

地下工程开挖全方位信息化管理方法及物联网监控系统

薛为超¹ 孙超² 王强³

1. 南京市江宁区江宁街道水务管理服务站, 中国·江苏 南京 211300
2. 南京市江宁区东山街道水务管理服务站, 中国·江苏南京 211100
3. 雨发建设集团有限公司, 中国·江苏 南京 211800

摘要: 一种地下工程开挖物联网监控系统, 包括多源信息采集终端、多源信息传输终端、远程监控平台和科学决策平台, 多源信息采集终端与多源信息传输终端通讯连接, 多源信息传输终端与远程监控平台通讯连接, 远程监控平台与科学决策平台通讯连接, 其信息化管理方法为: 通过无线设备全方位采集地下工程开挖的多源信息, 并将多源信息传输至 wifi 基站; wifi 基站将多源信息传输至远程监控平台; 结合所获取的可视化信息, 管理层科学决策平台实现对施工的管理控制。本系统有效解决人工采集数据工作量大、时效性差、效率低、共享性差的问题。

关键词: 地下工程; 开挖; 物联网; 监控系统

Comprehensive information management methods and Internet of Things monitoring systems for underground engineering excavation

Xue Weichao¹, Sun Chao², Wang Qiang³

1. Jiangning Sub-district Water Affairs Management Service Station, Jiangning District, Nanjing City, China Jiangsu Nanjing 211300
2. Nanjing Jiangning District Dongshan Sub-district Water Affairs Management Service Station, China Jiangsu Nanjing 211100
3. Yufa Construction Group Co., LTD., China Jiangsu Nanjing 211800

Abstract: An Internet of Things monitoring system for underground engineering excavation, including a multi-source information collection terminal, a multi-source information transmission terminal, a remote monitoring platform and a scientific decision-making platform. The multi-source information collection terminal communicates with the multi-source information transmission terminal, the multi-source information transmission terminal communicates with the remote monitoring platform, and the remote monitoring platform communicates with the scientific decision-making platform. Its information management method is as follows: Multi-source information on underground engineering excavation is comprehensively collected through wireless devices and transmitted to wifi base stations. The wifi base station transmits multi-source information to the remote monitoring platform. Based on the obtained visual information, the management scientific decision-making platform realizes the management and control of construction. This system effectively addresses the problems of large workload, poor timeliness, low efficiency and poor sharing in manual data collection.

Keywords: Underground engineering; Excavation; Internet of things; Monitoring system

0 引言

地下工程是指深入地面以下为开发利用地下空间资源所建造的地下土木工程, 它包括地下房屋和地下构筑物, 地下铁道, 公路隧道、水下隧道、地下共同沟和过街地下通道等, 地下工程的建设周期长、工序多、施工环境多变是一项综合、复杂的系统工作, 同时其又具有投资大、战线长、任务重、要求高等特定, 随之人们对于地下工程的管理也就越来越关注。

为确保工程施工的进度、质量、效率和安全目标, 必

须对全施工过程进行严格信息化监控, 但是, 现行的施工监控技术在工程施工信息化方面还存在诸多不足, 突出表现为监测数据通过人工现场采集, 其工作量大、时效性差, 且观测数据的处理和分析依赖手工方式和个人经验, 处理的效率低、共享性差, 不能满足当前施工的需求, 有待于解决。

1 技术方案

提供地下工程开挖全方位信息化管理方法及物联网监控系统, 以解决现有技术中监控数据采集工作量大、时效

性差, 以及观测数据处理的时效低共享性差的问题。

实施方式提供如下技术方案:

实施例的第一个方面, 提供了一种地下工程开挖物联网监控系统, 包括多源信息采集终端、多源信息传输终端、远程监控平台和科学决策平台, 所述多源信息信息采集终端与所述多源信息传输终端通讯连接, 所述多源信息传输终端与所述远程监控平台通讯连接, 所述远程监控平台与所述科学决策平台通讯连接, 所述信息采集终端通过信息传输终端将所采集的地下工程全生命周期多源信息传输给远程监控平台, 所述科学决策平台完成对施工的管理决策。

作为实施例的一种优选方案, 所述多源信息采集终端包括多源信息传感终端、可视化信息终端和获取工程全生命周期变形信息的几何变形现场测量装置; 所述多源信息传感终端包括用于获取工程全生命周期力性的力性信息传感终端, 以及用于获取工程全生命周期物性的物性信息传感终端, 所述可视化信息终端包括 IP 摄像监控设备;

所述多源信息传感终端通过传感信息采集终端将获取的传感信息输出至所述多源信息传输终端, 所述可视化信息终端通过视频及图像信息采集终端将获取的可视化信息输出至所述多源信息传输终端, 所述几何变形现场测量装置通过几何变形测量手持 APP 终端将获取的变形信息输出至所述多源信息传输终端。

作为实施例的一种优选方案, 所述力性信息传感终端用于采集工程全生命周期的节点应力信息、关键部位弯矩信息和扭矩信息;

所述物性信息传感终端用于采集工程全生命周期的温度信息、地表信息、位移信息和倾斜挠度信息。

作为实施例的一种优选方案, 所述几何变形现场测量装置包括全站仪和水准仪。

作为实施例的一种优选方案, 所述多源信息传输终端包括 Zigbee 无线网络、GPRS 无线网络, 以及作为数据及信息传输中继节点的 wifi 基站。

作为实施例的一种优选方案, 所述远程监控平台包括多源信息存储单元、多源数据分析单元、高清视频及图像显示单元。

作为实施例的一种优选方案, 所述多源信息采集终端包括收纳盒, 一个与所述多源信息传输终端无线通讯的无线通讯模块, 以及多个与所述无线通讯模块有线连接的信息采集部件, 所述无线通讯模块安装在所述收纳盒的一端, 所述信息采集部件可拆卸式设置在所述收纳盒的另一端,

所述信息采集部件均由圆锥体出线部, 以及连接在所述圆锥体出线部的圆面上的所述元件集成部组成, 所述元件集成部的导线通过圆锥体出线部的锥角引出, 在所述圆锥体出线部的外表面靠近所述锥角的一段设置有外螺旋槽。

作为实施例的一种优选方案, 所述收纳盒包括圆台体尾部, 以及连接在所述圆台体尾部上的扇体拓展部, 在所述圆台体尾部内设置用于容纳所述无线通讯模块的容纳腔, 在所述扇体拓展部上设置有若干用于放置所述信息采集部件的收纳通道, 在所述收纳通道内表面设置有与所述外螺旋槽匹配连接的内螺旋槽, 所述内螺旋槽靠近所述收纳通道的外侧, 所述收纳通道的内侧空间用于收纳导线, 导线穿过所述收纳通道最内部与所述无线通讯模块连接。

在实施例的第二个方面, 提供了一种地下工程开挖全方位信息化管理方法, 包括以下步骤:

步骤 S100, 通过无线设备全方位采集地下工程开挖的多源信息, 并将所述多源信息无线传输至 wifi 基站;

步骤 S200, 所述 wifi 基站将所述多源信息传输至远程监控平台, 并由远程监控平台完成数据处理;

步骤 S300, 结合所获取的可视化信息, 管理层科学决策平台实现对施工质量的控制, 施工进度管理、施工安全管理、工程运维管理, 并且及时快速将管理层决策无线输出并执行, 完成信息交互。

作为实施例的一种优选方案, 所述多源信息包括: 工程全生命周期的节点应力、关键部位弯矩、扭矩、温度、变形、地表、位移和倾斜挠度信息。

2 附图说明

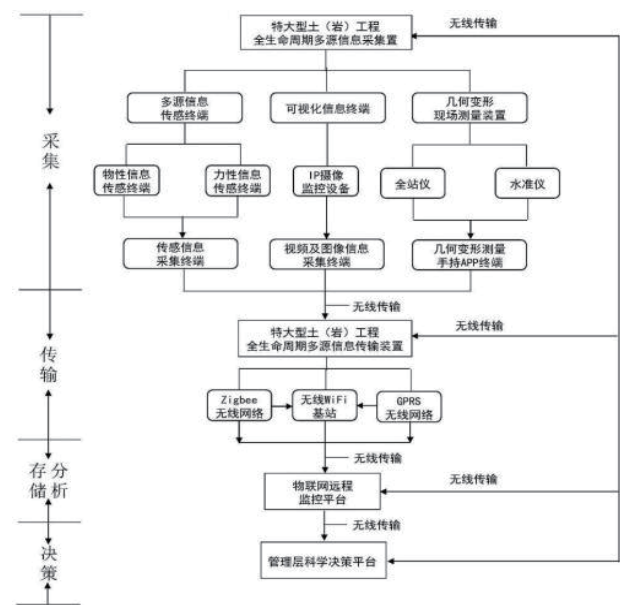


图1为实施方式的系统流程图

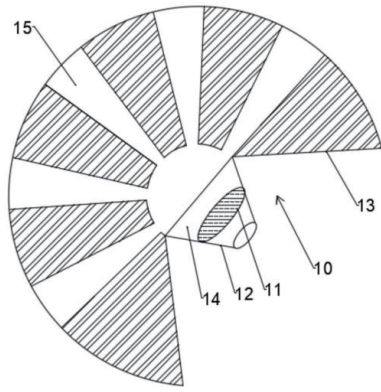


图2为实施方式中收纳盒的结构示意图

3 具体实施方式

实施例 1:

如图 1 所示, 提供了一种地下工程开挖物联网监控系统, 具体以特大型工程的全生命周期为例:

其具体包括: 多源信息采集终端、多源信息传输终端、远程监控平台和科学决策平台, 所述多源信息信息采集终端与所述多源信息传输终端通讯连接, 所述多源信息传输终端与所述远程监控平台通讯连接, 所述远程监控平台与所述科学决策平台通讯连接, 所述信息采集终端通过信息传输终端将所采集的地下工程全生命周期多源信息传输给远程监控平台, 所述科学决策平台完成对施工的管理决策。

其中, 多源信息采集终端包括多源信息传感终端、可视化信息终端和获取工程全生命周期变形信息的几何变形现场测量装置; 所述多源信息传感终端包括用于获取工程全生命周期力性的力性信息传感终端, 以及用于获取工程全生命周期物性的物性信息传感终端, 所述可视化信息终端包括 IP 摄像监控设备; 多源信息传感终端通过传感信息采集终端将获取的传感信息输出至所述多源信息传输终端, 所述可视化信息终端通过视频及图像信息采集终端将获取的可视化信息输出至所述多源信息传输终端, 所述几何变形现场测量装置通过几何变形测量手持 APP 终端将获取的变形信息输出至所述多源信息传输终端。

在本实施例中, 主要是实现对特大型工程全生命周期的各类信息的获取方式, 具体信息包括通过力性信息传感终端采集工程全生命周期的节点应力信息、关键部位弯矩信息和扭矩信息, 物性信息传感终端采集工程全生命周期的温度信息、地表信息、位移信息和倾斜挠度信息, 以及几何变形现场测量装置采集的变形信息。

力性信息传感终端包括无线应变传感终端等; 物性信息传感终端包括无线温度传感终端、拉线式地表位移监测

终端、无线倾斜角度监测终端等。

几何变形现场测量装置包括全站仪和水准仪等。

特大型工程的全生命周期相关信息的获取, 在实际工程中, 由于处于地下, 无法完好的处理信息无线传输的问题, 无线测量仪器无法准确的将采集的信息传输至终端进行决策处理, 因此, 在本实施例中, 通过建立专属的多源信息传输终端以及改进的无线测量仪器来解决这个技术难题。

其中, 多源信息传输终端包括 Zigbee 无线网络、GPRS 无线网络, 以及作为数据及信息传输中继节点的 wifi 基站, wifi 基站可以根据地下工程的具体位置建立, 综合多种无线传输方式, 以 wifi 基站为信息传输中继节点, 将所采集的地下工程全生命周期的各类信息输送至远程监控平台, 还可以包括 Internet/4G 无线网络。Zigbee 无线网络用于近距离、小范围数据传输与系统通讯, GPRS 无线网络用于远距离、大范围数据传输与系统通讯, Internet/4G 无线网络用于人员通讯。

为了便于无线测量设备的信息获取, 提供了一种适用于地下工程的改进的多源信息采集终端。

其具体包括收纳盒 10, 一个与所述多源信息传输终端无线通讯的无线通讯模块 11, 以及多个与所述无线通讯模块 11 有线连接的信息采集部件, 所述无线通讯模块 11 安装在所述收纳盒 10 的一端, 所述信息采集部件可拆卸式设置在所述收纳盒的另一端。

其主要是通过在一个收纳盒 10 上集成多个无线采集设备, 并且多个采集设备通过同一个无线通讯模块传输数据至 wifi 基站, 这样就可以将无线通讯模块的部分置于最佳的位置, 使其与 wifi 基站更加顺畅。

对此, 对现有的信息采集部件的外体形成进行了改进, 将现有的信息采集部件的信号线的出线位置设置为圆锥体形状, 即为圆锥体出线部, 将现有的信息采集部件的元件集成在另一个部位(元件集成部), 并将元件集成部连接在圆锥体出线部的圆面上。主要通过将圆锥体出线部可拆卸式收纳在收纳盒 10 上; 元件集成部的导线通过圆锥体出线部的锥角引出。在所述圆锥体出线部的外表面靠近所述锥角的一段设置有外螺旋槽。

收纳盒 10 包括圆台体尾部 12, 以及连接在所述圆台体尾部 12 上的扇形拓展部 13, 扇形拓展部 13 的圆心角可以是 $120^{\circ} \sim 270^{\circ}$; 扇形拓展部 13 与圆台体尾部 12 的大圆面成型在一起, 在所述圆台体尾部 12 内设置用于容纳所述无线通讯模块 11 的收纳腔 14, 在所述扇形拓展部 13 上

设置有若干用于放置所述信息采集部件的收纳通道 15, 在所述收纳通道 15 内表面设置有与所述外螺旋槽匹配连接的内螺旋槽, 所述内螺旋槽靠近所述收纳通道 15 的外侧, 所述收纳通道 15 的内侧空间用于收纳导线, 导线穿过所述收纳通道 15 最内部与所述无线通讯模块 11 连接。

扇体拓展部 13 的外侧面可以根据实际需求改进, 例如: 其外侧面可以是球面、异形曲面、平面等。

圆锥体出线部插入收纳通道 15 后, 可以通过旋转, 使得外螺旋槽和内螺旋槽相匹配固接, 从而将信息采集部件安装在收纳盒上。

导线或信号线通过圆锥体出线部出来, 经过收纳通道 15 的内部与无线通讯模块 11 连接, 导线的长度可以根据实际需求设计, 收纳通道 15 的长度比圆锥体出线部的长度要长, 圆锥体出线部可以只是收纳通道 15 长度的三分之一, 收纳通道 15 内多余的空间用于收纳导线。

在实际使用时, 将收纳盒固定在合适的位置, 将信息采集部件螺旋取出, 合理布线, 将信息采集部件对应安装到具体的位置, 这样就可以使得在地下工程某一个区域内, 信息采集部件可以围绕 1 个或多个收纳盒进行分布, 信息采集部件的数量远大于收纳盒的数量 (无线通讯模块的数量), 如此有效的解决了现有技术中地下工程开挖过程中的技术难题。

其中, 远程监控平台包括多源信息存储单元、多源数

据分析单元、高清视频及图像显示单元, 配置来实时存储、分析多源信息, 呈现高清视频及图像, 完成远程实时监控。

管理层决策中心平台还包括: 高清 LED 显示屏幕、光影仪器、扩音仪器、计算机群、高带宽路由器、智能触摸屏等用于信息传递、交互的仪器设备。

4 有益效果

通过信息采集终端和远程监控平台可实现信息更加精准的采集, 而配合所设置的信息传输终端, 能够保证所采集的信息可及时的进行上传处理, 对于地下工程施工方案制定、施工进度质量控制、现场高效安全作业、工程运营期维护、管理层快速科学决策提供实时数据、可视化信息, 可有效避免通过人工采集信息以及处理信息的方式, 其效率低、时效性差、共享性差等问题。

参考文献:

- [1] 罗春贺. 基于物联网技术的地铁安全监控系统研究[D]. 大连理工大学[2026-03-05]. DOI:CNKI:CDMD:2.1013.198749.
- [2] 吴战广, 张献州, 张瑞等. 基于物联网三层架构的地下工程测量机器人远程变形监测系统[J]. 测绘工程, 2017.DOI:CNKI:SUN:CHGC.0.2017-02-010.
- [3] 何绍波, 张发斌, 唐传坤. 智能通风技术在地下洞室施工中的应用[J]. 云南水力发电, 2024, 40(S02):148-151. DOI:10.3969/j.issn.1006-3951.2024.Z2.037.