

符合Qi 1.2.4标准的5W无线电源接收SoC芯片

主要特性

- 高集成度单芯片SoC无线充电接收解决方案
- 内置MCU支持WPC1.2.4无线充电标准
- 支持私有指令系统
- 最高电压20V输入，输出电流可达1A
- 输出电压5V
- 内部完善的过温及过压保护
- 内置全同步整流器，效率达95%以上
- 内置高效后级电压转换器，效率达96%以上
- 预留通讯接口，可完成与外部设备的通讯



主要应用

- 与WPC及PMA标准兼容的无线充电接收端设备
- 智能手机，平板电脑，蓝牙耳机等移动终端设备
- 智能手表，智能手环，助听器等智能穿戴设备
- 移动电源，充电宝等无线充电电源设备

芯片简介

CV8013N是一款业界领先的可同时支持WPC1.2.4标准的无线充电接收器SoC芯片。CV8013N内置了效率高达95%的全同步整流电路，以及效率高达96%的后级稳压转换电路，可单片实现非接触式无线充电接收端方案。芯片最高输入电压可达20V，最大输出电流可达1A以上，输出电压5V。

CV8013N内置一个低功耗的MCU，可根据不同的应用方案编程实现包括WPC1.2.4和PMA在内的无线充电接收方案。芯片预留I2C通讯接口，可与外部的设备如AP进行通讯，为系统开发完整的终端设备解决方案提供了灵活的设计手段。

CV8013N采用体积小巧的QFN32封装，可以方便地集成在智能手机、智能手表或其它空间紧凑的可穿戴设备内。由于采用了低功耗设计以及得益于较高的转换效率，芯片在充电时的发热量可处于较低的水平。

1 系统框图

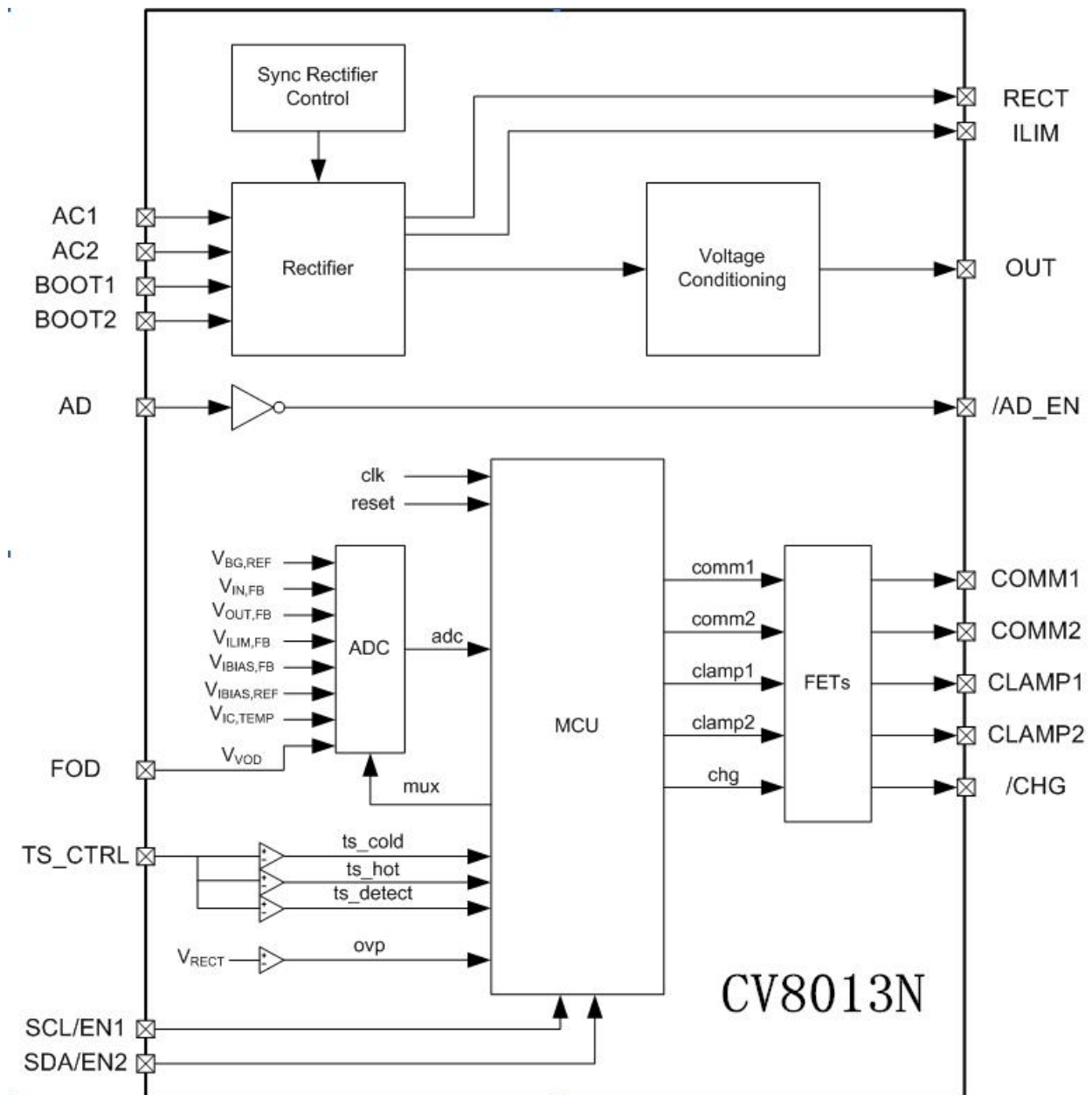


图1 CV8013N原理框图

2 应用框图

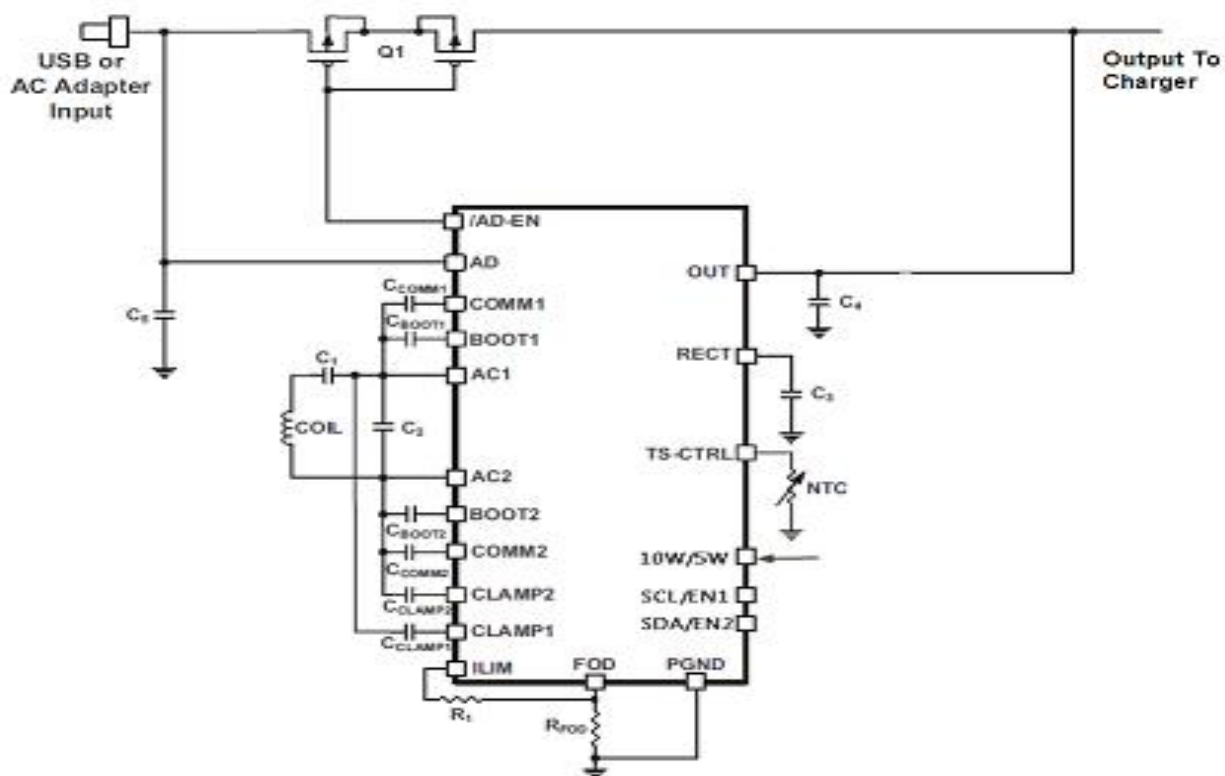


图2 CV8013N应用框图

3 芯片封装

CV8013N采用QFN32。封装管脚如图。

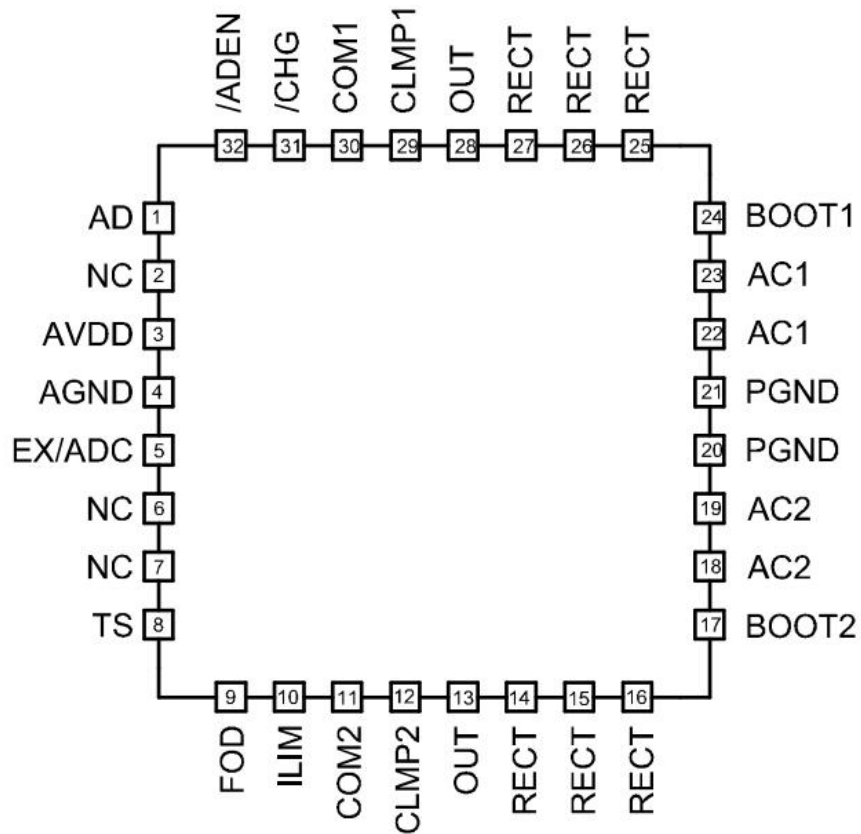


图3 CV8013N QFN32封装图

4 管脚定义

表1 CV8013N管脚定义

NO	PIN NO		PIN NAME	I/O	DESCRIPTION
		(QFN32)			
1		22,23	AC1	I	线圈输入
2		18,19	AC2	I	
3		24	BOOT1	O	外接同步整流器的自举电容
4		17	BOOT2	O	
5		14,15,16,25,26,27	RECT	O	外接同步整流器的滤波电容
6		13,28	OUT	O	直流输出端至负载
7		30	COM1	O	通讯调制信号输出
8		11	COM2	O	
9		29	CLMP1	O	钳位信号输出, 若 $V_{RECT}>15V$, 则驱动内部MOSFET将管脚拉至低电平
10		12	CLMP2	O	
11		5	EX_ADC	I	整流桥最低启动电压配置
12		10	ILIM	I	外接可编程的过流保护电阻
13		1	AD	O	有线适配器接入指示, 高电压输入时通过内部的比较电路驱动AD_EN为低电平

14		32	/AD_EN	I	有线适配器使用
15		8	TS	I	温度检测，可外接热敏电阻
16		9	FOD	O	接收能量测量输入，用于异物检测
17		31	/CHG	P	充电检测。若负载电流接通，则驱动内部FET将管脚拉至低电平
18		20, 21	PGND	P	地
19		4,	AGDD	P	地
20		3	AVDD		5V模拟电源
21		2,6,7	NC		无定义

5 电气特性

5.1 极限参数

Parameter	Condition	MIN	TYP	MAX	UNIT
Input Voltage	CHG,FOD,TS,ILIM	-0.3		7	V
	Other Pins	-0.3		20	V
Input Current	AC1, AC2			2	A(RMS)
Output Current	OUT			1.5	A
Junction Temperature		-40		150	°C
ESD(HBM)	All pins			2	kV

5.2 热参数

Parameter	Description	MIN	TYP	MAX	UNIT
Θ_{JA}	Junction to ambient thermal resistance		30		°C/W

5.3 推荐参数

Parameter	Description	MIN	TYP	MAX	UNIT
V_{IN}	Input voltage range	4		10	V
I_{IN}	Input current			1.5	A
I_{OUT}	Output current			1.5	A
I_{COMM}	COMM current			0.5	A
T_J	Junction Temperature	0		125	°C

5.4 电气参数

Parameter	Description	MIN	TYP	MAX	UNIT
UVLO	Under-voltage lock out	2.8	3.0	3.2	V
$V_{RECT(OVP)}$	V_{RECT} over voltage protection		15		V
$V_{RECT(REG)}$	V_{RECT} range set by communication	$V_{OUT}+0.12$		$V_{OUT}+2.0$	V
$V_{OUT(REG)}$	Regulated output voltage	4.5	5.0	8.0	V
I_{OUT}	Output current range			1.5	A
V_{TS}	Temperature sense bias voltage	4.5	5.0	5.5	V

R_{TS}	Pull-up resistor for TS to bias voltage	90	100	110	k Ω
$T_{J(SHUTDOWN)}$	Thermal shutdown temperature		150		$^{\circ}\text{C}$
$T_{J(HYS)}$	Thermal shutdown hysteresis		20		$^{\circ}\text{C}$
$R_{DS(ON,COM)}$	COM1 and COM2		1.0		Ω
f_{COMM}	Communication frequency		2.0		kb/s
$R_{DS(ON,CLAMP)}$	CLAMP pin MOSFET		0.5		Ω

6 功能描述

6.1 Sync Rectifier

1. 动态 V_{RECT} 调整

V_{RECT} 动态调整的目的是为了优化芯片电能传输效率，降低整体的LDO功耗。

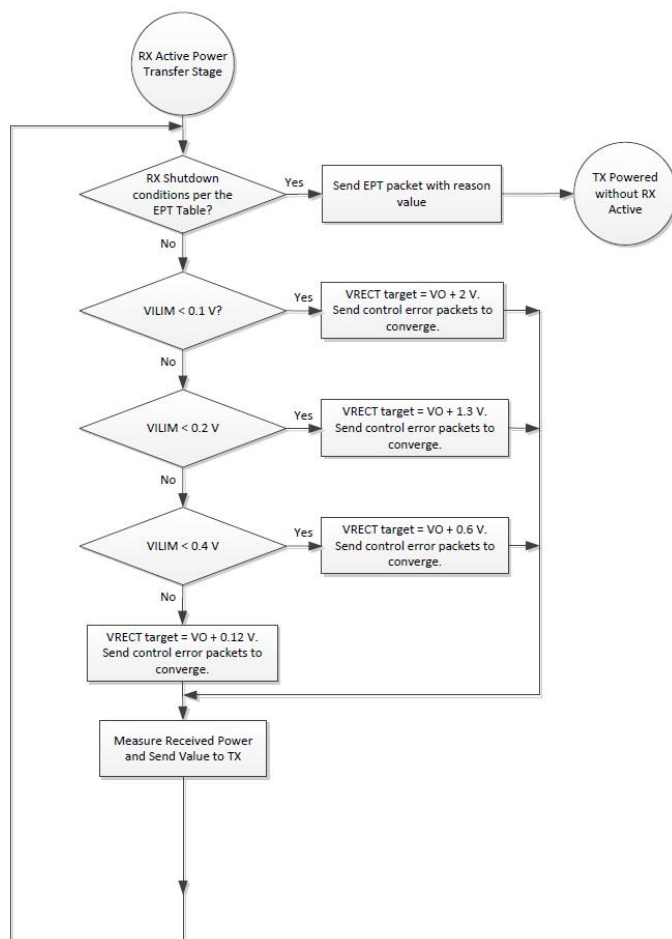
$$P_{DIS} = (V_{RECT} - V_{OUT}) \cdot I_{OUT}$$

动态调整的范围如下表。

Output Current Percentage	V_{RECT} (V)
0~10%	$V_{OUT} + 2.00$
10%~20%	$V_{OUT} + 1.68$
20%~40%	$V_{OUT} + 0.56$
>40%	$V_{OUT} + 0.12$

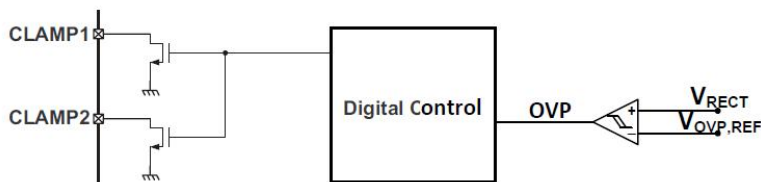
其中， I_{OUT} 电流百分比，根据 R_{ILIM} 设置的最大输出电流 I_{MAX} 来确定。

V_{RECT} 动态调整，是由RX端控制程序，通过与TX的通讯来完成的。控制流程如下：



2. V_{RECT} 过压保护

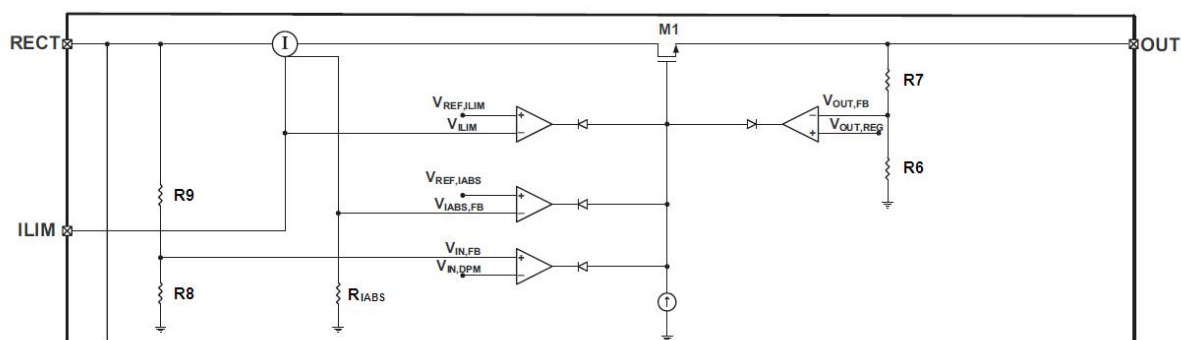
V_{RECT} 通过内部的比较器，产生过压信号 OVP 送至数字逻辑。数字逻辑向 MCU 发送 OVP 中断。RX 控制程序驱动 $CLMP$ 管脚使 RX 线圈失谐，降低接收到的能量，从而快速使 V_{RECT} 降低至安全的范围内。



3. V_{RECT} 相关参数

Parameter	Description	MIN	TYP	MAX	UNIT
$V_{RECT(REG)}$	V_{RECT} range set by COMM	$V_{OUT}+0.12$		$V_{OUT}+2.0$	V
$V_{RECT(TRACK)}$	V_{RECT} above V_{OUT}		120		mV
$V_{OVP,REF}$	V_{RECT} over voltage protection		15		V
$R_{DS(ON)}$	CLAMP pin MOSFET		0.5		Ω

6.2 LDO



LDO的实现原理如图示。四个放大器的功能如下:

1. $V_{OUT,FB}$

V_{OUT} 通过分压网络反馈至放大器负向输入端，与内部的基准进行比较，控制M1管输出稳定的 V_{OUT} 。参考电压 $V_{OUT,REG}$ 为固定值，电阻反馈网络可配置。MCU可通过3bit信号配置电阻比例，设定 V_{OUT} 从4.5V~8V的输出变化。

MCU Config Signal	R6/(R6+R7)	V _{OUT} (V)
000	1.2/4.5	4.5
001	1.2/5.0	5.0
010	1.2/5.5	5.5
011	1.2/6.0	6.0
100	1.2/6.5	6.5
101	1.2/7.0	7.0
110	1.2/7.5	7.5
111	1.2/8.0	8.0

相关的参数如下:

Parameter	Description	MIN	TYP	MAX	UNIT
K _{RO}	Feedback Resistor Ratio	1.2/8.0		1.2/4.5	
V _{OUT,REG}	V _{OUT} Reference		1.2174		V
I _{OUT, MAX}	Max Current Limit			1.5	A
I _{OUT, DIS}	Quiescent Current when disabled		20	35	μA

2. V_{ILIM}

通过ILIM管脚的外接电阻 R_{ILIM} ，电压采样值 V_{ILIM} 输入放大器的负向输入端，与参考电压 $V_{ILIM,REF}$ 进行比较。如果 V_{ILIM} 超过 $V_{ILIM,REF}$ 门限，则控制M1管减小 I_{OUT} 电流的输出。最大输出电流 I_{MAX} 的计算方法：

$$R_{ILIM} = K_{ILIM} / I_{MAX}$$

考虑到设定值IMAX的20%余量 $ILIM=1.2*IMAX$ ，可以将 R_{ILIM} 设定为

$$R_{ILIM} = K_{ILIM} / I_{LIM} = K_{ILIM} / 1.2 I_{MAX}$$

相关的参数如下：

Parameter	Description	MIN	TYP	MAX	UNIT
K _{LIM}	Current Limit Factor		450		AΩ
V _{LIM,REF}	I _{LIM} Reference		1.2174		V

3. V_{IABS}

为了防止外置的R_{LIM}配置错误导致I_{OUT}过流，内部需要对I_{OUT}的极限值I_{ABS}进行限流。采样内置的R_{IABS}的V_{IABS}，并输入放大器的负向输入端，与参考电压V_{IABS,REF}进行比较。如果V_{IABS}超过V_{IABS,REF}门限，则控制M1管减小I_{OUT}电流的输出。

相关的参数如下：

Parameter	Description	MIN	TYP	MAX	UNIT
R _{IABS}	I _{ABS} sample resistor		812		Ω
V _{IABS,REF}	I _{ABS} Reference		1.2174		V
I _{MAX,ABS}	Absolute Current Limit			1.5	A

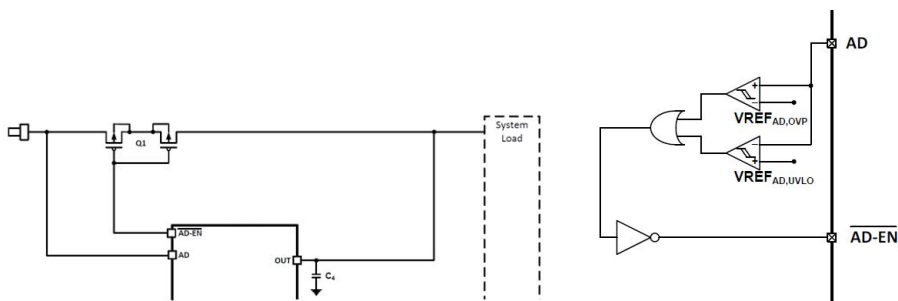
4. V_{IN,FB}

当RX线圈输入的能量不足以维持稳定的V_{RECT}时，为了保证下游的充电电路维持稳定的V_{OUT}，V_{RECT}通过分压电阻网络将V_{IN,FB}反馈至放大器的负向输入端，与参考电压V_{IN,DPM}进行比较，如果V_{IN,FB}低于V_{IN,DPM}门限，则控制M1管减小I_{OUT}电流的输出，直至关闭。

相关的参数如下：

Parameter	Description	MIN	TYP	MAX	UNIT
K _{RI}	Feedback Resistor Ratio		1.2/3.1		
V _{IN,DPM}	V _{RECT,DPM} Reference		3.1		V

6.3 Adaptor Enable



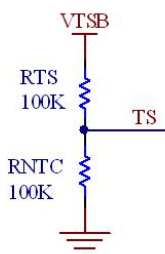
为了兼容外部有线适配器的接入，AD管脚用以监测适配器的输入压电。如果AD高于V_{REF_AD,OVP}，说明外接适配器有效，内部比较器驱动AD_EN管脚拉低。AD_EN低信号可以驱动外部的PMOS管，打通有线充电路径。同时，AD_EN信号送至数字逻辑，RX控制程序将发送EPT通知TX停止能量传输。当AD低于V_{REF_AD,UVLO}，说明外接适配器拔去，内部比较器驱动AD_EN管脚拉高，切断有线充电路径，芯片回复无线充电状态。

为了保护外部的PMOS管V_{GS}在安全的范围内，AD_EN与AD的电平差不高于7V。

相关的参数如下：

Parameter	Description	MIN	TYP	MAX	UNIT
VREF _{AD,OVP}	V _{AD} rising threshold		3.6		V
VREF _{AD,OVL}	V _{AD} dropping threshold		450		mV
V _{AD_EN, DIFF}	V _{AD_EN} & V _{AD} Difference @ V _{AD} =5V	4	4.5	5	V
	V _{AD_EN} & V _{AD} Difference @ V _{AD} =9V	3	6	7	V

6.4 External Temperature Sense



TS管脚外接NTC电阻网络，用以监测外部电路的温度。内部的V_{TSB}经上拉电阻R_{TS}与外部电阻构成分压电路。分压值V_{TS}送入ADC，由RX控制程序读取。

相关的参数如下：

Parameter	Description	MIN	TYP	MAX	UNIT
V _{TSB}	Internal TS Bias Voltage		5		V
R _{TS}	Pullup Resistor for NTC		100		kΩ

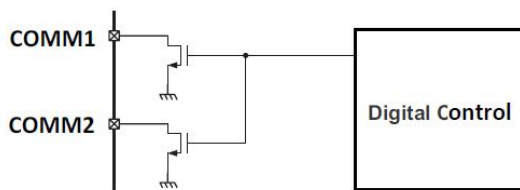
6.5 Internal Temperature Sense

芯片内部温度检测电路，通过分压将V_{IC,TEMP}送入ADC。当T_{J(OFF)} > 150 °C，RX控制程序将向TX发送EPT，通知TX停止能量传输。芯片将进入休眠状态。

相关的参数如下：

Parameter	Description	MIN	TYP	MAX	UNIT
T _{J(OFF)}	Thermal Shutdown temperature		150		°C
T _{J(OFF,HYS)}	Thermal Shutdown Hysteresis		20		°C

6.6 Communication

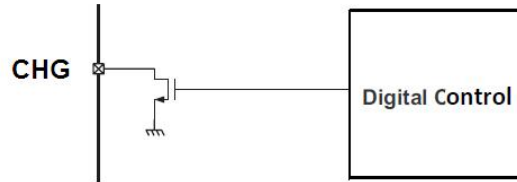


数字逻辑驱动COMM管脚，调整RX线圈的谐振点来与TX进行通讯。

相关的参数如下：

Parameter	Description	MIN	TYP	MAX	UNIT
$R_{DS(ON)}$	COMM pin MOSFET		1		Ω

6.7 Charging Status

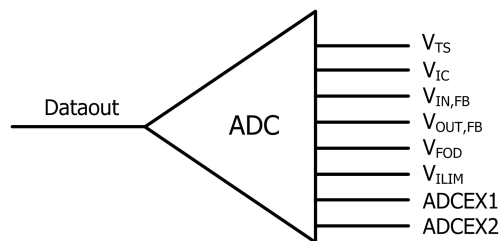


数字逻辑驱动CHG管脚，通知外部系统 I_{OUT} 正在输出，指示无线充电正在进行中。

相关的参数如下：

Parameter	Description	MIN	TYP	MAX	UNIT
V_{OL}	Low Voltage when MOSFET open			500	mV
I_{OFF}	CHG Leakage Current when close			1	μA

6.8 Internal ADC



ADC输入内部的8组电压信号，经数模转换后，送至数字逻辑，由RX控制程序进行相应的检测和判断。

Input Signal	Description	Range (V)
V_{TS}	External Temperature Sense Voltage	TBD
$V_{IC,TEMP}$	Internal Temperature Sense Voltage	TBD
$V_{IN,FB}$	V_{RECT} Feedback Voltage	TBD
$V_{OUT,FB}$	V_{OUT} Feedback Voltage	TBD
V_{FOD}	I_{OUT} sample Voltage	TBD
V_{ILIM}	I_{LIM} sample Voltage	TBD
ADCEX1	External Analog Signal1	TBD
ADCEX2	External Analog Signal2	TBD

1. V_{TS}

外部温度检测，数字逻辑通过比较 V_{TS} 与参考电压来确认过温状态。当 $V_{TS} < V_{HOT}$ ，或 $V_{TS} < V_{DETECT}$ ，向TX发送EPT，原因是0x03（Over Temperature）。

2. $V_{IC,TEMP}$

芯片内部温度检测，数字逻辑通过比较 V_{TS} 与参考电压来确认过温状态。当 $V_{IC,TEMP} > V_{J,OFF}$ ，向TX

发送EPT，原因是0x02（Internal Error）。

3. $V_{IN,FB}$

V_{RECT} 电压采样，数字逻辑通过当前的 V_{RECT} 值，计算Contrl Error，向TX发送Control Error Packet（0x03）包。

4. $V_{OUT,FB}$

V_{OUT} 电压采样，数字逻辑通过当前的 V_{OUT} 和 I_{OUT} 值，计算Power，向TX发送Received Error Packet（0x04），并实现FOD功能。

5. V_{FOD}

I_{OUT} 电压采样，数字逻辑通过当前的 V_{OUT} 和 I_{OUT} 值，计算Power，向TX发送Received Error Packet（0x04），并实现FOD功能。

6. V_{ILIM}

V_{ILIM} 电压采样，根据 I_{OUT} 和 R_{FOD} ，可以推算出 R_{ILIM} 的大小。如果 $R_{ILIM} < 100\Omega$ ，向TX发送EPT，原因是0x02（Internal Error）。

7. ADCEX1/ADCEX2

芯片预留两路ADC模拟信号输入，可以作为功能扩展使用。

7 封装

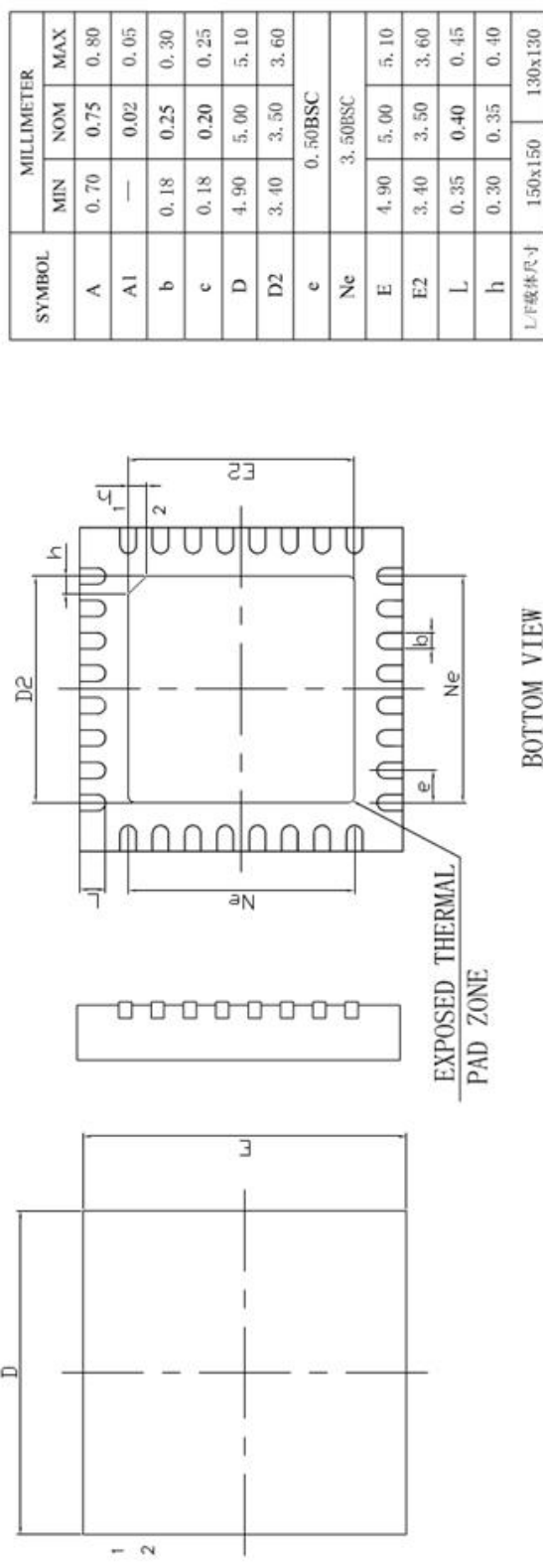


图4 QFN32封装尺寸图

电路参考设计

