

doi: 10.7690/bgzdh.2024.04.004

## 基于 MBD 的产品设计数字化军检研究

侯世红<sup>1,2</sup>, 倪明<sup>1,2</sup>, 范昱<sup>1,2</sup>

(1. 中国电子科技集团公司第二十研究所, 西安 710068;

2. 中国电子科技集团公司第二十研究所高端电子装备工业设计中心, 西安 710068)

**摘要:** 针对传统军检技术存在质量监督方式落后的问题, 就军事代表在产品的设计阶段如何开展基于 MBD(model based definition) 的数字化军检业务进行分析。梳理产品设计阶段的产出物和相应的军检点, 并对军检内容、军检方式和军检对象进行研究。结果表明: 在产品的设计阶段开展基于 MBD 的数字化军检技术, 可提升军事代表对装备质量的监督能力, 适应基于 MBD 的装备研制体系, 是未来军检技术的发展方向。

**关键词:** MBD; 数字化军检; 武器装备; 产品设计; 质量监督

**中图分类号:** TH164; E95 **文献标志码:** A

## Research on Digital Military Inspection of Product Design Based on MBD

Hou Shihong<sup>1,2</sup>, Ni Ming<sup>1,2</sup>, Fan Yu<sup>1,2</sup>

(1. The 20th Research Institute of CETC, Xi'an 710068, China;

2. High-end Electronic Equipment Industrial Design Center, The 20th Research Institute of CETC, Xi'an 710068, China)

**Abstract:** In response to the problem of outdated quality supervision methods in traditional military inspection technology, this article analyzes how military representatives carry out digital military inspection business based on MBD (Model Based Definition) during the product design stage. Sort out the outputs and corresponding military inspection points during the product design stage, and conduct research on the content, methods, and objects of military inspection. The results indicate that developing digital military inspection technology based on MBD during the product design phase can enhance the military representative's ability to supervise equipment quality, adapt to the MBD based equipment development system, and is the future development direction of military inspection technology.

**Keywords:** MBD; digital military inspection; weapon and equipment; product design; quality supervision

### 0 引言

随着我国科技兴军战略的全面实施, 国防科技工业向着现代化、信息化、智能化、数字化的方向发展, 对武器装备的性能提出了更高的要求。传统军检技术存在质量监督方式落后的问题, 难以满足新形势下高精尖装备研制工作的要求; 所以, 采用先进的信息化、数字化的技术手段, 实行数字化军检, 是实现装备质量监督的有效途径, 而随着基于 MBD 技术的产品设计、工艺、制造、检验、维修等装备研制体系的发展, 基于 MBD 的数字化军检技术成为未来军检技术的发展趋势<sup>[1-3]</sup>。笔者基于 MBD 的数字化军检技术和基于 MBD 的产品设计数字化军检, 以产品设计阶段开展基于 MBD 的数字化军检为基础, 梳理了在产品设计阶段具体的产出物并对相应的军检点进行论述。

### 1 基于 MBD 的数字化军检技术

传统军检技术, 依靠军事代表依据产品图样、

技术文件、检验验收细则等相关文件, 对产品进行检验, 做出合格与否的判定, 并在产品检验记录上签署判定意见。检验方式落后, 检验记录多以纸质归档, 后期复用率差。且在与军事代表业务相关的《武器装备质量管理条例》《驻厂军事代表工作条例》《装备检验验收程序》GJB3677A—2006、《装备质量监督通用要求》GJB5708—2006、《质量管理体系要求》GJB9001C—2017 等相关的法律法规或者标准文件中, 多限于对装备成品的检验, 无法延伸到产品的设计、制造等过程, 对装备质量的监督能力较弱。

基于 MBD 的数字化军检技术, 以产品的 3 维模型为基础, 实现数据源的唯一性, 能够适应现有基于 MBD 的装备设计、工艺、制造等产品研制过程; 同时, 利用现有信息化、数字化的技术手段, 可实时对装备产品的检验数据记录和存储, 检验精度高、检验效率得到很大提升, 工作模式由过去单一的结果式验收, 发展到现在的“全系统、全特性、

收稿日期: 2023-12-23; 修回日期: 2024-01-20

基金项目: 装备发展部基础科研项目(JZX7J201912ZL00XXXX)

第一作者: 侯世红(1994—), 男, 甘肃人, 硕士。

全过程”的三全监督模式，较大程度地提升军事代表对装备质量的监督能力，全面提升武器装备质量的可靠性<sup>[4]</sup>。

## 2 基于 MBD 的产品设计数字化军检

对基于 MBD 的数字化军检技术，很多研究者对其进行了研究。张少擎<sup>[5]</sup>将基于 MBD 的检测技术应用到飞机零件检验过程中，刘畅等<sup>[6]</sup>在海军主动力装置研制中应用和建立了数字化军检系统，史猛等<sup>[7]</sup>梳理了数字化军检的概念和定义，唐军等<sup>[8]</sup>探讨了数字化军检的优势和目前存在的问题，梁勤等<sup>[9]</sup>研发了基于 MBD 的数字化检测平台并运用到科研生产当中，张露等<sup>[10]</sup>将基于 MBD 模型的零件检测技术应用到航空发动机测量中，徐龙<sup>[11]</sup>研究了基于 MBD 的检验计划的编制方法。

通过这些研究可以看出：基于 MBD 的数字化

军检，能够实现对装备质量的实时监督，将军事代表的业务延伸到产品设计、工艺、制造、检验、维修等装备的全寿命周期，将成为军事代表质量监督和检验验收的主要工作方式，引领未来军检技术的发展方向。在产品设计阶段，军事代表应该怎么介入，以及如何开展军检业务，目前并没有相关研究。

### 2.1 产品设计阶段科研及军检流程

数字化产品研制的科研流程包括产品设计、工艺设计、产品制造、产品调试和包装出库 5 个阶段。军事代表基于数字样机的检验验收过程贯穿设计始终，在产品设计阶段，其科研及军检流程如图 1 所示，主要的科研流程包括：总体方案设计、总体方案评审、结构/电路设计、结构/电路仿真、六性分析、详细设计评审等，伴随着科研过程，该阶段军检内容主要分为总体方案设计评审军检点及详细设计评审军检点 2 部分。

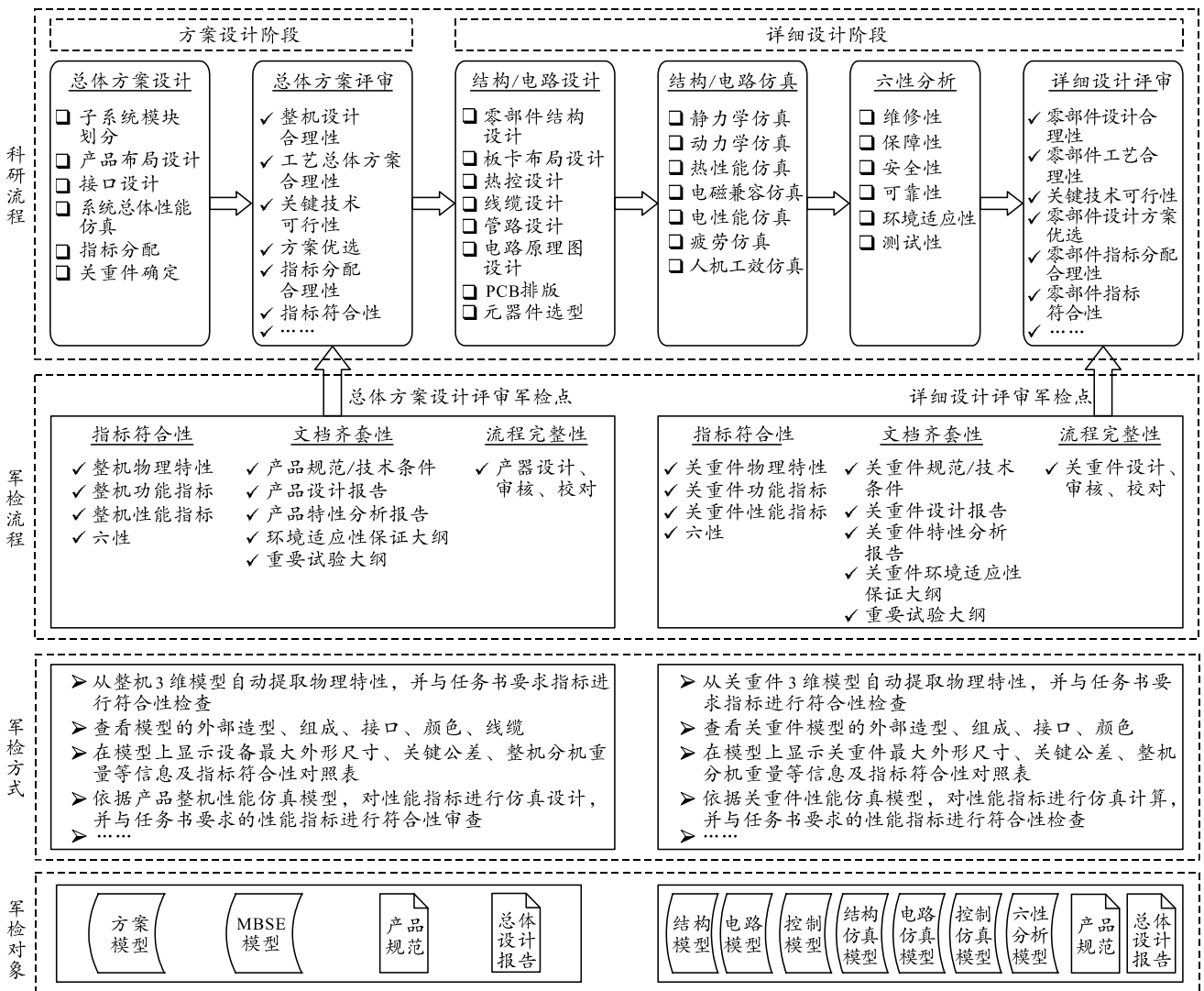


图 1 产品设计阶段的科研与军检流程

## 2.2 总体方案设计军检

在总体方案设计军检阶段，主要的军检对象即产出物为方案模型、MBSE模型、产品规范和总体设计报告等。在总体设计方案评审军检时，军事代表依据产品合同、产品设计任务书等相关设计输入文件，对产品设计的指标符合性、文档齐套性、流程完整性进行检查，检查方式主要是依据构建的整机MBD设计模型和仿真模型，通过软件的自动提取和计算，对产品整机的关键物理特性、产品的功能性能指标进行仿真计算，并对设计任务书要求的指标进行符合性检查，发现可能存在的超标项。

## 2.3 详细设计军检

在该阶段，主要的军检对象即产出物为结构/电路模型、结构/电路仿真模型、六性分析模型、产品规范、详细设计报告等。在详细设计军检时，军事代表将着重对影响产品功能和性能指标实现的关键件MBD模型和资料进行数字化检验。由于详细设计阶段的设计模型将成为后续加工制造的基础，同时详细设计阶段的仿真模型已经能够在一定程度反映产品的功能性能参数指标；所以，详细设计阶段的设计模型和仿真模型对产品质量的影响较大，在对该阶段模型审查时需要丰富的专业知识，对军事代表的个人技术能力要求非常高，对其开展业务造成一定难度；因此，可以采取第三方检测的方式，选取有资质的第三方对仿真模型进行审查；同时，将仿真结果与后续实物试验结果相结合，改进仿真模型；此后，固化仿真流程和方法，提高仿真结果的置信度。

## 3 结论

笔者就产品设计阶段开展基于MBD的数字化军检为基础，梳理了在产品阶段具体的产出物和相应的军检点，并对军检内容、军检方式和军检对象进行研究。结果表明，该研究对军事代表在产品阶段开展军检业务有一定的指导意义。

### 参考文献：

- [1] 朱建军. 基于MBD的产品设计制造技术研究[J]. 中国电子科学研究院学报, 2013(6): 568-572.
- [2] 白海威, 鲁毅. 关于推行数字化军检的思考[J]. 装备学院学报, 2014, 25(2): 102-105.
- [3] 罗龙锦, 赵科, 范强. 适应形势任务变化不断提高军代表质量工作[J]. 质量与可靠性, 2010(6): 39-42.
- [4] 刘国庆, 杨雨松, 赵宝峰. 基于数字军工的装备质量监督模式创新研究[J]. 装备学院学报, 2014, 25(5): 30-33.
- [5] 张少擎. 基于MBD的数字化零件检测技术研究[J]. 航空制造技术, 2014(21): 89-92.
- [6] 刘畅, 曲飞, 苏宝龙. 数字化军检在海军主动力装置研制中的应用[J]. 装备学院学报, 2017, 28(3): 105-109.
- [7] 史猛, 刘国庆. 数字化军检基本问题研究[J]. 装备学院学报, 2015, 26(5): 50-53.
- [8] 唐军, 吴伟伟. 关于数字化军检的思考[J]. 中国军转民, 2016(4): 53-55.
- [9] 梁勤, 张浩波, 王强. 基于MBD的数字化检测平台集成与应用研究[J]. 航空精密制造技术, 2014, 50(1): 43-45.
- [10] 张露, 单纯利, 王呈, 等. 基于MBD模型的航空发动机零件检测技术[J]. 测控技术, 2015, 34(2): 144-147.
- [11] 徐龙. 基于MBD的检验方法研究[D]. 成都: 西南交通大学, 2014.