

*Application Note***BQ25190 的小尺寸设计**

Juan Ospina

**摘要**

本应用手册演示了 BQ25190 线性电池充电器提供的紧凑型电源和充电实现方案。BQ25190 非常适合可穿戴器件、医疗器件、智能追踪器和其他空间受限型应用。BQ25190 通过在 2.25mm x 2.75mm 的紧凑型 W CSP 封装中集成多个电源轨以及电池充电器、ADC、序列发生器和 GPIO 扩展器，简化了复杂的电源树解决方案尺寸。对于 PCBA 空间非常宝贵的应用，可以进行进一步的设计调整，以更大限度地减小 BQ25190 的解决方案总尺寸。

BQ25190 解决方案的尺寸（包括无源元件）在进行优化后，面积可缩小到 30mm<sup>2</sup>。这涉及元件选择、原理图设计、布局决策和应用注意事项。

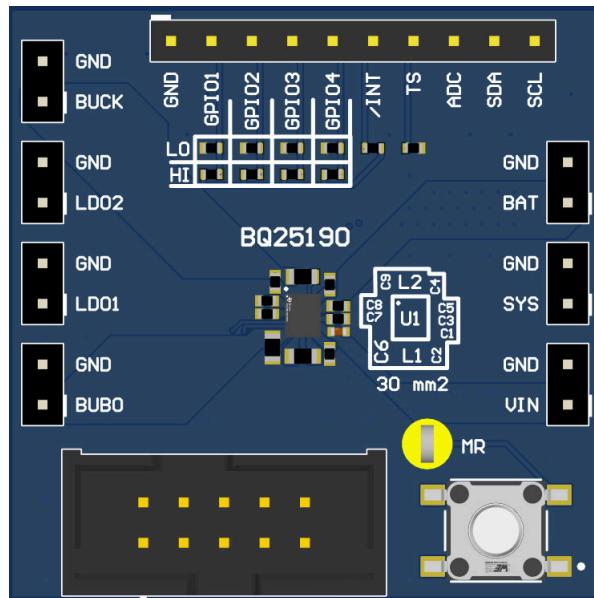


图 1-1. BQ25190 小尺寸板

内容	
1 简介.....	3
2 原理图设计指南.....	4
2.1 BQ25190 原理图.....	5
3 布局设计指南.....	6
4 PCB 层图.....	8
5 总结.....	9
6 参考资料.....	9

### 插图清单

图 1-1. BQ25190 小尺寸板.....	1
图 1-1. BQ25190 引脚排列.....	3
图 1-2. BQ25190 典型应用.....	3
图 2-1. BQ25190 小尺寸原理图.....	5
图 3-1. BQ25190 布局 (带信号名称) .....	6
图 3-2. BQ25190 布局 (带元件标签) .....	7
图 4-1. 顶层 (带覆盖层) .....	8
图 4-2. 底层 (带覆盖层) .....	8
图 4-3. 顶层.....	8
图 4-4. 第 2 层.....	8
图 4-5. 第 3 层.....	9
图 4-6. 底层.....	9

### 表格清单

表 2-1. 无连接信号.....	4
-------------------	---

### 商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

## 1 简介

此设计的目标是实现一个具有尽可能多功能的 BQ25190，同时更大程度地缩小解决方案尺寸并降低制造成本。重点关注解决方案尺寸的设计涉及多个步骤，包括元件选择、原理图设计和布局设计。对于每个步骤，请考虑应用要求，例如散热要求或输入电压范围要求。此参考设计的目标用途是智能手表、胰岛素泵和其他可穿戴器件等小型低功率应用的紧凑型解决方案。

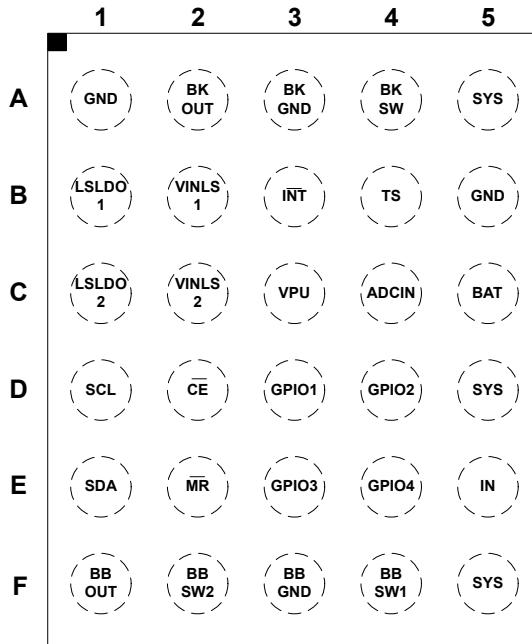


图 1-1. BQ25190 引脚排列

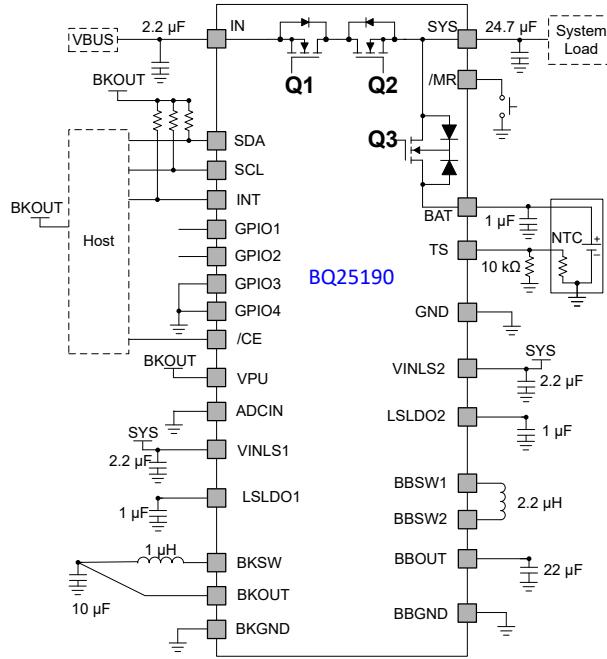


图 1-2. BQ25190 典型应用

BQ25190 和关键无源元件可放置在  $30\text{mm}^2$  的面积内。这些设计变更非常适合低功耗应用，与高电流应用相比，此类应用不需要太多的铜面积和散热空间。在该电路板上，数字信号主要使用 6mil 迹线和 6mil 过孔，可更大程度地增加载流迹线的宽度以减少迹线电阻损耗。该电路板针对充电和关键电源功能进行了优化，但会以牺牲某些功能为代价。应考虑任何设计的最终应用功能要求，这可能会限制可进行的空间节省优化。

### BQ25190 的特性

BQ25190 集成了许多用于稳健电源和电池管理系统的功能和电源轨。

- I<sup>2</sup>C 接口用于配置和监测
- 2  $\mu\text{A}$  有源电池静态电流
- 15nA 运输模式静态电流
- 充电电流的可配置范围为 5mA 至 1A
- 终止电流可配置为低至 1mA
- 集成 12 位 ADC
- 集成 600mA DVS 降压稳压器
- 集成 600mA 降压/升压稳压器
- 2 个集成式 200mA LDO 稳压器
- 3V 至 18V 的宽输入电压范围

## 2 原理图设计指南

对于 BQ25190，优化空间意味着可以尽可能减少元件数量、识别未使用的引脚和备用连接路径，以及选择最小的有效元件。

该器件提供四个 GPIO，每个 GPIO 都具有可通过寄存器编程性访问的各种功能。默认情况下，引脚 GPIO3 和 GPIO4 用于确定默认降压输出电压。电压取决于 GPIO3 和 GPIO4 被拉至高电平或低电平，以便选择四个默认电压之一：

	GPIO3 低电平	GPIO3 高电平
GPIO4 低电平	1.8V 默认 $V_{buck}$	3.3V 默认 $V_{buck}$
GPIO4 高电平	2.5V 默认 $V_{buck}$	1.2V 默认 $V_{buck}$

为了实现可配置性，这些信号通常路由到上拉或下拉电阻器。通过选择理想默认电压并将这些引脚直接连接到 GND 或 SYS，就无需上拉或下拉电阻器。

元件选择可以在空间方面进行优化，但会受到某些应用性能限制的影响。下表展示了 EVM 与小尺寸解决方案之间的元件选择比较以及尺寸比较：

元件	EVM 元件	小尺寸元件
$C_{IN}$	10uF   35V   0603	22uF   10V   0402
$C_{VINLS}$ (1 和 2)	2.2uF   6.3V   0402	无
$I_{BB}$	2.2uH   1.7A   0.14 Ω   0805	2.2uH   1.05A   0.25 Ω   0603
$I_{BK}$	1uH   2.7A   0.056 Ω   0805	1uH   1.6A   0.114 Ω   0603

这些元件选择确实会对性能产生影响，但总体解决方案尺寸会有所缩小。 $C_{IN}$  的电容减小，并且额定电压降低。这会缩小该应用的工作输入电压范围。由于 DCR 的变化，电感器 ( $I_{BB}$  和  $I_{BK}$ ) 会对效率产生影响。这种情况下不需要  $VINLS$  电容器，因为  $SYS$  线路上已经存在电容， $VINLS$  引脚和  $SYS$  节点之间的电阻较低，但这可能会对极快的瞬态负载性能产生影响。

未使用的引脚保持为无连接可以减少电路板的布线要求，并轻松地路由所需的信号。从 IC 路由出的信号减少意味着无源元件需要更靠近。表 2-1 所示为一些信号可保持打开但仍支持关键充电和电源轨运行：

表 2-1. 无连接信号

信号	无连接的影响	缓解行动
GPIO1	丧失 GPIO1 功能	
GPIO2	丧失 GPIO2 功能	
/CE	默认启用充电	可通过 I <sup>2</sup> C 禁用充电。
/MR	丧失按钮驱动的硬件复位和运输模式进入/退出功能。	可通过 I <sup>2</sup> C 实现硬件复位和运输模式进入。可以通过将 VIN 置为有效来退出运输模式。
/INT	丧失通知异步事件或故障的 /INT 报告。	可以轮询器件状态和故障寄存器以了解行为变化。
ADCIN	丧失 ADCIN 通道。	
TS	丧失 TS 功能。器件默认检测 TS 故障，这会阻止充电。	尽管检测到 TS 故障，TS_ACTION_EN = 0 仍可用于启用充电。

## 2.1 BQ25190 原理图

BQ25190 小尺寸原理图如图 2-1 所示。这些元件是运行所需的元件，包含在充电器的 30mm<sup>2</sup> 解决方案尺寸中。

本节之外的元件对于运行不是必需的，但包含在最终用户交互和默认 V<sub>buck</sub> 设置的配置中。在最终应用中，可以将 GPIO 电阻器直接短接至 GND 或 SYS 进行配置，而无需添加到物料清单或扩大解决方案尺寸。此设计还包含 TS 电阻器、I<sup>2</sup>C 上拉电阻器、按钮和 USB2ANY 接口。这些元件位于应用的其他部分，与其他元件共享或直接存在于电池组中。

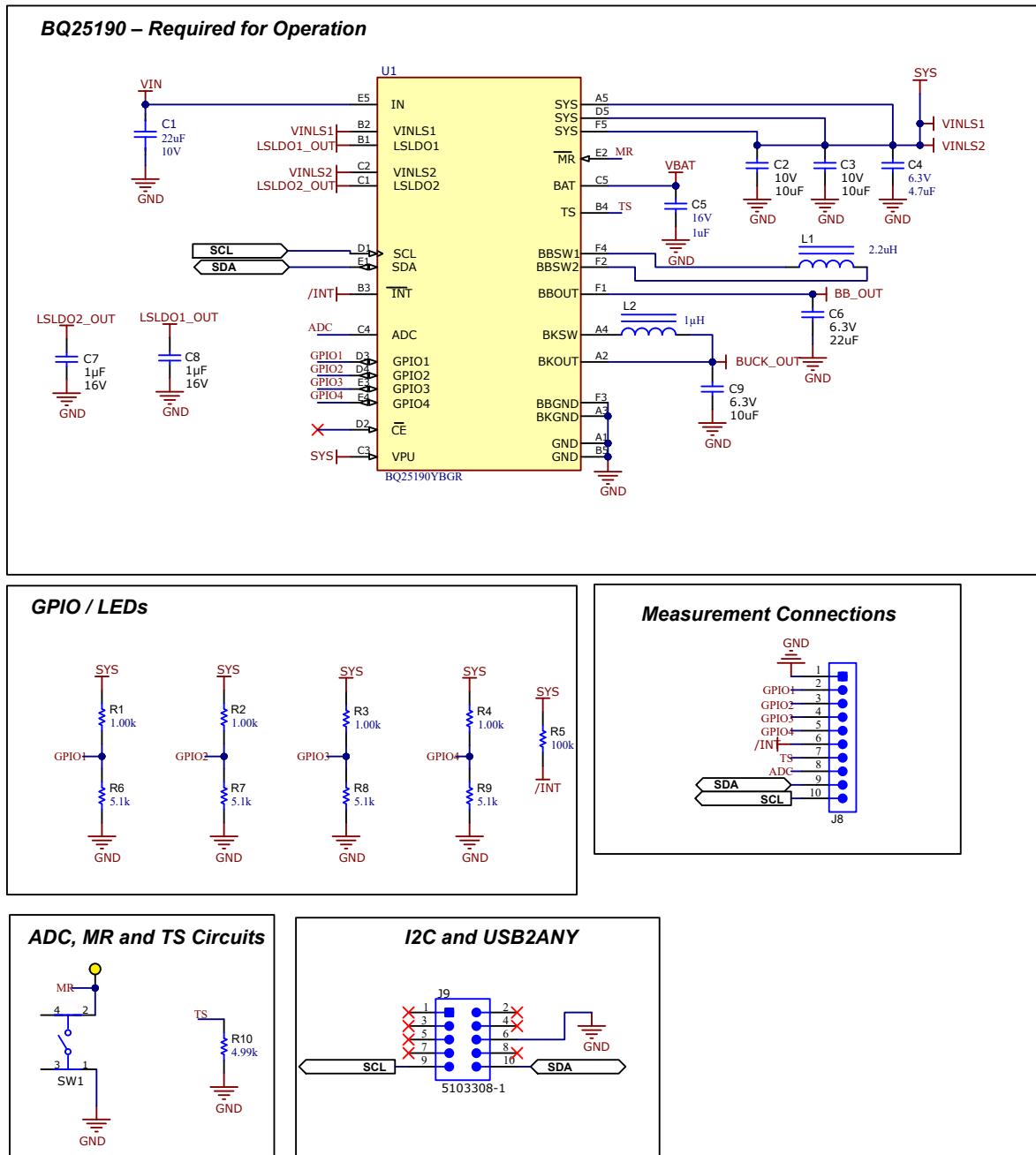


图 2-1. BQ25190 小尺寸原理图

### 3 布局设计指南

改进解决方案尺寸的其中一步是将外部元件拉至尽可能靠近集成电路的位置。需要优先考虑载流布线以更大限度减少电阻，而数字和控制信号可以使用更小的布线和更深的层来拆分。大多数载流引脚都直接位于顶层，因此对这些信号进行布线相当简单。通过使一些引脚保持未使用状态，其他信号可以在较低层布线，否则会被布线过孔阻断。例如，D2 引脚 (CE) 通常需要一个过孔被引出，因为该引脚在所有方向上被阻止在顶层被引出。如果没有该过孔，GPIO3 和 GPIO4 信号可以在 D2 引脚下方空间中的较低层被引出。

通常情况下，VINLS 电容器需要将引脚 B2 和 C2 布线引出，这需要将 LDO 电容器拉离器件更远并增大解决方案尺寸。将两个引脚短接至 VPU 和 SYS 可使引脚在表面布线并短接至 SYS。需要尽可能减小 VINLS 引脚和 SYS 引脚之间的电阻。为了更大限度地降低噪声，TI 建议将第二层保持为不间断的 GND 平面。图 3-1 展示了此设计的信号扇出。图 3-2 阐明了各种无源元件的放置。如果不使用 ADC 引脚功能，则 SYS 电源轨可以沿对角线从 D5 到 C4 引出到顶层上的 C3、C2 和 B1。

接入 B3、C3、D3 和 E3 的内部引脚可减少 BQ25190EVM 中存在的盲孔需求。这也降低了 PCB 制造成本。

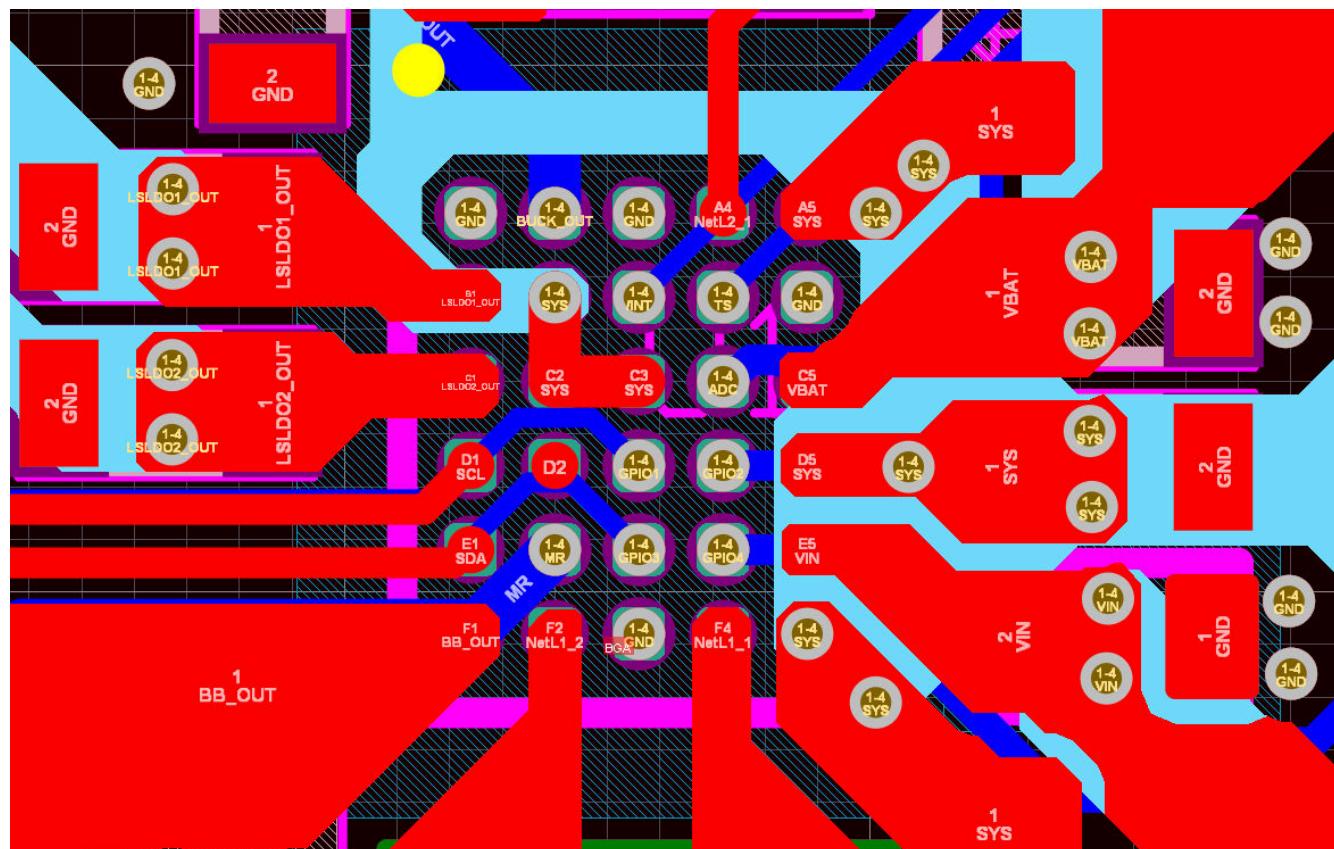


图 3-1. BQ25190 布局 (带信号名称)

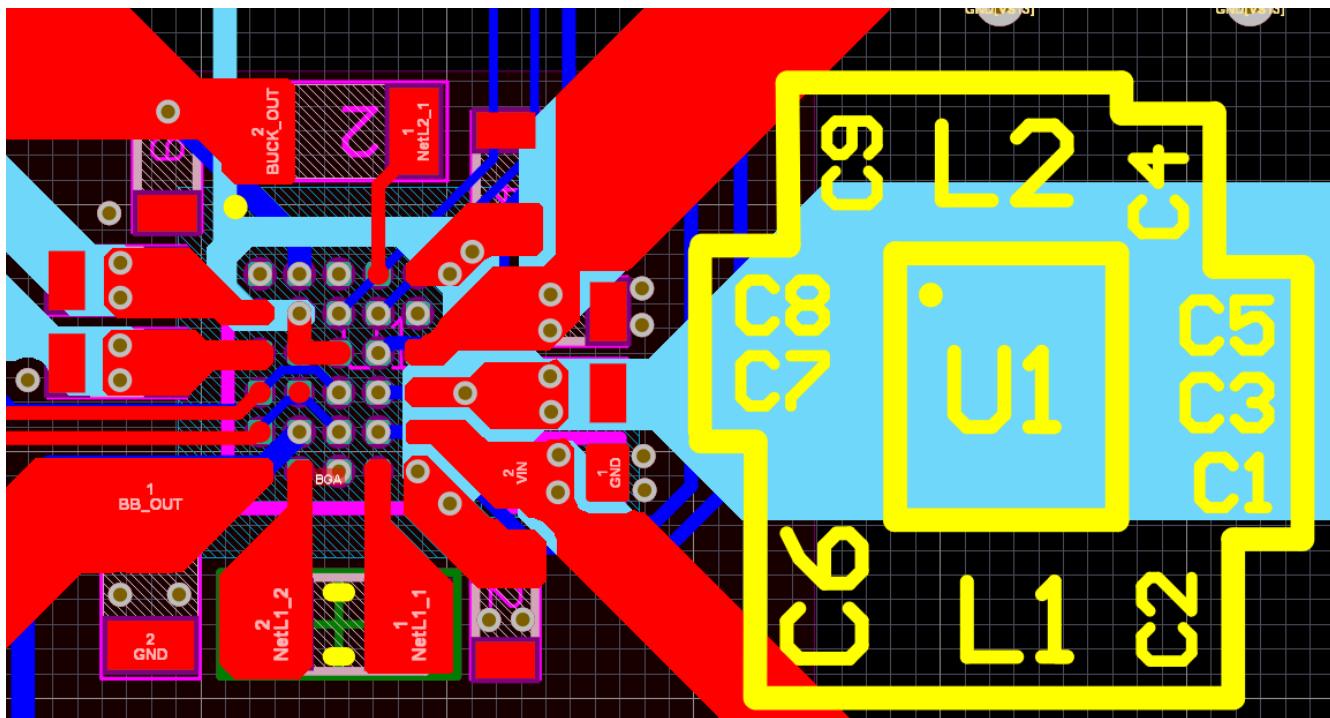


图 3-2. BQ25190 布局 (带元件标签)

## 4 PCB 层图

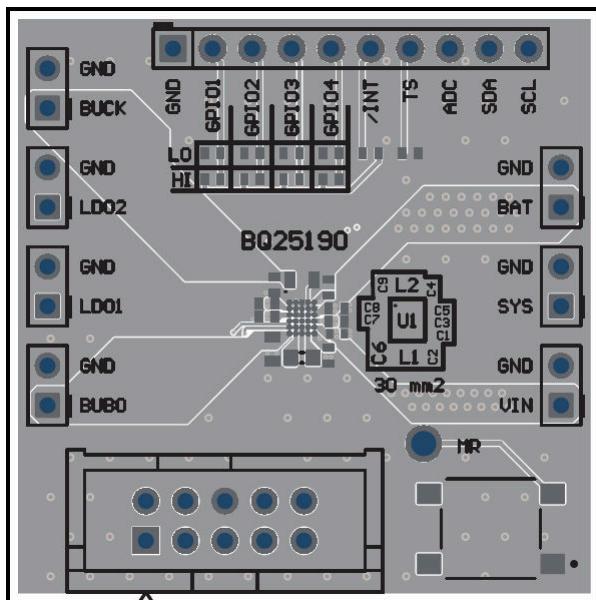


图 4-1. 顶层 (带覆盖层)

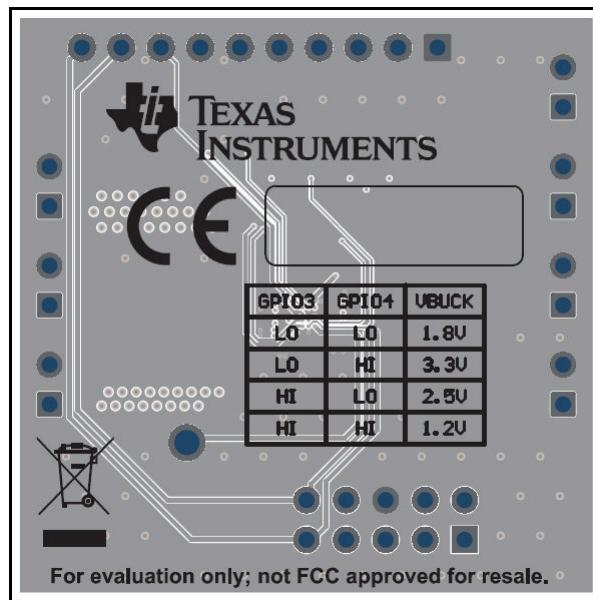


图 4-2. 底层 (带覆盖层)

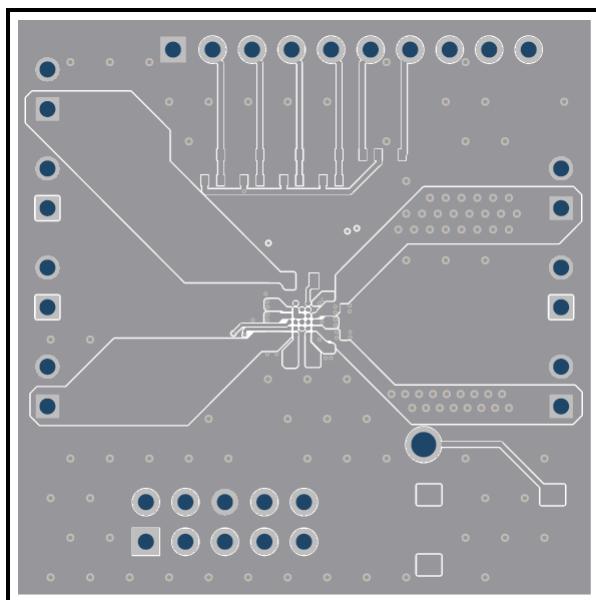


图 4-3. 顶层

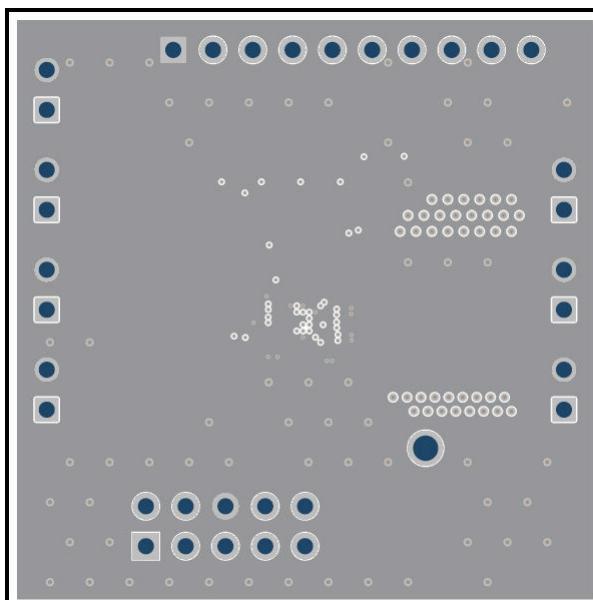


图 4-4. 第 2 层

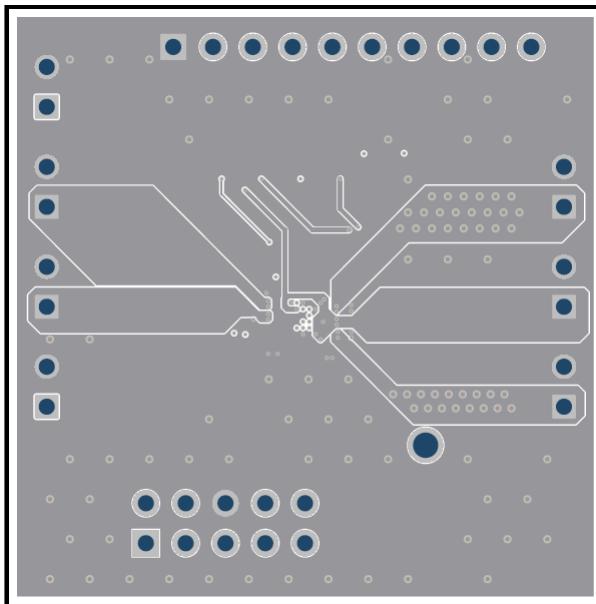


图 4-5. 第 3 层

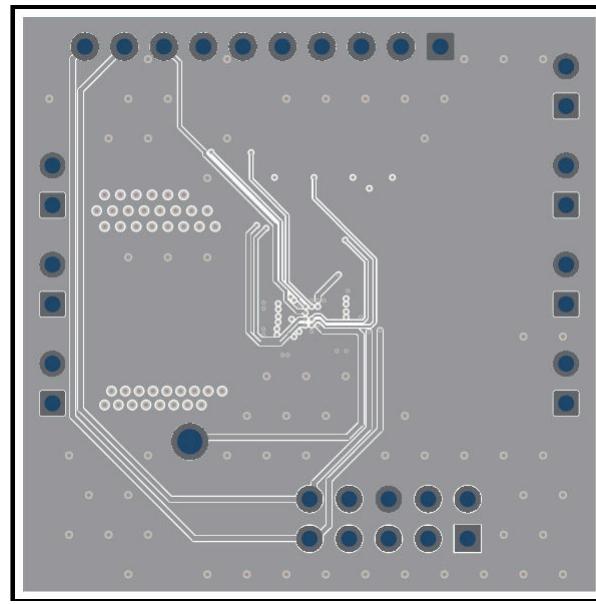


图 4-6. 底层

## 5 总结

本文档展示了 BQ25190 线性电池充电器在空间受限型应用中的功能。该高度集成的器件在单个 2.25mm x 2.75mm WCSP 封装中整合了多个电源轨、电池充电功能、ADC、序列发生器和 GPIO 扩展。BQ25190 为可穿戴器件、医疗器件和布板空间有限的智能追踪器提供了出色的电源和充电实现方案，并提供了额外的设计选项以更大限度地缩小整体解决方案尺寸。

## 6 参考资料

- 德州仪器 (TI) , [BQ25190 产品页面](#)
- 德州仪器 (TI) , [BQ25190 评估模块用户指南](#)
- 德州仪器 (TI) , [BQ21061 适用于成本优化型 PCB 的两层小尺寸参考设计](#)应用手册
- 德州仪器 (TI) , [BQ25180 和 BQ25181 I<sup>2</sup>C 控制型线性电池充电器小尺寸设计](#)应用手册

## 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出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 © 2025 , 德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期 : 2025 年 10 月