

職業教育及訓練基本教材  
增編電腦概論與相關數學

# 職業數學

職訓相關實用數學

陳金滢 編著

前程出版社

# 工業數學

(職業教育及訓練基本教材)

陳金滢 編著

前程出版社

**工業數學**

定價 140 元

---

編著者：陳 金 澄

發行者：張 睦 雄

出版者：前 程 出 版 社

地 址：高雄市建國三路 38 號

出版事業登記證：局版台業字第 1121 號

---

版權所有

翻印必究

---

總 經 銷：前程書店有限公司

地 址：高雄市建國三路 38 號

郵政劃撥：44893 號

電 話：07-2411874

---

---

中華民國 73 年 6 月增訂再版

# 再版序

本書付梓倉促，漏誤難免。爲使內容更趨充實，符合職業訓練相關數學教學之需，遂於修訂再版時增加一篇（第五篇電腦概論與相關數學）。

此篇仍是根據最新電腦資訊科技電子計算機所用數學觀念編纂，扼要的闡述電腦概論，以及介紹各種數字系統及儲存觀念，做爲程式設計之基礎，並以使用於處理科學、工程上問題最常用到的佛傳（FORTRAN）語言爲基礎。使讀完本篇即可瞭解電腦原理與簡單程式設計。務使本書能符合資訊科技與自動化所需數值計算或資料處理及分析的電腦相關數學基本知識。

編著者謹識      七十三年三月

# 編者序

本書之付梓係鑒於政府實施連續經濟建設計畫以來，經濟成長快速，尤其工業發展更為劇進，致使社會結構亦漸由勞力密集工業型態轉入技術密集工業型態各企業廠商對技術人力需求之質與量均日見提高，但國民就業之技能條件，一時無法配合各行職業之需要而形成人力供需脫節現象，且目前大量國中生畢業後，高中、高職、五專等學校收容名額有限，國家勢必大量辦理職業訓練以資容納。當前我國大力提倡職業教育，教育部提出工職教育改進計劃投資大量人力，物力，以求提高工職學生技能水準，並計劃由民國七十二年延長以職業教育為主之國民義務教育至十二年，屆時職業訓練如何與職業教育在訓練內容與方法之銜接與配合為當前職業訓練之重要課題。今後我國工業之發展係朝向資本密集，技術密集之目標努力，以求生產自動化，提高產品之水準，達到工業升級之整體目標，因而需大量訓練今後工業升級所需技術人力以資配合。

職業訓練與教育之分野在於「即訓即用」在教材內容與教學方法亦以「不多學，不少教，之原則下施訓。故適用之職訓教材為目前職業訓練面臨的一大問題，本書之編纂即針對上述之需，以提供目前加速進行訓練技術員工之需要。

在校應屆國中畢業生未經接受職業訓練的初步基本訓練或職前訓練，如先修畢本教材再參與專業訓練，則可收事半功倍之效。

本書之編集分為四編，第一編為數值計算專為國中畢業生立即接受基本職業訓練所需的實用數學部份編纂，將國中已讀過的數學配合職訓之需，融合起來應用到技能訓練所需的計算範圍去，其中之計算係針對實際需要為主，以啟發其就業向上之輔導，並摒除升學主義下之填鴨式教學法，免除國中生視數理為畏途，有如談虎變色，望而生畏，趨而不前，故本編除重視教學之方法外更重視學習的效果及學習者的興趣，為獲得學生的回饋使教與學雙向的交流故

於每項單元教學後，即以淺顯舉列說明，再附以問題練習，使所教得到印證，也使技術生對即將接受技能訓練得到信心，激起高度的好奇心和濃厚的興趣，輔導學生向其最易發展的潛力。第二編座標圖示，係以圖畫的形式來表示數的集合，便使數的意義很容易地了解了。工廠的生產數字，意外事故統計數字，及各種分析報告的統計均以圖示和圖形來表達，另於數學上亦可做為方程式之解。書中介紹各種實際的問題和範例供學者練習和參考。第三編幾何圖形與計算。

介紹許多初等幾何的性質常應用在工具設計方面，同時對於工程畫和三角學的學習也頗有助益，面積和體積部份對於一位從事工業行業者不管目前職位或將來的工作如何，有一密切相關而無可避免的問題即做某一件工作需要多少材料？這一問題的答案，決定於所用材料的形狀，故本書特別介紹各種形狀的面積與體積的公式供求得合理的材料需要量。第四編實用三角學除重點介紹一般三角學的基本函數定理及三角函數表的用法外，更針對機鉗方面實際計算舉列說明提供參考以啟發工作上或設計上所需的計算能力。

本書除可作為國中畢業生，高職各科學生與職訓中心在訓技術生技術養成訓練之教科書外更可提供有志研究工業技能從業者之必備參考資料。編者才疏學淺倘有誤漏之處，尚祈專家學者先進，不吝指正是幸。

編著者 陳 金 溼 謹識于經濟部南區職業訓練中心  
中華民國 七十一年 七 月

## 工業數學（職訓相關實用數學）

## 目 錄

## 第一編 數值計算（計算法）

|                   |    |
|-------------------|----|
| 第一章 計算之基礎         | 1  |
| 1 實用數學常用符號之表示法    | 1  |
| (1) 代數文字之使用方法     | 1  |
| (2) 代數式之習慣表示方式    | 1  |
| (3) 實用數學符號        | 2  |
| 2 四則計算            | 2  |
| (1) 計算之規則         | 2  |
| (2) 符號之規則         | 3  |
| (3) 應用練習          | 4  |
| (4) 單位之計算         | 5  |
| 3 四則簡便速算法         | 6  |
| (1) 簡便速算法         | 6  |
| 第二章 分數計算          | 10 |
| 1 最大公約數，最小公倍數     | 10 |
| (1) 質因數           | 10 |
| (2) 最大公約數（G.C.M.） | 11 |
| (3) 最小公倍數（L.C.M.） | 11 |
| (4) 特別數之倍數        | 12 |
| 2 構成分數計算基礎之重要原則   | 13 |
| 3 分數式之計算          | 13 |
| 4 繁分數             | 18 |

## 2 工業數學

|                     |    |
|---------------------|----|
| 5. 應用練習             | 20 |
| 第三章 開方法             | 23 |
| 1. 開平方              | 25 |
| (1) 整數之開平方          | 25 |
| (2) 小數之開平方          | 27 |
| (3) 根式之計算，有理化       | 28 |
| (4) 常用平方根數值利用方法     | 30 |
| (5) 分數之平方根          | 30 |
| 2. 開立方（近似速算法）       | 31 |
| 3. 數表之使用方法          | 32 |
| (1) 平方根表之查法         | 32 |
| (2) 立方根表之查法         | 33 |
| (3) 倒數表之查法          | 34 |
| (4) 對數及對數表之查法       | 37 |
| 第四章 工業常用單位與換算       | 41 |
| 1. C. G. S. 單位與實用單位 | 41 |
| 2. 長度               | 41 |
| 3. 面積               | 42 |
| 4. 體積，容積            | 43 |
| 5. 重量               | 44 |
| 6. 比重，密度            | 44 |
| 7. 角度               | 46 |
| 8. 時間               | 48 |
| 9. 速度，加速度，回轉速度，周速度  | 49 |
| 10. 壓力              | 51 |
| 11. 動力              | 52 |
| 12. 溫度              | 52 |
| 13. 熱量單位            | 53 |

|                  |    |
|------------------|----|
| 14. 電氣單位         | 53 |
| 第五章 比與比例         | 56 |
| 1. 比             | 56 |
| 2. 比例式           | 57 |
| 3. 比例變化          | 60 |
| (1) 正比例          | 60 |
| (2) 反比例          | 60 |
| 4. 連比，比例分配       | 61 |
| (1) 連比           | 61 |
| (2) 比例分配         | 61 |
| 5. 百分率           | 62 |
| (1) 百分率與小數、分數之關係 | 62 |
| (2) 百分率之應用練習     | 62 |
| 第六章 測定與誤差        | 63 |
| 1. 有效數字與近似值      | 63 |
| (1) 近似值          | 63 |
| (2) 有效數字         | 65 |
| 2. 測定            | 65 |
| (1) 目測           | 66 |
| (2) 測定與誤差        | 66 |
| (3) 測定量具         | 66 |
| 第七章 代數式之計算       | 69 |
| 1. 整式之加法，減法      | 69 |
| 2. 整式之乘法         | 83 |
| 3. 整式之除法         | 87 |
| 第八章 方程式          | 90 |
| 1. 等式            | 90 |
| 2. 一次方程式         | 90 |

#### 4 工業數學

|                   |     |
|-------------------|-----|
| 3. 因式·····        | 96  |
| 4. 分式·····        | 100 |
| 5. 公式之轉換·····     | 102 |
| 6. 方程式應用問題練習····· | 104 |

### 第二編 座標圖示

|                 |     |
|-----------------|-----|
| 第一章 函數之座標圖····· | 105 |
| 1. 點之座標·····    | 105 |
| 2. 函數·····      | 106 |
| 3. 工業圖示·····    | 109 |
| 第二章 統計與圖表·····  | 111 |
| 1. 數量分佈圖表·····  | 111 |
| 2. 平均值·····     | 113 |

### 第三編 幾何圖形與計算

|                  |     |
|------------------|-----|
| 第一章 圖形之性質·····   | 115 |
| 1. 垂直與平行·····    | 119 |
| 2. 三角形之性質·····   | 122 |
| 3. 四邊形之性質·····   | 127 |
| 4. 圓之性質·····     | 128 |
| 5. 正多角形之性質·····  | 137 |
| 第二章 畢氏定理與應用····· | 138 |
| 1. 畢氏定理·····     | 138 |
| 2. 應用練習問題·····   | 142 |
| 第三章 面積與體積·····   | 144 |
| 1. 面積·····       | 144 |
| 2. 體積·····       | 147 |
| 3. 圖形與計算一覽表····· | 151 |

|                 |     |
|-----------------|-----|
| 第四章 重量計算        | 164 |
| 第五章 應用幾何之製圖與展開法 | 168 |

#### 第四編 實用三角學

|                  |     |
|------------------|-----|
| 第一章 概論           | 174 |
| 1 三角函數與其相互關係     | 176 |
| 2 特別角之三角函數值      | 180 |
| 3 三角函數表          | 186 |
| 4 面積方面之應用        | 189 |
| 第二章 直角三角形的計算及其應用 | 189 |
| § 三角函數在工業計算上的應用  | 192 |

#### 第五編 電腦概論與相關數學

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 第一章 電腦概論                      | 245 |
| (分類、基本結構、應用、語言系統、演算法與<br>流程圖) |     |
| 第二章 電腦相關數學                    | 282 |
| (數字系統、字碼、布林代數及邏輯閘)            |     |
| 附錄一 工業上常用單位換算表                | 313 |
| 二 三角函數表                       | 316 |
| 三 平方、平方根、立方、立方根及逆數表           | 325 |
| 四 對數表及逆對數表                    | 335 |
| 五 電腦基本結構圖                     | 339 |
| 六 電子電路表示二進位數字的方法              | 340 |
| 七 常用輸出機器與使用媒體                 | 341 |
| 八 電腦輸入輸出機器與媒體                 | 342 |
| 九 常用輸入輸出機器種類與特性               | 343 |

# 第一篇 數值計算(計算法)

## 第一章 計算之基礎

### 1. 實用數學常用符號之表示法

#### (1) 代數文字之使用方法

- ①定數，已知數以英文字母前面字母小寫  $a$ 、 $b$ 、 $c$  等表示。
- ②變數，未知數以英文字母後面字母小寫  $x$ 、 $y$ 、 $z$  等表示。
- ③相同內容表示數的種類，必要時可用  $x'$ ， $x''$ ， $x'''$  等表示之或用  $x_1$ ， $x_2$ ……等來區別。
- ④其他利用希臘文字  $\alpha$ ， $\beta$ ， $\gamma$ ，…… $\theta$ ，……等來表示。
- ⑤工業上之『量之符號』，其量之表示均以英語單字之第一個字母表示。

例如：

|       |        |   |      |            |
|-------|--------|---|------|------------|
| 時 間   | $t$    | ， | 直 徑  | $D, d$     |
| 速 度   | $V$    | ， | 半 徑  | $R, r$     |
| 加 速 度 | $a$    | ， | 體 積  | $V$        |
| 高     | $H, h$ | ， | 面 積  | $A$        |
| 計量公尺  | $m$    | ， | 表面積  | $S$        |
| 計量千公尺 | $km$   | ， | 長 度  | $L, \ell$  |
| 公 克   | $g$    | ， | 1 小時 | $H, h, hr$ |
| 千 克   | $kg$   | ， | 1 分鐘 | $min, mn$  |
| 力     | $F, f$ | ， | 秒    | $S, Sec$   |
| 壓 力   | $P, p$ | ， | 等……  |            |

#### (2) 代數式之習慣表示方式

- ①數字與文字之習慣寫法應以數字為先順序排列。例如  $b \times 3$

$\times a$  應寫為  $3ab$ 。

②數與括弧之相乘 ( $\times$ ) 號通常省略。例如： $(a - b) \times 5$

$\times b$  應寫為  $5b(a - b)$ 。

③除法通常以分數之形式書寫。例如  $a \div b$  以  $\frac{a}{b}$  表示

$(x + y) \div (x - y)$  以  $\frac{x + y}{x - y}$  表示。

(3)實用數學符號例：

|                   |         |             |       |                     |          |
|-------------------|---------|-------------|-------|---------------------|----------|
| $\doteq$          | $\cong$ | , $\approx$ | 大約相等  | , $=$               | 相等       |
| $\neq$            |         |             | 不相等   | , $> a$             | (a) 大於 a |
| $< a$             |         |             | 小於 a  | , $\geq (a)$        | 不小於 a    |
| $\leq (a)$        |         |             | 不大於 a | , $\equiv$          | 恆等號      |
| $  $              |         |             | 絕對值符號 | , $\infty$          | 無限大      |
| $\propto$         |         |             | 比例    | , $\sim$            | 圖形相似符號   |
| $:$               |         |             | 比     | , $\therefore$      | 因為       |
| $\therefore$      |         |             | 所以    | , $\sqrt{\quad}$    | 平方根      |
| $\sqrt[3]{\quad}$ |         |             | 立方根   | , $\sqrt[n]{\quad}$ | n 乘根號    |

## 2 四則計算

所謂四則計算是計算數字以加減乘除四則為基礎之運算方法。此類計算在日常生活中廣泛被使用。在代數學內作為討論或計算數字問題的一種運算方法。能使運算方面簡捷便利，同時還能使問題的解決得到普遍性使研究深入一步，更能幫助人們的記憶及理解。

(1)計算之規則

①同一式中含有加減和乘除的混合計算式時應從乘除先計算，然後再計算加減，並依式中之順序從左至右計算。但如附有括號時，括號內的運算應優先完成。

例如： $7 \times 13 - 29 + 56 \div 2 = ?$  其計算方式

$$\left. \begin{array}{l} \text{第一步 } 7 \times 13 = 91 \\ \text{第二步 } 56 \div 2 = 28 \end{array} \right\} \text{兩項分別計算}$$

$$\text{原式} = 91 - 29 + 28 = 90 \cdots \cdots \text{答案}$$

②括弧之用法：同一式中含有各種括弧時，括弧需先除去，而由最內層的括弧先除去。假如同時有大、中、小之括弧需要除去時，應從小括弧開始然後中、大括弧之順序計算較好。

$$\begin{aligned} \text{例如：} & 40 - [ 35 - 2 \{ 19 - 3 \times ( 4 - 1 ) \} ] - 8 \\ & = 40 - \{ 35 - 2 ( 19 - 3 \times 3 ) \} - 8 \\ & = 40 - \{ 35 - 2 ( 19 - 9 ) \} - 8 \\ & = 40 - ( 35 - 2 \times 10 ) - 8 \\ & = 40 - ( 35 - 20 ) - 8 \\ & = 40 - 15 - 8 \\ & = 17 \cdots \cdots \text{答案} \end{aligned}$$

(2)符號之規則

|                                                                                                          |                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| $2 + (-2) = 0 \quad \therefore 2 = 0 - (-2)$<br>即 $2 = -(-2)$                                            | 如以文字數 $a$ 來表示時亦同 $-(-a) = +a$                                                    |
| $(+2)(-3) = (+2) \cdot \overline{(-1)(+3)}$<br>$= (-1)(2 \times 3)$                                      | 如以文字數 $a$ 、 $b$ 來表示亦同 $(+a)(-b) = -ab$                                           |
| $(-2)(-3) = \overline{(-1) \times 2} \cdot \overline{(-1) \times 3}$<br>$= (-1)^2 \times 2 \times 3 = 6$ | 如以文字數 $a$ 、 $b$ 表示 $(-a)(-b) = (-1)a \cdot (-1)b = (-1)^2 \cdot a \cdot b = +ab$ |
| $\frac{+2}{-3} = \frac{+2}{(-1) \times 3} = -\frac{2}{3}$                                                | $\frac{a}{-b} = \frac{a}{(-1)b} = -\frac{a}{b}$                                  |
| $\frac{-2}{+3} = \frac{(-1) \times 2}{3} = -\frac{2}{3}$                                                 | $\frac{-a}{b} = \frac{(-1)a}{b} = -\frac{a}{b}$                                  |
| $\frac{-2}{-3} = \frac{(-1) \times 2}{(-1) \times 3} = \frac{2}{3}$                                      | $\frac{-a}{-b} = \frac{(-1)a}{(-1)b} = \frac{a}{b}$                              |

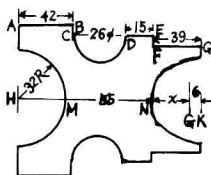
## (3)應用練習

【例 1】有一長  $2000\text{ mm}$  之材料可鋸成每根  $64\text{ mm}$  長之用料幾塊，  
 廢餘多長？但是每塊材料之切削損耗  $2\text{ mm}$ 。

解：一塊材料切削損耗  $2\text{ mm}$  故一塊材料必需  $64 + 2 = 66$   
 ( $\text{mm}$ )， $2000\text{ mm} \div (64 + 2)\text{ mm} = 30$  (塊) 廢餘  $20\text{ mm}$

答：可鋸成 30 塊，廢餘  $20\text{ mm}$

【例 2】下圖之製品，橫之總長度和  $x$  之值各為若干？



解：已知  $AB = 42(\text{ mm })$ ， $CD = 26(\text{ mm })$

$DE = 15(\text{ mm })$ ， $FG = 39(\text{ mm })$

$$\begin{aligned} \text{全長 } AB + CD + DE + FG &= 42 + 26 + 15 + 39 \\ &= 122(\text{ mm }) \cdots \cdots \textcircled{1} \end{aligned}$$

$HM = 32(\text{ mm })$ ， $MN = 55(\text{ mm })$

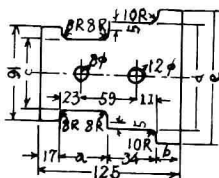
$NG = x(\text{ mm })$ ， $GK = 6(\text{ mm })$

$$\begin{aligned} \text{全長 } HM + MN + NG + GK &= 32 + 55 + x + 6 \\ &= 93 + x(\text{ mm }) \cdots \cdots \textcircled{2} \end{aligned}$$

因為①，②式相等  $122 = 93 + x$

答： $x = 29(\text{ mm })$

<問題練習>試問下圖 a，b，c，d，e 各尺寸值若干？



## (4)單位之計算

①單位不同之數量不能相加減，必需單位相同才能加減。

例如：「長度與時間」「重量與速度」單位不同不能相加減。

【例 1】 $15\text{ kg} + 600\text{ g}$  必需改為相同單位始能相加

以  $\text{kg}$  為統一單位為  $15\text{ kg} + 0.6\text{ kg} = 15.6\text{ kg}$

以  $\text{g}$  為統一單位為  $15000\text{ g} + 600\text{ g} = 15600\text{ g}$

【例 2】 $352\text{ 瓦特} + 3\text{ 馬力}$

$1\text{ 馬力} = 746\text{ 瓦特}$   $352\text{ 瓦特} + 746\text{ 瓦特} \times 3 = 2590\text{ 瓦特}$

另名數與不名數是不能相加減

例如： $10\text{ m} + 3 = 13\text{ m}$  是不能成立

②單位不同之兩數量相除時可以成立。

例如： $10\text{ m}$  之距離以  $5\text{ 秒鐘}$  步行求其速度

$$10\text{ m} \div 5\text{ 秒} = \frac{10\text{ m}}{5\text{ 秒}} = 2\text{ m/秒} \quad (\text{或 } 2\text{ m/sec})$$

【例 3】 $10\text{ m}$  長等分為每等分  $2\text{ m}$  共可分為幾等分。

$$10\text{ m} \div 2\text{ m} = \frac{10\text{ m}}{2\text{ m}} = 5$$

【例 4】以每秒  $10\text{ m}$  之速度行走  $2\text{ 秒}$  間的速度為  $16\text{ m/秒}$  問加速度若干？

$$\begin{aligned} & \left( 16 \frac{\text{m}}{\text{秒}} - 10 \frac{\text{m}}{\text{秒}} \right) \div 2\text{ 秒} \\ &= 6 \frac{\text{m}}{\text{秒}} \div 2\text{ 秒} = \frac{6\text{ m/秒}}{2\text{ 秒}} = 3\text{ m/秒}^2 \end{aligned}$$

【例 5】 $2\text{ 馬力} (P.S.)$  之引擎轉動， $2\text{ 小時}$  消耗  $800$  克汽油，試求其引擎之燃料消費率多少？

註：燃料之消費率是指  $1\text{ 小時 } 1\text{ 馬力}$  所消費燃料量。

解： $(800\text{ g} \div 2P.S.) \div 2\text{ hr}$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{800 \text{ g}}{2 \text{ P.S}} \div 2 \text{ hr} = 400 \frac{\text{g}}{\text{P.S}} \div 2 \text{ hr} \\
 &= \frac{400 \frac{\text{g}}{\text{P.S}}}{2 \text{ hr}} = 200 \text{ g/P.S/hr}
 \end{aligned}$$

③乘法方面：單位相同之長度單位相乘，二次相乘為面積單位，三次相乘為體積單位。

【例 1】 $3 \text{ m} \times 2 \text{ m} = 6 \text{ m}^2$ （平方米）……面積

【例 2】 $4 \text{ m} \times 3 \text{ m} \times 2 \text{ m} = 24 \text{ m}^3$ （立方米）……體積  
單位不同之相乘其式亦可成立

【例 3】 $3 \text{ kg} \times 5 \text{ m} = 15 \text{ kg} \cdot \text{m}$  為力距單位之表示

【例 4】 $3 \text{ kw} \times 2 \text{ 小時} = 6 \text{ kw 小時}$  為電力量單位之表示

### 3. 四則簡便速算法

工業上之計算必需正確而且迅速的求出其答案，其答案的數值，對實際上能達到有效利用之目的，故其運算過程中可能範圍之內能以簡便迅速而正確的方法求得。各種簡便運算之加減乘除四則計算之學習，對日常之實際應用有很大的助益。

#### (1) 簡便速算法

##### ① 加法

【例】 $687 + 495 + 299 = ?$

假設： $687 = 700 - 13$ ， $495 = 500 - 5$ ， $299 = 300 - 1$

則原式  $= (700 - 13) + (500 - 5) + (300 - 1)$

$= (700 + 500 + 300) - (13 + 5 + 1)$

$= 1500 - 19$

$= 1481$

##### ② 減法

【例】 $687 - 315 - 198 = ?$