

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2021.20.007

武汉市二次供水远控平台的构架和应用

周晓辉, 张茂华, 赵 均, 章 曦
(武汉市水务建设工程有限公司, 湖北 武汉 430015)

摘 要: 为满足《武汉市城市居民住宅二次供水工程技术导则》提出的对二次供水设施管理要求,将传统的 SCADA 技术与现代信息化技术整合在一起,采用企业级工控软件、数据库软件、中间件产品,建成服务于监控层和管理层的二次供水管理平台,实现对现场设备状态、仪表数据、视频监控、门禁系统的采集、传输和显示。经过 3 年实际检验,解决了平台在应用中因处理城市级大量数据而引发的系列问题,使得平台更趋完善。

关键词: 二次供水平台; 城市级; 参数曲线

中图分类号: TU991 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2021)20-0041-06

Structure and Application of Secondary Water Supply Control Platform in Wuhan

ZHOU Xiao-hui, ZHANG Mao-hua, ZHAO Jun, ZHANG Xi
(Wuhan Water Construction Engineering Co. Ltd., Wuhan 430015, China)

Abstract: In order to meet the requirements of the *Technical Guidelines for Secondary Water Supply Engineering for Urban Residents in Wuhan*, traditional SCADA technology and modern information technology were integrated while enterprise-class industrial control software, database software, and middleware products were adopted. A secondary water supply management platform serving the monitoring layer and management layer was built to achieve the collection, transmission and display of on-site equipment status, instrument data, video monitoring, and access control systems. After three years of actual testing, we solved the series of problems caused by handling large amounts of data at the city level in the application of the platform, making the platform more perfect.

Key words: secondary water supply platform; city level; parameter curve

城市居民住宅二次供水管理模式^[1],以建立二次供水平台集中管理优势最大。《武汉市城市居民住宅二次供水工程技术导则》规定,二次供水系统应设置远控管理平台对二次供水设施进行管理,远控管理平台可采用软件开发实现,完成用户权限分级、工控参数显示和设定、视频监控和门禁管理、系统自诊断、参数异常报警、数据分析统计、数据备份与恢复等多项系统管理功能。根据《武汉市水务集团二次供水

远程监控平台可行性研究报告》,平台一期计划接入 500 个小区泵房的城市级规模,按照控制层-监控层-管理层三层构建二次供水管理平台,满足数据采集-传输-显示功能。经过 3 年实际运行,解决了运行中出现的问题,形成完善的二次供水平台。

1 平台结构

1.1 主要硬件

为保证平台网络的安全性和使用的可靠性,采

用 Internet VPN 或者专线网络传输二次供水泵房里智能控制箱采集的数据,选用高性能防火墙保护企业内网的远控管理平台数据中心免受外界攻击,同时 VPN 网关、核心交换机和 SAN 交换机形成冗余系统,保证了设备发生故障时系统自动切换不间断运行(见图 1)。企业内网严格管理,严禁用户擅自接入 Internet 网,避免遭受外部攻击和病毒伤害。

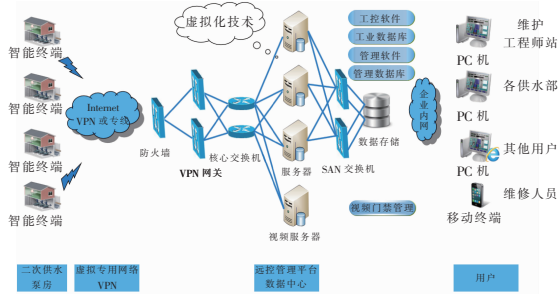


图 1 二次供水平台硬件架构

Fig. 1 Hardware framework of secondary water supply platform

采用虚拟化技术,在 3 台实体服务器上搭建虚拟化管理、生产管理、运行管理数据库、地图网页、运行管理、管理调试、WEB 发布等应用。为方便下派工单,保证维护人员完成任务,系统引入移动终端,开发了手机端平台软件。

1.2 软件架构

为满足城市级规模数据量访问的需求,构建了如图 2 所示的二次供水平台。

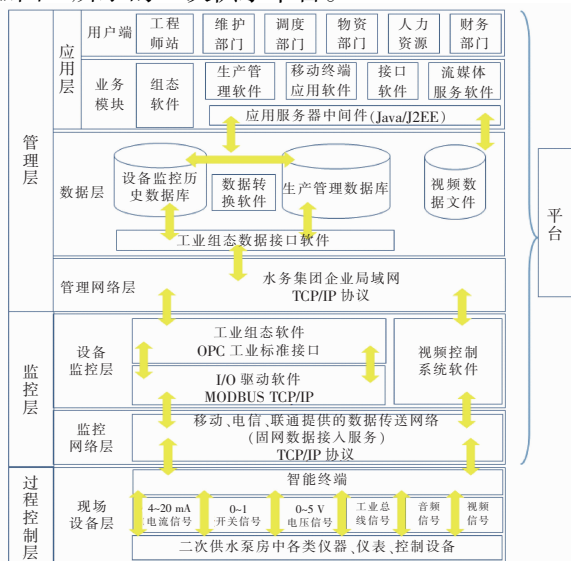


图 2 二次供水平台软件架构

Fig. 2 Software framework of secondary water supply platform

武汉市水务建设工程有限公司专利产品二次供水数据采集智能控制箱可采集各泵房工控和视频信号,通过网络运营商提供的线路传送至机房,再经过二次供水平台完成数据处理、分析和统计后被传输至二次供水调度指挥系统^[2]。

① I/O 驱动软件

I/O 驱动软件是一个工业通信软件,将二次供水泵房中采集设备采集的数据,发送给工业组态软件进行处理。

KEPServerEX V5 采用市场上最先进的通信技术和 OPC 服务器^[3],作为 keeware 发展的基础,提供应用于各种工业领域的驱动包。KEPServerEX 支持设备最大数量可达 8 192 个,即最大可管理 8 192 个泵房采集设备。

② 工业组态软件

FactoryTalk View Studio 工业组态软件在平台中主要用于泵房数据的监视和控制,并将报警信号处理分析后传送至生产管理库进行下一步分析处理。工业组态软件作为自动控制系统监控层一级的操作软件和开发环境,支持服务器/客户端模式。

工业组态软件进行二次开发后,实现对二次供水泵房数据的在线监测和控制。

③ 工业数据库

FactoryTalk Historian Site Edition 工业数据库主要进行有效而稳定的历史数据实时采集和管理,帮助工程师实时访问生产历史信息 and 过程时间,并实现平台范围内的数据共享,从而更好地组织生产,解决生产问题,提高生产效率。

工业数据库用于存储实时数据的历史记录,便于工程师对泵房数据如压力、水质、流量等进行处理分析。

④ 生产管理软件

Maximo7.5 生产管理软件基于 B/S 架构实施,可以集成到企业业务平台中,对其他非生产业务运行无任何负面的影响。

生产管理软件进行二次开发后,可实现生产管理功能,包括工单管理、资产管理、备件管理、知识库功能以及报表功能。

⑤ 应用服务器中间件

weblogic server 中间件是一种独立运行的系统软件或服务程序,它能够实现采用不同技术运行的分布式应用软件对数据资源进行共享。中间件不仅

可在Java应用服务器上实现开发、集成、部署和管理大型分布式Web应用、网络应用和数据库应用,而且其性能、可扩展性和高可用性完全满足Web应用系统处理问题所要求。

应用服务器中间件^[4]可以使生产管理软件、移动终端应用软件、接口软件、流媒体服务软件等不同厂家产品集成到二次供水平台上,屏蔽各种复杂的技术细节使技术问题简单化。

⑥ 视频综合管理平台

IVMS-8800综合管理平台的视频管理软件和流媒体服务软件能够实现对二次供水泵房视频调用和视频设备的控制功能。同时还可实现对各泵房大门定点和设备动点实时监控和历史回放,调节焦距可清楚看见仪表读数和信号灯指示,达到无人值守的效果。

门禁管理软件提供对门禁设备的接入与管理,通过一卡通管理实现人员、卡片、设备的统一管理。通过门禁接入服务,实现对门禁设备的在线监测、参数获取、硬件参数下载、时间设置、权限下载、报警事件的接收、对门禁设备进行控制(开/关门)、门禁设备状态检测等功能。

2 关键技术

2.1 数据处理技术

数据采集一般是将仪表传感器检测到的生产过程中的各种物理参数转换为电信号,电信号通过仪表变送器实现数值整定,然后经过PLC的模拟量或数字量模块,由A/D通道或者DI通道实现二进制数值转换,最后转换后的数据被送入计算机中。计算机根据需要进行相应的数据处理,然后显示和控制这些数据。

通过最基本的四则运算,实现数据处理。采用预处理、标度变换、越限报警等数据处理技术,能满足系统现场环境差异化、采集数据类别和数值范围不同时,对其精度要求的保证。

2.2 中间件技术

为将不同操作系统、不同数据库集成在平台中,实现跨平台的分布式应用,可引入中间件技术,完成数据在多种软件程序之间的使用。中间件技术不改变原有系统功能,并可整合已有系统信息,构建成为有机整体,完成数据处理和信息发布要求。

不同厂家产品数值的数据结构定义、所使用数据库类别、企业遵循的通信规约可能采用企业自身

标准,平台引入中间件技术能屏蔽其差异性,实现数据互通需求。

2.3 构架和构件技术

有关软件工作人员可通过构架和构建的软件体系结构^[5]实现对系统构造的理解,从而提高系统的设计和分析能力,在组织、结构、运行、分析和维护等方面,达到降低设计和开发的成本、促进生产效率提高的目标。

构件技术和UML建模技术为系统设计提供帮助,可采用迭代式设计方式进行开发。使用具有直观化和明确化特点的统一建模语言,具备通用可视化建模特点,可编制形成文档化软件。UML遵循软件工程开发过程,符合其开发方法、生命周期、应用方式各方面的规则。

2.4 workflow 技术

工作流技术^[6]就是与数据流相对应,在业务开展的过程中,计算机以恰当的模型表示工作的流程、当前工作阶段位置状态,并对工作如何前后组织在一起的逻辑和规则及工作进展实施计算。

工作流可以解决平台中的主要问题:为完成抢修工单任务,在巡检人员、调度人员、维修人员之间,利用计算机,按预先设定的检查-调度-维修规则传递信息和下达任务。工作流管理系统可通过计算机技术的支持去定义、执行和管理 workflow,协调 workflow 执行过程之间以及群体成员之间的信息交互。工作流依靠 workflow 管理系统实现,不会被人为改变事情的发展方向。

2.5 XML和Web Services 技术

平台中的数据格式各异,为使此类数据的处理互通,必须统一标准和格式。XML^[7]是现在流行的数据交换标准,通过简单易懂的语法规则可以表述复杂的数据对象和类型。XML不仅便于实施数据分析和统计应用的开发,而且对后期数据挖掘、OLAP(联机事务分析)的应用预留通用语言接口。

为保证平台发布,客户端具有网页浏览功能并引入Web Services技术^[8]。该技术支持XML、SOAP、WSDL、UDDI等开放标准,可以通过开放端口的HTTP协议实现穿越防火墙的软件互操作和数据交换,达到各种技术的软件集成的目的。

3 平台使用情况

在搭建好软硬件和网络的基础上,可以在内网电脑IE浏览器上输入服务器IP地址,并验证完用

户名和密码后,可进入平台首页(见图3)。

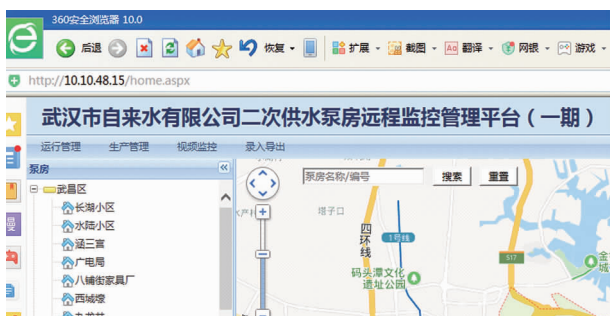


图3 二次供水平台首页

Fig. 3 Home page of secondary water supply platform

3.1 运行管理

运行管理模块可显示流量、压力、液位过程仪表参数、水泵状态、运行时间、变频器频率、电流、电压功率等工艺设备参数,以及温湿度环境参数和通信状态(见图4)。

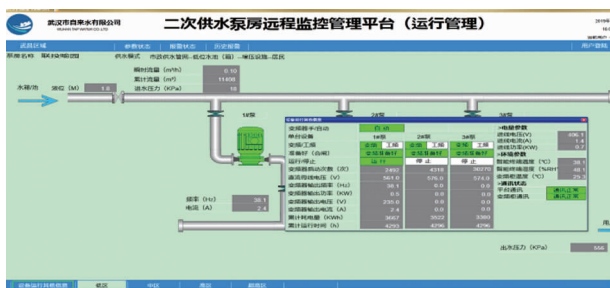


图4 二次供水平台运行管理模块

Fig. 4 Operation management module of secondary water supply platform

平台提供对特定变量的历史曲线查询,可查看过去时间点参数数值、网络稳定状态和断网时点,帮助分析数据。

3.2 视频监控

二次供水平台安防综合管理模块见图5。

实时监控可实现定点摄像头监控泵房人员进出,动点摄像头监控智能控制箱、水泵和变频器仪表参数。动点摄像头可设置预制点,方便值班人员快速定位监控位置。平台除满足实时监控和历史回放基本功能外,结合视频诊断服务器,可实现对前一天实时视频和回放进行诊断、统计,生成正常、异常或未知类型的数据报表。权限设置,可使得各供水部门只能看各自管辖泵房监控数据。

摄像头可实现与门禁联动,当有人刷卡开启大门时,摄像头同时抓拍刷卡人照片,可以方便在视频回放检索中快速查询到关键图片数据。



图5 二次供水平台安防综合管理模块

Fig. 5 Integrated security management module for the secondary water supply platform

3.3 导入导出

导入导出功能(见图6),方便数据逐条输入或批量导入,实现表格化显示或地图定位显示。



图6 二次供水平台数据导入导出示意

Fig. 6 Schematic diagram of the import and export of the data for secondary water supply platform

4 运维经验

4.1 局限性

目前该系统运行稳定,但城市级规模已经使得软件容量使用达到上限。按照产品说明书中上位机软件 SE 容量为 40 000 个标签、10 000 个报警和事件,接入 200 个泵房已达 43 000 个标签、12 200 个报警和事件,根据市场上工控软件运行经验和规律,工控软件使用容量超过其总量 60% 则会出现无法预计的异常。

二次供水平台运行管理数据趋势曲线曾出现无法查看现象,通过一系列检查,最终确认原因为历史数据库^[9] Historian 无法读取并存储数据。Historian 数据库软件总容量为 10 000,已使用 9 300,使用率超过 90%,该问题是由于数据库标签量较大导致软件授权异常导致。

二次供水平台数据采集功能正常,数据刷新周

期约为5~6 min,基本满足生产需求。根据平台使用的数据采集软件KEPServer的产品说明中可知,KEPServer对标签的处理速率为200~300个/s,采用的刷新方式为标签轮巡,按照目前已接入泵房的标签数量计算,轮巡一个周期的时间约为133~200 s,即3~4 min,KEPServer采集后到上位机软件SE刷新周期约为1~2 min,则理论采集周期应为4~5 min,实际采集周期与理论值基本符合。但是,如果用户关注某时刻工艺参数,有可能出现5 min数值不变的情况,就无法辨别显示值是真实值,还是前一采样的保持值。

平台投入运行初期经常出现误报警情况,抢修人员到达现场却发现设备运行正常。以压力为例,用于水泵开启产生的水锤现象,瞬间高压力值大于设定报警值,引发报警。但是随后水压恢复正常,设备正常运行。

4.2 数据库架构优化

为在系统构架上实现对平台的优化,减少上位机软件SE标签占用量,对原平台架构(见图1)进行改进。在原设计方案中,实时数据库Historian需要从上位机软件SE内部变量取值。通信服务器KEPServer传输数值在HMI服务器上完成一系列四则运算后,赋值给上位机软件SE内部变量,内部变量完成周期更新后,实时数据库Historian才能进行取值。

为减少四则运算产生的HMI服务器资源和其上位机软件SE内部变量的消耗,方案优化成为数据库Historian和HMI服务器分别直接从通信服务器KEPServer取值,并进行四则运算,存储运算结果。这种串联变并联的流程,极大提升了系统效率,减少资源消耗。

4.3 优化资源配置

二次供水平台使用后出现平台运行速度越来越慢的问题,经后台检查发现生产管理数据库服务器D盘空间被扩展名为trm的文件占满,分析原因是短时间内调用数据库连接次数过多,导致数据库连接崩溃,可调整数据库的游标^[10]最大数目,从1 000调整到2 000,同时更改了数据库连接方式,由JDBC方式改成调用MAXIMO内部API连接数据库。

为减少平台资源消耗和后期泵房数量扩容,除需要对软件不断升级外,同时减少非关键工艺参数的历史曲线。保留压力、流量、液位、平台通信等用

户需求参数和平台状态诊断参数曲线,取消运行时间、功率、温度、湿度等非关键参数曲线。

4.4 借助曲线判断

随着数据量的不断增大,系统出现水泵虽有运行状态显示但运行频率显示为零的短时间矛盾现象,然后频率显示非零数值,状态与数值正常同步。这是由于在产品采购最优性价比设计的前提下,城市级数据的增加,使得数据采集软件KEPServer因性能下降而出现问题。用户可以借助参数的历史曲线进行判断,开始非同步时参数曲线为平直短线,同步后恢复弯曲状态。

4.5 参数合理设置

平台会自动推送重要设备参数报警记录给值班人员,例如出水压力值。在平台软件中需要预先设置阈值,以便触发报警事件。但是在二次供水工艺中,泵的开启会产生水锤现象,此时压力计检测到压力值是大于正常的设定值,此类误报警会导致值班人员错误判断。因此,需要具有丰富经验的人员设置合理预留余量的报警阈值,或者借助压力历史曲线轨迹判断设备运行的正确情况。

5 结语

在追求产品采购最优性价比的设计环境下,开发出具有自主知识产权的二次供水平台和实用新型专利的数据采集智能控制箱产品,并投入使用。经过3年的实际运行,证明了该产品适应复杂环境下二次供水数据的采集-传输-显示,可满足武汉特大城市级规模二次供水的需求。借助平台手机客户端、平台设备管理功能模块、二次供水设备二维码技术,已经成功构建了窄带物联网。随着今后5G技术的引进,平台可实现设备资料和操作规程等图片、视频的分享。

参考文献:

- [1] 王晓兰. 对城市居民住宅二次供水管理模式的相关分析[J]. 黑龙江水利科技, 2018, 46(3): 50-51.
WANG Xiaolan. Related analysis on the second water supply management model of urban residential [J]. Heilongjiang Science and Technology of Water Conservancy, 2018, 46(3): 50-51 (in Chinese).
- [2] 邵娜, 刘辉. 二次供水智能管理分析与研究[J]. 湖南城市学院学报(自然科学版), 2018, 27(2): 25-28.
TAI Na, LIU Hui. Analysis and research on intelligent

- management of secondary water supply [J]. Journal of Hunan City University (Natural Science), 2018, 27(2): 25-28 (in Chinese).
- [3] 陆会明, 朱耀春. 控制装置标准化通信: OPC 服务器开发设计与应用 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2010.
- LU Huiming, ZHU Yaochun. Control Device Standardization Communication: OPC Server Development Design and Application [M]. Beijing: China Machine Press, 2010 (in Chinese).
- [4] 黄承宁, 孙洁. 智慧社区中物联网架构系统与中间件模型设计 [J]. 枣庄学院学报, 2018(2): 75-79.
- HUANG Chengning, SUN Jie. Architecture and middleware model design of Internet of Things in smart community [J]. Journal of Zaozhuang University, 2018 (2): 75-79 (in Chinese).
- [5] 冯冲, 江贺, 冯静芳. 软件体系结构理论与实践 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2004.
- FENG Chong, JIANG He, FENG Jingfang. Software Architecture Theory and Practice [M]. Beijing: Posts & Telecom Press, 2004 (in Chinese).
- [6] 石悦, 武彤. 工作流技术在技术服务平台中的设计与实现 [J]. 计算机技术与发展, 2019, 29(4): 175-180.
- SHI Yue, WU Tong. Design and implementation of workflow technology in technical service platform [J]. Computer Technology and Development, 2019, 29(4): 175-180 (in Chinese).
- [7] 张旭, 刘明明, 赵霏霏, 等. 基于 XML 的二次开发技术在工程设计中的应用 [J]. 现代计算机, 2019(4): 72-76.
- ZHANG Xu, LIU Mingming, ZHAO Feifei, et al. Application of XML-based secondary development technology in engineering design [J]. Modern Computer, 2019(4): 72-76 (in Chinese).
- [8] 丁迎春. Web Services 整合机制研究 [J]. 佳木斯大学学报 (自然科学版), 2018, 36(5): 721-725.
- DING Yingchun. Research on the integration mechanism of Web Services [J]. Journal of Jiamusi University (Natural Science Edition), 2018, 36(5): 721-725 (in Chinese).
- [9] 梁绵鑫. 工艺历史数据库 (PHD) 在氧化铝管控系统中的应用 [J]. 轻金属, 2016(3): 43-46.
- LIANG Mianxin. Application of process history database to management-control integration system for alumina refineries [J]. Light Metals, 2016(3): 43-46 (in Chinese).
- [10] 薛丽香, 汪东芳. 浅谈 SQL Server 数据库中光标的使用 [J]. 福建电脑, 2016, 32(6): 157-158.
- XUE Lixiang, WANG Dongfang. On the use of cursors in SQL Server database [J]. Fujian Computer, 2016, 32(6): 157-158 (in Chinese).

作者简介: 周晓辉 (1977 -), 男, 陕西商洛人, 硕士, 工程师, 主要从事水处理自动化系统设计与施工工作。

E-mail: 80333149@qq.com

收稿日期: 2019-07-04

修回日期: 2019-08-14

(编辑: 丁彩娟)

完善水利基础设施网络
增强水安全保障能力