

## EVM User's Guide: BQ51013CEVM

### BQ51013C 评估模块



#### 说明

BQ51013CEVM 是一款基于无线电源联盟 Qi 标准的无线电源接收器。该器件符合 5W 的基准功率分布 (BPP)。输出电压为 5V ( 电流最高 1A )。

BQ51013CEVM 包含 BQ51013C IC 以及操作评估板所需的支持电路。需要使用外部 Qi 发送器为 EVM 供电。

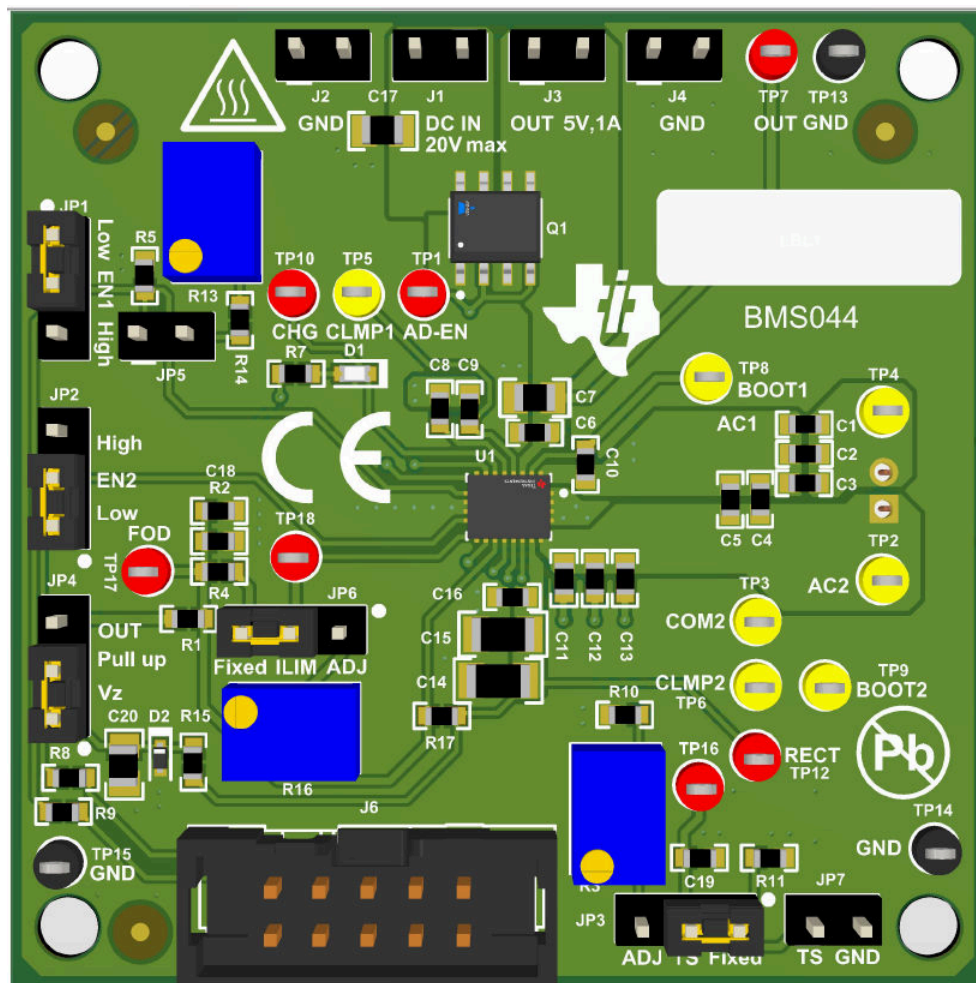
接收器线圈是一个 48mm × 32mm 线圈，安装在 PCB 下方的塑料框架上。线圈下方到界面表面的外壳厚度为 2mm。

#### 特性

- 支持 WPC v1.3、BPP
- 1A 时输出电压为 5V
- 支持 USB 外部输入
- 可调输出电流限制
- 外来物体检测可调

#### 应用

- 真正无线耳机
- 可穿戴附件、智能手环
- 美容美发
- 电动牙刷



## 1 评估模块概述

### 1.1 简介

BQ51013C 是无线电源，可在高达 1A 的电流下产生 5V 输出电压，适用于 5W 设计。此器件支持 Qi 版本 1.3 并采用 5W 基准功率分布 (BPP)。接收器由使用 EVM 底部的平面线圈且符合 Qi 标准的发送器供电。BQ51013C 中纳入了通信协议和安全功能，因此易于使用。

Q1 提供了 USB 可选输入特性；当存在外部电源时，该特性会自动从无线电源切换到外部电源。NTC 由 10kΩ 电阻模拟，并且可以选择通过微调电位计进行调整。可使用 R16 调节输出电流，也可选择固定值。

本用户指南描述了 BQ51013C 评估模块 (EVM) 的特性、运行和使用情况。此 EVM 旨在帮助用户评估和测试各种工作模式。本用户指南涵盖评估模块的硬件设置说明、原理图、物料清单 (BOM) 以及 PCB 布局图。

除非另有说明，否则本用户指南中的缩写词 *EVM*、*BQ51013C EVM*、*BMS044-002* 以及术语 *评估模块* 与 BQ51013C 评估模块具有相同的含义。

### 1.2 套件内容

包装中包含：

1. BQ51013C 评估模块 (EVM)，包含 BQ51013C 和支持电路。

### 1.3 规格

表 1-1 提供了 BQ51013C EVM 性能规格的摘要。所有规格均为在 25°C 环境温度下的值。

**表 1-1. BQ51013C EVM 电气性能规格**

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V <sub>IN</sub>	输入电压范围	TP12 处的典型 V <sub>rect</sub> 电压	4.0	5.5	8	V
V <sub>adapter</sub>	适配器输入电压		4.0	5	20	V
OVP	输入过压保护	V 整流处的电压			15	V
I <sub>OUT</sub>	输出电流范围	电流限制编程范围			1.5	A
V <sub>OUT</sub>	输出电压	I <sub>LOAD</sub> = 1000mA		5		V
F <sub>s</sub>	开关频率		110		205	kHz
效率	交流/直流	5V 时的负载 = 1000mA		65%		

### 1.4 器件信息

BQ51013C 器件是一款适用于便携式应用的无线电源接收器 (RX)，能够提供高达 5W 的功率和 1A 的电流 (5V)。BQ51013C 器件集成了符合无线电源联盟 (WPC) Qi v1.3 通信协议所需的数字控制，同时还提供 RX 交流/直流电源转换和调节。BQ51013C 与 BQ500212A 初级侧控制器 (或其他 Qi 发送器) 相结合，可为无线电源设计实现完整的非接触式电力传输系统。使用 Qi v1.3 协议，在次级侧与初级侧之间建立全局反馈，从而控制电源传输过程。

## 2 硬件

### 2.1 I/O 说明

表 2-1 列出了此 EVM 上提供的输入和输出连接及相应的说明。

表 2-1. EVM I/O 连接

I/O 连接器	说明
J1 - AD 外部适配器输入 J2-GND	可提供电源来模拟应用的外部适配器，最大电压 20V。
J3 - 输出电压 J4-GND	无线电源模式下的输出电压为 5V，最高为 1A。
J5 - TS 和回路连接器	温度检测电阻的外部连接，请参阅 BQ51013C 数据表以了解更多信息。
JP1 - EN1 使能 1 JP2 - EN2 使能 2	使能信号输入，允许系统启用或禁用无线充电或 AD 输入。
JP3 - TS 固定或可调	使用 R3 启用 TS 调整功能。固定位置会将 TS 引脚处的电压设置为安全值。
JP4 - 上拉至 out 或 Vz	EN1 / 2 上拉可由 OUT 或 RECT 供电。Vz 通过电阻器和齐纳二极管 D2 从 RECT 导出。
JP5 - DNP	未使用，请勿安装。
JP6 - ILIM 固定或可调	最大输出电流由 ILIM 引脚设置。在 FIX 位置，电流设置为固定值。在 ADJ 位置，电流由 R16 设置。

### 2.2 印刷电路板装配

BQ51013C EVM PCB 包含 BQ51013C EVM IC 和支持电路。该板包含多个跳线和连接器。R16 提供了调节电流限制的选项。EN1/EN2 可用于启用/禁用无线电源或 AD 外部电源输入。

PCB 是一个两层板，经过优化，适用于使用更大的器件和大间距进行评估。可实现更小的布局。BQ51013C 上的功率耗散可能较高，建议进行良好的热管理。散热平面和散热过孔较大。

### 2.3 最佳实践



#### 警告

**表面高温！接触会导致烫伤。请勿触摸！**

电路板上电后，某些元件可能会达到 55°C 以上的高温。由于存在高温，在使用过程中或使用刚结束时，用户不得触摸电路板。

### 2.4 测试总结

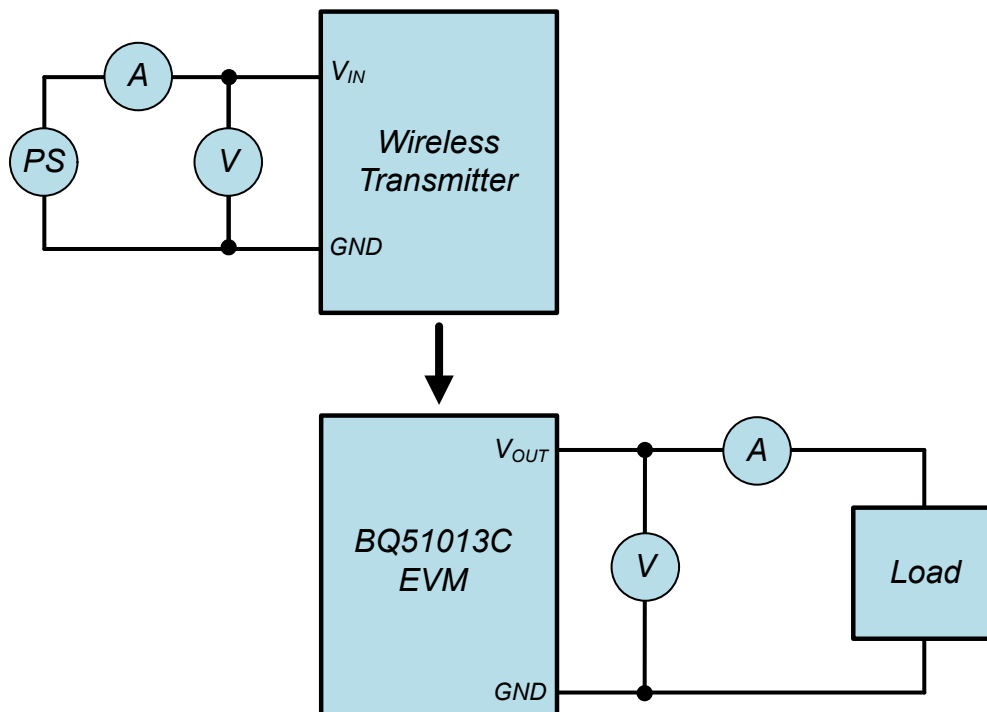
本节描述了 EVM 上的跳线和连接器，并说明了如何正确地连接和设置。有关各接头的默认跳线设置，请参阅表 2-2。

#### 2.4.1 设备

本节列出了在此 EVM 上执行测试时所需的电源。

1. 电源、5V 2A 输入。连接到无线电源发送器。
2. 负载、电阻负载或电子负载在 500mA 时设置为 10 Ω。负载连接在 UUT 的 J3 - OUT 和 J4 - GND 之间。UUT 和负载之间连接了一个直流电流表。将 500mA 时的负载设置为 10 Ω。
3. 仪表 - 两个直流电压表和两个直流电流表。
4. 无线电源发送器，可以是 BQ50212A EVM 或类似的 Qi 认证单元。
  - 连接电流表以测量发送器的 5V 输入电流。
  - 连接电压表以监测 TX 装置的 J1 和 J2 上的输入电压。
  - 在 UUT 上，使用电压表测量 J3 的输出电压，J4 接地。
  - 连接电流表以测量负载电流。

5. 将所有 EVM 跳线配置为出厂设置，并参阅表 2-2。



## 2.4.2 注意事项

### 小心

在高输出电流条件下，器件可能会发烫，在处理电路板时请务必小心。

## 2.4.3 测试说明

为了使此 EVM 正常工作，必须连接并正确配置以下元件。

- 如上所述连接系统，变送器上的 UUT。
- 输入电压连接至发送器 J1 (+)、J2 (-)。
- 将负载设置为 500mA 并连接到 UUT BQ51013CEVM (接收器) J3 (+) 和 J4 (-)。
- 5 秒钟后打开发送器电源 (5V)，确认：
  - 发送器 - 状态 LED D5 以 1 秒的速率闪烁绿色，表示正在传输电力。
  - UUT 接收器 - LED D1 亮起。这也指示电力传输。
- UUT 接收器 - 验证  $V_{OUT}$  是否为 4.9V 至 5.1V (在 J3 或 TP7 和 J4 之间)。
- UUT 接收器 - 验证整流电压是否为 5V 至 5.2V (在 TP12 和 TP13 之间)。

### 备注

每 250 毫秒电压上会出现一个调制信号，这会导致读数在使用较低值或基准线时出现波动。

表 2-2. 跳线出厂设置

I/O 连接器	出厂设置
EN1 - JP1 (3 引脚接头)	已安装 EN 和 LOW
EN2 - JP2 (3 引脚接头)	已安装 EN2 和 LOW
TS - JP3 (3 引脚接头)	已安装 TS 和 FIXED
PULLUP - JP4 (3 引脚接头)	已安装 PULLUP 和 $V_z$
不适用 - JP5 (2 引脚接头)	不适用

表 2-2. 跳线出厂设置 ( 续 )

I/O 连接器	出厂设置
ILIM - JP6 ( 3 引脚接头 )	已安装 ILIM 和 FIX

### 3 硬件设计文件

### 3.1 原理图

图 3-1 中显示了 BQ51013C 原理图。

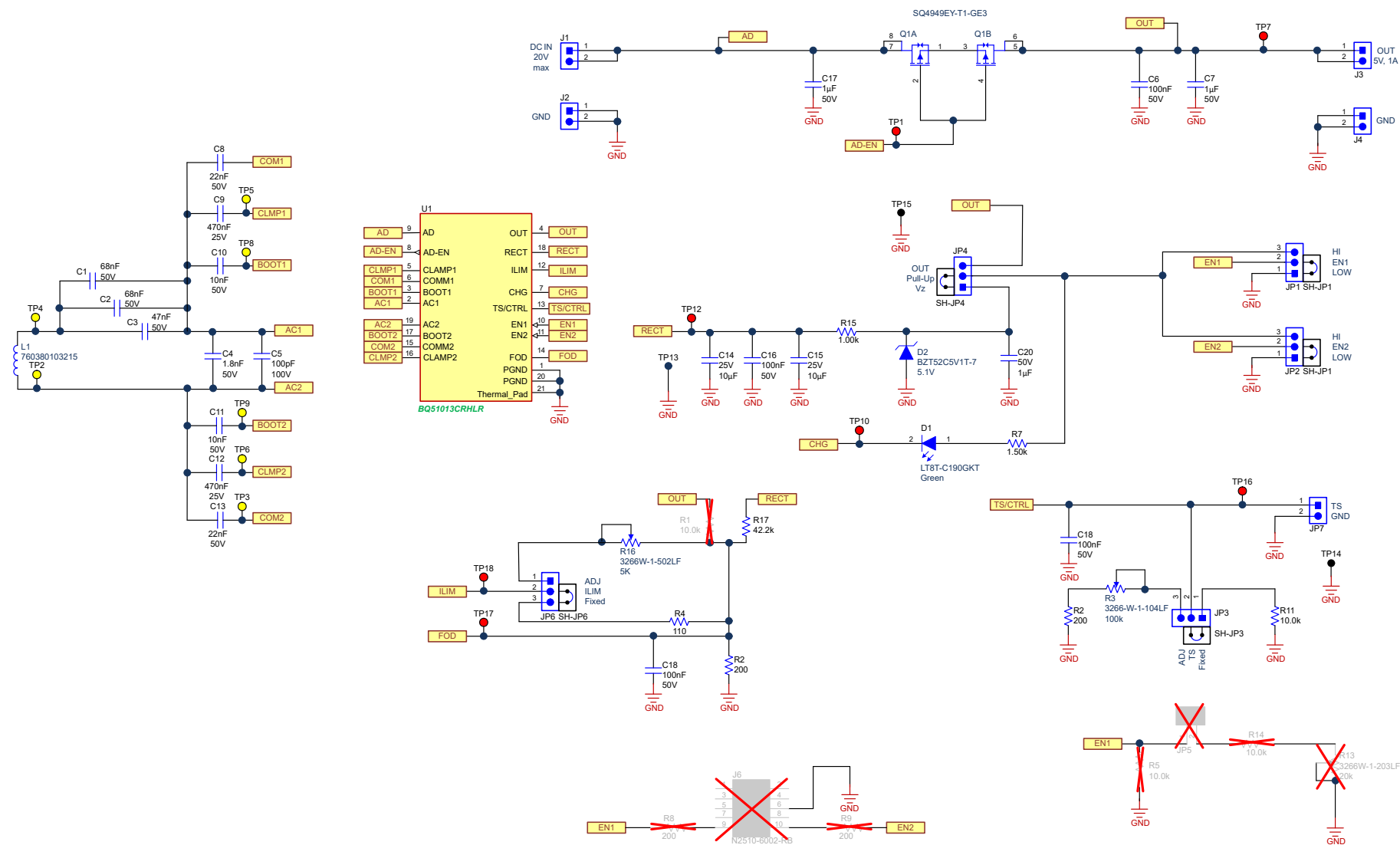


图 3-1. BQ51013C 原理图

图 3-2 至图 3-8 展示了电路板的布局布线。

图 3-2. 顶层丝印层

**图 3-3. 顶部焊锡层**

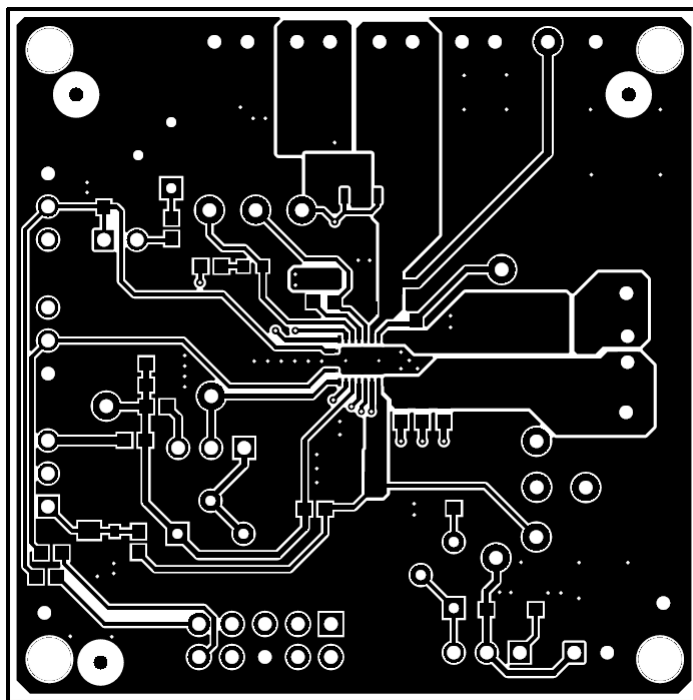


图 3-4. 顶层

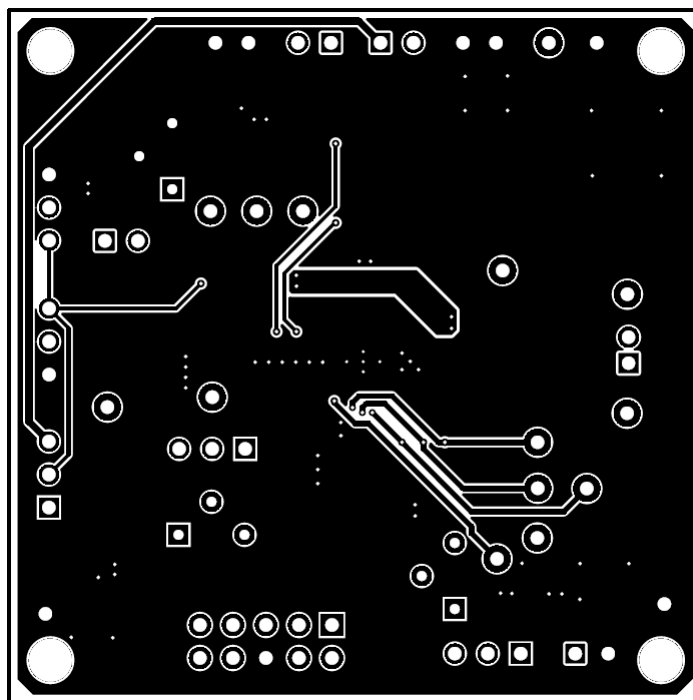


图 3-5. 底层



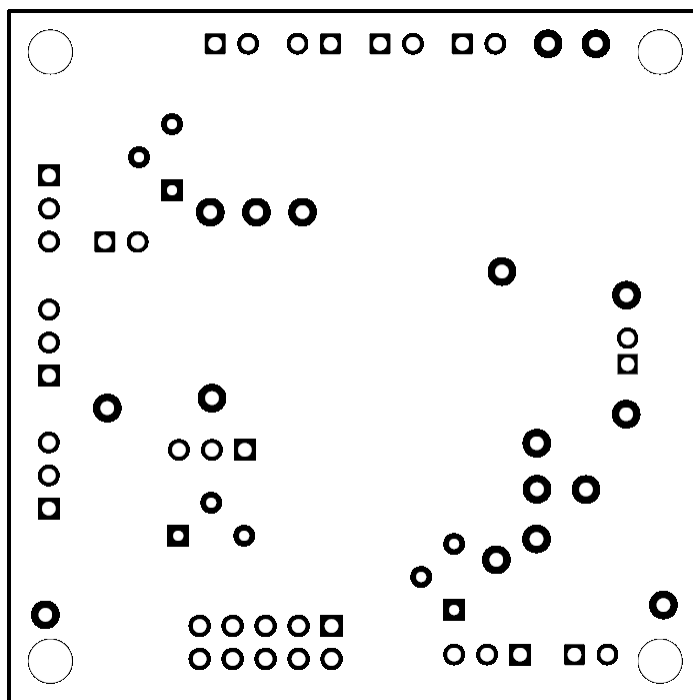


图 3-6. 底部焊锡层

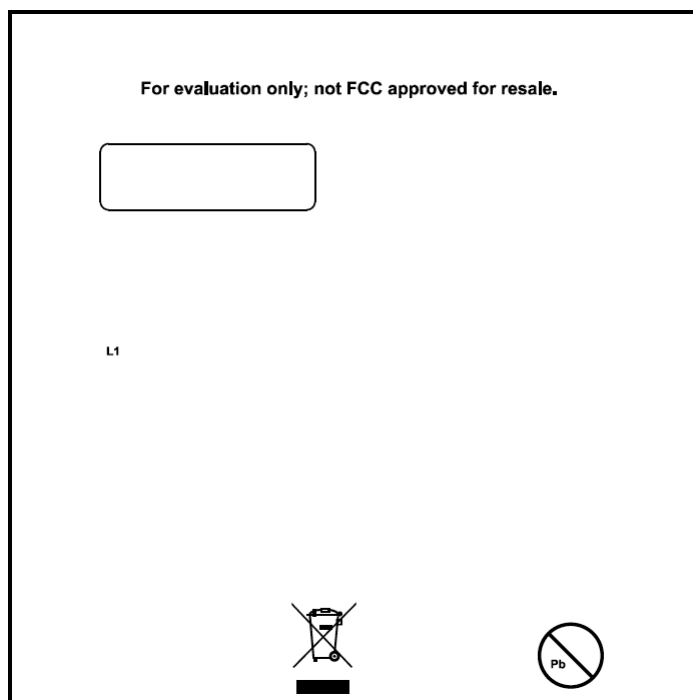
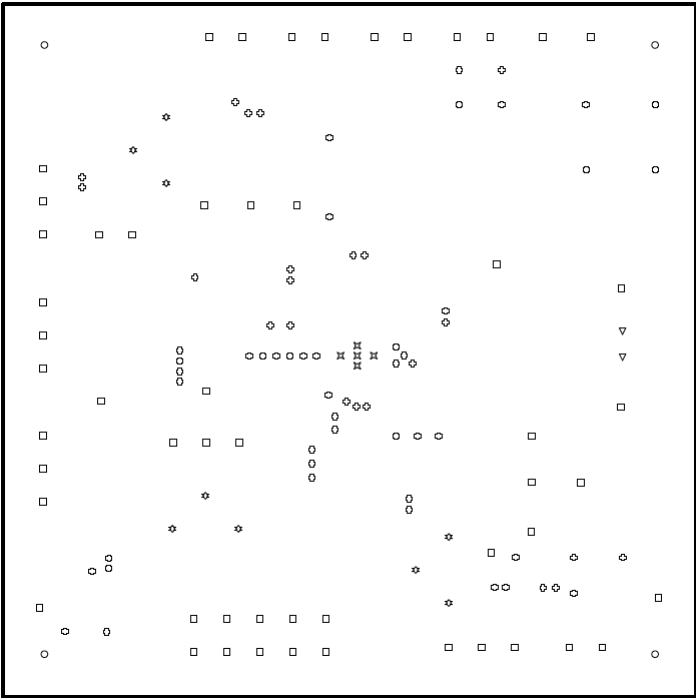


图 3-7. 底层丝印层



Symbol	Quantity	Finished Hole Size	Plated	Hole Type	Drill Layer Pair	Hole Tolerance
○	4	3.302mm (130.00mil)	NPTH	Round	Top Layer - Bottom Layer	
✕	5	0.200mm (7.87mil)	PTH	Round	Top Layer - Bottom Layer	
⊕	65	0.254mm (10.00mil)	PTH	Round	Top Layer - Bottom Layer	
☆	9	0.750mm (29.53mil)	PTH	Round	Top Layer - Bottom Layer	
▽	2	1.000mm (39.37mil)	PTH	Round	Top Layer - Bottom Layer	
□	54	1.016mm (40.00mil)	PTH	Round	Top Layer - Bottom Layer	
	139 Total					

图 3-8. 钻孔图

### 3.3 物料清单 (BOM)

表 3-1 列出了物料清单。

表 3-1. 物料清单 (1)

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
!PCB	1		印刷电路板		BMS044	不限
C1, C2	2	0.068uF	电容, 陶瓷, 0.068μF, 50V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	603	CGA3E2X7R1H683K080AA	TDK
C3	1	0.047μF	电容, 陶瓷, 0.047uF, 50V, +/-10%, X7R, 0603	603	C1608X7R1H473K080AA	TDK
C4	1	1800pF	电容, 陶瓷, 1800pF, 50V, +/-5%, C0G/ NP0, 0603	603	GRM1885C1H182JA01D	MuRata
C5	1	100pF	电容, 陶瓷, 100pF, 100V, +/-5%, C0G/ NP0, AEC-Q200 1 级, 0603	603	GCM1885C2A101JA16D	MuRata
C6、C16、C18、C19	4	0.1uF	电容, 陶瓷, 0.1μF, 50V, +/-10%, X7R, 0603	603	GCM188R71H104KA57D	MuRata
C7、C17、C20	3	1μF	电容, 陶瓷, 1μF, 50V, +/-10%, X7R, 0805	805	CL21B105KBFNNNE	Samsung Electro-Mechanics
C8、C13	2	0.022uF	电容, 陶瓷, 0.022μF, 50V, +/-10%, X7R, 0603	603	C0603C223K5RACTU	Kemet
C9、C12	2	0.47uF	电容, 陶瓷, 0.47 μ F, 25V, +/-10%, X7R, 0603	603	GRM188R71E474KA12D	MuRata
C10、C11	2	0.01uF	电容、陶瓷、0.01μF、50V、+/- 10%、X7R、0603	603	C0603C103K5RACTU	Kemet
C14、C15	2	10uF	电容, 陶瓷, 10μF, 35V, +/-10%, X7R, 1206_190	1206_190	CL31B106KLHNNNE	Samsung Electro-Mechanics
D1	1	绿色	LED, 绿色, SMD	1.6mm x 0.8mm x 0.8mm	LTST-C190GKT	Lite-On
D2	1	5.1V	二极管, 齐纳, 5.1V, 300mW, SOD-523	SOD-523	BZT52C5V1T-7	Diodes Inc.
H1	1		磁带段, 低静电聚酰亚胺薄膜。36 码卷上的剪切带部分	1.5" x 2.3"	5419-1 1/2"	3M
H2	1		箱体改良型 Polycase LP-11B, 带 4 个螺钉		J-6838A	Polycase
H4、H5、H6、H7	4		#4 x 3/8" 盘头十字槽螺钉	#4 x 3/8"	PMSSS 440 0038 PH	B&F 紧固件
H8、H9、H10、H11	4		垫片, 0.100" Thk x 0.25" 外径 x 0.147" 内径	0.1" THK	905-100	Bivar
J1、J2、J3、J4、JP7	5		接头, 100mil, 2x1, 锡, TH	接头, 2 引脚, 100mil, 锡	PEC02SAAN	Sullins Connector Solutions
JP1、JP2、JP3、JP4、JP6	5		接头, 100mil, 3x1, 锡, TH	接头, 3 引脚, 100mil, 锡	PEC03SAAN	Sullins Connector Solutions
L1	1	14.3uH	1 线圈, 1 层 14.3μH 无线充电线圈接收器, 最大值 190m Ω	Inductor_48MM00_32MM00	7.60308E+11	Würth Electronics

表 3-1. 物料清单 <sup>(1)</sup> (续)

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
LBL1、LBL2	2			PCB 标签, 0.650 x 0.200 英寸	THT-14-423-10	Brady
Q1	1		转型 MOSFET P 沟道 30V 7.5A 汽车级 8 引脚 SOIC N T/R	SOIC8	SQ4949EY-T1_GE3	Vishay
R2	1	200	电阻, 200, 1%, 0.1W, 0603	603	RC0603FR-07200RL	Yageo
R3	1	100k	微调器, 100k $\Omega$ , 0.25W, TH	4.5mm x 8mm x 6.7mm	3266W-1-104LF	Bourns
R4	1	110	电阻, 110, 1%, 0.1W, 0603	603	RC0603FR-07110RL	Yageo
R7	1	1.50k	电阻, 1.50k, 1%, 0.1W, 0603	603	RC0603FR-071K5L	Yageo
R10	1	499	电阻, 499, 1%, 0.1W, 0603	603	CRCW0603499RFKEAC	Vishay-Dale
R11	1	10.0k	电阻, 10.0k, 1%, 0.1W, 0603	603	RC0603FR-0710KL	Yageo
R15	1	1.00k	电阻, 1.00k, 1%, 0.1W, 0603	603	RC0603FR-071KL	Yageo
R16	1	5K	微调器, 5k $\Omega$ , 0.25W, TH	4.5mm x 8mm x 6.7mm	3266W-1-502LF	Bourns
R17	1	42.2k	电阻, 42.2k, 1%, 0.1W, 0603	603	RC0603FR-0742K2L	Yageo
SH-JP1、SH-JP2、SH-JP3、SH-JP4、SH-JP6	5	1x2	分流器, 100mil, 镀金, 黑色	分流器	SNT-100-BK-G	Samtec
TP1、TP7、TP10、TP12、TP16、TP17、TP18	7		测试点, 微型, 红色, TH	红色微型测试点	5000	Keystone
TP2、TP3、TP4、TP5、TP6、TP8、TP9	7		测试点, 微型, 黄色, TH	黄色微型测试点	5004	Keystone
TP13、TP14、TP15	3		测试点, 微型, 黑色, TH	黑色微型测试点	5001	Keystone
U1	1		符合 Qi (WPC v1.3) 标准的汽车类高度集成式无线接收器电源	VQFN20	BQ51013CRHLR	德州仪器 (TI)
FID1、FID2、FID3	0		基准标记。没有需要购买或安装的元件。	不适用	不适用	不适用
J6	0		接头 (有罩), 100mil, 5x2, 高温, 镀金, TH	5x2 有罩接头	N2510-6002-RB	3M
JP5	0		接头, 100mil, 2x1, 锡, TH	接头, 2 引脚, 100mil, 锡	PEC02SAAN	Sullins Connector Solutions
R1、R5、R14	0	10.0k	电阻, 10.0k, 1%, 0.1W, 0603	603	RC0603FR-0710KL	Yageo
R8、R9	0	200	电阻, 200, 1%, 0.1W, 0603	603	RC0603FR-07200RL	Yageo
R13	0	20k	微调器, 20k $\Omega$ , 0.25W, TH	4.5mm x 8mm x 6.7mm	3266W-1-203LF	Bourns

(1) 除非另有说明, 否则所有器件都可以替换为等效产品。

## 4 其他信息

### 4.1 商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

## 5 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

<b>Changes from Revision * (October 2024) to Revision A (May 2025)</b>	<b>Page</b>
• 将 WPC v2.0 更改为 WPC v1.3.....	<a href="#">1</a>

## 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、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。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  
版权所有 © 2025，德州仪器 (TI) 公司