

# 声音的掩蔽效应及其应用

谢 浩

(广东工业大学 建筑系 广州 510500)

人们在安静环境中,即使声音的声压级很低,也可以听到,说明人耳对这个声音的听阈可以很低。但是,在倾听一个声音的同时,如果存在另一个声音(叫做掩蔽声),就会影响到人耳对所听声音的听闻效果,这时对所听声音的听阈就要提高。这种由于某个声音的存在而使人耳对别的声音听觉灵敏度降低的现象,称为“掩蔽效应”。即由于某一个声音的存在,要听清另外的声音必须把这些声音提高。听阈所提高的分贝数称为掩蔽量。人的听觉器官能够分辨同时存在的几个声音,但是若某一个声音增大,别的声音就难以听清甚至听不到了。在音质设计较差的厅堂中,掩蔽现象是很普遍的,一些不想听到的噪声使听众很难或不可能听清楚和欣赏所要听的声音。在这种情况下,一种声音(如厅堂中的语言声)的听阈,由于其他声音的掩蔽(如街道噪声或通风噪声)而提高了。

掩蔽效应是一个较为复杂的生理和心理现象。大量的统计研究表明,一个声音对另一个声音的掩蔽量与很多因素有关,主要取决于这两个声音的相对强度和频率结构。一般来说,两个频率越接近的声音,彼此的掩蔽量就越大;声压级越高,掩蔽量也越大。此外,高频声容易被低频声掩蔽(特别是当低频声很响时),而低频声则很难为高频声掩蔽。例如,我们在欣赏音乐时,低音鼓的声压级即使并不高,我们也能从一片乐器声中清晰地听到它。同理,具有高频特性的小提琴比较容易被低频的管乐器所掩蔽。又比如,很强烈的低频杂音(如通风机噪声或扩音机交流声)是听报告或音乐时特别令人讨厌的干扰噪声源,因为它几乎对全部可听频率范围的声音都起掩蔽作用。同样,听众的交谈声,由于频谱与台上报告人的语言频谱基本相同,其掩蔽作用也很大,成为听报告时的干扰

之一。

值得一提的是,听者对某个声音的注意力也会影响其他声音的掩蔽作用。人耳具有一种不寻常的能力,能在噪声环境下有选择地分出他所感兴趣的某些“信号”。而目前的精密仪器还做不到这一点,这是因为人耳对声音除了有方位感外,还有注意力集中的心理因素。例如我们坐在播放着较响音乐的收音机旁(这里把音乐当作干扰噪声),仍可用不大的声音交谈。当然,这时要求注意力集中才能听清对方的讲话,并且还容易疲劳。有人把这种在相当严重的掩蔽噪声下听出想要听的声音来的“容忍能力”称为“鸡尾酒会效应”,这是用在酒会的嘈杂人声中可以听出某一个人的说话内容而作的比喻。人类听觉的这种抗掩蔽选择作用对通讯很有现实意义。

在实际工程中,往往需要考虑如何将一个声音降低到一定的声压级,以使它在本底噪声中听不出来。只要不需要的声音的强度与有用声相比已经足够弱,人们也就不觉得它的存在有多大的害处了,这时有用声信号掩蔽了不需要的声音信号。对于以声音作安全信号的设备,应注意不要让其他噪声把安全信号掩蔽,否则会酿成事故。所以,在语言通讯和室内声学中,往往要避免和减少本底噪声对有用声信号的掩蔽。而在另一种情况下又可以利用掩蔽效应来抑制人耳敏感的噪声,或利用本底噪声的掩蔽以保证当事者语言通讯的私密性。在厅堂音质设计中,排除低频噪声干扰是一个重要的目的。

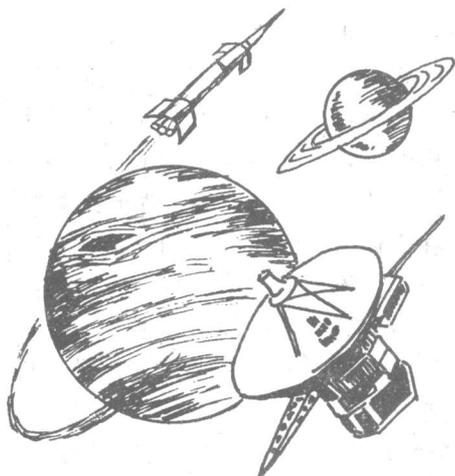
掩蔽现象可以适当地应用于环境噪声控制。如果掩蔽噪声为连续的声音,而又不大响亮,且没有信息内容时,它可以成为使人易于接受的本底噪声,同时也可以抑制其他干扰的噪

# 利用行星引力加速发射第三宇宙火箭

邓小玫

(合肥工业大学物理系 安徽 230009)

利用行星引力加速在航天技术中有着重要的应用。美国1977年发射的宇宙飞船旅行者1号和2号就是利用途经行星的引力加速,实现了人类到遥远的外行星的航行。旅行者1号首先考察了木星,并利用木星的散射加速后又考察了土星,而



后飞出太阳系,旅行者2号以同样方式考察了木星和土星,并再次利用土星加速后,飞向天王星和海王星,完成了对它们的考察,历时仅12年,而直接向海王星发射宇宙飞船需要30年。

## 一、途经行星的引力加速

火箭在进入以行星引力为主,而被行星短时俘获期间,行星可看作匀速直线运动,火箭相对行星的运动是一双曲线轨道的散射。火箭经行星散射后,相对太阳系的出射速度  $v_f$  的大小为

$$v_f = |v_0 + u_f| = \sqrt{v_0^2 + u_i^2 + 2v_0 u_i \cos \alpha} \quad (1)$$

其中  $v_0$  为行星的运行速度,  $u_f$  表示火箭离开行星引力场时相对行星的速度,其大小  $u_f$  与火箭进入行星引力场时相对行星的速度  $u_i$  的大小  $u_i$  是相等的,  $\alpha$  表示火箭出射方向  $u_f$  和行星运行方向的夹角。显然当  $\alpha = 0$  时,即火箭的出射速度  $u_f$  和行星的运行方向一致时,火箭得到最大

加速。然而条件  $\alpha = 0$  并不都能满足。由引力散射理论可以计算

$$\alpha = \psi - \theta_s \quad (2)$$

其中  $\psi$  为火箭相对行星的入射速度  $u_i$  和行星运行速度  $v_0$  之间的夹角。

$$\theta_s = 2\sin^{-1} \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{2E}{m} \left(\frac{h}{k^2}\right)^2}} \quad (3)$$

为火箭绕行星散射时的偏转角,即火箭相对行星的入射速度  $u_i$  和出射速度  $u_f$  之间的夹角。其中

$$E = \frac{1}{2} m u_i^2, \quad k = GM, \quad h = r^2 \dot{\theta} \text{ 由于}$$

$$h = r_{\min} \cdot \sqrt{u_i^2 + \frac{2GM}{r_{\min}}} \quad (4)$$

其中  $r_{\min}$  为火箭离行星的最短距离。当  $r_{\min} = R$  时 ( $R$  为行星的半径),  $h = h_{\min}$  取最小值,  $\theta_s = \theta_{s \max}$  取最大值。则有

$$\theta_{s \max} = 2\sin^{-1} \frac{1}{\sqrt{1 + 4\left(\frac{u_i}{v_2}\right)^2 + 4\left(\frac{u_i}{v_2}\right)^4}} \quad (5)$$

其中  $v_2$  为行星的第二宇宙速度。显然,当  $\theta_{s \max} > \psi$  时,可以通过控制火箭相对行星的入射条件(通常可通过控制瞄准距离)使  $\theta_s = \psi$ ,从而使飞船达到最大加速。当  $\theta_{s \max} < \psi$  时,  $\alpha_{\min} = \psi - \theta_{s \max}$ , 则火箭经行星散射后相对太阳系的最

\*\*\*\*\*  
声,使人听到这些声音时从心理上不觉得烦躁。如刹车的刺耳声、盘子碰撞声,便可用风扇之类较柔和的噪声来掩蔽。有时,甚至通风和空调噪声、公路上连续不断的交通车辆的噪声以及

喷水池声音等都可以作为良好的掩蔽噪声源。一般来说,如果待掩蔽的噪声声压级低于掩蔽声的声压级,利用一种噪声来掩蔽另一种噪声通常可取得满意的效果。