

原电池放电容量检测设备的技术要求和功能

王尔贤

中国轻工总会电池质量监督检测中心 (江苏 215006)

摘要 本文论述了原电池容量检测设备的技术要求、精度、功能和进展。

关键词 电池, 放电容量, 检测, 计算机控制

Technical Requirements and Functions of Detecting System for Discharge Capacity Output of Primary Batteries

Wang Erxian

Battery Quality Supervision and Inspection Centre of
China National Council of Light Industry, Jiangsu 215006

Abstract The technical requirements, functions and accuracy of the detecting system for the service output of primary batteries were discussed. And the course of development of the detecting system was described.

Keywords battery, discharge capacity, detection, computer control

1 引言

原电池的主要技术要求是放电容量和过放电耐漏液试验, 这两项检测均需使用放电容量检测设备来完成。国内外标准多数采用定电阻放电测量放电容量和过放电耐漏液试验, 影响放电容量检测精度有下列四要素:

- (1) 负载电阻;
- (2) 电压测量;
- (3) 时间控制和记录;
- (4) 环境温度和湿度。

除环境温度和湿度外, 其余三要素均是放电容量检测设备最重要技术指标, 国内外电池标准^[1-7]规定负载电阻的精度均为 $\pm 0.5\%$, 无需赘言。本文将对电压测量、时间控制和记录, 以及放电设备的功能作深入讨论, 供研制、选购和使用放电设备的技术人

员及有关人员参考。

2 电压测量

测量电池的电压, 用输入阻抗大的仪表测量, 测得数据接近真值; 用输入阻抗较小的电压表测量, 测得数据明显偏低。因此有关电池标准除规定电压测量仪表的精度外, 还规定了仪表的输入阻抗。

IEC 86 - 1^{[1][2]}和 GB 8897^{[4][5]}对电压测量仪表的技术要求均有规定。较早制定的标准^{[1][4][6]}对电压测量仪表的要求较低, 输入阻抗至少为放电电阻值的 10 倍, 而且每伏刻度至少为 1000Ω , 精度应为每 1.5V 在 0.01V 范围内(国产电磁式指针电压表无此规格, 输入阻抗较小)。新标准^{[2][5][7]}对电压测量仪表作了较严的要求, 精度应 $\leq 0.25\%$ 、输入阻抗应 $\geq 1M\Omega$ 。电磁式指针电压表和 $3\frac{1}{2}$ 位数字万用表等均达不到此要求, 4 位或 4 位以上的数字电压表才能满足此精度要求。

作者简介:

王尔贤, 男, 1936 年生, 高级工程师

笔者认为用于测量开路电压和负载电压的仪表,技术要求应该有所区别。因为开路电压是外电路断开时电池正负极间的电位差,而测量负载电压时,电池通过负载电路放出电能,负载电阻最小的为 1Ω ,最大的为 $100k\Omega$ (SR65、LR65、TR65扣式电池),普通圆柱形电池的负载电阻在 1Ω 至 3000Ω 之间,扣式电池的负载电阻在 $5.1k\Omega$ 至 $100k\Omega$ 之间。选用测量仪表时,应综合考虑负载电阻的阻值、测量的频率和速度等因素。负载电阻大、测量频率高、测量速度慢,使用的测量仪表输入阻抗应大;反之,测量仪表输入阻抗可小些,不能一概而论。例如:SR65的负载电阻为 $100k\Omega$,用输入阻抗 $1M\Omega$ 的电压表测量, $100k\Omega$ 并联 $1M\Omega$ 电阻,并联电阻为 $90.9k\Omega$,使被测量电池负载电压更快下降,测得负载电压偏低,放电时间也偏低。但是,用于负载电阻较小的普通圆柱形电池测量,仪表的输入阻抗 $\geq 1M\Omega$,规定得过大了。比如:R03负载电阻 300Ω 放电,用输入阻抗 $0.1M\Omega$ 电压表测量负载电压,并联后的负载电阻为 299.1Ω ,造成负载电阻相对误差为 -0.3% ,就在允许范围之内。

3 时间控制和记录

原电池的放电容量检测,绝大多数采用定电阻放电,放电制式可分为三大类:

(1) 连续放电(24h/d);

(2) 间歇放电

每天放电 1、5、10、30min 和 1、2、4、12、(1+1)h;

(3) 特殊放电

模拟手电筒,每天检测 8h,每小时的前 4min 放电。脉冲试验,每天检测 24h,15s 放电,45s 停放。模拟寻呼机 3000Ω 电阻连放,外加 10Ω 电阻间歇放电 5s/h。自动照相机加速应用试验 $5.6k\Omega$ 电阻连放,外加 $39k\Omega$ 电阻间放 1s/6s 每天共放电 5min。

时间控制和记录的精度,有关标准中均无明确规定。作者认为应与电压测量精度及负载电阻精度匹配,电压测量仪表精度要求

$\leq 0.25\%$,负载电阻精度要求 $\leq 0.5\%$,时间精度应 $\leq 0.5\%$ (间歇放电和脉冲放电是累计精度)。如果按此要求,放电容量精度可保证在 $\pm 0.5\%$ 以内。

4 手工放电设备

最原始的放电容量检测设备是手工放电设备,检测前在电池的正负极分别焊接一铜线,利用接线柱将电池的正负极引出线固定和连接,当钮子开关闭合时,电池与负载电阻接通,电池放电。实践证明,用焊接铜线的方法放电太落后了,不但浪费人力,而且这种方法不能用于小型电池,尤其是扣式电池,因为焊线时的热会损坏电池的密封材料。近十年来有些单位逐步改用弹簧的夹具固定和连接电池,只要注意电池正负极与夹具间的接触电阻,负载电阻的精度可符合标准要求。使用 4 位或 4 位以上的数字电压表手工测量负载电压,精度也可符合要求。

手工测量放电容量是人工控制放电时间及测量记录负载电压。每只电池耗时约 5s,每天放电 0.5、1、4、12h 及长时间连续放电可达到要求,但 5min 和 10min 的间歇放电,测量误差很大。如果每天时间控制和记录每次误差为 5s,则 5min 的相对误差为 1.6%。10min 的相对误差为 0.83%,均不符合要求。脉冲试验等特殊放电制式是手工操作无法进行的。手工放电检测的最大缺点是不能记录下被测电池负载电压降到终止电压以下的一瞬间,一般用公式推算终止时间。计算公式是假定负载电压下降幅度与放电时间成反比的基础上建立的,而实际上电池负载电压下降幅度与放电时间之间无线性关系,因此有时推算的误差较大,影响检测结果的正确性。其次,由于全部手工操作,工作量大,出差错概率较大。因此,随着电池工业的现代化,手工放电方法必将被淘汰。

5 自动放电容量检测设备

电子计算机普及前,人们已研制了某些自动放电容量检测设备,但是由于使用的电子元器件较多,线路复杂,无数据处理能力,

故障率高,不能提供可靠的检测数据,实际较少使用。

自从微型计算机普及后,国内电池研究机构和电池厂纷纷研制微型计算机控制的自动放电容量检测设备(以下简称‘微机控制放电设备’),它的特点是:自动化程度高,自动加载和卸载,自动检测,自动处理数据,并可根据不同要求显示和打印报表及放电曲线。最原始的微机控制放电设备,只能测量开路电压和日始末负载电压,到达终止电压时间和手工放电一样也靠推算。

目前研制的微机控制放电设备均采用巡回扫描测量负载电压,使设备能直接测量和记录到放电电池的负载电压低于终止电压的一瞬间(终止时间)。扫描速度快,抓牢终止时间瞬间的机会多,反之抓不牢这一瞬间的终止时间,得不出正确结果,甚至记录不到终止时间。如有的放电设备巡回扫描的速度每分钟一次,就很难测得正确的终止时间。中国轻工总会化学电源研究所 80 年代末研制的 WJX-1 型微机控制放电设备^[8],其巡回扫描的速率为 4 秒一次,测量电池的速率为 1024 个/s,由于巡回扫描速率高,就较容易抓牢终止时间和某一特定电压的瞬间,为提供正确的放电时间和特定电压时间,打印真实的放电曲线创造了基本条件。

或问,如此高的巡回测量速率,电池的部分电能会不会经测量系统放电,造成放电容量结果偏低。以下用有关文献^[8]提供的数据作计算和分析:

测量电池的速率为 1024 个/s,即测量每只电池耗时 0.97ms,实际停留在每个电池作一个测量的时间约为 0.9ms,测量系统的输入阻抗大于 300k Ω 。以 R03 的 300 Ω 放电为例,标准要求最小平均放电时间为 72h。电池放电 72h,共测量 $(72 \times 60 \times 60) \div 4 = 64800$ 次,测量系统在每只电池上停留的总时间为 58.32ms。测量时的总负载电阻因测量系统与负载电阻并联,电阻值降为 299.7 Ω ($1/R = 1/300 + 1/300000$),相对误差为 -

0.1%。如果整个放电过程不间断地测量,放电时间则因负载电阻变值偏低 0.1%,在 72h 中测量系统累计在每个电池电路上停留时间 58.32ms,放电时间则偏低不到 0.06s,仪器上是无法记录和反映出来的。

6 放电设备的主要技术要求和功能

应根据被测样品的技术条件和本单位经济条件,确定研制或选购放电设备的功能和技术要求。

(1) 负载电阻

负载电阻是放电外电路的总电阻,包括放电电阻,导线电阻,开关或继电器的电阻,电池正负极与夹具的接触电阻。允许误差是标准电阻值的 $\pm 0.5\%$ 。大电阻其精度是很容易达到的,1、2.2 和 3.9 Ω 等小电阻值要重点检查,并检查接触电阻波动情况。

(2) 电压测量

标准要求电压测量仪表的精度为 $\leq 0.25\%$ 。我们要调整和检查 A/D 转换器的线性。

检查方法:单节锌锰电池放电设备,应检查 1.7、1.6、1.5、1.4、1.3、1.2、1.1、1.0、0.9、0.8、0.6 和 0.35V 各点的电压值,用 5 位以上的数字电压表对比,如大于 2mV 应调整 A/D 转换器至符合要求。

电压测量范围应从被测电池的最大开路电压到最低终止电压为止。单节锌锰电池应为 1.78~0.35V,6F22 则应为 11~4.8V。如果一套放电设备上既要测单节锌锰电池,又要测叠层电池或锂电池等,最好配备二套或二套以上的 A/D 转换器,使电压测量精度提高。

(3) 时间控制和记录

时间精度应 $\leq 0.5\%$,这是很容易达到的指标。自动放电设备均采用继电器控制放电电路的开合。继电器的质量很重要,一是要求接触电阻又小又稳定;二是不能有剩磁,否则严重影响时间控制的精度。

检查方法:用秒表校验放电时间精度,并在微机显示器上查看放电结束后电池电压是

否继续下降,如果继续下降,则负载继电器或中间继电器尚处在吸合状态。

放电设备应能自动记录贮存放电终止时间及到达各特定电压的时间。

(4) 巡回测量速率

巡回测量速率应每几秒钟一次为好,太慢易漏掉信息,使检测结果出错;太快没有必要,给研制设备增加困难。

(5) 输入和输出功能

具有汉字人机对话,即汉字输入输出和提示,易学、明了、方便。有的放电设备采用英文或符号代码输入和输出,无法形成汉字报表和原始记录,使用受到限制。

输入:生产厂名、商标、生产日期以及编号等。

输出:日报表、汇总表、放电原始记录、特定电压放电时间以及放电曲线等。

查询:每个电池放电的情况。

显示:正在放电电池的负载电压值和提示等。

提示:菜单、操作提示、差错警告等。

(6) 放电制式

放电设备应具有可任意选择各种放电制式的功能。国内多数微机控制放电设备只能进行连续放电和间歇放电。中国轻工总会化学电源研究所最新研制的IDS-1型电池智能放电设备不但可进行连续放电和间歇放电,而且可进行脉冲放电(如放电15s,停放45s)和定时放电(如LR6耐漏液试验,放电到48h,自动停止放电)。

(7) 自动化程度

国际标准、国家标准和行业标准均规定,每个样品每项放电试验均以9只电池为一组进行检测,因此放电设备应设计为9个测试点为一组(排)。最小控制单元为一组(排)时最佳,使用方便灵活,利用率高。如果最小控制单元为10组(排),当测试某放电制式只有一个样品时,要浪费9组(排)。根据放电设备自动化程度不同,可分为三代:

第一代的微机控制放电设备是一台微机

直接控制放电时间和测量电压值,每次只能进行同一放电(时间)制式的测量,因此,不同放电(时间)制式的样品要分批测量。

第二代放电设备可将不同放电制式的样品一起开始放电,按时分批停止放电,但是在放电过程中不能插入新的样品进行检测。如果进行12h制式放电,开机或关机要安排专人执行,还是不方便。

第三代放电设备均为二级控制系统,主控机是286以上微机,与各放电柜之间由串行通信电缆相互联系,各放电柜配备单片机或单板机,可以脱离主机自动运行。IDS-1型电池智能放电检测系统是按此方案设计的,主控机的任务是预置命令,监测整个系统的放电过程,数据输入和输出,放电过程中主控机可退出放电系统从事其他工作或关机。该设备优点是每电池样品可在每天任意时刻进行不同制式的自动放电,放电命令预置后,设备根据预置的命令由二级计算机自动执行,不必每天开机、输入命令和关机,真正达到全自动要求。设备可在任意时刻插入新的放电检测项目,给放电检测工作提供便利。

(8) 停电保护功能

突然停电是难免的事,放电设备必须具有停电保护功能,保证正在进行的放电检测继续进行及保护已获得的数据。一般应配备足够功率的不停电电源或蓄电池供放电检测设备 and 计算机正常运转。

(9) 扩展功能

设计制作时应考虑今后发展的需要,留有可扩展的检测点,用户需要增加检测点时可节约许多资金。

(10) 抗干扰能力

大型放电设备由于电路中接触点多,容易产生相互干扰。放电室中的空调机等设备启动或停止也可能会影响放电设备的正常运行。多数型号电池的检测周期较长,因此设备的抗干扰能力和可靠性是最重要的技术要求之一。

7 其它

手工检测放电容量只适用于每天放电时间较长($\geq 0.5\text{h}$)的检测,检测结果的误差才能符合要求。选购或研制放电容量检测设备时,应考虑测量精度、测量电压的速率、功能、抗干扰性、稳定性、数据处理能力和自动化程度等。

目前国内先进的电池检测设备其功能和精度等技术要求均能达到现行的国际标准^{[2][3]}和正在修订的国家标准的规定^[7]。

陈军工程师为本文提供有关资料,特此致谢。

参考文献

- [1] IEC 86-1 第七版 1993-06 原电池总则
- [2] IEC 86-1 第八版 1996-07 原电池总则
- [3] IEC 86-2 第八版 第一次修订 1995-07 原电池 电池分类标准
- [4] GB 8897-88 原电池总则
- [5] GB 8897 原电池总则(报批稿 1996)
- [6] GB/T 7112-94 R20、R14、R6 型锌-锰干电池
- [7] GB/T 7112 R03、R1、R6、R14、R20 型锌-锰干电池, LR03、LR1、LR6、LR14、LR20 型碱性锌-锰干电池(草案 1996)
- [8] 林言端等 电池 1992, 22(4):156~159

收稿日期:1996-11-16

1994 年全国电池行业重点企业生产简况

	R20	R14	R6	R03	扣式	6F22	其它	总计
年产量(亿只)	37.5191	2.7069	16.5943	0.8629	0.1641	1.0038		61.9602
占总产量(%)	60.55	4.37	26.78	1.39	0.26	1.62		

1995 年全国电池行业重点企业生产简况

	R20	R14	R6	R03	扣式	6F22	其它	总计
年产量(亿只)	34.4478	2.8387	16.7507	1.4674	0.1363	0.5460		58.9942
占总产量(%)	58.39	4.81	28.39	2.49	0.23	0.93		
比上年增长%	-8	4	0.9	70	-16	-46		

1996 年全国电池行业重点企业生产简况

	R20	R14	R6	R03	扣式	6F22	其它	总计
年产量(亿只)	34.9558	2.8530	22.9055	1.7210	0.1169	2.70		65.6899
占总产量(%)	53.21	4.34	34.87	2.62	0.18	4.11		
比上年增长%	1.5	0.5	36.7	17.3	14	395		