Given Blade Geometry Parameters

調整之輸入參數：

(1) 靜子出口角度分佈 (A)

(2) 轉子入口角度分佈 (B)

(3) 轉子出口角度分佈 (C)

(4) 靜子、轉子及出口導片之放率分佈 (D)

Get Blade Performance Parameters

輸出參數：

(1) 轉子根部反應率 (a)

(2) 轉子氣流攻角 (b)

(3) 轉子出口氣流絕對角度 (c)

(4) 效率 (d)

Initial Values

假設欲調整 A, B, C, D 四參數，以得所需之 a, b, c, d 輸出值。列表如表一。

表一

調整之輸入參數					所欲配合之輸出參數			
A	B	C	D		a	b	c	d
A_0	B_0	C_0	D_0	$\rightarrow$	a_0	b_0	c_0	d_0

由表一中所示，目前之結果為當輸入值為 A_0 、 B_0 、 C_0 、 D_0 時，輸出值為 a_0 、 b_0 、 c_0 、 d_0 ，尚未達到需求值 a 、 b 、 c 、 d 。

Given Increment

首先調整 A 值，給予適當之增量 $\Delta 1$（註），即輸入值增為 $A+\Delta 1$，B、C、D 值保持不變，結果得輸出值為 a_1、b_1、c_1、d_1。其次，調整 B 值，亦給予適當之增量 $\Delta 2$（此時輸入值為 $A1+\Delta 1$，$B+\Delta 2$，C，D）。同理，分別調整 C，D 值，給予增量 $\Delta 3$，$\Delta 4$，結果得 a_2，b_2，c_2，d_2；a_3，b_3，c_3，d_3；及 a_4，b_4，c_4，d_4。現將上述程序列表如下：

Outputs with Individual Input increments

次數	輸入值				輸出值			
	A	B	C	D	a	b	c	d
0	A_0	B_0	C_0	D_0	a_0	b_0	c_0	d_0
1	$A_0+\Delta 1$	—	—	—	a_1	b_1	c_1	d_1
2	—	$B_0+\Delta 2$	—	—	a_2	b_2	c_2	d_2
3	—	—	$C_0+\Delta 3$	—	a_3	b_3	c_3	d_3
4	—	—	—	$D_0+\Delta 4$	a_4	b_4	c_4	d_4

註：適當之增量，即視輸入值對輸出值影響之敏感度而定。

Effects with Individual Varied Inputs

由表二中，可分別計算，當調整某參數時，其對所有輸出值之影響有若干。

例如，調整 A 參數由 A_0 至 $A_0+\Delta 1$ 時，$\Delta 1$ 對 a 、 b 、 c 、 d 之影響（增量）

分別為

$$\delta_{1a}=a_1-a_0 \text{，} \delta_{1b}=b_1-b_0 \text{，} \delta_{1c}-c_1-c_0 \text{，} \delta_{1d}=d_1-d_0$$

$$\delta_{2a}=a_2-a_1 \text{，} \delta_{2b}=b_2-b_1 \text{，} \delta_{2c}-c_2-c_1 \text{，} \delta_{2d}=d_2-d_1$$

$$\delta_{3a}=a_3-a_2 \text{，} \delta_{3b}=b_3-b_2 \text{，} \delta_{3c}-c_3-c_2 \text{，} \delta_{3d}=d_3-d_2$$

$$\delta_{4a}=a_4-a_3 \text{，} \delta_{4b}=b_4-b_3 \text{，} \delta_{4c}-c_4-c_3 \text{，} \delta_{4d}=d_4-d_3$$

Total Increments Required to Get Goals

現假設欲由上節中之最後結果，同時調整 A ， B ， C ， D 四參數，並令增量為 ΔA ， ΔB ， ΔC ， ΔD ，即可使輸出值由 a_4 ， b_4 ， c_4 ， d_4 同時達到需求值 a 、 b 、 c 、 d 。如此勢必要求得 ΔA ， ΔB ， ΔC ， ΔD 之值，才得所需之結果。以此假設列式如下：

Matrix with Final Total Increments

$$a_4 + \left[\left(\frac{\delta_{1a}}{\Delta 1} \right) \Delta A + \left(\frac{\delta_{2a}}{\Delta 2} \right) \Delta B + \left(\frac{\delta_{3a}}{\Delta 3} \right) \Delta C + \left(\frac{\delta_{4a}}{\Delta 4} \right) \Delta D \right] = a$$

$$b_4 + \left[\left(\frac{\delta_{1b}}{\Delta 1} \right) \Delta A + \left(\frac{\delta_{2b}}{\Delta 2} \right) \Delta B + \left(\frac{\delta_{3b}}{\Delta 3} \right) \Delta C + \left(\frac{\delta_{4b}}{\Delta 4} \right) \Delta D \right] = b$$

$$c_4 + \left[\left(\frac{\delta_{1c}}{\Delta 1} \right) \Delta A + \left(\frac{\delta_{2c}}{\Delta 2} \right) \Delta B + \left(\frac{\delta_{3c}}{\Delta 3} \right) \Delta C + \left(\frac{\delta_{4c}}{\Delta 4} \right) \Delta D \right] = c$$

$$d_4 + \left[\left(\frac{\delta_{1d}}{\Delta 1} \right) \Delta A + \left(\frac{\delta_{2d}}{\Delta 2} \right) \Delta B + \left(\frac{\delta_{3d}}{\Delta 3} \right) \Delta C + \left(\frac{\delta_{4d}}{\Delta 4} \right) \Delta D \right] = d$$

Assumed Adjustment Matrix

公式中，小括號內之值，為單位之輸入變化量對其對應輸出值之影響。因此中括號內之值即為所有輸入值之變化量 ΔA、ΔB、ΔC、ΔD 對輸出值之總影響（總增量）。公式中，即說明了

（目前最新結果）＋（總增量）＝（需求之輸出值）

如果 A、B、C、D 值之變化，對 a、b、c、d 之影響為完全線性，則可由公式中解得 ΔA、ΔB、ΔC、ΔD，並可輸入最新之輸入值 $(A_0+\Delta 1)+\Delta A$，$(B_0+\Delta 2)+\Delta B$，$(C_0+\Delta 3)+\Delta C$，$(D_0+\Delta 4)+\Delta D$，即可得所需之輸出值 $a_5=a$，$b_5=b$，$c_5=c$，$d_5=d$。

Adjustment Matrix

重新整理如下：

$$\left[\left(\frac{\delta_{1a}}{\Delta 1}\right)\Delta A+\left(\frac{\delta_{2a}}{\Delta 2}\right)\Delta B+\left(\frac{\delta_{3a}}{\Delta 3}\right)\Delta C+\left(\frac{\delta_{4a}}{\Delta 4}\right)\Delta D\right]=a-a_4$$

$$\left[\left(\frac{\delta_{1b}}{\Delta 1}\right)\Delta A+\left(\frac{\delta_{2b}}{\Delta 2}\right)\Delta B+\left(\frac{\delta_{3b}}{\Delta 3}\right)\Delta C+\left(\frac{\delta_{4b}}{\Delta 4}\right)\Delta D\right]=b-b_4$$

$$\left[\left(\frac{\delta_{1c}}{\Delta 1}\right)\Delta A+\left(\frac{\delta_{2c}}{\Delta 2}\right)\Delta B+\left(\frac{\delta_{3c}}{\Delta 3}\right)\Delta C+\left(\frac{\delta_{4c}}{\Delta 4}\right)\Delta D\right]=c-c_4$$

$$\left[\left(\frac{\delta_{1d}}{\Delta 1}\right)\Delta A+\left(\frac{\delta_{2d}}{\Delta 2}\right)\Delta B+\left(\frac{\delta_{3d}}{\Delta 3}\right)\Delta C+\left(\frac{\delta_{4d}}{\Delta 4}\right)\Delta D\right]=d-d_4$$

Matrix Operations

$$\begin{bmatrix} \frac{\delta_{1a}}{\Delta 1} & \frac{\delta_{2a}}{\Delta 2} & \frac{\delta_{3a}}{\Delta 3} & \frac{\delta_{4a}}{\Delta 4} \\ \frac{\delta_{1a}}{\Delta 1} & \frac{\delta_{2a}}{\Delta 2} & \frac{\delta_{3a}}{\Delta 3} & \frac{\delta_{4a}}{\Delta 4} \\ \frac{\delta_{1a}}{\Delta 1} & \frac{\delta_{2a}}{\Delta 2} & \frac{\delta_{3a}}{\Delta 3} & \frac{\delta_{4a}}{\Delta 4} \\ \frac{\delta_{1a}}{\Delta 1} & \frac{\delta_{2a}}{\Delta 2} & \frac{\delta_{3a}}{\Delta 3} & \frac{\delta_{4a}}{\Delta 4} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta A \\ \Delta B \\ \Delta C \\ \Delta D \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a - a_4 \\ b - b_4 \\ c - c_4 \\ d - d_4 \end{bmatrix}$$

Adjustment Matrix

公式中之常數項，即為輸出值與需求值之差距。一般而言，由於 A 、 B 、 C 、 D 參數對 a 、 b 、 c 、 d 之影響並非完全線性。因此，所得之輸出值 a_i 、 b_i 、 c_i 、 d_i ， $i=5,6,7\cdots$ ，必須經過幾次之疊代方可達到需求。疊代之方法簡述如下：

當常數項不等於 0，或仍大於需求之誤差值時則必須算出新常數項值，再解 ΔA ， ΔB ， ΔC ， ΔD 做為下一次程式輸入時之輸入值增量，如此循環直至常數項等於 0，或小於所需之誤差值時，即為調整結束。

由公式中，知某一固定之變數間調整，均可求出所有之係數值，即小括號中之所有值，即可做以上之循環計算。於此稱由小括號值所形成之矩陣，為“調整矩陣”。