

屬性型的治具之再現性與再生性 (GR&R)

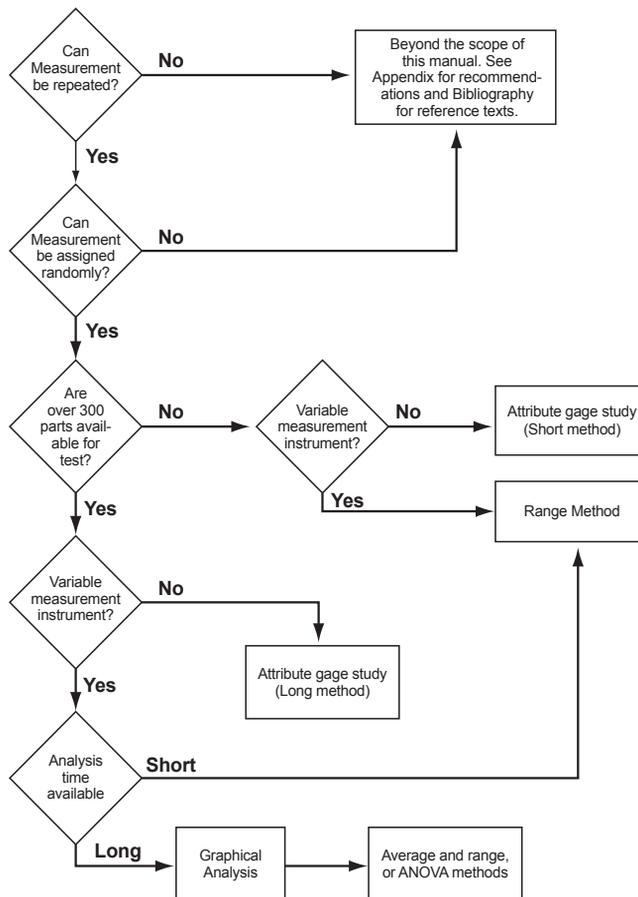
◎李麗女

習慣上量測系統是利用傳統的GR&R研究加以分析的，而這些研究是使用變異數分析(ANOVA)方法將變異歸因於治具再現性及作業人員的再生性以做更明確的定量性分析。

至於依據三大汽車廠所訂定QS 9000或第三版之TS 16949及2000年版

之ISO 9001標準中，各家工廠在推行品質系統時，對於量測方面的要求可以依照本文的方式，做一項簡單而方便的分析，而其參考依據之流程如三大汽車廠訂定之MSA (Measurement Systems Analysis, 量測系統分析)之應用流程圖，請參見下圖：圖1。

圖1：MEASUREMENT SYSTEMS ANALYSIS APPLICATION FLOW CHART



GR&R研究相當廣泛地被使用到及被提及到以應用於連續性的資料，但是此一工具的另一種型式—屬性型的GR&R，其可以很戲劇性地及有效地改善製程的產出率並降低成本。

大部份的製程至少需要某些型式的實體之檢驗或驗證，它可以查檢出一個已油漆完成或電鍍完成的料件上之瑕疵、或是判斷一項產品的色澤、滋味或氣味。在某些個案中，可以利用量測的儀器設備以取得可被接受的上述之特性值。但是在很多情況下，由於成本或僅只是沒有可使用的測試設備，例如，雖然在檢測一部機器的表面塗飾時可能可以利用輪廓儀表加以檢驗，但是表面塗飾可能可以利用指尖測試加以判斷即可。

這種指尖類型的檢驗方法在檢驗人員之間存在著潛在的變異，甚至是同一位的檢驗人員在一段時間內的檢驗結果值亦存在著變異。在量測系統中的任何變異將會影響到量測的過程變異，因此就影響到量測的製程能力。

雖然其數學計算式是不相同的，但對於連續性的及屬性型的治具研究，其對製程能力的錯誤報告之影響度是一樣的。屬性型的治具研究不像變數型的治具研究，其優勢即為它可以很容易地應用於交易的過程中；例如，它可以將客戶服務代表對客戶的抱怨加以闡明並加以執行或是將客戶的要求轉換為內部的命令。

下述的個案研究乃在一項黑帶專案的量測階段期間，利用屬性型的GR&R之簡潔法，使得每年對一家公司有超過\$400,000的節省金額。

背景

一家電子電鍍公司提供給一家通訊公司鍍銀的機器料件，在客戶端的

判退率超過16,000ppm。該料件在電鍍廠已經做過100%的外觀檢查，以挑出不良品包括小洞、浮起的氣泡、未鍍上銀處及粗糙的表面，當被接受後將料件加以包裝並運交給客戶，且由客戶加以抽樣檢驗，假使料件被拒收，則又將其運回到電鍍廠加以去鍍並重鍍。

在這樣的過程中，剔除掉現有的鍍銀層，清洗料件並再重新鍍上一層銀，去鍍和重鍍的過程使得電鍍廠花了比原來的電鍍達兩倍的成本，因為其成本包括剔除現有的銀鍍層並再鍍上一層新的銀層。例如，一個料件其表面有100平方英寸的面積將需花每平方英寸10分的成本加以電鍍，因此每個料件的電鍍成本為10元，則去鍍和重鍍的成本每平方英寸將是20分，這意味著每一料件的重工成本為20元。

調查

進行一項調查以決定什麼樣的規格可被客戶及供應商雙方採用，雙方對規格的要求皆為料件沒有氣泡、漏鍍處、刮痕及粗糙處。即使是使用完全相同的規格，在客戶的工廠也有接近2%的電鍍料件被拒收；進一步的調查顯示沒有料件可以被期待是完全地沒有氣泡、漏鍍處、刮痕及粗糙處，另外，料件是完美無缺的真正原因是不存在的。但是需要將瑕疵和其它的缺點降到最小化，目前的困難點變成如何定義“最小化”。

使用屬性型的GR&R以調查決定客戶的及供應商的雙方屬性量測系統達到真正的一致性。只要專案由客戶發起，在客戶的工廠利用簡潔的屬性型GR&R研究其細微的變異以執行最初的GR&R，其可參考AIAG的量測系統分析的原文。



結果

利用一張簡單的工作底稿（很多統計的套裝軟體也有這個能力）分析其結果，但未必是需要一張工作底稿，因為也可以用手工的方式分析資料。執行這項研究是利用30個料件，並按照它們與真正的工程要求之符合程度加以挑選的，在這30個料件中有8個被認為是有各種不同程度上的不可接受，而有22個被認為是可接受的且有些是勉強被接受的。

可接受的料件是由兩位客戶的產品工程師達成協議決定的，而且每個料件皆加以編號，工程上的決策記錄了每個料件被視為標準件以做為看板參考標準。從客戶的進料部門挑選兩位有經驗的檢驗員參與此項研究，每位檢驗員在同一天的早上及下午評估每個料件，因此產生了總數120個的檢驗資料點。

表1 Summary Results for Initial Customer Study

	Inspector one	Inspector two	Both inspectors
Agreed with own results	83%	90%	
Agreed with standard	53%	23%	
Agreed with each other on both trials			33%
Agreed with each other and with standard			13%

進行研究時結果就一個接著一個按照號碼順序加以記錄在資料蒐集底稿上，其記錄結果展示在表1。資料分析顯示出檢驗員1在這個個案認同他自己本身達83%，而與標準比較則為53%；檢驗員2認同他本身的結果有90%的次數，而與標準間則為23%的次數。整體而言，兩位檢驗員認同他們自己的結果並認同標準的次數百分比為13%；有

33%的情況下，檢驗員彼此間在兩次的試驗中互相認同但未必認同標準。

表2 Summary Results for Initial Supplier Study

	Inspector one	Inspector two	Both inspectors
Agreed with own results	83%	90%	
Agreed with standard	40%	43%	
Agreed with each other on both trials			33%
Agreed with each other and with standard			70%

表3 Initial Customer Data

Sample number	Standard	Inspector one		Inspector two	
		Try one	Try two	Try one	Try two
1	R	R	R	R	R
2	A	A	A	R	R
3	A	R	R	R	R
4	R	R	R	R	R
5	A	A	A	A	R
6	A	A	A	R	R
7	R	A	A	R	R
8	A	R	R	R	R
9	R	A	A	A	R
10	A	R	R	R	R
11	R	A	R	R	R
12	A	A	A	R	R
13	A	A	A	R	R
14	R	A	A	A	A
15	R	A	A	R	R
16	A	A	A	R	R
17	A	A	A	R	R
18	R	R	R	R	R
19	A	A	R	R	R
20	A	A	A	R	R
21	A	A	A	R	R
22	A	R	R	R	R
23	A	A	R	R	R
24	A	R	R	R	R
25	A	A	R	R	R
26	A	A	A	A	A
27	A	A	R	A	R
28	A	A	A	R	R
29	A	A	A	R	R
30	A	A	A	A	R

A = accept; R = reject.

一項完全相同的實驗使用相同的30個料件在供應商這端請兩位富有經



驗的最終檢驗員執行，其結果展示在表2。比較研究的結果顯示出供應商的檢驗實際上與客戶工程上的要求較具一致性，（例如在兩位檢驗員彼此間與標準相認同者為在客戶端是13%而在供應商這邊則為70%）。

進一步地探討資料，顯示在最初的客戶研究檢驗員2認同他本身達90%的次數，但是認同標準僅23%的次數。更詳細地審查結果展示在表3和表4，也顯示出客戶端的檢驗員2比檢驗員1更喜歡去拒收料件；客戶的檢驗員1拒絕可接受的料件（型式1錯誤）在兩次的試驗中有5次的情況，而接受矛盾的料件（型式2錯誤）在兩次的試驗中有4次的情況，檢驗員2前後一貫地拒絕可接受的料件在30個的情況下有19個。

解釋結果

以每個人的兩次試驗之認同百分比計算“認同自己的結果”，在最初的客戶研究中，檢驗員1對第一次的和第二次的試驗之間的認同，30個料件中有25個(83.3%)。與標準的認同之百分比展現出每位檢驗員本身和標準認同的頻率，在這個個案中，檢驗員1在30個料件中結果有16個其在試驗與標準間(53%)有一致性。

整體的有效性一或是說“檢驗員1與檢驗員2與標準”為每位檢驗員認同他本身及認同標準的次數百分比—在此一個案中30次有4次(13.3%)。

資料表達些什麼

任何這樣的演練最重要的部份是將原始資料轉換為不管是要驗證系統或是一項行動計畫以修補系統，在此個案中量測系統很明顯的需要修補或是置換。置換並非是一項選擇因為除了以人力檢驗製程之外沒有已知的其它

方法，要挑戰的是改正現行的系統以使客戶的和供應商的結果雙方達到一致性。

表4 Initial Supplier Data

Attribute gage R&R known population sample number	Standard	Inspector one		Inspector two	
		Try one	Try two	Try one	Try two
1	R	R	R	A	A
2	A	A	R	R	R
3	A	R	R	R	R
4	R	A	R	R	R
5	A	A	A	A	A
6	A	A	A	R	A
7	R	A	A	A	A
8	A	A	R	R	R
9	R	R	R	R	R
10	A	R	R	R	R
11	R	R	R	R	R
12	A	R	R	R	R
13	A	A	A	A	A
14	R	A	A	A	A
15	R	A	A	A	A
16	A	R	R	R	R
17	A	A	A	A	A
18	R	R	R	R	R
19	A	R	R	R	R
20	A	A	A	A	A
21	A	R	R	R	R
22	A	R	R	R	R
23	A	A	R	A	R
24	A	A	A	A	A
25	A	A	A	A	A
26	A	R	R	R	A
27	A	A	A	A	A
28	A	R	R	R	R
29	A	R	R	A	A
30	A	A	R	A	A

	Inspector one	Inspector two
Agreed with own results	83.33%	90.00%
Inspector vs. standard	40.00%	43.33%

A = accept; R = reject.

資料顯示客戶的檢驗員2比實際需求上判退更多的料件，此明顯的表示出他並不了解要求的標準在那裡，卻採用較嚴格的要求或害怕接收任何有小而不重要的不良料件；作業人員1接受較多的料件但是下了正確的決定仍然只有大約53%的次數。要界定出此一問題，客戶之工程上的及品管上的代表與供應商之品質小組一起工作研討

出一套標準，製作出大多數常見的不良品其最小／最大不良類型的照片。此項資訊也將客戶和供應商雙方的工廠之鍍銀規格納入，所有的檢驗人員以此規格加以訓練，而且實際上的要求也做進一步更詳細的討論。

在訓練課程後的數週，利用原先的料件再做一次的GR&R研究。其結果顯現在表5和表6，最後的三個研究的原始資料則展示在表7和表8。

表5 Customer Results After Training

	Inspector one	Inspector two	Both inspectors
Agreed with own results	93%	90%	
Agreed with standard	93%	90%	
Agreed with each other on both trials			83%
Agreed with each other and with standard			83%

表6 Supplier Results After Training

	Inspector one	Inspector two	Both inspectors
Agreed with own results	97%	97%	
Agreed with standard	93%	90%	
Agreed with each other on both trials			83%
Agreed with each other and with standard			83%

表7 Customer Data After Training

Attribute gage R&R known population sample number	Standard	Inspector one		Inspector two	
		Try one	Try two	Try one	Try two
1	R	A	R	R	R
2	A	A	A	A	A
3	A	A	A	A	A
4	R	R	R	R	R
5	A	A	A	A	A
6	A	A	A	A	A
7	R	R	R	A	R
8	A	A	A	A	A
9	R	R	R	R	R
10	A	A	A	A	A
11	R	R	R	R	R
12	A	A	A	A	A
13	A	A	A	A	A
14	R	R	A	R	R
15	R	R	R	A	R
16	A	A	A	A	A
17	A	A	A	A	A
18	R	R	R	A	R
19	A	A	A	A	A
20	A	A	A	A	A
21	A	A	A	A	A
22	A	A	A	A	A
23	A	A	A	A	A
24	A	A	A	A	A
25	A	A	A	A	A
26	A	A	A	A	A
27	A	A	A	A	A
28	A	A	A	A	A
29	A	A	A	A	A
30	A	A	A	A	A

Inspector one 93.33% Inspector two 90.00%
 Agreed with own results 93.33% 90.00%
 Inspector vs. standard 93.33% 90.00%

A = accept; R = reject.



表8 Supplier Data After Training

Attribute gage R&R known population sample number	Standard	Inspector one		Inspector two	
		Try one	Try two	Try one	Try two
1	R	A	A	R	R
2	A	A	A	A	A
3	A	A	A	A	A
4	R	R	R	R	R
5	A	A	A	A	A
6	A	A	A	A	A
7	R	R	R	A	A
8	A	A	A	A	A
9	R	R	R	R	R
10	A	A	A	A	A
11	R	R	R	R	R
12	A	A	A	A	A
13	A	A	A	A	A
14	R	R	A	R	R
15	R	R	R	A	R
16	A	A	A	A	A
17	A	A	A	A	A
18	R	R	R	A	A
19	A	A	A	A	A
20	A	A	A	A	A
21	A	A	A	A	A
22	A	A	A	A	A
23	A	A	A	A	A
24	A	A	A	A	A
25	A	A	A	A	A
26	A	A	A	A	A
27	A	A	A	A	A
28	A	A	A	A	A
29	A	A	A	A	A
30	A	A	A	A	A

Agreed with own results
Inspector vs. standard
A = accept; R = reject.

Inspector one
96.67%
93.33%

Inspector two
96.67%
90.00%

節省的金額

在所有Six Sigma的黑帶專案之量測階段你必需評估各種方式的量測，而不只是變數產出的量測系統；你必須詢問在一已知的檢驗人員其指尖型的檢驗是否具有再現性而且客戶端以及供應商端雙方的檢驗人員之間是否具有再生性。當持續認同性工作以進一步改善此一個案的量測系統（按照AIAG的MSA，認同度需達100%），屬性型的GR&R戲劇性地改善了客戶和供應商之間的認同度，而且也使得

兩個組織機構的檢驗員間每位互相認同並產生相當明顯的進步結果。

在這個個案中，GR&R產生了一年之中只在去鍍和重鍍作業中節省了幾乎四十萬元，假如將貨退還給供應商之時間的流逝及運送的成本也納入的話，則所節省的金額將更多。

屬性型的GR&R的應用證明了當不利用檢驗標準，即使是專家檢驗其手法亦存在著相當大的變異，一個專案的管制階段包含有外觀的再現性及再生性是相當重要的考量點，針對外觀標準的發行及文件管制的進行，伴隨定期的訓練是相當重要的以確保外觀檢驗方式維持一致性。該工具可以依此一非常簡單的形式作業或是擴充到在特定的全距納入信賴區間及不良率，其如AIAG屬性型的GR&R冗長方法的說明之解釋。

本文的個案展示了此一工具可以不用任何的軟體亦能達到分析的功用，但是其數據資料亦能利用頗受歡迎的統計套裝軟體加以分析，或是使用一張簡單的工作底稿以做為你執行計算過程。一個屬性型的GR&R可以很方便地用很低的成本及對製程影響甚小的方式加以執行；即使是緊盯著最基本的製程，亦能獲得相當明顯的助益。

參考資料：

1. Automotive Industry Action Group, Measurement System Analysis, www.aiag.org

(資料來源：ASQ, SIX SIGMA FORUM MAGAZINE, AUGUST 2003)