

间的信息接口问题。其核心技术主要有通风机、同步电动机、励磁系统、高压开关柜系统设备等的故障识别、预报技术,各系统之间信息传输的总线技术和可靠性等要素的有机集成与优化技术。

3) 提出双机冗余的煤矿主通风机自动化系统总框架如图 1 所示。

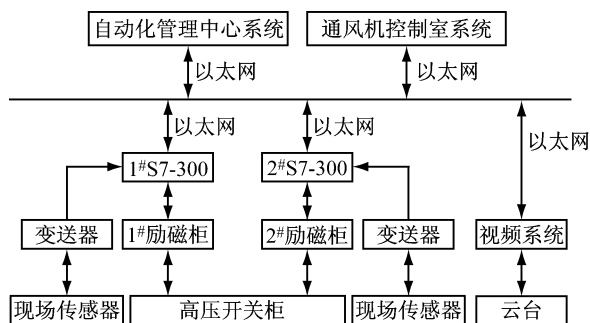


图 1 冗余自动化系统总体简图

2 自动化系统中的关键技术

1) 研究通风机流量的在线监测方法。根据流体力学可知,流体在通过变径管时,由于流速变化和阻力的影响,流体内部能量会发生相互转化,其转化量的大小与流体流量和变径管的几何尺寸及形状存在着相应的关系。通风机流量在线监测方法根据能量守恒原理,在通风机入口前选择两个近距离断面,测定这两个近距离断面的静压差来计算流量。

2) 研究建立稳定性高、能耗低、操作方便,且具有网路接口和远程控制功能的数字化励磁装置。煤矿主通风机的励磁装置是通风机运行的核心设备,直接影响通风机的运行特性和安全,因此以全数字直流传动装置 6RA70 和 S7-300 为核心,进行新的励磁系统研究。

3 系统特点

1) 系统采用了 PROFIBUS 和 TCP/IP 等现场总线,保证了系统数据传输的可靠性,有效地屏蔽了现场的各种干扰。

2) 以 S7-300PLC 为核心组建的双机冗余系统能准确地完成通风机设备的自动倒机、故障倒机和故障保护等功能,提高了通风机设备运行的可靠性,为煤矿的安全生产提供了保障。

3) 以 6RA70 为核心的励磁系统,具有运行稳定可靠,控制精确和自动化程度高,现场使用维护方便等优点。

4 现场应用情况

双机冗余的煤矿主通风机自动化系统于 2008 年 10 月在新汶矿业集团协庄煤矿正式投入运行,实现了主通风机设备的在线实时监测、远程监控和智能化管理,具备了风机房的无人化值守的条件。2009 年 4 月 25 日,监控系统曾出现声光报警,并在监控主机界面上给出 2#通风机南轴承温度过高的预警信息。经检查发现 2#通风机南轴承润滑油过少,经及时进行处理,消除了设备运行的安全隐患。

(收稿日期:2013-08-02)

文章编号:1001-0874(2014)01-0124-03

工业以太环网 + 三层物理网络结构的煤矿自动化网络平台

孟国胜,白宝国,袁海宾

(大同煤矿集团有限责任公司 马脊梁煤矿,
山西 大同 037027)

中图分类号:TP393.11

文献标识码:B

煤矿自动化控制系统网络是煤矿综合信息自动化控制系统的传输平台,承担着煤矿各生产系统设备监控层的信息传输,对数据传输实时性、可靠性、安全性均是工业级要求,也为井下各系统、设备提供稳定可靠的传输平台。采用最新的计算机网络、光纤通信和工业以太网技术进行综合自动化控制网络平台的设计。网络骨干采用千兆环网技术,核心采用开放型标准的以太网技术、TCP/IP 协议、透明 RS-485 技术,支持环形冗余,链路聚集,可提供统一标准化的接入接口,突破了各子系统现场总线没有形成统一标准的局限性。这样,环网由井下工业以太网和地面工业以太网两个环网组成,使全网形成一个煤矿综合信息自动化控制系统的综合传输平台。

1 网络平台总体设计

网络平台总体设计主要包括网络拓扑结构设计、光缆选择及网络带宽选择三方面内容。

1) 网络拓扑结构设计

煤矿综合信息自动化控制系统,主要以三层网络为基础,结合自动化、信息、计算机、网络、通信的新理论和技术,采用世界先进的自动化产品、网络产品和工业控制软件、数据库软件,将煤矿生产、管理的各个环节,统一在一个网络平台上,形成一个统一、完整的有机整体,使其在生产规模、系统结构、网络通讯、自动化覆盖范围方面处于世界先进水平。

煤矿综合信息自动化系统网络采用三层物理网络结构,即信息管理层、综合自动化层和设备层,网络平台拓扑结构设计如图 1 所示。

(1) 信息管理层网络系统

采用星型以太网结构,配备一台高性能第三层万兆以太网核心交换机形成骨干核心交换系统,是与集团网连接的关键交换机;配置一台汇聚交换机对各接入交换进行连接,保证各层次交换的有序性;配备接入交换机,通过划分 VLAN,区分各职能部门间的网络隔离,建立安全的网络访问环境,根据需要通过核心交换系统的第三层路由交换,转发部门间信息包,同时防止广播风暴及屏蔽不安全访问;与上级部门互通可通过 VPN 方式建立安全的连接,在核心交换机与接入路由器之间配备防火墙,实现数据过滤和内网安全保护;由核心交换机向下配备连接若干台接入交换机,供各生产部门级 100 MB 访问。

(2) 综合自动化层网络系统

由核心交换到控制层工业网采用 1 000 MB 主干连接,与信息层之间配备网闸,实现控制层网络与信息层网络的有效隔离,控制层采用两个环型工业以太网结构,配备两台工业级汇聚交换机建立两个环型工业以太网系统,井下 1 000 MB 环形以太网、地面 1 000 MB 环形以太网组成,两个相对独立的环形以太网在控制汇聚交换机处实现互联互通、信息

共享。控制系统的两台管控服务器、两台数据存储服务器、一台 WEB 服务器、一台防病毒服务器及一台控制操作员站和一台工程师站连接到汇聚交换机,用于全矿井控制信息的采集和控制指令的下传,控制系统 WEB 服务器透明的通过防火墙向信息层提供 WEB 访问服务。

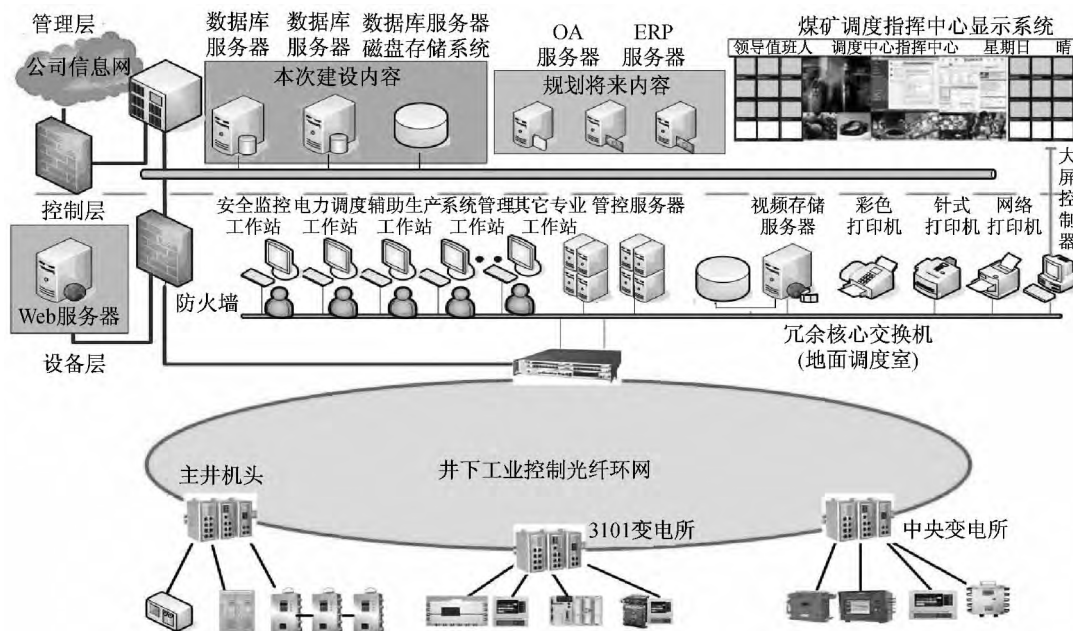


图1 三层物理网络平台拓扑结构图

(3) 设备层网络系统

设备层的数据信号和控制信号传输是基于工业以太网网络,控制采用系统内中心站控制和平台可控,与第三方系统则采用通用传输协议进行互联,完成不同厂家、不同设备的互连互通。

2) 光缆选择

考虑到井下的工作环境复杂,除了高温、粉尘外,还存在由大型设备的大量电磁干扰,普通的铜质通信电缆极易受到这些因素的影响。采用矿用专用光缆,可获得较长的通信距离及较强的抗干扰能力,是用于井下环境的理想通信线路。

3) 网络带宽选择

考虑到目前各子系统的通信要求基本上都是在实时性、可靠性方面的要求比较高,同时今后煤矿自动化系统业务的发展,语音、视频、其他数据业务等会逐步建立,最终确定网络带宽为千兆等级。

2 网络规划

1) 局域网设计

目前,煤矿自动化系统已经根据不同的业务状况规划了信息管理网、调度网,综合控制环网相互间需要处于实时连接状态,网间需要进行隔离,确保安全生产。

2) 服务器设计

业务信息公共服务平台建设内容包括安全监控、人员管

理、无线通信、瓦斯抽放系统、语音扩播、电力监控等多个系统。由于业务的复杂性、对象的多样性,必须选用高可用性的主机和服务器系统。服务器包括数据库服务器和应用服务器两部分建设。

3) 数据存储设计

由于矿井 IT 信息服务平台涉及到煤矿安全生产的关键数据,计算机故障、人为错误、黑客和病毒等行为将威胁到数据安全,因此必须进行数据存储及安全保障,防止数据的破坏和丢失。数据存储系统建设将从系统稳定性高、技术先进、性能优良、利于管理和操作等方面进行考虑。

4) 安全系统设计

搭建整个安全系统,并针对应用和信息密级对安全子系统和安全边界进行划分,对不同的安全子系统,提出相应的安全策略和措施,确保业务信息、地理信息、设备信息等在内、外网中数据的机密性和完整性。

3 网络选型

目前,在控制层应用的网络结构主要是现场总线和工业以太网。由于目前现场总线存在多种技术标准并存、通信协议间兼容性差、总线速率较低等问题,使其在建立应用网络比较困难,而现代以太网标准,如交换、全双工传输、实时数据的优先级、带宽由 10 Mbit/s 乃至 1 000 Mbit/s 的升级,使监控信息中实时、安全、可靠的传输成为可能。以太网采用

IEEE802.3 数据传输协议,主要特点为:

- 1) 易于与 Internet、Intranet 连接,可降低系统开发难度。
- 2) 可克服现场总线不能与计算机网络技术同步发展的弊病。

- 3) 为通信响应“确定性”提供了技术保障。

由上,本设计采用工业以太环网作为操作执行层(设备层)的网络平台。

4 井下环网平台设计

建设井下环网平台,主要采用标准的 TCP/IP 协议和工业以太网技术,实现将井上和井下区域控制器和综合监控站所采集的信息和控制信号传送给有关系统,井下环网平台也称之为控制网平台。

1) 安全性要求

煤矿安全生产监控系统新标准明确提出采用环形通信装置作为传输通道,并要严格遵守《煤矿安全规程》的规定,满足煤矿产品的电器性能要求。对于通信装置必须具备本质安全型特性。主要表现为:

- (1) 环网装置符合本质安全型特性。
- (2) 环网装置所有的输入口采用光电隔离(包括星型连接器),并采用后备电源,供电时间符合《煤矿安全规程》的规定。

(3) 接入环网的子系统须采用非本质安全-本质安全隔离栅设备。

(4) 采用网管型的环网交换机,软硬兼顾,对端口应进行有效管理。

由此,本设计采用非本质安全-本质安全隔离转换设备来解决系统接入安全性问题。严禁隔爆设备和本质安全型系统连接,中间必须加上安全隔离栅,保证这个传输系统的安全。本质安全型设备与防爆设备连接图如 2 所示。

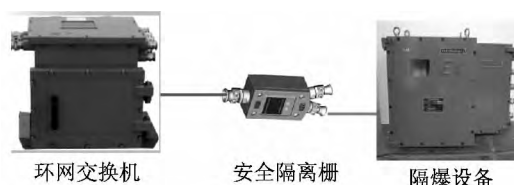


图 2 本质安全型设备与防爆设备连接图

2) 控制环网建设

根据煤矿需求,煤矿综合信息自动化监控网络系统包括井下网络和井上网络两部分,均为环型工业以太网,通过核心交换机相连接。环型以太网为 1 000 MB 工业以太网,作为全矿主干网,为全矿各个子系统提供方便灵活的工业以太网接口,地面、井下子系统均可以方便接入,控制环网系统总结构图如图 3 所示。

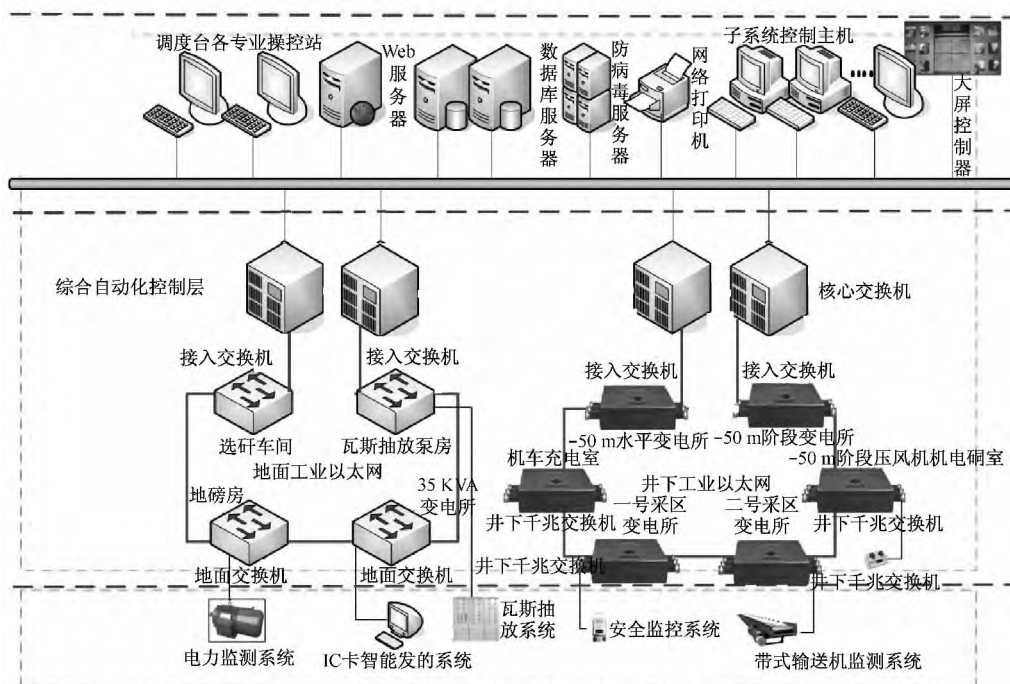


图 3 控制环网系统总结构图

5 结语

本网络平台设计采用计算机网络、光纤通信和工业以太网技术,提供统一标准化的接入接口,突破了各子系统现场总线没有形成统一标准的局限性。环网由井下工业以太网和地面工业以太网两个环网组成,形成一个煤矿综合信息自

动化控制系统的综合传输平台。这种以工业以太环网 + 三层物理网络结构为主题模式的网络平台,可有效保证数据传输的实时性、可靠性、安全性,使网络具有较强的适应性和开放性。

(收稿日期:2013-07-31)