

文章编号: 1671- 251X(2010)12- 0086- 05

# 煤矿井下多功能网络的设计

王吴宜

(开滦集团信息与控制中心, 河北 唐山 063018)

**摘要:** 针对目前煤矿企业的各种生产自动化系统自成体系的问题, 提出了一种以建立覆盖全矿井生产自动化系统的高速光纤网络为基础, 实现控制网、视频网、音频网三网融合的设计方案; 详细介绍了该方案在开滦集团东欢坨煤矿的实现, 即井下环网的布线方式和地面环网的布线方式及各生产自动化的接入方式。实际应用表明, 该方案实现了以双环双网双冗余的结构搭建统一的煤矿通信网络。

**关键词:** 矿井自动化; 工业以太环网; 信息传输; 三网融合; 双环; 双网; 双冗余

**中图分类号:** TD67      **文献标识码:** B

Design of Multifunction Network of Coal Mine Underground

WANG Wu yi

(Information and Control Center of Kailuan Group, Tangshan 063018, China)

**Abstract:** In view of problem that each production automation system of coal enterprises has its own system, the paper proposed a design scheme of three network convergence of control network, video network and audio network based on high speed fiber network covering production automation system of whole mine. It introduced implementation of the scheme in Donghuantuo Coal Mine of Kailun Group in details, namely wiring method of underground ring network and surface ring network and access method of each production automation system. The actual application showed that the scheme realizes to build unified coal mine communication network with structure of double ring, double network and double redundancy.

**Key words:** mine automation, industrial Ethernet, information transmission, three network convergence, double ring, double network, double redundancy

## 0 引言

近年来, 煤矿企业为了实现安全、高效的生产目标, 投入了大量的财力物力, 建设了许多面向生产过程的自动化系统。但由于缺乏统一的标准和设计平台, 致使这些系统自成体系, 彼此之间没有关联, 形成信息孤岛, 并导致在一个矿井中同时存在各自分离的通信和视频线路、有多种类型的监控软件, 造成管理和维护上的困难。因此, 建立覆盖全矿井生产自动化系统的高速光纤网络是解决上述问题的一个有效途径。以该网络为基础, 笔者提出了煤矿井下

多功能网络的设计方案, 实现了控制网、视频网、音频网信息传输的三网融合, 可大大减少矿井通信网络的资源占用, 简化矿井各种通信网络的结构(只需建立一个高速网络即可同时传输多种信息)。

## 1 多功能网络的研究内容

### (1) 构建高效的功能网络

构建一个针对煤炭企业的多功能网络, 用一个网络替代传统的多种不同网络, 并根据煤炭企业特点, 实现系统级、区域级和设备级的不同接入方式, 实现一网多能、全网覆盖。在煤矿企业首次采用“双环双网双冗余”的结构构建工业以太网络。

### (2) 对接入网络的系统进行重新设计和规划

在构建多功能网络融合的宽带网络的同时, 对需要接入宽带网络的各子系统进行统一设计, 并制定相应标准, 无论是以 PLC、DCS 为基础上的自动

收稿日期: 2010- 08- 30

作者简介: 王吴宜(1967- ), 女, 河北唐山人, 高级工程师, 1990 年毕业于河北理工大学电气自动化专业, 现主要从事工业控制与电气自动化方面的管理、开发及应用工作。E-mail: wangwuyi@kailuan.com.cn

化控制系统、网络IP视频监控系统、IP调度电话,还是无线移动通信系统等,都真正在同一网络上传输,改变以往“有网无系统”的局面<sup>[1]</sup>。

### (3) 实现工业级无线网络在煤矿的应用

实现有线工业网络和无线工业网络的完美融合,解决因矿井特殊情况造成的布线困难问题,提高

整个网络的灵活性、便捷性和适应性。

矿井自动化建设是以矿井生产和安全相关的各类自动化执行子系统为基础,利用先进高效的传输网络将各执行子系统的进行综合,并将综合处理之后的控制决策指令反馈各执行子系统。矿井自动化建设的总体结构如图1所示。

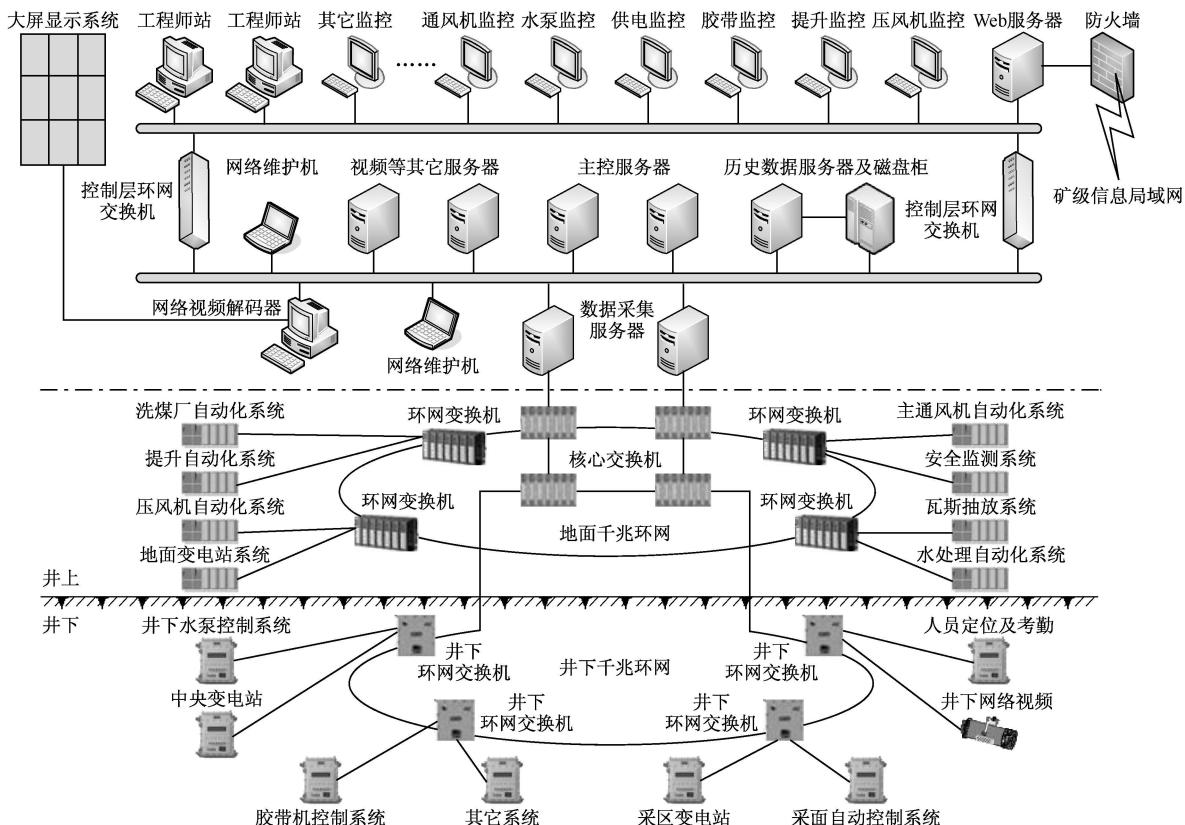


图1 矿井自动化建设的总体结构

## 2 网络融合实施方案

以下以煤矿井下多功能网络融合方案在开滦集团东欢坨煤矿现场应用为例,介绍该方案的具体实施情况。

### 2.1 网络性能指标

(1) 主干网络采用千兆工业以太网,整个网络提供48个千兆端口、282个百兆端口接入,可全面覆盖矿井的主要区域和设备

(2) 采用全双工交换式以太网,降低网络负载,具有报文优先级技术。

(3) 采用双环双网双冗余结构,具备环网冗余功能,一条链路出错后,网络在500 ms时间内可重新使用,2个环网之间的冗余时间小于3 s,增强了网络容错能力,提高了网络运行的可靠性。

(4) 采用链路聚合技术,增强了网络的负载均衡能力以及容错性。

(5) 对各子系统建立虚拟专用网,从而保证各子系统的相对独立运行。

(6) 网络系统设备模块化,具有热插拔结构。

(7) 支持虚拟局域网技术(VLAN)、质量服务(QoS)、多播过滤功能(IGMP)<sup>[2]</sup>。

(8) 能实现有效的流量限制,防止广播风暴对控制系统造成灾难。

(9) 网管及故障诊断:支持SNMP协议,可实现远程实时在线故障诊断功能<sup>[3]</sup>。

(10) 具有统一的编程组态方式。

(11) 能与Internet无缝集成,实现数据共享。

(12) 为解决工业网络会受到病毒感染、黑客的非法入侵与非法操作等网络安全威胁问题,采用网关或防火墙等对工业网络与外部网络进行隔离,并通过权限控制、数据加密等多种安全机制加强网络的安全管理。

(13) 网络数据的通信协议主要采用OPC协

议,通用性好,连接方便。

(14) 数据采集时间: 对重要的开关量信息响应时间设置为毫秒级。

## 2.2 井下网络布线

井下环网的布线方式非常重要,要综合考虑布线长度、覆盖面、矿井建设过程中巷道的废止和开拓等各方面的因素<sup>[4,5]</sup>。井下光缆走线及交换机安装位置示意图如图 2 所示。

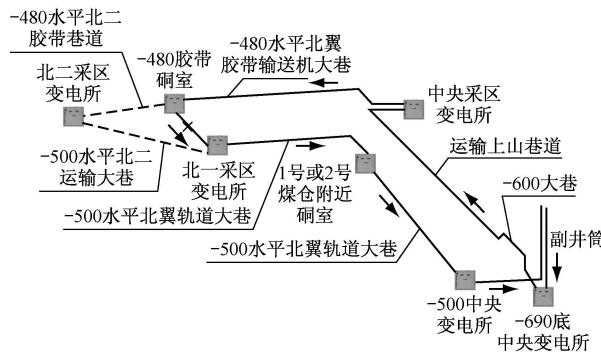


图 2 井下光缆走线及交换机安装位置示意图

### 2.2.1 光缆布线方案

光缆从副井下,又从副井上来,没有走主井筒,北一采区变电所到-480 胶带硐室光缆直接连接。图 2 中,北一采区变电所到北二采区变电所再到-480 胶带硐室(虚线部分)已布置了光缆,但北二采区变电所没有安装交换机,所以光缆已布好,但没有使用。

### 2.2.2 交换机安装地点

分别在-690 底中央变电所、-500 中石门变电所、-480 胶带硐室、北一采区变电所、1 号和 2 号煤仓附件硐室、-500 中央变电所、北二采区变电所安装了交换机。每个地点安装设备(主要包括防爆 UPS、密封交换机柜(内部包括防爆交换机/光缆配线箱等))所需空间大约为长度 2 m、宽度 1.5 m、高度 1.5 m,所有地点都能提供永久性 660 V 的交流电源。

### 2.2.3 光缆走向安装方式

井下光缆走向安装方式如表 1 所示。

表 1 井下光缆走向安装方式

序号	安装地点	安装方式说明
1	-500 中央变电所到电瓶车充电室	光缆从变电所出来,可以做塑料挂钩把光缆挂上去,到轨道大巷有现成的挂钩,如果某一段没有,可以在原来的基础上接一层。两者之间的距离约为 1 200 m
2	电瓶车充电室到北一采区变电所	光缆安装方式同上,两者之间的距离约为 1 000 m
3	北一采区变电所到-480 胶带硐室	两者之间的距离约为 350 m。光缆采用 2 种安装方式:一是和大巷一样做铁丝然后再固定;二是需要做挂钩,然后把光缆挂上去
4	-480 胶带硐室到-500 中石门变电所	由于这是新开的一条巷道,目前不具备施工条件,待以后再布光缆。两者之间的距离约为 1 200 m
5	-500 中石门变电所到-690 底中央变电所	两者之间的距离约为 1 500 m。光缆从-500 中石门变电所出来直接顺着巷道到-690 轨道上山巷,这里有一些多余的挂钩,可以直接利用
6	井筒光缆	由于主井不具备条件,2 根光缆全部走副井,分别分布在阶梯两侧,用卡子固定
7	-480 胶带硐室到北二采区变电所	在-480 水平北二胶带巷道墙壁上打固定螺丝,拉钢丝固定光缆
8	北二采区变电所到北一采区变电所	在-500 水平北二运输大巷墙壁上打固定螺丝,拉钢丝固定光缆

## 2.3 地面网络布线

### 2.3.1 地面光缆布线

地面光缆走向及交换机安装位置示意图如图 3 所示。

### 2.3.2 交换机安装地点

在 110 kV 变电站低压配电室、主井绞车房控制柜安装室、洗煤厂低压配电室、副井绞车房控制室安装了交换机,安装设备所需空间大概为长度 1 m、宽度 1 m、高度 2.5 m,所有地点都能提供永久性 220 V 的交流电源。

### 2.3.3 光缆走向安装方式

地面光缆走向安装方式如表 2 所示。

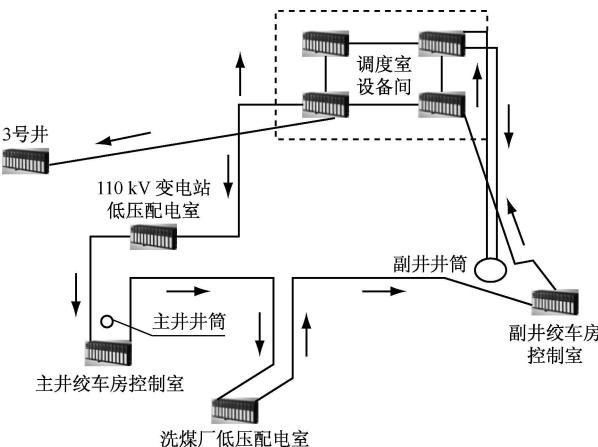


图 3 地面光缆走向及交换机安装位置示意图

表 2 地面光缆走向安装方式

序号	安装地点	安装方式说明
1	调度室设备间到 110 kV 变电站低压配电室	从调度室出来走地沟穿管上桥架, 顺着桥架直接到 110 kV 变电站低压配电室
2	110 kV 变电站低压配电室到主井绞车房控制室	从 110 kV 变电站低压配电室出来架空, 然后转桥架到主井绞车房控制室
3	主井绞车房控制室到洗煤厂低压配电室	从主井绞车房控制室出来走桥架, 然后架空通过 110 kV 变电站低压配电室继续走桥架, 到压风机房附近转到去洗煤厂方向桥架, 然后继续架空到洗煤厂低压配电室
4	洗煤厂低压配电室到副井绞车房控制室	从洗煤厂低压配电室出来架空桥架, 然后到压风机附近转去副井车房的桥架, 然后走地沟到副井绞车房控制室
5	副井绞车房控制室到调度室设备间	从副井绞车房控制室下部出来直接上房顶, 然后顺着副井去澡堂的走廊房顶到调度楼房顶下来进入调度室设备间
6	调度室设备间到副井井筒	从调度室设备间出来上澡堂房顶, 然后转入走廊内部, 走线缆挂钩入副井井筒
7	主井井筒到调度室设备间	从主井井筒出来直接上桥架走到 110 kV 变电站低压配电室架空, 然后继续走桥架, 穿管下到地沟, 直接进调度室设备间
8	调度室设备间到风井光缆	无线通信

## 2.4 多功能网络的构建

### 2.4.1 井下胶带控制系统网络

东欢坨煤矿井下共有 15 条胶带远输机, 可设置 13 台胶带控制分站, 各胶带控制分站之间全部通过该多功能网络通信, 各胶带控制分站就近通过光缆接入交换机, 取代传统的各胶带控制分站之间采用现场总线通信模式, 克服了现场总线通信模式传输距离短、效率低的缺点, 实现了高速、高效传输。

### 2.4.2 井下供电自动化控制系统网络

东欢坨煤矿井下共有 10 个固定变电站/变电所, 在每个配电点配置 1 台或 2 台通信分站, 各通信分站直接就近通过光缆接入交换机, 采用以太网通信模式(不经过端口转换), 取代传统的通信分站采用的现场总线通信模式, 实现了高速、高效传输。

### 2.4.3 工业视频监控系统网络

东欢坨煤矿在地面及井下共配置 63 个网络 IP 摄像仪, 用于对关键场所及设备进行实时视频监控。摄像仪为高清一体化网络 IP 摄像仪, 内置编码器, 图像直接转换成数字信号, 通过就近的交换机端口接入网络, 直接按以太网方式进行传输, 克服了传统的光纤型摄像仪需要单独敷设大量多芯光缆的缺点, 简化了井下网络, 实现了工业视频的实时高清传输。

### 2.4.4 无线通信网络

东欢坨煤矿井下采用基于 WiFi 技术的无线通信系统, 该系统主要由无线基站(AP)和无线终端(本安手机)及控制系统组成, 共设置 35 个无线基站, 覆盖矿井的主要区域, 其中 30 个基站通过光缆就近接入多功能网络的交换机端口, 另有 5 个基站

以无线方式进行级联, 取代传统的无线通信采用漏泄电缆或专用网络的模式, 不再需要单独敷设专用网络。

### 2.4.5 人员定位系统网络

东欢坨煤矿井下采用基于 RFID 技术的人员定位系统, 该系统由基站、标志卡和管理系统组成。人员定位系统的基站与无线通信的基站复用, 每个基站配置 2 套天线, 一套为无线通信使用, 一套为人员定位使用, 基站之间的通信方式采用以太网通信(30 个基站采用光缆, 5 个基站采用无线)。

### 2.4.6 井下调度电话网络

在东欢坨煤矿井下新开水平及采面增加了部分调度电话, 在井下重要区域增加 5 台电话交换机(该交换机可接入 8 部普通模拟电话, 并转换成数字信号接入以太网), 每台电话交换机就近接入多功能网络交换机端口, 实现数字语音通信功能, 取代传统的模拟通信模式, 节省了大量通信电缆。

### 2.4.7 其它自动化控制系统网络

多功能网络可以接入主通风机自动化控制系统(采用无线方式)、主井提升机控制系统、副井提升机控制系统、洗煤厂控制系统、-690 泵房控制系统, 以上系统均可就近通过光缆接入多功能网络的交换机端口, 取代传统的以现场总线方式或现场总线转换以太网的方式进行传输, 从而实现这些系统的高效、高速接入。

## 3 结语

多功能网络融合方案在东欢坨煤矿实施以后, 实现了以双环双网双冗余的结构搭建统一的高宽

文章编号: 1671- 251X(2010)12- 0090- 03

# 新型煤矿中央变电所供电系统的研究与设计思路

杨维义

(煤炭科学研究院常州自动化研究院, 江苏 常州 213015)

**摘要:**通过分析目前煤矿中央变电所供电系统的现状, 提出了一种新型煤矿中央变电所供电系统的设计思路。该供电系统主要用于解决煤矿中央变电所配电装置控制电源的可靠性问题。实际应用表明, 该供电系统使得煤矿中央变电所的高压真空配电装置动作更加准确、可靠。

**关键词:** 煤矿; 供电系统; 中央变电所; 配电装置; 控制电源; 断路器

**中图分类号:** TD611.2      **文献标识码:**B

## Research and Design Idea of a New Type of Power Supply System of Central Substation of Coal Mine

YANG Weiyi

(Changzhou Automation Research Institute of CCRI., Changzhou 213015, China)

**Abstract:** A design idea of new type of power supply system of central substation of coal mine was proposed on the basis of analyzing existing technology status of power supply system of central substation of coal mine. The power supply system is mainly used to solve problem of reliability of control power supply of distribution devices of central substation of coal mine. The actual application showed that the system can make high vacuum electric distributor of central substation of coal mine operate accurately and reliably.

**Key words:** coal mine, power supply system, central substation, electric distributor, control power supply, breaker

## 0 引言

目前, 国内煤矿中央变电所供电系统普遍采用

收稿日期: 2010- 08- 13

作者简介: 杨维义(1971- ), 男, 江苏扬州人, 工程师, 现主要从事煤矿电气产品的设计与开发工作。E-mail: jsczywy\_001@163.com

带、高可靠的通信网络, 开创了在煤矿企业从系统级、区域级、设备级的全方位接入的先例, 达到了预期的设计要求, 取得了显著的经济和社会效益。

### 参考文献:

- [1] 刘海滨, 王立杰, 赵志明, 等. 煤炭企业信息化框架结构及建设模式[J]. 中国煤炭, 2007, 30(7): 19-20.
- [2] HOLUB J, MICKA J. End to End Network Simulator for Conversational Quality Measurements[C]//

单一形式的隔爆型高压真空配电装置, 用于控制、保护和测量三相交流中性点不直接接地的供电系统, 并可直接启动高压电动机。而这种供电系统由于存在技术上的不足, 即控制电源的不稳定性, 使得煤矿中央变电所经常发生越级跳闸、断路器拒动等现象。针对上述问题, 笔者介绍一种新型煤矿中央变电所供电系统的设计思路。

- Wireless Telecommunications Symposium, 2009.
- [3] JURCIK P, HANZALEK Z. Construction of the Bounded Application layer Multicast Tree in the Overlay Network Model by the Integer Linear Programming[C]//Emerging Technologies and Factory Automation, 2005.
- [4] VERITY B. 网络布线原理与实施[M]. 吴越胜, 译. 北京: 清华大学出版社, 2004.
- [5] 李小平, 曲大成. 多媒体网络通信[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2001.