

概述

SPC1068 是一个高速 MCU，且提供了强大的高频外设。这得益于它采用的高效 CMOS 工艺，但也使其复杂性大大提升。此外，SPC1068 还集成了高速的 ADC、DAC，会带来模拟电路和数字电路如何共同布局的挑战。比较常见的问题有：PCB 板上的走线可能会变成“天线”、悬空的管脚可能会消耗功率、不同的芯片或引脚间需要做电源管理。

SPC1068 可以以 150MHz 的主频工作，这个频率已经到了无线电的频率领域，未来的芯片还可能以更高的速度工作，所以 PCB 的走线和布局会更加重要。用户需要严格遵循关键原则来设计自己的 PCB，来避免后续产生不可预料的问题。

这份硬件设计指南将讨论时钟电路的设计、电源部分的设计和 PCB 的 layout。

注意： 本文档主要以 SPC1068 为例进行介绍。

目录

1	时钟电路设计	7
2	PCB 布板建议	8
2.1	旁路电容	8
2.2	电源位置	9
2.3	电路布局	9
3	管脚分配建议	11

图片列表

图 3-1: 旁路电容设计	8
图 3-2: 布局建议图	9
图 3-3: 模数地线布局	10

SPIN TROL

表格列表

表 4-1: 双电机单电阻无感 FOC 控制管脚分配.....	11
表 4-2: 双电机三电阻采样无感 FOC 控制管脚分配.....	12

SPIN TROL

版本历史

版本	日期	作者	状态	变更
C/0	2024-02-27	周佳莉	Released	首次发布。

SPIN
TROL

术语或缩写

术语或缩写	描述
MCU	Microcontroller Unit, 微控制单元

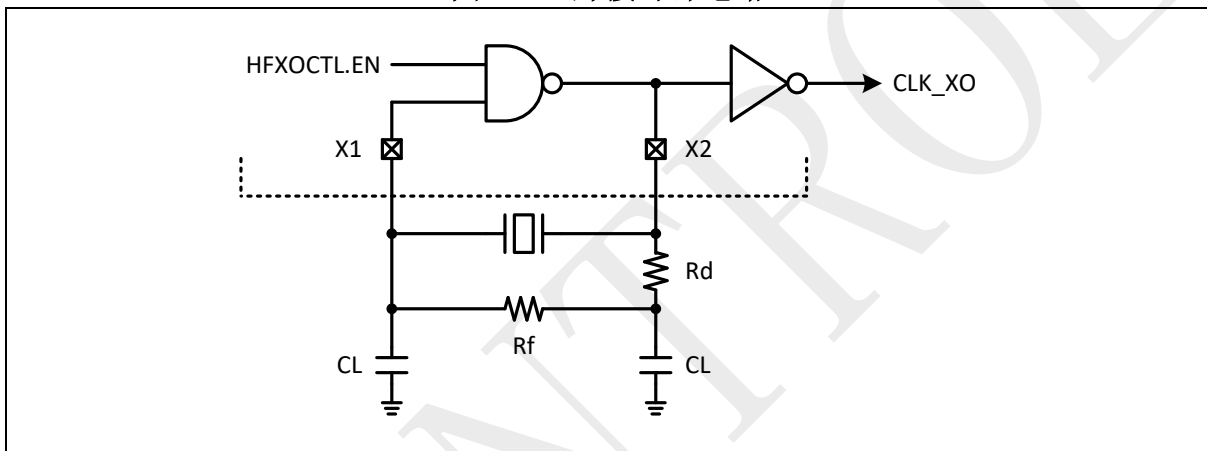
SPIN TROL

1 时钟电路设计

SPC1068 可以选用内部 RCO 或者外部时钟信号作为时钟源。当使用内部 RCO 的情况下，SPC1068 可以在其工作温度范围内保证 $\pm 1\%$ 的时钟精度，可以满足绝大多数电机类应用。

当需要更高的时钟精度或者需要多系统间的时钟信号同步时，SPC1068 同样可以使用外部时钟信号：外接晶振或者外接时钟。对于外接晶振的情况，下图是其中的典型应用。

图 2-1: 外接时钟电路



如果选择外接晶振，其频率范围为 4MHz~10MHz， R_f 是偏置电阻，阻值一般选为 1M 欧姆。 CL 的选取需要参考晶振的参数，不过一般可以选为 20pF 左右。如果选用外部振荡器，需要注意的是振荡器的频率需要在 4MHz~56MHz 之间。

如何选取外部晶振或振荡器？

一般来说，这个问题是从成本上来考虑的。外部晶振相比外部振荡器有成本上的优势。所以对单个 MCU 来说，一般会选择外部晶振作为其时钟源。但是在有些情况下，会有多个设备公用一个时钟源。而晶振的使用方法中是不推荐一个晶振接多个外部设备的，这个时候外部振荡器就有其优势了。

2 PCB 布板建议

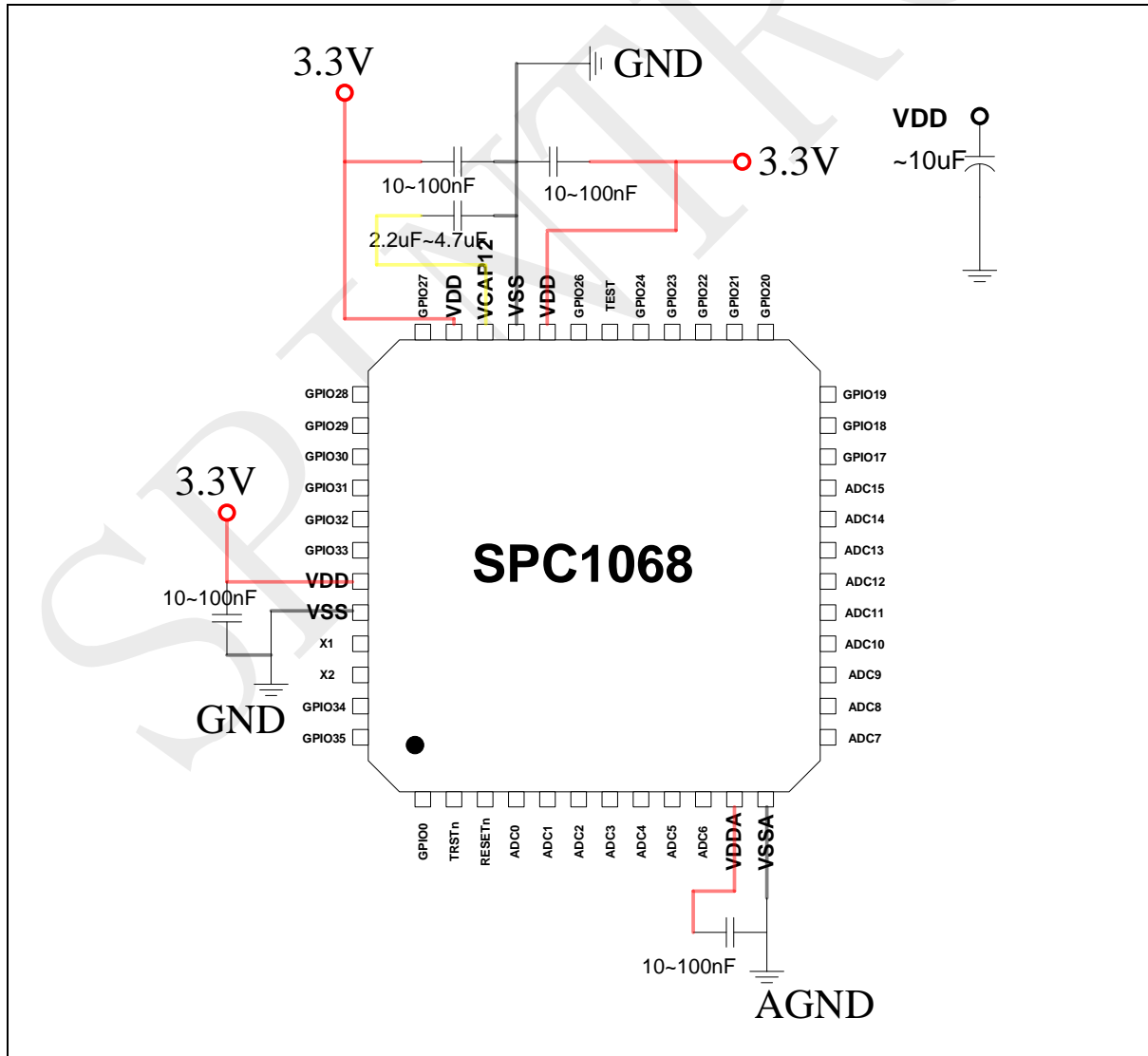
2.1 旁路电容

SPC1068 采用高速 CMOS 工艺，在低能耗的前提下实现了优异的高速性能。不过 CMOS 电路在每个电平转换期间，都会有消耗较大的电流，在电源端产生尖峰。这些尖峰需要通过在电源端增加旁路电容来消除。

具体的方法是，在每个电源正端都增加旁路电容连接到地线，且这些电容需要尽量靠近芯片的电源管脚。典型的旁路电容为 10nF 到 100nF，尽量选取等效串联电阻较小的陶瓷电容。

另外，在 VDD 和 GND 之间，增加至少一个容量为 10 μ F 左右的电容，对电压进行稳定。

图 2-1: 旁路电容设计



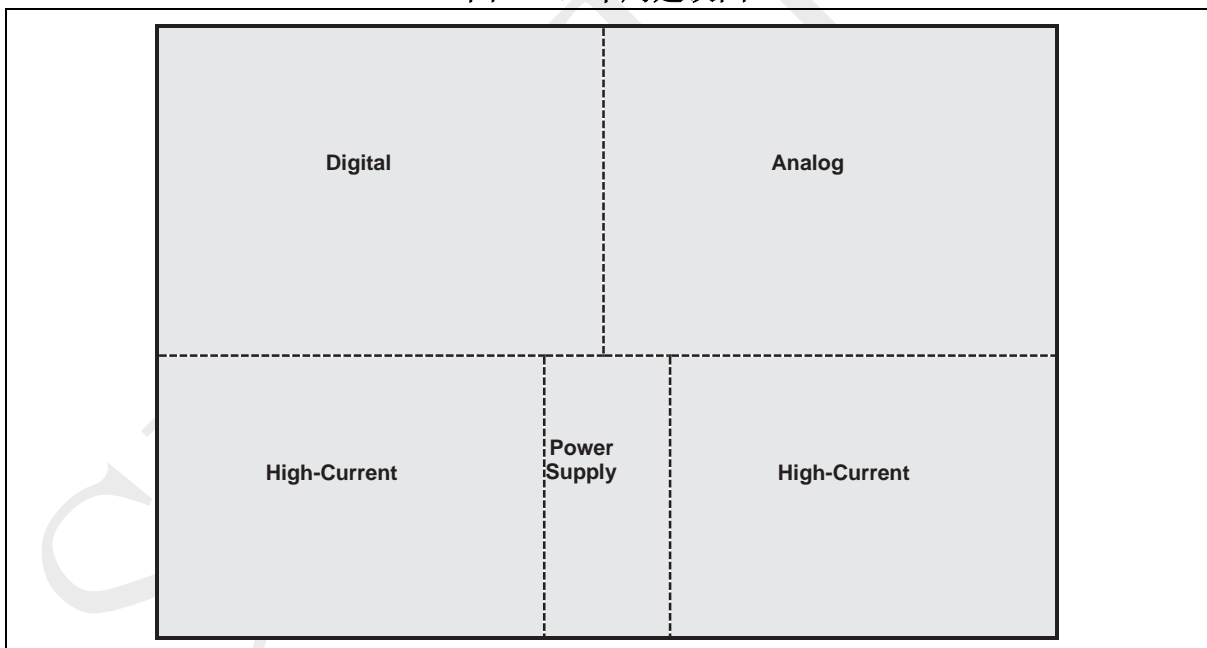
2.2 电源位置

理想状况下，LDO 等电源芯片应该避免线路过长。而 MCU 一般布放在 PCB 中间的位置，因为它需要连接到各个方向上不同的设备。而 SPC1068 的封装是 TQFP48，在芯片的四个方向上都有电源引脚，所以电源芯片或者电路，可以选择放在靠近 SPC1068 某一边的中间的位置。当然，由于 LDO 等电源芯片常常会有较大的发热，所以也不是离 MCU 越近越好。

2.3 电路布局

SPC1068 的典型应用中会包括：模拟电路，数字高频电路（SPI 数字通信等）、大电流开关（比如 MOSFET 驱动）等。在 PCB 布局的时候，要考虑尽量把他们分开布局，比如把时钟、串行通信等电路放在 Digital 部分，电机电流采样等放在 Analog 部分，Mosfet 的驱动放在 High Current 部分。下图展示了其中一种布局建议。

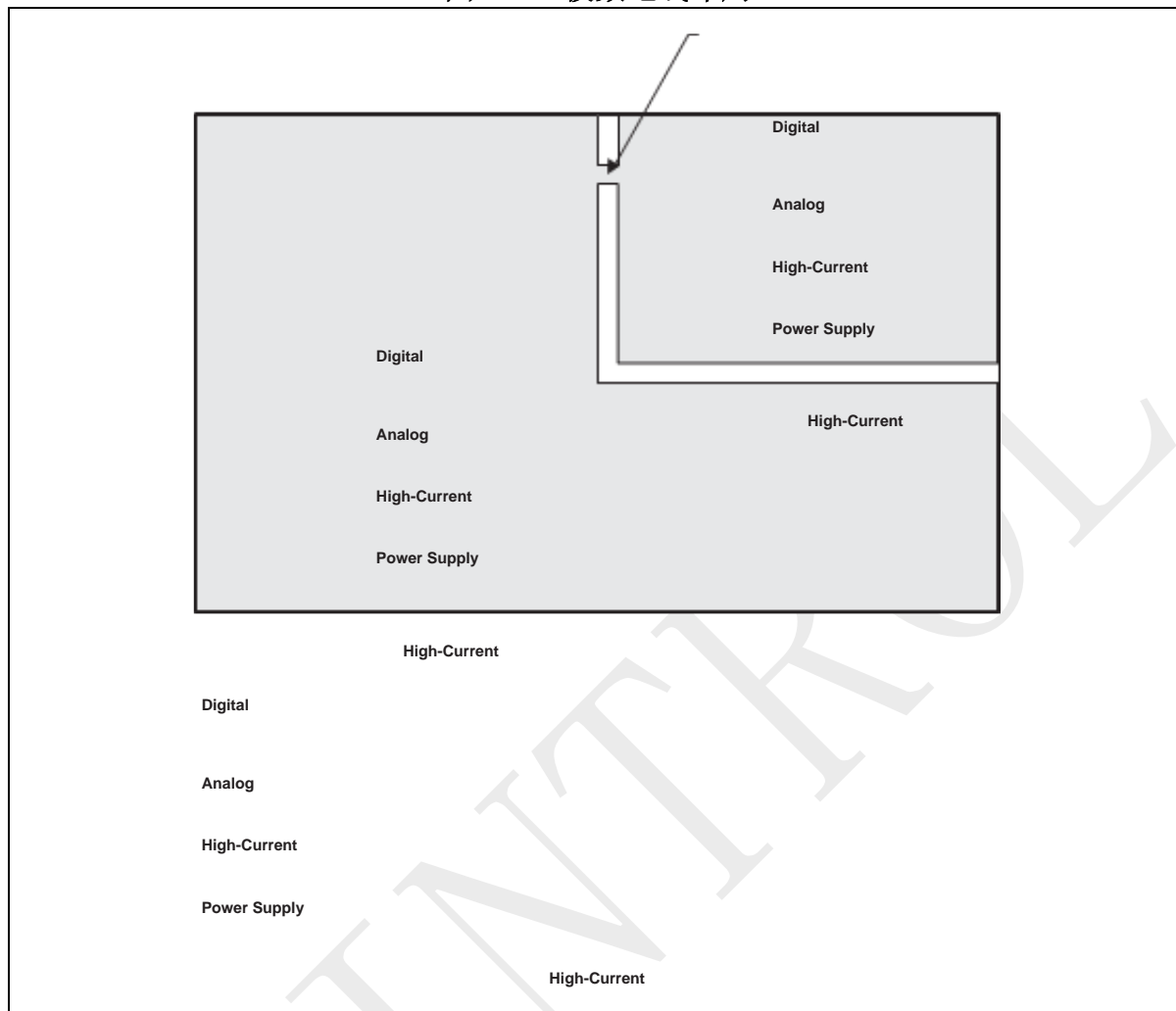
图 2-2: 布局建议图



PCB 的底线往往是噪声和 EMI 控制最关键的区域，而最可行的办法就是把不同的地线分开。对于各种信号来说，它们都会找到一条地线回到自己的电流源，而在它通过地线回到电流源的通路上，就会对通路上其他的信号造成一定的影响。

对于模拟信号和数字信号共同通路的情况下，数字信号往往就会影响到模拟信号的精确性。对于很多电路设计来说，往往数字电路和模拟电路会公用一个电源（LDO），这时要注意分开它们的地线，其中特别要注意的是，它们之间并不能完全隔绝，需要在某一点连接在一起。下图展示了一种隔离和连接模拟地线和数字地线的方法。

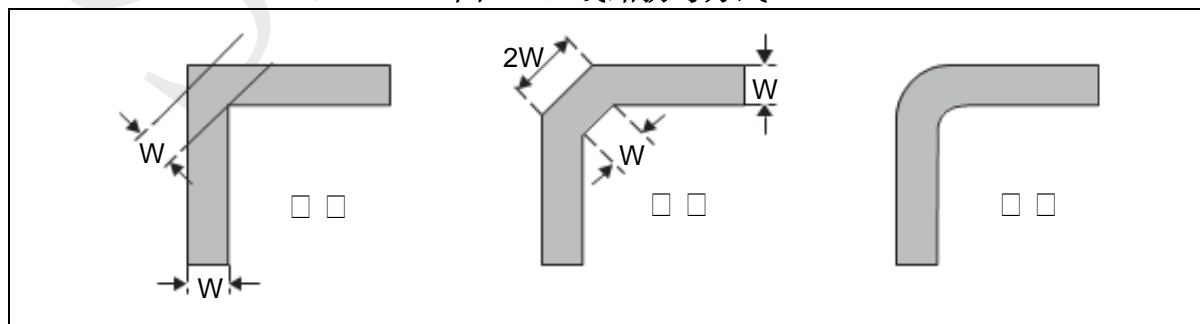
图 2-3: 模数地线布局



另外还有要注意的就是线路的直角转弯会导致更强的干扰，因为在直角转弯处，线路的电容值会增加，导致线路的阻抗特性发生改变，这种改变会增加电路的线路反射。

为了减小这种现象，在线路拐弯的时候不要用直角拐弯，请使用下图推荐的两种拐弯方式。

图 3-4: 线路拐弯方式



为了减小线路间的互绕，除了同一层的线路间需要注意外，相邻两层的线路也要注意，最好能够让两条线路 90° 相交，而不是一直相邻的平行布线。

3 管脚分配建议

SPC1068 资源丰富，为无感 FOC 电机控制作了专门的优化,可以适用于以下各种方式的电机控制。

1. 双电机单电阻采样无感 FOC 控制

表 3-1: 双电机单电阻无感 FOC 控制管脚分配

管脚名称	管脚功能	备注
GPIO0		
TRSTn		
RESETn		
ADC0	OVS	采集母线电压
ADC1	IDC-	总电流两端，输入 PGA
ADC2	IDC+	
ADC3		
ADC4		
ADC5		
ADC6		
VDDA		
VSSA		
ADC7	VSP	调速输入
ADC8	Rth	模块温度反馈（可选）
ADC9	VSP2	调速输入
ADC10	IDC2-	总电流反馈，输入 PGA
ADC11	IDC2+	
ADC12		
ADC13	DIR2	方向控制
ADC14	Fault2	模块告警
ADC15		
GPIO17	SW2	电机 2 PWM 波
GPIO18	SZ2	电机 2 PWM 波
GPIO19	SV2	电机 2 PWM 波
GPIO20	SY2	电机 2 PWM 波
GPIO21	SU2	电机 2 PWM 波
GPIO22	SX2	电机 2 PWM 波
GPIO23	ON/OFF	总开关控制
GPIO24	Fault	模块告警
GPIO25	DIR	方向控制
GPIO26	I2CSDA	I2C 接口
VDD		
VSS		
VCAP12		

VDD		
GPIO27	I2CSCL	I2C 接口
GPIO28	SW	电机 1 PWM 波
GPIO29	SZ	电机 1 PWM 波
GPIO30	SV	电机 1 PWM 波
GPIO31	SY	电机 1 PWM 波
GPIO32	SU	电机 1 PWM 波
GPIO33	SX	电机 1 PWM 波
VDD		
VSS		
X1		
X2		
GPIO34		UART_RX
GPIO35		URAT_TX

2. 双电机三电阻采样无感 FOC 控制

在这种方案里，由于 SPC 1068 的三个内部 PGA 都已经分配给第一个电机，所以对于第二个电机，需要增加外置运放。

表 3-2: 双电机三电阻采样无感 FOC 控制管脚分配

管脚名称	管脚功能	备注
GPIO0		
TRSTn		
RESETn		
ADC0	OVS	采集母线电压
ADC1	IA-	A 相电流两端，输入 PGA
ADC2	IA+	
ADC3	IB-	B 相电流两端，输入 PGA
ADC4	IB+	
ADC5	IC-	C 相电流两端，输入 PGA
ADC6	IC+	
VDDA		
VSSA		
ADC7	VSP	调速输入
ADC8	Rth	模块温度反馈（可选）
ADC9	VSP2	调速输入
ADC10	IA2	A 相电流反馈
ADC11	IB2	B 相电流反馈
ADC12	IC2	C 相电流反馈
ADC13	DIR2	方向控制
ADC14	Fault2	模块告警
ADC15		
GPIO17	SW2	电机 2 PWM 波
GPIO18	SZ2	电机 2 PWM 波

GPIO19	SV2	电机 2 PWM 波
GPIO20	SY2	电机 2 PWM 波
GPIO21	SU2	电机 2 PWM 波
GPIO22	SX2	电机 2 PWM 波
GPIO23	ON/OFF	总开关控制
GPIO24	Fault	模块告警
GPIO25	DIR	方向控制
GPIO26	I2CSDA	I2C 接口
VDD		
VSS		
VCAP12		
VDD		
GPIO27	I2CSCL	I2C 接口
GPIO28	SW	电机 1 PWM 波
GPIO29	SZ	电机 1 PWM 波
GPIO30	SV	电机 1 PWM 波
GPIO31	SY	电机 1 PWM 波
GPIO32	SU	电机 1 PWM 波
GPIO33	SX	电机 1 PWM 波
VDD		
VSS		
X1		
X2		
GPIO34		UART_RX
GPIO35		URAT_TX

3. 单电阻采样无感 FOC 控制

单电阻采样情况下，一般推荐使用 SPC1068 的内部 PGA 进行电流采样，这样组合很灵活。在实际选择上，可以在双电机单电阻采样无感 FOC 的两个电机管脚分配中选择一种就好。

4. 三电阻采样无感 FOC 控制

三电阻采样，推荐使用 SPC1068 内部的 3 个 PGA 做三相电流的采样，同时可以级联比较器进行过流保护。实际的选择，如果不使用外部运放，可以直接采用双电机三电阻采样方案中的第一个电机的管脚分配；如果需要使用外部运放，则可以使用第二颗电机的管脚分配。