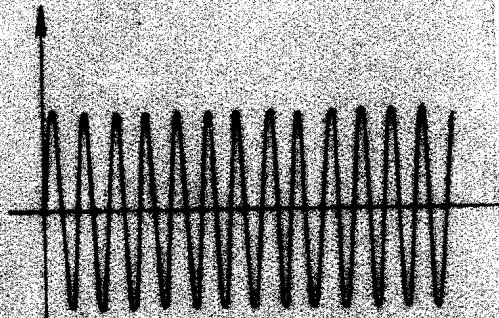
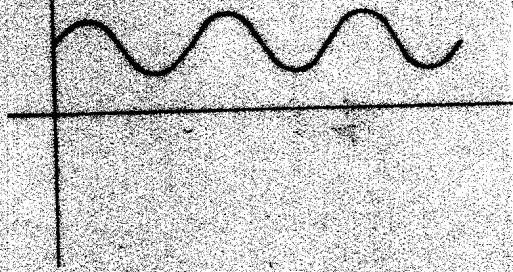
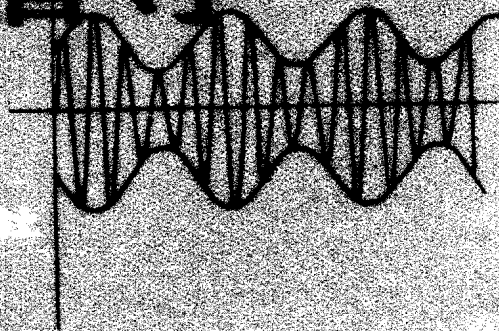


左育春 编著



业余 电子爱好者 制作指导



机械工业出版社

内 容 简 介

本书共分五章，无电源收音机，半导体三极管振荡器，无线电发射机电路，高压产生电路，整流器和稳压电源。内容广泛，由浅入深，具有通俗性、趣味性、实用性和系统性。书中所介绍的电路不仅博采精选，而且多经实验比较。作者对近百个实际制作电路的工作过程和特点逐一进行了分析，并给出了完整的元件参数、制作和调试方法，还附有印刷电路板图。

本书供广大业余电子爱好者参阅，具有一定指导意义。

业余电子爱好者制作指导

左育春 编著

*

责任编辑：卢若薇

封面设计：郭景云

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南里一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第117号）

人民卫生出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ · 印张 $10\frac{5}{8}$ · 字数 232 千字

1988年1月北京第一版 · 1988年1月北京第一次印刷

印数 00,001—27,000 · 定价：2.45元

*

ISBN 7-111-00063-3/TN·1

致 读 者

电子技术是近年来发展最迅速、应用最广泛的科学技术之一，它促进着社会面貌的不断改观，使人们的生活越来越丰富多采。四化建设需要电子技术，日常生活也需要电子技术。人们迫切需要学习和掌握一些通俗的电子技术知识，本书就是为了满足这种需要而编写的。

作者愿意把自己对电子技术知识的学习、实验和设计经验通俗易懂地介绍给读者，以激发广大青少年学习电子技术知识并亲自动手做实验的兴趣，为引导他们攀登电子技术的高峰铺设必经的台阶；为广大成年读者，尤其是急需学以致用

的读者开辟捷径。

考虑到本书的这些特点和我国读者的实际状况，作者参阅了解放以来国内许多书报杂志，重新实验和设计了一些无线电爱好者喜爱的电路。本书还有许多电路是参考美、英、日等国电子技术资料中的优良电路，采用现有的国产电子元件进行实验，并比较其结果而选择出来的（当然，有些电路不一定很成熟，甚至某些电路可能存在缺点和错误，相信读者会在制作过程中加以改进）。将这些电路介绍给读者，相信读者能够从中获得收益。在电子技术迅速发展、不断更新的时代，如果能为电子技术知识的传播和普及尽到自己一分微薄的力量，那将是作者深感欣慰的。

本书内容包括五章：无电源收音机、半导体三极管振荡器、无线电发射机电路、高压产生电路、整流器和稳压电源。前三章是本书的核心；后两章是附属电路，但在各种电

子装置中又是必备的、不可忽视的。这样编排的目的是为了使初学者易于入门，并坚定深入学习的信心。须注意，在制作功率较大的发射机时，应与当地业余无线电爱好者协会取得联系。

全书力求具有通俗性、趣味性、实用性和系统性。每章前面均对本专题电子线路的工作原理和分类作一概述，有些章节则叙述得较为详细。本书介绍实际制作电路近百个，对各电路的工作过程和特点一一进行了分析，并给出完整的元件参数值、制作和调试方法。多数电路附有印刷电路板图。初学者必须首先学会看懂电路图，为此建议配合阅读《怎样看无线电电路图》（雷达萍原编、沈长生修订）一书。祝愿读者勤奋学习，努力实践，把自己的聪明才智贡献给祖国的四化建设。

在本书编写过程中曾得到左育申、包如椿和左育英同志的指导，他们还提供了许多宝贵资料；吴小平同志整理了全部插图；吴万春教授在百忙中审阅了全书。在此，谨向这些同志致以深切的谢意。由于时间仓促，作者水平有限，本书缺点甚至错误在所难免，诚恳欢迎专家和广大读者批评指正！

左育春

一九八六年

目 录

第一章 无电源收音机·····	1
§ 1-1 概述 ·····	1
1. 远距离传递声音的方法·····	3
2. 无线电波的划分·····	5
3. 地波、天波和空间波·····	6
4. 无线电波的接收和检测·····	8
5. 晶体管的放大作用·····	9
6. 二极管收音机的电路分析·····	13
7. 二极管收音机的天线和地线·····	18
8. 二极管收音机的线圈·····	21
§ 1-2 无电源收音机实际制作电路·····	23
1. 最简单的收音机·····	24
2. 用磁棒调台的简单收音机·····	25
3. 用分线器调台的简单收音机·····	26
4. 单回路半波检波收音机·····	28
5. 双回路半波检波收音机·····	30
6. 三回路耦合半波检波收音机·····	36
7. 具有滤波器的半波检波收音机·····	37
8. 全波检波二极管收音机·····	39
9. 倍压检波二极管收音机·····	40
10. 旅行式二极管收音机·····	42
11. 收听短波的二极管收音机·····	43
12. 高效率晶体三极管全波检波收音机·····	47
§ 1-3 晶体三极管无电源收音机·····	49
1. 两种简单的三极管无电源收音机·····	50

2. 共基极无电源收音机·····	52
3. 检波和整流分离的无电源收音机·····	53
4. 再生来复式单管机的无电源供电·····	55
第二章 半导体三极管振荡器·····	59
§ 2-1 振荡器概述·····	59
1. 简单 LC 振荡回路·····	60
2. 晶体管振荡电路振荡的产生过程·····	63
3. 电容三点式和电感三点式振荡器·····	67
4. 石英晶体振荡器·····	72
5. RC 正弦波振荡器·····	75
6. 自由多谐振荡器·····	80
§ 2-2 振荡器实际应用电路·····	83
1. 音频信号注入器·····	83
2. 电容反馈式电键练习振荡器·····	85
3. 电感反馈式电键练习器·····	87
4. 脉冲振荡式电键练习器·····	88
5. 2kHz 相移音频振荡器·····	90
6. 100kHz 晶体振荡器·····	92
7. 10Hz~175kHz 音频振荡器·····	94
8. 450kHz~44MHz 高频振荡器·····	97
9. 40~75MHz 高频信号发生器·····	100
10. 1000Hz RC 相移振荡器·····	103
11. 30Hz~20kHz 连续可调桥式振荡器·····	105
12. 采用集成运算放大器的 RC 型振荡器·····	108
13. 使用单结晶体管的电子蜂鸣器·····	111
14. 单结晶体管电键练习器·····	113
15. 简易实用曝光定时器·····	114
16. 具有发光显示的自由多谐振荡器·····	118
17. 集成电路多用振荡器·····	120

第三章 无线电发射机电路	123
§ 3-1 发射机概述	123
1. 调幅	126
2. 调频	133
§ 3-2 发射机电路实例	137
1. 简单的无线话筒	137
2. 单管中波段无线话筒	140
3. 二管调幅无线话筒(一)	143
4. 二管调幅无线话筒(二)	145
5. 三管调幅无线话筒	148
6. 简单晶体三管发射机	150
7. 单管调频无线话筒	153
8. 倍频式调频无线话筒	156
9. 二管调频无线话筒	159
10. 集成无线话筒	161
11. 四管调频无线话筒	164
12. 三管步谈机	169
13. 电子管、集成电路混合步谈机	174
14. 电子管超短波收发讯机	180
15. 5 W晶体管发射机	186
16. 简易超短波电子管收发设备	193
17. 简易两晶体管发报机	202
18. 双电子管 20~60W 电报发射机	207
第四章 高压产生电路	213
§ 4-1 高压产生电路概述	213
§ 4-2 高压产生电路的制作	219
1. 两种单晶体管电池供电日光灯	219
2. 又一种直流日光灯供电源	223
3. 6V/800V高压提升器	225

4. 示波管的高压电源·····	228
5. 3V/300V 直流变换器·····	230
6. 10000V 或 25000V 高压发生器·····	233
7. 照相机闪光灯·····	236
8. 推挽式电池供电日光灯·····	238
9. 高压电牧栏·····	241
10. 杀虫高压电网·····	244
11. 空气负氧离子发生器·····	248
第五章 整流器和稳压电源·····	252
§ 5-1 整流器概述·····	252
1. 半波整流电路·····	255
2. 两种全波整流电路·····	257
3. 倍压整流和多倍压整流电路·····	259
4. 二极管串并联和电阻分压电路·····	262
5. 消除整流器交流声的措施·····	266
§ 5-2 整流器实际应用电路·····	268
1. 正负 9V 双极性整流器·····	268
2. 正负 12V 双极性整流器·····	269
3. 9V 对偶式双极性整流器·····	271
4. 正负 20V 双极性整流器·····	271
5. 用半导体二极管代替 6Z4 真空管·····	273
6. 可调整电压的电子管整流器·····	274
7. 整流器和倍压整流器·····	275
§ 5-3 稳压电源概述·····	277
1. 充气真空稳压管稳压电路·····	278
2. 齐纳二极管稳压电路·····	279
3. 串联型晶体管稳压电源·····	282
4. 调整管的几种连接方式·····	285
§ 5-4 稳压电源实际应用电路·····	286
1. 9V150mA 稳压电源·····	286

2. 电容降压6V稳压电源·····	289
3. 电容降压并联型稳压电源·····	292
4. 双极性正负6V稳压电源·····	294
5. 对偶式双极性6V稳压电源·····	296
6. 12V200mA稳压电源·····	298
7. 2.5~12V250mA连续可调稳压电源·····	300
8. 0~15V连续可调稳压电源·····	302
9. 具有温度补偿的稳压电源·····	304
10. 具有短路保护装置的稳压电源·····	306
11. 电容降压齐纳二极管稳压电源·····	308
12. 真空稳压管160V稳压电源·····	310
13. 300V电子管稳压电源·····	311
14. 利用集成运算放大器的稳压电源·····	314
15. 几种集成稳压电源·····	315
附录 几种变压器绕制数据·····	328

第一章 无电源收音机

无线电的接收和发射,现在已经不是什么神秘的东西了,人们天天都在和它打交道。遥控、遥测、通讯、雷达、导航、电报、无线电话、无线电传真、广播、电视和收音机……,样样都离不开它。今天,它仍旧以日新月异的面貌飞速向前发展。激光通信、彩色立体电视、带有计算机的无线电多性能终端……等等,现正推广使用。它的奇异功能强烈地吸引了青少年和其他初学无线电的爱好者,他们正以浓厚的兴趣去钻研它。本章主要介绍最简单的一种接收机——无电源收音机。各电路都很典型、精炼、易制。希望能为初学者提供一个入门的台阶。在动手制作之前,应对无线电波以及简单的接收电路有所了解。

§ 1-1 概 述

我们能够用眼睛看到光波,这是太阳(或灯光)照射的结果;我们能够用耳朵听到声波,这是人、动物、机械或喇叭发出声音作用的结果。光波和声波,我们都可以直接由眼或耳感觉到。然而,在空间的电磁波,其波形与上述两者类似,我们却不能直接感觉到它。

我们对水波也十分熟悉。当你拿起一块石子投入平静的湖中时,湖面会荡起一圈接一圈的波纹,并逐渐向外扩展,这就是水波。如果先将软木塞放入水中,你就会看到软木塞随水上下起伏,并没有随水波漂到远处,这说明传播的是波不是水。

我们可以把波分成两大类。一类是机械振动在媒质中的传播，称为机械波。水波和声波就属于这一类。另一类是变化的电场和磁场在空间的传播，称为电磁波。光波和无线电波就属于电磁波的范畴。机械波、电磁波都是物质运动的一种形式，是振动和能量转化的结果。

尽管两种波的本质不同，但是有些特征是相同的。为明了起见，我们可以从水波入手，了解波长、周期、频率、振幅和相位的概念。纵剖水波，可以看到水波的剖视图（我们仅取波形的一段）如图 1-1 所示。相邻波谷（或波峰）之间的距离叫做波长，通常用 λ 表示。每经过一个波长所需的时间叫做周期，用 T 表示。周期的倒数叫做频率，用 f 表示，即 $f = 1/T$ 。如果经过波长这段距离所需时间为 $T = 1\text{s}$ ，则频率

$$f = \frac{1}{T} = 1 \text{ 周/s} = 1\text{Hz}$$

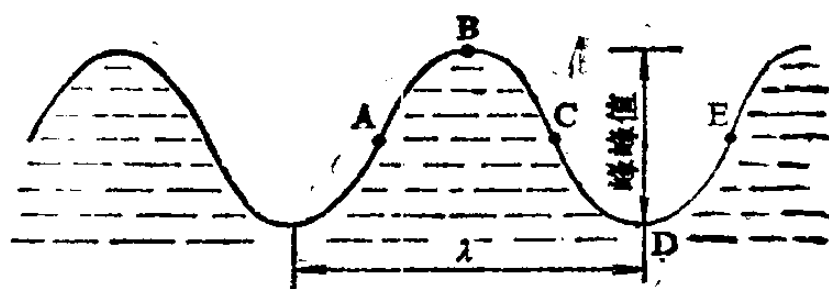


图 1-1 水波的剖视图

我们常用的市内交流电，完成一周期只用 0.02s ，即 $T = 0.02\text{s}$ ；在 1s 之间可以完成 50 周，即 $f = 1/T = 1/0.02 = 50\text{周/s}$ ，我们说它的频率为 50Hz 。波峰和波谷之间的距离（即峰峰值）的一半就叫做振幅。图 1-1 的 A-E 这一周期中，

如果A点的相位为零度,则B点的相位为90度,C点的相位为180度,D点的相位为270度,E点的相位为360度。如果两个正弦波的振幅和周期都相同,而在同一时刻相位不同(即在零度时对应的振幅不同),则它们之间存在着相位差。在有些电路中(如调相),它们的功能是不同的。周期、振幅和初相这三要素,决定了正弦波的性质。

水的传播速度与我们向水中投入石子的速度有关,一般比声波慢得多,并且衰减得也很厉害,传播没有多远即消失了。人们对声音比较敏感。人能听到的声音都属于音频范围,通常为20 Hz~20 kHz。声音的传播速度为332 m/s。声音不会传播很远,人们说话必须相互靠得很近。你呼唤一个朋友,几百米外他就听不到了,即使你用扩音喇叭也不会传得很远,这是因为声音传播受到空气的阻力,它类似于水波在湖中受到的水的阻力,只不过空气阻力比水阻力小得多。实验证明,声强与距离的平方成反比,即距离增加一倍,声强只有原来的四分之一。由此可知,用声波远距离传递信息是不可能的,只有用其它方法才有可能把声音传送到远方。

1. 远距离传递声音的方法

八十多年前,波波夫和马可尼先后发明了无线电。无线电就是不连接任何线而能向远处传送语言或其它信息的装置。将一个电容器和一个线圈通上电,并通过一个振动元件,使电流的正负方向交替变化。结果在线圈周围就能够产生电磁场。当电流正负交变加快,即频率升高到每秒钟几万次时,线圈周围变化的电磁场即可通过天线向四面八方扩展。其波形一般为正弦波,见图1-2 b。波波夫和马可尼用控制发出波的时间长短,来分别代表不同的字母,组成电码,发出电报信号。他们还发现,人的声音通过放大器后,再加到高频

正弦波上，也就是将图 1-2 a 的音频信号与 b 的高频信号合成，结果合成波的频率与原来的正弦波相同，但高频正弦波的振幅却变了，即音频负载在高频之上，而高频波的包络与音频波形完全一样，见图 1-2 c。此种波称为调幅波。其结果，某处的接收机就能收到声音信号！

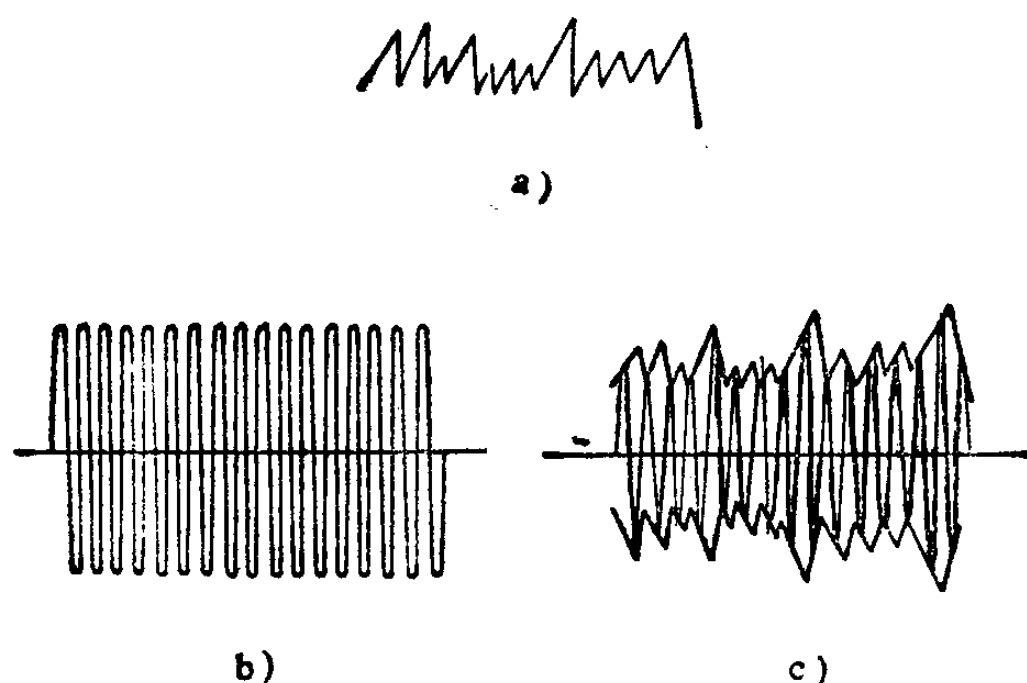


图 1-2 低频、高频和调幅波的波形

这可以作一个通俗的比喻：如果把高频正弦波比做一列未装货物的火车，音频信号比为待装的货物，那末，音频与高频合成就象装满货物的火车了！借助于火车即可将货物运往各个目的地。因此，人们常把高频正弦波叫做载波。

人们后来才明白，电波的发送与载波的频率有关，频率越高，产生的电磁场交替变化越快，衰减越小，辐射能量越多，传播越远。电波在天空中传播速度极快，与光速相同（光波也是一种电磁波），大约每秒钟30万公里即 300000km，相当于绕地球 7 圈半。科学家们发现，电波是宇宙中运动最快的物质。从地球到月球打个来回（月球至地球距离为

30万km), 才用 2.5 s 的时间。因此, 从北京用无线电台转播节目实况, 全国各地的听众几乎能同时收听到。

退一步说, 即使声波能够传送很远, 由于其速度每秒钟才 332 m, 1000 km 须花费 50 min (电波只用三百分之一秒), 这样从北京发出的声波, 到达各地时间不一样, 转播也就十分困难。如果用声波和 1000 km 外进行联络, 来回距离加倍, 时间也就加倍。例如甲方发话用 50 min 传到乙方, 乙方发话又用 50 min 传到甲方, 来回就要 100 min! 显然, 我们进行广播和通讯非借助于无线电波不可!

2. 无线电波的划分

无线电波范围很宽, 常用的波长从几万米到几毫米。波长不同, 其性能和作用也不同。

我们大家最熟悉的无线电广播和电视, 它们的波段分别在中波、短波和超短波范围。无线电广播使用的是中波和短波二个波段。中波广播波段规定为 535 ~ 1605 kHz, 短波广播波段规定为 2 ~ 24 MHz。我国目前使用的电视频道分为 12 个, 1~5 频道从 48.5 ~ 92 MHz, 6~12 频道从 167 ~ 223 MHz, 均属于超短波段。

除广播和电视外, 其它波段如长波 10000 m (30 kHz) 至 1000 m (300kHz) 波段, 主要用于跨越海洋的远距离通讯; 中波段 1000 m (0.3 MHz) 至 100 m (3 MHz), 用于中距离通讯; 短波段 100 m (3 MHz) 至 10 m (30 MHz), 适于军用、民用、业余以及航空、航海通讯; 超短波段 10 m (30 MHz) 至 1 m (300 MHz), 可用于调频广播, 小型电台的近距离通讯 (利用接力站或超短波散射进行中远距离通讯, 有些雷达也工作在这个波段); 微波段从 1 m (300 MHz) 至 1 mm (300 GHz), 主要用于雷达、

多路接力通讯与卫星通讯。波段的划分及其主要作用见表 1-1。表中波长与频率的关系是根据公式 $\lambda = c/f$ 算出的。 c 代表光速，为 300000 km/s。

表1-1 波段划分及主要用途

波段名称	波长 (λ)	频率 (f)	主要用途
长波	10000~1000m	30~300kHz	通讯
中波	1000~100m	0.3~3MHz	广播、通讯
短波	100~10m	3~30MHz	广播、通讯
超短波	10~1m	30~300MHz	广播、电视、导航、雷达
微波	1m~1mm	300MHz~300GHz	雷达、中继通讯、卫星通讯等

3. 地波、天波和空间波

电波旅行不依靠电线，也不象声波那样，必须依靠空气媒介帮它传播，有些电波能够在地球表面传播；有些波能够在空间直线传播，也能够从大气层上空反射传播；有些波甚至能穿透大气层，飞向遥远的宇宙空间。

对有些电波来说，地球本身就是一个障碍物。当接收天线距离发射天线较远时，地面就象拱形大桥将两者隔开。那些走直线的电波就过不去了。只有某些电波能够沿着地球拱起的部分传播出去，这种沿着地球表面传播的电波就叫地波，也叫表面波（见图 1-3）。在电波中，主要是长波沿着地表面传播。

声音碰到墙壁或高山就会反射回来形成回声；光线射到镜面上也会反射。无线电波也能够反射。在大气层中，从几十公里至几百公里的高空有几层“电离层”形成了一种天然

的反射体，就象一只悬空的金属盖，电波射到“电离层”就会被反射回来，走这一途径的电波就称为天波或反射波。在电波中，主要是短波具有这种特性。

电离层是怎样形成的呢？原来，有些气层受到阳光照射，就会产生电离。太阳表面温度大约有 6000°C ，它辐射出来的电磁波包含很宽的频带。其中紫外线部分会对大气层上空气体产生电离作用，这是形成电离层的主要原因。

电离层一方面反射电波，另一方面也要吸收电波。电离层对电波的反射和吸收与频率（波长）有关。频率越高，吸收越少；频率越低，吸收越多。所以，短波的天波可以用作远距离通讯。此外，反射和吸收与白天还是黑夜也有关。白天，电离层可把中波几乎全部吸收掉，收音机只能收听当地的电台，而夜里却能收到远距离的电台。对于短波，电离层吸收得较少，所以短波收音机不论白天黑夜都能收到远距离的电台。不过，电离层是变动的，反射的天波时强时弱，所以，从收音机听到的声音忽大忽小，并不稳定。

传播电视要用超短波。超短波的传播特性比较特殊，它既不能绕射，也不能被电离层反射，而只能以直线传播。以直线传播的波就叫做空间波或直接波。由于空间波不会拐弯，因此它的传播距离就受到限制。发射天线架得越高，空间波传得越远。所以电视发射天线和电视接收天线应尽量架得高一些。尽管如此，传播距离仍受到地球拱形表面的阻挡，实际只有 50 km 左右。

超短波不能被电离层反射，既是缺点也是优点。因为它能穿透电离层，所以在地球的上空就无阻隔可言，这样，我们就可以利用空间波与发射到遥远太空去的宇宙飞船、人造卫星等取得联系。此外，卫星中继通讯、卫星电视转播等，

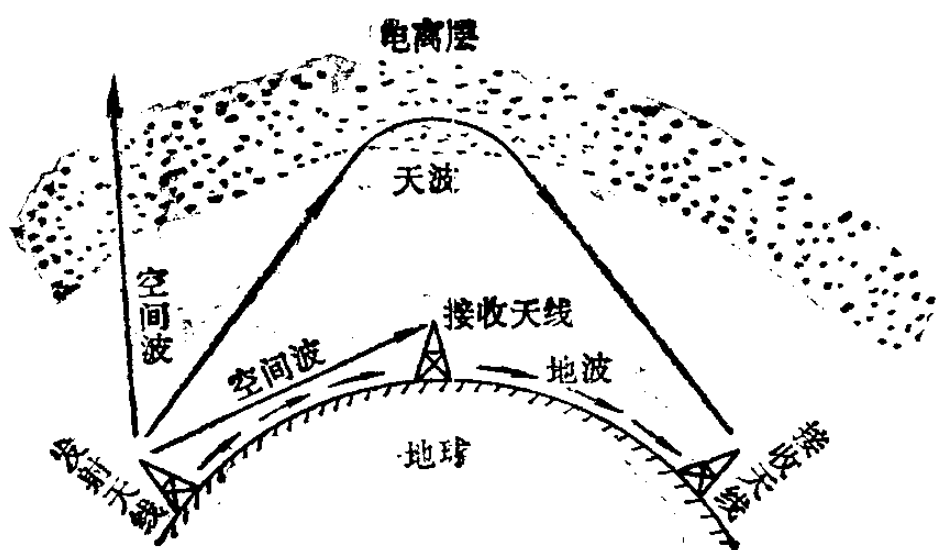


图 1-3 天波、地波和空间波

它们也都是依仗着天波的威力。

4. 无线电波的接收和检测

电台的高频调幅波从发射天线发送出去后，首先被收音机的接收天线捕捉到，这天线就是捕捉高频信号的网。天线并没有什么奥秘，它是用铜线、铝线或铁线制成的。

最简单的二极管收音机，因为它没有放大能力，所以天线架得比较高才能接收好；电子管收音机的天线，一般用很短的金属拖线就行，因为电子管收音机有良好的放大作用；晶体管收音机的磁性天线有较强的收集电波的能力，中波段仅采用磁性天线即可。有些晶体管收音机的短波段使用拉杆天线，这是为了避免短波磁性天线的高频损耗。远距离通讯接收机的天线必须架得很高，而且形状很独特，必须做得很讲究才能得到良好的接收效果。

高频信号从天线进入收音机的调谐回路。调谐回路是用来选择电台的。因为许许多多的电台信号都从天线上感应到，如果不加任何选择，那就会同时在收音机中收到许多电台的节目，结果一片嘈杂，什么电台也听不清，所以，必须