

客車用鉛蓄電池

姚 玉 年 編

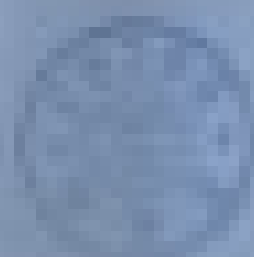
人 民 鐵 道 出 版 社

7544.02

客車用鉛蓄電池

客車用鉛蓄電池

周 志 華 編



人民交通出版社

客 車 用 鉛 蓄 電 池

姚 玉 年 編

人 民 鐵 道 出 版 社

·一九五六年·北京

本書敘述客車鉛蓄電池的原理、構造、組裝、維修試驗及修理，並着重敘述了我國鐵路所採用的T型及I型鉛蓄電池，書後附有客車用膠管型鉛蓄電池的構造以及運用特點等附錄一件。

本書可供做車電工作人員之業務參考。

客 車 用 鉛 蓄 電 池

姚 玉 年 編

責 任 編 輯 周士鍾

人 民 鐵 道 出 版 社 出 版

(北京市霞公府十七號)

北京市書刊出版營業許可證出字第壹零號

新 華 書 店 發 行

人 民 鐵 道 出 版 社 印 刷 廠 印

(北京市建國門外七聖廟)

一九五六年四月初版第一次印刷

平裝印 1—1,585冊

書號：491 開本：850×1168 $\frac{1}{2}$ 印張3 $\frac{1}{8}$ 78千字 定價(8) 0.55元

目 錄

第一章 概說.....	1
第一節 原電池之基本原理.....	1
第二節 蓄電池之基本原理.....	2
第三節 鉛蓄電池的一般構造及作用原理.....	2
第二章 客車鉛蓄電池的構造.....	4
第一節 客車鉛蓄電池組.....	4
第二節 極板.....	4
第三節 客車鉛蓄電池的附屬品.....	12
第三章 電解液.....	19
第一節 客車鉛蓄電池電解液的性質.....	19
第二節 電解液的配合成分.....	22
第三節 電解液的調製.....	27
第四節 電解液中的雜質.....	32
第四章 客車鉛蓄電池的容量和能率及其內阻的測量.....	35
第一節 容量.....	35
第二節 能率.....	41
第三節 蓄電池的內阻及測量法.....	42
第五章 客車用鉛蓄電池的組裝與修理.....	45
第一節 組裝新極板的注意事項.....	45
第二節 客車用T型及I型蓄電池的組裝.....	46
第三節 蓄電池在分解修理前的準放電.....	48
第四節 T型蓄電池的分解與修理.....	49
第五節 I型蓄電池的分解與修理.....	54

第六節	客車鉛蓄電池配件應具備的條件·····	55
第六章	充放電及試驗·····	57
第一節	充電方法·····	57
第二節	鉛蓄電池的充放電特性·····	58
第三節	客車用Ⅰ型蓄電池的特性·····	62
第四節	客車用Ⅱ型蓄電池的特性·····	66
第五節	充電裝置·····	67
第六節	鉛蓄電池的試驗·····	73
第七章	蓄電池主要故障的原因及處理·····	77
第一節	白色硫酸鉛生成的原因及除去的方法·····	77
第二節	陰極板容量減退的原因及恢復的方法·····	78
第三節	極板膨脹破損的原因及處理法·····	79
第四節	作用物質脫落的原因·····	80
附錄	客車用膠管型鉛蓄電池·····	82

第一章 概 說

第一節 原電池之基本原理

原電池是由兩種不同的金屬，浸在一種酸類、鹽基類或鹽類的溶液裏所構成。這種金屬稱為電極，溶液叫做電解液，藉電極和電解液間所起的化學變化，在兩極間則產生電動勢。如果將兩電極間聯接外部電路，就有電流從一個電極流出，經外部電路流至另一個電極，再經電解液流回第一個電極。一般把電流流出電池的電極叫做正電極，流回電池的電極叫做負極。如果將若干個電池聯接成爲一個組合，一般稱為電池組。

將一個銅片和一個鋅片浸入稀硫酸溶液裏，用一只電壓表跨接在兩片間，可測得一伏的電動勢，若將其聯接外部電路，電流從銅片流出，經鋅片流回，所以銅片爲正電極簡稱為正極，鋅片爲負極。經長時間的作用，鋅片漸薄，溶液中硫酸鋅加多，銅極上發生冒出的氣泡。產生這種現象的基本原理，係由於電解液的酸類分子，在溶液裏分離爲帶正電的和帶負電的兩種離子，並在溶液中游盪，當外部電路接通後，正離子趨向銅極，將所帶正電荷交給該電極，使之得爲正性；負離子趨向鋅極，將所帶負電荷給該極，使之得負性。在離子交付電荷後，或發生氣泡，或和電極起化學作用，所以電極和電解液的物質將發生變化而成爲另一種新的物質。電池裏原有物質經過化學作用，所變去物質的多少，是和流通於外電路的電荷成正比。我們知道，當數種物質間，發生化學作用時，就產生能量的變化。能量以化學能的方式，儲存於電池裏，經過電化作用將能量以電能方式放出於外電

路，所以說電池實際上是變換化學能為電能的一種裝置。

這種電池經過化學作用變化的物質，若是全部變掉，則電池的壽命便告終。這種電池的電解液和電極如不給予新的補充，則不能應用。所以這種電池稱為一次電池或原電池。

第二節 蓄電池之基本原理

蓄電池的原理和前述之原電池基本上一樣，惟所配製的材料不同，當蓄電池經放電或部分放電後，還可以藉一定的方法，即將直流電流接入電池，把電池恢復原狀。這種電池在供給外電路負載電流時叫做放電，把直流電接入電池叫做充電。所以蓄電池裏的電極和電解液，在放電時將原有物質變為另一種物質，經充電後起化學作用又形還原。因而說蓄電池之基本原理是：在放電時將化學能轉變為電能，在充電時將電能又轉變為化學能。同時，這種化學能和電能的變換是可逆的。

現今使用的蓄電池有兩種：一種是鉛蓄電池，另一種是鐵鎳鹼電池。在我國鐵路旅客車輛上所使用者幾乎全部是前者，故本書專就鉛蓄電池加以敘述。

第三節 鉛蓄電池的一般構造及作用原理

1. 鉛蓄電池的一般構造

(1) 極板羣。鉛蓄電池中，陽極板和陰極板以鉛或鉛銻合金製成帶有格孔的基板，在基板格孔中填充作用物質。陽極板充填之作用物質為二氧化鉛 (PbO_2)，呈深赭色；陰極板充填的作用物質為海綿狀而多孔的鉛 (Pb)，呈青灰色。故兩極板的極性可從顏色辨別之。

鉛蓄電池在應用上，一般需要供給較大的電流，那末容量要求也大，所以陰、陽極板都以多塊極板組成，稱做極板羣。構成極板羣的極板數量，陰極板較陽極板多一塊；如某蓄電池陽極板為 n 塊時，則陰極板為 $n + 1$ 塊。

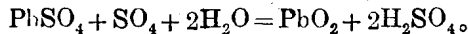
(2) 電槽。電槽是蓄電池之容器，有玻璃製、賽珞璐製及襯鉛木製者等數種。一般大型蓄電池多採用襯鉛木製者。在列車上所用的，其電槽用硬橡膠製（又稱膠木）或襯鉛木製者兩種。

(3) 電解液。電解液是由純硫酸和純水（蒸餾水）調合而成。純硫酸的比重為 1.840，電解液比重係根據蓄電池的規格及所有極板類別而定，通常比重約在 1.200~1.300 之間。但電解液是蓄電池的重要組成部分，不能含有任何有害於極板及電池作用之雜質，否則對電池的壽命及作用影響極大。

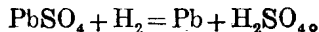
(4) 隔離物。在蓄電池中為了防止陰、陽極板相接觸而短路，須在鄰板間插入隔離物，隔離物一般有木質薄木片、橡膠與木質合製隔離片，橡膠薄片，鑿孔橡膠片以及橡膠質絕緣叉和玻璃棒等，隔離物的使用類別係根據電池之種類和使用別而決定。在列車上的蓄電池隔離物多採用橡膠質絕緣叉，鑿孔橡膠片及薄木片等三種，也有使用玻璃絲棉者。

2. 鉛蓄電池的作用原理

簡單的鉛蓄電池，係將兩塊鉛板浸入硫酸底水溶液中。這時鉛板同硫酸起化學作用之後，其表面覆蓋一層硫酸鉛 (PbSO_4)。將電流由外部電源接通至蓄電池時（所謂蓄電池充電），在陽極上開始分離負離子 SO_4 移至陽極，且按下列化學反應式將硫酸鉛 (PbSO_4) 變成二氧化鉛 (PbO_2)：



正的氫離子移至陰極，且把硫酸鉛按下面的反應式還原為金屬的鉛：



這時電解液中硫酸濃度增大，即比重增加。這種已充電的鉛蓄電池可做為供電電源。

在已充電的鉛蓄電池中，陽極為二氧化鉛，陰極為海棉狀鉛。所以又形成兩種不同的金屬共同浸在硫酸（電解液）中。所以，在供給外電路的電流時（放電），電解液中的硫酸分子離

解成正的氫離子 H^+ 和負離子 SO_4^{--} ，每一個 H_2SO_4 分子在離解時產生二個氫離子 $2H^+$ 和一個 SO_4^{--} 離子，每一個 SO_4^{--} 離子底電荷在數值上等於每一氫離子的兩倍，結果可寫作如下形式：

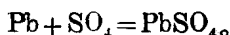


符號 $+$ 和 $-$ 是表示，在這種情況下的離子帶有單電荷的， $+$ 是表示失掉一個電子， $-$ 是表示獲得一個電子。

這時帶負電荷的 SO_4 離子趨向陰極，帶正電荷的 H 離子趨向陽極並放出氫氣。在陽極上的反應如下：

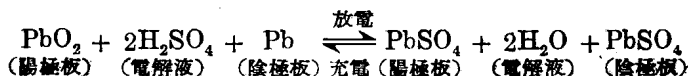


在陰極的化學反應



所以在鉛蓄電池在放電將終了時，陰、陽極板均變成硫酸鉛($PbSO_4$)，電解液的比重也就因之降低。

綜合上述充放電的化學作用可寫成下面的可逆化學反應式：



第二章 客車鉛蓄電池的構造

第一節 客車鉛蓄電池組

客車鉛蓄電池在我國鐵路基本上採用T型和I型兩種，每輛客車上裝設二組鉛蓄電池組，並藉客車發電機在運行中進行充電。每組係由12個蓄電池單元串聯連接構成的電池組。每組蓄電池的供電電壓為24伏。T型和I型蓄電池的規格列於第1表。T型蓄電池的組件圖如第1圖所示。

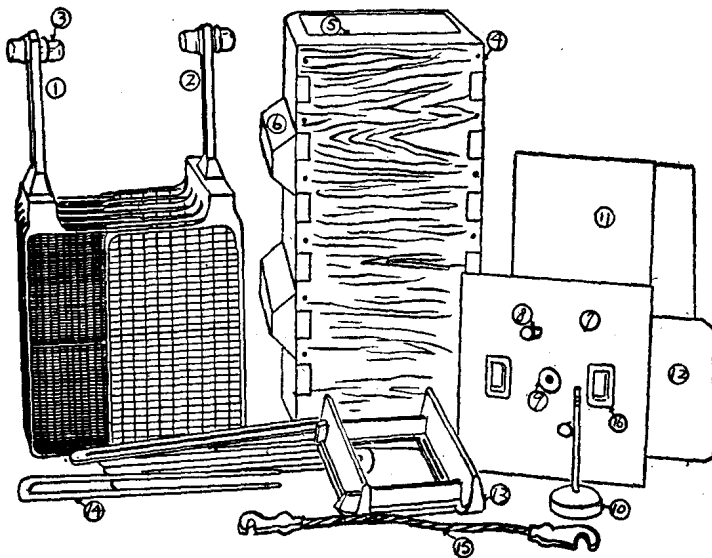
第二節 極 板

1. 陽極板。客車鉛蓄電池的陽極板均採用T型(第2圖)

I 型及 T 型蓄電池的規格

第 1 表

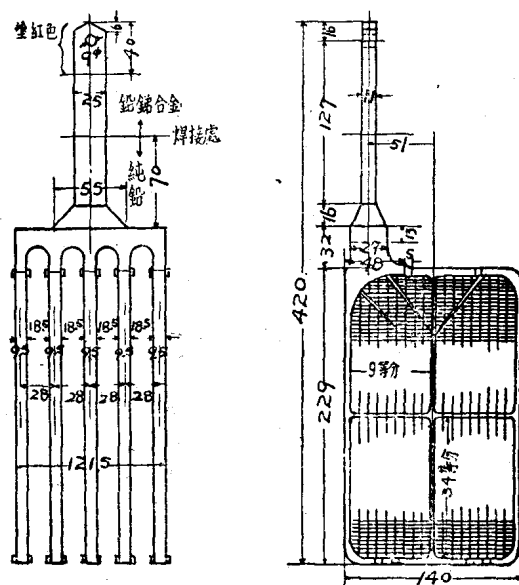
規 格	I 型	T 型
6 小時放電率的電池容量 (安時)	150	168
充放電電流 (安)	25	24
極板數 (陽)	7	7
極板數 (陰)	8	8



第 1 圖 T 型蓄電池的組件

- 1—陽極板群 2—陰極板群 3—鉛螺絲 4—木槽 5—鉛槽
6—隔離帶 7—蓋 8—排氣塞 9—浮標磁器 10—浮標
11—側板 12—底板 13—鞍 14—絕緣叉 15—接續綫 16—極耳套

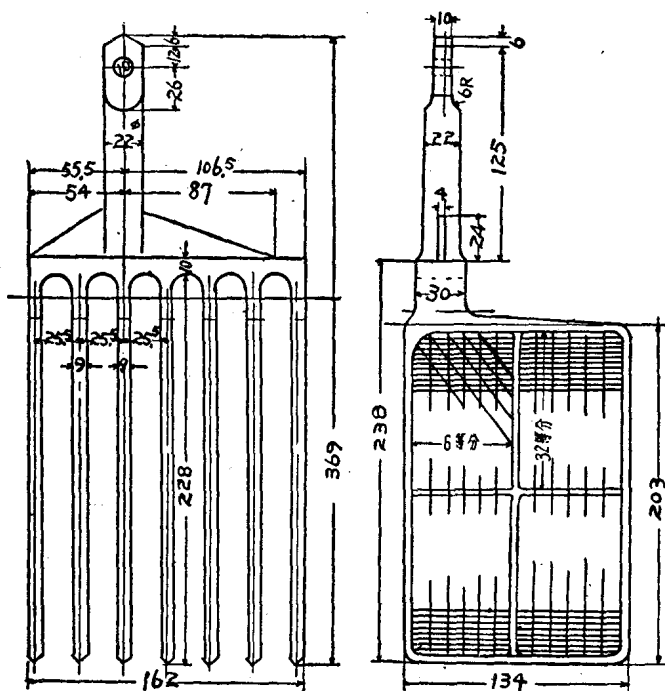
及 I 型 (第 3 圖) 兩種, 其規格、尺寸等如第 2 表。T 型及 I 型陽極板係由純鉛鑄成的基板格孔內填充作用物質而成。此種型式的陽極板格孔較小, 孔數較多, 爲使作用物質與基板固着, 格孔排列稍呈坡形。T 型及 I 型陽極板稍有不同, 前者基板兩面格孔相通, 而後者基板間有鉛層, 故格孔不通。



第 2 圖 T型陽極板

這兩種極板的基板, 由於均用純鉛製成, 故在使用過程中, 作用物質雖逐漸脫落, 電池也能保持一定容量, 直至極板完全腐蝕爲止, 所以這兩種極板壽命較長也比較經濟, 因之多用於客車蓄電池中。

2. 陰極板。T 型及 I 型陰極板係由鉛鎂合金鑄成的基板格孔, 格孔內充填作用物質, 極板形狀如第 4 及 5 圖所示。這兩種極板除尺寸不同外, 構造大致相同。極板的尺寸及格孔數量如第 2 表。

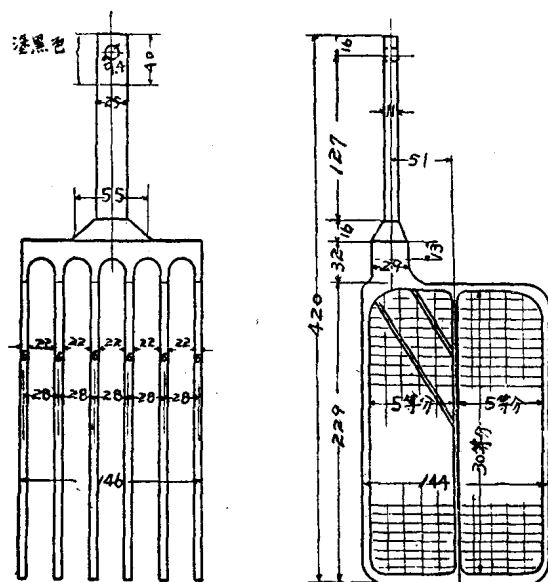


第3圖 I型陽極板

客車用T型及I型蓄電池極板尺寸及格孔數量表

第2表

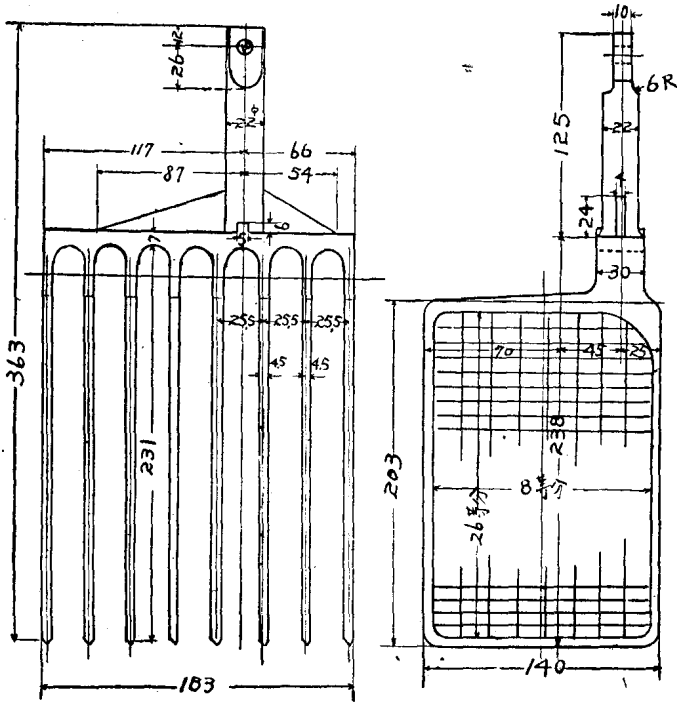
種 別		高(公厘)	寬(公厘)	厚(公厘)	格孔數	每片重量 (公斤)	材 料
T 型	陽 極 板	229	140	9.5	約1200	2.2	純鉛
	陰 極 板	229	144	6.0	約 300	1.2	基板為鉛銻合金
I 型	陽 極 板	203	134	8.0	約 760	1.73	純鉛
	陰 極 板	203	140	4.5	約 200	0.825	基板為鉛銻合金



第4圖 T型陰極板

3. 作用物質及極板填充

(1) 陽極板所填充的作用物質為光明丹或光明丹與氧化鉛的混合物用稀硫酸或蒸餾水稀釋成鉛糊。光明丹俗稱鉛丹是鮮紅色粉末，其製法是以氧化鉛在大氣中加熱至 400°C 氧化而成。氧化鉛係黃色粉末是以純鉛在空氣流暢的爐中熔解並攪拌使熔化的鉛液吸收空氣中的氧而成。混合後的作用物質，在基板上填充前，為增強其固着力，須添加固着劑，一般多採用甘油，其使用量有一定的限制，約為作用物質重量的 3% 添加甘油因增加極板內電阻，故在混合時增添少許良好的炭精粉。稀釋用的硫酸濃度及使用量不僅對作用物質在調合時有關，且對製成後的極板多孔度與固着力影響很大，通常調合用的硫酸比重為 1.150 左右。另外作用物質在調合時如用光明丹及氧化鉛混合時需以硫酸鉍混合，調好的鉛糊呈極鮮明的紅色。



第5圖 I型陰極板

調好的鉛糊，所生成的硫酸鉛冷卻後，須在其未凝固前迅速均勻地填入基板中，使鉛糊在填入基板後再凝固，填充作用物質時必須注意硫酸鉛的凝固時間，製作者須充分注意。在只用蒸餾水調合的作用物質，填入基板後，經過加壓浸入比重 1.150 的硫酸中，以使作用物質硬化。

如果調好的鉛糊未能及時填充而硬化，再向基板中填充時，因已失去了粘着力，故在今後運用中，作用物質極易脫落，使電池壽命縮短。爲了避免作用物質的硬化，在人工填充時，可調合少量鉛糊，隨調隨填。

填充作用物質之前，對基板應加以處理，先將基板在鑄造時

附着的滑石粉用水洗去，爲增加與作用物質的固着力起見，將基板浸入硝酸中，並立即取出，然後用流動的水沖洗，並加熱乾燥之。最近亦有在鑄造基板之前，先在模子表面噴以浮懸物質，以便獲得呈極微小凹凸面的基板格。

填充作用物質的工作台，敷以白布，將處理過的基板置於工作台白布上，用膠木製的小鏟均勻地充分地把鉛糊填入基板兩面的格孔中，填畢，用潔淨的白布將鉛板兩面包好，以吸水性好的紙置於白布外面，並放入壓力器內加壓，以壓出水分，藉以增加作用物質與基板間的固着力。另外也可先用橡膠滾滾壓，以除去水份。並使作用物質緊縮，再利用前法包以布及紙，再加以壓力。在大量製造的工廠，也有用機械填充作用物質者。

填充作用物質的極板，應使之乾燥，在小規模的製造廠中，多採用自然乾燥，在大工廠中是在密閉的乾燥室中以蒸汽熱或電熱乾燥，加熱溫度應在 $40^{\circ}\sim 60^{\circ}\text{C}$ 之間，加熱時間根據極板的大小及厚度而不同，在乾燥室中一般需要 20~40 小時。乾燥不良的極板，易使作用物質軟化脫落，表面起泡等不良現象。

(2) 陰極板作用物質是使用氧化鉛與稀硫酸調合而成，由於使用此種作用物質的陰極板在使用中發生收縮，爲此，在調合作用物質時加以適當的膨脹劑，以保持陰極板在使用中的多孔度。膨脹劑一般採用硫酸鋇，因其不溶於硫酸，故可防止陰極板作用物質的收縮，添加硫酸鋇的重量爲作用物質重量的 2%~5%。但膨脹劑不宜添加過多，否則減小其固着力。在客車用 T 型及 I 型陰極板中添加量最多不得超過 3%。另外也有用黑砂糖添加作用物質中，當填充好的極板，作用物質化成中，砂糖溶解於電解液內而遺留孔隙，這樣便增加了作用物質的多孔度，但砂糖無膨脹作用，不能防止作用物質的收縮，這種極板的內部電阻較用硫酸鋇者爲小，是其優點。

作用物質的填充及極板的乾燥等如前述。

4. 極板的化成。填充作用物質的極板乾燥後，須經過化成

使陽極板及陰極板的作用物質在電解液中，經過電的化學作用，將前者變為二氧化鉛，後者為海綿狀純鉛。經過化成後的極板才能構成蓄電池的基本元件。

極板在化成時，係將欲化成的極板放入玻璃製的槽內，注入比重 $1.150 \sim 1.200$ 的稀硫酸，並連接電源進行之。極板化成，一般採取兩種方法，一種是單獨化成，另一種是共同化成。單獨化成是利用純鉛板作成假極板羣，專為伴隨單獨化成的陰極板或陽極板之用。在單獨化成陽極板時，將電源的陽極接於欲化成之陽極板上，陰極接於假極板羣；如單獨化成陰極板時，電源的連接方法與此相反。共同化成是把欲化成的陰、陽極板放入化成槽中，按電源的極性分別聯接於欲化成的陰、陽極板上。這兩種化合方法，共同化成手續較簡單，但在化成過程中，陽極板先於陰極板化成，如掌握的不及時，便造成極板的過化成，結果會使極板作用物質早期脫落縮短壽命。極板在化成時所需的電流強度是以陽極板表面的面積來計算，一般每平方公寸為 $0.1 \sim 0.4$ 安。T型陽極板在化成時，以每平方公寸為 0.25 安。電解液的温度應保持 $15^{\circ} \sim 30^{\circ} \text{C}$ 之間。

化成後的極板應進行處理，應將電解液的比重調整至規定數值，T型及I型蓄電池電解液的比重應為 1.215 ，並按規定的電流放電，來測驗其容量。如果容量較標準值相差在 10% 以上時，應反復施行充放電，以使容量增加，使之不小於標準容量的 90% 。經過放電後的極板，須再經充電，充電後將電解液換為蒸餾水施行水放電，直至端電壓降為零時為止。隨後將極板取出用水充分沖洗，並使極板乾燥。這樣才可以保存，或包裝。

化成後的極板從電槽中取出後，未經水放電，則海綿狀鉛的陰極板立即與空氣中的氧化合，發生高熱並使海綿狀鉛表面硬化，封閉其細孔，致失去應有的容量。如果化成後的極板只施行放電試驗，不再進行充電及水放電，由於極板處於放電狀態下，作用物質已變為硫酸鉛，因其體積已膨脹，如包裝或運送他處