

文章编号：1005-8451（2016）10-0049-04

# SCADA技术在隧道防灾救援设备监控系统中的应用

周 健

(四川旷谷信息工程有限公司, 成都 610083)

**摘要：**大型铁路隧道里程长，发生紧急情况后救援较为困难。利用现有隧道防灾救援设备（应急照明、风机、水泵等），结合远程自动化控制技术构建铁路隧道防灾救援设备监控系统，可以实现对铁路隧道防灾救援设备运行状态进行远程实时监视，发现设备故障自动报警，紧急情况下可以远程控制防灾救援设备运行，实现紧急现场救援功能。文章介绍利用SCADA技术构建该系统的开发方法。

**关键词：**SCADA；隧道；防灾救援；监控；组态软件

**中图分类号：**U257.5 : TP39 **文献标识码：**A

## SCADA technology applied to Tunnel Monitoring System of disaster prevention and rescue equipment

ZHOU Jian

(Sichuan Crungoo Information Engineering Co. Ltd., Chengdu 610083, China)

**Abstract:** The large railway tunnel is in long course, and the emergency rescue is difficult. On the basis of existing tunnel rescue equipments such as emergency lighting, fans, pumps, etc., this article combined with the remote automation control technology to build a Railway Tunnel Monitoring System of disaster prevention and rescue equipment. The System could implement the remote real-time monitoring on the running state of railway tunnel disaster prevention and rescue equipment, automatic fault alarm, remote control of disaster prevention and rescue equipment operation in emergency case, the function of emergency rescue. The article introduced the development method of constructing the system with SCADA technology.

**Key words:** SCADA; tunnel; disaster prevention and rescue; monitoring; configuration software

随着铁路建设事业的快速发展，铁路线路特别是高速铁路呈现出特大隧道数量多、里程长的特点。大、长隧道列车运行给行车安全和旅客生命财产安全提出了巨大挑战。灾害发生时保证及时有效的利用隧道防灾救援设备，最大程度地减少人民生命财产损失成为必须解决的课题。由于隧道位置通常偏远，内部环境恶劣，不方便人工值守，人们产生了利用远程自动化控制技术建设铁路隧道防灾救援设备监控系统的看法。本文介绍利用SCADA技术构建铁路隧道防灾救援设备监控系统的原理和方法。

## 1 SCADA技术简介

数据采集与监视控制（SCADA, Supervisory

Control and Data Acquisition），又称组态监控软件系统。它是指一些数据采集与过程控制的专用软件，以实现数据采集、设备控制、测量、参数调节以及各类信号报警等各项功能为目的。重要组成部分包括远程终端单元（RTU）、馈线终端单元（FTU）、数据传输链路、远程监控站等。它们处在自动控制系统监控层一级，通过专用软件平台和开发环境，使用灵活的组态方式，为用户提供快速构建工业自动控制系统监控功能，通用层次的软件工具。组态软件的应用领域很广，可以应用于电力系统、给水系统、石油、化工等领域的数据采集与监视控制以及过程控制等诸多领域。

组态（Configuration）为模块化任意组合。SCADA的主要特点：

(1) 延续性和可扩充性。用通用组态软件开发

收稿日期：2016-03-05

作者简介：周 健，工程师。

的应用程序，当现场（包括硬件设备或系统结构）或用户需求发生改变时，不需做很多修改而方便地完成软件的更新和升级；

（2）封装性（易学易用）。通用组态软件所能完成的功能都用一种方便用户使用的方法包装起来，对于用户，不需掌握太多的编程语言技术，就能很好地完成一个复杂工程所要求的所有功能；

（3）通用性。每个用户根据工程实际情况，利用通用组态软件提供的底层设备（PLC、智能仪表、智能模块、板卡、变频器等）的I/O Driver、开放式的数据库和画面制作工具，就能完成一个具有动画效果、实时数据处理、历史数据和曲线并存、具有多媒体功能和网络功能的工程，不受行业限制。

SCADA技术在铁道电气化远动系统上的应用较早，在保证电气化铁路的安全可靠供电，提高铁路运输的调度管理水平起到了很大的作用。在铁道电气化SCADA系统的发展过程中，随着计算机技术的发展，不同时期有不同的产品。我国结合铁路发展需要利用SCADA技术进行产品应用实践和技术创新，推动了铁道电气化远动系统向更高的目标发展。

## 2 系统工作原理

要达到对隧道防灾救援工作进行有效监控和及时救援的目的，需要平时保证隧道防灾救援设备的维护保养，紧急情况下保证对设备的可靠启动。因此，系统需要实现的主要功能：

（1）可以对铁路隧道防灾救援设备运行状态进行远程实时监视；（2）可以远程对防灾救援设备进行手动或自动巡检，发现设备故障自动报警；（3）紧急情况下可以远程控制防灾救援设备运行，实现紧急现场救援功能。为满足上述功能要求，我们利用组态软件的特点，对系统进行如下设计。

将隧道风机系统、照明系统（含疏散照明设备）、电动防护门系统等机电系统有机联系成一个整体，并通过SCADA系统对其进行统一监控和管理。具体而言，设备工作状态和远程控制信号通过现场的远程站和主控制器进行采集和处理，工控数据通过铁路网络传递给工区级综合维修车间和铁路局防灾救援调度指挥中心，从而在隧道内发生火灾时，安全、

可靠、准确、快速地实现既定的远程联动控制，保证防灾救援的顺利实施。

以隧道内风机设备为例，定义风机的运行状态、工作电压两个数据采集点，定义远程控制开、关操作两个控制信号点，相对于监控系统而言，运行状态点是输入数字类型（input），用于表示风机的运行状态，风机工作电压点为输入模拟类型（input），用于监测风机工作电压，开关信号点是输出数字类型（output），用于远程启动、停止风机。如表1所示。

表1 风机监控点位信息表

点位名称	类型	0含义	1含义
风机运行状态	DI	停止	运行
风机工作电压	AI	-	-
远程控制开操作	DO	-	远程开
远程控制关操作	DO	-	远程关

系统通过可编程逻辑控制器（PLC）与风机设备相联，PLC通过隧道内主控制器经铁路通信网络与远程监控系统相联。系统工作时，通过PLC输入采样、用户程序执行和输出刷新3个阶段，对上述点位进行监测和控制。用户通过远程监控系统，可以与风机设备远程交互，实时监测风机的运行状态和工作电压，发送命令远程启、停风机，从而实现对隧道防灾救援设备进行监控的目的。

## 3 系统结构

根据工作原理，我们规划出铁路隧道防灾救援设备监控系统的结构。该系统由3部分组成：（1）现场级数据采集和控制系统；（2）工区级监控系统；（3）铁路局调度中心级监控系统。

系统结构如图1所示。

调度中心级防灾救援设备监控站通常设在铁路局隧道防灾救援调度指挥中心，实现铁路局管辖范围内救援通道防灾救援设备的远程监控、调度及管理等功能，紧急情况下对现场情况有直观的信息反馈以及向工区下达救援指令等需求。

工区级防灾救援设备监控主站通常设在工区级综合维修车间，主要为工区级用户提供所属范围内隧道现场设备的状态监视、数据采集、控制和管理功能，包括日常管理、巡检、维护以及紧急情况远程控制

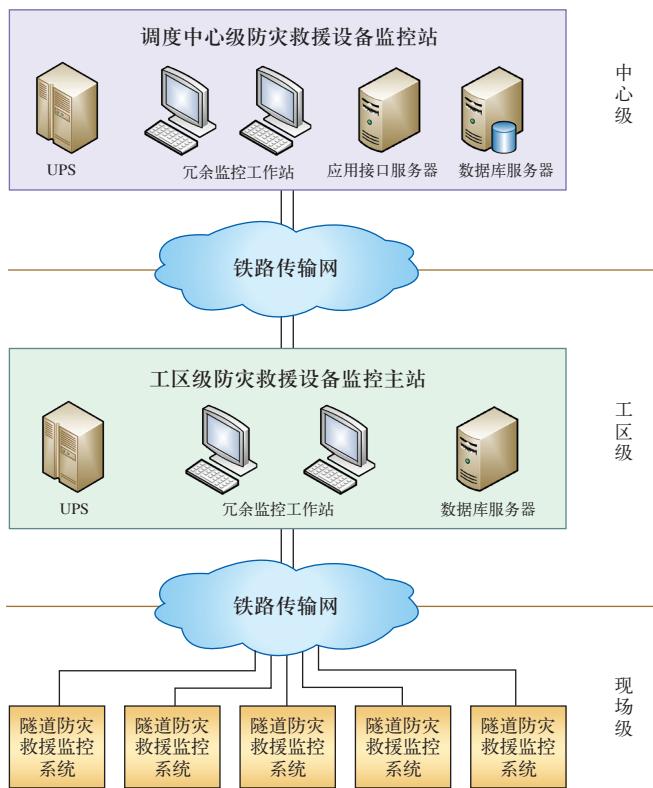


图1 系统结构图

现场设备等。

现场级数据采集和控制系统又分为远程站和主控制器两部分，都安装在隧道的辅助坑道内。其中，主控制器负责采集被控对象数据，经过处理后上传给上级设备监控系统，同时接收并分解上级设备监控系统下发的控制指令转发到相应的被控对象。远程站负责采集现场设备的状态信息，同时将主控制器下发的指令转发到现场设备控制柜执行。

## 4 系统开发与集成

按系统的软硬件构成，铁路隧道防灾救援设备监控系统包括系统硬件和系统软件。为实现一套完整的监控系统，需要先开发软件，然后与各硬件设备进行集成。

### 4.1 软件开发

防灾救援设备监控软件分别部署于工区和调度中心。这是本系统需要重点开发的部分。

#### 4.1.1 功能目标

##### (1) 监测功能

以图形动画的形式将所辖范围内各隧道紧急出口、避难所、平导、救援站以及主要现场设备如风机、

照明、EPS、水泵建模并显示；所有设备的运行状态通过图片、动画、文字等方式进行形象的展现；所有设备的报警状态以醒目的颜色、弹出报警框进行提醒式展现；电流、电压等通过模拟表盘如实动态显示。

##### (2) 控制功能

通过图形化界面对现场主要受控设备进行远程开/关控制，控制方式包括远程控制、自动巡检、一键启动防灾救援模式。

##### (3) 报警

对系统关键数据和现场设备关键信息进行实时的判断和处理，与用户设定的数据阈值范围进行对比，如数据值不在设定值范围内，则监控软件实时发出报警。报警类型包括：设备故障、主回路电源故障、通信故障、操作超时等。

#### 4.1.2 开发平台

系统开发以 SCADA 系统为二次开发平台，这样可以节省大量开发时间，提升开发效率。成熟的 SCADA 系统大都支持各种主流工控设备和标准通信协议，并且通常应提供分布式数据管理和网络功能。对于原有的人机接口软件（HMI, Human Machine Interface）概念，SCADA 系统还可以使用户能快速建立自己的 HMI 的软件工具或开发环境，它是构建铁路隧道防灾救援设备监控系统的最佳选择。

本文以 Wonderware 软件为二次开发平台举例说明。该平台具有 3 层体系结构（数据接入层，数据处理层和用户表现层），采用构件化的开发方式，广泛采用中间件技术，系统具有很强的可靠性、可移植性及可扩展性，具备实时数据采集与处理、报警管理、事件管理、数据存储、报告生成、数据控制以及界面组态等功能。

#### 4.1.3 开发方法

系统开发过程可以遵循面向对象的开发方法，主要开发步骤如下：

(1) 建立总体系统层次模型，包含铁路局、工区、线路、隧道；

(2) 建立救援设备基础类。以风机为例，在基础类中实现风机的监测和控制逻辑功能编码，定义报警点位和报警逻辑，制作风机的界面图形；

(3) 在设备基础类的基础上派生出线路级的具

体设备对象实例，比如 XX 线路 XX 隧道的 1# 射流风机；

(4) 将设备对象实例挂载到隧道对象，再将隧道对象挂载到线路对象；

(5) 制作用户图形界面，直观显示线路、隧道、隧道内设备分布图，并与上述设备对象进行监控点位数据绑定；

(6) 以 DDESuiteLinkClient 类为基础建立设备对象数据源，通过 DA Server 建立设备对象与 PLC 控制单元的数据连接；

(7) 使用 Wonderware 平台软件自带的 inControl 模拟隧道防救援设备工作环境，进行系统仿真测试。

## 4.2 硬件集成

本系统硬件设备较多，按照监控数据的流向，把系统硬件划分为以下 3 个部分。

(1) 隧道现场内的主控制器、远程站，由控制单元、交换机、开关电源、线缆、机箱组成；

(2) 工区级防救援设备监控主站的数据库服务器、监控工作站、网络交换机，其中，监控工作站运行工区级防救援监控软件；

(3) 调度中心级防救援设备监控站的数据库服务器、监控工作站、网络交换机，其中，监控工作站运行调度中心级防救援监控软件。

(上接 P48)

立并完善了使用、管理和考核体系，纳入日常管理。通过对电子施工日志系统的有效使用、管理和考核，保证了施工日志数据的及时、准确、完整和有效性，并最终实现了施工日志电子化，为工程施工技术、质量、安全信息可追溯提供可靠的基础数据保障。通过三大员对日常工作的电子化记录，真实反映了现场施工情况和工程进度。

## 参考文献：

[1] 王荣波，史天运，王 彤，等. 铁路工地试验室终端软件的设计与实现 [J]. 铁路计算机应用，2015，24 (12) : 43-46.

[2] 卢春房. 加强铁路建设管理大力推进铁路跨越式发展 [J]. 中国铁路，2005 (11) : 15-20.

## 5 结束语

充分运用 SCADA 技术，可以很好地解决铁路隧道防灾救援设备人工操作不便的问题，既可以进行日常养护管理，又可以进行紧急救援。该系统的实现重点是利用通用组态软件提供的底层设备 (PLC) 作为 I/O Driver，结合开放式的数据库和画面制作工具，完成系统监测和控制功能的开发。

目前，使用本技术开发的隧道防救援设备监控系统已经成功应用于成渝客运专线、贵广铁路（贵州段、广西段）、沪昆铁路贵州东段等线上，为丘陵山区铁路运行安全和防灾救援提供了有力保障，取得了良好的经济效益和社会效益。

## 参考文献：

- [1] 曹 辉，马栋萍，王 暄，等. 组态软件技术及应用 [M]. 北京：电子工业出版社，2010.
- [2] 电气自动化技术网. 组态软件的功能分 [DB/OL]. <http://www.dqjsw.com.cn/diangqi/PLC/31883.html>, 2011.
- [3] 美国 ICONICS 公司. 预测性的设施管理软件 [DB/OL]. <http://www.iconics.com.cn/productsView.asp?ProductId=58>, 2012.

责任编辑 陈 蓉

- [3] 韩同银，王淑雨. 铁路建设工程管理方式改革 [J]. 中国铁路，2005 (6) : 57-59.
- [4] 邵国安. 云计算在电子政务和铁路应用中的安全要求 [J]. 中国铁路，2015 (5) : 19-22.
- [5] 陆东福. 铁路建设项目管理 [M]. 北京：中国铁道出版社，2004 : 15 -18.
- [6] 黄泰烈. 铁路建设项目管理方法探讨 [J]. 工程建设与设计，2002 (5) : 50-51.
- [7] 陈 煜，周荣辉. 基于 Android 系统的手机文件管理器的设计与实现 [J]. 铁路计算机应用，2012，21 (9) : 47-51.
- [8] 梁志勇，戴胜华. 基于 C/S 模式的煤矿监控系统的应用研究 [J]. 铁路计算机应用，2011，20 (3) : 30-33.

责任编辑 王 浩