

DB32

江 苏 省 地 方 标 准

DB32/T 5203.1—2025

民用雷达数字化设计和工艺仿真规范
第1部分：总体要求

Specification for digital design and process simulation of civil radar—
Part 1: General requirements

2025-09-10 发布

2025-10-10 实施

江苏省市场监督管理局 发布
中国标准出版社 出版

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 民用雷达分类与组成	1
4.1 民用雷达分类	1
4.2 民用雷达基本组成	2
5 数字化设计和仿真体系架构	3
5.1 体系组成架构	3
5.2 体系协同交互流程	3
5.3 体系运行过程	3
6 民用雷达数字模型分类	4
6.1 按专业	4
6.2 按用途	4
6.3 按研制阶段	5
6.4 按层级	5
7 模型构建要求	5
8 模型文件命名	5
9 模型数据发布	6
9.1 一般要求	6
9.2 模型数据内容	6
10 数字化样机管理	7
10.1 数据存储与控制	7
10.2 技术状态控制	7
附录 A(资料性) 电讯模型数据发布示例	8

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。

本文件是 DB32/T 5203《民用雷达数字化设计和工艺仿真规范》的第1部分。DB32/T 5203 已经发布了以下5个部分:

- 第1部分:总体要求;
- 第2部分:电讯建模与仿真规范;
- 第3部分:结构建模与仿真规范;
- 第4部分:三维装配工艺规划和仿真规范;
- 第5部分:信息集成要求。

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。

本文件由江苏省工业和信息化厅提出并组织实施。

本文件由江苏省工业互联网标准化技术委员会(JS/TC 67)归口。

本文件起草单位:中国电子科技集团公司第十四研究所、南京国睿防务系统有限公司。

本文件主要起草人:赵新舟、胡长明、陈振宇、程亚龙、周建华、吴敬凯、李蕾、吴欣、彭迪、丁承文、贲可存、张亚兵。

引　　言

民用雷达智能制造面向产品全生命周期,贯穿于设计、生产、管理、服务等制造活动的各个环节,每个环节都需要大量的标准来支撑, DB32/T 5203《民用雷达数字化设计和工艺仿真规范》聚焦于数字化设计、工艺及信息集成,制定基于模型的设计和仿真信息集成标准并推广应用,以期达到民用雷达行业智能制造发展的引领、示范和带动作用。DB32/T 5203 分为以下 5 个部分。

- 第 1 部分:总体要求。目的在于确立适用民用雷达数字化设计和工艺仿真需要遵循的通用要求及各组成模块的流程与交互等要求。
- 第 2 部分:电讯建模与仿真规范。目的在于为民用雷达电讯专业开展建模和仿真确立需遵循的模型要求和仿真方法。
- 第 3 部分:结构建模与仿真规范。目的在于为民用雷达结构专业开展建模和仿真确立需遵循的相关流程和要求。
- 第 4 部分:三维装配工艺规划和仿真规范。目的在于为民用雷达工艺专业开展三维装配工艺和仿真确立遵循的相关流程和要求。
- 第 5 部分:信息集成要求。目的在于为民用雷达电讯、结构、工艺各专业开展专业内、间信息集成工作需遵循的相关流程和要求。

民用雷达数字化设计和工艺仿真规范

第1部分:总体要求

1 范围

本文件规定了民用雷达分类与组成、数字化设计和仿真体系架构、数字化样机构建要求、民用雷达数字模型分类、模型文件命名原则、模型数据发布和数据管理要求。

本文件适用于民用雷达数字化设计和工艺仿真,其他民用电子装备参照使用。

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/T 26099.1—2010 机械产品三维建模通用规则 第1部分:通用要求

GB/T 26099.3 机械产品三维建模通用规则 第3部分:装配建模

GB/T 26100—2010 机械产品数字样机通用要求

GB/T 26101—2010 机械产品虚拟装配通用技术要求

3 术语和定义

GB/T 26100—2010、GB/T 26101—2010、GB/T 26099.3 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

数字化样机 **digital mockup**

民用雷达整机或系统的数字化描述,这种描述反映了产品的功能和性能,应用于产品从概念设计到售后服务的全生命周期,是民用雷达设计和仿真的数字化成果。

注:包括电讯数字化样机、结构数字化样机。

[来源:GB/T 26100—2010,3.1,有修改]

3.2

三维装配工艺规划 **3D assembly process planning**

基于三维模型的装配工艺规划,通过静态或动态(装配动画)的三维工序模型表达装配顺序和装配路径,用于指导生产现场装配过程。

4 民用雷达分类与组成

4.1 民用雷达分类

4.1.1 按用途分

民用雷达按用途可分为以下类型。

a) 气象雷达:用于大气探测的雷达,主要包括天气雷达、风廓线雷达。

- 1) 天气雷达:多为脉冲雷达,是以一定的重复频率发射出持续时间很短的电磁波,然后接收被降水粒子散射回来的信号,通过分析和判定来确定降水的各种宏观特性和微物理特性。
- 2) 风廓线雷达:是通过向高空发射不同方向的电磁波束,接收并处理这些电磁波束因大气垂直结构不均匀而返回的信息进行高空风场探测的一种遥感设备。在风廓线雷达基础上增加声发射装置构成无线电—声探测系统,可以遥感探测大气中温度的垂直廓线。
- b) 空管监视雷达:主要包括空管一次监视雷达、空管二次监视雷达。
 - 1) 空管一次监视雷达:通过自主辐射电磁波并检测到飞行器对该电磁波反射进而对飞行器进行空中定位的雷达设备。
 - 2) 空管二次监视雷达:通过地面询问机的询问和空中机载应答机的应答给装有机载应答机的飞行器定位的雷达设备。
 - c) 场面监视雷达:用于在机场场面、港口运动和静止的目标检测的雷达设备。
 - d) 其他雷达:不属于上述雷达的其他民用雷达,如导航雷达等。

4.1.2 按装载方式分

民用雷达按装载方式可分为以下类型:

- a) 车载移动式雷达:雷达设备安装在载车平台上,满足公路、铁路等机动运输要求,能快速部署到非预设阵地上;
- b) 固定式雷达:雷达设备需安装到预设阵地的固定建筑物和构件上,不具有机动转移能力。

4.2 民用雷达基本组成

4.2.1 民用雷达电讯组成一般包括天线、发射、接收、波形产生、信息处理、资源调度、电源、显控等功能系统。

4.2.2 民用雷达结构组成一般包括天线罩、天线馈线伺服系统总成、塔楼和设备机房等,如图 1 所示。

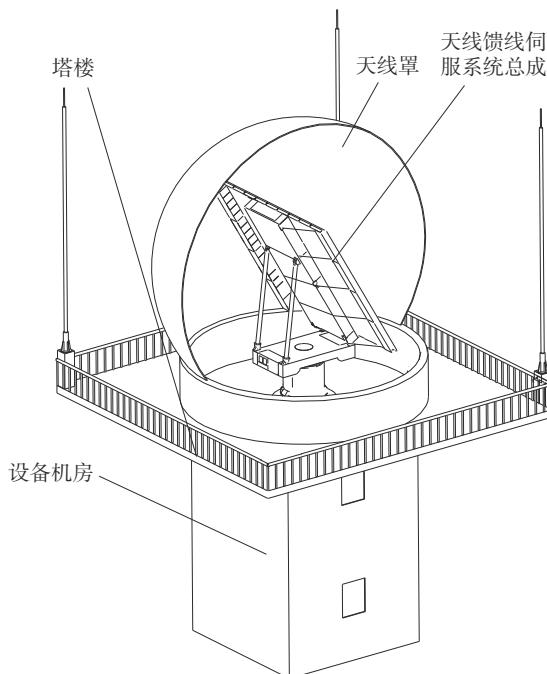


图 1 民用雷达结构组成示意图

4.2.3 天线馈线伺服系统总成包括天线阵面、天线座、天线倒竖机构等。其中,天线阵面由天线、T/R 组件、接收机、波束形成等设备组成。

4.2.4 设备机房内安装伺服控制、信息处理及终端等设备。

5 数字化设计和仿真体系架构

5.1 体系组成架构

民用雷达数字化设计和工艺仿真体系框架包括电讯建模与仿真、结构建模与仿真、三维装配工艺规划和仿真,各专业之间存在信息集成,并与外部模块通过标准接口建立联系,如图 2 所示,各专业贯穿于民用雷达产品研发的概念设计、方案论证、工程研制和设计定型的全过程。

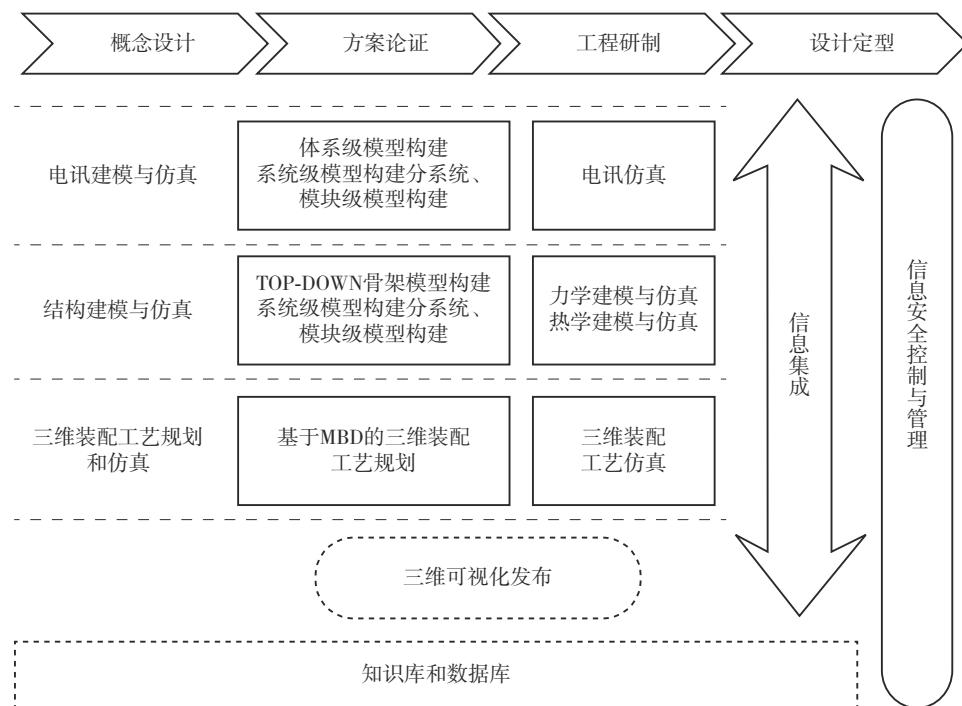


图 2 数字化设计与仿真体系组成架构图

5.2 体系协同交互流程

民用雷达数字化设计和工艺仿真体系各专业内部及专业之间存在信息集成与信息安全控制,其数据传递与协同交互流程如图 3 所示。

5.3 体系运行过程

5.3.1 民用雷达数字化设计和工艺仿真产品数字化样机的实现过程,贯穿于产品研发的概念设计、方案论证、工程研制和设计定型的全过程,按层级构建电讯、结构和工艺不同专业的各类模型,并开展系统、分系统和模块级的仿真分析,专业内、专业间可实现模型数据和仿真结果的有效传递和协同交互。

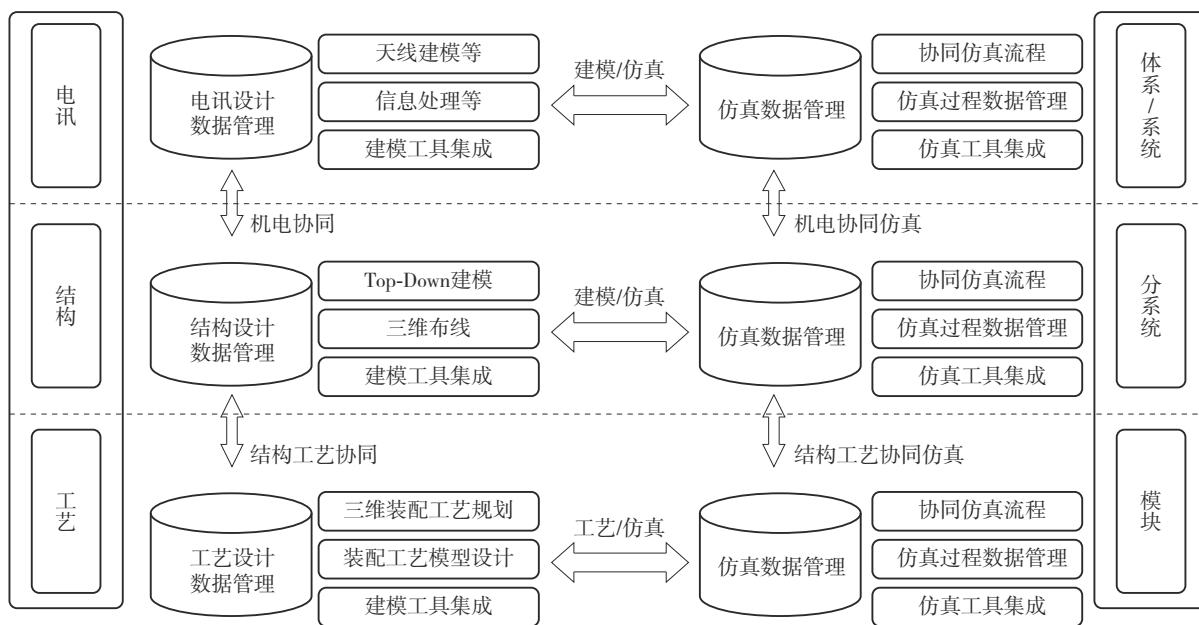


图3 数字化设计与仿真体系协同交互流程图

5.3.2 民用雷达数字化设计和工艺仿真过程如下。

- 电讯建模与仿真:雷达电讯系统接收到设计需求和约束条件,构建体系级模型与系统级模型,通过仿真性能评估后,将技术指标和约束条件,以任务的形式传递给各电讯分系统,然后完成分系统/模块级建模和仿真并输出结果给结构建模与仿真进行迭代,最终结果用于电讯开展详细设计。
- 结构建模与仿真:雷达结构系统接收用户需求和电讯约束条件,开展基于自顶向下的建模与仿真。模型按系统、分系统、子系统/模块分层创建,结构设计与仿真分析协同进行,并将结果与电讯建模与仿真进行迭代,最终结果用于结构开展详细设计。
- 装配工艺建模与仿真:基于轻量化结构模型,依据产品技术要求及生产组织信息,划分工序,规划装配工艺路线,建立装配工序模型并开展装配过程仿真,结果用于装配工艺规划和工艺路线设计。
- 信息集成:通过信息集成,将电讯、结构、工艺之间的流程、数据、知识和工具有机融合。对工作计划任务进行分解,将用户需求和指标按层级传递,专业内和专业间设计与仿真协同工作。采用标准的数据接口、数据结构等方式对研发结果数据进行管理,实现数据的自动同步更新、跨系统的工作流管理、任务状态的动态更新,实现全系统信息有效传递和共享。

6 民用雷达数字模型分类

6.1 按专业

模型按专业分为:电讯模型、结构模型和工艺模型。

6.2 按用途

模型按用途分为:设计模型、分析(仿真)模型。

6.3 按研制阶段

模型按研制阶段分为:概念模型、功能模型、工程模型。

6.4 按层级

模型按层级分为:体系级模型、系统级模型、分系统级模型、模块级模型。

7 模型构建要求

根据研发流程各阶段的需要,按照自顶向下的顺序分层构建民用雷达数字化样机,逐步细化,并遵循以下要求。

- a) 一般按如下顺序进行建模和仿真:
 - 1) 确定民用雷达系统功能性能;
 - 2) 确定民用雷达系统技术指标;
 - 3) 确定民用雷达系统功能组成及结构外形;
 - 4) 按分系统分配技术指标和结构外形;
 - 5) 确定组件/模块的功能、技术指标以及结构外形;
 - 6) 组件/模块设计。
- b) 模型应能反映民用雷达的实际特征、功能和性能指标,并包括体系、系统、分系统以及模块的完整数字信息模型,可进行工程分析、优化和数据管理。
- c) 应能按需进行模型简化或模型轻量化处理,以满足不同平台、不同阶段、不同用途等情况下的使用要求,并考虑模型的转换和合并,模型的交互格式等要求。
- d) 电讯建模、结构建模和装配工艺建模应遵循建模基本原则,实现模型的通用性、传递性、继承性和扩展性。
- e) 按需进行模型简化或模型轻量化处理,以满足不同平台、不同阶段、不同用途等情况下的使用要求,并考虑模型的转换和合并,模型的交互格式等要求。
- f) 采用基于模型的定义(MBD)技术,将设计信息准确地传递给工艺端,进行三维装配工艺规划、三维装配过程仿真,实现三维制造数据生产现场的可视化发布。
- g) 电讯建模与仿真、结构建模与仿真、三维装配工艺规划与仿真能通过信息集成技术,实现各模块之间任务传递、协同工作和数据交换,是实现电讯数字化样机、结构数字化样机和工艺数字化样机的重要部分。
- h) 数字化设计和工艺仿真规范规定的各模块之间及其与相应的支撑系统之间应能进行信息安全控制,设置必要的安全策略,通过冗余策略、双电源机制与物理隔离确保硬件安全,通过防火墙确保网络安全,通过主机加固、漏洞扫描和异常检测确保软件安全及数据安全。

8 模型文件命名

模型文件的命名应遵循以下原则:

- a) 模型文件应取得唯一存储标识;
- b) 文件名尽可能精简、易读,便于共享、识别和使用;
- c) 与现行有关标准相协调、相兼容;
- d) 便于追溯和进行版本的有效性控制;
- e) 便于识别模型的不同类型;

- f) 便于识别模型的不同状态；
- g) 属于同一对象的不同类型文件名称应具有相关性，便于快速检索，如电讯、结构、工艺数据的相关性、设计模型与仿真模型的相关性、仿真模型与仿真报告文件的相关性等。

9 模型数据发布

9.1 一般要求

模型数据发布一般要求如下：

- a) 企业应建立模型库，用于管理和发布模型数据；
- b) 模型数据的发布流程应适应协同设计的应用需求；
- c) 模型数据应按规定流程存放；
- d) 模型数据应定期备份，并实行多级存档、多种存储介质备份，以避免因自然或人为因素而造成灾难性数据、资料损失；
- e) 模型数据应采取版本、权限、技术状态控制等管理措施。

9.2 模型数据内容

9.2.1 电讯模型数据

电讯模型数据发布的内容要求如下，相关示例参见附录 A。

- a) 模型基本信息表：主要包括模型名称、模型功能、输入和输出参数、建模环境、适用领域、适用阶段、模型规格、模型层级、模型类别、验证方式等。
- b) 模型说明文件：主要描述模型标识、功能、接口、使用方法等。
- c) 模型设计文件：主要描述模型功能、设计原理、接口、模型验证方式和结果等。
- d) 可执行文件。
- e) 源程序文件。
- f) 仿真分析报告。
- g) 数据包。

9.2.2 结构模型数据

结构模型数据发布应包括如下内容：

- a) 三维设计模型；
- b) 系统或分系统骨架模型；
- c) 轻量化模型；
- d) 分析(仿真)模型；
- e) 仿真分析报告；
- f) 模型属性信息，设计模型应包括几何要素、约束要素、工程要素等，分析模型应包括网格划分、约束条件、施加载荷等；
- g) 模型应处于完全约束的稳定状态；
- h) 结构模型发布原则及发布数据的使用按 GB/T 26099.1—2010 中 9.1 规定。

9.2.3 工艺模型数据

工艺模型数据发布应包括如下内容：

- a) 装配工艺模型；

- b) 结构化的工艺信息,如:工序、工步、资源等;
- c) 装配过程仿真视频及仿真分析评估报告。

10 数字化样机管理

10.1 数据存储与控制

数字化样机模型数据的存储与控制应执行以下规定:

- a) 数字化样机中样机、模型等数据文件应建立相应的分类数据库,进行统一集中管理;
- b) 建立安全权限管理机制;
- c) 实现样机和模型的版本及技术成熟度等级管理;
- d) 对样机、模型和数据的入库、查询和出库,应按照一定程序进行审批(申请、审核、测试、批准等);
- e) 其他符合数据存储与控制的特定要求。

10.2 技术状态控制

数字化样机技术状态控制应符合下列要求:

- a) 技术状态更改应按照有关标准规定执行;
- b) 应保证数据源的一致性,确保所有相关人员都及时获得最新的更改信息;
- c) 更改内容应随产品模型存档,更改流程应便于追溯;
- d) 重大更改应经过审查后才能实施更改。

附录 A
(资料性)
电讯模型数据发布示例

A.1 模型基本信息

模型基本信息见表 A.1。

表 A.1 模型基本信息

序号	属性名称	内容或要求
1	模型名称	天线模型
2	模型功能	用于天线电性能指标
3	主要输入参数	工作频段, 相对带宽, 极化方式, 单元间距, 排布方式, 结构约束, 扫描范围
4	主要输出参数	相对带宽, 有源驻波, 扫描性能, 剖面高度, 单元增益, 波束宽度
5	建模环境	电磁仿真软件
6	适用领域	空管雷达
7	适用阶段	方案论证
8	模型规格	简化型
9	模型层级	模块级
10	模型阶段	功能模型
11	验证方式	仿真验证
12	设计人	×××
13	责任部门	××××

注1: 适用阶段: 包含概念设计、方案论证、工程设计。
 注2: 模型规格: 包含简化型、完整型。
 注3: 模型层级: 包括系统级、分系统级和模块级。
 注4: 模型阶段: 包含概念模型、功能模型和工程模型。
 注5: 验证方式: 包含仿真验证、实测验证、产品验证。

A.2 模型设计文件

模型设计文件如图 A.1 所示。

1 文档概述
本文件为天线分系统中天线模型功能、模型原理、模型接口及模型仿真结果等的设计文件。
2 术语和定义
下列术语和定义适用于本文件:
ActiveVSWR: 有源电压驻波比
Gain: 天线增益
2*Theta_0.5: 半功率波束宽度
AR(dB): 天线轴比

3 模型功能

天线模型为模拟天线实体而创建的电磁仿真模型,用于验证天线实体的电性能。

4 模块原理

天线的理论主要有辐射理论、阻抗理论和接收理论。辐射理论研究天线的电流分布、辐射的强度、辐射的效率等等。阻抗理论研究天线的输入阻抗,是馈电系统取得匹配。接收理论研究天线接收外来电磁波的能力,天线上感应的电压等等。根据这些理论就可以确定某一副天线用作发射或结构的特性。工程上采用一些特性参数来表征这些特性,如方向图、波瓣宽度、副瓣电平、方向性系数、增益、极化、输入阻抗、频带宽度等等。

根据设计指标中对特性参数的要求,选择适宜的天线形式,建模仿真,使设计天线的特性参数值满足指标要求。以下图为例,要求天线增益不低于 10 dB、H 面波瓣宽度大于 15°,实际天线增益 10.3 dB,波瓣宽度 19.6°,满足指标要求。

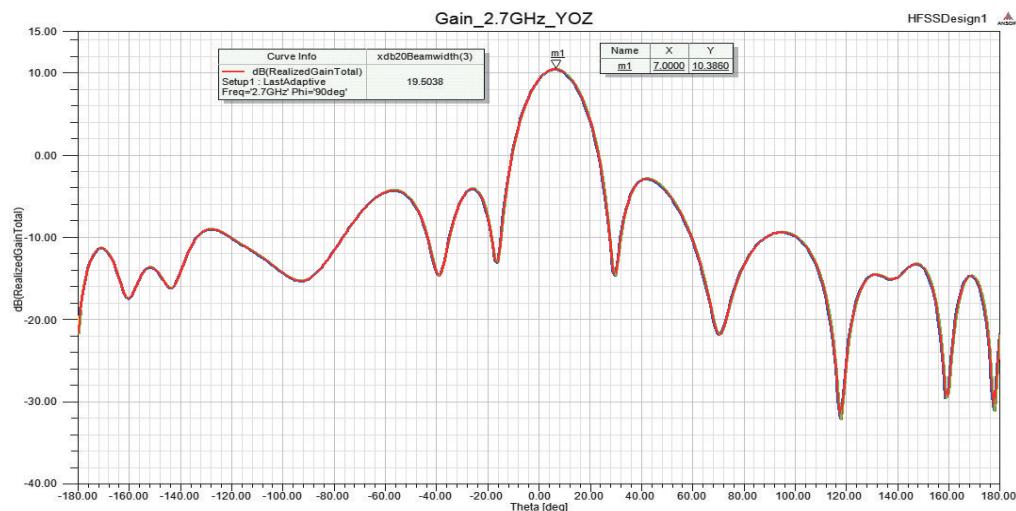


图 1 天线二维增益方向图

5 模型接口

输入和输出应涵盖:

表 1 输入应涵盖

	参数名称	参数说明
模型参数	工作频率	工作频段
	极化形式	天线极化方式,如线极化、圆极化
	单元排布	单元间距,排列组阵方式,如矩形栅格排布、俯仰错开三角排布
	扫描范围	阵列波束扫描角度范围,如方位正负 45°,俯仰正负 30°
	结构约束	对结物理性能的一些约束,如高度、重量等

图 A.1 模型设计文件示例

表 2 输出应涵盖

	参数名称	参数说明
天线性能参数(根据需求选择)	ActiveVSWR	有源驻波
	Gain(dB)	天线增益值
	2*Theta_0.5(deg)	半波功率宽度
	AR(dB)	天线轴比

6 模型仿真结果

6.1 仿真结果

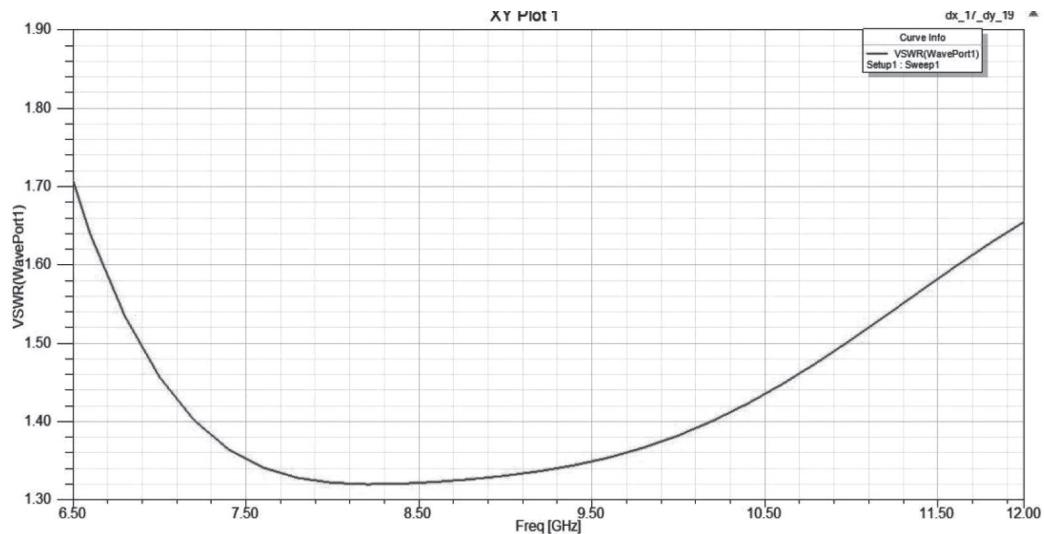


图 2 天线单元驻波比

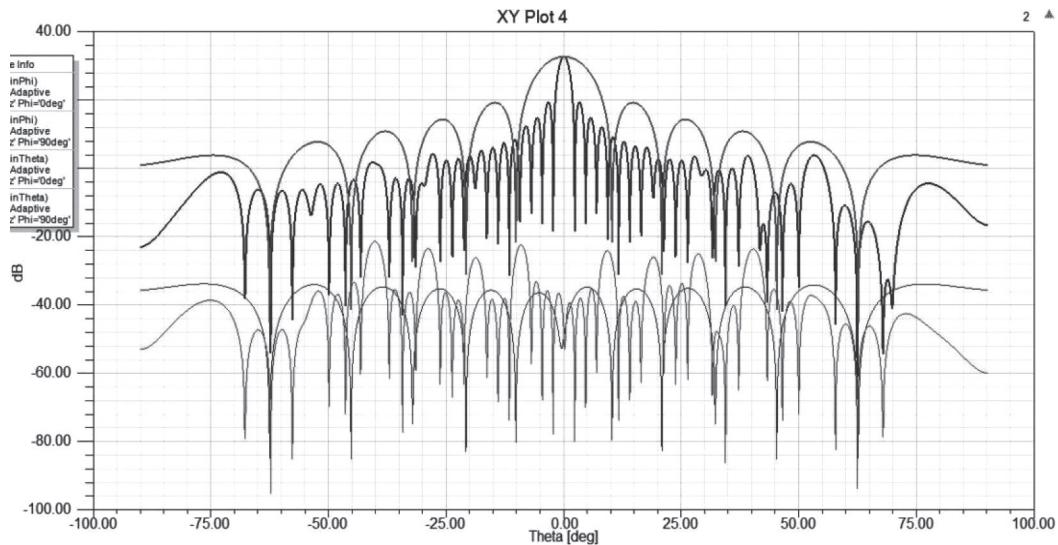


图 3 小阵面二维方向图

图 A.1 模型设计文件示例 (续)

6.2 置信度评估

采用不同算法的电磁仿真软件对仿真结果进行对比,并与基本电磁理论进行比较,以判断仿真可信度。

6.2 仿真置信度评估

- a) 根据以往建模经验判断模型仿真结果的可靠性;
- b) 将模型在多种软件上运行,对比仿真结果,判断可靠性;
- c) 将仿真模型进行实物投产,将测试结果、仿真结果与理论值进行对比分析。

图 A.1 模型设计文件示例 (续)

A.3 模型说明文件

模型说明文件如图 A.2 所示。

1 范围

1.1 标识

模型成果名称:天线模型

成果标识号:xxx

版本号:V1.0

所属专业:微波与天线技术

1.2 系统概述

本模型主要适用于民用雷达。

1.3 文档概述

本文档为天线模型的说明文档,描述了本模型的功能、接口、使用方法等。

2 引用文档

无。

3 模型说明

3.1 模型接口标识和接口图

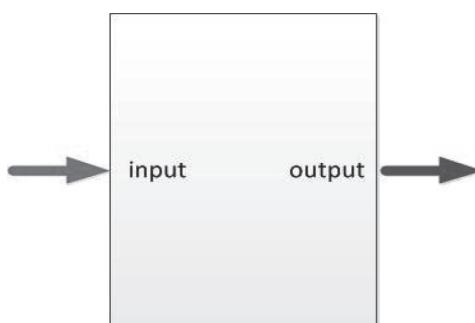


图 4 天线模块模型

其中 input 为高频电流的输入端口,包含了工作频率等信息, output 为电磁信号的输出端口,将信息定向传输。

图 A.2 模型说明文件示例

3.2 可执行软件

可直接在电磁仿真软件中打开该天线模型。

4 版本说明

4.1 发布的材料清单：

- a) 天线模型设计文件；
- b) 天线模型说明文件；
- c) 天线模型可执行程序；
- d) 天线模型源文件。

4.2 更改说明

无更改。

4.3 适应性数据

无。

4.4 安装说明

天线模型可在电磁仿真软件中打开。

4.5 可能的问题和已知的错误

无。

5 模型调用执行过程

无。

6 注释

无。

图 A.2 模型说明文件示例（续）