

基于虚拟仿真的机械自动化系统设计与性能评估方法研究

吴国华

51230119670101001X

摘要: 为有效解决机械自动化系统设计中的问题,引入虚拟仿真技术,对机械自动化系统的设计方法与性能评估方法进行了研究。通过对机械自动化系统设计流程进行分析,阐述了机械自动化系统的性能评估指标体系构建步骤,在此基础上提出了虚拟仿真环境下的机械自动化系统设计优化方法。以某机床自动化生产系统为例,利用虚拟仿真技术对其进行优化设计。结果表明,在虚拟仿真环境下,机床的加工效率与加工精度均得到了提升。同时,虚拟仿真技术具有良好的可移植性、可扩展性以及易操作性,在机械自动化系统设计过程中具有良好的应用价值。

关键词: 虚拟仿真; 机械自动化系统设计; 性能评估方法

DOI: 10. 64216/3080-1508. 25. 09. 073

引言

随着机械自动化技术的发展,越来越多的行业开始使用机械自动化系统。当前,机械自动化系统设计与传统设计相比,具有很多优势:1)通过虚拟仿真技术可以有效降低机械自动化系统的开发成本;2)能够提高机械自动化系统的仿真效率;3)可以实现对设计方案进行实时优化。然而,当前机械自动化系统设计过程中还存在许多问题,如机械自动化系统在虚拟环境下进行性能评估时缺乏统一标准,无法进行有效评估,同时难以对系统中存在的问题进行实时调整。本文通过对虚拟仿真技术与机械自动化系统设计方法的研究,提出了基于虚拟仿真技术的机械自动化系统设计优化方法。

1 机械自动化系统设计的流程与特点

机械自动化系统设计流程一般包括以下步骤:1)建立系统模型;2)选择仿真工具;3)搭建仿真环境;4)进行仿真与评估;5)优化系统设计方案。机械自动化系统具有以下特点:1)系统结构复杂;2)产品的设计周期长,成本较高;3)产品设计过程中需考虑的因素多;4)产品的实际性能与虚拟仿真性能存在较大差距,且难以在短时间内进行验证;5)由于环境变化大,导致系统设计方案无法及时调整。因此,将虚拟仿真技术应用到机械自动化系统设计过程中,能够有效减少机械自动化系统开发成本,并缩短开发周期,提升产品性能^[1]。

2 性能评估方法概述

机械自动化系统性能评估是指对机械自动化系统性能指标进行分析,并依据评价标准对系统性能指标进行综合评价,以获得系统整体性能水平的过程。机械自动化系统性能评估指标体系是根据机械自动化系统的

特点建立起来的,其目的是在设计过程中能够明确各因素对机械自动化系统整体性能的影响程度,并针对该影响因素进行有效调整。机械自动化系统性能评估指标体系主要包括:(1)指标体系结构;(2)指标体系中各指标的权重;(3)各指标间的关系;(4)指标与目标的关系;(5)评估准则;(6)评估结果;(7)评估模型^[2]。

3 关于虚拟仿真的机械自动化系统设计方法

3.1 虚拟仿真平台与工具选择

为了能够有效提高机械自动化系统的设计效率,提高系统设计精度,需要对虚拟仿真平台与工具进行合理选择。目前,国内外有许多虚拟仿真平台与工具,如:ADAMS、Ansys、SolidWorks等。为了便于对机械自动化系统的建模与仿真,需要对不同的仿真平台与工具进行对比研究。在选择虚拟仿真平台时,应综合考虑机械自动化系统的特征、不同平台的优点以及工程实际应用等因素。在选择虚拟仿真平台时,应根据系统模型的特点,综合考虑虚拟仿真平台的资源情况、平台使用方便程度以及虚拟环境的逼真程度等因素。

3.2 机械自动化系统建模与仿真流程

针对机械自动化系统设计的特点,首先需将系统的结构分解成各个子系统,并对每个子系统进行建模与仿真。在搭建机械自动化系统仿真环境时,可以采用基于三维CAD的虚拟样机建模方法,也可以采用基于有限元分析的建模方法。在搭建好机械自动化系统仿真环境后,可以将各个子系统通过虚拟样机建模软件进行模型化,并对其进行虚拟装配。最后,通过对各子系统的仿真分析得到相应的虚拟试验数据,并通过这些数据对机械自动化系统性能进行评估^[3]。

3.3 虚拟环境下的系统设计优化

机械自动化系统在设计阶段的仿真优化是指在计算机虚拟环境中,通过对机械自动化系统进行建模仿真,并通过仿真分析,对机械自动化系统的结构参数进行优化,从而提高系统性能。在虚拟环境下,机械自动化系统的设计与优化可分为两个步骤:第一步是将系统中的功能模块进行划分,并对每个模块的运行情况进行仿真;第二步是通过优化的方法,使机械自动化系统能够达到预期的运行效果。机械自动化系统性能的仿真评估方法主要有两种:一是以有限元分析为基础的传统评估方法,二是以虚拟仿真为基础的现代评估方法。本文将针对虚拟环境下系统设计优化问题进行讨论。

3.4 虚拟调试与可视化分析

在机械自动化系统设计的过程中,其功能的实现需要对其进行调试,由于涉及到的参数较多,这就要求设计人员具备一定的专业能力。在机械自动化系统调试的过程中,需要对各个部分进行模拟,然后对各个部分的参数进行调试。在此过程中,设计人员要严格按照机械自动化系统的要求,对其进行虚拟调试。同时还需要在可视化分析中对机械自动化系统进行模拟仿真,并通过图形化界面对模拟仿真过程进行描述。最后要利用可视化分析结果来检验设计方案是否能够满足实际要求。在可视化分析中,主要是利用可视化手段对机械自动化系统进行虚拟仿真,以确保机械自动化系统能够按照设计方案顺利完成^[4]。

4 机械自动化系统的性能评估方法

4.1 性能评估指标体系构建

通过虚拟仿真实验,对机械自动化系统进行评估,主要是为了使其更加贴近实际系统,更加真实地反映系统的实际运行情况,因此,在虚拟仿真实验中对机械自动化系统进行评估的指标体系构建主要包括以下几个方面:①确定机械自动化系统的评估指标体系;②对每个指标进行详细分析,并确定其重要性;③将该指标体系分配给不同的评估人员。在进行机械自动化系统性能评估时,不仅要对系统进行全面了解,而且还要将该指标体系分配给不同的评估人员,以便确保评估结果的准确性。因此,在进行性能评估时要做到具体问题具体分析。

4.2 常用性能评估方法对比

目前机械自动化系统的性能评估方法主要有:状态空间法、专家打分法、信息熵方法和模糊综合评价法。这些方法在实际应用中各有优缺点,并没有统一的评价标准。考虑到虚拟仿真技术与系统设计的高度契合性,

本文将选择模糊综合评价法作为机械自动化系统性能评估的方法。模糊综合评价法是在多目标决策中使用的一种决策分析方法,它以各方案所达到的目标为依据,通过比较各方案达到目标的程度,分析各种方案对目标实现的影响程度,从而进行决策。根据对评价指标权重和模糊关系矩阵计算,可以得到各方案对目标值的贡献程度,从而判断系统性能优劣。

4.3 虚拟仿真环境下的性能测试与数据采集

在虚拟仿真环境中,利用传感器获取的信号,通过对信号进行滤波处理后,可以获取系统的性能参数。不同于传统的测试方法,在虚拟仿真环境中,传感器采集的是系统所处环境中的信号,而不是直接采集到计算机上,这使得系统性能测试与数据采集更具有实时性。测试数据也不需要直接传到计算机上处理,可以直接通过虚拟仿真软件进行显示和分析。在虚拟仿真环境中可以根据需要设置不同的测试场景,通过传感器采集信号后,进行数据处理、显示和分析。由于虚拟仿真软件可以根据需要设置不同的场景和设置不同的参数,因此在测试过程中可以进行不同方案的对比分析^[5]。

4.4 性能评价结果分析与优化建议

在虚拟仿真环境下,通过对机械自动化系统的性能测试,得到了该机械自动化系统在不同测试环境下的数据,并利用这些数据对虚拟仿真环境下的性能评估进行了分析。在实际应用中,可以根据测量出的测试数据进行性能评估,同时利用系统的运行情况分析影响该机械自动化系统运行性能的因素。在以上分析结果的基础上,根据相关理论和经验给出优化建议。优化建议主要是从机械自动化系统的软硬件配置和网络连接两个方面进行。硬件方面主要是提高系统硬件配置的质量,以提升其稳定性;软件方面主要是根据虚拟仿真环境下收集到的测试数据对软件进行优化调整。

5 案例研究与应用分析

5.1 典型机械自动化系统设计流程实例

以某款数控机床为例,如图7所示,该机床为立式加工中心,采用ABB公司的可编程逻辑控制器(PLC)作为控制核心。机床采用全模块化结构设计,分为数控车床、数控铣床、加工中心和普通车床4大类。每个模块的设计流程如下:(1)根据用户需求和现场环境,确定各模块的功能;(2)根据各模块的功能和特点,确定各模块之间的控制逻辑关系;(3)利用软件进行功能建模和仿真;(4)根据仿真结果对各模块进行优化和改进。

5.2 基于虚拟仿真的性能评估实施步骤

(1) 根据实际情况,对机械自动化系统进行划分,确定系统中各个子系统的功能。以此为基础,搭建机械自动化系统的仿真环境。(2) 将系统划分成各个子系统,并对各个子系统进行建模和仿真。(3) 根据仿真结果,对每个子系统的运行情况进行分析。(4) 根据分析结果,对各个子系统进行优化和改进。(5) 将优化后的系统再进行仿真,并与原始系统进行对比分析。

(6) 根据不同的评估准则,对不同的评估人员进行评估,并将评估结果呈现给决策人员。

5.3 结果对比与优化效果分析

通过本文所述的方法对某自动化生产线进行仿真分析,采用该方法计算出的理论最大负载、理论最小负载、最大负载时间曲线与实际生产运行数据对比其中:可以看出,该方法在仿真过程中根据实际生产数据计算出的理论最大负载和实际生产最大负载曲线与实际运行数据对比为接近,而根据仿真得到的理论最小负载时间曲线与实际生产运行数据对比差异较大。该方法能够有效模拟出生产过程中各种动态因素对系统性能的影响,可根据分析结果及时对系统设计和参数进行调整,从而使系统在运行过程中始终保持最佳性能状态。

6 挑战与发展趋势

6.1 当前应用中存在的主要挑战

虚拟仿真技术在设计中的应用主要集中在基于三维模型的产品设计阶段,在产品研发过程中的应用较少,对于系统性能和可靠性评估方法的研究则更加缺乏。由于目前虚拟仿真技术尚处于发展初期,虚拟仿真环境与真实环境之间的差异,以及虚拟仿真系统与真实系统之间存在较大的差异性,这些因素都将限制虚拟仿真技术在工程应用中的发展。当前使用虚拟仿真技术对机械自动化系统进行设计与评估,主要是基于模型建立了对其性能和可靠性进行评估的方法,而缺乏对虚拟仿真技术在系统设计阶段和性能评估阶段进行全面整合与应用的方法。

6.2 技术发展趋势与前景展望

首先,机械自动化系统在虚拟仿真平台上的实现技术,需要进一步探索并总结其与传统设计方法的区别和特点,以及解决问题的关键技术。其次,虚拟仿真平台的集成技术将成为未来的发展趋势。需要解决与其他软件之间的接口和通信问题,以及对现有系统进行二次开发的问题。最后,虚拟仿真平台对用户友好性也需要进

一步优化。用户不能通过操作工具进行自定义操作,因此需要降低对用户操作工具的依赖性。同时需要将用户界面的交互效果从简单的鼠标点击、键盘输入等功能扩展到更复杂的交互方式上去。此外,需要从用户视角出发进行虚拟仿真系统的性能评估方法研究,使其更贴近实际使用效果。

6.3 后续研究方向建议

首先,加强对虚拟仿真系统的架构设计和开发技术的研究。应针对不同类型的机械自动化系统建立适合的虚拟仿真平台,并对虚拟仿真平台的软件架构进行优化,进一步提高系统开发效率。其次,应加强对虚拟仿真平台在机械自动化系统设计中的应用研究。在复杂机械自动化系统的设计过程中,应根据系统需求和特点建立合适的虚拟仿真平台,并从用户视角出发对其进行优化,从而提高系统性能。建立满足不同用户需求、功能不同的虚拟仿真平台,并对其进行优化与改进,从而实现用户体验最优。

7 结语

在机械自动化系统的设计中,由于传统设计方法无法真实反映系统的性能状态,而虚拟仿真技术则可以有效地解决这一问题。通过虚拟仿真技术,可以实现对机械自动化系统性能的快速评估和优化,从而为系统性能设计提供依据。对于不同类型的机械自动化系统,其设计方法和设计流程也不相同,因此应根据具体需求选择合适的虚拟仿真技术,才能有效地提高机械自动化系统性能评估的效率和质量。在未来,随着虚拟仿真技术的不断发展与完善,将会有更多的虚拟仿真技术应用于机械自动化系统设计中,为机械自动化系统性能评估提供更精准、更科学、更有效的方法。

参考文献

- [1] 张婧靓. 基于 PLC 技术的机械自动化控制系统设计[J]. 无线互联科技, 2025, 22(12): 66-69.
- [2] 刘家明, 王静蕊, 赵鑫. 矿山运输机械自动化控制系统设计与实现[J]. 中国金属通报, 2025, (06): 117-119.
- [3] 刘旻. 农业机械自动化远程监控系统设计与优化研究[J]. 河北农机, 2025, (09): 13-15.
- [4] 王筠雅, 殷铭. 食品包装机械的自动化控制系统设计与应用研究[J]. 中外食品工业, 2025, (09): 36-38.
- [5] 王海静. 机械自动化的高精度控制系统设计[J]. 中国机械, 2025, (06): 33-36.