

微波通信设备

下册

长春邮电学院 编

人 民 邮 电 出 版 社



内 容 提 要

全书主要内容是讲述微波960路Ⅱ型机,分上、中、下三册。下册包括波道交换机、远程控制台和远程控制机。

本书较系统地叙述了4WD-1型波道交换机、4WK₁₋₁型远程控制台和4WK₂₋₁型远程控制机的工作原理、测试和维护方法,还较详细地叙述了以上三种设备中所使用的各种逻辑电路的原理。在每章末还附有思考题,以帮助读者在学习中加深理解。

这册书是邮电中等专业学校微波专业试用教材,也可供从事微波专业的技术人员和工人参考。

邮电中等专业学校试用教材

微波通信设备

下 册

长春邮电学院 编

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

天津新华印刷一厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

开本: 787×1092 1/16 1984年11月第一版

印张: 13 页数: 104 1984年11月天津第一次印刷

字数: 320 千字 插图: 2 印数: 1—3,000册

统一书号: 15045·总2960·无6307

定价: 1.20元

前 言

本书是邮电中等专业学校教学用书。为适应邮电教育事业发展的需要1978年以来，我们组织了部分邮电学校分工编写了微波、载波、市内电话、线路、电报、电源、综合电信和邮政机械等八个专业所用的专业基础课和专业课教学用书，有些已经出版，有些将陆续出版，以满足各邮电中等专业学校教学的需要。

编写教材，是提高教学质量的关键。我们组织编写本教材时，力求以马列主义、毛泽东思想为指导，努力运用辩证唯物主义的观点阐明科学技术的规律，内容上注意了少而精，尽量反映科学技术的新成就。书内难免存在缺点和错误。希望有关教师和同学在使用过程中，把发现的问题提给我们以便修改提高。

邮电部教育局

一九八〇年七月

编 者 的 话

本书是邮电中等专业学校微波通信专业“微波通信设备”课程试用教材的下册。目的在于使学生掌握波道倒换设备和远程控制设备的工作原理，以便为将来维护工作打下基础。

本书是按照邮电部中等专业学校微波通信专业教学大纲编写的。本册共有两章，即第六、七章，第六章讲述4WB-1型波道倒换机，第七章讲述4WK₁₋₁型远程控制台和WK₂₋₁型远程控制机。每章后附有思考题，可作为自学者参考。

在本书编写过程中得到503厂生产车间和研究所等单位的支持和帮助，在此表示衷心感谢。

本书由长春邮电学院刘玉坤同志编写，北京邮电学院焦其祥同志和邮电五〇六厂夏迎南同志审稿。

由于作者水平有限，经验不足，时间仓促，谬误之处难免，诚恳地希望广大读者批评指正。

长春邮电学院

一九八三年六月

目 录

第六章 4WB-1型波道交换机

第一节 概述	1
一 波道交换机的作用	1
二 波道交换机的简单工作原理	2
(一) 波道交换机与其它机架的连接	2
(二) 各波道都正常工作时的信号传输过程	2
(三) 某主用波道故障时的信号传输过程	4
三 波道交换机的功能	5
第二节 单元电路	6
一 陶瓷振荡器	6
(一) 陶瓷片的等效电路	8
(二) 陶瓷片的谐振频率和阻抗频率特性	6
(三) 陶瓷振荡器	7
二 三端陶瓷滤波器	7
三 自激多谐振荡器	8
四 射极耦合触发器	9
五 幅度鉴别电路	12
六 中频开关驱动电路	12
七 中频开关电路	14
八 TTL与非门电路	15
(一) TTL电路的扩展器	16
(二) 用与非门组成具有扩展端功能的电路	16
九 与非门构成的延时电路	17
(一) 双与非门延时电路	17
(二) 三个与非门组成的延时电路	18
第三节 交换机各部分电路分析	19
一 导频和噪音放大系统	19
(一) 导频放大系统	19
(二) 噪音放大系统	21
二 F信号电路	24
(一) F信号发送电路	25
(二) F信号接收电路	28
三 电源部分	30
(一) 电源供给	30
(二) -18V稳压电源	30
(三) +5V和+19V稳压电源	31
四 表头灯丝电路	31
(一) 表头盘电路介绍	31
(二) 收灯磁盘电路	34

(三) 发灯键盘电路	37
第四节 逻辑控制电路	38
一 逻辑控制电路的作用	38
二 逻辑控制电路的组成	38
三 逻辑控制电路工作原理	40
四 逻辑控制电路各部分工作原理	41
(一) 信鉴电路	41
(二) 备用鉴别电路	45
(三) 信号控制电路	46
(四) 编码电路	51
(五) 发端转换电路	54
(六) 驱动电路	56
(七) 中频控制告警电路	61
(八) 信号转换电路	68
(九) 自校电路	69
五 逻辑电路综述	71
第五节 波道倒换机的维护使用	72
一 准备工作	72
二 波道倒换机的单机检查	74
三 维护使用及故障处理	78
思考题	81
第七章 4WK₁₋₁型远程控制台和4WK₂₋₁型远程控制台	
第一节 概述	84
一 实现中继站的无人值守必须考虑的下列因素	84
二 4WK ₁₋₁ 型远程控制台和4WK ₂₋₁ 型远程控制台的基本性能	85
(一) 对微波中继通信系统的通信、遥控和自动告警的监控设备的基本要求	85
(二) 远程控制台、远程控制机的基本性能	86
第二节 远程控制台、机的工作方式和组成方框图	87
一 远程控制台、远程控制机的工作方式	87
(一) 起止式同步工作方式	87
(二) 脉冲编码组成方案	87
(三) 信号检错	89
(四) 信号传输	89
(五) 通信方式	89
(六) 遥控方式	89
(七) 告警方式	90
(八) 信息显示方式	90
二 远程控制台、远程控制机的方框图	91
(一) 远程控制台前方框图	91
(二) 远程控制机的方框图	92
第三节 远程控制台、远程控制机各部分电路工作原理	92
一 晶振电路	93
(一) 晶振电路的作用	93

(二) 晶振电路工作原理	93
二 分频电路	108
(一) 分频电路的作用	108
(二) 集成电路单稳态触发器	108
(三) 分频电路的工作原理	110
三 时序电路	114
(一) 什么叫时序电路	114
(二) 时序电路的作用	115
(三) 时序电路方框图及工作原理	115
四 发并及补奇电路	120
(一) 发并及补奇电路的作用	120
(二) 编码及检错	120
(三) 发并及补奇电路的工作原理	124
五 编码电路	128
(一) 编码电路的作用	128
(二) 寄存器和移位寄存器	128
(三) 编码电路工作原理	132
六 译码电路	135
(一) 译码电路的作用	135
(二) 译码电路工作原理	135
七 远程控制台的指令编码电路——巡回电路	137
(一) 巡回电路的作用	137
(二) 巡回电路的工作原理	138
八 发控电路	139
(一) 发控电路的作用	139
(二) 发控电路的工作原理	139
九 译码电路	140
(一) 译码电路的作用	140
(二) 译码电路原理图	140
十 荧光数码管和八段电路	142
(一) 荧光数码管	142
(二) 八段电路	145
十一 收并电路	146
(一) 收并电路的作用	146
(二) 收并电路的工作原理	146
十二 收控电路	149
(一) 收控电路的作用	149
(二) 集成电路与非门组成的多谐振荡器	149
(三) 收控电路的工作原理	159
十三 远程控制台的巡回电路	155
(一) 巡回电路的作用	155
(二) 巡回电路的工作原理	155
十四 通信系统	159
(一) 通信系统的作用	159

(二) 通信系统的工作原理	159
十五 遥控系统	162
(一) 遥控系统的作用	162
(二) 遥控系统的工作原理	162
十六 告警系统	164
(一) 告警系统的作用	164
(二) 告警系统的工作原理	164
十七 存译电路	167
(一) 存译电路的作用	167
(二) 存译电路的工作原理	167
十八 存储电路	169
(一) 存储电路的作用	169
(二) 存储电路的工作原理	169
十九 运算放大器	172
(一) 运算放大器的基本概念	172
(二) 5G23运算放大器简介	177
二十 发信电路	178
(一) 发信电路的作用	178
(二) 发信电路的工作原理	178
二十一 收信电路	180
(一) 收信电路的作用	180
(二) 收信电路的工作原理	180
二十二 电源	182
第四节 通信、遥控和告警工作过程	183
一 遥控或通信的准备(发送循环码)	183
二 定点遥控或通信	185
三 对某被控站作巡回通信	187
四 某被控站发生了紧急或一般告警	188
第五节 维护	189
一 远程控制台面板介绍	189
二 远程控制台的操作	191
三 调试	195
四 远程控制系统联按图	196
思考题	197

第六章 4WB-1型波道倒换机

第一节 概 述

一、波道倒换机的作用

在一条微波通信干线上，两个终端站之间常需要设置若干个中间转接站，其中绝大多数的站是不担负上下话路任务，而仅仅是起一个接力转接的作用。例如按照国际标准模拟电路，在2500公里长的干线电路要分成九个调制段，大约每隔50公里要设一个中继站，这样在2500公里长的干线上就要设50部左右的微波收、发信机和九部调制、解调机进行转发。而在这些微波设备中，都包含有大量的有源和无源器件，只要有一个器件有了故障，都有中断通信的可能，使通信的可靠性受到了影响。

除了设备本身故障能造成通信阻断之外，还有微波电磁波在传播中的深度衰落也能引起通信阻断。

为了提高通信的可靠性，就需要设置备用设备。

备用方式分下列三种：

1. 机组备用

在这种备用方式中，每个微波站有一套工作设备，还要设有一套完全相同的设备作备用，一旦工作设备有故障，立即倒至备用设备工作。这种备用方式，可以解决由于设备故障造成的电路阻断，但无法解决因电磁波深度衰落而造成的通信阻断。因为主、备用设备都工作在同一频率。同时，这种备用方式，对于具有大量中继站的微波中继通信来说，很不经济。因此在微波中继通信干线一般不采用这种备用方式。

2. 波道备用

这种备用方式，是在一条通信干线上设几个工作波道，同时还有一个备用波道，所有工作波道公用一个备用波道，当任何一个工作波道发生故障后，备用波道均可替换。由于工作波道和备用波道不工作在同一微波频率上，所以工作波道发生深衰落时，备用波道不会同时衰落，因此这种备用方式，对于上述两种造成通信阻断的原因，都能解决。所以这种备用方式在微波中继通信中经常采用。

3. 混合备用

所谓混合备用就是以上两种备用方式同时采用的备用方式。这种备用方式虽然可靠性高，但由于投资较大，一般不采用。

为了尽量减少通信阻断时间，希望主、备用波道能自动倒换。用来实现工作波道和备用波道自动进行倒换的机器称为波道倒换机，也叫波道备用控制机或热备用控制机。

波道倒换机一般设在主站和端站，每个主站在两个方向上都设有一台倒换机，每台倒换机控制一个方向。两个主站之间算一个倒换段。实际上，倒换段也就是调制段。这样设置有利于中继站实现无人值守。

当倒换段内任何一个站出现故障时，波道倒换机能立即以备用波道替换故障波道；而当故障波道工作恢复正常后，倒换机能迅速把通信还入原工作波道，这种互相倒换对通信无影响。

为了进行波道自动倒换，就要有能用来监视波道工作情况的信号，这种信号统称鉴别信号。

为了指示微波电路工作的连续性，即波道由发端到收端是否畅通，这就需要从发端站向收端站发送一个能代表电路阻断与否的信号，称它为导频信号。

为了鉴别工作波道噪音的大小，在信号（包括导频）频谱（0-9.023MHz）以外选用某一段频谱，根据此段频谱上的噪音变化情况来判断工作波道噪音的大小。

在4WB-1型机中，所有工作波道都采用国际统一规定的9.023MHz单音作工作导频，备用波道空闲时采用8.5MHz单音作导频。

在4WB-1型机中，选用9.522-9.548MHz（中心频率为9.535MHz）频段作为噪音大小的监测。这段频谱上噪音电平的变化能反映主用波道噪音电平的变化，从而决定是否进行波道倒换。此体系中，备用波道不监测噪音，所以只要主用波道噪音升高，备用波道空闲导频存在，就能倒至备用波道。

二、波道倒换机的简单工作原理

（一）波道倒换机与其它机架的连接

在一个主站内波道倒换机与其它微波设备（不包括远程控制台）连接方框图示于图6-1-1。图中左边表示一个主站，右边是与左边完全相同的另外一个主站。左右两边构成一个倒换段。图中除双线框外都属于波道倒换机的组成部分。其中，中频开关电路是它的附件。

图中的1、2、3波道传电话；4、5波道传电视；6波道备用。

倒换机的驱动电路分别驱动电话架，电视架和中频开关。这是因为4WB-1型倒换机有两种不同的倒换方式：群频、视频倒换和群频、中频倒换，而这两种倒换方式的倒换部位不同。

由图6-1-1可以看出，4WB-1型倒换机主要由导频和噪音放大器，收、发逻辑控制电路，收、发灯键电路，收、发F信号电路和电源等五部分组成。

（二）各波道都正常工作时的信号传输过程

假设图6-1-1左边的主站为一个倒换段的接收端，称为收端站，右边主站为这个倒换段的发送端，称为发端站。两个端站之间有若干个中继站。现简述其信号传输过程

发端站的电话架（或电视架）中各主用波道的调制器把由电话终端设备（超群载波机）或电视台来的群频信号（或视频信号）和电话架（或电视架）产生的导频信号（9.023MHz），一起加到调制器上调制成中频（70MHz）。经高频架的发射机放大，变频成微波信号，由发射机行波管放大器放大后发射出去，经各中继站，转接到收端站。

此时，备用波道空闲，由电话架产生的空闲导频（8.5MHz），在电话架备用波道调制器调制成中频，送到备用波道高频架的发射机，经放大，变频成微波信号，经行波管放大器放大后发射出去，经各中继站转接到收端站。

收端站的各高频架的收信机，把收来的微波信号，经混频器混频，变成70MHz的中频，

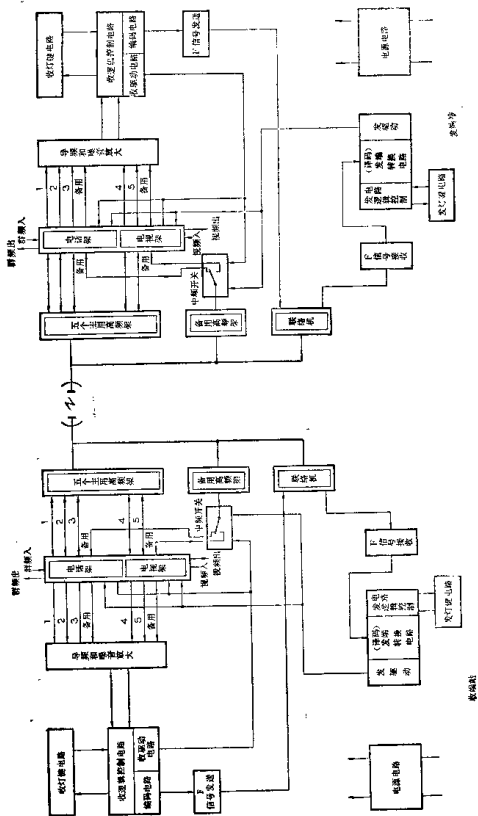


图 6-1-1 收音机与电视机解调器原理图

由中频放大器放大后，输出给电话架（或电视架），由各波道的相应解调器解调。解调出来的群频（或视频）信号，由群频信号（或视频信号）输出口送到电话终端设备（或电视台）。这样，就完成了—个方向的电话（或电视）信号的正常传输过程。由解调器解调出来的导频信号和噪音信号分别送给波道倒换机的导频放大器和噪音放大器，进行放大和整流，然后给逻辑控制电路。由于各波道的导频都正常，噪音又没有升高，则导频放大和噪音放大分别送给

逻辑控制电路两种代表波道工作正常的指令信号。逻辑控制电路接到各波道都工作正常的指令后,不进行波道倒换。

(三) 某主用波道故障时的信号传输过程

1. 某一电话波道导频丧失的信号传输

①发端站

此时,发端站该故障波道的电话调制器仍然收到由电话终端设备送来的该波道的群频信号和电话架产生的工作导频信号,在调制器中调制成中频,送到了该故障波道高频架的发信机。

②收端站

由于该电话波道发生导频丧失故障,收端站的高频架的收信机收不到发端来的信号,所以该波道电话解调器也解调不出该波道的群频信号和工作导频信号。这样,该波道的群频输出口(在电话架上)无群频信号输出,该波道的电话终端设备收不到群频信号,说明该波道故障。由于该波道导频丧失,则波道倒换机的该波道的导频放大器收不到导频信号,它就给收端逻辑控制电路一个该波道导频丧失的指令信号,收端逻辑控制电路,就给 F 发送电路一个控制指令,控制 F 发送电路,发送代表该波道故障的 F 组合信号,经联络机传输到发端站。

③发端站

发端站的联络机把收到的 F 组合信号,送给发端站倒换机的 F 接收电路,经判断找到故障波道后,给发端逻辑电路一个让该故障波道与备用波道并联发送该故障波道信息的指令,发端逻辑电路收到指令后,给发端电话调制器中的相应发端开关一个驱动信号,驱动开关动作进行波道倒换,使备用波道和该故障波道在发端并联。此时,故障波道的群频信号和导频信号,同时加给该故障波道的电话调制器和备用波道的电话调制器,都调制成中频,分别送给该故障波道和备用波道的发信机,经变频成微波信号发送出去。备用波道的信号,经各中继站转接后,传输到收端。而故障波道,不能传到收端。

④收端站

收端站的备用波道收到发端并联后,由备用波道传来的全微波信号后,经变频成中频,送给备用波道,电话备用解调器解调出该故障波道的群频和工作导频。工作导频给收端倒换机的备用波道电话导频放大器。该导频放大器送出一个发端并联的指令信号,给收端逻辑电路,收端逻辑电路的收端驱动电路,送出一组驱动信号,给电话架的收端开关电路,收端开关电路动作,使备用解调器解调出的群频信号,仍由该故障波道的群频输出口输出,给该故障波道的电话终端设备。完成了收端的倒换。

可见,所谓收端倒换,就是把由备用波道电话备用解调器解调出的群频信号,再倒回到由该故障波道的群频输出口输出给该故障波道的电话终端设备。

同时,收端逻辑电路给 F 发送电路一个开 F_0 门的指令信号,使 F 发送电路发送 F_0 给发端。 F_0 信号经联络机送到发端后,发端 F 接收电路给发端逻辑电路一个开 F_0 指示灯的指令,发端逻辑电路按指令打开 F_0 指示灯,表示倒换已完成。

2. 某一电视波道导频丧失的信号传输

①发端站

发端站电视架的该故障波道的视频输入口,由电视台来的视频信号和电视架产生的工作

导频信号，一起加到该故障波道的电视调制器，调制成中频，送到该故障波道高频架的发信机。

②收端站

由于该波道故障，收端站该波道的高频架的收信机收不到信号，所以电视解调器没有视频信号输出，收端电视台也收不到信号。由于该波道导频丧失，对应的导频放大器收不到导频，它就给收端逻辑电路一个倒换波道的指令。收端逻辑控制电路，就给F发送电路一个控制指令，F发送电路就发送代表该波道故障的F组合信号，经联络机发送到发端站。

③发端站

发端收到F组合信号后，F接收电路就给发端逻辑控制电路一个发端并联的指令，发端逻辑电路的驱动电路，接到指令后，输出一组驱动信号，分别给发端中频开关电路和电视架的发端视频开关电路，驱动这种开关同时动作，才能使发端的备用波道和该故障波道并联。此时，故障波道的视频信号和导频信号，通过上述开关加到备用波道的电视备用调制器，调制成中频，送给备用波道的发信机，发送到收端。

④收端站

收端的备用波道收到信号后，变成中频送给电视架电视备用解调器解调出视频和工作导频信号。导频经波道倒换机的各视导频（即备用波道电视导频）放大器后，输出一发端已并联的指令给收端逻辑控制电路。收端逻辑控制电路的收端驱动电路接到指令后，送出一组驱动信号，给收端中频开关电路和电视架的收端开关电路，驱动这两种开关同时动作。使备用解调器解调出的视频信号，通过上述开关仍由该故障波道的视频输出口，输出给该故障波道的电视台。完成了收端倒换。

某波道因噪音升高的倒换过程与导频丧失相似。

三、波道倒换机的功能

波道倒换机应具有下列功能：

1. 自动倒换

当某工作波道发生故障（导频丧失或噪音升高）时，应能立即自动倒换到备用波道。当该主用波道工作恢复正常时，又应迅速地返回到主用波道工作。

2. 人工并联

所谓“并联”就是在发端使某一主用波道和备用波道同时发送该主用波道的信号。

为了保证重要通信波道工作的可靠性，缩短一旦发生故障时的倒换时间，倒换机应具有人工并联键，能人工将发端备用波道与某一重要通信波道并联。这样若该并联的主用波道发生故障时，只要收端进行波道倒换就可以了，这能节省倒换时间，提高了通信的可靠性。

3. 自动优先

通常对性质相同的故障，按照先发生故障的波道，先占用备用波道，后发生同性质故障的波道，则不能抢占已被占用的备用波道。对于同时发生同性质故障的波道，则应该按预定的波道序号顺次倒换。

对于不同性质的故障，应该优先故障性质严重的波道占用备用波道。

4. 人工优先

为了保证重要通信的绝对可靠，倒换机必须具有人工优先功能。

当某一波道赋予这种功能后，备用波道将优先替换有人工优先的波道，不管有人工优先

的波道故障发生在前还是在后，只要是发生了故障，就优先占用备用波道。既使备用波道已被设有人工优先的波道占用着，此时也得从另一波道脱出而替换人工优先的波道，以确保重要通信。

每一个波道都可赋予人工优先，但绝不允许同时有两个以上的波道有人工优先。

5. 人工倒换

除了能自动倒换之外，还具有人工倒换的功能。就是通过人工操作将备用波道替换任一主用波道。这种操作必须在两个主站之间配合进行，一个主站将发端倒换到备用波道，另外一个主站也必须把该波道的收端也倒至备用波道。这样才能将一个传输方向的波道倒换完毕。

6. 停用性能

倒换机有停止某一主用波道自动倒换的功能，以便进行波道测试和检修。

7. 指示及告警

波道倒换机装有可闻可见告警指示，即警铃和指示灯。

第二节 单元电路

一、陶瓷振荡器

(一) 陶瓷片的等效电路

有一种用锆钛酸铅制的陶瓷片，具有类似晶体片一样的压电效应和逆压电效应。也就是说这种陶瓷片在交变电场的影响下，具有谐振特性。

陶瓷片在电路中的符号如图6-2-1(a)所示，中间是陶瓷片，两边表面镀上一层金属膜，以便焊出引线与电路联接。当陶瓷片静止不工作时，它就相当一个平板电容器 C_0 ，如图6-2-1(b)所示，陶瓷片是电容的介质，两边金属膜构成电容的极板， C_0 的数值由陶瓷片的尺寸而定，一般为几个微微法到几十个微微法之间。在交变电信号的作用下，陶瓷片产生机械振动时的谐振特性的等效电路如图6-2-1(c)所示。加上静态电容 C_0 时的等效电路如图6-2-1(d)所示。

(二) 陶瓷片的谐振频率和阻抗频率特性

从图6-2-1(d)的陶瓷片等效电路可以看出，它有两种谐振状态，一是由 L 和 C 组成的串联谐振，其谐振频率为：

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (6-2-1)$$

二是由 L 、 C 和 C_0 组成的并联谐振，其谐振频率为：

$$\begin{aligned} f_{\infty} &= \frac{1}{2\pi\sqrt{L\frac{C_0C}{C_0+C}}} \\ &= f_0\sqrt{1+\frac{C}{C_0}} \end{aligned} \quad (6-2-2)$$

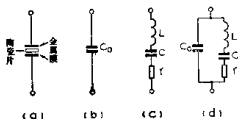


图 6-2-1 陶瓷片的符号及等效电路

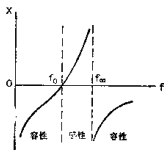


图 6-2-2 陶瓷片阻抗频率特性

可见, $f_m > f_0$ 。

如果忽略等效电阻 r 的影响, 陶瓷片等效电路的阻抗频率特性可用图 6-2-2 来表示。

(三) 陶瓷振荡器

按着陶瓷片在振荡电路中的应用方式, 陶瓷振荡器分串联和并联两种类型。

1. 串联型陶瓷振荡器

串联型陶瓷振荡器都可以等效成图 6-2-3 所示的方框图。陶瓷片置于放大器和反馈电路之间。

放大器和陶瓷片与反馈网络构成正反馈电路, 在陶瓷片的串联谐振频率 f_0 上, 陶瓷片呈现的电阻最小, 反馈量最大, 振幅平衡条件得到满足, 自激振荡方能产生, 所以称为串联型振荡电路。对于其它频率, 陶瓷片呈现较大阻抗, 反馈量很小, 振幅平衡条件不能满足, 不产生振荡。

2. 并联型陶瓷振荡器

并联型陶瓷振荡器的方框图示于图 6-2-4, 其中陶瓷片置于反馈网络之中, 作为调谐电路的一个电抗元件, 和电路的其它元件一起产生并联谐振, 故称并联型振荡器。

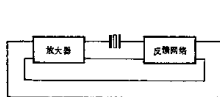


图 6-2-3 串联型陶瓷振荡器方框图

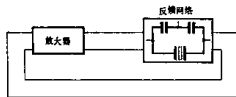


图 6-2-4 并联型陶瓷振荡器方框图

二、三端陶瓷滤波器

若将一个陶瓷片的一个单面分割成两部分, 每部分引出一个电极, 如图 6-2-5(a) 所示, 1 做一个输入端, 2 做一个输出端, 这样与另一面的共用电极 3 就构成一个三端陶瓷滤波器。图 6-2-5(b) 是三端陶瓷滤波器在电路中的符号, 图 6-2-5(c) 是等效电路。在等效电路中, L 、 C 、 r 和图 6-2-1(c) 中所示二端陶瓷片的等效电路一样。 C_{01} 和 C_{02} 分别为输入端和输出端的支架电容。

当在输入端 1、3 加输入信号时, 若信号频率等于陶瓷片的串联谐振频率 f_0 时, 则输入电路产生串联谐振, 陶瓷片在 f_0 频率上作机械振动。由于压电效应, 这个机械振动将在陶瓷片的输出电极上转换成频率为 f_0 的电压变化, 于是在输出端就有频率为 f_0 的电压输出。

由此看出, 在三端陶瓷滤波器中, 输入电路选出的信号, 是通过机械振动转换成电信号

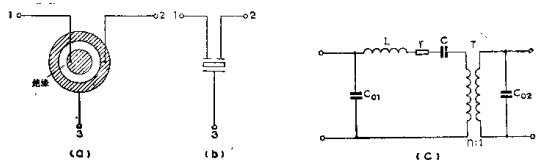


图 6-2-5 三端陶瓷滤波器

而耦合到输出端，这种耦合方式在电路上可以等效一个理想变压器 T ，变比 n 决定于输入电极和输出电极的面积比；面固有的支架电容 C_{01} 和 C_{02} 也和输入电极及输出电极而积有关。这样， n 和固有电容有下列近似关系：

$$n = \frac{C_{02}}{C_{01}} \quad (6-2-3)$$

若 $C_{01} \approx C_{02}$ ，则 n 近似为 1，这样就构成了对称输入、输出滤波器，也就是该滤波器的输入阻抗和输出阻抗相等。

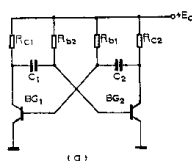
三、自激多谐振荡器

图6-2-6所示是典型集基耦合多谐振荡器原理图，图6-2-7是它的工作波形图。

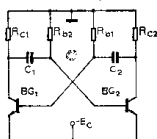
两图中(a)是正电源供电，(b)是负电源供电。

由图6-2-7可以看出，晶体管截止时，其集电极的输出波形上升沿，由于电容 C_1 和 C_2 的充电而按指数规律上升。波形很不好，严重会影响电路正常工作。

另外，这种典型电路，晶体管在截止时，发射结承受的反向偏压较大（接近 E_C ），常常造成管子瞬间击穿，这种击穿虽然不一定损坏晶体管，但却缩短了脉冲宽度。因为在截止管



(a)



(b)

图 6-2-6 典型自激多谐振荡器

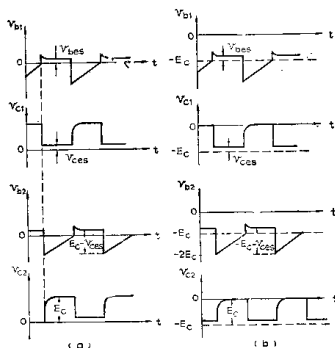


图 6-2-7 典型自激多谐振荡器波形图

击穿期间，截止管不能再认为开路， be 间相当于一个电阻 r ，如图6-2-8(a)所示，这个电阻使电容放电加快了。当发射结反偏较小时，电容又恢复正常放电。因此，由于发射结击穿使脉冲宽度变窄了，如图6-2-8(b)所示。

图6-2-8(b)中，虚线是当发射结没击穿时，电容放电曲线，实线是击穿后电容放电曲线。

由于以上两个原因，在实际中很少采用典型集基耦合多谐振荡电路，而是大多采用图6-2-9所示的改进型集基耦合多谐振荡电路。

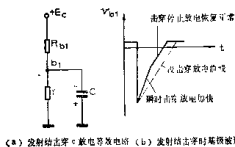


图 6-2-8

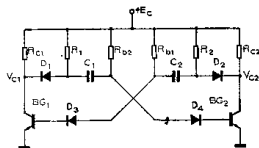


图 6-2-9 改进型集基耦合多谐振荡器

很明显，图中的二极管 D_3 、 D_4 是分担反向偏压的，称为隔离二极管。由于隔离二极管分担一部分反偏压，这就避免了发射结击穿，所以脉冲宽度也不变。

D_1 、 D_2 和 R_1 、 R_2 是用来校正输出波形的。 D_1 和 R_1 校正 BG_1 的输出波形， D_2 和 R_2 是校正 BG_2 的输出波形。

四、射极耦合触发器

射极耦合触发器，也是一个双稳态电路：即 BG_1 截止， BG_2 饱和导通是一个稳定状态， BG_1 饱和导通， BG_2 截止是另一个稳定状态。但它和集基耦合双稳态电路不同的是：它的两个稳定状态要靠输入信号的幅度来维持。

图6-2-10中给出一个典型的射极耦合触发器电路，我们以它为例对射极耦合触发器电路进行分析。

它由两级反相放大器互相耦合而成，和一般双稳态电路不同的地方是：一般双稳态电路，两条耦合支路都是集基交叉耦合，而射极耦合触发器则一条是集基耦合 (BG_1 到 BG_2 的耦合)，另一条却是通过连接于两管公共射极与地之间的电阻 R_e ，它将一个管电流的变化耦合到另一个管。正是由于这条耦合支路，而把它称为射极耦合触发器。

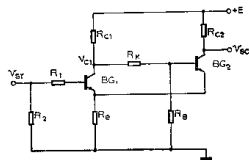


图 6-2-10 射极耦合触发器电路

也是由于耦合方式的不同，构成了射极耦合触发器电路不同于双稳态电路的特有性能。

(1) 初始稳定状态

由图6-2-10可以看出，当没有触发信号输入 (即 $u_a = 0$) 时， BG_1 的基极电位 $V_{b1} = 0$ ，而公共射极对地的电位，无论是哪一个管导通总是大于零的 (即 $V_{e1} > 0$)，所以 $V_{be1} < 0$ ， BG_1 截止，集电极 V_{c1} 为高电位。若这样选择 R_K 和 R_B ，当 BG_1 截止时，使：

$$\frac{R_B}{R_B + R_K} V_{c1} \cong V_{be2} + V_e$$