

一种基于 LoRa 无线数据传输系统在工业园厂房供热系统中的应用

李文举 张忠明 陶靓杰 李宇贵

青岛达能环保设备股份有限公司 山东青岛 266300

摘要: 本文介绍了一种基于 LoRa 无线数据传输系统, 不同于常见的以 4G 或者 5G 通讯为基础的物联网无线传输系统。本系统可以用来对工业园区位置比较分散且不宜使用电缆连接的温度、压力等信号的收集及进行无线传输

关键词: LoRa; 供热; 无线通讯

Application of wireless data transmission system based on LoRa in heating system of Industrial plant

Wenju Li, Zhongming Zhang, Liangjie Tao, Yugui Li

Qingdao Daneng Environmental Protection Equipment Co., LTD Shandong Qingdao 266300

Abstract: This paper introduces a wireless data transmission system based on LoRa, which is different from the common wireless transmission system of the Internet of Things based on 4G or 5G communication. The system can be used to collect and transmit signals of temperature and pressure which are scattered and not suitable for cable connection in industrial parks

Keywords: LoRa; Heating; Wireless communication

一、LoRa 数据传输系统的简介

LoRa 最早由法国创业公司 Cycleo 公司 Nicolas、Olivier 提出的一种线性调制扩频的物理层调制技术, 2012 年被 Semtech 公司收购, 2015 年 3 月成立 LoRa 联盟, 推出 LoRaWAN 规范。LoRaWAN 规范是一个全球多厂商共同参与的开放标准, 任何组织或个人都可以根据此规范进行产品开发和网络部署。

LoRa 常采用星状网络拓扑, 用户可通过 Mesh、点对点或者星形的网络协议和架构实现灵活组网。

LoRa 网络架构是一个典型的星形拓扑结构, 在这个网络架构中, LoRa 网关是一个透明的中继, 连接终端设备和服务器。网关与服务器通过标准 IP 连接, 而终端设备采用单跳与一个或多个网关通信, 所有的节点均是双向通信。

LoRa 主要在全球免费频段运行 (即非授权频段), 包括 (Sub-1G) 433MHz、470MHz、868MHz、915MHz 和 2.4GHz 等。

LoRa 是创建长距离通信连接的物理层无线调制技术, 属于线性调制扩频技术 (Chirp Spread Spectrum, CSS) 的一种, 也叫宽带线性调频 (Chirp Modulation) 技术。

LoRa 在保持低功耗的同时极大地增加了通信范围, 具有传输距离远、抗干扰性强等特点。

LoRa 技术不需要建设基站, 一个网关便可控制较多

设备, 并且布网方式较为灵活, 可大幅度降低建设成本。

从需求角度上看: 国内的 LoRa 芯片需求呈现分散化的状态;

从技术生态上看: LoRa 是一种物理层的调制技术, 可将其用于不同的协中, 比如 LoRaWAN 协议、CLAA 网络协议、LoRa 私有网络协议、LoRa 数据透传;

从网络规模上看: 在网络部署方面, 100 多个国家的 120 多家网络运营商部署了 LoRa 网络, 其部署的 LoRa 网关 (sx130x) 已经增加到 20 多万台, 能支持约 12 亿个节点, 实际部署的节点超过 1 亿个;

从行业规模上看: 经过五年的时间发展, 目前 LoRa 联盟在全球拥有超过 500 个会员;

中国市场是 LoRa 全球生态建设中非常重要的部分;

2018 年, 阿里巴巴、腾讯、京东等互联网巨头均以最高级别会员身份加入 LoRa 联盟;

中兴克拉科技、各地方广电、浙江联通、联通物联网公司等 LoRa 生态伙伴在各地积极部署 LoRa 网络;

阿里投资翱捷科技 (ASR) 开发 LoRa 芯片;

腾讯在深圳与当地合作伙伴共同建立一个 LoRaWAN 网络;

2018 年 Semtech 开始改变传统的产品营销模式, 授权 IP 给一些公司做 LoRa 产品, 形成了多芯片供应商的市场供应局面。

二、LoRa 设备的组网使用方式

LoRa 设备局域网使用：一个工厂的各个生产车间内的生产小组可作为 LoRa 发送设备的一个分站，小组内所有仪表信号以双绞线的方式串接到一个 LoRa 发送设备，工厂内多台 LoRa 发射设备与一台接收设备形成一对多的组网形式，信号接收设备将数据传送给 PLC，PLC 将不同的数据写进不同地址的内存里，工控软件再从 PLC 内存里读取数据并以数据库的形式储存，工控软件调取这些数据，经过画面的组态显示在电脑屏幕上，诸如设备状态，模拟量的实时曲线、历史曲线都可以显示，这种局域网的数据传输形式因为不与外界网络进行数据交换及存储，数据的安全性很高，对数据安全较敏感的企业可以选择这种组网方式。

如果工厂需要，工控软件也可以将这些数据发送给工厂的服务器在服务器上使用软件将数据进行组态，通过网关也可以将组态后的数据发送给外网的电脑或者移动端，使用者可以方便的读取工厂内的设备状态。因为数据是在公司内部的服务其中存储，这种网络分享数据方式的安全性较高。

LoRa 设备与目前流行的 4G 或者 5G 物联网设备进行组合，使用 PLC 作为中继设备，PLC 再跟物联网网关交换数据，将数据链打通，可以实现局域网数据上传云端的需求，可将大量分布式的数据经过 LoRa 无线发送和接收设备进行局域网的汇集后，仅使用一台物联网网关，就能将所有信号上传到云端。通过电脑或者移动设备即可查询相关数据，这种组网方式减少了物联网与云端的接入点数量，即减少了后续流量及云服务的费用，增加了数据的可读性。但对于一些对数据保密有要求的公司，这种数据传输和存储方式存在一定的风险性。

三、本次 LoRa 无线数据传输系统的结构

某工业园区供热站，由供热站水泵、供热站控制设备、供热站管道及管道测点、各供热区域的温度测点及无线传输设备组成。在项目前期设计阶段现场踏勘时发现，工业园区的面积很大，供暖的区域存在不连贯，成点状分布等特征，供热站至各供热区域之间没有电缆桥

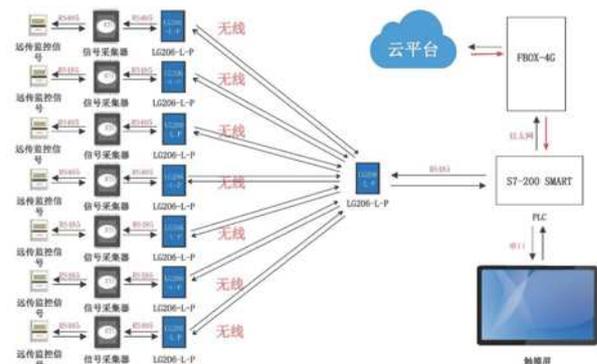
架或者电缆井等电缆敷设通道，并且因为园区较偏僻，存在移动网络不稳定的情况，控制信号及仪表数据的传输成为本项目的难点。

经过了一系列的对比、评估，本项目选用了基于 LoRa 无线数据传输与 PLC 控制器及 4G 物联网设备组合使用的控制系统，其中 Lora 无线传输系统可在不适用 4G 或 5G 物联网设备的情况下，在方圆 5km 范围内通过无线发送和接收温度及压力等仪表信号，这种无线传输方式非常适应于温度测点数量多、位置分散且在空间上不宜敷设电缆的工况，并且无流量费及云服务等后续费用。

工业园区厂房供热区域和泵房蒸汽热源侧的温度、压力、流量等信号是通过测量仪表集成的 Modbus RTU 协议功能，将本区域内的仪表以 RS-485 串行接口形式串联，最终接入 LoRa 无线设备的发送端，以无线的形式发出，安装在锅炉房的 LoRa 无线设备的接收端接收到信号后再使用双绞线以 RS-485 串行接口形式将信号发送给旁边的 PLC，PLC 将这些数据分别储存在不同的内存地址内，PLC 内的程序可随时调用这些数据用于供热系统的逻辑控制，PLC 柜的触摸屏也可随时读取地址内的数据，将各供热现场的温度实时的显示在 HMI 上，供运行人员监视。

本项目设置了一套 4G 物联网设备，将 PLC 中的数据通过物联网设备通过云服务发送给运行人员的手机上，使供热系统实现了 24 小时监控。

本供暖项目系统流程图如下：



LoRa 无线传输 IO 点清单如下：

测点名称	PLC 地址	类型	量程范围
车间 1 水箱温度	VD1000	无符号的 32 位值	0-500℃
车间 1 水箱液位	VD1004	无符号的 32 位值	0-2400mm
车间 1 温度 1	VD1008	无符号的 32 位值	0-500℃
车间 1 温度 2	VD1012	无符号的 32 位值	0-500℃
办公室温度 1	VD1016	无符号的 32 位值	0-500℃
办公室温度 2	VD1020	无符号的 32 位值	0-500℃
车间 2 温度 1	VD1024	无符号的 32 位值	0-500℃
办公 2 温度 1	VD1028	无符号的 32 位值	0-500℃
办公 2 温度 2	VD1032	无符号的 32 位值	0-500℃
车间 3 温度 3	VD1036	无符号的 32 位值	0-500℃

车间 3 温度 4	VD1040	无符号的 32 位值	0-500℃
办公室 3 温度 1	VD1044	无符号的 32 位值	0-500℃
办公室 3 温度 2	VD1048	无符号的 32 位值	0-500℃
蒸汽入口流量	VD1052	无符号的 32 位值	0-150t/h
蒸汽入口温度	VD1056	无符号的 32 位值	0-500℃
蒸汽入口压力	VD1060	无符号的 32 位值	0-1Mpa

在不同厂区的供暖区域, 将温度和压力等信号通过 LoRa 发送设备发送给 3 公里外的供热站内的 LoRa 接收设备, PLC 从 LoRa 接收设备上读取各厂区的温度和压力信号并进行处理, 作为供热系统末端的温度感知, PLC 根据预设好的逻辑程序进行对比判断并根据逻辑判断的结果对输出指令和供热末端温度进行 PID 调节, 实现供热水流量与供热区域温度的闭环控制, 使供热控制系统更精确和稳定, 有效的减少了以往因为水温不稳定, 导致管道频繁的热胀冷缩而引起的管道破裂漏水等难以处理的问题。

LoRa 发送设备和 LoRa 接收设备型号相同, 型号: LG206-L-P;

采用西门子 Smart 200 系列 6ES7288-1SR30-0AA0 型号的 PLC, 触摸屏的品牌为: 昆仑通态, 型号为: TPC1061Ti;

云组态设备使用的是上海繁易的 FBOX-4G 远传盒子。

四、系统配置过程

1. LoRa 数传终端配置

本次应用的重点是 LoRa 设备在供热系统中的使用, 故对 LoRa 设备的配置做重点描述, PLC 与触摸屏, PLC 与云组态设备 FBOX-4G 的配置及连接仅做概括描述。

在对 LoRa 数传终端进行配置前, 需要通过出厂配置的 RS232 串口线或 RS232-485 转换线把 LoRa 数传终端和用于配置的 PC 连接起来。

通过专门的配置软件: 所有的配置都通过软件界面的相应条目进行配置, 这种配置方式只适合于用户方便使用 PC 机进行配置的情况。

通过扩展 AT 命令 (以下简称 AT 命令) 的方式进行配置: 在这种配置方式下, 用户只需要有串口通信的程序就可以配置所有的参数, 比如 WINDOWS 下的超级终端, LINUX 下的 minicom, putty 等, 或者直接由用户的单片机系统对节点进行配置。在运用扩展 AT 命令对 LoRa 进行配置。

调试等级

调试等级控制模块的日志显示, 可分为三个调试等级, 其中:

0 不输出任何日志信息;

1 输出关键日志信息;

2 输出详细日志信息;

默认值: 1, 设置为: 0;

ID: 设置模块的 ID, 可配置范围 0-65535;

工作协议

模块的串口数据协议, 可分为“PRO”和“TRNS”。其中“TRNS”: 数据透传, 此时需要配置透传地址, 即目的地址。

“PRO”: 串口数据必须以一定的数据格式进行发送和接收, 协议格式参考“LoRa API 手册”。其中 API Payload 数据长度最大为 100 字节。

设置为: TRNS。

空中速率

数据在空中的速率选择, 可分为 6 个等级, 等级越高速率越高, 相同条件下, 速率越高, 则传输距离越近。因此需要根据实际应用环境调整此值。

注: 一旦速率确定, 那么所有的设备必须为同一速率, 否则不能通信。

发射功率

不带 PA 最大 20dBm。分 4 个等级, 等级越高, 功率越大。

默认值: 4 级, 设置为: 3 级。

串口配置

可配置通信串口的波特率, 数据位, 校验位, 停止位。设置为: 波特率 115200, 属性 8N1。

2. PLC 程序

LoRa 接收端与 PLC 之间使用 RS485 通讯进行数据交换, PLC 程序中调用 MBUS_CTRL 程序, PLC 作为 Modbus 主站, 各 LoRa 发送端作为从站, 进行数据读写即可。

3. FBOX-4G 配置

在 FlexManager 软件, 全局设置里, 点开 FBox 的配置工具。

在“联网方式”里, 选择“wan”, 点下面的设置。然后“以太网设置”里, 根据现场的上网方式选择自动获取 (DHCP 将 lan IP 设置为跟 PLC IP 同网段。设置完点击下面的设置。最后点击重启设备, FBox 重启后生效。

在运行状态里, 点击刷新, 若是连接状态灯为绿色, 表示 FBox 已经在线。

若是 FBox 不在线, 则需要检查下网线是否正常, 上网方式配置的是否正确, 以及现场上网是否有限制。另外可以在“日志”里上传日志, 看下具体情况, 多点几下“刷新目录”键, 刷新出最新目录。

fstudio 配置: 使用 usb 线连接电脑和 FBox。新建工程, HMI 型号选择对应的 FBox 型号, 这里以 FBox-4G 为例。选择好 FBox 型号, 点击确定。

点击左边工程下的 HMI 设置, 取消勾选“使用 GPRS/3G/4G/wifi 远程连接”, 以太网设置选择自动获取还是静态分配根据现场的上网方式定, 这里以自动获取为例, 然后点击确定。

选择工具, 下载, 下载方式选择 usb。然后点击下载。

下载后, 如果配置正确, 网线也正常, FBox 可以正常在线, 若是不在线, 可以使用 FStudio 上传下日志。工具, 上传, 日志。

FBox 在线的情况下, 可以使用 FlexManager 修改上网方式。在 FlexManager 软件, 基本配置, 系统设置, 取消下面的“使用 2G/4G/wifi 远程连接”, IP 选择静态分配还是自动获取, 根据现场的上网方式确定。设置完点击保存, FBox 会自动重启。插上网线到 FBox 的 wan 口, 若设置无误, FBox 会上线。

软件配置完成后, 按照 PLC 的 IO 清单将本系统的数据点输入到云系统中, 并在系统中制作系统图, 将数据点关联放置在系统图中, 运维人员可使用手机及电脑对系统进行远程观察及操作。

五、结束语

目前国内的供暖系统, 因终端用户距离锅炉房较远, 可以敷设电缆的有效通道较少, 一般被供热场所无温度

测量装置, 或采用温度及循环泵等设备就地现场操控及显示, 人力现场巡查的方式, 存在锅炉控制系统对被供热场所温度感知力差, 无法接收远方循环水泵等设备状态等缺陷, 导致供热不均匀等问题。

国家提倡节能减排, 减少碳排放, 使用信号无线传输装置可使供热控制系统及时的接收供热终端用户的温度及远方设备的运行状态信号, 控制系统根据这些信号做相应的控制优化, 对出口温度做及时的调整, 减少燃料的使用, 达到节能环保的目标。

参考文献:

[1] 王毅鸿, 凌朝东. 基于 LoRa 的无线数据传输系统的设计与研究 [J]. 电脑知识与技术, 2018, 14(14): 27-29.

[2] 张呈龙, 庄浩然, 张永安, 等. 一种基于 LoRa 的多层分布式 LPWAN 数据无线传输系统 [J]. 电子世界, 2018(14): 140-141.

[3] 温承鹏. 一种基于 LoRa 无线传输的嵌入式设备状态监测 [J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2018, 18(12): 53-57.

[4] 孟亚男, 孙铭, 潘威, 等. 基于 Lora 技术的集中供热系统研究与应用 [J]. 吉林化工学院学报, 2021, 38(5): 7-10.