Minitab

製程能力評估的十大重要考量因素

為確保製程始終如一地滿足客戶需求和期望，製程能力分析至關重要。透過量化製程能力實現預期結果，組織可以有效保證持續製造優質產品，最大程度減少缺陷。無論製造業還是服務業，瞭解並利用製程能力分析對於推動持續改進、提高客戶滿意度，並在現今充滿活力的商業環境下持續邁向成功，至關重要。

那麼，為什麼太多的消費者無法正確使用或解讀這些指標？接下來，深入研究報告和解讀 Cpk 或 Ppk 值時，經常遺漏的一些重要考量因素。

因素 1：製程是否穩定？

儘管必須將產品推向市場，但多數最傑出的公司會先進行內部審視，首先監控製程，確保製程穩定性。確保製程穩定對於製程能力至關重要，原因有兩個：

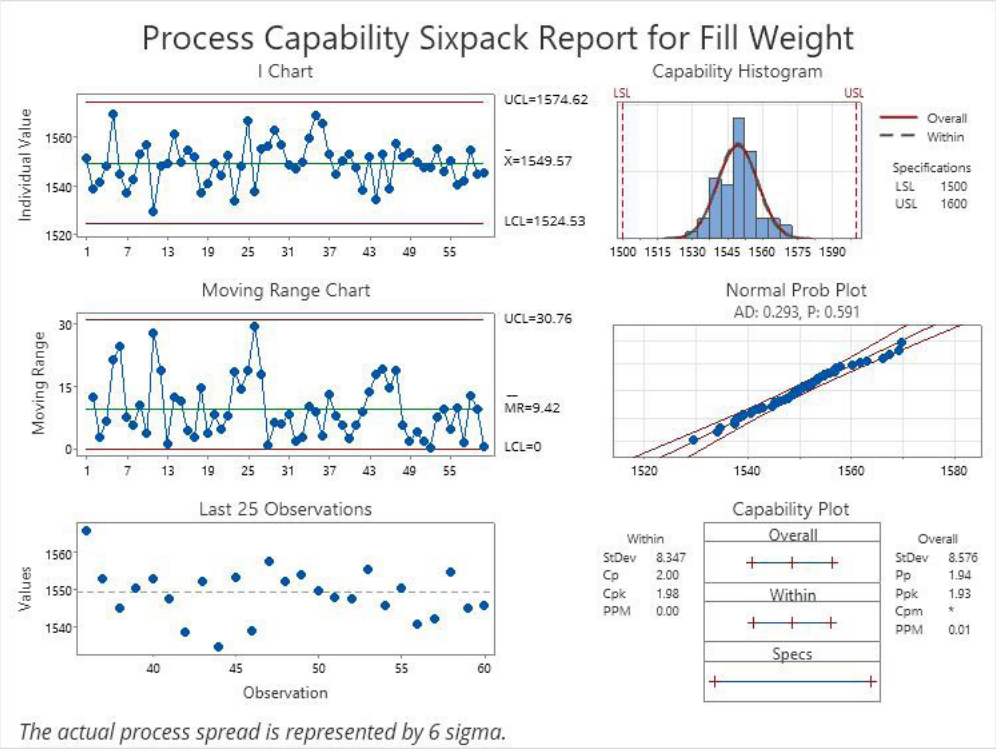
1. 專注保持製程穩定性可從根本上減少製程變動，從而提升製程能力的穩定性。

2. 倘若製程不穩定，那麼如何判斷何時製程有能力？換言之，問題將會變成：在哪些特定情況下有能力？一旦製程能力發生變化，我們將無法確定特定客戶收到的產品，是否滿足所需。

例如，飲料製造商，需要監控裝瓶製程的灌裝重量。罐裝重量需要介於 1500 與 1600 克之間。Minitab Statistical Software 的 Capability Sixpack 簡要介紹了製程能力和穩定性。（**Stat > Quality Tools > Capability Sixpack > Normal**。）

專業提示：由於並非按子群收集數據，因此填寫對話框時使用子群大小 1。

下方的圖形顯示結果，我們可以得出結論：此製程穩定，因為沒有值超出紅色管制界線，並且個別管制圖或移動全距管制圖中，未出現其他特殊原因的變異警報。



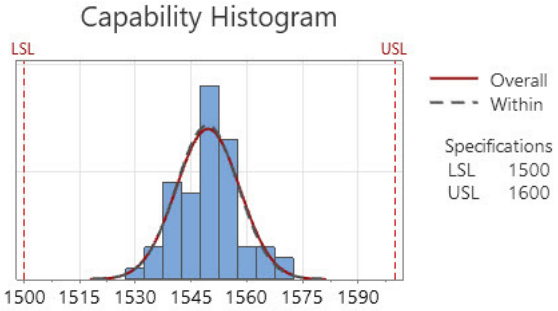
另一方面，如果個別管制圖或移動全距管制圖中的警報，表明製程均值或變異發生偏移，最好停止操作，並確定偏移模式產生的根本原因。

幸運的是，並未出現此類情況，我們可以繼續研究下一項因素。

因素 2：製程是否正常？

您可能會說，當然，製程正常。製程照常運行。然而，我們所說的正常製程，其實是指製程量測值的狀態。

量測值（例如，罐裝重量）往往遵循常態模式或鐘形模式，因為人們採用一貫模式運行的機器自動裝瓶。所得的量測值以特定值（即均值）為中心，然後確保均值的兩端按同樣的模式減少。在上一版 Capability Sixpack 中，從直方圖可以看出量測值按常態合理分布。



到目前為止，一切順利。但是，隨著分析專業知識的升級，我們瞭解到，最好將假設檢定與透過視覺化圖得出的資訊，結合起來。因此，我們得出第三項因素。

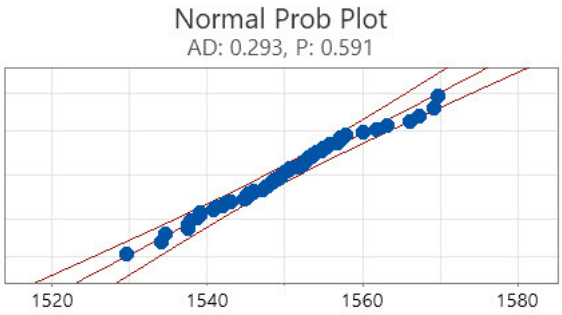
因素 3：是否存在非常態的證據？

為了從常態直觀檢查轉向更複雜的統計方法，可以使用 Anderson-Darling 檢定。Anderson-Darling 檢定會對現有數據樣本與已知分配（例如，常態分配）進行比較。Anderson-Darling 檢定假設如下：

H0: 數據來自常態分配的母體
H1: 數據並非來自常態分配的母體

為了理解 Anderson-Darling 檢定，我們可以轉到 Capability Sixpack 的下一張圖形 – 如下所示的機率圖。構成圖形背景的網格線的垂直間距不均勻。相反，這些網格線經過調整以顯示常態分配外觀。中心空間較大，可容納較多觀察值；兩端空間較小，可容納較少觀察值。圖中的藍點未假設任何分配；但是，如果網格中顯示的分配適當(分配為常態分配)，則點會像此處一樣形成一條相對直線。此外，P = 0.591 的 p 值大於否定原假設的標準基準 a = 0.05。因此，沒有證據拒絕數據來自常態分配的母體。

我們可以將這些數據視為來自常態分配的母體的數據進行處理。因此，我們得出下一項需要考量的因素。



因素 4：是否證明數據呈常態？

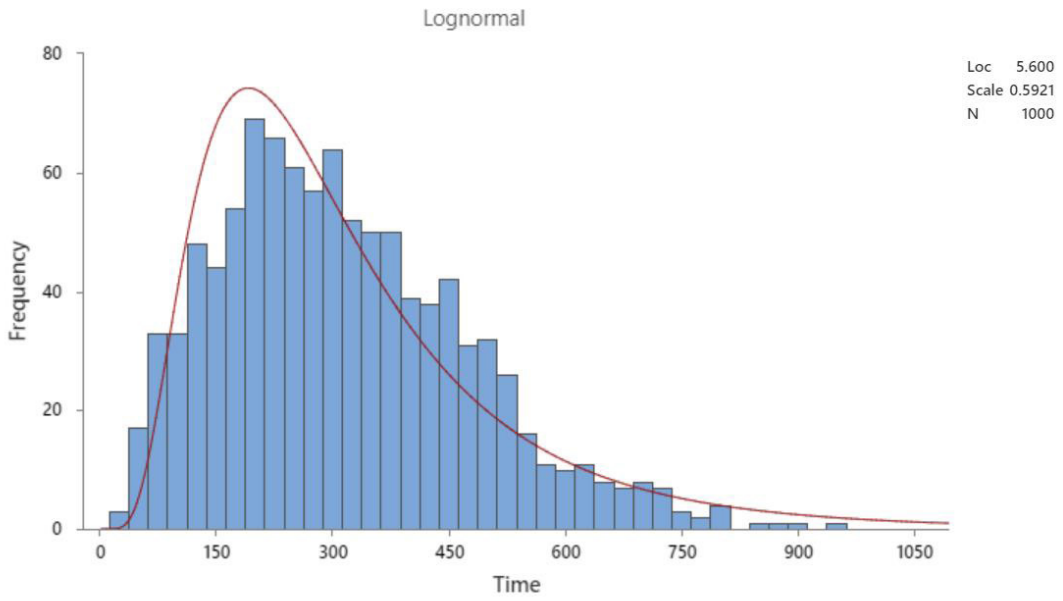
雖然假設檢定和 p 值，對於排除某個分配是當前數據的正確分配很有幫助，但並不能證明沒有被排除的假設是正確的。還記得“無罪推定原則”嗎？ 在 Anderson-Darling 檢定中，我們假設檢定的分配為正確分配，並尋找證據進行證明。因此，哪怕 Anderson-Darling 檢定結果的 p 值大於 0.05，也無法證明數據來自常態分配的母體；只不過還未找到充足的證據，拒絕表示樣本來自特定母體的分配。

除了常態分配外，Anderson-Darling 檢定還適用於多種其他分配。由於此檢定的原假設始終為樣本數據來自特定分配的母體，因此我們通常假設幾種不同的分配配適。換言之，我們可以使用 Anderson-Darling 檢定的 p 值排除分配；但不能使用這個 p 值，證明此分配為正確的分配。為解決這個難題，我們得出下一項需要考量的因素。

因素 5：如果數據非常態該怎麼辦？

Anderson-Darling 常態檢定得出 p 值小於 0.05 的原因有很多。最合乎邏輯（且最常見）的原因是：您的數據來自未遵常態分配的母體。例如，等待時間數據通常包含一些極長的時間，像下方直方圖中顯示的模式。

數據的非常態分配不是問題。Minitab Statistical Software 還包含其他幾種分配，例如上方顯示的對數常態分配，可用於估計製程能力。因此，我們得出下一項因素。

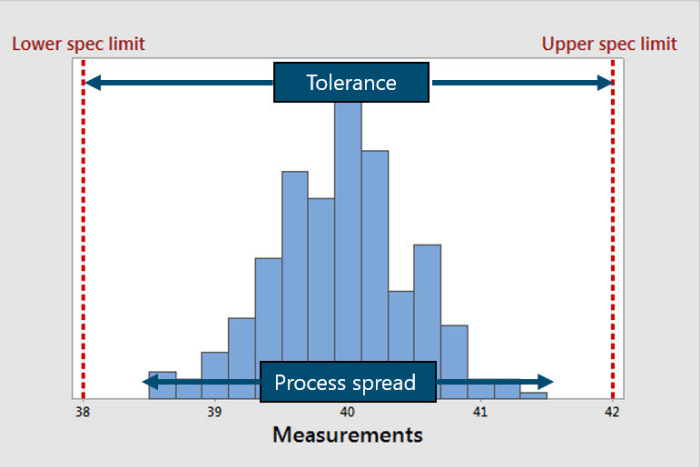


因素 6：為什麼非常態性很重要？

事實證明，在統計學中，很多時候常態假設並不那麼重要。遺憾的是，能力分析不屬於這種情況。對於涉及均值差異的技術（如 t 檢定或變異數分析），常態性並非重要假設，因為如果收集來自非常態總體的單個數據點的均值，則這些均值最終會遵循常態分佈。

另一方面，如果要確定規格線內的製程的能力，則重點分析落在分佈尾部的單個觀察值，而不是均值。簡單來說，製程能力是公差與製程分佈寬度的比率。為了測量製程的分佈寬度，我們需要瞭解從中抽樣數據的母體的分佈或形狀。

在估計患者等待時間等情況的製程能力，或發現數據非常態的許多其他情況時，需要考慮超越針對常態分佈數據建立的傳統能力估計。我們還需要考慮數據是否確實來自非常態總體，或者是否有其他因素導致 Anderson-Darling 的 p 值偏低。因此，我們得出下一項需要考量的因素。



因素 7：離群值對分配有何影響？

離群值（或超出預期範圍的資料點）可能會對常態分配的適應程度產生重大影響。當存在極端離群值時，Anderson-Darling 的 p 值可能會小於每個你嘗試的分配的 0.05 基準，這表明分配並不是合該製程。在本例中，需首先考慮，導致出現離群值的原因。

製程是否不穩定？（請參考因素 1。）離群值是否由某種可解釋（但非典型）的因素引起，例如量測誤差？（考慮刪除該資料點。）或者，離群值是否只是資料的一部分？ 在這種情況下，無分配（無母數）方法或許可行。因此，我們得出下一項因素。

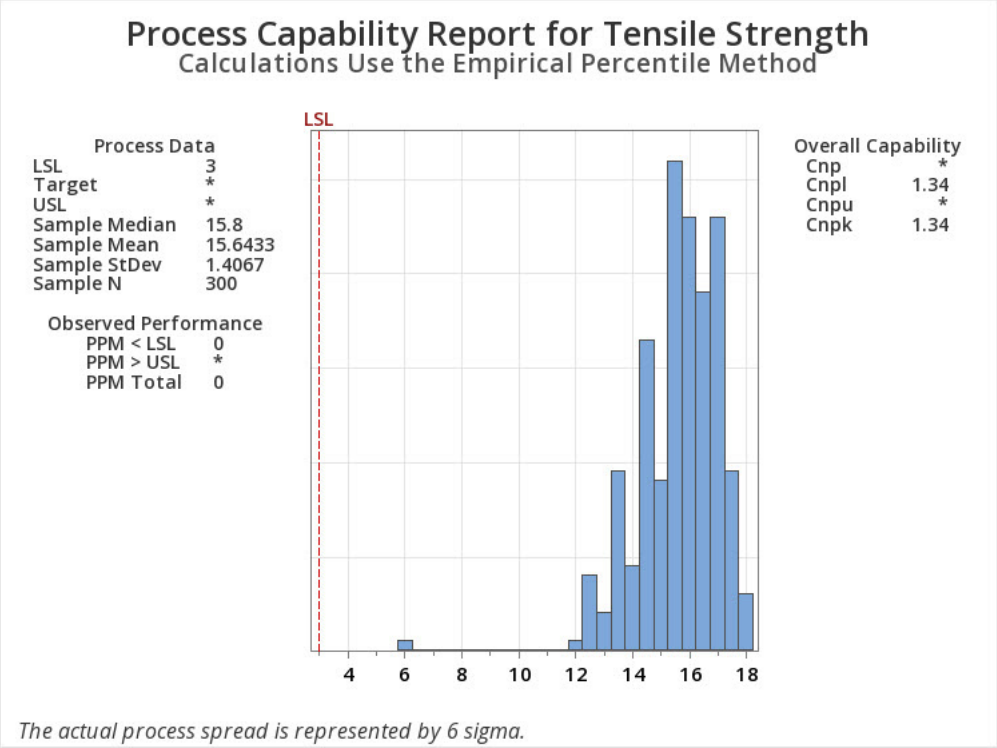
因素 8：是否必須假設分配？

在統計分析中，假設分配十分常見。我們可以通過此方法填補空白，假設資料有限或不存在資料發生時。然而，有時（特別是存在極端離群值的情況下）無母數方法或許才是最佳選擇。但是，值得注意的是，無母數方法需要的資料更多，因為必需掌握充足的資料，最好是幾百個資料點，才能充分反映總體狀況。

例如，醫療設備公司需要確保氧氣設備採用的導管能夠達到特定的強度規格。但是，當對此類導管樣本進行檢驗時，某個樣本在很小的衝擊下意外破裂。此時，離群值仍高於規格下限，但在找群分配時，出現個問題。

幸運的是，Minitab Statistical Software 目前提供無母數能力分析（選擇 **Stat > Quality Tools > Capability Analysis > Nonparametric**）。 在以下結果中，無母數能力統計量 Cnpk 為 1.34，高於通用能力基準 1.33。無需假設分配即可得出結論，即使存在離群值，我們的製程依然可行。

可以看到，技巧包中的無母數方法十分有效。但是，現在所有選項都可用，如何在它們之間做出選擇？ 由此得出下一項因素。



因素 9：應該選擇哪種方法？

在估計能力時，通常有三種處理非常態資料的方法。我們可以：

- 使用非常態分配，例如對數常態分配或 Weibull 分配。
- 使用資料函數（例如資料對數）降低直方圖長尾資料的極端程度，因此資料更接近鐘形或常態。
- 使用無需假設分配的方法。

Minitab Statistical Software 提供所有這些方法，包括分配識別工具，幫助您選擇適當的分配或轉換。（選擇**Stat > Quality Tools >Individual Distribution Identification**）這些久經驗證的方法，非常適合您確切瞭解如何處理非常態資料。但是，如果不確定從何處開始，或者認為所有這些資訊有些令人不知所措，下面開始介紹最後一項因素。

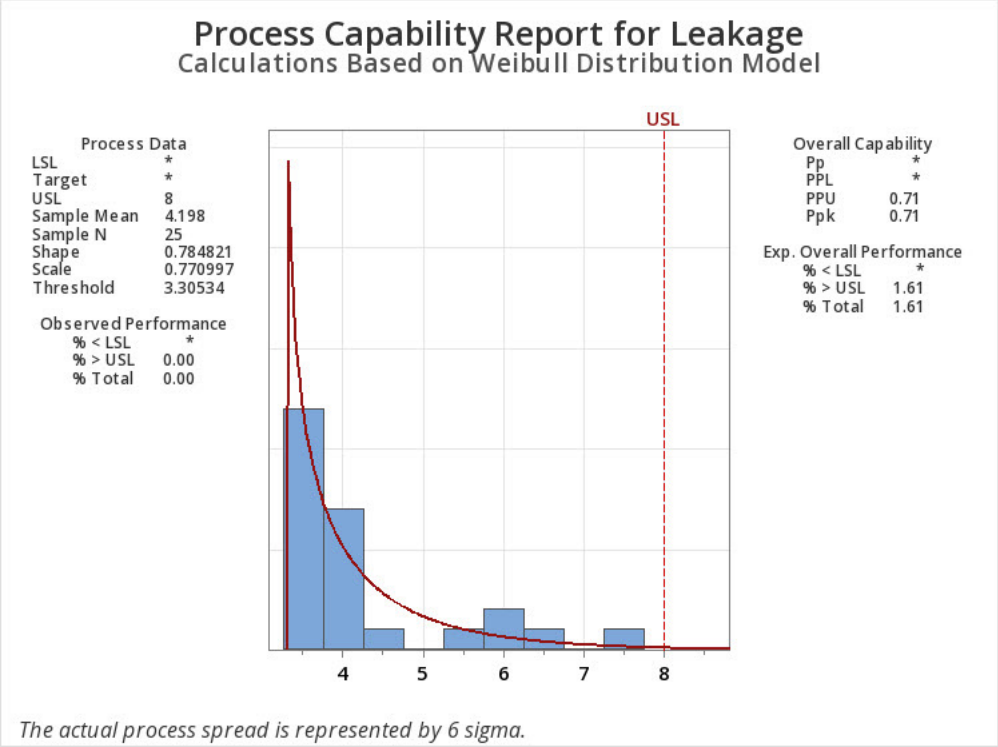
因素 10：讓特定於上下文的 AI 決定

Minitab Statistical Software 的全新自動化能力分析運用多年品質市場經驗收集的資訊提供自動化方法，透過基於規則的人工智慧根據您的資料提供最準確的能力統計量。

例如，某製藥公司需要評估藥瓶密封工藝能力，最大限度減少漏氣量。他們採用漏氣測試機，測量這些瓶子樣本的漏氣量。採用自動化能力分析後，Minitab Statistical Software 將可充分考慮本文討論的各項因素並確定這些資料的合理能力估計值。（選擇 **Stat > Quality Tools > Capability Analysis > Automated**）

結果就在其中！流程將從常態分配開始，一旦符合常態分配，大功告成。（如果不必如此，為什麼要自找麻煩？）在漏氣資料案例中，通過各種分配處理例程，包括較常見和不太常見的分配，最終找到充分配適的分配。

從下圖中，我們發現此製程不起作用。為確保製程有能力，Ppk 必需遠高於 1.0，通常為 1.33 或 1.5。Ppk 為 0.71表示預期製程分配寬度比公差大得多，預計缺陷率約為 1.61%。



Minitab Statistical Software 的自動化能力分析，根據統計學家可能遵循的一系列規則來分析這些資料。但是，如果領域專家指出另一種方法（例如，轉換），可能更適合處理您所面臨的情況，只需直接點擊結果中的選擇替代方法按鈕，並選擇您所選的方法。

結語

從飲食到採用的醫療設備，再到提供的醫療保健服務；我們所有人都贊同，決策以產品能否滿足要求為核心。為提供高品質產品，採用完善的能力分析方法至關重要。無論喜歡自己操作、讓 AI 代您做出選擇，還是兼顧兩者，Minitab Statistical Software 都能滿足您的需求！

Minitab

您有資料。我們有 Solutions Analytics.™

下載免費試用版
minitab.com