

# 工业以太网 EtherNet/IP 在微生物样本自动处理系统中的应用

张辰贝西<sup>1</sup>, 贾爱梅<sup>2</sup>

(1. 南京朗迈生物科技有限公司, 江苏 南京 210007; 2. 中国电子科技集团公司第 28 研究所, 江苏 南京 210007)

**摘要:**工业以太网 EtherNet/IP 是一种开放的工业网络标准,已在自动化控制系统得到了广泛的应用。论述工业以太网 EtherNet/IP 通信协议模型和应用优势,分析工业以太网特点,以微生物样本自动处理系统为例,阐述系统的结构功能及应用技术。研究和实际应用表明,基于 EtherNet/IP 设计的全自动样本处理系统,性能稳定可靠,数据传输准确,在工业控制领域具有巨大的应用优势。

**关键词:**工业以太网;EtherNet/IP;微生物;样本处理系统

**中图分类号:**TP273 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-5276(2021)05-0119-03

## Application of Industrial Ethernet EtherNet/IP for Microbial Pretreatment System

ZHANG Chenbeixi<sup>1</sup>, JIA Aimei<sup>2</sup>

(Nanjing Lang Mai Biology Technology Co.,Ltd., Nanjing 210007, China;

2. The 28th Research Institute of China Electronics Technology Group Corporation, Nanjing 210007, China)

**Abstract:**Industrial ethernet EtherNet/IP is a open industrial networks standard, is applied widely in field operating system. The communication protocol model and application advantage of industrial ethernet EtherNet/IP is described. The feature of industrial ethernet is analysed. The automatic pretreatment system of microbial sample is taken for example. The main function and configuration of ths automatic microbial pretreatment system is given. Studies and usage have shown that the automatic pretreatment system of microbial sample, desined based on EtherNet/IP, operates reliably and data transmission is exact.

**Keywords:** industrial ethernet; EtherNet/IP; microbial; pretreatment system

## 0 引言

随着计算机技术、通信技术与控制技术的飞速发展,为工业自动化控制系统向网络化方向发展提供了技术支撑,大量的信息处理需求对网络的信息传输速度有很高的要求。EtherNet/IP 就是将标准 TCP/IP 以太网延伸到工业实时控制并和通用工业协议 (common industrial protocol, CIP) 的结合,能很好地帮助用户获得更加开放集成的工业自动化和信息化的整体解决方案,形成新型基于以太网的网络控制技术,即“工业以太网”<sup>[1]</sup>。本文以微生物样本自动处理系统为例,就工业以太网 EtherNet/IP 的应用进行论述,为微生物样本自动处理系统的信息化、网络化提供应用范例。

## 1 EtherNet/IP 通信协议模型

EtherNet/IP 是一种由 ODVA (open deviceNet vendors association) 和 ControlNet International 组织发布的,融合了 TCP/IP 以太网的工业以太网。与 DeviceNet、ControlNet 类

似,都是基于 CIP 协议的网络,图 1 给出了 EtherNet/IP 的通信协议模型<sup>[1]</sup>。



图 1 EtherNet/IP 通信协议模型

由图 1 可见, EtherNet/IP 网与 DeviceNet、ControlNet 现场总线的区别在于: EtherNet/IP 采用了 OSI 七层模型中的物理层、数据链路层和应用层,还包括了网络层和传输层以及 TCP/IP 协议。同时, EtherNet/IP 还在应用层上增加了用户层,将工业控制中的功能块 (FunctionBlock) 标准化。EtherNet/IP 的典型应用方式如图 2 所示。

第一作者简介:张辰贝西(1989—),男,江苏海安人,工程师,硕士,研究方向为电子与通信工程、工业自动化。

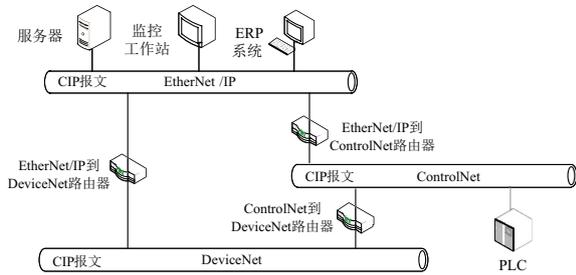


图2 EtherNet/IP 典型应用方式

## 2 EtherNet/IP 网络特点

EtherNet/IP 是一种具有较强互通性和确定性通信能力的网络。其特点如下:

1) 循环通信实现高速、大容量的数据交换。EtherNet/IP 支持 EtherNet/IP 标准规范的隐式报文通信,通信速率可以达到 100 Mbit/s,最多数据交换节点可以达到 256 个,PLC 与 PLC 之间、PLC 与设备之间的数据交换个数最大可以达到 184 832 个字。

2) 通过 CIP 信息实现不同设备的通信。EtherNet/IP 通过与 DeviceNet 的共通协议(CIP),提高基于以太网从上到下的无缝通信。

3) 每个节点可设定数据更新周期。根据用途,EtherNet/IP 可以设定每个节点的数据更新周期。这样,数据链接表中重要的数据可以设为高速交换,一些状态数据可以设为低速交换<sup>[2]</sup>。

## 3 微生物样本自动处理系统功能及组成

### 3.1 样本处理系统功能

微生物样本自动处理系统主要用于实现微生物检验样本接种由传统的手工接种方式向自动化方向发展,从样本取样、取样后样本的收集,到接种划线、接种后培养皿的收集等操作,全程自动化,无需人工干预,为微生物检验的高效、高质量、全自动化发展创造了有利条件。

全自动微生物样本处理系统在临床中的应用既降低了差错率,保证了微生物安全性,又提供了样本接种流程标准化的操作平台,降低了微生物检验人员的工作强度,使其摆脱重复、烦琐的操作,确保检验结果的准确性,为临床微生物检验自动化奠定了坚实的基础。

### 3.2 样本处理系统组成

基于 EtherNet/IP 的样本自动处理系统主要由研华工控上位机、PLC 控制器、样本处理机器人、条码扫描枪、条码打印模块、电机控制模块、样本摇匀模块、划线模块、培养皿装载模块、培养皿收集模块等组成,系统结构如图 3 所示。

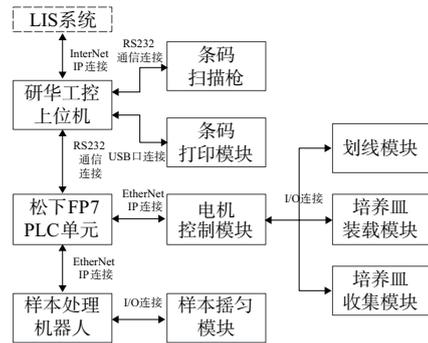


图3 微生物样本处理系统组成图

上位机用于实现系统的人机交互、实时显示系统工作状态,通过 InterNet IP 口连接医院 LIS 系统,进行信息交换,与 PLC 之间通过 RS232 通信进行控制,并分别通过 RS232 通信、USB 口控制条码扫描枪、条码打印模块等,对样本条码进行自动扫描、存储。松下 FP7 系列 PLC 通过 EtherNet IP 连接样本处理机器人及电机控制模块,分别控制样本摇匀、培养皿装载推送、培养皿划线接种、培养皿收集存放。

## 4 系统硬件设计

全自动样本处理系统硬件结构设计如图 4 所示,包括 PLC、机器人控制器、上位机、电机驱动器、电磁阀及各传感器等。各执行元件主要由 PLC 和机器人控制器进行运动控制与信息处理。上位机程序为人机交互界面,对样本处理系统进行各类操作控制<sup>[3]</sup>。

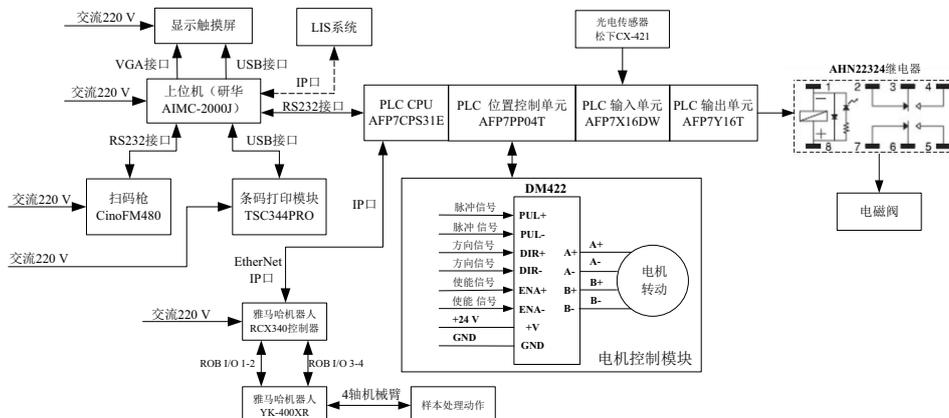


图4 样本处理系统硬件结构设计图

## 5 系统软件设计

### 5.1 EtherNet/IP 配置

通过松下编程工具 FPWIN GR7 进行设置,从菜单栏中选择“选项”—“FP7 配置”,从左窗口选择内置 ET-LAN,设置项目如图 5 所示,主要包括主站 IP 地址、子网掩码、默认网关等内容。



图 5 EtherNet/IP 设置项目

### 5.2 EtherNet/IP 控制指令

用于 EtherNet/IP 控制的应用指令主要有获取 EtherNet/IP 的信息、获取 EtherNet/IP 节点状态的指令等,如表 1 所示。

表 1 EtherNet/IP 控制的应用指令表

指令	用途
ETSTAT	获取 EtherNet/IP 的信息
EIPNDST	获取 EtherNet/IP 节点状态的指令
EIPSTART	要求启动周期性通信
EIPSTOP	要求停止周期性通信
EIP_IN	EtherNet/IP 输入刷新
EIP_OT	EtherNet/IP 输出刷新

### 5.3 软件流程

模块化思想在系统软件设计中得到应用。设备驱动程序位于系统底层,实际运行时应用层通过调用相应的 Socket 接口函数即可,通过任务调度来管理 EtherNet /IP 协议,从而达到各种任务的实现,如 PLC 接口任务、设备状态指示与控制任务等等。软件流程图如图 6 所示<sup>[4]</sup>,梯形图如图 7 所示<sup>[5]</sup>。

## 6 结语

EtherNet/IP 具有数据交互和抗干扰能力强、数据传输效率高的显著特点,它的开放性、带宽高等特点使其在

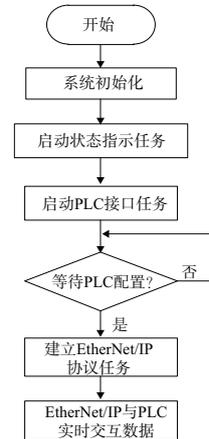


图 6 EtherNet/IP 软件流程图

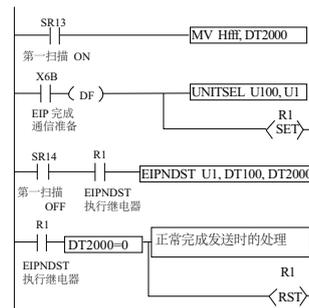


图 7 EtherNet/IP 梯形图

工业领域具有巨大的应用前景<sup>[6]</sup>。特别是随着工业以太网通信速率的提高以及全双工通信、交换技术的发展,使得 EtherNet/IP 的通信确定性得到了可靠保障,避免了其应用于工业现场时各设备之间通信易被干扰、不稳定等应用技术难题。基于 EtherNet/IP 设计的全自动样本处理系统在医院的成功应用表明,系统性能稳定可靠,数据传输准确,实现了微生物检查划线接种的标准化和规范化,为医院检验系统的自动化、智能化提供了可靠、有效的技术手段。

### 参考文献:

- [1] 周皓,周军. 工业以太网标准 EtherNet/IP 浅析[J]. 中国新技术新产品,2009(1):31.
- [2] 朱元,朱妙其. EtherNet/IP 工业以太网[J]. 电世界,2014(12):36-40.
- [3] 陈忠凯,秋实,胡昊,等. 基于 PLC 和 Ethernet 的铣刨机无线测控系统设计[J]. 计算机测量与控制,2014,22(11):3460-3462.
- [4] 薛吉,奚培锋. 基于 PLC 的 EtherNet/IP 主站开发[J]. 低压电器,2011(23):42-45.
- [5] 曲楠,宋万强. 基于以太网的机器人在线监控系统设计[J]. 工业控制计算机,2020,33(11):10-12.
- [6] 黄立华,陈国强,张佳福. 基于 EtherNet/IP 网络的 PLC 硬件再分配与 CPU 通信[J]. 化工自动化及仪表,2015,42(4):447-448,463.

收稿日期:2021-07-20