

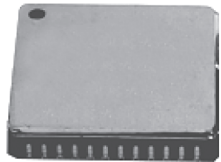
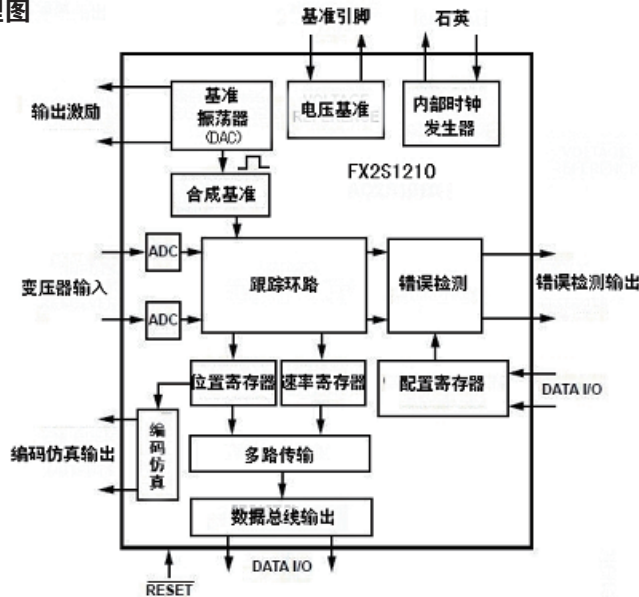


概述

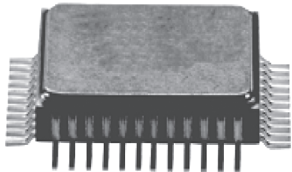
FX2S1210产品是一款分辨率为10位至16位跟踪型旋变数字转换器（RDC），可替代AD2S1210。其中集成了片上可编程正弦波振荡器，为旋变器提供正弦波激励。转换器的正弦和余弦输入的允许输入 $3.15V_{P-P} \pm 27\%$ 、频率为2kHz至20kHz范围内的信号。

FX2S1210采用TypeII伺服环路技术用于跟踪旋转变压器输入信号，并将正弦和余弦输入端的信息转换为输入角度和速度所对应的数字量。最大跟踪速率为3125rps。广泛用于汽车和工业应用中，用来提供电机轴位置/速度反馈信息。

电原理图



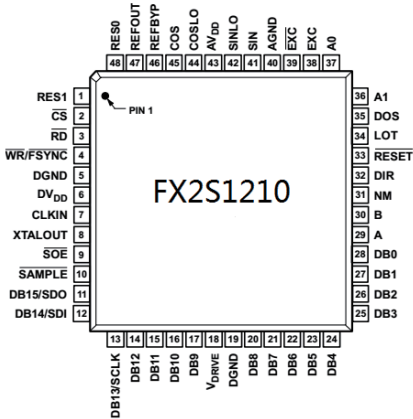
C48P3型封装



Q48P3型封装

特点

- 完整的单芯片旋变数字转换器
- 最大跟踪速率，3125rps（10位分辨率）
- 精度： ± 2.5 弧度
- 分辨率：10/12/14/16位，由用户设置
- 并行和串行10位至16位数据端口
- 绝对位置与速度输出
- 系统故障检测
- 可编程故障检测阈值
- 差分输入
- 增量式编码器仿真
- 内置可编程正弦波振荡器
- 兼容DSP和SPI接口标准
- 电源电压：5V，逻辑接口电压2.3V至5V



选型指南

器件型号规格	执行标准	质量保证等级	封装形式	封装外形
FX2S1210BQ	GJB597	B	Q48P3	48 线陶瓷四面引线扁平封装 (CQFP)
FX2S1210GQ	QZJ840615	G	Q48P3	48 线陶瓷四面引线扁平封装 (CQFP)
FX2S1210BC	GJB597	B	C48P3	48 线陶瓷无引线片式载体封装 (CLCC)
FX2S1210GC	QZJ840615	G	C48P3	48 线陶瓷无引线片式载体封装 (CLCC)

转
换
器

引出端 符号	符号	功能	引出端 符号	符号	功能
1	RES1	分辨率选择 1, 逻辑输入	31	NM	增量式编码器输出 NM, 逻辑输出
2	\overline{CS}	片选, 低电平有效逻辑输入, 器件使能端	32	DIR	方向逻辑输入
3	\overline{RD}	边沿触发的逻辑输入。SOE引脚为高电平时, 该引脚用作并行数据输出 DB15 至 DB0 的帧同步信号和输出信号	33	\overline{RESET}	复位逻辑输入
4	$\overline{WR}/FSYNC$	边沿触发的逻辑输入。SOE引脚为高电平时, 该引脚用作并行数据输出 DB7 至 DB0 的帧同步信号和输入使能信号	34	LOT	跟踪丢失逻辑输出
5	DGND	数字地	35	DOS	信号降级逻辑输出
6	DVDD	数字电源电压, 4.75V 至 5.25V	36	A1	模式选择 1 逻辑输入
7	CLKIN	时钟输入	37	A0	模式选择 0 逻辑输入
8	XTALOUT	晶体输出	38	EXC	激励频率模拟输出
9	SOE	串行输出使能, 逻辑输入	39	\overline{EXC}	激励频率的取反
10	SAMPLE	采集信号, 逻辑输入	40	AGND	模拟地
11	DB15/SDO	数据位 15/串行数据输出总线	41	SIN	差分对 SIN/SINLO 的正模拟输入
12	DB14/SDI	数据位 14/串行数据输出总线	42	SINLO	差分对 SIN/SINLO 的负模拟输入
13	DB13/SCLK	数据位 13/串行时钟	43	AVDD	模拟电源地
14~17	DB12-DB9	数据位 12 到数据位 9	44	COSLO	差分的 COS/COSLO 模拟输入信号的负端
18	VDRVE	逻辑电源输入, 范围 2.3V 至 5.25V	45	COS	差分的 COS/COSLO 模拟输入信号的正端
20	DB8	数据位 8	46	REFBYP	基准电压旁路
21~28	DB7-DB0	数据位 7 到数据位 0	47	REFOUT	基准电压输出
29	A	增量式编码器输出 A, 逻辑输出	48	RES0	分辨率选择 0 逻辑输入
30	B	增量式编码器输出 B, 逻辑输出			

绝对最大额定值

AVDD至AGND, DGND	-0.3V至7V
DVDD至AGND, DGND	-0.3V至7V
VDRIVE至AGND, DGND	-0.3V至 AV_{DD}
AVDD至DVDD	-0.3V至+0.3V
AGND至DGND	-0.3V至+0.3V
模拟输入电压至AGND	-0.3V至 $AV_{DD}+0.3V$
数字输入电压至DGND	-0.3V至 $V_{DRIVE}+0.3V$
数字输出电压至DGND	-0.3V至 $V_{DRIVE}+0.3V$
模拟输出电压摆幅	-0.3V至 $AV_{DD}+0.3V$
输入电流至除电源外的任何引脚	$\pm 10\text{ mA}$
储存温度范围	$-65^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +150^{\circ}\text{C}$
引线耐焊接温度 (焊锡, 10s)	300 $^{\circ}\text{C}$
结温	+150 $^{\circ}\text{C}$



推荐工作条件

数字供电电压：4.75V ~ 5.25V
模拟供电电压：4.75V ~ 5.25V
逻辑供电电压：2.3V ~ 5.25V
正弦输入电压范围：2.3V ~ 4.0V
余弦输入电压范围：2.3V ~ 4.0V
环境温度工作范围：国军标产品：-55℃ ≤ T_A ≤ 125℃
“七专”产品：-55℃ ≤ T_A ≤ 85℃

主要电性能参数

除非另有说明，AV_{DD}=DV_{DD}=5V ± 5%，C_{LKIN}=8.192MHz ± 25%，频率=10kHz至20kHz（10位）、2KHz至10kHz（16位）；-55℃ ≤ T_A ≤ +125℃。

转换器

特 性	符 号	条 件	A 组 分 组	极 限 值		单 位
				最小	最大	
电源						
电源电流	I _{AVDD}	A _{VDD} =5.0V	1,2,3	--	12	mA
	I _{DVDD}	D _{VDD} =5.0V	1,2,3	--	35	
	I _{OVDD}	V _{DRV} =5.0V	1,2,3	--	2	
正弦、余弦输入						
电压幅度	V _{IN}		1,2,3	2.3	4.0	Vp-p
输入 偏 置 电 流	I _{IB}	V _{IN} =4.0Vp-p, C _{LKIN} =8.192MHz	1,2,3	--	8.25	μA
输入阻抗	R _{IN}	V _{IN} =4.0Vp-p, C _{LKIN} =8.192MHz	1,2,3	425	--	kΩ
EXC、EXC输出						
输出电压	V _{P-P}		1,2,3	3.2	4.0	V
中心电压	A _{VG}		1,2,3	2.38	2.53	V
频率	EXC_FREQ	寄存器配置为 2 kΩ时	4,5,6	1.98	2.02	kHz
		寄存器配置为 20 kΩ时		19.8	20.2	
总谐波失真	THD_ECX	前 5 个谐波	4,5,6	--	-55	dB
直流失配	DCM		4,5,6	-30	30	mV
交流失配	ACM		4,5,6	--	150	mV
角度精度						
微分非线性	D _{NL}	10 位,	4,5,6	--	±1	LSB
		12 位	4,5,6	--	±1	
		14 位	4,5,6	--	±1	
		16 位	4,5,6	--	±1	
积分非线性	I _{NL}	10 位	4,5,6	--	±2	LSB
		12 位	4,5,6	--	±4	
		14 位	4,5,6	--	±8	
		16 位	4,5,6	--	±32	



特性	符号	条 件	A 组 分组	极限值		单位
				最小	最大	
速度输出						
速度精度	V _A	10 位	4,5,6	--	±4	LSB
		12 位	4,5,6	--	±4	
		14 位	4,5,6	--	±8	
		16 位	4,5,6	--	±32	
动态参数						
跟踪速率	T _R	10 位, C _{LKIN} = 8.192 MHz	4,5,6	--	2500	rps
		12 位, C _{LKIN} = 8.192 MHz	4,5,6	--	1000	
		14 位, C _{LKIN} = 8.192 MHz	4,5,6	--	500	
		16 位, C _{LKIN} = 8.192 MHz	4,5,6	--	125	
带宽	fBW	10 位, C _{LKIN} = 8.192 MHz	4,5,6	2900	5300	Hz
		12 位, C _{LKIN} = 8.192 MHz	4,5,6	1200	2200	
		14 位, C _{LKIN} = 8.192 MHz	4,5,6	600	1200	
		16 位, C _{LKIN} = 8.192 MHz	4,5,6	125	275	
基准电压源						
基准电压	V _{REF}	±I _{OUT} = 100 μA	1,2,3	2.4	2.53	V
逻辑输入输出						
输入低电压	V _{IL}	V _{DRIVE} = 2.7 V 至 5.25 V	1,2,3	--	0.8	V
输入高电压	V _{IH}	V _{DRIVE} = 2.7 V 至 5.25 V	1,2,3	2.4	--	
输出低电压	V _{OL}	V _{DRIVE} = 2.7 V 至 5.25 V	1,2,3	--	0.4	
输出高电压	V _{OH}	V _{DRIVE} = 2.7 V 至 5.25 V	1,2,3	2.4	--	
CLKIN, XTALOUT						
输入低电压	V _{IL}	V _{DRIVE} = 2.7 V 至 5.25 V	1,2,3	--	0.8	V
输入高电压	V _{IH}	V _{DRIVE} = 2.7 V 至 5.25 V	1,2,3	2.4	--	

旋变原理及主要参数指标

基本的旋转变压器分经典旋变和可变磁阻式旋变等， 它们在结构和绕组分配方式上略有不同， 但是无论何种形式的旋变， 其旋变输出电压(S3-S1, S2-S4) 的计算公式[1]均相同， 即：

$$\begin{aligned} S3-S1 &= E_0 \sin \omega t \times \sin \theta \\ S2-S4 &= E_0 \sin \omega t \times \cos \theta \end{aligned} \quad (1)$$

式中， θ 为转子转角， $\sin \omega t$ 为转子激励频率， E_0 为转子激励幅度。

旋转变压器的两个定子绕组机械错位 90° ， 如图1所示。其中， V_p 为励磁电压峰值， V_r 为励磁电压有效值， V_s 为变比后的电压， V_a 、 V_b 分别为S2 -S4 、 S3 -S1 感应电压。初级绕组采用交流基准源激励， 随后在定子次级绕组上耦合的幅度是转子（轴）相对于定子位置的函数。因此， 旋变产生由轴角的正弦和余弦调制的两个输出电压(S3-S1， S2-S4)。旋变信号输出格式如图2所示。

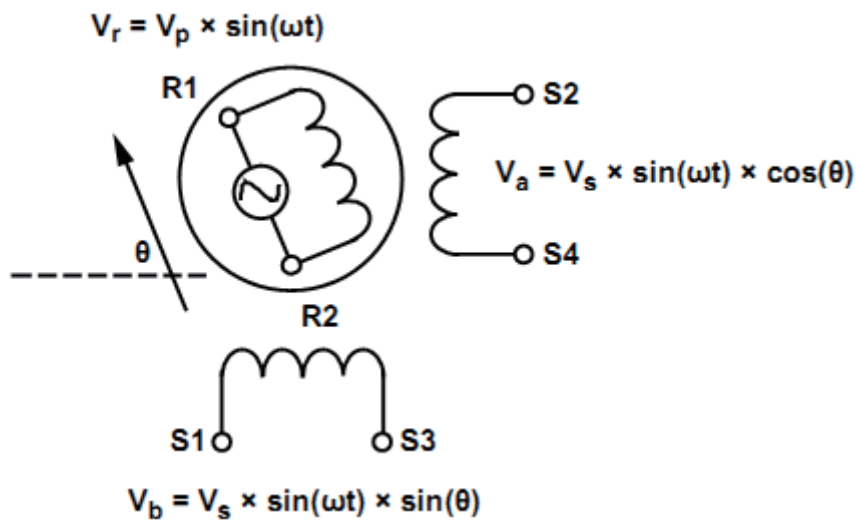


图1 旋转变压器的工作原理

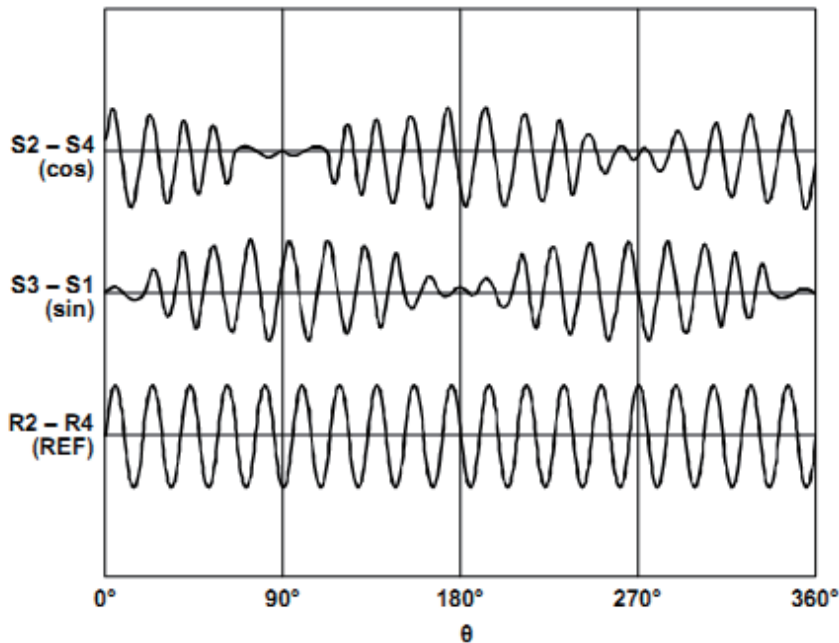


图2 旋变信号输出格式



FX2S1210有两种工作模式：配置模式和普通模式。配置模式用于对寄存器进行编程，以设置FX2S1210 的激励频率、分辨率和故障检测阈值。配置模式也可用于回读故障寄存器中的信息以及位置和速度寄存器中的数据。FX2S1210 可以完全工作在配置模式下，或者初始配置完成后离开配置模式工作在普通模式下。在普通模式下工作时，数据输出可提供角位置或角速度数据A0和A1输入用来确定FX2S1210是否处于配置模式以及是否将位置或速度数据提供给输出引脚。模式配置如表1 所示。

表1 模式配置

A0	A1	模 式	
		普通模式	位置输出
0	0	普通模式	位置输出
0	1	普通模式	速度输出
1	0	保留模式	
1	1	配置模式	

在普通模式下，数字输出的分辨率利用RES0 和RES1 输入引脚进行选择。配置模式下，分辨率通过设置控制寄存器中的RES0 和RES1 位选择。切换普通模式与配置模式时，输入端必须确保控制寄存器中设置的分辨率与RES0 和RSE1 输入引脚所设置的分辨率一致。如果两种分辨率设置不同，则输出数据可能不正确。在8.192 MHz 时钟下， 其关系如表2 所示。

表2 分辨率设置

RES0	RES1	分辨率/bit	位置 LSB/'	速度 LSB/(r/s)
0	0	10	21.1	4.88
0	1	12	5.3	0.488
1	0	14	1.3	0.06
1	1	16	0.3	0.004

由于旋变有着不同的励磁电压要求和一定的变比，而FX2S1210 的励磁信号输出典型值为差分7.2 Vp-p，输入信号范围为差分3.15 Vp-p，故应结合旋变的参数调整驱动器的增益。需要注意的是输入至FX2S1210 的差分信号不能低于地电位， 所以在此处选择正电源激励。

一般情况增益都在励磁一侧的增益缓冲器处设定，根据旋变励磁电压和旋变的变比，可得到符合FX2S1210输入电平要求的正、余弦调制信号。励磁驱动电路如图4所示

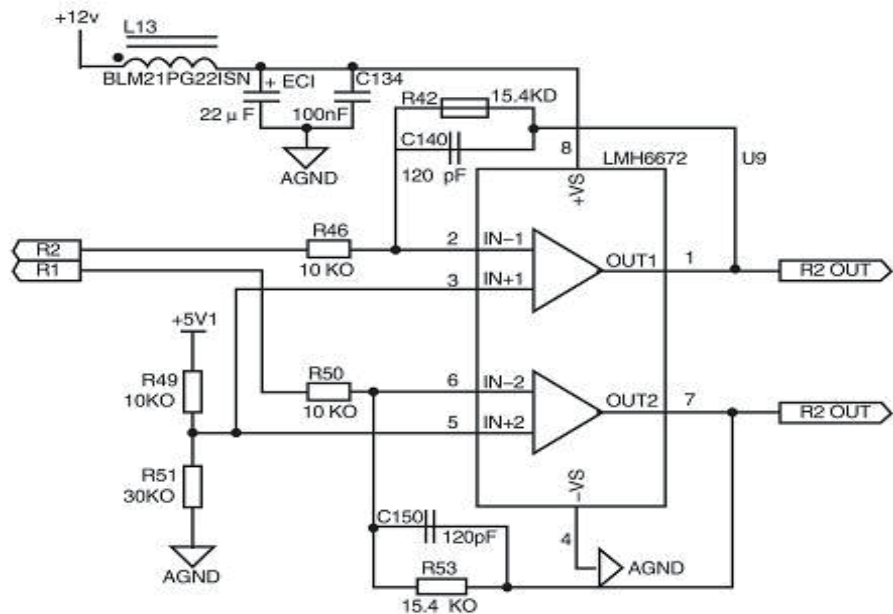


图4 励磁驱动电路

在本电路设计中, 已知旋变的变比为0.286, 为实现3.15 Vp-p的正、余弦输入信号幅度, 励磁一侧的电压应为: $3.15\text{Vp-p}/0.286=11\text{Vp-p}$, 所以增益设定为: $R142/R146=11\text{Vp-p}/7.2\text{Vp-p}=1.53$ 。

运放同相输入端的电阻用于调整励磁信号的直流共模电平, C163、C173电容并联在反馈端用于滤波。

通信模式

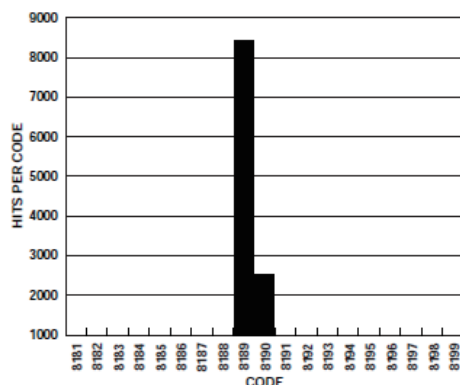
角位置和角速度用二进制数据表示, 可以通过一个16bit并行接口或者一个时钟速率最高为25 MHz 的四线串行接口提取。FX2S1210 利用片内寄存器控制其可编程功能。数据通过串行或并行接口写入这些寄存器。

串行输出使能引脚 \overline{SOE} 处于高电平时, 并行接口使能; 处于低电平时, 串行接口使能, 引脚DB0 ~ DB12进入高阻态。引脚DB13为串行时钟输入(\overline{SCLK}), 引脚DB14为串行数据输入(\overline{SDI}), 引脚DB15 为串行数据输出(\overline{SDO}), $\overline{WR} / \overline{FSYNC}$ 为帧同步输入, 具体接口如图3 所示。

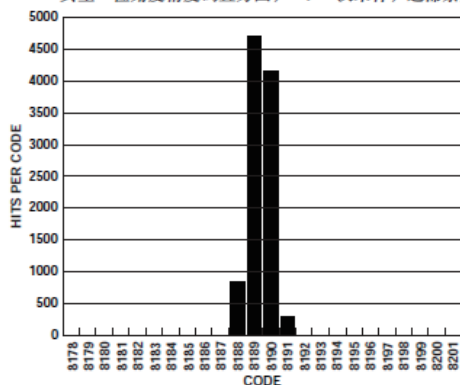
由于串行通信方式带宽有限, 占用指令周期长, 实时性差, 不符合高速电机系统要求, 故采用并行通信方式。

典型工作特性曲线

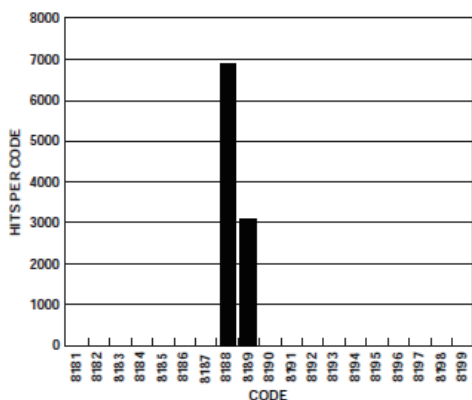
典型16位角度精度码直方图, 10,000次采样



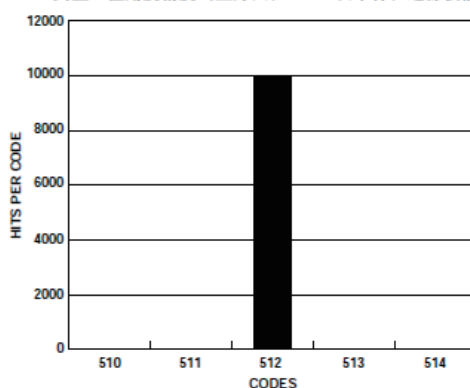
典型12位角度精度码直方图, 10,000次采样, 迟滞禁用



典型14位角度精度码直方图, 10,000次采样, 迟滞禁用

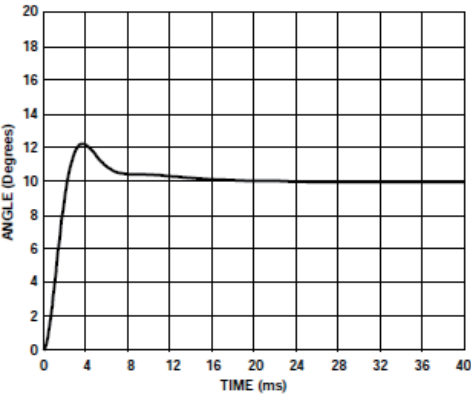


典型12位角度精度码直方图, 10,000次采样, 迟滞使能

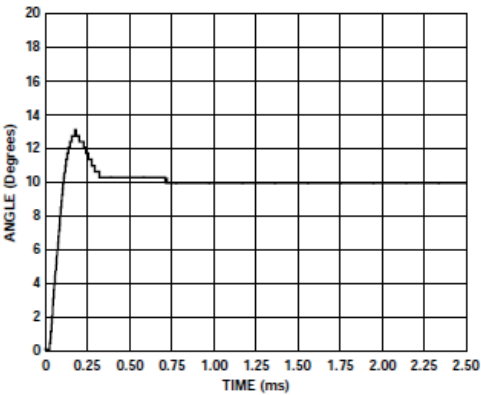




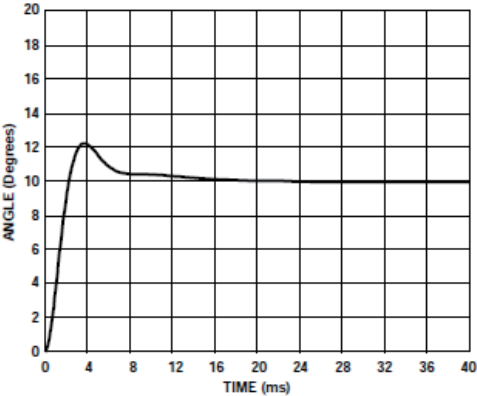
典型16位10°阶跃响应



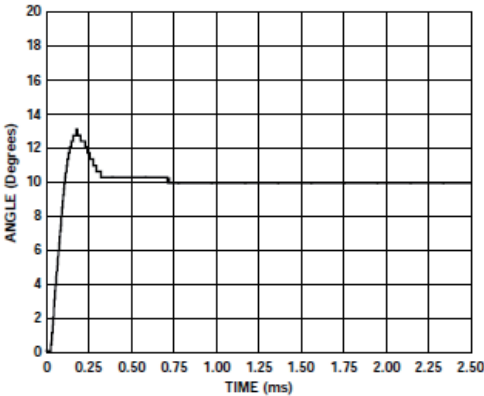
典型10位10°阶跃响应



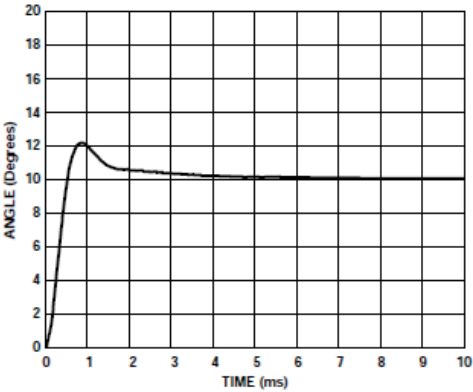
典型16位10°阶跃响应



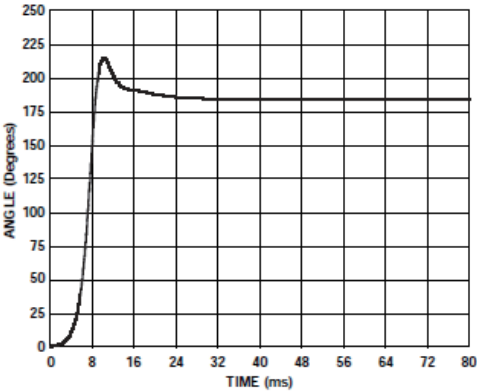
典型10位10°阶跃响应

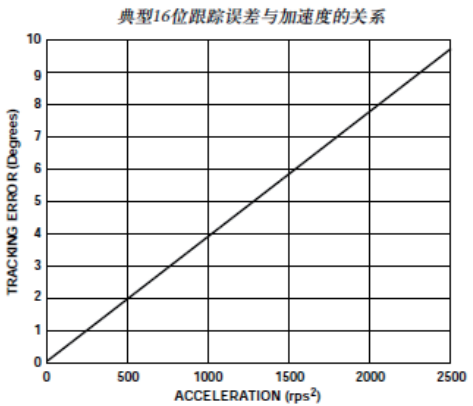
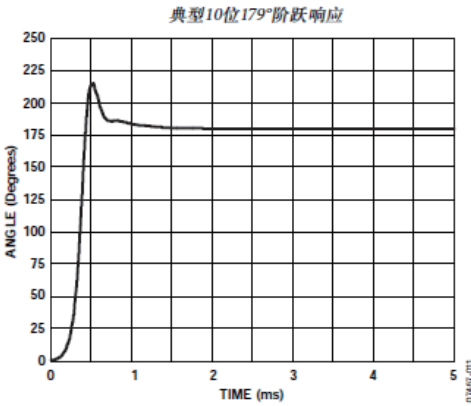
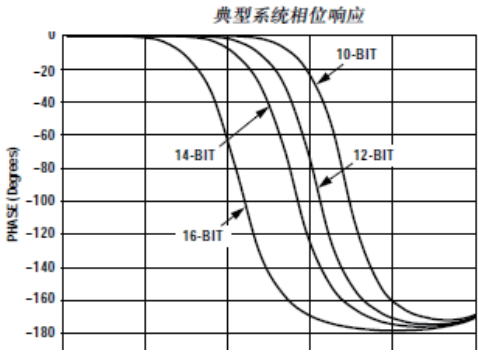
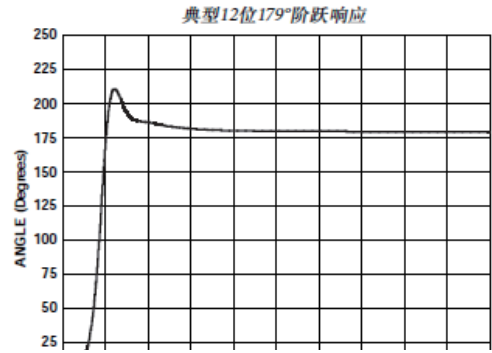
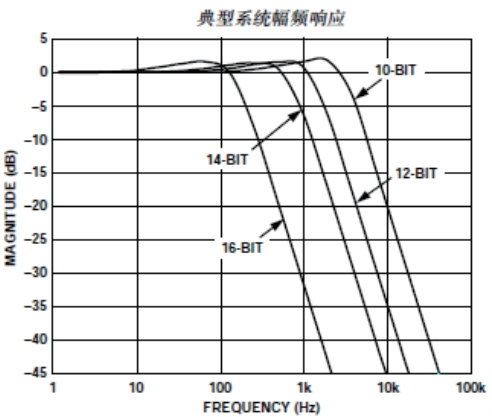
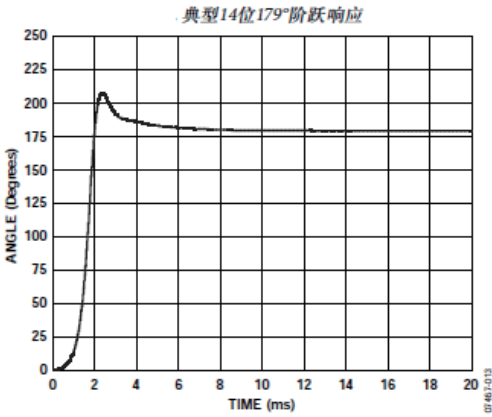


典型14位10°阶跃响应



典型16位179°阶跃响应





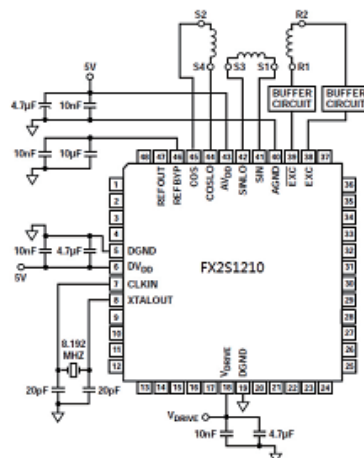
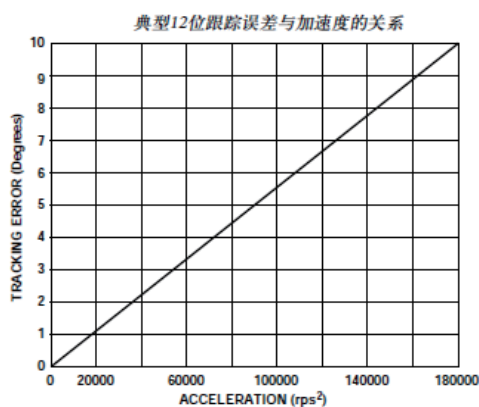
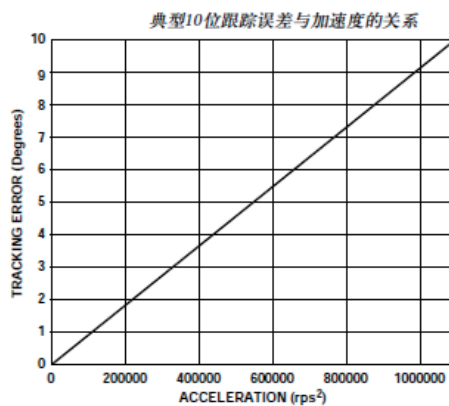
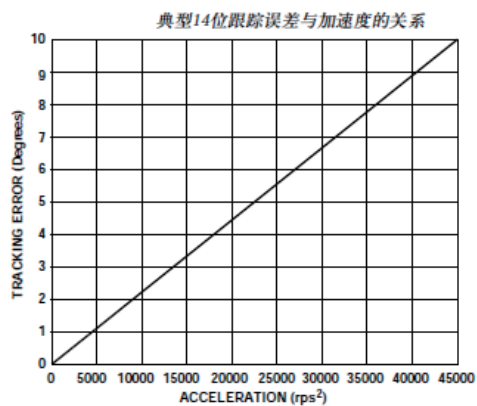
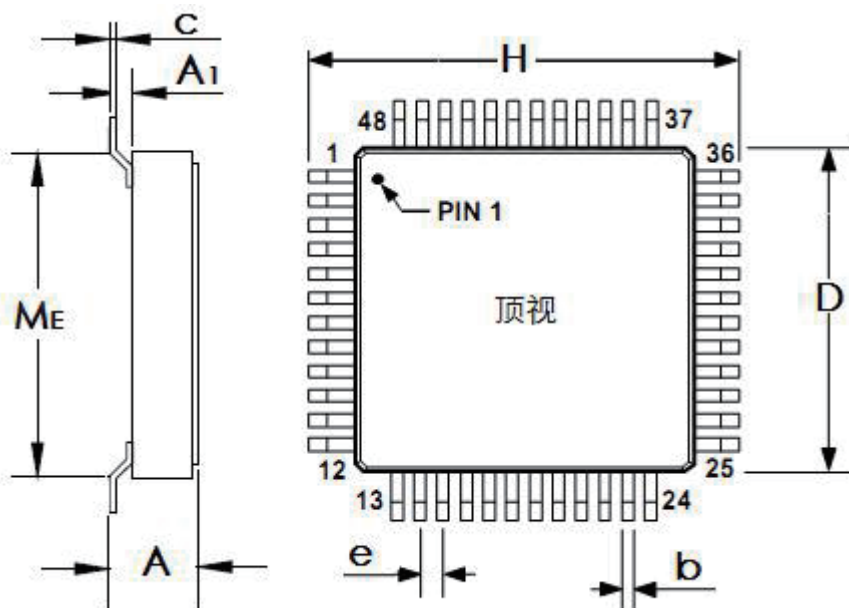


图6 FX2S1210典型应用线路

封装外形尺寸

Q48P3(CQFP48)型封装外形尺寸

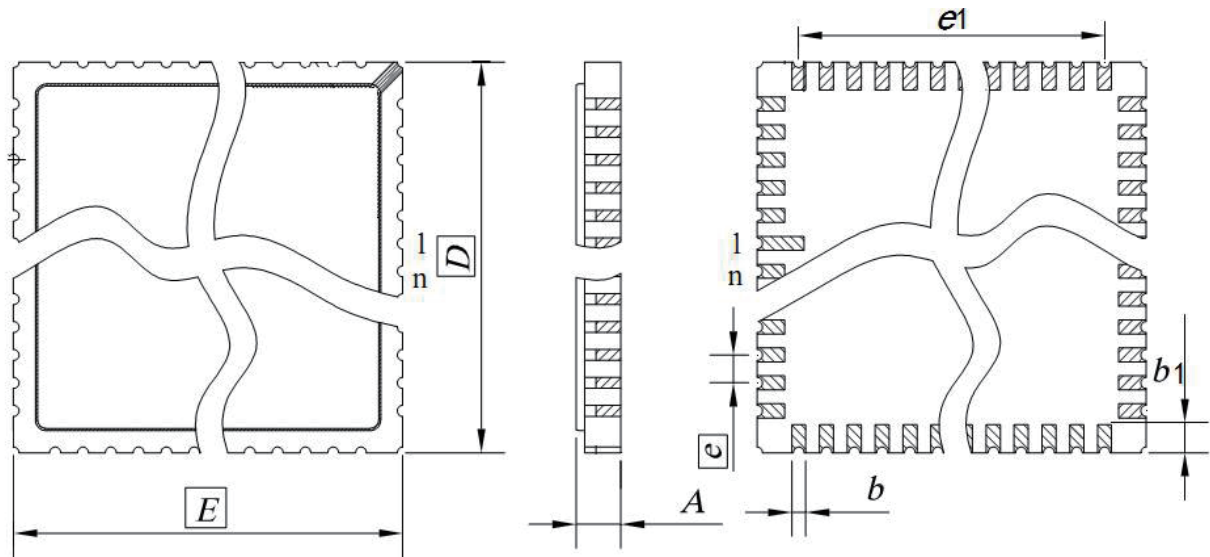




尺寸符号	主要尺寸（mm）			尺寸符号	主要尺寸（mm）		
	最小	公称	最大		最小	公称	最大
H	9.20	9.40	9.60	A	--	--	2.50
D	7.60	7.80	8.00	A ₁	0.10	--	0.35
b	0.15	--	0.25	M _E	--	7.69	--
e	--	0.50	--	C	0.10	--	0.20

注：未注公差按 GB/T 1804-2000 中表 1 的 c 规定执行。

C48P3(CLCC48)型封装外形尺寸



尺寸符号	主要尺寸（mm）			尺寸符号	主要尺寸（mm）		
	最小	公称	最大		最小	公称	最大
A	1.60	—	3.05	e1	—	15.24	—
D	—	—	17.78	b	0.56	—	0.71
E	—	—	17.78	b1	1.10	—	1.40
e	—	1.27	—				

注：未注公差按 GB/T 1804-2000 中表 1 的 c 规定执行。