

蓄 电 池

毛 啓 爽 編 譯

科 技 卫 生 出 版 社

蓄 电 池

毛 啓 爽 編 譯

禾

社

內 容 提 要

这本小册子是根据国际函授学校立特尔氏 (Ralph W. Ritter) 和亞楞氏 (E. W. Allen) 所編[蓄電池]一書編譯而成的。本冊分为兩編,第一編講述鉛蓄電池及鉄-鎳-鹼蓄電池的原理,構造及特性。第二編講述維護,裝置与修理該兩種蓄電池的方法,及充電設備与方法。本書在理論方面祇作簡單介紹,全書着重在維護,修理与运用方面的实际知識,頗多經驗之談,足供蓄電池維護人員的參考。書末附加了問題及習題供讀者學習時討論及復習之用。

蓄 電 池

Storage Batteries

原 著 者 R. W. Ritter & E. W. Allen

原出版者 International Textbook Co.

編 譯 者 毛 啓 爽

*

科技衛生出版社出版

(上海南京西路2004號)

上海市書刊出版業營業許可証出 093 號

上海市印刷五厂印刷 新华書店上海發行所總經售

*

統一書号: 15119·69

(原電工版印 16,500 冊)

開本 787×1092 毫米 1/32·印張 4 1/4·字數 85,000

1956年3月新1版

1958年9月第7次印刷·印數 13,521—19,520

定價: (10) 0.50 元

目 錄

第一編 蓄電池之原理,構造及特性

第一章 鉛蓄電池之原理及極板 1

1.1 電池之一般原理 1.2 蓄電池 1.3 鉛蓄電池之材料 1.4 鉛蓄電池之化學作用 1.5 鉛蓄電池極板之類別 1.6 普降特極板之商用制式 1.7 曼徹斯特正極板 1.8 鎧甲式正圓極板 1.9 漿式正負極板 1.10 架式及袋式負極板 1.11 極板設計與服務之關係 1.12 極板之厚度

第二章 鉛蓄電池之構造及電解液 17

2.1 構造大概 2.2 組合及連接法 2.3 間隔物 2.4 容器 2.5 板墊 2.6 容器蓋 2.7 電池容器的墊腳 2.8 電解液

第三章 鉛蓄電池之特性及試驗用具 30

3.1 容量 3.2 內電阻 3.3 蓄電池的電壓 3.4 放電時電壓之變化 3.5 充電時電壓之變化 3.6 充放時電解液比重之變化 3.7 溫度對於蓄電池特性之影響 3.8 安時效率 3.9 瓦時效率 3.10 比重計 3.11 領示電池自動注水器 3.12 伏特計 3.13 安培小時計

第四章 鎳鐵鹼電池之原理,構造及特性 45

4.1 鎳鐵鹼電池之基本原理 4.2 鎳鐵鹼電池之化學作用 4.3 鎳鐵鹼電池之極板 4.4 正負極板之組合法 4.5 容器和蓋 4.6 極板之形成手續 4.7 電池組之組合法 4.8 電池之制式及

- 尺寸 4.9 容量 4.10 電壓 4.11 溫度對於容量之影響
4.12 效率和壽命 4.13 優點 4.14 用途

第二編 蓄電池之裝置,維護及修理

第五章 鉛蓄電池之裝置及維護..... 59

- 5.1 電池室與通風 5.2 端鈕與連接柄之防腐 5.3 電池之裝配
5.4 極性之確定 5.5 充電與放電 5.6 充電之類別 5.7 浮接與
補足 5.8 補充電池之電解液 5.9 比重計讀數之誤解及改正
5.10 比重之調準 5.11 電池之擺置及儲藏 5.12 將電池恢復應
用 5.13 捷路之效應及補救

第六章 鉛蓄電池之修理及熔接法..... 76

- 6.1 如何處理舊極板 6.2 病態之極板 6.3 間隔物及電解液之
處理 6.4 如何移去沉澱 6.5 如何處理容器及蓋 6.6 如何重
裝電池 6.7 水療法 6.8 熔接法大意 6.9 熔接法之發熱設備
6.10 電熱碳棒設備 6.11 維護鉛蓄電池時所常遇之障礙 6.12
維護鉛蓄電池時應注意之點

第七章 鎳鐵鹼電池之裝置,維護及使用..... 94

- 7.1 裝置 7.2 充電 7.3 電解液 7.4 如何調換電解液 7.5 容
量損失之原因及補救方法 7.6 清潔工作 7.7 使用時注意之點

第八章 各種蓄電池充電與放電之控制方法..... 101

- 8.1 恒流充電法 8.2 改良恒壓充電法 8.3 蓄電池經電燈排而
充電 8.4 分組充電的聯接 8.5 用分激發電機充電 8.6 用反
電勢電池控制充電 8.7 經昇壓發電機充電 8.8 控制放電之方

蓄 電 池

法 8.9 人工推動之末端電池換接器 8.10 電動機策動之末端
電池換接器 8.11 用兩只末端電池換接器之控制法 8.12 末端
電池之數目及處理

問題及習題 119

第一編 蓄電池之原理構造及特性

第一章

鉛蓄電池之原理及極板

1.1 電池之一般原理——電池(Cell)是由兩種不同的金屬或固體，浸在一種酸類，鹽基類或鹽類的溶液裏所構成。這種金屬或固體稱為電極(Electrode)，溶液稱做電解液(Electrolyte)，藉電極和電解液間所起的化學變化，使得兩電極間產生一種電動勢。若是將兩電極和外面的電路聯接起來，就有電流從一個電極流出，經外部電路到另一電極，再經電解液返回第一電極。電流所由流出電池的電極是正電極，電流所由流返電池的電極是負電極。若干只電池可以聯接成一個組合，稱為電池組(Battery)。

例如，將一銅片和一鋅片浸在稀硫酸溶液裏，拿一只伏特計跨接在兩片間，可量得約近一伏的電勢，銅是正極，鋅是負極。和外電路接通後，就有電流經銅極流出，鋅極流入。經過長時間的使用，鋅片漸薄，溶液裏硫酸鋅加多，銅極上有氣泡冒出。因為用

作電解液的酸類、鹽基類或鹽類的分子，在溶液裏分離為帶正電的和帶負電的兩種離子(Ion)，在溶液裏游盪着。當外電路接通後，正離子趨向一電極，將所帶正電荷交給該電極，使之得正性；同理負離子趨向另一電極，交付所帶的負電荷給該電極，使之得負性。離子交付了電荷後，或冒成氣泡，或和電極起化學作用，於是電極和電解液的物料都變成新的物質。

電池既供給電流於外電路，就有電能輸出。在有能量輸出時，電池裏的物料，都經過化學作用，變成新的物質，所變去物料的多少，和流過外電路的電荷成比例。我們知道，當數種物質間，發生化學作用時，同時有能量(Energy)的變化的。能量以化學能的方式，儲蓄在電池裏，經過電化作用而將能量以電能的方式放出於外電路。所以電池實際上是變換化學能為電能的一種設置。

1.2 蓄電池——電池有原電池(Primary cell)和蓄電池(Storage cell)兩種。在原電池裏的任何經過化學變化的物料，若是全都變掉了，該電池也就壽命告終。所以原電池的電解液，和消耗在溶液裏的電極，必須予以補充。倘是沒法補充的，祇好拋棄了再換新的。

蓄電池的原理，根本和原電池一樣，不過所配合的物料不同。當蓄電池已完全放電或部份的放電後，還可以用適當方向的電流通入電池，將所變去的物料，完全恢復原狀。電池供給電流於外電路，叫做放電(discharge)；將電流通入電池，由電池的正

極流入，負極流出，叫做使電池充電(charge)。蓄電池的電解液和電極，雖也在電化過程中消失，但經充電時所起的化學作用，又可還原。換一句話說，化學能在放電時轉變為電能，交給外電路；在充電時，自外電源輸入電能，又變換為化學能。其化學能與電能之變換，完全為可逆的。

當充電與放電時，電極上經過化學變化的物料，稱為有效物料(Active material) 大都放在一種能導電架子上的空格裏或口袋裏，或形成於一塊板的表面上。這種架子稱為柵(Grid)，柵上放了有效物料稱為極板(Plate)。在蓄電池裏的每一電極，包括一塊極板，或若干極板並聯的組合。正極板和負極板交錯地排列着，構成一個電池。

商用的蓄電池祇有兩種：一種是鉛—硫酸電池 (Lead-Sulphuric-acid cell)，通常簡稱為鉛蓄電池 (Lead cell)；一種是鎳—鐵—鹼電池 (Nickel-iron-alkaline cell)，又稱愛迪生蓄電池 (Edison cell)。本書將敘述這兩種蓄電池的原理和結構，至於原電池的制式和結構，不在本書範圍以內。

1.3 鉛蓄電池之物料——在鉛蓄電池中，正極板和負極板的柵，都是用鉛，或鉛與銻 (Antimony) 的合金製成。正極板的有效物料，當充電已足時是過氧化鉛 (Lead peroxide)，是一種鉛和氧的化合物，呈深棕色。負極板的有效物料，在電池充足時，是鉛絨 (Spongy lead)，一種海綿體而多孔的鉛，呈灰白色。電解液是硫酸的溶液，由一份重量的純濃硫酸，和約 24 至 18 份重是

的水混合而成；拿體積來說，大概是一份硫酸和約 4 至 24 份的水之比。水以蒸餾水為最佳，否則也以經過檢驗認為合格的水為宜，因為水裏必須沒有不傷害極板有效物料的雜質，電解液的比重 (Specific gravity) 必須在 1.200 至 1.300 之間。

一種物質的比重，就是某指定體積該物質的重量和同體積之水的重量之比。例如濃硫酸的比重是 1.835，一杯濃硫酸的重量，是在同一溫度時同樣大小一杯水的重量之 1.835 倍。又例如鉛的重量是同體積之水的重量之 11.45 倍，為簡便起見，就說鉛的比重是 11.45。每立方厘米 (1 c.c.) 之水重一克，一立特 (1 liter = 1,000 c.c.) 之水重一仟克，一立方呎之水重 62.5 磅，由比重可推算出任何物質的重量。

1.4 鉛蓄電池之化學作用——過氧化鉛裏的鉛和氧已經化合成一個物質，倘是不經過化學手續，是不能將他們分開的。當鉛蓄電池放電時，過氧化鉛就經過一種化學變化，將鉛和氧分開。同時，在溶液裏的硫酸分離為氫離子和硫酸根離子。(硫酸是由兩氫原子，一硫原子和四氧原子合成，化學式子是 H_2SO_4 ，一硫和四氧結合的離子是硫酸根離子。)氫離子趨向正電極，交付了正電荷後就和過氧化鉛放出的氧化合為水。硫酸根和兩個極板的鉛化合而成硫酸鉛。所以在放電的過程中，正負極板上的有效物料都逐漸變成硫酸鉛，電解液裏硫酸漸少而水漸加多，電解液漸稀，比重也漸減低。

極板上變成硫酸鉛的有效物料的多寡，和電解液變稀的程

度，都隨放出的電量而異。照理論上說，電池可以放電放到極板上的有效物料都變成硫酸鉛，電解液全部變成水為止。不過放電到相當程度時，兩極板上的有效物料大部變成硫酸鉛，兩極間的電壓就降低很多，不能供給電能於外電路，此時可認為放電已完。

當充電時，完全將放電時所起的化學變化逆轉過來。電解液裏的水漸少而硫酸漸多，濃度逐漸恢復。正極板的硫酸鉛漸氧化為過氧化鉛，負極板也漸還原為鉛絨。電解液的比重和電壓都逐漸升高起來。在充足時，兩極板為不同的物料，兩者間的電壓大概是 2.05 伏左右。在充電已足後，倘是仍舊拿電流送進去，電解液和極板間的化學手續既已完成，唯一可起的化學變化是將水分解成氫氧二氣，分別在負極和正極上冒出。電池被充到在極板上冒氣很厲害的時候，就可表示充電已將近完成。

1.5 鉛蓄電池極板之類別——鉛蓄電池的極板，大概可分為普隆特極板 (Plante plate) 又稱形成式極板 (Formed plate)；及福耳極板 (Faure plate) 又稱塗漿式極板 (Pasted plate) 兩大類。普隆特和福耳是這兩種極板製法發明人的名字。

普隆特極板包括一塊純鉛，表面上刻有凸凹不平的槽和楞，經電解手續將極板的金屬變為有效物料，形成在極板表面上。原先普隆特法是將正和負極板都浸在稀硫酸溶液裏，通過電流數小時後，再用反方向的電流通過同樣的時間，如是重複若干次，直等到有足量的有效物料形成在極板表面上，得到適足的容量

爲止。像這樣的形成手續，既慢而費昂，不適於商用。後來，發現加點氧化劑如硝酸之類在電解液裏，可以促進極板的形成。正極板的形成可以毋需反向電流。目前普隆特式負極板的形成，是將正極板逆過來的。拿所製成的正極板和一套配用極板 (Dummy electrodes)，同浸在稀硫酸溶液裏，將電流自配用極板通入電池，經極板流出，直等到正極板上原有的過氧化鉛都還原成純鉛絨爲止。這種配用極板祇是在製造負極板時爲搭配之用而已。

塗漿式極板包括一有脊，有空格或口袋之棚，拿鉛的氧化物和稀硫酸調成漿狀物再塗在極板的空格或口袋裏。製造正極板用鉛丹 (Red lead)，負極板用立陀僧粉 (Litharge)。等漿已凝固，將正負極板都浸在稀硫酸溶液裏，再通以適當方向的電流，使正板的鉛丹變成過氧化鉛，負板的立陀僧粉變成鉛絨。

普隆特極板比較有同樣容量的塗漿式極板既笨且重，成本比較昂貴。普隆特式正極板比較塗漿式的經久耐用，但是二式負極板的耐久性差不多，尤其在物料的重量相同的時候爲然。耐久性是拿電池所能經過的充放循環次數而容量不致減低太甚來比較的。塗漿式正極板宜用於便攜蓄電池 (Portable cell)，因爲這種電池必須重量輕而體積小，耐久性是屬於次要的；也宜於備用電池 (Stand-by cell)，因爲這種電池每年難得充放幾次。普隆特式正極板宜用於固定電池組 (Stationary battery)，這種電池每年經常地工作着，耐久性比重量和體積更要緊。有許多廠家將普隆特式極板取爲固定及車輛照明電池的負極板標準。

但因鉛絨逐漸收縮，變硬以致失去多孔性，漸用而容量漸低，是其一大缺點。若是加某種不活動物料，混合在塗漿式極板裏，可以防止負極板的這種趨勢。在製造普隆特式負極板時，可經過一種保久(permanizing)手續，以保持他的容量。有一種方法，是將已形成的極板浸在濃糖溶液裏，取出後再使極板細孔裏的糖炭化。

1.6 普隆特正極板之商用制式 - 普隆特式正極板皆用純鉛板，不加銻(Antimony)，在製造時，鉛板的表面，轉變為有效物料，即過氧化鉛。在使用期間，表面上的物料逐漸脫落，但是自動地被由內層的鉛所形成的有效物料所補充。換句話說，極板逐漸全部轉變為有效物料。

極板所能付出的容量，和他的表面面積成比例。在製造普隆特式正極板時，都設法增加表面面積到可能的最大限度，以便增多形成的有效物料。

圖 1.1 示屠道耳極板(Tudor plate)的式樣，是

一塊有縱的和橫的肋骨的純鑄鉛柵，肋在肋骨當中的是展伸經過整個極板的空隙。有效物料，過氧化鉛，經加速的形成手續形成於這許多空隙裏，在肋的

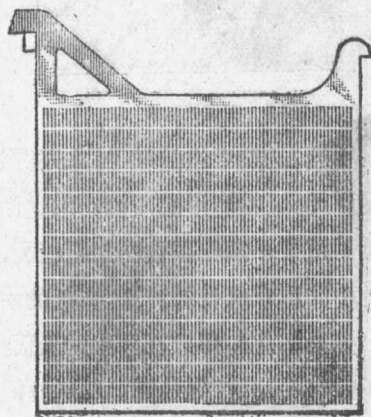


圖 1.1 屠道耳極板

橫斷表面上。

高爾德極板(Gould plate), 見圖 1.2, 由滾壓純鉛製成的坯子, 在他的表面上紡成無影緊密排列着的直長的葉片或鱗。製

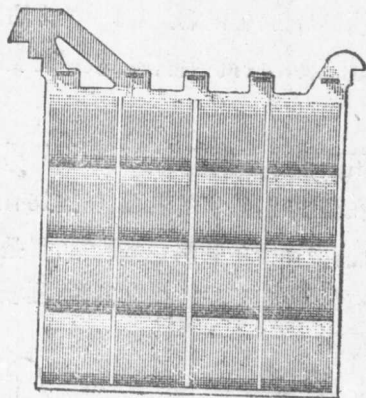


圖1.2 高爾德極板



圖1.3 高爾德極板之截面圖

造的手續, 是將平坦的坯子, 來回經過兩個裝着一串小鋼輪的轉軸的中間, 鋼輪們用直徑較小的墊圈間隔着。當轉軸以高速度旋轉時, 這些小鋼輪都被壓到鉛板裏, 將鉛擠出, 在兩個鄰近鋼輪的中間形成直長的葉片, 在板的兩面都有。嗣後, 再用形成方法, 將過氧化鉛形成在葉片的表面上。這種鉛板有一個居中的芯子, 凡是沒有被旋轉鋼輪所壓到的部分, 變成縱橫的肋條, 使極板更為堅牢。圖 1.3 顯示這種極板的垂直截面。

威拉德極板 (Willard plate), 也是由滾壓純鉛坯子製成的, 見圖 1.4。在他的表面上用雕刻工具或犁狀物斜刻下去, 刻

出和表面成一角度的葉片，然後將葉片垂直地豎起。這許多葉片都是上狹而下闊，由板頂一直展伸到底部，並不留着沒有被刻着的肋條。他的居中的芯子，在頂部比在底部較重。刻好的板，再經形成手續，將過氧化鉛形成在葉片的表面上。

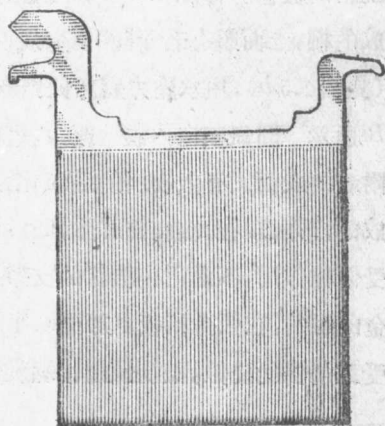


圖 1.4 威拉德極板

1.7 曼徹斯特正極板

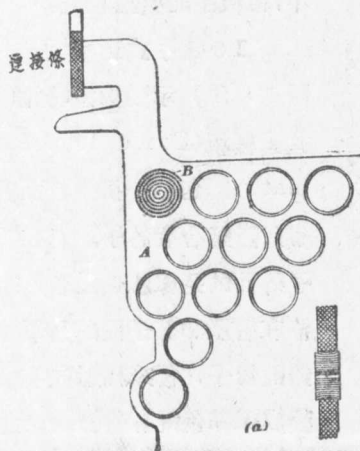


圖 1.5 曼徹斯特正極板

——一種特殊而通行的正極板，就是曼徹斯特極板(Manchester plate)。這種極板和普通簡單普隆特式所不同的地方，在於有效物料是和柵分開的，使得柵以至整個極板經久耐用，並且減少有效物料



脫落的機會。像圖 1.5 (a) 所顯示的, *A* 是一個鉛錫合金所製成的柵, 上面鑿有若干圓孔。將表面有綫紋的純鉛條捲成圓鈕形 (見圖 1.5 *b*), 用水壓力將鉛鈕緊嵌在圓孔裏, 如圖 1.5 (a) 中的 *B* 所示。圓鈕被嵌入後, 綫紋橫穿極板, 並且做成有效物料所附着的表面。有效物料的過氧化鉛也是經加速的形成手續所形成的, 形成以後, 螺旋鈕膨脹, 嵌於板中, 更形緊密。柵本身並不受何種作用, 不過用作機械的支架及電的傳導物而已。用鉛錫合金的目的, 在使得柵板更加堅硬牢固, 剛性比純鉛較強, 並防止受電解性的浸蝕。柵既僅用作螺旋鈕的支架, 極板上用至所有鉛

鈕都變成有效物料, 不致發生裂痕, 而且在全部生命中, 柵板是完整無傷的。

1.8 鎧甲式正極板——

圖 1.6 (a) 示愛克沙特鎧甲式正極板 (Exide Ironclad plate), 包括一排平行而直貫的鉛錫合金芯子。套在芯子外面的是橡膠質長管, 塞滿在管壁和芯子間的是氧化鉛的粉子, 後來經形成手續變成深棕色的有效物料。這許多直貫的芯子在頂部及底

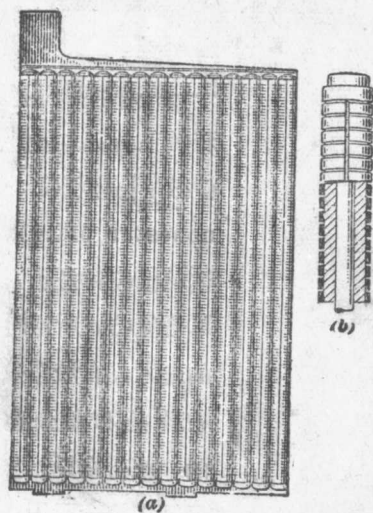


圖 1.6 鎧甲式極板

部，用鉛錫合金的橫條聯接着。在製造的時候，必須先將管子套在芯子外面，再裝氧化鉛，最後纔加橫條。爲使得管內的有效物料，和管外的電解液得以接觸起見，在管上刻有無數很細的橫縫，但是有效物料很難由細縫裏漏出來，可以避免正極板的剝落。在使用的時期裏，或許有過氧化鉛由細縫裏滲出，變成電池裏的沉澱，但是和塗漿式極板比較起來，這種損失是很少得很。橡膠管的外形和截面圖見圖 1.6(b)。和鎧甲式正極板合用的，大都是塗漿式負極板。

1.9 塗漿式正負極板——簡單的塗漿式極板，包括一個鉛錫合金製成的柵，在空格裏塗着以後變做有效物料的漿狀物。像圖 1.7 和圖 1.8 所顯示的，柵的外框呈長方形，和形成後的極板同

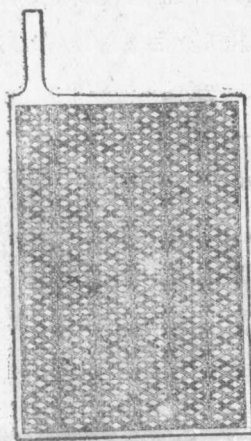


圖1.7 有菱形格子之塗漿式極板

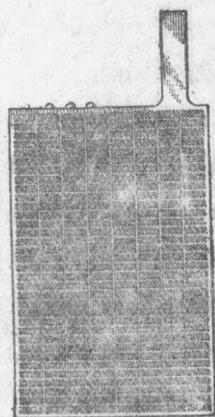


圖1.8 有長方格子之塗漿式極板