

油气储运工程环境风险评估技术分析

Technical analysis of environmental risk assessment for oil and gas storage and transportation engineering

侯文壮 曹 智 焦春源 (山东胜丰检测科技有限公司, 山东 东营 257000)

Hou Wenzhuang Cao Zhi Jiao Chunyuan(Shandong Shengfeng Testing
Technology Co.,Ltd,Shandong Dongying 257000)

摘 要: 近年来,我国对油气储运的需求越来越大。本文依照文献对比法和理论分析法首先就石油储运进行了概述,其次构建了油气储运工程环境风险评估指标体系,最后探究出了油气储运工程绿色环保技术,其中包括 CCS-EOR 技术、二氧化碳制含氧有机化学品,并明确了油气生产企业环境保护行动实施策略,以供相关技术人员参考。

关键词: 油气; 储运工程; 环境风险; 评价技术

Abstract: In recent years,China's demand for oil and gas storage and transportation is increasing.According to the method of literature comparison and theoretical analysis,this paper firstly summarizes the oil storage and transportation,then constructs the environmental risk assessment index system of oil and gas storage and transportation engineering,and finally explores the green environmental protection technology of oil and gas storage and transportation engineering,including CCS-EOR technology,carbon dioxide production of oxygen-containing organic chemicals,and defines the implementation strategy of environmental protection actions of oil and gas production enterprises for reference by relevant technical personnel.

Key words: oil and gas; Storage and transportation engineering; Environmental risk; Evaluation technology

我国油田储量较大,其中包括的开采价值为已经开采与尚未开采的油田与天然气,然而,在油田开采过程中因企业开采技术水平不高或在实际开采过程中未注重对周边环境所产生的影响等问题,导致在后续所采用的油气储存和运输中使用技术、装备不符合运输要求,并且出现了污染环境等风险问题,对此需加强重视油气田储运工程环境保护工程,并采取有效的环境风险评估技术,由此确保油气储运工程可满足我国工业发展所需。

1 石油储运概述

石油是全球最主要的战略资源,对世界政治经济的发展有着极其重要的影响。同时,我们也已经意识到,在我国经济社会发展进程中,石油所起到的主要推动作用。调查显示,全球石油资源分配非常不均衡,这就导致了各个消费国都非常看重石油的战略

储备。当前,国际、国内石油供求矛盾不断激化,而我们国家所面对的“石油危机”也将越来越严峻,我国石油出口依赖程度已经达到了 60% 以上。在此,随着我国工业化、城镇化程度的不断提升,我国在大连、黄岛、镇海启动建立石油储备共计 $1640 \times 10^4 \text{m}^3$,贮槽均为钢质地板。目前,已有 2680万 m^3 的储油第二期项目已相继完工并投入使用。第三阶段的石油储备库的可行性研究也已经展开。当前,世界范围内石油储备可分为地面和地下两种类型。地下封闭的石窟石油储藏室通常位于稳定的地下水位以下,在地下岩层中,人为开凿出一定量的储油室,并借助稳定的水流对储油室的水密封作用,将原油储藏在储油室中,而地下封闭石窟油库是目前世界上最为理想的石油储藏方式,但需注重对环境生态的影响,并依靠所建立的环境风险评估指标体系,完善有关的油气田储运工程

环境保护工程。

2 油气田储运工程环境风险评价指标体系构建

2.1 资源环境压力指标

资源环境压力指标在油气田储运工程中主要可描述的内容包括天然气、石油等资源的需求量以及对环境的影响程度等。其中需明确的是资源环境压力指标可分为资源压力与环境压力两种，如下：

2.1.1 资源压力指标

在石油和天然气的开发中，可利用的水资源是制约其发展的一个重要因素。

2.1.2 环境压力指标

针对油气开采过程所产生的废气、废水以及固体废物，这些污染物在排放后会对大气、水、土壤产生较大的污染压力，而这一问题也属于油气田储运工程需重点解决的关键问题。笔者在研究中主要以典型污染对环境质量的贡献程度和典型污染对环境质量的贡献为主要评估指标。其中包括：废气二氧化硫的年排放贡献率，废气二氧化氮的年排放贡献率以及废水年排放率、废水石油类年排放强度、土壤环境压力贡献率等。

2.2 资源环境承载力指标

资源环境承载力自身反映了区域内自然资源以及当地对环境客观承载力的大小，其属于区域经济与社会发展的主要限制因素，而这一点对于推动与维持油气资源区域生态系统平衡和可持续性发展有着重要的价值与意义。

2.2.1 资源承载力指标

资源承载力指标是指，与油气资源开发有关的资源，其中油气勘探活动所涉及的内容包括水资源、土地资源，以人均水资源（ $\text{m}^3/\text{人口数}$ ）、人均耕地（ $10^3\text{km}^2/\text{人口数}$ ）为评估区域生态系统的承载力。其中：人均水资源是指每一个人所占有的水资源；人均土地拥有率是指每一个人口所占有的土地。

2.2.2 环境承载力指标

环境承载力一般可划分为水体承载力以及大气承载力、土地承载力三个等级。

2.3 评价指标量化方法

在油气田储运工程中，评价指标量化的基本办法为，需明确油气资源区域环境影响评价指标以及其范围内容等，若涉及范围较广，应在油气资源区域环境可持续发展的模型基础上，对评价指标进行标准化处理。在此过程中，应考虑到因不同的指标内容差异明

显，对此还需使用极差归一化的方法，将评估的指数经过无量纲转化为规范化的指数值。

2.4 评价指标权重的确定

在油气田储运工程环境风险评价技术实施中，需明确评价指标权重情况，基于资源环境压力——资源环境承载力等指标体系，需考虑到各要素的改变对整个系统改变贡献的不同之处，也可以说，体系对各种因素的反应不同。如何确定各指标的权重，将直接关系到评估结果的科学性和合理性。所以，在分配权重时要做到科学客观，这就要求在寻找一种适当的确定权重的方法，并按照不同的重要程度，给各个层次的指标赋权。利用 AHP 方法，建立基于 AHP 的石油、天然气等石油储运资源综合环境影响评价体系。首先，对评估指标的权重进行调查，向有关专家发出这张表格，同时还提供有关的指标内容等。其次，根据研究区（每个油田）的污染特征，对各个评估指数权重进行调查。最后，在综合专家问卷调查的基础上，确定各个评估指标的权重值。

2.5 环境承载力水平综合评价

在油气田储运工程中针对环境承载力水平综合评价，需将各压力指数的评定得分相加，得出各压力指数的总分；将各承载性指数的得分相加，得出各承载性指数的综合得分。并以环境评估内涵为依据，使用承压度（CCPS）来描述特定的生态系统的环境承载能力，其中承载能力由压力指数得分（CCP）和承载指数得分（CCS）之比来表征。结合油气田储运工程实际情况，在压力指数得分低于承压指数得分时，则系统的承压等级为低载荷；在压力指数得分与负荷指数得分大致相等的情况下（ $0.95 < \text{CCPS} < 1.05$ ），则表示系统的承压水平处于均衡状态；若压力指数得分高于负荷指数（ $\text{CCPS} > 1.05$ ），则表示系统的承压等级为超载；

2.6 某油田环境影响评价案例

在油气田储运工程中，结合油田储运环境影响评价指标中的具体要素，采取适当的方式，收取该油气田储运工程，201X 至 201(X+2) 年的污染物排放量进行了调查，其中各有关的基本资料包括，污染物的年度排放控制指数、石油和天然气的生产和饮用水源的消耗指数等。结合标准计算办法计算出主要的数值内容，并根据数值标准归一化完成对评价具体值的处理工序，最终得出指标标准化值，其目的是方便各单位之间的评估指标对比，最后以每个评价对象的环境

压力以及环境承载力为评价分值，并在算出承压度值后，按照环境综合评价分级标准，合理分析与判定油气资源评价区域的环境负荷水平及其可持续性发展情况等。其中，针对油气田储运工程梳理出现污染排放情况、特点，并按照资源利用情况与环境质量现状对环境因子进行分析，在开展中还需明确石油常规/非常规油气资源区块环境影响要素分析，在此基础上，建立“指标体系—指标规范化—环境综合评估—等级标准”的评估方法。这种评估方法具有科学性、层次性和精确性，而且数据容易收集，便于计算，该环境风险评价技术运用效果良好，且具有一定的推广价值，评价结果可为后续大规模地开展油气储运资源环境评价提供所需的技术支撑。

3 油气田储运工程绿色环保技术

3.1 应用 CCS—EOR 技术

二氧化碳强化石油开采技术也叫 CO₂-EOR 技术。指的是将一定量的二氧化碳对准目标油藏，通过将二氧化碳溶解在原油中，来降低原油的粘度，导致原油体积发生变化，同时还会降低油水界面等特性，由此解决目标油藏在开发过程中所出现的原油流动不足等问题，在提升油井产量后，可在保证 CO₂ 含量的前提下，达到了低成本、高效率开采的目的。目前，CO₂ 捕获与埋存（CCS）是一种能将 CO₂ 与排放物进行高效分离并通过埋存后再注入深层岩层，实现 CO₂ 与大气的长时间隔离，是目前油气田储运工程最理想的环境治理技术。采用该技术后，不仅有效地解决了二氧化碳地质气田清洁开发中的二氧化碳去向问题，还将其转化为资源，实现了低渗透油田二氧化碳驱油增产，并且还可利用再循环技术，达到 CO₂ 的高效掩埋与零排放。通过调研发现，长庆油田和福山油田的 CCS-EOR 技术已经开始了大规模的应用，具有良好的发展前景。

3.2 应用二氧化碳制含氧有机化学品

将二氧化碳转化为基本含氧有机化合物，也是当前二氧化碳化学利用的一个重要发展方向。其中主要研究内容有：二氧化碳催化加氢制甲醇，二氧化碳催化制碳酸二甲酯。同时，为了使 CO₂ 转化为甲醇，需要发展出更高效的催化剂，从而使反应温度更低，并由此为实现甲醇合成的高效、稳定、高效、低成本的目标提供理论依据和技术支撑。实践表明，该技术在前期工作基础上，进一步提升碳酸二甲酯的收率与选择性，实现 CO₂、甲醇的高效活化，并深入探讨其作

用机制，突破碳酸二甲酯的化学平衡，实现碳酸二甲酯的高效转化，同时在油气田储运工程中所出现的反应产物分离等问题也是未来所研究的重点。

4 油气田企业环境保护行动实施策略

4.1 坚持“双轮驱动”理念

基于油气田储运工程项目，油气田企业需在环境保护工程的基础上，围绕“双碳”，“双轮驱动”，遵循“节能“瘦身”后“健身””“洁净替代”的发展理念，对油田储运、生产情况进行了详细的分析，并根据实际情况，提出节能降耗的改造计划，由此努力创建当地节能低碳示范区，为实现油气系统的节能低碳建立，提供科学、高效、可行和安全的示范典范。在保证油气开采体系、储运工程项目安全稳定的基础上，进一步降低天然气的消费量，从而达到降低 CO₂ 的目的，实现低碳排放的最终目的。

4.2 坚持“绿色环保健康”的安全生产理念

根据企业“双碳”目标，以及现有的土地、水能资源，进行多个地点的实地调查。在此过程中，需充分挖掘有压力和有复热条件的区域优点，对有压力能和有复热的区域，进行有压力能综合利用示范项目的可行性研究。聘请国内顶尖的科研机构（中科院），对跨季节储热、分布式能源等相关技术进行研究，并对新能源规划进行探索、编制。最后，石油储运企业还需积极开展技术创新，以“绿色环保健康”为安全生产理念，真正在环境风险评价技术支撑下实现油气田储运工程的无污染、绿色、高质的发展底色。

5 结束语

综上所述，在油气田储运工程中需明确环境保护治理的重要性，由此依据所建立的环境风险评价指标，按照现有可实施的储运环境保护技术，进一步减少油气田储运对环境生态造成的影响，由此从环境保护角度对油气田产业结构布局以及企业开采合理性审核评价奠定扎实的基础，为我国“四期”油气田综合评估工作提供技术支撑。

参考文献：

- [1] 石沂哲, 邓琳琳. 化工区环境风险管理和规避建议 [J]. 江西化工, 2022, 38(06): 7-10+14.
- [2] 李善星. 油气储运中的安全环保问题及其对策 [J]. 石化技术, 2022, 29(11): 143-145.

作者简介：

侯文壮（1990-），男，汉族，山东菏泽人，本科，助理工程师，研究方向：环境监测。