

# 可视化协同决策平台在兵器领域的应用模式

## Application Form of Video Coordinating Decision-Making Platform in Ordnance Industry

内蒙古第一机械集团有限公司 刘玉慧 胡振强 赵子文 于德凯 李弘

**[摘要]** 分析了可视化协同决策技术的背景及发展方向,对兵器领域及相关行业的应用现状进行了剖析,分析了可视化协同决策平台在企业的应用重点,并结合企业的应用现状及未来的发展方向,阐述了可视化协同决策平台在兵器领域企业的实际工程应用模式。

**关键词:** 可视化 虚拟现实 群体决策

**[ABSTRACT]** The technical background and future development of visual coordinating decision-making platform is analyzed. The application status of the platform in ordnance industries and other industries concerned is also described, the key points of application in enterprises and the future development are analyzed. The practical engineering application of the platform in ordnance industries is also discussed.

**Keywords:** Visualization Virtualization and reality Group decision

DOI:10.16080/j.issn1671-833x.2015.05.070

兵器领域的产品一般具有结构复杂、技术含量高、多品种、小批量的特点,对产品质量及可靠性、设计制造周期方面具有很严格的要求。同时,随着用户对产品交付的要求越来越严格,综合保障要求也越来越高,企业必须打破部门及专业间的技术隔离现象,加强设计部门与制造单位的协同能力,革新产品研发协同及评审模式,在产品研发过程中进行可制造性评估并充分考虑人机工效等问题,才能适应新的市场需要。

可视化协同决策平台的应用,将能够有效提高专业科室与部门之间的协调、验证、评审等过程的及时性与有效性,使工艺制造部门提前介入研发过程,尽可能降低潜在问题的出现概率。同时也可以为生产部门及维修维护部门提供良好的信息化手段,实现提前培训、提前训练、经验积累等,以减少生产准备周期,避免不必要的返工及人工、物料等资源的浪费。

本文将从可视化协同决策平台的技术背景、应用价值以及在兵器领域的国内外应用现状、整体应用思路及在我国兵器领域不同阶段的应用模式进行剖析与总结。

## 1 平台技术背景分析

可视化协同决策平台是以工程数字化虚拟样机模型(包含几何虚拟样机模型、物理属性信息、分析仿真模型等全信息、综合性的数字化虚拟样机数据模型)为基础,以沉浸式虚拟现实展示及交互式操作技术为依托的综合性的应用系统,是虚拟制造体系中重要的、不可缺少的组成部分。其应用范畴可涵盖产品的设计、工艺、分析试验、加工、装配,甚至产品后期的销售、维护维修、保障等全生命周期的各个环节。可视化协同决策平台的应用将通过对产品及环境等的更接近真实工况的模拟,形成一个高度仿真的可视化的虚拟现实环境。这种应用模式将以专业的虚拟软件平台为核心,借助较高性能的硬件设备的支撑,通过人机交互输入、多通道立体显示等多种方式,实现对工程虚拟样机模型的最接近真实的模拟,涵盖了几何模型、物理属性、仿真分析结果、现场环境等全面的产品信息资源,以增强通过数字样机进行各类综合规划、评价、协调、决策的能力。

基于工程虚拟样机的实验验证过程将逐步或大部分代替实物样机,完成产品的结构功能展示、性能仿真、测试和评估、人机工效分析、辅助决策等多种实际应用。设计人员、工艺人员乃至安装维护人员及用户等,均可在实物样机制造之前就能够掌握产品的综合性能和可能存在的问题,提出设计变更和设计反馈,使数字样机技术良好地融入到产品全生命周期的整个过程中,从而减少设计错误、修改频次,缩短产品的实际设计与制造周期,减少实物试验验证及开模成本,以降低研究成本、提高产品质量、提高对市场的快速响应及快速应变能力。

## 2 国内外应用现状分析

### 2.1 国外应用现状分析

对于国外兵器领域的知名制造商,已经普遍采用了交互式可视化协调决策平台系统,同时在航空航天及汽车等领域,对于可视化协同决策体系的应用深度和集成深度都已达到了很高的水平。以下将以莱茵金属公司

为例进行剖析。

莱茵金属公司的产品研发、制造单位主要分布在德国的 Kiel、Kassel 及 Unterlüß 等地,由此导致产品协同制造难度大,产品从试制到量产周期长,样机生产、运输及装配成本高,运输难度大,且制造性设计风险较高,往往在产品及部件基本设计完成后才能进行人机工效分析。

为解决制造性和人机交互分析等问题,该公司在 2004 年开始采用了 ESI 公司的可视化协同决策平台(VDP)来实现产品的制造与各环节的协同,在产品研发过程中即开始进行制造性分析和人机交互分析,建立了企业内的分布式协同设计平台。如今,该公司已经具备了相对完善的可视化协同决策体系(建立了 2 套基于 VDP 软件的 CAVE 沉浸式可视化虚拟平台、1 套 POWERWALL 沉浸式虚拟平台,同时具备数套桌面工具),以协调制造与其他部门,加快产品上市的速度,降低制造成本。

## 2.2 国内应用现状分析

目前,国内兵器行业的大多数型企业已经意识到了可视化协同决策平台对于企业的重要价值,并已着手研究或已经开始了可视化协同决策平台系统的应用推广工作,但均处于探索应用阶段,对于沉浸式的 3D 可视化技术的应用还停留在虚拟环境及产品展示及漫游的应用状态。

对于我国其他行业,如航空航天、汽车等,可视化协同决策平台已逐步开始应用,部分企业已经具备了一定的应用水平,但较国外大规模、多学科的广泛应用还有很大差距。同时,由于该项技术在国内还没有得到大规模普及,虽在企业级的应用中已经得到了显著的应用效果,但目前还没有形成集团级、供应链级的异地可视化设计制造协同应用模式。

## 3 应用特点分析

随着计算机数据的不断发展,可视化协同决策平台将会基于虚拟现实环境,与各种专业的仿真分析系统相结合,形成以工程虚拟样机应用为核心的综合性应用体系,以支撑设计、工艺团队的创造性思维及频繁的磋商讨论、方案集成、评价决策、虚拟分析试验等多种应用。

可视化协同决策平台的应用与目前多数企业已经拥有的工程设计体系软件系统不同。对于产品设计系统、数字化制造系统等工程设计软件,其主要目标是“创造”,把工程师的设计思想最终转化为精确的、详细的模型、图纸等数据,具有专业性强、专业功能完善、但使用门槛高等特点,同时数据信息关联关系强,对数据的不断补充完善过程拥有比较严格的操作步骤。而可视化

协同决策平台的主要目标是“沟通”,不仅实现了在高度可视化的虚拟现实环境中快速交互式操作能力,能够在设计过程中对后续环节可能存在的问题进行快速探索性的操作讨论,而且其本身操作简单、易用性强,与专业的设计软件相比,更适合各类不同的人员共同进行操作与交流。对其主要的应用特点分析如下。

### (1) 灵活性及快速响应能力。

为了能够使各部门人员提前介入设计及工艺过程,提前发现问题,在产品设计及试装过程设计等过程,应随时能够利用该平台进行快速的讨论、探索、决策等,不能存在较长的准备时间;同时由于在讨论过程,经常存在随着交流的深入,产生创造性的或临时性的思路需要及时探索验证。因此对于可视化协同决策平台的应用,应基于成熟的功能及良好的灵活性,以支撑对参与者的思路能够及时进行交互式的展现与验证,而不用进行较多的准备过程。

### (2) 最真实的感观及交互体验能力。

由于桌面式的平面表现方式无法实现对产品空间感及实际尺寸体验等信息达到真实表达,也无法进行接近真实的操作体验感受,会由于理解的差异造成对结论及指导的问题,直接影响到产品质量及设计返工。因此只有在 1:1 的真实沉浸式环境中,完成全部的展示及交互式的操作体验,才能消除三维模型与实际产品间的人为认知差距,从而得出正确的判断。

### (3) 易学易用、操作便捷。

由于该系统的使用涉及到众多的部门人员,只有让所有人员都能够方便的掌握软件的操作,才能更准确地反映出每个人的真实想法。因此易学易用是作为通用的平台产品必须具备的性能特征。同时,为了达到在整个研发过程中的广泛使用,形成常态化的协同交流模式,对于交流所需的准备及交流过程中的操作应尽量便捷,以便将更多的时间投入分析讨论,而不是繁琐的软件操作。

### (4) 多操作环境协同应用能力。

对于进行多部门协调及综合评审等过程,经常会存在需要不同地点、不同软件终端的协同工作,以达到更快捷、更高效、更低成本的沟通过程。随着可视化协同决策平台在我国兵器行业应用的不断普及,在不久的将来,将不仅是企业内部,还将形成科研单位与生产单位之间,甚至与用户及供应商之间的广域协同模式。

## 4 企业应用模式及整体发展规划

内蒙古第一机械集团有限公司目前已完成了可视化协同决策平台的初步应用,本节将基于我单位的应用经验及未来的发展方向,对可视化协同决策平台在兵器

领域的应用模式进行剖析。

#### 4.1 已形成的应用模式及应用流程

首先,对于可视化协同决策平台系统的发展战略,我们认为将按照全盘规划、分步实施的思路实现。目前,我单位已经结合工程研制阶段的业务流程,完成了该平台在实际工程的应用试点,基于成熟的软硬件系统,实现了在技术上的应用突破,直接为实际设计制造过程服务。

通过数字样机代替实物样机完成产品的结构功能展示、性能仿真、测试和评估、人机工效分析、辅助决策等多种实际应用。设计人员、工艺人员及各分厂,均可在实物样机制造之前就能够掌握产品的综合性能和可能存在的问题,提出设计变更和设计反馈。使数字样机技术能够很好地融入到产品全生命周期的整个过程中,从而减少设计错误、修改频次,缩短实际产品的设计与制造周期,减少实物试验验证及开模成本,以降低研究成本、提高产品质量、提高对市场的快速响应及快速应变能力。具体应用流程图如图1所示。

(3)在工程研制的各协调节点,各科室将基于各专业的大部件模型对总体虚拟样机模型进行更新,进行多专业的节点性综合协调,并让工艺部门、各分厂技术人员开始介入,完成对关键部件、狭小空间等的可装配性、维修维护性评估;

(4)同时在此过程中,还将根据各专业的设计需要,基于总体虚拟样机模型进行各专业所需的样机试装过程仿真、人机工程学分析、电缆综合设计分析验证等;

(5)在工程设计完成后,将基于完整虚拟样机模型进行阶段综合性评审,提出改进意见反馈设计系统,经调整后再进行改进验证过程;

(6)同期,该平台还将开始其他方面的拓展应用,包括虚拟产品展示、虚拟实验、虚拟培训等。

#### 4.2 未来应用发展展望

随着现阶段应用试点工作的顺利完成,近期将针对可视化协同决策平台的应用向论证阶段、方案阶段、生产及维修维护阶段进行推广应用,达到全生命周期的完整应用。同时,也将打通已有单元应用技术的数据通道,

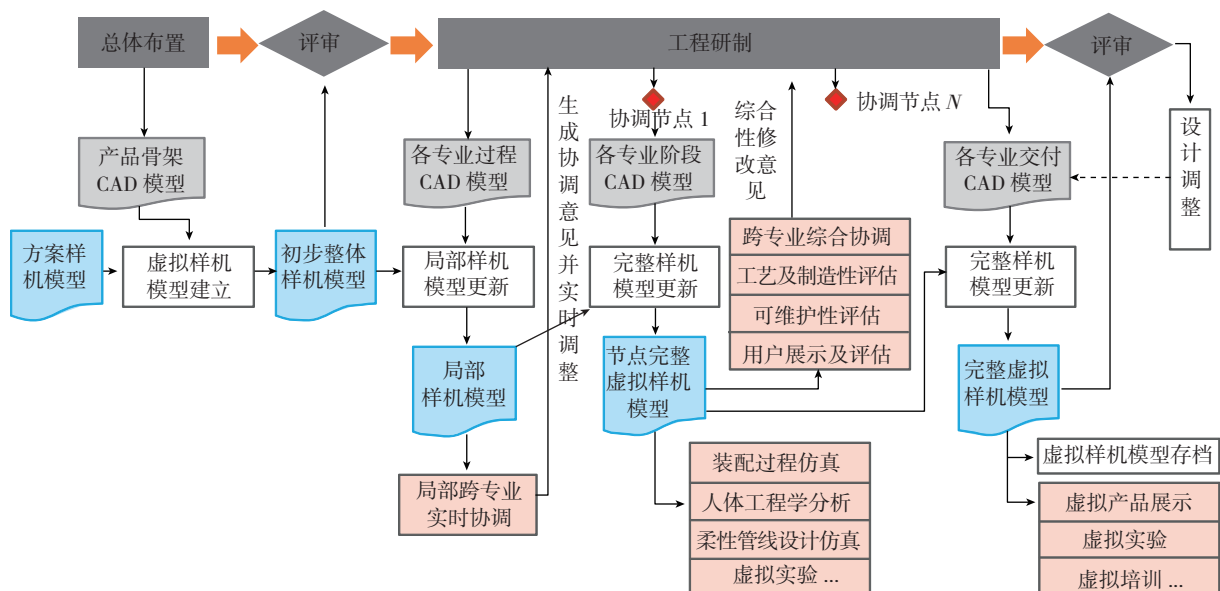


图1 工作流程图

Fig.1 Work flow chart

其中,主要的应用流程及内容描述如下:

(1)首先,在设计方案确定以后,基于初步三维设计零部件模型,并结合总体室制定的产品骨架模型,通过可视化平台建立基于轻量化模型的全车虚拟样机模型。基于该模型进行第一轮的总体协调与评审;

(2)在各科室进行各专业的设计过程中,对于专业间需要协调的内容,将按需要更新总体虚拟样机模型,进行专业间的协调沟通,并将结论与意见反馈给设计系统进行调整;

建立与企业其他相关系统的有效数据传递通道,形成有效的系统集成应用模式。在现有应用的基础上,开始进行企业级工程虚拟样机环境所需的相关数据库的建设工作,并实现对数据资源库内容的逐步完善过程,使之完全整合于企业整体信息化体系中。

## 5 结论

作为企业的一个综合性的应用平台,可视化协同决策平台系统将打造为一个数字化的全信息模型工程虚

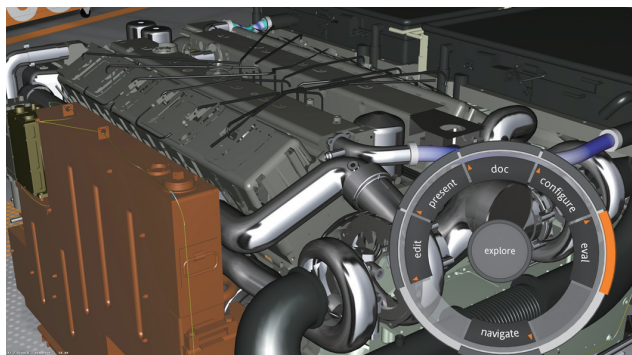


图2 在沉浸式环境下进行虚拟装配、验证的操作模式  
Fig.2 Operation mode of virtual assembling and verification in silent environment



图3 狭小空间中进行综合性装配分析验证  
Fig.3 Analysis and verification of comprehensive assembling in narrow space

拟样机为基础的综合虚拟现实应用系统,其核心思想是打造企业在集成设计与制造应用模式下的,多部门、多团队、多学科的可视化交互环境,使企业各方人员能够基于此统一的可视化交互环境,完成从设计协调、方案评审、工艺可行性分析、装配及维护性分析验证、人机工程分析等一系列问题;可以支撑在统一的可视化交互环境下,实现对三维模型、属性信息、分析结果、装配方法及路径等全信息的一体化模型的真实呈现,最终形成一套可以支撑多学科综合应用的、高度集成的、多站点的可视化协同决策平台体系。

### 参考文献

- [1] 夏平均,姚英学.虚拟装配的研究综述与分析.哈尔滨工业大学学报,2008,40(5):5-6.
- [2] 宋丽萍,武殿梁,范秀敏,等.面向虚拟装配的复杂产品装配建模技术.上海交通大学学报,2007,41(1):1-2.
- [3] 卢鹤,韩爽,范玉青.基于模型的数字化定义技术.航空制造技术,2008(3):78-81.
- [4] 刘宏增,黄靖远.虚拟设计.北京:机械工业出版社,2002.
- [5] Gunter S, Frank-Lothar K.虚拟产品开发技术.北京:机械工业出版社,2000.

(责编 亿霖)

(上接第 69 页)

实际铆接时主要是第一个周期起作用,因此速度第二次增加应不予考虑。基于以上考虑来看幅值,无变压器的速度最高,有变压器 A 的速度最低。从能量的利用率来看,由于初始能量都一样,在考虑到上面的情况下无变压器的能量利用率最高。具体能量利用率见表 2。

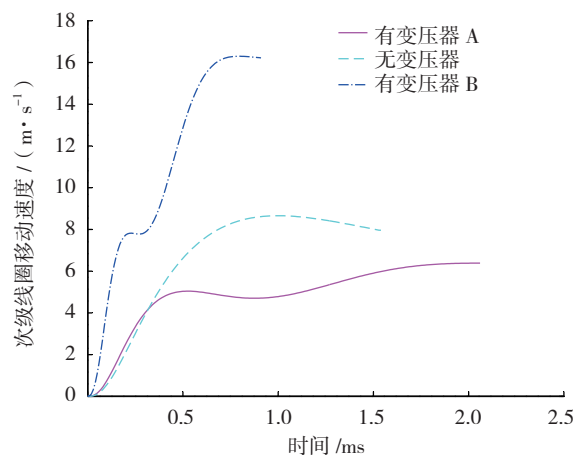


图6 次级线圈移动速度随时间的变化  
Fig.6 Velocity variations of second coil with time

表2 不同外电路模型的能量变化

外电路模型	电容初始能量/kJ	次级线圈第一半波时的能量/J,利用率	次级线圈到 10mm 时的能量/J,利用率
有变压器 A	7.5	6.33,0.00084	10.18,0.0014
无变压器	7.5	18.72,0.0025	18.72,0.0025
有变压器 B	7.5kJ	15.17,0.0020	65.77,0.0088

### 3 结论

通过两种放电回路,3组初始参数的仿真结果对比,可以发现在同样的能量下,小电容、高电压的电磁力峰值最高;大电容、低电压的放电周期最长;而有变压器 A 的放电模型整体性能介于两者之间。另外还可以从仿真结果看出,当线圈中的电流增加时,次级线圈受力增加;线圈中的电流减小时,次级线圈受力减小。因此,在电磁铆接设备设计时,次级线圈的行程应设计在合理的范围内。外电路设计时,要结合铆钉材料选择合适的力和周期,然后根据力的峰值和周期设置合适的电路及参数。

### 参考文献

- [1] 曹增强,余公藩,夏力农,等.不同加载速率下铆钉材料变形研究.西北工业大学学报,2000,18(1):27-30.
- [2] 高明辉,肖庆东,许国康.一种电磁铆接力测量装置//李志强,刘华东.第四届数字化柔性装配技术论坛论文集—装配数字化与自动化技术.北京:国防工业出版社,2013:144-148.

(责编 深蓝 叶枫)