

设备可用率 101 提高设备可用率

本教程包括:

- 1 综述
- 2 扩展利用机会
- 3 增加可用率的价值
- 4 多大的可用率是合适的?
- 5 可用率下降背后所隐藏的损失
- 6 产量限制还是市场限制?
- 7 故障模式
- 8 混合故障模式
- 9 最常见的故障模式
- 10 故障原因
- 11 在问题进一步发展之前找到它们
- 12 您可以如何开始?

综述



在许多工厂的报告中都指出，停车时间是引起收入损失和丧失赢利机会的最主要原因。许多工厂都是由于未能充分利用其过程设备而没有达到它们的最大赢利潜能。所以提升过程可用率可以显著提高工厂的经济效益。

即便对可用率做很小的提高也可以创造巨大的利润。这是因为由提高可用率得到额外收入中有一半以上可以转化为利润。此外，提高可用率还可以降低总的操作成本。正是由于提高可用率可以同时增加利润并降低成本，所以它是提升您工厂经济效益的有效工具。

通过本教程，您会了解到可用率的经济价值以及可用率最大的“敌人”——停车的各种起因。在本系列的其它教程中，将会为您介绍减少停车时间的各种方法，来帮助您达到更高的设备可用率。

提示

当您浏览本教程时，请留意以下这几个问题的答案：

- 什么时候提高可用率的经济时机？
- 停车的原因有哪些？
- 不同的故障模式有哪些？该如何来理解这些模式才有助于减少停车时间？

如果在生产质量合格，成本优化或是达到目标产量的生产情况下，可用率的评估尺度是不需要说明的。所以，尽管这些因素也是十分重要的，我们还是将它们放入了 PlantWeb 大学的其它教程中来进行介绍。

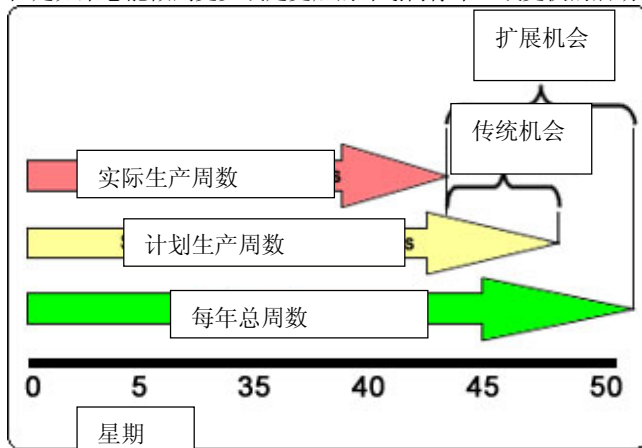
扩展机会

可用率一般定义为实际生产时间对计划内生产时间的百分比。其中计划内生产时间是除去了用于维修或其它目的的停车时间而计算得到的。

举例来说，假设一台设备的计划停车时间是每年两周，实际每年工作了 8000 小时。

$$\begin{aligned}\text{可用率} &= \text{实际生产时间} / \text{计划内生产时间} \\ &= 8000 / ((365-14) * 24) \\ &= 95\%\end{aligned}$$

大多数人都只是千方百计地将可用率提升到用足计划生产时间的程度。比方说，减少计划外的停车时间等等。但是如果您能做到更少或是更短的计划内停车，或更快的启动速度，您也同样可以减少计划内的停车时间。



您可以扩展新的机会来提升设备的可用率。可用率越高，您投资的回报也就越大。

增加可用率所带来的价值

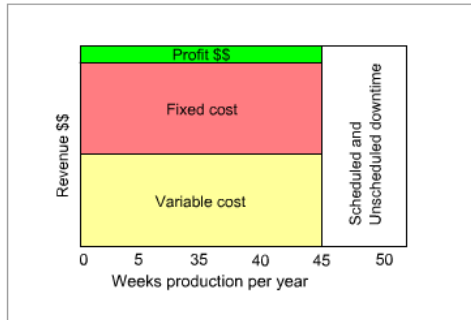
增加可用率所带来的价值常常被低估了。

如果工厂的年收入是 1 亿美元，那么每一个额外的生产小时就价值 11,400 美元。按此比例，减少一周的计划停车时间可以带来 2 百万美元左右的收入。

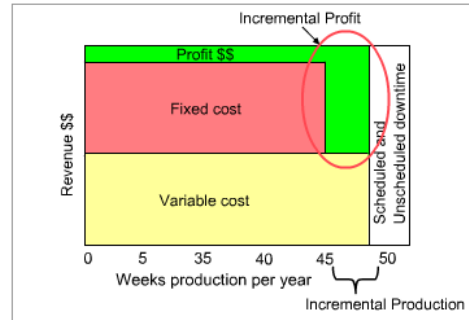
如果可变成本占总收入的 50%，运行利润占 10%，那么大多数人都可以计算得到潜在利润是 2 百万美元的

10%，也就是 20 万美元。然而，这样就显然低估了增加可用率的价值。
 这是因为固定成本是基于现有的生产小时，一小时的额外生产不会增加固定成本。所以，一小时额外生产的利润就是额外收入减去可变成本。
 例如在一个工厂中，额外工作时间所创造的利润占到了这部分工作时间带来收入的 50%，实际增加收入若是 2 百万美元则其中利润就有 1 百万美元。所以说，应该看到增加可用率所带来的高利润率，而并非单单着眼于收入的增长。

收入 利润 固定成本 可变成本 每年工作周 计划内和计划外的停车时间
 收入 利润 固定成本 可变成本 每年工作周 计划内和计划外的停车时间 增加的利润 增加的产量



之前



之后

多少可用率才是足够了？

就算是最好的工厂设备也有停车时间，之所以那些设备可以算是最好的，就是因为它将可用率尽可能地保持在高水平上。实际上，如果将生产力、原料成本、燃料或能源成本、排放设施和废物处置成本等主要的运行因素都计算在内的话，您会发现在运行状态最好和最糟的工厂之间差距最大的因素就是可用率。其变化范围最低至 72%，最高则到 95%。

如下表所示，75% 的过程工业设备可用率均比最佳值少 40% 或更多。只要夺回这失去的生产时间就可以一下子将收入增加 4 个百分点。

过程类型 连续 间歇 化学，炼油，电力 纸业

Process Type	Continuous	Batch	Chemical, Refining, Power	Paper
Worst Quartile	<78%	<72%	<85%	<83%
3 rd Best Quartile	78-84%	72-80%	85-90%	83-86%
2 nd Best Quartile	85-91%	81-90%	91-95%	87-94%
Best Quartile	>91%	>90%	>95%	>94%

Fluor Global Services – Benchmark Study – NA, AP, EU, 1996.

增加的利润 = 增加的收入 — 生产的可变成本

如果可变成本是收入的 50%，额外生产的利润将是收入 4% 的一半，即 2%。75% 的过程工业是受产量限制的。故有潜力通过提高可用率至最佳等级将每年收入的 2% 转化为额外利润。

可用率减少背后所隐藏的损失

低可用率也可以增加投资损耗，从而增加固定成本。

据一家全球著名的炼油公司估计，其全球产量的 10% 是用来抵消计划外停车所引起的损失的。这意味着计划外停车使得折旧的固定成本升高了 10%。

如果您为了迎合市场需要而拥有多条过程流水线或多台设备，那您的资本投资可能会超出需要的量。这是因为低可用率会迫使您增加资本投资来确保当部分设备停车时也要有足够的生产能力来满足市场要求。停车同样会迫使您增加产品库存，以便再停车时可以继续满足市场的需要。|

产量限制还是市场限制？

我们应该明确一点，那就是对于产量限制和市场限制这两种情况的设备可用率，其经济性是不同的。

如果您是受产量限制，增加可用率的优势就在于额外收入和显著提高的利润。

如果您是受市场限制，其经济优势就在于您可以用更少的设备来满足市场需求，或是重新设置一些设备来生产不同的产品。

就算您是受市场限制的，而且不能减少或是重新设置设备。提高可用率对于您来说还是有以下几点经济优势：减少了计划外的停车时间，就算这些停车时间可以被划为计划内的，同样可以减少成本。

例如，设备跳闸是引起计划外停车的常见原因。当能量或原料涌过设备时，跳闸就有可能发生。

设备跳闸可以导致许多我们不愿意看到的现象。诸如，烧毁中间产物、排放物泄漏、设备损坏、产生不合格产品而需要回收、加班而需要重新恢复和启动生产等等。以上的每一种情况都可以增加计划外停车的可变成本，而计划内停车中则不包含可变成本。

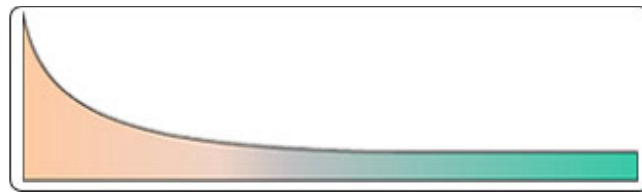
故障模式

如果了解和纠正了故障的原因，那么我们就可以消除或是显著减少故障。

在追查故障原因之前，让我们先了解一下故障的四种基本模式：

- 早期高发故障模式

早期高发故障模式的特点在于当设备最初运行时，故障频繁发生，之后便下降至随机发生的较低水平。

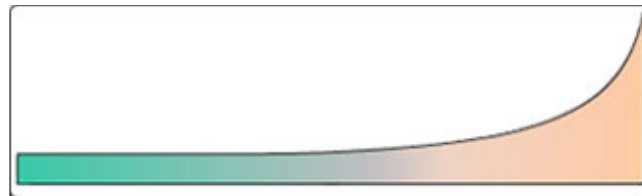


Infant Mortality

早期高发故障模式

- 晚期疲劳区故障模式

晚期疲劳区故障模式在设备的多数生命时间中只是偶发故障，直至设备接近寿命终点时，故障发生频率才会越来越高。



Wear Out Zone

晚期疲劳区故障模式

- 随机故障模式

随机故障模式指设备在整个生命周期中始终显现随机发生故障的状态。这些故障之所以随机发生是因为引起故障的根本原因和故障本身没有直接关联。



Random Failure

随机故障模式

- 递增故障模式

递增故障模式在早期呈现出低故障发生率，但是它会随着时间的推移缓慢上升。



Increasing Failure Rates Over Time

递增故障模式

混合故障模式

上述的四种故障模式也可以发生混合。实际上，一般认为大多数设备的故障模式都是混合的，我们将之称为浴缸形曲线。

下图中的故障模式，显示在早期有较高的故障发生率，之后便下降至随机模式的水平，这样的状态将在设备整个生命周期的大多数时间内保持，然而到了接近设备寿命终点的时候，由于错误累积，故障发生率又会回升。



Bathtub Curve Failure Pattern

浴缸形曲线故障模式

最常见的故障模式

在实际工作中，对于安装适当，维护良好的设备，只有很少的一部分会呈现浴缸形曲线故障模式。对于安装正确而又受到良好维护的设备，最常见的故障模式还是贯穿于整个生命周期的随机故障模式，这种模式没有早期的故障高发期，也没有晚期的疲劳区。属于这种故障模式的设备比例占到了七成多。

通常，安装错误，不正确的维护操作或是导致超过设备限制条件的运行问题，都会引发早期高发期和晚期疲劳区的形成。

然而，通过鉴别故障的根本原因就可以使故障最小化或是彻底将之消除。

以上内容参照了 Dennis Berlinger 和 Saxon Smith'的"MRG 可靠性商业案例"，详细请参见 <http://www.reliabilityweb.com/rcm1>

故障原因

故障的根本原因常常与它们在设备生命周期中发生的时间有关。事实上，最常见的三种设备故障原因是，安装错误，维护操作和运行问题。

■ 早期故障

设计错误，安装错误或是运行错误会很快地加重设备负担，使其反复超过其运行限制区域，最终导致早期故障。

这类故障有：

- 旋转设备没有安装平稳，导致的早期故障。
- 没有对现场设备进行必要的保护，导致其暴露在绝对温度之下，引起提前老化。
- 操作员启动时引起的设备压力会产生许多小故障，导致设备停车。

■ 晚期疲劳区故障

在适当的维护和运行条件下，多数设备并没有明显的晚期疲劳区。

通常，晚期疲劳的原因在于不适当的维护或运行操作所引起的小故障累积或是不正确的过程条件使设备运行状况长期轻微超过限制范围。另外，温度或压力等的循环作用也可以导致故障发生。

■ 随机故障

随机故障并非真的是随机的，它时常由操作和过程所引发。它们常在设备超出限制范围的当时或之后发生。例如，过程的偏移可以导致一部分设备超出其额定运行范围。

随机故障也可能是由维护过程中的不当操作所引起的。例如，向设备中加入了不正确的润滑剂，所引入的污染物会导致密封故障。

在问题进一步发展之前发现它们

多数故障是不会被立刻发现的，它们一开始只是个很小的错误或过失，不会立刻引起故障。例如，轴承中的一个小凹陷不会立刻引起停车或是灾难性的故障。实际上，它一开始可能是小到几乎检查不到。然而，如果它一直未被检查和修复的话，就会进一步发展而引起诸如计划外停车等大的故障。对设备进行适当的监测可以检查到许多这类错误，在其引起更大破坏或导致停车之前发现它们。

当今的监测和预测技术可以使得我们能够更早地探测到过失和错误。在问题还是很小的时候就进行修正，以消除大量计划内和计划外的停车时间，这样也使得生产能力得以提高，以便达到更高的产量，获得更多的收入。

您能够如何开始？

首先您应该分析一下自身的情况。您现在到底有多少潜在的生产小时是在计划内或计划外的停车中损失掉了？您停车的最大原因是什么？

之后您再决定该采取什么措施。您现在是受市场限制还是产量限制？通过将自己的可用率与最佳操作表进行比较而找出提高产量的潜力。从预计的额外收入中减去可变成本就是您利润的提高潜力。

更高的产量固能获得更多的利润，通过提高可用率，您也同样可以用更少的设备单元和更少的资本投入来满足生产需要，达到收入目标，以此来增加利润。

在关于可用率的另两篇教程中，我们将为您详细介绍如何在问题导致故障和降低可用率之前，检测和排除它们。

PlantWeb 的优势

PlantWeb 拥有适合您工厂中所有主要设备类型的预测和状态监测技术。实践证明，这些技术可以将您设备的可用率提升至接近甚至超过当前最佳操作的水平。如果您是受产量限制的，那么哪怕在您的评定中提高一级也可以将可用率提高 4%，将总收入的 2% 转化为运行利润。

[本教程完]