

电子产品接地设计

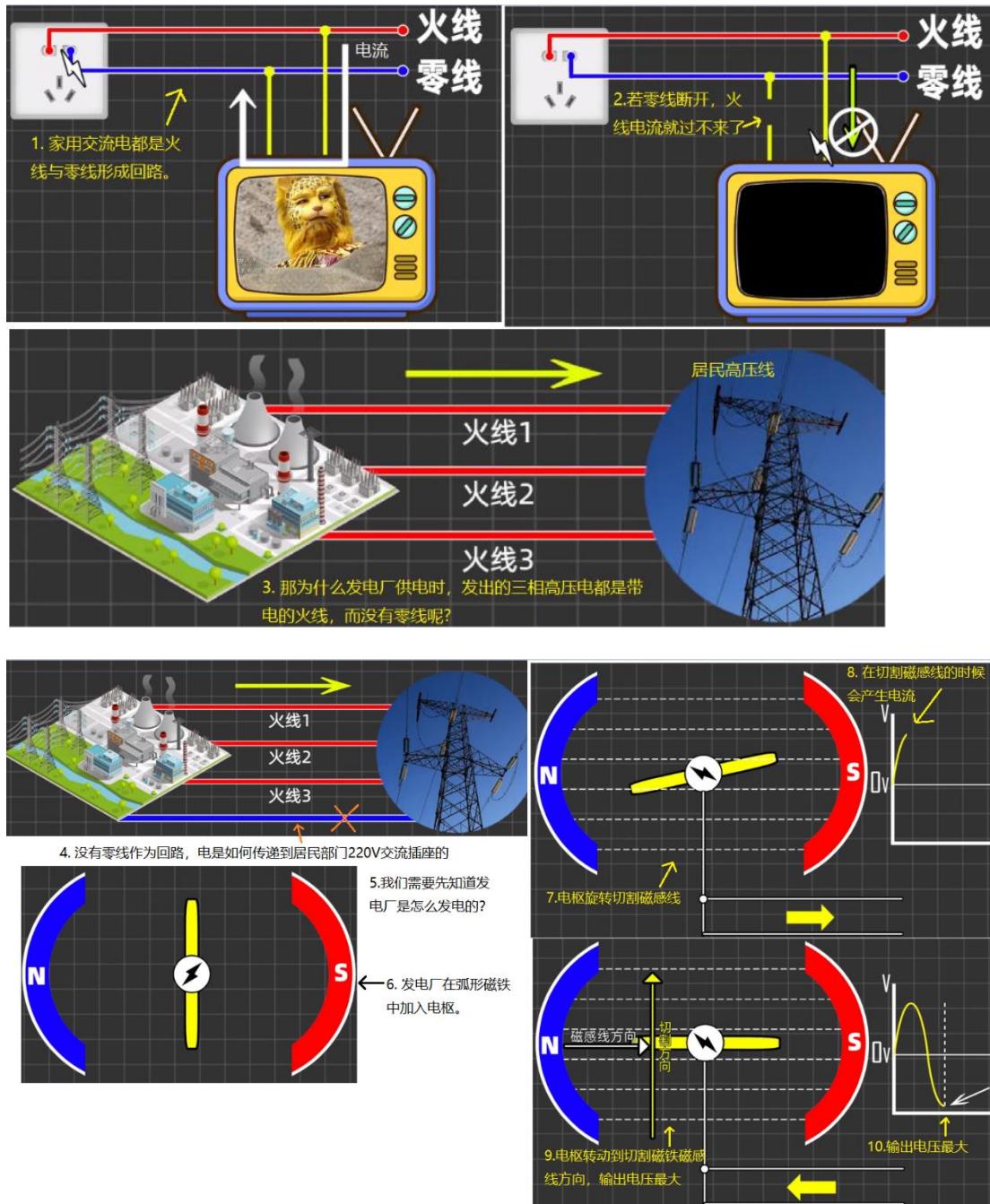
作者:向仔州

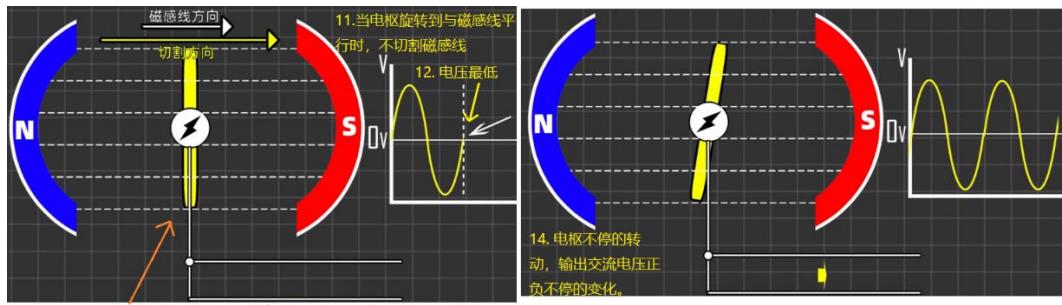
目录

家用电器 220V 交流是怎么来的?	2
发电的过程.....	2
输送电的过程.....	5
三相电入户方式.....	10
三相四线为什么要接地?	12
火线, 零线和地线有什么区别, 接地到底接哪儿?	13
地线是怎么避免我们触电的?.....	14
为什么触碰火线会触电, 触碰零线却没事?.....	15
保护接地, 保护接零的区别.....	16
单点接地与多点接地的区别	17
单点接地和多点接地基本理解.....	17
单点接地方法.....	20
单点串并联接地案例一.....	24
单点串并联接地案例二.....	25
参考平面和地的理解	26
电路板机壳接地	31
消除音响噪声, 接地问题	34
差分传输线 RS485,CAN,USB 要不要接地?	36
机箱接地, 电路板接地, 设备接地知识总结	38
电路板之间电源地线接法.....	40
各种接地方法.....	42

家用交流 220V 交流是怎么来的?

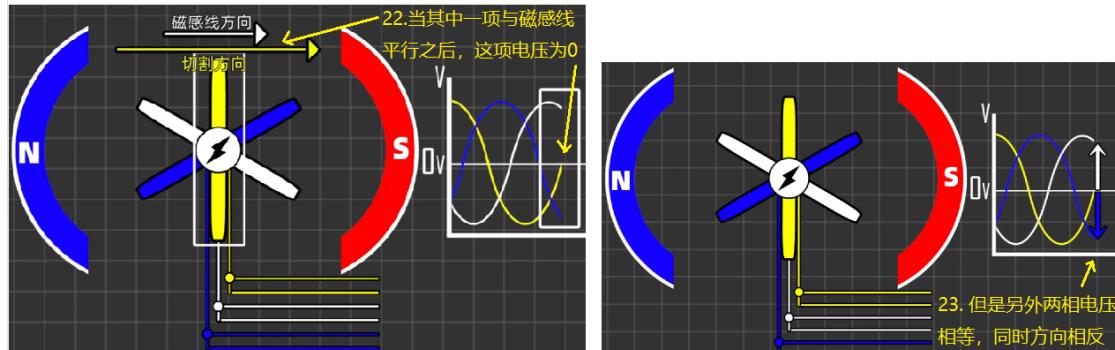
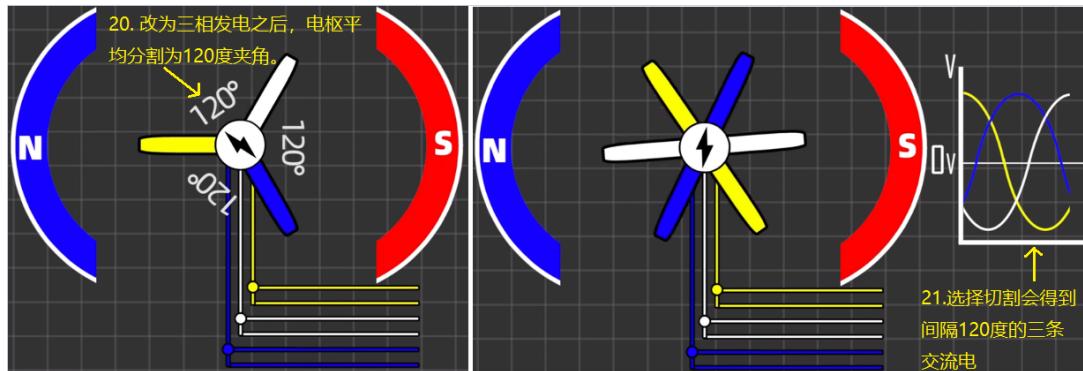
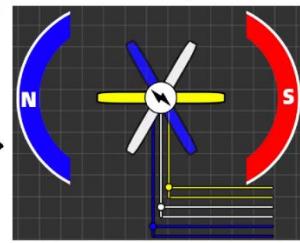
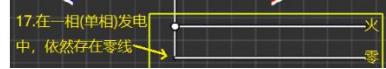
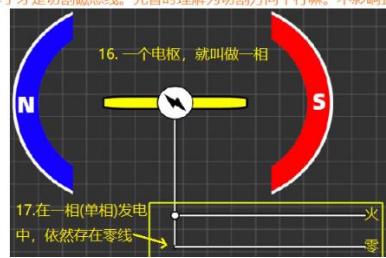
发电的过程

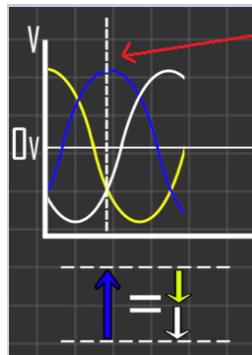




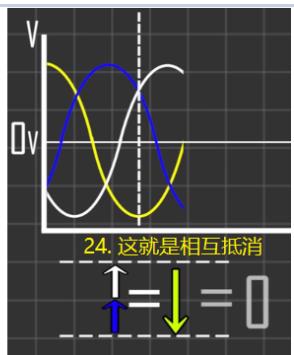
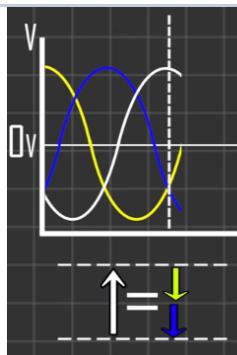
15. 一秒钟电枢转动50圈, 就是我们日常生活中用的220V/50HZ交流电

18. 那么三相电为什么就没有零线呢?

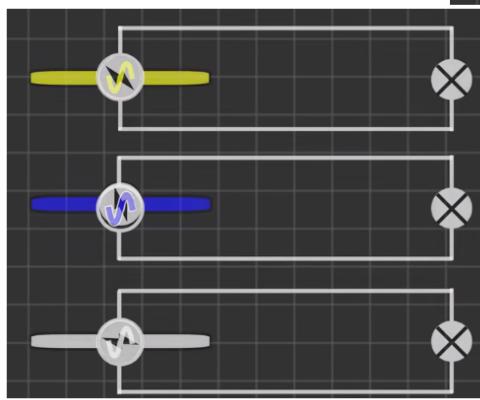




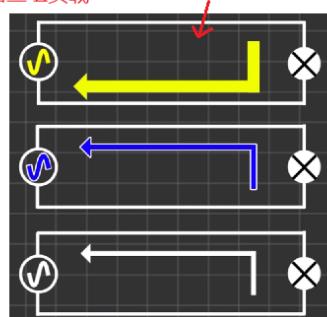
24. 从曲线也能看出，其中一相电压等于另外两相电压之和但是方向相反，相互抵消为0电压。



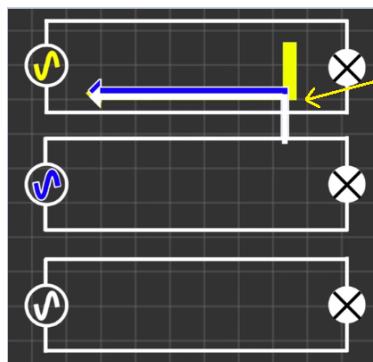
24. 这就是相互抵消



25. 基于这个特性，假设三相电给三组负载供电。

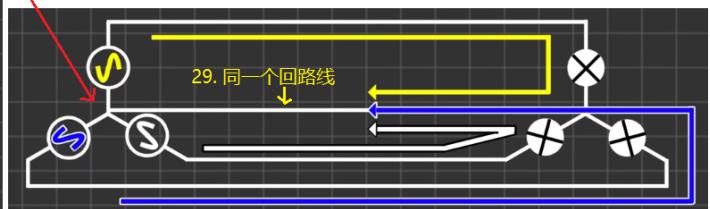


26. 某一相的正向电压 = 另外两相的反向电压。

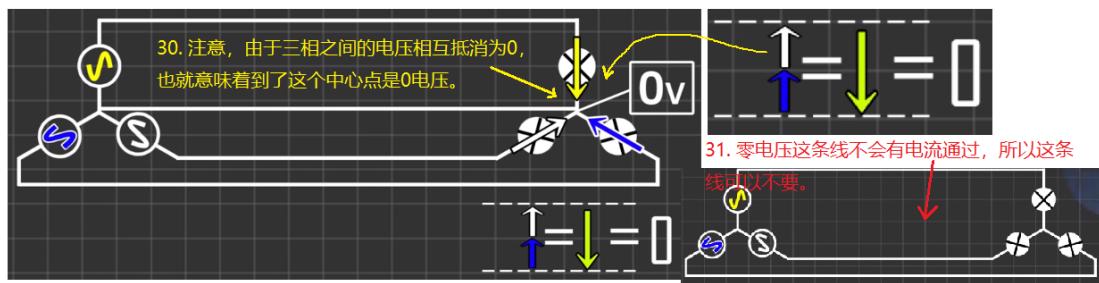


27. 因为三个相的电源线都是接在一起的。

28. 把三相电负极接在一起之后，你发现三个负载用的是同一条回路；

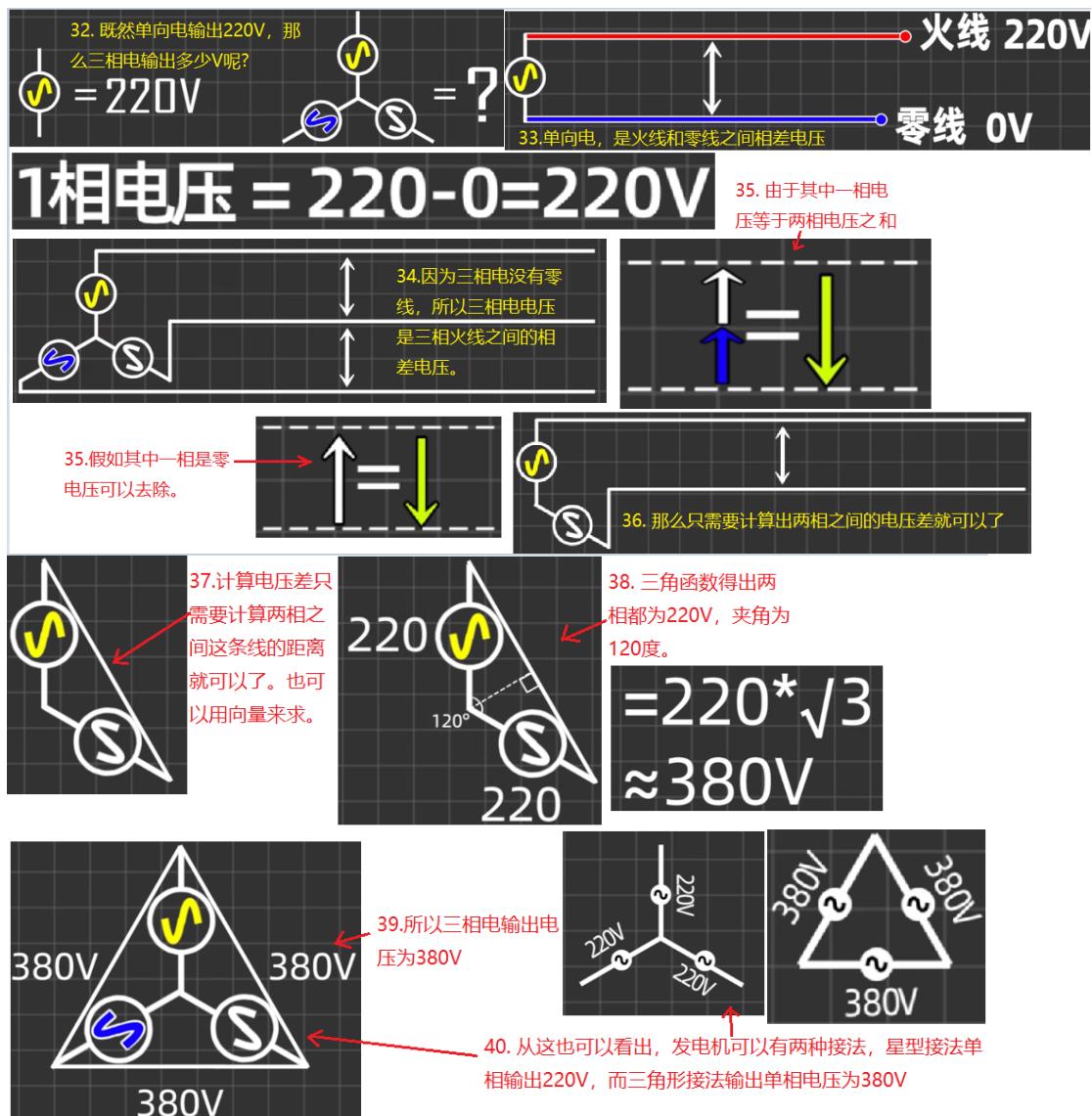


29. 同一个回路线



30. 注意，由于三相之间的电压相互抵消为0，也就意味着到了这个中心点是0电压。

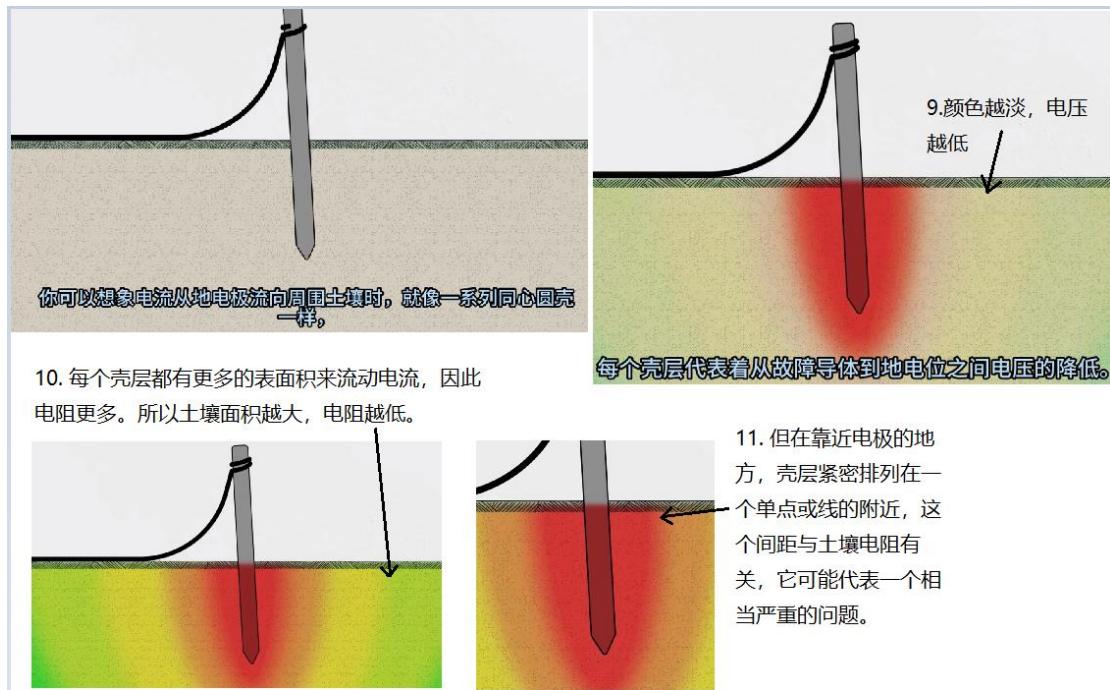
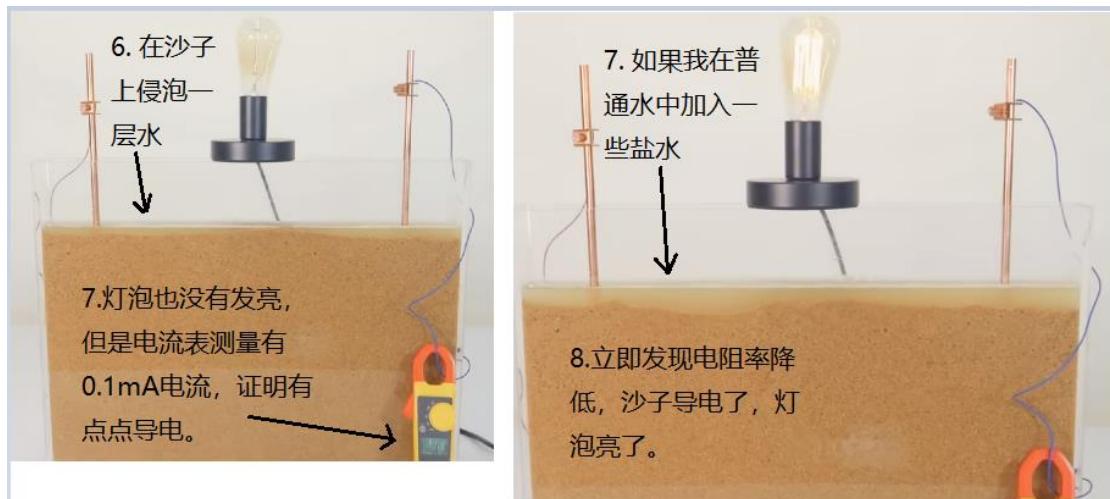
31. 零电压这条线不会有电流通过，所以这条线可以不要。



输送电的过程

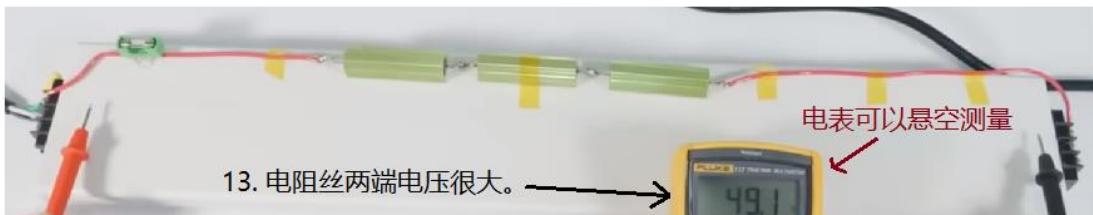
地球是不是导体？







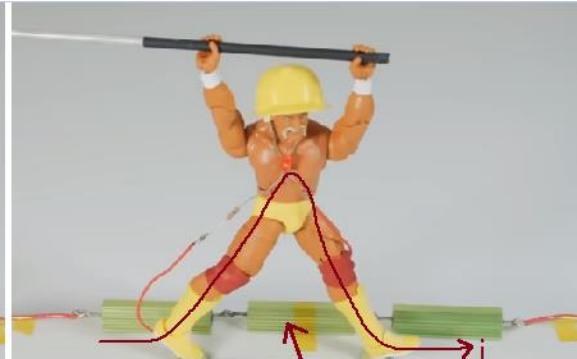
12. 我给电阻丝加入电压来模拟地面。把地面看成这三个电阻丝串联



13. 电阻丝两端电压很大。



15. 当人踩在两个电势差很大的电阻两端，或者电势差很大的地面两端，人就会触电。所以人是比地面更好的导体，只是平时人的双腿跨度太小，电势差太小，不容易触电。但是人在高压电下面就要小心。



16. 人发生触电的电流路径。就是电流从地面一端流入右腿，经过人体又从左腿流出来。形成回路。

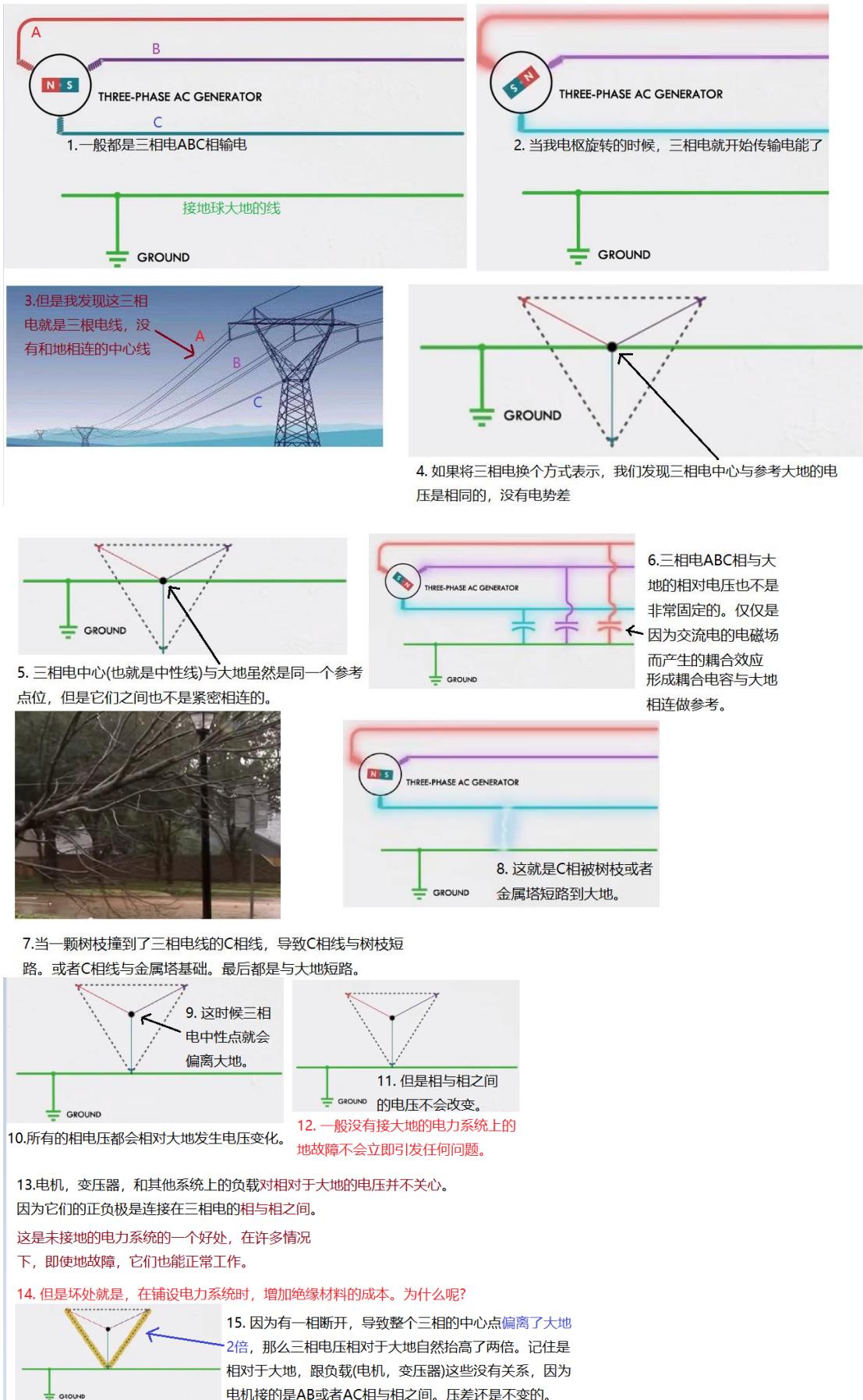


17. 如果遇到高压电线落入地面，正好人在附近，可以使用单脚跳动，离开故障区域。这样人就不会有电势差。



18. 像经常接触这种高压设备金属外壳。如果设备发生接地故障，设备接地系统电阻过高，大地与金属外壳之间可能会有电压，正好人站在旁边，电流就选择通过人这种低阻抗的动物，流入大地。人就会触电。

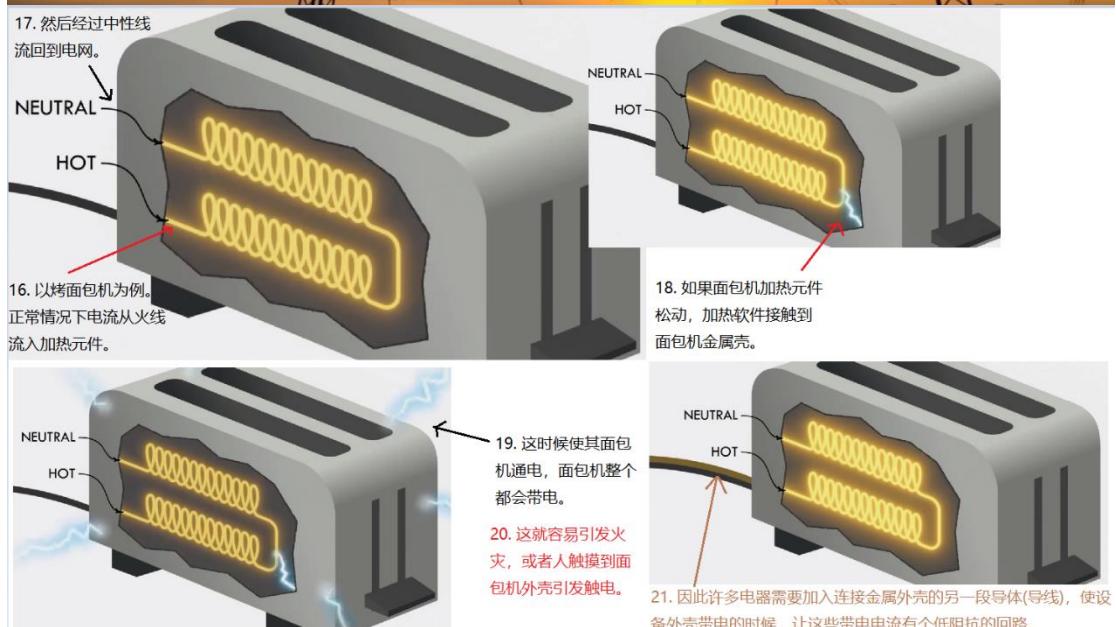
既然地球是导体，设备接地是为什么？



更高的电压需要更多的绝缘材料，这就意味着更高的成本。



特别是在大型输电线上，绝缘意味着把导体彼此和地面隔离得很远，这些成本会迅速累积。

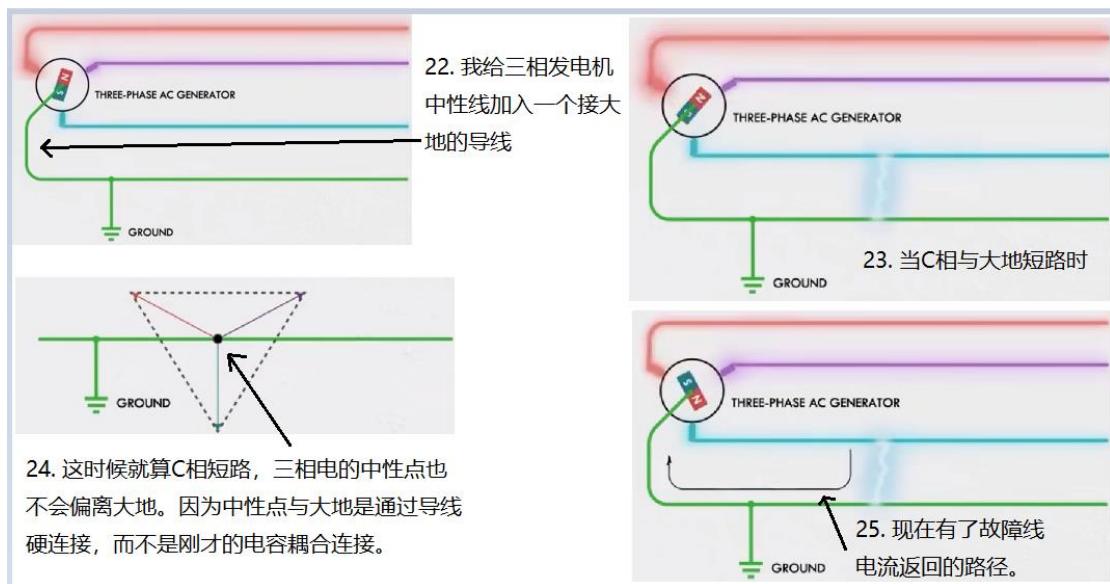


这个低阻抗回路意味着会有大量电流流过，触发家里面面入户的断路器关闭电路。

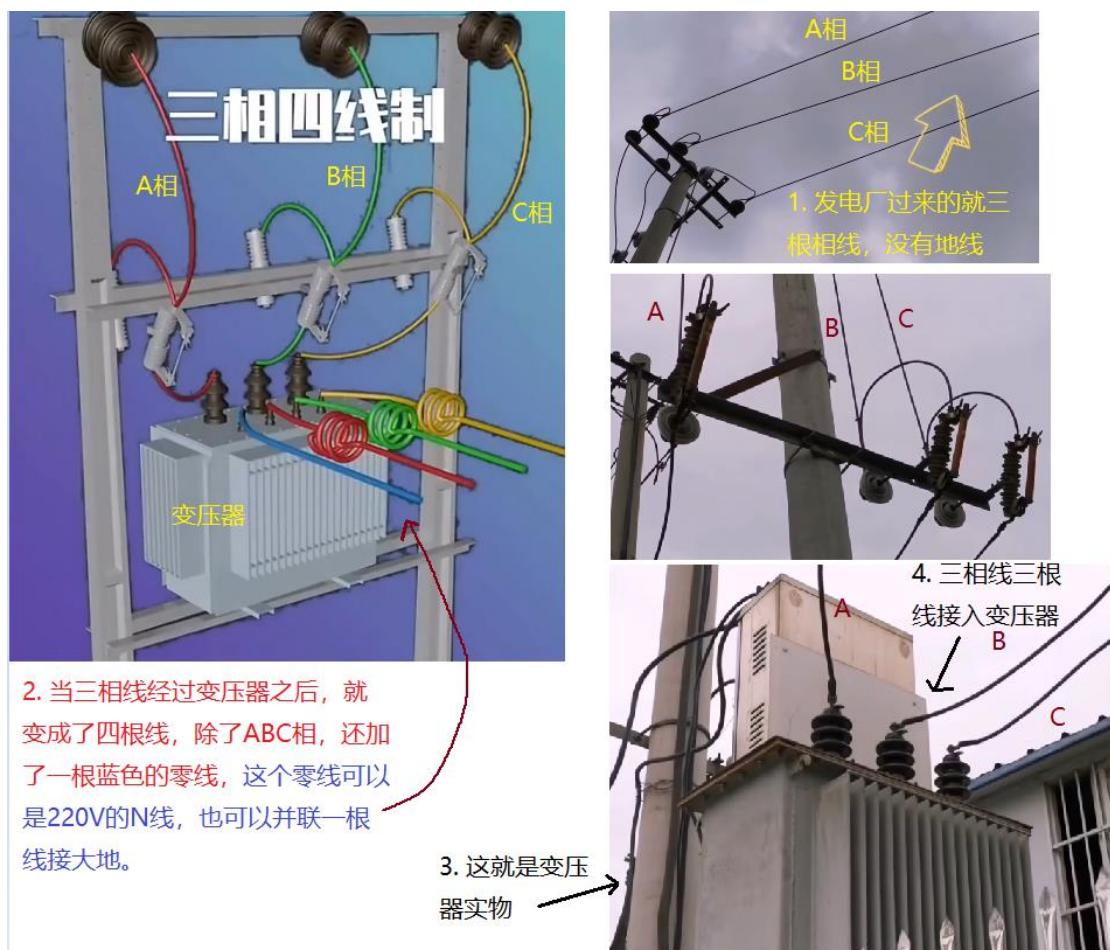
这不仅仅家里面是这样做的，工厂里面的漏电保护器也是这样做的，都是依靠故障电流来区分是正常电力负荷，还是短路。做到这一点最简单的方法就是确保故障电流远远高于正常使用电流。

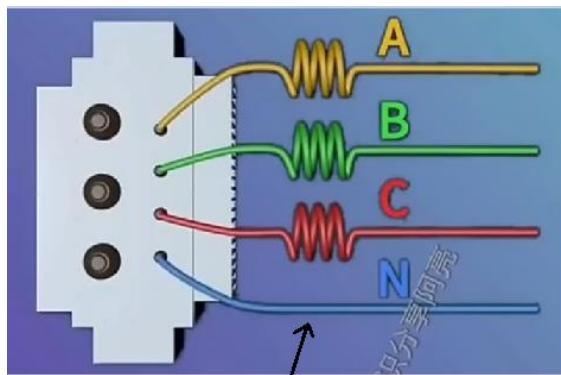
在损坏的烤面包机应用中，故障电流是通过一个被称为地，也就是大地，的导体来流动的。但实际上只是一个电气面板中的中性线导线相连的并行导线。

但是在变电站和输电线路的情况下，故障电流路径是实际的大地。



三相电入户方式

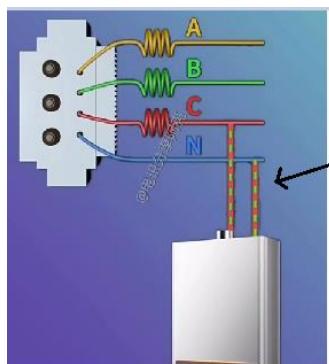




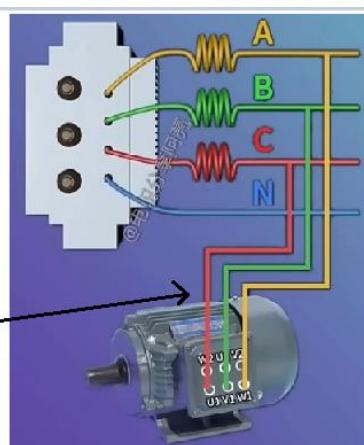
4. 变压器引出的这根零线也是220V的零线，零线可以并联接大地。



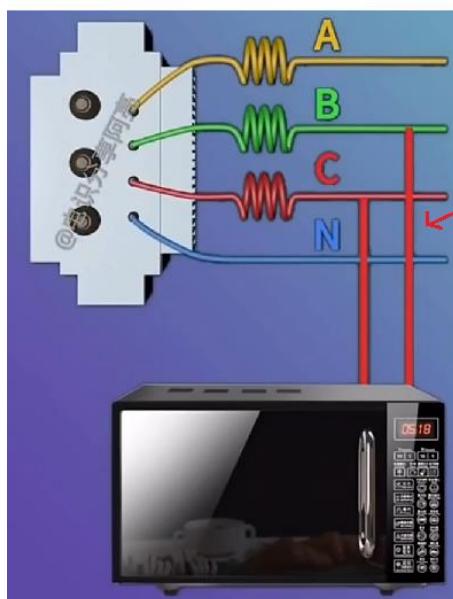
5. 这就是零线，它直接接的大地



7. 如果是220V家用电器，只需要随便拉一根相线出来，然后和N零线一起形成220VAC输入。



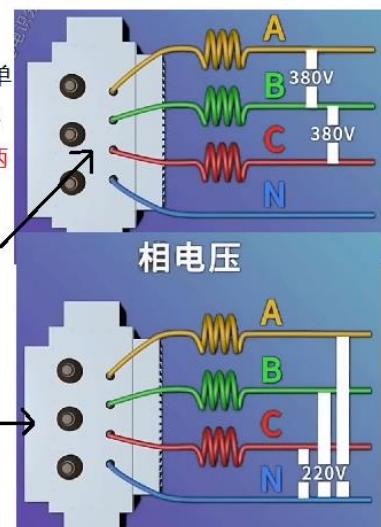
8. 如果是三相电机，只需要接三根火线。



9. 如果接一个380V单相电的设备，只需要接两根相线(也就是两根火线)

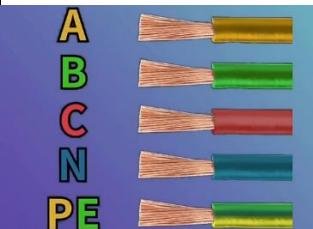
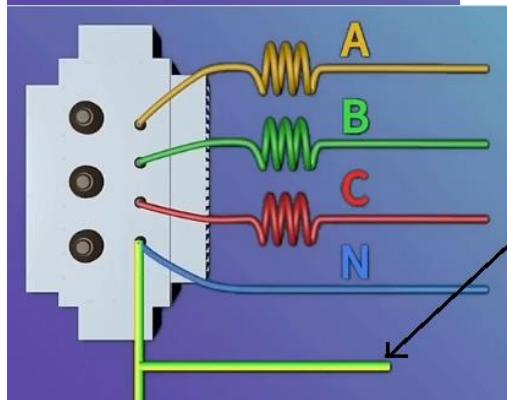
10. 火线与火线之间相电压是380V

11. 火线与零线之间相电压是220V



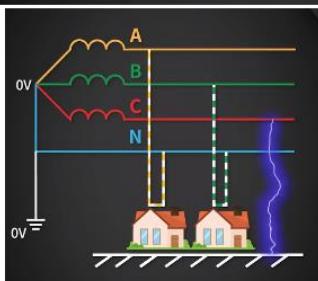
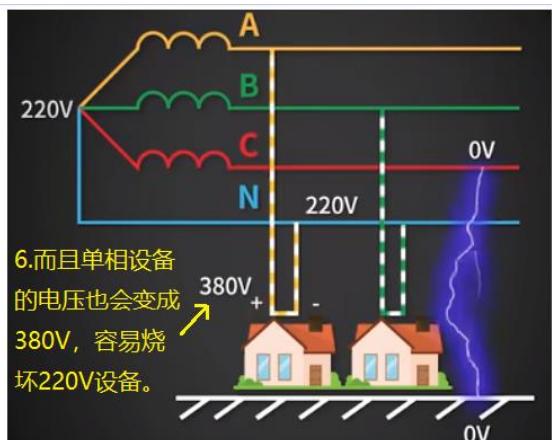
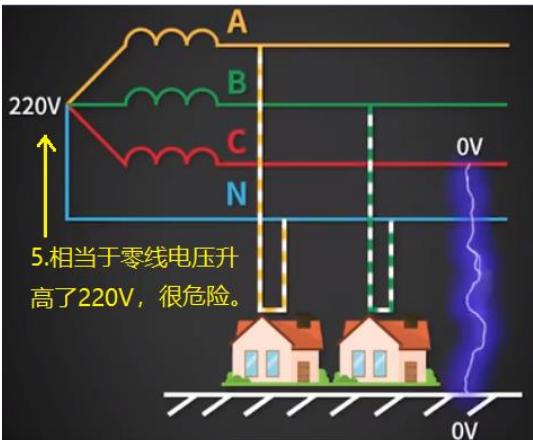
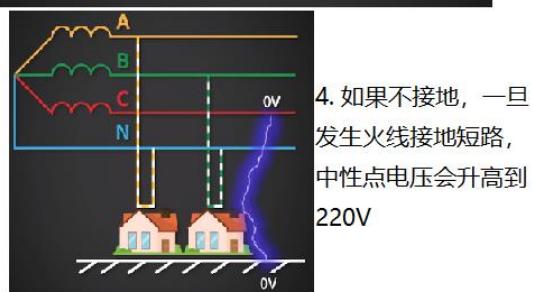
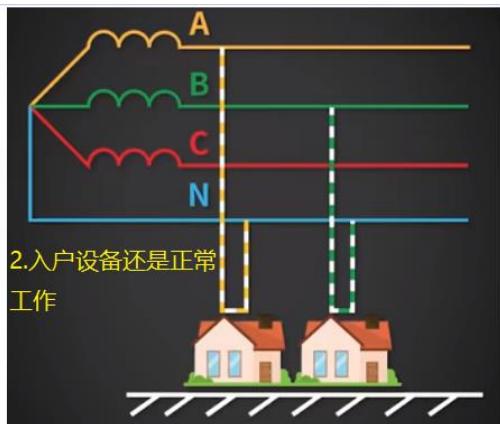
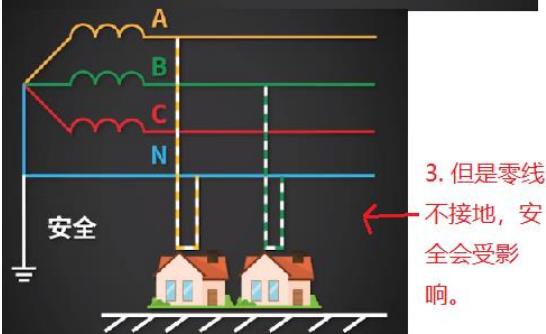
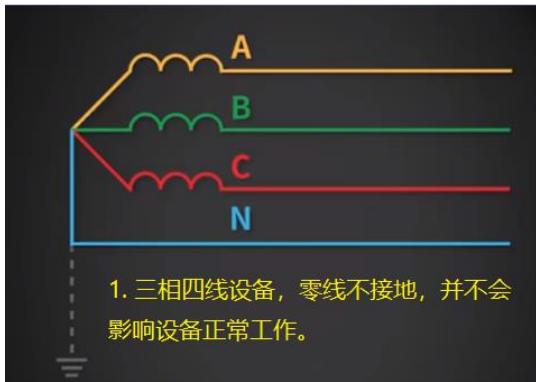
12. 如果在N线并联一根接大地的线，这就形成了三相五线制

注意，这时候N线和地线短在一起了哦？有没有什么呢？



应用中规范颜色如图所示

三相四线为什么要接地?

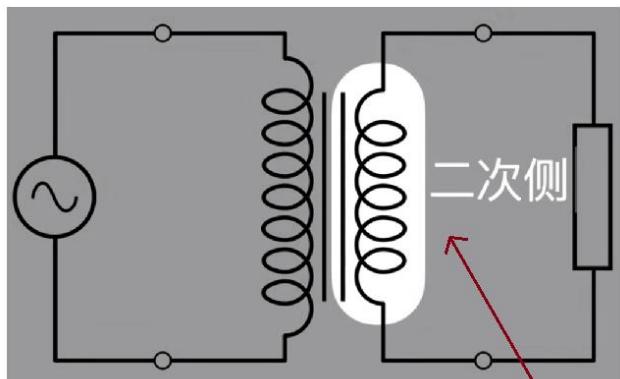


火线，零线和地线有什么区别，接地到底接哪儿？

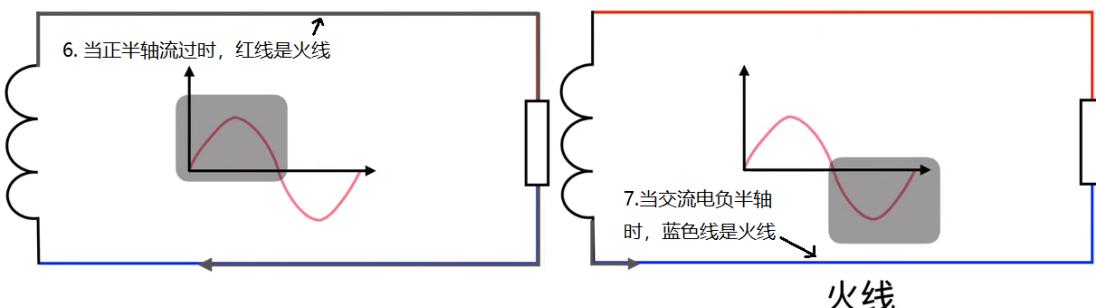
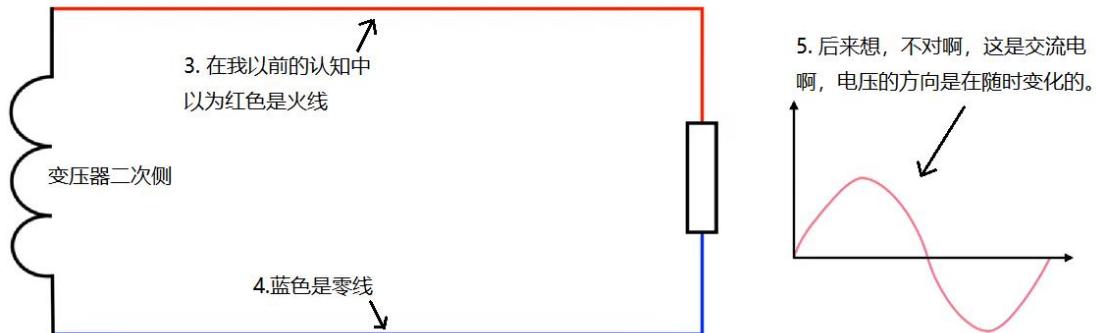
根据前面几节对三相电学习的知识，下面来讲讲 220V 交流电的接地问题。



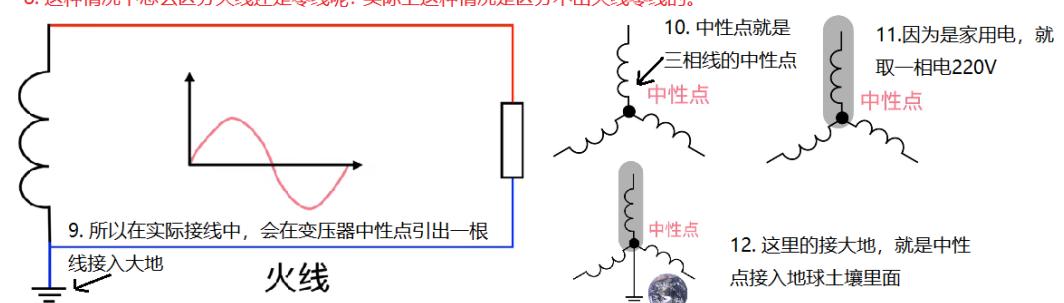
1. 这三根线怎么来的?

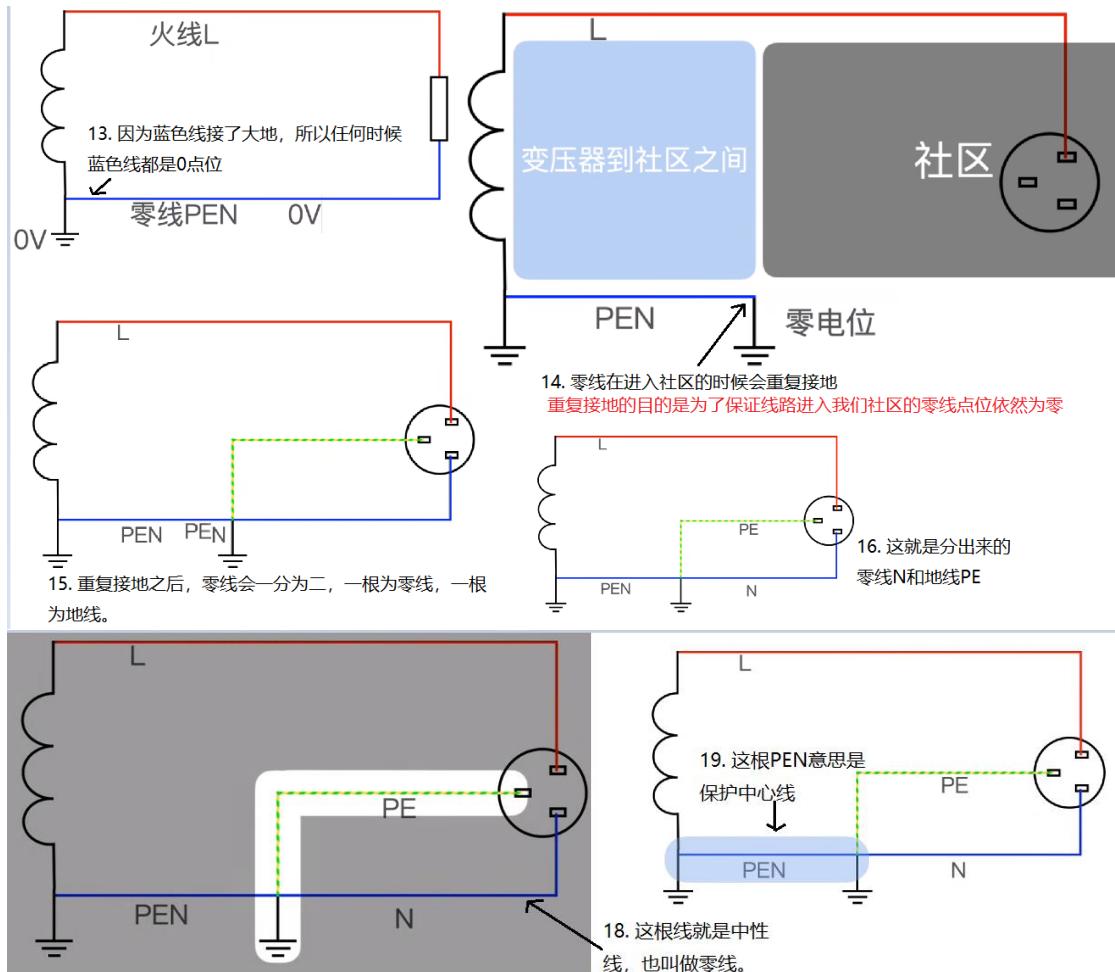


2. 220V交流电的源头是入户变压器二次侧，二次侧也就是电压输出端



8. 这种情况下怎么区分火线还是零线呢? 实际上这种情况是区分不出火线零线的。

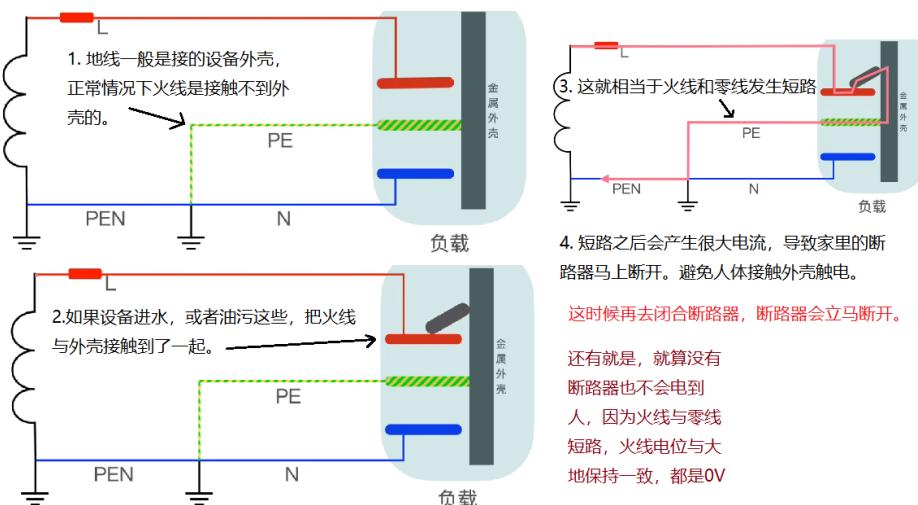




交流电零线和保护地线在一个电位，怎么没有短路呢？

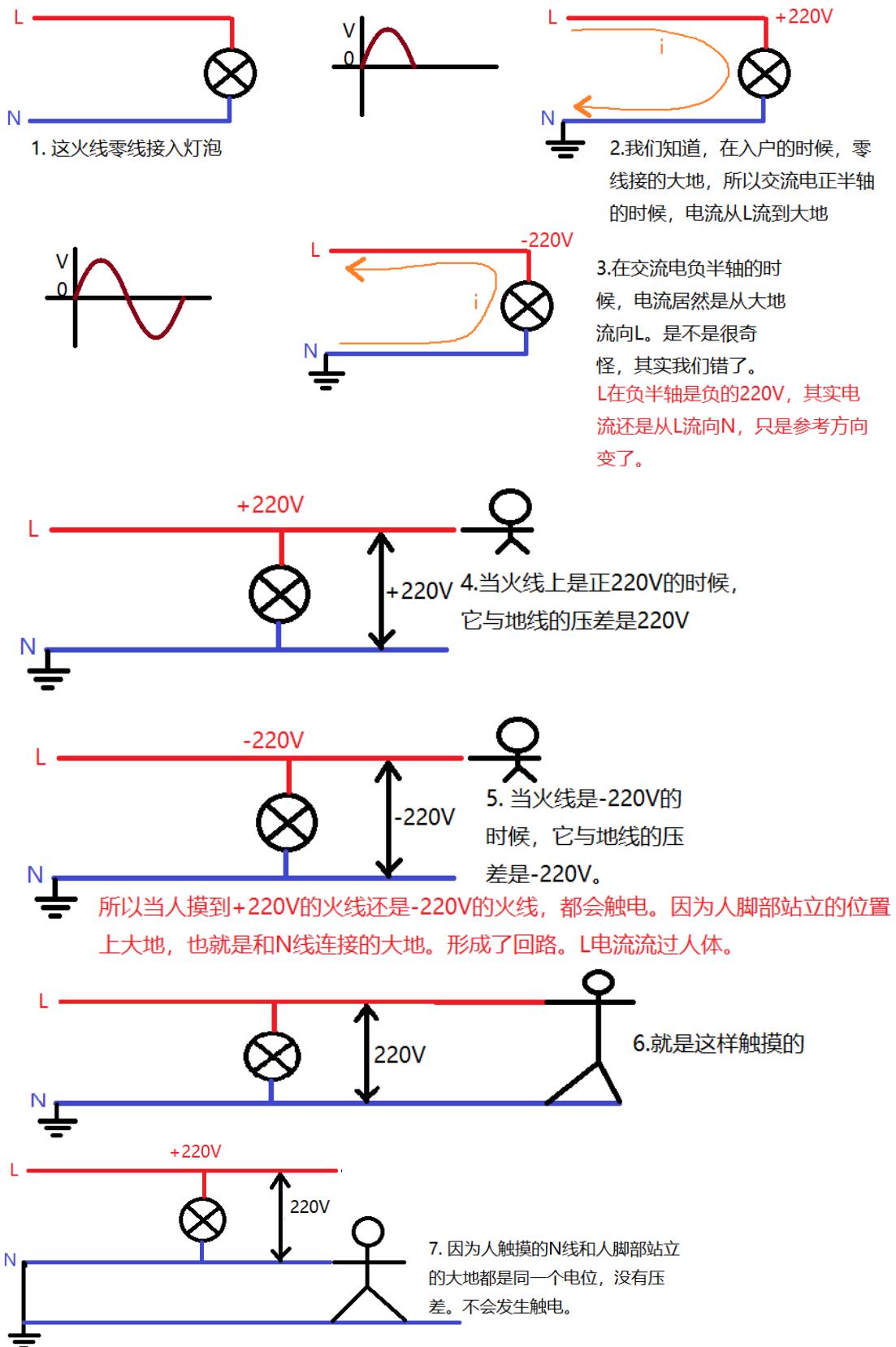
我们来解释为什么零线和保护地线在同一个电位上不会短路。工作的零线，也就是N线和保护的地线前半部分是公用(短路)的，后半部分是分开的，所以家用三插座的N和PE是不导通的。这个是TNCS系统，在供变电(高压转低压)站，零线已经与地线联通，从某种意义上说，零牌和地排是通的；但通过漏电保护开关后的电路的分配电箱是不能够通的。称这样的系统为三相四线半。

地线是怎么避免我们触电的？

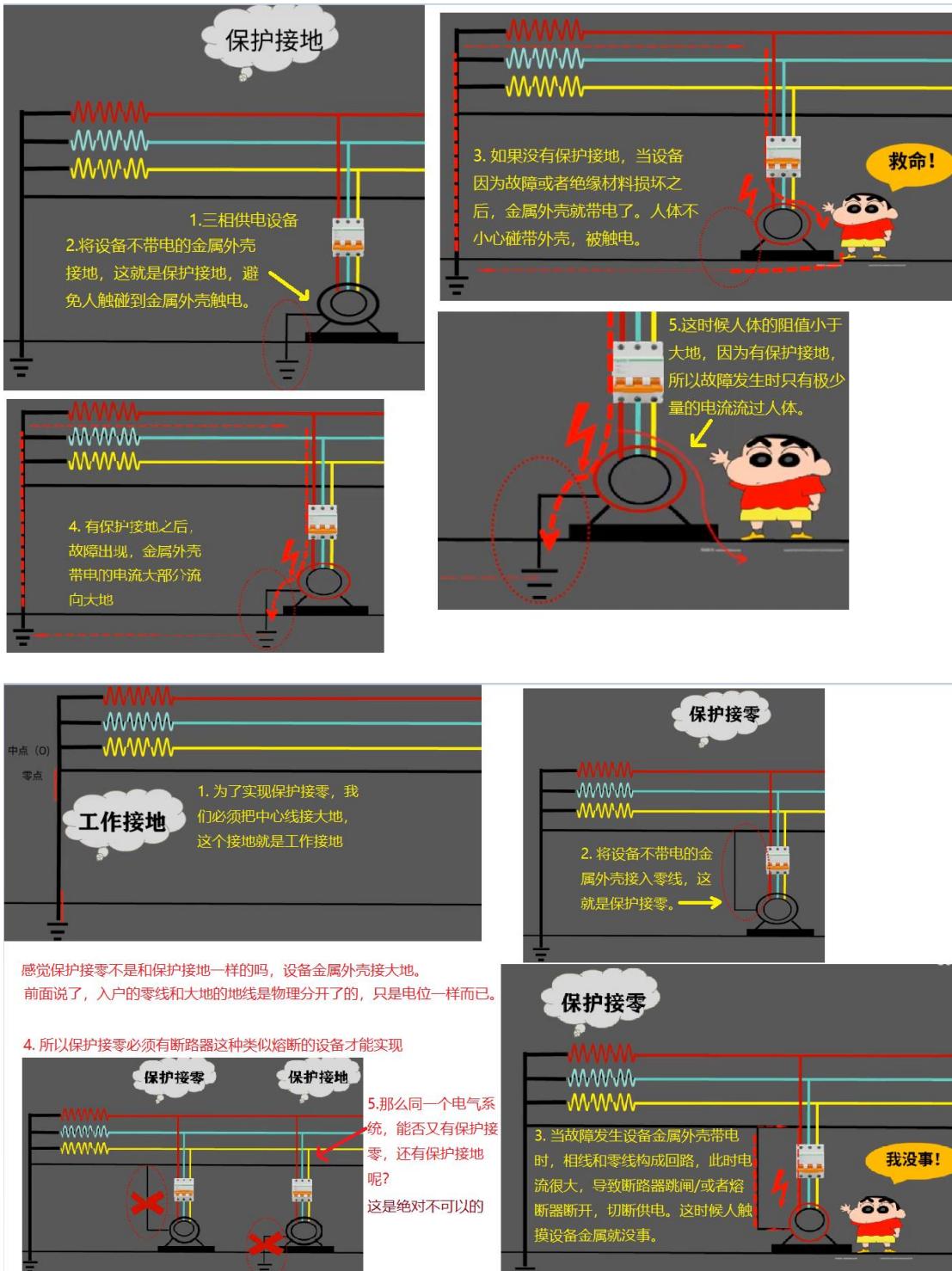


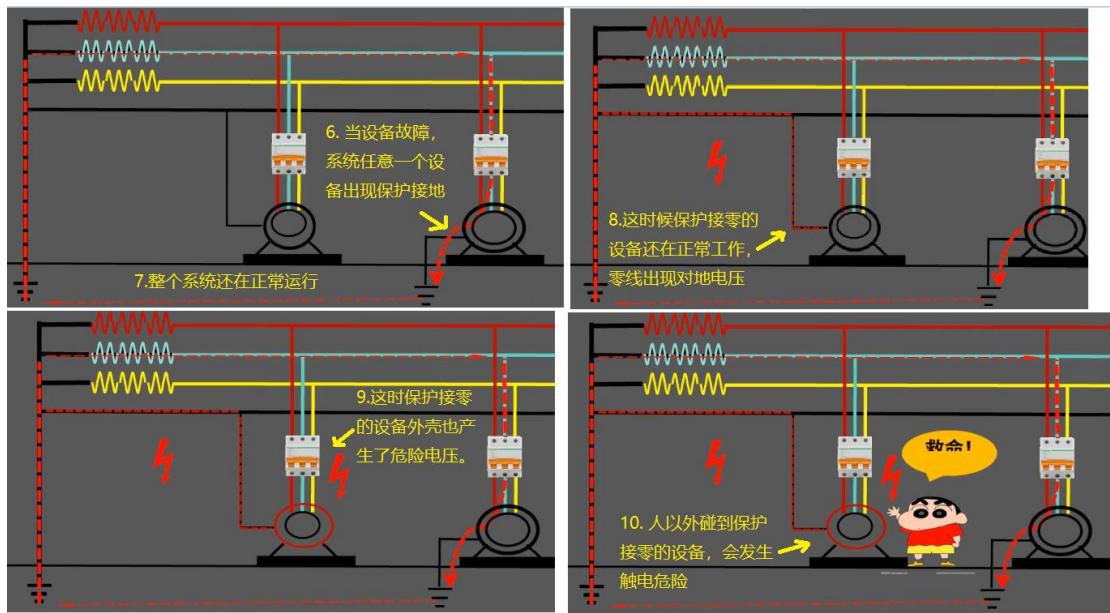
为什么触碰火线会触电，触碰零线却没事？

其实前面两节的知识已经说明了零线的原理，下面说个实际的案例。



保护接地，保护接零的区别

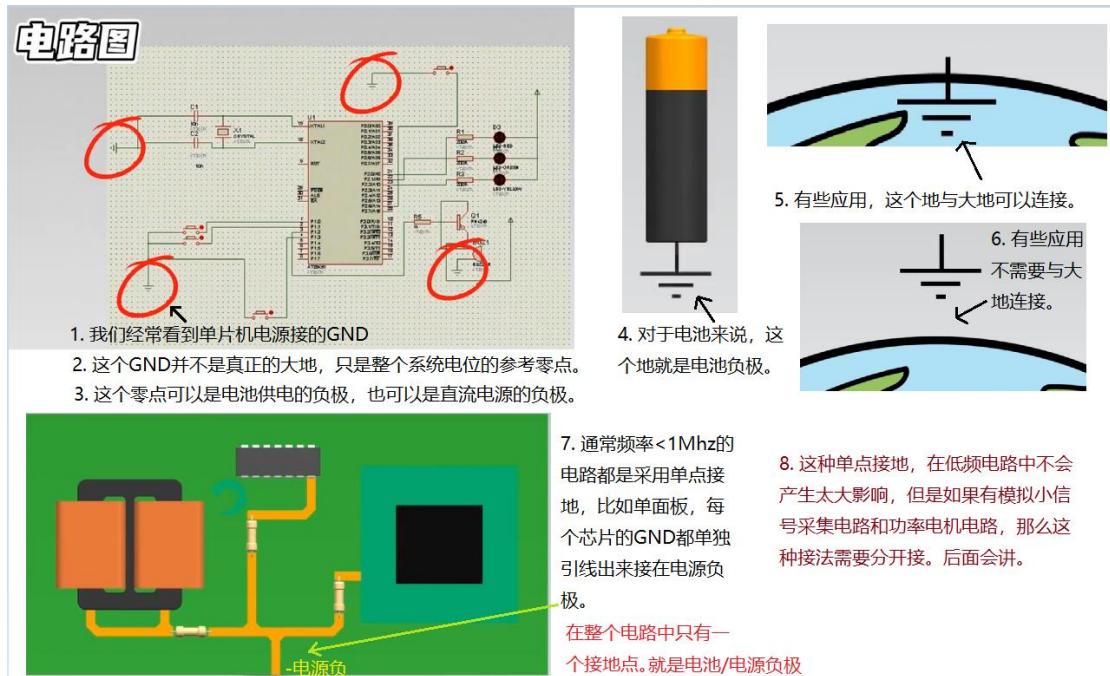


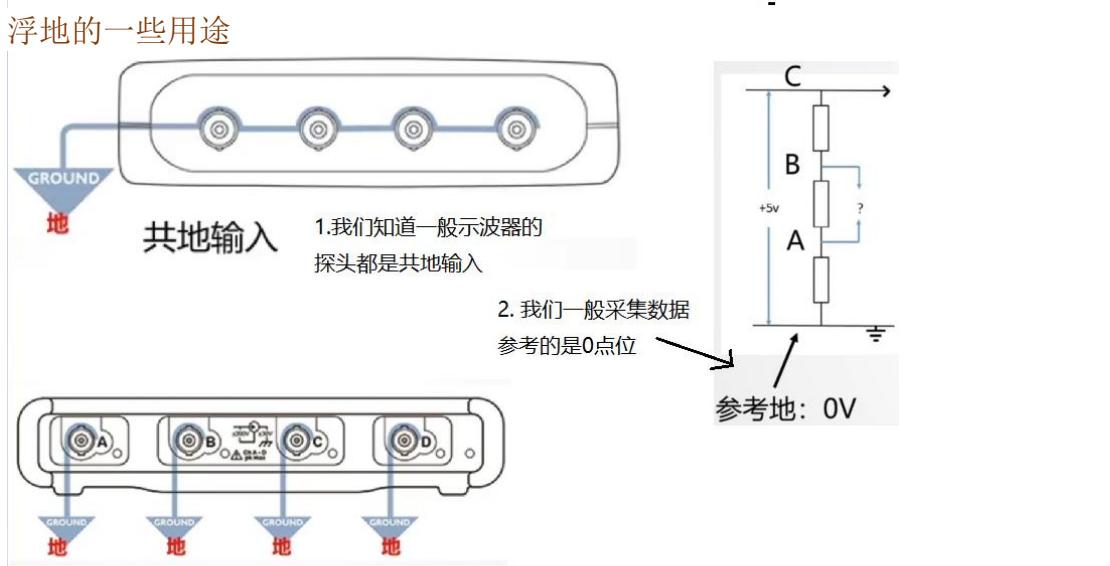
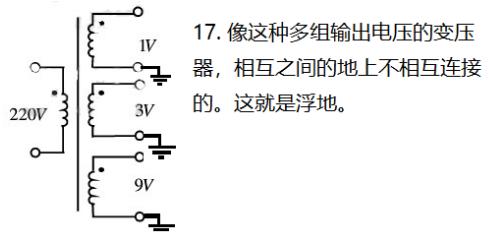
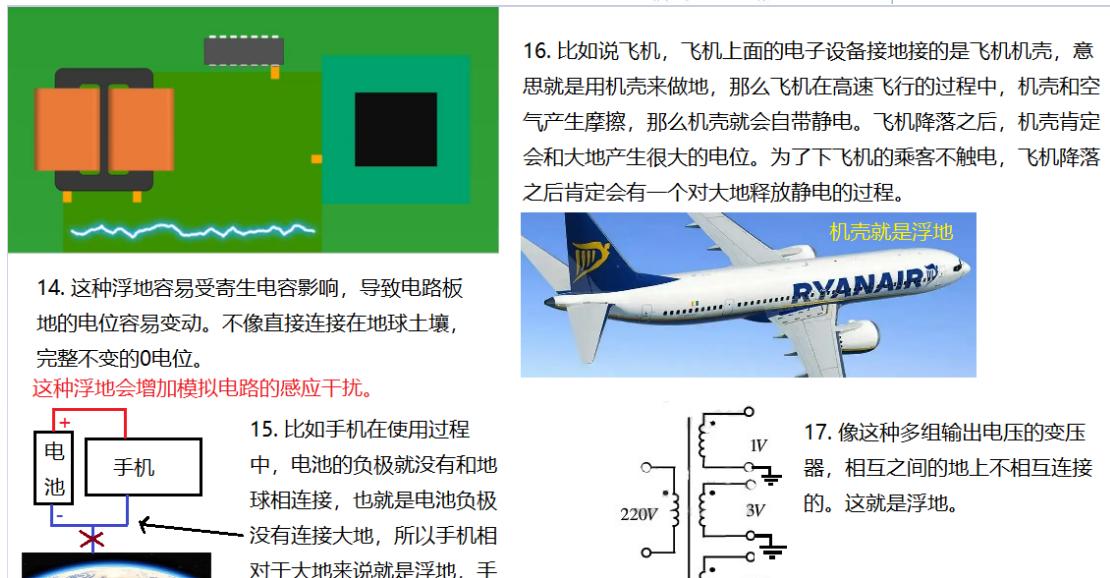
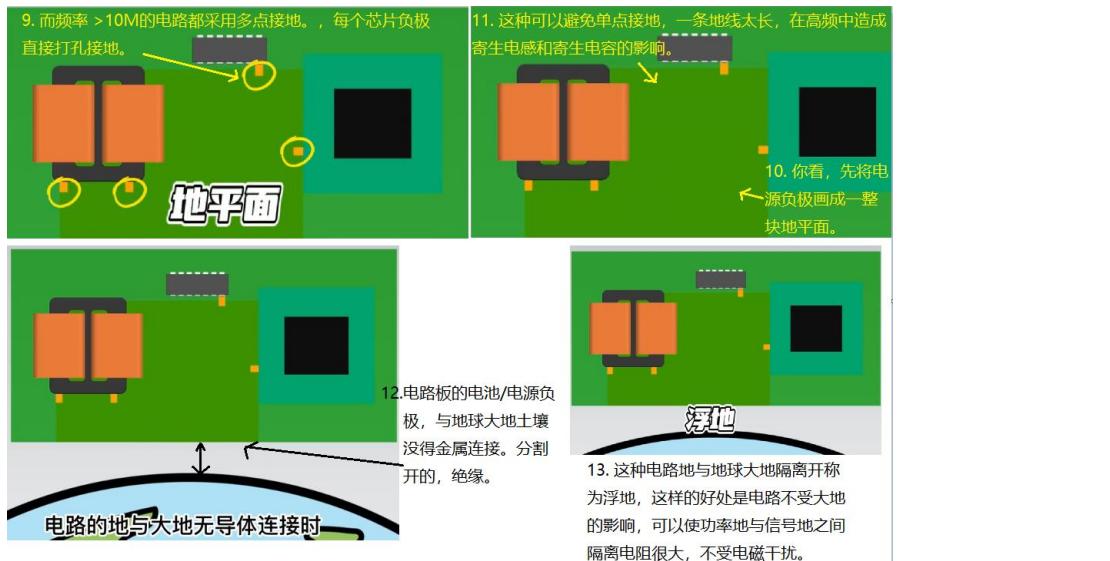


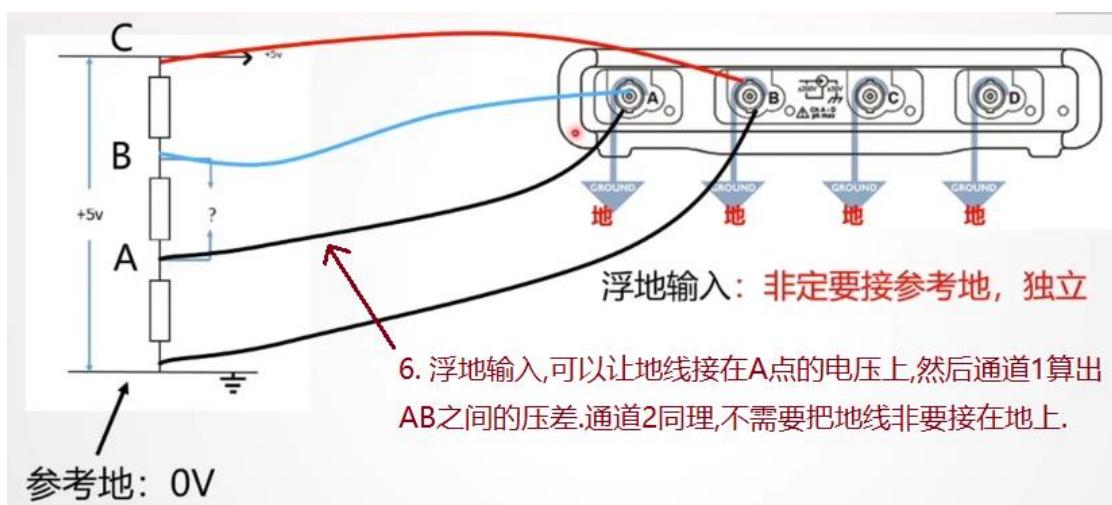
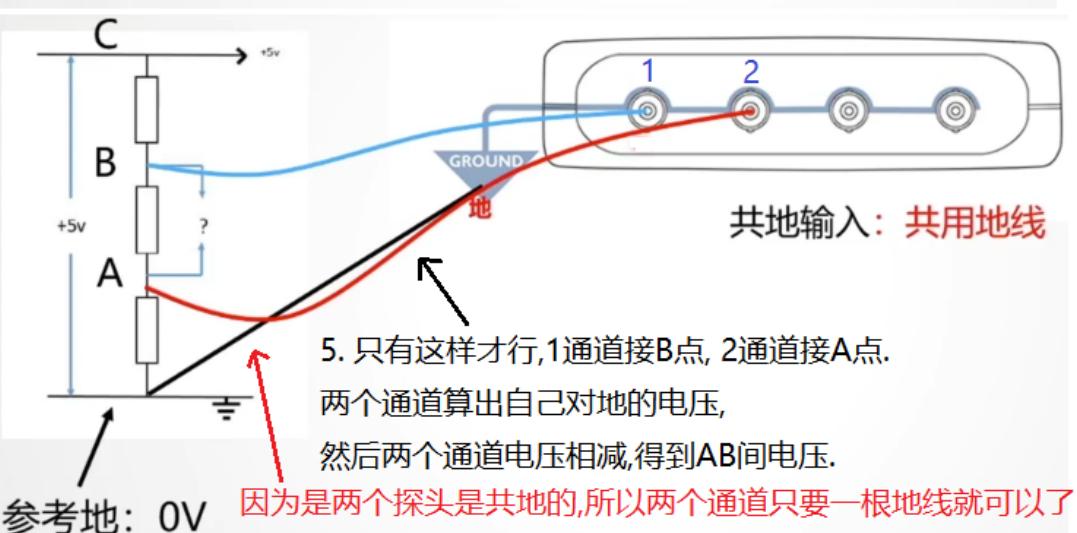
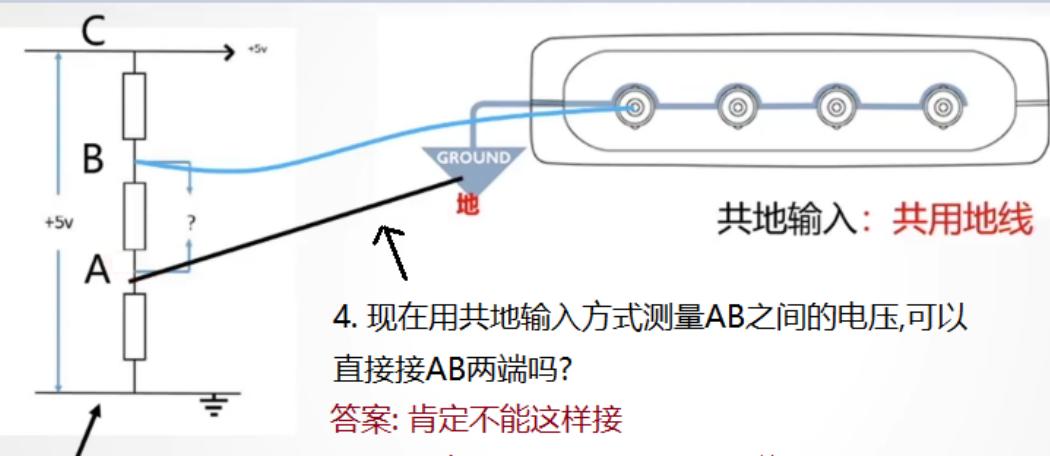
所以同一电路系统不能混用保护接地和保护接零，不然就失去保护作用，只能用其中一样。

单点接地与多点接地的区别

单点接地和多点接地基本理解



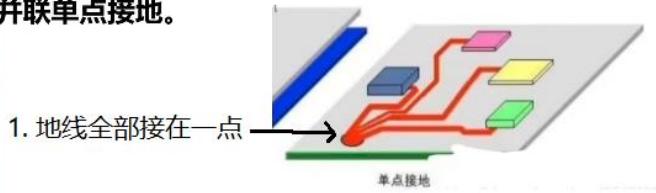




单点接地方法

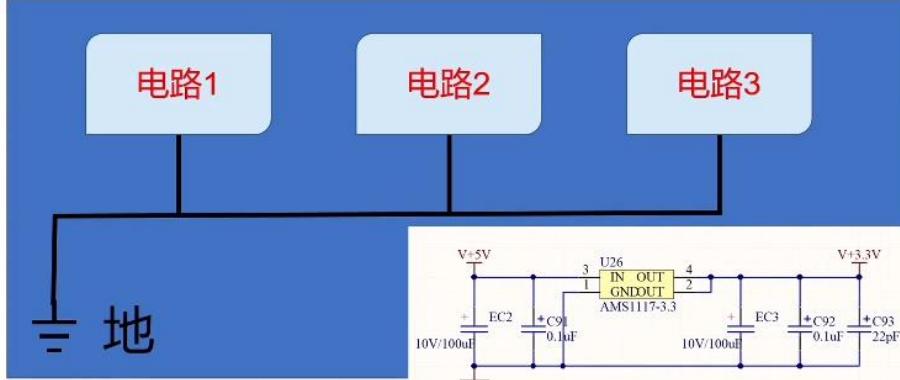
单点接地：

所有电路的地线接到公共地线的同一点，进一步可以划分为串联单点接地和并联单点接地。



1. 地线全部接在一点

单点接地（串联）：1、相同功能电路 2、低频电路($<1\text{MHz}$) 3、简单电路 4、**公共阻抗耦合**

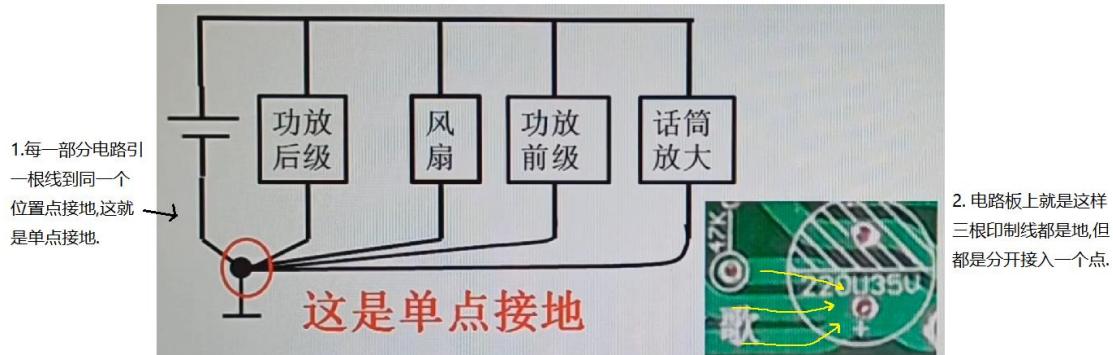


2. 这种就是串联单点接地,电路1的接地线和电路2,电路3先串联起来.最后再接入地.

3. 可以把电路的EC2,C91 看成电路 1

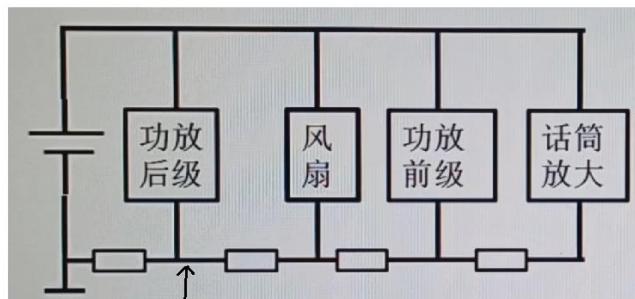
把U26看成电路2,把EC3,C92,C93看成电路3. 这就是单点接地的电路形式

音响电路单点接地能减少干扰



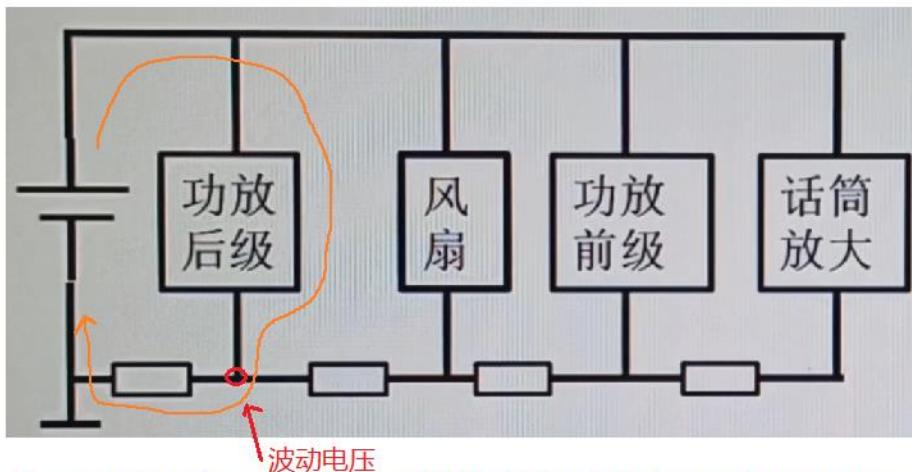
3. 为什么要单点接地呢? 单点接地多增加了这么多根线,好麻烦

4. 我们来看看多点接地的弊端.

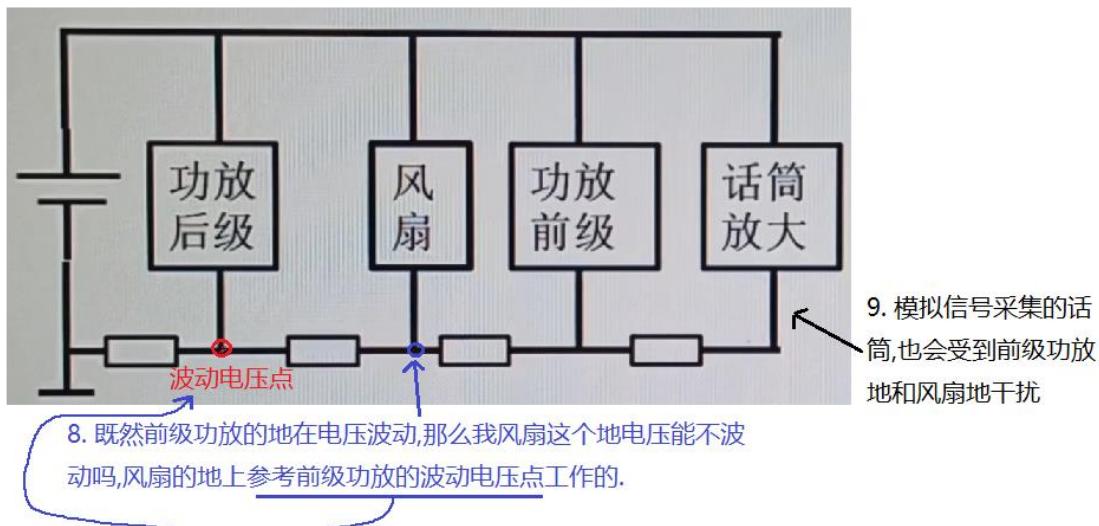


5. 因为地线上是存在电阻的,只有电池负极那个点的位置上绝对0V,从电池引出来的地线都有电阻,所以我们理解的地应该是电池的负极位置

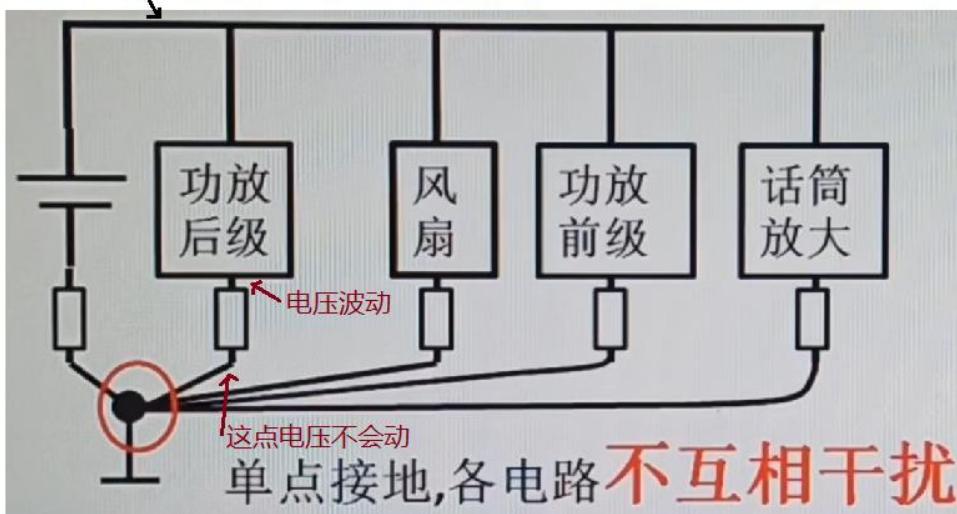
6. 当功放启动的时候,电流流过功放,流过地线电阻到电池负极



7. 我们知道功放声音是根据歌声来的,所以功放电流是在波动的,这就造成这点的电压在波动

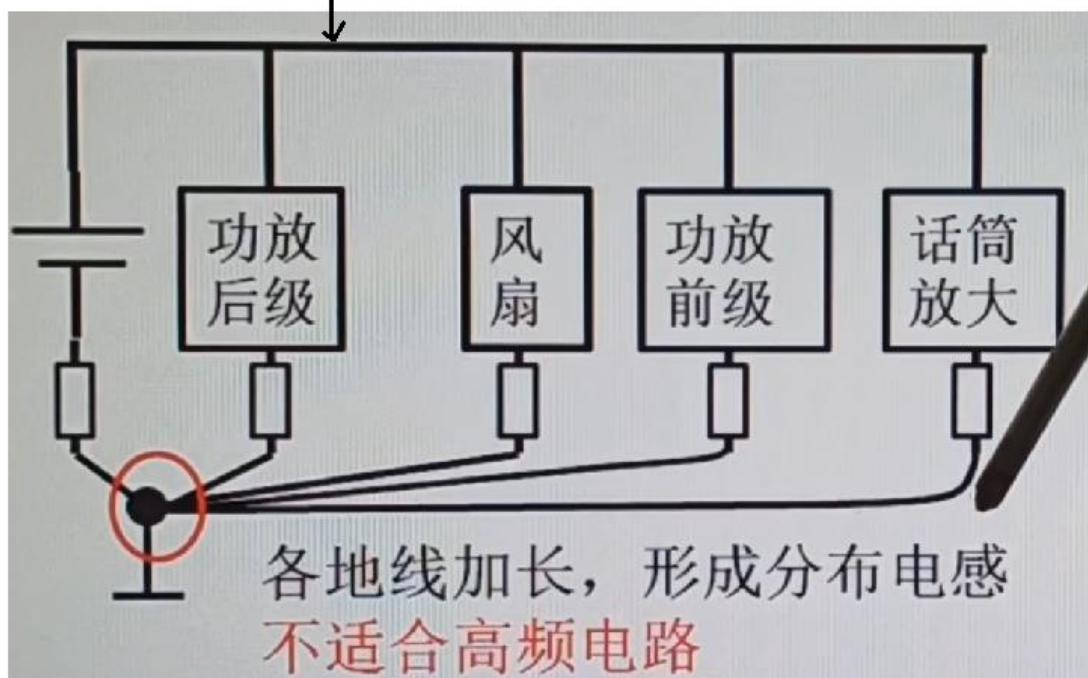


10. 这样单点接地,虽然地线电阻会有波动的压降,但是只影响功放电阻上端,不得影响共地的位置



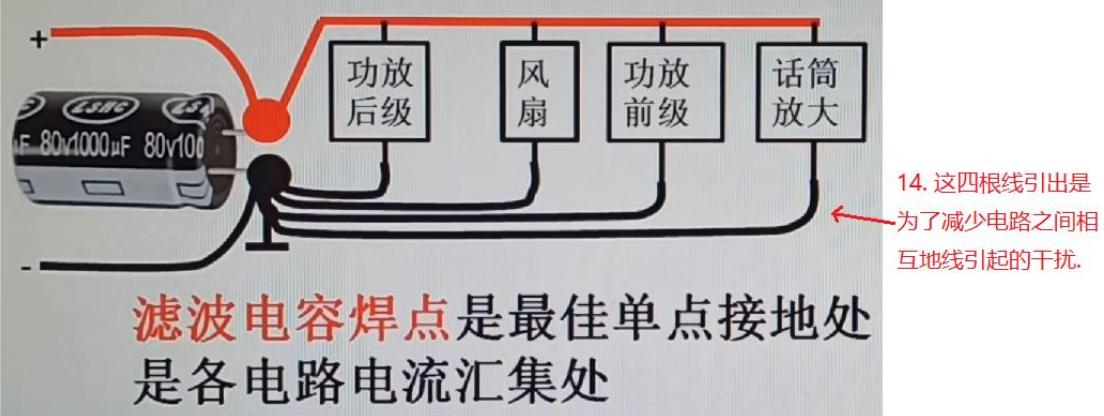
11. 所以单点接地引出的导线要画很粗,因为每个电路模块都单独引线到接地点,距离比较长

12. 单点接地不适合用于高频电路.



13. 我们知道单点接地是为了减少干扰,那么电容滤波的地方是干扰最小的地方.

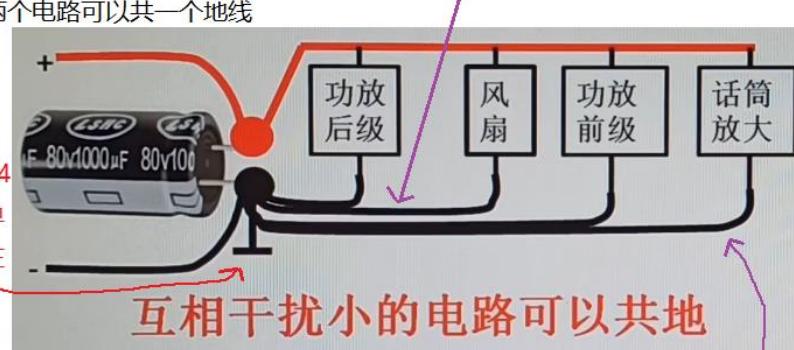
- 单点接地中的单点应该在什么地方



15. 像功放电路和风扇,相互之间干扰就很小,因为都是大电流工作,对微弱电流不敏感,它

们两个电路可以共一个地线

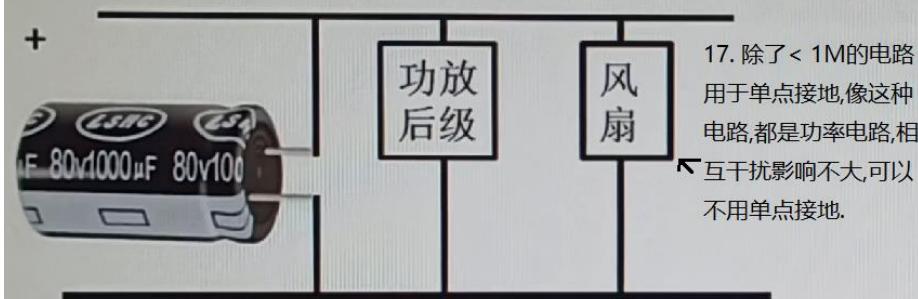
17. 最后4个电路单点接地在一起



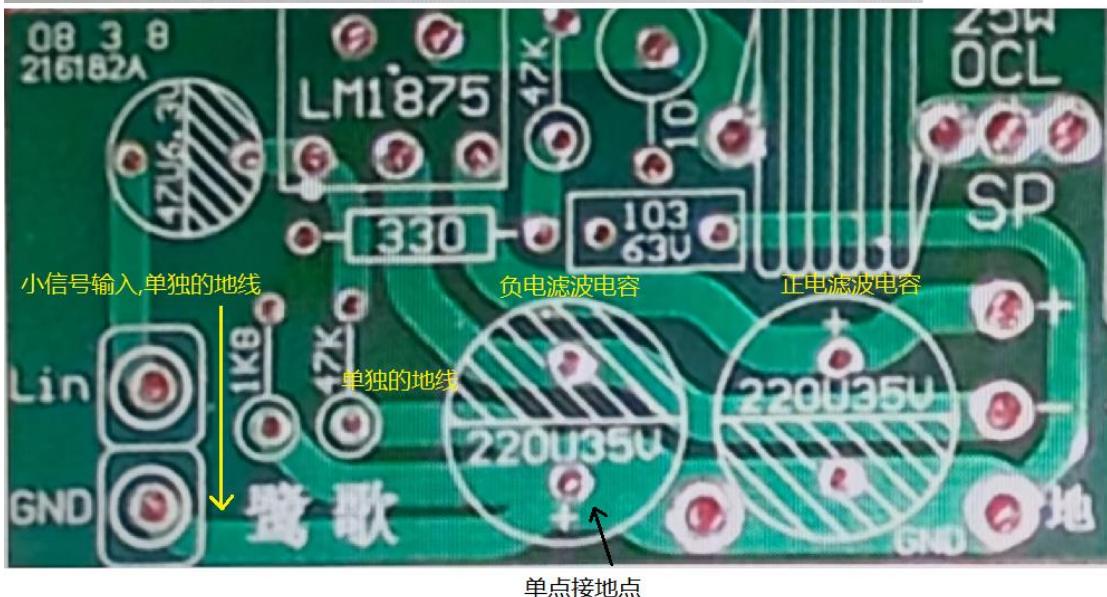
16. 像话筒放大,前级放大都是小信号微弱电流采集电路,所以它们

两个可以单独共地. 但是必须和功放风扇的大功率地分开.

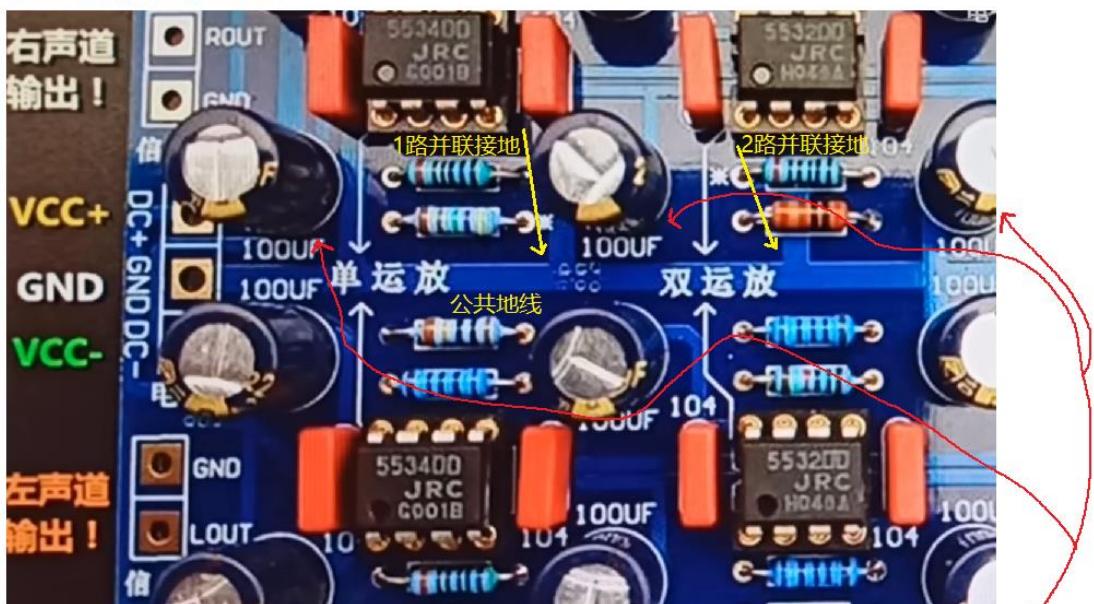
• 单点接地适用于什么电路



互相干扰小的电路不必单点共地



下面这个运放就是多点接地



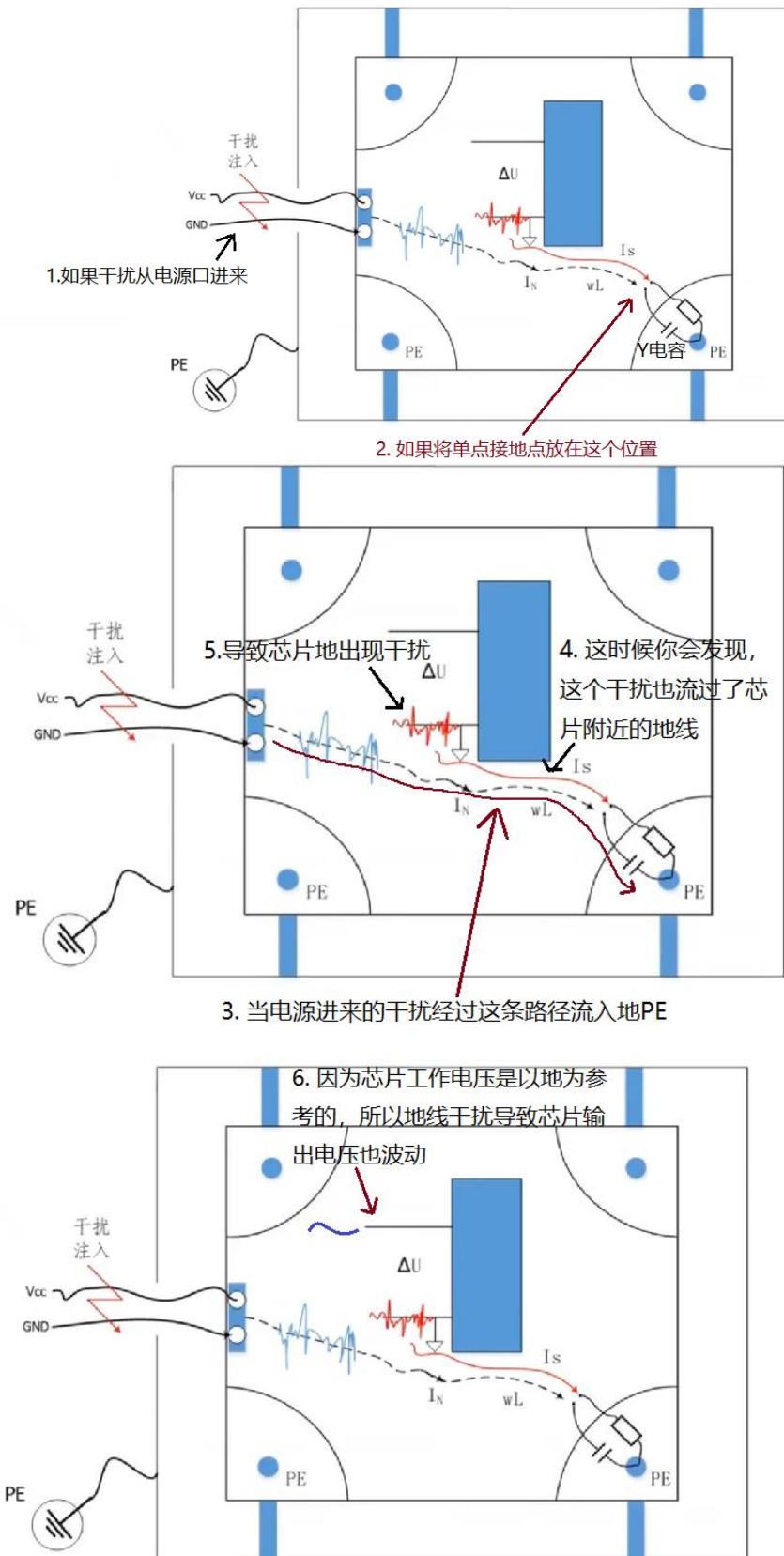
这种并联接地,就是多点接地. 这种效果会不会很差呢?

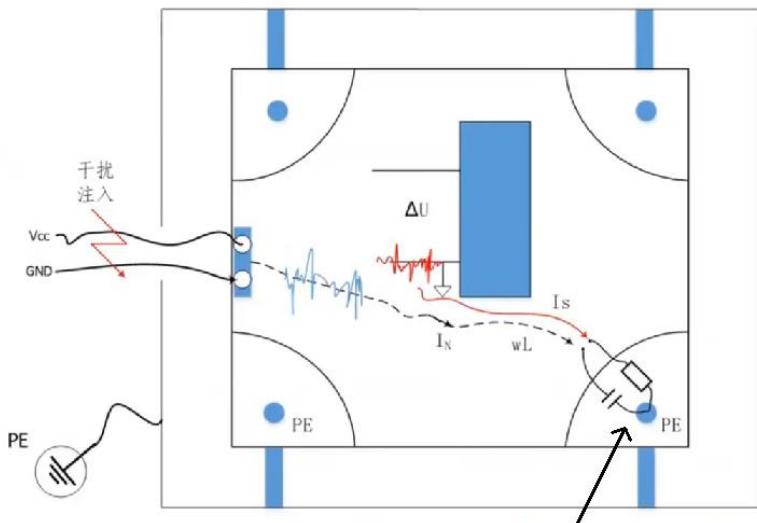
这就要看滤波电容放得多不多

你看,每个并联下来的接地位置都放了个滤波电容负极. 滤波电容负极是最好的接地点

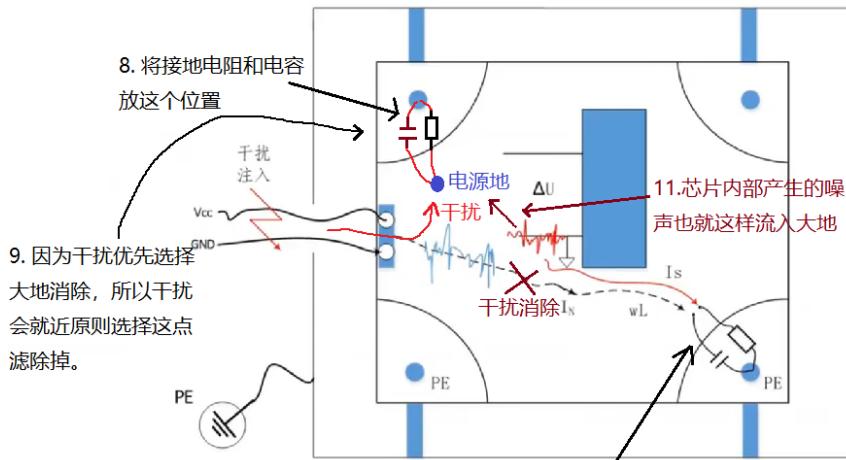
单点串并联接地案例一

干扰传播路径与敏感电路的单点串并联示例





7. 所以这个接大地的位置导致电源外部进来的干扰经过芯片地线，再到大地，影响芯片工作。

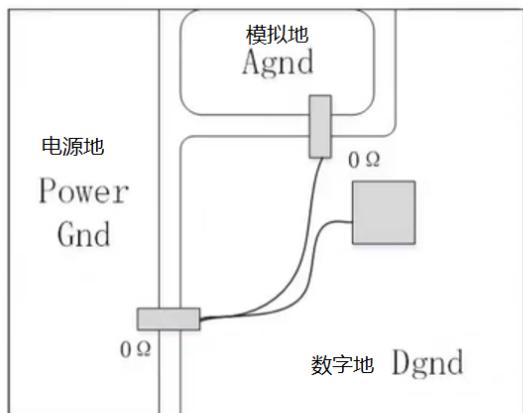


9. 因为干扰优先选择大地消除，所以干扰会就近原则选择这点滤除掉。

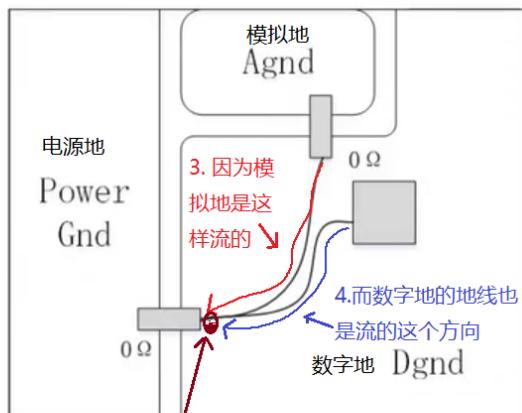
10. 这样干扰就不会来到这里，也不会经过芯片的地

这种也不是做到完全绝对没有干扰，只要是大面积敷铜，多多少少都会有点干扰，只是这样做干扰会减小很多。

单点串并联接地案例二

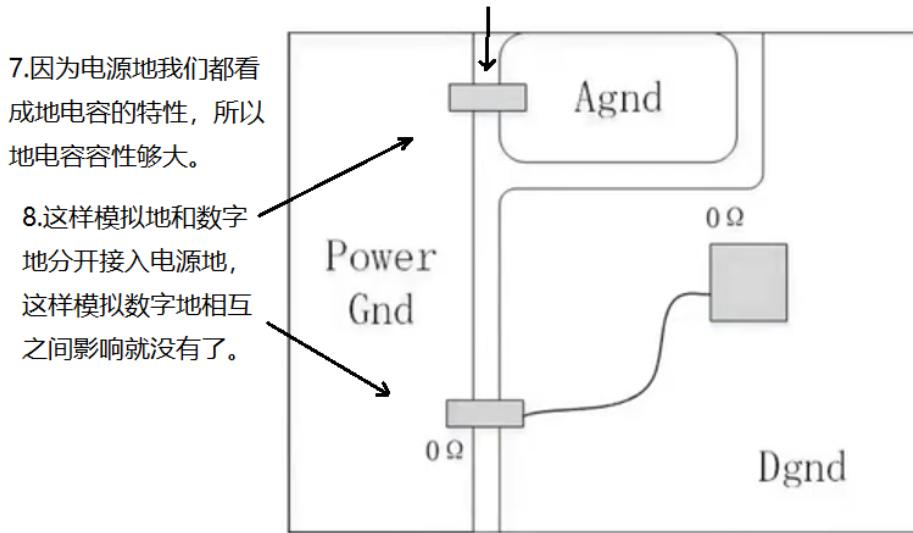


1. 电源地上我们0V的起点
2. 这三个地最后都是要接通的，我们来分析下



5. 在这个点，可能出现数字地的干扰流向模拟地

6. 如果模拟地这样接呢?



参考平面和地的理解

1. 电路板参考面，在大部分情况下，指的就是0V的参考面

• 参考面通常是指电路板中完整的0V（接地）铺铜层

- 一般情况下，电路板中至少有一层导电层是完全用来放置接地铺铜的；

在多层板应用中，我们还经常把两层或者更多层的导电层当做接地层

- 在某些情况下，电源的铺铜也可以被当作参考面。

注意，除了接地层，电源层也可以当作参考面，只是这种应用比较少。

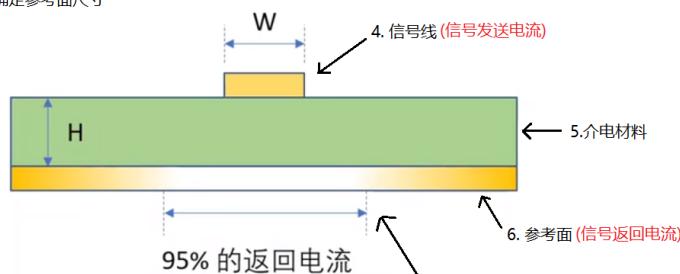
下面的讨论中，大部分例子都是用接地层做参考面来讨论。

• 参考面在电路板中的作用

- 参考面的低阻抗将在RF频率范围内，为电路提供一个稳定的参考电压；
- 一个完整的参考面，可以为高速信号提供最短的返回路径；
- 参考面可以为电路板上的信号提供屏蔽；这种屏蔽情况，是当电路板中的多层导电层被作为接地层时，就可以做屏蔽。
- 参考面可以起到散热的作用。在电流应用中，可以使用大面积参考层铜箔扇热。

2. 如何设计参考面？

3. 先确定参考面尺寸



7. 信号发送电流和返回电流的铜箔宽度并不相等，返回电流会像参考面两边扩撒。

8. 注意，信号有95%的返回电流会占据信号线宽度的三倍，或者是介电材料厚度的三倍。

返回通道宽度 = 3W 或 3H (取较小的值)

• 参考面必须在信号下方 (或上方)，并扩展到信号走线的两侧。

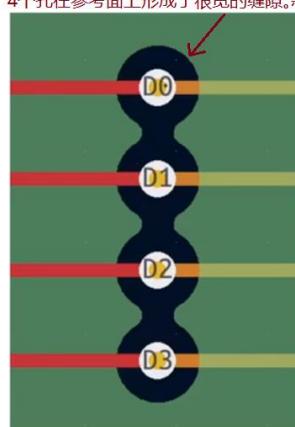
• 尽可能使用更大的参考面

- 使大部分的返回电流都能通过参考面返回；
- 可以进一步降低参考面的高频阻抗。

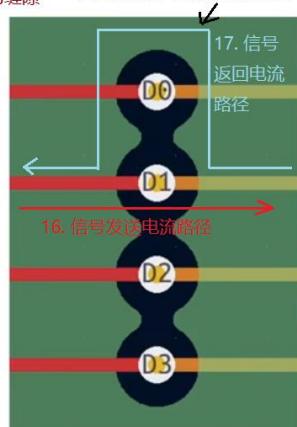
9. 如何处理参考面的开孔



15. 这一排过孔，因为挨得太近，导致这4个孔在参考面上形成了很宽的缝隙。黑色部分为缝隙

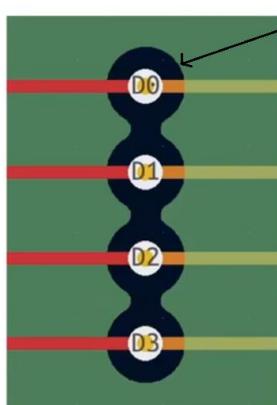


18. 很明显信号返回电流绕了半圈才到发送电流信号线旁边



19. 这种就造成了信号发送电流和返回电流之间形成比较大的环路。这个比较大的环路，在高速信号应用中就会增加EMC的可能性。

20. 这个黑色的就是过孔的反焊盘，反焊盘太大导致地平面有太大的缝隙。



21. 现在是0.254mm间距的反焊盘

焊盘连接:	金属化孔 (PTH) 防散热
防散热间距:	0.254 mm
防散热导线宽度:	0.254 mm

23. 你看，参考面(地平面)缝隙就没有了。



22. 我们把反焊盘直径缩小，也就是间距缩小。

焊盘连接:	金属化孔 (PTH) 防散热
防散热间距:	0.15 mm
防散热导线宽度:	0.15 mm

24. 这样信号发送电流路径和返回电流路径环路就变小了。EMC问题得到改善

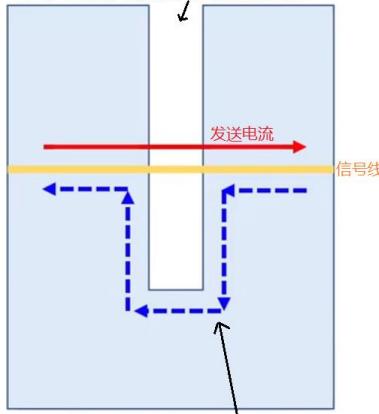
25. 但是要减小反焊盘尺寸，需要预先跟PCB厂家沟通，看厂家的工艺能否达到。

26. 使用交叉放过孔的方式，也可以解决返回电流路径的问题。



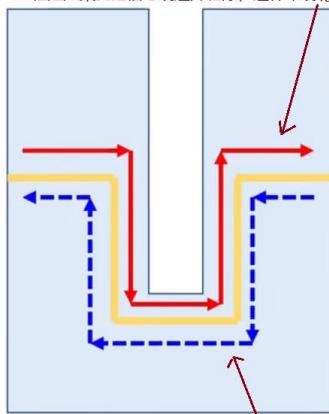
设计参考面 - 当信号跨越参考面时

30.当参考平面(电源地)有较大的鸿沟缝隙。



31.很明显返回电流路径过大。环路增大。

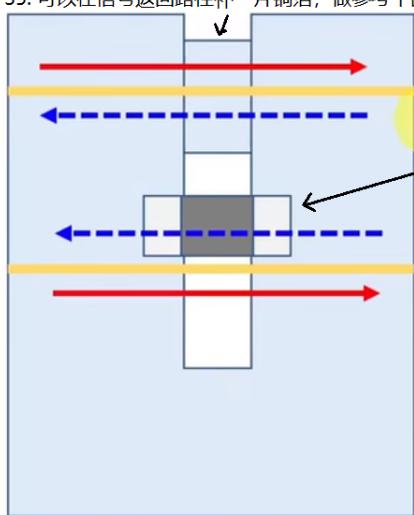
32.但是如果我把信号线避开缝隙,这样布线呢?



33.这样布线环路面积减小,不发生EMC问题

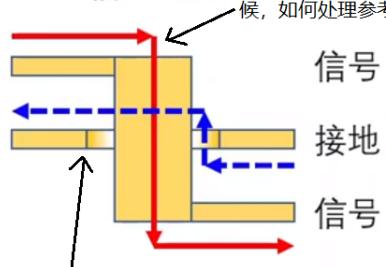
34.如果两根信号线都跨越了缝隙

35.可以在信号返回路径补一片铜箔,做参考平面

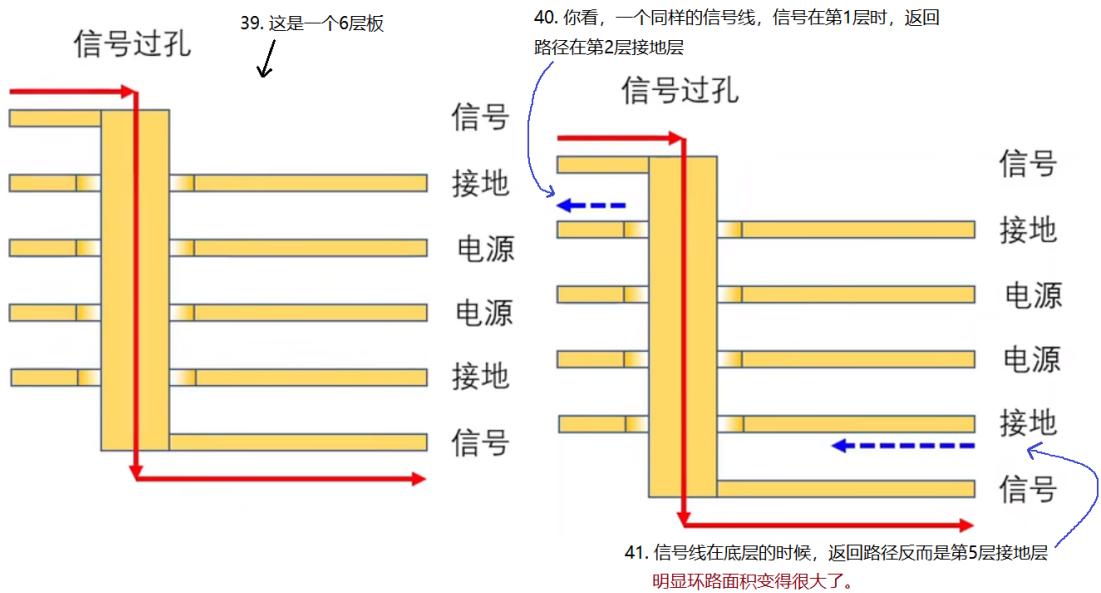


36.或者增加磁阻和0欧姆电阻提供回流路径

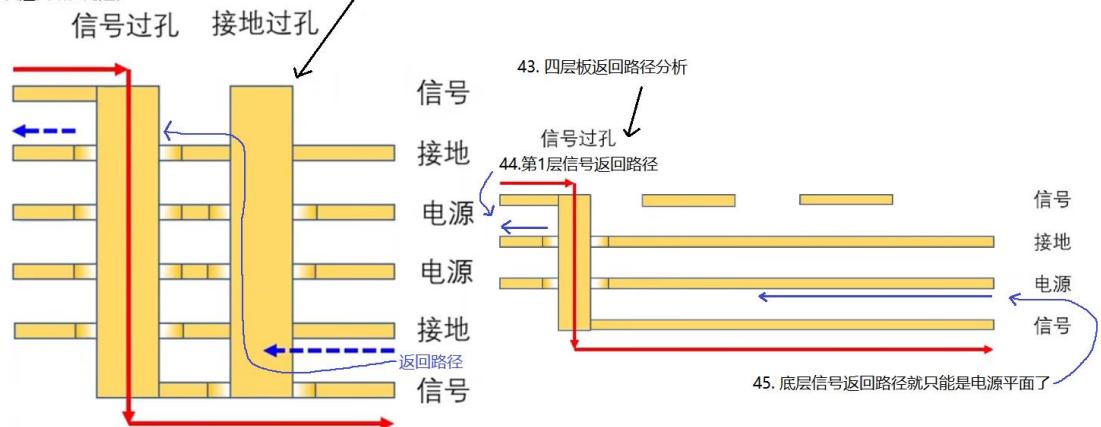
37.当信号走线换层的时候,如何处理参考面。



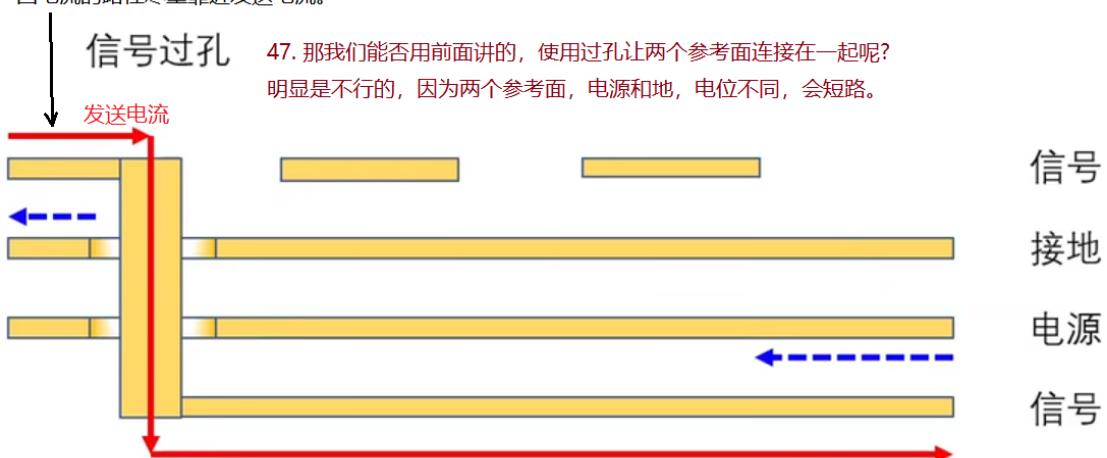
38.这种情况不需要处理参考面,因为参考面在两个信号层之间,回流路径没有问题。



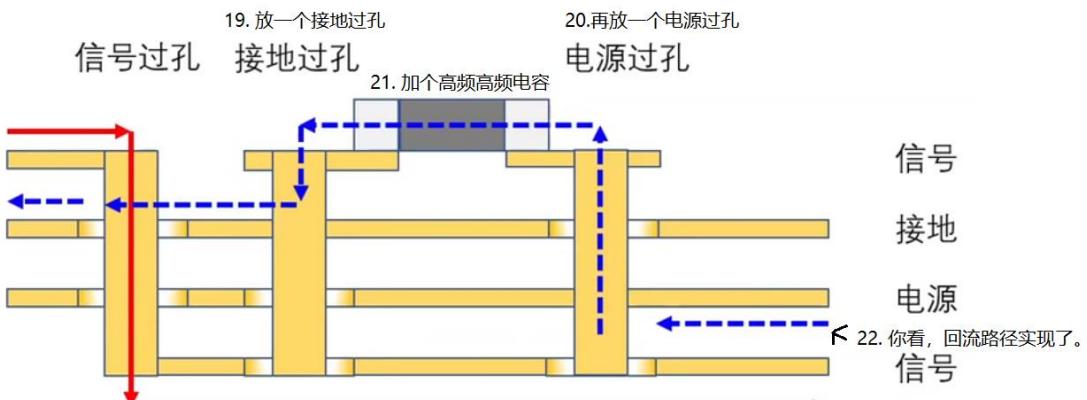
42. 在信号走线过孔换层的附近，放一个接地过孔，来解决返回路径问题。



46. 这种四层板案例，不管是接地层返回电流，还是电源层返回电流，我们都希望返回电流的路径尽量靠近发送电流。



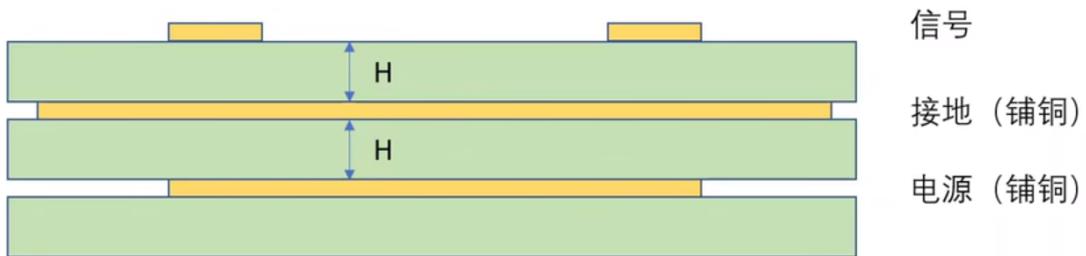
48. 我们只能使用电容能通过高频电流的原理，来实现最短返回电流路径。



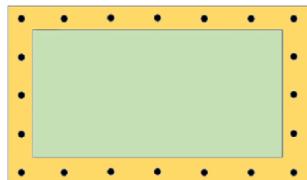
当信号走线需要换层的时候，最理想的就是让两个信号层用一个参考面。

设计参考面 – 如何控制边缘场

1. 如果通过参考面的设计，控制边缘场。



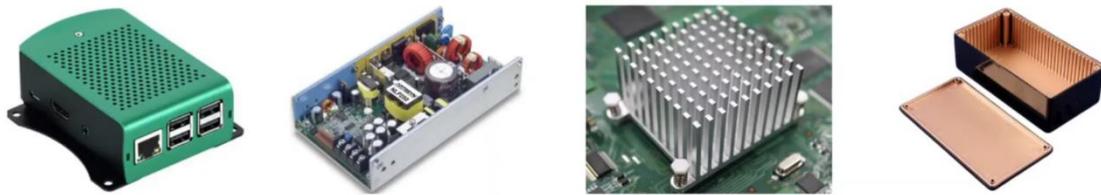
2. 接地层的铜箔面积要 > 信号线面积，也要 > 电源层铜箔面积，这样就能很好控制边缘场。



3. 还有一种方式，就是在电路板的四周，敷一层比较宽的接地OV的铜箔带，这个铜箔带存在电路板的外层，也就是顶层和底层都存在。然后在铜箔带上打孔，让表层的铜箔带与内层的地，或者OV参考平面相连接。

电路板机壳接地

- 机壳 (chassis) : 能够在机构上支撑/固定电路板的金属结构
 - 具有全包围结构的产品金属机壳
 - 金属底板
 - 散热片等金属结构
 - 经过金属化处理的塑料结构



1. 一个把电路板全部包裹住的金属外壳，在EMC中是最好的。

2. 金属底板，这种就没有完整的外金属壳，只在电路板底部有金属板。从EMC角度来讲，这个金属板也是一种机壳。

3. 电路板中某一个芯片的散热片，这个散热片也有机会成为一种机壳。

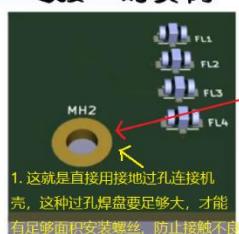
4. 如果产品外壳是塑料的，也可以想办法让产品塑料外壳变成机壳。比如在塑料外壳内层加入导电漆。

这四种机壳，最好的就是第1种，金属包裹整个电路板，起到屏蔽作用。

从EMC角度看连接

- **连接：粘合 (bonding)** 在所关心的频率范围内，实现一个低阻抗的连接。
 - 所关心的频率范围：10kHz以上的频率； EMC所关心的频率都是在10Khz以上。
 - 低阻抗：1Ω以下； 所谓的低阻抗，都是要求1欧姆以下
 - 在有隔离要求的情况下，电容是实现这种低阻抗连接的唯一方法。
- **如何实现EMC设计要求的“连接”？** 有些产品要求电路板的电源地和金属机壳有电气隔离的方式连接，那我们就不使用0欧姆的电阻或者电源地直接连接在金属壳上。所以用电容，EMC是要求在高频下的低阻抗连接到机壳，所以电容最合适。
 - 尽可能采用面对面的接触，而不是点对面，或点对点的接触；
 - 采取必要的措施，防止接触面发生氧化。

“连接”的实例

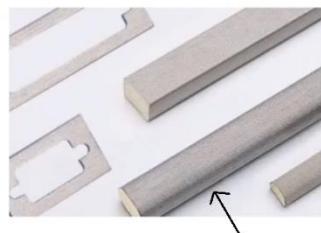


2. 这个过孔必须要连接到电路板的0V电源地，最好用电容隔离方式连接。



3. 金属安装柱子，这个柱子和电路板接地孔连接不一定是完全牢固的。看具体工艺。

4. 因为金属柱子是用面连接电路板地孔的，有可能金属面不平整，导致接触不良。

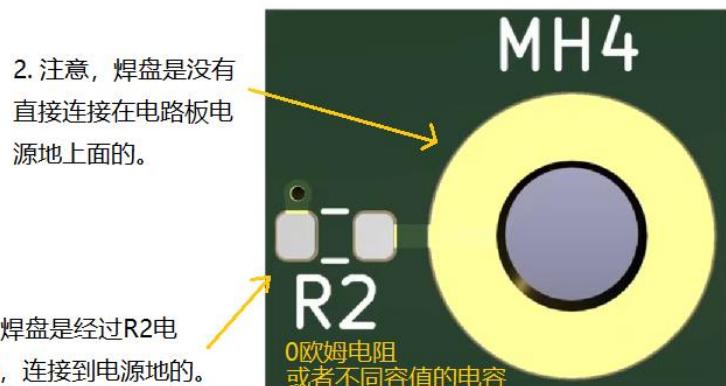


6. 这种接插件的金属壳就可以加入导电泡棉连接电路板插座。

5. 有时候为了实现更低阻抗的连接，可以在金属柱子与电路板孔之间加入导电泡棉，因为金属与金属之间是硬接触，有缝隙在所难免，用导电泡棉可以填充金属缝隙。

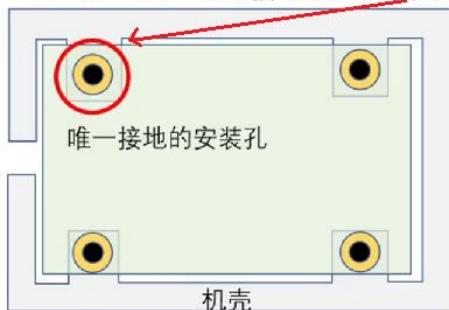
混合“连接”(Hybrid Bonding)

1. 在电路板焊盘与机壳连接中，使用的另一个技巧，混合连接。



单点连接 VS 多点连接

1. 只有一个孔与电路板地相连 **这种连接方式**



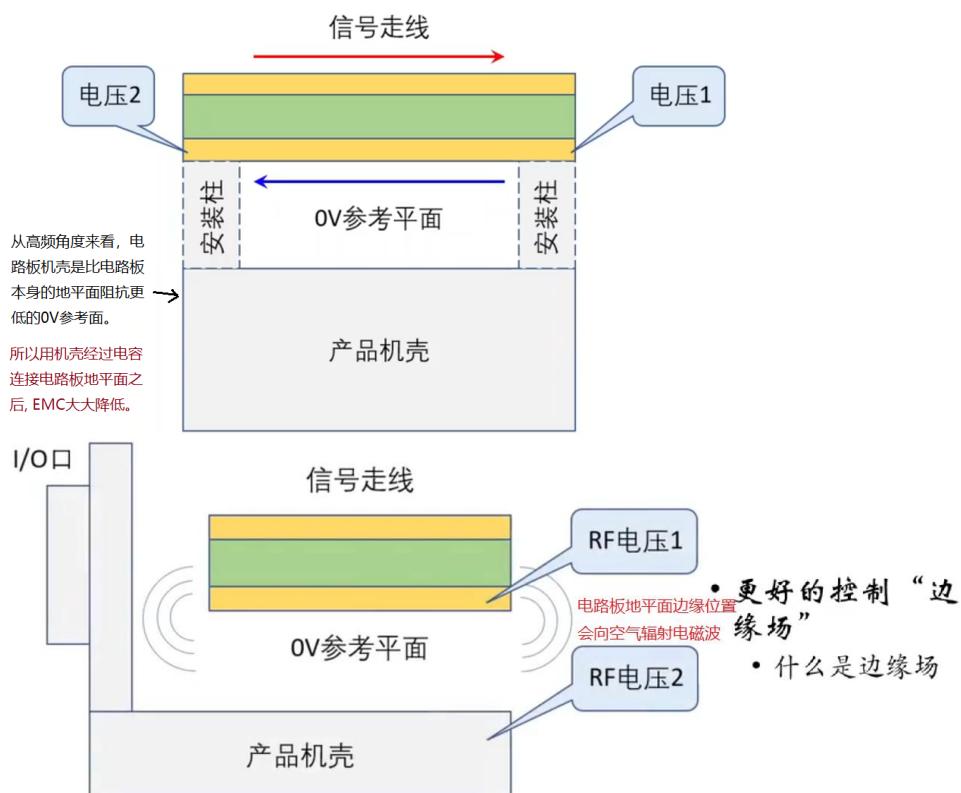
唯一接地的安装孔
机壳

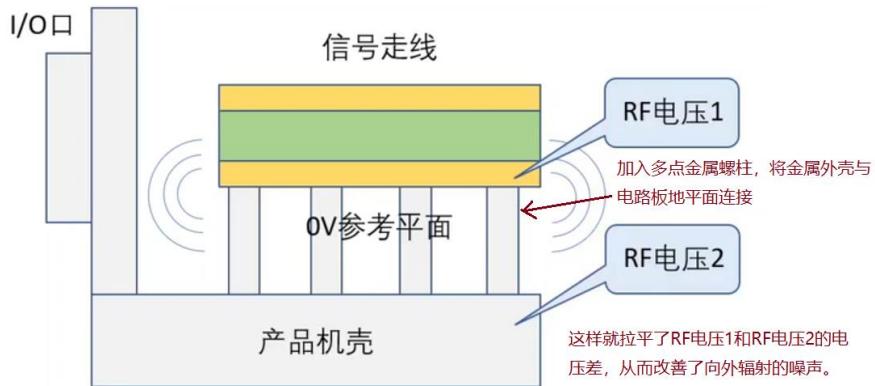
2. 四个孔都与电路板地相连



高频电路都是多点地连接机壳。
所有安装孔都接地
机壳

经过多年的验证，这种地平面多点连接机壳上最好的选择。





电路板和机壳“连接”中的谐振

- 为什么会产生谐振?

- 0V参考面之间, 0V参考面和机壳之间形成空腔, 不同的空腔尺寸和空腔所处的介质决定了不同的谐振频率。

- 谐振产生的问题?

- 在谐振频率上, 前述电路板和机壳连接的效果将受影响。

如何来估算屏蔽罩的谐振频率。

- 通过3D场求解器来模拟。

那要使用ANSYS软件来计算空腔的谐振频率。

- 如何来避免谐振?

- 遵从 $\lambda/10$ 的规则, 有的时候, 可以选用 $\lambda/20$ 或 $\lambda/100$ 的规则。

我们可以从电路设计中, 最高频率信号的波长, 来反算, 避免谐振频率。

也就是要保证多个接地连接点之间的距离不要超过 $1/10$ 波长。

比如100Mhz信号, 它在空气中的波长为300cm(厘米), 那么电路板0V参考面(电源地)与产品机壳进行多点连接的时候, 我们要保证每两个连接点(就是多点接地的金属螺柱)的距离不要超过30cm。

比如1Ghz的信号, 在电路板波长是15cm, 那么多点接地的过孔之间距离, 不要超过15mm。

稳妥起见可以降额设计, 将波长控制在 1/20, 1/100. 那么 100Mhz 信号的多个连接点距离不能大于 15cm。

在哪些位置上进行“连接”

- 电路板的角和边缘

在电路板边缘角的位置, 可以进行电源地和金属外壳连接。

如果电路板上规则的长方形, 那么就在长方形四个角上, 安装接地金属螺柱。

- 电路板的输入/输出接口

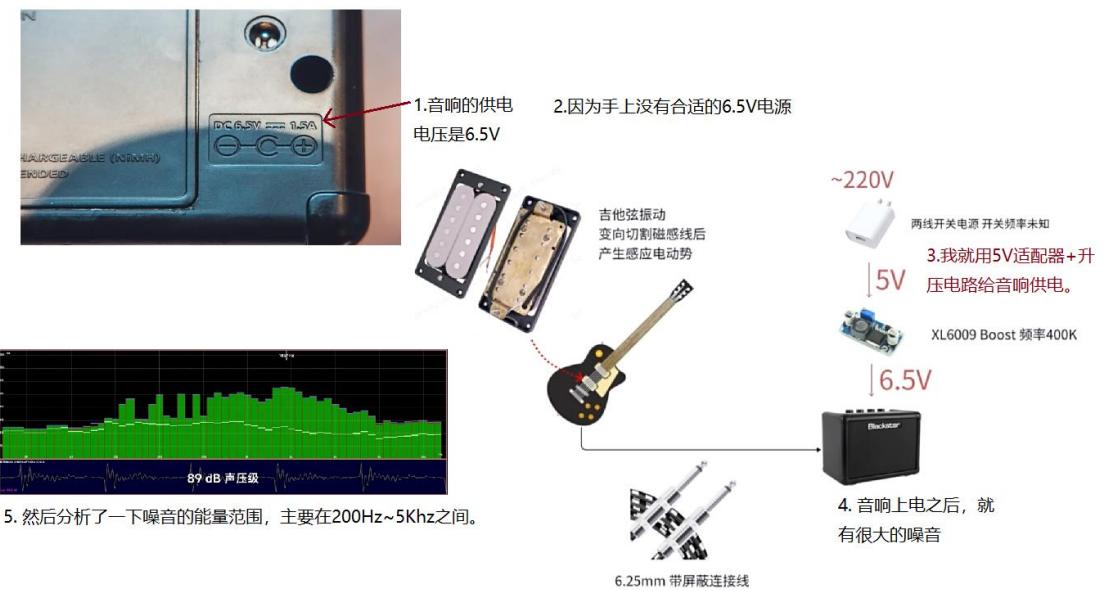
可以在输入输出接口位置上加入金属螺柱接地, 因为输入输出接口都是信号进入或者出去的位置。至少加1个金属螺柱连接点。

- 电路板上产生高频信号的位置

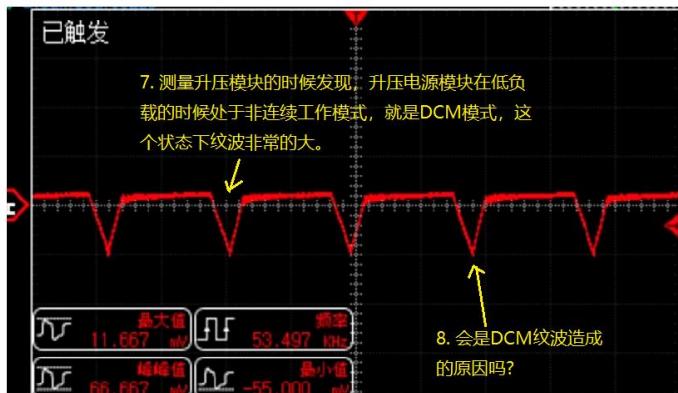
比如MCU, 数字信号处理器这些位置附近至少需要一个金属螺柱连接点。

消除音响噪声，接地问题

先以小音响和吉它为例，说下地线问题



6. 我们知道开关电源的频率一般在几十Khz~几百Khz，开关瞬间的干扰更是高达上Mhz，人耳是不可能听到的，所以应该不是开关电源频率引起的噪声



11. 根据分析怀疑是50Hz共模噪声造成的，就是插头插入墙上引入的50Hz交流电。

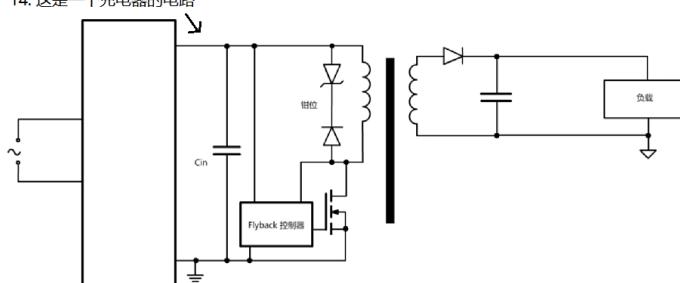
12. 我们先来分析差模噪声，差模噪声是电流产生的尖峰电压。



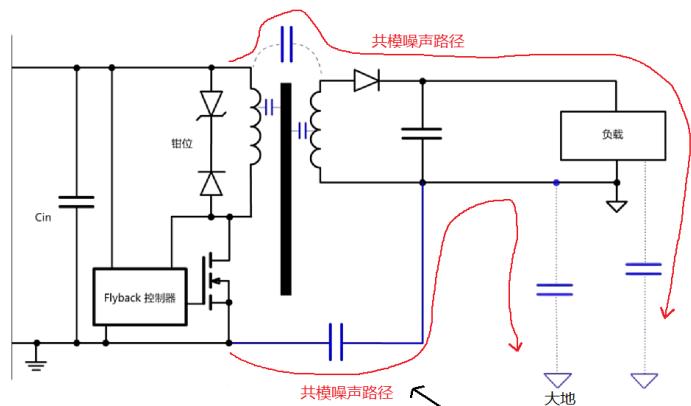
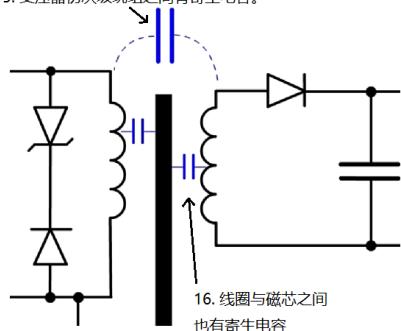
13. 共模噪声主要是高频电压经过变压器的绕组和寄生电容，在电路中辐射传导形成的。

差模和共模传导路径是不同的，共模比差模危害大得多。

14. 这是一个充电器的电路



15. 变压器初次级绕组之间有寄生电容。



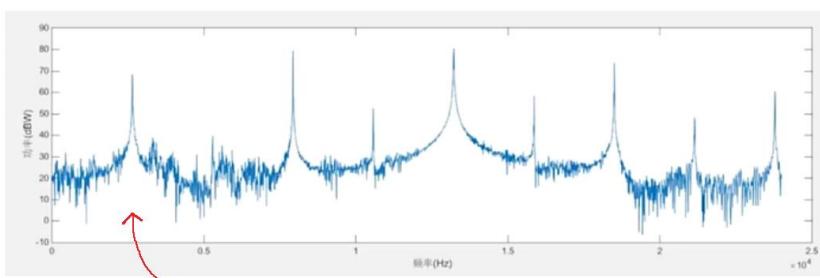
17. 解决这些寄生电容带来的共模噪声唯一的办法就是疏通，我这里假设电容接大地，疏通共模噪声



18. 音响的共模噪声造成的原因可能是音响没有地线接大地，或者电源插头没有地线。



19. 吉它拾音器也没有接地。

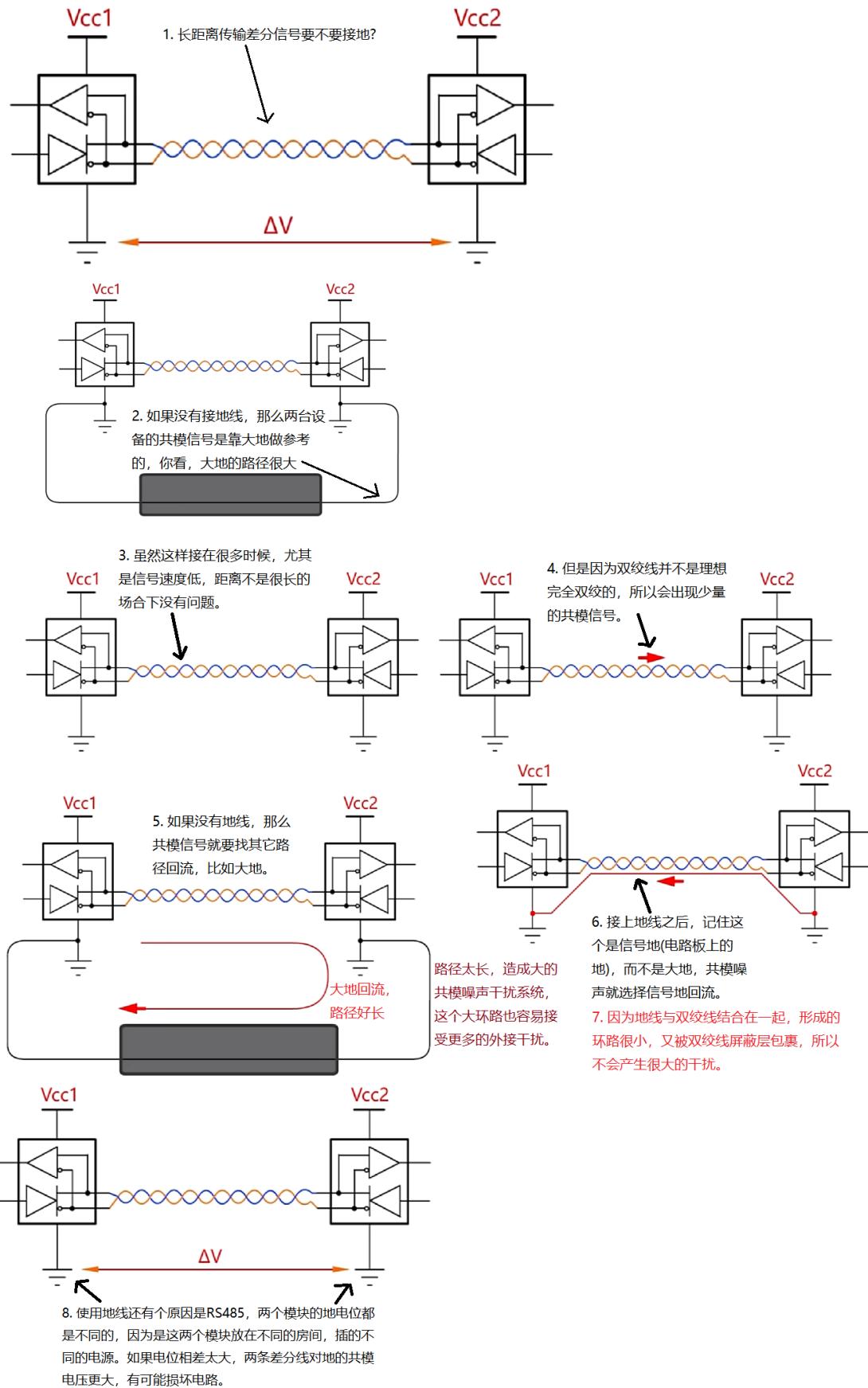


20. 用MATLAB对噪声音频文件进行分析，发现多处共模噪声都很大，**这点是50hz共模噪声，人耳听觉范围**

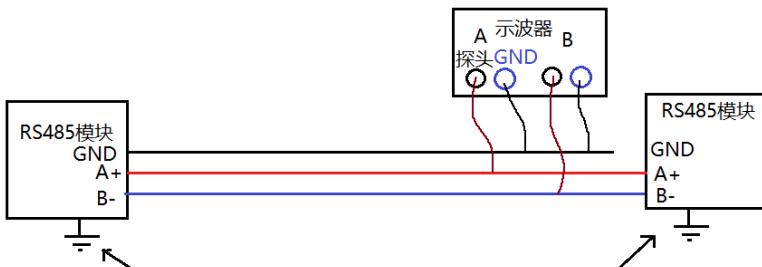
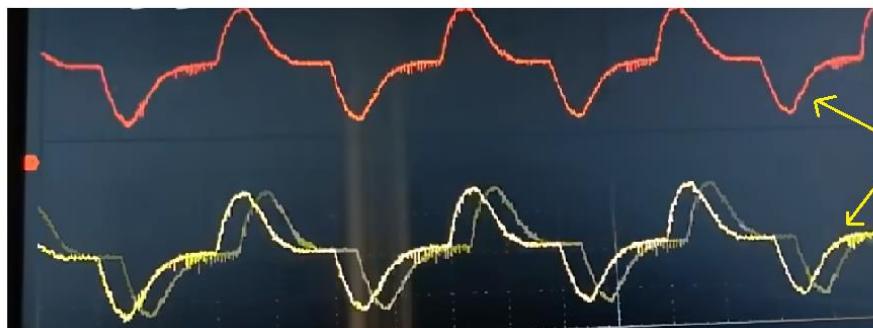
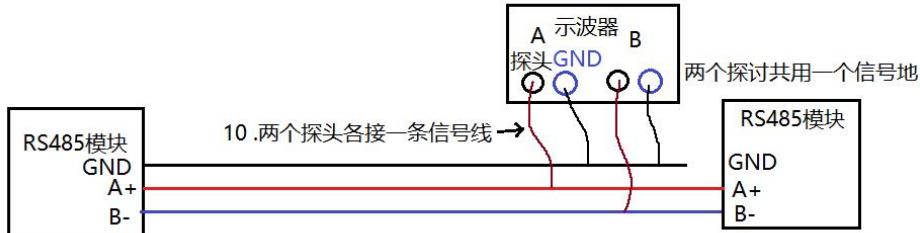
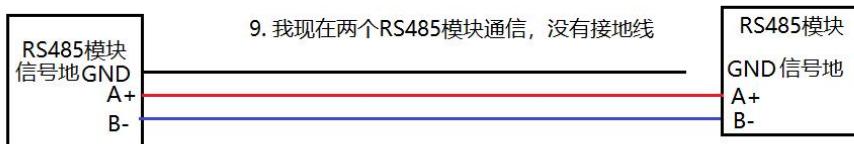


22. 最后将USB的金属屏蔽层接在插头地线上，插入插板，问题解决

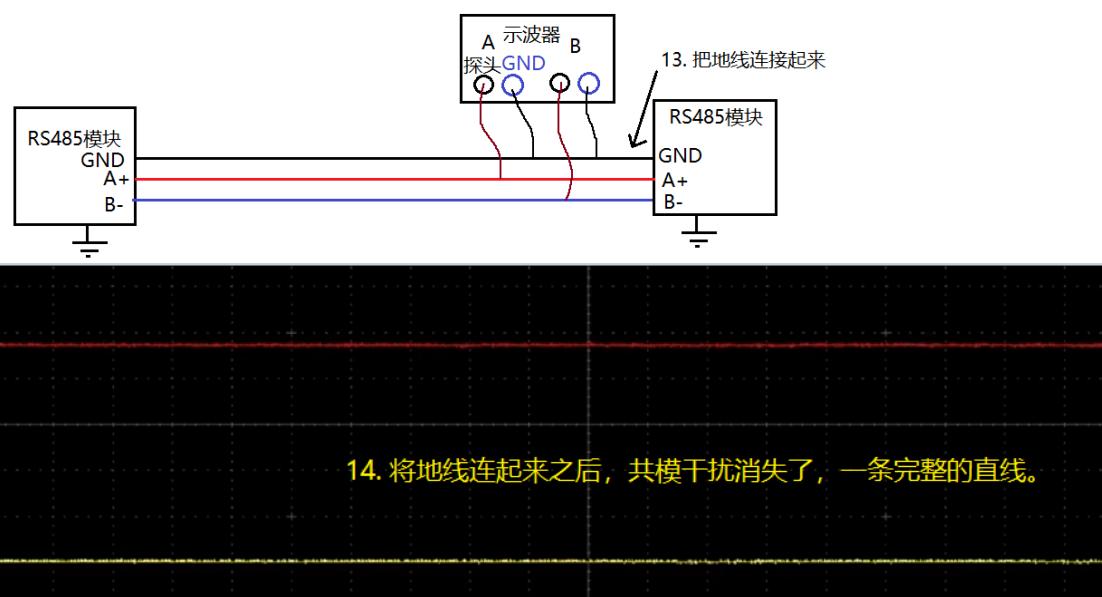
差分传输线 RS485,CAN,USB 要不要接地?



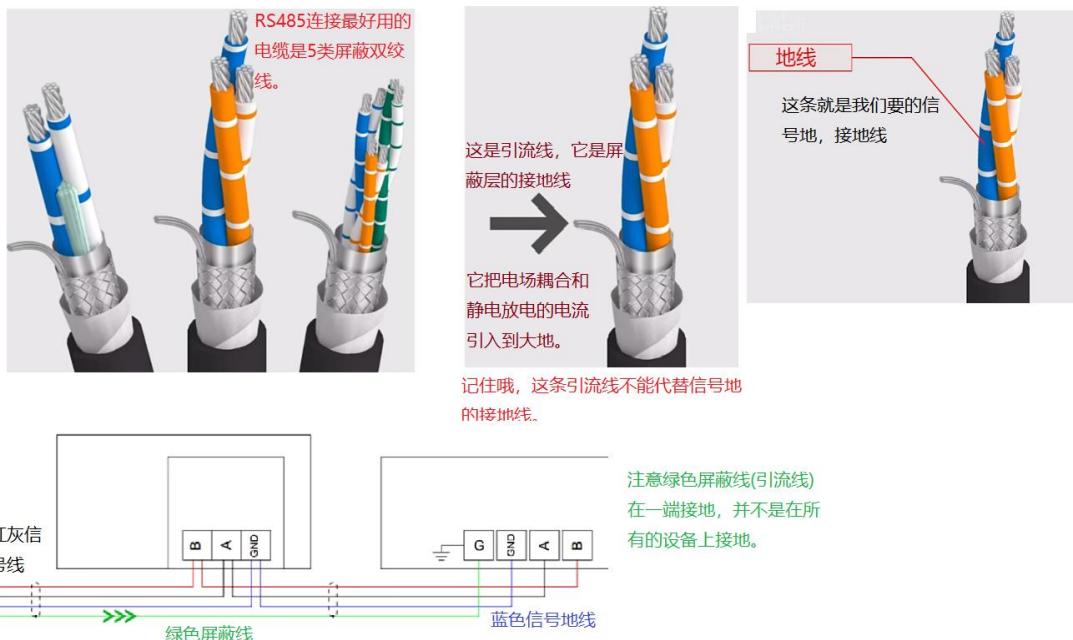
做实验证明下



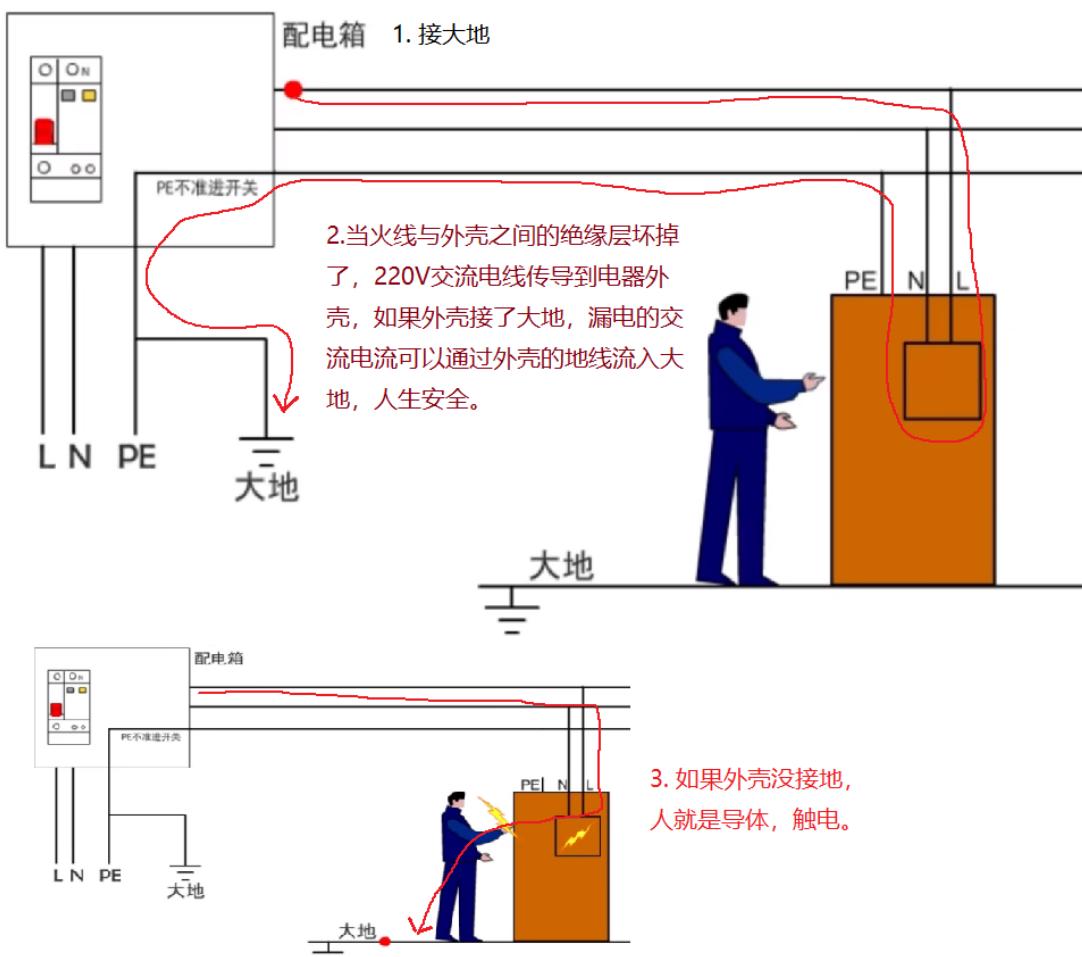
12. 这个共模干扰也是，两边模块因为参考的大地隔离太远造成的。造成两个模块地的电位差太大。



15. RS485 链接电缆的选择



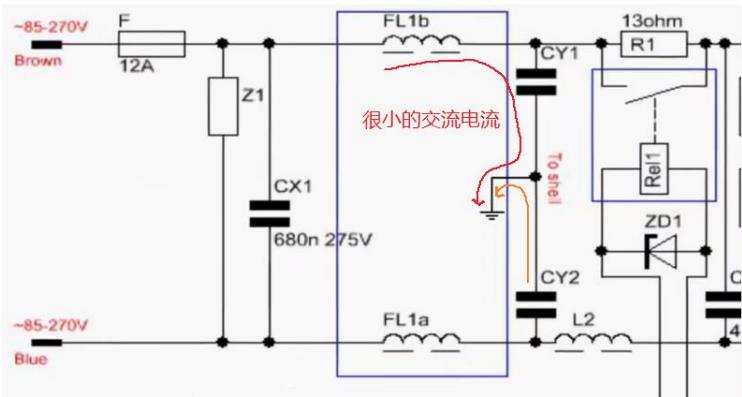
机箱接地，电路板接地，设备接地知识总结



如果没有大地线，也没有漏电保护器，那么就只有听天有命了。



4. 电脑机箱不接地，手摸上去会麻一下。



5. 这是因为电脑的开关电源，安装电磁兼容要求，都会接一个X电容和Y电容

6. 其中Y电容跨接在火零线与地线之间，它们带来的副作用就是会有一个很小的交流电流流入到地线，这个地线接在机箱外壳上。

7. 所以电脑插头地线脱落，或者电源插座根本没有地线，那么这个小交流电流就不会流入大地，而使机箱外壳带电。

8. 电烙铁也是采用开关电源供电，如果电源没有接地线，烙铁头可能带上十几V的电压，直接损坏焊接的芯片。



9. 如果电烙铁没接地线，焊接LED灯会发光。

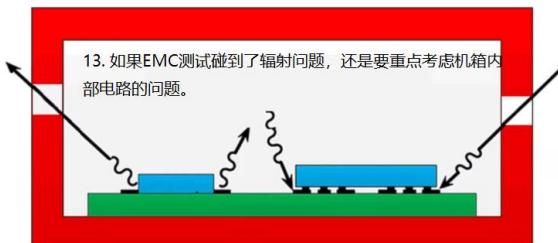
10. 所以一般来说，开关电源的外壳都必须接地。



11. 有些变频空调漏电流比较大，会使家用漏电保护开关触发保护，所以空调都是单独的入户线，不装漏电保护开关。

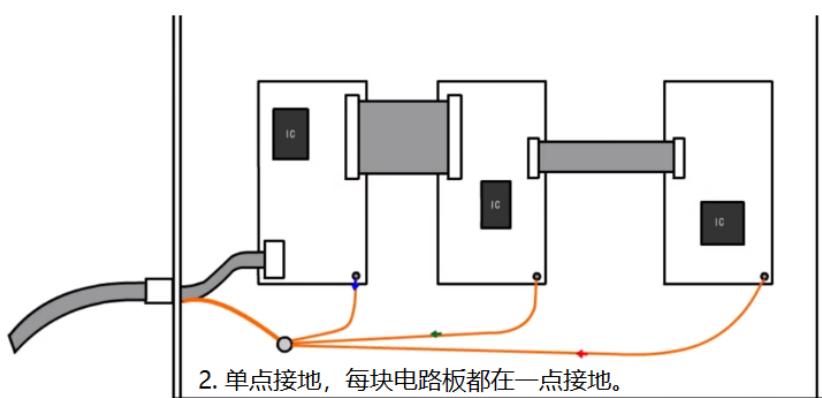
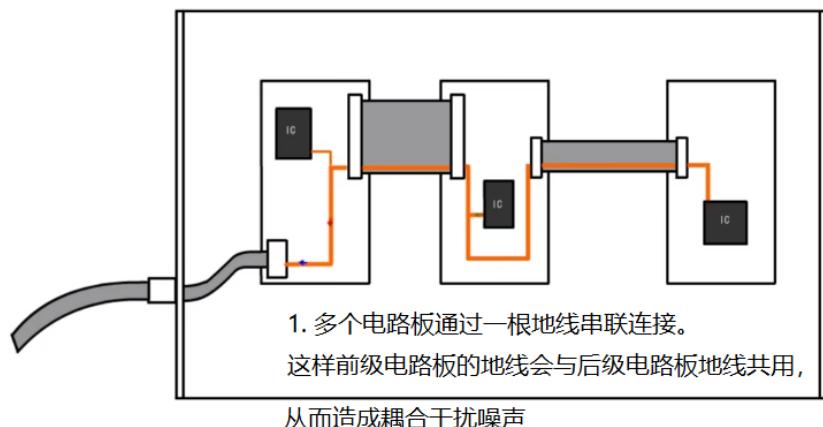
12. 机箱接地，也可以给静电提供回路，防止设备被静电干扰。

注意，机箱设备接地与不接地，都不会影响机箱的电磁屏蔽效果。

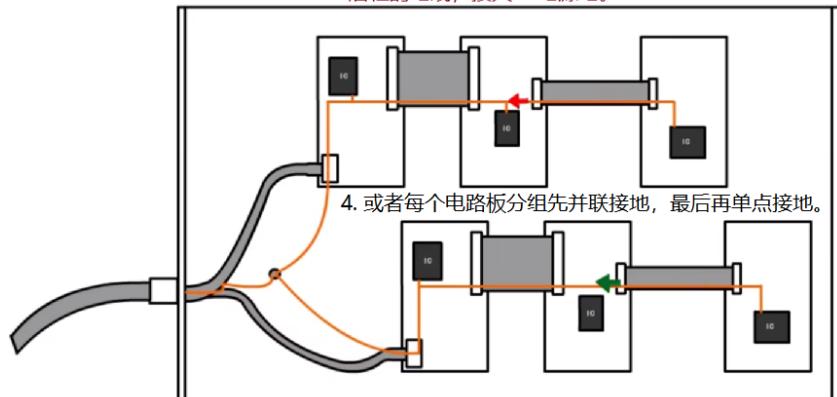
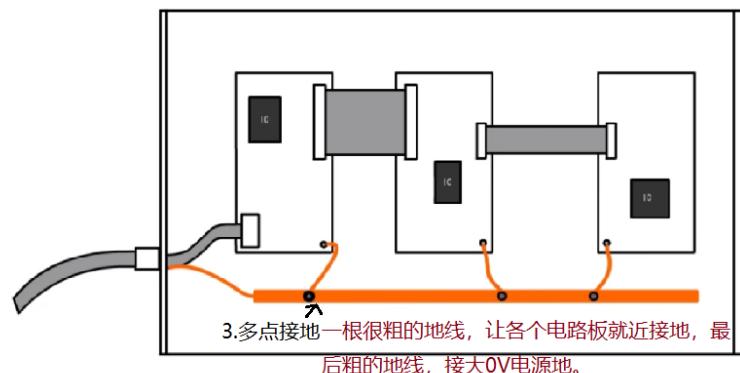


13. 如果EMC测试碰到了辐射问题，还是要重点考虑机箱内部电路的问题。

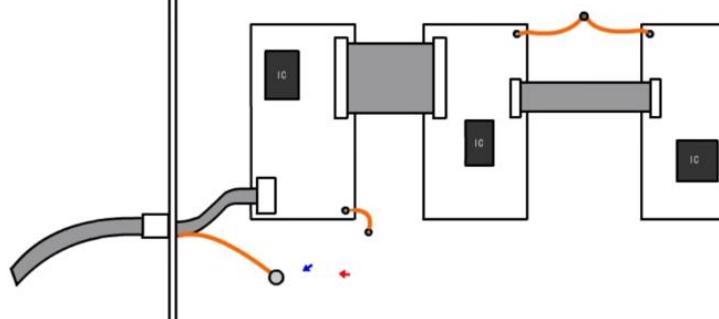
电路板之间电源地线接法



解决了串联接地共地带来的耦合干扰，但是单点接地会导致地线过长，分布电感大，在高频电路中，地线相互之间也会干扰。单点接地不适合用于高频电路。



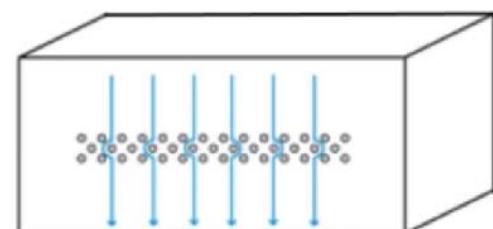
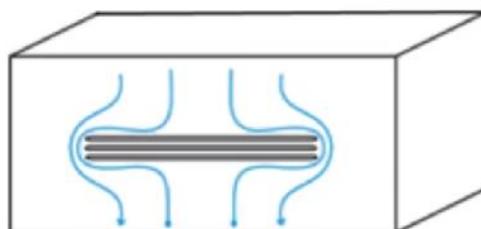
5. 很多点接大地，都是各个电路板直接接机箱壳体



6. 但是这种多点接机箱的方式要注意接地质量



7. 机箱的材质一般是铝合金，和铁皮，有氧化层和喷漆，接地线无法焊接在机箱上。所以最好用专用的铜制接线头安装在机箱上。

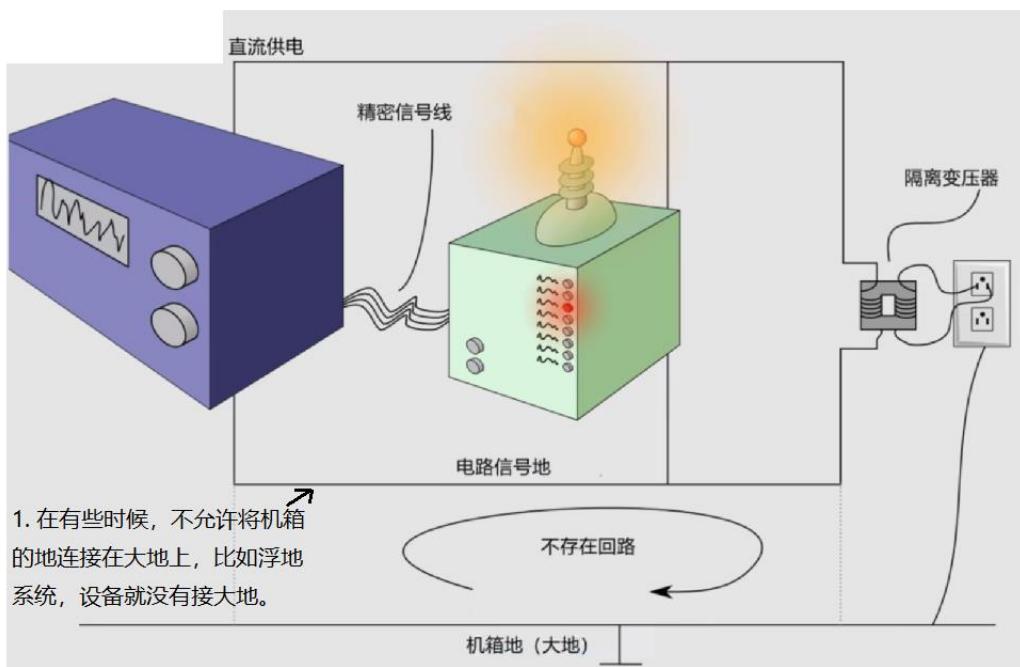
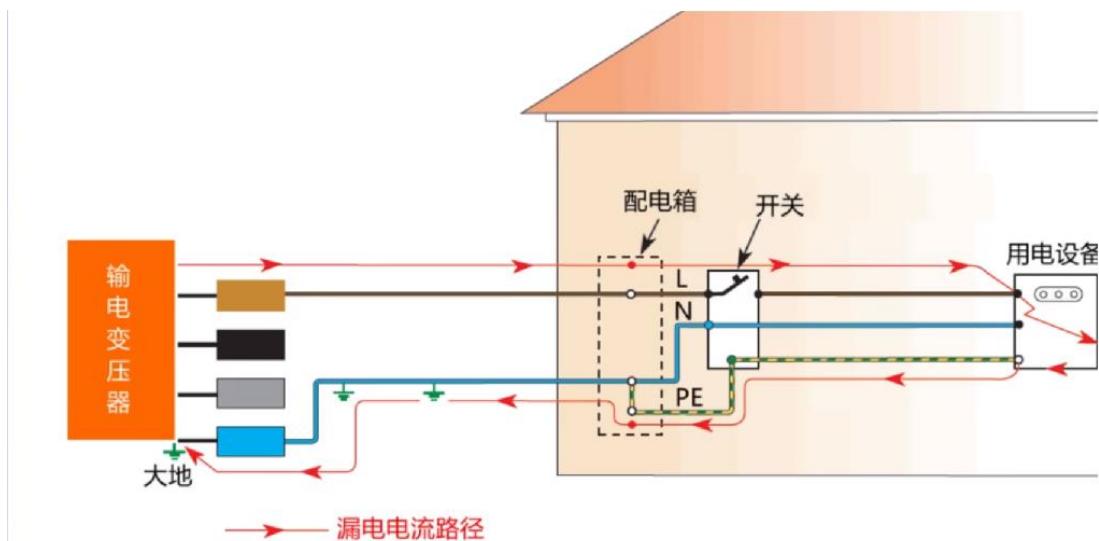


8. 通过机箱多点接地，机箱金属件如面板就会有电流通过，在机箱开孔和散热缝隙就会出现电磁辐射，对EMC测试不利。

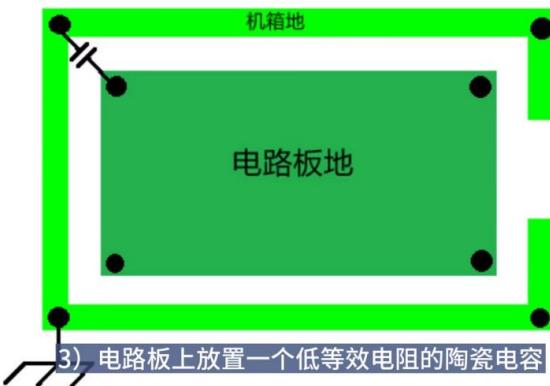


9. 条件好不差钱的系统，可使用专用的接地铜条或者铜编织线接地。

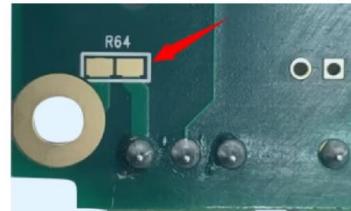
各种接地方法



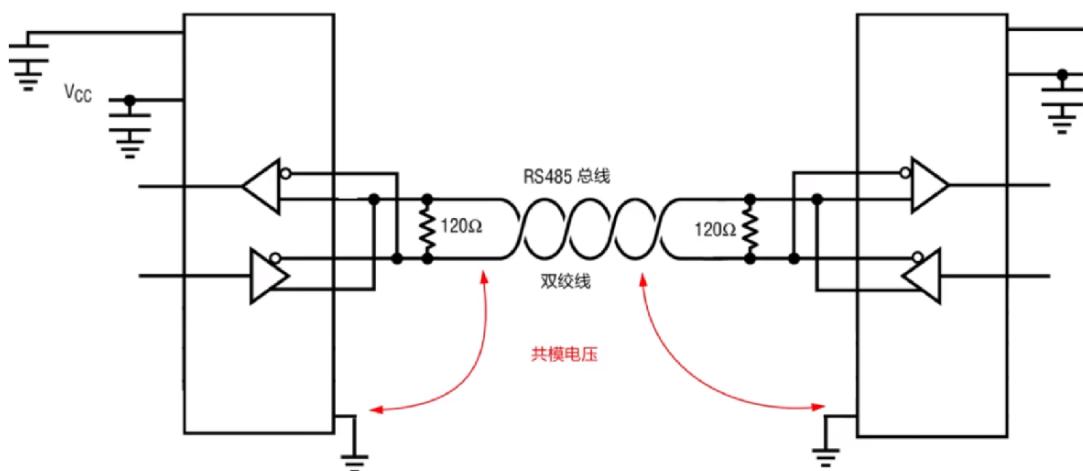
3. 电路板电源地/信号地经过陶瓷电容接大地



4. 电路板电源地经过磁珠接大地



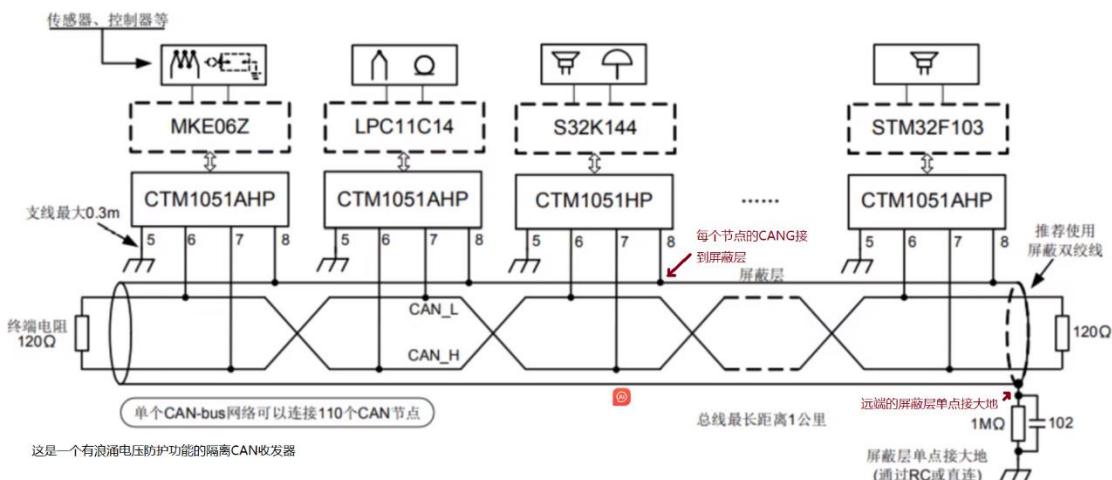
4. 再说回差分信号接地的问题



如果是机柜内两台设备通信，可以不用接地线共信号地。

如果是长距离通信，电缆线会感应出很大的共模电压，尽管差分信号不受共模信号的影响，但是RS485收发器有一定的输入共模电压范围，如果共模电压超过了芯片共模电压承受范围，485芯片也可能发生损坏。

所以 RS485, CAN 长距离传输还是要加信号地线。



这是一个音响放大器的接地图，有多点，单点，混合式接地

