

电站计算机监控系统网络拓扑研究

陶克¹,徐怡山¹,贺鹏²

(1. 三峡大学电气信息学院,湖北 宜昌 443002; 2. 三峡大学信息技术中心,湖北 宜昌 443002)

摘要: 电站的计算机监控系统普遍采用分层分布式结构,它将分布在机组控制室的每个现地监控单元利用网络连接起来,组成一个计算机网络。该文根据监控系统速度的要求和系统稳定性的要求,对监控系统的网络拓扑结构及软、硬冗余进行分析,给出了软件冗余的设计思想,讨论了如何选择更合理的拓扑结构以便实现对系统的合理高效控制。

关键词: 网络; 计算机监控系统(CSCS); 分层分布式结构

中图分类号: TM734 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2004)05-0049-03

0 引言

随着计算机及网络技术的迅速发展,计算机应用已深入到很多行业中。对于电力系统中普遍应用的电站监控系统来说,网络信息技术更是极大地推进它向自动化、网络化的方向发展。

电站是电力系统中的电能供给方,根据它的实际生产要求,对处于自动控制的最高层的计算机监控系统有着与普通的计算机控制不同的要求,从而所构成的计算机监控系统网络也与普通的计算机网络不同,它的网络应用针对性强,对网络的稳定性、可靠性要求高,要求计算机网络内的局部故障不影响其他设备的正常运行。所以电站计算机监控系统的网络在普通计算机网络的基础上采取了硬件冗余方式,同时在软件上也进行了相关的设计,以满足相关的要求。本文就计算机监控系统的各种网络拓扑结构、硬件组成及软件设计进行分析和讨论。

1 网络节点的通用设置

电站监控系统网络对网络节点上的计算机的要求是:

(1) 对于处于现地监控位置的现地控制单元,其网络需要有稳定的网络连接,在网络某处出现不能连接故障时不影响其它网络节点正常的数据传输。

为达到这样的要求,通常各网络节点计算机都设置为硬件的网络冗余,即设置双网卡,故障时自动切换。由于现地控制单元多为CPU模块板与其他功能插件板的组合,所以对于现地控制单元上的网络节点计算机也实行双机冗余,即有两块负责实时数据处理的CPU模块板。从而网络节点上的设置通常为两块模块板设置一块网卡,对应于各自的网

络。如图1所示。

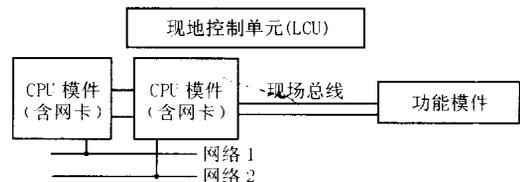


图1 现地控制单元节点

Fig. 1 Buses of local control unit

(2) 其它控制和监视节点,如处于数据的收集和命令的发送、接受位置的监控主站,操作人员使用的操作员工作站等,也采取硬件冗余。主要是主站的双机加双网卡冗余,操作员站等的双网卡冗余。

2 分布式监控系统中的有主和无主结构

电站的计算机监控系统属于分布式系统,对于分布式系统的主机的处理有两种常见的方式,即分布式有主结构和分布式无主结构。

分布式有主结构是指在整个系统中有特定功能的计算机充当系统主机功能,主机负责对现地控制单元传送的数据收集以供其他计算机使用,同时,将其他计算机传到的数据,其中包括命令,下达给系统中的现地控制单元。因而,分布式有主结构对主机的要求较高。

分布式无主结构指的是整个系统中无充当主机功能的计算机,通过设置数据服务器来收集系统中各种实时信息,以供需要时使用,任意的计算机现地控制节点与应用计算机如操作员站之间直接进行命令和数据传输。

分布式有主结构与分布式无主结构在结构上的区别主要集中在主机功能上。在实际应用及软件操作上,分布式无主结构需要整个计算机监控系统的

应用软件的支持,开发网络应用中间链路层的协议;而分布式有主结构可以避免设置专用的软件和协议,两者分别针对不同的要求。

3 网络拓扑结构分析

由于总线型网络自身特点的限制,不适合于在电站监控系统这样对于网络应用要求严格的网络内使用,所以本文对其不作分析。对于应用较为广泛的星型和环型网络进行详细分析并进行扩展,同时结合有、无主结构分析其应用性质。

(1) 星型网络

星型网络监控系统示意图如图 2 所示。

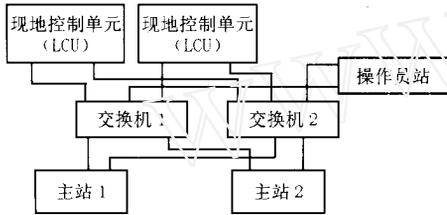


图 2 星型监控网络

Fig. 2 Star monitoring network

由星形网络组成的监控系统,各网络节点通过中心交换机连接,同时考虑到冗余需要,利用另外一台交换机组成双网络,网络工作原理如下:

1) 有主结构。现地控制单元有两块 CPU 模块,实现该单元节点处的故障冗余,为主的 CPU 板实时采集各种信号,并对故障信号作相应处理,同时将采集的信号量数字化,再传送给主站;主站负责数据的接收,同时向操作员站传送实时数据,并将操作员站的命令下达。

2) 无主结构。现地控制单元实时采集各种信号并对故障信号作相应处理,主站作为数据服务器,定时向各现地控制单元节点要数据并记录,操作员站通过交换机直接与现地控制单元通讯,传送数据与命令。

星形网络的优点是结构相对简单,由于普遍通讯协议为 TCP/IP,开发额外的系统应用程序比较简单,缺点是系统安全性能不高,若交换机坏,则网络就面临崩溃,对主站依赖性强。此种网络结构在一些经过系统升级改造的电站应用较多。

(2) 扩展环型网络

扩展环型网络是在环型网络的基础上,加上其他功能节点,或通过转换与其他应用网络连接,而现地计算机控制依旧处于环型网络上。示意图如图 3 所示。

由扩展环型网络组成的监控系统,各网络节点通

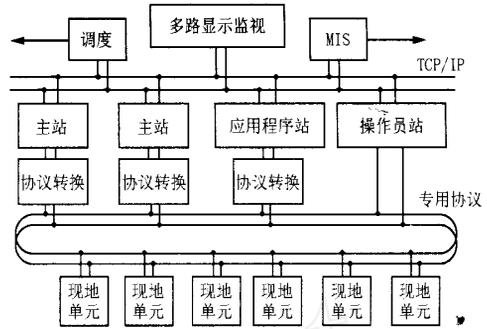


图 3 扩展环型监控网络

Fig. 3 Extended ringed monitoring network

过环型链路交换数据,利用两条环链构成冗余,除现地单元、操作员站外的其他应用计算机属于另一个 TCP/IP 网,主站与应用程序这些功能计算机通过协议转换连接到两个网络中。网络工作原理如下:

此种网络拓扑结构较适合于无主结构,若应用为有主结构,TCP/IP 网段的信息交换将由于主站性能限制而受到迟滞,对应用快速性不利。

在无主结构模式下,现地控制单元实时采集各种信号并对故障信号作相应处理,主站作为数据服务器,记录各现地控制单元节点数据,操作员站在环网上直接与现地控制单元通讯,传送数据与命令。在环网之外的 TCP/IP 网络通过与主站、应用程序工作站通讯,取得各种信息并可发送命令。

扩展环型网络的优点是结构上分层应用明显,各节点功能清楚,系统安全性能高,两个不同协议网段间的故障互相没有影响,网络稳定性好。缺点是结构相对复杂,网络投入较大,开发应用程序时,需考虑到两个网段的不同协议。目前国内某在建大型水电站的计算机监控系统采用的就是这种结构。

4 软件冗余设计

硬件冗余只是在结构构成上实现了故障切换,而建立在硬件基础上的操作系统及应用程序系统也需要实现冗余,这样才能在硬件故障时有效侦测到,并终止冗余中故障一方的监视控制功能,防止异常事件发生,所以监控系统中的双机冗余如主站与现地单元均需要在内部的运行软件上加以实现软件冗余。

软件冗余较多利用 Socket 通讯和“进程间通讯”(IPC——inter process communication) 结合的设计概念^[1],即冗余的两计算机采用同样的操作系统及应用程序,互相利用运行中的程序即进程的数据通讯,并判断对方的工作状态,作出相应的应用处理。本文给出常见的软件设计框图及部分判断执行代码。

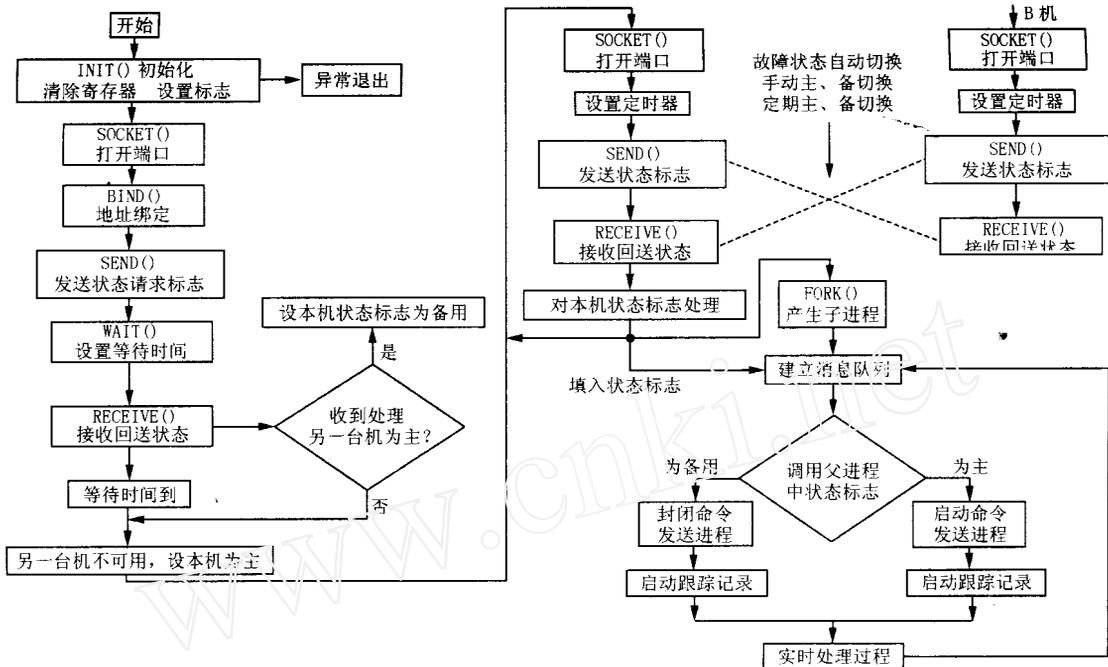


图4 软件冗余设计

Fig. 4 Design of redundant software

软件冗余除了在应用程序上的实现外,还有基于特定操作系统平台的应用程序,这些操作系统内含服务冗余设计,就无须应用程序上的软件冗余设计,如 Windows 2000 Advanced Server 内部就集成了故障转移功能:即如果群集中的某个节点失败,其他节点可以继续提供服务,从失败处继续进行,且对于客户端来说,关键的应用程序和资源仍然可用。

5 结语

结合本文上面的分析,电站监控系统的网络拓扑与普通计算机网络的有很大的不同,同时网络应用程序也有较大区别,本文根据电站监控系统网络的应用需求特殊性,从较多网络构成拓扑中选出较具代表性的网络结构,提出网络的组成特征及针对性较强的软件冗余步骤设计,以满足实际需要。

Study of the network topology of computer surveil and control system in power plant

TAO Ke¹, XU Yr-shan¹, HE Peng²

(1. Information and Electricity College, Three Gorges University, Yichang 443002, China;

2. Information and Technology Center, Three Gorges University, Yichang 443002, China)

Abstract: Computer Surveil and Control System(CSCS) is a layer-distributed system, with which the CSCS connects all local control units which are placed in the unit control room into a computer network. According to the speed and stability demands of the CSCS, this paper analyzes the topology structure of the network, details the design of the redundant hardware and software, presents the design thoughts of software, and discusses the principle of choosing a more reasonable network topology to achieve the goal of efficient and safe control.

Key words: network; computer surveil and control system(CSCS); layer-distributed system

参考文献:

- [1] 蒋东兴,林鄂华(JIANG Dong-xing, LIN E-hua). Windows Sockets 网络程序设计大全(Windows Sockets for the Design of Network Program) [M]. 北京:清华大学出版社(Beijing:Tsinghua University Press), 1999.

收稿日期: 2003-08-14; 修回日期: 2003-10-27

作者简介:

陶克(1980-),女,硕士研究生,主要从事分布式系统时间同步的研究;

徐怡山(1975-),男,硕士研究生,主要从事计算机通信方面的研究;

贺鹏(1965-),男,副教授,主要从事分布式控制系统的研究。