

科學圖書大庫

圖解電子學(三)

電 子 管

譯者 朱堯倫 校閱 王善爲

徐氏基金會出版

科學圖書大庫

圖解電子學(三)

電 子 管

譯者 朱堯倫 校閱 王善爲

徐氏基金會出版

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 林碧銓 科學圖書編譯委員會編譯委員

版權所有

不許翻印

中華民國六十四年六月三十日再版

圖解電子學(三)

電 子 管

基本定價 1.60

譯者 朱堯倫
校閱 王善爲 中國廣播公司總工程師

(63)局版臺業字第0116號

出版者 財團法人臺北市徐氏基金會 臺北市郵政信箱53-2號 電話 7813686 7815250 號
發行者 財團法人臺北市徐氏基金會 郵政劃撥賬戶第15795號
承印者 光達印製廠有限公司

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，今多已成爲事實。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，允爲社會、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，促進民生樂利。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，乃再邀承國內外權威學者，設置科學圖書編譯委員會，主持「科學圖書大庫」編譯事宜。主任委員徐銘信氏爲監修人，編譯委員林碧鐸氏爲編輯人，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；分爲叢書，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

II

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，毅然白公私兩忙中，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，旋即出書，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！

譯 名 依 據

- 一、 電視廣播無線電台工程技術及設備標準規範
交通部五八年四月廿三日交郵 58,04,11109 號令公佈
- 二、 調頻廣播無線電台工程技術及設備標準規範
交通部五七年四月廿四日交郵 57,04,1022 號令公佈
- 三、 電機工程名詞
教育部五一年四月五日台 51 高 4403 號令公佈

譯 序

在過去，要講授某一電路時，把這電路所產生的各種信號同時講授，多少年來這種方法都很令人滿意。可是近幾年來，由於電子技術的突飛猛進，已使這種方法很成問題。新的電路，新的設備，和新的應用，已經引出一種新的情況，就是可用很多種方法，應用或產生同樣一種基本信號。因此，從各種電路或設備中，儘量將信號分門別類，並且從它怎樣載運情報，怎樣與其他信號交互作用等方面加以說明，似乎更為可取。因為這樣，本書第一冊的全部篇幅，都用來介紹電子信號。學者一經瞭解各種電子信號的特性及原理，並且牢記，以這為基礎，便會更加容易解釋各種電路以及全部設備。

本書第二冊的全部篇幅，介紹電子積體的功用，輸入和輸出的關係，以及用積體組成的整體設備和系統。讀者只要閱讀本書第一二冊，便會對全部電子學有清晰的瞭解，和深刻的印象。對於進一步的研習，大有幫助。與電子有關的其他技術工程人員，以及科學技術研究人員，遇到問題時，臨時翻閱，特別省時省力。這種編排方法，很值得技術書籍的編者參考。

本書譯自（ Electronics one-seven ）和圖解電學（ Electricity one-seven ）都由 Harry Mileaf 主編，兩書的編排方法相同，篇幅也很接近。本書原本的編輯和出版，動員了十餘位專家學者，分別完成，所以在每一方面，都別具一格。

圖解電學完稿之日，徐氏基金會函囑續譯本書，並承王善為先生蔡駿康先生審核，張慶篤先生協助，謹致最高的敬意。

譯者 朱堯倫 59.12.28.

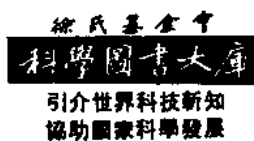
於國立台灣大學醫學院綜合研究館電儀室。

原 序

本書共分七冊，是特別為講授電子學編著的，各冊的層次和組織，都適合研習的程序。每冊都有一定的範圍，可自成一完整內容，也可作為研習以下各冊的基礎。在每一冊中，講授的課題逐步增加，每一課題的處理，都便於為下一課題作準備。每節祇介紹一個個別的課題或概念，每節均有圖說明。這樣處理的結果，講授任何一個課題時，既不是以圖為主，也不是以文為主。而是兩者相互配合。圖不僅是輔助而且是加強本文，所以特別適合於視聽教學。此外，圖上摘錄重點，幫助學者記憶，也便於溫習本文。套色不是為了美觀，而是強調重點，使圖更有意義。

為了講授更合實用，對所有術語均下定義，並隨即介紹，以便學者自行研習。為了講授和研習的方便，每一課題的重要文字，均有顯著的標記。前面各課題的重點，常在後面各課題中重複，以便記憶。每章的末尾，備有摘要和一套適當的複習題，這樣，學者在進行研習本書時，可以自行測定研習的效果。

主編：哈利·米列



發行編號 0407-3

圖解電子學總目

譯序

原序

第一冊	電子信號	1-1 — 1-150
第二冊	電子積體	2-1 — 2-122
第三冊	電子管	3-1 — 3-141
第四冊	半導體裝置	4-1 — 4-118
第五冊	功率供應器與放大器	5-1 — 5-156
第六冊	振盪器、調變器和解調器	6-1 — 6-148
第七冊	輔助電路與天線	7-1 — 7-124
總索引		7-125 — 7-145

圖解電子學 第三冊

目 錄

第一章 電子管的電子放射..... 3-1

- 3-1-1. 電子管的用途..... 3-1
- 3-1-2. 電子管的早期歷史..... 3-2
- 3-1-3. 電子放射..... 3-3
- 3-1-4. 光電放射..... 3-4
- 3-1-5. 二次放射..... 3-5
- 3-1-6. 冷陰極放射..... 3-6
- 3-1-7. 熱離子放射..... 3-7
- 3-1-8. 直熱式陰極..... 3-8
- 3-1-9. 傍熱式陰極..... 3-9
- 3-1-10. 加熱氣的定額..... 3-10
- 3-1-11. 加熱氣的接法(並聯)..... 3-10
- 3-1-12. 加熱氣的接法(串聯)..... 3-12
- 3-1-13. 空間電荷的產生..... 3-13
- 3-1-14. 摘要..... 3-14

第二章 兩極管..... 3-16

- 3-2-15. 兩極管的導電..... 3-16
- 3-2-16. 兩極管的停止導電..... 3-17
- 3-2-17. 兩極管的控制導電..... 3-18
- 3-2-18. 兩極管典型的 $E_p - I_p$ 曲線..... 3-19
- 3-2-19. $E_p - I_p$ 曲線的分析..... 3-20
- 3-2-20. 地..... 3-20
- 3-2-21. 兩極管的直流屏阻..... 3-21
- 3-2-22. 兩極管的交流屏阻..... 3-22
- 3-2-23. 交流屏阻的計算..... 3-23
- 3-2-24. 兩極管的負載..... 3-24

3-2-25.	兩極管的動態特性曲線	3-25
3-2-26.	兩極管整流器	3-26
3-2-27.	影響兩極管屏流的因素	3-27
3-2-28.	兩極管偏壓對屏流的影響	3-28
3-2-29.	摘要	3-29

第三章 三極管 (一).....3-31

3-3-30.	三極管的需要	3-31
3-3-31.	三極管的構造	3-32
3-3-32.	三極管的偏壓(-)	3-33
3-3-33.	三極管的偏壓(+)	3-34
3-3-34.	零偏壓的效應	3-35
3-3-35.	負偏壓的效應	3-36
3-3-36.	正偏壓的效應	3-37
3-3-37.	摘要	3-37

第四章 三極管 (二).....3-39

3-4-38.	有負載電阻的三極管電路	3-39
3-4-39.	屏路電壓	3-40
3-4-40.	d - c 屏流的效應	3-41
3-4-41.	變化屏流的效應	3-41
3-4-42.	變化屏流的效應舉例	3-42
3-4-43.	d - c 信號電壓的效應	3-43
3-4-44.	a - c 信號電壓的效應	3-44
3-4-45.	三極管的波形	3-46
3-4-46.	三極管的輸出電壓	3-47
3-4-47.	三極管的增益	3-48
3-4-48.	摘要	3-49

第五章 三極管的動作.....3-50

3-5-49.	動作條件的建立	3-50
3-5-50.	三極管的負載電阻	3-51
3-5-51.	三極管的B + 電壓	3-52

3-5-52.	三極管的偏壓	3-53
3-5-53.	三極管的A類動作	3-54
3-5-54.	三極管的B類動作	3-55
3-5-55.	三極管的AB類動作	3-56
3-5-56.	三極管的C類動作	3-57
3-5-57.	摘要	3-58

第六章 三極管的特性曲線與常數 3-60

3-6-58.	三極管的特性曲線	3-60
3-6-59.	柵系曲線(一)	3-61
3-6-60.	柵系曲線(二)	3-62
3-6-61.	屏系曲線	3-63
3-6-62.	電子管常數的意義	3-64
3-6-63.	放大因素	3-64
3-6-64.	從屏系曲線求放大因數	3-65
3-6-65.	屏阻的求法	3-66
3-6-66.	從屏系曲線求交流屏阻	3-67
3-6-67.	跨導	3-68
3-6-68.	從屏系曲線求跨導	3-69
3-6-69.	電子管各常數間的關係	3-70
3-6-70.	摘要	3-71

第七章 負載線和偏壓 3-73

3-7-71.	負載線的意義	3-73
3-7-72.	負載線的用途	3-74
3-7-73.	偏壓的供應方法	3-75
3-7-74.	固定偏壓	3-76
3-7-75.	陰極偏壓(一)	3-77
3-7-76.	陰極偏壓(二)	3-78
3-7-77.	柵漏偏壓(並聯)	3-79
3-7-78.	柵漏偏壓(串聯)	3-80
3-7-79.	接觸偏壓	3-81
3-7-80.	混合偏壓	3-82

3-7-81. 摘要	3-83
------------	------

第八章 耦合.....3-85

3-8-82. 耦合的方法	3-85
3-8-83. 直接耦合	3-86
3-8-84. 電阻 電容耦合	3-87
3-8-85. 阻抗耦合	3-88
3-8-86. 變壓器耦合	3-89
3-8-87. 調諧耦合	3-90
3-8-88. 摘要	3-91

第九章 電路條件，四極管.....3-93

3-9-89. 信號源與負載的阻抗關係	3-93
3-9-90. 阻抗匹配的意義	3-94
3-9-91. 阻抗匹配的方法	3-95
3-9-92. 去耦合	3-96
3-9-93. 頻率響應的意義	3-97
3-9-94. 影響頻率響應的因素	3-98
3-9-95. 信號的相位關係（陰極接地式）	3-99
3-9-96. 信號的相位關係（柵極接地式）	3-100
3-9-97. 信號的相位關係（屏極接地式）	3-100
3-9-98. 屏極接地電路（陰極耦合器）的特點	3-101
3-9-99. 極際電容量	3-102
3-9-100. 四極管的構造	3-103
3-9-101. 策柵極的動作	3-104
3-9-102. 四極管的特性(一)	3-105
3-9-103. 四極管的特性(二)	3-106
3-9-104. 摘要	3-107

第十章 五極管.....3-109

3-10-105. 五極管的構造	3-109
3-10-106. 遏止柵極	3-110
3-10-107. 五極管的靜態特性曲線	3-111

3-10-108.	五極管的常數	3-112
3-10-109.	五極管動態轉移特性(一)	3-113
3-10-110.	五極管動態轉移特性(二)	3-114
3-10-111.	束射功率管的功用	3-115
3-10-112.	束射功率管的動作	3-116
3-10-113.	可變放大因數五極管的功用	3-117
3-10-114.	可變放大因數五極管的構造	3-118
3-10-115.	可變放大因數五極管的動作	3-118
3-10-116.	摘要	3-120

第十一章 其他電子管(一)..... 3-121

3-11-117.	複合管和多極管	3-121
3-11-118.	充氣管	3-122
3-11-119.	充氣管的電壓電流關係	3-123
3-11-120.	冷陰極充氣兩極管	3-124
3-11-121.	熱陰極充氣兩極管	3-125
3-11-122.	閘流管	3-126
3-11-123.	光電管	3-127
3-11-124.	光電倍增管	3-127
3-11-125.	摘要	3-129

第十二章 其他電子管(二)..... 3-131

3-12-126.	電子射線顯示管(調諧顯示管)	3-131
3-12-127.	陰極射線管(一)	3-132
3-12-128.	陰極射線管(二)	3-133
3-12-129.	UHF與微波管	3-134
3-12-130.	磁控電子管	3-135
3-12-131.	電子調速管	3-135
3-12-132.	行波管	3-137
3-12-133.	管座	3-138
3-12-134.	電子管的標號	3-139
3-12-135.	電子管手冊的用途	3-138
3-12-136.	摘要	3-140

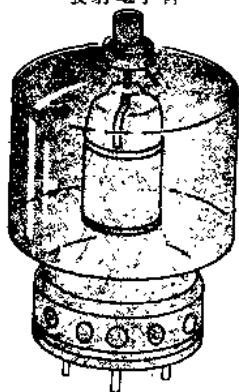
第一章 電子管的電子放射

3-1-1. 電子管的用途

在第一第二兩冊中，大家研習過怎樣使用電子信號，來處理和傳輸各種各樣的情報。無線電、電視、雷達，和電話等，是產生和控制電子信號的幾種重要的應用。在這一冊中所介紹的，是電子學中最重要的裝置，叫做電子管（electron tube）。在電晶體（transistor）發展成功以前，它是能夠放大電子信號的惟一裝置。

電子管有各種形狀和大小，最普通的分類是發射管和接收管。

發射電子管



接收電子管



因為發射管必須處理很大的電功率，所以它比接收管大得很多。

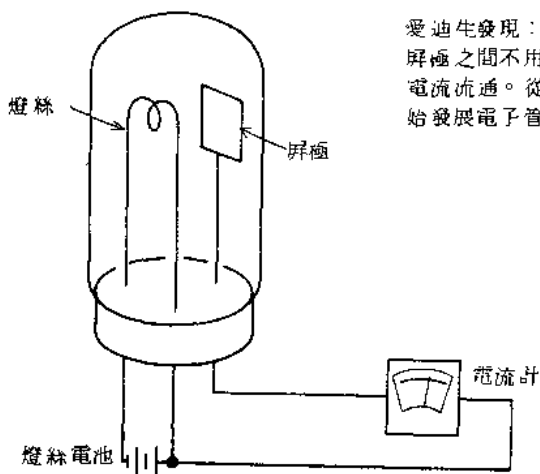
顧名思義，接收管是用在接收設備中，可是實際上，它是用在大多數的低功率設備中。

電子管除了有放大的功用以外，它的整流，振盪，調變，和波形改變等功用也同樣重要。假如電子管不能經濟有效地完成這些功用，便不會有今日的通信，工業設備，和科學研究。因此，電子管的發展和廣泛應用，已經達到空前絕後的巔峰狀態。

在許多應用中，電子管已由電晶體補充，或由電晶體代替。然而，在目

前，或許在未來的多少年，電子管仍然是電子學中最重要的一類裝置。

3-1-2. 電子管的早期歷史



愛迪生發現：熱燈絲和帶正電的屏極之間不用實線連接，也會有電流通過。從這時候起，便已開始發展電子管。

電子管的初步發展，是在十九世紀的末期。湯姆斯·愛迪生 (Thomas Edison) 在實驗新發明的白熾燈 (incandescent lamp) 時，發現另外一種效應。他在燈泡中加上第二電極，叫做屏極 (plate)，供給燈絲 (filament) 電壓。再將電流計連接在燈絲的正導線和屏極導線上，電流計便有電流顯示。燈泡內的屏極和燈絲並無實線連接，也能發生電流，因為電流在一斷路 (open circuit) 中流通，愛迪生不能說明這種現象，於是將它叫做愛迪生效應 (Edison effect)。

許多年後，英國科學家湯姆生 (J. J. Thomson) 發表了物質的電子學說 (electron theory of matter)，才對愛迪生效應有合理的說明。這學說在本質上說明燈泡裏面的燈絲受熱以後，放射電子；屏極有正電位，吸引電子。

英國科學家弗來明 (J. A. Fleming) 根據這種早期的實驗和理論上的工作，發展一種實用電子管，有些像愛迪生的實驗裝置。弗來明將這種電子管命名為 Valve，這字的本義是活門，目前英國人還用這種名詞稱電子管。電子管的放大，是種最重要的特性，它的發明還沒有多少年。美國發明家福勒