



中华人民共和国国家军用标准

FL 1221

GJB 7201-2011

舰载无人机雷达对抗载荷自动测试设备 通用规范

General specification for auto-test equipment used for
radar EW payload in ship-borne UAV

2011-01-20 发布

2011-04-01 实施

中国人民解放军总装备部 批准

目 次

前言	II
1 范围	1
2 引用文件	1
3 要求	2
3.1 性能	2
3.2 保障性	4
3.3 可靠性	4
3.4 维修性	5
3.5 环境适应性	5
3.6 运输性	5
3.7 测试性	5
3.8 电磁兼容性	5
3.9 安全性	5
3.10 人机工程	5
3.11 接口	5
3.12 尺寸	5
3.13 重量	5
3.14 颜色	5
3.15 电源适应性	5
3.16 功耗	5
3.17 标识和代号	5
3.18 外观质量	6
4 质量保证规定	6
4.1 检验分类	6
4.2 检验条件	6
4.3 鉴定(或定型)检验	6
4.4 交收检验	6
4.5 包装检验	10
4.6 检验方法	10
5 交货准备	35
5.1 包装	35
5.2 标志	35
5.3 运输和贮存	35
6 说明事项	35
6.1 预定用途	35
6.2 订购文件中应明确的内容	35

前 言

本规范由中国人民解放军总参谋部第四部提出。

本规范起草单位：中国船舶重工集团公司第七二三研究所、中国人民解放军海军驻扬州七二三所军事代表室、中国船舶工业集团公司船舶系统工程部。

本规范主要起草人：李 游、刘晓峰、杨 军、窦爱斌、张 俊、张 亮、严厚伟、王喜鹏。

舰载无人机雷达对抗载荷自动测试设备通用规范

1 范围

本规范规定了舰载无人机雷达对抗载荷自动测试设备的技术要求、质量保证规定、交货准备等。

本规范适用于舰载无人机雷达对抗载荷自动测试设备(以下简称载荷自动测试设备)的研制、生产和检验,是编制产品规范的基本依据。

2 引用文件

下列文件中的有关条款通过引用而成为本规范的条款。凡注日期或版次的引用文件,其后的任何修改单(不包含勘误的内容)或修订版本都不适用于本规范,但提倡使用本规范的各方探讨使用其最新版本的可能性。凡未注日期或版次的引用文件,其最新版本适用于本规范。

GB/T 2829-2002 周期检验计数抽样程序及表

GJB 4.8-1983 舰船电子设备环境试验 颠簸试验

GJB 150.1-1986 军用设备环境试验方法 总则

GJB 150.3-1986 军用设备环境试验方法 高温试验

GJB 150.4-1986 军用设备环境试验方法 低温试验

GJB 150.7-1986 军用设备环境试验方法 太阳辐射试验

GJB 150.8-1986 军用设备环境试验方法 淋雨试验

GJB 150.9-1986 军用设备环境试验方法 湿热试验

GJB 150.10-1986 军用设备环境试验方法 霉菌试验

GJB 150.11-1986 军用设备环境试验方法 盐雾试验

GJB 150.12-1986 军用设备环境试验方法 砂尘试验

GJB 150.16-1986 军用设备环境试验方法 振动试验

GJB 150.18-1986 军用设备环境试验方法 冲击试验

GJB 150.23-1991 军用设备环境试验方法 倾斜和摇摆试验

GJB 152A-1997 军用设备和分系统电磁发射和敏感度测量

GJB 899-1990 可靠性鉴定和验收试验

GJB 1448A-2005 舰船电子对抗设备通用规范

GJB 2072-1994 维修性试验与评定

GJB 2225.2-1994 地面电子对抗设备通用技术要求 环境要求

GJB 2547-1995 装备测试性大纲

GJB 3872-1999 装备综合保障通用要求

GJB 3982.1-2000 电子对抗装备软件通用要求 第1部分:电子对抗装备软件开发要求

GJB 3982.4-2001 电子对抗装备软件通用要求 第4部分:电子对抗专用计算机支撑平台软硬件

要求

GJB 4345-2002 雷达对抗侦察设备通用规范

GJB 4816-1997 电子对抗设备标志、包装、运输、贮存通用技术要求

GJB 5669 2006 雷达对抗地面检测设备通用规范

GJB 6083-2007 电子对抗装备随机文件要求

GJBz 20170-1993 电子对抗设备检验规则

3 要求

3.1 性能

3.1.1 基本功能

3.1.1.1 雷达对抗载荷工作状态检测功能

载荷自动测试设备应能产生检测雷达对抗载荷(包括雷达对抗侦察载荷和雷达干扰载荷)工作状态所需的检测控制指令及参数、模拟信号和射频信号;测量雷达对抗载荷输出的工作状态回报指令及参数、脉冲信号和射频信号。载荷自动测试设备产生的控制指令、参数及格式,测量的工作状态回报指令、参数及格式应在产品规范中规定。

3.1.1.2 雷达对抗侦察载荷性能指标检测功能

载荷自动测试设备应能对雷达对抗侦察载荷的主要性能指标进行检测。检测项目应在产品规范中规定,一般包括:

- a) 工作频率范围;
- b) 测频误差;
- c) 测向误差;
- d) 灵敏度;
- e) 动态范围;
- f) 脉冲参数测量范围和误差;
- g) 对不同体制雷达信号侦收能力;
- h) 对雷达脉冲分析与识别能力;
- i) 管理控制能力。

3.1.1.3 雷达干扰载荷性能指标检测功能

载荷自动测试设备应能对雷达干扰载荷的主要性能指标进行检测。检测项目应在产品规范中规定,一般包括:

- a) 工作频率范围;
- b) 测频误差;
- c) 干扰功率;
- d) 干扰样式;
- e) 干扰频谱;
- f) 多目标干扰能力;
- g) 管理控制能力。

3.1.1.4 模拟舰载综合显示控制台对雷达对抗载荷控制

载荷自动测试设备应能模拟舰载综合显示控制台向雷达对抗载荷发出各种控制命令和参数,对雷达对抗载荷的工作状态进行控制,一般包括侦收、定位、干扰、识别、自检等。载荷自动测试设备发出的控制命令及参数应在产品规范中规定。

3.1.1.5 雷达信号模拟器状态控制

载荷自动测试设备应能控制配套的雷达信号模拟器产生雷达对抗载荷检测所需的目标信号和信号环境。载荷自动测试设备向雷达信号模拟器发出的控制命令和参数应在产品规范中规定。

3.1.1.6 电动转台状态控制

载荷自动测试设备应能控制配套电动转台的工作状态,满足对雷达对抗载荷主要性能检测的要求。载荷自动测试设备向配套电动转台发出的控制命令和参数应在产品规范中规定。

3.1.1.7 自检

载荷自动测试设备应能检测并显示自身的工作状态和故障,可检测的工作状态和故障应在产品规范中规定。

3.1.1.8 显示与记录

载荷自动测试设备应能显示和记录自身的工作参数、设置参数和检测结果参数。载荷自动测试设备显示和记录参数的种类、格式应在产品规范中规定。

3.1.2 主要指标

3.1.2.1 输出脉冲信号

载荷自动测试设备应能输出检测雷达对抗载荷工作状态所需的脉冲信号。输出的脉冲信号参数应在产品规范中规定,一般包括:

- a) 输出脉冲信号的幅度范围及幅度误差;
- b) 输出脉冲信号的重复周期范围及重复周期误差;
- c) 输出脉冲信号的宽度范围及宽度误差。

3.1.2.2 输出射频信号

载荷自动测试设备应能输出检测雷达对抗载荷工作状态所需的射频信号。输出的射频信号参数应在产品规范中规定,一般包括:

- a) 输出射频信号的频率:
 - 1) 输出射频信号频率范围;
 - 2) 输出射频信号频率误差;
 - 3) 输出射频信号频率最小可调值。
- b) 输出射频信号的功率:
 - 1) 输出射频信号功率范围;
 - 2) 输出射频信号功率误差;
 - 3) 输出射频信号功率最小可调值。
- c) 输出射频信号的频谱特性:
 - 1) 频率稳定度;
 - 2) 频带宽度;
 - 3) 峰值点个数;
 - 4) 峰值与中心点频率差;
 - 5) 峰值与中心点功率差;
 - 6) 主杂比;
 - 7) 带内平坦度;
 - 8) 噪声电平;
 - 9) 频谱形状。
- d) 输出射频信号的脉冲参数:
 - 1) 输出射频信号脉冲重复周期范围和重复周期误差;
 - 2) 输出射频信号脉冲宽度范围和脉冲宽度误差。

3.1.2.3 脉冲信号测量

载荷自动测试设备应能对脉冲信号参数进行测量。测量的脉冲信号参数应在产品规范中规定,一般包括:

- a) 脉冲信号幅度测量范围及幅度测量误差;
- b) 脉冲信号重复周期测量范围及重复周期测量误差;
- c) 脉冲信号宽度测量范围及宽度测量误差。

3.1.2.4 射频信号测量

载荷自动测试设备应能对射频信号参数进行测量。测量的射频信号参数应在产品规范中规定，一般包括：

- a) 射频信号频率测量范围及频率测量误差。
- b) 射频信号功率测量范围及功率测量范围误差。
- c) 射频信号频谱特性测量参数：
 - 1) 峰值点个数；
 - 2) 峰值与中心点频率差；
 - 3) 峰值与中心点功率差；
 - 4) 主杂比；
 - 5) 带内平坦度；
 - 6) 噪声电平；
 - 7) 频谱形状。
- d) 射频信号脉冲重复周期测量范围及重复周期测量误差。
- e) 射频信号脉冲宽度测量范围及宽度测量误差。
- f) 射频信号调制特性测量参数。

3.2 保障性

3.2.1 保障性要求

载荷自动测试设备的保障性通用要求应符合 GJB 3872-1999 的规定，保障性目标要求应符合 GJBz 20475-1997 中第 5 章的规定。

3.2.2 保障资源要求

3.2.2.1 人员

载荷自动测试设备对使用、检测和维修人员的要求应符合 GJB 1448A-2005 中 3.2.2.1 的规定。

3.2.2.2 供应保障

载荷自动测试设备的供应保障要求应符合 GJB 1448A-2005 中 3.2.2.2 的规定。

3.2.2.3 培训

承制方应考虑载荷自动测试设备使用和保障人员的培训需要，应满足以下要求：

- a) 编写初始培训教材；
- b) 实施初始培训。

3.2.2.4 计算机资源保障

计算机资源保障应满足载荷自动测试设备使用和维修的需要，应满足以下要求：

- a) 载荷自动测试设备内计算机(包括嵌入式或配套)系统所需的硬件、软件、辅助设备、备件、文档等初始和后续保障要求；
- b) 计算机软件保障工作应符合 GJB 3982.1-2000 中 4.7.3 的规定，保障软件包括系统软件、开发软件和计算机软件摘要说明文档；
- c) 计算机的选型应符合 GJB 3982.4-2001 中第 6、7 章的规定；
- d) 计算机接口应采用标准接口。

3.2.2.5 技术资料

技术资料应满足载荷自动测试设备使用和维修的需要，应满足以下要求：

- a) 承制方提供的技术资料和数据应与载荷自动测试设备的技术状态相符；
- b) 随机文件的种类、数量、格式和内容等应符合 GJB 6083-2007 的规定。

3.3 可靠性

载荷自动测试设备的可靠性要求应符合 GJB 1448A-2005 中 3.3 的规定。

3.4 维修性

载荷自动测试设备的维修性要求应符合 GJB 1448A-2005 中 3.4 的规定。

3.5 环境适应性

应根据载荷自动测试设备的实际使用环境,从 GJB 1448A 2005 中 3.5 和 GJB 2225.2 1994 中,选择环境适应性项目,并在产品规范中明确规定。环境适应性项目一般包括:

- a) 低温;
- b) 高温;
- c) 湿热;
- d) 振动;
- e) 冲击;
- f) 颠簸;
- g) 太阳辐射;
- h) 霉菌;
- i) 砂尘;
- j) 盐雾;
- k) 跑车;
- l) 淋雨;
- m) 倾斜和摇摆。

3.6 运输性

载荷自动测试设备的运输性要求应符合 GJB 1448A-2005 中 3.6 的规定。

3.7 测试性

载荷自动测试设备的测试性要求应符合 GJB 1448A-2005 中 3.9 的规定。

3.8 电磁兼容性

载荷自动测试设备的电磁兼容性要求应符合 GJB 1448A-2005 中 3.10 的规定。

3.9 安全性

载荷自动测试设备的安全性要求应符合 GJB 1448A-2005 中 3.12 的规定。

3.10 人机工程

载荷自动测试设备的人机工程要求应符合 GJB 1448A-2005 中 3.13 的规定。

3.11 接口

载荷自动测试设备的接口要求应符合 GJB 1448A-2005 中 3.14 的规定。

3.12 尺寸

载荷自动测试设备的尺寸应符合 GJB 1448A-2005 中 3.15 的规定,并在产品规范中规定。

3.13 重量

载荷自动测试设备的重量应符合 GJB 1448A-2005 中 3.16 的规定,并在产品规范中规定。

3.14 颜色

载荷自动测试设备的颜色应符合 GJB 1448A-2005 中 3.17 的规定,并在产品规范中规定。

3.15 电源适应性

载荷自动测试设备的电源适应性要求应在产品规范中规定,一般包括:

- a) 电源频率;
- b) 电压范围。

3.16 功耗

载荷自动测试设备的耗电功率要求应在产品规范中规定。

3.17 标识和代号

载荷自动测试设备的标识和代号应符合 GJB 1448A-2005 中 3.19 的规定。

3.18 外观质量

载荷自动测试设备的外观质量要求应符合 GJB 1448A-2005 中 3.20 的规定。

4 质量保证规定

4.1 检验分类

本规范规定的检验分类如下：

- a) 鉴定(或定型)检验(见 4.3)；
- b) 交收检验(见 4.4)。

4.2 检验条件

4.2.1 环境条件

除另有规定外，应按 GJB 150.1-1986 中 3.1、3.2 和本规范 3.5 所规定的环境条件进行所有检验。承制方应提供检验所需的检验场地(包括各种环境条件和空间)。

4.2.2 检验用的仪器、仪表和测试设备

检验用的仪器、仪表和测试设备应满足下列要求：

- a) 具有计量单位给出的有效期内合格证明；
- b) 除另有规定外，测量误差应小于被测指标允许误差的三分之一；
- c) 自制的非标准测试设备，应通过鉴定或经订购方的同意才能使用。

4.3 鉴定(或定型)检验

4.3.1 检验样本

提交检验的样本，应是用技术状态稳定的生产设备及工艺进行生产，并经承制方检验和质量评审，认为能达到使用要求和产品规范要求的成套产品。检验样本可以是鉴定(或定型)样机，亦可是本型号的若干产品，其数量一般不少于两套。

4.3.2 检验项目

除另有规定，一般应按表 1 规定的鉴定(或定型)检验项目进行。

4.3.3 检验方式

见 GJBz 20170-1993 中 5.3。

4.3.4 结果判定

所有鉴定(或定型)检验项目均达到产品规范规定的要求，才能判为鉴定(或定型)检验合格。

4.3.5 复验

见 GJBz 20170-1993 中 5.5。

4.4 交收检验

4.4.1 产品的提交

见 GJBz 20170-1993 中 6.1。

4.4.2 检验分组

交收检验分组如下：

- a) I 组检验；
- b) II 组检验；
- c) III 组检验。

4.4.3 I 组检验

4.4.3.1 检验项目

除另有规定，I 组检验一般按表 1 规定的项目进行。

表1 检验项目表

序号	检验项目	鉴定(或定型)检验	交收检验			要求 章条号	检验方法 章条号
			I 组检验	II 组检验	III 组检验		
1	基本功能	●	●	—	—	3.1.1	4.6.1
2	主要指标	●	●	—	—	3.1.2	4.6.2
3	保障性	●	●	—	—	3.2	4.6.3
4	可靠性	●	—	—	○	3.3	4.6.4
5	维修性	●	○	—	—	3.4	4.6.5
6	低温	●	—	●	—	3.5 a)	4.6.6.1
7	高温	●	—	●	—	3.5 b)	4.6.6.2
8	湿热	●	—	○	—	3.5 c)	4.6.6.3
9	振动	●	—	○	—	3.5 d)	4.6.6.4
10	冲击	☆	—	○	—	3.5 e)	4.6.6.5
11	颠簸	☆	—	○	—	3.5 f)	4.6.6.6
12	太阳辐射	●	—	○	—	3.5 g)	4.6.6.7
13	霉菌	●	—	○	—	3.5 h)	4.6.6.8
14	砂尘	☆	—	—	—	3.5 i)	4.6.6.9
15	盐雾	●	—	○	—	3.5 j)	4.6.6.10
16	跑车	☆	—	—	—	3.5 k)	4.6.6.11
17	淋雨	☆	—	—	—	3.5 l)	4.6.6.12
18	倾斜和摇摆	●	○	○	—	3.5 m)	4.6.6.13
19	运输性	●	—	—	—	3.6	4.6.7
20	测试性	●	○	—	—	3.7	4.6.8
21	电磁兼容性	○	○	—	—	3.8	4.6.9
22	安全性	●	●	—	—	3.9	4.6.10
23	人机工程	●	○	—	—	3.10	4.6.11
24	接口	●	●	—	—	3.11	4.6.12
25	尺寸	●	○	—	—	3.12	4.6.13
26	重量	●	○	—	—	3.13	4.6.14
27	颜色	●	●	—	—	3.14	4.6.15
28	电源适应性	●	○	—	—	3.15	4.6.16
29	功耗	●	○	—	—	3.16	4.6.17
30	标志和代号	●	●	—	—	3.17	4.6.18
31	外观质量	●	●	—	—	3.18	4.6.19
32	包装	●	●	—	—	5.1	4.5

注：●必检项目；☆有限范围使用的设备必检项目；○订购方和承制方协商检验项目；—不检项目。

4.4.3.2 检验方式

I组检验采用全数检验方式。连续批的可接收质量水平(AQL)从表2中选取,孤立批的极限质量(LQ)从表3和表4中选取。所要求的批质量(成批判决时)或单位产品质量(逐套判决时)由订购方和承制方协商确定,并在产品规范中规定。

表2 连续批可接收质量水平

缺陷类别	可接收质量水平(AQL)					
严重缺陷	0.65	1.00	1.50	2.50	4.00	6.50
重缺陷	6.50	10.00	15.00	25.00	40.00	65.00
轻缺陷	40.00	65.00	100.00	150.00	250.00	400.00

表3 孤立批极限质量(Pa=10%)

缺陷类别	极限质量(LQ) Pa=10%					
严重缺陷	12	18	29	46	77	120
重缺陷	33	51	84	130	220	330
轻缺陷	100	160	250	400	670	1000

表4 孤立批极限质量(Pa=5%)

缺陷类别	极限质量(LQ) Pa=5%					
严重缺陷	15	23	38	60	100	150
重缺陷	39	60	97	160	260	390
轻缺陷	110	170	270	440	730	1100

4.4.3.3 结果判定

4.4.3.3.1 按批提交、成批判决时的结果判定

根据检验结果,分别计算各类缺陷的每百单位产品缺陷数。缺陷分类见 GJBz 20170—1993 中附录 B,由承制方和订购方商定。若等于或小于规定值,则判该批为 I 组检验合格。当出现下列情况之一时,则判该批为 I 组检验不合格:

- a) 出现致命缺陷;
- b) 严重缺陷数大于规定值;
- c) 重缺陷数大于规定值;
- d) 轻缺陷数大于规定值。

4.4.3.3.2 按套提交,逐套判决时的结果判定

根据检验结果,若各类缺陷数等于或小于规定值,则判该套为 I 组检验合格。当出现下列情况之一时,则判该套产品为 I 组检验不合格:

- a) 出现致命缺陷;
- b) 严重缺陷数大于规定值;
- c) 重缺陷数大于规定值;
- d) 轻缺陷数大于规定值。

4.4.3.3.3 复验

除出现致命缺陷,应立即停止检验,作出拒收处理外,其他缺陷造成的 I 组检验不合格时,承制方

应按规定标注不合格品标识,并查明原因,采取纠正措施,将所有不合格品修复后,可重新提交。重新提交时,应附有第一次检验质量问题解决情况的报告。

再次检验时应相应地提高批质量水平,可从发现质量问题的阶段开始,补做不合格项目(和有关项目)的检验,也可重新进行全部项目的检验。

再次检验仍不合格时作拒收处理。

4.4.4 II组检验

4.4.4.1 检验项目

除另有规定外,II组检验一般按表1规定的项目进行。II组检验项目的检验顺序参照GJB 150.1-1986中附录A。

4.4.4.2 抽样方案

II组检验应在I组检验合格批的产品上进行。

除另有规定外,II组检验抽样应按照GB/T 2829-2002中有关规定进行。采用判别水平II的一次或二次抽样方案,不可接收质量水平(RQL)从表5中选取。所需的抽样方案从GB/T 2829-2002中表3检索。

表5 不可接收质量水平

缺陷类别	不可接收质量水平(RQL)				
严重缺陷	30	40	50	65	80
重缺陷	50	65	80	100	120
轻缺陷	80	100	120	150	200

4.4.4.3 结果判定

根据检验结果,若各类缺陷数小于或等于合格判定数,判该批II组检验合格;当出现下列情况之一时,判该批II组检验不合格:

- a) 发现致命缺陷;
- b) 严重缺陷数大于或等于不合格判定数;
- b) 重缺陷数大于或等于不合格判定数;
- d) 轻缺陷数大于或等于不合格判定数。

4.4.4.4 复验

II组检验不合格时,除发现致命缺陷,立即停止检验,作出拒收处理外,承制方应按规定标注不合格品标识,查明原因,采取纠正措施,将所有不合格品修复,并将改进措施落实到该订货批所有产品后,可再次提交检验。

再次检验时,应相应地提高不合格质量水平。根据订购方意见,可重新进行全部检验或试验,或只对不合格项目进行检验或试验。

再次检验仍不合格时作拒收处理。

4.4.4.5 样品处理

除另有规定,通过II组检验的样品,承制方应负责将出现或潜在的损伤修复,并重新提交I组检验合格后,方可作为原提交批的一部分按合同交付。

4.4.5 III组检验

4.4.5.1 检验周期

一般每个订货批次进行一次。

4.4.5.2 抽样方案

III组检验的样本应在I组检验、II组检验均合格的同批产品中随机抽取,样本量应以满足该项检验

要求为准，由订购方与承制方协商确定。

4.4.5.3 复验

III组检验不合格时，除发现致命缺陷，立即停止检验，作出拒收处理外，应按规定标注不合格标识，并由承制方查明原因，采取有效纠正措施将所有不合格品修复，并将改进措施落实到该订货批所有产品后，可再次提交检验。

再次检验仍不合格时作拒收处理。

4.4.5.4 样品处理

除另有规定，通过III组检验的样品，承制方应负责将出现或潜在的损伤修复，并重新提交I组检验合格后，方可作为原提交批的一部分按合同交付。

4.4.6 产品的接收

见 GJBz 20170-1993 中 6.7.1。

4.4.7 产品的拒收

见 GJBz 20170-1993 中 6.7.2。

4.5 包装检验

按 GJB 4816-1997 中第 8 章的有关规定进行。

4.6 检验方法

4.6.1 基本功能检查

4.6.1.1 雷达对抗载荷工作状态检测功能

4.6.1.1.1 检查说明

检查说明如下：

- 本项目采用载荷自动测试设备发送检测控制指令及参数，接收模拟的载荷工作状态回报指令及参数，以及发送脉冲信号和射频信号，测试模拟的载荷脉冲信号和射频信号参数的方法进行检查；
- 采用规程仪模拟雷达对抗载荷接收检测控制指令及参数，并发送相应工作状态回报的指令及参数；
- 采用综合信号源模拟雷达对抗载荷输出的脉冲信号和射频信号。

4.6.1.1.2 检查框图

检查框图见图 1。



图 1

4.6.1.1.3 检查步骤

检查步骤如下：

- 按图 1 连接载荷自动测试设备及测试仪器；
- 载荷自动测试设备输出检测雷达对抗载荷工作状态的控制指令及参数，规程仪接收相应数据；
- 将规程仪接收的数据与产品规范规定的控制指令、参数及格式进行比对；
- 规程仪模拟输出雷达对抗载荷工作状态回报指令及参数，载荷自动测试设备接收相应数据并显示雷达对抗载荷工作状态；
- 将载荷自动测试设备接收数据与产品规范进行比对；
- 载荷自动测试设备输出脉冲信号，用示波器观察脉冲信号波形并记录参数；

- g) 载荷自动测试设备输出射频信号, 用频谱仪观察射频信号波形并记录参数;
- h) 综合信号源模拟雷达对抗载荷输出脉冲信号, 载荷自动测试设备测试脉冲信号参数;
- i) 综合信号源模拟雷达对抗载荷输出射频信号, 载荷自动测试设备测试射频信号参数。

4.6.1.1.4 检查记录

检查结果记录于表 6。

表 6 雷达对抗载荷工作状态检测功能检查记录表

序号	发送检测指令及参数	显示工作状态及参数	发送脉冲信号参数	测试脉冲信号参数	发送射频信号参数	测试射频信号参数	检查结论	备注

4.6.1.2 雷达对抗侦察载荷性能指标检测功能

4.6.1.2.1 检查说明

检查说明如下:

- a) 本项目检查采用辐射法进行。
- b) 采用雷达信号模拟器模拟产生检测雷达对抗侦察载荷性能指标所需目标信号和电磁环境, 用标准校准天线和功率计检查雷达对抗侦察载荷接收信号功率电平。雷达信号模拟器的工作状态和参数由载荷自动测试设备控制与设定。
- c) 雷达对抗侦察载荷牢固安装于电动转台上并进行 0° 基准校正。本项目检验前, 须确认雷达对抗侦察载荷是否工作正常, 雷达对抗侦察载荷和电动转台的工作状态和参数由载荷自动测试设备控制与设定。
- d) 载荷自动测试设备接收雷达对抗侦察载荷对目标信号的侦收结果(包括方位、载频、重频、脉宽、脉幅、调制特征等)并进行数据处理, 完成对雷达对抗侦察载荷的性能检测。
- e) 雷达信号模拟器与雷达对抗侦察载荷间距离 R 需满足远场条件。
- f) 除测频误差检验项目外, 其余各检验项目均在产品规范规定的工作频率范围内均匀选取 5 个检验频率点(含频率范围上、下限值)。
- g) 除测向误差检验项目外, 电动转台测量点均设定为 0°。
- h) 本项目可使用雷达对抗侦察载荷模拟器替代雷达对抗侦察载荷。

4.6.1.2.2 检查框图

检查框图见图 2。

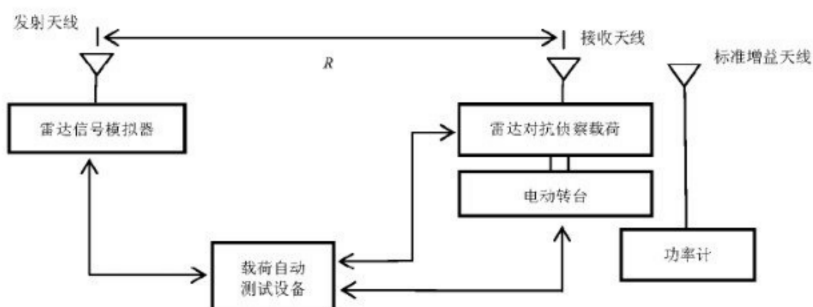


图 2

4.6.1.2.3 检查步骤

检查步骤如下:

- a) 按图 2 连接配套测试载荷自动测试设备和配套测试仪器。
- b) 工作频率范围与测频误差检测功能检查:
 - 1) 按产品规范要求设置雷达信号模拟器输出信号功率电平、脉冲调制参数,工作频率为雷达对抗侦察载荷工作频率范围下限值;
 - 2) 载荷自动测试设备接收雷达对抗侦察载荷侦收结果数据并比对,计算此点测频误差;
 - 3) 按产品规范要求逐步增高雷达信号模拟器工作频率(最小增加值一般为 100MHz),重复 2),直至工作频率为雷达对抗侦察载荷工作频率范围上限值;
 - 4) 记录载荷自动测试设备显示的雷达对抗侦察载荷工作频率范围与测频误差检测结果。
- c) 测向误差检测功能检查:
 - 1) 同 b) 中 1);
 - 2) 电动转台方位设置为雷达对抗侦察载荷方位覆盖范围下限值;
 - 3) 载荷自动测试设备接收雷达对抗侦察载荷侦收结果数据并比对,计算此点测向误差;
 - 4) 按产品规范要求逐步增加电动转台方位(最小增加值一般为 5°),重复 3),直至电动转台方位设置为雷达对抗侦察载荷方位覆盖范围上限值;
 - 5) 按 4.6.1.2.1 f) 项依次改变雷达信号模拟器工作频率,重复 2)~4);
 - 6) 记录载荷自动测试设备显示的雷达对抗侦察载荷测向误差检测结果。
- d) 灵敏度和动态范围检测功能检查:
 - 1) 按 4.6.1.2.1 f) 设置雷达信号模拟器工作频率,将各测试频率点处标准增益天线的天线增益值、连接标准增益天线和功率计之间标准测试电缆插损值输入载荷自动测试设备;
 - 2) 同 b) 中 1); 载荷自动测试设备接收雷达对抗侦察载荷侦收结果数据并比对;
 - 3) 逐步减小雷达信号模拟器输出信号功率电平,直至雷达对抗侦察载荷恰好能稳定侦收信号,记录此时功率计读数并输入载荷自动测试设备;
 - 4) 逐步增大雷达信号模拟器输出信号功率电平,直至雷达对抗侦察载荷恰好能稳定侦收信号,记录此时功率计读数并输入载荷自动测试设备;
 - 5) 按 4.6.1.2.1 f) 依次改变雷达信号模拟器工作频率,重复 3)~4);
 - 6) 记录载荷自动测试设备显示的雷达对抗侦察载荷灵敏度和动态范围检测结果。
- e) 脉冲参数测量范围和误差检测功能检查:
 - 1) 按产品规范要求设置雷达信号模拟器输出信号功率电平,工作频率为雷达对抗侦察载荷工作频率范围下限值;
 - 2) 按产品规范要求设置雷达信号模拟器脉冲重复频率为上限值、中心值和下限值,选取不少于 10 个脉冲宽度测量点(包含脉冲宽度上限值、下限值),载荷自动测试设备接收雷达对抗侦察载荷侦收结果数据并比对,计算各测试点处脉冲宽度测量误差;
 - 3) 按产品规范要求设置雷达信号模拟器脉冲宽度为上限值、中心值和下限值,选取不少于 10 个脉冲重复频率测量点(包含脉冲重复频率上限值、下限值),载荷自动测试设备接收雷达对抗侦察载荷侦收结果数据并比对,计算各测试点处脉冲重复频率测量误差;
 - 4) 按 4.6.1.2.1 f) 改变雷达信号模拟器工作频率,重复 2)、3);
 - 5) 记录载荷自动测试设备显示的雷达对抗侦察载荷脉冲参数测量范围和误差检测结果。
- f) 对不同体制雷达信号侦收能力检测功能检查:
 - 1) 按产品规范要求设置雷达信号模拟器输出信号功率电平、脉冲调制参数;
 - 2) 按产品规范要求逐次设置雷达信号模拟器输出信号体制和参数,载荷自动测试设备分别接收雷达对抗侦察载荷侦收结果数据并比对;

- 3) 按 4.6.1.2.1 f) 依次改变雷达信号模拟器工作频率, 重复 2);
- 4) 记录载荷自动测试设备显示的雷达对抗侦察载荷对不同体制雷达信号侦收能力检测结果。
- g) 对雷达脉冲分析与识别能力检测功能检查:
 - 1) 按产品规范要求设置雷达信号模拟器输出信号功率电平、脉冲调制参数;
 - 2) 按产品规范要求逐次设置雷达信号模拟器输出信号脉内特征和参数, 载荷自动测试设备分别接收雷达对抗侦察载荷侦收分析和识别结果数据并比对;
 - 3) 按 4.6.1.2.1 f) 项依次改变雷达信号模拟器工作频率, 重复 2);
 - 4) 记录载荷自动测试设备显示的雷达对抗侦察载荷对雷达脉冲分析与识别能力检测结果。
- h) 管理控制能力检测功能检查:
 - 1) 载荷自动测试设备按产品规范要求逐项设置雷达对抗侦察载荷工作状态和参数;
 - 2) 载荷自动测试设备接收雷达对抗侦察载荷回送工作状态和参数, 并与发送数据比对;
 - 3) 记录载荷自动测试设备显示的雷达对抗侦察载荷管理控制能力检测结果。

4.6.1.2.4 检查记录

检查结果记录于表 7。

表 7 雷达对抗侦察载荷性能检测功能检查记录表

序号	检查项目	载荷自动测试设备设置参数	雷达信号模拟器工作输出参数	转台工作参数	接收雷达对抗侦察载荷参数	检查结论	备注

4.6.1.3 雷达干扰载荷性能指标检测功能

4.6.1.3.1 检查说明

检查说明如下:

- a) 本项目检查采用注入法进行;
- b) 定向耦合器主路输出接假负载, 耦合支路输出接载荷自动测试设备射频信号输入端, 雷达干扰载荷控制接口连接载荷自动测试设备数字信号控制接口, 雷达干扰载荷调制信号测试端口连接载荷自动测试设备视频信号输入端口;
- c) 雷达信号模拟器工作状态和参数由载荷自动测试设备控制与设定, 产生检查所需模拟雷达信号;
- d) 本项目检验前须确认雷达干扰载荷是否工作正常;
- e) 本项目可使用雷达干扰载荷模拟器替代雷达干扰载荷。

4.6.1.3.2 检查框图

检查框图见图 3。

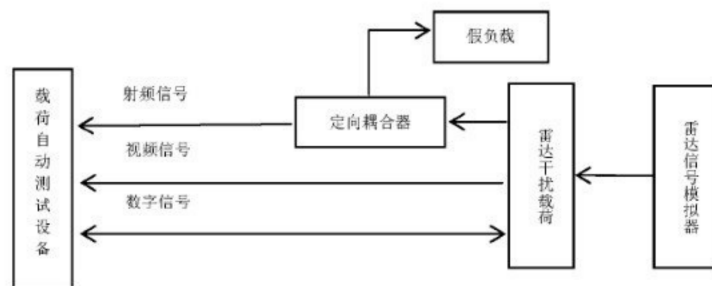


图 3

4.6.1.3.3 检查步骤

检查步骤如下:

- a) 按图 3 连接测试载荷自动测试设备和配套测试仪器。
- b) 工作频率范围和瞄频误差检测功能检查:
 - 1) 设置雷达信号模拟器输出不加干扰调制的射频信号, 频率为雷达干扰载荷工作频率范围下限值;
 - 2) 载荷自动测试设备按产品规范要求设置雷达干扰载荷工作状态和参数;
 - 3) 载荷自动测试设备测量雷达干扰载荷输出射频信号频率, 计算此测试点瞄频误差, 并记录;
 - 4) 按产品规范要求逐步增加雷达信号模拟器输出射频信号频率设置值(最小增加值一般为 500MHz), 重复 3), 直至雷达干扰载荷工作于工作频率范围上限值;
 - 5) 记录载荷自动测试设备显示的雷达干扰载荷工作频率范围和瞄频误差检测结果。
- c) 干扰功率检测功能检查:
 - 1) 同 4.6.1.3.3 b) 中 1)~2);
 - 2) 载荷自动测试设备测量雷达干扰载荷输出射频信号功率, 并记录;
 - 3) 按产品规范要求逐步增加雷达信号模拟器输出射频信号频率设置值(最小增加值一般为 500MHz), 重复 2), 直至雷达干扰载荷工作于工作频率范围上限值;
 - 4) 记录载荷自动测试设备显示的雷达干扰载荷干扰功率检测结果。
- d) 干扰样式和干扰频谱检测功能检查:
 - 1) 设置雷达信号模拟器工作频率为雷达干扰载荷工作频率范围中心值, 输出功率电平为适当值;
 - 2) 设置雷达干扰载荷工作于产品规范要求的某一种干扰样式;
 - 3) 在载荷自动测试设备上观察并记录干扰频谱特性和参数、干扰调制波形和参数, 并与所设置雷达干扰载荷工作参数比对;
 - 4) 按产品规范要求依次改变干扰样式, 重复 3);
 - 5) 记录载荷自动测试设备显示的雷达干扰载荷干扰样式和干扰频谱检测结果。
- e) 多目标干扰能力检测功能检查:
 - 1) 按产品规范要求设置雷达干扰载荷和雷达信号模拟器工作状态和参数, 其中多部雷达的信号频率可根据雷达干扰载荷工作频率范围等间隔选取;
 - 2) 在载荷自动测试设备上按设置工作频率点逐一检查雷达干扰载荷输出射频信号频率、功率、频谱特性和参数、调制波形和参数, 并与设置参数比对;
 - 3) 记录载荷自动测试设备显示的雷达干扰载荷多目标干扰能力检测结果。
- f) 管理控制能力检测功能检查:
 - 1) 载荷自动测试设备按产品规范要求逐次设置雷达干扰载荷工作状态和参数;
 - 2) 载荷自动测试设备接收雷达干扰载荷回送工作状态和参数, 并比对;
 - 3) 记录载荷自动测试设备显示的雷达干扰载荷管理控制能力检测结果。

4.6.1.3.4 检查记录

检查结果记录于表 8。

表 8 雷达干扰载荷性能指标检测功能检查记录表

序号	设置雷达干扰载荷工作参数	雷达干扰载荷性能指标检测结果	检查结论	备注

4.6.1.4 模拟舰载综合显示控制台对雷达对抗载荷控制功能

4.6.1.4.1 检查说明

检查说明如下：

- 本项目通过检查载荷自动测试设备发送和接收数字信号的能力验证其模拟舰载综合显示控制台对雷达对抗载荷的控制功能；
- 采用规程仪模拟雷达对抗载荷数字控制信号接口。

4.6.1.4.2 检查框图

检查框图见图 4。



图 4

4.6.1.4.3 检查步骤

检查步骤如下：

- 按图 4 连接载荷自动测试设备及规程仪；
- 载荷自动测试设备按产品规范依次模拟输出舰载综合显示控制台对雷达对抗载荷的控制命令和参数，规程仪接收相应数据；
- 将规程仪接收数据与产品规范要求进行比对；
- 规程仪按产品规范依次模拟输出雷达对抗载荷对舰载综合显示控制台的回报参数，载荷自动测试设备接收相应数据；
- 将载荷自动测试设备接收数据与产品规范要求进行比对。

4.6.1.4.4 检查记录

检查结果记录于表 9。

表 9 模拟舰载综合显示控制台对雷达对抗载荷控制功能检查记录表

序号	规程仪接收的控制命令和参数	载荷自动测试设备接收的回报参数	检查结论	备注

4.6.1.5 雷达信号模拟器状态控制

4.6.1.5.1 检查说明

检查说明如下：

- 本项目通过测量雷达信号模拟器输出射频信号，验证载荷自动测试设备对雷达信号模拟器的状态控制功能；
- 采用频谱仪测量雷达信号模拟器输出射频信号，采用示波器测量雷达信号模拟器输出调制信号。

4.6.1.5.2 检查框图

检查框图见图 5。

4.6.1.5.3 检查步骤

检查步骤如下：

- 按图 5 连接载荷自动测试设备及测试仪器；
- 载荷自动测试设备按产品规范设定雷达信号模拟输出单批射频目标信号参数，用示波器和频谱仪分别测量输出射频信号的脉冲参数和频谱特性，并与设定值比对；
- 载荷自动测试设备按产品规范设定雷达信号模拟输出多批射频目标信号参数，用示波器和频谱

仪分别测量输出射频信号的脉冲参数和频谱特性，并与设定值比对。

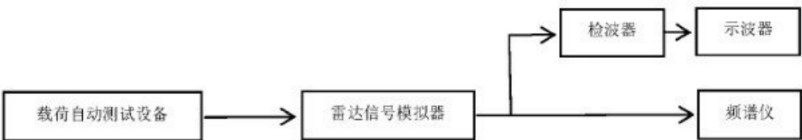


图 5

4.6.1.5.4 检查记录

检查结果记录于表 10。

表 10 雷达信号模拟器状态控制功能检查记录表

序号	载荷自动测试设备 设定信号参数	雷达信号模拟输出 信号参数	检查结论	备注

4.6.1.6 电动转台状态控制

4.6.1.6.1 检查说明

检查说明如下：

- a) 本项目通过检查电动转台工作状态和参数，验证载荷自动测试设备对其状态控制功能；
- b) 采用目测法检查电动转台转动方式；
- c) 采用秒表计时，测量并计算电动转台转动速度。

4.6.1.6.2 检查框图

检查框图见图 6。



图 6

4.6.1.6.3 检查步骤

检查步骤如下：

- a) 按图 6 连接载荷自动测试设备及电动转台；
- b) 载荷自动测试设备按产品规范设置电动转台为圆扫状态及参数，检查电动转台转动范围，测量转动速度，并与设置值比对；
- c) 载荷自动测试设备按产品规范设置电动转台为扇扫状态及参数，检查电动转台转动范围，测量转动速度，并与设置值比对；
- d) 载荷自动测试设备按产品规范设置电动转台的置位状态及参数，检查电动转台置位误差，并与设置值比对。

4.6.1.6.4 检查记录

检查结果记录于表 11。

表 11 电动转台状态控制功能检查记录表

序号	载荷自动测试设备设置值	电动转台实测工作状态和参数	检查结论	备注

4.6.1.7 自检

4.6.1.7.1 检查步骤

检查步骤如下：

- a) 设置载荷自动测试设备工作为自检状态，检查并记录载荷自动测试设备显示的自检结果；
- b) 按产品规范要求人为设定故障，检查并记录载荷自动测试设备显示的自检结果。

4.6.1.7.2 检查记录

检查结果记录于表 12。

表 12 自检功能检查记录表

序号	故障设置情况	故障检测结果	检查结论	备注

4.6.1.8 显示与记录

4.6.1.8.1 检查步骤

目视检查载荷自动测试设备显示界面的完整性、正确性。在显示界面中选择相关内容进行记录，目视检查记录内容和格式的正确性。

4.6.1.8.2 检查记录

检查结果记录于表 13。

表 13 显示与记录功能检查记录表

序号	检查项目	显示内容及格式	记录内容及格式	检查结论	备注
1	雷达对抗载荷工作状态检查				
2	雷达对抗侦察载荷性能指标检测				
3	雷达干扰载荷性能指标检测				
4	模拟舰载综合显示控制台对雷达对抗载荷控制性能检查				
5	雷达信号模拟器状态控制性能检查				
6	电动转台状态控制性能检查				
7	自检功能检查				

4.6.2 主要指标测试

4.6.2.1 输出脉冲信号幅度范围及幅度误差

4.6.2.1.1 测试说明

测试说明如下：

- a) 本项目测试载荷自动测试设备在产品规范规定的脉冲重复周期和脉冲宽度范围内，输出的脉冲信号幅度误差满足产品规范要求时的输出脉冲信号幅度范围；
- b) 采用示波器测量输出脉冲信号幅度。

4.6.2.1.2 测试框图

测试框图见图 7。



图 7

4.6.2.1.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图 7 连接载荷自动测试设备及测试仪器。
- b) 调整载荷自动测试设备和示波器，使示波器能正常地测量到载荷自动测试设备输出的脉冲信号。
- c) 按产品规范要求设置输出信号脉冲宽度和脉冲重复周期分别为其范围下限值。
- d) 在产品规范规定的输出脉冲信号幅度范围内选取 n 个信号脉冲幅度测量点(n 不少于 10，包括上限值和下限值)。
- e) 设置载荷自动测试设备的输出脉冲信号幅度为 $PA_{si}(i=1、2、3\cdots n, \text{下同})$ ，示波器测量载荷自动测试设备输出信号的脉冲信号幅度 PA_{ri} ，并记录。
- f) 重复步骤 e)，直至 n 个信号脉冲幅度测量点测试完毕。
- g) 按产品规范要求设置以下 3 种输出信号脉冲宽度和脉冲重复周期参数测试点，重复步骤 d)～f)。
 - 1) 输出信号脉冲宽度为下限值，脉冲重复周期为上限值；
 - 2) 输出信号脉冲宽度为上限值，脉冲重复周期为下限值；
 - 3) 输出信号脉冲宽度为上限值，脉冲重复周期为上限值。

4.6.2.1.4 测试记录与数据处理

测试记录与数据处理如下：

- a) 测试结果记录于表 14。

表 14 输出脉冲幅度范围及幅度误差测试记录表

单位为毫伏

序号	PA_{si}	PA_{ri}	ΔPA_i	ΔPA	$PA_{\min}$	$PA_{\max}$	测试结论	备注

- b) 按式 (1) 计算第 i 个信号脉冲幅度测量点的输出信号幅度误差值，并记录。

$$\Delta PA_i = |PA_{si} - PA_{ri}| \cdots \cdots (1)$$

式中：

ΔPA_i ——第 i 个测量点幅度误差，mV；

PA_{si} ——第 i 个测量点幅度设置值，mV；

PA_{ri} ——第 i 个测量点幅度测试值，mV；

i ——测量点序号。

- c) 将各测量点测得 ΔPA_i 值与产品规范要求的载荷自动测试设备输出信号幅度误差 ΔPA 比较。
- d) 比对各测量点测得 PA_{si} 、 PA_{ri} 、 ΔPA_i 值，得到满足产品规范要求的载荷自动测试设备的输出信号幅度最小值 $PA_{\min}$ 、最大值 $PA_{\max}$ 。

4.6.2.1.5 结果评定

将载荷自动测试设备输出脉冲幅度范围及幅度误差测试结果与产品规范要求比较，进行评定。

4.6.2.2 输出脉冲信号重复周期范围及重复周期误差

4.6.2.2.1 测试说明

测试说明如下：

- a) 本项目是测试载荷自动测试设备在规定的脉冲幅度和脉冲宽度范围内，输出的脉冲信号的重复周期误差满足产品规范要求时的输出脉冲信号重复周期范围；
- b) 采用示波器测量输出脉冲信号重复周期。

4.6.2.2.2 测试框图

测试框图见图 7。

4.6.2.2.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 同 4.6.2.1.3 a)~b)。
- b) 按产品规范要求设置输出信号脉冲宽度和脉冲信号幅度分别为其范围下限值。
- c) 在产品规范规定的输出脉冲信号重复周期范围内选取 n 个信号脉冲重复周期测量点(n 不少于 20, 包括上限值和下限值)。
- d) 载荷自动测试设备的输出脉冲信号重复周期为 PRI_{si} , 示波器测量载荷自动测试设备输出信号的脉冲信号重复周期 PRI_{ni} , 并记录。
- e) 重复步骤 d), 直至 n 个信号脉冲重复周期测量点测试完毕。
- f) 按产品规范要求设置以下 3 种输出信号脉冲宽度和脉冲信号幅度参数测试点, 重复步骤 c)~e)。
 - 1) 输出信号脉冲宽度为下限值, 脉冲信号幅度为上限值;
 - 2) 输出信号脉冲宽度为上限值, 脉冲信号幅度为下限值;
 - 3) 输出信号脉冲宽度为上限值, 脉冲信号幅度为上限值。

4.6.2.2.4 测试记录与数据处理

测试记录与数据处理如下：

- a) 测试结果记录于表 15。

表 15 输出脉冲重复周期范围及重复周期误差测试记录表

单位为微秒

序号	PRI_{si}	PRI_{ni}	ΔPRI_i	ΔPRI	PRI_{min}	PRI_{max}	备注

- b) 按式 (2) 计算第 i 个信号脉冲重复周期测量点的输出信号重复周期误差值, 并记录。

$$\Delta PRI_i = |PRI_{si} - PRI_{ni}| \cdots \cdots (2)$$

式中：

ΔPRI_i ——第 i 个测量点重复周期误差, us;

PRI_{si} ——第 i 个测量点重复周期设置值, us;

PRI_{ni} ——第 i 个测量点重复周期测试值, us。

- c) 将各测量点测得 ΔPRI_i 值与产品规范要求的载荷自动测试设备输出信号重复周期误差 ΔPRI 比较。
- d) 比对各测量点测得 PRI_{si} 、 PRI_{ni} 、 ΔPRI_i 值, 得到满足产品规范要求的载荷自动测试设备的输出信号重复周期最小值 PRI_{min} 、最大值 PRI_{max} 。

4.6.2.2.5 结果判定

将载荷自动测试设备输出脉冲重复周期范围及重复周期误差测试结果与产品规范要求比较, 进行评定。

4.6.2.3 输出脉冲信号宽度范围及宽度误差

4.6.2.3.1 测试说明

测试说明如下：

- a) 本项目是测试载荷自动测试设备在规定的脉冲幅度和脉冲重复周期范围内, 输出的脉冲信号的宽度误差满足产品规范要求时的输出脉冲信号宽度范围;

b) 采用示波器测量输出脉冲信号宽度。

4.6.2.3.2 测试框图

测试框图见图 7。

4.6.2.3.3 测试步骤

测试步骤如下：

- 同 4.6.2.1.3 a) ~ b)。
- 按产品规范要求设置输出信号脉冲幅度和脉冲信号重复周期分别为其范围下限值。
- 在产品规范规定的输出脉冲信号幅度范围内选取 n 个信号脉冲幅度测量点 (n 不少于 10, 包括上限值和下限值)。
- 载荷自动测试设备的输出脉冲信号宽度为 PW_{si} , 示波器测量载荷自动测试设备输出信号的脉冲信号宽度 PW_{ri} , 并记录。
- 重复步骤 d), 直至 n 个信号脉冲幅度测量点测试完毕。
- 按产品规范要求设置以下 3 种输出信号脉冲幅度和脉冲信号重复周期参数测试点, 重复步骤 c) ~ e)。
 - 输出信号脉冲幅度为下限值, 脉冲信号重复周期为上限值;
 - 输出信号脉冲幅度为上限值, 脉冲信号重复周期为下限值;
 - 输出信号脉冲幅度为上限值, 脉冲信号重复周期为上限值。

4.6.2.3.4 测试记录与数据处理

测试记录与数据处理方法如下：

- 测试结果记录于表 16。

表 16 输出脉冲宽度范围及宽度误差测试记录表

单位为微秒

序号	PW_{si}	PW_{ri}	ΔPW_i	ΔPW	PW_{min}	PW_{max}	备注

- 按式 (3) 计算第 i 个信号脉冲宽度测量点的输出信号宽度误差值, 并记录。

$$\Delta PW_i = |PW_{si} - PW_{ri}| \dots \dots \dots (3)$$

式中：

ΔPW_i ——第 i 个测量点宽度误差, us;

PW_{si} ——第 i 个测量点宽度设置值, us;

PW_{ri} ——第 i 个测量点宽度测试值, us。

- 将各测量点测得 ΔPW_i 值与产品规范要求的载荷自动测试设备输出信号幅度误差 ΔPW 比较。
- 比对各测量点测得 PW_{si} 、 PW_{ri} 、 ΔPW_i 值, 得到满足产品规范要求的载荷自动测试设备的输出信号幅度最小值 PW_{min} 、最大值 PW_{max} 。

4.6.2.3.5 结果判定

将载荷自动测试设备输出脉冲宽度范围及宽度误差测试结果与产品规范要求比较, 进行评定。

4.6.2.4 输出射频信号的频率范围、频率误差和频率最小可调值

4.6.2.4.1 测试说明

测试说明如下：

- 本项目是测试载荷自动测试设备输出射频信号的频率误差满足产品规范要求时的输出信号频率范围和频率最小可调值;
- 采用频谱仪测量射频信号频率, 用功率计监测射频信号功率电平, 用示波器监测射频信号脉冲

调制参数。

4.6.2.4.2 测试框图

测试框图见图 8。

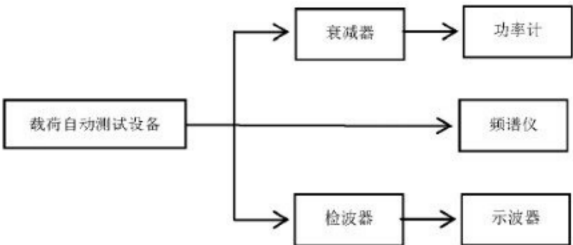


图 8

4.6.2.4.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图 8 连接载荷自动测试设备及测试仪器；
- b) 调整载荷自动测试设备和测试仪器，使频谱仪能正常地测量到载荷自动测试设备输出的射频信号，信号调制参数设置值与示波器测量参数一致，信号功率电平设置值与功率计测量参数一致；
- c) 根据产品规范要求的相应输出范围，分别设置输出信号的功率电平、脉冲宽度、脉冲重复频率、脉冲幅度的下限值、中心值和上限值，为输出射频信号频率测量时的功率电平与脉冲调制参数测量点；
- d) 设置输出射频信号的功率电平、脉冲宽度、脉冲重复频率、脉冲幅度均为下限值；
- e) 在产品规范规定输出射频信号频率范围内选取 n 个信号频率测量点 (n 不少于 30，包括上限值和下限值)；
- f) 设置载荷自动测试设备的输出射频信号频率为 f_m ，频谱仪测量载荷自动测试设备输出的射频信号频率 f_{ni} ，并记录；
- g) 设置载荷自动测试设备的输出射频信号频率在 f_{si} 频率点上增加最小频率变化量，此时载荷自动测试设备的输出射频信号频率为 f'_{si} ，示波器测量载荷自动测试设备输出的射频信号频率为 f'_{ni} ，并记录；
- h) 重复步骤 e)~f)，直至 n 个射频信号频率点测试完毕；
- i) 根据 c) 项要求调整输出射频信号的功率电平和脉冲调制参数，重复 f)、g)，直至在所有输出射频信号的功率电平和脉冲调制参数组合测试点上均完成输出射频信号频率测量。

4.6.2.4.4 测试记录与数据处理

测试记录与数据处理如下：

- a) 输出频率范围及误差测试结果记录于表 17。

表 17 输出射频信号的频率范围及频率误差测试记录表

单位为兆赫兹

序号	f_{si}	f_{ni}	Δf_i	Δf	f_{min}	f_{max}	备注

- b) 输出频率最小可调值测试结果记录于表 18。

表 18 输出射频信号的频率最小可调值测试记录表

单位为兆赫兹

序号	f_{si}'	f_{ni}	f_{ni}'	$\Delta f_i'$	$\Delta f'$	备注

- c) 按式(4)计算第 i 个射频信号频率测量点的输出射频信号频率误差值, 并记录。

$$\Delta f_i = |f_{si} - f_{ni}| \dots \dots \dots (4)$$

式中:

Δf_i ——第 i 个测量点射频信号频率误差, MHz;

f_{si} ——第 i 个测量点射频信号频率设置值, MHz;

f_{ni} ——第 i 个测量点射频信号频率测试值, MHz。

- d) 按式(5)计算第 i 个射频信号频率测量点的输出射频信号频率最小可调值, 并记录。

$$\Delta f_i' = |f_{ni} - f_{ni}'| \dots \dots \dots (5)$$

式中:

$\Delta f_i'$ ——第 i 个测量点射频信号频率最小可调值, MHz;

f_{ni} ——第 i 个测量点射频信号频率测试值, MHz;

f_{ni}' ——第 i 个测量点增加最小频率变化量后射频信号频率测试值, MHz。

- e) 将各测量点测得 Δf_i 值与产品规范要求的载荷自动测试设备输出射频信号频率误差 Δf 比较。

- f) 比对各测量点测得 f_{si} 、 f_{ni} 、 Δf_i 值, 得到满足产品规范要求的载荷自动测试设备的输出射频信号频率最小值 f_{min} 、最大值 f_{max} 。

- g) 将各测量点测得 $\Delta f_i'$ 值与满足产品规范要求的载荷自动测试设备输出射频信号频率最小可调值 $\Delta f'$ 比较。

4.6.2.4.5 结果判定

将载荷自动测试设备输出射频信号的频率范围、频率误差和频率最小可调值测试结果与产品规范要求比较, 进行评定。

4.6.2.5 输出射频信号的功率范围、功率误差和功率最小可调值

4.6.2.5.1 测试说明

测试说明如下:

- 本项目是测试载荷自动测试设备在规定的输出频率范围内, 输出射频信号的功率误差满足产品规范要求时的输出信号的功率范围和功率最小可调值;
- 采用功率计测量输出射频信号功率电平, 用频谱仪监测输出射频信号频率;
- 本项目检测时, 不对输出射频信号调制。

4.6.2.5.2 测试框图

测试框图见图 8。

4.6.2.5.3 测试步骤

测试步骤如下:

- 同 4.6.2.4.3 a);
- 调整载荷自动测试设备、可调衰减器和功率计, 使功率计能正常地测量到载荷自动测试设备输出的射频信号;
- 在产品规范规定的频率范围内选取 n 个频率点 (n 不少于 30 点, 含上限值和下限值); 在每个频率点上选取 m 个功率点 (含上限值和下限值); 对有特殊要求的频率点应单独测试;
- 设定载荷自动测试设备在第 i 个频率 f_{si} 第 j 个功率电平 P_{sj} 点工作 ($j=1 \sim m$, 下同), 调整可变

衰减器和功率计处于正常接收状态,用功率计测量输出功率值 P_{rj} (含衰减器衰减值和电缆损耗), 比对频谱仪测得输出射频信号频率是否与频率设置值 f_{si} 一致, 记录 f_{si} 、 P_{sj} 和 P_{rj} ;

- c) 设置载荷自动测试设备的输出射频信号功率在第 i 个频率 f_{si} 第 j 个功率电平 P_{sj} 点上增加最小功率可调量, 此时载荷自动测试设备的输出射频信号功率为 P'_{sj} , 功率计测量载荷自动测试设备输出的射频信号功率为 P'_{rj} (含衰减器衰减值和电缆损耗), 并记录;
- f) 重复步骤 d)~c), 直到 n 个频率点处 m 个功率测量点均测试完毕。

4.6.2.5.4 测试记录与数据处理

测试记录与数据处理如下:

- a) 输出信号功率范围及误差测试结果记录于表 19。

表 19 输出信号功率范围及功率误差测试记录表

单位为毫瓦

序号	f_{si}	P_{sj}	P_{rj}	ΔP_{ij}	ΔP	P_{min}	P_{max}	备注

- b) 输出信号功率最小功率可调值测试结果记录于表 20。

表 20 输出信号功率最小可调值测试记录表

单位为毫瓦

序号	f'_{si}	P'_{sj}	P_{rj}	P'_{rj}	$\Delta P'_{ij}$	$\Delta P'$	备注

- c) 按式 (6) 计算出第 i 个频率点第 j 个功率点的输出信号功率误差 ΔP_{ij} , 并记录。

$$\Delta P_{ij} = |P_{sj} - P_{rj}| \cdots \cdots \cdots (6)$$

式中:

ΔP_{ij} ——第 i 个频率点第 j 个功率点输出信号功率误差, mW;

P_{sj} ——第 i 个频率点设置的第 j 个功率电平值, mW;

P_{rj} ——第 i 个频率点测试的第 j 个功率电平值, mW;

i ——频率点序号;

j ——功率点序号。

- d) 按式 (7) 计算第 i 个射频信号功率测量点的输出射频信号功率最小可调值, 并记录。

$$\Delta P'_{ij} = |P_{rj} - P'_{rj}| \cdots \cdots \cdots (7)$$

式中:

$\Delta P'_{ij}$ ——第 i 个频率点第 j 个功率点射频信号功率最小可调值, mW;

P_{rj} ——第 i 个频率点第 j 个功率点射频信号功率测试值, mW;

P'_{rj} ——第 i 个频率点第 j 个功率点增加最小功率变化量后射频信号功率测试值, mW;

i ——频率点序号;

j ——功率点序号。

- e) 将各测量点 ΔP_{ij} 值与产品规范要求的载荷自动测试设备输出射频信号功率误差 ΔP 比较。
- f) 比对各测量点测得 P_{sj} 、 P_{rj} 、 ΔP_{ij} 值, 得到满足产品规范要求的载荷自动测试设备的输出射频信号功率最小值 P_{min} 、最大值 P_{max} 。
- g) 将各测量点测得 $\Delta P'_{ij}$ 值与产品规范要求的载荷自动测试设备输出射频信号功率最小可调值 $\Delta P'$ 比较。

4.6.2.5.5 结果判定

将载荷自动测试设备输出射频信号的功率范围、功率误差和功率最小可调值测试结果与产品规范要求比较，进行评定。

4.6.2.6 输出射频信号的频谱特性

4.6.2.6.1 测试说明

测试说明如下：

- a) 本项目是测试载荷自动测试设备在规定的功率电平、脉冲调制参数范围内时，输出射频信号的频谱特性；
- b) 采用频谱仪测量输出射频信号频谱，用功率计监测输出射频信号功率电平，用示波器监测输出射频信号脉冲调制参数。

4.6.2.6.2 测试框图

测试框图同图 8。

4.6.2.6.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 同 4.6.2.4.3 a)~c)；
- b) 设置载荷自动测试设备输出射频信号频率点为 f_1 ，通过频谱仪观察并记录(如有必要可采用照相或绘图方式记录)载荷自动测试设备输出射频信号的频率、频率稳定度、频带宽度、频谱中峰值点个数、峰值与中心点频率差和功率差、主杂比、带内平坦度、噪声电平和频谱形状等特性；
- c) 依次设定输出射频信号频率点为 $f_2 \cdots f_n$ ，重复 b)，直到 n 个频率点输出频谱特性测试完毕；
- d) 根据 4.6.2.4.3 c)，调整输出射频信号的功率电平和脉冲调制参数，重复 b)、c)，直至在所有输出射频信号的功率电平和脉冲调制参数组合测试点上均完成输出射频信号频谱特性测试。

4.6.2.6.4 测试记录

测试结果记录于表 21。

表 21 输出射频信号的频谱特性测试记录表

序号	频率 MHz	频率稳定度 MHz/h	频带宽度 MHz	频谱峰值 个数	峰值与中心点频率差 MHz	峰值与中心点功率差 dB	主杂比 dB	带内平坦度 dB	噪声电平 dBm	频谱形状	测试结果	备注

4.6.2.6.5 结果判定

将载荷自动测试设备输出的射频信号的频谱特性与产品规范要求比较，进行评定。

4.6.2.7 输出射频信号脉冲重复周期范围和重复周期误差

4.6.2.7.1 测试说明

测试说明如下：

- a) 本项目是测试载荷自动测试设备在规定的输出频率、输出功率电平、输出射频脉冲宽度范围内，输出射频信号脉冲重复周期误差满足产品规范要求时的脉冲重复周期范围；
- b) 采用示波器测量输出射频信号脉冲重复周期和脉冲宽度，用功率计监测输出射频信号功率电平，用频谱仪监测输出射频信号频率。

4.6.2.7.2 测试框图

测试框图见图 8。

4.6.2.7.3 测试步骤

测试步骤如下:

- a) 同 4.6.2.4.3 a)~b);
- b) 根据产品规范要求的相应输出范围, 分别设置输出射频信号的功率电平和脉冲宽度的下限值、中心值和上限值为输出射频信号脉冲重复频率测量时的功率电平与脉冲调制参数测量点;
- c) 设置输出射频信号的功率电平、脉冲宽度均为下限值;
- d) 在产品规范规定的频率范围内选取 n 个频率点 (n 不少于 10 点, 含上限值和下限值, 一般取均匀分布点或对数分布点), 在每个频率点上选取 m 个脉冲重复周期测量点 (m 不少于 10 点, 含上限值和下限值, 一般取均匀分布点或对数分布点); 对有特殊要求的频率点和脉冲重复周期测量点应单独测试;
- e) 设置载荷自动测试设备的输出脉冲信号重复周期为 PRI_{sij} , 示波器测量载荷自动测试设备输出信号的脉冲信号重复周期 PRI_{rij} , 并记录;
- f) 重复步骤 e), 直至 n 个频率测量点 m 个信号脉冲重复周期点测试完毕;
- i) 根据 b) 项要求, 调整输出射频信号的功率电平和脉冲宽度, 重复 d)~f), 直至在所有输出射频信号的功率电平和脉冲宽度组合测试点上均完成输出射频信号重复周期测量。

4.6.2.7.4 测试记录与数据处理

测试记录与数据处理如下:

- a) 测试结果记录于表 22。

表 22 输出射频信号脉冲重复周期范围和重复周期误差测试记录表 单位为微秒

序号	F_{si}	PRI_{sij}	PRI_{rij}	ΔPRI_{ij}	ΔPRI	PRI_{min}	PRI_{max}	备注

- b) 按式 (8) 计算第 i 个频率测量点第 j 个重复周期测量点的输出信号重复周期误差值 ΔPRI_{ij} , 并记录。

$$\Delta PRI_{ij} = |PRI_{sij} - PRI_{rij}| \dots \dots \dots (8)$$

式中:

ΔPRI_{ij} ——第 i 个频率测量点第 j 个重复周期测量点重复周期误差, us;

PRI_{sij} ——第 i 个频率测量点第 j 个重复周期测量点重复周期设置值, us;

PRI_{rij} ——第 i 个频率测量点第 j 个重复周期测量点重复周期测试值, us;

i ——频率测量点序号;

j ——重复周期测量点序号。

- c) 将各测量点测得 ΔPRI_{ij} 值与产品规范要求的载荷自动测试设备输出射频信号脉冲重复周期误差 ΔPRI 比较。
- d) 比对各测量点测得 PRI_{sij} 、 PRI_{rij} 、 ΔPRI_{ij} 值, 得到满足产品规范要求的载荷自动测试设备的输出射频信号脉冲重复周期最小值 PRI_{min} 、最大值 PRI_{max} 。

4.6.2.7.5 结果判定

将载荷自动测试设备输出脉冲重复周期范围及重复周期误差测试结果与产品规范要求比较, 进行评定。

4.6.2.8 输出射频信号脉冲宽度范围和脉冲宽度误差

4.6.2.8.1 测试说明

测试说明如下:

- a) 本项目是测试载荷自动测试设备在规定的输出频率、输出功率电平、输出射频脉冲重复周期范

围内，输出射频信号脉冲宽度误差满足产品规范要求时的脉冲宽度范围；

- b) 采用示波器测量输出射频信号脉冲宽度和脉冲重复周期，用功率计监测输出射频信号功率电平，用频谱仪监测输出射频信号频率。

4.6.2.8.2 测试框图

测试框图见图 8。

4.6.2.8.3 测试步骤

测试步骤如下：

- 同 4.6.2.4.3 a) ~ b)；
- 根据产品规范要求的相应输出范围，分别选取输出射频信号的功率电平和脉冲重复周期的下限值、中心值和上限值为输出射频信号脉冲宽度测量时的功率电平与脉冲调制参数测量点；
- 设置载荷自动测试设备输出射频信号的功率电平、脉冲重复周期均为下限值；
- 在产品规范规定的频率范围内选取 n 个频率点 (n 不少于 10 点，含上限值和下限值，一般取均匀分布点或对数分布点)，在每个频率点上选取 m 个脉冲宽度测量点 (m 不少于 10 点，含上限值和下限值，一般取均匀分布点或对数分布点)；对有特殊要求的频率点和脉冲宽度测量点应单独测试；
- 设置载荷自动测试设备输出射频信号脉冲宽度为 PW_{sj} ，示波器测得射频信号脉冲宽度为 PW_{rj} ，并记录；
- 重复步骤 c)，直至 n 个频率测量点 m 个信号脉冲宽度点测试完毕；
- 根据 b) 项要求调整输出射频信号的功率电平和脉冲重复周期，重复 d) ~ f) 项测试，直至在所有输出射频信号的功率电平和脉冲重复周期组合测试点上均完成输出射频信号宽度测量。

4.6.2.8.4 测试记录与数据处理

测试记录与数据处理如下：

- a) 测试结果记录于表 23。

表 23 输出射频信号脉冲宽度范围和脉冲宽度误差测试记录表 单位为微秒

序号	F_{si}	PW_{sj}	PW_{rj}	ΔPW_{ij}	ΔPW	PW_{min}	PW_{max}	备注

- b) 按式 (9) 计算第 i 个频率测量点第 j 个脉冲宽度测量点的输出脉冲宽度误差值 ΔPW_{ij} ，并记录。

$$\Delta PW_{ij} = |PW_{sj} - PW_{rj}| \dots \dots \dots (9)$$

式中：

ΔPW_{ij} ——第 i 个频率测量点第 j 个宽度测量点宽度误差，us；

PW_{sj} ——第 i 个频率测量点第 j 个宽度测量点宽度设置值，us；

PW_{rj} ——第 i 个频率测量点第 j 个宽度测量点宽度测试值，us；

i ——频率测量点序号；

j ——宽度测量点序号。

- c) 将各测量点测得 ΔPW_{ij} 值与产品规范要求的载荷自动测试设备输出射频信号脉冲宽度误差 ΔPW 比较。

- d) 比对各测量点测得 PW_{sj} 、 PW_{rj} 、 ΔPW_{ij} 值，得到满足产品规范要求的载荷自动测试设备的输出射频信号脉冲宽度最小值 PW_{min} 、最大值 PW_{max} 。

4.6.2.8.5 结果判定

将载荷自动测试设备输出脉冲宽度范围及脉冲宽度误差测试结果与产品规范要求比较，进行评定。

4.6.2.9 脉冲信号幅度测量范围及幅度测量误差

4.6.2.9.1 测试说明

测试说明如下:

- 本项目是测试载荷自动测试设备在规定的脉冲重复周期和脉冲宽度范围内时,对输入脉冲信号的幅度测量误差满足产品规范要求时的脉冲幅度测量范围;
- 采用比对法进行测试,以示波器对同一脉冲信号幅度的测量结果作为标准值。

4.6.2.9.2 测试框图

测试框图见图 9。

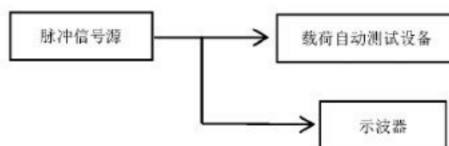


图 9

4.6.2.9.3 测试步骤

测试步骤如下:

- 按图 9 连接载荷自动测试设备及测试仪器。
- 调整载荷自动测试设备和测试仪器,使载荷自动测试设备和示波器均能正常地测量到脉冲信号源输出的脉冲信号。
- 按产品规范要求设置脉冲信号源输出信号脉冲宽度和脉冲重复周期分别为其工作范围下限。
- 在产品规范规定的脉冲信号幅度测量范围内选取 n 个脉冲信号幅度测量点(n 不少于 10, 包括上限值和下限值)。
- 记录载荷自动测试设备测得的脉冲信号幅度为 PA_{ti} , 示波器测得的脉冲信号幅度 PA_{si} 。
- 重复步骤 e), 直至 n 个信号脉冲幅度测量点测试完毕。
- 按产品规范要求设置以下 3 组脉冲信号源输出信号测试点, 重复步骤 d)~f):
 - 输出信号脉冲宽度为下限值, 脉冲重复周期为上限值;
 - 输出信号脉冲宽度为上限值, 脉冲重复周期为下限值;
 - 输出信号脉冲宽度为上限值, 脉冲重复周期为上限值。

4.6.2.9.4 测试记录与数据处理

测试记录与数据处理方法如下:

- 测试结果记录于表 24。

表 24 脉冲信号幅度测量范围及幅度测量误差测试记录表

单位为毫伏

序号	PA_{si}	PA_{ti}	ΔPA_i	ΔPA	PA_{min}	PA_{max}	测试结论	备注

- 按式(10)计算第 i 个信号脉冲幅度测量点的信号幅度测量误差值, 并记录。

$$\Delta PA_i = |PA_{si} - PA_{ti}| \dots \dots \dots (10)$$

式中:

ΔPA_i ——第 i 个测量点幅度测量误差, mV;

PA_{si} ——第 i 个测量点示波器测得的脉冲信号幅度, mV;

PA_i ——第 i 个测量点载荷自动测试设备测得的脉冲信号幅度, mV;

i ——测量点序号。

- c) 将各测量点测得 ΔPA_i 值, 得到满足产品规范要求的载荷自动测试设备信号幅度测量误差 ΔPA 。
- d) 比对各测量点测得 PA_{si} 、 PA_i 、 ΔPA_i 值, 得到满足产品规范要求的载荷自动测试设备的信号幅度测量最小值 $PA_{\min}$ 、最大值 $PA_{\max}$ 。

4.6.2.9.5 结果判定

将载荷自动测试设备对脉冲信号幅度测量范围及幅度测量误差测试结果与产品规范要求比较, 进行评定。

4.6.2.10 脉冲信号重复周期测量范围及重复周期测量误差

4.6.2.10.1 测试说明

测试说明如下:

- a) 本项目是测试载荷自动测试设备在规定的脉冲幅度和脉冲宽度范围内时, 对输入脉冲信号的重复周期测量误差满足产品规范要求时的脉冲重复周期测量范围;
- b) 采用比对法进行测试, 以示波器对同一脉冲信号重复周期测量结果作为标准值。

4.6.2.10.2 测试框图

测试框图见图 9。

4.6.2.10.3 测试步骤

测试步骤如下:

- a) 同 4.6.2.9.3 a) ~ b)。
- b) 按产品规范要求设置脉冲信号源输出信号脉冲宽度和脉冲幅度分别为其工作范围下限。
- c) 在产品规范规定的脉冲信号重复周期测量范围内选取 n 个脉冲信号重复周期测量点 (n 不少于 10, 包括上限值和下限值)。
- d) 记录载荷自动测试设备测得的脉冲信号重复周期为 PRI_i , 示波器测得的脉冲信号重复周期 PRI_{si} 。
- e) 重复步骤 d), 直至 n 个信号脉冲重复周期测量点测试完毕。
- f) 按产品规范要求设置以下 3 组脉冲信号源输出信号测试点, 重复步骤 c) ~ e):
 - 1) 输出信号脉冲宽度为下限值, 脉冲幅度为上限值;
 - 2) 输出信号脉冲宽度为上限值, 脉冲幅度为下限值;
 - 3) 输出信号脉冲宽度为上限值, 脉冲幅度为上限值。

4.6.2.10.4 测试记录与数据处理

测试记录与数据处理如下:

- a) 测试结果记录于表 25。

表 25 脉冲信号重复周期测量范围及重复周期测量误差测试记录表 单位为微秒

序号	PRI_{si}	PRI_i	ΔPRI_i	ΔPRI	$PRI_{\min}$	$PRI_{\max}$	备注

- b) 按式 (11) 计算第 i 个脉冲重复周期测量点时载荷自动测试设备的脉冲重复周期测量误差值, 并记录。

$$\Delta PRI_i = |PRI_{si} - PRI_i| \cdots \cdots (11)$$

式中:

ΔPRI_i ——第 i 个测量点载荷自动测试设备的重复周期测量误差, us;

PRI_{si} ——第 i 个测量点示波器的重复周期测量值, us;

PRI_{ri} ——第 i 个测量点载荷自动测试设备的重复周期测量值, us。

- c) 将各测量点测得 ΔPRI_i 值与产品规范要求的载荷自动测试设备对脉冲信号重复周期的测量误差 ΔPRI 比较。
- d) 比对各测量点测得 PRI_{si} 、 PRI_{ri} 、 ΔPRI_i 值, 得到满足产品规范要求的载荷自动测试设备对脉冲信号重复周期的测量最小值 PRI_{min} 、最大值 PRI_{max} 。

4.6.2.10.5 结果判定

将载荷自动测试设备的脉冲重复周期测量范围及重复周期测量误差的测试结果与产品规范要求比较, 进行评定。

4.6.2.11 脉冲信号宽度测量范围及宽度测量误差

4.6.2.11.1 测试说明

测试说明如下:

- a) 本项目是测试载荷自动测试设备在规定的脉冲幅度和脉冲重复周期范围内时, 对输入脉冲信号的宽度测量误差满足产品规范要求时的脉冲宽度测量范围;
- b) 采用比对法进行测试, 以示波器对同一脉冲信号宽度测量结果作为标准值。

4.6.2.11.2 测试框图

测试框图同图 9。

4.6.2.11.3 测试步骤

测试步骤如下:

- a) 同 4.6.2.9.3 a) ~ b)。
- b) 按产品规范要求设置脉冲信号源输出信号脉冲幅度和脉冲重复周期分别为其工作范围下限。
- c) 在产品规范规定的脉冲信号宽度测量范围内选取 n 个脉冲信号宽度测量点 (n 不少于 10, 包括上限值和下限值)。
- d) 记录载荷自动测试设备测得的脉冲信号宽度为 PW_{ri} , 示波器测得的脉冲信号宽度为 PW_{si} 。
- e) 重复步骤 d), 直至 n 个信号脉冲宽度测量点测试完毕。
- f) 按产品规范要求设置以下 3 组脉冲信号源输出信号测试点, 重复步骤 c) ~ e):
 - 1) 输出信号脉冲重复周期为下限值, 脉冲幅度为上限值;
 - 2) 输出信号脉冲重复周期为上限值, 脉冲幅度为下限值;
 - 3) 输出信号脉冲重复周期为上限值, 脉冲幅度为上限值。

4.6.2.11.4 测试记录与数据处理

测试记录与数据处理如下:

- a) 测试结果记录于表 26。

表 26 脉冲信号宽度测量范围及宽度测量误差测试记录表

单位为微秒

序号	PW_{si}	PW_{ri}	ΔPW_i	ΔPW	PW_{min}	PW_{max}	备注

- b) 按式 (12) 计算载荷自动测试设备在第 i 个信号脉冲宽度测量点的脉宽测量误差值, 并记录。

$$\Delta PW_i = |PW_{si} - PW_{ri}| \dots \dots \dots (12)$$

式中:

ΔPW_i ——第 i 个测量点载荷自动测试设备脉宽测量误差, us;

PW_{si} ——第 i 个测量点示波器测得脉宽值, us;

PW_i ——第 i 个测量点载荷自动测试设备测得脉宽值, us。

- c) 将各测量点测得 ΔPW_i 值, 得到满足产品规范要求的载荷自动测试设备对脉冲信号宽度的测量误差 ΔPW 。
- d) 比对各测量点测得 PW_{si} 、 PW_i 、 ΔPW_i 值, 得到满足产品规范要求的载荷自动测试设备对脉冲信号宽度的测量最小值 $PW_{\min}$ 、最大值 $PW_{\max}$ 。

4.6.2.11.5 结果判定

将载荷自动测试设备的脉冲宽度测量范围及宽度测量误差的测试结果与产品规范要求比较, 进行评定。

4.6.2.12 射频信号频率测量范围及频率测量误差

4.6.2.12.1 测试说明

测试说明如下:

- a) 本项目是测试载荷自动测试设备在规定的功率电平、脉冲调制参数范围内时, 对输入射频信号的频率测量误差满足产品规划要求时的频率测量范围。
- b) 采用比对法进行测试, 用频谱仪测得的同一射频信号频率为标准值。用功率计监测综合信号源输出射频信号功率电平, 用示波器监测综合信号源输出射频信号脉冲调制参数, 并与综合信号源工作参数进行比对。

4.6.2.12.2 测试框图

测试框图见图 10。

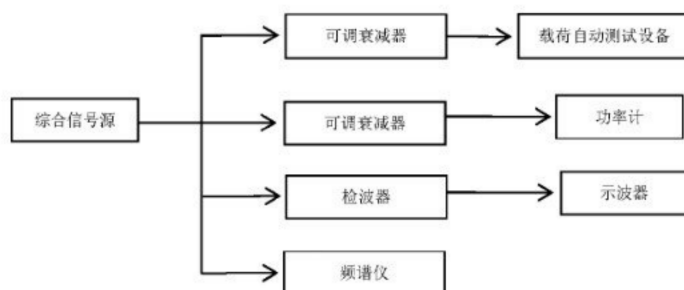


图 10

4.6.2.12.3 测试步骤

测试步骤如下:

- a) 按图 10 连接载荷自动测试设备及测试仪器, 调整载荷自动测试设备及配套测试仪器工作参数, 使其均能稳定接收到综合信号源输出信号;
- b) 根据产品规范要求的相应输出范围, 分别设置综合信号源输出射频信号的功率电平、脉冲宽度、脉冲重复频率、脉冲幅度的下限值、中心值和上限值为检查载荷自动测试设备射频信号频率测量能力时的功率电平与脉冲调制参数测量点;
- c) 设置综合信号源输出射频信号的功率电平、脉冲宽度、脉冲重复频率、脉冲幅度均为下限值;
- d) 记录配套测试仪器测量值, 综合信号源频率设置值应与频谱仪测得频率值一致, 信号调制参数设置值应与示波器测得调制参数一致, 信号功率电平设置值与小功率计测得功率电平一致;
- e) 在产品规范规定输出射频信号频率范围内选取 n 个信号频率测量点 (n 不少于 30 点, 包括上限值和下限值);
- f) 记录载荷自动测试设备的测得射频信号频率为 f_n , 频谱仪测得射频信号频率为 f_{si} ;
- g) 重复步骤 c)~f), 直至 n 个射频信号频率点测试完毕;

- h) 根据 b) 项要求调整输出射频信号的功率电平和脉冲调制参数, 重复 d) ~ g) 项测试, 直至综合信号源所有功率电平和脉冲调制参数组合测试点上均完成射频信号频率测量。

4.6.2.12.4 测试记录与数据处理

测试记录与数据处理如下:

- a) 测试结果记录于表 27。

表 27 射频信号频率测量范围及频率测量误差测试记录表

单位为兆赫兹

序号	f_{si}	f_{ri}	Δf_i	Δf	f_{min}	f_{max}	备注

- b) 按式 (13) 计算第 i 个射频信号频率测量点的载荷自动测试设备测量射频信号频率误差值, 并记录。

$$\Delta f_i = |f_{si} - f_{ri}| \cdots \cdots (13)$$

式中:

Δf_i ——第 i 个测量点载荷自动测试设备测量射频信号频率误差, MHz;

f_{si} ——第 i 个测量点频谱仪测得射频信号频率值, MHz;

f_{ri} ——第 i 个测量点载荷自动测试设备测得射频信号频率值, MHz。

- c) 将各测量点测得 Δf_i 值与产品规范要求的载荷自动测试设备对射频频率的测量误差 Δf 比较。
d) 比对各测量点测得 f_{si} 、 f_{ri} 、 Δf_i 值, 得到满足产品规范要求的载荷自动测试设备对射频信号频率的测量最小值 f_{min} 、最大值 f_{max} 。

4.6.2.12.5 结果判定

将载荷自动测试设备的射频信号频率测量范围及频率测量误差的测试结果与产品规范要求比较, 进行评定。

4.6.2.13 射频信号功率测量范围及功率测量误差

4.6.2.13.1 测试说明

测试说明如下:

- a) 本项目是测试载荷自动测试设备在规定的频率范围内, 对输入射频信号的功率测量误差满足产品规范要求时的功率测量范围;
b) 采用比对法进行测试, 用功率计测得同一射频信号功率电平为标准值, 用频谱仪监测综合信号源输出射频信号频率;
c) 本项目检测时, 不对输出射频信号调制。

4.6.2.13.2 测试框图

测试框图见图 10。

4.6.2.13.3 测试步骤

测试步骤如下:

- a) 同 4.6.2.12.3 a);
b) 在产品规范规定的频率范围内选取 n 个频率点 (n 不少于 30 点, 含上限值和下限值); 在每个频率点上选取 m 个功率点 (含上限值和下限值); 对有特殊要求的频率点应单独测试;
c) 设定频率综合信号源在第 i 个频率 f_{si} 第 j 个功率电平 P_{sj} 点工作, 用功率计测量出信号功率值 P_{rij} (含衰减器衰减值和电缆损耗), 载荷自动测试设备测量出信号功率值 P_{rij} (含衰减器衰减值和电缆损耗), 比对频谱仪测得输出射频信号频率是否与频率设置值 f_{si} 一致, 记录 f_{si} 、 P_{sj} 和 P_{rij} ;

d) 重复步骤 c), 直到 n 个频率点处 m 个功率测量点均测试完毕。

4.6.2.13.4 测试记录与数据处理

测试记录与数据处理如下:

a) 测试结果记录于表 28。

表 28 射频信号功率测量范围及功率测量误差测试记录表

单位为毫瓦

序号	f_{si}	P_{sij}	P_{rij}	ΔP_{ij}	ΔP	P_{min}	P_{max}	备注

b) 按式 (14) 计算出第 i 个频率点第 j 个功率点的载荷自动测试设备测量功率误差 ΔP_{ij} , 并记录。

$$\Delta P_{ij} = |P_{sij} - P_{rij}| \dots \dots \dots (14)$$

式中:

ΔP_{ij} ——第 i 个频率点第 j 个功率点载荷自动测试设备测量功率误差, mW;

P_{sij} ——功率计在第 i 个频率点第 j 个功率处测得功率电平值, mW;

P_{rij} ——载荷自动测试设备在第 i 个频率点第 j 个功率点测得功率电平值, mW;

i ——频率点序号;

j ——功率点序号。

c) 将各测量点测得 ΔP_{ij} 值, 得到满足产品规范要求的载荷自动测试设备对射频信号功率的测量误差 ΔP ;

d) 比对各测量点测得 P_{sij} 、 P_{rij} 、 ΔP_{ij} 值, 得到满足产品规范要求的载荷自动测试设备对射频信号功率的测量最小值 P_{min} 、最大值 P_{max} 。

4.6.2.13.5 结果判定

将载荷自动测试设备的射频信号功率测量范围及功率测量误差与产品规范要求比较, 进行评定。

4.6.2.14 射频信号频谱特性测量参数

4.6.2.14.1 测试说明

测试说明如下:

- 本项目是测试载荷自动测试设备在规定的功率电平、脉冲调制参数范围内, 对输入射频信号频谱特性的测量能力;
- 采用比对法进行测试, 用频谱仪测得射频信号频谱特性为标准值, 用功率计监测综合信号源输出射频信号功率电平, 用示波器监测综合信号源输出射频信号脉冲调制参数。

4.6.2.14.2 测试框图

测试框图同图 10。

4.6.2.14.3 测试步骤

测试步骤如下:

- 同 4.6.2.12.3 a)~d);
- 在产品规范规定输出射频信号频率范围内选取 n 个信号频率测量点 (n 不少于 30 点, 包括上限值和下限值);
- 设置信号源输出射频信号频率为 f_1 , 在频谱仪和载荷自动测试设备上分别观察并记录 (如有必要可采用照相或绘图方式记录) 输入射频信号的频率、频谱中峰值点个数、峰值与中心点频率差和功率差、主杂比、带内平坦度、噪声电平和频谱形状等特性;
- 改变信号源输出射频信号频率为 $f_2 \dots \dots f_n$, 重复上一步骤, 直到 n 个频率点频谱测试完毕;
- 根据 4.6.2.12.3 b), 调整信号源输出射频信号的功率电平和脉冲调制参数, 重复 b)~d), 直至所有功率电平和脉冲调制参数组合测试点上均完成对输入射频信号频谱特性测试。

4.6.2.14.4 测试记录

测试结果记录于表 29。

表 29 射频信号频谱特性测量参数测试记录表

序号	频率 MHz	频谱峰值 个数	峰值与中心点 频率差 MHz	峰值与中心点 功率差 dB	主杂比 dB	带内平坦度 dB	噪声 电平 dBm	频谱 形状	测试 结果	备注

4.6.2.14.5 结果判定

将载荷自动测试设备的射频信号频谱特性测量参数与产品规范要求比较,进行评定。

4.6.2.15 射频信号脉冲重复周期测量范围及重复周期测量误差

按 GJB 4345—2002 中 4.6.1.11 的规定进行测试。

4.6.2.16 射频信号脉冲宽度测量范围及宽度测量误差

按 GJB 4345—2002 中 4.6.1.11 的规定进行测试。

4.6.2.17 射频信号调制特性测量参数

4.6.2.17.1 测试说明

测试说明如下:

- 本项目是测试载荷自动测试设备在规定的工作频率范围内对各种体制雷达信号调制特性测量参数;
- 采用雷达信号模拟器产生检验所需的各种雷达体制信号。

4.6.2.17.2 测试框图

测试框图见图 11。



图 11

4.6.2.17.3 测试步骤

测试步骤如下:

- 按图 11 连接载荷自动测试设备和模拟器,调整雷达信号模拟器输出信号功率电平,使载荷自动测试设备能正常接收雷达信号模拟器的输出信号;
- 在产品规范规定的工作频率范围内选取 $n(n \geq 3)$ 个频率点;
- 设置模拟器输出信号频率为 f_{si} ,依次设置模拟器产生调制方式符合产品规范的雷达模拟信号;
- 记录载荷自动测试设备测量的信号调制方式和参数;
- 改变模拟器输出信号频率,重复上述测试。

4.6.2.17.4 测试记录

测试结果记录于表 30。

表 30 射频信号调制特性测量参数测试记录表

序号	f_{si} MHz	设置信号参数		测试结果		备注
		调制方式	调制参数	调制方式	调制参数	

4.6.2.17.5 结果判定

将载荷自动测试设备的射频信号调制特性测量参数的测试结果与产品规范要求比较, 进行评定。

4.6.3 保障性

按 GJB 4345-2002 中 4.6.2 的规定进行试验。

4.6.4 可靠性

按 GJB 899-1990 的规定进行试验。

4.6.5 维修性

按 GJB 2072-1994 的规定进行试验。

4.6.6 环境适应性

4.6.6.1 低温

按 GJB 150.4-1986 中第 4 章的规定进行试验。

4.6.6.2 高温

按 GJB 150.3-1986 中第 4 章的规定进行试验。

4.6.6.3 湿热

按 GJB 150.9-1986 的规定进行试验。

4.6.6.4 振动

按 GJB 150.16-1986 的规定进行试验。

4.6.6.5 冲击

按 GJB 150.18-1986 的规定进行试验。

4.6.6.6 颠震

按 GJB 4.8-1983 的规定进行试验。

4.6.6.7 太阳辐射

按 GJB 150.7-1986 中第 4 章的规定进行试验。

4.6.6.8 霉菌

按 GJB 150.10-1986 中第 4 章的规定进行试验。

4.6.6.9 砂尘

按 GJB 150.12-1986 中第 4 章的规定进行试验。

4.6.6.10 盐雾

按 GJB 150.11-1986 的规定进行试验。

4.6.6.11 跑车

按 GJB 2225.2-1994 中 5.7 的规定进行试验。

4.6.6.12 淋雨

按 GJB 150.8-1986 中第 4 章的规定进行试验。

4.6.6.13 倾斜和摇摆

按 GJB 150.23-1991 中第 5 章的规定进行试验。

4.6.7 运输性

按产品规范要求, 对照载荷自动测试设备进行目视检查和测试, 一般包括:

- a) 目视检查运输单元数量;
- b) 用量具和衡器检查运输单元的尺寸、重量和重心。

4.6.8 测试性

按 GJB 2547-1995 的规定进行试验。

4.6.9 电磁兼容性

按 GJB 152A-1997 的规定进行试验。

4.6.10 安全性

按产品规范要求对照载荷自动测试设备进行目视检查和测试。

4.6.11 人机工程

按产品规范要求对照载荷自动测试设备进行目视检查和测试。

4.6.12 接口

按 GJB 5669—2006 中 4.6.12 的规定进行检验。

4.6.13 尺寸

用量具进行检查。

4.6.14 重量

用衡器进行检查。

4.6.15 颜色

用产品规范或合同中指定的标准色卡或样品色板, 对照载荷自动测试设备进行目视对照检查。

4.6.16 电源适应性

按 GJB 5669—2006 中 4.6.16 的规定进行检验。

4.6.17 功耗

按 GJB 5669—2006 中 4.6.17 的规定进行检验。

4.6.18 标识和代号

目视检查载荷自动测试设备的标识和代号。

4.6.19 外观质量

目视和触摸检查载荷自动测试设备的外观质量。

5 交货准备

5.1 包装

载荷自动测试设备的包装应符合 GJB 4816—1997 中第 5 章的规定。

5.2 标志

载荷自动测试设备的标志应符合 GJB 4816—1997 中第 4 章的规定。

5.3 运输和贮存

载荷自动测试设备的运输和贮存应分别符合 GJB 4816—1997 中第 6 章和第 7 章的规定。

6 说明事项

6.1 预定用途

本规范规定的载荷自动测试设备主要用于在舰载无人机雷达对抗载荷挂载无人机平台前对其整机性能检测、日常的性能检测和维修保养工作。

6.2 订购文件中应明确的内容

订购文件应明确下列内容:

- a) 本规范的编号、名称;
- b) 本规范中引用文件的版次。

中 华 人 民 共 和 国
国家军用标准
舰载无人机雷达对抗载荷自动测试设备通用规范
GJB 7201—2011

*

总装备部军标出版发行部出版
(北京东外京顺路7号)
总装备部军标出版发行部印刷车间印刷
总装备部军标出版发行部发行
版权专有 不得翻印

*

开本 880×1230 1/16 印张 2 $\frac{3}{4}$ 字数 82 千字
2011 年 5 月第 1 版 2011 年 5 月第 1 次印刷
印数 1—500

*

军标出字第 8216 号 定价 42.00 元