

中国标准出版社 编
信息产业部电信传输研究所

通信技术 标准汇编

卫星通信卷



中国标准出版社

通信技术标准汇编

卫星通信卷

中国标准出版社 编
信息产业部电信传输研究所

中国标准出版社
北京

图书在版编目 (CIP) 数据

通信技术标准汇编·卫星通信卷/中国标准出版社,
信息产业部电信传输研究所编. —北京: 中国标准出版
社, 2000

ISBN 7-5066-2177-0

I. 通… I. ①中… ②信… II. ①通信技术-标
准-汇编-中国②卫星通信-通信技术-标准-汇编-中国
IV. TN91-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 16415 号

中国标准出版社出版

北京复兴门外三里河北街 16 号

邮政编码: 100045

电 话: 68522112

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

版权专有 不得翻印

*

开本 880×1230 1/16 印张 40¼ 字数 1 233 千字

2000 年 6 月第一版 2000 年 6 月第一次印刷

*

印数 1—1 500 定价 106.00 元

*

标 目 410—10

出 版 说 明

改革开放以来,我国的通信事业取得了举世瞩目的成就,在国民经济、社会发展和国家信息化建设中发挥着日益重要的作用。通信标准化工作也取得了很大成绩,截止到1999年10月底,已颁布通信技术标准1300多个。这些标准为国家通信网建设、产品开发、设计制造、技术引进和质量检验提供了重要的技术依据;对保证国家通信网畅通,推动国家信息产业健康发展,推动企业技术进步,促进企业改进产品质量,维护消费者利益以及加强行业管理均起到了重要的作用。随着中国即将加入WTO,我国信息产业将面临着机遇和挑战。在这种形势下,标准作为非关税壁垒重要技术手段之一,其制修订和贯彻工作将更加重要。

现代通信网是由终端设备、传输系统和交换系统构成的。近几年通信网中引入许多新技术、新业务,给运营、工程设计、规划建设及引进工作带来一些技术协调问题,急需各类标准作为协调依据。为了推进通信行业标准的贯彻实施,满足广大读者对通信技术标准的需求,我社组织有关人员对通信技术标准按专业进行系统整理,编辑了《通信技术标准汇编》系列。本系列汇编由光通信、移动通信、微波通信、卫星通信、载波通信、电信终端及检测、数据与多媒体、传输系统与设备、网络交换、通信电缆、通信电源、通信仪表、防护技术、电信管理网等卷组成。汇编所收集的标准,大部分是近年来根据市场热点需求制定出来的。今后,随着热门领域的技术标准的不断补充完善,我们还将随时出版相应领域的标准汇编卷。

本汇编为系列标准汇编中的卫星通信卷,收集了1999年10月底以前出版的有关卫星通信的国家标准及行业标准41个。其中,国家标准33个,通信行业标准8个。

本汇编系首次出版发行,收入的标准均为现行有效标准。但是,由于客观情况变化,各使用单位在参照执行时,应注意个别标准的修订情况。本汇编收集的国家标准的属性已在本目录上标明(GB/T或GB),年号用四位数字表示。鉴于部分国家标准是在国家标准清理整顿前出版的,现尚未修订,故正文部分仍保留原样;读者在使用这些国家标准时,其属性以本目录标明的为准(标准正文“引用标准”中的标准的属性请读者注意查对)。由于所收录标准的发布年代不尽相同,我们对标准中所涉及到的有关量和单位的表示方法未做统一改动。

本汇编由张琳瑄、詹达天、张宁、曹宏远、王晓萍、王世云、黄成国、陈仁娣、杨崑等同志参加选编。在本书的出版过程中,人民邮电出版社给予了大力的支持,在此深表感谢。

编 者

2000年1月

目 录

GB/T 11299.1—1989	卫星通信地球站无线电设备测量方法 第一部分 分系统和分系统组合通用的测量 第一节 总则	1
GB/T 11299.2—1989	卫星通信地球站无线电设备测量方法 第一部分 分系统和分系统组合通用的测量 第二节 射频范围内的测量	8
GB/T 11299.3—1989	卫星通信地球站无线电设备测量方法 第一部分 分系统和分系统组合通用的测量 第三节 中频范围内的测量	22
GB/T 11299.4—1989	卫星通信地球站无线电设备测量方法 第一部分 分系统和分系统组合通用的测量 第四节 基带测量	34
GB/T 11299.5—1989	卫星通信地球站无线电设备测量方法 第一部分 分系统和分系统组合通用的测量 第五节 噪声温度测量	43
GB/T 11299.6—1989	卫星通信地球站无线电设备测量方法 第二部分 分系统测量 第一节 概述 第二节 天线(包括馈源网络)	54
GB/T 11299.7—1989	卫星通信地球站无线电设备测量方法 第二部分 分系统测量 第三节 低噪声放大器	76
GB/T 11299.8—1989	卫星通信地球站无线电设备测量方法 第二部分 分系统测量 第四节 上变频器和下变频器	83
GB/T 11299.9—1989	卫星通信地球站无线电设备测量方法 第二部分 分系统测量 第七节 频率调制器 第八节 频率解调器	92
GB/T 11299.10—1989	卫星通信地球站无线电设备测量方法 第二部分 分系统测量 第十节 高功率放大器	112
GB/T 11299.11—1989	卫星通信地球站无线电设备测量方法 第三部分 分系统组合测量 第一节 概述	119
GB/T 11299.12—1989	卫星通信地球站无线电设备测量方法 第三部分 分系统组合测量 第二节 4~6GHz 接收系统品质因数(G/T)测量	121
GB/T 11299.13—1989	卫星通信地球站无线电设备测量方法 第三部分 分系统组合测量 第三节 频分多路复用传输的测量	130
GB/T 11299.14—1989	卫星通信地球站无线电设备测量方法 第三部分 分系统组合测量 第四节 黑白和彩色电视传输测量	144
GB/T 11299.15—1989	卫星通信地球站无线电设备测量方法 第三部分 分系统组合测量 第五节 天线跟踪和控制	173
GB/T 11443.1—1989	国内卫星通信地球站总技术要求 第一部分:通用要求	181
GB/T 11443.2—1989	国内卫星通信地球站总技术要求 第二部分:频分多路复用/调频载波通道	192
GB/T 11443.3—1989	国内卫星通信地球站总技术要求 第三部分:单路每载波通道	203

注:本汇编收集的国家标准的属性已在本目录上标明(GB/T 或 GB),年号用四位数字表示。鉴于部分国家标准是在国家标准清理整顿前出版的,现尚未修订,故正文部分仍保留原样;读者在使用这些国家标准时,其属性以本目录标明的为准(标准正文“引用标准”中的标准的属性请读者注意查对)。

GB/T 11443.4—1989	国内卫星通信地球站总技术要求 第四部分:电视/调频载波通道	210
GB/T 11443.5—1994	国内卫星通信地球站总技术要求 第五部分:中速数据数字载波通道	221
GB/T 11444.1—1989	国内卫星通信地球站发射、接收和地面通信设备技术要求 第一部分 频分多路复用/调频设备	242
GB/T 11444.2—1989	国内卫星通信地球站发射、接收和地面通信设备技术要求 第二部分 单路每载波设备	259
GB/T 11444.3—1989	国内卫星通信地球站发射、接收和地面通信设备技术要求 第三部分 电视/调频设备	267
GB/T 11444.4—1996	国内卫星通信地球站发射、接收和地面通信设备技术要求 第四部分 中速数据传输设备	284
GB/T 11445.1—1989	国内卫星通信地球站终端设备技术要求 第一部分 频分多路复用终端 设备	300
GB/T 11445.2—1989	国内卫星通信地球站终端设备技术要求 第二部分 单路每载波终端设 备	308
GB/T 12364—1990	国内卫星通信系统进网技术要求	319
GB/T 12563—1990	国内卫星通信地球站地面接口要求	335
GB/T 13620—1992	卫星通信地球站与地面微波站之间协调区的确定和干扰计算方法	346
GB/T 15296—1994	可搬移式卫星通信地球站设备通用技术条件	398
GB/T 15869—1995	卫星通信船载地球站码分多址通信设备通用技术条件	431
GB/T 16952—1997	卫星通信中央站通用技术条件	446
GB/T 17500—1998	卫星地球站 工作在 11/12GHz 频带下用于数据分配的只接收甚小口径 终端(VSAT)技术要求	468
YD 509—1991	国内卫星通信时分多址(60Mbit/s)方式进网技术要求	478
YD 595—1992	国内卫星通信网传输的 D2-MAC/Packet 制彩色电视信号的技术要求	487
YD/T 613—1993	国内卫星通信 TDM/QPSK/FDMA(2Mbit/s)系统进网技术要求	499
YD/T 638.10—1993	无线、微波及卫星通信设备型号命名方法	544
YD/T 753.1—1995	国内卫星通信 TDM/TDMA 分组数据 VSAT 系统进网技术要求	549
YD/T 753.2—1995	国内卫星通信 32kbit/s ADPCM SCPC 话音 VSAT 系统进网技术要求	564
YD/T 829—1996	DCME 进国内卫星数字通信网的技术要求	588
YD/T 911—1997	Ku 频段国内卫星通信系统进网技术要求	622

中华人民共和国国家标准

卫星通信地球站无线电设备测量方法

第一部分 分系统和分系统组合通用的测量

第一节 总 则

GB 11299.1—89
IEC 510-1(1975)
IEC 510-1A(1980)

Methods of measurement for radio equipment
used in satellite earth stations
Part 1: Measurements common to sub-systems
and combinations of sub-systems
Section One-General

《卫星通信地球站无线电设备测量方法》系列标准包括三个部分:第一部分 分系统和分系统组合通用的测量;第二部分 分系统测量;第三部分 分系统组合测量。每个部分都包括若干个标准。“总则”是第一部分中的一个标准,它适用于各个部分。

本标准等同采用国际电工委员会标准 IEC 510-1(1975)《卫星通信地球站无线电设备测量方法 第一部分 总则》和它的第一次补充:510-1A(1980)。

1 主题内容与适用范围

本标准对本系列标准中的测量方法规定了标准测试条件及偏离标准试验条件下的测量;并对一些通用术语给出了定义。

本系列标准第一部分中规定的标准试验条件和性能测量方法,通用于卫星通信地球站各分系统和分系统组合的测量。

这些测量方法是所有系统均适用的通用方法。具体测量的项目由有关单位商定。

2 目的

本系列标准的目的是确定卫星通信地球站无线电设备的试验条件和测量方法,使不同的观察者在不同的设备上所得到的测量结果便于比较。

本系列标准包括为评定卫星通信地球站和站上所用设备的基本性能所推荐选用的测量方法的详细说明。这些测量可以根据每一特定情况进行选择。如果需要,可增加某些测量,但增加的测量应符合国家标准中有关的规定。

满足性能要求的各种参数的极限未作规定,因为这些参数通常在设备技术条件中给出。

本系列标准中叙述的测量方法供“定型”和“验收”试验使用,它们也可用于工厂试验。

3 术语和定义

本系列标准的这一部分和其他各部分中,在描述测量方法之前,首先叙述被测参数的定义。为了表明各个定义的相关性,它们可能在有关的条款中叙述,也可能是独立列出的条款。

本标准中的定义尽可能与现行有关国家标准规定相一致,有的定义与有关国家标准中的定义有差异,就需要更好地理解本标准的定义。

中华人民共和国电子工业部 1989-03-01 批准

1990-01-01 实施

3.1 设备技术条件

是一种专门拟制或提供的文件,它描述设备在正常使用的规定条件下的性能和参数,以及规定可能产生故障的条件。

注:为了评定设备在正常工作条件下和规定故障条件下是否符合安全规程中应遵循的一般原则和测试方法,应该参照国家标准《无线电发射设备的安全要求》的有关规定。

3.2 卫星通信地球站

就本标准而言,地球站的典型配置如图1所示。

3.3 型号

一种型号是指设计特点类似、所用制造工艺类似,并符合制造厂通常特性范围的产品。

注:① 如果安装附件对试验结果无明显影响,则附件可不予考虑。

② “特性”包括下列内容:

- a. 电气参数额定值;
- b. 外形尺寸;
- c. 环境条件下的性能。

③ 各项性能指标和极限值应由供需双方商定。

3.4 定型试验

抽取代表某一型号的若干样品进行完整的一系列试验,通过试验来确认哪一个制造厂能生产符合技术条件的产品。

3.5 批准定型

由适当的主管部门(例如政府机构)、需方或其代理人作出的决定,确认某一制造厂有能力生产一定数量符合要求的该种型号的产品。

3.6 验收试验

根据供需双方之间的协议,确定交货是否可以接受而进行的试验。

协议应包括:

- a. 样品的数量;
- b. 试验的选择;
- c. 例外和容差。

注:如果各自的试验方法产生不同的结果时,应采用国家标准优选的方法。

3.7 工厂试验

制造厂为了确认其产品是否满足技术条件而进行的试验。

4 测量条件

应注意排除可能导致设备损坏的一切条件。

除非另有规定,测量应在标准条件下进行。电源、温度、气压、湿度和终端负载的标准条件由下面给出。

当设备最终符合这些条件以后,在所有测量过程中,各种调整装置应保持不变,但是,按规定在测量之前或测量期间必须调整的装置除外。

5 标准试验条件

5.1 标准电源条件

标准电源条件下的测量,是按设备技术条件规定的标称电压和标称频率进行的测量。电压应该在被测设备的电源端子上测量。

除非另有规定,在分系统或分系统组合进行一系列测量期间,电源电压和频率不得偏离标称值 $\pm 2\%$ 以上。

除非另有规定,标准电源条件包括第6章中规定的补充条件。

5.2 标准大气条件

标准大气条件下的测量,通常是按照5.2.1条所规定的条件进行的测量。如有必要,测量结果应通过计算校正到5.2.2条规定的20℃标准基准温度和101.3kPa 标准基准气压下的数值。

如果这种校正是不可能的,则应按照5.2.3条规定的标准仲裁条件之一进行测量,应优先选用相当于室温 $20\pm 1^{\circ}\text{C}$ 的一组。

注: 5.2.1, 5.2.2和5.2.3条规定的标准大气条件,符合 GB 2421《电工电子产品基本环境试验规程 总则》中规定的条件。

5.2.1 标准试验条件

测量结果或与温度、气压有关,或能通过计算校正到5.2.2条所规定的标准基准温度、气压下,则这些测量和机械试验,通常可以在下列范围之内的环境温度、湿度和气压的组合条件下进行:

温度: $15\sim 35^{\circ}\text{C}$

相对湿度: $45\%\sim 75\%$

气压: $86\sim 106\text{ kPa}$

如果被测的参数值随温度、湿度和气压变化,而他们的变化规律未知时,应采用5.2.3条的标准仲裁条件。

5.2.2 标准基准条件

如果被测的参数值随温度和/或气压变化,其变化规律已知时,应按5.2.1条规定的条件测量参数值,如有必要,测量结果可以通过计算校正到如下的标准基准大气条件下的数值:

温度: $+20^{\circ}\text{C}$

气压: 101.3 kPa

注: 相对湿度没有要求,因为它通常不可能通过计算校正。

5.2.3 标准仲裁条件

如果被测量的参数值随温度、气压和湿度变化,而变化规律是未知的,应由供需双方协商,选择下述组合条件之一进行测量:

温 度	相对湿度	气 压
$20\pm 1^{\circ}\text{C}$	$63\%\sim 67\%$	$86\sim 106\text{ kPa}$
$23\pm 1^{\circ}\text{C}$	$48\%\sim 52\%$	$86\sim 106\text{ kPa}$
$25\pm 1^{\circ}\text{C}$	$48\%\sim 52\%$	$86\sim 106\text{ kPa}$
$27\pm 1^{\circ}\text{C}$	$63\%\sim 67\%$	$86\sim 106\text{ kPa}$

经供需双方同意,也可不按上述条件测量,但此时,各种参数的合适极限值,也应达成协议。

测量结果中,应给出测量期间的实际温度、相对湿度和气压值。

注: 对于大型设备(例如天线),或者在实验室里上述温度、相对湿度和/或气压的极限值难以维持时,经双方同意允许把容限放宽,但在试验结果中应给出实际值。

6 电源补充条件

设备测试所用的电源,除应符合设备技术条件有关条款规定外,还应该足够稳定,电源特性的变化不应使被测设备的性能发生显著变化。

一般说来,如果电源符合6.1和6.2条的规定,则上述条件也将得到满足。

6.1 交流电源条件

6.1.1 波形和源阻抗

除非另有规定,接到设备交流电源端子上的交流电源大体上应为正弦波的交流电源,其源阻抗应足够低,以致对设备工作的影响可以忽略。

如果波形曲线上任何部分的瞬时值与其基波的瞬时值的最大偏差不超过基波振幅的百分之五时,则这个电压波形被认为基本上是正弦波(即 $|a-b| \leq 0.05c$,见图2)。

6.1.2 多相系统的对称性

多相电源的电压应是对称的。

当设备处于工作状态时,就基波而言,如果负序和零序分量都不超过正序分量的百分之一,则该多相系统的电压被认为是对称的(见图3)。

如果一个多相系统不完全对称,但仍在极限之内,则应以所有相至相之间电压的算术平均值作为电源电压。

6.2 直流电源条件

用于卫星通信地球站的无线电设备,测试时可由直流电源供电,这种直流电源可以是:

- a. 有浮充或无浮充的蓄电池;
- b. 由交流电源供电的整流器电源(见6.1条)。

用于取得直流测试电压的电源,在试验期间,不应给其他设备供电。

6.2.1 源阻抗和极性

除非另有规定,直流电源的源阻抗应足够低,以致对被测设备的影响可以忽略不计。

直流电源的一个规定电极应该接地。

6.2.2 直流测试电压上叠加的噪声

6.2.2.1 一般考虑

由直流电源产生并叠加在直流测试电压上的噪声,可能影响被测设备的性能。被测设备与直流电源连接时,在直流测试电压上出现的噪声,可能是由直流电源自身引入的,也可能是由被测设备引入的。在规定直流电源条件时,只涉及与直流电源有关的噪声。

直流电源上出现的噪声,可能是相对连续的,也可能是瞬时偶然产生的。两种噪声也可能同时出现。非重现的瞬时噪声(例如,熔丝熔断或断路器动作时引起的瞬时噪声),如果不会引起被测设备损伤,应忽略。

如果有其他设备与被测设备同时接到直流电源上时,它们会在直流电源测试电压上引入噪声。因此,应尽量避免把直流电源同时给两个或两个以上的设备供电。

必要时,可以用一个等效无源负载代替被测设备,测出负载两端的噪声电压来检验由直流电源产生并叠加在直流测试电压上的噪声电平。

只有当有关方面产生意见分歧时,才使用下述方法进行测量。此时,其最大噪声值应由有关方面商定。

6.2.2.2 叠加噪声的选频测量

为了方便起见,测量噪声的频谱可以直接使用选频电平表或无线电干扰测量仪进行该项测量。

直流电源的一个电极应接地,另一个电极应通过电容器接到选频电平表或无线电干扰测量仪的输入端。在测量的最低频率处,电容器的串联阻抗应小于测量仪表输入阻抗的十分之一。电容器的电压额定值应为直流电源的额定值加上适当的安全余量。

测试仪表与直流电源的连接线应尽可能地短,最好使用同轴电缆。注意,必须防止直流电源短路。

测量的频率范围应包括被测设备的全部基带频率。

选频电平表或无线电干扰测量仪的带宽应与被测噪声频谱线相适应。由于可能出现由50 Hz或60 Hz间隔的谱线,所以对于0~10 kHz的频率,带宽约10 Hz是合适的。对于10~150 kHz间的频率,200 Hz带宽较为合适。对于高于150 kHz的频率,可以用500 Hz~6 kHz的带宽。

注:无线电干扰测量仪和测量方法的详细说明,应按GB 6118—85《电磁干扰测量仪》及有关国家标准规定。

6.2.2.3 叠加噪声的宽带测量

宽带测量应使用宽带示波器,示波器带宽至少要等于基带带宽的两倍。叠加噪声电压的峰-峰值,用

直流电压标称值的百分比表示(例如2%)。

7 偏离标准试验条件下的测量

如有必要,设备处于与第5章所规定的标准试验条件不同的条件一段时间以后,或在这段时间中,也可确定设备的性能。

在这种情况下,应在设备技术条件中给出可以接受的性能降低和进行试验的条件(优先采用下列条款中的条件)。

7.1 在标准试验条件下的初始测量

设备的性能特性应首先在标准试验条件下评定(见第5章)。

如果这些特性随温度、湿度变化而它们的变化规律一般是未知的,则按5.2.3条所规定的标准仲裁条件的某一组条件进行测量,优先选用对应环境温度为 $20\pm 1^{\circ}\text{C}$ 的那一组。

7.2 电源电压在规定范围内的变化

7.2.1 定义

电源电压范围系指设备能以规定的性能正常工作的电压范围。

7.2.2 试验条件

被测设备应在标准大气条件(见5.2条)和标准电源条件(见5.1条)下工作,测量时电压应调到设备技术条件中规定的最大值和最小值。

必须注意保证设备达到热平衡以后再进行测量。

7.3 环境温度在规定范围内的变化

7.3.1 定义

术语“温度范围”系指设备能以规定性能正常工作的环境温度范围。

7.3.2 试验条件

设备应该在标准电源条件下工作,把温度上升或下降到设备技术条件中规定的最高温度和最低温度值。试验条件应符合 GB 2423.1《电工电子产品基本环境试验规程 试验 A:低温试验方法》、GB 2423.2《电工电子产品基本环境试验规程 试验 B:高温试验方法》。

7.4 湿度

如果要求在规定的湿度条件下试验时,应按 GB 2423.3《电工电子产品基本环境试验规程 试验 Ca:恒定湿热试验方法》中规定的条件进行试验。

如果要求在湿度和温度为周期性变化条件下试验时,应参照 GB 2423.4《电工电子产品基本环境试验规程 试验 Db:交变湿热试验方法》¹⁾。

7.5 其他环境试验条件

经供需双方商定,做不同于上述条款规定的其他环境条件试验,例如:振动、冲击、砂尘等试验,以确定设备性能时,设备应经受 GB 2423《电工电子产品基本环境试验规程》系列标准中相关的试验条件的试验。在试验期间或试验之后,进行性能测量。做哪些试验,应由双方商定,条件和方法从 GB 2423系列标准中选取。

采用说明:

1) 原 IEC 标准为“IEC 68-2-4号标准 试验 D:加速湿热试验”。但是,IEC 第50技术委员会巴黎会议(1979)决定,1983年1月1日撤消《试验 D》,IEC 建议,对所有新设计的产品都使用《试验 Db》代替《IEC 68-2-4号标准 试验 D:加速湿热试验》[见 IEC 68-2-30(1980)第7页],国家标准 GB 2423.4—81是与 IEC 68-2-30相对应的标准。

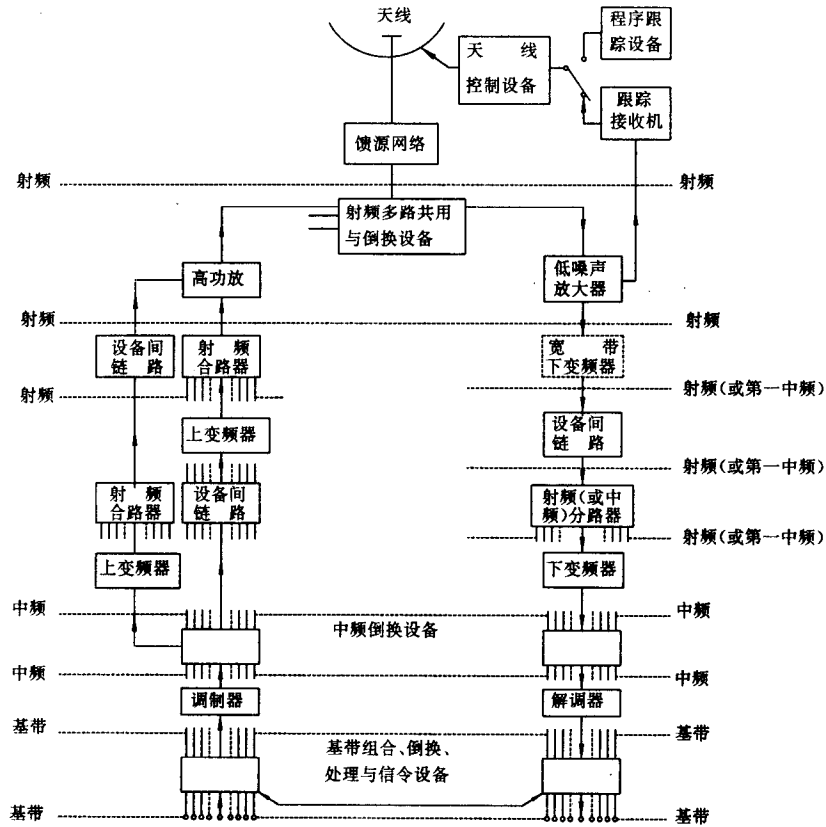


图 1 卫星通信地球站无线电设备的典型配置

注：图中所用术语见本系列标准有关部分的专门说明。图中没有把辅助和专用设备表示出来。

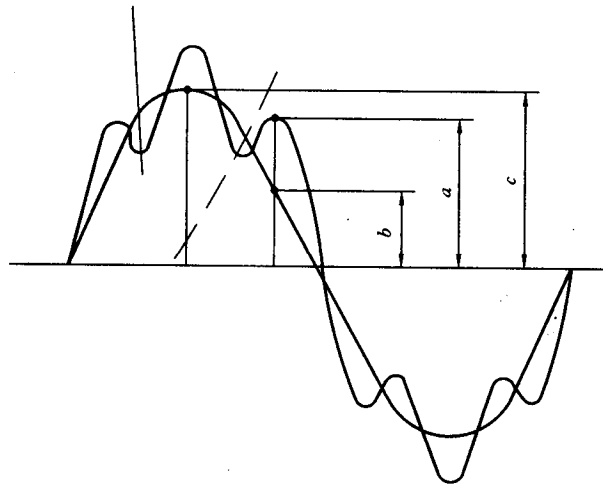


图 2 交流电源的电压波形

a —电压瞬时值； b —基波瞬时值； c —基波幅度

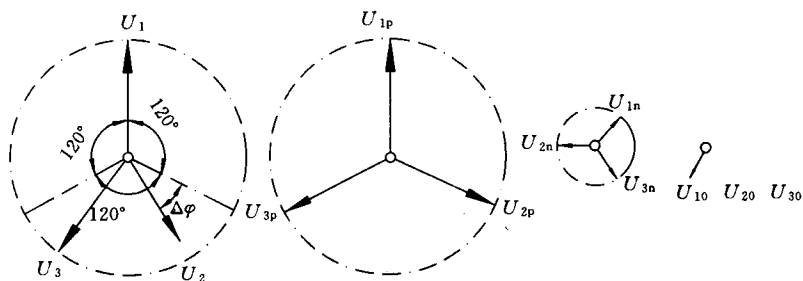


图 3 三相系统的不平衡度

(a)非对称系统

(b)正序系统

(c)负序系统

(d)零序系统

注：任意非对称三相系统可以认为是三个对称系统的叠加：一个是正序系统，一个是负序系统，一个是零序（同相）系统。

这些对称系统的分量与原来的非对称系统的幅度和相角不平衡度之间有着明确的关系。

设负序分量和零序分量都是正序分量的 $\alpha\%$ ，则非对称系统的最大分量超过最小分量不到 $3\alpha\%$ 时，相角不平衡度 $\Delta\varphi$ 小于 1.72α 度。

当 α 小于 5 时，这些近似值是正确的。

附加说明：

本标准由南京无线电厂负责起草。

中华人民共和国国家标准

卫星通信地球站无线电设备测量方法 第一部分 分系统和分系统组合通用的测量

第二节 射频范围内的测量

GB 11299.2—89
IEC 510-1-2(1984)

Methods of measurement for radio equipment
used in satellite earth stations

Part 1: Measurements common to sub-systems
and combinations of sub-systems

Section Two—Measurements in the r. f. range

本标准为《卫星通信地球站无线电设备测量方法》系列标准之一。

本标准等同采用国际电工委员会标准 IEC 510-1-2(1984)《卫星通信地球站无线电设备测量方法 第一部分 分系统和分系统组合通用的测量 第二节 射频范围内的测量》。

1 主题内容与适用范围

本标准规定了卫星通信地球站中发射设备和接收设备的射频范围内的测量方法。

本标准既适用于分系统又适用于分系统组合的测量。

2 概述

在下述各种类型的测量中,不可能全面地叙述为都能获得所要求的精度所必需的那些预防措施,但是应当注意到如下一些普遍关注的情况。

不应忽视在测试信号输入端可能存在杂散信号(包括谐波),这些杂散信号可能会干扰测量设备的工作,也可能会干扰被测系统或分系统的工作。虽然这些杂散信号的幅度不足以影响测试设备,但仍然应当考虑去除测试端的这些无用信号,因为它们的存在可能改变被测的射频特性,例如发热的影响。

不应变动部件(包括铁氧体隔离器和环行器)的机械安装和射频屏蔽的位置,除非能确信变动后的全部性能足以代表被测系统或分系统的性能。

在下述测量方法中,没有提及使测量设备免受可能的射频干扰的各种要求。采用扫频法测量时,根据扫描信号的波形,测试接收机(选频放大器、幅度检波器和示波器)的通带应为扫描频率的50到100倍。

测试人员应根据需要来安排测量设备,使测量误差保持在允许范围内。

表述测量结果时,应给出实际使用的测量设备配置图,标出图中负载、隔离器、低通滤波器和其他器件,此外,还应列出所用的各种测量仪器的型号和衰减器的额定功率。在给出测量结果时,应说明测量精度和误差来源,并作其他必需的说明以免对结果的解释含糊不清。

3 载波频率

3.1 定义和一般考虑

在卫星通信系统中,被测设备的输出通常有一个以上的载波频率。载波频率是射频信号频谱中被信息信号所调制的频率。

在没有基带测试信号的情况下,例如,当载波频率被高调制指数的扩散信号调制时,在频谱分析仪上可能不容易分辨出与载波频率相对应的谱线。在这种情况下,假定平均间隔足够长,例如,最低调制频率所对应周期的100倍,那么载波频率可以定义为每秒钟正或负过零的平均次数。

本标准推荐两种测量射频载波频率的方法。第一种方法适用于未调制的射频载波;第二种方法适用于正弦基带测试信号调制的载波。有工作基带信号(如频分复用电话或电视)调制的射频载波频率的测量,未予考虑。

载波频率可在无线电发射机的射频输出端测量,也可经过一些分系统传输后进行测量,这时由于本机振荡器频率的误差,将会得到不同的测量值。本机振荡器的频率也可用所述方法测量。

3.2 测量方法

3.2.1 未调制的射频载波

测量未调制射频载波频率的通用设备配置如图1所示。仅在杂散信号时才要求有滤波器,只有当频率计不能覆盖规定的电平范围和/或频率范围时,才需要放大器和/或衰减器及变频器。

在进行任何测量之前,应使被测设备和测量设备都达到热稳定,如果有能量扩散装置,应使其停止工作。

然后,每间隔一段时间,例如一秒钟,读取一次数字频率计的读数,间隔时间将由所用仪器的闸门时间选择来定。

此外,图1所示的记录仪可用来记录数字频率计的数值。如有100次计数就足够了,但是,通常在任何一个给定的情况下,记数次数取决于噪声是否存在和噪声是否调制信号或叠加在信号上。通常,对几个测量间隔上取平均值的统计数列的分析将提供可重复的结果。

注:① 当射频载波为一基带信号所调制时,假定数字式频率计不造成误差,也可采用上述方法,这些误差取决于调制信号频率和频率偏移。数字式频率计的平均间隔应超过调制频率所对应周期的100倍。

② 在多载波系统中,每一载波都应该单独进行测量,其他载波或者关掉或者用适当的滤波器滤除。

3.2.2 已调制射频载波

已调制射频载波的测量设备配置如图2所示。这种测量方法可用来确定载波频率在调制后是否有明显变化。为了使载波频率对应的谱线按要求的精度识别出来,应适当选择本测量所用的调制信号。

被测信号(无论是已调的还是未调的)显示在有一定分辨率的频谱分析仪上,只需显示频谱的中心部分。然后调整基准振荡器的频率,直到屏幕上出现该频率的信号并与被测信号的载波频率重合一致。这样,基准振荡器的频率就是被测载波的频率,并可在数字频率计上读出。

注:如果方便,也可在中频上进行测量。

3.2.3 结果表示法

采用直接测量法(3.2.1条)时,数字频率计的读数可以人工地或自动地记录为时间的函数。应当给出所选用的数字频率计的闸门时间。

间接测量法(3.2.2条)不适合自动记录读数,但可用人工记录,将射频频率表示成时间、调制电平、调制频率或任何其他相应变量的函数。

3.2.4 要规定的细节

当要求进行本项测量时,设备技术条件中应包括下列内容:

- a. 单个或多个载波频率;
- b. 容差;
- c. 测试用的调制信号。

4 阻抗(或导纳)

4.1 定义和一般考虑

卫星通信系统中所用设备的输入和输出阻抗(导纳)通常可用相对于被测设备的标称阻抗的回波损

耗来表示,或用电压驻波比(VSWR)来表示。

阻抗(Z)相对于其标称值(Z_0)的回波损耗(L)由下式给出:

$$L = 20 \log_{10} \left| \frac{Z + Z_0}{Z - Z_0} \right| \text{ (dB)} \quad \dots\dots\dots (1)$$

或由下式给出:

$$L = 20 \log_{10} \left| \frac{1}{\rho} \right| \text{ (dB)} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中: ρ 为阻抗(Z)相对于标称值(Z_0)的电压反射系数,即:

$$\rho = \frac{Z - Z_0}{Z + Z_0}$$

回波损耗(L)与电压驻波比(VSWR)的关系如下:

$$L = 20 \log_{10} \left| \frac{\text{VSWR} + 1}{\text{VSWR} - 1} \right| \text{ (dB)} \quad \dots\dots\dots (3)$$

4.2 测量方法

下列测量方法适用于测量线性装置的回波损耗。

非线性装置的测量或有外加信号存在时的测量,要求采用专门方法,这里不做规定。

可采用扫频法或逐点测量法进行测量。

逐点测量法需要进行大量的单个测量,耗时长。两种测量方法都可采用测量线技术或反射计技术。采用最佳的测量设备时,电压驻波比的测量精度约在0.01以内。

4.2.1 测量线逐点测量法

典型的测量线法的测量设备配置如图3所示。被测设备在电压驻波比指示器要求的信号电平上应具有线性特性。

信号发生器通常是调幅的,而移动探针包括一个可调的或宽带的二极管检波器。电压驻波比指示器通常是一个选频电压表,该电压表调谐在调制频率上,例如1~200 kHz,而测量应在有关的整个射频频段上进行。

4.2.2 测量线扫频测量法

典型的测量线扫频测量法的测量设备配置如图4所示。扫频发生器通常是调幅的,而移动探针包括一宽带二极管检波器。音频放大器的输出端有一检波器,该放大器调谐在调制频率上。电压驻波比指示器可以是一个示波器,最好是存储型示波器,也可以是X-Y记录仪。测量设备是用失配值为已知的失配负载来校准的。示波器的水平扫描对应于发生器的频率扫描,而测量是这样进行的:检波器在最低射频频率上至少移动半波长,频率扫描应当覆盖有关的整个射频频段。

在任意给定的射频频率(对应于横坐标上给定点)上,由定标线给出的显示包络的最大和最小幅值之比,就是该频率上的电压驻波比。

4.2.3 扫频反射计法

典型的扫频反射计法的测量设备配置如图5所示。用四端口定向网络获得入射功率和反射功率的取样,测出每个频率反射系数的幅值。

为了校准测量设备,用短路器来替代被测设备,调整衰减器使其模拟已知的回波损耗,例如26 dB衰减对应于26 dB回波损耗。这种校准方法比那种必须知道检波律的方法更可取。

如果在被测频段内入射波的电平非恒定,校准时应调整在有关状态下记录校准线。

注:① 定向网络的方向性超过被测回波损耗的程度决定了可达到的精度,例如40 dB方向性能使被测的26 dB回

波损耗的测量精度达到 $-1.6 \sim +1.9$ dB。

② 能同时测量幅度和相位的反射计可用来显示阻抗圆图。

4.3 结果表示法

测量结果应以曲线或带标度的示波器显示的图形照片或 X-Y 记录仪绘制的曲线图表示。

当结果不用图形表示时,应按下例表示:

“在 $6.1 \sim 6.2$ GHz 频率范围内回波损耗大于 26 dB”。

应给出各种情况下测试结果的最大误差。

4.4 要规定的细节

当要求进行本项测量时,设备技术条件中应包括下列内容:

- a. 标称阻抗;
- b. 允许的最小回波损耗;
- c. 频率范围。

5 电平和增益

5.1 定义

本标准使用的电平、功率增益、插入增益(或损耗)和隔离度的定义如下:

5.1.1 电平

在卫星通信地球站中,对射频而言,电平通常指的是功率。输入电平定义为:信号发生器传送到被测设备输入端的功率,该发生器的输出阻抗与被测设备端口的标称阻抗(Z_0)相匹配。

注:如果被测设备与发生器阻抗不匹配,则传输至被测设备的功率就不是最大值。

输出电平定义为:被测设备输出到负载的功率,该负载与被测设备输出端口的标称阻抗相匹配。

5.1.2 功率增益

设备或分系统的功率增益的定义为:输出电平与输入电平之比。

如果被测设备是非线性的,应指出功率增益的条件,例如,是饱和功率增益或是小信号功率增益。如果以分贝表示的功率增益为一负数,通常应改变符号,并称之为损耗。

注:天线功率增益的定义参见本系列标准第二部分第二节“天线(包括馈源网络)”。

5.1.3 插入增益

设备或分系统的插入增益定义为:当负载直接接到实际信号源上所吸收的功率(P_1)和当同一负载通过被测设备接到同一信号源上所吸收的功率(P_2)二者之比。

以分贝表示的插入增益为:

$$10 \log_{10} \frac{P_1^{1)} }{P_2} \dots\dots\dots (4)$$

如果用分贝表示的插入增益为一负数,通常改变其符号,并称之为“插入损耗”。

5.1.4 隔离度(器件的两端口之间)

器件两端口之间的隔离度定义为:所有端口都接标称阻抗时,一端口入射波的电平与该入射波泄漏在另一端口的电平之比(用分贝表示)。

5.2 测量方法

功率电平用功率计测量,有时用具有标称阻抗的已校准二极管检波器测量。二极管通常装在一支架中,该支架用以实现匹配,并在宽的射频带宽上获得均匀频率响应。但检波器的灵敏度不高,并且要求没有任何明显的干扰信号,以获得最高精度。

采用说明:

1) 原文误为 $10 \log_{10} \frac{P_1}{P_2}$ 。