

# 基于 OPC 技术的 DMC 算法在甲醇汽油调配过程中的应用

师亚娟<sup>1</sup>, 李峰涛<sup>2</sup>, 张顺星<sup>1</sup>

(1. 陕西工业职业技术学院 电气工程学院, 陕西 咸阳 712000; 2. 陕西西安供电局, 西安 710032)

**摘要:** 甲醇汽油调配过程中存在大量的大惯性、强耦合、纯滞后等问题, 常规控制算法很难达到良好的控制效果; 动态矩阵预测控制 (DMC) 算法通过模型预测、在线滚动优化和误差校正等环节, 在没有精确模型的情况下能够实现良好的控制性能, 因而提出一种 OPC 技术和 MATLAB OPC 工具包间进行通讯并实现 DMC 调配控制策略; 将该算法应用到某石化有限公司的甲醇汽油调配控制系统过程中, 结果表明此控制系统具有控制精度高、强抗干扰性、鲁棒性强等优点。

**关键词:** 甲醇汽油; OPC 技术; PLC; 动态矩阵; 预测控制

## Application of DMC Algorithm in the Methanol—Gasoline Mixing Process Based on OPC Technology

Shi Yajuan<sup>1</sup>, Li Fengtao<sup>2</sup>, Zhang Shunxing<sup>1</sup>

(1. Department of Electrical Engineering; Shaanxi Polytechnic Institute, Xianyang 712000, China;

2. Xi'an Power Supply Bureau, Xi'an 710032, China)

**Abstract:** In the process of deployment of methanol—gasoline existed the problem of large inertia, time delay, strong coupling and uncertainty, the conventional control algorithm is difficult to achieve good control effect. DMC algorithm be used through model predicts, online rolling optimization and error correction etc, when there is no accurate model case, it can achieve good control of the control performance. Therefore, this paper proposed a dynamic matrix predictive control method based on OPC technology and MATLAB OPC Toolkit. This results show that the proposed control system has high control accuracy, strong anti—interference ability, strong robustness.

**Keywords:** methanol—gasoline; OPC technology; PLC; dynamic matrix; predictive control

## 0 引言

随着石油资源的减少, 汽油的消耗量不断增大, 环境保护的呼声不断高涨, 寻找清洁能源的要求日趋迫切。甲醇汽油调配是一个复杂的多变量非线性过程, 具有大时滞、强耦合、不确定性强等, 调配结果往往不能保证最优。如何实现高精度、高效率的调配是生产甲醇汽油的关键环节。工控领域大多采用有集散控制系统 (DCS)、现场总线控制系统 (FCS) 等, 其核心部分是 PID 控制, 无法较好地解决现代工业生产中的新问题。文中提出一种基于 OPC 技术实现 DMC 算法的控制策略, 具有适应性强、响应速度快、超调小、调节时间短和鲁棒性强等优点, 充分发挥了矩阵计算语言简洁、高效的优点。

## 1 控制原理

### 1.1 DCM 算法

DMC 算法是一种基于对象阶跃响应的预测控制算法, 适用于有时滞、开环渐近的非最小相位系统, 对系统的模型要求不高, 而且具有在线滚动优化、反馈校正的特征使得控制效果优于其他算法。预测模型原理图如图 1 所示。

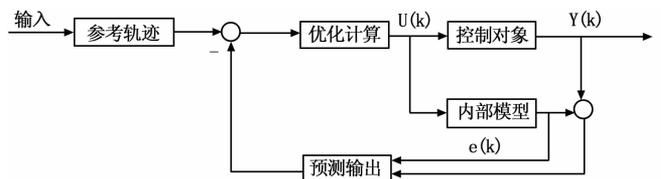


图 1 预测模型原理图

### 1.2 硬件组态

某石油化工有限公司甲醇汽油控制系统共有原料储罐和调和储罐计 16 座、甲醇汽油配比和罐区监控管理控制系统 1 套 (包括 2 条在线调和控制系统), 汽车定量发油控制系统 1 套。该项目中 16 个罐区要求全部设置液位报警; 罐区、调和区、发油区要求设置可燃气体浓度超限报警; 对汽油、甲醇和添加剂 3 种液体实现按照比例进行自动调配控制。如图 2 所示。

(1) 由于 S7-400 的 CPU 处理速度较 S7-300、200 快, 具有冗余功能存储容量大、I/O 扩展功能强、运行速度快、通信能力强、现场级通讯连接性能好等特点, 选用主控制模块为 CPU412-1。

(2) 将液位传感器, 压力传感器, 温度传感器, 浓度传感器采集的信号作为模拟信号输入, 传感器输出的 4~20 mA 标准电流信号传送给 PLC 系统的模拟量输入通道, 最大阻抗为 250 Ω, I/O 模块能直接连接二线制变送器, 而不采用电压分配器方式, 选用模块为 SM331/AI8。

收稿日期: 2014-03-10; 修回日期: 2014-04-13。

作者简介: 师亚娟 (1979-), 女, 陕西咸阳人, 硕士, 讲师, 主要从事自动化生产线方向的研究。

(3) 数字量输入为阀门开度状态反馈, 选用模块为 SM321/DI8。

(4) 模拟量输出为阀门开度控制, 驱动回路阻抗大于 750 Ω 的负载能力, 选用模块 SM332/AO4。

(5) 数字量输出为控制泵的启停, 用电隔离输出, 隔离电压 ≥ 250 V, 选用模块为 SM323/DO16。

(6) PLC 系统的供电系统为 PS407 是西门子公司为 S7-3400 专用的 24 V 直流电源, 电源模块的输出功率必须大于 CPU 模块、所有 I/O 模块、各种智能模块的消耗功率之和, 并且要留有 30% 左右的余量。选择供电模块为额定电流是 4 A 的 PS407 模块。

(7) 采用工业以太网通讯处理器 CP443-1, 直接将 S7-400 集成到 100 Mbit/s 的工业以太网中, 通过工业以太网直接调试, 即不需要现场 PG。

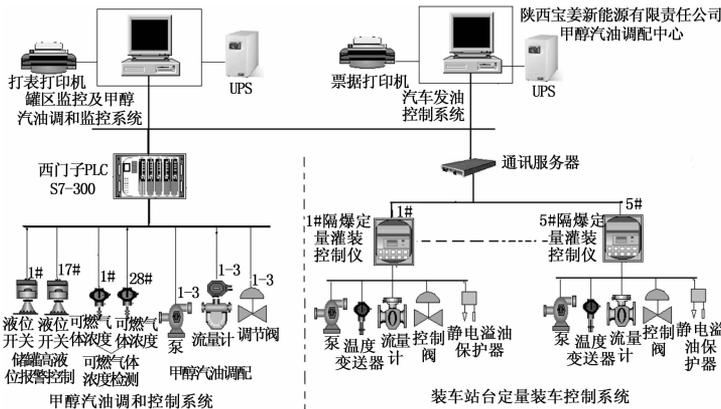


图 2 甲醇汽油调配控制系统

### 1.3 软件设计

下位机组态采用西门子的 STEP7 V5.4 SP2 编程软件。STEP7 支持梯形图、语句表、GRAPH 等多种标准编程语言, 内置多种工业控制标准化模块能采样、滤波、运行控制算法等, 能将各个分站和智能型现场设备连接到同一个通讯网络中。通过 MPI 网络将组态信息和程序下载到 PLC 后运行控制实际现场设备。

上位机采用 WinCC V7.0 SP2 版本开发平台组态人机界面。WinCC 不仅包含西门子所使用的通讯协议驱动, 还支持众多通用协议, 这些驱动程序可以方便地实现上位机与下位机进行数据传输。主要包括控制画面、报表打印、流量累计记录、可燃气体超限报警、历史趋势等。

### 1.4 DMC 算法的实现

该项目中控制对象是电动阀门, 其阶跃响应参数简单, 易于获得 DMC 算法的模型向量。若模型失配时, 可获得无静差控制。在甲醇汽油调配控制系统中, 汽油、甲醇、添加剂分别是独立的流量调节系统, 给定值是通过计算机输出, 采用流量计监测管道流量计算瞬时流量, 调节阀开度调节各管道物料的分流速度, 达到比例调节控制的目的。

## 2 OPC 技术与 MATLAB 的实现

OPC 是开放式的标准接口, 有可移植性强、代码可重复利用率高、开发难度小等优点, 能够较好地实现异构系统间的

通讯。首先下位机对现场设备的数据进行采集, 将数据传送到工程师站的装组态软件 WinCC6.0 和 MATLAB7.0 中, 把 WinCC 作为 OPC 的服务器, MATLAB 作为 OPC 的客户端。WinCC 接收来自现场控制级的数据将这些数据传送到 MATLAB 中对数据进行 DMC 算法仿真与分析, 将仿真结果通过 OPC 反馈到 WinCC 中分配到各个执行器中, 得到最优控制方案, 实现对现场设备的实时控制。如图 3 所示。

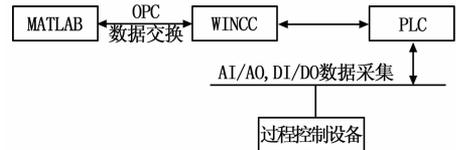


图 3 MATLAB 与 PLC 实时过程控制示意图

两者间的通讯流程: 首先自建 OPC 服务器对象, 客户端 MATLAB 在服务器中添加组对象、项对象, 对 WinCC 数据项进行读/写操作, 直到要结束读/写操作, 断开连接, 清除数据项、组、服务器对象, 结束通讯, 否则继续对 WinCC 数据项进行读/写操作具体流程如图 4 所示。

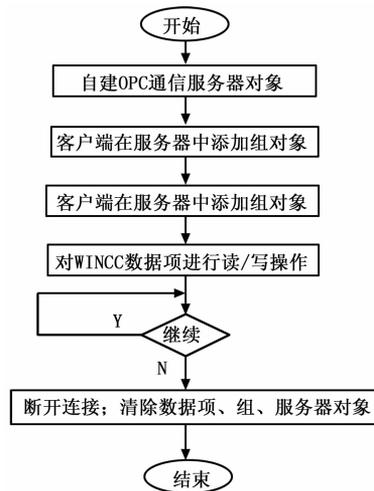


图 4 MATLAB 与 WinCC 通讯流程图示意图

## 3 DMC 算法验证

### 3.1 参数设定

每一时刻, 确定从该时刻起的  $M$  个控制增量  $\Delta u(k), \dots, \Delta u(k+M-1)$  使得被控对象在其作用下: 未来  $P$  个时刻:

$$\tilde{y}_M(k+i/k) \rightarrow w(k+i) \quad (1)$$

$k$  时刻优化性能指标 (惩罚跟踪误差与调节幅度):

$$\min J(k) = \sum_{i=1}^P q_i [w(k+i) - y_M(\tilde{k}+i/k)]^2 + \sum_{i=1}^M r_i \Delta u^2(k+i-1) \quad (2)$$

式中, 优化时域  $P$ , 误差权矩阵  $Q$ , 控制时域  $M$  和控制权矩阵  $R$ ,  $q_i, r_j$  为权系数, 表示对跟踪误差及控制量变化的抑制。

### 3.2 仿真试验

被控对象传递函数为:

