

基于 BIM 技术的油气储运站场建设全过程管理研究

胡 杨

新疆中油路桥机械工程有限公司，新疆 阿克苏 841000

[摘要]当下，油气储运站场建设于设计、施工、设备安装与调试以及运营维护等诸多环节，依旧存在着信息较为分散、专业协同的难度颇大、施工所面临的风险较高以及运维效率相对较低等一系列问题。虽说 BIM 技术在建筑工程管理方面已然获得了一定程度的应用，然而在油气储运站场的全过程管理当中，却还仅仅处于探索的阶段，各个环节的数据标准并非统一，信息呈现出孤立的状态，智能化管理的水平也颇为有限。这样的现状清楚地说明，引入基于 BIM 的全过程管理模式，达成信息的集成、可视化的呈现以及智能化的运维，对于提升建设的效率、确保安全的运行以及优化管理的水平而言，有着不容小觑的重要意义。

[关键词]BIM 技术；油气储运站场；建设全过程；建设管理

DOI: 10.33142/aem.v7i7.17368

中图分类号: TE832

文献标识码: A

Research on the Whole Process Management of Oil and Gas Storage and Transportation Station Construction Based on BIM Technology

HU Yang

Xinjiang Zhongyou Road and Bridge Machinery Engineering Co., Ltd., Aksu, Xinjiang, 841000, China

Abstract: Currently, there are still a series of problems in the construction of oil and gas storage and transportation stations, including design, construction, equipment installation and commissioning, and operation and maintenance, such as scattered information, difficulty in professional collaboration, high construction risks, and relatively low operation and maintenance efficiency. Although BIM technology has been applied to a certain extent in construction project management, it is still in the exploratory stage in the full process management of oil and gas storage and transportation stations. The data standards of each link are not unified, and the information presents an isolated state. The level of intelligent management is also quite limited. This situation clearly illustrates that introducing a BIM based full process management model to achieve information integration, visual presentation, and intelligent operation and maintenance is of great significance for improving construction efficiency, ensuring safe operation, and optimizing management levels.

Keywords: BIM technology; oil and gas storage and transportation stations; the whole process of construction; construction management

引言

油气储运站场属于能源基础设施的关键部分，其建设以及运营管理工作直接影响能源供应的安全性、效率以及环境可持续性。伴随油气储运规模持续扩大，技术要求也在提高，传统建设与运维模式出现信息分散、专业协同存在难度、施工风险偏高以及运营管理效率偏低等诸多难题。这不但增加了工程成本，还提高了工期风险，同时也对设施安全性以及经济效益的提升形成了限制。BIM（建筑信息模型）技术的出现给解决这些问题带来了新的思路，借助把三维模型与多源信息集成起来的方式，BIM 可达成设计、施工、设备安装、调试以及运营维护全过程的数据共享、协同管理以及可视化分析，能大幅提升管理的科学性以及精细化程度。并且，BIM 与数字孪生、物联网等新兴技术相结合，为油气储运站场的智能化建设与运维给予了技术方面的支撑，让管理者可以在虚拟环境里模拟工程全流程，预测潜在风险并优化决策。鉴于此，本文选取油气储运站场建设全过程管理当作研究对象，全面且细致

地探讨 BIM 技术在设计优化、施工管理、设备安装与调试以及运营维护当中的应用方式与实践成效，目的在于构建贯穿全生命周期的管理模式，为油气储运站场的高效、安全以及绿色建设给予理论依据以及实践参考，推动能源基础设施建设朝着数字化、智能化以及可持续化的方向发展。

1 BIM 技术特点

BIM（建筑信息模型）技术是一种基于三维数字化模型的建筑信息集成方法，其核心特点在于将建筑、结构、设备及工艺等多专业信息统一整合于一个可视化的数字平台中，实现设计、施工和运维全过程的数据共享与协同管理。与传统二维设计相比，BIM 不仅能够提供直观的三维可视化效果，便于空间布局、结构关系及设备安装的精确分析，还具有信息集成化、可追溯性和动态更新的优势，使各专业团队能够在同一模型中进行协作，减少冲突和返工风险。此外，BIM 技术支持施工模拟、成本分析、进度管理、运维管理等多功能应用，通过虚拟建造和数据

分析为项目优化提供决策依据,实现从设计方案到施工实施再到运营维护的全生命周期管理。

2 油气储运站场建设全过程管理需求分析

2.1 项目设计阶段管理需求

在油气储运站场建设项目的阶段,管理需求呈现出高度复杂以及系统性的特点,它一方面涉及到工程设计的技术精准度,另一方面还关系到后续施工、设备安装以及运营维护能否顺利开展。在设计阶段,要保证整体站场规划的科学合理性,这涵盖了储罐布局、管线布置、输送系统以及辅助设施在空间上的协调配合,并且还要综合考虑安全防护、环境保护、节能减排以及经济性等诸多目标,这就要求管理者在设计组织以及资源配置方面拥有前瞻性以及统筹的能力。多专业、多团队协同是设计管理的关键难点所在,建筑、结构、管道、设备、电气以及自动化等各个专业之间存在高度的信息依赖且情况复杂,传统的二维设计方式很容易造成信息孤岛以及信息冲突,进而使得设计变更以及施工风险有所增加^[1]。所以,在项目设计阶段急需借助 BIM 技术达成三维可视化、信息集成以及实时协同的目的,其既能开展冲突检测以及方案优化,又能助力虚拟建造模拟以及施工可行性分析,以此提升设计精度以及可实施的程度。与此设计阶段的管理还包含严格的设计文件规范、版本控制以及审批流程,以此来确保设计成果的标准化、可追溯性以及可共享性,为油气储运站场建设整个过程的高效管理打下稳固的基础,充分展现了设计阶段在整个项目生命周期里所具有的战略性以及前瞻性的作用。

2.2 施工阶段管理需求

在油气储运站场建设的施工阶段当中,管理需求呈现出极为复杂的特性,并且具有很强的动态性,其最为关键之处就在于要保证工程能够依照计划顺利推进,同时还要确保施工过程是安全的,工程质量也是上乘的,在此期间还需要有效地对成本以及资源消耗加以把控。施工阶段涉及到土建、钢结构、管线安装、设备基础施工以及辅助设施建设等诸多专业的交叉作业,与此还得去应对现场环境较为复杂、施工空间受到限制以及安全风险较高的种种问题。所以说,施工管理务必要在进度、质量、成本、安全以及环境保护等多个不同的方面展开统筹规划,并且要实施实时的监控工作。在整个这个过程当中, BIM 技术的应用显得格外重要,它能够达成施工过程的三维可视化模拟以及虚拟建造的效果,进而提前将空间冲突以及施工难点找出来,以此提升施工方案的可操作性。借助信息的集成与动态的更新,施工管理者便能够实时且全面地知晓物料供应的具体情况、施工进度、人员配置的相关事宜以及设备使用的详细情形,如此一来便可以对资源分配以及作业安排做出更为合理的优化。除此之外,施工阶段的管理还要求建立起十分严格的安全管理体系以及

质量控制标准,这里面包含了施工现场的安全巡检工作、针对风险所做的评估事宜、对于质量开展的验收工作以及偏差纠正方面的相关机制,以此来确保施工过程能够严格遵循相关的规范以及标准要求。

2.3 设备安装与调试阶段管理需求

在油气储运站场建设的设备安装与调试这个阶段当中,其管理方面的需求主要体现在要对复杂的设备系统做到精准的安装,要对其性能予以验证,并且要全方位地保障运行的安全,此阶段乃是把施工和正式运营相互连接起来的一个极为关键的环节。设备安装涉及到储罐、泵站、管道、阀门以及控制系统等这些大型且复杂的设备的定位以及固定工作,而且还得兼顾设备之间在空间上的协调情况、工艺接口的匹配状况以及专业协作方面的高效组织事宜,所以这就对施工的精度、安装的顺序还有专业技术的要求提出了相当高的管理方面的标准。与此在调试阶段需要针对设备的功能、系统之间的联动情况以及自动控制等方面展开严格的验证工作,这里面包含有压力测试、流量校核、自动化控制系统的调试以及安全保护功能的检测等内容,以此来保证设备能够在设计所规定的工况之下实现可靠的运行^[2]。在整个这个过程当中,管理者得建立起信息集成的机制、作业计划优化的机制以及风险预控的机制,借助 BIM 技术达成设备三维可视化的安装模拟、空间冲突的检测以及虚拟调试的效果,使得潜在的问题能够在实际的操作开始之前就被发现并且得到优化处理,进而减少返工的情况以及故障出现的风险。除此之外,该阶段还牵涉到调试数据的采集工作、数据分析以及存档事宜,这能够为后续的运营维护给出相应的依据,而且必须要严格按照安全管理以及质量控制的相关规范来执行,以此确保操作人员的人身安全以及设备性能的稳定状态。

2.4 运营与维护阶段管理需求

在油气储运站场开展建设工作之时,其运营管理以及维护阶段所呈现出的管理需求,最为关键之处就在于要保证站场的各项设施能够实现长期且持续地安全运转,而且还要达成高效以及稳定的运行状态。与此还得促使设备的使用寿命得以最大限度地延长,并且让运行成本尽可能地降到最低限度。此阶段当中,涉及到储罐、管道、泵站以及各类辅助设备的日常运行状况监控事宜,还涵盖预防性维护相关工作以及故障发生后的处理事宜。并且,还需要综合考量工艺流程方面的情况、环境保护方面的规定以及安全规范等方面的要求来展开全方位的管理工作。运营管理方面,需要针对能源的消耗情况、物料的流动状况、生产的效率高低以及环保指标等各方面内容进行实时的监控操作,并且要开展相应数据的分析工作,以此来为科学决策以及优化调度事宜给予有力的支持。维护管理方面,则着重于设备性能的评估工作、维护计划的制定事宜、关键部件寿命的预测工作以及故障预警系统构建等工作内

容,通过这些举措来降低出现非计划停机的风险情况。伴随着信息化以及智能化技术不断地向前发展,BIM与数字孪生技术相互融合,在运营维护这个阶段发挥出了极为重要的作用。通过对设施进行虚拟建模的操作、对其状态进行实时监控以及对历史数据展开分析等工作,进而实现设备状态的可视化呈现、运维流程的优化调整以及预测性维护工作的开展,最终达到提升管理效率以及安全保障水平的目的。与此在此阶段当中,还需要构建起完善的运营维护信息系统,以此来实现设备档案、维护记录、运行数据以及安全检查等方面的标准化管理,并且确保具备可追溯性的特点,从而为决策支持事宜、改造升级工作以及长期投资事宜提供科学合理的依据。

3 基于 BIM 的运营维护与全过程数据管理

3.1 运营维护数据集成与可视化

在油气储运站场开展运营维护管理工作期间,运营维护数据的集成以及可视化操作属于实现全生命周期精细化管理的关键环节,同时也是保证设施能够安全且高效地运行的重要根基所在。油气储运站场包含储罐、管道、泵站、阀门以及自动化控制系统等诸多种类的复杂设施,在其运行进程当中所产生的数据数量颇为庞大,类型也极为多样,像实时运行参数、设备状态情况、维护方面的记录、环境监测所获取的信息以及安全巡检所得到的数据等都涵盖其中。要是缺少统一的数据集成以及可视化的方式,那么管理者就很容易陷入到信息分散、数据存在滞后情况以及决策不够准确的那种困境当中。借助 BIM 技术来开展数据集成工作,凭借建立起统一的三维信息模型,把各类设备相关信息、工艺数据以及运维记录加以数字化的汇总处理以及标准化的处理方式,以此达成多源异构数据之间的互联互通以及动态更新的效果^[3]。如此一来,既能完整呈现出设施的空间布局状况以及结构特性特点,还能把实时监控数据映射至三维模型里面,进而实现对设备状态、工况指标以及潜在风险的可视化监测目的。通过实施可视化分析的操作,管理者可以迅速识别出出现异常的设备、对维护计划予以优化调整、提前针对潜在故障发出预警提示,并且结合历史数据展开性能评估以及寿命预测相关工作,最终促使运维效率得以提升并且安全保障水平也有所提高。

3.2 BIM 与数字孪生技术结合的应用

在油气储运站场开展运营维护管理工作期间,把 BIM 和数字孪生技术相互结合起来加以应用,这为达成智能化且精细化的管理目标给予了极为重要的支撑。BIM 技术可构建起油气储运站场的三维信息模型,其中囊括了储罐、管道、泵站、阀门以及控制系统等各种各样的设施,涉及这些设施的结构方面的情况、工艺方面的详情以及运维相关的各类信息。与此数字孪生技术会把物理设施实实在在的实时运行数据同虚拟模型相对应起来,进而达成虚实一

体的动态仿真效果,也能展开预测分析工作。在实际的应用情形当中,借助传感器、物联网还有 SCADA 系统所采集到的运行数据,是能够实时地传送到数字孪生模型里面的,如此一来,便能让虚拟模型精准地反映出现场设备的实际运行状态、工况参数以及潜在存在的各类风险,进而实现针对设备性能以及系统行为的实时监控以及相关评估事宜。并且,数字孪生模型还能够用于开展运行情景的模拟操作、故障的预测分析、优化维护计划的制定以及应急响应演练等工作,由此便能够在虚拟的环境里预先察觉到可能出现的问题,对方案予以验证,并且对实际的操作起到一定的指导作用^[4]。BIM 所提供的静态设计信息以及运维相关信息,再与数字孪生的动态运行数据相互融合到一起之后,不但可以达成设备状态的可视化呈现以及历史数据的追踪查询功能,而且还可以凭借智能算法来剖析运行的趋势走向、预测设备的使用寿命长短以及优化维护的策略安排,最终促使运营效率得以提升,维护成本得以降低,安全性也得以增强。

3.3 全生命周期信息管理模式构建

在油气储运站场开展建设以及运营活动期间,构建全生命周期信息管理模式乃是达成全过程精细化管理并且实现持续优化的关键环节所在。此模式把 BIM 技术当作基础,把设计、施工、设备安装、调试还有运营维护各个阶段所涉及的数据信息加以统一集成起来,借助信息的标准化处理、数据之间的互联互通以及动态的更新操作,进而达成从项目立项一直到设施退役这样一个完整的全生命周期闭环管理目标。在设计阶段的时候,信息管理模式可以将各专业的数据信息汇聚到一起,实现三维的可视化呈现、冲突检测以及设计优化操作,以此给后续的施工以及安装环节提供较为准确的参考依据。在施工以及设备安装阶段,模式凭借对施工进度、资源配置、质量检验以及设备安装状态这些方面的实时数据进行集成的方式,能够让管理者动态地去监控项目执行的具体情况,并且对施工方案做出相应的优化调整。在调试以及运营维护阶段,模式会把实时运行数据、维护记录、工艺参数以及安全监测信息全都统一纳入到 BIM 模型当中,再结合数字孪生技术来开展虚拟仿真的相关工作、进行故障预测以及性能评估的操作,以此来为科学决策以及智能运维给予有力的支持。

4 结语

本文着眼于油气储运站场建设的全过程管理方面,较为系统地剖析了 BIM 技术于设计阶段、施工阶段、设备安装以及调试阶段还有运营维护各个阶段的应用情况。相关研究说明,那种基于 BIM 所构建起来的全过程管理模式,是能够达成信息集成这一目标的,还能实现三维可视化效果,并且可促进跨专业的协同合作,如此一来便能够提高管理工作的效率,对施工流程以及运维流程予以优化,同时也可降低各类风险出现的可能性,进而为设施在整个

生命周期内的智能化管理给予相应的技术支持。与此把 BIM 和数字孪生技术相互结合起来,能够进一步强化运行监控方面的能力以及故障预测方面的效能,从而给油气储运站场的安全性、高效性以及可持续发展状况给予有力的保障。

[参考文献]

- [1] 杨盟.油气储运工程管道施工方法解析[J].科技风,2021(3):99-100.
[2] 秦跃雁,郝佳静,赵鑫,等.BIM 技术在油气站场中的应用与研究 [J]. 中国石油和化工标准与质

量,2024,44(23):166-168.

- [3] 李和庆,陈玥.BIM 技术在油气管道站场建筑设计的探索[Z]//《工业建筑》2015 年增刊II.中国石油天然气管道工程有限公司;2015:389-393.

- [4] 卿润,吕成飞,陈祖翰,等.BIM 技术在油气管道预制及安装中的应用[J].广东化工,2025,52(14):77-80.

作者简介:胡杨(1978.9—),毕业院校:新疆农业大学,所学专业:城镇建设,当前就职单位名称:新疆中油路桥机械工程有限公司,就职单位职务:生产管理员,职称级别:工程师。