

HAIYANGSHIYOU GONGCHENG

海洋石油工程技术论文

JISHULUNWEN

(第四集)

中国石油学会石油工程专业委员会海洋工程工作部 编



中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

海洋石油工程技术论文

(第四集)

中国石油学会石油工程专业委员会海洋工程工作部 编

中國石化出版社

图书在版编目(CIP)数据

海洋石油工程技术论文. 第4集 / 中国石油学会石油工程专业委员会海洋工程工作部编. —北京: 中国石化出版社, 2012. 8

ISBN 978-7-5114-1729-9

I. ①海… II. ①中… III. ①海上海气田-石油工程-文集 IV. ①TE5-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 186744 号

未经本社书面授权, 本书任何部分不得被复制、抄袭, 或者以任何形式或任何方式传播。版权所有, 侵权必究。

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com

河北天普润印刷厂印刷

全国各地新华书店经销

*

787 × 1092 毫米 16 开本 72.75 印张 1802 千字

2012 年 8 月第 1 版 2012 年 8 月第 1 次印刷

定价:256.00 元

海洋石油工程技术论文(第四集)

编 委 会

主 任：黄立功

副主任：宗 铁 丘宗杰 屈建省 沈 琛

李新仲 李志刚 孙 峰

编 委：刘杰鸣 李孟杰 李健民 杨清峡

吴德兴 周 铭 李 健 李凯双

曾庆坤 肖文功 徐 捷 朱永实

任润卯 马肇援 李旭志 杨振良

刘凤英 秦晓彤 高学廷 李 晔

目 录

平台设计研究

南海固定平台飞溅区的计算方法探讨	王忠畅(3)
丽水 36-1 气田二氧化碳脱除及其利用技术研究	袁 燕(7)
HIPPS 系统在海洋石油工程领域的应用分析及动态模拟方法介绍	郝 蕴(12)
荔湾 3-1 项目天然气外输增压系统设计	王建丰 吴尧增(20)
海上直升机甲板受排烟及湍流影响的分析评估研究	陈 欣 高 华等(32)
海洋石油平台典型房间通风设计	王 娴 宋嵘嵘等(39)
BZ25-1/S 油田临时复产电力系统设计	崔 航 魏海春等(42)
常温空分制氮技术在海上平台的应用	崔 航 谢茂林等(47)
单燃料燃气往复式发电机在海洋石油天然气平台的应用	焦洪峰 孙红军等(52)
分层分布式综合诊断系统在海上平台电力系统的应用	刘进辉 刘 萍等(58)
海上油气田控制室内的布置设计	蒋观瑜(66)
轻型直流输电系统在海上油气田的应用	彭泽煊 李大全等(72)
食品级二氧化碳利用新技术方法在丽水 36-1 气田的应用	张树德 谷 斐等(79)
双效溴化锂吸收式空调在海上生活楼的应用	才 佳(86)
新型注水过滤器在海洋石油渤中 26-3WHPA 平台的应用	谢茂林 崔 航等(90)
海上采油平台原油日用罐氮封优化方案	
——应用 Honeywell PKS 仿真系统进行分程控制	吕瑞升(95)
燃气轮机控制模式分析及应用	钱 程(100)
超声波流量计在锦州 25-1 南油田选型及应用	李 辉 戴国华(105)
低压大功率电机起动方式选择	王建明(110)
辽东区域电伴热系统设计改进措施的探讨	王建明(116)
动载荷下海洋平台振动模态分析	黄业华 李 刚(119)
高压软启动在海上平台高压大功率电动机上的应用	胡海滨(123)
海上平台干式变压器现场更换线圈解决方案	胡海滨(127)
锦州 25-1 南油田群低压伴生气全回收系统的应用	万春鹏(130)
锦州 25-1 南油田群远程遥控系统应用	戴国华 李 辉(134)
旋流式气浮选机(紧凑式气浮 CFU)在 JX1-1 油田的应用	万春鹏(138)
荔湾 3-1 气田乙二醇脱盐系统分析	王正勇 李文英等(144)
模块钻机火气系统可寻址控制方案优化设计	陈建玲 孙勤江(149)
中控系统不停产扩容研究在边际油田开发中的应用	杨 功 刘锦伟等(154)
钻机模块集成控制系统和监视显示系统设计	徐德刚 刘锦伟(159)

滩海油田稠油集输工艺研究	王婷婷	曲昌萍等(166)
压力管道的疲劳分析	单士明	张红志等(171)
海上固定平台危险区域划分方法的分析和对比研究	安明泉	阎贵文等(176)
PIPENET 水力分析在海上平台消防水系统的应用探讨	阎贵文	安明泉等(182)
海洋石油配管阀门选型——蝶阀	张红志	单士明(188)
配管设计标准化在工程设计中的应用	刘璇	韩延峰等(191)
导管架坐底稳性研究	杨涵婷	李 绂等(195)
人工岛弃置技术研究	李 健	谢燕春等(201)
液化石油气储罐安全阀的计算与选型	于晓红	崔厚玺等(208)
浅谈海洋石油固定平台应急电源的设计	牛玉峰	(212)
集中与分岛供油工艺的比较	刘亚江	(217)
月东油田陆上集中处理站工程自动控制系统设计	张爱丽	佟维新(220)
南堡油田自动化技术综合研究应用	王新民	闵利昆等(223)
高效热媒炉在埕海 1-1 人工岛的应用	李 静	蔡维国等(228)
埕海 1-1 人工岛 DCS 数据远传实验	卢世厚	祖振昆等(231)
标准化设计在大港油田埕海二区的应用	蔡维国	李 静等(236)
海洋平台生产系统安全保护设计	刘昕宇	李 晔等(240)
海上油气田继电保护整定保护可行性研究	张 艺	(245)
喷水、喷淋、喷雾系统在船舶和平台上的应用	李明亮	(249)
板与加筋板的 LRFD 方法研究	白 勇	闫会宾等(255)

平台建造安装

超大型平台安装试验研究	李 达	易 丛等(265)
一体化整体建造安装模式的实施与前景展望	孔令海	杜夏英(273)
浮托安装技术在海上安装及弃置上的最新进展	王明伦	姜锡肇等(280)
海洋工程电缆托架支架的预制工艺流程的优化	董书发	王永杰等(304)
海洋工程项目实施模块化技术探讨	王修来	牛 勇等(308)
深水导管架滑靴预制收缩量的分析与控制方法	孙士龙	刘 鑫等(313)
深水安装技术最新进展	王明伦	杨 云等(316)
用多台履带吊合抬装船方式的研究与应用	王志伟	王章领等(338)
大型结构模块海上吊装就位设计创新及应用	陈再胜	赖 禹等(348)
丽水 36-1 钻井小平台施工方案引发创新思考 ——瘦身高个儿型导管架设计	张树德	焦洪峰等(352)
深水双管系整体安装技术探索与实践	王文龙	周声结等(358)
无人驻守简易平台起重装置选型对工程项目实施的影响	李荣圣	张 晓等(364)
导管架水下立管卡子螺栓松脱分析及应对	戴国华	王宏光(369)
导管架桩腿内侧抗冰锥体海上安装技术应用	刘 勇	王宏光(376)
海上安装计划统筹及实施	王建明	(383)
海洋石油在生产平台隔水套管锤入方案研究	钱立峰	刘青杨(390)

钻采平台海上安装风险管理与技术创新	陈再胜	刘玉军等(395)
组块海上安装方案选择分析(浮托法及吊装法)	冯 斌	(404)
蓬莱巨涛番禺 34-1 导管架项目测量控制网实施与应用	李景福	(408)
超声相控阵技术在荔湾 3-1 项目上的应用	穆瑞喜	(415)
托盘管理在番禺 34-1 导管架建设项目中的应用	沈留兵	(418)
海洋石油平台调试与“模块化”理念	孙 维	(425)
导管架平台桩基础施工监测分析方法研究	李 春	吴洪辉等(430)
海洋平台大厚度 E36 钢板药芯焊接头性能研究	孙 勃	刘 成等(437)
提高焊接结构疲劳强度方法的研究进展	方总涛	关幼耕等(442)
深水导管架的双钩扶正方法	祖淑玲	李冬梅等(447)
BZ25-1/S 油田永久复产工程单点导管架建造进度管理	马陈勇	王 伟等(454)
X65 钢焊接接头 J-R 曲线的试验研究	关幼耕	邓彩艳(459)
国内工艺管线工厂化预制的技术现状与发展趋势	关幼耕	(465)
浅谈中小型导管架的立式建造尺寸和进度控制	宋文强	马陈勇等(469)
对海洋工程仪表加工设计图纸的研究	战 彬	王 浩等(478)
筒形基础安装失败案例分析	张翊飞	(483)
玻璃钢管在海洋石油平台消防水系统的应用及检验要点	王文若	(488)
关于 LW3-1 项目高强钢焊评中最大和最小热输入量问题的探讨	刘 健	(495)
浅谈海上钢制固定平台的拆除	李 军	(500)

海底管缆

荔湾 3-1 气田深水流动安全保障设计探讨	李清平	姚海元等(507)
海底管道更换软管热力安全性分析	柳 歆	陈宏举等(515)
复合软管在海洋油气开发中的研究应用	张智枢	李大全等(520)
陆地预制海管膨胀弯的技术研究及应用	王志伟	王章领等(525)
崖城 13-4 项目脐带缆铺设与测试技术	王文龙	周声结等(529)
海管绝缘法兰断裂螺栓失效分析研究	刘青杨	(537)
番禺 30-1 海管近岸段应急抢修技术创新与应用	刘义勇	潘东民等(544)
惠州 19-3/2 海底管线更换项目的设计、建造和安装的 挑战和解决方案	林影炼	郎一鸣(553)
流花 4-1 项目海管终端 PLET 制造与安装介绍	冒家友	阳建军等(559)
荔湾 3-1 海底管道节点涂敷工艺技术研究	孙奇伟	常世君等(565)
海底管道环保型自动喷砂除锈机执行机构研制及应用	刘明珠	吕喜军等(571)
海底管道铺设计算中海底数值地形的分析与建立	徐 爽	王世澎等(576)
海洋铺管船喷砂除锈工位专用顶升装置设计	赵兵杰	吕喜军等(581)
海底管道腐蚀检测技术发展现状及应用研究	王志涛	张其滨等(587)
香港支线海底管道铺设力学计算分析研究	赵开龙	关幼耕等(595)
海底多相混输管道工艺设计现状及发展趋势	林燕红	(600)
海底管道防腐设计	王 顺	李 敬(604)

论海洋项目工程中电缆敷设施工程序	杨立群(611)
多波束测深系统结合浅地层剖面仪在冀东油田 海底管线检测中的应用	张传隆 周东月等(614)

船舶及移动式平台

深水钻井船漂移分析及应对措施	杨秀夫 姜伟等(623)
钻井船电缆敷设施工工艺研究	白保卫 王林普等(632)
海洋轻型可搬迁式小模块化钻机钻井设备配套合理性研究及分析	吴磊(637)
瓦锡兰可伸缩式推进器在海洋石油 201 船的安装	朱崇远(643)
LNG 船码头锚链安装	李杨 盛苏建(646)
自升式平台拖航就位风险应对措施研究	冯士明 叶松滨等(651)
船舶真空式生活污水收集系统设计探讨	王文文 周怡潇(656)
自升式平台桩腿的疲劳寿命计算方法	冯珩 李艺等(662)
起重铺管船主要设计思路及原则	罗晓健(666)
海上钻井平台无线传输和信息化系统	张凤红 张冯(673)
座底式钻井平台冷藏系统分析计算与设计	崔厚玺 丁传彦(677)
浅海座底式采油平台座底危害因素分析及控制措施	王存芳 黎朋军(683)
浅海座底式采油平台防淘空、滑移技术措施研究	袁振宇 茹森等(688)
“中油海 226” 船左舵故障修理及原因分析	薛明刚(701)
中油海 231 船舶主机 PLC 遥控系统改造方案	李文鹏(705)
泥浆系统在中油海三用工作船上的应用	张庆涛 李文鹏(707)
内燃机节能装置与船舶的应用研究	郭海兰 刘颖斌(711)
船舶维修保养防腐涂装技术探讨	杜建伟 张丽萍(715)
某自升式平台桩腿在拔桩过程中塑性变形原因分析	曲健冰(720)
自升式钻井平台井位作业安全评估	李红涛(726)
海上移动平台拖航阻力研究	李红涛 唐广银(734)
海上钻井平台固定灭火系统改进的探讨	杨清峡 万波(739)
船用厨房湿化学品灭火系统探究	万波 杨清峡等(747)
海上移动式钻井平台涂装应对 PSPC 的技术研究	吕振华 孟祥军(754)
深海起重铺管船耐波性性能分析	杨旭 孙丽萍(760)
深水起重铺管船起吊作业耐波性分析	曲治国 孙丽萍等(768)
自升式平台插拔桩可行性分析	白勇 黄婷等(774)
自升式平台桩腿锁紧装置的检验	刘忠义 王泓等(779)

浮式装置及水下生产系统

FDPSO 在深水油气田开发中的应用与发展前景	王世圣 谢彬等(785)
提高 FPSO 在极端天气下的防损能力分析	杨轶 孙美芳等(793)
深水 FPSO 系泊锚腿检测与维修关键技术	刘义勇 邓周荣等(798)

对船型 FPSO 风倾力臂解析解的研究	李 凌 张继春等(810)
FPSO 电力系统研究	陈正伟 张燕琴等(815)
一种适用于浅水海域的八角形 FPSO 多点系泊系统研究	李 达 范 模(819)
半潜式采油平台管道维修技术	夏宝莹 吴 超等(827)
半潜平台液舱结构设计研究	刘成名 李洛东等(833)
半潜式平台永久锚泊系统解脱创新技术和应用	原庆东 冒家友等(840)
荔湾 3-1 深水采油树安装	万 祥 张长智等(847)
荔湾 3-1 深水气田水下设施安装设计	万 祥 张长智等(851)
惠州油田永久复产项目 BTM 单点锚泊系统及水下设施安装技术	邱大庆 徐志毅等(856)
流花 4-1 水下采油树组装与测试技术	张 宁 欧阳建军等(868)
水下管汇在流花 19-5 气田开发项目中的设计与应用	胡雪峰 汪智峰(886)
水下生产系统在线管汇安装技术	周 斌 杨洪庆等(894)
水下生产系统安装过程中波浪补偿系统设计	姚志广 陆冬华(898)
深水和边际油气开发中的水下生产系统	王立洋 曾 晖(903)
锚链入泥长度对单点系泊设计的影响	罗晓健(907)
悬链浮筒式单点系泊技术应用与研究	李庆涛 李小瑞等(912)
复合电液控制系统在水下生产系统中的应用	李小瑞 李庆涛等(917)
海洋平台动力定位系统定位能力分析 with 计算方法浅析	张 辉 陈正伟(921)

钻采工程

红海高温高压探井钻井技术分析	王友华 王文海等(928)
钛合金管在钻井平台空调冷凝器上的应用	张连合 周光华等(934)
钻井用大功率电动机轴承更换周期分析	周光华 耿 凯(937)
新型堵漏隔离液在 CBG7-1 固井中的应用	李晓阳 黄志刚等(942)
海上长裸眼封固固井技术及应用	黄志刚 宋本岭等(946)
洋 1 井有机盐钻井液技术	侯 岳 杨金龙等(952)
渤海地区窄密度窗口钻井技术研究与应用	危常兵 李志刚等(958)
高温防气窜水泥浆体系的优选与应用	崔建文 黄志刚等(963)
压裂防砂后防止支撑剂回流的研究与运用	宁 波(969)
连续油管酸化在渤海湾埕北 6E-P1 水平井的应用	朱永凯 庞涛涛等(974)
海上高温高压井联作测试问题与对策	孙永涛 孙鹏宇等(978)
滨海 7 井钻水泥塞	徐向前(988)
水平井冲洗作业技术研究	余明明 杜雯雯(991)
胜利海上油田油井防砂封隔器打捞方法应用分析	张 飞 唐 佳等(997)
封层防窜水泥浆体系探讨	陈晓明 刘孝强(1003)
一种新型化学切割技术的应用	王海涛 苑朋飞等(1007)
南堡 105-3 压井的工艺分析	王 健(1012)
埕海油田钻井实时跟踪系统研究与实践	祖振昆 杨振良等(1016)
深水井控问题与对策探讨	段明星 杨清峡等(1021)

HSE、风险评估及项目管理

尼日利亚油气开发项目本地化挑战与应对策略	李健民	夏松林(1028)
海上油气田设施数字化实践和应用	俞 勇	(1035)
渤海气田管网管理	张 晓	崔 航等(1043)
海洋石油钻机模块总承包项目的工程设计管理	李 红	杨 波(1048)
以工程经历构建东海油气田开发工程设计技术示范		
——丽水 36-1 气田 CEP 平台	刘孔忠	焦洪峰等(1053)
海底管道溢油风险评价和风险管理	吕 妍	吕立功等(1060)
利用 RBI 技术及 EDIS 系统提升海上平台检测水平的方法	刘尔康	俞 勇等(1066)
陆丰 13-2 调整项目建造现场质量管理的创新和实践	刘伟强	张立国等(1071)
陆丰 13-2 调整项目钻采平台设计、建造和调试技术创新	刘伟强	何启洪等(1076)
钻采平台大型燃油储罐的风险和应对	林土生	何启洪等(1082)
浅谈物资管理与成本控制	姜 辉	栗慧燕等(1096)
加强项目施工关键环节基础管理提升工程总承包能力	宋文强	马陈勇(1100)
移动式钻井平台冬季海上作业安全风险分析	刘 庆	(1104)
海洋石油作业风险管理探讨与实践	李新福	郭焯民等(1110)
如何搞好年终总结	胡学国	(1117)
风险图表法分析在确定 SIL 等级上应用	刘昕宇	凌爱军(1119)
海洋平台生产系统腐蚀研究	刘昕宇	李 晔等(1125)
海上固定油气开采设施结构完整性管理综述	李红涛	(1130)
在役导管架平台结构完整性管理探讨	李洛东	刘成名等(1136)
现代信息安全技术研究	张 楠	(1143)

平台设计研究

南海固定平台飞溅区的计算方法探讨

王忠畅

(中海油研究总院)

摘要: 海洋固定平台飞溅区是处于海平面附近,在潮水和波浪的作用下经常处于干湿交替状态的区域。由于现行主要规范对飞溅区的确定没有明确的计算公式,一些推荐做法也是根据本地特定的条件,不具有通用性。本文从飞溅区的定义出发,结合南海特殊的台风和非台风条件,提出一种南海深水飞溅区的确定方法,同时结合结构布置,探讨更加经济的导管架布置原则。

关键词: 南海固定平台 飞溅区 导管架布置

海洋固定平台结构物根据相对于海平面位置,可以分为三个不同的防腐区域:即浸没区、飞溅区和大气区。浸没区一般采用牺牲阳极的阴极保护,大气区采用防腐涂层保护,而对于飞溅区,由于经常处于干湿交替状态,阴极保护和涂层都不能完全保护,因此一般飞溅区除了要采用特殊涂层,还要考虑一定的腐蚀余量,这些都是飞溅区防腐费用增高的原因。另外,由于在结构设计中,处于飞溅区的节点检验也和修复也存在问题,因此疲劳寿命要求最高 10 倍的安全系数。因此如何能够尽量根据设计条件,准确的确定飞溅区的范围,同时在结构设计时尽量减少飞溅区的结构构件,减少不必要的腐蚀余量,创造更好的经济效益是目前面临的主要问题。钻井隔水套管和结构在飞溅区遭受到腐蚀,一方面是腐蚀比较严重,另一方面可以看出飞溅区范围之外的结构防腐完好。这也证明了飞溅区范围内确实腐蚀严重,而飞溅区外则不需要特殊保护。

飞溅区范围的大小,并不影响规范的要求,只要按照规范取各项系数,满足各项防腐要求,承包商和第三方都没有意见。但是不合适的飞溅区,并不能增加平台的整体储备强度,但是却会大大增加平台的造价,因此从这个角度出发,油公司更应该增加飞溅区影响的研究。

1 目前飞溅区确定中的问题

在目前南海平台的设计中,对于飞溅区的计算基本上采用海洋石油总公司的《海洋石油工程设计指南》中推荐的方法。这一方法在渤海区域是合适的,但是在南海深水平台上并不一定适合,往往会造成飞溅区的范围比较大。同时在导管架的设计中,一般原则是将导管架最上一层水平层杆件布置在飞溅区之外,如果计算的飞溅区范围很大,水平层很难布置在飞溅区之上,因此造成这些水平层的杆件必须增加壁厚来对抗腐蚀,按照每年 0.3mm 的腐蚀余量,一座设计寿命是 20 年的平台,腐蚀余量就要达到 6mm,几乎接近实际计算需要的厚度。增加了这些腐蚀余量也意味着增加了导管架顶部重量,在实际分析中,经常是因为导管

架浮力不够,而不得不在导管架顶部增加浮筒,这进一步扩大了钢材用量,增加制造和安装难度。另外在设计中,根据规范飞溅区的节点的疲劳寿命要按照 10 倍的安全系数考虑,这也增加部分节点的重量。除了增加导管架钢材重量,处于飞溅区的结构构件,必须采用特殊涂层加以防护,这些防护涂层也增加了导管架的建造费用。

以番禺某平台为例,对于处于最上一层标高为 8m 的水平层,考虑到平台腐蚀余量为 9mm(设计寿命 30 年),则整个一层构件扣掉腐蚀的重量约为 150t,按照一般的建造费率,仅仅这一项的费用将在 300 万元左右,这还仅仅是南海几十座平台中的一座的费用。这些费用还不包括运输安装的费用,及对于处在飞溅区构件对特殊涂层的费用要求。因此准确定义飞溅区的计算方法,并考虑飞溅区结构布置,意义重大。

2 原飞溅区计算方法探讨

对于飞溅区的确定,现行的主规范如 API RP 2A 和 ISO 19902 中都没有明确的说明计算方法,但是提出了对飞溅区防腐和疲劳计算上的要求。

在 DNV 相关规范中,有如下定义。

飞溅区计算中使用的参考波高定义为百年一遇波高的 1/3。

飞溅区的上高程:

$$S_u = U_1 + U_2 + U_3 + U_4 + U_5$$

式中 U_1 ——60% 的参考波高;
 U_2 ——最高天文潮 HAT;
 U_3 ——地基沉降(如果有);
 U_4 ——操作吃水的变化;
 U_5 ——结构的运动。

飞溅区的下高程:

$$S_l = L_1 + L_2 + L_3 + L_4$$

式中 L_1 ——40% 的参考波高;
 L_2 ——最低天文潮 LAT;
 L_3 ——操作吃水的变化;
 L_4 ——结构的运动。

在中国海洋石油总公司《海洋石油工程设计指南》中,推荐如下。

飞溅区的上边界标高: $DHWL + 2H_s/3 + \Delta$

飞溅区的下边界标高: $DLWL + 2H_s/3 + \Delta$

式中 DHWL——操作条件下的设计高水位(对于渤海海域,可采用 HAT), m;
 DLWL——操作条件下的设计低水位(对于渤海海域,可采用 LAT), m;
 HAT——最高天文潮, m;
 LAT——最低天文潮, m;
 H_s ——操作条件下的有效波高, m;
 Δ ——施工和测量误差,水深 < 50m 取 0.5m, > 50m 时取 1m。

根据飞溅区是指靠近水面附近,经常处于干湿交替状态的区域这一定义,分析以上两个公式可以看出:

(1) 潮位变化是飞溅区计算的一个主要因素,由于潮位变化是天体运行的结果,因此两个公式中直接推荐采用最高和最低天文潮。

(2) 波浪是飞溅区计算的另一个主要因素。但是就波高的大小和波峰及波谷的比例, DNV 和海总推荐做法还有一定的区别,这个区别产生的原因有两点,第一是在地域不同, DNV 可能依据北海海域,其采用的参考波高和百年一遇的波高有一定关系,具体在公式中是 $1/3$ 的关系,但是这个关系在渤海和中国南海并不一定适用。实际上这个参考波高也相当于海总规范中采用的操作环境下的波高 H_s 。另一个不同时波峰和波谷占整个波高的比例不同,在 DNV 规范中,这个比例是 $60\% \sim 40\%$ 的比例,在海总推荐做法中,是 $2/3 \sim 1/3$ 的比例关系,这个比例关系的不同,实际上是与水深有关,对于较深水的波浪,例如水深大于 100m 以后,波峰和波谷的关系基本接近 $60\% \sim 40\%$ 的比例,但是对于浅水,如在渤海湾最大 30m 左右的水深,波浪的浅水效应明显,波高将明显大于波谷。

(3) 对于固定平台,各种安装误差,测量误差,以及地基的沉降应该考虑,但是目前这些数据没有统一的数值,需要根据不同区域的实际情况和技术水平来确定。

3 推荐的飞溅区计算方法

根据以上对于现有的 DNV 和海总推荐做法,对于飞溅区的计算的影响因素已经比较明确。在中国南海,差距最大的就是有关波浪部分。一是对于波高的选取,应该更具南海实际情况,即南海存在台风情况,虽然每年台风到来时,波浪的波高非常大,但是这是一种极端工况,并不符合飞溅区关于经常处于干湿交替的定义,因此推荐选取波浪时除去台风影响,仅考虑非台风条件下的波高。根据南海统计情况及与墨西哥湾情况对比,可以采用 5 年重现期内的非台风条件最大波高作为参考波高。二是由于南海 100m 左右或是更深的地区,波浪的波峰和波谷所占波浪的高度比例接近 $60\% \sim 40\%$ (参阅海洋环境报告),可以采用这一比例。在考虑适当的误差因素,因此推荐南海较深水区域的飞溅区高程计算采用如下方法:

$$\text{飞溅区的上边界标高: } \text{HAT} + 0.6H_s + \Delta$$

$$\text{飞溅区的下边界标高: } \text{LAT} + 0.4H_s + \Delta$$

式中 HAT——最高天文潮, m;

LAT——最低天文潮, m;

H_s ——5 年一遇的非台风条件下的最大波高, m;

Δ ——施工和测量误差,取 1m 。

4 不同计算方法的对比

根据以上几种计算方法的讨论,以番禺区域为例,计算比较各个公式计算的区别,如表 1 所示:其中南海番禺区域非台风条件下 5 年一遇最大波高是 5.8m 。

表1 不同公式计算的区别

	DNV 推荐做法	原海总做法	本文推荐做法
飞溅区上高程/m	7.62	8.68	6.36
飞溅区下高程/m	-4.27	-4.01	-3.43

从列表可以看出,采用本文推荐的方法,南海飞溅区上高程按照比较保守的5年重现期的波浪,也只在6.36左右,

对于6m左右的飞溅区高程,如果能够将导管架第一水平层提到7m,则大大减少飞溅区腐蚀防护的工作量,节约钢材,节约防腐材料。同时也避免了由于增加导管架顶部重量,造成导管架安装时浮态不好,增加浮筒的风险,为平台的设计创造更好的经济效益。

5 结论

通过以上的研究可以看出,飞溅区的计算是和平台所在区域的环境条件和水深密切相关的,根据南海特殊的台风和非台风条件差距,依据飞溅区的应该是经常性的干湿交替的原则出发,参考国际上相关规范,并修正原来海总的推荐做法,使其增加对中国南海较深水平台的适应性。在这个推荐的计算方法下,南海平台导管架的布置也能够最大限度地使最上层水平层移到飞溅区之外,大大简化了结构设计,减少了结构重量和防腐要求,使平台的设计更加合理和经济。

另外,本文虽然从飞溅区的定义出发,结合南海实际环境条件,提出一种计算方法。但从实践检验的角度,应该依托中海油在南海的已有平台,进行调查检测,对飞溅区的高程进行验证,才能理论联系实际,为南海平台设计提供更可靠的基础。

参 考 文 献

- 1 API RP 2A, Recommended practice for planning, designing and constructing fixed offshore platforms - working stress design, 21th Edition. Dec. 2000.
- 2 ISO 19902, Petroleum and natural gas industries—Fixed steel offshore structures, 2004.
- 3 DNV OS - C101 DESIGN OF OFFSHORE STEEL STRUCTURES GENERAL (LRFD METHOD) 2000.

丽水 36-1 气田二氧化碳脱除 及其利用技术研究

袁 燕

(中海油研究总院)

摘要: 本文结合丽水 36-1 气田天然气组分的实际情况,研究了原料天然气中二氧化碳的脱除和利用。丽水 36-1 气田采用的甲基二乙醇胺法二氧化碳脱除工艺设计及二氧化碳利用流程设计完全满足生产要求,并具有流程简单、节能减排等特点,可为其他气田二氧化碳的处理及利用提供一定的参考。

关键词: 天然气 二氧化碳 醇胺法 脱除 利用 工艺设计

二氧化碳是一种酸性气体,在天然气的长距离运输及深加工过程中必将对管道及设备造成一定的腐蚀破坏。因此,在天然气的运输和加工前必须脱除其中的二氧化碳气体。另外,二氧化碳属温室气体对气候造成很大影响,原料天然气中脱除的大量二氧化碳气体不能直接排放到大气中,需对其加工利用,消除对环境的影响。

丽水 36-1 气田位于浙江省温州市东部海域,天然气中二氧化碳含量高达 32.7% (目前国内海上气田开发的天然气中二氧化碳含量最高),二氧化碳量达 $1.4 \times 10^8 \text{ m}^3$,如何脱除并充分利用二氧化碳,面临严峻挑战。虽然天然气脱除二氧化碳的工艺较多,但因丽水 36-1 气田原料天然气中二氧化碳含量较高且含有易冷凝的重组分,需要对其脱除工艺进行深入研究。经过综合分析论证,采用甲基二乙醇胺法(MDEA)对二氧化碳进行脱除,采用 MDEA 溶液专利配方,设计的工艺流程简单。鉴于丽水 36-1 气田脱除的二氧化碳气中含与其分子量相近的烃组分、少量的硫、气体量大,且该气田靠近华南,食品级、工业级二氧化碳产品的市场空间都很大,食品级二氧化碳产品的生产要求比工业级的要高,因此本项目设计的二氧化碳利用工艺流程充分考虑了以上因素,充分研究了节能措施,并设计了脱烃、脱硫工艺。丽水 36-1 气田天然气中二氧化碳脱除及其利用工艺的设计,不仅消除了二氧化碳对管道及设备的腐蚀及二氧化碳的排放,还为华南地区提供了大量的二氧化碳产品,具有巨大的社会效益和经济效益。另外,本文的工艺设计,可为其他气田二氧化碳的处理及利用提供一定的参考。

1 原料天然气脱碳

1.1 工艺选择研究

目前,按照作用机理来分,天然气脱碳技术主要有溶剂吸收法、膜分离法、固定床吸附法和低温分离法等。丽水 36-1 气田产气量大,二氧化碳含量高且含有易冷凝的重组份,膜