

第七届中国海洋工程设计大赛

The 7th China Ocean Engineering Design
Competition



设计制作组赛题

中国海洋工程设计大赛组委会

2025年6月

目录

一、赛题背景	2
二、赛题说明	3
2.1 参赛作品要求	3
2.2 比赛流程	9
三、比赛规则	9
3.1 软件要求	9
3.2 正文要求	9
3.3 技术评分标准（占比 80%）	10
3.4 现场答辩评分标准（占比 20%）	10
四、大赛组委会联系方式	10

一、赛题背景

“海葵一号”是中国自主研发的亚洲首艘圆筒型浮式生产储卸油装置(FPSO)，代表了我国海洋工程技术的重大突破。该装置集原油生产、存储和外输功能于一体，由近 60 万个零部件组成，设计排水量 10 万吨，最大储油量 6 万吨，主甲板面积相当于 13 个标准篮球场，总重约 3.7 万吨。其设计寿命达 30 年，可连续在海上运行 15 年无需回坞，具备抵御 16 级台风及百年一遇恶劣海况的卓越性能。2024 年 6 月，“海葵一号”在珠江口盆地流花油田完成海上安装，并于同年 9 月通过机械完工验收，成为我国深海能源开发的标志性工程。

“海葵一号”的圆筒型结构设计在全球范围内尚属首创，但其大受风面积和易旋转特性对海上安装提出了极高要求。作业海域水深 324 米，地质复杂、风向多变，技术难度和作业风险极高。为此，“海葵一号”采用了创新的多点系泊系统，通过 12 根 2570 米长、能承受 2300 吨拉力的特制锚链及吸力锚实现稳固定位。系泊系统采用“锚链+中水浮筒+聚酯缆”的新型结构，相较传统钢缆方案，聚酯缆重量轻、成本低、耐腐蚀且强度更高，标志着我国深海系泊技术的全面升级。此外，水面与水下双定位系统结合数字三维模拟技术，确保装置在 30 年服役期内稳定运行。

尽管“海葵一号”在深水系泊技术上取得显著成就，但在中深水海域的应用中仍面临优化空间与挑战。聚酯缆在中深水环境中易发生触底、蠕变和滞回等问题，需进一步优化选型、设计及计算分析方法，以提升系统安全性和经济性。同时，如何在复杂海况和地质条件下开发高效的系泊布置优化技术，是当前亟待解决的关键问题。

本届大赛旨在引导参赛者围绕中深水系泊系统设计开展创新研究，重点

关注聚酯系泊系统的选型、系统设计、环境载荷分析、系泊参数敏感性以及聚酯缆特性与计算方法。参赛者需综合考虑油气田开发模式、平台总体性能及海域环境限制，提出高效、安全、可靠的系泊系统设计方案，为“海葵一号”在中深水环境中的应用提供技术支持，推动我国海洋工程技术进一步发展。

二、赛题说明

2.1 参赛作品要求

大赛旨在培养学生深水工程领域“设计+智能优化”的思维及能力。通过开展中深水系泊系统构型优化，提升优化设计，特别是智能优化的水平。

此次大赛的研究分析对象为圆筒型 FPSO 的系泊系统，要求在给定环境条件、浮式平台主尺度前提下，设计满足功能要求的系泊系统构型，并实现设计最优。可变参数包括：系泊缆组分、长度、根数，系泊半径，系缆与平台连接位置参数及锚点位置。

相关参数如下：

①圆筒型 FPSO：作业油田水深 320m。FPSO 船体（水线面处）直径 72m，水面上最大直径（工艺甲板）为 90m，距基线高 39m；主甲板直径为 83m，距基线高 33m；底部垂荡板直径为 94m，厚度 2.5m。FPSO 设计压载吃水为 16.5m，重心高为 20m，排水量约为 7.5 万吨。圆筒型 FPSO 的风载、流载系数如下表。

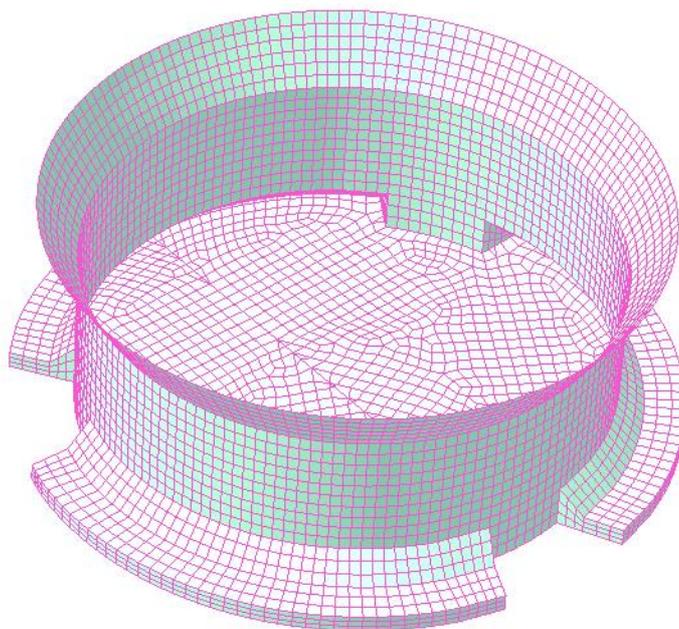


图 1 圆筒型 FPSO 示意

表 1 风载系数-压载

风面积[m²]

Surge	Sway	Heave	Roll	Pitch	Yaw
5184	5184	5184	373248	373248	373248

风力系数[系数无单位], 参考作用点(0,0,21)

Direction	Surge	Sway	Heave	Roll	Pitch	Yaw
5	0.60944	-0.05149	0	0.033162	0.313085	-0.0063
15	0.626836	0.0598	0	-0.01179	0.323059	-0.0117
25	0.599181	0.203867	0	-0.06404	0.317388	-0.0241
35	0.54087	0.299208	0	-0.08912	0.297192	-0.0369
45	0.455962	0.399605	0	-0.12046	0.265215	-0.041
55	0.348541	0.47394	0	-0.14912	0.220094	-0.0463
65	0.231891	0.533149	0	-0.18055	0.16847	-0.0505
75	0.121756	0.54713	0	-0.18899	0.113791	-0.0466
85	0.007209	0.587141	0	-0.20317	0.049264	-0.0462
95	-0.12055	0.620339	0	-0.21132	-0.03138	-0.0474
105	-0.22434	0.607773	0	-0.20703	-0.1081	-0.0452
115	-0.34115	0.585239	0	-0.20654	-0.17967	-0.0462
125	-0.45747	0.549112	0	-0.21514	-0.25811	-0.0349
135	-0.54827	0.515467	0	-0.21707	-0.31557	-0.0296
145	-0.58058	0.425774	0	-0.18045	-0.34505	-0.0444
155	-0.59806	0.352812	0	-0.14903	-0.3514	-0.0241
165	-0.65165	0.25329	0	-0.1195	-0.38416	0.0038
175	-0.67443	0.110314	0	-0.06803	-0.38139	0.0213

第七届中国海洋工程设计大赛设计制作组赛题

185	-0.67931	-0.03539	0	-0.00857	-0.37972	0.0335
195	-0.65567	-0.14421	0	0.038348	-0.35916	0.0381
205	-0.60595	-0.26003	0	0.087218	-0.3236	0.0461
215	-0.54182	-0.3414	0	0.130172	-0.2792	0.0497
225	-0.46962	-0.40423	0	0.173265	-0.22656	0.053
235	-0.34882	-0.49043	0	0.219204	-0.1633	0.0492
245	-0.21754	-0.54528	0	0.246792	-0.09512	0.0394
255	-0.09609	-0.57885	0	0.257422	-0.03999	0.0408
265	0.007141	-0.59927	0	0.261859	0.007481	0.0329
275	0.106322	-0.61549	0	0.266934	0.049603	0.0234
285	0.218217	-0.61131	0	0.267766	0.099073	0.0239
295	0.288111	-0.60933	0	0.267424	0.136434	0.0269
305	0.37467	-0.56834	0	0.254595	0.181283	0.0167
315	0.446399	-0.4861	0	0.22674	0.212558	0.0065
325	0.491978	-0.401	0	0.193071	0.229862	0.0028
335	0.53166	-0.29154	0	0.142982	0.251565	0.0084
345	0.565769	-0.21061	0	0.113126	0.279236	0.0064
355	0.576297	-0.13268	0	0.07411	0.295901	-0.0002

表 2 流载系数-压载

流面积[m²]

Surge	Sway	Heave	Roll	Pitch	Yaw
5184	5184	5184	373248	373248	373248

流力系数[系数无单位]，参考作用点(0,0,8)

Direction	Surge	Sway	Heave	Roll	Pitch	Yaw
5	0.124073	0.00713	0	0	0	-0.0021
15	0.124628	0.040111	0	0	0	-0.0036
25	0.116212	0.05893	0	0	0	-0.004
35	0.106382	0.080199	0	0	0	-0.0025
45	0.095845	0.102693	0	0	0	0.001
55	0.089619	0.12196	0	0	0	0.0042
65	0.070957	0.137314	0	0	0	0.0054
75	0.039599	0.147787	0	0	0	0.0044
85	-0.00344	0.141719	0	0	0	0.0023
95	-0.03585	0.132804	0	0	0	0.0007
105	-0.0586	0.121301	0	0	0	-0.0005
115	-0.08599	0.107935	0	0	0	-0.0015
125	-0.10559	0.096621	0	0	0	-0.0027
135	-0.11861	0.086652	0	0	0	-0.0041
145	-0.13036	0.065989	0	0	0	-0.0048
155	-0.13959	0.050862	0	0	0	-0.0034
165	-0.14656	0.040306	0	0	0	0
175	-0.14632	0.025748	0	0	0	0.0034
185	-0.14589	0.008033	0	0	0	0.0048
195	-0.14605	-0.01574	0	0	0	0.0041
205	-0.13975	-0.03088	0	0	0	0.0027
215	-0.12844	-0.05048	0	0	0	0.0015
225	-0.1114	-0.07575	0	0	0	0.0005
235	-0.09745	-0.09709	0	0	0	-0.0007
245	-0.07384	-0.12101	0	0	0	-0.0023
255	-0.0396	-0.14779	0	0	0	-0.0044
265	-0.00721	-0.1544	0	0	0	-0.0054
275	0.016632	-0.15043	0	0	0	-0.0042
285	0.031658	-0.13686	0	0	0	-0.001
295	0.05203	-0.12265	0	0	0	0.0025
305	0.071178	-0.10914	0	0	0	0.004
315	0.087876	-0.09705	0	0	0	0.0036
325	0.103885	-0.06821	0	0	0	0.0021
335	0.115116	-0.04948	0	0	0	0.0009
345	0.121827	-0.03989	0	0	0	0.0001
355	0.124434	-0.01471	0	0	0	-0.0009

参数		Cd	Ca
系泊缆	锚链	2.4	1.2
	聚酯缆	1.2	1.2
中水浮筒		1.1	1.2

②系泊缆：系泊缆采用锚链和聚酯缆组合构型，系泊缆顶部连接在船底以上 8m 处。聚酯缆在百年一遇环境条件及系泊完整状态下应保证不接触海底。此次比赛中采用高低刚度法拟合聚酯缆非线性刚度。

锚链和聚酯缆的截面参数如下：

表 3 锚链参数

参数	单位	值
直径	mm	160
空气中单位长度重量	kg/m	516.3
水中单位长度重量	Kg/m	449.5
轴向刚度	MN	2070
破断强度	kN	24281

表 4 聚酯缆参数

参数	单位	值
直径	mm	274
空气中单位长度重量	kg/m	52.5
水中单位长度重量	Kg/m	13.5
破断强度 (MBL)	kN	22600
轴向刚度 (高刚度, 25*MBL)	MN	565
轴向刚度 (低刚度, 12*MBL)	MN	270.6

锚链和聚酯缆安全系数如下，锚链应考虑 8mm 腐蚀余量：

表 5 安全系数要求

构型	状态	安全系数
锚链	百年一遇完整状态	1.67
	百年一遇单缆失效状态	1.25
聚酯缆	百年一遇完整状态	1.67
	百年一遇单缆失效状态	1.25

③海况参数：考虑百年一遇工况，波和流同向。波浪取 JONSWAP 谱， $Y=2.4$ 。

表 6 海况参数

Item		Return Period	
		100	1000
Wind Speed @10m -1h 平均 [m/s]		45.1	50.9
Wave	Hs [m]	13.7	16.5
	Tp [s]	15.1	15.9
Current [m/s] h:water depth	-1m	2.49	2.76
	0.1h	2.25	2.31
	0.2h	2.01	2.08
	0.3h	1.78	1.83
	0.4h	1.54	1.55
	0.5h	1.30	1.33
	0.6h	1.01	1.02
	0.7h	0.95	0.95
	0.8h	0.89	0.89
	0.9h	0.83	0.83

指标要求：在以上给定参数的前提下，配置合适的系缆构型（组分、长度、根数）、系泊半径、系缆与平台连接位置参数及锚点位置，使圆筒型 FPSO 在百年一遇海况下，保证系泊缆张力满足安全系数要求且平台运动偏移不超过水深的 30%（百年一遇环境条件 + 系泊完整状态）。

2.2 比赛流程

总决赛参赛队伍需向组委会提交总决赛设计成果报告与录屏视频，组委会将提前对参赛队伍的文件进行核查，对存有疑义的，组委会有权要求参赛队伍进行解释说明。

三、比赛规则

3.1 软件要求

本次比赛不指定也不提供分析软件，各参赛队可根据情况选用 Orcaflex、Flexcom、Sesam、Aqwa、Abaqus 或其他自编软件/程序进行本赛题的设计分析。设计优化算法可采用遗传算法、神经网络、迭代差分等优化思想。

3.2 正文要求

正文应包括总论、中深水聚酯缆系泊系统设计、设计结论、附录等。第一章为总论，最后一章为附录，中间为设计方案主体，选手自行划定章节，阐述具体设计内容。中深水聚酯缆系泊系统设计可包括总体设计方案、选型设计、聚酯缆力学模型、系泊系统优化算法等。详细设计过程在附录中给出即可，详细设计过程可包括理论模型、数值模拟、模拟实验、编程算法等。

3.3 技术评分标准（占比 80%）

表 8 技术评分项

序号	项目		分值
1	基础项（满分 100 分，占比 60%）	完整状态下系泊缆最大张力低于许用张力	满足 25，不满足 0
2		单缆失效状态下系泊缆最大张力低于许用张力	满足 25，不满足 0
3		聚酯缆不触海底	满足 25，不满足 0
4		平台偏移 < 30%	满足 25，不满足 0
5	提升项（占比 40%）	得分=30*[3000/单根系泊缆长度*50%+20/系泊缆根数*50%]	
	总得分	基础项*60%+提升项 *40%	
总体	k 原则为： 较少材料（系泊缆长度、根数）+ 较优性能（张力、平台偏移）		

3.4 现场答辩评分标准（占比 20%）

参赛队伍选取 1 人，对设计方案的思路和细节进行汇报展示，并回答评委问题，其他成员可协助作答。评分项如表 2 所示：

表 9 设计制作组现场答辩评分项

序号	项目	分值
1	整体分析思路具有智能优化设计思维，并付诸实践	0-10
2	答辩过程中语言流畅，回答问题准确，无明显专业知识错误	0-10

四、大赛组委会联系方式

通讯地址：北京市昌平区府学路 18 号中国石油大学（北京）主楼 A503 室

邮政编码：102249

联系人：徐云飞 王志浩

联系电话：010-89731823

大赛邮箱：coedc_2019@163.com

大赛网站： www.cup.edu.cn/coedc

注：大赛赛题解释权及修改权归大赛组委会，未尽事宜请关注大赛微信公众号。

中国海洋工程设计大赛组委会

2025年6月