

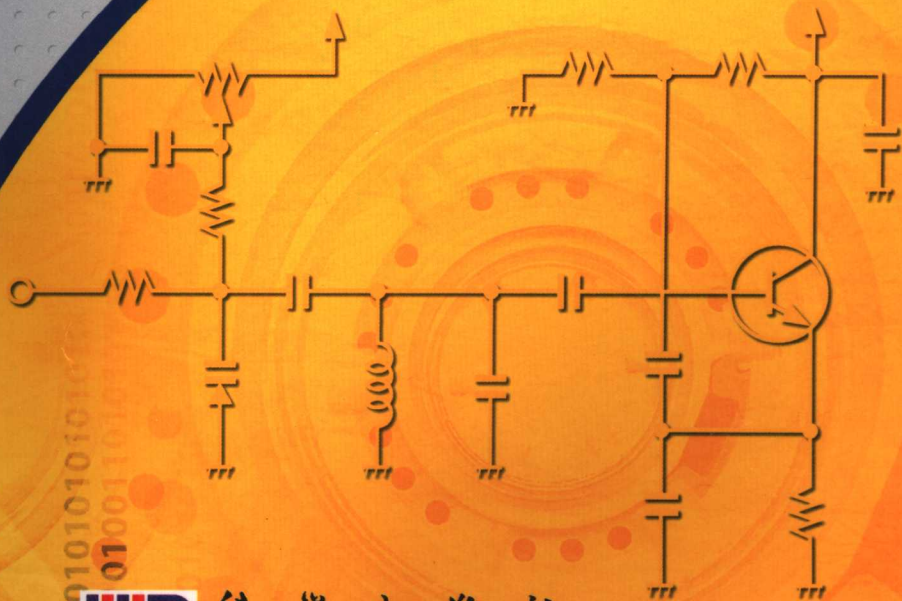
图解实用电子技术丛书

无线电收音机及 无线电路的设计与制作

〔日〕铃木宪次 著

王庆 刘涓涓 译

钱城 校



科学出版社

www.sciencep.com

图解实用电子技术丛书

无线电收音机及 无线电路的设计与制作

〔日〕 铃木宪次 著
王庆 刘涓涓 译
钱城 校

科学出版社

北京

图字: 01-2006-0591 号

内 容 简 介

本书是“图解实用电子技术丛书”之一,书中分别介绍各种无线电收音机,包括矿石收音机、再生式收音机、直放式收音机、超再生检波收音机、FM收音机、超外差收音机以及各种发射机,包括视频发射机、FM立体声发射机、FM无线麦克风、AM发射机和频率转换器以及无线调制解调器等设备。本书主要介绍这些无线电设备的工作原理、结构、设计以及制作方法,甚至如何调试电路的整个过程,并且罗列了设计电路图、元器件规格及型号等图表。

由于叙述详细,简明易懂,任何人按照书中所述步骤都可成功地制作任一款无线电简易设备。

本书适用于广大无线电爱好者以及相关专业技术人员及师生。

图书在版编目(CIP)数据

无线电收音机及无线电路的设计与制作/(日)铃木宪次著;王庆,刘涓涓译;钱城校.—北京:科学出版社,2006

(图解实用电子技术丛书)

ISBN 7-03-017500-X

I. 无… II. ①铃…②王…③刘…④钱… III. ①无线电技术-设计-图解②无线电技术-制作-图解③电子电路-电路设计-图解④电子电路-制作-图解 IV. TN02-64②TN70-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 069768 号

责任编辑:赵方青 崔炳哲 / 责任制作:魏 谨

责任印制:刘士平 / 封面设计:李 力

北京东方科苑图文有限公司 制作

<http://www.okbook.com.cn>

科 学 出 版 社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新 蕾 印 刷 厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2006年8月第一版 开本: B5(720×1000)

2006年8月第一次印刷 印张: 14 1/2

印数: 1—4 000 字数: 210 000

定 价: 35.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈新欣〉)

前 言

电信号的传输起源于有线通信,目前已逐步发展到无线通信。人们最初利用长波进行无线通信,然后发展到短波。无线电技术发展到今天,在人们的日常生活中,已经达到了无时无处皆存在电波的程度。只要你买来完好无损的无线电收音机,就可以快乐地收听节目。

以前的无线电爱好者,大都埋头阅读多种无线电专业杂志,掌握制作方法,自行设计制作无线电收音机,在辛苦制作的无线电收音机接收到信号的瞬间,品味着成功的喜悦。当时这种成就感,既包含着成功制作无线电收音机的欣喜,又饱含着使用无线电收音机的自豪。

本书通过设计制作无线电收音机及无线麦克风设备,希望能再次体会到“亲手制作”的喜悦。然而,如果只是以制作为目的,那么只要利用与产品相同的专用 IC 芯片,就可简单地设计出电子电路了。其结果也只是单单了解了 IC 芯片的使用方法而已。

本书尽量通过对三极管和二极管的使用,以理解操作原理进行设计、描绘制作所必须的电子电路图以及选择必要的元器件的顺序进行介绍。另外,使用市场上销售的小型通用电路板作为构成电路的电路板,工作电源统一为 5 号干电池。在这个基础上,初次尝试的人只要拿出勇气,就可以通过自己的努力,体验由无线电收音机及高频电路所开创的世界。

在无线电等高频电路中,如果使用晶体管、电感器及电容器等元器件,有时会出现意想不到的问题。提前弄懂元器件列表中除品名之外的型号及规格,自行解决制作过程中出现的问题,那才真是快意啊!

在制作高频电路时,有时逻辑上毫无问题,可实际使用却怎么都不能正常工作,即遇到设计故障。在本书中,对于发生故障时的处理办法也有所记载。但从根本上说,自己从头开始查找故障原因才是最最重要的。

在亲手制作无线电收音机的过程中,遇到困难会有沮丧的时

候,也会遥想商店里出售的成品无线电收音机,萌发“买个现成的不就完了吗?”的想法,恍惚间忘记“亲手制作”的意义。但是,无论如何请不要忘记,制作的过程才是至关重要的。

最近,在电路设计中,通过计算机的仿真技术来缩短设计时间。但据说,在实际测试完成的作品时,却经常苦恼于仿真所不能发现的故障现象。

无论怎样,我们一定要完成我们的设计与制作。电路的实际设计与制作中的技巧将使我们受益匪浅。学习电子学的朋友们一定要亲手进行电路的设计与制作,掌握其中的技巧。

著 者

译者跋

本书于1999年由日本的CQ出版社出版,至今已再版多次。它以简洁、实用、易懂以及便于自学的风格,深受日本业余无线电爱好者的喜爱。无线电爱好者通过有限时间的学习,可以由浅入深地掌握从最古老、简单的矿石收音机,到复杂的视频发射机等不同无线电设备的工作原理、结构、设计以及制作,甚至包括调试的整个过程。内容介绍之细,足以让任何人都可遵循步骤进行学习。作为译者的我,在翻译的过程中,也不由自主想自己尝试制作一个简单的无线电收音机。

本书实用性强,且叙述详细,充分体现出作者的水平,同时还能帮助初试者提高动手能力。所利用的器件也非常具有想象力与创造性,譬如,利用了我们日常生活中的调料盒作为容纳电路板的机箱,适合于所有的读者尝试制作,特别是缺乏实践经验的青少年朋友,可以在学校的课外活动或在老师的带领下学习、制作,充分享受创造的乐趣。

书中的频段限制是根据日本的电波法确定的。读者在实验过程中需要根据我国的无线电管理条例的规定进行调整,以免因为违反法规条例而产生不必要的麻烦。业余无线电爱好者也应该了解我国关于无线电使用的相关法律条文。

作为译者,我希望能通过本书为无线电爱好者提供一点帮助。虽然本着这个宗旨翻译了本书,但由于水平有限,译文中仍难免出现差错和疏漏,在此也恳请有见识的读者不吝赐教。

科学出版社

科龙书友服务卡

亲爱的读者：

为了提高我们的图书质量以及选题策划水平,也使我们更好地为您服务,请您填写以下信息。我们会根据您的需要,定期地给您提供科龙图书目录。

姓名：_____ 电话：_____ 传真：_____

电子信箱：_____

工作单位：_____ 邮编：_____

地址：_____

教育程度：初中(中职) 高中(高职) 本科 硕士 博士

职业：技术人员 科研人员 教师 学生

曾购买科龙图书书名(条码上方有标注“东方科龙”)：

_____ ISBN 7-03-_____

_____ ISBN 7-03-_____

对本书评价：_____

期望和要求：_____

所从事专业领域：_____

非常感谢您购买科龙图书,若您发现书中有误,请您填写以下勘误表,以便再版时及时更正,进一步提高本书的质量。

勘 误 表

页 码	行 数	错 误	修 改

备注：我公司承诺对于读者所填的信息给予保密,只用于我公司的图书质量改进和新书信息快递工作。已经购买我公司图书并回执本“科龙书友服务卡”的读者,我们将建立服务档案,并给予直接从我公司邮购图书 95 折免邮费的优惠。

回执地址：北京市朝阳区华严北里 11 号楼 3 层

科学出版社东方科龙图文有限公司电工电子编辑部(收)

邮编：100029



目 录

第 1 章 超级矿石收音机的制作	1
1.1 电 波	1
1.1.1 电波的历史	1
1.1.2 电波的传播方式	1
1.1.3 垂直偏振波与水平偏振波	2
1.2 接收天线	3
1.2.1 半波偶极天线	3
1.2.2 环形天线	3
1.2.3 磁棒天线	4
1.3 矿石收音机的电路与工作原理	5
1.3.1 工作概况	5
1.3.2 调谐电路的工作原理	6
1.3.3 AM 检波电路的工作过程	7
1.4 矿石收音机的设计与制作	8
1.4.1 调谐电路的设计	8
1.4.2 使用的元器件	8
1.4.3 环形天线的制作	9
1.4.4 电路组装	10
1.5 接收信号进行实验	11
1.5.1 在强电场区域内接收信号	11
1.5.2 在弱电场区域内接收信号	12
1.5.3 将电路改造为倍压检波电路以提高接收 灵敏度	12
1.5.4 切换线圈的抽头	13
1.6 大型环形天线	14
1.6.1 大型环形天线的制作	14
1.6.2 利用大型环形天线接收信号	15
1.6.3 双调谐电路的实验	16
1.6.4 小 结	16

附录 A 发射与发射电波的原理	17
A.1 电波的起源	17
A.2 电波在地球背面的传播	17
A.3 电台的种类	19
A.4 亲手制作以了解详情	21
第 2 章 再生式收音机的制作	23
2.1 再生式收音机	23
2.1.1 驱动扬声器	23
2.1.2 再生放大的思路	24
2.1.3 再生式的框图	25
2.2 再生式收音机的设计	25
2.2.1 规格的确定	25
2.2.2 再生放大电路的计划	26
2.2.3 谐振电路的设计	26
2.2.4 中波段线圈 L_{BC}	27
2.2.5 短波段线圈 L_{SW}	28
2.2.6 缠绕反馈线圈 L_F	29
2.2.7 高频放大电路的设计	29
2.2.8 再生式收音机的电路	31
2.3 再生式收音机的制作	32
2.3.1 元器件的收集	32
【专栏】 当难以买到 Y 类 2SK192A 时	34
2.3.2 在电路板上安装元器件	35
2.3.3 嵌入机箱	35
2.4 收听广播	37
2.4.1 接收中波段本地电台的广播	37
2.4.2 接收远方中波电台及短波电台的广播	37
2.4.3 小结	37
【专栏】 磁棒天线的相对磁导率	38
附录 B 需要提前熟悉的高频电路知识	39
B.1 不言自明的事情	39
B.2 制作高频印制电路板时的注意事项	40
B.3 被动工作的元器件如何配置	42

第 3 章 直放式收音机的制作	47
3.1 直放式收音机	48
3.1.1 天线接收信号的高频放大	48
3.1.2 直放方式存在振荡	48
3.1.3 直放式收音机规格的确定	49
3.2 高频放大电路的设计	49
3.2.1 利用 FET 进行高频放大	49
【专栏】 正向导纳	51
3.2.2 RFC 线圈负载的计算	51
3.3 谐振电路的设计	52
3.3.1 应用于短波段 3.2~7MHz 的线圈	52
3.3.2 应用于短波段 6~12MHz 的线圈	54
3.3.3 应用于中波段的线圈 L_{BC}	54
3.4 直放式收音机的制作与调整	54
3.4.1 制作收音机所需要的元器件	55
3.4.2 将安装了元器件的电路板嵌入机箱中	58
3.4.3 接收中波段的广播	59
3.4.4 接收短波段的广播	60
3.4.5 制作线圈以扩展接收频段	61
3.4.6 小 结	61
【专栏】 当高频放大电路发生异常振荡时	61
【专栏】 IC 集成化的直放式收音机	62
第 4 章 超再生检波收音机的制作	65
4.1 超再生检波方式	65
4.1.1 再生检波方式的改进型	65
4.1.2 超再生检波方式	66
4.2 超再生检波电路的工作原理与设计	67
4.2.1 规格的确定	67
4.2.2 超再生检波电路	67
4.2.3 超再生检波电路的 AM 检波	68
4.2.4 利用斜率检波对 FM 调制波进行检波	68
4.2.5 LC 谐振电路的设计	69
4.2.6 利用电源电压调整超再生检波电路	70
4.2.7 低频放大电路	71

4.3 超再生检波收音机的制作与调整	72
4.3.1 关于元器件	74
4.3.2 在电路板上安装元器件	76
4.3.3 将制作完成的电路板嵌入机箱	77
4.3.4 FM 广播频段的频率调整	77
4.3.5 FM 广播的接收	78
4.3.6 电视广播与航空管制信号的接收	78
4.3.7 稳定的接收	79
4.3.8 小 结	79
【专栏】 关于航空管制的频率	79
第 5 章 FM 收音机的制作	81
5.1 FM 广播与 FM 收音机的结构	82
5.1.1 FM 波的产生	82
5.1.2 FM 波的频谱	82
5.1.3 FM 收音机的结构	83
5.2 频率转换电路的构成	84
5.2.1 混合电路为基极注入方式	84
5.2.2 在混合电路中使用转换增益较高的晶体管	85
5.2.3 调谐电路的设计	86
5.2.4 线圈 L_1 的确定	87
5.2.5 本机振荡电路的设计	88
5.3 从中频放大电路至音频电路	89
5.3.1 中频放大电路与陶瓷滤波器	89
5.3.2 振幅控制电路	90
5.3.3 FM 检波电路	91
5.3.4 去加重电路	92
5.3.5 去耦电路	92
5.4 FM 收音机的制作与调整	93
5.4.1 关于元器件	93
5.4.2 在印制电路板上安装元器件	96
5.4.3 将制作完成的电路板嵌入机箱	96
5.4.4 中频放大电路与 FM 检波电路的调整	97
5.4.5 统 调	98
5.4.6 小 结	99

第 6 章 频率转换器的制作	101
6.1 频率转换	101
6.1.1 混合后进行频率转换	101
6.1.2 超外差式接收机的频率转换	102
6.1.3 通过框图理解整个电路的工作过程	103
6.2 电路设计与工作原理	103
6.2.1 混合电路方式的选择	103
6.2.2 结合信号接收频率设计 LC 谐振电路	104
6.2.3 可调克拉普振荡电路的振荡频率	106
6.2.4 将振荡电路的电源设置为固定电压	107
6.3 变频器的制作与调整	107
6.3.1 关于元器件	108
6.3.2 在电路板上安装元器件	111
6.3.3 制作用于接收信号的天线	112
6.3.4 调整振荡电路的频率	113
6.3.5 调整混合电路的谐振电路	113
6.3.6 小 结	113
【专栏】 关于电视广播	114
第 7 章 超外差收音机的制作	115
7.1 超外差式的构造	116
7.1.1 直放式的问题——易产生振荡	116
7.1.2 超外差式的优势	116
7.1.3 上外差与下外差	117
7.1.4 镜像干扰	117
7.2 收音机的电路工作原理与设计	118
7.2.1 频率转换电路的结构	118
7.2.2 中频放大电路的结构	119
7.2.3 AGC 电路与检波电路的构成	121
7.3 收音机的制作与调整	123
7.3.1 关于元器件	123
【专栏】 当中频放大电路无法正常工作时	125
7.3.2 在电路板上安装元器件	126
7.3.3 将制作完成的电路板嵌入机箱	126
7.3.4 统 调	127

7.3.5	灵敏度的调整	128
7.3.6	小 结	128
	【专栏】 当频率转换电路无法正常工作时	128
第 8 章 AM 发射机的制作		131
8.1	AM 发射机的结构	132
8.1.1	如何使用	132
8.1.2	转换为其他能量进行传播——调制	132
8.1.3	AM 调制的原理	132
8.2	AM 发射机的设计	133
8.2.1	根据框图设计电路图	133
8.2.2	振荡电路的构成	134
8.2.3	调制电路的结构	137
8.2.4	低频放大电路	138
	【专栏】 AM 调制波的频率成分	138
8.3	发射机的制作	139
8.3.1	关于元器件	140
8.3.2	在电路板上安装元器件	141
8.3.3	制作应用于测定高频电压的探针	143
8.4	发射机的调整与测量	143
8.4.1	输出的调整	143
8.4.2	振荡频率的调整	144
	【专栏】 晶体管放大器的工作类	144
8.4.3	测定发射机的特性	144
第 9 章 FM 无线麦克风的制作		147
9.1	FM 调制	147
9.1.1	根据信号波可改变载波频率	147
9.1.2	FM 无线麦克风的构成	148
9.2	FM 无线麦克风的设计	149
9.2.1	选择 VHF 频段的振荡电路	149
	【专栏】 考毕兹振荡电路	150
9.2.2	克拉普电路的设计	151
9.2.3	根据电感 L 的值确定线圈的形状	153
9.2.4	利用二极管的正向电压制作稳压电路	154

9.3	无线麦克风的制作与调整	155
9.3.1	关于元器件	155
9.3.2	在电路板上安装元器件	157
9.3.3	将振荡频率设置在 90MHz 附近	158
9.3.4	微调振荡频率	159
9.4	嵌入屏蔽盒	159
9.4.1	靠近金属则振荡频率发生变化	159
9.4.2	小 结	160
	【专栏】 变容二极管的原理	160
第 10 章	FM 立体声发射机的制作	163
10.1	FM 立体声广播的结构	163
10.1.1	立体声信号的传播	163
10.1.2	FM 立体声广播的复用	164
	【专栏】 FM 立体声广播的信号	165
10.1.3	FM 立体声发射机的构成	166
10.2	电路的工作原理与设计	166
10.2.1	FM 立体声调制器	166
	【专栏】 并联谐振电路	169
10.2.2	复合信号的放大电路	169
10.2.3	FM 调制/振荡/倍频电路	170
	【专栏】 陶瓷振荡器	171
10.2.4	FM 立体声发射机的电路	171
10.3	发射机的制作	172
10.3.1	元器件的收集	172
10.3.2	在电路板上安装元器件	175
10.4	发射机的调整与测量	176
10.4.1	电路板制作完成后嵌入机箱	176
10.4.2	调整 T_1 使谐振频率达到 30MHz	176
10.4.3	调整 T_2 使谐振频率达到 90MHz	177
10.4.4	发送频率的调整	178
10.4.5	调整导频信号的相位	178
10.4.6	变容二极管电压与发送频率的关系	178
10.4.7	频 谱	178
10.4.8	小 结	179

第 11 章 视频发射机的制作	181
11.1 电视广播的机制	182
11.1.1 图像的构成	182
11.1.2 图像信号与同步信号	182
11.1.3 频 谱	182
11.2 视频发射机的结构与设计	183
11.2.1 视频发射机的结构	183
11.2.2 不需调整的晶体振荡电路的实验	184
11.2.3 在不需调整的晶体振荡电路上组合 5 倍频电路	185
11.2.4 输出 5 倍波的谐振电路	185
【专栏】 关于谐波振荡电路	186
11.2.5 根据电感值确定线圈的形状	187
11.2.6 高频放大电路与图像调制电路	188
11.2.7 图像放大电路	189
11.3 视频发射机的制作与调整	189
11.3.1 关于元器件	190
11.3.2 在电路板上安装元器件	193
11.3.3 将制作完成的电路板嵌入机箱	193
11.3.4 输出基波的 5 倍频波	193
11.3.5 图像放大电路的调整	194
11.3.6 确定振荡频率的稳定性	194
11.3.7 尝试改变线圈的耦合系数	194
11.3.8 小 结	194
第 12 章 应用于计算机中的无线调制解调器的 制作	195
12.1 利用无线设备进行数据的通信	195
12.1.1 无线数据通信的机制	195
12.1.2 关于计算机的输入输出端口	196
12.1.3 调制解调器的调制与解调	197
12.1.4 典型的调制方式	197
12.1.5 副载波 MSK	198
12.2 无线调制解调器的设计	198
12.2.1 框图结构	198

12.2.2	电平转换	199
12.2.3	利用调制解调器 IC 的调制/解调电路	199
12.2.4	利用 FET 的 FM 调制与振荡电路	202
【专栏】	半双工与全双工	203
12.2.5	无线调制解调器的电路	204
12.3	无线调制解调器的制作与调整	205
12.3.1	关于元器件	205
12.3.2	在电路板上安装元器件	207
12.3.3	连接电缆的制作	208
12.3.4	振荡频率的调整	209
12.3.5	FM 调制度的调整	209
12.4	无线调制解调器的使用方法	209
12.4.1	通信软件的使用	209
12.4.2	小 结	210
【专栏】	25 引脚的串行接口	210
参考文献		211

无线电平面的线圈和电容器的连接，其作用是使电路的阻抗匹配，从而获得最大的功率传输。在电路中，线圈和电容器的连接，其作用是使电路的阻抗匹配，从而获得最大的功率传输。

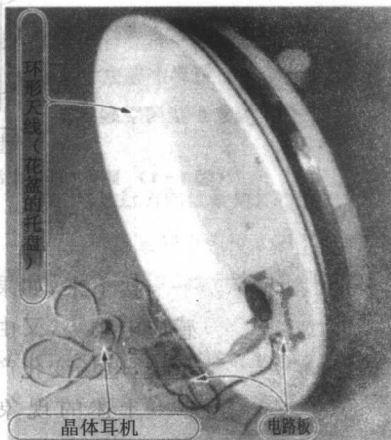
第 1 章

超级矿石收音机的制作

目前的无线电收音机基本上都使用了专用 IC 芯片。这样一来，只要按照电路图焊接，再接通电源就可以收听节目，非常简单。只有看 IC 芯片内部的功能框图，才能知道芯片内部的结构。

不单是收音机，如果电器设备都采用专用 IC 芯片的方法进行制作，那么，我们是掌握不了电路设计技术的。为了将电路技术学到手，我们必须通过自身实践理解电路设计的精髓，了解整个电路的工作情况，哪怕是一个元器件的作用。

我们制作类似照片 1.1 的矿石收音机和小型环形天线，然后一边完善设备一边体验它的工作过程。让我们步入电波的世界吧。



照片 1.1 制作的矿石收音机

1.1 电 波

1.1.1 电波的历史

电波也称为电磁波，1864 年英国物理学家麦克斯韦用方程式，预测了它的存在，后来称为麦克斯韦电磁方程式。

1888 年德国科学家赫兹通过实验，证实了电波的存在。频率的单位称为赫[兹]，正是源于此。

1.1.2 电波的传播方式

我们通过肉眼不能看见电波的存在，让我们来考察电波的产生以及其在空间传播的样子。

电流在导体中通过，导体内产生电荷的移动，周围则产生磁