

### 1. 导线中的电流

所有物质都是由原子构成的。原子由一个带正电的原子核和一定数目绕核运动的带负电的电子组成。其中原子核是由带正电的质子和不带电的中子组成的。电子可以从一个原子移动到另一个原子。

电子在导线中移动进行电荷的转移，产生电流。负电荷的移动是由负极到正极。而电流方向规定为正电荷移动的方向即由正极流向负极（接地）。

当导线两端存在电势差（一种电气参数，单位是伏特）时，电子就会进行移动从而产生电荷的转移。

当导线两端存在电势差（一种电气参数，单位是伏特）时，电子就会进行移动从而产生电荷的转移。

### 2. 电阻

把一个不良导线两端加上电势差或将一个良好导线连接到电路中，导线的电阻会阻碍电流在其中的流动。并且，电流通过不良导线或良好导线的连接点会产生热量。

电阻和水流在水龙头处受到的阻力类似。通过旋动开关，水龙头可以被看成一个可变电阻，它对水的阻力可以由无穷大（水龙头关闭）到一个很小的值（水流最大）之间变化。这使得通过水龙头的水流量发生变化。在产生热量的同时，水温缓慢升高。

电阻的产生是由于电子在导线中运动时必须从一个分子到另一个分子，同时和其它电子发生碰撞或反应。这种碰撞可以提高分子的电势能并产生热量。

电阻的单位是欧姆，用希腊字母  $\Omega$  表示。1 欧姆的电阻在 1 伏特的电势差下会产生 1 安培的电流。

在串联电路中，总电阻等于各个分电阻之和，因为通过每一个电阻的电流都是相同的，图 1 电路中的总电阻（ $R_T$ ）就等于  $R_1 + R_2 + R_3$ 。电路中每一支路上的总电阻都等于该支路中所有导线与导线的电阻之和。在图 2 中， $R_T = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5$ 。串联电路的总电阻的大小直接依赖于线路的长度。在材料和连接方法相同的情况下，线路越长的电路总电阻越大。

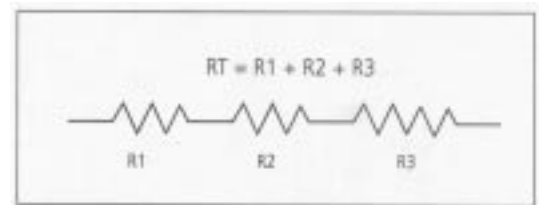


图 1

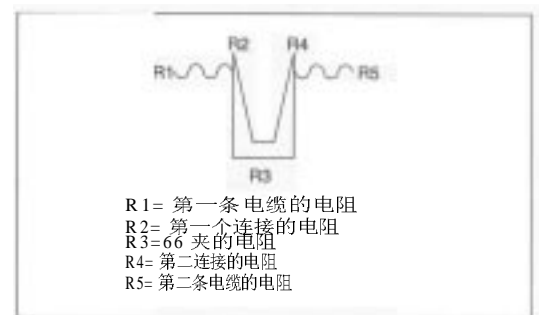


图 2

并联电路的总电阻小于任何一个支路的电阻，因为电流在电路中被分割成几份。并联电路( $R_T$ )如图 3 所示。这种现象也可以用导线的横截面来说明，并联电路相当于增大了导线的横截面积。而导线的电阻和它的横截面成反比（材料相同，横截面越大，阻值越小）。

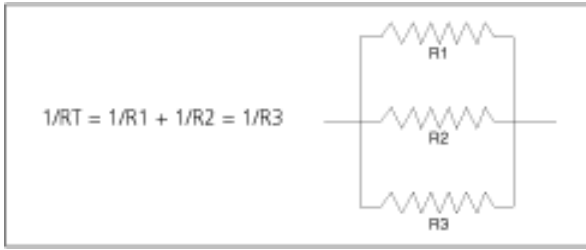


图 3

电阻也可以用导线的电导来表示，电导和电阻互为相反数。电导的单位是姆欧，它代表的是材料允许通过它本身电流的能力。

### 3. 电容

如图 4 所示，用一个带正电的导线 A 靠近不带电的导线 B，导线 B 靠近导线 A 的一面会感应上负电荷，远离 A 的一面会感应上等量的正电荷。将导线 B 接地，其上的正电荷便会转移到大地。

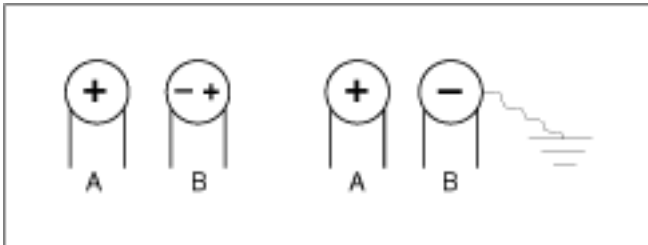


图 4

两个导线中间充满介质便构成电容器。当两个导线存在电势差时，其中一个导线会带上正电，而另外一个则会带上等量的负电。这就形成了电容。在电缆中，一对导线被介质隔离开形成电容器，电容的大小随着电缆长度的增加而增大，随着介质的厚度与绝缘程度的增加而减小。

### 4. 电感

在稳定状态下，导线的电压、电阻和电容的大小决定流过导线电流的大小。如果导线中的电流发生变化，那么导线周围磁场的变化使通过导线的磁通量发生变化。

因此，随着电流的增加，磁场强度也会增大。电势能将转换为动能。同时，这种能量会随着电流的减小而转换为电路的电势能，并且磁场也会消失。

### 5. 电磁屏蔽

对于磁场，没有任何物体是绝缘的。理想的情况是能把敏感仪器或者是由发动机、发电机、变压器、其它带电导线或地球磁场产生的电信号进行屏蔽。可以利用导线材料做的空腔将仪器屏蔽起来。

空腔为大部分磁通量提供了一个分路。为了更好地屏蔽，可以使用多层空腔进行屏蔽。在外界磁场发生变化的地方，屏蔽空腔必须接地以消除空腔上产生的电势。

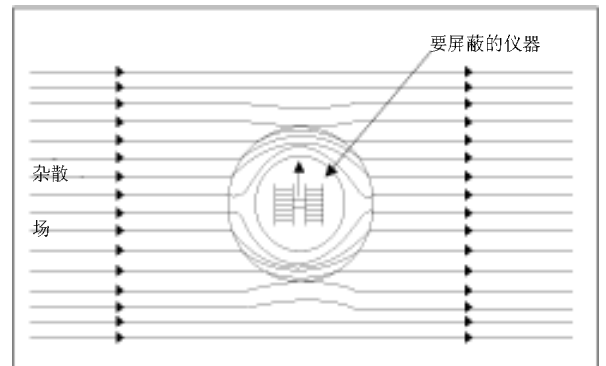


图 5

### 导线性能对数字信号的影响

#### 电阻

电流通过导线时，由于导线有电阻，电势降低，并将电势能转换为热能。电流并不会随之改变，电路中的总电阻决定通过该电路中电流的大小。

如图 6 所示，传输信号以最大强度出发。沿着信号的传播方向，信号将被减弱，减少的部分（阴影部分表示）会变成热量。

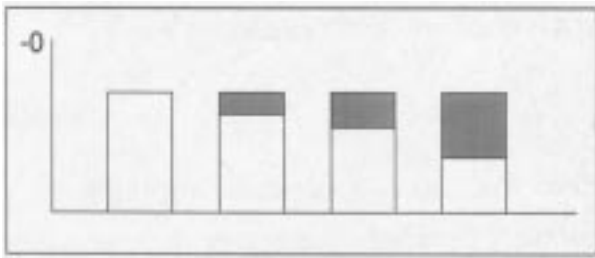


图 6

### 电容/电感

当导线存在电势差并且电流减弱时，电感和电容会存贮能量，使得电势能增加，如图 7A 所示。虚线部分代表的是输入的电势能，而实线部分代表的是导线中的电势能。

当电路接地时，电势能就会逐渐消失，而电势也会逐渐减小，如图 7B 所示。耦合电容越低，电势下降的越快。这种现象类似于花园里软管中的水流。电容相当于软管在水的压力下的容量，电感相当于水的惯性。如果将软管的一端接到一个关闭的喷管上，而另一端接上一个水龙头，当水龙头打开时，水就会流进软管，在水的压力下，软管将会膨胀。关掉水龙头，打开喷管，水也会流动，并将势能（水对膨胀软管的压力）转换为动能（水的流动）。

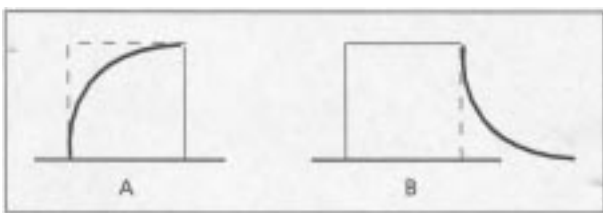


图 7

### 反射和同步效应

理想的通信信道是一种单一的媒质。这种媒质对信道的的影响可以预测，使的通信更方便，传输效率更高。然而，在现实生活中，通信信道媒质随着导线类型和连接方式的变化而改变。每一次媒质的改变，信号就要被反射，并且同步效应也会改变。

反射会在电路中产生干扰，甚至在反射点会产生驻波。这种现象在光导纤维信道中很常见。图 8 中，一束光在通过两种介质的界面时，一部分转变成热量，而剩余部分则被折射。这种现象的重要性在以太网数据传输规范中得到了很好的体现。

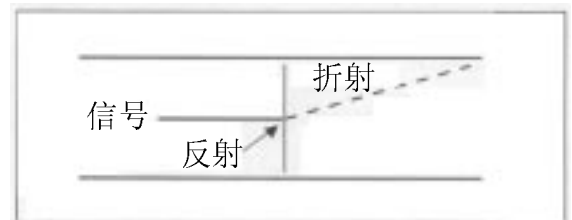


图 8

信号传输媒质的每一次改变，信号的同步性就会发生变化。在光学信道中，发生折射。电信号和光信号之所以会发生折射，是因为它们在不同媒质中的传播速度不同。

### 电磁干扰

电磁干扰可以简单地看成是由外界电源对电路产生的干扰。外界磁场在电路中产生电流。数据传输过程中的干扰信号通常由发电机、高压照明设备、交换机和邻近的电缆产生。

电缆中的导线可以作为一些分散磁场的接收器，对于模块布线和其它平行铺设的电缆接收效果更好。通过将电缆缠绕起来，将天线分成若干个小的部分，可以把电磁干扰降低到可接受的程度。

在更严格的情况下，可以使用屏蔽电缆。然而屏蔽会增加电缆的电容，而且需要小心地进行。因为相邻的两副电缆之间会产生串绕电势，所以在相邻的电缆之间也要进行屏蔽。

图 9 说明了在数据通信通道中传输信号和干扰信号之间的联系。随着导线长度的增加传输信号减弱而干扰信号增强。

在没有电磁干扰的情况下，电缆可允许的最大长度为 D1，在 D1 之后传输信号变得很弱，以至于通信设备无法接收到（信号为 -XdB）。当干扰信号增加，电缆长度在 D2 时达到饱和状态。D3 是串扰信号开始产生干扰作用的起点。这是由于通信设备可以接受到干扰信号并把它当作传输信号来对待。

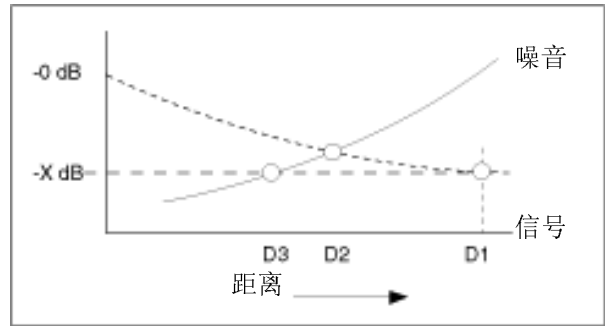


图 9

屏蔽本身是有规范和要求的。首先，在每个环路中都只有一点接地；其次，接地用的导线电阻必须很小；最后，地面不受任何电磁干扰信号的干扰（由其它接地设备产生的干扰信号）。

### 力学类比

导线中的电流和软管中的液体类 比：

电	=	液体
电阻（欧姆）	=	阻力
电流（安培）	=	液体流量
点时（伏特）	=	压力
电容（法拉）	=	液体压力下软管的膨胀程度（存贮容量）
电感	=	液体的惯性

本文中的信息如有变更，恕不另行通告，且本文中的信息不应构成 Molex 所作的承诺。Molex 对本文中可能出现的任何错误概不负责。2001 年 Molex 企业布线网络部版权所有。Molex 和其它品牌名称均为各自公司的商标。



### Molex 企业布线网络部

北京办事处 电话：86-10-6518-7841      上海办事处： 电话：86-21-5396-6258      广州办事处 电话：86-20-8732-2409      深圳办事处 电话：86-755-3679-9994      成都办事处 电话：86-28-619-9881      香港办事处 电话：852-2637-3759