

LKP41200DF 系列 低噪声线性稳压器 产品说明书

瓴科微电子

LKP41200DF 系列 LDO 超低噪声线性稳压器

1 特点

- 输入电压范围：4.5V~16V (LKP41200DF-02);
6.2V~16V (LKP41200DF-04)
- 输出电压范围：1.5V~5.1V
- 最大输出电流：800mA
- 压差：0.6V($V_{OUT} = 5V$, 800mA 负载)
- 低噪声：
 - 100Hz~100kHz 总积分噪声：1.0 μ VRMS
 - 10Hz~100kHz 总积分噪声：1.6 μ VRMS
- 400 mA 负载下的电源抑制比 (PSRR)：
 - >90dB(1 kHz~100kHz, $V_{OUT} = 5V$)
 - >60dB(1MHz, $V_{OUT} = 5V$)
- 在整个线路、负载与温度范围内的电压精度：
 $\pm 2\%$
- 工作温度：-40℃~+125℃
- 封装：DFN8(3.00mm×3.00mm×0.75mm)

2 应用

- 对电源噪声敏感的应用:RF 混频器、锁相环

(PLL)、压控振荡器 (VCO) 和集成 VCO 的 PLL

- 时钟分配电路
- 超声以及其他成像应用
- 高速 RF 收发器
- 高速、16 位以上的 ADC
- 通信和基础设施
- 电缆数模转换(DAC)驱动器

3 概述

LKP41200DF 是一系列超低噪声 LDO，采用 4.5V~16V 电源供电，最大输出电流为 800mA。该器件采用先进的专有架构，提供高电源抑制(1kHz~100kHz 大于 90dB)，使用一个 10 μ F 陶瓷输出电容，可实现出色的线路与负载瞬态响应性能。使用两个电阻，输出电压可设为 1.5V~5.1V 范围内的任意电压值。

器件信息

型号	封装	封装尺寸
LKP41200DF-02	DFN8	3.00m×3.00mm×0.75mm
LKP41200DF-04	DFN8	3.00m×3.00mm×0.75mm

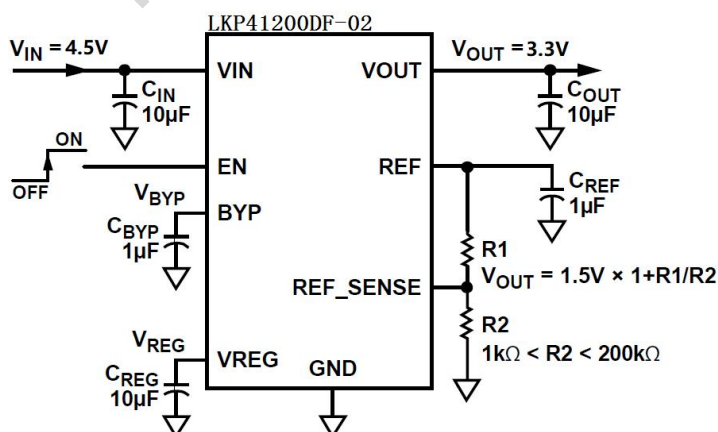


图 1 典型应用图

目 录

1 特点	1
2 应用	1
3 概述	1
4 管脚排布与功能描述	3
4.1 引脚排列	3
5 电特性	3
5.1 绝对最大额定值	3
5.2 推荐工作条件	4
5.3 热性能信息	4
5.4 电特性	4
6 特性曲线	5
7 应用信息	6
7.1 功能结构	6
7.2 型号选择	7
7.3 输入/输出电容	7
7.4 输入和 VREG 电容	7
7.5 REF 电容	8
7.6 BYP 电容	8
7.7 输出电容和瞬态响应	8
7.8 使能(EN)和欠压闭锁(UVLO)	9
7.9 REF、BYP 和 VREG 引脚	9
7.10 限流和热过载保护	9
7.11 散热考虑	10
7.12 热特性参数(Ψ_{JB})	10
7.13 布局注意事项	11
7.14 典型应用	11
8 封装形式 (DFN8)	12
9 机械、包装和可订购的信息	12
9.1 载带和卷盘信息	12
9.2 订货信息	14
10 版本信息	14

4 管脚排布与功能描述

4.1 引脚排列

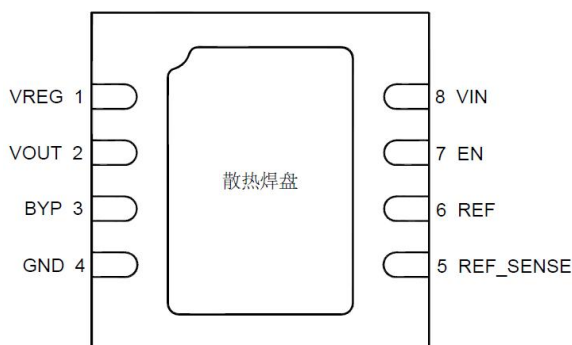


图 2 引脚排列图（顶视图）

表 1 引脚说明

引脚编号	引脚名称	描述	引脚编号	引脚名称	描述
1	VREG	LDO 放大器的稳压输入电压。连接至少 10μF 旁路电容到 GND。	5	REF_SENSE	使用外部电阻分压器设置输出电压。 $V_{OUT} = 1.5V \times \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right)$
2	VOUT	输出电压。连接至少 10μF 旁路电容到 GND。	6	REF	低噪声基准电压输出。连接 1μF 旁路电容至 GND。为提供固定输出电压，将 REF_SENSE 短接到 REF。不要在此引脚将负载接地。
3	BYP	低噪声旁路电容。连接一个 1μF 电容到 GND 以降低噪声，不要在此引脚将负载接地。	7	EN	使能端。高电平有效。若要实现自动启动，请将 EN 接 VIN。
4	GND	接地端。	8	VIN	输入电压。连接至少 10μF 旁路电容到 GND。
散热焊盘		增强散热性能。为确保正常工作，应将裸露焊盘连接至电路板的接地层。			

5 电特性

5.1 绝对最大额定值

参数		最小值	最大值	单位
VIN 引脚电压	VIN	-0.3	18	V
REG 引脚电压	VREG	-0.3	VIN	V
VOUT 引脚电压	VOUT	-0.3	VREG	V
VOUT 与 BYP 引脚压差	V	-0.3	0.3	V
EN 引脚电压	VEN	-0.3	18	V
BYP 引脚电压	VBYP	-0.3	VREG	V
REF 引脚电压	VREF	-0.3	VREG	V
REF_SENSE 引脚电压	VREF_SENSE	-0.3	VREG	V

贮存温度	TSTG	-65	+150	℃
结温	Tj	150		℃
注： 1.超过表中所列的绝对最大额定值可能会导致器件的永久损坏。长期处于绝对最大额定值的条件下可能会影响可靠性。任何时候都不建议对设备的功能操作超出推荐标准规定的条件。				

5.2 推荐工作条件

参数		最小值	典型值	最大值	单位
输入电压	VIN	4.5	-	16	V
工作温度	TA	-55	-	+125	℃

5.3 热性能信息

热指标	LKP41200DF	单位
	8 个引脚	
R _{θJA} 结至环境热阻	42.1	°C/W
R _{θJC(top)} 结至外壳（顶部）热阻	25.85	°C/W
ψ _{JB} 结至电路板特征参数	15.1	°C/W

5.4 电特性

(若无特殊说明，测试条件为 $T_A = -40^{\circ}\text{C} \sim +125^{\circ}\text{C}$ ， $V_{IN}=4.5\text{V}$ ， $V_{OUT}=1.5\text{V}$ ， $V_{REF}=V_{REF_SENSE}$ (单位增益)， $V_{EN}=V_{IN}$ ， $I_{OUT}=10\text{mA}$ ， $C_{IN}=C_{OUT}=C_{REG}=10\mu\text{F}$ ， $C_{REF}=C_{BYP}=1\mu\text{F}$ 。)

参数		最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
工作电源电流	I _{GND}	—	4.3	7	mA	I _{OUT} = 0μA
		—	9.6	12	mA	I _{OUT} = 800mA
关断电流	I _{SD}	—	0.1	3	μA	V _{EN} = GND
输出电压精度	V _{OUT}	-2	—	+2	%	V _{OUT} =V _{REF} ，I _{OUT} =10mA
		-2	—	+2	%	1mA < I _{OUT} < 800mA
电压调整率	ΔV _{OUT} / ΔV _{IN}	-0.01	—	0.01	%/V	V _{IN} = 4.5V~16V， I _{OUT} = 10mA
负载调整率	ΔV _{OUT} / ΔI _{OUT}	—	0.5	1.5	%/A	I _{OUT} = 1mA~800mA
V _{OUT} 限流阈值	I _{L_OUT}	1.0	1.3	1.6	A	-
压差	V _{DRP}	—	0.3	0.6	V	I _{OUT} = 400mA，V _{OUT} = 5V
		—	0.6	1.2	V	I _{OUT} = 800mA，V _{OUT} = 5V
输入欠压阈值	V _{UVLO}	—	—	4.49	V	V _{IN} 上升
V _{REG} 欠压阈值	V _{REGUV}	—	—	3.1	V	V _{REG} 上升
EN 逻辑高电平	EN_H	3.2	—	—	V	4.5V < V _{IN} < 16V
EN 逻辑低电平	EN_L	—	—	0.8	V	4.5V < V _{IN} < 16V

EN 输入漏电流	I_{EN_LK}	—	0.1	10	μA	$V_{EN} = V_{IN}$ 或 GND
----------	--------------	---	-----	----	---------	-------------------------

6 特性曲线

若没有其他说明， $T_A=25^{\circ}C$

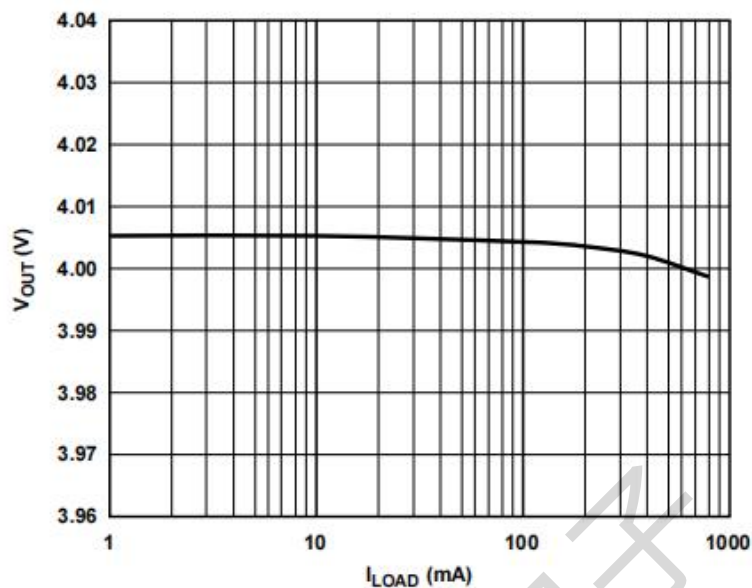


图3 输出电压和负载电流关系曲线图 ($V_{out}=4V$)

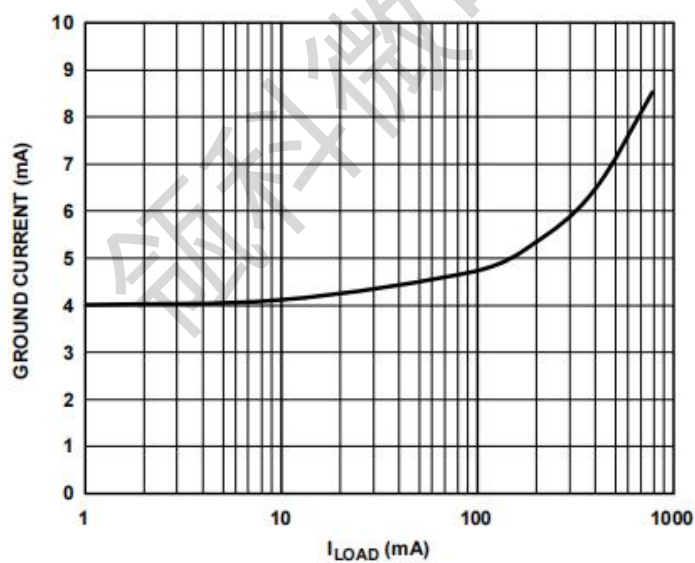
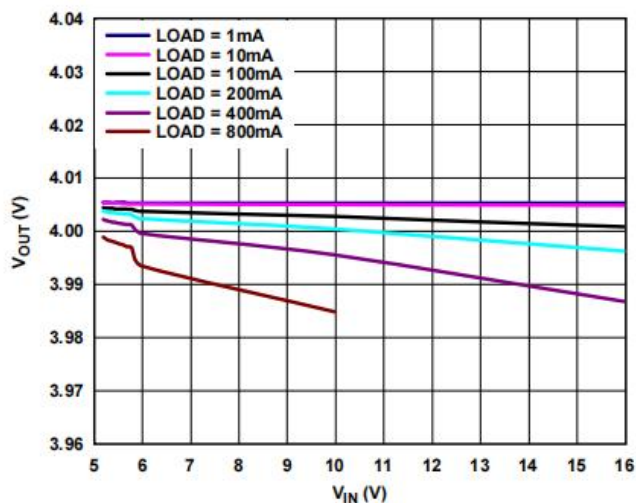
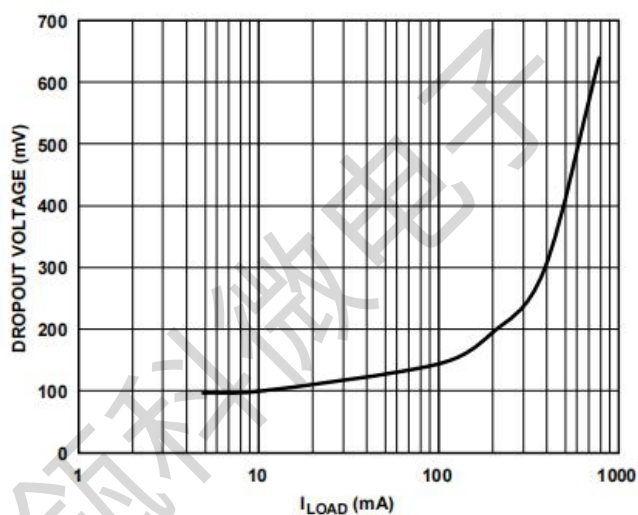


图4 接地电流和负载电流关系曲线图($V_{out}=4V$)

图5 输出电压和输入电压关系曲线图(V_{out}=4V)图6 压差和负载电流关系曲线图(V_{out}=5V)

7 应用信息

7.1 功能结构

LKP41200DF 是一款针对射频(RF)应用的可调、超低噪声、高电源抑制比(PSRR)线性稳压器。输入电压范围为 4.5 V 至 16V，输出电流可达 800mA。功能框图如图 7

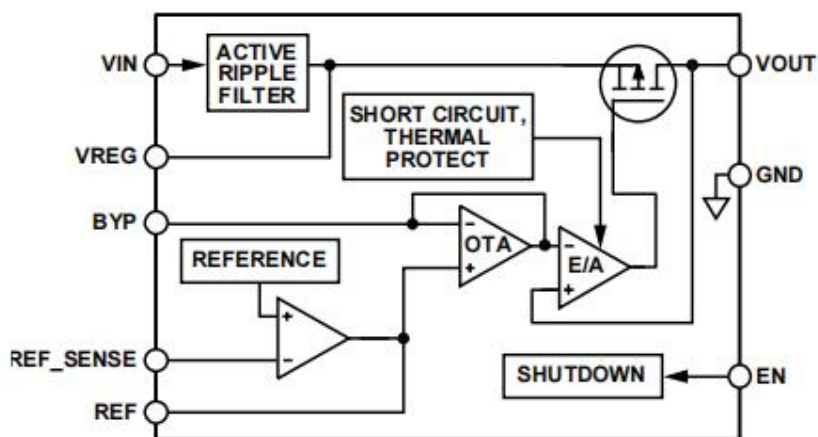


图 7 功能框图

7.2 型号选择

LKP41200DF 有两个型号，用户可根据具体应用选择。关于输入电压的型号选择指南如下表。

型号	VOUT 范围/V	800 mA 负载下的最低 VIN				400 mA 负载下的最低 VIN			
		VOUT<3.3V	VOUT<5V	VOUT≥3.3V	VOUT≥5V	VOUT<3.3V	VOUT<5V	VOUT≥3.3V	VOUT≥5V
LKP41200DF-02	1.5~4.0	4.5V	不适用	VOUT +1.2V	不适用	4.5V	不适用	VOUT +1 V	不适用
LKP41200DF-04	1.5~5.1	不适用	6.2V	不适用	VOUT +1.2V	不适用	6V	不适用	VOUT +1V

7.3 输入/输出电容

参数	符号	最小值	最大值	单位
电容	CIN	7	-	μF
	CREG	7	-	
	COUT	7	-	
	CBYP	0.1	-	
	CREF	0.7	-	
电容等效串联电阻(ESR)	CREG, COUT, CIN, CREF	0.001	0.2	Ω
	CBYP	0.001	2.0	
注：建议使用 X7R 型和 X5R 型电容，但不建议使用 Y5V 和 Z5U 电容				

输出电容采用陶瓷电容，但只要注意等效串联电阻(ESR)值要求，便可以采用大多数常用电容。输出电容的 ESR 会影响 LDO 控制环路的稳定性。输出电容还会影响负载电流变化的瞬态响应。采用较大的输出电容值可以改善 LKP41200DF 对大负载电流变化的瞬态响应。

7.4 输入和 VREG 电容

在 VIN 至 GND 之间连接电容可以降低电路对 PCB 布局布线的敏感性，特别是遇到长输入走线或高信号源阻抗

时。为了维持最佳的稳定性和 PSRR 性能，应在 VREG 与 GND 之间连接电容。如果要求输出电容大于 $10\mu\text{F}$ ，可选用更高的输入电容和 VREG 电容。

7.5 REF 电容

为使基准电压放大器保持稳定，必须使用 REF 电容。REF 与 GND 之间应连接电容。

7.6 BYP 电容

为了对基准电压缓冲器进行滤波，必须使用 BYP 电容。通常在 BYP 与 GND 之间连接电容。可以使用低至 $0.1\mu\text{F}$ 的电容，但是，LDO 的输出噪声电压会因此而提高。此外，可以提高 BYP 电容以降低 1kHz 以下的噪声，不过 LDO 的启动时间会延长。

7.7 输出电容和瞬态响应

输出电容的 ESR 影响稳定性，尤其是小电容。建议最小输出电容为 $10\mu\text{F}$ ，ESR 为 3Ω 或更低，以防止振荡。LKP41200DF 系列是一个小功率器件，输出瞬态响应将是输出电容的函数。较大的输出电容值可以减小峰值偏差，并为较大的负载电流变化提供更好的瞬态响应。

必须特别考虑陶瓷电容器的使用。陶瓷电容器是用各种介质制造的，每种介质在温度和施加电压下都有不同的性能。最常用的 Z5U、Y5V、X5R 和 X7R。Z5U 和 Y5V 适用于小封装的应用环境中，但它们往往具有强电压和温度系数，如图 8 和 9 所示。当与 5V 稳压器一起使用时，在工作温度范围内施加的直流偏置电压的有效电容值可低至 $1\mu\text{F}$ 至 $2\mu\text{F}$ 。X5R 和 X7R 具有更稳定的特性，更适合用作输出电容。X7R 类型在温度范围内具有更好的稳定性，而 X5R 更便宜，可提供更高的值。X5R 和 X7R 指定工作温度范围和最大电容值随温度变化比 Y5V 和 Z5U 电容器好。随着元件外壳尺寸的增大，电容器的直流偏置特性趋于改善，但应验证工作电压下的预期电容。

电压和温度系数并不是问题的唯一来源。有些陶瓷电容器具有压电响应。由于机械应力，压电装置在其两端产生电压，类似于压电加速度计或麦克风的工作方式。对于陶瓷电容器，应力可以由系统中的振动或热瞬态引起。

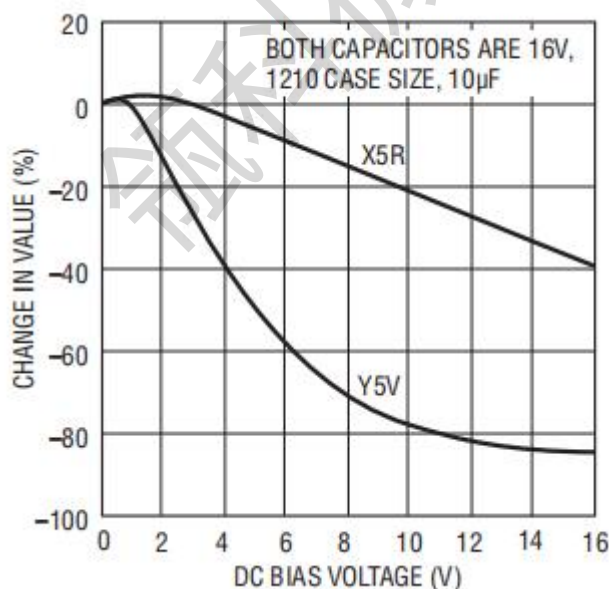


图 8 陶瓷电容器直流偏置特性

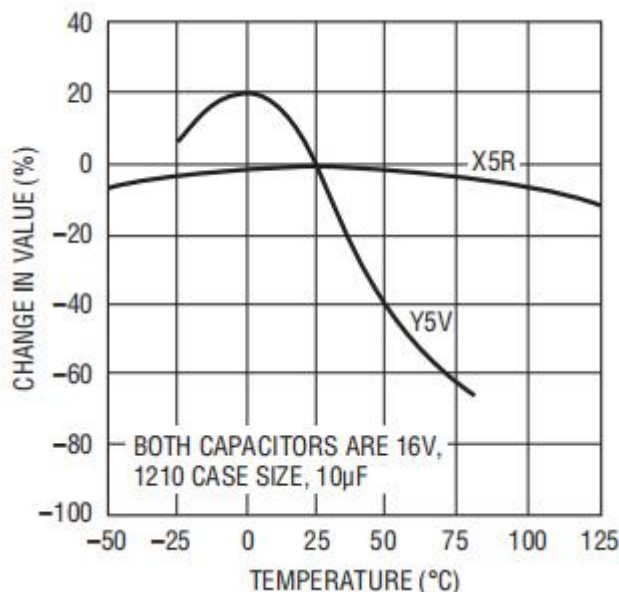


图9 陶瓷电容器温度特性

7.8 使能(EN)和欠压闭锁(UVLO)

在正常工作条件下，芯片利用 EN 引脚使能和禁用 VOUT 引脚。当 EN 上的上升电压越过上阈值时，VOUT 开启。当 EN 上的下降电压越过阈值下限时，VOUT 关闭。迟滞随输入电压而变化。

芯片内置欠压闭锁电路，当输入电压低于稳压器的最小输入电压额定值时，输出电压禁用。阈值上限和下限是固定值，并具有迟滞。该迟滞可以防止输入电压上的噪声在经过阈值点时引起开关振荡。

7.9 REF、BYP 和 VREG 引脚

REF、BYP 和 VREG 是内部产生的电压，需要外部旁路电容才能正常工作。任何情况下都不能将任何负载连接到这些引脚，否则会影响芯片的噪声和 PSRR 性能。使用值较大的 CBYP、CREF 和 CREG 是允许的，但会增加启动时间。

7.10 限流和热过载保护

芯片内置限流和热过载保护电路，可防止功耗过大导致受损。当输出负载达到 1.3 A(典型值)时，限流电路就会起作用。当输出负载超过 1.3 A 时，输出电压会被降低，以保持恒定的限流值。

热过载保护电路将结温限制在 155° C(典型值)以下。在极端条件下(即高环境温度和/或高功耗)，当结温开始升至 155° C 以上时，输出就会关闭，从而将输出电流降至 0。当结温降至 140° C 以下时，输出又会开启，输出电流恢复为工作值。

考虑 VOUT 至 GND 发生负载短路的情况。首先，芯片的限流功能起作用，因此，仅有 1.3 A 电流传导至短路电路。如果结的自发热量足够大，使其温度升至 155° C 以上，热关断功能就会激活，输出关闭，输出电流降至 0。当结温冷却下来，降至 140° C 以下时，输出开启，将 1.3 A 电流传导至短路路径中，再次导致结温升至 155° C 以上。结温在 140° C 至 155° C 范围内的热振荡导致电流在 1.3 A 和 0 mA 之间振荡；只要输出端存在短路，振荡就会持续下去。限流和热过载保护旨在保护器件免受偶然过载条件影响。为保证器件稳定工作，必须从外部限制器件的功耗，使结温不会超过 150° C。

7.11 散热考虑

在输入至输出电压差很小的应用中，芯片不会产生很多热量。然而，在环境温度很高和/或输入电压很大的应用中，封装发出的热量可能非常大，导致芯片结温超过最高结温 150°C 。当结温超过 155°C 时，转换器进入热关断模式。只有当结温降至 140°C 以下时，它才会恢复，以防永久性受损。因此，为了保证器件在所有条件下具有可靠性能，必须对具体应用进行热分析。芯片的结温为环境温度与功耗所引起的封装温升之和，如公式 2 所示。为保证器件可靠工作，芯片的结温不得超过 150°C 。为确保结温低于此最高结温，用户需要注意会导致结温变化的参数。这些参数包括环境温度、功率器件的功耗、结与周围空气之间的热阻(θ_{JA})。 θ_{JA} 的值取决于所用的封装填充物和将封装 GND 引脚和裸露焊盘焊接到 PCB 所用的覆铜数量。

表 2 给出了各种 PCB 覆铜尺寸时 8 引脚 SOIC 和 8 引脚 LFCSP 封装的典型 θ_{JA} 值。表 3 给出了 8 引脚 SOIC 和 8 引脚 LFCSP 封装的典型 Ψ_{JB} 值。

表 2 典型 θ_{JA} 值

覆铜面积(mm ²)	θ_{JA} ($^{\circ}\text{C/W}$)	
	8引脚 LFCSP	8引脚 SOIC
25 ¹	165.1	165
100	125.8	126.4
500	68.1	69.8
1000	56.4	57.8
6400	42.1	43.6

¹ 器件焊接在最小尺寸引脚走线上。

表 3 典型 Ψ_{JB} 值

封装	Ψ_{JB} ($^{\circ}\text{C/W}$)
8引脚 LFCSP	15.1
8引脚 SOIC	17.9

结温可通过下式计算：

$$T_J = T_A + (P_D \times \theta_{JA}) \quad (1)$$

其中： T_A 是环境温度。 P_D 为芯片的功耗，计算公式如下：

$$P_D = [(V_{IN} - V_{OUT}) \times I_{LOAD}] + (V_{IN} \times I_{GND}) \quad (2)$$

其中： V_{IN} 和 V_{OUT} 分别为输入和输出电压。 I_{LOAD} 为负载电流。 I_{GND} 为接地电流。 接地电流引起的功耗相当小，可忽略不计。因此，结温的计算公式可简化为：

$$T_J = T_A + \{[(V_{IN} - V_{OUT}) \times I_{LOAD}] \times \theta_{JA}\} \quad (3)$$

如公式 3 所示，针对给定的环境温度、输入与输出电压差和连续负载电流，为了确保结温不超过 150°C ，对 PCB 存在一个最小覆铜尺寸要求。

7.12 热特性参数(Ψ_{JB})

在已知板温的情况下，可以利用热特性参数(Ψ_{JB})来估算结温上升情况。最高结温(T_J)可由板温度(T_B) 和功耗(P_D) 通过下式计算：

$$T_J = T_B + (P_D \times \Psi_{JB}) \quad (4)$$

8 引脚 LFCSP 封装的 Ψ_{JB} 典型值为 15.1°C/W 。

7.13 布局注意事项

输入电容应尽可能靠近 VIN 和 GND 引脚放置。输出电容应尽可能靠近 VOUT 和 GND 引脚放置。VREG、VREF 和 VBYP 的旁路电容应靠近相应的引脚和 GND。在板面积受限的情况下，采用 0805、0603 或 0402 尺寸的电容可实现最小尺寸解决方案。

7.14 典型应用

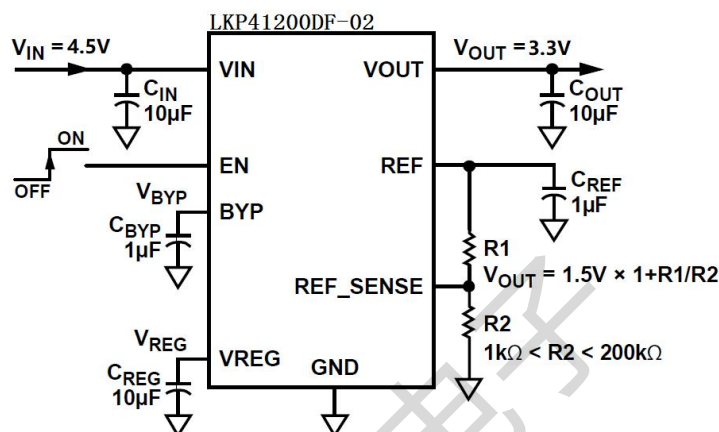


图 10 LKP41200DF-02 典型应用电路（输入电压 4.5-16V）

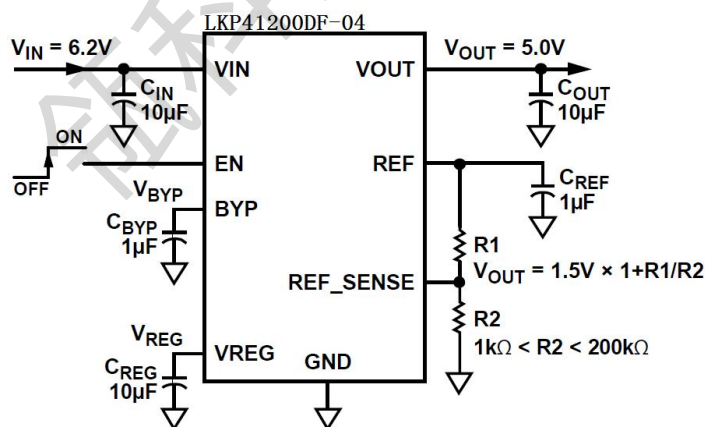
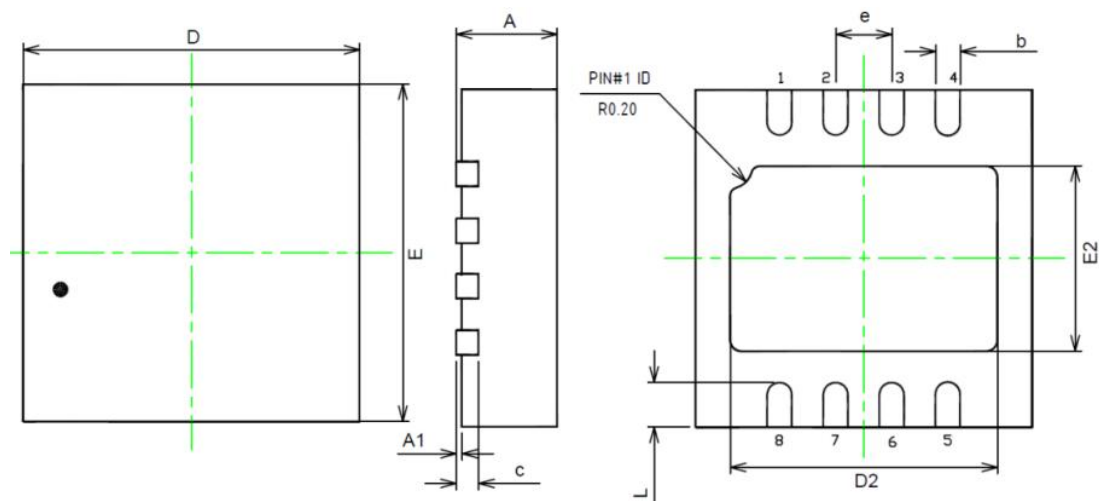


图 11 LKP41200DF-04 典型应用电路（输入电压 6.2-16V）

8 封装形式（DFN8）

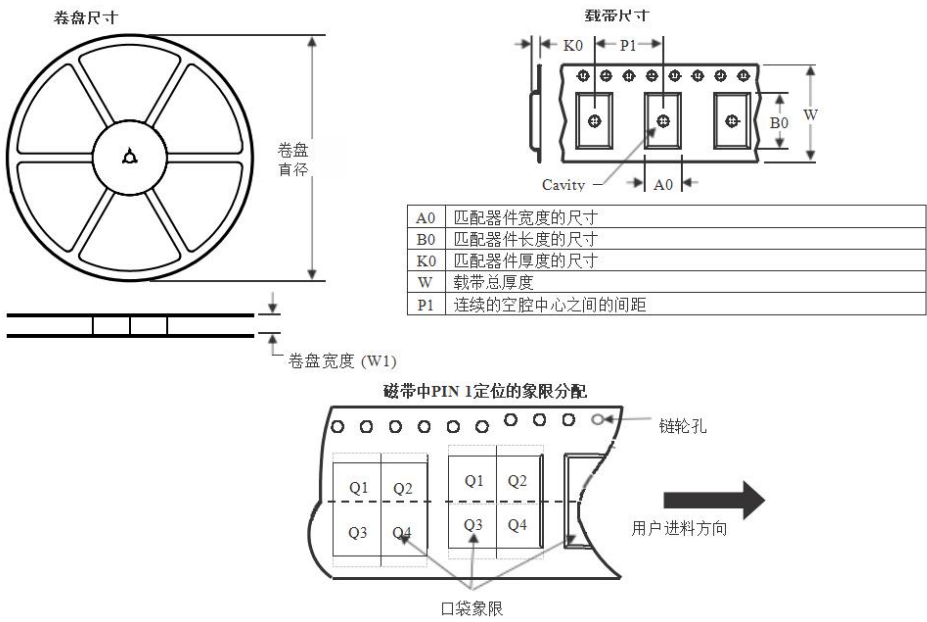


尺寸符号	数值（单位：mm）		
	最小	公称	最大
A	0.65	0.75	0.85
A1	-	0.02	0.05
b	0.20	0.25	0.30
c	0.18	0.20	0.25
D	2.70	3.00	3.30
D2	2.18	2.38	2.58
E	2.70	3.00	3.30
E2	1.45	1.65	1.85
e	0.50BSC		
L	0.30	0.40	0.50

9 机械、包装和可订购的信息

以下页面包括机械、包装和可订购的信息。

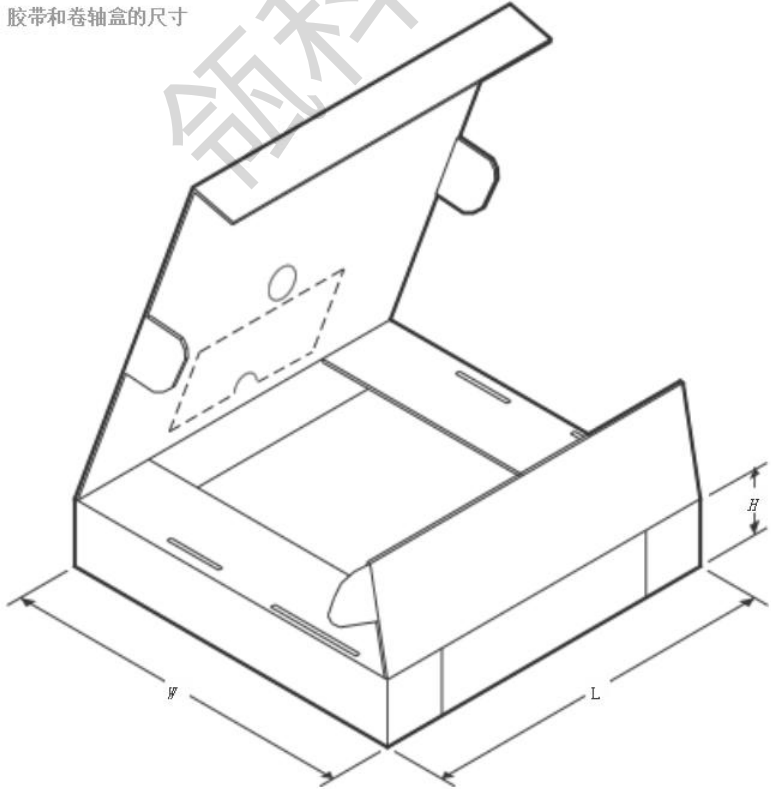
9.1 载带和卷盘信息



*所有尺寸均为标称尺寸

器件	封装	引脚数	卷盘直径 (mm)	卷盘宽度 W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	引脚 1 象限
LKP41200DF-02	DFN8	8	330	12.4	3.3	3.3	1.1	8.0	12.0	Q2
LKP41200DF-04	DFN8	8	330	12.4	3.3	3.3	1.1	8.0	12.0	Q2

胶带和卷轴盒的尺寸



*所有尺寸均为标称尺寸

器件	封装	引脚数	长度 (mm)	宽度 (mm)	高度 (mm)
LKP41200DF-02	DFN8	8	367.0	367.0	35.0
LKP41200DF-04	DFN8	8	367.0	367.0	35.0

9.2 订货信息

LK

①

P

②

41200

③

DF

④

02

⑤

- ① 产品系列代号
- ② 分类标识
- ③ 产品代号
- ④ 封装形式
- ⑤ 输入电压范围

表 4 订货信息表

型号	封装	质量等级	工作温度
LKP41200DF-02	DFN8, 塑料封装	工业级	-40℃~+125℃
LKP41200DF-04	DFN8, 塑料封装	工业级	

10 版本信息

版本号	日期	版本说明	更改说明
REV 1.00	2024-07-08	更新版本	—