

基于高级体系结构的大型岸桥结构设计系统研究

王泽宇

华电蓝科技股份有限公司 北京 100070

摘要:为解决传统大型岸桥结构设计模式碎片化、协同性弱、迭代效率低的行业痛点,本文依托高级体系结构理念搭建全新的岸桥结构设计系统。文章梳理系统整体架构与核心模块,分析设计系统的运行逻辑、技术适配方式及应用优势,针对岸桥大型化、重载化的发展需求优化设计流程。研究可为岸桥结构数字化、一体化设计提供技术支持,助力港口起重设备设计模式的升级转型。

关键词:高级体系;大型岸桥;结构设计;系统优化

引言

港口货运规模化发展,让大型岸桥的作业负荷、结构尺寸与工况复杂度持续提升,传统单点式结构设计方式的短板逐步凸显。原有设计系统架构固化,各设计环节数据互通性差,很难适配现代化岸桥的精细化、集成化设计需求。基于此,本文结合高级体系结构技术搭建专用岸桥结构设计系统,从架构搭建、模块设计、技术应用等方面展开研究,以此弥补传统设计体系的不足。

1 高级体系结构与岸桥设计适配性分析

高级体系结构是一套模块化、可扩展、可复用的系统搭建框架,核心优势体现在系统分层解耦与资源整合层面。这种架构模式打破了传统系统整体固化、模块绑定的运行模式,能够将系统功能拆分为独立的单元模块,各模块可根据使用需求单独调试、升级与替换。该架构具备良好的兼容性与交互性,可实现多维度数据、多类型功能的协同联动,适配各类大型工业装备复杂的设计流程与运行场景,为装备设计数字化系统搭建提供基础框架支撑^[1]。大型岸桥属于大型重载钢结构设备,整体结构由主梁、端梁、门框、行走机构等多个子结构组成,设计环节涉及结构建模、性能校核、参数优化、数据同步等多项内容,整体流程繁琐且关联性强。传统设计模式下,各设计环节独立开展,数据传输存在滞后性,参数修改后无法快速完成全域迭代。从实际设计工作来看,岸桥设备的定制化程度较高,不同港口、不同工况的设备参数差异较大,这就要求设计系统具备灵活调整、快速适配、高效迭代的能力,刚好与高级体系结构的模块化、可拓展特性相契合。

2 基于高级体系结构的岸桥结构设计系统整体架构

2.1 系统分层架构设计

整套岸桥结构设计体系依托成熟的高级体系结构理念构建,采用分层化的整体布局形式,依据不同功能属

性划分为基础数据层、核心功能层以及交互应用层三个关键层级,各层级既保持独立的功能定位,又能实现高效联动协同,保障设计工作有序推进。基础数据层处于整体架构的最底端,是整个设计体系运行的底层支撑载体,主要承担各类岸桥结构设计相关数据的收集、分类存储、规整梳理等工作。涵盖结构尺寸参数、材料性能参数、作业工况条件、行业设计规范等各类核心基础数据,能够为上层所有设计功能的落地运行提供稳定、全面的数据支撑,从源头保障设计数据的准确性与完整性。核心功能层是整个架构的核心中枢,汇聚了岸桥结构设计全流程的核心业务能力,结构建模、力学性能分析、结构参数优化、模型校验修正等关键设计工序均在该层级完成,是实现智能化、精细化结构设计的核心载体。交互应用层直接对接一线设计工作人员,主打可视化操作与双向数据交互功能,通过简洁直观的操作端口简化复杂的设计流程,降低岸桥结构设计的操作门槛,让各类设计、校核、优化工作能够高效落地。

2.2 系统模块化功能布局

结合大型岸桥结构设计从数据整理、模型搭建、性能校核到参数优化的完整业务流程,整套设计体系采用模块化拆分的功能布局模式,将繁杂的设计业务拆解为多个独立单元,具体包含数据管理、结构设计、性能校核、参数迭代以及系统拓展五大功能模块。各个功能模块均设置独立的运行逻辑与执行体系,运行过程中不会出现功能重叠、程序冲突或业务交叉干扰的问题,保障各模块运行的稳定性。模块之间搭建了高效的数据互通通道,可实现数据共享、指令联动与协同作业。实际设计工作中,工作人员能够结合具体的设计场景与需求,灵活选择使用模式,既可以单独调用单一模块完成针对性设计、校核或数据整理工作,也可以联动多个模块开展一体化、全流程的结构设计作业。

2.3 系统运行逻辑设计

整套设计体系构建了一套闭环、可持续优化的运行机制,整体遵循“数据输入-功能处理-结果输出-迭代优化”的标准化运行逻辑,实现全流程自动化、智能化设计优化。实际作业过程中,体系会优先调取基础数据层内储存的岸桥结构基础参数、作业工况、材料属性等核心数据,将各类有效数据同步传输至核心功能层^[2]。核心功能层依托调取的数据完成三维结构模型搭建、初始结构方案设计等基础工作,形成初步的岸桥结构设计模型。在此基础上,性能校核模块会对初始设计方案开展全方位检测分析,针对结构强度、刚度、稳定性等核心性能指标进行校验,精准排查设计缺陷与性能短板,随后将成型设计方案与详细校核数据同步反馈至交互应用端口。设计人员可直观查看各项设计结果与校核数据,结合设计标准与实际作业需求微调优化结构参数,体系会根据调整后的参数自动完成全域数据更新、模型重构与性能复校,实现设计方案的持续迭代升级,最终完成岸桥结构设计的闭环优化,保障设计方案的科学性与实用性。

3 岸桥结构设计系统核心功能设计与优化

3.1 基础数据管理功能

各类基础参数是大型岸桥结构设计工作的核心依托,参数的规范性、准确性与完整性,直接影响后续建模、校核、优化等全流程工作的质量与效率,是保障整体设计工作有序推进的核心根基。在传统岸桥设计工作中,各类设计参数多由设计人员零散收集、单独存储,设备结构尺寸、钢材力学性能、港口作业工况、行业通用设计规范等各类数据缺乏统一的管控标准,极易出现数据存储杂乱、检索耗时费力、版本更迭混乱等问题,甚至会因引用过期、错误数据,导致结构设计出现偏差,大幅增加设计返工成本。针对性解决上述行业痛点,专属的数据管理模块能够对岸桥结构设计所需的全部基础参数进行系统化整合与标准化管控。该模块可对不同类型的设计数据进行分类归档存储,按照设备结构、材料属性、作业工况、行业规范等维度完成数据分区管理,让各类参数清晰有序、随取随用^[3]。在数据运维层面,不仅支持设计人员实时调取、手动更新、替换修正各类参数,还可实现大批量数据的统一修改、批量导入与导出,极大简化了数据管理流程,降低人工操作成本。模块内置智能数据甄别机制,能够自动筛查、识别异常数据与错误参数,从源头规避不合格数据流入设计环节,有效保障所有设计依托数据的真实性与精准度,为后续结构建模、性能校核等各项设计工作筑牢数据

基础。

3.2 一体化结构建模功能

大型岸桥属于复杂重型钢结构装备,整体结构包含主梁、端梁、行走机构、起升机构等多个子结构,各部件衔接关系复杂、尺寸参数繁多,对建模的整体性与精准性要求极高。传统岸桥建模大多采用碎片化拆分建模模式,设计人员需单独完成各个子结构的建模工作,再进行拼接整合,不仅建模流程繁琐、耗时较长,还容易出现各子结构参数不匹配、模型衔接脱节、数据无法同步更新等问题,导致模型整体精度不足,需要反复调整修正,严重拖慢整体设计进度。依托先进的模块化联动架构,成熟的一体化建模模式可完美适配大型岸桥复杂钢结构的建模需求,彻底打破传统碎片化建模的局限性。该建模模式内置标准化岸桥结构模板,覆盖常规吨位、常规规格岸桥的整体结构与细分部件结构,设计人员只需根据项目实际需求,输入对应的定制化设计参数,即可快速完成整体结构与所有子结构的一体化成型建模,大幅简化建模流程、压缩建模耗时。在建模完成后的优化调整环节,支持局部结构的单独修改、细节打磨与尺寸优化,且所有局部调整的结构数据,能够实时同步更新至整体模型,彻底杜绝局部与整体模型数据脱节、参数不一致的问题,在提升建模精度的同时,显著缩短大型岸桥结构的整体建模周期。

3.3 结构性能智能校核功能

大型岸桥常年在露天港口环境下开展重载、高频率、连续性装卸作业,作业过程中需承受货物载荷、风载荷、惯性载荷等多重外力作用,结构强度、整体刚度、运行稳定性是衡量设计质量的核心指标,也是保障设备长期安全运行的关键,因此结构性能校核是岸桥设计流程中不可或缺的核心环节。传统校核工作多依赖人工对照行业规范逐项核验,不仅工作量大、效率低下,还容易出现人工疏漏,难以全面排查结构设计的潜在隐患。智能结构性能校核模块可针对成型的岸桥整体结构模型,结合港口真实作业工况,开展全方位、精细化的性能检测与安全核验。模块内置完善的行业设计校核标准体系,能够根据岸桥的吨位规格、作业场景、结构类型,自动匹配对应的校核规范与核验标准,无需人工手动查阅、对照标准^[4]。在校核过程中,重点针对设备主梁、连接节点、受力支座、易损耗构件等关键受力部位开展深度核验,精准筛查结构应力集中、刚度不足、稳定性不达标等设计缺陷与安全隐患。校核工作完成后,可自动生成完整的校核结果清单,清晰标注不合格部位、问题成因及偏差数据,为后续结构优化、参数调整

提供直观、精准的参考依据,有效提升岸桥结构设计的安全性、合理性与可靠性。

3.4 设计参数迭代优化功能

不同港口的作业条件、装卸货物规格、场地环境存在明显差异,大型岸桥基本以定制化设计为主,固定的设计参数无法适配多样化的项目需求,这就要求设计方案能够根据实际工况完成灵活优化与动态调整。传统设计优化模式较为被动,多是人工根据校核结果逐项调整参数、比对方案,不仅迭代效率极低,且难以兼顾结构安全、设备性能与工程经济性的平衡,容易出现设计方案性能达标但成本过高、实用性不足的问题。参数迭代优化模块充分适配岸桥定制化设计的核心特点,能够实现设计方案的智能化迭代与精准优化。在结构性能校核工作结束后,模块可依托智能算法自动识别模型中不合理、不适配的设计参数,结合港口实际作业载荷、运行频次、环境条件等核心需求,精准定位参数调整方向与优化维度。优化过程支持两种操作模式,既可以由设计人员参照系统提示手动微调参数、优化结构方案,满足精细化定制需求;也可启动全自动迭代模式,由程序完成多轮次参数调试、方案模拟与效果比对,从众多优化方案中筛选出兼顾结构安全、运行性能、制作成本与现场实用性的最优方案,在保障设备安全稳定运行的核心前提下,有效平衡岸桥装备的经济性与实用价值。

3.5 系统拓展与兼容功能

港口行业处于持续迭代升级的状态,港口装卸设备逐步向大型化、智能化、轻量化方向发展,行业设计规范、设计技术、设计软件也在不断更新迭代,这就要求岸桥结构设计体系具备良好的适配性与可拓展性,能够适配行业发展与设备升级需求,避免因技术迭代导致设计体系快速淘汰。现代工业设计工作多依托多款专业软件协同完成,数据互通、格式兼容是保障设计工作高效衔接的关键^[5]。基于先进的可拓展、可升级模块化架构,

整套设计体系具备优异的兼容性与迭代拓展能力,适配性覆盖范围广泛。在设备适配层面,可满足不同吨位、不同跨度、不同作业场景的大型岸桥结构设计工作,能够适配常规标准化岸桥与定制化特殊岸桥的设计需求。在数据兼容层面,可适配多款主流工业设计软件的文件格式与数据类型,实现不同设计工具之间的数据无缝互通、文件直接流转,彻底解决多软件协同设计中的数据壁垒问题。

结语

综上,本文基于高级体系结构搭建大型岸桥结构设计系统,通过分层架构与模块化设计,解决了传统岸桥设计协同性差、迭代效率低、适配性弱的问题。系统实现了数据管理、结构建模、性能校核与参数优化的一体化集成,有效提升了岸桥结构设计的效率与精度。后续可结合港口智能化发展趋势,进一步优化系统智能迭代与协同设计能力,为大型岸桥结构设计的数字化升级提供更多支撑。

参考文献

- [1]刘嘉磊,李甲伟,张红,汪建平,余喆,程春阳,马明.大型五塔合一钢结构冷却塔结构设计研究[J].空间结构,2025,31(1):80-89.
- [2]殷明霞.自动化岸桥交机前系统联调管理要点研究[J].模具制造,2026,26(5):235-237.
- [3]李宋.超大型锚杆式悬索桥锚碇锚固系统施工关键技术研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2026(3):001-004.
- [4]梁艳,饶崇寅.大型悬索桥主缆架设双线往复式牵引系统设计与优化[J].交通世界,2026(12):175-177.
- [5]张氢,翟金金,洪颖,秦仙蓉,孙远韬.基于高级体系结构的大型岸桥结构设计系统研究[J].中国工程机械学报,2020,17(6):529-535.