

# 特别说明

此资料来自豆丁网(<http://www.docin.com/>)

您现在所看到的文档是使用**下载器**所生成的文档

此文档的原件位于

<http://www.docin.com/p-4911342.html>

感谢您的支持

抱米花

<http://blog.sina.com.cn/lotusbaob>

# 电动自行车充电器控制芯片 ABT6502 延长电池寿命的原理

澳大利亚电池技术有限公司北京代表处

**摘要：**ABT65022A 集成电路是针对浮充用阀控式铅酸蓄电池和浅循环阀控铅酸蓄电池的充电器的控制集成电路。除了利用负脉冲降低极板温度提高充电接受能力以外，通过环境温度检测计算出蓄电池的大量析气电压，同时利用  $dv/dt$  探测大量析气充电电压，在大量析气以前，减少充电占空比进行补足充电、涓流充电和维护充电，迅速脱离大量析气状态，所以失水量是恒压限流的 12% 以下。带快去极化负脉冲的快速前后沿充电脉冲具有良好的抑制极板硫化的作用。专用的消除硫化脉冲可以修复已经严重硫化的电池。通过减少失水和抑制硫化，延长阀控式密封铅酸蓄电池的深循环寿命。

**前言：**目前电动自行车使用的阀控式密封铅酸蓄电池（以下简称电池）源于电信、电力行业浅循环使用的浮充电池，虽然在极板配方、结构方面做了一些适应性改动，与国际市场流行的深循环电池还有很多重大差别，失效模式的差别也很大。我们也无可避免的经历了浅循环电池深循环使用的过程，积累了浅循环电池深循环使用的经验。其中充电模式是非常重要的，良好的充电模式可以延长浅循环电池寿命 100%！针对中国大陆目前情况提出经过验证的充电模式，来提高电池深循环使用寿命。

## 1 失效分析

中国大陆的电动自行车与国外电动自行车使用用途不同，使用条件不同，对阀控式密封铅酸蓄电池、充电器需求也不同。中国大陆的电动自行车是作为代步工具为主要用途，国外电动自行车是以休闲健身为主要用途。所以，使用条件和要求也不同，所以失效模式也不同。

**现象：**

剔除早期失效电池，失效统计如下：

国外电池失效模式几乎是单一的硫化失效，占 95% 以上；

国内电池失效模式单纯失水占 66%，失水与硫化 2 种模式同时存在的约占 97% 以上。单纯硫化失效的低于 10%，也主要是在流通环节形成电池超期存贮而引起的。

分析：

国外电池使用频次不高，2 次使用间隔长，硫化严重。利用铅酸蓄电池脉冲修复仪器修复，可以修复的占 97%。

国内电池失水严重，而失水以后，电池的硫酸浓度提高，使得极板硫化，同时极板腐蚀严重。所以必须解决失水问题。国内也发现部分电池失效以硫化为主，经过深入调查，均发现其不同程度的存在流通周期长或者季节性使用的特征。而硫化的电池更加容易失水。形成硫化和失水共存的现象。

除了少数厂商的产品以外，真正出现单纯正极板腐蚀、变形、活性物质脱落、软化引起的失效较少。这说明国内除了少数厂商以外的电池极板还是比较适应深循环的，主要问题是失水和硫化，而失水和硫化与充电制度有密切关系。<sup>注 1</sup>

结论：

中国大陆的电池需要较长的深循环寿命，必需解决失水和硫化双重问题，而国外的动力型电池需要解决长期存贮抗硫化措施即可。

## 2 抗失水措施

现象：

国外的深循环电池与浅循环电池和浮充电池在结构上不同。其明显特点是：排气阀开启和闭合压力大（80kpa 以上），结构强度大大优于国内电池的强度，散热好，大、中型电池还有“消氢”装置。这样，国外的动力电池适应 0.5C~5C 的快速充电，充电电压高于 2.4V/单格，有一△现象产生。

国内电池开阀压低且离散性大。由于 3 组电池串连使用，开阀压低的相对失水多，硫酸比重上升，第一反映是电池充电“先进”。硫酸比重的上升，导致相对硫化严重，电池内阻增加，充电电压高于其他电池，失水也比其他电池严重，还使其他电池产生欠充电形成电池充电“落后”而加重其他电池硫化，放电时电池落后。由于国内电池开阀压太低，有些电池还没有出现一△现象就已经排气了。深循环寿命试

<sup>注 1</sup> 失效分析表明，国内少数厂商在没有采取其他必要措施的情况下，减少极板厚度，增加电池极板组数，提高硫酸的比重，虽然提高了容量，但是降低了正极板耐腐蚀能力，而导致电池深循环寿命下降。失水以后，硫酸比重提高，加速了正极板腐蚀，降低了电池深循环寿命。

验中不难验证，失水与开阀压强相关。多数厂商的电池开阀压离散性太大，无论如何强调电池的组配，没有开阀压的组配或控制，失水不同，必然导致电池落后。

单纯的增加排气阀开启、闭合压力也不一定适应快速充电。快速充电必然越过 2.4V/ 单格，使电池温升较高，充电结束以后，氧循环消耗部分氧气，特别是电池气室温度下降，气体体积缩小，一些电池结构设计可以满足内部压力增加，却不能满足内部压力下降的要求，导致电池外壳收缩变形。所以一些动力电池在塑料外壳外面还增加了刚性较好、散热也优于塑料的金属外壳。

而消氢需要贵金属“钯”，在结构方面也不一定适应小型密封电池的要求。

国内的阀控式密封铅酸蓄电池基本上是面向浮充电源和浅循环电压使用的电池，其充电电流较小，循环深度一般不高于 50%~80%。一些 UPS、备用电源使用的 2.25V/单格恒压充电或者恒流限压充电，完全恢复容量往往需要数日甚至数十日。由于充电电压低或者电流小，充电完全控制在大量析氧以下，电池内压不大，所以排气阀的开启、闭合压力可以做的较小，电池的结构可以轻巧，这样降低了电池的重量和成本，提高了电池的比容。把这样的电池进行恒压限流充电，电压提高到 2.4V/单格，已经进入了大量析氧低于析氢电位，排气阀开启压力又低，必然存在着排气失水。

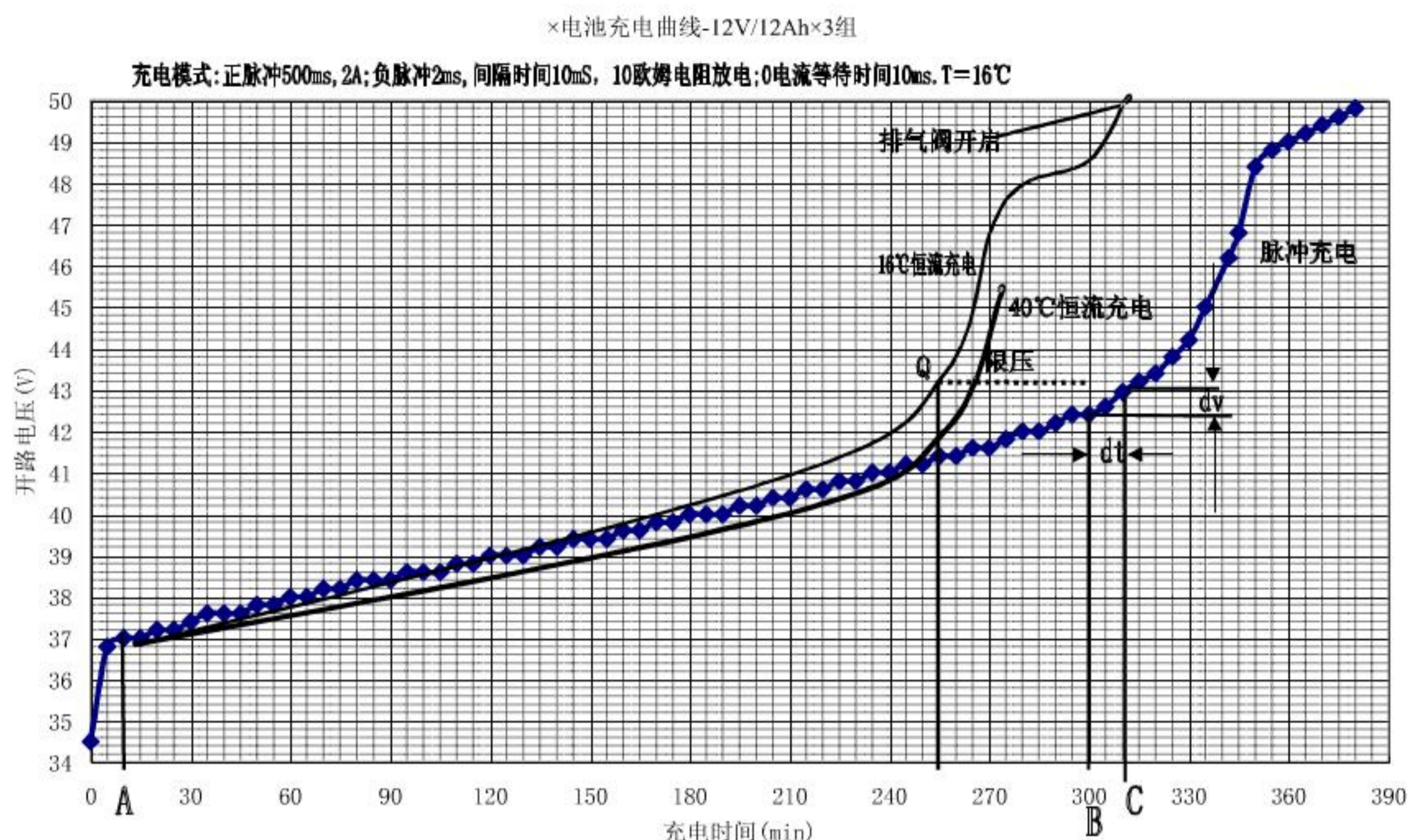
分析：矛盾的焦点是恒压限流充电的恒压值低了，充电的充入电量不足；恒压值高了析氧排气失水。所以首先分析恒压值的选择。

图 1 是国产某电池厂商标称 C5 为 12Ah 的电动自行车专用电池的充电曲线。

从图 1 的充电实例中还可以发现：

- a. 恒流限压充电在达到大量析气电压时充入电量为 8.5Ah，按充入电量为 12Ah 计算，还要通过补足充电充入 3.5Ah；而脉冲充电达到 10.35Ah，如果按充入电量 12Ah 计算，还要通过补足充电充入 1.75Ah。如果对 12Ah 电池按照 0.05CA(折合 0.6A)电流充电进行补足充电，恒压限流充电的需要  $3.5\text{Ah}/0.6\text{A}=5.83\text{h}$ 。总充电时间超过 10 小时。而脉冲充电按照 0.05CA(折合 0.6A)电流充电进行补足充电，恒压限流充电的需要  $1.75\text{Ah}/0.6\text{A}=2.91\text{h}$ 。总充电时

间少于 8 小时。



b. 大量析气电压点与温度有关，是负温度系数。

c. 进入大量析气电压，充电电压上升速率迅速增加，可以用正的  $dv/dt$  进行大量析气电压判断。

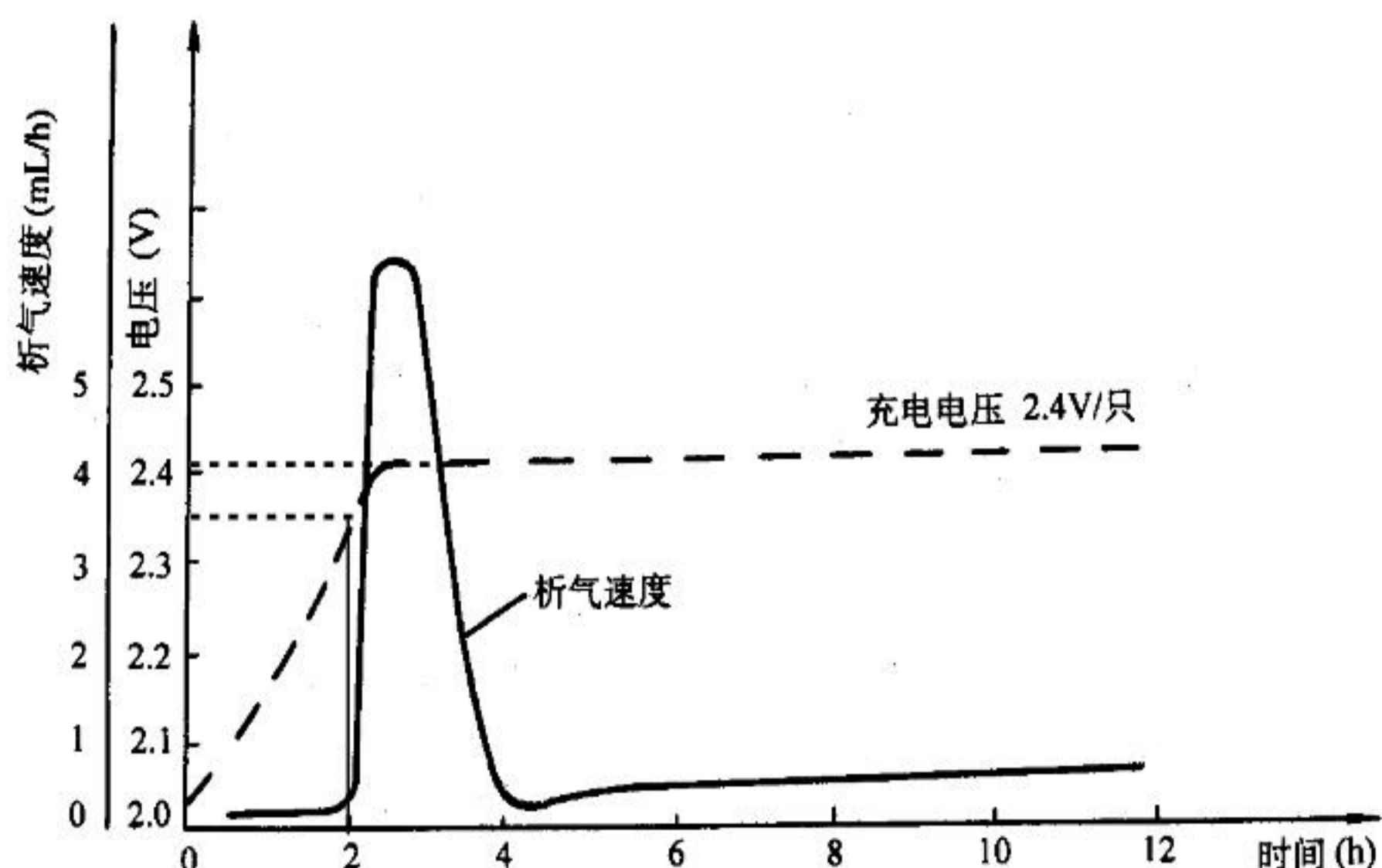
通过对图 1 曲线的分析可以发现，如果充电恒压值选 2.35V/单格，充入电量仅仅下降 0.3Ah。但是，从图 2 的析气速度观察，析气速度却明显下降。如果对图 2 中的析气速度曲线积分，形成析气量曲线，进入恒压状态的析气量占整个析气量的 64%。还可以发现，维持 2.4V/单格的恒压充电，析气量占 34%。如果充电电压限制在 2.35V/单格；如果充电电压进入 2.35V/单格就立即减少充电电流，使充电电压低于 2.35V/单格；析气量必然大下降。这样，形成分段恒流充电，析气量远远小于恒压限流。

第二，补足充电电流的选择。

对析气来说，补足充电电流越小越好。但是必然带来补足充电时间过长，而影响充电时间。所以必须兼顾析气和充电时间 2 个因素。图 3 是充电电流/电压与气体复合效率的关系。在充电电压接近大量析气电压以后，如果以 0.1C(A)充电，气体复合效率为 30%。如果以 0.03C(A)充电，气体复合效率达 98%。由于充电时间的限制，选取 0.05C(A)电流，气体复合效率达到 90%。

第三，涓流充电的选择。

经过恒流限压充电和补足充电，电池充入电量已经达到标称容量的



95%以上，电池就可以使用。不过长期这样使用，复极板部分的硫酸铅结晶不能被还原，逐渐形成大的硫酸铅结晶沉

图 2 恒压限流充电的析气速度(0.1CA)<sup>注1</sup>

积，降低了电池寿命。补足充电以后再以 0.02C(A)电流充电，所充入电量与容量关系不大，却可以减少大硫酸铅结晶的生成。而气体复合效率接近 100%，失水微乎其微。

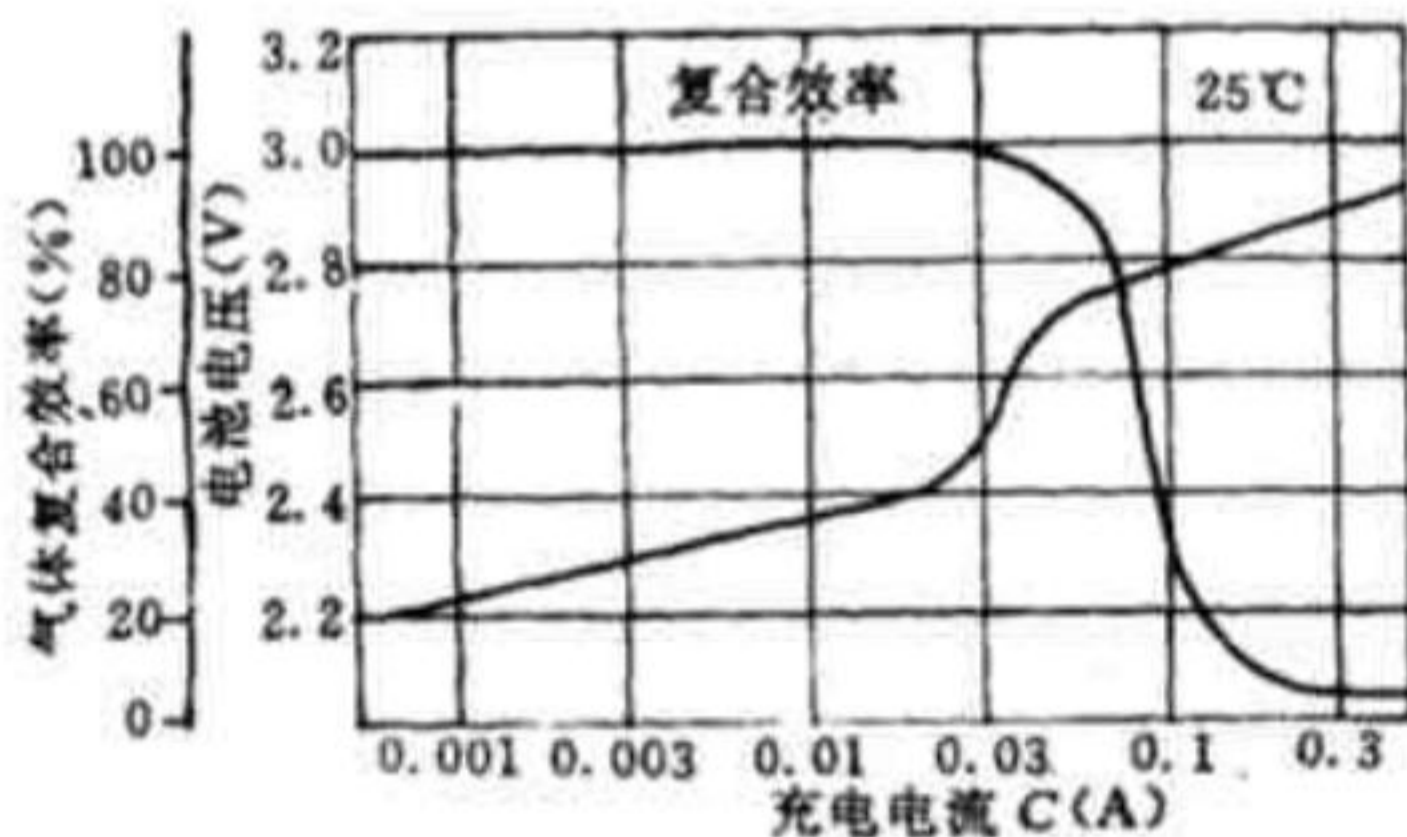


图 3 充电电流/电压与气体复合效率的关系<sup>注2</sup>

### 3 抗硫化措施

现象：

电池的硫化现象还是存在的。前面介绍了国外电动自行车使用情况，往往电池的超期存贮形成严重的硫化。国内一些用户也存在这种现象。由于冬季室外气温较低，一些用户从深秋到初春都不使用电动

<sup>注1</sup> 引自徐曼珍编著《阀控式密封蓄电池及其在通信中的应用》p93。

<sup>注2</sup> 引自朱松然主编《蓄电池手册》p215。

自行车。停止使用时间差不多有半年，电池出现较严重的硫化。有一些电动自行车流通周转时间长，增加了存贮期，导致电池出现硫化。一些电池制造商为了提高电池的比容，在没有相应的去硫化措施时，提高了电解液的比重，增加了电池硫化的条件。一些电池失水以后，电解液比重上升，也形成了硫化的条件。一些用户在电池容量第一次耗尽以后人力骑行一段，发现电池又可以供电，就继续使用电力驱动，导致过放电，形成硫化。多数恒流限压的充电器没有温度补偿，形成夏季过充，冬季欠充。欠充导致硫化。串连充电时，落后电池的欠充、过放也形成硫化的条件。

硫化的电池反映是电池内阻增加，充电电压上升快，充电结束以后电池开路电压下降多，串连放电时电压下降快。

分析：

首先是用户对电池正确的使用和保养。很多电动自行车的说明书缺少这方面的介绍。不过即便有了介绍，也难以控制全部用户的正确使用。

第二，超期存贮和用户停用始终是产生硫化的重要因素。

第三，失水后，电解液比重上升，也是产生硫化的条件。

第四，硫化与失水可以形成恶性循环。

第五，电池落后形成产生硫化的条件。

第六，没有温度补偿的充电器的冬季欠充也形成产生硫化的条件。

这就需要充电器在充电过程中可以抑制硫化，如果产生了硫化，应该可以修复硫化。

抑制硫化和修复硫化最根本的机理是：利用脉冲前后沿产生数 GHz 的谐波成分与大硫酸铅结晶产生谐振，打碎硫酸铅大结晶。基于这个原理，产生了快速充电脉冲前后沿的脉冲充电，甚至出现扫频脉冲来寻找硫酸铅大结晶的谐振点的电池硫化修复设备。这在世界也形成了数百个专利技术。

利用数学的傅立叶积分可知，脉冲前后沿越陡峭、脉冲宽度越窄，脉冲的谐波成分越丰富，高次谐波成分衰减越小。

也看到一些脉冲充电器，由于脉冲产生方法不当，脉冲的前后沿很差，尽管带去极化的脉冲充电可以提高电池的充电接受能力，对抑制硫化和修复硫化的作用十分有限。

结论：

快速的脉冲充电的脉冲前后沿可以抑制产生硫化。既然打碎硫酸铅

大结晶是靠快速的脉冲前后沿而不是充电过程，可以提高脉冲频率多产生一些脉冲前后沿，形成专门的电池硫化修复功能。

#### 4 ABT6502 集成电路和外围电路形成的充电模式特点

业界仁人几年以前就已经体会到，不是一个单片机加上开关电源就是智能充电器，关键是看充电模式。而 ABT6502 恰恰是完全针对 36V/12Ah 电池的一种专用控制芯片，其成本低，外围电路简单，可靠性高，抗干扰性强，功能齐全。其主要特点是：

- a. 具有环境温度检测功能，通过测量环境温度的数值，计算出大量析气电压，及时减少等效脉冲充电电流。有效地抑制了高温过充而引起的失水和低温欠充而引起的硫化。 $dv/dt$  的上升，必然伴随着大量析气。通过  $dv/dt$  分析大量析气电压，可以不受温度的影响；电池新旧程度不同，大量析气电压也变化，而  $dv/dt$  现象却是一致的，所以也适应旧电池的析气判断。
- b. 利用减小脉冲占空比的方法，实现等效减少充电电流，使得外围电路简单，降低成本，同时增加充电脉冲的扰动，改善抑制硫化的效果。利用 1.5~2.5 倍充电电流的去极化脉冲，降低极板温度，改善充电接受能力。
- c. 在开关电源 2A 限流的条件下，通过减少占空比精确的产生等效 0.05C(A) 补足充电电流和 0.02C(A) 涓流充电电流。
- d. 经过快速充电、补足充电、涓流充电以后，以占空比等效电流为 40 mA 的脉冲，对电池进行维护，既可以补偿自放电的损失，又可以抑制电池硫化。
- e. 通过分段充电，析气量远远小于恒压限流充电，所以失水量也远远小于恒压限流充电。
- f. 增加 8.33KHz 的快速小电流限流脉冲修复硫化和过充电修复硫化功能，2 种修复状态来修复已经硫化的电池。
- g. 具有上电检测功能，电池未接或者反极，均不能进入充电状态，以防止烧蚀充电器和电池的接插件。
- h. LED 指示未上电、4 个充电状态，2 种维修状态。
- i. 可以预置调试状态，生产过程调试方便。串口输出，通过工装可以数字指示充电期间的开路电压和温度段。

通过这些功能，大大减少了充电过程的失水，抑制了电池硫化，对已经硫化的电池可以修复。



## 5 效果

a.利用 ABT55136-2A(与 ABT6502 仅仅是封装不同, 功能一致)分别对 2 种国产电池进行 100%DOD 的加速寿命试验, 另外选用国产产量较大的 2 种充电器, 其中一种是分段恒压限流充电器充电, 另外是一种电流递减的充电器。以容量下降到标称容量的 75%为失效判据。比较结果如图 4。使用恒压限流充电器(和电流递减充电器)最好的仅仅做到 280 个循环, 而 ABT6502 组成的脉冲充电器最差的一组是 641 个循环。因为时间关系, 好的电池超过 900 个循环, 现在还没有失效。图 5 是 2 种充电器在电池寿命中止时极板的电子显微镜照片。从照片对比可以明显观察到, 脉冲充电的极板硫酸铅结晶很小。

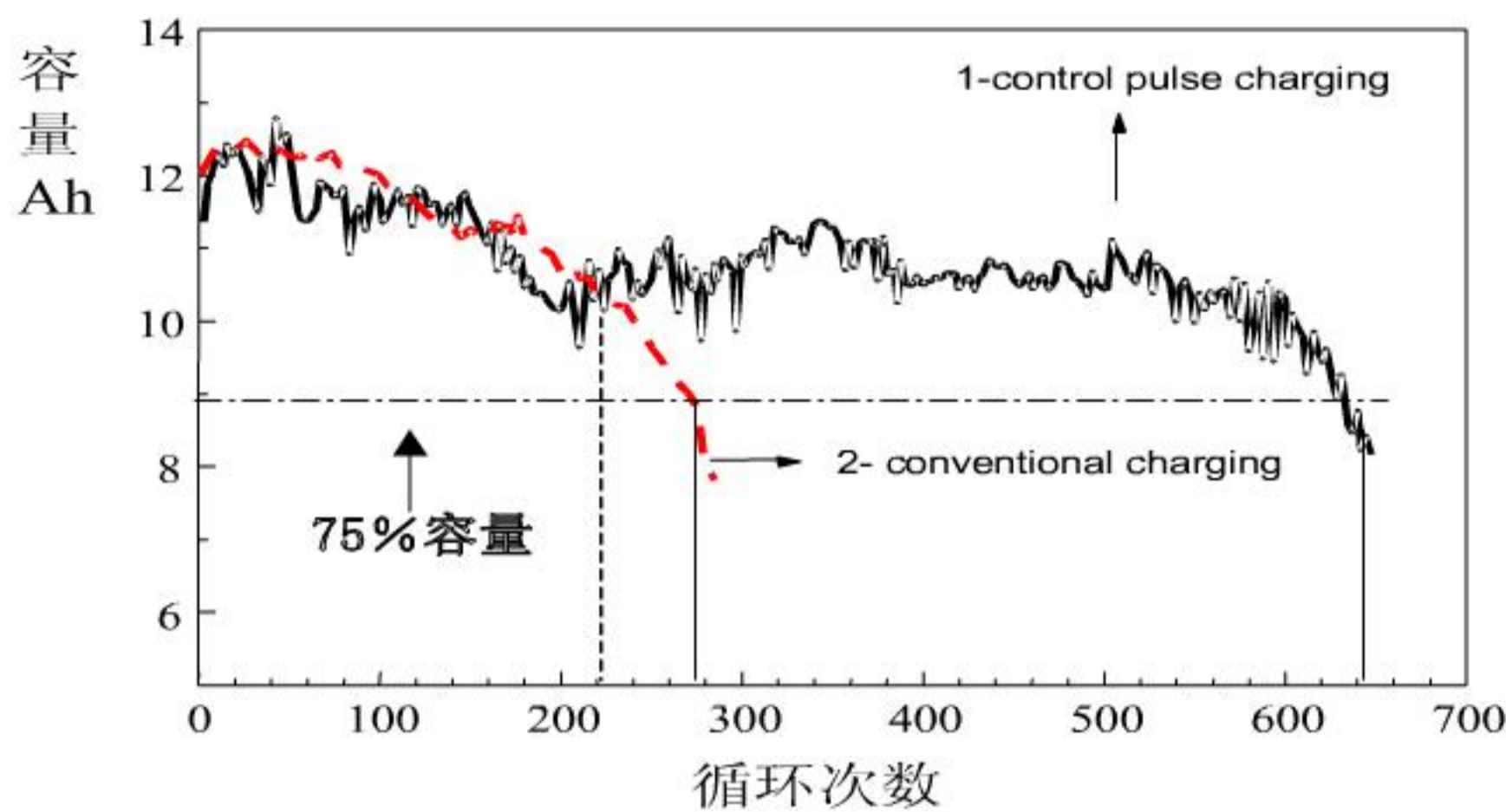
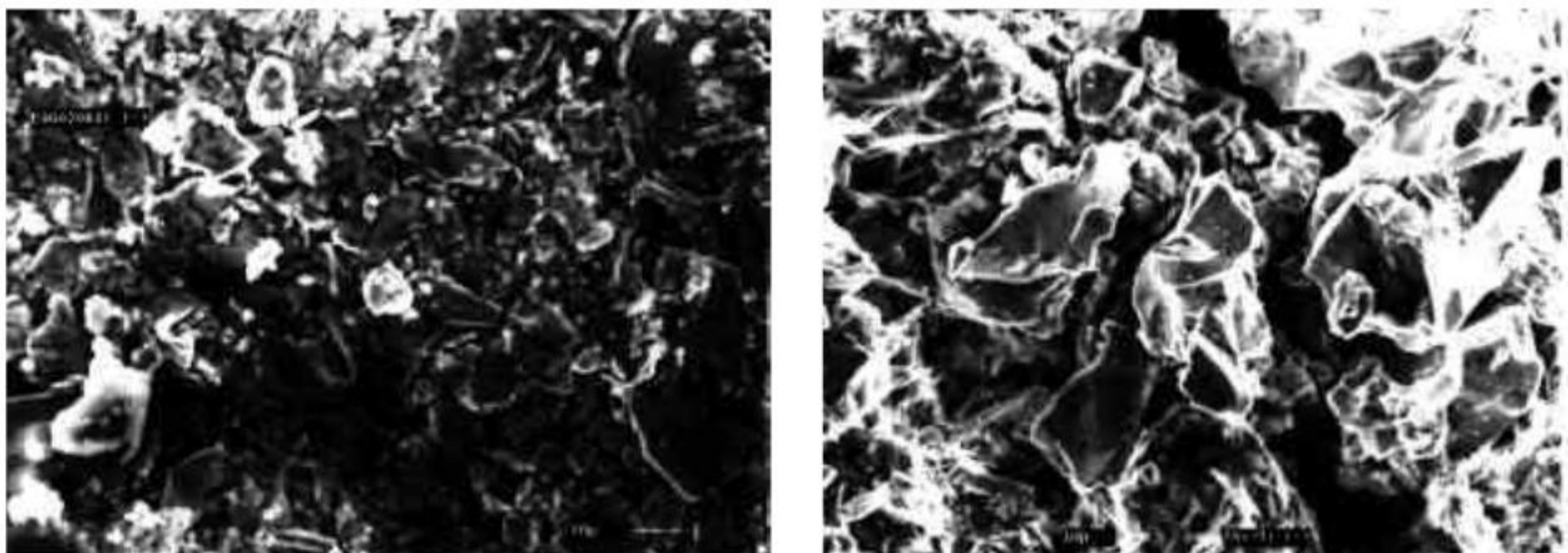


图 4 100%DOD 寿命试验比较



脉冲充电寿命中止极板的电子显微镜照片

恒压限流充电寿命

中止极板的电子显微镜照片

图 5 寿命中止时 2 种充电模式极板的电子显微镜照片

b.某国产名牌电动自行车，平均每天骑行 30 公里，一周年骑行约 9400 公里。使用原装的恒压限流充电器的电池已经不能续行 30 公里，测量电池容量下降到低于标称容量的 50%。而使用脉冲充电器，电池续行能力还在 40 公里以上，测量电池容量在标称容量的 90%以上。

c.对存储期超过一年、在二年以内的电池，其最好的电池残存荷电能力为标称值的 20%，多数已经不能充电了。利用脉冲修复功能，辅助过充电修复功能来进行硫化修复，电池的荷电能力全部恢复到标称容量的 97%以上。对存储期 4 年半的电池进行修复，30 只电池损坏 2 只，其余容量恢复到标称容量的 65%。

## 6 成本和效益

对于消费类产品的成本和性价比非常重要。使用 ABT6502 芯片的充电器，其材料成本增加约 RMB30 元，销售价格提高 RMB50 元，电动自行车的电池保修期可以告别令人汗颜的半年而增加到 1 年。用户 2 年节省一组电池，平均一年节省进 RMB200 元。电动自行车厂商减少了用户的疑虑，自然有利于进一步拓展市场，扩大内需，拉到经济增长。于国、于民、于商都有好处。同时，0 排放的电动自行车有利于减少大气污染，提高铅的利用率，减少电池回收量。

对于出口产品和内销的休闲类产品，必须具备修复硫化功能。使用 ABT553 系列芯片的充电器可以轻松地完成这个功能，以利于拓展海内外休闲类产品的市场。

附录：

### **ABT6502A 典型应用中的软硬件原理及其应用**

#### **概述：**

ABT65 系列集成电路是为阀控式密封铅酸蓄电池脉冲充电的提供控制系统。它必需与恒压限流电源相配合使用。以 ABT6502 集成电路为例，配合 50V 恒压/2A 限流的电源对标称 36V/12Ah 的深循环使用的阀控式铅酸蓄电池进行脉冲充电控制。所以，恰好适合中国大陆电动自行车充电器使用。图 1 是 ABT55 系列集成电路的应用方案的方框图。

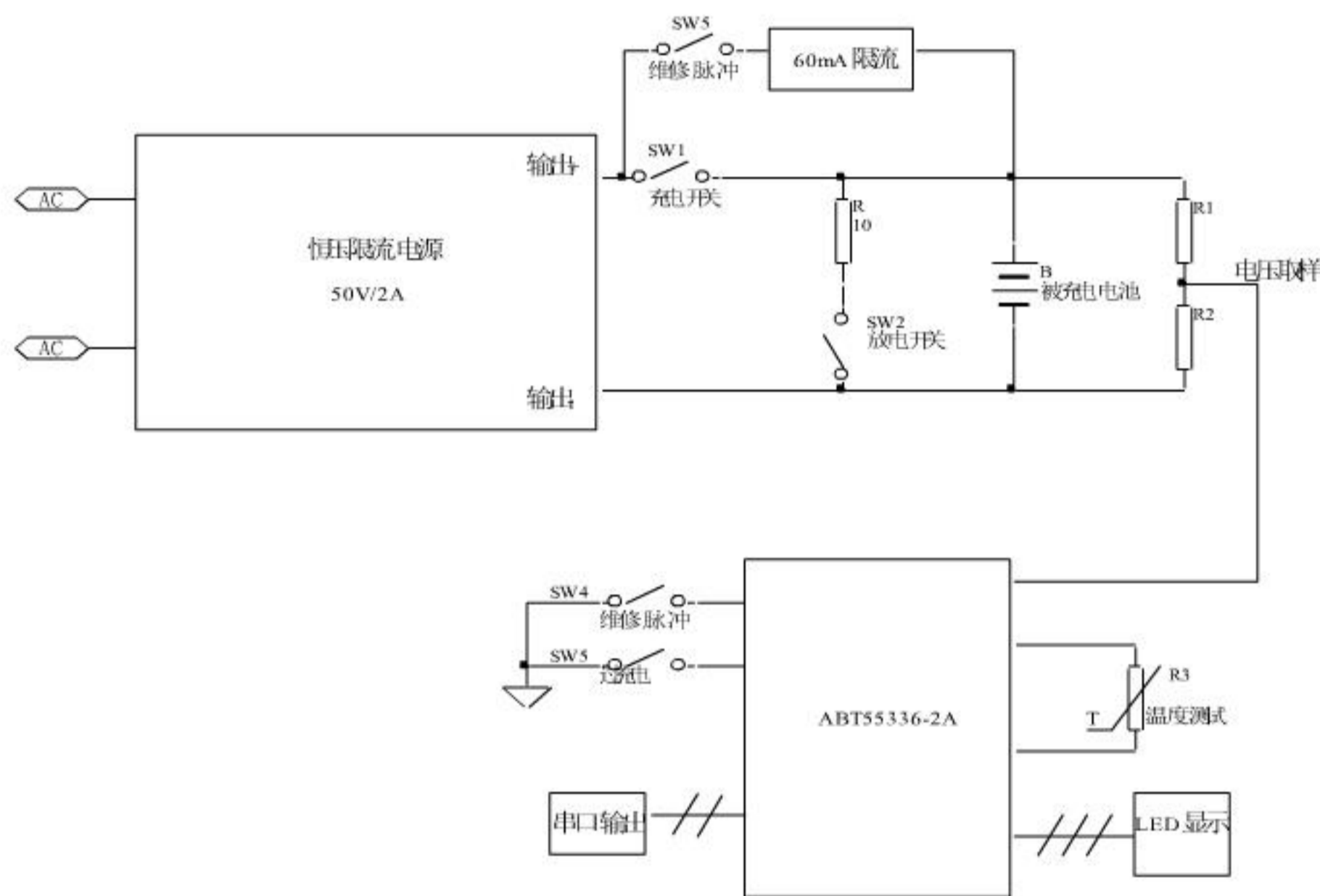
在图 1 中，通过控制 SW1 的通断，提供充电脉冲。ABT65 系列集成电路通过环境温度检测，计算出充电过程中的大量析气的电池电压，通过正的  $dv/dt$  判断充电过程中的大量析气的电池电压，以“或”的

关系进行 2 种判断。在检测出将要出现大量析气电压时，及时减少充电脉冲的占空比，避免电池出现大量析气。

ABT65 系列集成电路提供的脉冲充电模式实质是多段恒流脉冲充电，不过不同的恒流数值不是靠调整充电电流实现的，而是保持恒流值，依靠改变占空比等效改变恒流值。由于最大限度的保持了脉冲扰动，抑制硫化效果优于调整脉冲电流。

ABT65 系列集成电路提供了具有抑制蓄电池产生盐化的特殊的充电脉冲波形，还有专用的维修脉冲和过充电修复已经盐化的蓄电池。

所以，ABT65 系列集成电路最大限度的抑制蓄电池失水和盐化，延长了蓄电池深循环充放电的寿命。



### 基本功能原理:

图 1 ABT65×××系列应用方框图

图 1 方框图。开机以后，从 SW1~SW5 全部处于开路状态，电池暂时没有任何充电放电。经过电压测量用的分压电阻 R1、R2 分压以后由 ABT55 测量电池电压。通过 R3 测量环境温度。如果电池电压高于 7V，自动进入充电程序，如果电池电压低于 7V，说明电池没有连接，充电程序不会启动。

通过控制 SW1 的通断，恒压限流电源提供 2A 充电脉冲。通过控制 SW2 的通断，经过电阻 R 的放电提供去极化脉冲。通过控制 SW3 的通断，恒压限流电源的 50V 电源经过 60mA 的限流提供维修脉冲。

倾触 SW4 由充电程序进入过充电维修程序、倾触 SW5 由充电程序进入脉冲维修程序。

LED 显示部分指示充电各个阶段和充电程序/过充电维修程序/脉冲维修程序。

**硬件部分:**

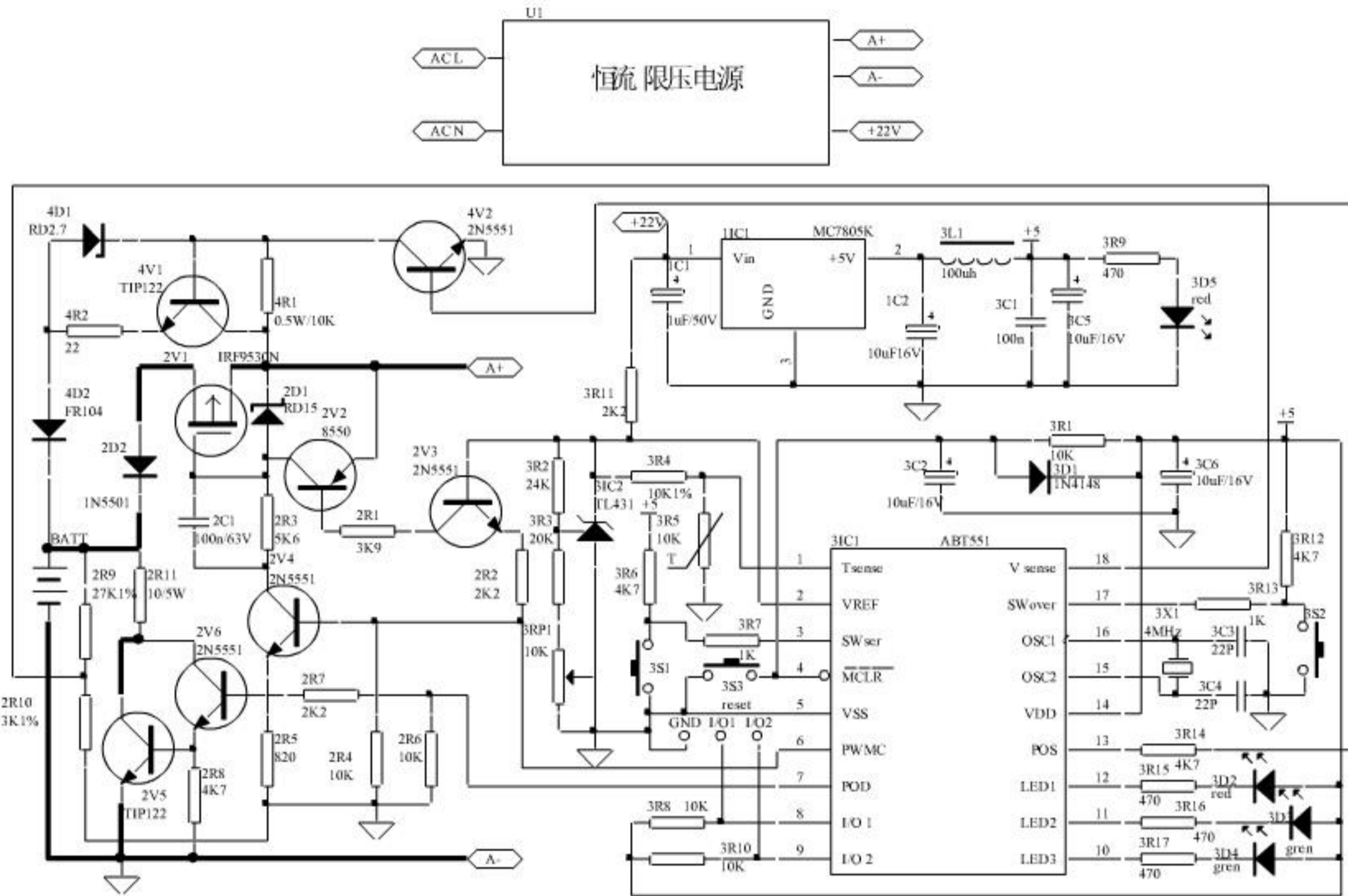


图 2 是 ABT6502 的典型应用电路图。图 2 硬件电路

在图 2 中，U1 单元是 2A/50V 恒压限流电压源，A+和 A-是电源的直流输出，AC L 和 AC N 是 U1 单元的交流市电输入。+22V 输出要求不严格，只要满足 MC7805 的输入要求——小于 35V、大于 8V 即可。要求 MC7805 的 5V 直流输出电压误差不要超过 ±0.25V。1C1、1C2 是 MC7805 的滤波电容，3L1、3C1、3C5、3C6 是滤用于除干扰、防止本机辐射干扰，视 PCB 排版和 EMI 要求而酌情改变。3R9 和 3D5 是电源指示。由此 5V 直流电源供给 3IC1 ABT55336-2A 的 14 脚 VDD 和 5 脚 VSS。

由 3R11、3R2、3R3、3RP1、3IC2 TL431 组成 5.10V 精密基准电压提供给温度检测和 3IC1 的 2 脚作为 A/D 比较电压使用。调整 3RP1 可以使 3IC2 的 K 级为 5.10V。2V3 的基极是出于排版的方便借用这个电压，其直接接到 +5V 更好。

3R1、3D1、3C2 和 3IC1 的 4 脚组成 RESET 上电复位电路。3S3 手动复位在产品中不必使用，可以设在调试工装上面解决。

3X1、3C3、3C4 和 3IC1 的 15 脚、16 脚组成 4MHz 晶振电路形成 ABT55336 的主频振荡器。

3D2 和 3R15、3D3 和 3R16、3D4 和 3R17 由 +5V 供电，与 3IC1

的 12 脚、11 脚、10 脚组成 7 种工作状态指示。具体参见表 1。

3IC1 的 8 脚、9 脚和 VSS 连接 XSPT1 输出串行数据，3R8 和 3R10 是 8 脚、10 脚的上拉电阻。XSPT1 输出的串行数据可以读取 3IC1 的内部数据，通过工装，显示 1 脚测量的温度和 18 脚测量电压，供调试检验时使用。

LED	未充电	大电流充电	补足充电	涓流充电	维护充电	脉冲维修	过充电维修
LED1 (3D2) 红	熄灭	熄灭	熄灭	熄灭	熄灭	常亮	闪动
LED2 (3D3) 绿	熄灭	熄灭	熄灭	闪动	常亮	熄灭	闪动
LED3 (3D4) 绿	熄灭	闪动	常亮	常亮	常亮	熄灭	闪动
充入电量	0	>75%	75%~90%	90%以上	完成充电	维修	维修

表 1 LED 显示与工作状态

由 5.10V 精密电源供电的精密电阻 3R4 和测量温度的负温度系数的热敏电阻 3R5 分压，把温度信息转换为电压信息供给 3IC1 的 1 脚，以测量温度。精密电阻 2R9、2R10 对电池电压进行 1:10 的分压，供给 3IC1 的 18 脚测量电池的电压。3IC1 的 6 脚输出充电脉冲、7 脚输出去极化脉冲。

2R4 和 2R6 分别是 3IC1 第 6 脚、7 脚的下拉电阻。3IC1 的 6 脚高电平 +5V 输出充电脉冲时，通过 2R2 给 2V3 发射极提供 +5V 的偏置，2V3 基极是 +5V 所以 2V3 截止，不能通过 2R1 给 2V2 提供正向偏置，所以 2V2 也截止。

3IC1 的 6 脚的高电平 +5V 提供 2V4 基极，通过 2V4 发射极对地的串联电流负反馈电阻 2R5 使 2V4 深度饱和，集电极电位约 4.4V。恒流限压开关电源 U1 的正极输出电压通过 A+、15V 稳压管 2D1、2R3 到 2V4 的集电极，2D1 处于反向击穿稳压状态，其 K 级接在 P 沟道 TMOS 管 2V1 的 S 级、A 级接在 2V1 的 G 级，给 2V1 形成了 15V 正向偏置 2V1 导通。由于 TMOS 管 G 级和 S 级有 2000pF 左右的结电容，为了克服结电容形成的过渡过程时间上的延迟，导致 2V1 在放大状态停留过长而增加 2V1 的管耗，与 2R3 并联 2C1 是加速电容，使 2V1

在迅速导通。2V1 导通期间，通过 2D2 向被充电电池 BATT 充电。反之，3IC1 的 6 脚低电平时，2V4 转入截止，2V3 通过 2R2 使 2V3 的发射极处于低电平，而 2V3 的基极处于 +5V，使 2V3 饱和导通，2V3 的集电极约 4.5V，通过 2R1 使 2V3 饱和导通，2V3 的集电极和基极使 2V1 的 S 级—G 级短路，使 2000p 的结电容迅速放电，使 2V1 迅速截止，停止通过 2D2 向电池 BATT 充电。这样形成了给电池的充电脉冲。

3IC1 第 7 脚输出的的去极化脉冲通过 2R7 脚到 2V6 的基极上，2V6 和 2V5 形成达林顿连接。尽管 2V5 本身已经是达林顿管，但是其工作与饱和、截止区域时，HFE 严重下降，而 2V5 导通时通过集电极—发射极的电流高达 3~5A，为了减轻 3IC1 第 7 脚的负载，所以又增加一级 2V6 的达林顿连接。2R8 是防止 2V5 的 ICE0 漏电对电路的影响，同理，2R6 也具有相同的作用。在 3IC1 的 7 脚输出去极化脉冲时，2V6、2V5 导通，通过 2R11 给被充电电池放电。放电电流从 3A 到 4.5A 大于最大充电电流 2A。在放电瞬间，2R11 上面的瞬态功耗高达 200W，因去极化脉冲在充电周期中占空比不到 1%，所以其平均功耗不到 2W，发热也不多。问题是，2R11 必须选用抗浪涌较好的电阻。

3IC1 的 13 脚平时处于高电平。3S2 和 3R12、3R13、3IC1 的 17 脚组成过充电维修指令开关，按动一秒这个开关，3IC1 的 6 脚、7 脚停止输出，13 脚通过 3R14 输出维修脉冲，驱动 4V2 的基极，4R1 是 4V2 的集电极负载。4V1、4R1、4R2、4D1 组成恒流源电路。当 3IC1 的 13 脚处于低电平时，4V2 截止，A+ 的电压通过 4R1、4D2、BATT 的正极、使 4D1 处于反向击穿稳压状态，获得了 2.7V 的稳压电压，这个电压施加在 4V1 基极—发射极—4R2 上面。4V1 是达林顿管，EB 结导通时结压降约 1.4V 电压这样 4R2 上获得  $2.7 - 1.4 = 1.3V$  的电压，通过 4R2 的电流约 60mA，这就形成 4V1 导通时的恒流限流。这个电流作用于被充电电池上。当 3IC1 的 13 脚输出高电平时，4V2 饱和导通，把 4V1 基极箝位在 0.2V 使 4V2 截止，维修脉冲停止。

### **软件部分：**

软件部分决定了工作状态。其外部工作状态如图 3。(1) 正常充电、(2) 脉冲维修充电。(3) 过充电维修充电。

(1) 正常充电。开始以后，3IC1 的 13 脚设置输出高电平，其它输出脚输出低电平。18 脚测量被充电电池的电压，如果没有 +7V 以上的电池电压，表示电池没有连接，整机没有充电脉冲和维修脉冲输

出。这样，即便充电器先接电源，再接电池，电池的插头处也不会出现大的跳火。如果电池电压大于 7V 就进入大电流充电模块。3IC1 第 6 脚输出充电脉冲、第 5 脚输出输出极化脉冲。18 脚间隙期间多点测量电压取其平均值。1 脚测量温度。由温度计算出析气电压，由测量电池电压得到的电压值计算  $dv/dt$  值，存入 RAM。如果充电电压不高于析气电压同时  $dv/dt$  数倍不高于存储值，将进入下一个充电脉冲循环。如果充电电压高于析气电压，或者  $dv/dt$  数倍高于存储值，将转入减少充电电流到**补足**充电的模块。在减少充电电流模块中减少脉冲充电时间，增加脉冲间歇时间，靠减少占空比的方式减少单位时间内的平均充入电量，相当于减少充电电流。直到遇到 2 个析气电压判断中出现任何一种，则进一步减少充电占空比，直到相当于充电电流达到，则停止充电和放电脉冲，进入维护脉冲阶段。维护脉冲与维修脉冲是截然不同。**它可**补充自放电流，同时具有缓解硫化的功能。

(2) 充电 2 模式。充电过程中，按动 S2 开关，软件进入维修脉冲充电状态。软件会修改充电参数为：充电脉冲和去极化脉冲停止，3IC1 的 13 脚输出维修脉冲。

(3) 充电 3 模式。充电过程中，按动 S1 开关，软件进入过充电维修状态，**当软件判定达到终止条件时**，停止充电。

**调试状态：**为了进行整机调试，设立了本状态，各个状态见表 2。在负载开路条件下，上电复位以前，闭合 3S2 上电就进入第一个测试状态。这些调试步骤在专用工装的配合之下，可以满足 45 秒生产节拍需求。

### **注意事项：**

恒压限流电源 U1 的限流值必需为  $2A \pm 5\%$  以内，电流大，将不能保证补足充电的失水控制，电流小，将无谓的延长充电时间。

### **使用说明概要：**

#### (1) 充电

接上电池和电源，出现 3 种状态：

- LED3 闪动，进入正常充电状态；如果电池放电很少，或者电池刚刚充满电，可能 LED3 迅速进入常亮(充入电量 75% 以上)或者 LED2 闪动状态（充入电量 90% 以上），甚至迅速进入 LED3、LED2 均常亮状态。

- LED1 闪动，电池电压低于 8V，自动进入硫化修复状态；

表 2

调试状态

步骤	进入方法	退出方法	PWMC (pin 6)	POD (pin 7)	POS (pin 13)	LED3 (pin 10)	LED2 (pin 11)	LED1 (pin 12)	用途
步骤 1	闭合 3S2 时上电	触动 3S1	H	L	H	ON	OFF	OFF	测试充电开关电路
步骤 2	在步骤 1 时触动 3S1	自动维持 5s 后转到步骤 3	L	H	L	OFF	ON	OFF	测试恒流源电路
步骤 3	由步骤 2 转来	自动维持 5s 后转到步骤 4	L	H	H	OFF	OFF	ON	测试放电开关电路
步骤 4	由步骤 3/5 转来	自动维持 1s 后转步骤 5	L	L	H	OFF	OFF	OFF	测试全部 LED, 在 pin7 上输出脉冲信号
步骤 5	由步骤 4 转来	自动维持 1s 后转步骤 4	L	H	H	ON	ON	ON	

- LED1、LED2、LED3 均不亮、不闪动，是电源或者电池未连接，检查连接。

告知用户：仅仅 LED3 常亮，电池完成快速充电过程，电池可以使用，但是尽量减少这样的使用；LED3 常亮、LED2 闪动，可以正常使用；LED3、LED2 常亮可以无忧的使用；保持延续 LED3、LED2 常亮的时间，具有减少电池容量下降的功能。

## (2) 脉冲维修

充电过程中，按动 3S2，LED1 闪动，其它 LED 熄灭，就可以进入



对电池的脉冲维修状态，不切断充电器电源，就一直维持该状态，以适应长时间维修。对于不能补水的电池，发现容量下降以后，就可以进行具有对电池的修复作用的脉冲维修，恢复电池一部分容量。建议每天使用的用户每 7~20 个充放电过程以后都进行一次充电以后的 12 小时脉冲维修。对于搁置 1 个月以上的电池，依据搁置时间长短，建议在完成充电以后进行 24 小时到 168 小时的脉冲维修充电。如果一个 168 小时恢复的容量不理想，可以进行第二个 168 小时的脉冲维修。

考虑到，按动 3S2 以后，给电池充入电量非常少，用户误触动此开关以后，看到充电器面板上面的 LED 还在闪动，不经心会误认为已经充电了而影响用户使用。所以建议按动 3S2 的按钮低于面板平面，甚至可以设在面板的小孔内，请用户用曲别针才能触动 3S2。

### (3) 过充电维修

充电达到“维护充电”阶段，按动 3S1，LED1 闪动，其它 LED 常亮，就可以进入对电池的过充电维修状态。

国际上对过充电维护深循环使用的牵引电池方面的研究发展很快。鉴于此充电模式一定会出现大于一般充电的失水，不宜每次充电都使用这种充电模式。建议在脉冲维修以后，恢复电池容量不理想的条件下，或者电池补水以后，进行一次本模式充电。如果暂时对从充电模式没有把握，也可以不用这种充电模式，硬件中只要不安装 3S1 就可以。而我们仅仅是把这个国际前沿的功能以充电器的方式介绍到国内而已。鉴于 2 种维修的区别，希望制造商设计不同的按钮或者孔径以示区别。

### **数据更改:**

ABT65 系列留了 EEPROM 区域，改其内部改数据，就可以适应用户的不同需求。在用户提供“析气电压—温度”特性用户，可以通知 IC 制造商对 IC 检验软件包做适应性更改。

### **结语:**

ABT65 系列集成电路以优秀的充电模式和精简的外围电路可以形成性价比优秀的电动自行车充电器。ABT6502 还有一些功能和应用方法，限于篇幅而没有一一介绍。随着发展和需求变化，一定会出现一些改动，ABT 公司将随时公布。

( 本文涉及多处敝公司专利，请慎重引用 )

