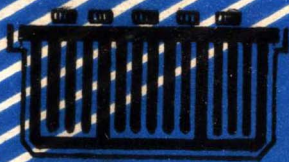


现代化学电源

周系维 陈树春 左本成 编著



河北大学出版社

现代化学电源

周系维
陈树春 编 著
左本成

现代化学电源

周系维 陈树春 左本成 编著

河北大学出版社出版发行

(保定合作路4号河北大学院内)

河北省新华书店经销

河北供销印刷厂印刷

开本, 787×1092 1/32 印张, 10.75 字数, 235 千字

1991年5月第1版 1991年5月第1次印刷

印数: 1—2000

ISBN7—81028—031—7/O·5

定价: 3.70元

前 言

从1800年化学电源诞生至今已近200年的历史了，锌—锰干电池和铅酸蓄电池是最早发展起来的两个系列，开始只用于照明和通讯。随着科学技术的发展，化学电源的应用日趋广泛，传统电池已远远不能满足要求。碱性蓄电池相继问世，镉—镍电池，铁—镍电池，锌—银电池便是常用的几种。它们的优点是比能量较高，低温性能好，可大电流放电，具有较长的使用寿命。所以，不仅在某些使用锌—锰电池和铅酸电池的场所由之代替；而且为铁路、飞机、便携通讯、电动工具、军事、卫星等提供了稳定可靠的电源。

军事装备现代化、空间探索、海洋开发、医疗器械的发展，推动了电源技术的发展。研制出各种高能新型化学电源。如：锂电池，钠—硫电池，氢—镍电池等。这些电池系列，电压高：一般开路电压为3V左右，比能量大，贮存寿命长。

电子工业的飞速发展，集成电路的广泛使用，使各个领域仪器设备走向小型化和微型化，与其配套的小型电池也应运而生，扣式电池是小型化电池的代表，广泛应用于助听器、电子手表、袖珍计算器等。

空间飞行器电源更引人注目，自从1957年苏联发射世界

上第一颗地球人造卫星以来，空间事业发展很快。空间用电池必须满足功率大，重量轻，寿命长等要求。目前，全密封镉—镍蓄电池是卫星用的重要化学电源。随着航天技术的不断发展，预期容量大，比能量高，功率范围宽的氢—镍电池、再生氢—氧燃料电池，将代替镉—镍电池，成为九十年代空间站上与太阳能电池匹配的贮能电源。

化学电源已广泛应用于空间、国防、工业、交通及民用等各个领域，与我们关系十分密切，并在能源工业革命中占有举足轻重的地位。

我国电池工业起步于本世纪初，至今已有70多年的历史了。近几年来发展很快，现已有研究和生产单位约500家，从事电源行业的职工12万人以上，业已形成相当可观的规模。为了满足广大职工学习、了解、掌握常见化学电源的基本知识和技能，特编写了这本小册子。为达到普及之目的，对常见和有发展前途的电池系列，按发展简史、特点、用途、原理、电性能、组成、使用与维护等作了概括，力求通俗易懂，简明扼要。

由于我们水平有限，书中不当之处在所难免，欢迎读者批评指正。

作 者

1990年2月

目 录

第一章 锌—锰电池

- § 1-1 概述 (1)
- § 1-2 电池组成 (3)
- § 1-3 原理 (7)
- § 1-4 几种常见质量问题 (12)
- § 1-5 电池的保管、使用与维护 (13)

第二章 铅酸蓄电池

- § 2-1 概述 (16)
- § 2-2 工作原理 (23)
- § 2-3 电池组成 (25)
- § 2-4 铅酸蓄电池的使用与维护 (29)
- § 2-5 铅酸蓄电池的内部故障及其排除 (33)

第三章 镉—镍蓄电池

- § 3-1 概述 (38)
- § 3-2 工作原理 (42)
- § 3-3 电池组成及制造 (47)
- § 3-4 电池的挑选、使用与维护 (51)
- § 3-5 碱性蓄电池型号命名方法 (56)

第四章 锌—银电池

- § 4-1 概述 (59)
- § 4-2 工作原理 (65)
- § 4-3 电池组成 (68)
- § 4-4 锌银电池的使用与维护 (72)

第五章 热电池

- § 5-1 概述 (75)
- § 5-2 热电池的主要组成部分、要求及其
作用 (77)
- § 5-3 镁/五氧化二钒热电池 (79)
- § 5-4 钙/硫酸铅热电池 (81)
- § 5-5 钙/铬酸钙热电池 (83)
- § 5-6 锂铝/二硫化铁热电池 (84)
- § 5-7 热电池型号命名方法 (87)

第六章 锂电池

- § 6-1 概述 (92)
- § 6-2 锂—亚硫酸氯电池 (104)
- § 6-3 锂—碘电池 (109)
- § 6-4 锂—二氧化锰电池 (113)
- § 6-5 锂—二氧化硫电池 (116)
- § 6-6 锂—铬酸银电池 (119)

第七章 铁—镍蓄电池

- § 7-1 概述 (123)
- § 7-2 工作原理 (125)
- § 7-3 有机板盒式铁—镍蓄电池的制造 (128)
- § 7-4 烧结式铁—镍蓄电池 (131)
- § 7-5 先进的铁—镍蓄电池 (132)
- § 7-6 开口铁—镍蓄电池的使用与维护 (133)

第八章 锌—镍电池

- § 8-1 概述 (134)
- § 8-2 工作原理 (136)
- § 8-3 电池的结构和组成 (138)

§ 8-4	密封电池设计应考虑的问题	(140)
§ 8-5	使用与维护	(141)
第九章	氢—镍电池	
§ 9-1	概述	(143)
§ 9-2	工作原理	(145)
§ 9-3	电池组成	(148)
§ 9-4	使用与维护	(150)
第十章	氢—银电池	
§ 10-1	概述	(151)
§ 10-2	工作原理	(153)
§ 10-3	电池结构与组成	(155)
第十一章	镉—银电池	
§ 11-1	概述	(158)
§ 11-2	工作原理	(160)
§ 11-3	电池组成	(161)
第十二章	镉—氧化汞电池	
§ 12-1	概述	(164)
§ 12-2	工作原理	(166)
§ 12-3	电池组成	(167)
§ 12-4	汞电池的管理、使用和处理	(169)
第十三章	锌—氧化汞电池	
§ 13-1	概述	(170)
§ 13-2	工作原理	(172)
§ 13-3	电池组成及结构	(174)
§ 13-4	锌—氧化汞电池存在的问题	(176)
第十四章	锌—空气电池	
§ 14-1	概述	(178)

§ 14-2	工作原理	(180)
§ 14-3	电池组成	(181)
§ 14-4	使用须知	(184)
第十五章 镁电池		
§ 15-1	镁—锰干电池	(185)
§ 15-1-1	概述	(185)
§ 15-1-2	工作原理	(187)
§ 15-1-3	电池组成	(188)
§ 15-1-4	电池工作特性及设计应考虑的问题	(190)
§ 15-2	镁—氯化银贮备电池	(191)
§ 15-2-1	概述	(191)
§ 15-2-2	电池组成	(192)
§ 15-2-3	工作原理	(193)
§ 15-2-4	使用须知	(195)
§ 15-2-5	鱼雷电池发展概况	(195)
第十六章 钠—硫电池		
§ 16-1	概述	(197)
§ 16-2	工作原理	(198)
§ 16-3	电池组成	(200)
§ 16-4	电池结构	(201)
§ 16-5	钠—硫电池损坏的检测方法	(203)
§ 16-6	钠—硫电池有待解决的技术问题	(203)
§ 16-7	钠—硫电池的未来	(204)
第十七章 燃料电池		
§ 17-1	概述	(205)
§ 17-2	简单介绍六种燃料电池	(208)

第十八章 隔膜

- § 18-1 隔膜的作用和意义…………… (213)
- § 18-2 隔膜应具备的条件及其原因…………… (213)
- § 18-3 介绍几种常用隔膜…………… (214)
- § 18-4 隔膜的测试方法…………… (223)

第十九章 原材料

- § 19-1 锌板…………… (233)
- § 19-2 铅…………… (234)
- § 19-3 铋…………… (235)
- § 19-4 镉锭…………… (236)
- § 19-5 镍带…………… (238)
- § 19-6 钙箔…………… (239)
- § 19-7 锂带…………… (239)
- § 19-8 二氧化锰粉…………… (240)
- § 19-9 活性锌粉…………… (242)
- § 19-10 活性银粉…………… (243)
- § 19-11 羰基镍粉…………… (244)
- § 19-12 升华氧化镉…………… (247)
- § 19-13 石墨…………… (248)
- § 19-14 乙炔黑…………… (249)
- § 19-15 锗粉…………… (250)
- § 19-16 铬酸钡…………… (250)
- § 19-17 高岭土…………… (251)
- § 19-18 无水 LiCl…………… (251)
- § 19-19 KCl…………… (252)
- § 19-20 硝酸镍…………… (252)
- § 19-21 硝酸镉…………… (253)

§ 19-22	氢氧化钠	(254)
§ 19-23	氢氧化钾	(255)
§ 19-24	氯化锌	(255)
§ 19-25	氯化铵	(256)
§ 19-26	活性炭	(257)
§ 19-27	聚 2-乙 烯 基 吡 啶 碘	(257)
§ 19-28	亚硫酸氯	(258)
§ 19-29	不锈钢板	(258)
§ 19-30	可伐合金	(259)
第二十章	溶液配制	(260)
第二十一章	电池设计	
§ 21-1	概述	(272)
§ 21-2	电池设计原则	(272)
§ 21-3	单体电池设计	(274)
第二十二章	有关电池的常用名词术语	(277)
附 录		(305)

第一章 锌—锰电池

§ 1—1 概 述

1. 发展简史

1800年3月，当时闻名的伏打电池由意大利物理学家伏打设计成功，从此化学电源诞生。1865年，法国科学家勒克朗谢在伏打电池的基础上，研制出二氧化锰作正极，锌作负极，氯化铵水溶液作电解液的电池体系。为了纪念这位创始人，通常把锌—锰电池称为“勒克朗谢电池”。以后经过不断地研究和改进，先后研制出叠层式、纸板式及碱性锌—锰电池。

2. 特点

1 > 优点：①使用方便，安全可靠；②工作温度范围宽；③贮存性能良好；④携带方便；⑤工艺简单、稳定；⑥品种齐全；⑦材料来源丰富；⑧产量大，价格低。

2 > 缺点：①比能量低；②放电电压不稳定；③低温性能较差；④不宜大电流连续放电；⑤受放电电流的影响较大。

3. 型号命名

1 > 锌—锰电池型号命名

国际IEC标准规定：

R表示圆筒形，R后的阿拉伯数字表示电池的规格顺序号，电池的外形尺寸越大，顺序号就越大。如R₄₀表示甲电，R₂₀表示一号电池，R₁₄表示二号电池，R₁₀表示四号电池，

R₆表示五号电池，R₁表示八号电池。

2 > 碱性锌—锰电池型号命名

国际IEC标准规定：L表示碱性，R表示圆筒形，“LR”是碱性锌—锰电池的代号，LR后面的数字，意义同上。如LR₂₀为一号圆筒式碱性锌—锰电池，其余类推。

4. 分类

锌—锰电池在一百多年的发展历程中，不断改进，不断创新，形成了几种锌—锰电池：

1 > 糊式：采用浆糊层作为电池隔离层的锌—锰电池，又叫勒克朗谢电池，或简称干电池。

2 > 叠层式：在圆筒糊式电池的基础上，为提高电池体积比能量，简化串联组合工艺，而研制出的叠层式锌—锰电池。

3 > 纸板式：采用浆层纸板作为隔离层的锌—锰电池。

4 > 碱性锌—锰电池：采用氢氧化钾水溶液作为电解液的锌—锰电池。

5. 用途

锌—锰干电池是产量最大，用途最广的一种一次性化学电源。总的来说，糊式电池及纸板式电池，适用于中、小电流间歇放电使用，而纸板式电池性能优于糊式电池，漏液现象减少，为大电流短时间的放电使用提供了较高的容量，所以有“高性能”之称。

碱性锌—锰电池，容量高（为普通锌—锰电池的2—3倍），放电电压平稳，放电后电压恢复能力强，内阻小，防漏性能好，高低温工作均可。所以，它适用于大电流连续放电及用于野外低温工作的仪器设备。

其具体使用范围包括：

手电筒照明，闪光灯，电子打火机，野外作业照明、电子表、剃须刀、电动玩具、助听器、晶体管收音机、录音机、录相机、电子计算器、电话机、信号装置、自控装置、农用微量喷雾器、通讯机、理化分析测试仪器、通讯载波器等。

§ 1—2 电池组成

首先介绍糊式锌—锰电池，其它几种大同小异，都是在此基础上派生出来的。

1. 糊式锌—锰电池的组成

1) 负极：

金属锌，作成锌筒，既是负极又是电池容器（外壳）。锌材纯度要高，铜、铁等有害杂质含量应尽可能低。为了提高锌的物理性能，可有目的地加入少量其它元素。如加入少量铅，可改善锌的延展性，延缓锌的腐蚀速度；加入少量镉，使锌结晶变细，增加锌的机械强度，提高锌的抗腐蚀能力。

2) 正极：俗称炭蕊或电芯。

由二氧化锰、乙炔黑，石墨粉、固体氯化铵及一定量的电解液组成，混合均匀，加压制成圆柱形电芯。外面包一层棉纸，防止电芯掉粉，中央插入炭棒，作为正极集流体。

（1）二氧化锰：是正极活性物质，简称锰粉，直接参加电池反应。锰粉有三种：天然锰粉、电解锰粉、化学锰粉。以电解锰粉为最好。

电解锰粉的特点：电化学活性大；二氧化锰含量高，一般大于或等于95%；杂质含量少，有利于提高电池的放电容量。

(2) 乙炔黑和石墨粉：都由碳构成，是同素异构体。具有良好的导电性和一定的吸液能力，加入活性物质中，可提高活性物质利用率，延长电池贮存寿命。

3 > 炭棒

由石墨粉（起导电作用）与煤沥青（起粘合作用）组成，二者加热充分混合，加压成型，经熔烧、增水处理而成。

(1) 炭棒的作用：a. 作正极集流体，起导电作用；
b. 起透气作用：电池内部产生的气体，沿炭棒毛细孔向外逸出。

(2) 炭棒应具备的条件：a. 电阻小；b. 机械强度高；c. 表面粗糙，以利于和电芯粉料紧密接触；d. 透气性好，防止电池产生气胀；e. 有一定防水性，防止电解液沿炭棒渗出，造成漏液，腐蚀铜帽。

4 > 铜帽：

正极端子，加铜帽目的是使电接触良好，组合电池时，可作接线柱。

5 > 电解液：

电解液由： NH_4Cl 、 ZnCl_2 ，（以 NH_4Cl 为主）、稠化剂（面粉、淀粉）缓蚀剂（升汞）组成，混合均匀，配制成不流动的糊状物。

它充填在正负极之间，既是隔离层，又起着离子导电的作用。

6 > 封口剂：

沥青、石蜡、松香和凡士林混合组成。

7 > 外壳：

①铁壳；②塑料壳；③纸壳

2. 纸板式锌—锰电池的组成:

隔离层采用浆层纸(纸板),其作用有二,一是吸收电解液,二是阻止正极活性物质通过。所以,它既是电池的隔板,又是电解液的载体。

浆层纸的构成:基纸+浆糊层。基纸是优质牛皮纸,或者电缆纸。上面涂敷一层由氯化铵、氯化锌和有机粘结剂组成的浆糊层。浆层纸包在电芯外面、放入锌筒,将炭棒插入电芯,补液,封口即成纸板电池。

国内大部分五号电池已改为纸板式电池,按电解液的不同分为铵型电池和无铵型电池。铵型电池是电解质以氯化铵为主(与糊式电池相同);无铵型电池的电解质为氯化锌,不用或少用氯化铵。无铵型电池防漏性能好,而间歇放电容量不如铵型电池。

纸板电池的优点是:①由于活性物质二氧化锰的量增多,电池容量相应提高20—25%;②糊层薄,电阻小,短路电流大;③漏液现象减少。

3. 碱性锌—锰电池

碱性锌—锰电池又称第二代锌—锰电池。

由于电解液采用氢氧化钾水溶液,故称碱性锌锰电池。其组成简介如下:

1 > 负极:

活性物质是汞齐化的锌粉,用羧甲基纤维素和碱液调配均匀,作成锌膏式负极。

2 > 镀锡铁芯(相当于炭棒)。

插入锌膏中央,是负极的集流体。所以,电池帽端为负极。

3 > 正极:

由电解锰粉、乙炔黑石墨粉和一定量的碱液组成，混合均匀后加压成环状，紧贴外壳筒体内壁。所以外壳带正电。

4 > 电解液

氢氧化钾水溶液，比重1.3—1.4，用羧甲基纤维素调成凝胶状

5 > 隔膜：

耐碱棉纸，放在正负极之间。

碱性锌—锰电池的特点：

(1) 结构与糊式电池不同。糊式电池外壳为负极，盖子中央炭棒为正极。而碱性锌—锰电池，外壳为正极，盖子中央帽端为负极。

(2) 具有可充电性；碱性锌—锰电池，既是一次电池，也是二次电池，它具有可充电性。一般情况下充放循环可达30—50次，但要实现可充性，必须严格遵守以下三点：

a. 防止过量放电：在放出容量的三分之一左右时，就要进行充电。电池随放随充效果最好，若放电后间隔时间过长，或全部放完电的电池，充电效果较差。

b. 充电电流的控制：一号电池充电电流应小于或等于250mA；二号电池充电电流应小于或等于120mA；五号电池充电电流应小于或等于60mA。如果电流超过允许值，易损坏电池。

c. 控制充电终止电压，充电终止电压不能超过1.75V，否则过充电，使电池内部产生大量气体，易造成电池漏液，甚至引起爆炸。

4. 叠层式电池（相当于组合电池），

将正负电极及隔膜一层层依次叠放在一起，根据电池设计要求，控制层数多少组成高电压电池组。电池结构十分紧凑，具有体积小，电压高，体积比能量大等优点。