

科学 - 6 到 11 岁

会说话的飞机

四节课，讲天上的每一架飞机怎么告诉全世界自己在哪里，以及我们怎么听。学完之后，你能把整件事从头到尾讲清楚，而且其中有一部分是你亲手做出来的。

学习 - <https://radar.dataero.eu/zh-hans/learning/ages-6-11/student> 2026-10-22

目录

第 1 课 繁忙的天空与会说话的飞机

第 4 课 许多耳朵拼出一张地图

第 2 课 看不见的光：消息乘着什么传播

天空收听者小测验

第 3 课 金属耳朵和圆圆的地球

结尾 做出金属耳朵

第 1 课

繁忙的天空与会说话的飞机

此时此刻，你的学校上空几乎一定有一架飞机。很可能不止一架。你看不见它们，因为它们在十公里的高空，比欧洲最高的山还高，而且它们以每小时 900 公里的速度移动，也就是每秒 250 米。平常的一天，大约有三万架飞机穿越欧洲。它们谁也看不清谁，也没有一条路可以沿着走。所以地面上得有人时时刻刻知道每一架飞机在哪里，好让它们彼此分开。这个人叫做空中交通管制员。可是，一个坐在地面房间里的人，怎么能知道一架在十公里高空、躲在云后面的飞机在哪里呢？

很长时间里，答案是雷达：一口巨大的旋转的锅，发出一个无线电脉冲，然后倾听从飞机上弹回来的微弱回声。雷达今天还在。但如今大多数飞机做的是一件更聪明的事。每架现代飞机上都有一台卫星接收机，和让汽车或手机里的地图工作的是同一种东西，所以飞机永远确切地知道自己在哪里。而且飞机上有一台小小的无线电。于是，不用等地面上的人来找它，**飞机干脆告诉所有人自己在哪里**。大约每秒两次，它的无线电发出一条短消息：我是谁，我在哪里，我飞多高，我飞多快。没有人要求。没有人按按钮。它就是一遍又一遍地发出去，发给任何在听的人。

消息不可能由字组成。无线电只会做一件事：发一个小小的脉冲，或者不发。所以消息是由“是”或“否”的回答组成的，一连 112 个，大家约定好了每一个是什么意思。头 24 个回答拼出飞机的名字，那是它造出来时得到的一个代码，一辈子都不换，就像车牌。24 个“是或否”的问题有将近 1700 万种不同的答法，所以世界上每一架飞机都能有自己的名字。最后 24 个回答是一道检查：听的人对消息做一道算术，如果算出来对不上，就说明消息在路上被搅乱了，扔掉。反正半秒钟后飞机会再发一遍。

这一课要记住的是这件事，因为很多大人都搞错了：**没有人去找飞机。是飞机自己报到**。卫星并不看着它；卫星只告诉它时间，剩下的都是它自己算出来的。

课堂上：控制塔游戏

你们一半人当飞机，走过地板上的方格，每走几步就喊出自己的消息：你的名字、你所在的格子、你的高度、你的速度。另一半人当控制塔，把每架飞机画在纸上的方格里。然后交换。再试一次，规定飞机一分钟只能说一次，看看塔台的图乱成什么样。这就是真正的飞机每秒说两次的原因。

第 2 课

看不见的光：消息乘着什么传播

消息以无线电波的样子离开飞机。而无线电波就是光。不是和光差不多的东西：就是从手电筒或太阳里出来的那种东西，跑得一样快，每秒 300000 公里，在你说一声“一”的时间里绕地球七圈。

那你为什么看不见它？慢慢抖一根绳子，你会做出又长又懒的波；快快抖，你会做出又短又忙的波。光也是一种波，不同的颜色就是不同的摆动速度。红光摆得快；紫光摆得更快。我们的眼睛只能注意到一小段摆动速度，也就是彩虹的颜色。无线电摆得太慢了，眼睛抓不住，尽管飞机的波每秒还是要摆十亿多次。无线电是一种我们看不见的颜色。狗能听到我们听不到的哨声；蜜蜂能看到花朵上我们看不到的花纹；而天线能看到一种我们看不见的光的颜色。

因为飞机的波摆得慢，所以它很长：从一道涟漪到下一道，有 27 厘米，差不多一把尺子那么长。举起一把尺子。此时此刻，成千上万道这么大的涟漪正穿过教室，来自 400 公里以内的每一架飞机，而谁也感觉不到。

现在是这一课最重要的一句话。**无线电不是声音**。那个叫“收音机”的盒子会发出声音，这让人糊涂，可是无线电波本身是无声的光。声音是空气推着空气；它需要空气才能传播，而且很慢，每秒大约 340 米，所以你总是先看到闪电再听到雷声。无线电什么都不需要：它穿过卫星和飞机之间空荡荡的太空，那里一点空气也没有。而且它比声音快将近一百万倍。飞机发动机的轰鸣是声音，飞机飞过去好久之后才传到你这里。飞机的消息是光，不到万分之一秒就到了 20 公里外的天线。

课堂上：绳子和赛跑

两人一组，做绳波：先慢而长，再快而短，量一量它们。然后是最快信使赛跑：一个悄悄话沿着二十个人的队伍传下去，对阵一支从礼堂一头闪过来的手电筒。悄悄话就像声音，从一小块空气传给下一小块。手电筒就像飞机的消息。

第 3 课

金属耳朵和圆圆的地球

如果无线电是一种我们看不见的颜色，那谁看得见？一块叫做**天线**的金属。无线电波经过一块金属时，会让金属里的电跟着波来回晃动。这微小的晃动就是听见，一台叫接收机的机器能从中读出飞机的脉冲。看看四周：Wi-Fi 路由器有天线，汽车的车顶上有一根，你的手机边框里藏着一根，学校屋顶上大概也有好几根。

天线是一只调过音的耳朵。秋千在你踩着它自己来回的节奏推的时候荡得最高，而一块金属在尺寸正好适合这道波的时候，在电的意义上“荡”得最好：波长的四分之一。飞机的波是 27 厘米，所以最适合它的天线大约 7 厘米高。这就是为什么真正的天线，不管在飞机上还是在地面上，都是一小截短杆，而不是一口大锅。在这里，越大并不越好。要紧的是尺寸合适，而合适的尺寸是小的。

那么，一只金属耳朵能听到多远的飞机呢？决定它的是一件让人吃惊的事：**地球是圆的**。无线电是光，光走直线，而且穿不过地面。所以从屋顶天线出发的直线很快就会撞上地球的弧面，任何躲在弧面后面的飞机都被藏起来了，不管它有多响，就像一艘驶过地平线的船。你站得越高，就能越过弧面看得越远；你站在椅子上越过人群往外看的时候就知道这一点。所以天线都装在屋顶、桅杆和山上。从屋顶上，天线能听到 400 多公里外一架十公里高的飞机，比从布鲁塞尔到巴黎再回来还远。可是一架刚从 50 公里外的机场起飞的飞机，可能完全藏在地球后面，要等它爬得够高、探出头来才行。

课堂上：做天线，再到外面去

剪一条 7 厘米长的卡纸条，用铝箔包起来，立在一块包了铝箔的方块上。这就是真正天线的正确尺寸和正确形状；真正的接收机再加上一台无线电和一台电脑来读脉冲。然后到操场上：蹲下，站起来，爬上长凳。每一次多出现了什么？屋顶对天线做的就是这件事。

第 4 课**许多耳朵拼出一张地图**

一个屋顶上的一根天线，能听到一圈直径几百公里的天空里的飞机。要看到整个欧洲，你需要几百根天线，装在房子、机场和学校上，分散开来，让它们的圈互相重叠。每一根都把它听到的东西通过互联网发给一台电脑，电脑把这些圈像拼图一样拼在一起。同一架飞机通常同时被十根或二十根天线听到；电脑认出这是同一架飞机，只画一次。如果一根天线报告的飞机位置和其他所有天线都不一样，电脑就知道这个报告多半是个错误，把它排除在外。

结果就是实时地图：每一架在说话的飞机，它在哪里、多高、多快、朝哪边飞，每秒更新。而你现在知道了整条链条，从头到尾。飞机听卫星，算出自己在哪里。它每秒两次用一条 112 个“是或否”的消息说出来。消息骑在一道看不见的光波上。屋顶上一只调过音的金属耳朵接住它，只要飞机在地球弧面的上方。几百只耳朵合在一起，分享听到的东西，做出了地图。地面上没有人测量过任何东西。是飞机告诉了我们，而我们在听。

最后一个问题，好科学家总会问的那种。地图显示每一架飞机吗？不。它显示的是在说话的飞机。几乎所有的大客机都说话。有些小飞机、滑翔机和气球没有这种无线电，有些军用飞机选择不用它。所以这张地图是诚实的，但不完整。没有一张地图是完整的。

课堂上：拼图，然后是真正的地图

先再来一次地板方格，但现在每个塔台只能听到自己那个角落的房间。把纸并排放在一起：合起来它们显示了每一架飞机。然后是真正的地图，放大到学校。你的小组跟踪一架飞机十分钟：它的名字、它的高度、它的速度、它从哪里来、要到哪里去。然后用你自己的话，一步一步讲出它是怎么出现在地图上的完整故事。

天空收听者小测验

选一个答案。如果错了，再想一想，换一个试试；关键是要弄明白为什么。

1. 1. 飞机多久发一次消息？

- A. 一天一次
- B. 大约每秒两次
- C. 只在飞行员按按钮的时候

2. 2. 是谁弄清楚飞机在哪里的？

- A. 卫星从太空看着它
- B. 飞机自己算出来，再告诉所有人
- C. 空中交通管制员猜的

3. 3. 无线电波是什么？

- A. 一种很响的声音
- B. 一种我们的眼睛看不见的光
- C. 一种风

4. 4. 为什么天线装在屋顶上？

- A. 为了离飞机更近
- B. 为了让它的直线视线越过地球的弧面伸得更远
- C. 因为鸟喜欢

5. 5. 为什么地图需要几百根天线？

- A. 一根天线只能听到一圈直径几百公里的天空
- B. 天线很容易坏
- C. 每架飞机都需要自己的天线

结尾**做出金属耳朵**

你现在知道整个故事了：会说话的飞机、看不见的光、金属耳朵和圆圆的地球，还有许多收听者拼出的地图。最后一步，是成为收听者中的一个。你的老师有一个页面，讲的是怎样为学校做一台真正的接收机，在屋顶上或窗边装一根真正的天线。等它工作起来，你们学校上空的飞机就会出现在那张大地图上，因为是你班听到了它们。

问问老师工作坊的事 <https://radar.dataero.eu/zh-hans/learning/workshop>

答案

1. 1. 飞机多久发一次消息？
B. 大约每秒两次 一分钟内飞机要飞 15 公里。如果它一分钟只说一次，地图就永远是错的。每秒两次让地图保持最新，而且没有人需要按任何东西。
2. 2. 是谁弄清楚飞机在哪里的？
B. 飞机自己算出来，再告诉所有人 卫星只是喊出时间。飞机测量每一声喊晚了多久到达，算出自己的位置，然后宣布出来。没有人去找飞机；是飞机在告诉。
3. 3. 无线电波是什么？
B. 一种我们的眼睛看不见的光 无线电是一种我们眼睛看不见的颜色的光。它不需要空气，能穿过空荡荡的太空，而且比声音快将近一百万倍。
4. 4. 为什么天线装在屋顶上？
B. 为了让它的直线视线越过地球的弧面伸得更远 从屋顶到飞机的距离几乎没有变化。变化的是直线视线在撞到弯曲的地面之前能伸多远。越高就越远。
5. 5. 为什么地图需要几百根天线？
A. 一根天线只能听到一圈直径几百公里的天空 每根天线只能听到自己地平线之上的飞机。许多天线分散开来，圈和圈互相重叠，就能覆盖整个大陆，电脑再把这些圈拼在一起。