



中华人民共和国国家军用标准

FL 0102

GJB 3363—98

生产性分析

Producibility analysis

1998—07—27 发布

1999—01—01 实施

中华人民共和国国家军用标准

生产性分析

Producibility analysis

GJB 3363—98

1 范围

1.1 主题内容

本标准规定了武器装备研制过程中生产性分析的基本要求。

1.2 适用范围

本标准适用于武器装备研制的生产性分析。

2 引用文件

本章无条文。

3 定义

3.1 生产性 producibility

设计和生产规划若干特征或要素的综合,它能使设计的产品在符合质量和性能要求的前提下,按规定的产量,经过一系列权衡,以尽可能少的费用和最短的时间制造出来。

3.2 生产性分析 producibility analysis

在满足性能和生产率要求的前提下,对备选的设计、材料、工艺和制造技术方案进行比较,以确定最经济地生产该产品用的制造工艺和材料。

3.3 关键材料 strategic and critical materials

武器装备项目所必需的、国内在质量或数量方面无法满足需求的、国外供应又具有潜在风险的材料,它应被列入国家国防储备物资计划。

4 一般要求

4.1 生产性分析的目的

生产性分析的目的是保证武器装备研制过程中,承制方不仅能设计出具有良好生产性的产品,而且会形成适用于生产该产品的工艺和工装,使产品达到最佳的经济效果,以便降低产品成本,缩短研制周期,提高产品质量,节约原材料,提高劳动生产率,改善操作人员的工作条件。

4.2 生产性分析的目标

在武器装备研制过程中,通过对多种结构、工艺、材料方案的比较,权衡及量化分析,在满足产品性能的前提下力图使 4.2.1 条诸因素达到最大(高)程度,同时使 4.2.2 条诸因素达到

总装备部 1998—07—27 发布

1999—01—01 实施

最小(低)程度。

4.2.1 应达到最大(高)程度的因素

- a. 设计简化;
- b. 使用经济的材料;
- c. 使用经济的制造技术;
- d. 材料和结构件的标准化;
- e. 投产前设计合理性程度;
- f. 工艺方法的可重复性;
- g. 产品的可检查性;
- h. 允许使用的材料和工艺方法。

4.2.2 应达到最小(低)程度的因素

- a. 采购时间;
- b. 切屑、碎片和浪费;
- c. 使用关键材料;
- d. 能源消耗;
- e. 专门的生产试验;
- f. 专门的试验系统;
- g. 关键工艺的使用;
- h. 污染;
- i. 生产人员的技艺水平;
- j. 单件成本;
- k. 生产中的设计更改;
- l. 受限制使用的产品和工艺;
- m. 使用未取得生产权的专利产品;
- n. 没有备选方案的单一材料和单一工艺。

4.3 生产性分析准则

承制方应依据设计特征建立一个可操作的生产性分析准则,形成文件,并随研制工作进展而不断更新,该准则应包括下列内容:

- a. 承制方现有的和规划中的生产条件对产品设计的限制;
- b. 互换性措施;
- c. 材料选择限制;
- d. 备选方案的选择原则和程序;
- e. 工装(含专用工装)选择原则;
- f. 新的或独特的工艺;
- g. 装配顺序和便于装配程度;
- h. 制造与试验软件;
- i. 试验和检验仪器方案;

- j. 规定生产率下所使用的工作方法;
- k. 生产量和生产率;
- l. 成本;
- m. 进度。

4.4 生产性分析的主要内容

生产性分析主要考虑以下内容:

- a. 产品结构、系统设计合理, 装配可达性好、连接方便、设计补偿充分、适于批量生产要求;
- b. 图样尺寸齐全、协调, 制造精度选择合理、经济;
- c. 互换性良好;
- d. 同类型零、组件尺寸、规格、形状满足标准化、系列化、组合化(模块化)要求;
- e. 产品结构继承性好;
- f. 电子产品调试细则和仪器的合理性;
- g. 承制方现有设备的加工能力与产品匹配;
- h. 新结构、新材料、新工艺选用与承制方技术水平相适应。

4.5 需进行生产性分析的技术资料

在武器装备研制过程中, 应对下列技术资料进行生产性分析:

- a. 技术规范, 包括系统规范、研制规范、产品规范、工艺规范、材料规范等;
- b. 图样, 包括整机及零、部、组件结构图、安装图、随机工具图、地面设备图及各类工装图等;
- c. 各类工艺文件资料;
- d. 各类技术资料的更改文件;
- e. 论证、设计、制造、试验等方面与生产性有关的其它技术文件。

5 详细要求

5.1 生产性对产品设计的要求

在满足产品性能要求的前提下, 产品设计应考虑下列诸方面对产品生产性的影响。

5.1.1 设计简化

- a. 应力求使产品设计简单化、产品的几何形状尽可能简单, 加工要求合理, 尽可能做到在通用设备上能够加工、检验;
- b. 尽量减少产品的品种规格, 提高产品标准化、系列化、组合化(模块化)水平;
- c. 提高产品的继承性, 尽量利用已批生产产品的零、部件;
- d. 在可能的条件下优先选用无切削或少切削的加工工艺, 如精锻, 精铸, 粉末冶金, 冷挤压等;
- e. 采用有利于降低装配费用的设计, 如减少装配件中的零件数量或把一个零件的功能合并到另一个构件中去等;
- f. 尽量采用设计制造一体化技术。

5.1.2 材料选择

- a. 材料选择除依据其物理的、机械的和化学性能外,还应考虑材料的成形性,切削性及连接性,以及热处理、表面处理等因素;
- b. 材料应有稳定的、充足的供应,避免或控制使用关键材料;
- c. 尽量选用标准材料品种和规格;
- d. 设计上应规定代用材料;
- e. 优先选用低成本材料。

5.1.3 设计灵活性

在产品研制过程中,设计师应与材料工程师、制造工程师紧密合作,以便使该项设计能够提供尽可能多的备选材料和备选工艺方法,以期获得良好的生产性。

5.1.4 公差要求

- a. 应按产品的结构特点,承制厂现有的和规划中的生产条件,规定合理的制造公差;
- b. 公差确定应与所选材料和加工工艺相符。

5.1.5 技术数据的准确性

图样、技术规范所提供的数据应是有效的、准确的、清晰的、协调的、解释唯一的。

5.2 生产性对生产规划要素的要求

承制方在制定生产规划时,应考虑到下列要素对产品生产性的影响。

5.2.1 生产率和产量

- a. 生产率和产量对产品生产性有重大影响,准确地确定生产率和产量是进行产品生产性分析的前提;
- b. 应考虑到制造该产品所采用的生产方法(如高速率生产,低速率生产),设计的产品必须在构形、尺寸、公差、材料诸方面与所采用生产方法相符。

5.2.2 专用工艺装备

应按产品性能、结构特点、工艺方法、生产量和生产方法、质量保证及成本因素选择工装的品种和数量,尽量减少专用工装品种和数量。

5.2.3 设备

- a. 通用和专用设备的品种、规格、数量、加工能力、排列方式;
- b. 需外协的设备。

5.2.4 人力资源

各类专业人员的数量、素质、从事产品生产的经验、专业培训状况等。

5.2.5 材料供应状况

材料的交付期能否与生产计划的要求相吻合。

5.3 生产性分析的有用技术

5.3.1 成本估算

将工作任务分解为若干作业,计算每一作业所需工时及产品原材料消耗,估算产品生产成本。

5.3.2 网络技术

构造网络图,确定每项作业的进度日程,寻找关键路线,实现时间、资源的优化配置。

5.3.3 公差分析

分析产品公差,寻找不降低产品质量而又能减少产品成本的合理加工精度。

5.3.4 盈亏分析

通过确定各种工艺方法下产品成本与产量关系,求得盈亏平衡点,确定经济的工艺过程。

5.3.5 价值工程

通过选择产品、功能分析、信息收集、备选方案开发、备选方案成本分析、试验与验证等有组织的活动,以最低的总成本实现必要的功能。

5.3.6 模拟技术

按建立的模型及编制的程序,在计算机上模拟零件加工、试验及网络运行。

5.4 武器装备研制过程的生产性分析

生产性分析工作应贯穿于武器装备研制工作的全过程,每个阶段的分析重点不同,这种分析应是由粗到细不断深化反复迭代的过程。在各研制阶段技术审查中,应提供产品设计的生产性分析资料,包括承制方取得良好生产性的措施,准备采用的生产方法、制造工艺与技术设备、材料等。各阶段的生产性分析考虑的主要内容如下。

5.4.1 论证阶段

本阶段生产性分析工作是进行初期的生产性评估,应利用过去的生产经验及规划中的生产条件,进行生产可行性分析及生产能力评估。

5.4.2 方案阶段

本阶段生产性分析包括但不限于下列方面。

5.4.2.1 材料

- a. 设计所需材料(包括备选材料)供应情况;
- b. 材料标准化程度;
- c. 材料交付周期。

5.4.2.2 制造方法

- a. 规划中的制造技术研究项目可否实现;
- b. 生产可行性风险分析完成状况;
- c. 关键工艺验证计划的确切性;
- d. 工装验证计划的确切性;
- e. 试验设备验证计划的确切性;
- f. 规划中的制造工艺是否可行。

5.4.2.3 设计过程

- a. 结构件和材料标准化程度;
- b. 新结构、新材料、新工艺应用状况;
- c. 关键结构设计合理性证明程度;
- d. 生产性权衡研究成果在设计中的反映情况;
- e. 关键材料类型和数量状况;

- f. 制造和装配限制情况;
- g. 利用现存的和新的工艺资源的验证情况;
- h. 管理部门的设置及其运作状况。

5.4.3 工程研制阶段

本阶段生产性分析工作是标识所有硬件的关键特性,减少生产流程时间,减少材料和工时费用,确定最佳进度要求,改善检验和试验程序,减少专用生产工装和试验设备,以便顺利地转入试生产状态。

应对 4.5 条的技术资料进行分析评定,提出认可、不认可、需要修改的意见,在这一阶段需进行的工作是大量的,涉及到设计、材料、工艺、标准等各方面,可参照附录 A(参考件)列出的分析细目进行。

5.4.4 定型阶段

5.4.4.1 设计定型

经过定型试验,若需对设计图样和技术规范进行较大更改,则需按 5.4.2 和 5.4.3 条重新进行生产性分析。

5.4.4.2 试生产

试生产期间的生产性分析包括下列内容:

- a. 对生产过程和方法进行分析,进一步减少制造成本,缩短生产周期和提高产品质量;
- b. 应用备选的材料;
- c. 研究降低成本的工艺设计更改;
- d. 评价改善生产性的工程更改建议;
- e. 应用新的制造技术。

5.5 生产性分析机构

在武器装备研制过程中,承制方应建立负责组织生产性分析的职能机构,负责组织产品设计的生产性分析工作。根据武器装备研制的特点,该机构可以有不同的形式。为保证武器装备研制过程中生产性分析工作的连续性,该机构应是相对稳定的。

5.5.1 生产性分析机构的构成

生产性分析机构应由设计、制造、工艺、材料、质量、管理等方面的专家构成。

5.5.2 生产性分析机构的责任

该职能机构在方案阶段,应参与重大技术问题讨论。在工程研制阶段,负责审查 4.5 条的技术资料的完整性、正确性、合理性及协调性,对产品进行生产性分析,提出修改建议,并按规定程序在技术资料上签字。在定型阶段,参与改进产品生产性、降低生产成本的工艺改进及备选材料、替代工艺计划的实施。

附录 A

生产性分析细目

(参考件)

承制方在进行产品生产性分析时,应依据产品结构特点及现有的和规划中的生产条件,编制生产性分析细目,参照该细目内容实施检查。下面的分析细目可以作为一般指导。

A1 一般设计方面

- a. 有没有考虑过备选设计方案?是否选择了最简单、最方便的生产方案?
- b. 这项设计是否超过目前制造技术水平?
- c. 能否使用经济工艺方法?
- d. 是否已有现成的设计?
- e. 是否规定使用专利产品,专利工艺?
- f. 是偏于先进的,还是偏于保守的设计?
- g. 如重新设计能否取消某些东西?
- h. 是否有多余运动或动力浪费?
- i. 这项设计能否进一步简化?
- j. 能否使用较简单的制造工艺?
- k. 能否将差别较小的几个零件改为同一个零件?
- l. 能否较大程度地应用权衡方案?
- m. 有无较低成本的零件可以完成同样的功能?
- n. 可以使用其它装备设计的零件吗?
- o. 能否减轻重量?
- p. 是否有类似的而成本较低的设计?
- q. 能否使这项设计获得更多的功能?
- r. 对设计和功能而言,质量保证措施是否适当?

A2 标准和规范

- a. 这项设计能否较大程度地标准化?
- b. 能否使用标准的切削工具?
- c. 能否找到标准件作为备选的制造产品?
- d. 可以取消或放松某些规范要求吗?
- e. 能否较大程度地使用标准的硬件?
- f. 能否较大程度地使用标准的量具?
- g. 是否使用了非标准螺纹?
- h. 能否较大程度地使用库存产品?
- i. 包装规范能否放宽?
- j. 标准、规范与计划的产品环境相符吗?

A3 图样

- a. 图样上尺寸是否适当、完整?
- b. 公差是否现实、可生产,是否比功能要求严格?
- c. 公差是否与多种制造工艺相符?
- d. 表面粗糙度是否可以达到,是否比功能要求严格?
- e. 零件的结构要素,如圆弧、圆角、倒角、弯曲半径、下陷、螺距、齿距、紧固件孔径、切削半径与镗窝等,是否标准化、典型化、规范化、通用化?
- f. 螺栓、螺母、螺钉、铆钉的拧紧力矩要求是否合适?
- g. 布线间隙、工具间隙、构件间隙、连接接头间隙是否符合要求?
- h. 是否正确地引用所有必须的规范?
- i. 胶粘剂、密封剂、复合材料、树脂、油漆、塑料、橡胶等非金属材料是否适当?
- j. 是否有防止电化腐蚀和腐蚀流体聚集的措施?
- k. 焊缝是否最少,容易接近? 焊缝符号是否正确?
- l. 对造成氢脆、应力腐蚀等设计问题或类似情况,是否可以避免?
- m. 润滑液是否合适?
- n. 污染控制是否合适?
- o. 有寿命限制的材料是否已经标识? 它们可以无困难的更换吗?
- p. 是否有防无线电频率干扰的屏蔽措施? 是否提供了电的和静电的连接通路?
- q. 是否有备用的插头、接头?
- r. 图样上是否已适当地标识出最大载荷、压力、热、非飞行产品、彩色标记、功率及危害性?
- s. 所有可能的构形方案是否都表示了?

A4 材料

- a. 是否选择了超出设计要求的材料?
- b. 是否能在需求的时间内获得全部材料?
- c. 特殊规格的材料和备选材料是否已经确定? 来源是否可靠,并与有关的机构进行了协调?
- d. 设计规范是否过分严格禁止使用新的备选材料?
- e. 设计上是否规定了需大量机械加工或用专用的生产工艺才能得到的特殊形状?
- f. 规定的材料是否难以或不可能经济地制造出来?
- g. 规定的材料是否与要求的生产数量相符?
- h. 设计上是否有充分的灵活性,以便可以使用多种工艺方法和多种材料,而又不降低最终产品的功能?
- i. 能否使用较小规格的材料?
- j. 能否减少材料的品种?
- k. 能否使用较便宜的材料?
- l. 能否使用另一种容易加工的材料?
- m. 能否避免使用关键材料?

- n. 在所有可能部位,是否规定了备选材料?
- o. 所有材料和备选材料是否都与计划使用的制造工艺相符?

A5 制造工艺

- a. 设计是否包含不必要的机械加工要求?
- b. 关于金属件的结构要素,如平面度、圆角半径、铸造类型等是否有合适规范?
- c. 在锻造、铸造、机械加工和其它制造工艺中,是否有不必要的困难?
- d. 设计规范是否过分地束缚生产人员于某一工艺过程?
- e. 零件能否经济组装?
- f. 制造是否有定位与夹紧措施?
- g. 生产上是否需要昂贵的专用工装和设备?
- h. 是否规定了最经济的生产方法?
- i. 制造和搬运过程中,是否有专用的搬运装置或方法,以保护关键的和敏感的产品?
- j. 专用的技艺、设备、设施是否有标识,并与有关单位协调一致?
- k. 不使用专用设备和工具,零件是否容易拆卸、分解、重新组装或安装?
- l. 这项设计是否与车间正常的生产流程相符?
- m. 是否考虑了生产过程中测量困难?
- n. 设备和工装清单是否齐全?
- o. 专用设备是否齐备?
- p. 能否使用较简单的工艺?
- q. 是否使用了尺寸奇特的孔和半径?
- r. 假如采用一次成型工艺,是否规定了备选工艺?
- s. 能否使用紧固件代替攻丝?
- t. 是否可以去掉一些机械加工表面?
- u. 是否禁止使用经济的速度和进给量进行最后表面加工?
- v. 被采用的工艺过程与生产数量的要求相符吗?
- w. 在设计约束范围内,是否有备选工艺?
- x. 是否采用了新的工艺并经过验证?
- y. 工人和技术人员是否需要专门的技术培训?

A6 连接方法

- a. 在连接过程中,是否容易接近所有零件?
- b. 在装配和进行其它连接操作时,是否会因空间狭窄或其它原因造成连接困难或根本不可能?
- c. 是否能将两个或多个零件合并为一个零件?
- d. 能否使用新研制的或另一种紧固件加快装配进度?
- e. 能否把装配硬件规格的数量减至最少?
- f. 能否更改设计以改善零件的装配与分解?
- g. 能否更改设计以改善安装和维护?

h. 当规定采用热连接时,是否考虑热影响区?

A7 涂覆材料和方法

- a. 防护涂层规定得是否合适?
- b. 从材料、防护措施、制造和装配等观点,是否考虑了防腐蚀问题?
- c. 特殊的表面防护要求是否标识?解决方法是否已确定?
- d. 能否取消特殊的涂层和表面处理?
- e. 能否采用预涂复材料?

A8 热处理和清洗工艺

- a. 规定的材料是否容易切削?
- b. 热处理后是否规定了切削工艺?
- c. 包括热处理、清洗工艺及它们与其它生产领域关系在内的生产各方面是否已经评审过了?
- d. 热处理规定合适吗?
- e. 安排的工艺路线与制造要求(如直线度、平面度等)是否一致?

A9 安全

- a. 设计中是否规定了静电接地要求?
- b. 对易燃、易爆产品是否采取了必要的安全性防护措施?
- c. 加工诸如镁合金、铜铍合金等材料,是否考虑必要的安全措施?
- d. 设计中是否规定了防无线电频率干扰要求?
- e. 对放射性污染是否有防护措施?

A10 环境要求

- a. 对满足湿、热和其它特殊环境要求是否有适当的措施?
- b. 适当的加热、冷却是否被标识并执行了?

A11 检验和试验

- a. 检验和试验要求是否适当?
- b. 是否规定了超出实际要求的特殊检验设备?
- c. 能否用切实可行的方法检验产品?
- d. 预防高拒收率的情况或条件是否已标识?是否开始采取某些补救措施?
- e. 是否提供了必要的样机和模型?
- f. 专用的和标准的试验和检验设备是否到位、检定、校准、经过验证并与图样要求相符?
- g. 标准的和专用的量具是否齐备?
- h. 是否执行了无损检验方法?
- i. 按使用程序对功能产品检查、检验、试验和验证是否有适当的措施?
- j. 是否需要非标准化试验设备?

附加说明:

本标准由中国航空工业总公司提出。

本标准由中国航空工业总公司第三〇一研究所归口。

本标准由中国航空工业总公司第六〇三所、三〇一所、中国船舶工业总公司第十一研究所负责起草。

本标准主要起草人:梁惠钧、张克军、朱嘉龙、冯树娟、左碧仙。

计划项目代号:6HK46。