

鉛 蓄 电 池 的 制 造

盖 尔 契 柯 夫 著

朱 文 龙 等 译



机 械 工 业 出 版 社

出版者的話

本書簡明地敘述了鉛蓄電池的基本知識和鉛蓄電池產品的主要類型，並詳細地敘述了它的生產過程。書中列舉了重要的參考數據，此外，對鉛蓄電池的維護保養方面也有較為詳盡的介紹。

本書可供從事製造鉛蓄電池方面的工程技術人員，或使
用鉛蓄電池的工作人員作為參考之用，同時也可作為學校教
學上學習參考之用。

蘇聯 Б. А. Герчиков, М. М. Константинов, И. А. Селицкий 著 “Произ-
водство свинцовых аккумуляторов” (Государственное энергетическое
издательство 1954 年第一版)

* * *

NO. 1715

1958 年 12 月第一版 1958 年 12 月第一版第一次印刷

850 × 1168 $\frac{1}{32}$ 字數 157 千字 印張 6 $\frac{3}{16}$ 0,001—5,200 冊

機械工業出版社（北京阜成門外百萬莊）出版

機械工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

北京市書刊出版業營業許可証出字第 008 號 定價 (11) 1.30 元

緒 言

凡是由化学能轉变为电能的組成装置都叫做化学电源。

組成化学电源的、彼此起相互化学作用而产生电能的物質叫做作用物質。

每种化学电源都由阳电極、阴电極、电解液和容器所組成。电極和电解液都含有必需的作用物質，由于这些物質的相互作用而获得电流。每一容器內装有电解液、一对电極和某些輔助零件而使組成装置具有电源。

儲存在化学电源中的能量是有限度的，并由保証产生电流反应所必需的物質的数量来决定。

产生反应的物質随着放电量而逐漸消耗，当产生电流反应的物質中的一种消耗完尽时，化学电源的作用就停止。

原电池和蓄电池能在長時間內保持它的电能儲存量，并能在任何時間按照需要輸出大部分或小部分的电能。

化学电源有下列两种：不可逆的和可逆的电源。

放电后不能从反方向通以电流而使其恢复（充电）的电源叫做不可逆电源。

这种电源只能放电一次，叫做原电池。

放电后能够恢复（充电）的，就是說能恢复到放电前的状态的电源叫做可逆电源。

蓄电池与原电池不同之点，就是在它放电后能从反方向通以电流而重新充电。蓄电池的充电和随着充电后的放电的总合，叫做循环。

鉛蓄电池能够进行多次的充电和放电。某些型式的蓄电池可經受数百次的充放电循环。

蓄电池在国民經济中的应用是很广泛的。在交流發电站內用蓄电池組进行控制，而直流發电站則作为平衡电池使用。

蓄電池組可供給潛水艇中發動機用的電流。蓄電池也供給鐵路火車車廂在停車時照明用的電流。

當火車行駛時，蓄電池由火車上的直流發電機給予充電，停車時就進行放電。汽車用蓄電池是特別普遍的，它用來起動汽車發動機，以及供停車時照明和其他需用。這種蓄電池叫做起動用蓄電池。此外，蓄電池還用在無線電通訊，電報及其他需用的地方。

鉛，鐵-鎳，鐵-鎘蓄電池在工業上的用途都很大。本書僅限於研究鉛蓄電池。

本書在敘述鉛蓄電池的構造和製造方法之前，在第一章內將簡單地講述與鉛蓄電池生產有關的，具有重大意義的物理和化學的某些概念。

目 录

緒言	5
第一章 物理和化学的某些概念	7
1-1 溶液(7) 1-2 溶液密度(8) 1-3 电解定律(8) 1-4 电流(12) 1-5 导体的电阻(13) 1-6 欧姆定律(15) 1-7 电功和电功率(16) 1-8 电流的热效应楞次定律(17) 1-9 导体和电源的并联和串联(17) 1-10 铅蓄电池的化学过程(19)	
第二章 铅蓄电池的构造和作用原理	19
2-1 铅蓄电池充电与放电时的反应(19) 2-2 蓄电池的容量(20) 2-3 决定蓄电池容量的因素(23) 2-4 蓄电池的功率(25) 2-5 铅蓄电池极板的种类(26) 2-6 铅蓄电池组的种类(28)	
第三章 铅零件的制造	42
3-1 概論(42) 3-2 鑄造車間的设备和檢驗仪器(43) 3-3 鑄造車間的主要材料和輔助材料(45) 3-4 鉛錫合金(50) 3-5 鑄造过程的要点(56) 3-6 金屬澆滿鑄模的过程(58) 3-7 澆鑄金屬时鑄模型腔的排气(59) 3-8 合金的澆鑄溫度(59) 3-9 鑄模的溫度(60) 3-10 鑄模的潤滑(61) 3-11 設計制件和鑄模的基本原則(62) 3-12 鑄模的材料(63) 3-13 鉛錫合金的配制(64) 3-14 机器澆鑄空格板(66) 3-15 蓄电池零件的压鑄(70) 3-16 手工鑄造蓄电池零件(71) 3-17 形成式極板的鑄造(74) 3-18 小零件的澆鑄(75) 3-19 机器制造鉛零件(77) 3-20 配制鑄模表面噴塗用的乳濁液(78) 3-21 鑄造車間的技术檢查(79) 3-22 蓄电池鑄件个别缺陷形成的原因(82) 3-23 鉛和鉛錫合金廢料的处理(84)	
第四章 塗板	89
4-1 概論(89) 4-2 粉膏的原料(90) 4-3 粉膏(93) 4-4 塗極板(101)	
第五章 極板的化成	106
5-1 化成过程的要点(106) 5-2 塗膏式極板化成的电化过程(107) 5-3 化成时化成槽上的电压(108) 5-4 化成时的副作用(109) 5-5 硫酸性質和电解液純度数值(110) 5-6 塗有酸性粉膏的極板化成(113) 5-7 电解液的濃度(114) 5-8 一片極板中电解液的容量(116) 5-9 电解液量对化成槽溫度的影响(117) 5-10 接汇电流前極板的硫酸盐化(118) 5-11 化成过程中作用物質成分的变化(118) 5-12 电流密度	

与化成规范(120) 5-13 电流利用率(121) 5-14 电解液温度(123)
 5-15 工艺过程的检查(124) 5-16 电压的检查(125) 5-17 涂膏式极板的化成(126) 5-18 形成式极板的化成(130) 5-19 化成后极板的处理(132) 5-20 化成车间的设备(134) 5-21 供给化成群电解液的方法(136) 5-22 化成槽内极板的联接和极板之间的电流分布(138)

第六章 隔离板139

6-1 概論(139) 6-2 木制隔离板(140) 6-3 用橡胶和其他材料制造的隔离板(146) 6-4 組合式隔离板(148)

第七章 蓄电池的装配150

7-1 概論(150) 7-2 已化成和已干燥的极板储藏室(151) 7-3 小零件储藏室(152) 7-4 装配用的极板准备工段(152) 7-5 蓄电池容器和木箱的储藏室(155) 7-6 蓄电池组和单体电池的装配(155) 7-7 充电站(159) 7-8 成品庫(160) 7-9 固定式蓄电池组的装配方法(161) 7-10 焊接方法与制取氢气的设备(165) 7-11 电解法制取氢气(167) 7-12 电解槽设备的工作圖(170) 7-13 密封蓄电池组的封口膏(171) 7-14 蓄电池零件的鍍鉛(174)

第八章 蓄电池的维护規則和修理176

8-1 蓄电池维护的一般知識(176) 8-2 蓄电池初充电的一般要求(177) 8-3 蓄电池的充电方法(179) 8-4 蓄电池使用过程中的主要维护規則(180) 8-5 蓄电池的故障和产生的原因(181) 8-6 蓄电池的修理(186)

第九章 蓄电池生产中的安全技术和工业衛生規則187

9-1 蓄电池生产中的工业衛生一般規則(187) 9-2 通風(189) 9-3 工人个人衛生(193)

参考文献197

鉛 蓄 电 池 的 制 造

盖 尔 契 柯 夫 著

朱 文 龙 等 译



机 械 工 业 出 版 社

出版者的話

本書簡明地敘述了鉛蓄電池的基本知識和鉛蓄電池產品的主要類型，並詳細地敘述了它的生產過程。書中列舉了重要的參考數據，此外，對鉛蓄電池的維護保養方面也有較為詳盡的介紹。

本書可供從事製造鉛蓄電池方面的工程技術人員，或使
用鉛蓄電池的工作人員作為參考之用，同時也可作為學校教
學上學習參考之用。

蘇聯 Б. А. Герчиков, М. М. Константинов, И. А. Селицкий 著 “Произ-
водство свинцовых аккумуляторов” (Государственное энергетическое
издательство 1954 年第一版)

* * *

NO. 1715

1958 年 12 月第一版 1958 年 12 月第一版第一次印刷

850 × 1168 $\frac{1}{32}$ 字數 157 千字 印張 6 $\frac{3}{16}$ 0,001—5,200 冊

機械工業出版社（北京阜成門外百萬莊）出版

機械工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

北京市書刊出版業營業許可証出字第 008 號 定價 (11) 1.30 元

目 录

緒言	5
第一章 物理和化学的某些概念	7
1-1 溶液(7) 1-2 溶液密度(8) 1-3 电解定律(8) 1-4 电流(12) 1-5 导体的电阻(13) 1-6 欧姆定律(15) 1-7 电功和电功率(16) 1-8 电流的热效应楞次定律(17) 1-9 导体和电源的并联和串联(17) 1-10 铅蓄电池的化学过程(19)	
第二章 铅蓄电池的构造和作用原理	19
2-1 铅蓄电池充电与放电时的反应(19) 2-2 蓄电池的容量(20) 2-3 决定蓄电池容量的因素(23) 2-4 蓄电池的功率(25) 2-5 铅蓄电池极板的种类(26) 2-6 铅蓄电池组的种类(28)	
第三章 铅零件的制造	42
3-1 概論(42) 3-2 鑄造車間的设备和檢驗仪器(43) 3-3 鑄造車間的主要材料和輔助材料(45) 3-4 鉛錫合金(50) 3-5 鑄造过程的要点(56) 3-6 金屬澆滿鑄模的过程(58) 3-7 澆鑄金屬时鑄模型腔的排气(59) 3-8 合金的澆鑄溫度(59) 3-9 鑄模的溫度(60) 3-10 鑄模的潤滑(61) 3-11 設計制件和鑄模的基本原則(62) 3-12 鑄模的材料(63) 3-13 鉛錫合金的配制(64) 3-14 机器澆鑄空格板(66) 3-15 蓄电池零件的压鑄(70) 3-16 手工鑄造蓄电池零件(71) 3-17 形成式極板的鑄造(74) 3-18 小零件的澆鑄(75) 3-19 机器制造鉛零件(77) 3-20 配制鑄模表面噴塗用的乳濁液(78) 3-21 鑄造車間的技术檢查(79) 3-22 蓄电池鑄件个别缺陷形成的原因(82) 3-23 鉛和鉛錫合金廢料的处理(84)	
第四章 塗板	89
4-1 概論(89) 4-2 粉膏的原料(90) 4-3 粉膏(93) 4-4 塗極板(101)	
第五章 極板的化成	106
5-1 化成过程的要点(106) 5-2 塗膏式極板化成的电化过程(107) 5-3 化成时化成槽上的电压(108) 5-4 化成时的副作用(109) 5-5 硫酸性質和电解液純度数值(110) 5-6 塗有酸性粉膏的極板化成(113) 5-7 电解液的濃度(114) 5-8 一片極板中电解液的容量(116) 5-9 电解液量对化成槽溫度的影响(117) 5-10 接汇电流前極板的硫酸盐化(118) 5-11 化成过程中作用物質成分的变化(118) 5-12 电流密度	

与化成规范(120) 5-13 电流利用率(121) 5-14 电解液温度(123)
 5-15 工艺过程的检查(124) 5-16 电压的检查(125) 5-17 涂膏式极板的化成(126) 5-18 形成式极板的化成(130) 5-19 化成后极板的处理(132) 5-20 化成车间的设备(134) 5-21 供给化成群电解液的方法(136) 5-22 化成槽内极板的联接和极板之间的电流分布(138)

第六章 隔离板139

6-1 概論(139) 6-2 木制隔离板(140) 6-3 用橡胶和其他材料制造的隔离板(146) 6-4 組合式隔离板(148)

第七章 蓄电池的装配150

7-1 概論(150) 7-2 已化成和已干燥的极板储藏室(151) 7-3 小零件储藏室(152) 7-4 装配用的极板准备工段(152) 7-5 蓄电池容器和木箱的储藏室(155) 7-6 蓄电池组和单体电池的装配(155) 7-7 充电站(159) 7-8 成品庫(160) 7-9 固定式蓄电池组的装配方法(161) 7-10 焊接方法与制取氢气的设备(165) 7-11 电解法制取氢气(167) 7-12 电解槽设备的工作圖(170) 7-13 密封蓄电池组的封口膏(171) 7-14 蓄电池零件的鍍鉛(174)

第八章 蓄电池的维护規則和修理176

8-1 蓄电池维护的一般知識(176) 8-2 蓄电池初充电的一般要求(177) 8-3 蓄电池的充电方法(179) 8-4 蓄电池使用过程中的主要维护規則(180) 8-5 蓄电池的故障和产生的原因(181) 8-6 蓄电池的修理(186)

第九章 蓄电池生产中的安全技术和工业衛生規則187

9-1 蓄电池生产中的工业衛生一般規則(187) 9-2 通風(189) 9-3 工人个人衛生(193)

参考文献197

緒 言

凡是由化学能轉变为电能的組成装置都叫做化学电源。

組成化学电源的、彼此起相互化学作用而产生电能的物質叫做作用物質。

每种化学电源都由阳电極、阴电極、电解液和容器所組成。电極和电解液都含有必需的作用物質，由于这些物質的相互作用而获得电流。每一容器內装有电解液、一对电極和某些輔助零件而使組成装置具有电源。

儲存在化学电源中的能量是有限度的，并由保証产生电流反应所必需的物質的数量来决定。

产生反应的物質随着放电量而逐漸消耗，当产生电流反应的物質中的一种消耗完尽时，化学电源的作用就停止。

原电池和蓄电池能在長時間內保持它的电能儲存量，并能在任何時間按照需要輸出大部分或小部分的电能。

化学电源有下列两种：不可逆的和可逆的电源。

放电后不能从反方向通以电流而使其恢复（充电）的电源叫做不可逆电源。

这种电源只能放电一次，叫做原电池。

放电后能够恢复（充电）的，就是說能恢复到放电前的状态的电源叫做可逆电源。

蓄电池与原电池不同之点，就是在它放电后能从反方向通以电流而重新充电。蓄电池的充电和随着充电后的放电的总合，叫做循环。

鉛蓄电池能够进行多次的充电和放电。某些型式的蓄电池可經受数百次的充放电循环。

蓄电池在国民經济中的应用是很广泛的。在交流發电站內用蓄电池組进行控制，而直流發电站則作为平衡电池使用。

蓄電池組可供給潛水艇中發動機用的電流。蓄電池也供給鐵路火車車廂在停車時照明用的電流。

當火車行駛時，蓄電池由火車上的直流發電機給予充電，停車時就進行放電。汽車用蓄電池是特別普遍的，它用來起動汽車發動機，以及供停車時照明和其他需用。這種蓄電池叫做起動用蓄電池。此外，蓄電池還用在無線電通訊，電報及其他需用的地方。

鉛，鐵-鎳，鐵-鎘蓄電池在工業上的用途都很大。本書僅限於研究鉛蓄電池。

本書在敘述鉛蓄電池的構造和製造方法之前，在第一章內將簡單地講述與鉛蓄電池生產有關的，具有重大意義的物理和化學的某些概念。

第一章 物理和化学的某些概念

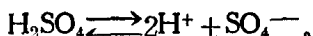
1-1 溶 液

由溶剂和溶质所组成的均匀混合液，叫做溶液。如果在一杯水中放入一匙糖，并加以搅拌即得糖水溶液。这种溶液是不导电的。如果将食盐、苏打、硫酸铜或硫酸溶解在水中，这些溶液就可导电，能导电的溶液叫做电解质。

在电解质中，溶质的分子可离解成带电荷的离子。

我们取硫酸铜 CuSO_4 为例子来说明。

当硫酸铜溶解在水中时，就离解成两种离子：带两个阳电荷的铜 Cu^{++} 离子和带两个阴电荷的硫酸根 SO_4^{--} 离子。硫酸在水溶液里可离解成三个离子：两个氢离子和一个硫酸根离子，它的化学方程式如下：



这些离子当电流通过溶液时就保证了电荷的移动。这时，阳离子趋向阴极，阴离子趋向阳极。

一定数量的溶液中溶质的含量叫做溶液浓度。

溶液浓度可用百分数，或每公升若干克，或每公升溶液中含若干克分子来表示。

例如在 100 克硫酸溶液中，如果硫酸含量为 18 克，溶液浓度则为 18%。又如一公升溶液中含有 60 克的溶质，溶液浓度则为 60 克/公升。又如 1 公升溶液中有 2 克分子的物质，它的浓度为每公升 2 克分子。

硫酸的分子量等于 98，因此，如果在 1 公升的溶液中含有 98 克硫酸，那么这样的溶液浓度为 1 克分子/公升，或 98 克/公升。

1-2 溶液密度

1 立方公分物質的質量用克來表示就叫做此物質的密度。

1 立方公分水的質量在 4°C 時等於 1 克。

蓄電池用的硫酸（濃度 95%）密度為 1.83 克/公分^3 。也就是說 1 立方公分這樣的硫酸重量是 1.83 克。

一般常用比重來替代密度，比重在數值上同密度是相等的[●]。

表 1-1 是溫度在 25°C 時的硫酸溶液密度。

表 1-1

硫酸含量 (%)	溶液密度 (克/公分 ³)	硫酸含量 (%)	溶液密度 (克/公分 ³)
94.8	1.83	33.5	1.25
82.4	1.75	27.7	1.20
60.0	1.50	20.0	1.14
50.0	1.40	10.0	1.07
39.5	1.30	5.9	1.04
38.0	1.28	0.0	1.00

溶液密度隨着溫度的變化而改變。溫度升高，溶液密度就降低。

溶液密度一般用比重計來測定。比重計是根據下面的原理而來的，就是浸沒於液體中的任何浮體所排擠開的液體體積的重量，就等於浮體的重量。液體愈重，比重計浸沒在液體內愈淺。

1-3 電解定律

取一玻璃容器注入硫酸銅溶液，再放入兩塊極板：一為碳精板，一為銅板。用導線將銅板連接到蓄電池的正極上，而碳精板用導線連接到蓄電池的負極上。

● 在採用公制的情況下，比重與密度在數值上才相等。——譯者

电流经过两片极板通入溶液中，这样电流就能够经由溶液通过。这两片极板就叫做电极。与电池正极（指铜板）相连接的电极叫做阳极。与电池负极相连接的电极就叫做阴极（图 1-1）。

接通电流经过几分钟后，就可看到在碳精极板上复盖着一层铜。电流通过的时间愈长，阴极上被复盖的铜就愈多。

按照法拉弟第一定律，在电解时所析出的物质质量与通过的电量成正比，我们已经知道：在溶液里，电流是借离子而移动的。如果经过溶液通过若干的电量，那么必然会使相当量的离子移动到电极上。所以通过的电量应当同在电极上所析出的物质质量成正比。有许多物质的离子是带有一个电荷——一价离子。

例如硝酸银溶液中的银离子就是，



有些物质的离子是带有两个电荷的，如硫酸铜溶液中的铜就是，



又如硫酸镍中的镍也带有两个电荷，



有些离子能带有更多原子价。

必须着重指出，银原子所能移动的电量同钠原子一样。但是铜原子所移动的电量比银原子或钠原子要多一倍，因为铜原子带有两个电荷。而银原子和钠原子仅带有一个电荷。

法拉弟第一定律阐明：电解时所析出任何物质的量，与通过溶液的电量成正比。根据这一定律就确定了电量的单位。

当电流通过银盐溶液时，在阴极上如析出 1.118 毫克的银，

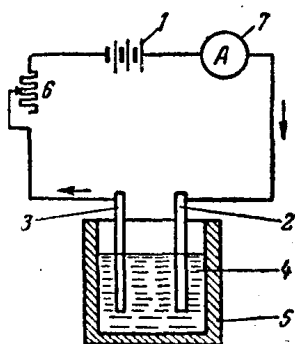


图 1-1 电解示意图

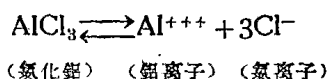
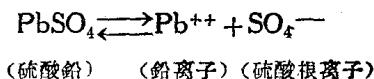
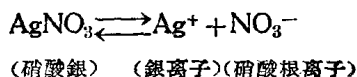
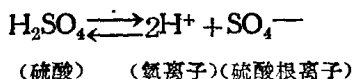
- 1—电源；2—正电极（阳极）；
3—负电极（阴极）；4—电解液；
5—电解槽；6—变阻器；
7—电流表。

則共所需的电量就作为一个电量單位。这种單位叫做 1 庫侖 (1K)。

并确定一价金屬析出 1 克原子需要 96500 庫侖，此电量叫做 1 法拉弟 (1Φ)。

$$1 \text{ 法拉弟} = 96500 \text{ 庫侖。}$$

我們来研究下列几种电解液离解成离子的方程式：



硫酸离解成两个氢离子和一个硫酸根离子。每一个氢离子本身带有一个正电荷；銀离子也带有一个正电荷。硫酸鉛溶液經离解而得的鉛离子是带有两个正电荷，而氯化鋁中的鋁离子带有三个正电荷。

因为氢离子与銀离子所移动的电荷相同，所以同样多的电量通过硫酸和銀盐溶液时，应当析出完全同等量的銀原子与氢原子。析出来的銀原子比析出来的氢原子要重几倍，这同銀原子比氢原子重几倍是一致的。

如果将某元素的原子量去除以它的离子所带的电荷数，則所得到的数值叫做化学当量。

氢原子量等于 1，离子所带的电荷数也为 1。氢原子的化学当量等于 $\frac{1}{1} = 1$ 。

銀的化学当量也正是等于

$$\frac{107.9}{1} = 107.9$$

硫酸鉛 PbSO_4 中鉛的化學當量等於

$$\frac{207.2}{2} = 103.6.$$

硫酸銅 CuSO_4 中銅的化學當量等於

$$\frac{63.6}{2} = 31.8.$$

氧的化學當量等於

$$\frac{16}{2} = 8.$$

法拉第的第二定律闡述如下：

用同等的電量所析出的任何物質的量與它們的化學當量成正比。任何物質的化學當量用克表示的就叫做克·當量。

電解時為析出 1 克·當量的任何物質所需要的電量等於 1 法拉第也就是 96500 庫侖。

1 庫侖的電量所析出任何物質若干克是能夠計算出來的。只要將 1 克·當量的物質重量去除以 96500 即得。為了方便起見，此數值一般不用克來表示，而是用千分之几克——毫克來表示。

表 1-2

元 素	原 子 量	離 子 符 號	化 學 當 量	電 化 當 量 毫克/庫侖
氫	1.0	H^+	1	0.01045
氧	16.0	O^{--}	8	0.08290
氯	35.5	Cl^-	35.5	0.3674
鐵	55.8	Fe^{++}	27.9	0.2893
銅	63.6	Cu^{++}	31.8	0.3294
銀	107.9	Ag^+	107.9	1.118
鉛	207.2	Pb^{++}	103.6	1.07