DOI:10.3969/j.issn.1001-4551.2018.05.009

基于 SUB-GHz 无线通信技术的车间数据采集系统

莫哲萌[1],鲍 敏[1*],章近达[2],何康余[2]
(1. 浙江理工大学 机械与自动控制学院,浙江 杭州 310018;2. 杭州名北拓科技有限公司,浙江 杭州 310000)

摘要:针对某轴承制造企业车间中数据采集的问题,对车间数据的传输、存储及可视化等方面做了研究,结合企业车间面积大、现场环境复杂、采集点多且分布广等实际情况,提出了一种基于 Sub-GHz 无线通信的车间数据采集系统。首先分析了几种当前主流的无线传输技术的优缺点及适用范围,对采集硬件设备进行选型,设计了产能数据库模型,搭建出完整底层采集系统,最后开发了基于现场看板与 Web 服务两种数据展示形式,并在企业车间进行了测试运行。研究结果表明:整套系统运行稳定可靠,员工可通过现场看板及 Web 应用查询到实时产能数据,满足了企业对于产能数据采集及数据可视化的要求。

关键词:SUB-GHz;无线通信;数据采集
中图分类号:TH182;TP23 **文献标志码**:A **文章编号**:1001-4551(2018)05-0490-04

Workshop data acquisition system based on SUB-GHz wireless communication

MO Zhe-meng[1], BAO Min[1], ZHANG Jin-da[2], HE Kang-yu[2]
(1. Faculty of Mechanical Engineering&Automation, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China;
2. Megabytes Data Integration Co., Ltd., Hangzhou 310000, China)

Abstract: Aiming at the problem of data acquisition in the workshop of a bearing manufacturing enterprise, the transmission, storage and visualization of workshop data was studied, combining with the actual situation of the enterprise: the workshop area is large, the production environment is complex, a large quantity of acquisition points distribute in a wide area, a workshop data acquisition system based on Sub-GHz wireless communication was proposed. Firstly, the advantages and disadvantages of several mainstream wireless communication technologies were analyzed. And then, the model of acquisition hardware equipment was selected. Also, the production database model was designed and the hardware foundation of the acquisition system was built. Finally, a production Kanban system and a web application for data presentation were developed. The entire system was commissioned in the workshop. The results indicate that the system is stable and reliable, staff can query real-time production data by the production Kanban and the web application, satisfy the requirements of data acquisition and data visualization.

Key words: SUB-GHz; wireless communication; data acquisition

0 引 言

国家确定了通过信息化带动工业化的国策,推动制造企业实施制造业信息化[1]。制造执行系统(MES)是面向车间层的管理信息系统,是企业信息化中必不可少的环节。而采集车间生产数据的数据采集系统是则是执行制造系统底层的基础系统,拥有性能

收稿日期:2017-10-15
作者简介:莫哲萌(1992-),男,浙江杭州人,主要从事制造业信息化方面的研究。E-mail: mzmxcvbn@126.com
通信联系人:鲍 敏,男,副教授,硕士生导师。E-mail: mbao@ zstu.edu.cn

稳定的数据采集系统对于企业信息化升级的实施具有关键作用[2-3]。

由于数据采集技术是 MES 系统的基础,相关技术得到了广泛的研究。曹伟等[4]基于离散制造车间的特点,提出一种基于无线射频识别技术的离散制造车间实时数据采集和可视化监控方法,并开发了原型系统;任工昌等[5]提出一种基于 RFID 和 OPC 技术相结合的数据采集方法及通信网络集成方案,实现了上层与车间高效、准确的数据传输;鲁瑶瑶等[6-7]针对国内某压铸企业信息滞后的问题,设计出一种基于嵌入式 Linux 系统及 Qt_Embedded 的数据采集监控系统,有效提高了企业信息管理水平。

浙江衢州某大型轴承制造企业,车间占地面积大,共有 240 条产线,采集点数量多分布广。当前产能及设备运行状态皆由人工统计及汇报,工作量较大,容易出错,实时性欠佳。因此,企业希望系统能实时监测设备运行状态,自动统计汇总产能情况,将采集到的产能信息以现场看板的形式展示于车间内部,设置汇总看板供管理人员掌握实时产能情况,作出相应生产调整。同时,企业希望也能通过电脑及手机等终端设备访问查询相关数据,以便高层管理人员能更快捷地了解当前生产情况。

本文根据企业要求,搭建无线数据采集系统,设计开发现场生产看板及配套 Web 服务器。

1　技术方案选择

工业数据采集系统的传输通信方式可分为有线和无线两种[8]。将无线技术引入工业数据采集领域,可以解决某些不便布线环境下的数据采集问题,克服有线网络布线麻烦和维护困难的缺点,提高采集系统的适应性[9]。故本次选择无线通信作为基本传输通信方式。

现在主流的无线传输方案中 WiFi、Zigbee 以及 SUB-GHz 都是候选技术。它们有着不同的优点和劣势。对于本文目标企业,厂区分布广,单个厂房占地面积大,生产设备摆放相对分散且难以移动,导致采集点数量多、分布广。在这种情况下,WiFi 通讯距离有限,穿墙能力弱,远距离传输需要布置中继放大器,且 WiFi 功耗较大,需要在车间内布置电源接入点,布置实施成本高。而对于 Zigbee,功耗较小,但穿墙能力及传输距离仍旧不足,远距离通信情况下也需要布置中继节点。在采用星形网络结构时,节点数量少,覆盖范围小;采用树形结构时,单一节点的故障将影响关联节点,在节点数量多的情况下稳定性欠佳;而对于网状结构,节点数量的增加会加大通信开销,需要复杂的软件程序支持,才能获得较强的性能与可靠性[10-14]。

SUB-GHz 是指频率在 1GHz 以下的无线通信技术[15-16]。相对于 2.4GHz 上的 WIFI,Zigbee 等,有着更少的干扰,更大的覆盖范围,更强穿墙能力,同时能保证较低的功耗。在要求大范围覆盖的场景下,不需要额外的硬件支持,或是搭建复杂的组网结构,保证了较低的搭建成本。因此,对于当前考察到企业的实际情况,SUB-GHz 在保证了一定的传输速度及稳定性的前提下,提供了最广的覆盖范围,同时保证了较低的成本,是最佳的选择。

针对企业外部访问数据的诉求,考虑到开发成本,以及多端访问的要求,本研究选择基于 B/S 模式。

因此,本文在底层现场采集上选择了基于 SUB-GHz 通信的无线开关量计数器及无线网关,服务端采用 Python 脚本语言整理数据并储存至数据库,前端采用现场看板及 Web 网页应用两种展示形式,搭建了一个完整的车间数据采集系统。

系统整体架构如图 1 所示。

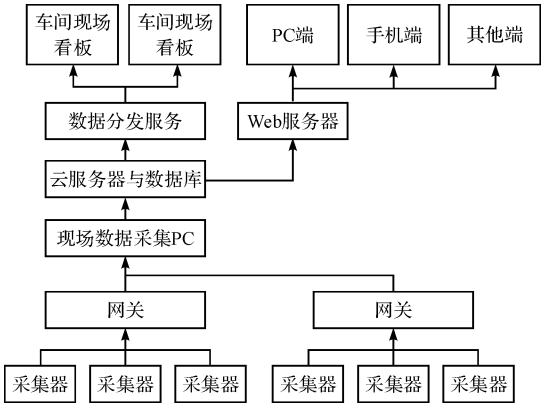

图 1　系统整体架构

2　采集设备的选型与验证

本文选用基于 SUB-GHz 的 MBT4050-C6-SP03 无线开关量计数器作为采集设备,通信频率 433 MHz,通信距离可达 1 500 M,运行功耗 0.3 W,工作电压 DC12 V,可由机床直接取电,搭配 FZ110SP03 无线网关作为星形架构中的 AP 设备,每台最多可链接 32 个开关量采集器,满足系统指标需求。

每台采集器有 6 路开关量干/湿节点,3 路计数器通道。采集器与网关之间采用 Modbus 通信协议通信。开关量采集器挂至机床配电箱外部,直接从配电箱取电,节点与机床现有 PLC 相连。无线网关布置于

车间 2 楼机房,每台网关下接 20 台采集器,网关将其下采集器数据汇总后,上传至数据采集 PC 处理。由于现场传输的都是继电器的计数数据,且网关之上采用以太网通讯,同时网关轮询间隔设置为 0.5 s,即使是微型轴承加工周期也在 1 s ~ 2 s 左右,因此,可以满足通讯需要。

经过现场实际测试,在各终端启动时间同步之后,根据数据时间戳对比,通讯延迟大致在 1 ms ~ 8 ms 之间,通信效果良好。

3　系统软件开发

采集软件主要需要实现以下几个功能:(1)显示实时产能及设备运行状态,将数据同步至数据库;(2)对采集上来计数器的数据按所属产线分别累加,并按班次生成历史记录储存于历史数据库中;(3)实现车间现场看板的展示;(4)实现云端 Web 服务器,可由移动设备访问查看。

用 Python 语言实现数据采集脚本的处理流程,如图 2 所示。

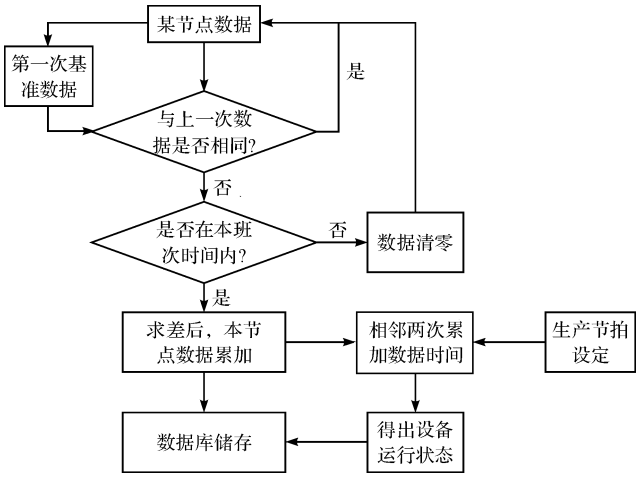

图 2　数据处理流程

其中,数据库设计主要考虑将实时数据与历史数据分开储存,分别为实时展示与后续分析提供数据,方便后续服务调用,同时将读写压力分散到多张数据表,降低数据库延迟。

bcnow 表为实时数据表,主要记录了产线名称,班次信息,设备状态,当前产量,更新时间等数据。其字段详情如表 1 所示。

bchistory 表为历史数据表,记录着班次号,本班开始,结束时间,本班总产量,同时记录了一个班次内,产线每种运行状态的持续时间,以及每小时的平均产量。其字段详情如表 2 所示。

表 1　bcnow 实时数据表设计

字段名称	字段类型	解释
IDX	INT	主键
LN	VARCHAR(255)	产线名称
BC	DATE	班次日期
ST	DATETIME	本班开始时间
SIN	INT	本班开始时投料数
SOT	INT	本班开始时产出数
NOS	INT	当前运行状态
NOIN	INT	当前产出数
NOOT	INT	当前产出数
BCIDX	INT	班次编号
UDT	DATETIME	数据更新时间

表 2　bchistory 历史数据表设计

字段名称	字段类型	解释
IDX	INT	主键
LN	VARCHAR(255)	产线名称
BC	DATE	班次日期
ST	DATETIME	本班开始时间
ET	DATETIME	本班结束时间
SIN	INT	本班开始时投料数
SOT	INT	本班开始时产出数
EIN	INT	本班结束时投料数
EOT	INT	本班结束时产出数
TIN	INT	本班总投料
TOT	INT	本班总产出
BCIDX	INT	班次编号
SD	VARCHAR(255)	每种运行状态持续时间
ED	VARCHAR(255)	每小时平均产量

每当一个班次结束,每条产线实时数据停止记录,并自动生成一条历史数据,确认历史数据储存成功后,开始下一个班次生产数据的记录。

关于数据展示方面,车间现场展示看板之一如图 3 所示。

图 3　车间现场看板

看板模块基于 Python PyQt 开发,包括产线实时进度看板,产线比对看板等多块看板。看板挂置于每条生产线头部,数据每 2 s 刷新,保证数据实时性。产线实时进度看板可实时展示当前设备状态、产能、生产进

度等信息。产线比对看板可按选择展示多条产线的生产完成情况,以及每条产线的平局产量。

Web 网页界面如图 4 所示。

图 4　Web 应用界面

Web 服务器基于 Flask 框架开发, Flask 是由 Python实现的轻型 web 框架,可以让开发者专注于系统逻辑,快速实现 Web 应用[15]。Web 应用架设于云服务器,减轻了企业的硬件维护成本。整个 Web 系统可实现查看当前所有采集节点工作情况,查询历史产能数据等功能,并能在电脑、手机等多端进行访问。同时考虑到数据安全,Web 系统实现了用户权限模块,针对不同权限级别的用户,开放不同的数据访问接口。

4　结束语

本文根据某轴承制造企业信息化升级的要求,选定了 SUB-GHz 作为无线采集系统的通信方案,搭建了完整的无线数据采集系统,设计开发了现场生产看板,及配套 web 服务器。

目前,系统已在目标企业小规模上线使用,通过对当前企业实际运行情况分析,无线数据采集系统运行稳定,大大减轻了过去人工统计汇总的工作量,能完成实时产能的汇总。整套系统基本满足了企业信息化升级要求。

后续可以考虑增加采集数据种类,加大采集范围,扩展 Web 系统的功能,并对累计储存的历史数据进行分析,计算 OEE(设备综合效率)等,通过对效率损失的分析及对应的生产调整,解决影响设备效率的因素,以降低过程损失和成本。

参考文献(References):

[1]　实现智慧工厂的两大条件:生产自动化和信息化[J]. 工具技术,2016,50(2):6.

[2]　陈德坤. 用于 MES 的无线数据采集设备的研发[D]. 杭州:浙江大学机械工程学院,2013.

[3]　吴宏超,刘治红,吴　跃. 面向军工装备制造企业的生产现场数据采集与智能监控系统[J]. 兵工自动化,2017,36(1):22-27.

[4]　曹　伟,江平宇,江开勇,等. 基于 RFID 技术的离散制造车间实时数据采集与可视化监控方法[J]. 计算机集成制造系统,2017,23(2):273-284.

[5]　任工昌,宜永刚,杨宇龙,等. 液力变矩器装配车间数据采集与通信[J]. 制造技术与机床,2016(9):34-36,81.

[6]　鲁遥遥,胡战虎,汪　暾,等. 基于 Linux 及 Qt Embedded 的压铸车间数据采集系统设计[J]. 自动化与仪表,2016,31(10):57-61.

[7]　贾振岗,李　炜,陈　川,等. 基于数据采集板卡 USB-4704 和 LabVIEW 的虚拟仪器测试系统[J]. 机械,2015(4):66-69.

[8]　工业有线与无线数据采集传输方式的对比分析[EB/OL]. [2017-09-04]. http://www. sohu. com/a/169449595_388226

[9]　张立立,徐　勇,孙开宇. 基于 ZigBee 技术的无线数据采集系统的研制[J]. 实验技术与管理,2012,29(5):139-142.

[10]　吴海龙,鲍　敏,陈　杰. 基于 ZigBee 的生产车间数据采集系统[J]. 机电工程,2017,34(2):146-149.

[11]　张和平. 浅析短距离无线通信技术[J]. 天津科技,2012(2):53-54.

[12]　徐　林. 短距离无线通信技术的研究与实现[D]. 南京:南京理工大学电子工程与光电技术学院,2003.

[13]　王英洲,方旭明. 短距离无线通信主要技术与应用[J]. 数据通信,2004(4):53-56.

[14]　庞　娜. 网状结构 ZigBee 无线传感器网络研究[D]. 长春:吉林大学科学与电气工程学院,2010.

[15]　SUB-GHz 缘何成为物联网连接候选技术[EB/OL][2016-08-16]. http://www. bonwin. com/bwzx _ a/sub-ghzwxss. html.

[16]　吴　桐. 基于 Flask 框架的物资管理系统的设计与实现[D]. 南京:南京大学软件学院,2016.

[编辑:张　豪]

本文引用格式:

莫哲萌,鲍　敏,章近达,等. 基于 SUB-GHz 无线通信技术的车间数据采集系统[J]. 机电工程,2018,35(5):490 - 493.

MO Zhe-meng, BAO Min, ZHANG Jin-da, et al. Workshop data acquisition system based on SUB-GHz wireless communication[J]. Journal of Mechanical & Electrical Engineering, 2018,35(5):490 - 493.