



过程能力评估的十大重要考量因素



为确保过程始终如一地满足客户需求和期望,过程能力至关重要。通过量化利用过程实现预期结果的能力,组织可以有效保证持续制造优质产品并最大程度减少缺陷。无论制造业还是服务业,了解和利用能力分析对于推动持续改进、提高客户满意度并在当今充满活力的商业环境下持续迈向成功均至关重要。

那么,为什么太多的消费者无法正确使用或解读这些指标?接下来,深入研究报告和解读 Cpk 或 Ppk 值时经常遗漏的一些重要考量因素。

因素 1:过程是否稳定?

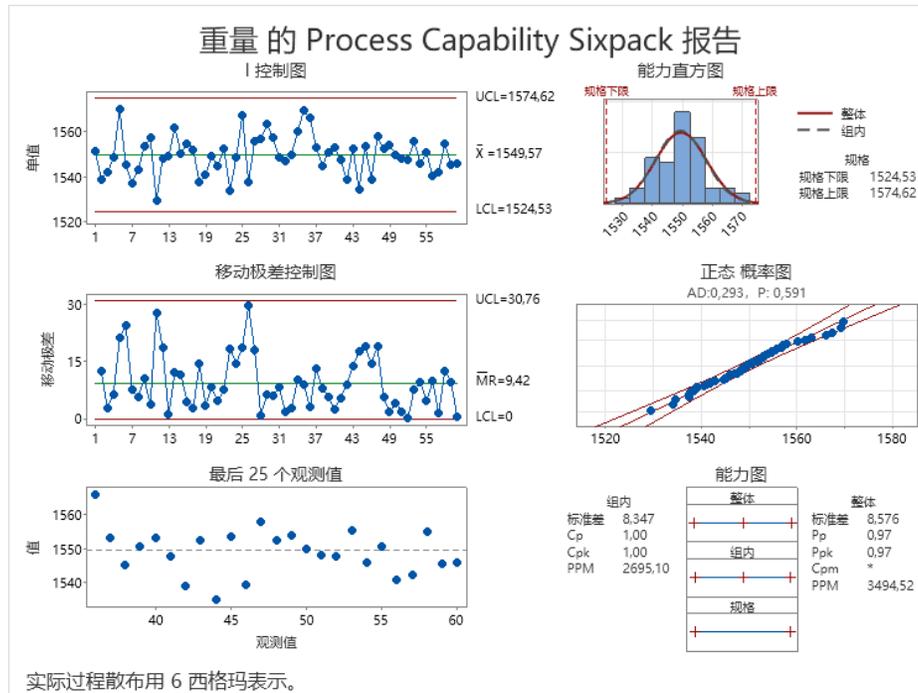
尽管必须将产品推向市场,但某些最杰出的公司会退后一步,首先监控过程,确保过程稳定性。确保过程稳定对于过程能力至关重要,原因有两个:

1. 专注保持过程稳定性可从根本上减少过程变化,从而提升过程能力。
2. 倘若过程不稳定,那么如何判断过程是否有能力?换言之,问题将会变成:在哪些特定情况下有能力?如果过程发生变化,我们无法确定特定客户收到后能否生产所需的产品。

例如,饮料制造商需要监控装瓶过程的灌装重量。灌装重量需要介于 1500 与 1600 克之间。Minitab Statistical Software 的 Capability Sixpack 简要介绍了过程能力和稳定性。(选择统计 > 质量工具 > Capability Sixpack > 正态。)

专业提示:由于并非按子组收集数据,因此填写对话框时使用子组大小 1。

在下方的结果图形显示中,我们可以得出结论:此过程稳定,因为没有值超出红色控制限,并且 I 控制图或移动极差控制图中未出现其他特殊原因变异警报。



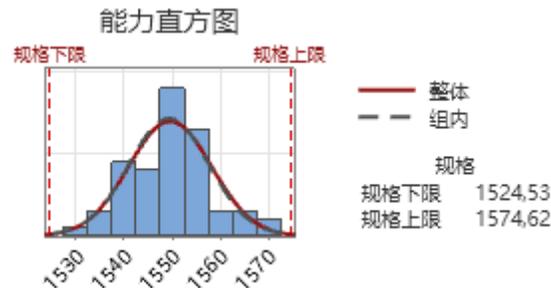
另一方面, 如果 I 控制图或移动极差控制图中的警报表明过程均值或变异发生偏移, 则最好停止操作并确定相关偏移模式的根本原因。

幸运的是, 并未出现此类情况, 我们可以继续研究下一项因素。

因素 2: 过程是否正常?

您可能会说, 当然, 过程正常。过程照常运行。然而, 我们所说的常规过程其实是指过程测量值的状态。

测量值 (例如, 灌装重量) 往往遵循正常模式或钟形模式, 因为人们采用秉承一贯模式运行的机器自动装瓶。所得的灌装重量以特定值 (即均值) 为中心, 然后确保均值的两端按同样的模式减少。在上一版 Capability Sixpack 中, 从直方图可以看出灌装重量按钟形合理分布。



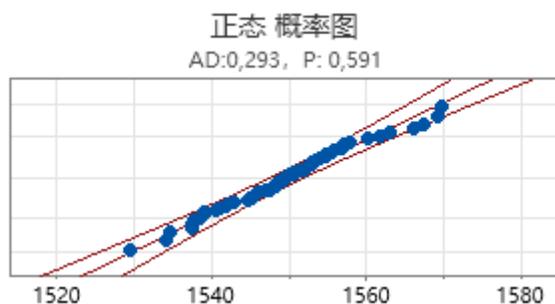
到目前为止, 一切顺利。但是, 随着分析专业知识的升级, 我们了解到, 通常最好将假设检验与通过可视化功能可能得出的任何结论进行合起来。因此, 我们得出第三项因素。

因素 3: 是否存在反常态证据?

为从正态目视检查转向更复杂的统计方法, 可以使用 Anderson-Darling 检验。Anderson-Darling 检验会对现有数据样本与已知分布 (例如, 正态分布) 进行比较。Anderson-Darling 检验假设如下所示:

H0: 数据来自呈正态分布的总体
H1: 数据并非来自呈正态分布的总体

为理解 Anderson-Darling 检验, 我们可以转到 Capability Sixpack 的下一张图形 – 如下所示的概率图。构成图形背景的网格线的垂直间距不均匀。相反, 这些网格线经过调整以反映正态分布外观。中心空间较大, 可容纳较多观测值; 两端空间较小, 可容纳较少观测值。图中的蓝点未假定任何分布; 但是, 如果网格中反映的分布适当, 则点会像此处一样形成一条相对直线。此外, $P = 0.591$ 的 p 值大于否定原假设的标准基准 $\alpha = 0.05$ 。因此, 没有证据反驳数据来自呈正态分布的总体。



我们可以将这些数据视为来自呈正态分布的总体的数据进行处理。因此, 我们得出下一项需要考量的因素。

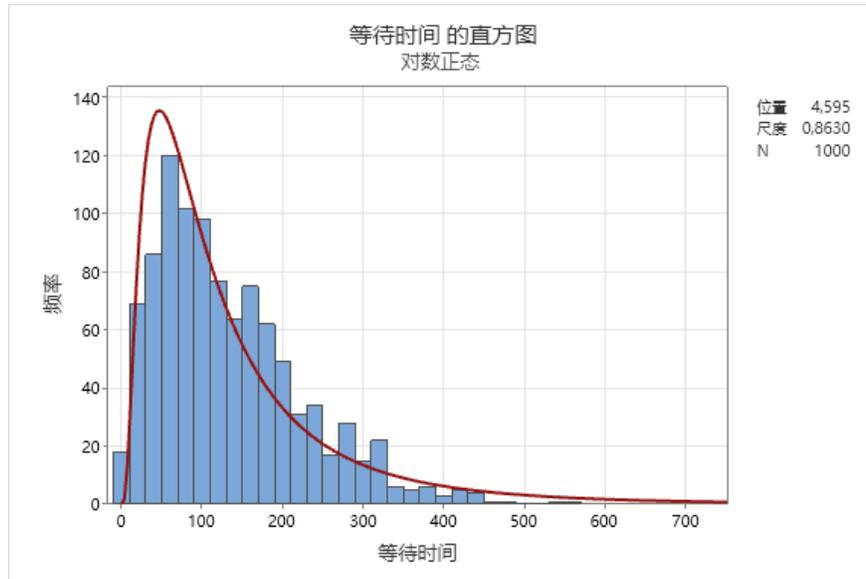
因素 4: 是否证明数据呈正态?

虽然假设检验和 p 值对于排除某个分布是当前数据的正确分布很有帮助, 但并不能证明任何结论。还记得“无罪推定原则”吗? 在 Anderson-Darling 检验中, 我们假定检验的分布为正确分布并寻找证据进行证明。因此, 哪怕 Anderson-Darling 检验结果的 p 值大于 0.05, 也无法证明任何结论; 只不过还未找到充足的证据来反驳表示样本来自特定总体的分布。

除了正态分布外, Anderson-Darling 检验还适用于多种其他分布。由于此检验的原假设始终为样本数据来自遵循该特定分布的总体, 因此我们通常可以假定几种不同的分布可能适用。换言之, 我们可以使用 Anderson-Darling 检验的 p 值排除分布, 但不能使用这个 p 值证明分布为正确分布。为解决这个难题, 我们得出下一项需要考量的因素。

因素 5: 如果数据非正态该怎么办?

Anderson-Darling 正态性检验得出 p 值小于 0.05 的原因有很多。最合乎逻辑 (且最常见) 的原因是: 您的数据来自未遵循钟形模式的总体。例如, 等待时间数据通常包含一些极长的时间, 而且可能遵循下方直方图中显示的模式。

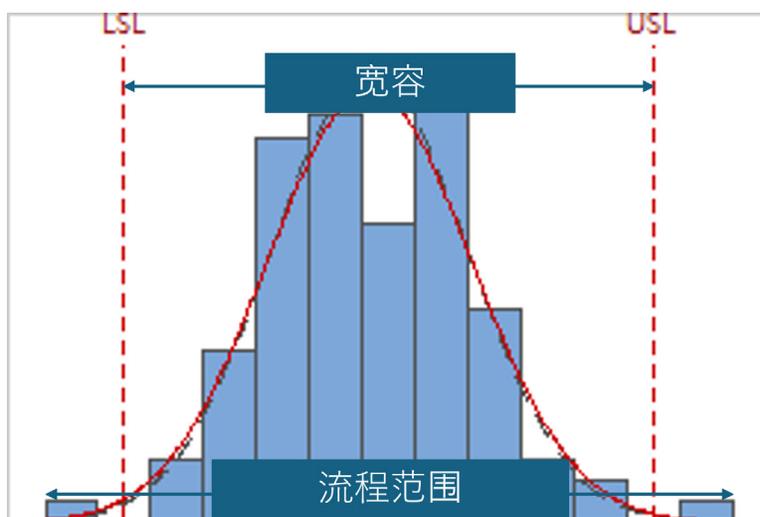


数据的非正态性不是问题。Minitab Statistical Software 还包含另外几种分布,例如上方显示的对数正态分布,可用于估计过程能力。因此,我们得出下一项因素。

因素 6:为什么非正态性很重要?

事实证明,在统计学中,很多时候正态假定并不那么重要。遗憾的是,能力分析不属于这种情况。对于涉及均值差异的技术(如 t 检验或方差分析),正态性并非重要假定,因为如果收集来自非正态总体的单个数据点的均值,则这些均值最终会遵循正态分布。

另一方面,如果要确定规格限内的过程的能力,则重点分析落在分布尾部的单个观测值,而不是均值。简单而言,能力是公差与过程分布宽度的比率。为测量过程的分布宽度,我们需要了解从中抽样数据的总体的分布或形状。



在估计患者等待时间等情况的过程能力或发现数据非正态的许多其他情况时,需要考虑超越针对正态分布数据建立的传统能力估计。我们还需要考虑数据是否确实来自非正态总体,或者是否有其他因素导致 Anderson-Darling 的 p 值偏低。因此,我们得出下一项需要考量的因素。

因素 7:异常值对分布有何影响?

异常值(或超出预期范围的数据点)可能会对正态分布的拟合程度产生重大影响。当存在极端异常值时,Anderson-Darling 的 p 值可能会小于尝试的每个分布的 0.05 基准,这表明没有分布表示适合过程的形状。在本例中,需首先考虑导致出现异常值的原因。

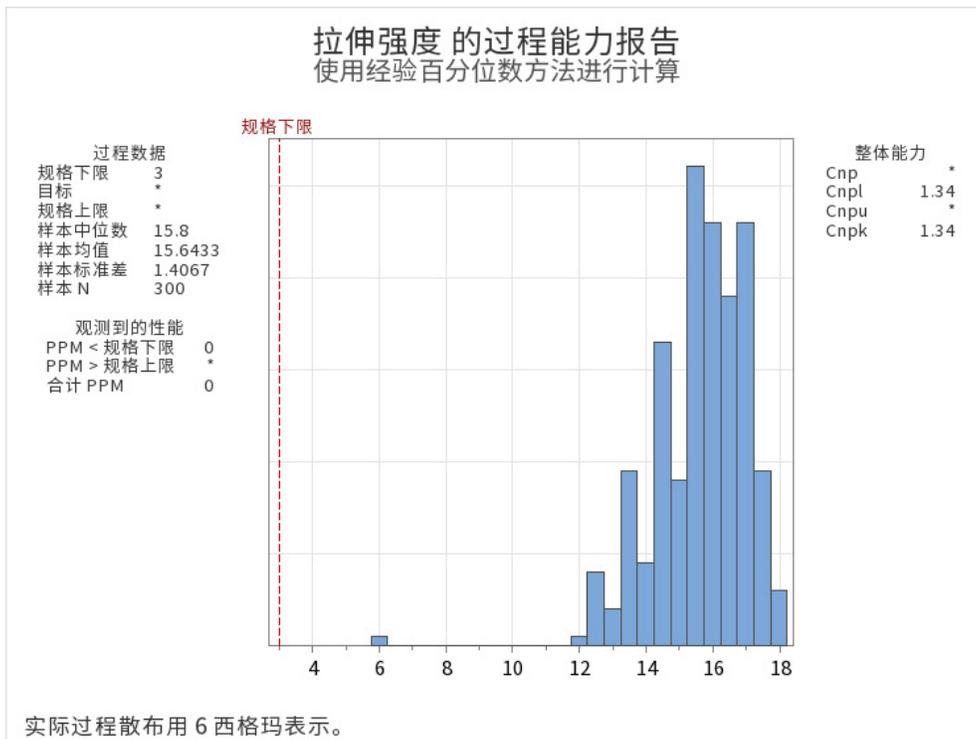
过程是否不稳定?(请返回参考因素 1。)异常值是否由某种可解释(但非典型)的因素引起,例如测量误差?(考虑删除该数据点。)或者,异常值是否只是数据的一部分?在这种情况下,无分布(非参数)方法或许可行。因此,我们得出下一项因素。

因素 8:是否必须假定分布?

在统计分析中,假定分布十分常见。我们可以通过此方法填补空白,假定数据有限或不存在数据的位置发生的情况。然而,有时(特别是存在极端异常值的情况下)无分布方法或许才是最佳选择。但是,值得注意的是,无分布方法需要的数据更多,因为必需掌握充足的数据,最好是几百个数据点,才能充分反映总体状况。

例如,医疗设备公司需要确保氧气设备采用的导管能够达到特定的强度规格。但是,当对此类导管样本进行检验时,某个样本在很小的冲击下意外破裂。此时,异常值仍高于规格下限,但在寻找适当的分布时发生问题。

幸运的是,Minitab Statistical Software 目前提供非参数能力分析(选择统计 > 质量工具 > 能力分析 > 非参数。)在以下结果中,非参数能力统计量 Cnpk 为 1.34,高于通用能力基准 1.33。无需假定分布即可得出结论,即使存在异常值,我们的过程依然可行。



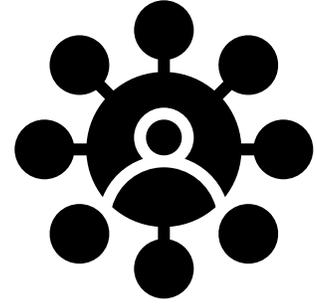
可以看到,技巧包中的无分布方法十分有效。但是,现在所有选项都可用,如何在它们之间做出选择? 由此得出下一项因素。

因素 9: 应当选择哪种方法?

估计能力时, 通常有三种处理非正态数据的方法。我们可以:

- 使用非正态分布, 例如对数正态分布或 Weibull 分布。
- 使用数据函数 (例如数据对数) 降低直方图长尾数据的极端程度, 因此数据更接近钟形或正态。
- 使用无需假定分布的方法。

Minitab Statistical Software 提供所有这些方法, 包括分布标识工具, 帮助您选择适当的分布或转换。(选择统计 > 质量工具 > 个体分布标识。) 这些久经验证的方法非常适合您确切了解如何处理数据的非正态性。但是, 如果不确定从何处开始或者认为所有这些信息有些令人不知所措, 下面开始介绍最后一项因素。



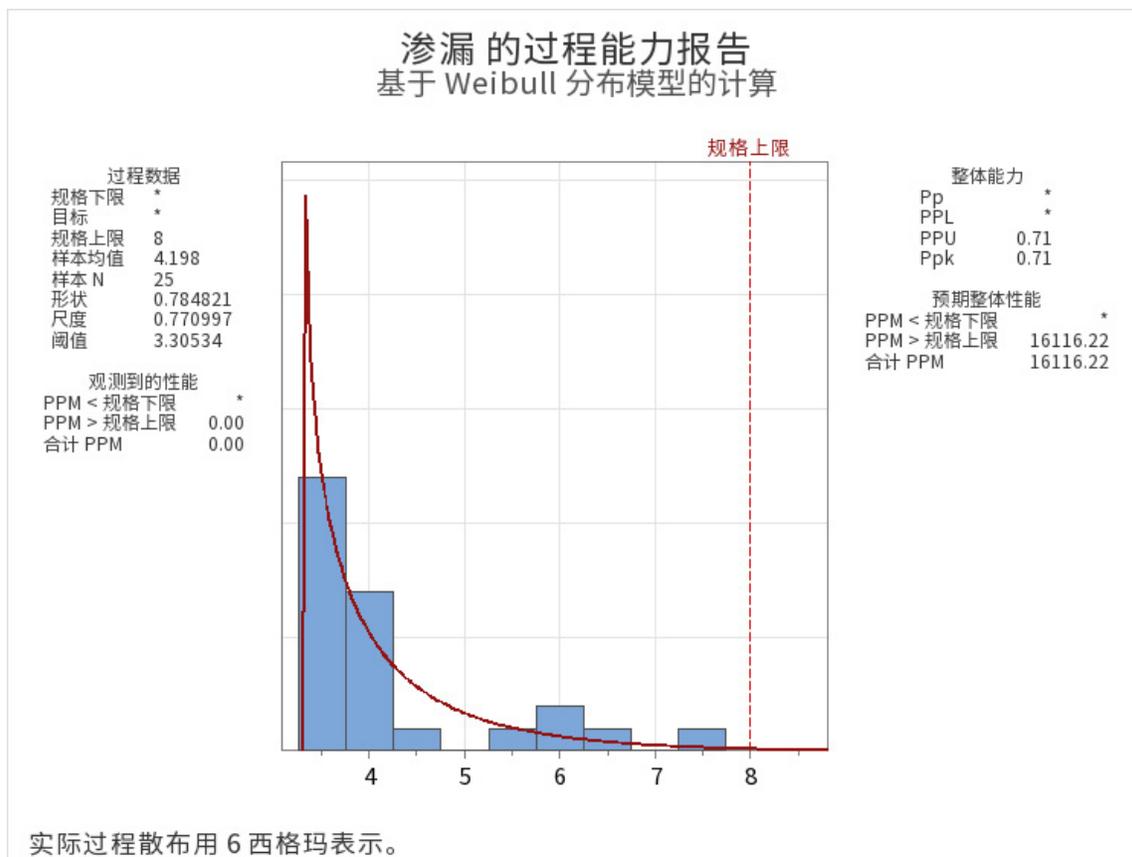
因素 10: 让特定于上下文的 AI 决定

Minitab Statistical Software 的全新自动化能力分析运用多年质量市场经验收集的信息提供自动化方法, 通过基于规则的人工智能根据您的数据提供最准确的能力统计量。

例如, 某制药公司需要评估药瓶密封工艺能力, 最大限度减少漏气量。他们采用漏气测试机测量这些瓶子样本的漏气量。采用自动化能力分析后, Minitab Statistical Software 将可充分考虑本文讨论的各项因素并确定这些数据的合理能力估计值。(选择统计 > 质量工具 > 能力分析 > 自动化。)

结果就在其中! 例程将从正态分布开始, 一旦符合正态分布, 大功告成。(如果不必如此, 为什么要自找麻烦?) 在泄漏数据案例中, 通过各种分布处理例程, 包括较常见和不太常见的分布, 最终找到充分拟合的分布。

从下图中, 我们发现此过程不起作用。为确保过程有能力, Ppk 必需远高于 1.0, 通常为 1.33 或 1.5。Ppk 为 0.71 表示预期过程分布宽度比公差大得多, 预计缺陷率约为 1.61%。



Minitab Statistical Software 自动化能力分析根据统计学家可能遵循的一系列规则来分析这些数据。但是,如果领域专家指出另一种方法(例如,转换)可能更适合处理您所面临的情况,只需直接单击结果中的选择替代方法按钮并选择您所选的方法。

结语

从饮食到采用的医疗设备,再到提供的医疗保健服务;我们所有人都赞同,决策以产品能否满足要求为核心。为提供高质量产品,采用完善的能力分析方法至关重要。无论热衷自驾、让 AI 代您做出选择,还是兼顾两者,Minitab Statistical Software 都能满足您的需求!



您有数据。我们有 Solutions Analytics™

下载免费试用版

minitab.com