

用于汽车紧急呼叫应用 eCall 和 T-Box 的备用电池电源参考设计



说明

这是一款用于汽车 eCall 应用的备用电源参考设计。它采用单节 LiFePO₄ 作为备用电池。使用升压转换器 TPS61088-Q1 时，备用电池最低电压可低至 2V。升压转换器 TPS61088-Q1 可以在输入电压为 2V 时输出 8V/1.6A。与竞争对手的集成解决方案相比，此转换器的价值在于，当使用备用电池升压时可以实现更高的效率并降低冗余需求。

资源

TIDA-050031	设计文件夹
TPS61088-Q1	产品文件夹
LMR33630-Q1	产品文件夹
TPS7A25	产品文件夹
ATL431	产品文件夹

特性

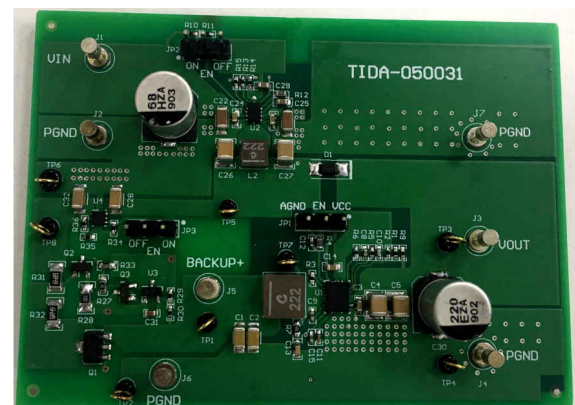
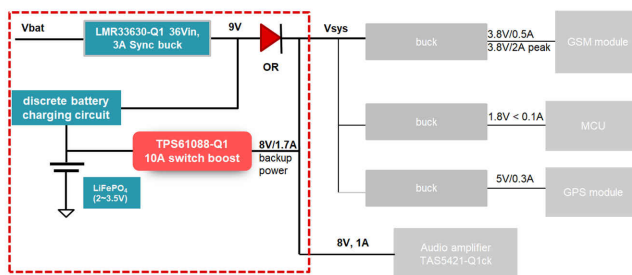
- 宽输入电压范围：3.8V 至 36V
- 当备用电池的电压降到 2V 时，可实现 8V/1.6A 的输出功率能力
- 更长的电池使用寿命
- 低成本
- 简单、灵活

应用

- [紧急呼叫 \(eCall\)](#)
- [远程信息处理控制单元](#)



请咨询 TI 公司 TI E2E™ 支持专家



1 系统说明

在 ECall 应用中，当主电池电压较高时，ECall 中的所有相关电路均通过降压转换器由主电池供电。当主电池电压降至低电平时，降压转换器欠压，备用电池开始工作并通过升压转换器为设备供电。图 1-1 显示了传统的 ECall 方框图。除了高压降压转换器之外，它还使用两个升压转换器和一个充电器，而且由于有两个升压转换器，因此这是冗余的，而且会降低效率。

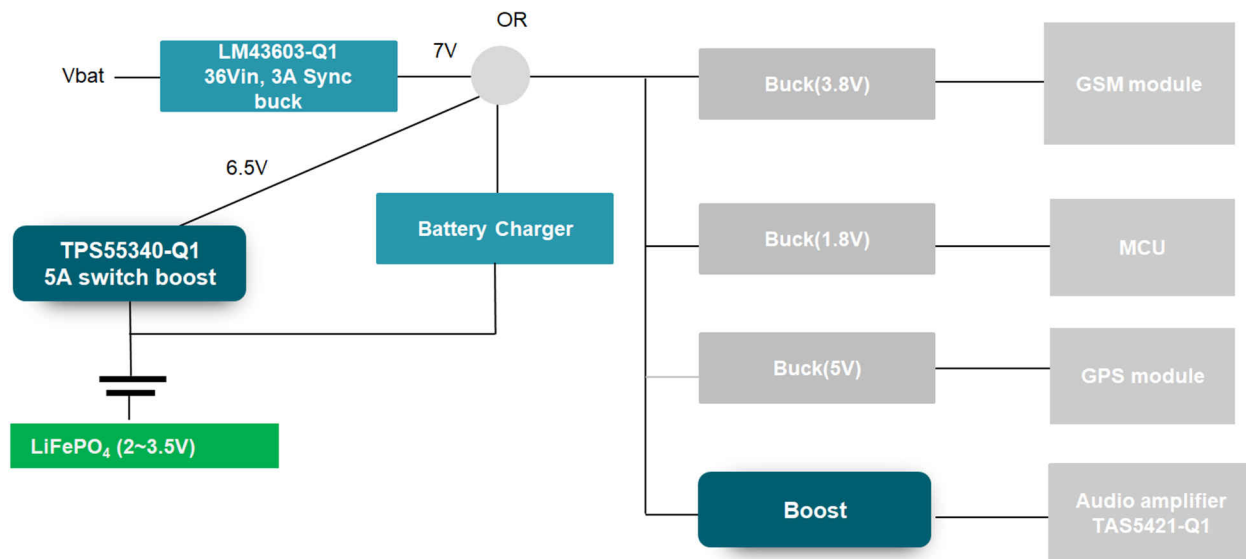


图 1-1. 传统 ECall 方框图

TIDA-050031 考虑了成本和尺寸，同时避免了图 1 中传统 ECall 方框图的冗余问题。此参考设计可以为汽车类 ECall 应用提供简单且低成本的备用电源电路。结构非常简单，电路中仅使用了一个升压转换器。升压转换器 TPS61088-Q1 可以在 2V 输入电压下输出 8V/1.6A，具有高效率。因此，最小备用电池电压可以低至 2V。除了延长备用电池的寿命外，TIDA-050031 还十分灵活且冗余更小。

1.1 关键系统规格

表 1-1 提供了 TIDA-050031 性能规格。线性充电器以 100mA 恒定电流为备用电池充电。当备用电池降至 2V 时，最大备用功率可达到 12.8W。

表 1-1. 关键系统规格

主要特性	设计目标	备注
线性充电器电流	100mA	±25% 容差
最大备用功率	8V/1.6A	在 2V 备用电压下

2 系统概述

2.1 方框图

图 2-1 显示了 TIDA-050031 的方框图。降压转换器的输出电压设置为 9V。备用电池通过线性充电器由该 9V 电压充电。在主电池电压下降且降压转换器 LMR33630-Q1 欠压后，线性充电器会停止工作。备用电池通过升压转换器 TPS61088-Q1 为 ECall 系统供电。

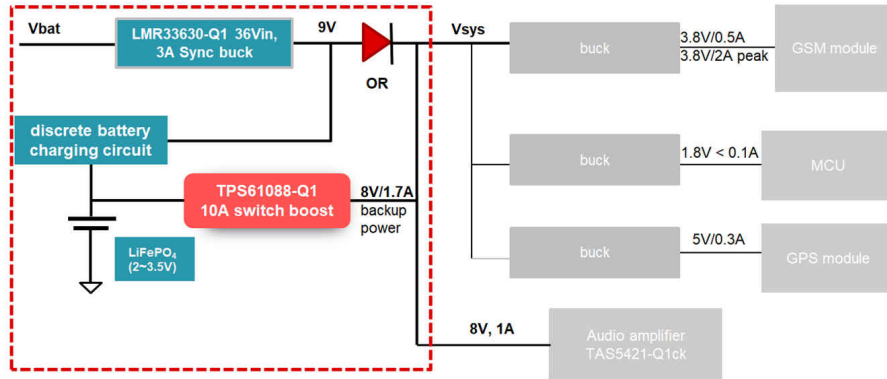


图 2-1. TIDA-050031 方框图

2.2 设计注意事项

本参考指南的一个关键特性是，当降压转换器欠压时，TPS61088-Q1 升压转换器可以立即为系统提供电压。TPS61088-Q1 升压转换器始终工作。当降压转换器正常工作且输出 9V 时，这一 9V 电压加到 TPS61088-Q1 的输出中，会使 FB 引脚电压高于 1.3V，因此 TPS61088-Q1 停止开关，它会在低功耗模式下工作，来自输入侧的电流会小于 3uA。

2.3 重点产品

此参考设计采用以下器件：

- TPS61088-Q1 是一款 10A 完全集成式同步升压转换器
- LMR33630-Q1 是一款宽输入电压 3A 同步降压转换器
- TPS7A2501 是一款具有电源正常指示功能的 300mA、18V、超低 IQ、低压差线性稳压器
- ATL431AIBDZR 是一款低 IQ 可调节精密并联稳压器

2.3.1 TPS61088-Q1

TPS61088-Q1 是一款输入电压为 2.7V 至 12V 的高功率密度同步升压转换器，旨在为汽车应用提供高效的小尺寸解决方案。TPS61088-Q1 最小输入电压为 2.7V，因此在 ECall 等还需要高功率输出来驱动扬声器、天线及其他电路的应用中，可以为单节或双节锂离子备用电池 (BUB) 升压。

2.3.2 LMR33630-Q1

LMR33630-Q1 稳压器符合汽车标准，是一款简单易用的同步降压直流/直流转换器，可提供出色的效率，适用于条件严苛的应用。LMR33630-Q1 能够使用高达 36V 的输入电压驱动高达 3 A 的负载电流。LMR33630-Q1 以超小的解决方案尺寸提供出色的轻负载效率和输出精度。电源正常标志和精密使能等特性有助于实现灵活而又易用的解决方案。

2.3.3 TPS7A2501

TPS7A2501 低压差 (LDO) 线性稳压器集 2.4V 至 18V 输入电压范围和超低静态电流 (IQ) 特性于一体。这些特性能帮助现代电器满足日益严苛的能源要求，并有助于延长便携式电源解决方案的电池寿命。TPS7A25 有固定电压和可调节电压两种版本可供选用。为获得更大的灵活性或更高的输出电压，可调节电压版本使用反馈电阻器将输出电压设置为 1.24V 到 17.64V 之间。两种版本都具有 1% 的输出调节精度，可对微控制器 (MCU) 基准电压进行精密调节。

2.3.4 ATL431AIBDZR

ATL431AIBDZ 是可调节三端并联稳压器，在适用的汽车级、商用级和工业级温度范围内具有规定的热稳定性。通过两个外部电阻将输出电压设置为 V_{ref} (约为 2.5V) 至 36V 范围内的任意值。

2.4 系统设计原理

图 2-2 显示了 TIDA-050031 的线性充电器电路。线性充电器的优点是简单且成本低。为了限制初始充电电流并使充电电流成为恒定值，添加了晶体管 Q2 和 Q3。Q2 和 Q3 的存在还可以避免 Q1 在短路情况下受损。

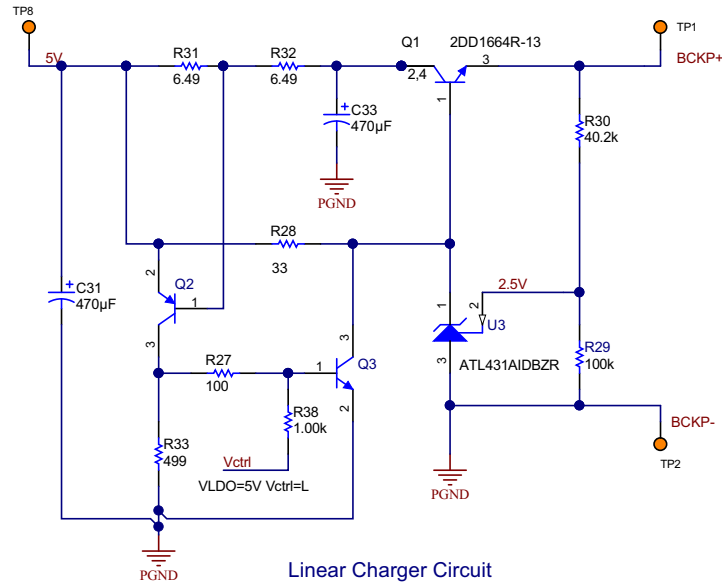


图 2-2. 线性充电器电路

图 2-3 显示了 TIDA-050031 的 TPS61088-Q1 升压转换器，这是 TIDA-050031 的主电路。TPS61088-Q1 的 V_{in} 引脚通过二极管由输出电压供电。当主电池可用时，降压转换器正常工作， V_{out} 约为 8.7V，因此在考虑 D2 正向压降的情况下， V_{in} 引脚电压约为 8.4V。EN 引脚会拉高至 V_{cc} 。因此，一旦主电池可用且降压转换器开始工作，TPS61088-Q1 就会同时启用。在这种情况下， V_{in} 引脚的工作静态电流小于 3uA，并且该静态电流来自 V_{out} ，而不是备用电池。因此，在这种配置下，备用电池的寿命可以大大延长。

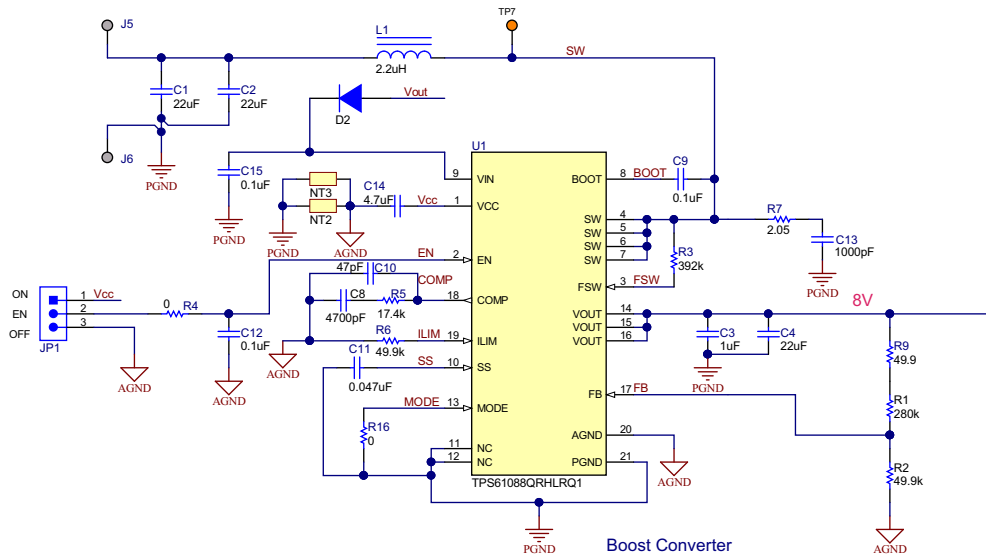


图 2-3. TPS61088-Q1 升压转换器

图 2-4 显示了 TIDA-050031 的运行时序。在 t_0 时刻，主电池准备就绪。降压转换器开始工作。在 t_1 时刻，LDO 输出 5V，LDO 的 PG 引脚变为高电平，线性充电器开始工作，它会以 100mA 恒定电流为备用电池充电。在 t_2 时刻，主电池欠压，线性充电器停止工作，ECall 系统通过 TPS61088-Q1 升压转换器由备用电池供电。在 t_3 时刻，主电池恢复，它再次通过降压转换器为 ECall 系统供电。

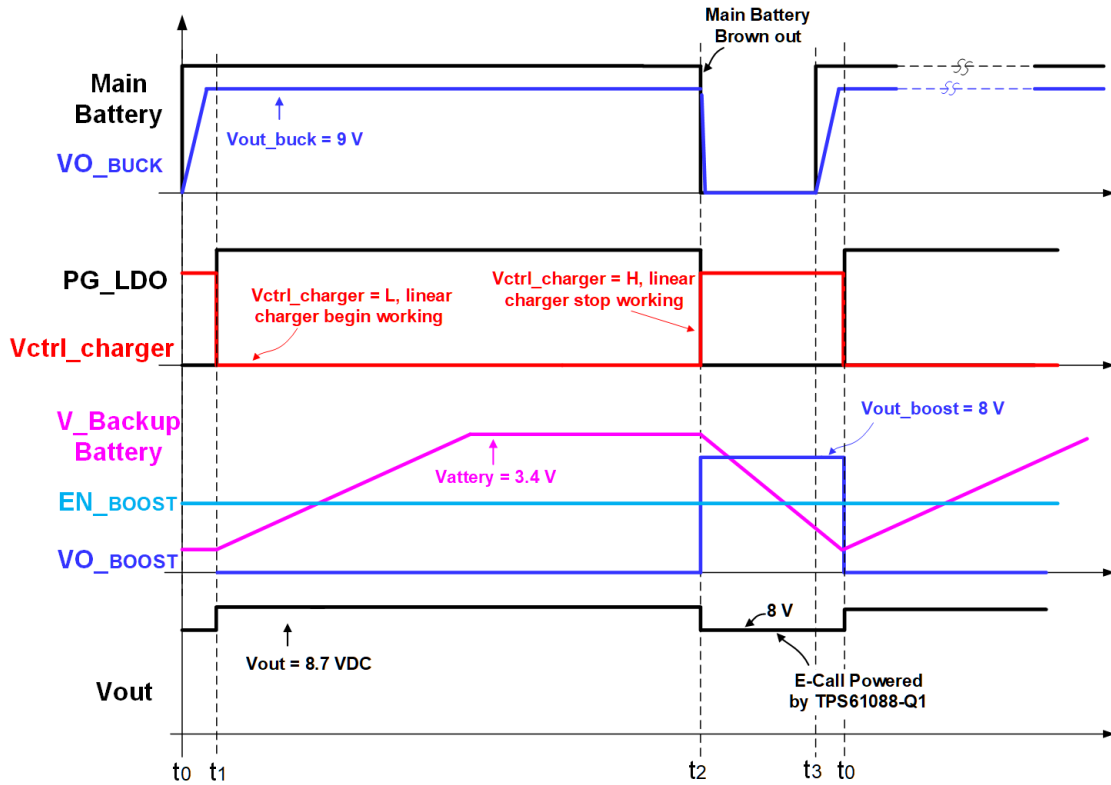


图 2-4. 运行时序

3 硬件、软件、测试要求和测试结果

3.1 所需的硬件和软件

3.1.1 硬件

此参考设计使用以下硬件进行测量：

- 10A 输出能力直流电源
- 2A 额定电子负载
- 数字示波器
- 信号发生器

3.2 测试和结果

3.2.1 测试设置

本部分介绍如何正确连接和设置 TIDA-050031：

1. 启用降压转换器、LDO 和 TPS61088-Q1 升压转换器；
2. 将直流电源的正极端子连接到 J1 (Vin)，将其 GND 端子连接到 J2 (GND)；
3. 开启直流电源，将负载电流设置为 1.5A；
4. 一小时后，当备用电池充电时，关闭直流电源；
5. TPS61088-Q1 开始工作；
6. 关闭电源。

3.2.2 测试结果

图 3-1 和图 3-2 显示了 2000mAh 磷酸铁锂电容器上的充电电压和充电电流。初始充电电流非常有限。充电电流为 100mA。

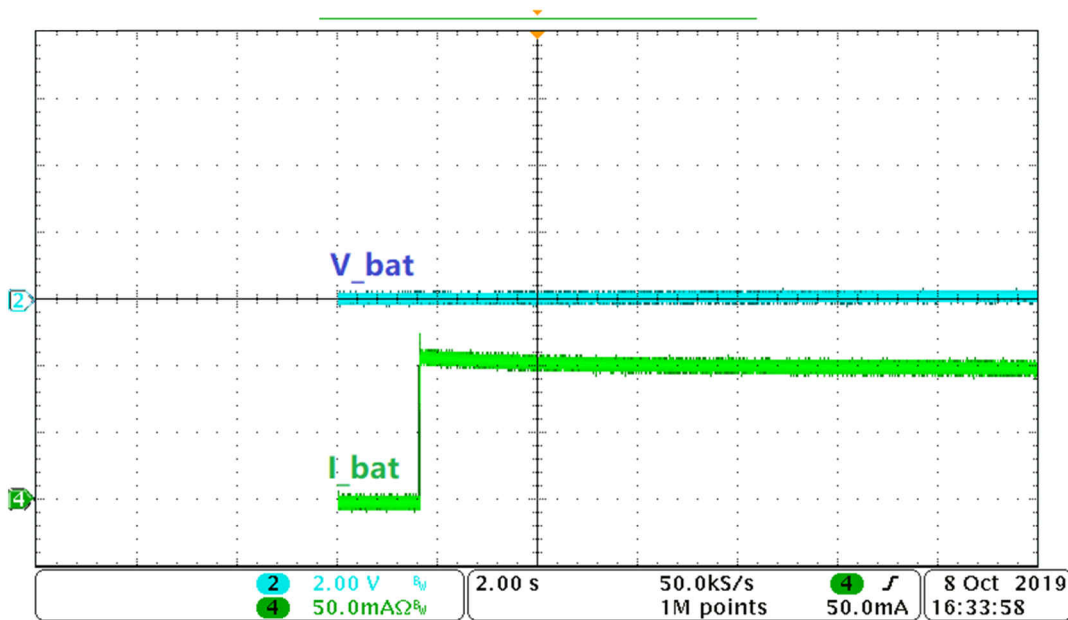


图 3-1. 充电电压和电流 1

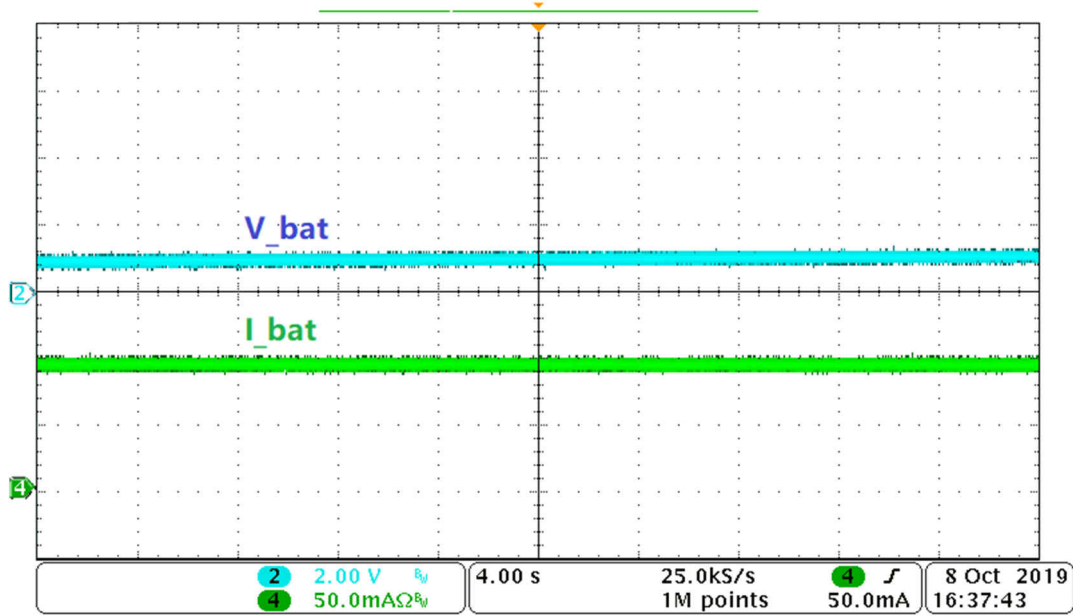


图 3-2. 充电电压和电流 2

图 3-3 显示了 1.5A 负载电流下 TPS61088-Q1 升压转换器的转换效率。即备用电池电压降至 2V，转换效率也相当高。

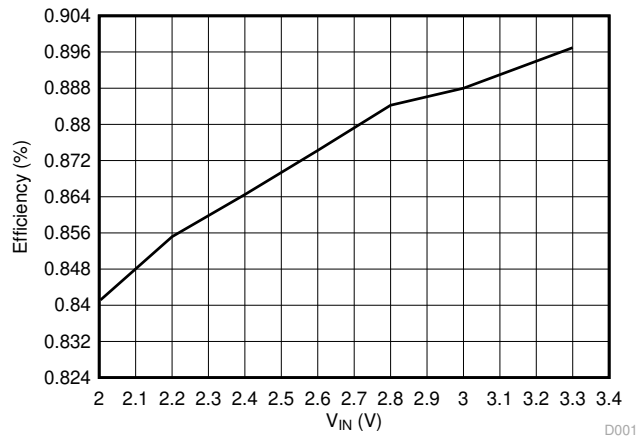


图 3-3. TPS61088-Q1 效率曲线

4 设计文件

4.1 原理图

要下载原理图，请参阅 [TIDA-050031](#) 的设计文件。

4.2 物料清单

要下载物料清单 (BOM)，请参阅 [TIDA-050031](#) 的设计文件。

4.3 PCB 布局建议

4.3.1 布局图

要下载板层图，请参阅 [TIDA-050031](#) 的设计文件。

4.4 Altium 工程

要下载 Altium Designer® 工程文件，请参阅 [TIDA-050031](#) 的设计文件。

4.5 Gerber 文件

要下载 Gerber 文件，请参阅 [TIDA-050031](#) 的设计文件。

4.6 装配图

要下载组装图，请参阅 [TIDA-050031](#) 的设计文件。

5 相关文档

1. 德州仪器 (TI)，[汽车类 10A 2.7V 至 12V 同步升压转换器 数据表](#)
2. 德州仪器 (TI)，[3.8V 至 36V、3A 同步降压转换器 数据表](#)
3. 德州仪器 (TI)，[具有电源正常指示功能的 300mA 18V 超低 IQ 低压差 \(LDO\) 线性稳压器 数据表](#)

5.1 商标

TI E2E™ is a trademark of Texas Instruments.

Altium Designer® is a registered trademark of Altium LLC or its affiliated companies.

所有商标均为其各自所有者的财产。

5.2 Third-Party Products Disclaimer

TI'S PUBLICATION OF INFORMATION REGARDING THIRD-PARTY PRODUCTS OR SERVICES DOES NOT CONSTITUTE AN ENDORSEMENT REGARDING THE SUITABILITY OF SUCH PRODUCTS OR SERVICES OR A WARRANTY, REPRESENTATION OR ENDORSEMENT OF SUCH PRODUCTS OR SERVICES, EITHER ALONE OR IN COMBINATION WITH ANY TI PRODUCT OR SERVICE.

6 作者简介

Helen Chen 在电源产品设计方面拥有超过 15 年的应用经验。她熟悉各种拓扑，如 RCC、降压/升压、全桥、半桥、反激式、CCM PFC 和 DCMB PFC。她还熟悉磁性元件设计、PCB 布局布线和 EMI 解决方案。

7 修订历史记录

注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同

Changes from NOVEMBER 27, 2019 to JULY 8, 2020 (from Revision * (November 2019) to Revision A (July 2020))

Page

- | Changes from NOVEMBER 27, 2019 to JULY 8, 2020 (from Revision * (November 2019) to Revision A (July 2020)) | Page |
|--|------|
| • 将标题从“用于汽车紧急呼叫应用的备用电池参考设计”更改为“用于汽车紧急呼叫应用 eCall 和 T-Box 的备用电池电源参考设计” | 1 |

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 © 2022，德州仪器 (TI) 公司