

第4.3節 S/N比

S/N Ratios

4.3-1 S/N比 (S/N Ratios)

4.3-2 望目特性第一型的S/N比 (S/N Ratio for Type-1 NB Cases)

4.3-3 望目特性第二型的S/N比 (S/N Ratio for Type-2 NB Cases)

4.3-4 望目特性第三型的S/N比 (S/N Ratio for Type-3 NB Cases)

4.3-5 望小特性的S/N比 (S/N Ratio for SB Cases)

4.3-6 望大特性的S/N比 (S/N Ratio for LB Cases)

4.3-7 原點直線型 (Zero-Point Proportional Cases)

4.3-8 原點直線型第一型的S/N比 (S/N Ratio for Type-1 ZP Cases)

4.3-9 原點直線型第二型的S/N比 (S/N Ratio for Type-2 ZP Cases)

4.3-10 S/N比摘要 (S/N Ratios Summary)

4.3-1 S/N比 (S/N Ratios)

- 平均品質損失雖然可以直接做為一批產品的品質指標，但是在田口方法中，我們較喜歡使用S/N比作為品質指標。

$$S/N =$$

- 將品質損失係數k排除，是因為對同一種產品而言，它只是一個常數而已。
- 對數轉換的主要目的是 $10 \log_{10} \frac{S}{N}$ ；另一個次要目的是 $10 \log_{10} \frac{S}{N} + k$ 。
這些目的都是要增進因子效應的 $10 \log_{10} \frac{S}{N}$ ，亦即使得 $10 \log_{10} \frac{S}{N} + k$ 更能適用。
- 乘以10是為了和傳統定義的S/N比有一致的單位，亦即 $10 \log_{10} \frac{S}{N}$ 。
- 取反號的用意是使得S/N $10 \log_{10} \frac{S}{N}$ ，品質 $10 \log_{10} \frac{S}{N}$ ，使其與通訊工程中的信號雜訊比定義一致。

對數轉換的另一目的：擴展品質特性的定義範圍

品質特性 y ：不良率

表4.3-1 未經對數轉換的資料分析

	A	B	y
1	1	1	0.0004
2	1	2	0.0006
3	2	1	0.0210
4	2	2	0.0240

Response Table for y

	A	B
Level 1	0.0005	0.0107
Level 2	0.0225	0.0123

Ave = 0.0115

最佳因子組合是 ，其預測值是

$y =$

當品質特性有一定的範圍時（此例中，品質特性的範圍是 ）。。

經運算後的預測值可能超出此範圍，而失去意義；換句話說， 並不適用。

對數轉換的另一目的：擴展品質特性的定義範圍

表4.3-2 經對數轉換的資料分析

	A	B	y	η
1	1	1	0.0004	-3.40
2	1	2	0.0006	-3.22
3	2	1	0.0210	-1.68
4	2	2	0.0240	-1.62

	A	B
Level 1	-3.31	-2.54
Level 2	-1.65	-2.42

Ave = -2.48

最佳因子組合是 ，其預測值是

$$\eta =$$

$$y =$$

當品質特性在一定的區間a至b才有意義時，而且品質特性的量測值都很接近a或b時，經對數轉換後，加法模式較能適用。

S/N比名稱的由來

- 分貝 (decibel , dB) 來自於貝爾 (B) , 1 dB = 0.1 B 。 1 B的原始定義是經過 1英哩的標準電話線後 , 信號遞減的比率 , 再取對數。
- 現今 , 分貝有很多其他定義 , 但是基本上還是用來比較數值差異很大的兩個量之間的關係 ; 譬如聲音的大小 (sound level, β) 可以表示成

$$\beta = 10 \log \frac{P}{P_0} \text{ (dB)}$$

其中 P_0 是正常人類所能感覺到的最小聲音強度 () 。

- 聲音強度是和聲音的振幅(A)的平方成正比 , 所以上式也可以寫成

$$\beta =$$

S/N比名稱的由來

- 在通訊工程中，通訊品質定義為有意義的_____與無意義的_____之間的比值，並稱之為S/N比 (signal to noise ratio) ：

$$S/N = \frac{P_s}{P_n}$$

- 功率是和振幅 (A) 的平方成正比，所以上式也可以寫成

$$S/N = \frac{A_s^2}{A_n^2}$$

$$S/N = \left(\frac{A_s}{A_n} \right)^2$$

4.3-2 望目特性第一型的S/N比

將望目的MSD (4.2-8式) 直接代入4.3-1式，我們可以寫下適用於望目特性之基本S/N比公式

$$S/N_{NB1} =$$

當 \bar{y} 不存在時 (以致於無法將 \bar{y} 對準目標值)，此S/N比可用來評估望目特性的產品品質。

表4.3-3 新舊製程下的S/N比 (4.3-2式)

	y1	y2	y3	y4	y5	y6	y7	y8	\bar{y}	S_n	S/N
舊製程	0.55	0.67	0.58	0.54	0.45	0.44	0.46	0.66	0.544	0.085	20.42
新製程	0.44	0.41	0.45	0.43	0.39	0.47	0.40	0.42	0.426	0.025	22.17

4.3-3 望目特性第二型的S/N比

當存在著調整因子，使得偏心值 () 可以預先假設為____
(亦即) 的情況下，4.3-2式可以改寫為

$$S/N_{NB2} = -10 \log \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n} = -10 \log(S_n^2) \quad (4.3-3式)$$

4.3-4 望目特性第三型的S/N比

因為標準偏差常隨著平均值增加而放大，所以一個簡易但合理的方法是以「相對偏差」，亦即利用標準偏差除以平均值（統計學課本常稱為變異係數，coefficient of variation）來比較。

$$S/N_{NB3} =$$

除非平均值非常接近零，否則4.3-4式可以取代4.3-3式。

表4.3-4 新舊製程下的S/N比（4.3-4式）

	y1	y2	y3	y4	y5	y6	y7	y8	\bar{y}	S_n	S/N
舊製程	0.55	0.67	0.58	0.54	0.45	0.44	0.46	0.66	0.544	0.085	16.15
新製程	0.44	0.41	0.45	0.43	0.39	0.47	0.40	0.42	0.426	0.025	24.65

4.3-5 望小特性的S/N比

望小情況時，品質特性的理想值可以視為____。我們可以將望目特性第一型的S/N比公式（4.3-2式）中的目標值 m 以____取代：

$$S/N_{SB} =$$

在望小品質特性的問題中，通常並不存在一個「_____」，讓你可以將品質特性調到_____。

表4.3-5 兩影印機的S/N比（4.3-5式）

	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7	y_8	\bar{y}	S_n	S/N
影印機 A	0.64	0.56	0.71	0.55	0.59	0.75	0.64	0.76	0.650	0.077	3.68
影印機 B	0.55	0.67	0.70	0.94	0.71	0.82	0.86	0.96	0.776		

塑膠射出成型品的收縮量

表4.3-6 塑膠射出成型品的收縮量比較

	干擾條件1	干擾條件2	干擾條件3	\bar{y}	S_n	S/N
製程A	0.011	0.013	0.015	0.013	0.002	37.7
製程B	0.006	0.009	0.007	0.007	0.001	42.6
製程C	0.009	0.019	0.015	0.014	0.004	36.5
製程D	0.02	0.026	0.022			

望大、望小、或望目特性?

S/N=

最佳製程?

4.3-6 望大特性的S/N比

望大情況時，我們可以將品質特性取 _____ ($1/y_i$) 後，而以_____ 特性來處理 $1/y_i$ 。亦即以 $1/y_i$ 取代4.3-5式中的 y ：

$$S/N_{LB} =$$

表4.3-7 塑膠容器的密閉性比較

	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7	y_8	S/N
製程A	17	21	30	12	10	24	16	27	24.15
製程B	37	28	30	42	29	32	36	25	

較佳製程?

焊接機器的性能

表4.3-8 四組焊接機器的性能比較

	干擾條件 1	干擾條件 2	干擾條件 3	S/N
機器A	9340	3030	7830	73.4
機器B	2980	2450	3100	68.9
機器C	7890	9100	8340	
機器D	6550	6700	6950	76.6

望大、望小、或望目特性?

S/N=

最佳製程?

4.3-7 原點直線型 (Zero-Point Proportional Cases)

- 所謂原點直線型是指理想機能是一通過_____的直線：

$$y =$$

- 假設在M-y平面上有n個點，分別是 (M_i, y_i) ， $i = 1, 2, \dots, n$ ，那麼在此平面上，最接近這n個點而且通過原點的直線（4.3-7式），其斜率 β 是多少？
- 所謂「最接近」可以有許多定義，在此是採用「最小誤差平方和」（least square errors）來代表「最接近」，這條直線可以稱為「最小誤差平方和直線」，統計學上稱為「_____」（regression line），工程上常稱為「_____」（best fit line）。

迴歸直線 (Regression Line)

每一個點 (M_i, y_i) 與此直線的距離是

將所有 n 個點與此直線的距離取平方後累加起來，即是所謂「平方和」

使 $SS(\text{Sum of Squares})$ 有最小值的 β 值會滿足下式

動態標準偏差

為了衡量這 n 個點偏離此直線的程度，我們將 SS 除以 $n - 1$ 再開根號，並將它稱為「動態標準偏差」：

$$S_d =$$

4.3-8 原點直線型第一型的S/N比

4.3-9式可以直接用來做為「原點直線型」問題的品質指標，但是我們將

4.3-9式取_____、取_____、乘以_____、再乘上_____，做為「原點直線型」的S/N比，即

$$S/N_{ZP1} =$$

4.3-9 原點直線型第二型的S/N比

當兩組實驗數據的斜率 β 相差很大時，其標準偏差 S_d 往往隨斜率增加而_____，一個合理的方法是使用「_____」。

$$S/N_{ZP2} =$$

除非 β 非常接近零，否則4.3-11式可以取代4.3-10式。

煞車組件設計

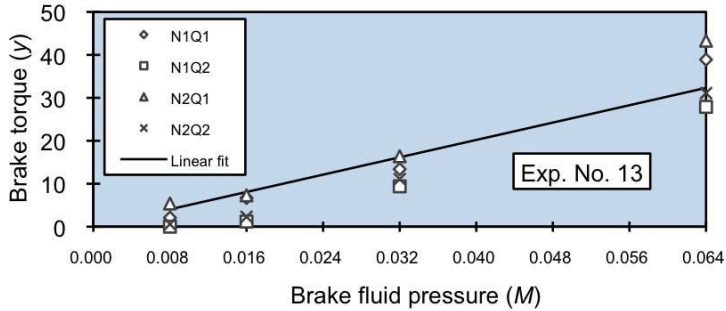
表1.3-3 實驗數據與S/N比

Exp.	M = 0.008				M = 0.016				M = 0.032				M = 0.064				β	S_d	S/N
	N1		N2		N1		N2		N1		N2		N1		N2				
	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2			
1	4.8	0.9	5.8	0.8	8.5	6.5	11.5	6.8	20.4	13.2	25.0	16.2	36.9	32.7	43.5	34.5	573	3.6	44.0
2	4.5	2.5	5.7	3.2	12.5	9.6	13.0	10.0	23.5	20.3	25.1	21.4	42.0	36.0	43.2	36.1	634	2.7	47.4
3	5.9	5.2	6.8	5.9	10.6	9.3	11.4	10.2	23.5	22.0	24.3	22.5	42.9	40.3	43.8	40.6	668	1.5	53.2
4	4.5	2.1	5.7	3.0	12.1	8.9	14.3	10.5	22.1	16.9	24.2	20.0	41.0	34.0	42.4	37.6	618	2.8	46.9
5	6.5	2.1	7.8	3.2	12.3	6.9	13.2	8.6	23.3	17.2	24.3	18.3	44.3	36.9	48.9	37.2	652	3.5	45.3
6	5.0	4.2	5.8	4.3	11.5	9.4	12.3	9.9	20.8	16.8	21.0	18.5	43.0	40.2	43.1	41.0	644	1.5	52.4
7	5.2	4.0	5.6	4.5	11.8	9.1	12.3	10.1	21.2	17.5	20.0	18.3	40.3	36.2	42.2	38.2	614	1.7	51.4
8	2.4	0.0	4.3	2.8	6.7	4.0	7.2	3.6	16.3	11.1	18.3	12.3	30.1	27.8	34.3	30.6	466	2.6	45.0
9	6.3	4.8	7.8	6.1	12.1	9.3	13.5	11.9	24.4	19.6	26.3	22.3	48.5	40.3	50.2	44.0	718	2.6	48.9
10	2.1	0.0	2.9	0.0	4.9	0.0	7.4	4.2	18.3	9.5	17.7	10.8	32.0	26.3	35.3	28.1	455	3.8	41.6
11	4.9	1.2	7.6	1.8	11.3	6.5	15.3	6.8	23.4	15.0	25.1	17.2	40.1	33.2	50.5	35.5	622	4.7	42.4
12	5.1	4.4	6.4	4.4	10.1	7.8	11.2	8.5	21.7	18.7	22.1	20.1	43.1	41.2	44.4	41.5	657	1.4	53.3
13	2.1	0.0	5.4	0.6	6.7	1.2	7.3	2.3	13.4	9.4	16.4	11.1	38.9	27.9	43.3	31.1	505	5.0	
14	5.9	5.0	6.8	5.2	13.3	12.0	14.2	13.3	24.9	23.1	26.3	25.4	47.9	46.3	49.7	47.2	756	1.3	
15	3.2	0.0	3.9	1.8	8.7	3.2	9.6	5.1	13.2	7.9	19.5	11.1	38.2	32.1	42.5	33.0	528	4.5	41.5
16	4.1	2.7	5.9	4.4	12.3	8.7	13.7	9.2	24.3	18.9	25.5	20.2	44.3	39.0	47.7	42.4	679	2.6	48.4
17	2.3	0.8	3.2	2.1	10.2	8.0	12.5	8.8	21.6	16.5	23.6	20.4	38.8	32.4	41.1	36.6	591	2.9	46.3
18	1.2	0.0	5.1	1.2	7.8	2.3	13.0	5.0	20.3	11.1	21.2	12.4	40.1	31.6	45.1	32.0	557	4.8	41.2

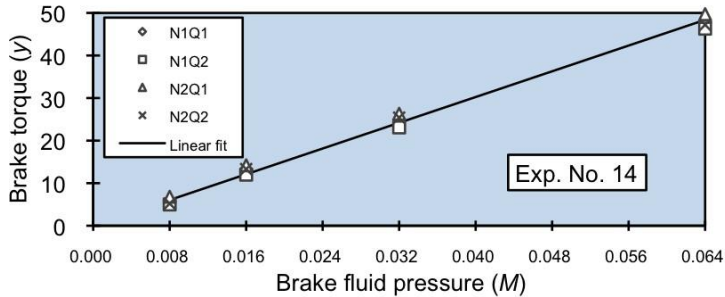
Average = 608 46.9

Between Exp. 13 and 14, which one has a better result?

煞車組件設計



From the figures for Exp. 13 and 14, which one has a better result? Why?



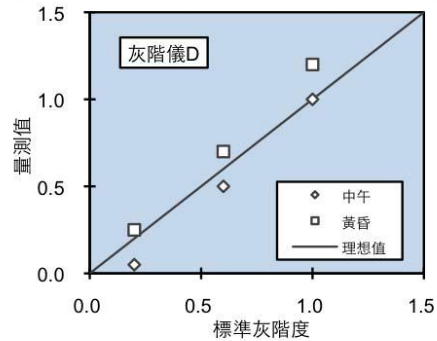
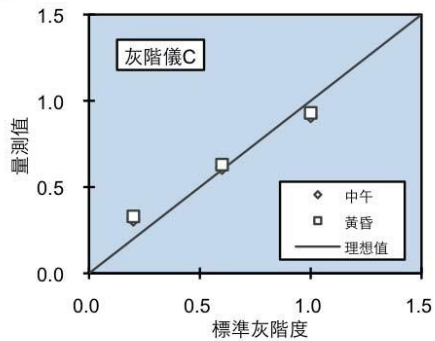
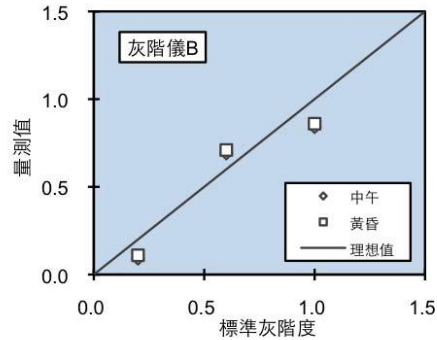
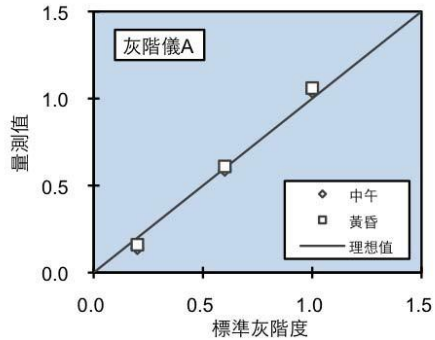
灰階量測儀的品質

表4.3-9 四部灰階儀測試的數據及S/N比

	$M1 = 0.20$		$M2 = 0.60$		$M3 = 1.00$		β	S_d	S/N
	$N1$	$N2$	$N1$	$N2$	$N1$	$N2$			
灰階儀A	0.14	0.16	0.59	0.61	1.04	1.06	1.03	0.041	
灰階儀B	0.09	0.11	0.69	0.71	0.84	0.86	0.92	0.117	
灰階儀C	0.31	0.33	0.61	0.63	0.91	0.93	0.97	0.090	20.7
灰階儀D	0.05	0.25	0.50	0.70	1.00	1.20	1.06	0.121	18.9

最佳灰階儀?

灰階量測儀的品質



From the figures for the four devices, which one has a better result? Why?