

【實驗數據與誤差】

(一)實驗數據：

當我們使用儀器來量測一物理量時，不論儀器有多精良或實驗者有多仔細，都幾乎無法得到絕對準確的實驗數據，因此，若要使實驗有意義，則必須考慮實驗數據的誤差，以檢核實驗值的正確性。

一般實驗均有所謂的理論值以檢核實驗數據的正確性，但如果需以實驗數據來判斷某項物理定律的正確性，則就必須從實驗數據本身的精密程度來推斷，即利用多次實驗所獲之數據經由統計與誤差處理技術而得。至於實驗誤差的造成原因與相關處理，請看以下說明。

(二)實驗誤差：

一般而言，誤差可分兩類，一類為系統誤差，即指實驗數據可能全部過大或過小；另一類為雜亂誤差，即指實驗數據過大或過小混合出現，且正負誤差值大略相符。

系統誤差可再區分為儀器誤差、人為誤差與外來誤差三類。儀器誤差係由於儀器不精確之故；人為誤差係由於個人的粗心或偏見所引起；外來誤差係由於外在環境(如風、溫度、濕度或震動)影響而造成。

雜亂誤差乃是由於許多未知而可變的因素所造成，其牽涉到機率問題，所以正、負誤差的發生機率會相等，若採多次觀測，取其平均值後，正、負誤差會互相抵消，因此，增加實驗觀測次數可減小雜亂誤差，但卻不能減小系統誤差。

誤差的處理與表示方法如下：

(A)實驗數據的誤差表示：

$$x_i = \bar{x} \pm P.E \quad (x_i \text{ 表實驗數據, } \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \text{ 表平均值, } P.E \text{ 表平均標準差})$$

$$P.E = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n d_i^2}{n(n-1)}} \quad (\text{其中 } d_i = x_i - \bar{x}, n \text{ 為有限個數據個數})$$

(B)實驗誤差的估算計量：

$$\text{百分誤差} = \frac{P.E}{\bar{x}} \times 100\% = \frac{|\text{實驗值} - \text{理論值}|}{\text{理論值}} \times 100\%$$

(C)有效數位處理：

一般而言，表示數據之數值，其最後一位乃為估計值。而實驗數據之記錄或計算值，尤其必須注意有效數位之統一，如表(一)各欄所示，多餘之數位經常以四捨五入法進位之。

(D)舉例說明：

下表為一個立方體邊長的量測數據，我們對其作了有效數位處理及誤差分析與計算。

量測次數	長度 L_i (mm)	$d_i = L_i - \bar{L}$	d_i^2
1	22.1	+0.17	0.029
2	22.0	+0.07	0.005
3	21.9	-0.03	0.001
4	21.8	-0.13	0.017
5	21.8	-0.13	0.017
6	21.7	-0.23	0.053
7	21.9	-0.03	0.001
8	22.0	+0.07	0.005
9	21.9	-0.03	0.001
10	22.3	+0.37	0.137
11	21.9	-0.03	0.001
12	22.1	+0.17	0.029
13	21.9	-0.03	0.001
14	21.8	-0.13	0.017
15	22.0	+0.07	0.005
16	21.8	-0.13	0.017
	$\sum_{i=1}^{16} L_i = 350.9$	$\sum_{i=1}^{16} d_i = 1.82$	$\sum_{i=1}^{16} d_i^2 = 0.336$

表(一)

$$(1) \text{平均值: } \bar{L} = \frac{\sum_{i=1}^{16} L_i}{16} = 21.93 \text{ mm}$$

$$(2) \text{平均標準差: } P.E = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{16} d_i^2}{16 \times 15}} = 0.04 \text{ mm}$$

分析結果，長度為： $L = 21.93 \pm 0.04 \text{ mm}$

參考文獻：

- 1.PASCO,LEYBOLD,群冠等儀器公司，實驗操作說明書，1990-1992。
- 2.徐子民，普物實驗，中大理學院物理系編印，1987年10月。
- 3.冉長壽，普物實驗，成大物理系編印，1990-91年。