

长输油气管道巡护中“互联网+”技术的应用研究

毕清军 党学锋 时若楠 刘 洋 刘 军

(国家管网集团北京管道有限公司内蒙古输油气分公司, 内蒙古 呼和浩特 010010)

摘 要: 以长输油气管道巡护为背景, 探讨了“互联网+”技术在该领域的应用方向, 接着围绕具体项目概况对系统需求进行分析, 接着提出了相应的系统设计方案, 包括架构设计、硬件设计和系统集成设计等内容, 旨在利用现代技术手段提高长输油气管道巡护效率、降低风险, 从而保障管道安全运行。

关键词: 长输油气管道巡护; “互联网+”; 系统设计

长输油气管道是国家能源战略的重要组成部分, 巡护工作的主要任务是确保管道的安全运行。通过定期巡查、监测和维护管道设施, 可以及时发现和处理潜在的安全隐患, 降低事故发生的可能性, 保障人民生命财产安全和国家能源供应安全。随着信息技术的不断发展, 传统的长输油气管道巡护方式已经无法满足对安全性和效率性的要求。

1 “互联网+”技术在长输油气管道巡护中应用方向

“互联网+”技术在长输油气管道巡护中的应用方向涵盖了实时监控、智能巡检、大数据管理、远程运维、数字化管理以及完善的巡护机制等方面, 旨在提高油气管道的安全性和运行效率^[1]。

第一, 利用 GPS 定位系统和 GPRS 技术, 巡护人员可以实时掌握自己的位置, 并记录工作内容, 做出正确决策^[2]。此外, 物联网技术通过射频识别 (RFID) 及传感器等设备实现数据采集和分析, 从而对油气管道进行全方位的实时监控。第二, 结合车载巡检和无人机巡检的方式, 利用视频监控、人工智能等技术快速准确地提取隐患点信息, 及时发现并定位泄漏点。例如, 中石化西北油田通过训练卷积神经网络, 实现了原油管线泄漏视频智能识别, 提高了巡检效率。第三, 基于大数据管理架构, 整合各类子平台的功能, 实现对整个油气管道系统的有效管控。通过对大量数据进行分析处理, 指导管理工作, 提升管理质量和经济效益。第四, 在线监测运维系统能够实时动态监测、定位预警和智慧巡检, 确保油气管道的安全运行。该系统具备自动化监测巡检、定位报警、远程运维等功能, 有效防治泄漏和偷油行为。第五, 引入 SCADA 系统, 将管道及相关配套设备的数据进行采集, 便于为巡护决策提供参考^[3]。同时, 基于云计算的方式, 通过云

存储的形式为用户提供更加安全、可靠的服务。第六, GIS 技术能将巡护人员的行进线路、管道输送线路等叠加显示, 为巡护提供信息指引。此外, 空天地一体化管道巡检系统采用卫星和无人机遥感技术对管线进行监控巡查, 提供全天候的数据采集服务。第七, 建立健全巡护机制, 注重巡护工作的规范性和合法性, 强化巡护管理, 约束巡护人员的工作行为。如果石油企业将巡护工作外包给第三方机构, 则需要定期检查其工作情况, 避免出现疏漏问题。

“互联网+”技术在长输油气管道巡护中的应用方向多元, 为提升研究的深入性和针对性, 下文以某工程为例, 对长输油气管道巡护中“互联网+”技术进行详细分析。

2 项目概况

某长输油气管道项目于 2022 年开始运用“互联网+”技术开展巡护工作, 主要是一种基于物联网 (IoT) 技术的智能设备监控系统。该系统在先进的传感器和数据分析的支持下, 具备实时监控设备状态、故障预警、数据可视化及远程控制等多项功能, 实现了设备管理的智能化、自动化和高效化。这一系统显著提升了长输油气管道设备故障响应速度和维护效率, 为各级管理者提供了有力的数据支持, 满足了长输油气管道现代化生产的需求。随着科技的不断进步, 用户在实际生产中对系统的功能提出了新的需求, 尤其是在“智能制造”与“云计算”结合的背景下, 系统的升级与优化显得尤为迫切。截至目前, 该系统在长输油气管道巡护中已展现出显著成效, 成功降低了设备故障率和维护成本。

3 系统需求分析

根据长输油气管道的巡护工作要求, 该系统提出以下功能需求: 第一, 系统应将第三方施工的在线位

置标注在地图上，并以不同的图标来表示不同的施工状态。在系统使用过程中，管理人员应可以在系统中添加项目基本信息，包括项目名称、工程内容等内容。另外，管理人员应在系统平台或移动设备中，对巡线关键点相关信息进行实时显示，以有效控制施工质量。第二，系统应具备报警功能，对巡线关键点危险信息进行报警；对未巡线的关键点信息发送进行标记。若巡线工接近关键点，则系统需要发出震动提示，提升巡线工作的准确性。第三，系统应能够为巡线工作人员提供巡线任务信息提醒；系统应支持巡线工作人员在移动设备上查询工作考核结果；系统应支持巡线工作人员通过移动设备、系统终端查看相关工作图片，以掌握工作现场的实际情况。

4 系统设计

4.1 架构设计

系统设计目的在于实现巡检器 GPRS、智能手机微信与企业内网的无缝连接。为此，采用方案为：通过一个位于公网上的通讯服务器，实现巡检器 GPRS 与企业内网的互通，同时使微信企业号与企业内网进行通信。具体架构（图 1 所示）设计如下：第一，巡检器首先通过内置的 GPRS 模块，向移动网络发送数据请求，网络将其路由到指定的通讯服务器。在连接建立后，通讯服务器的角色至关重要。它负责接收来自巡检器 GPRS 的数据，这些数据可能包括设备状态、巡检结果、环境监测信息等。通讯服务器会对接收到的数据进行解析和处理，以确保其格式和内容符合预期的标准。在数据到达监控服务器后，系统可以进一步分析和存储这些信息，以便后续查询和报告生成。监控服务器可能会将数据与历史记录进行比较，以识别异常情况，或者触发警报以通知相关人员。第二，智能手机上的微信企业号通过 4G 网络连接至通讯服务器。通讯服务器负责接收微信企业号传来的数据，并通过企业内网的安全网连接到监控服务器，实现数据的双向传递和交互。第三，企业内网的安全网关作为通讯服务器与监控服务器之间的连接桥梁，确保数据的安全传输和访问权限的控制。它负责将通讯服务器接收到的数据传递到监控服务器，并将监控服务器的响应数据传递回通讯服务器，以便再次转发给巡检器 GPRS 和微信企业号。

通过以上架构设计，巡检器 GPRS 和微信企业号可以与企业内网进行双向通信，实现数据的传输和交互，确保系统架构能够确保数据的安全性和实时性，

提高长输油气管道巡检工作的效率和管理便利性。

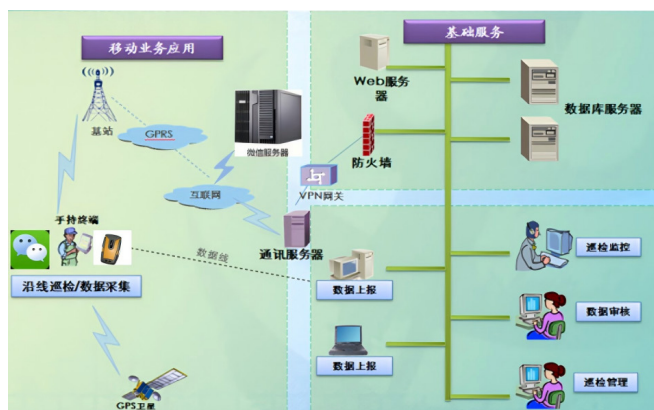


图 1 系统架构设计

4.2 硬件设计

系统的硬件设计包括服务器、显示屏幕、报警装置、震动装置、手机或平板电脑以及系统终端等设备，以满足地图显示、实时监控、报警和震动提示、移动设备和系统终端功能的需求。

4.2.1 地图显示和实时监控功能的实现

①系统需要一个稳定的服务器来存储和处理地图数据，并支持实时监控功能。服务器应具备足够的计算能力和存储容量，以支持大规模地图数据的处理和实时监控数据的传输；②管理人员需要使用显示屏幕来查看地图和实时监控数据。显示屏幕可以是电脑显示器或专门的监控显示器，具备高分辨率和清晰的显示效果，以便管理人员能够清楚地观察地图和关键点信息。

4.2.2 报警和震动提示功能的实现

①系统需要集成报警装置，用于发出声音或光信号，以提醒管理人员有关巡线关键点的危险信息。报警装置可以是声音报警器或闪光灯报警器，根据实际需求选择合适的类型；②巡线工所佩戴的设备需要具备震动装置，当巡线工接近关键点时，装置会发出震动提示，以提升巡线工作的准确性。可以选择将震动装置集成在巡线工的手机或 GPS 巡检仪中。

4.2.3 移动设备和系统终端的实现

①巡线工需要使用手机或平板电脑来接收巡线任务信息、查询工作考核结果以及查看工作图片。这些移动设备应具备稳定的网络连接和良好的操作性能，以支持系统的移动终端功能；②管理人员也需要使用系统终端来进行巡线任务管理和考核结果查看。系统终端可以是电脑或专门的管理终端设备，具备高性能的硬件配置和易于操作的界面。

4.3 系统集成设计

系统集成设计图如图 2 所示。

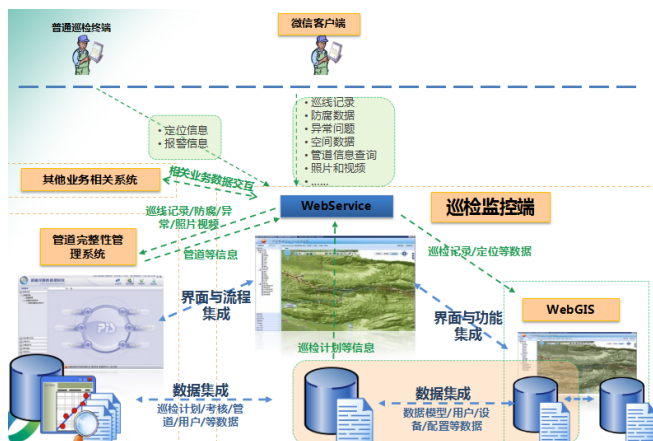


图2 系统集成设计图

4.3.1 界面与流程集成设计

①界面设计。系统应具备直观清晰的地图界面，以展示第三方施工的在线位置标注和相关项目信息。地图界面应具备缩放、平移、标注等基本操作功能，以使用户能够查看和操作地图数据。同时，系统应提供实时监控界面，用于显示巡线关键点状态和信息。监控界面应清晰明了，以便管理人员能够直观地了解巡线情况，并及时采取相应的措施。另外，移动设备上的界面应简洁易用，方便巡线工作人员查询任务信息、工作考核结果和工作图片。界面应根据移动设备的屏幕大小和操作方式进行优化，以提供良好的用户体验；②流程设计。系统应支持管理人员添加、分配和调整巡线任务的功能。管理人员可以在系统中创建任务，并指定巡线工作人员进行执行。系统应提供任务列表和任务详情等功能，以便管理人员能够对任务进行全面管理。同时，系统应支持巡线工作人员接收任务信息提醒，并能够在移动设备上查看任务详情和相关工作图片。巡线工作人员可以通过系统记录巡线点的状态和信息，以及上传巡检结果和相关图片。系统应提供简单明了的界面和操作流程，以方便巡线工作人员进行任务执行和数据上传；③地图显示和实时监控功能。系统服务器应具备足够的计算能力和存储容量，以支持大规模地图数据的处理和实时监控数据的传输。管理人员应使用显示屏幕来查看地图和实时监控数据。显示屏幕可以是电脑显示器或专门的监控显示器，具备高分辨率和清晰的显示效果，以便管理人员能够清楚地观察地图和关键点信息；④报警和震动提示功能。系统需要集成报警装置，用于发出声音或光信号，以提醒管理人员有关巡线关键点的危险信息。报警装置可以是声音报警器或闪光灯报警器，根据实际需求选择合适的类型。同时，巡线工所佩戴的

设备需要具备震动装置，当巡线工接近关键点时，装置会发出震动提示，以提升巡检工作的准确性。可以选择将震动装置集成在巡线工的手机或GPS巡检仪中；⑤移动设备和系统终端。巡线工需要使用手机或平板电脑来接收巡线任务信息、查询工作考核结果以及查看工作图片。这些移动设备应具备稳定的网络连接和良好的操作性能，以支持系统的移动终端功能。管理人员需要使用系统终端来进行巡线任务管理和考核结果查看。系统终端可以是电脑或专门的管理终端设备，具备高性能的硬件配置和易于操作的界面。

4.3.2 数据集成设计

①系统后台与移动设备。系统后台应与移动设备进行数据交互，确保任务信息、工作考核结果和工作图片等数据能够及时同步到移动设备上。可以通过开发移动应用程序，并与系统后台进行数据交互，实现数据的传输和同步；②系统后台与管理终端。系统后台应与管理终端进行数据交互，确保巡线任务管理和考核结果查看等功能能够顺畅进行。通过网络连接和接口设计，实现数据的传输和管理功能的集成。

5 结语

通过对长输油气管道巡护中“互联网+”技术的应用研究，本文以某项目为例，提出了一系列系统设计方案，包括架构设计、硬件设计和系统集成设计等内容，有助于优化巡护流程、提升巡护效率，为长输油气管道的安全运行提供更加可靠的保障。未来实践发展中，随着技术的不断进步和应用的推广，相信“互联网+”技术将在长输油气管道巡护领域发挥越来越重要的作用，为行业的发展带来新的机遇和挑战。

参考文献：

- [1] 李恒,王新慧,丁彦龙,等.基于指标修正的AHP-FCM法长输油气管道风险评价[J].中国特种设备安全,2024,40(01):69-75.
- [2] 辛若家,张叶甫,张丽,等.长输油气管道SCADA系统工程数据管理技术软件PCSMigrator设计[J].自动化博览,2023,40(12):70-75.
- [3] 纪承祖.炼油与化工企业长输油气管道完整性管理技术分析[J].中国设备工程,2022(19):138-141.

作者简介：

毕清军(1987-),男,山东潍坊人,大学本科学历,工程师。

通讯作者：

时若楠(1990-),男,山西襄汾人,大学本科学历,助理工程师。