

平衡铅酸电池

作者: AspiyanGazder, 电源产品设计工程师, 凌力尔特公司

铅酸电池在众多的行业和应用中得到了广泛的使用。电信业采用一个由 4 节铅酸电池组成的串联堆栈来提供 48V 电池组。能量存储解决方案 (ESS) 使用多种串联和并联配置的铅酸电池来存储由风和太阳等可再生能源所产生的能量。在 UPS (不间断电源) 行业中大量地采用了串接式铅酸电池, 以在失去主电源时提供后备电源。高尔夫球车及其他工业电动车辆通常利用一个串接式铅酸电池组来供电。

在上面提到的所有例子中, 都是把两个或更多的铅酸电池串接起来使用。当电池组中的某个铅酸电池发生故障时, 将需要更换串联堆栈中的所

有铅酸电池以保持电池组的性能。这是一笔相当可观的费用。

当电池制造完成时, 它们符合针对能量容量、ESR (有效串联电阻)、漏电流和放电循环次数等诸多参数的严格指标, 旨在确保质量、保证最低寿命和满足各种标准。此外, 这些规格指标仅适用于单个电池。由于制造工艺中的限制因素, 电池规格中存在变化, 而且当多个电池串联堆叠时这些规格指标不再适用于电池组。由于漏电流不相等, 因此串联连接的电池将随时间而发生漂移, 个别电池的容量有可能随着时间的推移而改变。极端的工作条件和频繁的放电循环将使此类问题进一步加剧, 从而最终导致电池组中的某节电池出现故障。此时, 整个电池组被视为失效, 且必需更换电池组中所有的电池。只更换那节失效电池本身并不能解决问题, 因为替换的电池其特性将与电池组中的其他电池存在很大的差异, 这将造成电池组故障。这个问题对于采用任何化学组成电池制成的电池组都存在, 并不仅限于铅酸电池。

在大多数串接式电池组中, 仅测量电池组顶端的电压, 并假定电池组中的电池是匹配的, 因此它们均等地共享电荷。图 1 描绘了一幅场景: 电池

组顶端电压被设置为 53.2V, 但是个别电池的电压是未知的, 且可能并非都是 13.6V。由于并不是电池组的所有电池都将均匀地分享电荷, 所以电池组中的某些电池也许严重地过度充电, 而与此同时其中的某个电池则或许处于充电不足的状态。铅酸电池过度充电和充电不足都会导致电池寿命的缩短。

如果对铅酸电池进行过度充电, 则导致电解液分解成氧气和氢气, 从而使电池中的电解液液面下降。这会产生两个影响。电解液中的硫酸浓度增加, 这将损坏电池极板并缩短电池寿命。而且, 由于电解液液面下降, 一部分极板现在暴露于空气之中, 因而引发极板氧化并降低电池容量。密封型铅酸 (SLA) 电池和凝胶电池对过度充电是特别敏感, 因为任何失去的电解液都是无法替代的。铅酸电池充电不足会引起极板硫酸化, 在此过程中硫酸与极板发生化学反应而形成了硫酸铅晶体。这降低了电池接受满充电的能力, 充电不足的情况因此进一步地恶化。这将导致电池过早地失效。

为了延长电池组的寿命, 需要对电池组中的个别电池进行平衡。传统的观点是: 对串联式铅酸电池组进行过度充电可实现电池组中个别电池的平衡, 从理论上讲这有助于延长电池寿命。然而, 此种方法是有缺陷的。

唯一能确保电池组中所有电池处于相同电压的方法是采用一种平衡解决方案, 其将使过度充电的电池释放

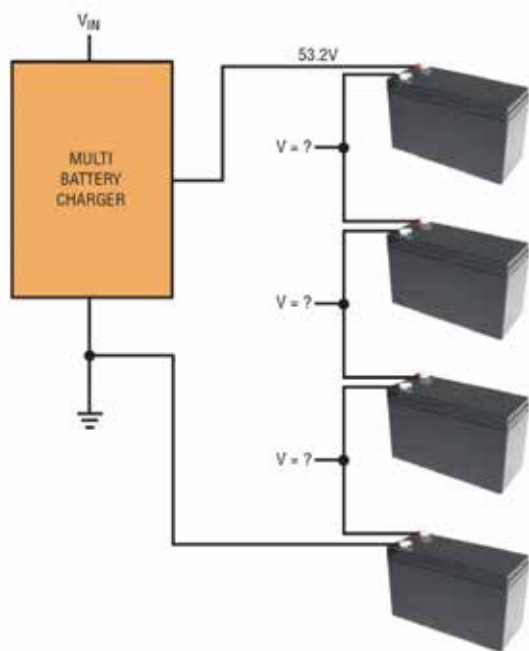


图 1: 电池组顶端电压并非均匀地分配在电池组中的各个电池上

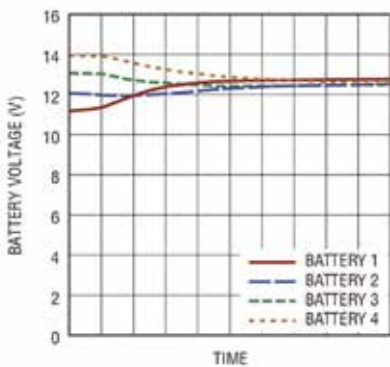
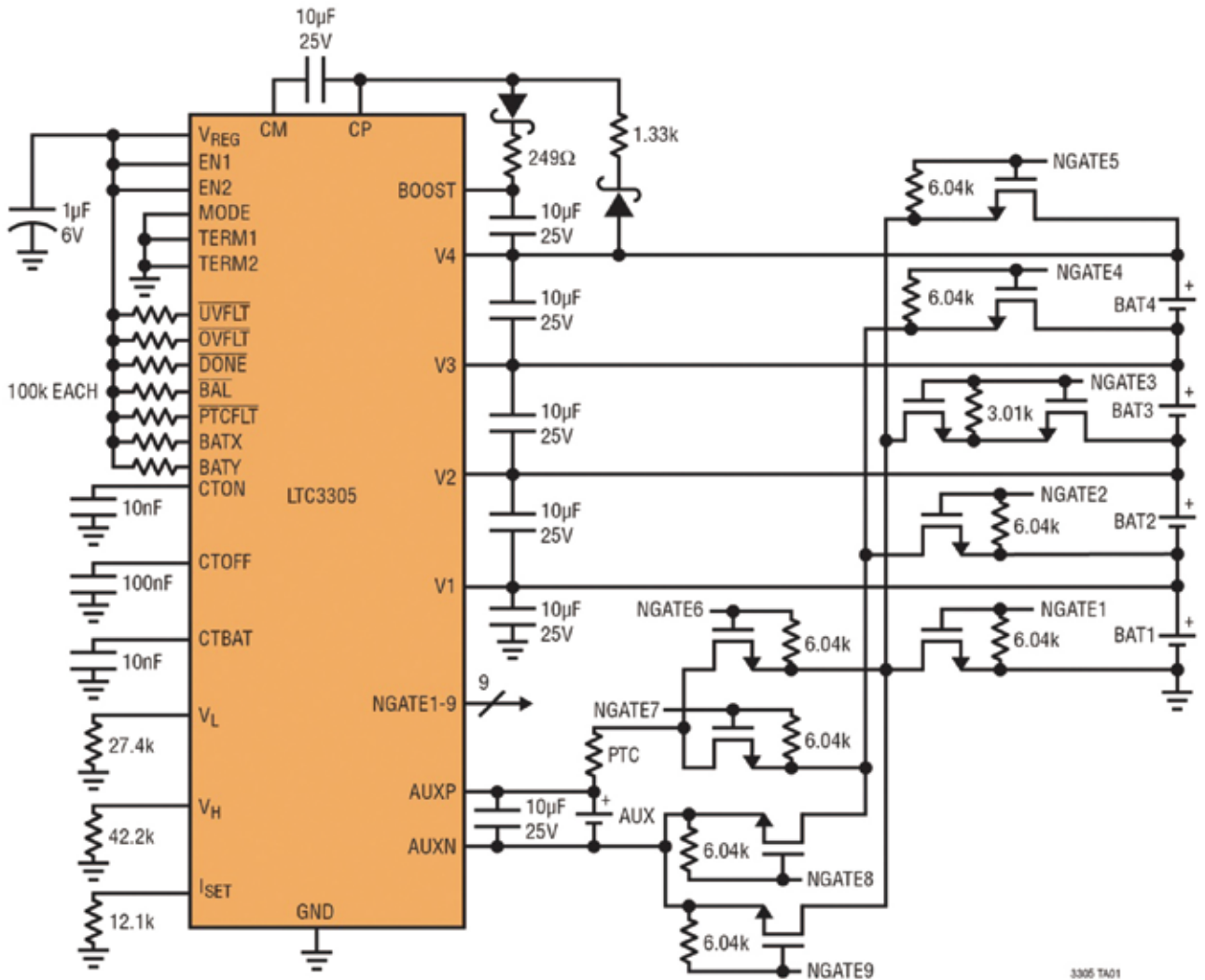


图 2: 完整的四电池平衡器

出多余的电荷，而向充电不足的电池输送额外的电荷。有效的电池平衡解决方案需要一个开关网络，该网络可

用于把电荷从一个电池移动至另一个电池以实现电池组的平衡。控制电路很复杂，而且分立式实施方案体积庞大且价格昂贵。LTC3305 铅酸电池平衡器是业界首创、而且是仅有的一款主动铅酸电池平衡器，该器件可使串接式电池组中的个别电池达到彼此平衡的状态。

图 2a 示出了一款应用电路，其中单个 LTC3305 用于对四个串接式铅酸电池实施平衡。电池组中的每节电池单独且顺序地与一个辅助电池相并联，该辅助电池采用了一个由 10 个外部低 RDS(ON) NMOS 晶体管组成且受控于 LTC3305 的网络。如果电压

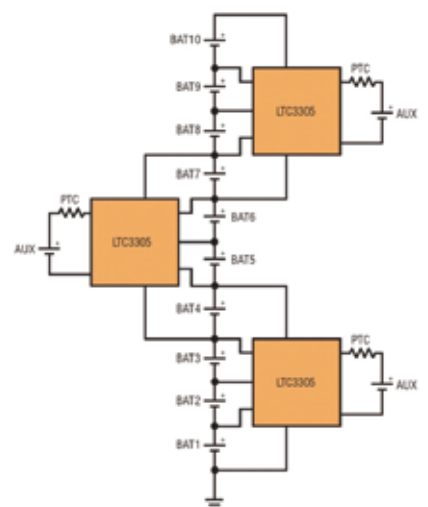


图 3: 可把多个 LTC3305 器件堆叠起来以平衡四个以上串接式电池

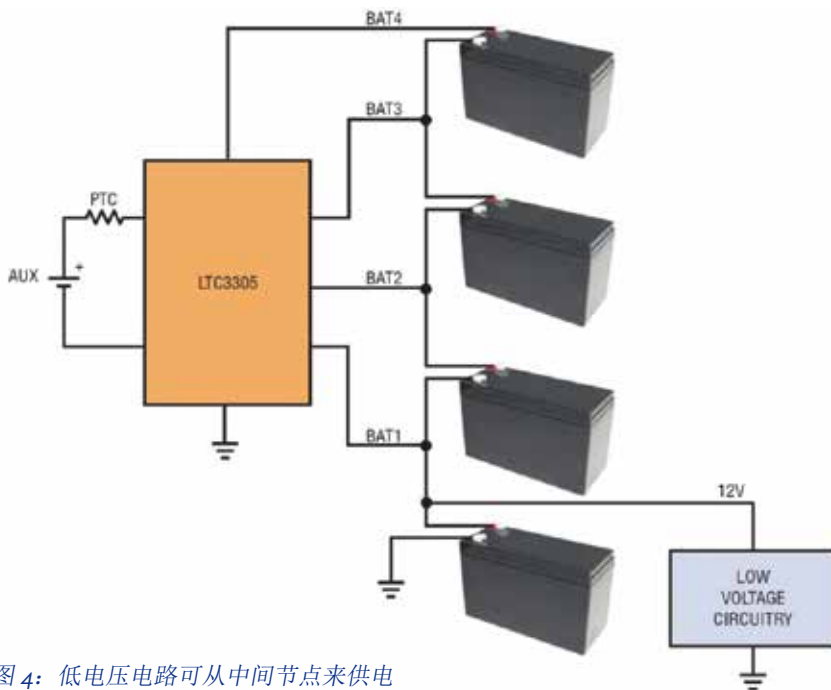


图 4：低电压电路可从中间节点来供电

不同，那么电流将在合适的方向上流动，直到电池组中个别电池的电压与辅助电池的电压相等为止。LTC3305 随后换向至电池组中的下一节电池。该续发事件将持续 (1、2、3、4、1、2、3、4)，直至电池组中所有电池 (和辅助电池) 的电压均被平衡至一个规定的门限之内，如图 2b 中的曲线所示。在任何连接期间所允许流动之

电流的最大值受限于一个外部正温度系数 (NTC) 热敏电阻元件。

LTC3305 提供了两种操作模式 (可通过 MODE 引脚来设置) 和四种终止门限 (可通过 TERM1 和 TERM2 引脚来编程)。另外，LTC3305 还具有过压和欠压比较器，这些比较器负责监视电池电压，并在电池电压超过编程门限时报告故障。欠压和过压门限

可分别采用 VL 和 VH 引脚 (连同 ISET 引脚) 来设置。

可把多个 LTC3305 器件堆叠起来以平衡包含四个以上串接式铅酸电池的电池组。在图 3 中，采用了三个 LTC3305 器件来平衡一个电池组中多达 10 节的电池。每个 LTC3305 需要其自己的辅助电池以执行平衡操作。

采用 LTC3305 来平衡铅酸电池还拥有其他的好处。低电压电路可从电池组的中间节点来供电，并不会在电池组中产生不平衡，如图 4 所示。这有助于降低解决方案成本，因为分立式组件和 IC 的成本是随额定电压而调节的。辅助电池的容量对电池组容量起到了补充作用，从而延长了运行时间。

总之，铅酸电池组将从实施电荷平衡当中受益。经过平衡的电池组可帮助将电池组的运行时间延长至超过电池组中最低容量电池的运行时间。而且，电池寿命也延长了，从而降低了因故障而更换电池组中电池所产生的费用。由 LTC3305 提供的完整铅酸电池平衡解决方案仅需极少的设计工作量即可实现电池组的平衡。

www.linear.com.cn