

基于数字化技术的电力工程总承包项目管理研究

——以华南区域某燃机项目为例

梅生强[✉], 朱敏华

(中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司, 广东 广州, 510663)

摘要: [目的] 在当前能源行业“3060”双碳政策及总承包模式竞争日趋白热化的双重影响下, 项目管理数字化将成为企业核心竞争力, 如何提升项目管理数字化水平成为关键。[方法] 文章分析了在数字经济、项目管理本身方面, 数字化转型的必要性, 总结了当前国内外项目管理平台的特点, 剖析了企业级项目管理平台对现场管理的短板。在此基础上, 通过华南区域某电力工程企业建设总承包项目现场协同管理系统, 对能源类勘察设计企业总承包项目现场管理数字化转型进行了系统性研究和验证。[结果] 结果表明, 该系统能大幅提升项目管理效率, 可通过数据创造管理价值。[结论] 建立各方协同管理、表单结构化、流程全覆盖、智能报表全面应用的总承包项目管理平台, 可大力推动项目管理数字化转型。

关键词: 工程总承包; 项目管理; 数字化转型; 协同管理; 核心竞争力

中图分类号: TM611; TM756.2 文献标志码: A

文章编号: 2095-8676(2022)S2-0123-08

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Research on Management of General Contracting for Electric Engineering Project Based on Digital Technology—Taking a Gas Turbine Project in South China as an Example

MEI Shengqiang[✉], ZHU Minhua

(China Energy Engineering Group Guangdong Electric Power Design Institute Co., Ltd., Guangzhou 510663, Guangdong, China)

Abstract: [Introduction] Under the dual influence of the "3060" carbon peak and neutrality policy and the increasingly fierce competition of the general contracting mode in the energy sector, the digitalization of project management will become the core competitiveness of enterprises, and how to improve the digitalization level of project management will become a key. [Method] This paper analyzed the necessity of digital transformation in digital economy and project management themselves, summarized the characteristics of current domestic and foreign project management platforms, and analyzed the weaknesses of enterprise level project management platforms in on-site management. On this basis, through the on-site collaborative management system of the general contracting project of a power engineering enterprise in South China, the digital transformation of on-site management of the general contracting project of the energy survey and design enterprise was systematically studied and verified. [Result] The results show that the system can greatly improve the efficiency of project management and create management value through data. [Conclusion] Establishing a general contracting project management platform with collaborative management of all parties, structured forms, full coverage of processes and comprehensive application of intelligent statements can vigorously promote the digital transformation of project management.

Key words: general contracting; project management; digital transformation; collaborative management; core competitiveness

2095-8676 © 2022 Energy China GEDI. Publishing services by Energy Observer Magazine Co., Ltd. on behalf of Energy China GEDI.

This is an open access article under the CC BY-NC license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

收稿日期: 2022-09-01 修回日期: 2022-10-28

基金项目: 中国能建广东院科技项目“发电工程数字化移交关键技术及移交平台研究”(EV06241W)

0 前言

2020年9月,我国面向世界提出“3060”碳排放愿景,2021年3月,正式将“3060”碳排放作为未来能源发展目标。能源行业在经历了2010—2020年由传统勘察设计、施工模式向工程总承包模式转型发展后,部分坚守传统模式或者转型较慢的工程企业,普遍存在后劲发展乏力甚至业务萎缩现象。在“3060”政策影响下,以工程总承包为主营业务的工程企业,必然会在存量传统能源、新能源、非电业务等领域进行白热化竞争。对比该部分工程企业的核心竞争力,在总承包项目业务水平相当的情况下,项目管理数字化转型将成为关键。

1 数字化转型必要性

1.1 数字经济发展大趋势的影响

从Web1.0时代的人机互联到Web2.0时代的即时交互,再到Web3.0时代的智能交互与万物互联,信息技术正从各个角度重塑这个时代,组织和社会的数字基础设施发生了根本性变化^[1]。信息技术为经济发展带来便捷性的同时,数据价值挖掘与应用已成为经济发展增长剂甚至增长引擎。2020年3月,习近平总书记在中共中央政治局常务委员会会议上提出:提供数字转型、智能升级、融合创新等服务的基础设施体系,为新消费、新制造、新服务打开广阔空间;工信部“十四五”大数据产业发展规划中提出:用数据说话、用数据决策、用数据管理、用数据创新^[2]。在数字经济发展大趋势下,仍然坚守传统管理、经验管理模式的工程企业,其业务发展可能萎缩甚至被市场淘汰。

1.2 项目管理本身发展需要

数字化技术对项目管理本身将产生颠覆性影响,包括但不限于对项目的再定义、赋予项目管理新内涵,并深度影响工程行业及项目管理模式:

1)日新月异的外部环境要求管理具有敏捷性,而实现项目敏捷性需要知识、技能、工具与技术的创造性整合与裁剪;

2)大数据时代的项目管理遵循DIKW(Data、Information、Knowledge、Wisdom)过程,而这一过程本身就是一个创造性过程;

3)数字化时代的项目管理更重视相关方的共同参与,要求项目经理打破组织边界,主动获取组织内

外部资源服务于项目需求;

4)数字化时代强调价值导向,强调万物互联、价值共创^[3]。数字化时代的价值共创,从经典项目管理降低成本或提高效能向专项数字化技术对各相关方全面参与价值创造转变。

IOT发展极大扩展并丰富了项目的基础数据^[4],语义网关技术则进一步提升了对其智能分析与管理能力,项目管理人员可以借助互联网技术对不同相关方开展数据实时追溯,精准量化各种指标,并进行实时监控,形成数字化组织过程资产,进而实现流程、信息、数据联动,以便更快地响应业务环境的变化,实现更为卓越的数字化交付。

2 国内外发展现状

国外主流的项目管理软件,是基于典型国际项目管理特色进行开发的,其软件平台比较先进,数据库、工程实践、工具箱与标准件等比较完善。但其过于专业化,过于厚重,封装性太强^[5],在国内项目管理环境所需要的个性化配置方面灵活性不足;而且在当前国际贸易争端和制裁白热化的大环境下,选用国际产品存在较大风险。

国内的项目管理软件,部分是从专业软件(财务、造价、进度等软件)转型而来,侧重于局部要素管理,外延有限^[6];部分是从施工企业为资质提升快速开发出来的,侧重于企业级管理或者现场施工管理;部分是基于单个工程项目管理实践而来,侧重于独立应用场景(例如BIM、智慧工地等)的需求^[7]。国内项目管理软件,或者偏向于现场施工管理,或者偏向于企业级管理,缺少适应于总承包项目建设全过程管理的成熟产品。

3 华南某企业总承包项目数字化转型过程

3.1 企业级总承包项目管理系统(ECM&BI)

ECM系统根据企业授权管理规定等制度文件中关于总承包项目管理要求,主要管理启动与策划(项目注册、项目管理目标责任书、项目管理/实施计划等)、进度管理(仅里程碑)、采购管理(采购招标计划、采购实施计划等)、费控管理(费控目标、周期费用预测等)、合同管理(合同信息、合同变更、合同收支信息归集、签出合同支付申请等)、保函/保证金管理等事项。该系统主要是将总承包项目上升至企业级审批事项的表单+流程方式管理起来,重点管控

“费用”相关所有事项。BI 系统是将 ECM 系统、财务系统中总承包项目信息归总/分类展示,是企业决策支持管理系统,仅对高层人员开放。项目综合管控系统架构如图 1 所示。

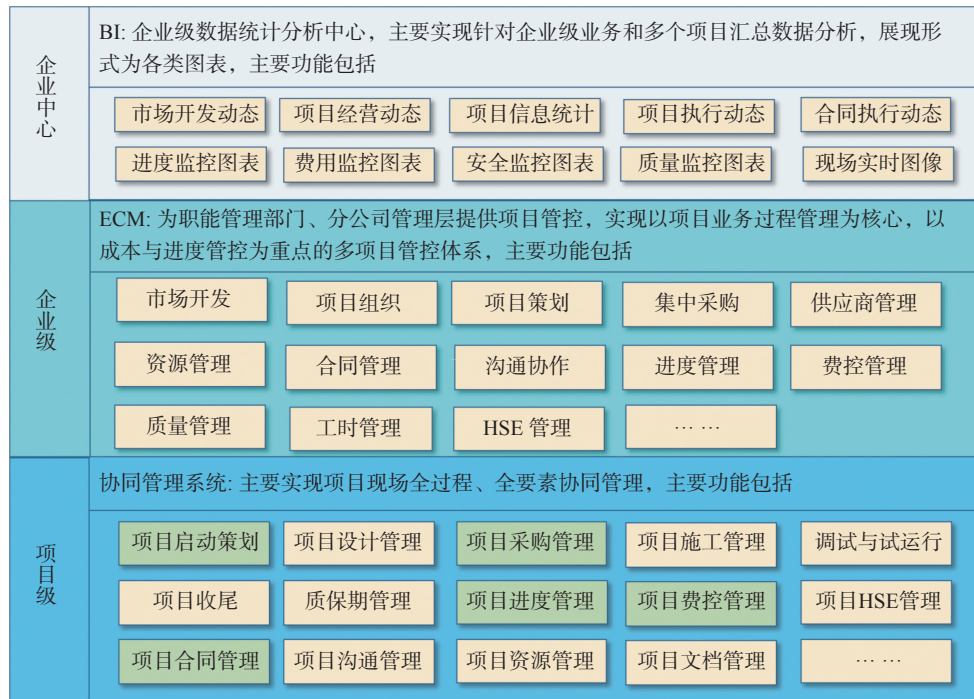


图 1 项目综合管控系统架构

Fig. 1 Architecture of the project integrated management and control system

企业级总承包项目管理系统,在设计管理、采购管理、施工管理、HSE 管理、质量管理等方面尚未完全覆盖,对项目而言其功能管控多于赋能,在为项目现场执行提供平台支撑方面仍显不足。

3.2 项目现场综合管控系统(协同管理系统)

在基于部分业主合同要求尝试开发具有明显个性化特征、非完整的若干现场项目管理系统后,为提高项目现场管理标准化水平、提升管理效率、减少重复性开发投资,该企业自 2019 年开始策划开发面向项目现场的协同管理系统。经过 2 年多时间开发,本系统已在试点项目整体上线应用,实现了主要参建单位协同管理全覆盖、建设过程全要素覆盖、表单与流程全覆盖,大幅提升了总承包项目现场数字化管理水平,为该企业在项目管理数字化转型迈出重要一步。

4 协同管理系统开发

4.1 开发目标

该企业基于“打造公司、分公司两级项目管理平台,强化项目管控”、“优化总承包管理系统,实现

项目管理全过程和全要素的信息化管控”的总体要求,结合总承包项目管理现状及存在的痛点问题,订立了系统开发目标。

1) 项目管理标准化

项目管理标准化,是项目管理走向成熟的必由之路,也是项目管理实现从粗放管理到制度化、规范化、信息化管理的核心要义。本次系统开发过程中的项目管理标准化梳理工作,主要依据现行国家、行业、地方的相关法规和标准、公司有关项目管理文件、公司《管理手册》及《程序文件》。

项目管理标准化,同时也是把企业内的成员所积累的技术、经验,通过文件的方式加以保存,通过在相似管理模块内进行复用,实现项目管理从粗放式到制度化、规范化、标准化的方式转变。项目管理标准化,可实现复杂问题程序化、模糊问题具体化、分散问题集成化、成功方法复用化,实现工程建设各阶段项目管理工作的有机衔接,整体提高企业的项目管理水平。

2) 建立协同管理平台

在项目管理标准化的基础上,对项目启动、策划、执行、控制及收尾全过程,以及设计、采购、施工、调试各专业的实施过程和文档进行信息化管理,同时按照 PDCA 的原则,实现对项目进度、费用、质量、HSE 等目标的全面监控和闭环管理。

建立以工程管理为核心的多方协同办公平台(包括建设方、监理方、总包方、勘察设计方、施工方、主要供应商等项目干系人),对项目实施过程的管理活动及相关信息、文件、资料的产生、流转过程实现集中平台化管理,并同步实现移动端的应用。

3)建立文控管理平台

建立项目文控中心及现场协同办公平台,主要用于项目文件信息的管理,包括项目文件信息的分类和编码、文件权限的设置、文件的传递和存放、信息发布、文件查询、项目公共邮件管理、个人邮箱管理、项目档案管理、文件系统配置等。实现工程项目信息的及时发布与共享;实现工作联系函、会议安排事项、文件信函的任务闭环管控;实现工程图纸从提交、审核到业主批准,以及现场领用、变更、升版管理,为工程竣工资料移交积累资料,为工程索赔/反索赔保留证据;实现项目信息的综合查询和决策

分析,为各级管理者提供管控依据。

4)建立项目管理模板库和数据库

建立项目级管理标准文件库,按照工程类型、工程地域等分类建立技术标准、管理标准、作业标准、工作流程等标准库;

建立主要项目管理文件模板库,包括项目各类策划文件、项目各类实施方案及总结报告等,创建“标准件”和“工具箱”;

在对存量的项目管理数据进行整理和执行项目数据进行收集分析基础上,搭建工期数据库、风险库、环保与质量问题库、设备采购价格库、建安数据库、工程造价指标等数据库,强化数据分析与资源共享,全面应用于公司所有项目投标和执行,利用数据资产创造价值。

4.2 建设思路

按照项目管理 10 大知识领域、49 个管理过程^[8],根据该企业现有的总承包项目管理模式,将系统功能分成启动与策划、设计、采购、施工、调试、进度、费控、质量、HSE、合同、风险、文控、行政、财税、收尾等 15 个模块,主体框架结构如图 2 所示。

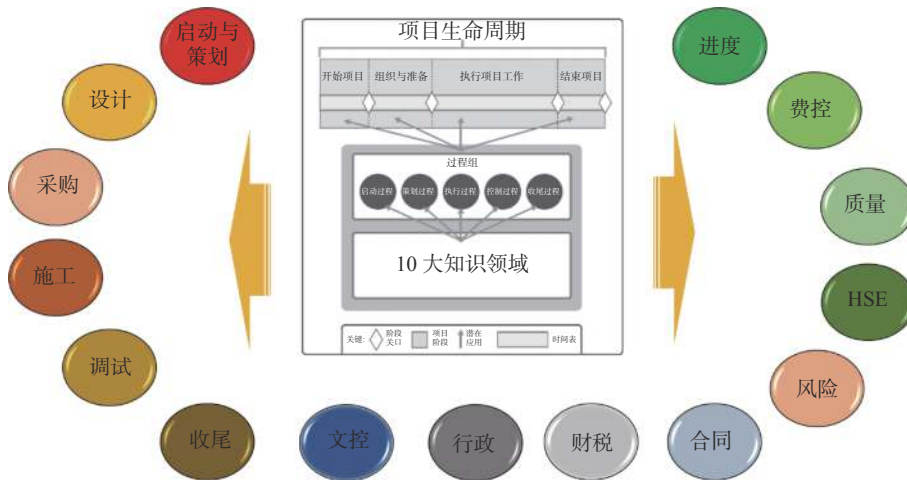


图 2 协同管理系统主体框架结构

Fig. 2 Main frame structure of the collaborative management system

本系统兼顾项目现场党建管理,具体功能及表单通知如表 1 所示。

4.3 开发过程

开发过程:全面梳理各模块程序文件→业务梳理与分解(WBS 分解)→蓝图设计及评审→开发环

境搭建及功能开发→内部测试与调整→上线试运行及适应性调整→消缺、验收。

前三个步骤对于系统开发至关重要,也直接决定系统的生命力。该企业集中了生产一线各模块骨干成员 30 余人,对企业级、项目级程序文件进行彻

表 1 协同管理系统模块划分

Tab. 1 Module division of the collaborative management system

序号	一级模块	二级模块	单位: 个
1	启动与策划	包括项目分级、项目注册、项目经理任命、团队组建、项目授权书、项目管理目标责任书、项目管理计划/实施计划等	10
2	设计管理	不含ECM已有的合同、支付部分; 包含策划、实施、接口管理、HSE管理、质量费用、费用管理、收尾管理	23
3	采购管理	不含ECM已有的合同、支付部分以及集团招采平台已有的招标、评标部分; 包含其余全部的采购管理工作	32
4	施工管理	不含ECM已有的合同、支付部分; 包含施工准备、质量管理、HSE管理(保障体系)、沟通管理、施工竣工管理	115
5	调试管理	包括调试大纲、试运指挥部、调试方案、调试办票、缺陷处理、调试验收等	40
6	收尾管理	包括尾工处理、竣工验收等	10
7	进度管理	包含计划模板、程序文件收集编制、计划编制、进度盘点、进度考核、项目进展、总结报告等	7
8	费用管理	包含费控目标、费控分解、年度收支计划、月度收支计划、全周期费控预测、合同交底、招标限价等	23
9	质量管理	QA部分, 质量管理体系、质量技术标准、质量事故管理、质量统计分析总结	9
10	HSE管理	监督体系部分, 制度措施、HSE检查整改、HSE奖罚、HSE事故管理、HSE管理统计分析与总结	9
11	合同管理	包含收入合同、支出合同、补充协议、项目变更、合同结算管理、合同收支管理	28
12	风险管理	包含策划、风险清单、风险监控、风险报告	8
13	文控管理	包含文控编码规则、收发文管理、在线、离线归档、资料移交等	22
14	行政管理	包含行政办公、人事管理、后勤管理等	17
15	财税管理	包含发票、保函、收支、两金台账等	5
16	党建管理	包含学习材料、培训教育、活动记录等	10
合计			368

底梳理, 将多年项目现场总承包管理经验进行总结, 具体反应在业务梳理与分解(WBS 分解)中。业务梳理与分解(WBS 分解)按照模块(一级)、工作包(二级)、工作任务(三级)、交付物、前置任务、后置任务、协同单位、穿透查询、审批流程、业务描述、关键字段、输出文件、报表、来源程序文件、具体程序文件条款、备注等细项进行。系统产品经理根据上表进行蓝图设计, 并组织业务梳理人员进行评审。终版蓝图经双方确认后, 进行功能配置与开发, 经过内部测试、项目组测试、功能验收后, 在试点项目上线试运行。系统上线分为三个阶段: 第一阶段, 首先解决总承包项目现场管理急需的、已有一定基础和基础公共部分, 包括: 设计管理、采购管理、施工管理、进度管理、费控管理、质量管理、HSE 管理、风险管理、文控管理等; 第二阶段, 完成调试管理、收尾管理、财税管理等; 第三阶段, 建立重要流程间横向关联, 开发数据统计综合报表, 进行数据穿透、统计、查询和综合利用。

4.4 系统功能特点

1) 要素全覆盖

本系统覆盖项目现场管理所需的所有要素, 包

含项目管理 10 大知识领域 49 个管理过程。从总承包单位现场管理角度, 覆盖自合同签订至项目质保期结束的建设全过程, 涉及所有的要素均可在此系统进行管理。

2) 功能全覆盖

本系统各模块具体子项功能, 按照该企业 20 余年总承包项目管理积累的过程资产进行设置, 体现了该企业最佳项目管理实践。本系统 16 个模块下设最多三级子项功能, 覆盖总承包项目建设全过程的所有功能。功能布设按照个性化独立配置、相同/相似功能集中原则进行, 以便提高用户体验。例如程序文件编审批集中布设在质量模块, 会议管理(包括会议通知、会议纪要、督办事项等功能)集中布设在行政模块。

3) 表单结构化

每个子项功能均高度抽象为表单+流程, 表单按照表头+表体模式进行开发。

典型监理表式、总承包单位典型表式等格式相对标准或者固定的表单, 均可进行结构化配置, 并在系统整体上线前进行初始化。表头中包括项目名称、单据名称、单据编号、发起单位、主/抄送单位、单据

日期等通用关键字段和该单据必须的独有字段; 表中体现本单据需要结构化的详细内容; 附件可直接上传。单据编码按照参建各方明确的规则内置在系统中, 可自动编码; 表单可采用所见即所得方式进行套打, 流程完成后可附上电子签章(电子签章从IT技术方面完全可以实现)。

本系统覆盖项目现场所有经过总承包单位及总承包单位内部事项的流程。流程采用拖拽式配置方式, 可快速响应现场配置或者调整需求。流程可采用串行或并行(和与或)方式, 具备任意转签、加签功能, 具备单点回退功能。

流程须按照项目现场各单位已经明确的组织机构和权限进行初始化配置, 应在系统上线前完成。

表单审批流程过程中的处理意见, 可以电子“文书处理表”格式展示出来。

4) 综合报表与数据穿透

在表单+流程结构化基础上, 根据管理需要可编制综合报表, 例如进度监控报表、项目全成本预测表、项目收支预测表等。综合报表取数采取调用最原始数据原则, 避免循环引用, 减少数据冗余。只要存在数据引用关系, 就可以层层穿透查询至最原始数据。综合报表可采用柱状图、饼状图等方式, 通过项目驾驶舱或者仪表盘进行展示, 可科学辅助项目管理和决策。

5) 拓展应用智慧工地系统

在协同管理系统 HSE 模块基础上, 拓展应用智慧工地系统, 实现劳务实名制、门禁系统、施工机械管理、危大工程管控、视频监控、环境监测、厂商运输管理、BIM+GIS 应用等数据互联互通。拓展应用智慧工地系统如图3所示。

6) 过程归档

将组卷归档规则内置至系统中, 配置预归档、归档功能, 文控人员可定期将流程已闭环的文档进行组卷归档, 实现文档资料与工程实体同步, 真正实现过程归档功能。

7) 移动端应用

在PC端完整功能配置基础上, 选取必要功能进行移动端配置, 实现移动端查看、流程审批等功能, 支持手机端、PAD端IOS和Android主流版访问, 极大提高了现场管理沟通协调效率。



图3 拓展应用智慧工地系统

Fig. 3 Extended application of the smart construction site system

4.5 协同管理系统特点

协同管理系统是基于成熟平台开发的项目管理软件, 充分考虑到了各种具体业务场景的复杂性。在具备核心功能高度抽象化的基础之上, 完整地考虑了各个相关行业的应用特点, 具备了高度自由的弹性扩展空间。在技术和业务维度, 可以自由伸缩, 且相关的扩展成本可以做到最低。整个平台采用B/S架构, 支持主流浏览器访问, 同时鉴于当前移动应用的特点, 系统支持固定端和移动端应用。

1) 全局集中管理模式

数据集中存放和管理, 所有数据在行的级别, 均包含关键属性, 以对应到相应的组织机构以及权限节点。后台基于Spring技术开发的业务逻辑模块, 完全按照面向对象的思想进行派生。在UI方面, 也充分利用面向对象设计思想, 把页面与组织机构树、人员角色树进行对应。

2) 基于微服务的系统治理结构

该系统治理结构利用动态调度的弹性和敏捷性, 逐渐减少甚至消除人工治理工作。微服务架构可以实现服务一定程度的独立部署、独立打包、独立扩容和独立升级等。通过云计算或私有云的相关等措施, 结合微服务治理, 逐步实现微服务的自治。

3) 充分融合互联网技术和大数据技术

在系统底层架构, 采用了一系列经受过互联网巨头海量数据考研的技术栈, 如Dubbo、Spring Cloud、Hadoop等, 这些技术在未来很大一段时间内, 完全可以支撑企业的快速发展, 利用云计算ECS技术, 扩展性可以得到充分的保证。基于Hadoop的大数据技术, 对于实时计算和离线计算都有很好的支持。对于高并发情况下的系统承载能力有着很好的分流作用。

底层框架实现了硬件无关性的特点, 可以支持各种主流服务器厂商的产品, 同时通过对微服务的

深度支持,甚至可以借助大规模 x86 PC 的集群,完成系统的部署。在 IaaS 层,具备云计算的特征,所有物理节点,均有备份及双活容灾方案,可以迅速的进行切换;通过 ZooKeeper 等监控调度技术,对等节点间可以迅速进行伸缩扩容。

(a) UI 界面自定义:柔性化系统表单能够对标准产品的字段、界面方案进行修改,在系统功能点上可以按需增加自定义字段,支持所见所得方式的 UI 设计方式,支持针对不同的组织进行分配。

(b) 流程关联及数据穿透自定义:IMP 互动管理平台基于现有的单据基础上,以现有单据为目标和来源单据,用方案对来源单据和目的单据进行关联。

(c) 流程自定义:通过 BPM 流程建模,支持通过所见所得的拖拽方式来实现流程的设计。

(d) 智能报表自定义:通过智能报表平台,提供表仓库模块帮助快速、准确地编制各种个性化报表。流程关联和数据穿透定制。

(e) 预警自定义:智能预警平台可对一些关键指标设置相应阈值,预警系统引擎可定时或随业务过程的触发而自动计算这些关键指标,一旦触发临界点,则预警系统主动通过各种渠道将相关消息推至对应的角色。

4) DevOps 开发模式

系统开发融入 DevOps 的思想,建立流水线式的准时制(JIT)的业务流程,以获得最大化业务成果,提高业务迭代速度、减少运营成本。在软件构建、集成、测试、发布到部署和基础设施管理中大力提倡自动化和监控;缩短开发周期,增加部署频率,实现更可靠的发布。具体包含:

(a) 统一标准化的流程,整个开发-运维生命周期被看作一个端到端过流程。

(b) 统一的工具,基础设施即代码、模型驱动自动化、持续性部署等大量第三方工具的使用,贯穿系统的研发过程。

5 总结与建议

项目协同管理系统,将总承包管理动作分解至标准表单,表单按照主数据规则进行结构化,通过表单+流程方式产生数据,同质性数据可通过综合报表进行整理分析,通过可视化工具进行展示,为项目管理带来增值。本系统承载了该企业 20 多年总承包

项目管理的沉淀与积累,通过建立各个管理模块的标准表单,重要数据可进行汇总和穿透,必要的流程可进行横向关联,表单配置、流程设置、二次开发都非常强大,将助力该企业项目管理方式由传统管理向数字化管理转型。

未来在项目管理数字化基础上,通过穿透、统计、整理、分析等手段,建立管理标准文件库,建立模板文件的“标准件”和“工具箱”,搭建工期数据库、风险库、环保与质量问题库、设备采购价格库、建安数据库、工程造价指标等数据库,形成公司数据资产,通过数据创造管理价值,服务于公司所有类型总承包项目业务,服务于项目全过程;通过项目管理数字化转型,全面构建集制度体系、标准体系、支撑保障体系“三位一体”的、科学的项目管理体系,助力企业转型发展^[9]。

在此基础上,覆盖项目前期规划、数字化建管和智慧运营的工程建设全生命周期业务,深度集成 BIM、GIS、IOT、移动互联大数据和云计算等前沿技术实现底层基础与上层应用数据互联互通,帮助各工程项目现场形成一套基于数字化的全新管控架构和思想,打造“项目管理+IT”的项目全生命周期数字化产品杀手锏,实现企业数字化转型高质量发展。

当前,我国能源行业正处在转变发展方式、转换增长动能的攻关期。加快推行建设工程数字化已成为改革发展的重点任务。利用先进的数字化管理手段整合现有资源、理顺管理关系,对工程项目进行合理、高效地管控,已成为所有工程企业面临的必然选择^[10]。项目管理数字化转型的目标,就是在共享中凝聚共识,以共识引领共创,基于共创实现共赢。

参考文献:

- [1] 西奥·坦尼斯. 2022年数字技术发展的六大趋势 [J]. 张建中, 译. 青年记者, 2022(3): 94-95. DOI: 10.15997/j.cnki.qnjz.2022.03.009.
- [2] TANIS T. six big digital trends to watch in 2022 [J]. ZHANG J Z, trans. Youth Journalist, 2022(3): 94-95. DOI: 10.15997/j.cnki.qnjz.2022.03.009.
- [2] 邓伟升. 项目管理数字化转型之道 [J]. 项目管理评论, 2019(4): 32-34.
- [2] DENG W S. The road of digital transformation of project management [J]. Project Management Review, 2019(4): 32-34.
- [3] 工业和信息化部. 关于印发“十四五”大数据产业发展规划的通知: 工信部规〔2021〕179号 [A/OL]. (2021-11-15) [2022-07-19]. <http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-11/30/cont>

nt_5655089.htm.

Ministry of Industry and Information Technology Regulation. Notice of the ministry of industry and information technology on printing and distributing the "14th Five-Year" big data industry development plan: No.〔2021〕179 [A/OL]. (2021-11-15) [2022-07-19]. http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-11/30/content_5655089.htm.

- [4] 王亭. 基于BIM与IOT数据的实时交互方法研究 [D]. 北京: 北京建筑大学, 2019. DOI: [10.26943/d.cnki.gbjzc.2019.000039](https://doi.org/10.26943/d.cnki.gbjzc.2019.000039).
WANG T. Research on real-time interaction method based on BIM and IOT data [D]. Beijing: Beijing University of Civil Engineering and Architecture, 2019. DOI: [10.26943/d.cnki.gbjzc.2019.000039](https://doi.org/10.26943/d.cnki.gbjzc.2019.000039).
- [5] 陆林凤. 国际EPC模式下的总承包设计方风险控制管理研究 [D]. 杭州: 浙江大学, 2020. DOI: [10.27461/d.cnki.gzjdx.2020.001204](https://doi.org/10.27461/d.cnki.gzjdx.2020.001204).
LU L F. Research on risk control management of the general contractor designer under the international EPC mode [D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2020. DOI: [10.27461/d.cnki.gzjdx.2020.001204](https://doi.org/10.27461/d.cnki.gzjdx.2020.001204).
- [6] 姜志伟. 设计企业在总承包转型发展造价管理的一些思考 [J]. *有色设备*, 2021, 35(2): 1-5. DOI: [10.19611/j.cnki.cn11-2919/tg.2021.02.001](https://doi.org/10.19611/j.cnki.cn11-2919/tg.2021.02.001).
JIANG Z W. Some thoughts on cost management of design companies in the transformation and development of EPC [J]. *Non-Ferrous Metallurgical Equipment*, 2021, 35(2): 1-5. DOI: [10.19611/j.cnki.cn11-2919/tg.2021.02.001](https://doi.org/10.19611/j.cnki.cn11-2919/tg.2021.02.001).
- [7] 黄达. 某EPC项目基于BIM的智慧工地建设与综合效益评价研究 [D]. 广州: 华南理工大学, 2020. DOI: [10.27151/d.cnki.ghnlu.2020.001857](https://doi.org/10.27151/d.cnki.ghnlu.2020.001857).
HUANG D. Research on a EPC project construction of intelligent construction site and comprehensive benefit

evaluation based on BIM [D]. Guangzhou: South China University of Technology, 2020. DOI: [10.27151/d.cnki.ghnlu.2020.001857](https://doi.org/10.27151/d.cnki.ghnlu.2020.001857).

- [8] Project Management Institute. A guide to the project management body of knowledge (6thed) [M]. Commonwealth Pennsylvania: Project Management Institute, 2017.
- [9] 李亚琳. 数字化转型、动态竞争能力与企业绩效 [D]. 济南: 山东财经大学, 2022. DOI: [10.27274/d.cnki.gsdjc.2022.000955](https://doi.org/10.27274/d.cnki.gsdjc.2022.000955).
LI Y L. Digital transformation, dynamic competitiveness and enterprise performance [D]. Ji'nan: Shandong University of Finance and Economics, 2022. DOI: [10.27274/d.cnki.gsdjc.2022.000955](https://doi.org/10.27274/d.cnki.gsdjc.2022.000955).
- [10] 王子清. 数字化转型与企业创新研究 [D]. 昆明: 云南财经大学, 2022. DOI: [10.27455/d.cnki.gycmc.2022.000100](https://doi.org/10.27455/d.cnki.gycmc.2022.000100).
WANG Z Q. Research on digital transformation and enterprise innovation [D]. Kunming: Yunnan University of Finance and Economics, 2022. DOI: [10.27455/d.cnki.gycmc.2022.000100](https://doi.org/10.27455/d.cnki.gycmc.2022.000100).

作者简介:

梅生强 (第一作者, 通信作者)

1983-, 男, 湖北广水人, 高级工程师, 硕士, 主要从事总承包项目管理工作 (e-mail) sq_mei@163.com。



梅生强

朱敏华

1975-, 男, 江苏无锡人, 高级工程师, 主要从事总承包项目管理及数字化工作 (e-mail) zhuminhua@gedi.com.cn。

(编辑 孙舒)