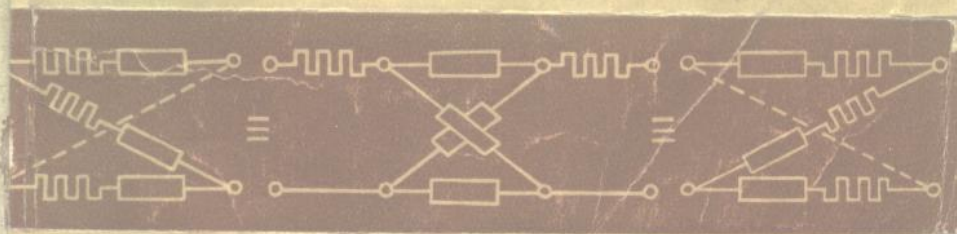


# 濾波器 概論

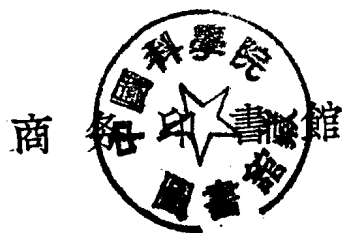
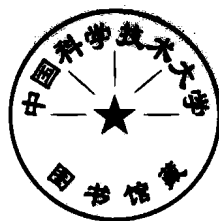


商務印書館

# 論 概 器 波 濾

Feldtkeller 著

吳興吾 譯



3302378

# 濾波器概論

Einführung in Die Siebschaltungstheorie

Feldtkeller 著

吳興吾 譯

---

★版權所有★

商務印書館出版

上海河南中路二一一號

(上海市書刊出版業營業許可證出字第〇二五號)

新華書店總經售

上海勞動印製廠印刷

15017·20

---

1951年9月初版

開本850×1163 1/32

1957年4月二版

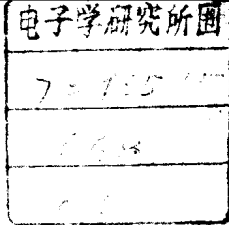
字數137,000

1957年4月上海第一次印刷

印數3,001—4,000

印張5 14/16

定價(10) 羊0.90



# 目 錄

原著者序

第二版序文

符号說明

## 第一章 电訊工程中的濾波器.....11

1. 濾波器問題.....11
2. 有效衰減.....13
3. 反射衰減.....16
4. 濾波器的需要条件.....17

## 第二章 無耗兩端網濾波器.....19

1. 衆例.....19
2. 無耗縱向阻抗.....19
3. 無耗橫向阻抗.....22
4. 線卷及电容器的阻抗.....23
5. 低通濾波器.....25
6. 低通濾波器的例題.....25
7. 高通濾波器.....26
8. 高通濾波器的例題.....27
9. 振盪电路的阻抗.....28
10. 「固有頻」附近範圍的振盪电路.....30
11. 由規定的電抗以計算振盪电路.....30
12. 帶通濾波器.....32
13. 帶通濾波器的例題.....33
14. 由三个無耗元件構成的輸入阻抗.....35
15. 二端網絡的阻抗互為倒量.....37
16. 等效二端網絡.....38
17. 電抗定理.....39
18. 何以不能由無耗「二端網絡」產生優良的濾波器.....42

## 第三章 由無耗对称四端網絡構成的濾波器.....43

1. 断路阻抗.....43
2. 轉移阻抗.....43

|                                  |           |
|----------------------------------|-----------|
| 3. 振盪阻抗                          | 44        |
| 4. 有效衰減                          | 45        |
| 5. 反射衰減                          | 47        |
| 6. 簡單电路的振盪阻抗                     | 50        |
| 7. 等效四端網絡                        | 50        |
| 8. 等效 $X$ 網絡                     | 51        |
| 9. $X$ 电路的「有效衰減」                 | 54        |
| 10. $X$ 电路的「反射衰減」                | 55        |
| 11. 用串联振盪电路的 $X$ 型「低通濾波器」        | 55        |
| 12. 「有效衰減」有兩個「零点」的「低通濾波器」        | 59        |
| 13. 「有效衰減」有兩個「無限值点」的「低通濾波器」      | 61        |
| 14. 一个「低通濾波器」例題                  | 63        |
| 15. 阻抗互为倒量的 $X$ 电路               | 65        |
| 16. 帶并联振盪电路的 $X$ 型「低通濾波器」        | 66        |
| 17. 与 $X$ 網絡等效的 $T$ 網絡及 $\pi$ 網絡 | 67        |
| 18. $T$ 电路及 $\pi$ 电路「低通濾波器」      | 68        |
| 19. $X$ 电路「高通濾波器」                | 70        |
| 20. 由串联振盪电路組成的 $X$ 型「帶通濾波器」      | 72        |
| 21. 「帶通濾波器」的一例題                  | 74        |
| 22. 有效衰減帶兩個零点的「帶通濾波器」            | 75        |
| 23. 帶通濾波器的例題                     | 77        |
| 24. 「有效衰減」帶一个第三無限值点的「帶通濾波器」      | 78        |
| 25. 帶通濾波器的例題                     | 80        |
| 26. 由并联振盪电路組成电抗互为倒量的「帶通濾波器」      | 82        |
| 27. $T$ 網絡及 $\pi$ 網絡的「帶通濾波器」     | 83        |
| 28. 复雜的 $X$ 电路                   | 84        |
| <b>第四章 鏈串濾波器</b>                 | <b>89</b> |
| 1. 特性阻抗及網絡衰減                     | 89        |
| 2. 两个基本鏈串电路                      | 89        |
| 3. 半節網的兩特性阻抗                     | 90        |
| 4. 基本鏈串網絡的特性阻抗                   | 91        |
| 5. 特性阻抗的匹配                       | 92        |
| 6. $T$ 电路的电波-电压变换率               | 92        |
| 7. $\pi$ 电路的电波-电压变换率             | 94        |
| 8. 鏈串濾波器的电波-电压变换率                | 95        |
| 9. 与地的对称                         | 96        |
| 10. 由电抗互为倒量的电路所構成的鏈串濾波器          | 96        |

|                                |            |
|--------------------------------|------------|
| 11. 特性阻抗的名义值                   | 97         |
| 12. 标称频率 $\Omega$              | 98         |
| 13. 基本鏈串电路的特性阻抗                | 99         |
| 14. $T$ 支網絡的特性阻抗 $3_1$         | 99         |
| 15. $\pi$ 支網絡的特性阻抗 $3_2$       | 101        |
| 16. 網絡-电压变换率                   | 102        |
| 17. 通过范围, 閉塞范围, 边界頻            | 104        |
| 18. 在通过范围内的網絡-傳播常数             | 104        |
| 19. 在閉塞范围内的網絡-傳播常数             | 106        |
| 20. 由 $n$ 支網所組成的基本鏈串电路         | 107        |
| 21. 特性阻抗与終端电阻的匹配               | 108        |
| 22. 一个鏈串濾波器特性阻抗的不定值            | 109        |
| 23. 在特性阻抗为不定值处的有效衰减及反射衰减       | 111        |
| 24. 在短路阻抗的無限值点之有效衰减            | 112        |
| 25. 特性阻抗名义值 $Z$ 的选择            | 114        |
| 26. 閉塞范围内的有效衰减                 | 116        |
| 27. 基本鏈串电路的有效衰减曲綫圖             | 119        |
| 28. 低通濾波器                      | 122        |
| 29. 高通濾波器                      | 124        |
| 30. 帶通濾波器                      | 125        |
| 31. 頻率 $\omega$ 与标称頻率 $\Omega$ | 127        |
| 32. 低通濾波器的計算                   | 128        |
| 33. 低通鏈串濾波器的一个例題               | 128        |
| 34. 「高通濾波器」的計算                 | 130        |
| 35. 「高通濾波器」的一个例題               | 130        |
| 36. 由边界頻以計算「帶通鏈串濾波器」           | 131        |
| 37. 由已知「有效衰减」量以計算「帶通鏈串濾波器」电路   | 131        |
| 38. 帶通鏈串濾波器的一个例題               | 133        |
| <b>第五章 特性阻抗的調整</b>             | <b>135</b> |
| 1. 改進匹配的需要                     | 135        |
| 2. $m$ -半支網                    | 136        |
| 3. 特性阻抗的調整                     | 141        |
| 4. 低通-高通-及帶通濾波器的 $m$ -半節網      | 143        |
| <b>第六章 衰减上升的陡峭</b>             | <b>145</b> |
| 1. $m$ -支網絡的網絡衰减               | 145        |
| 2. 用終端半支網絡使衰减曲綫陡峭              | 149        |

|                                          |            |
|------------------------------------------|------------|
| 3. 一个帶終端半支網絡的鏈串濾波器之有效衰減 .....            | 149        |
| 4. 复組合鏈串濾波器 .....                        | 151        |
| 5. 一个「特性阻抗」平直及衰減上升陡峭的「帶通濾波器」的一个例題 .....  | 154        |
| 6. 衰減上升的陡峭 .....                         | 156        |
| 7. 鏈串濾波器的等效支網絡 .....                     | 157        |
| <b>第七章 有耗濾波器及鏈串濾波器 .....</b>             | <b>159</b> |
| 1. 線卷中的損失 .....                          | 159        |
| 2. 电容器中的損失 .....                         | 160        |
| 3. 串联振盪电路中的損失 .....                      | 161        |
| 4. 并联振盪电路中的損失 .....                      | 161        |
| 5. 一个 $X$ 电路中損失的表現 .....                 | 162        |
| 6. 帶串联振盪电路及補償損失的 $X$ 網絡 .....            | 163        |
| 7. 帶并联振盪电路及補償損失的 $X$ 網絡 .....            | 164        |
| 8. 一个帶串联振盪电路及補償損失的 $X$ 網絡的有效-及反射衰減 ..... | 164        |
| 9. 一个帶并联振盪电路及補償損失的 $X$ 網絡的有效-及反射衰減 ..... | 167        |
| 10. 補償損失而不顧及反射衰減的 $X$ 电路 .....           | 167        |
| 11. 有耗基本鏈串电路的特性阻抗 .....                  | 170        |
| 12. 有耗基本鏈串电路的網絡傳播常數 .....                | 173        |
| 13. 有耗低通鏈串濾波器 .....                      | 175        |
| 14. 有耗高通鏈串濾波器 .....                      | 177        |
| 15. 有耗帶通鏈串濾波器 .....                      | 178        |
| <b>重要文献目錄 .....</b>                      | <b>181</b> |
| <b>中德英文名詞对照表 .....</b>                   | <b>185</b> |
| <b>索引 .....</b>                          | <b>187</b> |

# 濾波器概論

Feldtkeller 著

吳興吾 譯

商務印書館



# 濾波器概論

Einführung in Die Siebschaltungstheorie

Feldtkeller 著

吳興吾 譯

---

★版權所有★

商務印書館出版

上海河南中路二一一號

(上海市書刊出版業營業許可證出字第〇二五號)

新華書店總經售

上海勞動印製廠印刷

15017·20

---

1951年9月初版

開本850×1163 1/32

1957年4月二版

字數137,000

1957年4月上海第一次印刷

印數3,001—4,000

印張5 14/16

定價(10) 羊0.90

# 目 錄

原著者序

第二版序文

符号說明

## 第一章 電訊工程中的濾波器 ..... 11

1. 濾波器問題 ..... 11
2. 有效衰減 ..... 13
3. 反射衰減 ..... 16
4. 濾波器的需要條件 ..... 17

## 第二章 無耗兩端網濾波器 ..... 19

1. 舉例 ..... 19
2. 無耗縱向阻抗 ..... 19
3. 無耗橫向阻抗 ..... 22
4. 線卷及电容器的阻抗 ..... 23
5. 低通濾波器 ..... 25
6. 低通濾波器的例題 ..... 25
7. 高通濾波器 ..... 26
8. 高通濾波器的例題 ..... 27
9. 振盪電路的阻抗 ..... 28
10. 「固有頻」附近範圍的振盪電路 ..... 30
11. 由規定的電抗以計算振盪電路 ..... 30
12. 帶通濾波器 ..... 32
13. 帶通濾波器的例題 ..... 33
14. 由三個無耗元件構成的輸入阻抗 ..... 35
15. 二端網絡的阻抗互為倒量 ..... 37
16. 等效二端網絡 ..... 38
17. 電抗定理 ..... 39
18. 何以不能由無耗「二端網絡」產生優良的濾波器 ..... 42

## 第三章 由無耗對稱四端網絡構成的濾波器 ..... 43

1. 斷路阻抗 ..... 43
2. 轉移阻抗 ..... 43

|                                  |           |
|----------------------------------|-----------|
| 3. 振盪阻抗                          | 44        |
| 4. 有效衰減                          | 45        |
| 5. 反射衰減                          | 47        |
| 6. 簡單电路的振盪阻抗                     | 50        |
| 7. 等效四端網絡                        | 50        |
| 8. 等效 $X$ 網絡                     | 51        |
| 9. $X$ 电路的「有效衰減」                 | 54        |
| 10. $X$ 电路的「反射衰減」                | 55        |
| 11. 用串联振盪电路的 $X$ 型「低通濾波器」        | 55        |
| 12. 「有效衰減」有兩個「零点」的「低通濾波器」        | 59        |
| 13. 「有效衰減」有兩個「無限值点」的「低通濾波器」      | 61        |
| 14. 一个「低通濾波器」例題                  | 63        |
| 15. 阻抗互为倒量的 $X$ 电路               | 65        |
| 16. 帶并联振盪电路的 $X$ 型「低通濾波器」        | 66        |
| 17. 与 $X$ 網絡等效的 $T$ 網絡及 $\pi$ 網絡 | 67        |
| 18. $T$ 电路及 $\pi$ 电路「低通濾波器」      | 68        |
| 19. $X$ 电路「高通濾波器」                | 70        |
| 20. 由串联振盪电路組成的 $X$ 型「帶通濾波器」      | 72        |
| 21. 「帶通濾波器」的一例題                  | 74        |
| 22. 有效衰減帶兩個零点的「帶通濾波器」            | 75        |
| 23. 帶通濾波器的例題                     | 77        |
| 24. 「有效衰減」帶一个第三無限值点的「帶通濾波器」      | 78        |
| 25. 帶通濾波器的例題                     | 80        |
| 26. 由并联振盪电路組成电抗互为倒量的「帶通濾波器」      | 82        |
| 27. $T$ 網絡及 $\pi$ 網絡的「帶通濾波器」     | 83        |
| 28. 复雜的 $X$ 电路                   | 84        |
| <b>第四章 鏈串濾波器</b>                 | <b>89</b> |
| 1. 特性阻抗及網絡衰減                     | 89        |
| 2. 两个基本鏈串电路                      | 89        |
| 3. 半節網的兩特性阻抗                     | 90        |
| 4. 基本鏈串網絡的特性阻抗                   | 91        |
| 5. 特性阻抗的匹配                       | 92        |
| 6. $T$ 电路的电波-电压变换率               | 92        |
| 7. $\pi$ 电路的电波-电压变换率             | 94        |
| 8. 鏈串濾波器的电波-电压变换率                | 95        |
| 9. 与地的对称                         | 96        |
| 10. 由电抗互为倒量的电路所構成的鏈串濾波器          | 96        |

|                                |            |
|--------------------------------|------------|
| 11. 特性阻抗的名义值                   | 97         |
| 12. 标称频率 $\Omega$              | 98         |
| 13. 基本鏈串电路的特性阻抗                | 99         |
| 14. $T$ 支網絡的特性阻抗 $3_1$         | 99         |
| 15. $\pi$ 支網絡的特性阻抗 $3_2$       | 101        |
| 16. 網絡-电压变换率                   | 102        |
| 17. 通过范围, 閉塞范围, 边界頻            | 104        |
| 18. 在通过范围内的網絡-傳播常数             | 104        |
| 19. 在閉塞范围内的網絡-傳播常数             | 106        |
| 20. 由 $n$ 支網所組成的基本鏈串电路         | 107        |
| 21. 特性阻抗与終端电阻的匹配               | 108        |
| 22. 一个鏈串濾波器特性阻抗的不定值            | 109        |
| 23. 在特性阻抗为不定值处的有效衰减及反射衰减       | 111        |
| 24. 在短路阻抗的無限值点之有效衰减            | 112        |
| 25. 特性阻抗名义值 $Z$ 的选择            | 114        |
| 26. 閉塞范围内的有效衰减                 | 116        |
| 27. 基本鏈串电路的有效衰减曲綫圖             | 119        |
| 28. 低通濾波器                      | 122        |
| 29. 高通濾波器                      | 124        |
| 30. 帶通濾波器                      | 125        |
| 31. 頻率 $\omega$ 与标称頻率 $\Omega$ | 127        |
| 32. 低通濾波器的計算                   | 128        |
| 33. 低通鏈串濾波器的一个例題               | 128        |
| 34. 「高通濾波器」的計算                 | 130        |
| 35. 「高通濾波器」的一个例題               | 130        |
| 36. 由边界頻以計算「帶通鏈串濾波器」           | 131        |
| 37. 由已知「有效衰减」量以計算「帶通鏈串濾波器」电路   | 131        |
| 38. 帶通鏈串濾波器的一个例題               | 133        |
| <b>第五章 特性阻抗的調整</b>             | <b>135</b> |
| 1. 改進匹配的需要                     | 135        |
| 2. $m$ -半支網                    | 136        |
| 3. 特性阻抗的調整                     | 141        |
| 4. 低通-高通-及帶通濾波器的 $m$ -半節網      | 143        |
| <b>第六章 衰减上升的陡峭</b>             | <b>145</b> |
| 1. $m$ -支網絡的網絡衰减               | 145        |
| 2. 用終端半支網絡使衰减曲綫陡峭              | 149        |

|                                          |            |
|------------------------------------------|------------|
| 3. 一个帶終端半支網絡的鏈串濾波器之有效衰減 .....            | 149        |
| 4. 复組合鏈串濾波器 .....                        | 151        |
| 5. 一个「特性阻抗」平直及衰減上升陡峭的「帶通濾波器」的一个例題 .....  | 154        |
| 6. 衰減上升的陡峭 .....                         | 156        |
| 7. 鏈串濾波器的等效支網絡 .....                     | 157        |
| <b>第七章 有耗濾波器及鏈串濾波器 .....</b>             | <b>159</b> |
| 1. 線卷中的損失 .....                          | 159        |
| 2. 电容器中的損失 .....                         | 160        |
| 3. 串联振盪电路中的損失 .....                      | 161        |
| 4. 并联振盪电路中的損失 .....                      | 161        |
| 5. 一个 $X$ 电路中損失的表現 .....                 | 162        |
| 6. 帶串联振盪电路及補償損失的 $X$ 網絡 .....            | 163        |
| 7. 帶并联振盪电路及補償損失的 $X$ 網絡 .....            | 164        |
| 8. 一个帶串联振盪电路及補償損失的 $X$ 網絡的有效-及反射衰減 ..... | 164        |
| 9. 一个帶并联振盪电路及補償損失的 $X$ 網絡的有效-及反射衰減 ..... | 167        |
| 10. 補償損失而不顧及反射衰減的 $X$ 电路 .....           | 167        |
| 11. 有耗基本鏈串电路的特性阻抗 .....                  | 170        |
| 12. 有耗基本鏈串电路的網絡傳播常數 .....                | 173        |
| 13. 有耗低通鏈串濾波器 .....                      | 175        |
| 14. 有耗高通鏈串濾波器 .....                      | 177        |
| 15. 有耗帶通鏈串濾波器 .....                      | 178        |
| <b>重要文献目錄 .....</b>                      | <b>181</b> |
| <b>中德英文名詞对照表 .....</b>                   | <b>185</b> |
| <b>索引 .....</b>                          | <b>187</b> |

## 原 著 者 序

電信工程中四端網理論作為一般的直線性傳輸系統，若不應用於特殊電路，還是毫無意義。所以在四端網引論一書以後，必須繼以介紹其用途。四端網理論的應用範圍很是廣泛。最重要的是濾波器。因此，濾波器理論的導引，殆與四端網理論的導入實際應用，功效相似，這樣可以不依靠四端網理論，觀察電信工程方面所用濾波器電路的許多公式。

濾波器概論一書同時兼顧到兩方面。此書之作自成一獨立單元，並不假想讀者手邊有四端網引論一書。但關於四端網理論的啟發概念，還想作簡要的解釋。如欲作更為精確的研求，則可由許多的書頁註腳，獲知「四端網引論」第一版書上的頁數，因以獲得所欲知的。

自第一次世界大戰時，瓦格納及甘拜耳兩氏宣告發明濾波器以來，關於該項著作的全部文獻目錄，約數百篇之多。在這樣啟發概論的書籍範圍內，欲論及其全部結果，乃是不可能的。對於資料的選擇乃作如此規定，所有問題都可用對稱式濾波器電路解答，其解答問題的資料，都可在本書中找到。不過在這樣情況下，這些解答，在工程上或經濟上都不是最適合的。但這些問題都曾經掌握專門技術文獻知識或固有發明的專家之研究。對於選擇資料更須注意的，舉凡重要觀念，電路，電路構造原理以及計算方法，都須概括在內。所以取材寧可偏於工程方面，或完全為了科學方面的美麗，其實富有合於教學的理由。關於濾波器理論，僅有兩大範圍未曾涉及，因那些出於本書的示意範圍以外的，即「高頻帶通濾波器」理論及「暫時作用」理論。

高頻帶通濾波器理論，與本書所述濾波器理論是有區別的。在后者，只有作為矯正量方面所注意的錄卷及容電器損失，才算重要。因此簡化公式，採用比較很狹窄的通頻帶範圍。高頻帶通濾波器電路，與本書所講濾波器相同，但其測量的規則准繩，另外有規定。

如欲預測暫時作用向外發展情況，述及暫時作用理論，則必須假定讀者已有很高深的數學知識。但本書目的在為範圍比較廣大的一般電信工作者服務，因此不能過於艱深。

作為濾波器方面所唯一獨有之量，有電信工程上價值的，我人特別利用「有效衰減」與「反射衰減」。「特性阻抗」與「網絡衰減」只用於多節鏈串濾波器方面，作為中間量（媒介量），以便於「有效衰減」與「反射衰減」的計算。在此種聯絡關係方面所可惋惜的，關於有耗鏈串濾波器的「有效衰減」與「反射衰減」的良好理論，尤其關於鏈串電路之有均勻的特性阻抗與陡峭的衰減梯度者，到現在尚未有所知。

立卻特·范爾脫開勒識于德國司都茹爾脫 (Stuttgart)

公元 1938 年 9 月

## 第 二 版 序 文

自本書第一版刊行以來，屬於濾波器理論範圍內有很重要的進步發表，若干章節頗有修改之必要。但以戰時關係，對這範圍廣泛之工作，只可作罷，故目前之第二版僅系第一版的重行刊印罷了。

立卻特·范爾脫開勒識于德國司都茹爾脫

公元 1942 年夏



# 符 号 說 明

| 符号                               | 代表意义              | 符号                     | 代表意义                             |
|----------------------------------|-------------------|------------------------|----------------------------------|
| $b$                              | 網絡衰减              | $\omega_0$             | $\omega_0 = 2\pi f_0$            |
| $b_B$                            | 有效衰减              | $\Omega$               | $\Omega = \frac{\omega}{Z}$ 标称频率 |
| $b_R$                            | 反射衰减              | $Z$                    | 特性阻抗的名义值                         |
| $\alpha$                         | 电波相角常数            | $X$                    | 电抗                               |
| $c$                              | 电容量               | $X_C$                  | 电容电抗                             |
| $\delta_C$                       | 电容器損角             | $X_L$                  | 电感电抗                             |
| $\delta_L$                       | 線卷損角              | $X_R$                  | 串联电路的电抗                          |
| $f_g$                            | 界限頻(截止頻)          | $X_P$                  | 并联电路的电抗                          |
| $f_0$                            | 諧振頻               | $x_1$                  | 縱向支电抗                            |
| $FW$                             | 变頻器               | $x_2$                  | 橫向支电抗                            |
| $G_L$                            | 線卷的优良度            | $Y$                    | 導納                               |
| $G$                              | 电導                | $g_B$                  | 有效傳播常数                           |
| $\mathfrak{S}_1$                 | 輸入电流              | $g$                    | 电波傳播常数                           |
| $\mathfrak{S}_2$                 | 輸出电流              | $N$                    | 奈批                               |
| $\mathfrak{M}$                   | 轉移阻抗              | $H$                    | 亨                                |
| $i$                              | 支电流               | $mH = 10^{-3}H$        | 毫亨                               |
| $\mathfrak{S}_1, \mathfrak{S}_2$ | 特性阻抗              | $F$                    | 法                                |
| $W_k$                            | 短路阻抗              | $db$                   | 分貝                               |
| $W_l$                            | 断路阻抗              | $\mu F = 10^{-6}F$     | 微法                               |
| $\mathfrak{S}_1, \mathfrak{S}_2$ | 振盪阻抗              | $nF = 10^{-9}F$        | 毫微法                              |
| $L$                              | 电感量               | $\mu\mu F = 10^{-12}F$ | 微微法                              |
| $R$                              | 終端电阻              | $HZ$                   | 赫(每秒週数)                          |
| $N$                              | 功率                | $KHZ = 10^3 HZ$        | 千赫                               |
| $r$                              | 損失电阻              | $MHZ = 10^6 HZ$        | 百万赫                              |
| $W$                              | 輸入电阻              |                        |                                  |
| $\omega$                         | $\omega = 2\pi f$ |                        |                                  |