

月 無線電讀本

潘人庸著

東電社出版

14 版



實用無線電讀本

潘人庸 編著

蔡壽祺 校閱

新華無線電社出版

上海郵箱四〇三一號

1951

發行者 高 雪 輝

出版者 新 華 無 綫 電 社

上海郵箱四〇三一號

經售者 全國各大書店及無線電料行

平裝每冊基價 三十六元

匯兌不通處得以郵票代現九折計算內地酌加運費

後

實用無線電讀本目錄

節數

頁數

第一章 電的基本智識

(1) 什麼叫做電呢？	1
(2) 導體和絕緣體	3
(3) 產生電流的方法	4
(4) 電的單位是什麼	13
(5) 電路和歐姆定律	16
(6) 電流的方向	23
(7) 變壓器的作用	28

第二章 無線電訊的收發

(8) 什麼叫無線電報呢？	35
(9) 練習電碼的方法	40
(10) 收發電碼的工具	41
(11) 什麼是無線電波？	44
(12) 怎樣計算電波？	45
(13) 電波對海氏層的影響	46
(14) 什麼是無線電話？	48
(15) 無線電訊的基本作用	50
(16) 波段的分配	50
(17) 儲電器	52
(18) 儲電器能通過交流電嗎？	53
(19) 儲電迴阻 X_C	54
(20) 儲電器的計算	56
(21) 儲電器的種類	58
(22) 儲電器的串連並連	63
(23) 繞圈和感應量	64

節數

頁數

(24) 繞圈之設計	65
(25) 感應迴阻 X_L	68
(26) 交流電在 R, X_L 和 X_C 中	70
(27) L 和 C 怎樣能夠配合起來控制 週率呢？	74
(28) 諧振	76
(29) 串連諧振與並連諧振	78
(30) 諧振週率的計算	78
(31) 結論	80

第三章 真空管的應用

(32) 什麼是真空管	83
(33) 絲極之發熱式	84
(34) 愛迪生現象	86
(35) 真空管的整流作用	87
(36) 全波整流	89
(37) 三極真空管	91
(38) 真空管的特性曲線	93
(39) 真空管的常數	95
(40) 真空管的放大作用	99
(41) 動的特性曲線	101
(42) 電壓與電力放大	104
(43) 放大了什麼？	107
(44) 甲乙丙三類放大	109
(45) 真空管的檢波作用	113
(46) 屏極檢波法	116
(47) 柵極檢波法	117

(48)真空管的振盪作用.....	120
(49)三極以上的真空管——幟樞管...	122
(50)二次放射與抑制極.....	123
(51)殺作用真空管.....	126
(52)金屬真空管.....	128

第四章 真空管特性表

(53)真空管的編號.....	131
(54)真空管的插座.....	132
(55)真空管的特性.....	133
(56)國貨真空管之介紹.....	160

第五章 收音機的設計 和構造

(57)設計收音機的標準.....	161
(58)再生力的說明.....	163
(59)控制再生力的方法.....	164
(60)增減屏幟電壓用以控制再生力...	166
(61)單管機的局部分析.....	167
(62)天線儲電器與天線線圈.....	169
(63)調整線圈的分套.....	171
(64)調整線圈的實際算法.....	172
(65)調整線圈實例.....	184
(66)波段展開法.....	184
(67)旁路儲電器與 RFC.....	186
(68)怎樣支配低週放大呢？.....	187
(69)低放之交連.....	189
(70)輸出的接法.....	191
(71)音量控制.....	193
(72)自動音量控制——AVC.....	195
(73)雙屏管的AVC.....	197
(74)高放與靈敏度及選擇性.....	199
(75)高週放大之真空管.....	201
(76)高放回路之程式.....	202
(77)高放級與檢波級之交連.....	205

(78)高放與天線之交連.....	206
-------------------	-----

第六章 高等外差式收 報機

(79)什麼是外差式？.....	209
(80)差週之作用.....	211
(81)中週數之選擇.....	213
(82)週率變換器的種類.....	214
(83)前置選擇器與假象週率之防止...	224
(84)中週放大器及晶體中週濾波器...	227
(85)第二檢波及差週振盪器.....	230
(86)外差式上的雜聲抑制裝置.....	234
(87)調整指示器.....	236
(88)外差式的波段變換裝置.....	239
(89)短波接續器.....	243
(90)收報機的程式總論.....	244

第七章 發射機構造

(91)各種振盪線路的說明.....	249
(92)儲能回路.....	257
(93)中心電阻與旁路儲電器.....	261
(94)發射機的電力問題.....	262
(95)晶體控制振盪器.....	269
(96)倍週的利用.....	275
(97)發射機各級間之交連.....	276
(98)中和的方法.....	283
(99)電鍵接法.....	286
(100)電鍵的噪擾聲.....	288
(101)發射機上的丙頁電壓.....	290
(102)發射機的波段換變裝置.....	293
(103)高放級上的LC比值.....	295
(104)發射機的遙遠控制.....	297
(105)發射機的調整方法.....	299
(106)發射機總論.....	301

第八章 輕便發射機與發話機

(107) 調幅的方法.....	305
(108) 屏極調幅法.....	308
(109) 極極調幅法.....	314
(110) 幟幅與屏幟調幅法.....	319
(111) 抑制極調幅法.....	321
(111B) 陰極調幅法.....	322b
(111C) 調週(FM)概論.....	322d
(112) 調幅管輸出與被調管輸入 之配合.....	323
(113) 調幅器與擴大器.....	326
(114) 乙放變壓器之設計.....	330
(115) 擴大器上的倒回授作用.....	332
(116) 輕便的無線電機.....	336

第九章 天線設計

(117) 天線種類.....	344
(118) 天線的輻射角度.....	346
(119) 赫氏天線長度的計算.....	347
(120) 饋電的方式.....	348
(121) 天線的調整.....	351
(122) 不調整饋電式.....	353
(123) 雙線總阻配合式.....	354

(124) 單線總阻配合式.....	358
(125) 定向天線.....	359
(126) 饋電線和發射機之交連法.....	362
(127) 馬可尼天線.....	363
(128) 收音及收報天線.....	365
(129) 天線的裝置.....	367

第十章 電源供給

(130) 無線電源之檢討.....	369
(131) 乾電池電源之使用法.....	373
(132) 手搖發電機.....	374
(133) 汽油充電機之構造與使用.....	377
(134) 蓄電池使用時應注意各點.....	384
(135) 電動發電機.....	385
(136) 交流市電.....	388
(137) 濾波器的設計.....	391
(138) 電源變壓器的設計.....	395
(139) 交流代乙電電源設計.....	400

第十一章 無線電的測量儀器

(140) 測量電的基本工具.....	402
(141) 直流電流及電壓表.....	405
(142) 熱偶電表的構造.....	412
(143) 繁用電表實例.....	414

本書教讀時應加注意的幾點

(1) 本書無論作為課本或自修讀本，如參照下開教讀方法並佐以相當實驗及實習，即能應付管理普通無線電台，或作為進修之基礎。

(2) 每週教讀約九至十二小時，預計六個月即可讀完，或略去不重要者亦可。

(3) 本書一至三章為基本智識，為補救程度較低之讀者起見，故用小品文體，教者可將書中述及之另件，予讀者觀摩，參照示物及示範教學法。

(4) 第四章起，為讀者應用便利起見，故用簡明文體，全書於教讀時，先由讀者於課前閱讀，上課時注重討論補充，課後再參考各書作成筆記。

(5) 讀至五至八章時，須做幾個實驗，約收發報機各二個，發話機一個，讀至第九第十章時，須將裝置天線，管理電源及調整機件暨使用電表等事實習數次。

(6) 教學形式，不拘問答式啟發式及演講等式以活用為宜，要之在控制讀者學習情緒，至各種教學方法，均可相繼採用。

(7) 讀者應注意集體自我教育之利益，如舉行各種座談會，隨時隨地分組討論，自出主題，自謀解決，教員居輔導地位，酌量參照若干新教育方法。

實用無線電讀本

第一章 電的基本智識

電是無線電的母親，所以在討論無線電之前，必先把電的基本智識加以說明，以後無論在實際應用上，或者理論的瞭解上，都有很大的益處。

(1) 什麼叫做電呢？

真奇怪的，「電」雖然給進步人類利用了好久，但能夠比較完全的認識它，還是不久的事，以前，大家把「電」當作一種物質，這物質從陽極到陰極，正像水管中的水由這端流到那端一樣，直到電子論出世，才知道這樣的理解不但不妥而且恰恰相反，「電」不是一種物質，而是一切物質的根本，「電」並不從陽極到陰極，而是從陰極到陽極，「電」在電線中流通亦並不像水在管中一般，祇不過把電線中原有的電推之使動，所以電的行動比什麼都快，一秒鐘能達十八萬六千多哩，繞着地球赤道可走七圈半！

我們曉得世界上的東西雖然多得不可勝數，但它的形態總不外乎固體液體氣體三種，這三種形態也會受到壓力溫度的影響而發生變態，譬如說「液體」的水，加熱後會變成「氣體」的蒸氣，一放到極冷的地方，又會變成「固體」的冰了，這種形態變化，亦即是密度變動，而其性質大都不變。

就性質來講，則一切物質是由無數的小份子(Molecules)集成功，所以份子物質最小部份，但仍不失這物質的原來性質，如說水的份子祇是水的分得無可再分的一小點，但仍不失去水的性質，假

如這一小點再加分析，那就會失去水的性質了，不再是水，是二個氫原子和一個氧原子 (H_2O)，所以原子 (Atoms) 又比份子小 (但亦有多種物質的份子由一種原子構成，如金銀銅……等) 據說世界上共有九十二種原子，或稱元素，錯綜配合，混合與化合，成了一切份子，再由這許多份子，合成千百萬種物質，而形成了各式各樣的東西。

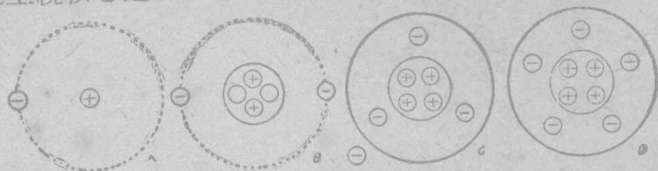
然而原子依然不是物質的最後根原，依然不是世界上最小的質點，因為原子是由下列幾種基本質點所構成的——

(1) 電子 (Electron)：最小的帶陰性 (即負電) 質點，是電的最小單位。

(2) 質子 (Proton)：帶陽性 (即正電) 的質點，其質量為電子的1850倍。

(3) 中子 (Neutron)：帶中性 (即無正負電) 的質點，質量與質子相仿。其他尚有正電子 (Positron 與電子相似但帶正電，及介子 (Mesotron)，其質量介乎電子與質子間，帶與電子一樣的陰性。

每一原子像一小型的太陽系，其中心的太陽便是原子核 (含有一個或數個質子，同時亦常有中子)，環繞四週的行星就是電子，例如氫原子就是一個電子繞着核心 (一個質子) 而運行 (如圖一A)。因為氫原子重量最輕，所含電子與質子數目亦最小，比它重一些的如氦原子，核中就有中子質子各二個，週圍有二個電子繞行着 (如B圖)。這樣，按着原子週期表的程序推說下去，一直到最重的鈾原子，週圍的電子多到92個，核中的質子亦是92個，中子146個 (簡單的原子核內，中質兩子數常相等，複雜者中子較多) 此92個電子分佈在七層軌道上繞核心運行，其情形比太陽系的八大行星更複雜得多了。



圖一：A 氫原子內有一個電子 $\ominus$ 繞原子核而運行 (核內祇有一個質子 $\oplus$)
 B 氫原子核中有二質子 $\oplus$ 及二中子 $\circ$ 週圍有二電子 $\ominus$ 繞行
 C 的原子失去了一個電子，所以帶陽性，即稱正游子。
 D 的原子多餘一個電子，所以帶陰性，即稱負游子。

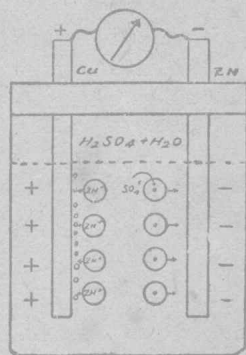
中國有句「其小無內」的古語來形容小的程度，應用到電子論上還是太勉強的，如前說之氫原子，直徑不過一吋的十萬萬分之四，而其電子猶不足氫原子的十萬萬之一，一根頭髮粗的圓圈中可放五十萬個原子，假如電子放大到30呎直徑，那麼電子與質子間的距離是300哩，小到幾乎難於想像的程度，也許我們要這樣問了，電子既小得如此而又帶陰性，質子比她大而帶陽性，根據異性相吸的作用，為什麼電子不被質子吸收呢？不會的，我們還得注意電子非僅小而且動的，以每秒75哩的速度在轉動，其離心的趨勢似乎可以抵消向心 (吸收) 趨勢，於是像天體運行中的地球之與太陽一像，始終保持在一定

的軌道上運行着。

所以在一般的情形之下，物質中的原子都能保持平衡，即上述兩種趨向的均勢，那末這原子就呈中立性，正比得上一個雍雍穆穆的家庭，如果這原子受了外力（如燃燒，光照，爆炸及化學作用等）的打擊，雖然不足以折散原子核的組織，將使四週電子運轉的速度增加，結果發生離心的趨勢大於向心的趨勢，因而失去一二個電子，則此時原子內因質子數目多於電子，就帶了陽性，必然要吸收一二個電子，以恢復它的均勢，反過來說，假如一個原子內多了一二個電子，當然也即帶了陰性，也會去吸引「帶陽性的原子」，直到多餘的電子排斥為止，才又還復了中立性，即不呈電作用。

(2) 導體和絕緣體

圖二就是一個基本電池 (Cell)，水瓶中盛稀硫酸 (H_2SO_4)，叫做電溶液 (Electrolyte)，兩個金屬物質叫做電極 (Electrodes)，因為電溶液的硫酸，被水沖淡後，分解為 $2H^+$ (正游子) 及 SO_4^{2-} (負游子) 帶正電的氫游子趨向銅片 (Cu) 電極，帶負電的硫酸根游子趨向鋅片 (Zn) 電極，於是兩電極的帶電狀況起了不平衡現象，即鋅極發生多餘電子，成為陰極，銅片必然缺少電子，成為陽極，若把陰陽兩極 (+) (-) 用電線接起來，接到一個電表 (Meters)，電表的指針就會移動，表示有電子流通過，即有電流⁽¹⁾ (Current) 產生了。



圖二：一個基本電池，水瓶中盛稀硫酸，加一片銅或炭和一片鋅。

上述用來通過電流的電線，我們又叫它導體 (Conductors) 如金，銀，銅，鉛，錫，鋁——等金屬，都是常用的導電體，所謂導體是這物體中間原有的電子活動非常自由，而它的質子對於這些電子的控制能力又較薄弱，因此一經外來的電子壓迫，這許多電子便被推動，順次推去，由陰極推到了陽極，這情形可以譬喻一條街中塞滿了難民，突然西口發現敵人追來，大家拚命往裏推擠，於是東口馬上有人擠出，但擠出來的不是發現敵人的人，而是接近東口的人，發現敵人的人僅走了沒有幾步，

(1) 電子流與電流是一樣的東西，不過習慣上由陰極流向陽極的叫電子流，由陽極到陰極則常稱之謂電流。

從此我們可以明白電在電線中流動情形，與水在水管中流動的情形，是有所不同的。

照這樣說來，「一切物質既是份子合成，份子是原子組成，原子又是質子和電子構合」似乎沒有一樣東西不是導體了，要在不通電的地方怎麼辦呢？是的，不通電的東西叫絕緣體 (Insulators)，所謂「導體」和「絕緣體」並無嚴格界限，祇在普通溫度之下，某種物質的原子不容易失去電子的，便用來作為絕緣體，某種物質的電子比較活動的，便用來作為導體，絕緣體和導體不過導電程度上的不同，或者說絕緣程度上的不同，換句話說，一個很良好的導體，也免不了有極少的絕緣作用，一個良好的絕緣體，也有極少量的導電作用存在其間，其導電能力對於溫度壓力等，都很有影響，如金屬的銅絲等物，在高溫度中，其導電能力減小，炭在高溫度中其導電能力加大，再如某種絕緣體，如果外界電子的壓迫力量，超過了它所能承受的限度，也會發生絕緣破裂 (Insulation breakdown) 現象，從此這個絕緣體會變成破碎無用。

無線電工業上，應用最廣的絕緣體，瓷料，玻璃，膠木，橡皮，雲母，蠟紙，油類——等物。

電流在導體中通過，很奇怪的會走着各種不同的路線，如無線電的電流或交流電，確喜歡從導體邊上通過，這現象即所謂集膚作用 (Skin effect)，所以許多導線，索性用了銅管子，或者把多根較細的導線絞合而成一根，以增加其邊際面積，也有把導電能力較好的銀子之類的金屬，鍍在導線外殼，這種種設施，無非要讓它順利通過，以增加導電的能力。

(3) 產生電流的方法

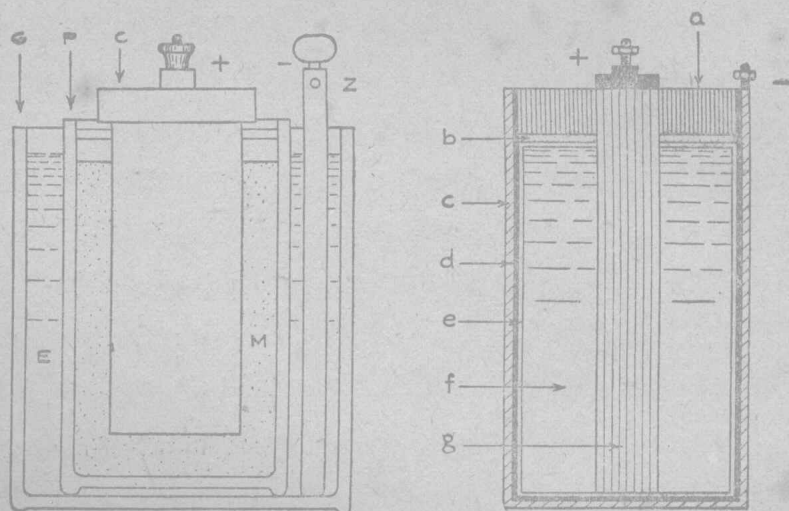
「江水滾滾向東流」，這是一句大家熟識的詩，意思是上游的

水位比下游高的原因，於是產生一種水壓力而「滾滾向東流」起來了，同樣地產生電，無非利用原子要保持其中立的特性，陽極要吸取失去的電子，陰極要排斥多餘的電子，這「吸取」和「排斥」的兩極之間，便發生電位的高低，或者說電的勢力的高低，這種高低之差就叫電位差 (Difference of potential)，把電位高低兩端用導線接連起來，便有電流通過，能夠源源產生電流，便需要一種繼續維持電位差的功能，這功能即所謂電動勢 (Electromotive force 簡寫 E.M.F.) 俗稱電壓力，因此怎樣產生電流的問題，亦即是怎樣生出電壓力的問題，其方法可分下列四種——

(一) 磨擦或靜電感應——最普通的方法，用一根玻璃棒頭和絲絹(或絨布和火漆棒)互相磨擦，然後這棒頭可以吸引很輕微的紙屑或燈草，這表示這棒頭已經帶了一些電，帶電體週圍有電力線的存在，但這種帶電的狀態是暫時的，不久就將消失，並不源源產生，所以稱之靜電 (Static electricity)，這種方法祇能作試驗，並不實用。

(二) 化學作用——圖二所說的基本電池，就是這一種方法的說明，意思是電液對於浸潤其中的兩極所生的化學作用不同，遂使兩極發生了電位差，即產生電流與電壓力，利用此項化學的能力 (Chemical energy) 變成電能力的裝置，我們統稱之電池 (Battery)，一個電池包含一個或一個以上的電瓶，電池的種類很多，一次用完就廢棄無用的叫一次電池 (Primary cell)，另一種一次用罄之後，再能夠利用外界電能恢復原狀，使用第二次的叫二次電池或蓄電池 (Secondary, storage cell)，前者如乾電池及空氣電池，後者如鉛板蓄電池及愛迪生蓄電池等。

乾電池 (Dry cell) 的前身是雷克來溪 (Leclanche) 電池，這電池內部之構造如圖三甲，G是大口玻璃瓶，Z是鋅棒或鋅筒，即陰極，P是素燒筒(一種未上釉的陶器，質地鬆空，可透過少量水



甲：雷克來溪電池

乙：乾電池

圖三：雷克來溪電池與乾電池之構造。

份) C是圓形或長方形之炭精棒，即陽極，E是礬砂 (Ammonium chloride，或稱氯化銨) 的電溶液，M是錳粉 (Manganese dioxide 或稱二氧化錳) 這種礬砂溶液和鋅極發生的化學作用比和炭極發生的顯然不同，於是兩極間會生一電壓，直到鋅極腐蝕，或溶液乾枯為止，素燒筒中的錳粉作什麼用呢？是防止極化作用(Polarization)，原來鋅與砂礬會發生化學變化，產生氫氣去附着在炭棒的四週，這氣泡阻隔了電液與炭棒之接觸，因使電池內部通過電流的能力減小（即內阻加大），錳粉就用來吸收這些不必要的氫氣，反抗了極化作用。

這類電池很容易自製，先用木料做一個高 125 公厘，直徑 65 公厘（小電高 80 公厘，直徑 20 公厘）之模型，中放一徑 25 公厘，長 154 公厘（小電則為 8 公厘徑）之炭精棒，乃打入電料⁽¹⁾，打結取出，

(1) 電料成份錳六成，石墨粉四成，氯化銨半成，拌入其總重百份之五的電液。

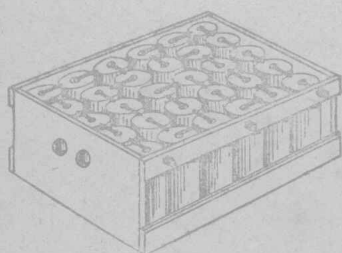
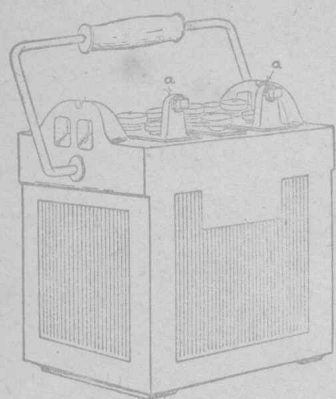
放入素燒筒中，然後將素燒筒放入一直徑約 100 公厘之玻璃瓶或竹管內，筒之四週，置一鋅皮筒（大電用 10 號鋅皮， 230×115 公厘捲成，小電用 125×60 公厘），然後在玻璃瓶內注入電液，電液成份是——

蒸溜水	重 5000 公分
氯化鋅	400 公分
氯化汞	3 公分
氯化銦	1200 公分
蔗 糖	200 公分

這種電池在早期電氣工業中，應用極廣，但是電溶液容易撥出，攜帶不便，於是改良而成爲乾電池，乾電池內部並不真正乾的，不過把鋅筒本身代替了玻璃瓶（見圖三乙中 c），電液中加入澱粉（或玉蜀黍粉）使成糊狀（圖中 e）一部份滲吸在軟紙內（圖中 d），其他 f 還是錳粉之類的電料，g 仍是同樣的炭精棒，a 是封口的瀝青之類，b 是砂子，所以乾電池的製法，當然和它的前身無甚出入的了。

蓄電池和乾池同樣屬於輕便無線電機中的主要電源，不過乾電池是一次電池，蓄電池是二次電池，顯然的蓄電池的特點是有它的經濟性，不常要換，但缺點攜帶笨重，不很便利，無線電上用得最多的是鉛板蓄電池，圖四便是這種電池的外形，上面一個電池包含三個大電瓶的稱甲種電池，下圖一個電池包含三十個小電瓶的稱乙種電池，甲電和乙電（A 電 B 電）是無線電上兩種主要電源。

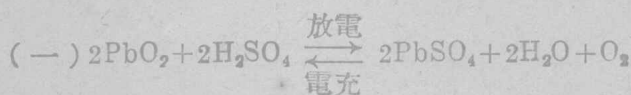
鉛板蓄電池（Lead acid type）的構造，並不像基本電池那樣簡單，爲了增加電池的容量起見，其陰極通常七片合成一組，陽極則六片合成一組，此兩組極片，交替着裝在玻璃或硬橡皮缸中，中間用經過蠟的煉製的純淨木片間隔，以防兩極片接觸，整個兩組極片浸在稀硫酸中，頂上有一圓孔，以便添注電溶液，這是鉛板蓄電池構造的大概情形。



圖四：鉛板蓄電池 上：甲電池；
下：乙電池。

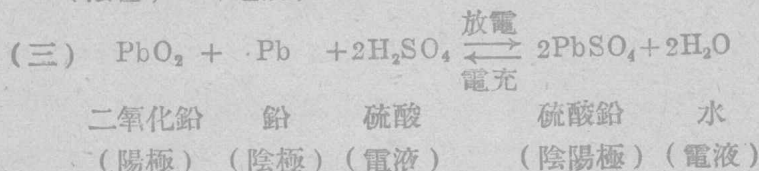
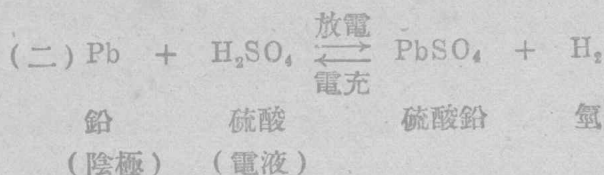
既稱鉛板蓄電池，當然它的極片是用鉛板做成的，我們見到一個蓄電池時，能望見呈棕色的陽極板，這是二氧化鉛，另一組呈青灰色的是鉛板，即陰極，這兩樣東西，對於電溶液稀硫酸所發生的化學作用當然不同，於是兩極間會產生電流，當電流產生時，在蓄電池本身說來，就叫放電（Discharge），長時間放電結果而使兩極都變成硫酸鉛，原來的稀硫酸變了水，水和兩個同樣的硫酸鉛極片，自然不發生作用，此時電就用完了。

假如我們在這時候把外界的電力接到電池上去，這工作叫做充電（Charge），充電的結果，利用化學上的還原作用，使電池恢復原狀，就是硫酸鉛的陽極恢復了二氧化鉛，硫酸鉛的陰極恢復了鉛，水亦重變稀硫酸，於是又可以放電，把放出的電流作種種的利用，用完了又可以充電……這樣用完可以充，充足可以放，遂顯露了它的特長，下面（一）是陽極對於充電放電的化學變化的方程式，（二）陰極充電放電時之方程式，（三）陰陽兩極合併的化學變化方程式——



二氧化鉛 硫酸 硫酸鉛 水 氧

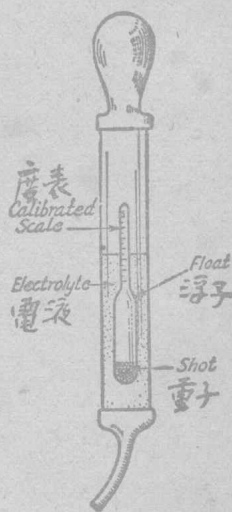
（陽極）（電液）



這樣看來，一個蓄電池要曉得它電是否充足，或者放電的狀況如何？不外乎兩種方法，一種是用電表測量它的電壓力，一種是測驗它的電溶液是稀硫酸還是水，假如是稀硫酸，那就簡接說明了電是充足的，是水當然電已放完了，硫酸和水它的比重(Specific gravity)是不同的，測量比重的儀器叫比重表 (Hydrometer) 它的構造是一個玻璃筒，頂部套一橡皮袋，以便把蓄電池中的電液臨時吸到玻璃筒中來測量，量畢注還電池，所以這玻璃筒中尚有一下端附相當重量(通常放一些鉛子)之小玻璃管，此管上刻有度表，利用它在水或稀硫酸中浮起的程度不同，遂測量出蓄電池電壓的狀況，通常稀硫酸的比重是1.300度，故量見個度數(約在1.280—1.300之間)

表示這蓄電池是充足的，如果低於這個度數，表示漸漸放電，至1.20度近乎是水的比重，則可知電已放完，已是需要充電的時候了。

(三) 熱電作用——以前說過把兩樣不同的物質浸在電溶液內，會產生電壓，不外乎這兩種物質受化學變化，使原子內部的組織狀態起了變化，同樣地如果不用化學溶液，而改用燃燒方法來變更它們原子組織，當然也會發生電流，所以如果把兩種物質(如用銅絲與鎳絲)接觸了放在火上加熱，也會發生電壓，這方法產生的電壓叫熱電壓 (Thermoelectro motive force)，這方法現在還不大實用。



圖四b: 比重表

(四) 電磁感應——這是同化學方法同樣重要的產生電的方法，什麼叫電磁感應呢？電我們已經說過許多，現在先要問一下什麼叫做磁呢？

磁石 (Magnet) 俗稱是吸鐵石，因為它有吸鐵的特性，假如我們用一條棒形或馬蹄形的磁石或磁鐵，放在一張紙底下，紙上放一小堆鐵屑，則鐵屑會受磁性的吸動，首尾相接，排成一圈圈的線條，這樣我們可以證明在磁鐵四週尤其是它的兩端或兩極 (Poles)，具有一種看不見而能夠試得出的磁力線 (Magnetic lines of force)，這磁力線的範圍內，我們又叫它磁場 (Magnetic field) 磁場中磁力線的多少，又稱磁線密度 (Flux density) 或磁場強度 (Field intensity)，當然強度或密度愈高，表示磁力線愈多，通常在磁場中每一平方英寸所有磁力線作為計算的標準，其數目大約在三萬至六七萬之間，參閱圖五——



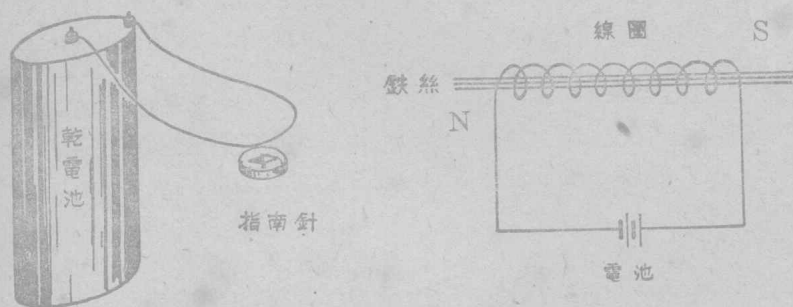
圖五：每平方吋之磁線

既然磁線環繞在兩磁極之間，當然沒有什麼方向，但一般人則認為磁線由北極 (簡寫 N，即在懸空時指北方者) 發出，而終於南極 (S)，假如我們用一根縫衣針或鐵釘，碰到磁鐵的任何極上，很奇怪的這根針或釘子，都會變成小磁鐵，吸引其他的針或釘子，這就叫做感應磁 (Induced magnetism)，但釘子一類的軟鐵或生鐵能夠保持磁性的時間極短，差不多當釘子脫離磁鐵，它本身的磁性也就消失了，但針子一類硬鋼及各種合金鋼，當它脫離磁鐵之後，它本身還能保持較長時間之磁性，便成永久磁鐵 (Permanent mag-

net)，所以人造磁鐵，可以分作感應磁與永久磁鐵兩種。

(一) 電生磁

照這樣說來，大家或者認為人造磁鐵的方法太簡單了，祇要把鋼鐵在磁鐵上一碰即成，但事實上不會這麼簡單，普通人造磁鐵，都用電來做的，假如用一瓶乾電，一個指南針，一根導線，如圖六左的方法接起來，試把通有電流的導線放近指南針（Compass，即小磁棒），指南針馬上會移動，導線移開或拆開電池，指南針又恢復原狀，而且可以看到移動的方向與電流方向大有關係。



圖六 左：電對於磁的影響 右：用電來產生磁

再把一束鐵絲，綑在一起，外面裹一層厚紙，紙外繞包漆或包紗之銅絲數十圈，則當銅絲兩端接到電池上時，其鐵絲兩端便產生磁性，吸引其他鐵類，電池移開，即電流斷去，磁性立失，如圖六右，假若鐵絲換一硬鋼棒，則電流斷後，仍有磁性會吸引鐵類。

由於這兩個試驗，我們可以看出電和磁的關係來，第一個試驗證明了通有電流的導線，它四週也會產生磁力線，成為磁場，其情形正如磁鐵的四週一樣，而且電流方向一變，其磁線方向亦一變，電流加大，磁線亦增加，反之則減少，因此如把鐵絲放在導線繞成而通有電流的線圈中，真比上述「一碰」的情形更有效了，第二個試驗，便利用這方法來產生磁，所以電能夠產生磁。

第二個試驗，鐵絲是軟鐵，所以產生磁性容易，而失去磁性亦