

Getting Real: 以簡單的方法來評估製程能力，不需複雜的假設

Cheryl Pammer | 20 March, 2024



製程能力指標，如 C_{pk} 和 P_{pk} ，是用來衡量您的製程在客戶規格方面的表現有多好的指標。讓我們先來複習一下能力分析的基本概念，然後再深入探討另一個能力估算指標， $C_{n_{pk}}$ ，這在您的能力分析工具中可能非常實用。

解析能力統計

能力統計使用一個數字，提供了一個無單位的衡量方式，來評估一個製程是否能夠符合指定的要求，同時也可以找出需要改進的地方。從這個角度來看，這些流行的指標可以被視為“客戶需求”與“製程狀況”的比例。

我們可以輕鬆地衡量“客戶需求”——也就是可以接受的公差，或者是規格限制之間的距離。不過，衡量“製程狀況”就稍微複雜一點，通常是假設測量數據來自呈鐘形曲線分佈的樣本。這樣的分佈通常大約相當於 6 個標準差的範圍，這使得“製程狀況”大約是標準差的 6 倍。



如果公差和製程散佈的範圍一樣長，那麼“客戶需求”與“製程狀況”的比例大約就是 1.0。但理想情況下，我們希望在規格與製程實際運作的地方之間有一些緩衝空間，以確保最少的缺陷。因此，對於幾乎沒有缺陷的製程來說，公差必須比製程散佈的範圍寬一些，使它們的比例大於 1。實際上，常見的可接受能力統計指標，如 Cpk 和 Ppk，通常設定為 1.33 和 1.67。

實務中的能力統計

不幸的是，現實情況通常比這本教科書範例更複雜。例如，有時我們只有一個規格限值，通常分佈不在我們的規格限值之間居中，而且標準差可以有多種測量方法。關於這些重要問題的更多資訊，請參閱這個討論。此外，在考慮現實世界中的數據時，我們可能會發現許多情況下數據不遵循常態分佈的鐘形曲線。

在能力分析的背景下，數據的形狀是我們衡量製程分散度的關鍵組成部分。如果數據顯著偏離假設的分佈，像 Cpk 和 Ppk 這樣的度量將不能準確反映製程能力。幸運的是，當遇到這種討厭的非常態數據情況時，Minitab 統計軟體包括一套完善的非常態能力分析工具。

但是，如果已經嘗試過適用於常態分佈不適合情況的經典方法，該怎麼辦呢？換句話說，當從 **Stat > Quality Tools > Individual Distribution Identification** 中的 Anderson-Darling p 值都低於 0.05 基準時，我們可以做什麼，因為這表明，沒有一個提供的分佈或轉換是合適的？



當替代分佈/轉換不起作用時



我最近在與一家製造醫療設備用輸液管的公司合作時，遇到了這種情況。該公司需要向美國食品藥品監督管理局，證明其輸液管能夠達到規定的抗拉強度規格。以下是我從 Minitab 統計軟體的個別分佈識別中獲得的結果。

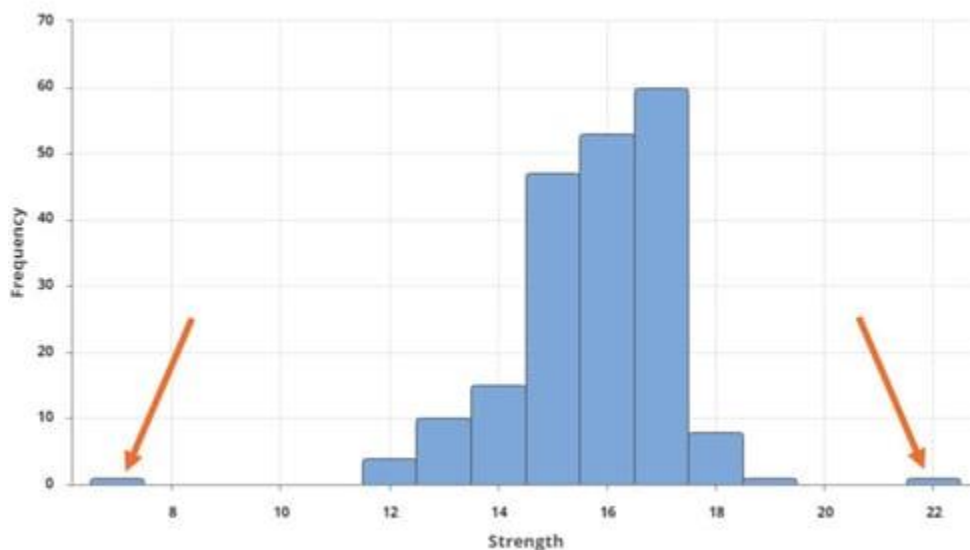
Distribution Identification for Strength

Goodness of Fit Test

Distribution	AD	P	LRT P
Normal	2.146	<0.005	
Box-Cox Transformation	1.270	<0.005	
Lognormal	4.395	<0.005	
3-Parameter Lognormal	2.122	*	0.000
Exponential	76.614	<0.003	
2-Parameter Exponential	66.439	<0.010	0.000
Weibull	3.969	<0.010	
3-Parameter Weibull	3.377	<0.005	0.046
Smallest Extreme Value	7.037	<0.010	
Largest Extreme Value	16.598	<0.010	
Gamma	3.421	<0.005	
3-Parameter Gamma	2.729	*	0.000
Logistic	1.033	<0.005	
Loglogistic	1.488	<0.005	
3-Parameter Loglogistic	1.034	*	0.000

使用 Anderson-Darling 適合度檢驗時， p 值高於 0.05 通常表明，在估計能力時使用相應的分佈或轉換是合適的。然而，在這種情況下，沒有一種方法符合這一標準。

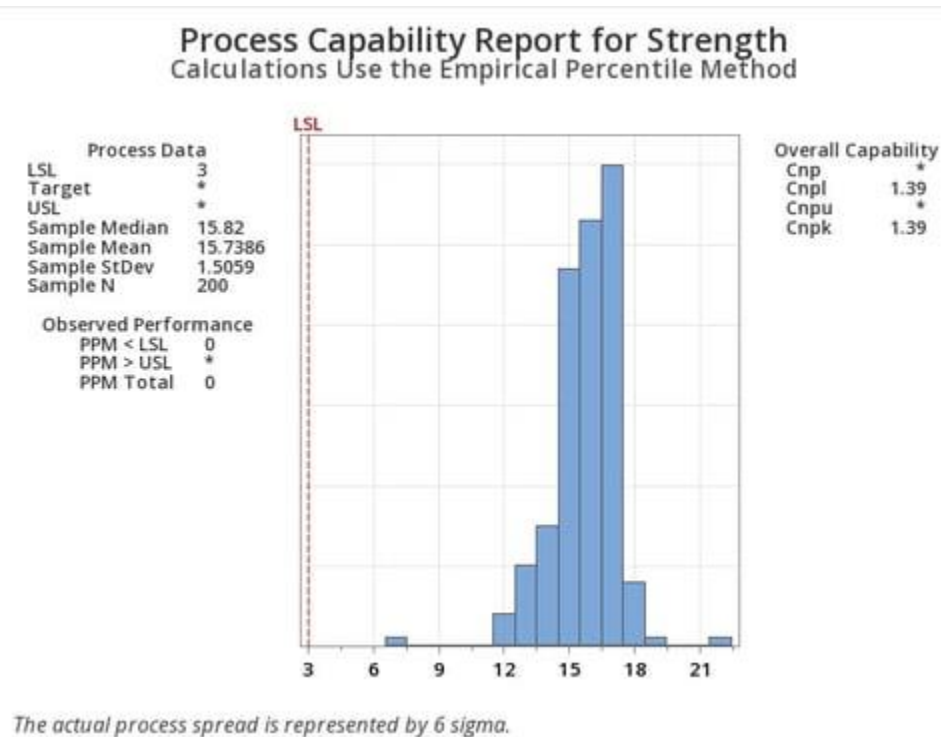
讓我們仔細看看這些數據，看看問題出在哪裡。使用圖形生成器 (**Graph > Graph Builder**)，我可以從下面的直方圖中看到，其中一個樣本的輸液管在預期較低的力下斷裂，另一個輸液管則比預期更強。極端值是導致分佈或轉換不起作用的最常見原因。根據定義，極端值不會符合數據的一般模式。



調查極端值並試圖了解其原因是很重要的。極端值可能是測量誤差或數據輸入錯誤，在這種情況下，它們不代表真實的製程，應適當調整。如果它們是合法值，您的首要任務應該是防止未來的極端值發生，並努力實現製程穩定性，但您可能仍需要能力分析，才能讓您的產品出廠。

一個無分佈假設的能力評估解決方案

Minitab 統計軟體 22 版中的最佳新功能之一，是其無母數能力分析。這種分析在不需要複雜的分佈假設的情況下，提供了對製程能力的合理估計。要使用這個實用功能，選擇「Stat > Quality Tools > Capability Analysis > Nonparametric」。



針對醫療輸液管的數據，即使有兩個極端值的問題，製程仍然能夠達到其下規格限值。您可以像解釋其他能力統計量（如 Cpk 和 Ppk）一樣，解釋無母數能力統計量 Cnpg。在這個例子中，Cnpg = 1.39，超過了該公司的能力目標 1.33。

分佈假設對能力分析至關重要，因為它們支撐著基於分析結果的計算、解釋、推論和決策。然而，重要的是要認識到，現實世界的數據並不總是完全符合這些假設。將一個簡單的無分佈假設方法，添加到您的工具箱中，即使在您的現實數據不符合任何已知分佈模式時，也能讓您獲得適當的能力估計。

The Minitab Blog

This article originally appeared on The Minitab Blog

This article originally appeared on [The Minitab Blog](#).



More about Minitab, LLC

Minitab helps companies and institutions to spot trends, solve problems and discover valuable insights in data by delivering a comprehensive and best-in-class suite of solutions for data analysis and process improvement. Using a unique, integrated approach to providing software and services, Minitab enables organizations to make better decisions that drive business excellence. With unparalleled ease of use, Minitab's software makes it simpler than ever to get deep insights from data. Minitab's team of highly trained data analytic experts ensure that users get the most out of their analyses and consult with them along the way, enabling them to make better, faster and more accurate decisions.

For nearly 50 years, Minitab has helped organizations drive revenues, reduce and contain costs, enhance quality, boost customer satisfaction and increase effectiveness. Thousands of businesses and institutions worldwide use Minitab Statistical Software®, Companion by Minitab®, Minitab Workspace®, Salford Predictive Modeler® and Quality Trainer® to uncover flaws in their processes and improve them.