

当负载与传输线的特性阻抗相等时，即在负载匹配的条件下，两个线圈中通过的电流大小相等，方向相反（图2），在磁芯中产生的磁场正好相互抵消，因此磁芯中没有功率损耗，这对传输线工作方式极为有利。由于2、3两端都接地，这样信号电压 V_1 加在传输线始端1、3时，同时也加到线圈1、2两端，负载则也接到线圈的3、4端（图3），传输线变压器同时按变压器方式工作。由于电磁感应，负载也获得了与 V_1 大小相等的感应电压 V_2 ，不过 V_1 与 V_2 反相。此时，在1、3和2、4端的电压仍分别为 V_1 和 V_2 ，从而也保证了传输线工作方式的电压关系。

可见，在信号源和负载之间同时存在两条能量传输途径。在高频范围，激磁感抗很大，激磁电流可以忽略不计，传输线方式起主要作用，这时变压器的漏感和分布电容等都作为传输线特性阻抗的组成部分，上限频率不再受漏感和分布电容的限制，且不受磁芯频率上限的限制。在中频段上，漏感作用不明显，激磁感抗仍然很大，激磁电流仍可略去，传输变压器近似于理想传输线。同时由于传输线的电长度很短（一般小于八分之一波长）可视为短接线，输入信号将直接加到负载上，能量的传输不会受到变压器的影响，因此传输线变压器具有良好的高频特性。在低频率段，由于激磁感抗下降，激磁电流上升，输出将减小，但由于采用了高 μ 的磁芯，两线圈的耦合很紧，信号仍可由次级很好地输出，此时变压器传输方式起着主要作用。因此，在低频率段传输线变压器仍具有较好的特性。

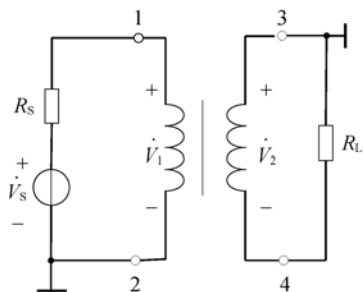


图3 变压器工作方式

传输线变压器的特点

传输线变压器是传输线工作原理和变压器工作原理相结合的产物，信号能量根据激励信号频率的不同以传输线或变压器方式传输。因此，传输线变压器具有良好的宽频带传输特性。传输线变压器与普通变压器相比，其主要特点是工作频带极宽，上

限频率高达上千MHz，频率覆盖系数（即上限频率对下限频率的比值）达到 10^4 。而普通高频变压器的上限频率只能达到几十MHz，频率覆盖系数只有几百。由于传输线变压器有良好的高频和低频特性，且具有体积小、易制作、承受功率大、损耗小的特点而在射频段被广泛应用。

传输线变压器的典型应用

因为传输线变压器具有宽带特性，因此人们更多地将其应用在通信领域中，如：发射机与电缆之间以及电缆与天线之间的阻抗匹配；电视接收机中的 300Ω 平衡天线与不平衡的、输入电阻为 75Ω 的高频放大器之间的4:1平衡—不平衡转换。再如短波多模多馈天线系统，它是由天线体和馈电网络等组成，其中，馈电网络是实现多模多馈的关键，而传输线变压器则是实现多模馈电网络功能的主要部件，它起着功率合成/功率分配的作用。下面介绍传输线变压器几种典型的应用。

1. 实现宽带阻抗匹配

传输线变压器可以构成阻抗变换器，最常用的是4:1和1:4阻抗变换器。将传输线变压器按图4接线就可以实现4:1阻抗的变换，可以证明输入阻抗是负载的4倍，为了实现阻抗匹配，要求传输线的特性阻抗为负载的2倍。图5为1:4阻抗变换，输入阻抗是负载的1/4，为了实现阻抗匹配，要求传输线的特性阻抗为负载的1/2。

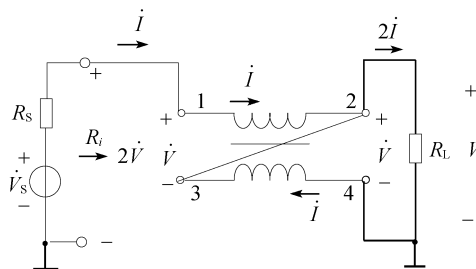


图4 4:1阻抗的变换

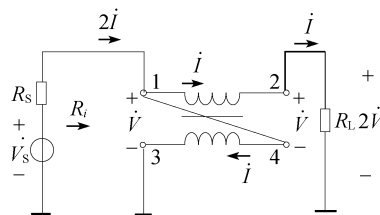


图5 1:4阻抗的变换

采用相似的组合，即采用两个或多个传输线变压器组合连接，还可以实现多种阻抗比如9:1、16:1

或 1:9、1:16 的变换。

2. 实现平衡、不平衡转换

传输线变压器可实现平衡和不平衡电路的转换。图 6 所示，信号源为不平衡输入，通过传输线变压器可以得到两个大小相等、对地完全反相的电压输出。图 7 所示，由两个信号源形成平衡输入，通过传输线变压器得到一个对地不平衡的电压输出。

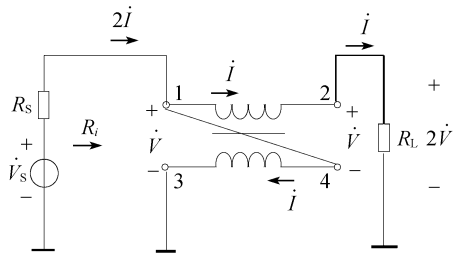


图 6 不平衡—平衡转换

3. 实现功率合成/功率分配

功率合成是将两信号的功率输出的同一负载上，实现功率叠加。功率分配是功率合成的反过程，其作用是将某信号功率平均地、互不影响地分配给各个独立负载。功率合成/功率分配多以传输线变压器为基础而构成，两者的差别仅在于端口的连接方式不同而已。

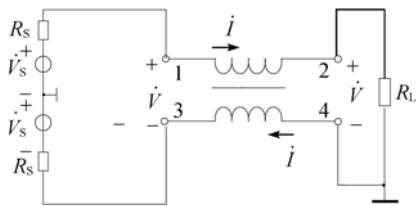


图 7 平衡—不平衡转换

功率合成网络的典型电路如图 8 所示。图中 Tr_1 为混合网络。 Tr_2 在电路中起平衡—不平衡的变换作用。两功率源分别由 A、B 端反相输入，故该合成器又称为反相功率合成器（若合成器的两个输入功率源的电压相位相同，则称为同相功率合成器）。

R_c 为混合网络的平衡电阻， R_D 为合成器负载，其上得到的功率为两功率源功率之和。

图 9 所示的电路为最基本的功率二分配网络，该电路与图 8 所示的功率合成电路相似，它们的区别仅在于分配网络的信号功率由 C 端输入，两个负载则分别接于 A 端和 B 端，实现同相功率分配，即 R_A 、 R_B 各得 1/2 输入功率，而 D 端无功率输出。

除了上述应用外，已有报道科技工作者正试图将传输变压器应用到其他领域，如超声领域，并取得了一定的成绩。相信在电子信息产品日益向宽带化、大功率化、高频化发展的今天，传输线变压器必将得到更广泛的应用。

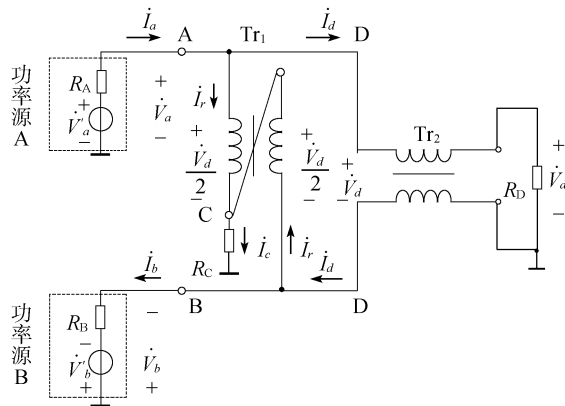


图 8 功率合成网络

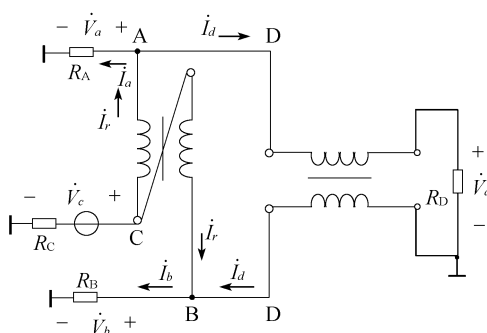


图 9 功率分配网络

(南京晓庄学院 物理与电子工程学院 211171)



科苑快讯

最早长出指的动物竟是远古鱼类

鱼给予人类的远超出我们的想象，在享受美味刺身（生鱼片）的时候，你可曾想到最先长出指的是鱼，后来这些长出指的鱼经过长期进化才出现了人类。

以前认为是陆栖四足动物最早长出指。而最近刊登于《自然》杂志的一篇论文指出，原始指最早出现于一种叫做潘氏鱼（*Panderichthys*）的远古鱼类。论文作者、瑞典乌普萨拉大学（Uppsala Uni-

versity）的波伊斯维特（Catherine Boisvert）说：“造成误会的主要原因是四足动物的指已经初具雏形。”波伊斯维特利用 CT 扫描潘氏鱼化石，发现其右胸鳍末端已出现指的结构（见图）。潘氏鱼生存于 3.8 亿年前的泥盆纪，化石发现于拉脱维亚，头部巨大、身长 90~130 厘米，是鱼类和两栖类之间的一个过渡物种。潘氏鱼化石的鳍骨末端微小、极脆、易破碎，所以论文的一位合作者阿尔伯格（Per Ahlberg）说，他们的研究工作简直是不可能完成的任务。

（高凌云编译自 2008 年 9 月 23 日 nature.com 新闻）