

# 網路分析

Fundamentals of  
Network Analysis

1980 第一版

原著者：Gene H. Hostetter

譯述者 葉 穗 源

科技圖書股份有限公司

# 目次

原序

前言

## 第一部份 源-電阻器網路

### 第一章 基本觀念與方法

|       |                |    |
|-------|----------------|----|
| 1.1   | 前言 .....       | 5  |
| 1.2   | 電流與參考方向 .....  | 6  |
| 1.2.1 | 導體中電流的流動 ..... | 6  |
| 1.2.2 | 電流的定義 .....    | 7  |
| 1.2.3 | 電流的說明 .....    | 7  |
| 1.3   | 克希荷夫電流定律 ..... | 8  |
| 1.4   | 電壓與參考極性 .....  | 10 |
| 1.4.1 | 網路中的電位 .....   | 10 |
| 1.4.2 | 電壓的說明 .....    | 10 |
| 1.5   | 克希荷夫電壓定律 ..... | 11 |
| 1.6   | 網路圖形 .....     | 14 |
| 1.6.1 | 網路圖與雙端元件 ..... | 14 |
| 1.6.2 | 理想的導體 .....    | 15 |

|        |              |    |
|--------|--------------|----|
| 1.6.3  | 節點           | 15 |
| 1.6.4  | 迴路           | 16 |
| 1.7    | 電功率的流量       | 17 |
| 1.7.1  | 淵參考與源參考間的關係  | 17 |
| 1.7.2  | 功率流量的關係      | 17 |
| 1.8    | 基本源電阻器網路的元件  | 20 |
| 1.8.1  | 電壓源          | 20 |
| 1.8.2  | 電流源          | 21 |
| 1.8.3  | 電阻器          | 21 |
| 1.9    | 電阻器的功率關係     | 24 |
| 1.10   | 並聯網路的解       | 25 |
| 1.10.1 | 介於節點間電壓源的情形  | 25 |
| 1.10.2 | 平凡的雙節點網路     | 26 |
| 1.11   | 分流法則         | 29 |
| 1.12   | 串聯網路解法       | 31 |
| 1.12.1 | 一個電流源於迴路中的情形 | 31 |
| 1.12.2 | 平凡的單迴路網路     | 31 |
| 1.13   | 分壓定理         | 34 |
|        | 第一章 習題       | 36 |

## 第二章 用等效電路法解源電阻器網路

|       |             |    |
|-------|-------------|----|
| 2.1   | 前言          | 48 |
| 2.2   | 簡單的等效法      | 49 |
| 2.2.1 | 雙端元件等效的意義   | 49 |
| 2.2.2 | 並聯電流源       | 49 |
| 2.2.3 | 串聯電壓源       | 49 |
| 2.2.4 | 與任意元件串聯的電流源 | 49 |
| 2.2.5 | 與任意元件並聯的電壓源 | 50 |
| 2.2.6 | 串聯與並聯的等效電路  | 51 |
| 2.3   | 等效電阻        | 53 |
| 2.3.1 | 串聯電阻        | 53 |
| 2.3.2 | 並聯電阻        | 54 |
| 2.3.3 | 電導          | 55 |
| 2.3.4 | 雙端組合的電阻器    | 55 |
| 2.4   | 戴維寧 諾頓等效電路  | 57 |

|       |                    |    |
|-------|--------------------|----|
| 2.5   | 已知電壓與電流的源的替代 ..... | 60 |
| 2.6   | 用等效電路解答網路 .....    | 62 |
| 2.6.1 | 近似法 .....          | 62 |
| 2.6.2 | 第一例題 .....         | 62 |
| 2.6.3 | 第二例題 .....         | 63 |
| 2.6.4 | 第三例題 .....         | 63 |
| 第二章   | 習題 .....           | 65 |

### 第三章 有系統的聯立方程式

|       |                     |     |
|-------|---------------------|-----|
| 3.1   | 前言 .....            | 75  |
| 3.2   | 克拉滿法則 .....         | 76  |
| 3.2.1 | 行列式的解法 .....        | 76  |
| 3.2.2 | 餘因子與及拉普拉斯的展開式 ..... | 77  |
| 3.2.3 | 例題 .....            | 78  |
| 3.2.4 | 高階的困難 .....         | 79  |
| 3.3   | 有系統的節點方程式 .....     | 80  |
| 3.3.1 | 節點對節點的電壓與符號 .....   | 80  |
| 3.3.2 | 各個獨立節點的方程式 .....    | 81  |
| 3.3.3 | 一般形式的方程式 .....      | 82  |
| 3.3.4 | 例題 .....            | 83  |
| 3.4   | 包含電壓源的網路節點方程式 ..... | 86  |
| 3.5   | 控制源與節點方程式 .....     | 88  |
| 3.6   | 有系統的聯立網目方程式 .....   | 90  |
| 3.6.1 | 平面網路之網目電流 .....     | 90  |
| 3.6.2 | 網目的方程式 .....        | 91  |
| 3.6.3 | 方程式的一般形式 .....      | 92  |
| 3.6.4 | 例題 .....            | 93  |
| 3.7   | 含有電流源網路的網目方程式 ..... | 96  |
| 3.8   | 含有控制源網路的網目方程式 ..... | 97  |
| 3.9   | 非平面網路的迴路方程式 .....   | 98  |
| 3.9.1 | 迴路電流的選擇 .....       | 99  |
| 3.9.2 | 平面網路的例題 .....       | 99  |
| 3.9.3 | 非平面網路例題 .....       | 100 |
| 第三章   | 習題 .....            | 103 |

## 第四章 源-電阻器網路的性質

|       |                   |     |
|-------|-------------------|-----|
| 4.1   | 前言                | 116 |
| 4.2   | 等效電阻值             | 117 |
| 4.2.1 | 使用節點方程式的等效電阻值     | 117 |
| 4.2.2 | 使用網目方程式的等效電阻值     | 118 |
| 4.2.3 | 包含控制源網路的等效電阻值     | 119 |
| 4.3   | 源的重疊              | 123 |
| 4.3.1 | 由個別源所產生的信號元件      | 123 |
| 4.3.2 | 源的重疊法             | 124 |
| 4.3.3 | 源部份的重疊            | 125 |
| 4.3.4 | 含有控制源的源之重疊        | 125 |
| 4.4   | 戴維寧等效             | 127 |
| 4.4.1 | 戴維寧等效的由來          | 127 |
| 4.4.2 | 無控制源網路的計算         | 129 |
| 4.4.3 | 有控制源的網路           | 131 |
| 4.5   | 諾頓等效              | 133 |
| 4.6   | 在網路解中，戴維寧與諾頓等效的應用 | 136 |
| 4.7   | 最大功率轉移的理論         | 138 |
| 4.8   | 電阻網路的轉移比          | 141 |
| 4.9   | $\Delta$ - Y 形的轉換 | 143 |
| 4.9.1 | $\Delta$ - Y 的等效值 | 143 |
| 4.9.2 | $\Delta$ 對 Y 的轉換  | 144 |
| 4.9.3 | Y 對 $\Delta$ 的轉換  | 146 |
|       | 第四章 習題            | 149 |

## 第二部份 電感與電容性網路

### 第五章 網路的微分方程式

|       |                    |     |
|-------|--------------------|-----|
| 5.1   | 前言                 | 161 |
| 5.2   | 電容器的電壓、電流、功率與能量的關係 | 162 |
| 5.2.1 | 關係的說明              | 162 |
| 5.2.2 | 電容器的功率與能量          | 166 |
| 5.2.3 | 雙端組合的電容器           | 167 |
| 5.3   | 電感器的電壓、電流、功率與能量的關係 | 169 |

|       |                 |     |
|-------|-----------------|-----|
| 5.3.1 | 定義其間關係          | 169 |
| 5.3.2 | 電感器的功率與能量       | 172 |
| 5.3.3 | 雙端組合電感器         | 172 |
| 5.4   | 電感的耦合           | 175 |
| 5.4.1 | 電壓 - 電流的關係與繞線方式 | 175 |
| 5.4.2 | 功率與能量           | 178 |
| 5.4.3 | 幾種耦合的電感器        | 178 |
| 5.5   | 有系統的聯立網目方程式     | 180 |
| 5.5.1 | 無電感耦合的網路方程式     | 180 |
| 5.5.2 | 耦合電感器的等效控制電壓源   | 181 |
| 5.5.3 | 電感耦合的網路方程式      | 182 |
| 5.6   | 有系統的聯立節點方程式     | 184 |
| 5.6.1 | 無電感耦合的網路方程式     | 184 |
| 5.6.2 | 耦合電感器的等效控制源     | 185 |
| 5.6.3 | 電感耦合的網路方程式      | 186 |
| 5.7   | 線性與時間無關的微分方程式   | 188 |
| 5.7.1 | 方程式形式與分類        | 188 |
| 5.7.2 | 一階齊次方程式的解答      | 189 |
| 5.7.3 | 高階齊次方程式的解答      | 190 |
| 5.7.4 | 重根              | 192 |
| 5.7.5 | 複根              | 192 |
| 5.8   | 驅動方程式的一般解       | 194 |
| 5.8.1 | 強制與自然組件解        | 194 |
| 5.8.2 | 強制常數的響應         | 195 |
| 5.8.3 | 其他的強制響應與疊力      | 197 |
| 5.9   | 特殊解與邊界條件        | 198 |
| 5.9.1 | 一般解的涵義          | 198 |
| 5.9.2 | 邊界條件            | 199 |
| 5.10  | 指數函數            | 202 |
|       | 第五章 習題          | 205 |

## 第六章 開關網路

|     |            |     |
|-----|------------|-----|
| 6.1 | 前言         | 218 |
| 6.2 | 含開關的一階電感網路 | 218 |

|       |                     |     |
|-------|---------------------|-----|
| 6.2.1 | 電感器電流的微分方程式 .....   | 219 |
| 6.2.2 | 方程式的解與強制常數的響應 ..... | 219 |
| 6.2.3 | 開關網路與連續的電感交流 .....  | 221 |
| 6.2.4 | 求解其他的網路信號 .....     | 223 |
| 6.2.5 | 有系統的解答 .....        | 224 |
| 6.3   | 單位步級函數 .....        | 230 |
| 6.3.1 | 函數與步級源 .....        | 230 |
| 6.3.2 | 電感網路的例題 .....       | 230 |
| 6.4   | 含開關的一階電容網路 .....    | 233 |
| 6.4.1 | 電容器電壓的微分方程式 .....   | 233 |
| 6.4.2 | 方程式的解與強制常數響應 .....  | 234 |
| 6.4.3 | 開關網路與連續的電容器電壓 ..... | 235 |
| 6.4.4 | 有系統解 .....          | 235 |
| 6.5   | 串聯的RLC網路 .....      | 241 |
| 6.5.1 | 電容器電壓的微分方程式 .....   | 241 |
| 6.5.2 | 實數特性根的解答 .....      | 242 |
| 6.5.3 | 複數根與振盪響應 .....      | 244 |
| 6.6   | 並聯的RLC網路 .....      | 250 |
| 6.6.1 | 電感器電流的微分方程式 .....   | 250 |
| 6.6.2 | 解法 .....            | 252 |
|       | 第六章 習題 .....        | 256 |

## 第七章 阻抗觀念

|       |                       |     |
|-------|-----------------------|-----|
| 7.1   | 前言 .....              | 266 |
| 7.2   | 用指數驅動函數求解微分方程式法 ..... | 267 |
| 7.3   | 阻抗 .....              | 269 |
| 7.3.1 | 阻抗觀念 .....            | 269 |
| 7.3.2 | 基本元件的阻抗值 .....        | 270 |
| 7.4   | 強制指數響應的解 .....        | 272 |
| 7.4.1 | 等效阻抗值 .....           | 272 |
| 7.4.2 | 常數源的情形 .....          | 274 |
| 7.4.3 | 負的元件阻抗值 .....         | 274 |
| 7.4.4 | 特殊情形 .....            | 276 |
| 7.5   | 源的重疊法 .....           | 279 |
| 7.6   | 且指數源的開關網路 .....       | 281 |

|       |                  |     |
|-------|------------------|-----|
| 7.7   | 轉移函數 .....       | 283 |
| 7.8   | 用阻抗法求解自然狀態 ..... | 286 |
| 7.8.1 | 迴路阻抗法 .....      | 286 |
| 7.8.2 | 自然狀態的特性根 .....   | 288 |
| 7.8.3 | 自然狀態根的數目 .....   | 289 |
| 7.8.4 | 端對的阻抗法 .....     | 292 |
| 7.8.5 | 阻抗的極與零 .....     | 292 |
| 7.8.6 | 迴路中不顯的根 .....    | 294 |
| 第七章   | 習題 .....         | 297 |

## 第三部份 弦式網路響應

### 第八章 弦式源的響應

|       |                      |     |
|-------|----------------------|-----|
| 8.1   | 前言 .....             | 311 |
| 8.2   | 弦式函數 .....           | 312 |
| 8.2.1 | 幅度、頻率與相位 .....       | 312 |
| 8.2.2 | 正弦函數的表示法 .....       | 314 |
| 8.2.3 | 正交的表示法 .....         | 314 |
| 8.3   | 用弦式驅動函數去解微分方程式 ..... | 318 |
| 8.4   | 複數代數 .....           | 321 |
| 8.4.1 | 直角形式 .....           | 321 |
| 8.4.2 | 極座標 .....            | 323 |
| 8.4.3 | 尤拉的關係 .....          | 326 |
| 8.4.4 | 極座標形式的乘法與除法 .....    | 327 |
| 8.5   | 成份法 .....            | 331 |
| 8.5.1 | 尤拉成份的重疊法 .....       | 331 |
| 8.5.2 | 電壓源例題 .....          | 333 |
| 8.5.3 | 電流源例題 .....          | 335 |
| 8.6   | 弦量法 .....            | 337 |
| 8.6.1 | 兩個重複成份的解 .....       | 337 |
| 8.6.2 | 弦量解法 .....           | 338 |
| 8.6.3 | 多重源 .....            | 340 |
| 8.6.4 | 以正弦函數為項表示的源 .....    | 341 |
| 8.7   | 相量法 .....            | 343 |
| 8.7.1 | 弦量的“投影” .....        | 343 |

|       |                   |     |
|-------|-------------------|-----|
| 8.7.2 | 相量辦法 .....        | 344 |
| 8.7.3 | 聯立方程式 .....       | 346 |
| 8.7.4 | 以正弦函數為項表示的源 ..... | 349 |
| 8.7.5 | 三種解答的透視 .....     | 350 |
| 8.8   | 圖解相量法 .....       | 354 |
| 8.8.1 | 圖解的相量加法 .....     | 354 |
| 8.8.2 | R、L與C間的圖示關係 ..... | 356 |
| 8.8.3 | 不重要的網路解 .....     | 357 |
| 8.8.4 | 嘗試源法 .....        | 358 |
| 第八章   | 習題 .....          | 364 |

## 第九章 諧振與頻率響應

|       |                     |     |
|-------|---------------------|-----|
| 9.1   | 前言 .....            | 373 |
| 9.2   | 串聯的RLC網路 .....      | 374 |
| 9.2.1 | 串聯諧振 .....          | 374 |
| 9.2.2 | 高於與低於諧振的狀態 .....    | 375 |
| 9.2.3 | 相量關係 .....          | 376 |
| 9.2.4 | 數值例題 .....          | 376 |
| 9.3   | 並聯的RLC網路 .....      | 378 |
| 9.3.1 | 並聯諧振 .....          | 378 |
| 9.3.2 | 高於與低於諧振的狀態 .....    | 379 |
| 9.3.3 | 相量關係 .....          | 380 |
| 9.3.4 | 數字例題 .....          | 381 |
| 9.4   | 頻率的響應 .....         | 383 |
| 9.4.1 | 幅度比與相位移 .....       | 383 |
| 9.4.2 | 串聯RLC網路的頻率響應 .....  | 383 |
| 9.4.3 | 其他信號的頻率響應 .....     | 384 |
| 9.4.4 | 並聯的RLC網路 .....      | 386 |
| 9.5   | 頻寬 .....            | 387 |
| 9.5.1 | 串聯網路的半功率頻率與頻寬 ..... | 387 |
| 9.5.2 | 並聯網路的頻寬 .....       | 389 |
| 9.6   | 一般性諧振 .....         | 391 |
| 9.6.1 | 諧振頻率的定義 .....       | 391 |
| 9.6.2 | 零相位角諧振範例 .....      | 392 |
| 9.6.3 | 諧振與自然振盪的頻率 .....    | 393 |

|       |                    |     |
|-------|--------------------|-----|
| 9.7   | 品質因數 .....         | 394 |
| 9.8   | 電阻性與電抗性成份的阻抗 ..... | 397 |
| 9.8.1 | 串聯電阻 - 電抗的等效 ..... | 397 |
| 9.8.2 | 並聯電阻 - 電抗的等效 ..... | 398 |
| 9.8.3 | 串聯諧振的達成 .....      | 402 |
| 9.8.4 | 並聯諧振的達成 .....      | 403 |
|       | 第九章 習題 .....       | 406 |

## 第十章 弦式驅動網路中的功率

|        |                           |     |
|--------|---------------------------|-----|
| 10.1   | 前言 .....                  | 413 |
| 10.2   | 弦式功率 .....                | 414 |
| 10.2.1 | 一般的弦式功率 .....             | 414 |
| 10.2.2 | 電阻器上的弦式功率 .....           | 414 |
| 10.2.3 | 電感器上的弦式功率 .....           | 415 |
| 10.2.4 | 電容器上的弦式功率 .....           | 416 |
| 10.2.5 | 能量的轉變 .....               | 416 |
| 10.3   | 平均功率流動 .....              | 420 |
| 10.3.1 | 一般性的平均功率 .....            | 420 |
| 10.3.2 | 電阻器、電感器與電容器內的平均功率 .....   | 420 |
| 10.3.3 | 不減的平均能量 .....             | 421 |
| 10.4   | 最大的功率轉移 .....             | 422 |
| 10.5   | 電抗功率與網路元件 .....           | 425 |
| 10.5.1 | 電阻性與電阻性成份的瞬間功率 .....      | 425 |
| 10.5.2 | 一般的電抗性功率 .....            | 426 |
| 10.5.3 | 在電阻器、電容器與電感器中的電抗性功率 ..... | 427 |
| 10.5.4 | 電抗性能量的轉換 .....            | 427 |
| 10.6   | 複數功率 .....                | 429 |
| 10.7   | 使用RMS值的功率計算 .....         | 431 |
| 10.7.1 | RMS值 .....                | 431 |
| 10.7.2 | RMS的相量 .....              | 432 |
| 10.7.3 | 伏 - 安與功率因數 .....          | 432 |
| 10.8   | 單相功率的傳送 .....             | 436 |
| 10.8.1 | 功率系統模式 .....              | 436 |
| 10.8.2 | 功率因數的修正 .....             | 436 |
| 10.9   | 電源變壓器 .....               | 440 |

|         |                          |     |
|---------|--------------------------|-----|
| 10.9.1  | 一個變壓器的模式 .....           | 440 |
| 10.9.2  | 理想變壓器 .....              | 442 |
| 10.9.3  | 阻抗的反射 .....              | 444 |
| 10.10   | 三相電力的傳送 .....            | 447 |
| 10.10.1 | 三相電力量度的平衡 .....          | 447 |
| 10.10.2 | 輸送效率 .....               | 448 |
| 10.10.3 | 平衡的Y型網路系統 .....          | 449 |
| 10.10.4 | 相位的旋轉 .....              | 451 |
| 10.11   | 平衡的 $\Delta$ -Y的轉換 ..... | 452 |
| 10.11.1 | 線路電壓 .....               | 452 |
| 10.11.2 | 平衡的 $\Delta$ 型系統 .....   | 453 |
| 10.11.3 | $\Delta$ 型-Y型源的轉換 .....  | 454 |
| 10.11.4 | $\Delta$ 型-Y型負載的轉換 ..... | 457 |
| 第十章     | 習題 .....                 | 460 |

# 前言

## 寫給讀者們

此書是在抱有熱誠的希望下，提供有關電機工程方面，實際基礎為主題的教材，而寫成的。本書是一本注重觀念與分析的書。依照邏輯的，組織化的，與趣味性的方式介紹給你們的。

## 教與學

人們普遍有一種想法；大意是說：在傳授學問時，含有一種潛移默化的方式，與於滲透或細菌蔓延的情況類似，依此方式將知識，由某一人的腦中發出傳授給別人。但相反的，在學習一種高度獨特的知識時，此種方式却是行不通的。一個優秀的教師與良好的教材，將其特有的計畫與施教步驟，使你較其他的學習方式，更為快速的去進行實施。身為一個學習者，在此學習過程中，你會明白以上所說的。

職業教育的目的之一，是使受教者以自己的能力，在某一主題上能有所進益，而不依靠老師與課堂。所以有朝一日，你們可不再需要老師，與教本的引導，而能從事一個全新主題的探討。

## 經驗與自信

你所學得的知識，並非能用你的腦力，有如錄音機般將它全部錄下。然後在下次考試，或要使用時，如放音機似的放出來。除理論能力以外，你所需要的是經驗與信心。這經驗與信心，將在你不斷努力下才可獲得。在努力進行中，含有求解一連串題目，根據理論以及所學的尋求正確的答案，然後再翻開書本，檢查所得的答案，如此將莫大獲益。但別浪費時間，誤用“試誤法 (trial and error) 的辦法來處理題目。

## 有效的研讀法

有許多學生，在學習過程中，花費無數時間，作了許多費神的思考，而毫無所獲。現在，下列若干原則，對你學習的成果將有所助益：

- (1) 有規律的去學習各個主題。
- (2) 全神貫注在所學的主題上。
- (3) 對每個可排除阻礙的工作去努力。

- (4) 經常測驗你自己所學到究竟有多少。
- (5) 反覆溫習，溫故知新，摘要記下，並簡化例題。
- (6) 量度你所了解的程度：解釋主題給你同學聽，並回答任何可能出現的問題。用這種方式來進行，並對自己解釋該主題內涵，以增進你的程度。

### 致非主修的讀者

假如你的最初興趣是在另一部份，別擔心，我們是從頭開始的。這是一個測驗你的智力與分析技巧的好機會。這亦是一個擴展你的知識領域的好機會。主要的新視界與新發明，都是來自遙遠的思考領域，被應用來處理問題的思攷領域，那是屬於另一個範圍的。假如，你希望在所花費的時間中，將你的所得擴展到極大，那麼以上那些有關學習的建議，是相當重要的。

經過以上這些扼要的準備，我們將從電流與電壓概念開始講述。

本書的第一部份，僅討論只含源與電阻器的整個網路分析。所強調的是，所有求解源：電阻器網路的技巧。通常也都應用來求解網路的技巧。

有一章是討論用等效電路法求網路解，因為這個方法簡單，並提供對問題的解析能力，而且非常廣泛的用在實際問題上，諸如電子設計上。

# 第一部份

## 源：電阻器網路

致老師們：

在這四章中所討論的，是有關僅含源與電阻器的網路。通常，不能確定對網路知識，是否能超越一個人對代數學理解的程度。因此，用一個非常周詳的基礎建立在這些基本原理上。

根據筆者的經驗，沒有流連的盤桓在這些基本原理上的，要對更深一層資料的體驗是相當困難的，那是因為不熟悉基本原理之故。

參考的方式：要特別注意的，由開始進入例行情況時，有關克希荷夫定律中的正確符號與電壓 - 電流以及功率間的關係。學生們承認，在初期漠視參考方向的事實，以致對後來經常受困在書寫網路方程式，只有少數代數符號是正確的。顯然，這些結實的體系中，不能作無理由的漠視，務需作合理的接近問題，要多給學生們的信心。

等效電路：雖然網路原理，由網路問題轉變成爲數學問題而顯現的，但是，許多的理解與見識，則由等效電路解法所提供。而且如用在功率與電子的領域中，等效電路法可說是最常用的網路解法，一種逐步接近法是重要的，它在等效網路解的各步中，具相同的軌跡。

網路方程式：在研究有系統的方程式寫法之前，線性代數方程式是討論的重點，且 Cramer 法則也是重點。

隨後介紹節點方程式，其次再介紹網目方程式。電壓源是可附在節點方程式中，其源電流則作爲未知；反過來說，節點對節點的電壓爲已知。同樣，電流源則需用在網目方程式中。

引用控制信號的控制源，可簡單的寫在方程式中。如若需要，對節點或網目的變化，則是與控制信號相關的。

因此，有系統的節點方程式，即是解決網路的一般法，對於非平面網路，可能是最容易的解法，對於非平面網路，其網目方程式的討論也列爲重點。

網路的特性：由於電子設計上的重要性，故在第四章最先的一節中，提出求解等效電阻值的主題，特別對於含有控制源的網路。其他幾節，是講源的重疊法以及源元件的重疊法。

戴維寧與諾頓的等效，是出於使用克拉滿法則，以及有系統的網路方程式而來的。隨後，介紹求解源函數與電阻值，那是在含有控制源雙端網路的情形下。



# 第一章 基本觀念與方法

## 1.1 前言

在本章中包括許多專有名詞，連同兩個基本定律，用以掌握網路的功能：那就是，克希荷夫 (Kirchhoff's) 電流定律，與克希荷夫電壓定律。

對於網路的所有基本關係，可很簡單的用半頁書的說明即可表達無遺。但在此，我們要作更多的了解。對工程師與科學工作者間的溝通，需要熟悉更多技術上的專有名詞，而有系統的與有效率的答案方法，也是必需的。用那些方法，可發出適切的回答。對衆多不同種類的問題，有一點應該知道，不用再去花費很多時間以尋找那些基本的網路特性。且在解決網路中的大量經驗，是非常有幫助的，而在獲得改革與發明方面的見識也是重要的。

當你讀完本章以後，你就可知道

- (1) 什麼是電壓與電流？
- (2) 什麼是克希荷夫電流與電壓定律，以及如何去應用它們。
- (3) 什麼是網路圖，以及元件、導體、節點、與迴路的意義。
- (4) 功率對元件的電壓與電流間的關係如何。
- (5) 什麼是電壓源，電流源以及電阻器。
- (6) 電阻器的功率，對電阻器的電流以及對電阻器電壓間的關係如何。
- (7) 在所有的元件為串聯，或是所有的元件為並聯情形時，如何能迅速而且容易解答網路問題。
- (8) 分壓定理與分流定理是什麼，以及如何去應用它們。

國際制單位或“SI 單位”，是專門用在網路分析的。除特殊情形外，此世界一致的單位，均被採用，而此單位將不再在本文中重述。

## 1.2 電流與參考方向

### 1.2.1 導體中電流的流動

電流 (electric current)，是一個流動的電荷。在網路中，任何人都感到興趣在導線中或是導體中電荷的流動。導體，通常是用金屬所做成，諸如銅；但導體並非全用金屬做的。

在一金屬導體內，其分子的外部電子，是由鄰近分子共同佔用的，以致引起一個相關的自由電子“海”(sea)，遍佈在材料中。電子海 (electron sea) 是有規則的分佈在導體中；離化分子 (ionized molecules) 對附近電子的吸引力，與鄰近電子間的相斥力，對平均電子海中電子的密度極有幫助。

雖然，導體內的自由電子可以亂轉，但只有極少數的自由電子有足夠的能量來衝破自由的導體表面，除在非常高的溫度，或有相當大的電子，垂直於導體表面時方會。電子海，也因此而被限制在導體中，像水管中的水一樣。導體，通常是用絕緣材料 (insulating material) 包裹着，完全阻擋住電荷的移動，以保持導體（及其自由電子）不與其他的導體相互接觸。

在金屬導體內其電子海的電子，可用外力所產生的電力使之流動。在一網路 (network) 中，傳導時間中的任意擾動是可忽略的，介於材料中分子間力量的作用，導致電流通過每個相交的導體。所以說“電流”兩字，是合理的，電流是沿着導體而到處流動的。