

# 设计要点

## 确定 LTC3305 铅酸电池平衡器的平衡电流

设计要点 539

Jim Drew

### 引言

LTC<sup>®</sup>3305 是一款铅酸电池平衡器，其采用一个辅助电池或一个可供替代的蓄电池 (AUX) 与串接式电池组内部的个别电池之间来回传输电荷。平衡器控制外部 NMOS 开关以把辅助电池顺序地连接至电池组中的每节电池。为了防止损坏 NMOS 开关及其互连 PCB 走线，需要使用一个电流限制器件。陶瓷正温度系数 (PTC) 热敏电阻便是此类器件之一。

PTC 热敏电阻器负责限制在 AUX 电池与电池间连接的峰值电流。当 AUX 电池与所连接电池之间的差分电压 ( $V_{DIFF}$ ) 相对较小时，流过 PTC 的电流处于低水平，其温度也很低，而且 PTC 呈现出恒值电阻器的特性。当  $V_{DIFF}$  增加时，电流增大，且 PTC 的温度升高。如图 1 所示，当 PTC 的温度达到其居里点 (Curie point) 时，其电阻急剧增加。一旦达到居里点，则由 PTC 的电阻对电流加以限制。这样，PTC 就起到了一个恒定功率器件的作用，可在  $V_{DIFF}$  增加时限制通过的电流。

预测 LTC3305 的平衡电流需要为介于 AUX 电池和被平衡电池之间的总电路电阻绘制一幅电流-电压曲线图。然后把这根线叠加在 PTC 的电流-电压 (I-V) 静态特征曲线上 (图 2)。PTC 电流-电压特征曲线可从 PTC 供应商处获得，或在实验室中产生。一旦获知了总的电路电阻，接着就可以采用 PTC 电流-电压特征曲线来计算流过电池和 AUX 电池的电流。

LT、LT、LTC、LTM、Linear Technology 和 Linear 标识是凌力尔特公司的注册商标。所有其他商标均为其各自拥有者的产权。

### 预测平衡电流

AUX 电池与电池之间的总电路电阻包括 AUX 电池的 ESR ( $ESR_{AUX}$ ) 和电池的 ESR ( $ESR_{BAT}$ )、MOSFET 开关的  $R_{DS(ON)}$  和 PTC 电阻 ( $R_{PTC}$ )。当对 BAT1 和 BAT4 进行平衡时，在电路中有 4 个串联的 ( $N_{FET} = 4$ ) MOSFET 开关，而对 BAT2 和 BAT3 实施平衡时电路中则具有 5 个串联的 ( $N_{FET} = 5$ ) MOSFET 开关 (见 LTC3305 产品手册的第一页)。电池和辅助电池之间的任何互连电阻都可集总到各自的电池和 AUX 电池的 ESR 中。该互连电阻必须包括正和负端的互连电阻。下面的表达式给出了辅助电池与电池之间的总电阻 ( $R_{TOTAL}$ )，式中的  $N_{FET}$  为串联 MOSFET 开关的数量。

$$R_{TOTAL} = ESR_{AUX} + ESR_{BAT} + R_{PTC} + N_{FET} \cdot R_{DS(ON)}$$

图 3 示出了叠加在 PTC I-V 特征曲线上的  $R_{TOTAL}$  线。箭头线是针对各种不同  $V_{DIFF}$  之平衡电流的轨迹。当  $V_{DIFF}$  增加时，平衡电流沿着总电阻曲线增大。当该差分电压产生了一个超过居里点电流的平衡电流时，PTC 电阻增加，并最终在总的电路电阻中居主导地位。居里点电流在产品手册中被称为跳变电流。随着 PTC 电阻的不断增大，平衡电流骤降，并逐渐接近 PTC I-V 曲线的负斜率。

最后，在 AUX 电池和被平衡的电池之间传输了足够的电荷，而且  $V_{DIFF}$  开始下降。当  $V_{DIFF}$  减小时，则在另一方向遵循 I-V 特征曲线。随着  $V_{DIFF}$  的减小，平衡电流遵循  $R_{TOTAL}$  I-V 曲线而增大，直至其达到居里点电流为止。PTC 电阻在该点上保持恒定，而平衡电流的变化则遵循  $R_{TOTAL}$  线。

## 设计实例

这里的实例采用了一个具有 1.9A 跳变电流和  $0.27\Omega$  冷电阻的 PTC (PTGLASARR27M1B51B0)。图 4 中示出的 PTC I-V 曲线是在实验室得出的。

辅助电池和电池的 ESR 分别为  $100m\Omega$  和  $50m\Omega$ 。四个 MOSFET 开关各具  $10m\Omega$  的  $R_{DS(ON)}$ 。针对每个电池和辅助电池的  $V_{DIFF}$  可采用下式计算：

$$V_{DIFF} = I_{PTC} \cdot (ESR_{AUX} + ESR_{BAT} + N_{FET} \cdot R_{DS(ON)}) + V_{PTC}$$

图 5 示出了流经系统的电流与各种不同的  $V_{DIFF}$  值以及流过 PTC 的电流 (或平衡电流  $I_{BAL}$ ) 之间的关系曲线。系统曲线是作为  $V_{DIFF}$  之函数的平衡电流之轨迹。由于电路内部寄生电阻两端的附加电压降，差分跳变电压升高于 PTC 跳变电压。随着差分电压的增

加，两根曲线彼此重叠，这是因为  $R_{PTC}$  在  $R_{TOTAL}$  中占主要地位。

当差分电压高于  $V_{TRIP}$  时，由于 PTC 电阻不断增加，因此平衡电流较低。对于低于  $V_{TRIP}$  的差分电压，平衡电流为差分电压除以总电路电阻。一个 12.5V 的电池电压和一个 12.0V 的辅助电池电压将产生 1.12A 平衡电流，这与图 5 所示的 I-V 曲线是吻合的。

## 结论

LTC3305 可平衡一个串接式铅酸电池组和一个辅助蓄电池两端的电压。平衡电流可以利用一个陶瓷 PTC 热敏电阻来控制。采用 PTC 热敏电阻规定的跳变电流和冷电阻参数以及其他的平衡电路寄生电阻，就能针对电池与辅助电池之间各种不同的差分电压来预测平衡电流。

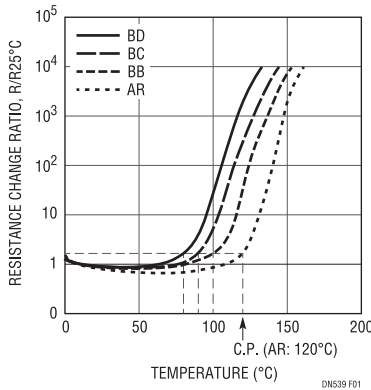


图 1：Murata PTC 的电阻-温度特性

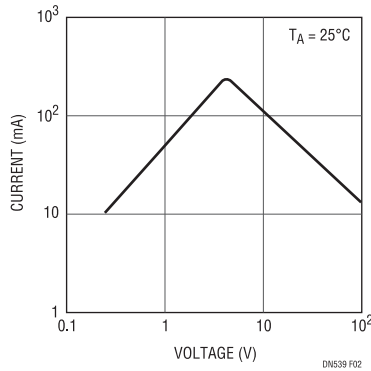


图 2：PTC 电流-电压特征曲线

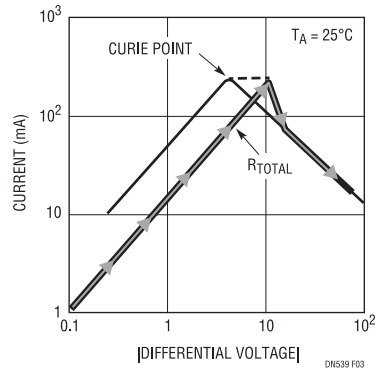


图 3：叠加在 PTC 特征曲线之上的  $R_{TOTAL}$  线

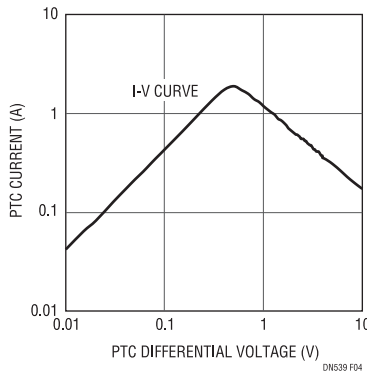


图 4：设计实例 PTC I-V 特征曲线

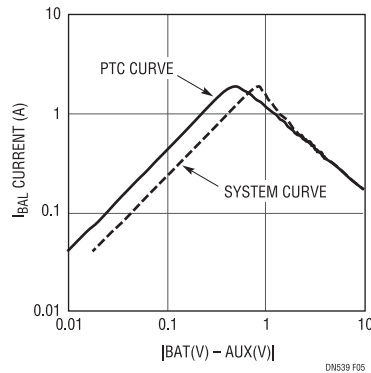


图 5：系统 I-V 特征曲线。至  $V_{DIFF}$  的系统曲线和至  $V_{PTC}$  的 PTC 曲线

### 产品手册下载

[www.linear.com.cn/LTC3305](http://www.linear.com.cn/LTC3305)

如要获得更多资料或技术支持，请与我们联系或当地分销商联系，也可浏览我们的网址：  
[www.linear.com.cn](http://www.linear.com.cn) 或电邮到 [info@linear.com.cn](mailto:info@linear.com.cn)

凌尔特  
Linear Technology  
[www.linear.com.cn](http://www.linear.com.cn)  
香港电话：(852) 2428-0303  
深圳电话：(86) 755-2360-4866  
上海电话：(86) 21-6375-9478  
北京电话：(86) 10-6801-1080

艾睿电子  
Arrow Electronics  
[www.arrow.com](http://www.arrow.com)  
香港电话：(852) 2484-2484  
深圳电话：(86) 755-8836-7918  
上海电话：(86) 21-2215-2000  
北京电话：(86) 10-5606-4000

科通集团  
Comtech Group  
[www.comtech.com.cn](http://www.comtech.com.cn)  
香港电话：(852) 2730-1054  
深圳电话：(86) 755-2698-8221  
上海电话：(86) 21-5169-6680  
北京电话：(86) 10-5172-6678

骏龙科技  
Cylech Technology  
[www.cylech.com](http://www.cylech.com)  
香港电话：(852) 2375-8866  
深圳电话：(86) 755-2693-5811  
上海电话：(86) 21-6440-1373  
北京电话：(86) 10-8260-7990

dn539f 0715 141.2K • PRINTED IN CHINA

  
© LINEAR TECHNOLOGY CORPORATION 2015