

蓄电池的制造与修理



XUDIANCHIDE
ZHIZAOYUXIULI

四川人民出版社

封面设计：张仁华

蓄电池的制造与修理

四川人民出版社出版 (成都盐道街三号)
四川省新华书店发行 渡口新华印刷厂印刷

开本 787×1092 毫米 印张 8 插页 2 字数 185 千
1981 年 1 月第一版 1981 年 1 月第一次印刷
印数：1—7,150 册

书号：15118·46

定价：0.73 元

前 言

随着工农业生产的不断发展，对能源的需求量更加迫切和增大，这就需要提供高效的能源设备。铅蓄电池作为能源的一种，以它制作简单、成本低、使用方便等特点，早已广泛应用于工农业生产和交通运输中，并起着重要的作用。为了充分利用好这一能源设备，进一步发挥其作用，近年来各地都对铅蓄电池进行了研究、改进，并生产出了各种类型的新产品，使其更符合生产要求。本书着力于让广大工人、技术人员对铅蓄电池的全面系统的认识了解，达到正确制作、使用、维修等目的，使铅蓄电池这一能源在生产和运输中发挥更大的效力和作用而编写的。

本书主要叙述了铅蓄电池的生产流程，铅锑合金、板栅、铅粉、生极板、熟极板的制造，蓄电池的装配，蓄电池的电气性能检验，以及蓄电池的维护、修理和保管等。着重于生产实际，对各个生产环节进行了详细的叙述。技术新颖，文字通俗，是一本生产中较适用的技术读物，也是使用各种铅蓄电池的参考书，可供广大工人、技术人员阅读参考。

本书是笔者总结多年来从事铅蓄电池和矿灯制造的经验编写而成。编写中，参考了大量国内外有关资料，并进行了大量生产试验，取得了较准确的数据，充实了本书内容。

在编写过程中，成都矿灯厂党委及全厂工人、技术人员给予了大力的支持和帮助，四川省永荣矿务局、永川煤矿为本

书中所需的各种试验提供了优越的条件，并派出技术人员、工人协助工作。审稿过程中，四川省各有关工业局、重点煤矿对书稿提出了许多宝贵意见和好的建议，使稿件内容更准确、全面，大大提高了质量，在此，谨向上述单位表示感谢！由于我们的水平有限，书中缺点错误难免，恳请读者批评指正。

四川省煤炭工业局科技处

一九八〇年四月

目 录

绪 论	
第一章 蓄电池的生产流程	4
第二章 铅锑合金的制造	6
第一节 铅锑合金工艺	6
第二节 凝固点法测定锑含量	7
第三章 板栅的制造	10
第一节 板栅的作用和种类	10
第二节 板栅的原材料和性能	16
第三节 板栅的腐蚀与耐腐	22
第四节 板栅的生产	30
第四章 铅粉的制造	37
第一节 铅粉的性能和技术指标	37
第二节 铅粉的生产	43
第三节 铅粉的收集与防尘	61
第四节 铅粉生产的操纵	66
第五章 生极板的制造	68
第一节 涂板工艺	68
第二节 铅膏的形成机理	78
第三节 添加剂的作用机理	85
第四节 浸酸、干燥、固化的作用机理	93
第六章 熟极板的制造	98
第一节 极板的化成过程	98
第二节 二氧化铅结晶变体和性能	116
第三节 极板化成工艺条件	120
第七章 蓄电池的装配	154

第一节	主要零部件的作用和 要求.....	154
第二节	封口 剂.....	155
第三节	装配 过程.....	156
第八章	蓄电池电气 性能.....	158
第一节	充放电的基本 概念.....	158
第二节	充放电 方法.....	174
第三节	影响蓄电池容量和寿命的 因素.....	187
第九章	蓄电池的保管与 修理.....	202
第一节	蓄电池的 保管.....	202
第二节	蓄电池的 修理.....	205

绪 论

化学电源是一种直接把化学能转变为低压直流电能的装置，已广泛使用于工农业生产和国防交通运输方面。通常分为原电池、蓄电池、储备电池和燃料电池四类。原电池如锌、二氧化锰、锌汞电池等，它们一经使用，就很难恢复原来的状态，故称一次电池系统；蓄电池如镉镍电池等，储备电池如锌铅、镉铅电池等；燃料电池如氢空气电池、烃空气电池等，它们使用后，经过充电可以恢复原来状态，再次使用，故称二次电池系统。

本书介绍铅蓄电池，是二次电池系统中使用较久，目前运用十分广泛的一种蓄电池。它是一种由电能转变为化学能（充电），使用时由化学能转变为电能（放电）的装置。

铅蓄电池自一八五九年问世以来，由于它具有较高的实用价值：充放电性能良好，电压特性较平稳，适应性强，原材料较丰富等，因此在蓄电池领域里，一直处于领先的地位。尽管近年来，各种高能、燃料以及金属空气体系等电池的研制发展很快，但由于种种条件的局限，在实用价值上尚有一定距离。碱性蓄电池虽早已发展成熟，但由于原料缺乏，使用范围也受到一定限制，所以据近期国外资料报导，在整个蓄电池生产中，铅蓄电池仍占95%以上。

在我国化学电源生产中，原电池（锌二氧化锰电池）占绝对优势，其次就是铅蓄电池了。随着工农业生产的发展，使用范围还在扩大，最近几年，各地区为了满足汽车、拖拉机制造工业的需要，几乎每省都建立了以生产起动型铅蓄电

池为主的工厂。

科学技术的不断发展，使铅蓄电池得到逐步的改进和完善。十九世纪初，人们在研究直流电作用下的水分解时，就发现如将电解池与电源切断，加一根外导线将两级构成通路，外线路上即有微弱的电流通过。根据这个现象，一八五九年普兰特（Plante）制成了原始的铅蓄电池。称为普兰特电池。这种电池是用两块铅板构成两极，放入10%硫酸液中。但由于当时无法充电等原因，没有获得工业应用。一八八一年，人们改用铅的氧化物和硫酸混合制成膏剂，涂在铅板上。这一改进，简化了生产化成时间，同时因发电机的发展，可以进行充电，使铅蓄电池得以应用于工业。又因极板膏剂容易脱落，一八八二年又提出改用铅锑合金作极板板栅，一八八八年又改进了板栅筋条的形状，使用三角形筋条，这就提高了电池寿命，奠定了现代铅蓄电池的基础。以后又出现管状电极，即将活性物质装入玻璃丝管中，进一步延长了电池寿命。此后，新工艺，新技术，新材料不断在蓄电池中应用，使蓄电池的质量逐步提高。

近年，蓄电池厂生产面貌也发生了重大变化。我国许多蓄电池厂，已经广泛使用铸板机、合膏机、涂膏机等设备，基本上摆脱了繁重的手工劳动，提高了生产效率，并向自动化方向发展。随着科学技术的日新月异，生产工艺过程也得到相应的改革，如连续合膏、快速表面干燥、快速化成以及干式荷电极板的生产等等。

随着我国四个现代化的实现，在未来的岁月里，铅蓄电池的需求量不是逐渐减少而是逐渐增大。据美国蓄电池公司介绍，一九七三年全世界对铅蓄电池需求量，几乎达到空前的程度。特别是因能源缺乏及对环境污染、城市噪音的限

制，以铅蓄电池为动力源的各种车辆日益增多，因此，作为动力的牵引型铅蓄电池产量也随之增加。一九七三年世界总耗铅量为四百一十四万吨，其中 50% 用于蓄电池。又如日本每年耗铅量增长率大约为 8 %。预计一九八〇年~一九八五年，资本主义国家铅产量为二百八十万吨，电池耗铅将占 52~56%。

铅蓄电池的种类很多。按目前生产的极板形式可以分为涂膏式——即将铅粉与水、硫酸等混合成膏剂，涂在铅锑合金板栅上，经化成后形成活性物质；另一种是管式，即将铅粉或膏剂装入有铅锑合金作导体的玻璃丝管内，经化成后形成活性物质。

铅蓄电池按其用途可作如下分类：

1. 起动用铅蓄电池：

适用于内燃机车的起动、照明、点火。

2. 固定型蓄电池：

适用于电气通讯、电厂的自动控制和各种备用电源。

3. 车用蓄电池：

适用于矿山电机车，仓库、码头、车站起重车、搬运车等车辆作为直流电源。

4. 其它：

如矿灯电池，航标电池，铁路信号电池等小型蓄电池。

第一章 蓄电池的生产流程

一个电池成品，在生产中是划分成许多“半成品”生成的，也就是说，完成一个电池的整个生产流程要由许多道工序组成。图示如下：

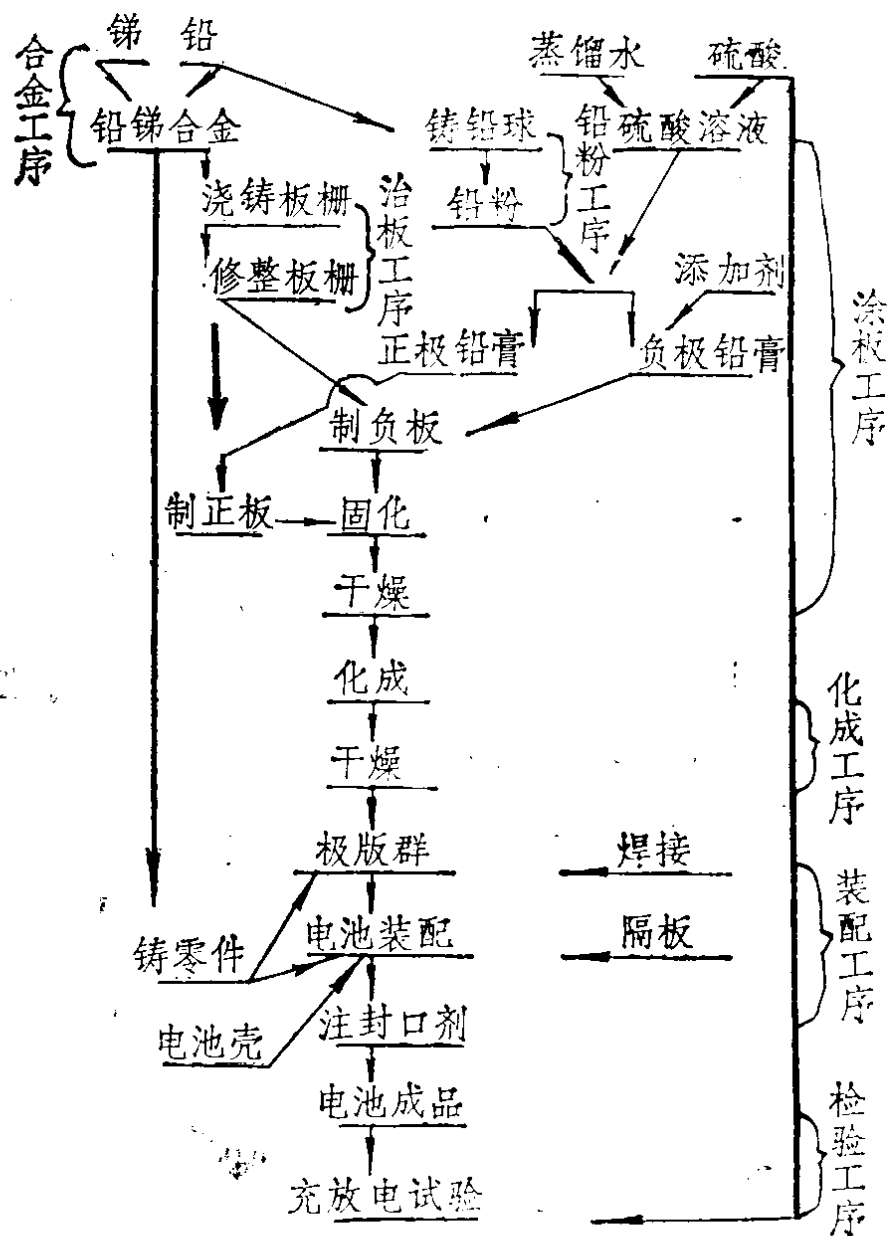


图 1—1 铅蓄电池生产流程示意图

1. 合金工序、冶板工序：将铅、锑在合金锅中熔化，在铸锭机上铸成合金锭，然后将铅锑合金锭在熔锅中熔化，用自动浇板机或手工铸成板栅，剪去浇口，修整、拍平。

2. 铅粉工序：将纯铅在熔铅锅中熔化，用铸球机铸成铅球，用铅粉机磨成铅粉。

3. 涂板工序：涂膏式极板，将铅膏调到一定比重，用涂板机（或手工）将铅膏涂在板栅上，干燥后成生极板；管式极板，将玻璃丝管套在正板芯上，用挤膏机或灌粉机注入铅膏或铅粉，用铅或塑料封底形成极板。

4. 化成工序：将正极板和负极板放入化成槽，把正负极分别焊接起来，放入硫酸溶液，通入直流电，使铅膏物质在正极板上变成二氧化铅，负极板上变成海绵状铅。这个步骤称为“化成”。化成后的极板清洗后进行干燥就成为熟极板。

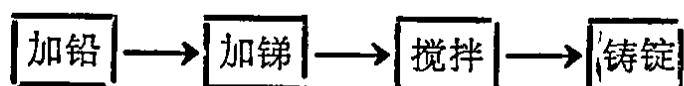
5. 装配工序：将正极板、负极板、隔板等，按负——隔——正——隔——负的顺序摆在一起，焊上极柱和汇流排，再装入电池槽内，盖上电池盖，浇上封口剂，焊上连接条就制成电池成品。

6. 检验工序：对电池成品，要抽取样品，按规定灌入硫酸进行充放电试验，检查其放电容量与其它性能。

第二章 铅锑合金的制造

第一节 铅锑合金工艺

把铅和锑熔成合金来制造板栅和零件，工艺流程如下：



主要设备是合金熔锅。可由 15 毫米钢板焊接而成，用电或其它方法加热，由机械搅拌，制成的合金液经下端注液口放出，流入模中浇铸成合金锭。如图（2～1）所示。

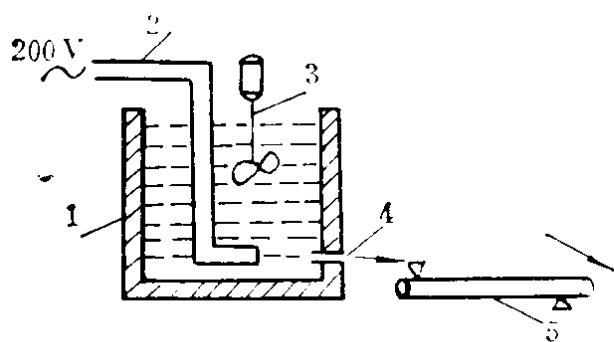


图 2—1 合金金属示意图

1—合金熔锅 2—电加热 3—电动机搅拌装置 4—注液孔 5—铸锭机

铅蓄电池使用的合金，一般含锑量为 6.5～8%。

1. 加铅：将称好的铅取 $\frac{1}{5}$ 放入锅中（或将上次锅内的合金留下相同数量作引子），加热熔化，使合金液温保持

在 400～450℃。

2. 加锑：将称好的锑块全部加入锅内，不断搅拌，升温到 600～650℃ 使锑全部熔化。

3. 再加铅：将余下的铅锭全部加入锅中，熔化后，保持液温在 400～450℃，搅拌数分钟，使合金达到充分均匀，用铁漏勺捞去氧化铅渣。

4. 铸锭：用凝固点法测定合金锑含量，合格后即 打开锅下端的注液口，使合金流入铸锭机中的模内，打上制造日期钢印。

工艺中应注意的是，配合金时先加部分铅，再加 锑。因为铅重(比重 11.3)，锑轻(比重 6.7)；铅熔点低(327℃)，锑熔点高(631℃)。如先加锑熔化温度很高。加部分铅 再加锑则温度就要低一些。最后再加余铅，易于搅拌均匀。

第二节 凝固点法测定锑含量

一、步冷曲线

铅锑合金溶液，不同的锑含量(以重量百分浓度表示)，开始凝固的温度(凝固点)和最后凝固的温度(低共熔点)列于表 2 ~ 1。

表〔2—1〕 合金凝固点与锑含量对照表

合金中的含Sb%	0	1	2	3	4	5	6
凝固点℃	327	320	313	306	299	292	285
低共熔点℃	247	247	247	247	247	247	247
合金中的含Sb%	7	8	9	10	11	12	13
凝固点℃	278	271	265	261	256	252	247
低共熔点℃	247	247	247	247	247	247	247

从表中看出，含锑量不同，开始凝固的温度就不同，但最后凝固的温度都是一样的(凝固点法测定锑含量，就是先测定其凝固点，然后根据表 2 ~ 1 查出锑的百分含量)。合金液的浓度(重量百分浓度)不同，凝固点亦不同。在一定的范

围内,浓度与凝固点成反比。铅锑合金液中,锑含量在0~13%范围内,凝固时析出的固体基本上都是铅,故随铅的析出,溶液(不包括析出的固体铅)的浓度逐渐升高,凝固点就逐渐下降,至247℃,溶液中含锑量为13%时,凝固析出的既有铅也有锑,溶液浓度不变,直到全部凝固,温度才又继续下降。

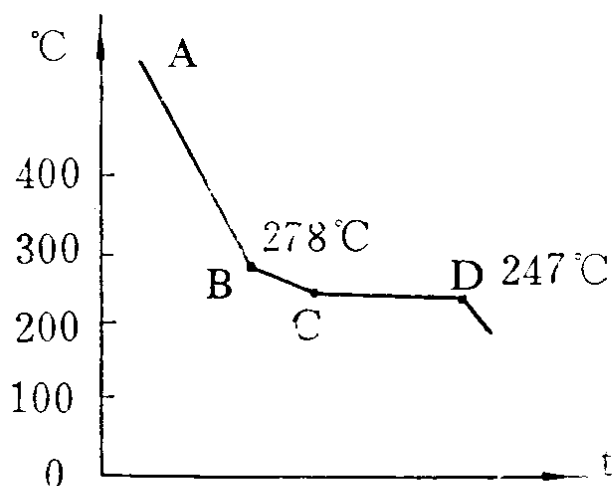


图 2—2 7%Sb含量的 Pb—Sb 合金
步冷曲线

有铅也有锑,溶液浓度不变,直到全部凝固,温度才又继续下降。

为研究这种现象,现以含锑7%的铅锑合金为例,可得图(2~2)曲线。这种曲线叫步冷曲线。

步冷曲线的形状是

因为:合金溶液自熔锅中

中取出时,温度在400~450℃,由于溶温向环境散热,温度就随时间而下降。如AB线段,当温度降到B点时,合金开始凝固,析出固相铅;随后,合金中的锑(Sb%)升高,凝固点下降,所以从B点到C点,虽然有固相析出,由于凝固过程是放热过程,液态温度下降缓慢,表现于BC段坡度小于AB段。当温度达C点时,合金液同时析出铅和锑的相同相,此后液态合金成分不变,凝固点也就固定,所以CD为一水平线,达D点时,合金全部凝固,温度又继续下降。

二、凝固点的测定

(一) 从步冷曲线求凝固点

这是一种比较精确的测定方法。其步骤是:

1. 用带柄的铸铁勺(容积约200毫升),盛合金液,放在石棉板上,将玻璃温度计(0~500℃)垂直插入,最好浸到刻

度线(水银球不接触铁勺), 可以看到温度计读数逐渐下降。

2. 隔一定的时间(例如 15 秒)记录一次温度。若只求凝固点, 则在 B 点以后, 取 4~5 个读数即可, 如果还要求最后凝固点温度, 则在 D 点以后再取 4~5 个读数。

3. 以温度为纵座标, 时间为横座标, 将数据画在方格座标纸上。通过各点, 连成光滑曲线。曲线上第一个折转点(即 AB 与 BC 线段的交点 B)就是合金的凝固点, C 点即低共熔点。

(二) 简易测定

为适应生产需要, 通常可不画步冷曲线。仅按前述方法, 盛出合金, 插上温度计, 当温度计读数降至比较稳定时, 容器边缘开始有凝固现象(温度读数稳定数秒, 又继续下降), 这就是合金的凝固点。然后根据温度在表上查出锡含量。表 2—2 为一实例, 可供测点参考。

表(2—2) 合金凝固点对照表(示例)

序	合金凝固点℃	合金含锡量%	序	合金凝固点℃	合金含锡量%
1	302	3.5	9	274	7.5
2	298	4.0	10	270	8.0
3	293	4.5	11	267	8.5
4	288	5.0	12	264	9.0
5	285	5.5	13	262	9.5
6	283	6.0	14	261	10.0
7	281	6.5	15	256	11.0
8	277	7.0	16	252	12.0

注: 合金凝固点在 274—281℃ 范围(含锡 7±0.5%)

第三章 板栅的制造

第一节 板栅的作用和种类

一、板栅的作用和应具备的条件

板栅又称“极栅”或“格子体”，它在蓄电池中的作用有：

1. 用来支持活性物质。活性物质结构疏松，不宜受力，又不易成型，需板栅支承。目前通用的板栅是铅锑合金铸成方形或菱形格，以达两个目的：

(1) 使栅与活性物质的接触形式复杂，可靠的保持活性物质；

(2) 减少栅条与电解液的接触面积，增强防腐性能。

2. 使电流均匀分布在整個活性物质上，从而提高活性物质利用率和防止极板变形。

蓄电池在充电和放电时，活性物质有不同的变化。充电状态时，正极板活性物质是二氧化铅 (PbO_2)，它的密度是 9.37 克/厘米^3 ，放电产物是硫酸铅 (PbSO_4)，密度是 6.3 克/厘米^3 ；充电状态时，负极板是海绵状铅 (Pb)，密度是 11.3 克/厘米^3 ，放电时的产物是硫酸铅 (PbSO_4)，密度是 6.3 克/厘米^3 。从它们的密度差别，可以看到，电池放电时活性物质由二氧化铅 (PbO_2) 和海绵状铅 (Pb) 转变为硫酸铅 (PbSO_4) 时，体积将要增加，充电时活性物质的体积将要收缩。如果各部位物质体积的变化不均匀，就可能导致极

板的翘曲和活性物质的脱落。

电池是产生电化学反应的装置。电化学反应产生电流或消耗电流，所以，电化学反应均匀分布和电流均匀分布的含义是相同的，它总是在导电(板)栅附近与电解液充分接触的地方优先进行。因为该处电阻最小，所以导电良好，结构均匀的板栅，性质亦较好。就有保持电流沿着活性物质均匀分布，使活性物质体积变化各部也均匀，达到防止极板翘曲和活性物质脱落的作用。

3. 导电作用。这在正极板上特别明显。因为正极板的活性物质为二氧化铅(PbO_2)，它的电阻率为 0.25 欧姆—厘米；而锑含量在 5 ~ 12% 的铅锑合金中，它的电阻率为 $24.6 \sim 28.9 \times 10^{-6}$ 欧姆—厘米 (20℃)。两者导电能力相差 10,000 倍。可见，靠正极板活性物质本身来传导电流要困难得多。电阻率小的板栅能够使电流沿着板栅分布到活性物质，以减小电池的内阻。

由上可见，为满足板栅应起的作用，电池板栅的结构应具备如下条件：

1. 板栅结构能使活性物质结合牢固，本身要电阻小，以便加强极板导电能力和使电流均匀分布。

2. 板栅的结构不妨碍活性物质的膨胀，收缩，不然就容易使活性物质脱落和发生龟裂与极板翘曲。

3. 电解液随充放电而在极板附近变化它的浓度，所以它的结构与组成应耐腐蚀。

二、板栅的种类

(一) 表面式极板的板栅

这是所谓“形成式极板结构”，目前已很少采用。它由纯铅或铅锑合金制成，不涂膏剂，直接通电化成，在基板栅表面