

置分区切换的各种参数。分析仪在进行巡回测量过程中,切换至预抽取状态的分区数据进行保持处理,在控制器上可以手动设置自保持时间^[3]。

运行人员在DCS上不仅可以查看CEMS系统的参数,也可以在DCS手动切换CEMS的分区测量,在某个分区故障而检修人员未能及时赶到处理时,运行人员可以在DCS上取消巡测,切换至正常的分区单点测量。

3.5 改造后的运行效果

在CEMS系统改为一拖二巡测后,CEMS系统的可靠性和容错率大大提高,脱硝喷氨自动基本实现24小时投入,在机组快速变负荷时,脱硝喷氨任然运行平稳,脱硝出口NO_x小时均值可以稳定控制在50mg/m³以内,满足超低排放改造的设计要求。

巡测CEMS系统的一台分析仪在维护或者检修时,脱硝自动无需退出,只需将分析仪数据保持即可,如有异常则把分析仪对应的两个分区的喷氨调门手动控制方式进行调节。在某个采样探头检修时,只需将巡测设置为单点测量即可,脱硝自动无需退出。脱硝系统的可靠性和容错率大大提高,基本杜绝了CEMS设备故障或检修而导致脱硝排放不可控的情况。

4 存在问题分析

4.1 CEMS 系统存在问题

采样探头箱安装位置位于水平烟道上,探头箱上的压缩空气过滤减压阀不能也水平安装,会导致减压阀无法自动排水,进而造成内胆腐蚀漏气。

在CEMS机柜内多处位置存在结晶现象。位于伴热管线剥开处的采样管内部存在结晶现象,由于此处保温层剥开,失去伴热效果降温,造成大量结晶,严重时直接导致管路堵塞。预抽取采样泵的泵膜上也会存在结晶现象,泵膜结晶会导致泵出力降低,预抽取泵存在结晶现象的原因为该泵抽取的烟气未经过任何处理,而烟气采样泵抽取的烟气经过了制冷器处理,所以不存在结晶现象。

5 检修维护要求

5.1 烟气分析仪

SIEMENS U23型烟气分析仪具有利用空气自动校准污染物零点和氧量量程的功能,无法自动校准污染物量程和氧量零点,所以每15天必须用一氧化氮(NO)标准气体对分析仪进行量程校准和用高纯氮气(99.99%)对氧量零点进行校准。

分析仪的氧电池最多使用到8个月就必须更换,氧电

池更换时分析仪表不需要停电,只需切换至维护状态即可,更换完氧电池后分析仪需要进行氧量零点和量程校准,等待校准结束再查看氧电池电压为12至13mV,且氧量测量正常,则氧电池更换成功。

5.2 烟气预处理系统

对于容易结晶的位置需15天清理一次,如伴热管线接头处和预抽取采样泵泵膜。

采样流量低大部分原因为管路堵塞或者采样泵出力不足,管路、阻水过滤器或者保护过滤器带水则大概率是制冷器或者冷腔故障,分析仪异常氧量高则是管路出现漏气或堵塞,也有可能原因为烟道漏风。

采样探头滤芯每个月需要拆开检查清理,发现结垢则需要更换,每年拆开探头探杆进行磨损检查。

6 优化建议

采样探头安装位置应当选择在竖直烟道而不是水平烟道上方,原因为水平烟道的热量会直接向上传到探头箱上,会导致探头箱过热,直接降低探头箱内温控器的使用寿命。

根据预抽取采样泵和烟气采样泵使用功能和不同,提出以下三点建议:

预抽取泵选用功率较大的泵,保证能在短时间内完成预抽取工作;

烟气在进入预抽取泵前也要经过制冷器处理;

在预抽取泵前增加过滤氨气的过滤器。

喷氨流量变送器的测量采样管建议增加伴热和保温装置,防止冬天天气降温导致管路结晶而测量不准。

7 结语

此次脱硝一拖二巡测CEMS系统和分区喷氨改造成功解决脱硝排放难控制、脱硝喷氨自动投入率低、CEMS系统可靠性差等诸多难题,改造后的脱硝控制效果可以达到国内同类机组一流水平,同时完全满足脱硝超低排放控制要求。改造后存在的一些问题,都已经通过技术手段进行优化,现阶段黔东电厂脱硝系统运行已非常稳定,此次成功案例值得在业内进行推广。

参考文献

- [1] 陈嵩涛,冯文会,张庚、《某330MW机组脱硝流场优化与分区喷氨设计》,2020年中国电机工程学会年会论文集。
- [2] 陆续,吴庆龙,张向宇等,《高温还原区喷氨脱硝试验研究.》,动力工程学报,2020。
- [3] 刘娟,郜武,陈焕军等,《基于分区喷氨控制的SCR脱硝CEMS优化应用》,电力科技与环保,2021。

Design and Optimization of Automation Mechanical Engineering System

Yichuan Zhang

Shandong Jianzhu University, Jinan, Shandong, 250013, China

Abstract

This study investigates the holistic design and optimization methodologies for automated mechanical engineering systems, aiming to establish a comprehensive methodological framework encompassing theoretical foundations and validation considerations. The paper first examines critical design principles including system architecture design and dynamic modeling, followed by an in-depth exploration of precision motion control strategies and simulation techniques for system performance. Subsequently, it analyzes intelligent parameter optimization and decision-making approaches addressing multi-objective conflicts, concluding with validation procedures utilizing virtual fusion and quantitative metrics. Through systematic analysis of key technologies and their interconnections across all design phases, this work provides theoretical references for enhancing the design and performance of complex automated mechanical systems.

Keywords

Automated mechanical system; System design; Motion control; Performance modeling; Multi-objective optimization; Virtual verification

自动化机械工程系统的设计与优化研究

张艺川

山东建筑大学, 中国·山东 济南 250013

摘要

本文着眼于自动化机械工程系统的整体设计及其改良方法展开研究,意在形成一套包含理论基础直至验证考量的完整方法论体系。文章先论述了系统架构设计、动力学建模等关键设计理论,接着又细致探究了精准运动控制策略以及系统性能的建模仿真技术,然后又对面向多目标矛盾的设计参数智能改良和决策产生办法做了分析,最后还给出依靠虚拟融合和量化指标的验证考量步骤。本文系统性地论述了各环节的关键技术与内在联系,为复杂自动化机械系统的设计与性能提升提供了理论参考。

关键词

自动化机械系统; 系统设计; 运动控制; 性能建模; 多目标优化; 虚拟验证

1 引言

工业朝着高端化、智能化方向发展时,自动化机械系统成了高端制造的核心表现形式。这种融合机、电、控的复杂系统,其性能会直接影响到生产效率和产品质量。但是,其设计存在很多棘手的问题,比如机电紧密关联、目标互相矛盾、参数范围很广等情况,所以,传统的设计手段无法达到高精度、高可靠性以及快速研发的目标。创建起包含设计、建模、控制、改良和验证的系统方案就显得十分必要,这对于提升自动化机械系统的性能十分关键。本文站在系统工程的角度上,全面论述有关的理论和技术架构,旨在为高性能自动化装备的研发提供理论框架。

【作者简介】张艺川(2003—),男,中国山东菏泽人,本科。

2 自动化机械工程系统设计理论基础

2.1 自动化机械系统架构设计与集成原理

自动化机械系统的顶层架构设计确定了系统的物理合成、信息交互和功能布局,这是后续详细设计与整合的主要依照。关键之处在于按照功能需求,把机械本体、推动单元、传感检测、控制核心等子系统实施模块化拆解,并做到接口标准化。模块化原则重视子系统的高内聚和低耦合,从而保障独立开发和维护。系统整合关注达成各个模块之间的协作,关乎机械接口的精准适配、控制总线的统一以及电气布局的规划。科学的架构与整合设计能够从源头上控制系统的复杂程度,突出改善系统的可扩展性和可靠性,给后续的动力学分析和控制执行创建物理基础。

2.2 多体动力学与结构静力学建模方法

精确建模是性能分析与改良的根基所在。多体动力学

方法针对由许多刚体或者柔体经由关节结合而成的复杂系统在运动时的规律展开研究,经由创建动力学方程来表现其运动与受力之间的联系,从而给动态特性的评定、负载的计算以及控制器的设计赋予重要模型。结构静力学分析着重关注系统在静态载荷作用下的反应情况,比如刚度、强度以及变形等^[1]。采用有限元分析之类的办法,可以考量关键部件在极限载荷之下所出现的应力和形变状况,以保证它们符合精度和安全方面的需求。动力学建模与静力学建模相互配合,一起形成对机械系统物理特征较为全面的数字化表述,也是做到轻量化设计并维持精度的关键依靠。

3 核心驱动与精密控制策略

3.1 伺服驱动与运动控制算法

伺服推进系统属于执行精确运动控制的关键部件,它的性能会左右末端执行器的动态响应和追踪精度。现代伺服推进集成了电力电子、电机学以及控制算法,可以达成高带宽的电流、速度和位置的闭环调节。控制算法重点在于产生准确的推进信号,经典的PID控制加上前馈补偿能够有效地改善追踪性能,对于传动的非线性因素来说,也要有专门的补偿策略。伺服推进和运动控制算法一起被设计和调试,目的在于让闭环系统具有很好的指令跟随性、很强的抗干扰能力以及不错的稳定性,从而给系统的高性能运动形成底层控制基础。

3.2 多轴同步与轨迹规划策略

复杂的自动化任务往往要靠多运动轴协同来完成,多轴同步控制重点在于减小轴与轴之间的跟随误差,做到时空上的协调统一。一般会经由交叉耦合控制、主从同步之类的策略来设计轴与轴之间动态误差的修正方案。轨迹规划起着连接任务表述和各个轴指令的作用,它的职责就是按照路径点创建出流畅、高效又符合各种限制条件的运动指令。规划的时候还要充分顾及到各个轴所受到的运动学以及动力学方面的限制情况,利用S型曲线、多项式或者样条函数来做规划,就可以在不影响这些限制的情况下改善运动速度并减轻震动现象,进而既加强了运动的稳定性又保证了轨迹的准确性,这可是达成高速高精度运动非常关键的部分。

3.3 自适应与鲁棒控制理论在机械系统中的应用

自动化机械系统运行时存在参数摄动、外部干扰等不确定因素,自适应控制和鲁棒控制是应对这些挑战的关键手段。自适应控制可在线识别系统参数或者调整控制器参数,让系统性能随对象变化而自动适配,模型参考自适应控制便是其中的典型例子。鲁棒控制力求设计出固定结构的控制器,只要系统处于预设的不确定性区间内,就能维持稳定并且符合性能指标。把自适应或者鲁棒控制理论用在机械系统上,可以明显改善系统对于负载变化、摩擦波动等要素的适应能力,进而有效地优化其在复杂工作条件下的运行可靠性、稳定性以及性能一致性。

4 系统性能建模与仿真分析

4.1 机电耦合系统建模方法

高性能自动化机械系统属于典型的机电紧密结合系统,它的机械动态、电气特征以及控制器算法之间存在深度交互。要创建机电耦合模型,就要把电机电磁方程、功率放大器模型、机械传动链动力学方程以及传感器模型加以综合化融合。这个合成起来的模型可以表现出电气参数怎样影响机械响应,还能显示机械负载变动怎样反馈到电气一侧,这也是剖析系统整体稳定性、找出潜藏谐振点、执行控制器-对象协同改良的依照^[2]。创建精准的机电耦合模型,这对于深入把握系统内部的相互作用十分关键,可规避由机电不相适应而产生的振荡情况,这是做到系统级性能改良的关键步骤。

4.2 基于模型的系统动态特性仿真

在物理样机制作之前,依靠机电耦合模型执行动态特性仿真,这是一种能预测性能并找出设计漏洞的高效虚拟方法。经由仿真,可以全方位剖析系统在时域中的阶跃响应、跟踪误差,在频域中的带宽以及稳定裕度。仿真还能够重现高速启停、负载突变等复杂工作状况,用以考量系统的瞬态和稳态性能。凭借模型的仿真分析给控制参数整定、滤波器设计给予了不需要实体成本的虚拟试验环境,这会大幅缩减后期实物调试的试错时间和费用,助力“设计-仿真-改进”这种循环推进,突出优化研发效率和质量。

4.3 系统可靠性分析与失效模式建模

系统的可靠性关乎其能否长久稳定运行,这是一项关键指标。可靠性分析经由对系统及单元的失效概率、寿命分布执行统计建模并加以综合评定,以此来推算平均无故障时间和任务可靠度。失效模式、影响与危害性分析属于一种系统化的办法,可全方位找出系统内全部潜在的失效形式,剖析产生这些情况的原因、它们给系统功能造成的后果,并考量其危害的严重程度。借助FMEA(故障模式及影响分析),可以在设计初期预先察觉到薄弱之处,进而实施针对性的设计改良或者防范手段,这样就能从设计起点加强系统的自身可靠性,缩减故障发生的可能性,保证设备长时间处于可用状态。

5 多目标优化与智能决策方法

5.1 系统设计参数的多目标优化模型构建

自动化机械系统设计属于多目标改良范畴,需在相互矛盾的设计目标之间谋求理想兼顾。常见的目标涵盖高性能、轻量化、高刚度以及低成本等方面,关键之处在于把工程需求转为成可量化的数学目标函数,譬如说定位误差降至最低、质量做到最轻、成本控制到最小等,而且还要清楚界定全部设计变量及其相关的物理与工程限制条件。创建起明晰又完备的多目标改良数学模型,这便是把复杂工程设计难题转变成可执行计算并加以解决的改良问题的重要一步,