

ICS 33.040.20

M 19



中华人民共和国通信行业标准

YD/T 2528-2013

扩频数字微波通信设备和系统 技术要求及测试方法

Technical requirements and test methods for digital microwave
telecommunication equipments and systems using spread
spectrum modulation techniques

2013-04-25 发布

2013-06-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语、定义和缩略语	2
3.1 术语和定义	2
3.2 缩略语	2
4 系统构成	2
5 技术要求和测试方法	3
5.1 频段要求	3
5.2 容量要求	3
5.3 测试要求	3
5.4 差错性能	3
5.5 可用性指标	4
5.6 射频 (RF) 接口特性	4
5.7 基带接口特性	7
5.8 其他业务 (可选)	10
5.9 系统性能	11
5.10 网管要求	12
5.11 电源适应性	12
5.12 环境适应性	13
5.13 安全要求	14
5.14 电磁兼容 (EMC)	15
5.15 标志、包装及储存	15
附录 A (规范性附录) 测试用仪表	16
参考文献	18

前 言

本标准是数字微波通信设备和系统系列标准之一，该系列标准的名称预计如下：

- a) YD/T 744-2009《准同步数字系列（PDH）数字微波通信设备和系统技术要求及测试方法》；
- b) 《同步数字系列（SDH）数字微波通信设备和系统技术要求及测试方法》；
- c) 《扩频数字微波通信设备和系统技术要求及测试方法》；
- d) 《分组数字微波通信设备和系统技术要求及测试方法》。

本标准按照 GB/T 1.1-2009 的给出的规则起草。

本标准由中国通信标准化协会提出并归口。

本标准起草单位：西安通和电信设备检测有限公司、大唐电信科技产业集团、国家无线电监测中心、北京地杰通信设备有限公司、中国普天信息产业股份有限公司、工业和信息化部电信研究院、中兴通讯股份有限公司、中国移动通信集团设计院有限公司。

本标准主要起草人：田 敏、张 健、黄贞恂、刘晓辉、樊永军、王俊峰、王毓英、钟富生、李莉莉、邓 杰、薛 程。

扩频数字微波通信设备和系统技术要求及测试方法

1 范围

本标准规定了扩频数字微波通信设备和系统的技术要求及测试方法,包括扩频数字微波通信设备和系统的频段、差错性能、可用性指标、以及射频(RF)接口特性和业务接口特性的技术要求和测试方法,并兼顾了系统性能、网管、供电、环境适应性以及安全等要求。

本标准适用于扩频数字微波通信设备和系统。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用时必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB 191 包装储运图示标志

GB/T 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验A:低温

GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验B:高温

GB/T 2423.3 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验Ca:恒定湿热试验

GB 3873 通信设备产品包装通用技术条件

GB/T 4798.1 电工电子产品应用环境条件 第1部分:贮存

GB 4943.1 信息技术设备 安全 第1部分:通用要求

GB/T 7611-2001 数字比特率电接口规范

YD/T 1098-2001 路由器测试规范——低端路由器

YD/T 1138 固定无线链路设备及其辅助设备电磁兼容要求和测试方法

YD/T 1276-2003 基于SDH的多业务传送节点测试方法

YD/T 5088-2005 SDH微波接力通信系统工程设计规范

信产部[2002]277号 关于使用5.8GHz频段频率事宜的通知

信产部[2002]353号 关于调整2.4GHz频段发射功率限值及有关问题的通知

国无办频[1997]11号 关于扩频通信有关技术指标规定的通知

ITU-T G.826 一次群速率或一次群速率以上国际恒定比特率数字通道的差错性能参数和指标(Error performance parameters and objectives for international, constant bit rate digital paths at or above the primary rate)

ITU-R F.1189-1 由形成27500km假设参考通道国内部分的数字无线中继系统带来的基群或高于基群速率的恒定比特率数字通道的误码性能目标(Error performance objectives for constant bit rate digital paths at or above the primary rate carried by digital radio-relay systems which may form part or all of the national portion of a 27 500 km hypothetical reference path)

3 术语、定义和缩略语

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

扩频数字微波通信设备 Digital Microwave Telecommunication Equipment Using Spread Spectrum Modulation Techniques

将待传送的信息数据用伪随机编码调制, 实现频谱扩展后再进行传输的数字微波通信设备。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AIS	Alarm Indication Signal	告警指示信号
BBE	Background Block Error	背景块差错
BBER	Background Block Error Ratio	背景块差错比
BER	Bit Error Ratio	比特差错率
CRC	Cyclic Redundancy Check	循环冗余校验
EB	Errored Block	差错块
EIRP	Equivalent Isotropically Radiated Power	等效全向辐射功率
EMC	Electromagnetic Compatibility	电磁兼容
ES	Errored Second	差错秒
ESR	Errored Second Ratio	差错秒比
FCS	Frame Check Sequence	帧校验序列
IP	Internet Protocol	网际协议
RBER	Residual Bit Error Ratio	残余比特差错率
RBW	Resolution Bandwidth	分辨率带宽
RD	Received Data	接收数据
RF	Radio Frequency	射频
Rx	Receiver	接收机
SES	Severely Errored Second	严重差错秒
SESR	Severely Errored Second Ratio	严重差错秒比
TD	Transmitted Data	发送数据
Tx	Transmitter	发射机
VBW	Video Bandwidth	视频带宽

4 系统构成

系统构成如图1所示。

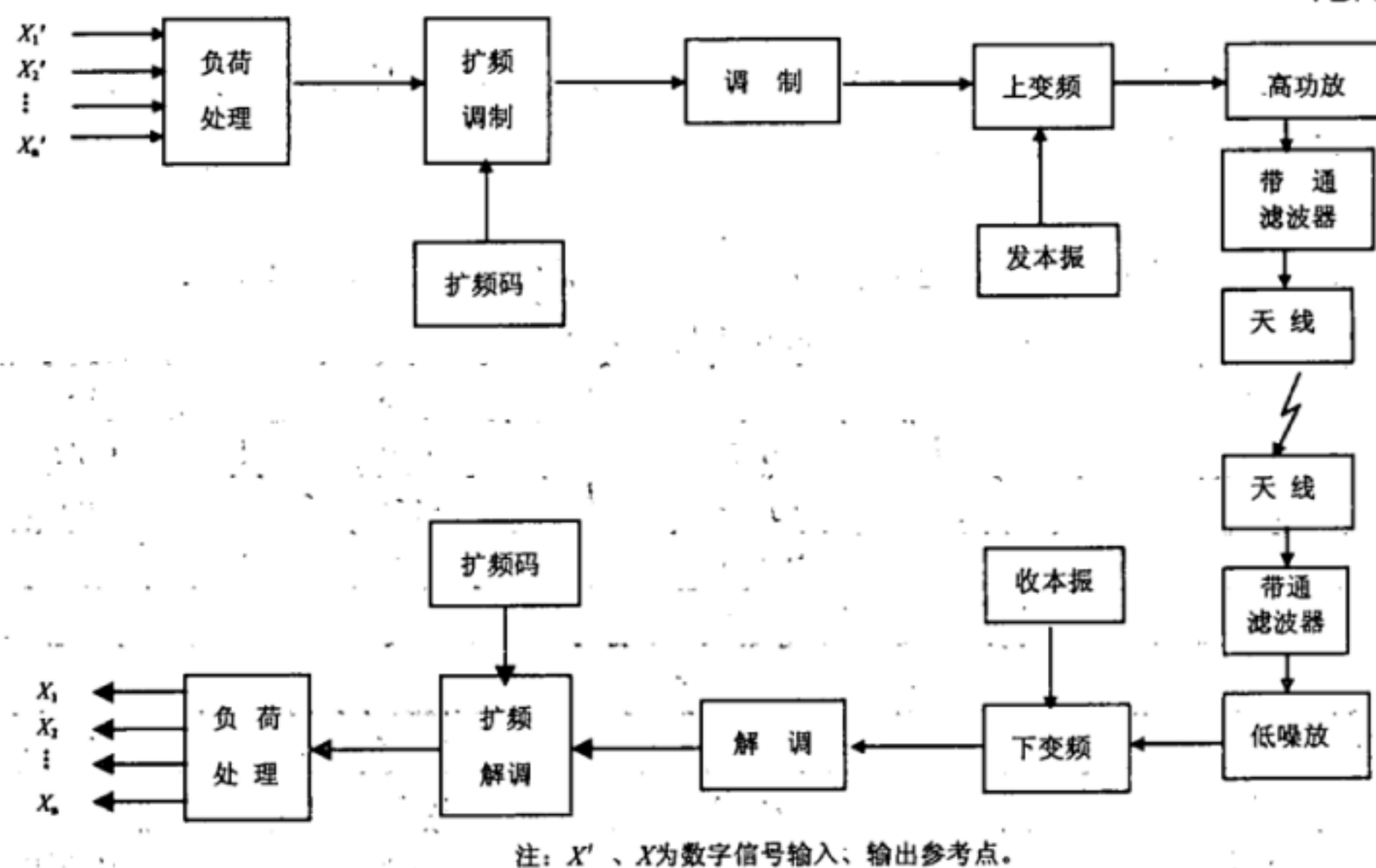


图1 系统构成示意图

5 技术要求和测试方法

5.1 频段要求

根据无线电管理部门的规定,用于扩频微波通信的频段为:

- 2.4GHz 频段: 2.4~2.4835GHz;
- 5.8GHz 频段: 5.725~5.850GHz。

5.2 容量要求

扩频微波通信设备容量可以包括: 2.048Mbit/s、2×2.048Mbit/s、4×2.048Mbit/s、8×2.048Mbit/s 和 16×2.048Mbit/s 等。

5.3 测试要求

测试在射频、基带接口上进行。被测设备和测试用仪表应预热 0.5h 以上,测试用仪表应满足附录 A 要求。

5.4 差错性能

5.4.1 差错性能定义

差错性能相关定义如下:

- 块: 一系列与通道有关的连续比特,每一比特属于并仅属于一个块;
- 差错块 EB: 有一个或多个比特出现差错的块;
- 差错秒 ES: 有一个以上差错块或至少一个缺陷的 1s 周期;
- 缺陷: 信号丢失、帧定位丢失或出现 AIS 信号;
- 严重差错秒 SES: 包含至少 30% 的差错块或至少一个缺陷的 1s 周期;
- 背景块差错 BBE: 在 SES 之外时间发生的块差错;
- 差错秒比 ESR: 在一定的测试时间内,可用时间内的 ES 和总秒数的比;
- 严重差错秒比 SESR: 在一定的测试时间内,可用时间内的 SES 和总秒数的比;

- 背景块差错比 BBER: 在一定的测试时间内, 可用时间内的背景差错块之和与总块数扣除所有 SES 块后的残余块数的比。

5.4.2 差错性能指标

扩频数字微波通信设备和系统主要应用于短途和接入, 差错性能指标见表 1 和表 2。

表1 短途部分差错性能指标

比特率 (Mbit/s)	1.5~5	5~15	15~55
ESR	0.04B	0.05B	0.075B
SESR	0.002B	0.002B	0.002B
BBER	$2B \times 10^{-4}$	$2B \times 10^{-4}$	$2B \times 10^{-4}$

表中 B=0.075~0.085

表2 接入部分差错性能指标

比特率 (Mbit/s)	1.5~5	5~15	15~55
ESR	0.04C	0.05C	0.16C
SESR	0.002C	0.002C	0.002C
BBER	$2C \times 10^{-4}$	$2C \times 10^{-4}$	$2C \times 10^{-4}$

表中 C=0.075~0.085

表 1、表 2 中, B 与 C 的值的范围为 0.155~0.165, 见 ITU-R F.1189-1 (1995-1997) 表 3。

5.5 可用性指标

5.5.1 数字微波通道可用性定义

可用性=1-不可用性=[可用时间/(可用时间+不可用时间)]×100%

不可用时间是至少在一个传输方向上, 当接收端检测到 10 个连续的 SES 事件, 则不可用时间开始, 并且将此 10s 计入不可用时间; 当接收端检测到 10 个连续的非 SES 事件时, 一个新的可用时间开始, 并且将此 10s 计入可用时间。

5.5.2 可用性指标

假设参考数字通道的不可用指标定为 0.06%/500km, 按长度线性分配。

为了使统计结果可信, 统计时间应长于一年。

5.6 射频 (RF) 接口特性

5.6.1 发射机 (Tx)

5.6.1.1 发射频率容限

5.6.1.1.1 技术要求

发射频率容限应不劣于 $\pm 20 \times 10^{-6}$ 。

5.6.1.1.2 测试方法

被测设备工作在无调制和无扩频状态。

步骤1) 测试连接如图 2 所示;

步骤2) 从频率计数器上读发信载频频率 f_c , 发射频率误差 $\Delta f = (f_c - f_0)/f_0$ 应满足 5.6.1.1.1 要求。

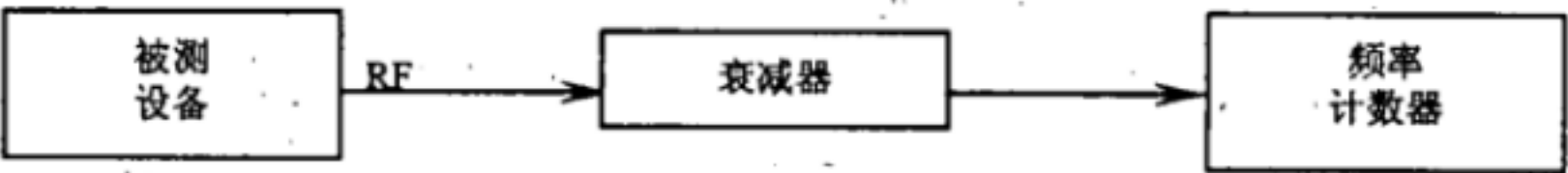


图2 发射频率容限测试

5.6.1.2 发射机等效全向辐射功率 (EIRP)

5.6.1.2.1 技术要求

2.4GHz 频段: 天线增益 $< 10\text{dBi}$ 时, $\leq 20\text{dBm}$;

天线增益 $\geq 10\text{dBi}$ 时, $\leq 27\text{dBm}$ 。

5.8GHz 频段: $\leq 33\text{dBm}$ (发射机发射功率应 $\leq 27\text{dBm}$)。

5.6.1.2.2 测试方法

步骤1: 测试在开阔试验场或全电波暗室进行, 测试布置如图3所示。

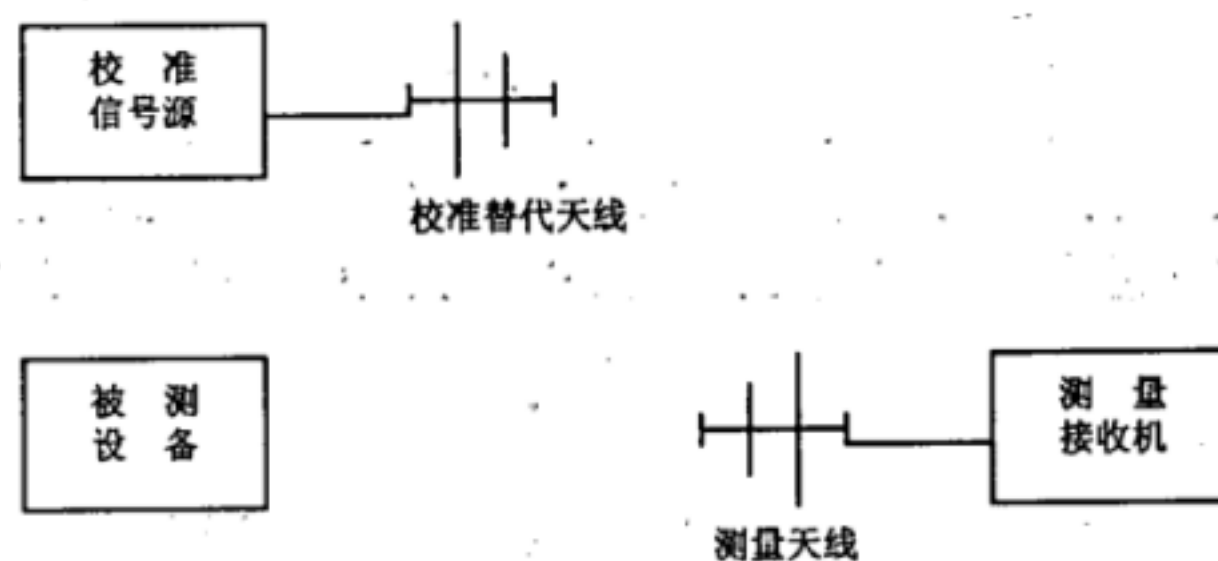


图3 发射机等效全向辐射功率测试

步骤2: 被测设备距离地面高度为1.5m, 调整被测设备最大发射方向使其与测量天线的最佳接收方向对准, 测试距离 (被测设备与测量天线的相位中心距离) 不小于3m, 被测设备尺寸应小于测试距离的20%;

步骤3: 被测设备正常工作;

步骤4: 测量接收机中心频率设置为被测设备载频 f_c , 检波方式 Avg ;

步骤5: 测量天线分别置为水平极化和垂直极化, 用测量接收机测出被测设备在水平极化和垂直极化时的最大发射功率, 读取较大值 L_{\max} ;

步骤6: 将被测设备换成替代天线, 信号发生器频率设置为步骤4) 中的频率 f_c , 设置校准替代天线的极化方向与 L_{\max} 时的极化方向一致, 调节校准信号源的输出电平 L 使测量接收机的接收电平值等于 L_{\max} , 记录此时校准信号源的输出电平 L ;

步骤7: 计算等效全向辐射功率 $EIRP$ 。

$$EIRP = L - A + G \text{ (dBm)} \quad (1)$$

式中: L ——校准信号源输出电平, dBm;

A ——连接电缆损耗, dB;

G ——替代天线增益, dBi。

5.6.1.3 发射机峰值功率谱密度

5.6.1.3.1 技术要求

2.4GHz频段: 天线增益 $< 10\text{dBi}$ 时, $\leq 10\text{dBm/MHz}$ (EIRP, 含天线增益);

天线增益 $\geq 10\text{dBi}$ 时, $\leq 17\text{dBm/MHz}$ (EIRP, 含天线增益);

5.8GHz频段: $\leq 13\text{dBm/MHz}$ (发射机输出) 和 $\leq 19\text{dBm/MHz}$ (EIRP, 含天线增益)。

5.6.1.3.2 测试方法

同5.6.1.2.2节。将测得的EIRP折算成1MHz带宽中的值。

5.6.1.4 发射机杂散辐射

5.6.1.4.1 技术要求

杂散辐射要求见表3。

表3 杂散辐射要求

频率 (GHz)	2.4GHz 频段	5.8GHz 频段
	限值/RBW	限值/RBW
0.01~1	$\leq -36\text{dBm}/100\text{kHz}$	$\leq -36\text{dBm}/100\text{kHz}$
2.4~2.4835	$\leq -33\text{dBm}/100\text{kHz}$ 对应载波 2.5 倍信道带宽外	$\leq -40\text{dBm}/1\text{MHz}$
3.4~3.53	$\leq -40\text{dBm}/1\text{MHz}$	$\leq -40\text{dBm}/1\text{MHz}$
5.725~5.85	$\leq -40\text{dBm}/1\text{MHz}$	$\leq -33\text{dBm}/100\text{kHz}$ 对应载波 2.5 倍信道带宽外
1~12.75 ^a	$\leq -30\text{dBm}/1\text{MHz}$	$\leq -30\text{dBm}/1\text{MHz}$

^a 此处为除去以上特殊频段外的其他频段。即(1~12.75)GHz 中不包括(2.4~2.4835)GHz、(3.4~3.53)GHz、(5.725~5.85) GHz

5.6.1.4.2 测试方法

步骤1: 测试连接如图4所示;

步骤2: 依据表3设置频谱分析仪的测试频率和测试带宽 (RBW), $VBW=3RBW$, 检波方式 *Avg*, *Max Hold*;

步骤3: 在规定的频率范围内读最大杂散辐射电平, 应满足表3要求。

5.6.2 接收机 (Rx)

5.6.2.1 接收机门限电平

5.6.2.1.1 技术要求

$BER=1\times 10^{-6}$ 时, 接收机门限电平应满足表 4 要求。

表4 门限电平要求

传输比特率 (Mbit/s)	门限电平 (dBm)
2.048	-88
2×2.048	-85
4×2.048	-82
8×2.048	-79
16×2.048	-76

5.6.2.1.2 测试方法

步骤1: 测试连接如图4所示;

步骤2: 设置被测设备正常工作;

步骤3: 数字传输分析仪按被测设备要求设置为BER测量, 增加可变衰减器的衰减值使BER达到 1×10^{-6} , 此时可变衰减器衰减值为 $A(\text{dB})$, 功率计测得的功率值为 $L(\text{dBm})$ 。

步骤4: 被测接收机门限电平为:

$$L_{\text{thre}}=L+C-A \text{ (dBm)} \tag{2}$$

式中: C 是耦合器耦合度, 用dB表示。

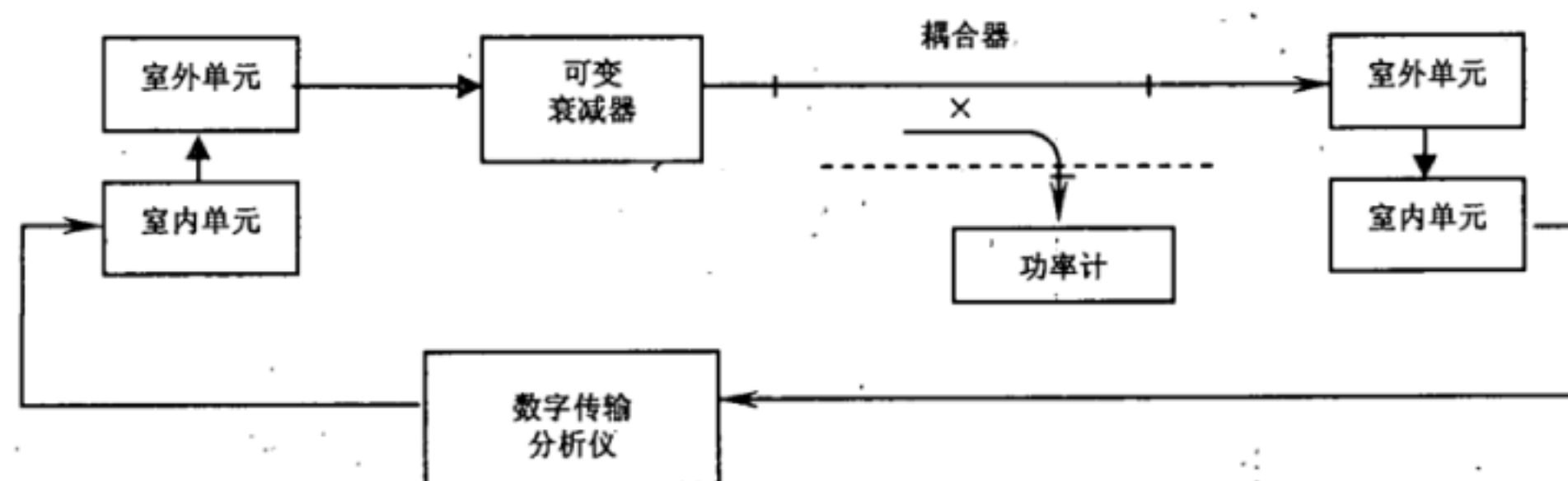


图4 接收机门限电平测试

5.6.2.2 接收机输入电平范围

5.6.2.2.1 技术要求

接收机在 $BER=1 \times 10^{-6}$ 时的输入电平范围应不小于40dB。

5.6.2.2.2 测试方法

步骤1: 测试连接如图5所示;

步骤2: 设置被测设备正常工作;

步骤3: 在5.6.2.1.2节的步骤3中, 减小可变衰减器的衰减值, 使 BER 达到 1×10^{-6} ;

步骤4: 用功率计测量接收机最大输入信号电平 L_U 。计算接收机输入电平范围 D (dB)。

$$D = L_U - L_{thre} \text{ (dB)}$$

(3)

式中: D ——接收机输入电平范围, dB;

L_U ——接收机最大输入信号电平, dBm;

L_{thre} ——接收机门限电平, dBm。

5.6.3 系统指标——处理增益

5.6.3.1.1 技术要求

在扩频系统中, 传输信号在扩频和解扩的处理过程中, 扩频系统的抗干扰性能得到提高, 这种扩频处理得到的好处, 就称之为扩频系统的处理增益。

按照国无办频[1997]11号规定, 处理增益 G_P 应不小于10dB。

5.6.3.1.2 测试方法

步骤1: 测试连接图如图4所示;

步骤2: 在无扩频状态下, 按5.6.2.1节的方法测试出门限电平 L_1 ;

步骤3: 扩频状态下, 按5.6.2.1节的方法测试出门限电平 L_2 ;

步骤4: 计算处理增益 G_P 。

$$G_P = L_1 - L_2 \text{ (dB)}$$

(4)

5.6.4 结构

扩频数字微波通信设备结构应符合信部无[2002]277号、信部无[2002]353号规定。设备和系统的射频部分与天线要求采用一体化设计和生产。

5.7 基带接口特性

5.7.1 技术要求

输入口比特率容限、阻抗回波损耗、脉冲波形、输入口接收灵敏度、输入口抗干扰能力、输出抖动、输入抖动容限、过压保护等应符合 GB/T 7611-2001 要求。

抖动传递函数应符合图 5、表 5 要求。

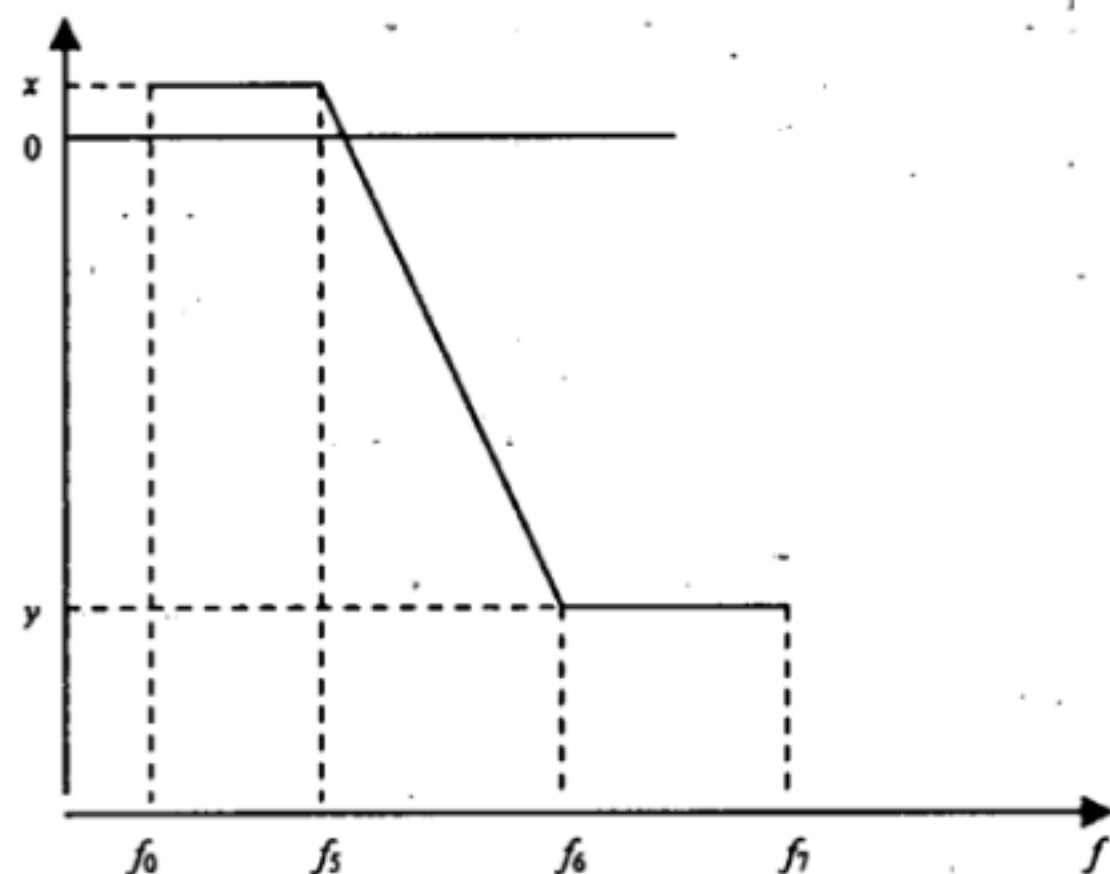


图5 抖动传递函数

表5 抖动传递函数

比特率 (kbit/s)	x (dB)	y (dB)	f ₀ (Hz)	f _s (kHz)	f ₆ (kHz)	f ₁ (kHz)
2048	0.5	-19.5	10	0.04	0.4	100

5.7.2 测试方法

5.7.2.1 输入口比特率容限、输入口接收灵敏度、输入口抗干扰能力测试

步骤1: 测试连接如图6所示。

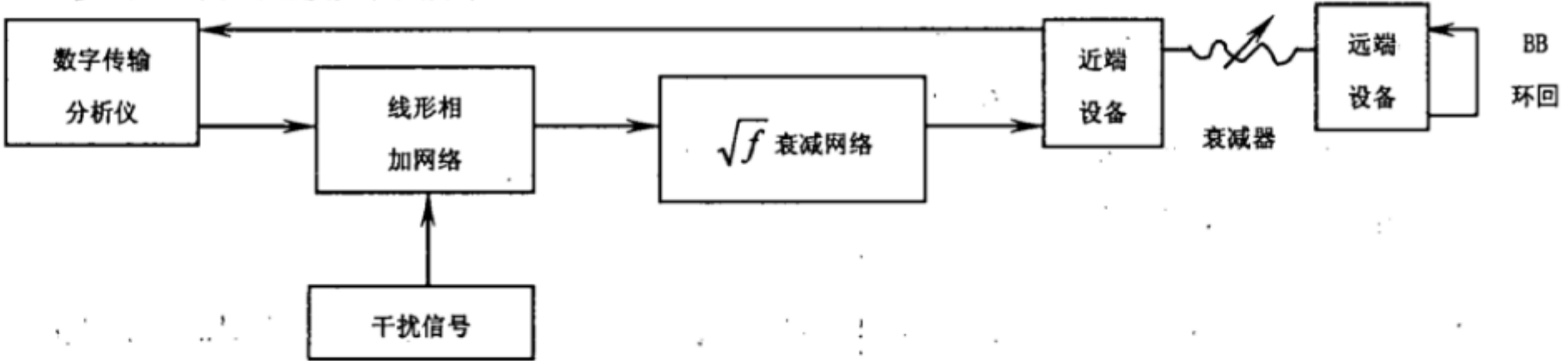


图6 输入口比特率容限、输入口接收灵敏度、输入口抗干扰能力测试

步骤2: 设置被测设备正常工作；

步骤3: 输入口接收灵敏度应符合GB/T 7611-2001中6.2.2.3节的要求。

步骤4: 输入口抗干扰能力应符合GB/T 7611-2001中6.2.2.4.1节的要求。

步骤5: 根据被测设备支持的速率加 \sqrt{f} 衰减网络和干扰信号，并在GB/T 7611-2001中6.1.1节中规定的最大比特率容限条件下进行测试，系统应无误码。

5.7.2.2 输出脉冲波形测试

步骤1: 测试连接如图7或图8所示。

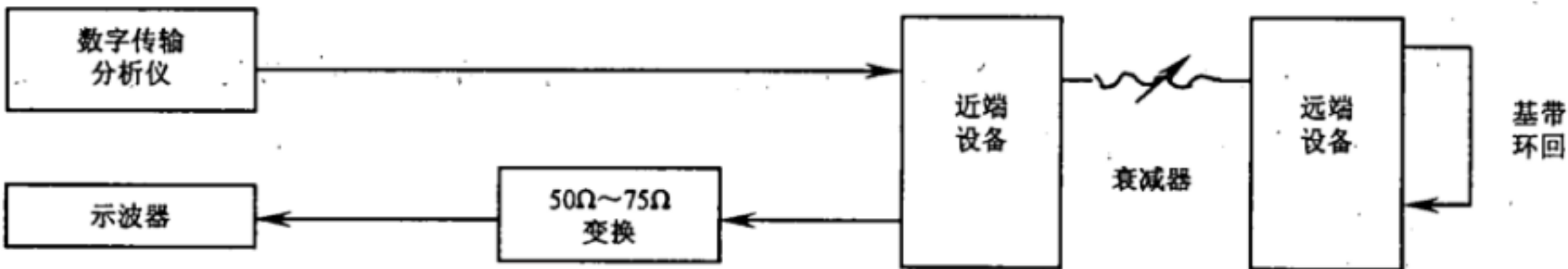


图7 75Ω 不平衡接口输出脉冲波形测试

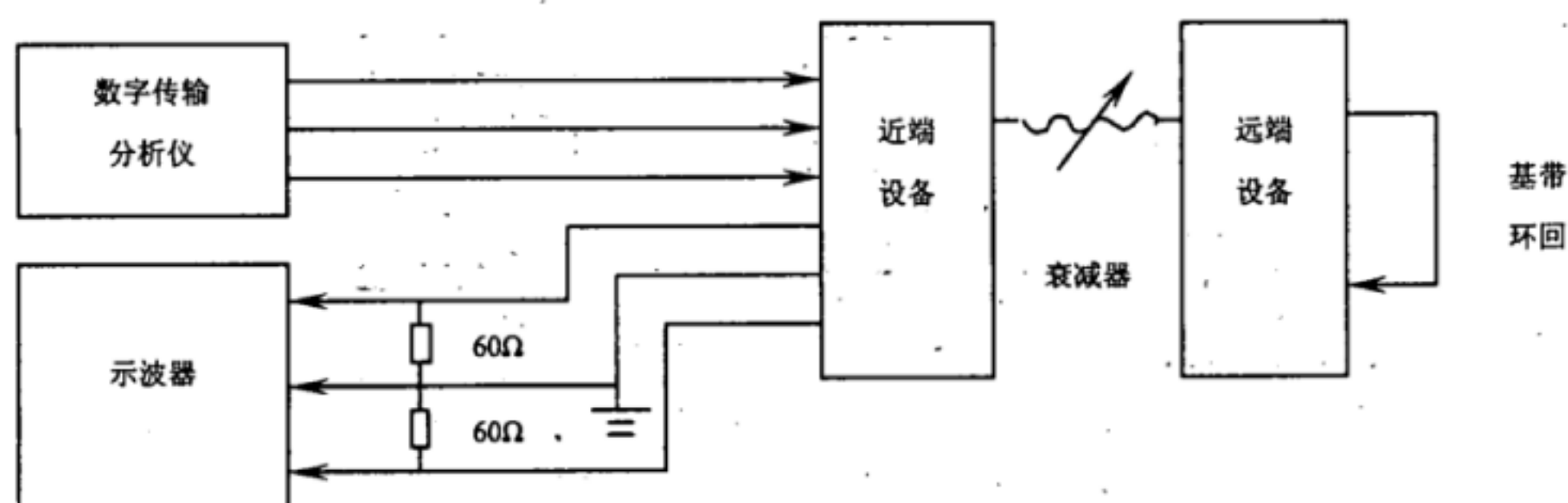


图8 120Ω平衡接口输出脉冲波形测试

步骤2: 数字传输分析仪根据被测设备要求向被测设备发送数字信号;

步骤3: 调示波器输入为50Ω, 水平轴、垂直轴和触发调到使显示的信号大小合适且稳定;

步骤4: 输出脉冲波形应满足GB/T 7611-2001 6.2.1.2节要求;

步骤5: 对于120Ω平衡口上的输出脉冲波形测量应按图8进行连接, 并在示波器上调到两通道反向相加。

5.7.2.3 输出抖动测试

步骤1: 测试连接如图9所示;

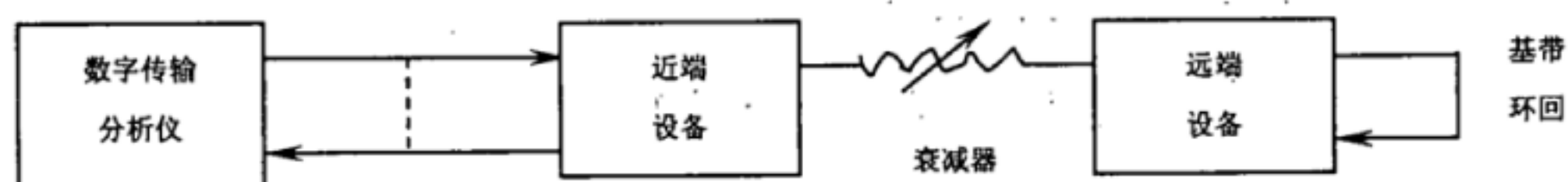


图9 输出抖动、输入抖动容限、抖动传递函数测试

步骤2: 设置被测设备正常工作;

步骤3: 数字传输分析仪按被测设备要求设置比特率, 切断抖动发生, 并调到输出抖动测试, 结果应满足GB/T 7611-2001中表9要求。

5.7.2.4 输入抖动容限测试

测试连接如图9所示, 数字传输分析仪调到并运行输入抖动容限测试, 结果应满足GB/T 7611-2001中6.3.2节要求。

5.7.2.5 抖动传递函数测试

测试连接如图9所示, 数字传输分析仪调到抖动传递函数测试, 按虚线连接进行校准, 然后连接被测设备, 并进行测试, 结果应满足图5、表5要求。

5.7.2.6 基带回波损耗测试

步骤1: 测试连接如图10所示;

步骤2: 根据被测口类型在75Ω不平衡测试口或120Ω平衡测试口上用开路、短路、负荷进行校准;

步骤3: 接上被测端口进行测试, 输入回波损耗应满足GB/T 7611-2001中表8要求, 输入回波损耗应满足GB/T 7611-2001附录M要求。

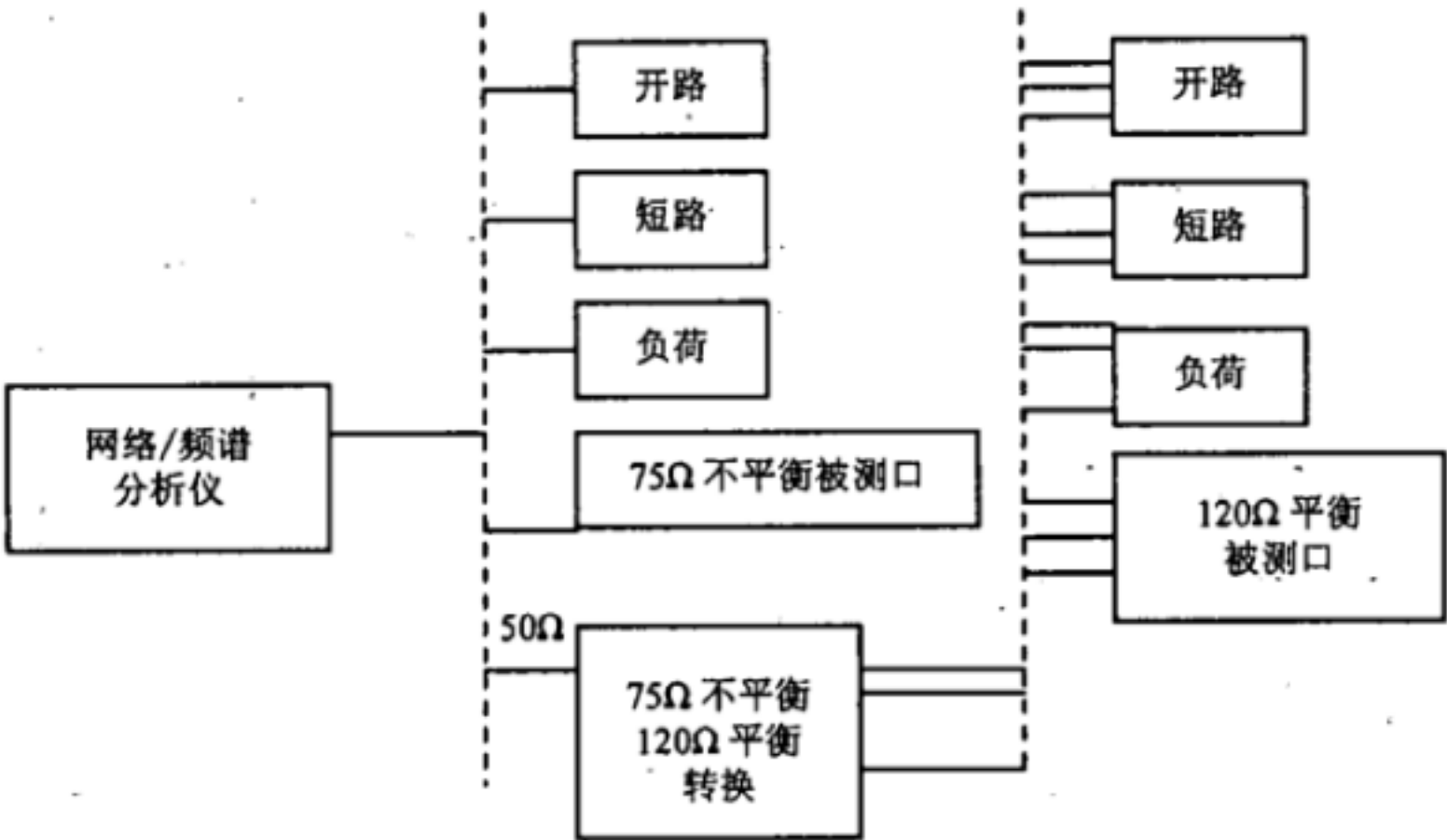


图10 基带回波损耗测试

5.7.2.7 过压保护测试

步骤1: 测试连接如图11、图12所示;

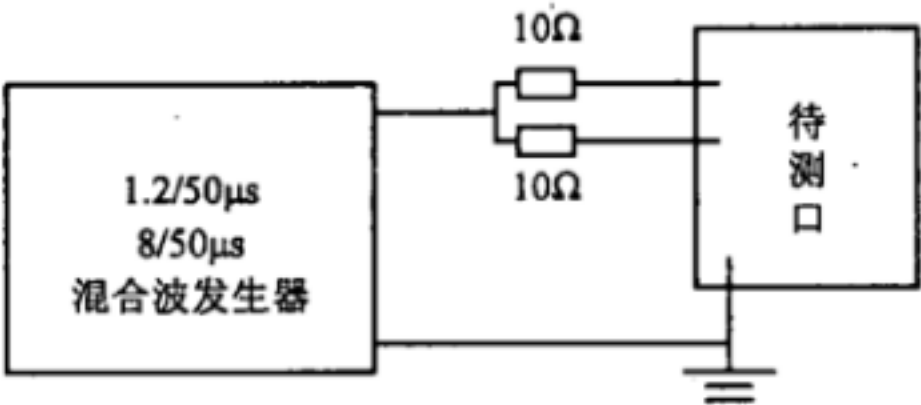


图11 非屏蔽电缆（差模测试）

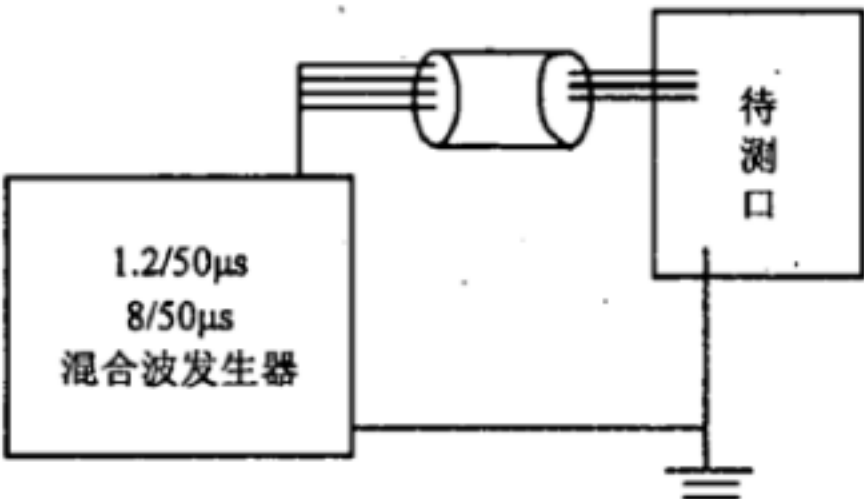


图12 屏蔽电缆（共模测试）

步骤2: 被测设备正常工作, 用数字传输分析仪检测系统误码率BER;

步骤3: 由混合波发生器向被测口施加1.2/50μs、8/20μs浪涌脉冲, 试验电压幅度500V, 正极性5min, 负极性5min, 正、负极性转换至少1min, 试验中和试验后, BER均应为0。

5.8 其他业务（可选）

5.8.1 公务接口

5.8.1.1 技术要求

公务应保持畅通。

5.8.1.2 测试方法

设备正常工作时, 公务应保持畅通。

5.8.2 以太网接口

5.8.2.1 接口特性

5.8.2.1.1 技术要求

以太网接口特性应满足以下要求：

- a) FCS错误帧接收和恢复：发送FCS错误帧时，被测设备不接收；
- b) 定位错误帧接收和恢复：发送定位错误帧时，被测设备不接收或有指示；
- c) 长度错误帧接收和恢复：发送长度错误帧时，被测设备不接收或有指示；
- d) 短帧接收和恢复：发送长度小于64byte（包括CRC字段）的帧时，被测设备不接收；
- e) 巨帧接收和恢复：发送长度大于设备声明能传输的最大帧长（包括CRC字段）的帧时，被测设备不接收；
- f) 最小帧间隔接收和恢复：最小能接收的帧间隔不小于9.6μs；
- g) TD电路短路容限：TD电路短路10s后能正常工作；
- h) RD电路短路容限：RD电路短路10s后能正常工作。

5.8.2.1.2 测试方法

按YD/T 1098-2001 3.3.7节进行测试，应满足5.8.2.1.1节要求。

5.8.2.2 IP 业务传输性能

5.8.2.2.1 技术要求

单端口吞吐量、单端口包转发时延（90%吞吐量时）应满足设备声称值。

5.8.2.2.2 测试方法

步骤1：测试连接如图13所示；

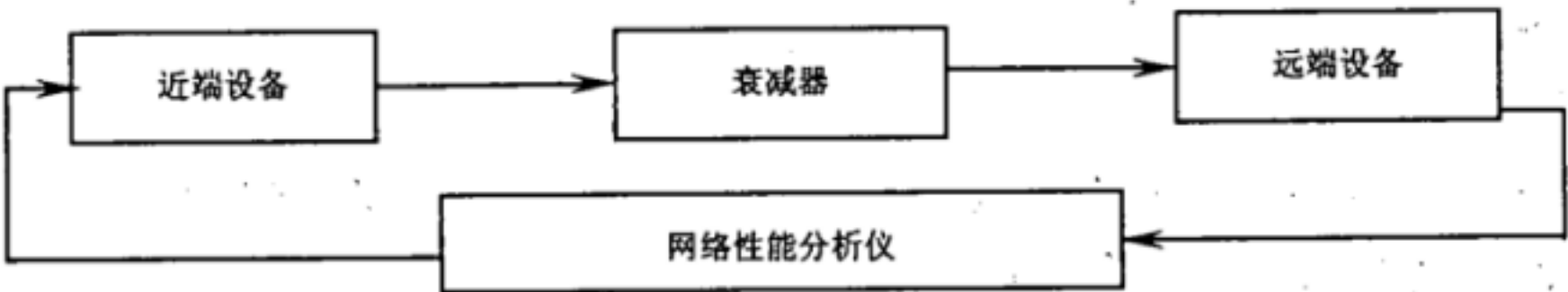


图13 IP 业务传输性能测试

步骤2：设置被测设备正常工作；

步骤3：网络性能分析仪给被测设备发送不同帧长的IP测试包，测出各种帧长时包的转发率，计算单端口吞吐量；

步骤4：IP测试包帧长分别为64、128、256、512、1024、1280、1518byte，每帧长测试10s；

步骤5：测试出各种帧长时IP包的单端口包转发时延（90%吞吐量时）。

5.9 系统性能

5.9.1 残余比特差错率

5.9.1.1 技术要求

设置接收机输入电平为接收机最佳工作电平，实验室内常温测试时，要求24h内BER=0；电路测试时，最大比特差错率不应大于表6的规定。

表6 电路测试周期和最大允许的比特差错数

比特率 (Mbit/s)	最小记录时间 (h)	最大比特差错数	RBER
2	16	12	1×10^{-10}

5.9.1.2 测试方法

设置接收机输入电平为接收机最佳工作电平，按5.9.1.1节要求进行观测，结果应满足要求。

5.10 网管要求

5.10.1 一般要求

网管一般要求如下：

- a) 应有网管名称、硬件配置、软件版本；
- b) 应有管理目录，目录中至少列有安全管理、配置管理、性能管理、故障管理。

5.10.2 安全管理

安全管理要求如下：

- a) 应设置管理权限，防止非授权访问。确保访问请求的发起者只能在自己的权限范围内执行管理操作；
- b) 系统应记录所有用户的操作，包括用户名、登录时间、操作类型。

5.10.3 配置管理

配置管理要求如下：

- a) 应能对接口参数进行配置，例如：接口类型、接口速率、管理状态和操作状态等；
- b) 应能对无线信道参数进行配置，例如：收发信道波道、发信电平、调制方式、关闭调制、关闭扩频等；
- c) 应能通过网管对系统软件进行升级，包括网管软件自身的升级；
- d) 所有配置操作应记录到日志文件，并支持检索。

5.10.4 性能管理

性能管理要求如下：

- a) 能采集和保存当前工作的信道频率、发射机功率、接收机输入电平、差错性能；
- b) 能对上述数据进行统计并保存记录；
- c) 性能数据不可修改。

5.10.5 故障管理

故障管理要求如下：

- a) 网管可对系统的各个部分进行测试、观察和监测，已发现故障或性能的降低；
- b) 应能通过指示灯和告警信号指示设备的故障，不同的故障原因对应不同的告警信息；
- c) 应能判定故障发生的时间和故障的位置；
- d) 故障事件恢复后，系统网管的相应告警信息应能自动清除；
- e) 系统由故障中恢复后，已经建立的连接或路由应保持，用户仍能正常通信；
- f) 应具备告警统计功能；
- g) 应支持数据的自动备份和人工备份；
- h) 若网管系统发生故障，在故障恢复后应能自动与系统实际状态同步。

5.11 电源适应性

5.11.1 电源适应性要求

在下列电压情况下，设备和系统所规定的技术要求均能满足。

- a) 交流（AC）供电时，标称电压220V，频率50Hz，允许176~264V，45~65Hz。
- b) 直流（DC）供电时，标称电压-48V，允许-40~-57V。

5.11.2 测试方法

5.11.2.1 电源电压变低试验

在电源电压为交流176V或直流-40V时测量发射频率容限、发射机等效全向辐射功率均应满足指标要求。

5.11.2.2 电源电压变高试验

在电源电压为交流264V或直流-57V时测量发射频率容限、发射机等效全向辐射功率均应满足指标要求。

5.12 环境适应性

5.12.1 环境适应性要求

5.12.1.1 工作温度范围

室内设备：I类：-5~+55℃；

II类：+5~+40℃。

室外设备：I类：-40~+55℃；

II类：-25~+55℃。

5.12.1.2 工作湿度范围

室内设备：15%~85%；

室外设备：5%~95%。

5.12.1.3 大气压力

70~106kPa。

5.12.2 低温试验

5.12.2.1 指标要求

低温试验符合GB/T 2423.1相关规定。在低温试验中，测量发射频率容限、发射机等效全向辐射功率均应满足指标要求。

5.12.2.2 测试方法

步骤1：将被测设备置入环境试验箱（室），并设置其正常工作；

步骤2：以不大于1℃/min的速率降低温度到5.11.1.1节规定的低温，保持2h；

步骤3：测量5.11.2.1节中各项指标均应满足要求。

5.12.3 高温试验

5.12.3.1 指标要求

高温试验符合GB/T 2423.2相关规定。在高温试验中，测量发射频率容限、发射功率均应满足指标要求。

5.12.3.2 测试方法

步骤1：将被测设备置入环境试验箱（室），并设置其正常工作；

步骤2：以不大于1℃/min的速率升高温度到5.11.1.1节规定的低温，保持2h；

步骤3：测量5.11.3.1节中各项指标均应满足要求。

5.12.4 恒定湿热试验

5.12.4.1 指标要求

恒定湿热试验符合GB/T 2423.3相关规定。在恒定湿热试验中，要求8h内BER=0。

5.12.4.2 测试方法

步骤1：将被测设备置入环境试验箱（室），并设置其正常工作；

步骤2：控制起始温度20℃，湿度50%；

步骤3：加温加湿到30℃，85%，保持8h；

步骤4：试验过程中，BER=0。

5.13 安全要求

扩频微波通信设备和系统的安全要求应符合GB 4943.1相关规定。

5.13.1 接地导体电阻和连接电阻

如果被测电路的电流额定值小于或等于16A，试验电流、试验电压和试验时间应按如下确定：

- 试验电流为被测电路电流额定值的1.5倍；和
- 试验电压不应超过12V；和
- 试验时间为60s。

根据电压压降计算出的保护连接导体电阻不应超过0.1Ω。

如果被测电路的电流额定值超过16A，试验电流和试验时间应按如下确定：

- 2倍的电路电流额定值进行2min；或
- 对直流供电的设备由制造厂商规定。

保护连接导体的电压降不应超过2.5V。

5.13.2 电源电路的抗电强度

试验电压按如下确定：

- 被测设备工作电压峰值或直流值≤184V，对于有接地保护的被测设备试验电压为交流1000V（50Hz），或对于无接地保护的被测设备试验电压为交流2000V（50Hz）；
- 被测设备工作电压峰值或直流值为184V至354V（含354V），对于有接地保护的被测设备试验电压为交流1500V（50Hz），或对于无接地保护的被测设备试验电压为交流3000V（50Hz）。

试验期间，被测设备的绝缘不应击穿。

试验电压施加点按下列适用情况选取：

- 一次电路与机身之间；
- 一次电路与二次电路之间；
- 一次电路与零部件之间。

5.13.3 通信口的抗电强度

对于稳态试验，试验电压与试验施加点按如下确定：

- 在正常使用中，对于设备上需要抓握或接触的不接地的导电零部件和非导电零部件（例如电话的受话器或键盘），应在这些零部件与通信口之间施加交流1500V（50Hz）的试验电压；
- 对于其他零部件和电路以及与其他设备相连接的接口，应在这些零部件、接口与通信口之间施加交流1000V（50Hz）的试验电压。

试验期间，被测设备的绝缘不应击穿。

5.13.4 电源电路的接触电流

最大接触电流应不大于3.5mA (RMS)。

5.13.5 通信口的接触电流

每个通信口与其他零部件之间最大接触电流应 ≤ 0.25 mA (RMS)。

5.14 电磁兼容 (EMC)

电磁兼容性要求和测试方法应符合YD/T 1138。

5.15 标志、包装及储存

5.15.1 标志

产品标志应包括以下内容：

- a) 制造厂名；
- b) 产品名称；
- c) 商标；
- d) 产品型号 (或标记)；
- e) 制造日期及产品序列号；
- f) 产品主要参考数及质量等级；
- g) 产品检验标志。

以上标志应符合GB 191的规定，用目测的方法进行检查。

5.15.2 包装

包装要求的基本内容符合GB 3873的规定。产品包装随带物品包括：

- a) 产品装箱单；
- b) 随机附件；
- c) 产品说明书；
- d) 产品合格证；
- e) 其他有关技术资料；
- f) 外包装上应有运输注意的警示。

用清点和目测的方法进行检查。

5.15.3 储存

存放地点应通风良好，储存温度：一般气候条件 $-25\sim+55^{\circ}\text{C}$ ，极端气候条件 $-40\sim+70^{\circ}\text{C}$ 。湿度10%~100%，空气中无酸性、碱性或其他有害气体。产品包装件存放时，离地面30cm以上，离墙40cm以外，放在料架上。

附录 A
(规范性附录)
测试用仪表

a) 频率计数器

频率范围: 10Hz~被测设备 RF 上限频率;

准确度: 优于 $\pm 1 \times 10^{-7}$ 。

b) 功率计

频率范围: 10MHz~被测设备 RF 上限频率;

功率测量范围: $-30 \sim +20$ dBm;

测量误差: 不超过 ± 0.3 dB。

c) 衰减器

频率范围: DC~被测设备 RF 上限频率;

衰减值: 30dB;

衰减误差: ± 0.3 dB。

d) 耦合器

频率范围: 被测设备 RF 频率范围;

耦合度: $20\text{dB} \pm 1\text{dB}$;

定向性: >20 dB。

e) 频谱分析仪

频率范围: 满足测试项目要求;

幅度测量范围: 平均噪声电平 $\sim +30$ dBm;

平均噪声电平: < -120 dBm/10Hz。

f) 数字传输分析仪

比特率: 2Mbit/s;

频率偏置: $\pm 100 \times 10^{-6}$;

可以测量和分析比特率、BER、输出抖动、输入抖动容限、抖动传递函数等。

g) 可变衰减器

频率范围: DC~被测设备 RF 上限频率;

衰减值: $0 \sim 90$ dB;

衰减误差: ± 0.1 dB/10dB, 累计不超过 ± 0.5 dB。

h) RF 信号发生器

频率范围: 10MHz~8GHz;

输出电平: $-120 \sim +10$ dBm;

输出电平误差: ± 0.1 dB/10dB, 累计不超过 ± 0.5 dB。

i) 数字多用表

DCV: $0.01 \sim 700$ V $\pm 1\%$;

ACV: $0.1 \sim 700$ V $\pm 2\%$;

DCR: $0 \sim 10\text{M}\Omega \pm 2\%$ 。

j) 示波器

频率范围: DC~1GHz;

水平轴: $2\text{ns} \sim 5\text{s/div} \pm 0.1\%$;

垂直轴: $2\text{mV} \sim 2\text{V/div} \pm 1\%$;

有通信脉冲模板。

k) 合路器

频率范围: 10MHz~被测设备 RF 上限频率。

插损: 6dB。

l) $50\Omega \sim 75\Omega$ 阻抗变换

频率范围: DC~500MHz;

插损: 20dB。

m) 75Ω 不平衡~ 120Ω 平衡变换

频率范围: 10kHz~5MHz。

n) \sqrt{f} 衰减网络

衰减随频率呈 \sqrt{f} 特性, 半速率上的衰减值如表 A.1 所示。

表A.1 \sqrt{f} 衰减网络要求

速率 (Mbit/s)	2
半速率上衰减 (dB)	0~6

o) 线性相加网络

满足 GB/T 7611 附录 F 要求。

p) 网络/频谱分析仪

频率范围: 10Hz~500MHz;

传输测试范围: $0 \sim 70\text{dB} \pm 0.5\text{dB}$;

反射测试范围: $0 \sim 40\text{dB} \pm 1\text{dB}$ 。

q) 1.2/50 μs 、8/20 μs 组合波发生器

能产生 1.2/50 μs 、8/20 μs 的浪涌组合波, 幅度 $0 \sim 1\text{kV}$ 。

r) 图案信号发生器

能产生 2Mbit/s 的标准数字信号。

s) 网络性能分析仪

能测量 IP 传递性能。

t) 测试天线、替代天线

满足被测设备和系统要求, 天线增益已知。

u) 接触电阻测试仪

测试范围: $0 \sim 600\text{m}\Omega$ 。

v) 泄漏电流测试仪

测试范围: $0 \sim 600\text{mA}$ 。

参 考 文 献

[1] ES 200 674 -1-2007 “Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Road Transport and Traffic Telematics (RTTT); Part 1: Technical characteristics and test methods for High Data Rate (HDR) data transmission equipment operating in the 5,8 GHz Industrial, Scientific and Medical(ISM)band”.

[2] ES 200 674 -2 “Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Road Transport and Traffic Telematics (RTTT); Part 1: Technical characteristics and test methods for Low Data Rate (HDR) data transmission equipment operating in the 5,8 GHz Industrial, Scientific and Medical(ISM)band”.

[3] ETSI EN 300 328 “Radio Equipment and Systems (RES); Wideband transmission systems; Technical characteristics and test conditions for data transmission equipment operating in the 2,4 GHz ISM band and using spread spectrum modulation techniques”.

[4] ETSI EN 300 019 “Environmental Engineering (EE);Environmental conditions and environmental tests for telecommunications equipment” .

中华人民共和国
通信行业标准
扩频数字微波通信设备和系统技术要求及测试方法
YD/T 2528-2013

*

人民邮电出版社出版发行
北京市崇文区夕照寺街14号A座
邮政编码：100061
宝隆元（北京）印刷技术有限公司印刷
版权所有 不得翻印

*

开本：880×1230 1/16 2013年5月第1版
印张：1.5 2013年5月北京第1次印刷
字数：39千字

15115·226

定价：20元

本书如有印装质量问题，请与本社联系 电话：(010)67114922