

ICS 33.100  
CCS L 06

# T/CASME

团 体 标 准

T/CASME XXXX—XXXX

## 超材料隐身测试紧缩场系统规范

Specification for compact range system of metamaterial stealth testing

征求意见稿

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国中小商业企业协会 发布



# 目 次

前言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 缩略语 .....	1
5 系统构成 .....	1
5.1 概述 .....	1
5.2 超材料隐身测试紧缩场系统的系统组成与架构 .....	1
5.3 测量环境要求 .....	2
5.4 电源要求 .....	2
5.5 测量场地要求 .....	2
5.6 场地指标 .....	2
6 测量方法 .....	2
6.1 概述 .....	2
7 试验报告 .....	3
8 安全防护 .....	3
8.1 安全防护要求 .....	3
8.2 安全防护措施 .....	4

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由西安瀚博电子科技有限公司提出。

本文件由中国中小商业企业协会×归口。

本文件起草单位：西安瀚博电子科技有限公司、XXX、XXX。

本文件主要起草人：XXX、XXX、XXX。

# 超材料隐身测试紧缩场系统规范

## 1 范围

本文件规定了超材料隐身测试紧缩场系统（以下简称“紧缩场系统”）的系统构成、测量方法、试验报告以及安全防护的内容。

本文件适用于各类超材料隐身特性测试的紧缩场系统。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 8702-2014 电磁环境控制限值

GB/T 12190-2021 电磁屏蔽室屏蔽效能的测量方法

GB/T 23463-2009 防护服装 微波辐射防护服

GB/T 40602.3-2023 天线及接收系统的无线电干扰 第3部分：场地测量 紧缩场场地性能确认方法

## 3 术语和定义

GB 8702-2014、GB/T 12190-2021、GB/T 40602.3-2023界定的术语和定义适用于本文件。

## 4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

RCS：雷达散射截面（Radar Cross Section）。

PLC：可编程逻辑控制器（Programmable Logic Controller）。

## 5 系统构成

### 5.1 概述

5.1.1 紧缩场场地是一金属封闭的屏蔽壳体，六个面都贴有吸波材料的微波暗室场地。场地的性能确认需在静区内进行，确认参数包括幅度平坦度、幅度锥削、幅度波纹、相位平坦度、相位锥削、相位波纹和交叉极化。

5.1.2 紧缩场系统由微波暗室屏蔽和吸波系统、紧缩场反射面和馈源系统、转台系统、测试与控制软件系统等组成。

5.1.3 超材料隐身测试紧缩场系统主要功能是在实验室环境下，模拟自由空间远场条件，对超材料的隐身性能进行精确测试与分析。通过发射特定频率、极化和强度的电磁波照射超材料样品，接收并测量样品反射波和散射波的幅度、相位、极化等特性，计算得出超材料的 RCS 值、吸收系数、透射率等隐身性能关键指标。

### 5.2 超材料隐身测试紧缩场系统的系统组成与架构

#### 5.2.1 反射面系统

采用高精度抛物面反射镜，精度优于 $50\ \mu\text{m}$ ，核心区域（ $7.0\text{m}\times 5.0\text{m}$ ）型面精度优于 $40\ \mu\text{m}$ ，支撑结构带有调整功能，确保电磁波能够准确聚焦到测试区域。

#### 5.2.2 馈源系统

配备高性能喇叭馈源天线，工作频率范围覆盖1 GHz 至500GHz，天线增益大于60dB。通过调节馈源的位置与角度，实现对电磁波发射方向与聚焦效果的精确控制。

### 5.2.3 定位与支撑系统

采用高精度电动位移平台与多自由度旋转关节组合的结构，用于超材料样品的定位与姿态调整。支撑结构采用低散射系数的材料制作，确保在测试过程中对电磁波的干扰最小化，且具备足够的机械强度与稳定性，能够承载不同尺寸与重量的超材料样品。

### 5.2.4 测量系统

5.2.4.1 运用多通道并行测试技术设计并实现了在 0.5 GHz~40 GHz 宽带 RCS 测试功能。

5.2.4.2 采用极化并行技术设计并实现 0.5 GHz~40 GHz 全频段测试时间小于 4 min.

5.2.4.3 通过三维复杂电磁环境系统级仿真技术实现背景 RCS(矢量抵消后)0.3 GHz~0.5 GHz 时优于 -55dBsm。

5.2.4.4 利用多通道一致性实时补偿算法实现 0.3 GHz~40 GHz 各频段数据采集幅相拼接成像。

5.2.4.5 0.3 GHz~40 GHz 整频段数据拼接后连续的高精度二维成像分辨率应优于 5cm。

### 5.2.5 控制系统

基于工业PC与PLC构建的控制系统，具备手动与自动控制模式。通过控制软件，实现对反射面姿态、馈源参数、样品定位与支撑系统运动的精确控制。

## 5.3 测量环境要求

紧缩场系统测量条件如下：

——环境温度：15 °C~35 °C；

——相对湿度：25%~75 %；

——大气压力：86 kPa~106 kPa。

## 5.4 电源要求

5.4.1 紧缩场系统的电压波动应在额定电压的±5 %以内，频率变化应在额定频率±5 %以内，配置不间断电源。

5.4.2 紧缩场系统的工作用电和测量用电均应进行滤波。

## 5.5 测量场地要求

屏蔽性能检测应按照GB/T 12190-2021的规定进行。

## 5.6 场地指标

紧缩场系统主要参数指标如表1所示。

表 1 参数指标

参数名称	指标
频率范围, GHz	1~500
动态范围, dB	≥60
静区尺寸, m	0.5 m×0.5 m~12.0 m×12.0 m
交叉极化, dB	-30
静区幅度波纹, dB	±0.5
幅度锥削, dB	1
静区相位波动, °	±8

## 6 测量方法

### 6.1 概述

6.1.1 紧缩场系统可在较小的微波暗室里模拟远场的平面波电磁环境，利用常规的远场测试设备和方

法，进行天线测试、整星测试、目标 RCS 及天线罩电磁散射特性测试。

6.1.2 紧缩场系统的实际性能可用紧缩场静区测量平面内场幅度特性和相位特性来表面，实现普通天线、相控阵天线单频点、多频点、多通道测试和校准；单频点转角 RCS 测试；固定角度扫频 RCS 测试；转角扫频 RCS 测试；目标一维成像和二维成像；材料反射率测试。测量参数应包括下列项目：

- 幅度平坦度；
- 幅度锥削；
- 幅度波纹；
- 位平坦度；
- 相位锥削；
- 相位波纹和交叉极化。

### 6.1.3 测量频段和测量频点

在紧缩场每个馈源工作频率范围内选择高、中、低三个频点，也可根据用户要求选择。标准增益喇叭天线的频率范围见表2。

表 2 频率范围

单位：GHz

序号	频率范围
1	0.49~0.75
2	0.75~1.12
3	1.12~1.70
4	1.70~2.60
5	2.60~3.95
6	3.95~5.85
7	5.85~8.20
8	8.20~12.4
9	12.4~18.0
10	18.0~26.5
11	26.5~40
12	33.0~50.0
13	50.0~75.0
14	75.0~11.0

6.1.4 测试步骤应符合 GB/T 40602.3-2023 中 6.3 条的规定。

6.1.5 数据处理应符合 GB/T 40602.3-2023 中 6.4 条的规定。

## 7 试验报告

7.1 试验报告应包括但不限于下列内容：

- 测量地址及所有者信息；
- 借助绘图、照片、部件号码等方式描述测量的配置，应包括其他辅助设备；
- 不同测量项目均应有记录照片、步进信息；
- 报告编制都和授权批准人的签名及日期。

7.2 试验报告应包括不确定的内容。

7.3 在进行测量之前，应证明场地满足测量条件，并明确声明测量报告中的环境条件、配置条件或限制条件。

## 8 安全防护

### 8.1 安全防护要求

紧缩场场地确认时，应满足人身和仪器、仪表的安全防护规定：

- 微波辐射安全限值应符合 GB 8702-2014 的规定。
- 仪器、仪表应严格按出厂说明安全使用。

## 8.2 安全防护措施

测量时，安全防护措施包括如下内容：

- 紧缩场内划分辐射区域并安置标识；
  - 天线测量期间进入紧缩场地时，应穿戴防护服，防护服应符合 GB/T 23463-2009 的要求；
  - 测量中断，天线调试需关闭信号源射频开关。
  - 系统电气设备具备完善的接地保护措施。
  - 机械运动部件如反射面调节机构、样品定位与支撑平台等设置有效的防护栏，防护栏高度不低于 1 米。
-