所示。

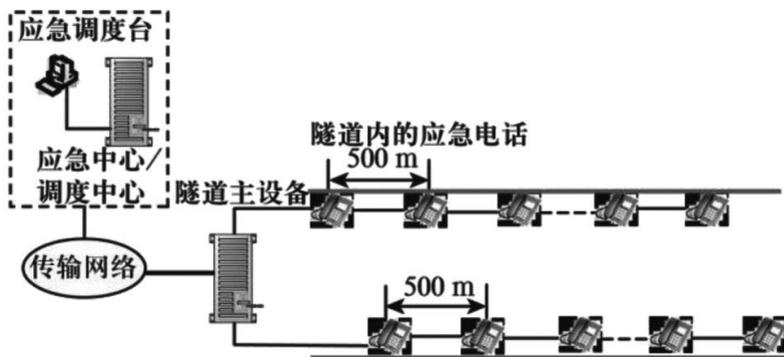


图3 双线隧道有线应急电话系统结构图

## 4 系统方案

### 4.1 方案一

#### 4.1.1 系统设备构成

采用全数字化应急语音对讲系统设备。系统由中央交换机、远端应急控制中心设备（包括室内话音对讲终端和网管）、隧道通话终端设备和传输电缆等构成。

中央交换机可设置在隧道口通信机房或隧道中部救援站机房，通过低频防护电缆，与隧道电话终端连接，每根 $3 \times 4 \times 0.9$ 的低频防护电缆最多可带

27个话机，单侧最远距离可达13 km。

数字技术：远端应急控制中心设备与中央交换机采用IP语音信号，中央交换机与隧道通话终端设备传输为FSK信号。

中央交换机采用全数字化设计，可配置26块处理板，每块处理板可带26部室外电话终端，最大交换容量为 $26 \times 26$ 。中央交换机通过传输网络或光纤与中心设备连接，通过低频防护电缆与终端设备连接，负责给终端设备集中供电。

#### 4.1.2 系统主要功能

(1) 通话广播功能：半双工通话、隧道内寻人呼叫和全呼、组呼、优先级呼叫、抢插、强拆等。

(2) 监控功能：系统每隔一定时间向隧道通话终端发送检测信号，故障设备在第一时间反馈给应急控制中心；隧道通话终端的工作状态信息会被实时监控。

(3) 控制功能：控制中心设备可对系统进行远程参数更改、配置、故障诊断等；当远端应急控制中心在工作状态时，所有远端电话按键上的指示灯均会亮起，起到占线指示作用。

#### 4.1.3 系统对传输和电源的要求

系统对传输的要求：远端应急控制中心—中央交换机之间需要2个2 M的传输通道。

系统对电源的需求：远端应急控制中心 500 W。中央交换机设备  $350+N \times 250$ （当应急电话的数量小于等于 26 个时，功耗为 350 W；在此基础上应急电话数量每增加 26 个，功率增加 250 W）。

## 4.2 方案二

### 4.2.1 系统设备构成

系统由主机、分机、局端接口模块、远端接口模块以及传输电缆等部分组成，如图 4 所示。

图 4 中管理电脑、值班机、主机、局端模块等可设置在应急控制中心。主机采用四线音频接口，通过接入网将音频信号传至隧道口处的远端模块，再通过低频防护电缆接入隧道里的分机。分机与主机的线路连接方式为总线式，一台主机板卡可带 4 组分机，每组分机线路可并接 60 部电话分机。一个值班话机可管理 99 部分机。应急电话机采用集中供电方式，分机本身不需配备电池，分机工作电源由远端模块经电缆供给。

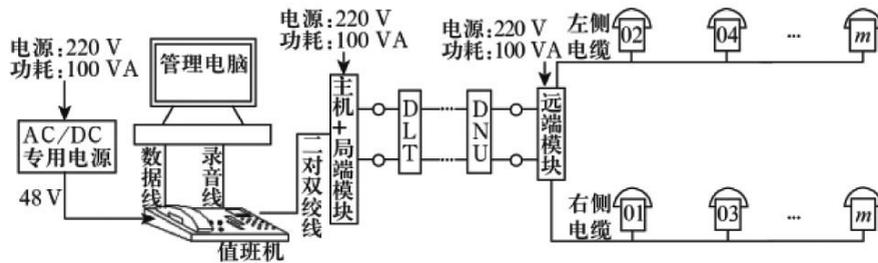


图 4 利用接入网的隧道应急电话方案系统图

本系统要求线路条件：环阻（不包括话机阻抗） $\leq 1500 \Omega$ 。最长传输距离计算：根据国家电缆标准规范，线径为 0.9 mm 的芯线单位阻值为  $29 \Omega/\text{km}$ ，则环路计算阻值为  $58 \Omega/\text{km}$ ，应急电话分机通话扬声时的交流阻抗为  $400 \Omega$ ，因此，每根  $3 \times 4 \times 0.9$  的低频防护电缆最长传输距离不大于  $(1500-400)/58=19 \text{ km}$ 。

### 4.2.2 系统主要功能

(1) 通话功能：双工通话，主机及时显示分机呼叫信息；有呼叫排队处理

功能；配置录音卡及相应软件后，可以将呼叫通话实时录音、查询、回访等。

(2) 监控功能：随时或定时对分机进行各种性能检测，包括自动巡检和个别单检。

(3) 应急电话机采用按钮式的操作方式。用户按钮发起呼叫，开始通话；通话结束由主机控制，避免了因无意操作而引起的线路不畅。远端和中心均可按键即通话。

### 4.2.3 系统对传输和电源的要求

系统对传输的要求：局端模块—远端模块之间需要接入网提供四线音频接口。

系统对电源的需求：中心机房 600 W（主机 + 局端模块 + 网管），远端模块 100 W。

## 4.3 方案三

### 4.3.1 系统设备构成

光纤隧道应急电话系统，由局端设备、节点设备和双向环的光纤通道组成，如图 5 所示。

中心机房设立统一网管平台、交换机及每个隧道的光纤应急电话中心节点设备。主控室设应急电话控制台。网管平台通过以太网管理交换机和中心节点设备，并通过以太网向监控中心按需传递相关信息。

隧道内应急电话系统由光纤和节点设备组成。节点设备由主、副机构成，对应放置在隧道两边。节点电话主机为装有光收发模块的隧道型数字抗噪声应急电话机。节点电话主机通过光纤传送电话信号，需外接 220 V 交流电源，工作功耗 30 W。主机给副机供电，副机只需通过一对 0.5 线芯的双绞线接入主机即可，不需外接电源。副机到主机之间的最远传输距离为 3 km，一台主机双向带副机最多 12 个。

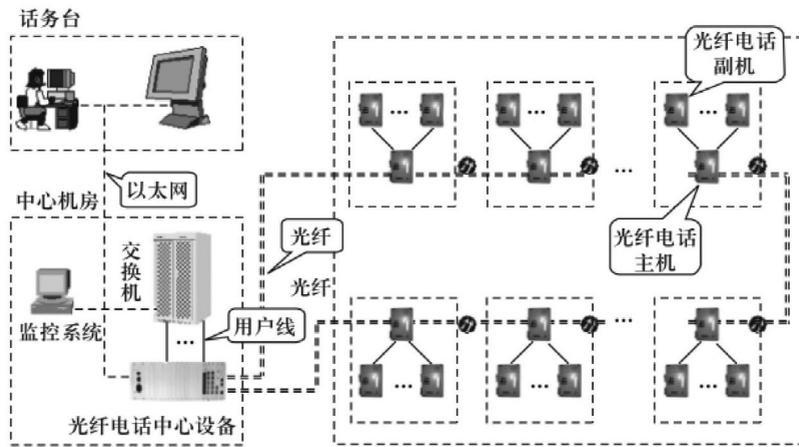


图 5 光纤隧道电话应急方案系统图

信号采用光缆传输最远可达 80 km，如果做环路保护，则单向最远传输距离为  $80/2=40$  km，额外增加光纤放大器设备可延长传输距离。

### 4.3.2 系统主要功能

(1) 多业务功能：双工通话，及时显示分机的呼叫信息，全呼、组呼和单呼，摘机即可通话。

(2) 统一网管：系统有统一网管平台，有多级管理机制，能显示每个话机以及各节点设备的工作情况（摘、挂机状态；环境温度、工作电压等），并可按需送往控制中心。

(3) 监控功能：随时或定时对分机进行各种性能检测，包括自动巡检和个别单检。

(4) 光纤自愈保护：节点光模块和局端设备都有两个光纤接口，采用单纤双向环连接，有自愈功能。

### 4.3.3 系统对传输和电源的要求

系统对传输的要求：中心交换机—电话主机全线共用 2 根光纤。

系统对电源的需求：中心机房 1 000 W（100 门用户），超过 100 门，每增加 100 门耗电增加

500 W。现场电话主机 50 W。

## 4.4 方案四

区间光通信系统：将光通信宽带技术引入区间，区间通信柱（装置区间光通信终端设备）即可使用普通移动电话机与现有数字调度系统、区段接入网沟通，直接呼叫车站、调度和自动电话，实现通话柱的呼叫、区间通话功能。还可直接连接应急通信指挥、抢险救援等音频、视频系统设备，实施动态图像传输、计算机通信和监控信息管理。

### 4.4.1 系统设备构成

区间光通信系统设备由车站设备、区间设备及光纤3部分组成。车站设备主要包括区间光通信车站设备、语音媒体接入网关、网络交换设备等。区间设备主要包括区间光通信终端设备、区间光通信便携电话机等。光通信柱隧道应急电话系统如图6所示。

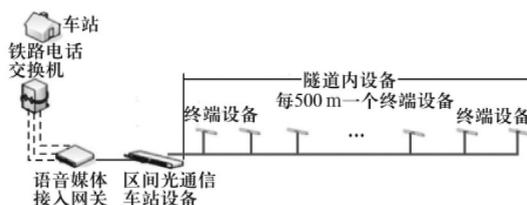


图6 光通信柱隧道应急电话方案系统图

区间光通信柱平时在线不供电，使用时采用12V便携式电池加电激活，设备即可正常运行。

### 4.4.2 系统主要功能

(1) 系统具有网管功能，并具有光纤故障时建立迂回通道保证区间通信的功能。

(2) 实现了铁路沿线全光缆通信，提升了区间通信质量。同时取消区段电缆，也减化了维修品种，减少了维修工作量。

(3) 区间光通信系统采用宽带无源光网络技术，具有组网简单、结构灵活、接口丰富且扩展性好，管理、维护方便等特点，适用于铁路区间和站区传输组网。

(4) 结合Voip技术，可保证区间作业人员通话使用，又为区间作业组织者

提供更加先进和便捷的通信手段。

### 4.4.3 系统对传输、电源的需求

系统对传输的需求：光通信车站设备—隧道口需要利用既有光缆中的一根光纤，隧道内需新敷设

1根8芯光缆（双洞敷设2根）。

系统对电源的需求：区间光通信车站设备300W。

## 5 方案优缺点

以上介绍的4种方案各有特点，方案对比如表1所示。

表1 方案对比表

方案	隧道内传输方式	应急电话终端供电方式	方案特点
方案一	电缆	中央交换机集中供电	适合长大隧道
方案二	电缆	主机集中供电	要求铁路沿线有接入网
方案三	光缆	主机电话集中供电	要求隧道内能够提供电源
方案四	光缆	便携电话机蓄电池供电	要求工作人员随身携带便携电话机

方案一网络结构清晰简单，而且隧道内不用再为应急电话终端提供电源，但隧道内的中央交换机价格较高，性价比方面适合长大隧道；方案二组网简便灵活，且隧道内不用为应急电话终端提供电源，但要求铁路沿线必须有接入网系统；方案三光纤电话抗干扰能力强、区间有自愈环保护，但要求区间电话主机处能够满足供电需求；方案四组网简单灵活，隧道内不用为应急电话终端提供电源，但需要工作人员随身携带便携电话机。

工程中具体采用哪种方案，需要与隧道的建设规模及铁路沿线的通信、电源资源相结合，选择最适合的方案。

## 参考文献

- [1] 铁办2010[11]号关于印发《铁路处置长大隧道突发事件应急预案》的通知.
- [2] TB10003-2005 铁路隧道设计规范[S].
- [3] TB10621-2009 高速铁路设计规范（试行）[S].