



摘要

本用户指南介绍了 TPS92205x 评估模块，包括 TPS922055DMTREV、TPS922055DRRREV 和 TPS922053DYYREV。本用户指南可用作工程评估的参考文献，包含测试设置说明、特性曲线和波形、原理图、印刷电路板 (PCB) 布局，以及物料清单 (BOM)。

内容

1 引言	3
2 警告和注意事项	3
3 说明	3
3.1 典型应用	4
4 测试设置	5
4.1 连接器说明	5
4.2 输入/输出连接	6
5 典型特性曲线和波形	6
5.1 效率	6
5.2 线性调整率	6
5.3 负载调整率	7
5.4 模拟调光性能	7
5.5 PWM 调光性能	8
5.6 混合调光性能	10
5.7 灵活调光性能	11
6 原理图	14
7 布局	15
8 物料清单	17
9 修订历史记录	18

插图清单

图 5-1. 模拟调光模式下的效率与输入占空比	6
图 5-2. PWM 调光模式下的效率与输入占空比	6
图 5-3. LED 电流变化率与输入电压间的关系	7
图 5-4. 模拟调光模式下 LED 电流变化率与串联的 LED 数量的关系	7
图 5-5. PWM 调光模式下 LED 电流变化率与串联的 LED 数量的关系	7
图 5-6. 模拟调光线性	8
图 5-7. 10% 占空比、20kHz PWM 调光时的波形	8
图 5-8. 50% 占空比、20kHz PWM 调光时的波形	9
图 5-9. 90% 占空比、20kHz PWM 调光时的波形	9
图 5-10. PWM 调光线性	10
图 5-11. 10% 占空比、20kHz 混合调光时的波形	10
图 5-12. 20% 占空比、20kHz 混合调光时的波形	11
图 5-13. 混合调光线性	11
图 5-14. 50% 占空比 ADIM/HD 和 50% 占空比 PWM/EN 时的波形	12
图 5-15. 10% 占空比 ADIM/HD 和 90% 占空比 PWM/EN 时的波形	12
图 5-16. 90% 占空比 ADIM/HD 和 10% 占空比 PWM/EN 时的波形	13
图 6-1. TPS92205xEVM 原理图	14
图 7-1. TPS922055DMTREV 顶层	15
图 7-2. TPS922055DMTREV 内层 1	15

图 7-3. TPS922055DMTREV M 内层 2.....	16
图 7-4. TPS922055DMTREV M 底层.....	16

表格清单

表 3-1. TPS92205xEV M 电气性能规格.....	4
表 4-1. EV M 连接器和测试点.....	5
表 4-2. 调光模式配置.....	6
表 8-1. TPS92205xEV M 物料清单.....	17

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。


1 引言

TPS92205xEVM 评估模块 (EVM) 能帮助设计人员评估 TPS92205x 适用于高电流和超深度调光 LED 驱动器应用的非同步降压开关稳压器的运行情况和性能。TPS92205x 是一款 2A/4A 非同步降压 LED 驱动器，具有宽输入电压范围 (4.5V 至 65V) 和四种调光选项，包括模拟调光、PWM 调光、混合调光和灵活调光。每种调光模式都可使用简单的高/低电平信号，通过 PWM/EN 和 ADIM/HD 输入引脚进行配置。它还提供全面的保护功能，包括 LED 开路保护和短路保护、检测电阻开路保护和短路保护、可配置的热折返和热关断。TPS92205xEVM 评估模块 (EVM) 系列包括 TPS922055DMTREV、TPS922055DRRREV 和 TPS922053DYREV。

2 警告和注意事项

在使用 TPS92205xEVM 时，请遵守以下预防措施。

WARNING



在选择 LED 组件 (此 EVM 不包含) 时，最终用户必须查阅 LED 制造商提供的 LED 数据表，确认 EN62471 风险分组等级，并查看所选 LED 可能对眼睛带来的危害。务必考虑并落实使用有效的滤光和防护墨镜，并在观察强光源时充分了解周围的实验室环境，更大程度地降低或消除上述风险，从而避免与暂时性失明相关的事故。

3 说明

TPS92205xEVM 是一个 LED 驱动器，由 TPS92205x 降压开关稳压器供电。正常工作时的输入电压范围为 4.5V 至 65V。该 EVM 设置的默认输出电流为 4A，可在四种可配置的调光模式下运行。请参阅 TPS92205x 数据表 (文献编号：SLVSGG9)，了解有关可配置调光选项的更多详细信息。通过在 ADIM/HD 引脚或 PWM/EN 引脚上施加 0-100% 占空比的 PWM 信号，器件能够分别在模拟调光或 PWM 调光模式下运行。在模拟调光下，它可以提供高达 256:1 的调光比。在 PWM 调光下，它可以输出低至 200ns 的脉冲宽度。TPS92205x 集成了混合调光模式，该模式将模拟调光和 PWM 调光与固定过渡点 (1/8 目标电流) 相结合，用于更大限度地提高调光性能。为了进一步增加调光控制的灵活性，灵活调光模式也可用于独立控制 LED 电流值和开/关行为。TPS92205x 可提供宽电压范围、高额定电流和超深度调光等特性。

3.1 典型应用

此设计描述了 TPS92205x 的 LED 驱动器应用，规格如下。对于具有不同输入电压范围或不同输出电压和电流的应用，请参阅 TPS92205x 数据表。

表 3-1 列出了电气性能规格。

表 3-1. TPS92205xEVM 电气性能规格

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入电压范围, V_{IN}		4.5		60	V
LED 正向电压	单个白光 LED		3		V
输出电压范围, V_{OUT}	LED+ 到 LED-, 取决于 V_{IN}			60	V
输出电流	3.3V, 100% 占空比, 在 ADIM/HD 引脚上提供 PWM 输入 (TPS922055DMTREV、TPS922055DRRREV)		4		A
	3.3V, 100% 占空比, 在 ADIM/HD 引脚上提供 PWM 输入 (TPS922053DYYREV)		2		A)
输出电流纹波	$V_{IN} = 48V$, 7 个白光 LED, 4A 输出电流		100		mApp
模拟调光范围	在 ADIM/HD 引脚施加 3.3V PWM 信号	1		100	%
模拟调光频率		0.1		100	kHz
PWM 调光范围	在 PWM/EN 引脚上施加 3.3V PWM 信号	1		100	%
PWM 调光频率		0.1		50	kHz
开关频率			400		kHz
效率	$V_{IN} = 48V$, 7 个白光 LED, 4A 输出电流		95		%

4 测试设置

本部分介绍了 EVM 上的连接器和测试点，并对如何正确连接、设置和使用 TPS92205xEVM 进行了说明。

4.1 连接器说明

表 4-1. EVM 连接器和测试点

参考标识符	功能
J1	外部 LDO 输出 V_{LDO} 的测试点
J2	连接到 LED 负载 (确保 LED 负载的最大额定电流大于 4A)
J3	软件测试点
J4	PWM/EN 可以选择连接至 V_{LDO} 或 GND
J5	UVP 测试点
J6	FAULT 测试点
J7	ADIM/HD 可以选择连接至 V_{LDO} 或 GND
J8	补偿电容器测试点
J9、J10、 J11、J12	GND 测试点
TP1、TP4	V_{IN} 电源输入，也是 LED 负载阳极的电源连接点
TP2、TP3	V_{IN} 测试点，也是 LED 负载阳极测试点
TP7	LED 负载阴极的测试点
TP8	LED 负载阴极的电源连接点
TP9	PWM/EN 信号输入
TP10	PWM/EN 测试点
TP11	VCC 测试点
TP12	ADIM/HD 信号输入
TP13	ADIM/HD 测试点
TP14	GND 电源连接点

4.2 输入/输出连接

必须通过一对 20AWG 导线将能够提供 4A 电流的电源连接到 TP1 (VIN) 和 TP14 (GND)。必须通过一对 20 AWG 导线将 LED 负载连接到 TP4 和 TP8 或 J2。LED 负载的正极端子应连接到 TP4 或 TP2 (VIN) 旁边的 J2 端子，LED 负载的负极端子应连接到 TP8 或 TP7 旁边的 J2 端子。导线应捻在一起并尽可能短，以便尽可能减少压降、电感和 EMI 传输。

TP9 和 TP12 是不同调光模式的控制信号输入端。表 4-2 显示了四种调光模式之一的配置。对于高电平信号，直流电压电平应高于 1.2V，通常为 3.3V。对于 PWM/EN 引脚或 ADIM/HD 引脚上的 PWM 信号，它应该是方波，低电平为 GND，高电平电压高于 1.2V，通常为 3.3V。对于 PWM/EN 引脚上的 PWM 信号，调光频率应在 0.1kHz 到 50kHz 的范围内。而对于 ADIM/HD 引脚上的 PWM 信号，调光频率应在 0.1kHz 到 100kHz 的范围内。

表 4-2. 调光模式配置

调光模式	PWM/EN 引脚	ADIM/HD 引脚
PWM 调光	PWM 信号	高电平
模拟调光	高电平	PWM 信号
混合调光	PWM 信号	低电平
灵活调光	PWM 信号	PWM 信号

5 典型特性曲线和波形

本部分描述了 TPS92205xEVM 的典型特性以及测试曲线和波形。测试环境温度为 25°C，除非另有说明。可以在测试中并联几个 LED 来增加负载的总电流。

5.1 效率

图 5-1 显示了模拟调光模式下的效率与输入占空比间的关系。满量程 LED 电流 I_{FS} 设置为 4A。ADIM/HD 引脚上的输入 PWM 信号的频率为 20kHz。输入电压 V_{IN} 为 48V。负载是 8 个串联的白光 LED。

图 5-2 显示了 PWM 调光模式下的效率与输入占空比间的关系。满量程 LED 电流 I_{FS} 设置为 4A。PWM/EN 引脚上的输入 PWM 信号的频率为 20kHz。输入电压 V_{IN} 为 48V。负载是 8 个串联的白光 LED。

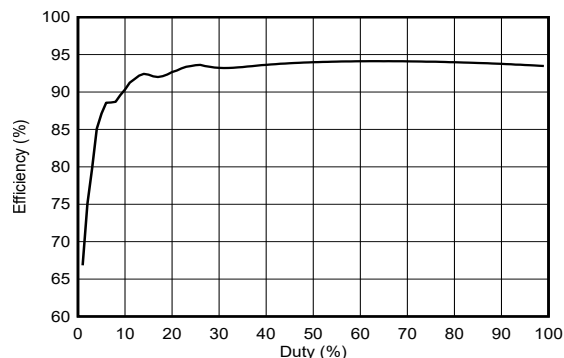


图 5-1. 模拟调光模式下的效率与输入占空比

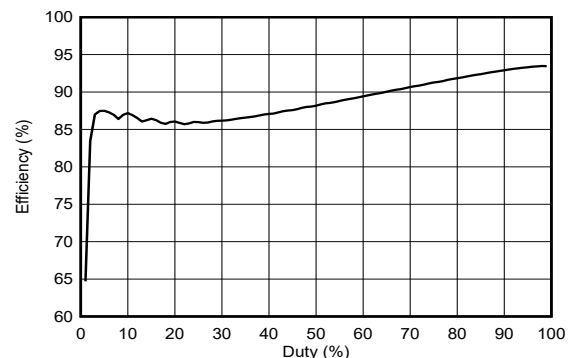


图 5-2. PWM 调光模式下的效率与输入占空比

5.2 线性调整率

图 5-3 显示了输出电流变化率与输入电压间的关系。输入电压为 48V。7 个串联的白光 LED 用作负载。LED 电流分别设置为 4A 和 2A。

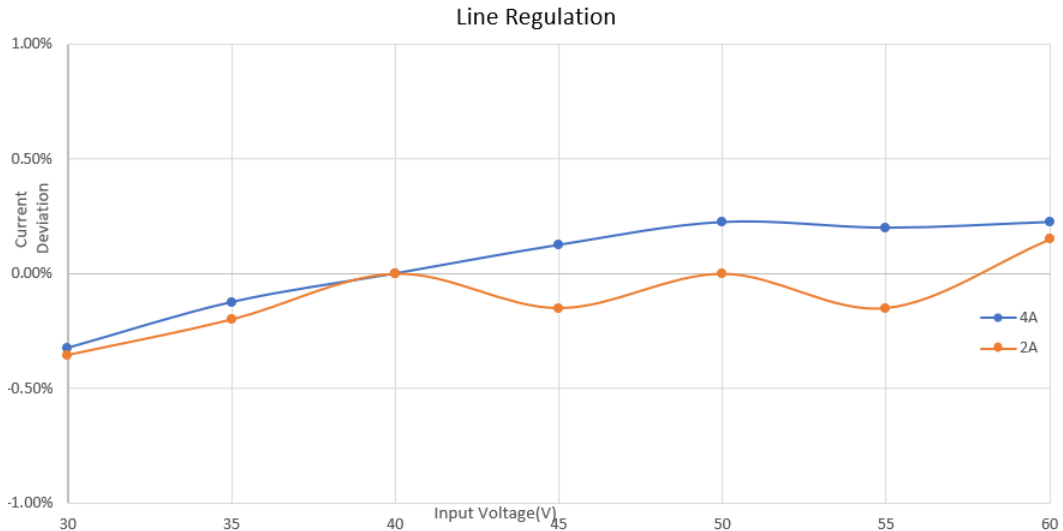


图 5-3. LED 电流变化率与输入电压间的关系

5.3 负载调整率

图 5-4 显示了模拟调光模式下 LED 电流变化率与串联的 LED 数量之间的关系。输入电压 V_{IN} 设置为 48V。LED 电流设置为 1A 和 4A，采用模拟调光。白光 LED 用作负载。串联的 LED 数量分别为 8、9、10、11 和 12。ADIM/HD 引脚的输入 PWM 信号频率为 20kHz。

图 5-5 显示了 PWM 调光模式下 LED 电流变化率与串联的 LED 数量之间的关系。输入电压 V_{IN} 设置为 48V。LED 电流设置为 1A 和 4A，采用 PWM 调光。白光 LED 用作负载。串联的 LED 数量分别为 8、9、10、11 和 12。PWM/EN 引脚的输入 PWM 信号频率为 20kHz。

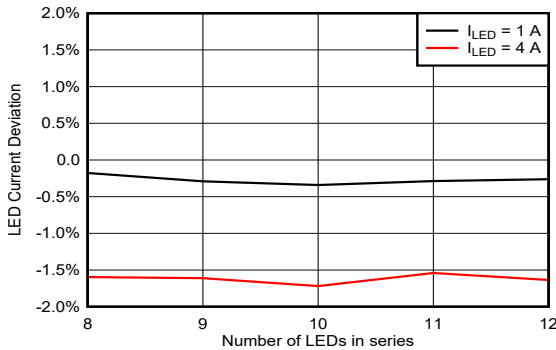


图 5-4. 模拟调光模式下 LED 电流变化率与串联的 LED 数量的关系

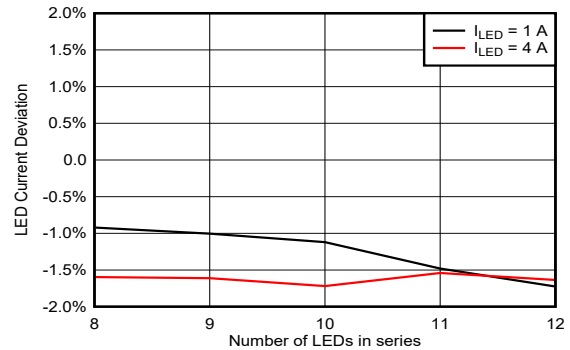


图 5-5. PWM 调光模式下 LED 电流变化率与串联的 LED 数量的关系

5.4 模拟调光性能

图 5-6 提供了模拟调光线性的测试结果，及其与理论值的比较。输入电压为 48V，串联 7 个白光 LED 作为负载。满量程 LED 电流设置为 4.0A。ADIM/HD 引脚上的输入 PWM 信号的频率为 20kHz。

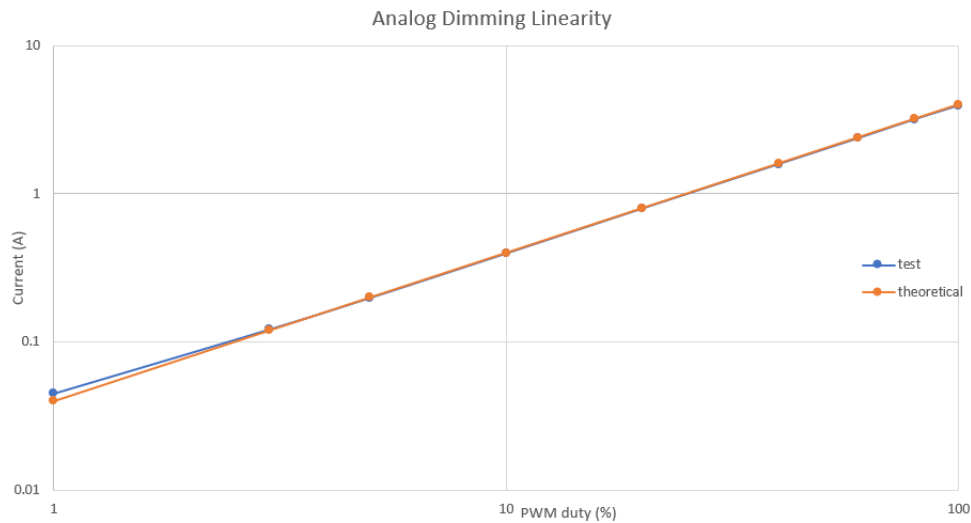


图 5-6. 模拟调光线性

5.5 PWM 调光性能

图 5-7、图 5-8 和图 5-9 分别显示了 10%、50% 和 90% 占空比下的 PWM 调光波形。输入电压为 48V，串联 7 个白光 LED 作为负载。满量程 LED 电流设置为 4.0A。PWM/EN 引脚上的输入 PWM 信号的频率为 20kHz。

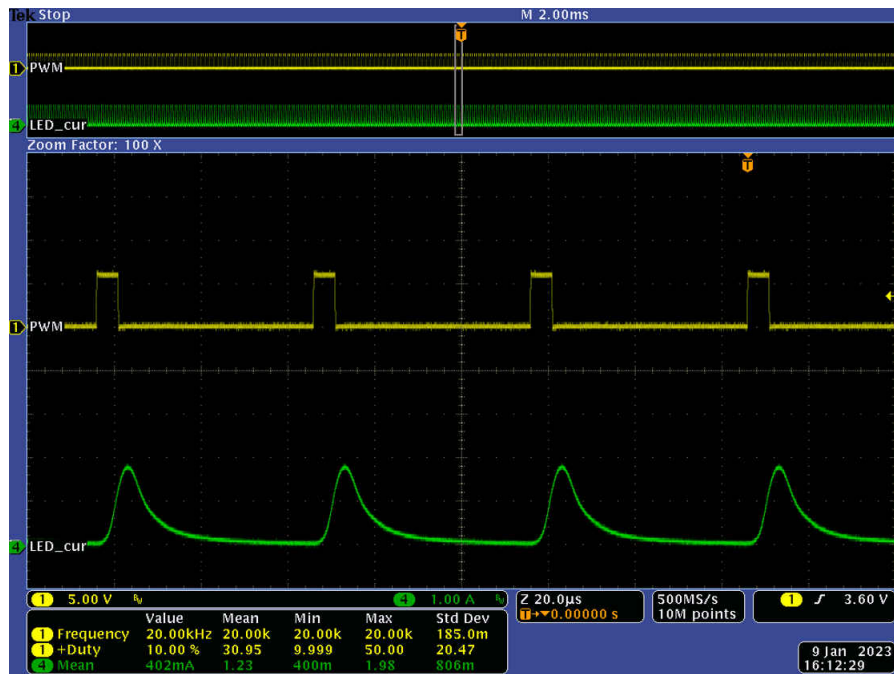


图 5-7. 10% 占空比、20kHz PWM 调光时的波形

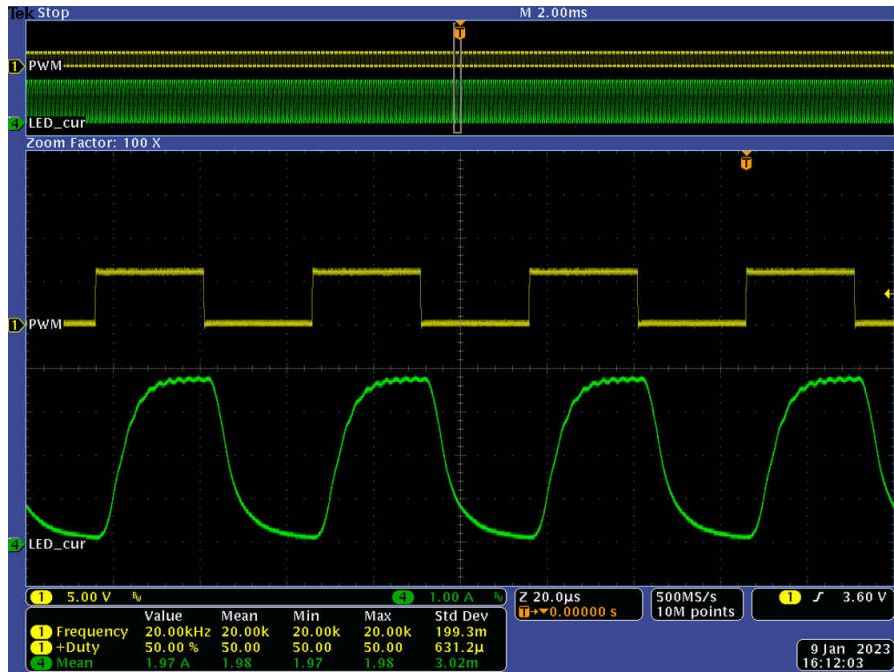


图 5-8. 50% 占空比、20kHz PWM 调光时的波形

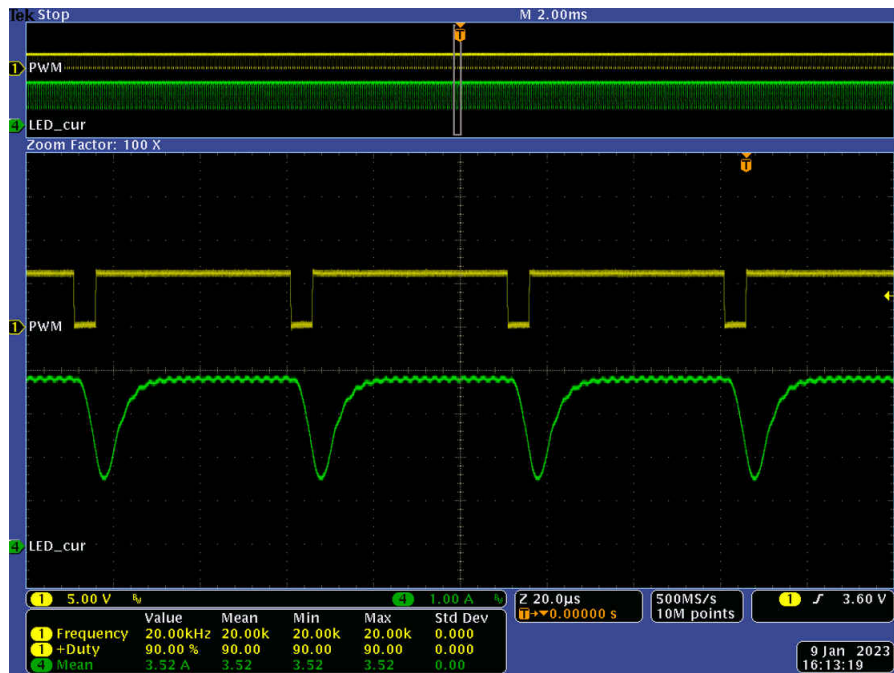


图 5-9. 90% 占空比、20kHz PWM 调光时的波形

图 5-10 提供了 PWM 调光线性的测试结果，及其与理论值的比较。输入电压为 48V，串联 7 个白光 LED 作为负载。满量程 LED 电流设置为 4A。PWM/EN 引脚上的输入 PWM 信号的频率为 20kHz。

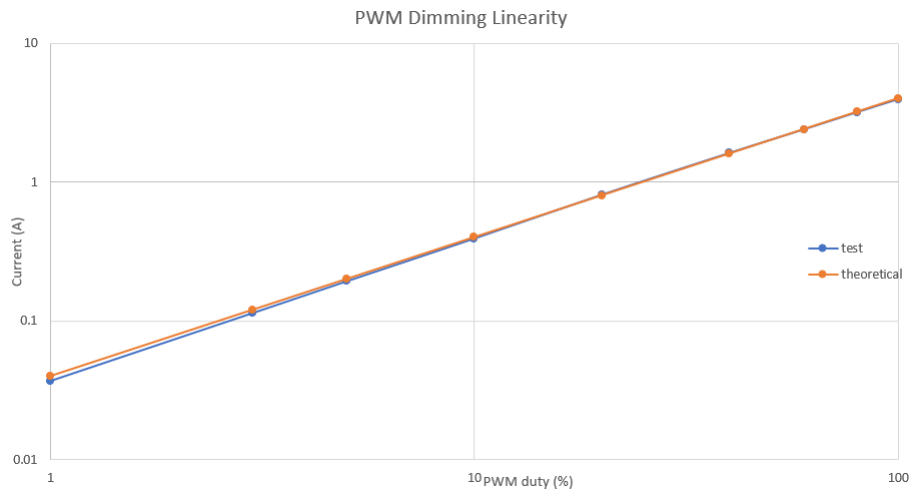


图 5-10. PWM 调光线性

5.6 混合调光性能

图 5-11 和图 5-12 分别显示了 10% 和 20% 占空比下的混合调光波形。输入电压为 48V，串联 7 个白光 LED 作为负载。满量程 LED 电流设置为 4A。ADIM/HD 引脚始终为低电平。PWM/EN 引脚的输入 PWM 信号频率为 20kHz。



图 5-11. 10% 占空比、20kHz 混合调光时的波形



图 5-12. 20% 占空比、20kHz 混合调光时的波形

当启用混合调光时，LED 电流在高亮度级别（12.5% 至 100%）由模拟调光调节，在低亮度级别（0% 至 12.5%）由 PWM 调光调节。

图 5-13 提供了混合调光线性的测试结果，及其与理论值的比较。输入电压为 48V，串联 7 个白光 LED 作为负载。满量程 LED 电流设置为 4A。PWM/EN 引脚上的输入 PWM 信号的频率为 20kHz。

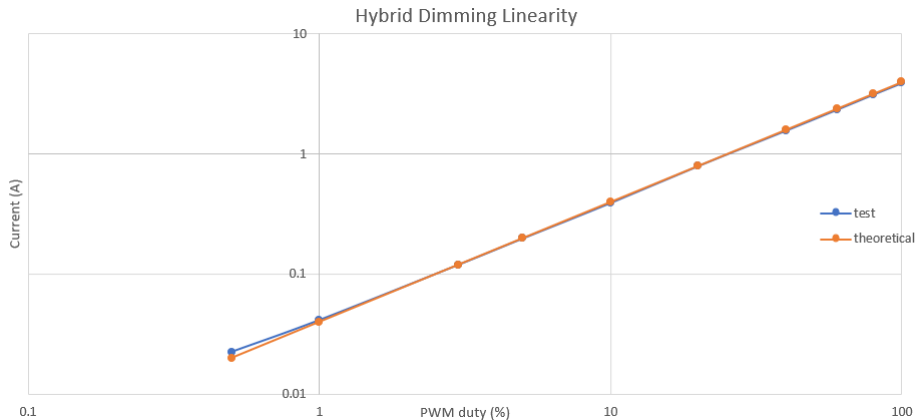


图 5-13. 混合调光线性

5.7 灵活调光性能

图 5-14、图 5-15 和图 5-16 显示了 ADIM/HD 引脚和 PWM/EN 引脚在不同输入占空比下的灵活调光波形。输入电压为 48V，串联 7 个白光 LED 作为负载。满量程 LED 电流设置为 4A。ADIM/HD 引脚和 PWM/EN 引脚的输入 PWM 信号频率为 20kHz。

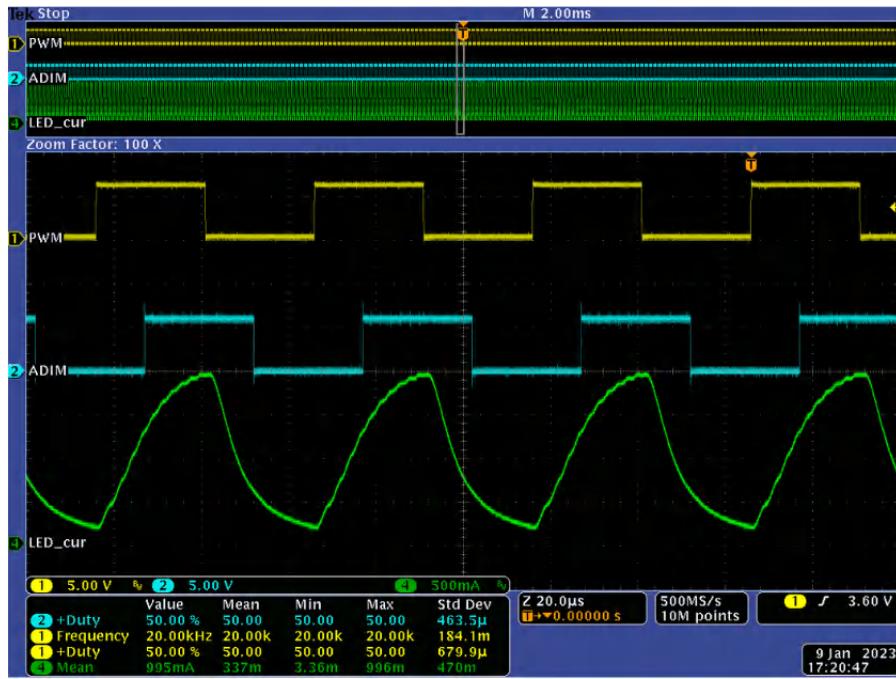


图 5-14. 50% 占空比 ADIM/HD 和 50% 占空比 PWM/EN 时的波形



图 5-15. 10% 占空比 ADIM/HD 和 90% 占空比 PWM/EN 时的波形



图 5-16. 90% 占空比 ADIM/HD 和 10% 占空比 PWM/EN 时的波形

6 原理图

图 6-1 显示了 TPS92205DMTREV M 的原理图。TPS92205DMTREV M、TPS922055DRRREV M 和 TPS922053DYYREV M 原理图之间的主要区别是主 LED 驱动器 IC。另一个区别是，对于 TPS92205DMTREV M 和 TPS922055DRRREV M，R1 为 0.05 Ω。而对于 TPS922053DYYREV M，R1 为 0.1 Ω。

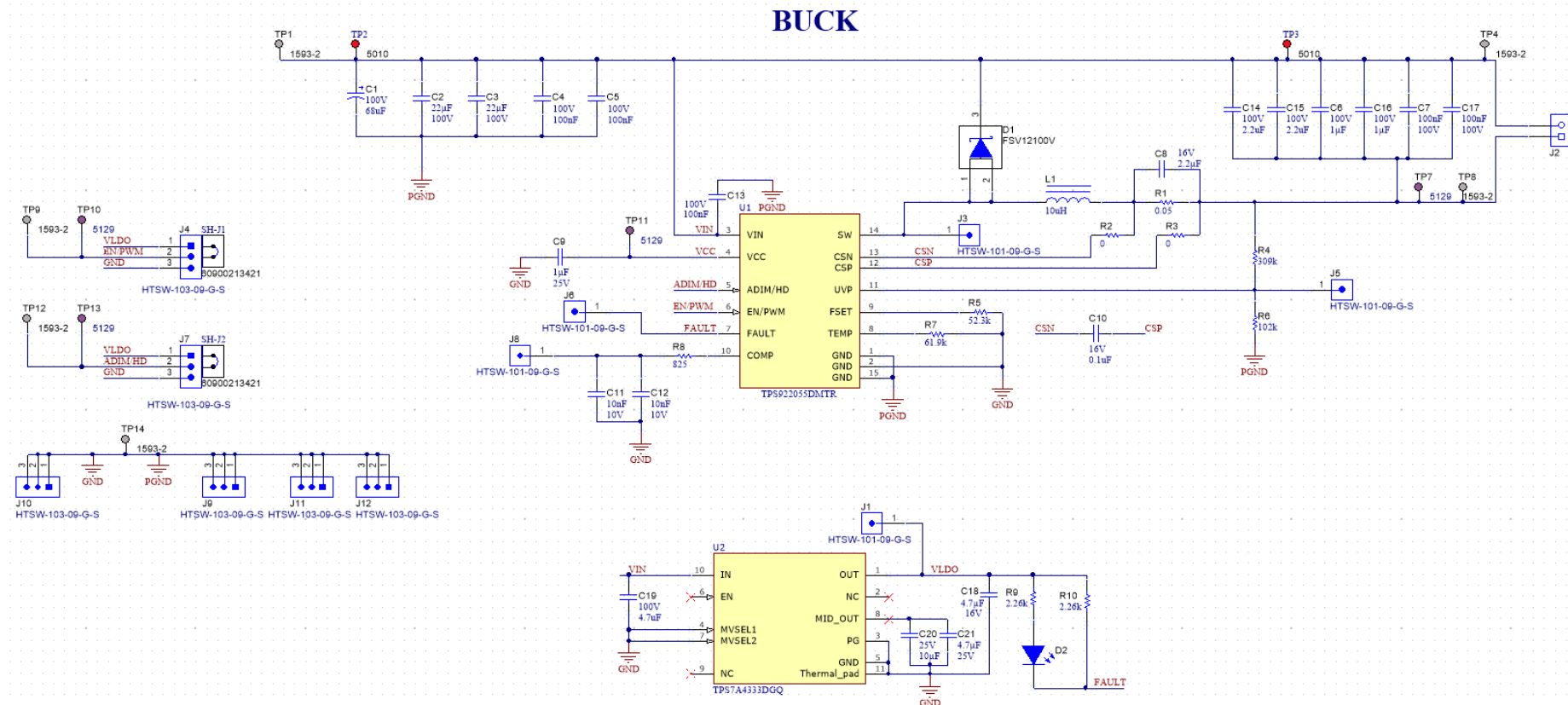


图 6-1. TPS92205x EVM 原理图

7 布局

图 7-1、图 7-2、图 7-3 和图 7-4 显示了 TPS922055DMTREV M 印刷电路板 (PCB) 的布局。TPS922055DMTREV M、TPS922055DRRREV M 和 TPS922053DYYREV M PCB 布局之间的唯一区别是主 LED 驱动器 IC。

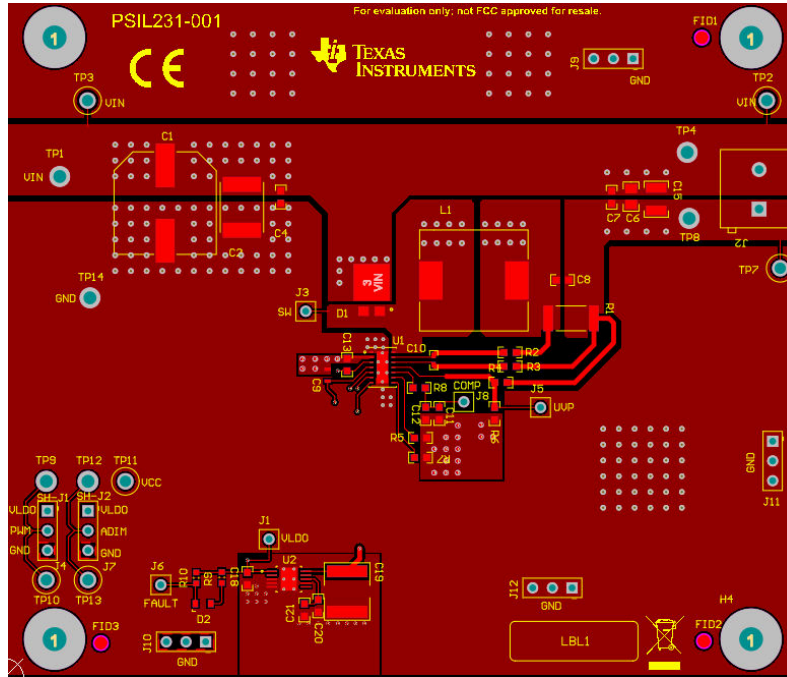


图 7-1. TPS922055DMTREV M 顶层

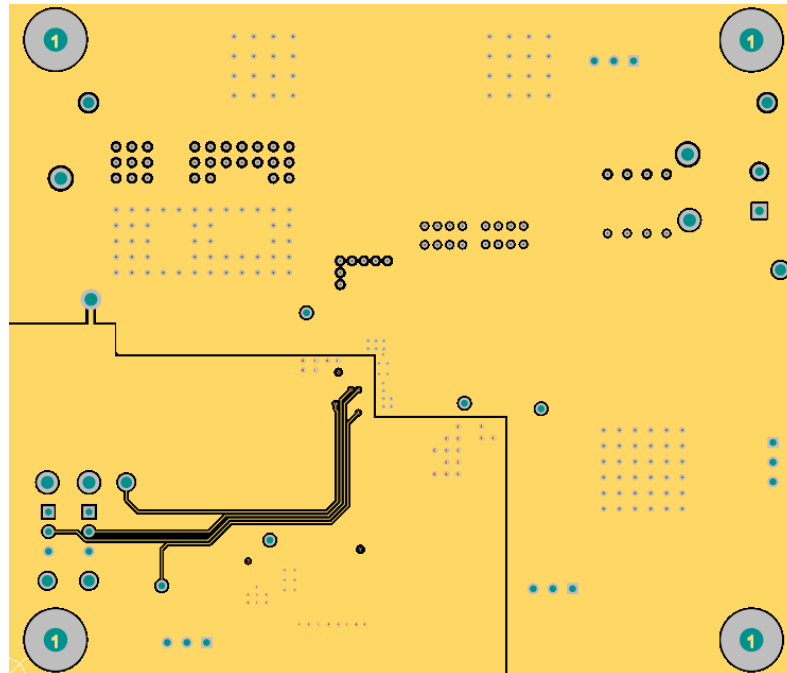


图 7-2. TPS922055DMTREV M 内层 1

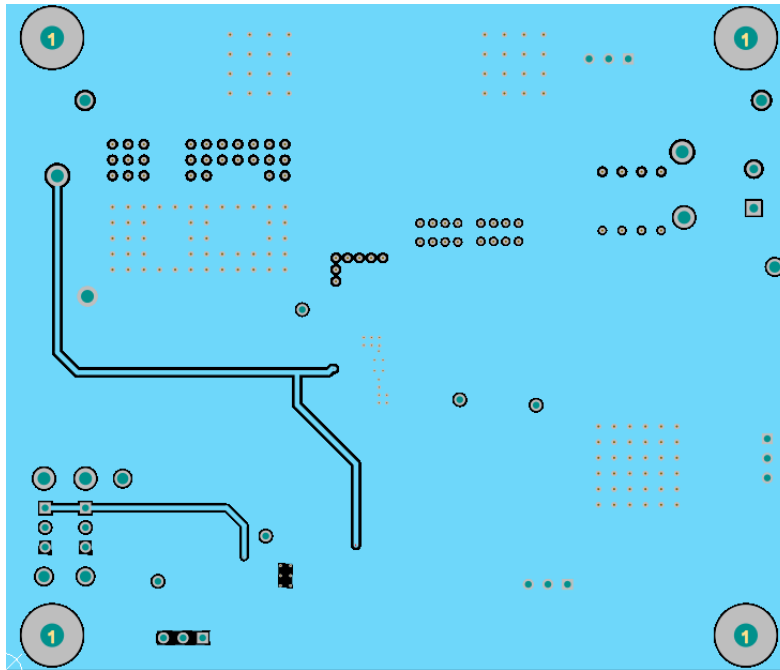


图 7-3. TPS922055DMTREV 内层 2

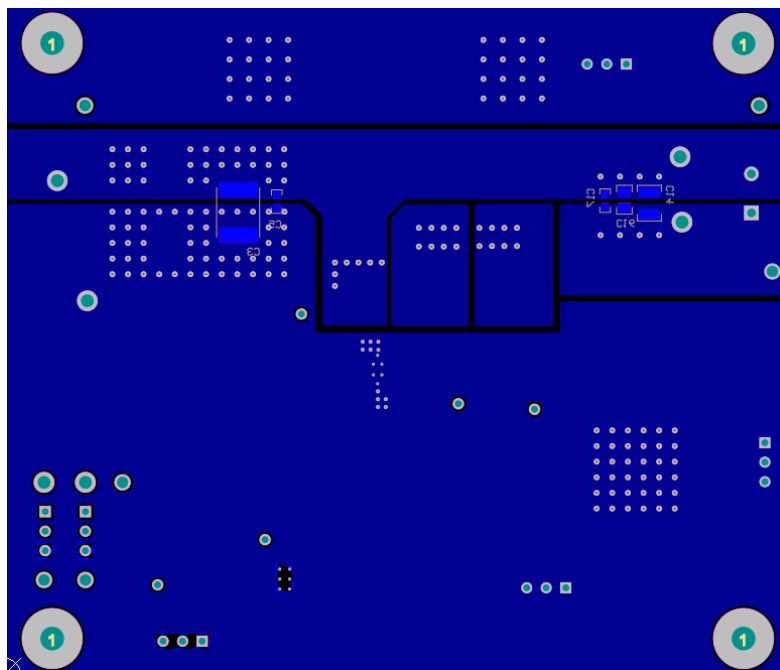


图 7-4. TPS922055DMTREV 底层

8 物料清单

表 8-1 显示了 TPS92205xEVM 的物料清单。

表 8-1. TPS92205xEVM 物料清单

标识符	数量	值	说明	封装	器件型号	制造商
C1	1	68μF	电容, 铝, 68μF, 100V, +/-20%, 0.26 Ω, SMD	CAPSMT_62_KG5	EMVH101ARA680MKG5S	Chemi-Con
C2、C3	2	22μF	电容, 陶瓷, 22μF, VAC/100 VDC, +/-20%, X7S, 6x5x5mm	CKG57N	CKG57NX7S2A226M500JJ	TDK
C4、C5、C7、C13、C17	5	0.1μF	电容, 陶瓷, 0.1μF, 100V, +/-10%, X7R, 0603	0603	GRM188R72A104KA35D	MuRata
C6、C16	2	1μF	电容, 陶瓷, 1μF, 100V, +/-10%, X7S, 0805	0805	C2012X7S2A105K125AE	TDK
C9	1	1μF	电容, 陶瓷, 1μF, 25V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	0603	CGA3E1X7R1E105K080AC	TDK
C10	1	0.1μF	电容, 陶瓷, 0.1μF, 16V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0402	0402	C0402C104K4RACAUTO	Kemet
C11、C12	2	0.01μF	电容, 陶瓷, 0.01 μF, 10V, +/-10%, X7R, 0603	0603	0603ZC103KAT2A	AVX
C14、C15	2	2.2μF	电容器, 陶瓷, 2.2 μF, 100V, +/-10%, X7R, 1210	1210	HMK325B7225KN-T	Taiyo Yuden
C18	1	4.7μF	电容, 陶瓷, 4.7 μF, 16V, ±10%, X7R, 0603	0603	GRM188Z71C475KE21D	MuRata
C19	1	4.7μF	电容, 陶瓷, 4.7μF, 100V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级	2220	CGA9N2X7R2A475K230KA	TDK
C20	1	10μF	电容, 陶瓷, 10μF, 25V, +/-10%, X5R, 0603	0603	GRM188R61E106KA73D	MuRata
C21	1	4.7μF	电容, 陶瓷, 4.7μF, 25V, +/-10%, X6S, AEC-Q200 2 级, 0603	0603	GRT188C81E475KE13D	MuRata
D1	1		二极管, 肖特基, 100V, 12A, AEC-Q101, TO-277A	TO-277A	FSV12100V	Fairchild Semiconductor
D2	1		LED, 红色超高亮, SMD	VLMx0_Red	VLMS20J2L1-GS08	Vishay-Semiconductor
J1、J3、J5、J6、J8	5		接头, 100mil, 1x1, 金, TH	Samtec_HTSW-101-09-x-S	HTSW-101-09-G-S	Samtec
J2	1		端子块, 5.08mm, 2x1, 黄铜, TH	On-Shore_ED120_2DS	ED120/2DS	On-Shore Technology
J4、J7、J9、J10、J11、J12	6		接头, 100mil, 3x1, 金, TH	Samtec_HTSW-103-09-x-S	HTSW-103-09-G-S	Samtec
L1	1	10μH	电感器, 屏蔽, 10μH, 10A, 0.0132 Ω, AEC-Q200 0 级, SMD	SRP1265a	SRP1265A-100M	Bourns
R1	1	0.05	电阻, 0.05, 1%, 2W, 2512	2512	CSRN2512FK50L0	Stackpole Electronics Inc
R1	0	0.1	(仅适用于 TPS922053DYREVM) 100m Ω ±0.5% 2W 片上电阻 2512 (公制 6432) 电流检测金属膜	2512	PCS2512DR1000ET	Ohmite
R2, R3	2	0	电阻, 0, 5%, 0.1W, 0603	0603	CRCW06030000Z0EA	Vishay-Dale
R4	1	309k	电阻, 309k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	CRCW0603309KFKEA	Vishay-Dale
R5	1	52.3k	电阻, 52.3k, 0.1%, 0.1W, 0603	0603	RT0603BRD0752K3L	Yageo America
R6	1	102k	电阻, 102k, 1%, 0.1W, 0603	0603	CRCW0603102KFKEA	Vishay-Dale
R7	1	61.9k	电阻, 61.9k, 0.1%, 0.1W, 0603	0603	RT0603BRD0761K9L	Yageo America
R8	1	825	电阻, 825, 1%, 0.1W, 0603	0603	CRCW0603825RFKEA	Vishay-Dale
R9、R10	2	2.26k	电阻, 2.26k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	CRCW06032K26FKEA	Vishay-Dale
SH-J1、SH-J2	2		分流器, 2.54mm, 金, 黑色	Würth_60900213421	60900213421	Würth Elektronik
TP1、TP4、TP8、TP9、TP12、TP14	6		引脚, 双转塔, TH	Keystone1593-2	1593-2	Keystone

表 8-1. TPS92205xEVM 物料清单 (continued)

标识符	数量	值	说明	封装	器件型号	制造商
TP2、TP3	2		测试点，多用途，红色，TH	Keystone5010	5010	Keystone Electronics
TP7、TP10、TP11、TP13	4		测试点，多用途，黑色，TH	Keystone5129	5129	Keystone Electronics
U1	1		具有电感式快速调光和扩频功能的 65V、2A/4A 降压 LED 驱动器	VSON (14)、WSON (12)、SOT-23-THN (14)	TPS922055DMTR、TPS922055DRRR、TPS922053DYR	德州仪器 (TI)
U2	1		LDO、固定输出、双路输出、3.3V、10/12/15V、50mA、精密使能端、电源正常、HVSSOP10	HVSSOP10	TPS7A4333DGQ	德州仪器 (TI)

9 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 Revision * (May 2023) to Revision A (June 2023)	Page
• 更改了连接器的功能说明.....	5
• 更改了电源输入连接端子.....	6
• 更改了 LED 负载连接端子.....	6
• 更改了 PWM 输入引脚名称.....	6
• 更改了原理图说明.....	14
• 更改了物料清单.....	17

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