



使用APC在化工行业实现卓越运营

Tushar Singh, 产品营销经理, Aspen Technology, Inc.

Kate Kulik, 首席业务顾问, Aspen Technology, Inc.

介绍

大多数化工企业都认为,卓越运营是实现和保持强大市场地位的支柱之一。实现卓越运营的一个关键因素就是通过精心策划的先进过程控制 (APC) 实施计划。APC应用已被证明可以发挥现有能力,降低能源成本,最大程度地提高产量,减少产品质量差异,从而提高可变利润率。

APC在化工行业实施的目标很简单:在满足客户期望的同时最大程度地提高利润率。本文将说明如何在化学工业中使用APC应用实现这一目标。

APC如何带来效益

先进过程控制自80年代初期到中期间世,最初主要应用于炼油厂和石油化工厂。APC是一种过程控制和优化技术,它考虑了过程单元的多变量相互作用的特性,以减少可变性,并且推动过程每秒都向着最佳状态发展。这一切都离不开对各种变量的操控,例如进料流量、温度设置、压力设置和回流流量,通常由负责单元的操作员进行设置和更改。

没有APC的过程单元在过程参数方面的可变性通常很大。因此会导致能耗、收率、产品规格和生产率方面出现可变性,造成利润损失。过程中的可变性还会导致问题,虽然不会轻易导致利润损失,但是对于过程单元的安全和可靠运行非常重要。例如,反应器温度和炉管表层温度的可变性分别会对催化剂寿命和管寿命造成影响。以下是关于APC任何带来效益的汇总。

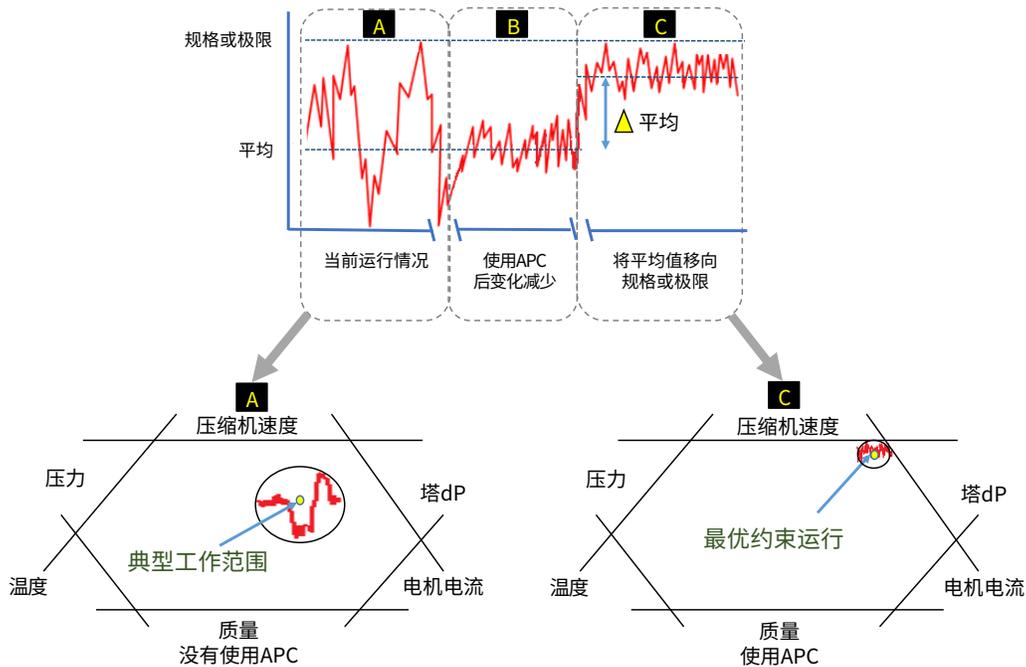


图1: APC如何带来效益

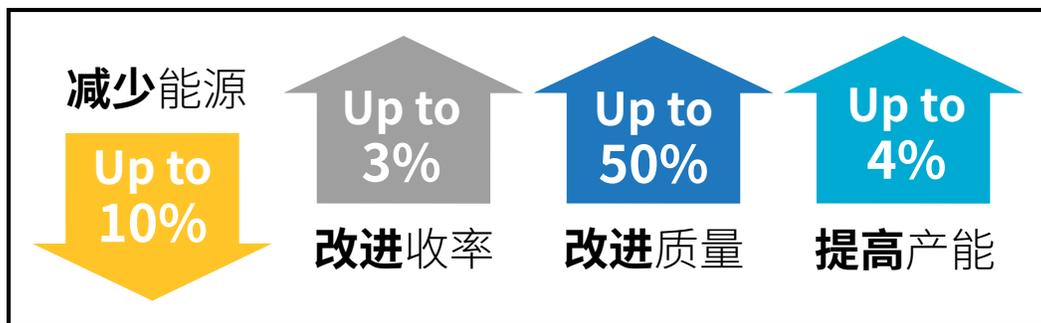
由于过程相互作用的多变量特性和过程单元固有的可变性,运行人员不能手动完全优化过程,因为这会导致关键变量不时地偏离期望的运行范围。为了保持谨慎,运行人员被强迫将过程从最佳状态移动到更舒适的运行范围(图1中用“A”表示)。然而,这通常会导致较高的成本和/或较低的生产率。与使用APC的运行相比,能耗较高,收率较低,进料速度较低。

几十年来,APC已被证明能够每秒主动地控制关键过程参数,以降低过程中的可变性(图1中用“B”表示)。受控变量稳定,标准偏差减小。一旦关键变量稳定,APC的优化特性被用于将过程移动到更优点(图1中用“C”表示)。这使得该单元能够每天始终安全可靠地以最大可能利润运行。

发现APC的机会和效益

实施APC计划的第一步是要了解哪些过程单元或部分单元适合使用APC。为了能够量化效益和改进机会,有必要首先了解单元的经济性和生产过程。另外还有需要单独考虑单元本身,或在许多情况下考虑单元在更大的生产价值链中的作用。

如果组织具有业务或过程KPI,则可以将它们作为分析APC机会的一个很好的起点。有许多不同的方法可以计算潜在的APC效益。以下是一些具体示例,可用于量化与APC项目相关的效益。



1. 增加产量

通常,APC项目已经证明能够将产能提高3-5%。通过降低过程中的可变性并尽可能接近极限(图1中用“C”表示),APC对过程或过程的一部分实现脱瓶颈,创造了更高的生产率。了解中间产物如何影响下游装置,以及为什么需要这些产物。这些是由市场条件还是过程条件决定的?如果单元受到过程条件的约束,那么对整个价值链来说,对受约束单元进行脱瓶颈意味着什么?确定价值链中的哪些单元是瓶颈,以及如何在2-3%的范围内提高产量对公司有利。

2. 节省能源

根据过程和当前运行情况,采用APC后节省的能量在3-15%的范围内。

让我们以一个简单的蒸馏塔为例。假设塔顶馏出物的质量平均值为99.8%,规格为99.2%。由于过程的可变性,操作人员保持高于最小值的纯度,以维持在规格内并在“舒适区”中运行。这可以通过回流超过所需的量来进行,导致塔的再沸器段消耗更多能量。可以计算得出因减少浪费和以接近99.2%的规格运行所节省的蒸汽量。

大多数时候,公用设施管理,特别是蒸汽,是一个复杂的控制问题,不但跨越多个场地,有时还会影响电网。APC应用可以将蒸汽产量与现场需求相匹配,以有效地管理公用设施系统。压力下降的减少以及现场排放蒸汽的减少或消除创造出效益。许多公司报告称,使用APC后,排放的蒸汽减少了60-90%。

在集汽管压力稳定后,APC也可用于优化能量的产生。例如,可以通过调节锅炉负载、燃气轮机或其他能源来最大程度地提高整个系统的效率,同时确保集汽管压力长期保持稳定。

3. 质量改进

重要的是降低最终产品质量的可变性。一些产品,例如某些类型的聚合物和特殊化学品,销售的价格取决于所生产批次的质量可变性。许多公司报告称,产品质量的标准偏差降低高达50%。如果生产质量标准偏差降低30-50%,那么产品价格能上涨多少?

4. 提高收率

许多公司报告称,通过APC部署提高了1-2%的收率。这通常是通过优化过程中的反应器部分和/或分离部分来实现的。在几乎所有情况下,反应是高度放热或吸热的,这意味着良好的反应器温度控制是关键。另外,对于进料组分与催化剂的比例的良好控制和优化也是非常有益的。良好控制的反应器在相同的生产率下通常能够提高0.5%的单程收率,同时保持安全的工作温度。在一些情况下,已经证明,在需要关闭反应器并进行清洁之前,良好控制的聚合物反应器在线时间增加高达5%,使收率和产量均得到改善。

对于过程的非反应段,例如蒸馏塔,保持最终产物的规格可以通过将杂质提高到合同规格来增加所需产物的收率。最终产物中更多的低价值产物(杂质)作为更高价值的产物出售,同时仍然符合规格和客户期望。

5. 优化聚合物生产周期

在聚合物生产中，生产周期通常不是针对市场需要而优化的，困难的转型可能在运行时被否定。没有APC，升级转型需要更长的时间，并导致在这段转型期间生产低价值产品。升级转型期间通常会减少20-50%。通过APC，可以“打破生产周期”并在需要时生产各个等级的产品，同时最大程度地缩短生产低价值过渡产品的时间。配合供应链软件使用APC的公司可以利用新功能进一步优化生产周期。

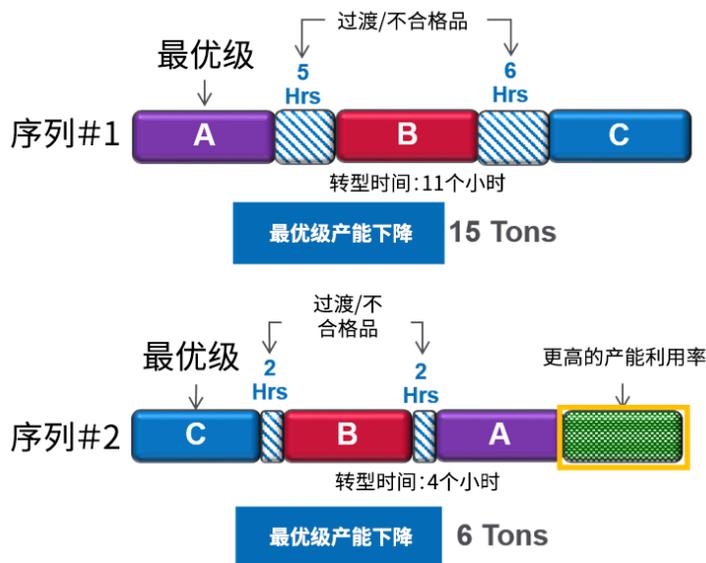


图2: 优化生产周期

6. 回收材料使用比率

采用回收材料的单元非常适合使用APC。新材料组分的添加取决于回收材料的质量。没有APC，就需要保持新材料与回收材料的固定比率。这样并没有考虑产品质量或者下游设备运行或单元的约束条件。APC的多变量特性有利于优化新材料与回收材料的比率，从而最大程度地提高产量和/或维持产品质量符合规格。

7. 排放量控制

APC还有助于控制环境约束条件。通过使用APC建模并通过APC主动控制蒸汽设施上的熔炉和锅炉，可以在不违反排放限值的情况下尽可能接近限制水平运行。它还有助于降低能耗并最大程度地降低成本，以满足氮氧化物和硫氧化物的排放限制。

8. 利用环境温度效应

APC已经被证实能够有效利用与环境条件相关的益处。环境温度对压缩机性能、冷凝能力、燃气轮机运行、冷却水温度、制冷能力、气体体积和其他很多过程相关条件都有影响。日间效应、湿度或甚至云层都会对冷却水温度产生影响，这可能导致压缩机输出功率限制会发生变化。操作员自身难以利用与环境温度变化相关的益处。这需要预测环境温度对过程的影响，并调整过程参数，这样才能在早晨太阳升起的时候将所有变化全部反转过来。

受环境条件影响的单元可以受益于APC应用，因为它们可以预测这些变化，并相应地以分钟为单位精确调整过程参数。

9. 动态机会

没有APC, 来自上游或下游的扰动将对过程单元造成影响并降低利润率。例如, 在进料质量下降1-5%的临时情况下, 操作人员将做出反应, 以保持产品符合规格, 但这种反应很可能不是最佳方式。当情况较为稳定时, 单元可能不会被优化, 因为情况是暂时的。即使在最好的情况下, 生产出的产品也仅能符合规格, 而且浪费很大。在最坏的情况下, 需要减少进料, 以应对这种情况。具有APC的单元将以分钟为单位, 以最佳方式对干扰作出反应。

下面是另一个可以暂时多提供2%进料的示例。增加单元的进料可能会对该单元造成长达8小时的干扰(高纯度塔的沉降时间较长)。在这种情况下, 运行人员的最佳做法是不引入这批进料, 而这又会导致错过机会。有了APC, 操作人员可以对单元进行控制并主动维持所有限制条件, 通过多变量特性来利用这种情况。

10. 全厂优化机会

具有APC的操作单元为工厂提供了更大范围的优化机会。与多单元同时优化相比, 单独优化过程的一部分会丧失很多机会。例如, 如果单元的瓶颈是废气汽提塔, 那么将反应器提高到最大产量可能没有意义。在这种情况下, 应该移除的轻质材料被送入火炬或废气中而被损失掉。在某些时候, 这可能会导致利润率下降。这些相互作用和限制条件在APC系统的设计中得到了充分考虑, 能够为整个工厂带来明显的效益。

APC部署和项目生命周期

在确定了APC项目的业务案例后, 下一步是开始建立并实施APC控制器。过去, APC项目周期较长, 而且成本高昂, 需要经过很多既定的步骤才能成功完成APC调试。这导致在漫长的部署阶段损失了大量利润, 而且收集数据建立APC模型也对过程造成了干扰。传统的APC技术还需要经验丰富的操作人员来建立和维护控制器。

自Aspen DMC3™ APC软件发布以来, Aspen Technology极大地改变了APC应用在工厂设计、部署和维持的方式。Aspen DMC3具有自适应过程控制(专利申请中)技术, 通过后台的连续模型更新, 无需中断过程即可实现更快的部署和持续的效益。在一个示例中, 使用Aspen DMC3在不到三周的时间内从开始到结束完成了乙烯单元的整个冷端。如果使用传统APC技术, 这些项目需要几个月的时间才能完成并创造效益。Aspen DMC3的技术还使得越来越多缺乏经验的操作人员能够部署和维持APC控制器。

使用传统APC技术的项目生命周期：

1. 前期测试

这是准备和探索阶段，需要对基本控制层 (DCS) 结构进行审查，对基本控制回路进行调节，并对该过程进行一些初步测试，以了解工厂的经济性、当前运行情况和动态。

2. 阶段测试

在这一阶段，通过APC控制的变量 (流量、压力设定等) 将逐步调整，以生成数据，用于建立APC控制器所使用的模型。传统的阶段测试，无论手动还是自动操作，成本都很高，因为参数进一步远离限值，以收集适当的数据，用于对过程进行建模。

- 手动阶段测试所花费的时间要长得多，对于典型的单元来说大约需要两到四周，而且会对过程造成明显的干扰。工程师和操作人员也需要始终保持注意，使变量保持在安全限度内。手动测试通常需要24x7的工程监理。
- 自动阶段测试是对手动测试的改进，然而生产过程仍然会受到干扰，并且大大偏离最佳状态。变量可以在预定的高、低限值之间自由调整，以实现良好的阶段测试和过程的动态响应。如果初始种子APC模型足够准确，一般不需要24x7进行工程监理。

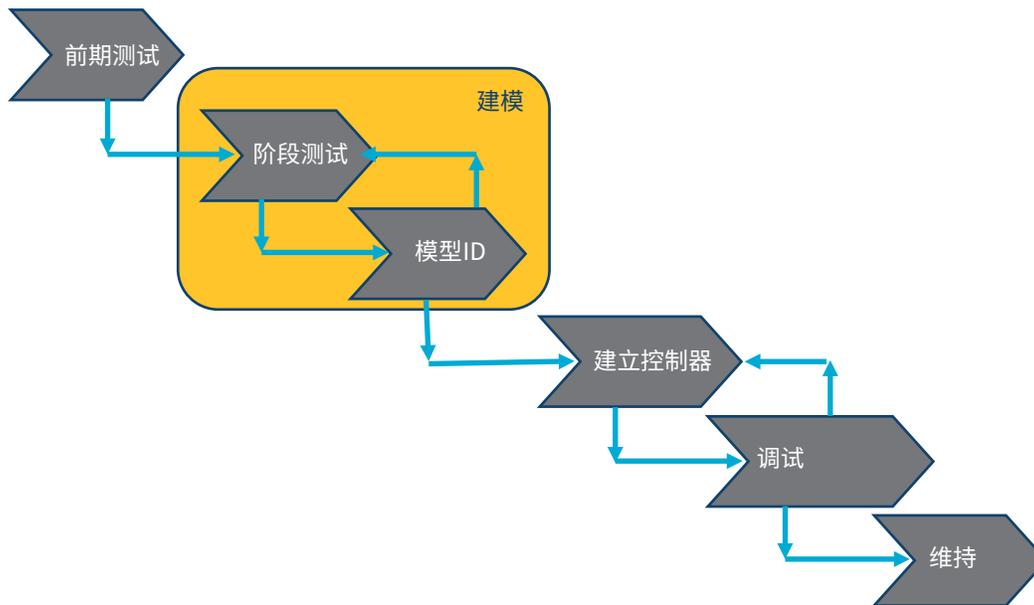


图3:传统APC项目周期

3. 模型识别

通过从阶段测试中获得的数据,可以识别APC模型,以确保获得良好的结果。最终模型识别在阶段测试结束时完成。

4. 建立控制器

在此阶段,控制器与模型一起建立和运行。识别初始调节参数并设置经济目标。使用传统技术调节控制器需要大量的经验和细致的考虑。APC控制器也可以连接到DCS,为调试做准备。

5. 调试

APC控制器在线调试。这是APC控制器第一次控制单元并产生效益。操作人员还要接受培训使用APC技术。

6. 持久效益

一旦最终调试结束,维护阶段随之开始。众所周知,维护不良的控制器将很快失去最初的优势。过程或经济条件的明显变化需要APC控制器随之变化,以使得效益得以维持。新的操作方案通常意味着工厂的行为可能改变。这需要在新的操作点对单元进行重新测试,以获得额外的数据。

“使用Aspen DMC3,整个乙烯冷端APC项目在短短三周内就全部完成”

- 某大型国际能源化工企业

使用Aspen DMC3 APC软件的项目生命周期

Aspen DMC3是目前市场上最先进的APC软件。它解决了传统APC技术遇到的大多数(甚至是全部)问题。Aspen DMC3具有自适应过程控制(专利申请中)技术,可进行后台阶段测试,同时对单元进行优化。这不但使得新APC部署变得更快、更便宜,而且使其成为维持APC应用的一种持续改进的方法。与任何APC技术相比,Aspen DMC3能够提供最高的价值和最低的总拥有成本。

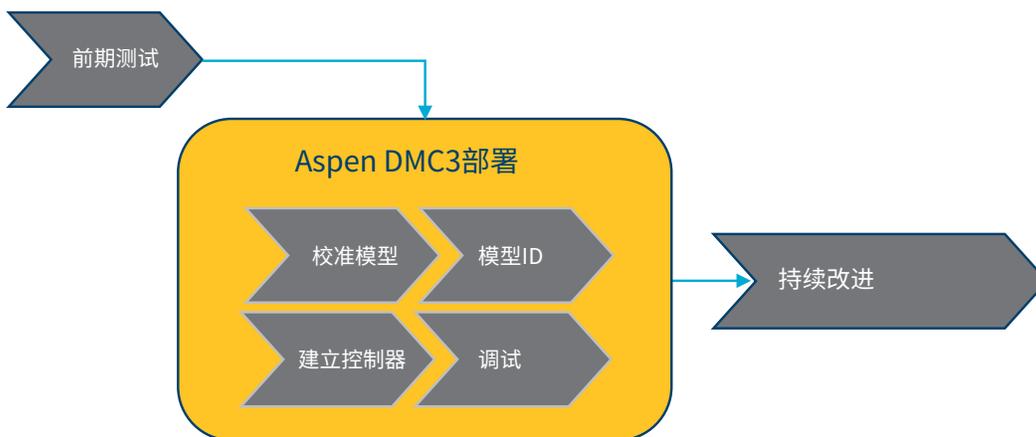


图4: Aspen DMC3项目周期

1. 前期测试

前期测试阶段非常常见,因为要了解、研究和审查基本控制系统层以及单元性能,前期测试是必不可少的。它还能够为建立下一步测试所需的种子(骨架)APC模型收集初始数据。

2. 部署

利用Aspen DMC3中的自适应过程控制技术,将阶段测试、模型建立、控制器开发和调试阶段全部纳入到一个步骤中。

模型校准

从前期测试中获得的种子模型在Aspen DMC3中在线使用,以在部署阶段对模型进行校准。Aspen DMC3中的校准模式使控制器能够在优化单元的同时在闭环中运行。虽然控制器在闭环中运行,专利技术生成的数据对于建模来说非常丰富。使用校准模式的另一个好处是能够进行背景测试,对过程的干扰很少。这一点获得了操作人员的广泛认可和好评,不需要24x7的工程监理。

很多公司报告称,最佳方法是在调试期间同时连续更新模型和调节控制器。这大大缩短了获得效益的时间。现有模型每天都在逐渐改进,控制器在调试期间不断将单元调整到最佳状态。

3. 通过持续改进维持Aspen DMC3控制器

如前所述,使用传统技术,对过程或设备的改变需要重新识别模型。这往往会涉及代价高昂的阶段测试,需要作为一个项目来对待。利用Aspen DMC3中的自适应过程控制技术,维持控制器将不再作为项目处理,而是一个连续过程。

Aspen DMC3中的可持续性工具包括自动不良模型识别。这些模型可以在闭环中在线校准,而不会中断过程。这有利于以更加方便、成本更低地获得持续的效益。维持Aspen DMC3控制器需要的资源更少,从而控制器能够保持最高性能。这也使公司能够部署和维持更多的控制器,实现一流的APC计划。

Aspen DMC3具有自适应过程控制(专利申请中)技术,可实现更快的部署和持续的效益。

优势摘要

1. 实现一流的APC计划:轻松部署和维持更多的APC控制器。
2. 更快创造效益,从而获得更高的投资回报。
3. 非破坏性测试能够大大减少浪费,创造更多利润,具有更高的操作人员接受度,所需的工程监理工作更少。
4. 控制器能够以更少的资源维持最高性能。

APC是实现卓越运营的关键

化学品市场充满竞争,千变万化,节奏很快。为了保持强大的市场地位,企业需要更加深入地了解他们的设备、生产和运营,确保优化生产链。在领先的化工企业,先进过程控制(APC)被广泛应用,作为超越卓越运营目标的关键战略工具。

作为在APC技术和创新领域拥有35年历史的行业领导者,Aspen Technology期待与您合作。大多数规模最大、利润最高的企业均使用AspenTech的软件来确保盈利能力和过程优化。Aspen DMC3 APC软件具有自适应过程控制等突破性技术,相对于传统技术而言是一个巨大的飞跃,能够帮助您的组织实现卓越运营。

领先的化工企业使用
自适应过程控制作为
实现卓越运营的关键
战略工具。

联系我们

有关Aspen Technology合作的详细信息,请联系APC3@aspentech.com。

AspenTech是为能源、化工、工程建筑以及其他通过化学过程制造和生产产品的行业提供工艺制造优化软件的领先供应商。采用集成式aspenONE®解决方案,工艺制造商可以实现最佳实践,优化工程、制造和供应链运行。因此,AspenTech的客户能够提高产能,增加利润,降低成本,并提高能源效率。如需了解世界领先的工艺制造商如何依靠AspenTech软件实现卓越运营目标,请访问 www.aspentech.com。

全球总部

Aspen Technology, Inc.
20 Crosby Drive | 马萨诸塞州, 贝德福德 01730 | 美国
电话:+1-781-221-6400 | 传真:+1-781-221-6410 | info@aspentech.com

地区总部

德克萨斯州休斯顿 | 美国
电话:+1-281-584-1000

圣保罗 | 巴西
电话:+55-11-3443-6261

雷丁 | 英国
电话:+44-(0)-1189-226400

新加坡 | 新加坡共和国
电话:+65-6395-3900

麦纳麦 | 巴林
电话:+973-13606-400

北京 | 中国
电话:86-10-5924-1600
地址:北京市朝阳区霄云路38号现代汽车大厦801室

上海 | 中国
电话:86-21-51375000
地址:上海市浦东新区张江高科园区中科路699号惠生大厦B栋8楼

如需查看全部办事处,请访问 www.aspentech.com/locations