

精细化工过程控制技术及其发展趋势

宋相澎

(莱州市土山镇人民政府, 山东 烟台 261413)

摘要: 伴随着科技的进步, 我国化工行业发展脚步逐渐加快, 在发展过程中, 精细化工过程控制也备受关注。在化工企业的发展建设中, 精细化工过程技术的作用是不可忽视的, 通过借助先进的技术, 使得工程控制得以提升, 促使化工生产效率的逐渐提高。由此来看, 想要确保化工产品质量提升, 就要做好对精细化工过程控制技术的应用。鉴于此, 本文以精细化工为切入点, 分析当前精细化工过程控制技术以及该技术的未来发展走向, 为精细化工的可持续发展建设奠定基础。

关键词: 精细化工生产; 过程控制; 发展趋势

当前, 随着精细化工的可持续发展, 化工行业逐渐成为我国国民经济增长中的一个重要支柱产业。但因为精细化工生产作业中批量多、生产工艺较为复杂, 使得我国当前精细化工行业自动化水平还是比较差, 目前我国化工企业在发展建设中依然处于早期生产方式上, 对于先进技术的研发应用还处于初级阶段。由此来看, 重视精细化工过程控制技术的研究实际极其重要的。企业不仅要从人员的角度上进行完善, 同时也不能忽视安全管理工作, 只有将基础性工作完善好, 才能够确保精细化工技术的研发和使用。

1 精细化工的定义和特点

1.1 精细化工的定义

精细化工指的是技术密集且综合性强的工业, 将产量小, 经多道工序加工、配制且具有专门功能的产品称为精细化工产品, 如: 医药、涂料、黏合剂及其日用化学品等。生产工艺流程和单元反应比较多, 会使用到多种原料和技术, 应用范围比较广。

1.2 精细化工的特点

其一, 品种比较多, 且更新速度快, 对产品技术开发要求比较高, 对应的研发成本比较高, 比如医药行业中新产品研发所消耗的费用在药品销售额中占有一定比例, 该行业容易出现技术垄断的情况^[1]。其二, 与一般化工生产相比较, 精细化工生产主要由化学合成、剂型加工这两部分组成, 化学合成的过程即使用化工原料制成中间体, 再加工成为医药、农药、染料等精细化学品的过程; 剂型加工中所使用的技术类似于单元操作。其三, 所生产的化学品质量比较稳定, 即在化工生产中对原料的纯度、使用性能等指标要求比较高, 使用多种检测手段来了解产品性能, 确保其使用功能。其四, 以小批量的方式进行生产, 生产流程比较复杂, 且规模较小, 单元设备建设的成本相对较少, 生产加工活动的开展需要精密技术的支撑。其五, 精细化工产品具有很强的商品属性, 同行业之间竞争较激烈, 主要通过化工产品工艺技术的研发, 来增强自身竞争实力^[2]。

2 相关精细化工过程控制技术内容

2.1 集成控制技术

精细化工过程通常以小批量生产为主, 企业为减少投资, 往往选择使用模拟仪表、智能数字仪表等仪表控制设备, 导致人工操作次数增多。随着科技的发展, 小型计算机控制系统得到了广泛的应用。通过以显示器为工作界面以PLC为控制器对控制系统进行精细控制, 可以提高精细化工过程的控制能力。管理系统功能的不断丰富, 不仅为集成管理技术的发展提供了

更广阔的机遇, 而且促进了整个生产过程的管控一体化^[3]。

2.2 自动批量生产

间歇性生产期间, 其使用方式都是一投料和一产出的形式进行的, 所以通过这种批量生产的方式, 是能够完成周期性的高效生产的。每批生产完成后, 需再次添加原料, 反复投料。设备在运行过程中, 往往需要频繁启动/停止运行, 针对不同的需求制定配方。在开发过程中, 会继续按照多元生产模式进行开发, 因此需要增加生产灵活性, 必须在控制系统上根据生产需求自动切换不同的生产配方, 以达到自动化生产批量效果。为确保经济效益, DCS中可采用顺序控制功能图(SFC)和结构化程序设计语言(SCL)等技术开发批量控制公式, 确保精细化工过程控制效果的有效提升。

2.3 完善控制

精细化工的生产工作需要预先设计程序和参数, 可以有效提高生产过程的可重复性, 但是需要保证每批次生产过程的一致性。由于化工生产过程相对复杂, 自动化程度不足时采用人工加强控制, 操作者的经验和技能会对生产性能产生一定的影响。由于精细化工生产的动态性, 生产周期的一致性会受到物料状态变化的影响。因此, 在生产过程控制中, 可以结合之前系列的结果, 实现过程反馈, 通过迭代学习管理优化周期性控制过程。作为一种学习控制策略, 可以纠正重复操作中出现的错误。此时, 受控系统的实际输出路径尽可能达到预期。此外, 采用迭代学习控制进行优化, 还可以有效解决精细化工工艺参数问题, 减少人工影响, 与其他反馈管理策略融合, 进一步提高控制性能^[4]。

2.4 系统全面统计过程控制

良好的精细化工过程控制通常包括在有限的时间点(例如生产的开始、中间和结束)进行实验室分析。统计过程控制可以利用数理统计来完成生产控制。通过对生产过程的检查和评价, 从医学上了解异常因素, 并采取适当的措施消除异常因素所带来的影响, 使整个过程得以受控捕获。在开发和实现自适应多变量SPC方法时, 需要保证运行过程中的稳定性, 即保证中间体和协变量保持不变。但在真实的控制关系中, 过程变量会随时间变化。这个问题是由设备的磨损引起的。根据过程的故障, 这种类型的传输通常很慢, 而且随着时间的推移发生变化也会导致错误检测。因此, 可以将新测量的数据倒置在权重矩阵中, 进行关键成分分析, 以提高对中间变化和差异化的适应能力^[5]。

3 精细化工生产特点及需解决的自动化问题

精细化工生产工艺过程通常以单元操作设备为核心, 多为

非连续的多批次间歇生产过程,生产品种更换频繁,工艺条件变化大,导致生产工艺特性复杂。即使同一批次产品整个生产周期历经多次化学反应获得最终产品,使得生产工况变多变。在不同的反应阶段多伴有吸热和放热过程,属于非线性、时变系统,同时存在大滞后。由于精细化工生产过程工艺多变性的特点,实际中很难通过实验获得控制对象的准确数学模型,给控制系统理论分析带来很大的困难,同时也增加了生产过程全集成自动化难度。同一单元设备(反应釜)经历的不同反应阶段的反应温度可能不同,由此增加了系统的热交换实现难度,目前的解决方案通常是通过切换加热、冷却介质实现,增加了操作的复杂性,因此,由于操作失误造成的停产和产品浪费乃至生产事故时有发生。这是自动控制需解决的主要问题之一。由于很多的不同生产过程包括化学反应过程、化学分离过程、物理分离过程等均在同一单元设备完成,需要对每一生产过程进行深入分析和研究,针对关键技术提出自动控制解决方案。本项目中液-液的物理分离过程是自动控制的一个关键控制技术^[6]。

4 未来精细化工过程控制技术发展方向

4.1 过程仿真技术

进行化工生产作业中,动态模拟与实物仿真模拟一定程度上是可以实现信息的综合分析研究的。在全面安全仿真系统的构建下,一定程度上能够有效地实现全过程的动态仿真。通过制定安全程序和监控计划,可以为相关人员配备安全技能。操作技能的培训变得越来越简单。在硬件结构设计上,可以采用分布式设计,将计算机和服务器的连接起来,形成一个安全系统。在化工生产软件中,通过添加动态模拟系统、事件触发等软件,当发现安全生产问题时,可自动进行针对性处理。与此同时,还可以在系统运行过程中模拟安全事故的发生过程,达到提高处理突发事件能力的效果^[7]。

4.2 微化工工艺

将微化工技术合理的应用到精细化工生产作业中,能够有效的将复杂的化学反应进行控制,使得整个化工生产作业更加清洁性、安全性。与此同时,能够充分的将微化工技术的作用发挥出来,减少三废的排放和副作用的发生。在应用微化学技术时,需要充分利用反应装置的反应性能,体现了工业化风险低、升压效果低、停留时间短、管理实用、安全生产、生产效率高等诸多优点。例如,微通道反应技术在化工生产中的应用,可以大大提高化工生产的效率和质量,提高化工生产的节能环保,帮助企业取得更大的经济效益和社会效益。

4.3 自动化控制技术

随着自动化控制技术的可持续发展,一定程度上能够保障化工生产过程控制的细致化。在开发阶段,集成智能运营技术,不仅可以加快信息的收集和跟踪,还可以显著降低运营复杂度。在智能技术的应用和发展中,安全生产必须是控制和生产一体化的关键。在智能技术的影响下,化工过程的控制将逐渐变得更加广泛,更多技术的广泛应用将使化工生产过程更加实用。针对环境等外部因素,还可以通过智能技术实现合理的管控,确保化工生产的质量。

4.4 绿色分离技术

绿色分离技术不仅常用于传统化工,在精细化工中应用

效果也很好,比如微波萃取技术、膜的分离技术、树脂的吸附技术等都是精细化工中常用的绿色分离技术。在应用微波萃取技术时,能够将各种成分的物质分离,提高这些物质的纯度,还可以将生产中的废弃物转化为副产品,从而提高资源的利用率,降低化工生产的环境污染。在应用膜的分离技术时,主要就是将其用于分离粒径不同的分子混合物,可以获得各种类型的半透膜,比如微滤膜、纳滤膜、超滤膜、反渗透膜等。在应用树脂的吸附技术时,主要就是将其用于分离药物,可以利用大孔的树脂对煎药产生的有效成分进行吸附,采用洗脱回收的方法对其中的杂质进行清除,获取质量可靠的产品。

4.5 超临界流体技术

一般在精细化工中应用超临界流体技术,主要就是对于天然的化工产品进行提取,可提高化工生产的整体效率,且可以使用到有毒物质的脱臭与脱酸、药品提纯等精细化工中,实现提高精细化工生产效率的目的。比如在色素、油脂、天然香料等化工产品的生产活动中,可以充分发挥超临界流体技术的优势,确保产品的提纯率,获得优质的化工产品。随着科学技术的发展,超临界流体技术在精细化工中的应用越加广泛,特别是超临界二氧化碳流体技术在生理活性物质等产品的提取中体现出较好的应用效果,可以保证精细化工生产的顺利进行。

4.6 分子设计技术

目前精细化工中的新型技术越来越多,比如分子设计技术是其中比较重要的部分,可以将化工生产与计算机技术结合起来,完成精细化工产品的合成,获取企业生产需要的优质产品。随着计算机技术在生活生产中的应用越加广泛,各行业的工作方式出现较大变化,将其应用到化工行业中,主要就是对于分子结构、分子特点、分子规律等进行测试和模拟。将分子设计技术在精细化工中的优势发挥出来,不仅可以降低实验的时间成本,且能够对实验中的信息数据进行记录和分析,使绿色精细化工的生产目标及环保目标得以顺利完成。

5 结语

总的来讲,在化工生产作业中,精细化工过程控制技术起着至关重要的作用,不仅能提升生产工艺流程,同时确保了化工产品的品质。所以,相关部门及有关管理人员要加强对精细化工过程控制技术的研究工作,为我国化工工业的发展创造良好的环境。

参考文献

- [1] 邹志云,孟磊,于蒙,等.精细化工过程及设备检测和监控技术研究展望[J].石油化工自动化,2020,56(4):1-6.
- [2] 张新坤.精细化工过程控制技术及其发展趋势[J].化工设计通信,2020,46(3):230+234.
- [3] 李耀林.精细化工过程控制技术现状及其发展趋势研究[J].IT经理世界,2017(24):125.
- [4] 石坤杰.精细化工过程控制技术及其发展趋势[J].商,2014(23):16.
- [5] 魏红,张畅,陈洪龄.精细化工过程及设备CAI软件系统的开发[J].南京化工大学学报(自然科学版),2001(5):41-44.
- [6] 于方伟.精细化工中绿色化工技术的应用进展[J].化工管理,2019(33):9.
- [7] 张迅.精细化工自动化现状及发展[J].四川化工,2019,22(3):21-23.