

精细化工过程控制技术及其发展趋势

曹 露

南京延长反应技术研究院有限公司 江苏南京 210044

摘 要: 随着生产技术和进步, 自动控制技术在化工生产过程中得到广泛应用。针对精细化工生产所具有的多品种、更新快、小批量且存在间歇性反应的特点, 分析了过程控制在精细化工生产过程中的应用及其未来的发展趋势。

关键词: 精细化工; 控制技术; 发展趋势

根据近几年来精细化工产品的生产和发展趋势, 预测其生产规模将逐年扩大, 且精细化工在化工行业中所占的比重也将逐渐增加。目前, 精细化工具有的批量生产的流程特点和复杂的生产过程特征也影响着自动控制技术的实现, 对化学工业控制技术的发展也产生了不利影响。产业技术的不断进步导致新化学产品的快速更迭, 并极大地影响了精细化工产品的实际市场需求, 最终决定了生产规模和生产能力的改变, 并且精细化工行业总体上具有明显的间歇性和半连续性特征。结合精细化工生产过程的特点, 提高精细化工产品生产的总体自动化水平至关重要。根据流程生产的需求, 可以从产品功能的综合控制, 自动化处理的生产控制, 与信息化有关的过程控制等方面, 科学地选择各种控制精细化工的过程的技术^[1]。

一、精细化工过程控制技术分析

1. 集成控制技术

过去的精细化工生产过程多为小规模间歇生产, 受制于技术水平及企业的经济水平, 往往会选择利用模拟仪表、数字仪表等就地仪表来进行信号检测、显示和报警, 由人工控制加料、调温和调压等生产过程的的操作。随着生产规模的增加及产品品种的多样性, 导致手动操作劳动强度的增加以及因人员操作水平的差异引起产品品质的不稳定。而在科技技术发展的作用下, 基于计算机技术的控制系统得到了较为广泛的应用。通过将显示屏幕作为操作界面, 集散控制(Distributed Control System, DCS)为控制层的控制系统应用于精细化控制, 能够使精细化工过程控制变得更好。控制系统功能的不

断丰富不仅为集成控制技术提供了更加广阔的发展机遇, 还能够促使整个生产流程的管控一体化^[2]。

2. 批量生产技术

精细化工生产具有品种多、更新快、小批量且大多为间歇性反应的特点, 即在生产使用期间一次投料对应着一次产出, 因此需要以批量的方式来实现周期性生产。当一批次生产结束之后, 需要针对原材料进行重新添加, 循环重复性投料。在设备运行过程中, 往往需要频繁进行开/停车操作, 并针对不同产品及需求制定不同配方。为了保证经济性, 通常在集散控制系统(DCS)中利用顺序控制功能图(SFC)、结构化编程语言(SCL)等技术来自行开发批量控制配方, 进而提高精细化工过程控制效果^[3]。

3. 优化控制

精细化工生产时需要提前进行程序、参数设计, 这样能够有效提高生产过程的可重复性, 每一批次的生产过程都需要保证一致性。因为化工生产流程相对较为复杂, 而且在自动化程度不足时还要利用人工操作的方式来加强控制, 所以操作人员的经验、技术将会对生产效果带来一定影响。因为精细化工生产具有动态性, 随着物料状态的转变, 将会使生产期间的一致性受到影响。所以在生产过程控制中, 可以结合前一批次的结果来实现过程反馈, 通过迭代学习控制的方式来优化间歇性控制过程。作为学习控制策略, 能够在具有重复性的操作中对出现的误差进行修正^[4]。此时就可以令被控制系统的实际输出轨迹尽可能达到期望。除此之外, 利用迭代学习控制进行优化还能够有效解决精细化工过程的参数问题, 降低由人为操作所带来的影响, 通过与其他反馈控制策略进行融合还能够进一步提高控制效果^[2]。

4. 综合性统计过程控制

精细化工过程控制通常会在生产开始、中间、终

作者简介: 曹露, 1987.09, 汉, 男, 籍贯: 江苏宿迁, 职称: 工程师, 学历: 硕士研究生, 邮箱: jssq99@126.com, 研究方向: 化工过程与控制。

点等有限点开展化验分析,统计过程控制可以利用数理统计的方式实现生产监管。通过针对生产过程进行分析、评价,就可以通过反馈信息来掌握异常因素,通过采用相应措施就可以消除异常因素所带来的影响,进而将整个过程保持在可控范围内。在对自适应、多变量的SPC方法进行开发与应用时,应该保证操作过程中的稳定性,即确保均值、协方差不发生改变。但是在实际控制环节,过程变量将会随着时间的推移而发生改变。这是因为设备磨损、老化所导致的问题。相较于过程故障而言,此类偏移大多比较缓慢,而且随时间发生的改变还有可能导致误诊情况的出现。因此可以通过递归的方式将新测出的数据,按照权值的形式投入数据矩阵并开展主元分析,以此来提高对于均值、方差变化的适应性^[5]。

5.安全保护控制

精细化工过程涉及的介质往往是具有可燃性、毒性以及腐蚀性的化学品,所以在开展过程生产时往往具有一定的危险性,因此必须重点关注安全保护控制。在传统工艺中,安全控制系统往往会针对工艺参数异常进行警报,然后利用逻辑保护的方式来实现对于控制阀或机泵等的管控,进而完成联锁保护。但是因为逻辑保护系统具有运行稳定性不足的问题,所以很难在生产中保证足够的安全性,而且事后报警无法提前对安全问题进行预判。因此可以对传统安全保护系统进行优化,以此来实现安全事故预警,从而将事故隐患提前清除^[4]。

二、精细化工过程控制发展趋势

1.批量控制(Batch)

随着社会进步,产品种类越来越多,需求越来越旺盛,化工生产则会继续向着多品种的生产模式进行发展。为了达到最优化生产效率,无论是实现单路径、单产品的常规生产工艺,还是多路径、多品种产品的复杂生产工艺的灵活切换,优化生产计划排班和灵活高效生产,所以需要增加生产的柔性,在控制系统上要结合生产需求自动切换不同的生产配方,以此来达到自动批量生产的效果。随着智能制造在各个生产行业的应用展开,针对精细化工行业存在的一大类间歇式批量生产装置面临紧迫的生产控制和管理升级。批量控制系统标准ISA S88的制定,使得批量控制技术得到了很大的发展,各自动化系统公司均纷纷推出了集成于DCS的批量控制软件,可额外提供批量管理和控制功能的批量控制(Batch),实现订单化、柔性化的高效生产,快速灵活的调整配方,

缩短新产品上市的周期,实现批生产的管控需求,提升企业自动化程度,为升级智能工厂奠定基础。

2.总线控制系统(FCS)

随着精细化工生产规模的不断扩大,以及产品线的上下游延伸,工艺过程作为被控对象需要显示和控制的测控点随之呈几何级的增多,DCS系统的弊端逐渐显现。DCS控制采用的常规仪表,只能在一根两芯线缆中单向传输一个参数,控制点数的增加导致电缆量、卡件和机柜数的增加,随之工程造价及维护量也剧增;DCS系统控制功能虽然已经实现由上位机转移到下位的多个控制器,但是对于每一个控制器而言,仍然是一个小的集中控制系统,控制风险还是过于集中;DCS系统通讯网络各自采用专用的封闭形式,不同厂家的DCS系统之间、以及DCS与上层的网络之间难以实现直接的便捷的网络互联,即DCS是一种专用的、封闭的以及不可互操作性的控制系统。

计算机技术(Computer)、通信技术(Communication)和自动化控制技术(Control),即3C技术的发展,过程控制系统将由DCS发展到现场总线控制系统(Fieldbus Control System, FCS)。FCS可以将过程控制点分散到现场每个设备中,基于现场总线的FCS又是全数字化、全开放和可互操作的新一代生产过程自动化控制系统,它将取代现场一对一的模拟信号和开关量信号线,给传统的过程自动化控制系统带来结构型的重大变革。^[6]

3.管控一体化

精细化工正处于全面快速的发展阶段,安全和环保问题也随之日益突出。为了满足生产、安全和环保等需求,精细化工企业已建立起过程控制系统、安全仪表系统、可燃有毒气体报警系统、视频监控系统和安全管理系统等,各系统相对独立,实现管控一体化已逐渐成为化工企业提高管理水平,追求企业效益最大化,提升竞争力的必然之路。

对于化工企业,管控一体化可以有效解决化工生产装置运行管理的“控制、运营、管理”一体化的核心问题,通过以自动化、信息化为核心的各功能系统的无缝连接与实践应用,建立一个由现场测控设备、基本过程控制系统、智能安防系统、生产过程制造执行系统、企业资源计划、决策支持系统组成的完整“安全型智能工厂”管控平台,协助管理人员进行科学动态地调度生产资源,及时优化和组织生产,确保生产流程畅通、工艺过程稳定、生产过程的物料平衡,提高产能,降低成本,实现化工企业生产管理信息化、信息资源化、传输网络

化、办公自动化、管理科学化的现代企业目标。

三、结束语

过程控制技术是保证精细化工安全生产的核心,也是优化精细化工生产流程并提高化工产品品质的重要保障。发展过程控制技术是加快精细化工产业升级、提高企业科技含量和迅速搞活做大企业的有效途径和手段,相信随着科学技术的创新和发展,精细化工过程控制技术将得到进一步的提高。

参考文献:

[1]何松柏.精细化工过程控制技术及其发展趋势[J].现代盐化工, 2020, 47(06): 93-94.

[2]邹志云, 刘燕军, 郭宁.小型精细化工生产过程的PLC控制[J/OL].计算机与应用化学, 2020(02): 1-8[2021-05-10].

[3]陈浩.基于互联网的精细化工单元过程柔性化控制研究与实现[D].锦州:辽宁工业大学, 2020.

[4]张新坤.精细化工过程控制技术及其发展趋势[J].化工设计通讯, 2020, 46(03): 230, 234.

[5]张迅.精细化工自动化现状及发展[J].四川化工, 2019, 22(3).

[6]刘鑫.中国工业控制自动化技术的现状与发展趋势[J].航天控制, 2004, 22(4).