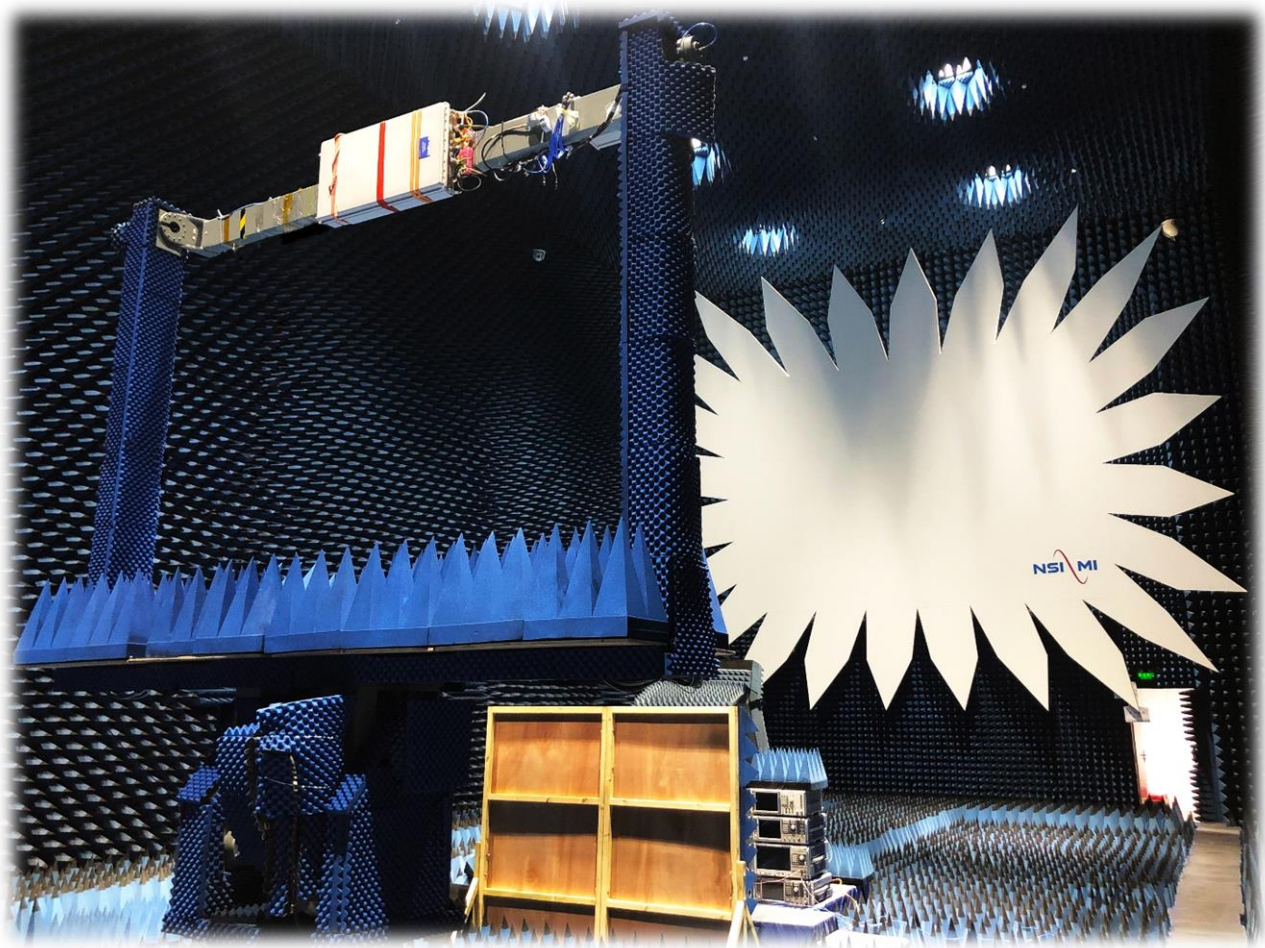




清华大学

电磁实验中心 微波实验室



清华大学电磁实验中心微波实验室

目 录

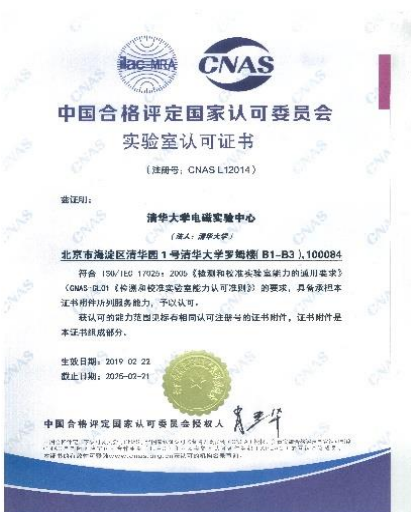
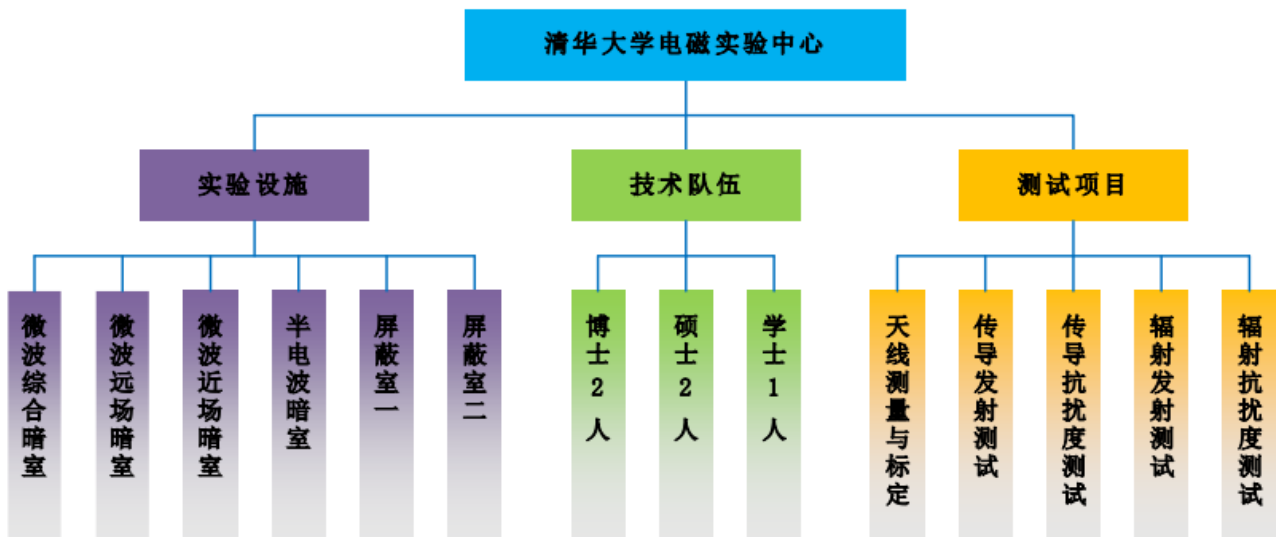
电磁实验中心简介	1
微波综合暗室	2
平面近场暗室	5
微波远场暗室	6
太赫兹（THz）测试平台	7
SoC 测试平台	7
强电磁环境实验室	8

电磁实验中心简介

清华大学电磁实验中心位于电子工程系罗姆楼，是清华大学校级科研平台，由电子工程系和电机工程与应用电子技术系共同建设与运行管理。

电磁实验中心由微波实验室、电磁兼容实验室、强电磁环境实验室组成，试验设施主要包括：微波综合测试暗室、微波远场暗室、微波近场暗室、电磁兼容半电波暗室、电磁兼容传导屏蔽室、镜面单锥横电磁波屏蔽室。测试内容主要包括：各类天线的测量与标定，各种设备的传导和辐射电磁兼容测试。电磁实验中心通过国家合格评定国家认可委员会（CANS）的实验室认可，其中微波综合实验室通过工信部认证为 5G OTA 射频测试标准实验室。

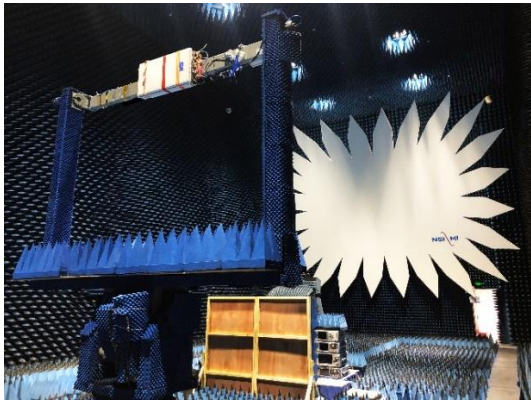
实验中心配备检测人员 5 人，其中博士 2 人，硕士 2 人，本科 1 人。



微波综合暗室

测试能力

微波综合暗室位于清华大学罗姆楼 B3-107，能够完成天线辐射特性测试和目标模型散射特性测试两种任务，是具备近场/远程/紧缩场三种工作模式的多功能综合测试系统，测试功能全面完整，测试指标达到国际先进水平。



多功能综合测试暗室



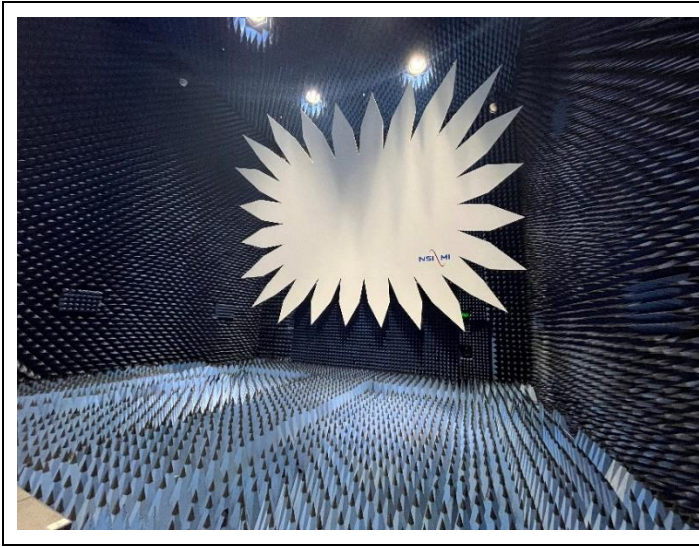
测试操作和监控系统

暗室性能指标

- 暗室尺寸：20m×10m×10m。
- 工作频率：400 MHz~40 GHz。
- 屏蔽效能：指标设计频率范围在 0.4GHz~40GHz。其中在低于 3GHz 时，设计屏蔽效能 $\geq 100\text{dB}$ ，在 3GHz~40GHz 频段，屏蔽效能 $\geq 90\text{dB}$ ，远高出标准 80dB 的要求。
- 暗室的反射性能指标：在 0.4GHz~2GHz 频段，反射小于-40dB，在 2GHz~40GHz 频段小于-50dB。
- 暗室起重桁车最大起重 1 吨。
- RCS 测试动态范围 $\geq 100\text{dB}$ （线性度不大于 0.2dB），测量不确定度：幅度精度 $\leq 0.2\text{dB}/10\text{dB}$ ，相位 $\leq 0.4^\circ/10\text{dB}$ 。

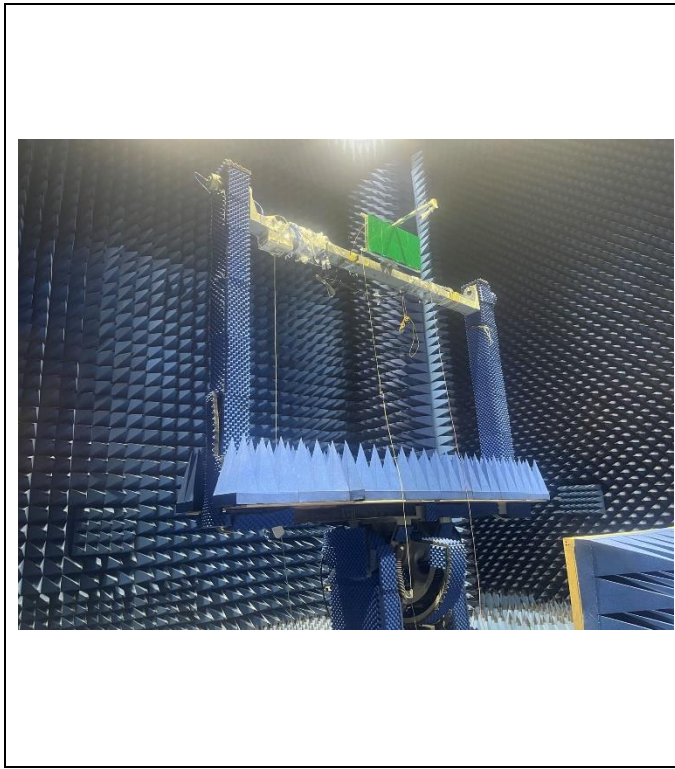
主要仪器设备

1. 紧缩场反射面系统 MI-508 C

	参数	指标
	工作频率	0.7~40GHz
	静区尺寸	卧 倒 圆 柱 体 $\phi 2.4\text{m} \times 2.4\text{m}$ (L)
	幅度锥削	$\leq 1\text{dB}$, 1~40GHz
	幅度纹波	$\leq \pm 0.5\text{dB}$, 1~40GHz
	相位波动	$\leq 20^\circ$, 1~2GHz ; $\leq 10^\circ$, 2~18GHz ; $\leq 20^\circ$, 18~40GHz
	交叉极化	$\leq -30\text{dB}$

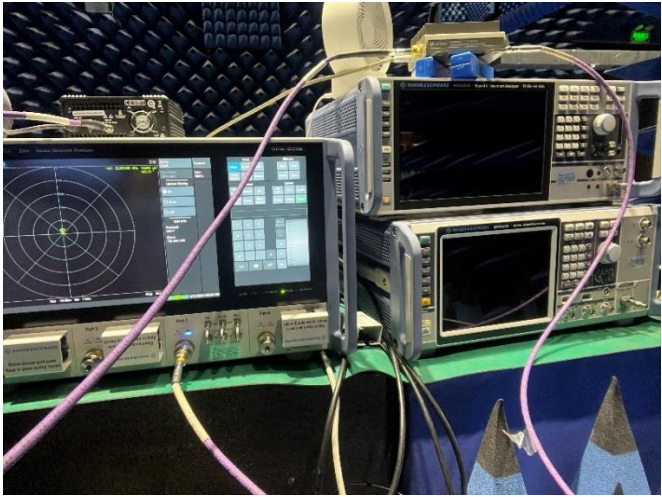
2. 三轴测试转台

三轴测试转台支持自定义角度位置，操作面宽 3.5m。

	参数	指标
	方位面	定 位 精 度 0.03°
	横滚面	定 位 精 度 0.03°
	方位轴转速	0.5-3 度/秒
	横滚轴转速	0.5-3 度/秒
	最大载荷	100Kg
	安装界面	支持螺栓固定 和绑带固定
	最大旋转角度	无极旋转

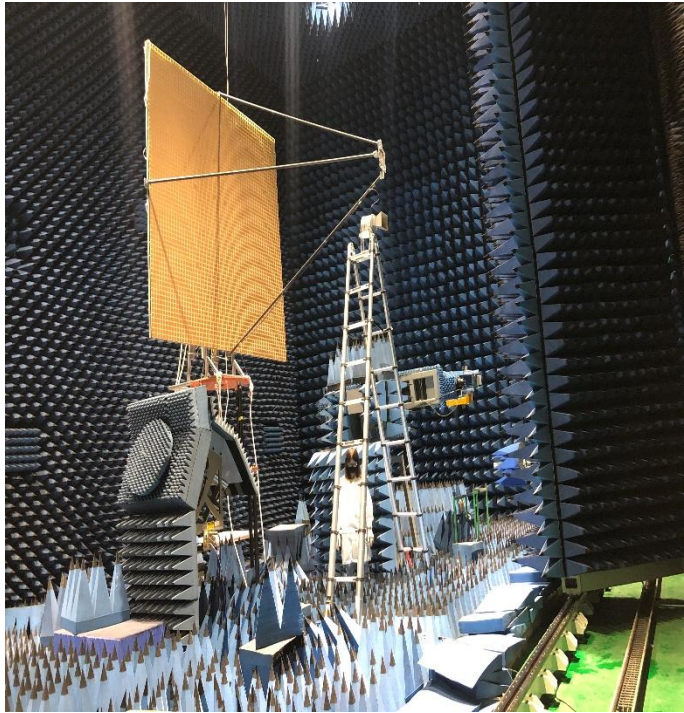
3. 测量仪表

仪表提供幅度和相位数据采集，支持有源天线上行和下行数据采集，支持变频测试。

	信号源	
	型号	SMM100A
	5G 矢量信号	支持
	频谱仪	
	型号	FSVA3044
	5G 分析带宽	1GHz 信号带宽
	矢量网络分析仪	
	型号	E8363B
	附件	功放和低噪放

4. 平面近场测试系统

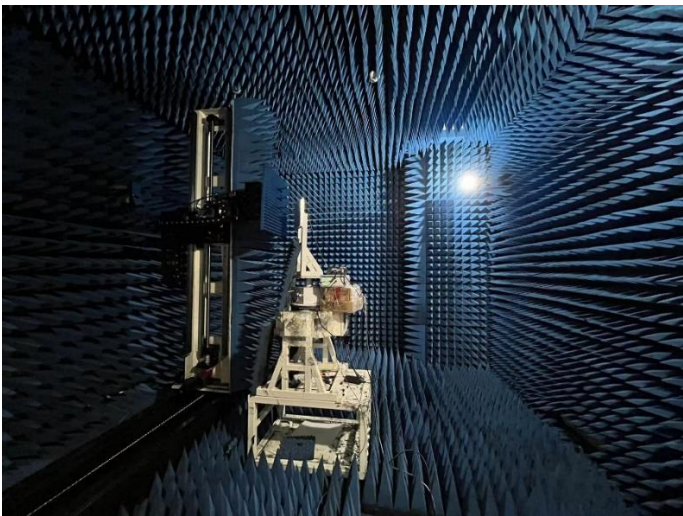
支持大口径天线平面近场测试，远场辐射性能转换计算及口面场幅相诊断。

	参数	指标
	工作频段	1-40GHz
	结构形式	立式平面近场扫描架(X/Y/Z 三维直线运动 P 轴极化旋转)
	有效行程	X 轴: $\geq 11.5\text{m}$
		Y 轴: $\geq 8\text{m}$
		Z 轴: $\geq 0.3\text{m}$
		P 轴: 360°
	平面度	$\text{RMS} \leq 0.05\text{mm}$
	重复定位精度	$\text{RMS} \leq 0.05\text{mm}$ P 轴: $\leq 0.1^\circ$
	分辨率	X 、 Y 轴 : $\leq 0.025\text{mm}$
	扫描速度	X 、 Y 轴 : $\geq 0.125\text{m/s}$

平面近场暗室

测试能力

平面近场暗室位于罗姆楼 B1-106，暗室屏蔽性能：>90dB(1GHz~40GHz)，在测试对象上兼顾民用与军用，满足高增益天线的测试。在测试功能上，测试能力覆盖 1GHz~50GHz。可测试天线方向图，增益、波束指向、副瓣、零点、3dB 带宽，3D 显示及切面图显示。

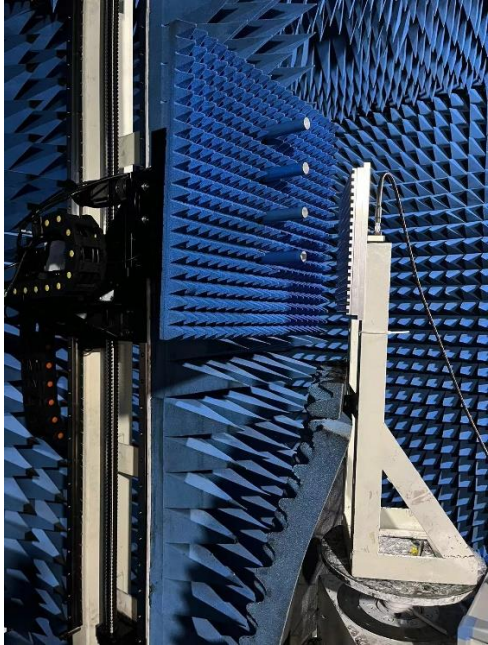


平面近场暗室



平面近场扫描架控制系统

平面近场多探头测试系统性能指标

	参数	指标
	多探头频段	Ku 和 Ka, 4 探头
	探头扫描范围	X 轴: 3m
		Y 轴: 2m
	扫描分辨率	≤0.03mm
	平面度	RMS≤0.08mm
	重复定位精度	X、Y、Z 轴: ≤0.06mm
	分辨率	X、Y 轴: ≥0.2m/s
	矢网型号	ZNA50
	支架承重	≥50kg
	脉冲测试	支持
	多波位/多波束测试	支持

微波远场暗室

测试能力

远场暗室由 ETS 设计建造, 工作频率覆盖 0.8-18GHz, 静区尺寸直径 0.5m, 满足小型移动通信天线的测试。测试系统性能: 暗室屏蔽性能优于 90 dB, 静区均匀性为轴向: $\pm 1\text{dB}$; 横向: $\pm 0.25\text{ dB}$, 可以完成小型移动通信天线方向图、增益、效率, 天线 TRP、TIS 的测试。



微波远场暗室



远场暗室测试操作台

平面远场暗室性能

- 包括: 定位器; 控制器; 喇叭天线; 矢量网络分析仪
- 暗室占用空间: $7.4\text{m} \times 3.75\text{m} \times 3.75\text{m}$
- 型号: AMS8500
- 工作频段: 800 MHz~18 GHz
- 屏蔽性能指标: 800MHz~6GHz $\geq 100\text{dB}$; 6GHz~18GHz ≥ 90 。
- 静区性能指标:
 - 频率范围: 800MHz~18GHz;
 - 静区位置: 大小为 $\varnothing 0.5 \times 0.5$ 米;
 - 静区均匀性: 轴向: $\pm 1\text{ dB}$; 横向: $\pm 0.25\text{ dB}$;
 - 交叉极化: $< -25\text{dB}$;
- 可以完成小型移动通信天线方向图、天线 TRP、TIS 的测试。

太赫兹（THz）测试平台

测试能力

太赫兹测试平台拥有 RS 四端口矢网和各频段扩频模块,可提供 0.05-0.5THz 范围内的无源天线及器件的传输和辐射性能测试。平台可提供平面近场测量和远场测量两种模式。



太赫兹测试平台



THz 扩频系统

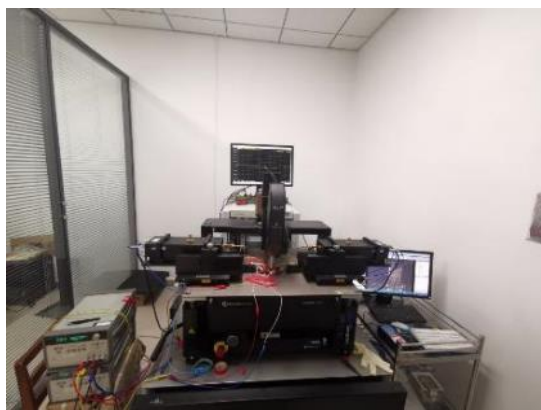
THz 设备性能指标:

- 频率范围: 0.05-0.5THz。
- 测量参数: 无源器件传输系数, 反射系数, 天线辐射特性, 增益, 方向图等。
- 芯片测试: 芯片 S 参数提取。

SoC 测试平台

测试能力

SoC 平台拥有 SUMMIT12000B-M 型号探针台和矢量网络分析仪,具备射频芯片天线和片上射频电路的测试能力。探针台分辨率优于 1 μ m,可提供太赫兹芯片在片测试,实现整片晶片的高精度自动测试,最大可测量 8in $\times$ 8in 芯片;可提供用于器件建模、RF/mmW、IV/CV 测试、可靠性测试等等,最高测试频率可达 325GHz。



SoC 测试平台



芯片 S 参数提取测试

强电磁环境实验室

强电磁环境实验室能够对瞬态强电磁场测量的电场及磁场传感器进行校准，实验设施镜面单锥 TEM 小室是目前国际前沿的校准瞬态快前沿电磁场传感器的装置，处在国内领先水平。



镜面单锥 TEM 小室

清华大学电磁实验中心

地址：北京市海淀区清华大学罗姆楼

邮编：100084

微波实验室联系方式：

联系人：熊林、李丹

邮箱：linxiong@mail.tsinghua.edu.cn，danli8@tsinghua.edu.cn

电话：010-62773898