

基于互联网大数据的智慧井盖管理系统设计研究

——绍兴柯桥排水有限公司对于柯桥区井盖管理系统设计探索

俞梦姣 许铁强 许云海
绍兴柯桥排水有限公司

摘要：随着智慧城市的加快推进，公用基础设施建设发展迅速。排水系统作为城市建设中的重要基础，完成智慧化转型意义重大。基于柯桥区井盖管理维护中存在的问题，设计探索一套智慧水务监测管理系统，以实现对城市地下管网、城市井盖进行稳定监控管理。构建用于管网井盖事前预警、事中告警、事后指挥各个过程中的应用支撑系统，形成可视化的应用管理，最终达到“运筹帷幄、动态掌控”的目的。

关键词：智慧城市；智慧水务；排水系统；井盖管理

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2020.11.192

城市排水系统是城市建设过程中非常重要的一个部分，它对于城市的正常运转以及城市的发展都有着重要意义。因此为了有效的管控排水管网，在排水系统的建设过程中会在排水管道的各个关键节点设计管井。这些管井遍布于城市的各处，保证着城市的正常运转，但同时，也成了居民日常生活过程中的一个潜在的安全隐患。

2019年，全国因窨井施工、管理养护不当所造成的人员伤亡事件有155件，其中造成了16人的死亡。自2017年至2019年，光各大新闻媒体报道的窨井伤人事故就有70余件。而造成窨井事故的主要原因有：窨井盖的缺失、窨井设计上的缺陷和窨井盖老化破损变形错位等。而在成窨井盖缺失的原因多为偷盗。因此自2020年3月份以来，全国最高检察院联合公安部、城乡建设部、交通运输部等多个部门，对于城市窨井盖的偷盗、窨井盖的损坏等问题，多次发布指导意见，要求各地政府完善对于窨井盖的管理和维护。公安部也对于偷盗和故意破坏井盖的行为进行了刑事责任追究的修正。因此，对于各地的井盖的管理维护，是目前城市排水系统管理的一个重点。

目前，绍兴市柯桥区面临的井盖管理维护主要问题比较多。井盖偷盗、井盖破损、井盖维护不当、管井资料收集困难、管井巡检养护困难等问题在柯桥区均有发生。这些问题都可能会造成人员伤亡和经济损失，因此对于柯桥区的井盖，需要建立一个合适的运行维护管理系统。

在互联网时代，通过网络和计算机收集、整合、分析管理信息已然是一个必要的手段，其有助于对城市的高效、精确和科学的管理，实现城市的智慧化。对于柯桥区而言，当前的井盖管理中的最难点是对于城市排水井网的信息资料的及时收集。只要保证城区各地的井网状况信息能够及时的获取，就能够实现对城市排水井网的高效、准确的管理。而当前要能够满足这样的要求，就必须通过互联网。因此结合目前的现实和技术现状，设计一种数字化、智慧化的井盖管理系统是最合适。

通过上述分析，结合目前能够实现和采用的技术手段，绍兴柯桥排水有限公司设计了一种智慧型的井盖管理系统。下文将对该智慧型井盖管理系统进行介绍。

一、系统建设目标

基于现实的柯桥区井盖管理需求，目前该井盖管理系统需要能实现以下几点目标。

(一) 井盖监控可视化。通过可视化的形式，实现对城区井盖的分布位置坐标、编号、铺设时间、维护情况、是否丢失、破损的监控。

(二) 数据智能可视化。通过科学的数据计算模型，对基础数据、监控数据、巡检数据、气象数据等大数据进行智能的自动化分析，从而得出城市汇水面积、管网堵塞情况等分析结果。

(三) 风险警告可视化。通过专业的监控感应设备、巡查管理机制、数据智能分析，实现对井盖安全事故在事前的预警、告警，分析存在的隐患，通知工作人员进行处理。达到降低风险，避免事故发生的目的。

(四) 应急处置可视化。在井盖安全事故发生的情况下，平台进行调度管理，通过调度任务的下发，实现对人员、物资、设备的调度，快速处置安全事故，减少损失。

(五) 人员管理可视化。是对街道井盖巡检人员和管养人员、抢险人员进行专项的可视化管理，从人员的分布、人员的轨迹、人员信息、人员的数据等方面进行展示。

二、系统设计要求

智慧型的井盖管理系统应当实现全方位的高效化、便捷化、科学化，因此其主要的设计要求应当满足：

(一) 数字化要求。对各项的数据资料实现数字化要求。主要包括：井盖资料电子化，工程档案电子化，各类报表电子化。

(二) 智能化要求。主要包括：设计多种类终端传感设备自动报警提示，建成较为完善的预警监控系统，运用平台进行信息发布、调度等事中控制。

(三) 智慧化要求。及系统需要有一定分析数据的能力，运用相关模型对井盖进行能力分析，及时发智慧化现问题，防治灾难再次发生。

三、整体系统设计

整体的井盖管理系统主要包括三个部分：前端检测设备，数据传输通道和WebGIS智慧水务检测管理平台。

(一) 前端检测设备

前端检测设备主要使用传感节点作为井盖的标识卡，将井盖的相关主要信息记录（产权单位、联系人、尺寸信息等）并实时收集井盖的相关数据（井盖搬动变化倾向）。

(二) 数据传输通道

数据传输通道采用通信运营商布置的NB基站，通过窄带通信传感技术进行传输。能够保证远距离传输，并且成本低，抗干扰能力强。

(三) WebGIS智慧水务检测管理平台

在现有的智慧水务检测平台基础上，对平台进行升级改造。使其满足以下功能需求：

1. 实时采集、存储各监控点的通讯数据、视频数据，并进行逻辑判断和处理，完成各种信息的存储、备份以便稽核人员核查；

2. 自动生成各类数据、报警信息的统计报表供查阅和打印，并实时监控垃圾桶状态，将数据存机备查；

3. 报警信息在系统呈现，处理完毕后以短信的方式下发告知管理人员。

四、技术可行性分析

(一) 设备优势

设备采用倾斜角及加速度传感器，即当井盖被打开（产生15°以上倾角）以及发生位移（有加速度产生）能及时发送报警信息至平台和责任人手机APP。所采用的告警方案为：

1. 告警响应时间：<20秒（收到告警，至发出声光告警）；

2. 短信报警通信时间：<30秒（从平台收到报警，到发出报警短信时间，运营商短信网络拥塞情况除外）；

3. 可连续告警。

（二）硬件优势

设备的硬件采用电子标签设计、优化天线设计和防水防尘设计，支持多种通讯模式，可实现24小时设备检测。具体来看：

1. 低功耗设计：电池保修36个月；
2. 耐高温设计：工作环境温度为 $-40^{\circ}\text{C}\sim 80^{\circ}\text{C}$ ；
3. 防盐雾设计：符合GB/T10125-2012标准AASS试验；
4. 专利外观设计，防摔抗震：承重能力大于210KN；
5. 安全可靠：达到等级IP68，水深10米内安全使用。

（三）产品优势

1. 自由组网

设备基于NB-IoT、LORA等无线传输机制组成，与同行业类型产品相比，在设备部署中可选不同组网方式，提高设备管理的多样性和数据传输的便捷性。

2. 超长待机

独有的多无线网络融合、超低功耗和可靠的异常触发设计，使系统有绝对稳定可靠的运行机制。节点设备采用超低功耗芯片主控设计内置电池实际应用中可持续带电5年以上，低温恶劣环境可达3年，与同行业类型产品相比，待机时间增加20%。

3. 国际认证

本项目涉及的管网监测仪器，具有水质5参数分析的性能，pH监测范围：0~14，温度监测精度： $\leq 0.1\%Fs$ ，溶解氧最大测量误差： $\pm 2\%$ ，浊度测量精度： $2\% \pm 0.01\text{ FNU}$ ，电导率测量范围：0.01~20 MS/CM， $K=1$ ，与同行业类型产品相比，监测参数更多，且为一体化监测，是具有PAC认证及评价，符合CCEP认证及检测的先进设备。

4. 秒级响应

本项目涉及的井盖监测仪器，集成了开启告警、水位判定、水质识别、数据通讯、定位、大数据分析等先进技术，接入LORA网关连接服务器，与软件平台组成一整套管理系统，有效地实时监控城市路面井盖，监控响应时间为秒级响应（1min），监测精度为行业领先水平。

（四）系统建设

WebGIS智慧水务监测管理系统集成三维地理信息系统、指挥调度系统以及综合管理系统的功能模块，以网络信息传输、WebGIS、NB-IoT、移动应用技术为手段，含井盖可视化监控、管网可视化监控、人员管理可视化、告警发布可视化等功能模块。通过与地理信息系统（WebGIS）技术、数据库技术、三维技术结合，以二维实景的方式呈现井盖分布情况，直观显示井盖的具体位置及现有状态。以三维仿真方式形象展现地下管线的埋深、材质、形状、走向以及工井结构和周边环境。与以往的电力管线平面图相比，极大地方便了排管、工井占用情况、位置等信息的查找，为今后地下水管线资源的统筹利用和科学布局、管线占用审批等工作提供了准确、直观、高效的参考。

（五）软件平台优势

1. 新型架构理念

本项目监测管理系统采用三维WebGIS技术架构，该技术的应用大幅降低了软件系统的使用门槛，只需要通过PC上的IE浏览器即可完成所有操作，实现人机交互的目的，达到在Web页面上，进行GIS数据的可视化管理效果。该平台随时保持同行业领先优势一年。

2. 智能三维模式

本项目监测管理平台采用基于无人机倾斜摄影和GIS结合的相关技术，可实现智能监测设备在平台中的三维可视化展示管理，平台具备快速建模，阵列级三维数据处理能力，综合实力随时保持国内一流水平。

3. 全业务覆盖

本项目监测管理平台集管网和井盖的监测、预警、告警、指挥、调度、处置、反馈等业务管理为一体，满足水务局全

业务管理需要，且该平台用户访问数 ≥ 500 ，响应速度 $\leq 5\text{S}$ ，可根据业务的需要，进行及时的扩展，随时保持国内领先水平。

五、经济效益分析

（一）节省巡查管理成本

通过信息化标准体系编制和开展排水设施普查，建立井盖自动化远程监控、井盖监测等功能，利用数字化监管手段，相关部门足不出户就可以了解城市井盖的相应情况，大大减少巡查的次数和巡查内容，有利于减少养护人员的配置，大大节省巡查过程中产生的外出交通、办公等费用支出。

（二）提高政府工作效率

本系统的建立，可向直接管理部门和相关单位提供必要的信息和决策依据，通过浏览方式方便地查询有关信息和相关资料，信息准确、及时，多部门共享。系统的使用，不仅提高了排水管理的信息化管理水平，使管理者的管理手段和管理水平得到极大的提升，同时，大大减少相关管理人员和工人的密度，既减轻劳动强度，又提高工作效率，减员增效。城市排水科学化管理产生的经济效益不可估量。

（三）实现信息共享，减少重复建设

通过信息采集和业务应用系统的统一建设，实现了数据共享，实现了统一监管。通过统一建设，避免重复投入，减少了不同系统、不同硬件之间的对接成本。

六、实施意义分析

建立城区井盖管理系统，更加有利于实现城区井盖数据的预处理、入库、更新、编辑、管理、浏览、定位、查询分析、数据提取与输出、地图制图、报表统计、空间分析、历史数据管理与回溯以及数据维护管理等，还可有效防止井盖破损、缺失后形成的马路“陷阱”带来的城市安全隐患。

（一）地图展示：用户能够自由地操作地图，能够实现查询各类井盖的属性信息及空间位置信息；

（二）定位查询：排水井盖的信息查询主要包括点线面定位查询、关键词查询、所在道路查询等，搜索结果按匹配度自动排序和分页显示；

（三）井盖开启申请：在系统中设置了井盖开启申请功能，有效避免系统对正常井盖开启行为误报警；

（四）状态检测：可实时监测排水井盖状态，方便管理者清晰了解城市井盖状况；

（五）统计分析：用户能够统计分析自由地操作地图，能够实现查询各类井盖的属性信息及空间位置信息；

（六）巡检监控：外业工作人员通过手机端将井盖事故情况上报至此模块，可以通过平台查看所有的上报信息；也可以进行事故处理任务通过该平台下发到移动端，巡检人员通过移动端接收任务，进行事故处理；

（七）移动巡检系统：移动端开发综合考虑了排水管网日常巡检工作需求，开发移动巡检APP，并安装在多台智能手机上，组成移动端系统网；

（八）系统管理：提供对系统角色、用户及其访问系统和操作的权限控制，保证信息的安全。

七、小结

排水系统是城市发展命脉，是民生服务之本，将群众遇到的痛点，作为服务的切入点；让社会反映的难点，成为企业提升的转折点。充分运用城市排水智能井盖监管系统，给井盖建立统一电子数据档案，通过数据变化、告警响应等功能进行有效管理，从而实现城区井盖问题报警及时、定位准确、处理迅速，提升城市井盖的实际管理能力和管理效果。

参考文献

- [1] 黄柏亮, 蔡延光, 梁秉毅. 基于物联网和三维仿真技术的智能井盖系统[J]. 工业控制计算机, 2015(02)
- [2] 刘梅, 贺前华, 邝细超, 黄国林. 智慧校园智慧井盖系统的设计与应用[J]. 电子设计工程, 2017(06)
- [3] 李亚胜. 基于经外探测的井盖监测系统[J]. 数字技术与应用, 2015, 10.