

邮电职工教育用书

铅蓄电池

施锡林 编



内 容 提 要

本书系统地介绍了固定型铅蓄电池的构造、基本原理、特性、使用维护和故障修理等内容，最后简要地介绍了铅蓄电池安装方面的实用知识。

本书为电力机务员培训教材，也可供电源设备维护技术人员学习参考。

邮电职工教育用书
铅 蓄 电 池

施 锡 林 编

责任编辑：杜士选

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

天津新华印刷一厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

开本：787×1092 1/32 1983年8月 第一版
印张：7 页数：112 1983年8月天津第一次印刷
字数：158千字 印数：1—15,000册
统一书号：15045·总2751—有5312
定 价：0.74元

前 言

为了适应邮电职工的学习和提高业务、技术管理水平的需要，我局将陆续组织编写职工教育用书。

这些教育用书，主要是根据邮电部对各专业人员按业务技术等级标准分别规定的应知应会要求，并结合实际工作需要而编写的。内容力求实用、通俗易懂。经我局组织审定，认为适合职工自学，也可作为短训班及各类邮电学校的教学或参考用书。

由于时间仓促、经验不足，书中难免有许多缺点和不足之处，希望各地在使用过程中，及时把意见反映给我局，以便今后修订。

邮电部教育局
一九八一年十月

编 者 的 话

本书是通信电源设备维护人员的培训教材，适合于各邮电局、站具有初中文化程度的电力机务员自学，也可作为训练班教材。

本书是根据1981年邮电职工教育教材工作会议上通过的编写大纲编写的，并经邮电部教育局在哈尔滨召开的职工教育教材审定会审核通过的。

本书以邮电部颁电力机务员应知应会的要求为基础，并参考了《蓄电池的使用与维护》一书的内容以及综合了电力维护人员的一些实践经验编写成的。

本书系统地介绍了固定型铅蓄电池的构造、基本原理、特性、使用维护和故障修理等知识。同时，还简要地介绍了铅蓄电池安装方面的实用知识。

本书在编写过程中，力求作到：

- 1.概念清楚，文字通俗易懂；
- 2.紧密联系实际，重点介绍了蓄电池的使用与维护知识，书中所述内容符合81年颁发的邮电部电信电源技术维护规程的规定要求；
- 3.精选内容，突出重点，在每章后面备有小结和思考题，以利读者自学。

本书由天津市话局刘家驹同志审校，并请邮电部电信总局杨同洲同志审阅。

由于编者水平有限，加之时间仓促，不妥之处在所难免，谨望读者批评指正。

编者

1982年9月

目 录

第一章 概述	1
第一节 蓄电池的基本概念	1
第二节 蓄电池的几项常用技术术语	2
第三节 蓄电池在通信中的重要性	4
本章小结	5
思考题	5
第二章 铅蓄电池的构造	6
第一节 固定型铅蓄电池的总体结构	6
一、固定型开口式铅蓄电池	7
二、固定型防酸隔爆式铅蓄电池	7
三、固定型消氢式铅蓄电池	9
第二节 移动型铅蓄电池的总体结构	10
第三节 极板和极群	11
一、涂膏式极板（又称涂浆式极板）	12
二、玻璃丝管式极板（又称管式极板）	14
三、化成式极板（又称形成式极板）	15
四、半化成式极板（又称半形成式极板）	15
五、极群（又称极板组）	16
第四节 容器	17
一、玻璃槽	17
二、铅衬木槽	18
三、塑料槽	18

四、硬橡胶槽	19
第五节 隔离物	19
第六节 其它组件	22
一、支撑物	22
二、连接物	23
三、绝缘物	23
四、容器盖板	24
第七节 铅蓄电池的型号及规格	24
一、铅蓄电池的型号	24
二、铅蓄电池的规格	28
本章小结	30
思考题	31
第三章 铅蓄电池的基本原理	32
第一节 铅蓄电池电动势的产生	32
第二节 放电过程的电化反应	33
第三节 充电过程的电化反应	35
本章小结	37
思考题	37
第四章 铅蓄电池的充电与放电	38
第一节 铅蓄电池的充电	38
一、初充电	38
二、正常充电	41
三、过充电（均衡充电）	43
四、补充充电	44
第二节 充电终期的判定	45
第三节 铅蓄电池的放电	46
第四节 放电终期的判定	48

本章小结	49
思考题	50
第五章 铅蓄电池的特性	51
第一节 端电压和内电阻	51
第二节 端电压在充放电过程中的变化	53
一、充电时端电压的变化	53
二、放电时端电压的变化	54
第三节 充电率和放电率对端电压的影响	57
一、放电率对端电压的影响	57
二、充电率对端电压的影响	60
第四节 容量和决定容量的因素	62
一、放电率对蓄电池容量的影响	62
二、电解液温度对蓄电池容量的影响	64
三、电解液浓度对蓄电池容量的影响	66
第五节 局部放电	66
第六节 效率与寿命	67
本章小结	69
思考题	69
第六章 铅蓄电池在通信中的使用方式	70
第一节 蓄电池组	70
第二节 充放制供电方式	71
第三节 定期浮充制供电方式	72
第四节 连续浮充制供电方式	73
第五节 调整供电电压的方法	76
一、电阻器控制法	76
二、反压电池控制法	76
三、半导体二极管控制法	77

四、尾电池控制法·····	78
本章小结·····	80
思考题·····	81
第七章 铅蓄电池的日常维护 ·····	82
第一节 固定型铅蓄电池的日常维护工作·····	82
第二节 移动型铅蓄电池的日常维护工作·····	86
第三节 充放制的维护·····	87
第四节 定期浮充制的维护·····	90
第五节 连续浮充制的维护·····	91
第六节 电解液比重的调整和液体石蜡的使用·····	92
一、电解液比重的调整·····	93
二、液体石蜡的使用·····	94
第七节 铅蓄电池长期停放的保存和极板的贮存·····	96
一、湿贮法·····	96
二、干贮法·····	97
第八节 铅蓄电池的维护周期·····	97
本章小结·····	98
思考题·····	98
第八章 铅蓄电池的电解液 ·····	100
第一节 电解液的性质·····	100
一、电解液的收缩·····	100
二、电解液的冰点·····	103
三、电解液的电阻系数·····	105
四、蒸气压压力·····	106
第二节 电解液的纯度和杂质的危害·····	109
一、只影响负极板的杂质·····	109
二、只影响正极板的杂质·····	111

三、既影响正极板又影响负极板的杂质	112
四、组合杂质	114
第三节 电解液比重的选择和测量	114
第四节 电解液的配制和计算	117
一、电解液的配制	117
二、电解液的计算	118
本章小结	126
思考题	127
第九章 铅蓄电池的故障和修理	128
第一节 极板的硫酸化	128
一、极板硫酸化的特征	128
二、产生极板硫酸化的原因	129
三、极板硫酸化的处理	130
第二节 极板的弯曲和断裂	132
一、极板弯曲和断裂的原因	132
二、极板弯曲和断裂的处理	133
第三节 极板短路	134
一、蓄电池内部短路的特征	134
二、蓄电池内部短路的原因	135
三、检查极板短路部位及排除的方法	136
第四节 铅蓄电池的反极	138
一、蓄电池反极的现象和原因	138
二、反极障碍的检查和处理	138
第五节 活性物质的过量脱落	139
一、过量脱落的特征和原因	140
二、沉淀物质的清除	140
第六节 一般障碍的处理方法	142

第七节 固定型铅蓄电池的修理	142
第八节 移动型铅蓄电池的修理	149
本章小结	156
思考题	157
第十章 蓄电池组的安装	158
第一节 蓄电池室的一般要求	158
第二节 蓄电池木架	165
第三节 安装材料的计算	167
第四节 安装方法和安全措施	171
第五节 固定型防酸隔爆式铅蓄电池的安装	184
本章小结	186
思考题	186
第十一章 纯水的制取	187
第一节 纯水的概念	187
第二节 蒸馏水的制取	189
第三节 离子交换纯水器制取纯水	192
本章小结	198
思考题	198
附录一 固定型开口式铅蓄电池规格及电气性能	199
附录二 固定型防酸隔爆式铅蓄电池的规格及电气性能	203
附录三 汽车起动用铅蓄电池的规格及电气性能	206
附录四 蓄电池车用铅蓄电池的规格及电气性能	208
附录五 摩托车用铅蓄电池的规格及电气性能	210
附录六 硫酸溶液含纯硫酸量及温度系数	211
附录七 电解液中纯水(或蒸馏水)与硫酸的比例	214

第一章 概 述

本章从化学电池的构成入手，讲解如何把物质的化学能转换为电能的基本原理，从而对于蓄电池的原理有个基本概念，强调了铅蓄电池在通信中的重要作用。

第一节 蓄电池的基本概念

电能可以由好几种形式的能量变换得来，其中把化学能转换为电能的装置，叫化学电池。

化学能是怎样转换为电能的呢？我们可以通过下面一个简单实验，如图1-1所示。把一块锌片和一块铜片平行地插入盛有稀硫酸溶液的玻璃缸里，再用导线在外电路上把铜片和锌片连接起来，观察铜片上有没有气体放出？在导线中间接入一个检流计，观察指针是否偏转？

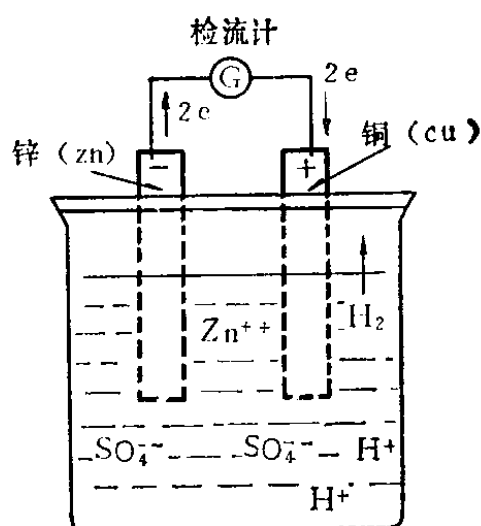
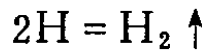
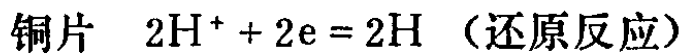
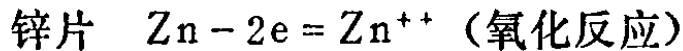


图 1-1 化学能转换为电能的简单实验

实验结果表明，用导线连接后锌片不断溶解，铜片上有气体(氢气)放出。检流计上指针发生了偏转。这是因为当铜片和锌片一同放入稀硫酸溶液中，由于锌比铜活泼，容易失去电子，锌被氧化成 Zn^{2+} 而进入溶液，电子由锌片通过导线流向铜片，稀硫酸溶液中 H^+ 从铜上获得电子被还原成氢原子，氢原

子结合成氢分子从铜片上放出，其变化过程可表示如下：



这个实验证明，上述氧化—还原反应确实因电子的转移而产生电流，阐明了物质的化学能转换为电能的过程，这种把化学能转换为电能的装置，叫做化学电池，一般简称为电池。

常用的化学电源有原电池和蓄电池，如手电筒用的干电池等属于原电池。干电池在制成以后即能输出电能（放电），不需要直流电源预先给予储存电能，但它一经放电后不能用充电的方法使活性物质再生，是一种不可逆电池。当化学变化的活性物质全部作用完后，它的寿命便告终了，所以又称为一次电池。

蓄电池则需要直流电源给它电能（充电）使活性物质还原，将电能转换为化学能而贮蓄起来，待放电时再把化学能转换为电能放出来，故称为二次电池。

蓄电池由于使用电解液不同又可分为酸性蓄电池和碱性蓄电池。按极板活性物质的不同还可分为铅蓄电池，镉镍、铁镍蓄电池和银锌蓄电池等。

第二节 蓄电池的几项常用技术术语

1. 充电

蓄电池从其它直流电源获得电能叫做充电。

2. 放电

蓄电池供给外电路电流时叫做放电。

3. 浮充放电

蓄电池和其它直流电源并联对外电路输出电能叫做浮充电。

4. 电动势

当外电路断开，即没有电流通过电池时在正负极板间量得的电位差，叫做电池的电动势。

5. 端电压

电路闭合时，电池正负极板间的电位差叫做电池的电压或叫端电压。

6. 安时容量

电池的容量单位为安时。

电池容量 Q (安时) $= I_{\text{放}} \times t_{\text{放}}$

式中 $I_{\text{放}}$ 为放电电流 (安)

$t_{\text{放}}$ 为放电时间 (小时)

7. 电量效率 (安时效率)

输出电量与输入电量之比叫做蓄电池的电量效率，也称为安时效率。

$$\text{电量效率 (\%)} = \frac{Q_{\text{放}}}{Q_{\text{充}}} \times 100 = \frac{I_{\text{放}} \times t_{\text{放}}}{I_{\text{充}} \times t_{\text{充}}} \times 100$$

式中 $Q_{\text{放}}$ 和 $Q_{\text{充}}$ 分别为放电和充电容量 (安时)

8. 电能效率 (瓦时效率)

输出电能与输入电能之比，叫做蓄电池的电能效率，也称为瓦时效率。

$$\text{电能效率 (\%)} = \frac{U_{\text{放}} \times Q_{\text{放}}}{U_{\text{充}} \times Q_{\text{充}}} \times 100$$

式中 $U_{\text{放}}$ 和 $U_{\text{充}}$ 分别为平均放电和充电电压 (伏)。

9. 自放电率

由于电池的局部作用而造成电池容量的消耗。容量损失与

搁置前的容量之比，叫做蓄电池的自放电率

$$\text{自放电率 (\%)} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \times 100$$

式中 Q_1 为搁置前放电容量（安时）

Q_2 为搁置后放电容量（安时）

10. 使用寿命

蓄电池每充电、放电一次，叫做一次充放电循环，蓄电池在保持输出一定容量的情况下所能进行的充放电循环次数，叫做蓄电池的使用寿命。

第三节 蓄电池在通信中的重要性

通信对电源的基本要求是必须绝对可靠，决不允许有瞬息的供电中断，目前通信各局站所使用的直流电源，基本都是采取由市电经整流变为直流供给的。当市电中断时，立即启动自备交流发电机组供电。然而自备交流发电机组尚未启动供电之前的一段时间势必造成通信的中断，这是不允许的。为解决上述问题，通信各局、站都装备有蓄电池组，而且大部分都采用整流器和蓄电池组并联浮充供电方式。平时蓄电池保持少量的充电电流，负荷电流全由整流器供给。蓄电池并在负荷上只起平滑作用。当市电突然停电而自备交流发电机组尚未启动供电之前，蓄电池就对负荷供电直至自备交流发电机组供电为止，这样就保证了负荷电源的不中断，蓄电池在保证通信电源的不间断起到了重要作用。

因此，需要不间断供电的通信设备，一般都采用各式固定型蓄电池组进行直流供电或者作为直流升压、事故照明、信号指示和遥控遥供等电源。中小型油机发电机组都采用各式移动

126

型蓄电池作为油机起动或点火电源等。如果没有蓄电池这样可靠电源作保证，想要确保通信的畅通无阻是很难实现的。

由于蓄电池在保证通信的安全可靠方面所处的地位。因此，如何把蓄电池使用好维护好，这对于能否保证通信的安全可靠关系极大，而且对蓄电池的使用寿命有直接影响。每个从事蓄电池维护工作的同志，必须认识到维护工作的重要性，树立主人翁责任感，在技术上精益求精，认真执行维护规程，并在实践中不断总结经验，加强维护工作，使蓄电池经常保持良好状态，确保供电安全可靠，供电质量稳定，为通信设备提供良好的电源。

本章小结

把化学能转换为电能的装置，叫化学电池。干电池不需要直流电源预先给它储存电能，但一经放电后不能用充电的方法使活性物质再生，因而是一种不可逆电池。蓄电池则需要直流电源预先给它充电，将电能转换为化学能而贮蓄起来，当放电时又将化学能转换为电能供外电路使用，放电后能用充电的方法使活性物质再生，因而是一种可逆电池。

蓄电池具有电压稳定，供电方便和安全可靠等优点，因而蓄电池是通信的重要电源设备之一。

思考题

1. 什么叫电池？电池是怎样分类的？
2. 干电池和蓄电池有什么区别？
3. 蓄电池在通信工作中的重要地位？

第二章 铅蓄电池的构造

本章主要介绍固定型和移动型铅蓄电池的主要部件：极板和极群、隔离物、容器等的构造和作用，从而对蓄电池的总体结构有个全面了解。最后介绍了铅蓄电池的型号，规格，以便掌握铅蓄电池的容量与极板数目之间的关系，以利于合理选用各种型式的铅蓄电池。

铅蓄电池主要由正极群（又称正极板组）、负极群（又称负极板组）、电解液和容器等组成。根据使用范围、容器、正极板结构、额定容量和特殊性能等等，可分为许多种类和不同型式。

如按不同用途和外形结构分，可以分为固定型和移动型两大类。固定型又分为开口式、封闭式、防酸隔爆式和消氢式等；移动型又分为汽车起动用、摩托车用、蓄电池车用（又称电瓶车用）、火车用、船舶用、特殊用等。

如按极板结构分，可以分为涂膏式（又称涂浆式）、化成式（又称形成式），半化成式（又称半形成式）、玻璃丝管式（又称管式）等。

本章先介绍固定型、移动型铅蓄电池的总体结构，然后分别介绍极板、容器、隔离物等组件以及铅蓄电池的型号和规格。

第一节 固定型铅蓄电池的总体结构

固定型铅蓄电池是供室内装置使用的，具有容量大、寿命

长的特点。这种电池单位容量的体积和重量都比较大。

一、固定型开口式铅蓄电池

固定型开口式铅蓄电池的外型结构分别如图2-1和图2-2所示。

容量小的固定型开口式铅蓄电池的容器大都用玻璃缸，容量大的则用铅衬木槽。

固定型铅蓄电池成组使用的时候，可安装在木架上或耐酸建筑台上。

固定型铅蓄电池使用的电解液，因容积较大，比重可较低(一般在 $1.200\sim 1.210/25^{\circ}\text{C}$ 范围)，借以减少电池的内阻，并减少对极板和木隔板的腐蚀。

固定型开口式铅蓄电池的规格及电气性能见附录一。

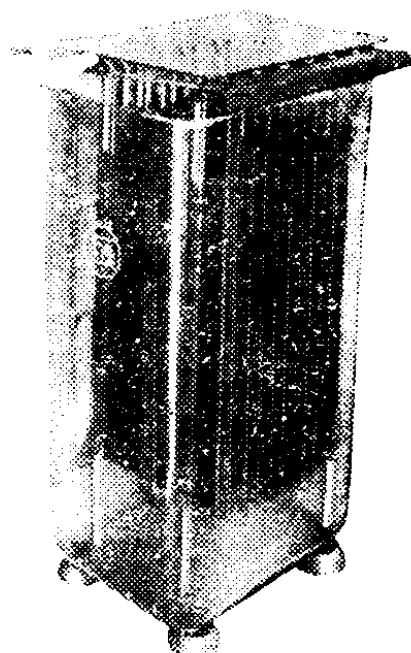


图 2-1 GG-360固定型
开口式铅蓄电池

二、固定型防酸隔爆式铅蓄电池

固定型防酸隔爆式铅蓄电池的外型结构如图2-3所示，它是固定型铅蓄电池中的新产品，现已广泛使用。它由管式正极板、涂膏式负极板、微孔隔离板及透明塑料电槽（或硬橡胶电槽）等组成。电池盖上安有防酸隔爆帽，有的电池内部还装用一个特制的温度比重计，供指示电解液温度及比重用。

防酸隔爆帽是用金刚砂压制成型，金刚砂即氧化铝(Al_2O_3)，为多孔性物质，便于防酸雾及透气。它的原理是：将压制成型的金刚砂帽浸入适量的硅油熔液(或四氟乙烯)，硅油附着在金刚砂表面形成覆盖膜，又因为金刚砂帽具有 $30\sim 40\%$ 的孔隙，当电池在充电过程中，电解液分解出来的氢气和