

电子工程中关于机械电子工程设计技术要点研究

王春明

涿鹿县劈山大渠灌区水利管理委员会 河北 张家口 075000

摘要: 机械电子工程设计涉及架构搭建、结构优化、电控系统配置与机电适配等多个技术层面。本文围绕四类核心设计技术展开论述,分析机电融合架构准则、整机布局方式与软硬件统筹思路,探讨传动结构、运动执行、定位支撑及轻量化设计要点,梳理电路布局、传感集成、驱动适配与信号处理等电控系统设计内容,并从参数协同、联动配合、干扰防护与整机集成四个维度阐述适配设计逻辑,为机电一体化设备的系统化设计提供技术参考。

关键词: 机械电子工程;机电融合;结构设计;电控系统;适配技术

引言: 电子工程领域中机械电子工程设计技术的研究,直接关系到机电一体化设备的运行效能与作业精度。当前设备功能日趋复合化,机械结构与电子电控系统之间的耦合深度持续加深,传统分体式设计思路已难以满足高精度、高可靠度的作业需求。围绕整体架构设计、机械结构设计、电控系统设计与机电适配设计四个技术层面展开分析,梳理各环节的设计要点与技术逻辑,对推动机电设备设计水平的系统提升具有实际价值。

1 机械电子工程整体架构设计技术

1.1 机电融合架构的设计准则

机电融合架构的设计准则围绕设备综合运行效能构建标准化设计体系,适配机电一体化设备的运行逻辑与工作机制。设计工作兼顾机械结构承载性能、运动性能与电子系统信号调控、指令输出性能,让两类核心体系的运行参数与构造形态实现深度匹配^[1]。设计流程注重整体性能均衡调控,严格把控结构刚性、运动精度与电子信号传输、指令执行的匹配程度,让设备各项基础性能维持在标准运行区间。设计工作坚守整体适配理念,科学调控设备运行稳定程度、能量消耗水平与服役年限,让架构形态适配各类工况的运行需求,减少机电体系分体设计带来的适配偏差与性能损耗。

1.2 整机结构布局的设计方式

整机结构布局依托设备核心作业功能开展空间规划与结构排布,以空间利用效率与运行可靠程度为核心优化方向。设计工作全面考量各类结构单元的空间排布位置、装配衔接关系与极限运动范围,规避结构干涉、空间闲置等设计缺陷。结合设备运行过程中的力学承载特性规划主体结构排布方案,提升整机刚性强度与抗形变能力,降低外界环境干扰对设备运行状态的负面影响。精细化的空间排布方式可优化设备整体体积与轮廓,兼顾结构紧凑特性与日常运维便捷特性,保障设备长时间

连续作业的稳定性。

1.3 软硬件统筹布局的设计思路

软硬件统筹布局立足设备整体功能落地需求,打通机械硬件装配与电控软件配置之间的设计壁垒。硬件布局重点优化构件安装位置、线路排布路径与硬件模块的空间适配效果,保障硬件系统装配精度与运行安全状态。软件布局结合硬件运行固有特性,规划科学的控制逻辑、数据处理流程与指令调度模式,让软件调控逻辑适配硬件运行规律。整体设计思路注重软硬件资源的科学分配,优化数据传输与指令执行的衔接流程,提升设备整体运行的精细化程度与作业效率。

1.4 功能模块拆分与组合设计方式

功能模块拆分与组合以设备完整功能体系为设计基础,按照差异化功能属性完成单元划分与整体结构整合。模块拆分坚守功能独立化设计理念,将复杂的设备整体功能体系拆解为多个具备单一核心功能的独立单元,简化设备整体设计与调试难度。模块组合遵循功能互补与结构适配原则,根据设备运行需求完成各类功能单元的拼接与整合,构建完整的设备功能运行体系。合理的拆分与组合模式可以提升设备设计的标准化程度,方便后期设备调试、故障排查与功能升级,强化机电设备的工况适配能力。

2 机械结构部分设计技术

2.1 传动结构的设计方式

传动结构的设计方式以提升动力传递效率与运动控制精度为核心目标,依据设备动力输出标准匹配合理的传动构型^[2]。设计过程结合作业过程中的载荷量级、运行速率与传输距离确定适配的传动结构形式,梳理清晰的动力传递路径,减少能量在传递过程中的无效损耗。通过调整传动构件的配合公差与几何参数,规范动力传输阶段的位移幅度与速率波动范围,维持动力输出的平稳

状态。对传动间隙与构件接触形态进行精细优化,降低传动过程中产生的振动与位置偏移问题,强化动力传输的连续性与精准度,适配设备高精度作业需求。

2.2 运动执行结构的设计内容

运动执行结构的设计内容围绕设备终端作业标准展开,明确执行构件的运动轨迹、作业行程与精度控制指标。设计工作结合设备既定作业需求规划执行单元的整体结构形态与装配组合方式,匹配设备运行所需的往复旋转或复合运动模式。针对不同载荷状态优化执行结构的刚性参数与形变储备空间,杜绝重载作业工况下出现的结构偏移与动作偏差。完善执行结构的装配定位工艺体系,强化构件装配贴合度,让终端作业动作完全贴合预设运行标准,持续提升设备作业的规整程度与运行稳定性。

2.3 定位与支撑结构的设计细节

定位与支撑结构的设计细节重点保障设备装配精度与静置运行的整体稳定状态,细化各类结构单元的配合参数与装配标准。定位结构设计着重优化构件配合精度与限位布置形式,约束各机械单元装配过程中产生的位置偏差,保障整机装配结构的规整程度。支撑结构设计结合整机载荷分布特征布置支撑点位,调控构件厚度参数,实现设备自重与作业载荷的均匀分散。细化结构接触面的加工精度与装配贴合效果,缓解载荷分布不均引发的结构移位现象,维持设备长期运行过程中的位置精准状态与结构稳定性。

2.4 结构稳定性与轻量化设计方式

结构稳定性与轻量化设计方式平衡结构力学性能与设备小型化、低负载发展需求,依托结构仿真分析完成整体构型优化。稳定性设计通过调整整体结构布局与关键构件的厚度参数,增强整机抗形变与抗振动能力,适配复杂多变的作业环境。轻量化设计在严格满足结构强度与刚度标准的前提下,删减设备内部多余结构区域,选用高强度轻质工程材料缩减设备整体自重。两类设计内容相互统筹制衡,规避轻量化改造带来的力学性能下降问题,让机械结构兼具优良的承载抗震性能与灵活的工况适配特性。

3 电子电控系统设计技术

3.1 电路布局与适配设计内容

电路布局与适配设计围绕电控系统安全运行与稳定供电需求开展整体规划,完成电路线路排布、器件安置与电气参数匹配等核心工作。电路布局遵循规整化与集约化设计思路,规划线路走向与电气器件安装位置,规避线路交错堆叠引发的电气干扰问题。合理划分强弱电

排布区域,隔离不同电压等级的线路模块,降低电磁耦合带来的运行波动^[3]。适配设计针对设备作业负荷与运行环境调整电路参数,匹配各类电控器件的工作阈值,让电路体系适配设备长时间连续运行状态,提升电控系统供电与指令传输的稳定性。

3.2 传感模块集成设计方式

传感模块集成设计以精准采集设备运行状态数据为核心目标,实现各类检测模块与整机电控系统的深度融合。设计工作依据设备运行检测需求筛选适配的传感器件,匹配设备运动状态、环境参数与作业工况的检测需求。优化传感器件的安装位置与固定形式,保障检测数据的真实有效,减少外界环境与机械振动对检测过程的影响。规范传感模块与主控系统的对接模式,统一数据输出格式与传输标准,让采集的状态数据可以顺畅接入电控系统,为设备指令调控提供有效数据支撑。

3.3 驱动单元适配设计细节

驱动单元适配设计聚焦电控指令与机械执行动作的衔接匹配,细化驱动模块的参数调试与运行适配细节。设计工作结合机械传动与执行结构的运行载荷、运动速率调控驱动单元的输出参数,实现电气控制信号向机械动力的高效转化。优化驱动单元的负载承受能力,适配设备不同工况下的动力输出需求,规避动力输出不足或过载运行引发的设备异常。完善驱动单元的保护机制,优化过流过热与过载防护逻辑,提升驱动模块长期运行的安全系数与耐久性能。

3.4 信号处理与传输设计内容

信号处理与传输设计针对设备运行过程中的各类电气信号开展优化调控,保障信号传输的完整度与精准度。设计工作搭建规范化的信号处理机制,对原始传感信号进行滤波、降噪与校准处理,剔除信号中掺杂的干扰杂波,提升信号纯净度。优化信号传输通道的布设形式,减少传输路径中的信号衰减与干扰影响。建立稳定的信号交互机制,规范主控单元与各类功能模块的信号交互逻辑,保障设备调控指令与状态反馈信号实时互通,维持电控系统整体运行的稳定性与精准性。

4 机电一体化适配设计技术

4.1 机电参数协同适配设计方式

机电参数协同适配设计方式聚焦机械运行参数与电气调控参数的匹配统一,搭建高度兼容的整机参数运行体系^[4]。机械结构运行产生的运动速度、承载载荷、形变量等性能指标,直接决定电控系统的调控区间与输出标准。设计工作全面梳理机械单元的极限运行参数与常规运行参数,结合电控系统的信号响应速率、输出精度与

负载调控范围完成双向参数调校。通过精细化参数匹配模式修正两类体系参数错位引发的运行偏差,让电气调控逻辑深度适配机械结构的运动规律与力学特性。精细化的参数协同调校可以缩减设备作业误差,弱化参数不匹配引发的运行卡顿、动作偏移等问题,全面提升机电耦合运行的规整度与精准度。

4.2 机电联动配合设计细节

机电联动配合设计细节围绕机械执行动作与电气控制指令的交互衔接展开,细化整机联动运行的各项核心设计要点。设备完整作业流程由多组机械动作与电控指令配合完成,各类动作切换、工况转换都需要稳定的联动机制作为支撑。设计工作系统梳理设备全流程作业逻辑,合理规划电控指令下发节奏与机械结构的动作执行节奏,完善整机联动运行的底层逻辑。针对复杂作业流程中的动作切换阶段优化衔接机制,填补动作转换过程中的调控空白,让机械作业动作与电气调控指令形成流畅衔接。优化电控系统的响应效能,提升电气信号对机械运动的调控精度,弱化动作衔接过程中的延迟问题,强化设备连续作业的流畅度与稳定性。

4.3 系统干扰防护设计内容

系统干扰防护设计内容针对机电设备运行阶段的各类干扰源头开展针对性防控优化,维持整机运行状态的平稳可靠。机电融合系统运行过程中会持续面临电磁波动、机械振动、环境介质等多重干扰,各类干扰都会造成信号异常、动作偏移等不良问题。设计工作针对电磁干扰优化电路排布路径与接地方式,划分电气功能防护区域,降低电磁耦合作用对信号采集与指令传输的负面影响。针对机械振动干扰优化结构减震布局与构件固定形式,削弱机械震动对精密电气器件与传感模块的影响。结合设备作业环境特性配置对应的硬件防护结构与软件防护逻辑,阻隔外界杂质、温湿度波动等因素侵入系统内部,保障机电系统各类单元持续维持标准运行状态。

4.4 整机集成适配设计方式

整机集成适配设计方式以设备一体化运行性能提升为核心目标,完成机械结构、电控模块、传感驱动单元的全方位融合优化。分体化设计模式容易造成各功能单元适配性不足、运行逻辑割裂等问题,集成适配设计可以统筹整机空间布局、功能逻辑与运行机制,梳理各单元之间的交互关系与配合标准。优化各类功能模块的装配集成形式,统一单元对接规范与运行适配准则,提升整机装配的规整度与一体化程度^[5]。结合设备实际作业工况开展多轮集成调试与性能优化,调整各子系统的运行适配状态,协调各单元的运行负荷与工作节奏,充分释放机电设备的整体功能优势,持续提升设备综合作业性能与工况适配水平。

结束语

机械电子工程设计技术贯穿架构规划、结构构建、电控配置与系统集成全流程,各技术环节相互制约又彼此支撑。架构设计奠定整机运行基础,结构设计保障力学性能与作业精度,电控系统赋予设备智能调控能力,适配设计则将机械与电子两套体系有机衔接为统一整体。持续深化各环节的设计研究与技术优化,能够有效提升机电设备的综合作业性能与工况适应水平,为电子工程领域的设备研发与技术进步提供切实支撑。

参考文献

- [1]杜瑜.机械电子工程设计中的技术要点探讨[J].奥秘,2025(9):15-17.
- [2]刘婷婷,牛利松.自动控制在电子与机械设计中的应用[J].集成电路应用,2023,40(7):208-209.
- [3]冯蕾.机械电子工程设计中的技术要点研究[J].消费电子,2021(10):71,73.
- [4]金璐,陈丽娜,宋小艳.机械电子工程专业单片机与接口技术课程多学科融合教学改革与实践[J].航海教育研究,2025,42(4):33-42.
- [5]李万虎.人工智能技术在机械电子工程领域的应用探讨[J].消费电子,2022(10):90-92.