

# LM74912-Q1 理想二极管控制器评估模块



## 说明

LM74912Q1EVM 可帮助设计人员评估 LM74912-Q1 理想二极管控制器 (采用 24 引脚 VQFN 封装) 的运行情况和性能。该评估模块演示了 LM74912-Q1 理想二极管控制器如何驱动和控制外部背对背 N 沟道 MOSFET，从而模拟具有电源路径开/关控制及过流和过压保护功能的理想二极管整流器。

## 特性

- 3V 至 65V 输入范围
- 电流限制设置为 14A 时的输出短路保护

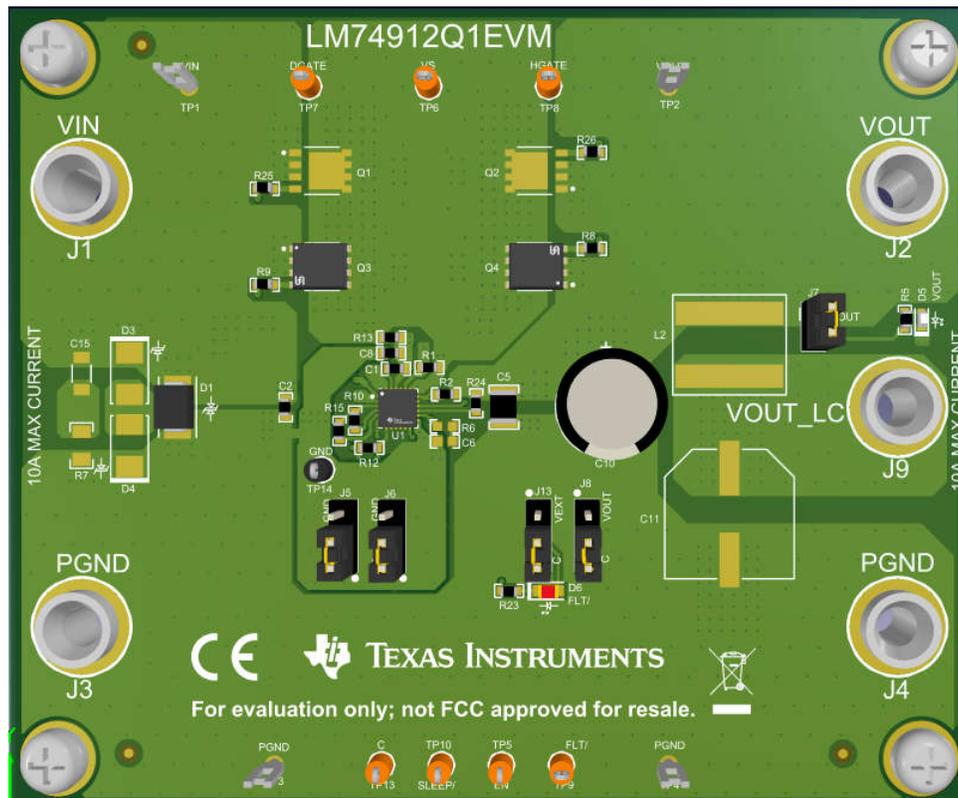
- 可使用  $R_{SET}$  和  $R_{ISCP}$  调节电流限制
- 用于故障指示的 LED
- 用于输出开/关检测指示的 LED

## 应用

汽车反向电池保护

- ADAS 域控制器
- 摄像头、雷达 ECU
- 音响主机
- USB 集线器

用于冗余电源的有源 ORing



## 1 评估模块概述

### 1.1 引言

本用户指南介绍了 LM74912-Q1 评估模块 (EVM)。本指南提供了配置信息、测试设置详细信息，并包含 EVM 原理图、物料清单、装配图以及顶部和底部电路板布局布线。

### 1.2 套件内容

表 1-1. LM74912Q1EVM 套件内容

条目	说明	数量
LM74912Q1EVM	PCB	1

### 1.3 规格

该 LM74912Q1EVM 具有以下特性：

- 3V 至 60V 输入范围
  - 在测试大于 35V 的输入电压时，移除输入 33V TVS 或使用适当的 TVS
- 最大电流为 5A
  - 组装 Q1 和 Q2 以实现 10A 运行
- 满足 12V 电池汽车 ISO7637 和 ISO16750-2 瞬态要求

### 1.4 器件信息

LM74912-Q1 理想二极管控制器可驱动和控制外部背对背 N 沟道 MOSFET，从而仿真具有电源路径开/关控制及过流和过压保护功能的理想二极管整流器。3V 至 65V 的宽输入电源电压可保护和控制 12V 和 24V 汽车类电池供电的 ECU。该器件可以承受并保护负载免受低至 -65V 的负电源电压的影响。集成的理想二极管控制器 (DGATE) 可驱动第一个 MOSFET 来代替肖特基二极管，以实现反向输入保护和输出电压保持。

在电源路径中使用了第二个 MOSFET 的情况下，该器件允许在发生过流和过压事件时使用 HGATE 控制将负载断开（开/关控制）。该器件具有集成的电流检测放大器，可提供基于外部 MOSFET VDS 检测的短路保护和可调节电流限值。当检测到输出发生短路时，器件会锁存负载断开 MOSFET。该器件具有可调节过压切断保护功能。该器件具有睡眠模式，可实现超低静态电流消耗 (6 $\mu$ A)，并在车辆处于停车状态时为始终开启的负载提供刷新电流。LM74912-Q1 的最大额定电压为 65V。

## 2 硬件

### 2.1 设置

默认情况下，LM74912Q1EVM 配置用于评估通过开关输出来断开电源路径或钳制输出实现的 12V 汽车反向电池保护功能。要评估高于 35V 的输入电压，必须移除输入 TVS (D1)，并安装适当的 TVS，以将输入瞬态钳位至低于 70V。

表 2-1. LM74912Q1EVM 评估板选项和设置

器件型号	EVM 功能	Vin 范围	Vin UVLO	Vin OVP	ENABLE (EN)	过流保护	特性
LM74912Q1EVM	理想二极管，具有过流、欠压和过压保护以及故障输出功能	3V 至 65V	5.8V	36.96V	高电平有效	10A (可使用 R <sub>SET</sub> 、R <sub>I</sub> SCP 和 FET R <sub>ds(on)</sub> 进行调节)	可调过流保护和可配置睡眠模式

### 2.2 物理访问

表 2-2 列出了 LM74912Q1EVM 评估板输入和输出连接器功能。表 2-3 和表 2-4 介绍了测试点可用性和跳线功能。

表 2-2. 输入和输出连接器功能

连接器	标签	说明
J1	VIN	输入电源正电源轨的电源输入连接器。
J3	PGND	电源的接地连接。
J2	VOUT	负载正极侧的电源输出连接器。
J9	VOUT_LC	输出 CLC 滤波器之后的电源输出连接器。
J4	PGND	负载的接地连接。

表 2-3. 测试点说明

测试点	标签	说明
TP1	VIN	EVM 的输入电源。
TP2	VOUT	EVM 的输出。
TP3、TP4、TP14	PGND	EVM 接地。
TP5	EN	使能输入。
TP6	VS	IC 的输入电源。
TP7	DGATE	二极管控制器栅极驱动输出。
TP8	HGATE	HSFET 的栅极驱动器输出。
TP9	FLT/	低电平有效开漏故障输出。
TP10	SLEEP/	低电平有效睡眠模式输入。
TP13	C	理想二极管的阴极。

表 2-4. 跳线和 LED 说明

跳线	连接	说明
J5	1-2	EN 连接到 C。EN 拉至高电平
	2-3	EN 连接到 GND。EN 拉至低电平
J6	1-2	SLEEP/ 连接到 C。睡眠模式禁用
	2-3	SLEEP/ 连接到 GND。睡眠模式激活
J7	1-2	输出高电平 D5 LED 指示
J8	1-2	SLEEP_OV 连接到 VOUT。睡眠模式下的过压钳位功能
	2-3	SLEEP_OV 连接到 C。睡眠模式下的过压切断功能
J13	1-2	FLT/外部电压上拉
	3-4	FLT/上拉至 C

## 2.2.1 测试设备和设置

### 2.2.1.1 电源

一个具有 0V 至 60V 输出电压和 0A 至 50A 输出电流限制的可调电源。

### 2.2.1.2 仪表

最少需要一个 DMM。

### 2.2.1.3 示波器

DPO2024 或等效器件，具有三个 10X 电压探针和一个直流电流探针。

### 2.2.1.4 负载

一个电阻负载或等效负载，可以在 60V 电压下承受高达 50A 的直流负载，并且能够实现输出短路保护。

## 2.3 一般配置

## 3 实现结果

### 3.1 测试设置和过程

确保评估板具有如表 3-1 所示的默认跳线设置。

表 3-1. LM74912Q1EVM 评估板的默认跳线设置

跳线	默认设置	功能
J5	1-2	EN 连接到 C。EN 拉至高电平。
J6	1-2	SLEEP/ 连接到 C。睡眠模式禁用。
J7	1-2	输出高电平时的 D5 LED 指示。
J8	2-3	SLEEP_OV 连接到 C。睡眠模式下的过压切断功能。
J13	2-3	FLT/ 上拉至 C。

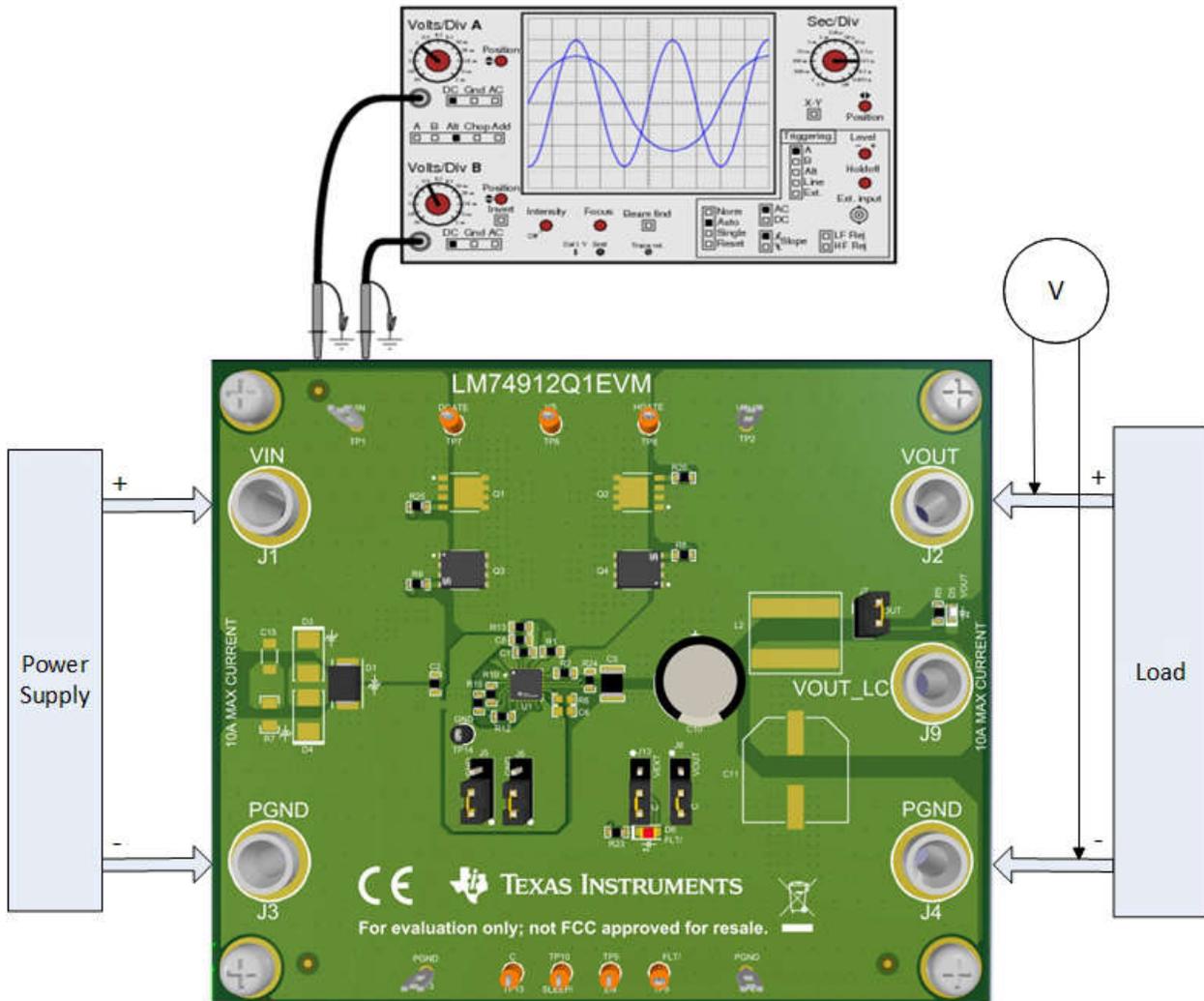


图 3-1. 带测试设备的 LM74912Q1EVM 设置

在开始任何测试之前，请按以下说明进行操作，并在进行下一个测试之前再次重复以下操作。

1. 将电源输出 VIN 设置为 0V。
2. 打开电源，将电源输出 VIN 设置为 12V 并将电流限制设置为 10A。
3. 关闭电源。
4. 将 EVM 上的跳线设置到默认位置，如表 3-1 所示。

### 3.1.1 通过 EN 控制实现上电和断电

按照以下说明捕获预充电电流曲线。

1. 首先，通过将 J5 跳线设置在 2-3 位置，将 EN 引脚连接到 GND。
2. 将输入电源电压  $V_{IN}$  设置为 12V，将电流限制设置为 10A。
3. 打开电源。
4. 通过将 EN 引脚连接到 C 来启用 LM74912-Q1 器件。将 J5 跳线设置更改为 1-2 位置。
5. 观察电荷泵电压 ( $V_{CAP} - V_{VS}$ )、输出电压、HGATE 和 DGATE 的启动曲线。
6. 通过将 EN 引脚连接到 GND 来禁用 LM74912-Q1 器件。将 J5 跳线设置更改为 2-3 位置。
7. 观察电荷泵电压 ( $V_{CAP} - V_{VS}$ )、输出电压、HGATE 和 DGATE 的关断曲线。

图 3-2 展示了在 LM74912Q1EVM 评估板上捕获的通过 EN 实现上电的示例曲线。

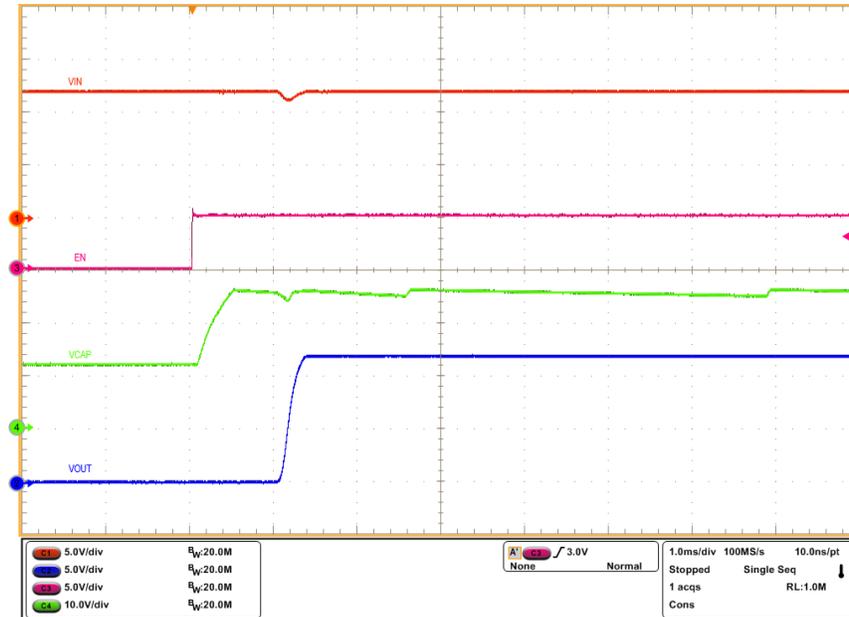


图 3-2. 通过 EN 启动 LM74912-Q1 - 电荷泵和输出电压曲线

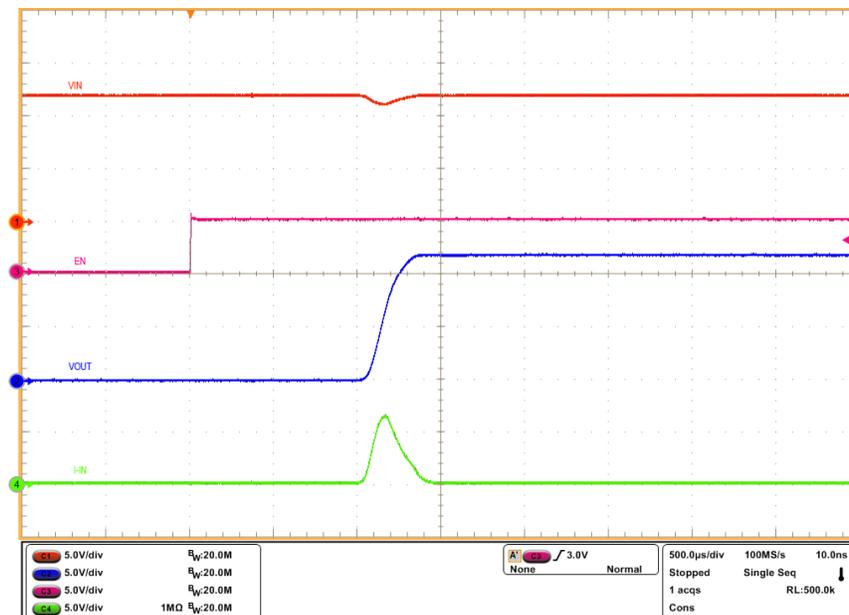


图 3-3. 通过 EN 启动 LM74912-Q1 - 输出电压和输入电流曲线

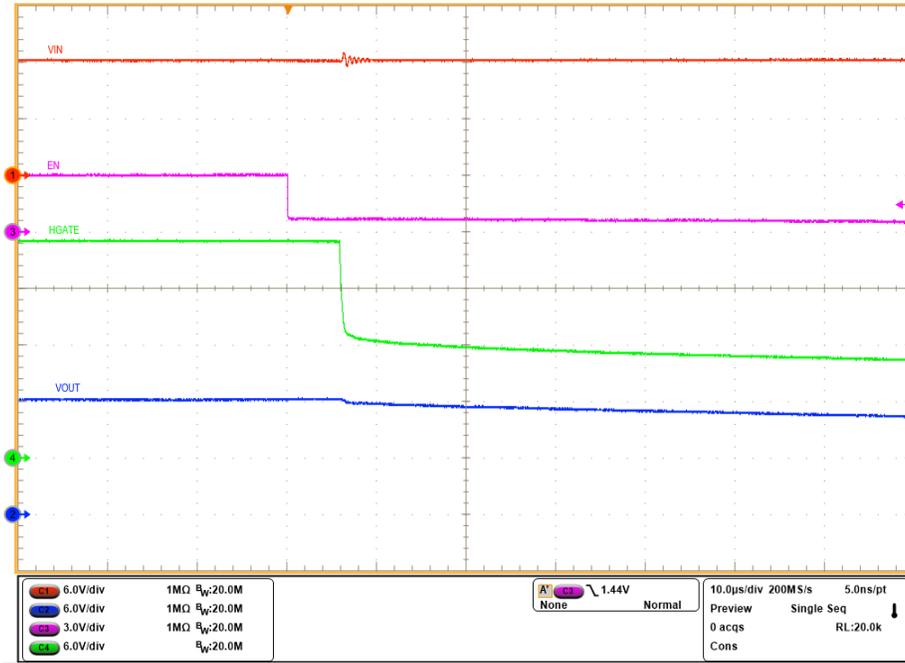


图 3-4. 通过 EN 关断 LM74912-Q1 - HGATE 和输出电压曲线

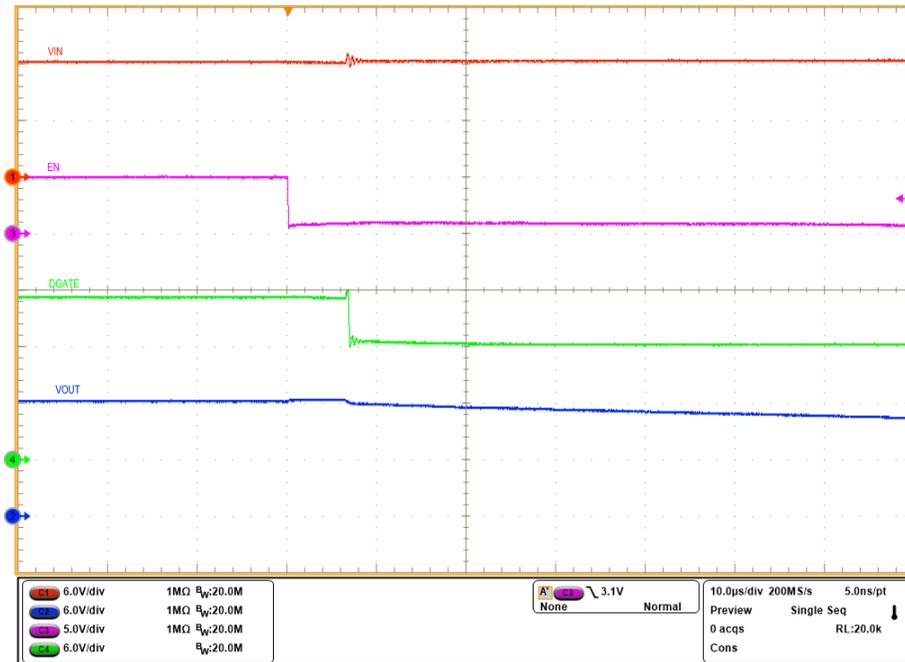


图 3-5. 通过 EN 关断 LM74912-Q1 - DGATE 和输出电压曲线

### 3.1.2 输入过压测试

按照以下说明验证 LM74912-Q1 的过压保护功能。

1. 如果希望设置和测试输入过压阈值 ( 大于 TVS 的击穿电压 (40V) ) , 请移除输入 33V TVS (D1)。
2. 将输入电源电压  $V_{IN}$  设置为 12V, 将电流限制设置为 10A。
3. 打开电源并观察输出电压、HGATE 和 DGATE 的启动。
4. 将输入电压缓慢增加到 40V。在输入电压达到过压保护阈值 37V 时, 观察 HGATE 变为低电平并且关闭负载开关 FET ( Q2 和 Q4 ) 。

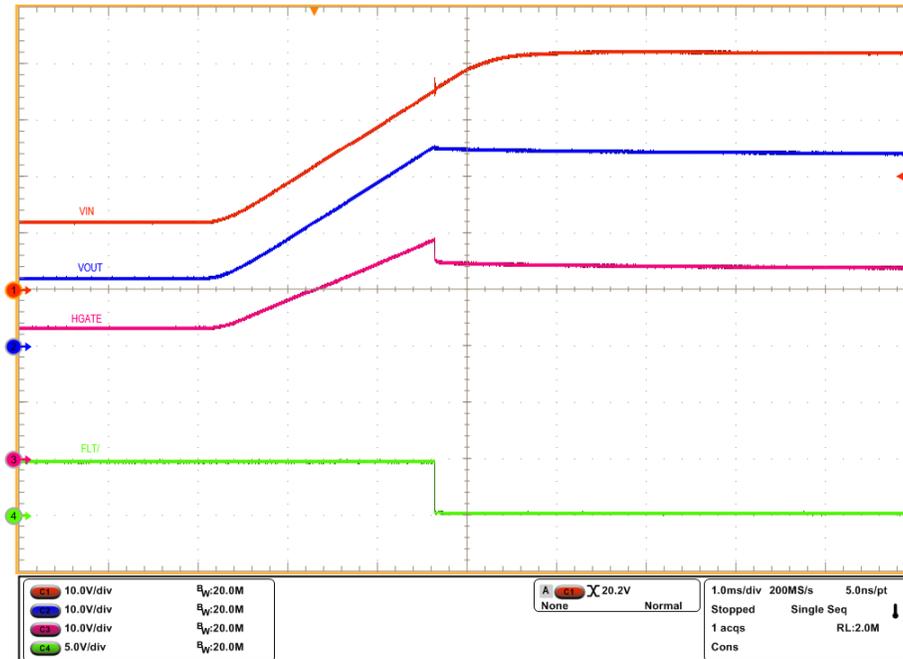


图 3-6. 过压保护

### 3.1.3 输出热短接测试

按照以下说明执行输出热短路测试。

1. 为避免输入阻抗导致输入电压下降，可在 VIN 和 GND 之间添加额外的电容。
2. 在输出短路事件期间，当 HGATE 关闭时，由于电流突然中断，输入电压可能会出现振荡。R13 可增加至 10 Ω。在 HGATE 关闭后，该 10 Ω 电阻与 C8 一起帮助器件复位（由于  $V_{(VS\_PORF)}$ ）。
3. 将输入电源电压 VIN 设置为 12V，将电流限制设置为 10A。
4. 打开电源并观察输出电压、HGATE 和 DGATE 的启动。
5. 将输出端短接至 GND。即用电缆将 VOUT 连接到 GND，然后使用示波器观察 LM74912-Q1 的短路响应。

图 3-7 展示了 LM74912Q1EVM 评估板上 LM74912-Q1 的热短路响应。

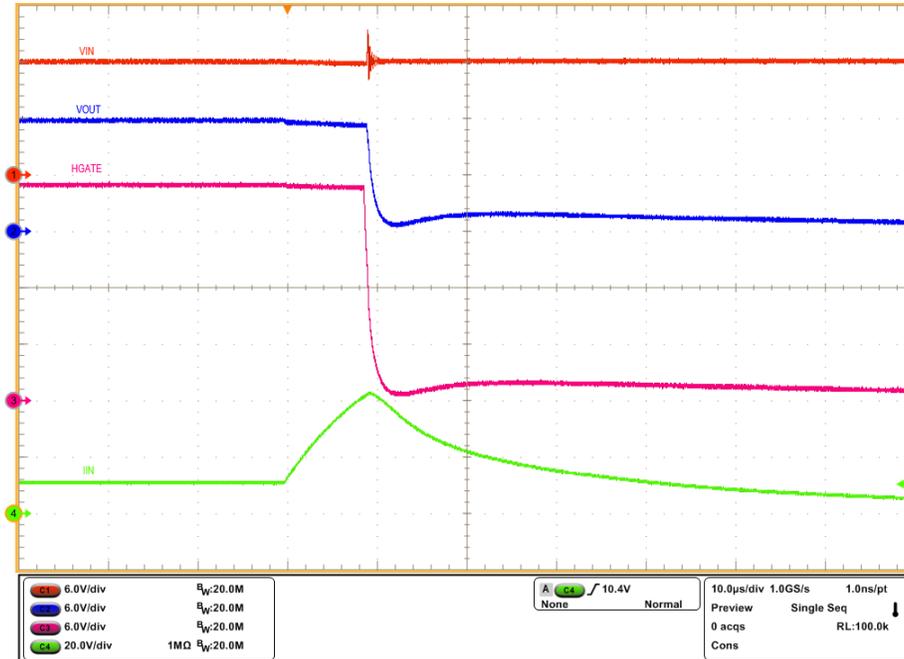


图 3-7. LM74912-Q1 器件的输出热短路响应



## 4.2 PCB 布局

图 4-2 和图 4-3 展示了评估板的组件放置。图 4-4 至图 4-7 展示了 PCB 布局图像。

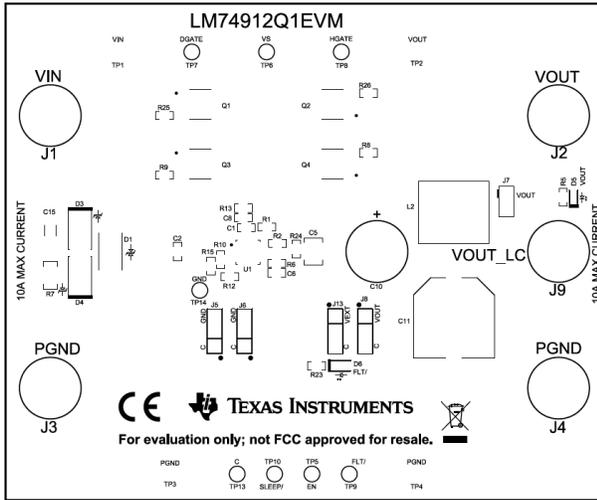


图 4-2. LM74912Q1EVM 板顶部覆盖层

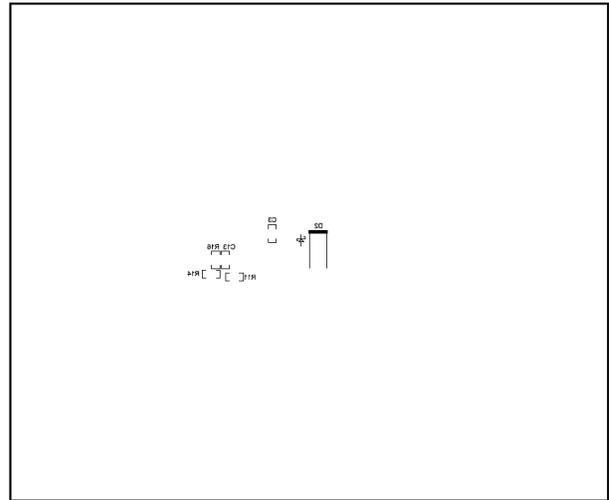


图 4-3. LM74912Q1EVM 板底部覆盖层

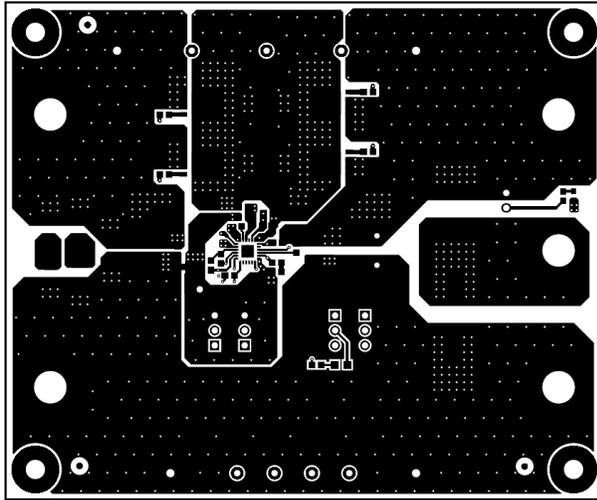


图 4-4. LM74912Q1EVM 板顶层

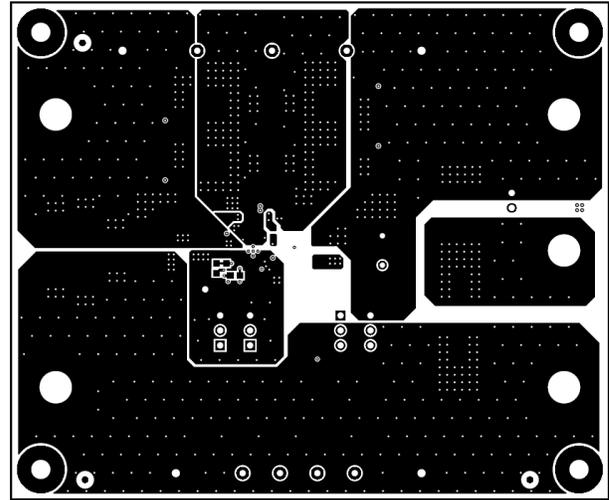


图 4-5. LM74912Q1EVM 板底层

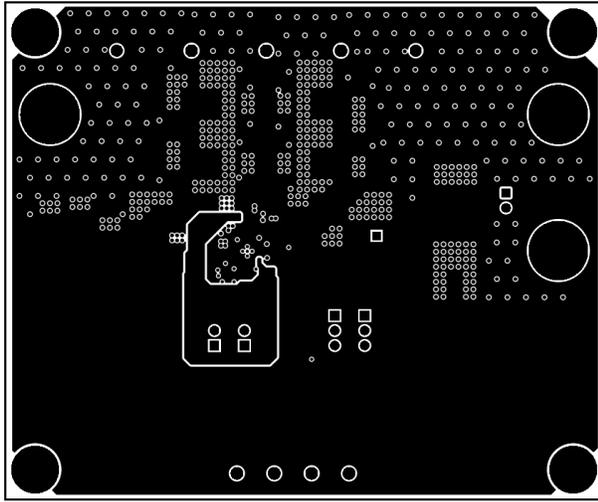


图 4-6. LM74912Q1EVM 板内层 1

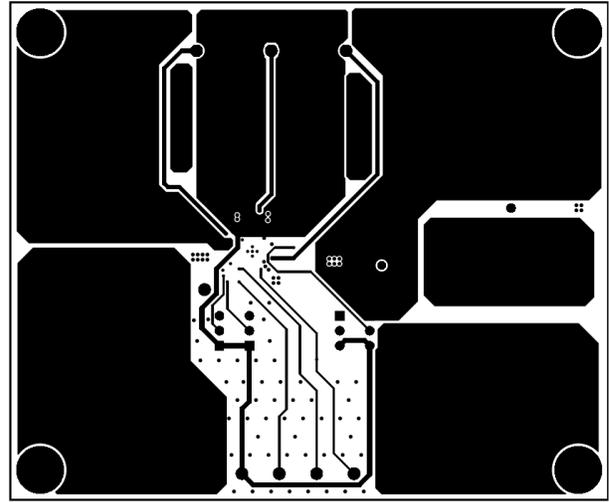


图 4-7. LM74912Q1EVM 板内层 2

### 4.3 物料清单 (BOM)

表 4-1 列出了 EVM BOM

表 4-1. LM74912Q1EVM 物料清单

编号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商	备选器件型号	备选制造商
C1	1	0.1uF	电容, 陶瓷, 0.1uF, 25V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	0603	CGA3E2X7R1E104K080AA	TDK		
C2、C8	2	0.1μF	电容, 陶瓷, 0.1μF, 100V, +/-10%, X8L, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	GCJ188L8EL104KA07D	Murata		
C3	1	3300pF	电容, 陶瓷, 3300pF, 25V, +/-10%, X7R, 0603	0603	GRM188R71E332KA01D	MuRata		
C5	1	2.2uF	电容, 陶瓷, 2.2 μ F, 100V, +/-10%, X7R, 1210	1210	C1210C225K1RACTU	Kemet		
C10	1	100uF	电容, 铝, 100uF, 63V, +/-20%, AEC-Q200 2 级, TH	TH, 2 引线, 封装 10mm x 12.5mm, 引脚间距 5mm	ELXZ630ELL101MJC5S	Chemi-Con		
C13	1	0.022uF	电容, 陶瓷, 0.022uF, 25V, +/-10%, X7R, 0603	0603	C0603C223K3RACTU	Kemet		
D1	1	33V	二极管, TVS, 双向, 33V, SMB	SMB	SMBJ33CA-13-F	Diodes Inc.		
D5	1	绿色	LED, 绿光, SMD	1.6x0.8x0.8mm	LTST-C190GKT	Lite-On		
D6	1	红色	LED, 红色, SMD	红色 0805 LED	LTST-C170KRKT	Lite-On		
H1、H2、H3、H4	4		机械螺钉, 圆头, #4-40 x 1/4, 尼龙, 飞利浦盘形头	螺钉	NY PMS 440 0025 PH	B&F Fastener Supply		
H5、H6、H7、H8	4		六角螺柱, 0.5"L #4-40, 尼龙	螺柱	1902C	Keystone		
J1、J2、J3、J4、J9	5		标准香蕉插头, 非绝缘, 8.9mm	Keystone575-8	575-8	Keystone		
J5、J6、J8、J13	4		接头, 100mil, 3x1, 锡, TH	接头, 3 引脚, 100mil, 锡	PEC03SAAN	Sullins Connector Solutions		
J7	1		接头, 100mil, 2x1, 锡, TH	接头, 2 引脚, 100mil, 锡	PEC02SAAN	Sullins Connector Solutions		
Q3、Q4	2		MOSFET N 沟道 60V 16A (Ta), 104A (Tc) 3.1W (Ta), 136W (Tc) 表面贴装, 可湿性侧面 8-PDFNU (5x6)	PDFN56U	TQM050NB06CR RLG	Taiwan Semiconductor		
R1	1	2.00k	电阻, 2.00k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	ERJ3EKF2001V	Panasonic		

**表 4-1. LM74912Q1EVM 物料清单 (continued)**

编号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商	备选器件型号	备选制造商
R2	1	50	电阻, 50, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	CRCW060350R0FKE A	Vishay-Dale		
R5	1	12k	电阻, 12k, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	CRCW060312K0JNE A	Vishay-Dale		
R8、R9、R13、 R24、R25、R26	6	0	电阻, 0, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	ERJ-3GEY0R00V	Panasonic		
R10, R15	2	100k	电阻, 100k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	CRCW0603100KFKE A	Vishay-Dale		
R11、R12、R23	3	10.0k	电阻, 10.0k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	RMCF0603FT10K0	Stackpole Electronics Inc		
R14	1	1.65k	电阻, 1.65k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	CRCW06031K65FKE A	Vishay-Dale		
R16	1	11.5k	电阻, 11.5k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	CRCW060311K5FKE A	Vishay-Dale		
SH1、SH2、SH3、 SH4、SH5	5	1x2	分流器, 100mil, 镀金, 黑色	分流器	SNT-100-BK-G	Samtec	969102-0000- DA	3M
TP1、TP2、TP3、 TP4	4		测试点有插槽, 0.118", TH	测试点, TH 插槽测试点	1040	Keystone		
TP5、TP6、TP7、 TP8、TP9、TP10、 TP13	7		测试点, 微型, 橙色, TH	橙色微型测试点	5003	Keystone		
TP14	1		测试点, 微型, 黑色, TH	黑色微型测试点	5001	Keystone		
U1	1		具有集成短路保护和故障输出功能的理想二极管控制器	VQFN24	LM74912QRGEQ1	德州仪器 (TI)		
C6	0	0.01uF	电容, 陶瓷, 0.01μF, 100V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	0603	CGA3E2X7R2A103K0 80AA	TDK		
C11	0	220 μF	电容, 铝, 220μF, 63V, +/-20%, 0.16 Ω, AEC-Q200 2 级, SMD	SMT 径向引线 H13	EEV-FK1J221Q	Panasonic		
C15	0	1uF	电容, 陶瓷, 1μF, 100V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 1206	1206	GCM31CR72A105KA 03	MuRata		
D2	0	70V	二极管, 肖特基, 70V, 1A, SMA	SMA	B170-13-F	Diodes Inc.		
D3	0	33V	二极管, TVS, 单向, 33V, 53.3Vc, SMB	SMB	SMBJ33A-13-F	Diodes Inc.		
D4	0	16V	二极管, TVS, 单向, 16V, 26Vc, SMB	SMB	SMBJ16A-13-F	Diodes Inc.		

表 4-1. LM74912Q1EVM 物料清单 (continued)

编号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商	备选器件型号	备选制造商
L2	0	1uH	电感, 屏蔽, 复合, 1 $\mu$ H, 43.5A, 0.001 $\Omega$ , SMD	电感, 11.3x10x10mm	XAL1010-102MEB	Coilcraft		
Q1、Q2	0		MOSFET N 沟道 60V 16A (Ta), 104A (Tc) 3.1W (Ta), 136W (Tc) 表面贴装, 可湿性侧面 8-PDFNU (5x6)	PDFN56U	TQM050NB06CR RLG	Taiwan Semiconductor		
R6	0	100	电阻器, 100, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	CRCW0603100RJNE A	Vishay-Dale		
R7	0	200	电阻, 200, 5%, 0.25W, AEC-Q200 0 级, 1206	1206	CRCW1206200RJNE A	Vishay-Dale		

## 5 其他信息

### 商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

## 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 © 2023，德州仪器 (TI) 公司