

石油化工自动化中 FCS 控制系统的运用

于 萍

(中海沥青股份有限公司, 山东 滨州 256600)

摘 要 我国化工行业产品正在逐渐向生产规模化方向集团化发展, 行业自动化水平逐步提高, 自动化控制技术不断完善, 原有的控制技术已经难以满足生产和市场发展的需求。基于此, 本文针对石油化工自动化中 FCS 控制系统 (Fieldbus Control System) 的运用情况进行介绍和分析, 并基于目前国内外 FCS 控制系统发展现状, 为提高石油化工企业生产技术水平提供有益借鉴与参考建议。

关键词 FCS 控制系统; 自动化; 石油化工

中图分类号: TE65; TP27

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2023)01-0025-03

1 FCS 控制系统

1.1 FCS 控制系统发展与介绍

现场总线控制系统 FCS, 英文全称 Fieldbus Control System, 是将分散控制系统 (DCS) 与可编程序控制器 (PLC) 相结合逐渐发展而形成的新概念。PLC 与 DCS 都能建立起大范围网络系统, 在实际应用层面已有大范围融合。FCS 在兼具了分散控制系统与可编程序控制器的优点的同时, 还做出了全新的突破^[1]。

过去, 通常在网络控制系统中选择分散控制系统结构作为组件。但分散控制系统需要现场信号的点对点连接, I/O 终端与可编程序控制器或自动仪表往往不会放置在网络控制现场, 而是将其同时放置在控制柜中, 这需要铺设许多传输电缆用作传输信号, 并且铺设电缆时, 电缆线路复杂、所需材料成本和时间成本十分大, 并且用电缆进行传输会造成信号衰减、故障敏感性和维护不便, 又造成后期维护成本高昂, 基于现场总线控制系统 FCS 的控制系统能够完美地克服这些缺点。

现场总线控制系统利用现场总线控制和通信网络连接现场控制器与智能现场仪表设备, 实现数字分布式控制和双向通信, 是一个实时网络控制系统, 为管理层提供实时数据。

FCS 采用现场总线技术, 所有 I/O 模块都放置在工业区, 所有信号都由分布式智能 I/O 模块转换为标准数字信号。使用电缆 (两线或者四线) 连接现场的所有子站, 可以轻松地将现场信号传输到控制室内的监控设备, 从而达到降低成本、易于安装和维护且数字数据传输系统具有较高传输速率和较强抗干扰能力的目的。

FCS 是开放的, FCS 中所有软件和硬件都遵循相同标准, 它们的数据可互换, 易于更换。编程和开发工具完全开放, 可以使用计算机丰富的软件和硬件资源。

FCS 系统的基本结构是工业计算机或商用 PC、现场总线主接口卡、现场总线输入/输出模块、PLC 或 NC/CNC 实时多任务控制软件包、多态软件和应用软件。上位机的主要功能包括系统配置、数据库配置、历史数据库配置、图形配置、控制算法配置、数据报告配置、实时数据显示、历史数据显示、图形显示、参数列表、数据表达、数据输入和参数校正、控制操作定制、报警处理、错误处理、通信控制、人机界面等, 实现中央控制、分散风险、数据交换和完全开放控制的要求^[2]。

1.2 系统设计

FCS 对现场检测控制系统模块设计分析要求, 主要包括以下三个基本设计要求层次: 第一层要求是模块化现场自动检测分析仪表模块和系统执行器模块, 是集成在一级系统和其他常规仪表模块中的一种自动分析测试单元, 对生产过程现场存在的各种环境参数进行动态分析、研究和异常跟踪; 第二层是与其他石化生产测试设备模块和自动控制系统单元的连接; 第三层是通过控制数据的远程交互随时随实现自动应用。FCS 控制系统在具体运营中, 必须满足现场自动化系统生产控制全过程的动态监控、实时管理和现场管理任务, 必须符合远程现场计算机总线协议的具体规定或要求。

1.3 FCS 控制系统的运用

FCS 控制系统在很多现代企业都有着广泛运用, 自动通信控制系统在产品研发和实际应用中都起到巨大

作用。物理网络由低速度和高速度组成,低速最大速度是每秒31.25kbps,高速最大速度是每秒2.5Mbps/500m。低速总线有4个中继器,每个节点能够串联上最多可用32个节点。高速母线上的节点每一个节点内的最大可连接点数也可多达124个,满足对双向高速总线系统的传输能力要求^[3]。

从总线技术和运用、系统基本原理和硬件结构特点出发,现场自动化计算机总线综合控制系统技术继承、发展和完善了国内外大量成功运用的典型dcs/plc控制系统设备的最新技术成果。与其他类型的dcs/plc控制产品技术相比,系统技术能够迅速充分并有效安全地实现对现场及所有相关自动智能控制和设备系统的快速及实时数字化、智能化管理数字化和操作程序网络化^[4]。

2 石油化工自动化中FCS控制系统运用情况分析

2.1 现场总线网络控制系统

总线网络控制系统设计的主要思路是,考虑建立一个满足实时环境要求的实时交通系统。系统可以有效地传递和利用其他资源结构功能,以确保有效对控制系统的各种规划指标进行动态综合图像分析,并保证这些动态成像工具功能可以同时使用,实现对系统动态目标规划的独立控制。因此,有必要重点解决设计中的许多问题,如资源配置方法的选择、控制过程的优化调度等。考虑到未来石油化工系统和自动化系统行业的发展,对新一代FCS智能控制系统发展提出了更高的科技要求,智能控制系统技术在未来石化工业发展技术环境中的运用,要求至少需要同时具备满足以下关键自动控制装置技术能力的三项基本共性技术要求。

表1 模块数据标准

总线接口	ISA
串口个数	2
IRQ	2, 3, 4, 5, 7, 10, 11, 12, 15
I/O地址	0x0000-0xffff
数据位	5、6、7、8
停止位	1, 1.5, 2
奇偶校验	None, even, odd, space, mark
速度	50-115.2K(D102P)
	50-921.6K(C102, C102HI)

一是将现场所有需要与现场总线控制系统单元直接相连通的各类智能模块之间有效集成,以同时满足对多回路智能单元控制或指令实现联合与执行能力的各相关硬件要求。

二是FCS现场信息总线数据现场传输总线的两个主要业务类型包括现场无线数据直接总线传输接口和数据现场实时有线传输。面向连接的信息传输和交换方法又分为两类:通过请求和响应等较慢的信息交换,获得数据的传输方法和基于ddpu协议确定的信息传输和交换方法。链路活动由不同的有线网络传输和连接模式组成,可有效地确保整个FCS网络控制系统在网络中的高实时数据链路时间的同步。FCS循环规划控制系统中的循环控制设计过程,常常要求控制系统设计者根据一定数量的循环控制规划模型参数和设计算法,进行重新调整规划系统。基于对FCS周期性过程控制系统策划,在一次控制周期时间内,控制周期循环过程通常只能同时执行控制一次,整个循环控制的过程通常可以简单用下述两组三元组数据分别表示:

$$P_i = \{C_i, D_i, T_i\}$$

$$V_i \in [0, \dots, n]$$

三是通信所需的最小带宽之间必须有一个处理延迟,该处理延迟在时间上类似于系统可行性验证中确定的所有系统通信处理延迟,可以作为定量分析FCS可行性条件的主要技术基础。

2.2 实时控制需求和时间限制

FCS控制系统运行过程中受到工作时间条件和周期性条件的双重影响,处理过程应结合传感器驱动分解现场总线控制系统的运行时间限制,采用系统运行最坏情况下的实际系统启动时间。根据启动时间和占空比时间这判断来定量评价方法的效果。FCS在有时间限制条件的特殊情况条件下,要满足运动测量和运动控制等功能需求,必须要同时能够满足以下三个关键技术性能需求。

表2 变频器设置参数

参数	内容	设置
P0918	PROFIBUS地址	4
P0719	命令和频率设定值	0
P0700	快速选择命令源	6
P1000	快速选择频率设定	6
P0927	参数修改设置	15

首先,要保证在短短几毫秒内自动完成实时运

动学模型和空气动力学分析计算工作。

其次,将参考值的采样时间周期(毫秒)自动传输到网络自动控制系统上。

最后,确保网络控制系统的速率与闭环系统带宽的比率是 1:10。

控制与分析系统的周期性,运用以下总体公式:

$$P(s/a)=[C_j, D_j, T_j]$$

$$V \in [0, \dots, n]$$

结合运用上述这两个公式,对 FCS 控制系统正常工作运行周期中存在的时间、实际变化条件进行计算分析,结果表明,当任意一个传感器/系统驱动的控制测量过程超过系统设定的工作时间条件限制时,会受到软时间和超硬时间两种特殊条件影响。当 FCS 技术软件直接作用于影响控制系统程序正常稳定运行状态或运行超过系统时间限制值时,将直接影响整个系统 FCS 技术功能的实施效果,导致控制系统正常稳定运行或者功能失效^[5]。

2.3 FCS 时间视图

为了实现 FCS 实时系统的稳定运行模式,需要以全局时钟节点作为运行时间控制的基准。通过时间分步延迟的测试方法进行的可验证性测试发现,对于那些能够同时使用且具有连接至少 10 个或数个以上的时钟节点功能的 FCS,当系统同时使用轮询协议时,时钟节点之间产生的时间同步的延迟,很有可能小于了 10 个 μs 。当发现对其中某些特定运用 FCS 时钟节点时,可能对于缺少具有这些运用特殊物理时钟单元实时同步的功能时,可再进一步通过建立轮询模型完成分析和比较、评估与计算和系统实时运行仿真验证。

$$T_u < \frac{T_{d\max} - \delta D}{\delta}$$

其中, δ 是主时钟的漂移率,时钟的延迟时长是 D ,允许时钟漂移的最大值 $T_{d\max}$,修改周期的标准界限是 T_u 。如果时钟同步 $<10\mu\text{s}$ 的话,那么 $T_{d\max}=1\mu\text{s}$,则 $\delta=0.01\%$ 。而对应的 T_u 则为 10ns 。通过上述看出, FCS 使用时钟形式和其他无全局时钟形式,也必须满足全局时钟的同步和精度要求。目前实际运用于 FCS 控制系统中的逻辑时钟算法,主要方法有时间事件主站、事件计数方法和多逻辑时钟三种。

2.4 基于 FCS 和 DCS 的混合控制系统的研究和运用

作为集成智能控制系统技术的一项发展优势,可逐步将 FCS 及其集成控制器与整个现代 DCS 系统建设

有效深入结合,充分发挥两套集成完整的系统在现代计算机控制系统 I/O 综合总线系统的集成、网络技术集成系统运用中的相互协同作用。为了在未来尽快实现企业自动化管理生产过程和信息化的发展,在改造现有常规 DCS 控制器设备技术的基础上建设企业,通过对公司 DCS 设备控制或管理系统的自动化调整和升级,实现公司 DCS 自动控制系统设备的一部分能力。对比单设备运用的 FCS,改进 DCS 控制与 FCS 控制技术之间更大的技术兼容性。FCS 控制系统与 DCS 自动化系统的有效集成,可使生产现场控制设备通过现场总线接口同时与 HU 通信,现场总线 FIU 接口通过现场总线 I/O 连接直接与整个 DCS 现场的所有控制设备单元通信。这种新型嵌入式工业通信控制系统,完全能够快速满足项目自动化发展需求。

3 结语

目前我国计算机与自动化相关技术已经成熟,但在 FCS 自动控制系统方面,技术能力还不够完备,在开发运用上采用的操作流程亟待改进。同时,在推广过程中也出现了很多应用偏差的现象。为了能够更好地开展石油石化市场,应充分利用有关人力资源,将自动化进程再提升一个阶梯,逐步将石油生产与相关分控开发利用发挥到最大效力。对过去忽略的一些小问题继续进行研究攻关,推动石油石化生产自动化集成控制更加全面完善,将传统与现代化结合,将开发与控制放在同一水平线,有效发挥系统集成化控制技术能力,进一步推进石油石化生产行业可持续发展。

参考文献:

- [1] 刘耀武. FCS 控制系统的特点及在石油化工自动化中的运用探讨 [J]. 化工管理, 2020(15):81-82.
- [2] 林波. 现场总线控制系统 (FCS) 的应用技术探析 [J]. 石化技术, 2020,27(06):356-357.
- [3] 杨正发, 冷启林. 化工生产中 DCS 自动控制的运用 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2017,37(24):31-32.
- [4] 马鑫. 关于自动化控制系统在石油化工中的应用 [J]. 工艺与设备, 2015(18):87-88.
- [5] 张革. 自动化控制系统在石油化工中的应用 [J]. 自动化应用, 2011(03):77-78.