

一种基于PLC的密炼机上辅机控制系统设计

张士超

[埃斯倍风电科技(青岛)有限公司, 山东 青岛 266041]

摘要:介绍一种基于可编程控制器(PLC)的密炼机上辅机控制系统设计。该控制系统采用的西门子S7 1500PLC通过Profinet通讯协议与ET200SP远程IO工作站、称量仪表、TP1200触摸屏、上位机及密炼机通讯。该控制系统实现了按照上位机配方自动称量炭黑、粉料、油料和生胶,并将其自动投入密炼机密炼,其运行稳定可靠,可以减轻工人劳动强度,提高生产效率。

关键词:密炼机;上辅机;PLC;上位机

中图分类号:TQ330.4⁺3/⁺93

文献标志码:A

文章编号:1000-890X(2020)06-0461-05

DOI:10.12136/j.issn.1000-890X.2020.06.0461



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

国内轮胎行业正在通过轮胎生产智能化、信息化提高生产效率,实现敏捷制造^[1]。在轮胎生产的工艺流程中,把生胶和炭黑、油料等原料按配方在密炼机中混合并炼出混炼胶是第1道主要工序,该工序直接关系到成品轮胎的质量;而密炼机上辅机则是该工序中进行配料、控制主机自动运行的关键设备,具有称量精度高、工艺设置灵活等优点,可大幅提高生产效率,改善现场环境,降低工人劳动强度^[2-4]。

早期的密炼机上辅机采用集中控制方式,现场设备没有通讯工作站,只有分线箱,仪表采用集中设置,与密炼机的对接信号采用点对点输送,虽然程序与逻辑相对简单,但是设备检修及故障排除非常困难,综合布线工作量也非常大,而且模拟量信号的长距离传输易受到干扰,特别是称量仪表模拟信号非常敏感,本控制系统采用Profinet通讯协议通讯则能很好地解决以上问题。

1 密炼机上辅机工艺流程

密炼机上辅机系统包含炭黑称量投料、粉料称量投料、油料称量投料、胶料称量投料和密炼机控制5个部分^[5-7],采用软件平台EB(Engineering Base)大大提高了配料系统电气控

制过程的效率^[8-9]。本项目密炼机上辅机系统共有炭黑秤、粉料秤、油料秤及生胶秤4个秤,即4个称量单元。炭黑称量单元包括4个炭黑日罐、4个插板阀、4套双螺旋给料器、1个下料蝶阀、1个炭黑秤和后加料装置。粉料称量单元包括3个粉料日罐、3个插板阀、3套双螺旋给料器和下料蝶阀、1个粉料秤和后加料装置。油料称量单元包括6个油路称量阀和称量管路、1个油料秤和注油装置。生胶称量单元包括1个生胶秤及其输送带、1个投料输送带。

上辅机系统工艺流程如图1所示。

炭黑日罐体积为9 m³,粉料日罐体积为6 m³,每个日罐装有3个料位计,每个日罐顶部有1套袋式脉冲除尘单元,炭黑日罐组和粉料日罐组均有1套共用的除尘管路及除尘风机,除尘管路直径为250 mm,除尘风机功率为4.0 kW。炭黑及粉料均采用电动葫芦吊太空包投入日罐,电动葫芦规格为2 t。炭黑秤下面有2个夹持阀,较好地避免了密炼机混炼生胶时产生的正负气流对炭黑秤的负面影响,提高了称量精度和稳定性。炭黑秤和粉料秤均配有自动校秤的4个气缸,分别挂有4个校秤砝码,可以减轻工人校秤劳动强度,大大提升校秤的效率。

油料称量单元有6个油路称量阀和称量管路,油料秤有自动加热保温功能,有油满液位报警,油料秤下面装有球阀,油料中间斗有低液位指示及

作者简介:张士超(1978—),男,江苏淮安人,埃斯倍风电科技(青岛)有限公司工程师,硕士,主要从事自动化装备的研究。

E-mail:happy-zsc@163.com

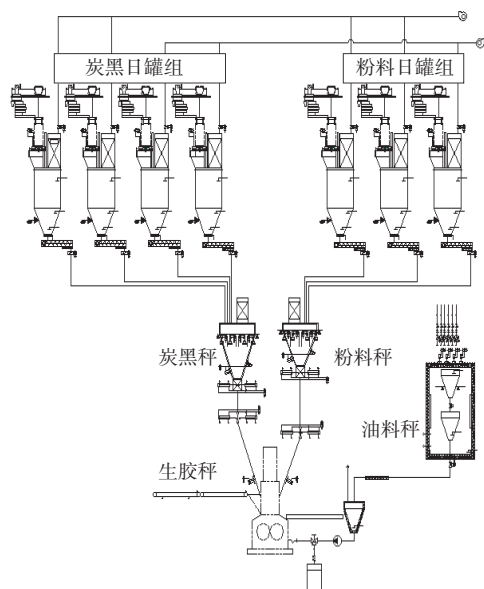


图1 上辅机系统工艺流程示意

卸油球阀,储油斗后面连接注油泵及1套油料取样装置,注油泵电动机功率为7.5 kW。所有的油管路均缠有华能电加热带和保温棉,设定温度为80℃,可以保证油料具有良好的流动性(部分油料粘度非常大,常温下很难自由流动)。

生胶称量单元有1个生胶秤(4个压式传感器),生胶秤的输送带将称量好的生胶传送到投料输送带上,生胶秤和投料输送带都装有1个光电开关,可以检测有无生胶,2个皮带电动机功率均为3 kW。

以炭黑为例工艺流程简介如下:根据炭黑称量配方,下位机首先将第1种炭黑通过下料蝶阀和双螺旋给料器送入炭黑秤,有2段速度给料和点动,分别进行快速给料称量和慢速给料称量,直到称量仪表的质量达到设定质量,该炭黑称量完成;接着执行下一种炭黑称量,执行过程与第1种炭黑称量完全相同;依此循环执行,直到炭黑配方中的物料全部称量完毕,再判定是否向备料斗卸料。

2 控制系统架构

上辅机控制系统主要包括西门子S7 1500可编程控制器(PLC)、4个ET200SP远程IO工作站、4个以太网通讯的称量仪表、TP1200触摸屏、上位机和西门子Scalance交换机,控制系统架构如图2所示。

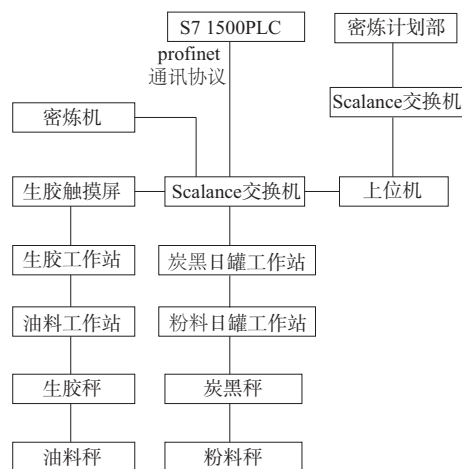


图2 上辅机控制系统架构示意

交换机负责中转和传输系统所有Profinet通讯数据,上位机与密炼机的通讯一样。上位机与密炼计划部有接口,从而获得密炼机上辅机的生产计划,再由上位机下达给上辅机控制系统。所有网线均采用标准工业以太网4芯cat5屏蔽网线,系统通讯稳定可靠。

4个变频器(G120)通过开关量控制高低速运转,2个G120分别控制炭黑和粉料双螺旋给料器,另外2个G120分别控制生胶秤输送带和生胶投料输送带,通过开关量对G120报警复位。

生胶称量为预防人工称量错误,预留条码枪扫描功能,即每一种生胶称量前给出条码信息,扫描条码后等待上位机判断是否正确,正确后才能进入生胶称量。

3 硬件选型

PLC型号为1515-2PN,工作内存为512 kb,数据内存为3 Mb,带有2个PN通讯端口,CPU指令运行最快仅1 ns,浮点运算最慢192 ns。运行速度非常快,且可靠稳定。本项目程序存储容量足够,配置1个内存为4 Mb的标准闪存卡。

ET200SP远程IO工作站接口模块型号为IM 155-6PN ST(标准型,带2个PN通讯端口)、DI-8×24VDC(标准型,输入模块)、DO-8×24VDC/0.5A(标准型,输出模块)、AI 4×U/I 2(标准型,模拟量输入模块)。上辅机的基本IO点比较多,如料位计、差压计、电磁阀及磁性开关、夹

持阀、接近开关、除尘脉冲阀、激振器、粉尘浓度检测器、温度计、继电器、各种灯钮等。

TP1200触摸屏宽为307 mm(12.1英寸),画面监控质量好,主要显示生胶称量画面及上辅机各秤的状态和设备监控。操作方便,显示清晰,触摸屏与PLC通过profinet通讯协议通讯。

变频器G120的选型有2种,一种是CU240/PM240 4.0 kW/BOP-2基本操作面板,另一种是CU240/PM240 0.37 kW/BOP-2基本操作面板。变频器控制双螺旋给料器给料,控制生胶称输送带及投料输送带正反转,变频器有自动和手动2种控制模式。

炭黑秤、粉料秤、油料秤和生胶秤的传感器和称量仪表均选用美国梅特勒-托利多公司产品。其中生胶秤为剪切梁式,带4个压式传感器;炭黑秤和粉料秤为秤斗式,带3个拉式传感器;油料秤为1个压式台秤。称量仪表选用以太网通讯型,仪表采集传感器模拟量信号并显示质量,同时将状态、质量等信息传送给PLC,亦可接受网络指令,实现远程清零和复位操作。

上位机选型为工控机带双以太网卡,一个网卡与密炼车间计划部连接,另一个网卡与上辅机PLC连接,网络彼此隔离互不影响。上位机配置操作系统Windows7.0 SP1,内存为8 G,液晶显示屏宽为685.8 mm(27英寸),宽高比为16:9。

交换机规格为Scalance XB008,有8个RJ45口,采用10/100 Mb/s自适应以太网收发器,24 V直流电压(VDC)供电。

4 控制系统程序设计

上辅机控制系统程序分为上位机程序和下位机程序,上位机程序部署在工控机上,用于向下位机下达生产计划、存储称量信息、生产配方、生产报表,维护物料参数和密炼动作,查询生产记录和生产报表等。下位机是PLC控制系统,执行上位机下达的生产计划,并上传称量信息和生产报表。上位机程序由高级语言Delphi开发,下位机程序由全集成西门子博图软件TIA V14 SP1设计开发。

上辅机系统基本运行流程为:密炼车间根据当日生产计划安排各生产配方胶料需求量并分解到各个密炼机台及其上辅机,各机台先将需要的

生产配方原料准备好,再将生产计划下达给上辅机的上位机,上位机将生产配方计划下达至上辅机PLC的称量和生产配方数据区,通过判定启动条件,分别自动执行称量和密炼。

4.1 上位机控制程序

上位机控制流程如图3所示。

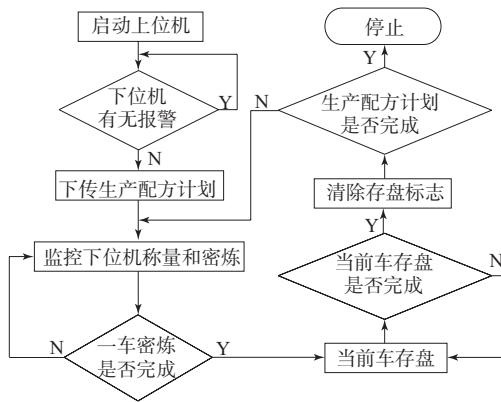


图3 上位机控制流程示意

从图3可以看出上位机控制流程如下。先启动上位机,系统在初始无报警条件下准备好状态,操作人员下传生产配方计划给下位机,后一直监视下位机称量和密炼,并判定一车密炼是否完成(标志是否置1),如果完成一车密炼(标志为1)则上位机开始存盘,提取下位机所有的称量和密炼存盘数据,一直到存盘完成,再清除存盘标志,最终判定生产配方计划是否完成,如果全部完成则上位机进入空闲等待状态,下位机停止称量和密炼,也进入空闲等待状态。

4.2 下位机控制程序

炭黑、粉料、油料和生胶4个称量单元分别有各自对应的配方数据区,各称量单元自动称量执行流程基本相同。

下位机自动称量控制流程如图4所示。

从图4可以看出下位机控制流程如下。下位机接到上位机启动命令进入自动称量,首先执行称量初始化,将所有的暂存数据区清零,将称量指针指向第1步,读取当前步配方,判定动作是否是称量。如果是称量,则执行判定秤零点是否正常,零点正常后依次进入快慢速和点动称量物料,并判定质量是否在称量上下限以内,如果物料质量在设定范围内或者超差后手动确认,均表示当前

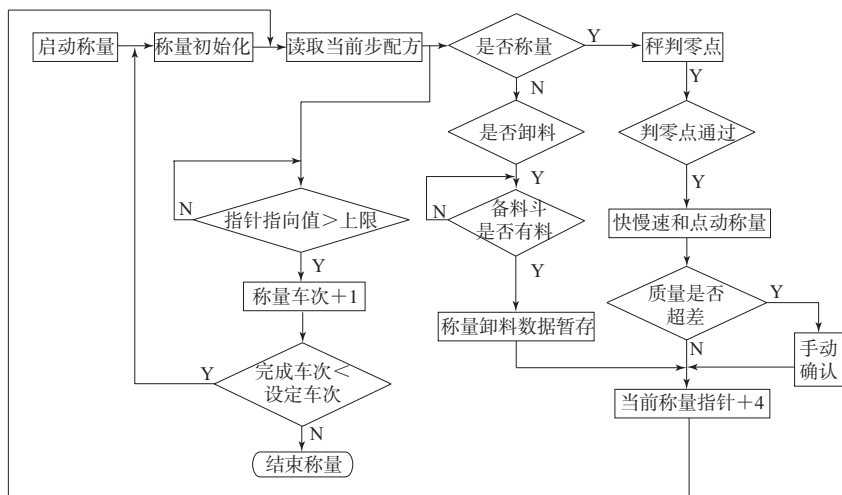


图4 自动称量控制流程示意

物料称量完成,配方指针+4,指向下一种物料称量。其后,读取当前步配方并判断指针指向值是否超出上限,如果超出上限,则称量车次+1,再判定完成车次是否小于设定车次;如果小于设定车次,则执行称量初始化,包括配方指针清零,如果大于设定车次则结束称量。

下位机自动密炼控制流程如图5所示。

从图5可以看出自动密炼控制流程如下。下位机接到上位机启动密炼命令进入自动密炼,首

先进行密炼初始化,判定所有物料均准备好可以投料。读取当前步配方,判定密炼动作和执行条件是否满足要求,如果满足要求,执行当前步密炼步骤,当前步动作执行完成后,密炼指针+8。其后,判定指针指向值是否超出上限,如果没有超出上限,则继续读取下一步密炼动作,重复执行以上过程;如果指针指向值超出上限,则本车次密炼已经完成,密炼完成车次+1并存盘。最后判定完成车次是否小于设定车次,如果小于设定车次则

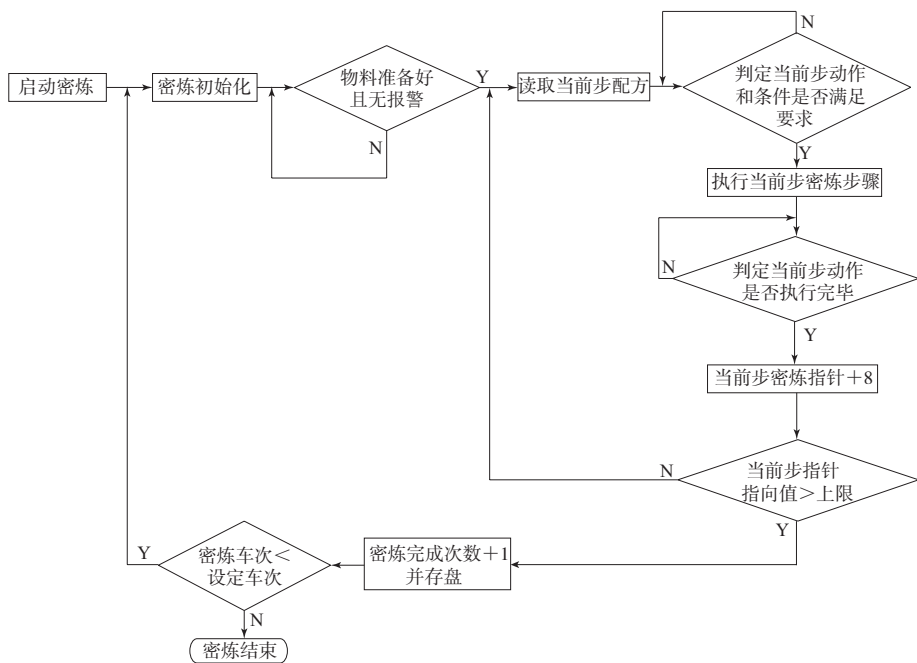


图5 自动密炼控制流程示意

跳转至密炼初始化,执行下一车密炼;如果大于等于设定车次,则生产配方批次计划已经完成,密炼结束。

5 结论

本研究设计了一套基于S7 1500PLC的密炼机上辅机控制系统。该控制系统上下位机通过以太网通讯,下位机与称量仪表也通过以太网通讯,S7 1500PLC与ET200SP远程IO工作站采用Profinet通讯协议通讯,整个系统通讯稳定,运行可靠,操作简便,工作效率高,劳动强度低。

参考文献:

[1] 许炳才. 建设轮胎强国的突破点在智能制造[J]. 橡胶工业, 2016,

63(1):63.

[2] 李勇,焦冬梅. 密炼机上辅机系统的发展方向[J]. 橡塑技术与装备, 2011, 37(7):16-24.

[3] 杨小林. 密炼机上辅机炭黑称量系统的改进[J]. 轮胎工业, 2016, 36(1):35-38.

[4] 张海. 密炼机上辅机的优缺点分析[J]. 中国橡胶, 2003(10):24-25.

[5] 闫宏辉,孙峰. GK400密炼机上辅机自动配料及控制系统[J]. 橡胶工业, 2006, 53(2):110-112.

[6] 孟庆波. 基于PLC的密炼机上辅机控制系统改造[J]. 轮胎工业, 2013, 33(7):424-427.

[7] 李勇,田伟,王龙. 密炼机上辅机粉料称量及投料系统优化[J]. 橡胶工业, 2012, 59(6):357-361.

[8] 杭柏林,付先振,董亚春. 基于EB实现配料系统电气标准化的设计[J]. 橡胶工业, 2015, 62(9):552-557.

[9] 韩涛. 密炼机上辅机自动控制系统研制及可视化界面设计[D]. 南京:东南大学, 2015.

收稿日期:2019-12-29

Design of Control System for Upstream Equipment of Mixer Based on PLC

ZHANG Shichao

[SSB Wind Energy Technology (Qingdao) Co., Ltd, Qingdao 266041, China]

Abstract: In this paper, the design of control system for the upstream equipment of the mixer based on programmable logic controller (PLC) was introduced. Siemens S7 1500PLC was adopted and communicated with ET200SP remote IO workstation, weighing instrument, TP1200 touch screen, master computer and mixer through the communication protocol Profinet. The automatic weighing of carbon black, powder, oil and raw rubber according to the formula given by the master computer was achieved, and those raw materials were automatically fed into the mixer. This control system ran stably and reliably, and it could reduce the labor intensity of workers and improve production efficiency.

Key words: mixer; upstream equipment; PLC; master computer

知网整改学术不端检测系统 2020年5月6日,中国知网发布了《关于学术不端检测系统稿件基本信息的通告》,具体如下。

“各学术编辑部,为保证学术论文检测的准确性,避免抄袭者多方多次检测以及拆分检测,更好地保证学术期刊的学术质量、出版质量,从即日起,编辑部上传的检测稿件需包含规范格式的论文题目、作者姓名、作者单位三项基本信息,基本信息不全的系统将自动拒检。其他信息请尽可能提供,以有助于准确检测。”

从此《通告》的发布可以看出知网在学术论文检测中愈加规范和严格的趋势,《橡胶工业》《轮

胎工业》《橡胶科技》编辑部将严格执行通告规定,以进一步提高办刊水平,确保稿件质量,杜绝学术不端行为,净化学术研究环境。

(本刊编辑部)

RubberCon2020和IRC2020延期 日前,中国化工学会橡胶专业委员会秘书处接到国际橡胶会议组织(IRCO)秘书处通知,受疫情影响,原定于2020年6月在法国举办的RubberCon2020延期至2021年2月,原定于2020年10月在印度举办的IRC2020延期至2021年4月。IRCO其他会议暂不改期。

(本刊编辑部)