

第一章 概述

1.1 描述

BF8920A 是一款适用于高压电池管理系统的隔离通信桥接芯片,可作为控制器与 BYD 电池管理芯片(例如 BF8915 系列)的通信接口,将来自控制器的数据信息转换成 BYD 电池管理芯片菊花链通信协议可识别的脉冲,传输至电池管理芯片,并将菊花链路上电池监视 BF8920A 产生的脉冲解码成比特流,再发送回控制器。当 BF8920A 处于低功耗状态时,在菊花链环路中检测到任何异常,可输出反向唤醒信号用于唤醒处于休眠状态的电源系统或控制器。

BF8920A 支持单路两线隔离差分通信,支持与控制器 SPI 通信。隔离方式支持电容隔离或者变压器隔离,以实现至少上千伏的电压隔离。

1.2 特征

- 满足 AEC-Q100 Grade1 等级标准
 - 工作温度范围: $-40^{\circ}\text{C}\sim 125^{\circ}\text{C}$
 - 存储温度范围: $-65^{\circ}\text{C}\sim 150^{\circ}\text{C}$
 - HBM > 4KV
 - CDM > 750V
- 供电电压 VDD 范围: 3.6V~5.5V
- 支持隔离差分菊花链通信: 支持电容隔离或者变压器隔离
- 高达 1Mbps 隔离双向串行数据通信
- 与标准 SPI 通信系统兼容(支持 CPHA=1、CPOL=1)
- 可主动唤醒 BMS 系统主控控制器和 PMIC
- SPI 的供电电压 VDDS 范围为 2.6V 至 5.5V
- 采用 TSSOP 16 引脚封装

1.3 应用领域

- 电池监视系统
- 电动和混合动力汽车
- 备用电池系统
- 工业网络
- 远程控制

1.4 系统应用图

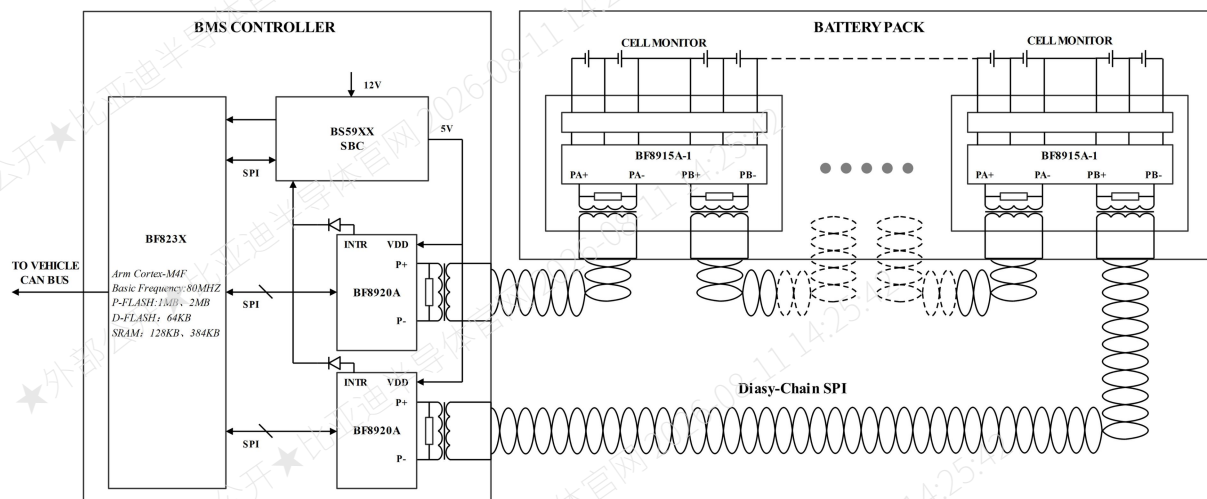


图 1-1 系统应用简图

第二章 系统架构及引脚特性

2.1 系统架构

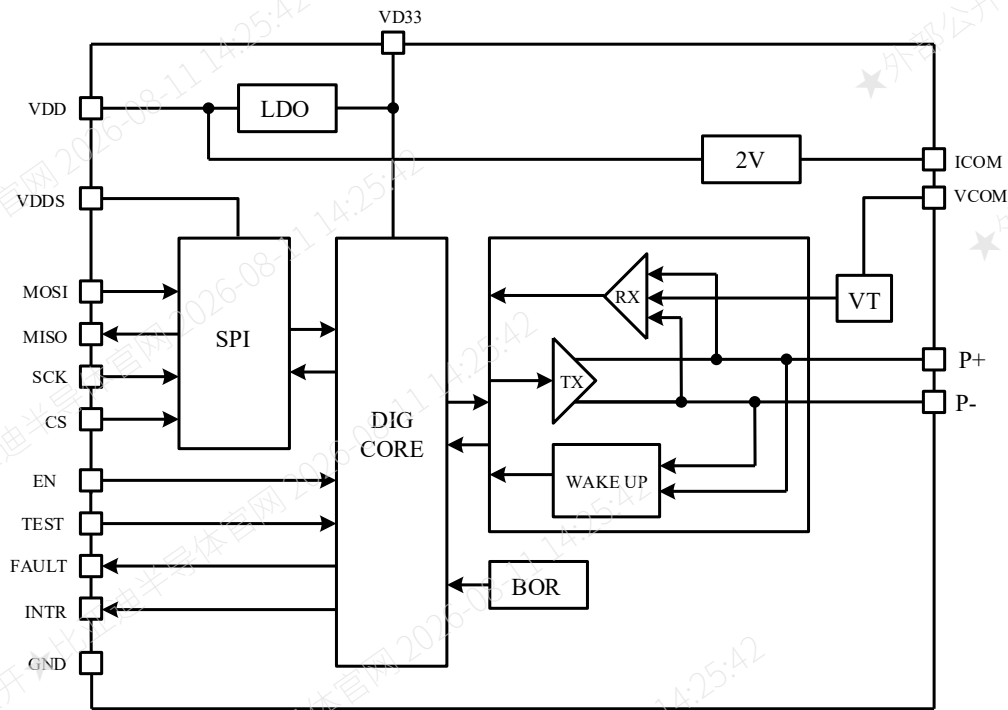


图 2-1 系统架构图

2.2 引脚配置

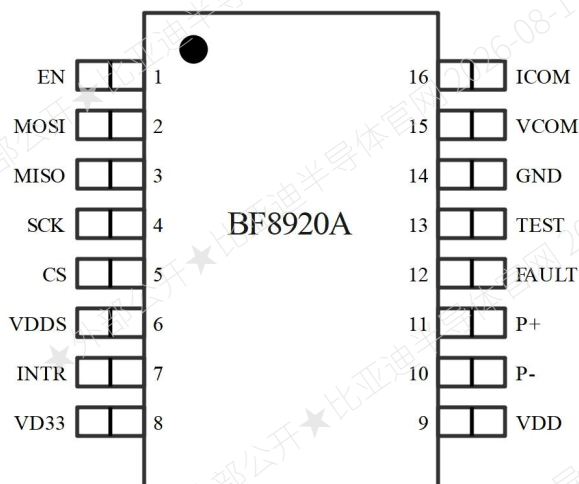


图 2-2 引脚配置(TSSOP16)

2.3 引脚功能定义

分类	引脚序号	引脚名称	信号功能说明
电源	6	VDDS	SPI 通信端口电源，输入电源范围为 2.6V~5.5V。用于给 SPI 通信模块供电。VDDS 可与 VDD 接一起，或者与一个低于 VDD 的电源连接，不得把该输入接至高于 VDD。VDDS 和 GND 之间连接一个至少为 0.1μF 的电容进行旁路。
	9	VDD	BF8920A 电源输入，输入范围为 3.6V~5.5V。需要与一个至少为 1μF 的旁路电容连接到 GND，以稳定输入电压。
	8	VD33	3.3V 电源，采用一个至少 1μF 的外部电容进行旁路，为保证 VD33 有效启动，参考应用电路。
	14	GND	芯片地。
功能	1	EN	使能引脚。当 EN=0 时，进入反向唤醒模式，延时后进入休眠；当 EN=1 时，BF8920A 维持 READY 状态，不休眠。当 EN 由低电平变化为高电平时，BF8920A 将复位。
	7	INTR	BF8920A 唤醒信号的输出引脚，可用于唤醒 SBC，或接至控制器用于监测系统。输出驱动器为推挽式。驱动电流最大为 2mA。未使用时需悬空。
	13	TEST	测试配置引脚，内部默认下拉。应用时建议拉低。
	12	FAULT	用于 BF8920A 出厂测试。应用浮空。
	15	VCOM	菊花链 SPI 通信电路接收器阈值电压配置端口。
	16	ICOM	菊花链 SPI 通信电路发射器驱动电流配置端口。
通信	2	MOSI	菊花链 SPI 主控侧输出数据。与 SPI 接口的主控器侧连接，接收主 SPI 输出的数据信号。
	3	MISO	菊花链 SPI 主控侧输入数据。与 SPI 接口的主控器侧连接，把数据信号输入至 SPI 主控侧。为开漏输出，需连接一个外部上拉电阻 VDDS。
	4	SCK	菊花链 SPI 时钟输入。进行 SPI 通信时，连接在 SPI 的主控侧，从主 SPI 主控侧接收时钟信号。
	5	CS	菊花链 SPI 片选信号输入。连接在接口的主控侧，从主 SPI 控制器接收芯片选择信号。
	10	P-	菊花链 SPI 负端接口输入/输出。
	11	P+	菊花链 SPI 正端接口输入/输出。

第三章 电气特性

3.1 最大额定参数（相对于 GND）

参数	条件及说明	温度	最小	典型	最大	单位
V_{DD}	相对于 GND	-40~+125°C	-----	5	-----	V
MOSI/MISO/ SCLK/CS	相对于 GND	-40~+125°C	-0.3	-----	$V_{DD}+0.3$	V
T_W	工作温度	-----	-40	-----	+125	°C
T_J	结温	-----	-----	-----	+150	°C
T_S	存储温度	-----	-65	-----	+150	°C
ESD	HBM	-----	4	-----	-----	kV
	CDM	-----	750	-----	-----	V
Latch-up	常温 25°C	-----	200	-----	-----	mA
	高温 125°C	-----	200	-----	-----	mA

3.2 DC 参数特性

符号	参数	条件		最小	典型	最大	单位
V _{DDS}	SPI 模块电源电压	-40~+125℃		2.6	5	5.5	V
V _{DD}	工作电源电压	-40~+125℃		3.6	5	5.5	V
I _{DD}	READY/ACTIVE	R _{VCOM} =2kΩ	READY	5.1	6.4	7.7	mA
			ACTIVE	---	8.4	-----	mA
		R _{VCOM} =20kΩ	READY	2.9	3.7	4.5	mA
			ACTIVE	---	3.9	-----	mA
	SLEEP	-----		11	21	32	μA
I _{BOR}	-----	-----		-----	1	-----	μA
t _{BOR}	BOR 延时: 60μs、120μs	-----		-----	120	-----	μs
V _{OL}	数字电压输出低(MISO)	-----		-----	-----	0.1*V _{DDS}	V
V _{IH(EN)}	数字高压输入(EN)	-----		2	-----	-----	V
V _{IL(EN)}	数字低压输入(EN)	-----		-----	-----	0.6	V
I _{LEAK(DIG)}	数字引脚输入漏电流	CS、SCK、MOSI、MISO、 EN=0V 至 V _{DDS}		-----	-----	±1	μA



3.3 菊花链通信接口参数（-40~125℃）

参数	条件及说明		条件	最小	典型	最大	单位
差分信号配置参数							
V _{ICOM}	ICOM 引脚电压	ACTIVE	----	1.9	2	2.1	V
		SLEEP	----	----	0	----	
V _{VCOM}	VCOM 引脚电压	ACTIVE	----	0.95*R _{VCOM}	1*R _{VCOM}	1.05*R _{VCOM}	mA*Ω
		SLEEP	----	----	0	----	
R _{ICOM}	差分信号 ICOM 匹配电阻		2KΩ=R _{ICOM} +R _{VCOM}	----	1	----	KΩ
R _{VCOM}	差分信号 VCOM 匹配电阻			----	1	----	
I _{DRIVE}	差分信号驱动电流		2KΩ=R _{ICOM} +R _{VCOM}	----	20	----	mA
VA	差分信号脉冲幅度		VA= V _{P+} - V _{P-}	----	----	1.6	V
工作状态时间							
t _{SLEEP}	无工作超时持续时间		----	----	100	----	μs
t _{WAKE}	休眠唤醒上电时间		----	----	200	----	μs

第四章 工作模式

4.1 工作状态图

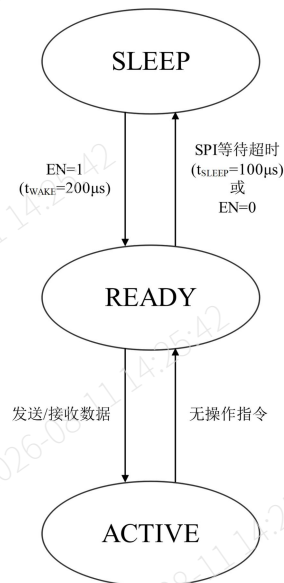


图 4-1 菊花链 SPI 通信工作状态图

4.2 工作状态描述

表 4.1 工作状态时间转换列表

参数	参数描述	最小值	典型值	最大值	单位
t_{SLEEP}	菊花链 SPI 等待超时时间	-----	100	-----	μs
t_{WAKE}	休眠唤醒时间	-----	200	-----	μs

表 4.2 工作状态描述列表

工作状态	描述
SLEEP	当 EN=0 时，在 READY 状态超时 t_{SLEEP} ，进入 SLEEP 状态，此时将关闭大部分电路，进入低功耗状态；只有当 EN=1 时，BF8920A 才退出 SLEEP 状态，延时 t_{WAKE} 时间，进入 READY 状态，等待通信。
READY	当 EN=1 时，若 BF8920A 未进行数据传输，则进入 READY 状态。在 READY 状态下，所有电路都已上电启用，等待数据传输，此时可以发送或接收数据；当 BF8920A 开始进行数据传输时，则进入 ACTIVE 状态。
ACTIVE	BF8920A 正在进行数据传输。

第五章 功能描述

5.1 休眠唤醒流程

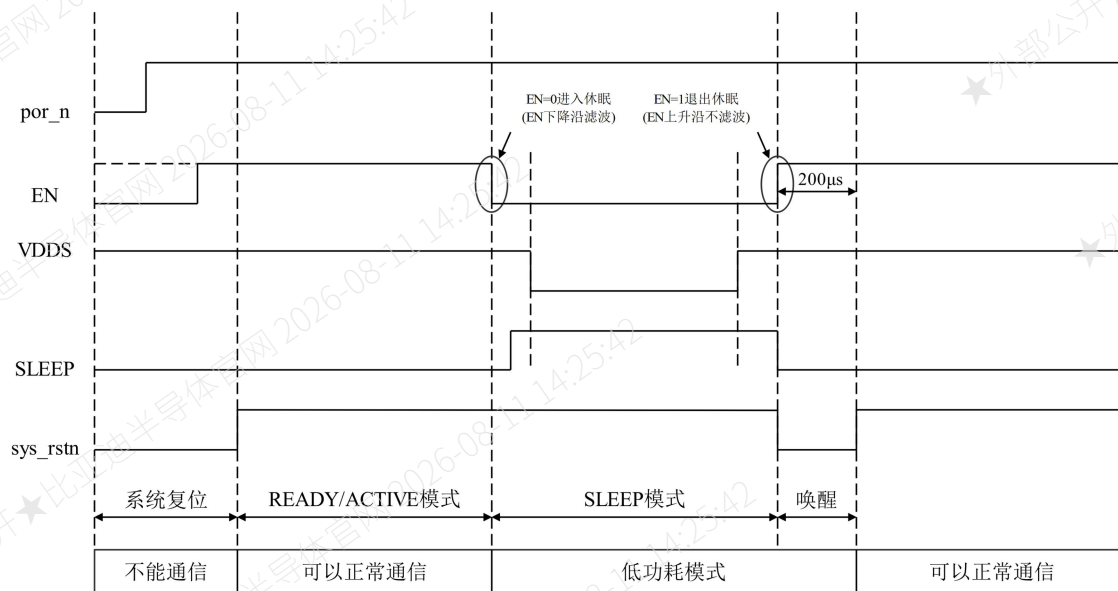


图 5-1 休眠唤醒流程图

BF8920A 休眠唤醒的步骤：

- (1) BF8920A 上电完成之后，系统复位，EN 脚输出低电平。
- (2) 系统复位完成后，当需要通信时，控制器拉高 EN 脚，BF8920A 可以正常发送和接收数据。
- (3) 当需要进入低功耗时，控制器需要先发指令停止通信，再拉低 EN 脚，同时 BF8920A 不需要再给 VDDDS 供电，BF8920A 进入 SLEEP 模式。
- (4) BF8920A 接收到来自 BMS 的长脉冲时，唤醒 VDDDS，控制器拉高 EN 脚，BF8920A 经过 200μs 后退出 SLEEP 模式，可进行正常通信。

5.2 反向唤醒模式

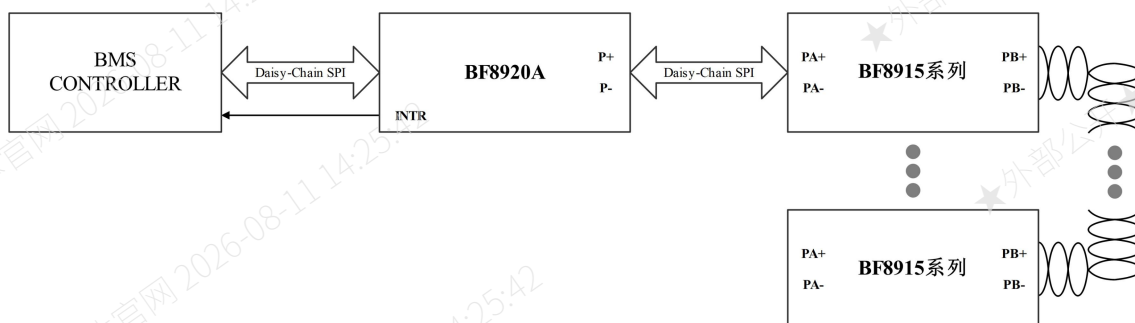


图 5-2 反向唤醒模式典型应用系统

功能模式介绍：

(1) 当需要 BMS 系统工作在反向唤醒模式时，BF8920A 的 SPI 主从模式和 BMS 正常通信一样，依旧工作在主机模式（BF8920A 只支持主机模式）。控制器再将所有的 BF8915 系列配置成监测模式。

(2) 在控制器读取 BF8915 系列的寄存器并确认所有 BF8915 系列都进入监测模式后，控制器将 BF8920A 的 EN 脚下拉到 GND，同时不需要再给 VDD5 供电。

(3) BF8920A 在经历一个 t_{SLEEP} 后，进入 SLEEP 状态，将处于最低功耗，此时 BF8920A 只能通过有效的菊花链唤醒信号或者有效的 SPI CS 信号唤醒。

(4) 当 BF8920A 接收到来自 BF8915 系列的菊花链唤醒信号唤醒后，BF8920A 将恢复到 ACTIVE 状态运行，INTR 脚输出高电平并锁定。直到控制器通过一个有效 SPI 的 CS 信号传输到 BF8920A，确认通信成功后 BF8920A 即将 INTR 拉低。若要控制器和 BF8920A 正常通信，需先把 BF8920A 的 EN 脚拉高至高电平，因为这样通信时就不需要再考虑 BF8920A 休眠的情况。若 BF8920A 的 EN 脚依旧为低电平时，6ms 内未收到唤醒信号后，BF8920A 将再次进入 SLEEP 状态。

第六章 SPI 通信

6.1 通信概述

BF8920A 的 SPI 是串行、同步、半双工的通信接口。最高可支持 1MHz 通信频率。支持 $CPOL = 1$ 和 $CPHA = 1$ ，因此 MOSI 的数据必须在 SCK 的上升沿稳定。

SPI 模块主要功能：

- (1) 广播写指令；
- (2) 广播写数据；
- (3) 广播读数据。

6.2 通信协议

6.2.1 数据链层

数据链层连接图如图 6-1 所示。

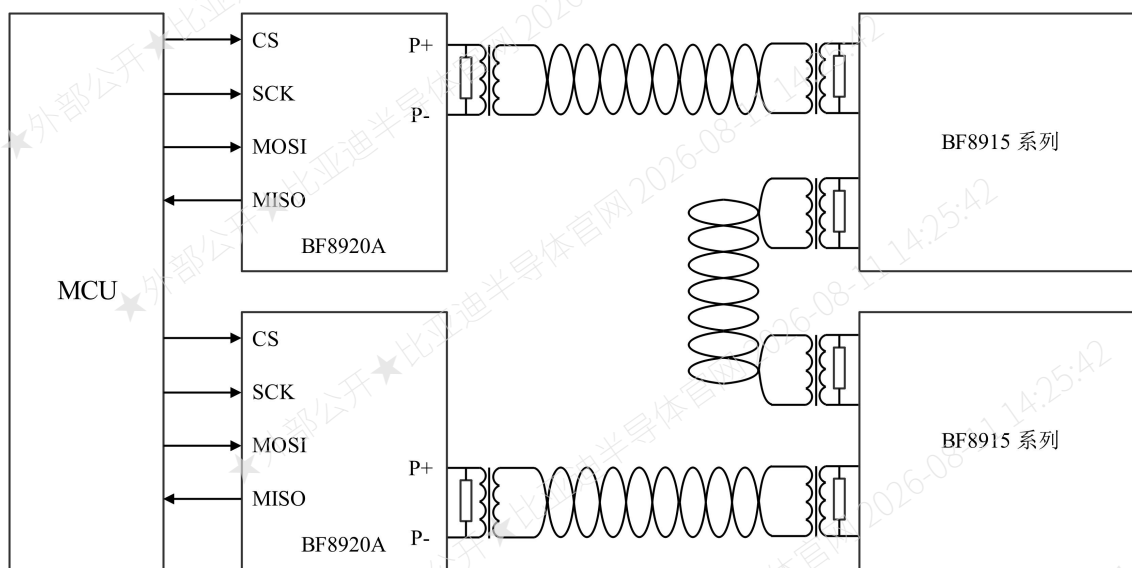


图 6-1 数据链层连接图

6.2.2 时序

四线串行端口配置为在 $CPHA = 1$ 和 $CPOL = 1$ 的 SPI 系统中运行。因此，在 SCK 的上升沿期间 MOSI 上的数据必须稳定。最大通信频率为 1MHz，为了保证更高的通信频率下也能够运行，设备在生产测试中使用了更高频率进行测试。

标准四线 SPI 时序如图 6-2 所示。

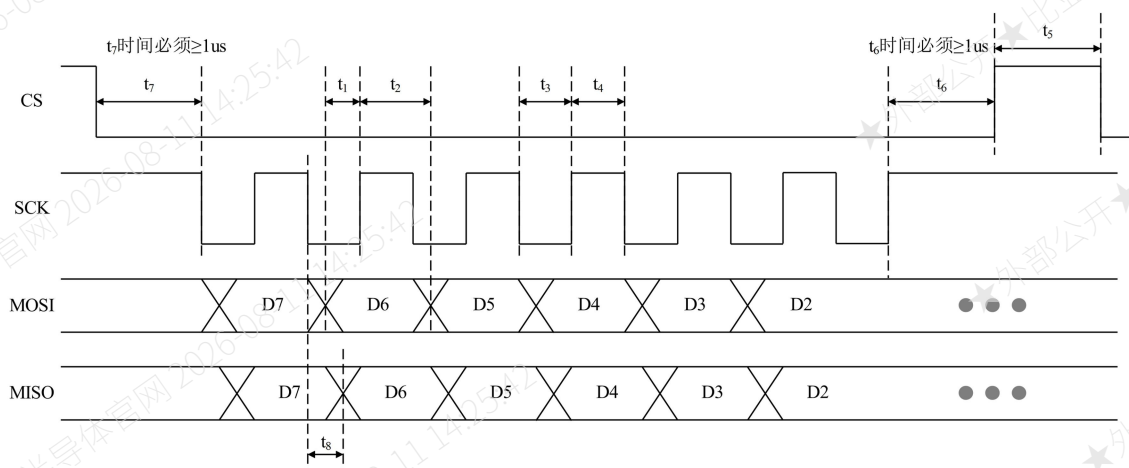


图 6-2 标准四线 SPI 时序

时序测试时间如表 6.1 所示。

表 6.1 时序测试时间表

参数	参数说明	条件	最小	典型	最大	单位
t _{CLK}	CLK 时钟周期	---	1	---	---	μs
t ₁	MOSI 建立时间(CK 上升沿)	---	25	---	---	ns
t ₂	MOSI 保持时间(CK 上升沿)	---	25	---	---	ns
t ₃	SCK 低电平时间	t _{CLK} = t ₃ + t ₄ ≥ 1μs	100	---	---	ns
t ₄	SCK 高电平时间	t _{CLK} = t ₃ + t ₄ ≥ 1μs	100	---	---	ns
t ₅	CS 高电平时间	---	1	---	---	μs
t ₆	SCK 上升沿到 CS 上升沿的时间间隔	---	1	---	---	μs
t ₇	CS 下降沿到 SCK 上升沿的时间间隔	---	1	---	---	μs
t ₈	SCK 下降沿至 MISO 发送前时间间隔	---	20	30	t ₃	ns

6.3 菊花链通信接口

6.3.1 菊花链 SPI 通信时序对应原理

四线的标准 SPI 通信接口时序，可以总结为 6 种通信事件：CS 下降沿、CS 上升沿、SCK 上升沿&SDI = 1、SCK 上升沿&SDI = 0、SCK 下降沿&SDO = 1、SCK 下降沿&SDO = 0。每个通信事件都可以转化为菊花链传输中的四种脉冲类型之一。长脉冲用于传输 CS 变化，短脉冲用于传输数据。

事件对应脉冲类型关系如表 6.2 所示。

表 6.2 事件对应脉冲类型关系

通信事件	对应菊花链 SPI 通信的脉冲	
CS 上升沿	Long+1	主机发送数据
CS 下降沿	Long-1	
SCK 上升沿(SDI=1)	Short+1	
SCK 上升沿(SDI=0)	Short-1	



SCK 下降沿(SDO=1)	---	从机在 READY 过程中, 返回数据
SCK 下降沿(SDO=0)	Short-1	

从机菊花链 SPI 通信不发送长脉冲(CS), 而且从机菊花链 SPI 通信仅发送 Short-1 脉冲, 不会发送 Short+1 脉冲, 主机识别空响应为逻辑 1。

6.3.2 隔离差分通信端口时序

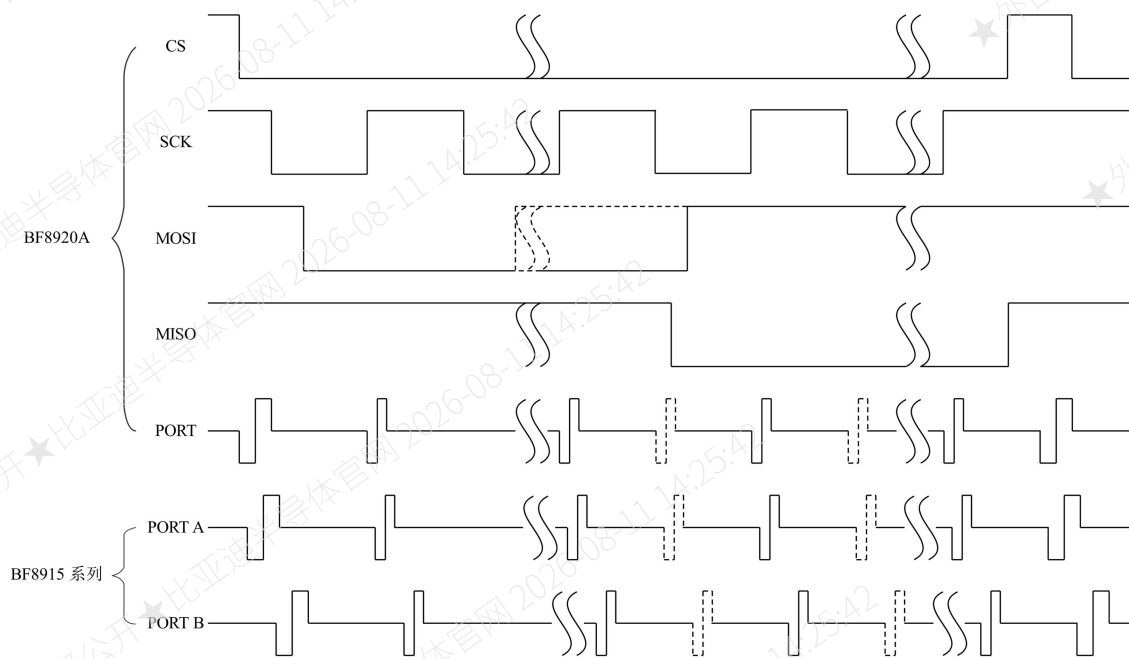


图 6-3 隔离差分通信端口时序

第七章 应用信息

7.1 菊花链通信设置

7.1.1 菊花链通信配置

用户通过自主配置外部电阻分压器设置信号发送驱动电流 I_{DRIVE} 和信号接收比较器门限电压 V_T ，即通过引脚 ICOM、VCOM 配置。电路配置如图 7-1 所示。

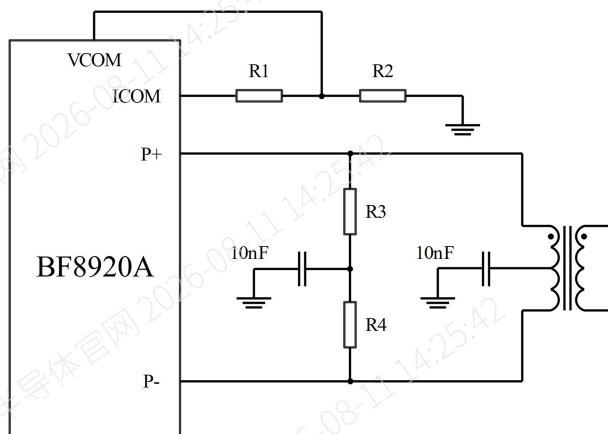


图 7-1 电路配置

其中 I_{DRIVE} 的大小决定着系统的功耗以及信号传输时的抗噪声性能， I_{DRIVE} 在一定的范围内变化，低的 I_{DRIVE} 可以降低系统的功耗；而高的 I_{DRIVE} 可以增加传输差分信号的幅度，从而提高抗噪声干扰。 $V_T = 1/2 V_{VCOM}$ ，差分信号的脉冲幅度 $V = R3 * I_{DRIVE}$ ，当 $(P+) - (P-)$ 大于 V_T 时，比较器输出一个逻辑+1；当 $(P+) - (P-)$ 小于 $-V_T$ 时，比较器输出一个逻辑-1；当 V_T 大于 $-(P+) - (P-)$ 而小于 $(P+) - (P-)$ 时，比较器输出一个逻辑 0。

7.1.2 通信距离与通信速率

菊花链 SPI 最大通信数据速率受线缆长度影响。1MHz 的 SPI 时钟频率最远支持 10 米左右通信线缆长度。当线缆长度超过 10 米且不超过 40 米时，建议将 SPI 的时钟频率降低为 500kHz。长距离通信时，通信线缆建议使用 CAT-5 以上标准的网线。

7.1.3 级联数量超过 16 个时序配置

SPI 主机端必须确保 SCK 锁存边沿至 CS 上升沿 $t_6 \geq 1\mu s$ ，当 BF8915 系列级联数目大于 16 个后，建议每增加一个 t_6 、 t_7 时间增加不小于 50ns，以确保从机端数据可以完整被主机接收。

四线 SPI 通信时序如图 7.2 所示。

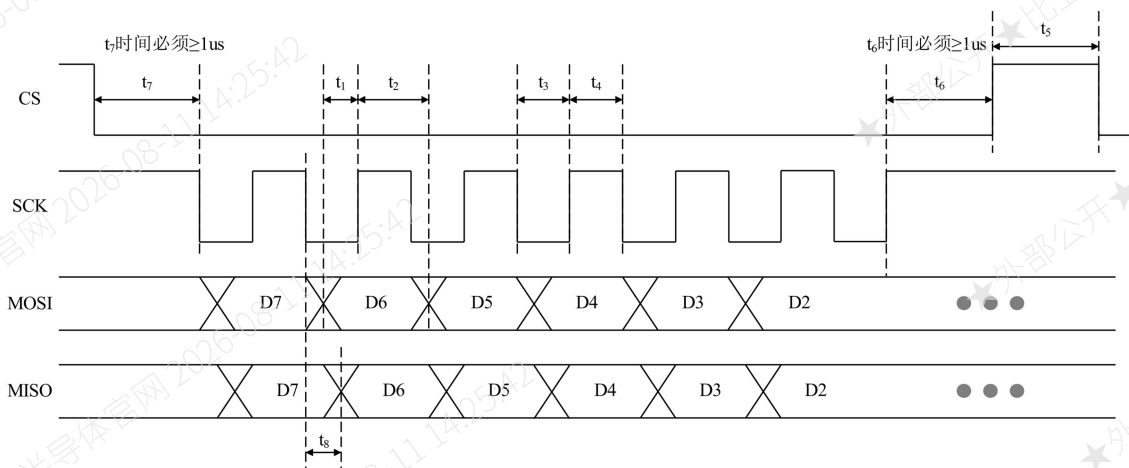


图 7-2 四线 SPI 通信时序

7.2 上拉电阻

数据输出 (MISO) 需要一个上拉电阻器 R_{PU} 。数据输出的上升沿转换时间 t_{RISE} 由 R_{PU} 及引脚上的电容决定。 R_{PU} 必须足够小（一般建议不大于 $3.3k\Omega$ ），以提供适当的建立和保持时间。建议采用 $50ns$ ， $R_{PU} < 50ns/C_{LOAD}$ (C_{LOAD} 为 P+ 和 P- 引脚上的电容之和)。

7.3 通信隔离

BF8920A 通信隔离分为两种，变压器隔离连接和电容隔离连接。

电容隔离如图 7-3 所示，R1~R4 电阻的目的是为了匹配通信能力和抗干扰能力。R1~R4 选择不超过 R5~R8 的 20%，超过 20% 会造成通信能力下降甚至不通信；但是 R1~R4 接近于 0Ω 的时候，可能会因为干扰对器件造成损伤，因此权衡利弊这里取到 10Ω 。

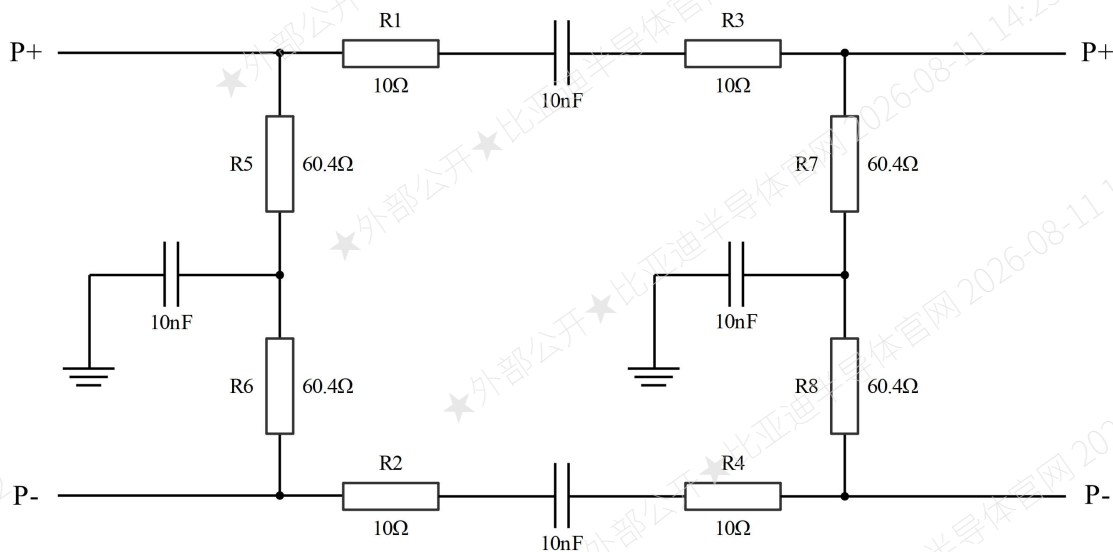


图 7-3 通信电容隔离

变压器隔离如图 7-4 所示。

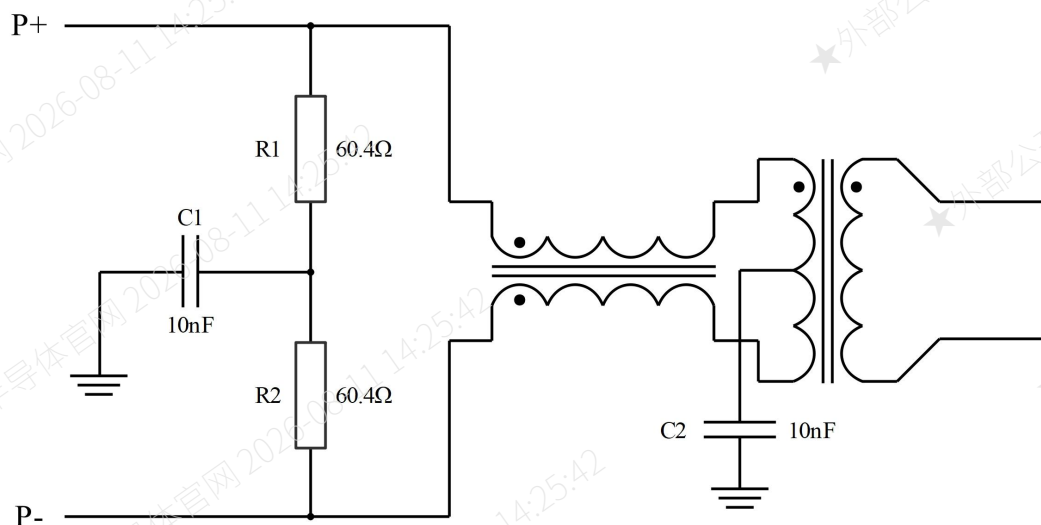
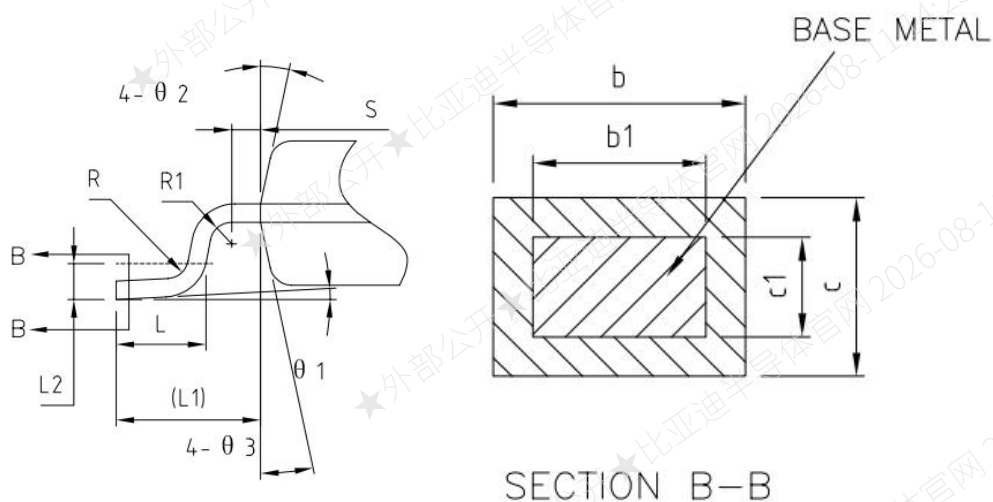
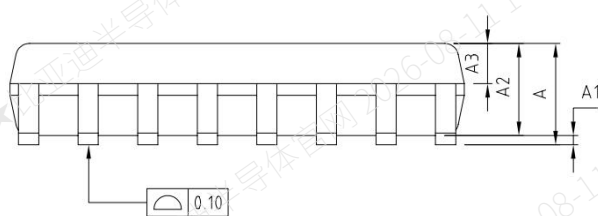
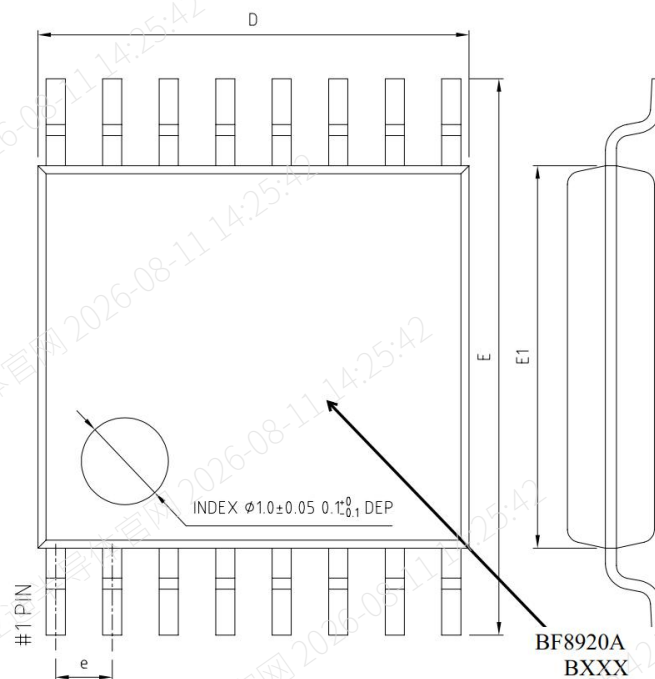


图 7-4 通信变压器隔离

第八章 封装信息

8.1 封装 (TSSOP 16 引脚封装)



尺寸参数



COMMON DIMENSIONS UNITS OF MEASURE=MILLIMETER

SYMBOL	MIN	NOM	MAX
A	---	---	1.20
A1	0.05	---	0.15
A2	0.90	1.00	1.05
A3	0.34	0.44	0.54
b	0.20	---	0.28
b1	0.20	0.22	0.24
c	0.10	---	0.19
c1	0.10	0.13	0.15
D	4.86	4.96	5.06
E	6.20	6.40	6.60
E1	4.30	4.40	4.50
e	0.65BSC		
L	0.45	0.60	0.75
L1	1.00REF		
L2	0.25BSC		
R	0.09	---	---
R1	0.09	---	---
S	0.20	---	---
Ø1	0°	---	8°
Ø2	10°	12°	14°
Ø3	10°	12°	14°



改版记录

改版日期	改版内容	改版人	备注
2022-08-09	正式版本	李杰/李标玉/林华华	V1.0
2022-09-22	1.更新通信协议部分的内容	李杰/李标玉/林华华	V1.1
2023-05-22	1.更新 BF8920A VD33 引脚定义说明	谢喜克	V1.1.1
2023-06-12	1.更新整篇文档产品型号系列 2.更新优化电气特性菊花链 SPI 部分 3.更新优化 SPI 通信章节 3.增添新的封装	谢喜克/郭友宜	V1.2
2023-12-20	1.删除第八章封装信息 8.2 封装二的描述	谢喜克/郭友宜	V1.3



免责声明

- 此文档中的信息可以在不通知用户进行不定期勘误修改及版本更新，详细见改版记录，最新版本请联系 FAE 或代理商索取。
- 公司将竭尽最大的努力保证本公司产品的高质量与高稳定性。尽管如此，由于一般半导体器件的电气敏感性及易受到外部物理伤害等固有特点，本公司产品有可能在这些情况下出现故障或失效。当使用本公司产品时，使用者有责任遵从安全规则来设计一个安全及稳定的系统环境。使用者可通过去除多余器件、故障预防及火灾预防等措施来避免可能发生的意外、火灾及公共伤害。在用户使用该产品时，请遵从本公司最新说明书上规定的操作步骤来使用该产品。