

蓄电池充电器的智能控制器

邓隐北, 覃华, 夏秀兰 编译

广西国昶生物能实业集团有限公司

1 前言

大多数便宜的蓄电池充电器——在硬件供货商或汽车零售商可以买到的那些型号, 普遍认为性价比优, 因而销售量不少, 但很多人已经发现, 这些充电器实际上在充电时可能会损坏蓄电池! 如果你有一台这样的充电器, 则可利用智能型控制器对其进行升级换代, 对于浸渍式铅酸电池、密封式铅酸电池 (SLA), 或甚至磷酸铁锂 (LiFePO₄) 可充电蓄电地, 这均是适用的。

很多制造商对蓄电池充电器的概念就是变压器, 外加两个二极管和一对带线夹的引线, 而无更多其它什么。然而, 对蓄电池充电时, 如偶尔未夹紧蓄电池仍一直对其继续充电, 直到蓄电池的电解液烧干, 平直的极板弯曲变形, 或最坏情况下将手烫伤, 此时是很难以掌控的。

我们的充电器新型控制器, 用于与这些基本的低成本的铅酸蓄电池充电器连接配合, 则可将这种低廉的充电器改进成技术更先进的装置。不仅在相同的最大充电率下仍然充电, 而且还可提供正确的充电终端、浮充电以及温度补偿。因其充分的可调节能力, 故也能适用于 LiFePO₄ 蓄电池, 为其具备必要的条件, 一旦起动就可取代铅酸蓄电池。

对比铅酸电池, LiFePO₄ 电池虽成本较高, 但有更快的充电和放电速率, 更多的充电周期、更小的体积和更轻的重量。

基本的充电器加上全自动化的充电控制器以后, 还能延长蓄电池的使用寿命, 并可使蓄电池在所需的时间内处于浮充电状态。但 LiFePO₄ 蓄电池通常勿需浮充电。

2 基本充电器的缺点

图 1 所示为典型的低成本铅酸蓄电池充电器的结构图, 主要包含一个带中间抽头二次输出的电源变压器。为

对蓄电池充电提供未经滤波处理的直流电流, 利用两个功率二极管将变压器的二次输出进行整流。如果变压器输出的电流太大, 则断开热切断 (thermal cutout) 防止过电流。

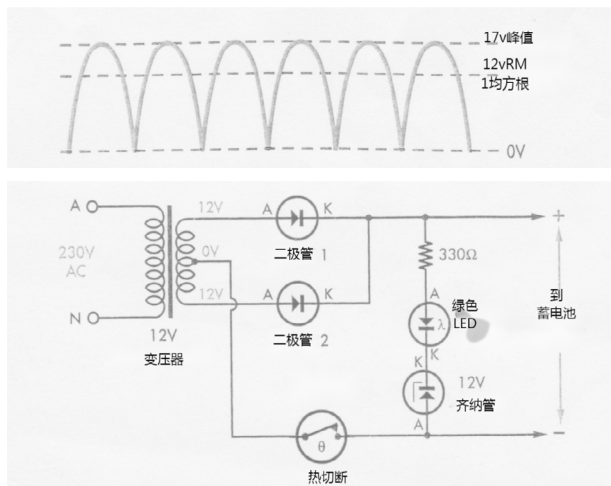


图 1: 典型的低成本铅酸蓄电池充电器的基本布置
由带中心抽头的电源变压器和全波整流器 (D1+D2) 组成。通常还备有热切断保护和 LED 显示器, 以显示蓄电池充电时的充电状态。这一简单装置的输出电压如图 1 上部所示。

可利用齐纳二极管 (硅稳压管)、LED 和电阻器那样简单的元件, 以显示充电状态。当蓄电池电压超过齐纳管的击穿电压 (12V) 和绿色 LED 的正向电压 (1.8V 左右) 时, 这样, 在 13.8V 的电压下 LED 点亮发光, 且随着电压的升高发光的亮度也增加。有些充电器还可增设一安培计, 以显示充电电流的大小。

对蓄电池充电的电流, 是一串频率 100Hz 的大电流脉冲, 如图 2(a) 所示。由充电器额定的 17V 峰值输出, 如果保持连接时间足够长, 最后, 对蓄电池的充电将超过 16V, 这会导致蓄电池损坏, 如图 2(b) 所示。当充电时间太长, 将超过蓄电池满充电的最大电压 (也称切断电压)。

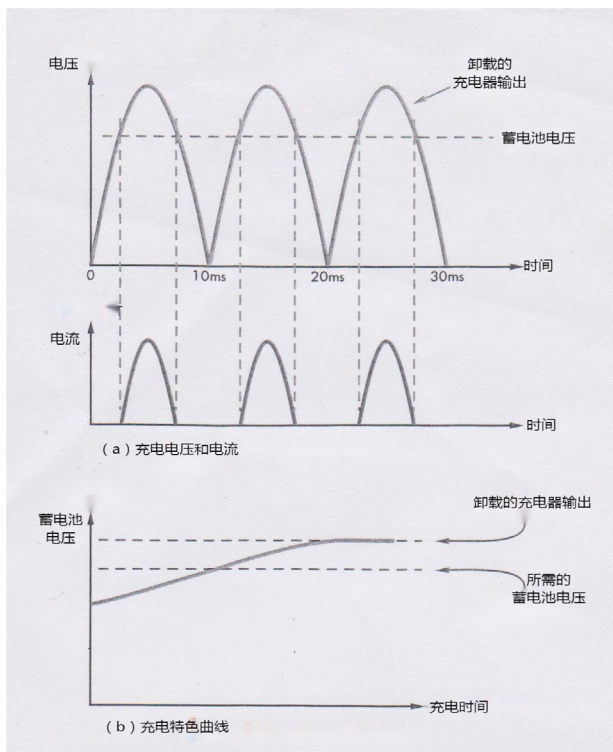


图 2: 按图 1 所示电路较详细表述的充电电流特性

由 100Hz 的一串大电流脉冲组成。如图 (b) 所示, 若充电器处于充电状态的时间太长, 相对高的峰值电压可能导致蓄电池过充电。

3 特点

(1) 采用合适的充电器, 对 6V、12V 或 24V 浸渍式铅酸电池、密封式铅酸电池 (SLA) 或磷酸铁锂 (LiFePO4) 电池充电, 最大电流可达 10A。

(2) 按充电器容量从 1~100%, 以 1% 的级差, 可调节充电的速率。

(3) 1 个、2 个或 3 个充电状态分别为主体 (bulk)、吸收 (absorption) 和浮充 (float) 三种模式。

(4) 可调节或预置的充电终端和浮充电压。

(5) 对于带内部和外部热敏电阻的铅酸蓄电池, 具有可调节的温度补偿。

(6) 对深度放电的蓄电池, 具有可调节的缓慢充电模式。

(7) 蓄电池的放电保护。

(8) 冷态蓄电池的充电保护 (低于 1°C 以下不充电)。

(9) 热敏电组的故障保护 (如热敏电阻断路或短路, 铅酸电池不充电)。

(10) 带误差显示的 6 种状态 LED 显示器。

(11) 低成本、易构建和易应用。

(12) 微处理器 (Microprocessor) 控制。

4 解决充电的方式方法

在充电控制器内增加一些技术含量, 就能使这个简单的充电器提升到最佳性能。图 3 表明在充电器和蓄电池之间, 充电控制器是如何连接的。充电控制器设置于一结构紧凑的压铸铝合金外壳内。实际上, 充电控制器是一个开关切换装置, 它能将充电器与蓄电池接通和断开。这就允许其在充电过程中进行控制, 并在达到正确电压时停止充电。

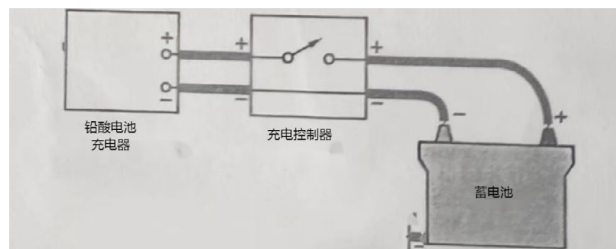


图 3: 充电控制器在充电器和蓄电池之间的连接

在充电过程中进行控制, 防止过充电, 当蓄电池达到正确电压时, 也即, 当电池已充满而又未过充电, 以及电池开始漏气 (或更坏情况下), 在此之前应停止对其充电。

图 4 为铅酸蓄电池的各种不同充电状态。充电控制器能接通和断开电流, 且能施加由每 2 秒连续电流、脉宽 20ms/1980ms 的一组脉冲串。

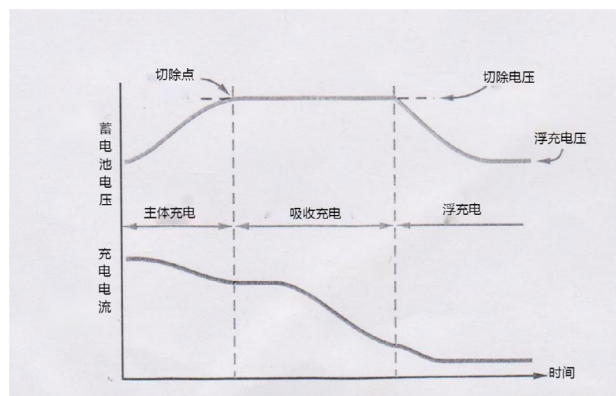


图 4: 铅酸蓄电池的三种典型充电状态。

开始充电是采用主体模式, 接着切换到吸收模式约 1 小时 (利用选件 JP2), 然后切换到浮充电。完成充电后并保持蓄电池满充电状态。(LiFePO4 电池无浮冲模式), 当电池已充满, 充电器切断开关, 如转换成放电模式, 则开关再次返回到原来状态。

在称为“主体充电”的第一模式期间，通常是连续施加电流，以便尽可能快的充电。

主体充电模式之后，充电控制器切换到“吸收模式”。通过对脉冲串宽度的调节，将这一模式保持在切除电压下 1 小时，因而使蓄电池几乎达到满充电。此后充电控制器切换到“浮充电”。这就利用了较低的切除电压和低的充电率，以便保持蓄电池的满充电状态。

当充电电流下降到原来主体充电率的 3%，或 1 小时以后，将从吸收模式切换到浮充模式。吸收模式是可选的，可选择跨越这一模式，直接从主体充电状态进入浮充电模式。

如主体充电少于 1 小时，能达到吸收充电条件时，则可绕过吸收模式，这对已满充电的蓄电池，可防止超吸收模式的充电。

主体充电模式通常以最大限度的充电率进行，对容量较小的蓄电池，充电电流显得过大，脉冲串的宽度可减小到平均电流的极值。例如，你若有一台 4A 的蓄电池充电器，则能利用充电率的控制，以 1% 的级差从 4A 减小到 40mA。

5 磷酸铁锂电池的充电

一般, LiFePO4 电池充电达到: 每单电池 (cell) 3.47V, 但也有每个单电池为 3.6V 的。故正常 12V LiFePO4 蓄电池有 4 个单电池, 切除电压为 13.88V 或 14.4V, 取决于所用每个单电池的电压。

充电控制器可一次停止充电, 达到切除电压。或者可选择吸收充电模式, 在这一模式期间, 保持切除电压 1 小时, 或直到充电脉冲下降到原主体充电设定值的 3% 为止。

6 铅酸蓄电池的切除电压和浮充电压

铅酸蓄电池实际的切除电压和浮充电压, 取决于蓄电池的特性、结构以及运行温度。在 20°C 时典型的切除电压和浮充电压, 分别为 14.4V 和 13.8V; 对密封式铅酸电池 (SLA), 电压较低, 分别为 14.1V 和 13.5V。

这些电压值加上 LiFePO4 电池的 13.88V, 均预置于充电控制器内, 且利用铅酸电池 / SLA / 锂电池的跨接片

于以旁路, 仅当插入这一跨接片时, 才能对所有不可调节的预置值进行选择 (参见表 1)。

表 1: 不可调节的整定值

整定值	SLA	浸渍式铅酸蓄电池	LiFePO4 电池
切除电压	14.1V	14.4V	13.8V
浮充电压	13.5V	13.8V	无
温度补偿	-25mV/°C	-20mV/°C	无

另一组整定值也是可实现的, 能以 29.8mV 的级差在 0~30.5V 范围内进行手动调整 (参见表 2)。

表 2: 可调节的整定值

整定值	调整方式	SLA 浸渍式 铅酸蓄电池	LiFePO4 电池
切除电压	VR2	0~30.5V*	0~30.5V*
浮充电压	VR3	0~30.5V*	无
温度补偿	VR4	0~50mV/°C	无

* 调整的级差为 29.8mV

这些电压整定值还可在温度变化时进行补偿; 随着温度的升高, 铅酸蓄电池的充电电压通常会降低。对浸渍式电池, 典型的温度补偿值为 -20mV/°C; 对 SLA 电池为 -25mV/°C; 对 LiFePO4 电池则无需温度补偿。温度补偿值可在 0~50mV/°C 之间、以 256 级差进行调定。温度补偿是在 0 与 60°C 之间进行补偿的。当温度在 0°C 或 0°C 以下, 为保护蓄电池则不进行充电。

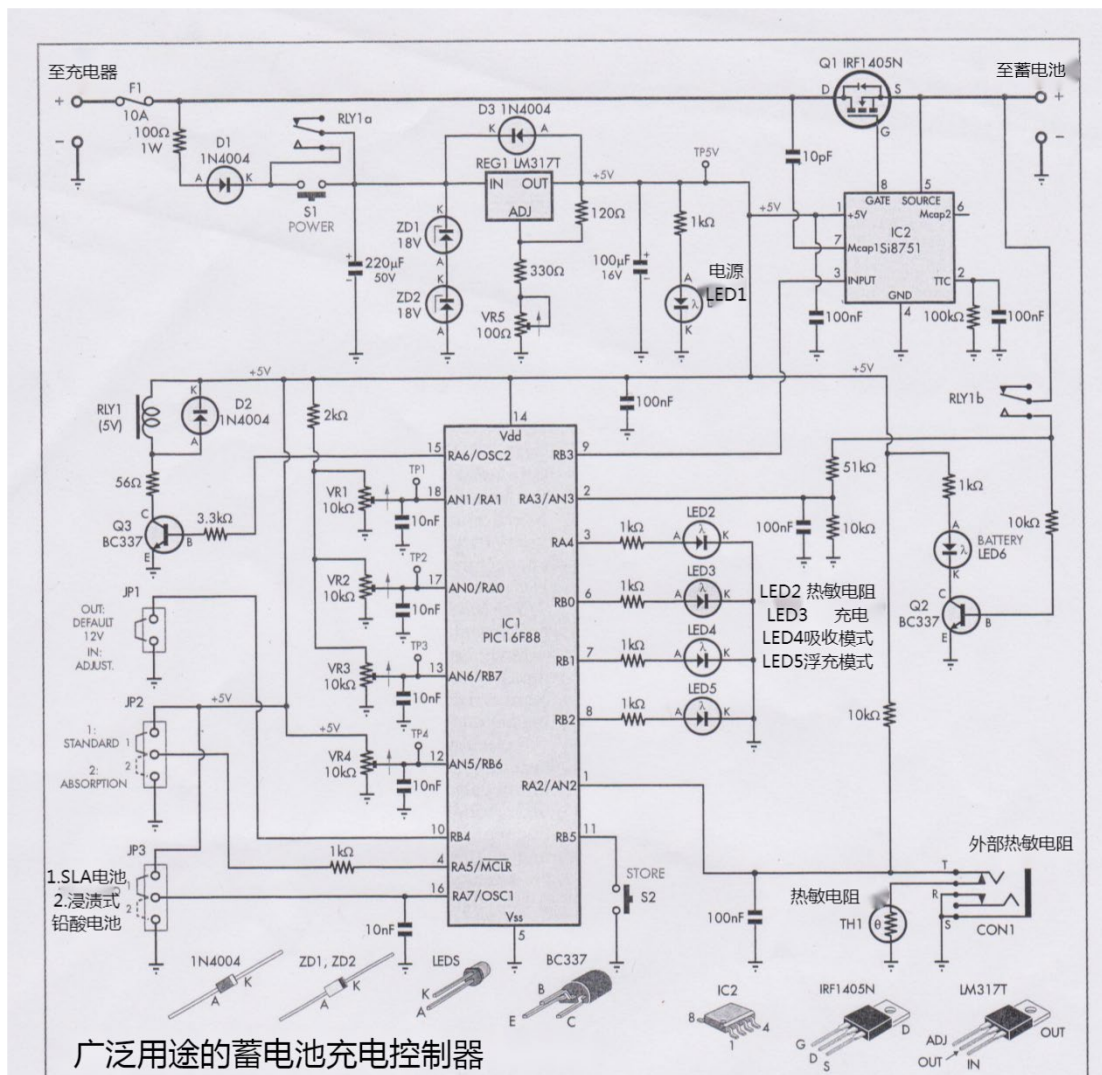
温度测量时, 利用一负温度系数 (NTC) 的热敏电阻。如果充电控制器未经其插座连接外部热敏电阻, 则仅利用这一内部热敏电阻。外部热敏电阻支附在蓄电池上, 用于更精确的测量。

4 组微调电位器, 用于进行整定。1 组整定充电率, 以所占充电器满充电电流的百分数表示。其余 3 组为调定切除电压、浮充电压和温度补偿。

当对蓄电池充电时, 微控制器利用负反馈, 调节脉冲的工作比 (duty cycle), 以便达到所需的蓄电地端电压。

如蓄电池电压超过所需电压值大于 0.25V, 则工作比每 2 秒减少 15%; 如蓄电池电压超过所需值小于 0.25V, 则工作比每 2 秒减少 1%。

相反, 如蓄电池电压低于所需值大于 0.25V, 则充电工作比将以快的速率 (每 2 秒 3%) 增加; 如蓄电池电压低于所需值不到 0.25V, 则以缓慢速率 (每秒 1%) 增加。



广泛用途的蓄电池充电控制器

图 5: 基于 PIC16F88 微控制器 (IC1) 的充电控制器电路图

该电路监视着在 AN3 输入的蓄电池电压, 并经过隔离的驱动器 (IC2) 的开关 MOSFET Q1 的接通与断开, 控制着充电过程。

7 LED 显示器

充电控制器有 6 个 LED 显示器, LED1(绿色)表示电源已接通; 当热敏电阻温度低于 0°C 时, LED2(橙色)发闪光, 否则不会发光, 除非热敏电阻的连接中断或短路; 出现此类故障时 LED2 发光。LED3(红色)表示主体充电模式; 而 LED4(橙色)和 LED5(绿色)表示吸收和浮充模式。LED6(绿色)表示蓄电池已连接但不表示已进行充电。

在吸收和浮充模式期间, 当电流被馈送到蓄电池时, LED 会显示, 这是一可选项。无论何时电流馈送至蓄电池、

LED3 发闪光, 这是有用的。

这样, 它可显示电源脉冲串 (burst) 的工作比, 短脉冲串表示蓄电池接近所需的电压值, 而较长的脉冲串显示蓄电池需进一步充电。

如果不要求这, LED3 就不能充分发挥作用, 因而只能在主体充电模式下发光显示。

若将充电器调置到跨越这一模式, 则显示吸收模式的 LED4 将不会发光; 类似地, 显示浮充模式的 LED5, 在对 LiFePO4 电地充电时也不发光, 因为这一模式不适用于磷酸铁锂电池。

8 技术规范 (说明)

(1) 以 20ms 的级差或连续通电 2 秒下的充电脉宽: 20ms~1980ms。

(2) 以 29.8mV 的级差, 充电的切除电压为 0~30.5V: 与 LiFePO₄、SLA 和浸渍式铅酸电池的整定值 (见表 1 现有的预置值) 无关。

(3) 通过 256 个级差可实现温度补偿: 0~50mV/°C (区分 SLA 和铅酸电池的调节)。

(4) 最低的蓄电池充电温度: 1°C。

(5) 最高的补偿温度: 60°C。

(6) 对 6V 蓄电池, 欠电压的脉冲充电为 5.25V; 对 12V 蓄电池为 10.5V; 对 24V 蓄电池为 21V。

(7) 欠电压脉冲充电率; 最大充电率下每 2 秒 200ms 脉冲串; 较低充电率下 (额定充电率的 10%), 脉冲宽度减小。

(8) 蓄电池的放电保护: 如果充电器功率丢失, 对 6V 蓄电池, 若电压低于 6.25V; 对 12V 蓄电池, 若电池电压低于 12.5V; 或对 24V 蓄电池, 若电压低于 25V; 则

在 2 小时后将充电器断开。

(9) 电源接通: LED1 点亮发光。

(10) 热敏电阻故障: LED2 发光。

(11) 温度大低: LED2 以 1Hz 频率闪光。

(12) 主体充电: LED3 发光。

(13) 吸收充电: LED4 发光; 可选 LED3, 闪光显示充电率。

(14) 浮充电: LED5 发光; 可选 LED3, 闪光显示充电率。

(15) 检测蓄电池: LED6 发光。

(16) 蓄电池电压低, 缓慢充电: LED3 闪光; 如对铅酸电池充电 LED4 和 LED5 均闪光。

原文出处: JOHN CLARKE, CLEVER Controller for a Dumb Battery Charger, <Practical Electronics> (实用电子) 2020, 12 期 P16---19

上接155页

2) 磁芯的表面粗糙度 R_a 与电感因数存在反的相关特性, 研磨平面造成的气隙 l_g 与表面粗糙度存在正的相关性, 其关系如式 (11), 因此固定砂轮目数、砂轮转数、工件给进速度时, 磁芯的粗糙度就比较固定, 那么其电感因数就会稳定, 目前行业内比较多的人使用 400 目砂轮制定 A_L , 此时按照以上粗糙度的计算, 那么计算有效磁导率常用的 l_g 约为 0.007mm-0.009mm 之间。

参考文献

- [1] 赵修科. 实用实用电源技术手册磁性元器件分册 [M]. 辽宁科学技术出版社, 2002 年 8 月第一版: 44
- [2] 洪求才, 赵文祥, 王西彬, 张丙鹏. 树脂结合剂金刚石砂轮磨

削铁氧体陶瓷表面 粗糙度的试验研究 [J]. 工具技术, 2006, 12: 30-33.

- [3] 阳开新. 软磁铁氧体制作技术 [M]. 绵阳九彩印务有限公司, 2009: 258

作者简介

姚木有 (1983-), 男, 广东吴川, 中山大学材料物理专业 学士, 电子材料工程师, 主要从事磁性材料的研发、生产工艺与应用研究

通信地址: 广东省肇庆市端州区黄岗镇大冲前村风华磁材园微硕公司 526060 18938305052