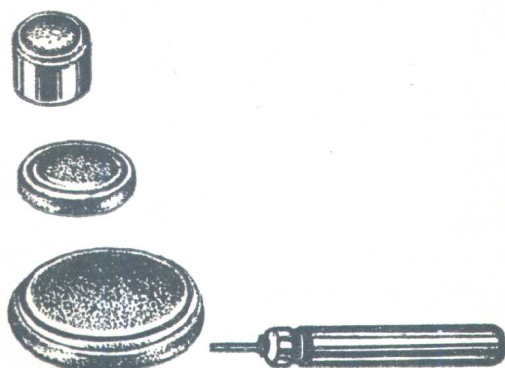


电子设备电源技术普及丛书

微型电池

王知人 编著



人民邮电出版社

电子设备电源技术普及丛书

微 型 电 池

王 知 人 编 著

人 民 邮 电 出 版 社

内 容 提 要

随着电子手表、微型计算器、微型电脑、助听器、心脏起搏器等电子器件的发展，微型电池的应用已日趋广泛。

本书从应用的角度出发，通俗易懂地介绍了微型电池的基本概念、种类、规格、特点、应用范围、使用方法、选用原则以及发展前景等知识，对微型电池的普及推广，会起到一定的促进作用。

本书适合微型电池的使用者、无线电爱好者、电子器件修理人员和销售人员作为知识性普及读物，也可供有关设计制造人员参考。

电子设备电源技术普及丛书 微 型 电 池

王知人 编著

人民邮电出版社出版

北京东长安街 27 号

河北省邮电印刷厂印刷

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 1981年12月 第 一 版
印张：3 4/32 页数：50 1981年12月河北第一次印刷
字数：69千字 印数：1—13,000册

统一书号：15045·总2563-有5237

定 价：0.27元

前 言

随着现代化电子工业的发展，电子手表、微型计算器、微型电脑、助听器、心脏起搏器、电子打火机、微型通讯机、钓鱼用电浮子等各种民用、生物用和军用的微型电子器件层出不穷，令人眼花缭乱。驱动这些微型器件运转的电源，统称为微型电池，其中尤以钮扣式电池最为常见。作为微型电子器件心脏的微型电池，与人们的生活、学习和工作的关系日益密切，随着它的广泛应用，很多人希望了解这类电池的一些知识，本书正是为了满足这种要求而编写的。

本书从应用的角度出发，尽量通俗地介绍微型电池的基本概念、种类、规格、特点、应用范围、使用方法、选用原则以及发展前景等等。本书适合微型电池的使用者、无线电爱好者、微型电子器件的修理人员和销售人员作为知识性普及读物，也可供有关设计制造人员参考。

本书承南开大学周作祥同志审阅，提出不少宝贵意见，表示衷心感谢。

由于作者水平有限，缺点和错误在所难免，欢迎读者提出批评指正。

作者

1981.3.

目 录

一、微型电池的式样、种类和特点	1
1.1 微型电池的式样	2
1.2 微型电池的种类	4
1.3 微型电池的发展简史	5
1.4 微型电池的一般特点	8
二、微型碱性电池	19
2.1 微型锌-氧化银电池	19
2.2 微型电池的前驱——锌-汞电池	27
2.3 微型锌-镍电池	29
2.4 离开空气不能“活”的电池——微型锌-空气电池	30
2.5 老电池的新花样——微型碱锰电池	34
2.6 各种微型碱性电池的对比	35
2.7 爬碱——微型碱性电池的拦路虎	37
三、微型锂电池	43
3.1 电池行列中的新秀——锂电池	43
3.2 微型锂电池中的佼佼者——锂-锰电池	52
3.3 比能量最大的锂-亚硫酰氯电池	55
3.4 1.5伏的锂电池——锂-氧化铜电池	56
3.5 永不漏液的固态电池——锂-碘电池	58
3.6 其它微型锂电池	62
四、微型电池的广泛用途	63
4.1 微型电池的一般用途	63

4•2	微型计算器的动力	66
4•3	谈谈电子手表应用锂电池的趋势	67
4•4	晚间钓鱼的乐趣	69
4•5	微型电池在野生生物研究中的作用	71
4•6	微型电池是心脏起搏器的“心脏”	71
4•7	微型电池还在向人体内部发展	78
4•8	微型电池与生物的奇妙结合——生物化学电池	82
五、	微型电池的使用方法和选用原则	86
5•1	微型电池的使用注意事项	86
5•2	购买微型电池时怎样挑选	88
5•3	微型电池的维护方法	89
5•4	微型电池的故障及修复	90
5•5	放完电的电池或废电池的处理	90
5•6	选用微型电池的基本原则	90

一、微型电池的式样、种类和特点

微型电池是一种把化学能直接转变成直流电能的微小装置，是一种颇为重要的能源电子器件。这种产品是随着现代化的科学技术和现代化的生活来到人们面前的。前些年，知道微型电池的人很少，现在它的应用，特别是在人民生活中的应用已经相当普遍了。戴电子手表的人自然知道微型电池的作用并不微小，有袖珍计算器的人懂得少了微型电池也不行，某些心脏病病人离开它就难以使用起搏器进行抢救，各种五花八门的微型电子器件没有它就没有了灵魂。十年以前如果没有微型电池，我们并不感到缺少什么，现有若是突然失去微型电池，会出现什么情景呢？我们从微型电池的军事、民间和生物工程方面的广泛应用中，将不难找到答案。像石油枯竭可引起大的能源危机一样，微型电池的不足，也可能造成“微型能源危机”。由于微型电池与微型电子器件（包括集成电路和超大规模集成电路等）密切相关，所以世界各国对微型电池的发展都很重视，已形成独立的微型电池工业。

电池与其它电子设备一样也是有大有小的。大的例如潜水艇用的铅酸蓄电池，重达几百吨，可谓巨型电池。我们日常生活中常见的干电池，就有1号、2号、5号、8号等几种大小不同的型号。目前世界上最小的电池，直径只有5.5毫米，厚度只有1.5毫米。所谓微型电池，顾名思义，就是重量和体积都很小的电池，当然它的输出能量也较小。那么，究竟多小的电池算作微型电池呢？目前国际国内还没有很严格的规定，或许也没有必要作严格的规定，因为电池的大小本来就是相对的。

就国际国内的趋势来看，多半把尺寸和重量小于 5 号干电池的电池统称为微型电池。

1.1 微型电池的式样

提起微型电池，人们会不约而同地联想到近年来市面上常见到的钮扣式电池。其实微型电池的外部形状是多种多样的，并不是固定一种格式，即便是一种式样，也有尺寸大小之分。一种微型电池形状的选定，常常取决于三个方面的条件，主要的是要满足电子器件对电池外形的要求；其次要考虑电池本身能否做成这样的外型，另外还要照顾到各种器件使用它的通用性，尽可能采用标准化的尺寸，以便于互换。当前我国和其它国家已经出现的微型电池式样大致有如下几种（见图 1）。

1. 钮扣形

形状如同大大小小的钮扣，这种形状的微型电池通常称为钮扣电池。电子手表、袖珍计算器、助听器等大都采用钮扣形电池。

2. 硬币形

比钮扣形更薄，像五分、二分和一分的硬币差不多，厚度一般在 2 毫米以下。这种外形是适应电子器件的薄形化需要而产生的，其用量将来要超过钮扣形，目前主要用于高档的微型电子器件。

3. 圆柱形

外形像 5 号干电池，但尺寸小得多。其中最小的一种是针



图1 形形色色的微型电池

形，直径只有3~4毫米。8号干电池也可以算作微型电池。

4. 特殊形状

有半圆形、扁方形，三角形，环形、薄膜形等等。这些外形的电池大多是为特殊用途设计的。

1.2 微型电池的种类

电池通常是由五个部分组成的，即正极、负极、电解质溶液、隔膜和封装零部件。电池的分类一般是按五个组成部分的不同而划分的。每一种微型电池的叫法不尽相同，通常是将负极与正极联在一起称呼，例如，锌-氧化银电池。但是，很多电池都有一个习惯叫法，有的只称正极，例如将锌-氧化银电池称为氧化银电池，有的还简称为银电池，其实三种名称代表同一种电池。微型电池种类繁多，到目前为止已约有二十种之多，以后还会出现新的品种，但总的来说可分为两大类。

一类是微型碱性电池，包括氧化银电池、汞电池、锌-空气电池、锌-镍电池、碱性锌-锰电池、镉-镍电池、镉-汞电池等。这些电池均采用氢氧化钾（俗称苛性钾）或氢氧化钠（俗称苛性钠）的水溶液作为电解质溶液，因之统称为碱性电池。

另一类是微型锂电池，包括锂-锰电池、锂-碘电池、锂-亚硫酰氯电池、锂-铬酸银电池、锂-氧化铜电池、锂-硫化铁电池等十几种。这些电池的负极都是金属锂，因之取名锂电池。其中有的用有机溶剂作为电解液，如锂-锰电池，也可称为锂有机电解质电池；有的用无机溶剂作为电解液，如锂-亚硫酰氯电池，也可称为锂-无机电解质电池；有的电池的电解液是固态的，如锂-碘电池，也可称为锂固体电解质电池或称固态电池。

微型电池也可以分为一次电池和二次电池，分别叫微型原电池和微型蓄电池。例如微型碱性电池中，氧化银电池可以是原电池，也可以是蓄电池，锌-镍电池也可以做成蓄电池。微型锂电池中的大部分都是原电池，不久也将出现微型蓄电池。

微型电池还可以按用途的不同划分，例如手表电池、助听器电池、打火机电池、照相机电池等。

微型电池可以按专业性质划分，例如本书将要介绍的，均属微型化学电源；另有一大类叫微型物理电源，例如微型太阳能电池，它与微型蓄电池配合使用，可以作为电子手表的电源。还有微型原子电池、微型核温差电池，已成功地用作为心脏起搏器的电源。微型物理电源暂不列入本书介绍范围。

每一种微型电池除有文字名称外，还可以用化学符号表示。例如锌-氧化银电池，可以表示为 $\text{Zn-Ag}_2\text{O}$ ， Zn 就是元素锌的符号， Ag_2O 就是化合物氧化银的分子式。由于微型电池商标纸较小，一般不写文字名称，只写型号或符号，所以有必要将文字与符号作一对照，以便大家拿到电池就知道它的种类（见表1）。

1.3 微型电池的发展简史

微型电池不是近两年才有的。远在第二次世界大战期间，就已大量生产钮扣式锌-氧化汞电池，但主要是军用，一般不为人所知。

电池自十九世纪初发明以来，在小型化方面有一个漫长的发展过程。这个过程一方面依赖于电池本身的研究，另一方面在很大程度上取决于使用电池的电子仪器设备的发展，电子器件向微型化迈进一步，电池也跟着向微型化前进一步。一种新的微型电子仪表的出现，往往伴随着出现一种新的微型电池。1886年发明了干电池，这种电池价格便宜、使用方便，一直沿用到今天。谁是干电池的同时代产物呢？是电子管。本世纪中期以来，先是出现了晶体管、小型化的晶体管仪表不断涌现，

表1 微型电池文字名称与符号表示法对照

电池名称	符 号	电池名称	符 号
氧化银电池	$\text{Zn-Ag}_2\text{O}$	二价银电池	Zn-AgO
汞电池, 锌-汞电池	Zn-HgO	锌-镍电池	Zn-NiOOH
锌-空气电池	Zn-Air	碱锰电池	Zn-MnO_2
镉-汞电池	Cd-HgO	镉-镍电池	Cd-NiOOH
锂-亚硫酰氯电池	Li-SOCl_2	锂-二氧化硫电池	Li-SO_2
锂-锰电池	Li-MnO_2	锂-氟化碳电池	Li-(CF)_n
锂-铬酸银电池	$\text{Li-Ag}_2\text{CrO}_4$	锂-硫化铜电池	Li-CuS
锂-氧化铜电池	Li-CuO	锂-硫化铁电池	Li-FeS
锂-氧化铋电池	$\text{Li-Bi}_2\text{O}_3$	锂-氧化铅电池	Li-PbO_2
锂-碘电池	Li-I_2	锂-溴电池	Li-Br_2
锂-碘化铅电池	Li-PbI_2		

军用的姑且不说, 民用的半导体收音机和小型助听器, 促使5号干电池飞速发展, 助听器用的锌-汞电池也进一步趋于小型化。接着, 微型氧化银电池也大约与集成电路一起出现了。到了七十年代, 又发明了大规模集成电路, 这时我们才有可能将一块很小的电子“仪器”戴在手腕上(称为电子手表), 也有可能做成袖珍计算器装在口袋里, 走到那里算到那里。不难想象, 如果我们用早期的电子管或晶体管做成电子手表, 那就会有几十公斤重, 至少也要像一个半导体收音机那么大, 谁也不会把这种“钟”戴在手腕上! 当然电子手表是不能用1号或5号干电池供电的, 更不可能用交流电供电。如此说来, 仅仅电子仪器小型化了还不够, 电池也必须小型化和微型化, 才有可能出现电子手表一类的微型便携式电子装置。现在超大规模

集成电路已普遍应用，值得庆幸的是，微型电池并没有落后，也在向超薄、超小和薄膜化大踏步前进。

电池的微型化是电子工业的迫切要求，因而是各种电池发展的必然趋势之一。电池向微型化发展有两个特点，一是旧有的电池体系千方百计地微型化并不断地改进和提高。特别是碱性电池，除了汞电池一开始就是钮扣式而外，其它电池大都经历了由大型到小型，又到微型的过程。但旧有的电池体系毕竟还不能满足需要，于是又出现了第二个特点，发展了大量新型电池体系，这就是全世界各国都已大力研究和生产的高能电池，其中主要是锂电池。相当多的锂电池一开始就做成微型的。

从七十年代中期以来，微型电池发展的速度特别快，微型电池工业已成为先进工业国家经济的一个组成部分。国外有人估计，1978年仅电子手表和电子计算器所用电池的世界总销售额就达2.03亿美元，1983年将增至6.75亿美元。1978年各种微型电池的总销售额为5.25亿美元，1983年预计将增至12亿美元。由这些数字不难看出，微型电池的地位是不能用它本身尺寸的大小来衡量的。

我国较早生产的微型电池是钮扣式镉-镍蓄电池，五十年代中期开始有钮扣式锌-汞电池。一九七四年以来，陆续有了氧化银电池和锂电池。一九八〇年国产钮扣式电池已有少量进入国内外市场。随着很多电子产品的进口，也同时进口了大量微型电池。我国所用微型电池呈现着品种繁多的复杂局面。

随着现代化电子工业的进一步发展，特别是微处理机的出现和广泛应用，各种微型电脑的问世，都在改变人们的日常生活。随着电子装置的微型化，所采用的电池也会更加微型化。可以毫不夸张地预期，微型电池必将更大量地更广泛地进入生活的各个领域，它即将成为我们美好生活的必需品。

1.4 微型电池的一般特点

上面已说明了微型电池与电子器件的密切关系，那么究竟微型电子器件对电池有些什么样的要求呢？换句话说，微型电池应具备什么样的性能才能满足使用要求呢？这是一个问题的两个方面，不妨通过介绍微型电池的一般特点来回答这个问题。

1. 工作电压平稳和缓慢跌落特性

电子仪器所用电源的电压精度一般都要求较高，微型电池的工作电压变化范围应能符合这一要求，多数电池的电压精度小于 $\pm 10\%$ 或 $\pm 5\%$ 。

工作电压与工作时间的关系可用图2放电曲线来表示。图中曲线的平坦部分叫电压平台，它越平直，就代表工作电压越平稳。图中指出的终止电压是根据仪器所要求电压精度的下限和电池本身的特性选取的，电池放到终止电压就认为放电完了。

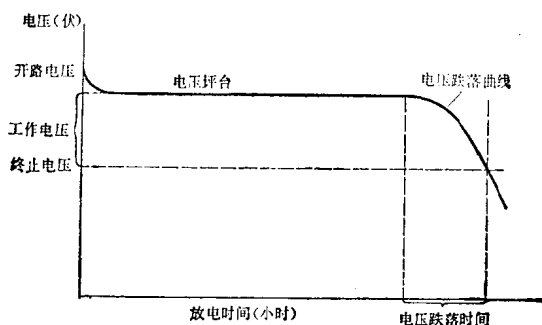


图2 微型电池的放电曲线

电压平台的末端与终止电压之间，工作电压下降较快，称为电压跌落曲线。一般的电子器件对跌落时间没有什么特殊要求，但有的电子器件例如心脏起搏器就要求电池具有较长的跌落时间。

2. 比容量大

电池在指定的放电条件下（包括指定放电电流、放电深度、终止电压等）所放出的电量叫容量。电池容量等于放电电流乘以放电时间。电池容量的单位通常以“安培·小时”（简称“安时”）表示，微型电池的容量大都用“毫安时”表示。大家知道， $1\text{安培} = 1000\text{毫安培}$ ，所以 $1\text{安时} = 1000\text{毫安时}$ 。从物理学中得知， $\text{库仑} = \text{安培} \cdot \text{秒}$ ，所以 $1\text{安时} = 3600\text{库仑}$ ， $1\text{毫安时} = 3.6\text{库仑}$ 。

比容量就是电池单位重量或单位体积所放出的容量，分别称为重量比容量和体积比容量。比容量的物理意义是什么呢？在输出容量相同的条件下，重量比容量越大，则电池重量越轻，体积比容量越大，则电池体积越小；换句话说，在要求重量相同的条件下，重量比容量大的电池，输出容量也大，在要求体积相同的条件下，体积比容量大的电池，则输出容量也大。

电池的比容量特性是十分重要的，尤其是体积比容量更为重要。因为微型电子器件的体积很小，因而对微型电池的体积有严格的要求。这样一来，只有那些体积比容量大的电池才更适合微型化。比如，如果把普通干电池微型化做成手表电池，则只能用几个月，容量显然不符合电子手表应用的要求。

3. 比能量高

电池在指定放电条件下所做的电功，叫能量。电池单位重

量和单位体积所释放的能量分别称为重量比能量和体积比能量。将电池的比容量乘以工作电压就是比能量了。电池能量的单位常用“瓦时”，有时也用“毫瓦时”。比能量的单位主要用瓦时/公斤和瓦时/升，有时也用瓦时/克和瓦时/毫升。

比能量这个概念用途甚广，凡是电池，不管是大小，都要问一问它的比能量是多少。毫无疑问，人们希望电池的体积和重量尽可能地小，而释放的能量却要尽可能地大，也就是说，希望电池的比能量尽可能地大。比能量较大的电池，叫高能电池。当前，锂电池是最有名气的高能电池。

比能量和比容量这两个概念，仅有一字之差，但却是不同的。特别是对微型电池而言，比能量高并不意味着比容量也高。例如高能锂电池，其比能量都很高，但其比容量却只达到微型碱性电池的中等偏上水平。为什么呢？原因就在于两种电池的工作电压差别很大。

微型电池的比容量和比能量都有理论值和实际值之分。理论值是根据正极和负极含有的反应物质的重量和体积、它们从理论上所能放出的电量以及开路电压计算的。实际值则是根据整个电池或电池组的重量和体积、实际上放出的电量以及工作电压计算的。显然，理论值永远大于实际值。在对比各种电池的优劣时，着眼点主要是实际比容量和比能量的大小。

各种微型电池的比能量数值将在下面具体介绍电池时列出。读者如有兴趣，可计算一下自己所买电池的比能量。不过这里要指出，微电子器件的工作方式通常是脉冲式的，即工作电流周期性地忽高忽低，这时电池的放电电流取平均值即可。

4. 密封性好

密封性好，有时也叫耐漏性好。为什么电池的密封性要好

呢？有电池本身的要求和微电子器件的要求这两种原因。

我们知道，作为电池组成之一的电解质溶液一般都是液体的，而且都有腐蚀性，密封不好就会漏出来，电解液一缺乏，电池便不能正常放电了。微型电池的负极和正极材料容易与空气中的水分和氧气、甚至氮气和二氧化碳起化学反应，这就要求电池密封好，不使外界的水分和空气进入电池，也不让电池内部电解液的水分飞出去，否则将引起电池寿命的缩短，甚至会引起电池气胀和爆炸。这些都说明电池的化学性质要求电池密封好，否则将不能正常工作。

微型电池装入微型电子器件，大部分与电子线路摆在一起，如果电池中有腐蚀性的成分泄漏出来，将会腐蚀线路，使线路工作不正常、寿命缩短。从这个角度看，电池也必须密封好。

那么，怎样使电池密封呢？通常采用两种方法。一种方法是机械密封，也叫卷边密封，这种密封的结构如图3所示。图

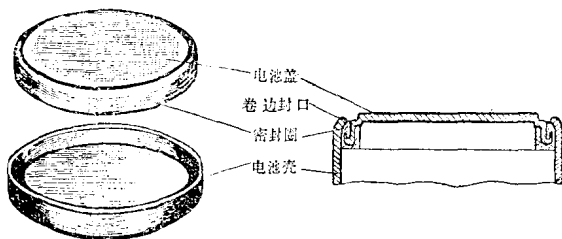


图3 微型电池的机械密封结构图

中的塑料密封圈是用尼龙、聚乙烯和聚丙烯等，预先注塑在电池盖的周边上而成形的，这种带密封圈的电池盖装入电池壳，靠封口模具的压力使电池壳收口（也叫卷边），形成对密封圈的压缩，从而达到密封。微型碱性电池，大部分钮扣式电池都