

干電池製造

龐慕伯編

1.105
1

輕工業出版社

干 电 池 制 造

龐 慕 伯 編

輕 工 業 出 版 社

1 9 6 0 年 · 北 京

內 容 簡 介

本書系根据北京電池厂实际生产經驗編写而成。在这里深入浅出地概述了電池的基本生产技术知識。全书共分十章，分別詳細地闡述了各种電池生产的原料性能、規格、种类、操作工艺、配料以及生产上的关键性問題、檢驗方法等。其次还介紹了空气電池和积层電池的制造方法。

本書可供各地小型電池厂的广大工人、干部在实际生产中作参考。

干 電 池 制 造

龐慕伯 編

輕工业出版社出版

(北京市廣安門內白廣路)

北京市書刊出版業營業許可証出字第039号

輕工业出版社印刷厂印刷

新华書店科技发行所发行

各地新华書店經銷

787×1092毫米1/32·1 $\frac{22}{32}$ 印張·37,000字

1960年2月第1版第1次印刷

1960年4月北京第1版第2次印刷 印數：8,001—5,550

統一書号：15042·973 定价：(10)0.26元

前 言

解放以来，随着人民物质文化生活的不断提高，各地对于电池的应用越来越广泛，特别是在缺乏电源的地区用途更广，诸如无线电、收音机、电话、电筒大都采用电池。目前利用直流电源从事瓦斯抽水机灌溉农田也正在农村试行。因此，各地都迫切需要自行生产干电池、湿电池以解决直流电源的供应。

近年来各地农村纷纷派专人到城市学习制造电池，但是由于时间及条件的限制，不容易在较短时期的实习中掌握生产技术，因而在生产或试制过程中遇到一些困难，不能及时解决。这本小册子是根据编者在实际生产中的一些体验，详予介绍，以供各地公社工人、干部从事电池生产的同志作参考。本书从电池的起源谈起，对原料的性质、规格、操作工艺、配料以及生产上的关键问题、检验方法、试验标准等作了较详细的叙述。最后还介绍了空气电池及积层电池的制造方法。但限于编者水平，难免有错误之处，尚祈读者提出宝贵意见，以便修正。

编者

目 錄

一、电池的起源.....	5
二、干电池的种类.....	6
三、制造干电池的原料.....	9
四、手电池的操作工艺.....	24
五、配方.....	31
六、操作上的关键問題.....	36
七、电池的故障.....	38
八、空气电池的制造.....	40
九、积层电池的制造.....	45
十、电池的质量規格檢驗.....	49
十一、附錄.....	52

电池的起源

关于电的问题，远在1786年以前意大利人，加利威尼 (L. Galvani) 在波罗尼亚大学教授解剖学时作青蛙的解剖试验，他用铜线把青蛙挂在铁栏杆上，由于他的助手偶然地碰了它一下，使青蛙的身体触及栏杆，蛙腿便发生收缩现象。以后他与伏特 (Volt) 共同研究，断定为两种不同金属接触到筋肉时，筋肉即起着电流计的作用，发生收缩现象，这就是放电的现象。

其实任何两种不同金属，凡是与一种溶液，其中含有如酸、碱或盐，接触时就会发生电流，这便是电流产生的先导。

1800年伏特 (Volt) 用铜板与锌板，作圆形交错层叠起来，内衬以食盐水浸湿的纸或布，结果能产生出比较弱小的电流，这种方法造成的电池，叫做“伏特”电池。这便是电池的起源。以后有名的“伏特电堆”，就是这种东西。可是由于极化作用的关系，电池不能很好的被利用到实际工作上去，他的效能很低，很少有实用价值。到了1867年，拉克蘭溪氏发明了以二氧化锰为正极剂来作电池，开始是锌锰水电池，以后又经过了数十年无数次的试验，在很多的科学家的不断的研究和改进下，才成功为现代的以锌筒为容器的干电池。它已成为几十年来就被广泛应用于从事照明、无线电、科学研究工作的直流电源。在今天尚不能设置交流电源的地区，都可以利用这种筒形电池。

干电池的种类

干电池一般有以下三种：锌锰电池；空气电池；积层电池。

(一) 锌 锰 电 池

锌锰电池主要是以二氧化锰为正极剂，它和导电体石墨粉、氯化氨加水混合在一起。在它的中央插上一根导电良好的炭精棒，构成一个阳极体，起正极作用。另外以锌筒为阴极，两极之间充填氯化氨、氯化锌溶液及淀粉，经加温后形成浆糊隔离层，这种电池我们称之为锌锰筒形干电池(图1)。

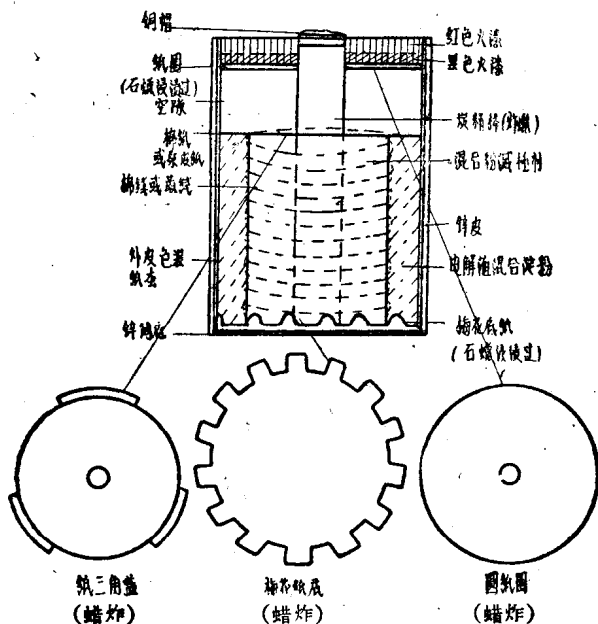


图1 单节电池

(二) 空气 电 池

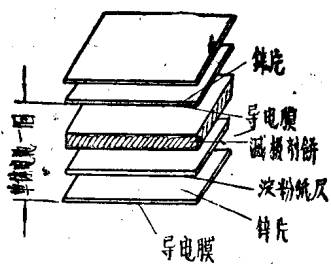
空气电池是以鋅为阴极，用活性炭吸取大气中的氧作为灭极剂，它和氯化氨、水混合均匀，中央插一只炭精棒成一个阳极体，起灭极作用。这种电池的构造大体上和鋅錳干电池相同。所不同的在中央炭精棒上有通气孔，在电池的灭极剂本身上穿一些孔洞，便于通气（小形的空气电池則不必打孔），这种电池叫做空气电池。

(三) 积 层 电 池

积层电池是以鋅为阴极，用二氧化錳混合石墨粉及氯化氨加水成为阳极。两极之間加一层淀粉浆糊层紙以为隔离层，成方形片。在鋅片上面先涂一层导电膜（炭膜），鋅片下面沾一层淀粉紙，紙的下层再放一只灭极粉餅。重叠好了，再套上一层絕緣胶套。这种电池一个个的重叠起来形成一条高压干电池，所以称之为积层电池。它的优点是体积可以作到很小，而电压可以很高（图2）。

以上三种干电池、鋅錳圓电池，多用在手电筒、电话以及铁路信号等方面，用途很大。空气电池由于它的特性——不适用于大电流输出的缺点，平时很难用作照明之用，多用在电话和組合电池供一般收音机用，其体积較大比較笨重。积层干电池也不适于单节使用照明，可供無線电收发报机、收音机以及各种小型精密仪表。直流电源体积小，容量也比較大，携带方便。这些电池在市場上均可以随时买到。

1 部件重叠成品的序列



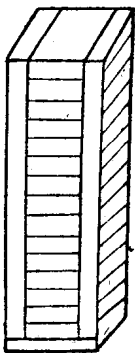
2 部件重叠成一体
单体电池



3 单体电池套上绝缘套



单体电池重叠成组合电池
4 组成一组，22½伏共19片



5 成品

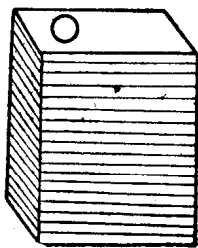


图2 积层电池

制造干电池的原料

1. 鋅 鋅在鋅錳干電池 空氣干電池以及積層干電池里，都是很重要的材料。鋅是銀白色的金屬，他的性質比較活潑，能與酸、鹼、鹽甚至和水，都會起化學反應，因此，它在電池里為電解液所腐蝕而由固體變成帶電的鋅離子。它是主要的電源。如果在上列三種電池中沒有鋅片而改用其他可溶性金屬也可能的作出電池，但是在效果上是比較差的。鋅的比重是7.13~7.19，熔點為419°C。鋅是礦產品（閃鋅礦），經電解而得來的，我們目前對於製造干電池所用的鋅規定了下列幾種規格（見表1）：

表1 鋅含有各種金屬成份百分數

等級	鋅	鉛	鐵	錳	銅	砷	銻	錫
特	99.99	0.025	0.003	0.002	0.001			
1	99.96	0.015	0.01	0.01	0.001			
2	99.94	0.024	0.015	0.014	0.002			
3	99.9	0.05	0.03	0.02	0.002			
4	99.5	0.2	0.03	0.1	0.002	0.005	0.01	0.002
5	98.8	1.0	0.07	0.2	0.005	0.01	0.02	0.002
6	97.5	2.0	0.15	0.2	0.05	0.01	0.02	0.05
電池用	98.6	0.35~0.45	0.015	0.25~0.35	0.002	0.002	0.002	0.001

原則上以等級越高越好，不得已實在買不到優級鋅，只好用差一些的。在製造電池時要鑑定鋅的質量，常用的鑑定方法是康氏檢鋅法，即剪下一塊100×60×0.3毫米大小的鋅片，浸入200毫升的硫酸中（18%）15分鐘後測量其溫度，以溫度上升越少為越好。反之如果溫度上升很高很快，則

說明鋅片的抗蝕力很差，就不適宜於製造干電池，因為它的抵抗腐蝕力差，作成電池之後，很難保證電池在貯存中的安全。這種試驗方法比較簡便易行，而且有效。另外，在鋅的外形上也可以用肉眼直接觀察，如表面是否平滑光亮，有無波紋皺折、雞皮狀或羽毛樣的浮皮等現象；如果有，那就證明它也不適合於干電池的製造。在鋅片的保存當中，首先要注意防潮，也不能近火，沾潮時則會變質而不能使用，造成腐蝕；過於近火則受到比較高的溫度，也會使鋅本身結構受到破壞，使結晶顆粒變成粗大，容易被腐蝕。因此我們認為適合於干電池原料的鋅片，不但在純度上要求高，而在機器壓延方面也要很講究。另外就是在熱處理的溫度不可過高，平常總在 150°C 以下，這樣的鋅是比較適宜於干電池製造用原料。

2. 二氧化錳 二氧化錳在干電池里決定電池壽命的主要原材料之一，他可以防止在陽極表面上發生汽泡的極化作用。因為電解液同鋅片起作用發生電流時，有一部分氫離子要游向陽極表面，如果不加入任何滅極劑時，這種氫離子會形成氫氣泡，浮在陽極表面。這種氫氣層的本身導電性很差，阻力較大，會很快的使電壓下降，使電流衰退，甚而最後產生相反的電壓與電流，電池的壽命就縮短了。如果我們在陽極部分加上二氧化錳，就會消除這種現象，而使電池壽命大大的增長。電池兩極通過一定的阻力而成迴路時，電壓逐漸下降，可以保持一定的平穩，不致急烈的降低，工作效能就比較高。但是二氧化錳在電池中除去充作滅極劑而使電池工作效能增加以外，它本身也可以影響到電池的放電容量。例如二氧化錳的顆粒問題。平常我們使用二氧化錳的顆粒粗細是要參考電池的型號及使用電流輸出的大小。急性放電的要用細

錳粉，最好是50目以上；間歇小電流放電可以用50目以下到20目的就行。錳粉太細，它的比重含量在電池中會減少一些。在配方上也須加以注意，因為錳粉越細則它的阻力也就較大，所以就應該考慮多加一些石墨粉。錳粉的本身應具有多孔度，多孔度是影響電池容量的，如果錳粉的多孔度不夠，那麼它的滅極作用便很差，電池的壽命也就會縮短了。此外錳粉的純度也是必須注意的，最好含有80%以上的二氧化錳。二氧化錳除了合乎上列的條件外，純度越高，則電池的質量也就越好。同時含有不純物，如砂子、鐵、銅、鎳、鈷等，亦應越少越好，平常二氧化錳純度中含鐵量是比較多的，我國湖南湘潭錳礦的錳粉規格如表2，其餘雜質多半是砂土，鐵是以氧化鐵的形態而存在。

表 2 錳 粉 規 格

錳粉等級	放電時間(分)	含 二 氧 化 錳	含 鐵
1	570	80%以上	2.5~2.8%
2	510	78% "	2.8~3.3%
3	450	75% "	3.6~3.6%
4	420	70% "	3.6~4.2%
5	360	65% "	4.2~4.5%

表2的數據是供參考的，並不是絕對的。一級到五級主要是以放電時間來決定，而純度並不能決定時間，就是75%的二氧化錳有時比78%的更為優越，放電時間更長，在我們的經驗上是用电橋測定來加以區別的。以同樣粗細的二氧化錳，即將75%和78%的分別稱取20克，放在直徑27毫米的瓷套中，兩端加以銅塞接在電橋上測定阻力，阻力大的放電時間長，含78%的比含75%的阻力小一半，放電時間75%的為

600分钟，78%的570分钟(30°C)。这一个现象也并不成为规律，可以参考。另外关于湘潭锰矿在我国是比较好的电池原料，锰粉的电压(湘潭矿)高，放电时间也比较长，最高可达1.74伏，一般的为1.66伏。锰粉的电压同锰粉的等级并不是完全相联系的，低级锰粉也可以有较高的电压。但是较高的电压锰粉放电时间也就比同等级的低电压的更为出色。在我国内出锰矿的地方很多，如云南、贵州、广西、福建、河北、辽宁、浙江等地也出锰矿，总的说来，还是以湘潭为最好；广东焦岭出锰甚多，纯度亦很高，只是作为电池原料不够好。

另外还有一种人造二氧化锰，是用硫酸锰电解而成的，这种锰粉，国内尚无供应来源，制药厂作雷米封时可以生出一部分二氧化锰，它含有多量的碱。我们用100斤锰粉(含水份50%)加入工业用浓硝酸12斤充份混合(酸先稀释三倍，以硝酸100斤加水200斤)，发生气体，待气体不再发生，以石蕊纸试验呈弱酸性反应为止。然后再加入少许锰粉，使他成为呈弱碱性反应后即用清水(不用热水)洗涤到十次以后，把中和后的盐性全部洗掉，烘干后即可使用。它的电压为2伏左右，因为它在新电放电时其高压部分，即一伏以上的時間特别长，进到一伏以内时即呈现直线下降。这种原料可以供大电流急放电用，它的缺点是不耐久，不能保持高电位，自行放电情况严重。还有因为它的颗粒很细、体积大、单位电池含量很少，平常我们一个手电池含二氧化锰为25~30克，而人造二氧化锰只有一半含量，这样就不符合手电池的要求。可是它的另外一个优点是作用比较完全，可以利用80~90%，而天然二氧化锰则只能利用30%左右。其余的70%左右未能完全被利用。这种原料不能完全被利用是由于

天然二氧化錳的顆粒較大，它的表面起了作用，表面以里的一大部分却未起作用。在制造电池的工厂对二氧化錳的測定最好通过一系列的化学分析，物理性的检查，但作成实际电池后进行放电試驗还是最为可靠。这一点对于初学制造电池的工作人员更是需要。

3. 乙炔黑 乙炔黑是一种含炭量較高的良好導电体，在电池里代替石墨的全部功用。它的導电性很好，在1500磅压力下，每平方吋为0.056欧姆，且密度很小，能够与錳粉有很好的粘着力；吸水性也很强。这样能使电池吸收較多量的水份，延长保存的时间。另外，它在放电时间上同石墨粉来比較，可以增加50%左右，这一特点就决定了乙炔黑是制造干电池用導电的最好原材料，其規格見表3。

表3

乙炔黑的規格

純度	含炭量	99.5%	50%壓縮吸附凝結值	30毫升/克
密度		1.95g/cc	100%壓縮吸附凝結值	25毫升/克
顆粒大小		45微米	水	份 0.04%
平均表面積		75-85米 ² /克	揮發物	0.06%
1500磅平方吋压力		0.053欧姆-吋	乙醚抽取物	0.03%
2500磅平方吋压力		0.046欧姆-吋	灰	份 0.04%
50%壓縮吸附容量		10毫升/克	酸值	pH 8
100%壓縮吸附容量		6.5毫升/克		

4. 石墨粉 石墨粉又名黑鉛粉，在电池原料中是主要的導电体，它和二氧化錳混合粘連在一起而形成一個導电的阳极体。同时它还要与二氧化錳有很好的密着性和吸水性，这样的石墨粉才是作电池的好石墨粉。石墨粉是一种含炭量很高的炭素，天然矿产象煤一样，开采后，經過粉碎，最好要有300目的細度，越細越好，含炭量也要求达到90%左右。普通电池厂用的石墨有两种，一种为天然土状石墨，色黑而油

膩滑潤，比重為1.69左右，導電性為0.025歐姆毫升。還有一種為天然鱗狀石墨，也是礦產，成片狀，如魚鱗的樣子，光亮而呈灰色，大的為20目要經過加工磨碎，細的也可以有300目的。它的比重為1.96左右，導電性很好，每毫升為0.015歐姆，但缺點是吸水性很差，與錳粉的粘着性也很差，由於這個原因，他作出的電池在開始時短路電流較大，但放置後短路電流也縮減很快。在放電方面，土狀與鱗片石墨很相似。

我國湖南、福建所產土狀石墨比較優良，適合於製造電池。它的純度是含炭量90%左右，鱗片石墨含炭量可達99%以上，此種石墨在山東南部出產最好，其他如內蒙、東北也有生產，但不及山東所產的質量高。近來我國亦生產一部分人造石墨，這是用石油焦炭通過2200°C以上的高溫煉燒而成的。然後加工粉碎成為300目的細度，用以製造電池是遠比天然石墨為優秀，它的含炭量最高可以達到99.7%。阻力與鱗片石墨相似，為0.015歐姆/毫升，在國外幾乎完全代替天然石墨。我國吉林也生產此種石墨，它具有土狀石墨與鱗片石墨兩者的長處，最宜於製造電池。使用土狀及人造石墨時，事先應注意其吸水性，尤其是在測定阻力的時候，在採購石墨時要注意它的含炭量不低於87%，細度也不能低於200目，否則就會影響電池的質量。石墨粉與二氧化錳的粘合比例可以在4:6~2:8，石墨量的多少要根據電池型號的大小及電池輸出電流的大小來決定，急放電，大電流輸出就需多加一些。

大電流急放電，石墨粉比乙炔黑好，反之小電流間歇放電則乙炔黑比石墨粉為優，尤其是在高電壓那一段，大電流輸出，石墨粉的優點甚為明顯。而在低電壓的一段乙炔黑的性能更佳。在間歇放電時，乙炔黑電池電壓恢復得特別快。

5. 氯化氨(NH_4Cl) 在電池電心火極劑混合粉及電解液中含有氯化氨，他對鋅筒有很強烈的腐蝕性。正由於氯化氨有腐蝕鋅筒作用，使鋅由固體被溶解成為離子狀態。通過這種變化，電即隨離子的發生而產生出來。這樣氯化氨就成了仅次于鋅皮的發電原料，它在電解液里起着發電的作用，而在電心里是起着另外的作用。電心里的氯化氨是在固體狀態之下存在的，在放電的過程中，電心內會產生水份，而水本身是一種不良導體，水的增加會使電池的內部阻力增長，而使放電時電壓下降較快，縮短了放電時間。電心里的氯化氨粉末會因電心里的水份增加而被溶解。氯化氨的溶液可以通過隔離層電解糊而游向鋅筒表面，起着補充電解液中氯化氨因放電消耗而濃度下降的作用；另一方面他使水份變成氯化氨濃溶液，減小了電心的內部阻力。因為氯化氨濃溶液的阻力遠比水的阻力小得多，這樣他就可以使電池在放電的時候電壓下降得更為緩慢一些。氯化氨的規格及其在水中的溶解度、比重見表4、5。

氯化氨是白色的結晶形粉末，易溶于水，遇鹼產生氨氣（阿摩尼亞），在水溶液里呈酸性反應，他是電池主要原材料

表4 NH_4Cl 的規格

雜 質	分 析 純	化 學 純	工 業 純
不 溶 于 水 物	0.002	0.005	0.01
不 揮 發 物	0.005	0.02	0.06
磷 酸 鹽	0.0005	0.001	0.002
硫 酸 鹽	0.002	0.005	0.02
硫 氰 化 物	0.001	0.005	0.01
砷	0.00001	0.00005	0.0001
鐵	0.00025	0.0005	0.001
鈣、鎂	0.002	0.003	0.01

表 5

 NH_4Cl 在水中溶解度及其液比重

温 度	NH_4Cl	$\text{NH}_4\text{Cl}\%$	比 重
T	0 %	1	1.0013
-16	19.4	2	1.0045
0	23	4	1.0107
10	25	6	1.0168
20	27.1	8	1.0227
30	29.3	10	1.0286
40	31.4	12	1.0344
50	33.5	14	1.0401
60	35.5	16	1.0457
70	37.6	18	1.0512
80	39.6	20	1.0567
90	41.6	22	1.0621
100	43.6	24	1.0674
110	45.6	26	1.0674

之一，市場上可以买到各种規格的氯化氨。電池用的氯化氨可以自己制造，其方法为：

硫酸氨(肥田粉) 1 份

食 盐(氯化鈉) 1 份

加入水 3 份升溫燒至 114°C 左右，不斷攪拌，俟其溶化后，取出其液靜置，冷卻到 38°C 左右，即過濾。將結晶的氯化氨淋出，放進离心机中離去水份而得潔白的氯化氨，再用飽和氯化氨水洗滌一次后，隨即用离心机拋去水份，可以得更為純粹的氯化氨。必須注意，由於煮肥田粉及食盐的鍋是用鐵制的，一定有一些鐵混入，因此須加 0.5% 的過錳酸鉀在溶液內以除去鐵質，這是十分必要的。

欲制極純的氯化氨，可以用再結晶法提取氯化氨結晶。

6. 氯化鋅 氯化鋅在電池里是很重要的，因為電池鋅