

2J-5 电力线载波机介绍

前言

(1) 电力线载波通信的地位

电力系统为经济安全地运行必须有一个专用的通信网并称为电力通信系统。组成通信系统所要采用的通信方式很多,可以有微波、载波、电力线载波乃至卫星通信。但电力线载波作为一个为电力系统所掌握而进行可靠通信的方式,到目前为止,因内网中在大范围应用,显得有重要地位。

在国际上并是如下的,国际电网会议(CIGRE)35工作组(通信)的主席在为中译本写的前言中说:“在电力系统通信网的规划设计中,大力利用电力线载波作为电力系统传输信息的方式,因为电力线载波对电力系统、设备、通信建设,是一种十分可靠经济的手段。”也如国际电工委员会(IEC),CIGRE,IEEE均为PLC标准制定。

当然,电力系统通信网中主干线为微波,也可发展为多媒体的光纤,但电力线载波通信还作为重要线上,尤其是对于远为信号中起着关键作用。

(2) 电力线载波通信的应用范围

语音通信,用其构成专用电话网。

电力线一般传输通信, 50~1200 kHz 的频率信号,已广泛用于保护。

(3) 电力线载波通信的发展趋势

从目前的 G3, G4, G5, G6, TET, G7 (或 G8) 的情况来看。

组合式, 多频段, 可适用于同设备, 实现多种功能。

(4) 国内以前使用过电话机的情况。

无话机的话台件仍在使用。

缺少为时的考虑。

电话机的信号和图例。

电话机的设计

不考虑到附件研

究使用。

同时, 2J-5使用过电话机的设计就解决了这些问题, 是目前最先进的电话机。

2J-5 电力载波系列机

第一章 2J-5 型电力载波系列机的整体介绍

根据 500kV 线路开设电力载波的需要, 兼顾 110~220kV 线路开设电力载波的需要, 设计的一个系列机。

参照 IEC 推荐值的要求, 吸取国外 ZAPOL-2/2 型 (挪威印公司) 的性能, 设计的一个电力载波系列机。

第一节 设计要点

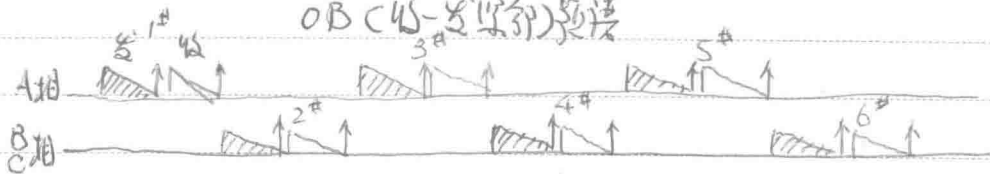
1. 机型按外线输出功率分为 A、B、C 三型,

机型	峰值功率	话音功率	按线路损耗	适用线路
2J-5A	6.25W / +38dBm	4W / +36dBm	-12dBm	16-110-220
2J-5B	25W / +44dBm	16W / +42dBm	-6dBm	110-220-500
2J-5C	100W / +50dBm	63W / +48dBm	0dBm	≥500kV

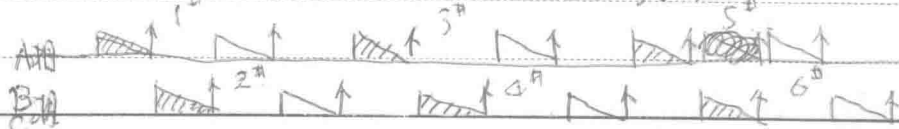
2. 频率排列方式, 频率间隔小:

$$\begin{aligned}
 & \left\{ \begin{array}{l} \text{本机} \geq 0B \\ 8-45 \left\{ \begin{array}{l} \text{并机} \geq 1B \\ \text{邻相} \geq 0B \end{array} \right. \\ \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{并机} \geq 3B \\ 8-8 \left\{ \begin{array}{l} \text{并机} \geq 0B \\ \text{邻相} \geq 0B \end{array} \right. \\ \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{并机} \geq 0B \\ 45-45 \left\{ \begin{array}{l} \text{并机} \geq 0B \\ \text{邻相} \geq 0B \end{array} \right. \\ \end{array} \right.
 \end{aligned}$$

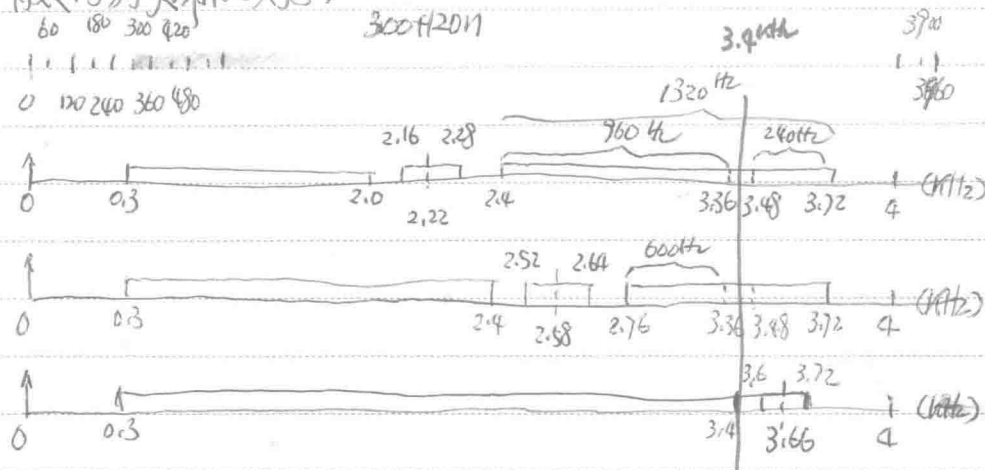
0B (45-8 邻相) 频率



1B (本机) 及 0B (邻相) 频率



3. 有效传输频带的划分



(1) 第一类频带划分: 适用于传输速率或速率低于 300 Hz (总为 1200 Hz)

$$50 \text{ Bd} \times 11 \text{ 路}$$

$$100 \text{ Bd} \times 5 \text{ 路} + 50 \text{ Bd} \times 1 \text{ 路}$$

$$200 \text{ Bd} \times 2 \text{ 路} + 50 \text{ Bd} \times 3 \text{ 路}$$

$$600 \text{ Bd} \times 1 \text{ 路} + 200 \text{ Bd} \times 1 \text{ 路}$$

(960 Hz)

(360 Hz)

(2) 第二类频带划分: 适用于传输速率或速率高于 600 Bd 总为 1200 Hz

(3) 第三类频带划分: 适用于传输速率或速率高于 1200 Bd 总为 1200 Hz

并采用时分复用, 高速数据 (1200 Bd), 语音, 控制信道。

(4) 关于第一、二、三类频带划分的具体说明

中心在 3.4 kHz 附近, 3.36, 3.48 为分界点。这是按高低频分。当用明线或电缆传输时, 保证这为在 3.36 kHz 以下。解释明线或电缆传输。

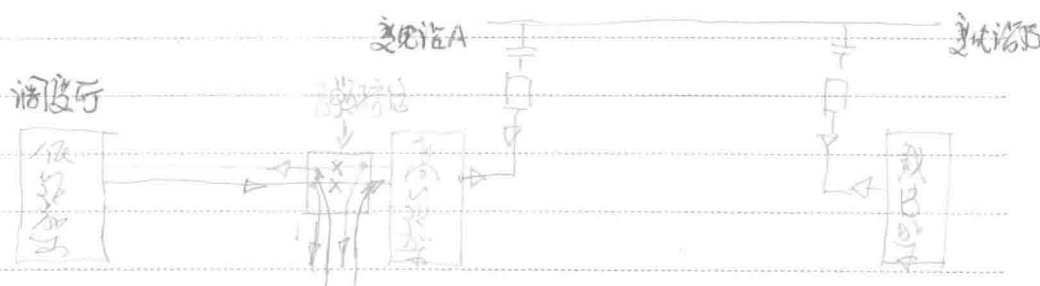
而 3.48 ~ 3.72 kHz, 用于传输高速数据, 这年来只要求明线传输, 所以不影响。

4. 自动变流系统考虑完善。

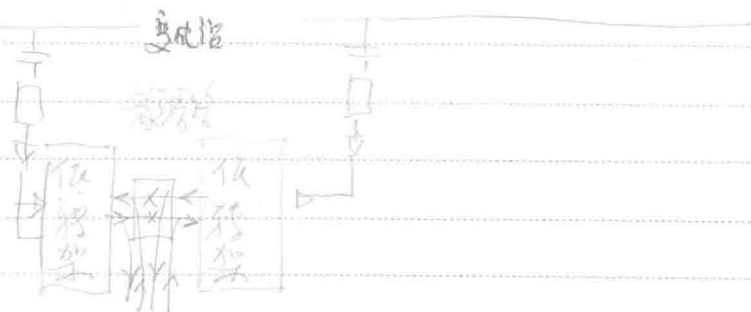
- (1) 具有监测变流系统表计。
- (2) 伏安表用直接插入，切换后，按2号操作，方便合理。
- (3) 备有直通用按钮，可适用。在自动发生故障时可改用直通，不因维修影响通信。

5. 具有中间环节电路故障排除条件。

- (1) 高低压变流时，高压变流系统两侧通信。



- (2) 低电压变流时，本侧不通信。



6. 采用低电压变流。

- (1) 采用最佳同步。
- (2) 可一次投号。
- (3) 加频率协调装置。(低电压变流)

7. 供电方式。

- (1) 交流系统间断供电，(220V, 48V)。

(2) 可平时直接供电或直供电

(3) 低电压可 $-48V$ 和 $-24V$ 工作

8. 同时延均衡

保证传输延符合 JEC 推荐指标

第2节 机架分类

1. 裸机架

2. 高机架

3. 低机架

4. 低转架

5. 7. 转架

第三节 架内环境的设计要求

1. 防湿度

2. 防尘

2J-5 互逆分系统图

$$P_{\text{ref}} = 50 \text{ dB}_{\text{ref}}$$

1. 长波用运放, 不接压扩器时:

$$\text{语音} \quad 300 \sim 2000 \text{ Hz}$$

语音

语音

$$B_a = 1700 \text{ Hz}$$

$$S/N = 25 \text{ dB}$$

$$B_{rc} = 200 \text{ Hz}$$

$$S/N = 15 \text{ dB}$$

$$B_{cr} = 80 \text{ Hz}$$

$$S/N = 15 \text{ dB}$$

$$p_r = 50 - 20 \lg \left(\sqrt{\frac{80}{80}} + \sqrt{\frac{200}{80}} + \sqrt{10 \frac{1700}{80}} \right)$$

$$= 50 - 20 \lg (1 + 1.58 + 14.6) = 50 - 24.7 = 25.3 \text{ dB}$$

$$p_{cr} = 25.3 \text{ dB}$$

$$\text{低 } 23.3 \text{ dB}$$

$$p_{rc} = 25.3 + 4 = 29.3 \text{ dB}$$

$$\text{低 } 19.3 \text{ dB}$$

$$p_a = 25.3 + 13.3 = 38.6 \text{ dB} + 10 \text{ dB} = 48.6 \text{ dB}$$

2. 长波用运放, 接压扩器时:

$$p_r = 50 - 20 \lg \left(\sqrt{\frac{80}{80}} + \sqrt{\frac{200}{80}} + \sqrt{10 \frac{1700}{80}} \right)$$

$$= 50 - 20 \lg (1 + 1.58 + 4.6) = 32.9 \text{ dB}$$

$$p_{cr} = 32.9 \text{ dB}$$

$$\text{低 } 13.3 \text{ dB}$$

$$p_{rc} = 32.9 + 4 = 36.9 \text{ dB}$$

$$\text{低 } 9.3 \text{ dB}$$

$$p_a = 32.9 + 13.3 = 46.2 \text{ dB}$$

第一章 2J-5 电力线载波调制机总体介绍。

根据 500KV 电力线开发电力线载波的需求，兼收 110~220KV 电力线开发电力线载波的需求，设计 110~220KV 电力线。

根据 IEC 标准值的要求，110KV 电力线载波机 (ZAP01-3/2 型) 的性能，设计新一代电力线载波多功能机。

第一章 总体考虑。

一、输出标称载波功率分级系列化。

1. 外发端输出标称载波功率。标称载波功率。

机型	标称载波功率	输出功率	标称载波功率	适用范围
2J-5A	6.25W/+38dBm	4W/+36dBm (4.15V)	-12dBm	110KV
" B	25W/+44dBm	16W/+42dBm (4.89V)	-6dBm	220~330KV
" C	100W/+50dBm	63W/+48dBm (5.53V)	0dBm	500KV

(1) 峰值功率。

指外发端输出标称载波功率的最大允许峰值功率，即标称载波功率。标称载波功率实际上指信号通信功率。

(2) 峰值功率为系列化。100W - ($\frac{100}{4}$) 25W - ($\frac{25}{4}$) 6.25W。

(3) 允许通道损耗。

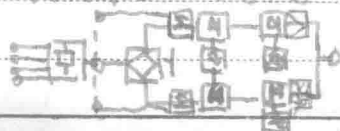
48dB (5.53V)

2. 载波信号频率。

二、机架结构和组合方式。

1. 机架类型。

(1) 载波架。——(传统电力线载波设备机)



(二) 高频架和低频架

方案的原因:

随着弱电线路用电等级的提高,变电站因高压无线路不能引入城市重要地区市区,相皮可和变电站的电压越来越远。我们建议:



高频线占用太多,造成架内,通信线路下降。

采用高频架和低频架,优点:

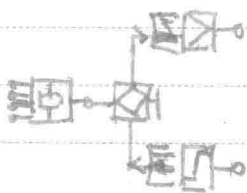
a. 高频架对板, 采用哪块板。

b. 高频架对板。

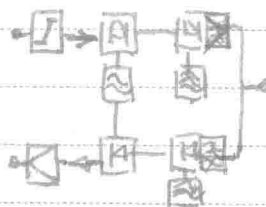
c. 低频架对板, 高频架对板。

高频架和低频架

高频架在低频架之间由高频架架起,引入高频架架起,由高频架架起,为高频架架起。



低频架

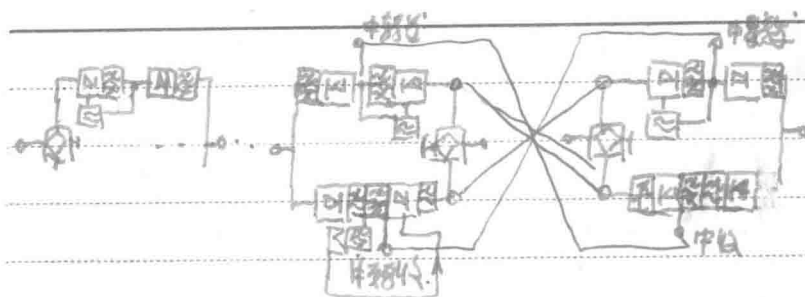


高频架

(三) 低频架

中频架的问题:

不能实现高频同步,也就是说不使用对方中频架(高频)来进行二次调制。

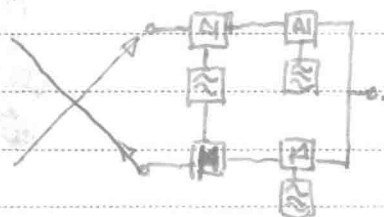


满足多次转发, 实现长距离通信。

a. 满足载波同步要求, 一般采用载波同步。

b. 满足频率同步要求, 一般采用频率同步。

为了解决载波同步采用低载波转发。

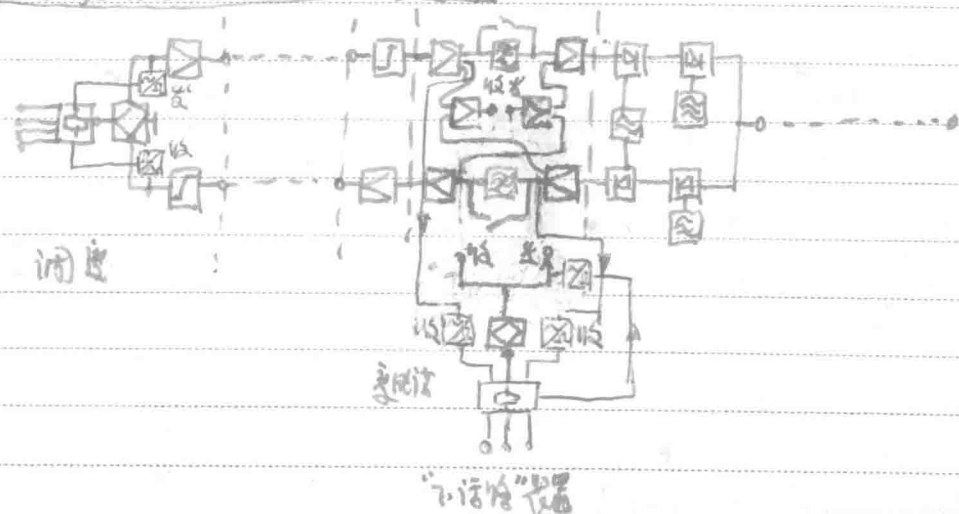


(4) “下变频”装置。

利用载波频率一致接收实现通信 (传统的式样为同频接收)。

缺点

介使高频载波所接收的噪声能直接通信。



a. 增加“下话铃”设置。

两线带阻电路：在下话铃时阻断呼叫信号。

低频电路：利用本侧侧向通信电路。

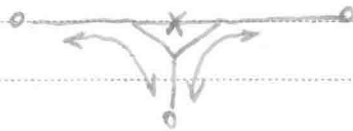
两线收线：全收侧侧向呼叫信号。

自动直连。

b. 增加低频部分。

c. 平时、下话铃时，铃线带阻短接，两侧可正常呼叫。

d. 下话铃时，铃线带阻接入，呼叫系统切换成二线系统。



信号可不经自动直连接入。

采用二线为通路及支路。

本地下话铃

解决低频铃线的问题：铃线阻断通信。

(传统的方式这个问题造成铃声不响或铃声不响铃线的问题)。

这个问题和上面同样的引出来解决。

a. 增加“下话铃”设置。

b. 增加低频部分。

2. 机架种类

鼓线架 A型 B型 C型 (三种)

高线架 A型 B型 (二种) (三种)

低线架 二线 四线 (二种)

低线架 A型 B型 C型 (三种)

高线架 A, B, C型 (三种)

低线架 1. A, B, C型 (三种)

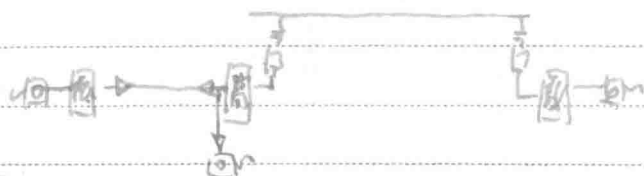
共计七种机架。

3. 组合式.

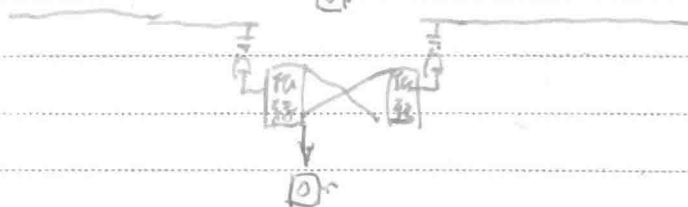
(1) 载—载.



(2) 低—载—载.



(3) 低—低—低.



多种组合满足各种网络的需求.

这里尚未涉及运用运动、定向信号等问题.

三. 有效传输带宽的划分.

1. IEC 的带宽值.

(1) 基本载频带宽.

4 kHz. 2.5 kHz. 主用 4 kHz.

(2) 话音带宽.

300 ~ 3400 Hz. 8 kHz

300 ~ 2400 Hz. 3 kHz

300 ~ 2000 Hz. 3 kHz

(3) 信源带宽.

50 Bd

杂音带宽.

80 Hz.

100 Bd

160 Hz

200 Bd

320 Hz (240 Hz)

600 Bd

900 Hz

占用带宽

120 Hz

2 x 120 Hz

4 x 120 Hz (360 Hz)

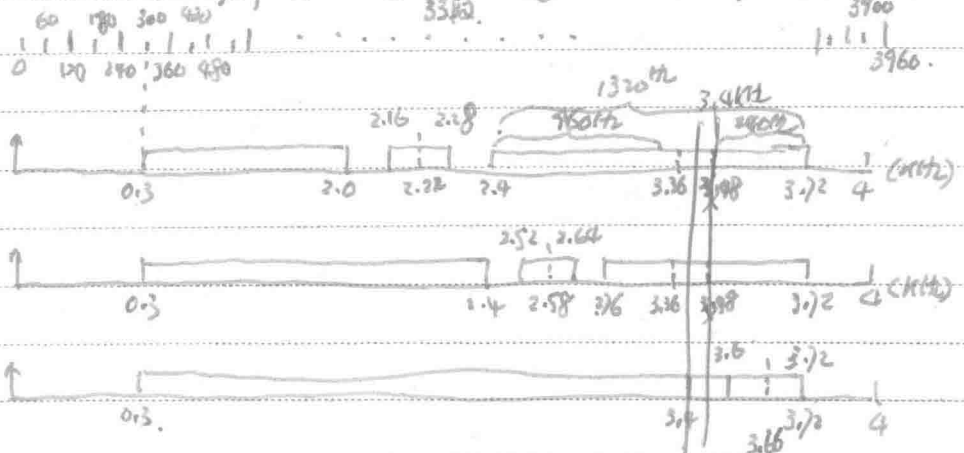
8 x 120 Hz (8 x 120 Hz)

(4) 语音信号带宽.

语音信号占用 1/3 50 Bd. 80 Hz | 120 Hz

2. 频率分配

CCITT 的 4 kHz 频率分配方案 50 Bd 信号占用 120 Hz 的带宽。如图 70 所示。



(1) 第一种频率分配

考虑传输信道传输多路一路传输信号 (即为逐路传输)

$$50 \text{ Bd} \times 11 \text{ 路}$$

$$100 \text{ Bd} \times 5 \text{ 路} + 50 \text{ Bd} \times 1 \text{ 路}$$

$$200 \text{ Bd} \times 2 \text{ 路} + 50 \text{ Bd} \times 3 \text{ 路} \quad (\text{或 } 200 \text{ Bd} \times 2 \text{ 路} + 100 \text{ Bd} \times 1 \text{ 路} + 50 \text{ Bd} \times 1 \text{ 路})$$

$$600 \text{ Bd} (960 \text{ Hz}) \times 1 \text{ 路} + 200 \text{ Bd} (360 \text{ Hz}) \times 1 \text{ 路}$$

(2) 第二种频率分配

考虑传输信道传输多路一路传输信号 (即为逐路传输)

(3) 第三种频率分配

考虑 a, 语音信号通用载波机传输, 代原专用电话;

b, 传输字电话, 原速为 1200 Bd, 传真, 慢扫描电视。

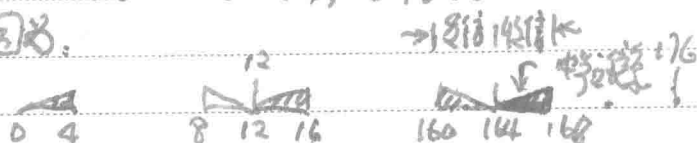
(4) 关于第一、二种频率分配的问题

在 3.4 kHz 分频段, 为 0.3 ~ 3.36; 3.48 ~ 3.72 = 段。该频段高、低频率带宽时, 如用明线载波传输信号, 保证带宽在 3.36 kHz 以下, 则能保证利用度。

而 3.48 ~ 3.72 kHz, 用来进行保护。因保护段直到 3.72 kHz 不是电话, 即线路终端。

(2). 发信支路插入辅助发信中频波三。

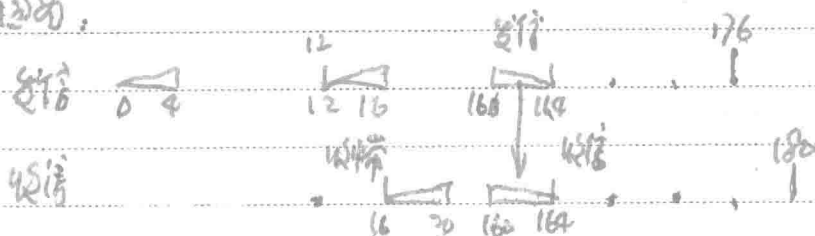
因为:



在发信支路中插入辅助发信中频波三(高频波三)来抑制中频干扰。

(3). 收信支路插入 16 kHz 通带滤波器。

因为:



由上可见, 发信 160~164 kHz, 插入发信支路, 收信频率为 164~168 kHz, 故载频为 180 kHz, 插入中频为 16~20 kHz, 导致 16 kHz 插入通带, 造成收中频干扰, 为使用 16 kHz 通带来便利。

四、频带规划原则，频带间隔小。

2. 采用频带规划网络，本机收发频率间隔小。

(1) 采用高频电路网络：



不对称功率网络。

b_{12} 接收 (0.2~0.5dB)
 b_{14} 接收
 b_{24} 接收 (25~40dB)

对称功率网络。

b_{12} (4dB)
 b_{14} (4dB)
 b_{24} 接收

提高本机收发频率间隔，达到本机收发频率间隔45dB。

1. 频带间隔允许值4，时线谱频带规划。

收一支 { 本机 $\geq 0B(3B)$
 { 本机 $\geq 18(3B)$ 支一支 { 本机 $\geq 38(7B)$
 { 邻频 $\geq 0B(1B)$ { 邻频 $\geq 0B$ { 邻频 $\geq 0B$

例：本机(45-50)邻频(0B)。



本机(45-50)1B, 邻频(45-50)0B。



五、设备呼叫条件。

1. 设备能力。
2. 设备与网络呼叫条件的能力。

六、自动交换系统考虑因素

1. 具有鉴别各条电路是否计
2. 化先采用直接接入，协商后，按2号操作，比较合理。
3. 各有适用范围，可适用。与自动交换系统，可采用直通，又因作信道的通信。

七、电源系统可靠系统

1. 直通信道的电源供电，(220V-48V)
2. 直通信道的电源或直通信道的电源，可适用(功率)。
3. 低频率直通信道的电源有-48V和-24V二种，可适用。

八、考虑自动交换信道的信号，采取的措施

1. 具有“较复杂的”信号系统。

2. 采用时延均等。

f_i : 频率(Hz) β_i : 相移常数 θ (千米相移角度) β_i (弧度)

$T_i = \frac{1}{f_i}$ (s) 周期。相移 2π , 1倍 $2\pi/\beta_i$ (Mm)

每秒传播距离 $2\pi f_i/\beta_i$

第一节 方格图

一. 机架图

1. 机架

2. 副架

3. 低架

4. 低架

5. 低架

(1) 低架

(2) 低架

二. 颈架图