

# 三峡永久船闸集中监控系统结构分析与比较

卢爱菊

(长江水利委员会长江勘测规划设计研究院, 湖北 武汉 430010)

**摘要:** 在三峡水利枢纽中,永久船闸肩负着繁重的通航任务,在考虑其控制系统方案时,必须着重考虑其可靠性与先进性。永久船闸的集中监控系统适宜采用集散型计算机监控系统,系统分为现地控制层与集中控制层两层。本文提出了系统网络、现地控制层以及集中控制层的几种配置方案,并进行了分析与比较。

**关键词:** 永久船闸; 集中监控系统; 现地控制层; 集中控制层

**中图分类号:** U641.3<sup>+</sup>35      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1003-4897(2000)09-0028-03

## 1 引言

三峡永久船闸为双线连续五级梯级船闸,布置在三峡水利枢纽左岸坛子岭外侧。能通过万吨级船队。

永久船闸总设计水头为 113.0m,闸室有效尺寸为 280.0m × 34.0m × 5.0m(长 × 宽 × 坎上水深)。输水系统单级最大工作水头为 45.2m,全长约两公里。

每线船闸每个闸首布置有人字工作闸门和反向弧形工作阀门。每一闸首每侧人字闸门和输水阀门共用一套液压启闭机,并设有相应的电气控制设备(即现地控制站),每线共 12 个现地控制站。每线均设一套集中控制站。

双线连续五级船闸正常运行时为单向过闸,即一线上行,另一线下行。当一线检修时,另一线采用单向成批过闸,定时换向运行。因此,永久船闸总的运行要求是两线均能双向过闸。

## 2 永久船闸监控系统功能

永久船闸作为三峡水利枢纽的通航建筑物,肩负着繁重的通航任务,其运输任务繁重、运转频繁,对运行可靠性有很高的要求,其集中自动监控系统必须具有完备的控制和管理功能。其基本功能主要包括以下几个方面。

1) 控制功能。按照过闸工艺,监控系统可自动监控船闸的运行过程,准确完成船只通航的上(下)行程序规定的过程控制。同时收集和处理好各种数据,掌握船闸的运行情况和运行状态。当发生意外情况或出现故障时,能迅速作出反映,保证船闸安全可靠地运行。

2) 数据采集与处理功能。能够实时采集并处理全方位的数据,包括现地站输入输出信号、水位检

测信号、船舶探测信号、工业电视信号、通航指挥信号、广播通信指挥信号、设备和网络运行状态及故障信号等。同时,还需与高一级计算机网络联网,并将运行数据向高一级的调度管理层输送。

3) 动态模拟显示功能。

4) 全面的报警和保护功能。

5) 完善的信息管理功能。

## 3 永久船闸集中监控系统结构

从船闸的运转过程可知,各闸阀门的启闭是遵循一定运行工艺的,是典型的逻辑控制过程。其设备布置分散,每一机构的动作基本独立,需进行集中操作、控制和管理。因此船闸的集中监控系统适宜采用集散型计算机监控系统。正常时,可在集控室以集中自动方式和集中手动方式操作整个船闸的运行;在系统出现故障时,可在现地控制站进行手动操作。

集散型计算机监控系统具有通用性强、系统组态灵活、控制功能完善、数据处理方便、显示操作集中、调试方便、容易扩充控制功能等特点,使系统具有更高的可靠性、可用性和效率。

因此,永久船闸的集中监控系统应采用集散型监控系统。系统分为两层:第一层为现地控制层由各现地控制站组成,其作用是控制相应闸首的闸、阀门的运行,并接收和执行集控指令以保证现地站设备可靠地按程序运行;同时,当集中控制层设备或网络发生故障时,能独立地进行有闭锁保护的现地单机操作。第二层为集中控制层。其作用是对整个船闸的运行进行集中控制、监视和管理;对船闸的运行进行集中自动控制操作,同时以直观的动态画面模拟和显示船闸运行过程。

根据永久船闸的特点,其集中监控系统要求具

有极高的可靠性、长期运行的稳定性以及先进性,以实现通航自动化。下文将就其控制系统的具体配置方案进行分析比较。

## 4 监控系统方案分析比较

### 4.1 单网与双网的分析比较

通信网络在集散系统中是至关重要的神经中枢。

集中控制层与现地控制层之间以及各现地控制站之间通过网络进行信息交换,其传输媒体为网线。两层之间的通信连接方式有两种方案。

1) 方案一:单网连接。现地控制层与集中控制层之间通过一根网线进行通信。这种方式配置简单,组网方式简洁。但是,一旦出现网线由于某种原因断线时,必将中断现地控制层与集中控制层之间的通信,从而中断船闸的运行。必须在网线故障修复后船闸才能继续运行。

2) 方案二:双网连接。现地控制层与集中控制层间并行连接冗余配置的两根网线,一根作为主网线,担当起上下层通信的任务,另一根作为备用网线。两根网线的安装位置和走向应不同,这样才能保证发生意外时,不会使两根网线同时发生故障。当主网线由于某种原因断线时,备用网线无扰动地接替主网线完成上下层间的通信任务。待故障网线故障修复后,作为备用网线投入运行,从而保证船闸的可靠与连续运行。这一方案的缺点是系统较复杂,每台 PC 或 PLC 必须配备两套通信模块,价格较高。

对以上两种网络连接方式进行比较,可以看出,虽然方案一的配置比方案二简单、经济,但方案二的可靠性高于方案一,能够提高整个系统运行的可靠性。因此推荐采用方案二。

### 4.2 现地控制站各种冗余形式的分析比较

现地站作为船闸运行的直接控制和操作层,要求具有相当高的可靠性,这与现地站可编程控制器(PLC)的配置及运行性能有直接关系。是否对每个现地站 PLC 进行冗余配置,以及现地站采取何种冗余形式,是一个值得探讨的课题。

目前,对于现地站配置形式有如下几种方案:

1) 方案一:如图 1 所示,每个现地站配置一台 PLC 单机运行,每台 PLC 只控制本站设备的运行操作。现地站配备备品备件,如电源模块、输入输出模块等,一旦出现故障,立即停机,对 PLC 进行检修,或更换故障模块。待排除故障后,尽快投入运行。



图 1 现地站配置结构图(方案一)

2) 方案二: 如图 2 所示,每个现地站的两台 PLC 以双机热备方式运行,一台为主控 PLC,另一台为备用 PLC。一旦主控 PLC 出现故障,备用 PLC 立即无扰动地切换成主控 PLC,接替原主控 PLC 的工作。故障 PLC 修复后作为备用 PLC 投入运行。

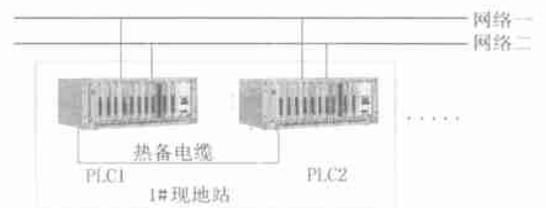


图 2 现地站配置结构图(方案二)

3) 方案三: 与方案二一样,每个现地站配备两台 PLC,不同的是:两台 PLC 互为冷备,一台为主控 PLC,另一台为备用 PLC。一般情况下,主控 PLC 控制本现地站的运行操作,备用 PLC 不投入运行。一旦主控 PLC 发生故障,运行人员立即手动将故障 PLC 退出运行,同时投入备用 PLC,使之成为主控 PLC,接替原主控 PLC 的工作;同时将故障 PLC 退出运行进行检修。这种备用方式称为冷备方式。

4) 方案四: 如图 3 所示,每个闸首左、右两个现地站均配备一台 PLC,这两台 PLC 互为热备,一台为主控 PLC,另一台为备用 PLC。一般情况下,主控 PLC 控制同闸首的两个现地站的运行操作。一旦主控 PLC 发生故障,备用 PLC 立即无扰动地切换成主控 PLC。这种备用方式称为对侧热备方式。

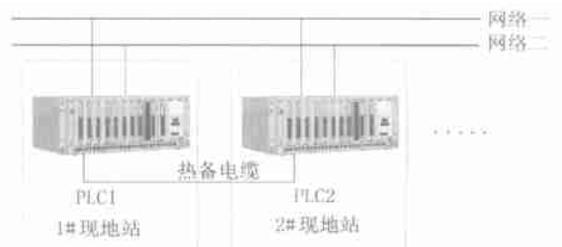


图 3 现地站配置结构图(方案四)

这四个方案各有其优缺点。

方案一是一种简单明了的配置。每台 PLC 只

控制本现地站的运行,功能相对单一,输入输出点相对较少,CPU负担轻,运行速度快。这时,每个现地站占用网络上的一个站点。在CPU及I/O可靠的前提下,这是一种运行速度快、经济实用的配置。其缺点是在任一CPU或I/O出现故障时,必须中断运行。

方案二是双机热备的冗余配置。这种配置的优点是:当主控PLC故障时,备用PLC可以立即投入,切换无扰动,运行不间断,可靠性优于方案一。但是,由于在CPU中增加了双机冗余程序,将会增加CPU的负担,使PLC的实际运行速度低于方案一;且每个现地站在网络上占用两个站点,整个网络上的现地站站点数比方案一增加一倍,这势必会降低网络的运行速度,其网络运行速度低于方案一。并且现地站接线较复杂,相应地增加了故障点。

方案三与方案二采取同样的双机切换方式,与方案二不同的是本方案采用冷备切换方式。在可控PLC故障的情况下,手动投入备用PLC,船闸继续运行。这种方式下的两个PLC占用网络上的一个站点,在配备双机的情况下,不增加网络站点数,不影响网络速度,其网络运行速度高于方案二,且网络结构比较简单。其缺点是在故障情况下,若主控PLC故障,需手动投入备用PLC,因此,其故障情况下的运行性能低于方案二,但优于方案一。在配置上,比方案一烦琐,所用设备较方案一多。

方案四的现地站PLC冗余方式与方案一比较,站点数没有变化。但每个CPU必须同时监测并控制同闸首的两个现地站,CPU运行速度低于方案一。当主控PLC故障时,备用PLC可以无扰动地切换为主控PLC,保证船闸运行的连续性。因此,其可靠性高于方案一。

通过对以上四个方案的分析比较,可以发现,这四个方案各有其优缺点。现代高科技发展日新月异,计算机网络发展迅猛,网络运行速度必将越来越快,CPU的运行速度也在不断地提高,现地站究竟应采用何种配置方案,必须进行更深入的研究,同时进行试验,在保证系统具有很高可靠性的前提下,得出船闸集中监控系统的最优方案。

#### 4.3 集控站硬件配置的分析比较

集中控制层应配置控制主站、工程师站、培训站等站点。本文只对控制主站的两种配置方案进行分析。

1) 方案一: 如图4所示,两台主机互为热备,

一台为主控机,另一台为备用机。当主控机故障时,备用机无扰动地接替其工作,保证集控站程序连续地运行,同时对故障微机进行检修。

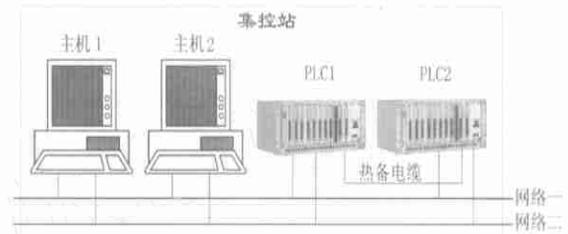


图4 主控站配置结构图(方案一)

2) 方案二: 集控站配置为两台PLC和两台微机,两台PLC互为热备工作,对整个五级船闸的运行过程进行过闸工艺流程控制。一台PLC故障时,另一台PLC无扰动地接替其工作,保证集控站程序连续地运行。另外配置两台微机进行显示与管理。这两台微机也互为冗余配置,其中一台为主机,另一台为辅机,主机发生故障时,辅机接替主机的工作,保证程序连续可靠运行。方案二结构配置图如图5所示。

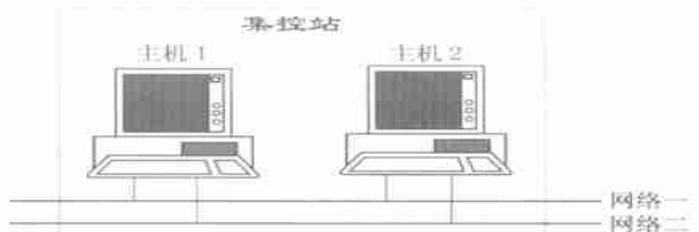


图5 主控站配置结构图(方案二)

由于永久船闸工艺流程复杂,且相邻闸、阀门之间的闭锁关系复杂,集控站要求有很高逻辑控制能力与可靠性。

采用方案一,配置简单明了,一台微机作为主控机,另一台作为备用机。当主控机故障时,备用机立即切换为主控机。但是,一台微机既要对整个船闸的运行进行逻辑运算及控制,又要进行操作、显示和管理,其任务是相当繁重的。而且,微机容易受网络病毒侵扰,带来不必要的损失。

采用方案二,增加了两台PLC作为主控机,由它们对整个五级船闸的运行进行控制。由于PLC具有结构紧凑、逻辑运算功能强、不会受病毒侵扰、不需维护、运行可靠及适应恶劣环境等特点,因此,利用PLC来控制整个永久船闸的运行,其可靠性高于方案一。同时,两台微机只是作为(下转第34页)

- 1993,7.
- [3] M S Sachdev, T S Sidhu. A Laboratory for Research and Teaching of Microprocessor-based Power System Protection [J]. IEEE Transactions on Power System, 1996, 11(2): 613 ~ 619.
- [4] C Y Teo, H B Gooi. A Microcomputer Based Integrated Generations and Transmission System Simulator [J]. IEEE Trans

actions on Power System, 1995, 10(1): 11 ~ 17.

收稿日期: 2000-02-25

作者简介: 王葵(1966-),女,硕士,讲师,从事电力继电保护的研究; 王新超(1963-),男,硕士,讲师,从事电力继电保护的研究。

### Microcomputer based monitor and control scheme in power system static simulation system

WANG Kai, WANG Xin-chao, ZHANG Li-qun, GAO Hou-lei, PAN Zhen-cun

(College of Electric Power Engineering, Shandong Polytechnic University, Jinan 250061, China)

**Abstract:** This paper introduces the construction and function of power system static simulation system. The fault control part including fault offered, circuit breaker operated and switch change showed is discussed. The design of hardware and software is also presented. The tests in laboratory verify the validity of this scheme in static simulation system of power system.

**Keywords:** power system; static simulation; fault control

(上接第 30 页) 监视、管理,并配备操作接口,在操作界面不受影响的情况下,既减轻了两台微机的负担,又提高了运行可靠性。因此,推荐采用方案二。

## 5 结论

本文就船闸监控系统的各种方案进行了分析与比较。文中所列的各方案均有其优缺点。鉴于船闸运转频繁、可靠性要求很高,为了提高系统的可靠性,我们初步得出如下结论:船闸集中监控系统采用两层分布式结构,第一层为现地控制层即现地子站,第二层为集中控制层。集中控制层与现地控制层之

间采用双网通信,形成高可靠性的通信网络。集中控制站配置两台 PLC 或两台 PC 作为主控站,控制船闸的运行,两台微机作为操作员站和工程师站,负责显示与管理。为了确保船闸运行的可靠性,现地站采用何种配置方案,我们将在以后的工作中继续深入研究,并得出最优方案。

收稿日期: 2000-04-04

作者简介: 卢爱菊(1969-),女,硕士,工程师,从事水电站、船闸及泄水闸计算机监控系统的设计和开发工作。

### Analyzing and comparison of the configuration for Three-Gorges ship gate central monitor and control system

LU Ai-jü

(Changjiang Water Resource Commission, Wuhan 430010, China)

**Abstract:** System design is the most important part to ensure the system's reliability. The Three-Gorges ship gate takes on the heavy navigation role in the Three-Gorges waterpower hinge. The reliability and advancing is the first problem to be taken into account. The central monitor and control system of ship gate must be the distributing system. The system is divided into two level: local control level and central control level. This paper presents and compares several configuration of system communication and two control levels.

**Keywords:** ship gate; central monitor and control system; local control level; central control level

发扬创新求实精神 勇攀科学技术新高峰