

集散控制系统可靠性设计探讨

张荣标, 朱荣生

(江苏理工大学)

摘 要: 集散控制系统在排灌机械行业中应用越来越普遍, 系统设计的方法趋于多样化, 然而集散控制系统本身的可靠性是一个不容忽视的问题。为此, 文章结合潜水轴流泵故障诊断系统的具体实例, 描述了集散控制系统的结构及其工作原理, 分别从可靠性设计准则、硬件可靠性措施和软件可靠性措施等方面详细地讨论了控制系统本身可靠性设计的实现策略, 对其他集散控制系统的设计也有一定的指导意义。

关键词: 潜水电泵, 集散控制, 可靠性

文献标识码: A **文章编号:** 1005-6254(2001)02-0039-04

1 引言

集散控制系统以其控制分散、集中管理、系统规模可大可小、配置灵活、组态方便以及高可靠性等优点, 在自动化监控系统中等到了广泛应用, 特别是近年来在排灌机械行业中的应用越来越普遍, 无论是大型泵站的改造还是中小型泵站的建设和, 甚至闸门的控制也都采用了集散控制系统。但是, 在一些工程设计人员心目中, 把集散控制系统与其可靠性划上一个等号, 认为所有的集散控制系统本身就是可靠的。其实并非如此。从总体概念上讲, 集散控制系统的设计思想就是把危险分散, 使局部故障的发生不影响全局的运行。但从具体的系统来分析, 集散控制系统本身有一个设计问题, 而且设计方法是多种多样的。有的直接购买集散控制系统成品, 自行编制一些软件; 有的采用单片机及系统机组成。其硬件设计和软件设计都是多样化的, 文献[1~3]的集散控制系统设计充分说明了这一点。

集散控制系统除了功能性设计外, 另一个重要的就是系统本身的可靠性设计。在实际应用中, 人们对计算机的性能和可靠性提出了极高的要求, 而计算机性能提高使系统的复杂性增加, 主频加快, 同时由于运行环境的恶化, 因而使系统更容易出错, 为了使系统的可靠性不随性能的提高而

急剧下降, 必须进行精心的可靠性设计。

本文以潜水轴流泵在线故障诊断的集散控制系统为例, 给出了集散控制系统的结构和工作原理, 探讨了集散控制系统可靠性设计的方法。笔者长期从事控制系统的硬件和软件设计, 对控制系统本身的可靠性设计感受颇深, 同时深信, 无论是集散控制系统的设计者还是用户, 对此都有同感。

2 集散控制系统的构成

2.1 系统的总体结构

本系统的设计考虑到多台泵同时工作的情况, 系统可以根据潜水泵的数目来设定。每一台潜水轴流泵配备一套过程控制装置, 各过程控制装置通过网络与上位机相连形成集散控制系统结构, 如图 1 所示, 系统由操作管理装置、过程控制装置和局域网组成。

2.2 操作管理装置

操作管理装置是操作人员与集散控制系统之间的界面。操作人员可通过操作管理装置了解潜水轴流泵的运行状况, 并通过它发出操作命令给过程控制装置。过程控制装置的各种参数在操作管理装置上显示, 以便于操作管理人员监视和操作。操作管理装置又是一个智能诊断系统, 该系统接受过程控制装置实时监视和状态识别模块的初步分析结果, 并利用逻辑推理和数值分析相

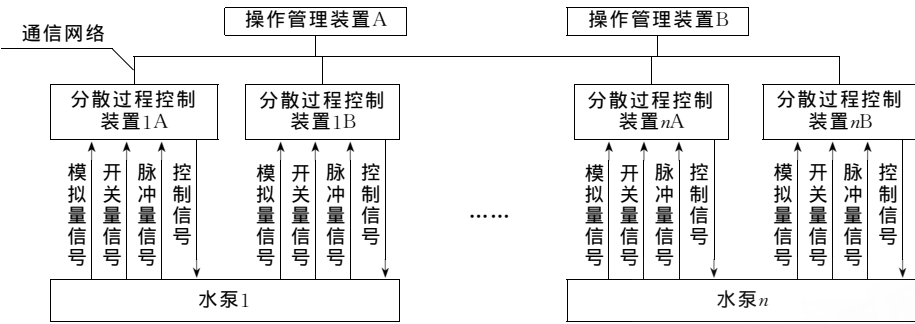


图 1 集散控制系统结构示意图

结合的方式,结合水泵行业专家知识和机组历史档案进行分析。

2.3 分散过程控制装置

分散过程控制装置是集散控制系统与潜水轴流泵间的界面,水泵的各种故障信息通过分散过程控制装置转化为操作监视的数据,而操作控制台的各种信息也是通过分散过程控制装置送到执行机构。本系统的分散过程控制装置的结构如图2所示。来自潜水泵的故障信息有模拟量和开关量,在信号输入接口电路中,采用 A/D 转换电路将模拟量转换成数字量送入工业控制计算机,开关量信号经光电隔离后直接送入计算机。分散过程控制装置的核心是 IPC 工业控制计算机,它巡回采集传感器的信息,经过对故障信息的特征提取,判断工况是否正常,同时通过网络将所有异常的特征传送给操作控制装置。

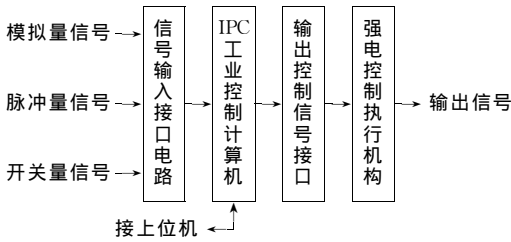


图 2 分散过程控制装置结构示意图

2.4 通信系统

分散过程控制装置与操作管理装置之间需要有一个桥梁来完成数据之间的传递和交换,这就是通信系统。故障诊断系统采用计算机网络技术实现相互之间的通信。由于通信波特率相当高,从而保证了上下位机之间的信息传递具有很好的实时性。

3 可靠性设计

3.1 可靠性设计的准则

可靠性设计是完全新型的一种设计。它用于实现设计质量,即可靠性、性能、效率、安全、经济等项指标的设计。采用了可靠性设计,就能设计出在使用过程中不易发生故障、即使发生故障也易修复的产品。通常,在可靠性设计时,遵循下列准则:

- (1) 有效地利用以前的经验;
- (2) 尽可能减少零件件数,尤其是故障率高的零件数;
- (3) 采用标准化的产品;
- (4) 检查、调试和互换容易实现;
- (5) 零件互换性好;
- (6) 可靠性特殊设计方法,例如,可靠度合理分配、冗余设计、安全装置设计、极安全设计、可靠性预测等。

3.2 硬件可靠性的措施

3.2.1 冗余结构设计

冗余结构设计可以保证系统运行时不受故障的影响。冗余设计是以投入相同的装置、部件为代价来提高系统可靠性的。在设计选型时,根据工艺过程特点、自动化水平、系统可靠性要求提出合理的冗余要求。应该指出,对于一个高可靠性的系统,采用冗余结构后,系统可靠性虽然提高,但相对值可能不大。而对于可靠性较低的系统,采用冗余结构,可以大大提高可靠性指标。本系统采取的冗余设计如下。

分散过程控制装置采用了双机热备份系统,两台工控机执行相同的程序从潜水轴流泵读取数据或给出相应的控制,最上层的操作管理装置只需从其中一台工控机采集数据,若提供数据的工

控机发生故障,则切换到另一台工控机采集数据。双机在工作过程中,定时比较本地硬盘与网络硬盘上参数文件的时标,并以最新时标的文件覆盖本地硬盘上的文件。

3.2.2 不易发生故障的硬件设计

为了提高使用寿命,从下述几方面考虑硬件的设计和系统的选型。

(1) 运动部件

由于电子元器件的使用寿命比机械运动部件的使用寿命长。因此,运动部件的寿命就成为衡量系统可靠性的指标。例如,集散系统的组态和编程数据可以放在内存,也可以存放在硬盘。由于硬盘存在机械运动部件,因此,选用了采用内存存储器存取数据的集散系统,以提高可靠性。例如,鼠标的检测有光线直接反射和经球面反射的,由于球面的运动易引起故障,因此,选用直接反射式鼠标。

(2) 接插卡件

接插卡件在集散系统组成中占很大比重。它的可靠性会直接影响全系统的正常运行。接插卡件的可靠性设计包括卡件本身的设计与卡件和卡件座的接触部件的设计。集散系统中的接插卡件是在计算机控制的自动流水线上生产的,采用了先进的制造工艺,例如:波峰焊接、多层印刷板、镀金处理等;还采用了可靠性测试和检验,提高了接插卡件的可靠性。卡件和卡件座的接触部件的设计既要有可靠性又要有维修性的要求,通常采用插接、压接、螺丝固定、插脚和插座接触部位镀金等措施。例如,集散系统产品的线路板全部采用 CMOS 元器件,降低功耗。采用最先进的表面安装技术,增加元件和印刷板间的接触面积;采用密封结构,大大减小环境中尘埃、湿气和它环境气体的侵袭;采用金属板外部散热,机柜逆风,及时移热,使卡件运行在正常工况;采用分散供电方式对各卡件独立供电,把危险分散等。

(3) 元器件

包括机械与电子元器件。选用名厂生产的高性能的规格化、系列化的元器件,例如大规模集成电路、超大规模集成电路、微处理器芯片、耐磨损传动器件等。对元器件进行严格的预处理和筛选,按可靠性标准检查全部元器件。

(4) 电路优化设计

采用大规模和超大规模的集成电路芯片,尽可能减少焊接点。连接线优化布置、采用优化性能

的元器件等电路优化的设计,可以提高系统的可靠性、防止和降低干扰的影响。

3.2.3 迅速排除故障的硬件设计

为了迅速排除故障,减小 MTTR,在硬件设计方面可采取下述措施。

(1) 自诊断

集散控制系统中的自诊断功能通常由硬件和软件共同完成。硬件的设计是使系统发生故障时引起标志位的变化,并激励相应故障显示发光二极管。软件的设计是对检测值与故障阈值进行比较,并据此实现自诊断功能。它能够对各种接插卡件进行诊断,并显示故障。

(2) 硬件设计

易检修、更换、不易发生故障的硬件设计包括机械部件和电子线路的设计。通常,对需常检修和更换的部件采用接插卡件的机械设计。采用镀金的插脚、易于接插的把手、插卡滑轨等设计可以保证有良好的接触和易于更换的机械性能。对接插卡采用螺丝固定,防止松功。在电子线路设计方面。采用各卡件自成系统,它的插入和拔出不影响其它卡件的运行,保险丝安装部件易于更换等措施。

3.2.4 电源的净化

系统使用不间断的,独立的供电系统,设置可切换的双稳压电源,其中一台工作,另一台备用。选用有高频滤波、稳压、隔离、无触点切换等措施的 UPS,以确保在外围电网有事故发生瞬间系统仍能有效地工作。

3.2.5 信号的处理

(1) 系统中模拟输入信号通过一个低通滤波器和差分方式输入,以抑制共模干扰噪声。

(2) 开关信号和脉冲信号通过光耦隔离后再输入系统接口。

(3) 模拟信号转换为数字信号后,经软件滤波波进一步提高信号传输信噪比。

(4) 传感器信号采用 RVV 双绞屏蔽线敷设,屏蔽层单端接地。

3.3 软件可靠性的措施

3.3.1 分散结构设计

把整体的软件设计分散成各子系统的设计,各自独立,便共享资源。这种分散结构的软件设计既有利于设计工作的开展也有利于软件的调试。如把整体设计分为控制器模块、历史数据模块、打印模块、报警事件模块等子系统的软件设计。

3.3.2 容错技术

在软件设计中的容错技术是指在软件设计时,对误操作不予响应的技术。这里的不予响应是指对于操作人员的误操作,如不符合设计顺序则软件不产生输出,或者输出有关提示操作出错的信息。

3.3.3 标准化

尽量采用标准化的软件以提高软件运行的可靠性。目前,新一代的集散系统在硬件上采用全32位的CPU芯片,软件上则采用著名的多用户分时操作系统。

4 结束语

增加系统的冗余度可以大大提高集散控制系

统的可靠性,选用高可靠的部件也是提高系统可靠性关键措施,但值得指出的是可靠性设计必须进行经济分析和工艺过程特点分析。解决低成本和高可靠性之间矛盾,使可靠性设计成为切实可行的措施。

参 考 文 献

- 1 袁家博,汤方平. 泵站DCS工程化设计浅论. 排灌机械, 1999,17(4):15~19
- 2 谢志荣. 分布式闸门微机控制系统. 排灌机械, 1999,17(4) 25~27
- 3 陈红勋等. 大型泵站计算机监控系统的开发. 农业机械学报, 1998,29(4):162~165
- 4 俞金寿,何衍庆. 集散控制系统原理及应用. 北京:化学工业出版社, 1995. 8

Study Reliability Design of A Submersible Pump Distribute Control System

ZHANG Rong-biao, ZHU Rong-sheng

(Jiangsu University of Science and Technology, Zhenjiang, Jiangsu 212013, China)

Abstract: The distribute control system (DCS) is used widely in the drainage and irrigation field. The methods of DCS design is various. But the reliability of DCS is important. Therefore, in accordance with the example of a submersible pump fault diagnosis distribute control. The construction of DCS and its principle is described. The norm of reliability design, hardware and software measure are introduced. The way of DCS reliability design is described. This will be helpful to other DCS design.

Key words: Submersible pump, DCS, Reliability

万方数据