

# 录音手册

[英] 约翰·奥尔德雷德 著

李 勳 夏剑秋 译

1108878

John Aldred  
**MANUAL OF SOUND RECORDING**  
FOUNTAIN PRESS LONDON, 1972

**内 容 说 明**

本书是一本较全面地介绍录音工艺与方法的书籍。作者从有关录音的基本知识入手，对录音工作所需的器材、场地以及在各种环境中应该采用的各种不同形式的录音方法都进行了较详细的论述。书中的后半部分以实用为目的，对录音棚、电影录音、音乐录音和立体声录音分章介绍，力求理论与实践并茂，其中立体声一章的内容对我们来说还是较新的。传声器技术一章，被作者誉之为许多录音师实践结果的记录，确有能供借鉴之处。另外，扬声器一章以及后半部分的其它有关章节中，还专为业余录音爱好者提供了很多有用的知识。

本书内容广泛，着重实践，对过于深奥的声、电、磁方面的理论问题不作深入的讨论，作为一本手册，可供从事电影和电视录音工作的专业人员以及业余录音爱好者参考使用。

**录 音 手 册**

[英] 约翰·奥尔德雷德著

李 勳 夏剑秋译

孙良录技术审订 肖立书校

中国电影出版社出版

北京印刷一厂印刷 新华书店发行

开本：850×1168毫米1/32 印张：9 $\frac{1}{4}$  字数：180,000

1980年10月第1版北京第1次印刷 印数：32,300册

统一书号：15061·154 定价：1.45 元

# 目 录

序言..... 1

## 第一章 声学基本原理..... ( 1 )

声速 波长 振幅 相位 拍频 复合  
音 声障效应 掩蔽效应 回声 耳朵  
声强标度 听觉阈 感觉阈 方向感 频  
率 基频 谐频 倍频程 多普勒效应  
语言波 响度 语言声音的力度 信号噪声  
比 动态范围 失真 共振 高保真度

## 第二章 电学基本原理..... ( 22 )

欧姆定律 电功率 单位的划分 电容  
电感 交流电 阻抗 谐振频率 分贝  
音频振荡器 交流电压表

## 第三章 磁性录音与放音..... ( 32 )

磁性录音原理 要用偏磁 高频偏磁 偏磁  
振荡器 阻偏磁滤波器 磁性录音的频率响应  
频率校正标准 磁带 怎样选择磁带 串音  
调制噪声 磁头 录音磁头 放音磁头  
抹音磁头 多磁迹磁头 交叉场磁头 交流  
声抵消线圈 磁带输送装置 录音速度 标  
准磁迹尺寸 磁头位置的调整 方位角的校正

边缘效应      快速装带系统      袖珍磁带盒  
D. G. 国际系统      费德利佩循环磁带盘      消磁  
磁性混响装置      录象磁带      磁带的剪接

#### 第四章 唱片录音与放音..... (66)

录音机      录音头      录音刻纹刀      声槽尺寸  
径差补偿      录音频率响应      录音特性标准  
立体声唱片的刻纹      加工      压片      电唱盘  
测速盘      拾音器臂      唱针      针压      拾音头  
半导体拾音头      光电池拾音头      立体声拾音器  
频率校正      低通滤波器      转盘噪声滤波器  
频率测试唱片      唱片磨损

#### 第五章 传声器(话筒)..... (89)

压强式传声器      压差式传声器      极坐标分布  
心形传声器      炭粒传声器      晶体传声器      电  
动式传声器      铝带传声器(带式传声器)      电容  
传声器      指向性传声器(定向传声器)      接触式  
传声器      唇式传声器      颈挂式传声器      无线  
电连接法(无线传声器)      传声器负载      传声  
器灵敏度      传声器线

#### 第六章 放大器与滤波器..... (119)

电压放大器      功率放大器      晶体管放大器  
晶体管的基本电路      场效应晶体管      光电晶体  
管      压缩与限制      降噪系统      印刷电路  
集成电路      滤波器      高通滤波器      低通滤波  
器      高一低音均衡器      带阻滤波器      电话声  
模拟器      语言均衡器      动态均衡器      声带洗

印损失均衡器      临场感均衡器      振动滤波器

第七章 扬声器..... (140)

早期的类型      动圈式扬声器      号筒式扬声器  
凹状号筒      孪生同轴扬声器      静电扬声器  
阻抗匹配      分频网络      扬声器箱      家庭用小  
型扬声器      声阻装置      柱形扬声器      电影院的  
扬声器系统      声学透镜

第八章 录音室..... (157)

混响      录音条件      隔音      空气干扰声      录  
音室声学      颤动回声      驻波      赫姆霍茨共振器  
木板吸收器      薄膜吸收器      混响室      人工混  
响器      录音室的布局      戏剧演播室      监听室  
调音台      音量指示器      监听扬声器的音量

第九章 音乐录音..... (179)

弦乐器      木管乐器      风管乐器      铜管乐器  
打击乐器      音乐录音棚      声学处理      演唱室  
监听室      管弦乐队的编制      管弦乐队的排列位  
置(交响乐)      多传声器技术      管弦乐队的排列  
位置(舞蹈音乐)      歌队录音      风琴音乐      电  
子风琴      机械风琴      电子音乐      音乐移调

第十章 立体声..... (201)

基本原理      立体声传声器的使用技术      重合式  
立体声传声器      扫调电位器      和差法      宽度  
控制      间隔传声器技术      立体声象的漂动  
录音设备      磁带转录过程      立体声倾听条件

( 3 )

立体声广播      四声道立体声

第十一章 电影录音..... (222)

双片系统      单片系统      影片声带的编剪程序  
后期同步录音      解说录音      效果声      音乐录音  
音      混录      光学录音      降噪      频率响应  
信噪比      声底片曝光      声带片冲洗加工      感  
光测定      交叉调制      相互调制      直接正片  
连锁马达系统      同步起动原理      磁片录音  
磁片片道      频率响应      磁迹标准      磁条  
录音设备      脉冲同步      宽银幕电影      频率响  
应      多磁迹录音      拷贝上声带的转录

第十二章 传声器技术..... (257)

传声器插头      传声器的指向性      广播与解说  
演讲      话剧与戏剧      对白录音      对白质量  
音量电平      对白的远近感      室外录音      爆炸  
声与枪炮声      微弱的声音      钢琴      版权问题  
(略)

附 录 ..... (271)

## 第一章 声学基本原理

录音可以看作是一个生产制造过程，它把能量从一种媒质转换成另一种媒质，以供日后使用。这一过程包括电学、磁学、机械学和物理学中的其它分科。因而，如果要全面了解与录音有关的问题，必须对这些科目具备基本的知识。

人耳所听到的声音是空气粒子受一系列振动而引起的空气扰动，这些振动使空气粒子交替地形成压缩区与稀疏区叫做声波。这些声波从声源向四面八方传播，就象我们向池塘投下一块石子所看见的情形一样。水的波纹从石块的落点向池塘的四周扩散出去。如果池塘是无边无际的，那么从理论上讲，波纹将会无止境地扩散下去。但实际上，由于它们在扩散途中要通过媒质而消散能量，因此其强度(或体积)就会减弱，直至最后完全消失。

液体或固体也能传声，虽然这些物质并不像空气那么富于弹性。实际上，它们对声波的阻力比较小。所有传播声音的媒质的粒子本身并不与声波一起向四外扩散，它们只是在原地振动，并由存在于它们之中的弹性交连把能量向四周传播而已。唯一不传递声波的媒质是真空，因为其中不存在任何可供振动的物质粒子。

### 声 速

声波的速度取决于传递它的媒质的密度与温度。在正常条件下，声音在空气中的速度为 1,120 英尺/秒(342.6 米/秒——译注)或 763 英里/小时(约 1,227.67 公里/小时——译注)，

而光波和无线电波通过空间传播的速度为186,000英里/秒(300,000公里/秒),相比之下,声速就显得较慢。当我们观看足球比赛时,声速之慢就更为明显。我们看见运动员踢球,却不能在同一时间听到踢球声音,直至几分之一秒以后才能听见。当我们观看喷气式飞机掠过天空时,声音却好象是从飞机后面的某一点发出的。

这一现象为我们提供了有利条件,因为较慢的声速使我们具有方向感,所以对于我们日常听觉的辨别力起重要的作用。这也使设计人员能够为我们设计出有指向性的传声器(见第五章指向性传声器)。显然,假如声音的传播速度跟光波一样,那么我们就不能鉴别出立体声,因为我们之所以有立体声感,是由于同一个声音传到我们右耳和左耳时的时差而产生的。

声速实际上与频率无关,在整个音频范围内声速始终保持固定。湿度对声速的影响也微不足道,尽管在饱和空气中的声速比在干燥空气中的声速稍快些。而温度对声速则确有影响,气温每上升或下降摄氏1度,声速即相应每秒加快或减慢约2英尺(约0.6米——译注)。这可以用管弦乐队中管乐器的音调加以证实,当温度上升时,音调就提高;温度下降时,音调就降低。

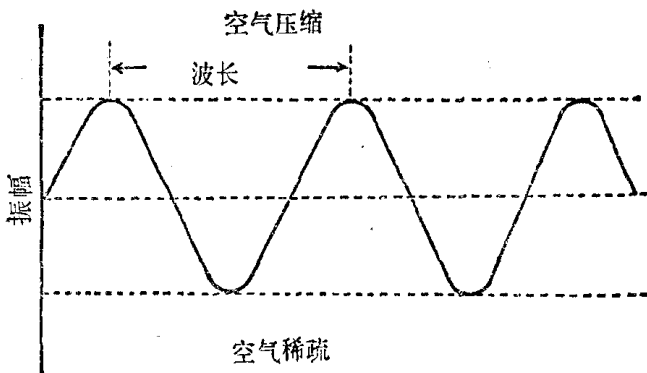


图 1.1 在空气中声波由空气粒子的压缩区与稀疏区所组成



## 波 长

空气中的声波与池塘中的水波很相似，两波峰之间的距离称作波长。实际上，波长可以用一个波上的任意点到相邻波上的对应点之间的距离来计算。这一距离也称为一周，它包括一个空气压缩区和一个相等的空气稀疏区，如图 1.1 所示。然而，我们很少用波长来说明一个实际的声音，因为对我们用处更广的是频率。声波频率不用周/秒这一单位来表示，而是用赫兹/秒来表示。亨利奇·赫兹是十九世纪的德国人，他投身于声波和无线电波的研究，因而声波和无线电波的单位就定为 Hz(赫兹，简称赫)或 KHz(1000 赫)。用波长除声速便得出频率，例如，波长 2 英尺(0.6 米)，频率就是 1,120 除以 2，等于 560 周(用 560 赫表示)。

录音时，所录声音的频率，通常是已知的，问题仅仅在于测定波长。我们可以根据简单的代入法，用频率除声速来求波长，因此，120<sup>①</sup>周(赫)的音调其波长为  $1,120 \div 120 = 10$  英尺(3 米)。

## 振 幅

任何物质的粒子离开其常态位置的最大位移称为振幅。声波的振幅愈大，结果声音就会愈响。录音工艺的要求之一就是录音与放音的过程中，能保持住原始波形的振幅，但这往往是不易办到的。

## 相 位

这一名词说明声波在其周期运动中所达到的精确位置。相位通常以圆周的度数来计算，因而  $360^\circ$  就相当于一个完整的

---

① 原文为 120 周，可能是 112 周之误。——译注

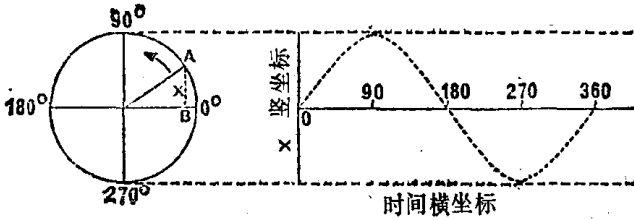


图 1.2 按时标画出的波动对圆周有一个相位关系  
波的振幅等于  $AB$  线

运动周期。沿着时标画出波动的图形(图 1.2)，能清楚地说明相位关系。可以看出，任何一个波的始点离其相邻波的始点恰好是  $360^\circ$ 。这就是说所有波峰都是互相同相。同样，所有波谷均相距  $360^\circ$ ，也就是说，它们也都是互相同相。而波峰与波谷之间则是互相反相，因为它们的相位差为  $180^\circ$ 。这里有一个重要的问题需要弄清楚，就是同相的声音是相加的，并易于结合；而反相的声音则是相减的，并易于互相抵消。这个现象在把一些不同的声音混合在一起以及用立体声设备处理声音时有着重要的意义。

## 拍 频

当两个频率比较接近的声波混合在一起时，它们就产生第三个新的波形，也就是众所周知的拍频现象。这一现象的产生是两个波形的不同波峰和波谷或压缩区和稀疏区相加和相减的直接结果(图 1.3)。如果拍频高于 20 赫，听到的就如乐音或纯音。但如果由于两个基频之差增大，而使拍频拍得更快，那么，拍频就变得难于辨别了。如拍频完全消失，是因为两个原始声波的频率相同或一个声波为另一个声波的整数倍。当两个音乐声的调子相谐调的时候就产生这种情况。

有一个经常碰到的问题，就是两个声波的频率相同，但其波形的始点在时标线上稍有差异。这个情况的结果是，两个声

波叠加时互相抵消，而使声音局部消失，同时引起相位失真，而形成复杂的波形。

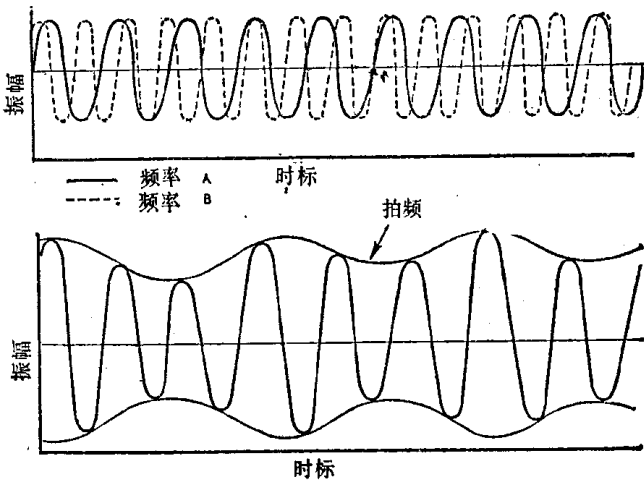


图 1.3 两个频率相近似的声波混合在一起而产生拍频

### 复合音

在音频范围内，两个不同频率 A 和 B 的声波叠加在一起时，产生复合音的频率等于  $A + B$ ，而差音的频率等于  $A - B$ 。这些音调可以清楚地听到，如同乐音而不象拍频。当我们同时听到很多频率的声音时，也存在着很多叠加的频率，这就使得复合波形难以分析。

### 声障效应

当空气中传播的声波遇到某物体时，就会象光束一样被反射回来。但其反射量则取决于该声波的频率与反射物体的大小。这一现象称为声障效应。如果物体小于声波的波长，那么反射量就很少。

因为音频的波长为 50 英尺至 1 英寸以下（即 15.25 米~0.025 米以下——译注），所以象家具、录音棚的设备和人等

都会对多种不同的频率产生声障效应。高频的反射量要比低频的反射量多。低频只稍微弯绕但仍能通过，继续前进。声障效应对录音棚的设计很有用处，录音棚中大的凸出面就是用来扩散声波的，而凹面则使声波聚焦。这一原理已应用于某些指向性传声器上(见第五章指向性传声器)。

### 掩蔽效应

正如一个人站在你前面会阻碍你的视线一样，一个声波也能阻碍另一个声波——特别是当两个声波的频率相同的时候。这就是声音的掩蔽效应。比如在广播节目中或在电影声带中，有意把几个声音结合在一起时，就会发生这一情况。掩蔽效应并不仅仅是个音量问题，因为当掩蔽音与被掩蔽音的频率不相同的时候，这一问题并不那么严重。但一个响亮的纯音很容易把一个频率更高的纯音掩蔽掉。这就必须确定哪一个声音更为重要，从而确定哪一个声音应当让听众清楚地听到。

### 回 声

回声是声波碰到某一比空气密度大得多的物质表面时被反射回来的结果。为了能够听到回声或反射声，反射面必须大于被反射声波的波长。最普通听见回声的例子是在建筑物之间、山谷之间或树林之中。

当声波由许多处于适当位置的反射面反射时，将会在一段时间内听到互相重叠的许多回声。这种多次反射的效果称为混响，这一原理已应用于设计与建造混响室。混响室在录音时用来增加人为的反射声波，从而改变原始声音的特性(见第八章混响室)。

由于评价所录声音音质的器官终究是人耳，所以就很有必要了解一下耳朵的特殊本能和它对于声波的反应。

## 耳 朵

当声音进入外耳，到达听管时，即引起一个微小的声压变化而使鼓膜振动。小听骨将这些振动传至内耳的液体，最后传至具有听觉神经的耳膜。这个相当精巧而得力的器官是异常灵敏的，它能接受的音量范围大得令人吃惊，远远超过一般录音设备所能承受的音量范围。

一般说来，人耳所能感受的频率范围会因人而异。确切能被听出的声音的最低频率大约为 16 赫，而在频谱的另一端，年青人的两耳可以听到的最高频率则为 17,000 至 18,000 赫。随着年龄的增长，人耳对高频的辨别力愈来愈弱；然而在人一生的绝大部分时间里，耳朵都能辨别出约 10 个倍频程的频率范围。

声波必须有一定的强度才能被人们听见，这个强度的最低值是随声波的频率而改变的。声音频率较低或甚高时都必须有相当的强度才能被人们听见。耳朵最敏感的频率范围在 1 千赫至 6 千赫之间，这是因为在窄狭的听管里发生谐振的缘故。正常听觉的等灵敏度曲线(即等响曲线——译注)见图 1.4。图中轮廓线称为弗莱彻曲线(Fletcher's curves)，它显示了由大量观测者指出的响度相等的各个点的轨迹。因为耳朵对频率的响应随声强或音量而不同，所以就 very 需要这样的曲线族。

## 声强标度

我们对响度的感觉可用以 10 为底的对数来计算，假如我们把声强增加 10 倍，反应到耳朵的音量将增加一倍。假如再把声强增加 10 倍，反应到耳朵的音量将再增加一倍。说明这种变换关系的单位叫贝尔。但在使用上，这个单位太大，所以我们把它除以 10 而得分贝(用 db 表示)。一对经过训练的耳朵，良在好的听闻条件下，当频率为 1 千赫时，可以鉴别出的最低声

强变化为 1 分贝。

从图 1.4 可以看到，声音的视在强度随频率而改变，这样就不能用分贝来表示所有频率的声强，因此采用吩(phon)作为计量单位来计算听觉的响度。当任何频率的声音在响度上与一个频率为 1000 赫高出零电平  $N$ /分贝的声音相等时，我们就说这个频率的声音响度为  $N$ /吩。零电平代表一个 1000 赫声音在最低可闻界限时所具有的最低音量。120 分贝则为听觉所能接受的最高音量。

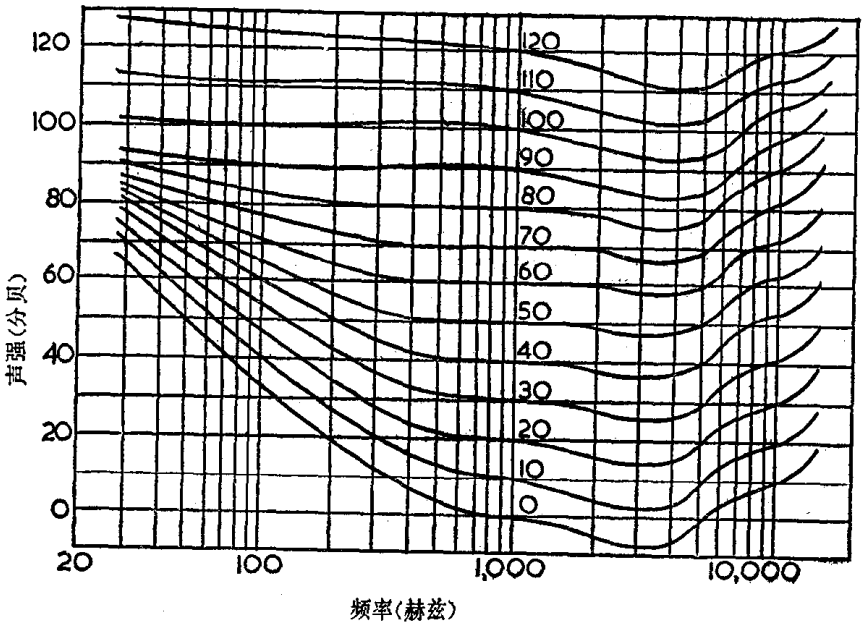


图 1.4 轮廓线表示人耳对不同声强及频率的响应(弗莱彻曲线或等响曲线)

### 听 觉 阈<sup>①</sup>

当任何声音刚好能够听见，我们就说这个声音为最低可听界限。在低音量电平时，人耳对低于 500 赫的频率不很灵敏。

① 即最低可听界限或可闻阈。——译注

因此，一个 40 赫的声音的响度必须比 500 赫的声音响度更大才能达到最低可听界限。当声强增加时，人对低频声音的听觉也加强。实际上，在接近于最大可听界限时，人耳对频率的响应则几乎是平线了。

### 感 觉 阈<sup>①</sup>

当一个声音到了使人震耳欲聋的时候，我们就说这个声音达到了最大可听界限。如果继续增加声强就会感觉到头痛但感觉不到声音。因为在听到声音与感到头痛之间没有明确的分界线，所以当某些高频即使离最大可听界限还很远，某些人（或动物）对它们也会表现出烦躁不安。因此，这一效应是因人而异的，并非任何两个人都必然对同一个频率表现出烦躁不安的情绪。

### 方 向 感

用单耳听音时只能在一定程度上辨别出声源的方向，而要具体确定声源的方向与准确的位置时，则必须用双耳才行。了解怎样形成方向感是有意义的，因为要鉴别立体声就必须有方向感。立体声将在第十章详述。

耳朵定位的方法包含两个原理。低于大约 1000 赫频率的声音是由异相效应定位的，因为到达右耳的信号，其波形上的相位有别于左耳。但频率高于 1000 赫时，由于两耳间的距离大于声音的波长，两耳听到的声音则在相位上相同，换言之，就是两耳听到信号波形上的位置相同。因为头部是固体，具有屏蔽效应，所以两耳接收到的是同相信号，但在音量或强度上则略有差别。转动我们的头部直至两耳接收到的声音强度相等，即能准确地确定声源的方向。因此，高频声源的方向比低频声

---

<sup>①</sup> 即最大可听界限或疼痛阈。——译注

源的方向更易于判定，后者常常是难于定位的。

## 频 率

为了鉴别出我们平常熟习的各种声音，必须如实地录下从接近 40 赫直至 14,000 赫这一频率范围。由于实用上的理由，16 赫这一可听到的最低频率是不需要录上的，18,000 赫这一可听到的上限频率常常也是不必要的。耳朵所能听到的 10 个倍频程中，其中大部分频率都能被仔细地辨别出来。我们不仅能区别出音阶中的所有音调，还能区别出介乎这些音调之间的调子。例如在音乐的调子高了或低了的时候，我们可以很容易把它鉴别出来。要鉴别出这样细小的频率变化，并不需要经过特殊的训练或具有一定的音乐才能，这种训练或才能只是有益于更容易地作出判断罢了。

一般说来，要产生令人满意的录音效果，录音系统和放音系统的频率响应必须在整个音频范围内始终保持对称平衡。高频的任何延伸必须伴随低频的等量延伸。由于 800 赫是听觉范围的中部频率，所以实际上任何声学设备都用这一频率作为在其上或其下能重发多

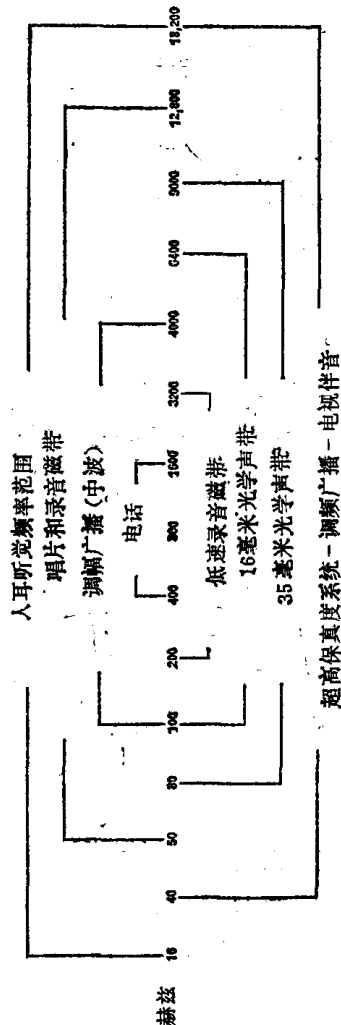


图 1.5 一些典型的频率响应



少倍频程的依据。因此,假如所用的设备将要记录高达 16,000 赫的频率,那么它必须也能够记录低至40 赫的频率,即 800 赫的两边均为 4 个半倍频程。理想的情况是,高频乘以低频所得的积为 640,000。目前使用的一些典型的频率范围见

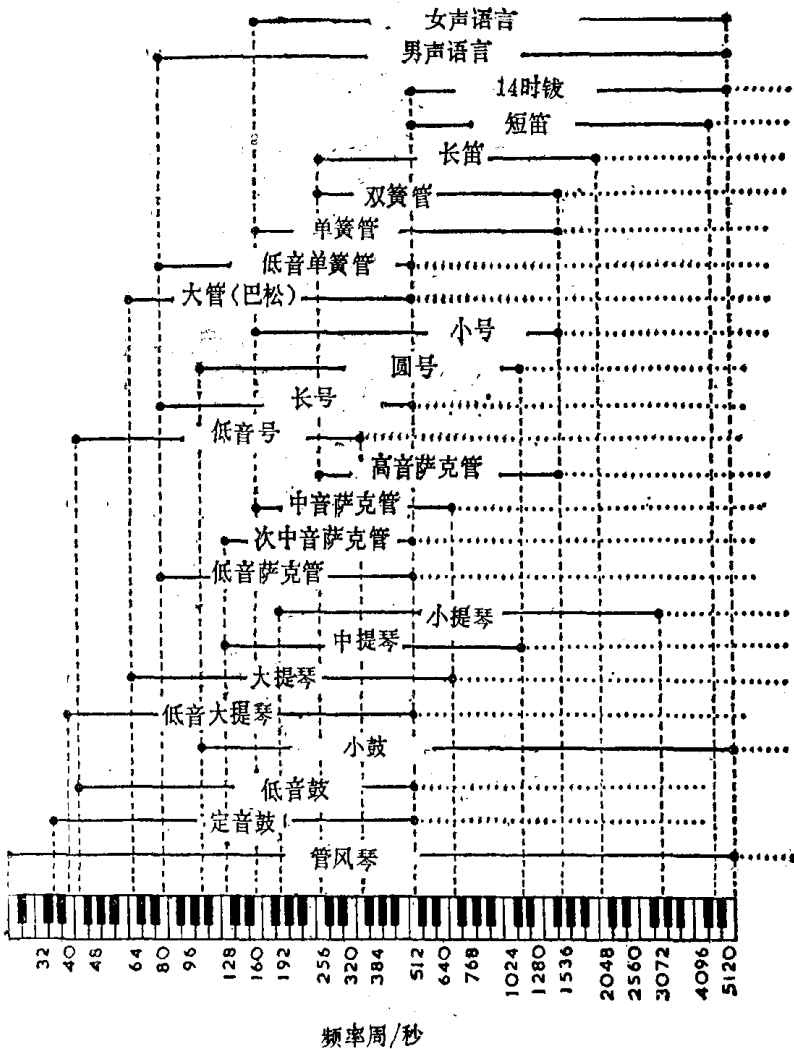


图 1.6 管弦乐和声乐的音域品级