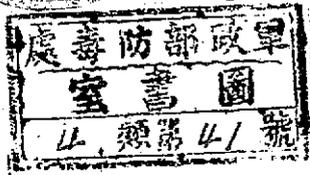


13215

科學知識叢書

科學發明的新階段

何非博士著
王達新摘譯



正中書局印行

目 次

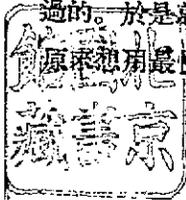
譯者序	1
目錄	1
新式電燈	17
有色照像	26
煤氣與汽油	36
塑體	49
金屬的奇特性質	57
調節空氣	67
科學的開教	77
駭人的思想與可笑的發明	82
走向極端	95
綠皮	105
廉價的動力	109
透霧鏡	122
電器的進步與小型發電設備	132
聲音測量法	136

譯 者 序

這是一本既淺近又有趣的通俗科學讀物。原書是由英國當代科學大家何非博士(Dr. H. Stafford Haffield),在英國國家短波電台(National Short Waves)和帝國短波電台(Empire Short Waves)兩處所作的廣播演詞,彙集起來的。何非博士本人就是一位發明家,在電學上有好幾種重要的發明;所以請他來講現階段的科學發明,可以說是最適宜的。在這些次演講中,有一次柯達公司(Kodak Company)的米士博士(Dr. C. E. K. Mees)曾來參加,講述他本人在現代攝影術上的貢獻和美國人最近發明的有色照像,尤其難得。

去年年底,我到重慶,在一家書店裏偶然看見有這樣一本書——原名是:Inventions and Their Uses in Science Today。草草翻閱一次,覺得非常有趣,就把它買來,帶到這個羣山環抱着的工作地點。在這裏,趁着公餘之暇,纔得在菜油燈下拿來細讀;愈讀愈覺得有趣。其中有好些東西都是從來沒有聽見人談過的。於是就想把它介紹給國人。這書是1940年出版的;我原本想用最快的速度把它譯出來,希望它在當年就能和讀者見

(1)



(南)

面，但是，日期太迫近了，夜間的照明設備又不好，光線不足，工作不能持久，所以這種願望沒有能實現，現在總算是脫稿了，希望它在今年年底能與讀者見面。

我爲什麼這樣急切呢？就是因爲我們現在是一方面在和敵人作戰，一方面在努力建設自己的新國家；這兩種艱鉅的工作，都在急切地期待着科學的發明。這本小書，不僅是報告科學發明的，並且是提倡科學發明，指示研究途徑，鼓勵發明家，愛護發明家的。我相信：它能吸引一般的讀者，使他們有研究科學的興趣；它能鼓勵未來的發明家，使他們有從事發明的勇氣；它能安慰現在的發明家，使他們有奮鬥到底的毅力。所以，我希望它早一些到社會裏去做它的工作，使我國的發明家多起來，大發明多起來。

書中最後一段，談到英國在工業方面漸漸落後的情形，和一般人觀望取巧的心理，簡直好像是給我們中國寫照，希望讀者注意，在這一段裏，著者關於改進專利法的提議尤其值得我們政府的注意和研究。

原稿謄清後，曾經友人郭鏡鵬君抽暇替我校對，關於化學譯名特別熱心替我考訂，使我非常感謝。

譯者 民國三十年四月十五日誌於海空草堂

留聲機

——過去現在與將來——

在現代的各種發明裏，我覺得留聲機實在是一件最新奇最東西。像活動電影那種把戲，用一套小的照片來記錄我們眼睛所見的景物，好像是很新奇似的。然而那些古代的人早已會在他們的住房裏用圖畫來記錄他們的生活了。把那些畫師稍加訓練，然後讓他們給狄士內（Walt Disney）——活動卡通電影的發明者——畫一套影片，也未見得就辦不到吧！但是，留聲機上的聲音記錄就不然了。看上去不過是一張硬質料的平片，上面刻着一條很長的螺旋線。若用顯微鏡來細看，總會發現那線變遷了數着參差不齊的波紋，好像是那刻線的刀沒有裝得牢圖所生的結果似的。就是這種神妙的波紋，便會發出它所記錄的聲音來。使它發音的方法也很簡單：——在一只喇叭的咽喉處裝一張薄的金屬片，金屬片上裝一只銀針，然後使這銀針在聲音記錄上的刻線裏滑動，聲音便發出來了。隨便你多少種樂器和多少位歌詠員在那裏同時演奏，這一條藏着波紋的長線不但能把各個聲音記錄下來，並且還能保留着它們所表出的情調。如果那些演奏者可以便於受感動的話，這長線在發音時



也會有同樣的魔力。試想，同是一篇談話，它的文字記錄和它的聲音記錄要有多大的差別呀！聲音記錄中保留着發言者的語氣和情感，甚至使他心裏所想隱瞞的都隱瞞不下了。我想無論怎樣好的速記術也比不上這條波紋長線的神妙吧！在有聲電影的片子上，照像是印在膠片的中央，照像的旁邊那條黑線便是聲音記錄。在這條黑線裏，很清楚地可以看見有許多波紋隱藏着，和留聲機唱片上的波紋一樣；至於如何使這條黑線發出它所記錄的聲音來，這等到下文談到時便可以明白了。無論是唱片上的或是影片上的聲音記錄，它們上面的波紋線都能將演員聲音中的情感忠實地傳達給全劇院各個聽衆。

聲音到底是什麼，我們很容易想像得出的。假如拿一塊石頭投到平靜的水面上，那水面必現出波紋來向四周散去，這是我們的眼睛所能看得見的。同時，我們的耳朵還能聽得到一種聲音——這聲音便是石頭遇到水時在空氣中所鼓起的波紋。這種空氣波紋，我們的眼睛雖然不能看見（用照像機可以設法攝出），但是我們耳朵裏的薄膜——耳鼓——卻可感受它的振動。這時我們便曉得聽到聲音了。聲音無論是怎樣的複雜，而使它能傳到我們耳朵裏來的，祇有一種東西——空氣。在某一地點，某一時間之內，空氣祇能有一種振動，所以使我們耳鼓所感受到向前後方向的輕微振動也只有一種。因此，每種聲波祇能代表一種聲音。若祇用一種樂器奏出一種聲音時，這樂器便在空

氣中散出一定波長和一定頻率的聲波來。當時我們耳鼓所感受到的振動僅是這一種聲波的效果。倘若同時用兩種樂器奏出兩種聲音，那時我們耳鼓所感受到的振動便是這兩種聲波的總效果。但是，無論有多少樂器同時演奏，每種樂器對於我們的耳鼓都有它自己的效果。總聲波的組成既然是這樣的複雜，所以代表它的波線自然不會是簡單而有規則的，實際的形狀很像有風時的海面——大波之上帶着許多小波。

最奇怪的卻是我們的腦子，它有一種能力可以從那混合的聲音中把每種單純的聲音一一地分辨出來。所以我們能使我們的注意力專集於某一種樂器上；就是它的聲音比其他樂器弱小得很多，我們仍然可以聽得到。

倘若試用一片緊張的薄膜來接受我們耳鼓所受的波動，這薄膜一定能使空氣振動而發出聲音來。留聲機便是這樣發音的。發音時，將鋼針先放在唱片的刻線裏，等到唱片一轉動，那鋼針便受到一種向刻線兩側的推動；這動作由鋼針傳到唱頭裏的金屬片，於是金屬片便能使喇叭裏的空氣發生一種波動，這時我們便聽到聲音了。喇叭的作用是使其中的空氣波得以充分發展而變為強大。沈重的聲音，聲波很長，最長的約有一公尺以上，所以要想發出這種聲音，則所用的喇叭必須有相當的大。

記錄聲音的儀器，老早有人發明了，不過那時沒有人想到利用聲音記錄來再發出聲音。三十多年以前，一個英國人名叫

斯考特(Leo Scott),他曾用一張薄膜張在一個喇叭的咽喉處,在薄膜的面上裝一根很短而很硬的毛髮,使一塊蓋滿黑煙的玻璃很快的由毛髮的尖端擦過。這樣,毛髮便會把玻璃上的黑煙刮下面發出一條很細的線來。如果有人對着喇叭唱詩或奏樂,那毛髮所畫的細線便忽上忽下地成波紋的形狀,因為薄膜受到聲波而振動毛髮,所以能將各種聲波記錄下來。這種儀器,斯考特給它起個名字叫做“聲音自記器”。該器上的喇叭是用來收集各方聲音以傳於薄膜的,其作用很像聾子所戴的助聽器。

在距今三十年以前時候,纔有一個人想出方法使聲音記錄重新發出聲音來。他用的方法好像很笨,但是卻能得到他所希望的結果。我們曉得許多發明常常是這樣成功的。若按上述的方法用毛髮來錄音,當然是愈作得精緻愈好,就是說,那毛髮在玻璃上掃過愈輕愈好,最多也不過像一隻蒼蠅落在睡覺人的鼻尖上那樣輕重幾行吧!

但是,這聲留聲機的發明者愛迪生(Edison)卻不這樣做。他不用煙蓋的玻璃而用錫片,不用毛髮而用鋼針,並且使鋼針在錫片上畫一條很深的刻線。原來的煙蓋玻璃是很快地擦過毛髮的;現在這錫片卻被愛迪生裝在一個轉筒上用手慢慢地轉動。他大聲地對喇叭講話,鋼針受到聲波的振動,便在錫片上畫出一條刻線來。然後他把鋼針放在這記錄的刻線裏,使它順着波紋重新掃過一次,於是喇叭裏便能很輕微而很正確地發出了

原來所記錄的聲音。

有一次我和一位老者談天，他說起他的父親從前是愛迪生的近鄰。愛迪生第一次試驗留聲機得到結果的那天，高興得很，便跑去把他的父親等找了來看那最新的發明。他們六看時，祇見一個薄筒上貼着一片很薄的錫片，錫片上壓着一個唱頭，唱頭上裝着一個小喇叭。愛迪生把薄筒用手慢慢地轉動以後，那喇叭便發出一陣狂笑。那種狂笑對於當時那些虔敬拜神老成持重的人們是極其刺耳的。愛迪生就是這樣的人物——他雖然是一位很偉大的偉人，但是他並不會裝起歷來大偉人的那副嚴肅而死板的「面孔」。這種人類求而不得的東西被他實現以後，對於他實在是一件極其開心的事，所以他第一次使用這件大發明來和他的老朋友開玩笑。

起初，愛迪生很難使大家相信他這種發明並不是變戲法，更不許有人在隔牆說話。後來大家纔漸漸地曉得真像。他們對於這東西立刻發生了興趣，當時便說了許多的預言。他們說：在一兩年之內恐怕沒有人再寫信了，要作千里面談便寄一張留聲片；那歌唱明星們將寄出他們的留聲片來找職業；那教師們將寄出他們的留聲片來教學生；那教堂和政府的各項通知可以用留聲片直接送到一般民衆的家裏……。可惜到現在這些預言還沒有實現！原因不外是成本太貴。現在，若是大批製造，那留聲片的價錢可以算得便宜了，不過那第一張卻要花好幾十元纔

能做，並且做起來還要等上許多天。廉價的固然也有，花一兩元錢也能得一張，祇是聲音太壞，並且需要特製的針纜能使它發音，因為片上的刻紋不深，所以唱針的動作不準。但是，萬事都是在進步的。現在有一種唱片，裏面是金屬片，外面包着一層特別的資料，這材料本來很軟，便於錄音，加熱後會變硬和音。唱片一樣地硬，然後可以用鋼針來發音。另有一種是用玻璃作基片，上面塗一層膠質。還有一種是用金屬作基片，上面塗一層纖維質。後兩種唱片在錄音以後祇要放在一種液體裏浸一二分鐘便會硬化，可以用鋼針發音。現在這幾種留聲片使用最多的地方是廣播無線電臺，因為演員往往是不能親身到電臺講演的。

一般人對於錄音都感覺不方便，因為錄音的機器體積既大，價錢又昂並且很不經用。錄音時，第一步先將聲音收入 microphone 使它生出一種記錄聲音的電流。不過，這種電流很微弱，所以第二步要用一種擴大器 (amplifier) 來把這電流加強。利用這強大的電流來運動一只電力刻刀。這刀便是一只鋼針，針尖經過特製，使它能在留聲片轉動時刻出線紋。經過這一番手續之後，聲波就變成了在聲片上刻線裏的波紋了。

普通使用的錄音機器，構造與電力留聲機大略相同。電力留聲機裏裝有一種電力唱頭 (pick-up)，其構造和前面所講的刻刀十分相近，並且有時實際可以當作刻刀使用。電力唱頭上的鋼針受到留聲片上波紋的帶動以後，唱頭裏便會生出一種微

弱的電流。將這電流用放大器加強後通入揚聲器(loud speaker)便發出了強大的聲音。若用這機器來錄音，我們就把電力唱頭換裝一只微音器，把揚聲器換裝一只電力唱頭。在這種情形之下，唱頭上是預備裝置電力刻刀的，所以它現在要勞的部分來供給它強大的電流以運動刻刀在留聲片上刻出線來。此外，還要另加一種設備使電力刻刀有一種漸漸移向留聲片中心的運動。普通的電力留聲機中那定轉唱片的機構往往不夠堅強，所以大半不能承受刻刀在硬質膠片上刻線時所生的力量。

要想錄音的結果好，必需有好的微音器，而這種機件是很不便宜的，我希望將來有一種軟的錄音材料出現，使我們可以不用電流而直接用普通留聲機來錄音，然後可以用一種簡便的方法使它變硬，再用鋼針來使它發音。像這樣的錄音法決不能得到最好的品質，不過要想使它比得上其他不用電力設備的錄音法卻是很可能的。

在上述的電力錄音器之外，另有一種磁力錄音器(magnetic sound recorder)。這種機器可以在一條長帶子形的鋼片上記錄聲音。鋼片以每秒鐘一公尺半的速度從一個小型的電磁鐵中間穿過，這電磁鐵是由兩塊扁狹的鐵塊外面繞着很多匝銅絲而成的，和電鈴裏的電磁鐵相似。微音器中的電流，經過放大器加強以後，通入銅絲，於是鐵塊便得到磁性。當聲音傳入微音器時，銅絲中所通過的電流便隨着聲波能力的增減而忽大忽小，

所以鐵塊中的磁性也同樣地忽強忽弱。鐵塊上裝有彈簧使它永

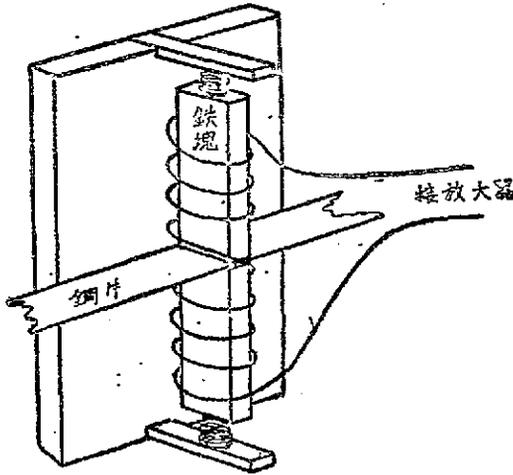


圖1. 這是一具磁力放大器的簡圖。鋼片以高速度通過兩鐵塊中間的空隙。彈簧使鐵塊永與鋼片接觸。就脈或交點時，在放大器裏所生的電流不放大而只到鐵塊的周圍，使鐵塊所生的磁力隨電流而變化。鋼片經過時便受過弱到不同的磁力而將電流變化記錄下來。

與鋼片密接，當鋼片很快地由鐵塊間穿過時，鐵塊與它立刻感受磁性；如果放大器的電流大，則鋼片所感受的磁性更強；如果放大器的電流小，則鋼片所感受的磁性便弱。鋼片通過鐵塊以後，本身各處已感受了強弱不同的磁性，這時若拿鐵粉 (iron powder) 撒在片上，便可看出花紋來，很像一種聲音記錄。那末，究竟怎樣把這種磁性的斑點再變成聲音呢？這很容易，我們祇

要利用鐵感應 (magnetic induction) 的作用便成功了。試用銅絲繞在一塊鐵塊的周圍，然後用一塊磁鐵在鐵塊的一端接觸一下，那時鐵塊裏的磁性立刻起了變化，於是它周圍的銅絲裏便發生一陣瞬息即逝的電流。這電流就叫做“感應電流”。根據這個原理，若將感受過磁性的鋼片仍由原來的那兩塊鐵塊中間穿過時，每次遇到磁性斑點經過鐵塊，周圍的銅絲裏就會生出微弱的電流。把銅絲的兩端接到放大器上，再把放大器的另一邊接到揚聲器上。這樣，銅絲裏隨着磁性斑點而變化的微弱電流經過放大器而加強以後，便能使揚聲器發出原來所記錄的聲音。這種錄音鋼片的長度足夠錄音半小時用的。等到鋼片完全用盡時，我們可以將片上的磁性斑點取消以備下次再用。取消磁性斑點的方法很簡單而且很迅速。不過，這種鋼片製造不易，並且重量很大，售價因而昂貴。帶動這種鋼片的機構必須相當大的馬力，售價自然也不會便宜。所以買得起這種錄音器的人很少。全部機器的大小和重量大約和一架鋼琴差不多。這種錄音器價錢雖貴，而使用時卻很便利，因為那更換留聲片等等煩瑣的手續都可省掉。我們可以把它放在電話的左近，那末無論什麼人在電話裏說過的話都可以用它來記錄，免得被健忘的漢人所遺漏。在我們出門以前，可以把要向某人在電話裏談的話預先用這種機器記錄下來，吩咐僕人替我們發音出去。

首先想出這種錄音器的是一個丹麥人，名字叫做保羅生

(Poulsen)，他所用的是一條鋼絲。後來有一個德國人斯蒂爾 (Stille) 纔改用鋼片，成績進步不小。後來又經過了許多英國人的改良，纔到現在的地步。現在德國人又在那裏研究一種新的錄音材料，如果成功，將來這種錄音器的售價會便宜下來。他們試用紙條代替鋼片，紙條上塗一層可以感受磁性的金屬粉末。這種塗好的紙條非常之薄，所以若長度和鋼片一樣，它的重量要輕得許多；那末，售價自然要便宜了。不過，製造這種條子卻有困難：就是如何使它各部分的品質完全一樣。我們曉得這是不容易做到的。普通作彈簧用的鋼片，我們並不要求它各部分品質之須完全一樣，製造起來已經感到很困難了。這種錄音用的鋼條，各部分的材料品質必須一樣，不然必會發生一種很不悅耳的雜音出來。表面看來，我們祇要採取極細的磁性粉末來塗紙條不是就好達到目的了嗎？不過，事實上製造起來，決不像這樣簡單，否則早已有人做出來了！

還有一種早已應該做出來而至今還未聽說做出來的發明，就是一種放置在電話旁邊的一件小機器。這機器上有一隻像人手的東西，當你出門的時候，你就把它放在電話的聽筒上。如果有人打電話給你，電鈴一響便可使這小機器開動起來。這時，那自動的手形物便把聽筒取下，自動地把耳朵那端對準小機器上的微音器，同時將嘴的那一端對準一只發話器。這發話器便說：“人不在，請留話”。說完這話，那錄音器便開始作用，繼續錄音

三分鐘。達到三分鐘的時候，錄音器自動停止，並將電話聽筒自動掛好。這樣的機器，我想稍為有本領的工程師一定都能設計，再有一家大公司出來承造，以每架三四百元的成本一定會造得成功的。成品造好，租給一般用戶；若收每月二三十元的租費，我想一定會有許多主顧的。還有一種方法便是由郵局設備這種機器，請郵局替你錄音。等你回家時，打電話給郵局，郵局便把那些替你錄音的留聲片放在留聲機上發音給你在電話裏聽。這種機器還有一種妙用：就是你在家時也可以應用它，使那打電話給你的人不曉得你在家。如果你討厭和某人談話，就可以在任他或她對你的收音器去談好了。

現在我們來談一談留聲機的一種最新而最有趣的進步吧。這種發明是自從有聲電影問世以來我們就希望能看得到的，發明者是一個西班牙人，他的聲音記錄是在紙片上印刷成功的。那紙片上所印的是許多很粗的平行黑線條，大約每公分裏有五條線。每條線的兩邊形狀不同，一邊是很整齊的，另一邊成波紋的形狀，就好像那畫線的筆尖有一邊太齷齪似的。實際，這種線條完全是由聲音影片上的聲音記錄翻印下來的。把這種紙片，按愛迪生的老法子，裝在一個轉筒上，然後用一條狹長的金屬片把它按注。紙片在轉筒上就好像罐頭或筒上的包皮紙一樣地敷貼。

每條黑線的兩端都要各自對齊，然後用一種時鐘機構使轉

筒旋轉不息，另外用一只小電燈，使它發出一條狹長而清楚的光亮射到黑線上去。當轉筒旋轉時，這小電燈便沿着在一根與轉筒平行的線絲桿上移動，其移動的速度恰好使光永遠照射在黑線上。這樣，從轉筒的一頭照起，漸移到一筒的尾端，直到

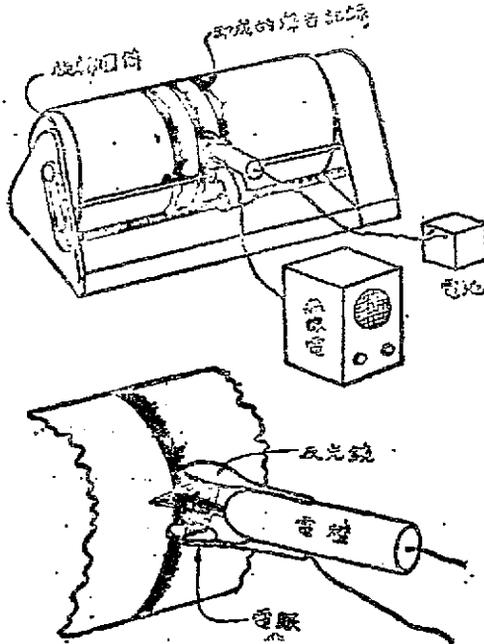


圖4 這是紙印聲音記錄的發音裝置。

把紙上所有黑線條的每一點都照遍為止。這樣照一次約需五分鐘的工夫。在小電燈上裝一個光電儀器叫做電眼(electric eye)，

用來收入紙片受照燈以後所反射出來的光。這電眼的電燈接到無線電機的第一級處，所以電眼裏隨着所受光度而變化的電流便流入了無線電機。我們曉得，那些黑線條都不是一樣粗細的，所以在傳筒旋轉時，電眼在黑線上各點所得的光大不相同，因為黑色是不能反射的。因此，遇到黑線粗的地方電眼所得的光就少，而遇到黑線細的地方電眼所得的光就多。黑線條上的波紋原是聲波的代表，所以無線電機所得的電流也就按着波而變化，先用放大器使這電流加強，然後送入揚聲器，便能發出原來所記錄的聲音。

用光發音的理想很早就有了，差不多和留聲機的發明是同時的。到音聲影片成功以後，大家纔開始來製造這種機器。不過，所用的聲音記錄都是很狹長的捲片，和電影膠片一樣。現在這種紙片很便宜，所以作成的聲音記錄也不很貴。如果把這種紙片聲音記錄印成書本的樣子，那就必須有一種特製的機器纔能發音。這種機器我想一定有人在那裏做，不過非有大批出產不能談到獲利。因為這種聲音記錄的捲子所佔的空間要比現在流行的留聲片大，並且要使這長條能以很高的速度來運動，那帶動的機器一定不簡單，所以一定不便宜。因為這些原故，用光的留聲機到現在還沒有什麼進展。但是這種新觀念卻是獨樹一幟的。一點也不像愛迪生的最初試驗那樣地由拙笨的法子來求結果。我們也許會顧慮到，當那紙條接觸處從光線下經過時，揚

聲器中會發出一種尖銳的聲音吧？但是，這種缺點已經有方法來避免了。就是在接頭處特別留意製造，不使它突然地由光亮變為黑暗。另外一種缺點便是紙張本身和上面的印刷並不是十分平滑的，倘若用倍數較大的顯微鏡便可看得出來。因此，在發音時便會生出一種底音（back ground sound），就好像在普通留聲片上鋼針刮膠質的那種聲音一樣。在使用破舊的有聲影片時，這種底音往往是很強大的，因為在破舊處有很強的光由捲片透進進入電眼。在捲片上任一斑點都會使揚聲器發出一種雜音。現在這種紙片記錄發音時怎樣呢？那電眼所受的光線不像用膠片記錄時那樣由記錄的後面直接透過來的，而是由紙面上反射過來的，所以光線是向各方向射出的。這時我們自然會想到用一只凸透鏡（就是普通照像機上那種鏡頭）來把各方向的光線聚攏，然後使電眼裏可以得到紙面上那條光亮的影像。但是，這樣一來，結果反而不好，因為紙面和印刷上的一切缺點的影像都會很清楚地映入電眼裏。倘若我們不用凸透鏡，那末電眼裏的光線自然減弱，但是許多雜音卻可因而免除了。如用後一方法，則所用的電眼必須十分靈敏。現在這樣的電眼已經有一個完成了，曾有裝好的一架機器在皇家學院的兒童展覽會裏陳列過。並且在 1935 年 11 月 15 日的無線電世界（Wireless World）裏已經有一篇專論那機器的文字。

這種紙片聲音記錄，將來最好的品質是否能比得上其他各

種記錄，固然還未可逆料；不過，截至目前，我仍然是認為它有特殊的優點。例如：為那些盲童印書，就可以改用這種新方法，因為由普通的留聲片作成光的聲音記錄實在是一件極便當的事。這樣一來，那些雙目失明的人也能得到一種用普通的紙張按普通書本樣子的書來念了，不過那篇幅要比用鉛字排印的書較為寬大一點而已。這樣書的價錢也許會很便宜，因為普通鉛印的書所以那樣貴的原故。多半是因為排字與校對的手續花錢太多，而這種聲音記錄的書卻不要費事去排印和校對的。以後新聞紙上可以將要人的演講的聲音記錄印出來。歌曲的出版者一定會印那歌曲的聲音記錄來賣。那些意義平凡而音韻美妙的新詩作家也許會用聲音記錄來發表，因為在適宜的地方用適宜的聲音讀出來，那些詩往往是很悅耳的。這種新式的紙片聲音記錄，對於普通留聲片的關係，事實上和報紙上印的照像對於電影片的關係一樣。

要作一種既簡單又價廉的機器裝在電力留聲機上，來使這種新式聲音記錄發音，我以為並不是一件很難的事；並且，如果作得好，還可以同時利用它來作光的聲音記錄。

在四年前，我就講過這樣一段話，但是我那時所預言的東西，到現在還一樣也沒有出現；豈非怪事！這使我想起一段故事，也許這故事會解釋我們的疑問：一百年前，在意國有一個人發明了一種玻璃，非常安全，外力打擊不會碎。當時便有許多

製造普通玻璃的人把這發明家捉住裝入一個大袋裏，再裝些石頭，然後拋入拿波利斯 (Naples) 的海裏去了。那羣造玻璃的人想：「我們的生意從此可保安全，不會受你這新發明的打擊了！」

新式電燈

現在我們所用的電燈，在普通大小的房間裏裝上一兩盞，點用五六小時，所付的電費，在定價最貴的地方，也不過幾角錢。若用煤氣燈，也差不多同樣地便宜。所以，在有煤氣或有電力的地方，我想室內照明問題可以說已經解決了。現在問題最大的地方便是戶外各處的照明。在倫敦或其他的大城裏，大街上晚間都是燈火輝煌的。不過，一轉入小巷子，立刻便會感覺回到一百年前的黑暗世界。駕駛汽車時只有靠賴車上的頭燈，路燈的光已是無濟於事。再有點薄霧來阻障，你要想尋找某所住宅，真是萬分困難。所以，我們現在感覺最急切的問題，便是如何發明一種新式的電燈，可以用同樣的電流來獲得數倍的光亮。

現在這種發明有人正在研究，不久便可以成功。將來的新式電燈不但使城市照明大為進步，同時使鄉間的照明問題也可以得到解決。鄉間的公路都在需要一種很好的電燈來照明，不然，汽車行駛單靠頭燈來引路實在不是一種安全的辦法。

要想使夜間的照明和白天的日光一樣，唯一可能的方法便

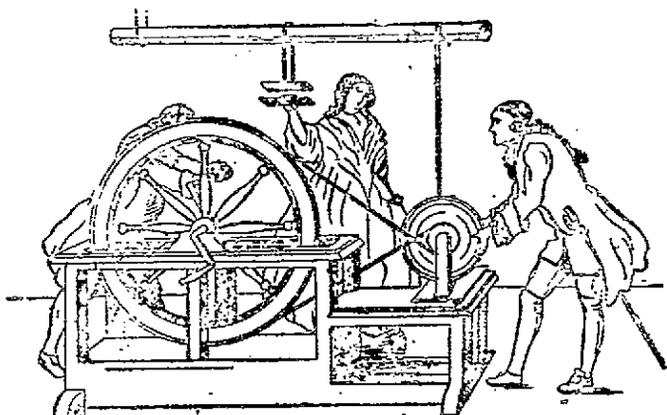
是在馬路上建起白色的天花板，然後用隱蔽的燈光來照射它。這是做不到的，因為這筆鉅款誰付得起。現在我們所能做到的，便是用大量的帶罩的電燈懸掛在高處，使燈光不致直接射到我們的眼睛來。不過這種方法仍是費錢太多，因為所需的電桿電線等都是很貴的。所以最好還是在電燈本身上打主意，設法用現在所花的這點電費能得到更多的光亮。

現在照明方面所用的是一種白熱電光。光源是白熱電燈。這盞燈，外面有一個玻璃泡，裏面有一顆極細的鎢絲（tungsten wire），用電將這鎢絲燒到白熱，纔會發出光亮。但是，人類最早發現的電光並不是這種白熱電光，而是‘北極光’（Aurora Borealis）和閃電。這兩種光都是電流在通過稀薄的空氣層時所發出的天然電光。可惜從前沒有人曉得利用它們。

等到公元1740年，纔有一位法國人名叫歐雷（Abbé Nollet）的，首先做成一種人造的極光。他用一只玻璃管作燈泡，兩端裝設兩只銅質接頭作電極，先將管裏的空氣用抽氣唧筒抽得像發生北極光處那樣稀薄，然後將兩端的電極接到發電機上——當時的發電機還是那種摩擦生電的舊式機器。電流通過管中的稀薄空氣時，便生出一種很悅目的微紅的藍光。嗣後二三年，又有一個德國人用玻璃管鑄成德皇的名字“Augustus Rex”等字樣，然後用同樣的方法使它發光。

此後，這種發明經過很久也沒有什麼進步。過了約二百年

的燈亮，繼又有一個法國人再來利用這種觀念造出氖燈 (neon sign) 來。這種東西和從前那個德國人用來取悅皇皇的那種燈是一樣的，也是一只玻璃管兩端裝着金屬電極。不過，這次玻璃



圖：這是歐雷氏最初所用的電機。用手拿着絲滑去摩擦帶電的琥珀或硫磺的球體。由一根線子使球體與一根用銅線製成的金屬棒相碰，如果球體是帶電的，那末，電子就由球體移至線子上，人們如果沿這線子時，電子即沿這線子移至地下，而使人感到一種震動。

管裏所裝的氣體與從前的不同，不是空氣而是一種新發現的氖 (neon)。那種裝空氣的老式燈是很不經用的；點用二三小時，管內的氣體便會耗盡。氖是一種遲鈍氣體，與其他化學元素不會化合；所以有貴族氣體 (noble gas) 的稱號。這種氣體能發紅色的光。裏面加一兩滴水銀，便會發出微紅的螢光。若用特製的玻璃管，更可以發出很好看的綠光。這就是氖燈製造工業的秘密。

所在。

這種燈有一個缺點：就是發光時非用好幾千伏特的高壓電源不可，一般人都不願意在家裏用這樣高壓的電源；現在雖有現成的電機確能供給這樣高的電壓，但是對於不會使用的人，實在是非常危險的。

電流到底是怎樣的東西，誰也沒有親眼見過，但是我們可以想像它是一種特別的東西，由發電廠沿着一條電線流到我們家裏來，等用過之後，再沿着另一條電線流回電廠去，很像自來水似的，由管子流入浴盆，用後再由盆底的洩水管排至外面去。

電實在是一種氣體；是由許多向各方向亂跑的小質點組成的。這種電的小質點要比各種化學元素的原子小好幾千倍，並且重量也輕得多，它實在是化學元素的原子的一部分，我們給它起個名字叫‘電子’(electron)。物質的原子好比蜂房，電子好比是蜂房裏的蜜蜂。

當金屬凝固的時候，金屬的原子便會按着一定的規則組織一個城鎮似的東西，裏邊有直線的街道和等距離的房子。此時那房子裏的蜜蜂便有的出來在街道上遊蕩。所以，外面看着雖是固體的金屬，裏面實在是一羣原子的大組織，電氣在內部可以任意活動。不過，在普通情形之下，這些電子蜜蜂永不會走出這城鎮的範圍。只有在金屬線所結成的環路裏，纔能循環流動。這就是電流。要使電流繼續不停，必需在電路中再加上一個電

子唧筒——發電機。發電機的作用是一方面將電子送出，一方面將電子吸入，好像自來水唧筒打水的情形一樣。

金屬受到充足的熱量時，電子便能很自由的由金屬的表面逃出來。現在利用氬或其他氣體所做的燈，都是根據這種簡單的原理造成的。新式的氬燈和公元 1740 年那個法國人所造成的大同小異。那時的金屬電極是包在玻璃管兩端的外面的，現在的電極是封在玻璃裏邊的。電極的原料是特種金屬，就是在發熱變軟的時候也不致由玻璃上脫落下來。管內的空氣已經是十分稀薄，不過要使電流通過，還得用好幾千伏特的高電壓。這是什麼原故呢？我們以後再來解釋。現在只要曉得我們家裏那種 220 伏特或其他數值的電壓是不夠大的便好了。如果將玻璃管一端的電極改裝一個小 U 字形鎢絲來作‘陰極’ (cathode)¹，通電發熱後，電子便由鎢絲跑出，經過管中氣體 (使氣體發光)，而奔赴玻璃管上‘陽極’ (anode) 一端而回到電廠去。這樣，玻璃管兩端所需的電壓可以低些。

最新式的低壓氬燈裏面的氣體是氬，陰極是鎢絲，鎢絲外面塗一層氧化鋇 (BaO) 或氧化銦 (SrO)，否則就將鎢絲封在這

註，氣體或液體中插置兩電極，那由氣體或液體中吸取電子的電極叫做‘陽極’ (anode——希臘文，原意為入口)，那放出電子到氣體或液體裏的電極叫做‘陰極’ (cathode——希臘文，原意為出口)。在發現電子以前所定的陰陽二電極是錯誤的，因為那時所定的電流方向與電子實際運動的方向相反。

兩種氧化物所做成的細桿上。這就是現在一般廣告方面所用的氬燈，它的光較以前強得多，那紅色也比以前的鮮明。現在有許多的大建築的外面也用這種燈來照明。

這種低壓氬燈的作用很像無線電裏所用的真空管²。研究無線電的人，都曉得必等待鎢絲發熱以後纔會有電子由鎢絲出來奔向‘屏極’(plate)去。

現在讓我來解釋一下，那二百年前歐雷先生究竟怎樣會使電流通過玻璃管中的稀薄空氣的。我們仍用前文所述的蜂房來比喻原子。這種蜂房樣子的原子，在金屬裏是按着一定的規則固結在一起的，在氣體裏就不是那樣了——每個蜂房都能任意運動。所以，在氣體裏那些活動而彼此衝撞的東西並不是電子蜜蜂，而是許多裝滿蜜蜂的整個的蜂房。這些蜜蜂很聰明，它們見到外面的情形十分紊亂，大家都不敢跑出來；就是整個的蜂房撞入旁的蜂房時，它們仍然躲在裏面不動。除非蜂房已完全破壞，其中的蜜蜂纔會飛散出來。使蜂房破壞的原因，據最近的研究共有兩種——一個是‘放射性物質’(radioactive materials)，一個是‘宇宙線’(cosmic ray)。放射性物質在地球上很少，它的原子可以自己分解而放出一種速度很高的光線，射到其他原

註2，真空管便是一個含有極稀薄空氣的玻璃泡，裏面有金屬片作陽極，鎢絲作陰極。陰極可以通電發熱。兩種之間有一層或兩層金屬網，名叫‘柵極’(grid)。

質的原子上便可以使它們破壞；宇宙線是由天體射來的光線，與放射性線相似而較強，無論什麼原子撞到他便要破壞。氣體裏的蜂房原子，撞到兩種放射線的任何一種，便會立刻被毀。裏邊的蜜蜂電子於是無家可歸地向各方飛散。幸而這種慘案並不多見，不然，所有的蜂房豈不要個個破壞了嗎！這就像我們走在馬路上一樣，總有一個機會被汽車撞着，不過這機會是很少的。氣體原子在氙燈裏被撞壞的機會比我們在馬路上被汽車撞着的機會還要少。但是，玻璃管內有千千萬萬的原子，所以無論什麼時候總有幾個原子被撞壞。結果，玻璃管裏隨時都有無家可歸的自由電子。

這些自由電子受到玻璃管上陽陰兩極間‘電場’ (electric field of force) 的驅使，便奔向陽極那一端去。它們在途中如果不遇障礙，所經的路程愈遠，飛奔的速度就愈大。假如蜂房相距太近，換句話就是管中的氣體太多，每個蜜蜂飛不到很遠便找到了新的蜂房，所以前進的速度不會太快。反之，若大部氣體已經抽去，則蜜蜂得到充分的空間來向前飛跑，若再加一種大的力量來驅使它們，這些蜜蜂的速度可以達到極高。這時旁的蜂房撞到他也會被撞壞的。事實上，這些高速的自由電子是與放射性物質和宇宙線有同樣的效果的。許多的蜂房被它們撞壞，於是又有許多的蜜蜂飛出來。每個飛散出來的蜜蜂又可再去撞壞其他的蜂房。這樣因果相乘地在很短時間之內玻璃管裏

便充滿了自由的電子和撞壞的原子。所有的電子都奔向陽極，進入金屬，而回到發電機去。那些被撞的原子都奔向陰極來吸取金屬中的電子。

那些完整的氣體原子，就是帶有足數電子的原子，任你如何加熱，永是不會發光的。但是氣體裏如果有許多失掉電子的原子，同時又有許多無家可歸的電子，那末，這些受電力驅動的自由電子們遇到那些失掉電子的原子時一定會鑽進去補缺。當它們補入空位時，每個電子都會發出一些帶有某種顏色的光線，這些光線又大半是我們的眼睛能感覺得到的。

由此看來，這種發光的方法比較那利用白熱金屬絲的電燈泡來發光要好得多，因為那種燈泡裏的電能大部分變作熱，只有小部分變作光。

我們平常所需要的是白光——各種顏色光線所合成的光。而這種玻璃管中電子進入空位時所發的光都是色光。氖所發的光是鮮紅色的。水銀氣所發的光是綠色的。在這種綠色光線之下，很漂亮的皮膚都會變成了浮尸的顏色。但是，從另一方面講，這種光也未嘗無用。例如，有一位青年帶着一位美麗的女郎開着汽車去兜風時，倘若路燈的光把女郎照得十分醜陋，他的注意便可少受吸引些，行車時一定不容易鬧禍。不過，這種綠燈是婦女們所最反對的。社會上一般人所以還用它，完全是貧困省錢，因為出同樣的電費可以得到三倍於前的光。這種燈成本

很小，壽命又長，在 1500 小時之內決不致損壞。

最近有一種在玻璃管內裝入液體水銀的氙燈。用 200 伏特的電壓便可使它開始發光；等到全燈發熱以後，水銀會變成氣體，發出的光更要強。用的水銀愈多，光的顏色愈好看，發出的光——以同樣電流論——也就愈多。不過，水銀量不可超過一定的限度，否則有爆裂的危險。現在這種燈裏的水銀量已逐漸加多了。按同樣的電流來比較，現在所發的光已經達到十倍於前的程度。按我看來，這種加水銀的燈，前途很有希望，將來或許用它裝到高空來照明各處。

現在英國各地都在用這種電熱陰極的水銀氙燈。這完全是一家英國電力公司努力的結果。假如這種燈運到外國去銷，我想一定會把當地所通行的鈉 (Na) 氣燈打倒。可惜我們的水銀燈所發的光到現在還是照得什麼東西都像死的。但是，若用氙燈的紅光和水銀燈的綠光合起來，再加入一點鈉氣燈的黃光，便可混成一種近似白色的光了。

最近我曾於無意之中見到一種新發明的氙燈，只用 200 到 250 伏特的電壓便可發光。那末，我們將來也許可以到商店裏隨便定做一只某種字形的氙燈，拿回家來和普通電燈泡似的裝到路上，便可以用。但是，我勸你暫且不必急着到商店去買。你若去一定會失望的。因為這種東西，好像我在前段所講的紙片聲音記錄一樣，市場上現在還沒有現貨呢！

有色照像

——何非博士與米士博士對話——

何非 (Haffield) ——我記得在你未發明‘汎色’ (panchromatic) 照像片以前，那種老式底片所照出來的像纔難看呢！蔚藍的晴空照出來好像粉筆那樣死白，田園裏的向日葵照出來好像煤炭那樣深黑，很漂亮的金髮女郎照出來時那鬆鬆的鬚髮變成蒼髮，那閃閃的秋波變成白點。

米士 (Mees) ——現在新式的照像片已經和我們的眼睛一樣了，也能感覺到藍色是比白色稍深些，黃色是比黑色稍淺些。所謂‘汎色’就是說照像底片對於一切的顏色都有同樣的敏感的意思，換言之，就是無論什麼顏色對於它都能有同樣的作用。老式的底片對於藍光的感覺特別強，對於紅光的感覺特別弱。所以我們纔能在紅燈下顯影。現在這種汎色底片在顯影時，暗室裏必須完全無光，否則，即刻會全部變為黑色。

何——聽說在你第一次作汎色底片的時候，有一位女助手神經會大受刺激。當時是怎樣一回事，你可以告訴我嗎？

米——可以。請容我從頭說起。我第一次到克來敦 (Croyden)

的時候，友人萊頓(Wratten)告訴我說，倫敦有一家商店正在試作有色照像。我現在先把那時他們的作法和你談談，等以後談那新發明的有色電影時可以省事些。我們曉得，在攝製有色影片時，無論所用的方法是怎樣的，總歸是要攝三張像的——一張用綠光攝，一張用紅光攝，一張用藍光攝。

何——是的，這三種光合起來便可得出白光。不過，你怎樣得到這種有顏色的光呢？

米——用三片顏色不同的膠片依次放置於照像機鏡頭的前面，使每次射入鏡頭的光線祇有綠光，紅光或藍光一種。這樣攝得的三張底片，自然一張是受綠光的，一張是受紅光的，一張是受藍光的。我們曉得，書籍裏的五彩插圖就是這樣印成的。先照三張像，作三個版，然後把三種版套印在一起便成功了。不過每次印刷時所用的油墨顏色要和照像時所用的光色相反。

何——那末，以紅色光照的像，就應該用藍綠的油墨來印；以綠色光照的像，就應該用淺紅的油墨來印；以藍色光照的像，就應該用黃色的油墨來印。就是說，印刷時用的油墨的顏色應該是攝影時色光的‘餘色’(complementary colour)。某顏色的餘色就是和這顏色配合起來可以得到白色的一種色彩。是不是？

米——是的，藍綠是紅色的餘色，淺紅是綠色的餘色，黃與藍色的餘色。普通的底片對於藍光原來是有敏感的。所以，要得到有色照像，必須再有兩種對紅光和對綠光有敏感的底片。

行。製造這種能感紅光或綠光底片的老法子是用一種含化學顏色的藥液來洗滌那普通的底片。方總所談到的那家商店所用的底片，就是他們自己用這種方法泡製過的，因為當時市場上還沒有這種的感光底片。不過，用這種方法來使底片對紅光或綠光發生反應實在是一件很困難的事，所以他們希望我們的工廠能替他們做。

何——我明白，他們的意思一定是請製片工廠來做，品質可以好些。

米——他們想得很對。但是我對於這種把底片用藥水來洗一下去賣的辦法，並不贊成。做是給他們做了許多這類的底片，不過，做了一批以後，我就不願意再做下去了。後來，我忽然想到，與其把製成的底片用顏色的藥水去染一下，何不想一種方法把這種顏色物直接加入到底片上的塗料裏面去呢？這種塗料普通是溴化銀（ AgBr ）和獸膠的混合液。於是我和萊頓還有幾位助手便開始作這種試驗，在一兩天之內，結果證明了我們特製的塗料是對於各種色光都有敏感的。

何——不錯。但是你必須把這種塗料加到底片上去纔行。你究竟怎樣把這種對各種顏色都有感覺的塗料加到底片上去呢？

米——這種加塗料到底片上去的工作，現在已經不成問題了；因為我們可以用一種光線極弱的綠燈照着工作。這種綠光

是我們的眼睛最容易感覺的，不過因為那燈的光度極弱，所以在暗室裏必須經過很長的時間纔能看到一點光亮。這種燈當然是後來纔發明的。從前我們沒有，所以用一種紅燈來將就着開始試造工作。預先在紅燈下將塗玻璃片的機器調整好，然後把紅燈熄滅，使機器在黑暗中繼續塗片。我們把那些在紅光下塗成的玻璃片移放在傳遞器的邊上，為得是使那在機器另一端的檢片子的女助手曉得這些都是廢片，好取下來另架存放。把那些完全在黑暗裏塗成的玻璃片放在傳遞器的中間，等到傳遞過去時，便由那女助手將玻璃片取下放在正式的成品架上去陰乾。

這樣安排停當以後，便開始工作了。頭兩分鐘一切都很順利。後來，忽有一片玻璃落到地板上打破了。這女助手嚇得大叫了一聲。接着又落下一片，她又叫了一聲。等到第三片落地時，她的神經錯亂了；倒在地上大叫不止，而當時機器上那些塗得很黏的底片便如雪片似的落到她的身上去。萊頓當時只得在黑暗中尋着叫喊的聲音跑到女助手那邊去，把她拖到一旁，然後急忙把那些好的底片從機器上取下來。這些片不到中午就乾了。我便取了二三片拿到遠在十公里以外的試驗室去試驗。結果，這些片的感光性能極好，所以我立刻又跑回工廠把這好消息告訴萊頓，第二天我便把這些片子帶到倫敦來。從那時起，我的沉色底片都是在完全黑暗中做的。現在覺得很簡單了。

何——你曾經到過美國，是不是？那時你已有意在照像方面從事改進和發明了嗎？

米——當時我一點也不想發明。我祇想加入一個照像器材製造廠，希望能看一看製造底片的方法已經進步到什麼程度。順便得些製造感光塗料的方法。

何——結果你看到什麼沒有？

米——關於第一個問題，很容易地便得到了答案。關於第二個問題，下了很大的工夫，也沒得到結果。

何——那末，你當時研究出一些改良的方法沒有呢？

米——起初沒有的，但是過了幾年，我纔想到可以把製造普通照片的方法應用到造活動影片上去。我們想把活動電影照像機的重量減小，而同時把價錢減低，使人人都能拍攝影片來消遣。

何——你的目的是使人人都能拍攝活動影片，不必靠顯攝影專家。是不是？

米——不錯，正是這樣，並且現在我們已經做到了。不信去看，凡是陽光充足的地方，隨時都可以看到有人在那裏拿着電影照像機拍攝。在英國，可惜天氣太壞，所以還作不到。

何——是的，我在天晴的時候曾經試駕過一些，成績很好。但是，在不見陽光的時候，真是毫無辦法！

米——我想你一定沒有用過最新的‘超敏感’(super sensi-

tive) 的片子吧?

何——沒有。這些年來，我用那小電影照像機所照過的，只是些教授科學的影片，按照狄士內的方法，先將各種物件在運動時種種不同的姿式畫出來，然後拍攝。

米——這種超敏感的底片是我們研究感受色彩物體的一種結果：我們從 1914 年歐戰時便能作這種工作，因為那時航空照像方面需要一種汎色膠片，於是劍橋大學便把我在克萊敦時所用的那種老式感色物體拿去研究。結果把該物體的化學構造式研究出來了。後來，我們便會造出更好的感色物體，於是進而造出這種超敏感的底片。

何——這種影片的顯影工作有無困難?

米——沒有困難。攝影後，把底片送回製造廠家，然後用‘還原法’ (reversal process) 來顯影就是了。

何——所謂的還原法是不是將底片上的負像就原片變成正像的方法?

米——是的。你把一捲攝好的影片交給製造廠家顯影後，你所取回的仍然是原來的那捲膠片，並不是廠家用你底片來曬印出來的正片。他們顯影的方法是：第一步將你的底片上的負像加以顯影。這時所攝各物體，應該白的地方全是黑的，應該黑的地方全是白的。第二步將片上的黑色顆粒除去，使底片再見光，然後再行顯影；這樣，所攝景物上有陰影之處就變成黑色。

受光亮之處就變成白色。此時正像影片已經完成，可以放映了。

何——這種還原法和印圖法比較起來，有什麼好處呢？

米——有兩點好處。第一點便是省錢，因為這樣祇要一捲膠片，便可以當兩捲用了。第二點好處便是片上的黑色銀粒可以變細。普通在私人家裏放映電影時，觀眾距離銀幕大都是很近的，所以那影片上的黑色銀粒若過大，則放映時便會很清楚地看到一粒一粒的黑點子。

何——但是，要加印拷備（copy）的時候，又該怎樣辦呢？

米——哦！那很簡單。你可以先用正像曬印一套反像的拷備，然後再用還原法來得正像就是了。

何——現在我們談談有色照像好不好？那一天不是你給我看了許多有色的影片嗎？真是好看得很！記得你那時告訴我，這種有色影片是兩位學音樂的人發明的，是不是？

米——是的。一位發明家名叫高道斯基（Godowsky），從前是一位提琴家，他的父親是一位鋼琴家。另一位發明家名叫曼內斯（Mannes），是一位製曲家。但是你千萬不要誤會，不要以為有了音樂上的知識，便可以從事照像上的發明了。他們有發明的能力還是仰賴他們在美國大學裏所受的良好科學教育。他們從前因為需要一種加塗特別塗料的膠片，來請我替他們做，所以纔和我有來往。他們在十五年前，就開始研究了。到前兩年，我們纔決定請他們到我們的製片工廠來研究，我們好隨

時幫助他們或供給他們必需的工具和儀器。他們所用的方法是很簡單的。在膠片上分塗五層塗料；塗過一層，再塗一層。先用一片膠片塗一層能感紅光的塗料，然後在這層塗料上加一層透明的膠質。第三層是能感綠光的塗料。第四層又是透明的膠質。第五層是能感藍光的塗料。

何——這樣說來，影片上一共有五層塗料，其中有三層是可以感光的，一層感紅光，一層感綠光，一層感藍光，但是這些種感色體爲什麼不會混起來而變成一層對於各色的光線都同樣有敏感的塗料呢？

光——這正是發明上的主要問題——怎樣使各種不同的感光體不致彼此相混。當光線射入照像機以後，底片上便顯出三張彼此重疊的影像來。紅色的光線可以透過上兩層感光塗料而不發生任何作用；等射到最下一層能感紅光的塗料上時，纔起化學變化。綠色的光線對於第一層感光塗料沒有影響，專對於第二層感光塗料發生作用，同時還不致透到第三層感光塗料上去。藍色的光線祇能對第一層感光塗料發生作用，對於第二三兩層沒有影響。紅、綠、藍三種顏色合起來，便成白色的光線，所以三層感光塗料便可以把白色光線完全記錄下來。這種影片顯影時，要費很多道手續，首先，把三感光層裏的景物一起加以顯影。這時便得到一種銀粒極細的照片出來。

何——以後便應該將底片上的負像用還原法來變成正像

了，是不是？

米——是的。顯正像時，由銀使各層的感光體都呈藍綠色。然後，使上兩層的感光體同時由藍綠色變成淺紅色，而保持第三層的顏色不變。末了，使最上一層的感光體由淺紅變作黃色。如果你還記得我以前向你談的那種三色套板，你就會曉得我們現在所用的顯影藥和那種印刷方面實在大同小異。我現在是用三種不同的顏色光線同時照了三張版，然後重疊地將各張像以那原像時所感色光等綠色顯出影來。

何——這種發光的一套手續恐怕未必適於商用吧？

米——並不見得費事，你在沖洗時所要作的，不過是把影片放在一定的藥液裏經過一定的時間後，再取出來而已。這些事，最新的影片沖洗機器都可以替你去做，只要請化學專家來鑑定你所用的藥液的成分和溫度都是正確的，問題便解決了。

何——這樣說來，我有了這種新的有色膠片，便能夠拍攝影片，等沖洗完畢便可用來放映了。但是，這種膠片恐怕感光並不靈敏吧？聽說電影公司用這種膠片來拍攝影片時，那些電影明星被那必需的強烈光線曬得要死呢！

米——這種情形在我們還沒有超敏感的膠片時，或許會有的，但是，用新式的有色底片便不會有這種困難了。現在拍攝色片，所用的照像機和鏡頭和平常所用的完全一樣，不過要將光圈稍為放大一點而已。對於會照像的人們，我們可以這樣說，在

拍色片時所用的光圈比拍普通片所用的要小一個號碼。

何——現在這種有色底片，你們已經能大批製造來供給電影公司了嗎？

米——談到正式供給商用，待決的新問題還多呢！我們正在研究逐一解決的方法。我希望順着現在的路線研究下去，能有結果，否則就得要另尋新的途徑了。

何——現在你所談的既是，有色影片必須用光從底片上透射過來，我們纔能看得見。那印曬在紙面上，一看便有顏色的照片，現在有沒有？

米——我想不久便會有的。現在我們所做到的不過是一種自己顯取有色影片的方法而已。但是，從今以後，我們已經能夠將我們眼睛所見的各種景物用原來的色彩記錄下來，而不再用那淺淡不同的黑影子了。

煤氣與汽油

煤氣工業在英國已經有一百二十多年的歷史了。因為這種工業，英國賺了很多的錢。這就是告訴我們，一個國家倘若能在一種新的工業上取得先進的地位，永遠是占便宜的。

煤氣是一種可燃的氣體。第一個發現它的是一位牧師，名叫克雷吞 (Rev. John Clayton)。這位牧師住的地方，地面下藏煤很富。有一次，忽然有大量氣體由很深的井底下冒了出來。附近的居民都莫名其妙，就跑去請教克雷吞。他便很像一位真正的科學家似的，拿了一枝燭火很小心地放到井裏去。燭火下去以後，隨着便聽到一聲很大的爆響，同時井口噴出火燄來。當時的觀衆都嚇得四散奔逃，克雷吞本人卻一點也不驚慌，並且他也沒有受傷；走回家去便做出了人造的煤氣來。他用幾塊生煤放在一個罐子裏，將罐子封閉起來。在罐子頂上開一個小孔，然後用火在罐子的外面烘。這樣便有煤氣由上方的小孔出來了，用火點着，可以發光。

得到這種發現以後，經過了五十年還沒有人曉得利用。後來，有一位和瓦特 (James Watt) 在一起工作的人，名叫摩爾道

克(William Murdock),非常的有眼光,纔看出這種氣體可以用來作生意。這位先生是一個很好的設計者,他在1780年曾自己創製了一架用蒸汽發動的汽車。

在1810年,經摩爾道克的提倡,政府纔允許了煉氣製焦公司(Gas Light and Coke Company)來開始煉氣,不過當時很受社會的反對。就事實而論,那種反對的確是有相當的理由的。一般人認為這種氣體本身就是一種不安全的東西,再用那石頭做的管子在城鎮的地面下傳送,實在是危險的。因為那時候還沒有人曉得怎樣製造鐵管子,而那石頭管子的接頭處又是漏氣的。況且,氣體對於管子和存氣筒都是有壓力的,所以當時煉氣工業方面,不但急需一種能承受高壓的氣管,同時還需要一種能承受高壓的氣筒。

這些問題解決以後,英國的工程師們在歐洲各國創辦了許多處煉氣工廠,直到現在,若不是為了政治上的糾紛,受了阻礙,英國還可以由那些國家取得相當的收入。

煤氣可以把黑夜變為白晝,所以它對於一般民衆的影響很大。試想那看慣黑暗戲臺的人們,初次看到聖誕節演戲時用煤氣燈照得那樣的輝煌,應該是怎樣驚奇!避暑莊園裏初次點起來各種花樣的煤氣燈時,那園中的遊客應該是怎樣地愉快!

煤氣燈應用了不久,想不到忽然另有一種新的照明器發明了。那就是愛迪生所發明的電燈泡,不用火柴去點,便能發光。

當時一般鄉下人，不懂得什麼是電燈泡，他們就自撰了一個名字，叫它「燒頭髮絲的玻璃球子」。

從此以後，電與煤氣的競爭便開始了。現在這兩種工業都有了長足的發展。在照明方面，電又占了上風，現在煤氣燈已經完全絕跡了。但是，在供給熱能及烹飪方面，煤氣卻占有相當的地位。家庭的主婦們都曉得，若用煤氣爐作飯，她的勞力可以省去一半。老式煤氣爐的缺點，據我所知，約有下列三種：1. 點火時會發生爆響。2. 燃燒時會發出雜音。3. 保管方面的附加費用很大。不過，現在新式的煤氣爐，這些缺點都已除掉了。點火時，祇要把氣門一開就好了，既無需火柴，也沒有爆響，燃燒時嘶嘶的聲音，現在也聽不到了。

煤氣所以不能通行的原因，便是因為它的價錢太貴，不然早已沒有人再燒生煤了，城市裏的清潔和衛生也許比現在好些。因為燃燒生煤是會產生煤煙和煤灰的，那煤煙裏所含的許多化學元素，對於石頭、油漆、和其他的嬌嫩的東西都是有傷害的。所以家裏的壁爐對於私人或許是可愛的東西，但是對於公眾衛生卻有很大的妨礙。不過，我們若先把生煤放到煉焦爐裏，加熱使它成很乾淨的焦煤（coke），然後再拿來放在壁爐裏去燒，便可以沒有煤煙了，並且火力要比生煤大，用起來更經濟。在煉焦時所發出的煙裏，有許多有用的化學質素，我們可以用洗滌法，將它們提煉出來利用。

我們曉得，煤裏所蘊藏的東西很多，所以在煉煤氣時可以得到種種很值錢的副產品。例如：種田的肥料，治病的藥品，好聞的香料，作無線電機外殼或自來水筆桿的原料，塗抹傷口的油膏，烹飪用的調味劑，鋪公路用的柏油，還有那最重要的動力燃料——汽油。

現在我們所需要的汽油很多，而汽油的來源都是仰給於外國。這種情形，就好像從前沒有煤的國家，動力來源完全不能獨立的情形一樣。要想不倚賴外國，我們唯一的辦法，就是盡量利用國內的煤產。方法很多，現在略舉兩種，如果能切實做到，將來一定會使我們缺乏汽油的程度有減輕的希望。第一，是高溫煉焦法，可以得到城市煤氣 (town-gas)、煤氣、硬焦煤、少量的苯 (benzol)、氨 (NH_3) 和柏油。第二，是低溫煉焦法，可以得到較少的煤氣與軟焦煤和較多的苯與柏油。但是，用這種方法所得到的柏油與用高溫法所得到的不同。我們現在還不曉得怎樣去處置它。普通煉煤氣所產生的柏油，早已有方法來從中提煉有價值的東西。不過要想利用這種低溫下所產的柏油，我們必須另尋新的方法來分析。倘若我們現在大家都停止直接燃燒生煤，而用它來煉氣，我們一定可以得到大量的汽油，雖然價錢也許很貴，但是可以不必再仰給於外國了。祇有一樣可惜，便是那大量的副產品，因為我們還不曉得怎樣利用，也許會變成一文不值的東西。

關於煉油的問題，還有一點是我們要考慮的，便是將來的需要是不是很大。現在汽油的用途，多半是供給內燃機，而內燃機將來的前途，我們並沒有十分的把握。

所謂內燃機，便是飛機和汽車裏裝的那種發動機在工程學上的名稱。我們曉得，蒸汽機的動力來源是蒸汽，而蒸汽是用煤和柴油在鍋爐外面來燃燒而生的。內燃機的動力來源是經過燃燒而膨脹的氣體，而這種氣體卻是用汽油或柴油在機器本身的汽缸裏面燃燒而生的。燒汽油或柴油來取熱能，花的錢要比燒煤貴得多。但是，以同樣的熱能來比較，由內燃機所得的動力要比由蒸汽機所得的大，並且內燃機的重量較小，保持清潔亦容易。不過，內燃機的最大馬力祇能在極小的轉數範圍內纔能得到。

現在新出一種內燃機，名叫煤末機 (coal dust engine)——見本書 177 頁——，可以利用任何可燃的粉末來作燃料，不要用汽油和柴油。倘若這種機器能通行，那末將來汽油的消耗量一定大減。

另一方面，將來各城市裏的公共汽車都要改為無軌電車，這種車是用架空線上的電流來推動的，地面上不用鐵軌。汽車既少，汽油的消耗量一定也要因而減少。

因為以上兩種原因，我們將來所需要的汽油量也許不會大量地增加，至少也不至增加得像我們現在所估計的那樣快。

馬路上的汽車愈多，我們的痛苦愈大。因為汽車是消耗汽油和柴油的，而我們國內卻沒有這種出產。所以我們必須費盡腦汁來設法用人工來製造它們。

這些油類所含的化學元素並不多，祇有碳（C）、氫（H）、氧（O）三種，但是那分子的組織卻很複雜。我們曉得，煤裏所含的大部都是碳，水裏所含的是氫和氧，我們有了煤和水，論理是可以造出汽油和柴油了。事實上也是可能的，不過必須經過一番特別的手續，使這些組織簡單的原料變成組織複雜的成品。但是，煉氣工程師所作的，並不是這種組合的工作，而是一種分解的工作。

煤是由碳、氫、氧所構成的一種複雜物質。煉氣時分解成幾種較簡單的東西——大部分完全分解，一部分分解的程度較少而成爲苯，一部分分解的程度更少而成爲柏油。所以，要想從煤裏多煉一些汽油或柴油出來，我們就得用較和緩的方法來提煉。這種方法是可能的，並且已經有人做到了。

以上兩節所述的組合法和分解法，我們可以用個比喻來講，也許會清楚些。比如說，我們現在要做些糖果，每件糖果必須是一塊糖上頂着一塊核桃仁。現在給我們的原料是一堆糖和一堆核桃仁混合在一起的。在這種情形之下，我們可以用兩種方法來做：一種是直接原料堆裏把它們分成一塊糖上頂着一塊核桃仁的糖果；一種是先將糖和核桃仁完全分開，然後將糖

分成一樣大小的塊，末了再在每塊糖上放一塊核桃仁。很明顯地，我們若用第二種方法既然費事，又要有許多耗損。煤就好像我們現在所說的糖果原料，它的組織是很複雜的。我們所需要的汽油就好像我們所說的糖果，它的組織是較簡單的。

我們現在先來講一講這種組合法。煉氣工程師們，從很早就曉得用焦煤來製煤氣，他們如果在短時間內要製煉大量的煤氣時，就用這種方法。第一步，先通空氣使焦煤燒紅，然後將空氣停止，而放入蒸汽，使通過焦煤層。這時水(H_2O)裏面的氧與焦煤裏面的碳便化合為一氧化碳(CO)，一種很毒的氣體，水裏面的氫便分解出來。所以，水煤氣(water-gas)就是一氧化碳和氫的混合物。

利用這種水煤氣做原料，再來做其他更重要的產物。在化學裏這樣製造出來的東西很多。不過，在有機化學方面，要想由簡單的分子來製造複雜的分子是很困難的。換句話就是，我們沒有方法來將我們的糖果按規定的大小做出來，更沒有方法來在上面加一塊核桃仁。舉例來講，我們在一杯水裏放一塊焦煤，除去缺少一點香味而外，可以說就是一杯大禍酒了，因為碳、氫、氧三種原料都已齊備了。原料雖是相同，而分子的組織卻完全兩樣，所以決不能當酒喝。水煤氣裏的元素，和酒裏的元素也是一樣的呵，祇因分子組織不同，所以那種氣味非常討厭，決不像酒那樣香美。並且，水煤氣裏的兩種氣體決不會自己化合起

來成功好味道的東西的。如果沒有特別的方法使它們結合，你就是等上一百年也不會有結果的。不過，這兩種氣體本身的性質是很容易結合的，祇缺少一種東西使它們接近，有了這種媒介物，它們便會結合。增加溫度和壓力，固然可以使它們結合起來容易些，但是那最重要的還在加入一種媒介物的粉末到它們裏邊去。這種媒介物就叫做‘觸媒’ (catalyser)。觸媒的作用是使其他的元素因它而結合，但是它本身卻不起化學變化。

我們曉得，貴金屬裏邊的鉑 (platinum) 就有這種作用。從前有人用黑鉑 (black-platinum) 作煤氣爐的點火器。取黑鉑一小塊，像用火柴點火似的放在煤氣的出口處。這樣，黑鉑漸漸地會變紅熱，一兩分鐘之內便可以把氣體燒着了。空氣和煤氣放在一起，若不加熱是不會起作用的。但是，它們的混合氣觸到鉑上便會格外接近起來，所以能發生作用，所生出的熱都集到鉑上，使它的溫度增高。最奇怪的是，經過這番手續之後，鉑的本身絲毫沒有損失。事實上，祇要把鉑放在那裏，空氣就會與煤氣起作用。

這種觸媒的作用，歷代的化學家都認為希奇。事實上，真是希奇。現在，我們把許多由經驗得來的知識加以搜集和整理以後，纔開始對於這種奇怪的現象有了一些較清楚的觀念。我們已發現的觸媒，種類並不多。最大的原因便是那最先發現的觸媒，不幸恰巧是鉑與金一類的東西。所以大家都不知不覺地錯

認這種特殊的性質祇有這些特殊的貴金屬纔有。於是把全部注意力都集中到貴金屬上去。其實，貴金屬並不是有觸媒的作用，結果空費了不少的氣力。不過，因為種種的試驗和研究，我們卻找到一條原則，就是：觸媒並不能使彼此原來沒有作用的東西化合的；它的唯一作用便是使那原來應該有作用的東西化合時速度可以大些。往往有許多的氣體，本來應該很容易化合的，但是混在一起，雖然經過很長的時間，還是一點都不發生作用。前面講的水煤氣便是一個很好的例子。

最近纔發現，若用一種適當的觸媒，在適宜的狀況下，我們的確能使那些分子簡單而容易得到的氣體來結合成功種種分子較複雜的化合物。例如，將水煤氣通過在某種溫度下的某種普通金屬，便可以製成各種油類。可以作觸媒的金屬計有：鎳、錳、鉛、銻、銅數種。用它們的時候多半是把它們附着到很細的沙粒上。在選擇的時候，必須研究那一種金屬最適用，那一種溫度最相宜。不過這些條件祇有多作試驗纔能曉得。現在德國正用這種方法來製造大量的汽油，並且品質相當地優良。

所以現在有許多的化學專家在那裏研究這種綜合的方法。從前許多化學藥品都是從組織很複雜的天然物裏分析出來的，現在已經有工廠可以用綜合的方法來製造了。美國在禁酒的時候，酒精裏所加的木醇（wood alcohol, CH_3OH ）就是用綜合的方法製成的。木醇的毒性很大，喝了可以使人的目力減弱，甚

至完全失明。

除去這種綜合的方法外，還有許多化學專家在那裏研究分解的方法。把複雜的東西分解成簡單的東西，實在是一種很貴錢的辦法。如果率然從事，不加注意，則耗損量非常之大，所以非在事先詳加研究不可。前面所談的低溫煉焦法就是一個良好的例子。可惜用這種方法所得到的許多副產物，到現在我們還不曉得怎樣來充分利用。

最近有一個德國人名叫貝爾嘉士 (Bergius) 的，另外發明了一種分解的方法來製煉汽油；方法是：在高壓力之下將煤與氫放在一起來加熱。

低溫煉焦法與貝爾嘉士法，二者都能製煉汽油來供給我們的需要。所以前兩三年還有人提倡以數百萬英鎊的資金來設廠製造。但是，現在呢？我們已經有了那最簡便的新方法，用水煤氣來製造汽油了。同時，在消極方面，我們現在在設法利用無軌電車去替代公共汽車，以減少汽油的消耗。結果，將來運輸方面對於汽油和柴油的需要定要逐漸減小，決不會再有像現在這樣地缺少汽油和柴油便沒有辦法的情形了。

文明國家，一般的生活方式都是隨着她所利用的動力而變化的。我們國內（指英國）所有的動力是煤和水力。在運輸方面，如鐵路、汽車、輪船、飛機……等所用的動力總量較固定的動力廠所用的動力總量約大三倍。所以，如果眼光遠大些，在我

們採用動力來源時，決不應該以價格的高低為取捨的唯一條件。普通的人也許在甲地認為電力便宜，就用電力，在乙地認為蒸汽動力便宜，就用蒸汽，而在丙地又認為柴油機合算，就用柴油機。但是，若於全國的大局着眼，或再範圍小些，於一大規模的工業着眼，則採用動力時，除去動力的價格而外，還要顧到其他的許多問題。現在已有人發現出種種的方法來利用由煤煉氣後所得的副產物，例如從中提煉塑體（plastics）原料和提煉肥田藥品……等，都是很可能的。所以我們現在這種用生煤直接在鍋爐底下燃燒的方法，把所有的副產物都白白地拋掉，似乎不大高明。不過，現在的煤氣機還沒有大馬力的，所以要供給大量的電流，暫時還不得不用蒸汽機。

世界各國中，有的國家完全沒有煤；有的，像英國，煤雖有而行將用盡，已到了煤礦漸深，開採漸難的地步。在無煤的國家大都利用水力，所以它們在運輸方面充分利用電力。由前文可知，英國因為缺少汽油也在那裏設法改用電力。還有一種可能的辦法（見本書 117 頁）便是利用煤末機；同時我們也不能斷定在運輸方面蒸汽機或其他功用相同而不用蒸汽的發動機，便不會再行恢復它們原有的地位。以前大家都認為蒸汽機的輪船快要絕跡了，但是到現在大小的船隻又都利用起蒸汽機來了。

若從充分利用動力資源及盡力減少其無謂的消耗兩方面來看，我們現在正在拋棄着大量的水力而專來消耗那將盡的煤

產。我覺得，倘若把我們所有的煤都變成煤氣，按本書各章的建議來充分利用，結果一定比現在要好得多。從許多年前就有人倡議利用塞汶河 (Severn) 的水力，我們若投以二千五百萬英鎊的資金，便可得到五十萬匹馬力的動力，每天供給十小時。這樣大的動力約等於全英國所用動力之十一分之一。我們可以利用這種動力來發電以節省大量的煤。這事如果真能實現，煤礦的工作一定會減少，而其餘各方面的工程師和工人一定都要忙起來建築各種工廠，恐怕要忙上好幾年。但是用這筆大款，自然要付很多的利息，等到這動力廠完成以後，動力的價格也要看利率的大小而定。這種考慮實在便是我們拋棄這偉大動力來源的真正原因，否則，我們能稍為聰明些，這種偉大的動力來源一定會對於我們有極大的貢獻的。

從另一方面來講，利用電力的確也有它的缺點。因為直接運煤或運油所花的錢比把它們變成電能再用電力網來輸送出去要少得多。這話聽來好像很奇怪，但是事實上的確是如此。因為設置電力網必須大量的資金，所以要付很多的利息，並且電線真的電阻 (resistance) 還要損耗一部分電能。動力是工業的食糧，所以倘若各工廠都能自備動力原料來供給它自己的需要，當然要好些，因為可以獨立進行工作而不受外界的攪擾。例如，電力廠或電力網損壞時便可不受影響。現在我們正在和敵人作戰，大家更要注意到這點，因為一切大工業，若都仰給於電

力網所供應的電力，一旦遭受空襲，便有全部停頓的危險。

現在又有許多旁的方法來利用煤氣作動力原料。在 1914 年大戰的時候，我們的汽車上都改裝上一種煤氣箱，以煤氣來代替汽油，因為所有的汽車都能改用煤氣來發動。現在我們的煤氣箱，材料又薄，鋼質又堅，可以用高壓將煤氣大量地貯存在裏面，所以我們更可以不用汽油了。此外，我們還可以利用吸入式的煤氣發生爐，使空氣被吸通過燒紅的煤層或炭層來發生煤氣，以供給汽車所需要的動力。

由以上所述各點，我們便可曉得，產生動力或使用動力的方法都是時時刻刻隨着許多旁的條件而變動的。

體

你對化學的觀念如何？恐怕可以說是製造氣味的科學。現在讀過書的人，在學校裏一定進過化學實驗室。離開學校以後，使你記憶得最深切的，恐怕就是那實驗室中的氣味。

化學可以分爲兩大部門——有機化學與無機化學。這兩大部門怎樣區別呢？也可以用氣味來分辨。無機化學裏共有 92 種不同的‘元素’——元素就是用現在各種方法不能再分開的各種化學質素。但是作無機化學試驗時所發出的氣味好像只有一種，就是臭雞蛋的氣味（硫化氫 H_2S 的氣味）。反之，有機化學所研究的祇是那些含碳的東西，但是試驗時卻會發出種種不同的氣味——有些很香，有些很臭，還有些說不出是香是臭的怪味。它可替我們造出能發生自然界中各種氣味的藥品；有時一小瓶這樣的藥品足夠全城的人來聞。香花味，鮮果味，髒煙袋管味，腐肉味，臭豆腐味，燒着的頭髮味；這些味當你在有機化學實驗室的窗外走過時，都能聞得到。

由此可知，碳這種元素的花頭，比全部其餘的元素還要來得多，真是一種最耐厭的東西。我們曉得，若由無機化學來製造

一種成品時，我們是很有把握的。先將所需的原料按一定的分量放在一個玻璃瓶子裏去燒，結果便會得到我們的目的地物，並且所得到的數量和我們所預定的大致相同。但是，若用有機化學來造物品時，那就大不相同了，我們所得到的成品只是原料的一小部分，其餘的都是一大堆廢物！

這是什麼原因呢？說來倒也簡單。玻璃瓶原來是我們希望那些原料按着它們的本性來結合的地方。但是，因為有機的原子在裏面搗亂，所以一切都不能順利進行。有些有機的原子是很守規矩的，在裏面遵照我們的意思和其他的原子結合成我們所需要的目的地物。還有些有機的原子卻不然，它們自行結合成許多的小組織，來排擠其他的原子，使它們不能結合。這種不良的行為在化學上的名詞就叫做「縮合」(condensation)。它們很像會議上妨害會議進行而自行結成許多小組織的朋友們。這種小組織就叫做「縮合物」(condensation product)。

歷來的有機化學家都為它們所苦。因為這種縮合物的性質很壞，它們在很結實的玻璃瓶子裏結成一種很硬的塊子，無論用什麼強酸都溶化不去。你要想把這種硬塊取出來，恐怕最省錢的辦法便是把瓶子打破。後來出了一位腦筋特別靈敏的化學家，他對於這種現象的看法與衆不同。他看這種不受酸類侵蝕的硬塊很像玻璃而不易打碎，倒很有趣。經過研究以後，纔知道這種東西便是一種「樹脂」(resin)。樹脂是樹木裏生出來的，初

分泌時，是一種透明的黏液，以後漸漸地變成固體。普通作裝飾品用的琥珀就是那百萬年前死去的樹木上的樹脂。我們曉得，琥珀是很硬很堅的東西，若不是因為它的價格太貴，我們一定可以種種的方法來利用它。

這位聰明的化學家便開始研究製造這種樹脂的方法，不久便成功了。他所用的原料都很便宜，計有：石炭酸(C_6H_5OH)和甲醛(formalin, $H-CHO$)。這兩種東西都是碳(C)、氫(H)、氧(O)三元素結合成的複雜化合物。這位化學家使它們裏面的碳的原子盡量地縮合。於是，所有的碳原子便很密切的結合起來，把其餘的原子排擠出去，化作蒸汽而逃走了。結果便得到了一種透明的棕色液體，漸漸結成一種固體，很像琥珀。讀者們，在你們念到本文時，也許手裏拿着的香煙嘴就是這種東西做的。這種東西叫做‘培克來膠’。(bakelite, 又名電木)，是由這位創製人培蘭(Baekeland)，而得名的。

用這種原料可以製造許多的東西。先把它作成一種漿糊，在裏面加入些木屑、石綿粉、和各種鮮明的顏料，然後放在鋼質的模型裏，用高壓來塑造，再加熱來烘焙，使它變成固體。我們的無線電收音機的盒子大都是這樣做起來的。這樣的一只盒子可以整個兒地做出來，不必打磨，表面就很光亮。製造時，前一分鐘拿一勺培克來膠粉來，再等一分鐘，便見一只盒子做好了。試想若用木頭來做同樣好看的一只盒子，又得染色，又得磨光，

那要費多少光陰啊！

以上所述，不過是現代工業裏一種大發展——塑體工業發展——的開端而已。所謂塑體便是各種原料的總名。它們在軟的時候可以任我們塑造成各種形狀，等到變硬後，不待修飾，便可應用。在十年以前，你若談‘某種塑體’，恐怕很少有人了解你的意思。但是‘可塑的’(plastic)這個名詞，卻是很普通的。一種原料如稱為可塑原料，一定是它的形狀可以用外力來改變而本身不會破裂或粉碎。不過，從前的塑體不必用大的力量來塑造；造磚瓦的黏土便是一種很好的塑體。如果調製得當，可以用它來做成各種形狀的東西，加熱變硬後，便可應用。但是這種塑體的製成品的缺點很多。最大的缺點便是易於破碎。其次，便是重量太大。第三，便是初成時如不加修飾，表面非常粗陋。如果用一種像玻璃似的東西來塗飾一下，成本既大，手續又繁。利用這類的塑體所製的成品，全世界要推中國人所做的最好，那種成品便是那著名的瓷器。中國人對於瓷器的製造有數千年的經驗。所以造出的精巧品件可以說是人間希有的奇珍。

十九世紀中有許多的大發現，其中最重要的一件便是發現了各種金屬大多數是可塑的——只要我們用的力量夠大。用火將鐵燒紅，然後用錘來打成各種形狀，這是自古就有人曉得的。現在的新方法是用許多極堅強的機器以高壓方來滾軋，或拉長金屬，使成各種形狀，不用捶打，只用均勻的壓力。

直到發明了培克來膠，我們纔可以說得到一種與瓷器毫無相同的塑體，並且烘燒時所用的火力較小，受打擊不易破碎，重量比瓷器小得多。

這種驚人的發明出現以後，立刻在工業方面開了一條新途徑。許多的人都來努力發展它。在很短的時期以內，有人造出許多種不同的塑體來。我們曉得那製絲襪的材料稍加泡製，便可用來塑造各種形狀的用具。你所用的自來水筆也許就是這種原料做成的。後來，又有人發現用牛乳裏的一部分原料可以做成一種像角質的塑體，所以在一兩年之內，那些利用骨頭的製造工業都被打倒了。你衣服上的鈕扣也許就是這種東西做成的。這種資料有好些特別的名字，如蛤拉鱗 (galalith) 和愛利拿 (erinoid) 等等。以後又有許多有機化學家從 '尿素' (urea, NH_2CONH_2) 製出許多種塑體。你家裏用的酒杯或玻璃瓶子的螺旋蓋說不定就是這類的原料做成的。在利用塑體方面，還有一種更新的發展，便是拿它來造船。這種消息使我聽到了不甚高興，因為我從小就喜歡自己造船來划，現在這種新材料一出現，那老式的造船藝術恐怕就會被打倒了。我們曉得，從前造船是將樹幹來挖空的，後來纔進步到用木板製造。倘若將來這新的方法出世，那我們現在的方法豈不也成了過去！不過，這種新發展是很可喜的。那種用木板或獸皮造成的船，碰水便會風乾，再用就要漏水。這種新式的造船法是用木頭先切成很薄的

板子，然後塗上一層液狀的培克來膠；製造時便用這種薄板一張一張地黏貼在一起，作為船的外皮。用薄板黏成厚板的方法並不希奇，像這類的層板（plywood）隨處都有人在使用。最新奇的地方卻在這種新的黏合物，既堅固且強硬，更不怕水的侵蝕。那黏合起來的船皮經過很大的壓力（約每方吋一噸），便壓成船的形狀。這樣造成的船比用板子釘子造成的要便宜些，並且經過風吹日曬後，雖十分乾燥也不會漏水。蟲子不會來蛀蝕它，因為那種石炭酸的氣味不但人不喜歡聞，蟲子聞到也不舒服。使用之先也不必作任何準備工作，像塗漆，摩光等等手續都可省掉。我以為在划船自娛的時候，我還是採用舊式的木板船，但是若有緊急的要公須在烈日之下或種種不良天氣之中乘船浮海時，我一定要採用這種新式的培克來膠船。

這種塑體既然可以用來做船，當然可以用來造汽車。汽車的車身不久便可以用它來整個地做出來，表面不必加塗油漆，便很好看。現在汽車裏面有許多的零件，例如電力設備和儀表板等都是用這種塑體做成的。還有用這種材料代替金屬來做的齒輪，因為過冷過熱不會使它損壞，汽油、滑油、酸類或其他的化學藥品都不能影響它。不過，這種齒輪質料雖然堅固，而外觀很難做得好看。但是，一般人對於各種物件不但注意它的品質，同時還要注意它的外表，所以新的塑體成品都在盡力來迎合一般人的嗜好。將來塑體可以有種種的顏色，並且我們可以花很

少的錢，便能買到許多像從前裝飾宮殿用的五彩玉石似的美麗東西。現在塑體作品，日新月異，花樣翻新。自來水筆、杯子、瓶蓋、鏡框等等，美不勝收。各品的形狀和顏色大都盡力摹倣古代的玉石雕刻，這點可以證明工業上的進步已超過了藝術上的進步。

現在另有一種塑體可以替代玻璃，同樣地透明而不易破碎。從前有一種類似的材料名叫‘賽璐珞’（celluloid），經過強光的照曬很容易變作黃色。這種新式的塑體卻不是這樣，明淨澈底，雖是很厚的一大塊，看過去不帶一點顏色。普通的冰都比不上它，因為像這樣透明的東西多少都要帶些顏色的。新式的飛機上現在多半用這種塑體來做窗上的玻璃。因為它的重量非常之小，並且能經強光而不變色。可惜價錢在目前還不便宜。

這種塑體的新發明，對於世界各國的人都是有興趣的。在那些天氣不好害蟲極多的國家，住房和汽車運輸的改良實在是極重要的事。選用這種不怕風雨不怕蟲蛀的材料，就是價錢貴些，算起來還是便宜，因為保管費和油漆費可以省掉不少。並且，現在正在設法將它的價錢減低。你看那無線電收音機的盒子，用這種原料做的比用木料做的還要省錢，便是一個很好的例子。壓塑這種材料所用的機器，價錢是很貴的，因為要有每方吋一噸的壓力，馬力自然不會小，並且那些附帶的鋼質模型也都是費錢的。不過，所做成的房子和其中的陳設等等，既能經久

不壞，又能和那些用便宜材料所做的一用就壞的房子價錢差不多一樣便宜。

金屬的奇特性質

我常常覺得科學和魔術是相反的。魔術固然可以使你看着很驚奇，但是一經曉得了表演的方法以後，立刻便會感覺平凡乏味的。因為內容毫無奧妙可言，充其量不過是些在地板上開洞，裝置假鎖，利用鏡子或運用手術等一套無聊的把戲。但是，科學卻能解釋真正奇怪的事。舉例來講，在第九世紀的時候，有一個日本專家做出一把鋼刀。所用的原料是鐵，但是經過製煉以後，硬度增加到好幾千倍。這把刀到現在已經保存了一千多年了，而刀鋒還是很銳利的，可以把現在中國人造的新式機關槍切為兩段。這位製刀的人從前並不曉得為什麼緣故鐵會變成鋼。但是，新的科學能給我們很清楚的解釋。因為科學的幫助，我們現在不但能得到同樣的東西，並且還能得到更驚人的結果。試問，這位日本古人開始照着他父親的方法做那把刀時，那鋼質裏面的組織究竟有什麼變化呢？這問題科學是能夠解答的。但是，得到科學解答以後，並不會使你感覺到這種煉鋼的事是平淡乏味的，並且事實上能使你感覺到更大的興趣，比僅僅地聽到這製刀的故事還要高興得多。因為，這事的本身已夠希

奇，而其中的秘密更要神妙。我們對於金屬性質和內部組織所得到的知識，不但使我們曉得如何由鐵來煉鋼，同時還有其他更重要的用處。

在 20 頁中，我曾以金屬的原子比做蜂房，比喻雖然粗淺，情形卻很適當。金屬外表雖然是固體，然而其中的原子（蜂房）卻是按照一定規則組織起來的。原子中的電子（蜜蜂）由這些蜂房裏出來，在組織中的空間裏活動。所謂電子便是許多小的電力單位，金屬裏的電流便是這些電子在金屬原子裏運動的結果，好像空氣由一堆沙子裏吹過的情形一樣。金屬材料是與其他的材料不同的，祇有它裏面纔有自由活動的電子。

金屬原子所以能按着一定的規則排列，完全因為金屬是由許多晶體 (crystal) 組成的。普通就外觀來看，並不像是晶體組成的，因為我們所看到的金屬表面大都不是經過機器刨平的，就是已經由液體狀態凝為固體後的情形，所以很不容易看出來。事實上，一般的金屬都是由晶體組成的，和糖及食鹽等類的東西一樣。內部有各種形狀的小晶體，彼此相雜在一起，而互相團結得很牢固。不過，金屬有一種性質卻與糖及食鹽不同。如果你用力來打擊它，結果祇有稍為變形而不致全體瓦解。要是糖及食鹽等的晶體則不然，一打便要應聲粉碎了。用糖做的圓桿是經不住拉力的，但是金屬桿在很大的拉力之下可以伸得極長。伸長以後雖然縮不回去了，但是那質料的強度並不會因此

減小。我們可以把金屬像蠟燭一樣地作成各種形狀。例如，將鋼桿由小孔裏拉過幾次便會成功鋼絲。較軟的金屬如紫銅，黃銅等類，加熱以後便可像把牙膏由錫筒裏擠到牙刷上似的做成管子和桿子。最奇怪的一點便是，經過這番手續以後，金屬不但無傷，反而受益，因為它的強度可以因而增大。

鋼鐵之類的較軟金屬經捶打之後，它的硬度是會增大的，不過也有一定的限度，超過限度，便會發生裂紋。硬銅板或硬銅絲都是在製造過程中經過滾壓或伸延之後纔變硬的。

這種現象到底是由於什麼原因？為什麼金屬與其他的材料有這樣顯著的區別？這些疑問現在我們還不能完全解釋清楚，不過已漸漸地與真相接近了。在正常狀態下，金屬是由許多很小的晶體組成的。我們可以用很簡單的方法來證明這種事實。先將金屬表面磨光，再用酸液侵蝕，然後放在 100 倍的顯微鏡下，我們便可以看見一個一個的小晶體。金屬受捶打之後其中的晶體便會變小，晶體愈小，金屬的硬度就愈高。我們不用捶打的方法也可以得到同樣的效果。例如，我們用電鍍池使金屬結成極細小的晶體，結果這金屬表面一定是很硬的。反之，我們也可以用一種特別的方法將一只金屬圓棒表面的許多的小晶體合成一個大晶體。這樣一只單晶體的金屬棒，外表看來和普通金屬棒沒有什麼差別。但是，你把它放在機器上用強力來伸延時，便會發現一種極可驚奇的事。這種金屬棒在未受伸延之

先，外表雖與普通金屬棒一樣，而內部的組織卻迥乎不同，它裏面的原子，由棒的一端直到他端，由棒的一側直到他側，都是按着一定的規則排列起來的。受到拉力以後，棒的全體會變成許多錢幣狀的薄片膠合在一起的樣子。各片都可以相對地滑動，但是並不會散開。事實，愈受拉力，各片間的膠合力愈強。好像那膠合物的黏性愈受拉力愈會變大。

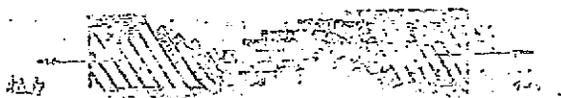


圖4 這是一只單晶體的金屬棒受到拉力後的情形

金屬對於捶打或其他的常溫施工 (cold working) 的反應也是這樣的。捶打得愈用力，金屬愈變硬。晶體愈細小，金屬愈不易變形，因為各晶體祇有在晶體平面——滑動面 (slip plane) ——上纔能作相對滑動。

在變硬後的金屬上加熱，其中細小的晶體便會結成較大的晶體。這樣就可以使金屬重新變軟。這種工作就叫做‘退火’ (annealing)。

曉得了上述各點以後，我們可以來談何伯爾脫 (E. G. Herbert) 的發明了。有一次何伯爾脫走在路上，正遇到天上下冰雹，看見許多冰雹打在鐵皮的屋頂上。這種情形，恐怕許多人都經驗過，不過祇有這位何先生纔會作更深一步的推想。他想：每

粒冰雹都能打擊屋頂一次，如果冰雹結得很堅硬，落下來的速度又很大時，那屋頂上的鐵皮一定會被它打出一個凹痕來。這樣一定會使鐵皮的硬度增大。所以我們可以利用這種方法來提高金屬表面的硬度，不過打鏢的程度要注，每鏢必須使金屬表面發生凹痕。這樣想過以後，他使用許多的鋼珠當冰雹來作了一次試驗。將鋼珠放在一個架在高處的盒子裏，使它們順着盒底上的管子以高速度落下來，打到下面一個盒子裏所盛的金屬上。下面這個盒子的內壁都用橡皮蒙好以免被鋼珠打壞。鋼珠從金屬表面上跳下來以後便滾入一個升降設備，把它們仍然送到上方的盒子裏去。何伯爾脫試驗時使鋼珠如急雨一般地落到金屬表面上，每分鐘約有數十萬次的打擊。金屬表面初受鋼珠打擊時，每次都有一個凹痕。這時那盛鋼珠的盒子以放得較低為宜，使鋼珠對金屬的打擊不致過猛。等到金屬表面漸漸變硬時，再將鋼珠盒子漸漸移高。用這種方法便可以使金屬的表面變硬而內部仍然保持原有的硬度。

這種工具我們更可以利用來檢查金屬表面各處的硬度是否相同。按照普通的方法，將一塊鋼質零件先燒熱，然後浸入冷水使它變硬以後，我們很難斷定這零件上各處的硬度都是一樣的。若用普通的硬度試驗機來試，也許正巧會試到那較硬的地方，以為合格，其實那未經試驗的地方也許是很軟。但是，用這種鋼珠雨的方法來試驗，便不會有這種流弊，因為那些硬度高

的地方都沒有凹痕，那些硬度低的地方纔有很清楚的凹痕，使我們看去可以一目了然。照這樣的方法試過幾次以後，原來看着很好的一塊鋼也會現出有硬度不足的地方了。那打鑿得像鏡子似的表面上也會顯出那光暗不同的斑點，所有不好的地方都一齊呈現到我們的眼前。

以上所述不過是舊法則的新應用而已。這位何伯爾脫先生還有一種更新奇的發現呢！這種發現的詳情，要是一一的講解起來，很不容易。但是，若祇談那要點，卻是很簡單的。他發現：若將一種金屬放在磁場（magnetic field）裏，然後將它迴轉一次，再拿出磁場以外，這金屬的硬度便會增高。但是，這樣因磁場的作用而增高的硬度，並不是固定的，而是會時高時低地變化的，並且每次高低變化都要經過很長的時間。我們曉得，普通的鋼刀剛剛製成的時候是很軟的，不用太力就可將它彎折，不過等到一兩小時以後就會漸漸變硬起來；但是，誰都不曉得這種硬度的變化會無盡地延長下去，並且會時高時低的。更奇怪的是那些本身無磁性的金屬，如黃銅一類的東西，它們的硬度也會受磁場的影響。它們的硬度在受過軋延（rolling），捶打，和磁場的作用後，都會發生變化。還有一種奇怪的現象便是金屬受過磁場作用以後，若經過適當的時間再放回磁場一次，它的硬度便可固定於一定的數值而不再變動。

在這種現象裏一定有很重要的真理存在。現在，我們曉得

要增加金屬的硬度祇有兩種方法：一是使金屬裏的晶體變小，一是在晶體中間加入一種物質，如鋼中加碳（C），使那物質夾雜在晶體的滑動面間，以阻止它們的滑動。但是，在這種磁場方法裏，我們並沒有使金屬內部的晶體變小，也沒有加入什麼其他的物質，並且磁場是不會使晶體的大小發生變化的。所以我們唯一的解釋便是金屬的晶體可以被磁場扭絞，結果不但不會破碎反而更形緊密。磁場對於晶體間滑動面上的膠合物也許會有什麼影響。這是很可能的，因為我們曉得那使晶體互相連結的東西是一種電力，金屬中的電子又能自由活動，而磁場的吸引力對於電子的運動是有極大的影響的。所以，這種新發現的最奇怪的一點還不在此，而在那硬度的變化為什麼要經過這樣長的時間，因為普通在原子間的一切運動所需要的時間不過是幾分之一秒，決不會是十多小時的。

我向大家來談這種新發現的目的，不僅是要使大家曉得它的重要性，同時還要藉着這種事實來引起大家對於探求新真理的願望。由上述的事實我們已會曉得，科學雖然發達到今日的階段，但是還有許許多多的重要奧秘在等待我們去發現，我們祇要有求發現的願望便可以有所獲得，倒不一定需要什麼複雜的儀器或參考什麼前人的書籍。我不曉得，在何伯爾脫之前有沒有人會想到研究磁場對於金屬硬度究竟有什麼影響。

何伯爾脫試驗的結果還不像我說的這樣簡單呢！他將金屬

在磁場裏迴轉過一次以後，那最初的结果並不是使金屬的硬度變大，而是使它變小。後來金屬總漸漸地變硬，經二三小時纔可達到硬度的最高點。達到最高點以後，若不將金屬重新放置於磁場裏來把它的硬度固定，則仍會漸漸變軟。像這種奇特的現象，你看是不是需要一位專家來發現其中的奧秘？

關於金屬還有一種新的進步也是很值得談的。我們曉得，現在各種‘合金’（alloys）——許多金屬的混合物——漸漸地通用起來了。但是，每種合金既然都有它的優點，所以也都有它的缺點。最普通的一個缺點便是製造時必需用種種的工具經過加工。舊來的成法是：先由金屬塊上割切下所需的材料，削平，鑄光，或用捶打的方法使它成我們所需要的形狀。你看這是怎樣地費錢費事！但是，現在另有一種新的方法正在那裏靜悄悄地緩緩向前進展，便是先將金屬製成粉末，然後裝到模型裏用大壓力使它再變做固體。

現在有許多新的東西都需用金屬粉末來做。喜好無線電的人都會曉得現在有人用鐵屑放在鐵質裏面來做高周率（high frequency）的零件；體積較那老式沒有鐵的零件小，並且其中的電力消耗也較少。另外一種新發明便是用銅與錫所造成的海棉似的合金。這種東西可以用來做機器上相互摩擦的機件，或軸承一類的零件。製造時先將銅粉與百分之十的錫粉摻在一起，然後裝入鋼模裏作成應有的形狀。在所得的固體上加熱，使

其溫度不超過合金的熔點，便可以成功一種像海棉的有許多氣孔的東西。這種氣孔可以容納許多的滑油。所以機器上的金屬圓桿在轉動時，外面有這種滑油浸透的金屬海棉包圍着，自然不易損壞。這種銅粉末可以用電鍍池來造，手續非常簡便。如果用很高的壓力去壓，我們也可以使這種粉末變成完全堅實的固體。這樣做成的東西，表面光滑勻淨，無需再加修飾，便可應用。所以，這種方法將來漸漸地必會把老式的機工淘汰掉。

這種‘粉末冶金學’(powder metallurgy)還能使我們在合金之中摻入硬度極強的東西。最新的發明品，例如碳化鎢和碳化鉭(Ta_2C)所做成的機器上用的工具刀，便是由金屬粉末與碳化物粉末摻合起來用高壓力壓成的。這種工具刀可使機器的工作速度增加數倍，因為它在高溫下仍能保持鋒利。我們可以用它來加工於最硬的鋼質而不致鈍挫。所以，裝到自動機器上，一只刀可以做出許多品件，並且每件的尺寸都是相同的，因為刀的本身很不容易磨損。但是，要用這種新材料的工具刀，那機器的本身也得是較牢固的新式出品。這是很明顯的。因為工具刀對於工作所施的力愈大，結果機器上所受到的反應力也就愈大。那夾鉗工具刀和工作的地方特別要加強。我覺得這種新材料一定不會僅限於做工具刀，將來一定還有更好的用途，因為它的本身是非常耐用的。

在發明史上有許多的實例告訴我們，常常有新的理想出來

而在發表以前不能立刻實現，因為當時的資料不合需要。這種情形，直到現在還是很多，往往等到一種新的材料做出以後，我們纔能拿來實現早已等待實現的東西。例如，那可以看見真而墨水的自來水筆。我們早已有了這種理想了，祇是沒有適用的材料；所以等到現在纔造出來。現在這種新合金的發現，將來一定會使發動機和煤氣輪機 (gas turbine) 等的製造法大為進步，因為這些東西早已在等待一種能耐高溫度的強固材料呢 (參看 121 頁)。

調節空氣

我現在要說的是我們所呼吸的空氣。這問題，在一百年前是沒有人來討論的。老派的學者很高興來研究人呼吸時的情形，但是對於空氣的素質、溫度、壓力、水分等都不曾去注意。他們祇知道空氣是我們所需的一種簡單的自然物，並且無論何處的空氣都是一樣的。

現代的科學告訴我們，從前的觀念是不對的，並且供給我們種種的方法來測量空氣。現在，我們根據儀器的示度，已能指出來在什麼條件之下的空氣纔能使我們感覺愉快。恐怕大家都經驗過，在天氣好的時候，一起床就非常高興，沐浴後早餐時，更覺得快活。出門時，精力非常充裕，覺得有把握把今天一天的工作能做得十分美滿。像這樣的天氣，不僅是夏季纔有，冬季也會有的。這是什麼道理呢？完全是因為空氣中的水分和空氣的溫度正相配合的原故。在某種溫度之下，空氣中必須含有一定數量的水分。這種關係就叫做‘溼度’ (humidity)，是可以數字來表示的。

空氣的溫度是時常在變動的，而我們身體的溫度卻要保持

着不變的數值——普通是攝氏表 37 度左右。祇有在這種溫度之下，身體內部的一切作用纔能順利進行。並且，不管外界的空氣是冷是熱，我們身體裏面產生熱量的速度，是不變的。事實上，人體便是一架很精巧的機器，它內部的，一切作用非在一定的溫度下不能順利進行。現在我們要來製造這樣一架機器，一定會在裏面裝置一種能自動調節的機關來管制那發熱的部分。但是我們的身體卻不是這樣構造的，它的辦法是任那生熱的部分永以一定的速度來產生熱量，另外再以散熱速度的大小去調節體溫——外面空氣暖時，身體散熱的速度就增高；外面空氣冷時，身體散熱的速度便減小。不過空氣在冷的時候很容易吸收我們體內的熱量。等到空氣的溫度漸漸變高，它吸收熱量的能力便漸漸薄弱。最後，空氣的溫度達到我們的體溫時，它簡直就不能再吸收我們體內的熱量。所以，我們的身體必須有一種調節的方法，使體內所生的熱量在暖空氣中向外散得快些，在冷空氣中向外散得慢些。這種方法便是出汗。汗液從皮膚上的毛孔裏流出，然後化成蒸汽散去，這種蒸發的情形在夏季格外顯得清楚。這種蒸發的作用可以吸收體內大量的熱量。因此，天氣愈熱，我們愈出汗，藉着蒸發作用來把我們體內多餘的熱量散出去。但是，只排出水分而不能蒸發時，我們的身體仍然不覺感到涼爽。

這種蒸發作用的快慢，完全要看空氣中所含的水分來定，

所含水分愈多，蒸發的作用就愈慢。如果空氣中含水分過多，像坐耳其浴的蒸汽室的樣子，我們雖然排出很多汗液，但是因為不能蒸發出去，所以身體一點也感不到涼爽。因此，在很短的時間之內，必覺氣悶難忍，想立刻跑出來。由此可知，在一定溫度之下，空氣的溼度必須在一定的限度以內，纔能使我們的身體感覺爽快。祇要溼度適宜，則空氣溫度在攝氏表 18° 至 27° 的範圍內，我們都能感到舒適。如果空氣過溼或過乾，身體都是不舒服的。那時要保持適當的體溫是很困難的。

英倫三島的空氣溫度普通是在攝氏 0° 到 30° 中間變動，有時變動的範圍也許更大些。

我們曉得空氣中溼度的變化對於溫度的變化也有相當關係。



圖 6. 相對溼度 (%)

溫度與相對溼度是兩個變量，如圖中，當溫度變高時，相對溼度變低，反之亦然。冷天也有較乾和較溼的天氣，熱天也有較乾和較溼的天氣。

遇到潮溼的熱天，人都感覺疲倦；遇到乾爽的熱天，人都感覺愉快。所以大家所最熱心研究的問題便是怎樣纔能使我們不受天氣的影響。

關於這個問題，一共有兩派不同的主張。一派是家兔派，一派是野兔派。這兩種兔子是世界各國都有的。它們的外形很相似，都有褐色的皮毛，長長的耳朵，還有一雙善跳的後腿。但是牠們的生活習慣卻大不相同。家兔喜歡鑽在地下的洞裏居住。野兔卻喜歡在田野裏風餐露宿。有一次，野兔向家兔說：「你這種身子又瘦皮毛又薄的小可憐蟲，專門喜歡在洞裏住着。爲什麼不學我的樣子，無論冬夏都在露天裏過活呢？你看我是怎樣地健美，我的身體比你大多少！你來摸摸我的皮毛，比你那種不值錢的兔子皮要豐厚多少！」家兔聽到以後，很沉靜地回答說：「喂，好朋友，你爲什麼這樣自尋苦惱呢？你本可以找到那又乾又溼的地方來住，爲什麼偏要忍受溼寒呢？請想想你的夫人在露天裏生產或撫育小孩的時候是怎樣的味道！要是我，早已爲她做一個很暖的窩來住了！」野兔說：「我是不會像你那樣住在一個很醜陋的洞子裏，臭氣薰人，四面堵得水洩不通，一點新鮮空氣都得不到！……」像這種各以自己的嗜好爲根據的辯論，我想各有各的理，不會得到什麼結論的。由歐、美兩洲大陸上初到英國來的人，一定會同情於家兔的見解，而感到在英國的冬季生活是毫無舒適可言的。家裏固然也有火爐可以稱爲暖

一點點暖，而那臥室裏卻一點火也沒有。在冬季，每天早晨起來，全所房子，處處都是冰冷的。你若聽到英國人對你講的一篇大道理，一定會認為他是像野兔一樣地自己好討苦吃。

我們曉得，人類生活的方式也是各地不同的，既不是都像家兔，也不是都像野兔。有些國家從上古就在山旁打洞來居住，有些國家迄今仍住在露天的原野裏，很少遮蓋的東西。北歐的拉伯蘭 (Lapps) 人在北冰洋附近就在一個很薄的帳幕裏過冬；而北美的哀斯基馬 (Eskimo) 人便會建起許多小的雪屋來住，裏面溫暖異常，衣裳都用不着穿。但是，說到英國，真是一個天下少有的國家，因為一般人一點也不曉得什麼叫做享福。斯藩凡生 (Stefansson) 曾對我說，他在哀斯基馬人那裏作過多少次的探險旅行，但是在那北冰洋附近從沒有見到像倫敦這樣使人乾受寒冷而毫無禦寒設備的地方。

但是，現在英國人的脾氣也在很快的改變中，漸漸地也會摹倣家兔的生活方式了。漸漸地也添裝起來暖汽管、煤氣爐、和其他各種設備來使房間暖和些。不但享受一方面是在漸漸地進步，同時衛生一方面也因而改善。例如，現在房間中用微口煤爐的已經很少了。所以從前一般人都指責倫敦是各大文明城市中最穢的一個。現在這種呼聲也因此停止了。不過，迄今仍有許多人不喜歡暖汽管和煤氣爐等設備。理由很簡單，因為冷空氣的溫度普通都比熱空氣的小，所以，將外面的冬季空氣引到室內

來加熱，使它升到夏季的溫度，那空氣一定是比夏季空氣乾燥的，人住在裏面一定會感到皮膚、鼻孔、和咽喉都非常不適，並且在這種空氣中，人體的水分蒸發得特別快，結果更覺寒冷。所以必須把室內的溫度再提高，這樣一來，空氣就愈發乾燥了。

因此，家兔派的人便設法來把室內空氣作成溫度與溼度都是最適宜的空氣。這種方法就叫做‘空氣調節法’(air conditioning)。就一般室內的情形來講，同一個住宅，有些日子我們住在裏面便特別高興，同一個工廠，有些日子裏面的工人便特別勞苦而愉快。這完全是天氣的關係。這種使人高興的空氣是有一定的物理條件的。我們可以用科學方法去測量，並且可以用人工的方法來使室內的空氣隨時都有這種適宜的條件。空氣的溫度，我們可以使它高些或低些。空氣的溼度，我們可以使它大些或小些。甚至太陽的光線，我們也有方法仿造出來。換句話，就是自然界祇有某時某地纔可以得到的好天氣，我們可以用人工的方法隨時隨地來得到它。

調節空氣的方法大略如下：先將房間的門窗緊閉起來，然後用一只電扇將空氣由戶外吸入，使經過空氣調節器，等到它的溫度與溼度都合於預定的標準時，再將它鼓入房間裏去。至於空氣如何再由房間放出去，普通有二種方式：一是任其自由散去，一是加以相當的管制。

調節空氣的第一要點自然是變更它的溫度。使空氣變暖是

很容易的，不過使它變冷卻是相當的費錢。在氣候溫和的東方還不會發生多大的問題；可是在熱帶就很困難了。

調節空氣的第二要點便是變更它的溼度。我們曉得，既要溼度與溫度是相配的，我們便會感到舒適，溫度本身的高低倒沒有很大的關係，例如，冬天的空氣不必弄到像夏天那樣熱，夏天的空氣也無需弄到像冬天那樣冷。不過談到調節溼度這一項工作，並不像普通人想得那樣簡單。我們常常看到有人在火盆旁邊放一小碗冷水便覺得空氣滋潤了，那是無濟於事的。正式調節溼度時，每小時要蒸發掉一升多水呢。這還是說把門窗緊閉時的情形。如果再將窗子打開，那就非噴水或噴蒸汽到房間裏去不可了。這種工作，用空氣調節器可以做得很好。在該器裏面，空氣先通過噴霧室來加高溼度，然後再經過蒸汽室來增高溫度。在這種過程中，不但使空氣裏所含的硫磺、煤烟和灰塵等都被洗去，連那些傳染疾病的微菌也同時被洗掉了。

讀者也許要問：「室內空氣的溫度與溼度是否正確，我們怎樣曉得呢？」方法很簡單。我們在房間裏祇要裝置兩種儀器——溫度計與溼度計——隨時觀察它們的示度就會曉得了。空氣調節器可以自動使室內的溫度和溼度永保持着正確的數值，所以像普通房間裏的那種情形——人多，談話時噴出的水汽多，就覺得暖；人少，靜默不言，就覺得冷——是決不會有的。

現在講究一點的書院，學校和舞廳裏都有這種空氣調節的

設備，所以在裏面的人，不必有什麼娛樂便覺得很愉快。

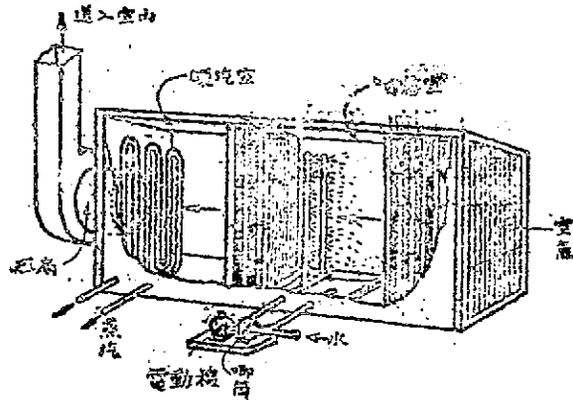


圖6. 這是空氣調節設備的圖。

美國中學裏的教師對於調節空氣所作的試驗最多。他們會將教室裏的溫度及溼度調節到各種程度，然後觀察學生們的行動。結果，溼度過低時，學生們都坐不安席，左右搖動；溼度過高時，學生們都精神疲倦，無心聽講；祇有在正確的溼度與溫度之下，學生們總能生氣勃勃，注意集中。所以，現在美國新建的學校多半都有調節空氣的設備。

我們英國人一向是習慣於各種天氣的，是不是也要設法來留意我們的生活呢？我以為，在我們身體健康時不必去管它；在人少的房間裏也不必去管它。不過，像書院、舞廳、飯店一類的地方，如果裝置這種設備，一定會加倍得利的。這種調節空氣對

於病人更有益處，所以醫院裏用它的一天一天地在增加。私人的住宅，裝置這種設備是很不經濟的，在一所很小的房子裏，非花到二百五十英鎊裝不起來。不過，那些財多身弱的人們家裏還是裝置起來好些。最近有一種熱量管理箱，身體太弱或早產的嬰兒可以在裏面培養起來。這實在是空氣調節法方面最好的成績。據我個人的意見，醫院裏是應該把門窗緊閉，裏面用調節空氣，現在這種門窗洞開的樣子是不應該的。不過，這種意見也許會惹得那些野兔派的人們不高興吧！

在工作的地方裝置調節空氣設備的特別的多些，早些。在最守舊的英國都是這樣。我們裝置這種設備，並不是爲了舒適，而是爲了工業上的需要。例如，在紡織工廠裏，所需要的並不是溫度與溼度都很適宜的空氣，而是那非常潮溼的空氣。又如，在熱帶很溼的地方，我們必須將那溼度減低，使一般工作人員身體保持健康，來將那些普通作不到的工業建設起來。我們曉得，像那製造照像軟片的工作就得要在一定的溫度及溼度下纔可以進行。

最後，我來提議一種輕而易舉的事業，我想大家一定很歡迎的。我知道這種悶坐在調節空氣箱裏的辦法，無論它是怎樣的舒服，我們一定是不情願的，也許在倫敦被那黃臭的濃霧瀰漫得昏天黑地時，纔會有人去這樣作。但是，我們若在倫敦建立一所娛樂場，裏面不但有調節空氣，並且有人造的藍天，我想就

是那最喜歡露天生活的人，在一年之中也要跑到裏面去過半年。這是可以辦得到的。上外國有很多的戲院裏都是用藍色的光把裏面偉大的白色天花板照得像晴空一樣，那屋頂非常的光滑勻淨，我們的眼睛絕對看不出是有天花板，祇看見那天空的藍色。再把繁星和明月的影子也照上去，人們一定更會感到是在晴空之下了。那星月運行的速度，普通都比真的快些，所以更引人入勝。我很希望倫敦有這樣一處地方，現在旁的國家都有了。如果我們能用光學做出太陽來，那就更完美了。在這樣的天花板之下，我們可以建築一所游泳池、溜冰場、跳舞場、或者把三種娛樂場連在一起，然後裏面裝起調節空氣的設備來。在嚴冬的時候，跑入這樣一處美麗的地方，可以看永久不變的晴空，我們要怎樣的愉快呀！但是，建築必須特別地講究，屋頂要十分的平滑，並且不能用那粗劣的油漆，不然便不做藍天了。

科學的耕牧

在五十年前，一般農人沒有注意科學方法的。當時的科學專家們都看不起農夫，認為他們都是毫無知識的，而那些農夫們也都不相信那些科學專家，因為他們毫無實際工作經驗，提出的主意都是失敗的，一點價值都沒有。

那些研究耕種和牧畜的科學家們，既看到農夫們對於他們自己的工作毫無知識，便決定用科學來幫助他們。於是就試用科學方法來耕牧，結果非常驚人。我並不是說這些結果正是那些專家們所希望的，更不是說它們有什麼實際的價值，而是說這樣一來，至少使得科學專家們認識他們自己的能力並不像他們估計的那樣了不起了。他們發現農夫們關於工作方法上的‘當然’，的確比他們知道得多些，就是不能說出其‘所以然’而已。並且發現，若想使這般農夫個個都能說出‘所以然’來，恐怕不是短時間內所能辦得到的。因此，必須施以長時期的訓練。

現在這種訓練已經有了。近些年來，科學上的教訓對耕牧的價值，一天一天地在增高。現在我們對於很多的耕牧上的問題都有了充分的知識了。例如，一塊田地上應該種什麼，不應

種什麼，怎樣使土壤肥沃，怎樣驅殺害蟲，怎樣預防疾病而得到健全的莊稼和牲畜……，這些問題，現在各國都有其國立的專門機關來從事研究。所以今日務農的人，若是再不向政府去接受那最新的知識，真是一個絕大的傻瓜！

關於科學耕牧方面的新進步，非常之多，實在不是短時間內所能盡述的。我現在祇能略舉兩件來談談。

第一件，說來大家也許認為它的範圍未免過於狹小，是一個關於牧畜方面的問題，並且是在英國這種氣候之下的牧畜問題。我們曉得，此地的牛羊祇有在春夏兩季纔有青草吃，到了冬天就得向旁的國家去買芻料。泡製這種芻料的老法子，不外是等到初秋的時候，把那長得很老的草割下來曬。曬的時候要時常翻動以防曬不透。這樣，如果天氣好，便可在場上曬得很乾。然後存起來，留到冬天再按一定的分量拿去餵牲口。但是，祇吃這種乾草的牛，乳不會足，肉不會美的。所以必需外加些豆餅，或其他富有脂肪及營養物的食品給牠們吃。

不過，現在的農人都曉得，餵牛的芻料最好的便是那嫩的青草；牛吃到這種東西，什麼都不需要了。據科學專家說，嫩的青草裏藏有充分的養料和各種鹽類，還有各種的「維他命」(vitamins)；維他命的含量是很少的，但是動物得不到它，便不會健康。牛吃了嫩的青草後，所分泌的乳汁裏便含有維他命。人吃這種牛乳，就會健康。

我所要講的新方法，大家聽到一定會覺得平淡無奇。但是，農夫們聽到便會覺得與舊法不同，或許還認為不可靠呢。這種新方法便是：在春天，趁着青草很嫩的時候便割下來，然後用爐子來烘乾（因為在春天青草是曬不乾的），存起來，預備到冬天餵牲口用。因為要烘，所以必需有一種新式的爐子。現在這種爐子已經有地方去租了，不過裏面燒的煤是要自己出錢去買的。這樣烘乾的草，味道特別好聞。

但是，用這種新法製成的乾草，價錢是不是便宜呢？我們可以詳細地算一算看。把一切的费用——如地價、人工、租稅、肥料、和燃料等——都算計在內，這樣的乾草每噸的價錢也不過四英鎊左右，而英國農人以前所買的那種老式的不良乾草，每噸要花到七英鎊十先令到九英鎊呢。在計算價錢的時候，我們把肥料的價錢已計算在內。所謂肥料就是放在地裏面使土壤變肥沃的化學藥品。因為植物的長成，一部分是要吸收土壤裏的原料的。土壤在用過一次以後，若不加肥料，再種時所出的農產便不會肥美。

我所以要特別談到這種新式乾草的，是因為那烘草的機器很值得宣傳。烘起草來很快，並且乾得很透。我以為很可以利用這種機器來作旁的工作。經驗告訴我們，所有新鮮的東西在烘乾以後，都能保持它們原有的一切性質，連那最嬌嫩的維他命也不致損壞。所以，這種烘乾或曬乾的辦法是人類用以戰勝天

然的老法子，因為在一年之間，有的時候食物特別充足，有的時候食物便感覺缺少或竟一點都沒有，非用這種方法來調劑不可。市面上有許多的肉乾或果品乾出賣，就是因為這個原故。現在使用這種烘乾爐所需的成本已經減到很低，所以各處的農人真應該設法充分利用它。

以上所談的不過是一種老方法的新應用而已。現在我再來談一件真正聞所未聞，奇怪得像封神榜裏的故事一樣的新聞。現在新出一種裝在車輪上可以隨便推動的機器，它可以放出一種電波來使所有的小動物和昆蟲們遇到就死。這種機器在農業上可以用來殺除害蟲。舉例來講，在存穀子的倉庫裏，往往會生出一種吃米的蟲子‘米象’(weevil)，繁殖得很快。這種情形以前是很難應付的，但是，用這種新式機器將穀子圍時常照射幾次，每次祇要照射兩三分鐘便會將米象或其他的害蟲完全殺死。這種電波比無線電的短波還要短。它可以使昆蟲那樣大小的動物身體裏發生極高的熱度，在短時間內很快地便被燒死。植物的種籽，因為體積很小，便可以不受它的影響。所以在農場上，利用這種機器，便可將所有人眼看得到的一切昆蟲全部殺淨。

這種結果，絕不是用液體毒藥驅除害蟲的老法子所能辦得到的。不過，天道好還，所以這種斬盡殺絕的辦法對我們也是有害的，像那些蜜蜂一類的益蟲，把植物裏的蜜質吸去以後，反

能使植物肥美。由此可知，在農場裏，有許多的動植物是相依爲命的，如果照現在這種不分良莠地去殺害一切的昆蟲，不曉得將來會產生什麼結果！

這種電波不但能殺蟲，還可以來給人治病。這種優點是最近纔發現的。醫生們的宣傳雖然未免過甚其辭，不過這種短波也確有它的價值。它可以使我們的身體內部發熱來治療內部的病症。我們曉得，加熱是可以治療牙痛和四肢麻木的。但是，從前我們就沒有方法使身體內部發熱；現在用這種機器，問題便可迎刃而解了。這種機器，在目前，價錢雖然還是很貴，不過我們可以造得能兩用——一方面用來殺蟲，一方面用來治病——就合算了。

關於怎樣用短波治病的一點，因爲本書後面還要詳細的解釋，此處暫且從略了。

騙人的思想與可笑的發明

前面我們已經談了許多很嚴重的問題，現在可以談談那些由很奇怪，很荒謬和很好笑的思想而作出的發明來給諸位醒醒疲。這一類的發明對於商業方面尤其有重大的影響；因為凡是得到這一類的思想的人一定對於它有很堅強的信仰，想來實現它，並且還要設法使那些有錢的人也來相信它。

美國有一句俗話說：「每分鐘都會產生愚人」，的確是經驗之談。莫怪那些中歐或東歐的人都喜歡到倫敦來出售他們的驚人發明。例如：死光，和那些人造寶石，水變汽油，點石成金，返老還童……種種祕法。因為等到你看穿他的西洋鏡時，他早已騙得大批的金錢到手了。他也許竟敢拿一件‘永動機’給你看，並且告訴你這種機器是不用動力就可以永遠運動的。

說來慚愧，前些日子，我自己也曾受過這樣的騙。我看到報紙上宣傳得很厲害，說是有人發明了一種光線，照到人物的身上，便可立即不見。於是，我就花了半天的工夫專門去看這種東西。那裏的人很多，像我這樣的閒人就不必說了，連那些要人們也都在座。在臺上的確看到有一個白色蠟製的嬰兒是坐在一張

椅子上的。等到那神祕的光線一發出來，那嬰兒立刻就不見了！這是事實。但是可惜，一看就給人看穿了！這種把戲在一百年前已經有人會玩了，它的名稱是「培波爾氏幽靈」(Pepper's ghost)。

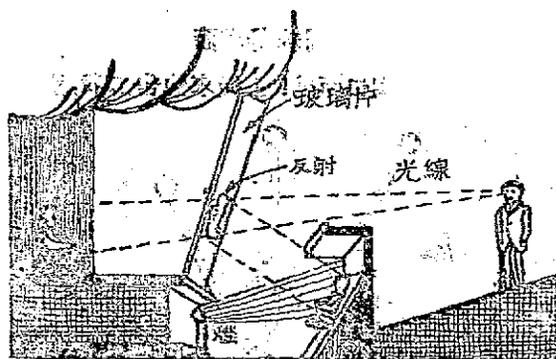


圖7. 「培波爾氏幽靈」把戲的佈置法。

他們所用的方法是：在觀衆與舞臺之間斜放一塊很厚的玻璃，舞臺上裝一塊黑布做背景，黑布前放一張椅子，在臺下隱蔽的地方放一只蠟質嬰兒。用強光來照射它，使它的影子由玻璃的表面上反射到觀衆的眼裏來，看過去好像嬰兒是坐在椅子上。等到舞臺上的燈光一亮，那照射嬰兒的燈光立刻熄滅，所以觀衆此時祇能見到臺上的椅子，不能看到嬰兒了。這有什麼希奇，戲院裏演的魔法，比這好的還多着呢！

我們現在再來談一談「永動」(perpetual motion)吧。這種無中生有的觀念到現在仍然存在一般人的心裏。根據這種觀念，

有人造了很巧妙的機器，使學科學的人都會受它的騙。真是滿腦筋的好東西。

兩年前，我在倫敦城郊一家工程師的小店裏看到一個很複雜的機器，好像是在那一本書裏見過似的。我就問那店的老闆說：「這是什麼東西？」那老闆羞得滿面通紅地說：「這是旁人要我代做的，不過藉以糊口而已！」後來他告訴我，那種機器便

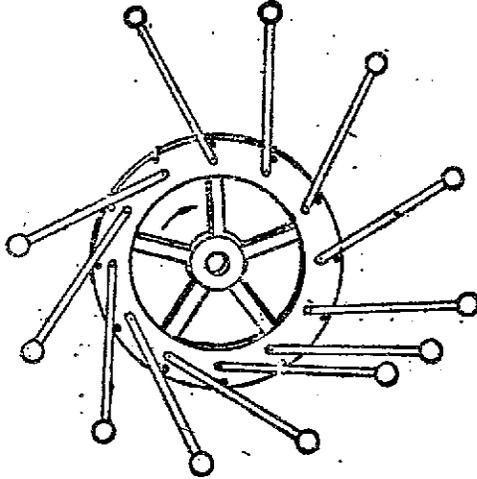


圖8. 這是一種永動機！一個輪子上裝着許多可以活動的小棒，每棒的外端都裝着一個球。輪子外圍的許多小釘子可以阻止小棒的活動。在依照時鐘方向轉動時，右側的小棒伸出，重球對於軸心較遠，使轉矩變大，所以能使輪子繼續轉動。但是，我們由圖可見，左側的球距軸心較近，而數目卻比右方來得多。

是在物理學的書籍裏，隨處可以見到的永動機。那機器是根據一種最老的觀念做成的——一個輪子上面裝許多小桿，每只小桿的頭上裝一只小球。據說販賣這種機器的人，在那家店的附近一帶已經賺到約五千英鎊的鉅款，後來又跑到旁的地方宣傳推銷去了。

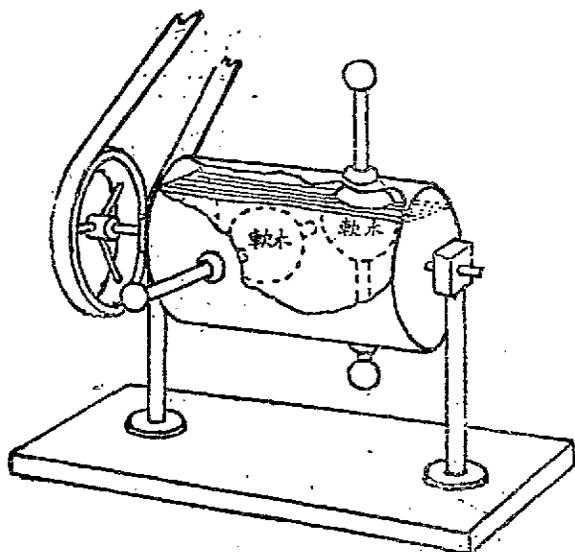


圖 2. 這 是一 只 永 動 機！一 個 圓 桶 裏 面 裝 着 水。兩 個 金 屬 棒 由 相 壁 的 不 漏 水 的 洞 孔 穿 過。棒 的 兩 端 有 兩 個 很 重 的 圓 球，棒 的 中 間 裝 着 一 個 軟 木 球。圖 中 左 方 一 棒，前 端 之 圓 球 距 軸 心 遠，所 以 能 轉 動 圓 桶；此 時 右 方 一 棒 受 到 水 的 浮 力 向 上 移 動，使 其 兩 端 圓 球 距 軸 心 之 距 離 不 相 等；待 圓 桶 轉 過 時，即 能 繼 續 使 圓 桶 轉 動。

最近又有兩個人拿了一大批很像樣的藍圖，想造一種機器去賣錢。那機器的原理是利用毛細管 (capillary) 所吸起的水來推動一只輪子。一般人都曉得，所有的驚人發明都是根據藍圖造出來的，就像小雞都是從卵裏孵出來的一樣。誰敢說藍圖不好，誰敢說藍圖無用？所以，無論如何，這般聰明的青年們一定會找到些人，使他們相信，並且情願拿出錢來供給試驗。

以前有一個人，曾用一種極其引人注意的觀念，竟從最頑

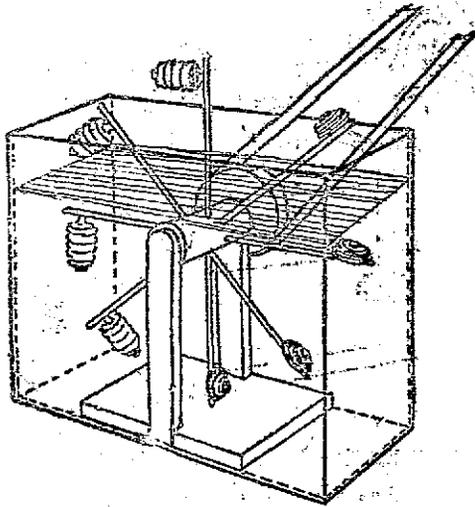


圖 0. 這是一只永動機。一個軸上裝着許多管子，管子兩端都裝着橡皮袋，袋上裝一重量。管端在左方時，橡皮袋重量拉開，體積增大，受到水的浮力大；管端在右方時，橡皮袋被重量壓扁，體積減小，受到水的浮力小。所以可使軸由左向右旋轉。

個的倫敦人手裏賺去二三千英鎊。他說，在水裏加些最便宜的化學藥品就可以替代最好的汽油用來開汽車。但是他並未用汽車來試驗就能將款項騙到手，卻不曉得他當時怎樣辦的。

點金術的思想也是很引人注意的。到現在仍然有許多相信它，並且希望將各種的金屬都變成黃金。最近有一個人說是可以從火山噴出的熔岩（lava）裏煉出真金來，居然有人供給他好幾萬英鎊來試驗。英國皇家採冶學校拿那種熔岩去試，結果一點金的含量都沒有。但是這個人卻能得到許多極精細的儀器來工作。那些儀器都是一般研究科學的人所希望而不能得到的。結果怎樣呢？這個人到後來弄得毫無結論，祇好自殺了。你說可憐不可憐？這種點石成金的觀念對於那些小康的人永遠是很有吸引力的。在古時，小康之家多半是在上層社會裏，所以當時的點金術士來到歐洲以後便深入到他們中間去。在現代，小康之家已轉入了下層社會，所以那些用卑鄙醜惡的方法發了橫財的粗人們當然要比古代的上層社會更要貪愛黃金了。

對於這些事，我們到底應該怎樣對付呢？你看，報紙上常常會登載這種永動機和點金術一類的故事，並且舉出若干的實例來證明以前有許多觀念當時雖受科學家們訕笑，但是後來卻成功極有價值的思想了。又有人說，現今的物理學和化學與古代的已經完全不同了，所以隨時都可以有更新的發現使它們與以前格外不同。還有人說，就辯論術來講，簡直就沒有人能確定世

界上有某件事是絕對不可能的。因此，一般科學專家都不去作這種辯論。他們祇說，我做什麼試驗便可得到什麼現象，因為這樣說法永遠不會錯誤的。他們不去追問永動現象是不是不可能。不過，事實上由機器上所能得來的動力是不會比我們所供給它的動力更大的。無中生有是絕對不可能的事。我們如果要動力，就得用旁的東西去換。自然界的定律是不會騙人的。

對於那些講永動的人們，我們最好用常識來答覆他們。你就說，自然界的動力是隨處都在被浪費的，我們為什麼還要費許多的事去求那海棉吸水所能供給的那一點點動力呢？我們曉得，大量的水力，風力和太陽的熱能，每天白白地拋棄掉，我們為什麼不想法來盡量利用呢？

從前我住過一個城，名叫什圖加特 (Stuttgart)。那城的附近真是利用水力最好的地方，因為當地的雨量很足，河身的坡度很大，而附近又有一個城需要大量的電力。於是有一個大水力發電廠就應運而生了。不過該廠所發的電還是不夠用，所以又有一個蒸氣發電廠建立起來供給。所燒的煤，因為當地不產，必須用火車由遠道運來，所以價錢很貴。但是，結果用蒸汽發的電，比用水力發的便宜，大家都樂意用蒸汽發電廠的電。

由此可見，我們不但要得到動力，同時還要注意它的價格是否便宜。那些造永動機的人們最大的錯誤便是祇看到那機器不用原料便能得到動力，而沒有想到那機器本身的價錢。就是

不燒油，不燒煤，那架複雜的機器總得要用吧！

要打破點金術的觀念，卻不是這樣容易了。我們必須有充分的科學知識纔能曉得點金術是白費工夫的工作。對付那些點金術士，最好的方法是請他們當面試驗；不過我們必須有很敏銳的眼光纔能看穿他們的把戲：

● 現在我們再來談一談那些創造小件發明品的人們吧。這種人爲數最多，並且在社會各層裏都有。在從前馬車盛行的時候，有一位聰明人想出一種制止驚馬亂竄的方法。他在馬車上裝置一種類似起重機的東西，用手輪來操縱。起重機上吊掛一個鉤子，鉤着馬的腰欄皮帶。馬受了驚，如果要亂跑時，祇要把手輪一轉，便可將馬吊起，使它四蹄離地。

像這樣的發明，在從前無論是怎樣的有用，現在已經過時了。但是，有許多小發明不但以前有用，到現在仍然是有價值的。例如：在釣竿上裝一只小鈴，等到魚來吞餌時，便會叮玲的響起來。又如：有人造出一種帽子，被雨打溼後就可以變成一件傘。這些都是很好的實例。還有人想過一種防止竊盜的妙法。在每扇門的外面上方放一只藥粉箱，如果有人開門，那箱子便會落在那人的身上，藥粉散出，使他大聲地打噴嚏，不得不自行迴避。這實在是一種值得注意的發明。現在我們既然有用毒氣來攻擊敵人的辦法，當然也可以用毒氣來防止盜賊了。

鄉間也有許多有趣的發明。有一個人想出一種方法在田園

周圍的欄杆上爲鳥類預備許多住的地方。這事是在美國發生的，欄杆的柱子上做出許多的小洞給鳥住。據發明人說，這種設施可以有兩種效果。第一是物質上的，因爲鳥類可以將農產物上的害蟲完全吃掉，以免受害。第二是精神上的，因爲在田地裏樹木很少，有了這種設備，那會叫的小鳥纔會來住，所以工作的人可以隨時聽到悅耳的鳴聲。

在英國還有一種了不起的發明，便是用一段很長的橡皮管子，由嘴巴附近，經過肺管，通到靴子裏去。這樣，等到腳趾頭覺得冷的時候便好呵氣使它溫暖起來。

此外，在倫敦這裏，每年都有許多的新發明出現；多半是家事用具。這些東西並不像以上所述的許多發明那樣奇怪，都是有正經用處的。你在那陳列的地方，一個擺子一個擺子地看過去時，那些創造新用具的女人們總要設法使你覺得她這擺子上的貨比旁人擺子上的好，然後使你來買一件回去。但是，在這些東西裏面，有多少種是可以暢銷的呢？很少幾種。舉例來講：有一種專割馬鈴薯皮的刀子，從前很容易變鈍發銹，污濁以後，很不容易擦乾淨。現在這種刀子已改用不銹鋼來做了，不用打磨，永是光亮的。但是，有人利用沒有？結果沒有。許多人儘管把它買到家裏去，但是家裏的人削馬鈴薯皮時仍然用那些普通的刀子。還有許多很好的發明品，目的是在使烹飪或治理家事時可以省時省力的東西，大都遭遇着同樣的命運。男人們見到這

些東西一定會感覺興趣而想來利用。買回家去，一定會放在一個很好的架子上預備隨時應用。但是，家中的主婦或女僕便不會這種工具或機器。她覺得她的工作是一種藝術。既然是藝術就無需乎用這些複雜的工具，所以這些家庭用具的成本必須等於定價的五分之一纔可以談到賺錢，不然連廣告費和推銷費都撈不回來。真空掃地機（vacuum cleaner）是多好的東西，用它來掃地，可以一塵不揚地將房間裏的地面掃得乾乾淨淨。但是，推銷起來必須找到售貨專家總行，因為現在大多數的人仍然在用掃帚和簸箕，情願教那些揚起的灰塵很快地又落到原處去。還有一種高壓蒸汽煮飯爐，作起飯來可以比老法子迅速得多。但是，用的人也是很少。

以上所談的都是些普通的發明；對於那些有偉大而特殊思想的發明家是沒有什麼關係的。現在我再來談一段比以前各項更有趣的發明故事給大家聽聽。我們曉得現在有一種新興的事業，名叫美容院。專門設法使人的容貌由醜變美。這院裏所用的方法就叫做美容術。現在這種美容術已經成了一種專門的科學了，對於物理和化學都有密切的關係。例如：利用化學可以增減皮膚上的油質，皮下的脂肪和皮中的色素；用電綫可以使肌肉舒適，頭髮彎捲；用電波可以使體力增加，返老還童；用光學來幫助視力；用化學使頭髮由白變黑；用生理學使瘦人變胖，胖人變瘦……等方法，日新月異，美不勝收。在倫敦西郊就有這樣

一個美容院。該院的女主人便是一位美容專家。有一天，這位女士手術上發生了一點錯誤，據說是不留意把短波射到減少脂肪的藥品上去了。轟然一聲，爆炸起來，把一架美容櫃炸得粉碎。但是，在碎片中這位女士發現了一種很特別的結晶體。仔細一看，是一種有機物，並且是放射性質素(radioactive substance)。於是這位祇知道到美容術的女人，便發現了今代最奇怪的東西——有機的放射性質素！這件事引起了各方的注意。專家們都拿去認真研究。結果把這種奇怪東西一切可能的性質都研究出來了。它可以使人返老還童。它可以使人皮膚變白淨。它可以使人由胖變瘦，它可以使人身體上要曲線的地方生出曲線。它可以使硬水變軟。它可以使茶的味道格外幽香。它可以去除病人的疼痛，可以治療各種疾病，甚至可以起死回生！

要把這種造福人羣的大發現充分地發展起來，當然要一筆幾萬英鎊的鉅款。於是到商界去徵集資本。商界的鉅子，為慎重起見，就請了一位化學專家來化驗一下，看看這種放射性的有機結晶體到底是種什麼東西，它的性能是否完全與宣傳相符。這位女士很經心在意地就把這種東西由一個玻璃瓶子裏取了出來，交給這位化學專家。這位頭腦冷靜的老化學家便穿上一件白的外罩，開始試驗起來。試過以後，他說：這種東西並不是有機物，也不是放射性質素，更不是結晶體，而是玻璃的粉末！

我把這種無聊的故事，詳詳細細地說了一遍，完全是因為

這種事實的確是代表發明事業的明暗兩面的一個很好的例子。

普通真正從事發明的人，最大的困難便是那進步的遲緩。因為發明是不能跨大步向前躍進的，更不會是扯運氣得來的。如果有人講，他有一種觀念可以使某種事業有很大的一步前進，那末，倘若他的觀念是不錯的，我們就可以斷定要實現這種理想而能製出成品來賣，所需要的不只是一筆幾萬英鎊的鉅款，還要加上許多年繼續不斷的工夫來改進。在我們國內，這筆鉅款就沒有方法來籌。普通在開始努力時，所能得到的款子也不過幾百英鎊的樣子。這數目往往是發明家自己可以辦得到的。等到要做仔細研究時，必須有數千英鎊的鉅款纔能試驗。這時發明家有的便得到好幾萬，有的便一文都得不到，全看你的觀念是否能引起社會的注意而定。如果能的話，那末馬上就可以建起一個大公司來。不過，在得到一筆很大的款項以後，這位發明家必須立刻用盡氣力來在這初創的時候設法使製造品可以賺錢。倘若因為觀念尚未成熟，一時尚無成品出來銷售，那時商人們便不會再容你喘息和緩緩地完成你的發明了。等到他們認為你在廣告上所述說的理論和物品完全不能兌現時，便不能得到資金了，於是這公司祇有倒閉。另一方面，如果你的觀念並不能引起社會上一般人的注意，那末，無論有多大的價值也沒有人出錢來幫助你的。

現在急需的一種辦法就是請商界將那些投於無價值發明

品的資金移作贊助真正有價值的發明用。所以必需有一個專家的組織，可以在一種發明的觀念剛剛出來時，或發明品初步完成時，便可以斷定它將來是否有價值。當然，對於好的觀念，這些專家也未必即能確定它絕對是有價值的，但是對於那些無用的發明卻能清楚指出，至少也能告訴我們那些種發明是靠不住的。

走向極端

什麼叫做科學研究？普通的解釋就是由大自然的一切來尋求新發現或新知識的工作。現在還有一個更恰當的解釋：科學研究工作就是設法走到某事物的極端而觀察它有無特別現象的工作。

在科學研究剛剛發軔的時候，一切的試驗都是要盡力求其簡單。所用的儀器儘管複雜，而我們使用它的目的卻得簡單，就是要它將外界的一切影響完全取消，使我們能專一地研究某一種效果。例如：我們可以專門研究溫度，壓力，磁性，電力或其他的效果，而在觀察時盡力使其餘各種我們未加控制的效果不致對我們所得的結果發生影響。

現在科學研究與從前不同，大都採取走極端的方法。我們要研究：使物體熱到從未經過的熱，冷到從未經過的冷，使它受到較前更大或更小的壓力，使它受到較前更大的磁力或電力……，然後看看它會發生什麼現象。這種盡力走向極端的觀念使得許多的科學專家在試驗時得到很重要的發明。有許多美國人曾作出空前未有的大壓力，有許多德國人曾作出空前未有的高

溫度。最近有一個瑞典人發明了一種機器可以發出空前未有的離心力。離心力就是物體沿着曲線運動時所受到的向外拋出的力量。在火車或汽車裏我們的身體和行李時常會受到這種力量。普通用來使濁酒變清的工具就是利用這種力量的——在一個能夠繞着本身的中心線旋轉的圓桶裏裝入濁酒，等到桶一旋轉，那酒與其中的雜質便受到離心力而集中到桶壁上去，使酒與其中的雜質分開。現在瑞典人所發明的這種新機器可以使液體裏一粒小渣滓上所受到的離心力等於渣滓本身重量的數百萬倍。這種機器，在工業上暫時還沒有適當的用途，但是將來一定會有用的。這機器所發生的偉大離心力可以推動液體中所含的化學物品，根據這種運動的大小，我們便可進而研究各種化學物品分子的大小。發明這機器的瑞典人是一位有機化學家，他原來的目的就是用來幫助他研究各種化學物品分子的大小的。

現在科學研究方面，最有興趣而走得最遠的一個極端，就是造冷的工作。所謂冷，就是缺乏熱量的一種情形。在一個物體上，我們若加一點熱給它，它就會變暖些；若從它身上吸收一點熱出來，它就會變冷些。在公元1860年的時候，科學專家們對於熱學曾經研究過許多重要的問題。例如：由一物體上最多可以取出多少熱量？我們使物體最冷可以達到如何程度？這冷有沒有限度？將物體中的熱量完全取出是不是可能的？

所得到的答案很簡單，就是：我們如果能把物體的溫度降

低到華氏表零度下 273 度 ($-273^{\circ}\text{C}.$), 那時該物體裏的熱量就完全沒有了。這種溫度就是比水結冰的溫度還低 273 度的溫度, 在科學上叫做‘絕對零度’ (absolute zero), 但是, 我們永遠不能使物體冷到這種溫度, 所以我們永遠不能把物體裏的熱完全取盡。

這種理論發表以後, 可以說是在物理學上造了一個阿非爾士 (Everest) 高峯, 等待着一群壯士們去攀登, 但是攀登這高峯所需要的, 並不是那身體特別壯, 而是那腦筋特別強的壯士。那攀登阿非爾士極頂的壯舉 (現在還沒有人做到過) 是一個風霜冷雪奮鬥的問題, 愈近極頂, 愈難攀登。要想製造低溫, 情形也正相同。你要達到零度上 273 度的高溫是很容易的——錫在火焰上鎔化時的溫度差不多就是這個數目。但是, 你要溫度降到零度下 273 度的低溫卻是非常的困難, 簡直和攀登阿非爾士高峯一樣, 愈近絕對零度時, 就愈不容易再降下去, 並且降的速度也就愈發遲緩。在一百年前, 所做到的最低溫度與絕對零度差 200 度。五十年前, 差 100 度。三十年前, 差 5 度。又過了二十年的光景, 不過纔降低了 4 度。到最後所差的這一度, 我們已費了十年的工夫, 但是還沒有完全達到。由此可見, 這絕對零度的理論的確很靠得住, 事實上真是離它愈近, 就愈不容易低下去的。

在製造低溫的歷史上, 有兩件事是很值得我們注意的。第

一，因為製造低溫我們得到六種很重要的發明。第二，在降低到最後十度以前，並沒有什麼驚人的發現。在溫度已達到距絕對零度祇有 10 度的時候，一切的現象都還是正常的——氣體遇冷變液體，液體遇冷變固體，電流在低溫的金屬裏流通起來容易些，迅速些。但是在這最後 10 度以內，有許多的奇怪的現象發生了。為什麼要說它們奇怪呢？因為所有的情形都與我們的理想不合，並且我們想不出理由來解釋。

這些奇怪的現象究竟是什麼？暫且留到後面再談。我們先談談因為造冷所得的幾種發明。

這些發明裏最爲一般人所深知的便是人造冰和製人造冰的原料固體二氧化碳 (CO_2)。後者是在一百年前的一位法國人狄落葉 (Thilorier) 發明的。二氧化碳本來是一種氣體，在物體燃燒或發酵時都會發生的，由發酵作用而生的比較純淨些。使這種氣體受到比空氣壓力大 30 倍的壓力後，就會變成液體。如果再將壓力除去，那液體便有一部分化爲氣體，很快地飛散出去，使得尚未飛散的那一部分液體溫度降得很低而結爲固體。這樣結成的固體，顏色很白，溫度甚低，大約在零度下 80 度 ($-80^\circ\text{C}.$) 的樣子。最先祇有一般科學專家曉得利用這種東西來造低溫，等到用了九十多年以後，纔被那些商業腦筋的美國人拿來製造人造冰去賺錢。現在各大城市裏，到了夏天，都有很清潔的冰吃，完全是因爲這種發明成功後纔可能的。老式的冷

食車上都用這種人造冰塊來鑲着裏面的食品，不過冰塊很重，所以推動起來很費力。最近又改良了，不用冰塊而直接用這種固體二氧化碳（別名乾冰）來放在車裏，作用和冰一樣，但是重量比冰輕得多，很便於攜帶。

製造低溫的第二步進展便是空氣變為液體。這事在五十年前已經成功了。液體空氣製成以後，因為實際的需要，產生了一個很重要的發明，就是暖水瓶（vacuum flask or thermos）。這種東西，在我們現在的日常生活中已成一種一時不能缺少的了。它的發明者英國人杜華（Sir James Dewar）是一個製造液體空氣和氫的人。當時因為需要一種特製瓶子來裝他的成品，使外面的熱量不致對於瓶內的液體發生影響，所以便想出一種方法來解決這問題。他取了大小兩個玻璃瓶子，將小的套在大的裏面，在瓶口處將兩瓶連接在一起，然後將兩層玻璃中間的空氣抽淨，這樣暖水瓶就成功了。現在這種東西的製造已成了一種很大的工業。

由液體空氣，我們可以造出氧、氬（argon）和氖（neon）等等氣體，供給各種工業上的需要。例如：用氧可以切割金屬或鐸接金屬，用氬和氖可以製造電燈泡等等。

以上所述都是些過去的歷史，大家聽了也許對於現在的進步更感興趣些。你看祇因為製造低溫這件事我們已經得到多少件重要的發明了！

在我們這個時代，這種製造低溫的工作，比以前格外要有興趣。在 30 年前，有人又將氫變成液體了。我們曉得，氫的化學性質很像一般的金屬，所以大家從前都在猜想倘若將氫變成液體，也許是一種金屬的樣子，和水銀差不多的東西。於是許多人設法來使它變成液體，想來看看究竟。但是，等到將氫製成液體以後，實際結果與從前的猜想完全不同，一點也不像金屬，而是一種像水似的液體。從此以後，一般人對於製造低溫的工作興趣大減。液體氫的沸點是 -258°C ，與絕對零度祇差 15 度。在這種低溫之下，只有氦 (He) 尚未變成液體；而這種氣體，如果有人不辭勞苦，當然是可以製成液體的。於是許多人努力去使溫度再降低這最後的 15 度——15 度的差別也不過是冬夏兩季的溫度差別而已。努力的結果很好，因為在這短短的溫度範圍以內，發現了很多驚奇的現象。

這種使氫變為液體的工作是費周折的。最初，這種氣體很不容易得到。以後纔稍為得到一點，是由某種特別的礦物加熱後得到的。我們曉得由溫泉冒出的氣體裏是含有少量氫的，但是非常不容易和旁的氣體分開。杜華曾經試過，但是沒有成功。最後，經過很多的困難，拉慕遜 (Ramsay) 用了一種很特別的石頭纔製出這種氣體來；後來萊頓 (Leyden) 地方的柯雷威 (Cléville) 和奧恩 (Kamerlingh Onnes) 兩人纔得到充分的氫來製成液體。結果，這種氫的液體又是一種像水一般的無色體。你

說掃興吧？但是奧恩卻由這種液體得到很低的溫度，較絕對零度僅差二三度。並且在這種溫度之下，他發現了空前未有的驚人現象，就是：在這種低溫下，有些金屬裏可以通電而不耗費電能。這種奇怪的情形，恐怕那慣說預言的威爾斯(H. G. Wells)派的作家也想不出來吧！用某種金屬作一個環子，將它的溫度降到與絕對零度相差二三度。這時我們若通入電流，電流便會永遠流動不停。對於稍為有些電學知識的人，我可以再詳細地談幾句：若用一個開口的線圈放在磁場裏面，磁場發生變動時，線圈兩端便會生出一種電壓(voltage)，就是使電流流動的一種壓力。若把線圈兩端連起，再變動磁場，這圈內就會有電流通過。普通，這種電流很快地就會停止，因為電線裏有電阻(resistance)吸收它的動力。我們曉得，把水裝在桶裏使它在裏面轉動時，若不繼續攪動它，也會很快地停止下來的。這是因為水和桶子表面有磨擦的緣故。電阻就和這種磨擦一樣。倒退兩三年的光景，我們若對着學科學的人說電流可以在金屬裏永遠繼續流動，就好像說一種物體不藉外力的供給而繼續運動一樣，一定是沒有人會相信的。但是，現在不同了，用適當的金屬在適當的低溫之下，電流便可以在裏面永流不息。

這種發明當然是會有很大的功用的，我們曉得，在英倫三島上的輸電綫，其尺寸和價錢完全是因那鋁質電線的電阻而定的。若是電線沒有電阻，那末由蘇格蘭北部輸電到倫敦時，無論

電流多大，我們祇用一根細的電給線就夠了。現在所以要用這樣粗的電線，和這樣高的電壓完全是因為電阻的關係。所以若能發現一種金屬對於電流沒有阻力，實在是極有價值的。目前要找一種在常溫下沒有電阻的金屬，希望似乎很少。但是，這種困難將來也許有方法克服它。

原來在設法吸取物體中於最後十度內的餘剩熱量時，並沒有人會猜想有什麼驚人的現象，因為這就好像我們從一只瓶子向外倒水的情形一樣。在取那最後一匙水時，那瓶子當然沒有改變性質的理由。誰想到竟會發現了上述的奇怪現象。還有一點更奇怪的，就是那電阻並不是隨着溫度的降低而漸漸減少的，而是起頭毫無變化，等到溫度降到某度（距絕對零度 8 度）時，忽然就完全消失了。電阻雖然消失，而金屬的其他性質一點也沒有改變。這種奇怪的現象自從發現的時候起，直到現在還沒有一個人能解釋它的理由。這種情形與我們在旁的方面的知識完全不相符合。根據最新的物理學觀念，我們對於在低溫下的其他現象都能解釋，祇是對於這種現象沒有辦法。

這種發現使得製造低溫的工作更向前進，於是又有更驚奇的事實發現了。最近發現氦這種東西，在液體及固體的狀態下，是與其他物質不同的。我們曉得，熱能在普通的物體內傳導起來永是很慢地，但是在氦裏面卻能立刻傳過去。這究竟是什麼理由，現在還沒有人能解釋。

現在仍有少數的科學家每年在努力製造低溫的新紀錄。以前所得的各種發明，工業方面的人已經拿去利用了。利用得最早的便是液體空氣，以後便是氖(Ne)，氙(Kr)，氙(Xe)等氣體。這幾種氣體在空氣中的含量很少。現在廣告方面用的氙燈裏面裝的都是這些東西。在飛艇裏所用的氣體是氫，因為它是很不容易着火的。現在已經有規模很大的工廠專門由溫泉所噴出的氣體裏來採取它。氫是氣體中最不容易變作液體的，液體氫的沸點是在絕對零度以上四度之處，在距離絕對零度一度時(-272°C)，可以變為固體。

以前製造低溫所用的方法都是：先將一種氣體用高壓力壓成液體，然後使它在低壓力下沸騰來降低它的溫度。不久以前，我們所得到的最低溫度，便是使液體的氫在低壓力下沸騰時所得到的，較絕對零度相差不到一度。當時看來，好像沒有什麼希望再得到更低的溫度了。因為氫已是沸點最低的氣體了。所以要求得更低的溫度，這種壓縮沸騰的方法已是無能為力，必需另尋新的途徑了。

最近又發現了一種很特別的現象，就是：若把製革用的一種鉻明礬[chrome-alum, $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Cr}(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$]，放在很強的磁場裏，它的溫度會增高一點點；等到再將磁場取消，它的溫度便會降低。因此，我們又得到一種新的製造低溫的方法，便是把鉻明礬放入很強的磁場裏，同時用液體氫使它的溫度降到最

低點，然後再將磁場取消，使它的溫度再降下去。這樣一來，以前所認為不可能的低溫現在都能達到；最新的低溫記錄距離絕對零度祇有千分之三度了！

橡 皮

你有沒有這樣想過：「我現在所做的一切事，在歷史上一定樣樣都有一個人最先做過」？例如：穿衣服，一定有一位古人最先穿過。燒熟肉，一定有一位古人最先燒過。煮雞蛋，一定有一位古人最先煮過。最先做這些事的人，都是上古時代的人，所以他們當時創始各事的情形已經無可稽考了。但是，我們要問現在用來廣播這篇演詞的無線電機是什麼人最先做出來的，卻很容易得到答案，因為那發明家現在不過死去三四年。所以我們要曉得這些現代發明家的初步努力情形還可以辦得到，並且非常有興趣。概括地說，這些創造者都是埋頭苦幹的人，當他們在實驗室裏努力工作的時候，大家都看不見，等到他們創出新鈞方法以後，纔會有千千萬萬的人學他們的榜樣去做。

美國的古德義 (Charles Goodyear) 便是這樣一位人物。自從他發明了製橡皮的方法以後，橡皮纔會有今日這樣偉大的用途。他是一位好學深思的人，看見某種現象，必要窮究其理。他若研究一個問題，便咬定牙關不肯放鬆，夜以繼日，年復一年地，努力不息，非到完全解決的一天不肯停止。

我現在要講的就是他研究橡皮的故事。在很早很早的時候，祿魯便曉得在橡皮樹的表皮上用刀割一個口來取那像牛奶似的橡皮汁。從這種汁液可以造出一種很黏的橡皮塊。在天氣暖的時候，橡皮是一種像蠟那樣軟的東西，我們可以隨便把它做成各種形狀。祿魯人發現這種東西是一種防非避怪妙品。

到了十八世紀的初葉，美國人纔開始來利用它。最先他們用來做套靴，穿起來腳可以不潮。後來有一個名叫麥京陶管（Mackintosh）的人，纔創出一種方法將它塗到布上去做雨衣。直到現在，我們的雨衣還是照他的方法來做的。所以在英文裏，雨衣的別名叫做‘mackintosh’，就是紀念這位發明家的。

但是，這種老式的套靴和雨衣，一到夏天就變得很軟很黏，一到冬天就變得很硬並且毫無彈性，像蠟質的製品一樣，不過比較於製品稍為堅固些而已。那裏有現在的橡皮製品這樣好？無論在嚴冬酷暑永是軟的，彈性又足，強度又大，同時一點也不黏。若沒有這種東西，我們就不會有今日這樣舒適的汽車了。那種老式的套靴和雨衣既不能令人滿意，當時又沒有人能想出方法來使橡皮變硬變強，所以從事這種製造的人就漸漸地失業了。

古德義當時正住在這些失業者的附近，於是他就來琢磨怎樣使橡皮變硬變強。他開始以後，便一直研究下去，日為天生的

裏性是這樣：不打破一切困難決不放棄。最初，他發現用硝酸（ HNO_3 ）可以改良橡皮的性能，於是就開了一個小店，用他自己泡製的原料來做橡皮註。

但是，這種生意，開始時倒很順利，不過後來忽然衰敗下來。我們曉得這種情形是常有的。因此，古德義就落得一文不為，連飯都吃不到了。

後來，出了一件奇事，就是他的朋友赫華（Nicholas Hayward）在睡夢中得到一種觀念，說是把硫和橡皮混在一起，用太陽來曬過，橡皮就會變硬變強。古德義很據這種觀念一試，結果發現這種方法的確是有效的，不過效果很小。當時試驗的結果，硫不能深入橡皮，祇有表面那一部分稍為變得硬些。古德義又忍了四年的貧苦，仍然繼續地研究下去，後來竟研究出使橡皮內外各部都有硫的方法，從此橡皮纔能變硬變強。現在這種方法已經成了一種常識了，就是把硫和橡皮放在一起，然後加熱。知道了非常簡單，不知道時研究起來卻很困難。最初那位赫華先生只想到用太陽來曬，卻沒有想到用火來烘，不然早就成功了。在這種方法成功的時候，古德義已經是一貧如洗，不要說家裏一切的用具，連他兒子的教科書都一齊賣光了。

後來他在美國將橡皮造得很好了，就湊得幾千英鎊錢作旅費，帶着他的硬橡皮，到巴黎去參加展覽會。結果，錢花盡了，便因為負債而下獄，據說這次下獄還不是第一次呢！

在我們今日的複雜生活中，所用的一切東西大概都有同樣的慘痛背景。雖然不一定都像這樣的不幸，但是總要有人為它日夜辛苦的。

廉價的動力

在最近五六年間，鄉間建立起許多的鐵塔，既高且大，塔與塔之間架滿許多電線。這就是所謂的輸電網，家家所用的電力都是由這種東西輸來的，就好像水管網輸送自來水的情形一樣。英國全國各處有很多的蒸汽發電廠，每天都在那裏發電來供給這種輸電網。

不曉得各位參觀過新式的發電廠沒有？倘若你去參觀，一定會感覺裏面有的地方很清潔可喜，有的地方卻未能令人滿意。

在發電間裏，你看是怎樣地爽快，蒸汽輪機（turbine）和發電機都是很活潑地在那裏轉動着，發出的微音很像那舒適的貓兒在打呼嚕。祇看外表，已經使你高興；再看內部，更要使你滿意了！高壓的蒸汽進入了輪機，使裏面許多很堅固，很整齊而微帶彎曲的葉片得到動力而轉動起來，既簡單又輕便，決沒有什麼很笨重的鋼鐵塊子在那裏滑動。輪機把發電機帶動以後，發電機便會毫無問題地發出電來送到各處去。輪機和發電機都是很小的機器，而它們所發出的動力很大，不過我們看過去並不

會感覺它們力不勝任。

在鍋爐裏可就不是這樣了。當然，從前那些蓬首垢面，衣不蔽體的加煤工人，已經是看不見了。但是，那些機器並不像發售間裏的那樣討人喜歡。現在所用的煤是粉末狀的，用打風機把它吹到鍋爐裏面去燒。所產生的熱氣在一組一組的鋼管子外面通過去，使管子裏面的水受到熱量而化為壓力 40 倍於空氣壓的蒸汽，然後這種蒸汽再通到‘過熱器’ (superheater) 裏去。所謂過熱器也是一組鋼管子，普通是裝在煙囪裏面的。它可以吸收煙囪裏氣體所含的熱量來使管子裏面蒸汽的溫度格外增高，而壓力仍保持着原有的數值。鍋爐的管子裏到底是怎樣的情形呢？是這樣的：每個管子都好似一個水壺，用它來把水燒沸而變成蒸汽。水壺裏有時是水，有時是汽，所以管壁的温度永远是忽高忽低地繼續變化着。

水壺燒水是很好的，但是要用它來製造蒸汽就不好了。因為水並不是軟性的，壺裏一定會生出一層很硬的鍋垢，結果壺上的金屬便會漸漸地腐蝕損壞。這樣的鍋垢祇要有一小塊便會使它附近的金屬受到過量的熱。從前的鍋爐是一個用鐵板做成的大桶子，裏面很容易生鍋垢，所以每經一年必須清洗一次，派工人從人孔 (man hole) 爬進去，把鍋垢取出來。這種鍋爐很不經濟，把燒煤的成本和發出的電力比較一下，就知道不合算了。煤裏究竟含有多少熱能，是可以科學方法來測定的。就老

式鍋爐的實際情形來看，我們所燒的煤有一半是白白費掉的。同時，我們曉得，要想使熱動機的效率大，所用蒸汽的溫度必須高。因為以同量的蒸汽而論，溫度愈高，動能愈大。汽車所以好的正是爲了這一點。汽車裏的發動機——無論是汽油機或柴油機——都是內燃機。燃料是在機器裏面燃燒的，熱量的損失很少。所生氣體的溫度比輪機裏蒸汽的溫度高，所以氣體膨脹時發生的動力也較大。倘若將汽油或柴油放在鍋爐底下去燒，一定得不到這樣高的效率的。

因此，鍋爐的設計上便發生了很大的改革。現在已將那老式的鐵板水箱廢掉，而改用許多組堅固的鋼管來抗拒大壓力和高溫度了。這樣一來，管子裏所用的水不但必須十分清潔，並且不能含有空氣。從前所用的混濁的水是絕對不能用的，否則必會發生危險。不過這些困難問題早已完全解決了。現在英國製造的高壓鍋爐可以說是世界上最好的，所以能暢銷全球。

新式輪機所能承受的壓力和溫度，都已超出了現有鍋爐的最大極限。所以我們若能設法造出壓力更大，溫度更高的蒸汽，必能得到更好的結果。最近已有許多新式的蒸汽發生器成功了，它們正在那裏奮鬥來引起大家的注意。有幾種已在歐洲各處使用，成績確很驚人。

但是，這些新機器所根據的理想大都是很新的，往往使守舊的工程師認爲荒謬絕倫。舉例來講，有一個奧國人叫做雷福

勒(Loeffler)的，發明了一種蒸汽發生器——不能稱為鍋爐，因為裏面的水並不是煮沸的——現在有許多架已為歐洲各國電廠所採用，結果非常良好。這種機器是由一只普通的鍋爐和一只過熱器合成的。鍋爐部分所生蒸汽不是全部供給輪機的，其中一大部分是用來通到‘蒸發器’(evaporator)以製造蒸汽的。蒸發器裏存着大量的水，在水面下裝着一個滿身是孔的管子，由鍋爐來的高溫高壓蒸汽，從管子裏面經過這些小孔出來與水接觸後，放出一部分熱量，使水變成低溫低壓的蒸汽。所以由蒸發器出來的蒸汽，數量上永比通入該器的大很多。另用一只唧筒再把這種低溫蒸汽的壓力增高些，然後打到過熱器裏去加熱。過熱器裏現在共有兩種蒸汽，一種是由鍋爐來的，另一種是由蒸發器來的。這時，我們可以把第一種來源關掉，同時，使鍋爐部分完全停止，任它漸漸冷下來，單用蒸發器的蒸汽，數量當然不夠，所以必須將打汽唧筒的速度加快，以得到大量的蒸汽。鍋爐部分停止以後，燒煤所得的熱量便全部用來供給過熱器，所以這蒸汽發生器可以繼續工作下去，祇要隨時在蒸發器裏加添些水量以補足損耗就夠了。

如果讀者對於這個問題感覺興味，請參考那些老的工程雜誌(Engineering)，可以知道得更詳細些。雷福勒這種方法可以避免使用那種薄的鋼管來承受那大的壓力，烈火的燃燒和熱水的浸洗。在過熱器部分，蒸汽照常可以吸收火裏的熱量，普

通的情形一樣。蒸發器裏的管子上並沒有劇烈的溫度變化，同時管子裏也不會生出鍋垢，所以很不容易損壞。這種用蒸汽通

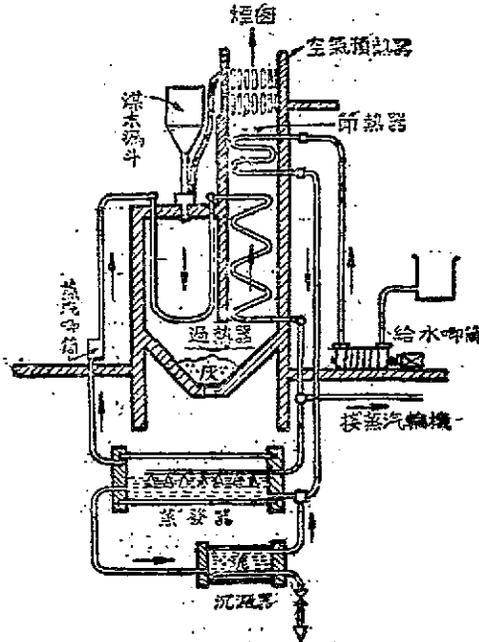


圖11 這是雷高勒氏蒸汽發生器的切面圖。先用給水唧筒將水打入節熱器，吸收煙囪內餘熱，然後入蒸發器變為低壓蒸汽，再經蒸汽唧筒及過熱器而成可用之蒸汽。濁水亦可利用，水中所含渣滓皆在沉泥器裏變為泥水，隨時可以排出。

到水裏來製蒸汽的方法是很好的；本來是一種由鹹水或濁水製

送清水的成法。所以在雷福勒的機器裏，什麼樣的水都可以使用。那些使水變清變軟的種種複雜設備都可省去。這個優點，在有‘冷凝器’（condenser）的發電廠裏，固然沒有什麼重要性，因為蒸汽用過以後，還能凝結為水。但是，有許多工業，需用大量的蒸汽，而機器上沒有冷凝設備。在這種情形之下，當然是雷福勒的機器較為合用了。

這種蒸汽發生器有一個缺點，不曉得讀者看出來沒有。這缺點就是不能自己始動。在前文中我們已經述說過，要用一只普通的鍋爐來始動它。但是一般經驗宏富的工程師們所最顧慮的一點卻不在此，而在全部機器的作用單靠賴一只打汽的唧筒來支持。雷福勒所用的蒸汽壓力約等於 130 倍空氣壓力，溫度是 480°C 。把這樣的蒸汽用唧筒大量地輸送到輪機去，當然不是一件簡單的事。倘若唧筒發生故障，那全部作用豈不是要完全停頓嗎？但事實上，這種情形似乎不會有，因為那唧筒的設計非常簡單，普通是不會發生故障的。

以上所述，不過是許多現已成功的新發明裏的一種而已。此外，還有一種新式的鍋爐名叫魏勞克士鍋爐（Velox boiler），是一位瑞士人發明的，比雷福勒的機器更要新奇。這種鍋爐的火力僅等於普通鍋爐的十分之一，而所作的工作和普通鍋爐相等。並且不必在工作地點裝配，在製造廠裏已全部裝好，像普通唧筒機器一樣，運到工作地點就可以應用。這種機器是根據從前

一位英國人瑞歐爾茲 (Osborne Reynolds) 的理想造成的。我們英國人現在仍然有些寶貴的理想和發明的天才，不過在最近十五年中，我們自己沒有設法利用，而情願看着旁的國家拿去，讓人家得到捷足先登的利益。

我們曉得，在鍋爐裏，熱氣從管子的周圍經過的愈快，那管子的金屬上所受的熱量就愈多。所謂鍋爐的大小全看管子裏面的水受熱的快慢而定，就是說全看管子周圍熱氣運動的速度的大小而定。在普通的鍋爐裏，熱氣的運動很遲緩，因為燒煤時所吸入的空氣是沒有什麼壓力的。在這種魏勞克士鍋爐裏，先把空氣和煤末壓到一個很堅固的小桶子裏去，使它們在大壓力之下燃燒起來；然後把所生的高壓高溫的氣體由小桶子裏放出，使它如狂風似的噴到鍋爐裏面的管子上去。這種氣體將熱量傳給水管一部分以後，速度便減小下來，但是還可以用來推動一個小的輪機去帶動那壓空氣的唧筒。

由此可見，我們要改良那些蒸汽發電廠並不是沒有好辦法，改良以後可以使燒煤一項的成本減少十分之一。但是，因為減少的數目還不很大，所以都不去立刻改良它。

我們現在來談談電網吧。你看夠多複雜！這種東西的唯一目的不過是要利用燒煤得來的動力去轉動機器。但是中間所經過的手續真是驚人。先把煤做成粉末，然後放在火裏去燒。這樣把水燒到沸點，再把所得的蒸汽通到輪機裏去轉動發電機。

電流發出後再通到那高大鐵塔上所架的電線裏去。到最後一點，電能纔變做機械能來推動各種機器。目的固然是達到了，但是，這種種複雜的設備和手續，未免太不直截了當了。並且，倘若有一部發生故障，全部設施都要變成廢物。你看那汽車裏的發動機——無論是汽油機或柴油機——是怎樣的便利；鍋爐和機器是一件東西。如果我們能設法用管子將油料從地面下通到各處去，每個工作的地點祇要有一部這樣的內燃機，便可取用油料來直接供給充分的動力了。但是，油的價錢比煤貴，所以用起來太不合算。那末，我們若把煤末直接放到狄色爾(Diesel)發動機裏去用，是不是可能呢？是可能的。因為煤末與空氣以適當的比例混合在一起以後也是很容易着火的，燃燒起來像油滴與空氣的混合物一樣地快，並且也能在汽缸裏發生很高的壓力。不信，可以用少量的煤末散在空中，然後用火柴來點點看。一定會轟然一聲爆炸起來，不當心也許會把面孔燒壞。此外，如麵粉一類的粉末也很容易着火；你看那麵粉工廠不是時常會發生火災嗎？

發動機的最老的理想是用火藥在汽缸裏燃燒，爆炸後就可以使汽缸裏的活塞上下地移動。後來採用了蒸汽來運動活塞，就把這種用火藥的理想放棄了。因為當時還不曉得怎樣製造強固的汽缸。此後，又出了一種煤氣發動機，汽缸裏用的是煤氣和空氣的混合物。再後，纔出了汽油發動機，用汽油噴成細霧，與空

氣混合起來，在汽缸裏面燃燒。後兩種發動機裏面必需用磁電機發出的火星去點火，否則便不能燃燒。

用煤末在汽缸裏燃燒的理想是很老的，和蒸汽機差不多同時。狄色爾本人最初也有這種理想。不過，因為要先研究去掉電力點火的問題，就把這種理想擱置了。我們曉得，若把活塞用很快的速度推入汽缸，裏面的空氣便會被壓縮而發出大量的熱。說來奇怪，這種現象古人早就曉得，並且曾用這種方法來取火。當時的方法是：用樹幹挖一個筒子，裏面放些棉花或乾的木片，然後用一個活塞向筒裏急推，這樣筒內的東西便會燃燒起來。在汽油發動機裏，空氣和汽油也會受到很大的壓縮而發熱，但是那溫度遠遠不到發火點，所以必須另外設法在適宜的瞬間（活塞將近最高頂點時）去點火。所用的壓力再大些，混合氣也能發火，不過發火的時間很難準確。

狄色爾的理想是：先吸空氣進入汽缸，然後將它用力壓縮以增高它的溫度來點火，等到活塞達到適當的位置時，另用一個唧筒將油打入汽缸，便可燃燒起來。祇爲了製造這樣一個理想的打油唧筒，已經費了很多的年數了。到現在纔能實現，並且迄今還在逐日改進中。壓油已經是這樣困難，再想按着正確的時間把煤末壓到汽缸裏去，當然是更困難了。

但是，現在有一位德國人名叫包立高士基（Powlikowski）的，已經把這種煤末發動機試驗成功了。他從前是狄色爾的總

工程師，曾做過許多常人不能做的事。他用的方法很簡單，就是在普通的狄色爾發動機的汽缸頭上另外加了一只小桶子，把各種粉末狀的燃料裝進去燒。他所試過的粉末，還不僅煤末一種呢！他如木屑、穀糠、木炭末等都曾試用過。結果，未全可用，並且改換燃料時，機器上一點也用不到重新調整。所用的燃料數量，發動機可以自動地管制，質料好就少用，質料壞就多用。他還能用唧筒將煤末與油的混合液打到汽缸裏去燃燒。

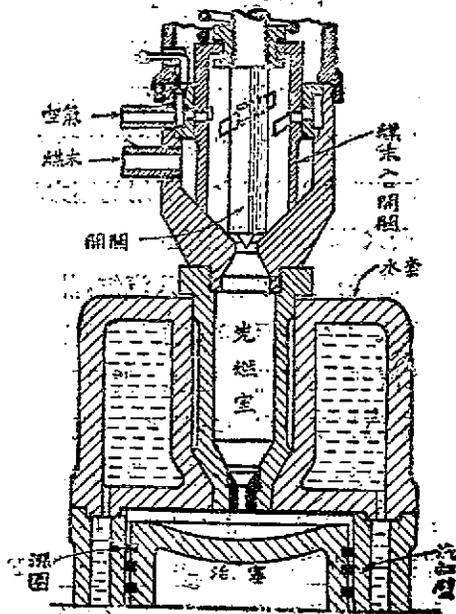


圖12. 這是包立高士基氏煤末機的切面圖

照這樣說來，將來也許用那真空掃地器上灰塵袋裏的垃圾再摻和一點舊報紙的細屑便可以開動汽車了。

包立高士基，和雷福勃一樣，所用的方法是一種繞圈子的方法，因為直截了當的路是走不通的。不過他所用的方法並不複雜，在汽缸頭上開幾個小孔，使汽缸與上面裝着的‘先燃室’（pre-combustion chamber）相通。先燃室的容積比汽缸小得多，頂上裝着一個開關。另外用一個開關來管制煤末的數量。到適宜的時間，這開關開啓，使煤末進入先燃室上端的筒子裏。等到活塞向下運動時，這進煤末的開關已經關閉，而先燃室上的開關開啓，於是煤末被吸入先燃室，而不致進入汽缸，因為汽缸上此時另有開關開啓，直接放空氣入內，所以在先燃室裏的吸力因而減小。然後，所有的開關完全關閉，活塞在向上的動程中將汽缸裏的空氣壓縮。空氣被壓縮發熱後，就由汽缸頂上的小孔進入先燃室，把煤末燃着。這樣一來，先燃室裏的壓力大增，於是將所有煤末以極大的力量吹入汽缸，與汽缸中的空氣混合起來燃燒，像普通發動機內，汽缸裏的汽油與空氣所成的混合氣燃燒的情形一樣。

進煤末的管子，一端由煤末箱出來，一端仍回到煤末箱去，中間有煤末流通，可以送到各汽缸去。有的長管子可以供給許多發動機用。

這種發動機工作起來，可以繼續好幾個月之久，無需工程

師來照顧它。不過，這種發動機的轉數還沒有很高的，一分鐘不過轉六百轉；現在已經有大批成品作出，並且都已經過長期的試用。

過去因為狄色爾發動機的構造大家都不熟悉，遇到修理或更換零件時就發生困難，所以這種機器多年不易發展。但是，現在我曉得倫敦公路局已經決定以後完全採用這種狄色爾發動機的公共汽車了。

關於煤末發動機，一般工程師對它各有不同的意見。不過有一件事是大家完全一致的，就是對於如何處置汽缸中的灰燼的問題，大家都認為困難。煤是由地裏開採出來的，所以裏面永含有相當數量的土質。這種土質在燃燒後就變成灰燼。這種東西對於汽缸非常有害，往往夾在活塞和汽缸中間，使它們磨壞，因為灰燼中有許多渣滓是很堅硬而銳利的。這種困難的問題，已經包立高士基解決了。這可以說是他對煤末機最大的貢獻。他想出一種特別的方法，用大量的滑油洗滌汽缸的內部。普通發動機的汽缸裏也是要放一些滑油的，不過在這種煤末機裏，所用的滑油格外地多。這種滑油並不會消耗掉，可以用了再用。據包立高士基說，用這種洗滌法可以使汽缸保用三年，漲圈保用六至八個月。這種數目字是根據用褐煤的試驗結果得來的，其中所含的灰量為百分之九，與高等煤中的正常灰量相等。這種煤末機祇是些固定於地面的發動機。用在汽車上的這

沒有。將來發動機方面的進步我們現在很難預料。美國現在正在試驗用蒸汽發動的飛機，並且有兩輛蒸汽發動的汽車已經完全試驗成功了。

最後，我們可以再談一種發動機製造上的最高理想。這種理想就和阿非爾士高峯及絕對零度差不多地難以實現。這理想中的發動機便是‘煤氣輪機’(gas turbine)，就是一種用煤末燃燒後所生的氣體來推動的輪機。我們曉得，蒸汽輪機是蒸汽機裏唯一能供給大量動力的機器。其中有一個轉動的輪子，上面裝有許多彎曲的葉片來接受蒸汽裏的動力。這種機器的構造比活塞式的機器簡單得多。但是要得到最高的效率，那葉片的運動速度必須等於蒸汽射出時速度的一半。高溫高壓的蒸汽，射出時的速度是非常之大的，所以輪機裏汽輪的轉數要達到每分鐘幾萬轉纔行。在這樣高的速度之下，輪子當然非做得十分堅固，十分平衡不可。在114頁中，當我們談起魏勞克士鍋爐時，我曾說過，那熱氣在放熱以後纔能用來推動輪機。原因是，那些高溫高壓的蒸汽，若直接用來推動輪機，恐怕那葉片承受不住。所以要做這種煤氣輪機，我們正在期待着一種在高溫度極其強固的新材料，來承受那由煤末燃燒所生的高溫高壓氣體。目前，我們還找不到適宜的材料。但是在65頁裏，我們曾談到一種新的材料，也許將來能滿足我們的要求。

透霧鏡

人類從來做不到的事，有時因為一種新發明產生出來就能做到了。不過，像這樣的發明非常之少。最近有一種透霧鏡，可以使我們透過濃霧而見到霧後面的景物，就是這一類的發明。現在不妨拿來談談。但是，汽車司機們如果要問我到那裏買這種東西去，我一時還回答不出來，因為現在還沒有地方出賣，我想不久一定會有的。

這種發明是‘電視’（television）進步中的一個旁枝；關於電視這種新發明，本書裏一字未曾提到，因為旁人在各處已經講得很詳細了；並且就是要談的話，也得要寫一本專書，決不是三言兩語可以講得完的。電視在美國比較發達，現在約紐的人，靠着電視的力量，有時可以看到在倫敦出演的戲。我想再遲兩年，倫敦的人也可以看見美洲的各種活動了。

關於電視，有許多重要的東西都是捷克人曹瑞金（Zworykin）發明的。透霧鏡是他最近的發明。這種東西對於其他的電視零件，也是有很密切的關係的。

我們所以能看見各種景物，完全是因為它們有光線送到我

們的眼睛來，像電燈或煤氣燈等類的東西，都是自己能發光的，所以我們可以看得見；至於那些不能發光的東西，則非有發光的東西——如太陽，亮月或燈火——照耀它們，我們是看不見的。光線射到那些東西上，再被它們反射到我們的眼睛裏來，我們纔能看得見。白色的物體反射出來的光線最多；黑色物體反射出來的光線最少。在濃密的白霧中，我們什麼都看不見，因為所有的光線都不能以直線通過它；所有的光線都被那霧中的水珠反射到各方去了。所以，我們祇能看見光亮而不能看見形狀；遠處的景物都變成模糊不清的光暗，例如，天空處，我們看過去覺得稍為明些，大樹的附近，我們看過去覺得稍為暗些。

所以，要想透過濃霧來窺視景物，一定不能再靠賴光線了；必須設法利用其他的放射線纔行。因此，非有一種特別的器具，是絕對做不到的。高牆大山所遮蔽住的景物，我們用電視可以看見它，不過在那景物的近旁必須裝設一只電視攝影機纔行。這樣說來，電視對於汽車司機，可以說一點幫助都不會有，因為司機要看遠處的景物時，難道說還可以在車上裝一只極長的竿子，掛上一只電視攝影機去攝影嗎？那末，我們到底怎樣纔能看到那被霧遮蔽的景物呢？

原來有一種放射線名叫‘紅外線’（infra-red rays）可以直線地穿過濃霧。這種放射線，我們的眼睛或普通的照像片，都不能感覺它，不過有一種特製的照像片能感覺得到。所以現在

有許多在濃霧裏照的像片都是很清楚的。我們的肉眼在霧裏祇能看到身體近旁的東西，而這種照像片卻可攝取霧外的遠山或其他的景物。關於這種能感紅外線約照像片的製法，在前文中（26頁）米士博士已經講解過，現在不必贅述了。但是，這種奇怪的紅外線到底是種什麼東西呢？

實際，這種紅外線並沒有什麼希奇，恐怕大家都曾感到過它的影響。假設桌子上放着一個很熱的烙鐵，看過去很難斷定它是冷的還是熱的。但是，若把我們的手放到它的附近時，皮膚上一定會感到一種炙熱。這種熱，並不是由空氣傳來的，而是直接由發熱體上放射出來的。就是在烙鐵和我們身體中間隔着一層冷空氣的話，我們的皮膚仍然會感到有熱傳過來。如果我們把這種發熱體的溫度再增高，它便可以發出一種暗紅的光。如再加熱，就可發出一種黃的光。等到溫度增到極高時，就會發出一種白光來。但是，在發光時，物體上仍然有熱的放射線放射出來，並且溫度愈高，放射線就愈強。我們的皮膚能感覺的放射線是我們的眼睛所不能感覺的。在物體的溫度逐漸增高時，最先放射出來的便是‘紅外線’，只有我們的皮膚纔能感到一點熱；以後纔逐漸發出我們眼睛所能看到的各種光來。最先發出的是紅光，然後依次發出黃光，綠光，藍光等。這些色光合在一起便成功白光。這些光的光波各各不同，紅光的波最長，藍光的波最短。所謂紅外線就是一種波長比紅光還大的放射線。

由此看來，我們的眼睛很像一只短波無線電機；長波是收不到的。我們的皮膚倒能收取長波，祇是不能使它們成功影像。所以，必須用特製的照像片纔可將紅外線所成的影像攝取出來。

讀者也許要問，那遠處的景物不見得就會放射我們現在所談的這種紅外線吧？答案是：會放射這種紅外線的。因為太陽是一個白熱的東西，它不但能放射出各種波長的光線，同時能放射出很大強度的熱波。這是我們在明媚的春日之下可以感覺得到的。自然界的一切物體，受到陽光的照耀時，就會得到這種紅外線；然後把它像光線似地反射出去。從遠處物體上反射出來的紅外線，非常微弱，所以不能使我們的皮膚感到熱，但是足能使我們特製的照像片上的藥品發生化學變化。這種紅外線最可貴的一點便是它的路線不會被空中水珠反射或屈折到旁的方向去。所以我們在霧裏攝影時，紅外線便會像光線在沒有霧的地方一樣直直地射入照像機裏來。

所以，在汽車上裝一只照像機，用那種特製的照像片，便能將道路上的一切東西的影像攝出來，雖然有大霧也不能蒙蔽。航海的人藉此也可以得到霧後冰山的照片。不過，汽車和輪船的速度都是很大的，決沒有充分的時間給我們去沖洗照片。道路上的危險物，我們必須在一秒鐘之內就能看得清清楚楚，否則臨時一定躲避不及。因此，我們現在所需要的並不是這種普

普通的照像機，而是一種能將不可見的紅外線所成的影像直接變成可見影像的儀器。

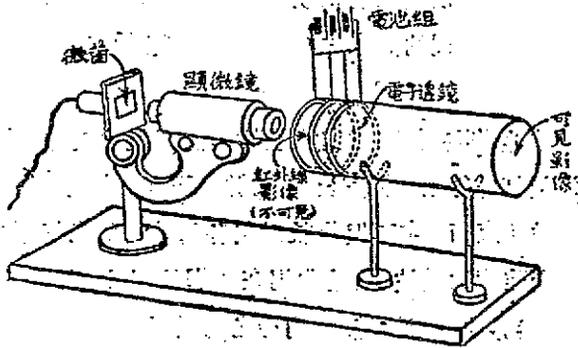


圖13. 這是普瑞金氏發明的儀器，可以使紅外線影像變為可見的影像。

圖中所示正是這樣一架機器——發明者就是普瑞金。圖左邊的是一只顯微鏡，將紅外線所成的影像放大後就射到圖右邊的平底玻璃筒上。這種裝置是為看細菌用的。若是看遠處的景物時，祇要把那顯微鏡改換一個望遠鏡就好了。或者，我們拿一架照像機，將鏡箱背板除去然後把那圖右方所示的平底玻璃筒的平面放置在裝玻璃片的地方，也能應用。這樣，遠處的景物，雖被大霧蒙蔽，而它們所放射的紅外線卻能在玻璃筒的平面上成很清楚的影像；明的部分所得的紅外線強些，暗的部分所得的紅外線弱些。不過這照像機的鏡頭必須是用特殊的玻璃製成的，因為若用普通的玻璃，紅外線透不過來。

——我們先把這種儀器的作用總括地敘述一下，然後再詳細來講解。玻璃筒的左端平底的裏面上塗着一層特別的藥品，紅外線一落在上面便會放出電子來，這些放射出來的電子受到強大‘電場’（electric field）的引導便能像光線似的射到玻璃筒的右端平底上去，而成功影像。玻璃筒的右端平底的裏面上塗着另外一種藥品，當電子射在上面時，就會發出光線來。此時我們的眼睛就可以看見了。

——現在我們再來仔細地講解。我們曉得，有許多的金屬，在受到光波或較光波稍長或稍短的波時，便能放出電子。這種現象就叫做‘光電作用’（photo-electric effect）。玻璃筒左端平底的裏面上就要薄薄地塗一層對紅外線有光電作用的金屬。這層金屬必須非常之薄，因為紅外線是由玻璃平底的外面射進去的，而那電子們卻要由金屬層的裏面上放射出來。如果不薄，便做不到。

在 20 頁裏，我們曾經提起過電子。當時我們所講的是：電子在氣體裏是自由的；如果將玻璃燈泡中兩端所裝的金屬片分別接到陰陽兩電極上，那末，電子便會受電場的驅馳由陰極跑到陽極去。這裏的情形卻不是那樣簡單了。現在的要求是：使那些因紅外線影像而放射出來的電子能在玻璃筒另一端的平底上重新聚集起來，一點一點地聚成一個與原來的紅外線影像一樣的影像。所以我們此刻要想出一種方法使電子的運動方向

按着一定的規則而折射，好像光線被一只透鏡 (lens) 折射的情形一樣。

怎樣來達到這種目的呢？就是用那圖中所示的金屬環。將這些金屬環接連到一個高壓的蓄電池上，它們中間便生出一種電場。這種電場與前述的（第 23 頁）電燈泡裏的電場不同，並不是直線的，而是一種按一定規則而折射的，可以使玻璃筒左端所放出的電子們被折射而按着原來各電子的部位投射到玻璃筒的右端上去。實際上，這些金屬環和蓄電池的總效果就等於一只‘電子透鏡’（electron lens），使玻璃筒的右端平面上可以得到一個由電子做成的影像。玻璃筒右端平面上也塗着一層很薄的藥品，電子一落在上面就會發出光線來。這樣一來，玻璃筒右端所得到的眼看得見的影像上各點的部位，都相當於玻璃筒左端平面上那眼看不見的紅外線影像上各點的部位。換句話說，就是，我們在右端所看見的影像和左端原有的不可見的紅外線影像完全相同。

圖 13 左邊所示的是一只顯微鏡，是我們用來觀察微生物內部的構造的。普通作這種觀察時，大都用很強的光線來照射微生物。但是，現在的新方法已改用紅外線來照射了。用紅外線的優點有二：第一，微生物大都是很怕強光的，但是並不怕紅外線；所以用紅外線照射時，我們可以看到它們的正常形狀，因為沒有受到光線的刺激。第二，微生物的身體很小很薄，往往身體

各點的透光能力相同，所以我們常常看不出它們內部的構造，但是，對於紅外線的透明程度，往往是各點不同，所以用紅外線仍可將它們的構造觀察出來。

因為談到透鏡鏡，我很想藉此機會來談一談現在一種最新的科學進步，就是‘電子光學’(electron optics)。這門新學問，倘若仔仔細細地講解起來，恐怕寫一本厚書都講不完。我們現在祇好略談幾句。所謂‘光學’自然是研究光的學問，一切光學儀器的原理也都包括在內，所謂‘電子光學’，就是拿電子當光研究，使電子能造出影像的學問。藉用普通的光學儀器，我們所能看到的東西是有一定的極限的。因為光是一種波動，雖然很小，但是確有其固定的大小。而我們在顯微鏡下所見到各種現象都是因為物體對光的影響而顯示出來的。如果物體過於微小，便不能來影響光的波動，所以一切的情形，我們就不能看到。電子比較光波小得多，我們雖然一向拿它當質點看，其實它是有波動的性質的。根據這一點，我們若先使電子運動，然後再用電場來管制它，便可用以得到很微小物體的影像；那些用普通光線看不出的都能看得出了。電子和光線一樣地能使照像劑上的藥品起化學作用。最新發明的一種‘電子顯微鏡’(electron microscope)就是根據這種事實做成的。先用熱燈絲發出電子來，使它們透過所要觀察的物體，然後用費瑞金氏的電子透鏡來管制電子的路綫，使它們在照像片上造成影像。用這種儀器

所能看見的最小物體，要比用普通光學儀器所能看見的更小幾百倍。以前在 95 頁裏，我曾說，現在科學上一切的研究都是試走極端的問題，現在這種新儀器便是一個很好的例子。我們曉得，現在我們一方面在研究種種的方法去看原子，同時另一方面便設法去看那遠處的星球。原子是很小的，並且距離是很近的，而星球是很大的，它們上面所發的光要在空間走好幾百年的時候纔能來到我們的眼裏。

按我以上所述說的，大家也許會以為這種透霧鏡非常簡單，好像什麼工廠都能造似的。其實，製造時各項手續都是很精細的，並且十分複雜。像我們在圖裏看到的這樣一架簡單的韋瑞金氏玻璃筒，製造起來，就是按着很好的說明去做，也要費幾個月工夫纔可以成功。在製造的過程中，每一步都需要經驗和專門的工具。第一，玻璃質地先要十分地純淨，這已經是一種特別的手藝了。然後，用特別的方法，在玻璃筒的一端加上一層很薄的白金，要薄到可以透明的程度，來接受紅外線。在這層白金上再薄薄地加上一層銀，銀自己再變成氧化銀 (Ag_2O)。在這層氧化銀上再加上一層銫 (Cs)。銫是一種稀有的金屬，與空氣的化合力很強，所以必須保持着不與空氣接觸。這層銫也是很薄很薄的，必須使光線和電子都能通得過。

這種發明所以能成功的緣由，太都是因為現在有了一種新的方法來將筒內的空氣完全抽淨。這種方法本來是電燈泡工業

中的一種收穫。在前三十年，要將一個玻璃器裏的空氣抽到相當地淨，所費的工夫是很長的。若用新式的唧筒去抽，則效力極大，需要的工夫極小。所以在試驗時，甚至無須預先將玻璃筒完全封得氣密 (air tight) 便可開始抽氣。但是，現在我們還不能將玻璃器裏的空氣完全抽絕，抽得無論怎樣地稀薄，裏面每立方吋中永要遺留下約千萬萬萬氣體的分子。不過，這種數目已經算是很小，所以電子在玻璃器裏運動時已經可以暢行無阻，不容易與氣體的分子相撞。因此，電子們都能按着我們給它們預定的路線來運動了。

電器的進步與小型發電設備

在古代，人類在兩件事情上感覺到有電力的存在：一件是使我們驚心動魄的雷電，一件是使我們幾乎注意不到的琥珀吸引力。

琥珀是一種寶石的名字，希臘文的原名是“elektron”。從前有人偶爾用毛織物磨擦這種東西，忽然發現它能吸引紙屑和羽毛一類的輕細的物件。當時並不曉得這是什麼道理。經過兩三千年以後，富蘭克林 (Benjamin Franklin) 纔出來證明這種現象和天上的雷電實在是出於同一的原因——電力。

從此以後，人類便開始研究如何來利用電力，要它替我們做大大小小的事情。現在已經達到目的了。論大事：它可以使我們和全世界的人談話，或看全世界的事情，它可以替我們探測地下的礦產，開動火車，或處死罪犯。論小事：它可以替我們點燈、掃地、做飯、燙衣服和刮鬍鬚。

電力的來源有兩種：電池和發電機。我們口袋裏裝的手電筒所用的電源就是電池。不過這種電源非常的貴，所以要想經濟些還得用發電機來發電。發電機的動力多半是由煤或油裏面

的熱能或天然瀑布裏的動能來的。照這種方法所發出的大量電能，價錢很便宜，並且一年比一年便宜。

你的家裏是不是在用電？如果用電，你一定會曉得最近十年來電器方面的進步了。十年前，同樣燭光的電燈泡，所費的電量要比現在大十倍。十年前，那些小電動機還有些靠不住，並且容易發生故障，但是現在，已經十分牢固而安妥了。用起來很得力，並且弄上去好像是永遠不會損壞的。我家裏有幾個小電動機，每天廿四小時地開動着。有一次我任它們繼續開動了整整三個月的工夫，中間沒有去照顧它們，它們仍然工作得很好，一點毛病也沒有發生。結果祇須更換新電刷。這種東西掉換起來簡直像換換活鉛筆裏的鉛條那樣地容易。我還有一具真空掃地器，用了五年，還一點面沒有損壞。還有開關，門窗自動開關，最新的電器，有些使我們的生計較簡更舒適了。例如，電力冰箱，我們可以把食物藏到裏面，甚至藏到半年之久也不會壞。有了這種冰箱，我們隨時都可以得到冰來作冷餐。例如，空氣調節器，可以使室內空氣的溫度和溼度使它們完全符合於我們的要求。這樣東西，在倫敦這樣好的氣候之下固然沒有什麼可貴，但是在那些又熱又潮的地方實在是無價之寶。這些重要的器具非用電力不可，因為旁的動源沒有像電這樣容易控制的。

這些種電器能普遍的應用起來，都是因為現在的電器本身已入了牢固而可靠的階段。不然，你就是能花一筆錢買上空氣

調節器而另外要請一位專家來經理它，那你一定會覺得太貴了。倘若家裏用的電動機或電爐一天到晚的出毛病，你自己又不會修理，電器行又距離很遠，那你一定會感覺麻煩了。

新式的電器，就外表看來與老式的並沒有分別，但是所用的材料和製造的方法已經與老式的迥乎不同了！

電器既是這樣好，發電廠的電力又是這樣便宜，一般住在城市裏的用戶自然是很方便了。但是我們如果住在鄉間，沒有發電廠，又該怎樣辦呢？從前遇到這問題便感到十分困難，現在也有方法解決了。因為有一種小型的發電設備，祇要花兩百英鎊就可以買一套，足夠供給一大所住宅所需的電力。並且這種設備是自動的，要開時祇需將電鈕一按就開動了，要停時再把電鈕接回就停止了。祇要按時加油加水，並且不隨便亂用它，這種設備便不會發生毛病而能繼續工作。這種設備簡直和一架好的汽車一樣。能夠用汽車的人都能使用這種設備。

這種小型發電設備有兩種不同的機型：一種是用蓄電池的，一種是不用蓄電池的。

用蓄電池的一種，機器開動的時候將電流灌輸到蓄電池去，灌足了就可以停止工作了。我們隨時用的電都是由蓄電池來供給，幾時蓄電池的電力開始感到不足，那發電機便會自動地開動來充電。這種蓄電池用起來要十分小心，必須按照一定的規則使用，否則一次用壞以後，就永遠不能還原了。

不用蓄電池的一種，機件比較簡單些，祇有一只發動機與一只發電機，整套的總體積很小，和我們旅行時常用的提包大小差不多。既輕便又耐用。現在各海口的燈塔裏多用這種設備，積年累月的沒有人去經營，它仍然能好好地繼續工作着。

聲音測量法

聲音是到處都有的。在城市裏，那些車馬人物，鬧得嘈雜不堪。在鄉間，雖說比較靜些，但是那雞鳴犬吠，有時也會使人厭煩。

但是，聲音的本質和它的特性到底是怎樣的呢？讓我先來介紹幾點：第一，聲音是什麼？聲音就是空氣的波動。它能振動我們的耳鼓，所以我們聽得見。第二，聲音為什麼有高低？空氣的波動快，聲音就高；空氣的波動慢，聲音就低。鋼琴上中央鍵C的聲波振動數是每秒256次。空氣的波動若以每秒256次的振動數振動我們的耳鼓時，我們就聽到中央C的聲音。第三，聲音在空氣裏進行的速度怎樣？速度相當地大。每秒鐘可以行三公里。但是，光波和電波的速度比它更大，都是每秒行300,000公里。根據聲與光二者速度的差別，亞蘭司蒂芬生(Alan Stephenson)——輪船發明人喬治司蒂芬生的族人——曾發明一種方法來報告船隻對海岸的距離。在港口的燈塔裏，裝置一套無線電播音機，播送特製留聲片的聲音出去。這留聲片先發一聲很宏亮的號音，然後以一定的時間間隔發出報告數目的聲音，…

一，……二，……三，……四，……，一直數下去。海面的船使用無線電收音機將這些聲音收進來。在燈塔方面，另外用一個真的號筒發一聲號音，和留聲片上的號音同時發出去。現在這兩聲號音雖然是同時由燈塔發出去，但是前者是電波，後者是聲波，所以達到海船時一定有先後。我們曉得，無線電波可以說立刻就到，而聲波在空氣裏傳起來卻慢得多，必需三秒鐘纔能前進一公里。現在我們使留聲片每隔三秒鐘數一個數目字，那末海船方面聽到空氣中傳來的號音時，無線電裏所報告的數目是幾，那海船就是距離燈塔幾公里。例如，船與燈塔相距二公里，船上收音人的耳朵，一方面聽無線電的聽筒，一方面聽空氣傳來的號音。空氣中的號音原來是與留聲片上的號音是一起發出的。不過，無線電波可以即時傳到船上，而聲波卻要慢慢地傳來。所以收音人在聽筒裏已聽到“一”的時候，空中的號音還聽不見，因為那時號音在空中剛剛經過 3 秒鐘，不過行了 1 公里。等到在聽筒裏聽到“二”的時候，那號音的聲波纔正好傳到船上來。

現在我們再來談聲音特性的第四點，就是聲音為什麼有強弱？這全看聲波振動耳鼓的能力的大小而定。譬如甲聲音比乙聲音大三倍，大家也許會猜想甲聲音的動能比乙聲音的動能正大三倍。但是，事實還不是這樣。聲音的強度大了一點，所費的動能要大了許多。我們在大聲演講時所費的氣力，不曉得比低

聲耳語時要大多少萬倍。那種比率恐怕和一個人的體重與一只針的重量相比差不多。我們的聽覺是有一定的極限的，太弱的聲音固然聽不見；太強的聲音也是聽不見，並且會感到一種痛苦。例如，同是一個中央 C 音，若用鋼琴在好幾里以外來彈，我們便聽不見；若用黃銅樂器在我們的耳邊奏出，我們也聽不出是什麼聲音，耳朵裏祇覺到發痛，微弱到不能辨認的聲音便是聽覺極限的最低點。強大到震耳欲聾的聲音便是聽覺極限的最高點，在最高點處的聲音動能比在最低點處的大一千萬倍的光

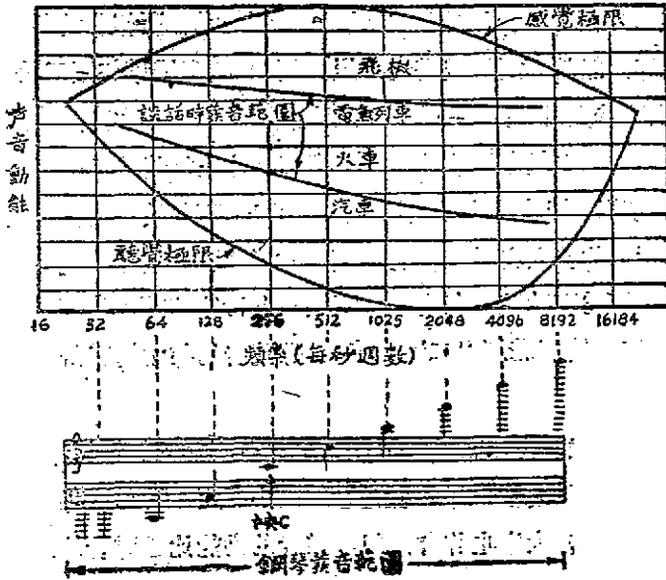


圖 14.

聲。強弱不同的聲音，其動能相差雖然很大，但是對於我們耳朵所生的影響卻不很大。事實上，倘若甲聲的動能比乙聲的大到一百萬(1,000,000)倍時，我們聽起來，甲聲也不過比乙聲強六倍的樣子。換句話說，就是兩聲音強弱的比值是和它們動能比值中所有的‘0’數成正比例的。現在一百萬的數字中有六個‘0’，所以就大六倍。

我們的聽覺器官——耳，不如我們的視覺器官——眼。你看眼的構造是怎樣的完備。眼球外面有眼皮。在眼皮閉闔時，一點光線都不能入眼。就是睜開眼皮的時候，眼球裏還有瞳孔來調節光的強弱，使眼睛很舒服——光強的時候就自動縮小，光弱的時候就自動放大。但是耳的構造就沒有這樣美妙了。無論什麼聲音都要接受，就是遇到那些極刺耳的聲音也得忍耐着。

但是，論到感覺的極限，耳的卻比眼的大。耳所能感到的聲波，最低的是每秒20次的振動，最高的是每秒30,000次的振動——高低之比約為1500比1。眼所能感到的光波，其最高和最低之比不過是2比1的樣子。聽覺的極限是隨着人的年齡而漸漸縮小的，青年人多半比老年人能聽高的聲音。例如，蝙蝠所發出的極尖銳的吱吱的聲音，青年人很容易聽到，而老年人便一點也不感覺。貓犬等類的家畜，聽覺比人類更好。它們可以聽很高的聲音，所以在極喧鬧的街市上，能聽到主人的口笛。

一般人對於聲音的好惡大有不同。所以城裏的各種聲音便

成了一個嚴重的問題。有人喜歡清靜，討厭那些刺耳和無謂的聲音。這些人很想社會上能有一種法規對於一般的聲音加以限制，對於那些奇特的聲音更要嚴格禁止。有許多人喜歡熱鬧，耐不住沉寂；他們聽不到聲音就難過，所以盡力的作出各種聲音。例如：有些人家裏，整天地用無線電機去收音，但是並不去注意它，祇求用它來打破室內的岑寂；又如，有些人特別喜歡使汽車的排氣管發出暴響，非這樣不得意。照這樣講，社會上到底是否需要有一種法律來限制這些雜音？如果需要的話，又該怎樣去測量這些雜音呢？

在第6頁裏，我曾談過一種微音器，可以按着我們傳給它的聲音而發出強弱不同的電流來。因為這種電流的變化特別地敏捷，所以可以把聲波的高低緩急完全表示出來。但是，不管它接收的是麼什麼聲音，這種電流永是有時強有時弱的，聲音宏大，電流就強；聲音低微，電流就弱。倘若把這種電流通到一種反應遲緩的儀器上去，便可不計聲音波形而專門用它來測量聲音的響度（loudness）了。在儀器上可以裝一張能轉動的紙條來作記錄。像這樣的儀器是有的，原來是測量電報機所用的電流用的。本人曾用這種老式儀器來測量過微音器的電流。按這方法，我已經把我們日常談話中，說各個字時所用的動力記錄出來了。要測量街市上的雜音，當然也可以利用這種儀器，我們可以把紙條裝到一個時鐘機構上，讓它按着時刻慢慢地轉動，用這樣

儀器上的記錄，我們便能指出，每天在什麼時候，有某種雜音發生。例如，我們可以斷言，在什麼時候有一個破汽車在我們的門前開車。至於那汽車發的是什麼聲音，固然由記錄上看不出來，但是那聲音是怎樣響法，或吵擾我們到怎樣的程度，卻可清清楚楚地看得出來。新的私人汽車經過我們的住宅時，那記錄上一點痕跡都看不到。若是那種兩輪機器腳踏車跑過時，記錄上便會畫出一個極尖銳的高峯。像這類突然出的很響很怪的聲音，對於我們的耳朵是最不利的。

那末，以後若再有人，因為住宅受到雜音的吵擾，寫信到報館在當地新聞上提出抗議時，就可以附一張上述的雜音記錄，因為除非能證明某種聲音是超出以往的記錄時，法律是不能懲罰那當事人的，並且法官也要根據記錄纔好判決。

另一方面，科學上已研究出種種的方法來隔絕聲音。現在有許多人正在試用各種材料來使住室或電話間不受外界聲音的吵擾。將來也許會找到一種材料可以使聲音完全傳不到房間來。

在建築上，聲學的研究更是非常重要的。從前所造的劇院、教堂等公共集會的場所，大都是不甚考究的，所以裏面的聲音，永不能使人滿意。有的建築裏，祇要有人在輕輕地耳語，全場都可聽到。有的建築裏，舞台上發言的人，好像是對空講話，自己就覺得聲音微弱難於達到最後一排的聽衆。這是說單人講話的

情形。音樂班全體合奏時又是怎樣的情形呢？在某大廳裏，聽着音調非常死板。在另一大廳裏，牆壁的回聲很大，聽得所有的聲音都混成一片，完全分辨不清楚。

這種問題應該怎樣解決呢？第一，先要隔絕外界的聲音，使不致吵擾內部。第二，應該使全場各座位處的客人聽起來都能同樣地舒服。倘若建築中，因牆壁的位置和形狀的關係，聲音由牆壁反射到某點的特別多，那末該點所聽到的聲音就特別地響，旁處所聽到的聲音一定較弱。那末，倘使牆壁完全不能反射聲音，豈不就能使全場的聲音都一樣地好了嗎？事實還不是這樣。最好的方法並不是使牆壁完全不反射聲波，而是使它們的反射能力達到適宜的程度。因為，歌詠或音樂的聲音，倘若發出後立即消失，便不如在耳朵裏盤旋些時候再散去的來得好聽。無線電台、播音室和留聲片製造廠的錄音室，現在的設備都太落後了，因為那些主持的人還未曾注意到這種新發現。如果他們能依照新的式樣用新的材料來建築的話，那牆壁必可按一定的程度將聲波反射回來，使他們所播的音或所錄的音格外悅耳。不過這種外加的反射聲波是應該有一定的限度的，過多固然不好，而絕對沒有也不好。因為聲音得不到反射聲波的陪襯，聽起來一定很死板，決不能圓潤的。所以新式的播音室和錄音室的建築都特別考究，處處利用最新的科學知識。

關於建築的聲學研究，現在已成了一門專門的學問了。在

建築的新設計完成以後，先造一個很小的模型來試驗它對於聲波的影響。試驗時，在小建築模型中的某點放置一只發音的東西，使它發出一種單純的聲音，同時在模型裏裝一只小電燈，使

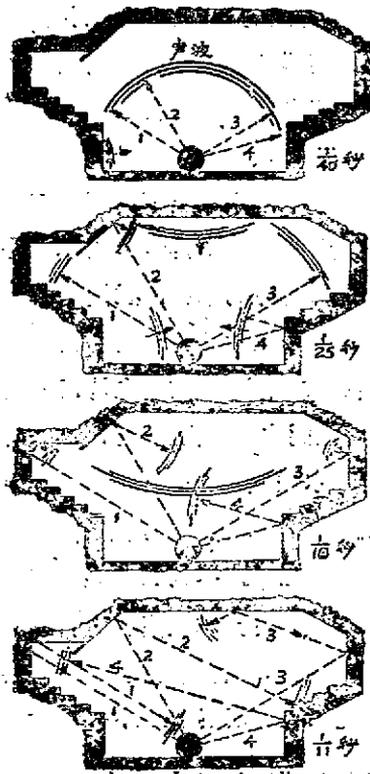


圖 13

圖中所示，為一副模型中聲波反射的情形，地板上的黑點表示發音體，試驗時，祇許它發一個聲波。然後以規定的時間間隔用小電燈照亮，以便攝影。

在發聲後 $\frac{1}{20}$ 秒時，聲波由黑點向四方傳播，方纔達到兩側的障物。祇有左下角一部聲波因撞壁而反射，其餘部分都還未遇障物。

在發聲後 $\frac{1}{10}$ 秒時，聲波 1、2 兩部仍在前進，而 3 兩部則已碰到障物而反射到新的方向。

在發聲後 $\frac{1}{11}$ 秒時，聲波各部份已過障物而反射，其中 1 的部分已反射兩次，而依其原來的方向折回，向黑點這裏。

在發聲後 $\frac{1}{11}$ 秒時，聲波中 3 的部分亦被反射兩次，1 的部分已還到黑點。

它按照規定的時間發出很短的閃亮。預先把照像機放到最合適的地位，那末每次電燈發亮的時候，我們便可把聲波在模型中的情形，攝出影來。

也許有人認為給聲波照像是不可能的。例如，在海濱，我們可以看出驚濤拍岸，同時還能聽到震耳的濤聲；但是用照像機拍出的風景片上祇有水波的形狀，卻沒有聲波的痕跡。不錯，這是事實。但是，給聲波照像為什麼可能呢？請聽我慢慢地解釋。

聲波和水波的確是不同的。水波是由水珠上下的運動而生的。水珠的運動和水波的運動並不在相同的方向，因為水珠是在上下的方向運動，而水波是在前後的方向進展。聲波是由空氣質點的運動而生的。空氣質點的運動和聲波的運動是在同一方向的，因為空氣質點是在前後的方向運動，聲波也是在前後的方向進展。但是，水聲兩波也有相同之點。我們曉得，水波向前進展並不是水在那裏流動，而是水珠的上下位置在那裏變化。不信的話，可以在靜水而上浮一小木塊便可看出，當水波傳到木塊時，木塊祇上下地跳兩跳就完了。等到聲波經過木塊以後，木塊還在原來的地方。所以我們曉得，水並沒有隨着波向前走。聲波也是這樣子。聲波的進展並不是空氣的流動，而是空氣的密度在那裏變化。試用顯微鏡來觀察在空中懸浮着的一點灰塵便可以看出。聲波傳到時，灰塵便前後地移動兩下；聲波過去以後，灰塵還是在原來的地方。在平靜的空氣中，各點的密度

原來是均勻的。一有聲波，各點的密度纔會發生疏密不同的現象。

在某處的空氣，密度若有疏密的差別時，我們的眼睛是可以看得出來的，所以照像機也照得出來。例如，我們在很強的光線之下來看一塊燒熱的物體，便會看到有空氣由該物體向上流動。這就是因為空氣遇到熱體便膨脹，因而密度變小，密度發生變化，就影響光線的傳導，所生的結果。在平靜的空氣中，各處密度均勻，所以光線可以直進。在密度不均的空氣中，光線就要發生折射。所以變化密度的效果就和用鏡子折射光線一樣。往往在很強的太陽光下，我們會看到熱空氣裏的房屋山石等都有些像在擺動的樣子，就是這個道理。

因此，祇要我們照像機上的快門速度夠大，我們便能將聲波在空氣裏的情形攝成照片，並且可以攝得非常清楚。

以上所談的，都是那些在我們聽覺範圍以內的聲波，就是‘頻率’ (frequency) 在每秒 20 週到每秒 30,000 週的聲波。那些在每秒 30,000 週以上，我們的耳已聽不到的聲波又是怎樣的情形呢？這問題要是在一百年前提出來，恐怕一定沒有答案的，因為當時就沒有方法來造出這種高頻率的聲波來。自從有了無線電，我們纔能得到高頻率的交流，每秒鐘正負電極換向可以達到好幾萬次。

照理，有了高頻率的電流就應該能在固體或液體中造出聲

動的。不過祇缺少一種機件使一塊平板能按着電流的頻率而振動。有了這種機件，便可利用那平板來鼓動空氣或液體來發生高頻率的聲波了。這種高頻率的聲波，在空氣裏傳不到很遠，大部的動能便耗完了，但是在固體和液體裏卻能傳得很遠。這種現象是和普通的聲波一樣的。

現在這種能產生高頻率聲波的機件已經發明了。用石英（quartz）的自然晶體切成一塊平板，上下兩面各加一塊金屬片，然後將兩金屬片連接到高頻率的電源上。受到高頻率電壓的作用以後，石英板的厚度便會發生很小的變化，使上下兩表面發生振動。這種儀器很像一只揚聲器。不過它的頻率比揚聲器高得多。也許有人要問，那末何必要用石英呢，用一只普通揚聲器是一樣嗎？答案是：必需用石英，因為在這樣高頻率之下，旁的東西都不夠堅硬的。

試將這種石英振動器放在一個水盆裏的水面下，我們從外表看過去，什麼都看不出來，同時也聽不到什麼聲音，因為那種高頻率的聲波已不能影響我們的耳鼓。但是，若將魚類放到這水盆裏去，在很短的時間內便會死亡。若將植物放進去，即時可以變成碎片。若將各種微菌放在裏面，完全可以殺死。用顯微鏡可以看出來，這些小生物體內的細胞，裏面先發生一種氣體，漸漸地把細胞脹破。我們若拿一枝玻璃棒插入水面，那高頻率的聲波便會沿着棒傳導上來。那時我們的手指覺得灼燙難忍，一

定會立刻將棒丟下去。但是那棒的本身實際並不是熱的，這完全是因為棍上的皮膚被磨擦而生熱的緣故。若在玻璃試管裏，先放入水銀和水兩種不相混合的液體，然後插入上述的水盆去受振動，結果水銀和水都會變成很細的珠子，彼此摻和在一起，事後無論用什麼方法都不能使它們再分開來。若將蛋白放在試管裏去受振動，結果可以變成固體的塊子。

這種高頻率的聲波發現以後，我們便想設法來利用它。但是，那振動器價值太貴，所以不易置辦。並且，要作上述各種試驗所需的電力非常之大，因此，我們還不能採取來實際應用。不過現在已有人能用它來測量水的深度了。藉着聲音由水面到海底，再由海底折回水面，所需要的時間來測定水的深度，實在是一種老法子。不過從前所用的聲波，頻率太小，入水後很容易膨脹而分散，現在改用高頻率聲波，就沒有這種缺點，因為它可以直入海底而不分散。這種情形就和無線電裏所用短波一樣，我們為什麼要用短波來作長距離的通訊呢？就是因為它可以聚集不散，按一定的方向，像探照燈的光線似的放射出去。用高頻率的聲波穿入水底，可以得到同樣的效果。新式測深器的構造很精巧，等到聲波折回水面時，便可自動地記錄出來水的深度，結果非常準確，每一千公尺之內至多的差誤不過是 $\frac{1}{2}$ 公尺。這種測深器在未經詳細測繪過地圖的海面上，其價值之大，可想而知。

這種高頻率的聲波將來還有一種很可能的重要用途，就是拿它來代替 X-光線去檢查金屬內部的裂紋。使聲波先入金屬試品，然後再通到與試品接觸的石英板上，最終傳到玻璃盆中所盛的油裏去。另用一種簡單的設備將聲波在油面所做出的花紋攝成照片。所得的照片上，花紋如果是規則的，那就表明金屬內部完好。花紋如果是紊亂的，那就表明金屬內部有裂處。這種方法要比用 X-光線來檢查便宜得多，省事得多。

短波與醫療

在最近三四年間，坊間出版談電視 (television) 的書籍，可以說已經很多，所以本書裏無需再來贅述了。但是，因為電視的研究，我們得到一種能發生極短電波的機器。我們現在要談的，並不是這種機器在電視上的用處而是它對於其他方面的用處。

在前文裏，我曾說過，所有的無線電事業全都是靠類高頻率的電波的。我們曉得，電波愈短，頻率就愈高。在每架無線電機上必定有一個線圈 (coil) ——用銅絲繞起來的螺旋狀的東西。高頻率的電波就是由這種線圈生出來的。把線圈的一端連到天線上去，電波便能由天線散放到空間去了。電台的播音範圍愈大，所需的電力亦愈大。現在大的電台所用的電力，有的已超過了 500 仟瓦特 (kilowatts)。所以必需有種種的新發明來供給電力這樣大的高頻率電流。

高頻率電機的設計，非常麻煩，普通設計低頻率電機時所無須注意的事，現在都成了很嚴重的問題。不但機器上的線圈和一切金屬零件必須用絕緣體架墊妥當，同時還要注意到機器的近旁有無金屬的東西，因為，如果有一只鋼針或一只螺絲釘

這樣小的東西，都會發起熱來。實際上，這些小的金屬品和普通的收音機有同樣的作用，亦能感受無線電波，並且還格外強些，因為比普通收音機距離電台更近些。電波的頻率愈高，這種情形愈顯著。

這種發熱的效果，對於無線電工程本身實在是一種障礙，但是對於旁的工程卻有很大的用處。現在已經有人利用這種效果來製煉各種金屬了，可以使金屬內部不致混合其他的雜質和各種氣體。按老式的方法，用煤氣或電力來製煉金屬時，都是先將金屬四周的空氣烘熱，然後纔漸漸地熱及金屬的本身。現在這種新方法與前迥乎不同了。我們可以先把金屬放在一個木箱裏用石棉將它墊好，用線圈把箱子圍繞起來，然後用高頻率的電流通入線圈裏去，這時箱子裏的金屬自己便會發出熱來，並且這熱是由金屬本身的內部發出來的。我們若打開箱子蓋來看，一定會覺得驚訝，因為那金屬已經憑空地燒得通紅了。如果我們把金屬放在抽氣機的玻璃罩裏，仍用石棉墊好，罩外仍以高頻率的電線圈圍起來，等到金屬變熱時，我們便可將金屬內部所含的氣體完全抽淨。

在第 21 頁裏，我們曾經提到，真空管或氬燈製造時都要特別小心，務使其中的金屬電極裏不含氣體，否則等到電極發熱時，就會排出氣體把管內原有的真空破壞，使燈泡變為無用。所以製造這些東西，必須一方面抽氣，一方面將電極燒熱。在工廠

裏，參觀這種工作是很有趣的。工人們大都先用一只兩三匝的線圈套在氬燈的外面，然後通入高頻率的電流，使燈裏面的電極發熱，熱到通紅的程度。這樣任它熱相當的時候，使金屬中的氣體完全放出為止；等到外面的玻璃快要變軟的時候，就把電流立刻取消。

老式熱煉金屬的方法都是浪費熱量的。祇有這種新的方法最經濟。從前那種用火焰直接燒烤金屬的辦法就不必說了，就是後來用電爐烘烤的辦法還是不如現在這種方法經濟。因為由金屬外面去加熱，熱量一定要有一部分被浪費掉的，祇有由金屬內部自行發熱的辦法才能充分地利用熱能。利用那種供給大電台的大馬力的高頻率發電機，我們便可以熱煉大量的金屬；不但可以製煉貴重金屬，就是製煉普通金屬都是合算的。這樣的電爐，英國已經有了，現在較大的每爐可製煉金屬好幾百公斤，並且陸續還要有更大的出現。我想，將來其他的方法都要被這種高頻率電流加熱法所打倒。這種電爐所用的電流頻率並不甚高，比長波電台所用的頻率還要低得很多。爐子的大小和金屬的種類，對於所用的頻率也有一定的關係。

現在我們再來談談那種極短的無線電波，看它們有些什麼新用途。我們知道，一般的無線電波，性質是與普通的交流電不同的；現在這種極短的無線電波，性質又與一般的無線電波不同。所以，可以說，我們一共有四種不同的電流，供我們使用：

第一，是 220 伏特的直流。第二，是 220 伏特，每秒 50 週 (cycle) 的交流——電流的方向由正變負，由負再變回正地變化一次，謂之一週（以上兩種就是我們平常點燈煮飯所用的電流）。第三，是 220 伏特，每秒 300,000 週的無線電波；波長為 1000 公尺。第四，是 220 伏特，每秒 60,000,000 週的無線電波，波長為 5 公尺。這四種電流都可以使電燈泡發出很亮的光輝。但是，在以下的兩種試驗中，各電流的效果彼此大不相同。

我們先來談這第一種試驗。在兩枚銅元中間放一塊玻璃，然後依次地把上述四種電源一一接到銅元上去。在電路裏裝一只電流計來量電流通過的數量。把直流電源通上去時，完全沒有電流通過，因為電路已被玻璃截斷。把每秒 50 週的交流電源通上去時，仍然看不出有什麼電流通過。但是，將每秒 300,000 週的交流電源通上去時，由電流計可以看出有 8 毫安培 (milli-ampere) 的電流通過。最後用每秒 60,000,000 週的電源通上去，竟會有 $1\frac{1}{2}$ 安培的電流通過。這時，我們可以看到，銅元中間的玻璃片很快地發起熱來。試把玻璃片取下，換一片皮革上去，結果那皮革也會發熱。但是，玻璃和皮革面並沒有通過電流，實際電流祇在這兩個銅元上出來進去地運動；這種把兩個銅元排近些，中間再夾一層玻璃或皮革的辦法無非是要使電流增多些而已。這種現象恐怕是與我們在日常用電上的經驗有些不同吧！

我們現在再來談那第二種試驗。試取一個直徑約一吋的手杖，用粗的包皮紫銅線在上面繞 24 匝，各匝都要緊靠在一起。然後將這線圈的兩極依次連接到上述的四種電源上去，看看有什麼結果。把直流接上去時，電流通過的很多，立時將銅絲燒熱，如果不立刻斷電，那銅絲一定會熔成液體。把交流接上去時，結果一樣。把每秒 300,000 週的電源接上去時，線圈裏的電流約為 20 安培，如果銅絲夠粗的話，已能承受得住。最後將每秒 60,000,000 週的電源接上去時，線圈裏電流變成非常之小，祇有幾安培的樣子！

由以上兩種試驗來看，電真是一種奇怪的東西！它可以使電燈發光，可以使夾着玻璃片的兩個銅元的電路中通過很強的電流，但是在這區區數尺長的粗銅絲上，它反而不能通過電流去！

現在讓我們把所講的數目字都一齊忘掉，專來研究這種現象。到底為什麼兩金屬板與高頻率的電源連接後，那中間夾着的不通電的物體會發熱呢？因為，兩金屬板間在接電後就有一種‘電場’(electric field)。無論什麼物質，在這種電場裏都要受到它的影響。如果電場的方向很快地變換起來，那物質裏的原子便隨着電場的變動而反復移動，在移動時，原子間自然會發生磨擦。當頻率達到每秒六千萬次的時候，因為磨擦而生的熱自然是很大的。這種熱，在電學上，就叫做‘介質損失’(dielec-

tric loss)。

關於銅絲線圈試驗的結果，解釋起來比較複雜一點。在電流通過時，線圈的周圍便生出一種‘磁場’(magnetic field)。若是電流改換方向，這磁場必定隨着改變方向，電流的頻率愈大，磁場的變向也就愈快，所以，磁場可以比做電流的擔負；它的變向愈快，電流所吃的力也就愈大。線圈周圍磁場的變化可以使線圈所圍繞的金屬內部發生應電流(見第9頁)。前面所述的短波電爐，就是根據這種原理做成的。

金屬的電阻很小，所以很容易通過電流。人體的電阻比金屬固然大得很多，但還不能算頂大，例如木頭的電阻就比人體的電阻大。並且我們身體的電阻大都是由於皮膚而來的，當皮膚潮濕時，電阻立刻減小很多，如受到電壓便可通過很大的電流，所以纔洗過澡的人，一經觸電非常容易致命。直流或頻率很低的交流對於人體害處很大，祇要通過少量，就有很大的危險。但是，高頻率的交流對於人體沒有害處，通過人體時，唯一的效果便是使內部發熱。現在醫學方面就利用這種熱來治療疾病。從前的老式方法，多半是教病人浸入熱水裏或進入暖室去。在那種情形之下，熱量難於達到身體的內部，因為皮膚受到熱便會出汗，汗水蒸發時就把熱散掉了。現在我們用高頻率的電流通過人體，可以使體內最需要熱的地方會發出熱來，當然是較從前，效得多。加熱的方法大略如下：在病人的胸前和背後裝

置兩塊金屬板，然後將高頻率的電流通過去。或者將病人的全體都放在金屬板中間，或大線圈中間，這樣高頻率的電場可以使身體各部都受到熱量，結果更好些。不過，對於病人體溫的高低要特別注意，好在醫學上對於人體的安全溫度早已有充分的把握了。

人在病的時候，身體往往會發熱。這是極常見的現象。但是這種熱究竟是身體自己發出來的呢，還是病菌使它發出來的？據研究的結果，恐怕第一種理由比較近似些，因為身體溫度增高後，可使內部一切的化學作用都能加速進行，並且這種溫度對於人體沒有危險，但是對於病菌卻有極大的威力。有人曾發現一種奇怪的現象，就是病人被第一種病菌侵入後，身體並不發熱，等到被第二種病菌侵入，身體總會發熱，結果第一種病因此會減輕些，我們現在還解釋不出來，第一種病菌侵入後身體為什麼不發熱，但是，我們若用這種高頻率電流，隨時都可以使身體發熱，用不到再藉用那第二種病菌了。

這種新式加熱法，對於那些局部的病尤其有效。所謂局部的病，就是因為病菌聚集在我們身體的某一部分所生的病，例如，鼻子病，牙齒病，筋肉病……等等。病菌在那些地方生活繁殖起來，產生出一種毒質使人覺得難過，不健康，但是並不致於病倒。這些病菌如果寄生在人體的外部，不過使皮膚上發生疥癬而已，並沒有什麼危險。如果藏在耳朵和鼻子裏，卻會演成極

危險的病症，因為耳鼻等器官距離腦筋太近的緣故，病菌有時會侵入筋肉，使人發生風濕症(rheumatism)，全身筋肉變僵，運動時便覺痛苦。此外，還有所謂關節病，多半發生在膝蓋和臂肘的地方。這些地方的骨頭，一塊成球狀，一塊成臼狀，合成一種靈活的關節，但是裏面很容易被病菌侵入，並且很不容易斷定其病原。不過，不管它是什麼原因得來的，祇要加熱就會覺得好些。

醫療上用電取熱的方法共有三種。第一種便是利用介質熱。把人體置於金屬片之間，然後以交流電通過。電流的頻率在每秒 20,000 週以上，病人一點覺不到電激。用普通廉價的發電設備便可供給這種低頻率的電流。這樣所發的熱多半集中在電阻最大的地方，就是皮膚。所以，如果病症在鼻腔或內耳等電阻很小的地方，就不能用這種方法來治。

其餘兩種方法都是需用極高頻率的電流的。機器的價錢很貴，但是用法非常簡單。並且一架機器可以兩用，或者通電到金屬板上藉着介質損失生熱，或者通電到線圈裏藉着應電流來生熱，二者都可以。病人的身體，夾在金屬板間，或套在線圈裏的那一部分，決不會是完全由於一種組織造成的；裏面有骨頭，筋肉，脂肪，神經，血管……等等不同的組織。這些東西的電阻都是不相同的，所以它們受電流所生的介質損失也都不同。但是，我們應用這種高頻率的機器，便可自由採取那最適宜的方法來

專門向那需要熱的地方生熱。

有些人認為這種短波在人體內除去生熱以外，一定還有旁的作用。又有人看到那種用很弱的電流所作的試驗覺得熱量太小，恐怕無濟於事。真是意見紛歧，莫衷一是。實際，這種高頻率的電流對人體絕對沒有害處的。不過，那種供給大電力的機器，現在價錢很貴，同時沒有醫學知識的人絕對不能濫用，否則就會發生危險。因為人體內部的組織有時已經高熱燒毀，當事人自己這一點也覺不出來。但是，將來大家對它的效力有了充分的認識以後，我們想這種機器一定會通用的。

這種發現雖然很好，而一般的醫生不去利用。這真是一件令人失望的事。從前，X-射線初發現的時候，大家都預料着將來都要用它來檢查身體了。但是，事實上，到現在這種X-射線檢查不但不普及，並且已經變成一種很費錢的查病法了。難道說，X-射線檢查是不好的嗎？實際是好的！比用老法子模模糊糊地曉得一點病症大概在什麼地方，豈不好過萬倍？！用X-射線把身體內部的情形，看得清清楚楚，簡直和把人體解剖開來看一樣地明瞭，倘若給病人一種能阻止X-射線的藥品，由口吞下去，或由血管打進去，我們還可以看見身體內部一切正常作用，如血液循環等的實際情形。如發現內部的病症正在擴大，我們便可施行手術，直搗病處，絲毫不會發生差誤。但是，現在究竟有什麼人在用它呢？不是那些請不起醫生專靠醫院的窮

人，而是那些專請 X-射線專家檢查的開老。普通的人，大多數是不能用這種東西的。”因為這種設備太貴，一般醫生都置辦不起。我想，倘若把這種 X-射線設備，高頻率加熱器，或其他的電器檢病器，都像無線電那樣大批製造起來，這些儀器的構造比無線電還更簡單，價錢一定會很便宜的。那末一般醫生用不着再靠他們那些能力有限的眼睛，再察，手指靠來揣測病人身體內部的病象了！

關於醫療方面，還有一個不良的現象，就是醫科大學畢業的醫生們，多半都忽視這些新發現的價值。同時那些沒有受過訓練的醫生們卻把經驗來貢獻各種用新儀器的療法。而所用的機器，不是沒有效力的，就是用本博便宜偽造的。所製成家對於這些電器醫療器，都應該有些常識，萬一良藥良劑可以要求醫生來用，或請開醫生為什麼不用。

最近在醫療方面有一種新的機關叫做診斷所(diagnostic institute)，裏面請了許多的專家，備置許多最新的儀器，專門為病人作物理或化學的檢查。普通醫生根據該所檢查的結果再來施以治療。這種辦法固然很好，但是每個醫生我以為還是需要設備些簡單的儀器，以免浪費許多的時間。

觀望主義

本書因限於篇幅，所以能談到的發明，範圍很小，並且敘述也不能詳盡。不過由所述各點，讀者對於動力，化學和機械三面的發明也許可以得到一些概念。由所述的可笑的發明一段，讀者更可以想像到金錢和時間被它們浪費掉是怎樣地可惜。

發明實在不是一件容易的事。在科學上沒有根柢的人，去從事發明是絕對沒有希望的；不管你腦筋怎樣聰明，結果永要發生誤錯。並且，發明的新觀念雖然容易得到，去實現它卻要大費周折。第一先要以最新的科學知識來審核它在理論方面是否可能。然後再設計製造，去試它的實際工作情形。這一步手續往往是很費錢的。此外，還有一個競爭問題，也很嚴重。因為現在的科學已經進步到了相當的程度，所以凡是有相當科學知識的人，照理都能自己想出新方法來做某種事，造某種物，或得到某種效果。這種種的方法之中，一定有優劣之差，省費之別。但是，要決定何去何從，卻很困難。所以，現在運輸，照印，建築以及化學製造各方面，往往都用許多不同的方法來做同樣的事。固然，各種方法都有它的特別用途，但徹底說來，多生還是各從所好。

的問題，並沒有什麼絕對的標準，同時，我們的經驗還不充足，所以也無從斷定那一種方法是最好的。

英國在發明界裏是一個先進的國家，她曾以三種偉大的發明使人類的生活完全改了舊觀，所以在國際上纔有今日的地位。第一種是關於動力方面的發明；各種機器類以推動，運輸，工業類以發達。第二種是工業上的各種機器，如織布機，木工，金工的工具機；工作速度大增，並且能作手工所不能作的東西。第三種是可以製造大量原料的化學方法，例如，煉製鋼鐵及其他金屬，製造酸類及其他化學藥品，製煉煤氣及其副產品……種種的方法。這三種發明必須同時發展，因為彼此是相依相賴的。英國在公元 1780 到 1880 這一百年中間，因為這三種發明的共同發展，各方面完全改了面目，當時其他各國都來學我們的方法去謀改進自己。歐、美各國都來請我們替他們建築鐵路，購買我們的蒸汽機，工作機和各種化學藥品。

但是，這個黃金時代過去以後，所有的新發明都是從劣的國家先出了。例如：世界上第一個發電廠是美國的愛迪生在 1880 年首創的。世界上的第一條電力鐵路，是德國的西門子於 1880 年在柏林建築起來的。世界上第一個架空輸電線是一位法國工程師德士波瑞茲 (Despretz) 於 1882 年在德國的西南部，米萊斯白河 (Miesbach) 到慕尼黑 (Munich) 兩城中間，建立起來的。世界上第一輛汽車是 1885 年在德國的什圖加特 (Stuttgart) 城

造成的（第一架內燃機也是在這個城裏造出的，時間是公元1877年）。世界上第一個裝設電話的城是美國的波斯頓，那時正是公元1879年。在這一年，還有一件很可紀念的事：就是德國發明了一種新的方法來從煉煤氣的副產品裏提煉靛藍（indigo）。靛藍這種顏料本來是英國人由印度土產的一種植物裏提煉出來的，曾暢銷全球，獲利很多。但是，從此以後，世界各國所需的顏料或化學藥品，都改向德國去買了。

這是什麼道理呢？理由很簡單。因為英國在發明專業上以前已很有經驗，所以知道要實現一種新的理想必須耗費大量的金錢和時間。一件新的發明好像是一個用金錢填不滿的深坑；你要想把它製成可用的成品，拿到商場上去換回本錢來，真是非常困難的事。到後來，發明專業一發達，情形更壞了。因為大家的知識和經驗愈多，所想出的新方法也就愈多。所以弄得那些資本家都不曉得用錢幫助那個是好。誰也不能斷定那一件發明會得到最後的勝利。舉例來講，電視的製造法，在二三十年前就有許多的建議出來了。但是，直到現在，英國的無線電公司還不曉得那一種最好，祇得同時採取了兩種不同的制度在那裏研究。一種是根據英國人宋英吞（Campbell Swinton）在公元1908年所發表的理想，一種是根據最近一位青年專家貝爾德（Baird）按照公元1880年德國人倪布科（Nipkow）的理想所做出的成績。截至目前，我們還不能預料那一種制度可以成功，使我們

得到適合劇院用的大電視。也許將來這兩種制度中會有一種成功，也許將來這兩個都不成功，而另有一種新的制度出來。那末，我們今日所花掉的幾百萬英鎊的試驗費都要變成無謂的犧牲了。

因此，那些眼光短淺的營利主義者便想出一條很聰明的路來，就是有了新的發明先讓旁的國家去試，等到一切困難已解決，沒有失本的危險時，我們再來湊現成的。這就是英國在過去五十年來所採取的政策。對於一切的新東西，我們都不去管它；在飛機，飛艇，汽車，電影，塑體，人造絲，粉末冶金術以及輸電，照明和電力運輸……種種的新事業上，我們都是這樣觀望不前。在這些事業上，旁的國家都已花去了很多的金錢，並且大部分都成了損失。有許多人曾用很便宜的代價去買那半成功的發明來繼續研究。但是等到稍為得到一點進步的時候，這位新主人已經是人窮財盡，又得被迫放棄了。英國現在從事這種奮鬥的，固然也有，不過，比起旁的國家來，實慳太少。所以有許多的新發明在最初的階段就不能繼續下去，不是被人拋棄，就是被人拿到外國去了。

等到許多的新事業在外國都漸漸地建立起來可以獲利的時候，我們再去聘請人家來做我們的顧問，請他們來把新方法教給我們的工人。以為這樣一來，至多也不過是再出些錢去買專利權，花錢有限，而一切都能開市大吉，事事順利了。這豈

不是一種不勞而獲的妙法嗎？但是，那裏有這樣便宜的事！那些請來的外國人，都不是有創業經驗的，再讓他們到生地生熟的國家來，更不曉得由那裏做起了。他們所知道的，祇是什麼東西應該怎樣製造，那是不夠的。所以要想成功，還得倚賴我們自己國內有經驗的員工來努力。我們曉得，那些精巧的機器，若是交給生手的工人，一用就會損壞，就是他好好地按着規矩去用，也不能做到得心應手的地步。因此，還得找些盤工的人來照顧這些機器，使它們都能工作，同時使成品能有較高的品質。倘若當地原來就有許多的老工人，曾經用過類似的機器，那末，把他們招來工作，當然沒有問題；如果，所用的機器和方法完全是新的，一般的工人從來沒有見過，這時要想臨時訓練些人，使他們對於這些新機器的性能、危險或故障都能澈底了解，那就非常難辦了。因為，人的手藝各有偏長，能做甲事的未必能做乙事。有的工人，用起車床來很靈，但是讓他去使用織布機也許會完全沒有辦法。如果更要訓練他去製造照像膠片，吹玻璃瓶子，那簡直更沒有希望了。

我們曉得，有聲電影事業，是德國人最先成功的。但是，在1926那年，德國人正忙着做旁的事，沒有工夫來研究它。當時英國很有機會來做這件事。因為在倫敦就有一所現成的工廠，裏面所有製造有聲電影片的設備一概齊全。但是，因為怕失敗，沒有去努力。眼看著好機會讓美國人拿去了。現在我們每年要

花很多錢去向美國購買這種東西來用，不然，自己做起來不，是很便宜的嗎？倘若那時候我們也像接受馬可尼（Marconi——無線電發明家）似的妥辦那些德國人的事業，我們今日又是怎樣的局面？在這事以前，有一位英國人勞司提（Lauste）從事有聲電影製造還要早呢！那時若有人肯出錢來幫助他，豈不更好嗎？他自己也不致一生在美國的一家製片廠裏拿很少的新水來度日子！

雖然有這許多教訓，大家還是以為這種觀望主義是好的。因為在改進過程中所耗費的金錢都是旁人替我們出的。你看，美國把有聲電影工業建立成功以後，我們還不是可以用錢來買它的專利權嗎？自軟片，特製的攝影機，以至於顯影和加印時所需的藥品，我們還不是樣樣都能得到嗎？但是，試問我們的製品能不能趕得上美國的水準呢？我想影片製造界的同仁們都曉得，我們現在花了好幾百萬的金錢而成績還不好，並不是單為着這裏氣候不適宜一種原因吧！固然，汽車發動機從前也是法國和德國先做成功的，不過因為英國在機械工程方面本來是先進的國家，所以至今對於內燃機製造並不見得落後。但是，對於自己沒有根柢的新事業可就不然了。在軟片製造工業上，要訓練出一個有經驗的人來，不曉得要費多少年的工夫纔行。飛機製造工業，也是很難的，所以我們現在已經放棄了。

用錢來幫助那些開始努力於一種新發明的人，當然是會失

本的，因為離着成功還遠得很呢！不過，那發明倘若能開闢一條新途徑，或能產生一種新技術的，我們早一點助它成功，對於國家是很有利益的。因為，這樣的事業創立起來以後，一定會訓練出很多的青年來，將來這批人可以再訓練出更多的人來。這樣一來，那種工業便在國內立下了根基，以後新的發明和新的改進產生的機會較旁處格外多些。

過去我們已浪費了這許多的時間，所以落後下來，但是現在還能不能趕得上呢？我以為，倘若照現在這樣下去，一點也不設法改變我們的觀念，恐怕是很危險的。請看面前排着的，一個很好的實例——無線電製造事業，便可以明白了。無線電話的理論雖然是英國人麥克斯威爾（Maxwell）和德國人赫芝（Hertz）創出來的，但是沒有意國人馬可尼決不會有今日的成功。不過電視卻是英國人貝爾德做成的。英國對於這兩種事業，一向都是特別的努力，其中是有很重要的政治背景的。因為，英國的殖民地散佈全球，所以很需要這些通訊利器來聯絡。於是，在無線電事業初創的時期，英國曾下了好幾百萬的本錢，使自己成了無線電業上最前進的國家。但是，現在呢？我們在無線電話方面已經落後了，就是在電視方面恐怕也難保原有的地位。

這是什麼道理呢？仔細地將無線電機看一看就可以曉得。無線電機不像普通的機器，裏面的零件都是特別的——甚

面有金屬絲的玻璃泡，很細的包線繞成的線圈，和許多塑體製品。但是，英國在這三種無線電基本工業——機器製泡工業，電器工業，塑體工業——上，都遠不如美國和德國的。單就玻璃泡一項來講吧。這東西的本身就是由愛迪生的電燈泡演進而來的；並且製泡的工業在美國創始的最早。最初的真空管雖然是英國人符雷瑪（Fleming）首創的，而那最新式的真空管卻是美國人德福利（De Forest）所發明。所以在美國無線電話普及得比英國早兩年，並且首先利用真空管。無怪現在電視上的大發明家曹瑞金氏要跑到美國去呢，因為在那裏製造玻璃零件的技術要比英國高明得多。普通的玻璃製品，截至1914年仍以德國為最優，但是在製造燈泡方面卻以美國為最有經驗，因為從1880年以後，所有電燈事業上的改進都是在美國產生的。英國固然也有自製的電器和小的電機，但是我們的無線電機，到現在還是比不上由美國買來的那樣好。

如此說來，我們究竟應該怎樣辦呢？我以為必須設法提倡國內的發明事業纔行。

在我搜集本書的材料時，曾經接觸到很多的發明家。那時他們有很多的極有價值的發明，祇是沒有錢去製造。到現在已經又過了相當的時日了。但是我從前所見到那些東西現在仍然沒有造出來，雖然大家都認為是很需要的。像前面談過的那種紙條錄音記錄，現在市場上還看不到。連那種用彈性材料製造

的留聲片也沒有。據我自己的試驗，那種留聲片比現在用的這些一打就碎的黑色硬片要好得多。我曾看見過的那些低壓的安全氣燈，可作金屬壓製品模型的粉末金屬材料和那有色的活動影片……等等都是很好的東西，但是到現在一樣也未見到製品。由此可知，現在國內一定有許多的好的發明都被白白地拋棄掉了。這種不良的現象的產生，我以為法律方面應負相當的責任。

在公元1624年，英國國會曾經通過了一種法律叫做專利法 (statute of monopolies)，規定由英皇來給發明家獎金和專利證 (letters patent of monopoly)，證明某人對於某種東西有獨享的製造和推銷特權。在這種制度之下，各種日用必需品的價格都特別地貴起來，不如大家自由製造來得便宜。國會看到這種情形，覺得不對，並且應該立刻加以改革。於是，就重新制定一種新法律，將一切的專利完全廢除，祇規定那些創辦新實業的人得由英皇給與十四年的專利權。此處所謂的新實業或者是根據新發明而自創的事業，或者是當時外國已有而英國還沒有各種實業。這法律原來的目的是在幫助那些準備用金錢或勞力來從事新實業的，使他們在創業的時候不致有人與他們競爭。

這新法律當然是好的。我們曉得，一種新事業在初創的階段內，就是對於將來出品的價值絕對有把握，也難免要失本的，

因為這時要解決各種困難，訓練工作人員和對一般民衆宣傳……這些都要花很多的金錢和時間。這種法律使得旁人絕對不能掠奪那創業人經過千辛萬苦，冒着失本的危險所得到的結果。所以在這法律制定以後的二百年裏，英國實業的發達遠超乎其他各國之上。

法律固然是國會制定的，但是審判案件時卻要由法官來決定。他們決定時，雖然盡力去符合那法律條文方面的理論，往往未能兼顧到制定法律時的本旨。當時一般人都有一種新觀念，認為人人對於他自己腦筋的產物都應該享受一種所有權。所以在1710年便制定了出版法，規定著作人對於他自己的著作有二十一年的專利印行權；那末，對於一切發明的發明人當然也應該授與一種所有權了。我們細看那專利法的條文就會曉得，關於授與發明人所有權這一點的確是有的，但是並沒有顧到發明事業的提倡。那條文上規定的是專利權應授與那第一個真正的發明人。不過，「發明人」(inventor)這個名詞按現在的解釋是那創造某種新東西，或新方法的人。但是，按照國會制定法律時的含意來講，這名詞裏包括有新事業創始人的意思，並且無論是根據舊理想或新發現所創始的事業都是新事業。

按法律的規定，發明的專利權應該給與那第一個(最先的)發明人。不過發明的觀念和書籍是不同的。兩個人絕對不能單獨地寫出同樣的書籍來；但是兩個人卻可以在同一時間內各不

相知地想出同一的發明觀念來。所以發明的專利應該給與那首先發表那發明觀念的人，因為有觀念而不發表是一點價值都沒有的。但是，如果有兩人同時想出一樣的觀念，一個人先將他的觀念對一個很小的團體發表了，而另外那個人，對這事一點也不曉得，却根據那觀念做出一番事業來。這時應該怎樣呢？這後一人會得到專利權的，因為專利局很難對各方面情形都知道得很詳細。專利局雖然盡力地在那裏考查老的書籍和老的登記，但是專利權一樣地會給錯了人，因為請求專利人雖然自信是第一發明人，但事實上他的發明觀念早已有人發表過了。遇見這種情形，照規矩，那已授與的專利權是應該取消的。

由此可見，如果發明專利權必須授與那第一個發表「觀念」的人，那末，專利局實在沒有法子來給人專利，因沒有方法來斷定那請求人究竟是不是那第一人。事實上，一般法官卻都照這種思想去判斷，把 1624 年制定專利法的本旨反而漸漸地忘掉了。後來，發明人漸漸多起來，發明的觀念和前人重複的機會更多了。因此，屢次有人得到專利權以後，把事業剛剛創辦起來便有人告發，舉出他的發明觀念在某種絕版的書籍裏曾經前人發表過，以致不能繼續工作而蒙受很大的損失。

此外，還有一點也是使法官難於決定的。就是，一件發明應該是一個空前未有的新觀念，並不僅僅是做某件事的一種新方法，或造某種新東西的一種方法。凡是專家，根據他的知識，而

沒有用特別的發明天才，所想出來的一切普通方法都是不能給與專利的；因為專家們是應該能自由利用他的常識的。發明是一種特殊的天才。這種天才就是在專家中間也不是人人都有的。在審查一種新發明時，往往很難斷定它是一種特殊天才的產物呢，還是一種任何專家以他的經驗及學識都應該能做的東西。最好的發明多半是很簡單的；但是這些東西往往是經過許多專家多年研究而不能實現的。這點和藝術一樣，最簡單的東西往往是最好而且最難做到的。我們既然沒有方法來試驗發明的天才，所以也就沒有方法來斷定一種發明是否合格。④

④ 照這樣來判斷，已經把立法的本意全部失掉了，因為法官所根據的問題都是沒有確切的答案的，我以為，如果有人向政府請求專利來創辦某種新工業，我們祇要看看圖中已否有了這種工業便夠了。如果這人所辦的新工業是根據旁人的發明，或利用旁人做了一半而未能獲利的事業時，我們也有方法來解決，就是成立一個獨立的委員會來按照各方的申訴公斷以某種利益劃歸以前的那些人。在1914年歐戰以後，英國政府曾設立了一個委員會專司獎勵軍用品的發明人。這委員會在決定專利權時並沒有遇到什麼困難，因為發明人照規定都要將他的發明以書面的報告公開發表。這種辦法固然是很好的，但這種方法對於專利權之給予並沒有必要的關係。我以為，最好還是將專利權給與那些有錢有力的人，規定他們必須切實充分利用那發

明，並且必須遵照獨立委員會的公斷把一部分利益讓與發明人。此外，我覺得無需再給發明人什麼旁的權利了，並且最好限定發明人不得將他的權利轉讓別人。因為現在的情形是，發明人遇到手中缺錢時便會把他的權利轉讓他人。還有的因為沒有力量來繳納國家規定每年必須出的費用來保持其專利權時，便白白地放棄掉，任它變為公有。

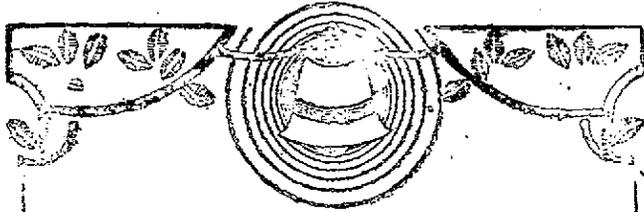
我們國家的前途全靠着我們生產的能力來支持，有了質地優良的出品，纔能向旁的國家去換取我們所需要的原料和食品。在這些出品的製造上，現在有兩三個國家正在和我們競爭，他們太都是比我們前進的，並且很努力地保持着他們前進的地位。我們以前賴以生存的工業，如棉織工業等，現在的出產每年都在減少。這很明白地告訴我們，將來是新工業盛行的時代了。但是，我們要發展那些新工業，大部都要去抄襲旁的國家的辦法。我們為保持不致落伍，正在以極大的努力去工作。不過，旁的國家向前進步的速度，至少和我們的一樣大。所以我國現在的地位是非常地危險。所幸，旁的國家在政治方面有很大的錯誤，而我們英國的工業尚能完全不受政治的束縛。現在已到重修我們法律的時候了，我們應該使那些投資於發明專業的人能得到一種更有利的機會。現在我們為獲得一個專利權必須經過法律上各階段的奮鬥，因此所耗金錢普通總要達數萬英鎊之鉅。所以發明品如果將來不會賺錢的話，大家便看它沒有價值。

法律戰爭的結果是靠不住的，並且對於發明品真正價值的由來是不過問的。祇要有人從前曾有過同樣的觀念，便可以將後來那人努力工作而得來的專利權奪去，使所有的勞力及金錢都變成損失。往往有的公司僅僅用紙面上的觀念去注冊專利，便可以阻止旁人以同樣的發明來和他們競爭。我以為，如果有人能將那紙面上的觀念實現出來，我們也許可以得到更好的東西來用，比讓那公司空握着一個專利權而不肯去做，要強得多。我想前面所談的那些發明，到現在還不見有成品拿到商場上來，一定是因為這個緣故。

專利法原來是我們的一件發明，我們因有它的力量總能在工業園中間佔據第一位達二百年之久。所有旁的國家的專利權都是由我們抄襲去的。不過有些地方經過修改後，比我們原來的還要好些。現在已到了我們對這種法律再來一次新發明的時候了。政府方面，目前對於用關稅保護工業一項工作，比過去已有很大的進步，但是還未能使我們的工業回到以前那種對於自由發明家及投資創辦人特別有利的境地。我們若將專利法加以改革，使那些從事發明事業者的地位得到特別的保障，我想我國的發明家們，一定可以奪回我們從前在國際上所佔的首要地位。

我國從前的地位，完全是那些自由發明家努力的結果，決不是由那些大的研究機關中的工作人員得來的。我們所應該幫

助的是那些像古德義——參看第 105 頁——的人，得到一種觀念便盡力不息地以全力來研究它。如果我們看出他的觀念是有價值的，就該馬上給他一個機會去努力。德國人就是用這種方法來幫助狄色爾成功的。自從他寫了一本書將他的發動機新觀念發表出來以後，便有人立刻供給他很多的金錢去努力研究了若干年所以現在纔有大批狄色爾的發動機拿到市場上來。



版權所有
翻印必究

中華民國三十一年一月初版。

科學發明的新階段

Inventions and Their Uses in Science Today

全一册 定價國幣一元一角

(外埠酌加郵費)

原著者 H. Stafford Hatfield

譯述者 王 達 新

發行人 吳 樂 常

印刷所 正 中 書 局

發行所 正 中 書 局

1432

適(0.55)金·本

1/1-2.10

