

# M2M 技术在钢铁连铸设备 MRO 协作平台中的应用

张晓芳, 刘敏, 严隽薇  
(同济大学 CIMS 研究中心, 上海 201804)

**摘要:** 自动、实时、准确、详细地获取钢铁连铸设备的信息, 是钢铁连铸设备生产线维修、维护和大修 MRO 协作平台对设备故障预测的关键。针对此平台的需求构建了基于 M2M 技术的远程数据采集系统。它不仅能够为钢铁企业提供新的数据源, 而且能够在一定程度上改进企业的生产和维修流程。

**关键词:** M2M 技术; 远程数据采集系统; MRO 协作平台

中图分类号: TN929

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2011)13-0055-04

## M2M communication in steel casting machine MRO cooperation platform

Zhang Xiaofang, Liu Min, Yan Junwei  
(CIMS Research Center, Tongji University, Shanghai 201804, China)

**Abstract:** Automatically, real-time, accurate and detailed accessing to steel casting machine of information are key technologies for the maintenance, repair and overhaul of the MRO cooperation platform to fault prediction of steel casting machine. This paper built M2M communication technology to gather remote data. It can not only provide new data sources for steel casting machine MRO cooperation platform of steel enterprises, but also improve the company's production and maintenance processes.

**Key words:** M2M communication; gather remote data; MRO cooperation platform

国内制造业的设备维修服务需求不断攀升。迫切需要研发面向大型装备的维修、维护和大修 MRO (Maintenance, Repair and Overhaul) 协作平台, 为装备制造企业、装备用户企业和装备服务企业提供全面的数字化解决方案和信息化集成技术, 推动制造服务业跨越式发展<sup>[1]</sup>。目前, 虽然对钢铁连铸设备的 MRO 协作平台的研究已有一定的成果, 但还有一些不足: (1) 由于缺少有效的信息通信机制, 不能自动、实时、准确、详细地获取连铸设备的生产现场环境、生产加工等信息, 造成钢铁企业的连铸生产线与企业信息化系统之间无法实现紧密的信息集成。(2) 由于连铸生产线设备构造复杂, 生产环境非常恶劣, 设备之间的数据传输频繁, 从而使得难以对全部的设备进行监控。

本文正是在这种背景下, 提出 M2M (Machine to Machine) 技术在此协作平台中应用。M2M 即机器与机器之间的通信, 通过一些通信模块实现机器与机器之间数据交换<sup>[2]</sup>。它具有以下优点: 无需人工干预, 实现数据自

动上传, 提高了信息处理效率; 数据集中处理与保存, 实现信息集中管理; 数据保存时间长, 存储安全; 可实现实时监控和控制, 时效性高; 无线方式传输数据, 监控终端运行状态, 保障业务稳定运行。利用 M2M 的关键技术无线传感器网络 ZigBee 技术和 CDMA 远程数据信息传输技术, 实现从传感器到测控中心的远程无线传输方案, 解决了钢铁连铸设备的 MRO 协作平台面临的问题。

### 1 钢铁连铸设备数据采集总体结构设计

钢铁连铸设备数据采集总体结构如图 1 所示。主要包括连铸设备(A, ..., N)采集节点模块、传感器及钢铁连铸设备参数的局域网、CDMA 无线通信网络、钢铁连铸设备远程服务器、数据库以及远程用户终端等几个部分。

其中, 连铸设备采集节点模块组成无线传感器网络, 采用星型拓扑结构设计, 基于 TI 公司的 ZigBee 技术方案, 即 CC2430 芯片结合无线 ZigBee 协议线实现的

## 网络与通信 Network and Communication

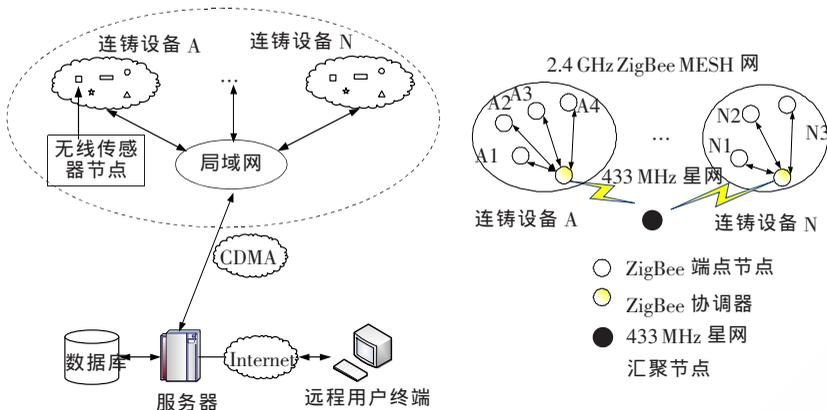


图1 钢铁连铸设备数据采集系统框图

ZigBee MESH网<sup>[2]</sup>,如图1所示。ZigBee网络中包含传感器节点、协调器和汇聚节点3种设备。协调器通过433 MHz射频技术组成一个星型网络,ZigBee网络中的传感器节点可以将采集到的数据通过ZigBee网络传输到各自的协调器,协调器将数据汇总后,再通过433 MHz射频技术传送到星型网汇集器,即整个系统的汇聚节点,然后通过CDMA技术,将采集数据通过无线CDMA网络和Internet对接,最终把数据传送到远程服务器。该系统的关键电路包括ZigBee无线传输模块接口和CDMA无线通信模块接口两部分。

## 2 钢铁连铸设备数据采集硬件设计

钢铁连铸设备数据采集系统的核心是连铸设备传感器节点,传感器节点的结构包括传感器模块、微处理器模块(由嵌入式系统构成,包括CPU、存储器等)、无线通信模块和电源模块四个单元,如图2所示。其中,传感器模块完成监测区域内信息的采集和信号转换;处理器模块负载控制整个传感器节点的操作、存储和处理本身采集的数据;无线通信模块负责与其他传感器节点进行无线通信,交换控制信息和收发采集数据;电源管理模块为其他功能模块单元提供正常工作所必需的能源。

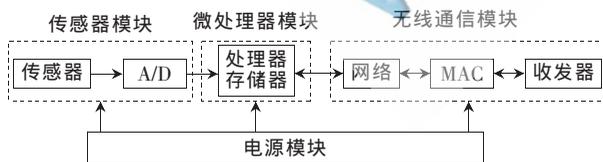


图2 数据采集节点结构图

### 2.1 传感器模块

连铸生产线的设备状态信号有振动位移、振动加速度、转速、温度、电流等信号。本文选用德国HLP公司TS118-3红外温度传感器,该传感器采用热电堆红外非接触测温技术,红外测温技术能快速、可靠地测量热的、

危险的或难以接触的物体,且不会污染或损坏被测物。非接触红外测温技术可方便地测量物体的表面温度,不需要机械地接触被测物体。测温范围从 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ~ $3\ 000\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,加上光路后测量距离从 $0\sim 10\text{ m}$ 均可准确测量。本文设计的温度传感器模块电路图如图3所示。

### 2.2 微处理器模块

微处理器模块选用了TI公司的CC2430芯片。CC2430芯片上集成了ZigBee射频CC2420芯片,其具有优良的无线接收灵敏度和强大的抗干扰性,并集成了内存和一个8 bit的8051微控制器,具有128 KB的RAM和高性能、低功耗的微控制器,还包含模拟数字转换器(ADC)、几个定时器(Timer)、AES128协同处理器、看门狗定时器、32 kHz晶振的休眠模式定时器、上电复位电路、掉电检测电路,以及21个可编程I/O引脚。CC2430芯片采用 $7\text{ mm}\times 7\text{ mm}$  QPL封装,共有48个引脚,分为电源线引脚、控制线引脚和I/O端口引脚;采用 $0.18\text{ }\mu\text{m}$  CMOS工艺,工作时的电流损耗为27 mA,在接收和发射模式下,电流损耗分别低于27 mA或25 mA。CC2430具有休眠模式和转换到主动模式的超短时间的特性<sup>[3]</sup>。

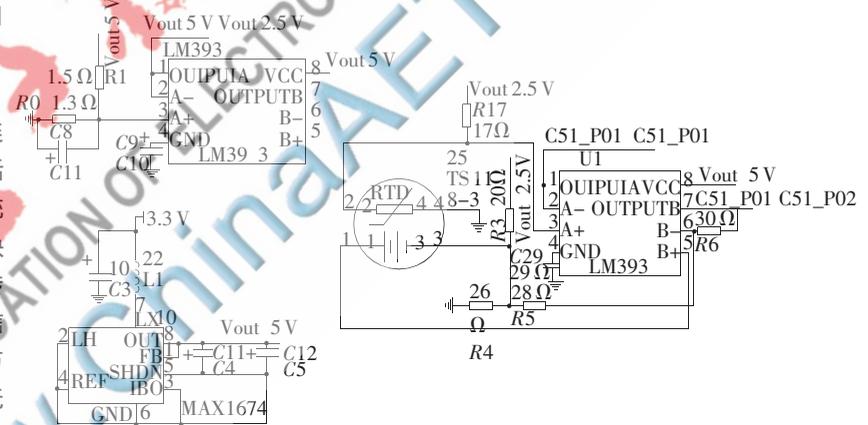


图3 温度传感器模块电路图

### 2.3 电源模块

电源模块采用锂电池为传感器节点运行提供必需的能量。电池监测采用MAXIM公司的DS2762,它集数据采集、信息存储和安全防护于一身,功能强大,仅1根双向数据线与控制器通信。DS2762芯片具有两种电源模式:工作模式下,可实时监测电压、电流和剩余电量等参数,最大工作电流为 $90\text{ }\mu\text{A}$ ;睡眠模式下,最大电流 $\leq 2\text{ }\mu\text{A}$ <sup>[4]</sup>,符合低功耗的要求。电源模块电路原理如图4所示。因电池容量有限,传感器节点的硬件和软件设计均首要考虑降低功耗。为实现长期测试,系统提供两种方式供给能源。

(1)外接交流电源供电:连铸生产线的设备安装有照明等220 V交流电源,通过AC/DC模块可将其转换为+3.3 V,此方案适用于附近有交流电源可借用的节点。

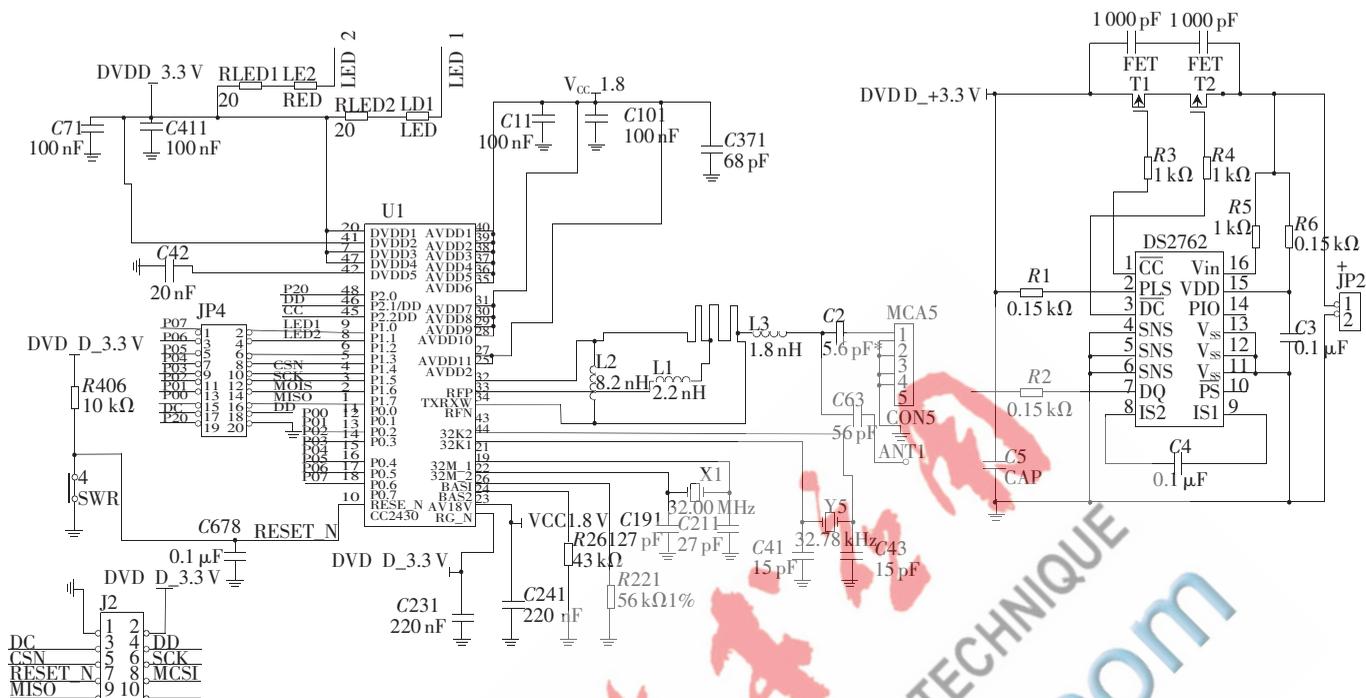


图4 微处理器模块和电源模块电路图

(2)更换锂电池:锂电池设计成推拉式机械安装,易于更换。实际应用时,无线传感器节点和焊接式电阻应变计之间常通过一定长度(0.5~2 m)的屏蔽导线连接,其优点是使通信模块天线尽可能位于空旷位置,减少金属障碍物阻挡;无线传感器节点可安装在技术人员便于到达的位置,易于更换电池。对于户外机械,若个别位置非常不易于前往更换电池,也可外接太阳能电池供电,只是电池板尺寸、蓄电池容量大小、安装角度以及与金属结构间的安装方式均需根据具体情况设计。

### 3 CDMA 无线通信模块接口设计

钢铁连铸设备数据采集系统采用 CDMA 无线通信方式,向远程服务器发送数据。相对于 GPRS 方式而言,CDMA 无线传输方式在稳定性、速度、带宽等方面更具优势。CDMA 无线通信模块选用 AnyDATA 公司的 DTU800,为目前世界上同类型产品中体积最小、速度最快的 CDMA 数据模块,数据传输速率最高可达 153.6 kb/s,平均速率为 80 kb/s~100 kb/s<sup>[5]</sup>。CDMA 无线通信模块与处理器的连接较为简单,将 DTU 800 的标准串口与处理器的串口连接即可,接口电路如图 5 所示。本设计使用 CC2430 的 USART0 端口(TXD、RXD 引脚)与 DTU800 的 USART1 端口(DP\_TXD、DP\_RXD 引脚)传输数据。DTU800 内嵌 TCP/IP 协议栈,大大降低了数据通信设计的难度,也增强了微处理器处理其他数据的能力。DTU800 支持标准的 AT 指令,DTU 与 MCU 主机单元的通信可通过调用相应的 AT 指令实现。

### 4 软件系统设计

软件系统主要完成监控节点采集数据的接收和处



图5 CDMA 无线通信模块接口电路

理、监测数据的上传等任务。软件采用模块化设计方式,主要功能模块包括 ZigBee 通信处理模块、CDMA 通信处理模块等部分。

#### (1) ZigBee 通信处理程序设计

ZigBee 网络中的传感器节点主要负责采集环境数据,将这些数据传给协调器节点,同时,接收来自汇聚节点的查询命令,当没有数据的发送和接收时,转入休眠模式,使节点功耗降到最低。而汇聚节点一方面负责组建无线网络;另一方面将两个使用不同协议的网络连接在一起,实现两种协议之间的转换,同时发布管理节点的通信任务,并把接收的数据转发到外部网络。传感器节点和汇聚节点程序流程图如图 6 所示。

#### (2) CDMA 无线通信程序设计

汇聚节点以固定的时间间隔向远程服务器发送数据,同时接收远程服务器的控制指令并执行相应的操作。汇聚节点系统上电时,先执行初始化,然后使用 AT 指令建立 PPP、TCP/UDP 通道连接,接入 CDMA 网络,并获得 CDMA 移动通信数据网管系统动态分配的 IP 地址。连接建立后,当基站的数据需要发送时,即可直接将数据帧发送给 DTU 打包传送。

数据传输采用面向连接的、可靠的 TCP 协议。在使用 CDMA 通信模块前,需要对 DTU 进行设置,以设定其工作方式。CDMA 通信程序要完成 DTU 的设置、数据发

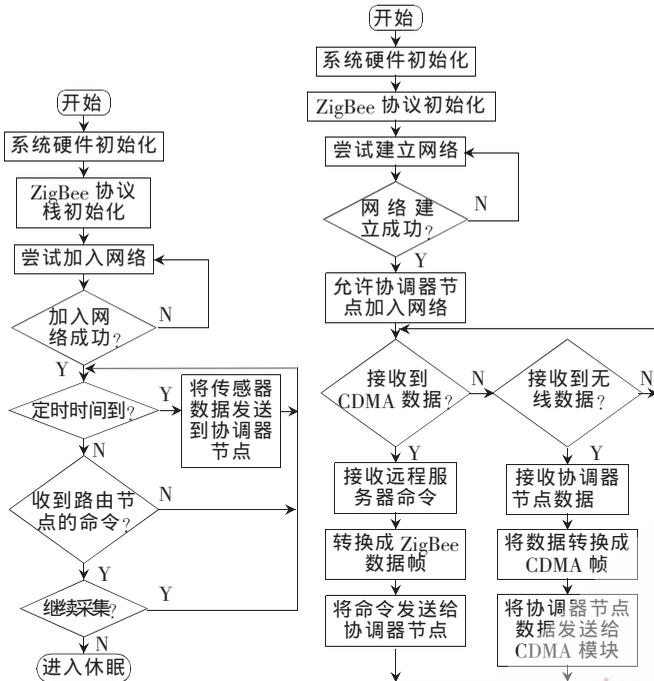


图6 传感器节点及汇聚节点程序流程图

往远程服务器、接收应答和控制信令等操作。汇聚节点定时进行CDMA数据发送的中断程序流程，如图7所示。

本文根据钢铁连铸设备MRO协作平台的需要，利用基于M2M的关键技术ZigBee的无线传感器网络和CDMA通信，构建了远程采集钢铁连铸设备数据系统，为钢铁连铸设备MRO协作平台提供了有效的数据源。以便钢铁连铸MRO协作平台自动、实时、准确、详细地获取设备的运作情况实现对设备故障的预测。

虽然该系统在生产现场得到了应用和验证，但是对M2M技术在钢铁连铸设备MRO协作平台的应用尚处于起步阶段，尤其是在使用环境比较恶劣，且连铸设备内部构造复杂的情况下，其工作的稳定性和可靠性还有待验证。只有通过大量的现场试验，才能进一步完善系统的软硬件设计，使系统更加稳定成熟，达到其要求。

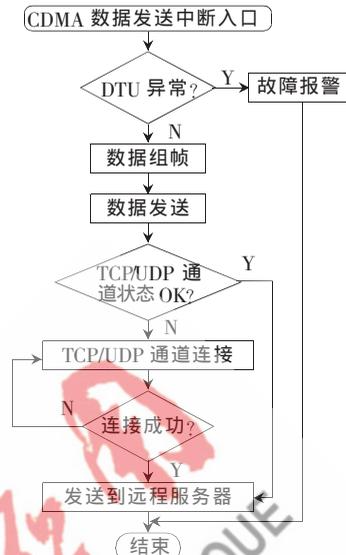


图7 CDMA无线通信程序流程图

#### 参考文献

- [1] FLOTTAU J. Overhauling MRO[J]. McGraw-Hill Companies, 2005.
- [2] 王珏明,冯改玲,王漫,等.基于M2M平台的无线传感网的研究[J].计算机应用与软件,2006,23(7):81-82,87.
- [3] TI公司.SmartRF CC2430 preliminary (rev 1.01).2005.
- [4] MAXIM公司.DS2762 Data Sheet.
- [5] Any DATA. NET Inc. CDMA TeinaI DTu-800x reference manual[M]. 2004.

(收稿日期:2011-03-14)

#### 作者简介:

张晓芳,女,1980年生,硕士研究生,主要研究方向:智能生产系统。

刘敏,男,1970年生,副教授,主要研究方向:智能制造系统,分布式计算。

严隽薇,女,1946年生,教授,主要研究方向:智能生产系统。