

海洋工程装备项目建造阶段数字化管理实践

于琦, 吴涛, 宋亚楠, 姜晗, 申勃, 张瑞
海洋石油工程(青岛)有限公司, 山东 青岛 266520

摘要: 本文深入探讨了海洋工程装备制造数字化管理特点、面临挑战、实践案例及未来发展趋势。随着科技的不断进步, 数字化管理在海洋工程装备制造领域的应用日益广泛。通过阐述数字化技术的特点与优势, 以及海洋工程装备制造的特殊性, 强调了数字化管理的必要性。以海洋石油工程(青岛)有限公司的项目案例为基础, 在指出海洋工程装备制造数字化管理面临的技术和人才挑战的同时, 分析数字化技术应用等方面的成功经验。最后, 阐述了数字化管理在提高效率、质量与安全性等方面的优势, 并展望了其未来的技术创新趋势和可持续发展方向。

关键词: 海洋工程装备; 数字化; PCMS

Digital Management Practices in the Construction Phase of Marine Engineering Equipment Projects

Yu Qi, Wu Tao, Song Yanan, Jiang Han, Shen Qing, Zhang Rui
Offshore Oil Engineering (Qingdao) CO., LTD. Qingdao, Shandong 266520

Abstract: This article delves into the characteristics, challenges faced, practical cases, and future development trends of digital management in marine engineering equipment manufacturing. With the continuous advancement of technology, the application of digital management in the field of marine engineering equipment manufacturing has become increasingly widespread. By elucidating the features and advantages of digital technology, as well as the uniqueness of marine engineering equipment manufacturing, the necessity of digital management is emphasized. Based on project cases from Offshore Oil Engineering (Qingdao) Co., Ltd., while pointing out the technical and talent challenges faced by digital management in marine engineering equipment manufacturing, the article analyzes successful experiences in areas such as the application of digital technology. Finally, it elaborates on the advantages of digital management in enhancing efficiency, quality, and safety, and offers insights into future trends in technological innovation and sustainable development directions.

Keywords: marine engineering equipment; digital management; PCMS

一、研究背景

海洋工程装备制造作为国家战略性新兴产业, 对于开发海洋资源、保障国家能源安全具有至关重要的意义。在当今数字化时代, 海洋工程装备制造数字化管理的重要性日益凸显。^[1] 随着科技的不断进步, 数字化技术在海洋工程装备制造领域的应用越来越广泛。目前, 我国海洋工程装备制造业数字化转型虽起步较晚, 但发展迅速。例如, 海洋石油工程股份有限公司在数字化项目管理平台方面的成功实践, 为行业数字化转型提供了新思路。^[2] 项目数字化管理技术已广泛应用于海洋工程装备制造过程, 显著提升了生产效率和质量。

二、研究目的

本研究旨在探讨数字化管理在海洋工程装备制造中的实践, 分析其在提高生产效率、降低成本、提升产品质量等方面的作用。^[3] 同时, 通过对现有实践案例的研究, 探索数字化管理在海洋工程装备制造中的发展方向, 为我国海洋工程装备制造业的转型升级提供参考。具体而言, 将深入研究数字化技术在设计、生产、管理等环节的应用, 以及如何通过数字化管理实现海洋工程装备制造的智能化、高效化和可持续发展。

作者简介:

于琦(1982.08-), 男, 汉族, 山东省青岛市莱西市人, 中级职称, 大学本科, 毕业院校: 中国石油大学(华东);
吴涛(1988.02-), 男, 汉族, 山东省荣成市人, 硕士, 中级工程师, 研究方向: 数字化;
宋亚楠(1994.08-), 女, 汉族, 内蒙古自治区乌兰察布市人, 本科, 助理工程师, 研究方向: 数字化;
姜晗(1992.11-), 男, 汉族, 山东省青岛市人, 硕士, 中级工程师, 研究方向: 数字化;
申勃(1994.08-), 女, 汉族, 辽宁省抚顺市人, 硕士, 助理工程师, 研究方向: 数字化;
张瑞(2001.01-), 男, 汉族, 山东省临沂市人, 本科, 助理工程师, 研究方向: 数字化。

三、海洋工程装备项目建造阶段数字化管理实践

（一）海洋油气工程项目建造阶段数字化管理特点

1. 多专业数据集成

海洋油气工程项目建造阶段从设计到完工涉及大量数据，包括结构、管线、电仪等专业的物料清单、工作量明细、施工监控、质检反馈的相关数据。^[4] 数字化管理集成这些数据，形成统一数据平台，实现数据的处理与分析，为项目决策提供有力支持。

2. 作业协同与共享

数字化管理平台可以打破地域和时间限制，实现项目团队之间的无缝协同作业。^[5] 项目成员可以在平台上共享信息、分配任务，提高团队协作效率。

3. 智能化决策

基于大数据分析和人工智能技术，数字化管理可以实现对海量数据的深度挖掘，发现数据背后的规律与趋势，为项目管理者提供智能化的决策支持，提高决策的科学性和准确性。

（二）海洋油气工程项目建造阶段数字化管理面临挑战

1. 数据孤岛

在海洋油气工程项目建造过程中，各部门业务流程严格分割，各业务流程相对独立，各部门拥有自己的系统和数据库，导致项目数据无法流畅传递，出现数据孤岛现象。

2. 数据质量

数据的准确性、完整性和时效性对于决策至关重要，由于缺乏统一数据标准和规范，导致数据格式、编码、命名方面存在差异，难以有效整合和共享。

3. 数据应用

原始数据往往难以直接用于决策，这要求企业具备强大的数据分析能力，能够将复杂的数据转化为易于理解的图表和报告，为决策者提供直观、清晰的信息。

4. 人才短缺

数字化管理需要既懂技术又懂管理的复合型人才。然而，目前这类人才相对短缺，难以满足海洋油气工程项目建造阶段对数字化管理的需求。^[6] 因此，如何培养和引进更多高素质、复合型人才是数字化管理面临的另一个重要挑战。

（三）海洋油气工程项目建造阶段数字化管理应对策略实践

海洋石油工程（青岛）有限公司近年来在工程项目建造阶段数字化管理方面不断深耕，持续推进工程建造管理系统（PCMS）的研发与应用，提高工程项目运行效率、降低人力成本投入，在国际项目中获得良好口碑，推动海洋油气工程项目可持续发展。以下将以海洋石油工程（青岛）有限公司项目建造阶段数字化管理应对策略并结合实践进行分析。



图 1. 工程建造管理系统（PCMS）

1. 流程线上化

生产流程线上化是打破数据孤岛的关键，跨部门将生产的各个环节衔接，将材料跟踪、组对、焊接、批次管理、无损检验等检验环节的报检流程纳入线上，同时建立完善的建造过程数据采集，串联起设计、材料、施工、质检、计划、费用各项管理板块，为建造阶段提供全方位的数据支持。

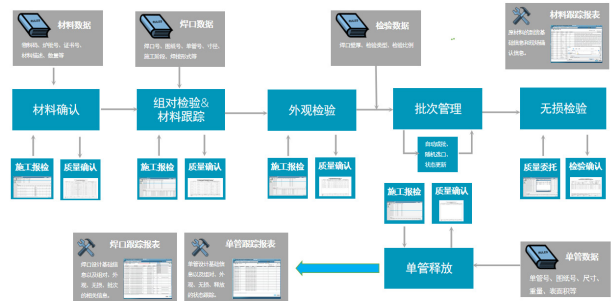


图 2. 管线专业线上报检流程图

2. 数据标准化

结合海洋工程的实际情况，制定包括数据格式、命名规则、编码标准等在内的统一数据标准，确保各阶段、各部门之间的数据能够无缝对接和共享。需要建立完善的数据采集、清洗、整合和校验机制，以确保数据的准确性和完整性。每个项目建立数据中心，对采集到的数据进行统一存储、管理和服务。^[7] 通过数据中心，可以实现对数据的集中管理、高效处理和快速响应，为海洋工程建造提供有力的数据支持。

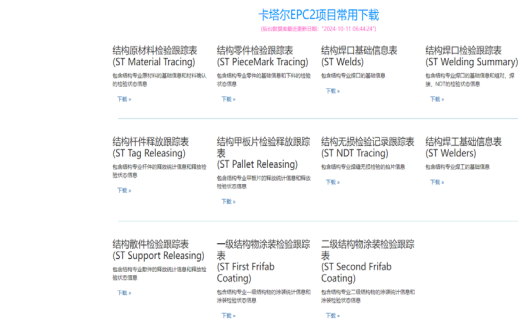


图 3. 项目数据中心

3. 数据可视化

原始数据往往难以直接用于决策，需要通过专业的工具和方法进行解析和可视化处理。^[8] 这要求企业具备强大的数据分析能力，能够将复杂的数据转化为易于理解的图表和报告，为决策者提供直观、清晰的信息。

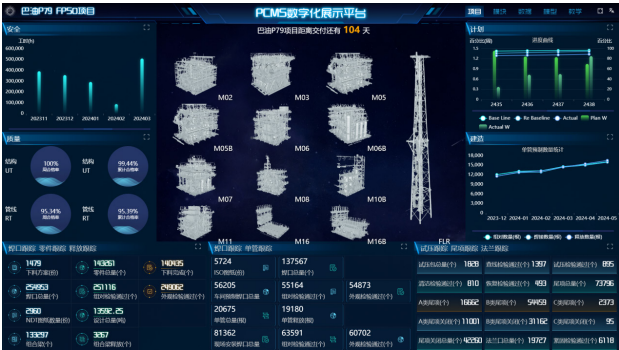


图 4. 数字化展示平台

众所周知，管道施工的工作在整个海洋工程建造过程中占较大比重，平台还实现了管线专业4D可视化功能，即将3D模型与项目数据中心的建造数据进行自动匹配，用不同颜色展示每根管道的施工进展，包括材料发放、下料、预制、释放、涂装、吊装等任何 PCMS 系统能够捕捉的状态。



> 图5. 4D 可视化

4. 运维常态化

持续做好项目数字化管理，系统运维至关重要。^[9] 为适应项目合同要求和自身管理需要，工程建造管理系统（PCMS）多次完成

迭代升级，仅巴西某 FPSO 项目，系统完成迭代达215次。海洋石油工程（青岛）有限公司近年来在系统研发、数字化人才培养方面持续投入，打造出一支集技术研发、系统维护、后台管理为核心的运维队伍，每个项目都配备运维专职团队以支持项目数字化管理常态化运行。

四、未来趋势

海洋工程装备建造阶段未来应通过引入人工智能技术，实现生产线的智能化调度和优化，根据实时数据调整生产计划，确保生产流程的顺畅和高效。^[10] 通过数字孪生技术，将实际设备的运行状态与数字化模型进行实时同步，实现对设备和管线建造进展的全面监测和管理。利用大数据技术对建造过程中的质量数据进行全面分析，识别潜在的质量问题，并采取相应的纠正措施。随着大数据技术的不断发展，未来海洋工程装备项目的建造阶段将更加依赖于数据驱动的决策支持。通过全面收集和分析项目数据，为决策者提供准确、及时的决策依据，提高决策的科学性和有效性。

参考文献

[1] 沈彬, 张高尉, 刘加伟, 等. Smart Material 软件在海工平台建造中的应用研究 [J]. 港工技术, 2019, 56(1): 55-59.

[2] 吴涛, 曹纪慧, 沈彬, 等. 基于 PCMS 系统的企鹅 FPSO 浮体专业项目管理应用与研究 [J]. 石油和化工设备, 2019, 22(7): 68-70.

[3] 管延敏; 周洋. 基于 VB.net 的船舶建造管理信息系统设计 [J]. 船舶工程, 2012, 12(12).

[4] 刘祥博, 伍朝晖, 朱明华, 等. 船舶数字化集成制造平台开发与应用 [Z]. 江南造船 (集团) 有限责任公司. 2014.

[5] 蔡虎振. 风险管控在海洋工程装备建设项目中的应用研究 [J]. 管理观察, 2011(36):219-222.

[6] 王志勇. 挣值管理法在舰船与海洋工程装备建设项目管理中的应用 [C]// 中国造船工程学会造船工艺学术委员会 2011 造船企业精益生产学术研讨会论文集. 2011:254-259.

[7] 吕慧超. 海洋工程装备项目材料追溯管理技术研究 [D]. 黑龙江: 哈尔滨工程大学, 2013.

[8] 李钊. 海洋工程装备项目进度监控模式及预警 DSS 总体设计 [D]. 黑龙江: 哈尔滨工程大学, 2011.

[9] 朱传超, 李志垒. 海洋工程船舶建造项目的甲方管理 [J]. 项目管理技术, 2016, 14(12):84-87.

[10] 石海, 牛建华, 薄浩, 等. 关于海洋工程装备项目中的碳排放研究 [J]. 石油化工建设, 2022, 44(11):80-82.