

基于工业信息化技术实现大豆预处理 调质工艺的精确控制

王立宇¹,陈凤伟¹,万成龙¹,杨东亮¹,冯彦军¹,彭小磊²,孙 武²

(1. 九三集团大连大豆科技有限公司,辽宁 大连 116600; 2. 迈安德集团有限公司,江苏 扬州 225000)

调质作为大豆预处理工艺中的关键一环,在生产过程中对其控制的好坏会直接影响后续的全部工艺,并最终影响产品质量。而油脂企业在生产过程中经常会面临物料理化指标或环境介质频繁变化的情况,若无法及时对调质工序作出准确调整,会导致能耗高、蒸汽潜热利用率低、软化效果达不到理想水平。本文通过工业信息化的手段实时推演调质塔工艺数据,参照推演结果进行调整,可保证在任何复杂变化条件下快速、精确地控制调质塔。

1 调质工艺简述

现油脂加工主流调质塔均采用椭圆管蒸汽换热+热空气对流干燥的方式对大豆进行调质处理,其结构从上至下可分为排潮层、加热层和干燥层。其工艺原理是加热层内椭圆管通入蒸汽,将大豆加热到 65~75℃,使大豆细胞内蛋白质变性,提高油脂分离性、流动性和渗透性,同时使大豆内的水分更加均匀,使大豆具有更好的弹塑性,降低破碎粉末度,增强轧坯拉伸效果。大豆中多余的水分通过毛细孔渗透至表层,由干燥层角状盒通入的热空气穿过加热层的大豆进行干燥,并从排潮层将这些水分排出,完成对大豆水分的调节,在加热和干燥形成稳态的情况下达到一定的软化效果。

2 调质塔关键控制点

不同的大豆预处理工艺对调质塔出料目标参数的要求不同。以日处理 2 600 t 的非膨化预处理工艺为例,大豆经清选→调质→破碎→脱皮→轧坯→入浸的工艺顺序来试作调整计划。在此工艺中,大豆适宜的入浸温度为 55℃、水分为 10%。在调质塔出料温度 70℃ 的情况下,调质后大豆在后续刮板、吸皮、排潮等环境中通过传热、干燥方式自降温 15℃,这部分能量蒸发的水分约为 0.8%,所以调质塔出料水分目标控制在 10.8% 左右。在这一工艺过程中有两个关键控制点:加热层投用蒸汽流量及

蒸汽表压力,排潮管道风速。在已知物料参数、设备和工艺参数的基础上,通过工艺能量、物质衡算算法获得上述两个关键控制点数据。

另外,由于调质塔多数为溜槽进料,在排潮风机的拉动下,环境空气不仅会从加热器端进入,还会从顶部溜槽吸入,故建议风速传感器设置在排放端总管道处一段直管的中部。

大豆调质过程中,所有的工艺数据时刻在发生变化,它们相互干扰又相互关联,导致不能通过一次工艺衡算测算出整个过程的数值,也无法即时判断此过程是否满足去水、加热及软化的要求,这就需要借助工业信息化手段实现对调质塔的精确控制。

3 使用工业信息化手段实现调质塔运行数据实时推演

3.1 客户端通信及网络服务架构的搭建

为满足使用即时性与便捷性,客户端使用微信小程序开发,方便多操作系统跨平台使用。如图 1 所示,在工控内网加装带有模数转换功能的 PLC 工业通信模块,使用 TCP/IP 或其他协议连接工控内网,只读 PLC 运行数据。通过数据采集转换后用 HTTPS 通过有线或无线互联网发送至云端数据采集服务器。服务端使用目前主流的开源框架 SpringMVC+Spring+MyBatis+MySQL 进行服务处理,上传的数据信息经采集服务器解析处理存储到数据库中。用户使用手机、PC 等个人终端,通过前端程序连接到应用服务器,使用基于 Ajax 技术的 ECharts 实时图形交互方式得到想要查阅的实时及历史数据。

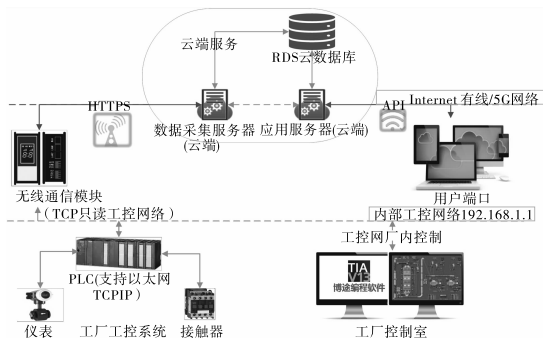


图 1 通信及服务拓扑图

收稿日期:2022-08-06;修回日期:2022-08-23

作者简介:王立宇(1990),男,研究方向为油脂化工设备电气信息化的创新与推广(E-mail)779594087@qq.com。

3.2 参数的采样与存储

3.2.1 需要采集的参数数据

使用 PLC 无线通信模块采集的必要参数有调质塔进出口料温传感器、调质塔蒸汽流量计、进风口环境温湿度传感器、排潮总管内温湿度及风速传感器、调质塔下料电机频率。

3.2.2 通信模块采样方式

通信模块使用工控网专用的 LAN 接口通过 TCP/IP 协议连接 PLC。使用模块控制系统设置好 PLC 中调质塔各关键节点传感器的 I/O 地址,并将通信权限设置为只读模式,确保工控网络安全。模拟信号转换以 Sigma - Delta ADC 结构的芯片为例,每秒模数转换可达到 15 次以上,精度 16 位。由模块控制系统与采集到的其他数字信号一起封包,通过外网 LAN 口或 4G 通信发送 HTTPS 请求至云端数据采集服务器。实时数据与历史记录数据通过两个独立的 API 上传;实时 0.5 s/次,保证即时性,历史数据根据生产工艺监测密度进行调整,通常可 2 ~ 3 min/次。

3.2.3 服务器存储与负载分配

数据采集服务器负责接收 PLC 工业通信模块上传的实时、历史数据,并分别储存至对应数据库中。用户可以使用手机、电脑通过开发的小程序发送请求查询实时运行数据或历史数据。为保证数据采集服务器负载平稳,读取数据的任务由应用服务器负责完成,在收到用户请求后分别读取相关数据返回给用户。

3.3 终端信息同步及推演展示

3.3.1 同步数据

为平衡服务器负载,节省用户流量资费,前端采用可调周期的定时调用函数来发送请求,完成实时数据自动同步的效果。用户可以根据不同使用场景调整数据更新频率获得实时数据,最快的请求频率匹配通信模块上传频率即可。

3.3.2 推演指标

(1) 制作数学模型

微信小程序等使用 JavaScript 构建的封闭前端应用程序可以更多地客户端框架中执行复杂的计算,从而避免要求服务器计算复杂数学模型内容的延迟。可将工艺算法的全部参数、工艺指标定义成对应的常量与变量,并将计算公式编程制作成数学模型函数,将其封包在前端直接调用进行数据重复解析及计算。

(2) 使用矩阵算法拟合相关参照表线性

工艺算法中所计算的温湿度及压力相关数据均依靠已知实验数据的参照表取值。而生产过程中检测的数据是随时间不断变化的浮点数,无法直接对应参照表中整数取值计算。如不能测算出绝对温湿

度下对应的含湿量就无法测算出准确的去水数据。由于参照表所做的实验数据符合线性变化,需要使用矩阵算法求出高阶多项式来拟合出这条曲线,从而计算出浮点数温度所对应的精确值。以《饱和水蒸气表》为例,可以使用 Numeric JavaScript 组件进行线性拟合计算。调用 Numeric.js 将《饱和水蒸气表》等已知实验数据参照表的值代入 Numeric 函数,通过矩阵计算来线性拟合,得出高阶多项式系数。再将传感器实际检测值代入到拟合公式中,获得实测温度点的精确含湿量。

(3) 推演结果

在定时调用函数中关联数学模型,将请求回的调质塔进出口料温传感器、调质塔蒸汽流量计、进风口环境温湿度传感器、排潮总管内温湿度及风速传感器、调质塔下料电机频率参数解析,赋值给数学模型中对应的变量,即可精确计算出每次请求的去水量及其他关键节点数据。

请求回传的数据随定时调用函数代入数学模型得出实时测算结果后,覆盖存入页面 Data 并循环渲染展示出来。

3.3.3 终端可视化展示

可视化组件采用现代互联网主流的 ECharts 工具,是一款基于 JavaScript 的数据可视化图表库,可提供直观、生动、可交互性定制化的数据可视化图表。异步请求回的实时数据可以通过前端调用 ECharts 库进行可视化交互渲染,显示峰、谷、平均值等关键信息,也可通过访问历史数据 API 得到返回信息,通过 ECharts 渲染后查阅任意时间数据。

用户可以从可视化的历史信息对任意时间段内测算的去水量进行快速查阅;参照实际去水目标,对蒸汽压力、流量,排潮风机风速、热风加热器等关键控制点进行调整,再与实时测算指标对比,快速准确地将调质塔调整到最佳工艺状态,满足去水量需求。

4 结 语

在全国工业向信息数字化转型的潮流下,智能手机、移动通信网络、云服务的普及与使用日趋成熟,基于工业信息化的技术手段搭建云服务,利用工业通信模块及互联网将设备参数上传云端,通过工艺能量、物质衡算算法研究制作数学模型,再通过手机终端进行循环推演测算,得到能够精确指导生产的结果。对比传统人工检测及依靠经验性调整,信息化的优势在于可以参照推演结果进行实时微调,解决在复杂变化条件下无法快速、精确控制调质塔的问题,对稳定预浸工艺及最终产品质量具有重要意义。这套信息化转型设计思路简单,可快速开发投用。云服务器、工业通信模块投入成本低,投用后可显著提高热利用率,节省能源,保证调质工艺指标满足生产要求。