

# 一種沒有矛盾訊息下的 TRIZ 創新設計方法

## A TRIZ Inventive Design Method without Contradiction Information

劉志成\*

陳家豪

遠東技術學院 機械工程系      國立成功大學 機械工程學系

註：

1. 本文承國科會計畫 NSC-89-2212-E006-169 補助，得以完成。
2. \* 作者同時為國立成功大學機械工程學系博士班研究生

### 摘要：

TRIZ 方法中的四十個創新法則(40 Inventive Principles)是解決系統矛盾的最佳方法，當工程師確認系統的矛盾特性，可由矛盾表(Contradiction Table)中找到解決問題的最佳方法。有時候，工程師只知道要改善系統某一工程特性，但不知道或無法預測系統可能惡化的矛盾特性，如此便無法使用矛盾表，找到對應的創新法則以解決問題。本文將提出一種在不知道系統矛盾訊息時，而可以使用 TRIZ 的創新法則來解決工程問題的方法，並以一些實例說明，證明其可行性及方便性。

**關鍵字：** TRIZ、40 Inventive Principles、Contradiction Table、39 Engineering Parameters

### 一、前言

工程師在解決工程問題時，經常會碰到系統矛盾的問題，即改善系統的某一工程特性時，卻造成系統另一工程特性的惡化。TRIZ 方法是由蘇聯發明家 G.S.Altshuller，分析四十萬件以上的專利，歸納導出矛盾表(Contradiction Table)和四十個創新法則(40 Inventive Principles) [1-7]，可以有效地幫助工程師解決工程系統矛盾的問題。但這種解決問題的模式，需要先找出系統的矛盾特性，再對應到 Altshuller 的工程

特性參數(39 Engineering Parameters)[8-9]，接著利用矛盾表找出相關的創新法則來解決問題。通常矛盾的發生是在對系統作某些工程特性改善時才會出現，或假設對系統作某一工程特性的改善，而可以預知另一工程特性會惡化時，方可使用矛盾表來解決問題。當工程師只知道要改善系統某一工程特性，而無法預測矛盾特性的發生時，將無法運用 TRIZ 矛盾表和四十個創新法則來解決問題。以下吾人將提出一個在不知道系統矛盾的情況下，可以使用 TRIZ 的四十個創新法

則來解決問題的方法，並舉出一些實例來驗證。

## 二、改善"量測的準確度"

CCD 雷射量測儀可快速準確地量測複雜的 3D 曲面，但也有一些限制，例如當工件的顏色為紅色或黑色，紅色的雷射光投射在工件上，無法確實的反射光束，導致 CCD 取像的困難及失誤。圖一、二所示為量測紅色 Kitty 模型的結果。從圖中可發現有許多的缺陷，吾人嘗試改善量測的品質，對應到 TRIZ 要改善的工程特性為 "Accuracy of measurement"，但這只是一個概念或意圖，吾人無法找到或預測系統的矛盾特性，也就是說無法直接利用 TRIZ 矛盾表找到創新法則來解決問題。

首先吾人嘗試找出可能改善 "Accuracy of measurement" 所對應的一些 TRIZ 創新法則，試著從其中找到可能解決問題的方法。即考慮所有可能改善 "Accuracy of measurement" 的創新法則，並一一由 TRIZ 矛盾表中整理出來，其中有一些創新法則出現的頻率相當高，例如：

- #32 "Change the color" (出現 21 次)
- #28 "Replacement of a mechanical system" (出現 18 次)
- #6 "Universality" (出現 11 次)
- .....。

這些結果尤其是出現次數較高的法則，可能是很好的解決問題的方法。

另外，從另一個角度來看，避免 "Accuracy of measurement" 惡化，也有可能找到一些解決問題的法則，由 TRIZ 矛盾表找到所有可能的對應法則有：

- #28 "Replacement of a mechanical system" (出現 17 次)
- #32 "Change the color" (出現 14 次)
- #26 "Copying" (出現 11 次)
- .....。

這些結果尤其是出現次數較高的法則，也可能是很好的解決問題的方法。

改善 "Accuracy of measurement" 是積極的解決問題，而避免 "Accuracy of measurement" 的惡化是消

極的解決問題，不管是積極或消極解決問題，對問題本身的工程特性的改善，都有正面的意義，結合兩者，吾人得到以下的創新法則：

- #28 "Replacement of a mechanical system" (合計 35 次)
- #32 "Change the color" (合計 35 次)
- #26 "Copying" (合計 20 次)
- .....。

其中法則#32 "Change the color"，是解決問題很好的方法，吾人將紅色工件漆成黃色，順利改善量測的品質，結果如圖三、四所示。

吾人亦可預知法則 #28 "Replacement of a mechanical system"，也是一種可行的方法，例如使用接觸式的三次元量測儀來量測紅色工件。

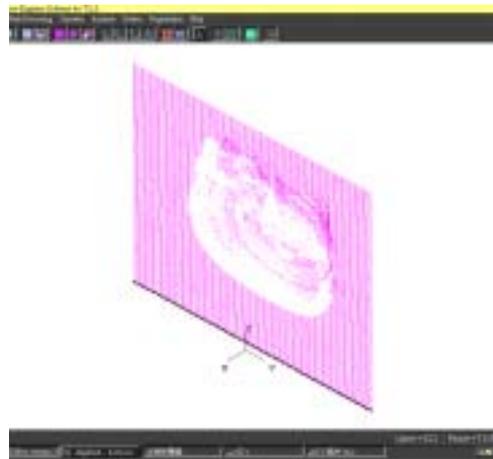


圖 1 紅色 Kitty 量測結果(點圖)

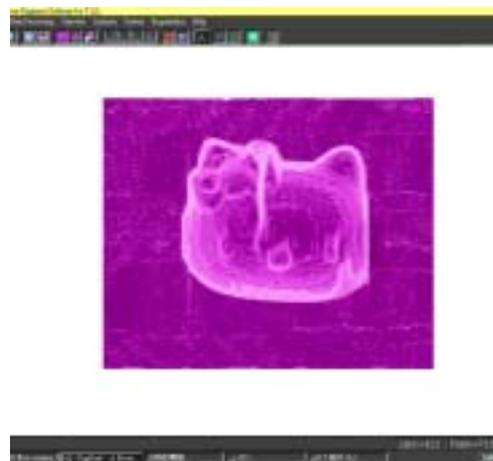


圖 2 紅色 Kitty 量測結果(彩現)

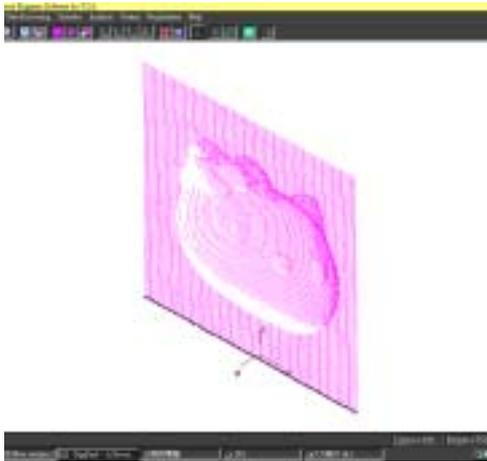


圖 3 黃色 Kitty 量測結果(點圖)

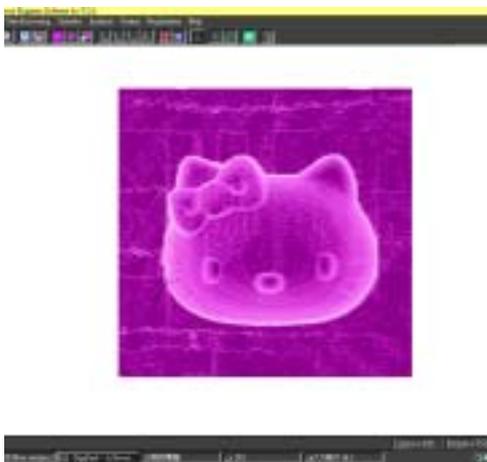


圖 4 黃色 Kitty 量測結果(彩現)

### 三、單一工程特性與創新法則

前面的例子提供了一個，可以改善系統單一工程特性，而不論是否知道系統矛盾特性存在的方法。首先吾人將 TRIZ 矛盾表中每一個"要改善的工程特性"其所有對應的創新法則整理出來，某法則出現的次數，可解讀為在改善系統"某一工程特性"時，可能對應的其他"避免惡化的工程特性"的種類，某法則出現的次數愈高，表示使用該法則來成功解決問題的機率愈高。

相對地吾人也可整理出，對應每一個"避免惡化的工程特性"的創新法則，這些法則可解讀為，當改善系統"某些工程特性"時，可避免系統"某一工程特性"的惡化。某法則出現的次數愈高，表示使用該法則來成功解決問題的機率愈高。最後，吾人將改善系統"

某一工程特性"的創新法則(積極解決問題)與避免"同一工程特性"惡化的創新法則(消極解決問題)結合，統計所有創新法則出現的次數並整理成表 1(見附錄)。其中，表格內的數字代表 TRIZ 創新法則的編號，縱軸(工程特性)為 TRIZ 的工程參數(即吾人要改善或解決的工程特性)，橫軸(等級)表示該工程特性對應的創新法則出現的次數多寡，A(19 次以上)；B(16~18 次)；C(13~15 次)；D(10~12 次)，E(7~9 次)；F(4~6 次)；G(1~3 次)，等級在愈前面表示該創新法則曾經被運用的次數愈高，也就是說用該創新法則來解決目前的問題成功的機會愈大。

### 四、案例分析

#### 案例 1

本文的目的在於發展一個不知道系統矛盾的情況下，也可以利用 TRIZ 的創新法則來改善系統的工程特性或解決工程問題的方法。也就是說吾人希望改善或改變 TRIZ 矛盾表的 "Convenience of use" 特性，由表 1 吾人找到出現頻率最高的前三項創新法則，分別為：

#01 "Segmentation"

#13 "Inversion"

#02 "Extract"

這三項創新法則恰好與吾人製作表 1 所用的方法一致。若吾人一開始便能使用"表 1"(當時還不存在)來解決前述的問題，將可以大量減少當時用在試誤上所花的時間和精神，並且能快速和準確地解決問題，同時減少失敗的情況發生。

#### 案例 2

飲料鐵罐是現代人經常使用的生活用品，其使用量非常的大，若吾人打算減少每一鐵罐的材料使用量，以降低製造成本及環境的負擔，在文獻[9]中提到要改善的系統的工程特性為"Length of nonmoving object"，而避免惡化的工程特性為"Tension/Pressure"，從 TRIZ 矛盾表中找到的對應的創新法則分別為：

#01 "Segmentation" (在鐵罐的斷面製作皺折以

抵抗壓力)

#14 "Spheroidality" (將鐵罐頂端接合處作成曲線狀而非直線)

#35 "Transform the physical/chemical state"  
(將材料改用強度更高的合金)

另一方面，若吾人只有減少每一鐵罐材料使用量的概念，而不知道可能惡化的矛盾特性時，可由表 1 中 "Length of nonmoving object" 找到對應的前五項創新法則，分別為：

#35 "Transform the physical/chemical state"  
#28 "Replacement of a mechanical system "  
#14 "Spheroidality"  
#26 "Copying "  
#01 "Segmentation"

其中法則#35、#14 及#01 與上述法則一致，由此可知在不知道系統矛盾的情況下，仍然可以利用表一找到適用的 TRIZ 創新法則 另外，利用法則#28 及#26 也可能找到很好的解決方法。

#### 案例 3

早期警示燈的改良，為了增強警示作用，要改善的系統的工程特性為"Brightness"，吾人利用表一找到對應的前三項創新法則，分別為：

#19 "Periodic action" (將警示燈改為週週期性閃光的方式)  
#32" Change the color" (將警示燈顏色改為紅色或黃色)  
#01 "Segmentation" (在廣告招牌框的周邊加入小燈泡，以增加警示作用)

#### 案例 4

在 "Smart Car" [10、 11]文中提到，要改善的系統矛盾為"較短小的汽車具有方便的尺寸，但無法吸收撞擊的能量"，也就是希望設計短小的汽車，可以方便的在城市使用，例如停車較方便或佔用的道路面積較小，另一方面又擔心發生車禍時，小車無法承受撞擊的能量，尤其是引擎可能對乘客所造成的傷害。

在本例中吾人要改善的是車子佔用道路的面積，

特別是引擎及引擎室所佔用的面積，也就是說要改善的特性為 "Area of moving object" (當發生撞擊時引擎及引擎室應視為可動物體)。利用表一吾人找到對應的前兩項創新法則，分別為：

#15 "Dynamicity"

#17 "Shift to a new dimension"

這兩項法則符合文獻[11]中所提出的最佳解決方法。

#### 五、結論

1. 表 1 是從解決"量測的準確度"開始，經過許多次的試誤後，一步一步建構出來。由實例 1 的說明，吾人可以利用"單一工程特性對應的創新法則"方法，很快及準確地建構表 1。
2. 從本文所提到的一些實例驗證，吾人確認"單一工程特性對應的創新法則"方法是可行的，在不知道系統矛盾情況下，要改善系統的某種特性，具有其方便性及實用性。
3. 表 1 列出全部"單一工程特性"對應的所有可用的 TRIZ 創新法則，在使用表 1 來解決問題的時候，應盡量使用排列在最前面的法則，以增加快速成功解決問題的機會。
4. 本文乃是利用 TRIZ 方法來解決 TRIZ 的問題。

#### 參考文獻

1. S. D. Savransky," Engineering of Creativity", CRC Press, Boca Raton, 2000.
2. "Tools of Classical Triz ", Ideation International Inc., 1999.
3. "TechOptimizer 3.0 Software Manual ", Invention Machine Corporation, 1998.
4. Todd Williams, Ellen Domb, "Reversability of the 40 Principles of Problem Solving", The TRIZ Journal,May,1998,<http://www.triz-journal.com>
5. Zinovy Royzen, "Solving Contradictions in Development of New Generation Products Using TRIZ ", The TRIZ Journal, Feb.,1997,<http://www.triz-journal.com>

6. Ellen Domb, “40 Inventive Principles with Examples”, The TRIZ Journal, July, 1997, <http://www.triz-journal.com>
7. James Kowalick, “17 Secrets of Inventive Mind: How To Conceive World Class Products Rapidly Using TRIZ and Other Leading Edge Creative Tools”, The TRIZ Journal, Nov., 1996, <http://www.triz-journal.com>
8. Ellen Domb, “The 39 Features of Altshuller Contradiction Matrix”, The TRIZ Journal, Nov., 1998, <http://www.triz-journal.com>
9. “Theory of Inventive Problem Solving (TRIZ)”, <http://www.personal.engin.umich.edu/~gmazur/triz/>
10. Jacob Skir, “TRIZ Puzzles and Examples : Part 1, The Tiny Car”, The TRIZ Journal, Sep., 1998, <http://www.triz-journal.com>
11. Jacob Skir, “TRIZ Puzzles and Examples : Part 2, Reader’s Solutions, The Tiny Car”, The TRIZ Journal, Oct., 1998, <http://www.triz-journal.com>

附錄

表 1 單一工程特性對應的創新法則

工程特性		等級						
		A (19 次以上)	B (16~18 次)	C (13~15 次)	D (10~12 次)	E (7~9 次)	F (4~6 次)	G (1~3 次)
1	Weight of moving object	35		28	26.18.02.08.10.15.40.29.31	27.34.01.36.19.06.37.38	03.32.22.24.39.05.13.11	12.21.20.17.04.30.16.14.25.23
2	Weight of non-moving object	35	28.10.19.01.26	26	27.13.02.18	06.15.22.29	39.32.09.14.40.05.08.03	17.25.30.20.16.11.36.37.24
3	Length of moving object	01.29	15	35.04.17	10.28.08.14	19.24.13.26	16.02.34.09.07	37.39.18.32.36.05.12.22.25.23.40.06.38
4	Length of non-moving object			35	28.14.26.01.10	07.15	03.02.29.18.30.24.32.16	17.40.08.13.27.09.37.38.39.06.25.23.19.31.12.11.05
5	Area of moving object		15	17.26.13.02	10.29.30.04	01.14.19.32.34.28.03	18.39.16.35	07.05.25.36.33.22.40.11.06.31.38.23.24.09.12
6	Area of non-moving object			18.35	39.30.17.04.36	39.30.17.04.36	32.15.07.01.38	28.26.37.22.09.29.03.14.13.27.25.23.19.31.06
7	Volume of moving object		35	02.10.29	01.15.34.04.06.07	13.40	16.28.14.39.17.18.26.22.30.25.37.36	24.38.11.12.32.19.09.23.27.20.21.05.03
8	Volume of non-moving object	35		02		18.14.34	10.04.39.19.31.37.30.06.01.16	25.17.07.24.15.26.27.03.09.32.38.40.08.28.22.36.05
9	Speed	28.35	13	34	10.38.15	08.02.18.19	32.03.29.14.04.26.01.30	16.21.36.24.27.06.11.12.05.33.23.25.09.20.22.07.40
10	Force	35.10.36	37.18	28.19	15.01.02	03.21.13.40	14.26.16.17.08	12.11.34.29.09.24.20.05.23.27.30.32.38.39.04.06.25
11	Tension/pressure	35.10	36.37		02.14	19.03.18.40.01	06.15.13.24.27.25	33.04.16.32.22.28.21.29.39.11.09.23.38.12.08.34
12	Shape	01	10.14.15.35	29.34	32.13.40.04	02.28.22	30.05.26.18.07.17.03	16.06.08.25.37.27.39.19.36.09.12.11
13	Stability of object	35	39.02	01	40.13.18.32.30	27.15.03.22.28	19.10.14.17.11.04.23.34.33	24.21.26.37.31.16.06.29.08.05.09.38
14	Strength	03.35.10.28	40.15	14.27		26.09.18.02.32.01.29	08.11.13.17.19.30	34.22.06.07.37.31.25.16.05
15	Durability of moving object	35.19	03.10	27	28	02.06.18	13.04.29.15.25.39.01.22.40	31.09.33.14.16.26.11.38.34.20.17.30.21.12.08.32
16	Durability of non-moving object			16	35.10	01.40	38.27.06.34.19.18.03.02.20	25.24.39.23.22.28.31.17.33.36.26.21.30
17	Temperature	35.19	02		03.10.39.18.22	21.32.27.17.16.28.36.26.38	24.30.04.14.15.06.40	31.13.09.34.33.25.01.29.20.07

工程特性		等級						
		A (19次以上)	B (16~18次)	C (13~15次)	D (10~12次)	E (7~9次)	F (4~6次)	G (1~3次)
18	Brightness	19.32.01	13		15.35.02.26	06	17.16.03.10.24	28.27.11.25.30.39.21.08.04.22
19	Energy spent by moving object	35.19			18.28.02.06	15.24.01.13.27.32	16.12.38.17.29.14.34.10.03	21.25.26.37.05.08.31.11.23.22.09.30
20	Energy spent by non-moving object					01.35.19	18.27.04.37.36.31.22	10.16.28.02.23.29.03.32.06.09.15.12.25
21	Power	35.19.10.02			32.06.38.18	34.31.26.28.17	27.16.20.01.15.22.30.37.14	12.25.36.08.29.03.13.04.24.21.11.40
22	Waste of energy	35	02	19.07	15.10	18.06.38.32.	13.28.22.14.17.01.21.26.23.25.30	16.27.39.03.29.11.36.05.12.37.24.31.20.09.34
23	Waste of substance	10.35.28	18	31.24	02.27.39.03	34.40.29.05.13	38.01.36.06.30.14.15.33.23.16	22.32.37.21.25.08.19.12.04
24	Loss of information	10			35	24.26.22	28.32.19.30.01	02.27.33.13.15.16.23.21.29.18.04.06.05
25	Waste of time	10.35.28.18		04.32	34.20.26	29.24.05	01.30.16.37.17.06.15.36.19.02	14.22.03.38.39.21.27.25.09.07
26	Amount of substance	35.03.29	18	10		14.27.40.31.28.15.02	13.06.24.25.34.30.01.39.16.19.32.36	33.26.17.38.04.07.23.22.21.20.12.08
27	Reliability	35.10.11	40	28.27.03	01	13.24.08.02.32.29	19.21.04.14.16.23	17.39.26.15.36.06.34.31.09.30.38.25.05.18
28	Accuracy of measurement	32.28.26		03.10	24.06.34.01.13	35.02.	16.25.27.11.23	05.33.18.15.31.19.04.12.39.17.22.36
29	Accuracy of manufacture	32	28.10	18	02.26.35	03	01.25.29.30.36.24.27.23.40	34.37.17.04.11.13.16.19.31.33.39.09.38
30	Harmful factors acting on object	22.35.02	01	33.28	18.19.24.27.40	39.10.37	31.29.21.13.34.17.15.26	23.30.06.03.32.11.25.16.36.04
31	Harmful side effects	35.22.02.39		01.18	40	21.24.17.19	15.03.10.27.33.34.04.26	31.16.06.28.29.30.32.23.13.36
32	Manufacturability	01.35	28	27.13	26	24.15.16.29.	02.11.10.04.32.18.34.12.17.19.40	08.05.36.09.03.33.37.06.23.25.30.31
33	Convenience of use	01.	13	02.28.35.32	12.15.34.25	16.26.17.27	04.03.10.24.40.19.39.29	22.30.05.18.23.06.08.09.31.07.11
34	Repairability	01.10.02	11.	35.13	32.15.16.27	25.28.	34.04	09.03.12.07.26.19.17.29.18.31
35	Adaptability	35.15.01		29	16.02.13		19.28.10.37.08.34.03.30.27.06.17.	32.31.14.04.18.07.26.11.20.22.24.05.25
36	Complexity of device	01	26.28.10.13	35	02.29.19.24	34.27.15.17	06.36.37.30.18.22	12.04.32.40.14.20.03.31.39.25.23.09.11.07
37	Complexity of control	35	28	27.26	02.19.29.15.16.01.03	18.24.13.32.39.10	25.40.22.37.36.34.06.17	11.21.30.04.05.38.31.33.23.12.08.09
38	Level of automation	35.		02.28.26	01.13.10.34	18.24	23.27.32.15.17.08.12.16.19.	03.33.14.30.05.25.06.11.04.21.09.07
39	Productivity	35.10.28		01		18.02.37.26.34.14.15.38.29.17	24.03.32.13.12.23.22.39.06.19	16.20.27.30.04.40.05.25.21.31.36