

WISKI 软件在管网运行数据管理中的应用研究

王欢欢, 邝 诺, 柯 虹

(北京城市排水集团有限责任公司 管网设施管理分公司, 北京 100045)

摘 要:日常管网运行监测的实时数据,都是以时间为基准记录的各类监测指标和参数,其中包含着丰富的管网运行信息。WISKI 是 KISTERS 公司基于时间序列进行在线运行监测信息管理的软件系统,在北京城市排水管网的应用中涵盖了监测站点信息管理、实时运行监视、数据库管理、数据检验、数据修正、图形显示和统计分析各个方面,可以对排水管网的运行监测数据进行较为全面的管理。

关键词:排水管网;运行监测;时间序列;WISKI;数据管理

中图分类号: TU 992.4 **文献标志码:** B **文章编号:** 1009-7767(2011)03-0067-05

Applied Research of WISKI Software in Data Management of Pipe Network Operation

Wang Huanhuan, Kuang Nuo, Ke Hong

1 项目背景

1.1 管网运行监测系统现状

目前,北京排水集团管网分公司(下称管网分公司)已经初步建立起了一套排水管网在线运行监测系统,此系统基本覆盖了管网分公司所辖的各类雨水污水管线及相应的管网运行设施,为北京排水管网的安全运行和科学管理起到了相当重要的指导和辅助决策的作用。

管网运行监测系统主要包括:

- 1) 管线有毒有害气体在线监测系统(68 个监测站点);
- 2) 管网液位及流量在线监测系统(110 个监测站点);
- 3) 实时雨量在线监测系统(15 个监测站点)。

在线运行监测系统的建立,体现了运行管理人员对于管网运行安全的重视,同时也是对管理人员提出了新的工作任务和要求^[1]。

1.2 存在问题与面临的挑战

管网运行监测系统对实时数据的采集、传输、管理、应用等各个环节都要求较高,随着监测站点的增加,各种问题也随之而来^[2]。主要问题有^[3]:

- 1) 数据缺失。

产生原因:无线通讯中断;采集设备故障;供电中

断;其他原因(设备维护不当、偷盗丢失、人工处理错误)等。

- 2) 数据错误。

产生原因:无线通讯延迟或串扰;采集设备安置不当;设备日常维护(如清洗雨量计)不及时,参数配置错误等。

- 3) 数据出现偏差、毛刺。

产生原因:外部不确定因素(如流量计被絮状物缠绕或不明物体冲击);采集设备电量不足或电压不稳定;采集设备老化或故障等。

- 4) 数据无法有效处理及管理。

产生原因:由于数据量巨大(如按 100 个监测点,监测间隔为 5 min 估算,则 1 d 的实时数据有数万条),无法有效地找出有问题的数据,也无法对其进行有效科学地处理和管理。

上述问题的存在不仅影响到管网运行调度的正确决策,也影响这些监测信息的综合应用、统计分析等功能的实现,严重影响了后续管理的正确性和效率,特别是在数据准确度和完整度要求很高的汛期^[4]。此外,由于管网运行监测站点分布广、采集项目多、采集频率高,传统的人工检验和校正错误数据和缺失数据的方法不但费时费力,而且在时效上难以满足排水管网运行调度的要求。

2 时序数据与 WISKI 系统简介

2.1 时序数据与时序数据管理

时间序列数据和普通的数据不同,它是由客观对象的某个物理量在不同时间点的采样值按照时间先后次序排列而组成的序列,管网运行监测中的时间序列数据除时间特征外还有其丰富的属性特征,例如所属排水流域、地区、监测站和参数分类等。

排水管网日常运行监测工作中大量的在线监测数据是时间序列数据,例如液位、流量、雨量、气体等,从数据的时间间隔上这些数据可以分为等(间)距和不等(间)距的;从数据的加工过程上可分为原始的、修正(人工修正编辑)的和统计分析的;从采集方式上,有人工普查(非数字化)、人工采集、自动采集等。

排水管网运行监测时间序列数据的日常管理,主要涉及3个方面的工作:1)数据质量管理,通过分析数据、修正错误来获得可用的参数时间序列数据;2)特征提取和统计分析;3)最终获得通过校验审核的数据报表或数据服务。这些工作中,操作对象、中间过程和结果都是时间序列数据。

如果只是采用普通的数据管理方式,对时间数据的检查、转换、分析等只能依赖人工判断操作,就没有数据质量管理功能,不能对数据的真实性做出明确判断。

2.2 WISKI 软件概述

WISKI (Water Information System Kisters) 是德国 KISTERS 公司研发的一套企业级的时间序列数据存储、管理、挖掘、分析及应用综合平台,能对不同的在线监测参数进行处理,能够为不同部门提供各种信息支持,从而实现排水运行监测信息的管理和决策的信息化、科学化和智能化。WISKI 采用模块化结构,结构层次分明,具有良好的可扩展性、可维护性、可操作性和先进性,同时还支持简单灵活的二次开发。管网分公司经过充分的需求分析和长时间的市场调研,引入了 WISKI 软件系统作为管网运行监测数据的管理平台,并基于 WISKI 实现了对管网运行监测数据的各类统计和分析应用。

2.3 WISKI 软件架构

WISKI 基于目前通行的三层架构体系搭建,包括数据管理引擎、业务逻辑层和数据展现层。

1) 数据管理引擎(WISKI Database): 实现对运行监测数据的归类、存储、部署,同时提供对海量监测数据的高性能访问,WISKI 数据管理引擎除了支持主流的关系型数据库,还支持对二进制文件类型的访问与

操作。

2) 业务逻辑层(TSM Server): 是时间序列数据管理的核心,包含用户认证、数据计算、数据挖掘、业务逻辑、应用服务分配器、负载平衡分配器及数据存储管理等。插件式设计除了包含数据挖掘、数据计算等常见的计算方法,还可加入用户定制的数据处理逻辑和数据分析模型,实现对各类运行监测数据深层次的加工应用。

3) 数据展现层(WISKI Client Kernal): 提供丰富的数据展现和数据管理实用工具,是用户与系统交互的客户终端,可实现远程数据访问、数据监控、服务配置等,还可通过 XML 将 WISKI 插入到其他应用程序中,实现对数据的访问和调用。

2.4 WISKI 系统特点

WISKI 作为一种成熟的软件系统,其主要特点有:

1) 支持所有时间序列类型数据,可对自动在线监测和人工报送的各类时间序列数据进行管理、挖掘和分析应用。

2) 提供智能型主动服务,除了响应客户端发出数据访问和数据计算请求外,还能主动监测数据的变化,并提供数据重新计算和自动更新服务。

3) 具有可扩展性,不但内嵌常用的数据计算和数据挖掘工具,还可通过插件式设计,加入用户新的数据计算方法,无需更新整个系统。

4) 具有负载平衡机制,可自动对不同应用服务器的负载进行监控和调整。

5) 具有跨平台功能,可同时实现在多个不同环境下的系统部署和迁移。

6) 支持主流数据库平台产品,如 SQL Server、Oracle、Sybase 等,同时支持对二进制文件类型的访问和操作。

7) 嵌入式设计,WISKI 的客户端可方便嵌入到其他涉及时间序列管理技术的应用程序中。

8) 具有二次开发语言,可根据用户的具体需求进行二次开发。

9) 其成熟的软件产品,易于系统的扩充和移植。

3 WISKI 系统的应用

笔者以液位运行监测数据为例,具体说明 WISKI 系统在北京排水管网运行监测数据管理中的具体应用。

3.1 数据接入

目前,管网分公司共接入了液位站点 110 个,监测参数为排水管道液位数据,采集时间间隔大约为 1 min,

为非等间距数据。

液位数据由管网分公司液位运行监测系统采集,然后通过数据实时接口将数据自动导入到 WISKI 数据库中。在数据接入过程中,如果数据有错误,WISKI 的数据传递服务能自动将该数据交换文件移动至备份文件夹中,一方面起到对错误数据的提示作用,另一方面又起到了文件备份的作用,即使有错误数据也不会丢失,待人工检查确认后,重新导入数据库。

3.2 数据缺失插补处理

1) 原始数据插补处理(短历时数据缺失插补)

在 WISKI 系统中建立液位原始数据时间序列,用于保存最原始的采集数据,该时序数据不能修改,以保证数据的原始性,以备数据恢复。同时对原始液位数据设置时间距离检验,对于前后 2 个数据时间间隔超过 3 min(数据缺失时长 ≥ 3 min)的数据之间,插入 1 个空缺数据。

2) 数据转换和数据处理(长历时数据缺失插补)

在液位原始时序数据的基础上,将非等间距原始数据转换成 5 min 平均值等间距数据,同时对 5 min 液位平均值数据设置完整性检验插补规则。

其中,完整性检验插补主要设置自动线性插补 1 h 之内的空缺数据。经过转换和基本处理后的数据,在正常采集数据的情况下,能够确保每 5 min 都有完整的数据,这样就能方便对数据进行后续规则化的处理运用(如模型和统计报表等)。对于大于 1 h 的数据缺失,为了保证数据插补的合理性,通过人工数据编辑(基于历史数据和经验)进行数据插补。液位数据 5 min 时序转换见图 1。

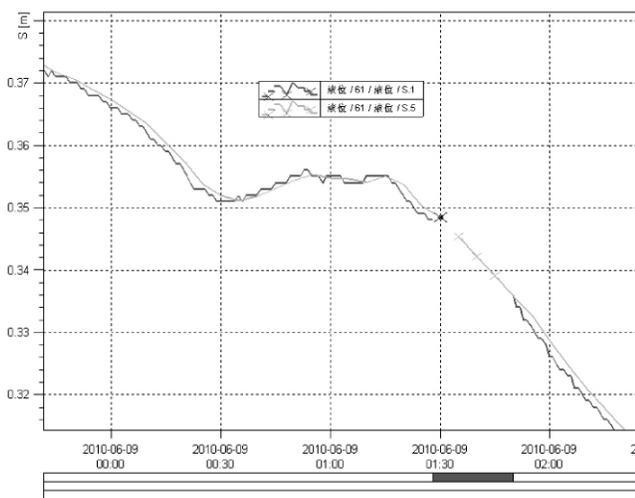


图 1 液位数据 5 min 时序转换图

3.3 数据合理性检验

1) 时间距离检验

由于液位运行监测系统大约为每 1 min 采集 1 次液位数据,因此,可以通过时间距离检验数据缺失,目前的方法是如果前后数据时间间隔 ≥ 3 min,则自动插入空缺标记,并提示数据有缺失。

2) 增量检验

液位数据由于监测仪器或通信原因都会引起数据突变,通过设置增量检验可以根据前后数据的变化幅度检验数据,设置后 1 个液位数据和前 1 个数据的变化幅度最大不超过 0.1 m,一旦超出该范围就去除了 1 个数据,然后通过数据的插补规则自动插补该数据。

3) 斜率检验

在斜率检验中,除了设置数据变化幅度最大不超过 0.1 m 外,还设置所检验的前后数据时间间隔在 5 min 之内,这样去除毛刺数据时,只会检查 5 min 之内的前后 2 个数据。

数据合理性检验如图 2 所示。

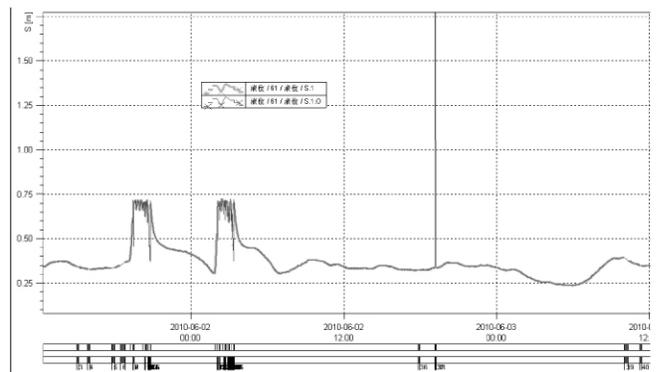


图 2 数据合理性检验示意图

3.4 排水管网流量计算

基于管网分公司对管网流量情况的需要,利用 WISKI 系统的数据转换功能对 110 个液位监测站点的流量(理论值)进行了计算。

1) 10 min 液位平均值计算

在已经计算好的 5 min 液位均值基础上,建立 10 min 液位平均值时序,该 10 min 平均值液位时序数据主要用于计算管道中每 10 min 的流量数据。

2) 10 min 平均流量计算

根据 10 min 平均液位数据,利用坡度法计算 10 min 平均流量数据。根据管道的实际情况,坡度法有圆管和方管 2 种计算方法。

① 圆管的流量计算

$$Q = I^{1/2} \times \{[\pi r^2 \times X/360 - (r-h)^2 \times \text{tg}(X/2)] / (2\pi r \times X/360)\}^{2/3} \times I/n \times [\pi r^2 \times X/360 - (r-h)^2 \times \text{tg}(X/2)]$$

式中： I 为坡度； r 为管道半径， m ； h 为液位， m ； n 为粗糙系数； X 为角度， $(^\circ)$ ， $X = 2 \times \arccos[(r-h)/r]$ 。

② 方管的流量计算

$$Q = \{I^{1/2} [(b \times h) / (b + 2h)]^{2/3} / n \times (b \times h)\}$$

式中： h 为液位， m ； b 为管道宽度， m ； I 为坡度； n 为粗糙系数。

流量数据计算示意图 3。

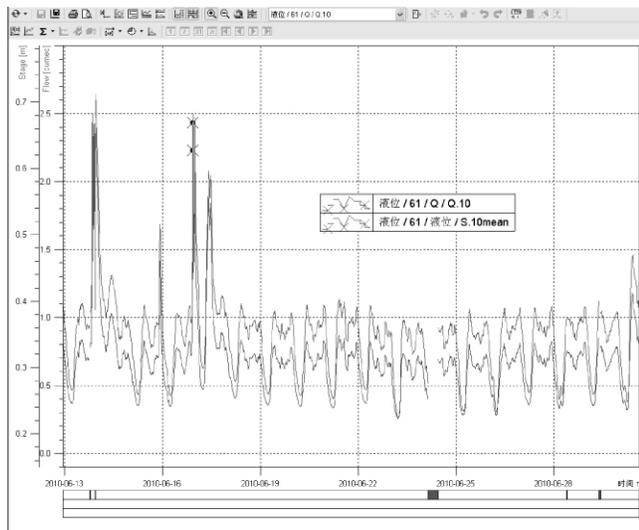


图 3 流量数据计算示意图

3.5 液位超限次数计算

出于管网应急防汛和监测设备维护管理的需要，要对液位数据的超限情况进行分析计算。根据每个液位监测站点管道的实际情况，设置液位监测数据的超限值（该项目采用管道直径的 95% 作为超限值），一旦液位数据大于该限值，则标志为超限液位值。液位超限次数计算采用算术累加法，可计算指定时间范围内的超限液位次数。通过计算液位超限次数，可以得到液位超限情况的发生频率，从而更直观地掌握管道内的液位情况，同时还有利于分析液位监测设备的运行情况。液位超限次数计算如图 4 所示。

3.6 数据统计分析

液位数据统计包括小时最大值、小时最小值、日最小值、日最大值、日平均值、月最小值、月最大值、月平均值、年最大值、年最小值、年平均值计算。考虑到液位数据密度较高，数据量大，设置日统计值计算为 1 d 计算 1 次，月和年统计值时序为虚时序，数据不存储数据库，因此不会实时计算，只有在用户打开时序时才计

算月值和年值，这样可以减少时序计算服务器的运算压力，提高实时数据的计算效率。数据统计分析均基于已完成数据插补和检验后的数据进行，从而进一步保证了数据统计分析的准确性和可靠性。液位数据小时最大、最小值统计如图 5 所示。

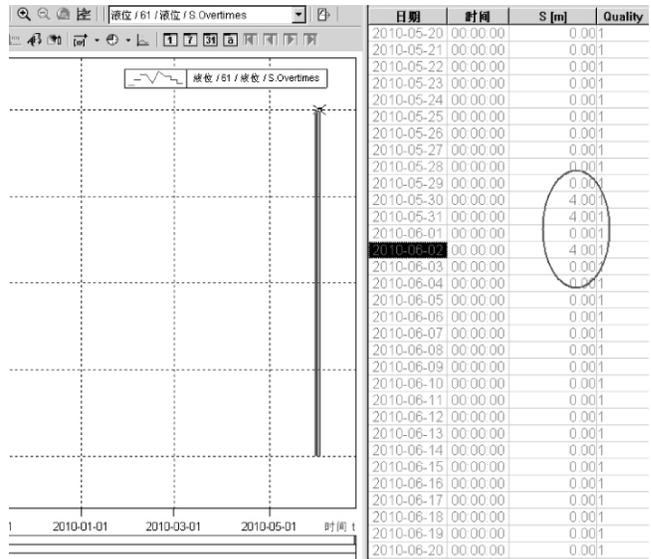


图 4 液位超限次数计算示意图

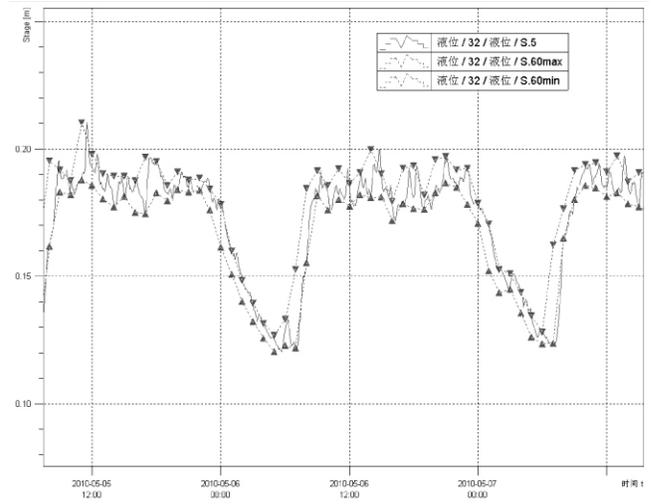


图 5 液位数据小时最大最小值统计示意图

3.7 数据服务

修正后的数据将提供给管网分公司另行开发的《排水管网地理信息系统》进行 WEB 展示液位数据服务，主要通过 Kisters 应用服务器 ScriptServer 提供 5 min 液位、液位小时最大值、液位小时最小值时序数据。外部 Web 应用系统通过请求 ScriptServer，可获取所需要的数据。WISKI 对外数据服务流程如图 6 所示。

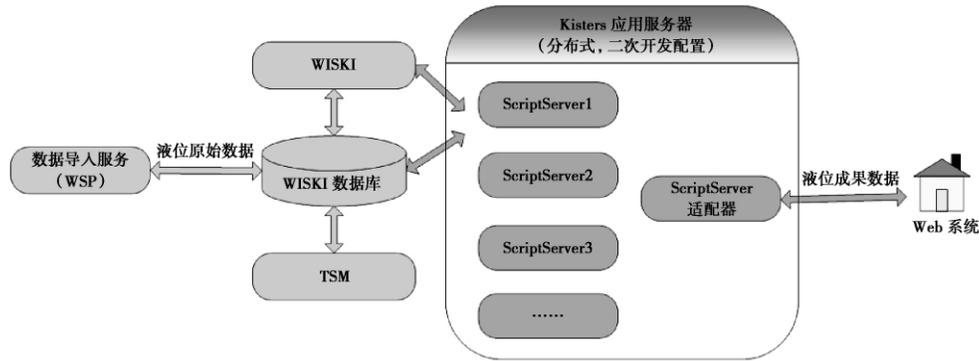


图6 WISKI 对外数据服务流程图

4 结语

随着排水信息化技术的不断提升,管网运行监测在数据的采集、传输、处理、分析等过程都有了较大改变,这需要对管网运行监测数据管理的对象、过程和目标进行重新的思考。

充分利用现有成熟的高新技术和系统提升数据处理与管理的水平,不失为一种较为高效且可靠的途径,正是基于此,管网分公司引进了 WISKI 系统软件,对海量管网运行监测数据的处理和管理进行了初步探索和应用,提高了管理水平和工作效率。MET

参考文献:

[1] 杨立福,赵静生,张公度. 给水排水自动化技术(SCADA)综

述[J]. 给水排水,2000,26(3):72-76.

[2] 盛平,喻一萍. 城市排水在线监测系统的应用[J]. 排灌机械, 2009, 27(3):190-195.

[3] 哈尔滨工业大学,上海市政工程设计研究院. CECS 162:2004 给水排水仪表自动化控制工程施工及验收规程[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2004:7-9.

[4] 陈吉宁,赵冬泉. 城市排水管网数字化管理的理论与应用[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2010:120-132.

收稿日期:2011-01-17

作者简介:王欢欢(1977-),男,黑龙江哈尔滨人,工程师,主要从事城市排水管网信息化运营管理工作。

天津地铁 2 号线“热身试跑”与 8 条地铁实现换乘

据悉,目前地铁 2 号线列车已经停靠在李明庄车辆段接受调试,准备进行“热身试跑”,为正式上线运营做好准备。2011 年 6 月投入运营后,地铁 2 号线将与已经开通的地铁 1 号线和同期开通的地铁 9 号线一起,构成津城更为便捷的轨道交通网络。

1) 调试后“热身试跑”

地铁 2 号线列车车身选用简洁、明快的银灰和亮黄两种颜色,列车全长 118.6 m,宽 2.8 m,高 3.8 m,车头采用小流线型设计,两条黑色“盲窗带”贯穿车身两侧。

据介绍,地铁 2 号线列车采用 3 动 3 拖 6 辆编组方式,座位模式与地铁 1 号线列车相同,采用横排座椅,乘客相对而坐,车厢内还专门为残疾人安排了座位。此外,考虑到乘客身高不同,车厢内部安装了吊环,车门位置采用了花瓣状的扶手,可供多名乘客抓扶。目前,地铁 2 号线列车已经停靠在李明庄车辆段接受调试,准备进行运营前的“热身试跑”。

2) 最高可载客 1 832 人

据介绍,地铁 2 号线列车将采用移动闭塞技术,可实现无人驾驶,驾驶员可选用自动驾驶模式,列车会在固定的区间运行,当与前方列车拉近距离时会自动减速,保持距离。此外,列车还具备超速保护功能,超速时列车会自动报警并减速。地铁 2 号线列车的设计时速为 80 km,与地铁 1 号线列车相比启动更快,提速也更快,实际运行时最小行车间隔为 2 min。全车设有 256 个座位,定员载荷 1 440 人,最高可承载 1 832 人。

3) 与 8 条地铁实现换乘

地铁 2 号线为由西至东的主干线,西起西青区中北镇曹庄,东至东丽区李明庄,途经延安路、芥园西道、咸阳路、红旗路、青年路、西南角、鼓楼、东南角、建国道、天津站、新开路、红星路、靖江路、翠阜新村(论坛 新闻)、沙柳路、博山道、津赤路等地,线路全长 22.79 km。