

## Application Note

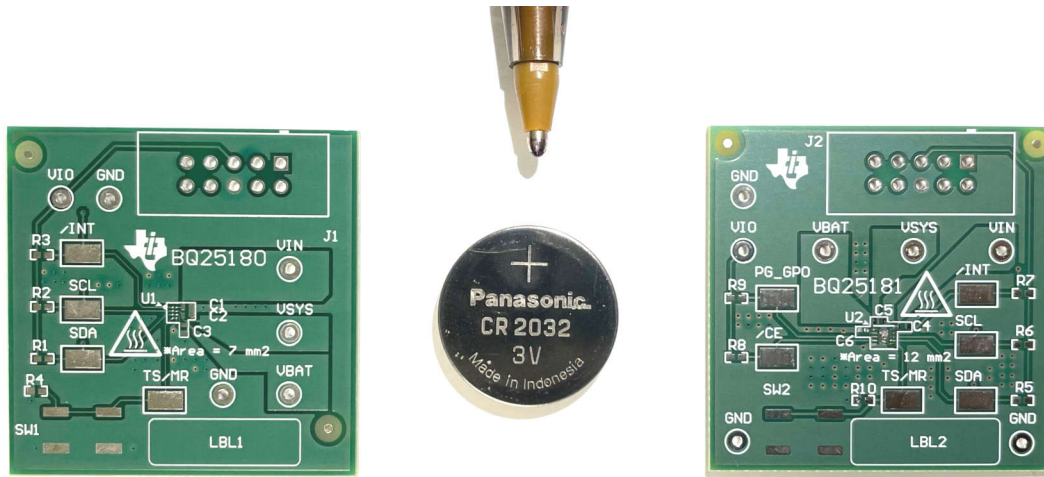
**BQ25180 和 BQ25181 I<sup>2</sup>C 控制型线性电池充电器小尺寸设计**

Arelis Guerrero

## 摘要

本应用手册展示了采用紧凑型小尺寸电池充电器应用设计的 BQ2518x 系列线性充电器。BQ25180 和 BQ25181 是具有电源路径的 I<sup>2</sup>C 控制型单节电池 1A 线性电池充电器，专注于小解决方案尺寸和低静态电流。BQ2518x 器件非常适合可穿戴设备、医疗、游戏配件、追踪器和楼宇自动化应用。采用晶圆级芯片级 (WCSP) 和四方扁平无引脚 (QFN) 封装。BQ25180 (8 引脚 WCSP) 设计的总解决方案尺寸面积为 7mm<sup>2</sup>，BQ25181 (10 引脚 QFN) 的总解决方案尺寸面积为 12mm<sup>2</sup>。该解决方案尺寸包含了运行所需的所有关键元件。

为便于功能评估，电路板上通过测试点提供了 BQ2518x 所有引脚的访问接口，同时还包含 USB2ANY 连接器，用于通过 *TI Chargers GUI* 软件与器件进行通信。BQ25180 和 BQ25181 设计的总尺寸均为 38mm × 38mm 的 2 层电路板。



BQ25180 和 BQ25181 小尺寸电路板

## 内容

1 简介.....	3
2 特性.....	4
3 测试结果.....	5
4 热结果.....	7
5 电路板设计文件.....	7
5.1 BQ25180 原理图.....	7
5.2 BQ25180 物料清单.....	9
5.3 BQ25180 PCB 层.....	10
5.4 BQ25181 原理图.....	11
5.5 BQ25181 物料清单.....	12

5.6 BQ25181 PCB 层.....	13
<b>6 参考资料.....</b>	<b>13</b>

## 插图清单

图 1-1. BQ25180 (WCSP) 引脚排列.....	3
图 1-2. BQ25181 (QFN) 引脚排列.....	3
图 1-3. BQ25180 扇出, 焊盘上走线为 5mil 至 6mil.....	4
图 1-4. BQ25181 扇出, 焊盘上走线为 8mil.....	4
图 3-1. TI Chargers GUI 寄存器视图.....	5
图 3-2. BQ25180 施加 VIN.....	5
图 3-3. BQ25180 施加 VBAT.....	5
图 3-4. BQ25180 通过 MR 进入和退出运输模式.....	6
图 3-5. BQ25180 施加 VIN 时进入和退出关断模式.....	6
图 3-6. BQ25181 施加 VIN.....	6
图 3-7. BQ25181 施加 VBAT.....	6
图 3-8. BQ25181 通过 MR 进入和退出运输模式.....	6
图 3-9. BQ25181 施加 VIN 时进入和退出关断模式.....	6
图 4-1. BQ25180 在 1W 功率耗散下的热性能.....	7
图 4-2. BQ25181 在 1W 功率耗散下的热性能.....	7
图 5-1. BQ25180 原理图.....	8
图 5-2. BQ25180 顶部丝印.....	10
图 5-3. BQ25180 顶部阻焊层.....	10
图 5-4. BQ25180 顶层.....	10
图 5-5. BQ25180 底层.....	10
图 5-6. BQ25180 底部阻焊层.....	10
图 5-7. BQ25180 底部覆盖层.....	10
图 5-8. BQ25180 钻孔图.....	10
图 5-9. BQ25180 电路板尺寸.....	10
图 5-10. BQ25181 原理图.....	11
图 5-11. BQ25181 顶部丝印.....	13
图 5-12. BQ25181 顶部阻焊层.....	13
图 5-13. BQ25181 顶层.....	13
图 5-14. BQ25181 底层.....	13
图 5-15. BQ25181 底部阻焊层.....	13
图 5-16. BQ25181 底部覆盖层.....	13
图 5-17. BQ25181 钻孔图.....	13
图 5-18. BQ25181 电路板尺寸.....	13

## 表格清单

表 5-1. BQ25180 物料清单.....	9
表 5-2. BQ25181 物料清单.....	12

## 商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

## 1 简介

BQ2518x 是一款单节电池、1A 线性电池充电器集成电路 (IC)，专注于小解决方案尺寸和低静态电流以优化电池寿命。BQ25180 和 BQ25181 是 BQ2518x 系列线性充电器中的 I<sup>2</sup>C 控制型版本。该电路板设计展示了 BQ25180 和 BQ25181 的最小功能解决方案尺寸。

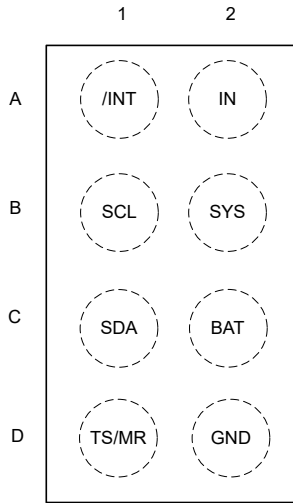


图 1-1. BQ25180 (WCSP) 引脚排列

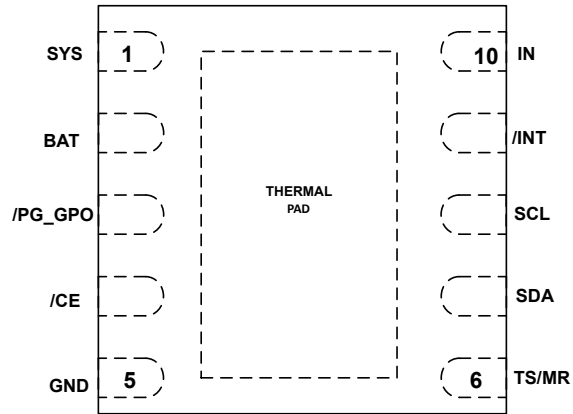


图 1-2. BQ25181 (QFN) 引脚排列

BQ25180 采用 8 引脚 WCSP 封装 (1.6mm × 1.1mm)，总解决方案尺寸面积为 7mm<sup>2</sup>，包含运行所需的所有关键元件。另一方面，BQ25181 采用 10 引脚 QFN (2mm × 2.2mm)，总解决方案尺寸面积为 12mm<sup>2</sup>。

采用 WCSP 封装的 BQ25180 具有最小的解决方案尺寸，非常适合整体占用空间是关键设计考虑因素的可穿戴设备应用。BQ25181 采用带散热焊盘的 QFN 封装，可通过小尺寸解决方案提供出色的热性能，适用于需要在较高功耗条件下运行或需要额外的两个引脚以实现额外可配置性的应用。

此设计的小外形尺寸面积包含了电池充电器以及用于 IN、SYS 和 BAT 引脚的旁路电容器，这些是充电器运行所需的关键元件。此外，印刷电路板 (PCB) 还包括用于 SDA 和 SCL 上拉电阻的焊盘，但这些电阻不计入解决方案尺寸，因为它们通常与系统其他部分共享 I<sup>2</sup>C 总线。

BQ2518x 器件上的 TS/MR 引脚用作双功能输入，可监测电池组温度，并作为器件的手动复位引脚。在该电路板设计中，TS/MR 引脚包含一个用于复位器件的按钮，且并联一个 10k $\Omega$  电阻器，该电阻器模拟在 25°C 正常工作条件下的电池组。在 BQ25181 板上，还包括用于充电使能 (/CE) 和电源正常/通用输出 (QFN/GPO) 引脚的外部电阻器焊盘，这些是 PG 器件所包含的额外引脚。

这些电路板是具有 1oz 覆铜的标准 62mil 2 层 PCB，主要包括间隙为 6mil 的 6mil 走线和孔尺寸为 10mil、直径为 26mil 的过孔。2 层电路板设计可实现简单且具有成本效益的扇出布线，无需使用高密度互连布局技术。图 1-3 显示了 BQ25180 的扇出布局，其中 5 mil 的走线延伸到距离焊盘和过孔 6 mil 处。图 1-4 显示了 BQ25181 的扇出布局，其中使用 8mil 的走线，并在电源焊盘上使用了一个孔尺寸为 10mil 以帮助散热。BQ25180 和 BQ25181 的总电路板尺寸均为 38mm × 38mm。

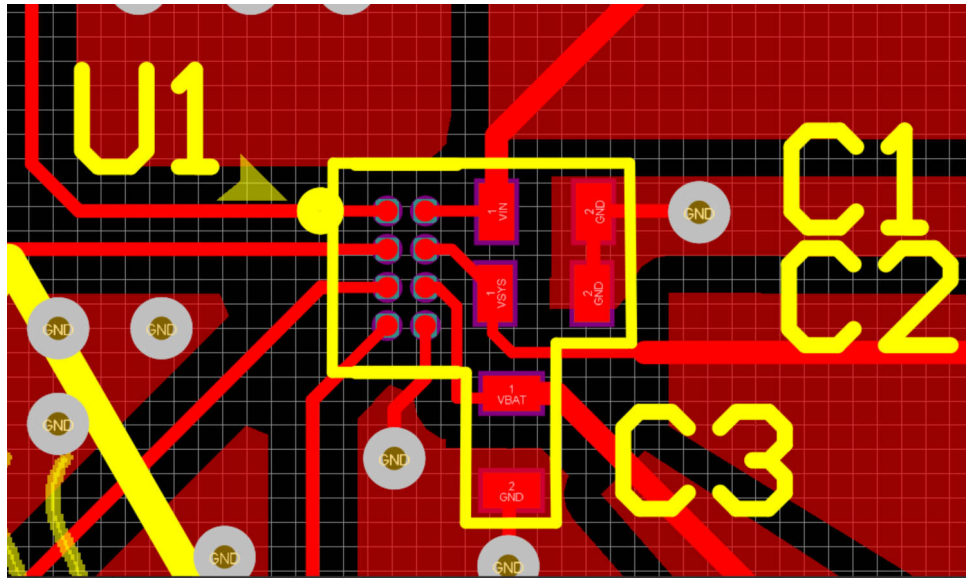


图 1-3. BQ25180 扇出，焊盘上走线为 5mil 至 6mil

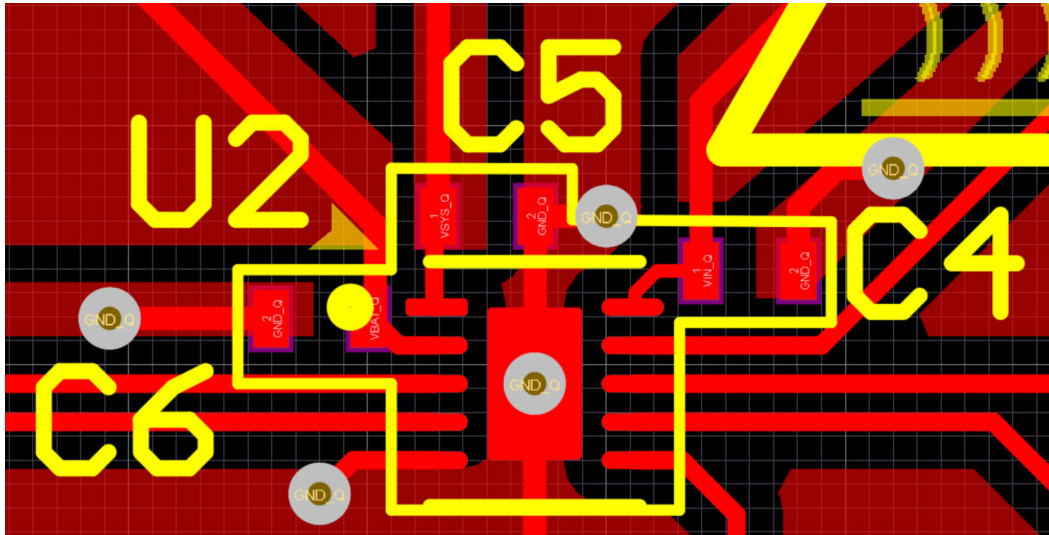


图 1-4. BQ25181 扇出，焊盘上走线为 8mil

## 2 特性

BQ2518x 充电器的主要特性包括：

- 线性充电器，充电电流最高可达 1A
- 超低  $IDDQ$ ，实现最长电池寿命：
  - 15nA 关断模式
  - 3.2 $\mu$ A 运输模式（支持按钮唤醒）
  - 4 $\mu$ A 仅电池模式
- 可配置电池稳压电压，范围 3.5V 至 4.65V
- 可配置的终止电流，支持低至 0.5mA
- 动态电源路径管理，允许通过稳压系统轨 (SYS) 同时为电池充电和为系统供电
- 可配置 NTC 充电曲线阈值
- 提供 WCSP 和 QFN 封装选项

### 3 测试结果

本节展示了在 BQ2518x 器件小尺寸设计上获得的部分测试结果。图 3-1 展示了在使用 USB2ANY 作为 I<sup>2</sup>C 接口设备与 TI Chargers GUI 交互时，BQ2518x 充电器的寄存器映射视图。

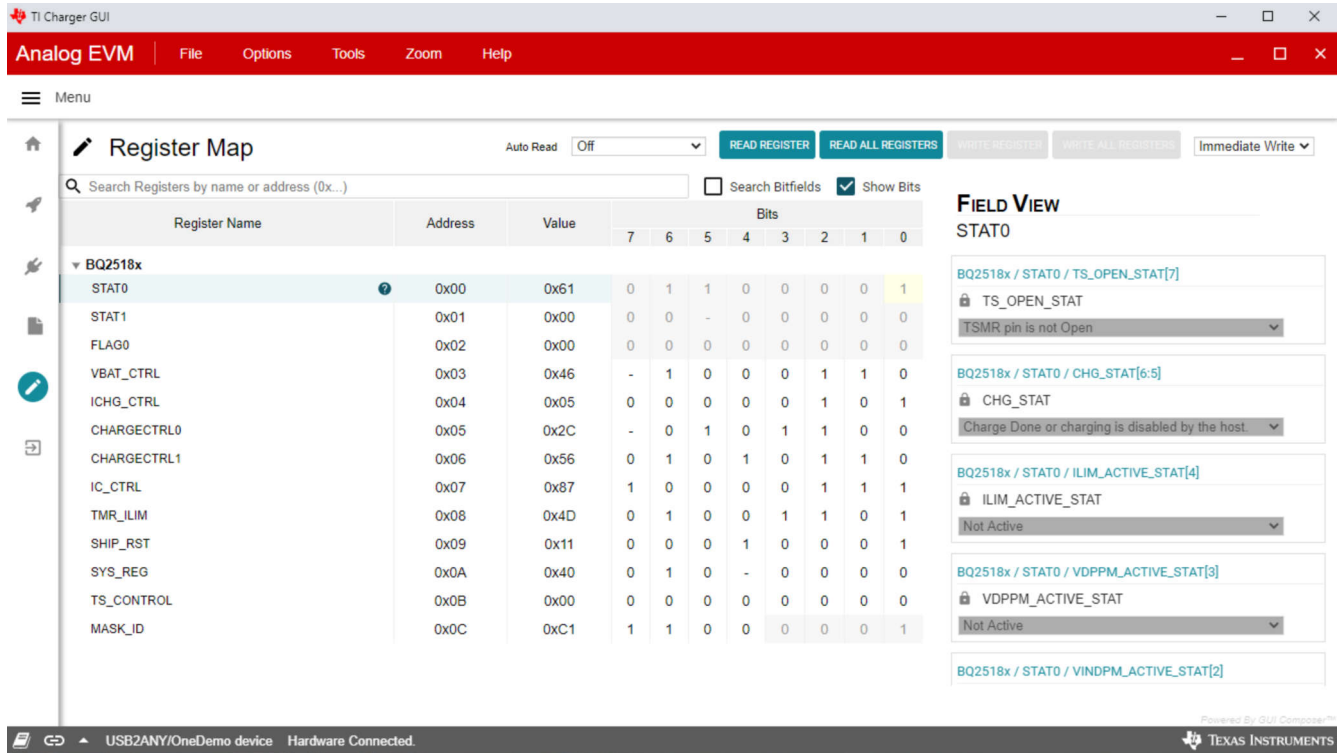


图 3-1. TI Chargers GUI 寄存器视图

图 3-2 至图 3-9 展示了器件通过适配器上电、通过电池上电、进入运输模式及通过按钮唤醒以及插入适配器从关断模式唤醒的情况。

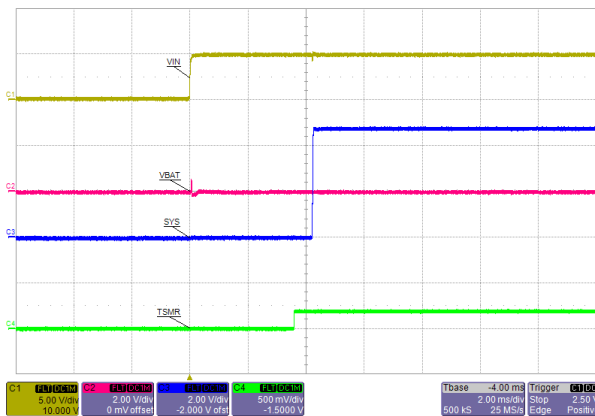


图 3-2. BQ25180 施加 VIN

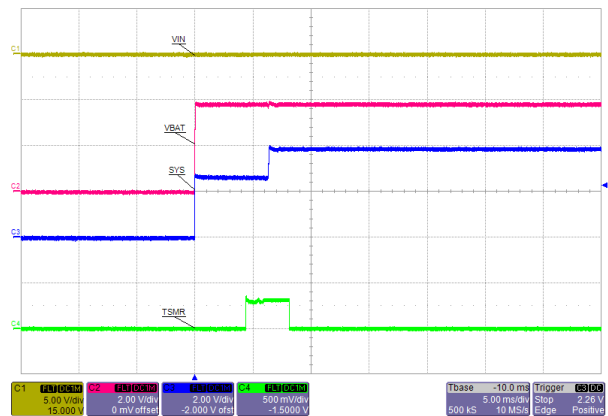


图 3-3. BQ25180 施加 VBAT

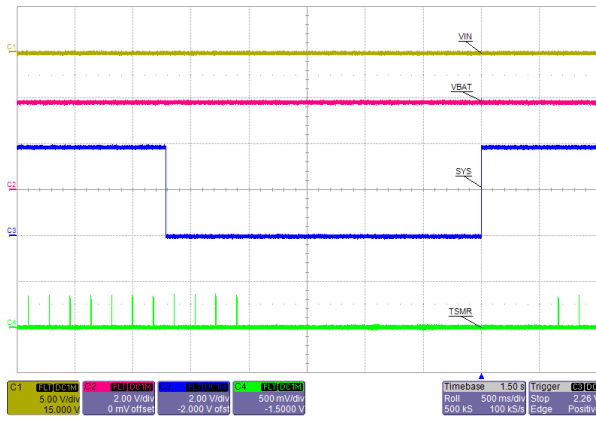


图 3-4. BQ25180 通过 MR 进入和退出运输模式

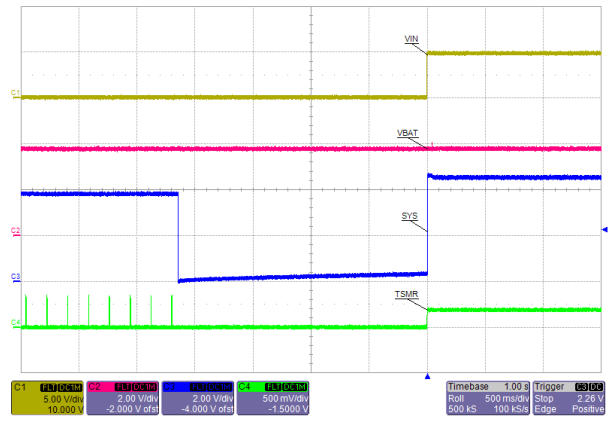


图 3-5. BQ25180 施加 VIN 时进入和退出关断模式

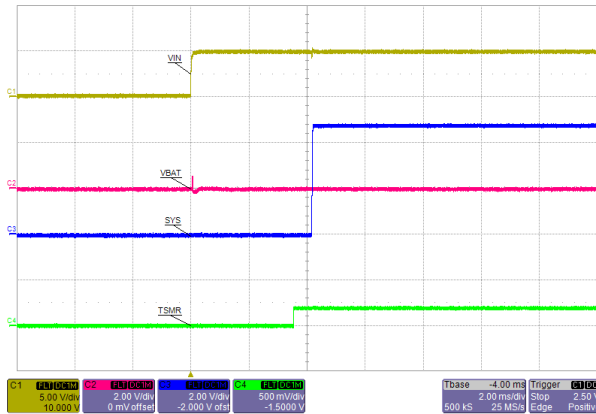


图 3-6. BQ25181 施加 VIN

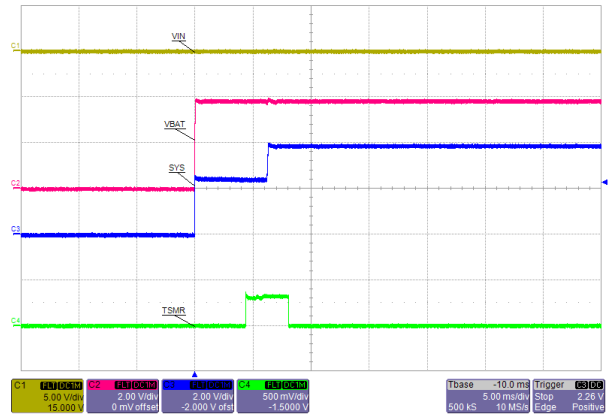


图 3-7. BQ25181 施加 VBAT

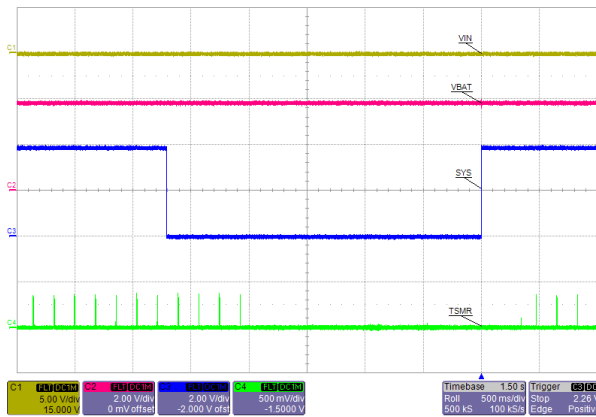


图 3-8. BQ25181 通过 MR 进入和退出运输模式

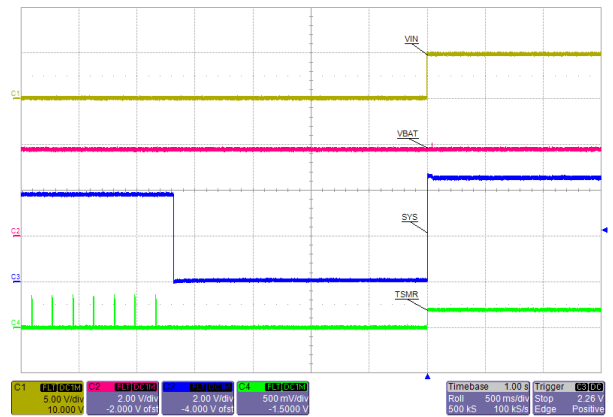
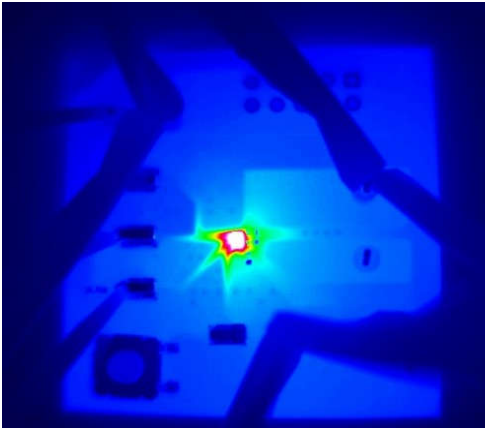


图 3-9. BQ25181 施加 VIN 时进入和退出关断模式

## 4 热结果

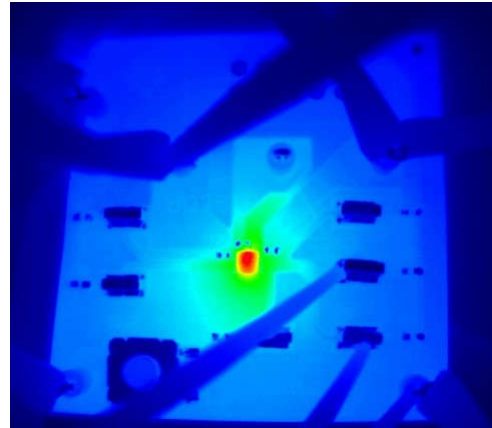
使用热像仪对 BQ2518x 电路板的小尺寸设计进行了热耗散测量。以下数据展示了两种电路板设计的热性能结果。在整个充电电流 (ICHG) 范围内，BQ25181 显示出更好的热耗散能力。在环境温度 (25°C) 下，当芯片上耗散 1 瓦特功率时，BQ25181 的典型热性能比 BQ25180 版本好 12°C/W。需要指出的是，此电路板设计的重点是展示和优化解决方案尺寸，为了在这两种器件上获得更好的热性能，可以在您的设计中进行一些布局上的权衡。有关布局建议，请参阅相关的数据表。

图 4-1 和图 4-2 分别展示了 BQ25180 和 BQ25181 在 1W 耗散条件下的热性能结果。



IN =5 V , BAT=3.6 V , 热调节 = 禁用, T = 25°C , 功率损耗 = 1 W ,  $R_{\theta JA} = 50.5^{\circ}\text{C/W}$

图 4-1. BQ25180 在 1W 功率耗散下的热性能

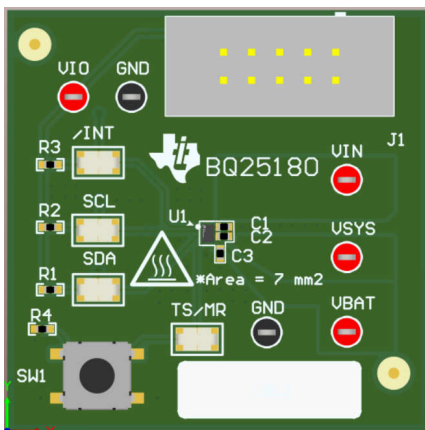


IN =5 V , BAT=3.6 V , 热调节 = 禁用, T = 25°C , 功率损耗 = 1 W ,  $R_{\theta JA} = 38.1^{\circ}\text{C/W}$

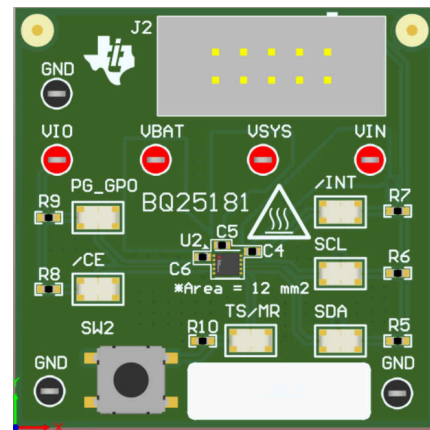
图 4-2. BQ25181 在 1W 功率耗散下的热性能

## 5 电路板设计文件

本节包含设计的关键组成部分：BQ25180 和 BQ25181 两款电路板的原理图、物料清单以及布局图。



BQ25180 电路板前视图



BQ25181 电路板前视图

### 5.1 BQ25180 原理图

图 5-1 展示了 BQ25180 的设计原理图。黑色方框内突出显示的元件是运行所必需的，并包含在充电器 7mm<sup>2</sup> 的解决方案尺寸内。这些元件在物理电路板上也用白色丝网印刷框标出。

黑色方框外部的元件并非运行所必需，包含它们是为了方便最终用户与电路板进行交互。BQ25180 器件的每个引脚都包含一个用于监测目的的测试点。此外，还提供了用于与 *TI Chargers GUI* 软件进行 I<sup>2</sup>C 通信的 USB2ANY 连接器，以及在 TS/MR 引脚上的一个 10.2kΩ 电阻器，该电阻器通过模拟充电器的正常工作来禁用温度监测，以便进行评估。

用于 SDA 和 SCL 引脚 (R1 和 R2) 的 10kΩ 上拉电阻的焊盘，以及用于 INT 引脚 (R3) 的上拉电阻焊盘，都已组装在此电路板上。

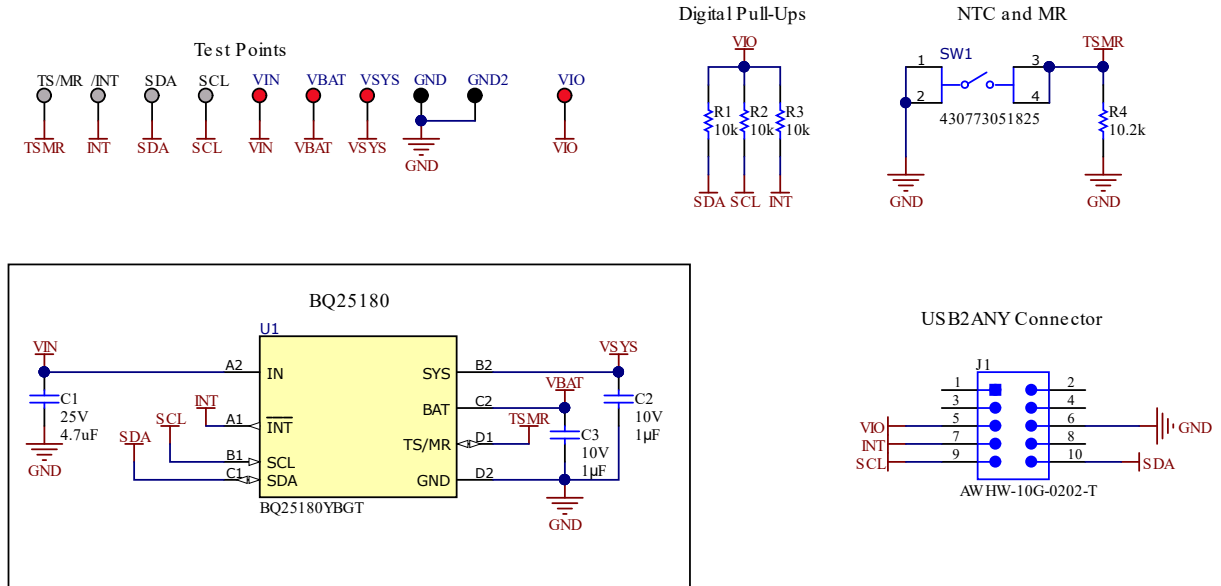


图 5-1. BQ25180 原理图

## 5.2 BQ25180 物料清单

表 5-1 列出了 PCB 物料清单 (BOM)。

表 5-1. BQ25180 物料清单

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
/INT、SCL、 SDA、TS/MR	4		测试点，微型	SMT	5019	Keystone
C1	1	4.7uF	电容，陶瓷，4.7μF，25V， +/-20%，X5R，0402	0402	GRM155R61E475 ME15	MuRata
C2、C3	2	1uF	电容，陶瓷，1μF，10V， +/-20%，X5R，0402	0402	CC0402MRX5R6 BB105	Yageo America
GND、GND2	2		测试点，微型，黑色，TH	TH	5001	Keystone
J1	1		接头（有罩），2.54mm，52，镀 金，TH	接头，2.54mm，5× 2，TH	AWHW-10G-0202 -T	Assman WSW
R1、R2、R3	3	10k	电阻，10k，5%，0.063W，AEC- Q200 0 级，0402	0402	CRCW040210K0J NED	Vishay-Dale
R4	1	10.2k	电阻，10.2k，1%，0.063W， AEC-Q200 0 级，0402	0402	CRCW040210K2 FKED	Vishay-Dale
SW1	1		WS-TASV 6 × 6MM J 形钩 SMD 密封型	SMT_SW_6MM2_6 MM2	430773051825	Würth
U1	1		BQ25180YBGR 电池充电器	DSBGA8	BQ25180YBGR	德州仪器 (TI)
VBAT、VIN、 VIO、VSY5	4		测试点，微型，红色，TH	TH	5000	Keystone

### 5.3 BQ25180 PCB 层

图 5-2 至 图 5-9 展示了 BQ25180 电路板的设计布局图。

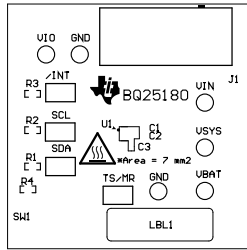


图 5-2. BQ25180 顶部丝印

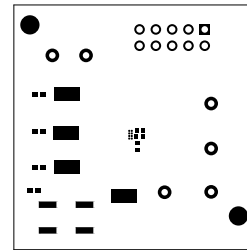


图 5-3. BQ25180 顶部阻焊层

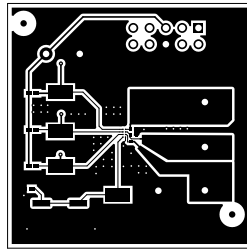


图 5-4. BQ25180 顶层

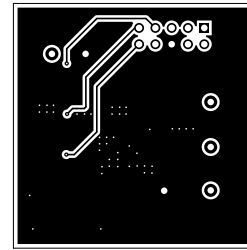


图 5-5. BQ25180 底层

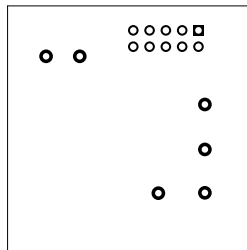


图 5-6. BQ25180 底部阻焊层

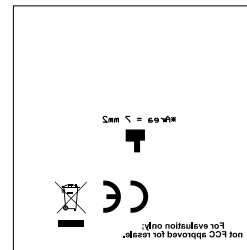


图 5-7. BQ25180 底部覆盖层

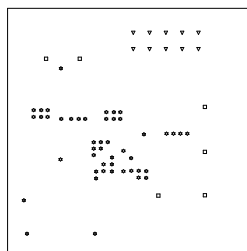


图 5-8. BQ25180 钻孔图

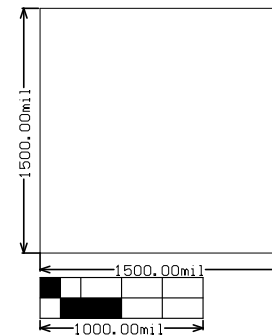


图 5-9. BQ25180 电路板尺寸

## 5.4 BQ25181 原理图

图 5-10 展示了 BQ25181 的设计原理图。黑色方框内突出显示的元件是运行所必需的，并包含在充电器 12mm<sup>2</sup> 的解决方案尺寸内。这些元件在物理电路板上也用白色丝网印刷框标出。

黑色方框外部的元件并非运行所必需，包含它们是为了方便最终用户与电路板进行交互。BQ25181 器件的每个引脚都包含一个用于监测目的的测试点。此外，还提供了用于与 *TI Chargers GUI* 软件进行 I<sup>2</sup>C 通信的 USB2ANY 连接器，以及在 TS/MR 引脚上的一个 10.2k $\Omega$  电阻器，该电阻器通过模拟充电器的正常工作来禁用温度监测，以便进行评估。

用于 SDA 和 SCL 引脚 (R5 和 R6) 的 10k $\Omega$  上拉电阻的焊盘，以及用于 INT 引脚 (R3) 和 PG/GPO (R9) 引脚的上拉电阻焊盘，都已组装在此电路板上。用于 /CE 引脚的上拉电阻 (R8) 在电路板上未组装。

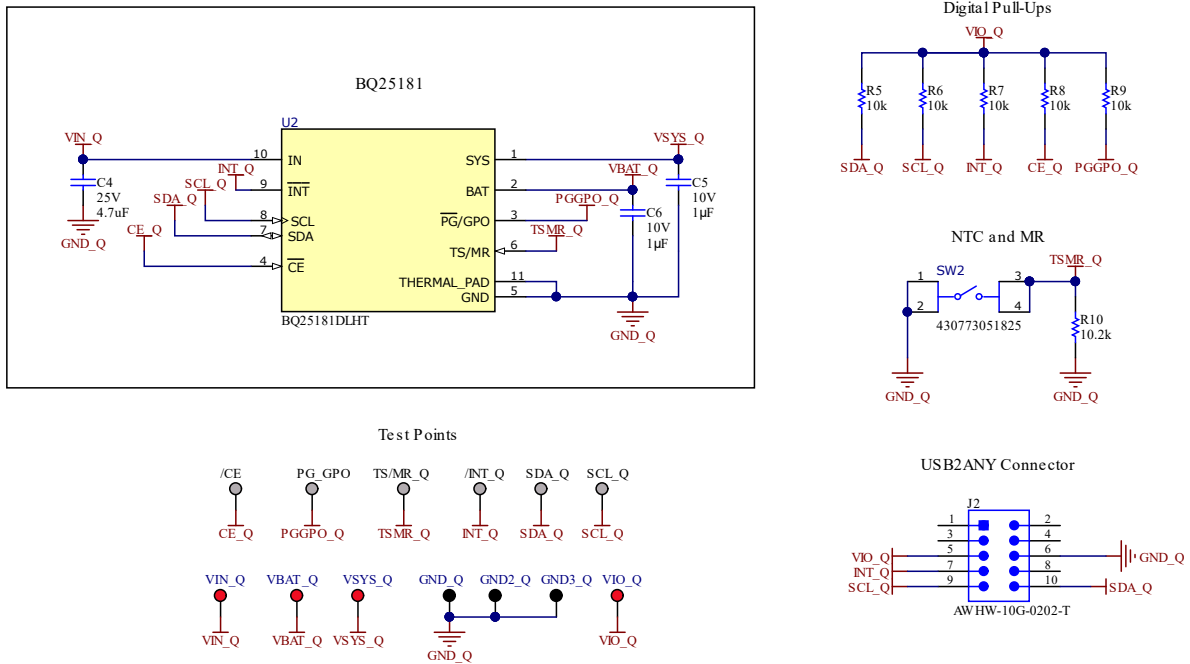


图 5-10. BQ25181 原理图

## 5.5 BQ25181 物料清单

表 5-2 列出了 PCB 物料清单 (BOM)。

表 5-2. BQ25181 物料清单

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
/CE、/INT_Q、 PG_GPO、 SCL_Q、 SDA_Q、TS/ MR_Q	6		测试点, 微型	SMT	5019	Keystone
C4	2	4.7 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 4.7 $\mu$ F, 25V, +/-20%, X5R, 0402	0402	GRM155R61E475 ME15	MuRata
C5、C6	2	1 $\mu$ F	电容器, 陶瓷, 1 $\mu$ F, 10V, +/-20%, X5R, 0402	0402	CC0402MRX5R6 BB105	Yageo America
GND_Q GND2_Q、 GND3_Q	3		测试点, 微型, 黑色, TH	TH	5001	Keystone
J2	1		接头 (有罩), 2.54mm, 5 $\times$ 2, 镀金, TH	接头, 2.54mm, 5 $\times$ 2, TH	AWHW-10G-0202 -T	Assman WSW
R5、R6、R7、 R8、R9	5	10k	电阻, 10k, 5%, 0.063W, AEC- Q200 0 级, 0402	0402	CRCW040210K0J NED	Vishay-Dale
R10	2	10.2k	电阻, 10.2k, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	0402	CRCW040210K2 FKED	Vishay-Dale
SW2	2		WS-TASV 6 $\times$ 6MM J 形钩 SMD 密封型	SMT_SW_6MM2_6 MM2	430773051825	Würth
U2	1		BQ25181DLHR 电池充电器	WSON10	BQ25181DLHR	德州仪器 (TI)
VBAT_Q、 VIN_Q、VIO_Q、 VSYQ_Q	4		测试点, 微型, 红色, TH	TH	5000	Keystone

## 5.6 BQ25181 PCB 层

图 5-11 至 图 5-18 展示了 BQ25181 电路板的设计布局图。

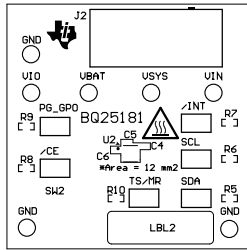


图 5-11. BQ25181 顶部丝印

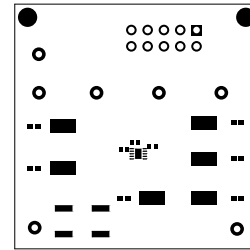


图 5-12. BQ25181 顶部阻焊层

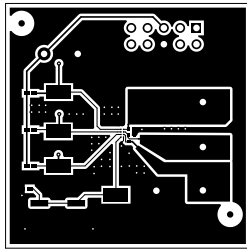


图 5-13. BQ25181 顶层

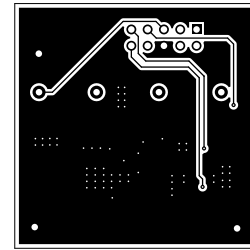


图 5-14. BQ25181 底层

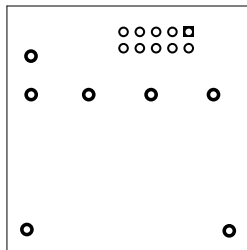


图 5-15. BQ25181 底部阻焊层

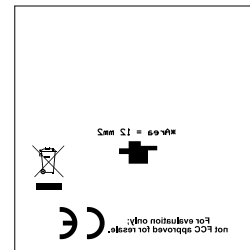


图 5-16. BQ25181 底部覆盖层

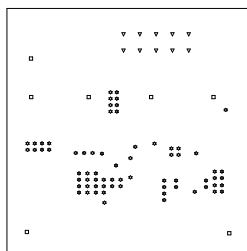


图 5-17. BQ25181 钻孔图

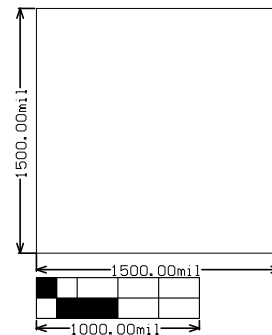


图 5-18. BQ25181 电路板尺寸

## 6 参考资料

- 德州仪器 (TI) : [BQ25180](#) 器件页。
- 德州仪器 (TI) : [BQ25181](#) 器件页。
- 德州仪器 (TI) : [TI Chargers GUI](#) 软件。
- 德州仪器 (TI) : [BQ21061 小尺寸设计](#) 应用手册。
- 德州仪器 (TI) : [半导体和 IC 封装热指标](#) 应用手册。
- 德州仪器 (TI) : [BQ25180 EVM 用户指南](#)。
- 德州仪器 (TI) : [BQ25181 EVM 用户指南](#)。

## 重要通知和免责声明

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、与某特定用途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安全、安保法规或其他要求。

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 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。对于因您对这些资源的使用而对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，您将全额赔偿，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 销售条款](#)、[TI 通用质量指南](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款或 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。除非德州仪器 (TI) 明确将某产品指定为定制产品或客户特定产品，否则其产品均为按确定价格收入目录的标准通用器件。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

版权所有 © 2026，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月