



RY6528

窄带电力线载波通信收发器

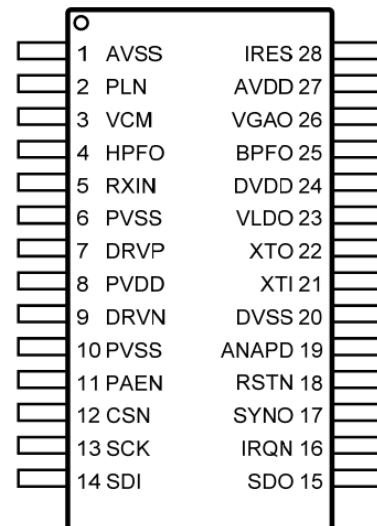
特点

- 半双工 PSK 收发器
- 直序软扩频技术
- 接收灵敏度低至 0.15mVrms
- 三相可同时通信，互不干扰
- 每相通信速率达 200/800 bps
- 窄带带宽 30KHz
- 载波中心频率可配(75/94/150/187KHz)
- 发送信号与工频同步
- 片内集成数字功率放大器
- 集成 60dB 动态范围的 AGC
- 模拟前端精确的有源滤波器
- 10bit 高速 pipelined ADC
- 单 5V 供电
- 接收发送数据缓冲器
- SPI 接口
- SSOP28

应用

- 智能家居
- 路灯控制
- 远程抄表

引脚图



概述

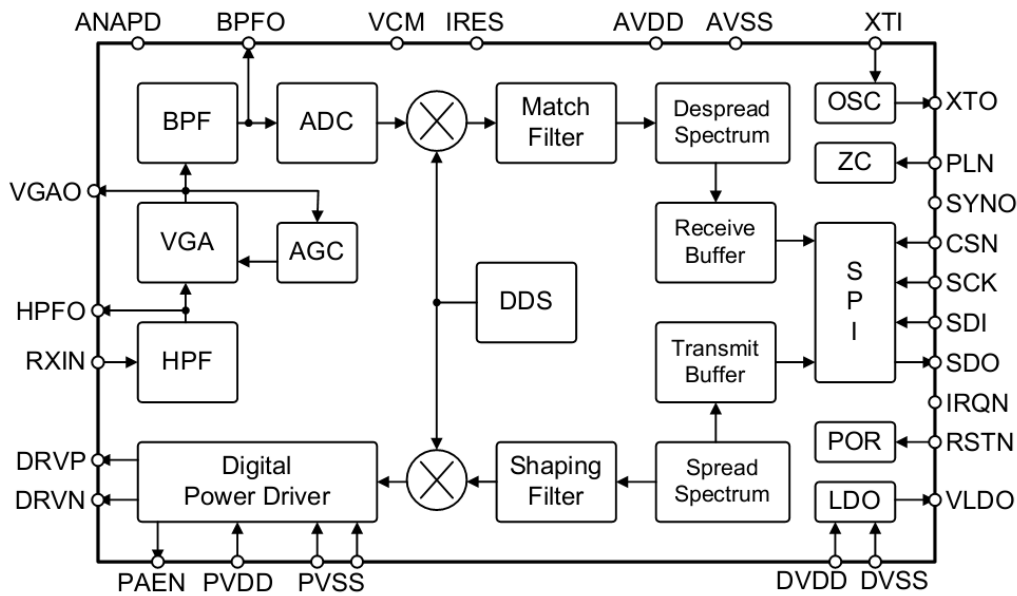
RY6528 是一款高集成度、低成本的电力线载波通信芯片，负责物理层之间的透传。通信速率较低，但是抗干扰能力强，特别适用于电网远程抄表、路灯控制等工业领域。

RY6528 为单 5V 供电器件，并且集成了可配高精度有源滤波器、自动增益放大器和 10 比特高速模数转换器。数据的收发均与工频同步，从而能够最大限度的避免了电力线上的特有干扰。软扩频相对于传统直序扩频，可以在相同通信速率的前提下进一步的增加抗干扰的能力。RY6528 拥有两路独立的 64 Byte 收发数据缓冲器。

极限参数

供电电压 AVDD/DVDD/PVDD	-0.3 ~ 6	V
其他引脚的电压范围	(VGND-0.4, VDD+0.4)	V
最大结温	150	°C
存储温度	-65~150	°C
热阻(Junction to Ambient)	120	°C/W
人体 ESD 放电模型, CDF-AEC-Q100-002	5000	V

原理框图



引脚定义

序号	名称	类型	描述
1	AVSS	AG	模拟地
2	PLN	AI	工频过零信号输入
3	VCM	AO	内部模拟电路基准输出, 需要接一个 100nF 的电容到 AVSS
4	HPFO	AO	高通滤波器输出
5	RXIN	AI	接受信号输入端
6	PVSS	DG	数字功率输出地
7	DRVP	DO	正相功率输出
8	PVDD	DP	数字功率输出电源
9	DRVN	DO	反相功率输出
10	PVSS	DG	数字功率输出地
11	PAEN	DO	内部功率放大器使能标志
12	CSN	DI	SPI 接口片选, 低有效
13	SCK	DI	SPI 时钟输入

14	SDI	DI	SPI 数据输入
15	SDO	DO	SPI 数据输出
16	IRQN	DO	中断输出
17	SYNO	DO	工频同步信号输出, 测试用
18	RSTN	AI	复位输入
19	ANAPD	AI	模拟关断信号
20	DVSS	DG	数字地
21	XTI	AI	晶振输入
22	XTO	AO	晶振输出
23	VLDO	DP	数字内部供电, 3.3V
24	DVDD	DP	数字供电, 5V
25	BPFO	AO	带通滤波器输出, 测试用
26	VGAO	AO	放大器输出, 测试用
27	AVDD	AP	模拟供电, 5V
28	IRES	AIO	模拟电流配置

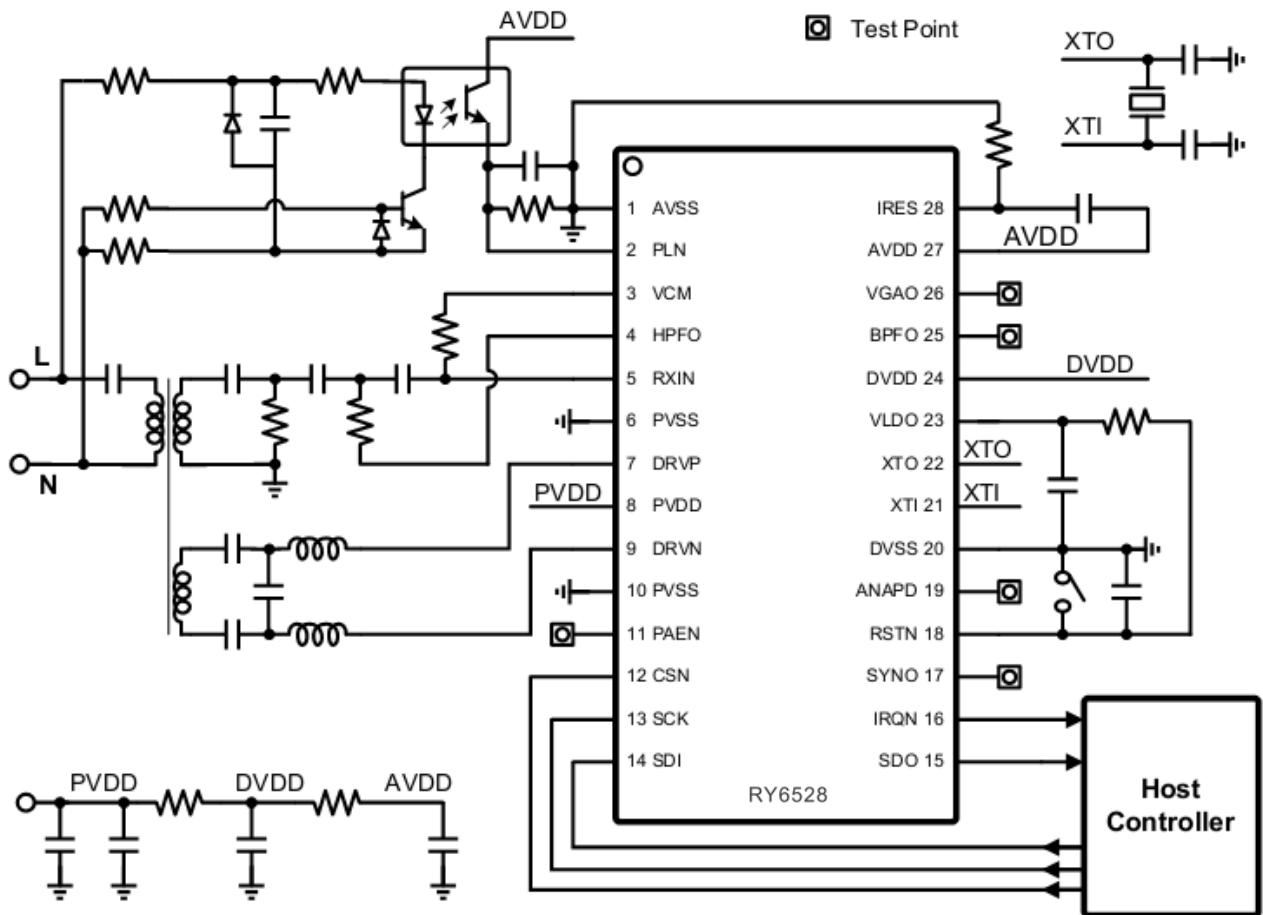
电气特性

($V_{AVDD} = V_{DVDD} = 5V$, $V_{AVSS} = V_{DVSS} = 0V$, $-40^{\circ}C < T_{amb} < 85^{\circ}C$, 除非特有所指)

符号	参数	测试条件	最小	典型	最大	单位
电源						
V_{avdd}/V_{dvdd}	供电电压		4.5	5	5.5	V
V_{ldo}	LDO 输出			3.3		V
I_{cc}	总电流	接收模式		8	10	mA
		发送模式(使用片上数字功放)		90		mA
Digital I/O						
V_{ih}	输入高逻辑阈值		3.5			V
V_{ol}	输入低逻辑阈值				1	V
V_{oh}	输出高逻辑电平	$I_{oh} = -2mA$	4.5			V
V_{ol}	输出低逻辑电平	$I_{ol} = 2mA$			0.5	V
时钟						
F_{xtal}	晶振频率			12		MHz
DC_{osc}	占空比		40		60	%
$R_{xtalesr}$	外部晶体寄生电阻				70	Ohm
C_{xtalcl}	外部振荡稳定电容				16	pF
发送端						
P_{drv}		$R_L = 4\ \Omega$ $F_{carrier} = 75KHz$			0.3	W
E_{drv}		$R_L = 4\ \Omega$		65		%

		Fcarrier=75KHz				
HD2	二次谐波	二阶无源低通滤波		55	50	dB
HD3	三次谐波	三阶无源低通滤波		40	38	dB
接收端						
Vmin	输入灵敏度	全频衰减			0.15	mVrms
Vmax	最大输入信号				1.45	mVrms
Fabw	模拟滤波器带宽			30		KHz
AGCDR	自动增益放大动态范围			60		dB
AGCGS	自动增益步进			6		dB
ENOB	ADC 有效位数		9			Bit

典型应用图

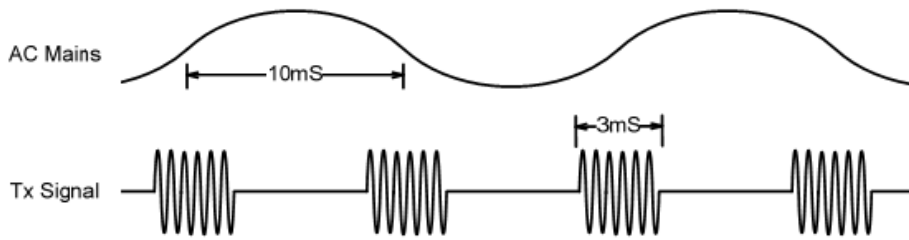


芯片详细描述

工频过零同步

电力线是用作传输电能的，其设计之初就未考虑用作传输信号，没有为通信做任何优化。在电力线信道上有各种干扰，传输过程中还伴有各种非线性的衰减。而 RY6528 针对电力线的这种特殊环境选择在工频过零点

附近通信，从而可以避免大部分电力线所特有的干扰。



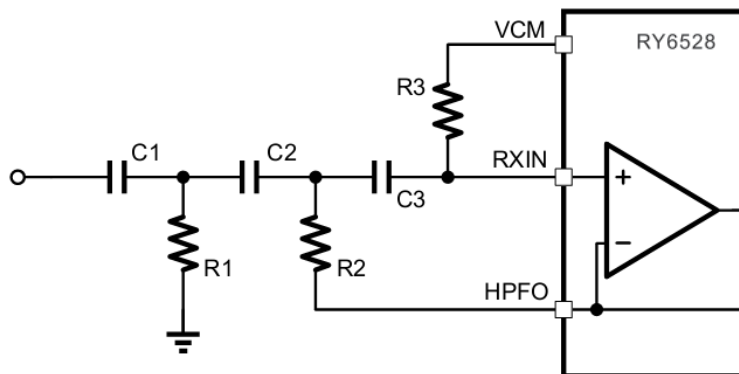
载波频率和带宽

RY6528 有四个预置的载波中心频率可选，详细参考寄存器 MCON<1:0>。这个寄存器同时控制着模拟有源滤波器，数字滤波器以及内部 DDS 的中心频率。而信号带宽与载波中心频率无关，都是 30KHz 左右。

接收模拟前端

模拟接收前端由高通有源滤波器、自动增益放大器、带通滤波器、高速 ADC 组成。其中高通滤波器的截至频率由片外元器件决定，如下表：

FCARRIER	C1	R1	C2	R2	C3	R3	FCORNER
5/93.75KHz	1nF	4.7KΩ	220pF	6KΩ	220pF	33KΩ	55KHz
50/187.5KHz	470pF	4.7KΩ	150pF	8KΩ	150pF	33kΩ	135KHz



自动增益放大器可以将信号放大到 ADC 的半幅左右，这样可以使得 ADC 工作在最佳状态。

内置数字功率放大器

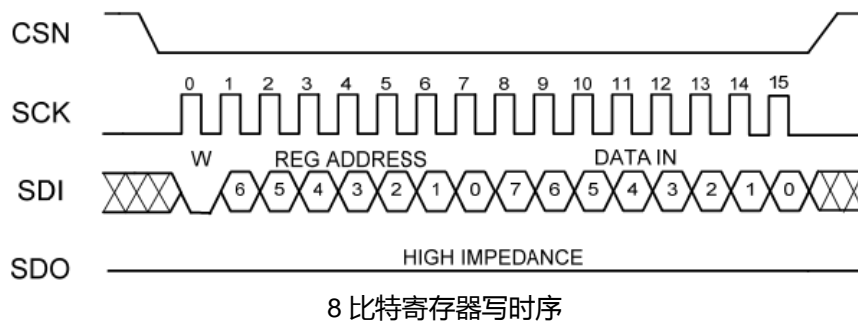
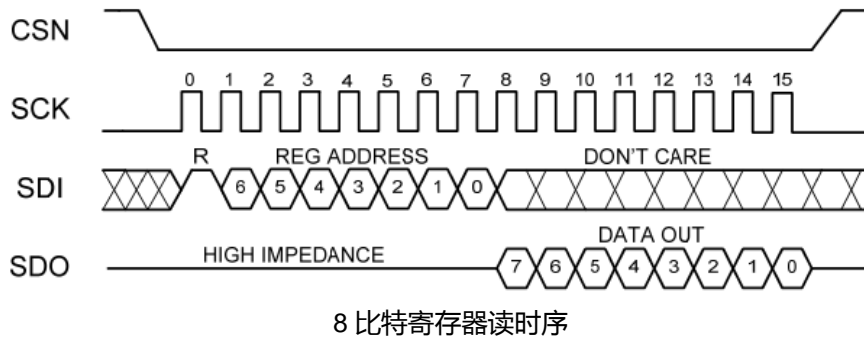
RY6528 集成了一个数字功率放大器，可以直接用于驱动电力线负载。这个数字 D 类功放可以达到 65%以上的效率。也可以设置为使用片外 D 类功放，此时片内的数字功放用作片外功率管的前置驱动。

基带算法

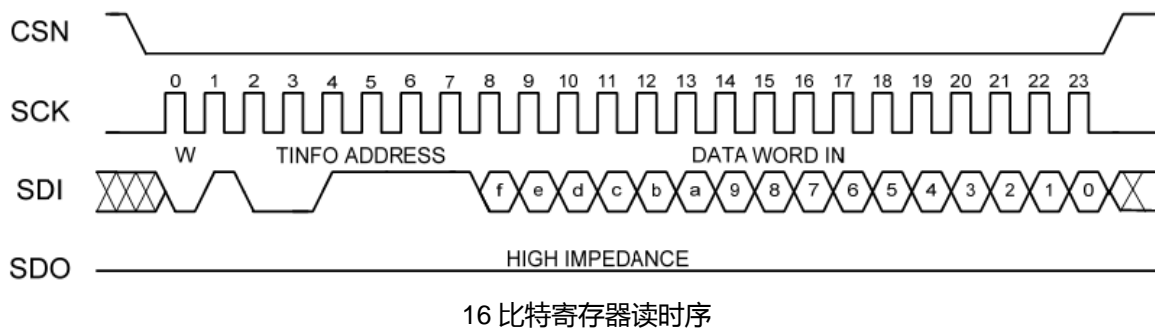
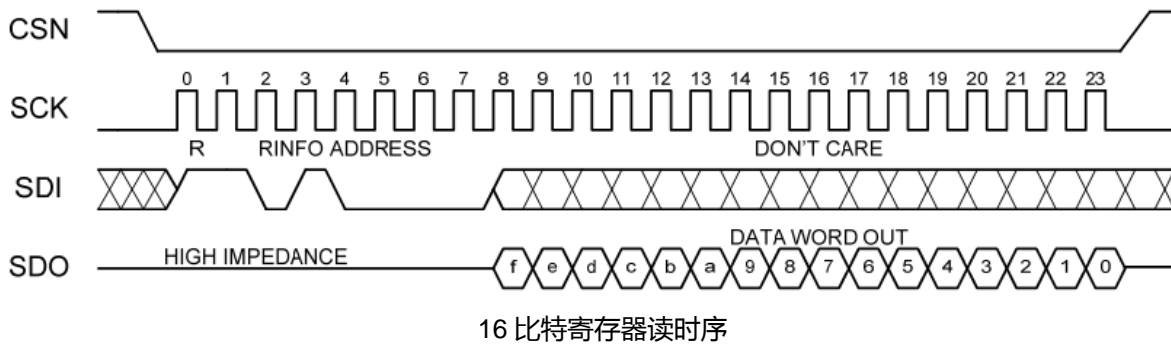
RY6528 使用了相移键控(PSK)调制，并采用了软扩频技术，相比于传统的直序扩频，可以在相同的通信速率的情况下得到更强的抗干扰性能。

SPI 时序

RY6528 使用 SPI 接口与单片机进行通信。时序图如下：



一般寄存器均为 8 比特，除了 RINFO 和 TINFO 寄存器是 16 比特，其读写时序图如下：



寄存器表

REGISTER	W/R	Length	ADDRESS	FUNCTION
MCON	W/R	<7:0>	0x01	主控制寄存器
TRCON	W	<7:0>	0x02	发送控制寄存器
AGCS	W/R	<7:0>	0x03	自动增益控制寄存器
TLEN	W/R	<7:0>	0x04	发送包长寄存器
CAPTHD	W/R	<7:0>	0x05	捕捉门限寄存器
TRACTHD	W/R	<7:0>	0x0C	跟踪门限寄存器
SFDTHD	W/R	<7:0>	0x06	帧同步门限寄存器
TRSTA	R	<7:0>	0x07	发送状态寄存器
RLEN	R	<7:0>	0x09	接收包长寄存器
RXENGY	R	<7:0>	0x0D	接收能量寄存器
TINFO	W/R	<15:0>	0x4F	发送数据缓冲器
RINFO	R	<15:0>	0x50	接收数据缓冲器

0x01, MCON (Main Control Register)

位置	名称	功能	配置	默认值
7	TxRxn	收发模式控制位	0 : 接收模式 1 : 发送模式	0
6	rqMode	中断模式设置	0 : 包模式 1 : 10 毫秒模式	0
5	PaInterSel	选择片上功放	0 : 选择片上功放 1 : 选择片外功放	0
4	ACInSel	过零同步方式选择	0 : 直接电阻耦合 1 : 光耦耦合	0
3	SpdSel	通信速率选择	0 : 200 bps 1 : 800 bps	0
2	SyncSel	跟踪范围配置	0 : 100 us 1 : 200 us	0
1 : 0	FreqSel	载波中心频率选择	00 : 75KHz 01 : 93.75KHz 10 : 150KHz 11 : 187.5KHz	00

0x02, TRCON (Transceiver Control Register)

位置	名称	功能	默认值
7	TxStart	发送端启动发送控制位。 启动发送后,发送端会根据 tx_len 低 6 位的长度(word),将发送 buff 中的数据发送。 高有效,发送完成后硬件自动清零。	0
6	/	备用	0
5	/	备用	0
4	TRBuffClr	发送与接收 buffer 清除复位,buffer 地址清 0,1 有效,硬件清零	0
3	/	crc 校验清零,清除 crc 计算寄存器,接收端 crc 校验结果位,1 有效,硬件清零	0
2	FramSynClr	当该比特置高时,清零寄存器 FramSynOK (TRSTA)	0
1	RxLenClr	当该比特置高时,清零寄存器 RxLenOK (TRSTA)	0
0	RxFinalClr	当该比特置高时,清零寄存器 RxLEN (RLEN) and RxInfoOK (TRSTA)	0

0x03, AGCS (AGC Setup Register)

位置	名称	功能	配置	默认值
7	AGCPD	AGC 使能	0 : 开启 1 : 关闭。	0
6	AGCCF	AGC 目标选择 :	0 : -9dB FS 1 : -15dB FS	0
5	/	备用		0
4	/	备用		0
3 : 0	AGCG	可配增益控制字,关掉 AGC 后,由 mcu 控制	有效范围 : 0 ~ 10	0000

0x04, TLEN (Transmitting Package Length Register)

位置	名称	功能	默认值
7 : 6	TFramChk	发送数据包校验	00
5 : 0	TxLen	发送数据包长,最大 60,单位 word	000000

0x05, CAPTHD (Capture Threshold Setup Register)

位置	名称	功能	默认值
7 : 0	CAPTHD	接收信息跟踪门限	00000000

0x0C, TRACTHD (Trace Threshold Setup Register)

位置	名称	功能	默认值
7 : 0	TRACTHD	接收信息跟踪门限	00000000

0x06, SFDTHD (Start Frame Delimiter Threshold Setup Register)

位置	名称	功能	默认值

7 : 0	TRACTHD	接收信息同步门限	00000000
-------	---------	----------	----------

0x07, TRSTA (Transceiver Flag Register)

位置	名称	功能	默认值
7	SNDING	发送指示位	0
6	RCVING	接收指示位	0
5	TxIdle	发送空闲指示位	0
4	CapOKI	捕获成功指示	0
3	FramSynOK	帧同步成功指示	0
2	RxLenOK	接收数据包长度正确指示	0
1	RxInfol	接收状态指示	0
0	RxInfoOK	接收数据正确指示	0

0x09, RLEN (Receiving Signal Length Register)

位置	名称	功能	默认值
7 : 6	RFramChk	接收数据包校验	00
5 : 0	RxLen	接收数据包长, 最大 60, 单位 word	000000

0,0D, RXENGY (Receiving Signal Energy Register)

位置	名称	功能	默认值
7 : 0	RxSigEngy	接收信号强度, 每次过零时刷新	00000000

0x4F, TINFO (Transmitting Information Writing Register)

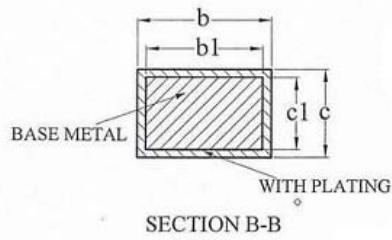
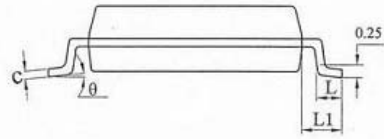
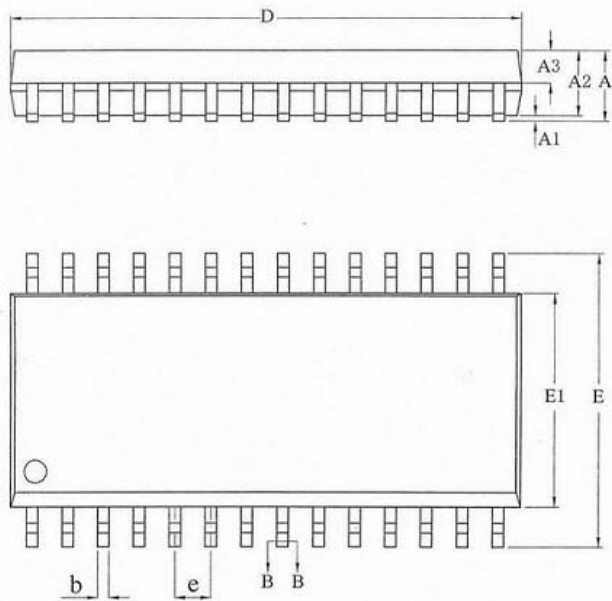
位置	名称	功能	默认值
15 : 0	TINFO	通过该寄存器可以按字将发送数据写入缓冲区	00000000

0x50, RINFO (Receiving Information Reading Register)

位置	名称	功能	默认值
15 : 0	RINFO	通过该寄存器可以将接收到的数据按字从数据缓冲区读出	00000000

外形尺寸

Small Shrink Outline Package (SSOP28)



SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	NOM	MAX
A	—	—	2.00
A1	0.05	—	0.25
A2	1.65	1.75	1.85
A3	0.75	0.80	0.85
b	0.29	—	0.37
b1	0.28	0.30	0.33
c	0.15	—	0.20
c1	0.14	0.15	0.16
D	10.00	10.20	10.40
E	7.60	7.80	8.00
E1	5.10	5.30	5.50
e	0.65BSC		
L	0.55	0.75	0.95
L1	1.25BSC		
θ	0	—	8°