



西安电子科技大学
XIDIAN UNIVERSITY



6.8 地回路干扰的抑制措施



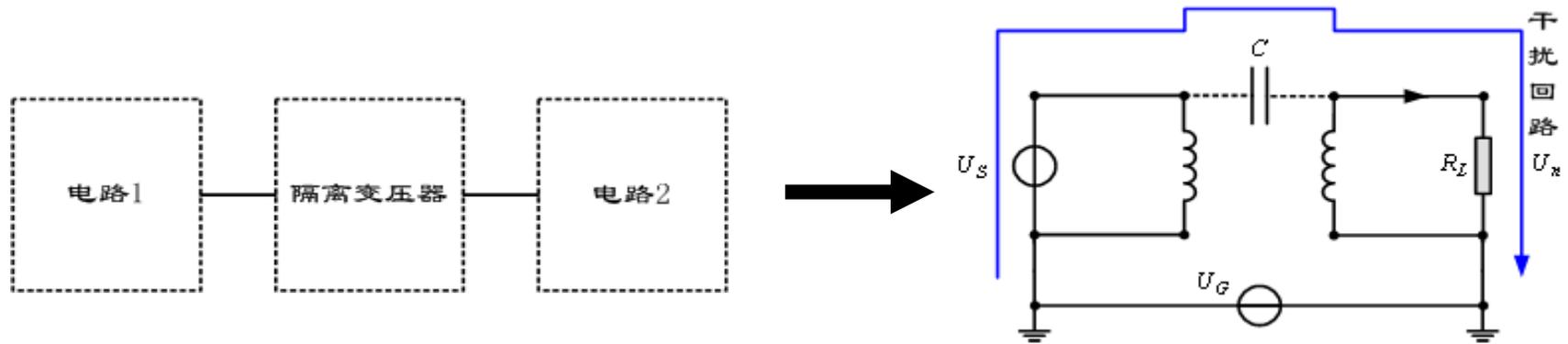
前面通过对地回路模型的一般性分析，以及接地问题的讨论，已经使我们可以认识到接地问题在电磁兼容研究中的重要性。为了抑制地回路干扰，对于接地回路考虑有着一些**总的原则**：

- 1、设计中尽量减少公共接地阻抗；
- 2、恰当选择接地点位置和个数，以尽量减少接地回路。除此之外，还有一些专用技术。

除此之外，还有一些专用技术。



■ 隔离变压器



隔离变压器是通过阻隔地回路的形成来抑制地回路干扰的。

考虑等效回路的AC回路可得：

$$\frac{U_n}{U_G} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{1}{\omega CR_L}\right)^2}}$$



由于 U_n/U_G 越小，隔离变压器抑制地回路干扰的能力越强。

从前面电压关系可知：当 $\omega CR_L \ll 1$ 时，有 $U_n/U_G \ll 1$ 。

对此一个有效抗扰的方法是减少变压器绕组间的分布电容 C ，实际中可以采用在变压器间加电屏蔽，以减少电耦合。

Note: 采用隔离变压器不能传输直流信号，也不适于传输频率很低的信号，因此，隔离变压器对地线中较低频率的干扰有很好的抑制能力。



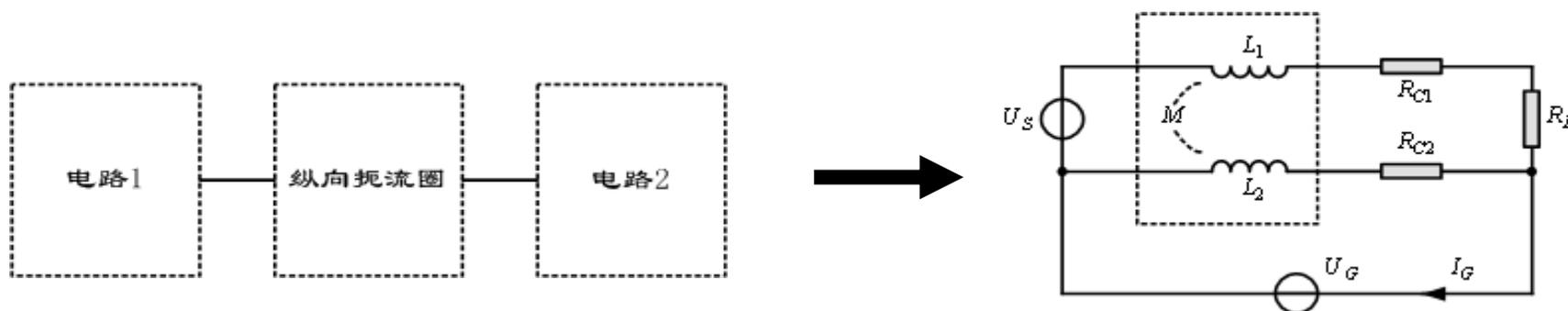
西安电子科技大学
XIDIAN UNIVERSITY



隔离变压器



■ 纵向扼流圈



纵向扼流圈是由两个绕向相同、匝数相同的绕组构成的，一般由双线并绕组成。信号电流在两个绕组流过时方向相反，称为异模电流，产生的磁场相互抵消，呈现低阻抗。所以扼流圈对信号电路不起扼流作用，并且不切断直流回路。

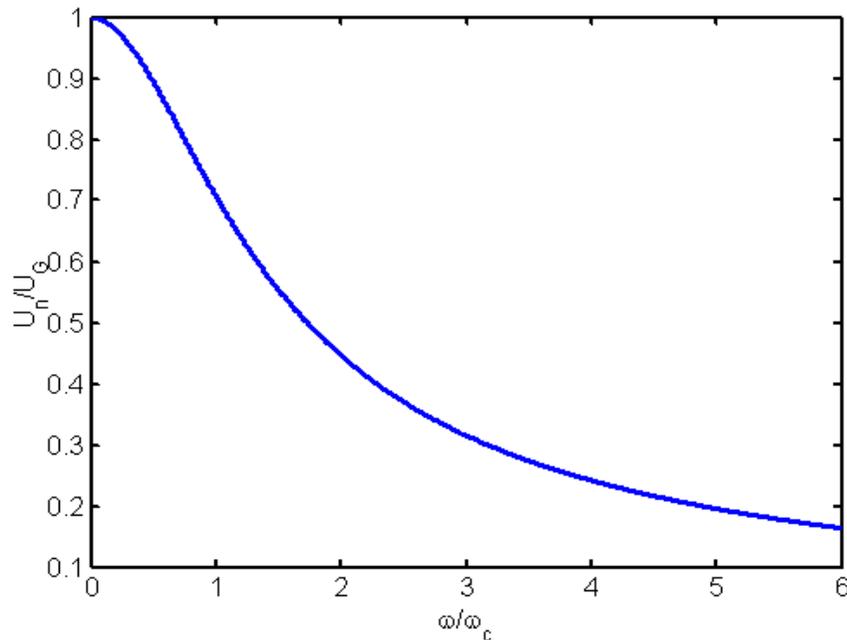


若扼流圈的两个绕组完全相同，且在同一个铁芯上构成紧耦合，则有 $L_1=L_2=M$ 。

对于信号传输，在该电路中，若定义： $\omega_c=R_{C2}/L$ ，则当 $\omega \geq 5 \omega_c$ 时，地电流 $I_G \rightarrow 0$ 。这时流经负载的信号电流相当于没有接入纵向扼流圈时的电流。扼流圈对信号传输影响较小。

再分析纵向扼流圈对地回路电压 U_G 的抑制。这时不考虑信号电压影响，通过分析可得：

$$\frac{U_n}{U_G} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{\omega L}{R_{C2}}\right)^2}}$$



一般而言，干扰频率越高，纵向扼流圈的抑制效果越好。

Note: 纵向扼流圈的铁芯截面应足够大以便有一定数量的不平衡直流流过时不致发生饱和。



西安电子科技大学
XIDIAN UNIVERSITY



扼流圈



■ 光电耦合器

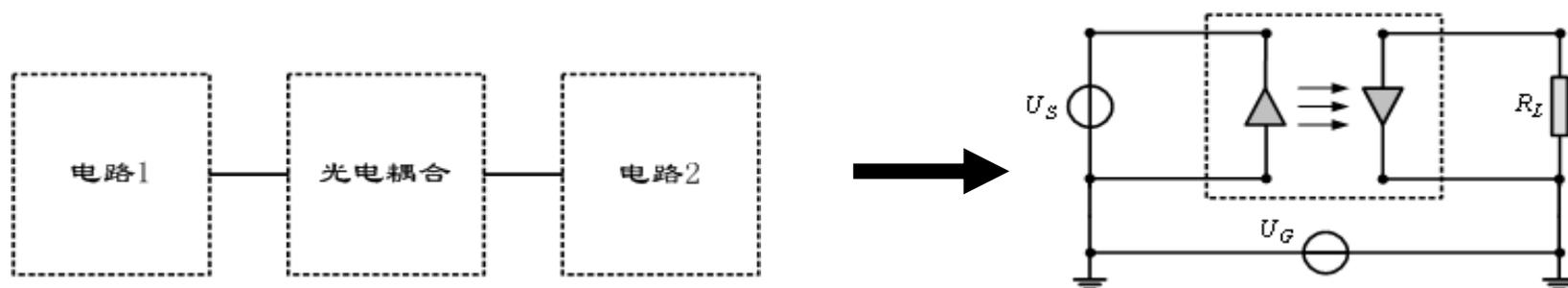
采用光电耦合作用是切断两个电路之间的地回路的另一种方法。

一般，发光二极管发光的强弱随电路1输出信号电路的变化而变化。强弱变化的光使得光电晶体管（或光敏电阻）产生相应变化的电流，作为电路2的输入信号。将这两种器件封装在一起就构成了光电耦合器。通常，光电耦合器完全切断了两个电路的地电路。这样两个电路的地电位即使不同，也不会造成干扰。



■ 光电耦合器

下图给出了光电耦合系统连接图和电路等效图。采用这种非常规的技术可以更为方便的消除地电干扰。



光电耦合则是利用了光的不易受干扰的特性，若与数字技术结合则可以更好的实现抗干扰的能力。



西安电子科技大学
XIDIAN UNIVERSITY



光电耦合器

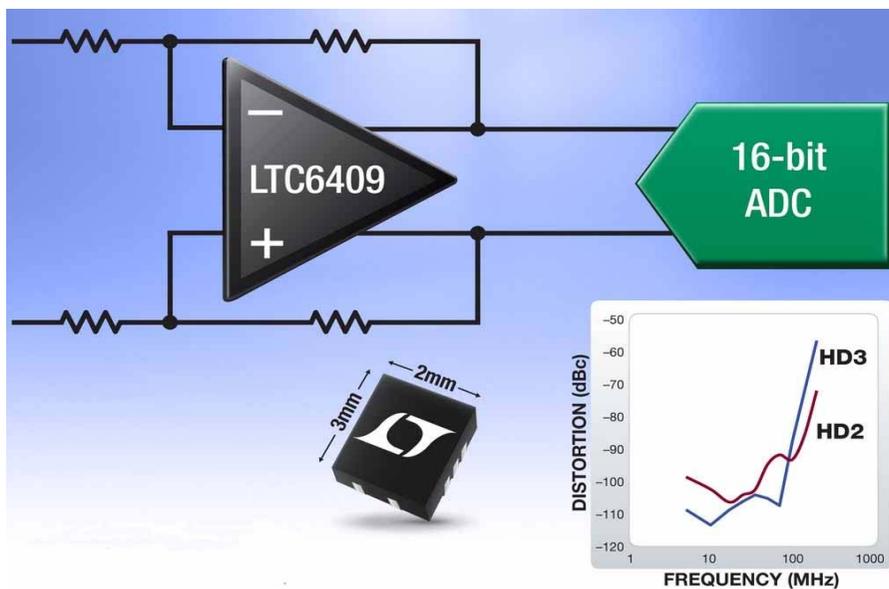


■ 差分平衡电路

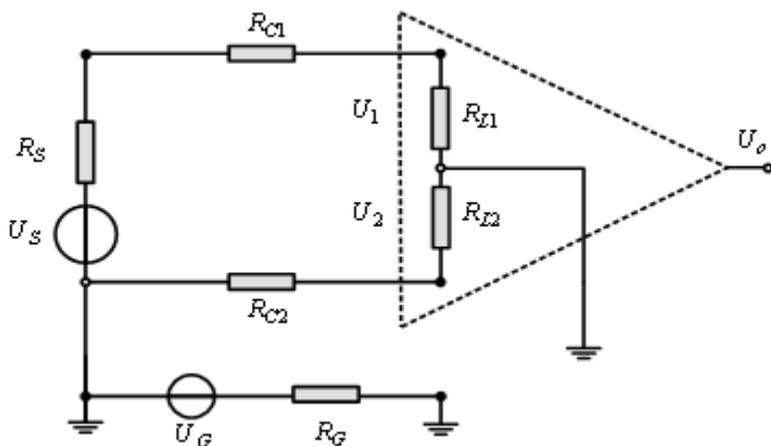
差分平衡电路有助减少接地电路干扰的影响。因为差分器件是按照加于电路两输入端的电压差工作的，当两输入端对地平衡时，即为平衡差分器件。

其工作的总的原理在于：总的输入干扰相互抵消。

接下来以差分放大电路为例，来分析其工作特点。



差分放大器



考虑干扰影响，当负载 R_L 远大于电阻 R_G 时，可以直接进行分压处理，进而得到放大器输入端所引起的干扰电压为：

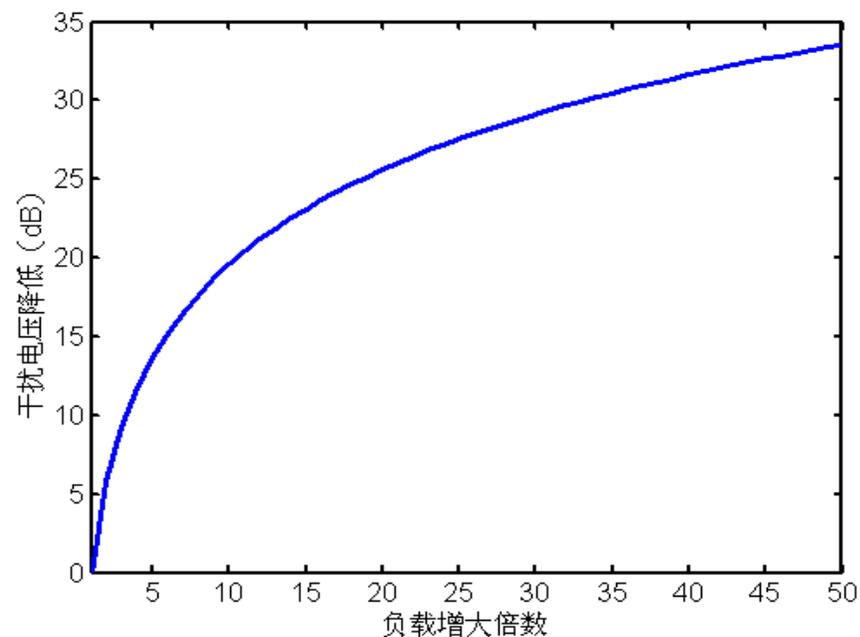
$$U_n = \left(\frac{R_{L1}}{R_{L1} + R_{C1} + R_S} - \frac{R_{L2}}{R_{L2} + R_{C2}} \right) U_G$$

若源内阻 R_S 相对很小，且阻抗 $R_{L1} = R_{L2}$ 、 $R_{C1} = R_{C2}$ 平衡时，则有干扰电压几近为0。



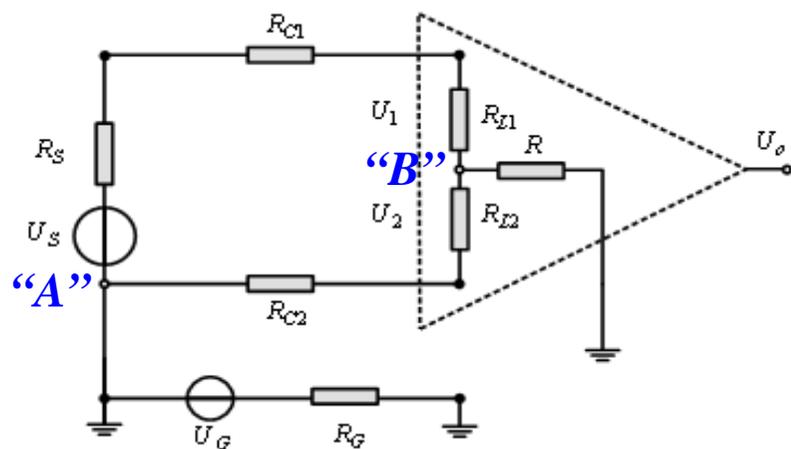
另外当放大器输入阻抗 R_{L1} 和 R_{L2} 增加时，干扰电压会减小。

这里给出一个例子，取基准模型参数： $U_G=100\text{mV}$ ， $R_G=0.01\ \Omega$ ， $R_S=500\ \Omega$ ， $R_{L1}=R_{L2}=10\text{k}\ \Omega$ ， $R_{C1}=R_{C2}=1\ \Omega$ ，由图给出负载增大时的分析结果。





若采用改进电路



则有，

$$U_n = \left(\frac{R_{L1}}{R_{L1} + R_{C1} + R_S} - \frac{R_{L2}}{R_{L2} + R_{C2}} \right) U_{AB}$$

其中A-B间电压为：

$$U_{AB} = R_{AB} U_G / (R_{AB} + R + R_G)$$

R_{AB} 为电路中A-B两点间电阻， R 为放大器接地电阻。
由于 $U_{AB} < U_G$ ，这里 U_n 较为改进前有所减少。



西安电子科技大学

XIDIAN UNIVERSITY



在此，我们对一些专门的抑制地回路干扰措施进行了学习。随着科学、技术的不断进步，还会有新的相关技术、方法和措施不断被发展和应用。