

供水调度 SCADA 系统性能指标的探讨

广州市自来水公司 周力尤

关键词 供水调度 SCADA 性能指标

一、有关 SCADA 系统的一些概念

1. 组成

主站、信道、RTU。

2. 调度系统与 SCADA 系统的关系

SCADA 系统是“给水计算机辅助调度系统”的基础部分

3. SCADA 系统的目标

对广阔地区进行安全可靠的远方监视和控制

4. 作用

- (1) 及时、准确地反映给水调度系统各部分的实际运行情况，为合理调度提供依据。
- (2) 及时发现并消除事故隐患，保证设备运行安全。
- (3) 保证设备经济运行，提高企业经济效益。
- (4) 积累管网系统的运行数据，为给水系统的改造和发展提供依据。

5. SCADA 系统与本地控制系统的区别

- SCADA 系统在有限带宽和噪声环境条件下，为了使传输的数据总量与总的传输时间相适应，通信链路需要在传输速率和传输可靠性之间进行优化、折衷；
- 由不同传输媒体所组成的长距离数据传输链路或网络会产生偶然的噪声干扰。SCADA 系统所选用的数据传输规约必须考虑到这些环境；
- SCADA 系统由一个控制中心来控制分布在广阔地区的多个远程站。

二、制定 SCADA 系统的性能指标的意义

1. 评价 SCADA 系统的两个基本要素

- (1) 从信息源到信息宿，传送信息内容的不变性（也称数据的完整性）；
- (2) 信息传送速率（总的传送时间）。

2. 人们通常忽略性能指标

一个系统的内部特性是一些无形的东西，如可用性、反应时间等，这些因素在很多方

而影响整个系统的性能。当系统正常运行时，它们在很大程度上不受重视，仅在特定的场合（如发生故障或系统进行扩展时），才引起人们的注意。

3. 性能指标体系的作用

- (1) 建立一系列可用来评定和定义系统性能要求的规则；
- (2) 提供给系统的规划者（用户）、供应商和制造商一个公共平台，使供需双方之间协商一致成为可能；
- (3) 提供了比较不同产品的方法；- 用户可籍此确定其系统的性能要求；
- (4) 厂商可以找到系统设计的准则和性能分级的要求。

三、供水调度 SCADA 系统的性能要求

《城市给水计算机辅助调度系统应用指南》对系统性能指标提出了一系列的要求，各给水企业据此并结合实际情况做出合适的选择。在理想状态方面，以及技术、经济方面取得适当的平衡。

1. 可靠性

可靠性指系统或设备在指定条件下，在指定的时间周期里，完成其预定功能的能力。它是指在一定的运行时间里所出现故障次数的概率值。

可靠性可以用设备的平均无故障间隔时间 MTBF 来表示。它取决于两个因素：系统各部件（包括设备硬件和软件）本身的可靠性以及将其整合的合理性。

一般可根据不同需要，选择 $MTBF > 4,000h$ ，或 $> 8,760h$ 或 $17,520h$ 。

2. 可用性

系统的可用性是指在任何指定时间段内系统完成其规定功能的能力。可用性是一个概率值，它涉及的是一个给定的短暂时间段。可用性以可用率 A 表示。

一般要求可用率 $\geq 99.8\%$ ；对于边远、交通不方便、备件供应不及时、维修力量较差地区，可适当放宽至 98% 。

3. 可维性

可维护性是指系统在给定的使用条件下，当发生故障后，恢复其全部功能及正常工作状态的能力。可维护性用平均恢复时间（MTTR）进行衡量。MTTR 包括：管理时间、运输时间及平均修复时间。

可按要求选择 MTTR：8h、17h 和 35h。

4. 安全性

安全性可定义为避免将控制系统置于潜在的或不稳定状态的能力。

它涉及到由于设备故障、系统不能检测信息错误及导致信息丢失而引起的故障。

5. 数据的正确性

数据的正确性是指信息在源位置与目标位置的一致性。当检测端没有得到现场过程信息或得到的信息不正确，或当执行端没有执行设定的动作或执行的动作不正确，就表明系统的数据不完整。

$$I = S_1 / S_2 \times 100\%$$

式中： S_1 —— 给定时间内，信息在目标位置与信息源位置相一致的数据个数；

S_2 ——给定时间内，信息在信息源位置的数据个数。

一般要求：数据正确率 > 98%。

6. 综合精度

综合精度（误差）可定义为一个值在源位置（如传感器）和目标位置（如调度中心站显示屏）之间的误差。通常以标称满量程的百分比来表示。对于计算机辅助调度系统，应着重考虑模拟量监测综合误差。模拟量监测综合误差包括了变送器误差和信号处理误差。

一般要求综合误差： $\delta \leq 1.0\%$ 。（水质参数可适当放宽）。

7. 可扩展性

可扩展性是指系统可被扩展或修改的能力。它可以用扩展或修改的难度以及为修改或扩展而需要的停机时间来衡量。

一般对系统的可扩展性提出以下几方面的要求：

扩展时对现行的设备及软件重新设置的量最小；

扩展或修改时不降低系统的可靠性、可用性及安全性；

实现及测试修改所导致的系统停机时间最短。

8. 时间参数（传输时间）

一个事件在发送站发生，直到它出现在接收站的时间。系统的传输时间是各部分传输时间的总和。它除了反映系统的性能外，还受下列因素的影响：

网络的配置/传输方式/信道的带宽/发送站的预处理能力/接收站的处理能力/信道的信噪比/给定时间周期的事件积累量/传输协议的优先权机制。

一般要求：

报警响应时间 $\leq 3s$ （有突发报告功能）

≤ 1 个巡回检测周期（没有突发报告功能）

查询响应时间 $\leq 5s$

系统实时数据更新时间 $\leq 5min$

远程控制指令的响应时间 $\leq 3s$

热备冗余系统的切换时间 $\leq 30s$

计算机画面的切换时间 $\leq 0.5s$ 。

四、提高系统性能指标的一些措施

1. 提高可靠性的措施

- (1) 某一部位部件的功能失效不应造成另一部位的功能丧失；
- (2) 任何元件的失效不应造成一个不能检出的功能丧失；
- (3) 单个部件失效后，系统应能维持关键的功能；
- (4) 干扰引起的故障是短暂的，不是永久性的；
- (5) 所有的程序在交付前应进行调试；
- (6) 编程时必须考虑实际运行时可能发生的一切情况；
- (7) CPU 的负荷不应太重。

2. 提高可用性的措施

可用性可借助设计加以提高，如：

- (1) 设备冗余；
- (2) 一个功能失效时应发出告警；
- (3) 被控站未收到或响应报文时，发送站应按规定重发；
- (4) 永久性差错应发告警；
- (5) 监控并自动排除故障（如各种功能校验）；
- (6) 冗余设备的切换应作报告；
- (7) 暂态差错要作统计汇报；
- (8) 通道可通过测试报文进行周期性校验。

3. 提高可维修性的措施

- (1) 诊断程序定位故障直至可更换的单元；
- (2) 防止部件的不正确安装；
- (3) 如与被测设备距离较远，应提供仿真措施；
- (4) 防止在安装和维修时由于疏忽而造成短路的措施；
- (5) 防止外形相似的部件互换。

4. 提高安全性的措施：

提高可靠性的所有措施；以及：

- (1) 单个部件失效不应导致危险事故；
- (2) 控制设备的本地内部互锁；故障位置指示；
- (3) 独立的子系统冗余结构；
- (4) 防止运行人员或未经许可人员的误操作。