

CHUXUE WUXIANDIAN JICHUZHISHI JINGJIANG

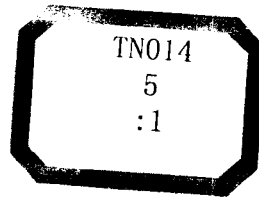


# 初学无线电

## —基础知识精讲

肖景和 赵健 编著

 人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS



# 初学无线电——

## 基础知识精讲

肖景和 赵 健 编著

人民邮电出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

初学无线电——基础知识精讲/肖景和, 赵健编著. —北京: 人民邮电出版社, 2006. 1

ISBN 7-115-13559-2

I. 初... II. ①肖... ②赵... III. 无线电技术—基本知识 IV. TN014

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 071909 号

### 内 容 提 要

本书是一本无线电爱好者自学类参考书, 介绍了无线电爱好者需要了解和掌握的基础知识, 包括无线电电路中常见名词的详细解释, 常用电子元器件介绍, 无线电电路中的基本电路原理分析, 数字集成电路与运算放大器的原理与使用。

本书内容紧密联系初学者实际, 原理分析通俗易懂, 是无线电爱好者自学的好帮手, 供无线电爱好者自学参考。

### 初学无线电——基础知识精讲

---

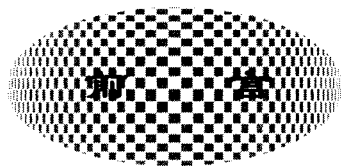
- ◆ 编 著 肖景和 赵 健  
责任编辑 付方明
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号  
邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn  
网址 <http://www.ptpress.com.cn>  
北京顺义振华印刷厂印刷  
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本: 800×1000 1/16  
印张: 16.25  
字数: 346 千字 2006 年 1 月第 1 版  
印数: 1-5 000 册 2006 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-13559-2/TN · 2529

---

定价: 24.00 元

读者服务热线: (010) 67129264 印装质量热线: (010) 67129223



随着电子技术的快速发展和广泛应用，越来越多的人对其产生了浓厚的兴趣，但无论是作为职业，还是作为业余爱好，一个取得成功的无线电爱好者一般都要经过这样一个学习过程：初步的理论知识→初步的实践→进一步的理论知识→进一步的实践→再进一步的理论知识→再进一步的理论实践。在这个不断反复的循环中，理论和实践水平不断提高，最后在这一领域取得某种成就。

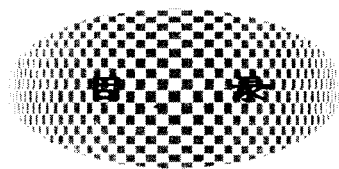
学习无线电电子技术首先要具备相关的基础知识，这是进行更深一步学习的前提条件。但是有不少无线电爱好者往往感到理论学习很枯燥，学习起来很困难，因此他们只注重实际制作。而当他们遇到实际问题时，往往束手无策，不知道如何从基本理论中寻求解决的办法。而且业余无线电爱好者的学习条件与环境不同于学校的学生，没有充分的时间来系统地学习基础理论，也没有老师对他们进行辅导。这时就需要有一本能够指导他们学习的自学用书。

正是基于以上情况，我们编写了本书，来解决初学无线电知识的读者在学习过程中遇到的问题。本书虽不具备教科书的系统性和完整性，但在内容选择上却是无线电爱好者最需要了解的基础知识。它像一本词典一样，读者在学习过程中遇到问题时可以随时查阅。

另外，电子电路工作原理分析是无线电爱好者必备的技能之一，也是初学者在学习无线电电子技术过程中不可避免的一个难题。因此本书还有姊妹篇《初学无线电——电子电路分析》，该书根据初学者的具体情况，挑选最常见的基本电路结构集中进行理论分析，然后结合具体电路分析，将理论与实际紧密结合，使读者在较短的时间内掌握分析电路的能力。敬请关注该书的出版。

由于作者水平有限，书中难免有不足之处，敬请广大读者批评指正。

编著者



<b>第 1 章 无线电常用名词解释</b> .....	1
1.1 电平与分贝 .....	1
1.2 信噪比 .....	4
1.3 赫兹 .....	4
1.4 频率、周期和波长 .....	5
1.5 频率响应与通频带 .....	5
1.6 音频、视频和射频 .....	6
1.7 电容和容抗 .....	6
1.8 RC 时间常数 .....	8
1.9 RC 微分电路与耦合电路 .....	10
1.10 RC 积分电路 .....	12
1.11 电感和感抗 .....	12
1.12 电压与电位 .....	14
1.13 相位 .....	15
1.14 交流电的表示方法 .....	17
1.15 交流电的最大值、有效值和平均值 .....	19
1.16 基波与谐波 .....	20
1.17 LC 电路与串联谐振 .....	22
1.18 LC 电路与并联谐振 .....	23
1.19 谐振电路的品质因数——Q 值 .....	23
1.20 阻尼 .....	25
1.21 电容器的介质损耗 .....	25
1.22 线性元件和非线性元件 .....	26
1.23 检波与检波电路 .....	28
1. 什么是检波 .....	28
2. 检波电路及其工作原理 .....	29
1.24 收音机的灵敏度 .....	31



1.25	收音机的选择性 .....	32
1.26	中频波道衰减 .....	32
1.27	像频干扰 .....	33
1.28	调幅广播与调频广播 .....	34
1.29	调频立体声广播 .....	36
1.30	调频立体声解码电路 .....	38
1.31	立体声 .....	40
1.32	音频功放的谐波失真 (THD) .....	42
1.33	Hi-Fi 音响和 AV (家庭影院) 系统 .....	43
1.34	机顶盒 .....	45
1.35	电视机的清晰度 .....	46
1.36	彩色电视机的制式 .....	47
1.37	MP3 技术与 MP3 播放机 .....	49
1.38	甲类 (A 类) 功率放大电路 .....	49
1.39	乙类 (B 类) 功率放大电路 .....	52
1.40	D 类功率放大电路 .....	55
<b>第 2 章</b>	<b>常用电子元器件 .....</b>	<b>57</b>
2.1	电阻器 .....	57
1.	固定电阻 .....	57
2.	电位器 (可调电阻) .....	60
2.2	特种电阻器 .....	62
1.	热敏电阻 .....	62
2.	光敏电阻 .....	65
3.	压敏电阻 .....	67
2.3	电容器 .....	68
1.	电容器的种类 .....	68
2.	电容器的技术参数 .....	70
3.	电容器的型号及容量标注 .....	71
4.	可变电容和微调电容 .....	73
5.	电容的选用 .....	73
2.4	电感元件 .....	75
1.	电感元件的种类 .....	75
2.	电感元件的技术参数 .....	79
2.5	磁心电感与铁心电感 .....	80



1. 中频变压器	80
2. 铁心变压器	83
2.6 铁氧体磁性材料	85
2.7 石英晶体与陶瓷元件	88
1. 石英晶体元件	88
2. 陶瓷谐振元件	90
3. 声表面波器件	92
2.8 晶体二极管	93
1. 二极管的种类与型号	94
2. 二极管性能的检测	101
2.9 光电二极管	102
1. 构造和工作原理	102
2. 光电二极管的主要参数	103
3. 光电二极管的种类和选用	105
2.10 红外发光二极管	106
1. 红外线及其特性	106
2. 红外发光二极管的基本特性	106
3. 红外发光二极管的主要参数	108
2.11 晶体管	109
1. 晶体三极管的结构	109
2. 晶体管的种类	111
3. 晶体管的放大作用	111
2.12 晶体管的特性曲线和参数	112
1. 晶体管的输入、输出特性曲线	113
2. 晶体管的极限参数	114
3. 最高结温和散热	116
2.13 锗晶体管与硅晶体管	117
1. 输入特性	117
2. 饱和压降	117
3. 击穿电压	118
4. 温度特性	118
2.14 场效应晶体管	119
1. 结型场效应管的工作原理	119
2. N 沟道结型场效应管的特性曲线	120
3. 绝缘栅场效应管	121



4. 场效应管的符号和外形 .....	122
2.15 MOS 型场效应管 .....	123
1. 半导体的表面电场效应 .....	123
2. 结构和工作原理 .....	123
3. 基本类型、符号和型号 .....	124
4. 特点及应用 .....	125
2.16 场效应管的主要参数 .....	126
1. 主要直流参数 .....	126
2. 主要交流参数 .....	128
2.17 晶体闸流管 .....	128
1. 晶闸管的基本结构和主要特性 .....	128
2. 晶闸管的种类和型号 .....	129
3. 晶闸管的主要技术参数 .....	132
2.18 电磁继电器 .....	132
2.19 固态继电器 .....	134
1. 固态继电器的原理和结构 .....	134
2. 固态继电器的特性 .....	135
3. 固态继电器的应用 .....	137
2.20 集成稳压器 .....	138
1. 三端固定式集成稳压器的种类 .....	138
2. 三端固定式集成稳压器的应用 .....	139
<b>第 3 章 基本电子电路 .....</b>	<b>141</b>
3.1 晶体管在放大电路中的三种连接方式 .....	141
1. 晶体管三种连接方式的工作特点分析 .....	142
2. 三种放大电路的相位关系 .....	144
3. 三种放大电路的比较 .....	144
3.2 共发射极单管放大电路分析 .....	146
1. 晶体管单管放大电路的工作状态分析 .....	146
2. 偏置电路的设置 .....	147
3.3 多级放大电路的级间耦合 .....	148
1. 阻容耦合 .....	149
2. 变压器耦合 .....	150
3. 直接耦合 .....	150
3.4 直接耦合式晶体管放大电路 .....	151





3.5 晶体管小信号低频放大器的设计原则 .....	154
1. 对低频小信号放大器的设计要求 .....	154
2. 低频小信号放大器的设计原则和方法 .....	155
3.6 负反馈放大电路分析 .....	158
1. 什么叫反馈 .....	158
2. 反馈的分类及判别方法 .....	160
3. 负反馈对放大器性能的影响 .....	160
3.7 共基极放大电路 .....	163
1. 共基极放大电路的组成形式 .....	164
2. 共基极放大电路的基本特点 .....	165
3.8 射极输出器及使用中应注意的问题 .....	167
1. 射极输出器的三大特点 .....	167
2. 射极输出器使用中应注意的问题 .....	168
3.9 差分放大器 .....	170
1. 差分电路的组成与基本工作原理 .....	170
2. 差分电路的工作特性 .....	172
3. 差分放大器的其他形式 .....	175
3.10 场效应管的基本电路 .....	176
1. 场效应管的三种接法 .....	176
2. 场效应管放大器的偏置电路 .....	177
3.11 正弦波振荡器 .....	178
1. 振荡电路中振荡的形成 .....	178
2. 振荡电路的种类 .....	179
3. 振荡电路的选择 .....	184
3.12 晶体管集—基耦合多谐振荡器 .....	185
3.13 互补晶体管多谐振荡电路 .....	187
3.14 由数字集成电路组成的多谐振荡器 .....	189
3.15 由施密特触发器组成的多谐振荡器 .....	191
3.16 由 555 电路组成的多谐振荡器 .....	192
3.17 由晶体管组成的双稳态电路 .....	194
3.18 由晶体管组成的单稳态触发器 .....	196
1. 单稳态触发器的工作原理 .....	196
2. 单稳态触发器的技术指标 .....	198
3.19 由数字门电路组成的单稳态触发器 .....	199
1. 由或非门组成的单稳态触发器 .....	199



2. 由与非门组成的单稳态触发器 .....	200
3. 由施密特触发器组成的单稳态触发器 .....	200
3.20 施密特触发器 .....	201
1. 施密特触发器的工作原理 .....	202
2. 施密特触发器的回差特性 .....	204
3. 用集成门电路组成的施密特触发器 .....	204
3.21 晶体管稳压电路 .....	205
1. 最简单的稳压电路 .....	205
2. 简单的串联型稳压电路 .....	207
3. 带放大环节的串联型稳压电路 .....	208
4. 改善稳压电路性能的电路 .....	209
<b>第4章 运算放大器和数字集成电路 .....</b>	<b>211</b>
4.1 运算放大器及其基本特性 .....	211
1. 运算放大器的发展简史 .....	211
2. 集成运算放大器的基本结构 .....	212
3. 集成运算放大器的主要技术指标 .....	213
4.2 集成运算放大器的基本用法 .....	215
1. 反相放大器和比例加法器 .....	216
2. 同相放大器和电压跟随器 .....	218
3. 电压比较器 .....	218
4. 有源滤波器 .....	220
4.3 数字集成电路 .....	222
1. 晶体管开关电路 .....	222
2. 晶体管门电路 .....	225
4.4 TTL 与非门集成电路 .....	225
1. TTL 与非门的结构与工作原理 .....	226
2. TTL 与非门电路的主要参数 .....	228
4.5 CMOS 集成门电路 .....	230
4.6 CMOS 数字集成电路的特点及使用注意事项 .....	232
1. CMOS 数字集成电路的特点 .....	232
2. CMOS 数字集成电路的使用方法与注意事项 .....	234
4.7 集成电路触发器 .....	237
1. 基本 R-S 触发器 .....	238
2. 钟控 R-S 触发器 .....	239



---

3. D 触发器 .....	240
4. J-K 触发器 .....	241
5. T 触发器 .....	241
4.8 集成电路计数器 .....	242
1. 二进制计数器 .....	242
2. 十进制计数器 .....	244

# 第 1 章 无线电常用名词解释

## 1.1 电平与分贝

在无线电和电子电路的学习中经常会遇到这样的名词——电平，伴随着电平又会出现另一个名词——分贝。

在不少初级电工学教材中，总是将抽象的电学概念用水的具体现象来比喻。如用水流比喻电流、水压比喻电压，同样也用水位的高低来比喻“电平”。这种比喻较为形象，但并不准确。在电子电路中，所谓“电平”，指的是电路中的两点或几点在相同阻抗下电量的相对比值。在这里的电量指的是“电压”、“电流”和“电功率”。在一般的电路工作原理的分析中，通常总是用某点为“高电平”，某点为“低电平”来叙述，虽然未指出高、低电平的数值，但通常高电平总是指接近于工作电源电压的数值，而低电平则是指接近 0V 的电压数值。

在电路中如果要准确地了解某一点或某一处的电平，需要借助于一个测量电平的单位，这个测量单位便是“分贝”。

分贝是无线电电子技术中一个较为特殊的测量单位，它既可表示功率，又可表示电压，它是这样得来的：

假定一个放大电路，它的输出功率为  $P_2$ ，输入功率为  $P_1$ ，将  $P_2/P_1$  的比值取常用对数，即  $\lg(P_2/P_1)$ ，所得结果用“贝尔”作单位，即贝尔数 =  $\lg(P_2/P_1)$ 。由于贝尔这个单位太大，我们取它的 1/10 作为单位，称为“分贝”，并用符号“dB”来表示。其结果为：

$$\text{分贝数} = 10 \times \lg(P_2/P_1)$$

例如：某放大器输出功率  $P_2$  为 5W，输入功率  $P_1$  为  $5 \times 10^{-3}$  W，则功率增益 =  $10\lg(P_2/P_1) = 10\lg[5/(5 \times 10^{-3})] = 10\lg 1000 = 10 \times 3 = 30\text{dB}$ 。

上述结果为表示“功率”分贝数的公式，如果要表示“电压”的分贝数，则公式会变为：

$$\text{分贝数} = 20 \times \lg(V_2/V_1)$$

这是由于在电工学中，电功率  $P = I^2 R = V^2 / R$ ，将公式中等号右边的部分代入分贝公式中，经化简后得：

$$\text{分贝数(dB)} = 10 \times \lg(V_2^2/V_1^2) = 20 \times \lg(V_2/V_1)$$

分贝是用来表示电平高低的单位，也是用来表示电信号增减程度的计量单位。由上述分析可知，分贝这个单位是两个电压（或功率）的比值通过取“对数”而得来的。那么为什么要用对数的方式而不用通常计量中所采用的十进制或其他进制呢？其原因有二。



第一，由于声强和放大器的输出功率是一致的，因此分贝除作为电压和功率的单位外，还作为声强的表示单位。科学实验已经证明：当放大器输出功率（同时也是声强）成 10 倍、100 倍、1000 倍增强时，人们听起来只觉得是增强了 1 倍、2 倍和 3 倍。这种关系实际上正好是一种对数关系，因此采用对数关系来表示这种增强关系正好符合人们的听觉上感受到的声强的变化程度。

图 1-1 给出了实际声强比（或功率、电压比）和听觉上感到的声强增加倍数关系的曲线图，由图可见，它是一条直线。该图的横坐标表示了声强比，它的刻度是不均匀的，这就是用对数关系所作的刻度。图的纵坐标表示听觉上感到增大的倍数，刻度是均匀的。采用这两种刻度绘制的关系图正好是一条直线。

第二，采用分贝作为单位给放大电路的增益计算提供了极大的方便，它把很大的数字化小了，也把需要由乘法来计算的事情变为只用简单的加法来计算。例如：一个三级放大器，其各级电压放大倍数分别为 25 倍（28dB）、316 倍（50dB）和 100 倍（40dB）。如果直接用乘法来计算它的总电压放大倍数，则为：25

$\times 316 \times 100 = 790000$  倍，这个数值是很大的。如果改用分贝计算，则为  $28 + 50 + 40 = 118\text{dB}$ ，这个数值就比原来小得多了，计算起来或读起来都很方便。

此外，用分贝这个单位来表示一个放大器的增益也很方便。例如，一个运算放大器的开环增益为 1000000 倍，用分贝表示则为： $20\lg 1000000 = 20 \times 6 = 120\text{dB}$ 。

在电路测量中，通常总要设定一个参考电平，这个电平被设定为 0 分贝。但这个 0 电平既不是 0V，也不是 0W 或 0A，而是一个待测电平的参考电平。在测量过程中，如果测得的电平数值大于参考电平，则这个电平值为正值；若小于参考电平，则这个电平为负值。

在参考电平的设定中，有相对电平和绝对电平两种选择。两种方式完全是根据测量的需要来选择的，例如我们在测量放大器的增益时，若选取输入电压作为参考电平，则按照公式所求得输出电平为相对电平。如果所选参考电平选取国家规定的标准值，则所求出的电平值为绝对电平。国际上和我国均统一规定：将功率值为 1mW、电压值为 0.775V、电流值为 1.29mA 规定为绝对电平 0 分贝的数值。

在绝对电平中，规定以  $600\Omega$  纯电阻上消耗 1mW 功率作为电平的基准值  $P_0$ ，这个值作为 0 电平。相应的 0dB 电压有效值  $V_0$  应等于 0.775V。

功率绝对电平的基准值为 1mW，0 功率电平的分贝值为 0dBm，任意功率  $P$  的功率电平  $L_P = 10\lg(P/P_0) = 10\lg[P(\text{mW})/1(\text{mW})]\text{dBm}$ 。

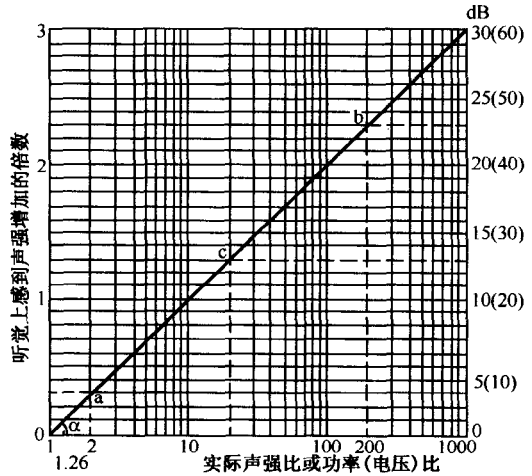


图 1-1 实际声强比与人的听感关系图



电压绝对电平 (0 电平) 的基准值为 0.775V, 它的 0 电平的分贝值则为 0dBV, 任意电压  $V$  的电压电平  $L_v = 20\lg(V/V_0) = 20\lg(V/0.775)(\text{dBV})$ 。

下面以实例说明绝对电平的测量与计算。例如某放大器的输出功率为  $1 \times 10^3 \text{mW}$ , 则其功率绝对电平为  $L_p = 10\lg(1 \times 10^3) = 30\text{dBm}$ 。

又如某放大器输入阻抗为  $600\Omega$ , 输入电压为 7.75V, 则其绝对输入电平  $= 20\lg(7.75/0.775) = 20\text{dBV}$ 。

由电平的定义可知, 电压电平与阻抗无关, 不管回路的阻抗是多少, 0dB 电压电平在阻抗两端的电压都是 0.775V; 而功率电平则不同, 阻抗不同, 消耗 1mW 功率的压降就不同。例如阻抗为  $600\Omega$  时两端压降为 0.775V, 若阻抗为  $150\Omega$  时两端压降就变为 0.38V。所以用  $600\Omega$  为基准刻度的电平测量仪表只能测量电压电平 dBV 和  $600\Omega$  阻抗上的功率电平 dBm, 若测量其他阻抗上的功率电平则需作以下换算:  $L_p = 10\lg[(V^2/R)/(0.775^2/600)] = 10\lg[(V^2/0.775^2) \times (600/R)] = L_v + 10\lg(600/R)$ 。

上式中,  $10\lg(600/R)$  称为修正项, 若被测点阻抗不为  $600\Omega$ , 则必须将电压电平加上修正值才是功率电平。

下面以国内广泛使用的 MF-500 型万用表为例说明音频信号电平的测量方法。MF-500 型万用表盘的 dB 刻度范围为  $-10 \sim +22\text{dB}$ , 误差小于 4%。

测试时将红、黑表笔的一端分别接在“dB”和“\*”插孔, 另一端接被测电路。选择电压挡, 当选用交流 10V 挡对应 0dB 时, 测量值即为实际值。若超出量程, 可选择交流 50V、250V 挡, 当选用量程为 50V 挡时, 应加修正值  $20\lg(50/10) = 14\text{dB}$ , 测量范围为  $+4 \sim +36\text{dB}$ ; 当选用 250V 挡时, 应加修正值  $20\lg(250/10) = 28\text{dB}$ , 测量范围为  $+18 \sim +50\text{dB}$ 。

在分贝数值中, 除了 0dB 外, 还有一个  $-3\text{dB}$  是必须了解的。 $-3\text{dB}$  也叫半功率点或截止频率点, 在这一点上的功率恰好是正常功率的一半, 电压和电流也是正常值的一半。在电声系统中,  $\pm 3\text{dB}$  的差别被认为不会影响频率的总特性。所以在音响设备的指标中, 如频率范围、输出电平、频率响应等都允许有  $\pm 3\text{dB}$  的偏差。例如一台音频功放, 它的频响为  $10\text{Hz} \sim 40\text{kHz}$ , 表明在这段频率范围中, 输出幅度不会超过  $\pm 3\text{dB}$ , 即在  $10\text{Hz}$  和  $40\text{kHz}$  这两个端点频率上, 输出电压幅度为中间频率段的 0.707 (即  $1/\sqrt{2}$ ) 倍。

我们知道, 在万用表表盘的最下方一般都附有一个测量 dB 用的刻度, 这个刻度的范围为  $-10 \sim +22\text{dB}$ 。在万用表中, 测量分贝使用的是交流电压挡, 即它与电压挡是共用一个电路的。表盘上的刻度范围专指采用交流 10V 挡测量时用的分贝值范围。由于表盘面所限, 不能再增加更多的挡位。如果需要采用 50V 挡测量时, 就需要将原刻度上测量的值再加 14dB。这是由于 50V 比 10V 扩大了 5 倍, 按分贝的定义可折合成 14dB。

同理, 若采用 100V 或 250V 挡测量时, 需在原测量读数上分别加 20dB 或 28dB。

需要说明的是, 万用表上的 dB 刻度是在  $600\Omega$  电阻上把 1mW 的功率转换成 0.775V 电压后画出的, 因此只有当被测电路的阻抗为  $600\Omega$  时, 电表的指示才是正确的。这是因为电



平是用来表示功率增益的，而两个测量点即使是功率相同，如果阻抗不同，则它们的电压也不同，因此表针的指示就不同。

如果被测电路的阻抗不是  $600\Omega$ ，则应加以校正。校正系数可用式  $10\lg(600/R)$  来求得，其中  $R$  为被测电路的阻抗。

式中的  $600\Omega$  是我国通信线路所采用的架空明线的特性阻抗值，通信终端设备和所用测量仪表的输入、输出阻抗也均采用  $600\Omega$ ，所以万用表的分贝挡刻度也采用  $600\Omega$  的标准。

## 1.2 信噪比

任何一台收音机或功率放大器除了输出有用的音乐和语言信号外，还会伴随有一定的噪声，噪声信号是一种有害的信号，它会干扰正常的有用信号，因此应该将其去掉。但在实际电路制作中这种噪声信号总是难以避免的，可以将其尽量降低，但不可能将其彻底消除。采用信噪比这一质量指标即可衡量一台放大器能将有害的噪声降低到什么程度，就可以比较和衡量两台放大器质量的优劣（信噪比高的质量较好）。

所谓信噪比，顾名思义，它是信号功率与噪声功率之比，但它们又不是简单的两个数值之比，而是将它们之比取对数，其原因仍然是为了符合人耳的听觉特性，使信噪比这一衡量放大器质量的技术指标与人们的听觉感受一致。用公式表示为：信噪比 =  $10\lg[\text{信号功率(mW)} / \text{噪声功率(mW)}]$ (dB)。

如果用电压表示则为：信噪比 =  $20\lg[\text{信号电压(V)} / \text{噪声电压(V)}]$ (dB)

两台放大器相比较，信噪比大的一台音质要好。信噪比的最低限值为 20dB，低于 20dB 的放大器，其输出信号中的噪声和有用信号一样大，甚至超过了有用信号，人们就无法接受了。音质较好的放大器，其信噪比至少应在 80dB。

在一些音频功率放大器的说明书中，经常会看到用  $S/N$  这样的符号来表示信噪比。其中  $S$  代表信号电平， $N$  代表噪声电平。

## 1.3 赫兹

“赫兹”本来是德国一位著名物理学家的名字，为了纪念他对物理学的贡献，特将频率的单位命名为“赫兹”。频率是无线电和电子学中经常遇到的一个名词，它的含义是无线电波每秒振动的次数。赫兹是频率的单位，用符号“Hz”表示。每秒振动 1 次的频率为 1Hz，大于 1000Hz 的频率用 kHz（千赫兹）表示，大于 1000kHz 的频率用 MHz（兆赫兹）表示，大于 1000MHz 的频率用 GHz（吉赫兹）表示。

在无线电技术中，电脉冲信号的振动频率分为低频频率和高频频率，低频频率的振动频率为数百赫兹，高频频率可为数千、数兆赫兹。

普通的中波调幅广播采用的发射频率为 500~1605kHz，短波广播采用的频率范围为



4~22MHz。调频广播采用的频率范围为 88~108MHz。电视广播采用的频率范围约为 50~800MHz。

交流电源的频率为 50Hz。人耳能听到的频率范围为 20Hz~20kHz。

## 1.4 频率、周期和波长

频率、周期和波长是一组密切相关的名词，频率是电波每秒振动的次数，周期是完成一次振动所需要的时间，波长则是每一个振动周期所经历的距离长度。通常频率用  $f$  表示，周期用  $T$  表示，而波长则以公制长度的千米 (km)、米 (m)、厘米 (cm) 和毫米 (mm) 等为单位。

频率、周期和波长的关系若用公式表示则为： $f=1/T$ ； $T=1/f$ 。而波长的计算则要引入另一个物理量——光速 (300000km/s)，即波长  $L=300000\text{km}/f$ 。这是因为无线电波的传播速度和光的传播速度相同，为 30 万公里/秒。

例如：一个中波电台的广播频率为 600kHz，它的波长 =  $300000\text{km}/600\text{kHz}=500\text{m}$ 。

## 1.5 频率响应与通频带

频率响应是一台放大器的技术指标之一，它表示该放大器对于输入的信号中各频率放大倍数的均匀程度，即响应程度。

一台信号放大器总是由放大器件 (包括晶体管、场效应管、运算放大器等) 和电容、电阻等元件组成。由于各元器件的非线性特性和它们各自的频率特性，使得由这些元器件所组成的信号放大器对于输入信号中各频率的放大能力并不一致，有的频率经放大器放大后获得较高的增益，有的频率则得到较低的增益。大多数放大器对于中频段信号具有较高并且较均匀的放大能力，对于低频段或高频段的放大能力较差。以音频放大器为例，由于人耳的听觉特性，当该放大器对各频率放大能力的不均匀度在 -3dB 时，即在此中间频率  $f_0$  的放大倍数下降 30% 的范围内时，听不到它的变化，因此 -3dB 作为音频放大器的频响指标。-3dB 的频响指的是信号中的低频频率  $f_1$  和高频频率  $f_2$  的放大倍数下降到  $f_0$  的 0.707 倍时的高、低频频率。

放大器频率响应一般采用频响曲线图表示，某一放大器的频响曲线图如图 1-2 所示。图中的纵坐标代表放大器对各频率的放大倍数，横坐标表示信号频率，其中  $f_1$  为最低信号频率， $f_2$  为最高信号频率， $f_0$  为中间频率。 $f_1 \sim f_2$  之间的频率范围称为放大器的“通频带”，简称频带。如果一个放大器的频带很宽，表明该放大器的频率响应

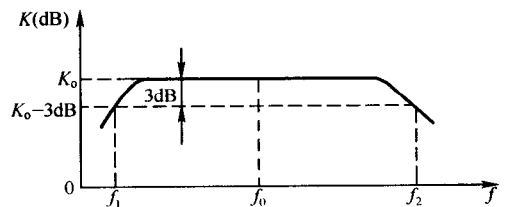


图 1-2 放大器的频率响应曲线图





好；反之频带窄，就表明该放大器的频率响应差。

例如：一个具有 20Hz~100kHz 频响的音频放大器比一个 40Hz~20kHz 的放大器的频率响应要好，因为前者具有较宽的频带，有较高的技术指标。

## 1.6 音频、视频和射频

音频、视频和射频是对频率信号的大致分类，当提到它们的名称时，人们就会对它的频率高低与用途有一个大概的认识。

音频信号是一种低频信号，这类信号有一个显著的特点：当把这类频率信号输出后，通过扬声器就能够发出使人听到的声音，故称其为音频信号。它的频率范围约为 20Hz~20kHz，音频信号能够用来传送语言和音乐，是一种广泛使用的信号频率。

视频信号是一种高频信号，顾名思义，它是用来传送图像信号的，是电视信号的主要传送频率。由于传送图像信号要比传送声音信号复杂得多，因此它需要的频率带宽也要大得多，一般至少需要 0~6MHz 的带宽。

射频信号所包括的频率范围比上述两种频率信号的范围都大得多，从 10 千赫到 3 太赫（3000 千兆赫）。这种频率信号的特点是能够通过电磁波向空中发射并传输很远的距离，故称为射频，就是能够向外发射的频率。

射频信号通常作为一种传送信号的工具，或称为信号载体、载频。载频是一种频率、幅度相对固定的信号频率，它可以用来传送语言信号（如无线电广播），也可用来传送图像信号（如电视图像），还可用来传送各种遥控信号（如对人造卫星的控制等）。

载频是用来传送信号的载体，当使用时将需要传送的声音、图像或遥控信号加至载频信号发生器的输入端，对载频信号进行频率调制或幅度调制，也就是将各种有用信号搭载到载频信号中，形成一种被调制的载频信号向外发射。在接收端，通过解调器将有用信号解调还原，从而达到了传送信号的目的。

## 1.7 电容和容抗

电容的规范名称是“电容器”，它是电子电路中不可缺少的重要元件。根据组成电容器的材料和结构形式，电容器有多种品种和型号规格。不论何种型号，电容器的主要功能都是存储电荷，并且通过存储电荷这种形式实现电路中的各种功能。电容器在电路中的主要功能和用途有：电源滤波、信号耦合、退耦、微分、积分等。

几乎所有的电容器都是由两片金属片重叠或卷制而成，中间加入绝缘材料，两片金属片各自接出一根引线作为电容器的两个极，用来和电路连接。

将电容器的两个极分别和一个直流电源的正、负极相连，和电源正极相连的极板会带上正电荷，和电源负极相连的极板会带负电荷（电子），这种现象叫做电容器的“充电”。电容