

DCS 时间同步系统退防策略与分析

张颖颖*, 余冠华, 郭欧杰

(中核控制系统工程有限公司, 北京 102488)

摘要: 时间统一是分布式控制系统(DCS)中至关重要的部分。在DCS系统的长时间运行中, 可能会发生GPS时钟源的网线光口组件老化、B码线连接掉落或者接触不良、GPS时钟源硬件故障等等故障类型。本文提出了DCS时间同步系统退防策略, 在出现故障的情况下, 仍保证系统中在线设备的时间一致性。

关键词: DCS; 时钟源; 退防; 故障量化; 基准控制器

中图分类号: TP301 文献标识码: A

文章编号: 1009-3044(2019)12-0049-02

DOI: 10.14004/j.cnki.ckt.2019.1338

Defense Strategy and Analysis of DCS Time Synchronization System

ZHANG Ying-ying, YU Guan-hua, GUO Ou-jie

(China Nuclear Control System Engineering CO, LTD, Beijing 102488, China)

Abstract: Time synchronization is an important part of distributed control system (DCS). In the long-term operation of DCS system, there may be some types of faults, such as aging of network optical port components of GPS clock source, dropping or poor contact of B code line connection, hardware failure of GPS clock source, etc. In this paper, a defense strategy for DCS time synchronization system is proposed. In case of failure, the time consistency of on-line equipment in the system is guaranteed.

Key word: DCS; Clock Source; Defense; Fault Quantization; Benchmark Controller

时间统一是分布式控制系统(DCS)中至关重要的部分。日志数据、历史库数据和报警数据都是按照时间序列存储或显示的监控数据。如果系统内各个设备的时间不统一, 将直接影响监控数据的历史追溯和事故分析。

基于GPS时钟源, 实现自动化系统和设备的时间统一已经得到了重视和广泛应用。吴建福介绍了GPS时间同步系统中设备安装接线、设备调试方法和维护注意事项^[1]。张九宾等介绍了无线分布式测试系统的时间主控模块的设计^[2]。葛雅川等实现了对时标志和误差的在线监测^[3]。目前, 对于GPS时钟源故障后的时间同步系统退防策略, 研究报道较少。杨鹏燕等介绍了一种层级的GPS时间同步系统, 如果某层的被授时设备与时钟源通信全部断开, 该层以下的对时设备容易形成时间孤岛, 与上层时间不一致^[4]。本文介绍了一种更为完备的DCS时间同步系统的退防策略, 在GPS时钟源故障或者某台对时设备与时钟源连接故障的情况下, 仍能保持时间的一致性。

1 DCS 时间同步系统简介

DCS时间同步系统的网络拓扑图如图1所示。GPS时钟源接收卫星时间信号, 为DCS系统提供高精度的时间同步基准。GPS时钟源通过以太网接口与操纵员站、工程师站、历史服务器、通信服务器等二层设备进行对时, 通过光纤传输B码信号与控制器进行对时, 使得系统内被授时设备的本地时间均和GPS时钟源时间保持一致。B码信号是每秒一帧的时间串码, 它将时间同步信号和秒、分、时、天等时间码信息加载到频率为

1 kHz 的信号载体中, 不再需要GPS时钟源输出大量脉冲接点信号, B码对时在自动化控制系统中得到了广泛应用^[5]。

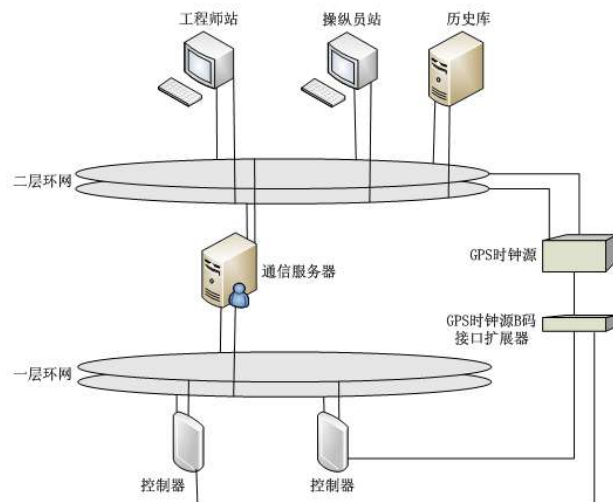


图1 DCS时间同步系统网络拓扑图

2 退防策略与分析

在DCS系统的长时间运行中, 可能会发生各种故障, 例如: GPS时钟源的网线光口组件老化、B码线连接掉落或者接触不良、GPS时钟源硬件故障等等。

在正常运行情况下, 时间同步系统中各个设备均和GPS时

收稿日期: 2019-02-03

作者简介: 张颖颖(1987—), 女, 工程师, 中核控制系统工程有限公司, 研究方向: 分布式控制系统工程组态、计算机网络通信等。

钟源进行通信。若二层网络中,某台设备与 GPS 时钟源无法再进行通信,该设备的时钟源退防为通信服务器,即该设备从通信服务器获取当前时间,通讯服务器可以和 GPS 时钟源定时,间接实现继续和 GPS 时钟源定时。若二层设备与二层网络连接全断开,该设备被判定为离线,离线设备无法与通信服务器和 GPS 时钟源进行定时,在该设备与二层网络恢复连接时,继续与 GPS 时钟源定时。若一层网络中,某控制器与 GPS 时钟源连接断开,该控制器的时钟源退防为基准控制器,基准控制器是从所有控制器中选举出的最优控制器,该基准控制器与通信服务器进行定时,通信服务器和 GPS 时钟源定时。若控制器与 GPS 时钟源连接恢复,则继续与 GPS 时钟源进行定时。

基准控制器的选举策略为:选举控制器中故障最少的且 ip 地址最小的为基准控制器。

第 i 台控制器的故障量化公式如下:
$$F_i = 16 * B_{MGPS} + 8 * B_{MA} + 8 * B_{MB} + 4 * B_{SGPS} + 1 * B_{SA} + 1 * B_{SB}$$

其中:
 B_{MGPS} 为主控制器与 GPS 时钟源的连接故障状态,故障为 1,正常为 0;
 B_{MA} 为主控制器与一层网络 A 网的连接故障状态,故障为 1,正常为 0;
 B_{MB} 为主控制器与一层网络 B 网的连接故障状态,故障为 1,正常为 0;
 B_{SGPS} 为备控制器与 GPS 时钟源的连接故障状态,故障为 1,正常为 0;
 B_{SA} 为备控制器与一层网络 A 网的连接故障状态,故障为 1,正常为 0;
 B_{SB} 为备控制器与一层网络 A 网的连接故障状态,故障为 1,正常为 0。

所有控制器中,如果有多个故障量化值 F 最小的控制器,其中 ip 地址最小的即为基准控制器。

基于单一故障原则和上述时钟源退防策略,当出现某种故障后,对时设备的时钟源选择以及时间一致情况,见下表。

表 1 故障时退防结果

序号	故障类型	时钟源	时间同步结果
1	GPS 时钟源硬件故障	基准控制器、通信服务器	系统一致
2	GPS 时钟源以太网接口老化	基准控制器、通信服务器	系统一致

3	GPS 时钟源 B 码接口老化	基准控制器、通信服务器	系统一致
4	某台控制器 B 码连接断开	基准控制器、通信服务器	系统一致
5	某台控制器与一层网络连接全断	GPS 时钟源	系统一致
6	通信服务器与二层网连接全断	GPS 时钟源	系统一致
7	通信服务器与一层网连接全断	GPS 时钟源	系统一致
8	通信服务器硬件故障	GPS 时钟源	系统一致
9	二层对时设备与二层网连接全断	无	离线设备与系统其余设备不一致

3 实际应用

本文所提时钟源退防策略已经应用到了 NicSys2000 DCS 系统中,在表 1 所列的故障类型的测试中,均可保持系统在线设备的时间一致性。在与 GPS 时钟源对时的情况下,时间误差小于 5 毫秒,在与通信服务器对时的情况下,时间误差小于 50 毫秒。

4 结束语

考虑 DCS 系统在长时间运行中可能出现的故障,提出了时间同步系统的退防策略,分析了各种故障类型下了时间同步系统的运行影响。时间同步系统的退防策略可以提高 DCS 系统的抗风险程度和安全性能,为全厂自动化设备的安全生产提供强有力的技术保障

参考文献:

[1] 吴建福.GPS 同步系统在电厂的改造应用[J]. 华中电力,2009, 22(137), 06:85-87.
[2] 张九宾,张丕状,杜坤坤. 无线分布式测试系统时间统一技术的研究 [J]. 核电子学与探测技术, 2010,30(173), 03 84-88.
[3] 葛雅川,董贝,韩春江,徐颀飞. 数字化变电站对时状态在线监测的解决方案 [J]. 电力系统通信, 2012,33(236), 06:50-53.
[4] 杨鹏燕,王华强,彭洪斌. GPS 时间同步在工厂自动化系统中的应用.工业仪表与自动化装置[J].2018,2:109-112.
[5] 周斌,黄国方,王耀鑫,张何. 在变电站智能设备中实现 B 码对时[J]. 电力自动化设备,2005,09:90-92.

【通联编辑:梁书】