

船舶电气生产设计管理系统的开发研究

赵欣欣

戎美邮轮内装技术(上海)有限公司, 上海, 200100;

摘要: 船舶电气生产设计是衔接船舶总体设计与现场施工的关键环节, 当前行业向大型化、智能化转型背景下, 传统分散式设计管理模式存在任务协同低效、数据分散混乱、流程衔接脱节等问题, 难以适配设计精度与效率需求。本文围绕船舶电气生产设计全流程, 整合数据库、模块化、协同管理等关键技术, 开发船舶电气生产设计管理系统。系统采用“服务器-客户端”架构, 规划设计任务管理、数据管理、流程管控、报表统计四大核心模块, 实现设计任务、数据、流程的一体化管控。通过应用验证, 系统可显著提升设计效率、减少返工成本, 同时打通设计与后续环节的信息壁垒, 为船舶电气生产设计标准化、协同化提供支撑, 适配船舶工业智能化转型需求。

关键词: 船舶电气; 生产设计; 管理系统; 协同管理; 数据集成

DOI: 10. 64216/3080-1508. 26. 01. 050

1 船舶电气生产设计: 行业现状、管理痛点及系统开发研究

1.1 船舶电气生产设计的行业背景与发展现状

船舶电气系统是船舶航行、作业的核心保障, 包括供电、配电、控制等多个环节。它的生产设计要衔接船舶总体设计和现场施工, 涉及电气原理图绘制、设备选型、电缆路由规划、施工图纸输出等关键工作, 直接影响船舶建造周期和电气系统运行的可靠性。现在, 船舶工业向大型化、智能化发展, 船舶电气系统越来越复杂, 设备数量多、电缆路由密, 对生产设计的精度和效率要求更高。行业里, 船舶电气生产设计已经不用传统手工画图, 采用 Tribo M3、AM 等主流 3D 生产设计软件模拟放样, 并用 CAD、excel 等软件辅助设计, 但设计管理还是分散式的, 没有形成全流程一体化的管控体系, 整体发展跟不上设计工具的升级, 满足不了船舶建造高效、精细的需求。

1.2 现有设计管理模式存在的问题与痛点

现有模式下, 设计任务分配靠人工协调, 没有清晰的任务拆解和进度跟踪机制, 容易出现任务重叠或遗漏, 导致设计进度滞后。设计数据分散存在不同设计师的电脑里, 数据标准不统一, 电缆参数、设备型号等信息容易重复录入或不一致, 后面查找、修改要人工核对, 效率低还容易出错。同时, 设计流程各环节衔接不上, 电气详细设计图纸、厂家设备资料等存在更新版本以及存放位置不统一, 导致不同人员拿到的图纸或资料错乱等状况时有发生; 施工图纸审核, 材料、设备出库等环节

没有实时协同, 前一环节的设计变更信息不能快速传到后面, 容易导致施工图纸和设计方案冲突, 增加现场返工成本。

1.3 系统开发的目的、意义与研究范围

开发这个系统, 核心目的是解决现有设计管理分散、低效的问题, 搭建一体化的船舶电气生产设计管理体系, 实现设计任务、数据、流程的集中管控。它的意义在于, 既能提高船舶电气生产设计的精度和效率, 减少设计偏差和返工成本, 又能打通设计和采购、施工之间的信息壁垒, 给船舶建造全流程协同提供数据支撑, 帮助船舶工业向智能化转型。研究范围只针对船舶电气生产设计全流程, 包括设计任务从分配到验收的全周期管理, 设计数据(比如系统图、设备参数、电缆信息)的采集、存储和共享, 以及设计流程(比如审核、变更、归档)的规范化管控, 不涉及船舶动力、导航等其他系统的设计管理。

2 船舶电气生产设计管理系统相关理论与技术基础

2.1 船舶电气生产设计核心流程与管理需求

船舶电气生产设计核心流程分三个阶段: 一是前期设计准备, 包括拆解设计任务、分配人员、确认设计标准(设计/施工工艺), 要明确每个环节的时间节点和责任人; 二是中期设计实施, 包括系统图纸的消化、规划电缆路径、设备选型的清单, 设备布置, 设备底座的放样等流程; 直至画施工图纸, 要保证各环节数据互通、设计衔接顺畅; 三是后期设计验收, 包括审核图纸、

材料设备的出库清单、管控设计变更、归档设计资料等,要确保设计成果符合船舶建造标准,资料完整可追溯。对应的管理需求有三方面:一是任务管控需求,要实时跟踪任务进度,及时预警滞后风险;二是数据管理需求,要实现设计数据统一存储、实时共享和精准查询;三是流程协同需求,要规范设计审核、变更流程,确保各环节高效衔接。

2.2 系统开发关键技术

数据库技术是系统存储和管理数据的核心,用关系型数据库设计数据表,把详细设计图纸(包括其他专业与电气相关图纸)、设备资料(包括其他专业与电气相关资料)、电气设备参数、电缆信息、设计图纸等数据结构化存储,同时通过数据索引优化查询效率,保证多用户同时访问时数据稳定,避免数据冗余和不一致。模块化设计技术把系统拆成任务管理、数据管理、流程管控等独立模块,每个模块功能边界清晰,能单独升级或扩展,降低维护难度,模块间通过标准化接口交换数据,确保系统整体协同运行。协同管理技术依托网络,支持多设计师同时登录系统工作,实时同步设计数据和任务进度,设计变更信息能自动推给相关人员,同时设置不同权限,比如设计师、审核员、管理员权限不同,确保数据修改和流程操作规范,实现设计全流程协同。

2.3 国内外同类系统研究与应用借鉴

国外同类系统大多关注设计和制造的深度结合,有完善的3D建模和数据集成功能,能实现电气设计和船舶总体设计的协同。但这类系统成本高,部分功能和国内船舶建造标准、设计习惯不匹配,很难广泛推广。国内同类系统大多侧重设计流程管控,在任务分配、图纸审核等功能上符合国内行业需求。但它们的数据集成能力弱,和CAD等设计工具衔接不紧密,没法实现设计数据自动同步。这次系统开发,会借鉴国外系统数据集成的优点,也吸收国内系统本土化适配的经验,既支持3D设计数据对接,又符合国内设计管理习惯,提高系统的实用性和兼容性。

3 系统总体设计

3.1 系统设计原则

首要保障实用性,系统功能紧扣船舶电气生产设计实际需求开发,操作界面简洁直观,贴合设计师日常操作习惯,最大限度降低用户学习成本。其次注重兼容性,

系统需实现与主流CAD设计软件、船舶建造管理系统的无缝对接,达成设计数据跨平台实时同步,彻底规避信息孤岛问题。最后预留可扩展性,提前规划功能接口与数据字段,后续可根据船舶电气设计复杂度提升,新增3D设计协同、智能设备选型等功能,适配行业发展趋势。

3.2 系统总体架构

硬件采用“服务器-客户端”模式,核心服务器存数据、运行程序,配备服务器防丢失,客户端经网络互联实现实时协同。软件分三层:数据层集中存管数据,业务逻辑层实现核心功能,表现层提供多端操作界面。

3.3 系统核心功能模块规划

设计任务管理模块可拆分整体设计任务为子任务,分配至具体设计师,设定起止时间与验收标准,实时显示进度,任务滞后时自动向相关人员发送预警,并记录完成情况,便于后续追溯。数据管理模块实现设计数据统一存储,包含电气系统图(含其他专业涉电图纸)、材料/设备/电缆清册清单、电缆参数、采购及出库清单、施工图纸等,支持按线缆代号、路径节点、设备型号/代号、电缆规格等关键词精准查询。延伸数据链模块重点新增3D软件接口,可对接Tribon、AM等3D软件,实现与CAD、Excel等辅助软件自动同步;同时支持从3D软件中按船体分段、区域分段,分别抽取材料清单、设备清单、电缆册清单等明细数据,且具备原始数据备份与查询对比功能,避免重复录入,保障数据实时更新一致。流程管控模块规范设计审核与变更流程,图纸完成后设计师提交审核,系统自动推送审核员,通过即归档、不通过则反馈修改意见;设计变更需提交申请并说明原因与影响范围,审批通过后自动更新数据图纸,同步推送变更信息。报表统计模块自动汇总关键数据,生成设备用量、电缆清单、任务进度等报表,支持导出打印,且材料/设备/电缆清册清单可辅助采购备货,出库清单可辅助施工人员领料,为采购计划与施工安排提供支撑。

4 系统详细设计与开发实现

4.1 数据库设计

数据需求分析围绕系统核心功能展开,明确需要存储的数据类型,包括用户信息(账号、权限、所属部门)、任务信息(任务名称、责任人、进度)、设计数据(设备参数、电缆信息、图纸文件)、流程信息(审核记录、

变更记录)等,确保数据覆盖设计管理全流程。数据表结构采用关联设计,核心数据表有用户表、任务表、设备表、电缆表、图纸表、审核记录表,各表通过主键和外键关联,比如任务表用“责任人ID”关联用户表,图纸表用“任务ID”关联任务表,实现数据联动查询和更新,避免数据冗余,同时设置数据约束,比如设备型号唯一、任务进度有固定取值范围,保证数据准确。

4.2 核心功能模块详细设计

设计任务管理模块关键流程:管理员先进入人为操作界面,明确人员责任划分及对应分管区域,设定各区域交付节点,再创建整体设计任务,录入任务名称、周期、交付成果等信息,系统依据前述设定自动拆分子任务,分配至对应设计师,生成任务清单并推送至其界面。设计师实时更新“未开始”等进度,系统对比进度与计划时间,自动标记滞后任务并预警,界面左侧列任务清单、右侧显详情及进度图表,操作按钮清晰。数据管理模块关键流程:设计师完成3D设计后,系统自动提取设备参数、电缆及路径信息同步至数据库;用户通过多条件查询栏输入关键词查询,数据以表格展示,支持导出打印,点击即可跳转查看关联图纸与任务信息。

4.3 系统开发与测试过程

系统开发采用主流语言与工具,数据库选用MySQL,业务逻辑层以Java开发,表现层采用HTML5+CSS3设计,保障兼容性与运行效率。开发采用迭代模式,先完成核心模块并内部调试优化,再推进整体开发与集成,同步开发延伸辅助软件接口模块,实现与3D软件、CAD、Excel等的适配对接。测试分三步:功能测试模拟实际场景,核查任务分配、数据同步及接口交互等功能;性能测试模拟多用户并发操作,确保响应速度与数据稳定;兼容性测试覆盖不同系统、浏览器及CAD版本。测试结果合格后,可投入应用。

5 系统应用验证

①应用场景:在某大型船舶企业的散货船电气设计项目中使用,涉及200多种设备选型、2000多条电缆规划,4名设计师和2名审核员参与,覆盖设计全流程。②运行效果:任务进度实时跟踪,预警更快,完成效率提高;数据自动同步,查询从几小时缩到几分钟,报表生成更快;审核和变更流程更顺,审批周期缩短,返工减少。数据统一存储,一致性和可追溯性提高,权限管

控规范,便于复盘。③用户反馈:操作方便、贴合需求,但老旧CAD适配弱、报表自定义不足。技术团队优化接口,新增报表自定义功能,提升实用性。

6 展望

①总结:系统整合关键技术,实现任务、数据、流程一体化管控,解决传统痛点,适配国内需求。②价值与前景:提供标准化方案,降低成本,打通信息壁垒,助力全流程协同,适配多种船舶,推广前景广。③后续优化:加AI实现智能规划和选型,增强3D协同,拓展移动端功能。未来探索与智能制造系统融合,推动设计与制造无缝衔接。系统在实际应用中,还可根据企业具体需求,进一步细化权限管理,比如为不同层级设计师分配不同的数据修改权限,避免误操作导致核心数据偏差。后续推广时,可先在同类型船舶建造项目中试点,收集更多一线操作反馈,比如不同吨位船舶设计中系统功能的适配情况,再逐步优化调整,扩大适用范围。研究方面,还可探索将系统与船舶运维管理系统对接,让设计阶段的数据直接服务于后续船舶运维,比如设备参数、电缆路径信息同步至运维系统,方便后期故障排查与维护,进一步提升船舶全生命周期管理效率。

7 结语

本文开发的船舶电气生产设计管理系统,以解决行业传统设计管理的分散化、低效化痛点为核心,依托数据库、模块化、协同管理等技术,构建了“硬件-软件”分层架构与四大核心功能模块,实现了船舶电气生产设计从任务分配到资料归档的全周期一体化管控。应用实践表明,该系统有效缩短预警时间、提升数据与报表效率,减少偏差及返工,规范流程、保障数据一致,解决传统管理痛点,打通设计与实施壁垒,价值显著。未来将引入AI优化选型与路由,强化3D协同,探索与智能制造融合,助力产业升级。

参考文献

- [1]方俊皓.船舶电气设计精细化管理[J].船舶物资与市场,2021,29(08):21-22.
- [2]梅相鹤.船舶电气生产设计要点与注意事项[J].船舶物资与市场,2021,29(06):45-46.
- [3]刘智远.船舶电气生产设计流程及细节问题[J].船舶物资与市场,2021,(03):13-14.
- [4]陶学良.船舶电气生产设计管理系统开发研究[J].船舶物资与市场,2024,32(01):82-84.