

工业互联网理念下赋能海洋工程项目精细化管理应用

于琦

海洋石油工程（青岛）有限公司数字化中心，山东 青岛 266520

DOI:10.61369/ETQM.2025070015

摘 要： 本文以某半潜式项目精细化管理应用为例，根据工业互联网理念从项目建造管理系统的计划、建造、报表及应用效果等方面进行了分析，着重对建造过程中的设计数据、材料数据、施工数据和项目管理报表等四个方面的创新点进行了总结，实现了数据信息的精细化，通过不断磨合，逐步建立了完善的软件应用管理流程，可为后续建造项目更加精细化管理的提供重要参考。

关 键 词： 工业互联网；项目建造管理系统；工作包；精细化管理

Empowering the Application of Refined Management in Marine Engineering Projects under the Concept of Industrial Internet

Yu Qi

Digital Center of Offshore Oil Engineering (Qingdao) Co., LTD. Qingdao, Shandong 266520

Abstract： This paper takes the refined management application of a certain semi-submersible project as an example. Based on the concept of industrial Internet, it analyzes from the aspects of planning, construction, reports and application effects of the project construction management system. It focuses on summarizing the innovation points in four aspects of design data, material data, construction data and project management reports in the construction process, achieving the refinement of data information. Through continuous adaptation and adjustment, a complete software application management process has been gradually established, which can provide an important reference for more refined management of subsequent construction projects.

Keywords： industrial Internet; project construction management system; work package; refined management

引言

工业互联网平台正在迅速驱动工业领域的全要素、全价值链、全产业链的深度互联，进而推动生产资源和服务资源的优化配置升级，从而推动制造和服务体系的重构，已成为激发企业创新活力，提升竞争力的核心驱动。公司承揽的某半潜式项目重约5万余吨，包括一座组块、船体及相应的集成工作，其陆地建造工期为同行业最短。如何在保证质量的前提下，按期完成该项目陆地建造工作，成为项目管理团队面临的一大难题。为解决传统工程项目中人工线下收集数据时面临的效率低、错误率高和经验依赖性过高等相关问题，经多次研究论证，利用工业互联网概念，借助工程项目建造管理系统和4D/5D可视化系统，对项目建造过程中的各个环节的海量数据进行数据收集、数据治理、数据分析以及可视化展示，最终实现整个项目建造过程数据的智能分析和处理。

本文将从工业互联网平台环境下工程项目管理系统在项目的应用入手，围绕计划、建造管理中设计、材料、施工和及软件管理流程提升等方面对项目管理软件的应用经验进行总结，为后续精细化项目管理提供参考，发挥工业互联网信息系统在提质增效方面的优势。

一、工业互联网平台搭建背景

公司先后实施了 ERP 系统、门禁系统、就餐系统等基础信息系统；建立了基础办公网络和监控专网；各业务单位根据各自需求先后建设了十余个信息系统，在其各自范围内工作应用效果较

好，但各系统间数据离散、缺少一体化系统进行整合，实现数据共享并有效使用存在一定的难度。信息化系统对施工作业支持不足，存在多个信息孤岛。许多业务流程以文档为中心，增加人工工作量；数据难以跟踪且无法重用；计划颗粒度粗，未进行工单工序级分解；计划异常反馈慢；缺乏有效信息化手段把计划和建

造安装紧密结合；材料、物料数据信息不透明。

二、工业互联网平台搭建架构

充分应用云原生、大数据、微服务、人工智能等现代信息技术，通过自主研发，以工业互联网平台为基础，打造自主可控、数据驱动、服务灵活、共享协同、优化智能的工业互联网平台。

（一）平台技术架构

包括边缘侧（数据源、工业网络、数据采集）和中心侧（IaaS、PaaS、SaaS），如下图所示：

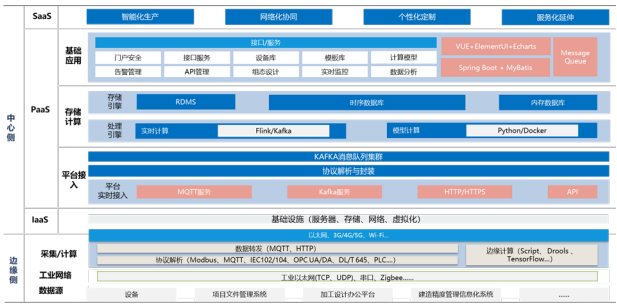


图1 平台技术架构

（二）平台安全体系

平台的安全体系主要由技术安全体系和管理安全体系两大部分组成，其中技术安全体系主要分为平台安全和数据安全两大模块，管理安全体系只要分为安全管理标准流程、安全管理规章制度、安全管理责任体系三大部分，各部分详细组成如下图所示：

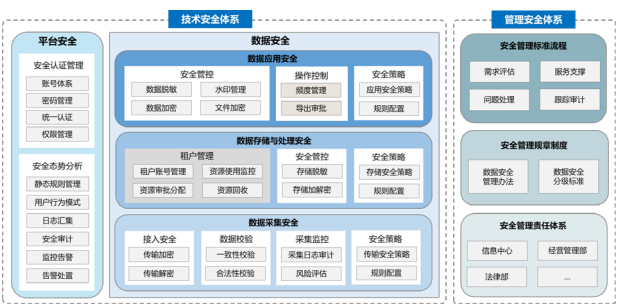


图2 平台安全体系

（三）平台网络基础

工业互联网平台和智能化生产对网络速度和网络稳定性要求很高，有网络云服务需求，对全场地无线网覆盖和5G网络也有较多需求。公司着手开展相关IT基础设备升级改造工作。办公网络覆盖办公区和7个场地辅助楼，视频监控专网目前接入办公区、各车间及场地580余个监控点。对场地有线网络扩容、场地无线网络扩展、办公区无线WiFi接入、核心/汇聚机房改造、在场地在车间、滑道开展5G典型场景应用。

三、工程项目建造管理系统精细化应用

通过上述工业互联网平台的搭建，工程项目建造管理系统在项目（船体、组块和生活楼）所有专业进行了精细化建造管理应

用，能够确保数据的标准化描述和统一建模，实现不同系统之间数据传输，同时基于云平台实现了数据全面线上存储、处理和分

（一）计划管理

1.使用高级工作包理念，优化WBS划分

工程项目建造管理系统计划管理层级为五级计划，使用了高级工作包理念（AWP，Andvaced Work Package）进行管理。高级工作包是将整个建造项目的各项任务按照指定的层级和规则进行分解，并且通过项目计划和活动执行来协调工程项目中各个阶段、各个专业以及可交付成果的过程，可生成三种类型的工作包：CWA、CWP和IWP^[1]。

三级工作包的划分根据项目建造方案、专业分类和交付方式开展。为了保证工作包的可靠实施，使用WFP（工作界面筹划，WorkFace Planning）来判断相应的图纸、材料和资源等施工要素是否已经具备。WFP“精益施工”管理行为，即项目管理团队的行为，确保了施工是在一个安全的、有组织的、可持续的和有效的方式下进行，实现了项目高效建造管理^[1]。

而对于项目的建造，根据AWP管理方法，结合其建造特点，采用和实际建造流程一致的工包划分原则，优化WBS，在工程项目建造管理系统中增加了CWA环节，使CWP四级建造工作结构分类和数据汇总更为合理，结合设计、计划、材料和建造信息，规划施工顺序，整合形成施工必要条件，通过工单的形式，与工艺步骤、定额等标准数据结合，指导现场施工^[1]。

WBS划分后，工程项目建造管理系统基于项目建造四级计划（CWP，Construction Work Package）下开展五级工作包（IWP，Installation Work Package）的编制，将项目的施工内容分入可执行的工作包，而所有的工作内容都实施链接至系统项目数据库，确保获得最新版本的图纸、材料、施工工具或必要的设备资源等相关信息^[1]。

2.实现四级计划进度回归

五级工作包编制完成，经工作包审核工程师确认后，下发至施工现场进行执行，施工进度需要协同该工单消耗的人工时一起反馈至工程项目建造管理系统，以便进行成本核算。

在工程项目建造管理系统中，根据WBS和CBS划分原则，施工对象的每一个工序均有相对应的计划工时和实际工时，计划工时主要是依照公司定额数据进行设置并导入，实际工时主要来自于工单报工数据，通过实际工时的汇总进而实现对杆件、工单工作量的逐级汇总，最终实现四级计划级别上的进度自动计算。

3.监控设计图纸进度

基于工程项目建造管理系统工作原理，针对项目运行过程中常见图纸状态“信息不对称”问题，首次在系统使用工作包对详设和加设计划，创建图纸工作包，并将图纸下发状态及时反馈至系统，经由系统数据分析和处理，生成了各专业图纸状态报表和图纸下发进度表。项目图纸数据清晰可查，进一步明确细化了责

任,大大提升了项目建设数据整合能力。

（二）建造管理

工单化的建造管理是项目精细化管理的核心,利用工程项目建造管理系统中设计数据、材料数据,同时结合四级计划设定工时和人员配备,创建五级工作包。工作包是指导施工的依据,包含工艺步骤、资源需求、施工计划、图纸及报告等信息。

1. 设计数据规范化管理

设计数据主要是指图纸工作量和材料数据信息。譬如配管专业图纸工作量数据,主要包括管线预制和管线安装的物料清单、焊口信息等数据。图纸数据既是工程项目建造管理系统的数据源头也是项目施工管理的基础。

根据高级工作包理念、项目精细化和数据规范化工作要求,对设计数据进行整理和导入工作,同时对关键区域、舱室或房间涉及设计数据进行了细化、区分,导入10,1100条数据,为后续施工精细化管理的开展做好了准备。

物料数据分为物料码和物料信息。物料码主要指图纸上的ItemCode或ERP码,物料采办料单和物料到货清单则是物料信息。物料数据是实现工程项目建造管理图料管理的基础,物料的需求与库存分析都需要依据物料码进行匹配,同时也作为物料跟踪的依据。

数据规范主要是图纸基础数据规范,与设计、质控、施工及项目组进行了多次交流,结合以往工程项目建造管理系统应用经验,制定了项目规范模板。工程项目建造管理系统图纸数据通过三级审核,经项目相应人员批准后,作为正式文件以电子版形式同图纸文件一起发送至项目组,同时导入系统,项目组下发至相关部门人员。

2. 材料清晰化管理

工程项目建造管理系统的材料管理功能涵盖了结构、配管、电仪讯和机械专业。首次应用了请购单、合同管理功能,将材料信息的输入、校对工作前置,实现编码—请购单—合同—收货流程。为解决物资编码中的“一码多物”问题和船体材料入级问题,项目应用过程中优化提升了公司当前的材料编码。

项目工程项目系统中以“采办料单”为单元对材料的采办、收货、发放进行管理,首次实现了面向催交的图料前瞻分析,从而获得急需材料的采办料单号信息,进而进行有针对性的催交。面向施工的图料匹配功能,在满足车间、施工单位稳定、持续生产的需求方面发挥了重要作用。

3. 施工工序链条化管理

依据项目的施工特点和实施策略,结合公司项目管理模式和要求,按专业设置五级工作包的类型、工序划分^[2]。不同的工作项采用状态链式的管理方式,包括不同施工步骤。

工包的工艺步骤作为施工状态的最小单元,用于记录施工过程每个工作项的完成时间点。^[3]按照工序细分工单,尽量避免单个工单由多个分包商交叉施工。实现了规范化和精细化管理,使工

单真正指导现场施工。

4. 管理流程精细化管理

参与项目建造的各个部门,在工程项目建造管理系统中既是数据的生产者优势数据的消费者,为保证数据及时准确导入系统,需要建立健全的数据管理组织机构,明确各环节职责,锁定关键用户,建立数据传递、审核、导入机制,建立系统各类数据纠错机制。^[4]工作包编制完成后,经线上审核批准、完成和完工确认功能,下发至各个作业部。^[5]各作业部负责人按工单内容进行作业任务的分配和执行,并在工单执行完成时更新工单的施工状态。对于已完成的工单,系统会自动关闭并进行备份存档。

（三）报表管理

为给项目管理人员提供切实可用数据信息,发挥工程项目建造管理系统信息化最大效用,工程项目建造管理技术服务人员根据项目需求调整、配置和开发了大量报表数据,主要分为系统自带报表、系统配置报表、自研发报表及4D/5D可视化系统生成报表。^[6]

1. 工程项目建造管理系统自带报表

系统自带报表内容可按专业、四级计划项、五级工作包项目等各类进度多维度生成各类报表,也可生成工时报表,其中五级进度反馈报表中能清晰显示每个杆件对应工序的完成情况,施工进度清晰可查。

2. 工程项目建造管理系统配置报表

随着项目深入开展,系统自身报表在满足项目阶段性专项需求方面有了一定的限制,为此工程项目建造管理系统中配置了各专业施工状态报表,报表符合项目需求,又满足公司管理模式。^[7]此类专项报表状态清晰,数据统一,项目各参与方在同一平台工作,各负其责,有效推动了各项工作的顺利开展。

3. 自研发报表

为进一步提升报表的展示效果,工程项目建造管理系统人员自主研发了材料、结构、配管和电仪专业的显示网站,使用多种图形形式对项目数据进行了展示。^[8]

系统主要对项目采办料单、材料到货、图料匹配以及库存情况并进行数据分析,支持数据下载。实现按区域汇总图纸、材料和施工状态,工单编制情况、节点施工状态,工作量自动汇总等展示功能。^[9]自系统应用以来,项目多样化的数据分析自主研发网站充分发挥了信息化系统效能,访问次数达到了29917人次,为项目提供了信息支持。

（四）4D/5D可视化报表

为满足总包项目管理需求,工程项目建造管理系统首次尝试数据4D/5D可视化展示,借助工程项目建造管理系统中物化视图功能,定制开发了工包、杆件和工序的三级物化视图,通过系统数据接口完成了工程项目建造管理数据自动同步至4D/5D服务器,满足了多维可视化数据需求。

（五）应用效果分析

在项目中使用了工程项目建造管理软件,合计录入152,1240

条施工数据，其中设计数据26,6429条。^[10]各块数据统计清晰明了，施工状态明确，打破了各环节的数据孤岛，提高了决策和现场施工效率，降低了安全风险。

通过工程项目建造管理信息化系统平台的应用，项目约节省人工日19580个，折合780余万元，提升了公司通过项目精细化管理持续盈利的能力。

四、结束语

综上所述，在工业互联网理念的指导下，通过细化分解工作计划、实行高级工作包管理，探讨了海洋工程领域项目精细化管理

理的应用，对设计、材料、施工等数据进行分析，逐步建立了完善的应用管理流程。这不仅丰富了我们工业互联网在海洋工程建造领域的理解，还为后续项目更加精细化管理的提供提供了有价值的参考。未来建议进一步扩大项目应用数量，加深应用成度，采用更多元化的方法进行完善优化，为相关领域的实践提供更有意义的指导。

参考文献

[1] 陈文姬, 李子敏, 曹纪惠, 等. 基于工作分解结构的工程项目管理系统研究与优化 [J]. 石油与化工装备, 2019年第22卷: 44-46..

[2] 陈文姬. 工程项目管理系统电仪方案设计优化 [J]. 中国设备工程, 2019, 年11月(下): 163-164..

[3] 关承志. 简析精细化在海洋工程国际项目投标中的应用 [J]. 中国市场, 2015(41): 54-55.

[4] 高军. 解析电力工程建设项目管理问题及精细化管理 [J]. 百科论坛电子杂志, 2019(13): 312.

[5] 李海洋. 加油站建设项目精细化管理的应用与实践 [J]. 福建建设科技, 2013(3): 94-96.

[6] 辛娟. 作业指导书在海洋工程项目的的应用 [J]. 全面腐蚀控制, 2023, 37(5): 25-28.

[7] 张鹏, 孙诗怡. 国际油气工程项目管理模式及应用特点 [J]. 项目管理技术, 2019, 17(2): 103-106.

[8] 林飞鹏, 张振, 程建文, 等. 托盘化材料配送在海洋工程建造中的应用 [J]. 石油和化工设备, 2022, 25(6): 99-101.

[9] 张闻. 全面预算系统在海洋石油工程公司财务管理中的应用与分析 [J]. 科技与创新, 2019(2): 156-157.

[10] 吕静, 胡洁, 王晓薇, 等. 油田企业钻井成本精细化管理体系研究 [J]. 石化技术, 2022, 29(5): 181-183.