

周燕韬◎主编

管道局坦桑尼亚
天然气管道工程项目

技术管理论文集

cpp

Technical and Managerial Theses
of Tanzania Natural Gas
Pipeline Project

中国社会科学出版社

管道局坦桑尼亚
天然气管道工程项目

技术管理论文集

周燕韬◎主编

Technical and Managerial Theses
of Tanzania Natural Gas
Pipeline Project

中国社会科学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

管道局坦桑尼亚天然气管道工程项目技术管理论文集/周燕韬
主编. —北京: 中国社会科学出版社, 2016. 3

ISBN 978 - 7 - 5161 - 7682 - 5

I. ①管… II. ①周… III. ①天然气管道—管道工程—技术
管理—坦桑尼亚—文集 IV. ①TE973 - 53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 037626 号

出 版 人 赵剑英
责任编辑 刘晓红
特约编辑 陆慧萍
责任校对 周晓东
责任印制 戴 宽

出 版 中国社会科学出版社
社 址 北京鼓楼西大街甲 158 号
邮 编 100720
网 址 [http: //www. csspw. cn](http://www.csspw.cn)
发 行 部 010 - 84083685
门 市 部 010 - 84029450
经 销 新华书店及其他书店

印 刷 北京明恒达印务有限公司
装 订 廊坊市广阳区广增装订厂
版 次 2016 年 3 月第 1 版
印 次 2016 年 3 月第 1 次印刷

开 本 710 × 1000 1/16
印 张 19. 25
插 页 2
字 数 305 千字
定 价 72. 00 元

凡购买中国社会科学出版社图书, 如有质量问题请与本社营销中心联系调换
电话: 010 - 84083683
版权所有 侵权必究

编委会名单

主 编 周燕韬

参编人员 陈 强 张宏伟 羊小兵 曹 炯
 杨 光 杜 伟 张立兵 周国瑞
 李 浩 时会召 柳 扬 梁 斌
 王立存 李子霖 肖玉静

项目简介

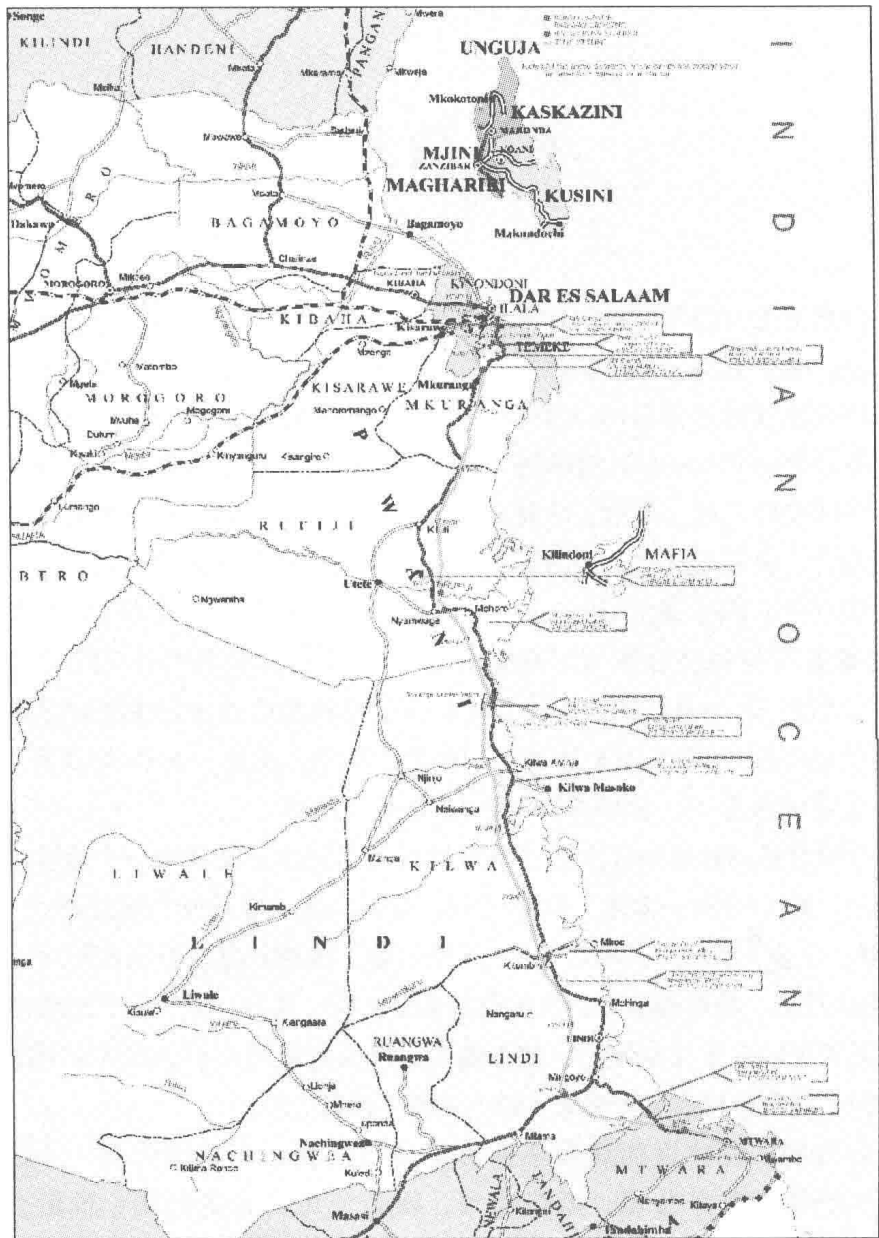
坦桑尼亚天然气综合利用项目是中国进出口银行为坦桑尼亚政府提供贷款，由中石油三家单位共同参与建设的重点援建项目。该项目业主为坦桑尼亚石油开发公司（TPDC），项目管理承包商（PMC）为沃利帕森斯（WorleyParsons）南非公司。项目管道部分由管道局和中技开组成联合体共同实施，其中，中技开负责线路管材的采购，管道局负责管线的设计、施工、试运和除线路管材以外的其他材料设备的采购。

项目主合同于2011年9月26日在北京正式签订，2012年10月26日管道局与中技开签订了联合体协议，项目合同额为3.737亿美元，工期为24个月。2012年11月8日项目奠基仪式在坦桑尼亚达累斯萨拉姆举行，2013年8月26日管线主体打火开焊，2015年8月1日，全线机械完工，2015年10月10日竣工投产。

该项目是由管道局首次参与海外融资项目建设，是局第一个真正意义上的“陆上海洋一体化”同建工程。管线全长542千米，包括陆上1条干线、1条支线和1条海底管道、5座站场、16座阀室，全线实现SCADA系统控制，陆海通信方式为光缆和无线宽带。其中，29千米长的海底管道是管道局首次自主设计、独立施工、采用自有的中石油最大的铺管船铺设，是管道局目前规模最大的一条海洋管道工程。

参与该工程建设的局属单位有管道设计院、天津设计院、一公司、六公司、海洋公司、通信公司、物装公司、龙慧公司、投运公司、朗威公司、特运公司等11家单位，成为我局管道建设史上涵盖施工范围最广、涉及专业最多的海外项目。管道局倾全局之力，为项目的顺利实施提供最强大的支持和保障。

项目建成后，年输气量达80亿立方米，将极大地缓解坦桑尼亚电力能源紧张的局面，对带动当地经济发展、解决百姓就业产生极大的推动作用，被坦桑尼亚政府誉为第二条“坦赞铁路”。



工程走线图

该工程位于坦桑尼亚东海岸，靠近 B2 滨海公路，管线大体呈南北走向，多数地区为沿海低地、平原地貌，局部地区为丘陵。陆上管道干线全长 483 千米，管径 914 毫米，起始于南部城市姆特瓦拉的首

站，途经萨曼加联络站，止于达累斯萨拉姆末站。支线全长 28.5 千米，管径 406 毫米，起始于达累斯萨拉姆末站，止于缙吉塔电厂支线末站。海底管道全长 30.5 千米，管径 610 毫米，起始于松戈松戈岛首站，止于萨曼加联络站。

目 录

技 术 篇

坦桑尼亚海底管道路由勘测技术问题及解决方法

探讨 邓卫红 刘其民 武玉梁 (3)

海底滑坡识别在坦桑尼亚管道工程中的

应用 黄 扬 宋龙荣 刘其民 祁建忠 武玉梁 (9)

海泥对坦桑尼亚海底管道的

腐蚀性浅析 宋龙荣 刘其民 武玉梁 (13)

浅海大口径海底管道弯管

在位强度分析 刘黎明 杨泽亮 刘瑞宇 (18)

浅析海洋管道的阴极保护

..... 李 雪 邢凤荣 张 伟 王 丹 郭东红 周胜男 (28)

浅析海洋管道的防腐涂层

..... 李 雪 邢凤荣 张 伟 王 丹 郭东红 周胜男 (34)

坦桑尼亚海底管道“S”形敷设

分析 韩 鹏 杨泽亮 黄水祥 (40)

海洋管道混凝土层对铺管船施工的

影响 荣世伦 王 健 姚海玉 甄宏昌 周燕韬 (49)

坦桑尼亚海底输气管道萨曼加近岸段浮拖施工技术

创新 汪 方 王 健 荣世伦 姚海玉 (60)

CPP601 铺管船托管架 A 段拆卸与

安装技术 许建冬 (70)

2 管道局坦桑尼亚天然气管道工程项目技术管理论文集

海底管道环焊缝高速高效环保的 AUT 检验技术

——在坦桑尼亚海底天然气管道工程中的应用

..... 吴立春 孙 喆 韩 建 (80)

海底管道长距离浮拖登陆施工的创新与总结 于燕龙 (90)

海洋管道铺管船全自动焊接施工方法研究 ... 刘孟元 齐富强 (103)



国际管道工程采办信息管理系统开发 杨 乾 苏志娟 (111)

浅谈坦桑尼亚项目采办管理 苏志娟 杜学军 仇宝杰 (120)

浅谈坦桑尼亚项目现场清关管理 ... 张宏伟 卢羽霄 杜学军 (126)

坦桑尼亚项目内陆运输工作总结 李子霖 徐 东 (132)

浅谈非洲地区水平定向钻施工要点

控制 梁 斌 张宏伟 (136)

坦桑尼亚天然气管道项目 HSE 管理实践 曹 炯 李子霖 (147)

坦桑尼亚天然气管道项目联合体共同承包模式

初探 杨 光 高玉桂 (153)

浅谈坦桑尼亚天然气海底管道项目涉外

合同管理 石文娟 林 亮 (161)

浅谈坦桑尼亚天然气管道项目进度

控制 周国瑞 时会召 杨 光 (166)

坦桑尼亚海底管道工程项目进度

控制管理 吴 超 周国瑞 姚海玉 (175)

注重质量保证 加强过程控制 铸建精品

工程 柳 扬 杨 光 李子霖 (183)

人与质量 王 刚 (190)

非洲地区长输管道施工 HSE 管理

探索和实践 时会召 曹 炯 周国瑞 (195)

浅谈海洋管道施工 HSE 风险

管理 王 健 高国峰 冯连川 (202)

坦桑尼亚海管项目 HSE 管理

总结..... 兰海洋 黄 江 (209)

诸葛亮的军事思想与安全生产管理

——国际工程施工安全管理理论研究 王 刚 (216)

浅谈机组安全教育培训 支洪彬 (221)

浅谈海外项目营地安保管理 支洪彬 (227)

铺管船的健康安全环保管理方法探索 张 光 (231)

坦桑尼亚海底管道施工船舶管理总结 雷 磊 (240)

CPP601 铺管船设备管理举措与总结 由悦文 (246)

国际工程建设企业税务筹划经验介绍

——谈管道局坦桑尼亚项目税务筹划经验

..... 孙 源 羊小兵 谷 强 (253)

做好项目成本费用控制 将节能降耗提质增效

落到实处 孙 源 羊小兵 谷 强 (261)

浅谈坦桑尼亚项目两套自主化文控系统的应用

——坦桑尼亚项目文控管理的创新和亮点 张双娜 (268)

浅谈坦桑尼亚项目党建与企业文化建设的

做法与启示 肖玉静 周燕韬 张宏伟 (283)

抓特色 争一流 创先锋 树品牌

——管道一公司坦桑尼亚项目海外党建管理工作

综述 张 帅 (290)

技 术 篇

坦桑尼亚海底管道路由勘测技术问题及解决方法探讨

邓卫红 刘其民 武玉梁*

摘 要：本文结合坦桑尼亚海底管道路由勘测工程，重点介绍了几个对工程开展产生影响的技术问题，并提出了解决方法，以达到提高工程质量，指导实践的目的，对今后同类勘测工程有借鉴意义。

关键词：路由勘测；多波束；定位设备；船尾拖拽式声呐

引 言

当今世界各个国家都十分重视海洋资源的开发，随着海上石油业的飞速发展和近海海底油气资源的开发及跨海电缆的铺设，大量以海底为依托的工程设施应运而生。管道及海缆敷设前，人们需要了解路由周围的海底状况、水深、障碍物分布、地层构造等信息；同时管道敷设后的确切位置和敷设状态，也是人们十分关注的话题。海底管道路由工程勘测的目的是为了查明海底电缆管道路由区域的海底地形地貌、海底地质条件、海洋气象水文环境，为海底管道工程的选址、设计、施工提供基础资料和科学技术依据。

下面结合坦桑尼亚海底管道勘测工程进行详细说明。为了完成该项目，综合多种技术方法进行勘测。投入多种海洋勘测设备，如 R2 - SONIC 2024 多波束测量系统、EdgeTech 4200 MP 侧扫声呐、SEASPY

* 邓卫红，江苏省水文地质海洋地质勘查院。（江苏 淮安 223005）刘其民、武玉梁，中国石油天然气管道工程有限公司。（河北 廊坊 065000）

海洋磁力仪、声波管线仪、中地层剖面仪、单波束测量、浪龙、海洋卫士、HD380 单波束测深仪、SF3050 导航定位仪等。在工程开展的过程中，遇到一些技术问题，并逐一解决，同时也积累了一些较好的经验，为今后类似的工程开展提供了借鉴，下面主要讲述在工程开展过程中遇到的几个重点问题与解决方法：

— 高精度 GPS 在多波束上的应用

国内大部分海上作业的定位设备采用信标机，该设备精度较低，一般只有 1.5m，可能会造成多波束测量的地物出现错位且不连贯，管线状地物尤为明显。该工程采用 SF3050 导航定位仪，其标准精度为 0.1m。导航定位的精度对多波束测量成果的质量影响较大，多波束系统作业时需要进行校正试验，以修正多波束换能器的姿态、涌浪补偿仪和定位设备相互间位置关系，该关系可以分解为横轴偏差（以下简称 Roll）、纵轴偏差（以下简称 Pitch）、艏摇偏差（以下简称 Yaw），这三个值对多波束成果影响很大，并通过实践证明旋转角越大，作业区域水越深，产生的测深误差、位置误差也就越大（详见《多波束系统安装偏差造成的误差分析及校正方法探讨》）。定位误差主要对纵轴偏差、艏摇偏差的校准值影响较大，比如导航定位设备的精度为 $\pm 1.5\text{m}$ ，多波束校正选择的物体也是个 $1.5\text{m} \times 1.5\text{m}$ 的石头，那么有可能会因为导航定位设备的误差造成 Pitch 和 Yaw 计算值为零的可能性，且每次的校正值差值会较大，最终造成成果失真，条带间无法重叠、地物移位。本工程多波束系统校正分作业前、作业中、作业后，每次校正结果差值很小，且有规律，可以准确反映多波束系统的安装偏差。（如表 1 所示）

从表 1 数据可见，校准值变化都有一定的规律，统一减小，每次校准的变化值与船上的燃料与水消耗对应，呈现规律性。要是采用精度较低的 DGPS，因为定位误差的原因，上述三个值未必会有如此明显的规律，即定位误差大，多波束校准误差也会较大。所以，采用高精度的定位设备，对于提高多波束成果尤为重要，可以减小因定位误

表 1 多波束系统校准值对照表

校正顺序	Roll (°)	Pitch (°)	Yaw (°)
作业前	-2.02	-1.6	-3.11
作业中	-2.06	-1.79	-3.19
作业后	-2.12	-1.94	-3.37

差造成的校准误差，提高多波束成果的质量。同时，也说明为了减小因为燃料、水消耗造成多波束系统的安装角度偏差，在工程开展中应根据实际情况多次进行相关参数校正。

二 多波束系统测量质量控制

该工程测区穿越水域长度约 25.5km，海底地形整体平缓，礁石区域主要分布在测区的两端，海管设计路由经过水域最大水深约 46m，并呈现向两端岸边逐渐变浅的趋势。考虑多种设备同时作业，主测线间距布置为 100m，要求多波束重叠度为 25%。R2 - SONIC 2024 多波束的扫测角最大可以调节到 160°，在此条件下，水深与扫测量程比例最大为 1:5.7，但波束开角太大，会造成边沿波束质量差，故该工程波束开角一般控制在 158°以内，并根据水深的变化实时调节多波束开角，在深水区域调小开角，浅水区域调大开角，确保采集的数据质量；对于测区内水深较浅的区域，如果 100m 间距作业不能覆盖时，中间再加测一条，确保质量不受影响。（如表 2 所示）

表 2 水深与多波束开角及重叠度关系

水深 (m)	多波束开角 (°)	重叠度 (%)
≥41	125	26
31—40	136	24
21—30	150	24
15—20	158	22
≤14	158	22（中间加条测线）

由于野外采集数据时波束角控制较好,并没有采用仪器的理论最大开角作业,测量的数据质量较高,噪声点很少,检测数据与成果数据拟合很好,同时有效地减少了多波束内作业的处理时间,提高了作业效率。

三 定位设备供多种仪器同时使用

海上工程一般远离陆地,陆上的常规定位设备很难满足要求,在中国沿海每隔大致 500km 建设有 GPS 基站,实时发送差分信号,为海上作业提供导航定位服务。在中国的海上工程定位可选设备比较多,比如用得较多的信标机(DGPS)在国内沿海精度一般为 1.5m,满足大部分工程的需求。但坦桑尼亚的测绘基础建设十分薄弱,信标机在该国并不适用,采用单点定位误差会较大,经检测一般在 6m 左右。

导航定位是海洋勘测的关键,工程采用 SF3050 导航定位仪,具有全球性、全天候性,标称平面定位精度优于 0.1m,满足业主的技术要求。该仪器信号输出端口有两个口,一个为 RS-232(DB9)口,另一个为 USB 口。由于该设备数量有限,且各个作业组都在同一条船上同时作业,同时作业的设备有多波束系统、侧扫声呐、浅地层剖面仪、磁力仪等,特别是在多波束系统对导航定位设备要求较高的情况下,如何为多种海洋勘测设备提供定位服务,是需要重点考虑的难题,多波束系统除了需要 SF3050 导航定位仪输出的定位信息,如 GGA 语句、VTG 语句,同时需要该设备输出的 ZDA 语句与 1PPS 信号,上述信号需要被多波束系统的多个接口单元使用,且传输的路径要求不同。传输给多波束甲板单元的 NMEA 语句只能含有 ZDA 语句,所以多波束系统的甲板单元就必须占用 SF3050 信号输出的一个 RS-232(DB9)口,那么就只剩一个 USB 口可供其他设备使用。由于 USB 接口使用的局限性,数据不易被再分配,如市面上的 USB 集线器根本满足不了要求,那么要满足所有设备同时作业只能在唯一的 RS-232(DB9)口上想办法。工程开展前,为了解决该问题,把多种数

据如 GGA、VTG、ZDA 语句同时传入多波束的甲板单元，多次现场实验与数据分析，R2 - SONIC 2024 多波束测量系统的甲板单元在众多数据中完全能识别出自己所需要的 ZDA 语句，对成果没影响，亦即多种数据可以同时传给 R2 - SONIC 2024 的甲板单元。解决该问题，多种勘测设备同时使用该仪器作业就变得简单，较大地提高了工作效率。

四 测深与航迹不符

本工程最早开展近岸端单波束水深测量，导航定位设备为 SF3050，水深测量设备为 HD380。HD380 有 USB 口和 RS - 232 (DB9) 口都可以输入导航定位信息，刚开始作业时使用 USB 接口输入导航定位信息，作业过程中发现船舶航行的航迹线与实际不符，如出现船舶航向偏离，但是 HD380 的测量软件却显示船舶还在按之前的测线行驶，出现差异；为了更好地检测设备，船舶围绕海上固定点航行数周，然后远离该目标，发现船舶航迹还是在围绕该固定目标运动，差异十分明显。分析原因，是单波束测深与定位不同步造成的，该现象在作业初期表现不明显，但时间一长，定位滞后的弊端便显现出来了。把导航定位接口调整为 RS - 232 (DB9) 口，再也没有出现上述现象。原因是 USB 口传输信号的稳定性欠佳，数据量大的话容易造成数据传输滞后，而 RS - 232 (DB9) 口数据传输很稳定，不会出现上述情形。

五 近岸端扫海作业

本工程侧扫声呐作业均采用船尾拖拽式，一般放缆长度为 40m，船速控制在 4.5 节以内，拖鱼深度一般为 6—8m，数据质量较好，可以有效避开各种噪音，但近岸端礁石较多，且水深从 5m 到岸边的距离还有 3km 左右，那么这一段如何开展侧扫声呐扫海测量工作也是一