

应用论文

小型 PLC 网络在木材干燥窑 控制系统中的应用

李纪平

(上海木材工业研究所, 上海 200051)

摘要: 论述了基于 HostLink 网络拓扑的小型 PLC 网络控制系统应用于多座木材干燥窑的生产线自动化监控管理。

关键词: PLC 网络; 木材干燥窑; 监控管理

中图分类号: TP393.S782.31 文献标识码: B 文章编号: 1001-8654(2003)01-0023-04

Application of a Small PLC Network in Wood Drying Kiln Control System

LI Ji-ping

(Shanghai Wood Industry Research Institute, Shanghai 200051, China)

Abstract: This paper discusses a programmable logic controller (PLC) system network based on HostLink network. It focused on the application and advantages of this system for centralized automatic monitoring and controlling a wood drying line involving several kilns.

Key words: PLC network; Wood drying kilns; Monitor and control

木材干燥设备控制系统的性能是确保干燥质量的关键, 其控制属性涵盖三种控制类型: 开关量的逻辑控制; 慢连续量的过程控制以及快速连续量的运动控制。传统上逻辑控制采用“电控”装置(继电器接触器控制柜), 过程控制采用“电仪”装置(电动单元组合仪表), 而运动控制则用“电传”装置(电气传动控制)。可编程控制器(PLC)在装置一级很好地实现了“三电”一体化^[1], 将三电的功能集成在一个装置中, 能适合各种规模的自动化系统。木材干燥窑用控制系统即为集“三电”于一体, 控制参数多, 运算量大, 工作电磁场环境相对恶劣, 但控制对象均以程序开关量为主, 因此适合用 PLC 作控制核心, 且 PLC 中已含有网络部件, 联网方便可靠, 其灵活性、可维护性和性价比均高于采用 STD 总线的工控机和一般的单片机系统。

以拥有多座木材干燥窑组成的干燥生产线的自动化管理监控为应用实例, 采用个人计算机作上位机, 小型 PLC 为控制核心, 以单片机作模拟信号采集及键盘显示扩展模块, 组成一基于 HostLink 网络拓扑的小型 PLC 网络控制系统。本文从方案设计、控制

逻辑、模拟信号采集、通信单元、网络拓扑结构配置、网络功能、通信端口的连接及通讯协议、到人机界面和相关监控软件的编程特点等作一介绍。

1 系统硬件设计

1.1 任务分析

木材窑干一般要经过升温预热、保温、干燥、调湿平衡和冷却等程序段^[2]。干燥工艺控制一般应根据木材树种、厚度、初含水率和预期终含水率、干燥窑本身的温、湿度特性和木堆疏密程度等因素, 在各程序段设置不同的参数和控制算法, 通过控制加热阀、喷蒸汽阀、进排气执行器、风机方向和转速来调节窑内的温、湿度, 使木材中的水分按一定的曲线蒸发到终含水率, 同时去除内应力, 使木材具有良好的加工性能。

木材干燥窑内的温湿度场分布不均匀, 尤其在循环气流换向时, 因此控制系统的输入模拟信号常采用多点采集方式, 通常设置为:

窑内温度 $\times 2$ 点、窑内平衡含水率 $\times 2$ 点、木材含水率 $\times 6$ 点;

控制系统的输入采集开关信号; 风机运转风向确

收稿日期: 2002-07-31

作者简介: 李纪平(1956—), 男, 上海木材工业研究所工程师。

认×2点;

控制系统的输出信号:加热×1点(开关量)、加湿×1点(开关量)、进排气×1点(开关量/0~5V模拟量)、风机正反向×1点(开关量)、风机运行×1点(开关量)、风机转速×1~3点(开关量)。

1.2 网络系统结构

1.2.1 网络拓扑结构 根据集中监管、分散控制、简单可靠、高性价比的设计理念,采用日本 OMRON 公司的 HostLink^[5](上位链接)通信系统。该系统以 IBM 个人计算机为上位主机,通过上位链接单元与数台下位机的 PLC 互连组成上位链接网络(见图 1)。通过与 HostLink 单元的通信,上位机可读写网络中下位机的 PLC 内部单元,可以变更 PLC 中的用户程序,实时监控其运行过程,实现自动化集散控制。下位机采用 OMRON 公司 CPM1A 微型机系列的 PLC,其内部已含有 HostLink 链接单元和网络通信协议的软硬

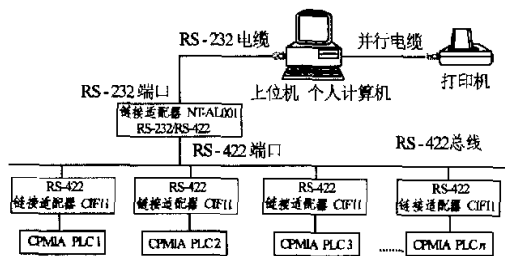


图1 HostLink网络拓扑

Fig. 1 HostLink network

件,用带屏蔽双绞线电缆为通信介质的 RS-422 总线 HostLink 链接单元,主干线传输距离在 500 m 以下,分支线在 10 m 以下,最大可按主从总线 1:N 方式

组成 32 个节点的上位链接 PLC 小型网络,并有众多的特殊功能单元扩展模块,如:模拟量 I/O 单元 CPM1A-MAD01、温度传感器单元 CPM1A-TS102 等,完全能够满足中小规模数台干燥窑联网的控制需要。本方案中上位机不参与实时控制,因此不需采用价格昂贵的工控计算机,配置普通个人计算机即可,以降低成本。

1.2.2 网络通讯协议 CPM1A 系列的 PLC 与上位机通信的协议是 3 层结构,即物理层、数据链路层、应用层,编写程序基于应用层进行。HostLink 是主从方式,协议规定只能由上位机主动发送命令并启动通信,下

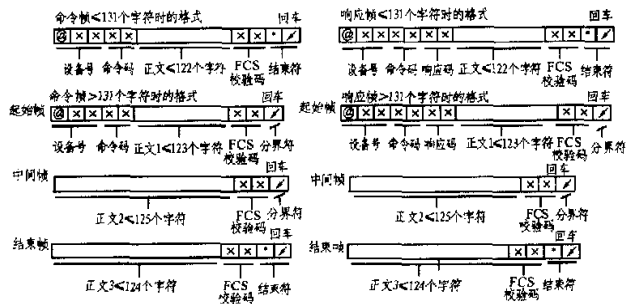


图2 多点通信协议格式

Fig. 2 Format of multipoint communication protocol

位机收到命令后,判断是否在呼叫本机,若是,先执行命令然后将执行结果返回上位机;若不是则不作响应。命令和响应均以帧为单位,其多点通信协议基本格式^[3]见图 2,其中每个位均为 ASC II 字符,校验码 FCS(Frame Checksum)将校验码之前的所有字符的 ASC II 码按位作连续异或运算,得到 2 位 16 进制数,然后再将其转换为 2 位 ASC II 字符。在接收端,按同样方法计算校验码并与接收到的 FCS 比较,若一致则接收成功,否则要求重新发送。CPM1A 系列的 PLC 中已按 HostLink 通信协议配置了通信程序,响应帧在 PLC 中自动生成,用户无需再编程,只要在上位机中严格按 HostLink 通信协议规定的命令帧和响应帧格式编写通信程序,并且正确设置传输波特率等,通信即成功。

1.3 单机硬件结构

单机硬件结构见图 3。其设计完全按照分散控制的思想进行,除复杂的多阶段控制逻辑和众多控制参数的设定由上位机在图形人机界面中确定并传送给 PLC,以及历史数据的记录由下位机传送给上位机处理外,其它如信号采集处理、实时控制等部分都放在

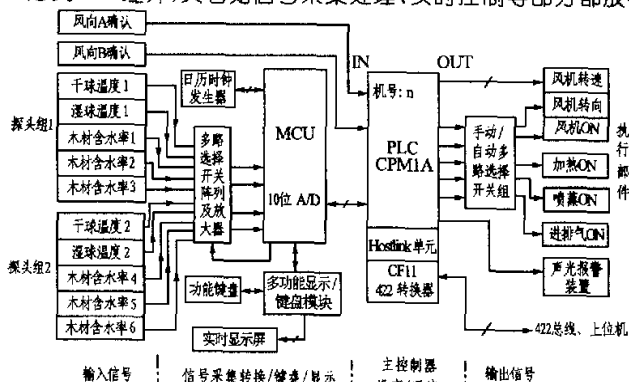


图3 单机硬件结构框图

Fig. 3 Framework of stand-alone hardware

单机系统中,其特点是:只要将控制方案及参数通过网络下载到下位机后,单机系统完全可以离线运行。在输出部分,安排了输出开闭和手动直接操控执行功能,以便在调试和维修或控制故障时,可以边排除故障边手动操控使干燥继续进行。

本方案的另一特点是把模拟信号采集处理和实时控制分开。由于要轮流采集温度、湿度、木材含水率等 10 个模拟量,其中平衡含水率(EMC)需经查表插值运算得到,木材含水率需经放大、对数处理、温度补偿、树种修正等特殊处理后得到,并且为克服长时间在被测木材上施加单向测量电压产生极化效应而导致测量失真,采取了定时换向操作,以及实现在干燥窑旁也能进行操控和显示功能,所有这些计算量和运行周期占去许多时间,若再将通信、实时控制放在一个处理器上,系统的实时性将大大降低,稳定性、可靠性也会降低。因此采用具有较高性价比的 Microchip 公司的 PIC 单片机组成模拟信号采集与键盘显示扩展电路板,来完成上述这些相对固定、又与干燥工艺设置、控制逻辑基本无关的操作,其与主控 PLC 的接口内容仅是最终的采集数据和功能键码,而把复杂易变的控制逻辑、参数设置和实时程序控制、输出驱动以及与上位机通信等放在 PLC 中完成,充分发挥了 PLC 的可编程、高可靠性和不需编写下位机部分通信程序的特长。

设置独立的日历时钟部件,用连续寿命 5 年以上的锂电池作后备,使关键字段的时间数据与采集的信号一起传至上位机数据库。不会因停机、掉电、上位机时钟不准而引起数据混乱,这在分散控制的网络应用中十分必要。

主控 PLC 的输入输出点数和类型可按具体被控干燥窑的执行部件要求选取。

2 系统软件设计

2.1 上位机系统软件

上位机系统软件在中文 Windows 操作系统下工作,主要由与各下位机通信的程序、具有动画效果的人机交互界面、记录现场数据的实时数据库及其查询程序、存储干燥基准设置参数的数据库及其干燥工艺设置界面等组成,以管理为主要目标。

2.1.1 通信程序 VB6.0 提供了一个串行端口控件 Mscomm^[4],可以提供使用简单的串行端口通讯功能,也可以用来创建功能完备、事件驱动的高级通讯工具。使用时只需预先设置与下位机网络一致的端口、波特率、校验方式、数据位、停止位等属性,即可完

成串行口的初始化。

2.1.2 动画显示人机交互界面 本方案将网络状态和单机状态设计在一幅监控界面上(图 4),在网络区以模拟 LED 灯的不同颜色来显示各窑的执行部件状态,用鼠标点击任何一个干燥窑,该窑的详细状态和基本设置就会显示在当前窑状态区内,清晰方便。

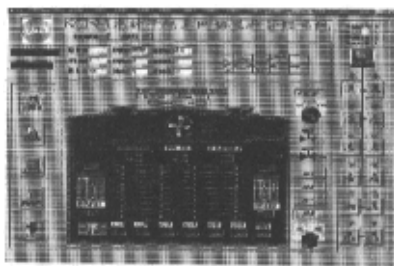


图 4 网络监控界面

Fig. 4 Network supervisor interface

2.1.3 实时数据库及其查询程序 为掌握木材干燥的实际过程,分析最佳干燥基准,观察干燥窑执行部件的开关频度,诊断运行工况和能耗情况,及便于设备维护和制定优化方案,本方案设计为,在后台对每座干燥窑按可设置的采样时间间隔,轮询每座在线窑。除采样时间、10 个模拟信号外,还记录下执行部件的 ON/OFF 状态、故障报警状态。本程序应用微软的 JET 数据库引擎和 VB 提供的 DATA 控件^[5]直接访问和操作 Access 数据库。另外,通过微软提供的 ODBC^[6]驱动,也可将数据引入 Excel 表格中,让用户根据自身要求定制报表和图表,以供查询和打印。

2.1.4 干燥基准参数设置的数据库 预先置入相关标准或其他文献推荐的木材干燥基准供用户参考,也可添加用户自订的干燥基准,便于以后直接调用。本方案旨在达到通用控制系统的目的,所以在设计数据库和干燥工艺设置界面中,集成了基于平衡含水率、基于干湿球温度差、基于时间以及混合型的不同干燥基准设置类型,以适应不同需要。

2.2 下位机系统软件

下位机软件系统是以实时控制为主的核心部件,由担任采集处理被控数据、键盘及显示任务的 PIC 单片机汇编语言程序和担任主控任务的 CPM1A 专用 PLC 梯形图编制。

2.2.1 信号采集处理模块的特点 本模块要完成轮流采集温度、湿度、木材含水率等 10 个模拟量,其中对 EMC 及木材含水率的处理方法与本文 1.3 节所述相同。此外还对木材含水率测点进行自动校零处理。对含水率补偿温度,则取两个温度测点的平均值

自动计算。

模块的另外一个特色是单片机与 PLC 之间的数据通信。由于温度及含水率的 A/D 转换至少需 10 位的数据宽度,时间格式为 12 位(YYYYMMDDHH-MM),加上标识数据通道号及键码信号,总宽度需 16 位,而 PLC 的串行口已经被网络通信占用,不能用单纯串行方法。考虑到窑内模拟数据的变化缓慢,而 16 个按键数要求快速响应。经过反复分析,发现利用 PLC 的周期循环扫描方式以及特殊的数字(Digital)即 4 位二进制处理的指令结构,将扩展板也设计成周期循环扫描,每次送一个数字再加上 4 位数据意义识别码共计 8 位,经过编码处理,只要扩展板上的信息停留时间大于 PLC 循环扫描周期的 2 倍以上,就不需要同步和应答信号,保证在任何情况下 PLC 都能正确、可靠地读取所传数据,经 PLC 侧解码处理后即可恢复实际信息。另一方面把按键设计为中断方式,具有优先传送权,即满足了性能要求,又节约了一半的 PLC 输入点。

2.2.2 主控 PLC 程序的特点 木材干燥的控制是通过将信号采集板送来的窑内温度、湿度、木材含水率等实时数据,与上位机送来并已存储在 PLC 中对应程序段的设定参数进行比较后,决定风机、加热线、喷蒸阀、进排气执行部件的开启或关闭来达到的。程序设计特点为:

① 将全程的设定参数、当前程序段进程标志和当前状态数据放在超级电容后备的保持继电器 HR 和数据存储区 DM(即 RAM,可保持 20 d 以上)中,当系统意外断电或关机,在重新开机后仍可从中断处继续运行。与一般单片机系统比较,PLC 系统中已具备此功能,不需程序特殊处理。

② 在升温段对温度按设定的升温速率进行比例控制,在干燥段对湿度按设定的降湿速率进行比例控制。由于温、湿度是相关的,独立进行控温、控湿操作或者简单的互锁可能会引起与预期相反的效果,同时浪费能源。本程序可依据当时温度、湿度与设定点的距离自动地决定控温或控湿操作。

③ 传统的温湿度采集是以进风侧为准,当采用风机换向来均衡窑内两侧的干燥条件时,必需在两侧分别设置温湿度测点,以风机的风力推动微动开关,产生运转方向确认信号送给 PLC,程序以此决定取哪一侧的温湿度信号用于控制,控制可靠性和合理性高。

3 结论

本文旨在探讨研究 PLC 网络技术在木材干燥控制生产线中的应用。本方案以集中监管、分散控制、简单可靠、高性价比为设计理念,集个人计算机、PLC、单片机、VB 语言、汇编语言、数据库及通信技术应用于一体,合理配置任务架构,充分发挥各自的优势为特色,能适应不同用户的个性化要求。

参考文献:

- [1] 皮壮行,宫振鸣,李雪华,等.可编程控制器的系统设计与应用实例[M].北京:机械工业出版社,2001.
- [2] 梁世镇,顾炼百.木材工业实用大全木材干燥卷[M].北京:中国林业出版社,1998.
- [3] OMRON User's Manual. Sysmac C Series HostLink Unit and Link Unit[Z]. OMRON Co., Ltd, 1997.
- [4] 范逸之. Visual Basic 与 RS232 串行通讯控制[M]. 北京:中国青年出版社,2000.
- [5] 龚沛曾,陆慰民,杨志强. Visual Basic 程序设计简明教程(6.0 版)[M]. 北京:高等教育出版社,2000.

欢迎征订《竹子研究汇刊》(季刊)

刊号:ISSN 1000-6567 CN33-1118/S

系国家林业局竹子研究开发中心和中国林学会竹子分会等单位联合主办、由国家林业局竹子研究开发中心编辑出版发行、国内唯一的竹子专业综合性学术刊物(季刊),主要报道国内外有关竹子培育、竹子综合加工利用、竹子园艺、竹文化及竹子贸易市场政策等方面的开发研究、实用技术、生产实践。

全年 24 元(含邮费),本刊全年办理订阅。有意订阅者可通过邮局汇款至:

杭州市文一路 310 号《竹子研究汇刊》编辑部 邮编:310012

电话:0571-88869210,88853715,88869017 传真:0571-88860944

Email:bamboowu@mail.hz.zj.cn 联系人:吴良如、朱敏、潘雁红

中国林学会木材工业分会木材保护研究会委员名单

顾问:周明

会长:李玉栋

副会长:金重为

委员:蒋明亮(兼秘书)
陶以明 苏海涛 嵇益民
陈人望 黄家溢 王晓辉
方务新 李建章 王清文
钟俊涛 肖维良