

電 子 管

蘇聯 E. A. 列維欽 著

人 民 郵 電 出 版 社

目 錄

前 言	(1)
電子是什麼	(8)
自由電子的獲得	(17)
陰極	(22)
電子流的控制	(29)
電子管	(38)
二極管	(38)
三極管	(55)
三極管的參數	(63)
三極管的應用	(69)
四極管和五極管	(73)
六極管、七極管和八極管	(87)
複合管	(90)
電子管的構造	(93)
特高頻用的電子管	(99)
光電管	(108)
電子射線管	(114)
結束語	(123)

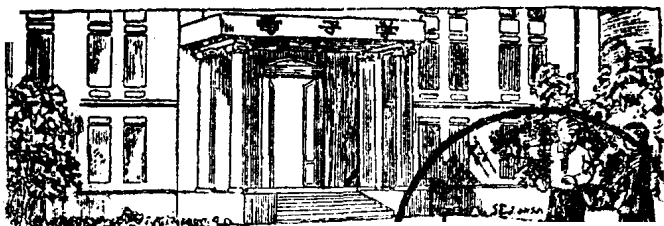


圖 1 來！讓我們帶着這本書走進電子學的頭門

前 言

最近二十年來，在書刊上越來越頻繁地遇到“電子學”這個名稱。我們開始用這個名稱來稱呼科學技術中的一個新的部門。這個部門是無線電技術的產物，它發展得非常迅速。今天，電子學已經成為一個非常重要的知識部門，而且它的作用和重要性也正在不斷地增長。電子學本身的發展對其他科學技術部門的發展有着巨大的影響，促使這些部門迅速地前進。

電子學是什麼呢？

電子學是電工學——研究和利用各種各樣電氣現象的科學——的一部分。現在被稱為電子學的這一部分電工學，可以說就是研究和利用在導體外面——在真空中、在充滿某種氣體的空間，以及半導體中傳播的電荷流的科學。

按照這個定義，屬於電子器件的主要是這樣一些器件，在這些器件裡面，雖然導體的電路在一個地方斷開

* 本書所有圖註都是由譯文的編者加的。

了，但电荷也能克服两个导体之间的空间，它们可以在真空或气体中运动，而且在行进的路径上并不会遇到象在导体中运动时所受到的障碍。此外，电子器件中在导体以外移动的电荷流，大都是用一定的方法产生和控制着的。

电子和其他荷电基本粒子的质量非常小，几乎在所有的情况下都可以忽视不计而把这些电荷看作在实际上是没有质量的，这种情况具有极大的意义。正因为如此，我们就可以把某些电子器件用作为没有惯性的继电器。借助于它们就可以解决用任何其他的方法所不能解决的问题。例如，这种电子继电器能够将很弱的电振荡

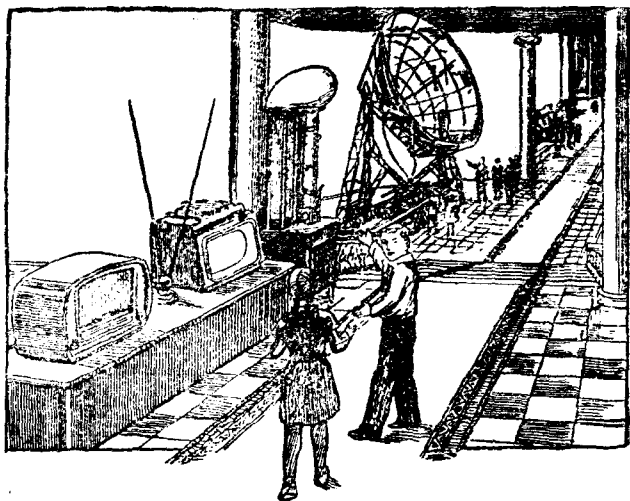


圖 2 看！这个奇妙的大廳！

放大几百万倍。

假如沒有电子器件，就不会有現代的无线电通信、电视、雷达等这些个驚人的技术上的成就。电子器件使我們能够制出最准确的測量設備、能够發送信号到月球上去、能够鑽到極微小世界的深处去觀看分子、能够开始用电子望遠鏡去研究宇宙……等等。要想举出一个与电子学和电子器件沒有直接或間接关系的現代科学技术部門是很困难的。

大約从本世紀初开始，电子学才成为一个独立的技術部門。但是，归根結底是促成电子学發生和發展的那些工作、創造和發明，却可以一直追溯到整整一百年以前。在这些准备工作和电子学的直接發展工作中，很大一部分成就都屬於俄國的科学家們。

第一个可以記入电子学歷史的發明，是十八世紀末

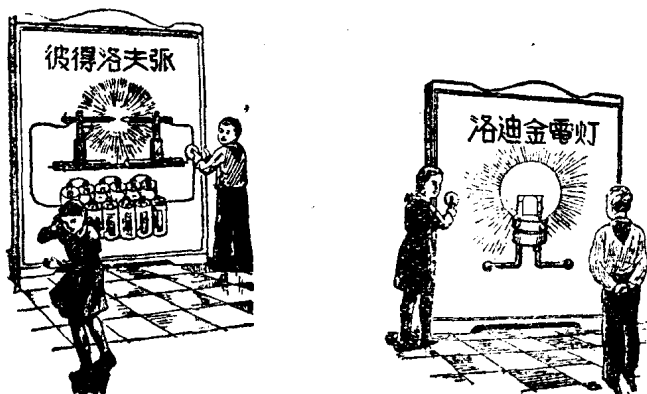


圖 3 彼得洛夫弧和洛迪金電灯

十九世紀初的一個發明。1802年，物理學教授B·B·彼得洛夫教授在實驗他所造的巨大的伽凡尼電池組時，得到了電弧。用以獲得電弧的儀器是第一具那樣的電學儀器，在這種儀器裏面，電導在導體間空間中的轉移，不是以偶然的、短促的火花的形式，而是作為經常的工作過程來實現和利用的。

1872年A·H·洛迪金發明了白熾電燈，1895年A·C·波波夫發明了無線電，這些都是在電子學有史以前的最重大的事件。無線電工技術的發展對電子儀器的製造是一個直接的刺激，而電燈的製造則是電子技術得以發展的物質基礎。

美國的發明家T·愛迪生在電子學的歷史上也起了一定的作用。他在1883年用白熾燈做實驗時，偶然地注意到：假如在電燈中焊上一塊金屬板，並且將電池組的正極與這塊板連接起來，而將負極與燈絲連接起來，然後加熱燈絲，那麼就會有電流流過燈絲和金屬板之間的空間（這個空間實質上是真空的）。愛迪生記述了這個現象，並取得了它的專利權，但是他並沒有能解釋這種現象的本質，沒有能使這種現象得到實際應用。

1888年在電子學的歷史上有一件極其重要的事件。莫斯科大學的教授A·Γ·斯托列托夫發現了外光電效應的現象。他深刻地研究了這個現象，並且定出了它的基本規律。

斯托列托夫還做出了第一只光電管。他的發現和工作，為今日的“電眼”——即現在非常流行的電子器件光

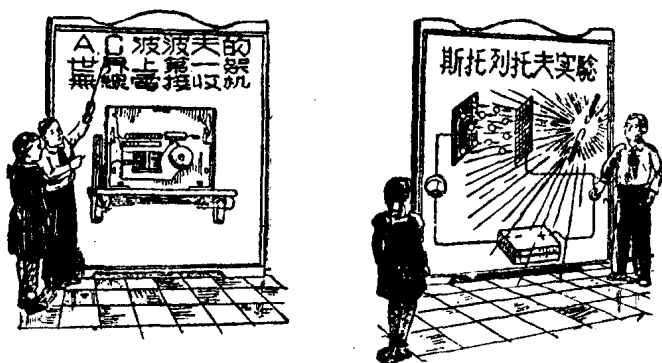


圖 4 波波夫的第一架收音机和斯托列托夫实验

电管的制造提供了基础，而且使电视、有声电影、传真电报、自动装置等重要技术部门得到发展。

在电子学的奠基者中，还应该举出弗列明和李·德—福列斯特的名字。弗列明首先应用具有两个电极的电子管来作无线电接收（用作检波器），而李·德—福列斯特则在电子管中加了一个栅极，因而从根本上改良了电子管。

在电子学和电子仪器以后的发展中（这时，电子学已经成为了一个新的技术部门），苏维埃学者们起着巨大的作用，而在许多情形下，则是起着主导的作用。我们最著名的无线电专家之

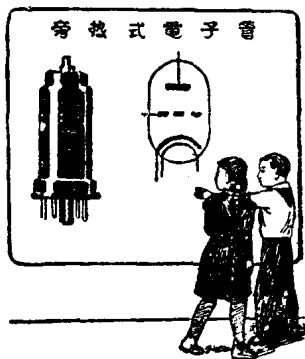


圖 5 这是个旁热式电子管

一, *M. A. 蓬奇—布魯也維奇* 在这方面作了很多極有成效的研究。例如, 在無線電發射機水冷強力振盪管的制造上, 他佔有着世界的優先地位。由 *A. A. 切尔內舍夫* 教授所提出的旁熱式陰極裝置的設計, 已經在所有各个國家得到了应用。引用了旁熱式陰極, 就从根本上解决了帶有电子管的机器 (特別是無線電接收机) 的經濟而又方便的供电的問題, 即从照明交流市电中取得电能。

特高頻專用电子管的發明对电子学和无綫电技术的發展有着極大的意义。这些电子管就是, 由 *M. A. 蓬奇—布魯也維奇* 提出設計而由 *H. Φ. 阿列克謝耶夫* 和 *A. E. 馬里雅諾夫* 實現的磁控管, *B. Φ. 柯瓦連科* 制造的反射式速調管。磁控管和速調管現在是无綫电技术中一个新的領域——特高頻技术中最主要的电子管。

我們的科学家們在可以称为光电子学的这个电子学部門中也作出了非常有价值的貢獻。俄羅斯的科学家

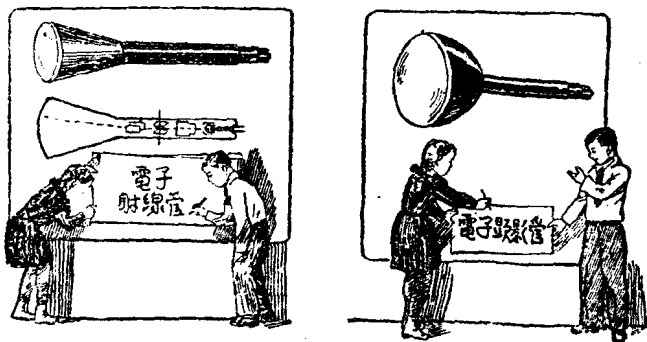


圖 6 这是电子射線管, 这呢? 是电子顯影管

Л. Н. 曼捷爾施塔穆奠定了這一科學部門的基礎，他提議在電子射綫管中應用時間掃描裝置，而在管的屏上觀察迅速的電過程的軌跡。電子示波器便是在這種思想的基礎上製出的，這種示波器在現代的測量技術上的作用是無法估計的。1907年，我們的另外一位科學家 Б. Л. 羅津格提議將電子射綫管應用到電視上去，而在1911年，他已在電子射綫管的屏上複映了接收到的簡單圖像。

現已得到廣泛應用的電子儀器的樣式和數目是非常多的。本書是電子學的一個簡短的概述，書中主要是討論無線電愛好者和無線電聽眾最熟悉的一些電子管和一些電子學基本原理。

電子是什麼？

電子學的主要內容是研究如何利用在導體外運動的電子流（有時是其他基本微粒的電荷流）。

那麼什麼是電子呢？

現在的科學已經確定，物質具有原子的結構。原子是非常小的，它的直徑約等於一萬萬分之一公分（ 10^{-8} cm.）。雖然原子是這樣的小，但它的結構卻是相當複雜的。

在原子的中心有一個核，原子的質量幾乎全部都集中在核裏面。核是由兩種質點——質子和中子組成的，但氫這個最輕的元素是一個例外，它的核中只有一個質子。按重量來說排在氫後面的元素氦，它的核由兩個質子和兩個中子構成。組成原子核的微粒以極大的核內引力來保持相互靠近。

原子核無論在什麼化學反應中都不會起變化。正是原子核決定了物質的類別；有一種化學元素，就有一個完全確定的原子核。

質子和中子在電性方面是不一樣的。質子具有一個基本電荷，也就是可能有的最小的正電荷，它的數值等於 1.6×10^{-19} 庫侖。中子不帶任何電荷，它所以叫做“中子”，就是因為它在電氣上是呈中性的。

由此可見，原子核的電荷決定於核中所有質子的數

目。假如核由一個質子組成（氫核），那麼它的電荷等於+1，如果在核裏面有兩個質子，那麼它的電荷都將是+2，如此類推。核的重量則決定於它所有的質子和中子的總數。既然核中所有電荷數目決定於它所有的質子數目，而重量決定於質子和中子的數目，那麼，知道了核的電荷和重量，就可以決定在核中有多少個質子和多少個中子。

在核的外面，像行星一樣地繞行着一些最小的微粒——**電子**，形成了原子特有的電子“殼層”，它可以有好

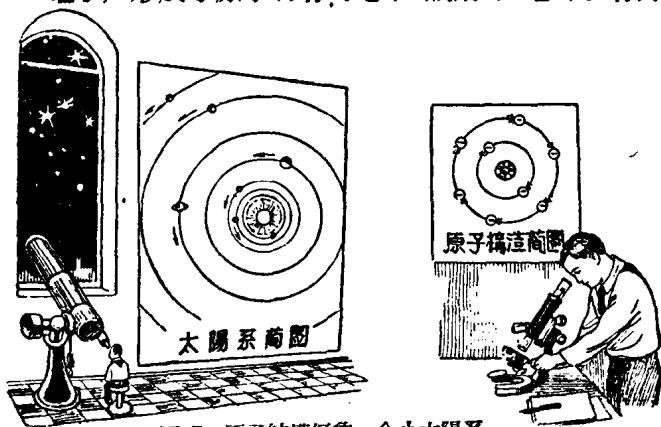


圖 7 原子結構好象一个小太陽系

幾層。每個電子都帶有一個基本電荷，電荷的大小等於質子的電荷，但是具有負號。因此，電子是可能有的最小負電荷和可能有的最小電量。

電子的電荷等於 1.6×10^{-19} 庫侖，它的質量等於 9.1×10^{-28} 克，它的直徑大約是 10^{-12} 公厘。質子和中

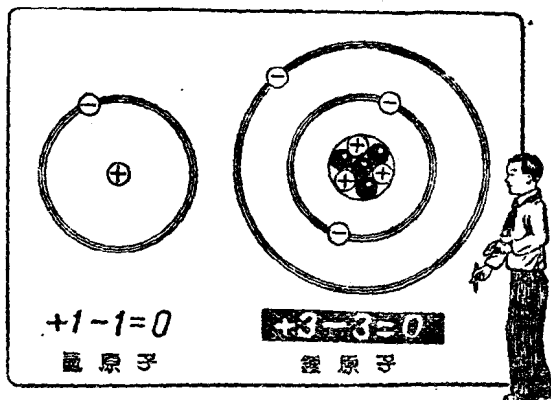


圖 8 氫原子和氦原子的結構

子的質量都是電子質量的1840倍。

④ 原子核周圍所有電子的數目，等於這個核中所有的質子的數目。例如，氫原子核由一個質子構成，因此在氫原子中有一個電子。氦核由兩個質子和兩個中子組成，因此在氦原子的電子殼層中有着兩個電子，依此類推。每個原子本身在電氣上是呈中性的，因為它核中的正電荷完全被核周圍的電子的負電荷所平衡。因為質子和中子的質量是電子的1840倍，所以實際上原子全部質量都是集中在核內的，電子的質量只是原子總質量的微不足道的一部分。

電子和原子的聯系並不是絕對不能分開的。在一定的條件下，原子可以失去一個或幾個電子。在失去電子的情況下，整個原子就帶正電，因為它核中的正電荷已經不能被核周圍的電子的負電荷所平衡了。有時，原子

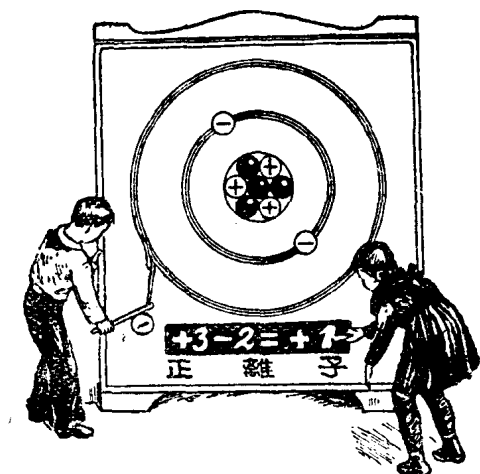


圖 9 缺少一個電子的原子就是正離子

也能從外面捉住幾個多餘的電子，於是原子的電荷便成為負的了，因為原子的電子殼層中所有電子的數目超過了它的核中質子的數目。電子的個數不合定額的原子叫做離子。缺少一個或幾個電子的原子，是正離子；具有過剩的電子的原子，是負離子。

原子的電離是依靠最外一層電子殼層中的電子而發生的。在原子的每一層電子殼層中，電子不能多於一定的數目。例如，在最靠近核的第一層中，電子不能多於 2 個，在第二層中不能多於 8 個，第三層中不能多於 18 個。最外一層中的電子不像內層電子那樣能夠堅固地保持在原子的系統中，它能夠脫離開原子，這樣，原子就變成了正的離子。另一方面，假如原子最外一層中的電子個數比這一層可以有的電子數目少，例如，假如最外層

是第二層，而其中的電子少於8個，那麼在一定的條件下，這樣的原子就能夠捕捉過剩的電子而成爲負離子。

原子的電離可能是由各種不同的原因引起的，很高的溫度，紫外線的作用以及其他的因素，都可以使原子電離。在電子儀器中最常遇到的是因原子與某種基本微粒（如電子）碰撞而生的電離。當電子以很大的速度趨近原子時（同時並不一定要直接接觸），那麼它就能夠從原子中打出去一個或幾個電子，因而使原子電離。在所受打擊的力量較小時，原子不致電離，它所得到的能量就賦予其中的某一個電子，使這個電子移到離核較遠的殼層上。但是這個電子很快就會回到自己原來的殼層上來，而以輻射的形式放出了多餘的能量。當處於最靠近核的幾個殼層中的電子移動時，發生頻率與X射綫相當的電磁波輻射。在電子從離核較遠的殼層出發而移動時，原子就發射出光綫。

在不同的物質中，電子是以不同的牢固程度保持在原子系統內的。金屬的原子特別容易“丟失”電子。金屬的結構是由原子構成的空格子，大量由原子上脫離下來的電子，在這格子的各原子間的空隙裏向各個方向不規則地運動着。這些電子稱爲“自由電子”。電子的不規則的混亂運動的速度決定於金屬的溫度，當溫度升高時，

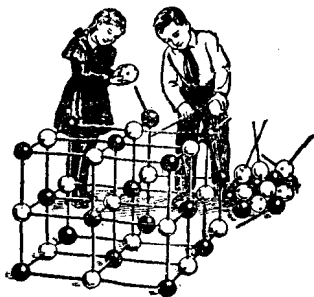


圖 10 金屬的結構是由原子構成的空格子

則地運動着。這些電子稱爲“自由電子”。電子的不規則的混亂運動的速度決定於金屬的溫度，當溫度升高時，

速度就要增加。在任何一塊金屬中，自由电子的数目，恰好能完全平衡正离子的电荷，这些正离子就是电子数目不足“定額”的原子。因此总的說來，这块金屬并不帶电（在电气上是中性的）。

所有的电流現象都是和电荷的移动分不开的，在大多数情形下，这些电荷都是电子或离子。电流就是向一

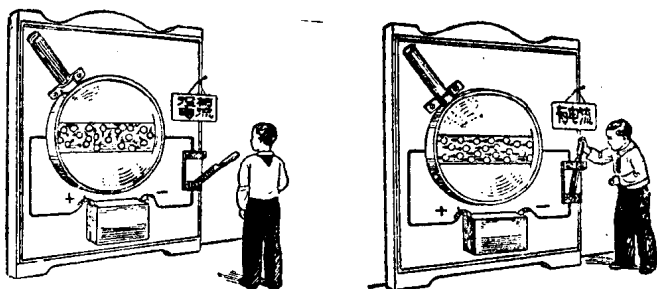


圖 11 电荷規則运动时才能形成电流

定方向运动的电荷流。即使是單个电子或离子的任意移动也都是电流，但是实际上，只有当电荷的运动是規則运动的时候，只有当这个容积中的大多数电荷是向着一定的方向运动的时候，运动着的电荷才具有电流的性質。电荷的混乱的运动，例如电子在金屬中的热运动，不能表现为电流，因为在这种运动的情况下，若有某些电子向某个方向运动，則总有同样数量的电子向相反方向运动。

所有的物質按其电学性質可以分成**導體**和**非導體**兩类。假如这种物質的原子容易失去电子，而且这些自由电子能够在这种物質的内部移动而不受到特別的阻碍，

那麼這種物質就是電流的導體。金屬是良好的導體，在金屬中永遠有着大量的自由電子。

在非導體（電介質）中，實際上沒有自由電子，電子在非導體裏面的運動非常困難。屬於非導體的有玻璃、大理石、雲母等。

在固體中，電流幾乎是只由電子流形成。在液體、氣體和真空中，電流可以由電子流，也可以由離子流形成。

電流的大小決定於1秒鐘內流過導體橫截面的電荷量。因為最小的電荷是電子的電荷，所以電流大小的定義總與沿着導體（或者在導體外面）運動的電子的數量有關。通常以安培作為電流大小（強度）的單位：當電流是1安培時，在1秒鐘內有1庫倫的電量流過導體的橫截面。因為電子的電荷等於 1.6×10^{-19} 庫倫，所以 6.3×10^{18} 個電子才能有1庫倫的電量，因而當電流為1安培時，在1秒鐘內有 6.3×10^{18} 個電子流過導體的橫截面。應該注意，安培的這個定義是在研究電子只沿着導體流動的情況下作出的。既然電子學還必須和在導體外傳播的電荷打交道，那末，導體和導綫這樣的詞就可以用別的詞，例如《通路》來代替，這個詞指的是電荷在其中進行移動的那一部分空間。

電流沿着導綫以光速傳播，它在1秒鐘內“跑過”300,000公里。但是這並不是說形成電流的電子也以這個速度運動。電子在導體中運動得很慢，它的運動速度決定於加於導體兩端的電動勢的大小。在無綫電機器中

實際用到的電壓下，運動速度的大小約為每秒幾公厘。下面的例子將幫助闡明電子運動速度和電流傳播速度（亦即電場沿導綫傳播速度）之間的差別。

我們想像一列很長的士兵縱隊，在這個縱隊的隊尾站着一個指揮官，他發出開始運動的命令。顯然，這一命令將沿着縱隊以聲波的速度傳遞，最靠近指揮官的幾排士兵事實上是立刻就開始運動的，1秒鐘後，站在離指揮官330公尺處的那幾排也開始運動了，其他各排可依此類推。每個士兵都是以每小時4—6公里的速度走着，但各排運動的起始則將沿着縱隊以聲速傳遞，也就是說，每小時約1200公里。

電流的情況大致上也是這樣。電子運動得非常慢，但是使電子運動的“命令”，却以光速傳遞着。

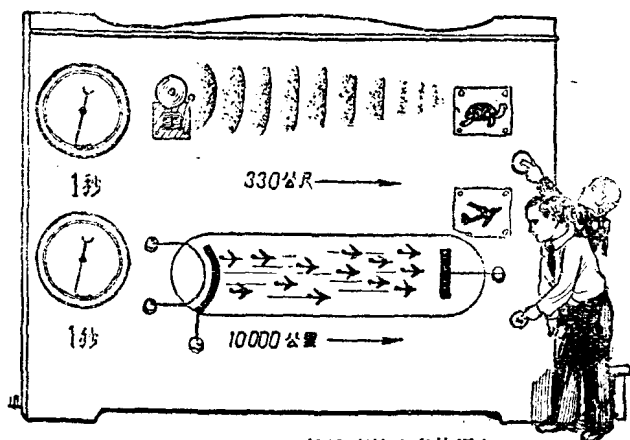


圖 12 电子在真空中的速度比声音快得多