

XC1004 四轴 SPI 运动控制芯片

参 考 手 册

概述

SPI 通讯，仅需使用 10 条指令便可完成复杂工作。

单芯片四轴输出，多个芯片通过不同片选脚可控制达 120 轴。

独立轴 e 版本支持最大脉冲输出频率 1MHz 独立输出。

插补轴 f 版本支持四轴直线插补，二轴圆弧插补，支持连续插补，支持速度前瞻。

电子凸轮 d 版本支持 128 点电子凸轮功能。

脉冲输出使用脉冲+方向方式。

各版本拥有 64 条运动指令缓存空间。

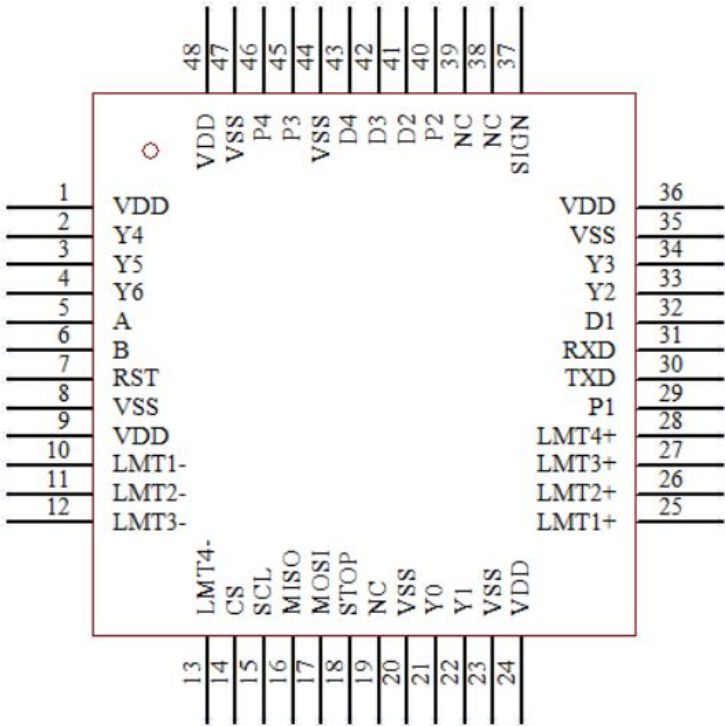
LQFP48 封装，引脚输入输出 3.3V。

性能参数

供电电源	3.3VDC 电流 100MA
温度范围	- 40 ~ + 105℃
封装	LQFP48
I/O 输入	3.3v ，兼容 5v
I/O 输出	3.3v TTL 输出
控制轴数	4 轴

脉冲频率	e 版: 1MHZ f 版: 400kHz
运动性能	e 版: 单轴运行，指令缓存 f 版: 1-4 轴直线插补 ，圆弧插补，支持指令缓存，支持连续插补
通信速度	SPI: 1Mbps

引脚排列



引脚号	引脚名称	引脚功能说明
1	VDD	电源正极+3.3V
2	Y4	4号输出口
3	Y5	5号输出口
4	Y6	6号输出口
5	A	d版正交编码输入口
6	B	d版正交编码输入口
7	RST	复位引脚，低电平有效
8	VSS	电源负极
9	VDD	电源正极+3.3V
10	LMT1-	1轴负限位或原点，低电平有效
11	LMT2-	2轴负限位或原点，低电平有效
12	LMT3-	3轴负限位或原点，低电平有效
13	LMT4-	4轴负限位或原点，低电平有效
14	CS	SPI通信使能脚，低电平有效
15	SCK	SPI通信时钟脚
16	MISO	SPI通信数据输出脚，接单片机数据输入脚
17	MOSI	SPI通信数据输入脚，接单片机数据输出脚
18	STOP	急停引脚，低电平有效
19	NC	空引脚

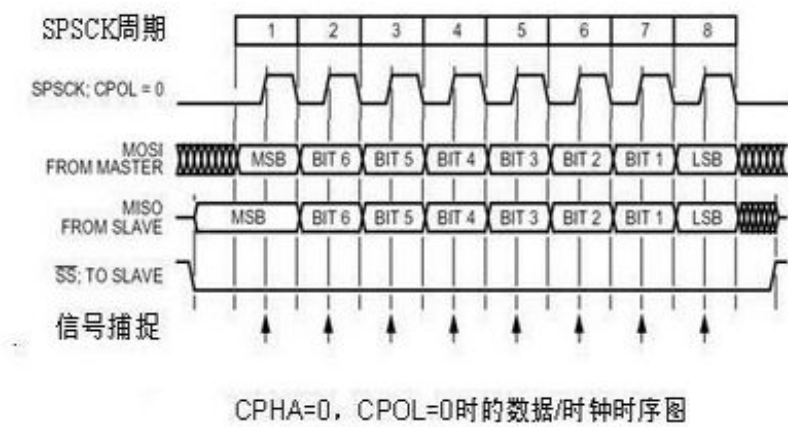
20	VSS	电源负极
21	Y0	0号输出口
22	Y1	1号输出口
23	VSS	电源负极
24	VDD	电源正极+3.3V
25	LMT1+	1轴正限位，低电平有效
26	LMT2+	2轴正限位，低电平有效
27	LMT3+	3轴正限位，低电平有效
28	LMT4+	4轴正限位，低电平有效
29	P1	第1轴脉冲信号
30	TXD	串口数据发送
31	RXD	串口数据接收
32	D1	第1轴方向信号
33	Y2	2号输出口
34	Y3	3号输出口
35	VSS	电源负极
36	VDD	电源正极+3.3V
37	SIGN	工作状态指示，闲时慢速交替变化，轴运行时快速交替变化
38	NC	空引脚
39	NC	空引脚
40	P2	第2轴脉冲信号

41	D2	第2轴方向信号
42	D3	第3轴方向信号
43	D4	第4轴方向信号
44	VSS	电源负极
45	P3	第3轴脉冲信号
46	P4	第4轴脉冲信号
47	VSS	电源负极
48	VDD	电源正极+3.3V

SPI 通讯协议

芯片与单片机使用 SPI 通讯，单片机作为主机，芯片为从机。如单片机为 5V 工作电源，CS, SCL, MOSI 引脚需串接 2K 欧电阻。芯片 MISO 引脚为开漏输出，需外接 1K 欧上拉电阻。CPHA=0，CPOL=0, 高位在前，SPI 数据宽度为 8 位。空闲状态下单片机 SCK 引脚必须为低电平。每一条指令开始发送前将 CS 引脚置低，整条指令发送完成后必须将 CS 置高。每条指令间隔 1MS 以上。

SPI 时序图如下：



SPI 通讯指令

◆ 设置轴速度（d, e, f 版本共用指令）

发送：

功能码	补充 0	轴号	加速度	运行速度	减速度
0x01	0x00	1 字节	4 字节	4 字节	4 字节

部分参数解释：

轴号（1，2，3，4）

加速度 加速度为： e 版（1-4000000）（Hz/s²） f 版（1-1600000）（Hz/s²）

运行速度 运行频率为： e 版（1-1000000）（Hz） f 版（1-400000）（Hz）

减速度 减速度为： e 版（1-4000000）（Hz/s²）

要点：e 版本轴号有效，速度为对应轴的速度。f 版本由于共用一个插补核心，轴号设为任意值都为所有轴速度，如需改变当前运动指令里的速度需在当前指令前重设速度。加速度最大可设为运行速度 4 倍。如没设置减速度，减速度会与加速度相同。f 版本减速度无效。

◆ 设置轴逻辑位置（d, e, f版本共用指令）

发送：

功能码	补充 0	轴号	位置
0x12	0x00	1 字节	4 字节

部分参数解释：

轴号（1, 2, 3, 4） 1-4: 1-4 轴

位置 轴逻辑位置，范围（-268435455~+268435455）

◆ 轴停止（d, e, f 版本共用指令）

发送：

功能码	轴号	模式
0x17	1 字节	1 字节

部分参数解释：

轴号（1, 2, 3, 4） 1-4: 1-4 轴

模式（0, 1, 2, 3） 0: 急停并清空后面缓存的指令 1: 减速停不清空后面缓存的指令 2: 急停不清空后面缓存的指令 3: 减速停并清空后面缓存的指令

要点：f 版本由于共用一个插补核心，轴号设为任意值都会让所用轴停止。

◆ 获取各轴逻辑位置和状态（d, e, f 版本共用指令）

发送：

功能码	数据 0
0x04	最多 21 个字节

返回：

起始码	各轴运行状态	缓存数量	1 轴坐标	2 轴坐标	3 轴坐标	4 轴坐标	负限位状态	正限位状态
0x00	1 字节	2 字节	4 字节	4 字节	4 字节	4 字节	1 字节	1 字节

部分参数解释：

各轴运行状态（转为 8 位二进制数）

第0位为e版1轴状态0: 停止中 1: 运行中

第1位为e版2轴状态0: 停止中 1: 运行中

第2位为e版3轴状态0: 停止中 1: 运行中

第3位为e版4轴状态0: 停止中 1: 运行中

第6位为f版插补核各轴状态0: 停止中 1: 运行中

第 7 位为芯片忙状态0: 空闲中 1: 忙碌中

缓存数量(0-64) 还未运行的缓存指令数，在 d 版本中为正在运行中的凸轮表数据段行号。

各轴坐标 范围 (-268435455~+268435455)

负限位状态 (转为 8 位二进制数)

第0位为1轴状态0: 限位中 1: 未限位

第1位为2轴状态0: 限位中 1: 未限位

第2位为3轴状态0: 限位中 1: 未限位

第3位为4轴状态0: 限位中 1: 未限位

正限位状态 (转为 8 位二进制数)

第0位为1轴状态0: 限位中 1: 未限位

第1位为2轴状态0: 限位中 1: 未限位

第2位为3轴状态0: 限位中 1: 未限位

第3位为4轴状态0: 限位中 1: 未限位

要点：返回字节按功能顺序排列，由于 SPI 工作模式是一边发送一边接收，如只需取前面字节的数据，为节省通讯时间，可只发送对应字节的数据 0。例如只需获取各轴运行状态，发送 2 个字节 0 便可。轴运行状态只是轴的瞬时状态，不能用来指示指令是否完成。可读取缓存数量来判断缓存区指令是否完成。

◆ 设置特殊功能 (f 版本专用指令)

发送：

功能码	补充 0	功能
0xfa	0x00	1 字节

部分参数解释：

当功能写入 0x01-0x80，设置圆弧精度，值越低精度越高，默认值为 0x0b。

当功能写入 0xfc，缓存内运动指令暂停。

当功能写入 0xfd，取消缓存内运动指令暂停。

当功能写入 0xea，取消引脚限位功能。

当功能写入 0xeb，始能引脚限位功能。

以下指令会自动进入缓存区并排队执行：

◆ 回原点（d, e, f 版本共用指令）

发送：

功能码	补充 0	轴号	进入原点速度	离开原点速度
0x1a	0x00	1 字节	4 字节	4 字节

部分参数解释：

轴号（1，2，3，4）

进入原点速度 运行频率为：值（1-400000）（Hz）

离开原点速度 运行频率为：值（1-400000）（Hz）

要点：回原点指令会自动生成一段负脉冲和一段正脉冲。以进入原点速度输出负脉冲时，左限位原点开关生效时自动减速停；随后以离开原点速度输出正脉冲，离开原点限位开关时自动急速停止，急停后可作为原点。回原点指令不宜和其它运动指令混合在一起放入缓存里，回原点过程应单独存在。

◆ 四轴直线插补（d, f 版本专用指令）

发送：

功能码	X 轴号	Y 轴号	Z 轴号	E 轴号	X 脉冲数	Y 脉冲数	Z 脉冲数	E 脉冲数	补充 0	运动方式
0x0a	1 字节	1 字节	1 字节	1 字节	4 字节	4 字节	4 字节	4 字节	0x00	1 字节

部分参数解释：

X 轴号（1，2，3，4）

Y 轴号（1，2，3，4）

Z 轴号（1，2，3，4）

E 轴号（1，2，3，4）

X 脉冲（-268435455~+268435455）

Y 脉冲（-268435455~+268435455）

Z 脉冲（-268435455~+268435455）

E 脉冲（-268435455~+268435455）

运动方式（0，1） 0：绝对位移 1：相对位移

要点：当只需要少于四轴做插补时，不用的轴号和脉冲数写 0。

◆ 二轴圆弧插补（f 版本专用指令）

发送：

功 能 码	X 轴号	Y 轴号	终 点 坐标 X	终 点 坐标 Y	圆 心 坐标 X	圆 心 坐标 Y	运 动 方式 1	运 动 方 式 2
0x0c	1 字节	1 字节	4 字节	4 字节	4 字节	4 字节	1 字节	1 字节

部分参数解释：

X 轴号（1，2，3）

Y 轴号（1，2，3）

终点坐标 圆弧插补的终点位置, 范围（-268435455~+268435455）

圆心坐标 圆弧插补的圆心点位置, 范围（-268435455~+268435455）

运动方式 1 0：圆心法逆时针插补 1：圆心法顺时针插补 2：三点定圆弧
3：半径法逆时针插补 4：半径法顺时针插补

运动方式 2 0：绝对位移 1：相对位移

要点：圆弧各坐标必须能构成正常的圆弧。当运动方式设为 2 时，为三点定圆弧模式，圆心坐标参数设为圆弧的中间点坐标。当运动方式设为 3 或 4 时，为半径法圆弧模式，圆心坐标 X 参数设为圆弧的半径长度，圆心坐标 Y 参数设为 0。

◆ 等待延时（e, f 版本共用指令）

发送：

功能码	延时量
0x0e	2 字节

部分参数解释：

延时量（1-10000）MS

要点：等待延时是指等待所设延时量后才执行后面的指令。

◆ 写输出状态（e, f 版本共用指令）

发送：

功能码	输出端口号	输出状态
0x03	1 字节	1 字节

部分参数解释：

输出端口号 (0-6) Y0-Y6

输出状态 (0, 1) 0: 输出低电平 1: 输出高电平

◆ 单轴运行（e 版本专用指令）

发送：

功能码	轴号	运动方式	脉冲数量
0x02	1 字节	1 字节	4 字节

部分参数解释：

轴号 (1, 2, 3, 4) 独立轴运动的轴号

脉冲数量 (-268435455~+268435455) 输出的脉冲数 >0: 正方向移动 <0: 负方向移动

运动方式 (0, 1) 0: 绝对位移 1: 相对位移

◆ 等待轴停止（e 版本专用指令）

发送：

功能码	轴号
0x0f	1 字节

部分参数解释：

轴号 (1, 2, 3, 4) 1, 2, 3, 4: 独立轴1-4轴

要点：等待轴停止是指在对应轴停止之前一直等待，直到轴停止后才执行后面的指令。独立轴不会自动等待轴运行完成后才执行下一条指令。插补轴会自动等待轴运行完成后才执行下一条指令。

以下指令为 d 版本电子凸轮专用指令：

◆ 设置电子凸轮表

发送：

功 能 码	凸 轮 表 数 据 段 行 号	主 轴 编 码 器 脉 冲 数	从 轴 脉 冲 数	从 轴 运 动 方 式
0x21	2 字节	4 字节	4 字节	1 字节

部分参数解释：

凸轮表数据段行号：(0-128)

主轴编码器脉冲数：(0 ~+268435455)

从轴脉冲数：(-268435455~+268435455)

从轴运动方式：(0, 1, 2, 3) 0：停止 1：同步 2：升速 3：降速

要点：脉冲数为绝对值。凸轮表数据段行号要按顺序排列。

◆ 运行电子凸轮表

发送：

功能码	从轴轴号	功能	数据段起始行号	数据段结束行号
0x22	1 字节	1 字节	2 字节	2 字节

部分参数解释：

从轴轴号：(1, 2, 3, 4)

功能：

- | | |
|---|--------|
| 0 | 停止运行 |
| 1 | 开始单次运行 |

数据段起始行号：(0-128)

数据段结束行号：(0-128)

要点：停止运行电子凸轮后其它运动功能才能正常工作。

