

確保真因是藉由事實與資料數據取得 而非未經證實的看法

◎楊沛昇 編譯

真因的分析(root cause analysis, RCA)要以資料數據與事實來證實，雖然這應該是淺而易見的，RCA的書籍偶而會沒有提到進行實驗的需要、對假設的測試或甚至是在調查中觀察有缺陷的零件。

部分經驗豐的工程師會試圖藉由觀察失效模式分析FMEA (failure mode effects analysis)來分析有缺陷的零件，來看看發生了什麼事，但他們完全忽略了檢視有缺陷的零件。

簡要的查閱FMEA並不是RCA，可以藉由檢視FMEA來產生想法，但無法在文件中確認真因，而且新的錯誤原因不會列於FMEA之中。當在尋找錯誤原因時的第一步驟可能是檢視文件，但不會是RCA的唯一步驟。

一位有數十年豐富品質經驗的顧問認為品質機能展開(quality function deployment, QFD)對於RCA會是一個好的開始，在得知實證方面的必要性後，他回覆說：「你應該更深入產品並查閱工作指導書來作為QFD的一部分。」。

查閱工作指導書是有幫助的，但觀察零件本身更好，工作指導書不會告訴調查人員零件是否設計不良。Dorian Shainin提醒我們「要與零件溝通」，尤其是對品質專門人員更是必須的。

科學化方法與真因分析

科學化方法是任何品質專門人員運用工具

中的重要部分，它可用來產生充足的資料，以開始使用傳統的品質手法例如魚骨圖(Ishikawa diagrams)與統計方法。可能大部分的品質工程師都已了解科學化方法與其基礎，根據不同的來源有不同的說法。

科學化方法包括識別問題、取得資料數據、進行實驗，產生符合依據資料數據甚至猜想的假設、基於假設的預測與比較實驗結果與預測結果。

是一個假設引導下一個假設的循環—以最初的假設引導至可以比較的資料數據，預期結果與實際結果之間的差距可以引導假設的修改。

有時候，一開始必須在有限的資訊條件下對錯誤進行調查，而此時科學化方法就會非常有用。要決定造成錯誤的真因，需要重建錯誤來調查情況：透過猜測最有可能的原因並試著模擬出來，這樣的實驗藉由實驗條件下的新見解有可能找出問題的原因。

下一步，調查人員必須找出可以解釋錯誤的假設，了解問題是產生用來測試之初始假設的有用途徑。

依據情況，實驗可能簡單或複雜，一位品質工程師調查小型電機零件錯誤，例如懷疑一個安裝上造成凹陷的小螺絲。為了測試這個假設，他將正常工作與發生錯誤的部件連至視波器，並試著產生訊號，而只有正常工作的部件產生訊號，所以品



質工程師拿了正常工作的部件，並用鐵槌來模擬螺絲凹陷的情況，在造成凹陷後仍可以產生正常訊號，所以推翻了假設。

這個實驗不是確認真因的理想狀況，但可以排除不正確的假設，而讓品質工程師自由地去調查其它造成錯誤的潛在原因。

一個假設應是保守、審慎、簡單、一般與可反駁的，這表示其應不造成太多的前提，這可以由要求選擇更簡單或較不複雜之兩個假設的Occam的剃刀(razor)理論來總結，也必須是可能被反駁的假設。

一個假設的原素是基於Karl Popper的否證論(falsification)：一個假設必須是可以被證明為偽的，一個不能被反駁的假設是無可辯駁且不科學的，不能評估一個假設是因為其可能看似真實，不論其是否為真。

在上述電機零件例子中的假設是凹陷造成了錯誤，而且一個簡單的實驗可能很快地推翻這個假設，要形成一個假設需要資料數據。

要用於形成假設的資料數據可能容易取得，否則，可能需要收集並分析資料數據以形成第一個初步假設，一位真因調查人員對何為真因可能已經有成見，但仍需要資料數據來評判此假設，否則，這個假設只比一個未經證實的觀點好一些。

使用例如柏拉圖(Pareto chart)與魚骨圖或趨勢圖等的基本品質工具，在此將很有幫助，假如資料數據不足以形成合理的假設，一位真因調查人員可以進行試探性的調查來收集資料數據。

一個試探性的調查相較於正式的科學方法是較無結構性的，但它不應與隨意地

找尋資料數據混淆，在試探性調查中，真因調查人員迅速地形成假設並尋求迅速地推翻它們或留在以後更結構性的測試。

試探性調查應視為資料數據收集的一部分，而且不是尋找明確真因的一部分，審查初步資料數據的有效方法是試探性資料數據分析(exploratory data analysis, EDA)，這個分析是由John Tukey所創。

Tukey將EDA與偵探工作比較，依據Tukey所言，資料數據分析與偵探工作需要何處尋找證據的工具與理解，偵探尋找線索以提供給法官，而資料數據的分析尋找後來可受確認測試的證據，透過圖表說明資料數據利用Tukey的EDA以找尋不吻合其被預期之特徵。

進行EDA可能如同產生趨勢圖般簡單以觀察隨時間的錯誤出現，來自不同產品批號的量測資料數據使用箱形圖來觀察這些批號，是可以彼此相互比較的，這個訊息可用來形成假設。

使用EDA後所產生的假設可能無法直接引導至真因，但它們可以提供一個基礎來開始調查，在調查期間，評定這些假設時所得到的知識也可以引導調查人員更接近正確的假設，在有足夠的資料數據在手中後，John Platt的強而有力的推論(Strong inference, SI)概念也可以用於提供RCA調查人員具有堅實科學方法的RCA。

Platt建議形成多個假設來評定，在形成初始假設後，在SI中有三個步驟：

- 1.訂出一個替代假設。
- 2.可能的話，訂出一個關鍵實驗來排除其它假設。
- 3.進行實驗。



重覆這些步驟，修訂每一個假設，初始假設被用來預測實驗結果。Platt解釋有些事應是可被預測的，假如假設為真，一個不能被用於預測的假設是沒有價值的。

一位品質工程師調查電機零件錯誤假設了「凹陷造成了錯誤」，而替代的假設就是「凹陷沒有造成錯誤」，關鍵實驗是故意造成凹陷以決定它們是否仍有功用，記住推翻假設的失敗無法證明假設為真是非常的重要。

Popper警告，一個假設從來沒有被證明為真，因為它總會在未來被新的資料數據所推翻，為了實際目的，您須要考慮一個假設可能為真，當它已通過嚴格的測試，這個測試是在實驗的型式中。

理想狀況下，每一個實驗的結果應被用於優化先前的假設或形成一個可透過實驗評定的新假設。實驗不應被認為是一個直線性的過程而是一個循環的過程，並在每一個循環後，引領真因調查人員越來越接近底層的事實。

George E.P. Box、Stuart Hunter與William G. Hunter建議使用交互的歸納演繹(iterative inductive-deductive)過程。

減免使用一般為前提來形成結論，例如當工程師注意到一個機具未正常工作，並斷定系統妨礙了機具的工作，所以必是那裡有系統錯誤。

歸納使用經驗事實來形成一般而初步的結論，例如當工程師觀察到線從螺栓分離，而假如螺栓過緊會發生的話，工程師會因此懷疑螺栓可能過緊。

在交互的歸納演繹過程，使用減免

來形成第一個假設。這個假設被測試，第一次測試的結果與假設結果比較，並得到結論，假如假設被推翻，使用歸納(induction)以結果為基礎來形成一個新的假設，重覆交互的歸納演繹過程，重覆循環的過程可引領實驗者至自然的真實情況：真因。

可以使用科學化方法包括與plan-do-check-act (PDCA)循環或plan-do-study-act Shewhart循環一起的演繹和歸納來進行RCA，使用PDCA的優勢是已被工業界所廣泛認識，並同時擁有結構性與靈活性。

PDCA循環中的三個階段

當進行RCA時PDCA循環有三個階段，每一個階段包含應採取的步驟。PDCA循環的第一個階段是立即措施階段，第二是加入多重PDCA循環的RCA階段，第三與最後的是改善階段。

立即措施階段的第一步驟是在偵測出問題或作出決定後，決定合適的方法來尋找改善。

這個問題可以充分地使用8D報告來解決，是一個在汽車產業常見的方法，8D報告是一份列出團隊，說明問題與包括立即措施訊息、問題的真因、計畫和執行矯正措施與防止問題再發生之長期措施的文件。

一個問題也可以使用6個Sigma或其它方法，重要的是定義出適合手中問題的方法。

第二步驟是當組成團隊後，團隊的結構與複雜性應適合要解決的問題，例如一



個面對夜班時的長度偏差，則要諮詢機台操作人員。一個組織要尋求節省十萬美金以上，將會需要更大與更複雜的團隊。

雖然圍堵措施可能不是RCA的直接要素，但在說明RCA時沒有提到圍堵措施是不負責任的。這可能不與改善或每一次的錯誤調查有關，假如偵測到錯誤，無論如何，需要作出是否圍堵的決定。生產出第一個錯誤的部件可能無法保證被圍堵至停止機台之前，直到定義出真因。

客戶對在其工廠發現之零星有問題部件的抱怨，客戶會要求對生產中、庫存、運輸中與客戶所在的部件進行管控。

當如圖1所示，要尋找真因時，立即措施階段的最後一個步驟就是往下一階段RCA階段前進。

RCA階段的第一個步驟包含說明與量化問題，問題的說明要清楚讓所有參與人員了解問題點，可能的話，應以數字說明如「節省\$10,000」或「部件應為 $7.0\pm 0.05\text{mm}$ ，但為 7.1mm 」，在開始調查時可能有足夠的訊息來量化問題，但要儘速讓手中有足夠的資料。

必須收集足夠的訊息以形成初步假設，這個假設經由下一個PDCA步驟來由實證評估，一個實證評估可以和觀察一個部件來檢視事實是否符合假設一樣快，或是一個耗時的長期耐久測試，然後將測試或評估的結果與假設的結果比較。

假如假設被推翻，再利用由從中獲得的知識來形成一個新的假設，並開始新的循環。假如假設通過評估，應再被確認以確保其正確性並為實際的真因。

理想時，可運用五個why法來確保鑑

別出的原因是真實的根本原因，五個why法包含每次鑑別出問題原因就問「為什麼(why)?」，可以引導至問題底層根本原因，假如原因並非真因或真實底層真因，可重覆圖2所示之RCA的PDCA循環。

矯正或改善措施可能不是RCA的直接部分，如同圍堵措施，在進行RCA時常常要執行矯正與改善措施。矯正與改善階段中的第一個步驟是計畫矯正或改善措施，下一個步驟是小規模地執行這些措施以確保它們的有效性並且沒有任何負面效果。

對於發生的錯誤，它意味著執行矯正措施並進行百分之百的查驗，假如這些措施未產生效用，則必須計畫一個新的措施，並重新開始PDCA循環，假如這些措施成功了，則大規模的執行這些改善措施，應該找到對於執行改善措施的其它機會(例如可比較的產品或製程)。

相關文件應加以更新，包含FMEA、管控計畫、規格與經驗教訓資料庫如圖3所示。

一般都認為在RCA期間的實證需求是常識，但卻常常被忽視，在決定立即措施以緩解情況後，應收集資料數據並分析來作出決定，一位經驗豐富的工程師會承認問題並相信他或她知道真因。假如其只是一個想法而非透過實證而決定的事實，將會有矯正措施可能無效的風險。

在鑑別出真因之後所執行的矯正措施還需要實際驗證，必須確認所計畫的措施以確保在執行後能有功用。沒有經由RCA實際驗證，你的所有看法都是偽裝的事實。



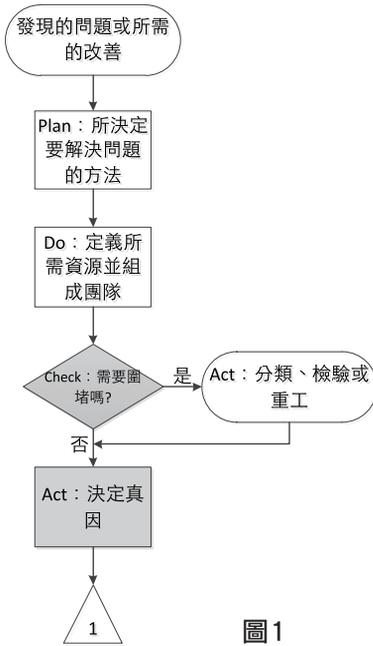


圖 1

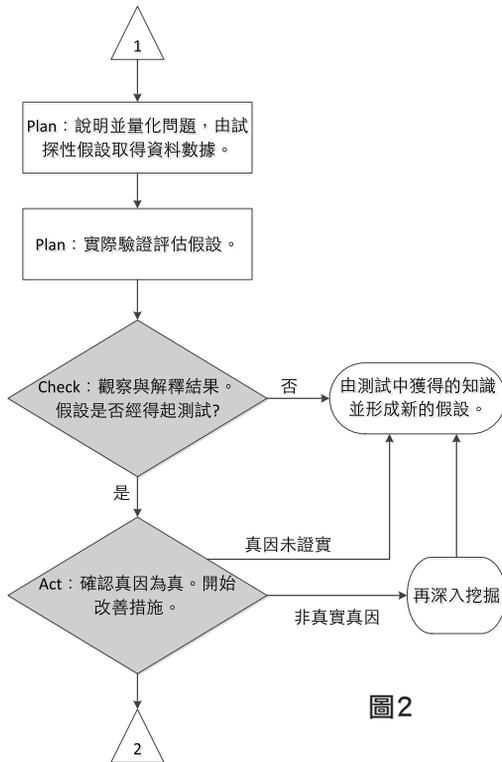


圖 2



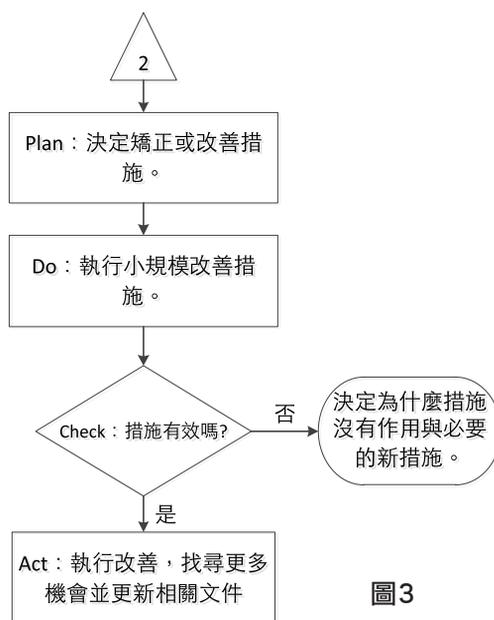


圖3

REFERENCES

1. ASQ, "About ASQ—Dorian Shainin," <http://tinyurl.com/asq-shainin>.
2. Soren Bisgaard, "The Role of Scientific Problem Solving and Statistics in Quality Improvement: Some Perspectives," Report Number 158, Center for Quality and Productivity Improvement, March 1997.
3. George E.P. Box, Stuart Hunter and William G. Hunter, *Statistics for Experimenters: An Introduction to Design, Data Analysis and Model Building*, second edition, John Wiley & Sons, 2005.
4. Shigeo Shingo, *The Sayings of Shigeo Shingo: Key Strategies for Plant Improvement*, A.O. Dillon, translator, Productivity Press, 1987.
5. Willard V. Quine and Joseph S. Ullian, *The Web of Belief*, 10th edition, Random House, 1978.
6. Karl Popper, *The Logic of Scientific Discovery*, Routledge, 2007.
7. Adriaan D. de Groot, *Methodology: Foundations of Inference and Research in the Behavioral Sciences*, translated by J.A.A. Spiekerman, Mouton, 1969.
8. John W. Tukey, *Exploratory Data Analysis*, Addison-Wesley, 1977.
9. John R. Platt, "Strong Inference," *Science*, Vol. 146, No. 3,642, October 1964, pp. 347-353.
10. Popper, *The Logic of Scientific Discover*, see reference 6.
11. Box, *Statistics for Experimenters: An Introduction to Design, Data Analysis and Model Building*, see reference 3.
12. George E.P. Box, "Science and Statistics," *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 71, No. 356, December 1976, pp. 791-799.
13. Denis J. Monroe, "Root Cause Analysis to Maintain Performance," in Joseph M. Juran and Joseph A. DeFeo, eds., *Juran's Quality Control Handbook*, sixth edition, McGraw-Hill, 2010.

資料來源：Quality Progress, March 2016