

浅析化工系统工程在盐化工行业中的发展与应用

傅理超 (长沙安环技术咨询有限公司, 湖南 长沙 410000)

摘要: 随着经济的迅猛发展和科技不断进步, 我国化工产业发生了巨大变化, 化学品产量持续增长, 以盐为原料的盐化工产业也突飞猛进, 盐化工行业的发展取得了举世瞩目的成就, 目前, 我国已成为具有全球重要地位的盐化工产品生产大国。文章将对化工系统工程和盐化工的内容以及发展情况进行简要概述, 并根据盐化工生产的实际情况, 探讨化工系统工程在盐化工行业中的实际应用和未来发展趋势。

关键词: 化工系统工程; 盐化工; 化工生产; 发展; 实际应用

随着我国电子计算机技术的快速兴起和迅猛发展, 为我国化工系统工程提供了强有力的运算工具和信息处理手段, 成为实施系统工程的重要物质基础, 让我国化工系统工程迎来了发展高潮。与此同时, 我国化学工业也在逐步前进, 盐化工生产技术水平伴随着化学工业的发展, 开始走向更为精细化和自动化的生产模式。目前, 我国已经开始运用化工系统工程的方法解决在大型盐化工生产中设计问题和系统控制问题。

1 化工系统工程概述

1.1 化工系统工程的起源与发展

系统工程的起源最早可以追溯到 1930 年代, 是由美国雷德无线电公司提出电视广播的“系统”及“系统规模”的思想, 最初只是将其应用于电工系统。在 40 年代, 贝尔电话公司在研究微波通信网络的传输效率时第一次正式提出了“系统工程”的概念。接着在第二次世界大战期间, 由于军事上的需要, “运筹学”便应运而生。美国与前苏联军队便是利用系统工程的方法解决盟军在军需物资供给、空中防御火力网的配置、军队运输、作战部队兵力部署等实际军事问题。随后在 1950 年代, 部分已经进入工业化的国家开始重视系统工程方法的应用, 此后系统工程便被广泛运用到工业上。美国在 1954 年率先开设了“系统工程”的课程, 并且于 1957 年出版第一本关于“系统工程”的专著。当进入 1960 年代后, 随着生产力的不断发展, 科学技术的不断进步, 各个领域和部门都在不同程度上的感知到整体观念的重要性, 于是, 系统工程的方法分别被农业、工业、军事、航空航天技术、交通运输、城市规划等各个领域用来解决系统的组织和管理问题; 系统的最优控制和最优设计问题; 领域的技术和经济发展的预测等一系列问题。于

是。系统工程便形成了独立的学科。而我国系统工程的研究工作开始的比较晚, 直到上世纪 70 年代, 由著名数学家华罗庚在我国推广运筹学标志着我国系统工程研究的开端, 接着 1978 年钱学森在文汇报上发表了我国第一篇有关系统工程的文章, 从此代表我国系统工程研究进入了新阶段。

化工系统工程是建立在系统工程思维上的一个专业学科, 这门年轻的学科从上世纪 60 年代开始酝酿, 至今共经历了三个时期。分别为: 1968 年至 1979 年的初创时期; 1979 年至 2000 年的成长时期; 2000 年至今的迅速扩展时期。20 世纪石油化工兴起, 出现多种管式炉和裂解气分离流程、多种合成橡胶、塑料及合成纤维, 开发出多种生产有机产品新工艺, 生产规模扩大, 自动化程度提高, 传统的单元操作、化工设计、控制及管理方法已无法满足要求, 必须借助系统工程的手段来解决化工领域发展中遇到的相应问题, 自此化工系统工程也就应运而生。1968 年出版的“Strategy of Process Engineering”便是化工系统工程学科初步形成的一个重要标志。进入 20 世纪 60 年代后, 化学工业原料线路由煤炭向石油、天然气的加速转变, 及进入 70 年代后石油价格的大幅提高, 给化工系统工程提供了挑战与机遇, 即要求在装置大型化、综合化、合理化的基础上降低原料消耗、成本及灵活控制。经过多年的努力, 理论研究及工业应用成果层出不穷, 过程模拟技术也实现了商品化, 至此化工系统工程渡过了初创期。第一届国际化工系统工程学术会议 (PSE) 于 1982 年在日本东京召开, 此次会议标志着化工系统工程已成为国际公认的独立学科。自此开始, 每 3 年举行一次的 PSE 和 Aspen 用户会议都会有数百篇论文被发表, 这也反映了化工系统工程学科的发展, 从此我们就可以认

为化工系统工程已基本成熟。

1.2 化工系统工程的定义、内容和特性

化工系统工程是建立在系统工程的理念上,也称为过程系统工程或化工过程系统工程。它是随着系统工程的发展而形成的,是系统工程的方法在化工生产过程中的实际应用。化工系统工程学科虽然已经发展 50 余年,不过到目前为止,各个国家仍然没有给出一致的定义。这是因为它是一个边缘学科,无法与化学工程、系统工程、计算数学、信息技术、过程控制、管理科学与计算机技术等学科划出明确的界限;并且伴随人工智能、过程综合、失效分析理论、企业资源计划管理、供应链管理、柔性制造系统、计算机集成制造系统等新内容的不断出现,导致了化工系统工程学科也在不断发展。

化工系统工程涉及化工、炼油、冶金、材料、能源、生化、食品、轻工、医药、环保等生产诸多领域,它不同于机械加工等不连续系统,化工系统工程就是用系统整体观点和系统工程方法来研究化工过程的开发、设计、最优操作和最优控制。从系统的整体目标出发,根据系统内部各组成部分的特性及其相互关系,借助的数学工具是运筹学和现代控制论的一些方法,依靠电子计算机的技术手段,确定化工系统在规划、设计、控制和管理方面的最优策略。化工系统工程是化工工业信息化的基础理论,在化学领域的信息化与工业化融合发展处于非常关键地位。化工系统工程是继 1920 年代单元操作技术以及 1960 年代传递现象理论两次化工生产技术升级之后,化学工程学的第三次重大发展。化工系统工程是一门发展中的学科。化工系统也具备了其他系统一样的特点,比如具备典型的嵌套性,即一个系统总是另一个更大系统的一部分,为该大系统的子系统;同时它又可能是由更小的子系统构成。在系统控制问题上,一般把单元操作和反应过程作为化工系统的基本元素,系统可看成是一系列基本元素按一定联结方式组成的网络。因此,也可将化工系统的特性归结为基本元素特性和系统结构上特性两个部分。

2 盐化工概述

2.1 盐业发展状况分析

众所周知,我国盐资源开采历史十分悠久,据可靠资料记载,最早可追溯四川省文物考古研究所对忠县(洽甘)井河谷中坝遗址的发掘,揭示出一大批制盐遗迹,出土大批制盐遗物到新石器时代晚期,所以说我国盐业发展史长达 4500 多年。并

且我国的盐资源也较为丰富,是世界上第一产盐大国,盐产业分布结构是以西南部和中部矿井盐、东部海盐为主、西北部以湖盐为主,几乎全国各地都有盐资源分布,这为我国盐工业长期快速发展提供了很好的条件。随着我国经济的快速发展,盐化工产业突飞猛进,我国已成为全球重要的盐化工生产大国,我国盐化工占有比例非常大,达到 73%,食用盐仅占 16%,剩余的 11% 为其他用盐。盐化工产业不仅提供了“三酸两碱”中的烧碱、纯碱和盐酸,而且可向下游延伸生产 PVC、甲烷氯化物、环氧丙烷、TDI/MDI 等多种重要的基础化工原料,以及众多的精细专用化学品,是带动其他行业发展的基础原材料,盐化工在化工行业的生产中占有举足轻重的地位,与此同时,行业内对于盐化工生产工艺的要求也在不断地提高。目前,我国纯碱和氯碱的产量和盐消耗量均占盐化工总量 95% 以上,是我国主要的盐化工产业。纯碱和氯碱行业的发展带动了我国盐业的整体发展,已经形成了以“两碱”为龙头,下游产品开发并存的盐化工产业格局。

2.2 盐化工的特征

盐化工是指利用盐或卤盐资源生产钠、氯及含钠含氯产品的化学工业。由于钠、氯为活泼元素,含钠含氯产品极多,因而盐化工的范围极广,内容极其丰富。通常意义的“盐化工”是指利用固体盐或卤水为主要原料,通过化学生产液氯、盐酸、纯碱、烧碱、氯酸钠等大宗化工原料,以及钾、镁、溴等系列产品的过程。盐化工行业主要特征是涉及的化工原辅材料与生产产品类别众多,并且生产过程中往往使用或产生易燃、易爆、有毒、有害等物质。盐化工还涉及光气及光气化工艺、电解工艺(氯碱)、氯化工艺等被列入《首批重点监管的危险化工工艺目录》中的重点监管工艺,其产品也很多属于国建重点监管危险化学用品。有些还涉及到高温高压等非标准设备,这类型设备在制造、安装和使用等方面均存在较大风险性。企业生产技术和工艺流程都较为多变,并且主导产品均属于高耗能和高排放的产品,生产过程中“三废”数量较大且种类繁多。

3 化工系统工程在盐化工领域的应用

现在进入了二十一世纪,随着全球化进程的步伐不断加快,各领域相互渗透现象越来越普遍,行业壁垒逐渐被打破,无论是资源的开发利用、新武器系统的研发、农业和工业发展规模的扩大还是交通运输业技术的创新都必须把其组成部门看成是

一个彼此有机联系的系统,运用系统化思维去看待和考虑各个组成部分的制约关系,才能使整个系统有效的,协调的工作。化工系统工程在盐化工领域的应用主要体现在利用系统工程的方法来解决盐化工系统中存在的涉及范围广,原辅材料与生产产品种类繁多,生产过程风险大以及环境污染严重等一系列问题,最终实现规划、设计和操作的最优化效果。

3.1 化工系统工程在盐化工项目规划方面的应用

盐化工作为化工行业的基础性产业,其项目的规划是从全局和长远发展的高度考虑,对整个领域未来发展做出总体部署。盐化工规划对于行业现状的把握,对于趋势和特点的分析,以及提出的预期目标和主要任务,以及产业布局起到指导作用。为了做好盐化工项目的规划是一个复杂且系统的工作,涉及各个方面的影响因素。需要结合国家和地方经济和社会发展规划、化工行业的发展规划、铁路公路的路网规划、电力电网规划、以及项目发展战略规划,同时还要了解盐化工产业政策、相关土地政策、环境保护政策、资源利用政策、税收和金融政策等等。因此必须运用化工系统工程的方法,全面、准确地了解和掌握有关决策分析的资料数据。

3.2 化工系统工程在盐化工系统设计方面的应用

随着盐化工行业的发展,各种盐化工生产工艺系统也越来越复杂和智能。因此在设计时就要在已知单元设备以及系统结构的情况下,通过对系统的分析并对有待设计的系统进行合成,让整个过程系统的操作实现最优化。化工系统工程以处理盐化工生产过程中物料到能量到信息流的系统为研究对象,在生产组织、计划、协调、设计、控制和管理方面达到总体技术上与经济上的最优化,并让其符合可持续发展的要求。将盐化工工艺过程划分为多个基本组成部分,并对一个盐化工工艺过程性能的分析,然后建立这些部分的流程结构模型和数学模型,利用计算机对其进行模拟计算,然后完成对不同工况下系统性能的确定。化工系统工程打破传统的盐化工立足于动量传递、热量传递、质量传递以及化学反应过程的“三传一反”,不再孤立的研究各单元操作和设备特性,而是整体研究各子系统相互影响及整个系统的组合特性,结合设备结构参数和操作参数对盐化工过程的整体影响进行定量研究,不仅研究其定态特性还研究其动态特性。通过最优化定量计算,研究盐化工生产过程中灵敏度分析和

可靠性、稳定性的问题。用数学模拟与物理模拟相结合对盐化工系统进行最优化设计,并决定最优化控制方案,实现盐化工生产的连续化和自动化生产。

3.3 化工系统工程在盐化工环保方面的应用

化工系统工程还在环保方面的应用是加强了盐化工生产重污染防治的全过程,不断减少污染排放总量,完善安全、环境和管理健康管理体系。最大限度地减少“三废”排放,全面促进清洁生产,不断提供节约资源新产品和新技术。发展先进的环保技术,加强“三废”和副产品的回收利用,实现废物的少量化、无害化以及绿色化。从控制和减少源头污染物的产生和排放,优化发展清洁生产工艺和资源循环利用技术,实现从原料供应、生产、加工到终端消费的清洁。最终全面的实施污染物控制技术,让“三废”排放得到有效控制。

4 结语

根据系统科学的观点和理论可知,化工系统工程是不断将现代先进的技术融入实际项目中,以整体的角度看待化工工程,利用丰富的系统工程功能处理日益复杂多变的现实情况。随着系统的集成度越来越高,我国盐化工产业链正在步入一个新的调整和发展时期,行业发展面临新的机遇和挑战。盐化工产业未来的发展趋势是:延长现有产业链,向高附加值精细化工产品方向寻求突破,也就意味着也面临着可变因素增多,未来不确定性加大,行业的复杂程度增加。因此,充分利用化工系统工程方法对盐化工组织、规划、研究、设计、制造、试验和生产过程进行管理,将为我国盐化工行业发展提供强大的助力。

参考文献:

- [1] 穆青. 现代管理技术在化工设备管理中的应用研究 [J]. 现代盐化工, 2021, 48(06): 97-98.
- [2] 刘瑞. 精细化工生产过程的若干安全系统工程技术问题探讨 [J]. 清洗世界, 2020, 36(02): 68-69.
- [3] 郭江申, 张嘉欣. 浅析近年来化工系统工程的发展与应用 [J]. 现代盐化工, 2020, 47(01): 38-39.
- [4] 郭彬, 何云飞. 构建企业化工系统工程项目管理发展新模式 [J]. 河南科技, 2013(09): 214+217.

作者简介:

傅理超(1990-), 男, 汉族, 湖南长沙人, 化工系统工程中级工程师, 市政公用工程中级工程师, 研究方向: 化工。