

# 基于 LoRa 与 GSM 的工业生产远程监控系统

徐功平, 王志鹏, 刘宇

(江苏科技大学 计算机学院, 江苏 镇江 212003)

**摘要:** 传统工业生产对设备及厂房的监控依赖人工记录和管理, 部分企业铺设专网实现生产过程的集中监控, 但投入成本高。本文设计基于 LoRa 与 GSM 的低成本工业生产远程监控系统, 利用无需流量费用的 LoRa 终端将各类工业设备和厂房监控信息传输至无线网关; 利用 GSM 通信技术将监控信息汇聚至中国移动公司的 OneNET 平台, 经云数据库和后台服务器的云端处理, 用户只需接入互联网即可远程监控产量和设备实时状态, 以及检索过往生产数据、异常警报等信息。

**关键词:** LoRa; GSM; 工业生产; 远程监控

**中图分类号:** TN929.5

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1674-6236(2020)06-0153-05

**DOI:** 10.14022/j.issn1674-6236.2020.06.033

## Remote monitoring system for industrial production based on LoRa and GSM

XU Gong-ping, WANG Zhi-peng, LIU Yu

(School of Computer, Jiangsu University of Science and Technology, Zhenjiang 212003, China)

**Abstract:** Traditional industrial production relies on manual recording and management for equipment and plant monitoring. Some enterprises lay special networks to realize centralized monitoring of production process, but the investment cost is high. This paper designs a low-cost remote monitoring system for industrial production based on LoRa and GSM. Use LoRa terminal without traffic cost to transmit all kinds of industrial equipment and plant monitoring information to wireless gateway; GSM communication technology is used to gather monitoring information to OneNET platform of China mobile. After cloud database and cloud processing of background server, users can remotely monitor the real-time status of production and equipment, and retrieve past production data, abnormal alarm and other information.

**Key words:** LoRa; GSM; industrial production; remote monitoring

随着国民经济和社会快速发展, 我国的制造水平不断提高, 工业产业结构逐渐完善, 现已成为世界上最大的工业制造国家, 但是在生产监控、生产管理与生产安全等问题上仍然与发达国家存在较大的差距<sup>[1]</sup>。近年来, 随着中国制造 2025 计划的提出, 部分企业响应国家号召, 开始采取行动进行变革, 通过对生产设备进行监控, 以及其他一系列措施, 实现人工管理成本的减少, 从而增加企业利润<sup>[2]</sup>。

在传统的工业生产监控与管理中, 主要存在以下问题<sup>[3]</sup>:

1) 传统声光报警: 监控人员必须在设备现场, 且由于声光辐射范围和人员活动范围有限, 需要大量监控人员;

2) 有线监控: 每台设备通过有线方式接入企业局域网, 由人员在监控室统一需要铺设大量线路, 投入成本高, 而且即使发现设备警报, 监控人员也无法分析故障原因, 需要联系生产厂家寻找原因, 降低生产效率;

3) 任务调度缺乏科学依据: 由于生产数据采用人工记录的方式, 所以各个班组之间的信息无法得到及时有效的沟通, 造成生产管理人员的非科学性任务调度。

文中设计了一套基于远距离无线电 (Long Range Radio) LoRa 与全球移动通信系统 (Global System for Mobile Communications, GSM) 的工业生产远程监控系统。系统采用 LoRa 将设备监控信息以及生产数据进行汇聚, 并通过 GSM 上传至云端。LoRa 是一种

**收稿日期:** 2019-07-25 **稿件编号:** 201907202

**作者简介:** 徐功平 (1997—), 男, 江苏丰县人。研究方向: 物联网技术与应用。

扩频调制技术,相比于其他无线通信,同时实现了低功耗和远距离,具有信号稳定,抗干扰能力强,且不需要额外向运营商缴费的优势<sup>[4-5]</sup>。GSM属于第二代移动通信技术,现今已经非常成熟,虽然传输速率相比4G网络低,但信号更稳定,覆盖范围广,是一种低成本的无线互联网接入方案,在工业场合仍然发挥重要作用<sup>[6-7]</sup>。

1 系统架构

文中从工业生产的实际需求出发,利用LoRa将设备监控信息及生产数据汇总至汇聚网关,汇聚网关通过GSM无线通信技术将数据上传至云端,采用B/S体系架构模式进行总体设计,不仅实现了对设备运行状态的实时监控,而且使管理人员在查看各个设备的生产统计后,可以对每个设备的任务计划做出合理的调整。

系统采用模块化设计,如图1所示,主要由LoRa监测终端、汇聚网关、云平台组成。LoRa监测终端将传感器采集到的信息与工控机传来的生产数据通过LoRa无线通信技术,汇总至汇聚网关;汇聚网关结合采集的厂房环境信息,一并通过GSM上传至OneNET平台,经OneNET平台转发至云端进行存储、处理、分析、显示以及警报。

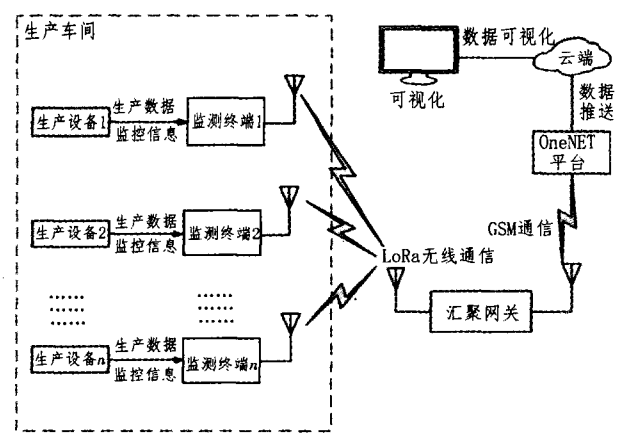


图1 系统架构

2 系统设计

2.1 基于LoRa的监控信息采集

本系统的监测终端采用意法半导体的STM32系列的F103C8T6作为主控芯片,同时搭载有传感模块、串口模块以及LoRa无线通信模块,如图2所示,分别完成设备监测、监控信息接收和LoRa无

线通信的功能。

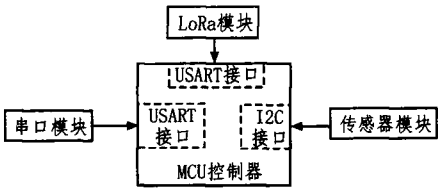


图2 检测终端硬件框图

2.1.1 设备监测

工业机器人在频繁往复的移动中,往往会造成电机发热现象的出现,当电机高于其工作温度后,有可能会烧毁电机,损坏设备,增加维修成本。因此,在工业生产过程中,需要对电机温度实时监控,当温度高于设定的阈值时,终端会发出警报,并将警报上传至云端,本系统采用SHT20温湿度传感器来监测电机温度。SHT20是一款数字温湿度传感器,基于数字传感技术,具有很高的可靠性与长期稳定性<sup>[8]</sup>。SHT20传感器包含电容式湿度传感器,一个带隙式温度传感器和专业的模拟、数字集成电路,这些都包含在一个CMOSens®芯片上。该传感器通过I2C接口与主控芯片相连,如图3所示。

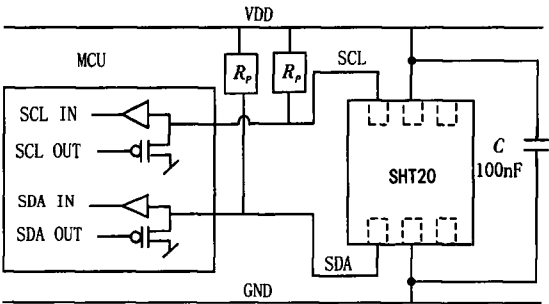


图3 SHT20与MCU连接示意图

2.1.2 监控信息上报

在工业生产中,工控机下发生产任务至工业设备,当设备完成指定任务后,会返回任务完成。此时,工控机将生产信息,包括设备编号、任务内容、生产时间等信息通过串口发送至监测终端。需要注意的是usb转ttl模块的RXD与TXD引脚要与MCU主控芯片的引脚反接,连接方式如图4所示。

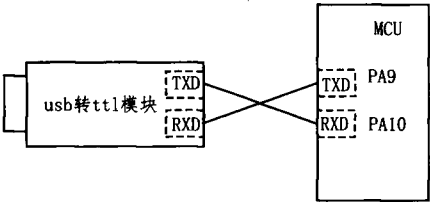


图4 usb转ttl模块与单片机连接示意图

2.1.3 Lora无线通信

本系统在监测终端与汇聚网关均采用了CKS00ML470AJ0 LoRa 芯片。CKS00ML-470AJ0 是一款 LoRa 调制技术的通信模块,具有结构紧凑、功耗低等特点<sup>[9-10]</sup>。该模块为工业级标准设计,可以快速开发部署 LoRa 网络,实现远距离低功耗的控制和数据采集的目的<sup>[11]</sup>。

本系统采用高性能 32 位单片机结合 SX1278 的射频芯片,如图 5 所示,使用 RTOS 系统,多线程实时处理,内置看门狗保护机制,以及数据缓冲机制,稳定可靠。支持双向数据透明传输,但是由于 SX1278 收发机的特性,模块收发不可同时工作。实际使用过程中,模块为半双工方式。即在模块发送时不可能接收,接收时不可能发送。

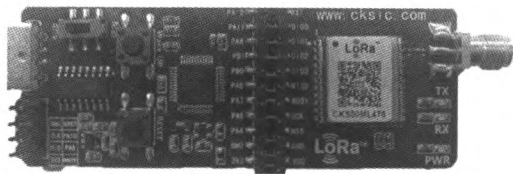


图5 LoRa模块实物图

本设计采用广播监听模式,由多个 LoRa 检测终端(对应不同设备)向同一汇聚网关发送数据。在监测终端设备上,LoRa 模块设置为发送模式,将采集到的传感器数据以及生产信息发送至汇聚网关;在汇聚网关设备上,LoRa 模块设置为接收模式,负责接收各个监测终端发送的数据。

2.2 基于GSM的监控信息汇聚

本系统的汇聚终端微处理器芯片采用的是 STM32 系列的 F103RET6 芯片,该芯片基于 ARM Cortex-M3 内核,具有延时短、成本低等特点<sup>[12]</sup>。在汇聚网关设备上,搭载有 LoRa 无线通信模块、GSM 通信模块以及传感器模块。汇聚网关所采用的传感模块与 LoRa 通信模块和上一小节监测终端所使用的原理相同,硬件框图相似,只需将串口模块换成 GSM 模块即可,故本节不再赘述,只介绍 GSM 通信模块。GSM 通信模块采用的是中移动的 M6312 模块,通过 EDP 协议,将汇聚后的数据以及自身所采集的厂房环境信息上发至物联网平台。

M6312 是一款 GSM/GPRS 2G 工业级通信模组,支持 GPRS class 10 和 GPRS CS-1、CS-2、CS-3、CS-4 编码<sup>[13]</sup>。M3612 采用 LCC 封装方式,具有成本低/功耗低/抗干扰能力强等特点<sup>[14]</sup>。本系统中,M6312 模组通过 EDP 协议与物联网平台相连。EDP (Enhanced

Device Protocol 增强设备协议)是 OneNET 平台根据物联网特点专门定制的基于 TCP 的协议,可用于长时间连接的点对点数据传输的场景<sup>[15]</sup>。

本系统中采用 TYPE5 数据类型上传,EDP 消息中最前面两字节为自定义的域中分隔符和域间分隔符,这两个分隔符不能相同。在本系统中,采用分号作为域中分隔符,加号作为域间分隔符的格式如下:++;feild0; feild1; ... ; feildn。

利用 EDP 上传数据到 OneNET 平台流程如图 6 所示。

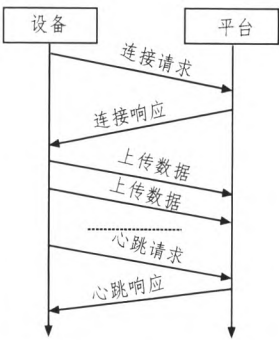


图6 EDP消息流

- 1)终端发送连接请求报文到 OneNET 平台服务器地址:jjfaedp.hedevic.com,端口 876 或 2987,根据相关登陆方式,在 CONN\_REQ 消息中携带验证信息;
- 2)OneNET 平台验证成功后,返回鉴权响应码;
- 3)设备将数据封装成 TYPE5 类型数据包,在网络连通后上传;
- 4)若长时间未发送数据,设备发送心跳请求;
- 5)平台在收到心跳请求后回复设备,保持连接。

2.3 监控信息的云端处理

设备与业务接入模式如图 7 所示,设备利用平台提供的 SDK,实现 EDP 协议,用于上报数据到 OneNET。可利用平台提供的推送接口通过 HTTP 协议将 OneNET 数据推送至云服务器。

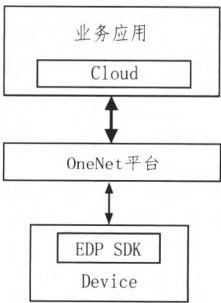


图7 设备与业务接入模式

2.3.1 OneNET 平台

本系统的数据传输是基于 M6312 模组与 OneNET 平台实现的。因为中国移动的 OneNET 平

台支持各种物联网协议的接入和推送功能,所以在本系统中 M6312 模块的数据先传到中移的 OneNET 平台,再推送到应用服务器上,采用这种方式将数据推送到应用服务器上可以简化应用服务器部署。

由于使用 OneNET 平台作为中转平台,所以需要编写一个接收 OneNET 推送的接口,接口的流程如图 8 所示<sup>[16]</sup>。其中,接口前加入 @csrf\_exempt 表示取消 Django 框架的 csrf 验证,因为 OneNET 是用 post 方式把数据以 json 字符串的格式推送到应用服务器上的,所以可以直接调用 json 的 load 方法从 http 包的 body 里获取 msg,然后分别提取 msg 的数据,并存进数据库的 data 表中,完成数据的接收。

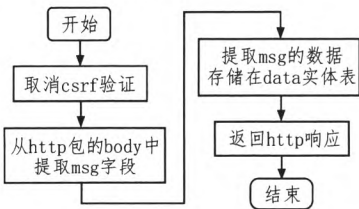


图8 OneNET接口流程图

2.3.2 云服务器搭建及云数据库部署

本系统汇聚网关的数据通过 GSM 通信技术直接上传到 OneNET 平台,但是为了在处理数据的同时完成数据的存储,我们将 OneNET 平台的数据转推至云数据库,完成数据的存储。云数据库所依赖的云服务器采用阿里云服务器,主机类型为 CentOS 7.5 64 位系统。同时由于云数据库提供可编程的 API 接口,可以实现数据可视化系统的开发。本作品就是在 MySQL 云数据库的基础上,利用 Django 完成数据交互,从而完成基于 B/S 架构的生产管理以及数据展示与统计等功能的开发。

2.3.3 Web 开发

文中基于 Web 开发了用于数据信息显示的网页。我们用 Highcharts 插件完成统计图的制作,页面外观样式用了 Bootstrap。前后端交互使用 Django 框架进行前端与数据库的交互。并且将其发布到了网站平台中。将数据从 MySQL 数据库中导入到对外发布的网站平台中。除此之外,我们还将生产信息展示出来,包括设备故障、生产统计、温度预警等数据。并形成动态的图形更加清晰直观,最后汇聚成一个大的报表系统,实时更新供厂商查询访问。

3 系统测试

如图 9 所示为远程监控端系统概况界面。在该

界面可以看到今日生产设备的产量以及总产量,还可以看到设备各个电机的实时温度以及厂房的温湿度。

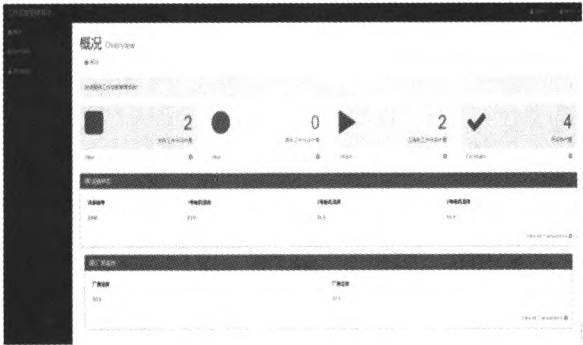


图9 系统概况界面

如图 10 所示为远程监控端的生产信息查询界面。在该界面,可查询过往的生产记录,或者某个设备的生产记录,查询条件多样化。

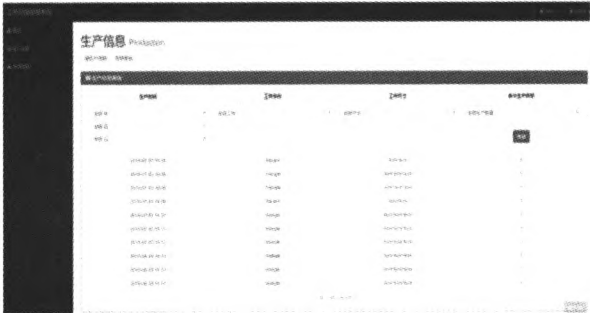


图10 生产信息查询界面

如图 11 所示为系统的异常报警界面。在该界面,统计了过往各种警报的类型以及所占比例,同时可查看异常的处理状态,若为未处理,可对其进行处理。



图11 异常信息界面

4 结束语

本系统采用 LoRa 与 GSM 通信技术,利用 OneNET 平台,将监控信息、生产信息与预警信息上传到云端,即使远在千里,也可动态掌握产量进度,实时获取设备状态和报警信息,为工业安全生产保驾护航。

生产企业借助本系统,可以改变原有的生产方

- [1] 鹿双龙,张卫华,李海亭.船厂钢板任务包切割管理研究[J].江苏船舶,2018,35(3):42-44.
- [2] 熊甜,郑松,徐哲壮,等.基于移动化网关的工业远程监控系统[J].微型机与用,2017,36(23):1-4,8.
- [3] 赵毅勇.基于智能移动设备的工业远程监控系统[J].自动化博览,2017(12):84-88.
- [4] 陆英.前瞻性安全 Lora 技术简介[J].计算机与网络,2018,44(21):50-52.
- [5] Semtech 的 LoRa 技术实现智能化工业应用管理[J].单片机与嵌入式系统应用,2019,19(2):40.
- [6] 张教师,李棒,高然.GSM 通信技术在报警系统中的应用[J].中国市场,2015(50):49-50.
- [7] 王小文.基于 GSM 通信技术的无线测控系统设计的分析[J].吉林工程技术师范学院学报,2018,34(9):92-94.

- [8] 徐志浩,舒梦,林翌臻,等.智能厂房温湿度智能测控分析系统设计[J].自动化与仪器仪表,2019(6):38-40,57.
- [9] 潘锋,刘雪亭.基于LoRa技术的城市井盖监测传感器网络[J].信息技术,2019(7):49-54.
- [10] 张敏,周治平.基于LoRa的远程监测系统[J].传感器与微系统,2019,38(7):95-98.
- [11] 冯军,王筱东,申智辉,等.基于GPRS和LORA的大棚智能灌溉系统探索与设计[J].现代信息技术,2018,2(11):189-190,193.
- [12] 汤真福,潘运丹,王廷华.基于STM32单片机的环境监测仪的设计与研究[J].电气自动化,2019,41(1):85-87,98.
- [13] 田炳,张乃禄.基于GSM技术的立体车库远程管理系统[J].微型机与应用,2014,33(4):45-46,49.
- [14] 刘元刚,胡启迪,熊刚.GSM通信技术在家庭安防中的应用[J].电脑知识与技术,2017,13(15):17-18.
- [15] 郭志彪.一种基于中国移动oneNET平台的智能硬件敏捷创新方法[J].中国新通信,2018,20(18):54-55.
- [16] 杨艳,李东睿.浅谈基于OneNET平台的物联网通用应用平台的设计与实现[J].数字通信世界,2018(1):57-58.

- [9] 王鲜,刘凤皋,窦荣光.数字光纤通信设备的故障及解决方法[J].电子技术与软件工程, 2017, 25(14):27.
- [10] 王鹏,孟楠,陈贺,等.SV跟踪式光纤纵联电流差动保护同步技术研究[J].电工技术, 2018, 471(9):17-19.
- [11] 马宾,徐健.一种用于变压器局部放电在线监测的光纤声发射传感器实验研究[J].光谱学与光谱分析, 2017, 37(7):2273-2277.
- [12] 雷明,于怀勇,李建华,等.谐振式光子晶体光纤陀螺信号检测及处理技术研究[J].导航定位与授时, 2018, 5(2):74-76.
- [13] 李玉男.光纤通信技术的数据单向传输设备研

- 究[J].中国管理信息化, 2017(17):167-168.
- [14]吕恩奎.提高光纤成像系统传像质量的研究方法[J].电子设计工程, 2018, 18(10):157-159.
- [15]李茜.基于光纤技术的雷达高速通信技术研究[J].电子设计工程, 2017, 21(14):134-136.
- [16]罗帅,徐进,夏杰,等.一种光纤数据采集系统的设计[J].西安工程大学学报, 2016, 30(3): 312-315.
- [17]林喆,魏海波.基于ISM传感器网络的无线热量方法研究[J].工业仪表与自动化装置, 2017(2):50-53.
- [18]何军红,陈天宇.基于Hilbert-Huang变换的电机故障诊断系统设计[J].工业仪表与自动化装置, 2019(4):66-69.