

第 五 卷

微波电路及设备维护技术指标

邮电部科技司

邮电部电信总局

一九九四年七月

1. 八十年代末,在邮电部领导下对全国邮电系统所属的电信网进行了全面的技术整治,其结果是大大提高了全网通信质量并进一步挖掘了设备潜力。

为了巩固电信网整治成果,同时也使电信网的维护工作(在结合我国实际的情况下)更加科学化和规范化、进一步保证电信网的畅通和良好运行,使维护工作有一套科学的、系统的依据,邮电部决定由邮电科学研究院负责编制《电信网维护技术指标体系》。

一九九一年六月初,邮电部科技司、电信总局和邮电科学研究院负责同志及有关人员就如何开展此项编研工作举行了预备性会议。

一九九一年七月初,科技司和电信总局召开了有主管部门及专家参加的会议,审查邮电科学研究院提出的根据预备会议的要求编写的电话交换等六个专业的编写大纲并原则通过,会议还决定增加光纤数字通信等三个专业的编研工作。

此后,邮电科学研究院组织了五个专业研究所和通信技术发展研究中心的科研人员投入了编研工作。其间,编研人员分批分专业多次赴各省、市局维护部门进行了调查研究,听取维护部门和技术人员的建议和意见。

一九九一年九月,第一阶段九个专业的编写大纲正式报邮电部审批。

一九九二年二月二十六日,科技司和电信总局召开了有邮电部属各有关通信的主管部门及专家参加的会议,经过讨论肯定了

根据二月二十六日会议的要求精神,决定将电信总局和科技司于一九九一年八月提出的增加《电话网接续质量指标》和《服务质量、可靠性及维护管理考核指标》两项研究课题中的《电话网接续质量指标》亦作为《电信网维护技术指标体系》的一个组成部分进行编研。至此,共有十个专业作为第一阶段的编研内容。

一九九二年十二月完成了《电信网维护技术指标体系》第一阶段十个专业的送审稿的编研工作并报部。

为使指标体系更臻科学和完善,根据电信总局的安排,于一九九三年四月至一九九三年九月各专业先后分别召开了全国范围的专业人员学习研讨班,再一次广泛地征询了意见,对各种意见进行了分析研究之后做了修改,完成了最后的上报文稿。

2.《电信网维护技术指标体系》是由邮电部颁布的具有法规性的文件,它规范了电信网维护工作中的主要技术指标。电信网的维护技术工作和其它各种维护用的技术文件、资料,如维护规程、维护手册等均应遵循《电信网维护技术指标体系》的有关规定进行编制、修改和执行。

3.《电信网维护技术指标体系》包括正文、编制说明及附录。正文主要系电信网维护工作中可维护的、可操作的、可测试的主要技术指标,除少数重要的定性监测状态显示外,属功能性的要求不予列入。正文只列指标名称及指标数值,必要时可注明指标的确切定义和其它必须说明的问题。

编制说明亦系《电信网维护技术指标体系》的重要组成部分,是正文中各项指标取定的依据或研究报告,包括调查研究结果、理论计算、分析论证以及测试方法及结果等。为了查阅使用的方便,编制说明内容的编排序号与相关的维护技术指标在正文中的编

序号相同。

正文中所列技术指标,既有涉及全程全网的传输技术指标,也有各种电信设备和设施的主要维护技术指标。这些指标系指保证电信网、系统或设备正常运行的技术指标而不是勉强维持通信的极限限值。

4. 在电信网的建立和运行过程中主要有以下几个层次的技术指标和限值:

(1)性能指标

通常用于电信网或电路的规划设计。它所表示的是对大量电路、电路链或实体(设备)某项损伤的统计量应达到的数值。

(2)设计指标

通信设备产品设计指标。

(3)交付指标

指工程竣工交付验收的指标。

(4)维护指标

网、系统和设备投入运行后保持通信正常进行或经调整应达到的指标。

(5)提醒维护和停止业务限值

系指系统或设备质量已降低至需要维护调整的限值和系统或设备已不可用的限值。

就整体而言维护技术指标应等于或略低于交付验收指标。具体来说根据模拟和数字通信的不同特点,模拟通信系统(含设备)的维护技术指标系指在维护工作中经维修、调整系统或设备应达到的技术指标,而数字通信系统采用的维护技术指标即为其投入运行的技术指标。

5.《电信网维护技术指标体系》按专业划分为以下各卷册:

第一卷 四线长途电路网路维护技术指标

第二卷 自动电话网接续质量技术指标

第三卷 电话交换设备维护技术指标

[p://www.rfoc.net/](http://www.rfoc.net/) TEL:0755-83396823 FAX:0755-83376182 E-M

第四卷 载波电路及设备维护技术指标

第五卷 微波电路及设备维护技术指标

第六卷 市内电话线路传输维护技术指标

第一册 市话线路有线传输维护技术指标

第二册 市话线路无线传输维护技术指标

第七卷 长途电信明线、电缆和光缆维护技术指标

第八卷 光纤通信和 PCM 复用、数字复用设备维护技术指标

第九卷 非话通信业务维护技术指标

第一册 电报通信维护技术指标

第二册 数据通信维护技术指标

第三册 图文传输系统维护技术指标

第十卷 移动通信维护技术指标

第十一卷 卫星通信维护技术指标

第十二卷 高频(HF)、甚高频(VHF)及超高频(UHF)通信
维护技术指标

第十三卷 电信电源维护技术指标

考虑到使用的方便以及有些专业将陆续编印出版和公布执行,各专业按卷册划分出版单行本。

6.《电信网维护技术指标体系》公布执行后,其中的重大问题由邮电部科技司负责解释,对其中的具体技术问题授权邮电科学研究院及相关的专业研究所负责解释。

[p://www.rfoc.net/](http://www.rfoc.net/) TEL:0755-83397033 FAX:0755-83376182 E-M

《电信网维护技术指标体系》编审领导小组

组 长 高惠刚

<http://www.rfoe.net/> TEL:0755-83396822 FAX:0755-83376182 E-M

副组长 钱余旺 武士雄
成 员 伍保荣 张国珍 梁志平 黄尚贤 赵继祥
赵秉昆 路俊海

《电信网维护技术指标体系》编辑委员会

主 任 赵秉昆

委 员 王桂荣 刘大刚 袁兴来 龚正浩 罗建国
赵效铸 李朝岸 李指行 李伯寅 罗学澄
范树华 何锡钧 仲伟衡 赵继祥 陆祖源
路俊海 梁志平 黄尚贤 姚景兰

《微波电路及设备维护技术指标》专业编辑组

李指行 周金满 龚正浩

<http://www.rfoe.net/> TEL:0755-83397033 FAX:0755-83376182 E-M

目 录

<http://www.rfoe.net/> TEL:0755-83396822 FAX:0755-83376182 E-M

前 言

1 数字微波	(1)
1.1 假设参考数字通道	(1)
1.2 参考性能指标	(2)
1.3 基带接口特性	(7)
1.4 抖 动	(12)
1.5 模拟公务通道性能指标	(15)
1.6 数字旁路业务性能指标	(15)
1.7 数字公务通道	(16)
1.8 数字微波接力段指标	(17)
1.9 微波收发信机技术指标要求	(18)
1.10 调制解调设备技术指标	(18)
1.11 数字切换设备技术指标	(20)
1.12 模拟公务架技术要求	(20)
1.13 数字公务设备技术指标	(21)
2 模拟微波	(22)
2.1 电话传输通道技术指标	(22)
2.2 电视传输通道和设备技术指标	(23)
2.3 伴音传输通道和设备技术指标	(29)
2.4 次基带通道技术指标	(34)
2.5 一个接力段指标	(35)
2.6 微波收发信机主要技术指标	(35)
2.7 调制解调设备主要技术指标	(36)

<http://www.rfoe.net/> TEL:0755-83397033 FAX:0755-83376182 E-M

2.8 次基带设备主要技术指标.....	(37)
----------------------	------

2.9 波道倒换控制设备主要技术指标.....	(37)
-------------------------	------

3 公用设备和机房技术指标.....	(39)
--------------------	------

3.1 监控系统技术指标.....	(39)
-------------------	------

3.2 基础电源技术指标.....	(39)
-------------------	------

3.3 天线、馈线主要技术指标	(41)
-----------------------	------

3.4 机房条件.....	(42)
---------------	------

3.5 防雷与接地.....	(42)
----------------	------

前 言

微波电路是电信网的重要组成部分,它的传输质量及其设备的维护状况直接关系到整个电信网的正常运行。

本卷规定了数字微波通道、数字微波段及其相关设备的主要性能指标和维护限值;本卷还规定了模拟微波参考电路、调制段及其相关设备的主要性能指标和维护限值。

本卷主要涉及用于国际连接和国内一、二级干线微波电路及设备的维护指标,某些指标也可供支线微波电路作参考。

本维护指标参考了我国已有的国标、部标、维护规程及国际无线电咨询委员会和国际电报电话咨询委员会的有关建议。

主要参考文献如下:

1. 中华人民共和国国家标准

GB2789—81 GB9319—88

GB7611—87 GB4958.11—88

GB1583—79 GB3376—82

2. 中华人民共和国邮电部标准 YD337—90

3. CCIR 绿皮书卷 X—1,卷 XI(1990)

4. CCITT 兰皮书卷 N.1,卷 N.3,卷 N.4;卷 III.5(1988)

5. 微波技术维护规程

6. 数字微波技术维护规程(试行)

1 数字微波

p://www.rfoe.net/ TEL:0755-83396822 FAX:0755-83376182 E-M

制定数字微波电路维护技术指标的主要依据是中华人民共和国邮电部标准 YD337—90“数字微波通信系统进网技术要求”、CCIR 和 CCITT 有关建议以及已有数字微波电路的维护经验。

1.1 假设参考数字通道

1.1.1 高级假设参考数字通道

在微波接力系统中,容量在二次群以上满足高级性能要求的高级参考数字通道的长度为 2500km;该通道每个传输方向包含 9 组标准系列的数字复用(复接和分接)设备;该通道包含 9 段等长的完全相同的数字微波段,通道的组成如图 1.1 所示。

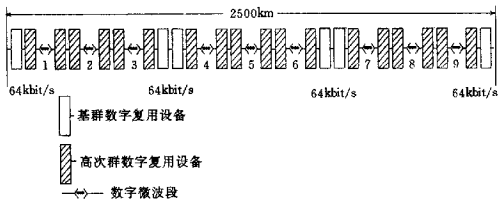


图 1.1 高级假设参考数字通道的组成

1.1.2 中级假设参考数字通道

假设参考连接的每一中级部分的数字微波通道,其最大长度约为 1250km,可由传输质量不同的四类假设参考数字微波段构成,第 1 类和第 2 类假设参考数字段的长度为 280km,第 3 类和第 4 类假设参考数字段的长度为 50km。

1.1.3 用户级假设参考数字通道

p://www.rfoe.net/ TEL:0755-83397033 FAX:0755-83376182 E-M

用户级假设参考数字通道的长度为 50km;该通道的组成情况如图 1.2 所示。

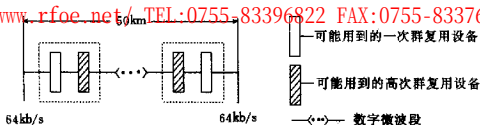


图 1.2 用户级假设参考数字通道的组成

1.2 参考性能指标(Reference Performance Objective,RPO)

1.2.1 在衰落、干扰和其它能引起性能恶化的各种因素影响下在 2500km 高级假设参考数字通道每个方向上 64kbit/s 输出端的差错性能指标如下:

(1)任何月份 1 分钟平均比特差错率(BER)大于 1×10^{-6} 的时间率不超过 0.4%;

(2)任何月份 1 秒钟平均比特差错率大于 1×10^{-3} 的时间率不超过 0.054%;

(3)任何月份差错秒累计时间率不大于 0.32%。

1.2.2 在衰落、干扰和其它能引起性能恶化的各种因素影响下,假设参考连接的每一中级部分的数字微波通道 64kbit/s 输出端的差错性能指标如下:

(1)任何月份 1 分钟平均比特差错率大于 1×10^{-6} 的时间率不超过 1.5%;

(2)任何月份 1 秒钟平均比特差错率大于 1×10^{-3} 的时间率不超过 0.04%;

(3)任何月份差错秒累计时间率不大于 1.2%。

(4)假设参考数字段的差错性能(以下简称参考性能指标)

在衰落、干扰和其它能引起性能恶化的各种因素影响下,假设参考数字段 64kbit/s 输出端的差错性能指标如表 1-1 所示:

表 1—1

假设参考数字段差错性能指标

时间率 (%) 差错性能项目	数字段类别(长度) 第 1 类 (280km)	第 2 类 (280km)	第 3 类 (50km)	第 4 类 (50km)
劣化分(DM, BER $\geq 10^{-6}$ 的分)	0.045	0.2	0.2	0.5
严重差错秒(SES, BER $\geq 10^{-3}$ 的秒)	0.006	0.0075	0.002	0.005
差错秒(ES, 最少有一个差错的秒)	0.036	0.16	0.16	0.4

注①第 1 类假设参考数字段亦适用于组成高级假设参考数字通道。

注②劣化分(Degraded Minutes, DM): 平均比特差错率大于 10^{-6} 的分。

注③严重差错秒(Severely Errored Seconds, SES): 比特差错率大于 10^{-3} 的秒。

注④差错秒(Errored Seconds, ES): 有一个或一个以上差错的秒。

1.2.3 在衰落、干扰和其它能引起性能恶化的各种因素影响下, 用户级假设参考数字通道的 64kbit/s 输出端的差错性能指标如下:

(1) 任何月份 1 分钟平均比特差错率大于 1×10^{-6} 的时间率不超过 0.75%;

(2) 任何月份 1 秒钟平均比特差错率大于 1×10^{-3} 的时间率不超过 0.0075%;

(3) 任何月份差错秒累计时间率不大于 0.6%。

1.2.4 实际数字微波通道的差错性能

实际数字微波通道(包括设计和规划中的)的长度和组成等方面很可能与假设参考通道有很大不同, 其输出端差错性能指标规定如下:

(1) 当实际数字微波通道作为数字通信网路的高级通道, 且长度 L 在 280~2500km 之间时:

① 任何月份 1 分钟平均比特差错率大于 1×10^{-6} 的时间率不超过 $(0.4 \times L/2500)\%$;

② 任何月份 1 秒钟平均比特差错率大于 1×10^{-3} 的时间率不超过 $(0.054 \times L/2500)\%$;

③任何月份差错秒累计时间率不大于 $(0.32 \times L / 2500)\%$ 。

④残余比特差错率(RBER)

$$RBER \leq L \times 5.0 \times 10^{-9} / 2500$$

⑤当L小于280km时,按280km规定其差错性能指标。

(2)当实际数字微波通道作为数字通信网路的中级通道时,相应的差错性能指标应符合第1.2.2条的规定,其残余比特差错率(Residual Bit Error Rate, RBER)暂定为 $RBER \leq 1.8 \times 10^{-8}$

①当实际数字微波段长度不大于对应类别假设参考数字段的长度时,相应的差错性能指标应符合1.2.2(4)条的规定,对应的残余比特差错率(RBER)暂定为下列值:

第1类实际数字段 $RBER \leq 5.5 \times 10^{-10} (L \leq 280\text{km})$

第2类实际数字段 $RBER \leq 2.5 \times 10^{-9} (L \leq 280\text{km})$

第3类实际数字段 $RBER \leq 2.5 \times 10^{-9} (L \leq 50\text{km})$

第4类实际数字段 $RBER \leq 6.0 \times 10^{-9} (L \leq 50\text{km})$

②当实际数字微波通道作为数字通信网路的中级通道的一部分,且其长度L与相应类别假设参考数字段的长度 L_s 有下列关系时: $nL_s < L < (n+1)L_s$,其64kbit/s输出端的性能应按对应类别假设参考数字段的性能指标的 $(n+1)$ 倍来规定。

(3)当实际数字微波通道作为数字通信网路的用户级通道,相应的差错性能指标应符合第1.2.3条的规定,其残余比特差错率暂定为 $RBER \leq 9.0 \times 10^{-9}$

当实际只有数字微波通道一种传输手段作为本地端局至64kbit/s用户间的数字通道时,其相应的差错性能指标可以放宽到第1.2.3条规定的2倍。对应的残余比特差错率(RBER)亦可放宽到第1.2.4(3)条的2倍,即 $RBER \leq 1.8 \times 10^{-8}$

(4)在通信网路的规划设计中,中级部分和用户级部分的差错性能指标,容许加起来一并考虑,可以互相调剂使用。

1.2.5 投入业务指标(Bringing-into-Service Objective, BISO)和限值

判定数字传输系统、数字段或数字通道是否满足性能指标的唯一方法是进行长期(数个月甚至一年)的连续测试。在实际维护和投入业务测试中作这么长时间测试是不现实的。本节规定了数字微波段和数字微波通道在 64kbit/s 和一次群速率上的差错性能。

根据 1.2.1~1.2.4 节中参考性能指标(Reference Performance Objective, RPO)按如下方式求出数字微波段和数字微波通道相应的投入业务指标和投入业务限值。

对于经过较长时间(暂定一个月)的稳定观察的数字微波段和数字微波通道,投入业务指标是参考性能指标的一半,即:

$$\text{BISO} = \frac{1}{2} \text{RPO}$$

投入业务测试时间为一天时,投入业务性能规定为两个限值 S_1 和 S_2 :

$$S_1 = \text{BISO} - 2 \sqrt{\text{BISO}}$$

$$S_2 = \text{BISO} + 2 \sqrt{\text{BISO}}$$

(1)如果测得的 ES、SES、DM 和 RBER 值均小于或等于各自的 S_1 值,则该通道无保留地投入业务。

(2)如果测得的 ES、SES、DM 和 RBE(Residual Bit Error, 残余比特差错)值中任一个大于或等于各自的 S_2 值,则该通道不能投入业务,必须找出故障。

(3)如果测得的 ES、SES 和 DM 值大于相应的 S_1 值,但小于 S_2 值,则该通道被暂时接受,或再测试。再测试时,对 ES、SES 和 DM 连续测试时间为 7 天, RBER 为 1 天。若 7 天的 ES、SES 和 DM 测试结果不超过表 1—2 到表 1—4 中规定的 7 天的投入业务指标,通道被接受,否则被拒绝。

注① 当 1 天投入业务性能测试结果不满足上列要求,若确认由于设备故障,则必须排除故障后再测,若确认为传播衰落造成,可重新测试。

注② 数字段或通道环回测试时,参考性能指标和投入业务指标及其限值与单向时一样,不增加配额。若通道环回测试结果满足单向通道要求,则通道两个单向均被接

受;若不满足单向通道要求,则必须拆开环路进行单向测试。

各类数字段的 ES、SES 和 DM 一天的 RPO, BISO 及其限值
和 7 天的 BISO 分别列于表 1—2、表 1—3 和表 1—4。其 RBER 的
参考性能指标和投入业务指标见表 1—5 和表 1—6。

表 1—2 各种微波数字段的 ES 投入业务限值

数字段类别	1 天				7 天
	RPO	BISO	S ₁	S ₂	BISO
第 1 类	31	16	8	24	109
第 2 类	138	69	52	86	484
第 3 类	138	69	52	86	484
第 4 类	346	173	147	199	1210

表 1—3 各种微波数字段的 SES 投入业务限值

数字段类别	1 天				7 天
	RPO	BISO	S ₁	S ₂	BISO
第 1 类	5	3	0	5	18
第 2 类	6	3	0	6	23
第 3 类	2	1	0	3	6
第 4 类	4	2	0	5	15

表 1—4 各种微波数字段的 DM 投入业务限值

数字段类别	1 天				7 天
	RPO	BISO	S ₁	S ₂	BISO
第 1 类	1	1	0	2	2
第 2 类	3	2	0	4	10
第 3 类	3	2	0	4	10
第 4 类	7	4	0	8	25

表 1—5 140Mbit/s 各类微波数字段 15 分钟的 RBE 投入业务限值

数字段类别	RPO	BISO	S ₁	S ₂
第 1 类	69	35	23	47
第 2 类	315	158	133	183
第 3 类	315	158	133	183
第 4 类	756	378	339	417

表 1—6 34Mbit/s 各类微波数字段 15 分钟的 RBE 投入业务限值

数字段类别	RPO	BISO	S ₁	S ₂
第 1 类	17	8	2	14
第 2 类	77	38	26	50
第 3 类	77	38	26	50
第 4 类	184	92	73	111

1.3 基带接口特性

1.3.1 2048kbit/s 接口

(1) 比特率: 2048kbit/s $\pm 50 \times 10^{-6}$

(2) 码型: HDB3

(3) 输出接口要求如表 1—7 所示

(4) 输入接口要求

① 满足以上要求的数字信号, 经过衰减近似符合 $\sqrt{f}$ 规律, 在频率 1024kHz 处衰减在 0—6dB 范围内的连接电缆对加到输入口时, 应能满足各项技术要求。

表 1—7

脉冲形状	所有传号符合图 1.3 (图中 A 为标称峰值)	
在每个方向的传输线数	一对同轴线	一对对称电缆
测试负载阻抗	75 Ω 电阻性	120 Ω 电阻性
传号标称峰值电压 A	2.37V	3V
空号峰值电压	0 $\pm$ 0.237	0 $\pm$ 0.3V
标称脉宽	244ns	
脉宽中点正负脉冲幅度比	0.95~1.05	
标称半脉幅处正负脉冲宽度比	0.95~1.05	
在输出口处最大抖动(峰峰)	参见 1.4 节	

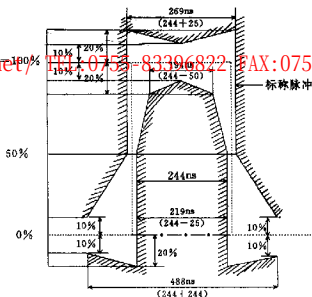


图 1.3 2048kbit/s 接口脉冲波形

②在输入口最大容许输入抖动参见 1.4 节。

③输入口回波损耗应不低于表 1—8 中的值。

表 1—8

频率范围, kHz	回波损耗, dB
51—102	12
102—2048	18
2048—3072	14

④为了保证对信号反射(在数字配线架或数字输出口处阻抗不匹配在接口处产生的反射)有足够的适应能力,输入口应满足如下要求:

在输入口除了有用信号外,还加上其脉冲形状与有用信号相同的干扰信号。干扰信号比特率在规定范围以内,但与有用信号不同步。用一合成网络将有用信号和干扰信号组合起来,信号途径损耗为 0dB,标称阻抗为 75Ω 或 120Ω,信号干扰比为 18dB。干扰信号图案为 $2^{15}-1$ 。即使在输入口对合成信号的衰减达到最大容许电缆衰减也不引起差错。

1.3.2 8448kbit/s 接口

(2) 码型 HDB3

(3) 输出接口要求如表 1—9 所示

http://www.rfoc.net/ TEL:0755-83396822 FAX:0755-83376182 E-M

表 1—9

脉冲形状	所有传号符合图 1.4 中样板
在每个方向的传输线数	一对同轴线
测试负载阻抗	75 Ω 电阻性
传号标称峰值电压	2.37V
空号峰值电压	0 $\pm$ 0.237
标称脉宽	59ns
脉宽中点正负脉冲幅度比	0.95~1.05
标称半脉幅处正负脉冲宽度比	0.95~1.05
在输出口处最大抖动(峰峰)	参见 1.4 节

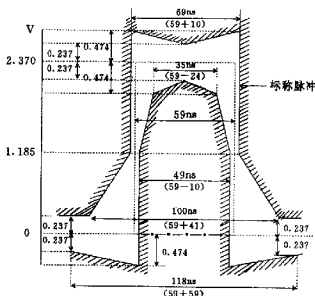


图 1.4 8448kbit/s 接口脉冲波形

(4) 输入接口要求

① 满足以上要求的数字信号，经过衰减近似符合 $\sqrt{f}$ 规律，在频率 4224kHz 处的衰减在 0—6dB 范围内的连接电缆对加到输入口时，应能满足各项技术要求。

② 在输入口最大容许输入抖动参见 1.4 节。

③ 输入口回波损耗应不低于表 1—10 中的值。

http://www.rfoc.net/ TEL:0755-83396822 FAX:0755-83376182 E-M

④ 为了保证对信号反射(在数字配线架或数字输出口处阻抗

不匹配在接口处产生的反射)有足够的适应能力,输入口应满足如下要求;
 p://www.rfoc.net/ TEL:0755-83396822 FAX:0755-83376182 E-M

在输入口除了标称信号外,还加上其脉冲形状与有用信号相同的干扰信号。干扰信号比特率在规定范围以内,但与有用信号不同步。用一合成网络将有用信号和干扰信号组合起来,合成网络信号途径损耗为 0dB,标称阻抗为 75Ω,信号干扰比为 20dB。干扰信号图案为 $2^{15}-1$ 。即使在输入口对合成信号的衰减达到最大容许电缆衰减(最大 6dB)也不引起差错。

表 1—10

频率范围, kHz	回波损耗, dB
211—422	12
422—8448	18
8448—12672	14

1.3.3 34368kbit/s 接口

(1) 比特率 34368kbit/s $\pm 20 \times 10^{-6}$

(2) 码型 HDB3

(3) 输出接口要求如表 1—11 所示。

表 1—11

脉冲形状	所有传号符合图 1.5 中样板
在每个方向的传输线数	一对同轴线
测试负载阻抗	75Ω 电阻性
传号标称峰值电压	1.0V
空号峰值电压	0±0.1V
标称脉宽	14.55ns
脉宽中点正负脉冲幅度比	0.95~1.05
标称半脉幅处正负脉冲宽度比	0.95~1.05
在输出口处最大抖动(峰峰)	参见 1.4 节

(4) 输入接口要求

① 满足以上要求的数字信号,经过衰减近似符合 $\sqrt{f}$ 规律,在频率 17184kHz 处的衰减在 0—12dB 范围内的连接电缆对加到输入口时,应能满足各项技术要求。

② 在输入端最大抖动容限参见 1.4 节。

p://www.rfoc.net/ TEL:0755-83397033 FAX:0755-83376182 E-M

③输入口回波损耗应不低于表 1—12 中的值。

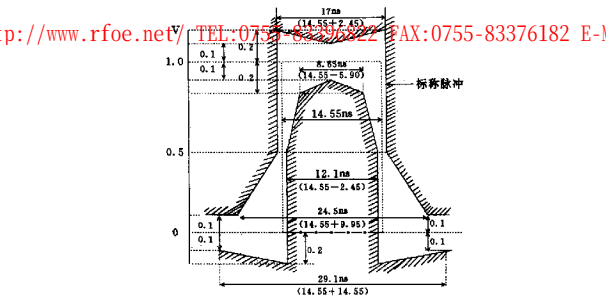


图 1.5 34368 kbit/s 接口脉冲波形

表 1—12

频率范围, kHz	回波损耗, dB
860—1720	12
1720—34368	18
34368—51550	14

④为了保证对信号反射(在数字配线架或数字输出口处阻抗不匹配在接口处产生的反射)有足够的适应能力,输入口应满足如下要求:

在输入口除了标称信号外,还加上其脉冲形状与有用信号相同的干扰信号。干扰信号比特率在规定范围以内,但与有用信号不同步。用一合成网络将有用信号和干扰信号组合起来,合成网络信号途径损耗为 0dB,标称阻抗为 75Ω ,信号干扰比为 20dB。干扰信号图案为 $2^{23}-1$ 。即使在输入口对合成信号的衰减达到最大容许电缆衰减也不引起差错。

1.3.4 139264kbit/s 接口

- (1) 比特率 $139264\text{kbit/s} \pm 15 \times 10^{-5}$

- ### (2) 码型 CMI 码

- (3) 输出接口要求如表 1—13 所示。

(4) 输入接口要求

① 满足以上要求的数字信号, 经过衰减近似符合 $\sqrt{f}$ 规律, 在频率 10MHz 处的衰减在 2dB 范围内的连接电缆对加到输入口时, 应能满足各项技术要求。

② 在输入端最大抖动容限参见 1.4 节。

③ 输入端回波损耗特性与输出端要求相同。

表 1—13

脉冲形状	所有传号符合图 1.6 中样板
在每个方向的传输线数	一对同轴线
测试负载阻抗	75 Ω 电阻性
传号标称峰值电压	1 $\pm$ 0.1V
在稳定振幅 10% 和 90% 之间的上升时间	≤ 2 ns
转换定时容差(以负向转换半幅度点平均值为参考)	负向转换区: ± 0.1 ns 在单位间隔中间正向转换: ± 0.35 ns 在单位宽度处正向转换: ± 0.5 ns
回波损耗	> 15 dB(7~210MHz)
最大输出抖动(峰—峰)	参见 1.4 节

1.4 抖 动

1.4.1 最大容许输入抖动

在数字通道中, 任何设备的输入口都应满足表 1—14 和图 1.7 的要求。

表 1—14 输入抖动和漂移容限参数表

参 数 值 比特率 kbit/s	峰—峰幅度 (单位间隔, UI ⁽²⁾)			频 率					伪随机 测试信 号
	A ₀	A ₁	A ₂	f ₀ Hz	f ₁ Hz	f ₂ Hz	f ₃ kHz	f ₄ kHz	
64 ⁽¹⁾	1.15 (18us)	0.25	0.05	1.2×10^{-5}	20	600	3	20	2 ¹¹ —1(建 议 O.152)
2048	36.9 (18us)	1.5	0.2	1.2×10^{-5}	20	2400	18	100	2 ¹⁵ —1(建 议 O.151)
8448	152 (18us)	1.5	0.2	1.2×10^{-5}	20	400	3	400	2 ¹⁵ —1(建 议 O.151)
34368	待研究	1.5	0.15	待研究	100	1000	10	800	2 ²³ —1(建 议 O.151)
139260	待研究	1.5	0.075	待研究	200	300	10	3500	2 ²³ —1(建 议 O.151)

注1)仅适用同向接口

2)UI=单位间隔

对于 64kbit/s, 1UI=15.6 μ s

对于 2048kbit/s, 1UI=188ns

对于 8448kbit/s, 1UI=18ns

对于 34368kbit/s, 1UI=29.1ns

对于 139264kbit/s, 1UI=7.18ns

http://www.rfoc.net/ TEL:0755-83396822 FAX:0755-83376182 E-M

1.4.2 在没有输入抖动情况下的最大输出抖动在数字网内各种系列接口上都应满足表 1—15 中的要求。

表 1—15 各系列接口上最大容许抖动

参 数 值 比 特 率 kbit/s	网 路 极 限		测试滤波器带宽		
	峰—峰 UI (f_1-f_4)	峰—峰 UI (f_3-f_4)	低频截止频率为 f_1 和 f_3 , 高频截止频率为 f_4		
			f_1 Hz	f_3 kHz	f_4 kHz
64 ¹⁾	0.25	0.05	20	3	20
2048	1.5	0.2	20	18	100
8448	1.5	0.2	20	3	400
34368	1.5	0.15	100	10	800
139264	1.5	0.075	200	10	3500

注 1)仅适用同向接口

1.4.3 抖动转移特性

每一假设参考数字段(HRDS)的抖动转移函数最大增益不超过 1dB。

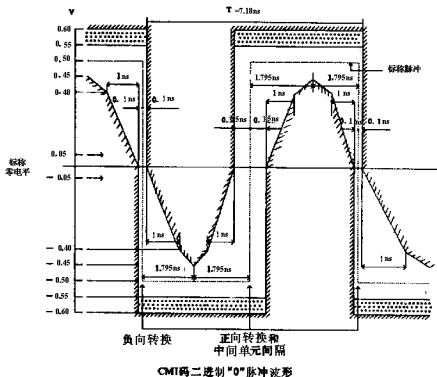
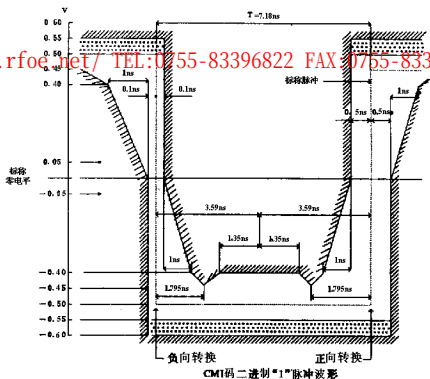
1.4.4 数字段的输出抖动

假设参考数字段中没有输入抖动时的输出抖动在任何信号条件下都不应超过表 1—16 中规定的限值。

表 1—16

比特率 kbit/s	假设参考 数字段 长 度 km	最大输出抖动		测试滤波器带宽		
		频带限制 f_1-f_4 峰—峰 UI	频带限制 f_3-f_4 峰—峰 UI	低频截止频率为 f_1 和 f_3 , 高频截止频率为 f_4		
				f_1 Hz	f_3 kHz	f_4 kHz
2048	50	0.75	0.2	20	18	100
8448	50	0.75	0.2	20	3	400
34368	50	0.75	0.15	100	10	800
34368	280	0.75	0.15	100	10	800
139264	280	0.75	0.075	200	10	3500

http://www.rfoc.net/ TEL:0755-83397033 FAX:0755-83376182 E-M



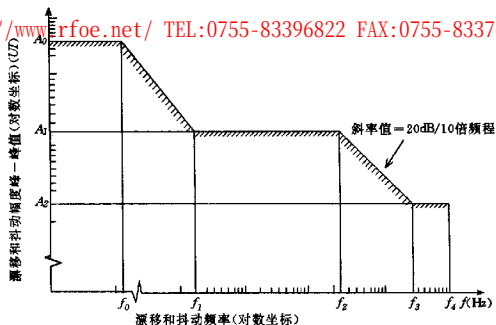


图1.7 最大容许输入抖动

1.5 模拟公务通道性能指标

1.5.1 容量

3 路 FDM 话路。

1.5.2 输入输出电平

偏离标称值不大于 $\pm 2\text{dB}$ 。

1.5.3 输入输出阻抗

偏离标称值不大于 $\pm 10\%$ 。

1.5.4 发信调频测试音频偏

偏离标称值不大于 $\pm 1\text{dB}$ 。

1.5.5 信噪比

一级干线每接力段不劣于 50dBm0p 。

二级干线每接力段不劣于 45dBm0p 。

1.6 数字旁路业务性能指标

1.6.1 容量

30 路标准 PCM 电话。

1.6.2 速率

$2048\text{ kbit/s} \pm 50 \times 10^{-6}$

1.6.3 基带接口特性

见 1.3.1 节。

1.6.4 差错性能指标

满足第二类假设参考数字段要求

(见表 1—1)

p://www.166.net/TEL:0755-83397032 FAX:0755-83376182 E-M

数字微波段的要求。

1.6.6 抖动

1.6.6.1 最大容许输出抖动见 1.4.2 节。

1.6.6.2 无输入抖动时的最大输出抖动

$$\leq 0.25UI \quad 20\text{Hz} \leq f \leq 100\text{kHz}$$

$$\leq 0.025UI \quad 18\text{kHz} \leq f \leq 100\text{kHz}$$

1.6.6.3 抖动转移函数 $\leq 0.5\text{dB}$

1.7 数字公务通道

1.7.1 基带接口

①标称比特率:64kbit/s

②比特容差: $\pm 100 \times 10^{-6}$

③输出口容许的最大抖动见表 1—15

④容许连接线衰减

出现在输入口的数字信号应按表 1—17 的规定,但输入口应能适应接在输出和输入口间所使用的传输线对引入的变化。这些线对的衰减频率特性应近似符合 $\sqrt{f}$ 规律,且 32kHz 频率点上衰减变化值的最低范围应达到 0~3dB。

表 1—17 64kbit/s 同向型接口输出口一般要求

脉冲形状: 标称脉冲形状为矩形	不管极性如何,有效信号的脉冲(传号)都应符合规定模框图的限制
每个传输方向的线对	一个对称线对
测试负载阻抗	120 Ω 电阻性
脉冲(传号)的标称峰值电压	1.0V
无脉冲(空号)的峰值电压	0 $\pm$ 0.1V
标称脉冲宽度	3.9 μs
脉冲宽度中点处正负脉冲幅度比	0.95—1.05
标称脉冲(传号)正负脉冲宽度比	0.95—1.05

p://www.166.net/TEL:0755-83397032 FAX:0755-83376182 E-M

⑤阻抗及回波损耗

标称值 120Ω 同轴

回波损耗: $\geq 12\text{dB}$ (1~3kHz)

$\geq 18\text{dB}$ (3~64kHz)

$\geq 15\text{dB}$ (64~96kHz)

⑥抗干扰能力

为提供额定的抗干扰能力,输入口应符合下列要求:

在输入口的标称组合信号上,将叠加一个与输入信号脉冲形状相同、比输入信号低 20dB 的相同速率但不同源的干扰信号,并连接着所规定的最大衰减连接电缆,其结果应不产生差错。

⑦容许抖动和漂移容限

在满足输入口和输出口间的连接线衰减要求的同时,输入口对输入信号抖动和漂动的最低容限见表 1—14 和图 1.7。

1.7.2 音频接口

阻抗 600Ω 平衡

回波损耗 $\geq 20\text{dB}$ (300~3400Hz)

电平 按设备规格

1.8 数字微波接力段指标

数字微波接力段指标见表 1—18。

表 1—18

速 率	34368kbit/s	$2 \times 34368\text{kbit/s}$	140Mbit/s	140Mbit/s
调制方式	4PSK	8PSK	16QAM	64QAM
中频—中频时延特性	6ns($\pm 8.5\text{MHz}$)	6ns($\pm 11.5\text{MHz}$)	6ns($\pm 18\text{MHz}$)	6ns($\pm 11.5\text{MHz}$)
中频—中频幅频特性	1dB($\pm 8.5\text{MHz}$)	1dB($\pm 11.5\text{MHz}$)	1dB($\pm 18\text{MHz}$)	1dB($\pm 11.5\text{MHz}$)
中频—中频三阶交调	-20dBc	-30dBc	-40dBc	(待研究)

1.9 微波收发信机技术要求

- 1.9.1 发信输出电平 标称值 $\pm 1.0_{-1.5}^0$ dB。
- 1.9.2 收信机噪声系数 恶化量不得大于标称值 1dB。
- 1.9.3 收发信本振频率稳准度 按设备规格。
- 1.9.4 收发信本振电平 标称值 ± 1 dB。
- 1.9.5 中频输入输出电平 标称值 $\pm 1.0_{-1.5}^0$ dB
- 1.9.6 中频输入输出阻抗 75 Ω 。
- 回波损耗 大于 26dB(在工作带宽内)

1.9.7 发信三次交调失真

调制方式	4PSK	8PSK	16QAM	64QAM
三次交调(dBc)	20	30	40	待研究

1.9.8 发信机输出功率谱密度(4kHz 带宽)应在下式表示的限值以内:

$$W_0(f) = \begin{cases} 0\text{dB} & (\frac{\Delta f}{B} < 0.5) \\ -[35 + 10\log B + 80(\frac{\Delta f}{B} - 0.5)]\text{dB} & (\frac{\Delta f}{B} \geq 0.5) \\ -80\text{dB} & \end{cases} \quad \text{(相对于总发射功率)}$$

式中: $W_0(f)$ ——归一化功率谱密度函数

Δf ——偏离波道中心频率(MHz)

B ——波道带宽(MHz)

- 1.9.9 自动增益控制范围 按设备规格, 偏差不大于 2dB。
- 1.9.10 各电源电压 按设备规格。
- 1.9.11 遥信接口 符合监控系统要求。

1.10 调制解调设备技术指标

- 1.10.1 基带接口 见 1.3 节

1.10.2 中频输入输出电平 标称值 $+1.0_{-1.5}$ dB。

1.10.3 中频输入输出阻抗 75Ω。
回波损耗 大于 26dB。

不同速率数字信号测试带宽如表 1—19

表 1—19

调制方式	4PSK	8PSK	16QAM	64QAM
速率, Mbit/s	34	2×34	140	140
测试带宽, MHz	±8.5	±11.5	±18	±11.5

1.10.4 中频本振频率稳定度 $\pm 3 \times 10^{-5}$

1.10.5 调制解调自环性能

1.10.5.1 残余比特差错率

用于数字通信网高级通道部分的设备 $RBER \leq 1 \times 10^{-11}$

用于中级通道部分的设备 $RBER \leq 4 \times 10^{-11}$

用于用户级通道部分的设备 $RBER \leq 1.8 \times 10^{-9}$

1.10.5.2 比特差错率为 10^{-3} 和 10^{-6} 相应的载噪比, 按设备说明书要求。若说明书未给出, 可按理论值加 3dB 要求。

1.10.5.3 抖动指标

最大容许输入抖动见 1.4 节

无输入抖动的最大输出抖动

$\leq 0.375UI$ ($f_1 - f_4$) (140Mbit/s, 34Mbit/s,

8.448Mbit/s, 2.048Mbit/s)

$\leq 0.0375UI$ ($f_3 - f_4$) (140Mbit/s)

$\leq 0.0375UI$ ($f_3 - f_4$) (140Mbit/s)

$\leq 0.075UI$ ($f_3 - f_4$) (34Mbit/s)

抖动转移函数 $\leq 0.35dB$

$\leq 0.1UI$ ($f_3 - f_4$) (8.448Mbit/s, 2.048Mbit/s)

1.10.6 解调器同步性能

解调器同步性能如表 1—20 所示。

p://www.rfoe.net/ TEL:0755-83397033 FAX:0755-83376182 E-M

表 1—20

调制方式	4PSK	8PSK	16QAM	64QAM
速率, Mbit/s	34	2×34	140	140
载波捕捉范围, kHz	±500	±500	±500	±500
时钟捕捉范围, kHz	±2	±2	±3	±3

1.10.7 特征曲线 暂按设备规格。

1.10.8 导码信号频率和波形 按设备规格要求。

1.10.9 遥信遥测接口 符合监控系统要求。

1.10.10 公务输出电平 标称值±1dB。

1.11 数字切换设备技术指标

1.11.1 基带接口 参见 1.3 节。

1.11.2 自适应时延调节范围, 如表 1—21。

表 1—21

速率, Mbit/s	34	2×34	140
自适应时延调节范围, bit	±2	±2	±2(35Mbit/s 接口倒换) ±4(140Mbit/s 接口倒换)

1.11.3 倒换时间 $\leq 10\text{ms}$ 。

1.11.4 抖动性能 参见 1.4 节。

1.11.5 倒换功能 按设备规格要求。

1.11.6 各种电源电压 按设备规格要求。

1.11.7 遥信遥测接口 符合监控系统要求。

1.12 模拟公务架技术要求

1.12.1 输入输出电平 标称值±1dB。

1.12.2 振铃边际

1.12.2.1 通频带 $2600 \pm 15\text{Hz}$

1.12.2.2 在通带范围内, 如果信号接收点与电路连接点的
相对功率电平为 1dB, 输入信号的绝对功率电平 M 为 $-20 \leq M \leq$

0dBm 范围内保证可靠接收。

$M \leq -30\text{dBm}$ 保证不接收。

1.12.2.3 信号频率超过 $2600 \pm 75\text{Hz}$ 范围时,输入信号在可靠接收电平范围内,接收设备不动作。

1.12.3 信噪比 50dBmOp 。

1.12.4 各种电源电压 按设备规格。

1.12.5 遥信遥测接口 符合监控系统要求。

1.13 数字公务设备技术指标

1.13.1 基带接口特性 见 1.7 节。

1.13.2 音频接口 见 1.7 节。

2 模拟微波

2.1 电话传输通道技术指标

2.1.1 话路噪声

任何话路噪声计加权 1 分钟平均噪声功率超过表 2—1 所列数值的时间不得大于任何月份 20%。

表 2—1 话路噪声指标和维护限值

电路长度(km)	$50 \leq L \leq 840$	$840 < L \leq 1670$	$1670 < L \leq 2500$
性能指标(pWOp)	$3L + 200$	$3L + 400$	$3L + 600$
维护限值(pWOp)	$1.6 \times (3L + 200)$	$1.6 \times (3L + 400)$	$1.6 \times (3L + 600)$

注:新建投入运行的电路或大修后重新投入运行的电路,话路噪声应满足性能指标。运行期间,容许话路噪声有所恶化,但不得超出维护限值。

2.1.2 群频净衰耗稳定度

性能指标:一个调制段 $\leq \pm 0.3\text{dB}/24\text{小时}$

维护限值:一个调制段 $\leq \pm 0.5\text{dB}/24\text{小时}$

2.1.3 群频输入输出电平

各种容量系统的群频输入输出电平的标称值列于表 2—2

表 2—2

波道容量(话路数)	60	120	300	600	960	1800	2400
输入电平(dBr)	-45	-45	-42	-45 或 -42 ¹⁾		-37	-37
输出电平(dBr)	-15	-15	-18	-20 或 -23		-28	-28

注 1) 600 路与 960 路国际上同时使用,输入 -45dBr 对应于输出 -20dBr,输入 -42dBr 对应于输出 -23dBr。

2.1.4 中频频率

标称值:70MHz。

维护限值:一个调制段偏差 $\leq \pm 1\text{MHz}$ 。(960 路)

一个调制段偏差 $\leq \pm 0.5\text{MHz}$ 。(1800 和 2400 路)

2.1.5 带内单频干扰

性能指标: $\leq$ 按设备规格

维护限值: $\leq$ 热噪声功率电平(测量带宽不大于 200Hz)。

2.1.6 负荷适应能力

当测试的噪声负荷在标称值附近变化 $\pm 3\text{dB}$ 时,向上每变化 1dB,信噪比的恶化量不大于 2dB。向下每变化 1dB,信噪比的恶化量不大于 1dB。

2.1.7 群频振幅频率特性

性能指标:一个调制段 $\leq \pm 0.5\text{dB}$

2500km $\leq \pm 1.0\text{dB}$ 。

维护限值:一个调制段 $\leq \pm 1.0\text{dB}$,

2500km $\leq \pm 1.5\text{dB}$ 。

参考频率:见表 2—3。

表 2—3 予重和去重网络的交叉频率

波道容量 (话路数)	60	120	300	600	960	1800	2400	
交叉频率 (kHz)	183.96	338.49	797.16	1631.1	2568.1	5030.7	6992.9	7596.3

注:对于基带最高频率为 8204kHz 的 1800 路系统,可适当放宽对 8204kHz 以外部分的要求。

2.2 电视传输通道和设备技术指标

2.2.1 参考电路

根据国家标准 GB9319—88,假设参考电路长度为 2500 公里,中间允许有两次视频转接。一个电视调制段,长度为 833 公里,包括的设备为 18 部微波收发信设备,一套电视调制解调设备(包括声音节目调制解调设备)。各项指标都按假设参考电路分配。

2.2.2 指标分配原则

连线随机噪声按电路长度进行分配,其余指标按如下原则进

行分配:

http://www.rfoc.net/ TEL:0755-83396822 FAX:0755-83376182 E-M

$$D_n = D_3 (n/3)^{1/h}$$

式中, D_3 为参考电路的全程指标,

D_n 为分配给 n 段的指标。

h 值可以为 $1, 3/2$ 或 2 。

当 $h=1$ 时按线性规律分配;

$h=3/2$ 时按 $3/2$ 幂规律分配;

$h=2$ 时按均方规律分配。

2.2.3 彩色电视通道和传输设备指标

2.2.3.1 性能指标

表 2—4 彩色电视通道和传输设备性能指标

指标序号	指标名称		性能指标				备注
			模拟参考电路 2500 公里	一个调制段 833 公里	电视终端调制设备	微波收发信机架	
1	信号与连接随机噪声比(加权)		$\geq 52\text{dB}$	$\geq 57\text{dB}$	$\geq 67\text{dB}$	$\geq 70\text{dB}$	无输入信号
2	信号与周期性噪声比 电源交流声:1kHz 以下 (峰-峰/峰-峰)		$\geq 35\text{dB}$	$\geq 40\text{dB}$	$\geq 48\text{dB}$	$\geq 53\text{dB}$	无输入信号
	单频干扰:1kHz 至 5.5MHz (峰-峰/峰-峰)		$\geq 55\text{dB}$	$\geq 60\text{dB}$	$\geq 68\text{dB}$	$\geq 73\text{dB}$	无输入信号
3	信号与脉冲噪声比		$\geq 25\text{dB}$	$\geq 25\text{dB}$	$\geq 25\text{dB}$		无输入信号
4	亮度信号非线性失真		$\leq \pm 5\%$	$\leq \pm 2.4\%$	$\leq \pm 2.4\%$		D ₁ 第 17 行 ¹⁾
5	同步信号非线性失真		$\leq \pm 10\%$	$\leq \pm 4.8\%$	$\leq \pm 4.8\%$		D ₂ 第 330 行 ²⁾
6	色度通道非线性失真	微分增益	$\leq \pm 10\%$	$\leq \pm 4.8\%$	$\leq \pm 1\%$	$\leq \pm 0.5\%$	D ₂ 第 330 行
		微分相位	$\leq \pm 5^\circ$	$\leq \pm 2.4^\circ$	$\leq \pm 0.5^\circ$	$\leq \pm 0.3^\circ$	
7	场频波顶倾斜		$\leq \pm 6\%$	$\leq \pm 2\%$	$\leq \pm 2\%$		A 信号 ³⁾
8	色度信号对亮度信号的互调		$\leq \pm 3.0\%$	$\leq \pm 1.7\%$	$\leq \pm 1.7\%$		G311 行 ⁴⁾
9	行频波顶倾斜		$\leq \pm 3\%$	$\leq \pm 1.7\%$	$\leq \pm 1.7\%$		B ₂ 17 行
10	短时间波形失真	脉冲高度	$\leq \pm 12\%$	$\leq \pm 5.8\%$	$\leq \pm 5.8\%$		B ₂ 17/330 行
		底部振铃	见图 2.6	见图 2.6	见图 2.6		见图 2.6
11	增益不均匀度		$\leq \pm 10\%$	$\leq \pm 5.8\%$	$\leq \pm 5.8\%$		B ₂ , F17 行
	时延不均匀度		$\leq \pm 100\text{ns}$	$\leq \pm 60\text{ns}$	$\leq \pm 30\text{ns}$		F17 行
12	介入增益偏差 1 秒 1 小时		$\leq \pm 0.5\text{dB}$	$\leq \pm 0.3\text{dB}$	$\leq \pm 0.3\text{dB}$		B ₂ 17 行
			$\leq \pm 0.3\text{dB}$	$\leq \pm 0.2\text{dB}$	$\leq \pm 0.2\text{dB}$		
			$\leq \pm 0.5\text{dB}$	$\leq \pm 0.3\text{dB}$	$\leq \pm 0.3\text{dB}$		

http://www.rfoc.net/ TEL:0755-83397033 FAX:0755-83376182 E-M

续表

指标序号	指标名称	性能指标				备注
		模拟参考电路 2500 公里	一个调制段 833 公里	电视终端 调制设备	微波收发 信机架	
13	视频通道 振幅频率 特性	50Hz~5.0MHz	$\leq \pm 1.0\text{dB}$	$\leq \pm 0.48\text{dB}$	$\leq \pm 0.4\text{dB}$	C18 行 ⁶⁾
		50Hz~5.5MHz	$\leq \pm 1.5\text{dB}$	$\leq \pm 0.72\text{dB}$	$\leq \pm 0.6\text{dB}$	
14	视频通道 时延特性	0.15~5.0MHz	$\leq \pm 100\text{ns}$	$\leq \pm 60\text{ns}$	$\leq \pm 30\text{ns}$	
		0.15~5.5MHz	$\leq \pm 200\text{ns}$	$\leq \pm 100\text{ns}$	$\leq \pm 50\text{ns}$	
15	视频通道间不失真串扰 (峰—峰/峰—峰)	$\geq 58\text{dB}$	$\geq 63\text{dB}$	$\geq 76\text{dB}$		B ₂ , F17 行
16	视频转接点回波损耗	$\geq 30\text{dB}$	$\geq 30\text{dB}$	$\geq 30\text{dB}$		50Hz~5.0MHz

2.2.3.2 彩色电视维护限值

表 2—5

彩色电视通道维护限值

指标序号	指标名称		维护限值		备注
			模拟参考电路 2500 公里	一个调制段 833 公里	
1	信号与连续随机噪声比(加权)		$\geq 47\text{dB}$	$\geq 52\text{dB}$	无输入信号
2	信号与周期性噪声比 电源交流声, 1kHz 以下 (峰—峰/峰—峰)		$\geq 30\text{dB}$	$\geq 35\text{dB}$	无输入信号
	单频干扰, 1kHz 至 5.5MHz (峰—峰/峰—峰)		$\geq 50\text{dB}$	$\geq 55\text{dB}$	无输入信号
3	信号与脉冲噪声比		$\geq 25\text{dB}$	$\geq 25\text{dB}$	无输入信号
4	亮度信号非线性失真		$\leq \pm 10\%$	$\leq \pm 5\%$	D ₁ 第 17 行
5	同步信号非线性失真		$\leq \pm 20\%$	$\leq \pm 10\%$	D ₂ 第 330 行
6	色度通道 非线性失真	微分增益	$\leq \pm 16\%$	$\leq \pm 8\%$	D ₂ 第 330 行
		微分相位	$\leq \pm 10^\circ$	$\leq \pm 5^\circ$	D ₂ 第 330 行
7	场频波顶倾斜		$\leq \pm 18\%$	$\leq \pm 6\%$	A 信号
8	色度信号对亮度信号的互调		$\leq \pm 5.2\%$	$\leq \pm 3\%$	G311 行
9	行频波顶倾斜		$\leq \pm 5\%$	$\leq \pm 3\%$	B ₂ 17 行或 330 行
10	短时间 波形失真	脉冲高度	$\leq \pm 15\%$	$\leq \pm 8\%$	B ₂ 和 B ₁ 17 行 图 2.6
		底部第一个正弦波半周	$\leq \pm 10\%$	$\leq \pm 6\%$	
		底部第二个正弦波半周	$\leq \pm 5\%$	$\leq \pm 3\%$	

续表

指标序号	指标名称	维护限值		备注 测试波形及 要求
		模拟参考电路 2500 公里	一个调制段 833 公里	
11	增益不均匀度 时延不均匀度	$\leq \pm 16\%$ $\leq \pm 120\text{ns}$	$\leq \pm 10\%$ $\leq \pm 80\text{ns}$	B ₂ , F17 行
12	介入增益偏差 1 秒 1 小时	$\leq \pm 1.5\text{dB}$ $\leq \pm 0.3\text{dB}$ $\leq \pm 1.5\text{dB}$	$\leq \pm 1\text{dB}$ $\leq \pm 0.2\text{dB}$ $\leq \pm 1\text{dB}$	B ₂ 17 行
13	视频通道 振幅频率特性	50Hz~5.5MHz $\leq +3 \sim -2\text{dB}$	50Hz~5.5MHz $\leq +1.5 \sim -1\text{dB}$	C18 行
14	视频通道的时延特性	50Hz~5.5MHz $\leq \pm 200\text{ns}$	50Hz~5.5MHz $\leq \pm 100\text{ns}$	
15	视频通道间不失真串扰 (峰—峰/峰—峰)	$\geq 58\text{dB}$	$\geq 63\text{dB}$	B ₂ , F17 行
16	视频转接点回波损耗	$\geq 30\text{dB}$	$\geq 30\text{dB}$	50Hz~5.5MHz

注 1: 插入测试信号第 17 行见图 2.1。

1 个 10 μs 白条(B₂), 1 个 2T 正弦平方脉冲(B₁)。1 个 20T 组合脉冲(F)和一个 5 级上升阶梯波(D₁)。

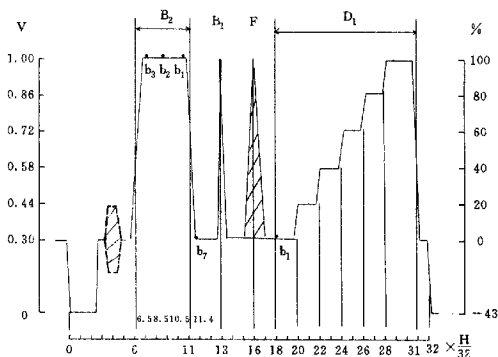


图 2.1 插入行测试信号的第 17 行

注 2:插入测试信号第 330 行见图 2.2。

1 个 $10\mu\text{s}$ 白条 (B_2), 1 个 2T 正弦平方脉冲 (B_1)。1 个具有叠加彩色副载波的 5 级上升阶梯波。

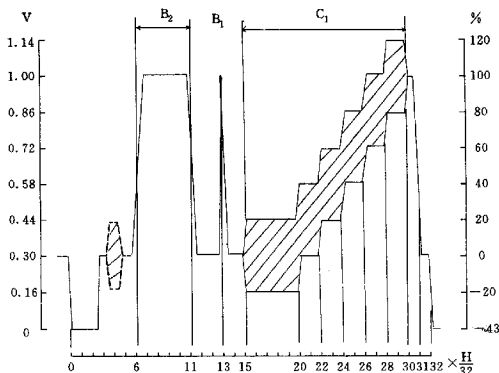


图 2.2 插入行测试信号的第 330 行

注 3:场频波顶倾斜测试用的 A 信号(图 2.3)。

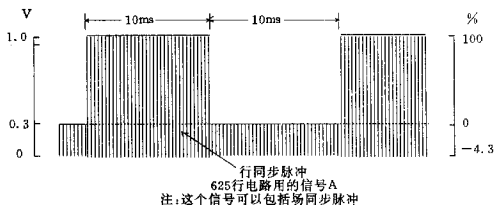


图 2.3 场频测试信号 A 信号

注 4:插入测试信号第 331 行见图 2.4。

1 个色度信号 (G_c) 或 1 个 3 电平色度信号 (G_{c3}) 后随 1 个副载波

波参考条(E)。

<http://www.rfoc.net/> TEL:0755-83396822 FAX:0755-83376182 E-M

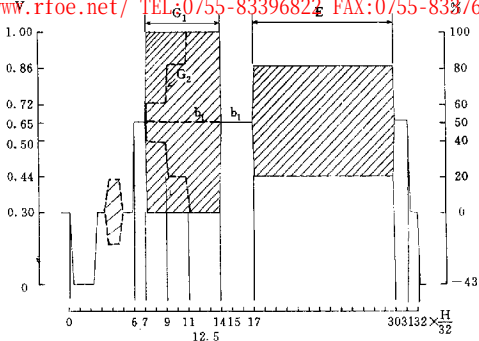


图2.4 插入行测试信号的第331行

注5:插入测试信号第18行见图2.5。

1个多波群(C_2)和在它前面1个参考条信号(C_1)。

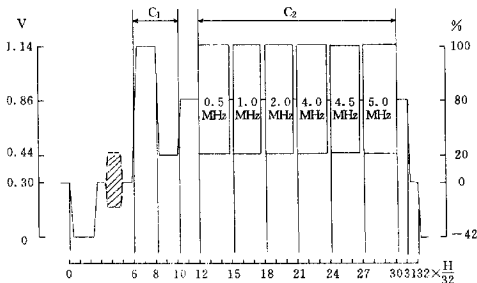
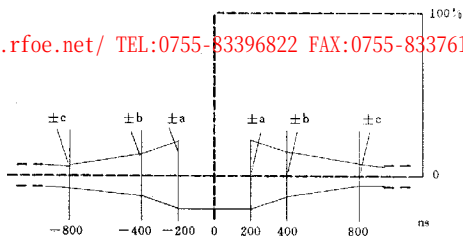


图2.5 插入行测试信号的第18行

<http://www.rfoc.net/> TEL:0755-83397033 FAX:0755-83376182 E-M



	a	b	c
2500km	$\pm 12\%$	$\pm 6\%$	$\pm 3\%$
833km	$\pm 5.8\%$	3%	$\pm 1.5\%$
一套调制解调设备	$\pm 5.8\%$	$\pm 3\%$	$\pm 1.5\%$

图 2.6 短时间波形失真及底部波形容限图

2.3 伴音传输通道和设备技术指标

2.3.1 15kHz 声音节目性能指标

表 2-6

指标序号	指标名称	模拟参考电路 2500km	一个调制段 833km	一套调制解调机	一套微波收发信机
1	最大噪声电平 dBQ0ps ¹⁾	-42	-47	-53	-60
2	相对 0.8kHz 或 1kHz 的振幅频率特性 (dB)	见图 2-7	见图 2-7	见图 2-7	见图 2-7
	0.04—0.125kHz				
	0.125—10kHz				
	10—14kHz				
	14—15kHz				
3	介入增益调整误差 (dB)	± 0.7	± 0.4	± 0.4	
	24 小时变化 (dB)	± 0.5	± 0.3	± 0.3	
4	相对最小值的群时延/频率响应 (ns)				
	0.04kHz	77	37	37	
	0.075kHz	33	16	16	
	14kHz	11	5.4	5.4	
	15kHz	17	8	8	

续表

指标序号	指标名称	模拟参考电路 2500km	一个调制段 833km	一套调制解调机	一套微波收信机
5	单频干扰电平 $\pm\Psi^{(2)}$, dB	-70	-75	-75	
6	电源干扰, dB	-42	-47	-47	
7	非线性失真	1%	0.48%	0.48%	
8	0.18kHz 三次交调 ⁽³⁾	0.7%	0.4%	0.4%	
9	可懂串话比 (dB)	0.04kHz	47	52	52
		0.5—5kHz	71	76	76
		15kHz	57	62	62
10	A、B 声道的增益差(dB)	0.04—0.125kHz	2.2	1.1	1.1
		0.125—10kHz	1.2	0.6	0.6
		10—14kHz	2.2	1.1	1.1
		14—15kHz	4.6	2.3	2.3
11	A、B 声道间的相位差(度)	0.04—0.2kHz	48	23	23
		0.2—4kHz	23	11	11
		14kHz	48	23	23
		15kHz	63	30	30
12	A、B 声道可懂串话比(dB)	47	52	52	
13	A、B 声道总串话比(互调) ⁽⁴⁾ , dB	57	62	62	

2.3.2 15kHz 声音节目维护限值

表 2-7

指标序号	指标名称	模拟参考电路 2500km	一个调制段 833km
1	最大噪声电平 dBq0ps	-37	-42
2	相对 0.8kHz 或 1kHz 的振幅频率特性	0.04—0.125kHz	+1~-4dB
		0.125—10kHz	+1~-1dB
		10—14kHz	+1~-4dB
		14—15kHz	+1~-6dB
3	介入增益调整误差(dB)	± 0.9	± 0.5
	24 小时变化(dB)	± 0.9	± 0.5

续表

指标序号	指标名称	模拟参考电路 2500km	75调制器,837km
4	群时延频率响应(相对于最小值)	0.04kHz	152ms
		0.075kHz	66ms
		14kHz	23ms
		15kHz	33ms
5	单频干扰电平+ Ψ ,dB	-66	-71
6	电源干扰,dB	-33	-43
7	非线性失真	2%	1%
8	0.18kHz 三次交调	1%	0.6%
9	可懂串话比(dB)	0.04kHz	43
		0.5~5kHz	67
		15kHz	53
10	A、B 声道的增益差(dB)	0.04~0.125kHz	3.7
		0.125~10kHz	2
		10~14kHz	3.7
		14~15kHz	7.5
11	A、B 声道的相位差(度)	0.04~0.2kHz	75
		0.2~4kHz	37
		14kHz	75
		15kHz	100
12	A、B 声道可懂串话比(dB)	43	48
13	A、B 声道总串话比(互调),dB	53	58

注 1: dBq0ps 中各符号代表如下意义:

q 代表准峰值;

0 代表相对零电平;

p 代表加权;

s 代表声音节目。

这里所提的 -39dBq0ps 与以前习惯用的伴有通道加权信噪比 57dB 是一致的,因为在相对零电平点声音信号最大电平为 +9dBm,则加权噪声有效值为 -48dBm0。如果用 GB4958.3.6 附录 D 加权网络测试结果比用原加权网络测得的噪声电平高 4dB,用准峰值测试仪表比有效值测试仪表测得的噪声电平高 5dB,所以噪声电平指标变为

-39dBq0ps。

注 2: Ψ 是测量单频干扰电平时必须考虑的加权滤波器特性的校正因子,该校正因

子可从下图的数值中得到,为排除随机噪声的影响,需要进行多次测量

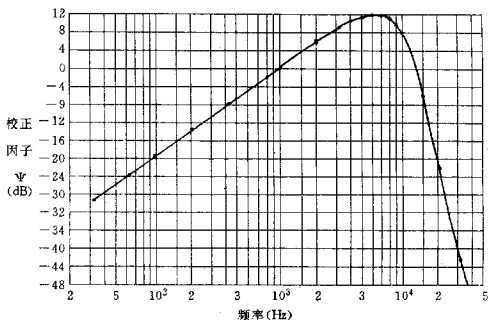


图 2.9 单频干扰电平测试用的校正因子 Ψ

注 3: 频率 0.8kHz 和 1.42kHz 三次交调在 0.18kHz 的值。

注 4: 两个节目通道中一个通道送测试信号(测试信号见编制说明),在另一个通道中测互调噪声。

2.3.3 10kHz 声音节目性能指标

表 2-8

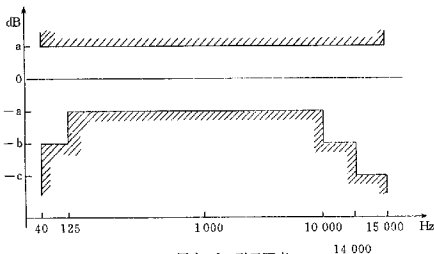
序号	指标名称	模拟参考电路 2500km	一个调制段 833km	一套调制 解调机	一套微波 收发信机
1	最大噪声电平 dBq0ps	-39	-44	-50	-57
2	振幅频率特性	见图 2.8	见图 2.8	见图 2.8	见图 2.8
3	非线性失真	50-100Hz	3%	1.5%	1.5%
		0.1-10kHz	2%	1%	1%
4	介入损耗变化, dB	±0.5	±0.3	±0.3	

2.3.4 10kHz 声音节目维护限值

p://www.rfoe.net/ TEL:0755-83397033 FAX:0755-83376182 E-M

表 2-9

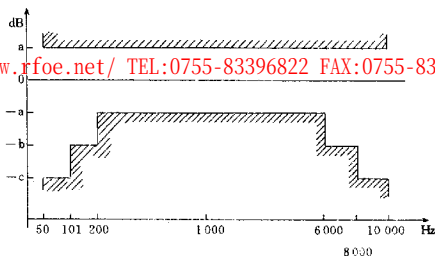
序号	指标名称		模拟参考电路 2500km	一个调制段 833km
1	最大噪声电平 dBq0ps		-34	-39
2	振幅频率特性		0.05-0.1kHz +2.6~-6.6dB 0.1-0.2kHz +2.6~-4dB 0.2-0.6kHz +2.6~-2.6dB 0.6-8.5kHz +2.6~-4dB 8.5-10kHz +2.5~-6dB	0.05-0.4kHz +1.3~-3.3dB 0.4-0.6kHz +1.3~-2dB 0.6-8.5kHz +1.3~-2dB 8.5-10kHz +1.3~-3.3dB
3	非线性失真	50-100Hz	4.0%	2.0%
		0.1Hz-10kHz	4.0%	2.0%
4	介入损耗变化, dB		±0.6	±0.4



图中a、b、c列于下表

	a	b	c
2500km 电路	0.5	2.0	3.0
833km	0.25	1.0	1.5
一套调制解调机	0.25	1.0	1.5

图 2.7 15kHz 声音节目振幅频率特性容限图



	a	b	c
2500km	1.7	2.6	4.3
833km	0.8	1.3	2.1
一套调制解调设备	0.8	1.3	2.1

图 2.8 10kHz 声音节目振幅频率特性容限图

2.4 次基带通道技术指标

2.4.1 加权信噪比

性能指标:按设备规格

维护限值:12kHz 以上话路 $\geq 43\text{dB}$

12kHz 以下话路 $\geq 40\text{dB}$

2.4.2 频偏

标称值:按设备规格

维护限值:标称值 $\pm 1\text{dB}$

2.4.3 输入输出电平

标称值:按设备规格

维护限值:标称值 $\pm 1\text{dB}$

2.4.4 振幅频率特性(次基带频率范围内)

性能指标: $\leq \pm 1\text{dB}$

维护限值: $\leq \pm 1.5\text{dB}$

2.5 一个接力段指标

p://www.rfoc.net/ TEL:0755-83396822 FAX:0755-83376182 E-M

一个接力段的主要技术指标见表 2-10

表 2-10 接力段的主要技术指标

指标名称	960 路	1800 路	2400 路
中频—中频振幅频率特性	$\pm 0.5\text{dB}/\pm 8\text{MHz}$	$\pm 0.5\text{dB}/\pm 10\text{MHz}$	$\pm 0.5\text{dB}/\pm 12\text{MHz}$
中频—中频时延特性	$2\text{ns}/\pm 8\text{MHz}$	$2\text{ns}/\pm 10\text{MHz}$	$2\text{ns}/\pm 12\text{MHz}$
中频—中频微分增益特性	$\pm 1\%/ \pm 4\text{MHz}$ 微分频率 2MHz	$\pm 2\%/ \pm 6\text{MHz}$ 微分频率 4.43MHz	$\pm 2.5\%/ \pm 6\text{MHz}$ 微分频率 5.6MHz

本表规定的数值不包括由反射产生的时延特性的高次分量,由反射产生的高次分量的峰峰值应不大于 2ns。

2.6 微波收发信机主要技术指标

微波收发信机主要技术指标及其容限值列于表 2-11

表 2-11 微波收发信机主要技术指标及其容限值

(1)	收信机噪声系数		性能指标	按设备规格		
			维护限值	容许比性能指标恶化 1dB		
(2)	发信机输出电平		性能指标	按设备规格		
			维护限值	容许比性能指标低 1.5dB(注)		
(3)	收发本振 频率准确度		性能指标	按设备规格		
			维护限值	标称值 $\pm 20\%$		
(4)	收信机 AGC 范围		性能指标	按设备规格		
			维护限值	容许比性能指标偏差 $\pm 2\text{dB}$		
(5)	中频阻抗 及 回波损耗	中频阻抗标称值	75 Ω , 纯阻, 不平衡			
		回波损耗维护限值	26dB/ $\pm 8\text{MHz}$	26dB/ $\pm 10\text{MHz}$	25dB/ $\pm 13\text{MHz}$	
(6)	中频输入 输出电平		标称值	按设备规格		
				按设备规格		
			维护限值	标称值 $+1.0$ -1.5dB		
(7)	分路系统输入 输出驻波比		性能指标	按设备规格		
			维护限值	1.1/ $\pm 10\text{MHz}$	1.1/ $\pm 12\text{MHz}$	1.1/ $\pm 13\text{MHz}$

注: 用行波管作末级放大的设备, 为了延长行波管使用期限, 容许比性能指标放

2.7 调制解调设备主要技术指标

2.7.1 中频系统的技术指标

(1) 中频频率及其稳定度

70MHz $\pm$ 100kHz

(2) 中频输入输出阻抗及其回波损耗

输入输出阻抗:75 Ω

回波损耗: ≥ 26 dB(测量频率范围见表 2-12)

表 2-12 中频回波损耗的测量频率范围

系统容量话路数	960 路	1800 路	2400 路	2700 路
测量频率范围 MHz	± 8	± 10	± 13	± 15

(3) 中频输入输出电平

标称值 ± 1.0
 -1.5 dB

微分线性 $\leq \pm 2\%$

测量频率范围同表 2-12。

2.7.2 群频系统主要技术指标

(1) 群入群出电平

标称值 ± 0.5 dB

各容量系统的群频输入输出电平的标称值同表 2-2。

(2) 群频输入输出阻抗及回波损耗

输入输出阻抗:75 Ω

回波损耗: ≥ 24 dB(测量频率范围见表 2-13)

表 2-13

波道容量 话路数	300	600	960	1800	2400	2700
测量频率 范围 kHz	60~1364	60~2792	60~4287	300~8248	300~11404	300~12435

(3) 基带振幅频率特性

基带振幅频率特性见表 2-14

表 2-14

	测量频率范围内	延伸到导频处
指标, dB	± 0.5	± 2

测量频率范围见表 2-13。

参考频率见表 2-3。

(4) 群频净衰耗稳定度

$\pm 0.3\text{dB}/24$ 小时(以 24 小时所测平均值为参考点)

(5) 话路信噪比

$\geq 70\text{dBm0p}$

(6) 过负荷能力

当测试用的白噪声负荷电平增加 $1\sim 3\text{dB}$ 时, 每增加 1dB , 话路信噪比的恶化量不大于 2dB 。

(7) 导频频率及其稳定度

导频频率: 按设备规格。

导频频率稳准度: $\pm 5 \times 10^{-5}$

2.8 次基带设备主要技术指标

(1) 输入输出电平: 标称值 $\pm 1\text{dB}$

(2) 频偏: 标称值 $\pm 1\text{dB}$

(3) 调制线性: $\pm 2\%/\pm 2\text{MHz}$

(微波振荡源直接调制)

(4) 解调线性: 与主解调器相同

2.9 波道倒换控制设备主要技术指标

2.9.1 导频门限

当收端导频电平比正常值低 $6 \pm 1\text{dB}$ 时, 判为导频丧失, 请求倒换;

当收端导频电平恢复到比正常值低 $2 \pm 1\text{dB}$ 时, 判为导频恢

复,请求退出倒换。

2.9.2 噪声门限

<http://www.rfoe.net/> TEL:0755-83396822 FAX:0755-83376182 E-M

当高话路加权信噪比低于 $43 \pm 1\text{dB}$ 时,判为噪声升高,请求倒换;

当高话路加权信噪比高于 $50 \pm 1\text{dB}$ 时,判为噪声正常,请求退出倒换。

2.9.3 倒换时间

倒换时间小于 10ms 。

<http://www.rfoe.net/> TEL:0755-83397033 FAX:0755-83376182 E-M

3.1 监控系统技术指标

3.1.1 公务通道性能

- ①发信收信电平 标称值 $\pm 1\text{dB}$.
- ②信噪比 $\geq 20\text{dB}$.
- ③阻抗 600Ω 平衡。
- ④传输速率 按设备规格。

3.1.2 遥信遥控接口

- ①遥信接口 正常时开路或无电流输出;告警时,接地。
- ②遥控接口 不控时,开路或高阻;
遥控时,接地或送脉冲宽度为 100ms 接地信号。

3.1.3 主机系统性能

①能显示各被监测方向网络结构、路由图,实时显示各被监测站设备的运行状态图。

②能汇集各接力站监控点的运行状态变化,并将发生状态变化的站址、设备址、状态发生变化的时间(年,月,日,时,分,秒)等资料存储起来。

③能按要求打印各种报表,如日报表、月报表、单向报表和制作报表。

④按照收集到的信息,分类统计、分析,作出电路性能统计报表。

3.2 基础电源技术指标

微波接力站采用直流不停电供电系统。

3.2.1 直流输出电压变化范围

$$\begin{aligned} & -24\text{V} \pm 10\% \\ & -48\text{V} \pm 10\% \end{aligned}$$

3.2.2 交流标称输入电压及变化范围 $380\text{V}^{+10\%}_{-20\%}$

3.2.3 油机发电机组性能

①标称电压 400V 标称频率 50Hz。

②自启动和自动加载的市电中继(或缺相)或电压超出 $380\text{V}^{+10\%}_{-20\%}$ 范围或接到遥控或自控指令后,机组应能自动启动。一个启动循环包括三次启动,两次启动时间间隔 T 应符合 $10\text{S} < T < 30\text{S}$ 。

机组三次启动失败后应发出启动失败信号,同时程序启动系统应能将启动指令传递给备用机组。

机组自启动成功后,应能自动加载。

③自动卸载和停机

机组运行过程中,市电恢复正常五分钟后或接到遥控自控停机指令后,应能自动卸载停机。卸载后,机组按正常转速运行 3 分钟后停机。

④自动保护

当出现下列情况之一时,机组自动停机,同时发出遥信信号。

高压高于 420V 或低于 304V。

油压低于 标称值 $+0.3\text{kg}/\text{cm}^2$

水温高于 $95 \pm 2.5^\circ\text{C}$

转速高于 1650 ± 10 转/分

频率高于 $53.5 \pm 0.5\text{Hz}$ 或低于 $46.5 \pm 0.5\text{Hz}$

以及出现断路或过载等情况。

⑤机组应能自动保持油温在 $20 \sim 30^\circ\text{C}$ 范围内,冷却水温在 $25 \sim 50^\circ\text{C}$ 范围内。

⑥机组应能自动补给燃油、机油和冷却水。

3.2.4 整流器性能

①标称输入电压 $380V_{-20\%}^{+10\%}$ 交流三相四线制。

②标称输出电压 24V 或 48V。

③稳压偏差值

当输入交流电压为 $380V_{-20\%}^{+10\%}$ 及工作电流在额定值 5~100% 范围内变化时,整流器输出电压在自动稳压范围内任意数值上均能自动稳压,其稳定偏差不超过 $\pm 1\%$ 。

④稳流偏差值

当电网电压在 $380V_{-20\%}^{+10\%}$ 及输出电压在稳流工作范围内时,当输出电流在额定值 20~100% 内任一数值上均能自动稳流,其稳定偏差不超过 5%。

⑤输出纹波

整流器稳压工作时,若输出端不并蓄电池,输出纹波不大于 240mV(pp);若输出端并有 1000AH 以上蓄电池,输出纹波不大于 24mV(pp)。

3.2.5 蓄电池性能

采用密封防爆电池,长期并联浮冲供电方式。

每节电池电压 2.15~2.2V

电解液比重 1.21~1.22(25℃)

当个别电池端电压与蓄电池组每个电池平均电压差 $_{-0.05}^{+0.1}$ V,或个别电池电解液比重与平均比重差 > 0.025 ,必须进行均衡充电。均衡充电视电池工作状态每 3~6 个月进行一次。

3.2.6 遥信遥控接口:符合监控系统要求。

3.3 天线、馈线主要技术指标

3.3.1 天线(包括极化分离器)

①增益 标称值 -0.5dB

②驻波比 ≤ 1.08

③极化去耦 ≥ 35 dB(双极化天线)

p://www.rfoe.net/ TEL:0755-83397033 FAX:0755-83376182 E-M

④ 前后比 $\geq 65\text{dB}$ ($180^\circ \pm 45^\circ$) (对小容量微波, 允许放宽至 55dB)

p://www.rfoc.net/ TEL:0755-83396822 FAX:0755-83376182 E-M

① 衰减 每条馈线衰减容许比额定值大 0.2dB。

② 驻波比 ≤ 1.1 (容许个别点不大于 1.15)。(测全频段)

③ 极化去耦 $\geq 35\text{dB}$

④ 密封程度: 充气 1300kpa, 经 24 小时后, 气压不低于 1100kpa。

3.3.3 馈线和天线连接后在馈线输入口测到的驻波比不大于 1.15 (允许个别点不大于 1.2) (暂定)。

3.4 机房条件

3.4.1 温度

无人站机房 5~30℃

有人站机房 12~30℃

监控机房 15~25℃。

3.4.2 湿度 80% 以下。

3.5 防雷与接地

3.5.1 建筑物和铁塔的防雷

① 微波机房屋顶应设避雷带, 屋顶装有天线或有其它突出物时, 还应设避雷针, 使屋顶上所有物体都在其保护范围内, 微波塔也应设避雷针。避雷针和避雷带需用下引导线沿最短途径与环路连接起来。

② 微波站建筑物的所有金属构件要保持电连续性, 以减小金属构件之间以及设备和构件之间出现危险高压的可能性, 所有避雷针和入地导线, 房屋和铁塔的金属构件必须形成一个整体。

③ 当天线装在市区钢框架结构的大楼顶上时, 应将天线和微波设备接到钢框架上。大楼钢框架与电源地系统也要连起来。

p://www.rfoc.net/ TEL:0755-83397033 FAX:0755-83376182 E-M

④接地系统的接地电阻应不大于 5Ω ,同时采用分散的多途径并联来降低电感。

⑤微波站接地系统的接地体应围绕微波天线塔或建筑物做成闭合环路,天线塔或建筑物做成环路,天线塔的闭合接地环与建筑物的闭合接地应在地下可靠地连接在一起。若接地电阻不能满足第④项要求,应增设闭合环路向四周辐射的接地体或其它措施,以满足接地电阻要求。

3.5.2 设备、天线和馈线系统的防雷

①建筑物内装设金属接地环。内接地环与建筑物外接地环路应有多条途径连接在一起。各设备应以最短路径接到内接地环。

②所有波导管以及同轴电缆和电力电缆的外皮应在建筑物入口处接到接地系统。

③应在垂直部分的顶部和底部将波导管和同轴电缆外皮与天线塔相连。若天线塔高于 50 米,应增加连接点。波导管底部接地线应尽可能短,尽可能直接接到铁塔接地环上。波导管进入建筑物的地方也应与建筑物内接地环连接起来。

④天线应依最短距离与金属支架相接。对由非金属材料制成的天线,若在铁塔保护区外,必须另加避雷针。

⑤安装在塔上的与设备相连的所有引线都要采取防雷措施。

3.5.3 电力线和电力设备的防雷

电力系统初级电路的避雷器接地端与次级真地应当用金属或通过隔离缝连接起来。

所有安装在室内的避雷器应装置保险丝或断路器,以便万一绕组或避雷器断路时不致引起火灾。

3.5.4 通信线路的防雷

进入微波接力站的电话线、架空电缆的屏蔽电杆拉线等应与电杆地接起来。楼房中的吊挂钢丝绳、电缆屏蔽层应在电缆入口处与内接地环接在一起。地下电缆屏蔽层应同时与外接地环和内接地环相接。

1 严重差错秒(SES)指标转换

转换关系为 1 : 1。即 64kbit/s 严重差错秒(SES)可直接引用系统比特率严重差错秒的测试结果,误差在百分之几以内。也可按如下公式计算:

$$64\text{kbit/s 上严重差错秒} = Y\% + Z\%$$

Y 为测试比特率上严重差错秒的百分数

Z 为测试比特率上不是严重差错秒,但有至少一个帧定位丧失的百分数。

2 恶化分(DM)指标转换

转换关系为 1 : 1。即,系统比特率上恶化分(DM)的测试结果可直接作为 64kbit/s 的恶化分的数值。

3 差错秒(ES)指标转换

3.1 2048kbit/s 至 64kbit/s 的性能转换

转换关系为 1 : 1。即 2048kbit/s 上的差错秒的测试结果可直接作为 64kbit/s 上差错秒的数值。

3.2 其它高次群(8448kbit/s, 34368kbit/s, 139264kbit/s)至 64kbit/s 的性能转换由所测试比特上差错秒测试数据转换至 64kbit/s 差错秒的百分数可由下公式计算:

$$\frac{1}{J} \sum_{i=1}^{i=J} (n/N)_i \times 100\%$$

式中: n 为在测试比特率上第 i 秒的差错数

N 为测试比特率除以 64kbit/s

J 为测试时间总秒数(不包括不可用时间)

当 $0 < n < N$ 时, $(n/N)_i = n/N$

当 $n > N$ 时, $(n/N)_i = 1$

上列计算差错秒的换算公式结果比较保守。该式作为暂定转换公式使用,因为推导该公式时假定差错是均匀分布的。实际上,差错不是均匀分布的,因此实际差错秒性能比用上式计算出的值好。

附件 2 残余比特差错率(RBER)测试方法

残余比特差错率是没有衰落时的差错率,它包括系统内部差错,环境和老化影响以及长期干扰可能产生的差错。

残余比特差错率测试在系统比特率上进行。

在数字微波段和数字微波通道上,不可避免存在传播衰落影响,因此应从测试结果中排除某些存在衰落的测试数据。

其方法如下:

以积分时间 15 分钟,每 15 分钟取一次残余比特差错率的数值。在一天 24 小时内取 96 个数据,排除其中残余比特差错率最大的 48 个数据。剩下 48 个数据中最差的残余比特差错率即为该数字微波段或数字微波通道的残余比特差错率。

测试数字微波传输设备的残余比特差错率,如数字调制解调设备的残余比特差错率时,不存在电波传播衰落问题,不应排除任何测试数据,因此应该把测试期间最差的残余差错率作为测试结果。

http://www.rfoe.net/ TEL:0755-83397033 FAX:0755-83376182 E-M

第 五 卷

微波电路及设备维护技术指标

编制说明

1 数字微波.....	(51)
1.1 假设参考数字通道.....	(51)
1.2 差错性能指标.....	(51)
1.3 基带接口特性.....	(54)
1.4 抖 动.....	(54)
1.5 模拟公务通道性能指标.....	(57)
1.6 数字旁路业务性能指标.....	(57)
1.7 数字公务通道.....	(57)
1.8 数字微波接力段指标.....	(57)
1.9 微波收发信机技术指标.....	(59)
1.10 调制解调设备技术指标	(59)
1.11 数字切换设备技术指标	(62)
1.12 模拟公务架技术要求	(64)
1.13 数字公务设备技术要求	(64)
2 模拟微波.....	(65)
2.1 电话传输通道主要技术指标.....	(65)
2.2 电视通道和设备主要技术指标.....	(68)
2.3 伴音传输通道和设备主要技术指标.....	(83)
2.4 次基带通道主要技术指标.....	(87)
2.5 一个接力段的主要技术指标.....	(87)
2.6 微波收发信机主要技术指标.....	(91)
2.7 调制解调设备主要技术指标.....	(94)
2.8 次基带设备主要的技术指标.....	(97)
2.9 波道倒换控制设备主要技术指标.....	(97)

3	公用设备和机房技术指标.....	(99)
3.1	监控系统技术指标.....	(99)
3.2	基础电源技术指标.....	(99)
3.3	天线馈线的主要技术指标.....	(99)
3.4	机房条件	(104)
3.5	防雷与接地	(105)

[p://www.rfoe.net/](http://www.rfoe.net/) TEL:0755-83396822 FAX:0755-83376182 E-M

[p://www.rfoe.net/](http://www.rfoe.net/) TEL:0755-83397033 FAX:0755-83376182 E-M

数字微波通信系统是未来综合业务数字网的重要传输手段之一。我国一、二级数字微波干线主要采用 140Mbit/s1920 路、2×34Mbit/s960 路和 34Mbit/s480 路三种数字微波通信系统。本维护技术指标主要用于一、二级数字微波干线电路。目前,120 路以下的小容量数字微波通信设备制式不一致,且性能差异较大,一般仅用于短距离线路,其设备性能也许不完全符合本体系要求,但其差错性能、基带接口特性等主要指标也可参照本维护指标执行。

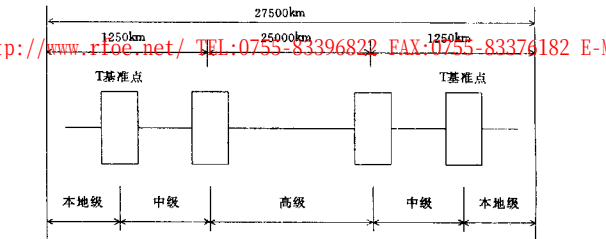
1.1 假设参考数字通道

假设参考数字通道根据邮电部标准 YD337—90“数字微波通信系统进网技术要求”和 CCITT G 801、G 821 建议和 CCIR556—1 建议。高级、中级和本地级等三种假设参考数字通道都是组成综合业务数字网(ISDN)的假设参考数字连接的一部分。

1.2 差错性能指标

(1) 差错性能指标的依据

高级、中级和本地级数字通道和四类微波数字段的差错性能指标是根据邮电部标准 YD337—90“数字微波通信系统进网技术要求”和 CCITT 建议 G. 821 建议和 CCIR 建议 594、695、696、697 和 634 来制订的。这里列出的性能指标是保证数字网正常运行所必需的。整个数字假设参考连接如下图所示。它的总长度为 27500km。



整个数字微波参考连接的差错性能指标(注 1)是:

- ①严重差错秒不大于 0.2%;
- ②劣化分不大于 10%;
- ③差错秒不大于 8%(注 2)。

严重差错秒的一半即 0.1%是留给恶劣的网络条件(如数字微波通道)的额外配额;其中 0.05%分配给 2500km 微波高级假设参考数字微波通道;另外 0.05%分配给中级数字微波通道,即每一端 1250km 中级数字微波通道的额外配额为 0.025%。严重差错秒剩下的 0.1%和劣化分、差错秒均按比例在假设参考连接的各部分中进行分配。其中本地级(每端)占 15%,中级(每端)占 15%,高级部分占 40%。三个级别数字通道差错性能指标就是根据这个分配原则计算出来的。

考虑到本地级部分可能不完全由数字微波通道构成,因此在“数字微波通信系统进网技术要求”中只分配了本地级的一半的配

注 1:CCITT 已取消劣化分指标,CCIR 1991 年 SG9 会议上已表示同意取消这项指标,但要求 CCITT 阐述其理由,而且有数据表明,对数字微波系统,劣化分的指标往往最难达到。因此,相应建议的文本中仍未取消此指标。

注 2:1992 年修订的 CCITT M.550 文本改为差错秒不大于 4%。但 CCIR 还未做出相应的修改。

额。

四类假设参考数字段的配额为：第一类 0.45%，第二类 2%，第三类 2%，第四类 5%。但第一类、第二类数字微波段还分得了相应的额外严重差错秒配额 0.0055%。

正文表 1-1 中假设参考数字段的长度应理解为数字段的最大长度，当数字段实际长度短于此长度时，配额不减少。这是考虑到某些差错主要来源于两个端站，而且为了节约建设费用，分配给短途微波系统的差错指标往往比长途微波系统要大一些。应该强调指出，这里提出的参考性能指标均包括各种干扰特别是从其用同一频段的业务（如固定卫星业务）来的干扰的影响。

(2) 差错性能指标的测试方法

本性能指标中的严重差错秒、劣化分和差错秒三项指标都是在 64kbit/s 接口规定的，但数字微波系统往往在一次群以上系统比特率上进行测试。在系统比特率上差错性能测试结果可按正文附件 1 的方法换算为 64kbit/s 的差错性能指标。

上列计算差错秒的换算公式对数字微波系统误差较大结果比较保守，因为数字微波系统中常出现突发差错，而上述公式的导出建立在系统比特率上出现的差错在各 64kbit/s 通道上是均匀分布的。上述公式可用作临时采用的计算方法。残余比特差错率 (RBER) 测试在系统比特率上进行。为了消除衰落所引入的测试误差，它的测试方法为每 15 分钟测一次差错率，将比较坏的 50% 的测试数据排除，根据其余的 50% 差错率测试结果求出实际的残余比特差错率（详见正文附件 2）。

(3) 提出投入业务限值的依据

差错性能指标都是指一年中任何月份的差错率，即长期的差错率，但在维护过程中，不可能进行这么长时间的测试，因此有必要在性能指标的基础上，规定一个短时间的维护性能限值。CCITT M. 550 提出了数字传输系统、数字段和数字通道的维护限

p://www.it-eetop.com TEL:0755-83376182 FAX:0755-83376182 E-M

M. 550 建议中关于数字通道和数字段维护限值与参考性能指标之间关系的一些原则对数字微波通道和数字微波段也是合适的。

在数字微波线路维护中,以数字段为单位进行性能监测、分析和维护是比较方便的。对已投入使用的数字微波线路来说,设备的性能恶化或故障是最关心的问题。残余比特差错率(RBER)测试是非常重要的,残余比特差错率的逐步变化往往反映了设备性能变化的趋势。而目前采用的残余比特差错率测试方法可以排除传播衰落的影响,根据 M. 550 建议,每一类数字段和数字通道的差错性能指标的投入业务限值比 1.2.1~1.2.4 节中规定的参考性能指标高 1 倍。即严重差错秒、劣化分、差错秒的时间率为参考性能指标的一半,残余比特差错率为参考性能指标的一半。正文表 1—2、1—3 和 1—4 中 RPO 的具体计算过程如下(以第一类数字段为例):第一类数字段严重差错秒指标为 0.006%,所以一天中容许出现的 SES 数目为

$$24 \times 60 \times 60 \times 0.006\% \approx 5 \text{ 秒}。$$

若一天测试期内,严重差错秒、劣化分、差错秒三项指标的测试结果不能符合投入业务限值,如确认是设备故障和严重衰落所致,则可排除故障后重新测试。本维护指标暂不规定单一微波接力段的维护限值,维护时可依据监控系统采集的数据对通道性能作出分析,并采取相应的维护措施。

1.3 基带接口特性

根据中华人民共和国国家标准 GB—7611“脉冲编码调制通信系统网络数字接口参数”确定,同时根据 CCITT 建议 G. 703 的最新修改,增加了输入口对信号反射适应能力的要求。

1.4 抖动

p://www.it-eetop.com TEL:0755-83376182 FAX:0755-83376182 E-M

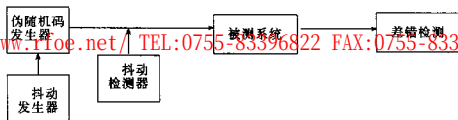
最大容许输入抖动指标根据 CCITT 建议 G. 823 和 G. 921 确定, 不管数字信息内容如何, 也不管接口前设备有多少, 这些要求都必须满足。在实际测试时, 加到不同速率的输入口的等效二进制内容应为下表所示伪随机测试信号, 测试速率容限见下表:

速率 (Kbit/s)	2048	8448	34368	139264
伪随机测试信号	$2^{15}-1$	$2^{15}-1$	$2^{23}-1$	$2^{23}-1$
速率容差	$\pm 50\text{ppm}$	$\pm 30\text{ppm}$	$\pm 20\text{ppm}$	$\pm 15\text{ppm}$

最大容许输入抖动也称输入口的抖动容限, 它是指所有设备输入口都能适应的极限抖动水平。测试时, 用正弦抖动的幅度和频率来规定所要求的容限, 用这种正弦抖动的幅度和频率调制一个测试码型时, 不应在运行的设备中产生任何明显的恶化。但是什么叫明显的恶化, 含义是不十分清楚的。我国一直采用“不差错”为标准, 即从无差错到有差错的过渡点为准, 但是这个过渡点是很难准确确定的。往往随着操作人员的不同而得到不同的结果, 而且测试也颇费时间。考虑到数字微波系统存在残余比特差错的问题, 使测试更加困难。根据“数字微波通信系统进网技术要求”1250km 中级数字通道的残余比特差错率指标为 1.8×10^{-8} 。若传输速率为 140Mbit/s, 则每秒可能出现 3 个差错。显然以“不差错”为标准是很难测出可信的抖动容限数据的。IEC835—1—4 建议 $P_e = 10^{-3}$ 作为“明显恶化”的标准, 国内也有提出将临界值放在 $1 \sim 3 \times 10^{-6}$, 再将所得测试结果乘以 0.95 视为不差错的抖动容限。我们的试验结果表明, 这个方法似乎也不可取。

根据 CCIR 报告 613, 若在规定时间内传输的码元数为 N , 最小差错数为 $N_e = 10$ 时, 才能保证真实的差错率在 $N_e/N \pm 50\%$ 以内, 而置信度为 90%。因此这儿建议以 $N_e = 10$ 为“明显恶化”的标准, 这样可以将不同速率接口最大容许输入抖动的测试方法统一起来。我们曾在 140Mbit/s 系统上用 WG 公司 PF—6 误码仪进行测试, 发现用这种方法测试一致性比较好。

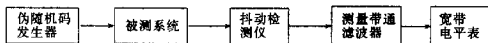
最大容许输入抖动的测试方法框图如下:



(2) 无输入抖动时的输出抖动

在数字传输系统中,为使后续的设备能正常工作,前面的数字系统的输出抖动必须小于后续设备的最大容许输入抖动值。无输入抖动时的输出抖动就是为此而规定的指标。

无输入抖动时的输出抖动测试框图:



(3) 抖动转移函数

当抖动出现在设备的数字输入口时,某些残余抖动会传输到对应的数字输出口。抖动转移特性是在被测系统输入端按规定码型加有一定量的抖动数字信号时测出的输出抖动量与输入抖动量之比

$$G_j = 20 \log \frac{J_{out}}{J_{in}} \text{ (dB)}$$

抖动转移函数测试框图如下:



为了保证足够的测试精度,必须有足够的信噪比,因此输入抖动量不能过低,但输入抖动不得超过被测系统的最大容许输入抖动。建议输出端使用窄带选频表(如带宽 6~8Hz)进行检测。输入抖动 J_{in} 在 0.25~0.5UI 内都能得到满意的测试结果。

IEC835—1—4 建议 J_m 取最大容许输入抖动的 1/3, 测试准确度较好。

p://www.rfoc.net/ TEL:0755-83396822 FAX:0755-83376182 E-M

1.5 模拟公务通道性能指标

在数字微波通信系统中, 模拟公务采用附加调频方式。首先要考虑的问题是公务通道不能影响数字通道的性能及工作稳定性, 因此每路频偏不能取得过大, 一般为 30—50kHz(r. m. s)。公务通道不追求高质量, 只要能传送站间联络信号和监控信号就可以了, 每个数字段要求 43dBm0p 左右, 对第一类数字段相当于每一接力段为 51dBm0p, 取 50dBm0p。对于中级电路, 指标适当放宽, 定为每接力段 45dBm0p。

1.6 数字旁路业务性能指标

数字旁路业务是仅在速率为 140Mbit/s 以上干线数字通道才具有的性能, 一般只用于短距离省内线路, 所以按第二类假设参考数字段的指标要求。最大容许输入抖动指标根据 CCITT G. 823 建议, 无输入抖动时输出抖动及抖动转移特性根据 CCITT G. 742 建议。

1.7 数字公务通道

基带接口和音频接口参照电信网维护技术指标体系第一卷“四线长途电路网路维护技术指标”相关章节。

1.8 数字微波接力段指标

数字微波接力段主要测试三项指标: 中频—中频时延特性, 中频—中频振幅特性和中频—中频三阶交调。所给指标是参照目前国内使用的典型设备的指标, 并根据计算机模拟计算结果提出的。

(1) 中频—中频振幅特性和时延特性测试

测试方框图如下:

p://www.rfoc.net/ TEL:0755-83397033 FAX:0755-83376182 E-M

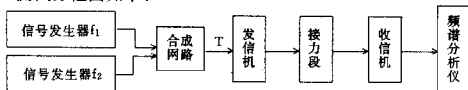


①发信机输入端送标称输入电平的扫频信号,扫频范围为工作带宽,中心频率根据所使用设备选用 70MHz 或 140MHz,在微波线路分析仪收信部分直接读出中频—中频振幅频率特性。

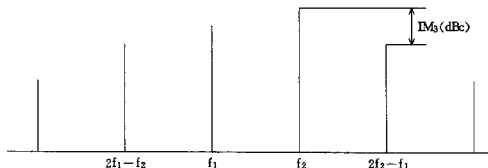
②微波线路分析仪微分频率选用 277kHz(或 200kHz)发信部分微分信号频偏约 200kHz,在微波线路分析仪收信部分可直接读出中频—中频时延频率特性。

(2)中频—中频三阶交调失真测试

测试方框图如下:



用频率为 f_1 和 f_2 的两信号发生器和合成网络,在微波发信机中频输入口“T”点,加两个功率相等的单频信号,总功率等于发信机的标称输入电平。如发信机标称输入电平为 +1dBm,则每一单频信号的功率为 -2dBm。 f_1 一般选为标称中频频率(70MHz 或 140MHz), f_2 为偏离标称频率几 MHz 的一个单频信号。收信机输出信号接至频谱分析仪,在频谱分析仪屏幕上可看到如下图案。



平之差即为三阶交调产物相对电平(单位 dBc)。

p://www.1900.com.cn/TEL:0755-83396822 FAX:0755-83376182 E-M

(1)发信功率测试

发信机中频输入端加标称中频输入电平的已调数字信号,在发信机输出端直接用功率计测出功率。需要说明的是,应该用测热式功率计而不要用检波式功率计来测试。

(2)收信机噪声系数测试

用常规测试方法测试,注意收信机 AGC 应放在人工位置,以免引入测试误差。

(3)收发信本振频率稳定度,用微波频率计数器测试。

(4)收发信本振电平用功率计测试。

(5)中频输入输出电平用功率计测试,不宜用电压表测试。

(6)中频输入输出阻抗和回波损耗指标是参照 CCIR 建议 403 确定的,用微波线路分析仪和中频电桥测试回波损耗。

(7)发信机三阶交调失真

测试方法与 1.8 节相同。微波频谱仪通过分支网络或衰耗器接到发信机输出口。64QAM 系统三阶交调指标待进一步调查研究后确定。

(8)发信机输出功率谱

参照 CCIR 报告 613 确定。

可用微波频谱仪测试。

1.10 调制解调设备技术指标

(1)调制解调自环性能

①反映数字调制解调设备性能的指标主要有在某一差错门限下载噪比的恶化量,残余比特差错率和抖动。

根据 M550,残余比特差错率指标按参考性能指标提高 10 倍要求。室内设备自环测试不存在电波衰落的问题,除个别确由于外

p://www.1900.com.cn/ TEL:0755-83397033 FAX:0755-83376182 E-M

界条件影响(如市电突然中断或整流器倒机)引入错误的测试结果外,不可排除任何测试数据。

若残余比特差错率 $RBER = P$, 信号速率为 $R_{\text{bit/s}}$, 为了保证测试结果有足够的置信度, 要求测试时间长于下式所规定的值

$$t_0 \geq \frac{10}{PR} (\text{秒})$$

如 $P = 10^{-11}$, $R = 34 \text{ Mbit/s}$, 则测试时间必须长于 30000 秒, 约 8 小时。

测试时, 解调器输入端应拆开重新接上几次, 记下测得的最大残余比特差错率。

②有些设备规定了载噪比的恶化量, 但有些设备未明确规定。绝大多数产品恶化量在 2—3dB 之间, 这里取 3dB 作为维护限值。

测试方框图如下:



调整载噪比测试仪的载噪比, 用差错分析仪(收信部分)读出相应载噪比下的差错率。

③抖动

最大容许输入抖动表示设备对输入的有抖动的信号的适应能力, 在任何接口输入端最大容许输入抖动都应满足数字网的要求, 因此调制解调的最大容许输入抖动的指标与数字网的指标是一致的, 即应满足 1.4 节的要求。

抖动转移特性是对一给定比特率, 输出抖动与输入抖动幅度之比与抖动频率的关系。许多数字设备内部可衰减输入端抖动的高频分量, 但对抖动的低频分量一般有增益。根据 CCITT 建议 G. 921, 一个数字段的抖动转移函数的最大增益不得超过 1dB。若一个 280km 数字段有 6 套调制解调设备, 并且抖动按 3/2 次方规律累积, 则要求 1 套调制解调设备的抖动增益不得大于 0.35dB。

无输入抖动的输出抖动的累积规律, 对非系统性抖动按 $\sqrt{2}$

规律,对系统性抖动按 $\sqrt{P(N)}$ 规律累积。

[p://www.rfoe.net/](http://www.rfoe.net/) TEL:0755-83396822 FAX:0755-83376182 E-M

$$P(N) = 2\{N - (2N-1) + \sqrt{[2 \times \sqrt{(N-1) \times [(N-1)+3]}}\}$$

N 为输入抖动时钟电路数目

无输入抖动时的输出抖动也是累积的。以 140Mbit/s 为例,一套调制解调设备的输出上无输入抖动时输出抖动指标为

$$\leq 0.375UI(f_1 - f_4)$$

$$\leq 0.0375UI(f_3 - f_4)$$

f_1, f_3, f_4 的值见表 1—14。

有关抖动的各项指标的测试方法与 1.4 节相同。

(2) 解调器捕捉范围

解调器捕捉范围是保证解调器稳定工作的重要指标。

解调器载波恢复环捕捉范围指标主要决定于在传输过程中产生的载波频率偏差。产生载波频率偏差的主要来源是微波收发信机本振频率和中频调制器频率不稳定以及由于附加公务调频而产生的频率不稳定。在考虑这一指标时,要在经济代价和技术难度之间进行权衡,同时还要考虑有一定的富裕度,以防止偶尔发生的外界干扰使载波恢复环失锁。

时钟提取电路捕捉范围应满足相应比特率的比特容差,并有一定富裕量。

本维护指标主要列出了国内目前使用的几种典型设备的指标。在测试载波恢复环捕捉范围和时钟提取电路同步范围测试时,要注意,除了测试调制器输入端加伪随机信号序列时的性能外,还要测试加其它序列(各种人工码及 AIS 信号等)的性能,以保证解调器在任何情况下都能稳定可靠地工作。

(3) 特征曲线(Signature)

特征曲线是表征数字微波通信系统频率选择性衰落性能的一项重要指标。测试特征曲线的方框图如下所示:

[p://www.rfoe.net/](http://www.rfoe.net/) TEL:0755-83397033 FAX:0755-83376182 E-M



测试步骤为：

①使衰落模拟器工作于最小相位失真工作方式。

②选择凹口频率，增加凹口深度 B_c 值，记下达某门限差错率时相应的 B_c 值。

③改变凹口频率重复上述步骤②即可测出最小相位失真方式下的特征曲线。

④使衰落模拟器工作于非最小相位失真工作方式，重复上述步骤，测出非最小相位失真方式下的特征曲线。

事实上，某些最新型号的差错仪和衰落模拟器结合起来，可自动测试并打印出被测设备的特征曲线。

1.11 数字切换设备技术指标

(1) 自适应时延调节范围

为了在数字微波通信系统中实现无损伤倒换，即在倒换过程中，输出码流不受任何损伤，不增加也不丢失 1 个比特，为此，必须调整主备波道间的固定时延差和瞬变时延差。固定时延差是由于主备波道馈线和电缆线长度不同以及传输设备的传输时延不同而产生的，这部分固定时延差可用调整电缆长度或手动时延调节器来解决。但由于多径传播效应，主备波道之间还有瞬间时延差。

根据两线模型，可求得收信信号的相位频率特性为：

$$\Phi(\omega) = \text{tg}^{-1} \frac{\sin \omega \tau}{1 + \rho \cos \omega \tau}$$

式中： τ 是直射线和干扰射线间的时延差；

ρ 是直射线和干扰射线的幅度比。

收信信号的包络时延特性 $D(\omega)$ 为

$$D(\omega) = \frac{d\Phi(\omega)}{d(\omega)} = \frac{-\rho\tau(\rho + \cos\omega\tau)}{1 + \rho^2 + 2\rho\cos\omega\tau}$$

当 $\omega\tau = (2n+1)\pi$ 时, $D(\omega)$ 有最大值

$$D(\omega)_{\max} = \frac{\rho}{1-\rho}\tau$$

取 $\tau = 3\text{ns}$ $\rho = 1.25$ 则 $D(\omega)_{\max} \approx 30\text{ns}$

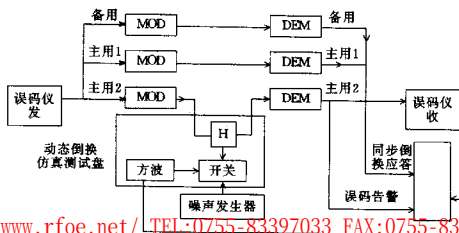
考虑到固定时延调整后还有剩余时延差,并考虑温度恶化,元件老化等因素,自适应时延调节范围设计值应大于 40ns ,即 $\pm 20\text{ns}$ 。

自适应时延调节范围测试方法为人为改变其中一个波道的绝对时延,视倒换过程中有无差错来进行。

34Mbit/s 数字流每比特时间间隔为 29.1ns ,因此自适应调节范围定为 $\pm 2\text{bit/s}$ 就足够了。至于 140Mbit/s 系统有两种倒换方式,如 NEC500 系统倒换点速率为 35.939097Mbit/s ,每比特时间间隔 29ns ,自适应调节范围 $\pm 2\text{bit/s}$ 就足够了。但若倒换点速率 140Mbit/s ,每比特时间间隔为 7.18ns ,因此自适应时延调节范围要大于 $\pm 3\text{bit}$ 。

(2)倒换时间:根据 CCIR 报告 784 的研究结果,无损伤倒换系统倒换时间指标为 10ms (包括约 2ms 倒换信号传输时间)比较合适。

无损伤倒换时间采用动态测试法,测试方框图如下:



动态倒换仿真测试盘产生 1.5Hz 的方波去周期性打开、关闭开关,从而噪声就周期地加到解调器上,从而便周期性地告警。告警时电平发生一个正跳变。待倒换完成时,同步开关发出一个同步倒换应答信号(也是一个电平正跳变)。这两个正跳变沿的间隔时间即为倒换时间。

1.12 模拟公务架技术要求

振铃边际指标根据国家标准 GB3376 要求确定,其测试方法可参照 GB5442 规定的方法进行。

1.13 数字公务设备技术要求

(1)基带接口特性比特容差参照 GB7611“脉冲编码调制通信系统网络数字接口参数”中 64kb/s 接口相应要求。

(2)音频接口根据 CCITT G. 712 建议规定。

2 模拟微波

2.1 电话传输通道主要技术指标

2.1.1 话路噪声

噪声是电话通信中最重要的技术指标,为保证话路畅通,要求通信系统提供必要的信噪比。从发话者的话筒到收话者的听筒这一通信过程中,环节中的每台设备、每个部件都可能产生或引入噪声。对于 2500 公里长的频分复用微波接力参考电路,CCIR 建议 393 规定:

(1)任何话路内,零相对电平点的 1 分钟平均噪声计加权噪声功率超过 $7500\text{pW}_{0\text{p}}$ 的时间不得大于任何月份的 20%;

(2)任何话路内,零相对电平点的 1 分钟平均噪声计加权噪声功率超过 $47500\text{pW}_{0\text{p}}$ 的时间不得大于任何月份的 0.1%;

(3)任何话路内,零相对电平点的不加权噪声功率(积分时间 5 毫秒)超过 $1.0 \times 10^6\text{pW}$ 的时间不得大于任何月份的 0.01%。

由于(2)、(3)两项指标牵涉到小时间百分数,维护测试时不便于统计,本维护指标体系仅规定出第(1)项指标的维护限值。

把 $7500\text{pW}_{0\text{p}}$ 按距离平均分配,相当于每公里 $3\text{pW}_{0\text{p}}$ 。

对于长度为 50 至 2500 公里之间实际微波电路,CCIR 建议 395 规定:任何话路噪声计加权 1 分钟平均噪声功率超过正文表 2—1 所列数值的时间不得大于任何月份 20%。

这是设计和建设频分复用微波接力电路的依据,也是维护微波电路的依据。符合 CCIR 建议 395 规定的电路投入运行后,直至下一次大检前,容许话路噪声比上述指标有所增加,但只要在维护限值之下,为减少人为故障,不必采取任何维护措施。

p://www.rfoe.net/ TEL:0755-83397032 FAX:0755-83376182 E-M

CCITT-M.580 建议对不同长度的电路提出了噪声功率的维

护指标和容限值。对于 1600~2500 公里长的电话电路,CCITT 建议 M. 580 把 $-49 \sim -44\text{dBmOp}$ 作为维护区间,若劣于 -44dBmOp ,被认为不可用,其维护区间为 5dB。

本维护体系把比正文表 2—1 的性能指标恶化 2dB(大约 1.6 倍)作为维护限值,这大致相当于每公里 5pWOp ,与目前国内实际模拟微波电路的水平相近。

这条指标是针对 20%时间提出的,因此噪声测试应在不容易发生严重衰落的时间内(例如一天的 10~18 点之间)进行,若测得的群频高端的热噪声与总噪声相同,则应分析是否发生严重衰落,数小时后复测,观察其重复性。

2.1.2 群频净衰耗稳定度

CCITT 建议 M. 530 对 1000 公里以下链路净衰耗稳定度规定的指标是 $\pm 2\text{dB}$,但没有规定时间间隔。本维护指标暂定测试时间为一天,每 60 分钟记录一次数据,将测得 25 个数据进行平均,以平均值为参考,高于平均值的为正;低于平均值的为负。根据 960 路和 1800 路系统的总体设计,将调制段的净衰耗稳定度定为 $\pm 0.3\text{dB}/24$ 小时。

2.1.3 群频输入输出电平

GB2789 规定了模拟微波接力通信的群频输入输出电平。

测试方法:

在群频入口处用正文表 2—2 所示频率,送标称输入电平,在群频出口处测量输出电平。

说明:对那些在 GB2789 发布前投入运行的线路和设备,容许按原产品说明书指标进行维护。

2.1.4 中频频率

GB2789 规定模拟微波接力通信系统的中频频率的标称值为 70MHz。为保证解调器在良好的线性状态下工作,通常要求进入解调器的中频偏差不大于 $\pm 500\text{kHz}$ 。考虑到当前正在运行的微波电路的实际状况,对于 960 路设备,在满足总噪声指标的前提下,

调制段总的容许频率偏差可放宽到 $\pm 1\text{MHz}$ 。但是在电视传输中调制段很长,其累计频率频差可能会超出 $\pm 1\text{MHz}$,维护时应及时采取措施,控制其频率偏差。

测试方法:

群频入口不送群路信号,在解调站上用频率计直接测量主中放输出口上的中频频率。

2.1.5 单频干扰

实验表明,人的听觉对单音要比均匀频谱噪声更加敏感。GB9319—88 规定 6GHz 1800 路系统的单频干扰指标为 70dBm0 。但目前运行的许多设备,其单音干扰指标只有 60dBm0 。

本维护指标体系,对于 1 个调制段单频干扰指标仍采用原设备指标,随着电路长度增加,电路的总噪声也累积增加,对单频干扰的要求可以放宽一些。按照电信总局已经执行的维护标准,通道单频干扰不得超过该段的热噪声。

测试方法:

在调制段群频入口处不送信号,在群频出口处用选频电平表测量群频标称频带处任意频率点的输出电平。选频带宽应不大于 200Hz ,以提高对单音干扰的鉴别力。

2.1.6 负荷适应能力

GB2789 为不同容量的系统具体规定了各自的测试音频偏和多路负荷电平。它和 CCIR 建议 404 是一致的。

当实际负荷高于标称值时,设备的交调噪声功率将随之增大。增加的程度与设备的特性有关。对于斜率型的群时延特性和微分增益特性等,所产生的交调噪声功率与频偏成正比,即负荷每增加 1dB ,其交调噪声功率将恶化 2dB ;对于抛物线型的群时延特性和微分增益特性等,所产生的交调噪声功率与频偏的平方成正比,即负荷增加 1dB ,其交调噪声将恶化 4dB 。

当实际频偏低于标称频偏时,热噪声将随之增加。频偏每减小 1dB ,热噪声将恶化 1dB 。

所以,本维护指标规定:当测试的噪声负荷高于标称值时,每变化 1dB,调制段的信噪比恶化量不大于 2dB;当测试的噪声负荷低于标称值时,每变化 1dB,调制段的信噪比恶化量不大于 1dB。负荷试验范围为 $\pm 3\text{dB}$ 。

2.1.7 群频幅频特性

4GHz960 路 I 型机总体设计和 6GHz1800 路总体设计规定一个调制段的群频幅频特性为 $\pm 0.5\text{dB}$,本体系把 $\pm 1\text{dB}$ 作为维护限值。

群频幅频特性的测试可采用点测法或扫描法。测试时采用的仪器(包括电缆)的幅频特性应 $\leq \pm 0.1\text{dB}$,否则应从测试结果中减去仪器的自环值。

2.2 电视通道和设备主要技术指标

在长距离大容量的调频传输电路传输彩色电视时,CCIR 建议的参考电路长度为 2500 公里,中间允许有两次视频转接,即一个调制段为 833 公里,其中有 18 个接力段。在国际电信网上,为了不同国家间可进行电视节目交换,CCIR 对视频信号的传输性能指标提出了一系列建议,我国也已制定了相应的国家标准。性能指标分配依据 GB9319—88,并参考 CCIR—567 建议。维护限值是参考 CCITT 关于国际声音节目和电视传输电路维护 N. 73 建议,维护限值比性能指标稍低。因为电路在工作一段时间后,其系统的性能指标会有所下降,但只要在限值以上,可暂不进行调整,以减少人为事故

电视传输系统性能指标的测试方法可参阅国家标准 GB4958.11—88。

2.2.3 彩色电视通道和传输设备指标

2.2.3.1 连续随机噪声的信噪比

(1)定义:(加权)图像亮度信号(峰—峰)与噪声有效值的比值。

$$\text{即 } S/N(\text{加权}) = \frac{\text{图像亮度信号(峰—峰)}}{\text{噪声(有效值)}} (\text{dB})$$

任何月份 99% 以上的时间信噪比指标(加权)不应低于 52dB。该指标与 CCIR 建议 555 规定的任何月份 80% 以上时间的信噪比(加权)不低于 57dB 是一致的,这里所指的噪声是频率从 10kHz 至 5.5MHz 范围内噪声振幅的均方根值,通过一个 5.5MHz 的低通滤波器,以限制其带外噪声,滤波器特性见图 A2.1。还通过 10kHz 的高通滤波器,以抑制电源谐波和颤噪声的影响,滤波器特性见图 A2.2。测试时采用统一加权网络,它的结构和特性见图 A2.3。对于平坦随机噪声加权效果为 7.4dB,对于三角形随机噪声,加权效果为 12.2dB。

(2) 指标的分配

随机噪声会使图像上产生“雪花”。调频制随机噪声的功率谱分布以每倍频程增加 6dB 的速率增加,而视频放大器的随机的噪声频谱是平坦的。一般来说噪声功率谱分布不同,即使总功率相同,对图像产生的影响并不相同,该加权网络是根据人眼对不同频率噪声的灵敏度的主观评定效果而制定的。对于 2500 公里长的参考电路,全程指标为 52dB。按均方规律分配给 3 个调制段,一个调制段随机噪声的信噪比(加权)为 57dB。由于 1 个调制段有 18 个收发信机和 1 个调制机,假设调制机与 2 个收发信机的噪声相同,则按 20 个机架分配。

1 部收发信机信噪比 $[S/N](\text{加权}) > 70\text{dB}$

1 部调制终端信噪比 $[S/N](\text{加权}) > 67\text{dB}$

(3) 信噪比的理论计算

在调频制微波电路传输中,调频噪声呈“三角形”分布。

分布在 0 到 F_c 频带内的噪声功率 N 可用积分求出。

$$N^2 = \int_0^{f_c} \frac{K T B F_N}{P_c B} f^2 df = \frac{1}{3} \frac{K T B F_N}{P_c} \frac{f_c}{B} f_c^2$$

P_c 为接收机的输入信号电平,

F_N 为接收机的噪声系数。

f_c 为亮度信号的最高频率, 5.5MHz,

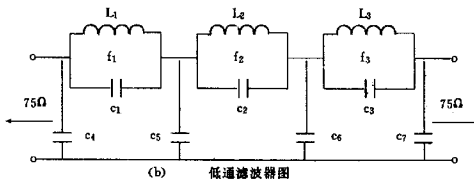
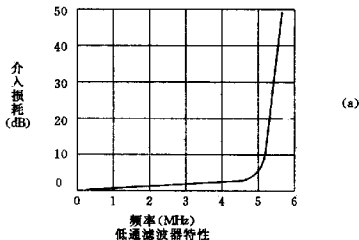
B 为接收机频带宽度。

<http://www.rfoc.net/> TEL:0755-83396822 FAX:0755-83376182 E-M

$$S/N = \sqrt{3 \frac{P_s}{KTF_N} \cdot \frac{1}{f_c} \cdot \frac{\Delta F}{f_c}}$$

ΔF 为图像信号的峰—峰频偏值(不包括同步脉冲)5.6MHz。

与给定的指标相比, 计算结果似乎比规定的指标有较大的富裕度, 但实际上计算中没考虑各种干扰的影响, 而且有些噪声源(如本振噪声)不是“三角”分布的。在 960 路 I 型机的试验段发现, 只要干扰频率落在 10kHz 至 5.5MHz 频段内, 均要产生严重的影响。例如在一次北京至天津三环路后测得加权信噪比仅为 53dB, 经检查有一个频率为 20kHz 的干扰, 干扰电压 $V = 20\text{mvp-p}$, 排除此干扰后加权信噪比大为改善。



<http://www.rfoc.net/> TEL:0755-83397033 FAX:0755-83376182 E-M

元件编号	标准值 $f_c = \text{MHz}$	公差
C1	100	注 2
C2	545	
C3	390	
C4	428	
C5	563	
C6	463	
C7	259	
L1	2.88	注 3
L2	1.54	
L3	1.72	
f1	9.408	
f2	5.506	
f3	6.145	

注 1. 电感以 μH 为单位, 电容以 pF 为单

位, 频率以 MHz 为单位

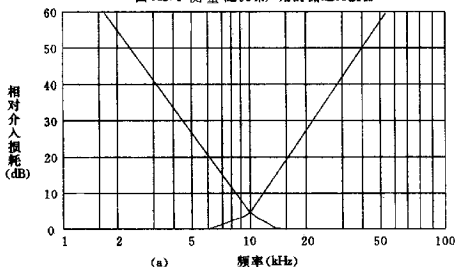
2. 表中每个电容值都是总电容值包括所有的有关杂散电容精确到 2%

3. 调节每个电感器 使其在指定的相应频率上介值损耗最大

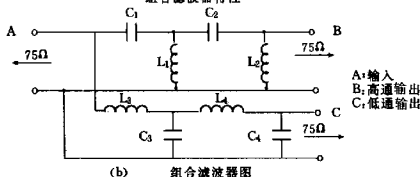
4. 每个电感器用 5MHz

频率测出的 Q 值都应在 $80 \sim 125$ 之间

图 A2.1 测量 随机噪声用的低通滤波器



组合滤波器特性



高通节与图 A2.1 中的低通滤波器串联, 用来测量随机噪声, 低通节用来测量电源噪声

元件数值表

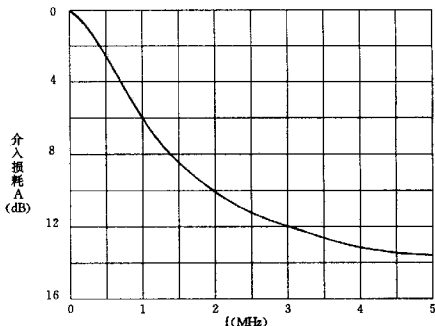
元件数值	元件数值	容差
C1	139000	±5%
C2	196000	
C3	335000	
C4	81200	
L1	0.757	±2%
L2	3.12	
L3	1.83	
L4	1.29	

注1 电感以 mH 为单位, 电容以 pF 为单位

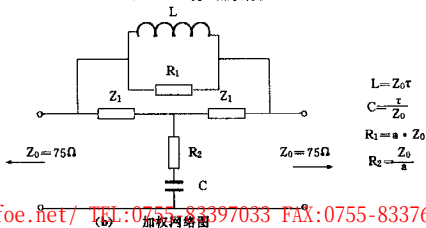
2 每个电感器用 100kHz 频率

测出的 Q 值都应大于或等于 100

图 A2.2 测量噪声用的高通/低通组合滤波器



(a) 统一加权特性



(b) 加权网络图

介入损耗 A_i

$$A = 10 \log_{10} \frac{1 + [(1 + \frac{1}{a}) \omega T]^2}{1 + [\frac{1}{a} \omega T]^2} \text{ dB}$$

在高端频率上, $A \rightarrow 20 \log_{10}(1+a)$

式中 $T = 245 \text{ ns}$; $a = 45$ ($A \rightarrow 148 \text{ dB}$)

图 A2.3 测量随机噪声用的加权网络

2.2.3.2 周期性噪声

(1) 定义: 图像亮度信号(峰—峰)对噪声(峰—峰)之比

$$\text{即 } S/N = \frac{\text{图像亮度信号(峰—峰)}}{\text{噪声(峰—峰)}} \text{ (dB)}$$

对于包含电源低次谐波在内的低频噪声, 2500km 参考电路的信噪比为 35dB。

对于 1kHz 至 5.5MHz 的单频干扰, 2500km 参考电路的信噪比为 55dB。

传输系统中, 周期性噪声、电源的交流声、颤噪声及干扰信号对图像的影响随频率而不同, 下图 A2.4 表示人眼对周期性干扰所能接受的极限的示意图。

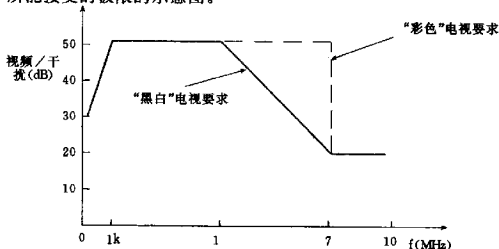


图 A2.4 周期性干扰极限值

(2) 指标的分配

① 电源交流声干扰: 按功率相加规律分配。

2500 公里 $S/N \geq 35\text{dB}$

833 公里一个调制段 $S/N_1 \geq 40\text{dB}$

一个调制段内按 20 个机架平均分配:

每个微波收发信机: 53dB,

每个调制设备: 50dB。

②单频干扰

2500 公里的 s/N 指标为 55dB。按功率相加规律分配, 833 公里一个调制段 S/N_1 为 60dB。

一个调制段按 20 个机架分配。

一套微波收发信机的单频干扰信杂比 S/N 为 73dB, 一套调制设备为 70dB。

2.2.3.3 脉冲噪声

(1) 定义: 图像亮度信号(峰—峰)对脉冲噪声(峰—峰)之比

$$\text{即 } S/N = \frac{\text{图像亮度信号(峰—峰)}}{\text{脉冲噪声(峰—峰)}} (\text{dB})$$

对于 2500km 电路, 要求 $S/N \geq 25\text{dB}$ 。

(2)指标的分配

由于对脉冲噪声一般难作定量的评定, 噪声出现的主要原因 是电气或机械的冲击, 这种是由设备制造不完善, 磁感应或静电耦合及接触不良等原因造成的, 纯属随机偶发事件, 因此单机与 2500 公里的指标相同, 即 $S/N \geq 25\text{dB}$ 。

2.2.3.4 亮度信号非线性失真

(1)定义

测试信号可用第 17 行的 D_1 信号有 5 个阶梯, 在接收端将测试信号通过一个微分形成网路, 将阶梯波交换成正弦平方波脉冲, 比较脉冲振幅, 令最大振幅为 $A_{\max}$, 最小振幅为 $A_{\min}$, 则非线性失真为 γ

$$\gamma = \frac{A_{\max} - A_{\min}}{A_{\max}} \times 100\%$$

2500 公里指标为不大于 5%

(2)指标的分配

亮度通道的非线性失真,将造成重现亮度级的不准确度,它由调制设备引入的,与微波收发信机无关,故把 2500 公里的指标按 3/2 次方叠加规律分配给三套调制设备。

一套调制设备的亮度非线性失真 γ_1

$$\gamma_1 = \gamma \cdot 0.48 = 5\% \times 0.48 = 2.4\%$$

2.2.3.5 同步信号非线性失真

(1)定义

同步信号的静态失真的定义是:对于给定的平均图像电平,同步脉冲的中点幅度相对于标称值的偏离。电路的介入增益(或损耗)应考虑在内。2500km 指标为 $\pm 10\%$ 。

(2)指标的分配

同步信号的非线性失真与亮度信号的非线性失真分配原则相同,则一部调制设备为 4.8%,一个调制段也为 4.8%。

(3)测量方法

采用如图 A2.5 所示的测量信号,或与其类似的能得到 12.5%和 87.5%平均图像电平的信号。测量同步脉冲的中心与平均消隐电平之间的幅度,将所测电平与标称电平之差表示为标称值的百分数。测得值小于标称值(即压缩)时,结果为负值;测得值大于标称值(即扩张)时,结果为正值。

2.2.3.6 色度通道非线性失真

(1)定义

①微分增益:一个从消隐电平到白电平变化的亮度信号上叠加一个恒定小幅度副载波信号,加到电路的输入端,在输出端副载波的幅度变化为微分增益。测试信号可用 330 行中的 D_2 信号,副载频叠加在 5 级阶梯波上,在接收端把测试信号经滤波后,比较 6 部分的振幅,以消隐电平处的副载波幅度 A_0 为基准。

则

$$DG(\text{微分增益}) = \frac{A_{\max} - A_{\min}}{A_0} \times 100\%$$

$A_{\max}$ 偏离正最大值

$A_{\min}$ 偏离负最大值

2500 公里的指标 $DG \leq 12\%$ (峰——峰)

$DG \leq \pm 10\%$ (零——峰)

②微分相位：一个从消隐电平到白电平化的亮度信号上叠加一个恒定小幅度没有相位调制的色度副载波，把它加于电路的输入端，在输出端副载波的相位变化为微分相位。

测试信号可用 330 行中的 D_2 信号，副载波叠加在 5 级阶梯波上，在接收端，测试信号经滤波后，比较其 6 个部分的相位，以消隐电平处的副载波相位 Φ_0 为基准。

$$DP(\text{微分相位}) = \Phi_{\max} - \Phi_0$$

$$\text{或} = \Phi_{\min} - \Phi_0$$

式中： $\Phi_{\max}$ 为正最大偏离点的相位，

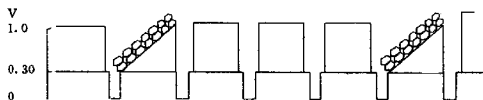
$\Phi_{\min}$ 为负最大偏离点的相位。

2500 公里的指标 $DP \leq 6^\circ$ (峰——峰)

$DP \leq \pm 5^\circ$ (零——峰)



(a) 中间三行处于黑电平，平均亮度电平为 12.5%



(b) 中间三行处于白电平，平均亮度电平为 87.5%

图 A2.5 测量同步非线性失真用的测试波形

$p://www.rfoe.net/$ TEL:0755-83397033 FAX:0755-83376182 E-M

(2)指标的分配

微分增益和微分相位是彩色电视传输的主要指标,是保证彩色电视图像的逼真度所必需的。微分增益恶化,将导致色饱和度变化,颜色深度发生变化,而微分相位的变化,将使色调变化。2500km 微波电路指标分别为 $\pm 10\%$, $\pm 5^\circ$,分配给一个调制段为 $\pm 4.8\%$, $\pm 2.4^\circ$ 。

从调制段的指标再往下分配,它的叠加规律非常复杂,只能是粗略分配,因为产生 DG、DP 失真除了微波收发信机中频倒换,调制终端设备外,还有微波馈线及中频电缆的回波。对于各微波收发信机和中频倒换,由于它们产生的 DG、DP 形状和符号大致相同,可按电压相加计算,而中频调制设备,基带倒换,微波馈线和中频电缆,它们产生的 DG、DP 的形状和符号不同(有可能抵销),所以按功率相加。

按微波电路设备配置情况,把一个调制段微分增益作如下分配:

1 部微波收发信机	$\pm 0.15\%$
18 部微波收发信机	$\pm 0.15\% \times 18 = \pm 2.66\%$
1 套中频倒换	$\pm 0.07\%$
2 套中频倒换	$\pm 0.07\% \times 2 = \pm 0.14\%$
以上二部分电压相加得	$\pm 2.8\%$
1 条微波馈线回波失真	$\pm 0.26\%$
36 条微波馈线回波失真	$\pm 0.26\% \times \sqrt{36} = \pm 1.56\%$
1 条中频电缆回波失真	$\pm 0.04\%$
6 条中频电缆回波失真	$\pm 0.04\% \times \sqrt{6} = 0.1\%$
1 套中频调制设备	$\pm 0.66\%$
以上 3 部分功率相加得	$\pm 2\%$
总和:	$\pm 2.8\% \pm 2\% = \pm 4.8\%$

按微波电路设备配置情况,把一个调制段微分相位作如下分

1 部微波收发信机 $\pm 0.175^\circ$

18 部微波收发信机 $\pm 0.175^\circ \times 18 = \pm 3.15^\circ$

1 套中频倒换 $\pm 0.1^\circ$

2 套中频倒换 $\pm 0.2^\circ$

高频设备总和为 $\pm 3.35^\circ$, 考虑时延均衡器能改善 2 倍, 所以分配这两部分指标 $\pm 1.67^\circ$ 。

1 条微波馈线回波失真 $\pm 0.074^\circ$

36 条微波馈线回波失真 $\pm 0.074^\circ \times \sqrt{36} = \pm 0.45^\circ$

1 套调制设备 $\pm 0.5^\circ$

1 套基带倒换 $\pm 0.33^\circ$

1 条中频电缆 $\pm 0.05^\circ$

6 条中频电缆 $\pm 0.13^\circ$

以上 4 部分功率相加得 $\pm 0.73^\circ$

总和: $\pm 1.67^\circ \pm 0.73^\circ = \pm 2.4^\circ$

2.2.3.7 场频波顶倾斜

(1) 定义: 幅度为标称亮度电平在场频方波信号(见正文图 2.3)加至电路的输入端, 在其输出端上测得的方波顶部形状的变化, 称为场频波形失真。

(2) 指标分配

2500 公里指标定为 $\pm 6\%$, 考虑到收发信机不影响波顶倾斜, 按电压叠加规律分配给三个调制段。一个调制段的指标与一套调制解调设备相同, 一套调制解调设备定为 $\pm 2\%$ 。

(3) 测量方法

用直流耦合式示波器测量系统输出端方波顶部与其中点的最大电平偏差, 以该方波信号幅度的百分数表示。读数时不计波顶开始和终了的 $250\mu\text{s}$ (约四行时间)内的失真。

2.2.3.8 色度信号对亮度信号的互调

(1) 定义: 在每一特定的平均图像电平下, 输入信号中去掉规定幅度色度信号时, 输出端亮度信号幅度的变化。

(2)指标的分配

2500 公里指标为 3%。按功率叠加规律分配给三个调制段,每个调制段为 1.7%。这项指标主要取决于调制解调设备,故每套调制解调设备指标也为 1.7%。测量色度信号对亮度信号的互调时,把信号单元 B_2 作为亮度信号,把信号 G_1 或 G_2 叠加在 50% 基准亮度信号处见正文图 2.4。经系统传输后,当色度副载波出现最大幅度时,测出该基准信号幅度产生的增量变化。以行条信号 B_2 幅度的百分数表示。为了便于测量,在接收点用一个滤波器把副载波滤除后再送到示波器。

基准电平向白电平方向变化时,取正值;向黑电平方向变化时,取负值。

2.2.3.9 行频波顶倾斜

(1)定义:幅度为标称亮度电平的行频方波信号(例如,插入行第 17 行 B_2 波形)加至电路的输入端,在其输出端测得的方波顶部形状的变化称为行频波形失真。

(2)指标的分配

2500 公里指标定为 $\pm 3\%$ 。按功率叠加规律分配给 3 个调制段,考虑到微波收发信机不影响波顶倾斜,一个调制段指标为 $\pm 1.7\%$,一套调制解调设备也为 $\pm 1.7\%$ 。用直流耦合式示波器测量系统输出端方波顶部与其中点的最大电平偏差,以该方波信号幅度的百分数表示。读数时不计波顶开始和终了的 $1\mu s$ 时间内的失真。

2.2.3.10 短时间波形失真

(1)定义:幅度为正常亮度电平的正弦平方波加于电路的输入端,输出端的波形与原来波形的偏离为短时间波形失真。基线波动应在正文图 2.7 的容限内。

(2)指标分配

2500 公里指标为 $\pm 12\%$,按 $3/2$ 次方规律分配给三个调制段。考虑到微波收发信机不引入短时间波形失真,一套调制设备的

指标为 $\pm 5.8\%$ ，一个调制段也为 $\pm 5.8\%$ 。

2.2.3.11 增益和时延不均匀性

(1) 增益不均匀度

①定义：一个含有亮度和色度分量的复合测试信号加于电路的输入端，在电路的输出端色度分量相对于亮度分量在幅度上变化称为增益不均匀度，色度单元幅度偏离亮度单元的幅度（二者均在方波半高度处测量），以百分数表示，增益不均匀性不应超过 $\pm 10\%$ 。

测试信号可用 B_2 和 F （第 17 行）。

②指标的分配

按功率相加规律分配到每个调制段，一个调制段指标为 $\pm 5.8\%$ ，调制设备也为 $\pm 5.8\%$ 。

(2) 色度对亮度时延不均匀度

①定义：一个复合信号，包含一个指定固定幅度的亮度测试信号，和一个在时间上相联系的被同样的亮度测试信号所调制的色度副载波加于电路输入端，输出端亮度与色度信号调制包络相比较，于是时延不均匀度定义是二个波形相对应部分输入和输出之间相对的时间变化。

②指标的分配

2500 公里指标定为 $\pm 100\text{ns}$ ，按功率相加规律分配，一个调制段为 60ns 。微波收发信机与调制设备平分，18 个微波收发信机共 $\pm 30\text{ns}$ ，一套调制设备 $\pm 30\text{ns}$ 。

2.2.3.12 介入增益变化

(1)定义：在正常输入信号电平不变的情况下，输出端的电平变化称介入增益变化。这项指标在电视传输系统中又按时间长短分成二项，短时间介入增益变化和 1 小时介入增益变化。可利用插入信号第 17 行波形测试，即亮度条 B_2 的幅度变化，设亮度条幅度为 L ，介入增益变化亮度条中间点 b_2 与一个特定参考点 b_1 之差。

$$\text{介入增益变化 } \Delta L_c = \sqrt{\frac{(\Delta L_1)^2 + (\Delta L_2)^2 + \dots + (\Delta L_n)^2}{n}}$$

http://www.rfoc.net/ TEL:0755-83396822 FAX:0755-83376182 E-M

式中 $\Delta L_i = L_i - \bar{L} \quad i=1,2,\dots,n$

$$\bar{L} = \frac{L_1 + L_2 + \dots + L_n}{n}$$

$L_1, L_2, \dots, L_n$ 为每隔 5 分钟测得的亮度条幅度。

(2) 指标的分配

此项指标与微波收发信机无关。短时间的稳定度 2500 公里的指标与一套调制设备相同均为 $\pm 0.2\text{dB}$ 。

1 小时介入增益变化：2500 公里指标按功率相加分配给三套调制设备，一套调制设备 $\pm 0.3\text{dB}$ 。

2.2.3.13 视频通道振幅频率特性

(1) 定义：频率从 50Hz 至 5.5MHz 视频频带内电路的输入和输出之间增益上的变化。指标为：

50Hz~5MHz $\pm 1\text{dB}$

50Hz~5.5MHz $\pm 1.5\text{dB}$

在不中断业务的条件下，用插入行第 18 行多波群信号测试视频通道振幅频率特性。

在中断业务情况下，通常采用扫频法测试。低频端一般从 150kHz 开始。

(2) 指标的分配

按 3/2 方规律分配到每个调制段，所以每段指标应为：

$\pm 0.48\text{dB}$ (50Hz~5.0MHz)

$\pm 0.72\text{dB}$ (50Hz~5.5MHz)

因调频系统调制器和解调器的振幅频率特性，对传输系统的幅频特性影响较大。微波收发信机中的中频放大器、中频滤波器、微波滤波器等部件对幅频特性也有少许影响，故每套调制设备指标分别为

$\pm 0.4\text{dB}, \pm 0.6\text{dB}$

http://www.rfoc.net/ TEL:0755-83397033 FAX:0755-83376182 E-M

2.2.3.14 视频通道的时延特性

(1)定义:频率从 50Hz 至 5.5MHz 频带内,电路的输入和输出之间群时延变化(参考频率 150kHz)。视频系统的时延大小是调频系统上下边带时延的平均值。通常采用群时延仪测试,低频端从 150kHz 开始。

(2)指标的分配

按 3/2 方规律分配到每个调制段,分配结果如下:

频 带	2500km	1 个调制段	调 制 解 调 设 备
0.15~5MHz	100ns	50ns	25ns
0.15~5.5MHz	200ns	100ns	50ns

2.2.3.15 视频通道间不失真串扰

(1)定义:两视频通道间的串扰,定义为图像信号的峰—峰振幅值与串扰波形“图像”的峰—峰振幅值之比,用 dB 表示。

$$\text{串扰比} = 20 \log \frac{0.7V_{pp}}{\text{串扰图像}_{pp}} (\text{dB})$$

可在串扰电路的输入端,送入视频测试信号,在被串电路的输出端用示波器观测,假如串扰大致不失真,2500 公里信号串扰比指标不小于 58dB。

(2)指标的分配

2500 公里(S/N 全)为 58dB,按功率相加分配,一个调制段被串噪声为 63dB。一个调制段按 18 个收发信机和一个调制机均匀分配为 76dB。

2.2.3.16 视频转接点回波损耗

(1)指标

在视频通道输入端和输出端,标称阻抗为 75Ω 不平衡,回波损耗大于 30dB(50Hz~5.5MHz)。

(2)指标的分配

该指标是不分配的,在视频转接点上均要满足此指标,要注意选用合格的测试电缆。

2.3 伴音传输通道和设备主要技术指标

关于声音节目传输,我国采用两种声音节目带宽,即 10kHz 带宽和 15kHz 带宽。本体系同时列出了这两种带宽声音节目通道及设备的性能指标与维护限值。10kHz 带宽声音节目指标参照 GB9319—88,15kHz 带宽声音节目指标参照 CCIR 建议 505,增加了立体声声节目所必需的指标。实际微波电路上的测试结果表明,这些指标是合理的。

本节提出的指标是为采用副载波调频法传输的节目用的。若要在载波电路中通过复用来传输声音节目,则必须采取压扩等措施才能达到本节所列指标要求。下面以 15kHz 声音节目为例说明指标分配方法。

(1) 声音节目通道最大加权噪声电平(dBQ0ps)

①定义:在标称接口电平点,用准峰值电压表测得的加权噪声电平。

②指标的分配

2500 公里定为 -42dBQ0ps (15kHz 声音节目通道)。

按功率相加分配给三个调制段。

833 公里为 -47dBQ0ps 。

833 公里一个调制段有 18 个微波收发信机和 1 套调制设备包括电视调制解调和伴音调制解调设备,假设调制设备与收发设备的噪声相同则按 19 个机架分配。每套设备为 -60dBQ0ps (加权),实际情况调制设备产生的噪声占较大的比重,尤其是视频信号对伴音的干扰,调制设备最大噪声电平定为 -53dBQ0ps 。

一部微波收发信机定为 -60dBQ0ps 。

③测量的要求

随机噪声测量使用覆盖音频范围的带宽准峰值电平表。如用均方根值读数的仪表,测得的数值将比准峰值表低 5dB。为了评价随机噪声的主观干扰影响,应使用 GB4958.3.6 中规定的加权网

络。考虑到通道间的串扰影响,电视通道加彩条信号,其它所有的声音节目通道加白噪声。电视通道所加常规负载标准测试信号应符合 GB4958.3-6 附录 B 的规定,而其它所有的声音节目通道所加的模拟声音节目的常规测试信号应符合 GB4958.3.6 附录 C 的规定。

④指标的核算

伴音通道信噪比可按下式计算。

$$[S/N]_{\text{分贝}} = 10 \log \frac{3P_c \sigma_1^2}{F_N K T f_a^2} \cdot \left(\frac{\sigma_2}{f_{sc}} \right)^2$$

P_c 为接收机输入信号电平,

F_N 为接收机的噪声系数,

f_a 为伴音信号最高频率,

σ_1 为第一次调制副载波的有效频偏,

σ_2 为第二次调制中频的有效频偏,

f_{sc} 为伴音副载波中心频率,

k 为玻尔兹曼常数,

T 为绝对温度。

一般用该公式计算出的数值有较大的富余量,但考虑图像对声音节目串扰后,实际上富余量没有这么多。关于视频串扰伴音的问题,曾在京津试验段作一系列探索,在测试伴音通道噪声时,图像信号 APL(平均图像电平)从 10% 到 90% 变化。电视调制设备本身自环,机架本身产生的串扰使 S/N 降至 62dB。然而重新调整调制器和解调器的线性,增加图像信号和声音节目信号的混合视频放大器的动态范围。不仅输出 $1V_{p-p}$ 信号时有良好 DG、DP,即使提高到 $3V_{p-p}$,放大器也不饱和。这样调制机架的声音节目通道信噪比可提高到 70dB 左右。但通过调频传输电路后,由于时延特性也造成串扰。当 62MHz 与 78MHz 附近的时延特性为同斜率时,串扰为零,而与 63MHz~77MHz 的时延形状关系不大。在电路试验时,北京→万庄→杨村→天津从天津中频环回至北京,测试时延

曲线,再用中频时延均衡器把 62MHz 与 78MHz 附近的时延均衡成几乎相同斜率时,串扰大大减少。S/N 值由 50dB 提高至 72dB。另一方面对串扰源即图像信号作了大量的试验,把电视台所传送的不同画面的节目信号、R/S 彩色电视测试立柜的各种信号、彩条发生器信号和 PM5572 信号发生器信号作为串扰源,测得的加权噪声电压如下表所列:

电视台传送节目	节目或信号内容	加权噪声电压, mV
	穿白衣服的报幕员	44
	红色大提琴独奏	49
	黑红底黄花幕闭幕	32
	兰幕扬琴二胡伴奏	42
	兰幕白衣服笙独奏	45
	兰幕二重唱(黄红衣服)	40
	兰幕红衣服女独唱	34
	天兰幕镜头独唱	50
	钢琴独奏	40
	小提琴独奏	40
	藏族二重唱	41
	军乐队军服	46
	男白衣服女红衣服	37
	全天兰色幕	49
	红底黄字(电视新闻)	30
	绿底白字	42
	会见会谈	35
	草绿底黄字(明晚节目)	52
	节目内容(绿黄底)	39
	兰幕军绿衣服笛子独奏	43
	再见(绿黄底)	54

彩色电视测试立柜信号	50Hz 方波	23.5
	15.625Hz 方波	0.55
	250kHz 方波	1.30
	APL12.5%	345
	APL50%	0.7
	APL87.5%	345
	阶梯波	0.68
	2T 脉冲	2.6
	20T+b	360
	2T+b	370
彩条发生器信号	彩条	46
	横条	300
	小方格	250
	竖条	30
	大十字	50
	小白点	36
737 信号发生器信号	C+L	21
	C	23.5
	2T+20TM	23.5
	2T+20T	24
	T+20T	24
	2T	23.5
	T	23.5
	10%APL	295
	50%APL	24
	90%APL	300

上表说明,不同的图像信号与不同的电视测量信号对声音节目串扰的影响是有差别的,实际传送的图像信号中 10kHz 以下低频分量出现的概率是很少的,所以对设备提出过高的要求是不合适的,因而在指标测试中采用 CCIR497—1 报告中提出用下列三种信号,作为视串伴的测试信号较合适。

(a)50Hz 方波视频测试信号。

(b)叠加在 50% 高度信号上的调制 20T 及方波色度信号。

(c)50%APL 的锯齿波信号。

(2)声音节目通道幅频特性

①定义:在声音节目的规定频带内,输入端送给定电平的信号,输出端电平随频率的变化。

②指标的分配

2500 公里指标按 3/2 次方规律分配给三套调制设备(包括声音节目调制解调),高频部件不引入。

(3)声音节目通道非线性失真

①定义:当输入信号的幅度变化时,输出信号的幅度不是按比例地相应变化,称为非线性失真。系统中存在非线性时,将产生谐波或组合波。CCIR 建议采用测量谐波或组合波的方法衡量非线性失真。

②指标的分配

若 2500 公里非线性指标为 1%,高频系统不引入,把全部指标按 3/2 叠加规律分配给三套调制终端设备,每套调制设备为 0.48%,一个调制段也就是 0.48%。

(4)声音节目通道介入增益变化

①定义:在输入电平不变情况下,输出电平随时间的变化。(测试频率为 800Hz 或 1kHz)。

在被测系统输出端每隔 5 分钟记一次电压值,测试时间 1 小时。

$$\text{介入增益变化} = 20 \log \frac{U_{\max}}{U_o} \text{dB}$$

U_o 为输出电压的平均值。

$U_{\max}$ 为全部记录中的相对于 U_o 的最大偏差。

②指标的分配

2500 公里指标定为 0.5dB,以功率叠加规律分配给三套调

2.4 次基带通道主要技术指标

2.4.1 信噪比

CCIR 建议 400 规定,所有长达 280 公里话路(包括用作监测和控制的公务通路),在零相对电平点任一小时平均噪声计加权噪声功率,不应超过 20000pWOp 。

鉴于目前国内模拟微波电路的实际状况,调制段的加权信噪比维护限值定为 $\geq 43\text{dB}$,由于噪声随频率降低而增大,对 12kHz 以下话路,维护限值定为 $\geq 40\text{dB}$ 。

2.4.2 频偏

次基带的测试音调制频偏按设备规格

2.4.3 输入输出电平

次基带通道的输入输出电平按设备规格。

2.4.4 振幅频率特性

调制段的次基带振幅频率特性不均匀性为 $\pm 1\text{dB}$ 。考虑到维护余量,其限值定为 $\pm 1.5\text{dB}$

2.5 一个接力段的主要技术指标

(1)中频——中频振幅频率特性不均匀度

在调频信号的传输通路中,设备的振幅频率特性和相位频率特性都会给所传输的基带信号带来损伤。某些部件的限带性能常常是设备的振幅频率特性不均匀性和相位频率特性非线性产生的主要原因。微波部件,例如边带滤波器和分并路滤波器会引入振幅频率特性的不均匀性;中频部件(如中频带通滤波器,时延校正网络)也会引入振幅特性的不均匀性。事实上,微波部件引入的振幅频率特性不均匀性通过收信混频的转换,最终也反映在中频系统中。中频信号先进入发信中放,然后由发信混频变成微波信号。接
p://www.rfoc.net/ TEL:0755-83396822 FAX:0755-83376182 E-M

收端又把微波信号通过收信混频变成收信中频信号,用中频综合测试仪能很方便测出通道从中频到中频的振幅频率特性,所以从维护角度,一般不测量射频振幅频率特性。

在中、大容量的频分多路微波接力系统中,射频部件、中频部件的振幅频率特性不均匀性还会间接产生交调噪声。一方面振幅频率特性的三次及三次以上分量将以微分增益的方式影响交调噪声,其定量计算公式可参看 2.5(3),另一方面,振幅频率特性的不均匀性通过混频器和限幅器等非线性器件后,由于调幅—调相转换,也会产生交调噪声,尤其在大容量系统中这种交调噪声也是不可忽视的。因此,要求设备在泊松带宽内,即 $f_0 \pm 2(f_m + \sigma)$ 内,要求有平直的振幅频率特性。 f_m 为最大基带频率, σ 为多路信号有效频偏。

(2) 中频—中频时延特性

频分多路信号的传输通道中,设备的相位非线性,即时延不均匀性,也会产生交调噪声,如果传输系统对于传输频带内的所有频率信号都具有相同的时延,那么相位与频率成线性关系。反之,如果相位与频率不成线性关系,那么相位特性对频率的微分将是一条随频率而变化的曲线,这就是时延的不均匀性。产生时延不均匀性的主要部件是射频滤波器和中频带通滤波器,不同形状的时延特性对交调噪声的影响程度不同。由斜率型时延特性和抛物线型时延特性产生的交调噪声的信噪比可由式 A2-1, A2-2 算得:

$$\left[\frac{S}{D_2}\right]_{dB} = -20\lg \sqrt{2} \pi \left[\frac{dT}{dF}\right] \sigma Bk \sqrt{1 - \frac{k}{2}} + 16\text{dB} \quad (\text{A2-1})$$

$$\left[\frac{S}{D_3}\right]_{dB} = -20\lg \frac{\pi}{\sqrt{2}} \left[\frac{d^2T}{dF^2}\right] \sigma^2 Bk \sqrt{1 - \frac{k^2}{3}} + 16\text{dB} \quad (\text{A2-2})$$

式中, $[S/D_2]$ 、 $[S/D_3]$ ——分别为由斜率型时延特性和抛物线型时延特性产生的交调噪声的信噪比,以 dB 表示。

T ——设备的时延特性,它是频率的函数,

σ ——多路信号的有效频偏。

B——最大基带频率，

k——在基带频率中的相对位置， $k=f/B$ ，

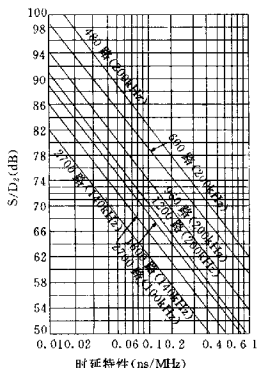
f——基带频率，

16dB——噪声负荷在一个话路内的功率电平与测试音电平之差，例如对 960 路系统，有

$$14.8 + 10 \lg \frac{3.1}{4028 - 60} = -16.3 \text{ dB}$$

式 A2-1 和 A2-2 表明，当 $k=1$ 时，即位于基带频率最高端的话路，由时延特性产生的交调噪声最大。

最高话路的 S/D_2 与时延特性的斜率的关系， S/D_3 与时延特性的二次曲率的关系分别示于图 A2.6 和图 A2.7 中。



护指标要求,规定每接力段的时延特性需调到正文表 2-10 所列指标范围内,但是馈线等不匹配产生的时延高次分量只要其峰—峰值小于 2ns,对交调噪音的影响较小,可不予考虑。

(3)中频——中频的微分增益

在前面的(1)节已经提到,设备的振幅频率特性的三次及三次以上分量将以微分增益的方式产生交调噪声。但是这些三次及三次以上分量往往和一次、二次分量叠加在一起,用测量振幅频率特性的办法很难将它区别开来。用中频综合测试仪可方便地直接测得设备的微分增益特性。微分增益失真产生的交调噪声的大小与曲线的形状有关,斜率型和抛物型微分增益产生的交调信噪比分别可由 A2-3 和 A2-4 式算得:

$$\left[\frac{S}{D_2}\right]_{dB} = -20\lg \frac{1}{\sqrt{2}} \left[\frac{d(DG)}{dF}\right] \sigma \left[\frac{B}{F_m}\right]^2 k^2 \sqrt{1 - \frac{k}{2}} + 16\text{dB} \quad (\text{A2-3})$$

$$\left[\frac{S}{D_3}\right]_{dB} = -20\lg \frac{1}{2\sqrt{2}} \left[\frac{d^2(DG)}{dF^2}\right] \sigma^2 \left[\frac{B}{F_m}\right]^2 k^2 \sqrt{1 - \frac{k}{3}} + 16\text{dB} \quad (\text{A2-4})$$

式中, $[S/D_2]$ 、 $[S/D_3]$ 分别为线性 DG 和抛物线型 DG 产生的交调噪声信噪比,以 dB 表示。

DG ——设备的微分增益特性,它是频率的函数

σ ——多路信号有效频偏

B ——最大基带频率

F_m ——微分信号频率,随着波道话路数增加,一般采用 2MHz, 4.43MHz 或 5.6MHz。

k ——在基带频率中的相对位置, $k=f/B$

式 A2-3 和 A2-4 表明,当 $k=1$ 时,即位于基带频率最高端的话路,由微分增益产生的交调噪声最大。

最高话路的 $[S/D_2]$ 与微分增益的斜率的关系, $[S/D_3]$ 与微分增益二次曲率的关系分别示与图 A2-8 和图 A2-9 中。

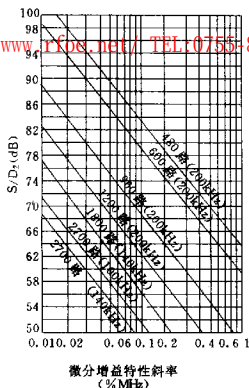


图 A2.8 最高话路的 S/D_2 与微分增益特性斜率的关系的列线图

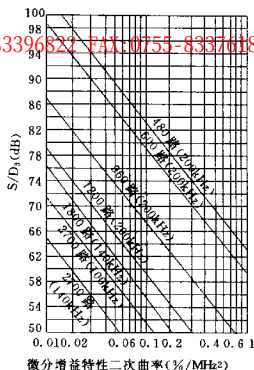


图 A2.9 最高话路的 S/D_3 与微分增益特性二次曲率的关系的列线图

按照系统的噪声分配指标,可推算出设备容许的微分增益的斜率分量和抛物线分量,因此为保证全电路的噪声指标满足维护指标要求,规定每接力段的微分增益特性需调整到正文表 2—10 中所列指标范围内。

2.6 微波收发信机主要技术指标

(1) 收信机噪声系数

模拟微波通信中,热噪声的主要来源是收信混频器。在混频前没有低噪声放大器的接收机中,混频二极管及前置中放的输入级管对噪声的影响最大,这类接收机噪声系数一般在 10dB 左右。随着微波低噪声放大技术的进展,新生产的设备在混频前先进行低噪声放大,因而大大降低了接收机的噪声系数,一般在 3~4dB。频

分多路微波通信中,话路的信号热噪声比 S/N 与接收机噪声系数的关系如式 A2—5 表示:

$$\left(\frac{S}{N}\right)_{dB} = 10 \lg \frac{P_r}{FKTf_b} \left(\frac{S_0}{f}\right)^2 \text{dB} \quad (\text{A2--5})$$

式中 $[S/N]$ ——以 dB 表示的信号热噪声比

P_r ——接收机入口处的输入功率

F ——接收机噪声系数

K ——波尔兹曼常数, 1.38×10^{-23} 焦/°K

T ——绝对温度, K

f_b ——一个话路带宽, 3.1 kHz

S_0 ——测试音有效频偏

f ——基带频率

热噪声功率与基带频率的平方成正比。为保证高端话路满足热噪声指标,接收机的噪声系数必须满足正文表 2—11 所列指标。

(2) 发信机的发信功率电平

微波电路建成之后,天线增益,馈线衰耗等都是相对稳定的因素。发信机的发信功率电平的变化将直接影响收信机的接收电平,从而影响话路的热噪声。在行波管放大器中,行波管容易老化,从维护的实际出发,为了延长行波管使用期限,可容许行波管的输出电平比正常值低到 3dB 以下,才更换或进行维护性调整,在全固态化设备中,如果发信机输出功率比正常值低到 1.5dB 以下,应进行维护性调整。

(3) 收发信机本振稳定度

收发信机本振频率的偏差最终表现为送到解调器去的中频信号的频率偏差,解调器是按照 70MHz 中频设计调测的,中频偏差可能会超过解调器的微分线性和时延的平直范围,使话路的信噪比恶化。同时调频宽带信号的通路上,限带部件很多。本振频率的偏差相当于将宽带信号偏到限带部件的某一边,使得振幅频率特性、时延特性、微分增益特性变坏,使交调噪声增大。

SUNSTAR 商斯达实业集团是集研发、生产、工程、销售、代理经销、技术咨询、信息服务等为一体的高科技企业，是专业高科技电子产品生产厂家，是具有 10 多年历史的专业电子元器件供应商，是中国最早和最大的仓储式连锁规模经营大型综合电子零部件代理分销商之一，是一家专业代理和分销世界各大品牌 IC 芯片和电子元器件的连锁经营综合性国际公司，专业经营进口、国产名厂名牌电子元件，型号、种类齐全。在香港、北京、深圳、上海、西安、成都等全国主要电子市场设有直属分公司和产品展示展销窗口门市部专卖店及代理分销商，已在全国范围内建成强大统一的供货和代理分销网络。我们专业代理经销、开发生产电子元器件、集成电路、传感器、微波光电元器件、工控机/DOC/DOM 电子盘、专用电路、单片机开发、MCU/DSP/ARM/FPGA 软件硬件、二极管、三极管、模块等，是您可靠的一站式现货配套供应商、方案提供商、部件功能模块开发配套商。商斯达实业公司拥有庞大的资料库，有数位毕业于著名高校——有中国电子工业摇篮之称的西安电子科技大学（西军电）并长期从事国防尖端科技研究的高级工程师为您精挑细选、量身订做各种高科技电子元器件，并解决各种技术问题。

微波光电部专业代理经销高频、微波、光纤、光电元器件、组件、部件、模块、整机；电磁兼容元器件、材料、设备；微波 CAD、EDA 软件、开发测试仿真工具；微波、光纤仪器仪表。欢迎国外高科技微波、光纤厂商将优秀产品介绍到中国、共同开拓市场。长期大量现货专业批发高频、微波、卫星、光纤、电视、CATV 器件：晶振、VCO、连接器、PIN 开关、变容二极管、开关二极管、低噪晶体管、功率电阻及电容、放大器、功率管、MMIC、混频器、耦合器、功分器、振荡器、合成器、衰减器、滤波器、隔离器、环行器、移相器、调制解调器；光电子器件和组件：红外发射管、红外接收管、光电开关、光敏管、发光二极管和发光二极管组件、半导体激光二极管和激光器组件、光电探测器和光接收组件、光发射接收模块、光纤激光器和光放大器、光调制器、光开关、DWDM 用光发射和接收器件、用户接入系统光收发器件与模块、光纤连接器、光纤跳线/尾纤、光衰减器、光纤适配器、光隔离器、光耦合器、光环行器、光复用器/转换器；无线收发芯片和模组、蓝牙芯片和模组。MRFXX、三菱 MOTOROLA、爱立信、ASI、富士通等军民用射频产品。惠普 Hp、安捷伦 Agilent 全系列高频放大管，微波集成电路 IC，混频管，PIN 管，肖特基管，MMIC，HEMT 等元器件。可能是惠普 Hp 安捷伦 Agilent 全系列产品现货最多，品类最全，价格最低的一家。竭诚为您服务，期待与你合作。长期以来真正坚持信誉第一，诚实为本！专业现货批发：Hp 惠普（Agilent 安捷伦 PHILIPSNEC、MOTOROLA、TOSHIBA、RFMICRO、HITTE、TYCO 等全系列高频放大管、射频管、微波集成 IC、PIN 管、混频管、肖特基管二、三级管等等。为 Hp 惠普 Agilent 安捷伦、PHILIPS 全系列国内经销商。欢迎索取免费详细资料、设计指南和光盘

商斯达微波光电网：[//www.rfoe.net/](http://www.rfoe.net/)

中国传感器科技信息网：[HTTP://WWW.SENSOR-IC.COM/](http://WWW.SENSOR-IC.COM/)

工控安防网：[HTTP://WWW.PC-PS.NET/](http://WWW.PC-PS.NET/)

消费电子专用电路网：[HTTP://WWW.SUNSTARE.COM/](http://WWW.SUNSTARE.COM/)

地址：深圳市福田区福华路福庆街鸿图大厦 1602 室 E-MAIL: szss20@163.com

电话：0755-82884100 83397033 83396822 83398585

传真：0755-83376182 83338339 邮编：518033 手机：(0)13902971329

E-MAIL:xjr5@163.com MSN: SUNS8888@hotmail.com QQ: 195847376

技术支持: 0755-83394033 13501568376

深圳展销部：深圳华强北路赛格电子市场 2583 号 TEL/FAX: 0755-83665529 25059422

北京分公司：北京海淀区知春路 132 号中发电子大厦 3097 号

TEL: 010-81159046 82615020 13501189838 FAX: 010-62543996

上海分公司：上海市北京东路 668 号上海赛格电子市场 2B35 号

TEL: 021-28311762 56703037 13701955389 FAX: 021-56703037

西安分公司：西安高新开发区 20 所(中国电子科技集团导航技术研究所) 西安劳动南路 88 号电子商城二楼 D23 号

TEL: 029-81022619 13072977981 FAX:029-88789382