

多配方混杂生产过程的数据协调控制

刘全玺, 卢佩, 杨伟明

(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配制过程的特点, 提出应用关系数据库来解决浸润剂配方数据和生产工艺信息的数据协调问题, 并给出三维配方数据库的具体实现方法. 通过对配方数据库的分时和分组访问方法, 实现人工操作/自动操作原料信息的分离传送与控制; 采用人工并行操作、自动控制系统串行工作的模式, 可满足多配制罐、多配方混杂生产的需求. 实验表明, 系统具有运行稳定、控制灵活、控制精度及生产效率高等特点.

关键词: 浸润剂; 配方数据库; 协调控制

中图分类号: TP273

文献标志码: A

文章编号: 1672-6510(2012)01-0071-04

Data Coordination Control of Multi-Formula Mix Production Process

LIU Quanxi, LU Pei, YANG Weiming

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

Abstract: In view of the characteristics of the glass fiber film-forming agent preparation process, relational database application was proposed for the integration of the film-forming agent formulation data and the manufacturing process information data integration, and three-dimensional formula database implementation was given. Information about raw materials of manual/automatic operation was separated and transmitted through the recipe database for time-sharing and grouping access techniques. By artificial parallel operation, the automatic control system serial working model can be formulated to meet the production requirements of multi-tank and multi-formula mix. Experiments show that the system is stable and flexible, and has high control accuracy and production efficiency.

Key words: film-forming agent; formula database; coordination control

计算机技术与自动控制技术的发展为基于配方的自动化生产控制系统的实现提供了可能. 目前在医药、食品、化工和冶金等领域中, 已有一些企业利用配方管理系统实现了生产过程的自动化控制, 不仅提高了产品质量, 同时也极大地提高了生产效率. 陈庆文等^[1]利用组态软件实现了间歇过程计算机控制系统的配方管理, 实现了多配方生产的数据管理功能; 陈光军^[2]利用工控机和可编程控制器(PLC)实现了饲料配料自动化生产线的设计功能, 在减轻了工人劳动强度的同时, 也提高了生产效率; 刘建国等^[3]针对中药的包装与调剂, 提出利用计算机实现中药调剂配方自动化的设计思路; 张迅等^[4]设计了基于微机控制的饲料加工系统, 通过输入固定的生产配方, 利用

计算机控制实现饲料加工过程的自动化. 上述设计均能够满足相关领域的自动化生产需求, 给出了计算机控制系统的设计方法. 但对于诸如玻璃纤维浸润剂的配制这样复杂的生产过程控制, 则还需要根据其生产特点, 研究和解决多配制罐、多品种混杂生产的协调与控制、生产过程中自动操作和人工操作的协调处理等问题. 解决配方数据与生产工艺数据相互协调、生产过程中各配制罐间的控制等问题, 成为浸润剂配制系统自动化改造的重点和难点.

浸润剂的生产过程涉及到多种原料的化学反应, 配制工艺复杂, 任何一个环节出现问题, 都会导致最终的产品严重质量问题. 浸润剂的生产特点可归纳为^[5-6]: (1) 浸润剂的配方种类多, 需求量较

大,适合于多配制罐并行生产;(2)所用原料大部分属于高黏度物质,原料使用量差别比较大,原料称量精度要求较高,适合于人工/自动混合称重方式;(3)原料的处理方式不同,有些原料需要进行热水溶解、预乳化、稀释等操作,适合于人工/自动混合操作模式;(4)生产过程中涉及多种原料之间的化学反应,要严格控制其投料顺序及投料间隔时间。

针对浸润剂配制过程的特点,在进行系统设计时应考虑:构建配方数据库应解决配方数据和生产工艺的协调问题;多配制罐混杂生产的协调控制方法;人工操作和自动操作的控制及人机交互等问题。本文以河北金牛玻纤公司的浸润剂自动化改造项目为背景,构建了基于三维配方数据库协调控制的浸润剂配制系统。

1 浸润剂配制系统的构成

浸润剂配制系统包括生产过程监控系统和自动化控制设备两部分,设计要求4个配制罐共享一套控制系统。由于浸润剂生产需要采用人工/自动混合操作模式,多配制罐混杂生产须采用串行和并行相结合的方法进行,即自动控制设备只能以串行模式工作,人工操作可以以并行模式工作。

生产过程监控系统是以PLC为主站的3层网络系统,如图1所示。

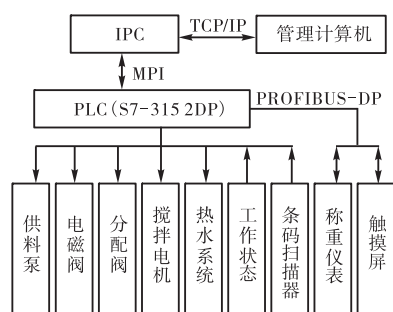


图1 监控系统框图

Fig.1 Block diagram of supervising system

监控系统由管理计算机、监控计算机(IPC, 研华工控机)和PLC(S7-315 2 DP)构成。管理计算机通过以太网实现配方数据库的管理及生产过程数据的二次处理;IPC作为数据库服务器,完成配方数据调用、生产任务调度、生产过程监控及生产数据存储等功能;PLC为系统的控制核心,通过接口模块和总线完成系统的数据采集与控制任务;触摸屏可用于生产过程的人机交互。

2 三维配方数据库的设计

2.1 浸润剂生产配方的复杂特性

浸润剂配制系统是以生产配方作为主线实现生产过程的协调与控制功能,这就要求生产配方数据应该包括配方组分信息和配制工艺信息。组分信息指该配方的原料组成及各种原料的基准用量;配制工艺信息包括各种原料的处理方式,如稀释水量、预处理方式、投料顺序和投料间隔时间等信息。一个完整的浸润剂配方集可以采用图2所示的3层结构进行描述。

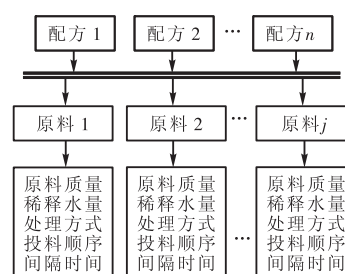


图2 浸润剂配方库的层次结构

Fig.2 Hierarchy of film-forming agent formulary

假设浸润剂配方集中包含 n 个配方,每种配方由 j 种原料组成,在配方中每种原料又具有 k 个属性,如原料使用质量、是否需要稀释及所需稀释水量、对原料的处理方式(包括人工/自动方式、缓慢加入、直接加入、预乳化、热水溶解、热水温度)、投料顺序以及投料的间隔时间等。浸润剂配方集可视为一组嵌套式的结构体数据,如果全部采用结构体变量来描述,一个完整的配方集则需要使用 $n \times j \times k$ 个变量。当 n, j, k 的数值较大时,所需的变量数量也会增加很多,这将造成计算机系统资源的严重浪费,同时也给应用程序的编写带来一定难度。另外对于一些组态软件,过多地使用变量将会带来软件购置成本的显著提高。

2.2 三维数据库的构建

关系数据库具有数据共享性高、冗余度低、数据结构化、数据操作容易等优点,已被广泛应用于自动化控制系统。在本设计中,利用微软公司的SQL Server 2000数据库开发平台设计三维配方数据库,将浸润剂配方中的生产工艺参数和原料配比关系有机结合,实现浸润剂配方集的完整表达。

按照第三范式(3NF)原则^[7],将浸润剂配方数据库划分为原料表、配方名表和配方表3个基表。原料

表用于保存每种原料的固有信息, 主要用于原料的管理和配方的管理; 配方名表存储所有配方的名称及各个配方的固有信息, 主要用于提高配方名称检索和查询的效率; 配方表则包含了浸润剂配方的详细信息, 该表的每一行代表某一个配方中某一种原料的具体信息, 每列则描述了该原料在该配方中的具体属性。

选择配方数据库中 3 个数据基表的相关字段, 构成图 3 所示的配方数据库视图。通过视图将 3 个数据基表的数据和信息有机地融合为一体, 形成一个完整的配方数据集。

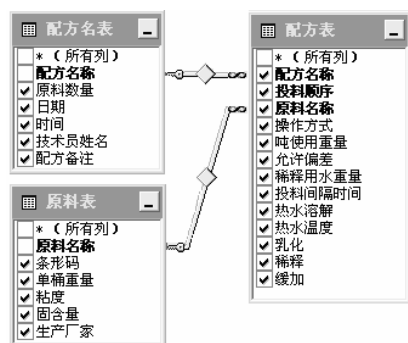


图 3 浸润剂配方视图

Fig.3 View of film-forming agent formula

2.3 建立主键及索引

建立主键和索引的目的是强制数据表的完整性和数据访问的高效性。基于数据的唯一性, 本设计中“原料表”的主键为原料名称; “配方名”表的主键为配方名称; 在“配方表”中则选择配方名称、原料名称和投料顺序这 3 个字段一起作为组合主键。这是因为在配方表中, 单独从配方名称、原料名称及投料顺序这 3 个字段的数据来看, 均有可能出现重复数据, 即每个配方由多种原料组成; 不同配方中可以使用同一种原料; 同一配方中也可能出现分次重复使用同一种原料的可能; 不同的配方中存在相同的投料顺序。但是将它们组合起来, 则可以保证某种原料在某种配方中的投料顺序一定是唯一的, 因此在配方表中宜采用组合主键。

2.4 创建关系

设计中选择原料表的主键(原料名称)作为外键, 与配方表中的原料名称建立关系; 选择配方名表中的主键(配方名称)作为外键, 与配方表中的配方名称建立关系。通过关系, 可以确保配方表中的配方名称存在于配方名表中, 配方表中的原料名称存在于原料表中, 否则系统会提示存在错误; 如果将配方名表中的某个配方名称删除, 则配方表中该配方的所有信息也被自动删除, 如果删除了原料表中的某个原料, 则

在配方表中包含该原料的配方信息也被自动删除。

3 混杂生产过程的协调控制

浸润剂配制系统采用了一对多的工作方式, 且在生产过程中采用人工/自动的混合操作模式进行。因此, 浸润剂配方数据的提取与下载就显得尤为重要, 它决定了生产过程的控制方式及配制的工作效率。浸润剂配制系统监控软件使用北京亚控公司组态王软件开发, 组态王软件包含了 SQL 访问管理器和一系列用于访问数据库的 SQL 函数, 可对配方数据库进行灵活操作。

3.1 生产任务的设置

在监控软件中为每个配制罐设计了独立的生产设置画面, 在画面中设有自动控制设备的布局图, 由 18 个原料位置和 6 个称重罐构成。系统实时显示每个位置的状态信息: 每个位置上是否有原料桶存在, 所放置的原料名称, 剩余质量, 以及每个位置的原料可以使用哪个称重罐进行称重等信息。用户可以根据该实时信息进行生产设定, 增加了系统的灵活性和自适应性。

3.2 配方数据的分发

为解决多配制罐并行生产与自动控制系统之间一对多的矛盾, 浸润剂配制采取自动操作串行工作、人工操作并行工作的模式进行。在 PLC 的数据块中划分了 5 个数据区, 用于保存配方数据。人工操作是并行的, 故 4 个配制罐需要设置 4 个人工操作数据区, 它们彼此之间是独立的; 由于自动操作是串行的, 在某一时刻只能供某一配制罐单独使用, 因此自动操作数据区只需要设置一个区, 供 4 个配制罐轮流使用。

生产任务设置完成后, 监控程序提取出人工配制原料的信息, 根据用户设置的配制总量进行理论计算后, 将信息下载到 PLC 中相应的人工操作原料数据区中。PLC 根据这些信息进行生产的流程控制, 同时相关的原料操作信息也被传递给触摸屏终端。工人按照触摸屏上显示的流程进行操作, 包括注水、搅拌、原料称重、预处理、投料等操作信息。

设置完生产任务后, 自动操作的原料信息并没有立即下载到自动操作原料数据区中, 因为 PLC 中只为自动操作原料分配了一块公用数据区, 过早下载会产生数据覆盖的问题。因此将这些信息暂时保存于内存中, 由操作员根据生产需求选择相应配制罐的自动操作原料信息进行下载; PLC 根据接收的信息启

动自动控制系统工作. 自动控制系统的操作包括管路切换、称重罐注水、搅拌电机的启/停、取料泵的启/停、称重罐的计量、排料阀和清洗阀的开/关等操作.

3.3 人工操作与自动操作的启动

系统为人工操作设置了两块触摸屏, 两个配制罐共享一块触摸屏, 可以通过任务切换选择某一配制罐的生产. 当生产设置完成后, 用户可随时在触摸屏上启动生产任务, 允许4个配制罐同时进行生产.

自动控制系统的启动则是有条件的. 其约束条件是: 已经启动该配制罐的人工操作, 且自动控制系统处于空闲状态. 若某个配制罐正在占用自动控制系统, 则所有配制罐的“自动原料下载”均处于不可以选中的状态, 直至自动控制系统再次处于空闲状态. 从而保证在某一时间内自动控制系统只能隶属于某一个配制罐.

4个配制罐允许同时生产4种不同的配方, 工作方式为人工并行操作、自动控制系统串行工作, 实时运行画面如图4所示.



图4 浸润剂配制系统混杂生产过程画面

Fig.4 Image plane of mix production process of film-forming agent

4 结 语

通过建立三维配方数据库, 将复杂的浸润剂配方中原料配比关系和生产工艺参数进行有机结合; 利用监控计算机和触摸屏的人机交互, 实现生产过程的协调控制; 通过对配方数据库的分时和分组访问, 并利用 PLC 对生产过程的高效控制, 实现了多配制罐、多配方混杂生产过程的自动控制功能.

实践证明, 该系统可以较好的完成生产任务, 配制出的浸润剂产品质量稳定、均一, 达到预期的设计目标. 该系统可以为多配方混杂生产控制的其他工业领域提供参考.

参考文献:

- [1] 陈庆文, 郭利进, 李胜光, 等. 间歇过程微机控制系统配方管理的实现[J]. 自动化与仪表, 2010(6): 29-31.
- [2] 陈光军. 饲料配料自动化生产线的设计与实现[J]. 微计算机信息, 2005, 21(5): 42-43.
- [3] 刘建国, 刘青容. 包装标准化与调剂配方自动化[J]. 世界科学技术: 中药现代化, 2001, 3(1): 49-51.
- [4] 张迅, 古江汉, 许洋. 微机在饲料加工生产过程控制中的应用[J]. 化工之友, 2006(2): 25-26.
- [5] 丁权. 关于浸润剂的几点评述[J]. 玻璃纤维, 2006(5): 42-43.
- [6] 刘全玺, 卢佩, 李智辉. 基于数据协调的复杂配方生产控制的研究[C]//张钟华. 2009 全国虚拟仪器大会论文集(二). 北京: 仪器仪表学报杂志社, 2009.
- [7] 郭忠南, 孟凡荣. 关系数据库性能优化研究[J]. 计算机工程与设计, 2006, 27(23): 4484-4486.

责任编辑: 常涛