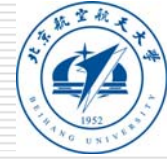


可靠性要求制定

Reliability Requirement Definition

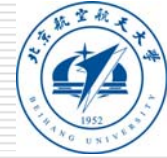


北京航空航天大学工程系统工程系



- 可靠性要求概念
- 可靠性定性要求
- 可靠性定量要求
- 可靠性定量要求制定
- 可靠性定性要求制定

可靠性要求



□ 可靠性要求

产品使用方向承制方(或生产方)从可靠性角度提出的研制目标。

■ 进行可靠性设计、分析、制造、试验和验收的依据。

■ 只有在透彻地了解这些要求后,才能将可靠性正确地设计、生产到产品中去,并按要求有计划地实施有关的组织、监督、控制及验证工作。



可靠性要求

□ 可靠性要求分类

■ 定性要求

□ 用一种非量化的形式来设计、评价和保证产品的可靠性。

■ 定量要求

□ 规定产品的可靠性参数、指标和相应的验证方法。

□ 用定量方法进行设计分析，进行可靠性验证，从而保证产品的可靠性。





可靠性定性要求

□ 可靠性定性要求概念

用一种非量化的形式来设计、评价和保证产品的可靠性。

- 在定量化设计分析缺乏大量数据支持的情况下，提出定性设计分析要求并加以实现则更为重要。

□ 可靠性定性要求分类

- 定性设计要求



- 定性分析要求



可靠性定性设计要求

□ 定性设计要求概念

定性设计要求一般是在产品研制过程中要求采取的可靠性设计措施，以保证与提高产品可靠性。

- 这些要求都是概要性的设计措施，在具体实施时，需要根据产品的实际情况而细化。

□ 主要的定性设计要求示例

- 制定和贯彻可靠性设计准则
- 简化设计
- 余度设计
- 降额设计
- 制定和实施元器件大纲



可靠性设计准则

□ 可靠性设计准则含义

在研制过程中尽可能充分挖掘研制单位已有的工程经验，把设计人员多年积累的设计经验与教训加以总结提高，形成可靠性设计标准和指令性文件。

- 指导工程设计人员如何把产品的可靠性设计到产品中去。
- 用可靠性设计准则逐条审查设计的符合性，完成设计准则符合性报告，供设计评审时使用。



可靠性设计准则

□ 可靠性设计准则作用

- 可靠性设计准则是进行可靠性定性设计的重要依据。
- 贯彻可靠性设计准则可以提高产品的固有可靠性。
- 可靠性设计准则是把可靠性设计和性能设计有机结合的有效方法。
- 可靠性设计准则是一个单位产品设计经验的总结与升华。



可靠性设计准则

□ 主要内容

■ 概述

- 说明产品名称、型号、功能和配套关系；产品合同规定的可靠性定性、定量要求等。

■ 目的

- 说明编制可靠性设计准则的目的。

■ 适用范围

- 应说明编制的可靠性设计准则适用于何产品或何系列产品。



可靠性设计准则

□ 主要内容

■ 依据

□ 应说明编制可靠性设计准则的主要依据。

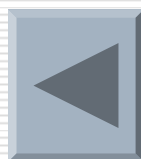
■ 合同规定的可靠性定性、定量要求；

■ 合同规定引用的有关规范、标准、手册等提出的可靠性设计准则；

■ 同类型产品的可靠性设计经验以及可供参考的通用可靠性设计准则。

■ 详细设计准则

□ 将产品的可靠性设计准则以“XX可靠性设计准则”条款形式输出。





可靠性定性分析要求

□ 定性分析要求

- 定性分析要求一般是在产品研制过程中要求采取的可靠性分析工作，以保证与提高产品可靠性。
- 这些可靠性分析工作需要在产品研制的各个阶段根据产品的实际情况和分析方法的特点，具体组织实施。



可靠性定性分析要求

- 定性分析要求主要项目
 - 功能危险分析(FHA)
 - 故障模式和影响分析(FMEA)
 - 故障树分析(FTA)
 - 区域安全性分析(ZSA)





可靠性定量要求

□ 可靠性定量要求概念

- 确定产品的可靠性参数、指标以及验证时机和验证方法，以便在设计、生产、试验验证、使用过程中用量化方法评价或验证装备的可靠性水平。
- 可靠性参数要反映战备完好性，任务成功性，维修人力费用及保障资源费用等四个方面的要求。

□ MTBF

□ MFHBF

□ MCSP



可靠性定量要求

□ 可靠性定量要求分类

■ 基本可靠性要求

- 基本可靠性反映了产品对维修人力费用和后勤保障资源的需求。
- 确定基本可靠性指标时应统计产品的所有寿命单位和所有的故障。

■ 任务可靠性要求

- 任务可靠性是产品在规定的任务剖面中完成规定功能的能力。
- 确定任务可靠性指标时仅考虑在任务期间那些影响任务完成的故障(即致命性故障)。



常用可靠性参数举例

□ 平均故障间隔时间MTBF

- 在规定的条件下和规定的时间内，产品的寿命单位总数与故障总次数之比。

□ 任务可靠度MR

- 产品在规定的任务剖面内完成规定功能的概率。

□ 工作寿命

- 产品从开始工作到报废为止的全部工作时间。



常用可靠性参数举例

□ 首次翻修期限

- 在规定条件下，产品从交付（或开始使用）到首次经基地或工厂大修（或翻修）的工作时间和（或）日历持续时间。

□ 贮存期限

- 即储存寿命，指产品在规定的条件下储存时，仍能满足规定质量要求的时间长度。



卫星可靠性参数举例

□ 任务可靠度

- 卫星从发射准备到在轨工作到规定时间或回收的成功概率。发射准备指卫星进入发射阵地到运载火箭点火前这段时间。

□ 在轨测试交付可靠度

- 卫星发射入轨道或定点后，在交付使用之前对其功能（例如通信或遥感能力等）进行在轨测试的成功概率。



卫星可靠性参数举例

- 在轨工作可靠度
 - 卫星在轨工作期间的成功概率。
- 在轨工作寿命
 - 卫星在轨工作时间。也称为在轨服务寿命、在轨任务时间。
- 返回型卫星返回可靠度



卫星可靠性参数举例

- 平均任务持续时间 (MMD)
 - 综合反映卫星在轨工作可靠性和在轨工作寿命的一个参数。
- 单点失效概率
 - 卫星上单点失效项目在轨工作寿命终期的失效概率。
- 贮存寿命
- 贮存期测试周期
- 贮存可靠性



可靠性定量要求参数类别

□ 参数类别

■ 使用参数

□ 使用可靠性参数及指标反映了系统及其保障因素在计划的使用和保障环境中的可靠性要求，它是从最终用户的角度来评价产品的可靠性水平。

■ MFHBF、MCSP、MTBM

■ 合同参数

□ 合同可靠性参数及指标反映了合同中使用的易于考核度量的可靠性要求，它更多的是从承制方的角度来评价产品的可靠性水平。

■ MTBF、MTBCF



可靠性指标

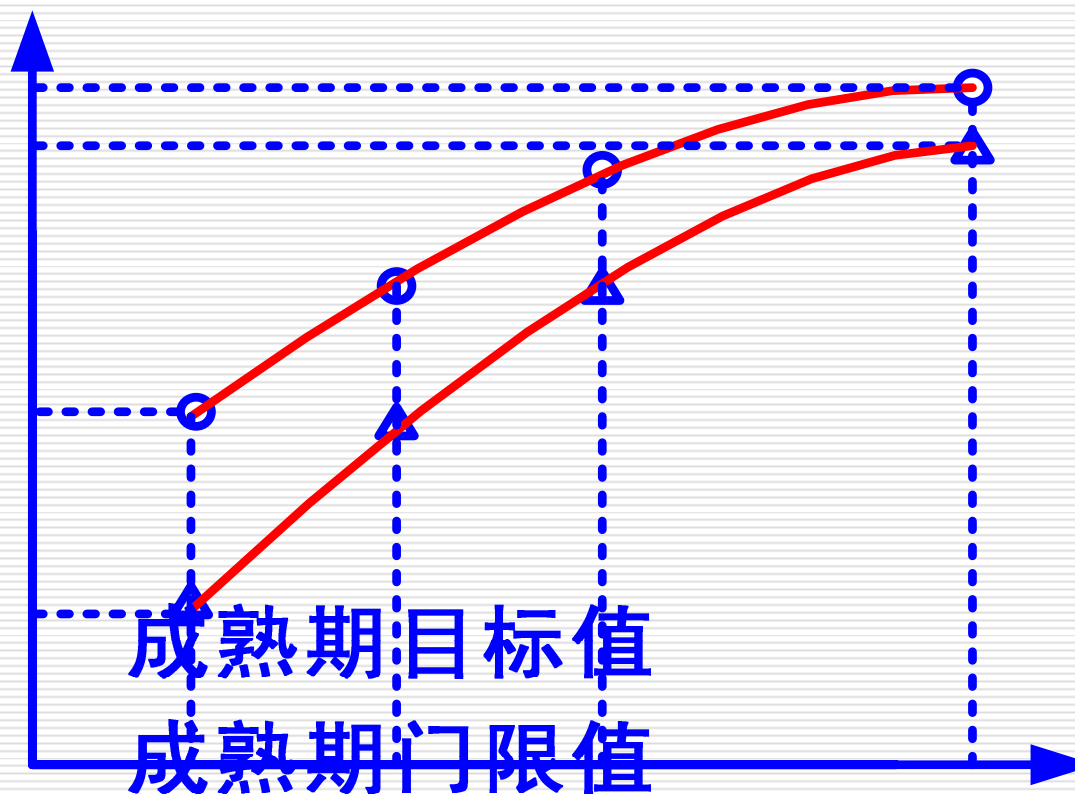
□ 可靠性指标含义

- 可靠性指标是可靠性参数要求的量值。如 $MTBF=1000H$ 即为可靠性指标。
- 与使用、合同参数相对应，可靠性指标分为可靠性使用指标和可靠性合同指标。



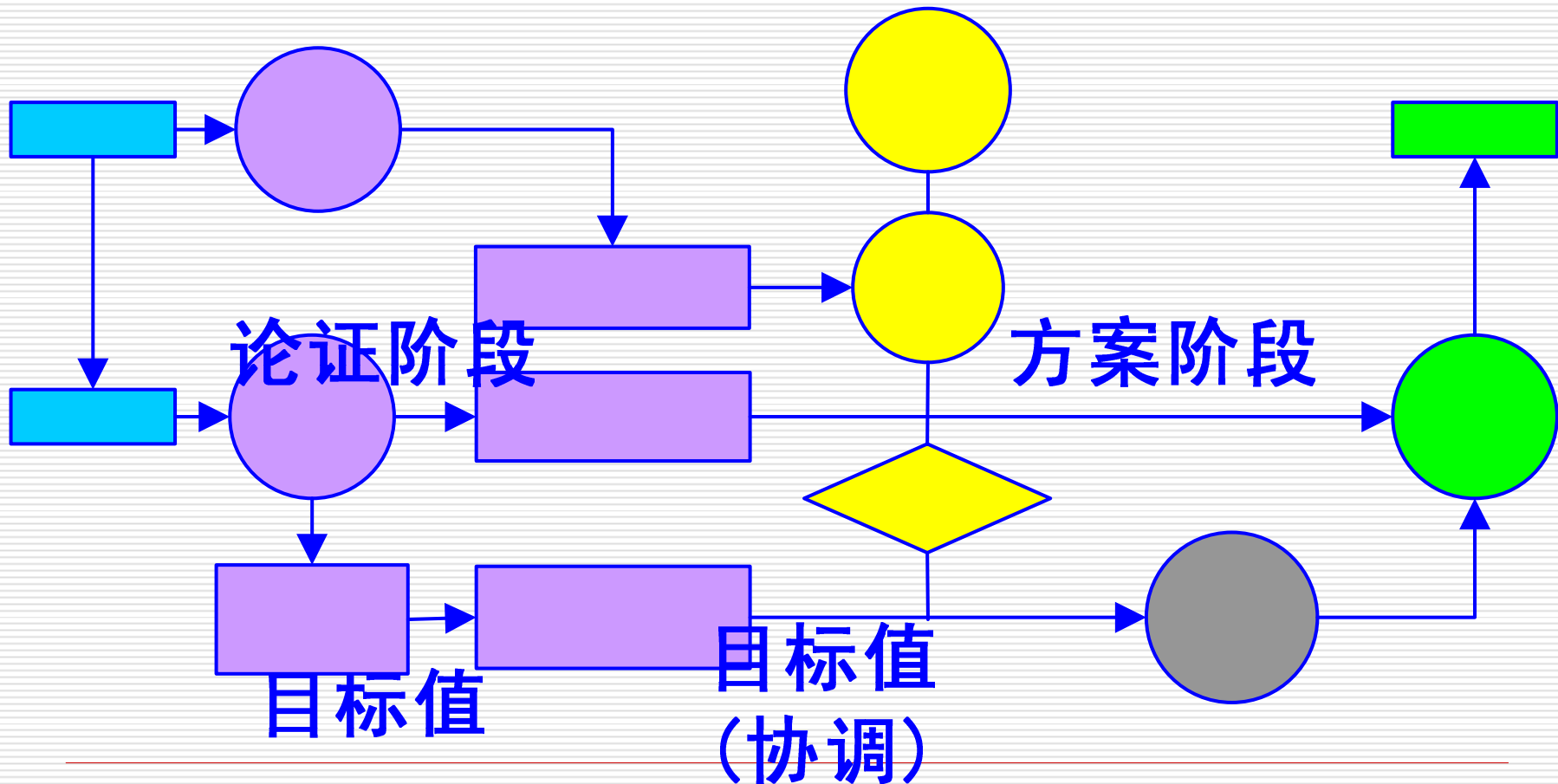
可靠性定量要求特性

□ 目标值、门限值、规定值、最低可接受值





可靠性参数值时序图





可靠性参数值时序图

□ 论证阶段

- 由使用方根据装备的使用需求和可能，经过论证提出装备的“目标值”，并依据此确定“门限值”，一般是针对使用参数的。

□ 方案阶段

- 由使用方与承制方协调，确定最终的“目标值”和“门限值”，并确定研制结束时的门限值——“研制结束门限值”。
- 将其转化为合同参数对应的“规定值”、“最低可接受值”及“研制结束最低可接受值”。



可靠性参数值时序图

□ 工程研制阶段

- 进行可靠性分配确定装备各层次产品的设计目标——“设计值”(即与装备成熟期的“目标值”对应的“规定值”，而非研制结束时的最低可接受值)，经过可靠性设计分析及可靠性增长，实现设计目标。

□ 设计定型

- 经过验证获得“验证值”，用以验证是否达到研制结束时的最低可接受值。

□ 使用阶段

- 经过验证获得此阶段的“验证值”，用以验证装备可靠性是否达到使用方要求的“目标值”，最低不能低于“门限值”。





可靠性定量要求制定

□ 概念

- 可靠性定量要求的制定，即是对定量描述产品可靠性参数的选择及其指标的确定。
- 不同的装备类型或在不同环境条件下使用的装备，描述产品可靠性定量要求的可靠性参数与指标是有所不同的，应根据具体装备的实际情况而定。
- GJB1909中详细规定了各类武器装备可靠性参数选择与指标确定的要求。



可靠性定量要求制定

□ GJB1909

- GJB1909.1-94 《装备可靠性维修性参数选择和指标确定要求总则》
- GJB1909.2-94 《装备可靠性维修性参数选择和指标确定要求 导弹武器系统和运载火箭》
- GJB1909.3-94 《装备可靠性维修性参数选择和指标确定要求 核战斗部》
- GJB1909.4-94 《装备可靠性维修性参数选择和指标确定要求 卫星》
- GJB1909.5-94 《装备可靠性维修性参数选择和指标确定要求 军用飞机》



可靠性定量要求制定

□ GJB1909

- GJB1909.6-94 《装备可靠性维修性参数选择和指标确定要求 舰船》
- GJB1909.7-94 《装备可靠性维修性参数选择和指标确定要求 装甲车辆和军用汽车》
- GJB1909.8-94 《装备可靠性维修性参数选择和指标确定要求 火炮》
- GJB1909.9-94 《装备可靠性维修性参数选择和指标确定要求 弹药》



可靠性定量要求制定

□ 参数选择依据

■ 装备类型

□ 坦克选择平均故障间隔里程(MMBF)

□ 飞机可选用平均故障间隔飞行小时(MFHBF)

□ 设备则选取平均故障间隔时间(MTBF)

■ 装备使用要求

□ 战时或平时、一次性使用或重复使用

■ 一次性使用的产品(如导弹)可选成功率



可靠性定量要求制定

□ 参数选择依据

■ 预期的维修方案

□ 即对维修和约束条件的考虑，包括维修级别、维修工作要求、维修资源要求。

■ 装备可靠性的验证方法

□ 厂内试验验证一般选合同参数。

□ 外场使用验证则选用使用参数。



可靠性定量要求制定

□ 参数选择要求

- 可靠性使用参数的选择应反映战备完好性、任务成功性、维修人力费用和保障资源费用等四个方面的要求。
- 应根据装备的类型，选择合适的参数。
- 可靠性合同参数应根据使用参数确定。
- 使用参数一般不应直接用于合同中，但如果参数的所有限定条件明确，也可用于合同中。



可靠性定量要求制定

□ 指标确定的依据

■ 应根据**需要与可能**，经综合权衡后确定指标。

□ 所谓“需要”是指：考虑使用方的需求、装备的重要程度。

□ 所谓“可能”是指：考虑国内外类似装备实际达到的可靠性水平，当前研制中所采取的技术对可靠性的影响，国内的技术基础和生产水平以及研制装备的费用、进度、预期的使用和保障等约束条件。



可靠性定量要求制定

□ 指标确定的要求

- 可靠性指标应根据装备的类型在论证时提出目标值和门限值。
- 在制订合同和研制任务书时提出规定值和最低可接受值，也可以只出门限值和最低可接受值。
- 对于相互关联的可靠性参数，所确定的指标应相互协调。
- 可靠性指标与维修性、安全性、保障性等有关指标也应相互协调。
- 装备中系统或设备的可靠性指标也可单独提出，但必须与装备总体的指标相协调。
- 合同指标根据使用指标转换确定。



可靠性定量要求制定

指标确定的要求

同时还应明确

- 寿命剖面
- 任务剖面
- 故障判别准则
- 维修方案
- 验证方法
- 在何时或在何阶段应达到
- 其它假设和约束条件



可靠性定量要求制定

□ 可靠性参数指标制定的程序

■ 战术技术指标论证阶段

- 对研制装备进行使用需求分析
- 对相似现役装备的可靠性状况分析
- 初步确定新装备的寿命剖面、任务剖面及使用保障等方面的约束条件
- 经综合权衡后，选择可靠性使用参数，提出成熟期的使用指标
- 评审
- 纳入战技要求文件



可靠性定量要求制定

□ 可靠性参数指标制定的程序

■ 方案论证及确认阶段

- 根据使用指标，进行可靠性方案设计与分析
- 根据成熟期的使用指标，确定工程研制、生产阶段的使用指标，并将它们转换为合同指标
- 评审
- 纳入研制任务书或合同中
- 根据装备可靠性指标分配结果，确定转承制产品的合同指标



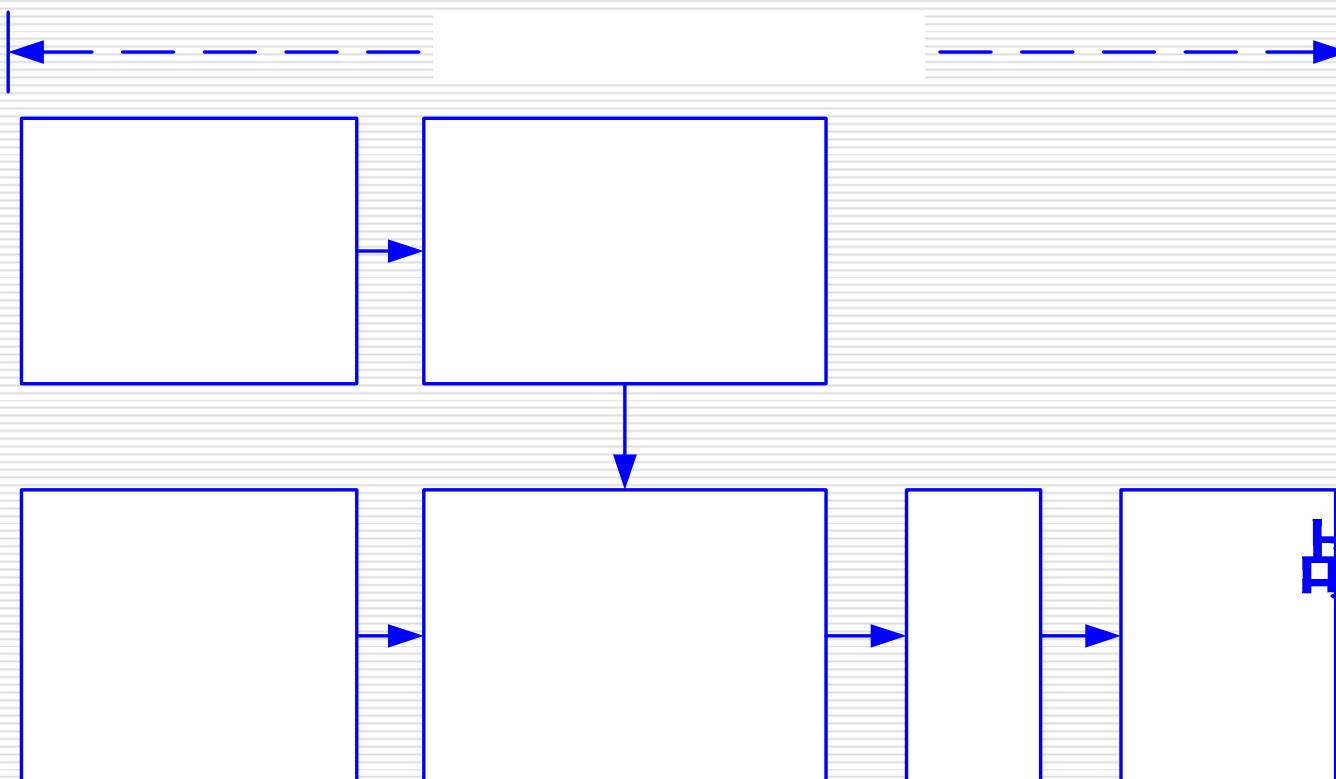
可靠性定量要求制定

- 可靠性参数指标制定的程序
 - 工程研制阶段(含设计定型)
 - 使用、维修、保障方案变动时，修订可靠性指标
 - 严格履行有关审批手续



可靠性定量要求制定

□ 定量要求制定的流程



战术技术指标

初步确定新装备

寿命剖面、任

务剖面及使用保障

面的约束条件

研制装备

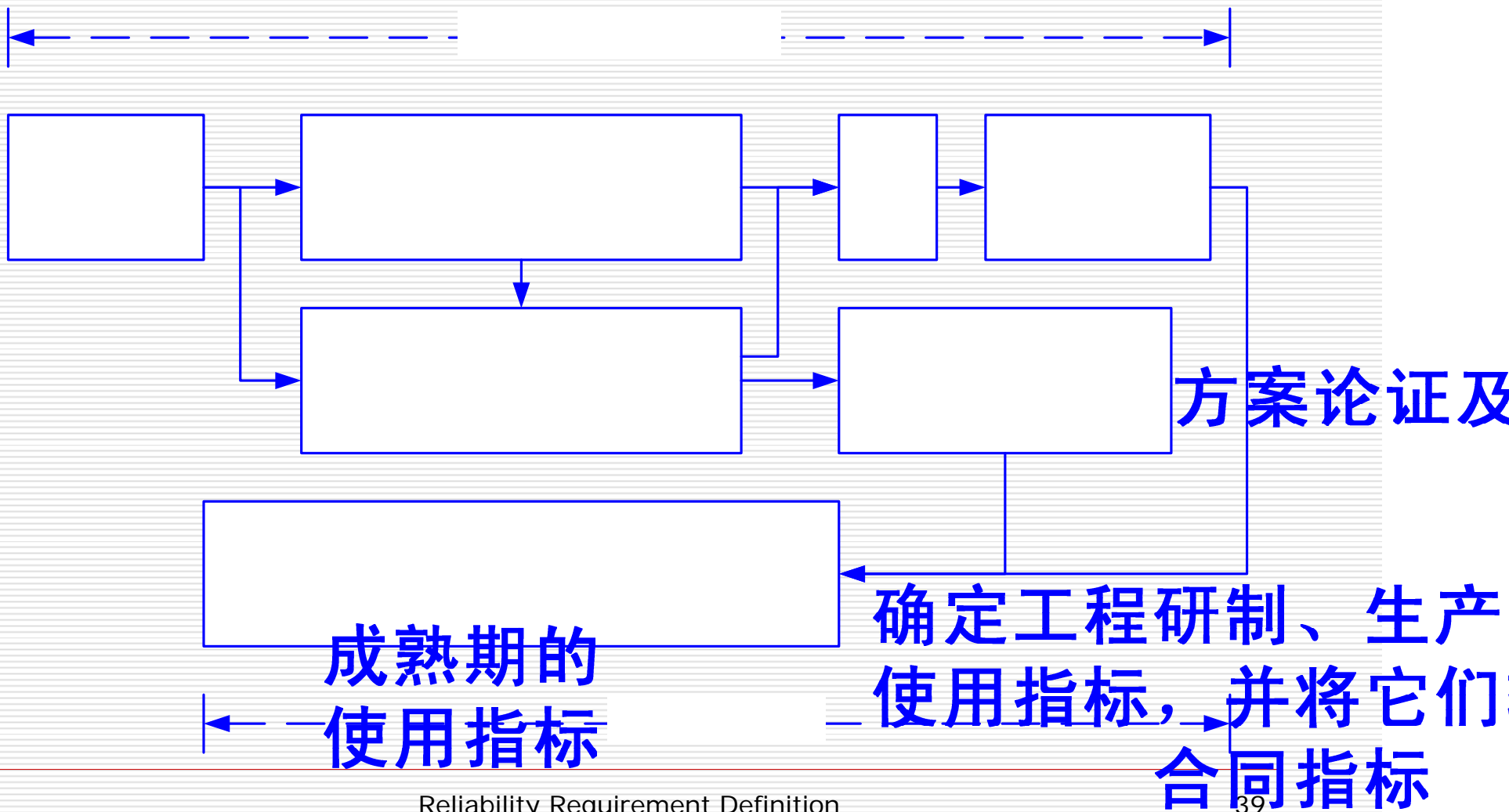
使用需求分析

Reliability Requirement Definition



可靠性定量要求制定

□ 定量要求制定的流程





可靠性定量要求制定

□ 确定指标时应明确的问题

■ 产品的寿命剖面

- 描述产品从制造到退役(或报废)这段时间内所经历的事件和环境。

■ 产品的任务剖面

- 描述产品在执行任务过程中所经历的事件和环境。



可靠性定量要求制定

□ 确定指标时应明确的问题

■ 故障判据

□ 应根据装备的类型及其任务要求，提出各层次产品的故障判据。

□ 对容许降级使用的要求做出规定。

■ 何时或何阶段应达到某一规定的指标

□ 由于可靠性指标具有“阶段性”的特点，因此在确定指标时应加以说明；



可靠性定量要求制定

□ 确定指标时应明确的问题

■ 验证时机与验证方法

□ 应根据阶段性的指标确定验证时机，并根据装备的类别、产品的层次、重要程度、经费、进度等条件明确验证方法。

■ 维修、保障条件及人员素质

□ 它们是影响产品使用可靠性指标的重要因素。

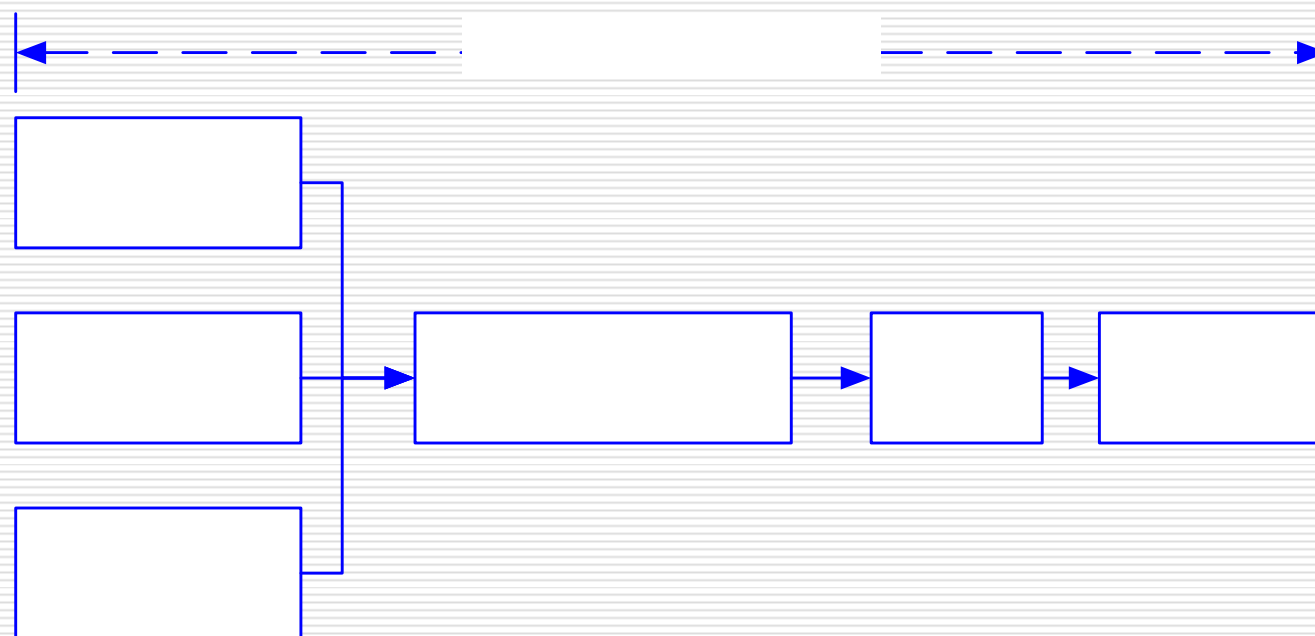
■ 其他假设和约束条件





可靠性定性要求制定

□ 可靠性定性要求制定程序



战术技术指标

装备

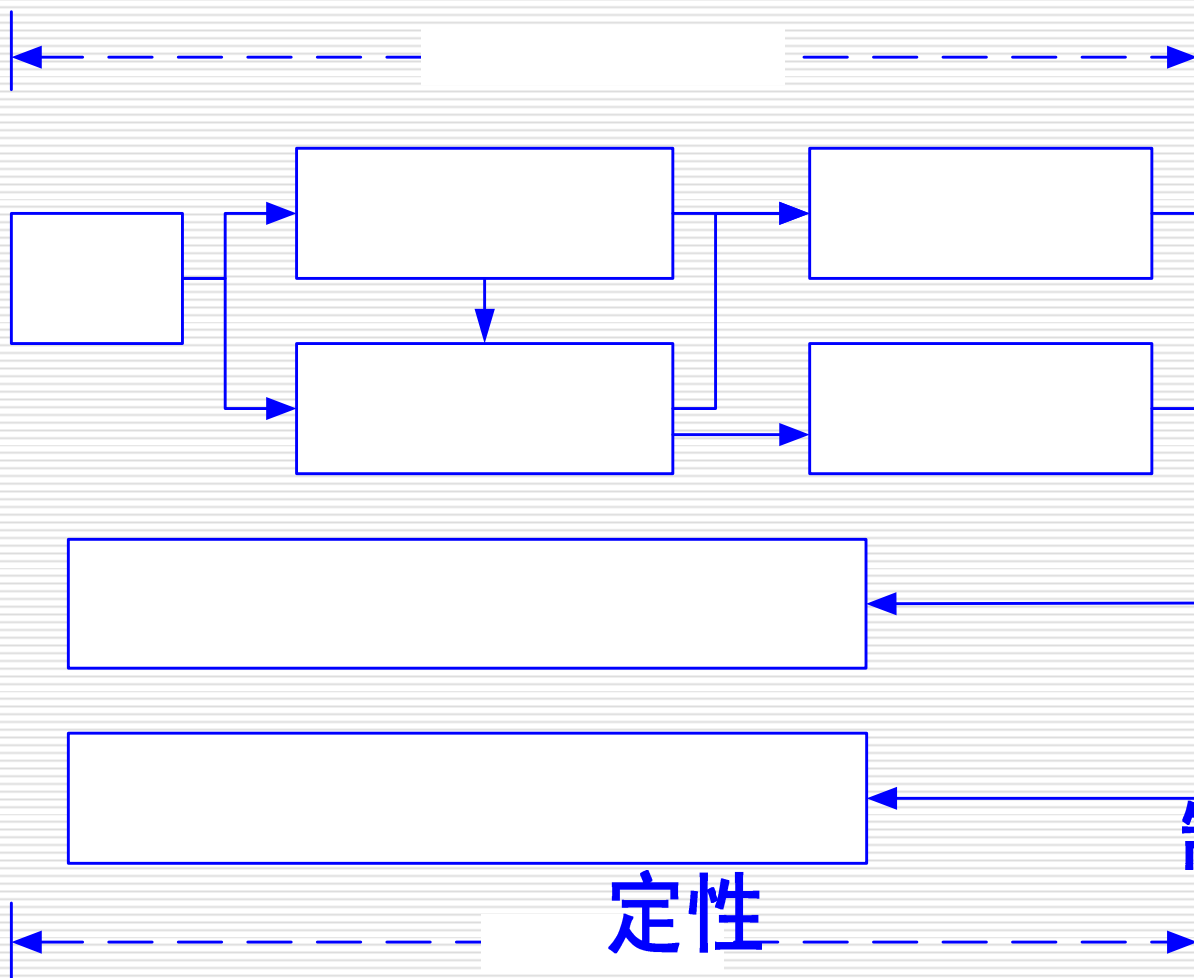
使用需求分析

Reliability Requirement Definition



可靠性定性要求制定

□ 可靠性定性要求制定程序



方案论证及

制定可靠性计划

定性
要求



可靠性定性要求制定

□ 可靠性定性要求制定程序

- 可靠性定性要求一般在战术技术指标论证和方案论证两个阶段制定，根据产品使用需求及经费、进度的实际情况由使用方提出产品研制中应开展的可靠性设计与分析工作要求。
- 在方案论证和工程研制阶段，由承制方制定具体细致的可靠性定性要求。
- 在产品研制各阶段组织实施。



谢谢

