

基于模型的公用工程优化和管理

Terumi Okano, Product Marketing Manager, Aspen Technology, Inc.

Sunil Patil, Director - Business Consulting, Aspen Technology, Inc.

Jack Zhang, Sr. Product Manager, Aspen Technology, Inc.

目录

介绍.....	3
表1:许多公用工程系统固有的灵活性和限制.....	4
业务流程.....	5
需求预测.....	5
公用工程生产计划.....	5
最优工厂运营(在线优化).....	6
性能监测(公用工程设备).....	6
投资规划.....	6
排放监测、管理和交易.....	6
合同管理.....	6
价格评估.....	7
成本核算.....	7
电力和燃料交易.....	7
技术.....	8
应用示例:“能源管理在行动”.....	9
总结.....	10

介绍

随着石油价格的持续波动, 钻井装置的数量在不断下降, 勘探频率逐渐降低, 新建的管道也越来越少。在天然气厂, 生产企业需要找到提高产量的途径, 并且不断满足更严格的质量和环保法规。炼油厂也面临需求持续波动、需要从多种原料中进行选择的情况。炼油厂大多还存在利润率降低的问题, 这使得利润分析变得至关重要。由此导致的直接结果是, 在这些领域, 需要进一步提高利润率和资产利用率。在当前的环境条件下, 业务重点在于领先的成本绩效、更低的运营风险和最大的资本回报率。因此, 提高能源效率成为一项重要的工作, 而且企业有必要积极主动地应对商业环境的变化。

能源成本对炼油厂来说是非常重要的; 对于一家典型的炼油厂来说, 每年的能源成本估计高达0.75亿美元到1.4亿美元。在考虑改进炼油厂的能源效率时, 企业往往侧重于工艺改进和工艺装置的调整, 以减少工厂使用的能源。这称为需求侧能源管理。然而, 改进能源来源和供应的方式也可以减少工厂的能源消耗。这是供应侧能源管理或公用事业管理。¹

在大多数工厂, 公用工程系统运营及其成本被认为是无法避免的负担: 运行整套工艺离不开它, 但却没有像对工艺装置那样给予同样的关注。公用工程通常不是利润中心, 因为公用工程成本会由不同的工艺装置分摊, 所以导致隐蔽的能源效率低下。通过一套集成的公用工程系统模拟和优化环境, 专门处理与工业能源和公用工程系统运营和管理相关的所有业务流程, 所有这些问题都能够得以解决(图1)。

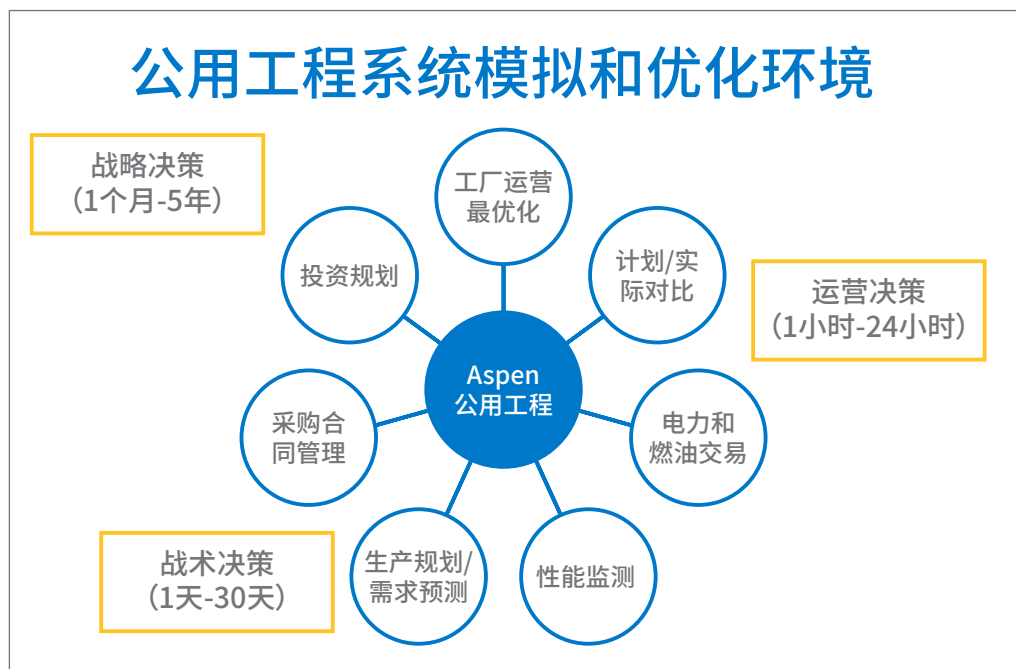


图1: 集成公用工程系统模拟和优化工具驱动最优决策

¹ 供应侧与需求侧能源管理对比。幸运的是, 需求侧和供应侧的节省通常是可以累加的; 然而, 如果对供应侧的考虑不足, 可能会减少甚至消除能源效率提高对需求侧的影响。例如, 如果蒸汽系统不平衡, 在一个工艺装置中节省蒸汽会导致在其他地方的排放。

基于模型的决策可以在战略、战术和运营层面进行。没有在一个视图中捕获公用工程系统诸多复杂性的模型意味着通过公用工程管理和优化可以有显著的提高能源效率的改进空间。

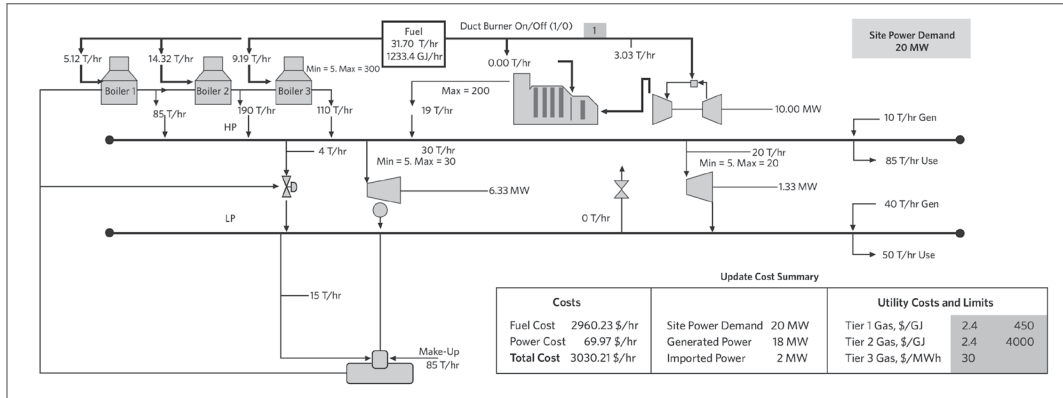


图2:公用工程系统示例

表1:许多公用工程系统固有的灵活性和限制

公用工程系统灵活性/限制优化机会	优化积极影响:		
	效率	排放	成本
锅炉选择;余热锅炉补燃	X	X	X
使用辅助设备,如BFW预热	X	X	X
电力和燃料交易	-	X	X
多抽汽式汽轮机运行	X	-	X
蒸汽平衡:蒸汽产生与各级消耗之间的不匹配程度	X	X	X
燃料平衡:例如工厂可能产生太多的燃料气体来生产最佳的蒸汽,导致燃料气体低效地输送到火炬	X	X	X
工艺装置驱动器的选择(涡轮机/电机),在特定级别的蒸汽需求/消耗中会形成各不相同的操作步骤	X	X	X
工艺装置的公用工程需求/生产的可变性;预测工艺需求的能力	X	X	X
设备可用性/产量限制/维护	-	X	X
公用工程合同限制:层级/提名/处罚等	-	-	X

图2显示了简易公用工程系统的燃料和蒸汽网络的主要组成部分,包括锅炉、燃气轮机、余热锅炉、涡轮发电机、泵驱动器、减压站和除氧器。表1显示了系统普遍具有的灵活性和限制,以及优化对能源效率、排放和能源成本的影响。

过程行业中的公用工程系统在规模和复杂程度方面差异很大,如前面所述,每个公用工程系统都具有各个工厂独特的灵活性和限制因素。因此,实现公用工程系统最优运行的最佳方法也可能有很大差异。

要实现最优能源效率,首先可以遵循几个指导原则,例如最小静态减压、在任何水平下不向大气排放蒸汽,以及最大限度地利用抽汽式涡轮机。这些简单的指导原则对于规模较小、不太复杂的工厂或者运行灵活性较低的工厂来说已经足够。然而,随着复杂性的增加,最佳和高效节能的操作只能使用正确的工具来实现。这些工具包括基于表格的模拟工具、分布式控制系统(DCS)编程、更为强大的基于模型的离线或在线优化工具等等,而且可与工厂的其他制造和执行系统集成。

以下各部分介绍了基于模型的公用工程管理和优化系统(公用工程优化器)如何通过多个业务流程成功部署在复杂的工厂中。

业务流程

要实现公用工程系统的高效节能运营,最好的解决办法是将其分为一系列业务流程,每个业务流程应由一个系统提供的一致数据和建议来进行支持。一些业务流程主要受能源效率的驱动,而其他业务流程则主要关注能源成本。以下小节描述了可以由基于模型的公用工程优化器支持的各种业务流程。此外,还可以支持工厂特定的业务流程,如用电限制或燃料管理。所实施的业务流程组合取决于每个预测的效果。

下文更加详细地描述了各种常用的业务流程。

公用工程优化器不但能提高工厂的能源效率,还有助于减少工厂的能源费用。降低成本是在工厂安装此解决方案的强大动力。使用公用工程优化器,不仅注重能源效率,还会关注在确定工厂所安装的解决方案的经济可行性时应考虑的其他关键因素,如能源成本和排放。

需求预测

要实现以最低成本运营和管理公用工程供应系统,需要了解当前和未来预期的公用工程需求。这有助于最大限度地减少热备份(例如锅炉)的使用、由于在线容量过大导致的蒸汽放空以及由于备份或控制不足而导致的供应损失。它还确保了不会因违反电力和天然气合同中的照付不议合同、最大需求费用或负载系数条款而遭受处罚。

公用工程生产计划

公用工程生产计划涉及到获取需求概况,并根据公用工程发电设备的可用性,在公用工程价格的限制下制定优化的生产计划。生产计划通常可以在战术和战略基础上进行。战术计划涉及未来24小时的运行,而对于战略计划,举例来说,可能涉及当需要关闭燃气轮机进行检查,或者要关闭或启动一个工艺装置时的最佳配置。

最优工厂运营(在线优化)

虽然可以提前制定计划,但在实际上工厂的操作可能会在那段时间内发生变化,导致优化方案不再可行。即使在此期间蒸汽和电力需求在这个时间段内没有发生变化,但其他因素,如电价和天然气价格,也可能会有所不同。公用工程优化器可以向运营人员提供实时建议,以根据当前的需求和价格,以最低成本和最佳方式配置和运行系统。另一个好处是,操作人员还能使用实时系统来执行假设分析,评估替代运行模式,从而应对设备停机这样的情况。

性能监测(公用工程设备)

如果安装了所有必要的计量装置,则公用工程优化器可跟踪公用工程系统中设备项目的各项性能,例如锅炉和燃气轮机的效率。该信息可用于优化清洁和维护计划,并且还可以对运行问题发出早期预警。

投资规划

在安装新设备或者更改现有设备后,可通过基于模型的公用工程优化器对工艺装置和公用工程系统中的设计选项进行评估,以提高工厂的总体能效。这些改进的例子包括:

- 使用工艺热量来加热除氧器给水
- 选择驱动器(电机或蒸汽轮机)或双过程驱动器,以提高平衡蒸汽系统的灵活性
- 改变能源供给(例如,使用低压蒸汽来减少中压蒸汽的用量)

为了分析这些机会,公用工程优化器可以结合一系列标准模型,用于支持全厂能源战略研究工作。工程师可以用它来精确评估对工艺装置或公用工程系统的现有配置做的任何更改所带来的全厂范围经济效益。这使项目工程师能够确信,在评估投资选择时使用了最佳信息和当前系统的全部能力。反过来,这样可以确保明智、高效地利用有限的资本,最大程度地减少无效的投资。

排放监测、管理和交易

越来越多的经营许可要求工厂在严格限定的环保条件下运行。一旦当经营许可规定了最大排放限制,这将引发对公用工程系统生产、能源采购以及运行的限制。在这种情况下,公用工程优化器包含排放预测和报告就变得至关重要。

根据(地方)法规,排放管理和交易是一个必要而且非常重要的业务流程。排放成本会影响燃料的选择,以及为满足工厂电力需求时发电和购电之间的平衡。公用工程优化器预测²可能的能源需求和一系列潜在的运行工况下产生的相应排放量,为排放配额交易的决策提供支持。

合同管理

一旦选定了价格并签订了合同,就需要对合同条款中的公用工程消耗进行管理。

除了利用生产企业有优势的价格结构外,通常,降低公用工程-采购成本的关键还在于减少平均和最大需求。一般来说,平均和最大需求之间的差距越大,公用工程(电力或天然气)的单位成本就越高。公司可以利用工厂运行的自由度来维持在合同限制范围内。例如,通过关闭电动机并启动蒸汽轮机,或者烧燃油而非进口天然气,可以以灵活的方式进行调整。公用工程优化器可以为操作人员提供当前运行情况的准确画面以及将来的需求和运行,从而凸显可能带来重大损失的潜在问题。然后,操作人员即可使用该系统来确定防止问题发生的最佳办法。

² 这一点基于需求预测。

价格评估

近年来,世界各地的公用工程市场已经放松管制,开放竞争。由此产生的后果是,过程行业正在寻求新的选择,通过与不同的供应商签订合同并通过新的供应合同来降低公用工程成本。因此,工厂操作人员会面临价格选择上的困境。确定合适的供应商并不是简单的选择单位成本最低的公用工程(例如每千瓦时几美分)。大多数价格结构包括最大需求费用以及超出最大需求时的惩罚性罚款。

如果没有合适的软件,选择最佳价格的工作可能需要占用大量的人力,而且还无法保证做出了最佳选择。运行大型热电联产系统(越来越普遍)的公司还能够输出电力,这使情况变得更加复杂。

成本核算

在许多公司,公用工程成本的分摊可能比较随意,因此并不可靠。

公用工程优化器能够进行准确的成本分摊,包括实时提供公用工程成本。它还能提供真实的边际成本,用来减少或增加公用工程的使用。实时价格可以支持决策,例如增加特定装置的蒸汽用量,从而提高产量,或确定设备排放的成本。

电力和燃料交易

虽然公用工程的最优交易无疑能够带来重大价值,但次优交易也可能会增加风险并导致成本高昂的处罚。最优交易的关键在于了解当前的确切定位,并且有能力在技术能力和成本方面偏离这一点。公用工程优化器可以向电力和燃料交易员在线提供最佳交易信息,从而支持高效的交易。

技术

公用工程优化器开发了公用工程购买、生产、使用和分配中固有的灵活性,为用户提供最佳选择。如前所述,公用工程优器可以在优化中考虑以下所有因素:不同的价格;替代燃料;锅炉和涡轮机的最佳负载;设备选择;输入、自给或输出电力;以及驱动器(电机或涡轮机)的选择。

公用工程优化器提供了一种以模型为中心的方法,可以使用公用工程系统的一个精确模型来处理所有重要的业务流程。

从关键技术要求的角度来看,基于模型的公用工程优化器应该:

- 提供灵活的建模和优化功能,准确反映燃料、蒸汽和发电过程以及和分配系统
 - 所有燃料的物性,包括较低的热值和组成
 - 设施上所有水和蒸汽物流的热力学特性
 - 所有公用工程设备在其正常运行范围内的性能
 - 附加的任何工厂特定的合同或工艺限制
- 纳入每个输入或输出的公用工程的确切成本,而且要考虑到分层定价结构、照付不议条款和高峰需求费用
- 进行多周期公用工程生产计划和公用工程设备开/关决策,以及确定合同模型和/或公用工程过程模型中的不连续性
- 由于工厂测量中存在的随机性和系统误差,整定公用工程的热量和物料平衡
- 为工厂操作人员提供实时、可行的指导,以有效地优化公用工程运行,同时充分考虑任何合同、过程和环保限制
- 实现离线和在线假设研究
- 提供与生产计划系统集成的工艺装置公用工程需求模型,使公用工程和工艺生产计划一致

应用示例：“能源管理在行动”

图3显示了整个能源管理生命周期中的典型节能。主要的用能用户，如炼油厂和大型化工厂，都是能够获益于采用基于模型方法来进行能源绩效管理的典型工厂。

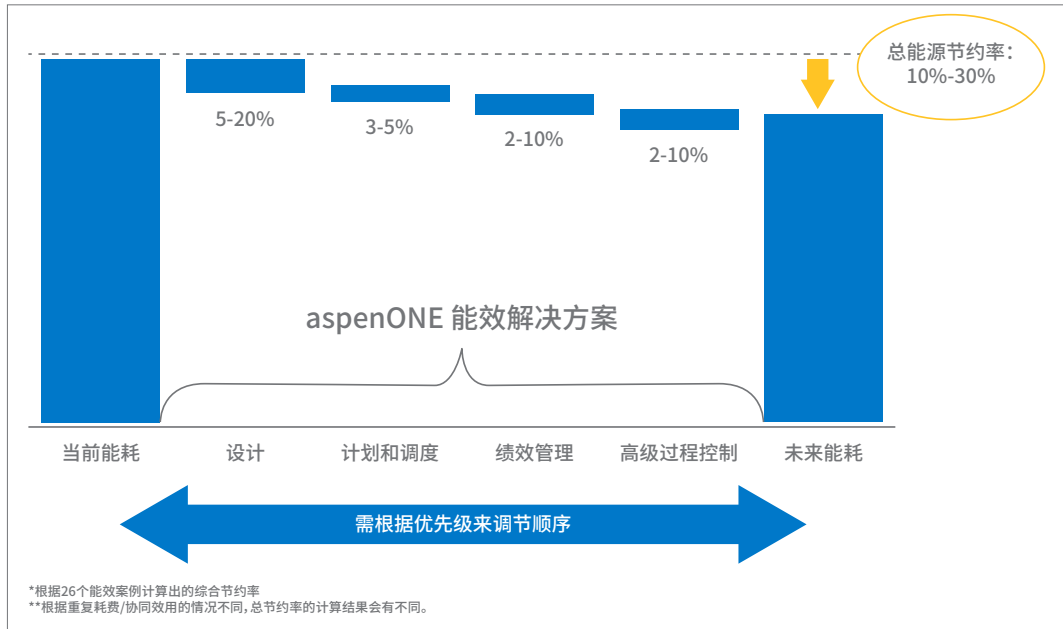


图3:使用aspenONE®能源效率解决方案实现典型节能

例如，全世界最大的石油巨头之一，科威特国家石油公司 (KNPC) 使用Aspen HYSYS® Petroleum Refining、Aspen Exchanger Design and Rating (EDR) 和Aspen Utilities Planner™对需求侧和供应侧进行建模，以减少能源消耗。他们预计每年可节省超过1500万美元的成本。同样，上海赛科石油化工公司也采用Aspen Utilities Online Optimizer™来最小化公用工程成本，实现降低能源消耗和排放的企业目标。为此，他们对燃料组合和锅炉选择做了优化，进行蒸汽平衡，并对涡轮机与电机驱动器的使用进行了评估。

KNPC还实施了二氧化碳在线性能监测，以评估设备效率和特定过程的能源使用和成本。他们将总运营成本降低了1%以上，最大限度地提高了高峰时段的锅炉负荷和内部发电量，最大限度地减少了非高峰时段的内部发电量。他们发现了几乎零成本的运营调整机会。

作为最后一个例子，由于业务发生重大变化，三井化学公司开发了一个复杂的公用工程模型及Microsoft® Excel的接口。这使操作人员能够从DCS来执行系统，因此他们不需要自己运行Aspen Utilities Planner。三井化学将总运营成本降低了1.5%。

总结

在当今瞬息万变的环境下,基于模型的公用工程优化和管理可以帮助制造商做出最佳战略、战术和运营决策。对于需要积极采取行动的能源密集型过程来说,必须充分了解需求和供应侧的能源使用情况。典型的公用工程优化工具将使公司能够:

- 降低全球各地的能源成本达2-5%
- 改善能源采购、交易和使用方式
- 了解各个工厂的燃料、蒸汽和电力使用情况
- 确定增加产量与增加能源成本之间的权衡

此外,公用工程优化器³还使公司能够获得关于以下方面的实时运营指导:

- 原料可用性或等级的变化
- 价格变动
- 环保法规
- 市场需求的变化和其他意外的运行情况变化

在当前的环境下,业务重点在于领先的成本绩效、更低的运营风险和最大的资本回报率。为此,提高能源效率对于在当今的商业环境中取得成功至关重要。

³ Aspen公用工程的详情请参见: <http://www.aspentech.com/products/engineering/aspens-unilities-planner/>

AspenTech是为能源、化工、工程建设以及其他通过化工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 | 贝德福德, 马萨诸塞州, 邮编:01730 | 美国
电话 +1-781-221-6400 | 传真 +1-781-221-6410 | info@aspentech.com

地区总部

休斯顿, 德克萨斯州 | 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

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