

萬有文庫

第二集七百種

王雲五主編

洛自治傳

(二)

林昌恆譯

商務印書館發行

洛 治 自 傳

(二)

林 昌 恆 譯

自然科學小叢書

第八章 我在倫敦所作的科學研究和所結識的朋友

我在大學學院的時候不僅是學習數學和幫助教授教物理，並且還做了些研究工作，作了些論文在哲學雜誌上去發表，因此全世界的物理學家都漸漸的知道我。

我的第一篇重要論文是交與物理學會 (Physical Society) 發表的，是我同我半師半友的卡芮·福斯德教授 (Professor Carey Foster) 合作的。題目叫「電在平面上之流動」 ("The Flow of Electricity in a Plane")，是討論一導電平面上的兩電極 (electrodes) 間所生的電流線 (lines of flow) 和等位線 (equipotential lines) 的形狀。我們以為這個問題在那時還是一個新問題；我們繼後纔發現克希荷夫 (Kirchhoff) 和羅伯特生·斯密司 (W. Robertson Smith) 兩個都已經作過這個問題。我們考查出來在最簡單的情形，電流線是成一組圓，都同在一一直徑線上，並通過兩電極，等位線也成一組圓，和電流線那一組圓恰相正交。我們可以沿任何一

根電流線把電平面截斷對於別的線都不擾亂，因此這個結果就可以運用到盤的邊上有兩個電極的任何圓盤，例如錫箔的圓盤。這個是實際的裝置，所得的結果是可以實驗證明的。卡芮·福斯德教授想出一種很好的方法在錫箔上畫等位線。於是我們在第一篇談理論的文章作了以後，跟着又作第二篇文章敘述我們所作的實驗的證明。我們因為想着電流是從每個電極輻射出去而輻射入於其他一個電極，在各種情形都成一個等角直線的束線，於是又發現一種在圓盤上畫電流線的方法，無論電極在任何位置都能畫。把這些線畫在一張紙上，這些線是相交的，我們就可以通過這些交叉線的交點畫合力線 (resultant lines) 畫在摹寫紙 (tracing-paper) 上；這個方法或許以前克拉克·馬克士威 (Clark Maxwell) 在他書上末尾作某種圖解的時候曾經用過。這全部的理論都在一八七五年五月和七月的哲學雜誌發表的，還附有一張簡單例證的圖表。導電面對於電流的電阻在各種情形都算出來了的，也證實了的，得的結果無論在多大的導電面無論用多少電極都可以適用。實驗的證明是列在那篇文章的第二部分，是在一八七五年十二月登載出來的。

我在一八七六年又用各種的方格紙(bounded sheets)去研究其他許多問題，比卡芮·福斯德打算研究的還研究得更廣大精深。我在那篇文章又想出一種求像位(images)的方法，我那種方法在三角形、長方形、正方形及其他種種形式都可以適用。我研究這種理論又得到一些有趣的級數，其中有些我能够計算得出來，因為那些級數是有點和瓦利斯(Wallis)的 $\frac{1}{2}\pi$ 的形式（即是 $\frac{\pi}{2} = \frac{2}{1} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{4}{3} \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{6}{5} \cdot \frac{6}{7} \cdots$ ）相似；但是其中又有些級數我理論數學的程度還算不出來，英國學會在布里斯脫爾(Bristol)開會的時候，我就拿給格勒錫爾先生(Mr. J. W. L. Glaisher)看。他認為很有趣，結果他用「西塔函數」(theta functions)算出來了，算法見於一八七六年七月的哲學雜誌（第五卷第二冊第四十二頁）。他認為從理論數學看來，那些級數和求那些級數的方法都很有趣。我把求像位的方法引伸出來使用，又解決了許多問題。但是這些我都沒有拿出來發表，或許都不很重要罷。

我用卡芮·福斯德的精良方法在通電的錫箔上畫等位線的時候，我察覺磁場可使電流線發生偏轉，同時又會改變電流的分布。大眾都深知的，帶電流的導體放在磁場裏面是會發生偏轉，

但是假若導體裏面的電流有改變路線的餘地，導體裏面的電流是否（像在導電面上一樣）會發生偏轉，那就不敢斷了。克拉克·馬克士威在他的書上談到過這個問題，說我們必須記着，磁力是只對於導體發生作用，對於電流本身是不發生作用的。這個理論似乎和我所作的實驗不合。我作過這個實驗，但是我作的時候是不十分精細。我確實發現如果導電體的電流因磁力發生了偏轉，牠的偏轉是比我們所預料的小許多。

這個問題對於電磁學將來的發展頗有關係，我就在這裏把馬克士威的電磁學（“Electricity and Magnetism”）第11冊第五百零一款對於這點很有關係的一段摘引下來給大家看一看：

「這點必須小心記着，推動帶電流的導體橫過磁力線的機械力是只對於帶電流的導體發生作用，對於電流並不發生作用。如果導電體是一個旋轉的圓盤或一種液體，導電體就會隨機械力而移動，這種移動有時會（有時又不會）使導電體所帶的電流也隨之而改變位置。但是，如果電流能夠自由穿過固定的固體導電體或導線的網絡而取任何的路線，在有不變的磁力

對於帶電流的導體發生作用的時候，導體裏面的電流的路線只是最初變動一下，並不是長久變動不已的，在某種暫時現象（名叫感應電流（induction currents））消失了以後，電流的分布就和好像沒有磁力在發生作用的情形一樣。

對於電流發生作用的唯一力量是電動勢（electromotive force），這種力量我們必須把牠和本章所講的機械力（mechanical force）分辨清楚。」

該書第五百六十九款又說：

「我們必須常常了解電動勢是對於電發生作用，對於帶電的物體是不發生作用的。我們絕不可把電動勢和普通機械力混爲一談，普通機械力是只對於物體發生作用，對於物體所帶的電是不發生作用的。如果我們真是知道電和普通物質的正式關係，那嗎我們或許也就會知道電動勢和普通力的關係了。」

我大略作了一下這種的探試不久以後，就有巴爾的摩爾（Baltimore）的愛德華·厄琪·荷爾（Edward H. Hall）也作這個實驗，比我作得有力得多，他是用一張薄金葉子放在很強

的磁場裏面作的。如現在人人所知道的，他發現微弱的電動勢是與電流成了直角，這種現象可以說是一種副偏轉。導電體裏面的電流是變了位置，但其位置的變動是隨導電體的質料而異的；各種金屬裏的電流位置變動的情形是彼此不同的。這個雖不是我以前所要尋求的大轉動，但是是一種真效應，人們就用荷爾（Hall）的名字名之。我敘述這點是要表明我們應該認真作實驗，不應該爲理論所拘束，不管理論是怎樣的健全，是怎樣的有權威。馬克士威所說的雖然一般都對，但是仍然潛藏着一種沒有預料到的副效應（一種真實的橫向電動勢（lateral E. M. F.）隨時在那裏預備着給作實驗用够了相當力量去偵查的人來發現。

我記得最初有電話機的時候使一般人激動的情形。克爾文勳爵（Lord Kelvin）從大西洋那方面傳來一個消息，說有使彈簧說話的可能，他把格累謨·裴耳（Graham Bell）給他的一付機器與大衆看。那付機器僅是一塊電磁鐵上附一根彈簧作成的。他描述得異常起勁，說他如何如何聽着那付機器說了一句簡單的話。不久格累謨·裴耳親自到英國來了，拿了一付改良過的電話機到南壘星吞在物理學會來講解。格累謨·裴耳發表談話說得漂亮極了：他說他發明這個東

西並不是以電學家資格來發明的，乃是以演說家資格來發明的。他的太太（我猜想是他的太太）是一個聾子，他努力把話說得異常清楚。聽他說話確是頗愉快的一件事情。他教了許多聾子能够說話，似乎他應該把無機物也教來能够說話。現在電話是很常見的東西了，人們已不覺其奇；但是在最初，大衆不僅深以爲異，並且還不相信有那種東西：認爲一塊鐵板要把一切的音調都表示出來似乎是不可能。然而我們從一點的顫動的曲線的形狀可以分辨各種複雜音樂的各種音調的耳朵，藉那種機器很奇怪的確實把別人說的話聽得出來。關於當時那些人對於電話的觀念是有種種的傳說：他們得着報告說克爾文勳爵要帶一架說話的機器到鄉間的一個家庭宴會上來，就派了一輛貨車到車站上去接。沒有人想到新發明的東西是這樣的簡單。我們可以說電話真是十九世紀後半葉的一種重要發明。

在一八七五年的十一月，我的『化學公式之節點與迴線』（“Modes and Loops in Connection with Chemical Formulae”）那篇論文發表了；那時我已正式當大學學院的物理實驗指導員。在一八七六年的十一月，我在海得爾堡（Heidelberg）宣讀了一篇論文，題目叫『按

照馬克士威的學說用機械方法來表明電流通過金屬、電解液和介體的一種模型】(“A Model Illustrating Mechanically the Passage of Electricity through Metals, Electrolytes, and Dielectrics, according to Maxwell's Theory”)這篇論文頗博得亨利·栖教授 (Professor Henrici) 的稱賞，因此又引起我著電之現代觀 (“Modern Views of Electricity”) 那本書。上對於介體內的應變 (strain) 和對於馬克士威的位移電流學說 (theory of displacement currents) 都有詳細的討論。我在這篇論文的末尾有一個註解裏面又說明那個模型來表明威廉·湯姆孫爵士 (Sir William Thomson) 的電振動學說 (theory of electric oscillations) 那個模型是特別設計來表明來頓瓶的剩餘電荷 (residual charge) 的；如果電阻不是大得來把電振動都消滅了，放電常常是有振動的。

我接着又把這個方法拿去研究「熱電現象」 (“Thermoelectric Phenomena”) (見一八七六年的哲學雜誌的「十二月增刊」)，充分利用「湯姆孫效應」 (Thomson effect) 和特體 (Tait) 發現的中和點 (neutral points) 原理。繼後又作了兩篇短文，有一篇的題目叫「曼斯測

量電池的電阻之方法】(“Mance's Method of Measuring Battery Resistance”)又有一篇的題目叫『一種丹聶爾電池之爲電動勢的標準】(“A Form of Daniell Cell as a Standard of E. M. F.”)。繼後在一八七八年的二月又作了幾篇論文研究『導熱性】(“Thermal Conductivity”)這個問題，和測量能够製成薄圓盤的任何物體的導熱性的方法；我又發明了一個頗簡明的理論研究溫度沿着聯束的棒柱的降落，這個理論是我和我的兄弟亞爾佛勒德很費了一點力纔作成的。

在一八七九年的三、四月間，我作了一篇長文章來研究導熱性因溫度高低而起的變異，在十二月裏又作了一篇文章來補充，我研究這個問題作這兩篇文章所費的功夫雖然不少，但是我並不特別得意。隨後我又繼續的作，用特別製的儀器做實驗來測定。在一八七九年的七月裏，我同息爾未那斯·湯卜遜 (Silvanus Thompson) 共同發表研究『熱在電石結晶體中之單向傳導】(“Unilateral Conductivity for Heat in Tourmaline Crystals”)的結果，和單向傳導與電石的特殊性質的關係，我認爲我們研究出來的這種東西是有相當的重要，因爲牠表明了熱流和

電流的關係，比威德曼 (Wiedemann) 和佛郎日 (Franz) 以前研究金屬的導熱性還更進一步，並且對於電石結晶體的特殊電極性 (electric polarity) 或許也有相當關係。

在一八七九年的十二月裏，造幣廠的千德勒·羅伯次 (W. Chandler Roberts) 給幾根由銅與錫作成的合金棒叫我幫他鑑定那些合金棒的導熱性，他因見着用許士感應秤 (Hughes's induction balance) 測出的結果認為奇怪，所以叫我幫他鑑定。我證明出來用那種秤測出的結果都是對的，我又把臨界點也測出來了，有一定化學成分的其他合金的傳熱性和臨界點也測出來了，這些都是以前忽略了的。

以後我又連續作了幾篇文章討論「力學的基礎」(“The Foundations of Mechanics”)、
「能之形態的分類」(“A Classification of the Forms of Energy”) 和「超距作用」(“Action at a Distance”)。這幾篇文章的理論雖然現在表示的方法已經變了，我相信仍然是健全的。這幾篇文章是分別在一八七九年十月、一八八一年一月和一八八一年六月這三期的哲學雜誌發表的。

我在大學學院最後那年，全年都在研究許士感應秤，這個儀器在當時很引起許多人發生濃厚的興趣，我頗費了一些力把牠的理論研究出來了。我那篇文章引起了芮里勳爵（Lord Rayleigh）的注意，他用更簡潔、更有力的方法把這種結果再加以說明。這篇文章（在一八八〇年二月的哲學雜誌發表的）就是我未到利物浦當教授以前在倫敦發表的最末一篇重要文章。

我作實驗研究許士感應秤的時候，我試作了許多實驗看許士感應秤能否在近距離內把金屬物體（例如陷在肌肉裏的子彈）的所在探測出來。那時還沒有「X光線」我覺得似乎應有某種光學上的或電學上的探針來偵查掩蔽着的金屬塊粒之所在。我從理論上發現感應作用是隨金屬塊粒和所用的一個或一對感應圈的距離的遠近發生很大的差異。把兩個感應圈放在一個中立的或共軛的位置，使兩個感應圈不發生互相感應的作用，假如附近有金屬導體就會擾亂平衡，發出一種徵狀在電話耳機上表現出來。鐵塊是最容易發覺；銅片、銅丸也能够發覺，不過比較上困難一點，因為這種三源磁路的感應作用是隨銅塊和原線圈的距離的六乘方成反比例而變異，而在鐵塊則隨鐵塊和原線圈的距離的五乘方成反比例而變異。不幸哪，人們是很少有為鐵

彈或銅彈所傷；須得尋找的子彈幾乎全是鉛作的，因為牠的傳導率很低就很難把牠偵查出來。我曾經用這種方法探測陷在肌肉裏的子彈，有時偵查出來了。但是這種方法是又笨又無把握，不久有X光線的發明，牠就完全無用了。有了X光線，密度很大如像鉛那種的金屬東西不管陷在身體裏面多深，幾乎都可以明顯的偵查得出來。

我現在回顧我在那個時代所做的工作，覺得我並沒有研究到最有希望最有收獲的範圍。但是從那個時代的物理學的情形看來，我那些文章都是好文章，其中頗有些東西或許到現在還應注意的價值。我那些文章或許除了能的分類那篇以外，對於二十世紀的物理學都沒有甚麼貢獻；但是那時的物理學和二十世紀的物理學相差很遠。那時大家都沒有想到有電子（electron）的存在。

倫敦物理學會的成立

我記得我偶爾從扶助我的恩人卡芮·福斯德（Carey Foster）和南壘星吞的腓特烈·古

斯里教授 (Professor Frederick Guthrie) 的談話和通信，知道要在倫敦成立物理學會 (Physical Society) 的事情。當時有人反對，認為成立這個會是對於皇家學會 (Royal Society) 有妨礙；但是當時已有一個化學學會 (Chemical Society) 和幾個其他的特種學會；並且古斯里 亟力主張開會的時候要把實驗做出來給大眾看，這種辦法又是皇家學院 當時所沒有的。他自動的提議物理學會 成立了以後他願意把他的實驗室拿來供會裏自由使用，他說他還願意幫會裏作他所謂實驗指導員的職務，凡有在會裏宣讀論文的人他都可以在實驗方面幫助他。物理學會 的成立毫無疑義是由古斯里 主動，而卡芮·福斯德 也認為有特別成立一個會來促進物理學的進步的必要，會之成立彼亦與有力焉。他們又得着國王學院 (King's College) 的亞當斯 (Adams) 的贊成。他們又有格拉斯頓博士 (Dr. J. H. Gladstone) (是一個著名而又家境頗富裕的業餘研究物理學者) 來參預他們的計劃，他兩個於是就在一八七四年把物理學會 成立起來，以格拉斯頓博士 為第一屆的會長。

我還沒有離開倫敦 以前，在我剛得了理學博士學位 不久的時候，愛迪生 (Edison) 的留聲

機已經發明出來了，有人把最初製造得很粗的那種帶了一架到英國來。我得着了，我把牠拿到大學學院的植物學館（Botanical Theatre）去作公開講演，聽衆很多，我記得我伯父羅伯特（Robert）也去了。這個發明引起許多人的興味，自從那時起就有種種的改革，當時沒有甚麼人想到會有現在這種很完善的留聲機。那個時代科學還不甚發達，東西還製得很粗，一切零件都須得用手做。留聲機是有一個鼓，鼓裏挖得有螺旋形的槽子，用一個齒節和牠相當的螺旋軸來轉動。用一張錫箔切成相當的大把鼓包起來，又安置一個固定的喇叭管，喇叭管的末端有一個小圓盤，盤上有一顆針與錫箔相接觸。用手繼續的把螺旋軸轉動，鼓就旋轉起來了。人向着圓盤說話，圓盤上是一顆針，針在錫箔上轉動，錫箔就刻上高低的印痕了。把有針的喇叭管拿開，把鼓轉回原位，又把有針的喇叭管放上，再把鼓轉動起來，喇叭管就發出聲音了；以前灌進去的是甚麼聲音放出來的就是甚麼聲音。如果你以前聽過灌進去的東西，以後又去聽放出來的聲音，那是聽得懂的，不會放出別的聲音出來的。亞力山大·肯勒底爵士（Sir. Alexander Kennedy）聲音很好，他唱了一首歌去灌音，放出來的也是一首悅耳的歌；但是因為要用手來轉動，速度是有時轉動來不一致，聲

音的高低就有時要變，有時變得很怪，變來不成音調，聽着很令人發笑。我說了幾句話去灌音，放出來還清楚；我又拿我講解留聲機的講演去灌音，那篇講演講得很好，放出來的也很好。

隨後不久就有種種的改革：不用錫箔，改用蠟，不用圓筒，改用圓盤；其最重要的改革是在用節速器(governor)來旋轉圓盤，配置得很巧妙，旋轉的速度真是常常一致，於是要從留聲機放音樂就真可能了。在我們看着旋轉的速度僅有極小一點差異就把音調都改變了，正在想辦法的時候，忽有節速器的發明使牠完美，真是妙極了；現在的留聲機能放很複雜很高雅的音樂，放出來的聲音就懂音樂的人聽來都認為很好。

我講留聲機的這次講演就是我第一次的通俗講演，但是在那時我早已能够使倫敦物理學會對於我在那裏發表的任何東西都發生興趣；我最記得的是有一次我代卡芮·福斯德講演的情形，那次是代他講演他發明的準確測量一個物體從幾呎高落下來所費的時間的一種方法。兩電極之間懸着一個小球，一放就把電路打斷，於是在附着一個振動的音叉上的一個叉尖和一個旋轉的鼓之間就發生一股火花。球正在落的時候，電路很巧妙的又連接起來。發生幾下振動以後，