

中华人民共和国国家军用标准

FL 0101

GJB 8113-2013

武器装备研制系统工程通用要求

General requirements of systems engineering for
weapon and equipment development

2013-07-10 发布

2013-10-01 实施

中国人民解放军总装备部 批准

前 言

本标准的附录 A 是资料性附录。

本标准由中国人民解放军总装备部电子信息基础部提出。

本标准起草单位：总装备部电子信息基础部标准化研究中心、中国航天科工集团公司第二研究院、二炮装备研究院武器系统论证研究所、总参第六十一研究所、空军装备研究院装备总体论证研究所、中国兵器科学研究院、海军驻上海地区舰艇设计研究军事代表室。

本标准主要起草人：曾相戈、金玉华、吴 涛、王成海、黄文韵、武昊鹏、吴 宏、吕 鹃、褚恒之。

武器装备研制系统工程通用要求

1 范围

本标准规定了武器装备研制系统工程的技术过程和技术管理过程要求。

本标准适用于武器装备研制。武器装备配套产品研制可参照使用。

2 引用文件

下列文件中的有关条款通过引用而成为本标准的条款。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标准，但提倡使用本标准的各方探讨使用其最新版本的可能性。凡不注日期或版次的引用文件，其最新版本适用于本标准。

- GJB 368 装备维修性工作通用要求
- GJB 450 装备可靠性工作通用要求
- GJB 900 装备系统安全性工作通用要求
- GJB 1181 军用装备包装、装卸、贮存和运输通用大纲
- GJB 1364 装备费用—效能分析
- GJB 2116 武器装备研制项目工作分解结构
- GJB 2547 装备测试性工作通用要求
- GJB 2737 武器装备系统接口控制要求
- GJB 2742 工作说明编写要求
- GJB 2786 军用软件开发通用要求
- GJB 3206 技术状态管理
- GJB 3207 军事装备和设施的人机工程要求
- GJB 3273 研制阶段技术审查
- GJB 3363 生产性分析
- GJB 3872 装备综合保障通用要求
- GJB 4239 装备环境工程通用要求
- GJB 7688 装备技术成熟度等级划分及定义
- GJB 7689 装备技术成熟度评价程序
- GJB/Z 17 军用装备电磁兼容性管理指南
- GJB/Z 114 新产品标准化大纲编制指南
- GJB/Z 171 武器装备研制项目风险管理指南

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

系统工程 systems engineering

逐步发展并验证含装备、人和过程且满足用户需求的全寿命周期综合平衡解决方案的跨学科方法。是涉及设计、制造、试验、培训、使用、保障、退役处理等相关内容的技术活动综合机制，由技术过程和技术管理过程构成。

4 技术过程

4.1 概述

系统工程的技术过程有需求分析、技术要求分析、体系结构设计、单元实施、产品集成、验证、移交、确认。技术过程在武器装备研制中的应用参见附录 A。

4.2 需求分析

4.2.1 需求分析概述

应对订购方(或潜在订购方)的需求开展分析,识别武器装备在规定的使用环境内应具备的作战能力(或功能,下同)。需求分析过程包括以下步骤:

- a) 获知需求;
- b) 定义需求;
- c) 分析及维护需求。

4.2.2 获知需求

与武器装备订购方和业务相关部门沟通武器装备的研制需求。

4.2.3 定义需求

定义需求的主要任务包括:

- a) 定义武器装备解决方案的约束条件。
- b) 定义一组具有代表性的活动序列或任务剖面,用于识别武器装备的作战任务和使用过程。在定义时,应考虑武器装备的使用构想和综合保障设想。
- c) 详细说明武器装备的主要功能、作战使用性能和使用质量需求。
- d) 识别武器装备与使用人员之间的相互作用,明确武器装备的使用环境和条件,以及对使用人员的定性定量要求。

4.2.4 分析及维护需求

分析及维护需求的主要任务包括:

- a) 分析全部需求;
- b) 沟通和协调发现的问题,例如需求不可实现或不切实际;
- c) 向订购方反馈需求分析结果,确立双方认可的需求范围和内容表述;
- d) 维护需求内容及其更改记录,记录形式应适用于武器装备寿命周期内的需求管理,确保可追溯到订购方需求来源。

4.2.5 需求分析的输出

需求分析过程的输出内容主要有:

- a) 包含使用构想、主要功能、作战使用性能、使用质量需求和综合保障设想等的武器装备概念;
- b) 费用、进度和技术等方面的约束条件说明;
- c) 正式成文且经确认的需求定义;
- d) 需求追溯记录;
- e) 需求实现的确认准则。

4.3 技术要求分析

4.3.1 技术要求分析概述

需求分析之后应开展技术要求分析,将武器装备研制需求转化为武器装备的功能、性能和接口要求。技术要求分析过程包括以下步骤:

- a) 定义武器装备的技术要求;
- b) 分析及维护技术要求。

4.3.2 定义武器装备的技术要求

定义武器装备技术要求的主要任务包括:

- a) 定义武器装备的功能及功能边界;
- b) 定义武器装备的研制约束条件,包括源自订购方需求或解决方案自身不可避免的限制条件;

- c) 定义武器装备技术参数及其量值，以及武器装备质量衡量指标；
- d) 详细说明武器装备研制需考虑的因素，内容范围见第 6 章。

4.3.3 分析及维护技术要求

分析及维护技术要求的主要任务包括：

- a) 分析武器装备技术要求的完整性，确保每一项(对、组)要求可量化、可实施、可验证、可追溯以及必要惟一、清晰全面、协调统一；
- b) 向订购方反馈分析结果，确保技术要求的定义充分体现订购方需求；
- c) 记录订购方需求与技术要求分析结果的可追溯性；
- d) 在武器装备寿命周期里，维护技术要求内容及其论证、决策和更改的记录。

4.3.4 技术要求分析的输出

技术要求分析过程的输出内容主要有：

- a) 武器装备功能、性能、接口和特殊考虑因素等的技术要求说明；
- b) 影响武器装备体系结构设计和产品实现的约束条件说明；
- c) 武器装备技术要求和订购方需求的追溯记录；
- d) 规定武器装备技术要求及其验证准则的正式文件，例如系统规范。

4.4 体系结构设计

4.4.1 体系结构设计概述

应根据需求分析、技术要求分析的结果，开展体系结构设计，经多方案设计、权衡择优，最终形成满足技术要求并可接受的体系结构技术数据包。技术数据包内容的详尽程度和表现形式，取决于体系结构设计过程所处的武器装备寿命周期阶段和产品层次结构。体系结构设计过程包括以下步骤：

- a) 定义武器装备的体系结构；
- b) 分析并评价体系结构；
- c) 生成并维护体系结构技术数据包。

4.4.2 定义武器装备的体系结构

定义武器装备体系结构的主要任务包括：

- a) 定义适当的逻辑体系结构，识别并详细说明功能逻辑顺序和功能单元交互作用，并通过与武器装备技术要求的追溯核对，确保体系结构的逻辑描述全面、协调一致；
- b) 借助逻辑体系结构的设计模型，分解、分配技术要求分析过程中识别出的武器装备功能，并派生出必需的技术要求；
- c) 定义武器装备内部之间、武器装备与外部系统之间的接口，包括人与系统、人与人的接口；
- d) 按优选的逻辑体系结构设计方案、派生的技术要求以及未分配的武器装备技术要求，识别可承担任务的体系结构组成单元(或技术状态项，下同)，形成实体体系结构。

4.4.3 分析并评价体系结构

分析并评价武器装备体系结构的主要任务包括：

- a) 分析体系结构设计方案并确定每个组成单元的设计准则，包括功能特性、基本的实体特性和订购方关注的其他特殊要求，并分析确定关键技术的研究内容和技术途径。
- b) 分析确定分配给武器装备使用人员的要求，例如对人员能力的限制要求。
- c) 考虑费用、进度和技术风险，分析确定满足设计准则的组成单元是否采用现成货架产品、沿用已定型(或鉴定)产品或新设计产品，并确定自制或外协产品的范围。
- d) 通过建模仿真、必要试验或多目标权衡分析，评价候选的体系结构设计方案，确定优选结果。建模仿真应尽可能体现真实性和完整性，建模仿真结果能与技术要求分析过程中定义的技术要求，以及在需求分析过程中定义的性能、费用、进度、风险进行对照。

4.4.4 生成并维护体系结构技术数据包

生成并维护体系结构技术数据包的主要任务包括：

- a) 生成优选的武器装备体系结构(主要是实体体系结构)，详细说明组成单元的功能、性能、活动、接口及不可避免的约束条件，表现形式包括图样、图表、清单、规范等；
- b) 记录体系结构设计过程信息(含逻辑体系结构和实体体系结构)，例如功能分配条件、设计决定结论、试验信息等；
- c) 维护体系结构设计结果及其更改记录，并保持体系结构设计结果与武器装备技术要求之间的相互一致性，确定现行有效。

4.4.5 体系结构设计的输出

体系结构设计的输出内容主要有：

- a) 包含接口要求的武器装备体系结构说明，例如体系结构视图及其方案论证报告；
- b) 组成单元实施、验证和确认所需的技术定义，例如研制规范；
- c) 组成单元技术要求向上层和向下层的双向可追溯证明；
- d) 武器装备及其组成单元的集成准则。

4.5 单元实施

4.5.1 单元实施概述

完成体系结构设计后，开展体系结构组成单元的实施。实施过程包括以下步骤：

- a) 完成单元设计；
- b) 完成单元实现。

4.5.2 完成单元设计

完成单元设计的主要任务包括：

- a) 识别和分析组成单元的设计和实现约束条件，例如可用技术、可用工艺和可用材料的限制。对于沿用已定型(或鉴定)产品的，应识别使用环境的差异。
- b) 提出组成单元的设计原型和实现方案，并分析确定优选结果。
- c) 明确并落实单元实现所需程序、工具和设备，制定单元实现所需文件。

4.5.3 完成单元实现

完成单元实现的主要任务包括：

- a) 获取所需原材料、工具和设备；
- b) 必要时，获取合格配套产品；
- c) 根据所定义的单元实现程序和条件，开展组成单元的实现；
- d) 检验检查，例如质量检验、环境检查、安全检查；
- e) 分析、记录及报告单元实现信息，包括单元实现活动结果、不符合项及其纠正活动等；
- f) 根据供应合同(或协议)，对产品进行适宜包装、存储或运送。

4.5.4 单元实施的输出

单元实施过程的输出内容主要有：

- a) 组成单元成套文件，包括图样、产品规范、工艺规范、材料规范等设计、工艺和检验文件，培训手册、维修手册、使用说明等使用保障文件，质量合格证明文件等；
- b) 组成单元的合格产品；
- c) 单元实现新工具和新设备；
- d) 单元实现过程记录信息；
- e) 对改进设计的反馈。

4.6 产品集成

4.6.1 产品集成概述

对完成产品实现和验证的组成单元，应集成为武器装备体系结构中更高层次的单元。经自下而上逐

级集成和验证，最终形成与体系结构设计相一致的武器装备。产品集成过程包括以下步骤：

- a) 制定集成计划；
- b) 完成产品集成。

4.6.2 制定集成计划

制定集成计划的主要任务包括：

- a) 考虑集成的时间、费用和风险最小化，定义产品集成的顺序、策略，以及所需的资源和条件；
- b) 识别产品集成策略对改进设计的反馈，例如作业可达性需求、中间组合件的接口要求等；
- c) 明确并落实产品集成所需的程序、工具和设备，制定产品集成所需文件。

4.6.3 完成产品集成

完成产品集成的主要任务包括：

- a) 建立产品集成条件并获取产品集成所必需的辅料；
- b) 按进度安排，接收或领取待集成的组成单元产品；
- c) 按检验验收条件，验证、确认组成单元产品；
- d) 利用规定的产品集成工具、设备和设施，按集成程序和适用的接口控制文件，对组成单元进行集成；
- e) 检验检查，例如质量检验、环境检查、安全检查；
- f) 分析、记录及报告产品集成信息，包括产品集成活动结果、不符合项及其纠正活动等；
- g) 编写适当的产品使用保障文件。

4.6.4 产品集成的输出

产品集成过程的输出内容主要有：

- a) 产品集成计划(含集成策略)；
- b) 产品集成所需成套文件、新工具和新设备；
- c) 集成完毕，准备按体系结构设计结果进行验证的产品；
- d) 产品集成过程记录信息；
- e) 适当的产品使用保障文件；
- f) 对改进设计的反馈。

4.7 验证

4.7.1 验证概述

应对武器装备及其体系结构组成单元进行验证，确定其是否满足技术要求。单元实现和产品集成完毕后均应开展验证。验证的方式包括演示、检查(或检验)、分析、试验(或检测)等。验证过程包括以下步骤：

- a) 制定验证计划；
- b) 完成验证。

4.7.2 制定验证计划

制定验证计划的主要任务包括：

- a) 定义被验证对象的寿命周期验证策略；
- b) 根据被验证对象的需求和技术要求，考虑被验证对象技术状态的变更安排，定义验证计划；
- c) 识别并沟通设计结果对验证开展的潜在约束条件，例如精度限制、不确定性限制、可重复性限制等。

4.7.3 完成验证

完成验证的主要任务包括：

- a) 确保证验所需的程序、工具、设备、设施和使用人员等符合要求并准备就绪；
- b) 开展验证；

- c) 获取可用的验证数据;
- d) 分析、记录及报告验证信息, 包括验证活动结果、不符合项及其纠正活动等。

4.7.4 验证的输出

验证过程的输出内容主要有:

- a) 验证计划(含验证策略);
- b) 验证报告(含不符合项纠正活动的信息);
- c) 对改进设计的反馈。

4.8 移交

4.8.1 移交概述

移交过程适用于武器装备体系结构组成单元向更高层次单元集成的转移, 以及武器装备从验证向用户确认的转移(包括武器装备直接部署使用)。移交过程包括以下步骤:

- a) 制定移交计划;
- b) 完成移交。

4.8.2 制定移交计划

制定移交计划的主要任务包括:

- a) 定义移交策略, 包括使用人员培训、综合保障、运送方式、问题解决方法等;
- b) 根据产品安装要求, 配合订购方准备使用场地。

4.8.3 完成移交

完成移交的主要任务包括:

- a) 按时按地点运送待安装的产品;
- b) 在使用位置安放产品, 并按产品使用说明, 与外部环境进行连接;
- c) 演示产品的恰当安装;
- d) 激活产品, 例如通电、加注燃料、怠速运转等, 使产品处于待用状态;
- e) 演示产品功能, 核武器除外;
- f) 演示产品的综合保障, 证明产品功能的可持续性;
- g) 分析、记录并报告移交信息, 包括移交活动结果、不符合项及其纠正活动等。

4.8.4 移交的输出

移交过程的输出内容主要有:

- a) 移交计划(含移交策略);
- b) 安装在使用位置且具备规定功能的产品;
- c) 移交和安装状态的记录信息;
- d) 不符合项纠正活动的记录信息;
- e) 确保产品持续可用的综合保障系统。

4.9 确认

4.9.1 确认概述

由订购方对移交的武器装备进行作战能力确认, 判定需求是否实现。确认过程可适用于武器装备体系结构组成单元。确认的方式包括需求核查, 在使用构想条件下的模型、样机评估, 部队试验试用或作战试验等。确认过程包括以下步骤:

- a) 制定确认计划;
- b) 完成确认。

4.9.2 制定确认计划

制定确认计划的主要任务包括:

- a) 考虑使用环境和需求, 定义武器装备作战能力的确认策略;

- b) 编制确认计划。

4.9.3 完成确认

完成确认的主要任务包括：

- a) 确保确认所需的使用人员、基础条件已准备就绪；
- b) 开展确认，演示与需求一致的作战能力；
- c) 获取可用的确认数据；
- d) 根据规定或协议，隔离或单独处理产生不符合项的武器装备体系结构组成单元；
- e) 分析、记录及报告确认信息，包括确认活动结果、故障、暴露的设计问题等。

4.9.4 确认的输出

确认过程的输出内容主要有：

- a) 确认计划(含确认策略)；
- b) 确认报告(含不符合项纠正活动的的数据信息)；
- c) 对改进设计或武器装备升级的反馈。

5 技术管理过程

5.1 概述

系统工程的技术管理过程有研制策划、需求管理、技术状态管理、接口管理、技术数据管理、技术风险管理、研制成效评估、决策分析。应结合承制方的基础设施、人力资源、质量管理体系，确定技术管理过程的具体活动。

5.2 研制策划

应制定武器装备研制计划，明确系统工程过程的具体活动和工作分解。工作分解结构要求具体见 GJB 2116，任务说明要求具体见 GJB 2742。

5.3 需求管理

应在武器装备研制全过程实施需求管理，建立需求和技术要求的追溯系统，记录、跟踪技术要求的分解分配和变更，以及维护需求与技术要求的双向追溯。

5.4 技术状态管理

应在武器装备研制全过程实施技术状态管理，具体要求见 GJB 3206。

5.5 接口管理

应明确武器装备各组成单元之间的接口定义，以及武器装备与其他有互连、互通、互操作要求的系统的接口定义，确保接口定义完整并符合相关规定。具体要求见 GJB 2737。

5.6 技术数据管理

针对武器装备研制过程中生成的和使用的技术数据，应明确其采集、访问、分析处理和发布使用等的程序和要求。

5.7 技术风险管理

应制定并实施技术风险管理计划。技术风险管理宜纳入武器装备研制项目风险管理的整体统筹考虑，具体工作要求见 GJB/Z 171。

5.8 研制成效评估

应在武器装备研制全过程开展技术审查，具体要求见 GJB 3273。技术审查的安排应纳入武器装备研制计划。针对武器装备的关键技术参数，宜进行持续地监测和分析预测。对于武器装备的关键技术和关键制造工艺，应开展成熟度评价，明确其应用于武器装备研制项目的准备就绪程度。对于关键技术的成熟度评价，其具体工作要求见 GJB 7688 和 GJB 7689。

5.9 决策分析

在择优选择方案时，应开展决策分析，例如系统分析、费用—效能分析、权衡优化研究等。决策

分析贯穿于武器装备研制各环节、各领域的方案优化和选定。对于费用-效能分析，其具体工作要求见 GJB 1364。

6 武器装备研制考虑因素

在武器装备研制中，除了考虑武器装备的专用特性之外，还应考虑武器装备的通用特性和特殊要求。在需求分析过程应说明相关需求；在技术要求分析过程应识别、分析、分解和分配下列适用的武器装备通用特性和特殊要求：

- a) 可靠性要求。具体工作要求见 GJB 450。
- b) 维修性要求。具体工作要求见 GJB 368。
- c) 安全性要求。具体工作要求见 GJB 900。
- d) 测试性要求。具体工作要求见 GJB 2547。
- e) 保障性要求。具体工作要求见 GJB 3872。
- f) 环境适应性要求。具体工作要求见 GJB 4239。对腐蚀防护有特殊要求的，应明确相应设计要求。
- g) 兼容性要求。电磁兼容性具体工作要求见 GJB/Z 17。对电磁频谱有特殊要求的，应明确相应设计要求。
- h) 人机工程要求。具体工作要求见 GJB 3207。
- i) 互连、互通、互操作要求和信息安全要求，以及军用软件工程化开发要求。软件开发具体工作要求见 GJB 2786。
- j) 生存力要求。
- k) 伪装、隐蔽(隐身)要求。
- l) 电子防御、抗干扰要求。
- m) 机动性要求。
- n) 标准化要求。标准化大纲的编制要求见 GJB/Z 114。
- o) 生产性要求。具体工作要求见 GJB 3363。对价值工程有特殊要求的，应明确相应设计要求。
- p) 包装、装卸、贮存和运输的要求。具体工作要求见 GJB 1181。
- q) 经济可承受性要求。
- r) 其他方面的要求，例如退役处理、非军事化应用、人员健康与环境保护、核生化防护、系统开放性与可升级扩展性设计、货架民品采用、国产化、军用电子元器件与军用材料采购等。

附录 A
(资料性附录)
系统工程过程的应用

A.1 系统工程技术过程在产品研制中的循环应用

系统工程技术过程在产品研制中循环应用，见图 A.1。系统工程技术过程表明了产品研制的逻辑顺序。由于产品复杂性和研制不确定性，技术过程呈现多次循环迭代。第一组循环是需求分析、技术要求分析和体系结构设计。武器装备研制采取自顶向下的设计方式，按产品结构层次，逐级向下开展设计。在设计过程中，反复开展需求分析、技术要求分析和体系结构设计，确保上下层设计协调一致、前后设计逐渐优化。第一组循环结束的标志是确立技术状态项(CI)及其要求，支持后一步的 CI 产品实现。CI 产品实现通过单元实施和产品集成过程完成。单元实施的方式包括采购、制造或软件编程等。第二组循环是产品集成、验证、移交。武器装备研制采取自底向上的集成和验证方式，按产品结构层次，逐级向上集成和验证。第二组循环结束的标志是武器装备完成集成和必要试验验证，具备开展定型基地试验、部队试验试用或作战试验的条件。第三组循环是需求分析到验证，反复迭代，形成多轮优化设计以及样机制造、试验验证。

系统工程技术过程与技术审查、技术状态基线建立有对应关系。需求分析过程结束时开展系统要求审查(SRR)，形成初步的功能基线；技术要求分析过程结束时开展系统功能审查(SFR)，形成功能基线；体系结构设计结束时开展初步设计审查(PDR)，形成分配基线。验证过程和确认过程结束之后，经物理技术状态审核(或实体技术状态审核)，最终形成产品基线。

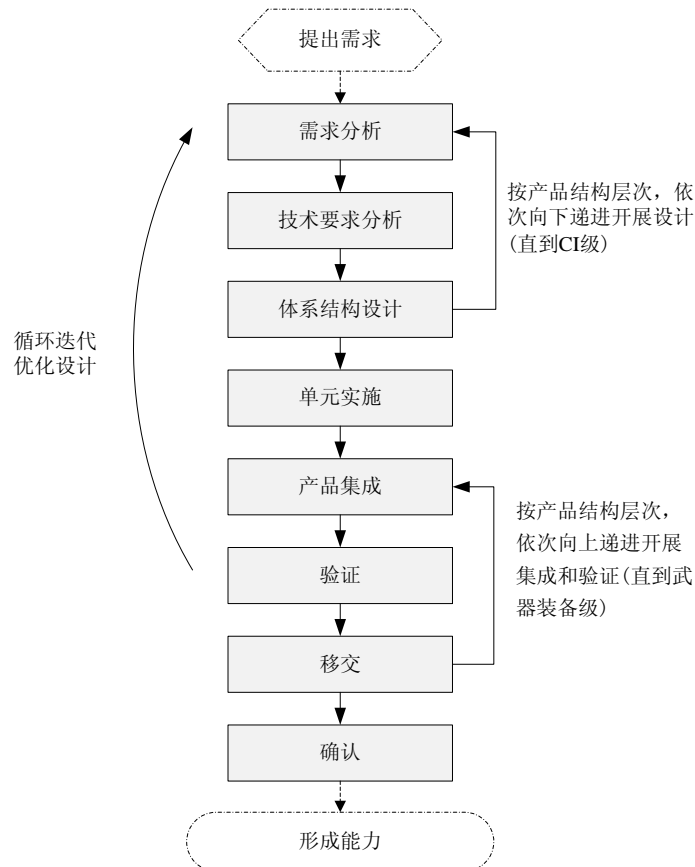


图 A.1 系统工程技术过程的循环应用示意

A.2 系统工程过程在武器装备全寿命周期的循环应用

系统工程过程在一般产品研制项目周期阶段的应用见图 A.2。系统工程过程模型的主体内容称为“V模型”。“V模型”左侧说明逐级分解和定义，右侧说明逐级集成和验证。系统工程技术过程在产品研制中循环迭代，技术管理过程贯穿于产品研制项目全寿命周期。

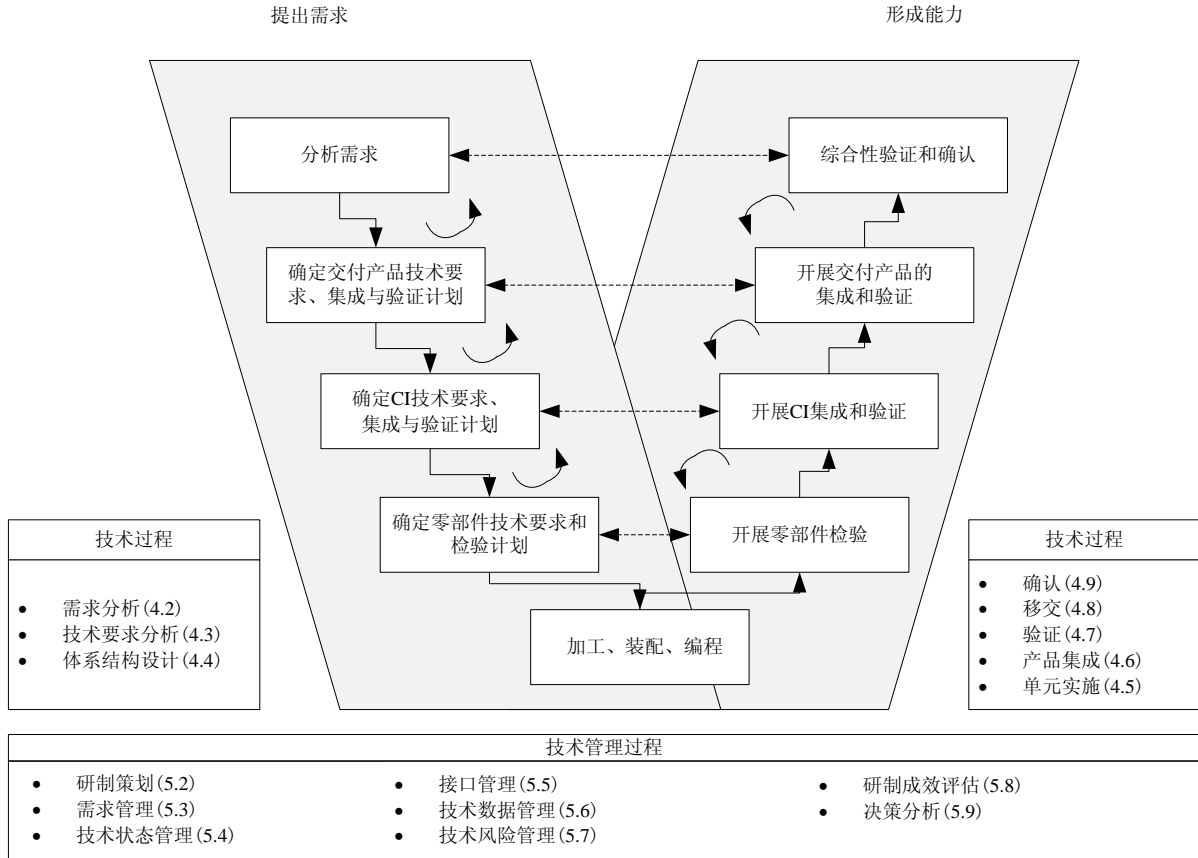


图 A.2 系统工程过程模型

常规武器装备研制一般在方案阶段开展模型机或原理样机的研制与试验，工程研制阶段开展初样机和正样机(或试样机)的研制与试验，且在设计定型阶段开展定型试验。每次样机研制与试验遵循系统工程过程模型。批量生产、使用保障阶段的武器装备升级改进，亦同样遵循系统工程过程模型。由此，系统工程过程在武器装备全寿命周期内可以有多个循环应用，见图 A.3。

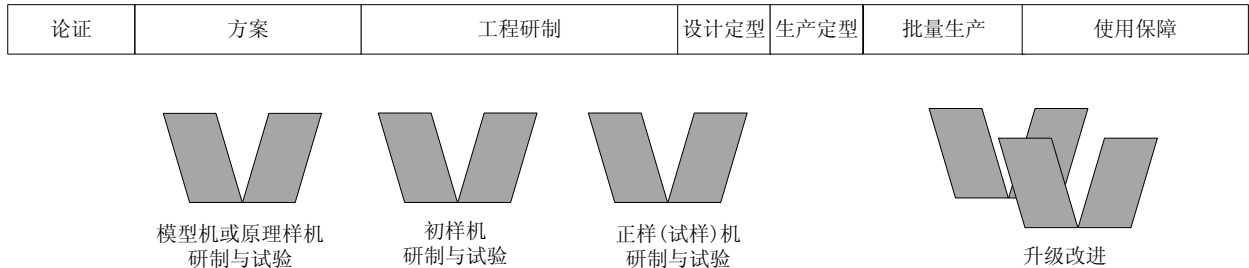


图 A.3 系统工程过程在武器装备全寿命周期内的循环应用示意

中 华 人 民 共 和 国
国家军用标准
武器装备研制系统工程通用要求
GJB 8113—2013

*

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 1 字数 28 千字
2013 年 10 月第 1 版 2013 年 10 月第 1 次印刷
印数 1—1500

*

军标出字第 9345 号 定价 15.00 元