

内 容 简 介

本书系统地介绍了BDZ-3-Ⅲ型晶体管载波机的组成原理、测试调整方法和常见故障的分析及处理，并列出了主要分盘的晶体管各级的参考电压、电流。

全书共分12章，内容包括：总体介绍，差动、变频、振铃、载频供给和自动电平调节系统，方向和线路滤波器，附属设备，BDZ-3-Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ型载波机的区别，Ⅲ型载波增音机，测试和调整方法。

本书可供使用和维修载波机的技术人员和中专有线通信专业的师生参考。

BDZ-3-Ⅲ型晶体管载波机

张淑梅 编

中国铁道出版社出版

责任编辑 黄成士 封面设计 王毓平

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

中国铁道出版社印刷厂印

开本：787×1092毫米 1/32 印张：9.75 插页：2 字数：213 千

1985年6月 第1版 第1次印刷

印数：0001—6,000册 定价：1.90元

目 录

第一章 总体介绍	1
第一节 概述	1
第二节 电路原理	1
第二章 差动系统	12
第一节 基本概念	12
第二节 对称三线圈变量器式差动系统	15
第三节 不对称式差动系统	18
第四节 电阻式差动系统	25
第三章 变频系统	34
第一节 基本概念	34
第二节 分路变频盘(T2301-02A-000)	45
第三节 群变频盘(T2304-03A-000DY)	60
第四章 振铃系统	74
第一节 基本概念	74
第二节 音频终端盘	76
第五章 载频供给系统	105
第一节 基本概念	105
第二节 主振群载供盘	111
第三节 分路载供盘	130
第六章 自动电平调节系统	139
第一节 基本概念	139
第二节 斜调放大盘	149
第三节 平调放大盘	167
第四节 平、斜调控制器盘	175

第五节 发送放大器盘	196
第七章 方向滤波器盘与线路滤波器盘	207
第一节 方向滤波器盘	207
第二节 线路滤波器盘	217
第三节 方向、线路滤波器常见故障分析	223
第八章 附属设备	227
第一节 通话告警盘	227
第二节 测试振荡盘	236
第九章 BDZ-3-I 型、II 型、III 型载波机的区别	243
第一节 概述	243
第二节 BDZ-3-II 型与 III 型载波机的不同盘	245
第十章 BDZ-3-III 型载波增音机	257
第一节 总体说明	257
第二节 故障分析	261
第十一章 BDZ-3-III 型载波机测试调整方法	265
第一节 日巡检	265
第二节 月测试	265
第三节 季检修	268
第四节 季测试	268
第五节 半年测试	278
第六节 终端机测试	285
第十二章 BDZ-3-III 型载波增音机测试	298
第一节 季检修	298
第二节 全程电平调整每季一次	298
第三节 增音机测试	300

第一章 总体介绍

第一节 概 述

BDZ-3-Ⅲ型载波机是明线和电缆两用载波电话终端设备,其性能较BDZ-3-I、II型载波机有很大的改进,质量比较稳定,目前铁路现场大多采用这种机器。

BDZ-3-Ⅲ型载波机只要改动盘内某些封线就可以将明线用载波机改装成电缆用载波机。

下面介绍BDZ-3-Ⅲ型载波机的主要特性:

1. 传输距离

在一对线路上安装一对BDZ-3-Ⅲ型载波机,可以得到3个载波话路和一个音频话路。用直径为3mm铜质架空明线做传输线路时,端机对开距离为300~400km,若加装四台BDZ-3-Ⅲ型3路载波增音机,通信距离可达1500km;使用1.2mm高频对称电缆做传输线时,端机对开距离为20~30km,若加装四台BDZ-3-Ⅲ型3路载波增音机或与12路载波设备合用15路无人增音机时,通信距离可达100~150km。

2. 线路频谱

BDZ-3-Ⅲ型载波机的传输方式是双频带二线制,整个传输频带为6~27kHz, A→B方向传输低频群6~15kHz, B→A方向传输高频群18~27kHz。为了减少3路载波机在同杆相邻线对间的串音影响, BDZ-3-Ⅲ载波机的线路频谱有两种制式。

3. 各主要点电平

全程各主要点电平,如表1-1所列。

全 程 通 路 主

阻抗(Ω)	600	600	600	600	600	600
塞 孔	话 路	混 合 线圈出	汇接出	群变频出	发放出	线滤并端 (明线)
各点信号 电平dB(Np)	0 (0)	-13 ± 0.9 (-1.5 $\pm$ 0.1)	-36.5 ± 1.7 (-4.2 $\pm$ 0.2)	-36.5 ± 1.7 (-4.2 $\pm$ 0.2)	+18.2 ± 1.7 (+2.1 $\pm$ 0.2)	+17.4 ± 0.9 (+2.0 $\pm$ 0.1)
振铃信号 电平dB(Np)						11.3 ± 0.9 (+1.3 $\pm$ 0.1)
导频电平 dB(Np)						+2.6 ± 0.9 (+0.3 $\pm$ 0.1)

4. 载频供给

载频是采用谐波源的供给方式,即采用频率稳定度较高的晶体振荡器。晶体振荡器的频率为9kHz,因所有载频频率都是3kHz的谐波,所以采用1/3分频器,使之产生频率稳定度与主振器相等的3kHz频率。经3kHz谐波发生器产生各种高次谐波。再用狭带通滤波器取出6、9、12、15kHz的分路载频和33kHz的群路载频。因由狭带通滤波器取出的载频电平较低,故需经调谐放大器放大。另外为使(9、15、18、24kHz)导频电平十分稳定,所以再经导频稳幅器供出。

5. 自动电平调节系统

自动电平调节采用双导频制、热电式自动电平调节系统,准确度较高。当电平变化在调节范围以内时,调节准确度 $\leq \pm 0.868\text{dB}(\pm 0.1\text{Np})$ 。 $A \rightarrow B$ 方向15kHz为平调导频频率,9kHz为斜调导频频率; $B \rightarrow A$ 方向18kHz为平调导频频率,24kHz为斜调导频频率。

本系统自动电平调节方式有两种:即快控和慢控。人工

要 点 电 平

表 1-1

150	600	600	600	600	600
线滤并端 (电缆)	平 放 出	群变频出	收放出	音放出	话 路
-13 ± 0.9 (-1.5 ± 0.9)	-36.5 ± 1.7 (-4.2 ± 0.2)	-36.5 ± 1.7 (-4.2 ± 0.2)	-4.3 ± 1.7 (-0.5 ± 0.2)	+4.3 ± 0.9 (+0.5 ± 0.1)	-6.9 ± 0.9 (-0.8 ± 0.1)
-19 ± 0.9 (-2.2 ± 0.1)					
-27.8 ± 0.9 (-3.2 ± 0.1)					

手动调节，设有人工手动调节装置。

6. 振铃方式

采用2100Hz的带内四线式振铃方式，送信振铃是长途台送来的16Hz铃流，控制电子继电器使之开通2100Hz振荡器。振荡器产生的2100Hz音频振铃信号送至分路变频器盘，变频后送至对方。接收端，先经反调幅器还原成2100Hz音频振铃信号，再经振铃接收器变成直流，控制电子继电器使之开通25Hz振荡器。振荡器产生的25Hz铃流使长途台信号器动作。

7. 电 源

电压 24V ± 3%；电流 1A；温度 20 ± 5°C；湿度 80% 以下。

8. 告警系统

告警由告警灯，告警电铃和告警电路构成。

9. 测试设备

机器上除了方框图所示的各盘外，尚有通话报警盘和测

试振荡盘。

通话报警盘内设有25Hz振荡器作振铃使用，测试振荡盘中设有振荡器，振荡频率为：0.3、0.4、0.6、0.8、1.4、1.6、2.4、2.7、2.1、9、24kHz，用0.3~2.7kHz测话路频率响应，用2.1kHz测试信号接收器，用9、24kHz测试群路特性。

10. 明线电缆转换说明

本机出厂时按明线使用方式连接，如用电缆方式连接需做如下改动：

(1) 发送支路：用四芯塞子将发送放大盘中“缆放出”塞孔与“方向入”塞孔连接，甩掉功率放大部分，使外线发送电平由+17.4dB(+2Np)降为-13dB(-1.5Np)。并将该盘端子22~23的封线取消，以切断功放部分电源。

(2) 接收支路：斜调放大盘中3根封线由“明线”改为“电缆”。在B端机中需将可变均衡器后2N放大器换为4N放大器(4N放大器在群变频盘内)。

(3) 外线：线路滤波器盘中线路变压器，由600Ω改接为150Ω，如果与12路套开则仍用原600Ω阻抗。

11. 机架尺寸及重量

机架尺寸为350×330×420mm，端机重量为35kgf。

第二节 电 路 原 理

本节主要介绍BDZ-3-Ⅲ型载波机的变频原理、方框图、A端机至B端机传输原理，B端机至A端机传输原理。

一、变频原理

BDZ-3-Ⅲ型载波机属于窄频带制，话音频带为0.3~2.7kHz，每路占用频带约为3kHz，3个话路约占9kHz频

带宽度。从话音频带转换成线路传输频带，需经过一次或两次变频。

(一) 频率搬移过程

BDZ-3-Ⅲ型载波机的传输频带为 $6 \sim 27\text{kHz}$ ， $A \rightarrow B$ 方向传输低频群 $6 \sim 15\text{kHz}$ ， $B \rightarrow A$ 方向传输高频群 $18 \sim 27\text{kHz}$ 。为了减少 3 路载波机在同杆相邻线对间的串音影响，BDZ-3-Ⅲ型载波机的线路频谱有两种制式。这两种制式的线路频谱及频率变换过程如图 1-1 所示。

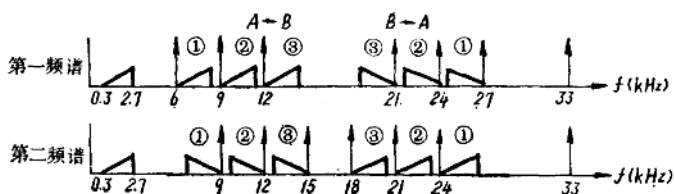


图 1-1 BDZ-3-Ⅲ型载波机线路频谱及变频过程

由图 1-1 可见，在第一频谱中，3 个分路载频采用 6、9、12kHz，3 个话路中 $0.3 \sim 2.7\text{kHz}$ 的话音电流分别和分路载频进行变频（亦称分路调幅）。变频后由带通滤波器取其上边带，得到 3 个话路调制后的边带电流，第 1 路为 $6.3 \sim 8.7\text{kHz}$ ；第 2 路为 $9.3 \sim 11.7\text{kHz}$ ；第 3 路为 $12.3 \sim 14.7\text{kHz}$ 。在 A 端机中将这 3 个边带电流汇合，得 $6.3 \sim 14.7\text{kHz}$ 低频群线路频谱，送往外线；在 B 端机中将上述 3 个边带电流和 33kHz 群载频进行一次群变频，取下边带，得 $18.3 \sim 26.7\text{kHz}$ 的高频群线路频谱，送往外线。

在第二频谱中，3 个分路载频取的是 9、12、15kHz，3 个话路中 $0.3 \sim 2.7\text{kHz}$ 的话音电流分别和分路载频进行变频，取其下边带，仍然得到 $6.3 \sim 8.7$ 、 $9.3 \sim 11.7$ 、 $12.3 \sim$

14.7kHz 3个边带电流,在A端机中将这3个边带电流汇合,得6.3~14.7kHz低频群线路频谱,送往外线;在B端机中,将3个边带电流再和33kHz载频进行群变频,取下边带,得18.3~26.7kHz的高频群线路频谱,送往外线。

第一频谱和第二频谱中,均采用群变频方式,可使同一话路的调幅和反调幅器用同一载频,减少了载频数目。并在同一话路的分路发送和分路接收使用同样的带通滤波器,减少了滤波器的种类。

(二) 频谱的位移和倒置

在明线长途通信中,一般在同杆线路上同时开放多个12路和3路载波机,为了减少彼此之间的干扰,除了要求线对之间的串音衰减有一定数值外,在载波机的频谱安排上也必须有多种的线路频谱,一般是采用频谱的位移和倒置来达到的。

目前BZ-12型载波机的四种制式,是采用位移1kHz的方式来减轻两对载波机之间的串音影响。而BDZ-3-Ⅲ型载波机中是采用了频谱倒置的方法。假设图1-1是相邻线对上同时开放的两对3路载波机的线路传输频谱。由图可见,频谱倒置是指两个载波机的频谱位置相同,但两者却是上下边带关系,如载波机1(第一频谱)的第1路载频为6kHz,调幅后取上边带为6.3~8.7kHz;载波机2(第二频谱)第1路载频为9kHz,调幅后取下边带,频带也为6.3~8.7kHz,频谱位置虽然相同,但图中三角形形状不一样。在无串话情况下,这两个6.3~8.7kHz的边带电流经本路接收端反调幅后,都还原为0.3~2.7kHz的话音电流,完成通话。若两线对间存在着串音途径,假设线路1串线路2,由于两载波机的频带相同,接收端带通滤波器无法抑制此串音电流,只有借助于频谱倒置,将此串音电流变成不懂的串杂音。从

图中可以看出，载波机 1 与载波机 2 传送之频带位置相同，但三角形形状相反。也就是说载波机 1 中 0.3kHz 的话音电流经过变频，串至载波机 2，还原得到的是 2.7kHz 的话音电流，而载波 1，2.7kHz 的话音电流经过变频，串至载波机 2，还原得到的是 0.3kHz 的话音电流。可见二者频率是倒置的关系，因此成为不可懂的串话杂音。

二、方框图

图 1-2（见书末插图）是 BDZ-3-Ⅲ型载波机的方框图。图中每个符号代表的意义可由图 1-3 中查出。图 1-2 中的虚线围成的每一个方框表示一个分盘。

BDZ-3-Ⅲ型载波机共 18 个分盘。每一个话路有一个音频终端盘和一个分路变频盘，这六个盘属于分路设备。群路设备共 10 个分盘，包括：载供系统两个分盘，即主振群载供盘和分路载供盘；自动电平调节系统四个分盘，即平调放大器盘、斜调放大器盘、平调导频控制盘和斜调导频控制盘；群路设备其它四个分盘是发送放大器盘、群变频器盘、方向滤波器盘和线路滤波器盘。此外，还有供维修、测试使用的通话告警盘和测试振荡盘。

由方框图可以看出，群路部分总共用 7 个放大器，但实际上只用了三种电路。群变频器盘的放大器、斜调放大、曲调放大和平调放大均采用同一种电路（2N 放大器）。电缆放大器、接收放大器采用同一种电路（4N 放大器）。明线发送放大器因输出功率较大，故单独采用一种电路。

在方框图中，分路部分只画出第 2 路的方框图，第 1、3 路的方框图与第 2 路的完全一样。

为了维修方便，在方框图中还画出了各分盘连线的端子号和总端子号。分盘端子的数法是面对机器看左边电路板为

1. 右边电路板为Ⅱ, 端子号从上到下是1~15。

图例	说 明	图例	说 明
	总端子		平衡衰耗器
	分盘端子		不平衡衰耗器
	输入、输出塞孔		混合线圈
	曲调均衡器		报铃接收器
	晶体管开关电路		限幅器
	工业频率振荡器		稳幅器
	放大器		固定均衡器
	低通滤波器		扩张器
	高通滤波器		矩形波
	带通滤波器		三分之一分频器
	变频器		谐波发生器
	告警电路		导频指示电路
	音频振荡器		载频振荡器

图 1 - 3 图例说明

总端子板共分 A、B、C、D 四组。A 组端子上接有二线（二线、四收、四发）、音频设备、外线、电源等，安装在通话告警盘和测试振荡盘的后面。B、C、D 三组端子，分别装在 1、2、3 路音频终端盘的后面。这三组端子分别为 1、2、3 路的载波电报引入端子。A 端子板的数法是自上

到下为 I、II、III、IV，从后面看自左向右为 1~10。B、C、D 端子板也是自左向右为 1~10。

在方框图中，还画出了各分盘的测试塞孔及各主要点电平，供维修测试和查找障碍使用。

三、传 输 原 理

(一) A 端机至 B 端机传输原理

A 端机至 B 端机传输原理，包括 A 端机发送电路及 B 端机接收电路。

1. A 端机发送电路

从图 1-2 可见，用户的送话电流经地区电话及长途台，到 A 端机某一路的二线端子 I_5 、 I_6 ，经“长途台、话路”塞孔（这种塞孔在正常使用时全部用插塞接通，仅在测试时才能断开）进入 3.5dB (0.4Np) 衰减器、限幅器、混合线圈。限幅器对正常的话音电流影响很小，但对幅度较大的振铃电流则给以限幅，以免振铃信号进入群路放大器引起过负荷而产生串杂音或信号器产生误动。话音电流从混合线圈流出，经过“混合线圈出、调幅入”塞孔送往调幅器，和分路载供盘送来的 9kHz 载频进行调幅，用带通滤波器选出上边带 9.3~11.7kHz（这是第 2 路调制后的边带电流），然后进入三路并联混合线圈与 1、3 路的边带电流汇合成低频群频谱 6.3~14.7kHz，再经话音、导频混合线圈与导频汇接。汇接后的边带电流进入发送放大器盘，经电缆放大器和明线放大器将电平提高到 17.4dB (+2Np) 再经方向滤波器和线路滤波器送往外线。

2. B 端机接收电路

A 端机送出的边带电流经线路传输到达 B 端机，经 B 端机线路滤波器的高通和方向滤波器的低通进入斜调放大盘，

经衰耗器、前置放大器(明线不加),再经可变均衡器均衡线路的衰耗频率特性,使三个话路的电平接近一致,通过放大器使本盘有合适的输出电平(电缆经曲调均衡器)。由斜调放大盘送出的边带电流进入平调放大盘,平调可变均衡器用以补偿外线衰耗变化的平分量,后边的放大器用以补偿可变均衡器的衰耗,两者配合保证“平出”塞孔输出电平为 $-36.5\text{dB}(-4.2\text{Np})$,再经接收放大器将电平提高到 $-4.3\text{dB}(-0.5\text{Np})$ 。导频电流经接收导频混合线圈 B_1 进入导频接收电路,话路边带电流则经混合线圈进入各自的带通滤波器。如第2路 $9.3\sim 11.7\text{kHz}$ 的边带电流通过第2路带通滤波器,再与 9kHz 载频进行反调幅(解调),用 2.7kHz 低通滤波器取出 $0.3\sim 2.7\text{kHz}$ 的话音电流。音频放大器将话音电流提高到 $4.3\text{dB}(+0.5\text{Np})$ 经混合线圈送往长途台。

(二) B 端机至 A 端机传输原理

B 端机至 A 端机传输原理包括 B 端机发送电路及 A 端机接收电路。 B 端机至 A 端机传输原理与 A 端机至 B 端机传输原理基本相同,其区别在于 $A\rightarrow B$ 传输低频群,而 $B\rightarrow A$ 传输为高频群,所以在 $B\rightarrow A$ 传输通路中多了一套群变频器(包括调幅器和反调幅器)。下面在介绍 $B\rightarrow A$ 传输原理中,相同之处不多说明,着重指出其不同之处,以利于理解。

1. B 端机发送电路

从图1-2方框图可见, B 端机的分路调幅与 A 端机发送电路中的分路调幅完全相同,故不重述。分路调幅后的边带电流汇合后,再经话路导频混合线圈与导频汇接后进入群变频器(此时群变频器作为群调幅器用)。此盘由 31kHz 低通滤波器、变频器、放大器、 27kHz 低通滤波器等组成。 31kHz 低通滤波器用以抑制 31kHz 以上的干扰频率,放大器

用以补偿群变频器和滤波器~~的衰耗，使本盘净增益为0~~；调幅器是把汇合后的电流与~~33kHz群载频~~进行调幅，经27kHz低通滤波器取出18~27kHz的有用边带电流。再经电缆放大器、发送放大器、方向滤波器高通和线路滤波器高通送往外线。

2. A端机接收电路

A端机与B端机接收电路的不同之处在于：A端机平调盘“平出”塞孔输出的高频群电流，需经群变频盘进行反调幅，将收到的高频边带电流还原为6.3~14.7kHz低频边带电流（这时群变频盘作为反调幅器用，27kHz低通滤波器改用15kHz低通滤波器），再送入接收放大器。其分路部分与B端机接收电路完全相同。

（三）增音机

增音机的主要作用有两点，一是提高电平，二是均衡线路衰耗频率特性。由于明线线路受自然条件的影响较大，线路衰耗随不同频率的变化亦较大，要消除这种影响，保证每个增音机有比较稳定的输出，因此要求增音机高频增益大，低频增益小，并要求输出端具有与端机相同的输出电平。增音机与端机的不同之处，在于增音机仅有群路设备，没有分路设备。

BDZ-3-Ⅲ型明线电缆两用增音机具有与端机群路部分相同的设备，有通话系统和自动电平调节系统两大部分。自动电平调节系统原理与端机相同，导控、平调、斜调与端机采用同一种机盘（B→A导控盘中的带通滤波器为18和24kHz）。通话系统包括两大支路，一个是A→B方向的传输支路，工作频带为6~15kHz；一个是B→A传输支路，工作频带为18~27kHz。

第二章 差动系统

第一节 基本概念

差动系统是电信设备中一种常用的二四线转换装置。本节主要介绍二四线转换装置的特点、应用和种类。

二四线转换装置在电路图中常用图 2-1 表示。并具有以下特点:

1. 能将二线线路变换成四线线路, 或将四线线路变换成二线线路。
2. 对端间衰耗 b_{42} 很大, 理想情况下应为无限大。
3. 相邻端衰耗 b_{12} 、 b_{14} 很小。
4. 保证与各联接部件之间的阻抗相匹配。

由于差动系统具有上述特点, 因而在载波通信中有以下几种用途:

1. 二四线转换。载波端机每一话路都有送受信两个支路, 每个支路有两条线, 共四条线。而由用户→长途台→载波机音频端都是二线。因此, 为了使载波电话与地区电话相连接, 必须用差动系统二四线转换的特点, 把送信电路和受信电路同长途台连接起来 (图2-2)。

2. 并联带通滤波器。在载波端机中, 调幅后需要用带通滤波器取出其有用的边带电流, 为把这些有用的边带电流汇接起来, 则需几个带通滤波器并联使用。为避免带通滤波器直接并联产生相互分流的影响, 则利用差动系统对端间衰耗很大, 邻端间衰耗很小的特点, 作带通滤波器的并联装置。如 BDZ-3 型载波机 3 个分路调幅器后和 3 个分路反调

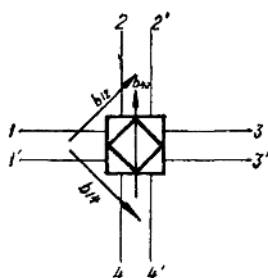


图2-1 差动系统

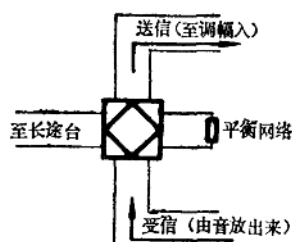


图2-2 送受信电路与长途台的连接

幅器前都利用差动系统汇接（如图2-3所示）。

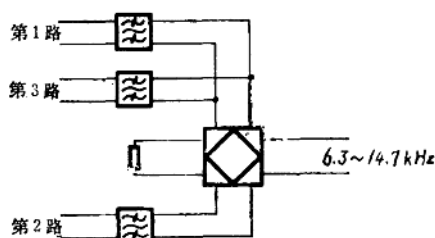


图2-3 带通滤波器的并联

3. 分隔、汇接

在BDZ-3型载波机中，利用差动系统对端间衰减很大的特点将导频发送电路与通话电路汇接起来；同时也利用这一特点将导频接收电路与通话电路分隔开来（如图2-4所示）。

4. 在BDZ-3型载波机中，还利用差动系统对端间衰减很大的特点，抑制本侧话音进入振铃接收器（如图2-5所示）。

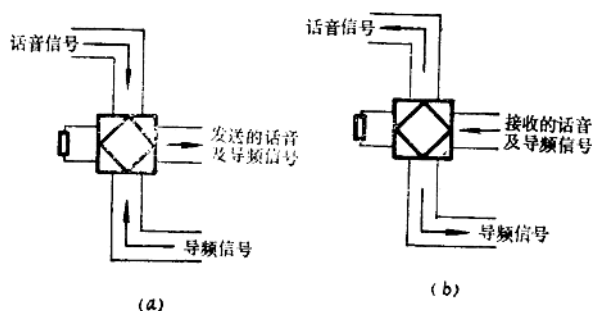


图2-4 利用差动系统分隔、汇接导频及语音信号
(a) 汇接作用；(b) 分隔作用。

5. 用于桥式负反馈放大器。在负反馈放大器中，利用差动系统对端间衰耗很大的特点，作为放大器的输出变量器，如图2-6所示。当电桥平衡时，负载与网络间衰耗很大，因此，负载的变化，不会

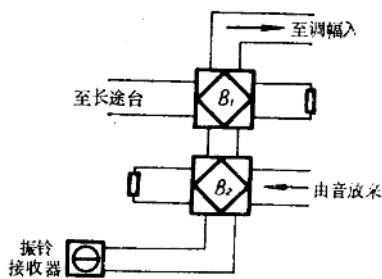


图2-5 振铃接收器的联接方框图

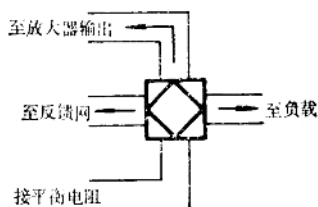


图2-6 在深负反馈放大器中作输出变量器的差动系统