

Analysis of the Advantages and Challenges of BIM Application in Oil and Gas Pipeline Engineering

Fan Yang

National Petroleum and Natural Gas Pipeline Network Group Co., Ltd., Beijing, 100000, China

Abstract

BIM is to use the digital information simulation technology to integrate the pipeline design data related to the engineering and generate the pipeline model to simulate the real state of the pipeline. Using the parametric mode, we realize the integration, sharing and transmission of the whole process information of the whole process of construction engineering, including the planning, design, construction and management of pipelines and equipment. In recent years, BIM has been more and more applied in various pipeline projects, and has achieved fruitful results. So this paper discusses the application of BIM technology in the construction process of oil and gas pipeline.

Keywords

BIM technology; oil and gas pipeline; engineering construction

浅析 BIM 在油气管道工程中应用的优势与挑战

杨帆

国家石油天然气管网集团有限公司, 中国 · 北京 100000

摘 要

BIM 是利用数字化信息仿真技术, 将与工程相关的管道设计资料进行整合, 生成管道模型, 以仿真管道的真实状态。利用参数化的模式, 实现了建设工程全过程的全过程信息的集成、共享与传递, 包括对管道及设备的规划、设计、施工及管理。近几年来, BIM 在各类管道项目中得到了越来越多的应用, 并取得了丰硕的成果。为此, 论文对石油天然气管道施工过程中 BIM 技术的运用做了一些探讨。

关键词

BIM 技术; 油气管道; 工程建设

1 引言

BIM 是一种管道信息模型, 它以 3D 数字化技术为主, 对油气管道工程建设过程中的各种数据信息进行收集, 并利用其本身的集成功能, 对各种工程建设的数据信息进行处理, 最后形成管道的数据模型。BIM 技术是基于 BIM 管道的信息模型, 对其进行建模和建模。BIM 技术以其强大的穿透性和可视性优势, 对油气管道工程全寿命周期进行了合理的集成, 提高了整个工程建设的质量水平和效率。BIM 技术已被广泛地应用于工程设计、建设和管理以及油气管道的运营管理等诸多领域。基于不同的专业、不同的施工工艺、不同的工种, BIM 管道信息模型的应用逻辑也会有一些不同, 各专业间的协同程度比较高, 因此在模型中所需的工程施工参数应该随着工程的实际施工状况而不断地进行修正和调整, 将对工程建设的质量影响降到最低^[1]。

2 BIM 在油气管道工程中应用的优势

BIM 让设计师、工程师、承包商可以在不同的团队中合作。这样的资讯分享, 可以减少误解, 提高协作的效率, 并保证有关各方在相同的资讯平台上共同工作。BIM 技术可以建立一个非常详尽的石油、天然气管道项目的 3D 模型, 让设计者和工程师对整个管道系统有一个直观的认识。这样既能提升产品的品质, 又能在产品的设计阶段, 及时地发现并解决可能出现的问题。BIM 技术能够通过实际环境中多种要素进行仿真, 如管道布置、设备布局等, 从而发现设计过程中存在的矛盾。这有助于在建造之前发现可能存在的问题, 从而降低工程中的更改及维修次数。运用 BIM 技术, 可以对建筑过程进行仿真与优化。这对于规划施工顺序、资源配置、施工进度, 以及施工进度, 都有很大的帮助。

3 油气管道工程存在的问题

3.1 管道占压

所谓的管道占压, 是指在管道附近 5m 的区域内, 用于

【作者简介】杨帆 (1992-), 男, 中国四川绵阳人, 硕士, 工程师, 从事工程造价、工程造价信息系统研究。

建造住宅、其他建筑或构筑物，或者放置可能对管道构成威胁的物体。占压点通常位于管线埋设深度较深的部位，如楼房外墙等处以及与管线平行设置的建筑间及道路两侧地面以上部分。常见的受压区域包括：居民新建或扩建的房屋延伸至管道的5m范围内；居民们在原有住宅的基础上进行了庭院硬化和墙体建设；位于管道附近的公司，无论是新建还是扩建工厂道路，都需要进行墙体加固以形成新的管道；城市管线改造工程中铺设地下管网等。管道的上方或其周围的道路旁，原有的便道和乡村道路都经过了硬化和扩宽，这导致了管道数量的增加，并对其产生了压力^[2]。

3.2 管道建设用地的隐患

出于对输油管道安全管理的重视，国家明确规定了输油管道的建设用地不应纳入征地范围内。一旦输油管道完工，仅需恢复其原始状态。而在管道完工后，其两侧五十米范围内的大型建筑建设是被禁止的。在乡村地区，石油管道是更适宜的。如果石油管道要通过城市规划范围，必然会对其用地路径产生重大影响。在寸土寸金的规划区域内，石油管道两旁50m的距离会给当地市政和国土部门带来很大的压力。所以，石油管道的管理者经常会接到当地政府的指示：“要征用管道周围50m以内的土地，用于某个重点企业的建设。”这就造成了一种尴尬的局面，那就是，50km长的管道周围，都是用地，而没有使用权。如果取得了使用权，就不能满足国家关于石油管道安全管理的有关规定。这会以后的土地分配带来很大的麻烦。

3.3 通过人口稠密的地区和第三方的破坏

随着城市化进程的加深和城市建设的不断扩张，一些曾经通过管道的乡村区域逐步被界定为城镇居民点、城区或城郊地区。与此同时，原先通过管道方式使用的农田也逐步被改造为城市建设用地。管道两侧新建了大量的房屋和公共场所，人口也在持续增加。管道在人口密集的区域之间穿行，这使得土地利用和管道保护之间的矛盾越来越明显，安全隐患也随之增多。管道破损后，由于受到自然因素和人为因素的影响，往往会导致第三方破坏。第三方所遭受的损害，大部分是由于施工、盗窃等外部因素导致的。管道内的污水污染了地下水源，使土壤中含有有毒物质。由于大多数管道都是埋藏在地下并且主要由金属构成，这导致了防腐层的损坏和阴极保护机制的失效，从而引发了管道腐蚀问题。由于这些原因，使管道受到一定程度上的损害。在某些区域，化学和电化学腐蚀已经在某些地方发生。由于管道本身存在缺陷或其他原因，或者由于外界因素的影响，管道可能出现泄漏事故。当遭受如地震、泥石流这样的自然灾害时，管道可能会受到伤害。由于这些灾害造成的损失非常大，所以我们要加强对于管道的管理，保证管道能够正常运行。由于管理体系的不完善、操作流程的缺失以及不规范的操作，管理中的缺陷都可能对管道的安全带来潜在风险^[1]。

4 加强 BIM 在油气管道工程中应用的有效措施

4.1 健全油气储运管道施工系统

随着中国信息化建设的迅猛发展，物联网、云计算、数据区块链等已广泛应用于各行各业。同时，也要积极运用现代化的科技手段，建立起一套完整的油气储运工程体系。参加本次活动的人员必须具有一定的信息化水平和现代化的网络技术水平。在投入运营前，利用 BIM 技术对管道进行三维建模，对管道的整体运营进行仿真，以防止在运营期间发生安全事故。在生产过程中，要积极运用电脑、网络等技术手段，对设备的操作状况进行全面的记录，并对其进行完整的操作。管道竣工投产后，油气储运管道的运行状态将由 SCADA 系统进行监控。本系统可在管道渗漏或局部弯曲时，自动发出警报，并将其隔离，为管道维修提供良好的维修环境。政府相信，也有必要加大合作力度，积极实施有关管制政策，以遏制油价的涨跌，保障油气储存产业在油气管道建设中的可持续发展。

4.2 BIM 在建筑制图中的应用

通常情况下，设计公司的设计结果都是二维的、纸质的。常用的工程 3D 模型演示都是由效果图公司发出的。在 BIM 技术的应用下，设计结果即为 3D 模型，设计者向业主递交的纸质图纸，可以根据建筑结构中各个部分的位置，通过 BIM 软件直接生成。BIM 软件可以实现从模型中产生 2D 平面图或断面图等等的运算，并按照图纸出图的国家标准以及各个设计单位的共同要求来实现图纸出图。在传统的平面设计中，往往需要对多个平面图进行修改。例如，对结构方案的局部修改经常会导致剖面图或俯视图的更改，而传统的设计方法与此之间并无关联，而在此基础上引入 BIM 的设计方法则从根本上改变了这种情况，使得设计流程更为智能化。BIM 模型是一个三维的、相互关联的模型，当对施工图的调整时，就会与其他的关联图进行关联，大大提高了设计的效率。利用族函数建立了一个设计单位的标准图框，再把要出图的平面、剖面等视图拖拽到图框族中，用 Revit 软件的注释选项卡中的尺寸标注、标记等菜单来对其进行标注，并在视图菜单中用明细表的方式来选取所要产生的图的清单，并将其导出。通常来说，可以是单张出图，也可以是整套图出图^[2]。

4.3 碰撞探测和优化设计

管道撞击是油气管道施工中常见的问题，采用 BIM 技术对其进行探测，可有效提高其设计合理性，避免因专业交叉、管道碰撞等原因造成的返工。BIM 技术应用于管道碰撞探测时，常采用 Navisworks 软件对管道与其他建筑（如雨水、污水、电力通信等）的碰撞情况进行检测，从而得到更准确、更清晰的管道撞击测试结果，如发生管道碰撞事故，则可以在报告中直接显示出事故发生的地点。接着，根据管路撞击试验报告对事故的成因进行分析，并与设计单位进行

沟通,对煤气管路的设计进行持续的优化。当然,对于一些不太复杂的石油和天然气管道项目,在 Revit 的帮助下,也能得到一份简易的管道撞击测试报告。

4.4 模拟工程施工

地表建筑和地下建筑有着很大的不同,并且在地下建筑的环境比较苛刻,不受控制的因素也比较多,因为建设中涉及的管道比较多,所以各个分包项目之间不能很好地进行协调,从而导致了拖延工期,浪费了时间。为推动市政给排水工程的顺利实施,将时间维度引入 BIM,形成合理的施工计划,实现对施工过程的仿真,并对施工进度进行高效规划。这样就能对设计的合理性、各专业之间的配合进行有效的评价,从而大大地简化了工作程序,提高了工作效率^[1]。同时,也可以有效地防止工程建设中出现的设计变更问题。

4.5 搭建 BIM 智能管控平台,实现管道信息的全方位数字化

基于 BIM 的油气管道智能管理平台能够将管道信息完全数字化,将以往的纸质图纸、文件转换成 BIM 的三维可视化模型。该模型能够将管道的各种属性、参数、规格等信息以可视化的方式展示给管理者,使管理者能够对管道的情况有更全面的认识,从而为今后的管理与决策提供更精确的数据支撑,并实现了管道的实时监控与智能化管理。通过物联网技术,该平台能够与多种传感器及装置相连,从而能够实时地监控管道的各项参数,并对其进行数据采集,管理者能够基于监控资料对管道的运行状况做出评价与预测。通过对设备的检修,及时发现设备存在的安全隐患,及时采取措施,保证管道的安全、稳定运行。另外,本系统还具有较强的数据处理与分析能力。利用大数据技术,对所收集到的各类数据进行处理与分析,从中提炼出有用的信息与知识,辅助管理者进行决策。与此同时,该平台还能够通过人工智能技术,对数据进行分析与预测,及早发现存在的问题与风险,为管理者提供更为准确的预警与提示。

4.6 利用 BIM 技术进行数据共享

通过对 BIM 技术在规划、设计、施工、运营、维修等各个环节的综合运用,达到对设计全过程进行信息管理与数据共享,为工程建设的科学决策与方案优化提供基础。BIM 模型能够覆盖整个工程的设计和施工阶段的所有信息,使得整个工程的施工信息是连续的,包括:设计、施工、运维等各方,都能够通过 BIM 实时获取所需要的工程数据,从而有效地解决了传统的以纸质方式保存竣工数据和二维竣工图所带来的数据缺失问题。利用 BIM 技术,可以对模型的参数进行实时更新,将每一次维护的细节数据都记录在模型中,对模型进行持续的改进,使得模型所表示的内容总是实时的,这样可以有效地解决传统的数据管理造成的信息分散的问题,同时也避免了由于数据信息的混淆而对后续维护和改造造成的误导^[1]。

5 结语

综上所述,油气管道工程快速发展,对传统油气管道工程管理和运营维护方式提出了更高的要求,采用 BIM 技术可以提高其施工和运营管理的效率。本课题将 BIM 技术运用到天然气管站多个专业项目中,通过 BIM 技术与三维扫描、物联网、VR、AR 等技术相结合,可以对其工作过程进行优化,有效地降低了风险变成事故的概率,大大提升了项目的管理品质和安全性。所以, BIM 技术在油气管道工程领域有着很好的应用和发展前景,可以成为“智慧燃气”的重要研究方向。

参考文献

- [1] 许兵.油气管道工程建设项目管理创新与应用[J].化工设计通讯,2020,46(9):28-29.
- [2] 王照辉.油气长输管道工程施工风险管理探析[J].全面腐蚀控制,2020,34(7):94-95.
- [3] 葛昶,白龙,余晓钟,等.BIM技术在石油天然气项目全生命周期管理中的应用[J].化学工程与装备,2022(12):100-102.