

变电站计算机监控系统测评项目探讨

王铁强¹, 云红剑², 林榕³

(1. 河北省电力公司, 河北 石家庄 050051; 2. 许继电气股份有限公司, 河南 许昌 461000;
3. 河北省电力勘测设计研究院, 河北 石家庄 050031)

摘要: 针对变电站计算机监控系统在技术性、应用性和可靠性等方面的要求, 笔者对计算机监控系统的主要测评项目加以探讨和总结, 特别是可扩展性、软硬件标准化、通信规约、与继电保护及其它系统的接口、自动电压控制(AVC)、防误操作、监控系统的电源配置等方面的要求, 以确保满足系统在设计、调试和验收阶段的功能要求和可靠性要求, 适应现场运行需要。

关键词: 变电站; 计算机监控系统; 通信规约; 测评; 可靠性

Research on the evaluation items of computer monitoring and control system in substation

WANG Tie-qiang¹, YUN Hong-jian², LIN Rong³

(1. Hebei Electric Power Company, Shijiazhuang 050021, China; 2. XJ Electric CO.Ltd, Xuchang 461000, China;
3. Hebei Electric Power Design and Research Institute, Shijiazhuang 050031, China)

Abstract: According to the evaluation of technical speciality, practicability and reliability in SAS, the evaluation items of computer monitoring and control system are presented in the paper. Some ideas about standardization of hardware and software, communication protocol of SAS, interface between relay protection and other systems, automatic voltage control, prevent misoperation, power supply scheme of SAS are discussed in detail. The evaluation items should be applied during the system design, FAT and SAT process.

Key words: substation; computer monitoring and control system; communication protocol; evaluation; reliability

中图分类号: TM764 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2009)16-0118-04

0 引言

随着电网运行管理现代化的发展, 变电站计算机监控系统(以下简称监控系统)得到了广泛的应用, 成为电网调度自动化系统站端设备的主体, 其重要性日益突出。当今国内市场上的计算机监控系统的品种繁多, 仅河北南网中就有近10种系统在运行, 加之各制造厂开发产品的背景和考虑的应用领域不同, 因此, 各种计算机监控系统在结构、性能和运行情况上存在一定的差别。同时随着新技术的不断涌现, 自动化系统的升级换代越来越频繁, 如何在满足调度自动化运行要求的基础上, 提高监控系统的性能, 减少运行缺陷, 是调度自动化运行人员的迫切要求, 也是设计、监督和管理部门的职责所在。

针对目前的情况, 需要进一步规范变电站计算机监控系统的性能指标, 严格测评手段和测评项目。

首先要建立一套计算机监控系统产品的测评规范, 为设备选型、选厂、验收和运行管理提供依据。

1 监控系统的主要性能

评测一个监控系统涉及的方面较多, 如: 系统的可靠性、灵活性和可扩展性以及系统构成和维护的简易性, 电磁兼容性能, 厂家的售后服务与配合等, 是一个比较复杂的过程。综合起来有以下几个方面。

1.1 技术性能

首先在硬件方面, 系统应选用成熟的, 先进可靠的和以微处理器为基础的工业产品设备。系统内所有的模块应是固态电路、标准化、模块化和插入式结构, 并带有LED自诊断显示。系统硬件应具有较好的可维护性, 所有系统模块都应能在线插拔。系统硬件应具有扩充能力, 支持系统结构的扩展和功能的升级, 系统硬件接口应采用国际标准或工业

标准,支持与其它计算机网络及不同智能通信设备的互联。

监控系统软件应采用开放、分层分布式网络结构,采用开放式多任务实时操作系统,多窗口人机界面。系统的软件应具有较好的可靠性、兼容性、可移植性,扩充性。通信网络应采用符合国际标准的开放式网络。网络的抗干扰能力、冗余技术、传送速率及传送距离应满足系统监控功能及调度自动化实时性的要求。

系统应具有良好的电磁兼容特性,在任何情况下均不应发生拒动、误动、扰动,影响监控系统的正常运行。系统应采取有效措施,以防止由于各类计算机病毒侵害造成系统内存数据丢失或系统损坏。

1.2 应用性能

包括监控系统的适用性、开放性、易维护性和企业信誉。所谓适用性指监控系统的市场占有率和适用领域,技术的先进性与成熟性如何,先进控制策略的采用等;开放性指监控系统能否与其它系统相连,与其它智能电子设备的互相连接和可互操作性,软件的可移植性等;易维护性指不片面追求脱离实际需要的高指标,而是对降低设备运行维护工作量、减轻现场人员工作压力与强度等方面给予充分考虑等。企业信誉包括厂家的售后服务、技术支持等。

1.3 可靠性

监控系统的可靠性是评价一个系统的重要内容,一般包括系统平均无故障时间(MTBF)、平均维修时间(MTTR)、系统可用率以及系统的容错能力等。

2 监控系统测评项目的研究

2.1 技术性能

监控系统的技术性能主要包括硬件和软件两个方面,以下的几个方面是系统必须达到的要求:

2.1.1 硬件基本功能的检验^[1]

(1)检查通信主机和 workstation。检查上电启动是否正常,启动过程是否会引起遥控误动和遥信误发。

(2)继电保护及自动装置。近年来,继电保护及自动装置的生产工艺已相当成熟,如果是定型产品,可以只检查装置硬件和基本功能,并查阅出厂试验报告。如果是定做的特殊装置,则要做详细校验。

(3)测控单元。应检查各硬件上电以后是否正常工作,各项设置功能是否正常,查阅出厂试验报告并确认试验项目是否齐全。

(4)继保工程师站。检验保护监视、数据存盘、分析保护动作情况、保护测试、读取和写入定值、

通过MODEM接入等功能。

(5)GPS时钟系统。检查是否能正常接收卫星信号并向其它装置提供对时信息。

(6)UPS不间断电源。检查能否在交流失电后维持规定时间(一般是120 min)的供电。

2.1.2 通信功能的检验

通信网是变电站自动化系统交换信息的通道,在现场调试中经常会碰到因通信阻塞导致自动化系统不能正常工作的情况,所以,在验收工作中应特别重视通信功能的验收。一般可包括以下几个项目:

(1)检查通信网络工作是否正常,监控系统是否与每一套装置都能正常通信。

(2)如果采用双机双网或单网双机总控的形式,应检查切换功能,切换过程不得引起遥控误动和遥信误发。

(3)检查监控系统与其它智能设备的通信是否正常,包括电能表、直流系统、消弧线圈自动控制装置等。

(4)检查自动化系统能否检测通信故障,并自动告警。

(5)如果设有独立的对时网络和录波网络,也应检查其工作是否正常。

2.1.3 系统基本功能的检验

(1)遥控

通过监控后台进行遥控操作,开关的分合闸线圈和开关位置辅助接点用双位置继电器或模拟开关模拟。进行这项操作时,应同时检查主接线画面、同期功能、上送校核、操作限制、操作口令、闭锁、远方/就地切换等功能。

(2)遥测

检查交流电流、交流电压、频率、有功功率、无功功率、主变温度、直流系统母线电压等模拟量的转换是否正确,并检查误差是否在允许范围内。

(3)遥信

通过短接测控装置的开入接点模拟断路器、隔离刀闸、主变中性点地刀闸、主变调压开关、开关小车位置等开关量,并检查事件列表、SOE、主接线图的变化等是否正确。要注意检查双位置遥信的不对应状态。结合保护和自动装置的检验对各种报文是否正确进行检查,同时检查保护报文转换成虚拟遥信上送的功能是否正确。要注意检查虚拟遥信是否具有复归状态。

(4)告警

系统采集到的实时数据与定义的正常参数状态不符合时应报警。模拟量越限应报警。对于定义为报警信号的开入信号和保护报文,应检查报警确

认、报警清除等功能。

(5) “五防”功能

通过短接开关和刀闸的开入接点，模拟各设备的运行状态，检验全部闭锁条件。如果本工程采用另配“微机五防”系统，则应检查通信规约及相关功能。

(6) 小电流接地选线功能

需检查定值和选线的准确性，可结合保护装置的检验一起做。

2.1.4 系统其它检查

(1) 人机界面、报表和打印功能。检查变电站主接线图，各种运行工况图，全站事故及报警信息，控制操作过程记录，电压合格率统计，电度累加，日负荷曲线，电压变化曲线，电度量峰、平、谷计算，各类汉字日报表、月报表及运行日志等，保护运行状态、整定值和参数等。

(2) 数据库。重点检查系统数据库是否完备，与调度端的通信规约及信号转发表等是否正确。

(3) 系统维护功能。检查系统维护工具(软件)是否齐全，口令保护、数据备份和恢复等功能是否符合要求。

(4) 检查系统程序自恢复、通讯中断和通讯故障检测等其它功能。

2.2 应用性能

2.2.1 可扩展性

随着电网的发展，变电站增加间隔、扩充功能、扩充系统图库是难以避免的。监控系统功能的扩展就是必然的要求^[2]，应用中一般会遇到下面的问题：

(1) 网络接口的扩展

变电站监控系统接入的信息大致可以分为：

- a) 电力系统运行信息
- b) 变电站自动化系统自身的健康状态信息
- c) 继电保护运行与故障信息
- d) 一次设备健康状态信息

目前河北南网运行的变电站监控系统一般只接入和处理前两类信息供调度和变电站值班人员使用和管理，其他的信息独立则组成各自的应用系统由相应的技术管理部门负责运行和管理。

随着 IT 技术的迅猛发展，与变电站自动化系统相关的通信技术、嵌入式应用技术等更新速度比变电站监控系统(一般认为其更新周期应在 12 年以上)的更新速度快得多。

由于信息共享等方面的原因，现有的变电站监控系统设备部分更新时需要付出很大的附加成本。例如，在变电站更新一套继电保护设备时，由于通信接口和通信协议的差别往往需要增加规约转换设

备，并且需要进行现场调试，甚至还可能需要更改监控系统的数据库定义并进行相应的试验验证，采用不同厂家的设备更新时则更加困难。随着系统的扩建，公用设备也在增加；随着技术的进步，视频、红外、消防、防盗、通讯等系统也可能增加和改造，会带来公用信号的大量增加。

系统评测中应当注意，在系统扩展或部分设备更换和升级时，其它设备的硬件基本不变，以达到保护投资的目的。

(2) 软件

软件的可扩展性反映了软件适应“变化”的能力。在软件应用过程中，“变化”是司空见惯的事情，如需求、设计的变化，算法的改进、程序的变化等。

如果软件的可扩展性不好，那么该软件就像用卡片造成的房子，抽出或者塞进去一张卡片都有可能使房子倒塌。因此，软件的可扩展性是系统评测阶段重点考虑的质量属性。

2.2.2 标准化的要求^[3]

标准化是在经济、技术、科学及管理等社会实践中，对重复性事务和概念通过制定、发布和实施标准，达到统一、化简、协调和选优，以获得最佳秩序和社会效果的过程。

在变电站自动化系统评测工作中，应树立大标准化理念，不但应着眼于建立健全科学合理的评价体制、评价程序和评价方法；而且还需要从微观入手，在设备选型、服务器、交换机选择、操作系统选取等环节中对“运行可靠性、功能实用性、技术先进性、价格合理性、维护方便性、易于推广性”等进行评估，做到先进性与可靠性的合理与统一。

通过测评工作，还应对厂家系统的操作流程、界面风格进行规范和标准化，便于运行操作和快速适应，使运行人员迅速掌握监控系统的使用方法，有利于运行安全。

2.2.3 通信协议的测试

目前在电力系统中，远动系统大量地使用 CDT、IEC60870-5-101，DNP、TASE2 规约，目前 IEC60870-5-104 规约也越来越多地出现在远动 SCADA 系统中为调度主站提供通信服务，在间隔层装置中大量使用 103 规约与变电站自动化系统进行通信，在低压领域 MODBUS 以其简单、有效的特点成为比较常用的一种通信规约^[4]。

目前河北南网运行的变电站监控系统，其二次设备之间的互连是厂家之间根据工程要求制定相应的“厂方协议”来实现的。不同的设备厂家之间、应用于不同地区乃至同一地区不同时期的变电站监控系统，其设备之间的互连协议都可能存在差别，

将给今后设备的维护和升级造成巨大的经济成本。由于变电站自动化系统站内采用的 103 标准是基于 RS485 串行通信的, 本质上是一种问答式规约, 而 2000 年及以后各厂家推出的第二代分层分布式变电站自动化系统是基于网络通信的, 不能完全采用 103 标准, 此外, IEC 制定 103 标准时提出了继电保护装置等智能电子设备通过采用通用报文来实现“自解释”的概念, 但标准缺乏通用报文具体应用时的指导性规范。

有鉴于此, 应建立专门检测机构进行规约测试工作, 通过规约测试可以发现规约产品中实现的不完善之处, 以进一步加深对规约的理解和应用。

2.3 可靠性

2.3.1 可靠性的基本概念^[5]

可靠性是指一个元件、设备或系统在预定时间内, 在规定的条件下完成规定功能的能力。

可靠性贯穿于监控系统的整个开发和运行过程, 包括结构设计、制造、工厂验收(FAT)、现场验收(SAT)、运行和管理等各个环节。

可靠性工程涉及元件失效数据的统计和处理, 系统可靠性的定量评定, 运行维护, 可靠性和经济性的协调等各个方面。

2.3.2 对硬件要求

(1) 对重要的枢纽变电站, 在有条件情况下可采用冗余系统。

(2) 由于监控系统各单元硬件故障大多是由于元件老化、磨损和其它物理原因所引起。要求变电站监控系统各单元均可自诊断, 当某单元出现故障后则该单元能自动停运并退出系统, 系统仅丧失故障单元的功能, 其它单元和整个系统仍继续运行。

(3) 能实现插件的带电拔插, 现场有充足的备品备件。

(4) 供电电源质量。电源的故障率同其它单元板相比要高得多。而且监控系统一般因外部干扰引起的故障中大部分由电源干扰引起, 因此, 供电电源质量是很重要的。

(5) 变电站监控的抗干扰措施, 注意合理的屏蔽和完善接地系统。

(6) RTU及各种IED(继电保护、四遥装置、VQC、电能计量仪表等)均应通过电力部门有关质检中心的质检, 以保证质量。

(7) 各IED之间通信和各自动装置内部通信, 尽量使用光纤传输系统, 加强抗电磁干扰的能力。

(8) 加强工厂验收(FAT)和现场验收(SAT)制度。

2.3.3 对软件要求

(1) 与调度主站的通信规约一定要满足IEC、国标和我国行标的要求。如IEC 60870-5-101、IEC 60870-5-104等, 以避免不必要的规约转换。

(2) 变电站内IEDs的通信规约要满足IEC-60870-5-103(我国行标DL/T667-1999兼容范围和通用分类服务), 实现互操作性和互换性。可以考虑在站控层率先应用较为先进的IEC-61850规约, 从根本上扭转站控层规约互通困难的问题。

(3) 各厂家编制的规约必须通过全面的测试考验, 在检测远方终端装置及各种IEDs时必须严格质检。

(4) 组态软件和应用软件必须是成熟的并经过长期运行考验的软件。

(5) 严格测试后台软件在变化负载下的适应性、和可靠性, 不能在特殊情况下失去监控功能。

3 几点看法

变电站计算机监控系统评测工作存在的问题是互有关联的, 笔者认为要解决这些问题, 改变这一现状, 首先领导要重视, 分清各部门的职责, 尤其需要明确测评的主体单位, 其次要有关部门做好管理协调工作, 另外要规范调试验收工作, 要尽快出台监控系统的评测标准, 使监控系统的评测工作走上规范化道路。

以下结合笔者的实践, 谈几点看法:

(1) 电力管理部门在进行变电站自动化系统招标时, 要求各投标厂家对所投标的具体设备, 按串联结构计算出详细的系统故障间的平均时间(MTBF)、平均修复时间(MTTR)和可用率(A), 而不允许随便报一个能达到招标要求的MTBF和A值就算了事。

(2) 建议有关部门制定变电站自动化系统相应软件(如规约、组态等)可靠性指标的考核值。

(3) 加快高压/超高压无人值班变电所监控系统评测规程及相关规程的编写、修订和审查工作, 使评测工作作到有章可循, 有章必循。

参考文献

- [1] 陈学辉. 变电站自动化系统出厂前验收的探讨[J]. 湖北电力, 2003, (5): 25-26.
CHEN Xue-hui. Discussion on Ex-factory Acceptance of Automation System for Substation[J]. Hubei Electric Power, 2003, (5): 25-26.
- [2] 郭芳霞, 郝永晶. 500kV 变电站综合自动化系统的选型与维护[J]. 电力学报, 2007, 22(3): 397-399, 402.
GUO Fang-xia, HAO Yong-jing. The Lectotype and Maintenance of Integrated Automation System of a 500 kV Transformer Station[J]. Journal of Electric Power, 2007, 22(3): 397-399, 402.

(下转第 124 页 continued on page 124)

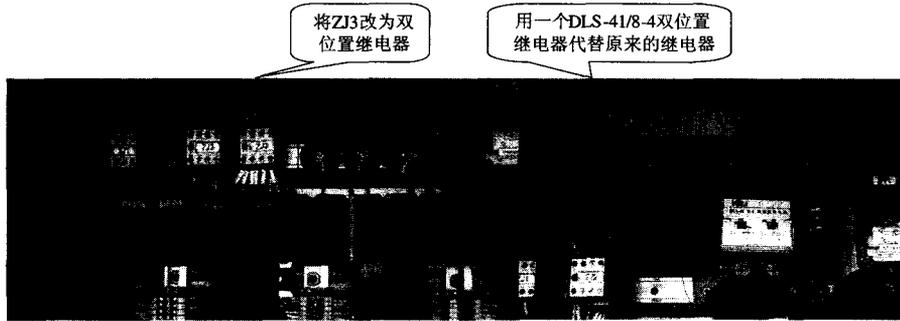


图2 改造前后对比

Fig.2 Comparison before and after alteration

4 结论

PT 电压的正确反映对于整个变电站的保护具有极其重要的作用, 为了各类保护能够正确动作, 必须积极采取措施保证电压量、电流量及各种开关量的采集, 本文也建议在其他有类似问题的变电站进行相应的改造, 确保电网安全稳定运行。

参考文献

[1] 郭占伟, 魏晓强, 肖志刚, 等. 电压切换回路故障分析

[J]. 继电器, 2006, 34 (22): 81-83.

GUO Zhan-wei, WEI Xiao-qiang, XIAO Zhi-gang, et al. Analysis of Busbar Secondary Voltage Selection Route Faults[J]. Relay, 2006, 34(22):81-83.

收稿日期: 2008-09-09; 修回日期: 2008-10-12
作者简介:

象 阳 (1981-), 男, 硕士研究生, 主要从事继电保护方面的工作和研究. E-mail:xyhero@sina.com

(上接第 117 页 continued from page 117)

[3] 杨春南. 新型继电保护测试装置的开发与应用[M]. 北京:中国电力出版社, 1998.
YANG Chun-nan. A New Type of Device Software Development and Application of Relay Test[J]. Beijing: China Electric Power Press, 1998.

收稿日期: 2008-09-03; 修回日期: 2008-11-24
作者简介:

赫 飞 (1978-), 男, 硕士, 讲师, 主要从事电力系统自动化、电力电子应用研究等方面的教学与科研工作;

汪玉凤 (1962-), 女, 硕士, 教授, 硕士研究生导师, 主要从事电力系统自动化、电机与电器、智能仪表等方面的教学与科研工作;

郑艳明 (1982-), 男, 硕士研究生, 专业为电力电子与电力传动. E-mail:lgdzym@163.com

(上接第 121 页 continued from page 121)

[3] 马永芳, 林榕. 提高变电站自动化系统可靠性的对策[J]. 河北电力技术, 2008, (5): 40-42.
MA Yong-fang, LIN-Rong. Countermeasure on How to Raise the Reliability of Computerized Monitoring and Control System[J]. Hebei Electric Power, 2008, (5): 40-42.
[4] 姚致清. 通信规约实现与系统可靠性、安全性[J]. 继电器, 2008, 36(6): 68-70.
YAO Zhi-qing, The Relationship Between Communication Protocol and System Reliability and Safety[J]. Relay, 2008, 36(6): 68-70.
[5] 徐立子. 变电站自动化系统的可靠性分析[J]. 电网技术, 2002, (8): 68-72.

XU Li-zi. Reliability Aanalysis of Substation Automation System[J]. Power System Technology, 2002, (8): 68-72.

收稿日期: 2008-09-07
作者简介:

王铁强 (1970-) 男, 高级工程师, 主要从事电力系统自动化的运行管理与研究工作; E-mail: wtq@he.sgcc.com.cn

云红剑 (1977-) 男, 助理工程师, 主要从事电力系统自动化及保护产品的设计工作;

林 榕 (1968-) 男, 高级工程师, 主要从事电力系统继电保护和调度自动化系统的设计与研究。