

MH

中华人民共和国民用航空行业标准

MH/T 4002.2—1995

短波地空通信地面设备通用规范 第 2 部分:短波单边带设备维修规范

General specification for
ground equipment of HF/SSB air-ground communication
Part 2: Maintenance specification for HF/SSB equipment

1995—12—28 发布

1996—03—15 实施

中国民用航空总局 发布

前 言

本标准是根据国际民航组织《国际民用航空公约》附件 10《航空电信》(第 I 卷)第四版的有关标准和建议、《中国民用航空通信导航设备运行维修规程》的有关条款以及中华人民共和国民用航空行业标准《短波单边带设备技术要求》的有关规定而制定的。

短波地空通信地面设备通用规范由两部分组成,第 1 部分:短波单边带设备技术要求,第 2 部分:短波单边带设备维修规范。

从 1996 年 3 月 15 日,所有民用航空地空通信地面短波单边带通信设备的日常维护和修理,均应符合本标准的规定。

本标准的附录 A、附录 B、附录 C 都是标准的附录。

本标准由中国民用航空总局空中交通管理局提出,并负责解释。

本标准由中国民用航空总局第一研究所归口。

本标准起草单位:中国民用航空总局空中交通管理局。

本标准主要起草人:毕心安、李涌兴、李朝阳、彭刚、王鲁杰、刘杰生、金敏强、刘宏。

目 次

前言

1 范围	1
2 引用标准	1
3 一般维修要求	1
4 设备技术指标测试及使用仪表	4
附录 A(标准的附录) 简单故障的判断方法	7
附录 B(标准的附录) 发信机主要技术指标测试方法	8
附录 C(标准的附录) 收信机主要技术指标测试方法	9

中华人民共和国民用航空行业标准

短波地空通信地面设备通用规范 第 2 部分:短波单边带设备维修规范

MH/T 4002.2—1995

General specification for
ground equipment of HF/SSB air-ground communication
Part 2: Maintenance specification for HF/SSB equipment

1 范围

本标准规定了民用航空短波(HF)单边带(SSB)通信设备维修的技术要求,它是各种无线电短波单边带通信地面设备日常维护和修理的依据。

本标准适用于民用航空行业各种地面短波单边带通信设备。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。在标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨、使用下列标准最新版本的可能性。

MH/T 4002.1—1995 短波地空通信地面设备通用规范 第 1 部分:短波单边带设备技术要求
《中华人民共和国消防条例》

3 一般维修要求

3.1 设备的维修管理

设备的维修包括日常维护和修理。

3.1.1 设备的日常维护包括日维护、季度维护和年度维护;设备的修理分为一般修理和大修理。一般修理结合日常维护进行,设备的大修应由执管设备的单位制定大修项目、费用预算,报上级主管部门批准后组织实施。

3.1.2 设备的日常维护与修理应由持“航空电信人员执照”或能胜任工作的技术人员承担。

3.1.3 设备维修所用仪表、仪器的精度应满足 MH/T 4002.1 的要求。

3.1.4 设备修理中所用元器件的技术性能应不低于原用器件的指标并作出详细记录。

3.1.5 本单位无力修复的设备,应由设备执管单位上报上级主管部门,组织送厂修理。

3.1.6 设备进行大修竣工后应组织技术验收,验收标准应符合 MH/T 4002.1 和技术说明书的技术指标。

3.1.7 设备大修竣工时应交付修理的详细技术文件及修理、测试记录(含规定的测试条件)的全套文本。

3.1.8 设备大修竣工验收应在业务主管部门派员主持下,由承修单位会同使用单位共同进行,并签字认可。

3.2 维护内容

本规范的维护对象包括:短波单边带发信机、短波单边带收信机、短波单边带收发信机、遥控器、选呼器以及遥控线的连接和电源供给,为保证设备的正常运行,要按下述维护要求对设备进行维护。

中国民用航空总局 1995—12—28 批准

1996—03—15 实施

3.3 维护要求

3.3.1 发信机的维护

发信机的维护工作见表1。

表1 发信机维护

序号	日维护工作	季度维护工作	年维护工作
1	开机前应保证供电电压在额定值 $\pm 10\%$ 内	季维护应包括日维护的全部内容	年维护应包括季维护的全部内容,应测机内各路电源电压,必须符合正常值
2	开机前应检查天线接法是否正确,有无开路、短路现象	检查天线的避雷接地装置	
3	调机应将功率调至最大,选择最佳调谐点,并注意各报警电路所示的情况。		用吸尘器清洁机内并对继电器触点进行清洁,转动部件应适当加点润滑油
4	面板各功能开关应处在所要工作的正确位置,频率正确		
5	检查遥控线的连接是否良好	测量发信机频率的精确度	
6	保持机器外观清洁,注意工作场地尽可能使工作环境温度在 $20\sim 28\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间		

3.3.2 收信机的维护

收信机的维护工作见表2。

表2 收信机维护

序号	日维护工作	季度维护工作	年维护工作
1	开机前应保证供电电压在额定值 $\pm 10\%$ 内	季维护应包括日维护的全部内容	年维护应包括季维护的全部内容,应测机内电路电源电压,应符合正常值
2	开机前应先收一熟悉的电台(如报时台),检查收信频率是否正确并查各种工作种类是否正确	检查避雷及接地装置	
3	对收信机外壳进行清洁	测量收信机的灵敏度、选择性、频率准确度	利用仪器仪表对收信机的灵敏度、选择性、信噪比等主要技术指标进行测试
4	检查收信天线、地线		
5	检查面板各开关、旋钮有无松动		
6	注意工作场地尽可能使工作环境温度在 $20\sim 28\text{ }^{\circ}\text{C}$		

3.3.3 收发信机的维护

收发信机的维护工作见表3。

表3 收发信机维护

序号	日维护工作	季度维护工作	年维护工作
1	开机前应保证供电电压在额定值±10%内	季维护应包括日维护的全部内容	年维护应包括季维护的全部内容,应测机内电源电压
2	开机前应检查天线及地线是否接好,天线是否匹配良好,话筒是否良好		
3	开机后应检查收、发转换是否正常,收信频率是否准确,发信功率是否达到要求	检查面板各开关、按键、旋钮有无松动或损坏	利用仪器仪表对发信机的功率、三阶互调、载波抑制、频率精确度进行测试,对收信机的灵敏度、选择性、信噪比进行测试
4	面板各功能开关应能正常转换	检查天线阻抗、地线的接地电阻、天线的避雷装置	
5	对收发信机的外壳进行清洁		
6	使工作环境温度在20~28℃之间		

3.4 设备维修的一般原则

设备维修工作应遵循以下规定。

- 3.4.1 当电源、外部各线路连接正常的条件下,设备不能正常工作时,必须检查设备故障原因并及时排除,在检修前应认真参阅技术说明书及厂家的维修手册。有自检功能的设备应首先使用自检功能检查。
- 3.4.2 未经准确判断时不应随意调整设备内部参数及拆卸器件。
- 3.4.3 禁止设备在通电的情况下进行焊接、拆卸。
- 3.4.4 拆卸元件或部件时应采用专用工具,以免造成人为损坏。
- 3.4.5 维修设备的仪器、仪表均应良好接地。
- 3.4.6 在焊接拆卸CMOS元器件时,维修人员应带上放电手环,选用带隔离防静电的电烙铁。
- 3.4.7 保修期内产品发生故障时,应先与厂家联系后再根据情况进行处理。
- 3.4.8 对于非机械原因引起的故障排除后,对故障可能影响的性能进行检查测试。
- 3.4.9 设备维修完毕要认真写好维修报告,并做好本机的维修记录。
- 3.4.10 对于某些内部结构及工作原理比较复杂的部分,在不能修复的情况下,应报告上级技术主管部门处理。

3.5 设备故障的判断方法

设备故障的判断方法见附录A。

3.6 设备的安全技术

设备安全技术是指设备的安装环境与电气安全规定。

3.6.1 环境要求:

- a) 机房温度应保持在20~28℃之间,相对湿度保持在50%~75%,必要时加装空调、加湿器、去湿机等;
- b) 机房天线馈线与遥控线进户端应加装避雷装置;
- c) 为避免静电危害,机器应有良好的接地装置。

3.6.2 电气安全要求:

- a) 供电电源必须满足设备的要求,电压变化不超过10%,保险丝有明显的标记并符合安全电流要求;

b) 机房接地与室内接地母线、接地母线与设备接地柱的连接处应作铜焊或镀锡处理。

3.6.3 接地体的接地电阻

接地体的接地电阻应符合下列规定：

- a) 1 kW 以上发信台机房工作接地电阻应不大于 2 Ω ；
- b) 1 kW 以下发信台机房工作接地电阻应不大于 4 Ω ；
- c) 收信台机房工作接地电阻应不大于 4 Ω ；
- d) 避雷器接地电阻应不大于 10 Ω 。

3.6.4 消防安全

消防安全应符合《中华人民共和国消防条例》的有关条款规定。

4 设备技术指标测试及使用仪表

4.1 测量条件

4.1.1 测量仪表条件

测量仪表的精度应保证所测指标的要求。例如，测量与频率误差有关的仪器设备，其频率准确度必须高一个数量级。

测量仪表的选型应符合所测性能的特性，例如，测量标准输出信纳德用的音频电压表和失真系数仪的指示值应能反映非正弦波的有效值。

个别项目要适当选择测量仪表，防止仪表引入副作用。例如，测量带外互调，应避免信号发生器之间产生互调产物。

4.1.2 交流电源的标准测试电压及其频率

无特殊规定时，标准测试电压为 220 V/380 V，其误差应小于 10 %；频率为 50 Hz，其误差应小于 10 %；谐波失真系数应小于 5 %。

4.1.3 正常测试大气条件

正常测试大气条件见表 4。

表 4 正常测试大气条件

温 度	相 对 湿 度	气 压
15~35 $^{\circ}\text{C}$	45 %~75 %	86~106 kPa

4.2 发信机主要技术指标测试项目

发信机主要技术指标测试项目有：输出功率、三阶互调、载波抑制、最大频率误差、频率稳定度、无用边带抑制。

4.3 发信机主要技术指标测试框图

发信机主要技术指标测试框图见图 1。

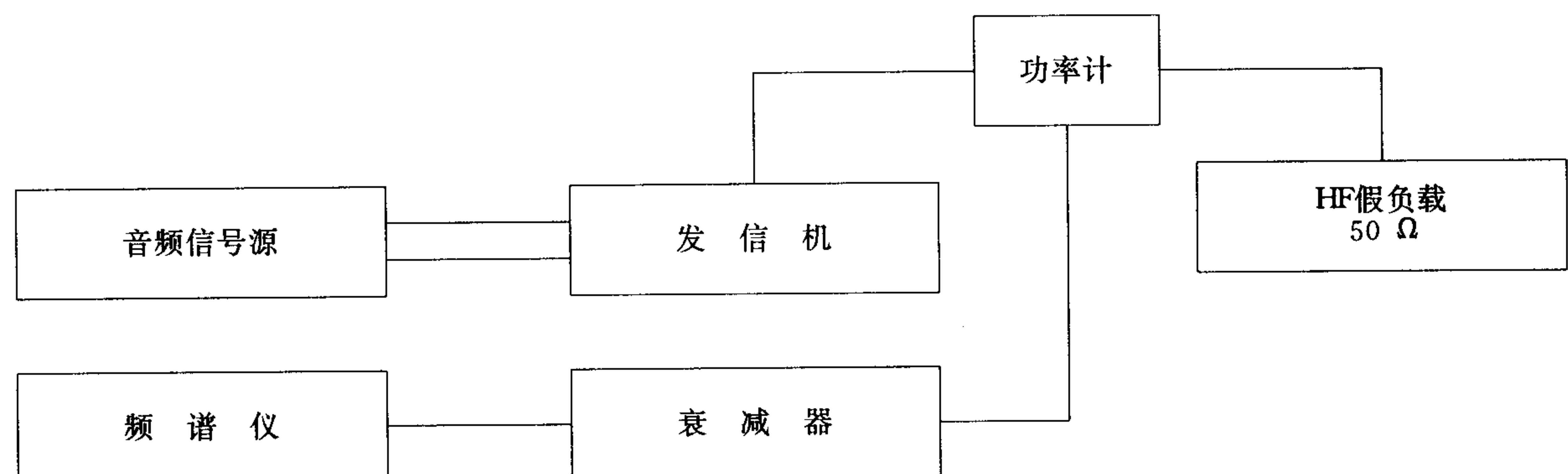


图 1

4.4 发信机测试仪表及附件

频谱分析仪:9 kHz~22 GHz

500 W 功率计:20 MHz~1 GHz

综合通信测试仪:0.4~1 000 MHz

探针

1:1 电缆

BNC 接头若干

负载 50 Ω

4.5 发信机主要技术指标测试方法

发信机主要技术指标测试方法见附录 B。

4.6 收信机主要技术指标测试项目

收信机主要技术指标的测试项目有:灵敏度、音频响应、非线性失真、选择性、寄生响应、阻塞、带外互调、频率稳定度等。

4.7 收信机主要技术指标测试框图

4.7.1 灵敏度测试方框图(含中频抑制、镜像抑制、自动增益、音频失真测试)见图 2。

4.7.2 频率稳定度测试方框图见图 3。

4.7.3 相邻信号选择性测试方框图(含带外互调、交调、阻塞测试)见图 2。



图 2

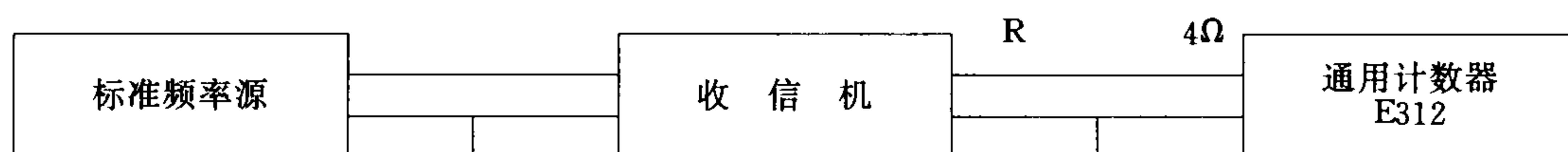


图 3

4.8 收信机主要技术指标测试方法

收信机主要技术指标测试方法见附录 C。

4.9 推荐的使用仪表和专用设备

收发设备维修测试用仪表、设备按表 5 设置,测试仪表应按要求进行定期计量。

表 5 推荐的使用仪表

序号	名称	参考型号或数据	用于发信	用于收信
1	双音信号发生器	RACAL—DAN9083	√	
2	功率计	HHEE	√	
3	频谱计	HP141T	√	
4	示波器	100 MHz	√	
5	假负载	DL50 Ω (1.5 kW)	√	
6	20 dB 衰减器		√	

表 5(完)

序 号	名 称	参考型号或数据	用于发信	用于收信
7	Y 型 50 Ω 插座		√	
8	50 Ω 负载		√	
9	交直流电压(流)表	30 A	√	
10	三相调压器	5 kVA	√	
11	单相调压器	2 kVA	√	√
12	测试盒		√	
13	高频信号发生器	HP8640B,RD9084		√
14	音频分析仪	HP8903A		√
15	通用计数器	E325	√	√
16	直流稳压电源	0~30 V 3 A		√
17	交直流电流表	0.5 级 2.5/5 A		√
18	三用表		√	√
19	通信测试仪	HP8920A	√	√
20	频谱分析仪	HP8593E	√	√
21	超高频毫伏表		√	√
22	选频电平表		√	√

简单故障的判断方法

设备出现故障后,应根据故障情况及设备的仪表提示,初步判断故障可能出现在什么部分。

A1 电源的检修

电源部分的故障,可引发整机各个部分工作异常,表现为多种故障现象,除开关型电源外,一般电源部件的检修,应尽可能断开负载,重点检查:

- a) 电源变压器初次级有无断路,次级有无交流输出;
- b) 电源变压器有无初级局部短路、线包过热、次级交流输出值不正常;
- c) 桥式整流器有无短路现象,有无直流输出;
- d) 三端稳压器或稳压调整管有无直流输出;
- e) 滤波电解电容有无爆裂损坏或失效;
- f) 开关型电源工作原理与常规电源有所不同,检修时,应特别引起注意,以免造成故障的扩散。

A2 发信机的检修

- a) 先检查各电源电压是否正常,各控制电压是否送到相应的控制电路;
- b) 用仪表测量激励级的输出幅度是否达到额定值,频率是否正确;
- c) 检查频率合成部分,标频部分是否正常;
- d) 检查功放的前级、末级静态工作点是否正常,是否达到正常的放大能力;
- e) 检查天调部分控制功能是否正常,天调匹配网络能否配谐,信号能否通过调谐回路送到发信天线。

A3 收信机的检修

- a) 在确认电源部分正常的情况下,应检查天线接触是否良好,天线输入回路是否因某种原因(如雷击)而损坏;
- b) 查频率合成部分、标频部分是否正常;
- c) 检查解调器、滤波部分、混频部分是否正常;
- d) 检查音频放大部分及各种功能控制开关是否正常;
- e) 扬声器是否完好。

A4 遥控器故障判断方法

- a) 检查遥控器的电压是否正常,输出的遥控电压是否与标称值相符;
- b) 检查遥控器的遥控功能及各功能显示是否正常;
- c) 检查遥控器的音频输出是否符合要求。

发信机主要技术指标测试方法

载波抑制和无用边带抑制两项指标主要是由激励器中的平衡调制器和边带滤波器来保证的,所以可单独测量激励器;而输出功率及三阶互调分量两项指标与末级功放也密切相关,故必须测量整机。话音是一个随机分布的信号,在实际测量中,常用音频振荡器(单音)作信号源,来测量载波抑制和有用边带抑制;而用双音信号源,来测量输出功率、互调失真等。测量的种类和方法很多,本规范推荐的测试方法只是其中的一种。

B1 发信机输出功率指标的测量

发信机调谐至被测频率 20 MHz 上。由综合通信测试仪输入等幅双音信号 (1.1 kHz、1.775 kHz),观察频谱分析仪,当互调失真达到规定值 (< -25 dB) 时,可在功率计上读得双音信号的平均功率。换算成 $P_{PEP双}$, $P_{PEP双} = 2P_{双平}$ 。 $P_{PEP双}$ 指双音信号的发射机输出功率, $P_{PEP双平}$ 指双音信号发信机的平均输出功率。

B2 发信机三阶互调分量的测量

发信机调谐至 20 MHz,单边带模式。用综合通信测试仪产生双音频信号输送给发信机。增加音频幅度,使发信机达到额定输出功率,记录频谱,进行分析。

B3 发信机载波抑制的测量

发信机调谐至 20 MHz,单边带模式。用综合通信测试仪产生双音频信号输送给发信机。增加音频幅度,使发信机达到额定输出功率,记录频谱,进行分析。测量值须加 -6 dB 修正。

B4 发信机无用边带抑制的测量

发信机调谐至 20 MHz,单边带模式。用综合通信测试仪产生双音频信号输送给发信机上边带,增加音频幅度,使发信机达到额定输出功率,记录频谱。用综合通信测试仪产生单音频信号输送发信机下边带,增加音频幅度,使发信机达到额定功率,记录频谱,进行分析。短波地空通信使用上边带模式,因此也可仅测量上边带无用边带抑制。

B5 发信机技术指标测试的注意事项

- a) 测量峰包功率时,必须满足一定的互调失真指标为前提;
- b) 测量三阶互调失真时,必须满足额定输出功率为前提;
- c) 测量载波抑制时,必须满足额定输出功率为前提;
- d) 测量无用边带抑制时,必须满足额定输出功率为前提;
- e) 功率计的输出端必须接 50Ω 负载;
- f) 使用频谱分析仪前必须计算输入端功率是否超过规定值。

收信机主要技术指标测试方法

C1 收信机灵敏度指标的测量

将收信机调至被测频率 8 MHz 上,工作模式置于 J3E 的 USB (上边带) 方式,射频增益置于人工“最大”,自动增益控制置于“AGC OFF”;综合通信测试仪信号发生器输出等幅波,频率置于 8.001 MHz,此时,收信机及综合通信测试仪的音频输出均应有 1 kHz 的单音出现。

调节综合通信测试仪的输出频率为 8 MHz,此时收信机输出仅为噪声,将此时的噪声电平值置为基准。

调节综合通信测试仪的输出频率为 8.001 MHz,调节其输出电平,使收信机输出端信噪比达到指标所规定的数值 ($S/N=10$ dB),此时收信机的信号电动势值即为收信机的灵敏度。

取噪声电平值作为基准时,应尽可能调节信号发生器的输出电平幅度在所取 S/N 值对应的电平幅度值附近。即便如此,测量也是会引入很小的误差。

C2 收信机选择性指标的测量

将收信机调至被测频率 8 MHz 上,工作模式置于 J3E 的 USB (上边带) 方式,射频增益置于人工“最大”,自动增益控制置于“AGC OFF”,静噪门限置于 0;综合通信测试仪信号发生器输出等幅波,输出电平幅度置于收信机灵敏度对应的电动势值,微调信号发生器的输出频率使收信机中频输出电压为最大值,此时的频率一般即为中心频率。取此时的中频输出电压值作为基准分贝值,为观察方便,以 10 平均作为基准。

首先自中心频率向上缓慢调节信号发生器的输出频率,同时保持信号发生器的输出幅度不变,当收信机中频输出电压为 -6 dB 时,确定此时的信号发生器输出频率,记为 A1。

而后,自 A1 频率向下缓慢调节信号发生器的输出频率,同时保持信号发生器的输出幅度不变,当收信机中频输出电压再次为 -6 dB 时,确定此时的信号发生器输出频率,记为 A2。

取 A1-A2 的值即为 6 dB 时的收信机选择性带宽。

C3 收信机寄生响应指标的测量

将收信机调至被测频率 8 MHz 上,工作模式置于 J3E 的 USB (上边带) 方式,射频增益置于人工“最大”,自动增益控制置于“AGC OFF”,静噪门限置于 0;综合通信测试仪信号发生器输出等幅波,输出电平幅度置于收信机灵敏度对应的电动势值,频率为 8.001 5 MHz。取此时的输出电平作为基准 0 dB,为观察方便,以 10 平均作为基准。

首先偏调信号发生器的输出频率至收信机的低频边带之外(即小于 8.002 2 MHz),逐渐加大信号发生器的输出电平,并同时调低信号发生器的输出频率,当音频输出端出现干扰(即一单音)时微调信号发生器输出电平和频率,直至收信机音频输出电平为 0 dB 左右,音频频率在 1 500 Hz 附近。此时信号发生器的输出电平减去灵敏度测量时的信号发生器输出电平即为产生寄生响应的电平值。

而后,偏调信号发生器的输出频率至收信机的高频边带之外(即大于 8.002 30 MHz),逐渐加大信号发生器的输出电平,并同时调高信号发生器的输出频率;当音频输出端出现干扰(即一单音)时微调信号发生器输出电平和频率,直至收信机音频输出电平为 0 dB 左右,音频频率在 1 500 Hz 附近。此时信号发生器的输出电平减去灵敏度测量时的信号发生器输出电平也是产生寄生响应的电平值。

C4 收信机非线性失真指标的测量

首先将收信机调至被测频率 8 MHz 上,工作模式置于 J3E 的 USB (上边带) 方式,射频增益置于人工“最大”,自动增益控制置于“AGC OFF”,静噪门限置于 0;综合通信测试仪信号发生器输出等

幅波，输出电平幅度置于 $20\ \mu\text{V}$ ，频率为 $8.001\ \text{MHz}$ 。

调整收信机的低放增益，使输出电平保持在 $1\ \text{V}$ 左右，此时即可从综合通信测试仪上直接读出 $1\ \text{kHz}$ 单音处的非线性失真值。

C5 收信机音频输出指标的测量

首先将收信机调至被测频率 $8\ \text{MHz}$ 上，工作模式置于 J3E 的 USB（上边带）方式，射频增益置于人工“最大”，自动增益控制置于“AGC OFF”，静噪门限置于 0；综合通信测试仪信号发生器输出等幅波，输出电平幅度置于 $20\ \mu\text{V}$ ，频率为 $8.001\ \text{MHz}$ 。

调整收信机的低放增益至最大，此时即可从综合通信测试仪上直接读出 $1\ \text{kHz}$ 单音的最大音频输出。

C6 收信机技术指标测量的注意事项

a) 所有的测量必须在信号发生器输出阻抗与收信机输入阻抗相匹配的情况下进行；

b) 灵敏度可从校准过的信号发生器上直接读出，必要时也可用高频微伏表进行测量，但必须注意灵敏度所对应的信号电动势值与收信机输入端电压的区别和联系，测量收信机输出的电平表必须是功率表或有效值电平表，一般电平表读数是按正弦波有效值刻度的，对非正弦波（如噪声的波形）的测量会引入读数误差；

c) 测量收信机选择性指标时，中频输出点的阻抗应与所用电平表的输入阻抗相匹配，测量时，中频输出不能取得很大，即信号发生器的输出幅度不能取得很大，以免测量过程中收信机高、中频电路饱和。通常，中频中心频率两边谐振特性并不一定完全对称，因此必须实测所选衰减值时两边的频率，而不能只测单边，尔后加倍以求得带宽；

d) 测量收信机寄生响应指标时，单频输出点的阻抗应与所用电平表的输入阻抗匹配，必须分别测试单频边带两侧的寄生响应，因为两旁的寄生响应一般是不同的；

e) 测量收信机非线性失真指标时，音频输出点的阻抗应与所用电平表的输入阻抗相匹配，应注意使收信机输出保持为额定的 $1\ \text{V}$ 左右时，测量才有意义；

f) 测量收信机音频输出指标时，音频输出点的阻抗应与所用电平表的输入阻抗相匹配。

中华人民共和国民用航空
行业标准
短波地空通信地面设备通用规范
第2部分:短波单边带设备维修规范
MH/T 4002.2—1995

*

中国民航出版社出版发行
(北京市朝阳区光熙门北里甲31号楼)
—邮政编码:100028—

北京市昌平区百善印刷厂印装

版权专有 不得翻印

*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 21 千字
1996年4月第1版 1996年4月第1次印刷 印数 1—500册
统一书号:1580110·45 定价:10.00元