**雷达仿真器研制任务书**

**1. 引言**

1.1 **编写目的** 本文档旨在明确“雷达仿真器”软件的研制任务、功能性能要求、研制约束、交付成果及验收准则，作为项目立项、软件设计、开发、测试和验收的主要依据。

1.2 **项目背景** 为满足新型雷达系统算法验证、作战效能评估、操作人员训练以及与其他系统联调测试的需求，亟需开发一套功能全面、模型逼真、配置灵活的雷达仿真器软件。本仿真器将模拟典型雷达的工作过程、目标特性、环境影响及电子对抗等因素，为相关研究和应用提供有效的支撑平台。

1.3 **定义和缩略语** \* RCS: Radar Cross Section (雷达散射截面积) \* ECM: Electronic Countermeasures (电子对抗) \* ECCM: Electronic Counter-Countermeasures (反电子对抗) \* GUI: Graphical User Interface (图形用户界面) \* SAR: Synthetic Aperture Radar (合成孔径雷达) \* [其他专用术语]

1.4 **参考资料** \* 《GJB 438C 软件开发和文档编制》 \* 《GJB XXXX 雷达系统通用规范》 \* 《项目需求论证报告》 \* [相关雷达技术文献]

**2. 任务概述**

2.1 **研制目标** 研制一套模块化、可扩展的雷达仿真器软件，能够逼真模拟多种体制雷达在复杂电磁环境下的工作特性，支持雷达信号级、数据级仿真，并提供友好的交互界面和数据分析能力。

2.2 **项目需求来源** \* [上级单位下达的研制任务] \* [雷达系统设计部门的需求] \* [训练与评估部门的需求]

2.3 **主要研制内容** \* 雷达系统建模（天线、发射机、接收机、信号处理机） \* 目标特性建模（点目标、扩展目标、机动模型、RCS模型） \* 环境建模（地/海杂波、气象杂波、电磁干扰） \* 电子对抗与反抗建模（干扰样式、压制效果、抗干扰算法接口） \* 仿真场景生成与管理 \* 仿真过程控制与数据显示 \* 仿真结果记录、回放与分析 \* 外部系统接口开发

2.4 **预期用户和使用环境** \* 预期用户：雷达系统设计师、算法工程师、测试工程师、作战训练评估人员。 \* 使用环境：实验室环境，标准PC或工作站。

**3. 功能需求**

3.1 **仿真场景构建模块** 3.1.1 功能描述：允许用户通过GUI或脚本配置仿真场景，包括地理环境、雷达参数、目标参数、环境参数、干扰参数等。 3.1.2 输入：地图数据、雷达参数文件、目标模型库、干扰模型库。 3.1.3 处理：解析用户输入，生成统一的场景描述文件。 3.1.4 输出：场景描述文件，场景可视化预览。

3.2 **雷达系统仿真模块** 3.2.1 功能描述：模拟雷达天线扫描、波束形成、信号发射、目标回波接收、信号处理（如脉冲压缩、MTI/MTD、CFAR）等过程。 3.2.2 输入：场景描述文件、雷达工作参数。 3.2.3 处理：根据雷达方程和信号处理算法计算雷达输出。 3.2.4 输出：原始回波数据（I/Q数据）、检测数据、跟踪航迹数据。

3.3 **目标与环境模型模块** 3.3.1 功能描述：模拟目标的运动轨迹、姿态变化、RCS起伏特性；模拟地/海杂波、气象杂波的统计特性和对雷达信号的影响。 3.3.2 输入：目标类型、运动参数、RCS模型，环境参数（地貌、海况、气象条件）。 3.3.3 处理：动态计算目标回波特性和环境杂波特性。 3.3.4 输出：目标回波信号分量，杂波信号分量。

3.4 **电子对抗与反抗模块** 3.4.1 功能描述：模拟多种主动和被动干扰样式（如噪声调频、距离欺骗、速度欺骗等），并提供接口供用户集成和验证ECCM算法。 3.4.2 输入：干扰类型、干扰参数、干扰机部署。 3.4.3 处理：计算干扰信号对雷达接收机的影响。 3.4.4 输出：干扰信号分量。

3.5 **仿真控制与显示模块** 3.5.1 功能描述：提供仿真开始、暂停、继续、停止、单步运行等控制功能；实时显示雷达PPI/Aスコープ、目标航迹、关键参数等。 3.5.2 输入：用户控制指令。 3.5.3 处理：调度仿真引擎，更新显示界面。 3.5.4 输出：仿真状态信息，可视化显示。

3.6 **数据记录与分析模块** 3.6.1 功能描述：记录仿真过程中的关键数据（场景配置、雷达参数、目标状态、雷达输出等）；支持仿真结果的回放和数据分析（如统计分析、性能评估）。 3.6.2 输入：仿真过程中产生的数据。 3.6.3 处理：数据存储、检索、回放、统计计算。 3.6.4 输出：数据记录文件，分析报告，图表。

**4. 性能需求**

4.1 **数据精度要求** \* 关键模型参数（如RCS、杂波功率谱）仿真精度与理论模型误差不大于 [X %]。 \* 信号级仿真幅度精度优于 [Y dB]，相位精度优于 [Z 度]。

4.2 **时间特性要求** \* 典型场景下（如目标[N1]个，干扰[N2]部），仿真步进时间不大于 [T1]毫秒。 \* GUI响应时间不大于 [T2]秒。 \* 支持[F] Hz的最高仿真循环频率。

4.3 **适应性要求** \* 软件采用模块化设计，支持雷达模型、目标模型、环境模型的方便扩展和替换。 \* 支持在不同配置的硬件平台上运行。

4.4 **容量/负载要求** \* 支持同时模拟不少于 [M1]批空中目标，[M2]批地面/海面目标。 \* 支持不少于 [M3]种雷达工作模式的仿真。 \* 数据记录容量满足连续 [H]小时仿真数据存储。

4.5 **其他性能要求** \* 支持分布式仿真，允许部分计算密集型模块部署在不同计算节点。

**5. 接口需求**

5.1 **用户接口** \* 提供图形用户界面（GUI），支持参数配置、场景编辑、仿真控制、结果显示等功能。 \* 提供脚本接口，支持批量仿真和自动化测试。

5.2 **硬件接口** \* 支持通过标准接口（如以太网、反射内存）与外部硬件设备（如雷达信号处理样机、显控台）进行数据交互。

5.3 **软件接口** \* 提供清晰的API，允许与其他仿真软件（如战场环境仿真软件）或分析工具（如MATLAB）进行集成。

5.4 **通信接口** \* 支持TCP/IP、UDP等标准网络协议，用于分布式仿真或与外部系统通信。

5.5 **外部系统接口** \* 预留与指挥控制系统、电子战评估系统等外部系统的数据接口。

**6. 数据需求**

6.1 **数据类型和格式** \* 场景配置文件：XML或JSON格式。 \* 仿真结果数据：二进制格式或CSV格式。 \* 模型参数库：数据库或特定格式文件。

6.2 **数据存储要求** \* 仿真结果数据应包含时间戳和必要的元数据。 \* 支持数据压缩存储。

6.3 **数据管理要求** \* 提供对模型库、场景库、结果数据库的增删改查管理功能。

6.4 **数据备份与恢复要求** \* 关键配置数据和仿真结果数据应支持定期备份和手动恢复。

**7. 运行环境要求**

7.1 **硬件平台要求** \* CPU: Intel Core i7/i9 或同等性能 AMD 处理器，主频不低于 [X.X] GHz。 \* 内存: 不少于 [YY] GB。 \* 硬盘: 不少于 [ZZZ] GB 可用空间，建议使用SSD。 \* 显卡: 支持OpenGL [A.B] 或 DirectX [C] 的独立显卡。 \* 网络: 千兆以太网卡。

7.2 **软件平台要求** \* 操作系统: Windows 10/11 64位专业版或更高版本，或特定版本的Linux（如Ubuntu LTS）。 \* 编程语言：C++ / Python。 \* [可能需要的数据库软件，如SQLite、MySQL] \* [可能需要的第三方库，如Qt、OSG]

7.3 **网络环境要求** \* 对于分布式仿真，要求网络带宽不低于 [B] Mbps，延迟不高于 [L] ms。

**8. 可靠性、安全性、保密性、维修性和测试性要求**

8.1 **可靠性要求** \* 平均故障间隔时间 (MTBF) 不少于 [N] 小时。 \* 软件在长时间（如连续运行[T]小时）稳定运行。

8.2 **安全性要求** \* 具备用户权限管理机制，防止未经授权的访问和操作。 \* 关键数据传输和存储应考虑加密措施。

8.3 **保密性要求** \* 软件的开发、使用和数据管理严格遵守国家和军队的保密规定。 \* 涉密信息不得在非涉密环境中处理。

8.4 **维修性要求** \* 提供详细的错误日志和诊断信息。 \* 模块化设计，便于故障定位和模块替换。 \* 提供清晰的开发文档和维护手册。

8.5 **测试性要求** \* 关键模块提供单元测试接口。 \* 支持自动化测试脚本的执行。 \* 功能测试覆盖率不低于 [P %]。

**9. 研制约束和条件**

9.1 **技术约束** \* 优先采用成熟、可靠的技术方案。 \* 部分核心算法需通过[某权威机构]的验证。

9.2 **进度约束** \* [YYYY年MM月DD日]: 完成需求分析和概要设计。 \* [YYYY年MM月DD日]: 完成详细设计和编码。 \* [YYYY年MM月DD日]: 完成单元测试和集成测试。 \* [YYYY年MM月DD日]: 完成系统测试和初步验收。 \* [YYYY年MM月DD日]: 提交最终交付物。

9.3 **经费约束** \* 项目总经费不超过 [金额] 万元。

9.4 **标准和规范** \* 必须遵循 GJB 438C《软件开发和文档编制》。 \* 建议遵循 GJB 5000A《军用软件能力成熟度模型》。 \* [其他相关国家军用标准或行业标准]。

9.5 **其他约束** \* 部分模型参数需从指定来源获取。 \* 研制过程中需定期向[上级单位/甲方]汇报进展。

**10. 交付成果**

10.1 **软件产品** \* 雷达仿真器可执行程序及运行所需的全部组件。 \* 雷达仿真器完整源代码及编译说明。 \* 模型库、典型场景示例。

10.2 **文档 (符合GJB 438C要求)** \* 软件研制任务书 (本文档) \* 软件需求规格说明书 \* 软件设计说明书 (概要设计和详细设计) \* 软件测试计划 \* 软件测试说明 (单元、集成、系统) \* 软件测试报告 \* 用户手册 \* 维护手册 \* 软件版本说明

10.3 **其他交付物** \* 培训材料 \* [根据合同约定的其他内容]

**11. 验收准则**

11.1 **功能验收准则** \* 所有在“3. 功能需求”中定义的功能均已实现，并通过测试用例验证。 \* 用户界面友好，操作便捷，符合用户操作习惯。

11.2 **性能验收准则** \* 所有在“4. 性能需求”中定义的指标均已达到，并通过性能测试验证。 \* 软件在最大负载和典型环境下能稳定运行。

11.3 **文档验收准则** \* 所有在“10.2 文档”中列出的文档齐全、规范、内容准确，符合GJB 438C要求。

11.4 **其他验收准则** \* 软件安装部署过程简便。 \* 培训效果达到预期。 \* 满足保密性要求。

**12. 研制单位及人员要求 (可选)**

12.1 **承制单位资质要求** \* 具备[相关军工资质，如二级保密单位等]。 \* 具备类似复杂仿真软件系统的研制经验。

12.2 **主要研制人员要求** \* 项目负责人具有[X]年以上相关领域项目管理经验。 \* 核心技术人员具有[Y]年以上雷达系统或仿真软件开发经验。

**13. 风险评估 (可选)**

13.1 **技术风险** \* 核心算法模型精度不足：[应对措施，如加强理论研究，邀请专家评审]。 \* 系统集成难度大：[应对措施，如制定详细接口规范，早期开展集成测试]。

13.2 **管理风险** \* 需求变更频繁：[应对措施，如建立严格的需求变更控制流程]。 \* 进度延期：[应对措施，如加强进度监控，合理分配资源]。

13.3 **资源风险** \* 关键技术人员流失：[应对措施，如建立备份机制，加强团队建设]。

**14. 附录 (可选)** \* [相关图表] \* [术语详细解释]