

ZHIYE JINENG PEIXUN JIANDING JIAOCAI

■ 职业技能培训鉴定教材 ■

无线电调试工 (高级)

人力资源和社会保障部教材办公室组织编写



中国劳动社会保障出版社

ZHIYE JINENG PEIXUN JIANDING JIAOCAI

■ 职业技能培训鉴定教材 ■

编审委员会

刘振华 张 伟 韩 军 吕红文

彭向东 徐连芳 傅娜娜

本书编审人员

主 编 尹立俊

副主编 曹德跃

主 审 沈百渭

参 审 徐卫人

无线电调试工

(高级)



中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

无线电调试工:高级/人力资源和社会保障部教材办公室组织编写. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2010

职业技能培训鉴定教材

ISBN 978-7-5045-8247-8

I. 无… II. 人… III. 无线电技术:测试技术-职业技能鉴定-教材 IV. TN06

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 046211 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街1号 邮政编码:100029)

出版人:张梦欣

*

北京金明盛印刷有限公司印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 7.25 印张 2 插页 161 千字

2010 年 3 月第 1 版 2010 年 3 月第 1 次印刷

定价:14.00 元

读者服务部电话:010-64929211

发行部电话:010-64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话:010-64954652

内 容 简 介

本教材由人力资源和社会保障部教材办公室组织编写。教材以《国家职业标准·无线电调试工》为依据,紧紧围绕“以企业需求为导向,以职业能力为核心”的编写理念,力求突出职业技能培训特色,满足职业技能培训与鉴定考核的需要。

本教材详细介绍了高级无线电调试工要求掌握的最新实用知识和技能。全书分为3个模块单元,主要内容包括:调试前准备、装接质量复检和调试。每一单元后安排了单元测试题及答案,书末提供了理论知识和操作技能考核试卷,供读者巩固、检验学习效果时参考使用。

本教材是高级无线电调试工职业技能培训与鉴定考核用书,也可供相关人员参加岗位培训使用。

前 言

1994年以来,劳动和社会保障部职业技能鉴定中心、教材办公室和中国劳动社会保障出版社组织有关方面专家,依据《中华人民共和国职业技能鉴定规范》,编写出版了职业技能鉴定教材及其配套的职业技能鉴定指导200余种,作为考前培训的权威性教材,受到全国各级培训、鉴定机构的欢迎,有力地推动了职业技能鉴定工作的开展。

劳动保障部从2000年开始陆续制定并颁布了国家职业标准。同时,社会经济、技术不断发展,企业对劳动力素质提出了更高的要求。为了适应新形势,为各级培训、鉴定部门和广大受培训者提供优质服务,教材办公室组织有关专家、技术人员和职业培训教学管理人员、教师,依据国家职业标准和企业对各类技能人才的需求,研发了职业技能培训鉴定教材。

新编写的教材具有以下主要特点:

在编写原则上,突出以职业能力为核心。教材编写贯穿“以职业标准为依据,以企业需求为导向,以职业能力为核心”的理念,依据国家职业标准,结合企业实际,反映岗位需求,突出新知识、新技术、新工艺、新方法,注重职业能力培养。凡是职业岗位工作中要求掌握的知识和技能,均作详细介绍。

在使用功能上,注重服务于培训和鉴定。根据职业发展的实际情况和培训需求,教材力求体现职业培训的规律,反映职业技能鉴定考核的基本要求,满足培训对象参加各级各类鉴定考试的需要。

在编写模式上,采用分级模块化编写。纵向上,教材按照国家职业资格等级单独成册,各等级合理衔接、步步提升,为技能人才培养搭建科学的阶梯型培训架构。横向上,教材按照职业功能分模块展开,安排足量、适用的内容,贴近生产实际,贴近培训对象需要,贴近市场需求。

在内容安排上,增强教材的可读性。为便于培训、鉴定部门在有限的时间内把最重要的知识和技能传授给培训对象,同时也便于培训对象迅速抓住重点,提高学习效率,在教材中精心设置了“培训目标”等栏目,以提示应该达到的目标,需要掌握的重点、难点、鉴定点和有关的扩展知识。另外,每个学习单元后安排了单元测试题,每个级别



的教材都提供了理论知识和操作技能考核试卷，方便培训对象及时巩固、检验学习效果，并对本职业鉴定考核形式有初步的了解。

本书在编写过程中得到北京市人力资源和社会保障局、北京市第五十一职业技能鉴定所的大力支持和热情帮助，在此一并致以诚挚的谢意。

编写教材有相当的难度，是一项探索性工作。由于时间仓促，不足之处在所难免，恳切希望各使用单位和个人对教材提出宝贵意见，以便修订时加以完善。

人力资源和社会保障部教材办公室

人力资源和社会保障部教材办公室，负责全国人力资源和社会保障部教材的编写、出版、发行、修订、再版、重印、报废、销毁等工作。该办公室下设教材编写、出版、发行、修订、再版、重印、报废、销毁等科室，负责全国人力资源和社会保障部教材的编写、出版、发行、修订、再版、重印、报废、销毁等工作。

人力资源和社会保障部教材办公室，负责全国人力资源和社会保障部教材的编写、出版、发行、修订、再版、重印、报废、销毁等工作。该办公室下设教材编写、出版、发行、修订、再版、重印、报废、销毁等科室，负责全国人力资源和社会保障部教材的编写、出版、发行、修订、再版、重印、报废、销毁等工作。

人力资源和社会保障部教材办公室，负责全国人力资源和社会保障部教材的编写、出版、发行、修订、再版、重印、报废、销毁等工作。该办公室下设教材编写、出版、发行、修订、再版、重印、报废、销毁等科室，负责全国人力资源和社会保障部教材的编写、出版、发行、修订、再版、重印、报废、销毁等工作。

人力资源和社会保障部教材办公室，负责全国人力资源和社会保障部教材的编写、出版、发行、修订、再版、重印、报废、销毁等工作。该办公室下设教材编写、出版、发行、修订、再版、重印、报废、销毁等科室，负责全国人力资源和社会保障部教材的编写、出版、发行、修订、再版、重印、报废、销毁等工作。

人力资源和社会保障部教材办公室，负责全国人力资源和社会保障部教材的编写、出版、发行、修订、再版、重印、报废、销毁等工作。该办公室下设教材编写、出版、发行、修订、再版、重印、报废、销毁等科室，负责全国人力资源和社会保障部教材的编写、出版、发行、修订、再版、重印、报废、销毁等工作。



目 录

第1单元 调试前准备/1—32

第一节 调试工艺文件的准备 /2

- 一、整机调试工艺文件的种类
- 二、整机调试说明识读

第二节 调试工艺环境的设置 /19

- 一、整机测量使用的仪器仪表准备
- 二、整机测试系统的连接

单元测试题 /30

单元测试题答案 /32

第2单元 装接质量复检/33—49

第一节 安装质量检查 /34

- 一、整机安装质量
- 二、整机装配及质量检验实例

第二节 连线 and 焊接质量检验 /41

- 一、电子设备安装连接工艺
- 二、无锡焊接
- 三、电路板元器件焊接质量标准
- 四、连线 and 焊接质量检验
- 五、焊接 and 接线错误修正

单元测试题 /48

单元测试题答案 /49



第3单元 调试/50—96

第一节 产品安全检查 /51

- 一、整机安全防护的检查
- 二、整机漏电和绝缘的测试

第二节 功能调试 /60

- 一、按标准检查供电系统
- 二、整机信号通路的检查和调整
- 三、检测各功能单元的功能

第三节 指标调试 /65

- 一、仪器、仪表的校准与检验
- 二、各功能单元指标调试

第四节 调试结果记录与处理 /76

- 一、调幅收音机调试全过程记录
- 二、黑白电视机调试全过程记录
- 三、调幅收音机常见故障判断及检修
- 四、黑白电视机调试中常见故障现象分析及排除

第五节 单片机基础知识 /87

- 一、单片机及单片机应用系统
- 二、8051 单片机的基本组成
- 三、单片机接口电路应用

单元测试题 /94

单元测试题答案 /96

理论知识考核试卷 /97

理论知识考核试卷答案 /104

操作技能考核试卷 /105

本书的构成与工本费

第

单元

调试前准备

□ 第一节 调试工艺文件的准备/2

□ 第二节 调试工艺环境的设置/19



第一节 调试工艺文件的准备



- 了解整机电路图
- 了解整机印制电路板图
- 熟悉整机调试需要准备的整机工作原理框图
- 熟悉单元电路的作用及工作原理
- 熟悉整机调试工艺文件

一、整机调试工艺文件的种类

1. 整机工作原理框图

整机工作原理框图是用方框形式表示整机的基本组成部分、主要特征及其功能关系的一种略图。它的作用是从总体上给阅读者一个完整的概念,为进一步编制技术文件提供依据,供使用、调试和维修参考。下面以调幅收音机和黑白电视机为例,对整机工作原理框图进行概要说明。

(1) 调幅收音机原理框图。调幅收音机的原理框图如图 1—1 所示。

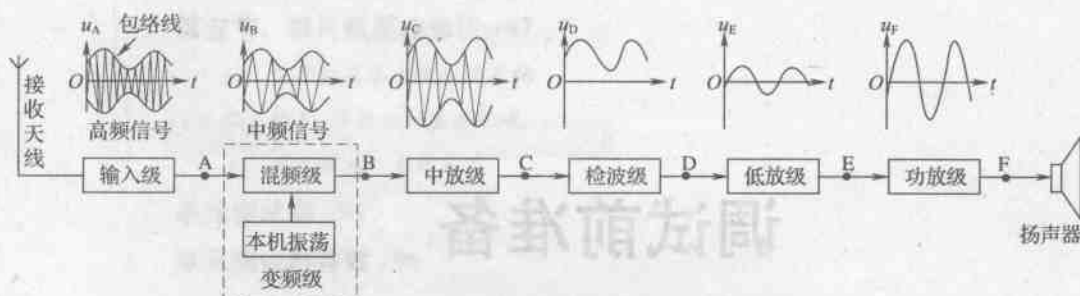


图 1—1 调幅收音机组成框图及各点波形

由图 1—1 调幅收音机的组成框图可知,调幅收音机主要是由天线、输入级、变频级、中放级、检波级、低放级(前置或推动级)、功放级及电源等部分组成。

(2) 黑白电视机原理框图。黑白电视机的原理框图如图 1—2 所示。

黑白电视机主要是由高频调谐器、中频电路、视频检波及预视放、视放电路、伴音通道、扫描电路及电源等部分组成。

2. 整机电路图

(1) 调幅收音机电路图。调幅收音机电路图如图 1—3 所示。

该电路工作原理如下:

1) 电源部分。电源部分由 3 V 电池、开关 S、R6、R7、C7、R5、R4、R3、R1 组成,给混频级、中放级、功率放大级等提供直流电压。

2) 输入回路和混频电路。输入回路的主要作用是选择信号,所以通常采用 LC 并

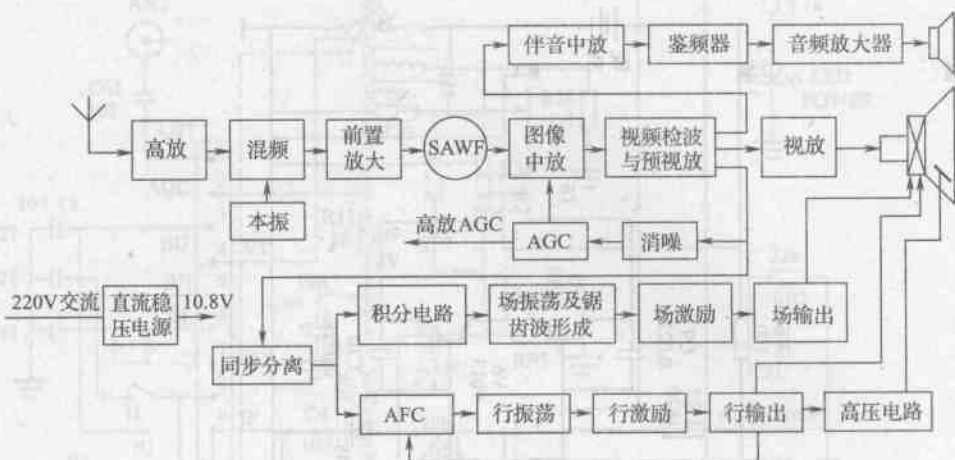


图 1—2 黑白电视机组成框图

AFC—自动频率控制 AGC—自动增益控制 SAWF—声表面波滤波器

联谐振回路实现选频作用。图中 $C1a$ 、 $T1$ 初级组成输入回路。经输入回路选频得到的高频信号经 $T1$ 的耦合作用加到混频级 $V1$ 三极管的基极。

作为超外差式收音机，要求本机振荡频率永远比输入回路所接收到的高频信号高出一个固定的中频 465 kHz，所以随输入高频信号的变化，本机振荡信号的频率也应随之改变，故双联电容 $C1a$ 和 $C1b$ 是同时变化的。

$C1b$ 、 $T2$ 组成选频回路，选出 465 kHz 的中频信号，送至中频放大级。

3) 中频放大、检波和 AGC 电路。 $V2$ 和 $T4$ 组成中频放大电路，其作用是将变频级输出的 465 kHz 的中频信号加以放大，并送到检波器中检波。 $V3$ 和 $C5$ 组成检波电路，其作用是利用三极管的非线性，从中频 465 kHz 的调幅波中取出音频信号。AGC 电路的作用是将检波输出的直流电压分量加到中放级，通过负反馈作用，达到输入信号变化时输出不变的目的。

4) 前置低放、功率放大。前置低放电路主要由 $V4$ 、 $T5$ 组成，进行音频电压放大； $V5$ 和 $V6$ 构成互补推挽功率放大器，对音频信号进行功率的放大，推动扬声器发声。

(2) 黑白电视机电路图。黑白电视机电路图如图 1—4 所示。该电路工作原理如下：

1) 高频调谐器（高频头）。高频调谐器是由高放电路、本机振荡和混频器组成，用一个金属屏蔽盒封装在一起，构成一个独立的器件。它的作用就是将天线接收下来的高频电视信号进行选择、放大、变频、输出固定中频的电视信号，其中图像中频为 38 MHz，伴音中频为 31.5 MHz。

高频调谐器按照调谐方式的不同可分为机械调谐和电子调谐两大类，现在的电视机均采用电子调谐方式。电子调谐器采用变容二极管调谐，开关二极管进行频段转换，具有调谐方便、无机械触点、一体化、小型化等特点，性能明显优于机械式调谐器。



单元

1

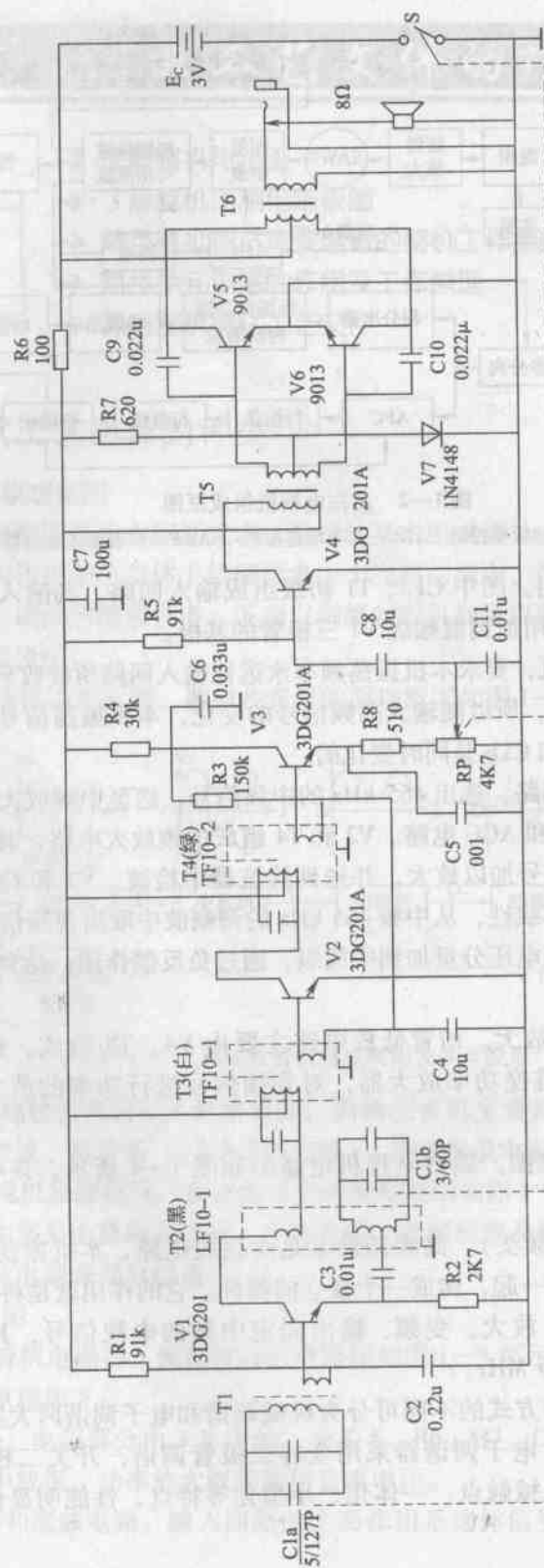


图 1—3 调幅收音机电路图



电子调谐器是利用变容二极管来进行调谐选择频道的，改变加在变容二极管两端的电压，就可以得到不同的等效电容量，使之谐振于不同频道，从而达到选台的目的。

如图 1—5 所示为变容二极管调谐电路示意图。图中，电感 L 和反向偏置的变容二极管 VD 组成调谐电路， VD 的反向偏置电压来自电位器 W 对调谐电压 V_i 的分压；电阻 R 为限流电阻，防止流过变容二极管 VD 的电流过大；电容 C 用于隔断直流，以免直流调谐电压被电感 L 短路， C 的容量取得很大，对交流信号来说可以看作短路。由于变容二极管电容变化范围的限制，不能覆盖整个 VHF 频段，于是将 VHF 频段分为低频段 (V_L) 和高频段 (V_H)，其中 V_L 包括 1~5 频道， V_H 包括 6~12 频道。高频调谐器对 V_L 、 V_H 和 UHF 三者之间的转换采用直流电压控制下的开关二极管作为切换开关。

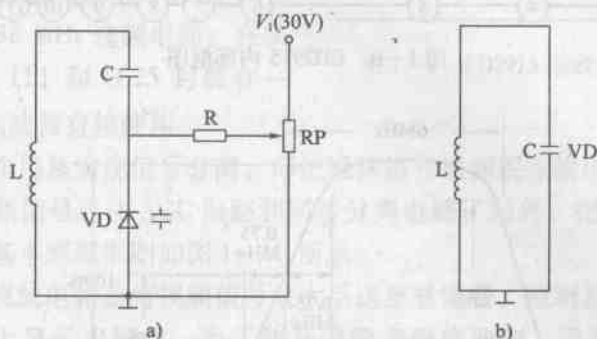


图 1—5 变容二极管调谐电路

a) 基本电路 b) 等效电路

2) 图像中频通道。图像中频通道是指图像中频放大、视频检波与预视放、视放电路、自动增益控制 (AGC) 电路、自动消噪 (ANC) 电路等，由图 1—4 可以看出，本机的这些电路都是由集成电路 (IC) CD2915 配合少量外部组件来完成的。如图 1—6 所示为 CD2915 内部框图。

图像中频通道各单元电路的作用及工作原理如下：

① 图像中频放大电路。图像中频放大电路简称图像中放电路，它是由前置中放、声表面波滤波器 (SAWF) 和宽带放大电路组成，其作用是利用声表面波滤波器形成中放幅频特性，利用前置中放补偿声表面波滤波器对信号的损耗，同时对图像中频信号与伴音中频信号进行幅度放大，以满足图像检波所需要的电平。

a. 中放幅频特性。为了保证电视机重现图像和伴音有较好的质量，图像中频通道的幅频特性必须符合如图 1—7 所示的中放幅频特性的要求，即对 31.5 MHz 的伴音中频信号进行 5% 的放大，以防止伴音信号和图像信号的相互干扰，对 30 MHz 和 39.5 MHz 的邻近频道中频信号则进行深度吸收，38 MHz 图像中频载频处于曲线高频端斜边的中点。在集成电路电视机中，这种特殊的幅频特性是由声表面波滤波器来完成。

b. 前置中放电路。由于 SAWF 的插入损耗较大，因此前置中放电路是为了补偿 SAWF 的插入损耗而设置的，SAWF 与前置中放电路如图 1—8 所示。图中，高频调谐

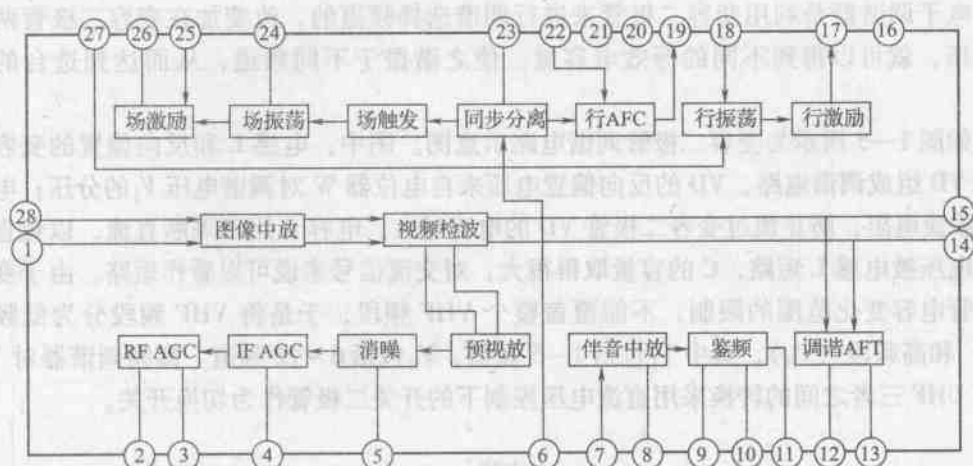


图 1—6 CD2915 内部框图

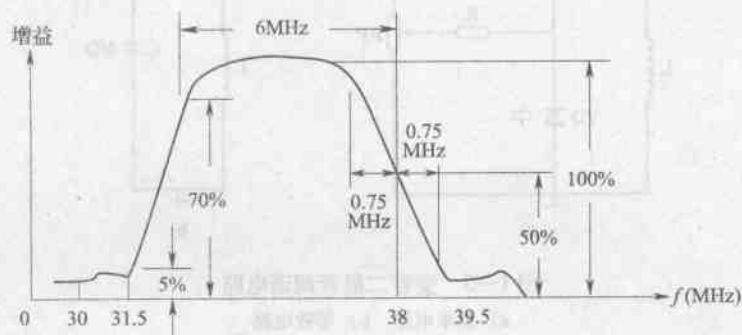


图 1—7 中放幅频特性曲线

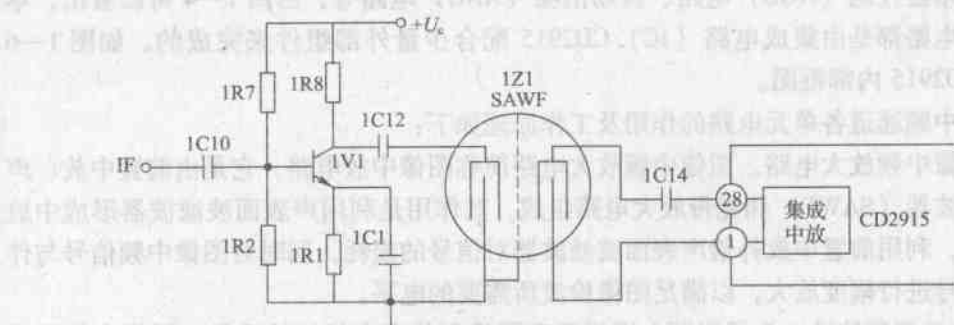


图 1—8 SAWF 与前置中放电路

器的中频输出端输出的中频 (IF) 信号, 经耦合电容 1C10 送到前置放大器 1V1 进行预放大后, 送至声表面波滤波器 SAWF 上, 由 SAWF 处理后, 将中频信号送入集成电路 CD2915 的①脚和②脚进行放大。

c. 图像中放电路。图像中放电路主要是放大 38 MHz 的图像中频信号和 31.5 MHz 的伴音中频信号, 它是电视机总增益的主要提供电路, 并应具有增益高、频带宽和选择



性好的要求。本机中 CD2915 的图像中放电路由 3、4 级直接耦合差动放大器组成，由于各级之间均采用直接耦合，为避免各级之间工作点的相互影响，还设置了多级直流反馈电路，以抵消工作点的漂移。

②视频检波与预视放。视频检波器有两个作用：一是从图像中频信号中检出视频信号，然后送到视放级；二是利用检波器的非线性作用，将图像中频信号和伴音中频信号混频，得到 6.5 MHz 的第二伴音中频信号。

由 CD2915 组成的视频检波电路如图 1—9 所示，它的⑭脚和⑮脚外接的 1L1、1C25 和 1R17 组成 38 MHz 选频电路。在实际应用中，常常把 1L1 和 1C25 封装在一起，做成 38 MHz 陷波器直接使用。

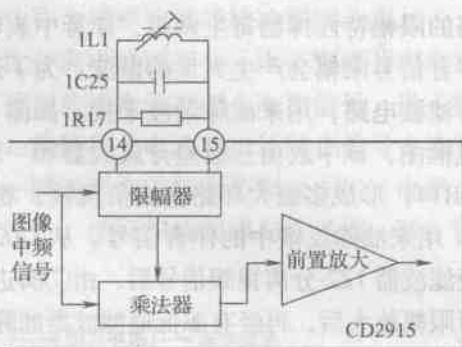


图 1—9 CD2915 组成的视频检波电路

预视放电路的作用是信号分离，即把视频信号送到视放输出级，并且通过消噪电路 (ANC) 将视频信号送往 AGC 电路和同步分离电路；另外，把第二伴音中频信号送到伴音电路。其基本原理框图如图 1—10 所示。

③视放电路。视放电路是将视频信号放大后送至显像管，控制显像管中电子束电流的强弱，在荧光屏上显示出图像。为了使显像管满幅度调制，需要峰—峰值为 50 ~ 80 V 的调制电压，视放输出级需将幅度为峰—峰值 1 V 左右的视频图像信号放大到峰—峰值 50 ~ 80 V，因此，视放输出级的增益为 34 ~ 38 dB 左右。

④自动增益控制电路。AGC 电路的作用是当接收的高频信号强弱变化时，能自动控制高放级和中放级的电压增益，使检波后输出的视频信号幅度基本不变，保证电视机在不同场强下都能稳定地工作。

AGC 电路是对消噪电路送来的强弱不同的视频信号进行检波，变成强弱不同的直流电压，送到中放和高放电路，控制中放级和高放级的增益，使其增益随信号增强而降低，从而使检波输出信号电平稳定在 1 ~ 1.5 V，保证图像的稳定。AGC 电路的组成框图如图 1—11 所示。



图 1—10 视频信号与伴音信号分离框图



图 1—11 AGC 电路的组成框图

⑤自动消噪电路。ANC 电路的作用是消除混入视频全电视信号中的大幅度干扰脉冲，以避免 AGC 电路和同步分离电路的工作受其影响，提高图像的稳定性和。

3) 伴音通道。伴音通道由伴音中放、鉴频、音频放大等电路组成。其作用就是将



第二伴音中频信号经伴音中放电路限幅放大后加至鉴频器，解调出音频信号，再经音频放大器进行电压和功率的放大，推动扬声器重放声音。

①伴音中放电路。集成电路伴音中放采用差分放大器放大伴音中频信号，利用差分电路的限幅特性抑制寄生调幅，伴音中放电路一般由三级差分放大器组成，该电路对调频伴音信号限幅会产生大量的谐波。为了避免对后面的电路形成干扰，伴音中放电路都配有滤波电路，用来滤除谐波干扰。如图 1—12 所示为集成电路 CD2915 伴音中放电路组成框图，该中放由三级差分放大器和一级有源低通滤波器组成，⑦脚和⑧脚之间接电阻 1R14，形成多级大环路直流负反馈，稳定三极管直接耦合差分中放的工作点；电容 1C17 用来滤除反馈中的伴音信号。从 CD2915 的⑤脚送来的第二伴音中频，经 6.5 MHz 陶瓷滤波器 1Z2 分离视频信号后，由⑦脚进入伴音中放电路，伴音中频信号经三级放大器进行限幅放大后，再经有源低通滤波器滤除谐波，将等幅的伴音调频信号送往鉴频电路。

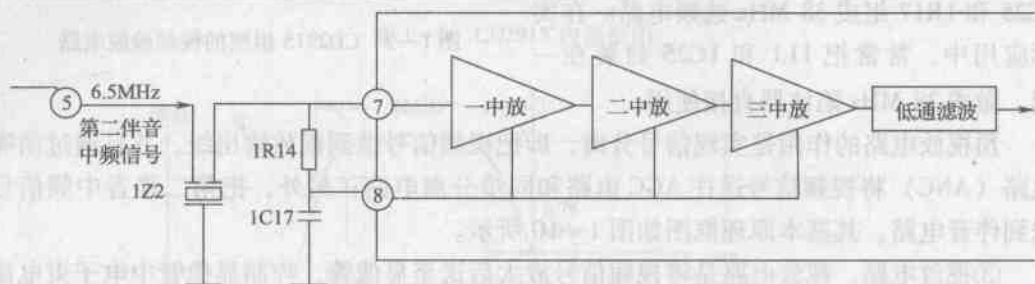


图 1—12 CD2915 伴音中放电路框图

②鉴频电路。伴音鉴频电路的作用是从 6.5 MHz 的第二伴音中频调频信号中解调出音频信号。鉴频器由两部分组成，一部分是线性变换电路，另一部分是检波电路。其工作过程是先将等幅的调频波线性变换成调频—调幅波，使其幅度的变化正比于调频波的频率变化，即正比于音频调制信号的幅度变化，再采用一般的幅度检波解调出音频信号。鉴频过程如图 1—13 所示。

4) 同步分离。同步分离电路的作用是从检波得到的视频全电视信号中取出复合同

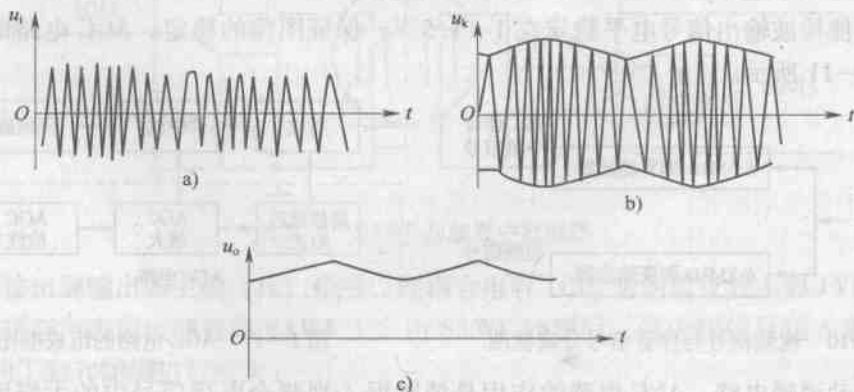


图 1—13 鉴频过程及其波形图

a) 输入的已调频波 b) 已调幅—调频波 c) 音频信号



步信号,然后再将行同步和场同步信号分离,分别去控制行、场振荡电路,使扫描的频率和相位与发送端同步。在全电视信号中,同步信号的相对幅度最大,因此可利用幅度分离的方法将同步信号从全电视信号中分离出来。根据行、场同步信号脉冲宽度不同的特点,可将行、场同步信号分离,这种分离方法称为频率分离或脉冲宽度分离。

同步分离电路主要包括幅度分离电路和宽度分离电路两部分。由于宽度分离电路常采用积分电路组成,所以又称为积分电路。由预视放送来的视频全电视信号,送入幅度分离电路,其输出的复合同步信号分为两路:一路经积分电路取出场同步信号去控制场振荡器的频率和相位,使之与发送端同步;另一路送至自动频率控制(AFC)电路,产生一个误差校正电压去控制行振荡器的频率和相位,使行扫描规律与发送端一致。同步分离电路组成框图如图1—14所示。



图 1—14 同步分离电路组成框图

①积分电路。复合同步信号由行同步信号和场同步信号组成,其中行同步脉冲的宽度为 $4.7 \mu\text{s}$, 频率为 $15\,625 \text{ Hz}$; 场同步脉冲的宽度为 $160 \mu\text{s}$, 频率为 50 Hz 。因此用积分电路可把场同步信号从复合同步信号中分离出来,直接控制场振荡电路的振荡频率和相位,使之与发送端同步,如图1—15所示为常用的两节RC积分电路。

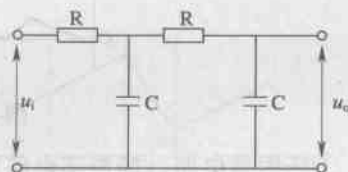


图 1—15 两节 RC 积分电路

②自动频率控制电路。AFC 电路的作用是用来保持行振荡信号的频率和相位与行同步信号一致,以实现同步。它主要是由鉴相器、低通滤波器和锯齿波形成网络组成的,其组成框图如图1—16所示。

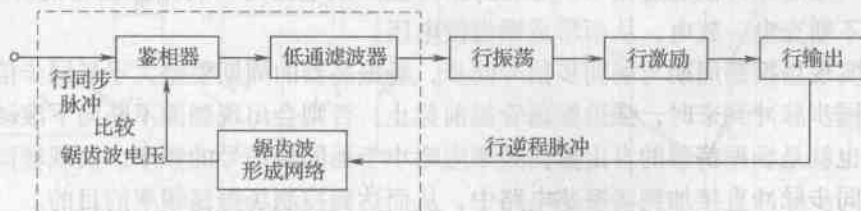


图 1—16 行 AFC 电路框图

AFC 电路本质上是一个频率(或相位)负反馈电路。从图1—16中可以看出,鉴相器有两路输入信号,一路是幅度分离电路送来的行同步脉冲,另一路是由行输出变压器提供的行逆程脉冲,经锯齿波形成网络后得到的比较锯齿波电压。鉴相器将锯齿波比较信号与行同步信号进行相位比较,产生误差控制电压。如果两个比较信号同频同相,则行扫描频率正确,误差电压为0,振荡保持其固有频率;若行扫描频率不正确,则比较信号和行同步信号不同频同相,则鉴相器就产生一个与相位差成正比的误差电压