

沙特阿美石油公司项目管理模式下管道试压施工方案优化及降本增效措施研究

吴 鹤

西藏青藏石油管道有限公司, 西藏 拉萨
Email: gd2_wuhe@cnpc.com.cn

收稿日期: 2021年7月22日; 录用日期: 2021年9月14日; 发布日期: 2021年9月26日

摘 要

本文以中石油管道局沙特重油项目为例, 研究了管道试压施工现状及主要存在的问题, 结合竞争对手的方案, 提出工效提升方案及建议, 并对改进后的工效进行了评估。本文的研究为沙特阿美石油公司项目管理模式下管道试压提供了参考。

关键词

沙特阿美, 管道, 试压, 石油天然气, 优化, 降本增效

Study on Scheme Optimization of Pipeline Pressure Testing and Cost-Cutting & Efficiency-Enhancing Measures under Aramco's Project Management Model

He Wu

Tibet Qingzang Petroleum Pipeline Co., Ltd., Lhasa Tibet
Email: gd2_wuhe@cnpc.com.cn

Received: Jul. 22nd, 2021; accepted: Sep. 14th, 2021; published: Sep. 26th, 2021

Abstract

By taking the Saudi heavy oil project of China Petroleum Pipeline Bureau as an example, this paper expounds the present situation and main existing problems of pipeline pressure testing. Combined with the competitor's scheme, the paper puts forward the scheme and suggestion of Ergonomics improvement, and evaluates the improved ergonomics. The study of this paper provides a reference for the pipeline pressure testing under the project management model of Saudi Aramco Oil Company.

Keywords

Saudi Aramco, Pipeline, Pressure Testing, Oil & Gas, Optimization, Cost-Cutting & Efficiency-Enhancing

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

沙特重油项目管线长度共 162 公里，划分试压段共计 5 段，以两个阀室间为断点，按阿美标准要求规定，如果管道和工艺管线在试压后超过 30 天不进行投运，需要对管道和工艺管线进行封存处理；重油项目通过结合现场施工作业衔接顺序，对试压施工方案进行了合理的优化。沙特重油项目管线共投入一个试压整编机组，包括施工人员 7 人，空压机 6 台、上水泵 2 台、试压泵 2 台、干燥机 2 台、制氮机 2 台。

2. 存在问题

沙特项目执行阶段若干要求较为特殊，较之传统国内项目以及其他国际项目有较大的差别，项目组初次执行沙特项目，在执行过程中对阿美项目标准理解不够透彻，项目组在项目管理过程，尤其是试压

用水、试验压力、Manifold 等方面造成较大挑战[1] [2] [3] [4]，具体体现在：

1) 用水要求：沙特项目对水质要求极高，上水的同时根据标准要求需要注入一定量剂的化学药剂，项目采购三合一的化学药剂，包括防腐、除氧和杀菌三种功能，因重油项目管径较大、试压管道距离较长，因此按标准要求超过 14 天需要加除氧剂，但超过 30 天需要加入杀菌剂，因试压用水需重复利用，因此项目部计划直接采购三合一的化学药剂。在和 PID 部门的交流过程中，了解到如倒水过程中需要补充化学药剂，但过量的补充有可能导致水 PH 值的变化，同样不符合标准，将不可使用，因此不建议补充时再加入三合一的化学药剂[5]。

2) 试验压力：和国内最不相同的标准是对管道的测试压力标准大不相同，最低试验压力国内和 ASME 标准一般都是不同地区等级根据设计压力或最允许操作压力的 1.1/1.25/1.4/1.5 倍进行试压，最大允许试验值为该地区管道 SMYS 的 95%，然而阿美最低试验压力则为 SMYS 的 90%，最高为该地区管道 SMYS 的 100%，意味着管道最低试验值大大提升，对管道自身和焊接质量的完整性和安全性要求更高[6]。

3) Manifold: Manifold 作为最关键的试压工器具，首先图纸需要得到设计公司的批准，还要对每个压力管件的承压数据进行计算。图纸通过审核后，才可以进行压力管件的采购，并且必须由阿美指定的供货商进行采购[7] [8]。

3. 竞争对手对标

沙特阿美试压标准较高，类似贝克休斯等专业施工承包商进入沙特市场较早，对施工标准理解更为透彻，且现场施工经验丰富，在基本工法相同的情况下，其使用的施工设备更先进、工效也更高。如氮气置换机，我们每小时仅为 800 立方，但贝克休斯的置换机为 4000 立方至 5000 立方米；其成套的便携式设备也利于转场，我们所建的蓄水池，不仅耗费时间长，成本高等劣势，其直接采用移动水箱的方式成功解决，并且可以反复使用。诸如此类的问题，不仅体现在装备上，更体现的对当地市场的适应上和可持续发展方面[9] [10] [11] [12]。

4. 工效提升方案

第一套封存方案为湿封存，即液体封存，因沙特水资源匮乏，试压用水采用水车拉运方式，成本极高，适用于水资源匮乏以及相邻管段可以连续试压的项目。为节约项目成本，优化施工方案，即在完成第一试压段试压后，为相临具备试压条件管道进行倒水，此种方式节余试压用水施工成本，且压缩了拉运试压用水及上水作业工期；由于封存时间需要根据主体管道施工进度决定，因此需要将水在管道内长期存放，为避免水及氧分子对管道内部进行腐蚀，优化施工方案，将试压用水注入和化学药剂注入同步进行并计算注入比例，且严格控制上水速度，现场人员在注水过程中 24 小时进行监控并控制化学药剂注入比例及上水速度，避免空气进入管道，同时也确保了化学药剂的注入量，满足了试压用水长期封存要求。

第二套封存方案为干空气临时封存，即在管道推水完成后，还需进行阀室工艺安装等后序作业，管道 30 天内无法进行投运，因此需要对管道进行临时封存，业主最初要求用氮气进行封存，适用于短期投运且符合业主标要求的准规范的项目。项目部考虑后序作业需要多次拆装封存盲板，意味着将封存氮气释放后还需重新进行氮气封存，由于氮气成本较高，如多次重复进行氮气封存，将大大增加项目成本，因此在满足标准前提下，与业主进行多次沟通协商后，最终优化方案确定为干空气进行临时封存。

5. 改进后工效预估

改进后降低了封存成本及缩短了封存工期，干空气封存处理量为每小时 4000 方，制氮封存处理量为

每小时 800 方，工效为制氮封存工效的 5 倍，且干空气封存降低了设备投入，只需提供 3 台空压机和 1 台干燥机。

6. 教训及建议

1) 试压头：试压头是试压作业中最为关键的一种压力容器，但是在沙特项目的试压头和国内最大的区别在于连接方式，国内试压头是直接与管道进行焊接的连接方式，而沙特项目的试压头需要通过法兰和管道进行连接，因此意味着要采购相应尺寸的法兰片，这就意味着将大大增加试压头制作成本。为节支降耗，通过与 PMT 和 PID 进行沟通得到允许后，通过当地和国内的比价，最终决定在国内进行采购，大大降低了采购成本。因制作法兰片的钢材为特殊材质，国内厂家无法提供相应材质，需要提升法兰片材质方可满足使用需求，因此影响了法兰的生产周期，造成了工期上的延误。建议在与业主尤其是 PID 团队书面确认后，可提前进行试压相关物资的国内采购流程，缩短试压头制作周期[13] [14]。

2) 扭矩扳手：沙特项目在法兰连接过程中，全部需要通过扭矩扳手对法兰螺栓进行紧固，确保了每颗螺栓的受力值保持一致，避免了受力不均造成法兰泄露的风险；在采购过程中，采购了电动和气动两种动力源的扭矩扳手，可满足分别在投产管线区域和新建管线区域施工的使用要求。中方人员通过了正规培训机构的培训取证，满足上岗需求。因以前没有扭矩扳手的使用经验，对扭矩扳手的采购数量和规格迟迟不能确定。建议咨询厂家人员或项目学习相关经验，并采购使用过口碑好的品牌，不能盲目操作，一定要通过培训方可上岗，避免对设备的损坏[15]。

3) 盲板及垫片：因管线与工艺管线的连接都是通过法兰连接方式，因此对工艺管线的试压考虑使用盲板代替试压头的方式满足工艺管线的试压，并通过对图纸的计算，只采购最小数量的盲板来满足所有工艺区的试压，减少了成本的投入，并提前要求厂家将盲板上进行开孔，减小了后期钻孔的难度。垫片在采购过程中考虑可以进行重复利用，因此在数量上进行了部分删减，但在实际使用过程中发现，较小尺寸的垫片可以满足重复利用的条件，而大尺寸的高压石墨垫片，在使用一次后无法再重复使用，最终导致垫片数量的不足。建议垫片物资在当地采购，快捷且减少供货周期。

7. 结语

以上是对沙特重油项目试压施工的总结。项目执行过程中所采用的空气临时封存方案、国内采购试压头、学习使用扭矩扳手、垫片重复使用等，都降低了试压成本，明显提高了功效。总体来讲，PID 会主导试压工作而不是 PMT。所有文件、施工材料、设备及水质相关信息一定要在单项的 kick-off meeting 上提出，并要求 PID 团队分享相关经验。由 PID 来主导前期的准备工作才能避免在最终的验收过程中出现意见不统一、返工等情况的发生。另外，沙特阿美汇集 50 年的设计生产和运行管理经验，形成了庞大的标准体系，应用于所有沙特阿美项目，所以在沙特阿美项目前期的投标以及后期的执行过程中，为了更好地满足沙特阿美项目的标准要求，规避风险的发生，要对沙特阿美项目的执行标准要理解的更加透彻，从而保证项目承包商的根本利益。

参考文献

- [1] 杨晓鹏, 崔进杰. 沙特阿美石油管道项目 EPC 总承包风险分析及防范[J]. 石油天然气学报, 2020, 42(2): 292-298.
- [2] 饶险峰. 高落差复杂地形下长输管道清管试压应用技术分析[J]. 上海煤气, 2010(5): 15-19.
- [3] 殷智明. 大管径长输管道在沙漠段敷设施工方法研究[J]. 化工管理, 2014(12): 204-205, 207.
- [4] 程浩力, 郭志民, 张春生, 等. 海外油气田集输管道设计水压试验标准探讨[J]. 油气储运, 2021, 40(4): 474-480.
- [5] 张培友. 大口径管道与相关设备联合气压强度试验安全技术的探讨[J]. 石油化工建设, 2009, 31(1): 62-63+66.

- [6] 李洪涛. 沙特阿美油气项目设计管理中的特殊要求[J]. 油气田地面工程, 2020, 39(1): 77-82.
- [7] 谷德东, 侯一甲, 张煜, 等. 沙特阿美石油公司管道项目 IKTVA 要求[J]. 石油天然气学报, 2019, 41(4): 63-65.
- [8] 崔进杰, 王留涛, 常贵君, 等. 沙特阿美油气管道项目“沙特化”管理问题分析及对策[J]. 石油天然气学报, 2020, 42(2): 195-200.
- [9] 赵建, 邢海峰, 张思萌, 等. 沙特阿美油气项目执行模式及启示[J]. 石油工程建设, 2019, 45(4): 76-82.
- [10] 王雁清, 周加明, 叶刚. 沙特阿美项目“沙特化”管理问题研究与实践[J]. 石油天然气学报, 2020, 42(4): 426-431.
- [11] 郑朝明, 赵晓慧, 王进. 沙特阿美石油公司项目用工风险管理与研究[J]. 石油天然气学报, 2020, 42(3): 255-260.
- [12] 李军, 邵勇, 张恒涛, 等. 沙特阿美 PC 总承包模式下的设计管理[J]. 石油天然气学报, 2020, 42(2): 201-207.
- [13] 张义, 武保安, 李栋. 浅析沙特阿美项目施工成本控制[J]. 石油天然气学报, 2020, 42(3): 177-181.
- [14] 关沂山, 单少卿, 孟献强. 国际 PC 项目的设计管理[J]. 石油天然气学报, 2020, 42(3): 315-320.
- [15] 梁立国, 边晨, 武保安, 等. 液压扳手在法兰紧固施工中的应用[J]. 石油天然气学报, 2020, 42(3): 286-293.