

调控中心远程投产长输液体管道实践

陈泓君^{1,2} 代文平¹ 于 涛^{1,3}

1. 中国石油北京油气调控中心, 北京 100007;

2. 北京大学软件与微电子学院, 北京 100871;

3. 中国石油大学(华东)储运与建筑工程学院, 山东 青岛 266580

摘 要: 为了成功实现长输液体管道的远程调控投产试运行, 调控中心需在多个方面做准备工作, 包括: 投产前期准备(基础资料准备、SCADA 系统 HMI 界面的绘制、自控测试、仿真及现场的培训)、投产过程常用生产报表、相关部门职责的分工等。另外投产过程信息管理主要采用调度令、短信及简报形式; 投产时期的输量控制采用清管器跟踪计算、罐位核算及摩阻损失校核等方法; 油水界面跟踪时, 应建立背压, 并减少停输时间; 调控中心的投产调控人员可根据给出的输量控制方法、油水气界面跟踪与控制、阀门接线异常等工况的识别与控制、投产过程注意事项等系统全面地对长输液体管道进行投产, 有效保障液体管道的安全、高效投产。

关键词: 液体管道; 投产; 工况控制; 问题; 措施

DOI:10.3969/j.issn.1006-5539.2018.02.006

The Start-Up of Long Distance Liquid Pipeline via Remote Supervisory Control Center

Chen Hongjun^{1,2}, Dai Wenping¹, Yu Tao^{1,3}

1. CNPC Beijing Oil & Gas Regulation Center, Beijing, 100007, China;

2. School of Software and Microelectronics, Peking University, Beijing, 100871, China;

3. College of Pipeline and Civil Engineering, China University of Petroleum, Qingdao, Shandong, 266580, China

Abstract: In order to ensure the success of commissioning and trial operation on remote liquid pipeline control, the control center need to make full preparations from multiple aspects including automatic test, the preparation of basic materials, simulation and field training, the HMI interface drawing of SCADA system and common production reports after commissioning. Besides, the division of responsibilities of relevant departments is important as well. The management of information during the production process is mainly completed by scheduling order, SMS and presentation form. The control of oil throughput during the commissioning period is mainly executed through varieties of ways including calculating with curve estimation tracking, liquid level accounting of buffer tank and friction loss checking. When tracking the oil-water interface we should establish a back pressure and reduce the shutdown time. The regulations given above, together with the throughput control method, the tracking and control of oil-water interface, the identification and control of abnormal valve connection and other relevant points for attention, can provide

收稿日期: 2017-09-09

作者简介: 陈泓君(1990-), 女, 山东菏泽人, 工程师, 硕士研究生, 主要从事长输原油管道调控运行管理工作。

regulators with guidance on executing the commissioning and guarantee the safety and efficiency of liquid pipeline.

Keywords: Liquid pipeline; Commissioning; Condition control; Problems; Measures

0 前言

近年来,随着国内能源行业的整体布局发展,长输原油成品油管道等配套工程相继建成投产,且随着自控通信水平的提高,长输液体管道调控模式由 20 世纪的开式流程、现场人员就地操作发展到现在更安全、节能的闭式流程,集中调控的远程操作。目前集中调控运行的长输液体管道已实现规范化、标准化。以调控中心为核心的投产组织模式,包括投产前期准备,投产过程运行管理等,实现了统一指挥、集中调配以及全线协调的投产程序。明确管道建设、管道运行等部门投产时及投产成功后的工作界面,强化调控人员前期培训及资料准备工作,建立投产过程上下游协调机制及工况分析处置等内容,可为管道成功投产及稳定运行奠定基础^[1-2]。

长输液体管道投产前期的自控测试、人员培训及基础资料准备是成功投产的前提,投产过程运行管理流程的完善和技术问题的解决是成功投产的必要条件。经过多年的远控投产经验积累,目前已基本形成较完善的投产管理体系,对投产过程常见技术问题形成了一定的技术储备^[3-4]。

1 投产前期准备

长输液体管道投产前期准备,主要包括 SCADA 系统自控测试、基础资料准备、人员培训、其他准备工作(生产报表、调度令模板等)以及管道运行工作界面划分等。

1.1 SCADA 系统自控测试

SCADA 系统搭建是管道远控运行和投产的前提条

件,长输液体管道投产前期应进行相关测试,主要包括工厂测试(FAT)和现场测试(SAT)。通过对比长输液体管道沿线各站、远控阀室相关设备的模拟量和状态量的数据点表、描述、运行范围等内容,按照初步设计、操作原理进行逻辑测试,对人机界面(HMI)的流程和界面进行规划和确认,保证自动化系统和现场设备具备联调条件。主要工作内容如下:

1) 电动阀调试。保证阀门能够正确完成全开、全关操作,实现远控与现场阀位状态和动作执行的一致性。

2) 调节阀调试。测试调节阀的状态和比例积分微分控制(PID)命令的执行情况,并根据设计要求对 PID“手动/自动”状态下的各种调节方式进行测试。

3) 给油泵和输油泵调试。对输油泵状态和连锁启/停泵、单独启/停泵的连锁逻辑进行测试,对 PID“手动/自动”调节的控制方式进行重点测试。

4) 核对各站模拟量,包括量程和报警限值。

5) 全线远程控制阀室的紧急截断阀门的远传、开/关命令测试。

6) 全线水击自动保护逻辑程序的调试。对各站进出站阀门事故关断、输油泵站停电和 RTU 阀室截断阀事故关断等事故工况所引起的全线水击保护程序进行测试。

1.2 基础资料准备

长输液体管道基础资料是投产过程及投产成功后安全运行及工况处理的主要依据,除设计部门提供的初设、操作原理,投产及调控人员还需编写完成其他资料。基础资料需求见表 1。

表 1 基础资料需求

序号	资料名称	备注
1	管道工艺运行规程	评审并发布
2	管道调控操作手册	-
3	管道投产方案	评审并发布
4	管道应急预案	-
5	管道仿真报告	对管道投产过程及稳定运行后不同输送工况进行仿真,支撑日常运行,获取运行风险点
6	管道纵断面图	根据高程、里程制作详细纵断面图,图中需标注河流穿跨越,重要风险点等内容
7	管道投产通信录	包括调控中心、站控、管道建设方、炼厂、销售公司、监理、设计院、维抢修、设备厂家等

表 1 中的管道投产方案主要包括:总论、管道工程概况、投产组织机构、投产必备条件及准备、管道投产、HSE 要求、应急预案及相关附件等内容。其中相关附件包括

管道工艺流程、工艺安装图、泵特性曲线、主要工艺计算、临时装置安装示意图、投产所需主要物质、备品备件、投产时间安排表、投产前条件确认检查表、水头跟踪

记录表、油头跟踪记录表、油品供销协议、水电通信协议、应急预案等内容。

基础资料准备完成后,在投产前期按需打印,以供投产过程及日常运行学习及资料查询。

1.3 人员培训

长输液体管道投产主体是投产人员,主要包括调控中心和站场的人员。投产前期管道运行部门需对相关人员进行基础资料、设备资料、SPS 仿真、现场学习等培训。

1.3.1 基础资料培训

由设计资料编写人员对调控中心的投产调控人员进行管道操作原理、设计内容、运行规程、投产方案、应急预案培训,使其充分了解和掌握管道沿线和站场工艺流程等概况、相关逻辑程序、运行操作工艺,并着重掌握管道经河流、人口密集区等穿跨越风险点,牢记管道泄漏等异常紧急工况的应急预案。

1.3.2 设备资料培训

由设备厂家对调控中心的投产调控人员进行管道主要设备的使用方法、内部结构、工作原理、故障排查等内容的培训。设备主要包括泵、电机、加热炉、调节阀、

减压阀、执行器、线路截断阀、泄压阀、安全阀、超声流量计、容积式流量计等。

1.3.3 SPS 仿真及现场学习培训

管道运行单位根据管道基础资料,利用 SPS 仿真软件开发管道仿真系统,利用仿真系统对管道投产过程及投产后运行工况进行仿真模拟,通过管道仿真系统的模拟演练总结,得出不同外输流量下相关泵站的配泵及异常工况的处理方案,指导投产期间管道控制操作,优化运行方案,并形成管道仿真报告,掌握管道运行控制风险点,摸索投产运行规律,为管道顺利投产和安全运行创造技术条件。

调控中心的投产调控人员需在投产前期做好现场调研,掌握工艺流程、沿线河流沟渠穿跨越和现场设备特性;加强与现场人员交流,为投产过程及日常运行沟通协调奠定基础。

1.4 其他准备

1.4.1 生产报表

根据管道投产及日常工作需要,投产前期应编制管道生产系统工作报表和管道日常工作报表、启停输操作和交接班记录格式、调度令格式。管道生产常用报表及内容见表 2。

表 2 管道生产常用报表及内容

序号	项目	内容	备注
1	生产工作系统报表	管道调度日报表	首末站库存、收发油,站场进出站压力、温度、流量、地温、密度,运行泵、加热炉型号
		管道收输销报表	月计划、日均输量、月完成、进度超欠、月完成、年累计
		站场库存报表	管道沿线油库罐位及总库存量
2	操作票	管道主要操作	启停输、切泵、增减量、油品切换、分输、注入等
3	交接班记录	供交接班使用	本班管道操作、工艺调整等生产运行情况,设备状况

1.4.2 SCADA 系统 HMI

SCADA 系统终端对象是调控中心的投产调控人员工作站的人机界面(HMI)画面,主要由系统配置图、工艺流程图、参数一览表、趋势图、报警总揽、报警条、设备操作面板等组成。HMI 是调控中心的投产调控人员进行管道远程调控操作的媒介,通过 HMI 界面中设备界面,对现场泵、阀门等设备的操作控制,以及对现场压力、流量、温度、密度等参数的有效监控。投产前期需根据 SCADA 系统 HMI 画面分级要求,做好画面分级与图形绘制。SCADA 系统 HMI 画面分级见表 3,HMI 泵控制

面板、电动阀控制面板见图 1~2。

调控中心的投产调控人员通过使用图 1~2 中泵、电动阀门的控制面板,实现对现场泵及电动阀门设备的远控操作。

1.4.3 职责界面划分

投产前期,调控中心应组织建设部门、地区公司及上下游相关部门参与投产及运行协调会,确认投产期间及投产运行后各方应承担的责任和义务,划分各方的工作界面和程序,明确调度指挥的交接内容,并形成管道运行业务沟通协调会议纪要。

表 3 SCADA 系统 HMI 画面分级

序号	项目	内容
1	一级画面	管网系统综合信息画面,主要有管网总览图、管网综合表等,也称管网级画面
2	二级画面	显示单条或多条管道系统信息的图形或数据表格画面,也称管线级画面
3	三级画面	显示单座站或合建站场的工艺流程、设备状态以及运行参数的图形和表格,也称站场级画面
4	四级画面	显示设备控制、逻辑操作及数据信息的弹出画面,也称面板级画面

XX 管线 XX 站 XXXX 泵	
●运行	○就地
○停止	●远控
○故障	○保护报警
○偏差	○偏差报警
●满足启泵条件	○ESD 反馈
○连锁启泵成功	○连锁启泵失败
○连锁停泵成功	○连锁停泵失败
●手动	●自动
单独启泵	连锁启泵
单独停泵	连锁停泵
手动	自动
执行	
退出	

图 1 HMI 泵控制面板

XX 管线 XX 站 XXXX 阀	
电动阀	
●全开到位	○就地
○全关到位	●远控
○故障	●偏差
●手动	○自动
开阀	手动
关阀	自动
执行	

图 2 电动阀控制面板

2 投产过程信息管理及工况控制

2.1 投产过程信息管理

调控中心远控投产有统筹全局的优势,可及时有效地发现和分析投产过程中出现的问题,协调解决上下游物资、人员问题,促进管道成功投产。如果在整个投产过程中,调控中心和现场投产人员所掌握的全线信息不对等,则不利于上下游的组织协调。因此,投产过程信息管理主要以调控中心为核心,包括收集重要工况的时间节点、操作工况,并利用短信或其他媒介下发重大操作命令,如投产、启停输等。

1) 调度令。根据投产安排,调控中心的投产调控人员起草投产调度令,其中包括投产时间、具体工作安排等,下发至管道公司、上下游油田、炼厂及销售等。

2) 投产信息及简报。根据投产前期准备工作整理投产指挥及主要参与投产运行人员手机号并形成投产通信录。针对投产过程中重要节点信息,如清管器运行

位置、水头、油头位置、注水、注油量及里程、重要翻越点等,通过短信系统发送相关人员。此外每天 08:00 汇总前 24 h 管道投产进展并形成投产简报上报。

2.2 投产过程工况控制

管道投产时沿线设备初次使用,处于不稳定时期,超声流量计等设备还需管道内充满油品进行调试,工况不可预测,且分析处置难度大,对此需根据以往投产经验,实现管道投产过程的可控,异常工况的快速发现。

2.2.1 输量控制

长输液体管道投产初期沿线无流量参考,调控中心的投产调控人员可采用给油泵曲线、泵电流值制定流量控制参考标准,结合现场跟球人员位置反馈,进行短时间流量控制对比,同时首站外输罐应尽量选用罐容小的单输油罐,以利于管输油品输量的进一步核算,实现输量可控。随着管道投产过程推进,若首站启用 2 台给油泵,则不推荐利用泵曲线进行输量控制。

如果管道投产后存在 2 个压力远传点,且基本判断该管段为满管流,应尽快通过清管器、首站储罐液位来建立一定流量,计算出该管段摩阻,用以指导整个管道输量。如利用首站罐位和清管器运行速度计算获得管道输量 $600 \text{ m}^3/\text{h}$,A 站和 B 站间管段摩阻 2 MPa ,若该管段摩阻小于 2 MPa 则输量小于 $600 \text{ m}^3/\text{h}$,该管段摩阻大于 2 MPa 则输量大于 $600 \text{ m}^3/\text{h}$ 。此外投产初期为气液界面,出站压力主要与管道高程变化有关,不能用来参考控制出站流量^[5-6]。

2.2.2 油水界面跟踪与控制

管道投产时油水界面的有效跟踪,有利于安排下游污水接收与排放工作,减少污水量,降低对环境污染的压力。实际油水界面跟踪除通过管容计算,还可根据油水物性差别进行沿线监测,如油水密度和比热容相差较大,通过泵压力变化及过加热炉油温变化确认油水界面位置。

影响油水混合物体积的因素较多,主要有地形、管道中是否存在气体及不满流现象、停输时间等。尤其管道沿线起伏较大,形成高点后的空化段、加速段及满流段等三段流体,加大了管内流体的搅拌,增大了混油量^[7-9]。对此,投产过程中应尽量在油水界面到达高点前建立背压,减少混油量,同时减小不必要的停输,确保管道平稳运行。

2.2.3 其他工况识别与控制

1) 阀门接线问题。阀门限位开关接线分为上导式和下导式,若接反可导致阀门开关信号与实际状态相反,投产过程中若存在阀门开关接线调整,应咨询厂家明确接线形式,避免因接反而发生管线憋压问题。

2) 管内水柱。管道建设需使用水进行严密性和强

度试压,试压完毕后通过吹扫排水,但在管道低洼处可能存在水柱,在投产时导致下游长时间无排气现象。对此,投产前应排查管道沿线大型河流穿跨越,若发生下游长时间无气流,需进行工况排查分析^[10]。

2.3 投产过程注意事项

1) 投产过程异常工况发生较多,且多为投产期独有工况,因此应关注报警投用与分析,查看 HMI 总参表中进出站压力设定是否投用,可及时发现处置异常工况。

2) 投产前期,现场落实干线阀门旁通是否关闭,避免投产过程清管器卡阻^[11-12]。

3) 投产过程需详细记录各重要工况节点、异常工况事件等,高频率截取管道运行参数显示屏并做好详细事件备注^[13]。

4) 长输液体管道调控中心的投产调控人员应具有全局观,从整体分析各种工况,避免片面分析^[14-16]。

5) 梳理投产遗留问题,汇总投产过程重要时间节点及异常事件记录,最终形成投产总结^[17-20]。

3 结论

长输液体管道的调控中心投产具有全局性、系统性,有利于管道投产过程中异常工况的发现和处置,以及物资和人员的调配管理。通过多年的调控中心投产经验,逐渐总结出了投产前自控测试、基础资料准备、人员培训、常用报表准备、相关部门职责界面划分等基础性准备工作。管道投产时期设备处于试运状态,通过输量控制方法、油水界面跟踪与控制等、阀门接线异常等工况的识别与控制,提出投产过程注意事项,系统全面地对长输液体管道投产进行总结,保证长输液体管道的安全、高效投产。

参考文献:

- [1] 张增强. 兰成渝成品油管道投产技术[J]. 油气储运, 2004, 23(6): 32-35.
Zhang Zengqiang. Commissioning Technique of Lanzhou-Chengdu-Chongqing Products Pipeline [J]. Oil & Gas Storage and Transportation, 2004, 23 (6): 32-35.
- [2] 许玉磊, 翟培军, 郭 镨, 等. 兰郑长成品油管道投产方式研究[J]. 管道技术与设备, 2015, (2): 75-77.
Xu Yulei, Zhai Peijun, Guo Kai, et al. Commissioning Methods of the Lan-Zheng-Chang Product Pipeline [J]. Pipeline Technology and Equipment, 2015, (2): 75-77.
- [3] 许琛琛, 付 璇, 付国庆, 等. 液体管道投产充水段长度及油水混合体体积计算方法研究[J]. 辽宁石油化工大学学报, 2015, 35(2): 42-45.
Xu Chenchen, Fu Xuan, Fu Guoqing, et al. Calculation on the Direct Commissioning Crafts of the Oil Pipeline [J]. Journal of Liaoning University of Petroleum & Chemical Technology, 2015, 35 (2): 42-45.
- [4] 丁俊刚, 王中良, 刘 佳, 等. 兰成原油管道投产实践[J]. 油气储运, 2015, 34(11): 1198-1201.
Ding Jungang, Wang Zhongliang, Liu Jia, et al. Commissioning Practice of Lanzhou-Chengdu Crude Oil Pipeline [J]. Oil & Gas Storage and Transportation, 2015, 34 (11): 1198-1201.
- [5] 马海峰, 游泽彬, 许琛琛, 等. 热油管道投产临时输水设施及预热介质用量[J]. 油气储运, 2013, 32(12): 1363-1366.
Ma Haifeng, You Zebin, Xu Chenchen, et al. Temporary Water Delivery Facilities and Volume of Preheating Medium in the Commissioning of Hot Oil Pipeline [J]. Oil & Gas Storage and Transportation, 2013, 32 (12): 1363-1366.
- [6] 高宏扬, 王 鹏, 张 昊, 等. 兰郑长成品油管道投产运行问题[J]. 油气储运, 2010, 29(12): 952-954.
Gao Hongyang, Wang Peng, Zhang Hao, et al. Problems of Commissioning and Operation for Lanzhou-Zhengzhou Changsha Products Pipeline [J]. Oil & Gas Storage and Transportation, 2010, 29 (12): 952-954.
- [7] 甄 洁, 张茂林, 尚增辉, 等. 三塘湖输油管道大落差地区的水击保护[J]. 油气储运, 2013, 32(1): 101-104.
Zhen Jie, Zhang Maolin, Shang Zenghui, et al. Water Hammer Protection of Santanghu Oil Pipeline in Large-Fall Areas [J]. Oil & Gas Storage and Transportation, 2013, 32 (1): 101-104.
- [8] 官 敬, 严大凡. 大落差管道下坡段不满流流动特性分析[J]. 石油大学学报, 1995, 19(6): 65-71.
Gong Jing, Yan Dafan. Analysis of Flow Characteristics for Slack Line Flow in a Long Slope Pipeline [J]. Journal of the University of Petroleum, China, 1995, 19 (6): 65-71.
- [9] 张 楠, 官 敬, 闵希华, 等. 大落差对西部成品油管道投产的影响[J]. 油气储运, 2008, 27(1): 5-8.
Zhang Nan, Gong Jing, Min Xihua, et al. The Influence of Elevation on the Commissioning of China West Products Pipeline [J]. Oil & Gas Storage and Transportation, 2008, 27 (1): 5-8.
- [10] 于 涛, 顾建栋, 刘丽君, 等. 石兰原油管道投产异常工况与解决措施[J]. 油气储运, 2011, 30(10): 758-760.
Yu Tao, Gu Jiandong, Liu Lijun, et al. Abnormal Operating Condition and Its Solutions in Commissioning Operation of Shilan Crude Oil Pipeline [J]. Oil & Gas Storage and Transportation, 2011, 30 (10): 758-760.
- [11] 孙云峰, 王中良, 王 力, 等. 兰成原油管道投产问题分析及处理[J]. 管道技术与设备, 2016, (1): 19-21.

- Sun Yunfeng, Wang Zhongliang, Wang Li, et al. Analysis and Dispose During Production and Operation of Lancheng Oil Pipeline [J]. Pipeline Technology and Equipment, 2016, (1): 19-21.
- [12] 赖涛. 西部成品油管道投产研究[D]. 北京: 中国石油大学(北京), 2007.
- Lai Tao. Study on the Commissioning of China West Products Pipeline [D]. Beijing: China University of Petroleum, 2007.
- [13] 李鹤林. 油气管道失效控制技术[J]. 油气储运, 2011, 30(6): 401-410.
- Li Helin. Failure Control Technique of Oil & Gas Pipeline [J]. Oil & Gas Storage and Transportation, 2011, 30(6): 401-410.
- [14] 王小龙, 张劲军, 宇波, 等. 西部原油管道多品种原油安全高效输送技术[J]. 油气储运, 2014, 33(12): 1263-1271.
- Wang Xiaolong, Zhang Jinjun, Yu Bo, et al. Technologies for Safe and Efficient Transportation of Multiple Crudes Through the China West Pipeline [J]. Oil & Gas Storage and Transportation, 2014, 33(12): 1263-1271.
- [15] 吴先策, 王志学, 江国业. 津京输油管道投产运行及技术分析[J]. 油气储运, 2004, 23(9): 59-60.
- Wu Xiance, Wang Zhixue, Jiang Guoye. Technical Analysis on Commissioning and Operation of Beijing-Tianjin Products Pipeline [J]. Oil & Gas Storage and Transportation, 2004, 23(9): 59-60.
- [16] 丁秉军, 于涛. 输油管道投产工况分析研究[J]. 石油和化工标准与质量, 2011, 31(9): 82-84.
- Ding Bingjun, Yu Tao. Analysis and Research on the Operation Condition of Oil Pipeline [J]. China Petroleum and Chemical Standard and Quality, 2011, 31(9): 82-84.
- [17] 高发连, 刘双双, 付强. 西部成品油管道空管投油的技术分析[J]. 油气储运, 2006, 25(11): 58-60.
- Gao Falian, Liu Shuangshuang, Fu Qiang. Feasibility Study on Direct Commissioning for Western Products Oil Pipeline [J]. Oil & Gas Storage and Transportation, 2006, 25(11): 58-60.
- [18] 马志祥. 油气长输管道的风险管理[J]. 油气储运, 2005, 24(2): 1-7.
- Ma Zhixiang. Risk Management of Oil and Gas Long-distance Pipeline [J]. Oil & Gas Storage and Transportation, 2005, 24(2): 1-7.
- [19] 邵国泰, 梁静华. 新大输油管道投产试运行及注意的问题[J]. 油气储运, 2005, 24(12): 61-64.
- Shao Guotai, Liang Jinghua. Commissioning of Xinggang-Dalian Petrochem Pipeline and Problems to be Focused on [J]. Oil & Gas Storage and Transportation, 2005, 24(12): 61-64.
- [20] 张强, 宫敬. 西部成品油管道末段工艺控制技术[J]. 油气储运, 2008, 27(1): 1-4.
- Zhang Qiang, Gong Jing. Research on Process Control Technology to the End Section of West Products Pipeline [J]. Oil & Gas Storage and Transportation, 2008, 27(1): 1-4.

亚马尔 LNG 项目正式进入投资回收阶段

2018年2月4日,集团公司参股的亚马尔液化天然气(LNG)项目首船份额气已在西班牙顺利完成卸货。这艘船装载着 7.3×10^4 t LNG,标志着集团公司在北极圈内的第一个 LNG 项目正式进入投资回收阶段。

亚马尔 LNG 项目地处极寒地带,全部建成后可年产 1.650×10^4 t LNG。项目投产初期生产稳定,有一部分 LNG 现货,集团公司按持股比例可获取其中 20%。根据集团公司统一部署,国际事业公司与中油国际俄罗斯公司、赛宁公司提前近一年组成工作组,进行销售前的各项准备工作。项目投产初期由于配套冰级船运力有限,加之生产处于调试阶段导致货物到港时间不确定,给销售工作带来极大挑战。中油国际俄罗斯公司和赛宁公司与外方股东积极协调,国际事业公司配合赛宁公司深入推进与项目方的商务谈判,并充分发挥全球贸易运作专长,通过再装船运作突破了项目冰级船运力不足的瓶颈,将首船份额气销往南欧高价市场,获得较好收益。

亚马尔 LNG 项目首船中方份额 LNG 现货的成功销售,提升了集团公司海外份额气市场价值,是国际事业公司落实协同创效要求、服务海外上游天然气业务的里程碑。

(王路 摘自中国石油网)