

利用PlantWeb®数字工厂结构提高产量



由于独特的智能预测和自上而下的集成化功能，PlantWeb数字工厂结构有助于提高过程产量。它不但可以缩短停产时间，而且可以提高基本控制和高级控制的性能，因此给定值能够更加接近最佳运行状态。

挑战：挖掘“工厂潜力”

当今的工厂不但要占有**市场份额**，还要争取工厂扩展和改造所需的**资金**。建立新工厂，利用地区间材料、劳务或运输费用上的差距，这使得**全球化竞争**更加激烈。

保持领先的一种方法是**增加工厂产量**，获得更高的投资回报。

对于生产能力有限的工厂而言，增加产量可以满足更大的需要，而且无需购置新的生产设备。这是提高收益和投资回报的极佳途径，也是实现更低单位产出成本的有效武器。

即使是受市场影响的生产过程，也能从提高产量生产率中获得效益。例如，达到同样的产量，您只需更少的生产设备就可以完成，因而可以降低运行和维护成本，利用效率最佳的装置来满足生产目标的需要，其他设备可用于生产其他产品。

一则好消息是：通过提高过程和设备性能，大多数工厂都能够达到的产量。

$$\text{产量}\% = \frac{\text{实际产量}}{\text{工厂设计生产能力}}$$

实际产量和最大产量的差值就是“工厂的潜力”——发挥潜在的生产能力将是最有效益的事情之一。

通过**降低过程停产时间或停机**，您能够发挥部分潜在的生产能力，但通过提高控制性能，使过程和设备**更接近最佳运行点**，可以更有效地提高产量。

降低停产时间

生产过程停止，也就不会有产出。此外，除了设备失效或过程紊乱引起的意外停产或事故停机，如果时间太长或次数过于频繁，产量还会受到**计划内停产**的影响（如预定的维护停产）。

维护程序中更多地采用**预测性维护**，利用设备监视和诊断技术预测问题何时发生，您可以降低这两类停产时间。这种事前警告便于您将维护工作安排在对生产影响最小的期间进行（例如计划内的停产期间），但是在问题造成过程紊乱或设备失效**之前**。如果现有设备全部采取**预测性维护**，通过降低计划外停产，工厂生产能力可以提高**1-3%**¹。

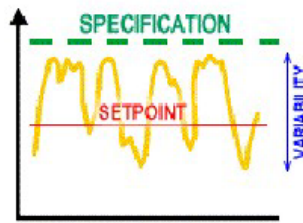
由于能够事先确定哪些设备需要维护，维护时您无需浪费时间做一些不必要的事情。因此，该技术有助于缩短计划内停产，以及停产的时间间隔。

但是对大多数生产过程而言，正常运行时间远远超过停产时间。因此，提高产量的最有效手段是**提高控制**。这样在过程运行期间，您可以生产更多的产品。正如本手册中说明的那样，**故障预测和预防功能**是问题的关键所在。

接近最佳运行点

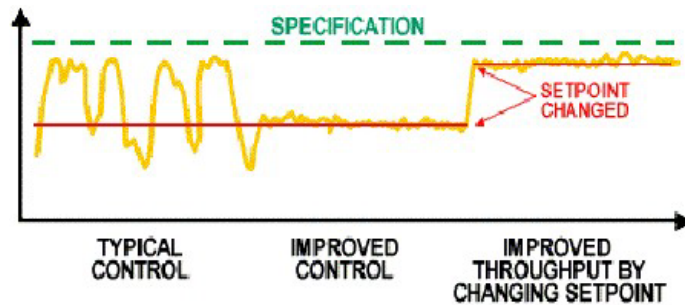
在过程、设备和其他约束条件下，为达到期望的结果（例如最大产量），每个过程都存在设定的**运行目标**。但是实际回路**给定值**通常是比较保守的，这主要是考虑到过程变化和意外干扰等因素。

为补偿过程变化，给定值低于标准值，这样做可能降低整个过程的性能和运行效率。



尽管所有过程都存在变化，大多数的剧烈变化可以通过增强控制来降低。过程变化越小，给定值就可以更接近运行目标 — 过程性能增强，产量也会增加。

降低过程变化，给定值可以更接近标准值。



您甚至可以将运行目标接近理论上的工作极限，产量可以增加得更多。

如何才能实现这一目标呢？

由基本控制开始。完善工作起始于基于控制 — 调谐回路，确定它们以自动控制方式运行，并且确保现场设备达到所需的性能，如阀门和仪表。

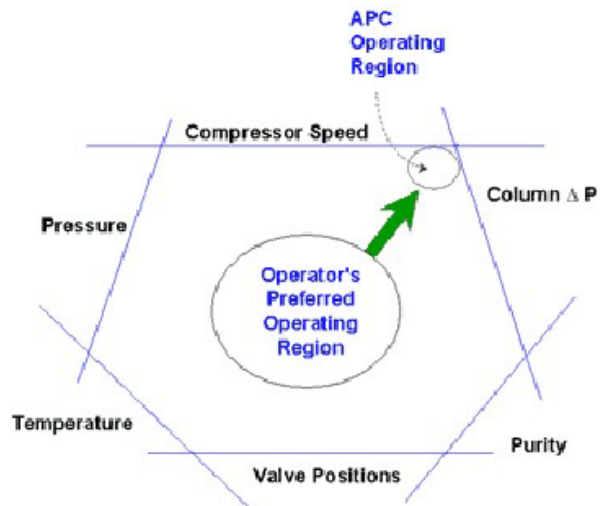
一家服务公司对工厂的基本管理监督控制、调谐回路进行分析后，采用自动控制方式，并更换或维护必要的控制阀和变送器，结果是产量增加10%以上。²

一旦过程设备和基本的监督控制工作正常，您可以添加一些功能，如先进过程控制和实时优化。

添加先进功能。即使在复杂、相互关联的回路中，先进过程控制技术（APC）都可以进一步降低过程变化。一些先进控制，如模型预测控制具有线性化程序，可能找到多组给定值的组合，以实现特定目标一如最大产量。

在不违反过程约束的情况下，先进控制有助于给定值更接近最佳值。

助



当工厂性能平稳增加可带来巨大经济效益时，先进控制的作用尤为突出。例如，根据Solomon Associates，烯烃工厂采用先进控制时，一般意外停产或生产效率低的情况较少，并且产量增加2%左右。增加的产量每年可带来1千万美元的效益。³

根据过程条件实时找出最佳运行点。对许多过程而言，由于进料、产品组成、设备性能、燃料质量、排放物、环境条件和运行成本的频繁（甚至连续）变化，最佳工作点也是在不断改变。

对于此类运行场合，实时优化软件能够不断地评估过程、设备和经济因素，并找到“最佳点”实现最大产量……当过程条件发生变化时，再次寻找。

实现最大效益需要采用实时优化和先进控制。前者计算最新的给定值，后者负责实施。采用这样的组合，产量可增加2-3%或更多。

为什么它并不一定产生效果

上述措施并不是个新方案。很多工厂已经在现有控制中增加了先进控制和优化系统，结果却让他们感到失望。一些工厂甚至关闭或忽视这些应用软件，浪费投资，也没有获得可能的收益。

基础薄弱。通常失败的原因在于控制和自动化方面 — 阀门、仪表和控制系统没有达到预期的精度和可靠性。

最近的调查中，先进过程控制专家表明：只有建立基本过程测量和控制的**牢固基础**，客户才能期望APC应用程序实现持久、明显的收益。³否则，不能保证这些先进应用程序的控制动作能够准确而可靠地执行，也不能保证使用的信息是否有效。

未曾怀疑的问题。长期运行，即使是最好的设备也会由于磨损、损坏或运行状态变化而性能恶化或失效。如果不能检测或预测这些问题，并采取校正措施，过程变化将加剧 — 迫使操作员将给定值进一步远离运行目标，或乾将回路打到手动方式。一些调查表明：**20-40%的控制回路以手动方式运行。**⁴

如果问题继续发展，而您又没有检测到它，您将面临过程紊乱和设备失效带来的意外停产（以及产量上的损失）。为避免这种情况造成的产量和利润损失，操作员也趋向于采用保守的给定值。

信息有限。对于正在发生的过程设备运行状况，传统控制结构只能提供有限的信息 — 通常只是些过程变量以及与之相关的趋势和报警。因此检测这些潜在问题比较困难或不大可能。传统控制结构无法直接监视或评估设备健康状况。

无效数据。信息量有限，控制系统和任何先进控制都存在使用错误信息的风险。任何**4-20 mA**的模拟量信息它都认为是正确的。实际上可能存在种种问题。传感器可能堵塞，信号可能产生漂移，或阀门不能对控制信号做出正确响应。除非有办法确认这些信息，否则控制算法和先进控制应用软件将一直使用这些无效数据，直至有操作员注意到这个问题，或是过程紊乱引起对这个问题的注意。

由于存在这些限制，简单地在传统自动化结构中添加一层先进控制，通常不能达到预期的效果，这也就不足为怪了。

您需要的是访问实时信息的方法，掌握整个过程和许许多多设备的运行状况，并利用这些信息预测来阻止问题的发生，并确保每个层面上都能达到所需要的性能，包括仪表和先进控制。

答案：智能预测

利用艾默生PlantWeb®数字工厂结构的**智能预测**功能，您可以看到过程和设备中正在发生的事情，辨识潜在的问题，并在过程变化增加之前采取措施 — 因而您可以提高控制性能，并很有把握地使给定值更接近最佳工作点。

丰富的信息。传统的自动化结构体系只能发送过程变量信号，数字技术则可以访问并使用各种新型数据信息。采用PlantWeb结构，此类信息的深度和广宽都得到前所未有的拓宽。

它基于智能型HART和基金会现场总线仪表 — 包括变送器、分析仪和数字阀门控制器，它们采用单片式微处理器和诊断软件监视其自身的运行状况和性能，以及过程、故障和维护所需的信号。

但是PlantWeb的功能不只限于阀门和仪表。它还可以捕获旋转设备的运行状况信息，比如电动机和泵，识别潜在的问题，诸如轴线未对准、失衡、齿轮损坏和轴承故障。同时它还可以监视各类工厂设备的性能和效率，包括热交换器、压缩机、蒸馏塔和锅炉，等等。

信息集成化。PlantWeb采用诸如HART、基金会现场总线和OPC等的通讯标准，以及集成化软件，任何需要过程和设备信息进行分析和动作的地方都可以利用它 — 可以是结构中的任何层面。

PlantWeb与其他自动化结构有何不同？

- 能够高效采集和管理各种新型信息—包括设备健康状况和诊断信息，信息来源可以是各类现场设备和其他过程设备。
- 不仅提供过程控制，而且可以实现资产优化，以及其他工厂和商务系统的集成。
- 采用网络结构，而不是中央分布式结构。具备更高的可靠性和规模可变性能。
- 结构的各层采用标准方案—包括充分利用基金会现场总线；
- 唯一一种得到各行各业大量项目证实的、成熟的数字化工厂结构体系。

有关结构体系和功能的详细信息，请访问网站：
www.PlantWeb.com。

例如，PlantWeb将各类设备的信息集成到一个浏览器界面，**AMS Suite: Asset Portal**中。任何需要该信息的人都可以访问，包括车间内的技术人员、控制室内的操作员，或与工厂和业务相关的其他人员。当问题出现时，面向对象的在线警告有助于将适当的信息即时发送给相应的负责人，以便采取校正措施以保证过程的稳定运行。

PlantWeb的DeltaV™ 和Ovation®自动化系统还可以利用过程和设备状况（以及过程变量）的相关信息，进行监督和先进控制。根据正在发生的准确信息，而不是无效数据，控制和优化的结果值得信赖。

预测功能。由于在问题发生之前可以检测并处理，仪表和设备能够以最佳性能运行—不但避免可能引起停产的状态，还可以降低变化在过程中蔓延的可能性。

此外，对潜在问题的**事前警告**还能够增强您（和操作员）的信心，使给定值更接近理论上的工作极限，达到更高的产量。

通过如下几个方面，我们看一下PlantWeb是如何利用上述功能帮助您提高产量的：

- 缩短停产时间；
- 建立牢固的基础；
- 在系统结构中引入先进控制；
- 通过不断优化保持优势。

缩短停产时间

在引起设备失效或过程紊乱以及**意外停产**或事故停机之前，PlantWeb的监视和诊断功能有助于阻止问题的发生，从而避免产量受到影响。

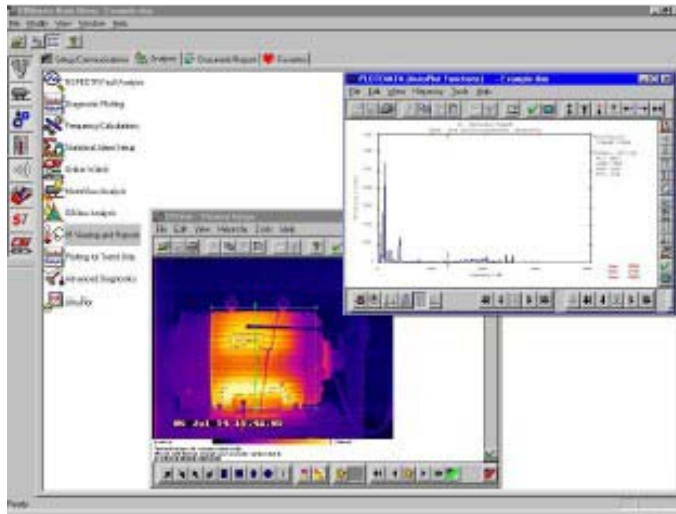
例如，冲击管道堵塞时，压力变送器的读数并不代表实际过程的压力。您和控制系统都无法知道过程的实际压力，当压力变化超出允许范围时，将有发生故障的危险。PlantWeb采用特殊的**诊断方法**检测堵塞管道，并立即将该问题通知您。

一家炼油厂发现：在液态催化裂化装置（FCC）中，此类诊断功能可以提前**30分钟**检测到引起催化剂循环颠覆的状况⁵。如果没有采取校正措施，此类颠覆造成的损失（以及维修费用）相当于**5天**的生产损失。

如果能够更好地了解设备的实际状态，**计划内停产**的时间和频率也会降低。

例如，**AMS Suite软件组合：Intelligent Device Manager智能设备管理方案**软件能够管理整个工厂内阀门和仪表的诊断和维护信息。**AMS Suite软件组合：Machinery Health Manager机械设备管理方案**能够跟踪旋转设备的状态（例如电机或泵），因而您可以知道哪些设备不久就需要维护，那些则不需要。而**AMS Suite软件组合：Equipment Performance Monitor设备性能监测**评估经济因素以及各类设备的性能，帮助您确定维护的最佳时间。

AMS 机械管理器采用振动监视、IR温度记录、原油分析、超声波和电机诊断等手段，您可以更好地了解设备的实际运行状况。



利用自动启动程序，PlantWeb的**DeltaV**和**Ovation**自动化系统还有助于停产后快速恢复到满负荷生产能力。

这只是PlantWeb缩短停产时间的几个例子。欲了解更多有关该主题的信息，包括提高过程利用率的机会和挑战，请访问网站：http://plantweb.emersonprocess.com/Operational_Benefits/Availability_index.asp，**下载免费的技术白皮书。**

建立牢固的基础

PlantWeb实现稳定的基本控制，而智能预测保持其运行性能。

PlantWeb结构的基础是仪表和阀门，我们提供各类仪表和阀门，可满足您对测量、分析和控制性能的要求。这包括快速动态响应的变送器，可响应1%或更小信号的数字阀门，以及世界上最精确的Coriolis流量计。

更重要的是，这些智能HART和基金会现场总线设备能够提醒您潜在的问题。此类设备都具有诊断功能，包括监视性能恶化的**变化指数**，以防止过程受到影响。其他诊断功能也可以提醒您各类设备的具体问题。

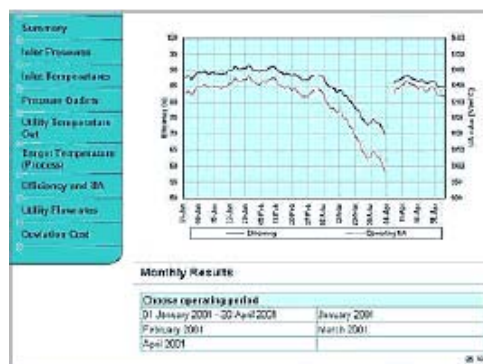
- **AMS设备管理器的阀门签名诊断**能够检测到阀门的静摩擦。静摩擦造成阀门被阻塞在一个位置点，随着执行机构作用力的增大，阀门一次移动的很大的距离。结果是：阀门在大多数时间内位置不准，这将明显加剧过程变化。

过去，检测阀门阻塞需要取出阀门，进行“连续冲击试验”。采用PlantWeb，无需取出阀门，就可以实现阀门阻塞的测量和报警——更便于潜在问题的检测和校正。

- **传感器堵塞检测**诊断功能有助于维持pH测量的准确性，它能够发出堵塞的预警和维护请求，甚至自动清洗传感器。
- PlantWeb诊断还可以发出“提示性警告”，即目前设备仍然运行正常，但其状态表明可能存在问题——例如阀门行程超出建议的累积行程距离，或变送器超出推荐的工作范围。

您还可以获得其他设备发生故障的早期警告。例如，AMS性能监视器软件能够监视热交换器，压缩机，泵、涡轮机、锅炉和其他过程设备，检测并跟踪其性能变化对过程变化和产量的影响。一家天然气公司采用该技术监视压缩机性能的恶化，一举扭转生产率下降的局面，获得3百万美元的效益。

AMS性能监视器显示
设备性能的长期变化趋势。

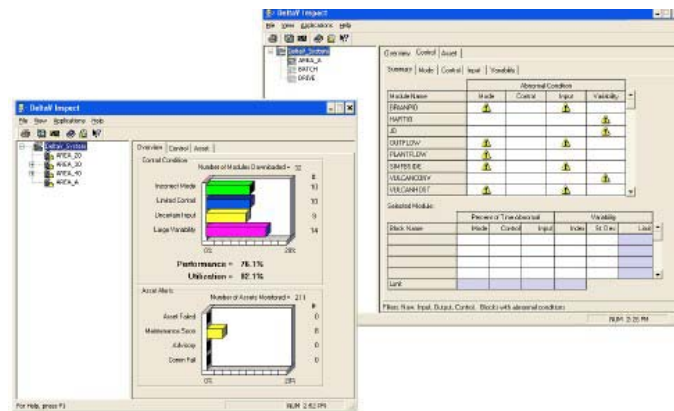


PlantWeb的信息集成使得上述预测诊断的功能倍增。

由于我们的智能基金会现场总线仪表能够不断地检测此类问题，并在发送的数据上标记好、坏或不定状态。PlantWeb的DeltaV和Ovation自动化系统监视到这类信号状态（并不是所有系统都可以做到这一点），不断确认数据是否可以供控制算法使用。如果不能，系统可以自动修改控制动作——最大限度地降低或避免过程变化的增长。

DeltaV Inspect侦测软件不仅能够监视设备性能，还包括整个回路的性能和变化，对测量、执行机构或控制块中任何性能恶化或异常情况，还能够自动加注标记。它还可以跟踪到每个回路本应是自动控制，还实际上是手动控制的时间——精确指出故障点，帮助操作员控制过程变化。

DeltaV Inspect集成了过程和设备信息，有助于跟踪整个回路性能并找出潜在问题。



如果问题是由于回路整定差，使用方便但功能强大的DeltaV Tune回路整定软件利用专利技术的延迟振动原理，最大限度地减少过程扰动和调谐时间。OvationTune软件提供整个系统的回路调谐，通过回路监视和自适应调谐达到最佳性能，减少过程变化。

如果您需要，艾默生可提供专业的回路审计和整定服务，帮助您发现和修复最容易发生故障的回路——如果您的技术支持力量只够处理日常问题，这无疑一则好消息。

结构中引入先进控制

一旦底层回路达到最佳运行状态，利用先进控制进一步降低过程变化而且给定值可以更接近最佳值，您可以最大限度地提高产量。先进控制并不只是简单地添加到PlantWeb中，它是该结构的有机组成部分，它还可以调用过程和设备的有关信息供基本控制使用。例如…

- **Ovation PID模糊PID**采用模型逻辑实现快速响应，并且不会产生超调。对于给定值经常变化和存在负载扰动的回路，它通过修改工作点自动适应不同的过程动态，比传统PID性能更好。对于超调将影响生产并降低总产量的应用场合，该功能非常有用。
- **DeltaV Predict 侦测**软件中的多变量模型预测控制技术能够方便地处理长死区、大时间常数，以及回路间的相互影响。当过程状态发生变化时，在不违反过程约束的情况下，它能够自动调节以达到最大产量。
- 您还可以利用功能最强大的（但仍然方便使用）的**PredictPro**找出多个给定值的最佳组合，实现产量最大化。

DeltaV PredictPro 嵌入式线性程序能够找出多个给定值的最佳组合。

该技术不断找出多个给定值的最佳组合，在不违反过程约束的情况下，过程可以更**接近理论工作极限**—进一步提高产量。

由于方便易用的先进控制是**嵌入**到DeltaV和Ovation控制器，而不是网络工作站，在控制器中运行的周期时间通常为**1-2秒**，而在监督MPC系统中，该周期通常更长。因此处理问题时，它的动态响应速度更快，过程能够更接近理论极限值。

不断优化并保持优势

当过程由于种种因素发生变化时，实现最大产量的最佳工作点也会改变。**AMS Suite**软件组合：**Real-time Optimizer**实时优化软件能够不断地监视这些因素，并且利用过程的精确数学模型找出新的给定值，在不违反过程约束的情况下，使性能重新恢复到最佳状态。

如同PlantWeb的其他先进控制一样，AMS优化器也是该结构的有机组成部分。它利用过程和设备的**有效、实时**信息不断更新工厂的数学模型。对于实现AMS优化器确定的新给定值而言，集成化更便于控制的实现。

在电力应用系统中，通过实现锅炉的最佳性能，提高热效率，最大限度地降低蒸汽温度变化，**SmartProcess**®工厂优化软件可以提高产量和效率。它采用神经网络和线性化技术建立工厂过程的模型。每种模型都可以动态优化，即使由于负载变化，工厂过程发生变化时，它都可以把新给定值和偏差直接发给控制器。**SmartProcess**还能够以建议性方式运行，提醒操作员修改给定值，并采取措施实现既定的目标。

真实结果

工厂、工场、精炼厂和全球其他应用场合的成千上万自动化项目中，更高的产量只是用户选用PlantWeb结构的原因之一。

- **Calcasieu**炼油厂建于1977年，靠近Louisiana的Lake Charles，经过几年的技术改造，其生产能力约每天15,000桶。其主要的过程设备包括原油塔，即2号装置，和一个石脑油稳定装置。原有日生产5,000桶原油的1号装置已经于1980年停产。

Calcasieu工厂希望恢复1号装置的生产并提高2号装置的生产能力，将生产能力提高到每日22,000桶。他们选择PlantWeb控制原油装置和石脑油稳定装置，以及800,000桶储量的油库和五英里的油料输送管道。

决策的正确性已经得到证实。现在，那些原本手动控制的回路已经采用自动控制。与以前不太先进的控制技术相比，过程可以更加接近最佳运行状态—其结果是成本降低，产量和质量都得以提高。

例如，采用严格的原油塔控制后，液体和蒸汽产品产量增加，并且避免频繁液体和蒸汽泛滥。在石脑油稳定装置中采用先进控制策略后，成功降低了液化天然气副产品中有价值的石脑油损失。

对最终效益的影响又如何呢？通过上述措施以及相关的改造，2号装原油装置的日产量增加了约2,000桶，全厂的生产能力达到30,000桶，大大超过原先预计的22,000桶^{6,7}。

这只是其中的一个例子。下面是其他用户的评价：

- 自从安装了PlantWeb和基金会现场总线后，生产成本降低，产品质量提高。原材料节省了约20%，产量增加10%。运行效率比以往任何时候都要高。

- 制钾工厂
- 采用PlantWeb，在没有增加职工的情况下，生产能力提高了25%。

- 特殊化工品生产商
- 从原材料到最终产品，PlantWeb为新工厂的控制提供了高性价比的平台。例如，一个按钮启动的功能实现最大的正常生产时间。我们还试验修改给定值，找出它对产量和效率的影响。我们学到很如何让设备以最佳性能运行的知识，帮助我们获得最大效益。我们注意到运行效率提高了15%以上。

- 饲料添加剂生产商
- 自从全厂安装PlantWeb后，采用同样多的燃料，电能输出增加6.4%，维护人员减少33%，操作人员减少33%。运行效率比以往任何时候都高。

- 电厂

有关PlantWeb结构功能的典型案例和证据的更多信息，可访问网站：www.PlantWeb.com 并点击“Customer Proven”。

下一个步骤

发挥“工厂潜力”提高产量是非常值得做的事情。但是如何做到这一点呢？

首先，评估您工厂的现状。目前的产量与设计的生产能力相比，是高是低？过去一年内的停产时间有多少？生产的制约因素有哪些？哪些回路最容易发生故障？您是否尝试采用先进控制或优化系统以提高产量？结果如何？

下一步，评估提高产量的潜力。如果目前产量受到生产能力的限制，在生产能力允许的情况下，您还可以销售出多少产品？如果是受到市场因素的限制，提高产量是否允许您利用效率最高的设备生产？这样做可以节省多少费用？如果燃料，原料和产品经常变化，采用更快的过程优化方法，相对于竞争对手，您可以获得哪些优势？

最后，与本地的艾默生团队合作，找出PlantWeb能够发挥最大优势的应用场合。如果您愿意，我们甚至可以帮助实施该过程的评估和目标制定，包括回路性能审计，为提高产量开发商业案例。

参考文献

1. Douglas C. White, .The .smart. plant: Economics and technology,. *Proceedings 2003 FOCAPO*.
2. Bill Bialkowski, .Advanced process control: Is it a cure for all process control needs?. *The EnTech Report*, September 2000.
3. Dave Harrold, .Push the limits,. *Control Engineering*, February 2001.
4. J. Denver Smart, .Expanding the role of intelligent field devices,. Total Enterprise Solutions Conference, ICAM Singapore, May 2001.
5. R. Szanyi, M. Raterman, and E. Eryurek, .Diagnostics capabilities of FOUNDATION fieldbus transmitters,. *Hydrocarbon Processing*, April 2003.
6. Jody Verret, Toni Bennett, and Rob Wood, .Louisiana refinery retrofitted entirely with fieldbus,. *Oil & Gas Journal*, December 2001.
7. Toni Bennett, Mike Newell, and Jody Verret, .Refinery automation in the fieldbus era,. *Hydrocarbon Engineering*, September 2002.

其他资源

- 提高利用率只是PlantWeb帮助提高过程和工厂性能的一个方面。它还有助于提高利用率和质量，并用降低如下方面的费用，包括运行和维护、安全、健康、环保、能源和其他公共费用、废品和返工费用，等等。
详情请访问网站：www.PlantWeb.com，并点击“Operational Benefits”。
- 设备总体效率（OEE）是衡量过程性能的主要指标，产量与其“生产率”部分密切相关。艾默生过程管理提供免费的网上学习环境 — PlantWeb大学，包括5课时的OEE介绍。有关产量部分的内容将很快推出。

详情请访问网站：www.PlantWebUniversity.com。

本刊物的内容仅用于提供信息，虽尽力保证准确，但不可理解为有关产品或服务以及使用和应用等的明确或隐含的保证或担保。所有销售按照我们的条款和条件进行。我们保留如下权利：对产品设计或技术规格进行调整或改进时，不再另行通知。

PlantWeb、AMS、Asset Portal、Ovation、SmartProcess和DeltaV为艾默生过程管理的标志。所有其他标志的所有权归其各自的所有者。