ON4CRD

第06卷

天线类型



Radio Club Durnal ON4CRD

https://on4crd.be

法律声明

第06卷 • 天线类型

网站发布者 : Radio Club Durnal ON4CRD

出版经理 : Radio Club Durnal ON4CRD 委员会

https://on4crd.be

法律声明

知识产权

网站上发布的文本、图像、文件、徽标和材料仍属于其各自作者或俱乐部的财产。任何复制或再利用都必须尊重来源、适用权利和任何作者许可。

责任

俱乐部致力于发布有用且经过验证的信息，但不保证不存在错误、遗漏或中断。当技术或监管信息支持决策时，必须对照官方来源进行检查。

插图在人工智能辅助下创作。

为俱乐部活动日选天线



Lucas带着滤波器工坊的笔记来找导师。



俱乐部准备在花园举办探索日。



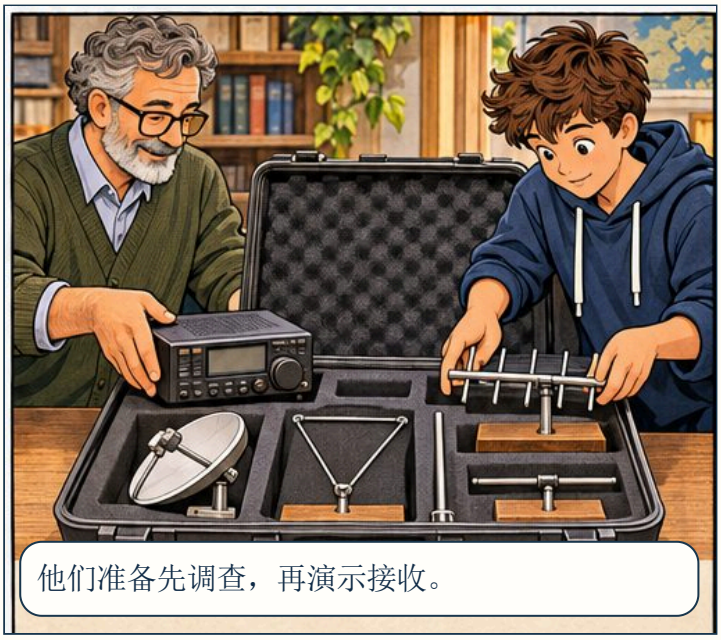
桌上五张图画展示五种不同的天线。



“最大的一定最好吗？”少年问。



Henri给他任务：作出选择，并说明理由。



他们准备先调查，再演示接收。

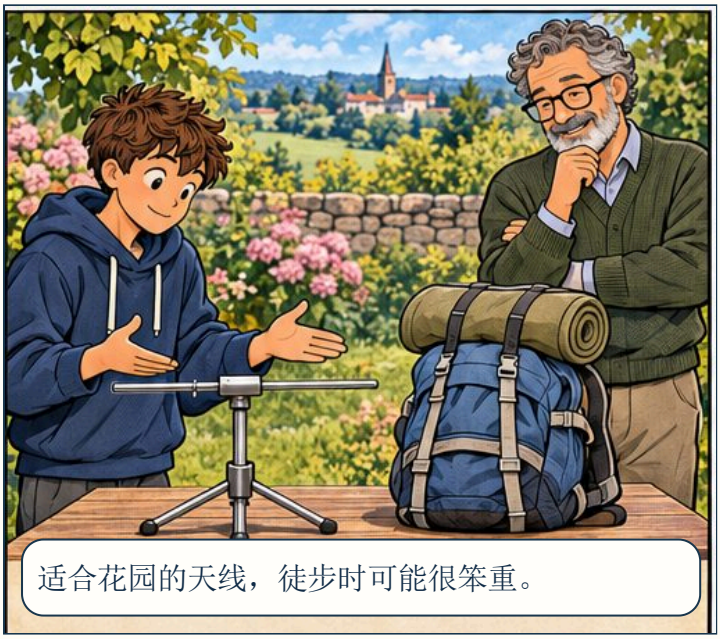
从问题开始



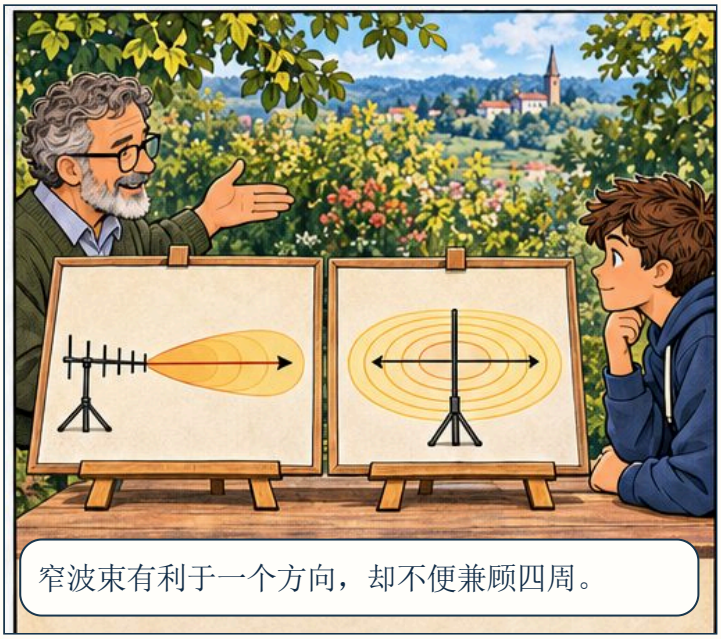
他们想收听本地通联，并演示天线指向。



频段、地形和目标电台将决定选择。



适合花园的天线，徒步时可能很笨重。



窄波束有利于一个方向，却不便兼顾四周。

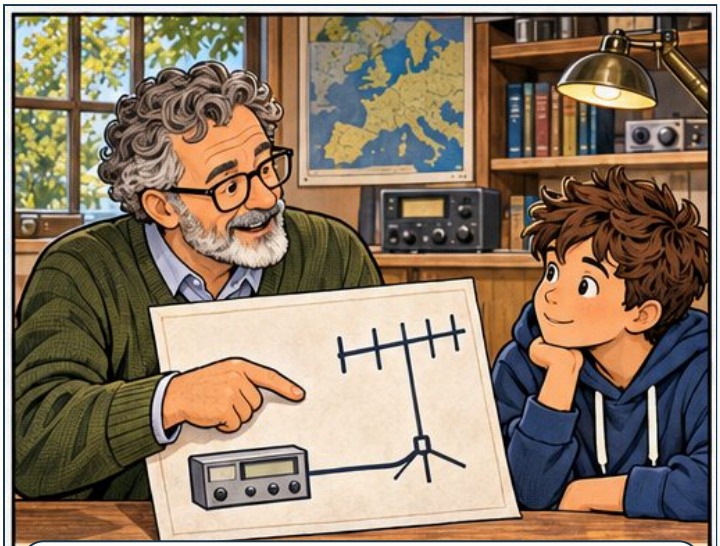


少年画出两个需求：环顾四周和定向接收。

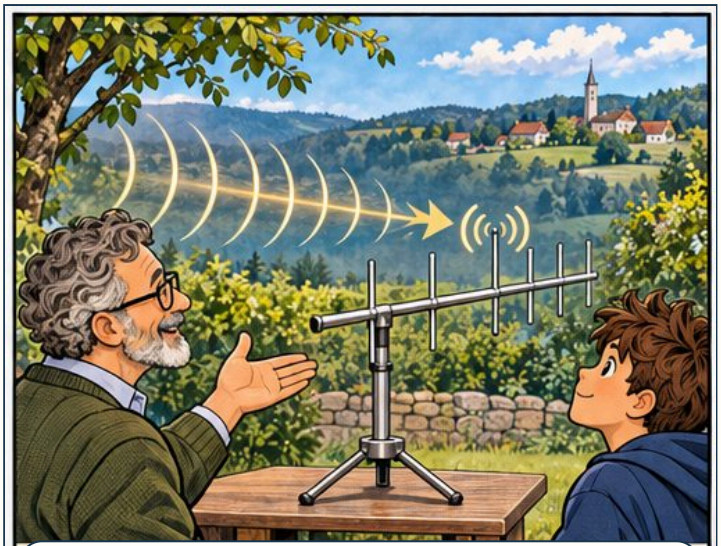


他总结：“要为具体任务选择。”

连接两个世界



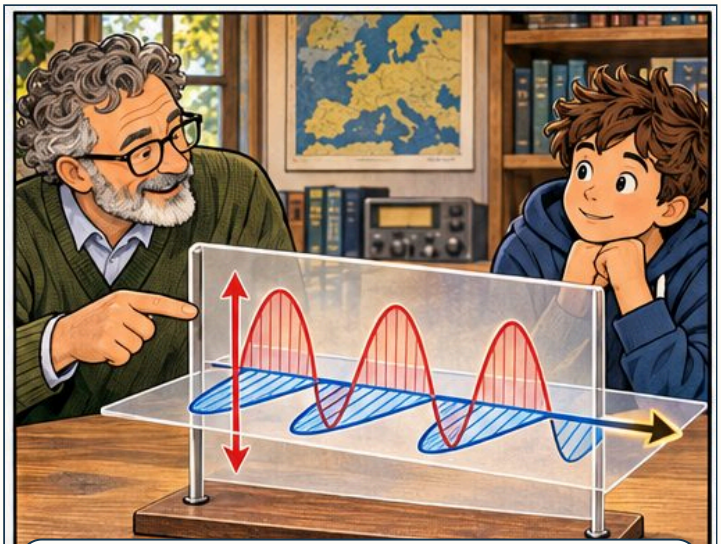
发射时，天线把电能转变为无线电波。



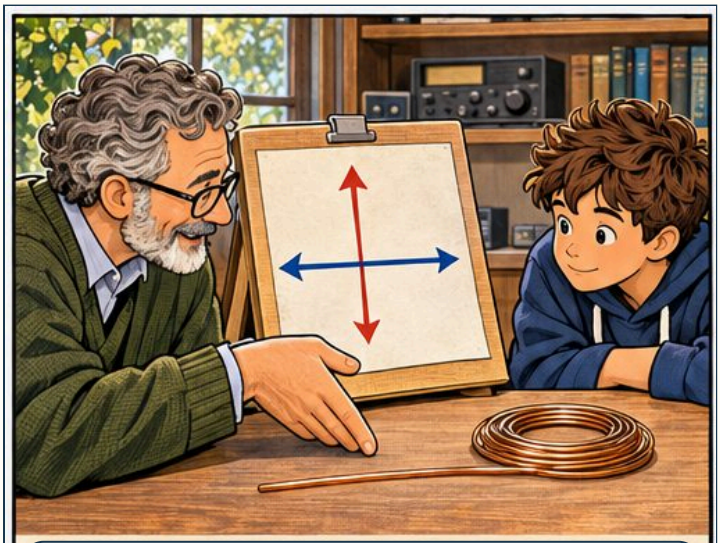
接收时，电波在天线端子产生电信号。



信号经馈线进入接收机。



在远场电波中，电场与磁场相互关联。

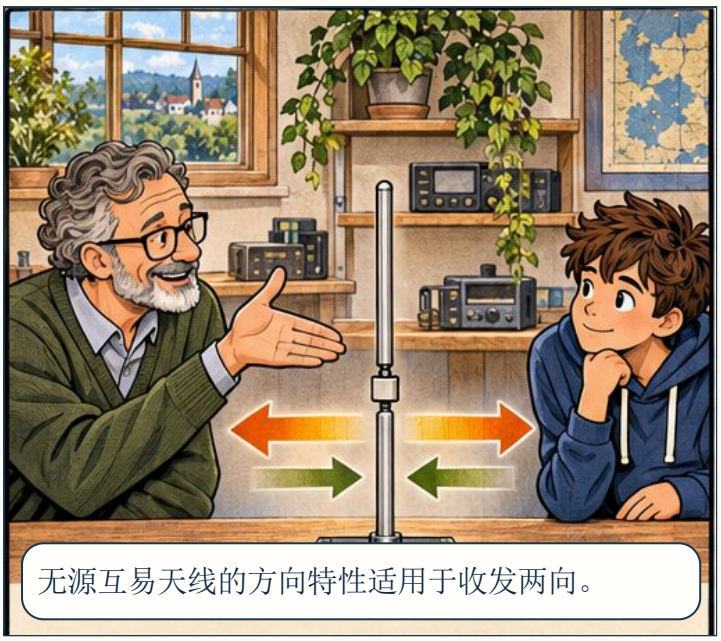


图中箭头表示场，并不是导线。

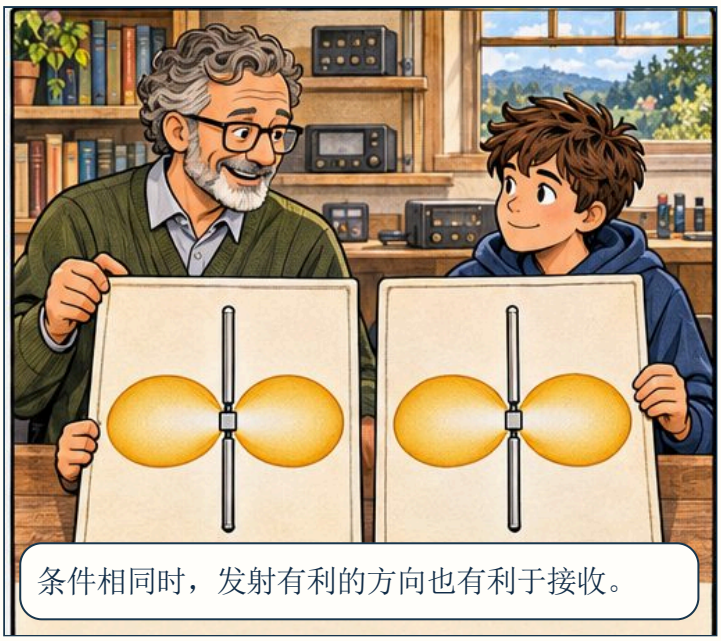


少年在断开的模型上追踪这条路径。

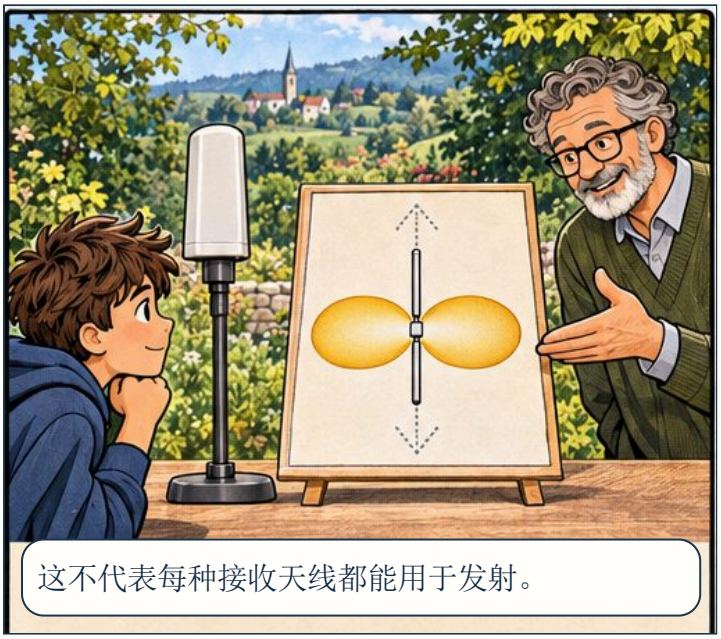
两个方向的天线



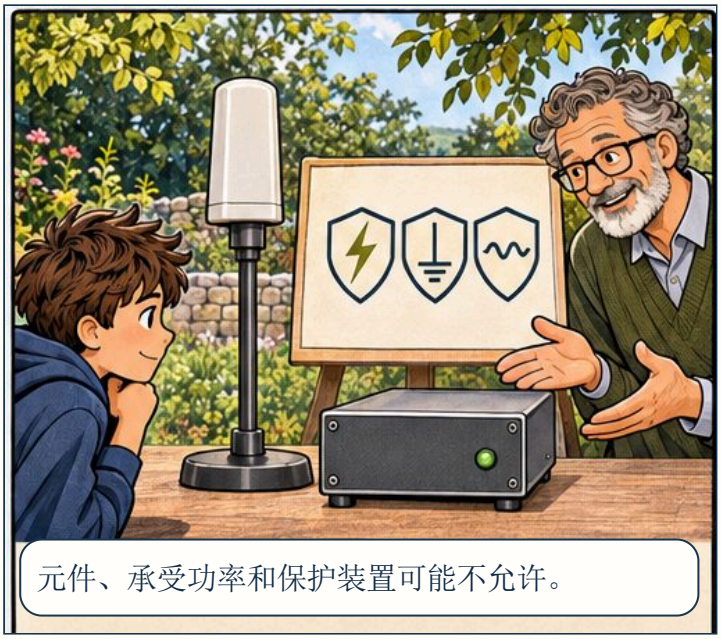
无源互易天线的方向特性适用于收发两向。



条件相同时，发射有利的方向也有利于接收。



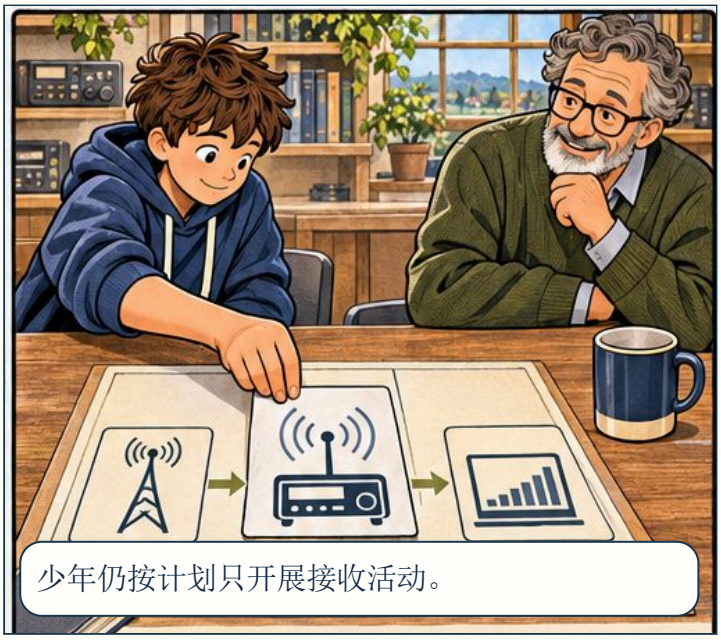
这不代表每种接收天线都能用于发射。



元件、承受功率和保护装置可能不允许。



模型的互易性和设备的限制是两回事。



少年仍按计划只开展接收活动。

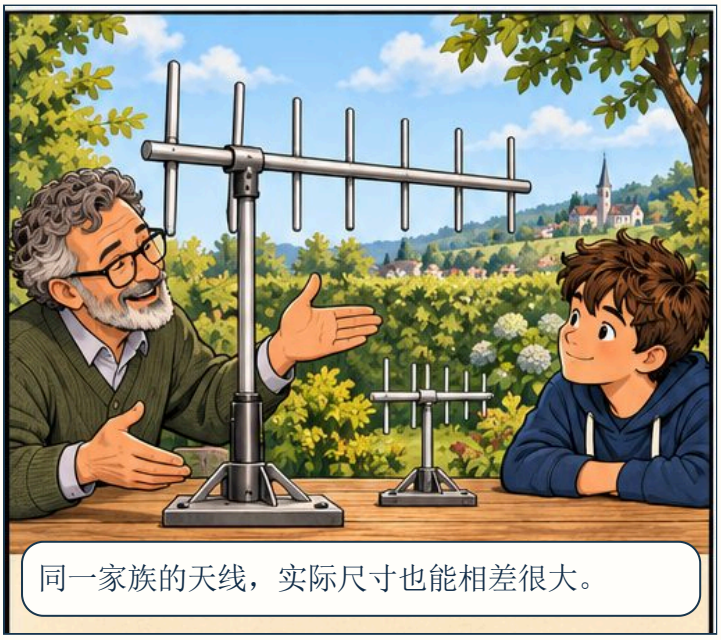
频率决定尺度


频率表示每秒振荡次数，单位是赫兹。


波长记作 λ，是一次振荡期间传播的距离。

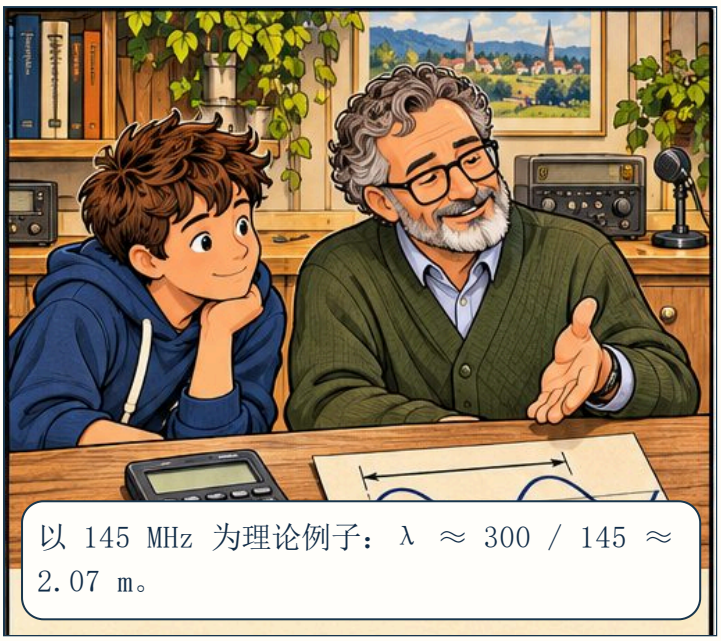

在空气中近似为：λ（米）≈ 300 / f（MHz）。


频率越高，波长越短。


同一家族的天线，实际尺寸也能相差很大。


少年按电尺寸给模型分类。

计算不是裁剪尺寸


以 145 MHz 为理论例子：λ ≈ 300 / 145 ≈ 2.07 m。


半波长约 1.03 m，四分之一波长约 0.52 m。

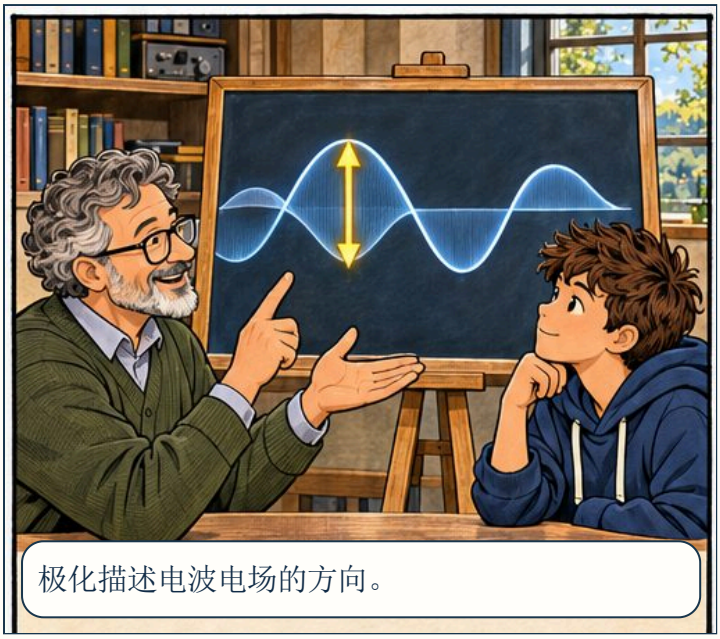

这些是理想参考值，不是最终裁剪长度。


导体直径、绝缘层和环境会影响实际制作。


调整前，他们会查阅有依据的设计并测量。


少年放下剪刀：计算首先是为了理解。

电场朝哪个方向振荡？



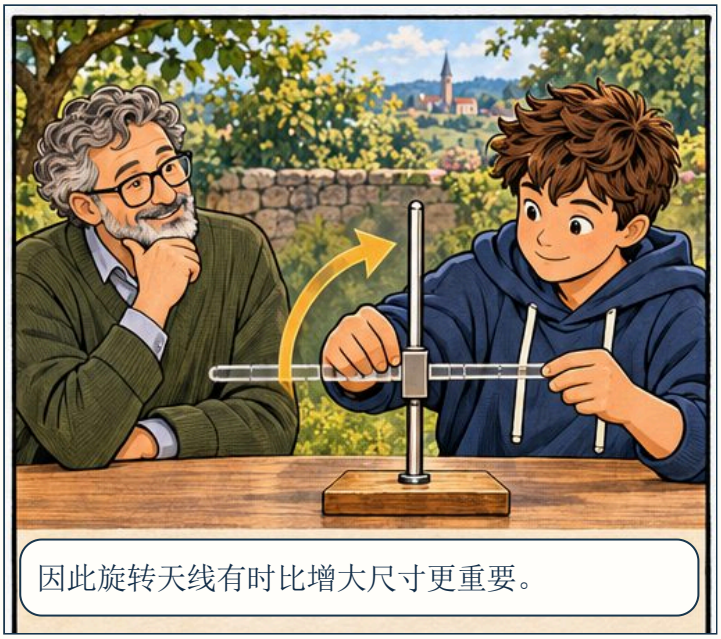
极化描述电波电场的方向。



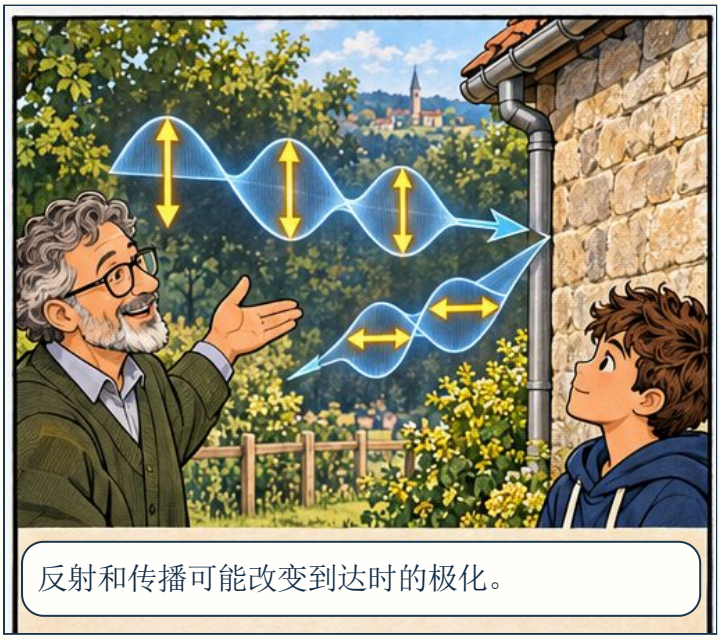
它可以是线极化，例如垂直或水平极化。



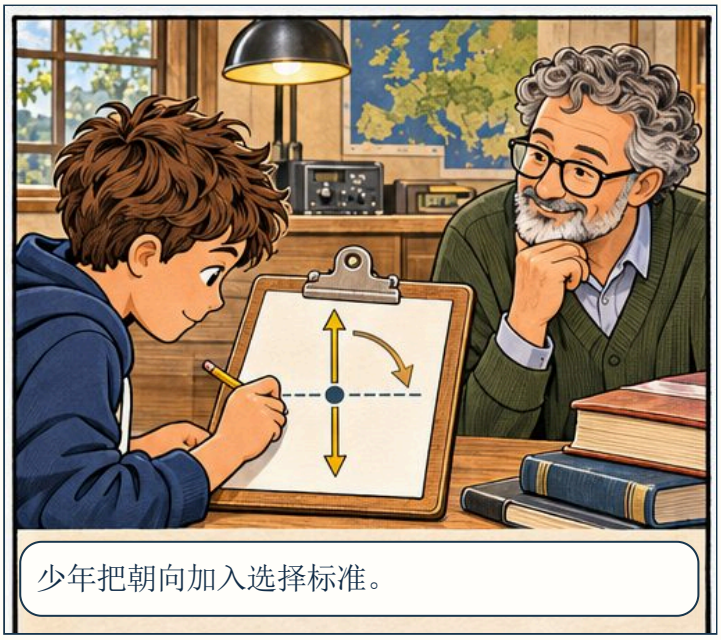
极化不匹配可能使接收信号大幅减弱。



因此旋转天线有时比增大尺寸更重要。

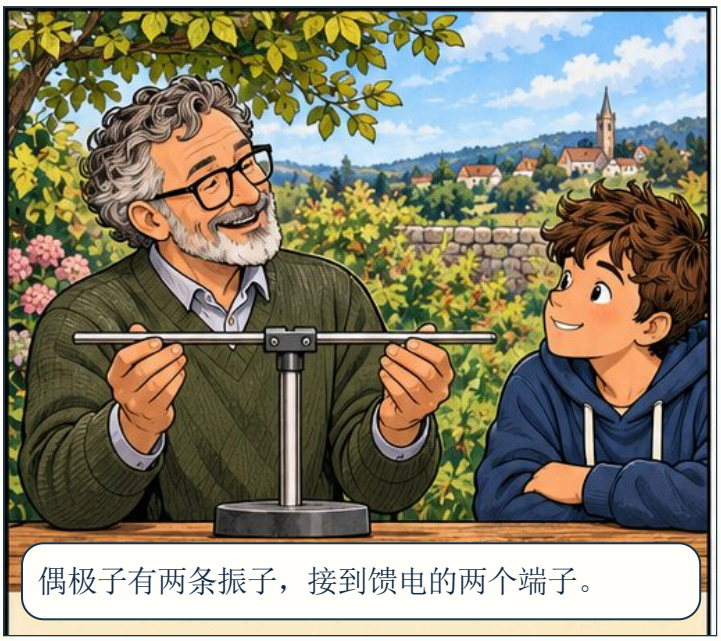


反射和传播可能改变到达时的极化。

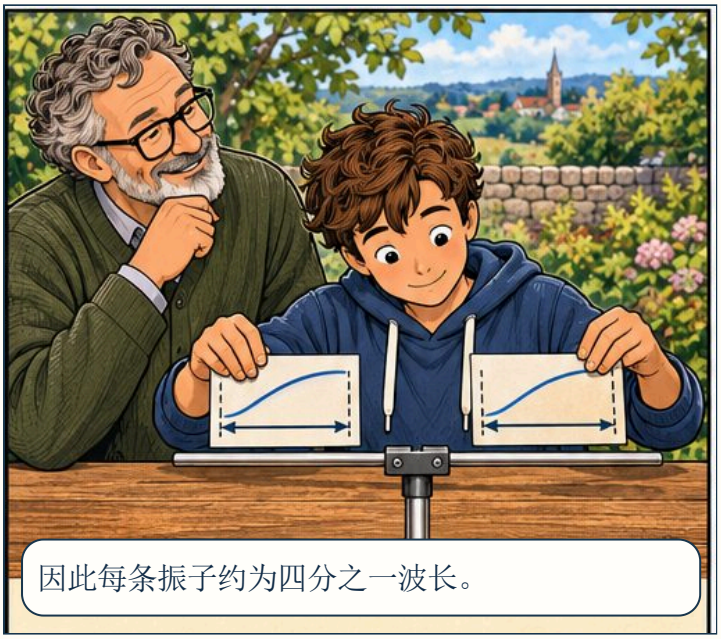


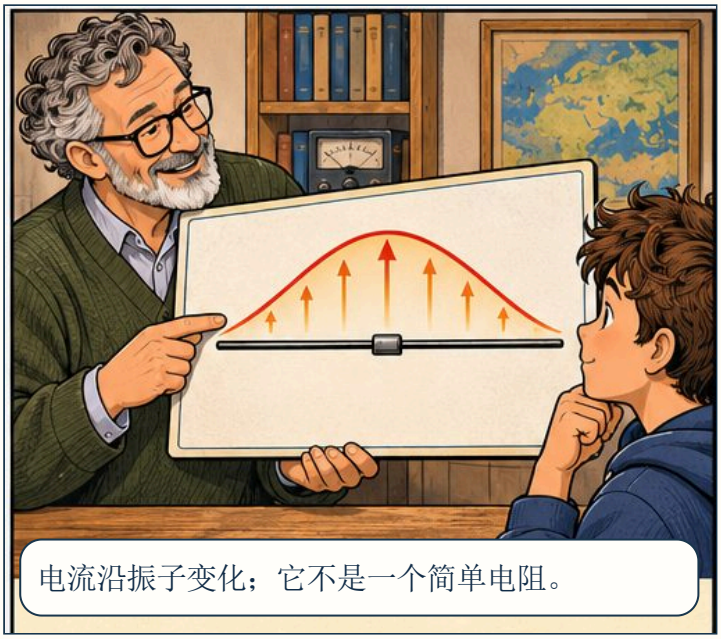
少年把朝向加入选择标准。

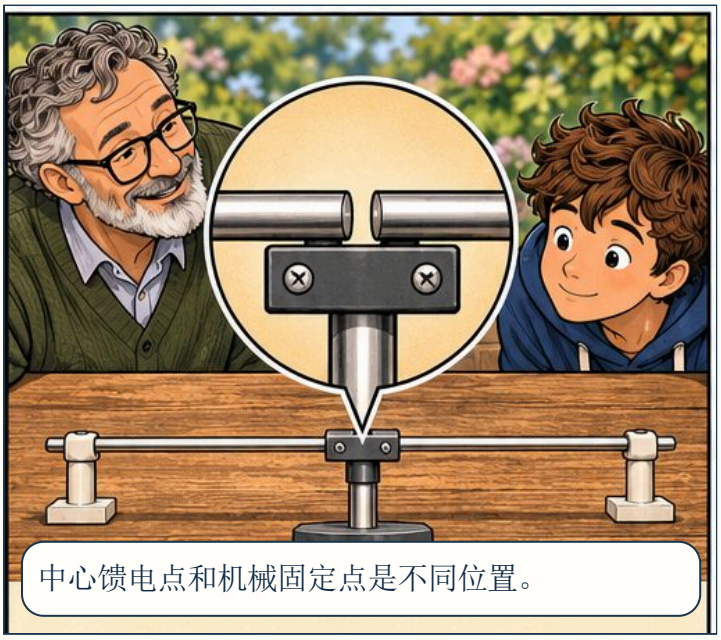
两条振子与中心


偶极子有两条振子，接到馈电的两个端子。


半波模型的振子总长接近半个波长。


因此每条振子约为四分之一波长。


电流沿振子变化；它不是一个简单电阻。

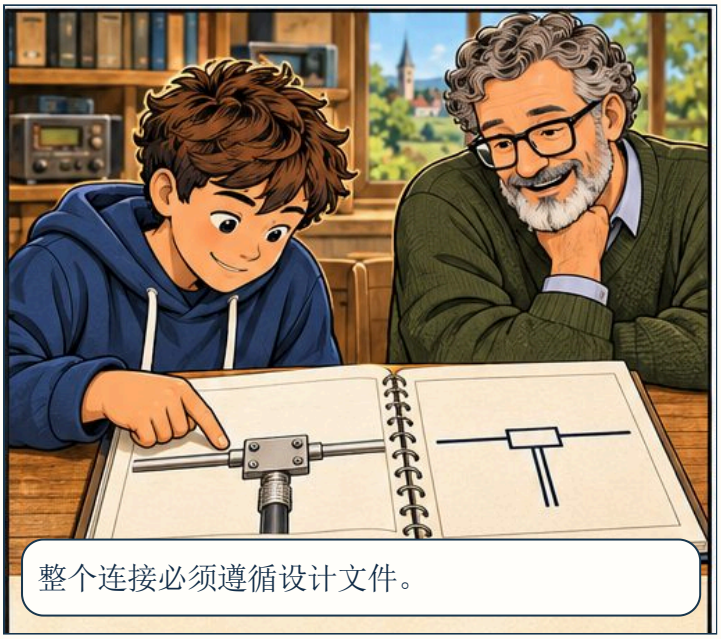

中心馈电点和机械固定点是不同位置。


少年终于认出第一张卡片上的图。

连接时分清作用


同轴电缆把信号送到偶极子的馈电点。


芯线和屏蔽层各有作用。


整个连接必须遵循设计文件。


平衡转换或共模抑制器可限制不需要的电流。

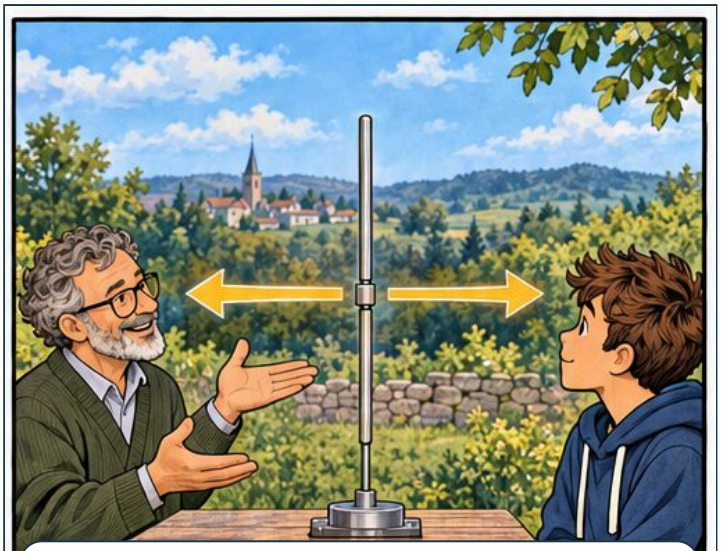

它不会自动把任何阻抗都变成 50 Ω。


少年分清了连接、匹配与平衡转换。

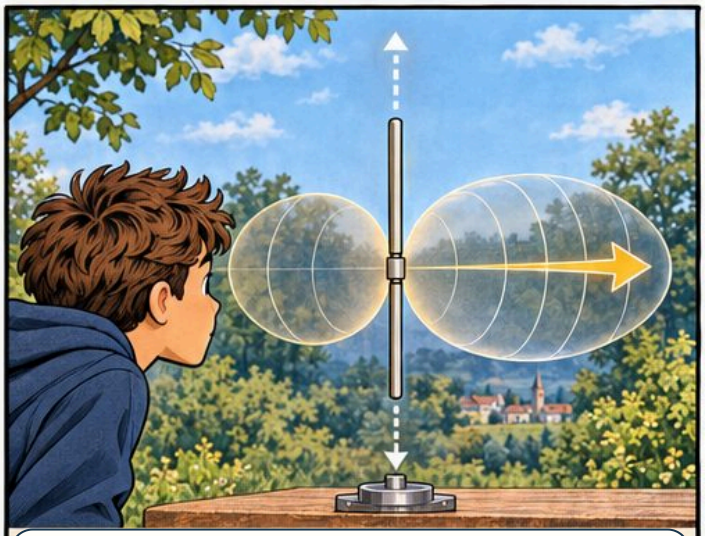
方向图不是气泡



方向图描述不同方向上的接收或辐射。



自由空间的理想半波偶极子在侧向最强。



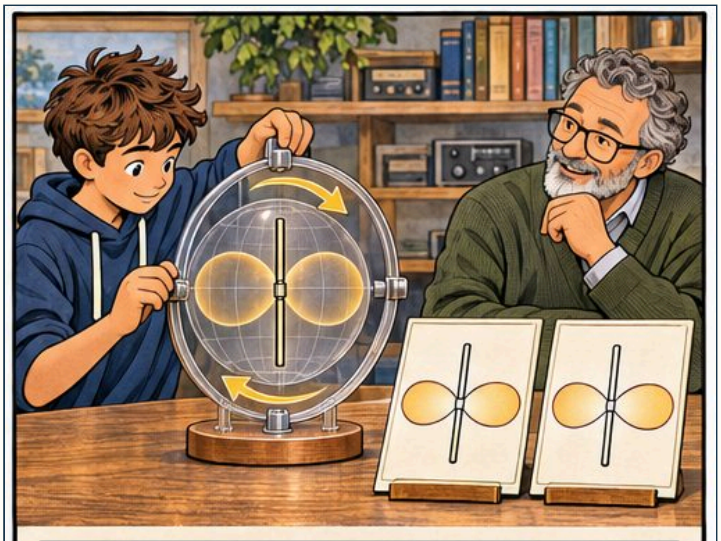
沿振子轴线的辐射有很深的零陷。



三维形状像环绕导线的圆环。

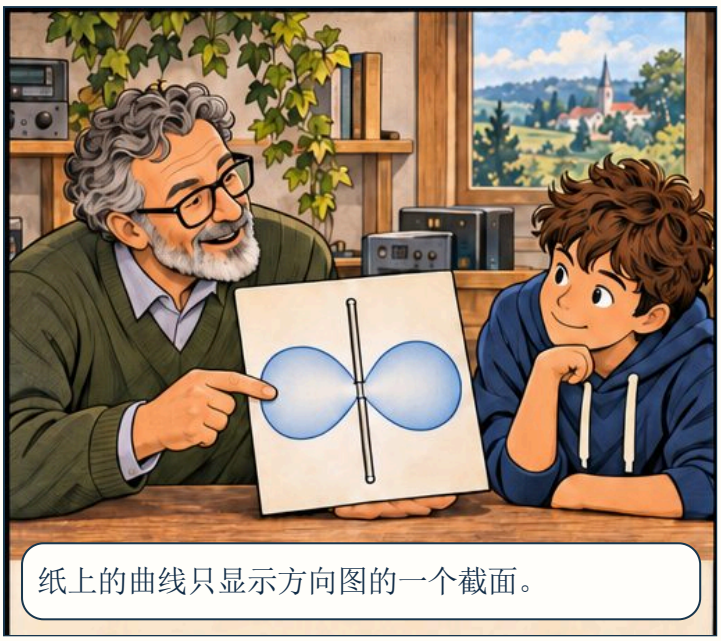


这既不是通信距离边界，也不是静止电波。



少年转动模型，看见之前忽略的方向。

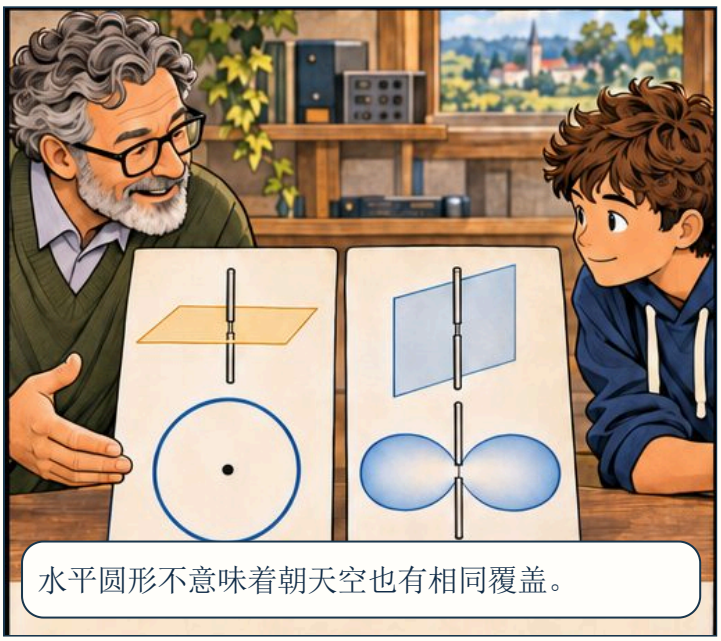
看对截面



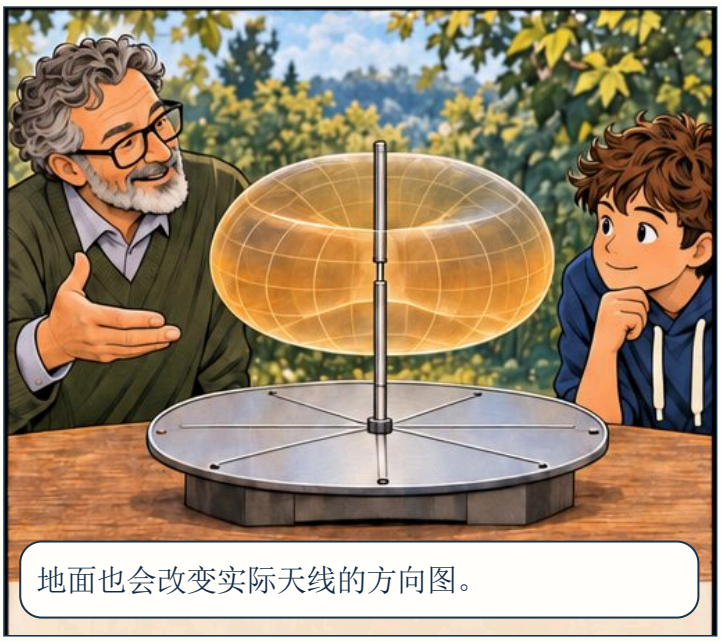
纸上的曲线只显示方向图的一个截面。



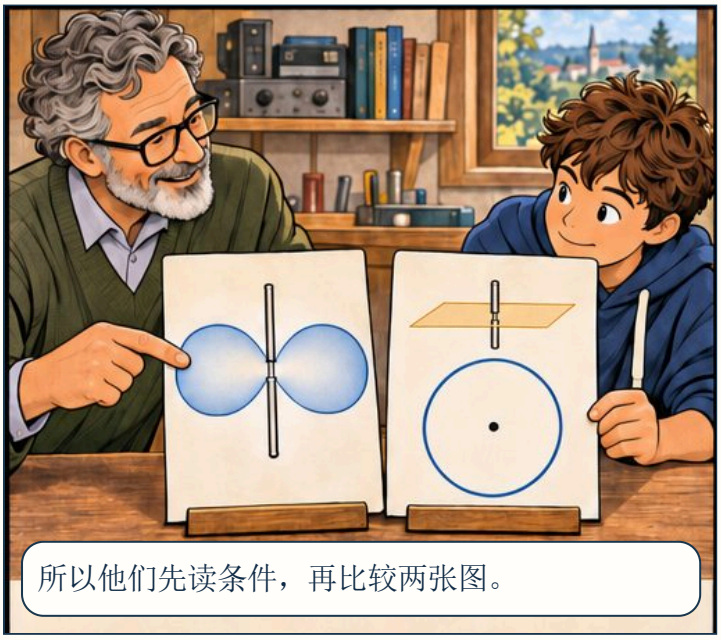
必须说明观察平面和天线朝向。



水平圆形不意味着朝天空也有相同覆盖。



地面也会改变实际天线的方向图。

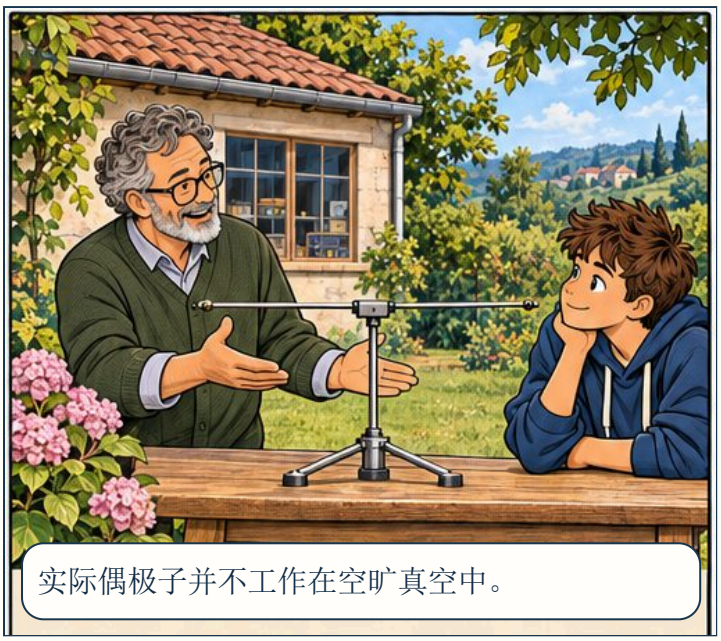


所以他们先读条件，再比较两张图。

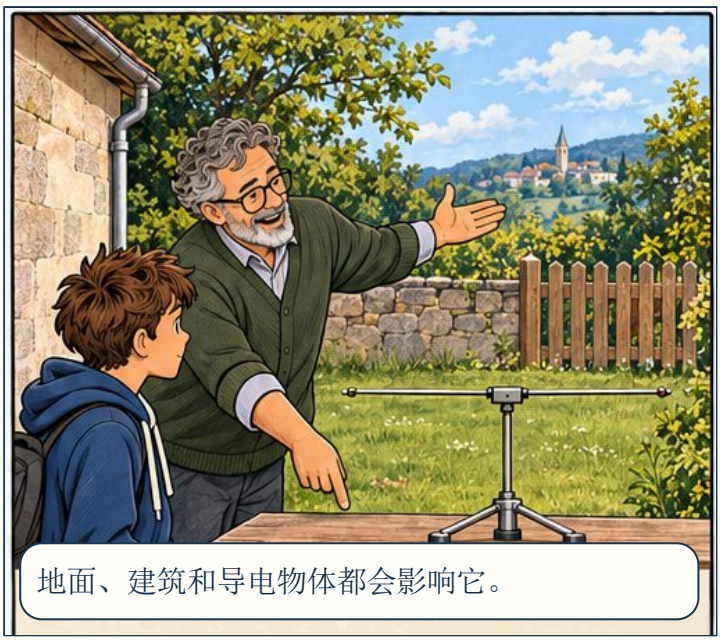


少年在每个视图上画出小小的地平线。

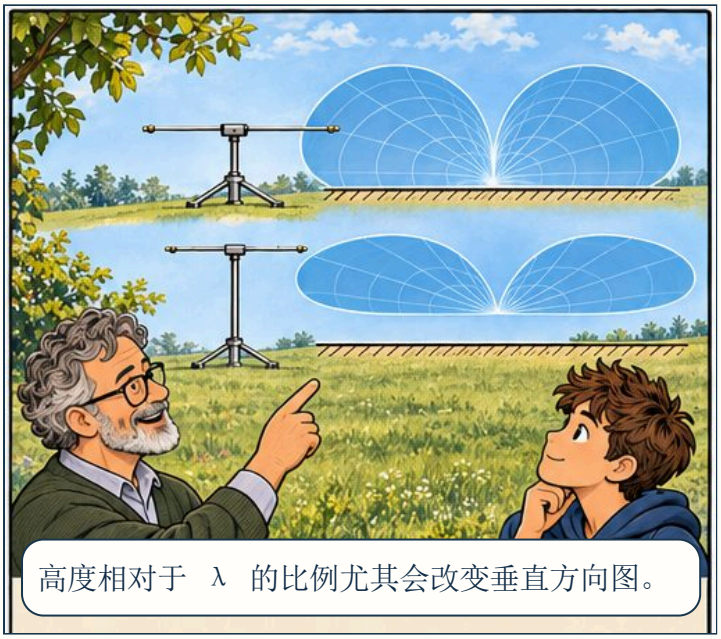
导线与周围环境



实际偶极子并不工作在空旷真空中。



地面、建筑和导电物体都会影响它。



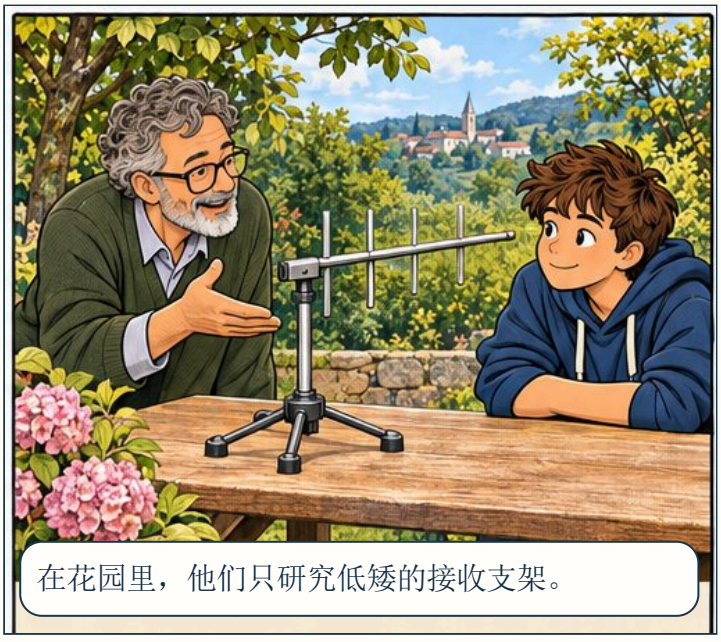
高度相对于 λ 的比例尤其会改变垂直方向图。



因此升高天线并不保证所有通联都更好。



导师把高处作业留给有装备和资质的人。



在花园里，他们只研究低矮的接收支架。

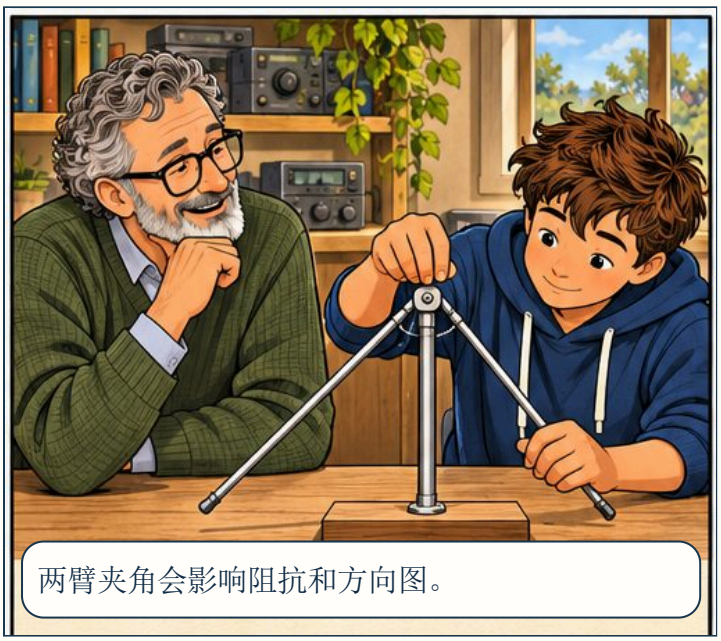
倒 V 形



偶极子也能展开为中心较高的倒 V 形。



有时只需一个中央支点，便于架设。



两臂夹角会影响阻抗和方向图。



末端必须固定可靠，且无法被人触及。

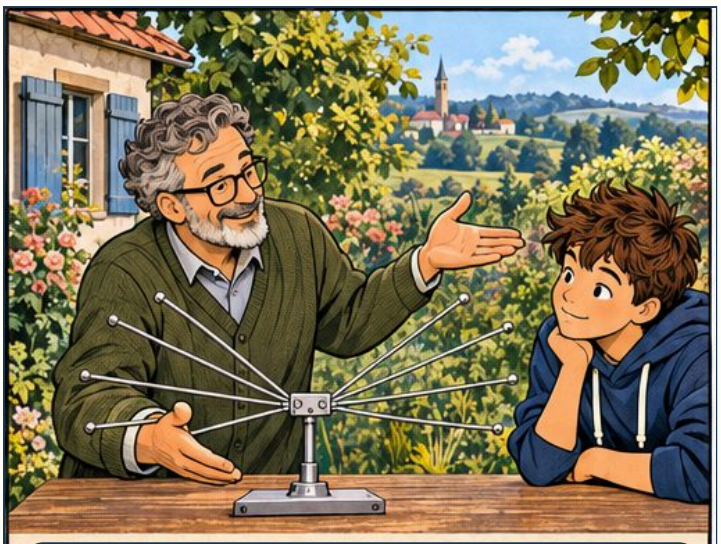


他们的模型不发射，并始终在视线内。

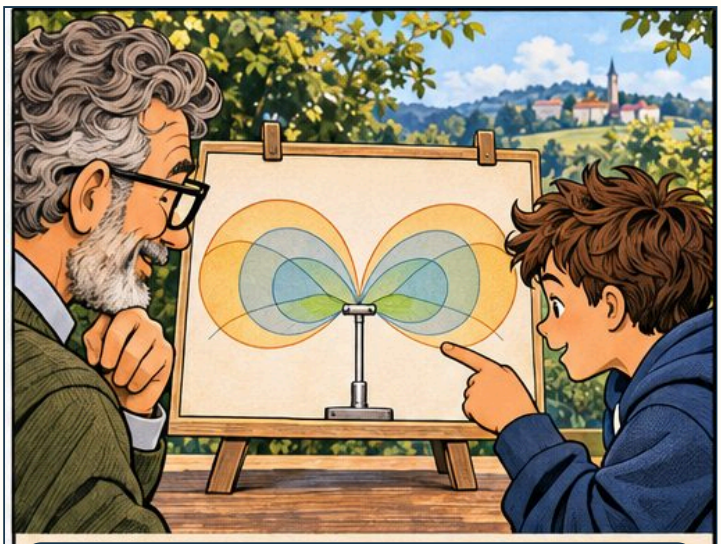


少年按场地选形状，而不只看外观。

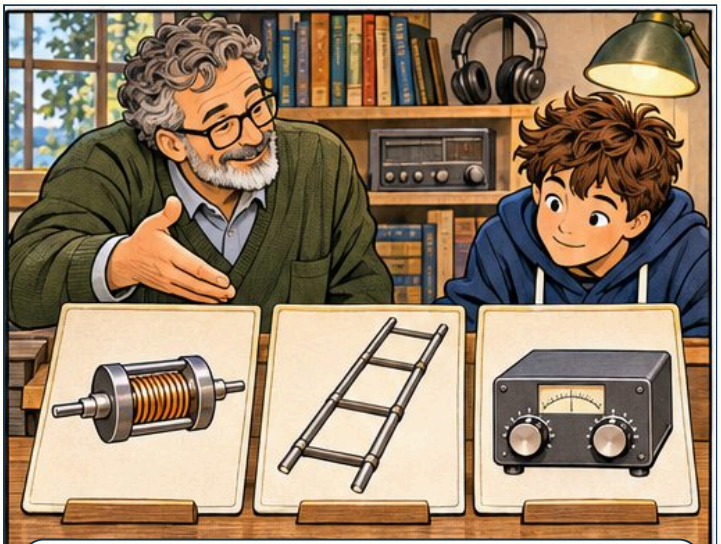
多频段，多种折中



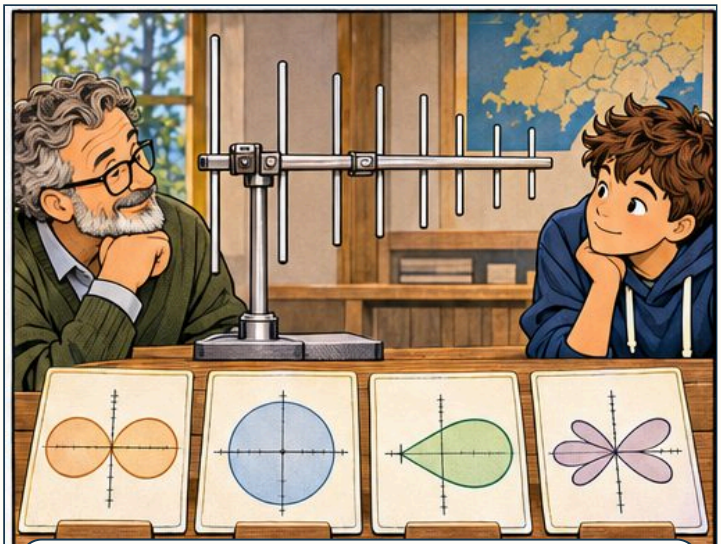
扇形偶极子把多对振子连接到同一馈电点。



振子相互影响，不能把每对当作独立天线调整。



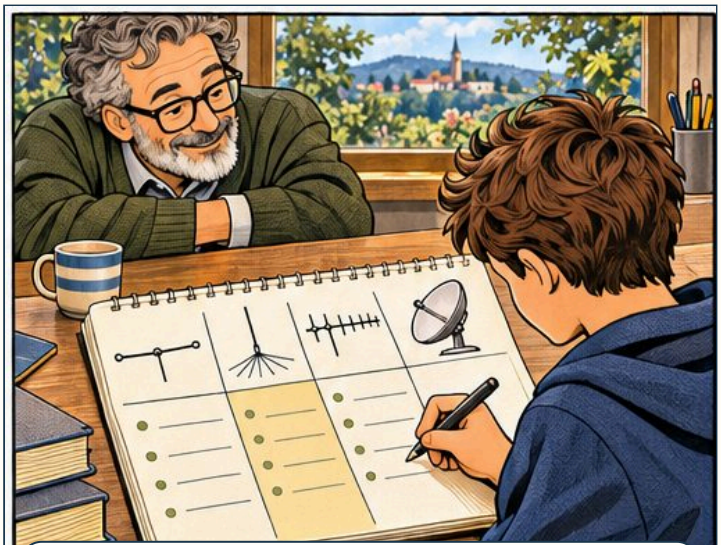
其他设计会用陷波器，或合适的馈线与调谐器。



“多频段”不意味着各处性能相同。



必须查看规定频段、架设方式和设计限制。



少年增加了一栏，记录折中。

第一次暂定选择



偶极子看起来简单、轻便，也容易向访客解释。



但位置和极化必须符合活动要求。



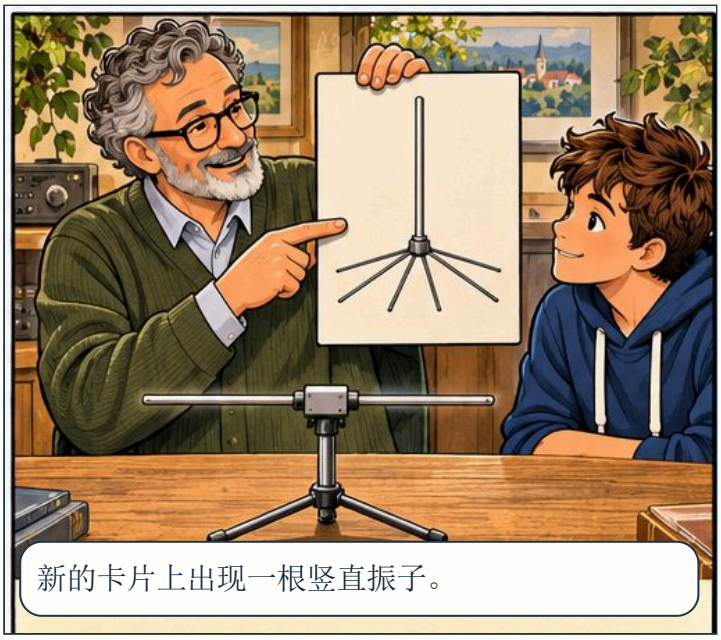
接收垂直极化的本地信号，不会自然选水平偶极子。



少年不愿过早选出赢家。

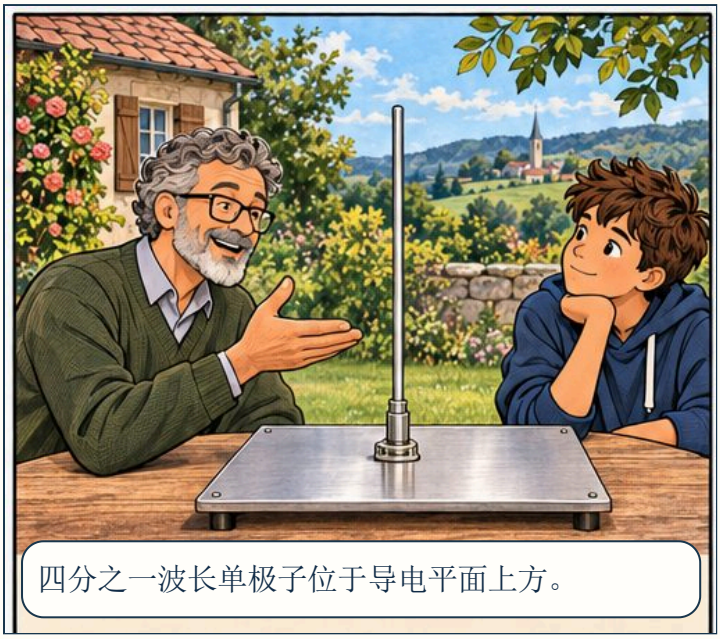


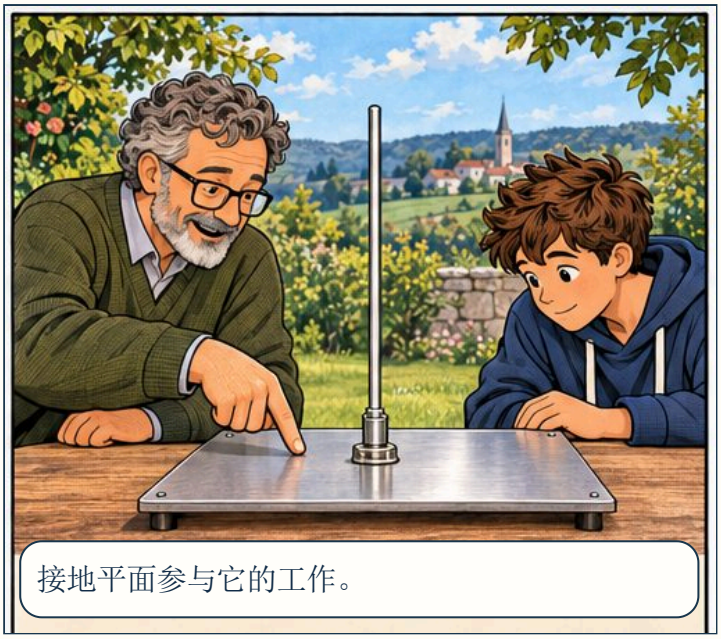
他们保留偶极子作为理解其他家族的参照。



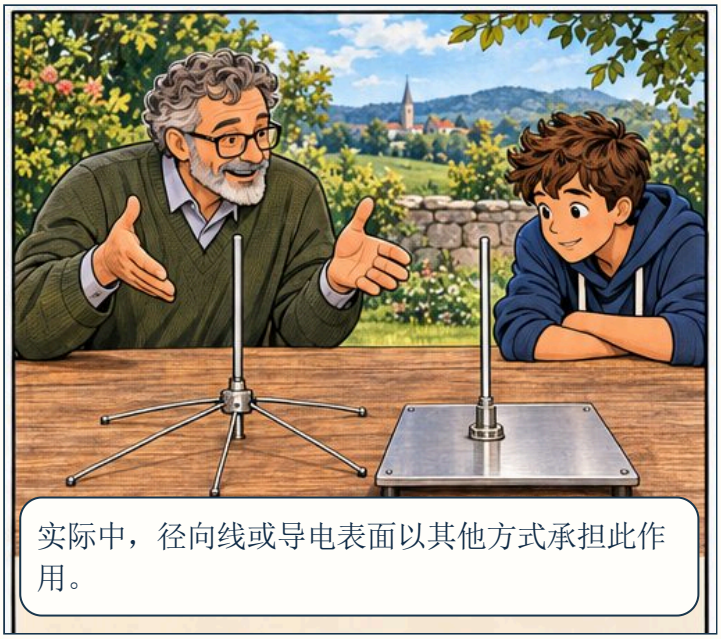
新的卡片上出现一根竖直振子。

垂直天线的另一半


四分之一波长单极子位于导电平面上方。


接地平面参与它的工作。

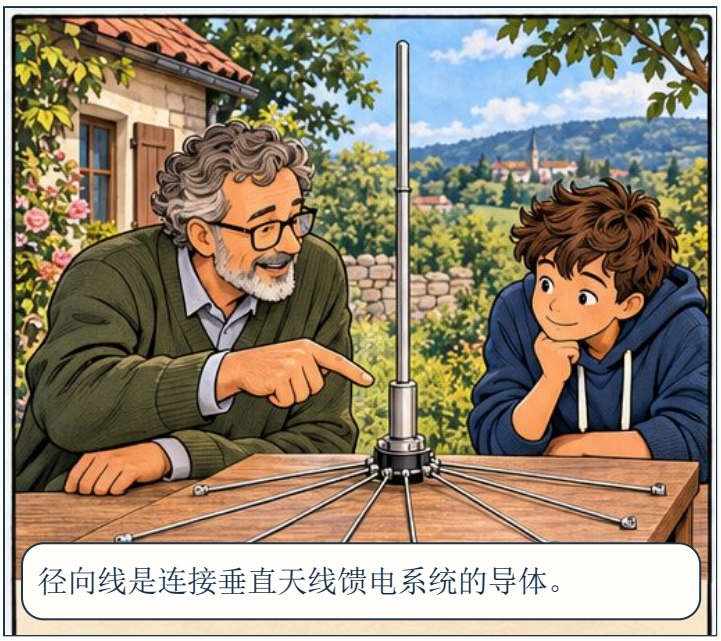

在理想模型中，它构成振子的电镜像。


实际中，径向线或导电表面以其他方式承担此作用。

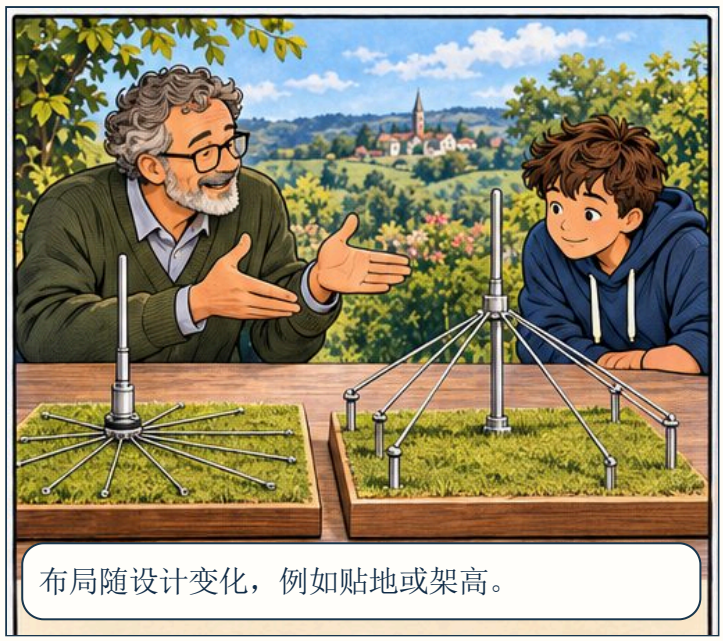

所以仅看那根振子，故事并不完整。


少年终于开始看天线下面的部分。

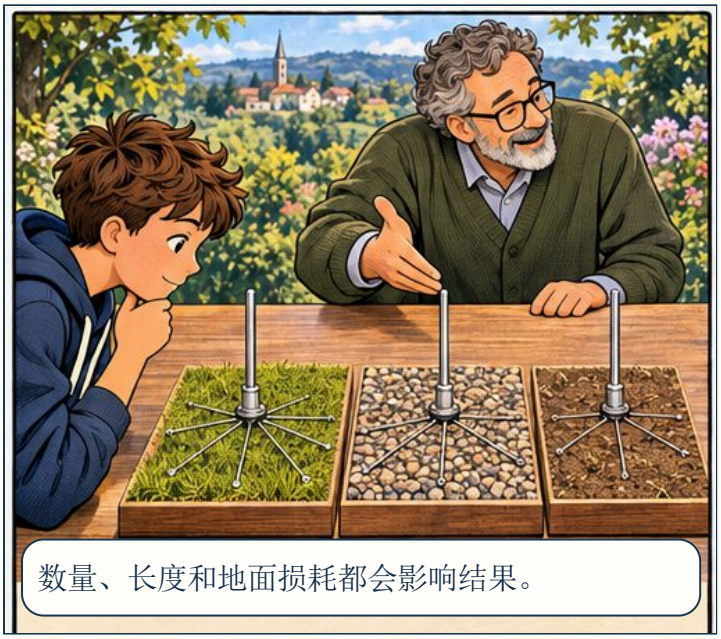
径向线很重要



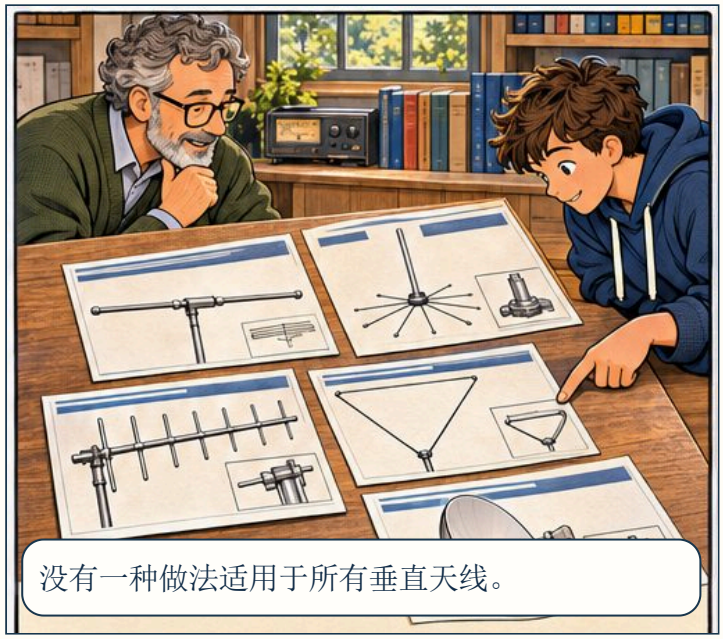
径向线是连接垂直天线馈电系统的导体。



布局随设计变化，例如贴地或架高。



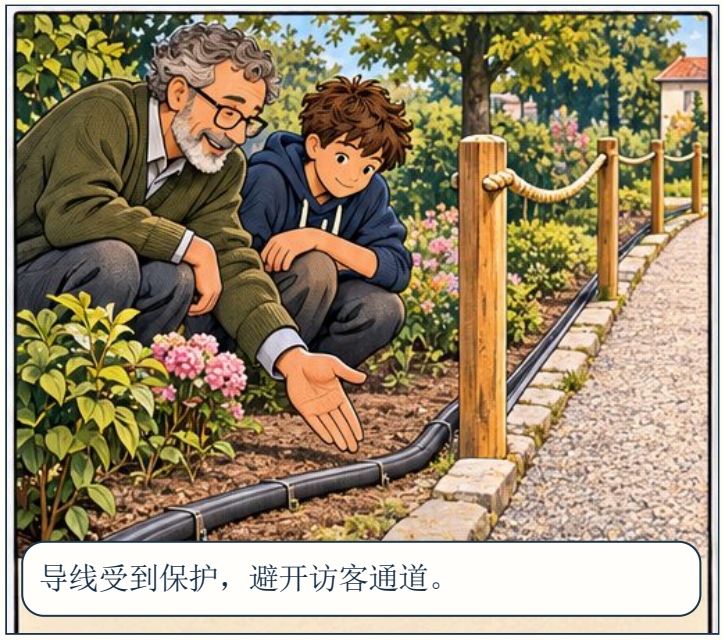
数量、长度和地面损耗都会影响结果。



没有一种做法适用于所有垂直天线。



他们遵循已准备好的接收型号说明书。



导线受到保护，避开访客通道。

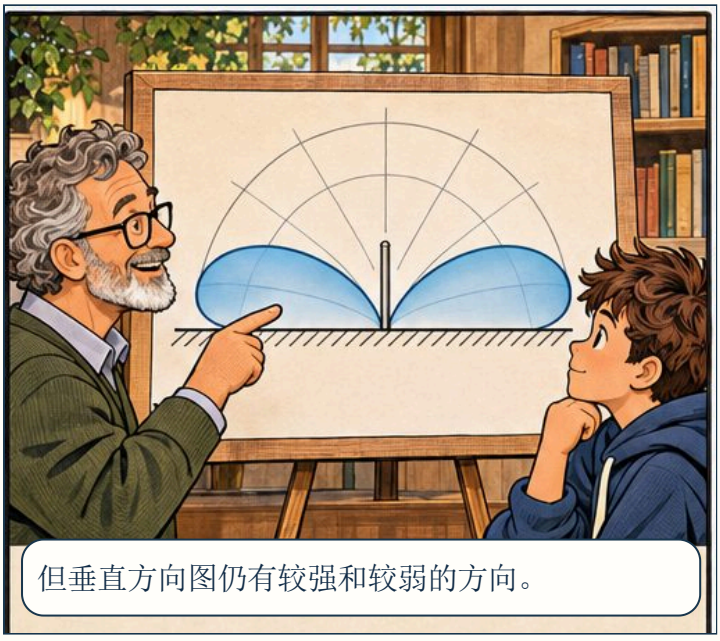
四周都有，并非处处相同



简单垂直天线可覆盖绕轴线的各个方向。



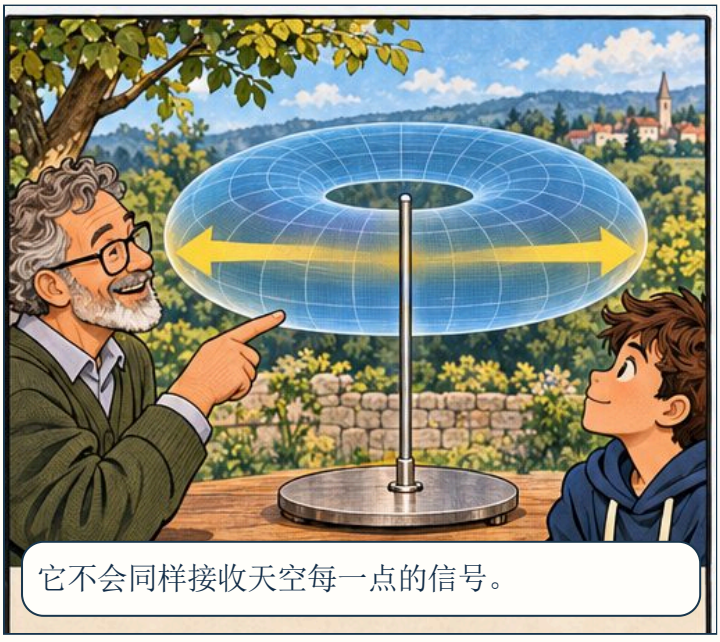
这称为方位面全向性。



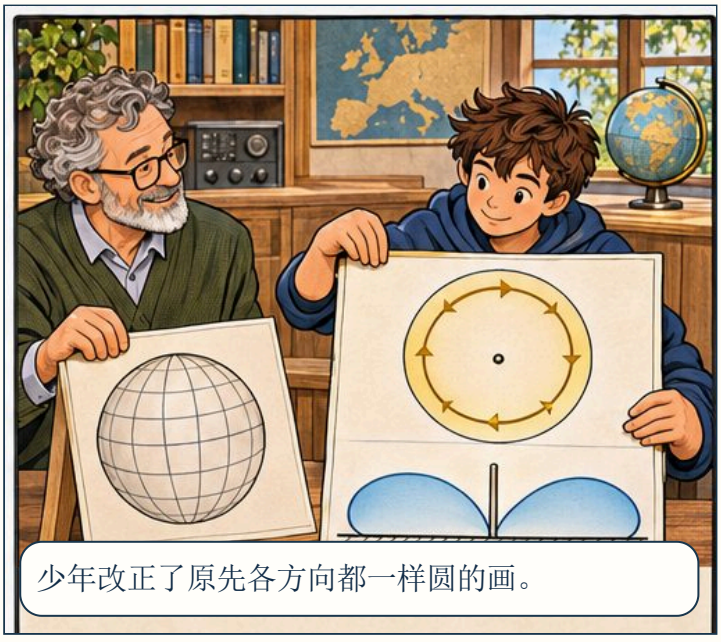
但垂直方向图仍有较强和较弱的方向。



地平线、地面和振子长度都有影响。

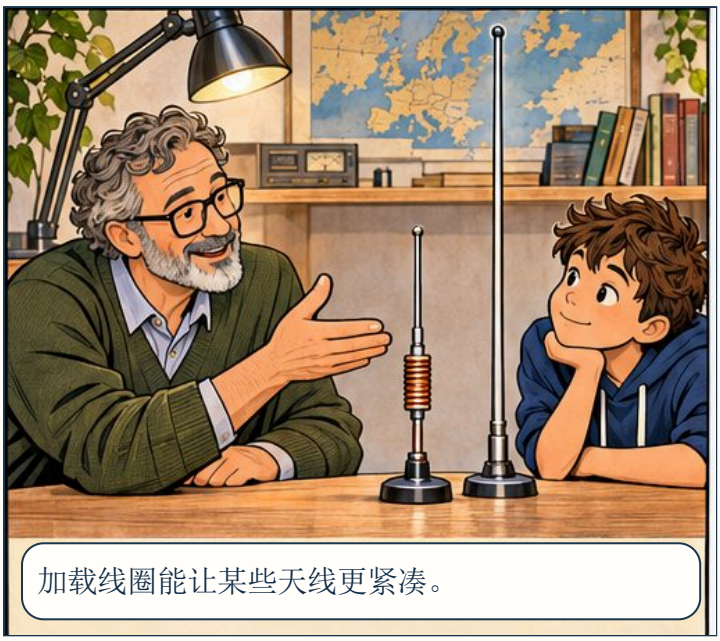


它不会同样接收天空每一点的信号。



少年改正了原先各方向都一样圆的画。

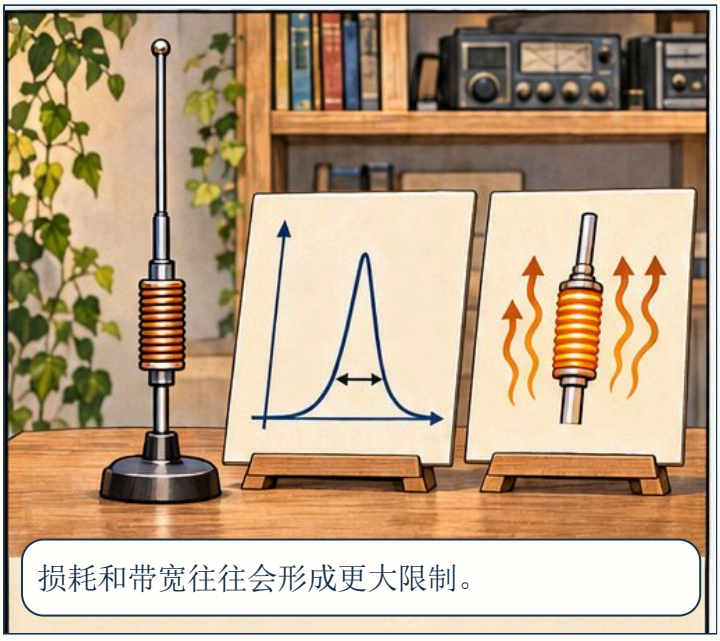
短天线为小巧付出代价



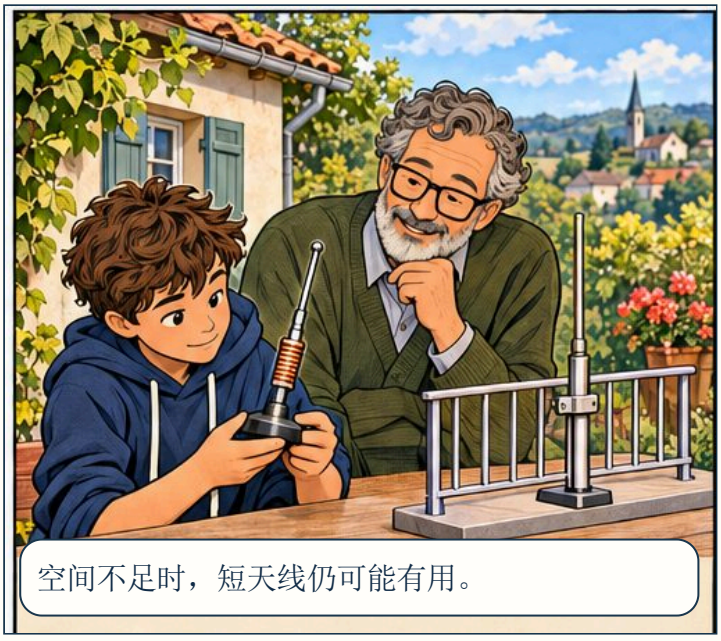
加载线圈能让某些天线更紧凑。



但不能毫无代价地替代长导体。



损耗和带宽往往会形成更大限制。



空间不足时，短天线仍可能有用。



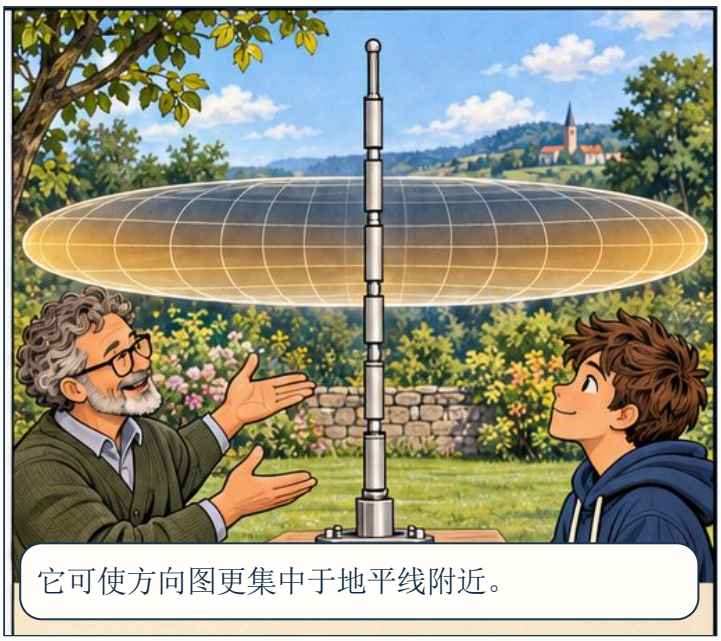
要综合判断效率、匹配和用途。



少年比较轻便背包与更大场地的需求。

共线天线朝向地平线


共线天线将对齐的单元按规定相位馈电。


它可使方向图更集中于地平线附近。


这种增益伴随着更窄的垂直覆盖。


因此最长的型号未必最适合起伏地形。


性能也取决于设计与安装。


少年不再把米数当作胜负分数。

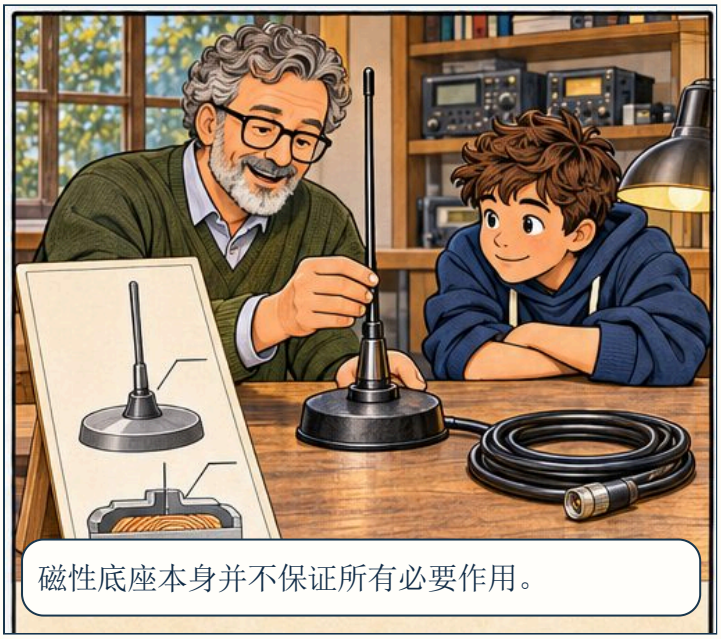
车辆上的鞭状天线



车载天线常利用车身作为接地平面。



安装方式和电气接触取决于设计。



磁性底座本身并不保证所有必要作用。



电缆、防水和道路安全都属于选择条件。

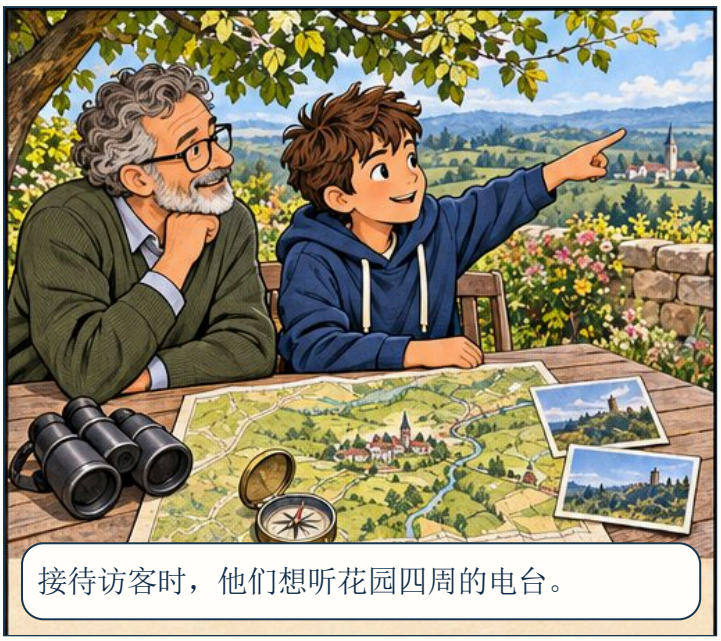


他们只观察停放车辆，不进行安装。



少年把例子留给将来有人指导的活动。

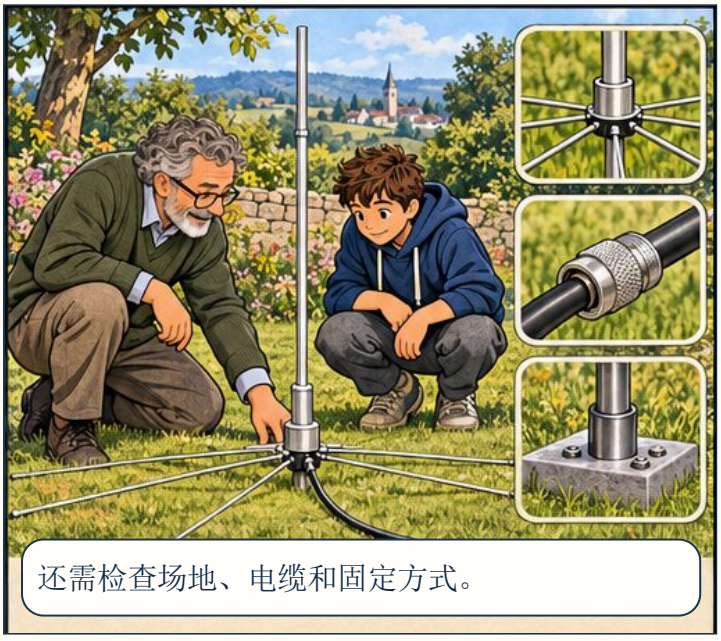
本地需求逐渐清晰



接待访客时，他们想听花园四周的电台。



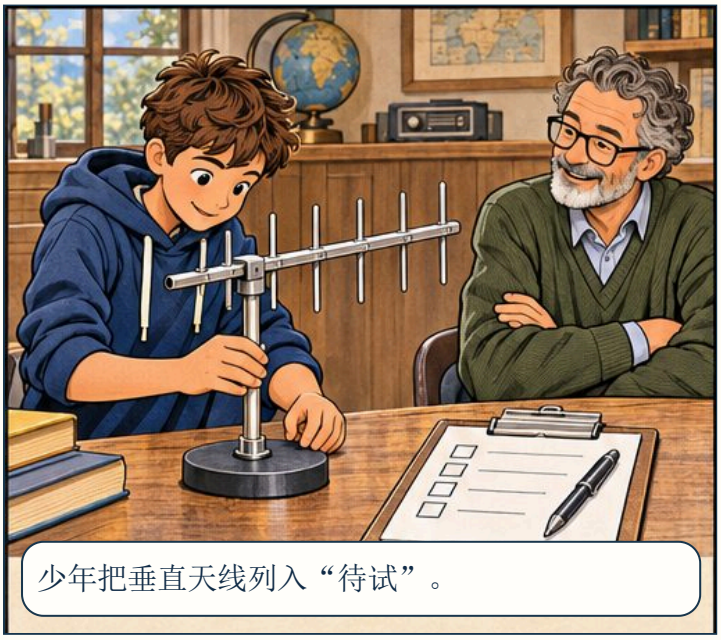
适合频段与极化的垂直天线成为合理候选。



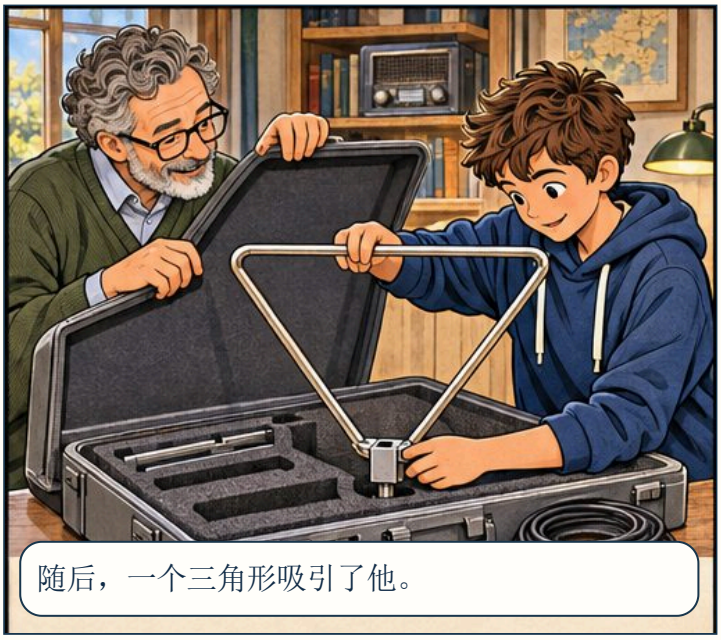
还需检查场地、电缆和固定方式。



这个选择不承诺具体距离或保证接收。

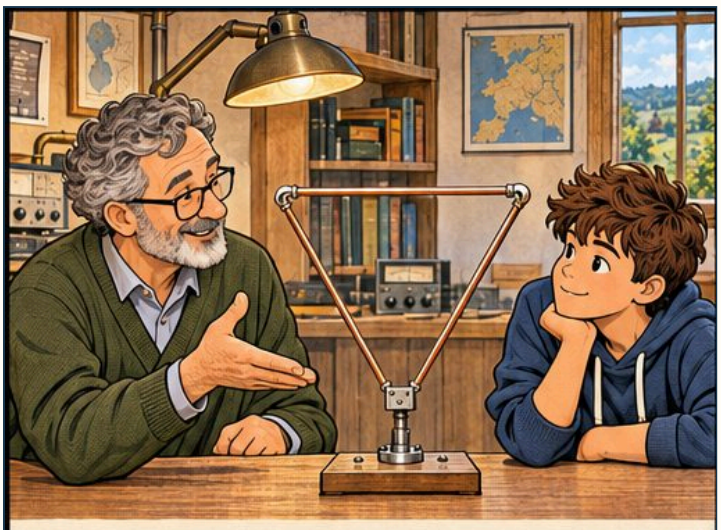


少年把垂直天线列入“待试”。

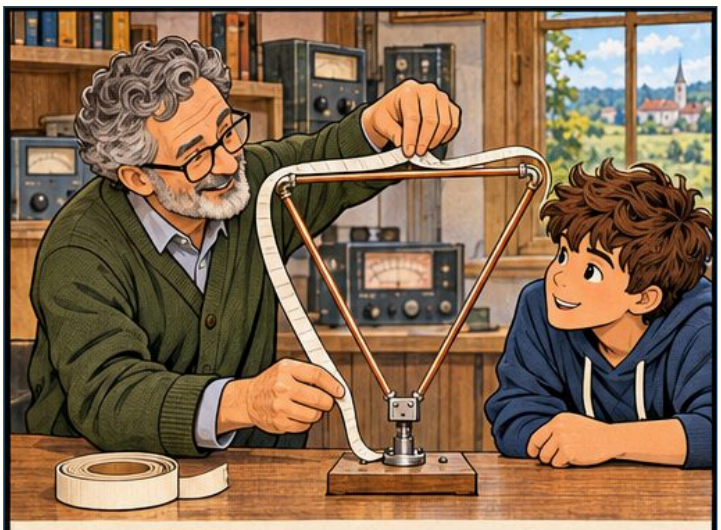


随后，一个三角形吸引了他。

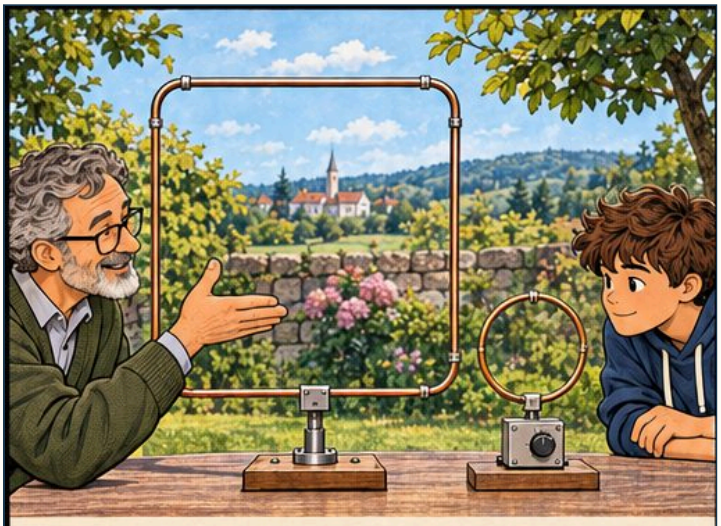
环形天线，多个家族



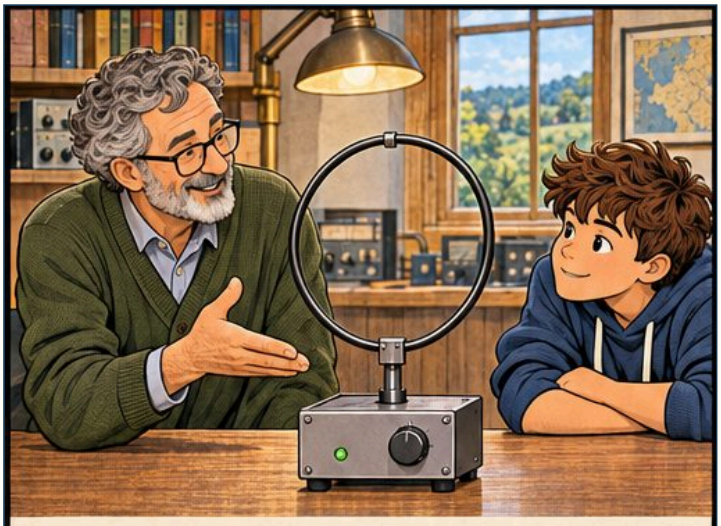
环形天线是形成闭环并得到适当馈电的导体。



电周长有助于区分差别很大的工作特性。



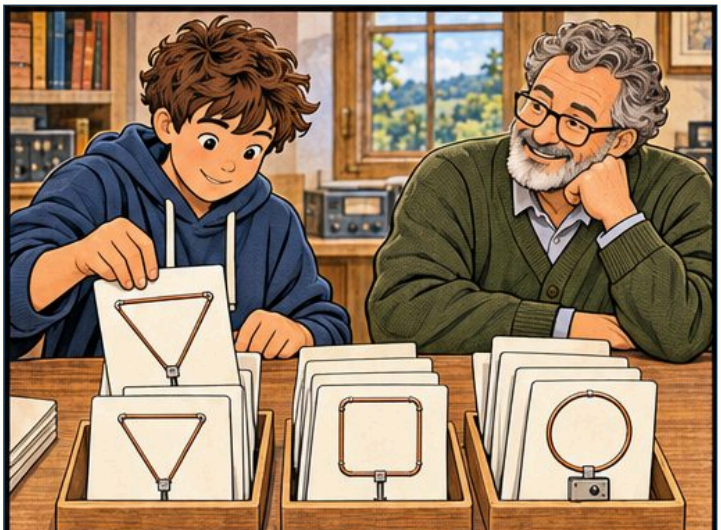
周长近一波长的大环不同于小型调谐环。



有源接收环又是另一种实现方式。



所以“环形”一词不足以预测方向图。



少年把原先放在一起的三张卡分开。

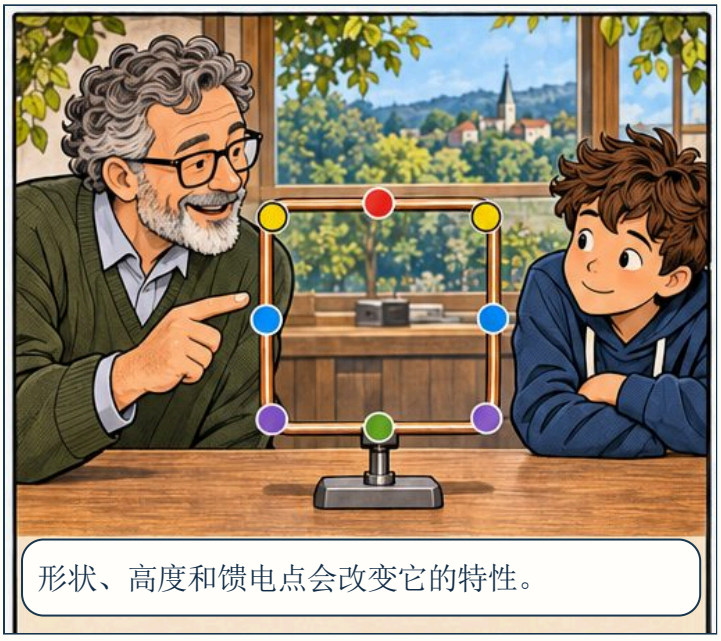
大型线环



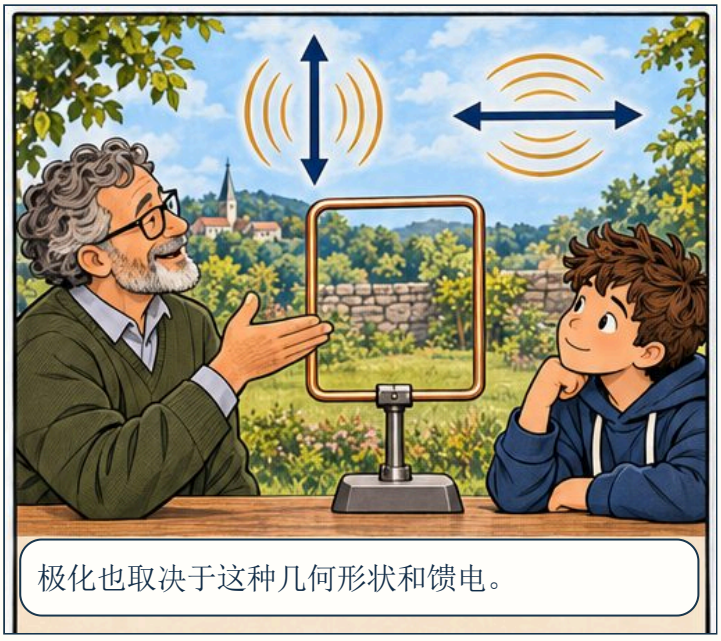
线环可以是三角形、正方形或不规则形。



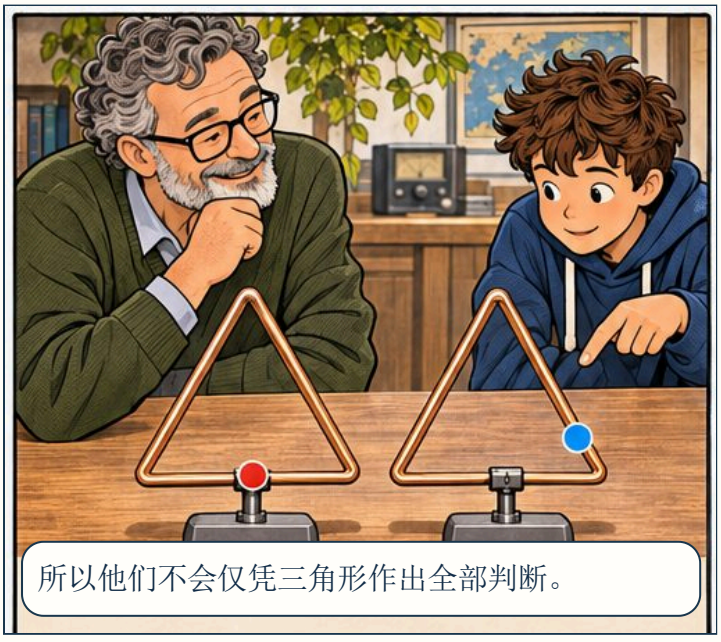
全波模型的周长接近一个波长。



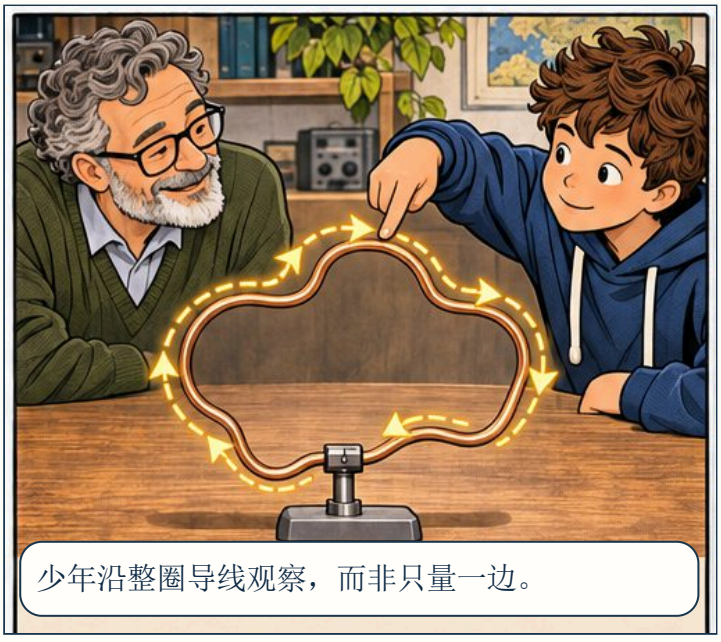
形状、高度和馈电点会改变它的特性。



极化也取决于这种几何形状和馈电。

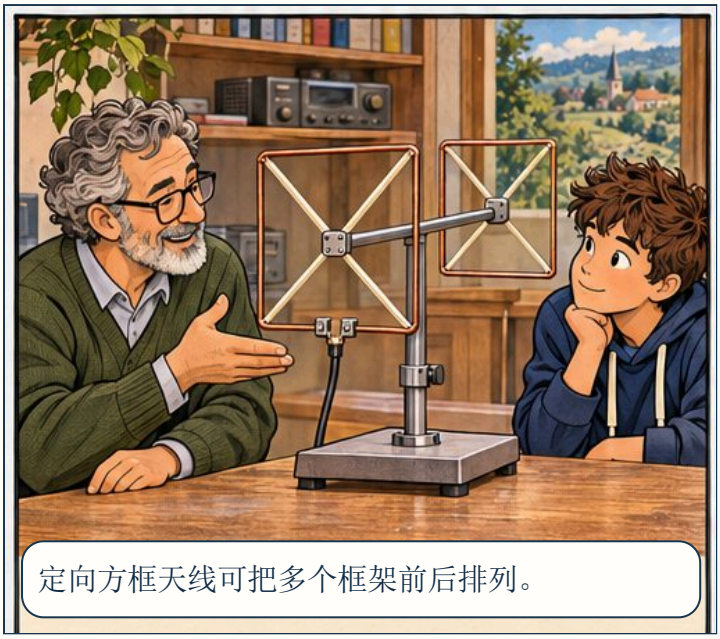


所以他们不会仅凭三角形作出全部判断。

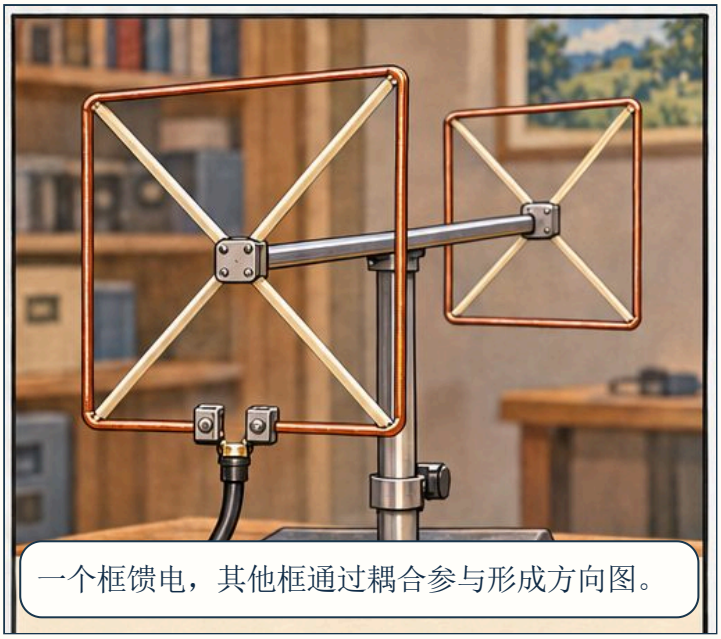


少年沿整圈导线观察，而非只量一边。

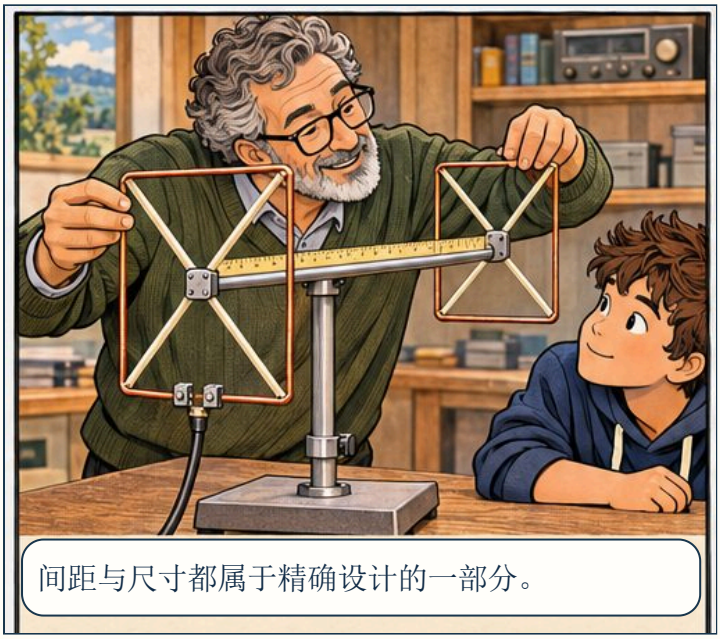
方框天线的多个框



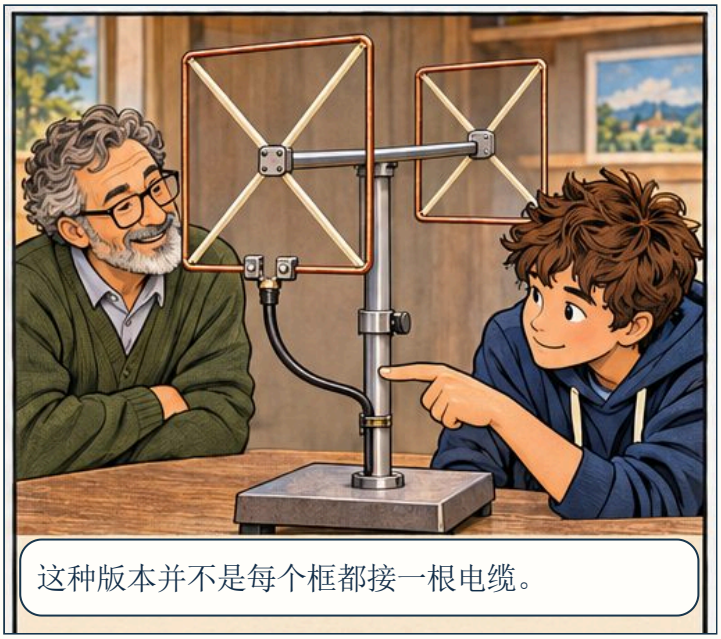
定向方框天线可把多个框架前后排列。



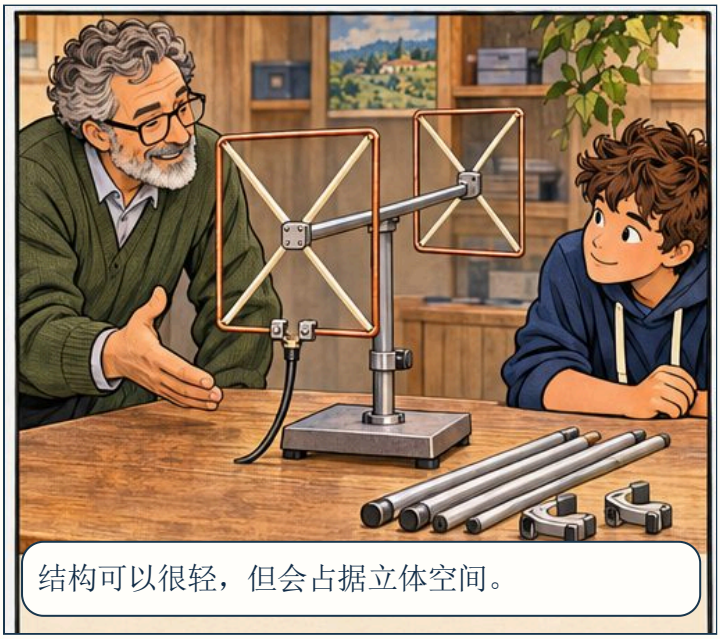
一个框馈电，其他框通过耦合参与形成方向图。



间距与尺寸都属于精确设计的一部分。



这种版本并不是每个框都接一根电缆。

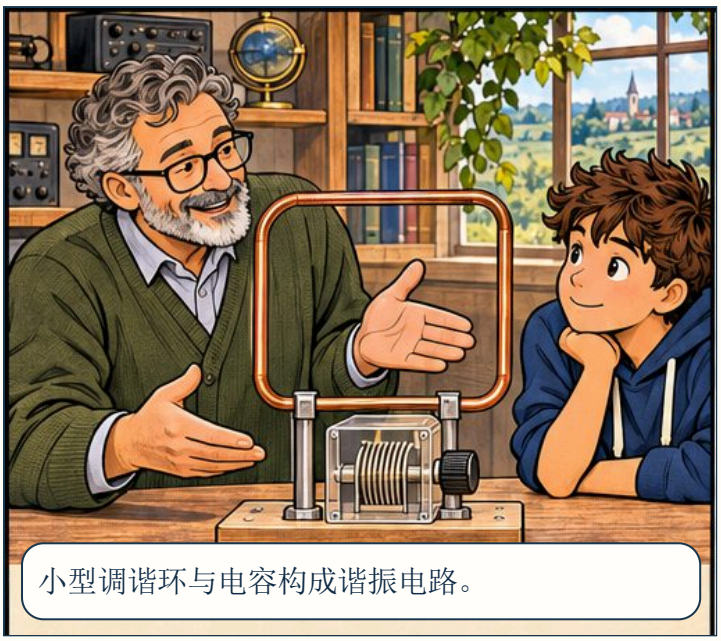


结构可以很轻，但会占据立体空间。



少年先检查场地，再欣赏轮廓。

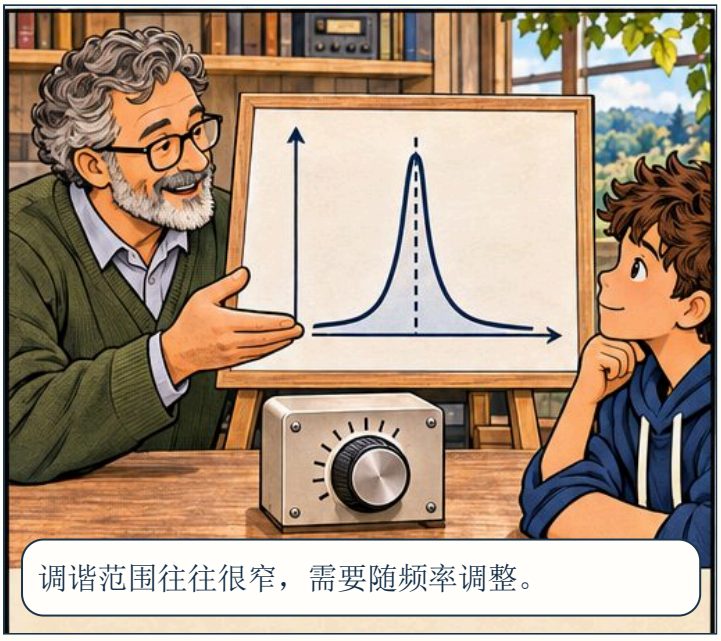
小型调谐环



小型调谐环与电容构成谐振电路。



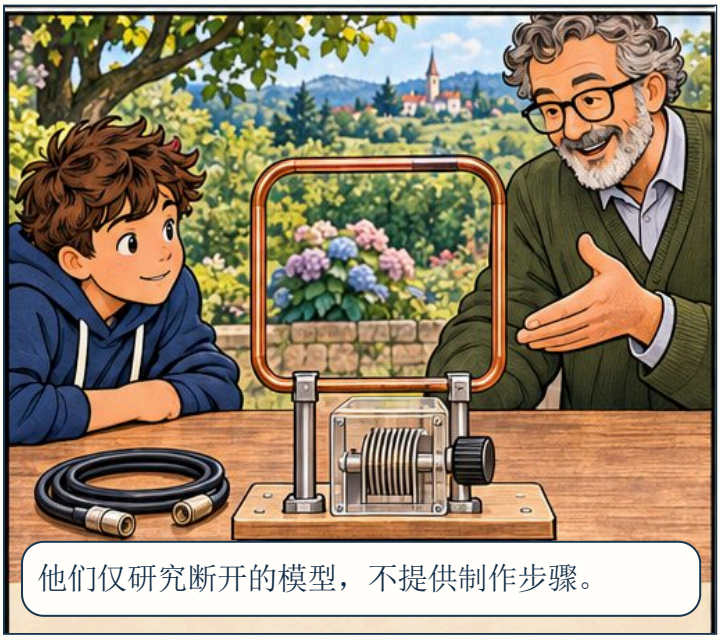
损耗可能明显影响效率。



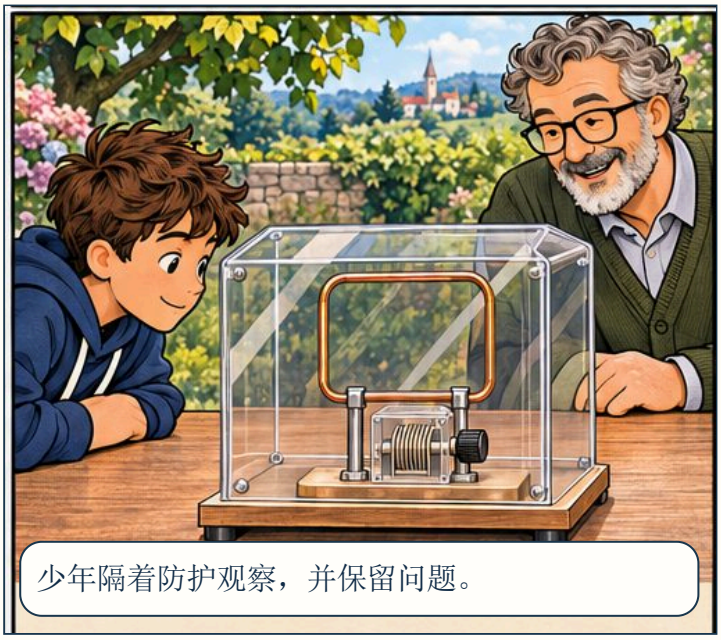
调谐范围往往很窄，需要随频率调整。



发射时可能出现高电压和大电流。



他们仅研究断开的模型，不提供制作步骤。



少年隔着防护观察，并保留问题。

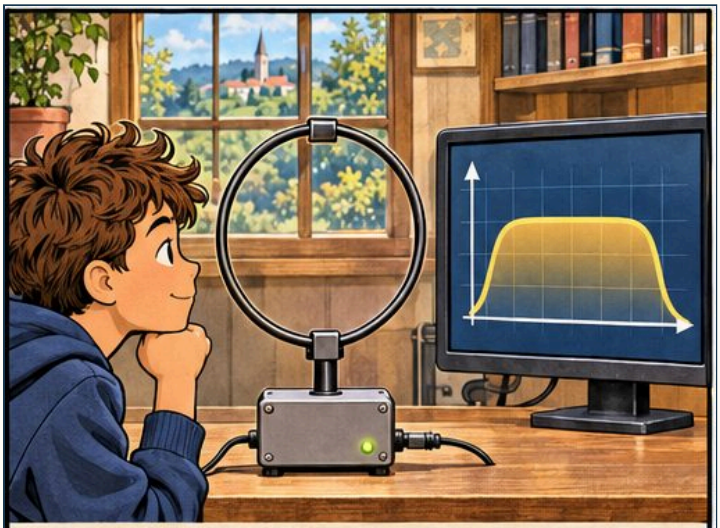
专门用于收听的环



有源接收环采用适合微弱信号的放大器。



不能把它接到发射机输出端。



依设计而定，它可覆盖相当宽的频率范围。



它也放大某些噪声，所以位置仍很重要。

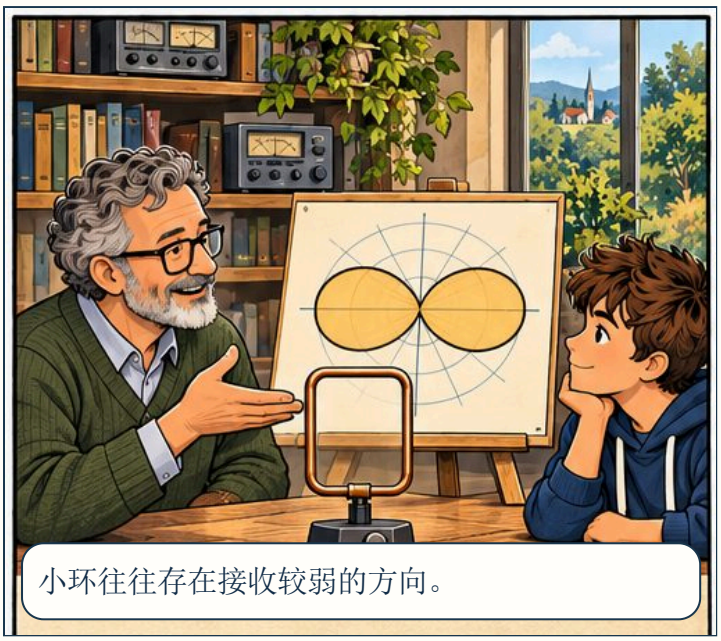


说明书规定供电方式与输入保护。

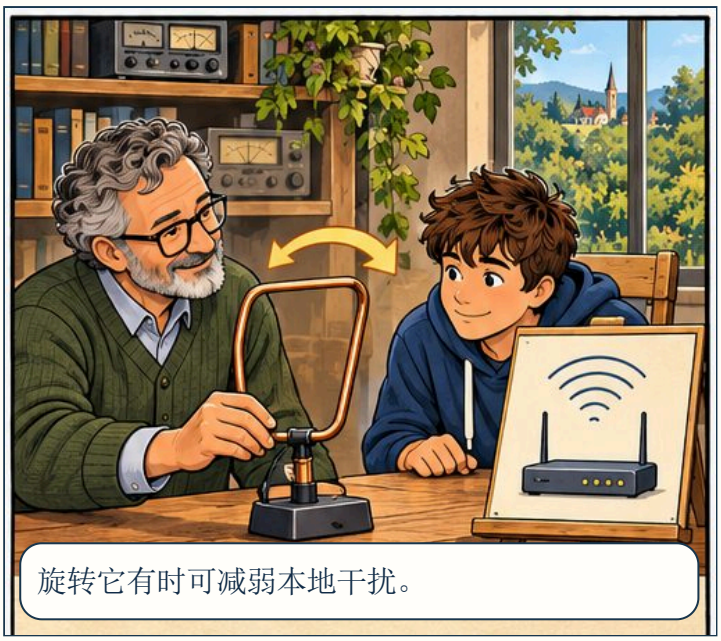


少年把它的电缆放进接收专用盒。

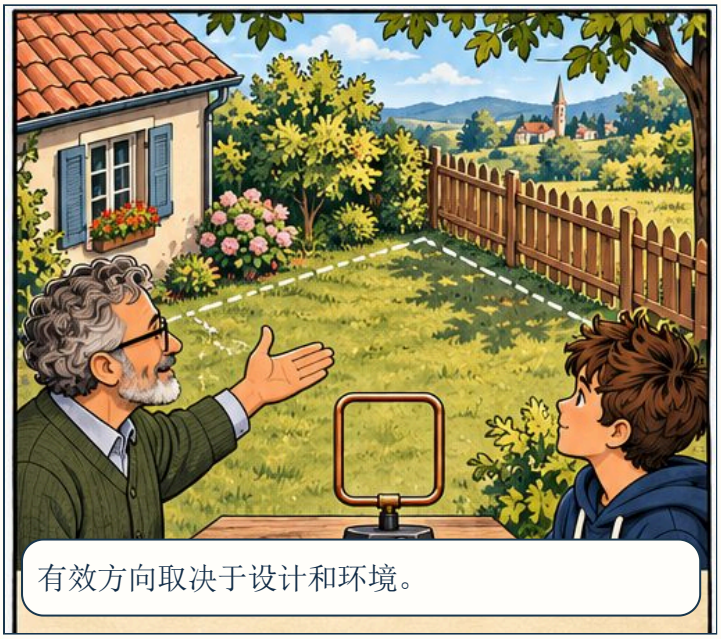
转动，让声音更少



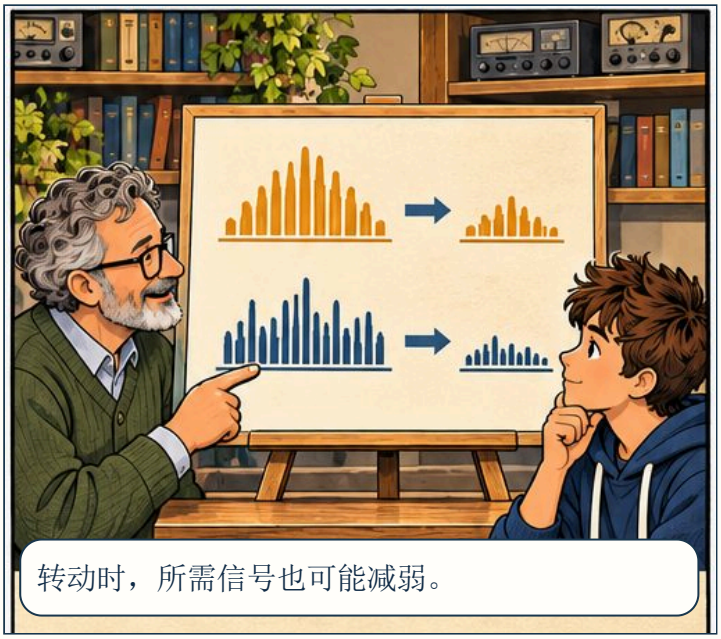
小环往往存在接收较弱的方向。



旋转它有时可减弱本地干扰。



有效方向取决于设计和环境。



转动时，所需信号也可能减弱。



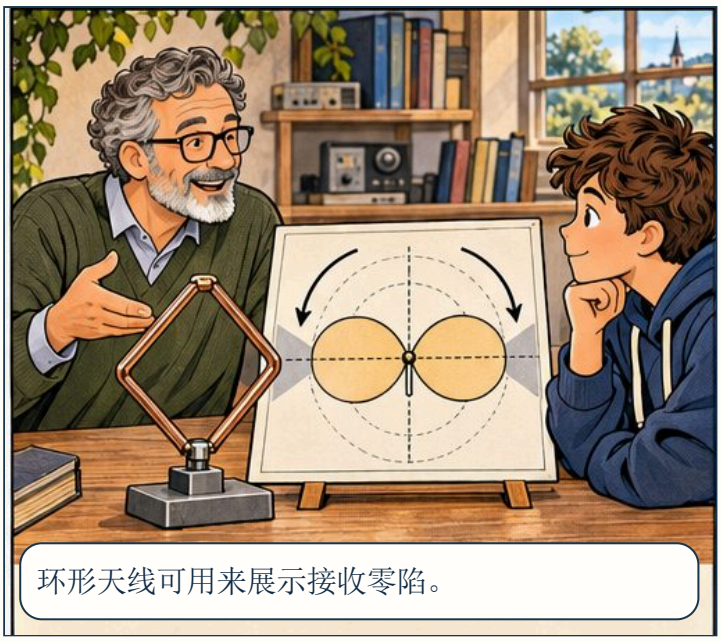
最佳结果并不总是声音最响。

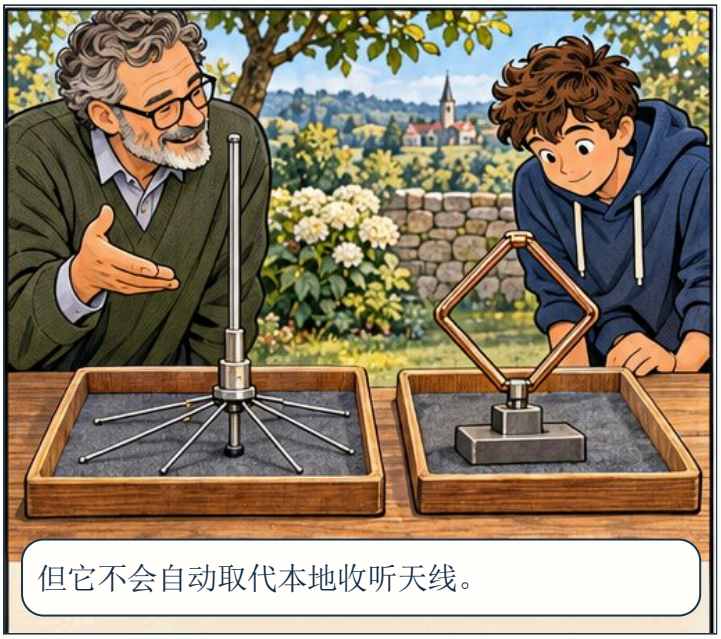


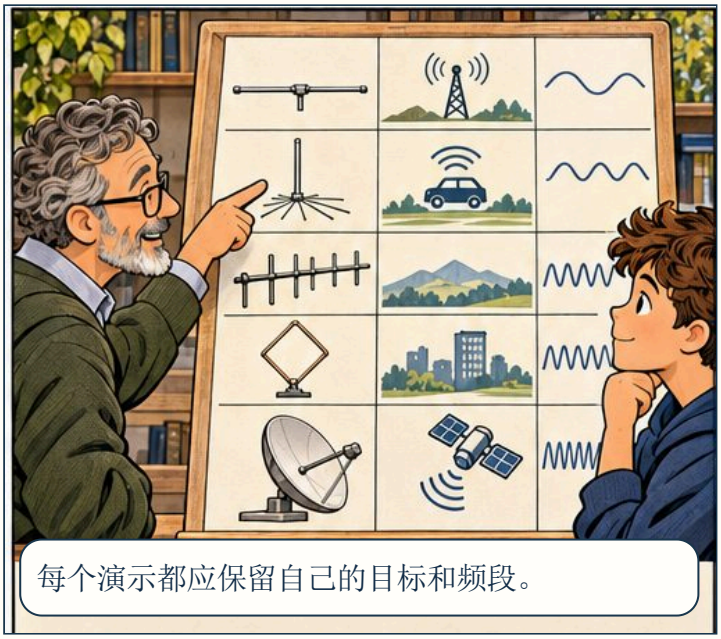
Lucas首先寻找噪声中更清楚的人声。

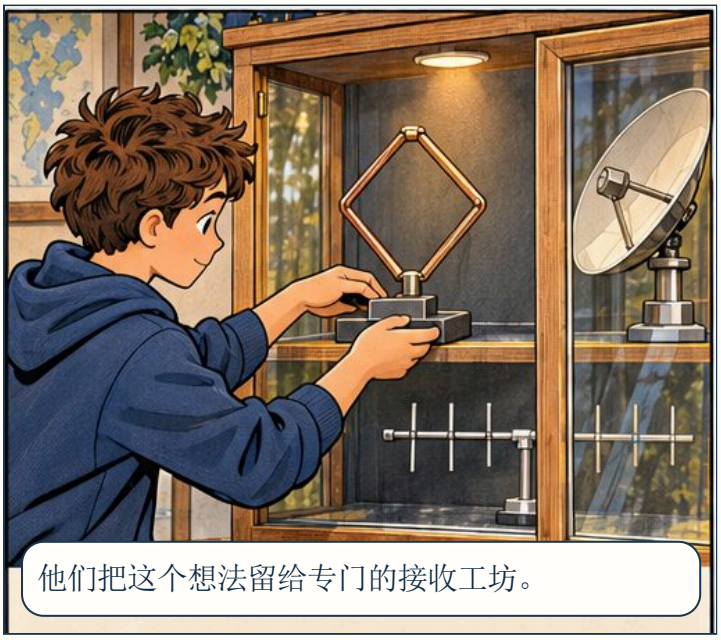
安静也成为信息

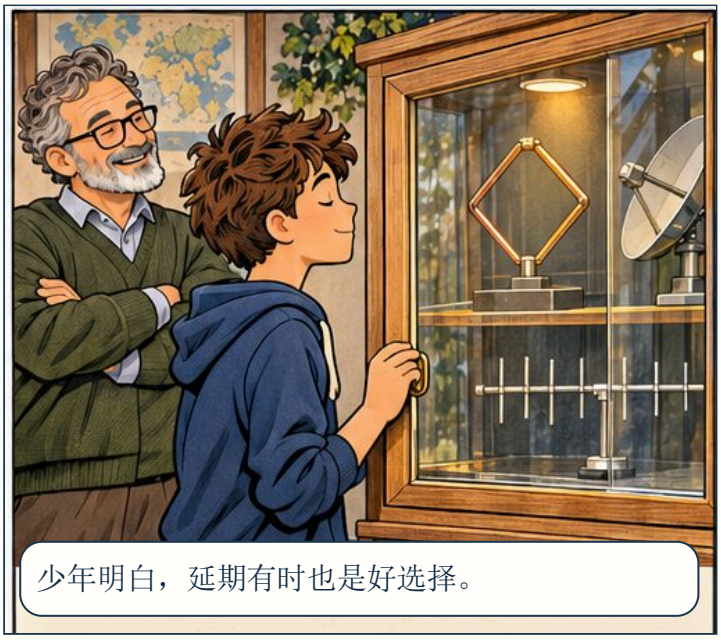

他们在笔记中分成“信号”和“噪声”两栏。


环形天线可用来展示接收零陷。


但它不会自动取代本地收听天线。


每个演示都应保留自己的目标和频段。

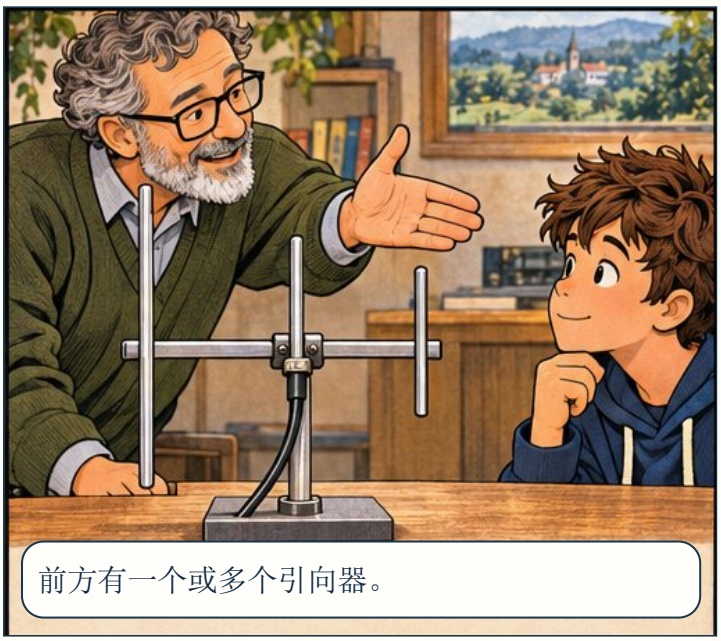

他们把这个想法留给专门的接收工坊。

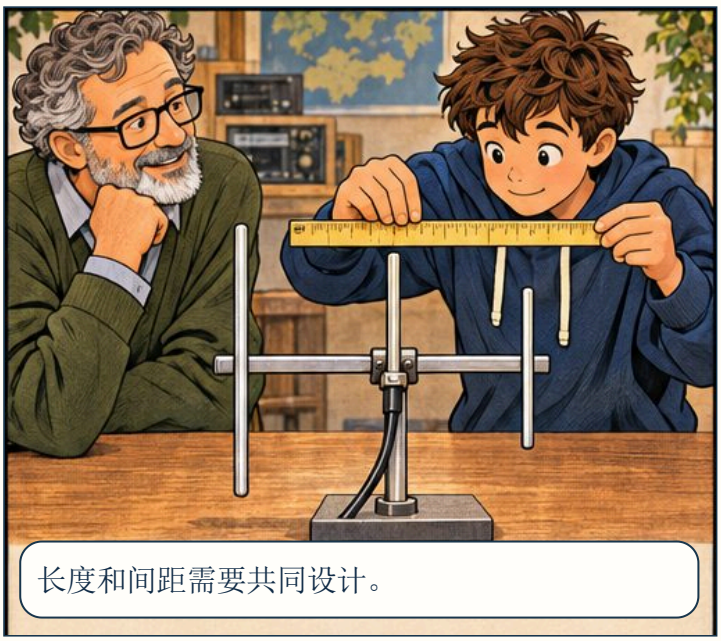

少年明白，延期有时也是好选择。

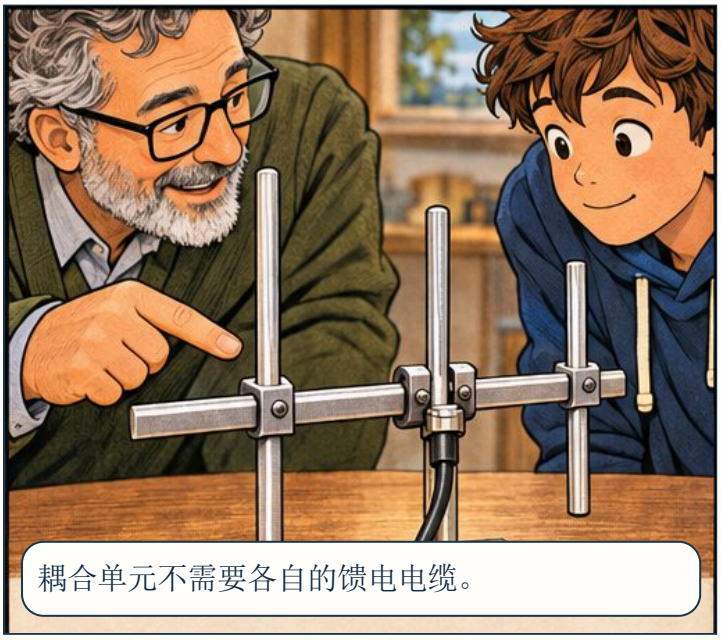
八木天线的单元

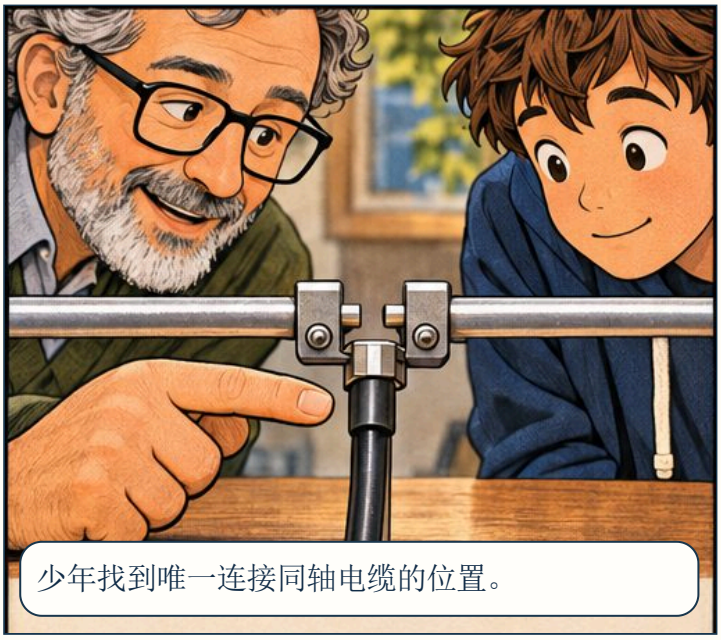

八木天线包含一个馈电单元和耦合单元。


常见形式中，反射器位于馈电单元之后。

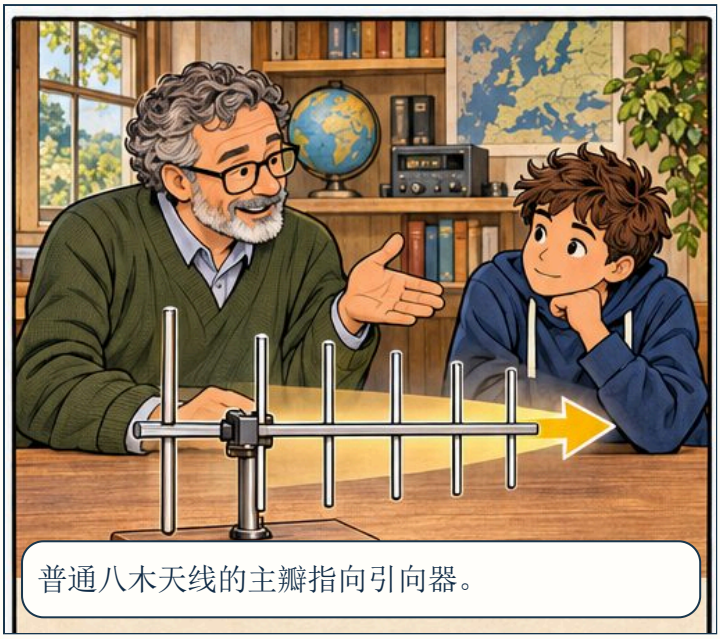

前方有一个或多个引向器。


长度和间距需要共同设计。

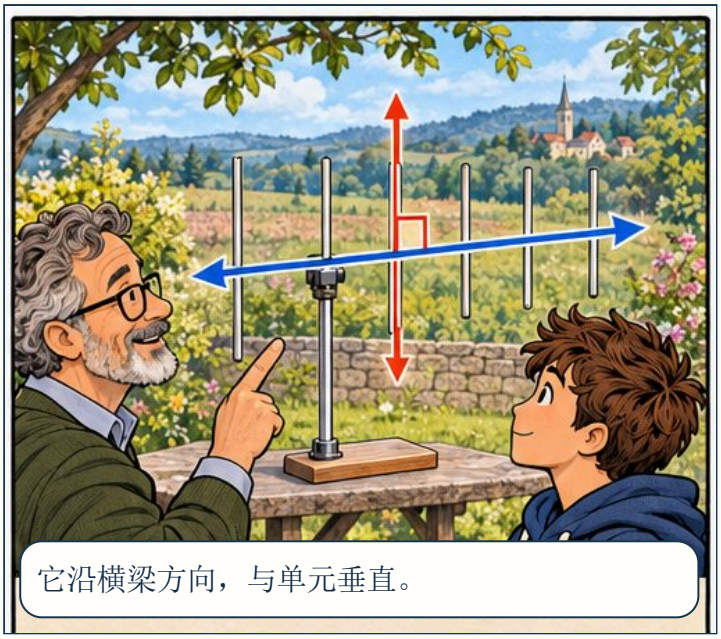

耦合单元不需要各自的馈电电缆。


少年找到唯一连接同轴电缆的位置。

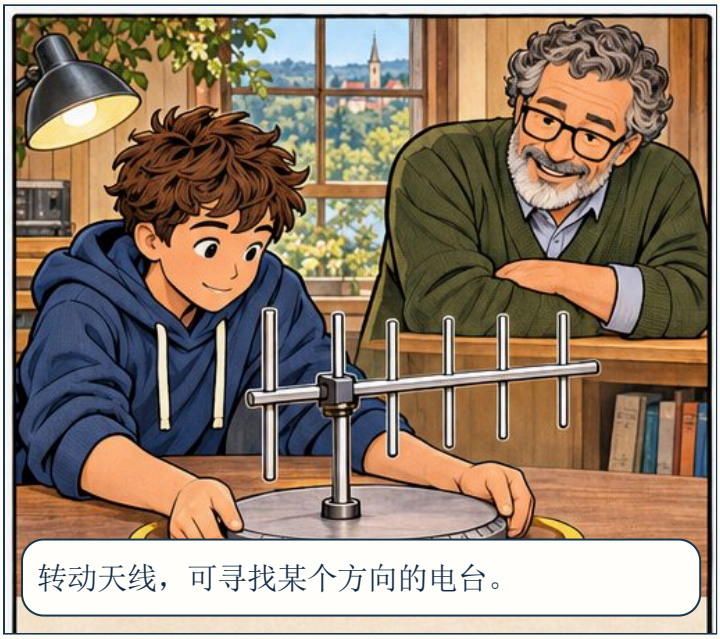
横梁的方向



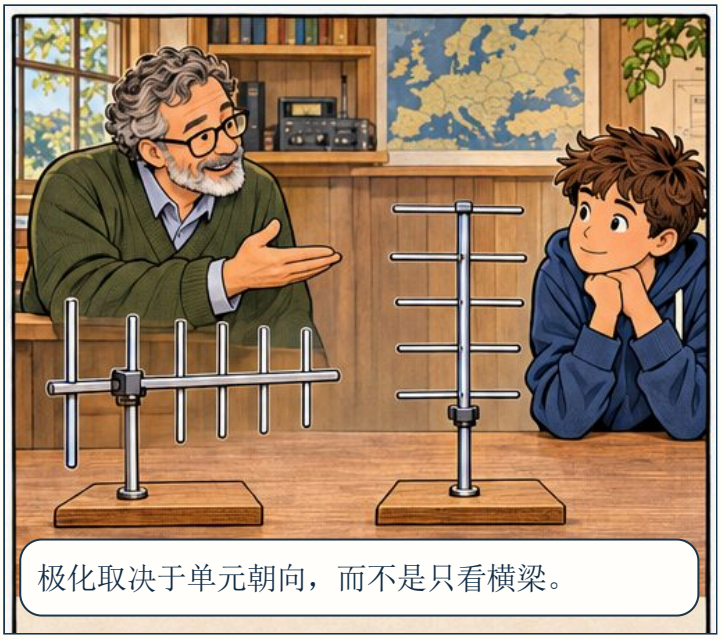
普通八木天线的主瓣指向引向器。



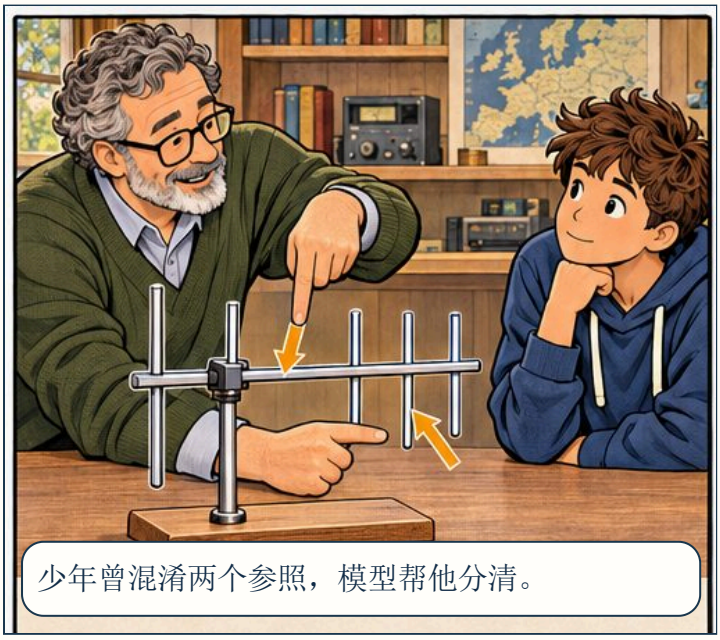
它沿横梁方向，与单元垂直。



转动天线，可寻找某个方向的电台。



极化取决于单元朝向，而不是只看横梁。



少年曾混淆两个参照，模型帮他分清。

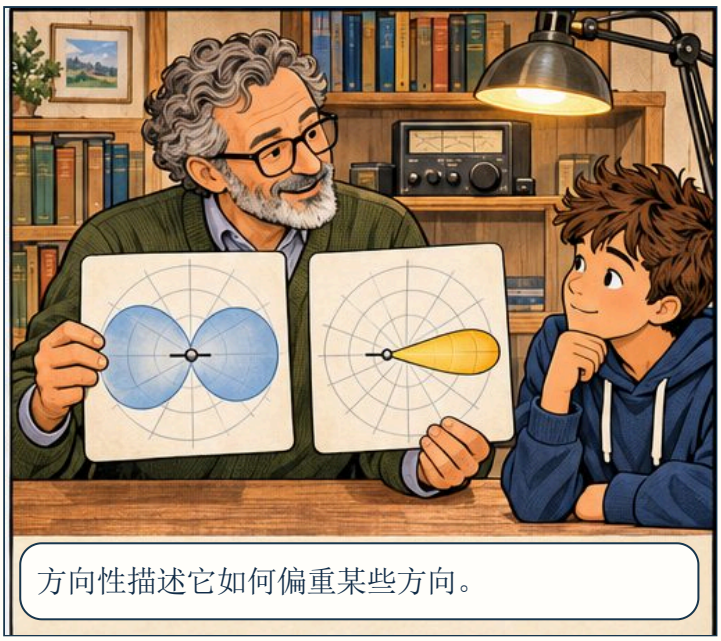


他分别画出指向箭头和极化箭头。

增益并不创造能量



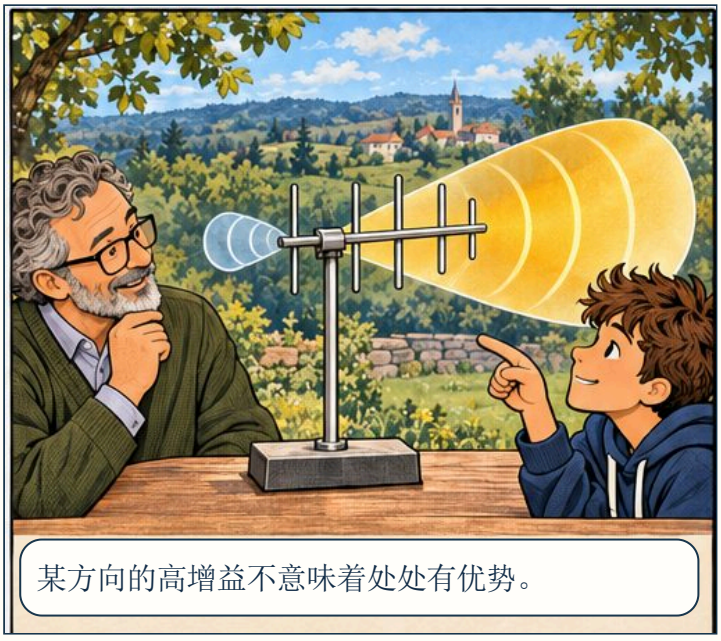
无源天线不制造信号功率。



方向性描述它如何偏重某些方向。



增益还考虑天线内部损耗。



某方向的高增益不意味着处处有优势。

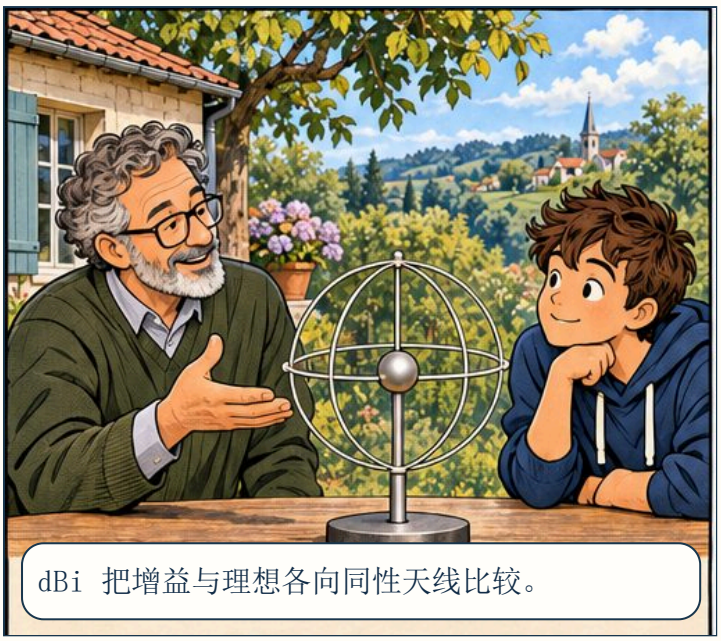


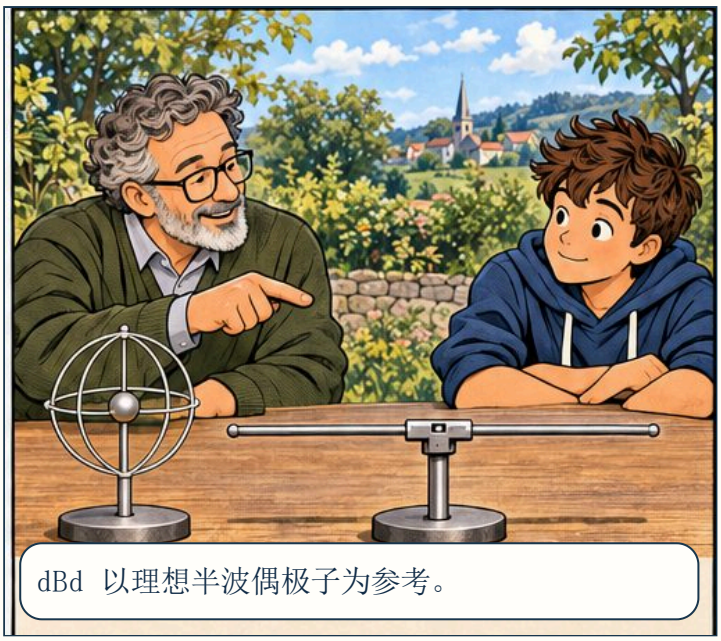
接收时，这种选择有助于面向特定电台。

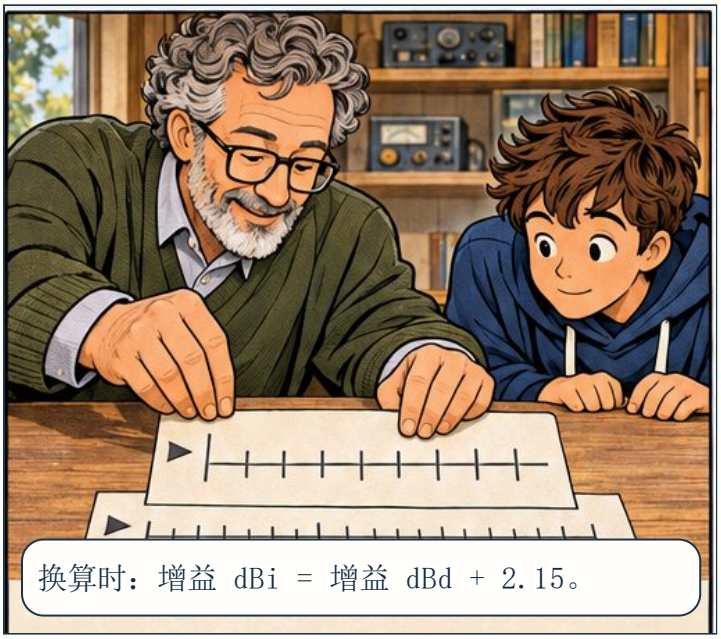


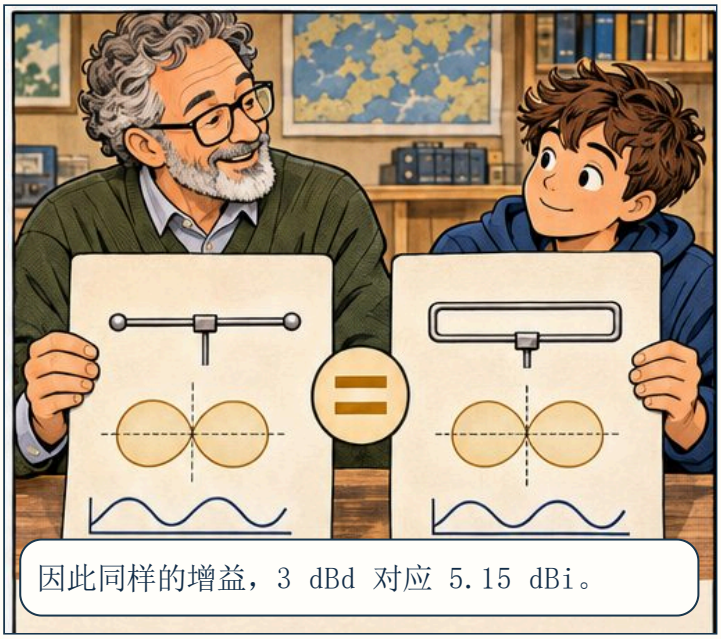
少年终于理解为何使用时需要定向。

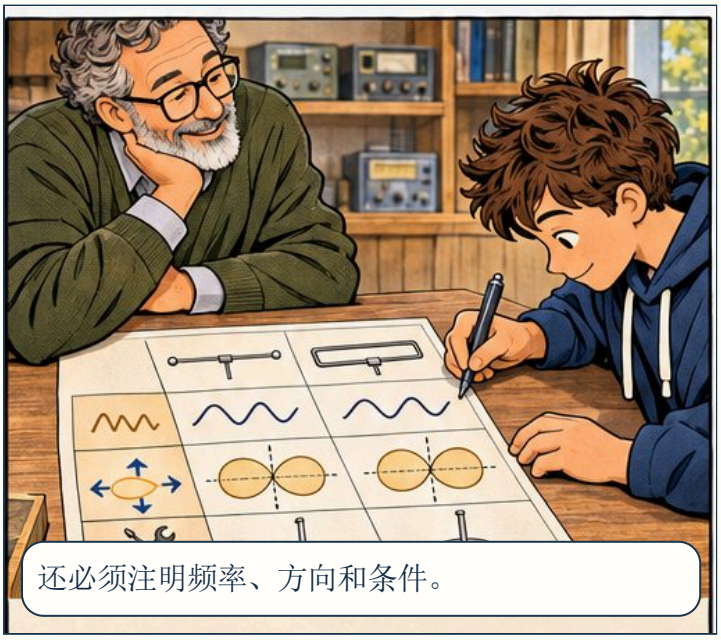
一个数值，两种参考

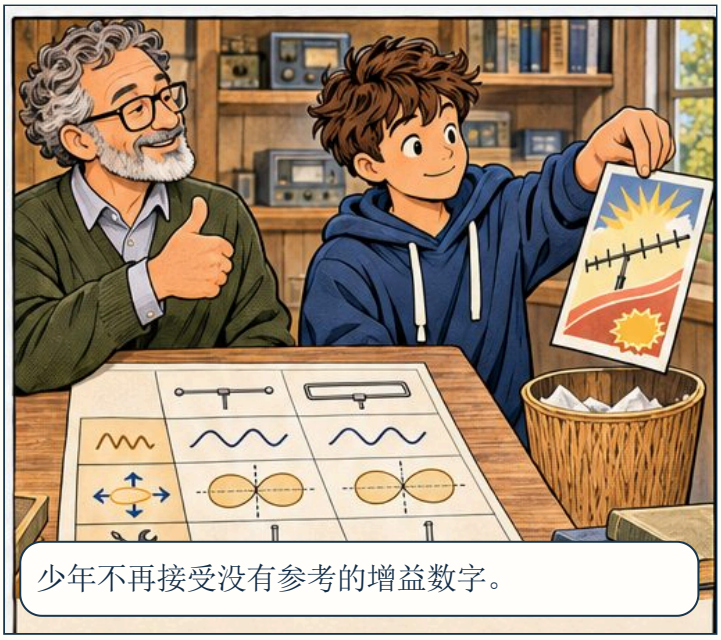

dBi 把增益与理想各向同性天线比较。


dBd 以理想半波偶极子为参考。


换算时：增益 dBi = 增益 dBd + 2.15。


因此同样的增益，3 dBd 对应 5.15 dBi。


还必须注明频率、方向和条件。


少年不再接受没有参考的增益数字。

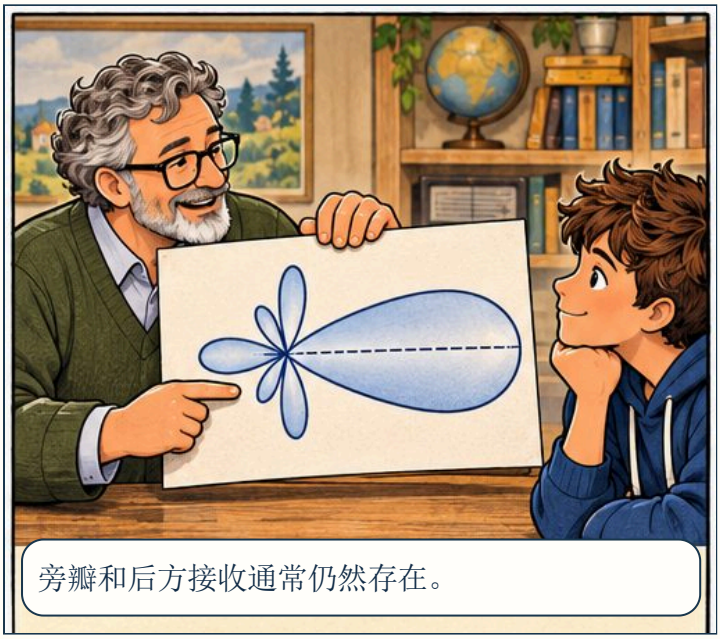
波束具有宽度



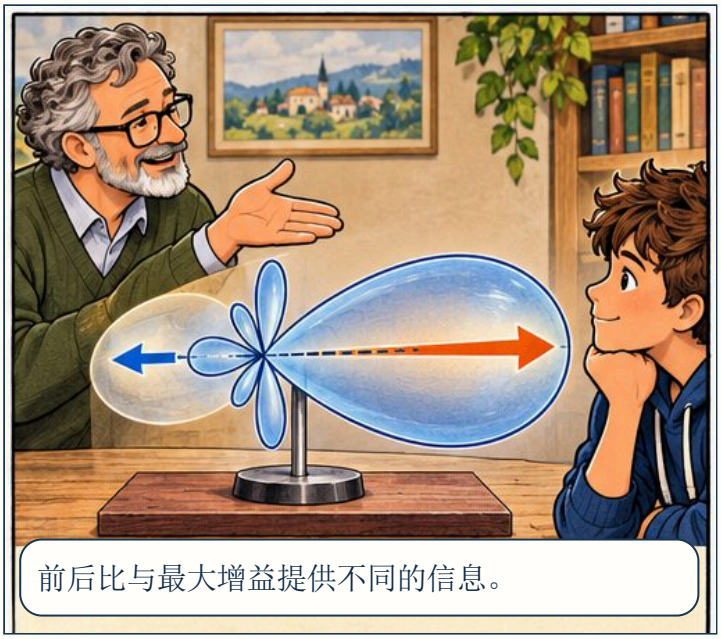
主波束覆盖一个角度，并不是一条直线。



波束越窄，指向越需仔细。



旁瓣和后方接收通常仍然存在。



前后比与最大增益提供不同的信息。

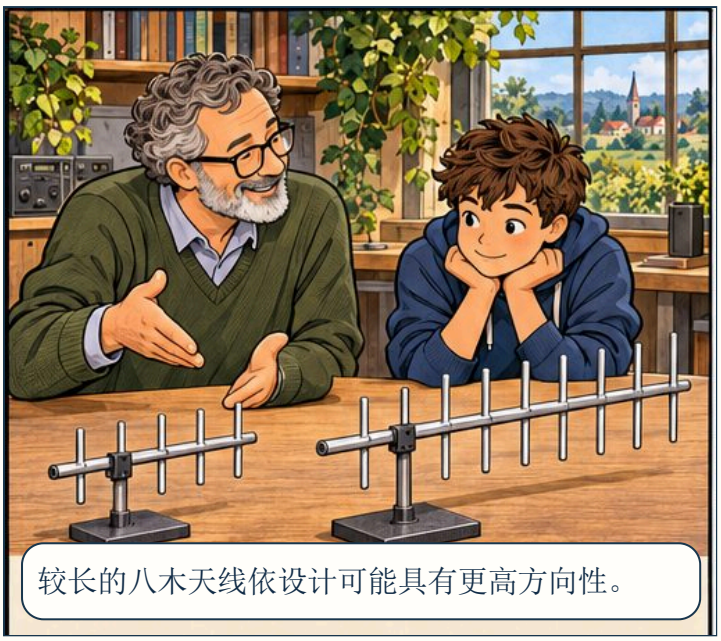


完整方向图有助于理解这些限制。

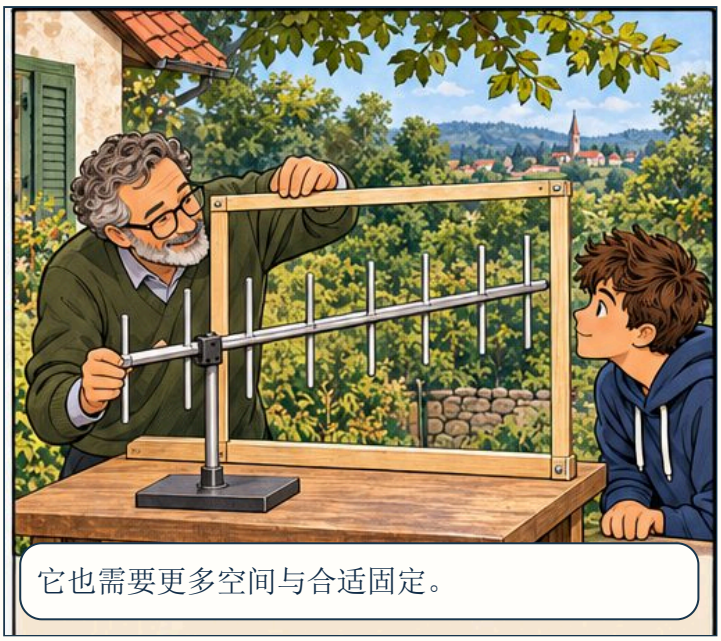


少年在指向箭头周围加上余量。

更多单元，更多要求



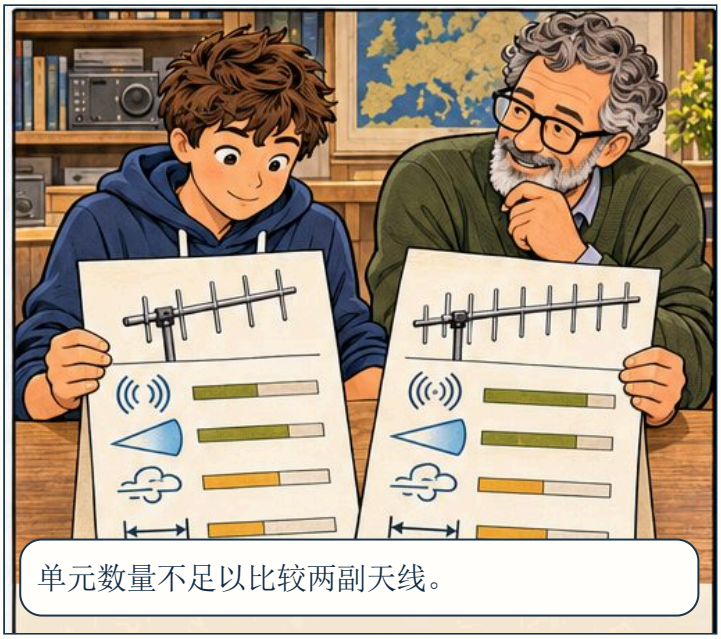
较长的八木天线依设计可能具有更高方向性。



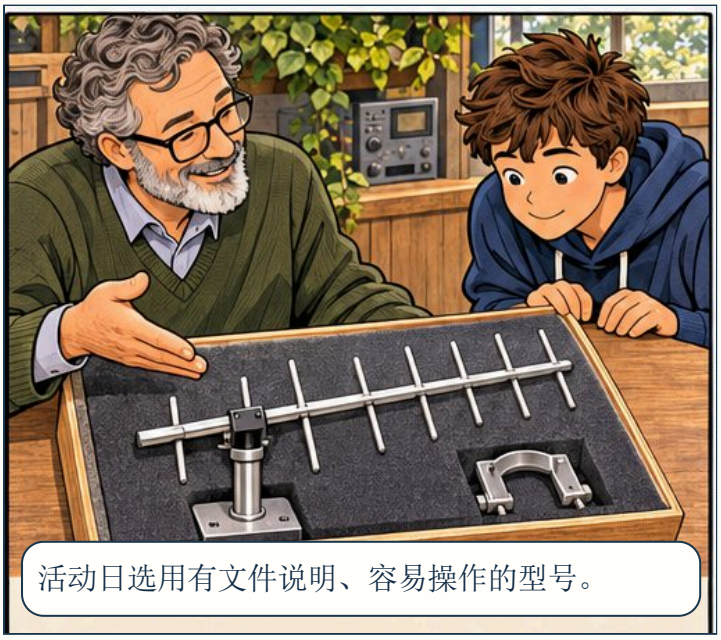
它也需要更多空间与合适固定。



风、重量和转动都是设计条件。



单元数量不足以比较两副天线。

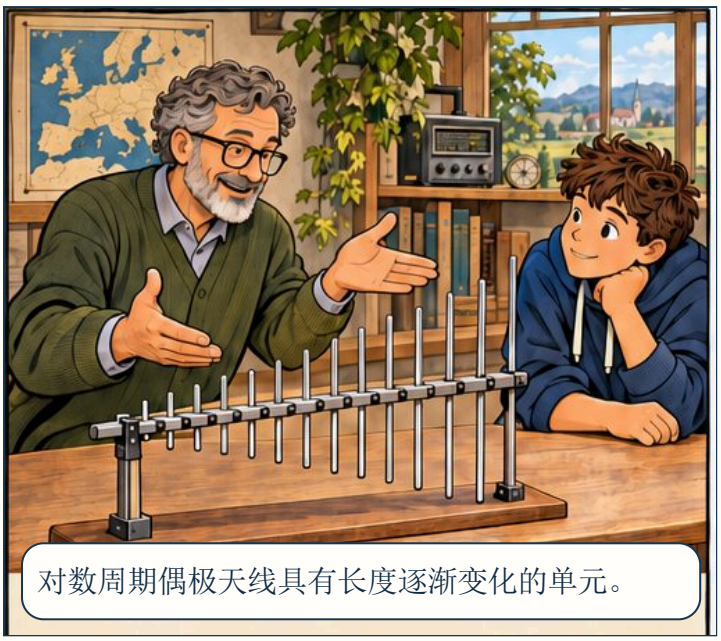


活动日选用有文件说明、容易操作的型号。

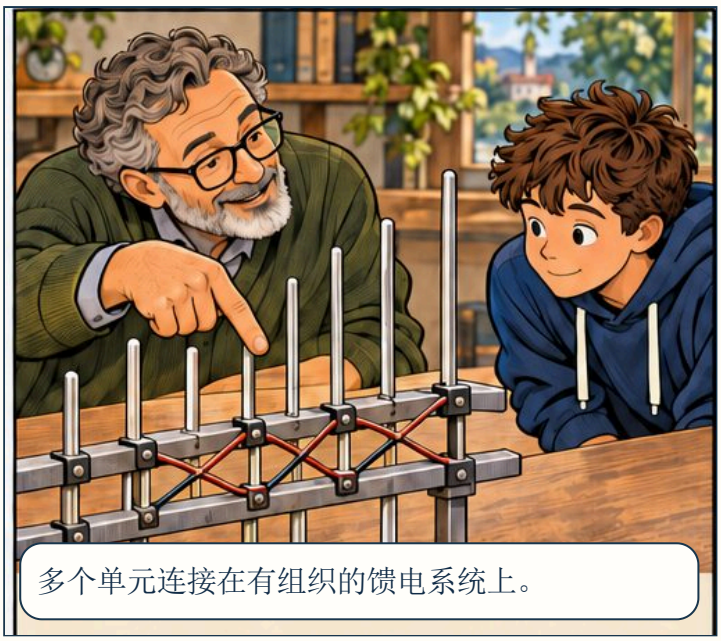


少年选择自己真正能解释清楚的演示。

对数周期天线改变尺度



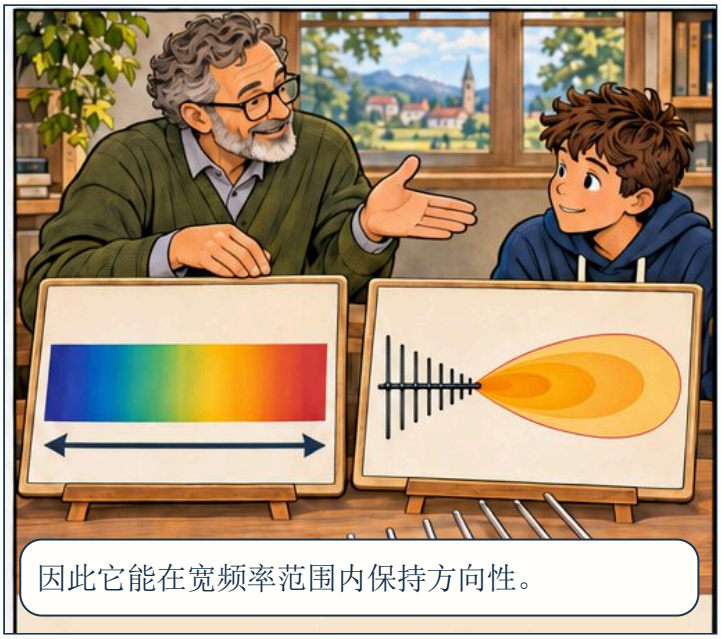
对数周期偶极天线具有长度逐渐变化的单元。



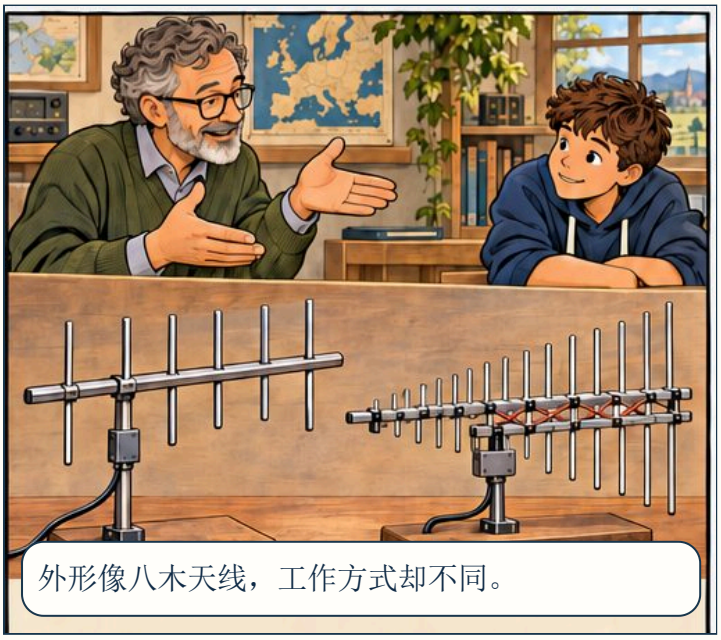
多个单元连接在有组织的馈电系统上。



主要工作区域随频率变化。



因此它能在宽频率范围内保持方向性。



外形像八木天线，工作方式却不同。

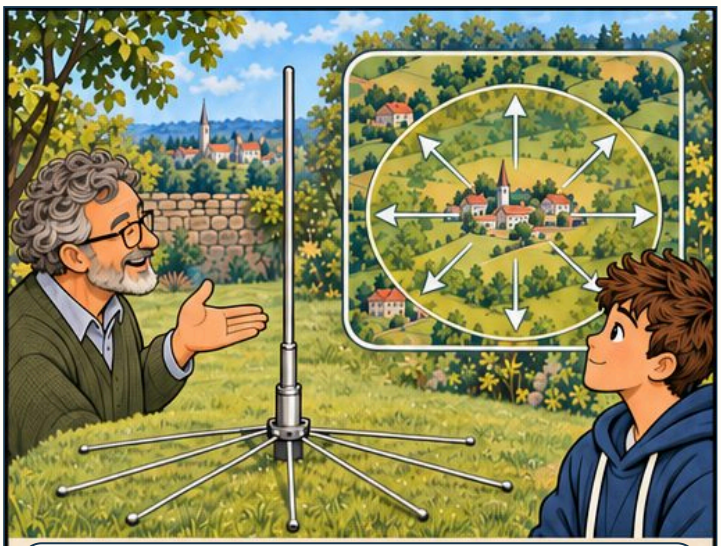


少年先沿连接观察，再按形状分类。

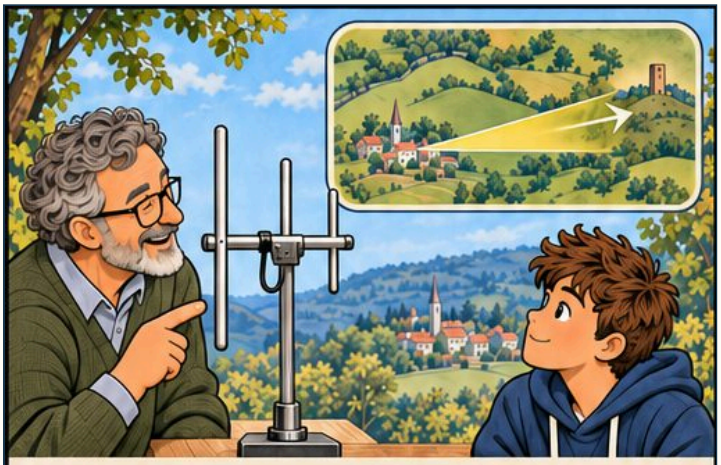
三副天线，三种用途



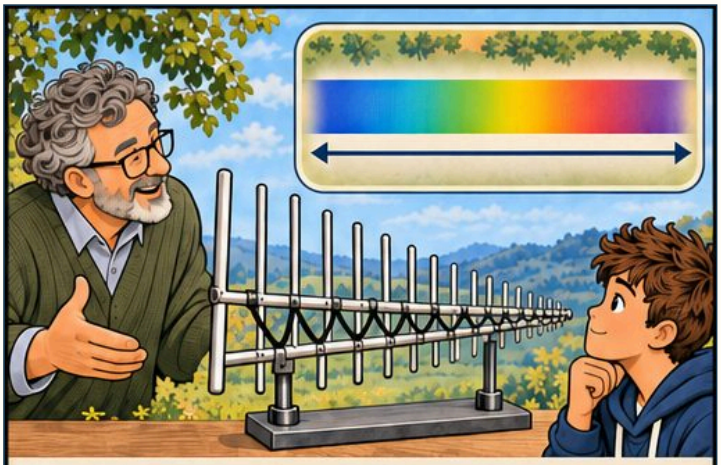
他们把垂直、八木和对数周期天线放到一起。



垂直天线满足花园四周覆盖的需求。



八木天线展示面向一个方向的调整。



对数周期天线说明更宽的频率覆盖。

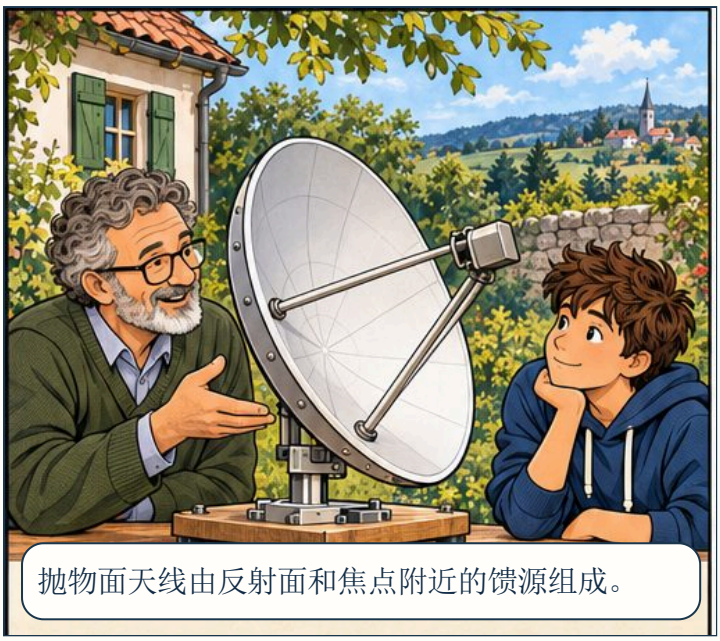


卡片都不能取代实际技术参数。

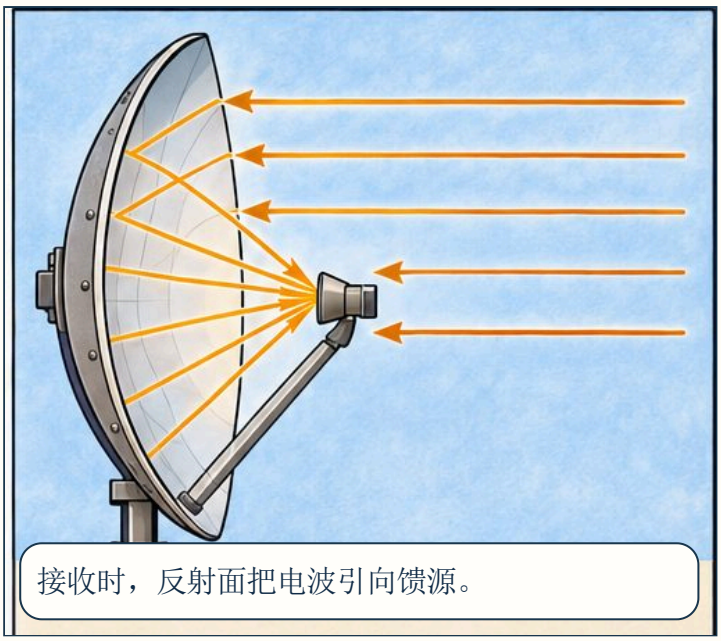


少年开始把天线家族与需求联系起来。

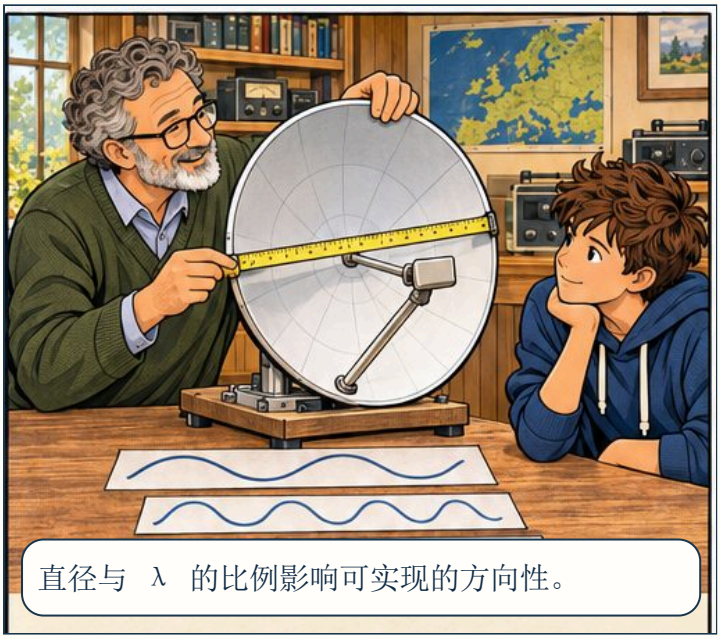
抛物面与焦点



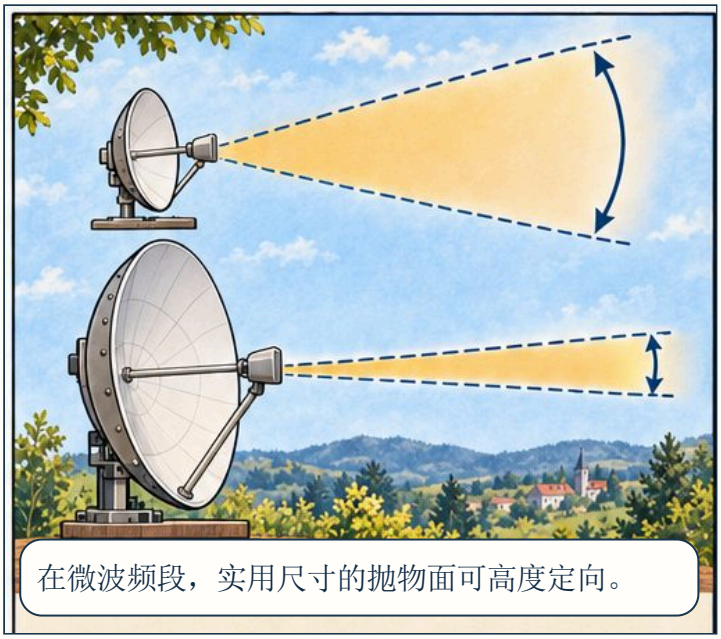
抛物面天线由反射面和焦点附近的馈源组成。



接收时，反射面把电波引向馈源。



直径与 λ 的比例影响可实现的方向性。



在微波频段，实用尺寸的抛物面可高度定向。



馈源、极化和损耗仍然关键。



少年发现，只有“碟子”并不是完整天线。

瞄准需要精度



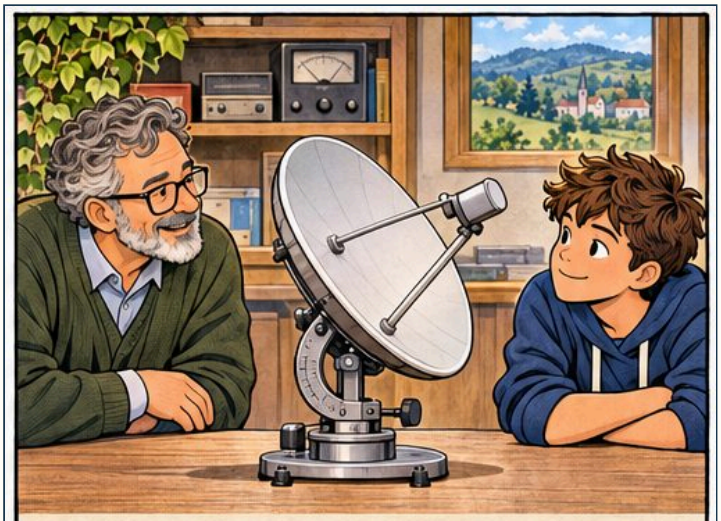
定向抛物面要求精确的方位角和仰角。



偏差可能使接收信号大幅降低。



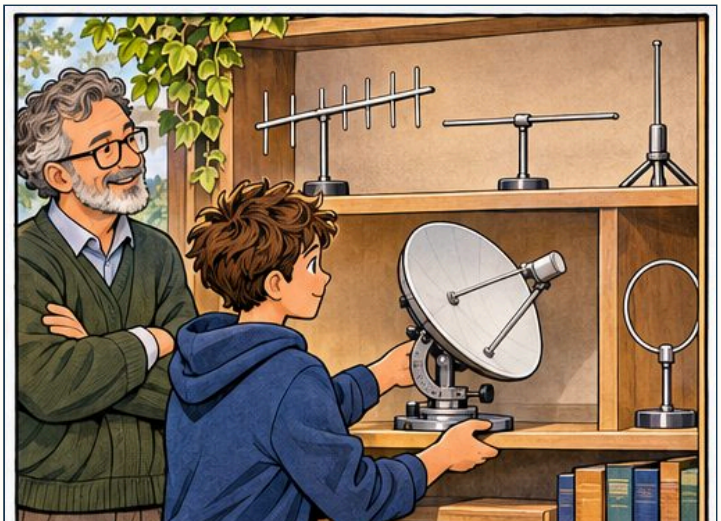
移动卫星还需要适当跟踪。



他们只观察装在稳固支架上的模型。

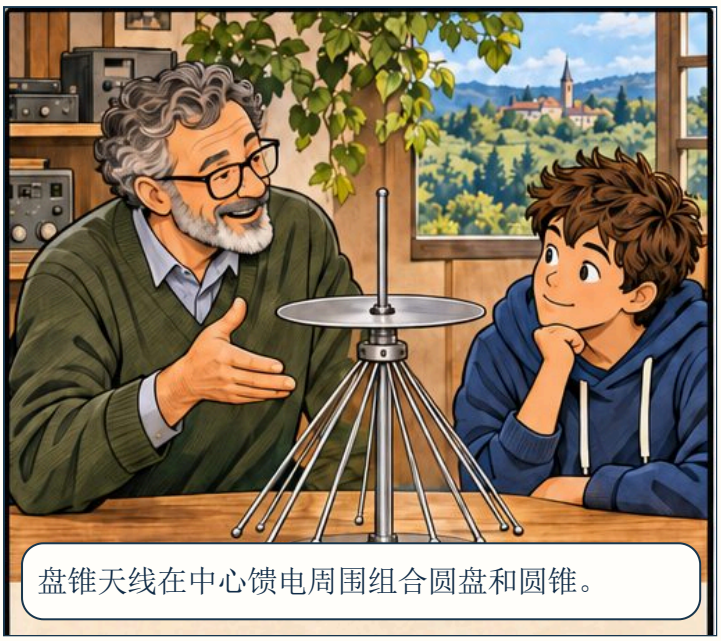


抛物面不符合四周收听本地信号的需求。

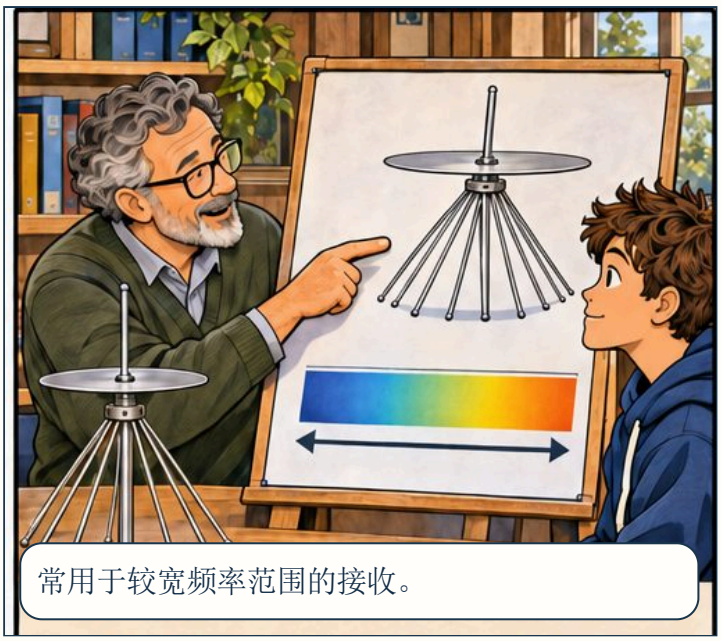


少年把它留在故事里，不装进花园器材箱。

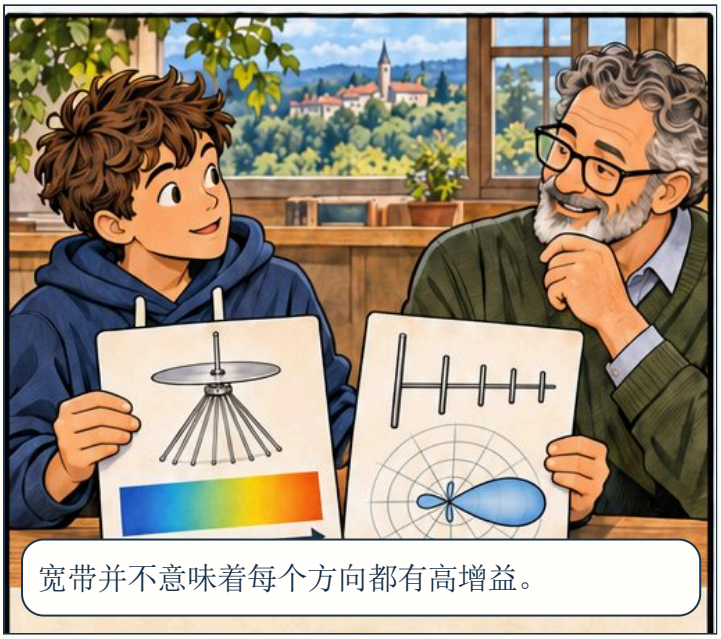
盘锥天线与宽带



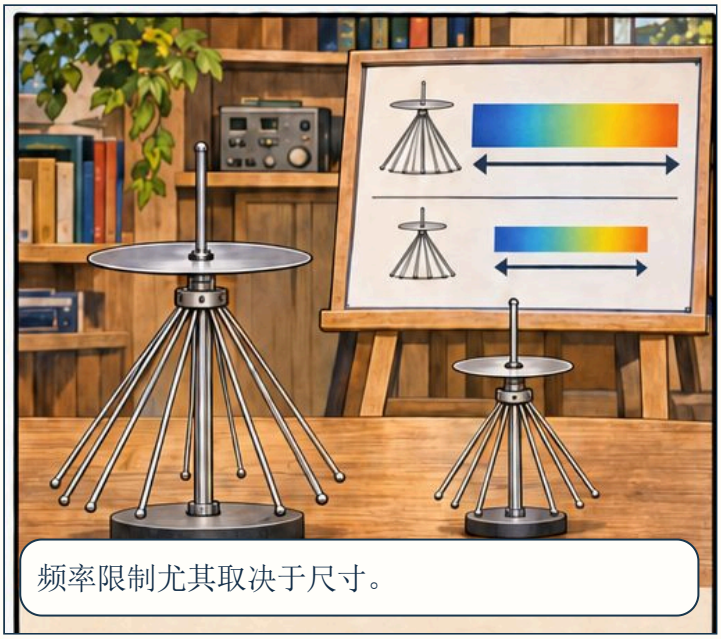
盘锥天线在中心馈电周围组合圆盘和圆锥。



常用于较宽频率范围的接收。



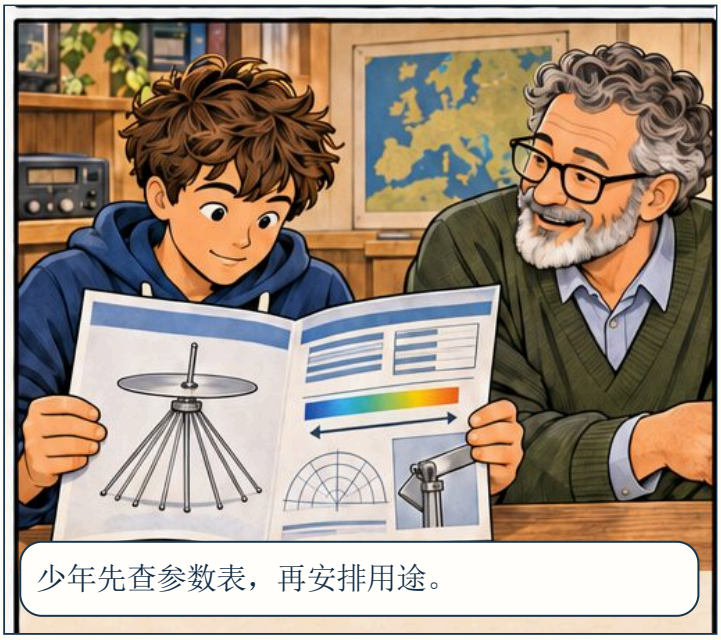
宽带并不意味着每个方向都有高增益。



频率限制尤其取决于尺寸。

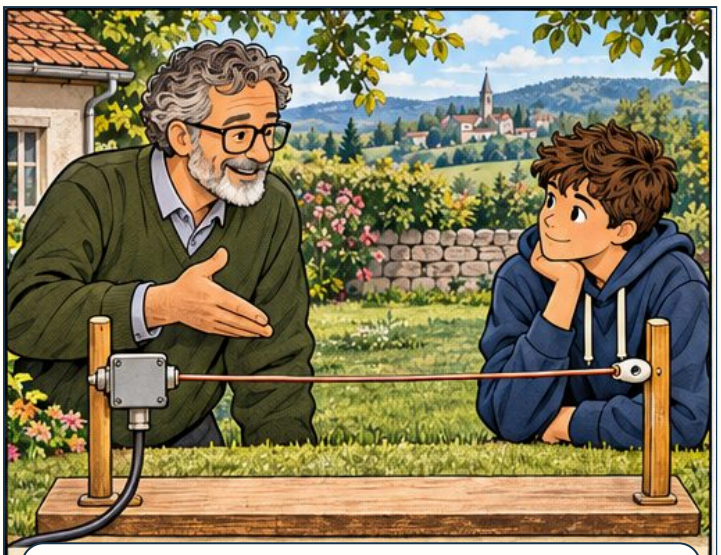


接收版本并不自动适用于发射。

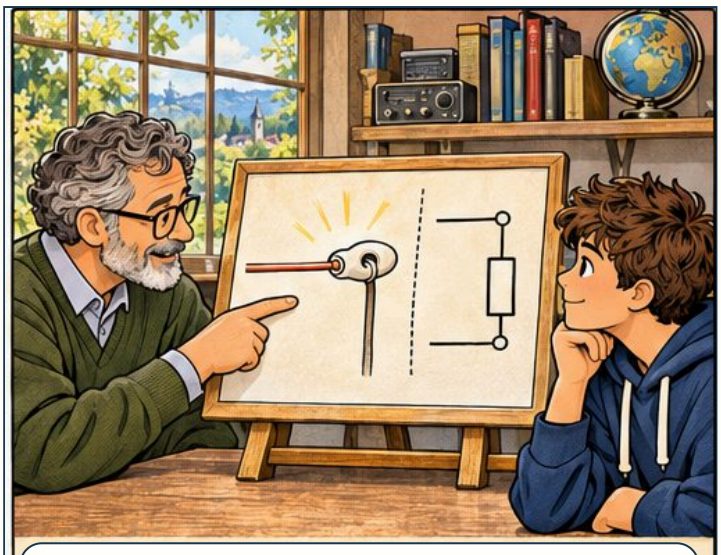


少年先查参数表，再安排用途。

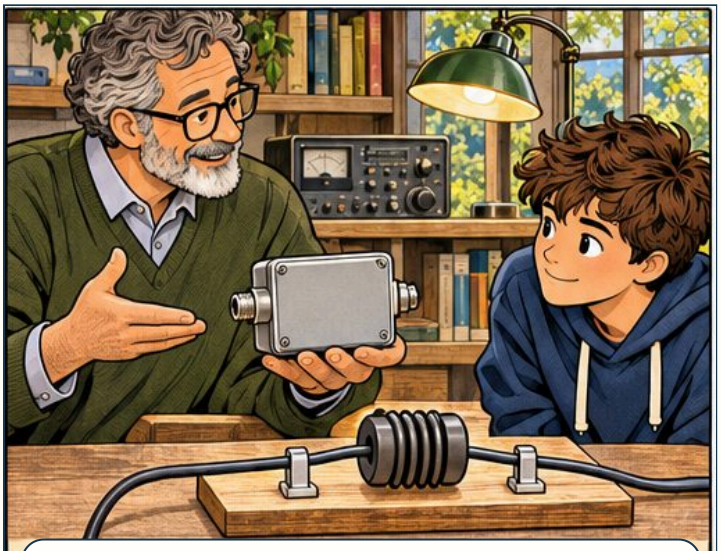
端点馈电的导线



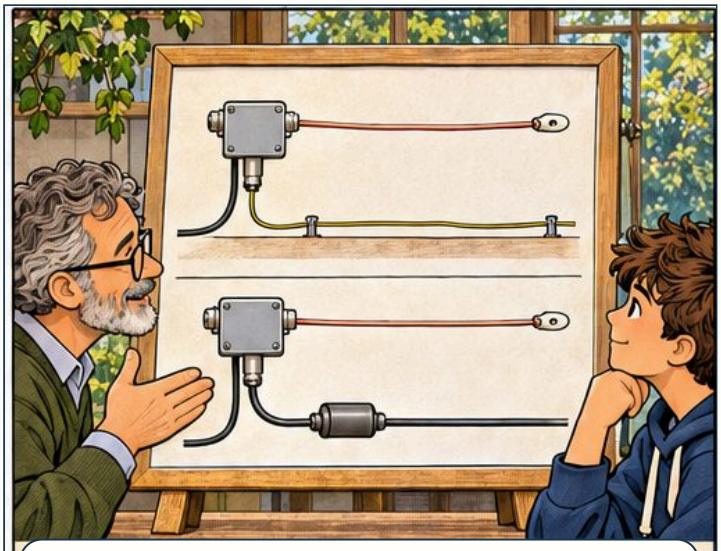
端馈半波天线 EFHW 有时便于架设线天线。



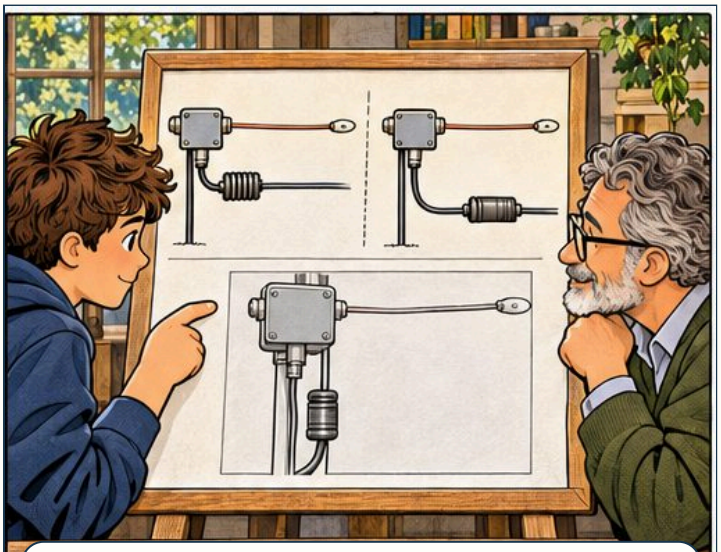
馈电点阻抗很高。



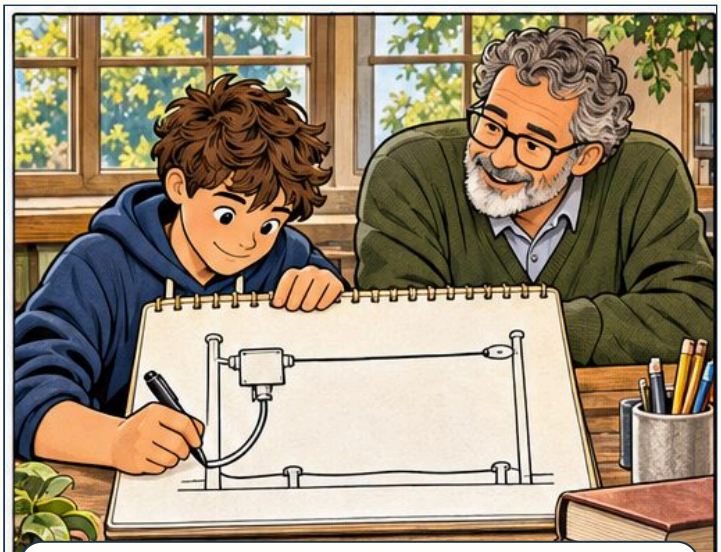
需要合适的变压器与电流返回路径。



返回路径可能包括配重线或部分电缆系统。



连接和电流抑制应遵循有依据的设计。



少年放弃了“一根线独自工作”的想法。

任意导线不是万能的


任意长度的导线可能需要在目标频段进行匹配。


调谐器不能消除损耗和方向图限制。

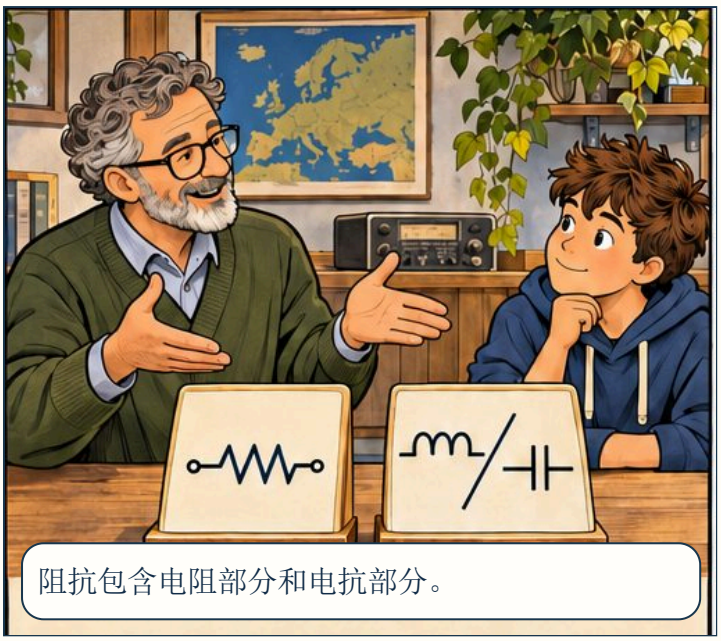

电缆与电流返回路径都属于完整系统。

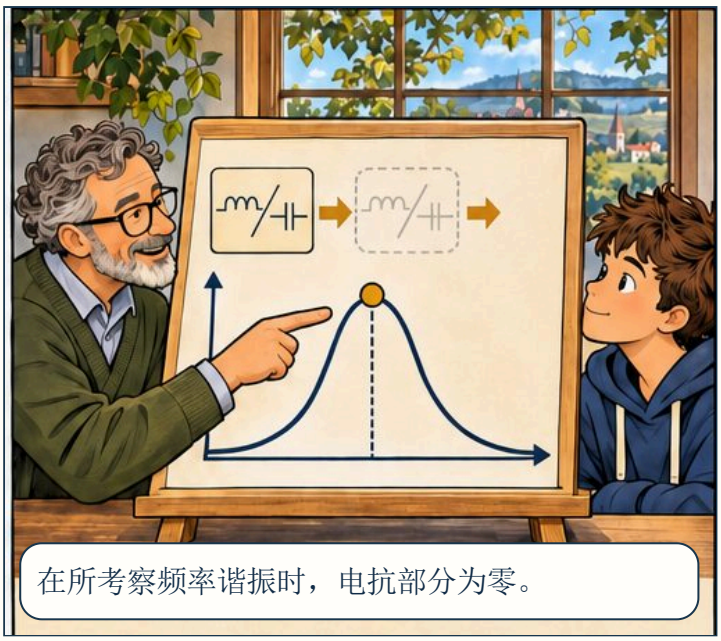

在多个频段，波瓣可能移动并增多。


便于携带仍是优点，但伴随折中。

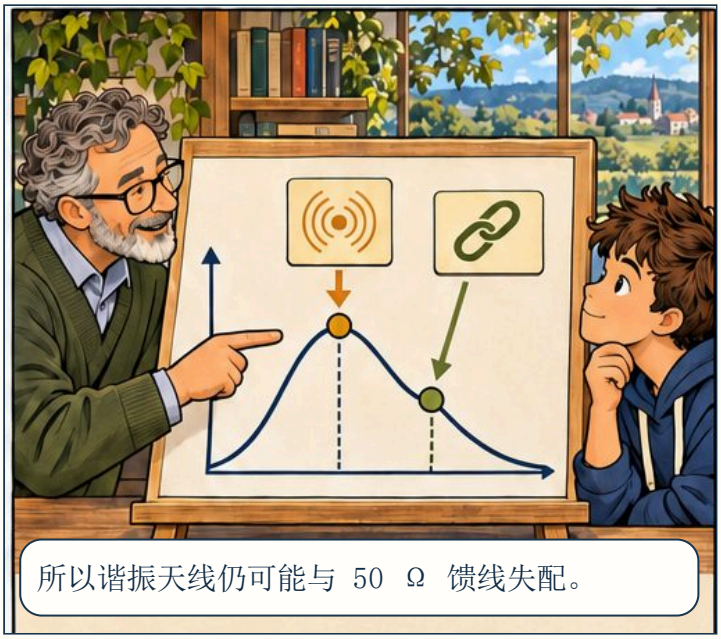

少年开始准备选择，而非只列外形目录。

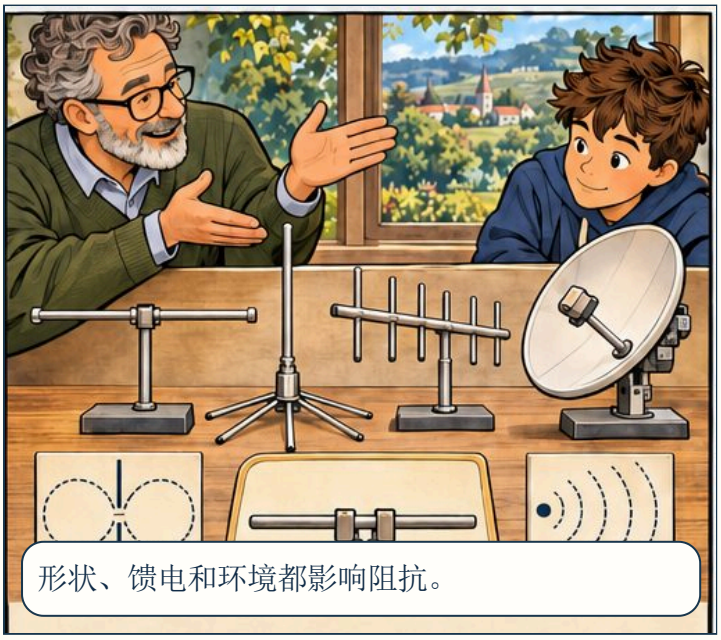
谐振不等于完全匹配


阻抗包含电阻部分和电抗部分。


在所考察频率谐振时，电抗部分为零。

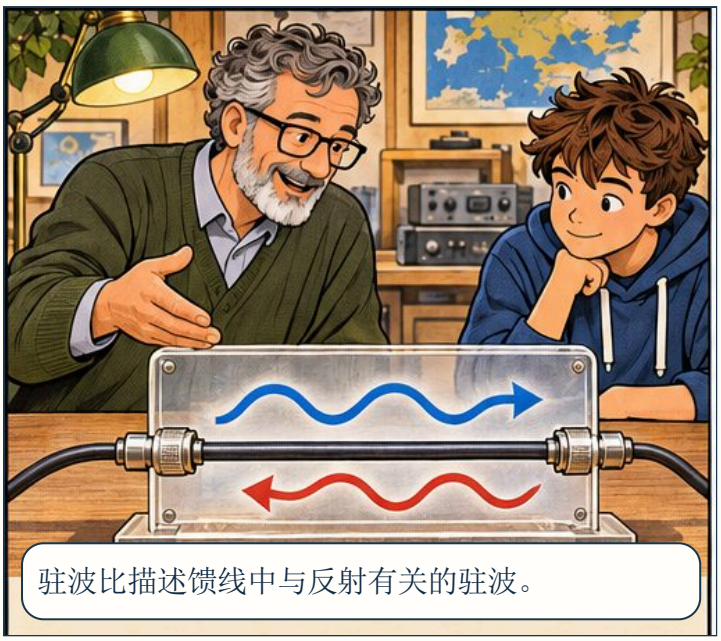

但电阻部分不一定就是 50 Ω。


所以谐振天线仍可能与 50 Ω 馈线失配。

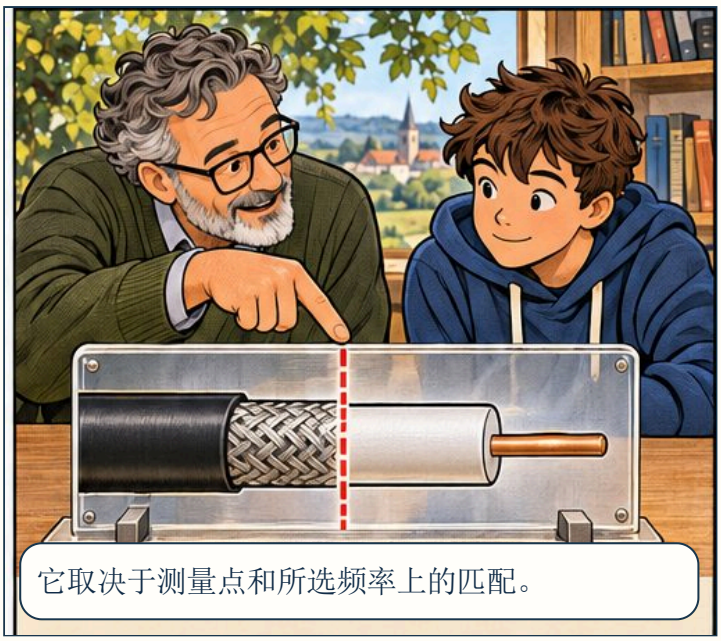

形状、馈电和环境都影响阻抗。


少年分清了原以为相同的两个问题。

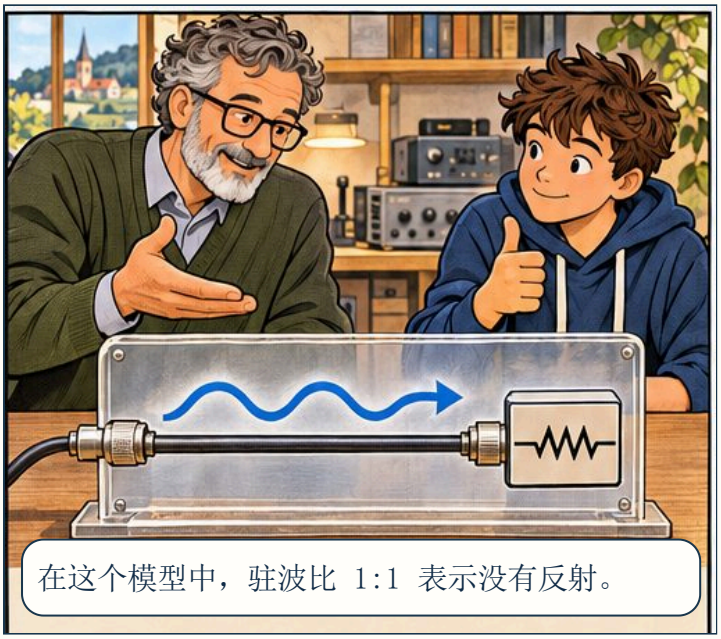
驻波比说明什么



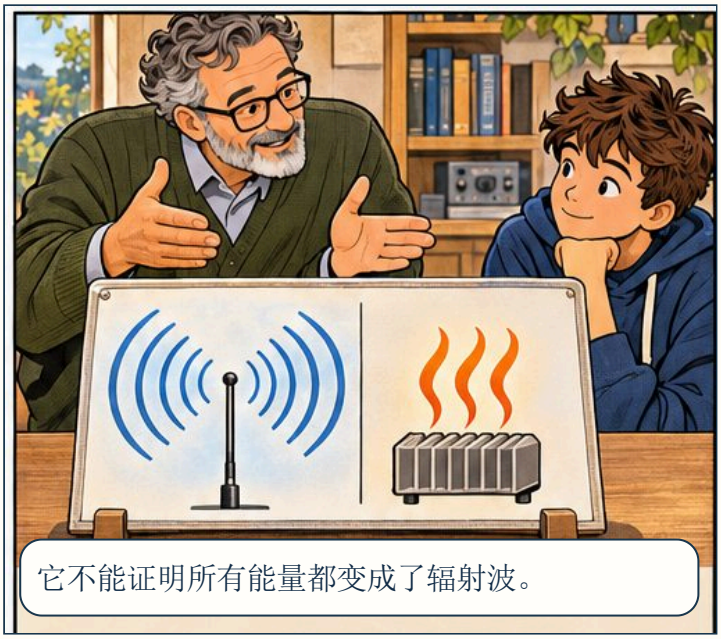
驻波比描述馈线中与反射有关的驻波。



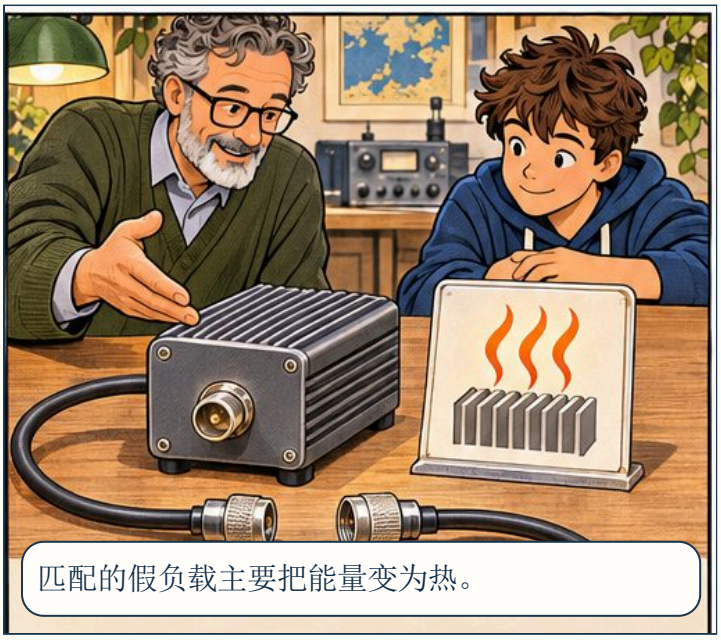
它取决于测量点和所选频率上的匹配。



在这个模型中，驻波比 1:1 表示没有反射。



它不能证明所有能量都变成了辐射波。



匹配的假负载主要把能量变为热。

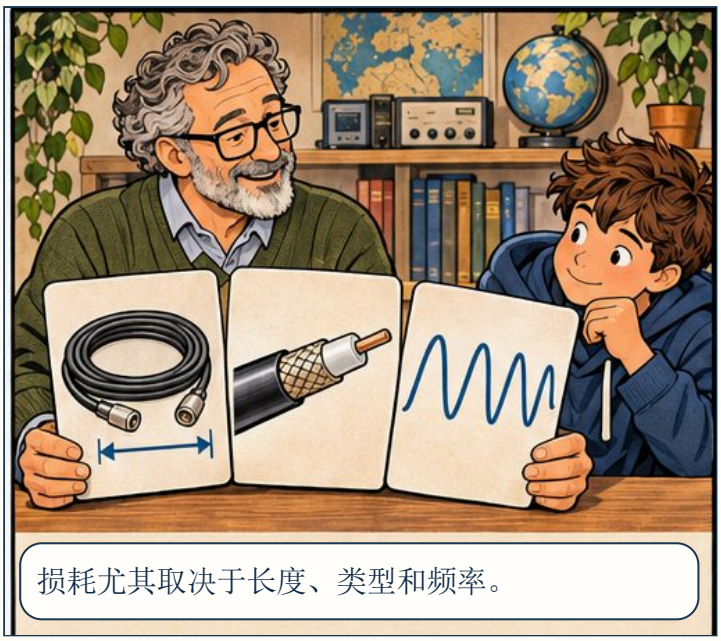


少年不再把低驻波比当作好天线的证明。

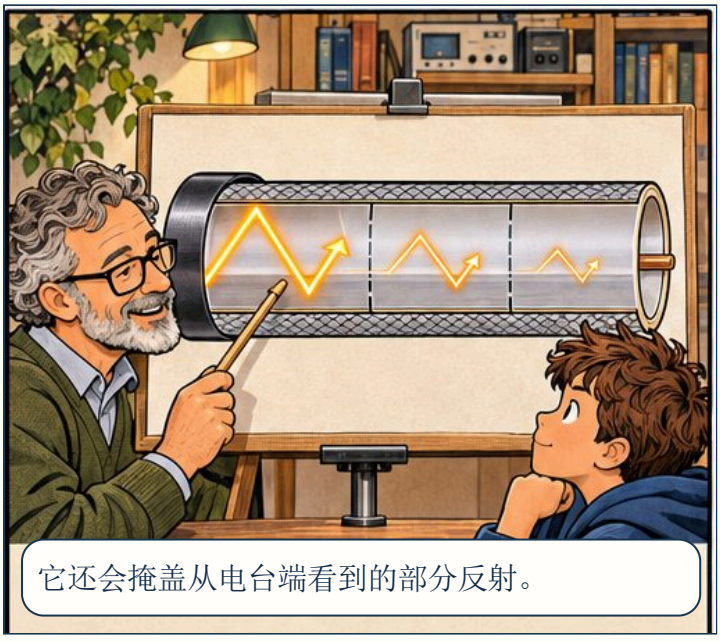
电缆里也藏着损耗



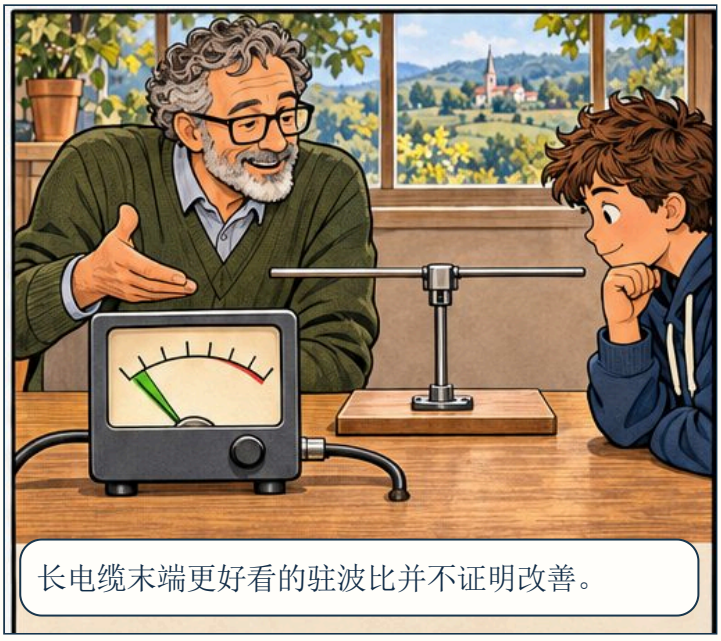
实际电缆使天线到接收机之间的信号衰减。



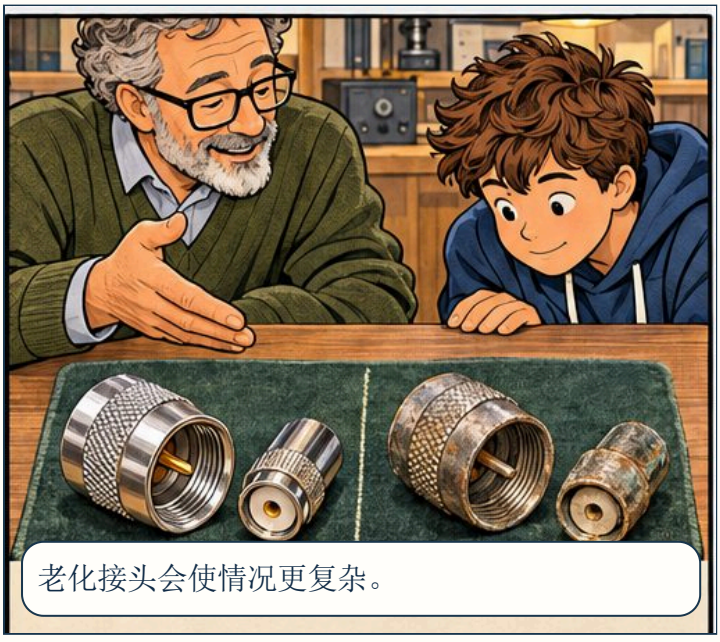
损耗尤其取决于长度、类型和频率。



它还会掩盖从电台端看到的部分反射。



长电缆末端更好看的驻波比并不证明改善。

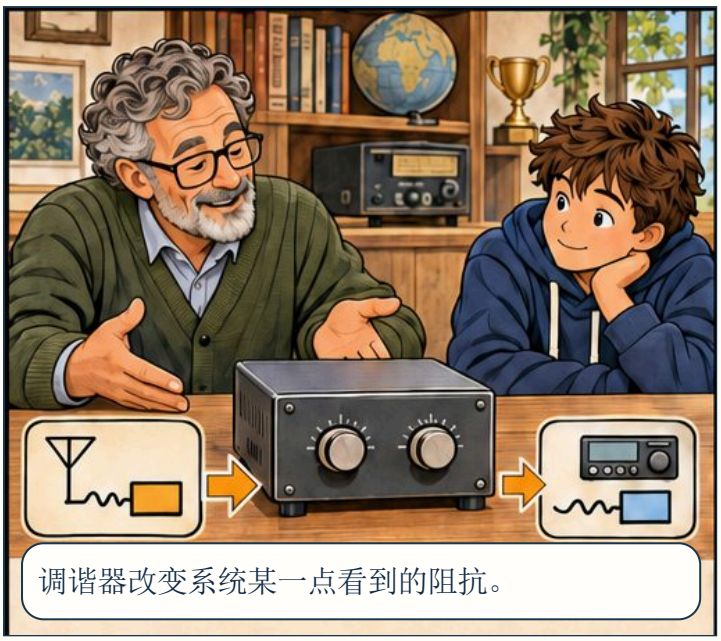


老化接头会使情况更复杂。

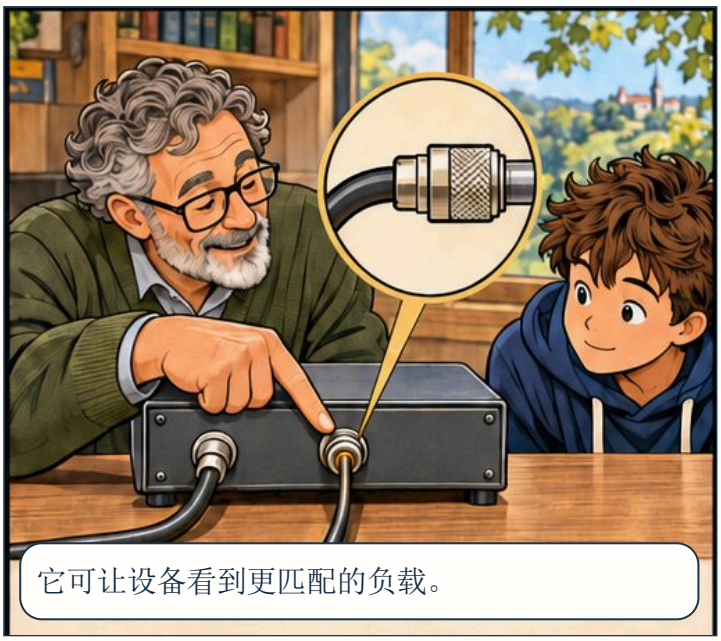


试验前，少年检查断开的电缆。

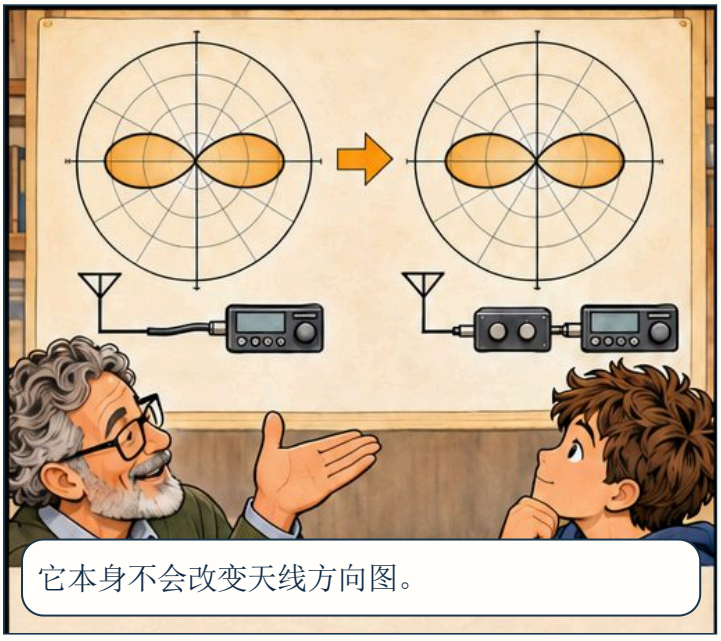
调谐器的具体作用



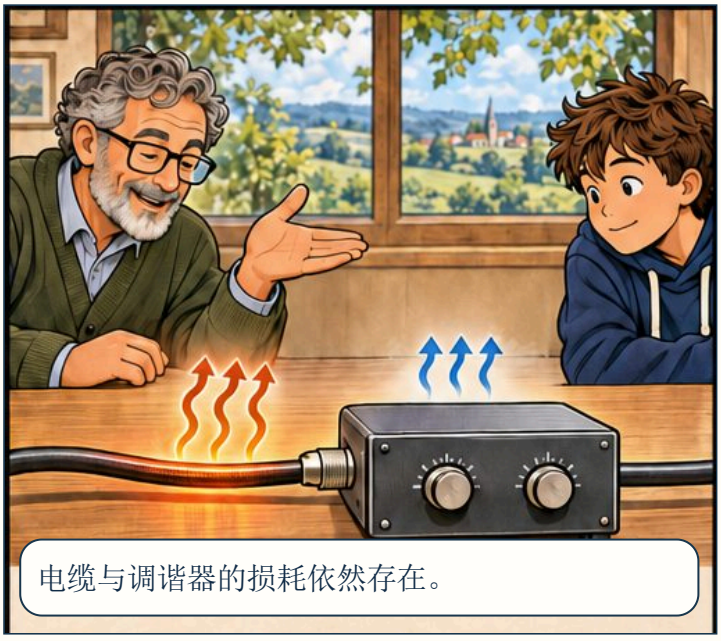
调谐器改变系统某一点看到的阻抗。



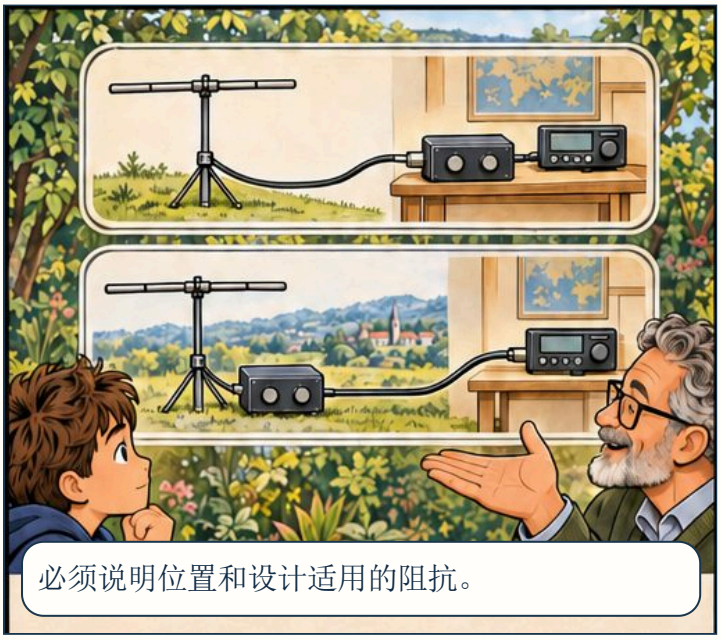
它可让设备看到更匹配的负载。



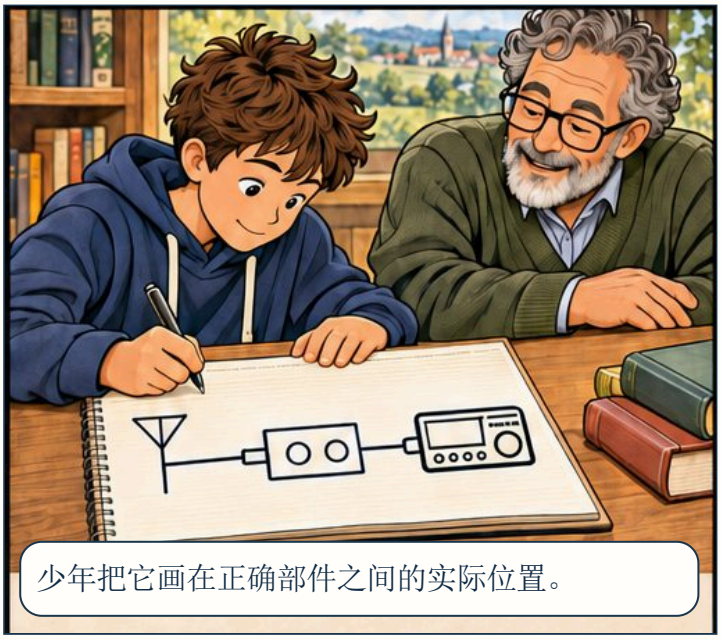
它本身不会改变天线方向图。



电缆与调谐器的损耗依然存在。



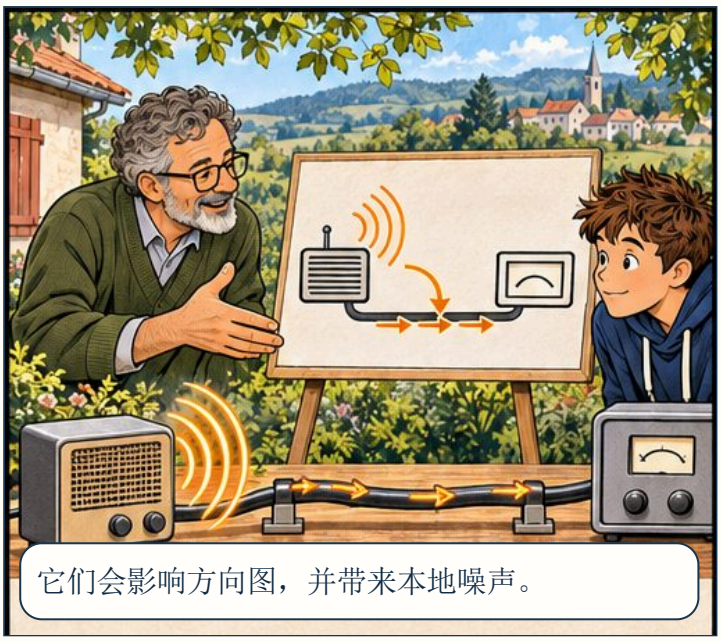
必须说明位置和设计适用的阻抗。

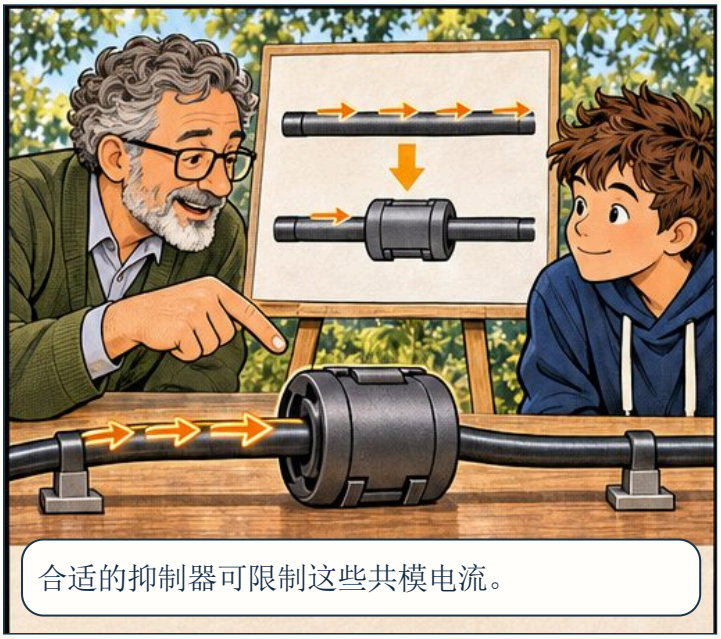


少年把它画在正确部件之间的实际位置。

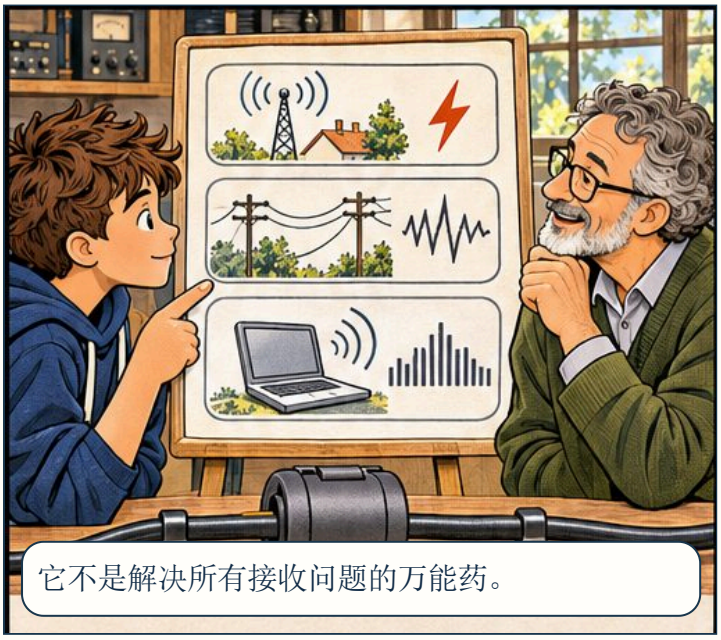
走了岔路的电流

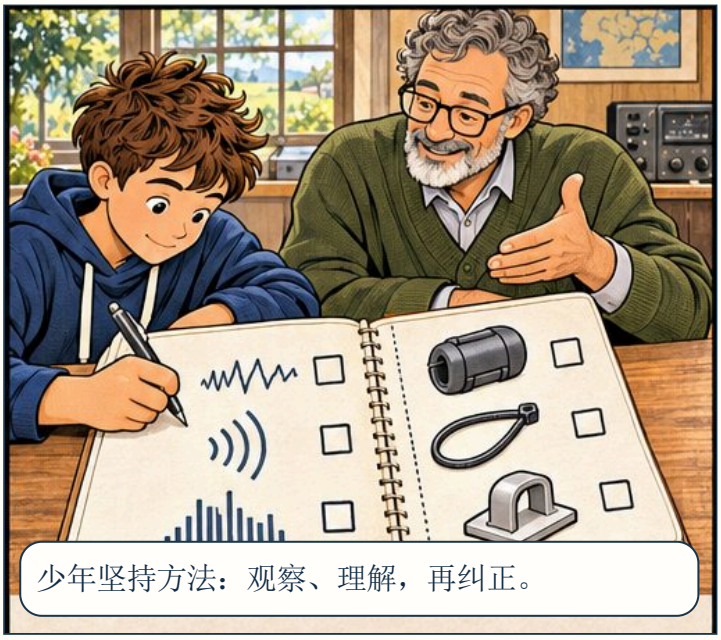

同轴屏蔽层外表面可能流过不需要的电流。


它们会影响方向图，并带来本地噪声。


合适的抑制器可限制这些共模电流。


效果取决于设计、频率和安装位置。

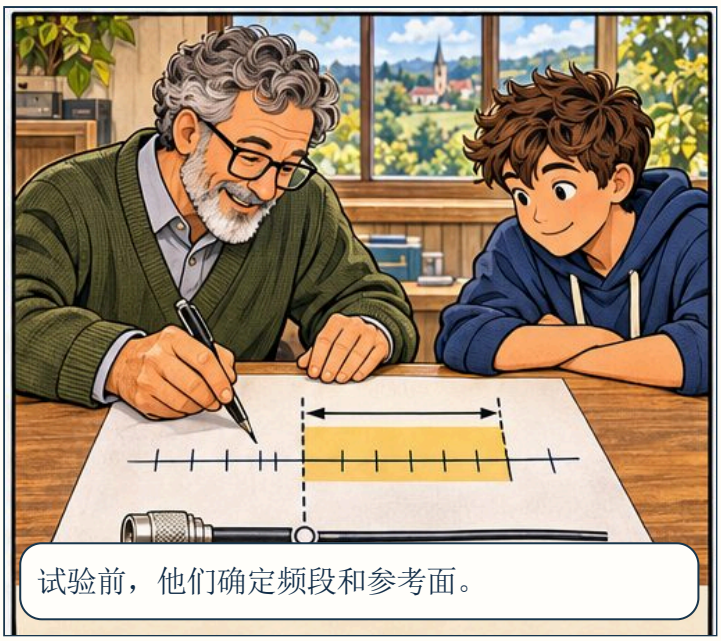

它不是解决所有接收问题的万能药。


少年坚持方法：观察、理解，再纠正。

分析仪提出另一个问题



矢量分析仪可测量天线输入端的反射。



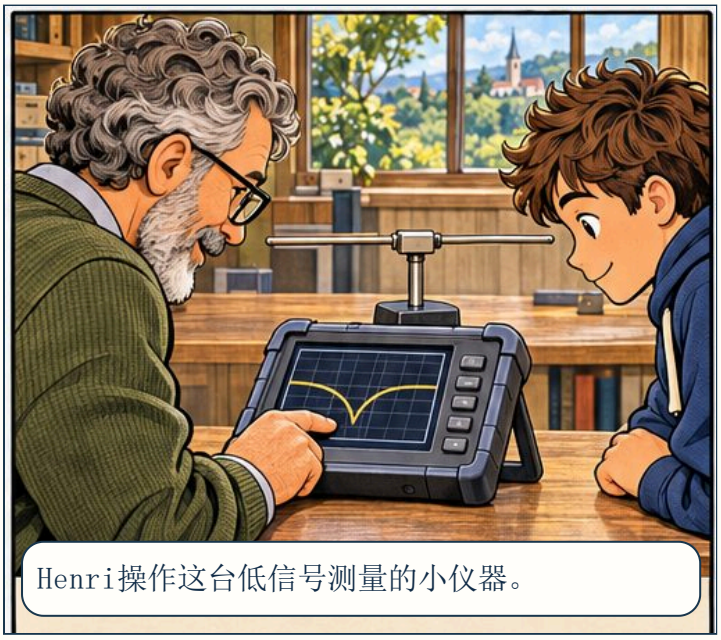
试验前，他们确定频段和参考面。



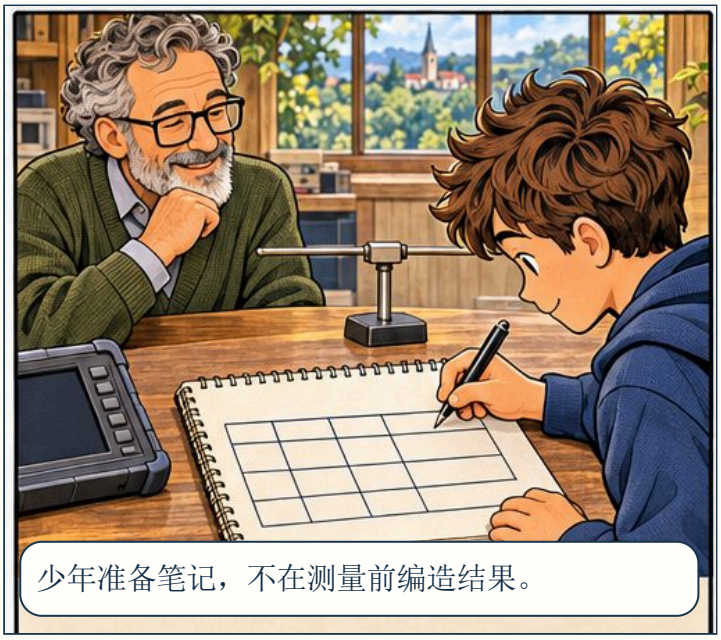
按说明书使用指定负载进行校准。



输入端不能连着发射机或有源放大器。

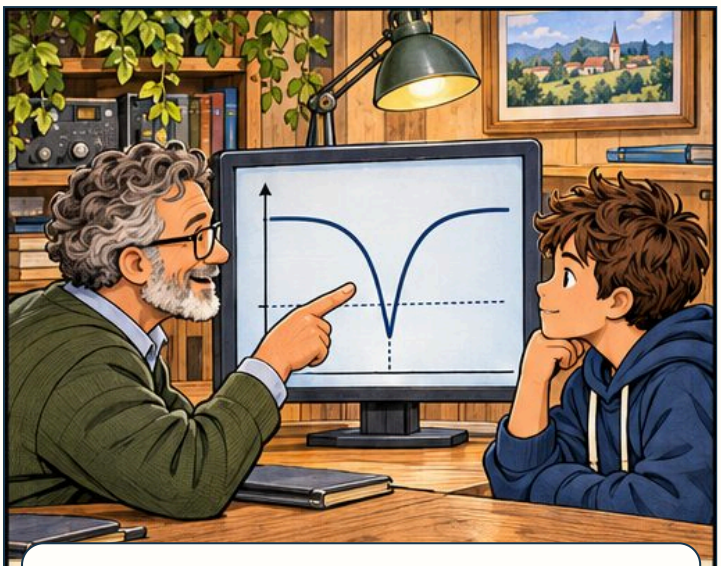


Henri操作这台低信号测量的小仪器。

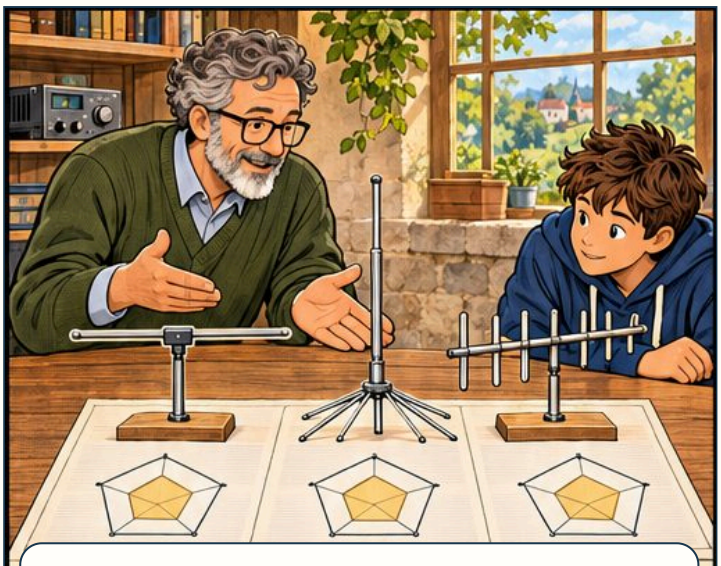


少年准备笔记，不在测量前编造结果。

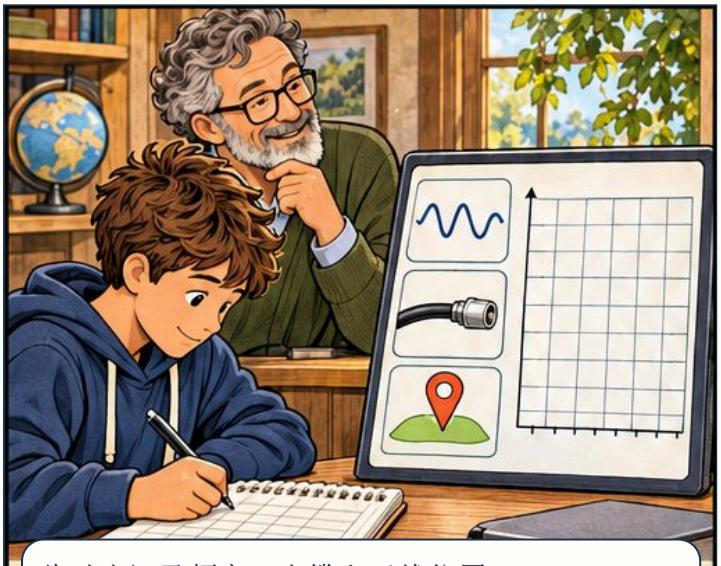
测量不等于测出效率



反射曲线可帮助找到匹配区间。



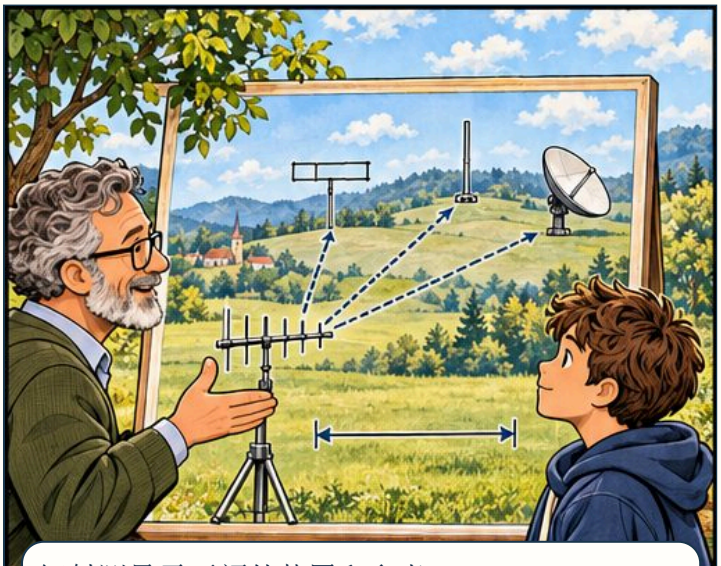
天线靠近物体时，曲线也可能变化。



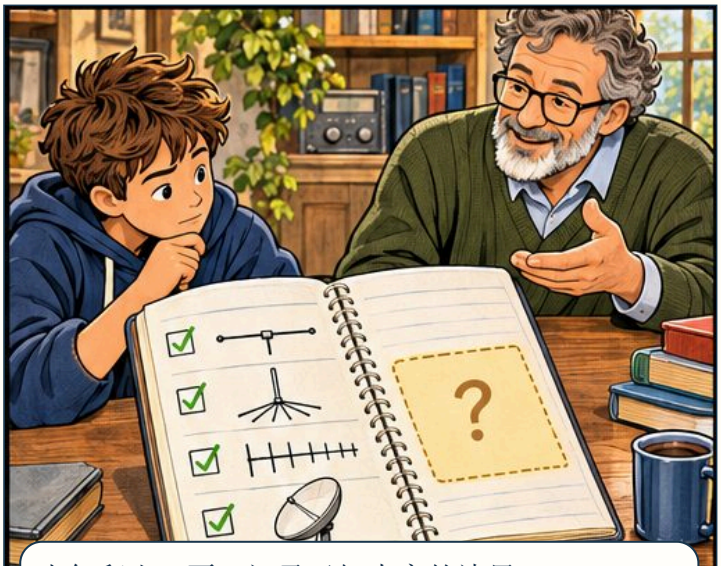
此时应记录频率、电缆和天线位置。



这项测量本身不提供效率或增益。

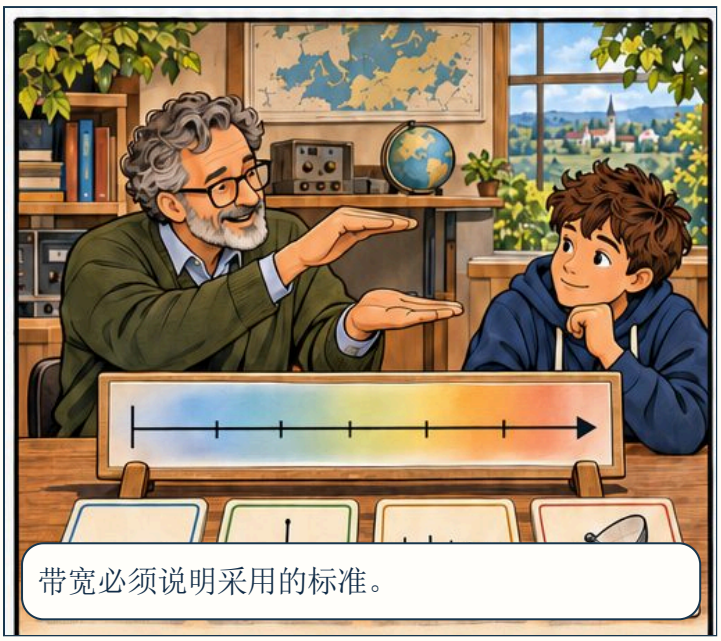


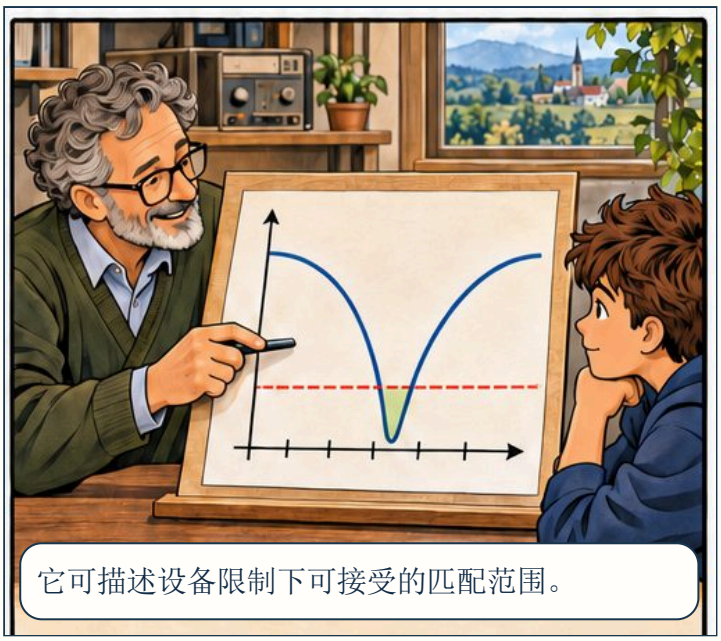
辐射测量需要额外装置和参考。

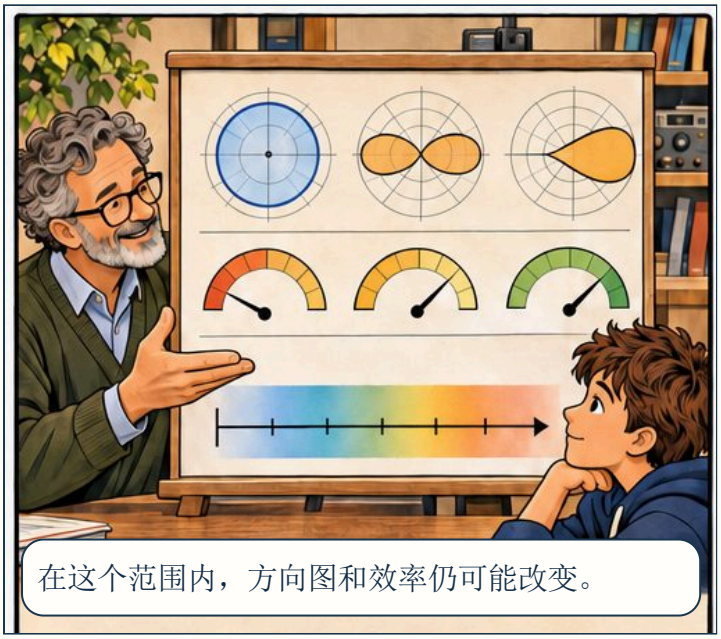


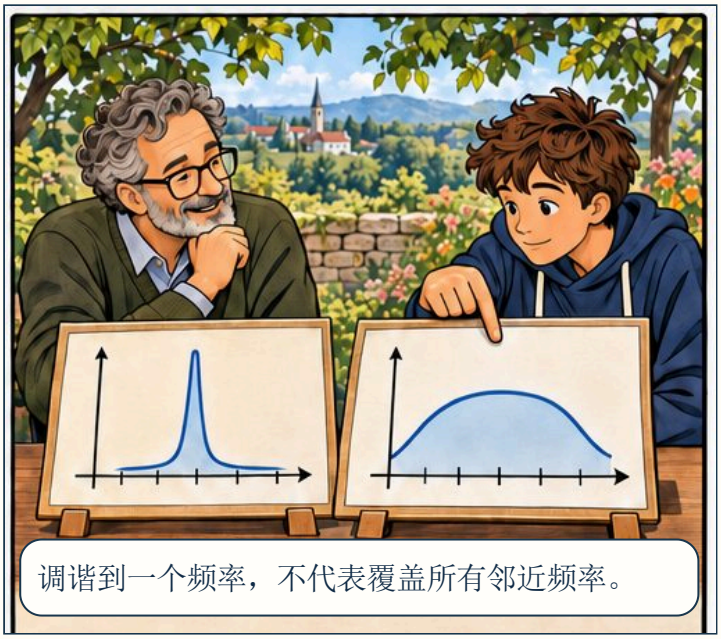
少年留出一页，记录已知内容的边界。

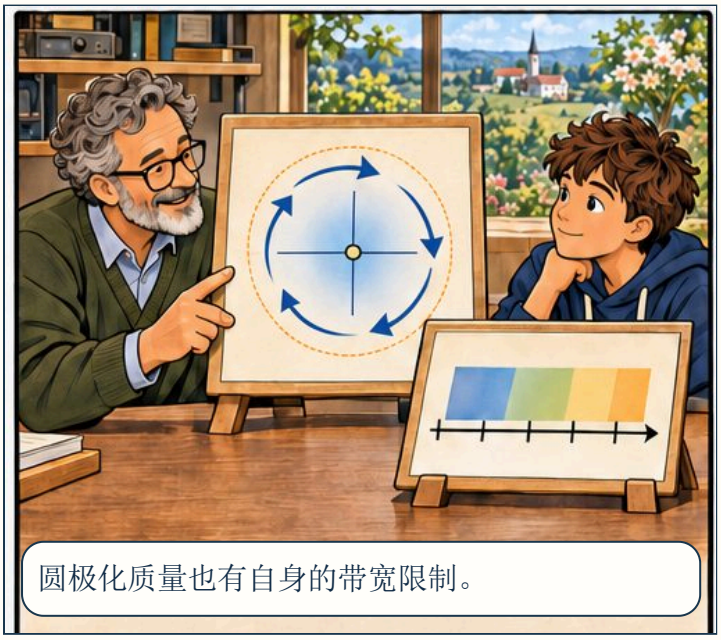
带宽依据什么标准？

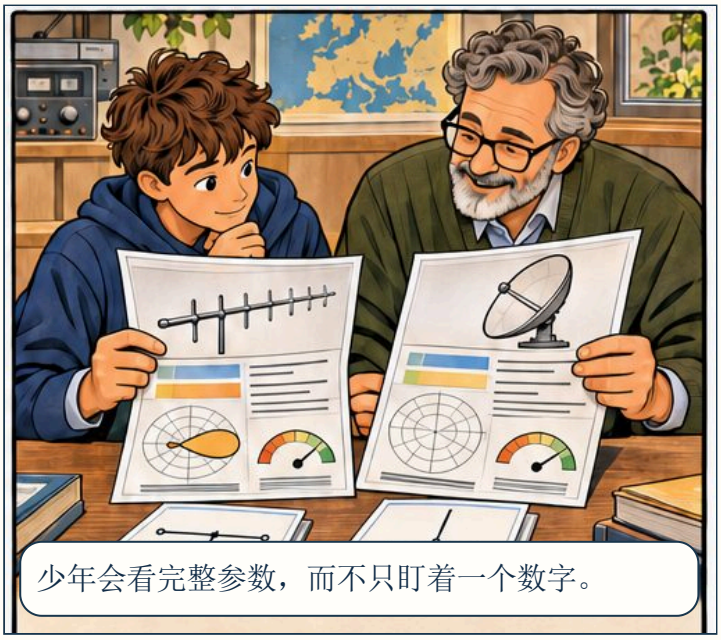

带宽必须说明采用的标准。


它可描述设备限制下可接受的匹配范围。


在这个范围内，方向图和效率仍可能改变。


调谐到一个频率，不代表覆盖所有邻近频率。


圆极化质量也有自身的带宽限制。


少年会看完整参数，而不只盯着一个数字。

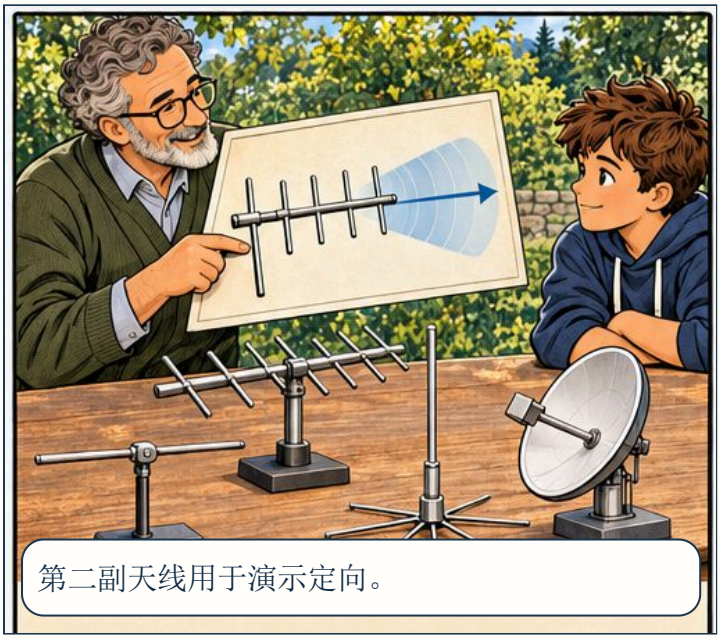
花园成为需求说明书



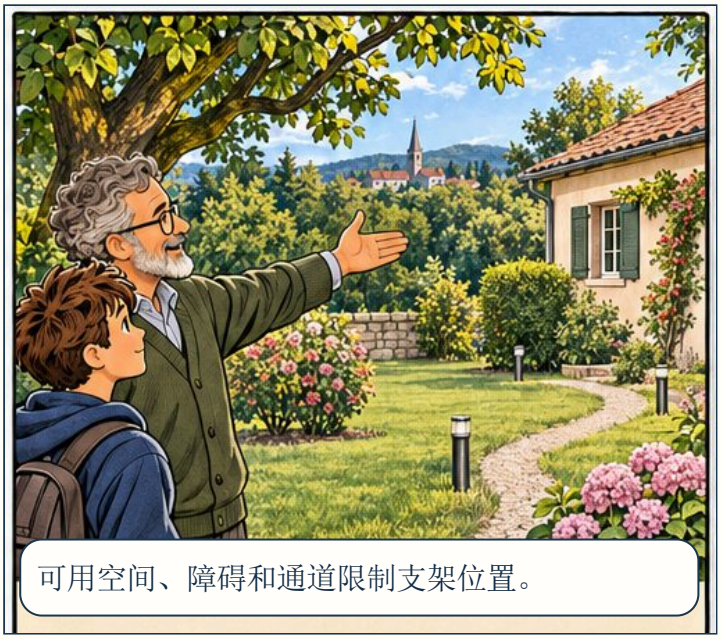
他们带着两个接收目标返回花园。



接待用天线要覆盖有用的本地方向。



第二副天线用于演示定向。



可用空间、障碍和通道限制支架位置。



导师检查场地使用许可和规则。



少年在平面图上标出两个暂定位置。

安全也是选择的一部分


他们排除所有靠近电力线的位置。


即使倒下，部件也不能碰到电线。

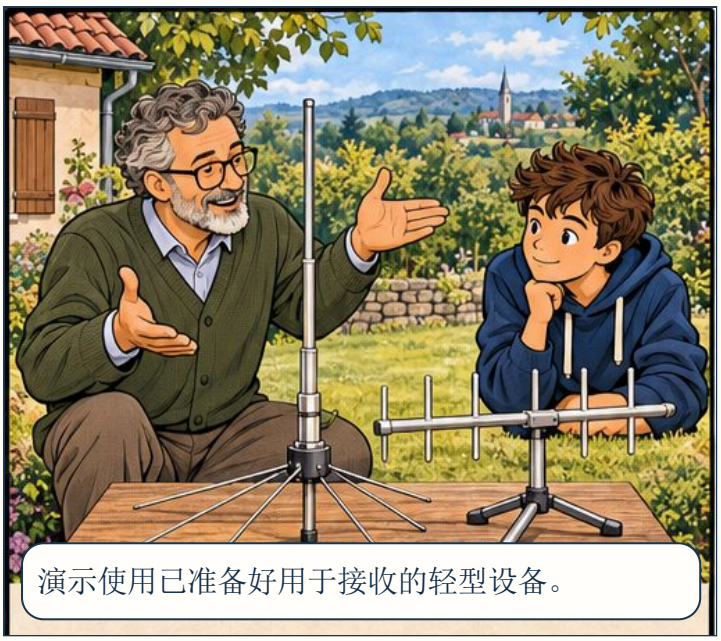

支架和固定件要能承受预期条件。


天气可能要求推迟或停止活动。


遇雷雨应进入避难处，不再操作天线。


少年接受：有时最好的决定是放弃。

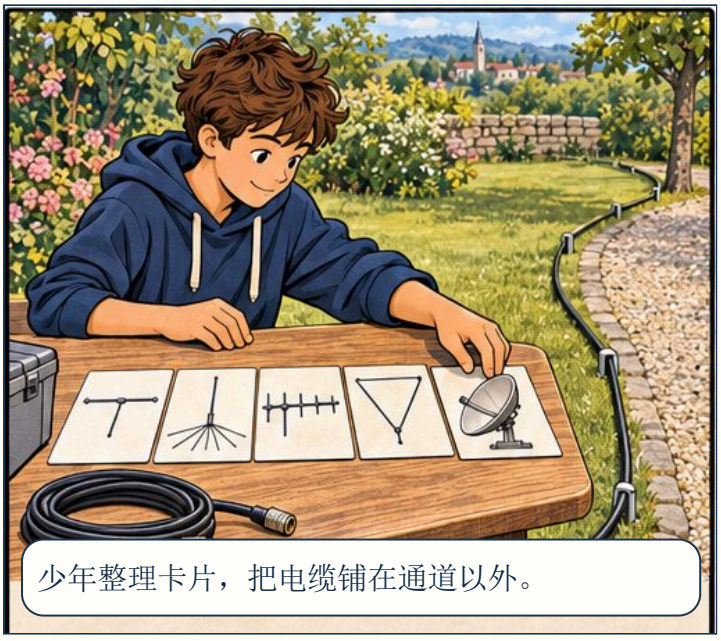
在地面附近准备



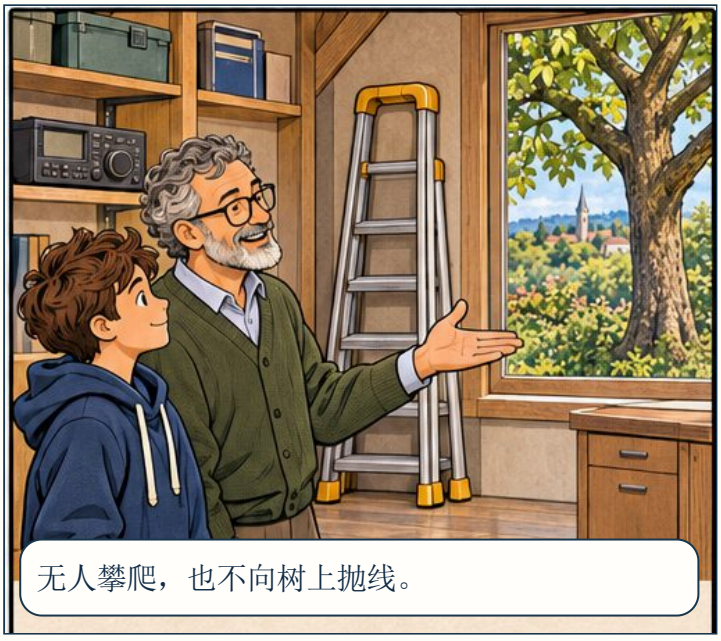
演示使用已准备好用于接收的轻型设备。



导师按说明检查低矮支架。



少年整理卡片，把电缆铺在通道以外。



无人攀爬，也不向树上抛线。

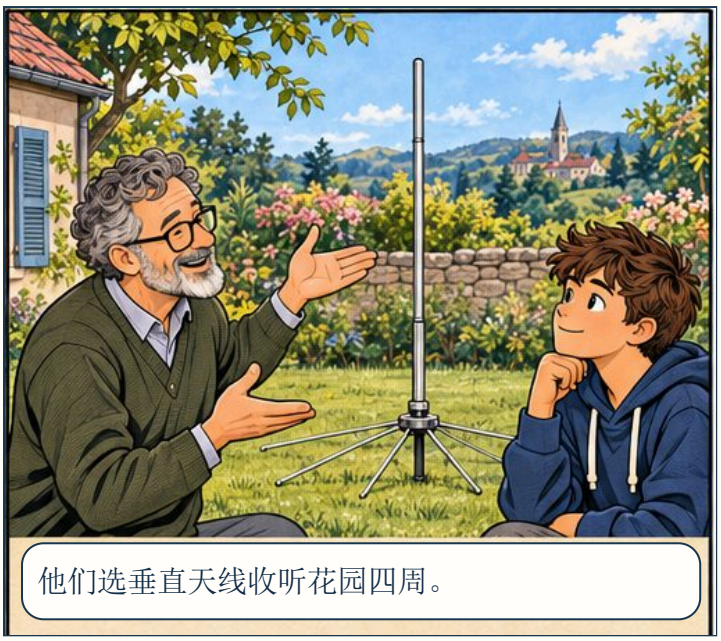


只有设备关闭后才改变连接。

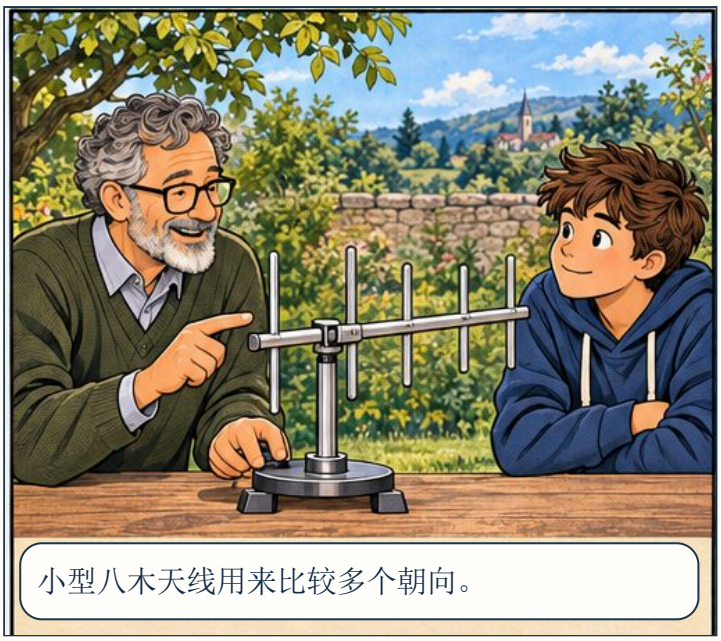


人人清楚职责，安装便顺利推进。

两个候选，两种职责



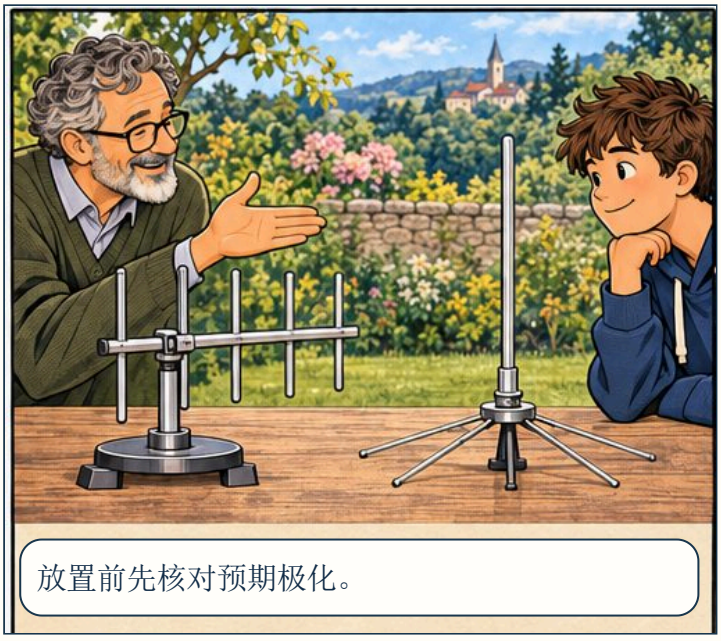
他们选垂直天线收听花园四周。



小型八木天线用来比较多个朝向。



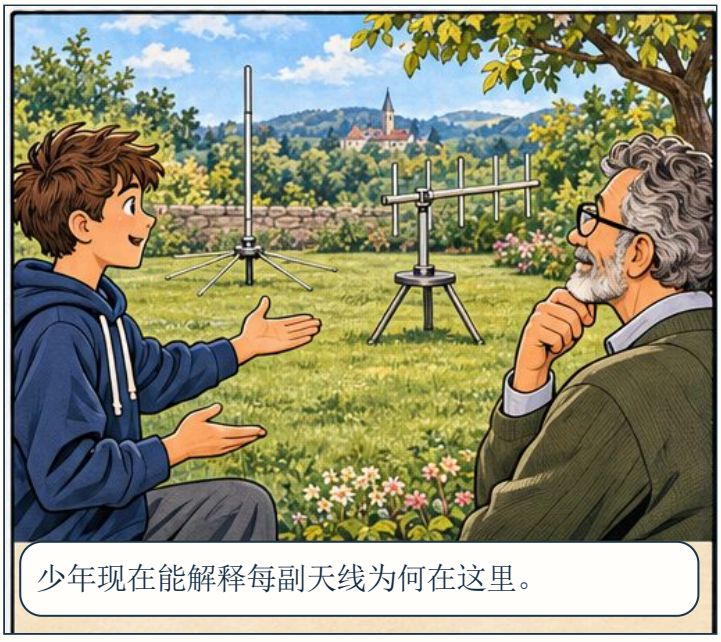
两副都适用于研究的频段和接收。



放置前先核对预期极化。



选择服从需求，不宣称某一家族全面优胜。

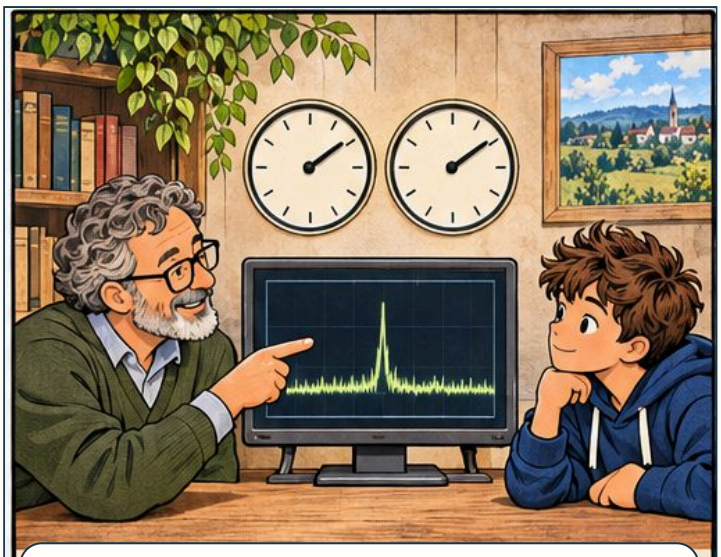


少年现在能解释每副天线为何在这里。

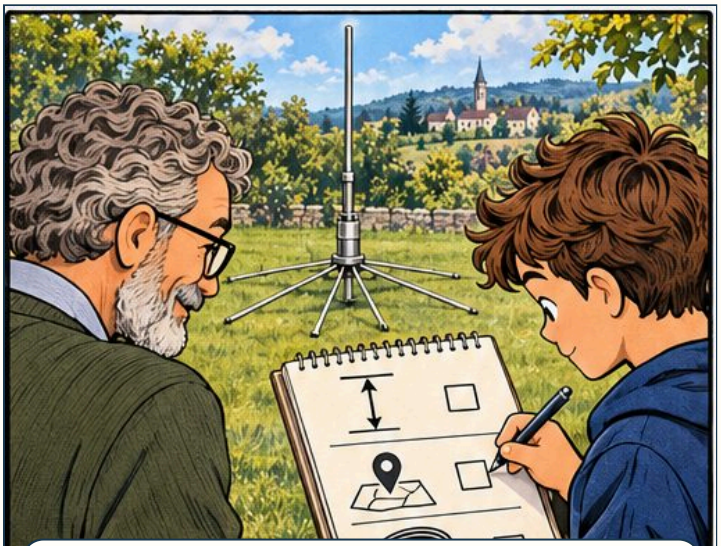
比较时不要同时改变所有条件



比较时保留同一接收机和相同设置。



尽量在相近时间接收同一信号。



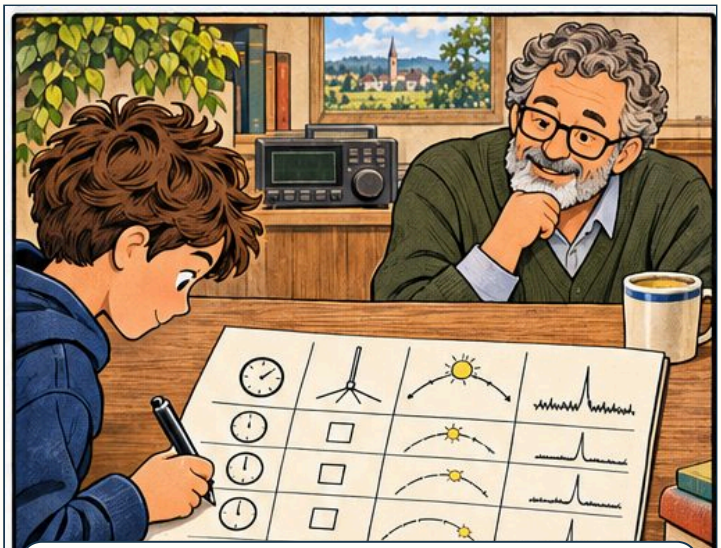
记录接收点、高度和电缆。



一次只改一项，更容易解释。

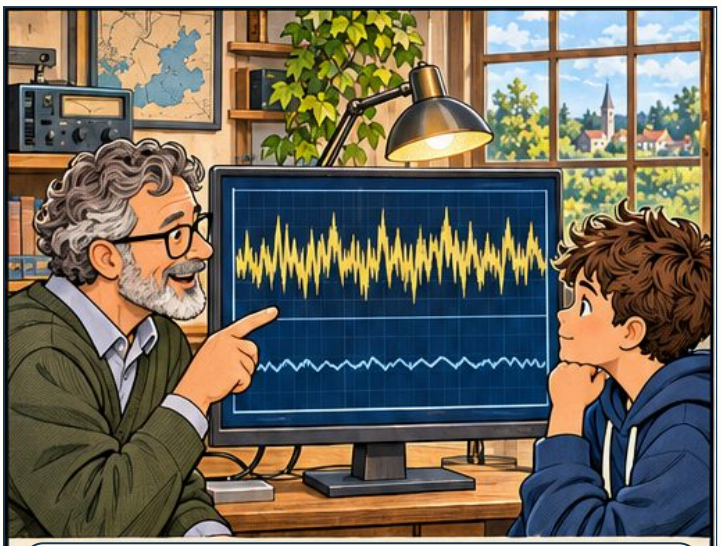


传播可能变化；孤立的差异须谨慎看待。



少年准备重复几轮，而不是只凭一次判断。

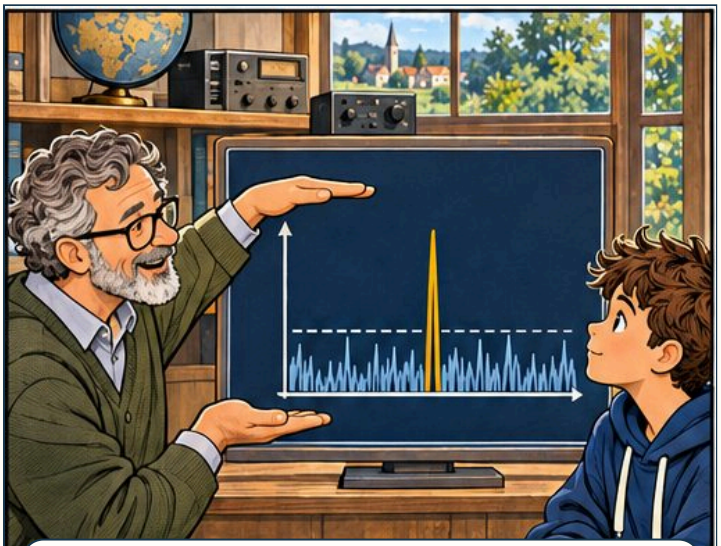
分开看信号与噪声



更强的信号可能伴随更多噪声。



他们将记录观察电平和可懂度。



信噪比提供另一个接收视角。



接收机指示表未必是校准的测量仪。



因此保留的是观察及其条件。



少年先听，不急于证明自己的选择更好。

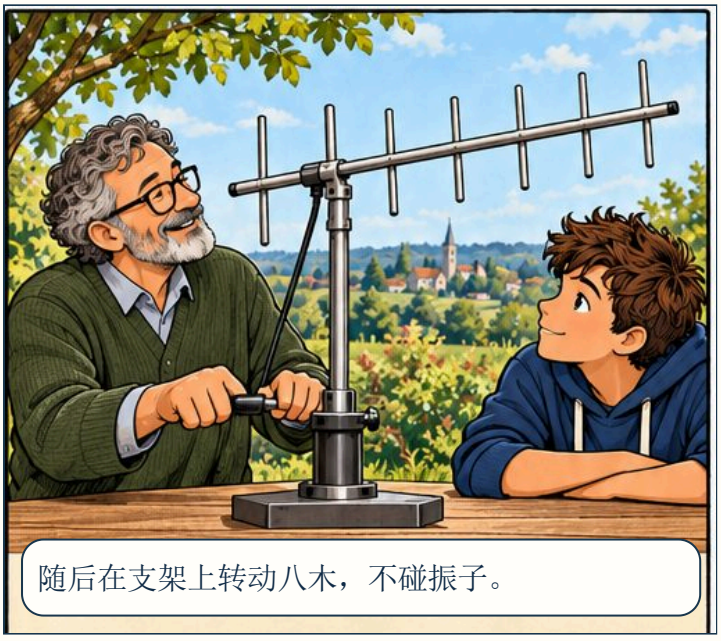
检验一个朝向



在故事里的试验中，他们收听本地通联。



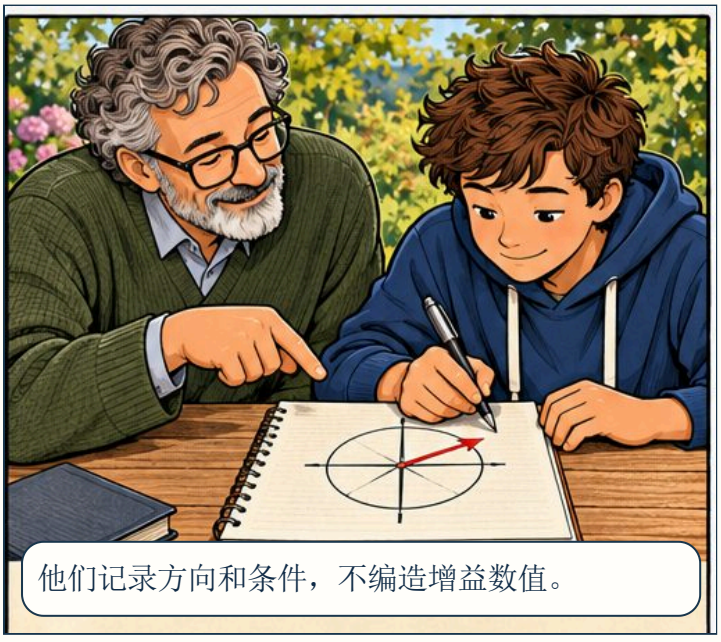
更换天线连接前，Henri先关机。



随后在支架上转动八木，不碰振子。



Lucas发现可懂度随朝向改变。

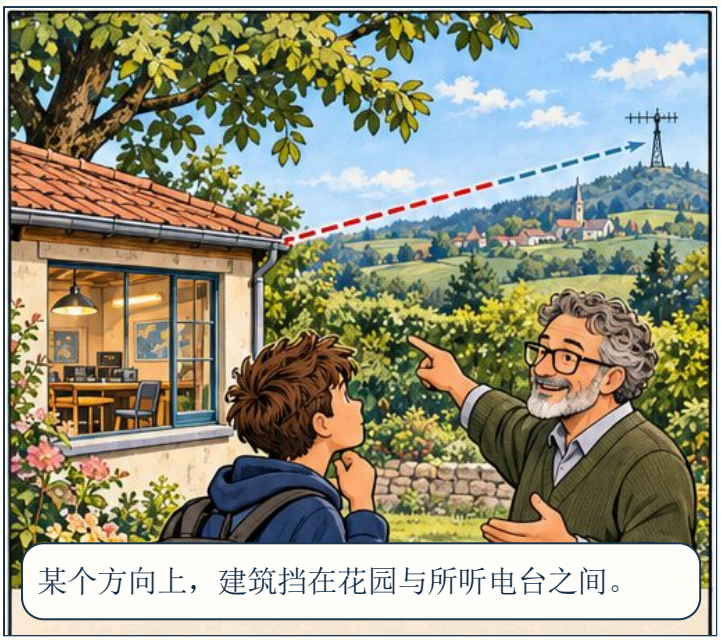


他们记录方向和条件，不编造增益数值。



笔记里的箭头终于成为被理解的动作。

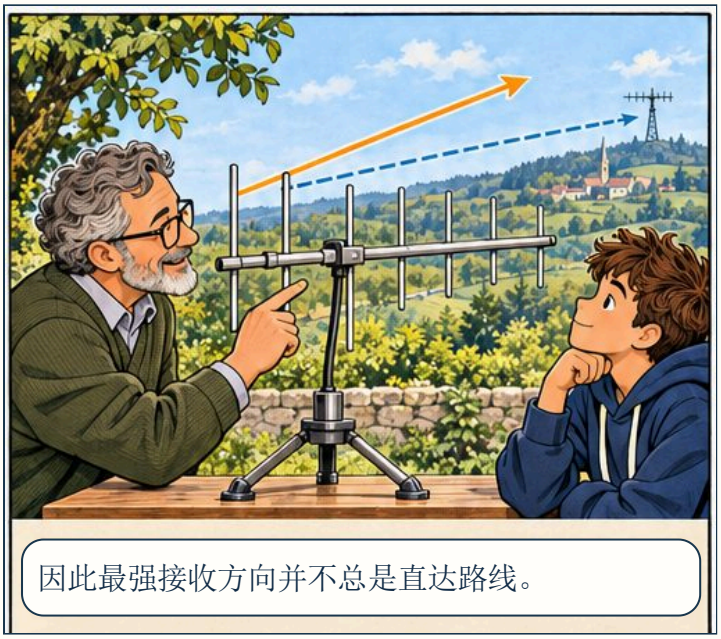
障碍促使思考



某个方向上，建筑挡在花园与所听电台之间。



信号也可能经反射或其他路径到达。



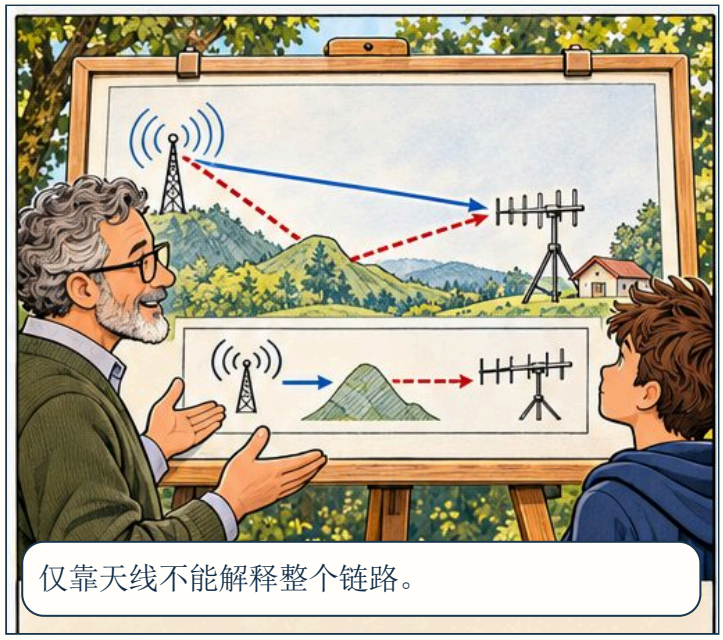
因此最强接收方向并不总是直达路线。



他们重复观察，不急于下结论。

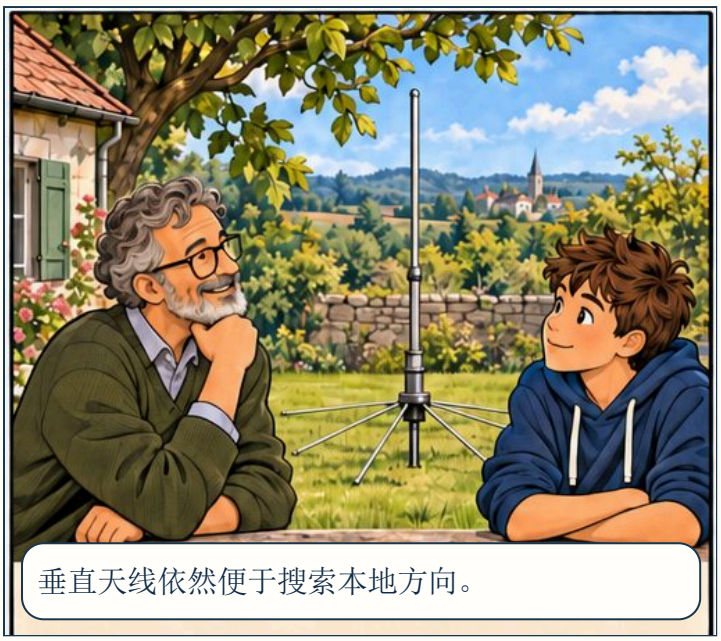


少年把花园图与笔记对照。



仅靠天线不能解释整个链路。

总结不是颁奖台



垂直天线依然便于搜索本地方向。



八木在演示中显现出定向的重要性。



观察不能保证明天或另一频段仍是相同结果。



其他家族仍适合其他项目。



少年改问：“对什么用途最好？”

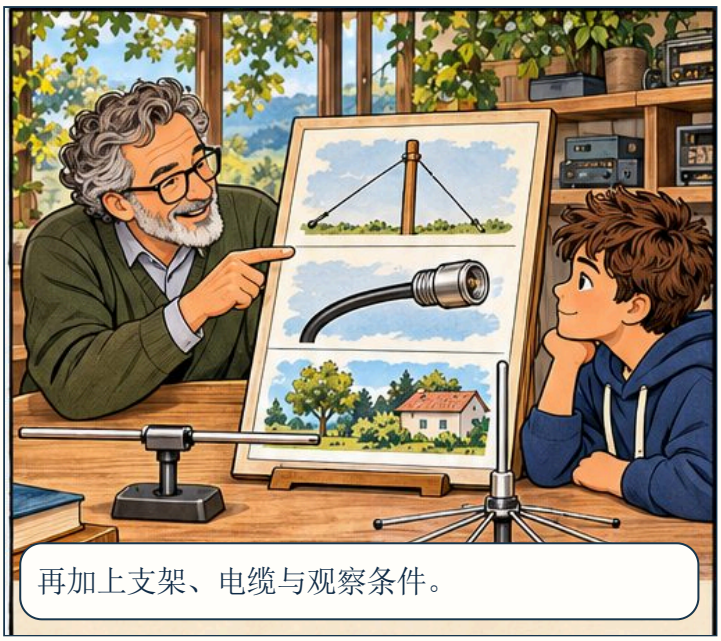


导师让他介绍当天的选择。

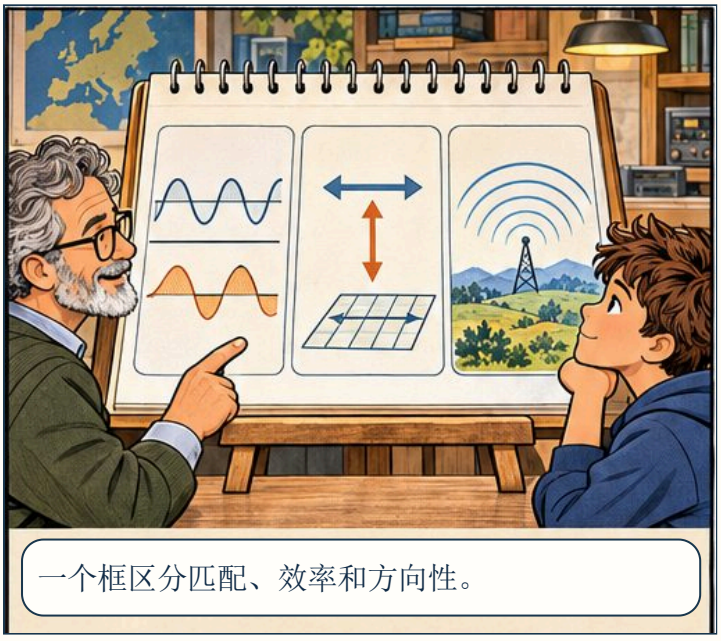
把经验传下去的资料卡



卡片注明每副天线的频段、极化和任务。



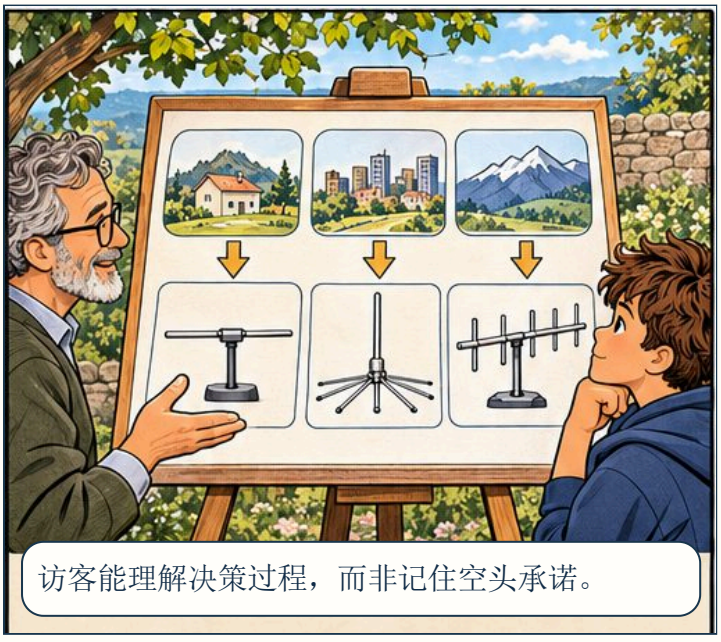
再加上支架、电缆与观察条件。



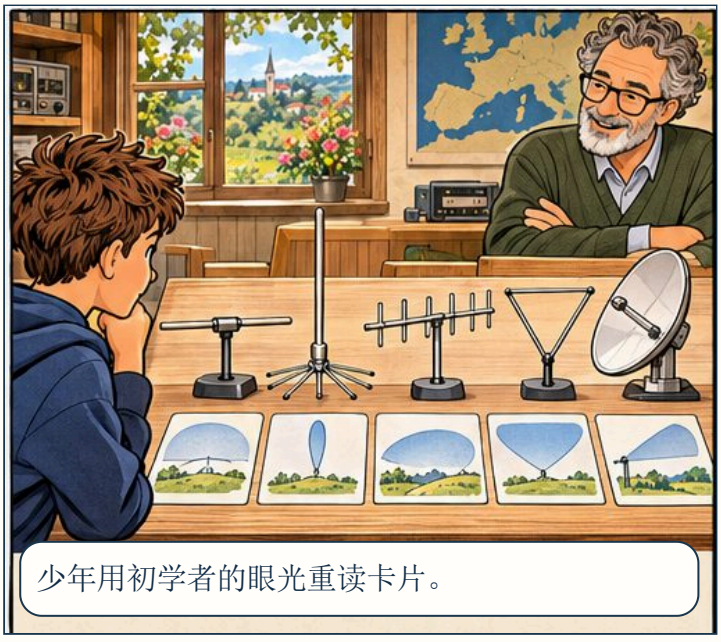
一个框区分匹配、效率和方向性。



另一个框提醒：演示仅限接收，有其限制。



访客能理解决策过程，而非记住空头承诺。



少年用初学者的眼光重读卡片。

迎接下一个问题


桌面已备好场地图、模型和接收机。


Lucas展示偶极子的两臂与垂直天线的接地平面。


他沿八木横梁，再沿线环周长示意。


微型抛物面提醒他还有很多可探索。


现在他知道要问频段、方向和安装条件。


Henri微笑：好奇心找到了方法。

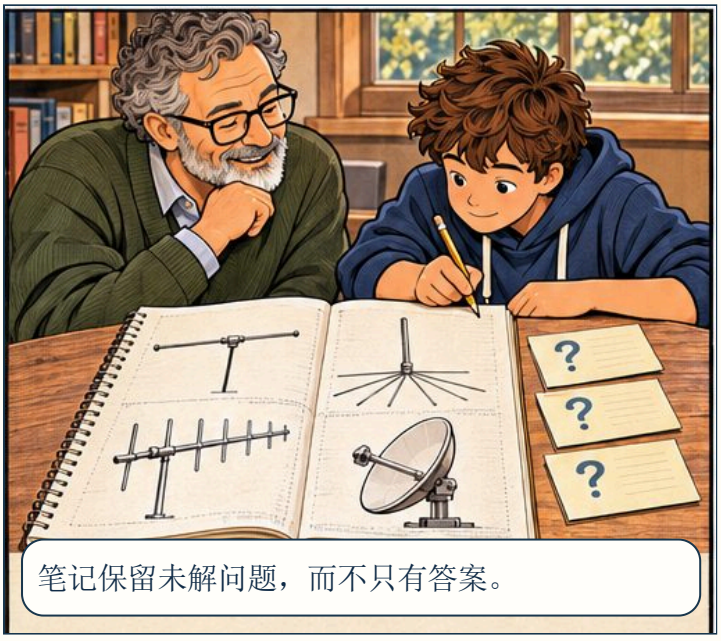
好选择的意义



活动结束后，先关设备，再收拾连接。



电缆放回盒子，花园保持整洁。



笔记保留未解问题，而不只有答案。



Lucas不再寻找保证所有通联的天线。



他寻找适合项目、理解清楚并经过检查的系统。



新的一页等着他：让电台运转的元件。