

# 关于测控系统抗干扰技术

**干扰含义：**有用信号以外的噪声或造成计算机设备不能正常工作的破坏因素。

干扰是在信号输入、传输和输出过程中出现的一些有害的电气变化现象。这些变化迫使信号的传输值、指示值或输出值出现误差，出现假像。

**干扰的危害：**干扰对电路的影响，轻则降低信号的质量，影响系统的稳定性；重则破坏电路的正常功能，造成逻辑关系混乱，控制失灵。

---

**研究的内容：** 干扰源、干扰类型、干扰传播途径、  
抗干扰措施。

**系统抗干扰策略：** 软硬结合抗干扰。硬件措施应当将大部分干扰消除，软件措施消除余下的部分。

**可靠性（Reliability）：** 系统的可靠程度。与系统的内在质量、系统的设计水平、使用环境、运行维护水平有关。是衡量系统的主要性能指标。

**包括：** 硬件的可靠性、软件的可靠性。影响系统硬件可靠性的主要因素就是干扰。

# 3.1 干扰源及干扰分类

## 3.1.1 干扰源

**干扰源：**干扰的来源或造成干扰的原因。

**分类：**按干扰源来分，有内部干扰和外部干扰。

### 1.内部干扰

由系统结构、制造工艺、安装等内在原因引起的干扰。

**主要原因：**

- (1)元器件噪声；
- (2)分布电容、电感引起的电磁感应；
- (3)长线传输中波的反射；
- (4)多点接地引起的电位差；
- (5)电源系统引入的干扰。

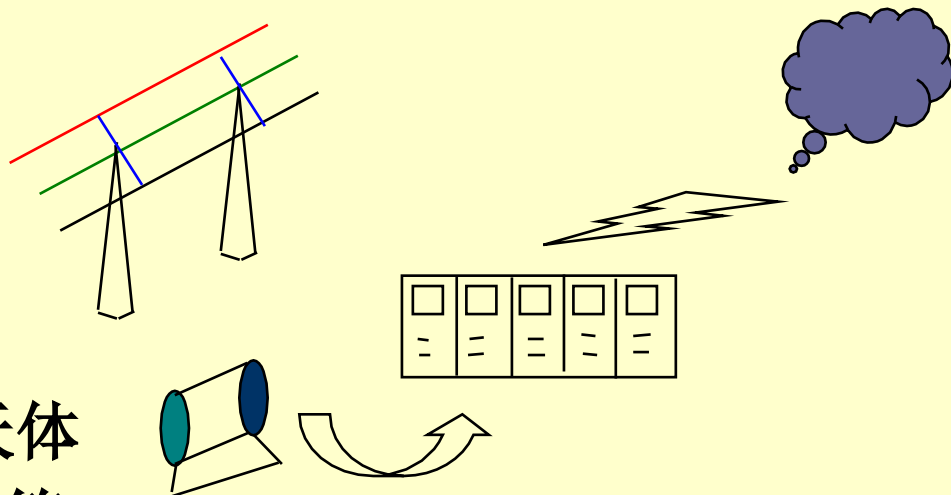
## 3. 1. 1

### 2.外部干扰

由外界环境因素引起的干扰。

主要原因：

- (1)大功率设备、输电线路发生的电磁场；
- (2)广播和通信设备发射的无线电波；
- (3)自然界干扰，包括：天体辐射、雷电、气温、湿度等。



\*内外干扰本质相同,相互关联,相互作用。通常采取**消除干扰源、避开干扰源、切断干扰传播途径**的方法，有效消除干扰。

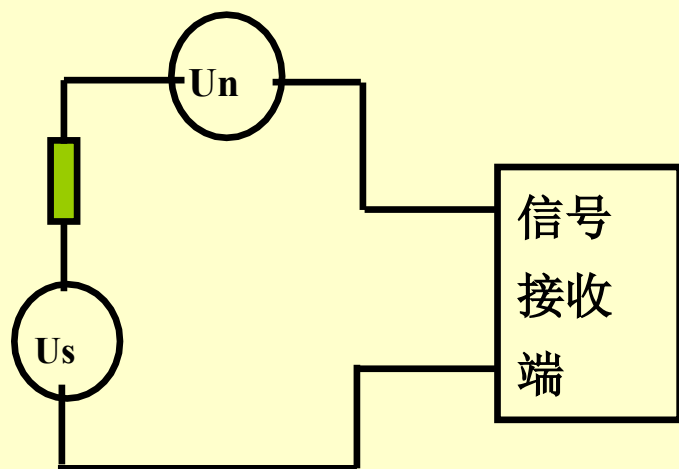
干扰作用方式分类：**串模干扰、共模干扰、长线传输干扰**

## 3.1.2 串模干扰

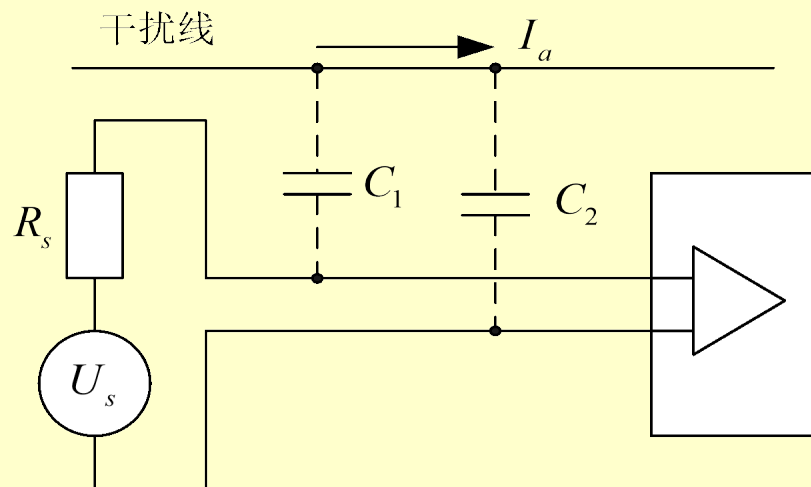
**串模干扰：** 串联于有用信号回路之中的干扰，即叠加在有用信号之上。

原因(1) 内部干扰（信号源内部叠加的干扰）

(2) 电磁耦合引起的干扰（长线传输、空间电磁场、工频干扰）



串模干扰示意图



电磁耦合引入串模干扰

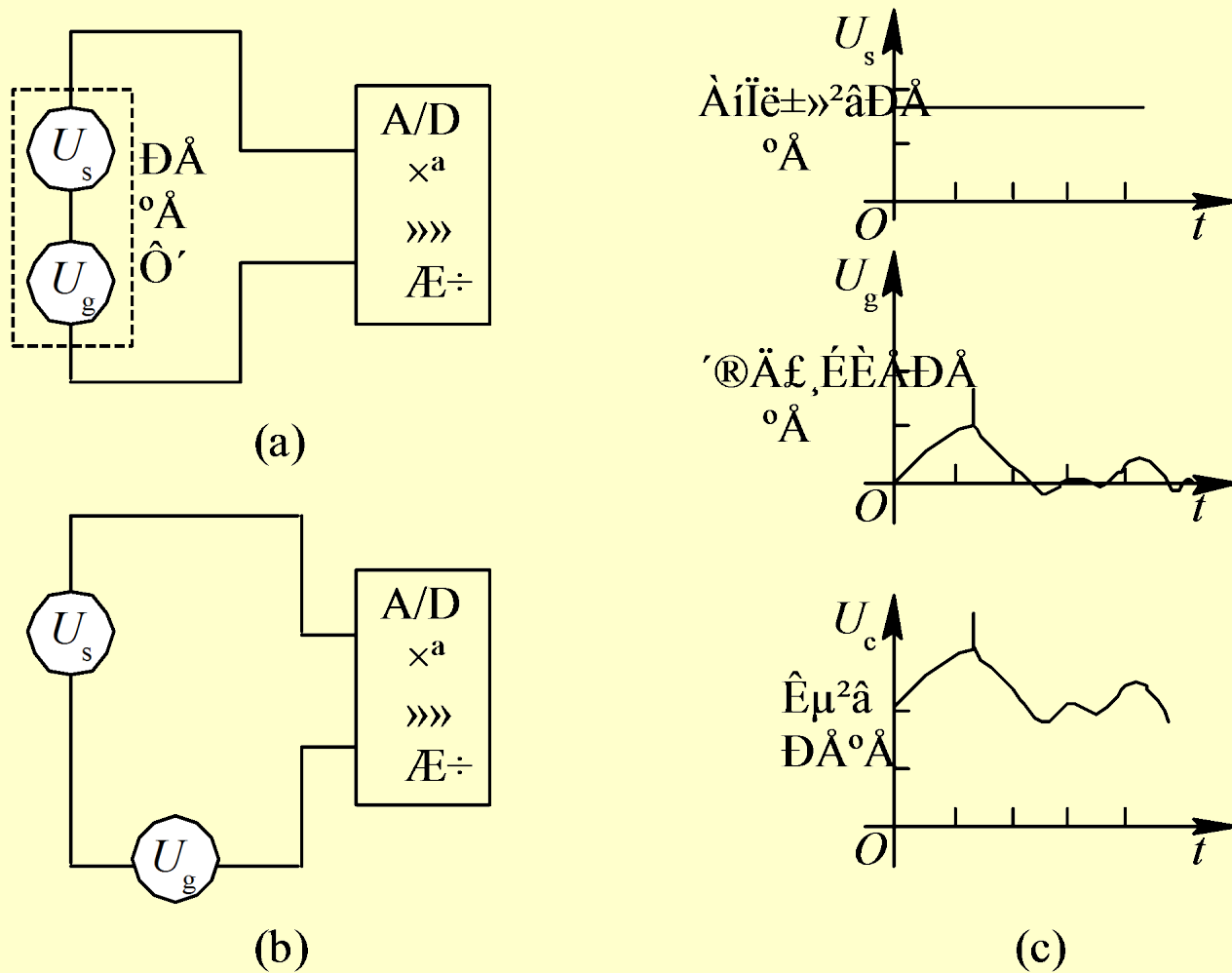


图3-1 串模干扰示意图

## 3. 1. 2

**串模抑制比：** 衡量系统抑制串模干扰的能力。

**定义：**  $NMRR = 20\lg(U_n / \Delta U_i)$  (dB)

$U_n$ : 串模干扰信号的幅值;

$\Delta U_i$ :  $U_n$ 引起输出的改变折合到输入端的偏移量。

**效果：**  $\Delta U_i$ 越小，抗串模干扰的能力越强，即NMRR越大。

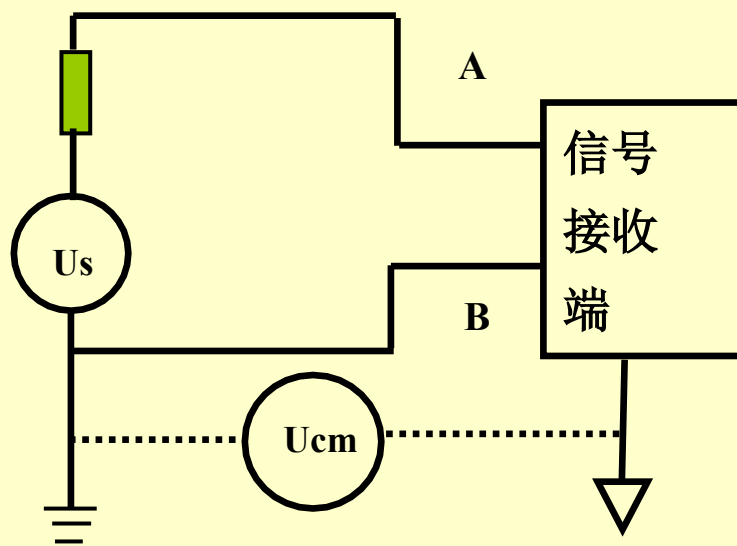
**串模干扰也称为差模干扰、横向干扰、常模干扰或常态干扰。**



### 3.1.3 共模干扰

**共模干扰：**共模干扰是系统2个输入端上共有的干扰电压。也称对地干扰、共态干扰。

**原因：**被测信号的接地点和计算机输入信号的参考接地点，存在一定的电位差。



共模干扰示意图

$$U_A = U_s + U_{cm}$$

$$U_B = U_{cm}$$

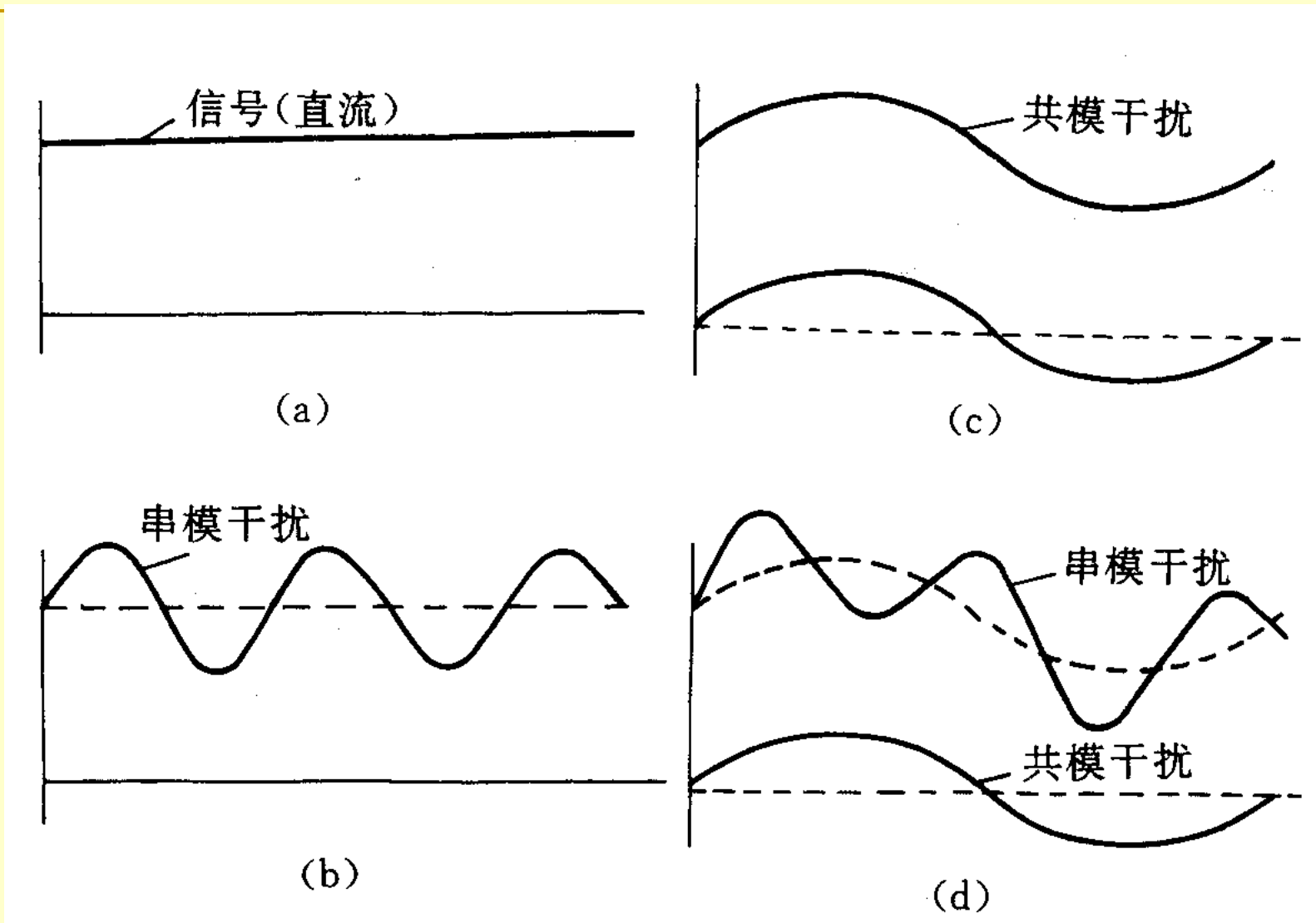


图9.3 串模干扰与共模干扰波形

(a) 直流信号； (b) 串模干扰； (c) 共模干扰； (d) 串模干扰与共模干扰共同作用

### 3.1.3

由于现场与计算机之间相差几米甚至几千米，取决于现场情况和计算机的接地情况， $U_{cm}$ 可以是直流，也可以是交流；幅值可以是几伏甚至几十伏。

**共模干扰的影响：**共模干扰对放大器的影响，是因转换成串模干扰而加到输入端的。

**共模抑制比：**衡量系统抑制共模干扰转化为串模干扰的能力。

**定义：**  $CMRR = 20\lg(U_{cm}/U_n)$  (dB)

$U_n$ ：是共模干扰信号 $U_{cm}$ 转换成串模干扰的电压幅值；

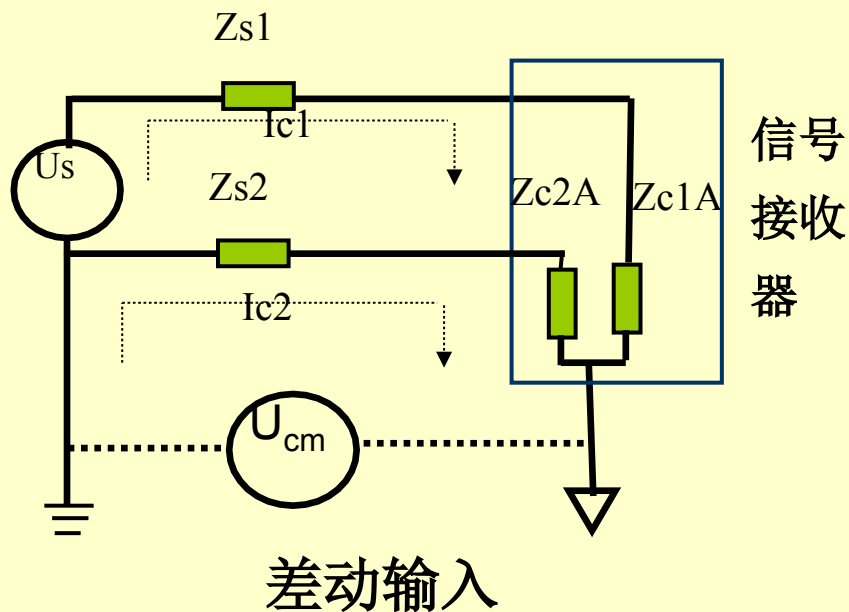
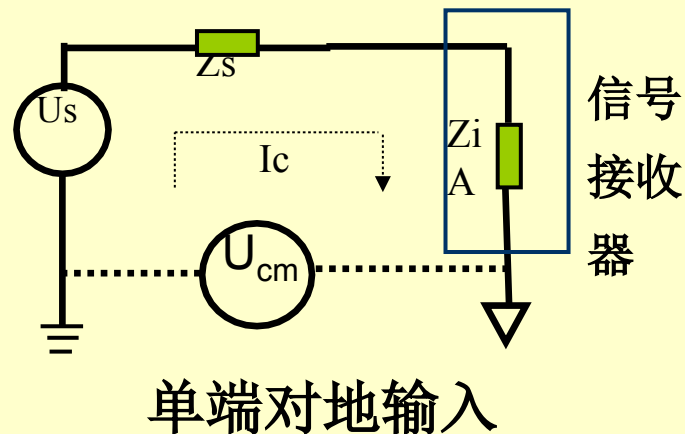
**效果：**  $U_n$ 越小，抗共模干扰的能力越强，即**CMRR**越大。

**CMRR**与信号的输入方式有关，分单端输入和差动输入2种形式。

### 3.1.3

1.单端输入：一个输入信号，地端为参考电压；

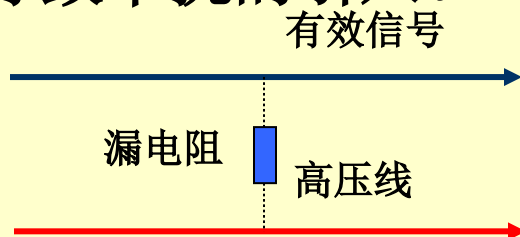
2.差动输入：2个输入信号，1个是高电平，一个是低电平，以2个信号的差值来决定信号的幅值。



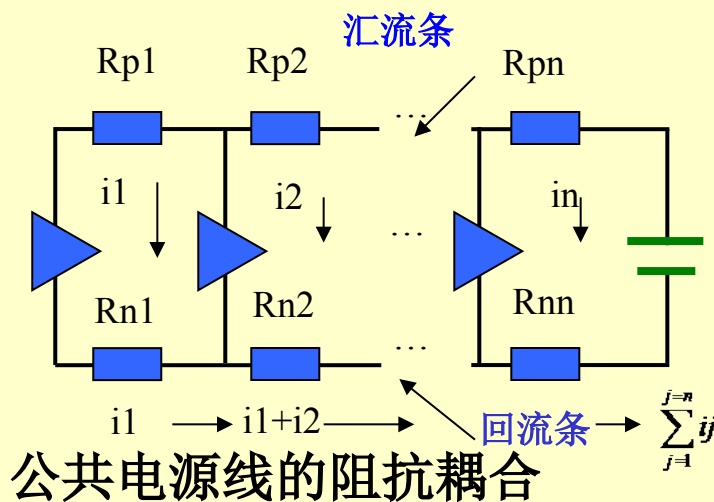
### 3.1.4 干扰传播的途径

1. 电路传播的干扰：任何电路在传递与处理有效信号的同时，也会对进入电路中的干扰信号进行传递。

(1) 漏电阻：理论上与干扰源断开的电路，由于漏电阻会形成回路，导致干扰的引入。

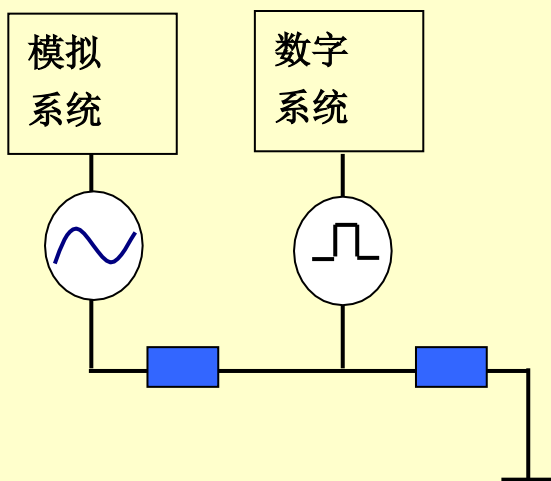


(2) 公共阻抗

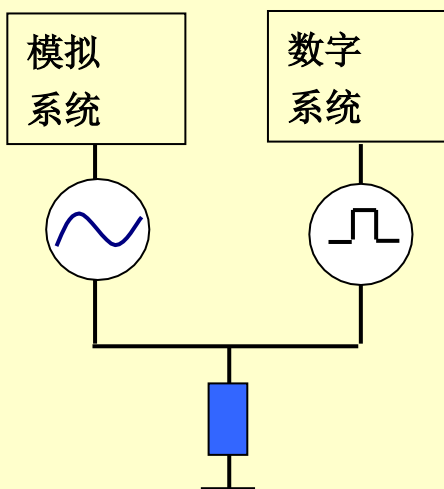


## 3.1.4

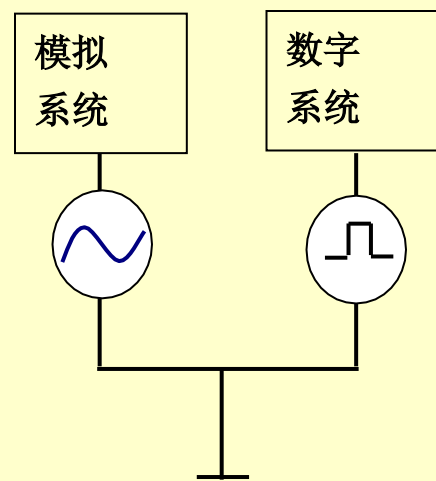
### 模拟信号和数字信号分开接地：



(a) 未分开接地



(b) 未分开接地



(c) 分开接地

(3) 信号输入/输出回路

(4) 电源回路

# 3. 1.

## 4 电磁场传播的干扰

**(1)静电耦合：** 静电场干扰通过分布电容耦合进入系统

(2) 两根平行导线之间的、印刷线路之间、变压器线匝之间、绕组之间都可能构成分布电容。

**(3)(2)电磁耦合：** 电磁耦合干扰通过电感引入感应电势

(4) 两条平行导线间会产生磁场耦合

**(5)(3) 辐射电磁场耦合：** 具有天线效应的电源线和长信号线会对空间电磁场产生接收作用，感应出干扰信号。

## 3.2 干扰抑制

### 1. 消除或抑制干扰源

消除和抑制干扰源是行之有效的抗干扰措施之一，如：选择热噪声小的元器件、把产生干扰的大功率设备移开、避免信号电缆与电源电缆平行敷设、在各种强电触点开关上采取消弧措施等等。

### 2. 切断引入干扰的途径

- (1) 提高绝缘性能，消除或抑制漏电阻；
- (2) 正确的接地技术；
- (3) 隔离技术，切断信号传输中电的联系；
- (4) 屏蔽、浮置技术，防止电磁场干扰；
- (5) 滤波技术，阻止干扰信号进入系统。

### 3. 提高设备本身抗干扰的性能

使用高质量元器件、优化设计线路板等



## 3.2.1 串模干扰的抑制

### 1. 滤波技术

滤波是抗串模干扰的通常做法，在有效信号和干扰信号特性显著不同时，则滤波效果十分有效。

滤波器的形式：

- 低通滤波器、高通滤波器、带通滤波器等；
- 模拟滤波器、数字滤波器；

模拟滤波器又分：

- 无源滤波器和有源滤波器（滤波+放大）

### 2. 使用双积分式A/D转换器

克服工频干扰以及对称干扰的影响。

### 3. 使用双绞屏蔽信号传输线

减少电磁感应产生的干扰

### 4. 选用高抗干扰性的元器件：高逻辑电平、V/F转换器

### 5. 供电技术与阻抗匹配技术

## 3.2.2 共模干扰的抑制

### 1. 差动输入

### 2. 隔离技术

切断电量通道，把信号侧与输入侧隔离开来，使共模电压形不成电流电路，以光耦合或磁耦合作用将有效信号传递至输入端。

光电隔离：传输脉冲信号，也可传递模拟信号

变压器隔离：对信号进行调制和解调

### 3. 浮地与屏蔽

浮地：使模拟地浮空，提高整个回路对于共模干扰电压的阻抗

屏蔽：屏蔽外部电磁场对模拟放大部分的干扰

模拟量输入通道采用三线采样、双层屏蔽、放大器浮地的方式，电路原理框图如图3-13所示。三线采样保证在非采样期间切断 $U_{cm}$ 形成电流回路，双层屏蔽和浮地大大提高了CMRR

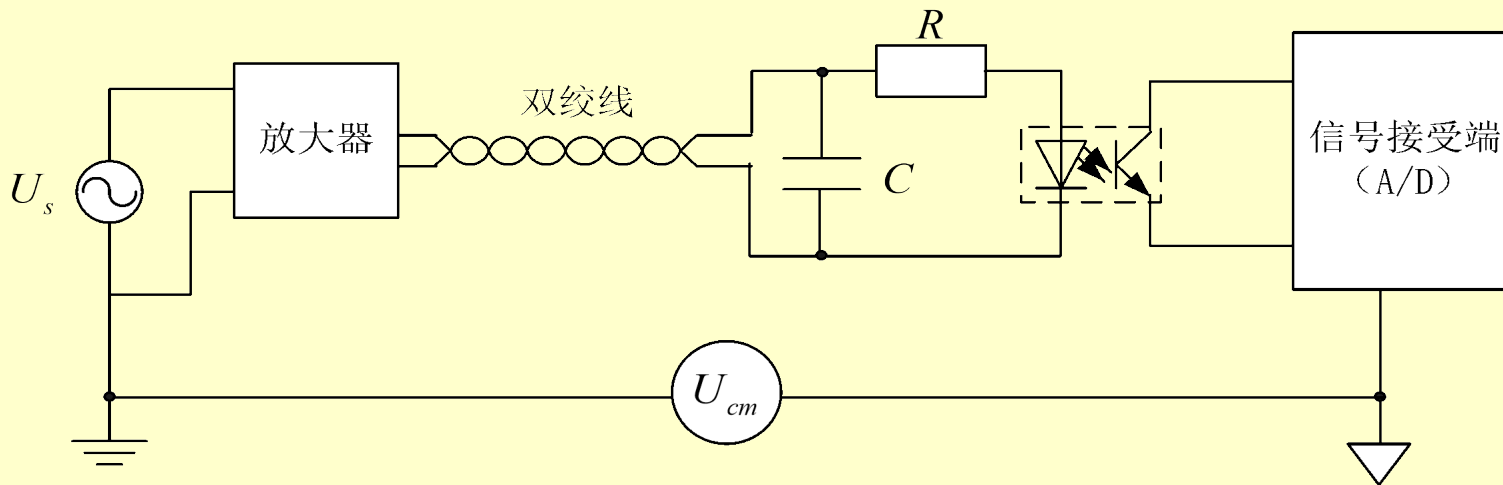


图3-12 光电隔离

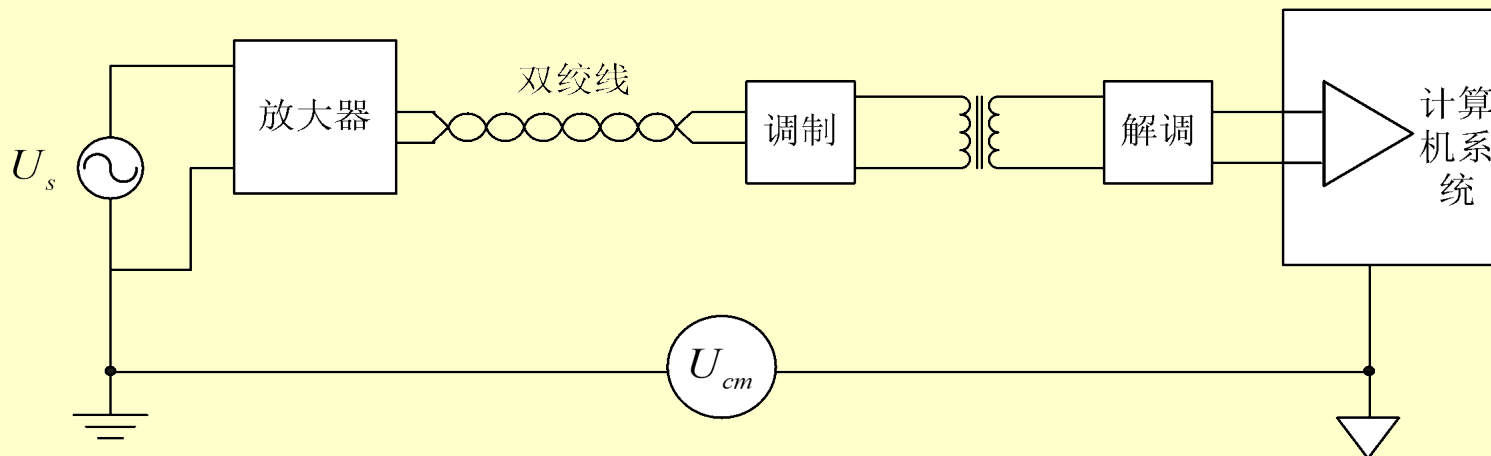


图3-11 变压器隔离电路

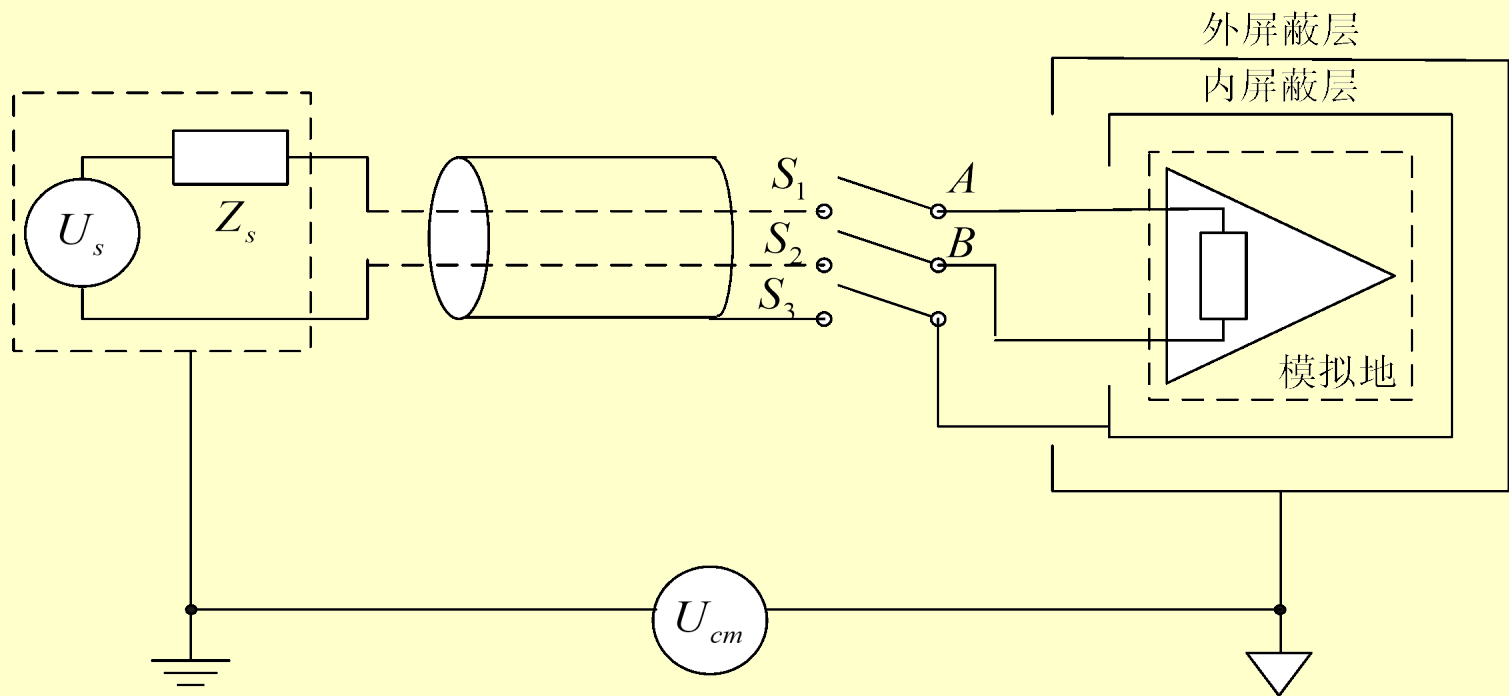


图3-13 三线采样、双层屏蔽、放大器浮地原理图

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/118124056102006057>