

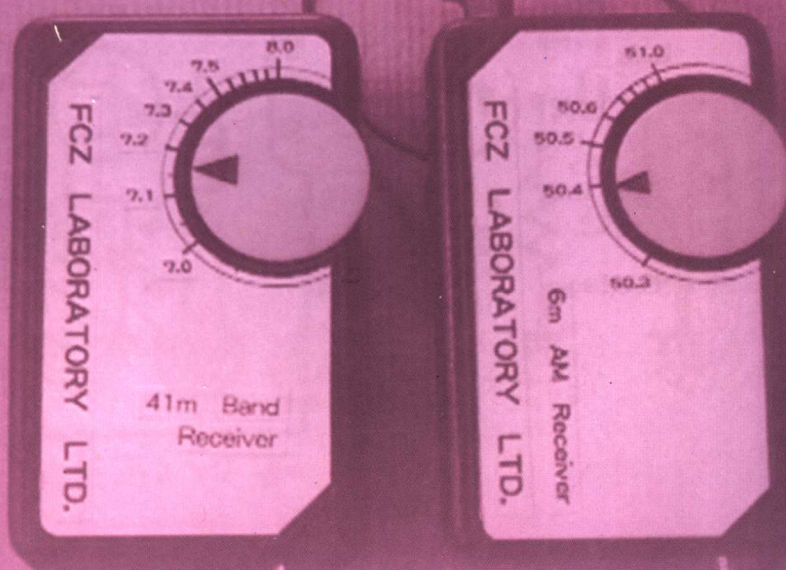
图解趣味电子制作

无线电电子电路制作

〔日〕大久保 忠 著

李大寨 汪 苏 杨 洋 译

宗光华 校



科学出版社
www.sciencep.com

图字: 01-2005-1161 号

内 容 简 介

本书是“图解趣味电子制作”系列之一。主要是向热衷于个人动手制作装备的无线电爱好者提供典型实例,讲解电路的原理,传授调试的实际经验等等。

作者本人就是一个无线电通信的发烧友,在早期的小型无线电收发机比赛,以及后期的研究中积累了丰富的有关小型无线电收发机的制作、使用的心得。

本书共分为七章,第1章到第4章的内容与小型无线电收发机的设计制作有直接关系,介绍业余频段、小功率无线电发送机和接收机的电路原理、元器件配置、制作要点和调整的经验。第5章涉及与无线电收发机制作、应用相关的仪表和测试技术。第6章讲解天线。第7章是无线电应用的一个扩展。例如光纤、放大、滤波和电源等问题。

总之,本书并未在理论上花费过多的篇幅,而是关心动手,着眼实际,注重经验,适合业余电子爱好者学习、参考。

图书在版编目(CIP)数据

无线电电子电路制作/(日)大久保忠著;李大寨等译;宗光华校.

—北京:科学出版社,2005

(图解趣味电子制作)

ISBN 7-03-015877-6

I. 无… II. ①大…②李…③宋… III. 电子电路-技术培训-教材
IV. TN710

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 076088 号

责任编辑:肖京涛 崔炳哲/责任制作:魏 谨

责任印制:刘士平/封面设计:飞天创意

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>

源海印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2005年9月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2005年9月第一次印刷 印张: 13 1/2

印数: 1—4 000 字数: 252 000

定 价: 28.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈新欣〉)

丛书序

随着科学科技的飞速发展,人类已经进入高度发达的商品社会,市场里各种电子商品琳琅满目,给生活带来极大的方便。但是并非每一个电子技术创意都能够顺利地转化成商品,不少非常实用的电子制品成果,或者受到多方面因素的制约,或者时机尚未成熟,往往很难转化成商品。然而,如果我们能亲自动手制作,不仅可使自己的创意得以实现,还能丰富生活,体味乐趣,更重要的是通过制作,有利于我们掌握电子制作技术的基本技能,激发创造性。

日本具有世界领先的电子技术,这种领先不单体现在某些产品上,而是全方位的。这个金字塔的塔基就是广泛的群众基础。日本各地广泛开展的各种电子制作活动就是根基之一。

近年来,我国大学、中学开始重视素质教育和技能的实践。小型电子模型制作是一个极好的载体,是很理想的选题之一。

本丛书介绍了一些与我们日常生活息息相关的电子小制作技术,其中许多制作实例既具有很好的创意,同时对电子制作技术也具有普遍的指导意义。因此,可以说本丛书既是有用的实践指导手册,也是很好的创意思想荟萃。本丛书的作者均是这方面的行家里手,也是身处第一线的实践者。

本丛书的一个特点是注重实践。“实践出真知”。本丛书从日用电子小制作出发,引导读者学习电子学知识,具有增强实践的技能 and 解决实际问题能力的作用。

本丛书的第二个特点是深入浅出。本丛书的内容充分考虑到学生有制作的热情,但知识和技能尚不足的特点,讲解浅显易懂,不涉及复杂的数学公式,重点引导读者亲手进行电子制作的实践。

本丛书的第三个特点是实用性强。书中举出的每一个实例都可能成为在日常生活中立即发挥作用的用具,读者不妨根据兴趣选择几项试试。书中引用的大量实例,比较适合我国大学本科生和初、高中生的知识结构,也有利于激发读者的创造性思维,对学生的素质培养大有裨益。

大多数爱好电子制作的学生们都对实践动手抱有极大的热情,因此本丛书可以作为一本学生课外电子制作的辅导用书,当然也可以作为理

工科大学生的课外读物。

本丛书适合具有一定电子学基础知识水平的读者阅读,至少需要中学物理的知识,可以作为中学生,或大学生电子技术实践类课程的参考书,也可以选为中学生和大学生课外科技制作指导读物。

让思维沸腾起来,让智慧行动起来!

开拓创造力,激发想像力,锻炼实际动手能力!

前 言

我曾一度是一个无线电通信业余爱好者,那时每逢比赛就总是携带着自己制作的小型发送机(QRP)登山发报。

1976年,我辞去了服务多年的那个公司,和妻子一起创立了一个私人FCZ研究所,这成为我人生的一个转折点。我们两人每月向会员们发行一份叫做“Fancy Clazy Zippy”的杂志,向热衷于自己动手制作装备的业余无线电爱好者提供信息,发布元器件或者套件等的相关行情(之所以将杂志取名为FCZ是因为邮政部批准的业余无线电呼叫符号为JH1FCZ)。

在FCZ杂志上曾经刊载过一个无线电收发电路的《寺子屋系列讲座》,本书就是将先前的有关内容汇集成册出版的。上述系列讲座仅是我个人对相关问题的理解,希望通过这种方式与读者交流信息,讨论认识。

本书涉及有关高频领域内模拟电路的知识,如果读者们能从中得到乐趣,激发兴趣,那么我将不胜荣幸。

大久保 忠

目 录

第 1 章 接收机	1
1.1 50MHz AM 特定频率接收机	1
1.1.1 电 路	2
1.1.2 制 作	3
1.1.3 调 整	3
1.1.4 应 用	3
1.1.5 参考事项	5
1.2 Fox Chaser-II(144MHz)	5
1.2.1 电 路	5
1.2.2 制 作	6
1.2.3 调 整	8
1.2.4 使用方法	9
1.2.5 注意事项	9
1.3 Fox Chaser-II(430MHz)	9
1.3.1 电 路	9
1.3.2 制 作	10
1.3.3 调整及使用	12
1.4 Fox PiPi(144MHz)	12
1.4.1 电 路	12
1.4.2 制 作	13
1.4.3 调 整	14
1.4.4 使用方法	15
1.4.5 附加说明	15
第 2 章 接收部分的附加装置	16
2.1 GaAs RF 低噪声放大器	16
2.1.1 制 作	17
2.1.2 调 整	17
2.1.3 安装方法	18
2.1.4 其 他	18
2.2 卫星通信用的 GaAs 前置放大器(144MHz)	19

2.3	430MHz GaAs 前置放大器	20
2.3.1	电 路	20
2.3.2	制 作	21
2.3.3	调 整	22
2.3.4	使用方法	22
2.3.5	KNOW HOW	22
2.4	CW 用无源 AF 滤波器	23
2.5	立体声收听 CW	25
2.5.1	无源滤波器	26
2.5.2	制 作	27
2.5.3	使用方法	27
2.6	将廉价收音机改装为 50MHz 的 AM 晶体转换器	28
2.6.1	晶体转换器	28
2.6.2	BC 波的干扰	28
2.6.3	电路图及组装	29
2.6.4	调 整	31
2.6.5	总组装	32
2.6.6	使用方法	32
2.6.7	注意事项	33
2.7	将廉价收音机改装成 41m 频带的晶体转换器	33
2.7.1	局部振荡	33
2.7.2	收听 31m 频带	34
2.7.3	100 日圆收音机的改装效果	34
2.8	长波 JJY 的接收转换器	35
2.8.1	将标准电波 JJY 转换为长波	35
2.8.2	电路的说明	35
2.8.3	制 作	36
2.8.4	调 整	38
2.8.5	使用方法	38
第 3 章	发送机	39
3.1	FM 无线话筒	39
3.1.1	提高稳定性	39
3.1.2	音 质	41
3.1.3	使用方法	41
3.2	10mW, 50MHz 的 AM 发送机	42

3.2.1	电 路	42
3.2.2	布 线	44
3.2.3	电路的确认	45
3.2.4	连接电源	45
3.2.5	振荡电路的调整	46
3.2.6	末级的调整	46
3.2.7	调制级的调整	47
3.2.8	应 用	47
3.3	0.75mW,50MHz 的 AM 发送机	48
3.3.1	电 路	48
3.3.2	制作与调整	49
3.3.3	应 用	50
3.4	50MHz 的 PSN 型 SSB 发送机	51
3.4.1	电 路	51
3.4.2	制作与调整	53
3.5	300mW,50MHz 的 AM 集成发送机	54
3.5.1	电 路	54
3.5.2	制 作	55
3.5.3	调 整	57
3.5.4	调制度的测量	57
3.5.5	调制度的调整(无示波器条件下)	58
3.5.6	使用方法	58
第 4 章	发送部分的附加装置	60
4.1	喉头话筒	60
4.1.1	制作方法	61
4.1.2	使用方法	61
4.2	带 LC 滤波器的话筒压缩器	62
4.3	MAC CMOS 键控器	64
4.3.1	短点/长点存储器	64
4.3.2	同时击打 2 个空格键	64
4.3.3	时钟同步	65
4.3.4	电路与制作	65
4.4	便携式无线电收发机用 VOX	67
4.4.1	VOX 的组成	67
4.4.2	电路与制作	69

4.4.3	调整	69
4.4.4	使用方法	70
4.4.5	注意事项	70
4.5	莫尔斯电码练习器	71
4.5.1	电路	71
4.5.2	制作	72
4.5.3	使用方法	72
4.5.4	功能扩展	72
4.6	键控适配器	73
4.7	10mW,50MHz 的 AM 发送机用 VXO	73
第 5 章	测量仪表	76
5.1	RF 探针	76
5.1.1	制作	77
5.1.2	使用方法	77
5.2	全量程可变仪表	78
5.2.1	制作	78
5.2.2	使用方法	80
5.2.3	小结	81
5.3	电感计	81
5.3.1	有关电路的说明	81
5.3.2	制作	82
5.3.3	调整	85
5.3.4	制作面板	87
5.3.5	制作可变电容器旋钮	87
5.3.6	旋钮的安装方法	88
5.3.7	机壳的加工	88
5.3.8	使用方法	88
5.4	电场强度计	89
5.4.1	电路	89
5.4.2	制作	90
5.4.3	实验	92
5.4.4	校准	92
5.4.5	使用方法	94
5.5	驻波比测试仪(M),(BNC)	94
5.5.1	制作①	94

5.5.2	校 准	97
5.5.3	制作②	98
5.5.4	参考事项	98
5.6	HF ~430MHz QRP 用 SWR 桥	99
5.6.1	制 作	99
5.6.2	调 整	101
5.6.3	使用方法	101
5.6.4	其 他	101
5.7	噪声电桥	102
5.7.1	电 路	102
5.7.2	制 作	103
5.7.3	校 准	106
5.7.4	电抗的校准	106
5.7.5	电阻的校准	108
5.7.6	电抗的换算	108
5.7.7	采用电抗值的优点	109
5.7.8	绘制刻度	109
5.7.9	粘贴刻度盘	109
5.7.10	简易校准方法	110
5.7.11	实际使用方法	111
5.8	QRP 功率计(M)	111
5.8.1	电路原理	112
5.8.2	制 作	112
5.8.3	校 准	113
5.8.4	使用方法	114
5.9	微功率计	114
5.9.1	七年研究的成果	115
5.9.2	电路说明	116
5.9.3	制 作	117
5.9.4	校 准	119
5.9.5	使用方法	120
5.9.6	其 他	120
5.10	RF 探针-III	120
5.10.1	电 路	120
5.10.2	制 作	120

5.10.3	地线的制作	123
5.10.4	模拟负载的制作	123
5.10.5	仪表板	123
5.10.6	使用方法	124
5.10.7	校准	124
5.10.8	测量条件和地线的长度	125
5.11	正弦波注入器	126
5.12	AF毫伏计适配器	127
5.12.1	OP放大器	127
5.12.2	电路	128
5.12.3	制作	129
5.12.4	使用方法	130
5.13	天线阻抗计	130
5.13.1	电路	131
5.13.2	制作	131
5.13.3	调整	133
5.13.4	使用方法	133
5.13.5	使用效果	133
5.14	模拟负载 10W(M)	134
第6章	天线	135
6.1	430MHz 偏振天线	135
6.1.1	FCZ 印制电路平衡-不平衡变换器	135
6.1.2	制作	136
6.1.3	使用方法	140
6.2	430MHz 双振子印制电路天线	140
6.2.1	制作①	141
6.2.2	调整	143
6.2.3	制作②	143
6.2.4	使用方法	144
6.3	1200MHz 5 振子印制电路天线	144
6.4	1200MHz GP 偏振天线	145
6.4.1	特点	146
6.4.2	制作	146
6.4.3	使用方法	150
6.4.4	测量值	150

6.5	200W 超级天线平衡-不平衡变换器	151
6.5.1	现有天线平衡-不平衡变换器的问题	151
6.5.2	平衡-不平衡变换器的特性分析	151
6.5.3	进一步实验的结果	152
6.5.4	C 和 L 的平衡	152
6.5.5	针对#048 磁心的实验	154
6.5.6	插入损失	155
6.5.7	配线方法的影响	156
6.5.8	加大磁心的实验	156
6.5.9	冷静地分析	157
6.5.10	制作超级天线平衡-不平衡变换器(200W)	157
6.5.11	使用方法	160
6.5.12	实验结果	161
6.5.13	裸电阻	161
6.6	50W 超级天线平衡-不平衡变换器	162
6.7	发光天线	164
6.8	微小环状电磁天线	165
6.8.1	印制电路板天线	165
6.8.2	制作①	166
6.8.3	调整	166
6.8.4	制作②	167
6.8.5	提高增益	167
6.8.6	使用方法	167
第 7 章	其他附加装置	168
7.1	光纤连接器套件	168
7.1.1	插头的加工方法	169
7.1.2	插座的加工方法	169
7.1.3	注意事项	169
7.2	光纤 AM 发送机与接收机	169
7.2.1	发送部分	170
7.2.2	接收部分	170
7.2.3	制作	171
7.2.4	应用及其他	172
7.3	光纤蜂鸣器	172
7.3.1	制作与调整	173

7.3.2 参 考	174
7.4 430MHz 用印制电路平衡-不平衡变换器	174
7.4.1 印制电路平衡-不平衡变换器	174
7.4.2 使用方法	176
7.5 1200MHz 用印制电路平衡-不平衡变换器	177
7.6 NJM2073 桥接推挽放大器	178
7.6.1 制 作	179
7.6.2 使用方法	179
7.6.3 NJM2730 的优点	180
7.7 D 级放大器	181
7.7.1 两节干电池的扬声器驱动芯片	181
7.7.2 何谓 D 级放大器	181
7.7.3 电 路	185
7.7.4 电源电路	185
7.7.5 制 作	186
7.7.6 其 他	186
7.8 7/10MHz T 型滤波器	188
7.8.1 制 作	188
7.8.2 使用方法	190
7.8.3 3.5MHz 应用场合	190
7.9 UM-3×6 NiCd 电池充电器(定电压)	191
7.9.1 使用方法	192
7.9.2 窍 门	192
7.10 温度开关(含 SSR, 直接控制 AC100V)	192
7.10.1 电 路	193
7.10.2 使用方法	194
7.10.3 注意事项	195
7.10.4 应 用	195
7.11 过放电报警器	195
7.12 降雨感知器	196
7.12.1 电路的说明	197
7.12.2 制作方法	198
7.12.3 试运行	199
7.12.4 装入机壳	199
7.12.5 应 用	199

第 1 章

接 收 机

1.1 50MHz AM 特定频率接收机

SANYO 的 LA1600 是一款用于超小型 AM 收音机的 IC, 其构造如图 1.1 所示, 在一块芯片上集成了接收机的全部功能(AF 波段除外)。

等价电路方块图

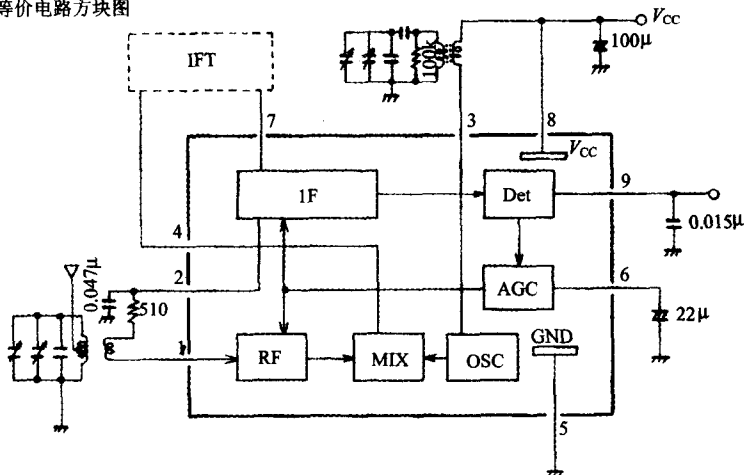


图 1.1 LA1600 的等价电路

如果能用一片 LA1600 制作 VHF 接收机的话, 那么它就能成为集成度十分高的无线电爱好者用接收机。可惜的是生产厂家发布的数据表明, 它的最高使用频率比较低, 仅接近 20MHz。但是稍稍对 LA1600 下一点功夫, 要达到 VHF 的要求也并非不可能。

下面我们就以 LA1600 为主体来制作一个 50MHz AM 特定频率接收机, 实际上它的频率为 50.620MHz。

它的构成如图 1.2。

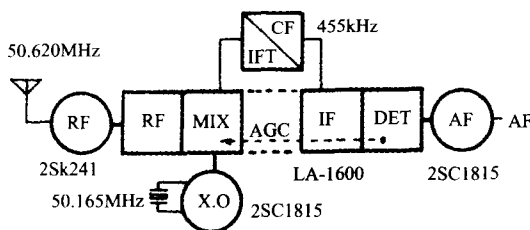


图 1.2 50MHz AM 特定频率接收机的方块图

1.1.1 电路

图 1.3 是电路的整体图,下面进行说明。

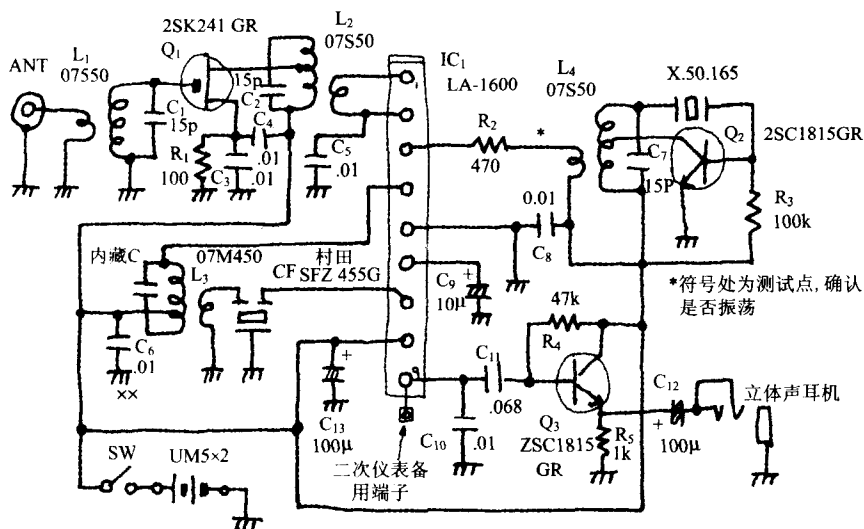


图 1.3 50MHz AM 特定频率接收机的电路图

【RF 放大】信号由天线接收后进入 Q_1 , 即 2SK241 所构成的放大电路。虽然在 LA1600 中也内藏有 RF 放大器, 不过在 50MHz 频段它并不具备放大的能力。

信号源的旁路电容器与电源正极连接, 信号通过它后干扰被去除掉。如果没有这个环节, 那么当强信号(与信号的频率无关)进入天线后, 信号往往会在 AM 检波状态下受到干扰。

【晶振】采用 Q_2 (即 2SC1815) 的三倍谐波振荡器产生出比 50.620MHz 低 455kHz 的振荡频率 50.165MHz。作者也曾尝试利用 LA1600 振荡电路发振, 但是发现做不到, 于是决定选择外部振荡器。

【LA1600】在混合器(MIX)的前面连接了一个 RF 放大器(RF), 但是由于频

率很高, RF 放大器几乎不起作用。

从 RF 放大器进入的信号在混合器与晶振级所产生的局部信号混合, 形成 455kHz 的 IF 信号。

该 IF 信号在 IFT 中进行阻抗整合后进入村田公司生产的陶瓷滤波器 SFZ-455A。

检波部分(DET)的输出以自动增益控制器 (AGC)的形式反馈回前级, 然后经低频放大器(AF)输出。

【AF 放大】 Q_3 即 2SC1815 是发射极输出器。由于经过 LA1600 的 AF 输出后, 电压已经调定合适了, 在这里仅进行电流放大。

在图 1.3 中, 耳机的输出与随身听立体声耳机并联使用, 虽然未附带音量调节, 但是因为 AGC 的作用, 效果仍然不错。如果想要音量调节, 那么需要加在外部。

【电源】电源用 UM-5 $\times$ 2 节, 3V 电池。

1.1.2 制 作

图 1.4 给出印制电路板的电路版图。图 1.5 给出了元器件的布局:

- ① 印制电路板上需另外焊接 2 处跨接线。
- ② 除 Q_1 即 2SK241 外, 先将所有元器件都焊接在电路板上, 在合理的前提下应该尽量缩短元器件的引线长度。
- ③ 最后将 Q_1 即 2SK241 焊接上去。这样处理的目的在于防止从 FET 来的静电。
- ④ 完成电源、耳机、插座、输入端子等的焊接后制作即大功告成。

1.1.3 调 整

在确认布线正确后再接入电源。

利用 #006RF 测头确认晶振处于工作状态, 然后接收 50.620MHz 的 AM 信号(用 #009 发送), 将各个线圈的磁心调节到信号最强的位置。

最小探测灵敏度约为 -110dBm。

1.1.4 应 用

在制作寺屋子系列 #009 等装置或者无线电收发报机时, 应按照图 1.6 布线。在和 QRP 发送机组合时不必切断接收机电源, 这样可实时地监视本地电台发送电波的情况。

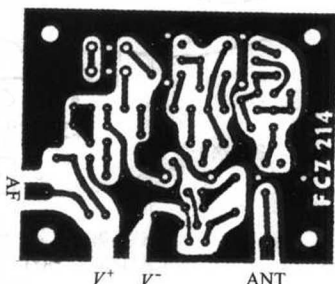


图 1.4 50MHz AM 特定频率接收机的印制电路板的电路版图

