

能源查核的分析方法

壹、前言

能源查核的意義是針對能源之供應與使用，加以分析、統計及評估，從中發現能源消費的異常或可以改善之機會，制訂節約能源措施，進而提高能源使用效率，降低能源成本，增加產品競爭能力。工廠在實施能源查核的過程中，首先要蒐集完整的能源耗用資料，再運用統計分析的技巧找出問題發生的原因，針對問題尋求解決的方法並防止異常的再發生，以達到節約能源的目標。

貳、常用的分析方法

一、特性要因圖

能源查核的日常管理，最重要的是防止異常的再發生，為防止異常再發生，必須徹底追究異常原因，加以妥善的處理。企業全體人員必須共同參與，集思廣義，提出改善建議，共同推動節約能源措施，而在進行原因的追究以尋求改善時，可運用特性要因圖。特性要因圖是以圖表來表達結果與原因的關係，首先確定某項結果，再根據圖上所列之要因，謀求改善對策。

特性要因圖的製作程序：

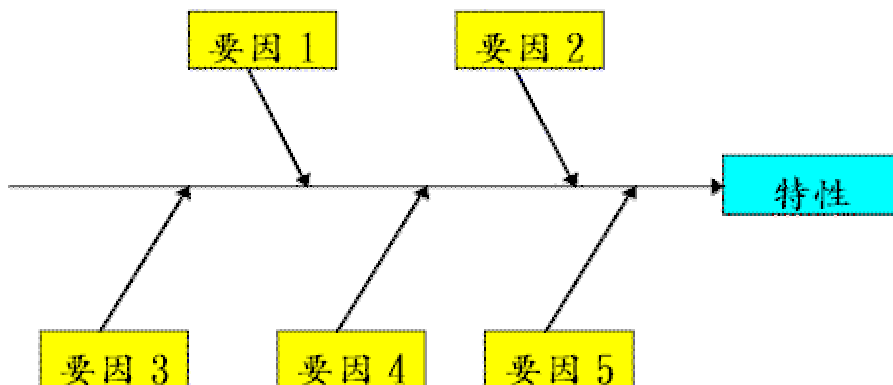
1. 確定特性：

先確定有關探討的特性，在右方框格中寫上此特性，由左而右畫出一條粗線箭箭頭



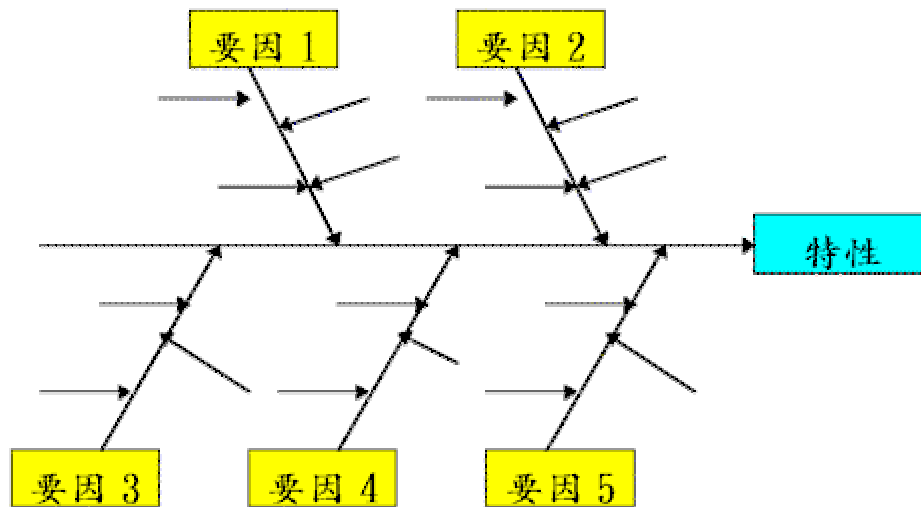
2. 概略記載各原因：

確定特性後，開始尋找原因，將各原因用簡單的字句記在方格中



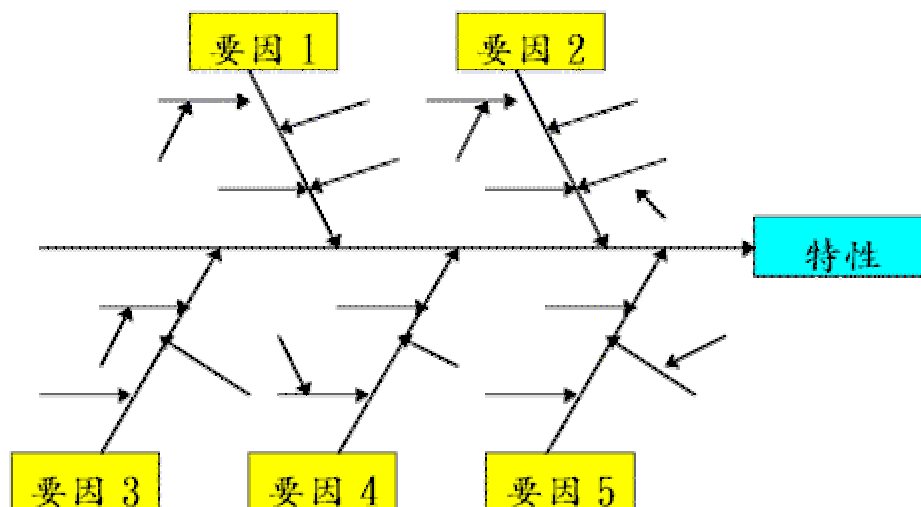
3. 說明各原因的形成：

列出各原因要點後，再如圖所示，利用細線箭頭引出形成各原因的說明



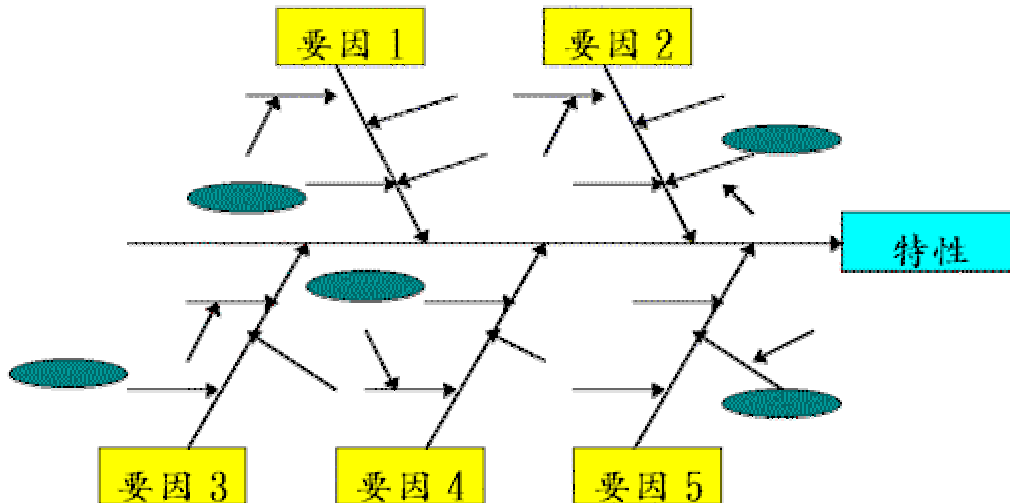
4. 更詳細的解說：

如果程序 3. 的原因說明還不夠完整，可再畫出小支線，作更進一步的說明。



5. 圈選出最重要的原因：

造成一結果的原因很多，可比較其對特性的影響力，圈出最重要的一項。



6. 所根據的條件：

當圖表完成時，在圖的空白處，別忘了填上四個要項：**目的、工程、製圖日期、製圖者**

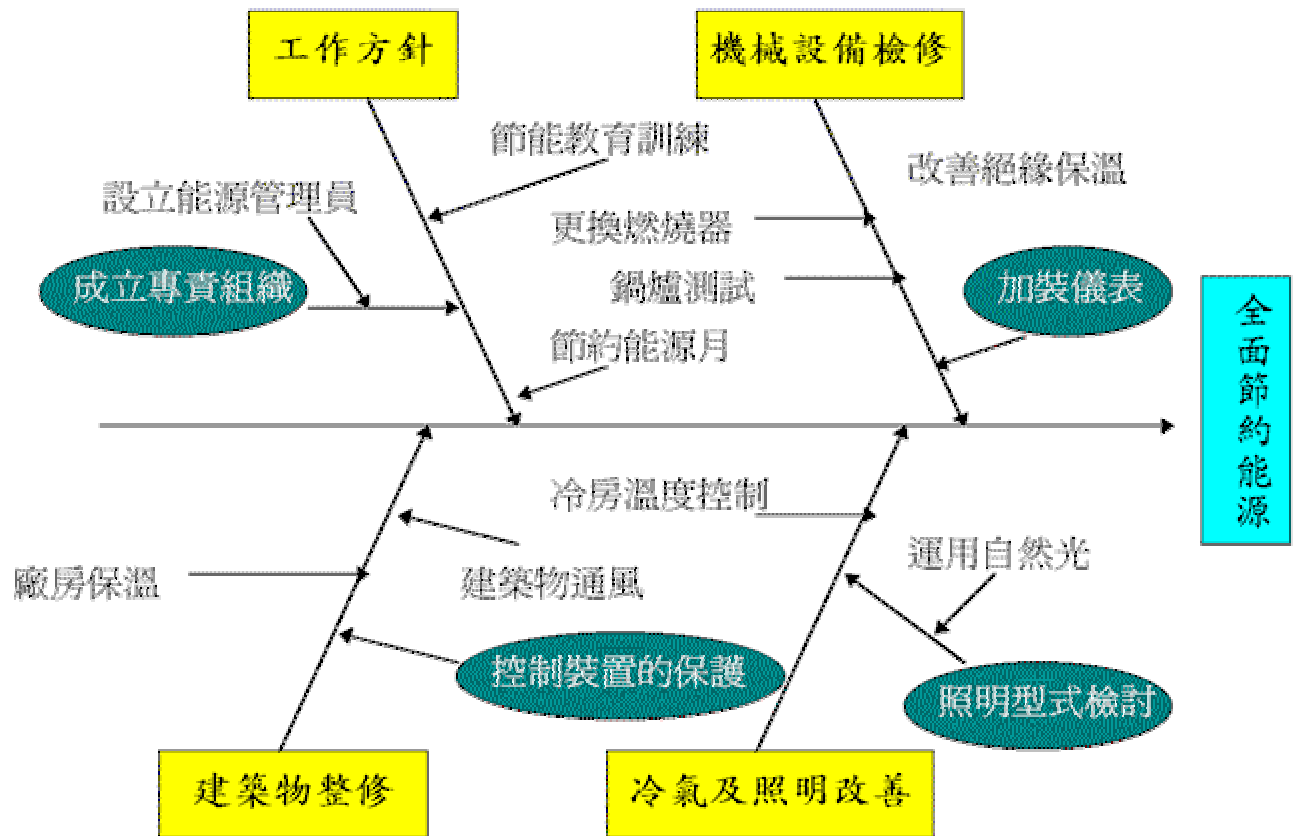
特性要因圖的使用時機：

1. 提高問題意識時
2. 整理原因的要素時
3. 探求真正原因時

利用特性要因圖尋求改善的步驟：

1. 抓住問題點
2. 把握現狀
3. 從現狀的解析出發
4. 擴大原因的考慮範圍
5. 謀求對策

圖一例舉如何利用特性要因圖推行全面節約能源工作



目的：推行全面節約能源工作

工程：工廠全面節約能源

製圖日期：86/7/1

製圖者：王大明

圖一、推行全面節約能源工作之特性要因圖

二、柏拉圖

柏拉圖是解決問題的有效方法，品質管制上常用來找出造成不良的重要原因或現象，也可運用在能源管理上，根據收集的數據，以耗能異常原因、耗能異常狀況、耗能異常發生位置等項目、分類計算出各項目所佔比例，並按照大小排序，再加上累積值的圖形，根據柏拉圖的分析，可以找出耗能異常的重要原因，然後再依據這些原因，依次尋求補救或改善的對策。

柏拉圖的製作程序：

1. 確定資料的分類項目：

先將資料分為兩種項目。一為結果的分類項目，一為原因的分類項目。結果的分類項目包括耗能異常的內容、發生場所、時期等。原因的分類項目包括原料、材料、方式、設備、裝置等。

2. 決定期限、蒐集資料

蒐集資料時，應採分類項目，並且仔細地記下各項的條件，

3. 將資料填在表上：

將資料分門別類處理後，按表一所示，依序逐一記下。算出各項的累積發生次數、比率、累積比率再求其總合。

4. 繪一座標軸 橫軸填項目，縱軸填事件發生次數：

在縱軸畫上刻度，左邊表示發生次數，右邊表示不累積比例，最上方為 100%。原因項目由左至右按照所佔比例大小依序寫下，其它一項記在最右邊

5. 將所佔比率用曲線表示：

發生次數用直線表示，累積比率則用曲線表示。

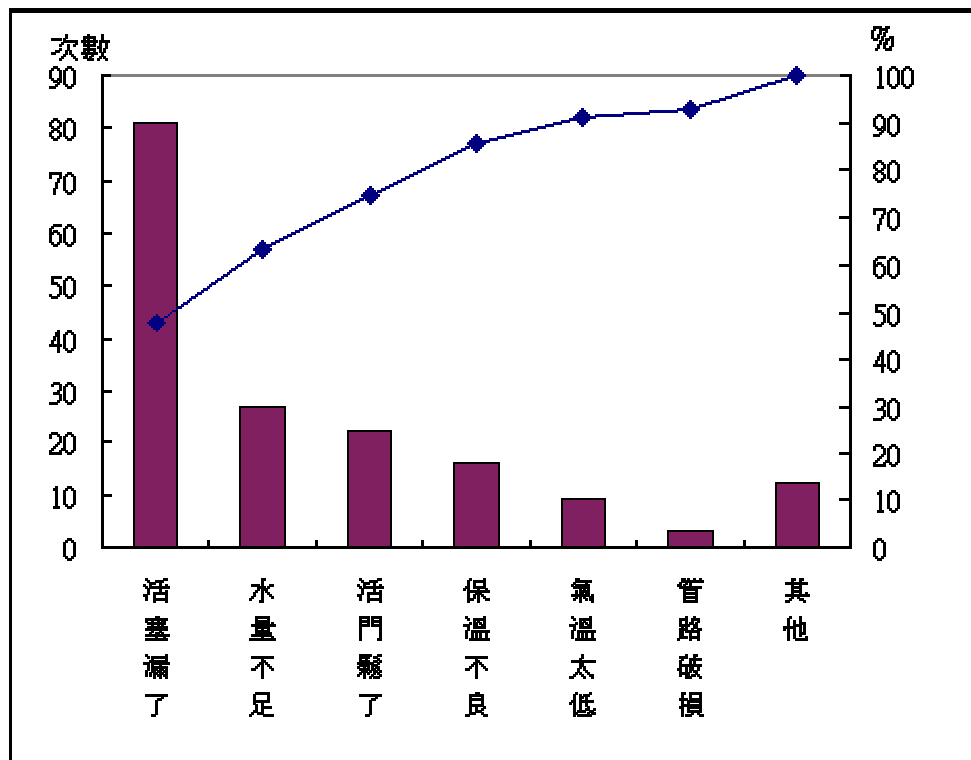
6. 記下資料及圖的條件：

將資料的條件、履歷、製表日期、作者等記下，就算大功告成

柏拉圖是將累積比率用曲線表示，由圖上可清楚地分析問題的主因所在，故可對症下藥，謀求處理對策，對問題的解決，有很大的功效。我們尚可利用改善前後的柏拉圖，比較其差異，更可充分把握改善的效果。圖二例舉利用柏拉圖找出耗能異常原因。

項目	發生數	累積發生數	比率%	累積比率%
活塞漏了	81	81	47.6	47.6
水量不足	27	108	15.9	63.5
活門鬆了	22	130	12.9	74.6
保溫不良	16	146	9.4	85.8
氣溫太低	9	155	5.3	91.1
管路破損	3	158	1.8	92.9
其他	12	170	7.1	100
合計	170		100	

表一 柏拉圖的資料表



圖二 耗能異常原因的柏拉圖

三、查檢表

用簡單的數據以容易了解的方式，作成圖形或表格，只要記上檢查記號，並加以統計整理，作為進一步分析或核對檢查之依據。檢查項目可分為：

結果調查用：

現在的狀況如何？有那些缺失？在發生異常的同時可作調查之用

原因調查用：

將異常的原因，在發生的同時，記在記錄欄中。

查檢表的製作程序：

1. 先確定目的所在
2. 決定記錄的項目
3. 決定記錄的式樣
4. 在記錄欄中記錄資料的條件、檢查的場所、工程、時間、日期、記錄人等。

5. 在欄外將檢查的方法，記錄的注意事項記下，以便任何人在一目瞭然之餘，也能準確無誤地使用此表，記錄資料。

查檢表的特點

1. 登記簡單
2. 一目瞭然
3. 資料不會遺漏

表二例舉製造工場之操作查檢表

場所：軋鋼工場
 工程：軋鋼工程
 時間：86.7.1
 記錄人：王大明

檢 查 部 位	正 常 異 常							
	1 日	2 日	3 日	4 日	5 日	6 日	7 日	8 日
爐區液壓設備油位								
前後爐門馬達齒輪箱								
輸送台主鏈條即提升鏈條								
抽出器提升輪及冷卻水管								
鼓風機前後軸承溫度								
粗軋區液壓設備油位								
潤滑系統油位及油溫								
夾緊及傾轉液壓缸								
精軋區液壓設備油位								
冷卻床踢出位置								
活動檔板								

表二 工場操作查檢表

四、直方圖

將所蒐集的數據、特性、或結果值，以一定的範圍在橫軸上區分為數組，把每一組資料次數累積起來，用柱形表示，就稱為直方圖。各種資料分佈也許雜亂無章，但可用直方圖解析出其規則性，可用來瞭解產品在規格標準下，耗能分配的型態、製程耗能的中心值與差異大小等情形。

直方圖的製作程序：

1. 蒐集資料並且記錄在表上：

首先利用各種方法蒐集所要的資料，將之逐一記錄在表上，資料的先後次序無所謂，主要在於其統計值。表一是某項產品每噸耗電量測量值。

2. 計算數據總數，以 N 表示

3. 定組數：依資料的總數 N 來決定應分多少組，一般定組數的標準如下

N	組數
50-100	6-10
100-250	10-20
250 以上	10-20

4. 找出最大值、最小值與全距

在每行中用圈圈表示最大值，用框框表示最小值，然後記錄在每行的底邊，再根據每行的最大值、最小值，找出全體的最大值、最小值。全距為全體最大值及最小值的差

5. 定組距：

組距為全距除以組數

6. 定組界：

在最大值與最小值之間，按組數及組距由小而大定出每一組的組界，再求每一組之中心值。

7. 作次數分配表：

根據所求到之組界及中心值，作成查檢表，求出各組的次數

8. 繪直方圖：

橫軸表資料的數值，縱軸表次數，繪成矩形圖。完成後，記上資料蒐集期間、製表日期、製表人、資料數 N、全資料平均值 \bar{X} 、標準偏差 S 等

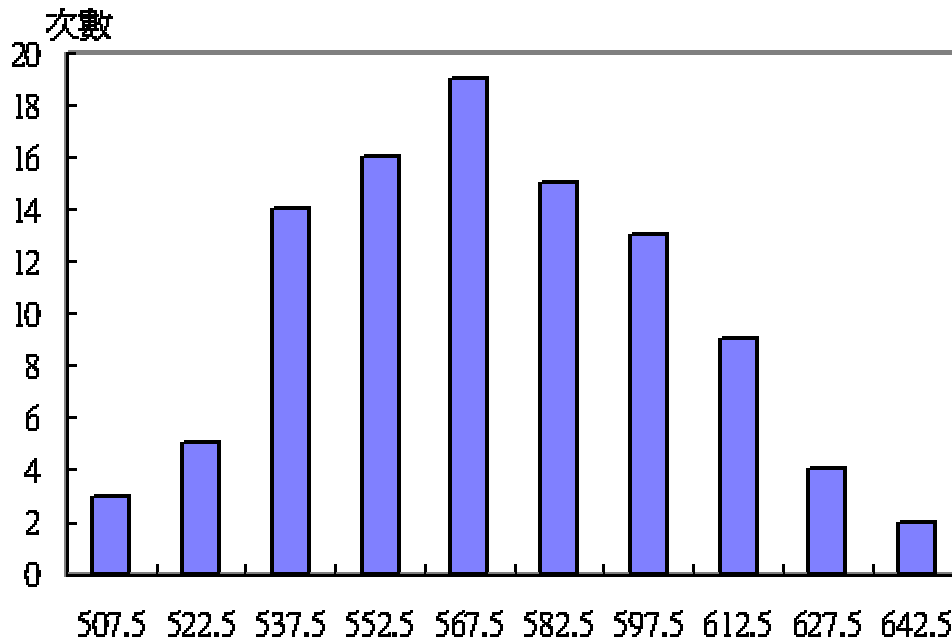
	512	574	559	547	608	571	614	560	603	537
	510	610	526	544	533	579	546	596	565	579
	552	552	581	515	600	633	530	563	605	545
	560	560	542	555	574	516	564	595	555	573
	588	580	548	564	532	595	540	529	583	545
	544	544	618	582	581	556	578	614	535	592
	593	593	571	583	528	606	592	564	559	562
	621	621	531	595	564	582	507	623	573	580
	561	561	594	636	547	634	532	550	585	597
	556	556	641	614	541	568	602	572	585	554
每行最大值	621	621	641	636	608	634	614	623	605	597
每行最小值	544	544	526	515	528	516	507	529	535	537
	全體最大值=641 全體最小值=507 全距=134 單位 kwh/T									

表三 某產品單位耗電測量值

組號	組界	中心值	次數
1	500-515	507.5	3
2	515-530	522.5	5
3	530-545	537.5	14
4	545-560	552.5	16
5	560-575	567.5	19
6	575-590	582.5	15
7	590-605	597.5	13
8	605-620	612.5	9
9	620-635	627.5	4
10	635-650	642.5	2

合計			100
----	--	--	-----

表四 次數分配表的製作



資料期間：86年6月1日 86年6月30日 資料數 N=100

製表日期：86年7月5日 平均值 $X=575$

製表人：王大明 標準偏差 $S=45.41$

圖三某產品單位耗電測量值之直方圖

五、管制圖

為了管理而蒐集的資料，經常是零亂不整的，有些只是偶發事故，有些則是經常發生，要如何分辨？必需藉助統計方法，將資料分析、統計，找出其間的規則性，作為異常判斷的基準。管制圖便是用來對超出管制範圍的數據加以追查原因，採取適當的措施，用來管制能源耗用量，可發現耗能之異常現象並追蹤原因予以改善

X-R 管制圖的製作程序：

1. 一天數次(n)，將測定的資料忠實地記錄
2. 計算出平均值(X)及範圍(R)

3. 計算出總平均 (X)及 R 的平均(R)

4. 計算管制線

X 管制線

中心線：CL=X

上管制線：CL=X + A2R

下管制線：CL=XA2R

R 管制線

中心線：CL=R

上管制線：UCL=D4R

下管制線：LCI=D3R

(LCL 不考慮當 n 低於 6 時)

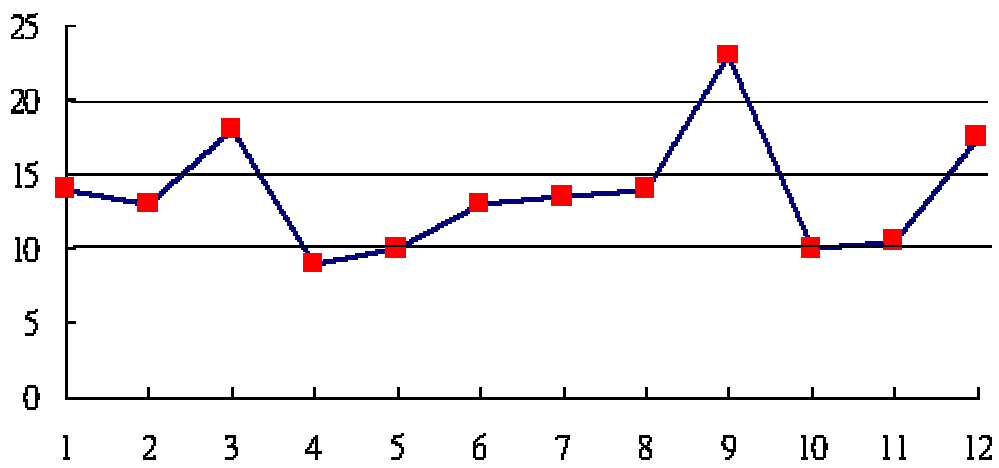
n	A2	D4	D3
2	1.88	3.27	-
3	1.02	2.57	-
4	0.73	2.28	-
5	0.58	2.11	-
6	0.48	2.00	-
7	0.42	1.92	0.08

X-R 管制圖的係數

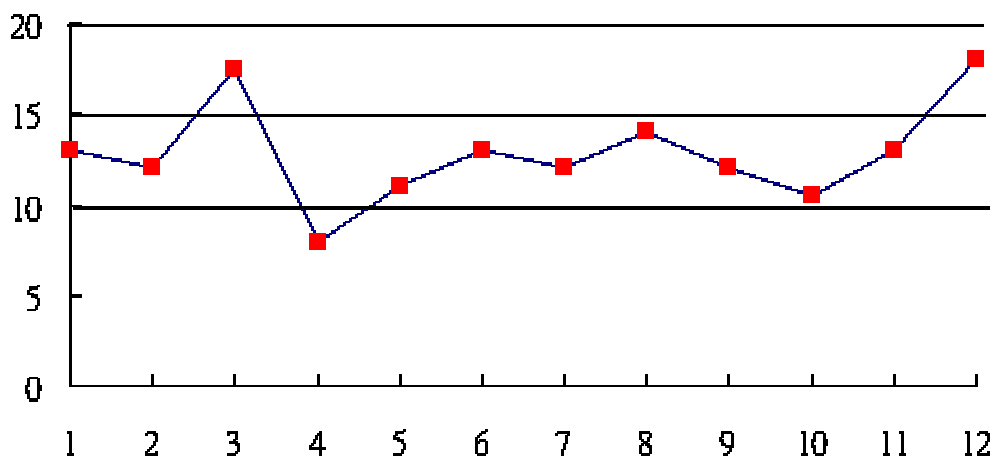
5. 在管制圖上以打點的方式，描出 X 與 R 的點，如圖五示將 X 管制圖與 R 管制圖，上下畫在同一張圖上，左端縱軸表 X、R，記住寫上刻度及單位，橫軸標明日期。記下測定條件及資料數目。

管制圖異常的判定：

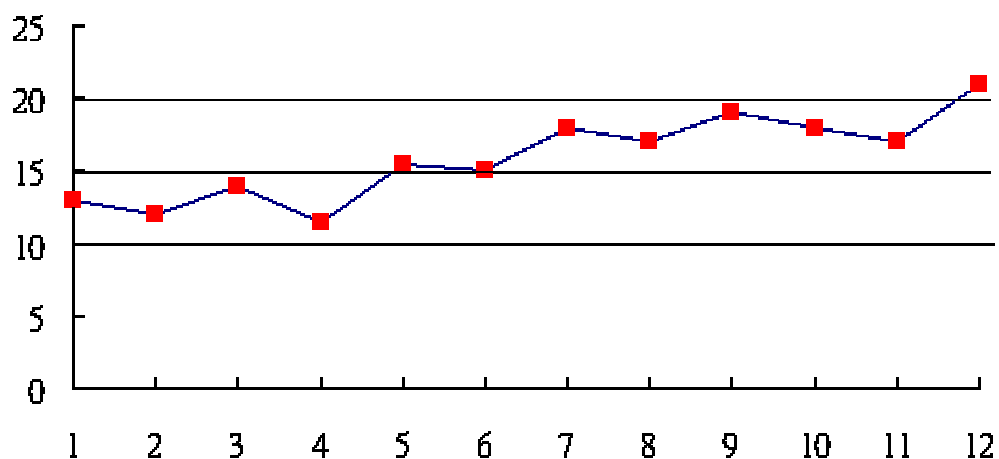
1. 點超出管制界線



2. 連續多點出現在中心線同側

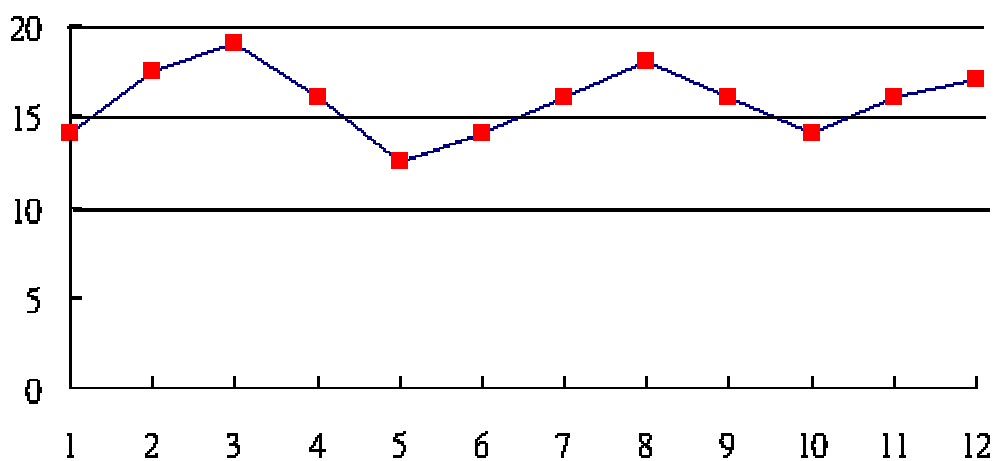


3. 點越來越高或越低



4.

4. 點呈週期性變化



參、結論

運用分析技巧做好能源查核，可以降低能源成本，提高能源效率，並使產品維持高度品質，提升產品競爭力，而優良的產品其附加價值也必然增加，因此提高能源生產力，實在是節約能源與創造利潤的不二法寶。