

浅谈液压转管吊具的研制及在EACOP项目中的应用

关雪涛, 王松岩, 田 坤, 许 海, 范自雷

中国石油管道局工程有限公司国际分公司, 河北 廊坊

收稿日期: 2024年9月22日; 录用日期: 2024年12月9日; 发布日期: 2024年12月23日

摘 要

本论文探讨了液压驱动转管吊具在东非原油外输管道项目(EACOP)中的应用, 以及它对组对效率和安全性能的提升。EACOP项目是全球最长的电伴热保温管道工程, 面临高精度焊接的严峻要求。为满足项目需求, 研究团队研发了两种转管吊具, 最终选定液压驱动型。测试结果表明, 转管吊具能够显著缩短管道组对时间、减少焊接缺陷, 并降低安全风险。其机械化设计提高了组对精度和施工效率, 适应了复杂的施工环境。尽管面临技术壁垒和成本控制等挑战, 转管吊具的未来发展仍然前景广阔, 预计将推动行业向更高效和安全的方向发展。本文的研究为类似项目提供了有益参考, 强调了转管吊具在提升施工效率 and 安全性方面的重要性。

关键词

转管吊具, 液压驱动, 焊接组对, 施工效率, 安全性能

A Brief Discussion on the Development of Hydraulic Pipe Handling Equipment and Its Application in EACOP Project

Xuetao Guan, Songyan Wang, Kun Tian, Hai Xu, Zilei Fan

International Branch of China Petroleum Pipeline Engineering Co., Ltd., Langfang Hebei

Received: Sep. 22nd, 2024; accepted: Dec. 9th, 2024; published: Dec. 23rd, 2024

Abstract

This paper explores the application of hydraulic-driven pipe handling equipment in the East African Crude Oil Pipeline (EACOP) project, highlighting its improvements in assembly efficiency and safety

文章引用: 关雪涛, 王松岩, 田坤, 许海, 范自雷. 浅谈液压转管吊具的研制及在 EACOP 项目中的应用[J]. 石油天然气学报, 2024, 46(4): 467-471. DOI: 10.12677/jogt.2024.464058

performance. The EACOP project is the longest electrically heated insulated pipeline in the world and faces stringent requirements for high-precision welding. To meet project demands, the research team developed two types of pipe handling equipment, ultimately selecting the hydraulic-driven variant. Test results indicate that the pipe handling equipment can significantly reduce pipeline assembly time, decrease welding defects, and lower safety risks. Its mechanized design enhances assembly precision and construction efficiency, adapting well to complex construction environments. Despite challenges such as technical barriers and cost control, the future development of pipe handling equipment remains promising, expected to drive the industry towards greater efficiency and safety. This study provides valuable insights for similar projects, emphasizing the importance of pipe handling equipment in improving construction efficiency and safety.

Keywords

Pipe Handling Equipment, Hydraulic Drive, Welding Assembly, Construction Efficiency, Safety Performance

Copyright © 2024 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. 研究背景

东非原油管道项目将把乌干达艾伯特湖油田出产的原油运输至坦桑尼亚坦噶港。该项目将打通东非内陆至印度洋的能源输送通道。东非原油管道项目起点位于乌干达的卡巴里(Kabaale)，终点位于坦桑尼亚的坦噶港(Tanga)。线路总长 1539 km，其中干线 1443 公里，联络线 96 公里；乌干达境内 392 公里，坦桑尼亚境内 1147 公里。线路主管为 18 m 电伴热保温管道，保温为 70 毫米聚氨酯泡沫 + 5 毫米高密度聚乙烯，环氧粉末防腐，管径 24 寸(610 毫米)，壁厚从 10.54 毫米至 23.83 毫米不等，设计压力 9.3 兆帕。采用铜衬垫 + 单枪上向焊接/氩电联焊工艺焊接。该项目的建设将有利于进一步巩固和拓展管道局在乌、坦两国油气储运工程建设业务，进一步提升管道局在东非地区的影响力，提高品牌知名度和市场话语权，推动国际化战略“换挡提速”，重塑管道局国内国际业务“半壁江山”。由中国石油管道局工程有限公司承建的东非原油外输管道项目，是世界上最长的长输电伴热保温管道项目。该项目起点位于乌干达的 Kabaale，终点位于坦桑尼亚的 Tanga 港。线路总长 1539 公里，主管道选用 24 英寸、X65 钢级直缝管，管道外表面覆有 70 mm 厚的 PUF 保温层及 5 mm HDPE 保护外壳，保温层内预埋有 3 根电伴热铝套管。这是管道局首次接触此类长线电伴热保温输油管道项目，在世界油气储运工程建设行业也无其他类似项目可供借鉴。

由于管道保温层内预埋有 3 根电伴热铝套管，并且三根电伴热铝套管组对错边需小于 3 mm，故焊接的组对过程要求高精度和稳定性。转管吊具作为一种先进的施工工具，能够有效辅助焊接作业，提高作业效率。本文旨在探讨转管吊具在 EACOP 项目中的应用，以期为类似项目提供参考[1]。

2. 转管吊具概述

在充分地研究了 EACOP 项目的技术要求后，我方先后联系了多家管道吊装器具的企业，根据我方提供的基础数据，借鉴真空吸盘的设计理念，先后研发了电驱动及液压驱动等形式的转管吊具[2]。

2.1. 电驱动转管吊具

该吊具采用无线遥控器控制电葫芦驱动，电葫芦带动保温管沿自身轴线旋转。若需调整保温管高度，

可通过起重机的钢丝绳进行收放。角度传感器通过磁力表座吸附在 610 管外壁套管一端，安放时以传感器安装板上的划线对准矩形伴热套管的中心线，进而实现对管道的精确旋转。见下图 1：



Figure 1. Electric drive pipe handling equipment
图 1. 电驱动转管吊具

2.2. 液压驱动转管吊具

此吊具采用液压驱动，在吊杠上加装液压旋转动力装置，通过外置液压站驱动该装置，实现管道在管口组对时的旋转功能。该装置具备刹车、自锁和精确控制功能，能在点动控制状态下实现不大于 1 mm 的位移精度。采用这种方式进行管口组对时，不改变管工的作业习惯，工人可通过电控手柄或无线遥控器实现管道的精确旋转[3]。见下图 2：

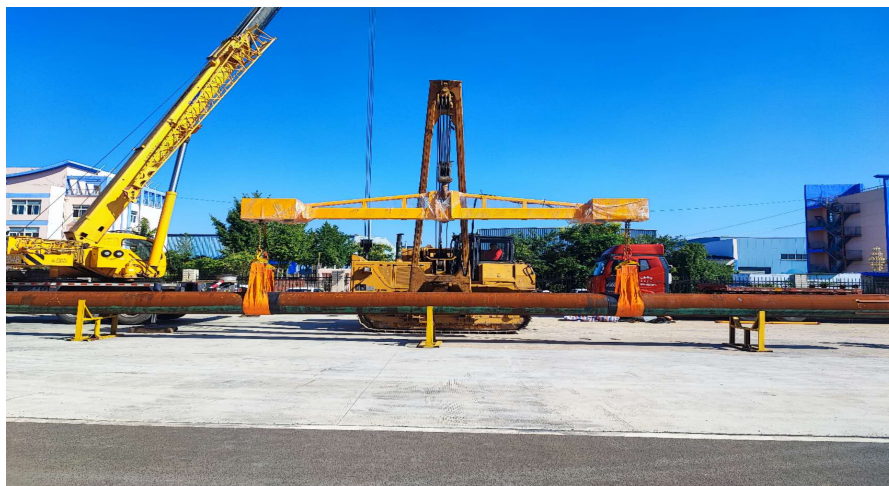


Figure 2. Hydraulic drive pipe handling equipment
图 2. 液压驱动转管吊具

3. 转管吊具的样品测试

针对两种动力驱动的转管吊具，我方进行了一系列的模拟测试，首先设定管道矩形铝套管偏移中心位置的角度为 30°，分别进行 3 次顺时针和逆时针的手控转动调整，最终统计出 30°转管手控调整的平均

用时。然后设定不同角度,如 45°、35°、25°、15°、5°、1°记录吊装组对过程中旋转调整时间、组对合格的用时。调整过程为自转粗调整 + 手控微调及单侧升降的调幅功能,旋转调整完成后控制对口器的涨杆撑起,记录焊口组对合格的时间,最终统计出焊口组对平均用时,焊口组对过程基本上平均可以在 3 分钟内完成焊口的组对工作[4]。

对比结果显示,两种动力驱动的转管吊具均能满足组对需求。电驱动可实现单侧纵向提升,但需配置发电机,成本高于液压驱动转管吊具。因此,考虑项目成本,EACOP 项目最终选用了液压驱动转管吊具。

4. 转管吊具在 EACOP 项目管道焊接组对中发挥的作用

4.1. 组对精度及效率的提升

因 EACOP 项目采用电伴热方式,管口组对时不但要进行传统的钢管组对,同时需要组对三根铝槽电伴热方套管,故转管吊具的设计理念围绕着“精确”展开。它能够通过机械化的方式,快速、准确地调整管道的姿态,确保管道的完美对接。这种机械化的调整方式大大降低了人为因素造成的误差,提升了组对的稳定性。

在焊接过程中,良好的组对精度是避免焊接缺陷的前提。转管吊具通过提供稳定的对接姿态,减少了错位和间隙等问题,从而降低了焊接缺陷的发生率。这不仅减少了因返工而浪费的时间和材料成本,也有效优化了资源配置,提升了整体经济效益。同时,EACOP 项目面临多样的施工条件,转管吊具的灵活性使其能够适应不同管道规格和地形。这种适应能力确保了施工团队在各种环境下都能高效作业,避免因环境变化而导致的延误[2]。

4.2. 提高安全性,保障施工顺利

施工现场的安全是项目成功的基础。转管吊具通过减少人工操作,显著降低了操作人员的安全风险。在传统的组对过程中,工人常常需要多次调整吊带位置,这不仅增加了操作难度,还可能导致意外事故的发生。而转管吊具的机械化设计,使得管道的定位和调整过程变得更加稳定和安全。

5. 发展趋势与挑战

通过转管吊具在 EACOP 的现场应用,我们发现了未来可以改善的方向。例如,随着人工智能技术的发展,液压转管吊具的智能化和自动化需求日益增加。通过集成传感器和数据分析系统,吊具能够实时监控施工状态,自动调整管道姿态,提高组对精度和效率,同时显著降低人工需求。此外,设备的重量对搬运和操作有直接影响,未来液压转管吊具的研发可从轻量化设计入手,采用新材料和优化结构,提高吊具的便携性和承载能力,以满足不同施工环境的需求。

尽管液压转管吊具的技术在不断进步,但高精度、高可靠性的设计和制造仍然面临技术壁垒。特别是在复杂的施工环境中,如何保证设备的稳定性和耐用性,是一项重要挑战。高性能的液压转管吊具往往伴随着较高的制造和维护成本。如何在保证产品性能的前提下,有效控制成本,以满足市场的价格敏感度,是企业发展的关键。

6. 结论

EACOP 项目因其组对的特殊性,研发了液压驱动的转管吊具,在施工过程中,我们可以清晰地看到其在提升组对效率和增强安全性能方面的重要贡献。通过机械化操作,转管吊具不仅显著缩短了管道组对的时间,提高了施工效率,还有效减少了因人为因素导致的错误和事故风险。这种技术革新为施工团

队提供了一个更加安全、可靠的工作环境，保障了项目的顺利进行。未来，随着技术的不断进步和优化，转管吊具必将发挥更大的作用，推动整个行业朝着更高效、更安全的方向发展。因此，转管吊具的广泛应用不仅是提升施工效率的必要措施，更是确保施工安全的重要保障，为工程建设的可持续发展奠定了坚实基础。与传统吊具相比，液压转管吊具具有更高的灵活性和精度，能够在吊装过程中精确控制旋转角度、位置和稳定性，适应复杂地形和多变的施工环境，减少了人工操作的难度和误差，提升了吊装效率。未来，液压转管吊具将进一步实现自动化与智能化，结合人工智能、大数据分析等技术，实现对吊装过程的全面监控、预警及智能调度。液压转管吊具的液压系统将更加高效、节能，采用新型液压技术，提升设备的性能和能效，降低运行成本。

参考文献

- [1] 王平国, 刘新生, 牛颖, 等. 新特种吊具在管道施工中的应用[J]. 石油天然气学报, 2013, 35: 362-364.
- [2] 张天余, 廖万辉. 北盘江大桥主塔上横梁支架设计及施工控制要点[J]. 黑龙江交通科技, 2018(6): 144-146.
- [3] 赵成贵. 公安长江大桥主塔上横梁施工技术[J]. 上海公路, 2019(3): 41-45.
- [4] 杨立强, 张中杰, 等. FLAC 基本原理及其在地学中的应用[J]. 地学前缘, 2003, 10(1): 24.