

Application Note

增加 NVCD 电池充电器的放电电流



Jeff Falin

摘要

扫地机器人或扬声器等电池供电设备的负载瞬态电流可能超过电池充电 IC 内部电池 FET 的最大放电电流规格。本应用手册介绍了如何确保电池充电 IC 能够提供所需的系统负载。

内容

1 引言.....	2
2 IRMS 放电电流.....	2
3 外部电池 FET.....	3
4 具有 PG 和/或主机 GPIO 的充电器.....	3
5 仅降压充电器.....	4
6 升压充电器.....	4
7 总结.....	5
8 参考资料.....	5

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 引言

需要在系统 (SYS) 和电池 (BAT) 引脚之间连接具有内部电池 FET 的集成式 FET (I-FET) NVDC 开关模式电池充电器，以实现更小的 PCB 占用空间。但是，与具有可定制外部 FET 的电池充电器控制器不同，充电器内部 FET 具有固定的最大电流限制，主要是因为其 $R_{DS(ON)}$ 和小封装。当充电器处于仅电池模式时，内部电池 FET 从 BAT 到 SYS 的最大放电电流可能不足以提供系统负载。为了在某些应用中缓解该问题，系统负载会直接连接到电池。但是，这种配置无法利用 NVDC 的准确充电和终止电流的关键特性或通过已放电的电池启动系统的功能。本应用手册介绍了如何确保电池充电 IC 能够提供所需的系统负载。

2 IRMS 放电电流

很多时候，电池 FET 的最大放电电流以均方根电流 (ARMS) 形式给出。带有占空比 D 的脉冲系统负载的 RMS 放电电流可通过以下公式进行计算。

$$I_{DCHRG-RMS} = \sqrt{D} \times I_{DCHRG-PK} \quad (1)$$

例如，如果充电器的 RMS 放电电流为 6A，作为系统负载占空比的函数，充电器可以安全地维持钳位到 10A 的峰值放电电流，如图 2-1 所示。

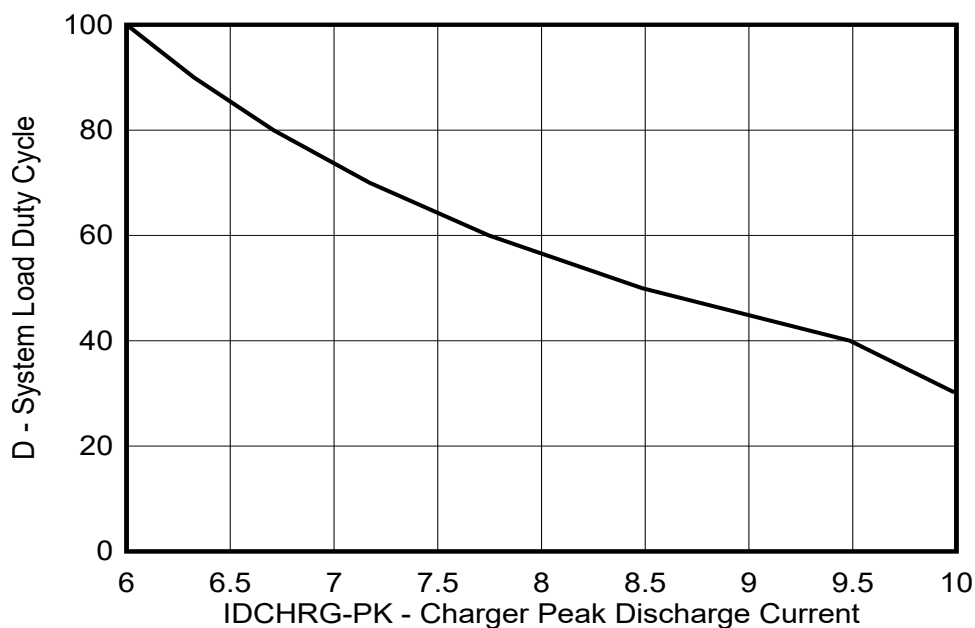


图 2-1. 峰值放电电流与占空比之间的关系

从该图中可以看出，如果系统负载占空比在固定频率下仅为 40%，则内部电池 FET 的峰值放电电流可高达 9A。

3 外部电池 FET

遗憾的是，系统负载占空比并非总是已知或变化很大。因此，可能需要添加一个由电池供电并与充电器的内部电池 FET (BATFET) 并联的外部电池 PMOS FET (PFET)。当充电器处于睡眠或高阻态模式（例如，当充电器没有有效输入电源）时，外部 PFET 会导通。如果转换器以最大输入功率进入 DPM，PFET 不会开启来提供补充电流。PFET 的漏源电压额定值 V_{DS} 必须高于充电器的最大 SYS 引脚电压（通常仅略高于电池稳压电压）与最小 BAT 引脚电压之间的差值。如果电池包保护器打开，该差值可以为零。此外，PFET 的栅源电压额定值 V_{GS} 必须足够高，能够承受最大电池电压，或者必须增加电阻分压器或齐纳二极管钳位来保护 PFET 的栅极。PFET 的 R_{DSon} 必须至少与内部电池 FET R_{DSon} 一样低或更低。FET 的最大阈值电压 ($V_{GSth-max}$) 也可以至少比预期为 FET 供电的最低电池电压低 0.5V。例如，BQ25798 的 BATFET 的 R_{DSon} 典型值为 $8m\Omega$ 。如果 BQ25798 的电池电压配置为高达 16.8V（最大值）且不低于 10V（最小值），则 $V_{GS} = -10V$ 下 $R_{DSon} = 7.8m\Omega$ 且采用 3mm x 3mm 8-DFN-EP 封装的 Alpha and Omega AONR21357 是外部用于 2S 应用的并联 BATFET。PFET 的源极至栅极上拉电阻 (R_{PU}) 必须足够大，以便在 SYS 上无负载时减少电池泄漏（例如，在 $M\Omega$ 范围内）；但不能太大（例如大于 $10M\Omega$ ），不会使 FET 的栅极泄漏（如果很大）导致显著的压降。

4 具有 \overline{PG} 和/或主机 GPIO 的充电器

如果充电器具有开漏电源正常 (\overline{PG}) 引脚或主机具有可用的 GPIO 引脚，则打开外部电池 PFET Q1 只需要低成本的 NFET Q2，如 2N7002。或者，可以使用主机 GPIO、通过二极管“OR”运算与 \overline{PG} 一起使用，也可以驱动 Q2 的栅极。

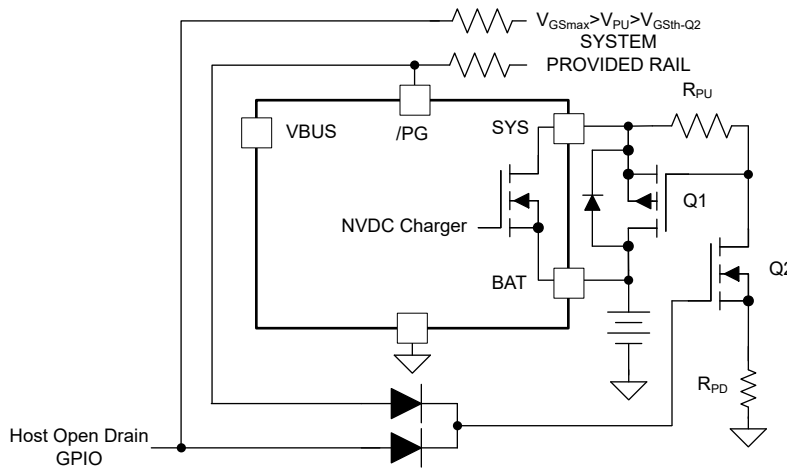


图 4-1. 使用充电器的 \overline{PG} 引脚和/或主机 GPIO 引脚的实现方案

如果最大 SYS 电压 [$V(SYS)_{max}$] 高于 Q1 的最大 V_{GS} 电压 ($V_{GSmax-Q1}$)，则可以使用下面的公式调整下拉电阻 R_{PD} 的大小以保护 Q1。有了这些电阻器，在 $V(SYS)_{max}$ 大于 $V_{GSmax-Q1}$ 的情况下就不再需要齐纳二极管钳位了。

$$V_{GS(MAX) - Q1} > \frac{R_{PU}}{R_{PU} + R_{PD}} \times V_{SYS} \quad (2)$$

$$V_{PU} - 0.6V - V_{GSth(MAX) - Q2} > \frac{R_{PD}}{R_{PU} + R_{PD}} \times V_{SYS} \quad (3)$$

如果 $V(SYS)_{max}$ 不高于 $V_{SGmax-Q1}$ ，则 R_{PD} 可以为 0 欧姆。

5 仅降压充电器

如果没有可用的 \overline{PG} 引脚，充电器始终降压（例如，输入电压 > 电池电压 + PFET 的 V_{GSth} ）且最大系统（电池）电压低于 $V_{GSmax-Q1}$ ，输入电压可用于直接驱动 PFET 的栅极，如图 5-1 所示。

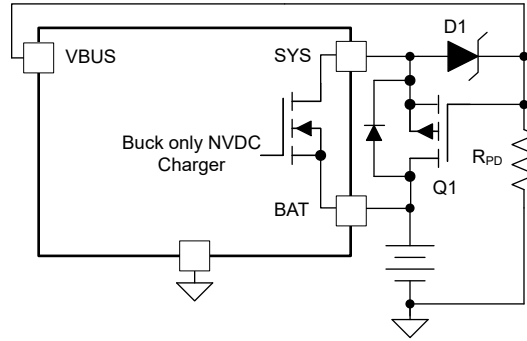


图 5-1. 使用仅降压充电器的实现方案

只有当充电器的输入电压高于 $V_{SGmax-Q1}$ 时，才需要从 PFET 源到栅极的齐纳二极管钳位 D1。如果采用此配置， R_{PD} 在正向模式下为 D1 提供电流限制，例如未应用 VBUS 时。

6 升压充电器

如果充电器仅升压或既升压又降压，则需要一个额外的 IC，以在移除输入电源后将外部 PFET 的栅极驱动为低电平。比较器确定输入电压何时被移除。比较器需要一个用于负输入的基准来与充电器的输入电压进行比较。该基准不必非常精确，当充电器的输入电压不存在并且不需要提供任何显著电流时，必须存在该基准。只要充电器的最小工作输入电压高于 \overline{QON} 最大电压 $[V(\overline{QON})_{MAX}]$ 3.3V，由输入电压或电池电压中的较高者供电的 \overline{QON} 就可以用作此基准。一旦输入电压下降到低于 $V(\overline{QON})$ ，比较器就会打开 PFET。TLV1861 是一款具有高达 40V 输入电压（多达 9 节的串联电池包）、440nA 典型静态电流和开漏输出的比较器。

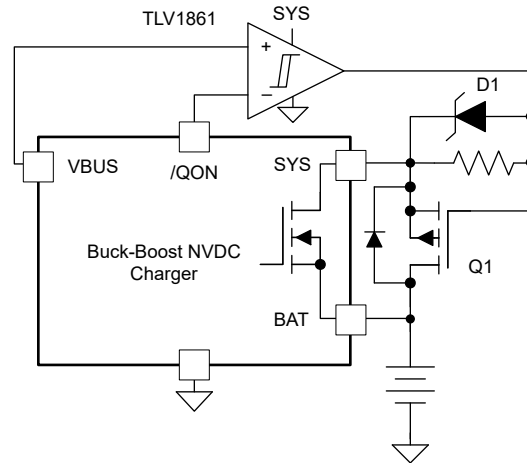


图 6-1. 升压充电器的实现

仅当电池电压高于 PFET 的最大 V_{GS} 时，才需要从 PFET 源极到栅极的齐纳二极管钳位 D1。

7 总结

为了提高充电器的电池放电电流能力，一种简单的方法是将外部电池与 I-FET 充电器的内部电池 FET 并联。请注意，在所有三种情况下，上拉电阻器和最后一种情况下的比较器都需要一定的电池电流。此外，建议选择具有高 V_{GSmax} （通常为 $\pm 20V$ ）的 PFET。由于有额外电流流过外部 FET，因此内部电池 FET 提供的任何电池放电电流检测或保护将不再有效。如果电池寿命长（低泄漏）对于应用至关重要，那么具有外部电池 FET 或将负载直接连接到电池的充电器或充电控制器是更好的选择。

8 参考资料

- 德州仪器 (TI), [BQ25798 具有双输入选择器、用于太阳能电池板的 MPPT 和快速备份模式的 I2C 控制](#)、1 节至 4 节、5A 降压/升压电池充电器 数据表。
- 德州仪器 (TI), [TLV185x 和 TLV186x 系列 40V、毫微功耗比较器](#) 数据表。
- Alpha & Omega, [AONR21357 - 30V P 沟道 MOSFET](#) 数据表。

重要声明和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2024，德州仪器 (TI) 公司