

典型流程工业管控一体化系统设计*

Design of the typical process industry integration system of management and control

郝海亮 王建中 薛安克 (杭州电子科技大学自动化学院 浙江杭州 310018)

摘要:管控一体化思想是伴随着自动化和信息化建设的发展与边缘学科结合而出现的一种新理念。管控一体化系统不仅可以有效地控制成本创造效益,而且,更重要的是进行灾害的预防和控制。该文重点设计了典型流程工业管控一体化系统的总体结构,并分别阐述了流程工业制造执行系统 MES、模拟控制对象和过程控制系统 PCS 网络层的设计方法,以及相关软件。

关键词:管控一体化 流程工业 MES PCS 网络

1 引言

流程工业是指通过分离、混合、成型或化学反应使成生产材料增值的行业,其生产过程一般是连续的或成批的,需要严格的过程控制和安全性能措施,具有工艺过程相对固定、生产周期短、产品规格少但批量大等特点,主要包括化工、冶金、石油、电力、橡胶、制药、食品、造纸、塑料、陶瓷等行业。流程工业企业在国民经济中占主导地位。流程工业的发展状况直接影响国家的经济基础。目前我国流程工业企业普遍存在着能耗大、产品质量差、生产过程工艺落后、自动化水平低、管理水平低、信息集成度低、综合竞争力弱等现状^[1]。为了解决这些困难,管控一体化已成为流程工业自动化发展的必然趋势。

管控一体化系统是将先进的工艺装备技术、现代管理技术、先进控制与优化技术和计算机网络技术相结合,将企业的生产过程控制、优化、运行、计划与管理作为一个整体进行控制与管理,提供整体解决方案,以实现管控一体化。为了提高流程工业竞争力,管控一体化系统已受到发达国家的高度重视,被列入这些国家的重点高技术发展计划。我国也加快了对管控一体化系统的研究。该文设计的是一种典型流程工业管控一体化系统——制药流程工业管控一体化系统。

2 典型流程工业管控一体化系统总体结构设计

典型流程工业管控一体化系统设计主要包括三部分: MES 层、控制对象系统、PCS 网络控制层。该系统的总体结构示意图如图 1 所示。

流程工业 MES 的含义是:在获取生产流程所需全部信息的基础上,将分散的控制系统、生产调度系统和管理决策系统等有机地集成起来,综合运用自动化技术、信息技术、计算机技术、生产加工技术和现代管理科学,从生产过程的全局出发,通过对生产活动所需的各种信息的集成、集控制、监测、优化、调度、管理、经营、决策于一体,形成一个能适应各种生产环境和市场需求的、总体最优的、高质量、高效益、高柔性的现代化企业综合自动化系统,以达到提高企业经济效益、适应能力和竞争能力的目的。针对流程工业的特点, MES 可采用开放性的、柔性的、可扩展的、模块化的、面向对象和应用的基于知识的体系结构。

控制对象的设计是系统设计中非常重要的一环。基于 MES 上层管理系统特点及要求,针对 MES 上层软件应用的典型流程工业自动化模拟控制实验对象系统必须满足以下特点:(1)针对 MES 上层软件特点设计系统,使其功能在模拟控制实验对象系统上得到充分发挥与应用。(2)全面提供各类不同信号的工程化一

* 基金项目:财政部支持的先进控制实验室建设项目。项目名称为“典型流程工业自动化控制系统”。

次检测传感器,PCS 控制层远程 I/O 单元类型多样化。
 (3) PCS 网络控制层要体现控制领域的前瞻技术:现代企业生产过程自动化的信息化、数字化、网络化技术。包括现场总线系统、e 网到底控制系统等,衬托财政部重点支持实验室的先进性。(4)以美学的角度且不失工程化概念,审视、打造典型流程工业自动化模拟控制实验对象系统。(5)强调典型流程工业自动化模拟控制实验对象系统安装施工的工程化要求。

现场总线控制系统和 PLC 可以配置专门的监控软件。PCS 层是生产过程产生的信息的来源地,是 MES 层知识应用的基础。

3 流程工业制造执行系统(MES)模型设计

根据流程工业的特点和应用需求,MES 模型需包含以下主要功能模块:数据采集系统、批量管理系统、生产成本管理系统、生产调度系统。

3.1 数据采集系统

MES 具有良好的开放性,可以和不同厂家的 DCS 进行数据整合,形成统一的数据采集系统。该系统包括过程数据接口、实时数据库、过程数据分析工具、过程可视化组态工具等,负责现场实时数据的采集、存储、归档、维护、报警生成、事件记录、时间同步等,支持 ODBC 接口、OPC 接口、设备通信驱动。管理人员能在同画面、趋势、报表中集中得到生产工艺上相互关联但又分散在不同 DCS 系统中的信息,便于对比、分析、跟踪、监视,有利于全面地系统地把握全厂生产状况。

3.2 批量管理系统

批量管理系统主要包括配方管理和批量生产管理。配方管理是指通过从过程模型中选择过程来创建配方,对主配方(与设备和路径无关)和生产运行动态控制配方(与设备相关)进行管理,并自动计算出物料需求和配料数据。批量生产管理系统是指完成工序至工序的材料跟踪,批量记录和报表,实现生产记录自动化,提供完整的批量生产过程的历史记录,提高生产灵活性和可跟踪性,提供完整的生产记录和材料的来龙去脉。批量管理系统目前主要应

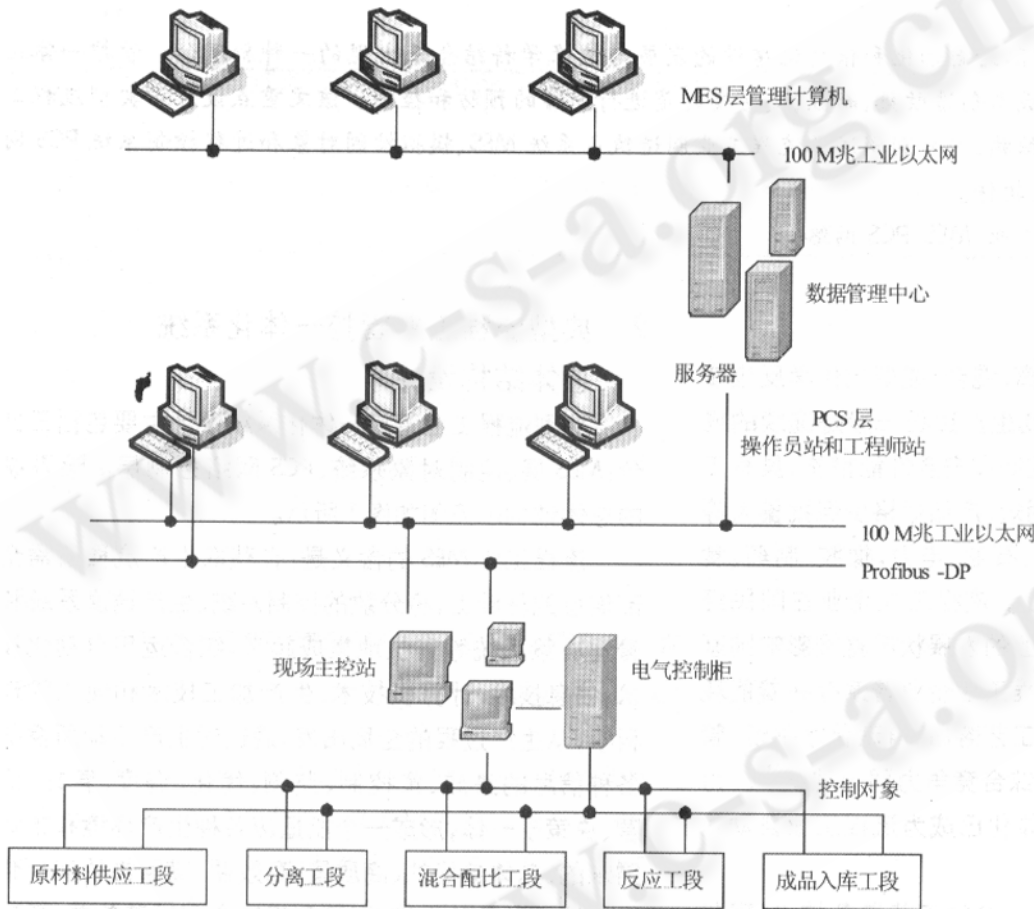


图 1 典型流程工业管控一体化系统结构图

PCS 一般包括基础自动化系统和过程自动化系统,主要的组成有:传感器和仪表以及进行数据采集与控制、数据预处理、过程监控等的计算机系统。常用的控制设备有:PLC、DCS、现场总线控制系统。利用基础自动化装置与系统可以对生产设备实现自动控制,对生产过程进行实时监控,采用先进的控制技术,如:鲁棒约束多变量预测控制技术、多变量 APC 技术、智能解耦控制技术以及优化过程控制技术等,可以对过程控制系统进行优化设定,实现生产过程的优化控制^[2]。

用于制药、冶金、精细化工、饮料、食品等批处理行业。

3.3 生产成本管理系统

生产成本包括直接生产成本(物料、能源消耗)、工资成本和设备折旧及管理费用。生产成本管理系统是指利用实时数据动态地监控生产成本,使成本控制发生在生产过程中,而不是在生产完成后,以达到降低成本的目的。生产成本管理系统与企业资源管理中静态的资产管理相连接,可以对生产过程的中间库存和中间产品的动态信息进行管理,提供成本和物流控制与管理的信息支持。生产成本管理系统使成本可以落实到每个班组或个人,直接将生产成本与员工的利益挂钩,可以提高员工的责任心和积极性。生产成本管理系统使决策者对生产消耗非常清楚,可以及时发现成本的变化,对市场销售及及时响应,在保证盈利的情况下,提高产品的竞争力。生产成本管理系统还可以根据历史数据制定出合理的标准成本。

3.4 生产调度系统

生产调度系统是制造执行系统的核心,是管理层与过程控制层之间的纽带。它一方面对来自 ERP 的产品生产计划信息在企业生产能力和外部资源约束下进行细化、分解,将产品计划指令转化为生产指令,并传递给控制层;另一方面,它又可以整合分析处理过程基础数据,控制生产作业计划的执行,将资源利用情况、库存情况准确及时地反馈给企业计划层。生产调度系统提供以实时数据库为基础的生产调度平台,为生产调度人员提供强大的辅助调度功能和全面的生产监控及报表功能。

4 控制对象系统设计

该控制对象系统包括五个工段的流程对象:

(1) 原料供应工段。该工段的功能是自动控制从总储料罐到蒸馏水罐和原料罐 1~2 的进料;自动控制测量蒸馏水罐和原料罐 1~2 的进料量及存量。

该工段的组成有:蒸馏水罐、原料罐和检测控制一次传感器。

(2) 溶配反应工段。该工段的功能是自动控制蒸馏水罐和原料罐 1~2 中的原料分别进入两个溶配罐进行原料的溶解;自动控制两个溶配罐的输出分别按一定的配比关系进入三个反应罐;自动控制测量混合配比、反应罐进料量、存量及发酵反应时间、反应温度。

该工段的组成有:溶配罐、反应罐、电加热锅炉和检测控制一次传感器。

(3) 中间体存储工段。该工段的功能是自动控制反应罐 1~3 的输出可分别独立进入六个半成品中间体存储罐,自动控制测量六个半成品中间体存储罐 1~6 的进料量及存量。

该工段的组成有:混合配比液储罐和检测控制一次传感器。

(4) 稀配工段。该工段的功能是自动控制六个中间体存储罐的半成品分别进入三个稀配罐进行稀析配比,自动控制测量三个稀配罐的进料量及存量。

该工段的组成有:稀配罐和检测控制一次传感器。

(5) 成品仓库。该工段的功能是自动控制测量从三个稀配罐进入成品罐 1~3 的成品量、成品罐 1~3 的存量及出库量。

该工段的组成有:成品库存及存储储罐和检测控制一次传感器。

5 PCS 网络控制层设计

5.1 PCS 网络控制层系统结构

PCS 网络控制层主要包括三部分:基于西门子 S7300PLC 的流程工业生产过程控制模拟对象上位控制系统、PCS 控制系统控制柜、流程工业生产过程控制系统(包含现场总线仪表系统)控制对象。其系统结构图如图 2 所示。

5.2 基于西门子 S7300PLC 的流程工业生产过程控制模拟对象上位控制系统

该系统分为四层:

- 第一层为现场对象层:(包含模拟量检测、控制装置;现场总线检测仪表)。

- 第二层为 I/O 模块层:(包含模拟量 A/I、A/O、D/I、D/O 模块)。

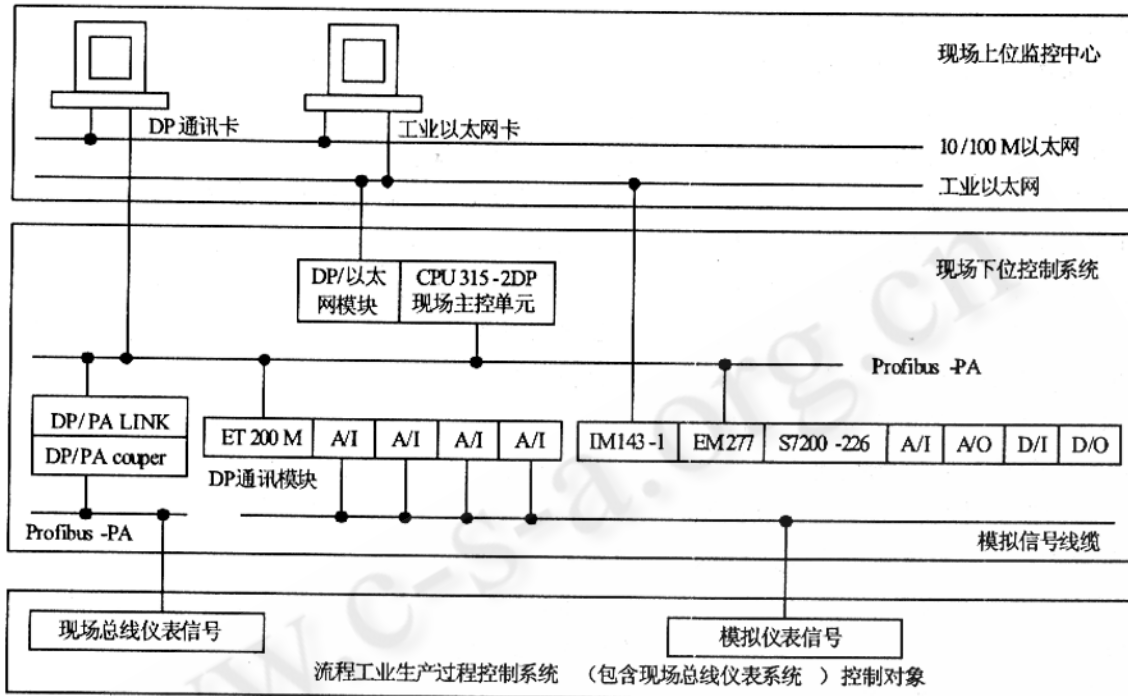
- 第三层为 S7300 现场主控控制层:采用西门子 S7300-315-2DP 系统作为主控单元,下挂三个从站单元,主控单元同上位监控计算机既可采用 Profibus-DP 总线通讯模式连接,也可采用工业以太网通讯模式与安装了 InTouch(过程可视化组态软件)的上位控制机相通讯。

- 第四层为计算机监控管理层:PCS 控制系统的上位监控计算机能够通过数据中心同 MES 网络控制层进行相互数据交换。MES 网络控制层的数据中心服

务器可以从 PCS 控制系统的上位监控计算机里读取所需的生产过程产生的信息。

位控制软件和上位监控软件。

下位控制软件软件包括 S7200 MICROWIN V3. 2、



STEP7 V5. 1 和 SIMATIC NET V6. 2 等。该系统需要用到的下位控制程序包括 S7300PLC 和 S7200PLC 的控制程序。S7200 MICROWIN V3. 2 用来编辑 S7200PLC 的控制程序，而 STEP7 V5. 1 则用来编辑 S7300PLC 的程序。

上位监控软件主要包括

InTouch 和 Industrial SQL Server (InSQL)。InTouch 是过程可视化组态软件，能够通过数据中心同 MES 网络控制层进行相互数据交换。Industrial SQL Server (InSQL) 是实时关系型工程信息数据库软件，可以从 PCS 控制系统的上位监控计算机 InTouch 内的 I/O Server 里读取所需的生产过程产生的信息。Industrial SQL Server 是整个 Wonderware FactorySuite 软件包的核心，它和 InTouch 紧密集成在一起。

7 结束语

典型流程工业管控一体化系统不仅能够提高我国流程工业企业的经济效益、降低生产成本和增强企业的综合竞争力，而且可以对许多灾害进行预防和控制。

参考文献

- 1 苏宏业、刘传文等, 流程工业企业综合自动化整体解决方案, 电气时代, 2004(3): 18-21.
- 2 柴天佑、金以慧等, 基于三层结构的流程工业现代集成制造系统, 控制工程, 2002. 5, 9(3): 1-6.

图 2 PCS 网络控制层系统结构图

5.3 PCS 控制系统控制柜

PCS 控制系统控制柜包括: 标准工业控制电气柜、PCS 现场主控柜、PCS 上位监控计算机盘台柜。

- PCS 层现场主控柜。PCS 层现场主控柜采用标准工业控制 DCS 控制柜。其内安装: 西门子 S7300PLC 控制系统, 涡轮流量计流量积算变送仪表, 温度变送器, 可控硅移相调压器, 开关电源等过程控制弱电检测控制装置。强、弱电信号分离走线, 数字量输入/输出采用欧姆龙继电器进行信号隔离, 输入/输出端子采用魏德米勒子。

- 标准工业控制电气柜。标准工业控制电气柜内主要安装对象系统的强电控制装置, 包括: 启、停开关, 按钮, 继电器, 断路器等。

- PCS 上位监控计算机盘台柜。PCS 上位监控计算机盘台柜采用标准上位监控计算机盘台柜, 主要用于安放 PCS 上位监控计算机。

6 所需软件

典型流程工业管控一体化系统的软件部分包括下