

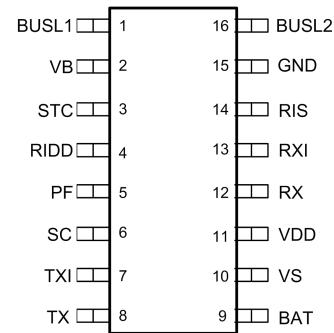
## 仪表总线(M-Bus)从站收发电路

### 描述

MS721 是为 M-Bus 标准 (EN1434-3) 的应用而开发的单片收发电路。MS721 接口电路可以适应从站与主站之间的电压差，总线的连接没有极性要求，电路由主站通过总线供电，这样对于从站电池就不会增加额外的负载，同时还集成了电源失效功能。作为接收端时，内置动态电平识别电路，作为发射端时，内置有可编程的电流源。集成了一个 3.3V 的直流稳压源，在总线出现故障后延迟一段时间后关断。

### 主要特点

- 符合 EN1434-3 标准 (从站)
- 具有动态电平识别的接收逻辑电平
- 通过电阻可调节接收电流
- 无极性连接
- 防掉电功能
- 模块电压切换
- 提供 3.3V 稳压源
- 远程供电
- 支持高达 9600 波特率的半双工的 UART 协议
- 从站的电源选择：
  - 通过输出管脚 VDD 由总线供电
  - 通过输出管脚 VDD 由总线供电或者由备用电池供电
  - 通过电池供电，只在数据传输时总线有效



SOP16

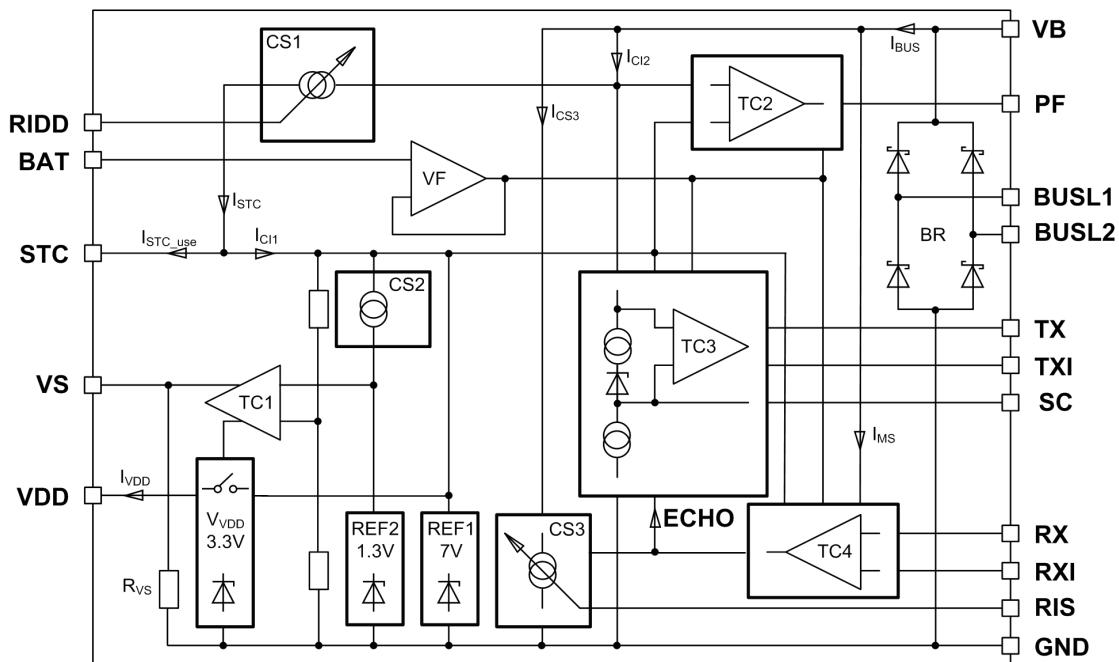
### 应用

- MBus 总线从站接口电路

### 产品规格分类

产品	封装形式	打印名称
MS721	SOP16	MS721

## 内部框图



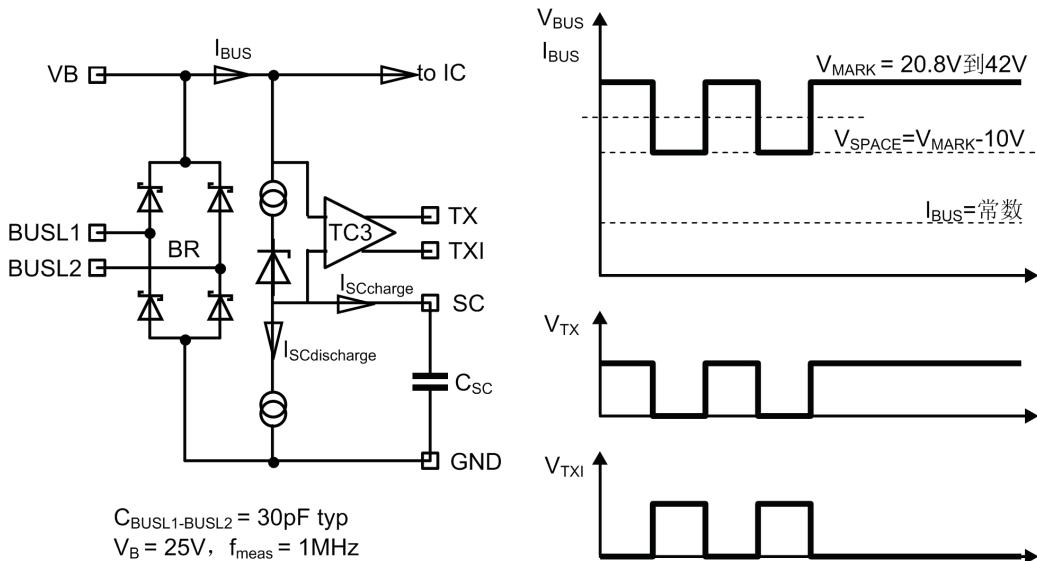
图一.功能框图

## 管脚定义

管脚号	管脚定义	描述
1	BUSL2	仪表总线接入端口 2
2	VB	整流后的总线差分电压端口
3	STC	供电电容接入端口
4	RIDD	充电电流调节端口
5	PF	掉电信号输出端口
6	SC	采样电容接入端口
7	TXI	数据反向输出端口
8	TX	数据输出端口
9	BAT	逻辑电平调节端口
10	VS	总线或电池供电选择输出端口
11	VDD	稳压电源输出端口
12	RX	数据输入端口
13	RXI	数据反向输入端口
14	RIS	发送电流调节端口
15	GND	接地端口
16	BUSL1	仪表总线接入端口 1

## 数据传输，主站到从站

总线上的传号电压  $V_{BUS} = MARK$  定义为：从站端 BUSL1 和 BUSL2 的电压差。它取决于主站到从站的距离，因为距离影响了线缆上的压降。为使接收端不受影响，电压比较器 TC3 在 SC 端使用了动态参考电平（见图二）。



图二. 数据传输--主站到从站

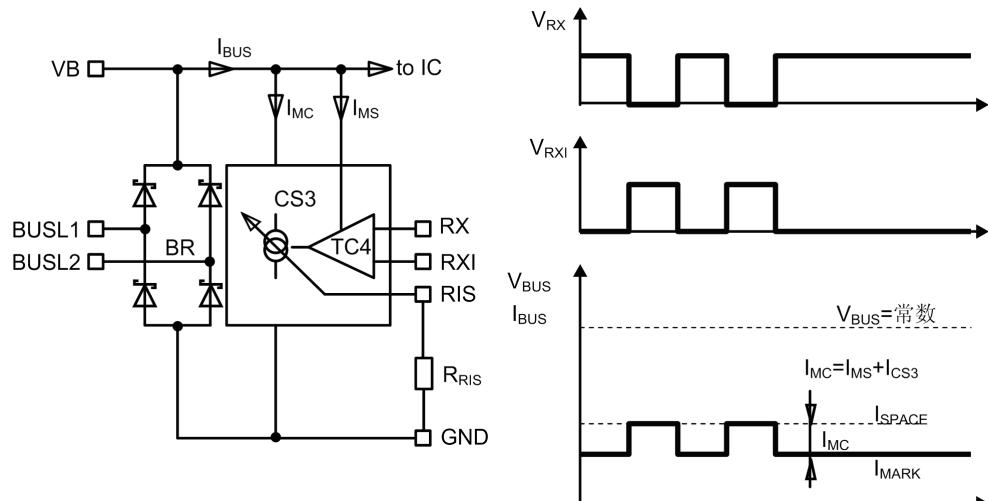
SC 管脚的电容  $C_{SC}$  由  $I_{SCcharge}$  充电，由  $I_{SCdischarge}$  放电。

$$I_{SCdischarge} = \frac{I_{SCcharge}}{40}$$

这个比例对与任何数据内容不确定的 UART 协议来说都是很重要的（例如：最坏情况，一个 11 位的 UART 协议所有的数据为 0，那么只有结束位为 1）。这样就有足够的时间对电容  $C_{SC}$  进行充电。根据  $V_{BUS}$ =空号电压/传号电压的条件，输入电平监测比较器 TC3 比较总线上的调制电压，转换后输出到反向输出端 TXI 和非反向输出端 TX。

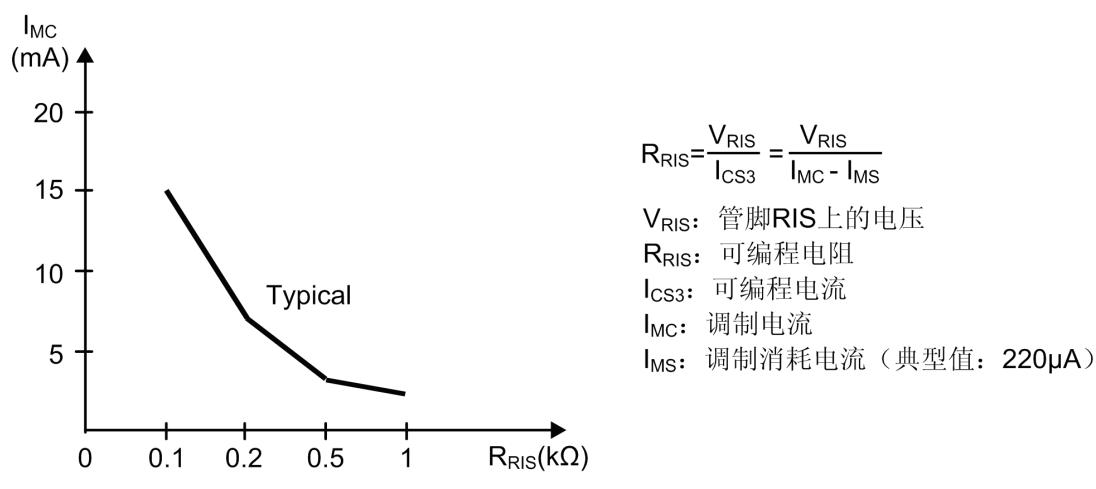
## 数据传输，从站到主站

芯片采用电流调制的方式从从站往主站传输数据，用电流源调制总线电流，主站监测调制电流，在调制过程中，总线电压不变。电流源 CS3 调制总线电流，而主站检测这个调制信号。电流源 CS3 由反向输入 RXI 和非反向输入 RX 控制，电流源 CS3 的电流可以通过外部电阻 R<sub>RIS</sub> 调节。调制期间，调制电路消耗的电流为 I<sub>MS</sub> 加上电流源 CS3 的电流。



图三. 数据传输--从站到主站

因为 MS721 为半双工设计，所以 RX 或 RXI 的输入数据由 ECHO 反馈到输出端 TX 和 TXI。如果从站或者主站同时通过总线发送数据，TX 和 TXI 输出信号就为主站和从站输入信号叠加，表明从站发生了数据冲突（见图一）。总线需要一个恒定电流，这个电流被总线上连接的每一个从站所消耗。通过图四中的公式，可以计算出可编程电阻 R<sub>RIS</sub> 的大小。



图四. 可编程电阻的计算

## 从站电源

MS721 内部集成一个 3.3V 的稳压源，该稳压源的电源由 STC 管脚的存储电容  $C_{STC}$  提供，而 STC 脚的存储电容  $C_{STC}$  由电流源 CS1 的恒定电流  $I_{STC\_use}$  进行充电，最大的 STC 电压被限定为 REF1，充电电流  $I_{STC\_use}$  由管脚 RIDD 连接的外部电阻决定。电阻  $R_{RIDD}$  大小可以通过下面的公式计算得出。

$$R_{RIDD} = 25 \frac{V_{RIDD}}{I_{STC\_use}} = 25 \frac{V_{RIDD}}{I_{STC\_use} + I_{IC1}}$$

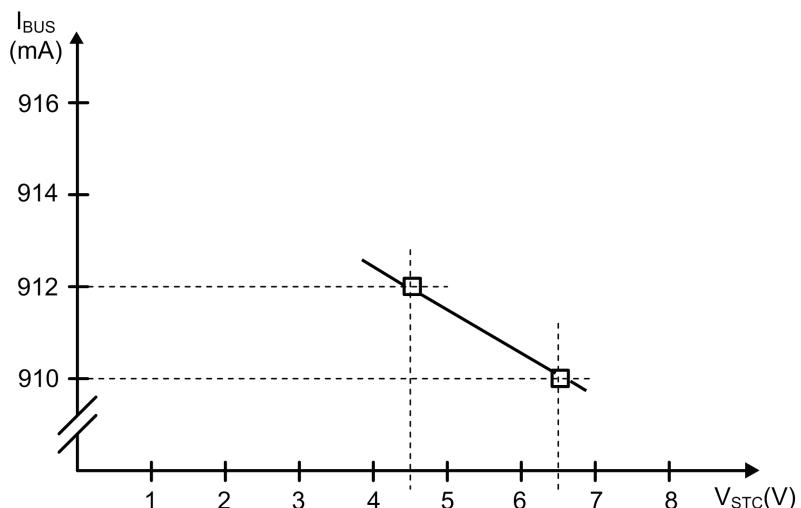
$I_{STC}$ : 电流源 CS1 的电流。

$I_{STC\_use}$ : 电源电容充电电流。

$I_{CI}$ : 内部电流。

$V_{RIDD}$ : RIDD 管脚电压。

比较器 TC1 检测存储电容  $C_{STC}$  的电压，一旦电压  $V_{STC}$  达到  $V_{VDD\_on}$  时，开关  $S_{VDD}$  连接  $V_{VDD}$  到管脚 VDD，如果  $V_{STC}$  电压降到  $V_{DD\_off}$  时，VDD 关闭。电容  $C_{STC}$  上的电压变化与总线电流之间的关系如图五所示。

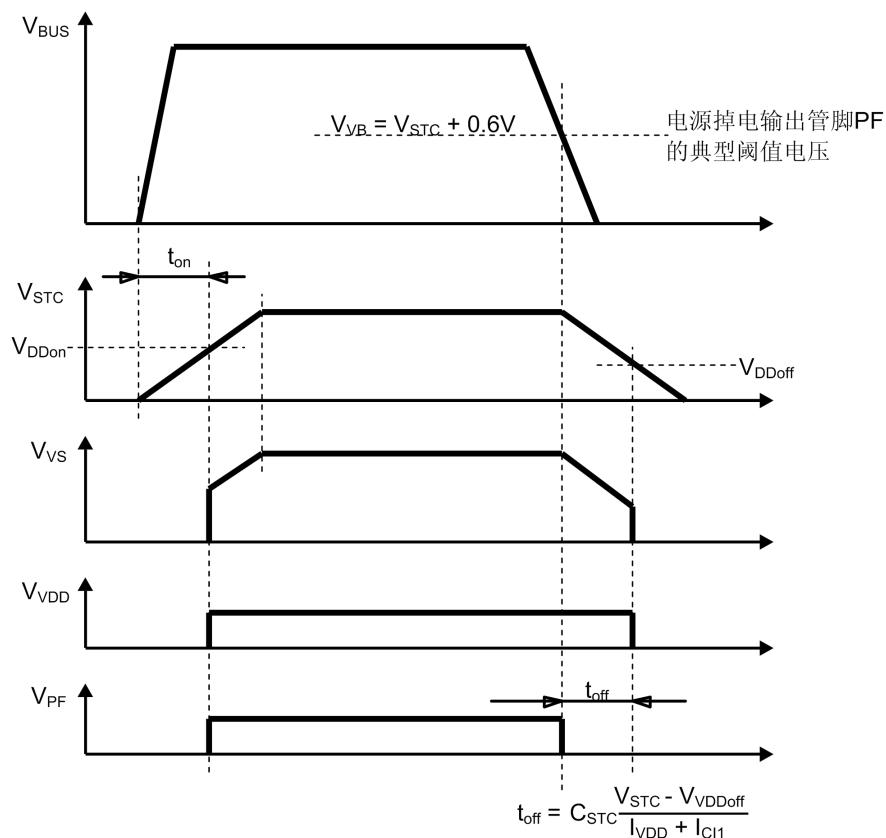


图五. 单一模式下的总线负载

总线故障到 VDD 关闭的时间 ( $t_{off}$ ) 由系统电流  $I_{VDD}$  和电容  $C_{STC}$  的电压决定，在这段时间内，需要完成数据的存储。图 6 说明了在总线电压  $V_{BUS}$  关断后， $V_{DD\_off}$ 、 $t_{off}$  与 STC 电容大小之间的关系。

VS 输出端表示：由总线给从站供电，还是由电池给从站供电。VS 输出与 VDD 是同步的，都是由比较器 TC1 控制。在 VS 输出端外接一个晶体管，可以实现总线供电和电池供电之间的切换。

## 电源上电/掉电



图六. 电源上电/掉电时序

### 电源掉电保护

因为输入经过一个整流器 BR，所以 BUSL1 和 BUSL2 是极性独立的。管脚 VB 到 GND 的电压  $V_{VB}$  为总线电压减去整流器 BR 上的压降。电压比较器 TC2 监测总线电压，如果  $V_{VB} > V_{STC} + 0.6V$ ，那么 PF=1。当电源失效时，PF=0，可以向 MCU 发出警告：总线电压下降，需要立即保存数据。

## 最大绝对额定值

所有参数在室温范围内测得（除非另有说明）

$V_{MB}$	BUSL1到BUSL2之间的电压		$\pm 50V$
$V_I$	输入电压范围	RX和RXI端	-0.3V 到 5.5V
		BAT端	-0.3V 到 5.5V
$T_J$	结工作温度范围		-40°C 到 150°C
$T_A$	环境温度范围		-40°C 到 100°C
$T_{STG}$	存储温度范围		-65°C 到 150°C
	结温和环境温度的功率下降因素		8 mW/°C

## 推荐工作条件

所有参数在室温范围内测得（除非另有说明）

			最小值	最大值	单位
$V_{MB}$	总线电压,   BULS2-BUSL1	接收	10.8	42	V
		发送	12	42	
$V_I$	输入电压	VB(接收模式)	9.3		V
		BAT	2.5	3.8	
$R_{RIDD}$	RIDD电阻		13	80	kΩ
$R_{RIS}$	RIS电阻		100		Ω
$T_A$	环境工作温度		-40	100	°C

注：1. 所有的电压都是相对 GND 端口测量的，除非另有说明。

2.  $V_{BAT(max)} \leq V_{STC} - 1V$

## 电气特性

所有参数在室温范围内测得（除非另有说明）

参数	测试条件	最 小 值	典 型 值	最 大 值	单 位
$\Delta V_{BR}$	镇流器BR上的压降 $I_{BUS} = 3 mA$			1.5	V
$\Delta V_{CS1}$	电流源CS1的压降 $R_{RIDD} = 13 k\Omega$			1.8	V
$I_{BUS}$	总线电流 $V_{STC} = 6.5V, I_{MC} = 0 mA$	$R_{RIDD} = 13 k\Omega$		3	mA
		$R_{RIDD} = 30 k\Omega$		1.5	
$\Delta I_{BUS}$	总线电流精度 $\Delta V_{BUS} = 10 V, I_{MC} = 0 mA, R_{RIDD} = 13 k\Omega$ 到 $30 k\Omega$			2	%
$I_{CC}$	电源电流 $V_{STC} = 6.5 V, I_{MC} = 0 mA, V_{BAT} = 3.8 V, R_{RIDD} = 13 k\Omega$			650	μA

I <sub>CI1</sub>	CI1电流	V <sub>STC</sub> = 6.5 V, I <sub>MC</sub> = 0 mA, V <sub>BAT</sub> = 3.8 V, R <sub>RIDD</sub> = 13 kΩ, V <sub>BUS</sub> = 6.5 V, RX/RXI = off			350	μ A
I <sub>BAT</sub>	BAT输入电流	V <sub>BAT</sub> =3.8V	-0.5		0.5	μ A
I <sub>BAT+IVD</sub> D	BAT + VDD的电流	V <sub>BUS</sub> = 0 V, V <sub>STC</sub> =0	-0.5		0.5	μ A
V <sub>VDD</sub>	VDD端输出电压	-I <sub>VDD</sub> = 1 mA, V <sub>STC</sub> = 6.5 V	3.1		3.4	V
R <sub>VDD</sub>	VDD端输出阻抗	-I <sub>VDD</sub> = 2 to 8 mA, V <sub>STC</sub> = 4.5 V			5	Ω
V <sub>STC</sub>	STC电压	V <sub>DD</sub> = on, VS = on	5.6		6.4	V
		V <sub>DD</sub> = off, VS = off	3.8		4.3	
		I <sub>VDD</sub> < I <sub>STC_use</sub>	6.5		7.5	
I <sub>STC_use</sub>	STC电流	V <sub>STC</sub> = 5 V	R <sub>RIDD</sub> = 30 kΩ	0.65	1.1	mA
			R <sub>RIDD</sub> = 13 kΩ	1.85	2.4	
V <sub>RIDD</sub>	RIDD端电压	R <sub>RIDD</sub> = 30 kΩ		1.23	1.33	V
V <sub>VS</sub>	VS端输出电压	V <sub>DD</sub> = on, IVS = - 5 μA	V <sub>STC</sub> - 0.4		V <sub>STC</sub>	V
R <sub>VS</sub>	VS端输出阻抗	V <sub>DD</sub> = off	0.3		1	MΩ
V <sub>PF</sub>	PF端输出电压	V <sub>STC</sub> = 6.5 V	V <sub>VB</sub> = V <sub>STC</sub> + 0.8 V, I <sub>PF</sub> = -100 μA	VBAT- 0.6		VBAT
			V <sub>VB</sub> = V <sub>STC</sub> + 0.3 V, I <sub>PF</sub> = 1 μA	0		
			V <sub>VB</sub> = V <sub>STC</sub> + 0.3 V, I <sub>PF</sub> = 5 μA	0		
t <sub>on</sub>	开启时间	C <sub>STC</sub> = 50 μF, Bus voltage slew rate:1 V/μs			3	s

注：1. 所有的电压都是相对 GND 测量的，除非另有说明。

2. 输入 RX/RXI 和输出 TX/TXI 开路，I<sub>CC</sub>=I<sub>CI1</sub>+I<sub>CI2</sub>。

## 接收电气特性

所有参数在室温范围内测得（除非另有说明）

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V <sub>T</sub>		见图 2	MARK-8.2	MARK-5.7		V
V <sub>SC</sub>	SC 端电压			V <sub>VB</sub>		V
I <sub>SCcharge</sub>	SC 端充电电流	V <sub>SC</sub> = 24 V, V <sub>VB</sub> = 36 V	-15	-40		μA
I <sub>SCdischarge</sub>	SC 端放电电流	V <sub>SC</sub> = V <sub>VB</sub> = 24 V	0.3	-0.033 × I <sub>SCcharge</sub>		μA
V <sub>OH</sub>	高电平输出电压 (TX, TXI 端)	I <sub>TX</sub> /I <sub>TXI</sub> = -100 μA(见图 2)	V <sub>BAT</sub> -0.6	V <sub>BAT</sub>		V
V <sub>OL</sub>	低电平输出电压 (TX, TXI 端)	I <sub>TX</sub> /I <sub>TXI</sub> = 100 μA	0	0.5		V
		I <sub>TX</sub> = 1.1 mA	0	1.5		
I <sub>TX</sub> /I <sub>TXI</sub>	TX, TXI 端电流	V <sub>TX</sub> = 7.5, V <sub>VB</sub> = 12 V, V <sub>STC</sub> = 6 V, V <sub>BAT</sub> = 3.8 V			10	μA

注：1. 所有的电压都是相对 GND 测量的，除非另有说明。

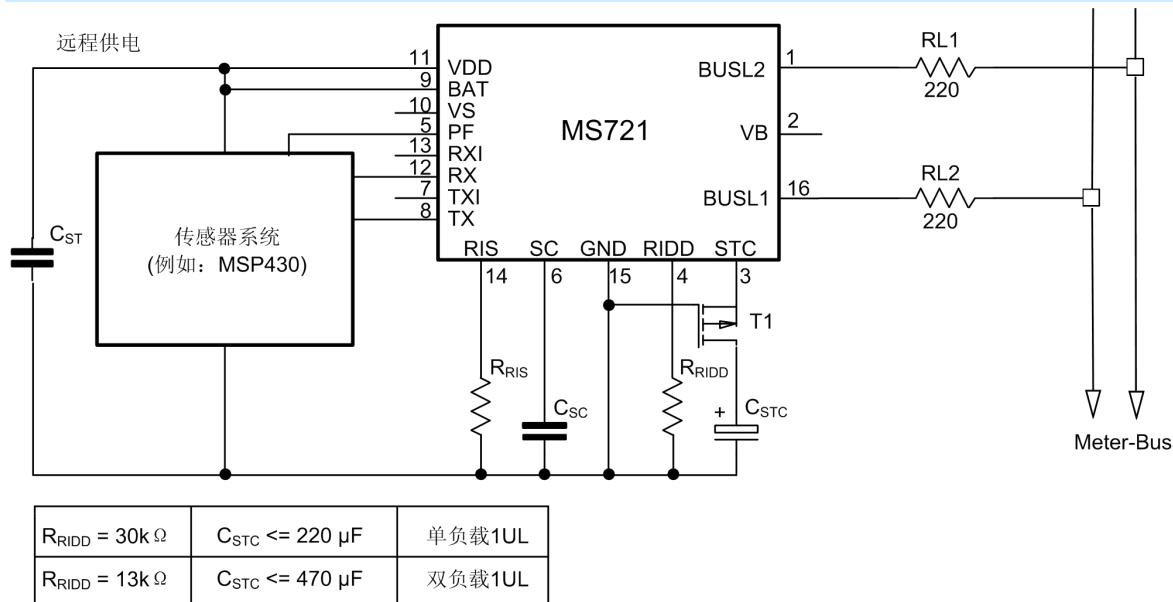
## 发送电气特性

所有参数在室温范围内测得（除非另有说明）

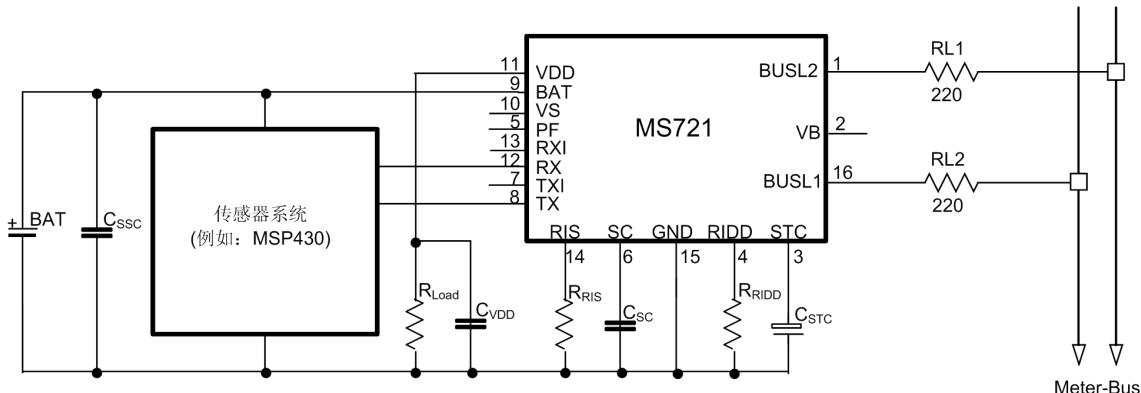
参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
I <sub>MC</sub>	MC 电压	R <sub>RIS</sub> = 100 Ω	11.5		19.5	mA
V <sub>RIS</sub>	RIS 端电压	R <sub>RIS</sub> = 100 Ω	1.4		1.7	V
		R <sub>RIS</sub> = 1000 Ω	1.5		1.8	
V <sub>IH</sub>	高电平输入电压(RX, RXI 端)	见图 3	V <sub>BAT</sub> -0.8		5.5	V
V <sub>IL</sub>	低电平输入电压(RX, RXI 端)	见图 3	0		0.8	V
I <sub>RX</sub>	RX 电流	V <sub>RX</sub> = V <sub>BAT</sub> = 3 V, V <sub>VB</sub> = V <sub>STC</sub> = 0 V	-0.5		0.5	μ A
		V <sub>RX</sub> = 0 V, V <sub>BAT</sub> = 3 V, V <sub>STC</sub> = 6.5 V	-10		-40	
I <sub>RXI</sub>	RXI 电流	V <sub>RXI</sub> = V <sub>BAT</sub> = 3 V, V <sub>VB</sub> = V <sub>STC</sub> = 0 V	10		40	μ A
		V <sub>RXI</sub> = V <sub>BAT</sub> = 3 V, V <sub>STC</sub> = 6.5 V	10		40	

注：1. 所有的电压都是相对 GND 测量的，除非另有说明。  
 2. 当  $V_{STC} > 6.5V$  时， $V_{IH(max)} = 5.5V$  有效。

### 典型应用电路



图七. 基本应用电路——总线供电，供电电容 $C_{STC} > 50\mu F$



C<sub>SSC</sub>: 系统稳定电容

C<sub>STC</sub>: 供电电容

C<sub>SC</sub>: 采样电容

C<sub>VDD</sub>: 稳定电容 (100nF)

C<sub>STC</sub>:  $C_{VDD} \geq 4:1$

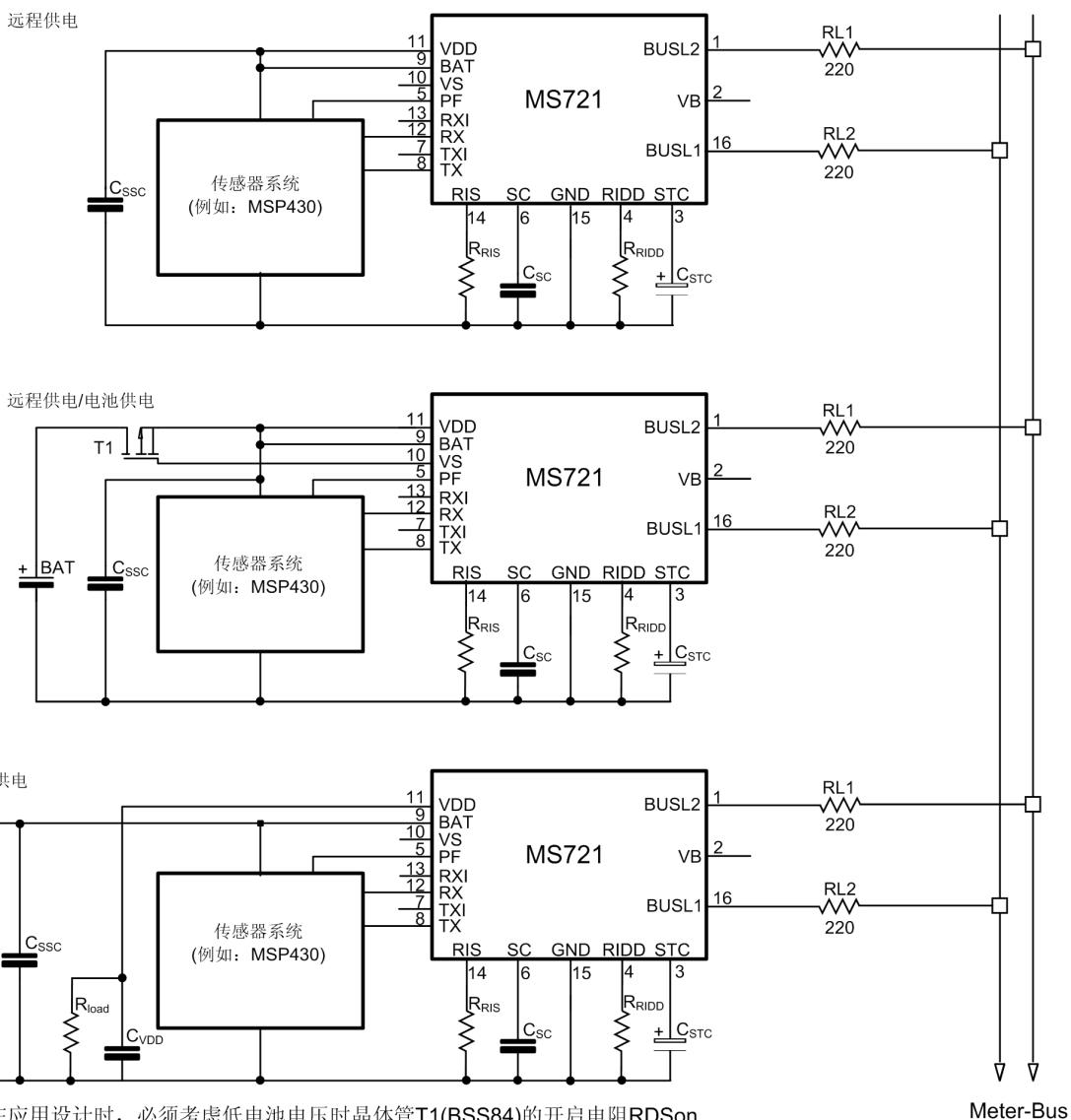
R<sub>RIDD</sub>: 从站电流调节电阻

R<sub>RIS</sub>: 调制电流电阻

RL1, RL2: 保护电阻

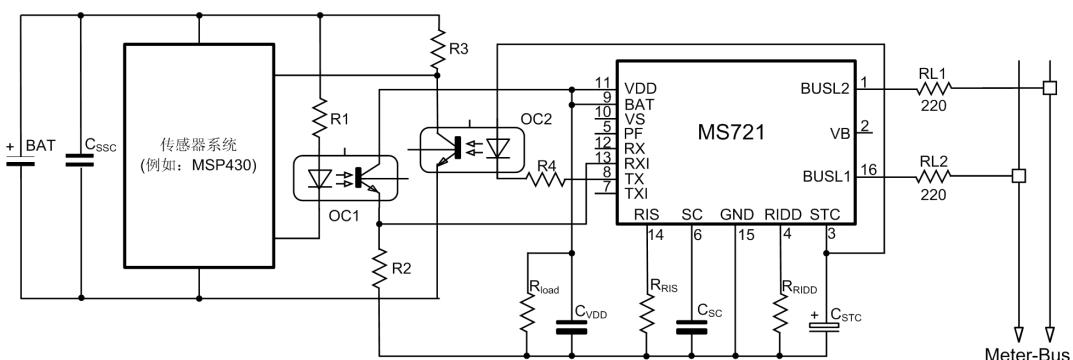
R<sub>load</sub>: 放电电阻 (推荐值: 100kΩ)

图八. 基本应用电路——电池供电



注：在应用设计时，必须考虑低电池电压时晶体管T1(BSS84)的开启电阻RDson

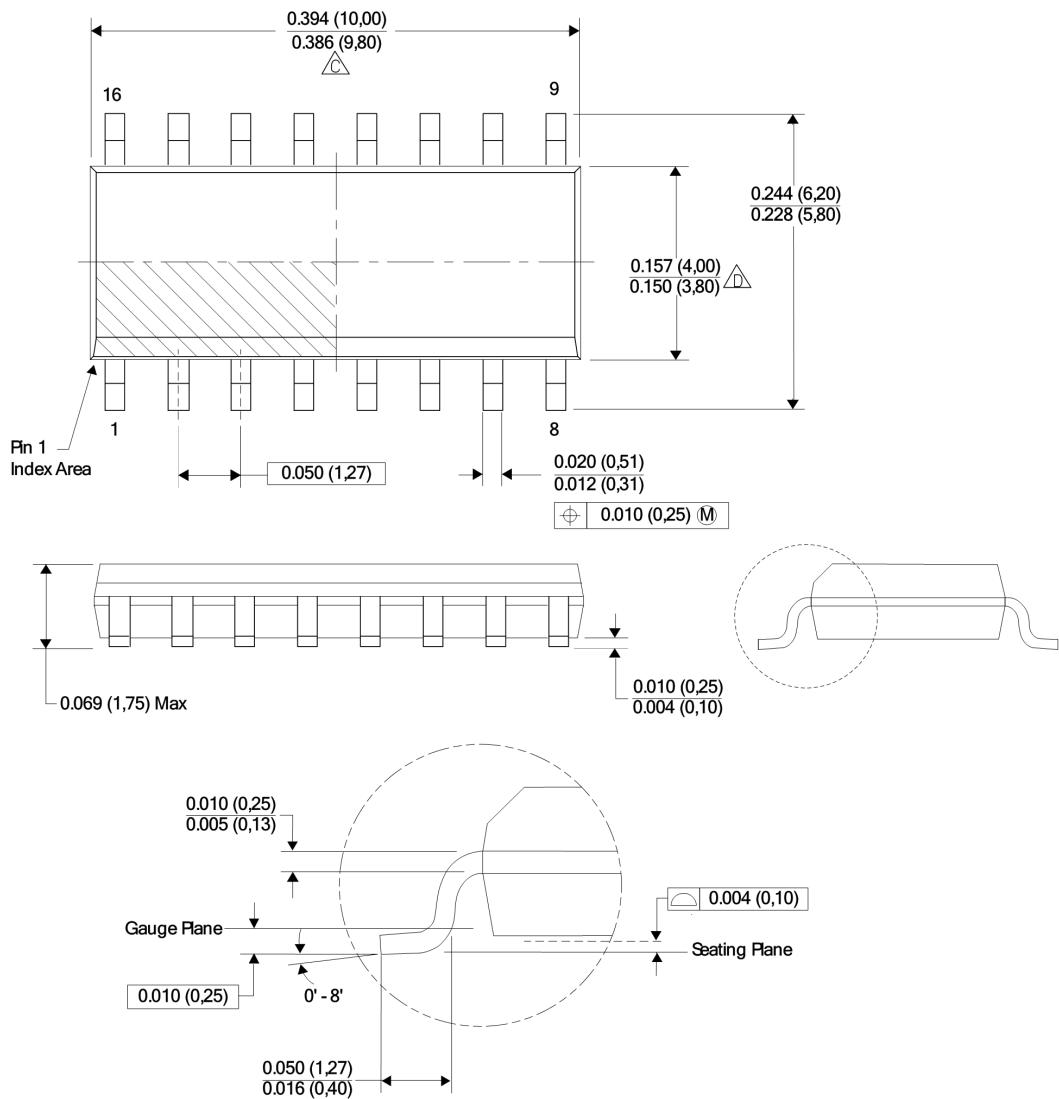
图九. 基本应用电路——不同电源模式



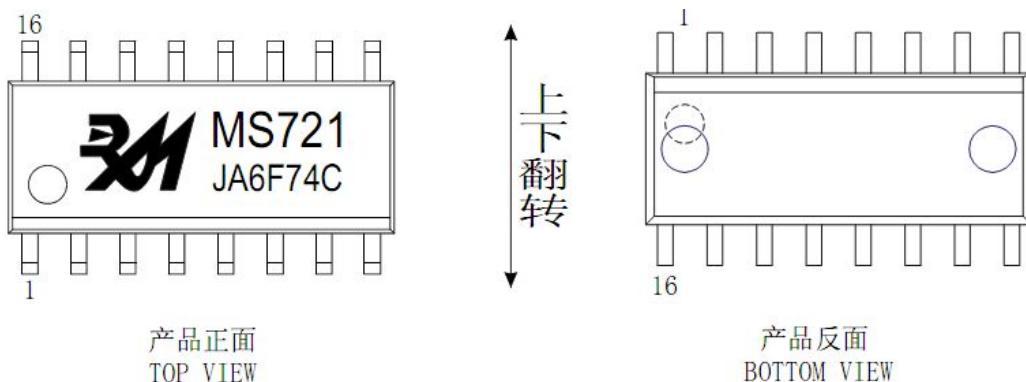
图十. 光电耦合应用

## 封装尺寸

SOP16



## 印章规范

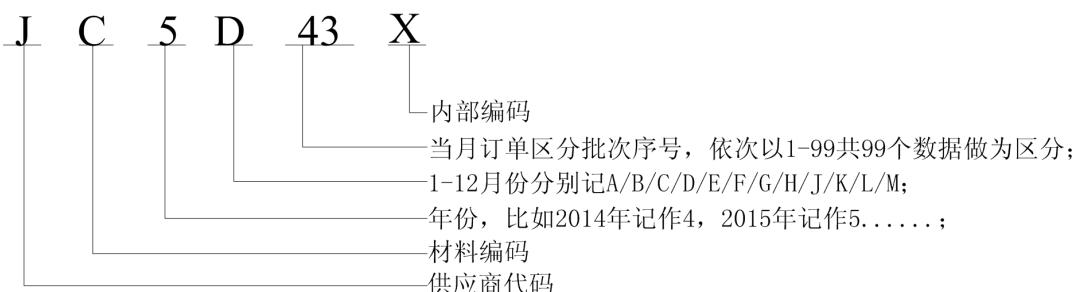


## 一， 印章内容介绍

MS721：产品型号

生产批号：

范例：JC5D43X



## 二， 印章规范要求

1. 采用激光打印，整体居中且采用 Arial 字体。

## 三， 包装规范

型号	只/卷	卷/盒	盒/箱	只/箱
MS721	2000	1	8	16000