

文章编号: 1674-2869(2018)02-0219-05

汽车零部件装配车间MES数据采集功能的开发

刘 苏, 王学华*, 李安翼, 张红霞, 王 灿, 刘 鑫, 申凯赞
武汉工程大学材料科学与工程学院, 湖北 武汉 430205

摘要:为解决汽车零部件装配车间制造执行系统中多协议条件下数据采集过程复杂性的问题,采用C#平台开发了用于汽车零部件制造过程监控的数据采集系统。通过对可编程逻辑控制器(PLC)FINS协议、MC协议及OPC技术原理的解析,实现了上位机与PLC在多协议条件下的通讯集成,完成了对PLC寄存器中有关生产工艺参数和设备状态数据的实时读写。在某汽车零部件装配车间实际运行的实例结果表明,该系统满足了生产线对多种自动化生产设备数据实时采集的需要,实现了对生产线设备状态的监控,且长期运行稳定可靠。

关键词: MES; 数据采集; PLC 通讯; 多协议; 装配车间

中图分类号: TP315 文献标识码: A doi: 10.3969/j.issn.1674-2869.2018.02.019

Development of Data Acquisition Function in Manufacturing Execution System for Automobile Parts Assembly Workshop

LIU Su, WANG Xuehua*, LI Anyi, ZHANG Hongxia, WANG Can, LIU Xin, SHEN Kaiyun

School of Materials Science and Engineering, Wuhan Institute of Technology, Wuhan 430205, China

Abstract: To improve the complex data acquisition process under the condition of multi-protocols in manufacturing execution system for automobile parts assembly workshop, we developed a data acquisition system for monitoring the process of automobile parts manufacturing on C# platform. Based on the principle analysis of different programmable logic controllers (PLC) on factory interface network service (FINS) protocol, MELSEC protocol and OLE for process control technology, the communication between host computer and PLC in multi-protocols was integrated, and the real-time reading and writing of the production process parameters and equipment status was realized. The results of actual running in an automobile parts assembly workshop indicated that the system met the requirement for real-time data collection in various automatic equipments. The developed system had a good performance in monitoring the equipment of production line with high stability and reliability for long time.

Keywords: MES; data acquisition; programmable logic controller communication; multi-protocols; assembly workshop

制造执行系统(manufacturing execution system, MES)是面向车间的信息管理系统,向上衔接企业资源计划(enterprise resource planning, ERP)系统,向下连接生产线设备,是实现管理者

和生产车间信息传递的重要载体^[1]。MES系统包含从原材料采购到成品入库的生产过程进行实时数据采集、控制和监控的全过程,实现对生产控制、产品追踪追溯、生产实时数据传输与处理等功

收稿日期: 2017-11-27

基金项目: 武汉工程大学研究生创新基金(CX2016020)

作者简介: 刘 苏, 硕士研究生。E-mail: 1406722824@qq.com

*通讯作者: 王学华, 博士, 教授。E-mail: wang_xuehua@yahoo.com

引文格式: 刘苏, 王学华, 李安翼, 等. 汽车零部件装配车间MES数据采集功能的开发[J]. 武汉工程大学学报, 2018, 40(2): 219-223.

能^[2]。自动化生产线中与生产有关的工艺数据及设备状态数据大多存储在可编程逻辑控制器 (programmable logic controller, PLC) 及其关联的上位机中, 要将这些与产品信息相关的数据获取并集中存入 MES 系统中, 就需要将 MES 系统数据库与生产设备联网, 实现生产数据的实时存储和更新^[3]。本文基于以太网开发了 C/S 结构的 MES 系统中上位机与多种 PLC 的通讯及用于过程控制的对象连接和嵌入技术 [object linking and embedding (OLE) for process control, OPC] 服务技术, 满足了多协议条件下生产设备与 MES 系统的集成, 实现了实时数据的采集与存储。

1 PLC 数据采集系统

由于该汽车零部件装配车间的数据采集和控制为集散式控制结构, 每个工位单独配备的 PLC 类型不同, 给远程数据采集带来一定的困难。因此需要以远程主控 PC 为上位机, 通过以太网对所有分散的下位 PLC 进行统一控制和调度^[4]。通过物理接口 (RS232、RS485、Ethernet 接口) 将上位机和设备中的 PLC 组成以太网。整个数据采集系统的拓扑结构如图 1 所示。

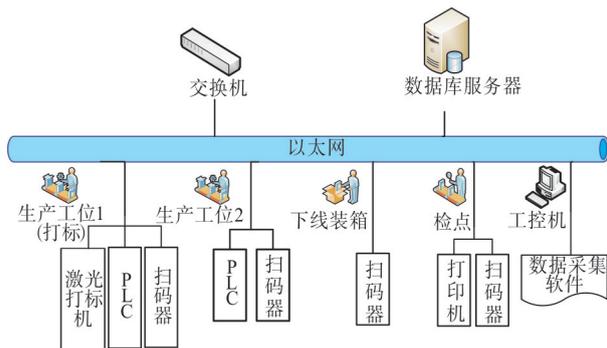


图 1 数据采集系统拓扑图

Fig. 1 Topology diagram of data acquisition system

系统中的生产单元为汽车零部件的组装件。在生产时, 第一个工序为激光打标, 为每个零部件附加一个唯一的二维码。该二维码可以被每个工位配备的扫码枪识别并把识别结果存入数据库服务器。在后续的工序中, 每个部件的装配工艺及检测结果均与这个唯一的二维码对应, 保证产品数据的唯一性。生产设备中大部分工艺数据和检测数据及设备状态均存储在设备的 PLC 中, MES 系统的生产数据及设备状态需要从 PLC 中实时去获取, 当生产出现故障或者产品检验不合格时, MES 系统会远程锁定当前故障设备或工序。

1.1 欧姆龙 PLC 的数据采集

采用上位机采集欧姆龙 PLC 的数据需要遵循

欧姆龙公司开发的工厂接口网络服务 (factory interface network service, FINS) 通信协议, 使用 FINS 指令作为通讯的核心支持 Ethernet、Controller Link 或串口连接。FINS 指令包括报头、命令帧和响应帧^[5], 指令格式如图 2 所示。



图 2 FINS 协议指令格式

Fig. 2 Instruction format of FINS protocol

FINS 指令主要包括: 数据区读/写; 参数区读/写; 程序区读/写; 强制置位/复位; 运行停止控制; 时钟读/写和文件读/写^[6]。指令的报文格式为: SB = ICF + RSV + GCT + DNA + DA1 + DA2 + SNA + SA1 + SA2 + SID + MRC + SRC + 数据类型 + 数据地址 + 通道号。当发送符合 FINS 格式的指令给 PLC 后, 就可以实现与 PLC 的正常读写操作。

读取点位的值时, 要首先了解点位的数据区域 (CIO, DM, WR 等), 数据类型 (BIT, WORD 等), 通道数 (欧姆龙 PLC 一个通道表示 16 位长的数据)。不同的数据区域和不同的数据类型会对应不同的指令代码。值的写入和读取类似, 在发送报文的内容中加入要写入的值即可。程序设计流程如图 3 所示。

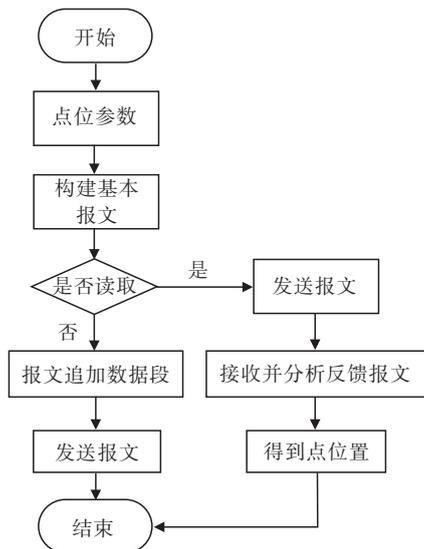


图 3 PLC 通讯软件流程图

Fig. 3 Flowchart of PLC communication software

1.2 三菱Q系列PLC的数据采集

三菱Q系列PLC采用MESLSEC通讯协议,与欧姆龙FINS协议相比,MESLSEC通讯协议中减少

了握手的交互,更简洁高效。该协议具有两种报文类型,分为二进制和ASCII两种格式^[7]。本文主要采用ASCII格式,报文形式如图4所示。

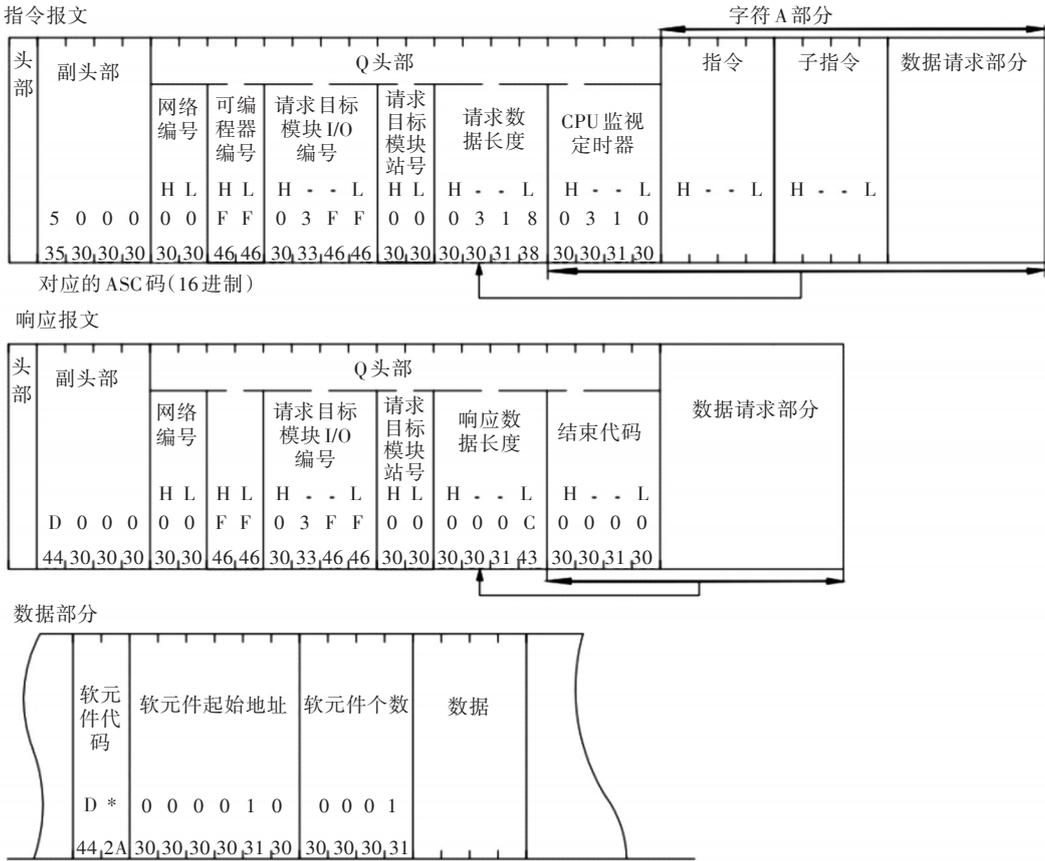


图4 MC协议指令形式
Fig. 4 Instruction format of MC protocol

在与上位机进行通讯时,通讯报文中头部、副头部、网络编号/可编程控制器编号、请求目标模块I/O编号及请求目标站号均为默认值。需要考虑的是请求数据长度、指令/子指令和请求数据的内容(包括软元件代码,起始地址,个数等)^[8]。其中读取元件值的子指令为“0401”;写元件值的子指令为“1401”,在报文尾部增加写入的数据部分即可^[9]。

1.3 西门子PLC的数据采集

西门子S7-300/400系列PLC主要使用MPI协议和Profibus协议,但是协议内容不公开。可以利用OPC技术实现与PLC的通讯^[10-11]。OPC技术无需关注具体的协议内容,硬件厂家会提供相应的OPC Server,这里只需开发实现OPC接口标准的客户端即可。OPC的接口原理如图5所示。

西门子公司为S7300/S7400系列PLC提供的OPC Server接口集成在SIMATIC NET软件包中。安装好该软件后使用PC Station进行组态,建立

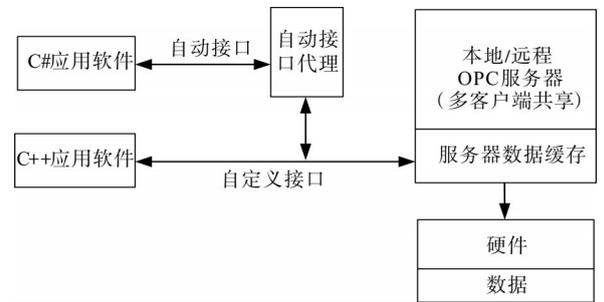


图5 OPC接口原理图
Fig. 5 Schematic diagram of OPC interface

OPC Server和CPU(PLC)的连接。将PLC中的程序下载,设置好访问点、属性、IP等连接参数后即可被客户端访问。OPC Server的数据结构从上到下依次为Server、Group、Items、Item。使用时首先要获取上位机运行的OPC Server,并连接Server,再添加要监控的Item,即可实现对数据的读写操作^[12]。

对Item项的监控采用异步监控方式^[13],每一个Item在本地客户端和Server中都会有一个句柄

用以标识,当 PLC 中对应的 Item 的值发生变化时,Server 服务器就会将变化的各种数据参数传递给 OPC Client,客户端会自动触发订阅该事件的方法函数进行传递^[14],通过对参数的解析便可获得 Item 项的数据。OPC 客户端的软件流程如图 6 所示。

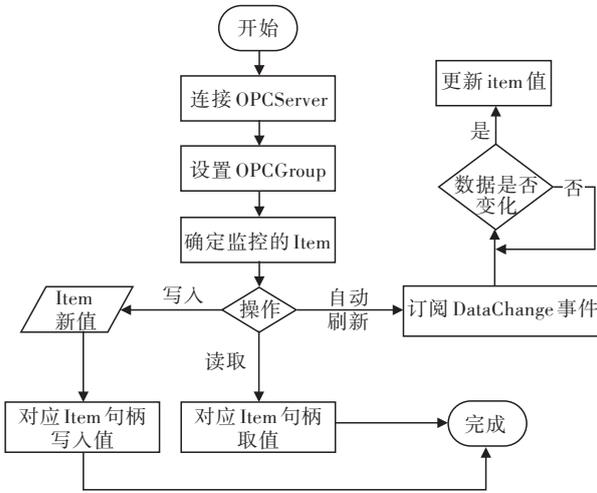


图 6 OPC 客户端软件流程图

Fig. 6 Flowchart of PLC communication

2 接口集成

虽然生产线现场 PLC 种类繁多,通讯的方式也各不相同,但主要使用的功能均包括连接 PLC 和 OPC Sever、读取数据、修改数据和关闭连接。因此可以通过定义一个公共接口,将各种通讯方式的具体实现方法封装为接口类,把这些功能都继承于该接口^[15]。在具体使用时,根据条件实例化不同的接口,即可实现通讯的要求,通讯接口类

的关系结构如图 7 所示。

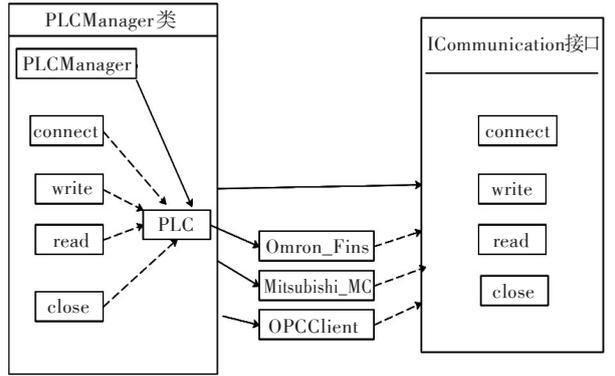


图 7 通讯接口类的关系图

Fig. 7 Diagram of communication interface class

欧姆龙 FINS、三菱 MC 以及西门子 OPC 技术的具体实现方法都封装与一个具体的类,每个类都继承于 ICommunication 接口,该接口具有 Connect, Close, Read, Write 四种方法。当要进行数据操作时,在 PLCManager 类中首先根据参数 ID 实例具体的接口,即可以实现数据操作。

3 数据采集实例

在某汽车零部件装配车间,数据采集的第一步由扫码器扫描各个部件的二维码,上位机获取该二维码信息,并缓存。后续各工序的生产状态和检测结果由本文所开发的数据采集服务在后台完成,同时将采集到的数据与该二维码关联形成产品信息,最终存储在系统数据库中。后台服务的数据采集界面如图 8 所示。



图 8 数据采集后台服务界面

Fig. 8 Interface of data acquisition service

后台服务中同时也设计了PLC报警的逻辑点位和数据合格性判断条件,可以自动或者手动根据报警位置及产品是否合格实现设备的锁定和解锁,达到防止不合格品在生产线上流动的目的。

4 结 语

基于某汽车零部件厂家MES系统开发,本文开发了基于以太网的C/S结构后台数据采集服务功能模块。该系统在某汽车零部件装配车间实际使用,以峰值800 Kbps的速度同时采集10台自动化设备的PLC寄存器缓存数据,运行一个月状态稳定,无故障。表明该系统满足了生产线对生产数据实时采集、存储的需要,同时也实现了对生产线设备状态的监控。

参考文献:

- [1] 段亦波,涂海宁,陆远. CNC系统生产车间MES系统的研究与开发[J]. 制造技术与机床, 2016(2): 130-134.
- [2] 程浩,袁红兵. 基于智慧工厂实验平台的制造执行系统(MES)软件系统设计[J]. 制造业自动化, 2017, 39(7): 142-146.
- [3] XIA P. History of MES in China [J]. American Oil Chemists' Society, 2006(3): 14-16.
- [4] 许丹. 基于FINS协议的AGV无线控制的实现[J]. 电气自动化, 2015, 37(6): 78-81.
- [5] 卢伟,孟婷,孙以泽,等. 基于Modbus/TCP及FINS/TCP协议的数据采集与通讯系统设计[J]. 仪表技术与传感器, 2017(1): 88-91.
- [6] 许树业,沈林勇. 基于HostLink(FINS)协议的计算机与CP1H串行通信实现[J]. 工业控制计算机, 2016, 29(2): 13-14.
- [7] 乔元峰,陈宝昌,刘爱军,等. 三菱PLC与三菱变频器之间的CC-Link通讯技术[J]. 装备制造技术, 2012(2): 82-84.
- [8] 于永茂,高德欣,杜厚朋. 基于MX组件的三菱PLC监控系统设计及应用[J]. 自动化技术与应用, 2013, 32(3): 49-52.
- [9] 王坚,段振刚. 三菱PLC网络监控系统中的通讯[J]. 微计算机信息, 2012, 28(8): 37-38, 13.
- [10] 王大鹏,苏孝国,王涛. 基于C#语言的工业计算机与S7-1200的OPC通讯[J]. 自动化与仪器仪表, 2014(11): 147-150, 154.
- [11] 王达,赵千川,马喜春. 基于OPC的PLC程序自动化测试[J]. 实验技术与管理, 2011, 28(10): 100-104, 108.
- [12] 石灵丹,华斌,朱歆州,等. 基于OPC技术的PC与西门子PLC的实时通讯[J]. 船电技术, 2011, 31(1): 9-12.
- [13] 李博,郑伟丽. 基于C#的OPC自动化接口异步访问技术[J]. 信息技术, 2014(8): 140-142, 146.
- [14] 张俊彪,王鸿辉,何长安. 基于OPC Server的PC与S7-300/400的通信[J]. 电力自动化设备, 2007(4): 83-86.
- [15] 路小俊,冬大龙,宋斌. 基于OPC技术的风电厂数据采集与监控系统方案[J]. 电力系统自动化, 2008, 32(23): 90-94.

本文编辑:陈小平