

科學圖書大庫

圖解基本電子電路

(上 冊)

譯者 蒙啓馨 校閱 張去疑



徐氏基金會出版

科學圖書大庫

圖解基本電子電路

(上 冊)

譯者 蒙啓馨 校閱 張去疑

徐氏基金會出版

美國徐氏基金會科學圖書編譯委員會

科學圖書大庫

監修人 徐銘信 科學圖書編譯委員會主任委員
編輯人 林碧鏗 科學圖書編譯委員會編譯委員

版權所有

不許翻印

中華民國五十九年七月十五日初版

中華民國六十一年十一月廿日再版

圖解基本電子電路

(上 冊)

定價 新台幣三十元 港幣五元

譯者 蒙啓馨 美國空軍電子訓練中心畢業

校閱 張去疑 國立交通大學教授

內政部內版臺業字第1347號登記證

出版者 財團法人臺北市徐氏基金會出版部 臺北郵政信箱53002號 電話783686號

發行人 財團法人臺北市徐氏基金會出版部 林碧鏗 郵政劃撥帳戶第15795號

印刷者 大興圖書製版有限公司 三重市正和路四號151號 電話979739號

我們的工作目標

文明的進步，因素很多，而科學居其首。科學知識與技術的傳播，是提高工業生產、改善生活環境的主動力，在整個社會長期發展上，乃人類對未來世代的投資。從事科學研究與科學教育者，各就專長，竭智盡力，發揮偉大功能，共使科學飛躍進展，同把人類的生活，帶進更幸福、更完善之境界。

近三十年來，科學急遽發展之成就，已超越既往之累積，昔之認為絕難若幻想者，今多已成為事實。人類一再親履月球，是各種科學綜合建樹與科學家精誠合作的貢獻，誠令人有無限興奮！時代日新又新，如何推動科學教育，有效造就科學人才，促進科學研究與發展，尤為社會、國家的基本任務。培養人才，起自中學階段，學生對普通科學，如物理、數學、生物、化學，漸作接觸，及至大專院校，便開始專科教育，均仰賴師資與圖書的啓發指導，不斷進行訓練。從事科學研究與科學教育的學者，志在貢獻研究成果與啓導後學。旨趣崇高，至足欽佩！

科學圖書是學人們研究、實驗、教學的精華，明確提供科學知識與技術經驗，本具互相啓發作用，富有國際合作性質，歷經長久的交互影響與演變，遂產生可喜的收穫。我國民中學一年級，便以英語作主科之一，然欲其直接閱讀外文圖書，而能深切瞭解，並非數年所可苛求者。因此，本部編譯出版科學圖書，引進世界科技新知，加速國家建設，實深具積極意義。

本基金會由徐銘信氏捐資創辦，旨在協助國家發展科學知識與技術，促進民生榮利。民國四十五年四月成立於美國紐約。初由旅美學人胡適博士、程其保博士等，甄選國內大學理工科優秀畢業生出國深造，前後達四十人，返國服務者十不得一。另贈國內大學儀器設備，輔助教學頗收成效；然審度衡量，仍嫌未能普及，乃再繼承國內外權威學者，設置科學圖書編譯委員會，主持「科學圖書大庫」編譯事宜。主任委員徐銘信氏為監修人，編譯委員林碧霞氏為編輯人，各編譯委員擔任分組審查及校閱。「科學圖書大庫」首期擬定二千冊，凡四億言，叢書百種，門分類別，細大不捐；分為叢書，合則大庫。從事翻譯之學者五百位，於英、德、法、日文中精選最新基本或實

用科技名著，譯成中文，編譯校訂，不憚三復。嚴求深入淺出，務期文圖並茂，供給各級學校在校學生及社會大眾閱讀，有教無類，效果宏大。賢明學人同鑑及此，毅然自公私兩忙中，撥冗贊助，譯校圖書，心誠言善，悉付履行，感人至深。其旅居國外者，亦有感於為國人譯著，助益青年求知，遠勝於短期返國講學，遂不計稿酬菲薄，費時又多，迢迢乎千萬里，書稿郵航交遞，報國熱忱，思源固本，僑居特切，至足欽慰！

今科學圖書大庫已出版七百餘冊，都一億八千餘萬言；排印中者，二百餘冊，四千餘萬字。依循編譯、校訂、印刷、發行一貫作業方式進行。就全部複雜過程，精密分析，設計進階，各有工時標準。排版印製之衛星工廠十餘家，直接督導，逐月考評。以專業負責，切求進步。校對人員既重素質，審慎從事，復經譯者最後反覆精校，力求正確無訛。封面設計，納入規範，裝訂注意技術改善。藉技術與分工合作，建立高效率系統，縮短印製期限。節節緊扣，擴大譯校複核機會，不斷改進，日新又新。在翻譯中，亦三百餘冊，七千餘萬字。譯校方式分為：(1)個別者：譯者具有豐富專門知識，外文能力強，國文造詣深厚，所譯圖書，以較具專門性而可從容出書者屬之。(2)集體分工者：再分為譯、校二階次，或譯、編、校三階次，譯者各具該科豐富專門之知識，編者除有外文及專門知識外，尚需編輯學驗與我國文字高度修養，校訂者當為該學門權威學者，因人、時、地諸因素而定。所譯圖書，較大部頭、叢書、或較有時間性者，人事譯務，適切配合，各得其宜。除重質量外，並爭取速度，凡美、德科學名著初版發行半年內，本會譯印之中文本，實即出書，欲實現此目標，端賴譯校者之大力贊助也。

謹特掬誠呼籲：

自由中國大專院校教授，研究機構專家、學者，與從事科學建設之工程師；

旅居海外從事教育與研究學人、留學生；

大專院校及研究機構退休教授、專家、學者。

主動地精選最新、最佳外文科學名著，或個別參與譯校，或聯袂而來譯校叢書，或就多年研究成果，撰著成書，公之於世。本基金會樂於運用基金，並藉優良出版系統，善任傳播科學種子之媒介。祈學人們，共襄盛舉是禱！

原 序

這一集基本電子電路手冊，乃是基於在 Berkshire Arborfield 處之皇家電氣及機械工程學會 (Royal Electrical and Mechanical Engineers) 之電子工程學校 (School of Electronic Engineering)，及皇家空軍技術訓練司令部 (Technical Training Command of the Royal Air Force) 之聯合訓練需求而撰寫的。在和皇家空軍 (R.A.F.) 謹慎訂定初步計劃和台卡雷達公司 (Decca Radar Ltd.) 最後校對後，全集撰寫工作，即交由在 Arborfield 處之專案小組和技術出版公司 (Technical Press LTD.) 密切合作下，共同執行。

第一冊原稿，在付印前，由於遵從數十位專家及各電子工程界訓練教官們的建議和指教，幾乎全部改寫了三次。手冊內容的部份或全部均係送請他們鑑定過的。

* * * *

本叢書之目的，乃要以插圖及解釋的方式，說明電子工程各部門中，用得最廣的電路主要“家族”之代表性電路。書中大部份電路，均有真空管及電晶體兩種插圖及說明。基本電子電路課文中註有“實用”字樣者，表示係經連接而試用過的。如用圖中所列數值，均可產生如插圖所示之中間部及輸出部電壓波形。(然而應注意者是這些指定給波形的特定電壓位準，勿論是在課文或圖中，所討論到的電壓位準，僅能直接應用於實際敘述之電路。即使是在同一“家族集團”裡，它們亦可能和其它電路不同。)

每一種電路新家族的介紹及叢書其他相應的要點，均係一些認可及基於基本理論知識的記錄，這些已經是讀者從研讀前一集貫有基本電子學手冊時就已獲知者。這一集手冊(共六冊)亦已由技術出版公司 (Technical press LTD.) 出版。如將基本電子電路當作基本電子學叢書的延續來研讀，實是最適合了。

連同最初五冊基本電學(現已為全大英帝國的學校採作教科書，大部份英國及國際商工團體和聯邦軍隊等所採用)，全部公共核心 (Common-Core)

IV

計劃，形成了一種最新的基本技術訓練插圖課程。

* * * *

基本電子電路叢書主要的目的是協助訓練那些想成為操作修護階段電子技術人員的學徒或新兵。

但是另外尚有一個同等重要之目的。即使合格的電子工程師，要想將本叢書所涉及的三四十種基本電路之工作細節，全部記於腦海中，是非常困難的。當然他會記住電路的工作原理；但是常常有些時候，在他工作的過程當中，他會需要更進一步想到——可能一些主要電路元件，或一些作特殊角色使用的元件之典型數值。希望本叢書包含的範圍，使它成為工作於更高階層人員們的一種非常方便於工作的參考書籍。

1965 年三月

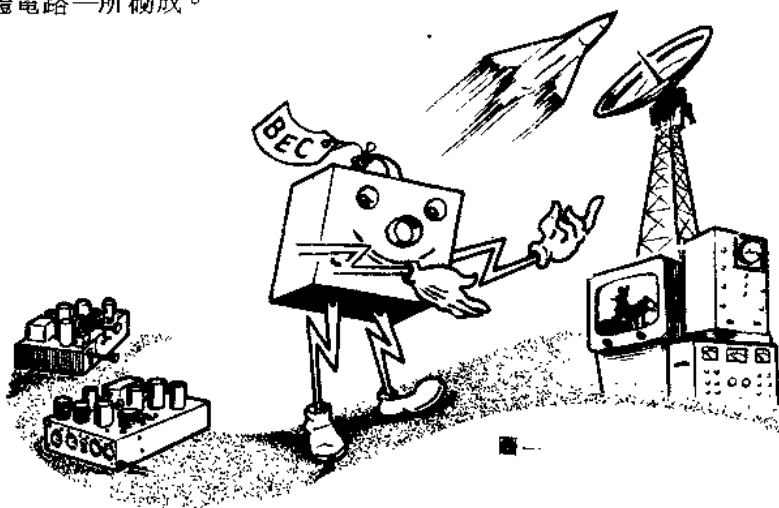
目 錄

原 序	Ⅲ
1. 編纂本叢書之目的	1
2. 波形	5
3. 電容電阻 電路中之脉波響應	13
4. 電感電阻 電路中之脉波響應	25
5. 電感電容電阻 電路中之脉波響應	2
6. 延遲線	37
7. 累積作用	45
8. 真空管電路中之脉波響應	49
9. 電晶體電路中之脉波響應	55
10. “字典”介紹	59
11. 振幅—整形電路	65
12. 矩形波產生器	91
13. 脉波—增長電路	113
14. 脉波—縮短電路	135
字典延續	149
索引	151

第一章 編纂本叢書之目的

基本電子電路叢書之編纂目的，是要以之作爲將基本電學—基本電子學手冊，作有計劃延伸至更高級電子工程階層之技術支援。

本叢書分開發行的理由，是因爲課文係採用實用範例作爲說明的關係。例如，一部高級雷達系統，乃是由不同數目之“方塊”或電路組連接而成的，連妥後之系統即成爲一能夠達成原設計預期工作之整體。而每一“方塊”又係由不同數目的“方磚”——一些已近乎標準化，且僅能完成一種有限功能的個體電路一所砌成。



比方說，一塊單獨“方磚”的任務是將純正弦波輸入，轉變爲方波輸出。只要這一塊“方磚”正常工作——假如你對其有所懷疑，很簡單，你可以用示波器來加以測量——你就可以不必管它，接下去，你可試行去了解，由這種“方磚”所砌成的電路“方塊”所擔任的工作、及整塊方塊在系統中的地位。

祇有在你發現這一塊“方磚”輸出波形的形狀及振幅，已變成其他形狀，而不再是方波時，才須考慮到“方磚”本身內部電路的問題。

目前，對於現代電子工程上所應用的許多基本“方磚”電路，無人（無論有才識或有經驗）能夠將其詳細工作情形，全部記於腦海之中。其實所有

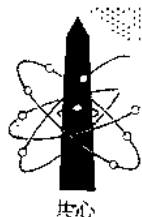
編纂本叢書之目的（續）

這些電路，很自然地已形成了一系列“家族集團”；一旦你確切了解任一集團基本電路（如你高興，可稱之為“家長”）的工作方法及目的後，要想從一高級設備，極為複雜的電路中，指認已成為其一部份之家族成員電路，比你想像的要容易多了。

這些“家長”電路，在本叢書中，已全部網羅，並按其設計擔任工作之性質，加以分組，其中有三十幾種最常用的電路並附有插圖及說明，這些選出來的電路，均係電子技術人員，在其工作經歷中，常常碰到的。因此，應該盡可能將之認識清楚，並了解其工作原理。後面各單元講解的方式是先將其理論電路連同所產生之波形一併繪出，然後才分析工作方法，最後再舉幾個典型電路之實際應用作為範例。有很多情況中，討論的電路，可能會真空式及電晶體式，兩者同時出現。

大部份電路均係採用電子工程各部門一例如，遠距離通信，雷達，電視，計算機及資料處理系統，導向武器，醫藥，太空研究及自動機械和其他控制系統一中通常應用的方法，予以分析。無論何時，如所碰到的是僅限作某種應用之特殊電路—無論何時，僅使用於某一設備，設為雷達，及尚未被使用之電路—將會事先向你提示。一般說來，所有適合於你的電路，無論是興趣使然，抑為職業需要，都可當成你作為一個電子技術人員的基礎。

再者，希望這兩本手冊成為使你感到方便，且變得更有經驗的參考叢書。祇要你需要，隨時都可以翻閱它。



一本插圖新穎之基本電子電路字典

圖二

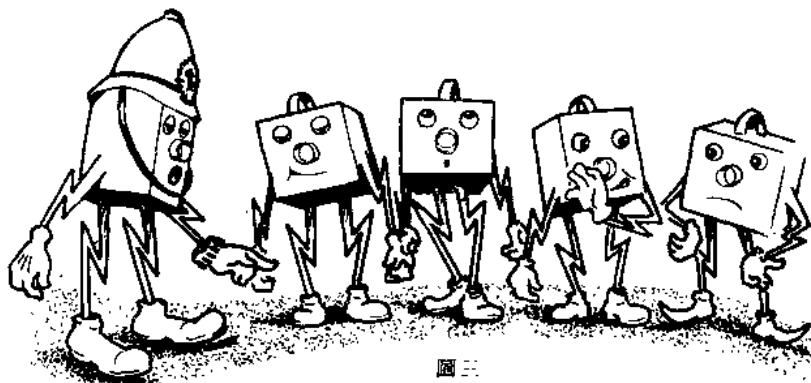
這並非是建議你，現在就坐下來將整部叢書從頭到尾，把它讀完，而是希望你，在前面電路還沒有記熟以前，決不要開始一個新的電路。你如想了解所有電路的“訣竅”一如其設計之目的，梗概及用途—這確是一部值得仔細閱讀的叢書。至於有關電路的細節，似不必強記；因為，你在從事電子技術人員工作期間，祇要隨時保有基本電子電路叢書，將會使你對電路詳細原理及實用的記憶，保持清新，任何時刻均無忘記之虞。

基本電子學 第一冊編纂計劃

要了解本叢書第一冊的編纂計劃，得從基本電子學留下的一些“未完成的工作”—一些使你成功地向前發展以前必需了解，而在早期課文中尚未全部包括的事情—開始談起。

叢書第一冊因此分成了兩種明顯的範圍。第一部份，緊跟著簡介後面，包含有八節，以配合這一基本背景。其中大部都是從你曾經完成的課業中，摘錄下來以供複習者，但有些部份將介紹一些新面孔及新觀念。

第一冊的第二部份，開始所謂“電路識別檢閱”—一些實際使用的新奇電子記憶電路，均將逐漸詳加解釋。



圖三

在第一冊的其餘部份中，就要談到基本電子電路的頭四個“家族集團”了。

當你讀到叢書的“字典”部份時，你將發現，所有的解釋較諸在基本電學及基本電子學中，更加詳盡。同時，有關電路的詳細工作情形，比你所期望知道的更多。

4 圖解基本電子電路（上冊）

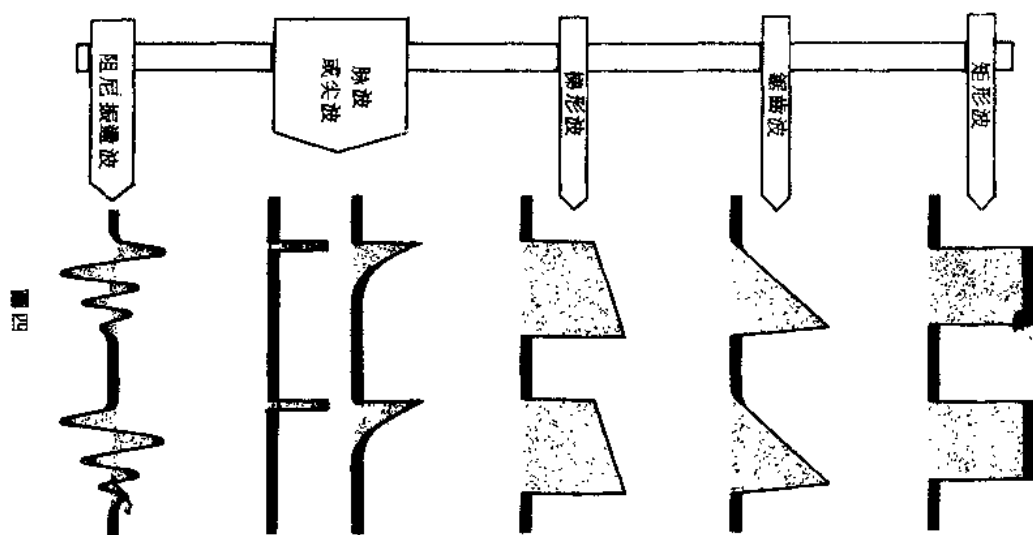
這種審慎的安排，是要使你獲得一種經常的連續測驗，以幫助你了解你自己的“成長”（用電子學的說法）速度，是否達到了應達之標準。假如你發覺對某一特殊動作循環之細節未能完全領悟，應將之當作須再加油的一種警告。盡你的可能，將這一特殊動作設法領悟，如果無法辦到一再回頭重來一次。

實習使事情更為完善，電子學亦不例外；從實習的觀點，你應能夠達到無須解釋而能“閱讀”電路圖。當你能通曉一極複雜裝備之電路圖時，亦即除電路圖本身各重要零件的數值註釋外，無須思索，就能全部了解，到達這種程度，你方始能算是精通電子學語言。

第二章 波 形

一個波形，可以解釋為“當連續時間面段內測量電路中某一點時，該點電流或電壓振幅變化之圖解”。

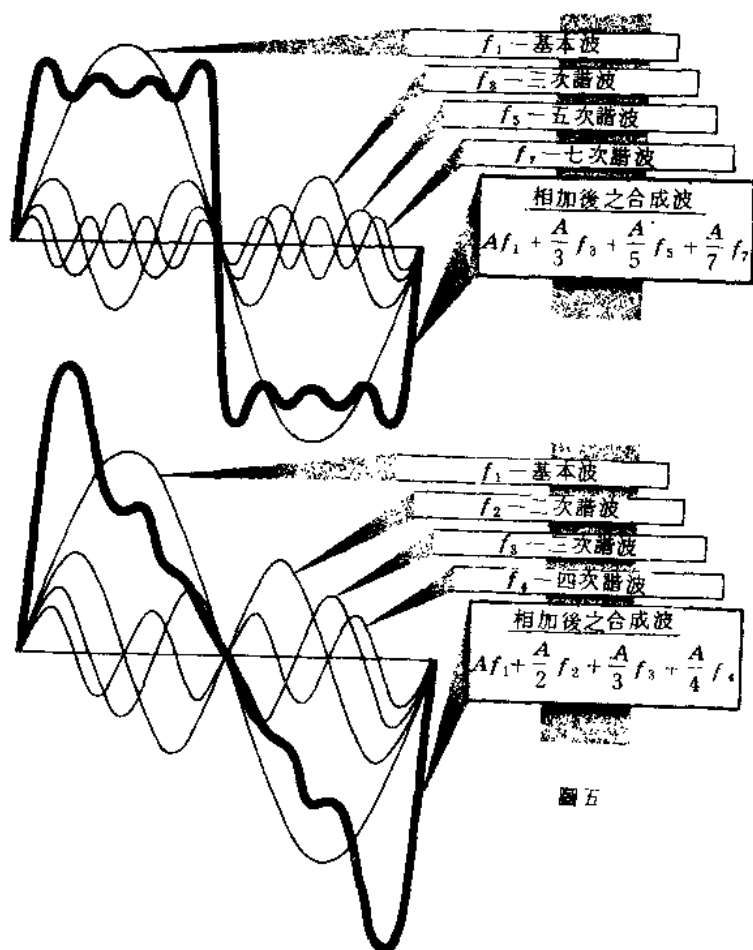
在讀基本電子學時，你曾遇到很多不同形狀的波形。現在是向你說明這些形波，最恰當的時機了。



波形（續）

任何形狀非簡諧變化的波形，均可視作兩個或兩個以上純正弦波相加在一起的合成波。

想知道許多正弦波相加後得出何種波形，可參閱下圖。此係顯示兩種不同的波形和組成這兩種波形的正弦波。



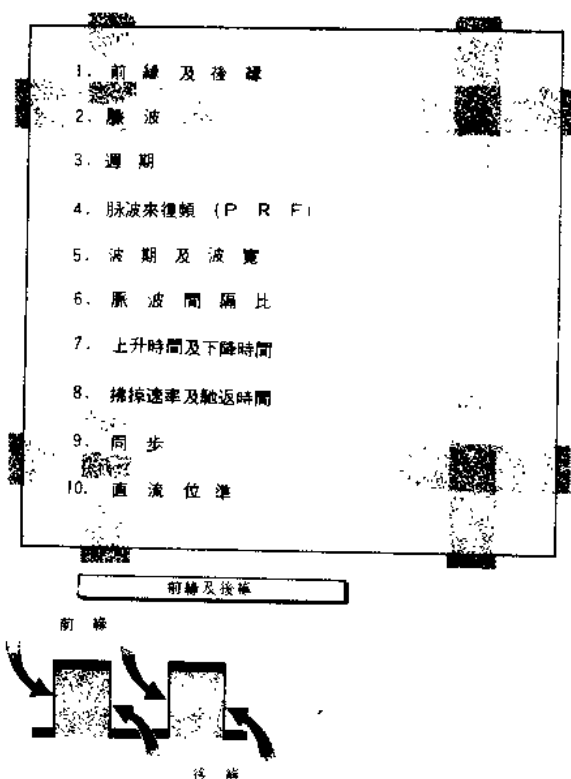
圖五

波形（續）

上圖粗線所示為矩形波，和基本波相加之奇次諧波愈多，波形愈接近矩形。如加於基本波之諧波振幅（圖中的 A ）和相位關係愈正確，合成之波形亦愈接近矩形。下面係鋸齒波，此種波形是由正確振幅及相位關係之偶次及奇次諧波，和基本波相加在一起的合成波形。

無論波形是屬於那一種形狀，你都會聽到一些用以描述它們的名詞，這些名詞的意義，並不都經常是直接而明顯的。

如果你看看下表所列，對你記憶這類名詞，將有所幫助（同時可免除後來每講到一新名詞時，再臨時介紹的麻煩）：



圖八

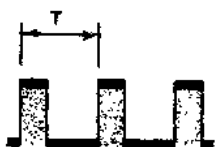
波形（續）

脉 波



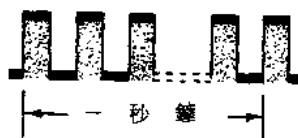
熟記這兩個名詞最容易的方法，是參閱左圖，圖中箭頭清楚地指出名詞所指部位，仔細注意前後緣的位置。就時間順序，前緣在先，後緣在後。

週 期



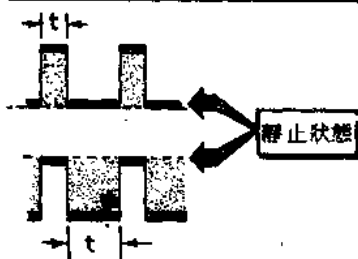
凡非真正正弦波之波形，均可稱為“脉波”及“成為脉波”。但脉波一詞通常係指矩形波而言。矩形脉波，從左圖看，它並非方形，但常稱為“方形”脉波。

脉波來復頻（PRF）



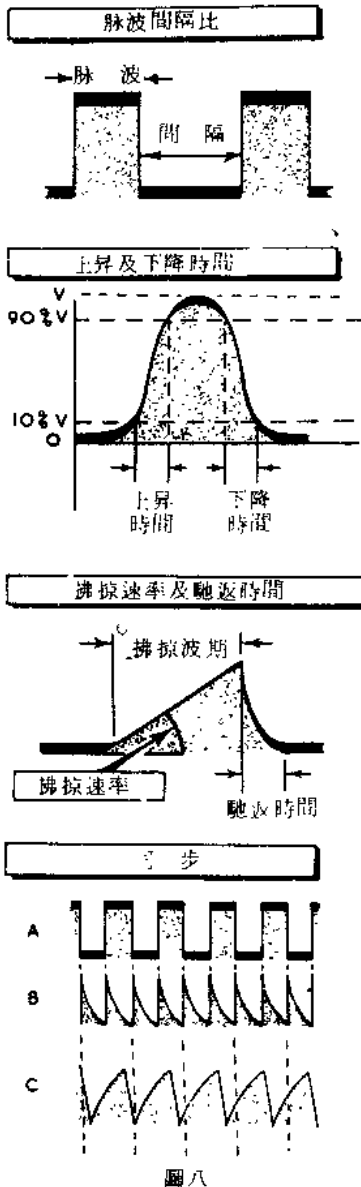
“週期”是指完成整週波形所需之時間（左圖中的 T ）。係度量先後兩週對應點間之時間，以時間單位計算之（如秒，毫秒或微秒）。

波期（或波寬）



“脉波來復頻”一詞，是指波形圖每秒的次數。係以每秒若干脉波（PPS）或每秒若干週（CPS）度量之。

波形 (續)



圖八

“波期”或“波寬”係指每一週中，波形越出靜止狀態時間的長度。亦以時間單位度量之（如秒、毫秒或微秒）。

這一名詞是用以表示，任何特定週期之波期，和波形耗於穩定狀態時間之間的關係者。

$$\frac{\text{波期}}{\text{穩定狀態所耗時間}} = \frac{\text{脈波寬度}}{\text{間隔寬度}}$$

“上昇時間”是指波形從前緣，相當於其最大振幅 10 % 處，上昇至前緣，相當於其最大振幅 90 % 處，所花之時間。

“下降時間”是指波形從後緣，相當於其最大振幅 90 % 處，下降至後緣，相當於其最大振幅 10 % 處，所花之時間。

“拂掠速率及馳返時間”兩詞專指鋸齒波而言。

“拂掠速率”是每一次拂掠時，電壓或電流昇降的速率。用每秒伏特或安培數度量之。

“馳返時間”是每一次拂掠完畢，電壓或電流回至原位準，俾開始第二次拂掠所需之時間。

當兩個或以上之波形，具有相同週期，或它們的週期，彼此成為整倍數時，即稱為“同步”。

當波形同步或彼此有一固定關係時謂之“鎖定”。

左圖中波形 B 為波形 A 所鎖定，波形 C 和波形 A 即不同步。