



浸润剂生产过程监控系统通信网络的研究

卢佩, 王可中, 张文雨
(天津科技大学电子信息与自动化学院, 天津 300222)

摘要: 针对玻璃纤维浸润剂生产的特点, 构建了浸润剂生产实时监控系统. 研究了监控系统的网络通信问题, 给出了通过 MPI 通信方式实现上位机与 PLC 之间配方的调度与管理、通过现场总线通信方式实现人工称重和自动称重同步进行的具体方法, 并且分析了在总线通信方式下系统的实时性和可靠性. 经现场安装、调试, 该系统运行情况良好, 数据传输稳定, 可靠性高, 实时性好.

关键词: 浸润剂生产; 监控系统; 通信网络

中图分类号: TP273

文献标识码: A

文章编号: 1672-6510 (2008) 03-0068-05

Study on the Communication Network for Soakage Agent Production

Process Monitoring System

LU Pei, WANG Ke-zhong, ZHANG Wen-yu

(College of Electronic Information and Automation, Tianjin University of Science & Technology, Tianjin 300222, China)

Abstract: According to the features of production of the glass fiber soakage agent, a real-time monitoring system was built, which placed a high priority of the network communication problems of the monitoring system. An explicit method was given, which achieved scheduling and management of the formula between PC and PLC through MPI communication mode, and achieved approaching at the same time between the automatic weighing and the artificial weighing synchronization operation through fieldbus communication mode. Simultaneously, the real-time character and reliability of this system under the field bus communication mode was analyzed. After installation and debugging in the field, the current system is running in a good condition, whilst the data transmission is stable, the reliability keeps in a high level and real-time attribute is good.

Keywords: soakage agent production; monitoring system; communication network

浸润剂是玻璃纤维生产的关键, 其质量的稳定直接关系到玻璃纤维质量的稳定, 因此实现浸润剂生产过程的自动监控具有重要意义^[1]. 但在浸润剂生产过程中物料称重及配方管理是实现整个过程监控的两大难题:

(1) 浸润剂所使用原料种类多, 重量差异大, 并多属于黏性物质. 为解决称重精度问题, 只好对配方中重量大的物料采用自动称重的方式、对重量小的物料采用人工称重的方式, 但无论人工还是自动称重都需要进行称重数据的采集和监控, 本文采用了工控

机-PLC-触摸屏的系统结构, 触摸屏将人工称重与系统联系起来, PLC 完成自动称重. 人工称重 (2 个可采集数据的人工秤) 和自动称重 (6 台自动秤) 同步进行, 这样就涉及通信及监控速度问题.

(2) 浸润剂属于订单式生产, 浸润剂的种类多, 配方变化大; 不同的浸润剂使用原料及种类各不相同、预处理方法不同每个配方中人工称重和自动称重的原料数及投料顺序不同; 最重要的是涉及企业的配方保密. 为此, 本课题设计了基于上位机数据库管理的浸润剂生产过程监控系统. 配方中所需原料均

以代码形式由上位机传送给 PLC (自动称重物料及预处理方法) 和触摸屏 (人工称重物料及预处理方法); 无论自动还是人工, 其原料的供料种类、称重以及投料顺序正确与否, 都是通过原料的条形码来控制的, 并将结果自动存入数据库中, 这同样涉及到如何通信和速度问题。

综上所述, 在设计浸润剂生产过程监控系统中, 通信方式的确定是至关重要的, 如果通信出问题, 极易导致数据传输不及时、控制逻辑混乱等问题, 进而影响浸润剂产品的质量。

在工业监控系统的通信方式设计中, 有许多可借鉴的成功经验, 如采用工业以太网与现场总线技术相结合, 在管理层使用以太网通信监控生产过程, 在现场控制层使用 PLC 等测控设备通过现场总线采集生产过程数据, 实现监控系统实时高速的数据传输^[2,3]; 如采用 MPI 通信方式, PLC 通过 MPI 接口能同时连接运行 STEP 7 的编程器、计算机、触摸屏, 所有通过 MPI 连接的节点能够相互通信^[4]; 在监控系统中下位机与上位机之间的通信也可用高级语言编程实现^[5], 用户只要熟悉互连设备之间网络采用的通信协议, 并严格按照通信协议为计算机编写程序, 就可以实现二者的通信。但针对浸润剂监控过程的特点, 如何选择通信方式、设置通信速率、配置通信网络实现监控系统的远距离、高速、大信息吞吐量、高可靠性等是本文研究的重点。

1 系统总体设计

浸润剂生产过程监控系统主要由 IPC-PLC 监控系统、人工称重、自动称重和原料投料四个部分组成。监控系统结构如图 1 所示。

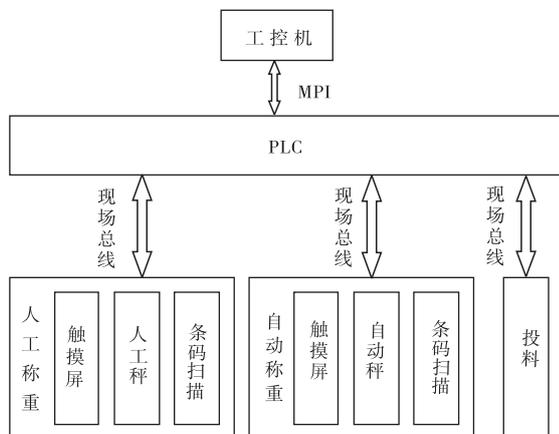


图 1 监控系统结构

Fig. 1 Monitoring system configuration

IPC-PLC 监控系统由一台工控机 (IPC) 与可编程控制器 (PLC) 构成。PLC 作为监控系统的核心, 不但要检测和控制各个电磁阀、桶泵、开关的状态, 还要通过触摸屏将工控机信息提示给操作人员, 并实时地采集称重数据, 将底层的生产数据及时地传递给工控机。工控机可以根据生产需要对 PLC 中的配方信息进行实时地修改和删除, 并将结果存储在数据库中。

人工称重部分包括可用于 2 个操作人员使用的 2 块触摸屏、3 台电子秤和 2 个条形码扫描器。其中电子秤的数据被 PLC 实时采集; 触摸屏提示操作人员称重原料代号、预处理方式、投料顺序以及称重状态等信息; 条码扫描器扫描原料的编码, 并传递给 PLC。当出现称重错误、原料错误及投料顺序不正确时, PLC 通过触摸屏实时提示操作人员, 实现人工称重部分的监控。

自动称重部分包括 1 块触摸屏、6 台自动秤和 1 个条形码扫描器。其中触摸屏提示自动备料、缺料报警和残余物料回收以及称重状态等信息; 在自动秤称重时, PLC 会实时采集重量信息, 并控制给料电机的启停。条码扫描器功能与人工称重部分相同。

原料投料分为自动投料、人工投料以及人工自动混合投料。自动投料由 PLC 程序控制, PLC 按投料顺序控制各自动秤的电磁阀, 将原料投入缓冲罐中。人工投料由 PLC 通过触摸屏提示操作人员, 按照配方的投料顺序将预处理好的原料投入缓冲罐中。当在投料过程中出现投料顺序错误或没有投料时, PLC 分别通过人工称重部分的触摸屏和自动称重部分的触摸屏实时提示操作人员, 从而实现原料投料部分的监控。

2 系统的通信方案

通信网络中各个环节数据传递的实时性, 对于实现本系统自动称重和人工称重的同步进行, 以及配方的调度与管理至关重要。本系统采用 MPI+现场总线的通信方式, 满足浸润剂生产过程监控系统的通信要求, 保证数据传输的畅通和 PLC 逻辑控制的准确。

2.1 MPI 方式下生产配方的调度

MPI (Multi-Point Interface) 多点接口是西门子公司专用的通信协议^[4], 是当通信速率不高, 通信数据量不大时, 可以采用的一种简单经济的通信方式。

考虑系统上位机随时下达增加或删除配方任务的特殊性, 而 MPI 通信方式在一对一通信时不存在

令牌的传递与等待, 仅在需要时才对 PLC 进行读写操作, 二者的连接在数据传输完成后就被终止, 直到下次数据传输时才重新激活. 因此, 本文上位机与 PLC 的通信采用了 MPI 通信方式.

在 MPI 通信方式下, 设计了多个用于配方传输的标志位信号, M100.0 为配方下载标志位, M101.0 为 PLC 配方接收标志位, M102.0 为配方传递结束标志位; 在 PLC 设置一个公共数据接收区 DB1 以及 6 个生产配方数据区 (DB2—DB7) 来实现生产配方的调度. 上位机可以在不影响 PLC 正常工作的情况下, 随时将配方信息写入 DB1 中, DB1 相当于配方信息的缓冲区.

配方传递的工作机制是: 当上位机向 DB1 中写入配方信息后, 将 M100.0 置 1, PLC 需要配方时, 检测 M100.0 标志位, M100.0 为 1, 表明上位机已将配方信息写入 DB1 中, 此时 PLC 就可以读配方信息并复制转移到其他的数据区中, 同时将 M101.0 置 1, 表明 PLC 正在对 DB1 中的数据进行处, 上位机此时不能写入新的信息. 当 PLC 处理完 DB1 中的信息后, 会将 M101.0 置 0, 同时将 DB1 清空, 以备下次配方信息的传输. 若上位机检测到 M101.0 为 0 且还有未发送的数据, 可以按上述过程继续发送直到所有配方数据都写入 PLC 为止, 最后将 M102.0 置 1, 表明整个配方传递过程结束. 配方传递工作方式如图 2 所示.

通过 MPI 方式可满足上位机与 PLC 之间少量的配方数据传递, 它不需要额外增加硬件和软件就可实现网络化.

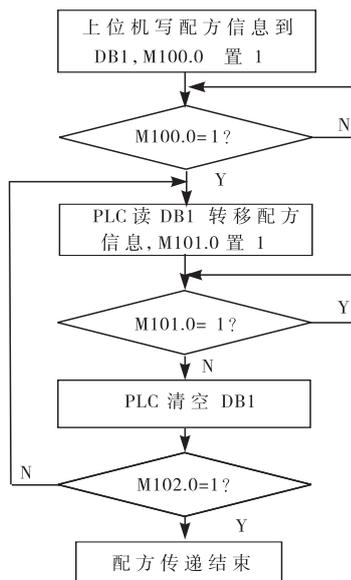


图 2 配方传递工作方式

Fig. 2 Prescription transfer mode

2.2 现场总线网络及实时性分析

由于本系统现场设备与 PLC 通信具有实时性要求高、节点分散等特点, 而 MPI 通信距离有限且通信速率较慢, 不适合节点多、信息量大、实时性要求高的监控系统使用, 因此现场级通信选用实时性更高、更适合远距离通信的现场总线方式.

PROFIBUS 是一种符合德国国家标准 DIN19245 和欧洲标准 EN50170 的开放式现场总线标准^[6]. 适用于工厂自动化车间级监控和现场设备层高速数据通信与控制. 本文现场级设备通过 PROFIBUS-DP 方式与 PLC 进行通信时, PLC 做一类主站, 触摸屏做二类主站, 秤做从站. 令牌传递方式如图 3 所示.

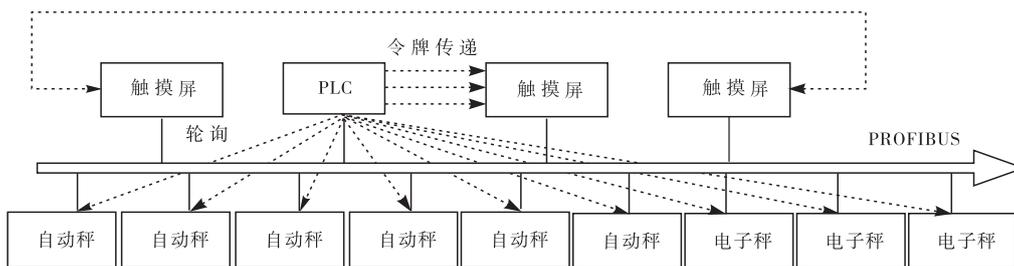


图 3 PROFIBUS 令牌传递方式

Fig. 3 Token transfer mode of PROFIBUS

在图 3 中, PLC 主站获得令牌后即获得了总线控制权, 此时, 它将配方信息传递给触摸屏, 同时可以轮询从站, 读取从站称重重量. 当 PLC 没有需要发送的数据、在规定时间内发送完了所需发送的数据或控制时间终了时, 它就将令牌传递给下一个主站.

现场总线通信的实时性和可靠性是成功实现监

控系统数据传输的两个重要指标. 令牌在所有主站之间循环一周的时间决定了各站令牌的具体保持时间, 那么就要求所有数据的处理与传输时间应尽可能短. 现场总线控制系统通信环节的信息循环时间 T_{MC} 的计算公式为

$$T_{MC} = (T_{SYN} + T_{ID1} + T_{SDR} + T_H + I \times 11T_{Bit} + O \times 11T_{Bit}) \times n$$

式中: T_{Bit} 为位时间,为 $0.6667 \mu\text{s}$; T_{SYN} 为总线同步时间,典型值为 $33T_{\text{Bit}}$; T_{ID1} 为主站的空闲时间,典型值为 $75T_{\text{Bit}}$; T_{SDR} 为从站的站延迟时间,典型值为 $11T_{\text{Bit}}$; T_{H} 为请求和响应帧中电文头的时间,为 $198T_{\text{Bit}}$; I 为每个从站的输入数据字节数; O 为每个从站的输出数据字节数; n 为从站个数。

触摸屏每周期发送和接受 2 个字节,触摸屏与 PLC 通信时间为

$$T_{\text{MC1}} = T_{\text{SYN}} + T_{\text{ID1}} + T_{\text{SDR}} + T_{\text{H}} + I \times 11T_{\text{Bit}} + O \times 11T_{\text{Bit}} = 361T_{\text{Bit}} = 0.24 \text{ ms}$$

秤每周期发送和接受 4 个字节,秤与 PLC 通信时间为

$$T_{\text{MC2}} = T_{\text{SYN}} + T_{\text{ID1}} + T_{\text{SDR}} + T_{\text{H}} + I \times 11T_{\text{Bit}} + O \times 11T_{\text{Bit}} = 405T_{\text{Bit}} = 0.27 \text{ ms}$$

图 3 中本系统的信息循环总时间为

$$T_{\text{MC}} = T_{\text{MC1}} \times 3 + T_{\text{MC2}} \times 9 = 4728 T_{\text{Bit}} = 3.15 \text{ ms}$$

从以上分析可以得出,主站和从站间选用 PROFIBUS-DP 通信方式,总线上信息循环时间仅为 3.15 ms ,远小于 PLC 循环扫描通信处理的时间,有效地保证了主从站间快速及时地交换数据信息,能够满足控制系统的实时性要求。

3 通信网络的实现

3.1 MPI 网络实现

工控机安装有支持 MPI 通信的西门子 CP5611 卡、STEP 7 和 SIMATIC NET 软件。工控机通过 OPC 技术和 PLC 通信。

3.1.1 组态配置

使用 SIMATIC NET 中的 Station Configuration 配置窗口,添加 OPC Server 和 CP5611 卡,并配置 CP5611 卡的 MPI 地址为 1,波特率为 187.5 Kbps , Bus profile 为 Standard。在 STEP 7 中插入一个 PC 站,按照在 Station Configuration 中的配置依次添加 OPC Server 和 CP5611 卡。在 STEP 7 的 NetPro 配置窗口中选择 OPC Server,然后在连接表的第一行插入一个新的连接。在 Insert New Connection 对话框中,选择“Unspecified”作为连接对象,并选择 S7connection 连接属性。需要在 S7 连接属性窗口中,将所要连接 S7-300 PLC 的 MPI 地址填入 Partner 空白框中。设置 PLC 的机架和插槽号分别为 0 和 2。此时作为 PC Station 的工控机和 PLC 已经组态成了一个完整的 MPI 网络系统。

3.1.2 建立数据交换区

利用 SIMATIC NET 软件中的 OPC Scout 添加

通信连接组,在 OPC Navigator 窗口中选择 S7 协议,即可出现能够被访问到的数字量输入/输出存储区、模拟量输入/输出存储区、辅助寄存器、计数器、定时器以及在 PLC 中已存在的 DB 块。以上位机配方下载数据区 DB1 为例,可为其定义标签变量与数据类型。将 DB1 数据区条目连接到 OPC Server,则所定义的条目即嵌入到 OPC Scout 中。当 Quality 显示为 good 时,表明 OPC Server 与 PLC 的通信已经建立,上位机可以对 DB1 中的变量进行读写操作。

3.2 PROFIBUS 网络实现

PROFIBUS-DP 网络的配置步骤是:

(1) 将硬件厂商提供的通信设备的 GSD 文件安装到 STEP 7 的硬件库中,并在 STEP 7 的硬件目录中找到设备,从而实现对其组态。

(2) 设置总线的通信速率、主从站地址、总线行规、总线参数,在 DP 总线上添加网络通信设备。本系统中,设置总线行规为 DP 模式,通信速率为 1.5 Mbps ,PLC 主站地址为 2,其他站地址按顺序自动分配。

(3) 给从站在主站存储区中分配数据交换区,确定数据交换区起始地址及大小。在交换数据量较小时,用位存储区和输入/输出映像区存储称重确认信号、投料信号、称重重量等,实现 PLC 与从站的通信连接;当交换数据量较大时,使用数据块存储区存储生产过程中配方的传递、修改数据。

配置好数据输入/输出通道缓冲区地址是成功建立 PLC 与现场设备之间联系的基础。以一个触摸屏为例:先要在 STEP7 中建立一个 DB 存储区,即 PLC 与触摸屏的数据交换区,如 DB10,在 DB10 中存放有需要自动称重的原料信息,其中包括原料代码、原料重量、投料顺序等,按照原料使用顺序,从 DB10.DBW0 存储区开始存放每种原料的信息,每种原料的信息占用 10 个字节,生产过程中触摸屏通过访问 DB10 存储区来显示自动称重的信息,与此同时操作人员可以通过触摸屏将称重状态直接写到 DB10 中相应的存储位,通过这样的方式来实现二者的数据交换。秤的数据交换区的地址分配与触摸屏类似。

(4) 最后,将组态完成好的信息下载至 PLC 中,完成 PROFIBUS 网络组态与通信。

4 结 语

使用 MPI+现场总线的通信方式,能够实现两个通信网络之间无缝连接,有效地解决了浸润剂生产过

程中人工称重和自动称重同步进行以及配方信息实时调度的难题. 两个网络的内部数据各自传输, 互不干涉, 现场层的数据能够实时地传输到管理层, 改变了单个控制系统数据传输慢、信息孤立的情况, 从而为企业实现自下而上的信息集成提供了可能. 本系统现已在国内某大型玻璃纤维企业投入运行, 通过现场实际应用证明, 系统安全可靠, 可广泛用于各类自动化检测控制生产线.

参 考 文 献:

[1] 吴建玲, 朱 斌. 浅谈国内玻纤生产中存在的问题及改进措施[J]. 玻璃纤维, 2003, 4: 18—20.

[2] 于水娟, 吴 建. 基于两级网络的煤矿通风机监控系统设计与实现[J]. 煤矿机械, 2007, 28 (11): 183—185.
 [3] 叶彦斐, 李训铭, 刘光辉. 油库罐区自动化监控系统设计与实现[J]. 自动化仪表, 2007, 28 (7): 43—45.
 [4] 李全利. 基于 MPI 的全自动仓储系统[J]. 电气自动化, 2006, 28 (3): 71—72.
 [5] 李功平. 利用 VB 语言实现污水处理站上位机与 PLC 的通信[J]. 自动化仪表, 2003, 24 (3): 42—44.
 [6] 袁佑新, 兰 艳. 基于 PROFIBUS-DP 的 PLC 控制系统技术改造[J]. 武汉工业学院学报, 2004, 23 (3): 10—11.

(上接第 63 页)

(5) 干燥中, 物料温度低, 从而可以保存较高的生物活性.

由于张北地区地处内蒙古草原, 稻草资源十分丰富, 考虑是否可以添加稻草做吸附剂. 但对比实验发现稻草表面吸附能力差, 醪液喷涂于稻草之上, 水分进入稻草内部, 将大分子的糖类物质截留在稻草外, 使得草粉间相互粘黏. 草粉特殊的针状结构, 缠绕一团, 不易流化. 底部醪液黏度大, 干燥过程中结块严重, 流化床形成死床.

3 结 论

(1) 对于高黏性物料, 可采用与吸附能力较强的物料加以混合, 进行流态化干燥技术进行处理.

(2) 通过实验证明, 流态化干燥技术加工处理醪液可采用吸附剂与醪液的混合比为 0.8, 加热温度为 90℃, 床层高度为 100 mm, 吸附剂颗粒粒径选择 0.63 ~ 0.8 mm, 可获取很好的干燥效果, 为组织大规模生产提供设计依据.

(3) 采用麸皮和玉米皮混合物作为吸附剂. 吸附能力强、吸附量大, 混合后的物料的湿度减小, 物料黏性随之减小, 流化阶段物料结块现象得到改善, 增强了流化效果, 提高了传热效率. 而且能够加入到

干燥物料中去, 并成为最终产品必不可少的组成部分. 而用稻草作为吸附剂, 表面吸附能力差, 草粉间相互粘黏, 缠绕一团, 不易流化, 干燥过程中结块严重.

利用流化床吸附干燥醪液是较理想的资源转化方法之一.

参 考 文 献:

[1] 李 祥, 郑民锁, 杨军胜. 甜菜废蜜制优质焦糖色素的研究报告[J]. 中国调味品, 2000 (8): 8—12.
 [2] 苏 毅. 印度、巴西糖厂处理酒精废液技术简介[J]. 广西蔗糖, 1999, 6 (2): 57—60.
 [3] 周素华. 日本糖蜜酒精废液处理技术[J]. 酿酒科技, 2003 (3): 90—91.
 [4] 罗乔军, 叶京生, 安 峰. 甜菜糖废醪液制取饲料的技术研究[J]. 饲料工业, 2008, 29 (1): 16—17.
 [5] Guru Metin, Bilgesu Ali Y, Pamuk Vecihi. Production of oxalic acid from sugar beet molasses by formed nitrogen oxides[J]. Bioresource Technology, 2001, 77: 81—86.
 [6] Mujumdar A S. Handbook of Industrial Drying [M]. 2nd ed. New York: Marcel Dekker Inc, 1995.
 [7] Bruin S. Preconcentration and Drying of Food Materials [M]. Amsterdam: Elsevier Science Publishers B V, 1988: 277—286.