

# Performance Research and Application of Three Wireless Communication Technologies

Shubao Wang Nan Zhu Jianfu Zhang

China Water Northeast Survey Design and Research Co., Ltd., Changchun, Jilin, 130061, China

## Abstract

The long-distance linear water conservancy project is affected by the geographical location or construction cost, so the communication optical cable can not cover all the safety monitoring stations. The safety monitoring data needs to be transmitted by wireless mode, especially when the number of monitoring points is small and scattered. This paper mainly explores the performance of wireless transmission technology of wireless WAN, ZigBee LAN and wireless bridge, so that designers can put forward a more reasonable system structure and better economic indicators when designing the automation system networking.

## Keywords

dam safety monitoring; wireless communication technology; application

## 三种无线通信技术性能研究及应用

王树宝 朱南 张健夫

中水东北勘测设计研究有限责任公司, 中国·吉林 长春 130061

### 摘要

长距离线状水利工程受现场地理位置限制或建设成本影响, 通信光缆不能覆盖所有安全监测站, 安全监测数据需采用无线方式传输, 尤其是监测点数量少且比较分散的情况下无线通信传输的优势更加明显。论文主要针对无线广域网、ZigBee局域网、无线网桥三种无线传输技术性能进行探究, 使设计人员进行自动化系统组网设计时能提出系统结构更加合理、经济指标更优的设计方案。

### 关键词

大坝安全监测; 无线通信技术; 应用

## 1 引言

当前的安全监测自动化数据采集系统是由传感器、前端数据采集装置(简称MCU)、通信网络、后端计算机(即上位机或数据采集工作站)组成。传感器是将各种物理量转换成电信号或光信号, 可以是模拟信号也可以是数字信号; MCU是采集一支或多支传感器输出的信号, 并将其转换为数字信号暂存其中以备上位机读取; 通讯网络是将孤立的设备进行物理链接, 实现数据交换; 上位机是数据采集系统的数据终端, 各MCU采集的数据在它的协调下保存到数据服务器中。

本项目主要研究的是无线通信网络和MCU的通信接口, 中国和国际在长距离通信上均使用的是电缆通信、光缆通信、无线电波通信这三种方式。其中, 无线广域网、ZigBee局域网、无线网桥是目前比较先进的三种无线网络通信技术, 均可实现低功耗, 有各自的技术优势和局限性。

## 2 无线通信技术简介

### 2.1 无线广域网

LoRa 主要在全球免费频段运行(即非授权频段), 包括 433、868、915 MHz 等。LoRa 网络主要由终端(内置 LoRa 模块)、网关(或称基站)、服务器和云四部分组成, 应用数据可双向传输。LoRa 的优势主要体现在以下几个方面。

#### 2.1.1 大大改善了接收灵敏度, 降低了系统功耗

高达 157db 的链路预算使其通信距离可达 15km (与环境有关)。其接收电流仅 10mA, 睡眠电流 200nA, 这大大延迟了电池的使用寿命。

#### 2.1.2 基于该技术的网关/集中器支持多信道多数据速率的并行处理, 系统容量大

网关是节点与 IP 网络之间的桥梁(通过 2G/3G/4G 或者 Ethernet)。每个网关每天可以处理 500 万次各节点之间的通

信(假设每次发送 10Bytes,网络占用率 10%),如果把网关安装在现有移动通信基站的位置,发射功率 20dBm(100mW),那么在建筑密集的城市环境可以覆盖 2km 左右,而在密度较低的郊区,覆盖范围可达 10km。

### 2.1.3 基于终端和集中器/网关的系统可以支持测距和定位

LoRa 对距离的测量是基于信号的空中传输时间而非传统的 RSSI (Received Signal Strength Indication),而定位则基于多点(网关)对一点(节点)的空中传输时间差的测量。其定位精度可达 5m(假设 10km 的范围)。这些关键特征使 LoRa 技术非常适用于要求功耗低、距离远、大量连接以及定位跟踪等的物联网应用,如智能抄表、智能停车、智慧农业、智慧工业、智慧水利等应用领域。

LoRa 易于建设和部署,目前在中国已得到越来越多的应用。

## 2.2 Zigbee 局域网

Zigbee 局域网是一种便宜的,低功耗的近距离无线组网通讯技术,其特点是近距离(2.5km 以内)、低复杂度、自组织、低功耗、低数据速率<sup>[2]</sup>。

### 2.2.1 低功耗

在低耗电待机模式下,2 节 5 号干电池可支持 1 个节点工作 6~24 个月,甚至更长,这是 ZigBee 的突出优势。相比较,蓝牙能工作数周、WiFi 可工作数小时。

### 2.2.2 低成本

通过大幅简化协议(不到蓝牙的 1/10),降低了对通信控制器的要求,按预测分析,以 8051 的 8 位微控制器测算,全功能的主节点需要 32KB 代码,子功能节点至少 4KB 代码,而且 ZigBee 免协议专利费。每块芯片的价格大约为 2 美元。

### 2.2.3 低速率

ZigBee 工作在 20~250kbps 的速率,分别提供 250 kbps(2.4GHz)、40kbps(915 MHz)和 20kbps(868 MHz)的原始数据吞吐率,满足低速率传输数据的应用需求。

### 2.2.4 近距离

传输范围一般介于 10~100m 之间,在增加发射功率后,亦可增加到 1~3km。这指的是相邻节点间的距离。如果通过路由和节点间通信的接力,传输距离将可以更远。

### 2.2.5 短时延

ZigBee 的响应速度较快,一般从睡眠转入工作状态只需 15ms,节点连接进入网络只需 30ms,进一步节省了电能。相比较,蓝牙需要 3~10s、WiFi 需要 3s。

### 2.2.6 高容量

ZigBee 可采用星状、片状和网状网络结构,由一个主节点管理若干子节点,最多一个主节点可管理 254 个子节点。同时,主节点还可由上一层网络节点管理,最多可组成 65000 个节点的大网。

### 2.2.7 高安全

ZigBee 提供了三级安全模式,包括无安全设定、使用访问控制清单(Access Control List, ACL)防止非法获取数据以及采用高级加密标准(AES 128)的对称密码,具有灵活确定及安全属性。

### 2.2.8 免执照频段

使用工业科学医疗(ISM)频段,915MHz(美国),868MHz(欧洲),2.4GHz(全球)。

## 2.3 无线网桥

无线网桥是无线网络的桥接,它利用无线传输方式实现在两个或多个网络之间通信的桥梁。无线网桥工作在 2.4G 或 5.8G 的免申请无线执照的频段,因而比其他有线网络设备更方便部署。无线网桥传输标准常采用 802.11b 或 802.11g、802.11a 和 802.11n 标准,802.11b 标准的数据速率是 11Mbps,在保持足够的数据传输带宽的前提下,802.11b 通常能提供 4Mbps 到 6Mbps 的实际数据速率,而 802.11g、802.11a 标准的无线网桥都具备 54Mbps 的传输带宽,其实际数据速率可达 802.11b 的 5 倍左右,目前通过 turb 和 Super 模式最高可达 108Mbps 的传输带宽;802.11n 通常可以提供 150Mbps 到 600Mbps 的传输速率<sup>[1]</sup>。

现在市场可采购到的普通的无线网桥产品可实现无障碍 8km~10km 以内的数据传输,如配上高增益抛物面天线可实现 50km 内的传输,传输速率 160Mbps,可点对点、点对多点无线数据传输,组成企业无线局域网。

## 3 现场组网方案

### 3.1 无线网桥组网方案

数字监控技术和无线网络技术在现代数据监控中正日益紧密结合在一起。在很多情况下,监控点和中央控制中心

相距较远并且位置较分散,利用传统网络布线的方式不但成本非常高,而且一旦遇到河流山脉等障碍时,有线网络更是束手无策,且可扩充性、灵活性差,一旦要增加或者减少被监测点,将会带来新的施工周期。此时,无线数字监控无可比拟的优势就体现了出来,利用无线数字监控技术,可以将多个监测点与中央控制中心连接起来,且搭建迅速,可以在最短的时间内迅速建立起无线数字监控系统。

无线网桥功能就是实现有线到无线、无线到有线的转换。根据南水北调现场情况,由于服务器在各个管理处的综合机房,不方便进行试验。所以接收端选择在光纤通讯的独立测站。按照这一原则接收端选择安装在郑州测站,该站为太阳能供电光纤通讯测站。发射端选择与接收端临近的测站。具体选择的测站情况如表 1 所示。

表 1 测站情况统计表

序号	测站	类型	桩号	供电方式	通讯方式	备注
1	郑州测站 28	独立测站	K423+112	太阳能	无线通讯	
2	郑州测站 29	独立测站	K423+860	太阳能	无线通讯	
3	郑州测站 30	独立测站	K424+210	太阳能	有线通讯	
4	郑州测站 31	独立测站	K424+754	太阳能	无线通讯	
5	郑州测站 33	独立测站	K425+902	太阳能	无线通讯	

系统的组网拓扑图如图 1 所示。安全监测站采集单元采集的数据经过串口服务器经无线网桥调制后发射出去,同时,天线接收的射频信号传输到网桥,解调恢复成数据信号到光端机,然后通过业务内网传输至管理处服务器。同时,如果服务器发送的指令也是通过业务内网传输至接收端测站的光端机,然后通过无线网桥传输至采集单元,采集单元按照服务器的指令执行相应的采集任务。

无线网关选用的是 TP-LINK S5G-5km 型设备。

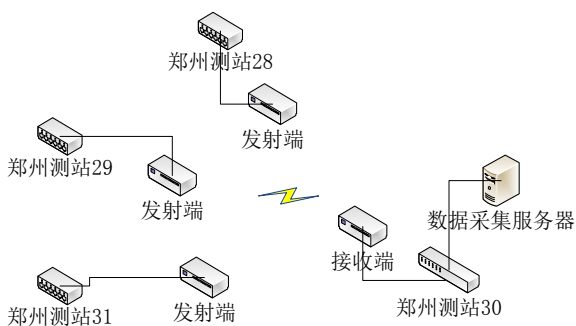


图 1 无线网桥组网拓扑图

无线网桥的安装最好测站之间是视通的,这样传输的距

离才能更远,根据现场的测试情况将无线网桥安装在太阳能的立杆上。安装调试完成后,在接收端每天测试上传是否有延迟,系统工作是否稳定,上传的数据是都真实可靠。

### 3.2 无线广域网采集系统组网方案

无线广域网采用无线网关与无线采集终端配合组成采集系统。无线采集终端与无线网关采用 LoRa 技术进行数据传输。选用的是北京基康 GL2 型无线网关与无线采集终端。

无线广域网采集系统如图 2 所示。

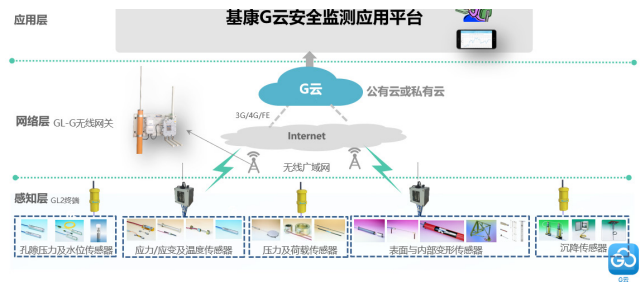


图 2 无线广域网采集系统

为了无线传输方案具有可比性,无线广域网采集设备也布置在郑州测站 28、郑州测站 29、郑州测站 30 和郑州测站 31。无线网关安装在郑州测站 30,无线采集终端安装在其他 3 个测站。无线采集终端通过 LoRa 技术将采集到的数据传输到无线网关,无线网关通过网线与郑州测站 30 内的光端机进行连接,然后通过业务内网将数据传输至管理处采集服务器。

无线采集终端安装在太阳能立杆上,安装调试后,同样在接收端每天测试上传是否有延迟,系统工作是否稳定,上传的数据是都真实可靠。

### 3.3 Zigbee 无线通信系统组网方案

由于 Zigbee 无线模块传输距离限制,在郑州测站 31 安装 1 台连接现场安全监测采集单元,在郑州测站 30 安装 1 台作为主站连接笔记本进行数据采集。采集单元采集的数据通过串口径 Zigbee 无线模块发射出去,在主站将接收的信号解调后传输到监测笔记本上实现数据的传输。选用的是宇泰高科 UT-930 型 Zigbee 网关模块。

Zigbee 无线模块安装在太阳能立杆上,安装调试后,同样在接收端每天测试上传是否有延迟,系统工作是否稳定,上传的数据是都真实可靠。

## 4 现场测试结果

通过现场测试,对无线网桥、无线广域网以及 Zigbee 通信系统三种通信组网方式进行技术性能性比选(包括设备功

耗、传输距离、及抗干扰能力等), 测试结果如表 2 所示。

表 2 现场测试结果

序号	技术指标	无线广域网	Zigbee 局域网	无线网桥	备注	
1	设备功耗	5W	2W	12W		
2	传输距离	1.5km	0.8km	1.2km		
3	抗干扰能力	郑州测站 28	0.00%	86.67%	6.67%	数据上传缺失率衡量, 距主站 1.09km
		郑州测站 29	0.00%	0.00%	0.00%	数据上传缺失率衡量, 距主站 0.35km
		郑州测站 31	0.00%	0.00%	0.00%	数据上传缺失率衡量, 距主站 0.54km
		郑州测站 33	0.00%	90.00%	10.00%	数据上传缺失率衡量, 距主站 1.15km

(1) 从现场测试结果看传输距离无线广域网大于无线网桥、无线网桥大于 Zigbee 通信方式, 建议在今后无线方案设计时使用无线广域网或者无线网桥的通信方式。

(2) 无线网桥适合在一个小区域性范围内进行布置, 如

果有多个接收端, 接收端之间、接收端与管理站或者中心站预先进行配置保持网络联通。

(3) 随着物联网技术的发展, 在长距离调水项目中无线通信方式无线广域网更适合。无线局域网的接收端无线网关可以配置多个无线终端进行一个区域内数据采集, 无线网关接收盖区域内的采集数据直接上传到相应的云平台, 无线网关相互直接无需布线。

## 5 结语

综上所述, 在安全监测自动化等信息化建设过程中, 可以结合现场实际情况使用不同无线通信技术解决现场实际问题, 不断提高现场自动化程度, 提升安全监测专业工作效率, 为大坝安全决策提供重要保障。

## 参考文献

- [1] 田世中. 无线网桥通信技术在远程监控系统中的应用 [J]. 硅谷, 2013(09):75-76+36.
- [2] 孙建国. 无线网桥通信技术在远程监控系统中的应用 [J]. 中小企业管理与科技 (下旬刊), 2011(02):274.