

海上天然气处理、输送、终端再处理与外输的集成化方案

陶冠非（中海石油（中国）有限公司天津分公司渤南作业公司，天津 300450）

摘要：随着全球能源需求的不断增长和环保意识的增强，天然气作为一种清洁能源，其开采、处理和输送过程的高效性和安全性越来越受到重视。海上天然气处理、输送、终端再处理与外输的集成化方案，旨在通过优化整个流程，提高天然气开采、处理和输送的效率，同时降低对环境的影响。本文将从海上天然气处理、输送、终端再处理与外输的集成化方案的设计、实施、优化以及未来展望等方面进行详细探讨。

关键词：海上天然气；集成化方案；安全与环保；技术发展趋势

1 海上天然气处理

1.1 处理工艺与设备

海上天然气处理包含一系列关键步骤，包括净化过程（如去除杂质、酸性物质、水分、固体颗粒和硫等）、加工阶段（如回收轻烃等）以及液化操作。旨在确保天然气品质与安全，该过程致力于移除其中所含的杂质及有害组分。脱硫脱碳和脱水是确保天然气纯净的关键工艺。脱硫脱碳主要采用碱液吸收、醇胺法等技术，而脱水则通过低温、吸附等多种途径实现。而凝液回收亦不可或缺，吸附法、油吸收法、冷凝分离法等手段共同作用，确保了物质净化过程的完整性与高效性。天然气加工过程中，轻烃组分的回收是提升天然气经济价值的关键。通过冷却至约 -162°C ，天然气体积可缩小至原来的 $1/600$ ，极大地方便了存储与运输^[1]。

海上天然气处理，关键在于挑选恰当的设备与工艺流程。天然气处理中，胺吸收塔被广泛用于脱硫脱碳设备，此装置能高效移除硫化氢及二氧化碳。在天然气脱水处理中，分子筛吸附塔与三甘醇脱水装置是常用的脱水设备，它们能有效去除其中的水分。根据天然气的具体成分和特定工艺需求，凝液回收设备选取了最适宜的回收策略。为确保天然气液化作业的成效与效率，必须挑选出性能卓越的液化装置和制冷机制。

1.2 处理过程中的安全与环保

在海上天然气处理流程中，确保安全和环保因素占据核心地位。鉴于天然气属易燃易爆类型，其处理作业务必执行严格的安全规范，以杜绝火灾与爆炸等事故的发生。在天然气处理环节，所排放的废气与废水均需经过严格处理，旨在确保海洋生态的清洁与安全。

在保障海上天然气处理厂安全方面，普遍配备了健全的安全设施及紧急应对装置，包括火灾警报系统、气体泄露探测装置、紧急断流阀等。对所涉及设备实

施周期性的保养与审查，旨在保障其稳定作业及保障安全。天然气处理环节所排放的废气与废水，须在达标处理后始得排放至环境中。在废气净化过程中，吸收、吸附及燃烧等手段被普遍运用，旨在消除其内部的毒害物质。为确保废水排放符合规定标准，常采用生物、化学及物理等处理手段。

2 海上天然气输送

2.1 输送方式与选择

在海洋环境中，天然气主要通过海底管道和液化天然气（LNG）船舶两种方式进行输送。海底管道将天然气输送至陆地接收站或用户端，该过程运行稳定，且维护成本较低。天然气经液化处理，装载于 LNG 船之上，借助海运方式抵达运输目的地。具备高灵活性及长距离运输能力的 LNG 船，尽管在成本上相对较高，仍展现出诸多优势^[2]。

在选取输送方式之际，必须全面考量输送距离的长短、输送量的多少、地形地貌的复杂程度、气候条件的适应性以及经济成本的高低等诸多要素。在近距离物料传递方面，管道输送以其成本效益高、稳定性强而成为优选方案。在远距离物资搬运方面，LNG 船舶展现出其独特的优越性。在输送环节，必须兼顾环境友好及安全保障，挑选契合标准与规定的输送手段与设施。

2.2 输送过程中的安全与环保

在海上天然气输送环节，确保安全与维护环保同等关键。天然气输送过程中，保障管道的完好无缺与牢固可靠，是避免破裂或泄露事故引发的安全隐患的关键所在。为确保管道安全高效运行，必须周期性地对管道进行详尽检查与必要维护。构建一套完备的应对突发泄漏事件的应急响应体系，至关重要。

为确保 LNG 船在运输过程中安全无虞，并维护其稳定性能，必须预防船舶事故引发的 LNG 泄露或爆炸等事故。为确保满足相关规范与标准，必须甄选适宜

的液化天然气运输船舶，并确保其配备完备的安全防护机制与紧急应对设施。对液化天然气船舶实施周期性保养与审核，以保证其运作无虞及安全系数达标。针对海上天然气输送环节所排放的废气与废水，环保处理不可或缺。在废气处理过程中，通常运用吸收、吸附及燃烧等手段，旨在移除其内含的毒害物质。确保废水达标排放，生物处理、化学处理及物理处理等手段常被广泛应用。

3 海上天然气终端再处理与外输

3.1 终端再处理工艺与设备

海上天然气终端的再处理过程包括净化、调压、计量及外输等多个关键环节。为确保天然气品质与使用安全，必须对其杂质与有害成分进行深度净化处理。天然气压力调整至用户端所需范围，这一过程称为调压。在计费及管理环节，对天然气流量实施精确计量，其作用不可或缺。将经处理之天然气，经管道或 LNG 船舶之运输途径，输送至终端用户之手中。

对终端再处理阶段，须精心挑选适宜的设备与工艺流程。采用分子筛吸附塔及膜分离装置等净化设备，旨在去除天然气中微量的杂质及有害成分。为达到调整天然气压力的目的，调压设备通常会选择减压阀以及调节阀等装置。在天然气流量测量领域，超声波流量计与涡轮流量计等计量设备，被广泛选用以确保数据精确。在对外输送环节，必须依据用户端的具体需求，精挑细选适配的输送手段与设施。

3.2 外输过程中的安全与环保

在海上天然气外输环节，确保安全与环境保护措施的实施显得尤为关键。输送过程中，必须保障管道的完整性及稳定性，以避免管道破裂或泄漏引发天然气泄漏事故。为确保管道运作顺畅与安全可靠，必须定期执行检查与维护工作。为有效应对潜在的泄漏事故，务必构建周密的应急响应体系。

保障 LNG 船舶的稳定性与安全性至关重要，以避免船舶事故引发的 LNG 泄露及爆炸等险情。为确保满足相关规范，须挑选具备高标准安全系统与完备应急设施的 LNG 船舶。为确保 LNG 船舶的稳定运行及安全保障，必须实施周期性的维护与检测。针对海上天然气外输环节，对所产生的废气和废水实施环保处理，显得尤为关键。在处理废气时，通常采纳吸收、吸附或燃烧等手段，旨在移除其中的有害成分。为确保废水达标排放，常采纳生物、化学或物理等处理技术。

4 集成化方案的设计与实施

4.1 集成化方案的设计原则

确保集成化方案与企业战略目标紧密相连，这是方案成功的关键。为确保业务效率的飞跃、成本结构的优化以及市场竞争力的显著提升，所有集成活动需紧密围绕核心目标展开，每一步策略实施均需精准定位。

在方案设计过程中，系统性和协同性始终是不可或缺的要素。全局视野中的设计者，需透彻洞察系统、流程与数据之间的互动力度，以此保障其相互融合，凝聚出强大的协同效应。在技术领域之外，这种协同亦融入了业务逻辑与组织架构的深度融合之中。

在制定方案时，兼顾其灵活变动与扩大应用范围的能力同样至关重要。在业务环境日新月异、技术革新迭起的背景下，所提出的方案亟需具备极强的适应性，以便于灵活应对层出不穷的新需求以及旧功能的不断升级，同时确保无需进行大规模的系统重构。

实现高效集成的过程中，标准化与互操作性扮演着至关重要的角色。严格依照行业标准和最优操作规程，能够有效减少系统整合的复杂性，大幅度提高不同系统之间的信息交换效率，从而保障数据的流畅流通无阻。系统可靠性及稳定性得以增强，运维成本亦随之降低。

4.2 集成化方案的实施步骤

在细致入微且结构严谨的层面，对集成化方案进行贯彻执行，此乃一项至关重要的活动。在初始阶段，须细致开展需求解析，与各企业部门进行紧密互动，确切界定集成项目的具体目标及覆盖范围。为确保各项任务的落实，需精心编制周密的执行蓝图，涵盖详尽的时间规划、资源配置及风险评价，确保每项措施均有明确依据。

关键角色组成的跨部门实施团队，汇聚了 IT 专家、业务分析师及项目经理等专业人士。为加强团队对集成方案的理解及执行力，有必要进行专项培训。在系统构建过程中，选型与定制开发扮演着至关重要的角色。基于详尽的需求分析，筛选出与企业需求高度契合的软硬件配置，进而执行必要的定制化开发工作，旨在确保系统与企业需求实现全方位的匹配。同步推进数据迁移与整合流程，务必保障数据的精确性、全面性与统一性。

全面测试完成后的系统，涵盖功能、性能及安全各维度，旨在确保其稳定性与可靠性。在经过测试环节合格后，将正式开展上线部署工作，并对最终用户进行系统操作技能的专项培训。

4.3 集成化方案的优化与改进

方案集成化成功实施后,随即启动了优化与改进作业流程。定期对系统运行数据实施监控,分析其性能指标,以此快速锁定并解决潜在的性能瓶颈。为确保系统始终处于最佳状态,涉及优化数据库查询效率、调整系统内部配置以及升级硬件设施等一系列措施。

在优化过程中,用户反馈起着至关重要的作用。有效的用户反馈途径的建立,旨在激发用户提出在使用过程中的疑问及改进意见。对这些反馈进行即时调整与优化,无论是功能层面的升级还是界面上的调整,始终将改善用户体验作为根本目标。

在优化流程中,培训与文化融合的融合亦不容小觑。在员工层面,定期开展针对新技术与新流程的培训活动,旨在全面提升团队整体实力。在深化企业文化的转型进程中,积极营造一种倡导创新思维和不断优化文化环境,以此作为构建集成化方案持续性改良的稳固基石。

5 未来展望

5.1 技术发展趋势

科技的持续创新与进步,促使海上天然气处理、输送、终端再处理及外输的集成化方案迈向更高级别的演进。展望未来,趋势导向下的技术演进领域涵盖诸多面向:①智能化与自动化:随着智能化和自动化技术的不断进步,对于海上天然气的处理、输送、终端再处理以及外输环节,集成化方案正日益强化对智能化与自动化水平的提升要求。借助智能化设备与系统,流程得以实现自动化与远程监控,从而显著提升工作效率及安全保障水平;②环保和可持续性:在环保意识日益提升和可持续发展理念广泛普及的背景下,对于海上天然气的处理、输送、终端再处理以及外输的集成化方案,将更加凸显对环保与可持续性的高度关注。实施环保型处理方法与设备,旨在降低环境负荷,助力构建持续发展体系;③高效化和节能化:能源需求的持续上升与能源价格波动使得海上天然气处理、输送、终端再处理及外输的集成化方案亟需强化其高效与节能属性。优化流程并提升设备效能,有助于降低能耗与成本,进而显著增强经济效益。

5.2 市场前景与挑战

海上天然气的处理、输送与终端再处理,以及集成化方案的外输,展现出了无限广阔的市场潜力。在全球能源需求持续攀升且环保理念日益强化的背景下,天然气作为一种清洁能源,其开采、处理与输送

环节的高效与安全愈发受到广泛关注。集成化方案在海上天然气的处理、输送以及终端再处理和外输环节中的应用需求将持续上升。在海洋资源丰饶的区域,此方案乃天然气开采与运用之关键途径。

尽管市场前景广阔,挑战亦不容忽视。存在的技术挑战,仍旧有待克服。在技术不断革新的当下,实际应用层面仍面临诸多挑战,诸如深海开采、长距离输送及高效处理等领域亟待攻克的技术难关。在集成化方案的发展过程中,技术突破与创新扮演着至关重要的角色。

5.3 政策与法规支持

在促进海上天然气处理、集成化输送与终端再处理外输的整体方案发展中,政策和法规的支撑显得尤为关键。政策出台,政府举措,旨在激励企业增强技术研发力度,进而促进技术革新与进展。制定相关法规与标准,旨在规范市场秩序,确保公平竞争得以维护。

在环保领域,政府不仅应当强化资金投入与监管力度,更需推动海上天然气处理、输送及终端再处理与外输的集成化方案,朝着更加绿色和可持续的路径迈进。实施环保政策,促使企业采纳更为绿色环保的处理技术及设备,以减轻对生态环境的负担。

6 结论

综上所述,海上天然气处理、输送、终端再处理及外输的集成化方案对于应对全球能源挑战和环保压力至关重要。通过优化整个流程,该方案提高了天然气开采、处理和输送的效率,同时注重安全和环保,力求最大限度地减少对环境的负面影响。未来,随着智能化、自动化、环保和可持续性技术的发展,该方案将不断提升技术水平,拓展市场前景。然而,技术难题和市场环境挑战依然存在,需要政策与法规的支持来推动方案的持续发展。因此,各方应共同努力,推动集成化方案的进步,为全球能源行业的可持续发展贡献力量。

参考文献:

- [1] 余俊雄,杨轶.两种海上油气田低压天然气回收技术应用分析[J].资源节约与环保,2021(2):1-2.
- [2] 羊新州,闫正和,罗睿乔,等.基于机器学习实现海上气田陆地终端液态产品产量预测与挖潜[J].石油天然气学报,2020,42(4):13-21.

作者简介:

陶冠非(1992-)男,汉族,山东烟台人,本科,助理工程师,主要从事海洋油气操作工作。