

仪表总线(M-Bus)从站收发电路

描述

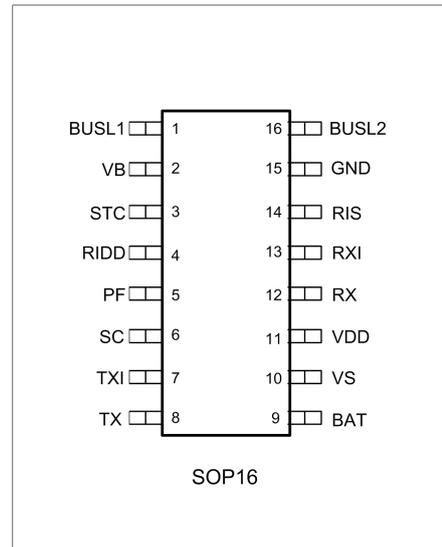
MS721 是为 M-Bus 标准 (EN1434-3) 的应用而开发的单片收发电路。MS721 接口电路可以适应从站与主站之间的电压差, 总线的连接没有极性要求, 电路由主站通过总线供电, 这样对于从站电池就不会增加额外的负载, 同时还集成了电源失效功能。作为接收端时, 内置动态电平识别电路, 作为发射端时, 内置有可编程的电流源。集成了一个 3.3V 的直流稳压源, 在总线出现故障后延迟一段时间后关断。

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

产品规格分类

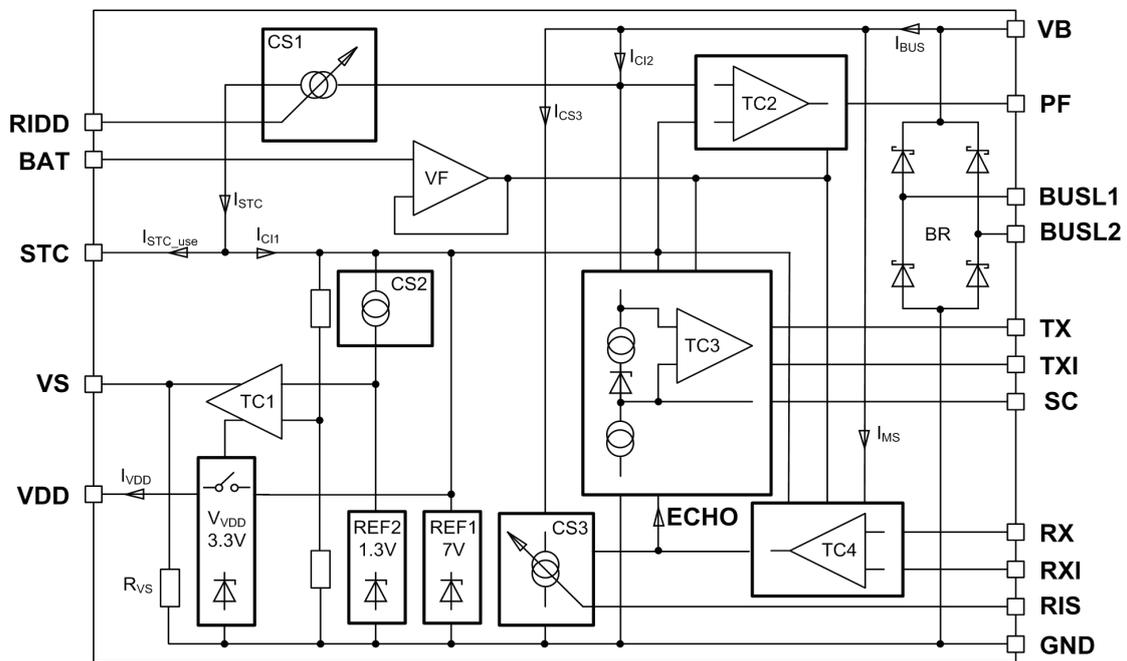
| 产品 | 封装形式 | 打印名称 |
|-------|-------|-------|
| MS721 | SOP16 | MS721 |



应用

- M-Bus 总线从站接口电路

内部框图



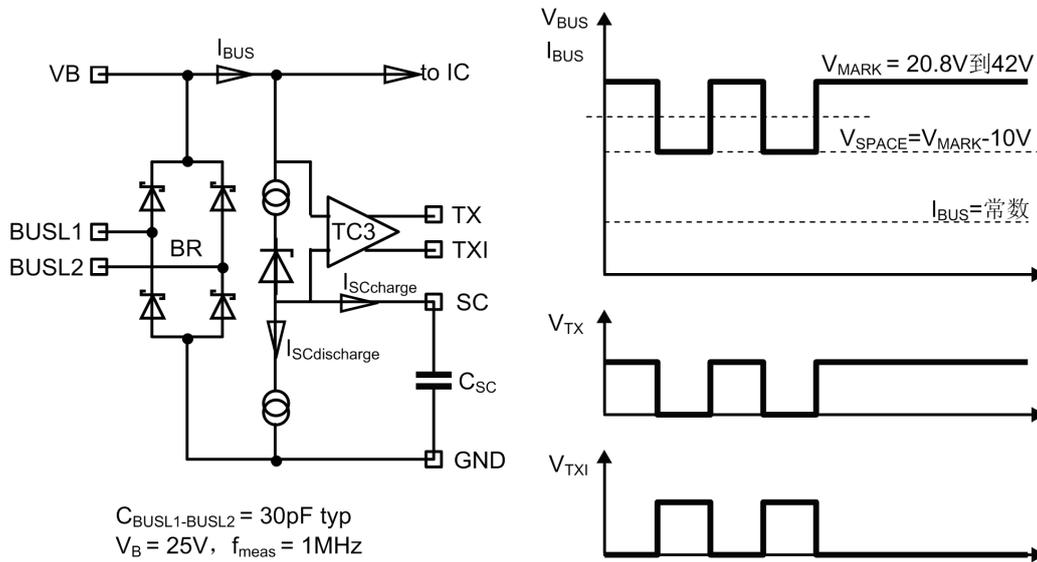
图一.功能框图

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 $V_{BUS} = \text{MARK}$ 定义为：从站端 BUSL1 和 BUSL2 的电压差。它取决主站到从站的距离，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

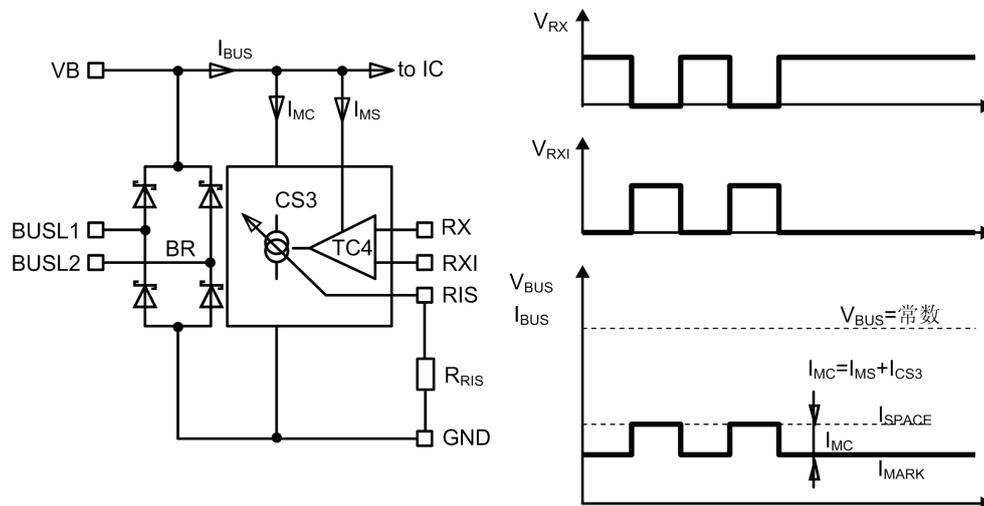
SC 管脚的电容 C_{sc} 由 $I_{sccharge}$ 充电，由 $I_{scdischarge}$ 放电。

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

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 $V_{BUS} = \text{空号电压/传号电压}$ 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。

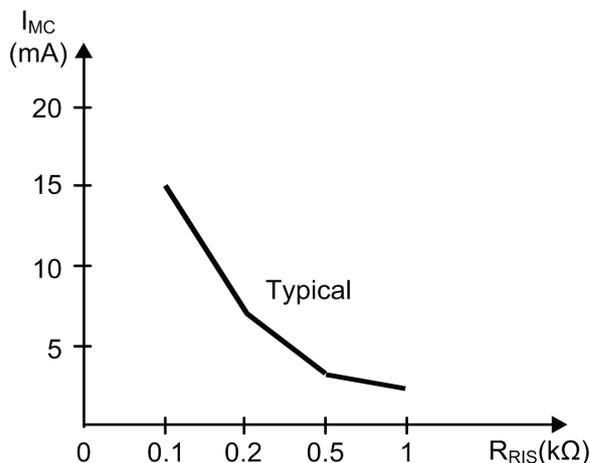
数据传输，从站到主站

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_{RIS} 调节。调制期间，调制电路消耗的电流为 I_{MS} 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_{RIS} 的大小。



$$R_{RIS} = \frac{V_{RIS}}{I_{CS3}} = \frac{V_{RIS}}{I_{MC} - I_{MS}}$$

- V_{RIS} : 管脚RIS上的电压
- R_{RIS} : 可编程电阻
- I_{CS3} : 可编程电流
- I_{MC} : 调制电流
- I_{MS} : 调制消耗电流 (典型值: 220μA)

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。

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

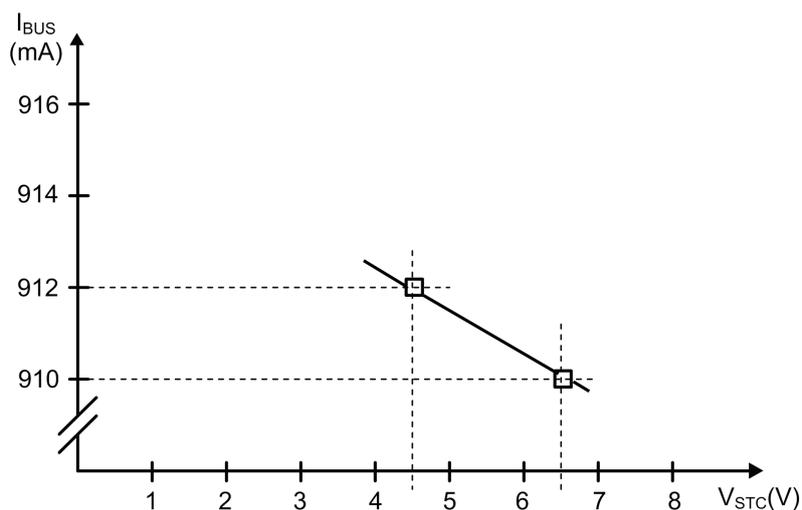
I_{STC} : 电流源 CS1 的电流。

I_{STC_use} : 电源电容充电电流。

I_{IC1} : 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。

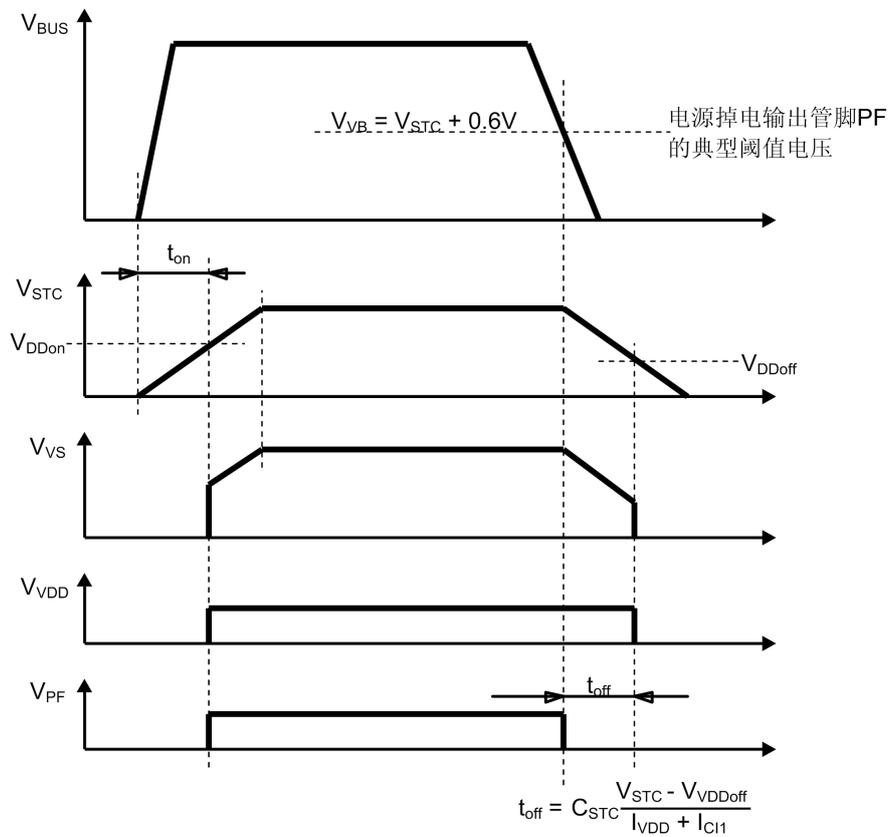


图五. 单一模式下的总线负载

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。

最大绝对额度值

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 | k Ω |
| 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 |
|------------------|-----------|---|-----|-----|---------------|
| ΔV_{BR} | 镇流器BR上的压降 | $I_{BUS} = 3 \text{ mA}$ | | 1.5 | V |
| ΔV_{CS1} | 电流源CS1的压降 | $R_{RIDD} = 13 \text{ k}\Omega$ | | 1.8 | V |
| I_{BUS} | 总线电流 | $V_{STC} = 6.5V, I_{MC} = 0 \text{ mA}$ | | 3 | mA |
| | | $R_{RIDD} = 13 \text{ k}\Omega$ | | 1.5 | |
| ΔI_{BUS} | 总线电流精度 | $\Delta V_{BUS} = 10 \text{ V}, I_{MC} = 0 \text{ mA}, R_{RIDD} = 13 \text{ k}\Omega \text{ 到 } 30 \text{ k}\Omega$ | | 2 | % |
| I_{CC} | 电源电流 | $V_{STC} = 6.5 \text{ V}, I_{MC} = 0 \text{ mA}, V_{BAT} = 3.8 \text{ V}, R_{RIDD} = 13 \text{ k}\Omega$ | | 650 | μA |

| | | | | | | |
|--------------------|--------------|--|---|---------------|-----------|---------------|
| I_{CI1} | CI1电流 | $V_{STC} = 6.5\text{ V}$, $I_{MC} = 0\text{ mA}$, $V_{BAT} = 3.8\text{ V}$, $R_{RIDD} = 13\text{ k}\Omega$, $V_{BUS} = 6.5\text{ V}$, $RX/RXI = \text{off}$ | | | 350 | μA |
| I_{BAT} | BAT输入电流 | $V_{BAT}=3.8\text{ V}$ | -0.5 | | 0.5 | μA |
| $I_{BAT+I_{VD}}^D$ | BAT + VDD的电流 | $V_{BUS} = 0\text{ V}$, $V_{STC}=0$ | -0.5 | | 0.5 | μA |
| V_{VDD} | VDD端输出电压 | $-I_{VDD} = 1\text{ mA}$, $V_{STC} = 6.5\text{ V}$ | 3.1 | | 3.4 | V |
| R_{VDD} | VDD端输出阻抗 | $-I_{VDD} = 2\text{ to }8\text{ mA}$, $V_{STC} = 4.5\text{ V}$ | | | 5 | Ω |
| V_{STC} | STC电压 | $V_{DD} = \text{on}$, $V_S = \text{on}$ | 5.6 | | 6.4 | V |
| | | $V_{DD} = \text{off}$, $V_S = \text{off}$ | 3.8 | | 4.3 | |
| | | $I_{VDD} < I_{STC_use}$ | 6.5 | | 7.5 | |
| I_{STC_use} | STC电流 | $V_{STC} = 5\text{ V}$ | $R_{RIDD} = 30\text{ k}\Omega$ | 0.65 | 1.1 | mA |
| | | | $R_{RIDD} = 13\text{ k}\Omega$ | 1.85 | 2.4 | |
| V_{RIDD} | RIDD端电压 | $R_{RIDD} = 30\text{ k}\Omega$ | 1.23 | | 1.33 | V |
| V_{VS} | VS端输出电压 | $V_{DD} = \text{on}$, $I_{VS} = -5\text{ }\mu\text{A}$ | $V_{STC}-0.4$ | | V_{STC} | V |
| R_{VS} | VS端输出阻抗 | $V_{DD} = \text{off}$ | 0.3 | | 1 | M Ω |
| V_{PF} | PF端输出电压 | $V_{STC} = 6.5\text{ V}$ | $V_{VB} = V_{STC} + 0.8\text{ V}$, $I_{PF} = -100\text{ }\mu\text{A}$ | $V_{BAT}-0.6$ | V_{BAT} | V |
| | | | $V_{VB} = V_{STC} + 0.3\text{ V}$, $I_{PF} = 1\text{ }\mu\text{A}$ | 0 | 0.6 | |
| | | | $V_{VB} = V_{STC} + 0.3\text{ V}$, $I_{PF} = 5\text{ }\mu\text{A}$ | 0 | 0.9 | |
| t_{on} | 开启时间 | $C_{STC} = 50\text{ }\mu\text{F}$, 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， $I_{CC}=I_{CI1}+I_{CI2}$ 。

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_T | 见图 2 | MARK-8.2 | | MARK-5.7 | V |
| V_{SC} | SC 端电压 | | | VVB | V |
| $I_{SCcharge}$ | SC 端充电电流 | $V_{SC} = 24\text{ V}, V_{VB} = 36\text{ V}$ | -15 | -40 | μA |
| $I_{SCdischarge}$ | SC 端放电电流 | $V_{SC} = V_{VB} = 24\text{ V}$ | 0.3 | $-0.033 \times I_{SCcharge}$ | μA |
| V_{OH} | 高电平输出电压 (TX, TXI 端) | $I_{TX}/I_{TXI} = -100\ \mu\text{A}$ (见图 2) | VBAT-0.6 | VBAT | V |
| V_{OL} | 低电平输出电压 (TX, TXI 端) | $I_{TX}/I_{TXI} = 100\ \mu\text{A}$ | 0 | 0.5 | V |
| | | $I_{TX} = 1.1\text{ mA}$ | 0 | 1.5 | |
| I_{TX}/I_{TXI} | TX, TXI 端电流 | $V_{TX} = 7.5, V_{VB} = 12\text{ V}, V_{STC} = 6\text{ V}, V_{BAT} = 3.8\text{ V}$ | | 10 | μA |

注：1. 所有的电压都是相对 GND 测量的，除非另有说明。

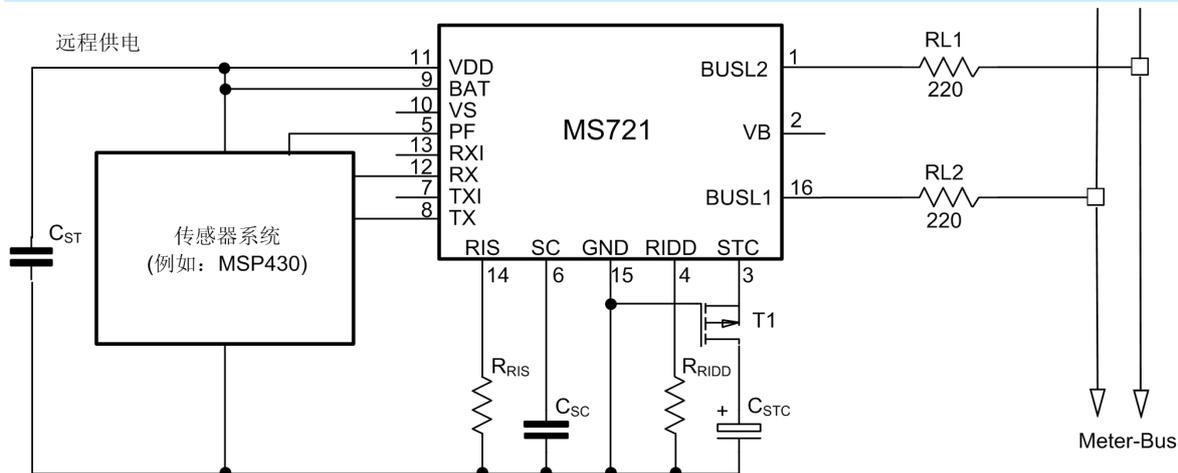
发送电气特性

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_{MC} | MC 电压 | $R_{RIS} = 100\ \Omega$ | 11.5 | 19.5 | mA |
| V_{RIS} | RIS 端电压 | $R_{RIS} = 100\ \Omega$ | 1.4 | 1.7 | V |
| | | $R_{RIS} = 1000\ \Omega$ | 1.5 | 1.8 | |
| V_{IH} | 高电平输入电压 (RX, RXI 端) | 见图 3 | VBAT-0.8 | 5.5 | V |
| V_{IL} | 低电平输入电压 (RX, RXI 端) | 见图 3 | 0 | 0.8 | V |
| I_{RX} | RX 电流 | $V_{RX} = V_{BAT} = 3\text{ V}, V_{VB} = V_{STC} = 0\text{ V}$ | -0.5 | 0.5 | μA |
| | | $V_{RX} = 0\text{ V}, V_{BAT} = 3\text{ V}, V_{STC} = 6.5\text{ V}$ | -10 | -40 | |
| I_{RXI} | RXI 电流 | $V_{RXI} = V_{BAT} = 3\text{ V}, V_{VB} = V_{STC} = 0\text{ V}$ | 10 | 40 | μA |
| | | $V_{RXI} = V_{BAT} = 3\text{ V}, V_{STC} = 6.5\text{ V}$ | 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。

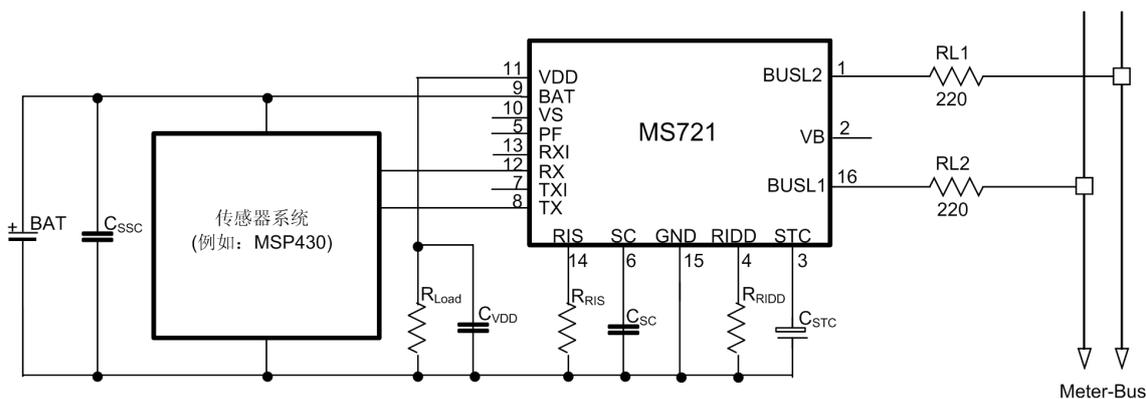
典型应用电路



| | | |
|-------------------------|---------------------------|--------|
| $R_{RID} = 30k\ \Omega$ | $C_{STC} \leq 220\ \mu F$ | 单负载1UL |
| $R_{RID} = 13k\ \Omega$ | $C_{STC} \leq 470\ \mu F$ | 双负载1UL |

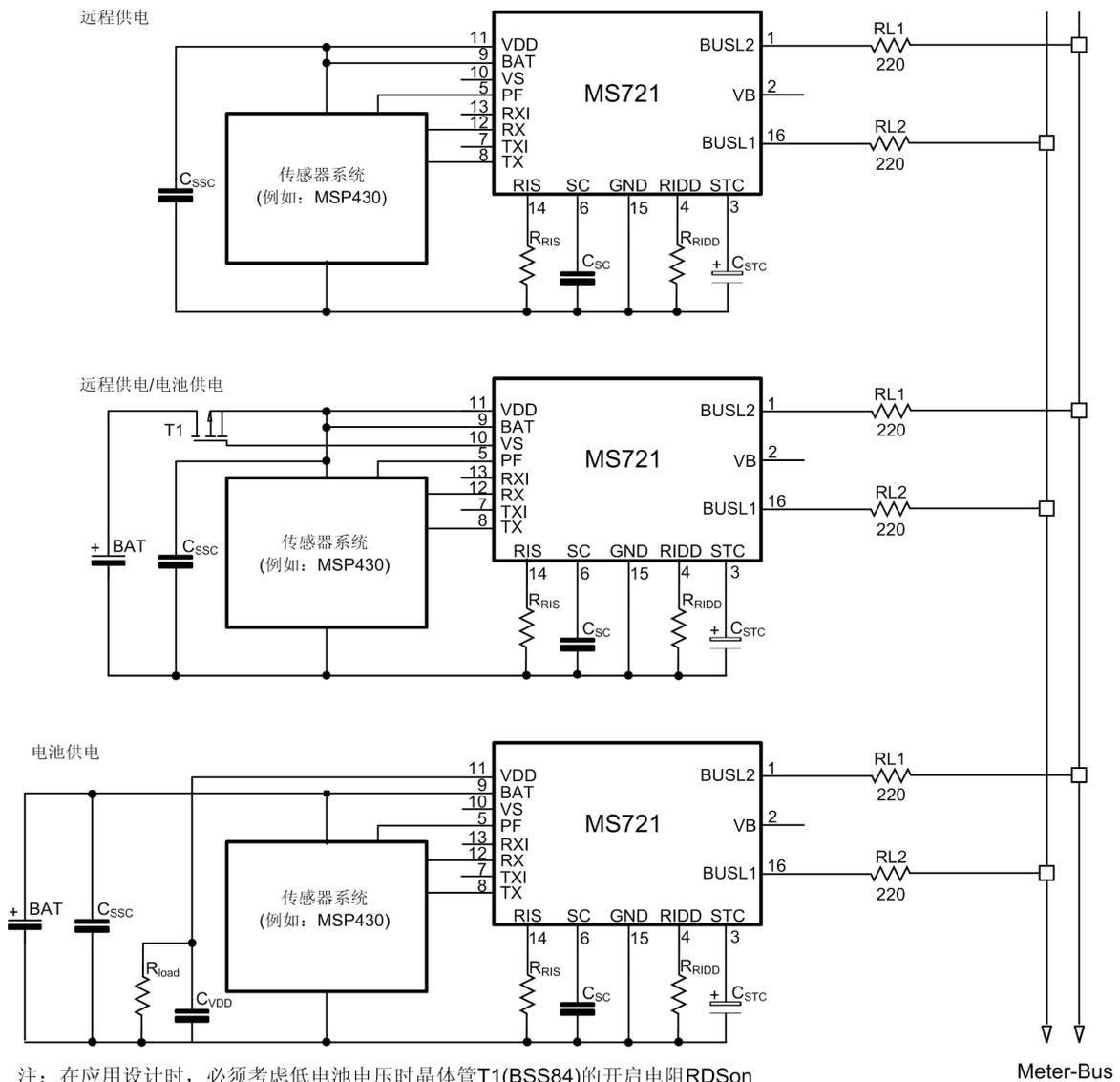
注：晶体管T1可以选择BSS84

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

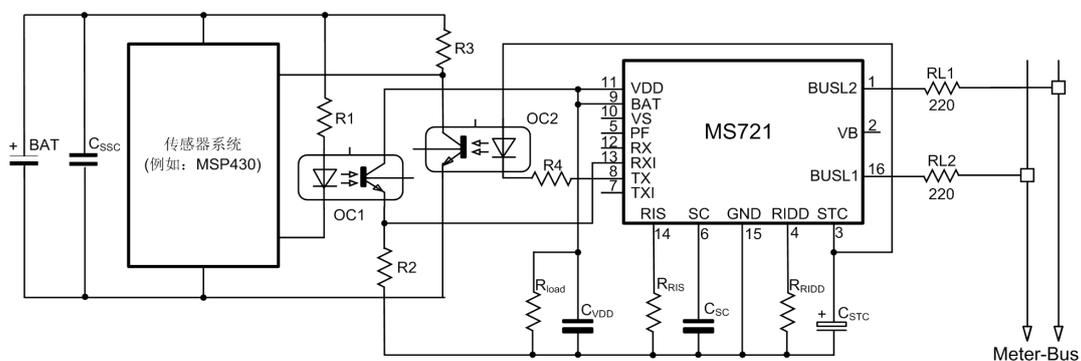


- C_{SSC} : 系统稳定电容
- C_{STC} : 供电电容
- C_{SC} : 采样电容
- C_{VDD} : 稳定电容 (100nF)
- C_{STC} : $C_{VDD} \geq 4:1$
- R_{RID} : 从站电流调节电阻
- R_{RIS} : 调制电流电阻
- $RL1, RL2$: 保护电阻
- R_{load} : 放电电阻 (推荐值: 100k Ω)

图八. 基本应用电路——电池供电

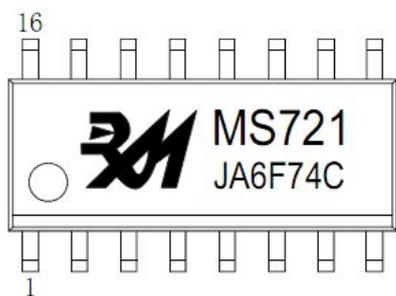


图九. 基本应用电路——不同电源模式

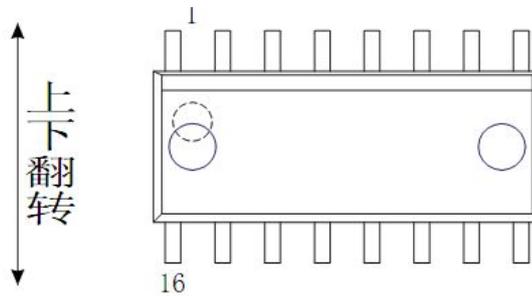


图十. 光电耦合应用

印章规范



产品正面
TOP VIEW



产品反面
BOTTOM VIEW

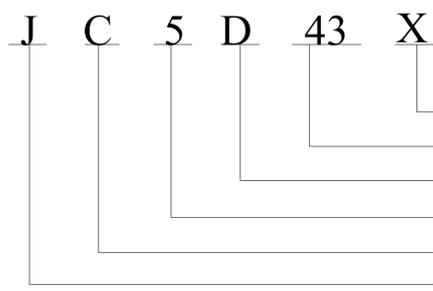


一，印章内容介绍

MS721：产品型号

生产批号：

范例：JC5D43X



内部编码
 当月订单区分批次数号，依次以1-99共99个数据做为区分；
 1-12月份分别记A/B/C/D/E/F/G/H/J/K/L/M；
 年份，比如2014年记作4，2015年记作5.....；
 材料编码
 供应商代码

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 |