

Design and Development of an Intelligent Inspection System for Gas Pipeline Based on Android

Zhou Jintian¹ Zhen Yan^{2*} Fan Zhe²

1. Sichuan Lineng Gas Engineering Design Co., Ltd., Chengdu

2. School of Geoscience and Technology, Southwest Petroleum University, Chengdu

Abstract: With the development of China's urbanization level, people's demand for gas also rises sharply, which leads to the increase of gas pipe network density and more complex structure. Most of the traditional gas pipeline inspection is completed by the inspectors who record the inspection information on paper, which cannot meet the current needs of gas pipeline management. In this paper, an intelligent inspection system for gas pipeline based on android is designed and developed, which was combined with mobile GIS technology and realized information interaction with the server through application program interface. The system can effectively improve the work efficiency of gas patrol inspectors and the informatization level of gas management departments.

Key words: Gas pipeline; Intelligent inspection; The Android system; Mobile GIS technology

Received: 2020-11-11; Accepted: 2020-11-20; Published: 2020-11-24

基于 Android 的燃气管线智能巡检系统设计与开发

周金田¹ 甄 艳^{2*} 樊 哲²

1. 四川利能燃气工程设计有限公司, 成都;

2. 西南石油大学地球科学与技术学院, 成都

邮箱: 304691777@qq.com

摘 要: 随着我国城镇化水平的发展, 人们对于燃气的需求量也急剧上涨, 由此导致燃气管网密度增加, 结构变得更为复杂。传统的燃气管线巡检大多通过巡检人员将巡检信息记录在纸质资料上完成, 该方式已无法满足当前燃气管线管理的需求。本文结合移动 GIS 技术, 通过应用程序接口实现与服务器端进行信息交互, 设计并开发了一种基于 Android 的燃气管线智能巡检系统。该系统可有效提高燃气巡检人员的工作效率, 提升燃气管理部门的信息化水平。

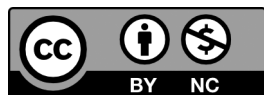
关键词: 燃气管线; 智能巡检; Android 系统; 移动 GIS 技术

收稿日期: 2020-11-11; 录用日期: 2020-11-20; 发表日期: 2020-11-24

Copyright © 2020 by author (s) and SciScan Publishing Limited

This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



地下管线是城市赖以生存与发展的物质基础，是城市的生命线 [1] [2]。燃气管线是地下管线的重要类型之一，是城市的能源动脉，担负着输送易燃易爆物质的重要功能。一旦燃气管线发生泄漏，将造成环境污染与安全事故，严重威胁着人民群众的生命财产安全。如 2013 年 11 月的青岛黄岛输油管线发生故障，导致管道破裂，原油泄漏，造成严重的环境污染与人员伤亡 [3]；2014 年 4 月，兰州中石化输油管道泄漏，导致当地自来水污染事件发生；同年 8 月，台湾高雄燃气管道爆炸，造成了重大的人员伤亡事故 [4]。为有效降低燃气管网事故发生率，减小损失，可通过对燃气管线进行定期巡检的方式提高燃气管线的安全性。本文将移动 GIS 技术应用到管线巡检工作中，替代传统的基于图纸的巡检工作，可有效提高燃气管线外业巡检的工作效率与准确性，快速完成数据采集，提升燃气管线管理水平，确保城市建设健康、协调发展。

1 系统设计

1.1 平台架构设计

为了满足燃气管线管理的需求，本系统以燃气管网普查数据为基础，采用 B/S 结构，结合移动 GIS 技术和 GPS 技术，利用面向对象的 Java 编程语言，在 Android Studio 集成开发环境中 [5]，构建并开发出系统层次分明、业务流程流畅、功能模块清晰的燃气管线智能巡检系统。平台总体架构按照数据与应用分离的原则，采用模块化、结构化分层体系进行构建，包括基础设施层、数据层、服务层和应用层，如图 1 所示 [6]。

基础设施层主要由数据库服务器、应用服务器、网络、交换机、防火墙等组成。数据层包括管线数据、其他地理数据、业务管理数据和其他数据，各类数据以标准的 OGC 服务模式为服务层提供数据源。服务层是指建立的各种数据服务和功能服务，包括空间数据服务、地图服务、要素服务、查询服务、位置监控服务、权限服务、统计服务等。应用层是指建立的燃气管道智能巡检系统。

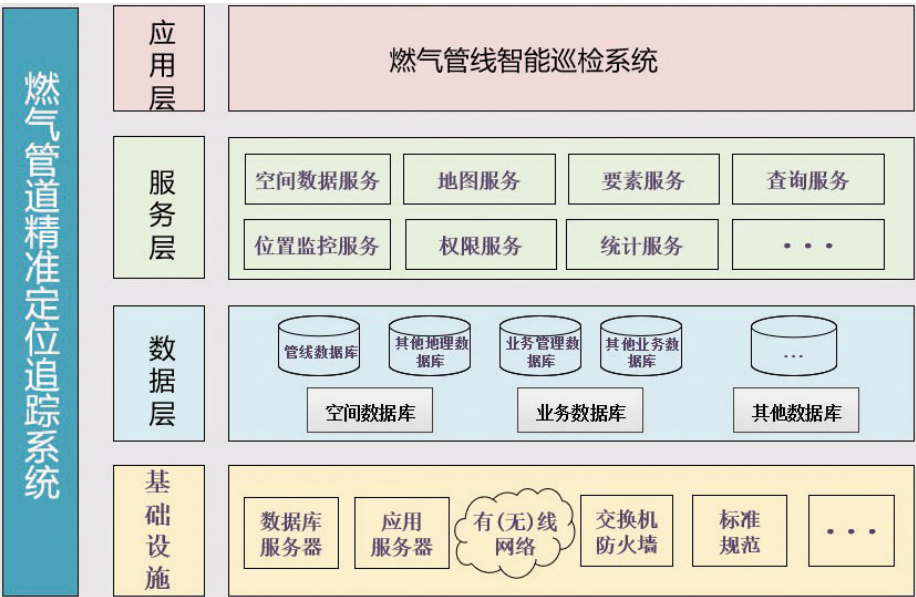


图 1 系统架构图

Figure 1 System architecture diagram

1.2 数据库设计

系统涉及的数据包括管线普查数据、业务管理数据、天地图数据和其他地理数据。其中天地图数据存储在服务器中，管线数据和管理数据存储在数据库中。数据库平台采用 Oracle 11g 和 ArcSDE 10.2 空间数据库引擎。各类数据根据用途进行细化分级，按照“子库—大类—小类”的原则进行有序组织，整体逻辑性强，可有效提高数据库的访问效率。

1.3 管理员管理流程设计

本系统中，管理员主要负责巡检工作的业务管理，涉及对巡检人员的实时监控管理、隐患管理、抢修管理，并进行抢修任务的安排。具体的管理流程如图 2 所示。

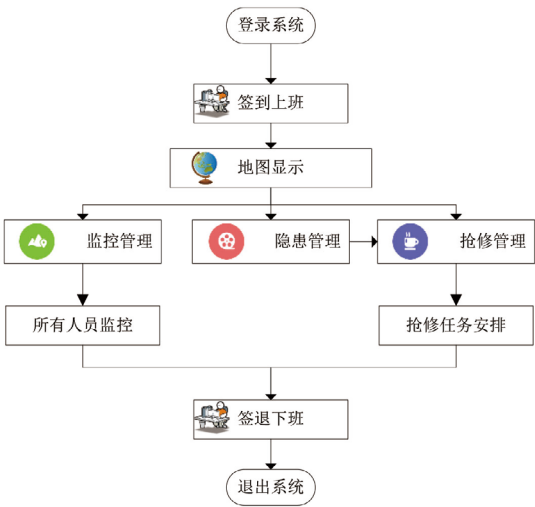


图 2 管理员管理流程图

Figure 2 Manager management flow chart

1.4 巡检业务流程设计

本系统的主要功能是完成日常巡检任务并及时更新巡检结果。系统开发前需要分析燃气管线巡检业务的工作流程 [7]，明确各环节人员的职责和任务，并制定出对应的业务流程。具体的巡检业务流程如图 3 所示。

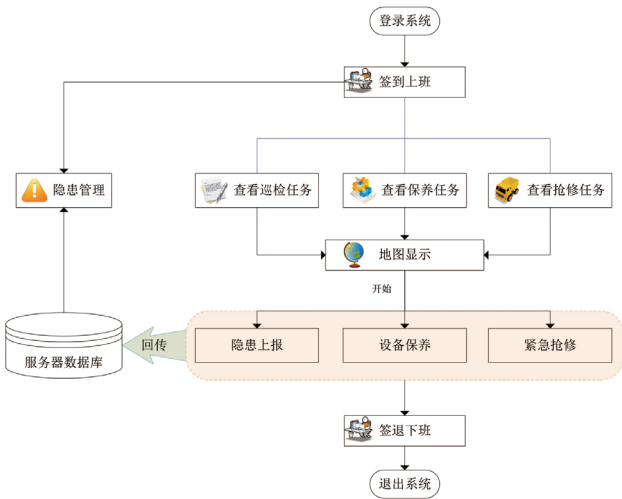


图 3 巡检业务流程图

Figure 3 Flow chart of patrol operation

巡检人员登录系统后, 首先进行签到上班, 根据隐患管理的要求, 查看由管理部门下发的巡检任务、保养任务和抢修任务, 巡检人员认领接收相应的任务后, 按照计划到达指定区域, 检查燃气管线是否异常, 并将巡检结果回传到服务器端。

2 功能设计

系统主要包括数据浏览、图层管理、综合查询、巡检任务、抢修任务、保养任务、隐患管理、数据采集、用户设置等功能模块, 具体模块的功能如下。

2.1 数据浏览模块

数据浏览模块包括的主要功能有: 显示地图服务数据、定位当前设备位置、量测长度和面积以及对地图进行放缩小等。

地图显示: 对燃气管线数据、路网数据等加载到地图中进行展示 [8]。系统数据管理人员前期在 ArcGIS 软件中对数据进行处理, 并使用 ArcGIS for Server 将数据发布为 GIS 服务器上的切片地图服务 [9] [10], 根据具体的应用需求, 快速访问浏览地图数据。

地图定位: 通过移动设备的 GPS 功能, 利用移动通信网络基站定位和 GPS 定位, 可以快速确定巡检人员所在的具体位置, 并显示在地图上。

放大和缩小: 加载地图时, 默认会按照地图服务发布时的比例尺显示。放大和缩小功能实际就是通过改变地图比例尺来控制地图显示范围和内容的详细程度。例如, 点击放大功能按键后, 地图显示范围变小, 但表达的内容更详细具体, 这是因为地图是通过多层的切片形式组织, 以此满足不同用户的浏览需求。

地图量测: 巡检人员可以利用该功能快速的量测出图上的距离和面积, 为巡检工作提供辅助决策。

2.2 图层管理模块

图层管理模块是通过图层控制列表对地图的基础底图图层和业务数据图层的显示进行控制, 切换选择显示不同的地图资源和要素图层。

2.3 综合查询模块

综合查询模块可以让巡检人员快速检索并查看相关的信息。巡检人员可以通过点击要查看的要素图形,查看图形中要素的具体属性信息,也可以通过搜索关键字查询的方法找到对应的要素。

2.4 巡检任务模块

该模块功能为外业工作人员查看自己的巡检任务,以及对巡检任务进行处理操作。巡检人员通过查询,获取自己的巡检任务,并对巡检任务按要求进行相应的处理。

2.5 抢修任务模块

该模块功能为抢修的外业工作人员查看自己的抢修任务,以及对抢修任务进行处理操作。巡检人员通过查询,获取自己的抢修任务,并对抢修任务按要求进行相应的处理。

2.6 保养任务

该模块功能为保养的外业工作人员查看自己的保养任务,以及对保养任务内容详细进行了解。巡检人员通过选择保养任务,即可查询获取自己的保养任务,并对保养任务进行处理。

2.7 隐患管理模块

该模块功能为巡检人员上报隐患以及对相关隐患信息进行管理。在该功能中,还可支持实时上传隐患点的图片,方便管理人员对隐患信息进行精准的管理。管理人员通过对隐患信息进行分析,可以将急需处理的隐患信息转换为抢修任务,快速解决隐患问题,以避免造成安全事故与财产损失。

2.8 数据采集模块

通过 GPS 定位功能,系统可以实时精准的获取巡检人员的位置信息。巡检人员通过分析具体的巡检任务,参考位置信息,到达需要巡检的区域,按照要

求的巡检路线，遵守标准作业程序进行巡检作业。当巡检人员到达指定巡检任务的位置后，可根据实际情况填写详细信息，记录问题状态，并上传照片等。

2.9 用户设置模块

该模块功能主要是显示用户名称和服务器信息等。用户可以在该模块中下载离线地图包文件，切换在线或离线模式进行作业等。

3 功能实现

本系统在 Android Studio 集成开发环境下进行开发，主要分为登录界面和主界面两部分，登录界面提供了用户名和密码输入功能，并可以选择保存密码，如图 4 所示。



图 4 系统登录界面

Figure 4 Login interface of the system

用户输入正确的用户名和密码后进行主界面，如图 5 所示。主界面可分为上下两部分，上半部分主要涉及系统参数设定，软件检查更，用户使用手

册等功能。下半部分包括巡检人员签到、地图显示、任务管理和隐患管理四部分内容。



图 5 系统主界面

Figure 5 Main interface of the system

登录进入系统后，会在主界面显示相关信息，系统默认使用 ArcGIS Server 发布的在线地图数据，可用于查看底图信息。

4 结语

本文根据燃气管线巡检业务需求，对系统进行总体设计，并对业务流程进行细化，设计了具体的功能模块，从而实现对燃气管线巡检任务进行规范化处理。系统结合移动 GIS 技术，使用 Java 语言，采用 Android 平台，基于 Android Studio 开发环境，运用 ArcGIS Runtime SDK for Android 提供的接口处理相关地理信息，充分发挥 Android 设备随身携带、通信技术方便快捷的特点，实现了高效、精准的燃气管线巡检工作，可有力保障燃气管线安全，在一定程度上避免引发

严重事故。随着系统中巡检数据的积累,在后期研究工作中,基于海量巡检数据,可采用大数据分析的方法,挖掘出有用的信息,为燃气管线合理规划、安全管理提供可靠的数据保障。

项目基金

中国石油西南油气田分公司科技项目(20190305-10)资助。

参考文献

- [1] 吴扬安. 基于 ArcGIS for Android 的城市管网巡检系统设计与实现[J]. 测绘通报, 2013(S2): 212-214.
- [2] 宫林成. 城市地下管线数据质量检查规则与系统设计[J]. 地理空间信息, 2020, 18(6): 106-108.
- [3] 李晓琳, 史国振, 杨孟, 等. 基于 Android 的地下管线三维可视化关键技术研究[J]. 地理空间信息, 2017, 15(7): 93-96+11.
- [4] 范娟娟, 鞠建荣. 基于 Android 的管线移动采集更新系统设计与实现[J]. 城市勘测, 2016(1): 98-100.
- [5] 李晓军, 吴金辉, 吴啸, 等. 基于 Android 的移动监察 GIS 平台研发与分析[J]. 测绘通报, 2012(s1): 637-639.
- [6] 钟广锐. 移动 GIS 地下管线巡查管理系统设计与实现[J]. 地理空间信息, 2018, 107(7): 80-82+10.
- [7] 孟超越, 李宏伟, 许栋浩, 等. 基于 Android 的地下管线三维可视化关键技术研究[J]. 地理空间信息, 2017, 15(7): 93-96+11.
- [8] 王亚丽, 陶玉明, 宋健. 浅谈城市燃气管线安全运行解决方案[J]. 测绘通报, 2019(S1): 207-210.
- [9] 刘甲军. 包头市燃气智慧巡检系统设计与实现[J]. 测绘通报, 2019(S2): 148-150.
- [10] 祝帅兵, 申娇娇. WebGIS 与移动 GIS 一体化的城市燃气应急辅助与移动巡检系统[J]. 洛阳师范学院学报, 2016, 35(5): 37-41.