

声音的频谱

表征声音的物理量除声压级与频率外,还有各个频率的声压级的综合量,即声音的频谱。频谱通常用以频率为横坐标、声压级为纵坐标的频谱图表示。一个单一频率的简谐声信号,又称纯音,其频谱图是一根在其频率标度处的竖线,竖线的高度表示其强度的声压级值。由频率离散的若干个简谐分量复合而成的声音称为复音,如管弦乐器发出的声音。其频谱图中,每个简谐分量对应着一条竖线,构成线状谱(图 10-12)。复音音调的高低取决于频率最低的那个分量,称为“基音”,其频率称为“基频”。机器设备发出的噪声,一般不能用离散的简谐分量的叠加来表示,而是包含着连续的频率成分,表示为连续谱(图 10-13)。

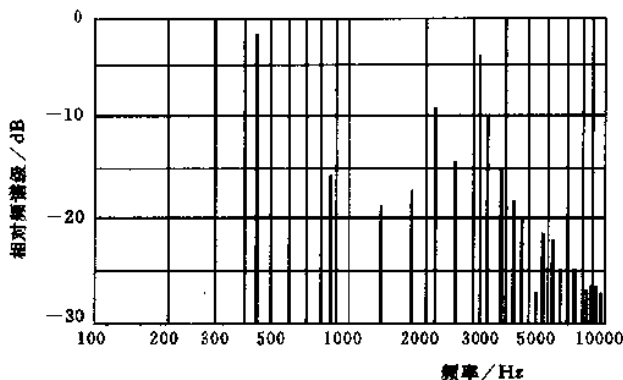


图 10-12 基频为 440Hz 的小提琴频谱图

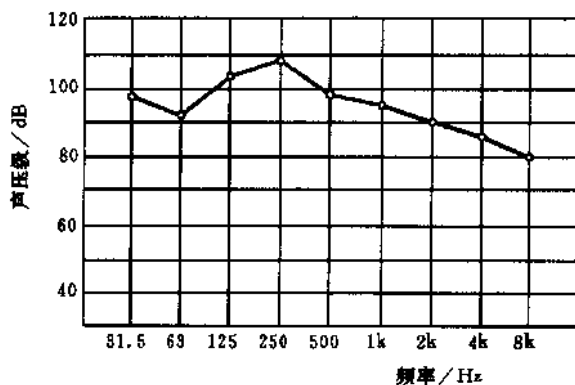


图 10-13 某鼓风机的噪声频谱

在通常的声学测量中将声音的频率范围分成若干个频带,以便于工作。精度要求高时,频带带宽可以窄;允许简单测量时,可以将频带带宽放宽。

在建筑声学中,频带划分的方式通常不是在线性标度的频率轴上等距离地划分频带,而是以各频带的频程数 n 都相等来划分。频程 n 用下式表示:

$$n = 10 \log_2 \left(\frac{f_2}{f_1} \right) \tag{10-25a}$$

即:
$$\frac{f_2}{f_1} = 2^n \tag{10-25b}$$

式中 n 为正整数或分数。 $n=1$, 称为一个倍频程; $n=1/3$, 称为 1/3 倍频程。一个倍频程相当于音乐上一个“八度音”。某个频带的宽度若为一个倍频程,则此频带上界频率 f_2 是其下界

频率 f_1 的 2 倍, 即 $f_2 = 2f_1$; 若频带宽度是 1/3 倍频程, 则 $f_2 = 2^{1/3} \cdot f_1$ 。

例如, 琴键的低音 A 的频率是 220Hz, 中音 A 是 440Hz, 而高音 A 是 880Hz, 从低音到高音是两个八度音, 而其频率比则为 $\frac{880}{220} = 2^2$ 。我们称这两个频率相差两个倍频程。

以频程数都相等划分频带, 就是在频率坐标轴用对数标度时作等距离的划分。以间距为一个倍频程将声频频率划分成若干频带, 称为倍频带; 若间距为 1/3 倍频程, 则称为 1/3 倍频带。这两种频带划分是建筑声学中最常用的。前者用于一般工程性测量, 后者用于较高精度的实验室测量。在指明了频带的划分方式后, 各个频带通常用其中心频率 f_c 来表示。

国际标准化组织 ISO 和我国国家标准, 在声频范围内对倍频带和 1/3 倍频带的划分已作了标准化的规定, 见表 10-4。

表 10-4 倍频带和 1/3 倍频带的划分 Hz

倍频带		1/3 倍频带		倍频带		1/3 倍频带	
中心频率	截止频率	中心频率	截止频率	中心频率	截止频率	中心频率	截止频率
16	11.2~22.4	12.5	11.2~14.1	1000	710~1400	800	710~900
		16	14.1~17.8			1000	900~1120
		20	17.8~22.4			1250	1120~1400
31.5	22.4~45	25	22.4~28	2000	1400~2800	1600	1400~1800
		31.5	28~35.5			2000	1800~2240
		40	35.5~45			2600	2240~2800
63	45~90	50	45~56	4000	2800~5600	3150	2800~3550
		63	56~71			4000	3550~4500
		80	71~90			5000	4500~5600
125	90~180	100	90~112	8000	5600~11200	6300	5600~7100
		125	112~140			8000	7100~9000
		160	140~180			10000	9000~11200
250	180~355	200	180~224	16000	11200~22400	12500	11200~14100
		250	224~280			16000	14100~17800
		315	280~355			20000	17800~22400
500	355~710	400	355~450				
		500	450~560				
		630	560~710				

对于连续谱的噪声, 在某个频带范围内, 其强度用频带声压级表示。将各个频带的频带声压级用直方图或用中心频率与频带声压级值的坐标点的连线(折线)表示, 得到频带声压级谱。若频带是倍频带, 得到倍频带谱; 频带是 1/3 倍频带, 得到 1/3 倍频带谱。前面图 10-13 是一个倍频带谱的示例。