

基于物联网的水利施工机械远程智能监控系统研究

王龙宝^{1,2} 赵 杰²

(1.河海大学商学院,江苏南京 210098;2.河海大学项目管理信息化研究所,江苏南京 210098)

摘要:为了提高我国施工机械监控系统水平和施工机械效率,对我国施工机械远程监控系统的现状进行分析,提出了亟待解决的问题。在此基础上,从物联网的基本结构出发,通过引入物联网 3S (GIS, GPS, GPRS) 服务技术,建立物联网模型,创建了基于物联网的水利施工机械远程监控系统,并建立了基于物联网的水利施工机械远程智能监控系统模型。

关键词: 物联网; 水利工程; 施工机械; 远程智能监控系统

中图分类号: TV53; TP87

文献标识码: A

文章编号: 1003-9511(2012)01-0031-05

2011 年党中央出台了《中共中央 国务院关于加快水利改革发展的决定》,并于 2011 年 7 月 8 日,召开了中央水利工作会议,这是新中国成立 62 年来国家首次系统部署水利改革发展全面工作决定的中央一号文件,把水利作为国家基础设施建设的优先领域,这预示水利建设将迎来新的高潮,水利工程建设正面临着前所未有的发展机遇。“十二五”期间,我国用于中小型水利建设的中央投资将达到 2 万亿元。随着大规模工程建设的全面展开,水利工程施工机械在施工过程中的作用也越来越大。然而由于我国对施工机械缺少有效的监控手段,导致施工机械得不到及时维护与保养,影响了施工机械效率的正常发挥,缩短了施工机械的使用寿命,甚至会酿成机毁人亡的惨祸。为此,本文采用物联网技术,对如何提高我国施工机械监控系统水平和施工机械效率,实现水利施工机械远程监控进行研究。

1 水利施工机械远程监控系统现状分析

随着水利工程施工机械化程度的不断提高,在水利工程建设中,施工机械费用占工程总费用的比例越来越高,约占总体费用的 30%。近年来,水利工程建设的机械化程度逐年提高,以往人海战术及小型机械装备为主的施工方式,逐步被采用较为先进的大中型工程机械的施工方式所取代^[1]。工程机械是集机械、电子、液压、控制和通信技术于一体的

工程施工装备,已成为我国经济发展的重要产业。国内工程机械行业发展特点是:发展速度快且具备初步规模;发展势头好但面临严峻挑战。伴随着现代科技的飞速发展,相继开发出机械车辆的智能监控系统,包括 ITS(智能监控系统)、基于 GPS、GPRS 的车辆导航和监控系统等,这些监控系统主要用于运钞车、迎宾车等特种车辆^[2],还没有广泛用于水利工程机械车辆。美国和日本智能监控系统发展较早,也较为成熟。但由于国际间技术的封锁,引进这些成熟的技术需要巨大成本,所以这些先进技术没有能够在中国得到很好的应用。即使重金引入,但受国内硬件和技术水平的制约,所引进的监控系统也比较庞大,不能较好地适应我国的现状,许多监控系统“水土不服”,有的甚至被废弃。在国内,由于水利施工机械的准入门槛比较高,核心技术较为复杂,开发出一套功能强大,符合国内情况的监控系统,需要强大的研发团队,所以工程机械的智能监控系统主要由硬件厂商负责开发,但是,硬件厂商开发的监控系统虽然可以获取机械运行数据,但还不能实现远程监控,而其他单位开发的水利施工机械远程监控系统都比较简单,不能满足水利工程施工机械的远程监控要求。

1.1 现行水利施工机械监控系统的主要功能

1.1.1 施工机械终端功能

施工机械终端功能包括:①定位功能。施工机

基金项目:“十一五”国家科技支撑计划重大项目(2006BAB04A13)

作者简介:王龙宝(1977—),男,江苏盐城人,讲师,主要从事信息技术项目管理研究。

械终端按指定时间间隔向监控中心上报定位信息；②GPS定位信息输出。施工机械设备配有标准串口，可输出 NEMA.0183 标准 GPS 定位数据，可配合车载导航系统进行自主导航；③移动报警（防盗、防拖）。当施工机械进入设防状态后，施工机械移动时向监控终端进行报警；④断电自动报警。当施工机械终端设备电源掉电（或被人为切断）时，自动转换到施工机械设备电源，并定时进行位置及告警信息发送，直到接到停止发送命令或电池耗尽；⑤超速报警。当施工机械超过设定的速度后，终端将直接向监控中心或监控终端发出超速报警，并间隔一定时间连续发送，直到速度恢复到正常范围^[3-5]。

1.1.2 监控终端功能

监控终端功能主要由 GIS 工作站、管理工作站等组成，功能包括：①电子地图服务模块。地图缩放、漫游、图层控制、查询、路径分析、鹰眼、测距、图幅自动匹配、多视窗监控等；②施工机械实时监控跟踪模块。定点定车行程跟踪、跟踪频率设置、车辆分布查询等；③报警中心模块。报警目标提示、报警确认、报警取消、警情日志、施工机械档案查询、报警记录查询、行驶记录查询等；④历史行程跟踪模块。行程轨迹回放、定点行程查询等；⑤施工机械管理中心模块。施工机械档案管理、施工机械维修管理等^[6-9]。

1.2 现行监控方法

目前，水利施工机械远程监控系统分为两层：上层（监控中心系统）和下层（各单机子系统，主要是施工机械终端设备）。施工机械终端负责定位信息和报警信息的采集和上传，监控中心接收车载终端上传的信息，并把接收到的信息通过电子地图的方式出来。现行水利施工机械远程监控系统结构如图 1 所示。

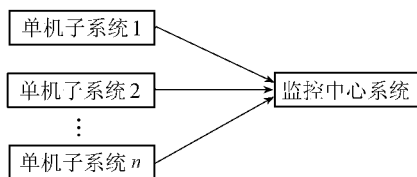


图 1 现行水利施工机械远程监控系统结构

1.3 现行监控系统问题分析

与国外相比，我国施工机械的应用与管理总体技术水平还存在明显差距。长期以来，施工机械安全生产形势十分严峻，严重影响了经济社会的健康发展和社会稳定，如何预测、预警故障，保障施工机械的安全生产，已经成为目前亟待解决的问题。现有的施工机械远程监控系统存在以下不足：

a. 功能单一。现有产品功能简单，性能一般，系统实时性差，难以满足用户对实时监控的要求。

b. 与施工调度结合程度不够。施工机械上传的信息，并没有应用于工程施工调度。

c. 数据不准确。装有 GPS 设备的施工机械终端，定位精度低，造成工程机械得不到准确实时的跟踪。同时，由于国家基础设施的建设，全国交通枢纽进行了改建，GIS 数据库的更新不及时，造成监控中心显示的地图与实地不符。

d. 数据传输方向单一。远程控制能力差，监控中心不具备远程命令下发功能，无法对特定施工机械进行控制。

e. 缺乏一些核心技术与部件。过度地依赖外国技术和核心部件，缺乏自主研发能力，企业研发投入偏低。

2 基于物联网的水利施工机械远程智能监控系统架构

2.1 监控系统目标

监控系统目标为利用 GPS 全球卫星定位系统、GSM/GPRS 移动通讯、GIS 地理信息系统和计算机网络通信与数据处理等技术^[10-13]，开发专业的施工机械远程监控系统，实现所有在集群网络覆盖范围内的目标施工机械，可以进行远程定位、监测、调度、管理和服务。总体来说，水利施工机械远程智能监控系统应满足如下目标：

a. 通过该系统，能够对所有在网络覆盖范围内的目标机械进行远程定位、动态跟踪、监测、调度。

b. 通过该系统，可以对每台机械终端的下发命令，实现机械的远程控制和机械控制器程序的动态更新。

c. 通过该系统，可以掌握机械动态运行参数，根据历史数据，做到故障检测与诊断。

d. 系统能够实现与其他系统的网络链接和资料共享。

2.2 监控系统网络结构

基于物联网的水利工程施工机械远程监控系统是基于 GPS 的实时快速定位、GIS 的空间查询和分析、GPRS 的无线通信、数据库海量存储以及计算机网络等相关技术集成构建，主要包括机械信息终端（含 GPS 接收机、移动电话等）、数据交换中心、监控中心和无线网络，其网络结构如图 2 所示。

2.3 监控系统总体架构

根据监控系统目标和网络结构，从系统的稳定性和灵活性角度出发，建立基于物联网水利施工机械远程监控系统架构（图 3）。该架构是在传统的施工机械远程监控系统的基础上增加数据交换中心

层。数据交换中心负责上行、下行数据的解析、转发与控制,增强了系统的灵活性与稳定性。

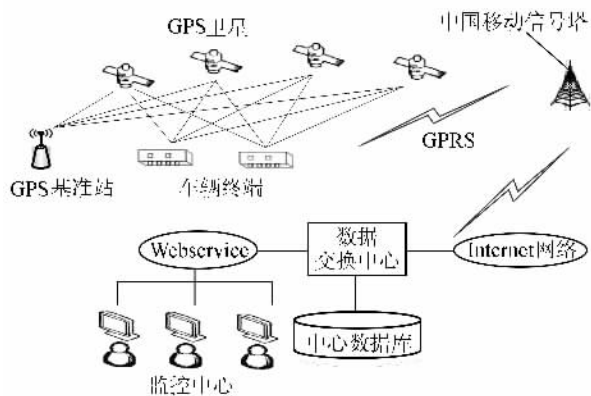


图2 基于物联网的水利施工机械远程监控系统网络结构

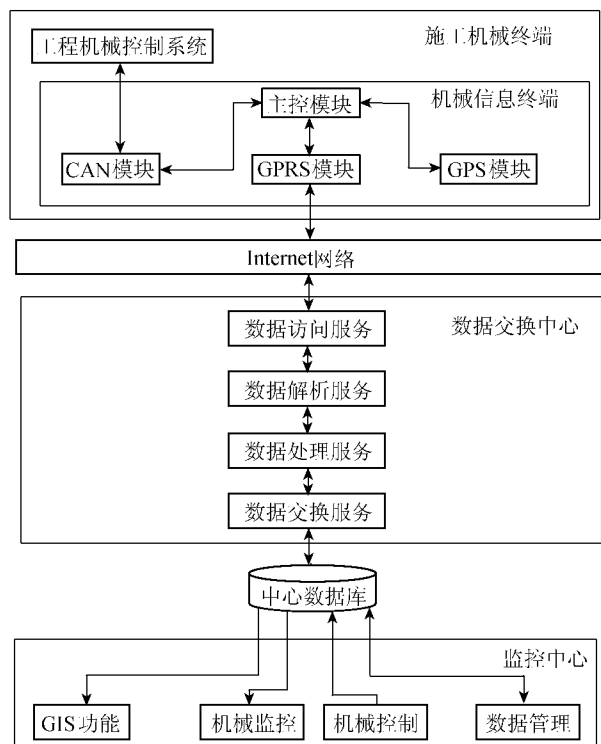


图3 基于物联网的水利施工机械远程监控系统架构

3 基于物联网的水利施工机械远程智能监控系统设计

3.1 系统总体功能

基于物联网的水利施工机械远程监控系统由3个部分组成:信息终端部分、数据交换部分和监控中心部分。

a. 信息终端部分。负责机械CAN信息、机械定位信息的上传和控制命令下发。该部分从硬件模块角度可分为微控制器模块、定位模块、无线通信模块、数据采集模块、控制输出模块、CAN总线接口模块等。

b. 数据交换中心。负责上行数据的接收与解析,并对该部分数据进行分析、比较,找出机械运行信息的异常信息或其他有用信息。数据交换中心还对监控中心命令进行转发,控制信息终端工作。数据交换中心根据其服务对象不同可分为数据转换服务模块、队列管理服务模块、异步报警服务模块、控制命令下发服务模块、系统参数设置服务模块、异常处理服务模块、日志记录服务模块、拨号服务模块、转发服务模块、侦听服务模块等。

c. 监控中心是用户唯一直接使用系统。负责施工机械工作信息的展示、施工机械位置信息查询与定位以及系统数据的管理与使用。该部分可分为地图服务子系统、施工机械监控子系统、数据管理子系统、客户端通信子系统等。

基于物联网的水利施工远程智能监控系统功能如图4所示。

3.2 信息终端的硬件体系结构设计

施工机械信息终端的硬件体系设计考虑到控制系统可重构,即不改动硬件整体设计,可以连接多种类型的工程机械,如图5所示。

施工机械信息终端按照功能模块大体可以分为:

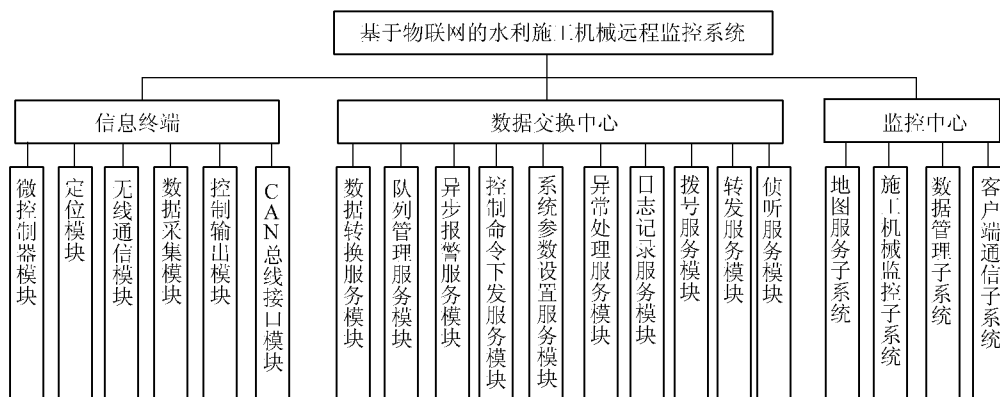


图4 基于物联网的水利施工机械远程监控系统总功能

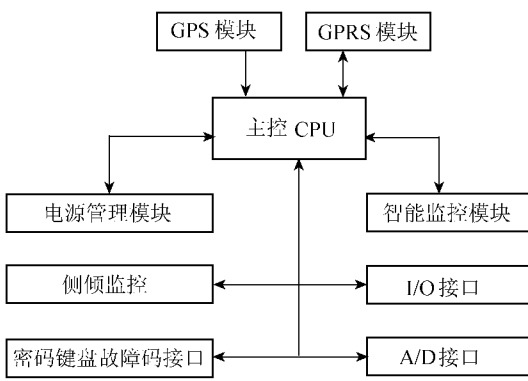


图5 终端硬件体系结构

微控制器模块、定位模块、无线通信模块、数据采集模块、控制输出模块、CAN 总线接口模块和显示模块。

a. 微控制器模块。微控制器模块的主要功能是对数据进行处理和对控制节点进行控制。其具体功能是：对定位模块的 GPS 数据进行解析，从而得出经度、纬度、时间和速度等信息；通过数据采集模块采集数据采集点的数值；通过 CAN 总线接口采集 CAN 总线上的起重机工作信息；控制无线通信模块和监控中心进行数据和语音通信；通过控制输出模块对控制节点进行控制；控制显示模块提供人机接口。鉴于该系统对实时性的要求很高，笔者选择了飞利浦公司的 ARM7 微控制器 LPC 系列单片机，实践证明该系列微控制器可以很好的满足 SCCRCS 的各方面要求。

b. 定位模块。定位模块的功能是接收 GPS 卫星发送的导航电文，并且对导航电文进行解算，得出 GPS 接收机所在的经纬度、时间和速度等信息，并且把以上信息按照固定的格式通过串口送给微控制器。本设计选用了台湾 LEADTEK 公司的 GPS9805 模块。

c. 无线通信模块。无线通信模块可选两种通信模块：GPRS 和 CDMA 通信模块。无线通信模块负责和监控中心进行数据和语音通信，该模块是监控终端的核心模块。GPRS 通信模块选用英国 SIMCOM 公司的 SIM300C，CDMA 通信模块选用了韩国 FIDELIX 公司的 FD810 模块。

d. 数据采集模块。数据采集模块同样也包括两个子模块：数字量采集子模块和模拟量采集子模块。控制器通过数字量采集子模块获得起重机数字量采集点的状态；控制器通过模拟量采集子模块获得起重机的模拟量采集点的模拟量数值。

e. 控制输出模块。微控制器产生的控制信号通过控制输出模块予以执行，该部分通过光耦合将 CPU 的控制信号传递到起重机的控制节点。

f. CAN 总线接口模块。LPC 系列单片机

LPC2364 集成了 CAN 控制器，加上合适的外围芯片就可以和起重机的控制器的 CAN 总线进行通信，通过 CAN 总线控制器可以获得起重机工作的相关参数。

3.3 数据交换中心设计

3.3.1 数据交换中心服务模块设计

数据交换中心可以分为 10 大服务模块，分别为数据转换服务模块、队列管理服务模块、异步报警服务模块、控制命令下发服务模块、系统参数设置服务模块、异常处理服务模块、日志记录服务模块、拨号服务模块、转发服务模块、侦听服务模块。数据交换中心服务模块设计如图 6 所示。

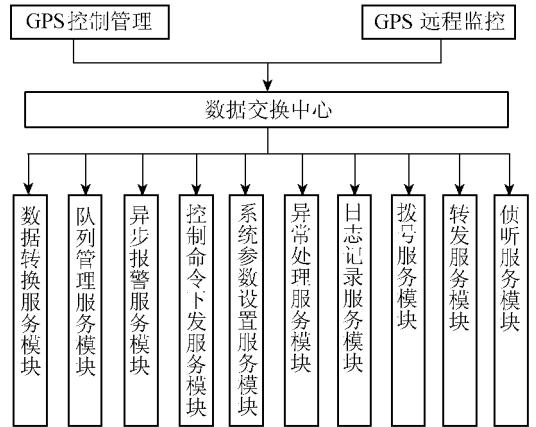


图6 数据交换中心模块设计

3.3.2 数据交换中心结构设计

物联网监控系统中，运行在服务器上的数据交换中心与施工机械终端和监控管理中心呈星型连接状态。在数据传输方面，数据交换中心是数据传输的“枢纽”。数据交换中心的运行速度、精度和安全性直接决定了整个系统的运行效率和流畅性。在数据识别方面，数据交换中心就像个“翻译”，从施工机械终端上传上来的数据是二进制代码。数据中心要根据数据传输协议将其翻译为上层有意义的信息，以供使用。另外，上层通过对实时信息的监控做出的对施工机械控制指令，要通过数据交换中心的转换，转换成二进制数据后再发往车载终端。数据交换中心结构如图 7 所示。

3.4 监控中心设计

3.4.1 地图服务子系统

a. 地图放大、缩小。可以对地图进行放大与缩小的操作，以便详细了解目标所在的位置或者目标所处的全局位置。

b. 地图平移。可以快速移动地图，找到目标位置。

c. 地图量距。可以量测地图上任意两点间的距离。

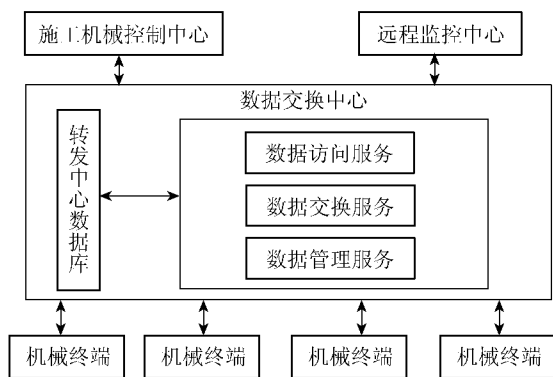


图7 数据交换中心结构

d. 位置查询。可以获得某个区域车辆的基本信息,例如经度、纬度、速度、方向、施工机械状态、GPS定位时间、数据上传时间、相对方位等。

e. 全图。对地图进行全图显示。

3.4.2 施工机械监控子系统

a. 施工机械实时数据显示。获得施工机械实时的数据信息,例如机械状况信息、数字量信息、锁车信息、实时仪表信息等。

b. 历史数据回放。通过输入一些条件,就可以获得施工机械数据的历史回放。具体操作为选择开始日期、开始时间、结束日期、结束时间,点击轨迹查看,就可以获得当天某个时刻车辆运行轨迹。

3.4.3 数据管理子系统

a. 施工机械资料管理。对监控机械的详细资料进行管理,例如机械型号、机械编号、SIM卡号、机架号等,可以对其进行数据的添加、删除、修改、浏览、查找、统计等。

b. 日志查询。对系统运行过程中操作人员的操作进行记录和管理。

c. 权限分配。对不同的系统操作人员分配不同的权限,如图8所示。

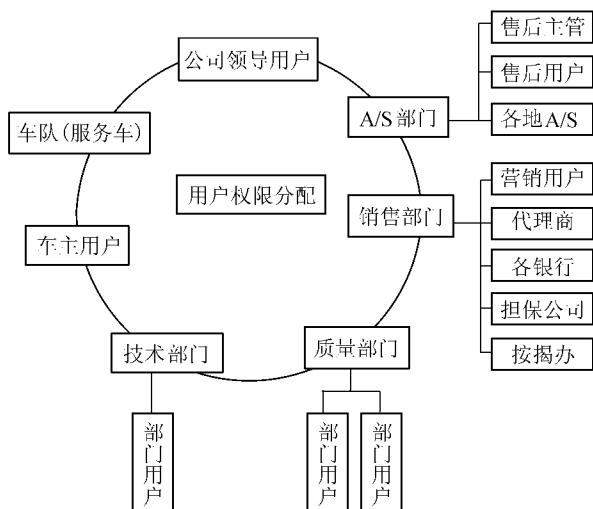


图8 系统操作人员权限分配

3.4.4 客户端通信子系统

施工机械监控中心主要是通过TCP/IP协议和服务器中间件进行通信连接,保证数据传输的可靠性,实现对施工机械定位终端的监控。

4 结语

a. 基于物联网的水利施工机械远程监控系统具有普遍的适用性。本文在充分考虑现状的基础上,紧密结合国内水利工程施工机械的实际需要,运用物联网技术、GIS技术、GPRS技术、GPS技术等构建了工程机械车辆智能监控系统,因此,该系统架构适用于不同水利工程施工机械的监控。

b. 水利工程施工具有工种多、工序多、施工机械多等特点,远程监控系统的应用能够保证施工过程中人、机、地三不闲,充分发挥施工机械的效率,减少因施工机械的不安全状态而发生的安全事故,从而有利于水利工程建设。

参考文献:

- [1] 杨成军. 水利工程机械化施工的管理[J]. 工程技术, 2009(23): 87-89.
- [2] 张智. 基于MapX组件的车辆监控系统设计与实现[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学, 2006.
- [3] 彭德刚. 工程机械远程监控系统的设计与实现[D]. 北京: 北京邮电大学, 2008.
- [4] 张书毕. 基于GIS的GPS车辆监控系统设计与实现[J]. 测绘通报, 2002(6): 31-33.
- [5] ZITO R, D'ESTE G, TAYLOR M A P. Global positioning systems in the time domain: how useful a tool for intelligent vehicle highway system[J]. Transportation Research, 1995, 3(4): 193-209.
- [6] 张强. 基于WebGIS的物流车辆跟踪系统研究与应用[D]. 大连: 大连海事大学, 2008.
- [7] 牛耀利. 警用车辆监控系统的设计与实现[D]. 长沙: 国防科学技术大学, 2008.
- [8] 仲跻峰, 赵文锐. 智能控制在典型工程机械上的应用[J]. 中国科技信息, 2008(8): 156-158.
- [9] 王立夫. 工程机械智能信息化监测控制技术的应用研究与发展[J]. 科技资讯, 2006(6): 1-2.
- [10] 金梅珍. 带有GPS自动控制系统的施工机械的构成及优越性[J]. 科技资讯, 2006(19): 34-35.
- [11] 孙海萍, 翟晓彤. GPS与GIS集成在工程机械系统中的应用[J]. 现代测绘, 2007, 30(3): 47-48.
- [12] 陈洪亮. 工程机械群定位监控系统研究与开发[D]. 南京: 东南大学, 2004.
- [13] 陈孝伟, 鲍立威, 姚志邦. GPS/GIS/GSM实时物流配送辅助系统[J]. 计算机工程, 2002, 28(4): 247-248.

(收稿日期 2011-10-20 编辑 张志琴)