

1. 产品特点

- 高集成度：仅需配合磁通门探头和少量无源器件即可测量直流和交流电流
- 卓越的温度稳定性
- 具有高精度、非侵入式和隔离式的电流测量能力
- 输出驱动能力 $\pm 100\text{mA}$
- $600\mu\text{S}$ 快速相应时间
- 工作电压范围：4.75 ~ 5.25V
- 工作温度范围： -40°C 到 $+105^{\circ}\text{C}$
- 小封装尺寸：QFN3*3-24L
- 具有自检功能
- 单端/差分模拟信号输出

2. 概述

KTD1100是一款高集成磁通门电流传感器专用芯片。磁通门电流传感器是利用高导磁率磁芯在交变磁场的饱和激励下，其磁感应强度与磁场强度的非线性关系来测量电流的。磁通门探头由高导磁率磁芯组成，被测电流的变化会引起磁通的变化，进而改变探头中的磁场分布。当被测的电流流过导体时，会在其周围产生一定大小和方向的磁场，这个磁场会改变探头中的磁通量，并使磁芯的饱和磁感应强度发生变化，产生一个非线性的输出信号。

磁通门电流传感器工作时，激励线圈中加载方波，使磁芯往复磁化达到饱和。当被测量的电流为零时，磁芯中的激励电压信号，以及线圈内的激励电流，完全对称，输出为零。当被测电流不为零时，激励电流和被测电流同时作用于磁芯，线圈中电流波形不再对称，通过对其进行处理，就完成了对被测电流的测量。

KTD1100主要包含激励电源电路和信号调理电路。激励电源为具有 100mA 驱动能力的电压激励源。信号调理电路包括电压参考源、比较器、信号逻辑处理单元及独立的三通道运放，用于控制及信号放大、滤波、和输出。

3. 典型应用

- Type-B剩余电流检测器
- 电动汽车充电桩
- 光伏逆变器剩余电流检测
- UPS和其他电源接地故障检测
- 家电接地故障检测
- 单相或三相差动电流检测

4. 适应标准

GB/T18487

GB/T 22794

IEC 61851

IEC 62955

IEC 62752

目录

1. 产品特点	1
2. 概述	1
3. 典型应用	1
4. 适应标准	1
5. 引脚定义	3
6. 功能框图	4
7. 规格	5
7.1 绝对最大额定值	5
7.2 ESD额定值	6
7.3 建议的工作条件	6
7.4 分模块参数	6
8. 应用原理和设计实例	7
8.1 应用原理	7
8.2 设计实例	10
9. 系统设计参数	13
10. 产品型号构成	13
11. 订货信息	13
12. 封装外形尺寸	14
13. QFN载带和卷盘信息	15

5. 引脚定义

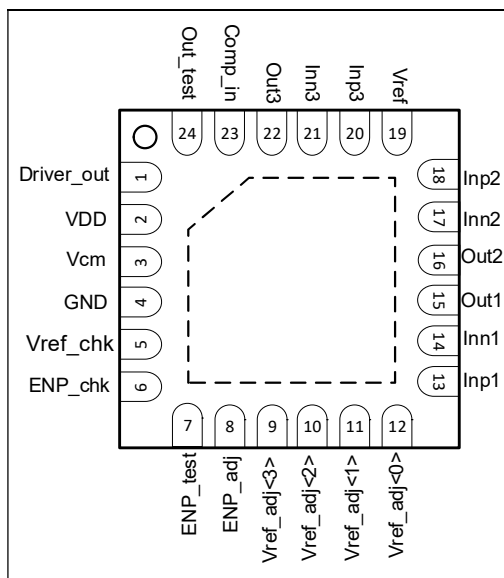


图1 QFN3*3-24L (6/6) TOP VIEW

序号	引脚名	描述
1	Driver_out	线圈驱动端
2	VDD	芯片电源
3	Vcm	电路内部使用的共模信号
4	GND	芯片地
5	Vref_chk	自检输出电压（2.5V）
6	ENP_chk	自检buf使能信号
7	ENP_test	test模式使能信号（芯片内部下拉）
8	ENP_adj	Vref电压修调功能使能信号
9	Vref_adj<3>	Vref电压控制位<3>
10	Vref_adj<2>	Vref电压控制位<2>
11	Vref_adj<1>	Vref电压控制位<1>
12	Vref_adj<0>	Vref电压控制位<0>
13	Inp1	第一级运放正输入端
14	Inn1	第一级运放负输入端
15	Out1	第一级运放输出端
16	Out2	第二级运放输出端
17	Inn2	第二级运放负输入端
18	Inp2	第二级运放正输入端
19	Vref	参考电压输出
20	Inp3	第三级运放正输入端
21	Inn3	第三级运放负输入端
22	Out3	第三级运放输出端

高集成度磁通门驱动芯片

23	Comp_in	线圈自激输入信号
24	Out_test	test模式内部电压输出测试信号

6. 功能框图

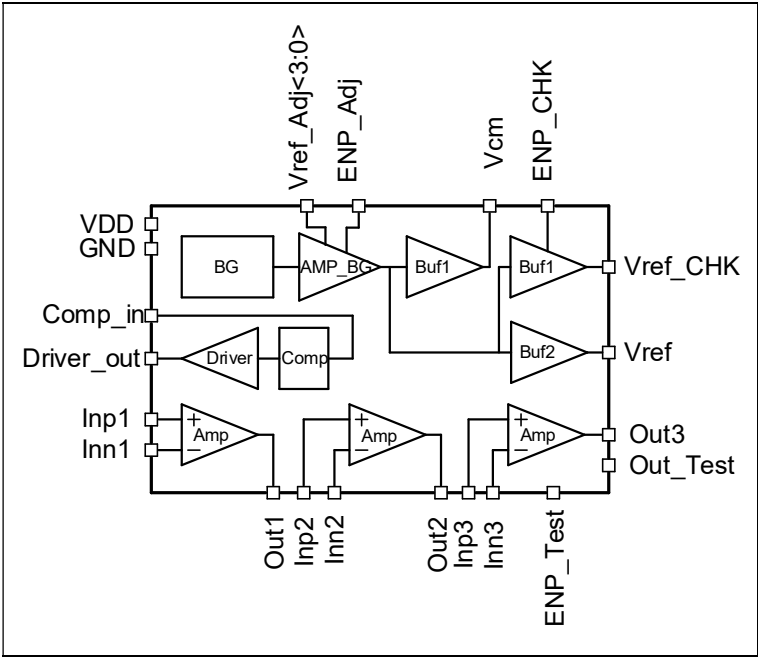


图2 KTD1100框图

7. 规格

7.1 绝对最大额定值

请参阅⁽¹⁾

参数	说明	最小值	最大值	单位
VDD	供电电压	-0.3	6.0	V
VDDA	模拟供电电压	GND - 0.2	VDD + 0.2	V
TJ	运行结温	-40	150	℃
TSTG	存储温度	-65	150	℃

(1) 超过绝对最大额定值可能造成永久性损坏。长时间工作于绝对最大额定条件下可能会影响芯片的可靠性。

7.2 ESD额定值

		值	单位
V _(ESD)	静电放电	人体模型(HBM)	±8000 V
		充电器件模型(CDM)	±2000 V

7.3 建议的工作条件

参数	说明	最小值	最大值	单位
V _{DD}	供电电压范围	4.75	5.25	V
T _A	工作温度范围	-40	105	°C

7.4 分模块参数

1、Buf1 & Buf3(V_{cm}, CHK_{out}产生模块)

项目	参数说明	工作条件	最小值	典型值	最大值	单位
V _{out}	输出电压	T _A = 25°C ENP_ADJ=0	2.475	2.5	2.525	V
I _d	功耗			1.6		mA
C _L	负载电容				100	pF
PSRR	电源抑制比	@直流	80			dB
I _o	输出短路电流			100		mA

2、Buf2 (V_{ref}产生模块)

项目	参数说明	工作条件	最小值	典型值	最大值	单位
V _{out}	输出电压	T _A = 25°C, ENP_ADJ=0	2.475	2.5	2.525	V
V _{out}	输出电压	ENP_ADJ=V _{DD} , V _{ref_Adj} <3:0>=0000		2.453		V
		ENP_ADJ=V _{DD} , V _{ref_Adj} <3:0>=1000		2.5		V
		ENP_ADJ=V _{DD} , V _{ref_Adj} <3:0>=1111		2.54		V
V _{step}	1个I _{sb} 电压			5.8		mV
I _d	功耗			0.36		mA
C _L	负载电容				100	pF
PSRR	电源抑制比	@直流	80			dB
I _o	输出短路电流			20		mA

高集成度磁通门驱动芯片

3、Driver (磁通门驱动)

项目	参数说明	工作条件	最小值	典型值	最大值	单位
A _{vd}	开环增益	R _L =10K		118		dB
		R _L =32Ω		100		dB
GBP	增益带宽积			2.1		MHz
I _d	功耗			7		mA
C _L	负载电容				100	pF
PSRR	电源抑制比	@直流	80	100		dB
I _o	输出短路电流			100		mA
SR	压摆率			2.2		V/us
e _n	等效输入噪声	@1KHz		33		nV/rtHz

4、AMP (有源滤波器运放模块)

项目	参数说明	工作条件	最小值	典型值	最大值	单位
A _{vd}	开环增益	R _L =10K		112		dB
		R _L =32Ω		100		dB
GBP	增益带宽积	R _L =10K, C _L =100pF		2		MHz
V _{io}	失调电压				1.1	mV
I _d	功耗			480		uA
C _L	负载电容	输出端不串联电阻			0.2	nF
		输出端串联30Ω电阻	0.2		20	nF
		输出端串联20Ω电阻	20		40	nF
		输出端串联15Ω电阻	40		60	nF
		输出端串联10Ω电阻	60		100	nF
PSRR	电源抑制比	@直流	80	100		dB
I _o	输出短路电流			40		mA
SR	压摆率			1		V/us
e _n	等效输入噪声	@1KHz		28		nV/rtHz

8. 应用原理和设计实例

8.1 应用原理

◆ 感应单元驱动：

KTD1100的Driver能够输出高（4.375V）低（0.635V）两种电平，驱动能力 $\pm 100\text{mA}$ 。如图，Driver驱动磁通门感应单元（高磁导率，易饱和线圈）的一端（Driver_out），同时用R2在磁通门感应单元另一端（Comp_in）采样流过磁通门感应单元的电流。KTD1100的Driver输出电平切换是由内部模拟开关、比较器和逻辑电路组合控制。Comp_in端的电压曲线如图Figure 4所示，当Driver输出高电平时，Driver对线圈充电，Comp_in的电压逐渐抬高，当Comp_in端电压上升到3.75V时，比较器输出高，经组合逻辑电路后控制Driver反转输出低电平，此时线圈对Driver放电，Comp_in的电压逐渐降低，当Comp_in端电压下降至1.25V时，比较器输出低，经组合逻辑电路后控制Driver反转输出高电平，此时整个系统完成一个工作周期。

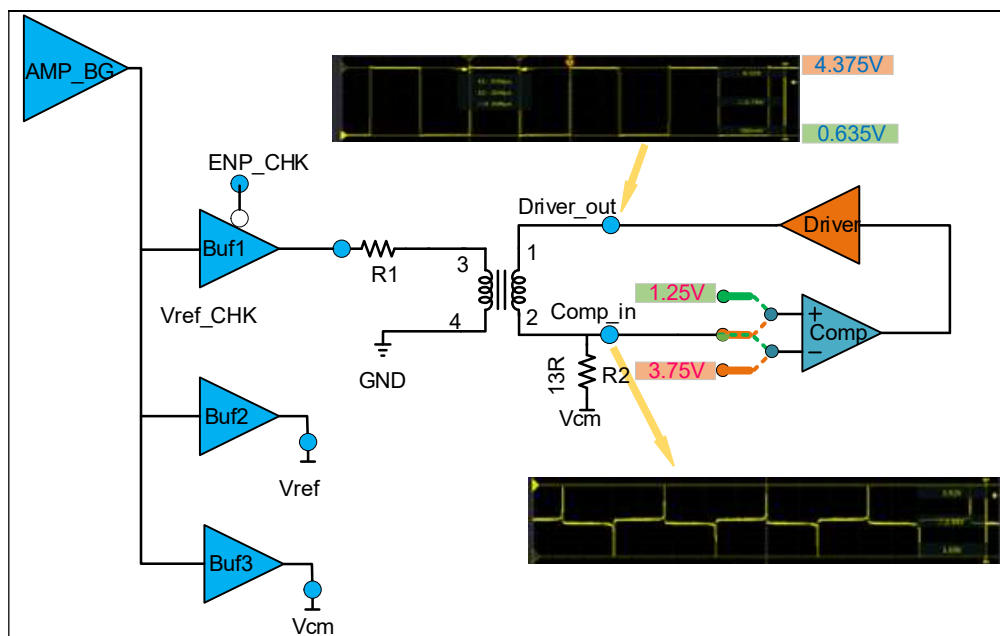


图3 驱动和控制模块

◆ 感应单元：

磁通门感应单元是在高磁导率易饱和的磁芯上绕制铜线制作而成，磁芯一般为钴基非晶材料，其特性相当于一个易饱和电感。

磁滞回线表示磁场强度周期性变化时，磁性物质磁滞现象的闭合磁化曲线。它表明了磁感应强度B与磁场强度H之间的关系。高导磁率、易饱和、低矫顽力磁芯的磁滞回线如下图所示。

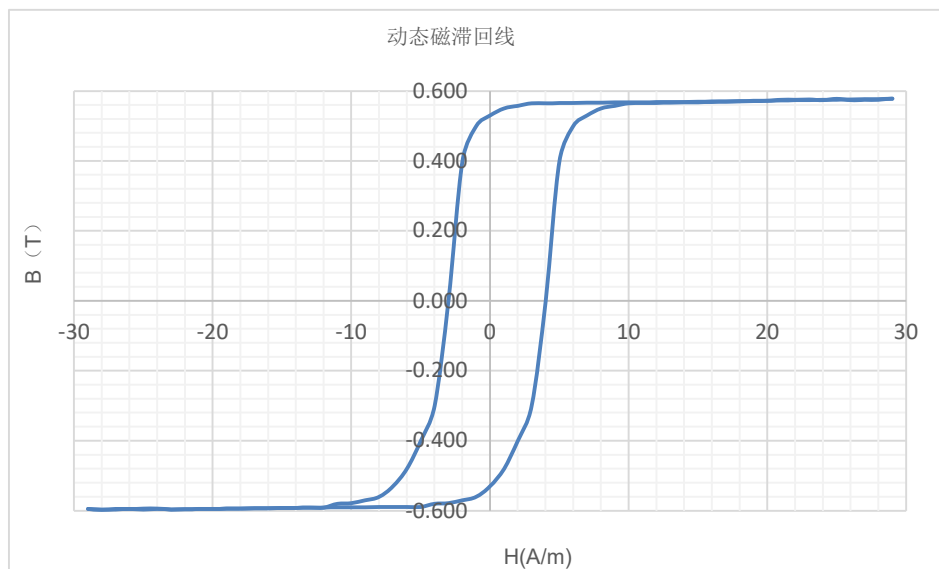


图4 一款钴基非晶材料动态磁滞回线

◆ 磁通门电流传感器工作原理：

磁通门式电流传感器工作时，激励线圈中加载方波，使磁芯往复磁化达到饱和，如下图。

被测量的电流 $I_p=0$ 时，磁芯中完整的激励电压信号，以及线圈内的激励电流，完全对称，输出为零。

当 $I_p>0$ 时，激励电流 I_{coil} 和外界电流 I_p 同时作用于磁芯，电流波形不再对称，通过对电流 I_{coil} 的波形进行处理，就完成了对电流 I_p 的测量。

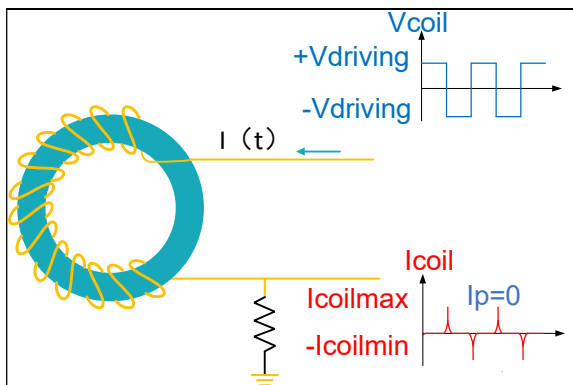


图5 磁通门电流传感器工作原理 $I_p=0$

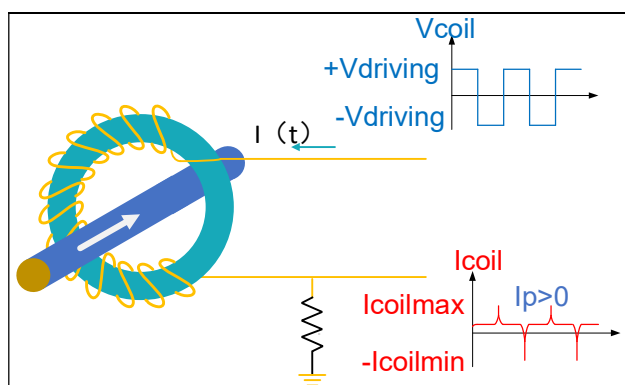


图6 磁通门电流传感器工作原理 $I_p>0$

高集成度磁通门驱动芯片

◆ 信号处理-低通滤波器:

KTD1100内部集成三通运放，可方便的搭建Sallen-Key低通滤波器，如下图。这里的信号IN，就是电流Icoil通过采样电阻进行I/V转换的输出。

特性: -3dB 带宽约800Hz , Gain = 3.69 ; 测试输入频率800Hz, 振幅为1.52Vpp/3.69=0.412Vpp, 输出幅为1.08Vpp。

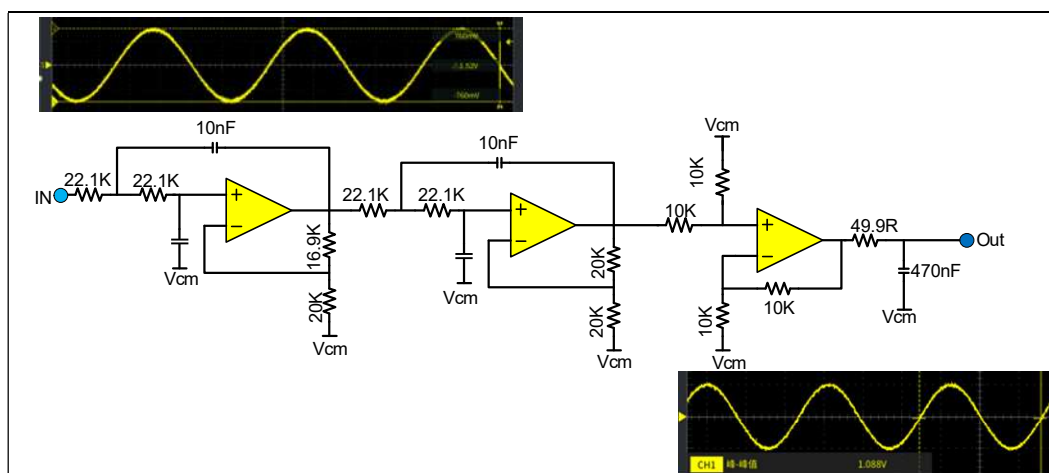


图7 内部三运放与无源元件组成的Sallen-Key低通滤波器

◆ 自检功能:

KTD1100集成用于自检的2.5V的电压源，其输出受控于ENP_chk（管脚6）输入信号。当ENP_chk的信号为高，Vref_chk（管脚5）输出2.5V；当ENP_chk的信号为低，Vref_chk（管脚5）高阻；Vref_chk串接R1电阻，由ENP_chk的输入信号控制，形成高阻或直流/交流电流驱动自检线圈。

I CHK=2.500V/R1

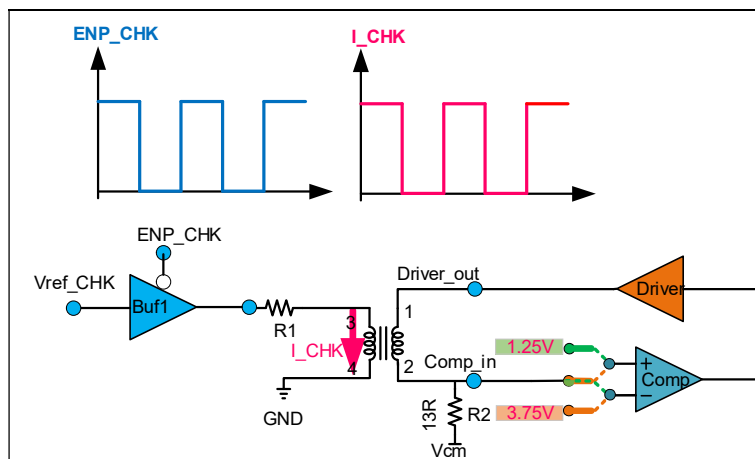


图8 自检功能

8.2 设计实例

◆ 磁通门电流传感器原理图

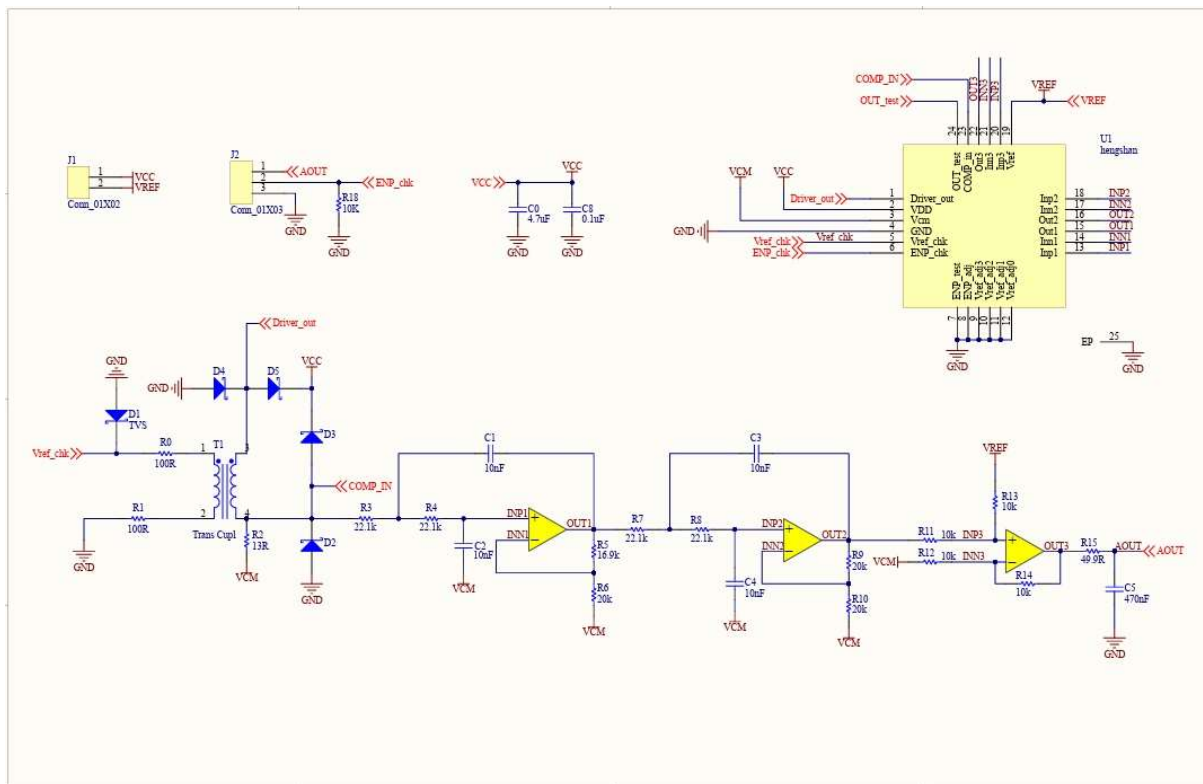


图9 磁通门电流传感器原理图

◆ 布局指南

C1/C8旁路电容器应放置在KTD1100附近，以减小寄生电感对供电的影响。TVS用来提高系统的EMC特性，保护系统不被瞬间浪涌脉冲电压损坏。通常，在KTD1100器件下方使用PCB铜层对磁感应强度没有影响，也不会干扰器件性能。

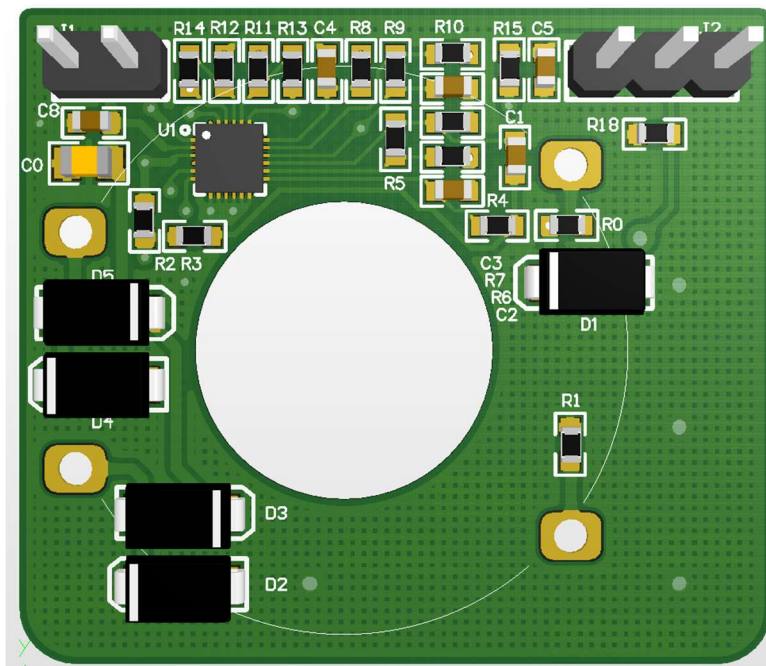


图10 DEMO PCB

◆ 元件清单

Comment	Description	Designator	Footprint	Quantity
4.7uF/50V	贴片电容	C0	C0805	1
0.1uF/50V	贴片电容	C8	C0603	1
10nF/50V	贴片电容	C1,C2,C3,C4	C0603	4
470nF/50V	贴片电容	C5	C0603	1
100Ω/1%精度	贴片电阻	R0,R1	R0603	2
13Ω/1%精度	贴片电阻	R2	R0603	1
22.1KΩ	贴片电阻	R3,R4, R7,R8	R0603	4
16.9KΩ	贴片电阻	R5	R0603	1
20KΩ	贴片电阻	R6,R9,R10	R0603	3
10KΩ	贴片电阻	R11,R12,R13,R14	R0603	4
49.9Ω	贴片电阻	R15	R0603	1
CONN_01X02	2PIN 连接器	J1	DIP2	1
CONN_01X03	3PIN 连接器	J2	DIP3	1
SMAJ5.0A	贴片 TVS	D1,D2,D3,D4,D5	SMA	5
KTD1100-QNX	SOC	U1	QFN3*3-24L	1

高集成度磁通门驱动芯片

◆ **DEMO测试**(@TA=+25°C, VDD=5V, 除特别说明外)

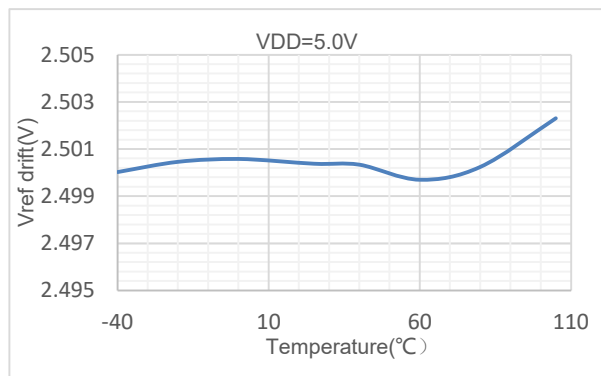


图11 VREF温漂测试

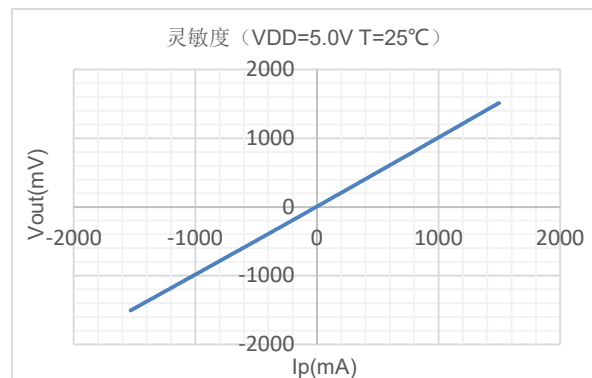


图12 灵敏度测试

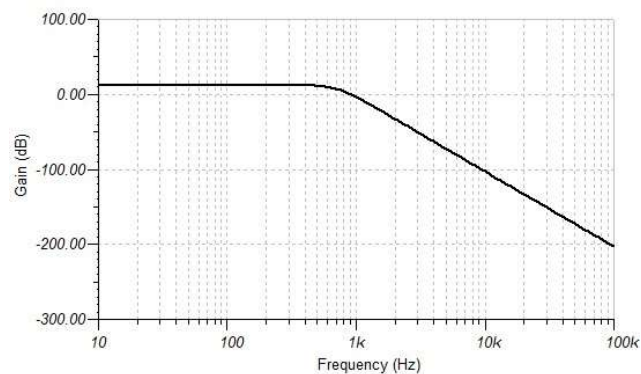


图13 幅频响应

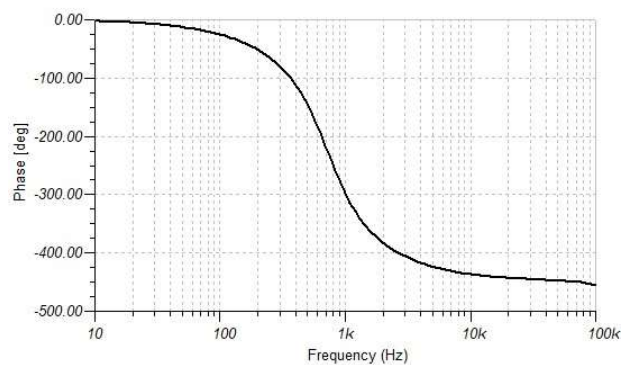


图14 相频响应

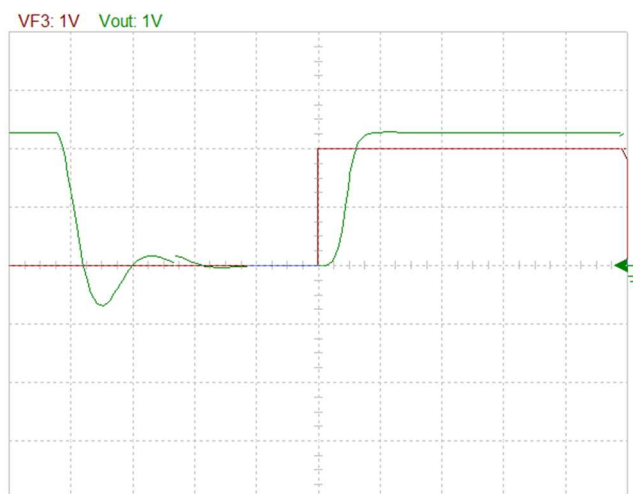


图15 响应时间测试 (1mS/Div)

9. 系统设计参数

项目	参数说明	工作条件	最小值	典型值	最大值	单位
V _{DD}	电源电压		4.75	5	5.25	V
I _d	芯片功耗			12		mA
V _{NULL}	输出静态电压	B=0		2.5		V
V _{OS}	失调电压				4.5	mV
A _{CC}	精度	T _A = 25°C			1	%
A _{CC} (T)	全温区精度	T _A = -40°C ~ 105°C			2.5	%
L _N	线性度				1	%
BW	带宽			780		Hz
T _r	响应速度			680		us
V _{ref}	输出参考电压	T _A = 25°C, ENP_adj=0	2.475	2.5	2.525	V
V _{ref} (T)	输出参考电压温漂	T _A = -40°C ~ 105°C		<10		mV
V _{CE}	自检使能电压			V _{DD}		V
V _{CD}	自检失效电压			<0.2		V

10. 产品型号构成

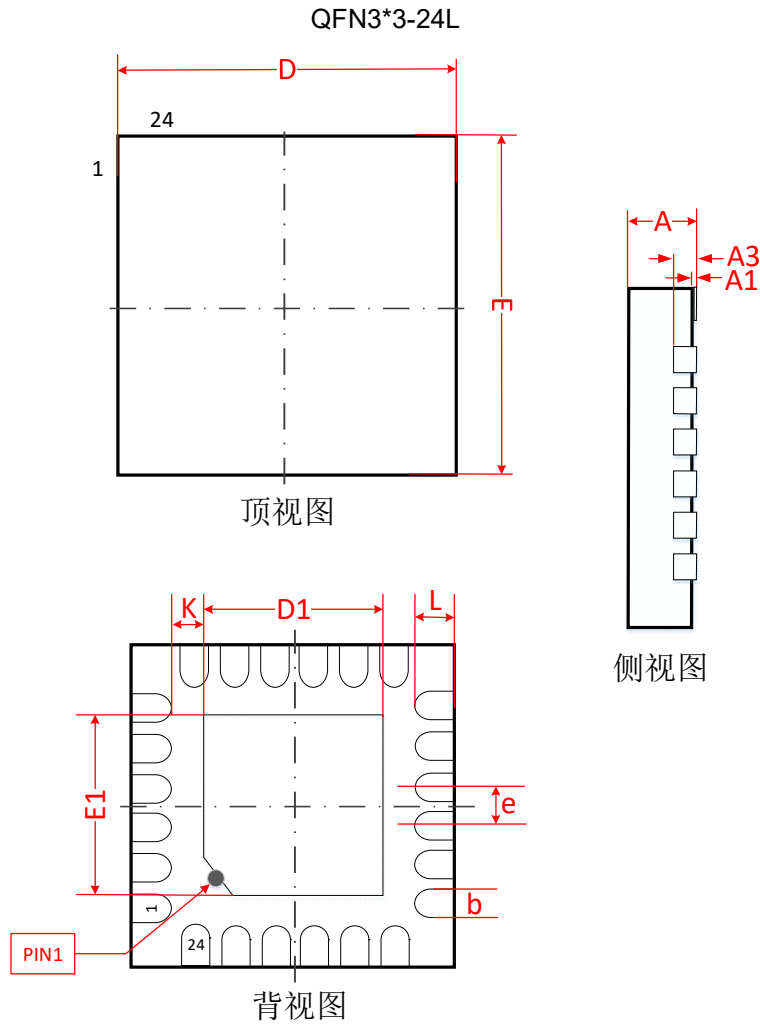
KTD1100-XXX

封装简称: QNX: QFN3*3-24L

11. 订货信息

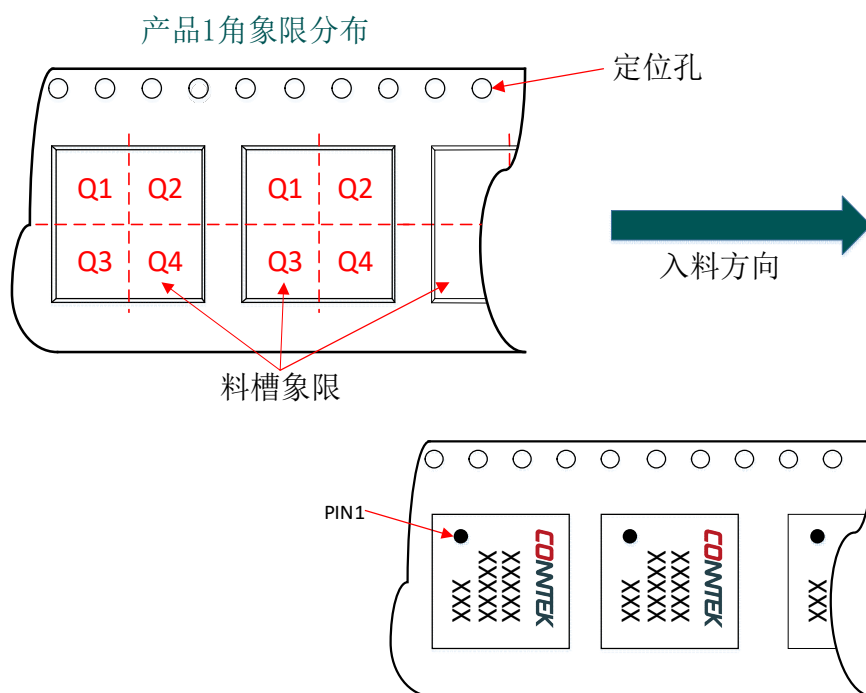
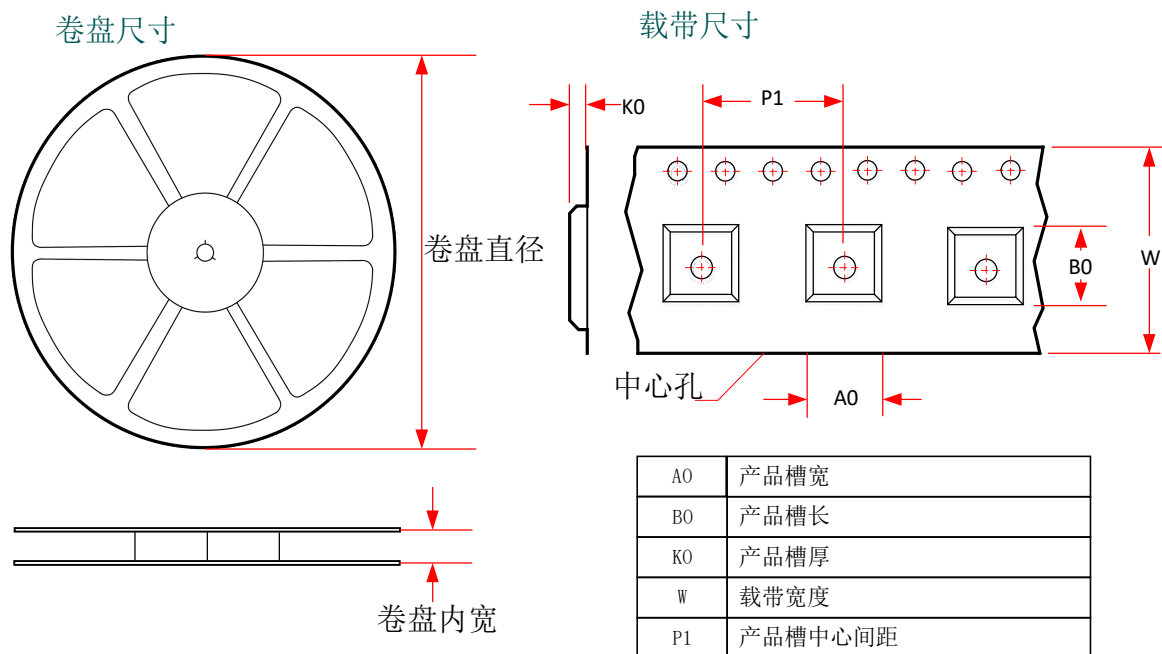
型号	引脚数	封装形式	工作温度	MSL Level	SPQ
KTD1100-QNX	24	QFN3*3-24L	-40°C~105°C	1	5000

12. 封装外形尺寸



标识	单位：毫米	
	最小值	最大值
A	0.500	0.600
A1	0	0.05
A3	0.152REF.	
b	0.120	0.220
D	2.900	3.100
E	2.900	3.100
e	0.35 BSC	
D1	1.600	1.800
E1	1.600	1.800
L	0.200	0.400
K	0.35 REF	

13. QFN载带和卷盘信息



Package Type	Pins	SPQ	卷盘直径	卷盘内宽	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1方向
--------------	------	-----	------	------	---------	---------	---------	---------	--------	--------

高集成度磁通门驱动芯片

QFN3*3- 24L	24	5000	330	12.4	3.35	3.35	1.13	8.00	12.00	Q1
----------------	----	------	-----	------	------	------	------	------	-------	----