



中华人民共和国国家标准

GB/T 40788—2021/ISO 29400:2020

船舶与海上技术 海上风能 港口与海上作业

**Ships and marine technology—Offshore wind energy—
Port and marine operations**

(ISO 29400:2020, IDT)

2021-10-11 发布

2022-05-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言	XIII
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 符号与缩略语	22
4.1 符号	22
4.2 缩略语	25
5 总则	27
5.1 通则	27
5.1.1 概要	27
5.1.2 安全要求	28
5.2 管辖权	29
5.2.1 一般要求	29
5.2.2 海上人命安全	29
5.2.3 环境	29
5.3 HSSE 计划	29
5.4 风险管理	30
5.4.1 一般要求	30
5.4.2 风险评估技术	30
5.5 工作安全分析	30
5.6 环境影响研究	31
5.7 人员配置、资格、工作和安全培训	31
5.8 每日进度和事故报告	31
5.9 人员追踪	31
5.10 国家当局批准	32
6 组织、文件和计划	32
6.1 通则	32
6.2 组织和沟通	32
6.2.1 项目组织	32
6.2.2 作业组织	33
6.3 质量保证和管理程序	33
6.4 技术规程	33
6.5 技术文件	34
6.5.1 文件编号系统	34
6.5.2 港口与海上作业的风险评估和方法说明	34
6.5.3 作业时间表/计划	35
6.5.4 应急理念	35

6.5.5	应急计划和紧急程序	36
6.5.6	应急响应协调计划	37
6.5.7	完工记录/竣工文件	37
6.5.8	CAD 数据传输标准	38
6.6	认证和文件	40
6.6.1	一般要求	40
6.6.2	要求或建议的文件	40
6.7	海事担保检验	40
6.7.1	概要	40
6.7.2	海事担保检验师的职责	40
6.7.3	海事担保检验师工作范围	41
6.7.4	批准证书	41
6.8	系统和设备	41
6.8.1	一般要求	41
6.8.2	海洋船舶	42
6.8.3	主要设备	42
7	海洋气象要求	42
7.1	通则	42
7.2	天气限制性作业/非天气限制性作业	42
7.2.1	天气限制性作业	42
7.2.2	非天气限制性作业	43
7.3	海洋气象条件	43
7.3.1	风	43
7.3.2	波浪、波浪周期和涌浪条件	43
7.3.3	水流	43
7.3.4	其他海洋气象因素	43
7.3.5	温度	44
7.3.6	海洋生物	44
7.4	海洋气象条件	44
7.4.1	设计衡准和作业限制	44
7.4.2	重现期	45
7.4.3	基于船舶响应的分析	45
7.4.4	海况参数的概率分布	45
7.5	作业持续时间、应急时间和天气窗口期	45
7.5.1	计划作业时间	45
7.5.2	天气窗口期和应急时间	45
7.5.3	不可逆点	46
7.5.4	预测和监测的作业限制、海洋气象折减系数	46
7.6	天气预报	47
7.6.1	一般要求	47
7.6.2	预测参数	47
7.7	现场监控	47

8	陆上运输和近岸运输	47
8.1	概述	47
8.2	结构完整性计算	48
8.3	公路运输	48
8.4	内河运输	48
8.5	近岸水路运输	48
8.6	铁路运输	48
8.7	运输托架和设备	48
9	中转存储区域	49
9.1	一般要求	49
9.2	基础设施要求	49
9.2.1	承重	49
9.2.2	地面	49
9.3	存储托架和设备	50
9.4	部件存储要求	50
9.5	部件保护	50
9.6	结构完整性计算	50
9.6.1	一般要求	50
9.6.2	涡流脱落	50
9.7	安保措施	50
10	预装配	51
10.1	一般要求	51
10.2	预装配区域要求	51
10.3	预装配活动	51
10.4	预装配设备	51
10.5	结构完整性计算	52
10.6	涡流脱落	52
10.7	安全措施	52
11	港口作业	52
11.1	概述	52
11.2	港口通道	52
11.2.1	水路通道	52
11.2.2	内陆通道	52
11.3	码头存储区域	53
11.4	安保措施	53
11.5	码头区域要求	53
11.6	顶升作业对港口海底地质要求	53
12	重量控制	53
12.1	通则	53
12.2	重量控制等级	54
12.3	重量和重心约束	54

12.4	重量控制监控	54
12.5	尺寸控制	54
12.6	系列项目	55
12.7	重量测定	55
13	稳性	55
13.1	通则	55
13.2	一般要求	55
13.3	稳性计算	55
13.4	完整稳性	56
13.4.1	一般要求	56
13.4.2	完整稳性标准	57
13.5	破损稳性	58
13.5.1	一般要求	58
13.5.2	破损稳性标准	59
13.6	单体驳船运输	60
13.7	多体驳船运输	60
13.8	入级船舶	60
13.9	浮式结构	60
13.9.1	一般要求	60
13.9.2	完整稳性与破损稳性	61
13.9.3	浮式结构与下水后结构的扶正和安装	61
13.10	装载作业	62
13.11	水密完整性及临时关闭装置	63
13.12	倾斜试验	63
14	压载作业	64
14.1	通则	64
14.2	不同阶段的压载计算	64
14.3	压载系统	64
14.3.1	作业方面	64
14.3.2	其他作业考虑	65
14.4	防止损坏和恶化	65
14.4.1	一般要求	65
14.4.2	冰冻	66
14.5	预防损坏条件下渐进式水浸	66
14.6	控制和指示系统	66
14.7	泵	67
14.7.1	一般要求	67
14.7.2	规格和布局	67
14.7.3	泵的性能曲线和功能限制	67
14.8	阀门布置	67
14.9	透气系统	67
14.10	气垫系统容量	67

14.11	系统测试	68
15	装载	68
15.1	通则	68
15.2	装载类别	68
15.2.1	概要	68
15.2.2	设计:各装载阶段的结构分析	69
15.2.3	装载计划	69
15.2.4	货物重量与重心信息	70
15.2.5	甲板承载规划	70
15.3	结构装载	70
15.4	场地和码头	70
15.5	驳船	70
15.6	连接横梁、滑道和滑靴	71
15.7	系泊设备	71
15.7.1	天气限制性作业	71
15.7.2	临时系泊系统	71
15.8	坐底装载	71
15.9	泵送和压载	72
15.9.1	泵送流量	72
15.9.2	推荐泵送流量	72
15.10	采用拖车、自行式模块运输车或液压滑靴装载	73
15.10.1	一般要求	73
15.10.2	结构能力	73
15.10.3	负载均衡和稳性	73
15.10.4	垂向定位	74
15.10.5	滑靴	74
15.11	推进系统设计、冗余和备用	74
15.11.1	推进系统	74
15.11.2	冗余和建议	74
15.12	浮装到潜水驳船或船舶	76
15.13	吊装装载	77
15.14	水平装载	77
15.15	驳船复位与海上固定	77
15.16	拖轮	78
15.17	管理和组织	78
15.18	装载手册	78
15.19	操作手册	78
16	运输	80
16.1	概述	80
16.2	总则	80
16.2.1	载人拖航	80
16.2.2	无人拖航	80

16.2.3	航行信号灯	80
16.2.4	应急计划	80
16.2.5	运动响应	80
16.2.6	运输标的验证	81
16.2.7	所有运输阶段的结构分析	81
16.2.8	运输规划	81
16.3	气象航线和预报	81
16.4	避风港、遮蔽区、等候区	82
16.5	拖航或航行期间检查	82
16.6	责任	82
16.7	危险品	82
16.8	压载水	82
16.9	深度、高度及操纵性限制	83
16.10	水深余量	83
16.11	架空空高	83
16.12	航道宽度	84
16.13	测量的要求	84
16.14	拖缆拉力、编队组成和拖带安排	84
16.14.1	拖缆拉力	84
16.14.2	拖航船队	85
16.14.3	拖带布置	85
16.14.4	拖缆长度	86
16.15	拖出干船坞	86
16.15.1	概要	86
16.15.2	水深余量	86
16.15.3	侧间距	86
16.15.4	气垫/气压	86
16.15.5	绞车和拖车能力布置	86
16.15.6	定位系统	87
16.15.7	调查要求	87
16.16	近海拖带	87
16.16.1	拖带路线和拖带间距	87
16.16.2	定位系统	87
16.17	海上拖带	87
16.17.1	船舶选择	87
16.17.2	稳性	87
16.17.3	海上固定	87
16.17.4	涡流脱落	89
16.17.5	导航系统	89
16.18	运输手册	89
17	海上作业临时系泊和位置保持	90
17.1	简介	90
17.2	环境标准	90

17.3	系泊响应的确定	90
17.3.1	分析方法	90
17.3.2	系泊设计总则	91
17.4	系泊索的尺寸	91
17.4.1	一般要求	91
17.4.2	系泊索张力限制和设计安全系数	91
17.4.3	特定系泊条件	92
17.5	锚的尺寸	92
17.6	属具的尺寸	92
17.7	系泊索的尺寸	93
17.8	极端条件下的间距	93
17.9	定位过程中的间距	93
17.10	系泊张力	94
17.11	其他位置保持方式	94
17.11.1	概要	94
17.11.2	动力定位系统	94
17.11.3	专用系泊装置	94
17.11.4	拖轮的使用	94
17.12	公共参考站系统	95
18	海上安装作业	95
18.1	概述	95
18.1.1	概要	95
18.1.2	过渡段	95
18.1.3	风力涡轮发电机	95
18.1.4	海上升压站/海上起居平台	96
18.1.5	安装计划	96
18.1.6	货物重量与重心信息	98
18.2	安装现场	98
18.2.1	海底勘察	98
18.2.2	海底地质勘察	98
18.2.3	海床平整	98
18.2.4	现场海图	98
18.2.5	未爆弹药(UXO)	99
18.3	系统和设备	100
18.3.1	概要	100
18.3.2	船舶	100
18.3.3	装备	101
18.3.4	位置参照系	101
18.3.5	压载系统	101
18.3.6	运输船舶与海上装备的对接	101
18.4	船舶定位	101
18.5	现场要求	102
18.6	压桩作业现场岩土评估	102

18.6.1	一般要求	102
18.6.2	地质勘测	102
18.6.3	穿刺分析、穿刺和水平-垂直相互作用	103
18.7	船舶操作手册	104
18.8	平台预压载程序	104
18.9	压载	105
18.10	吊装	105
18.10.1	概要	105
18.10.2	可升降导管架基础的安装	105
18.10.3	预打桩模板的安装	105
18.10.4	桩柱的安装	105
18.10.5	过渡段的安装	106
18.10.6	混凝土重力基础的安装	106
18.10.7	将物品从驳船转移到起重船/自升式船舶的甲板上	106
18.10.8	塔筒的安装	106
18.10.9	风力涡轮发电机的安装,包括机舱、轮毂和叶片	106
18.10.10	海上升压站/起居平台等上部模块的安装	106
18.10.11	作业要点	107
18.10.12	作业控制参数	107
18.11	压载下降	107
18.11.1	一般要求	107
18.11.2	作业要点	107
18.11.3	作业控制参数	107
18.12	通过主动和被动方式在海底精准定位	108
18.12.1	一般要求	108
18.12.2	作业设计方面	108
18.12.3	作业控制参数	108
18.13	裙桩贯入	108
18.13.1	概要	108
18.13.2	重力贯入	108
18.13.3	吸入贯入	109
18.13.4	作业设计方面	109
18.13.5	作业控制参数	109
18.14	桩体安装	109
18.14.1	概要	109
18.14.2	作业设计方面	109
18.14.3	作业控制参数	110
18.15	灌浆	110
18.15.1	概要	110
18.15.2	桩体-过渡段结构之间灌浆	111
18.15.3	桩体-导管架结构基础底部的灌浆	111
18.15.4	作业设计方面	111
18.15.5	准备工作	111

18.15.6	作业控制参数	112
18.16	基础的螺栓连接	112
18.17	桩体/基础与上部模块的焊接	112
18.18	降噪措施	112
18.19	人员往返安装单元	112
18.20	海上完工	113
18.20.1	概要	113
18.20.2	ROV 检查	113
18.20.3	移除临时设备	113
18.20.4	冲刷防护	113
18.20.5	最终检查	113
18.20.6	项目执行手册	113
19	吊装设备设计和操作	114
19.1	通则	114
19.2	索具几何形状	116
19.3	作用与作用效应	116
19.4	重量应急系数	117
19.5	动力放大系数(DAFs)	118
19.5.1	一般要求	118
19.5.2	起重机吊装	118
19.5.3	两艘或更多船上起重机海上吊装	119
19.6	典型吊钩载荷	120
19.6.1	单台起重机单吊钩吊装	120
19.6.2	两台起重机双吊钩吊装	120
19.7	起吊点典型吊装重量	120
19.7.1	单钩吊装	120
19.7.2	双钩吊装	121
19.8	起吊点上的典型力	121
19.8.1	典型垂直力	121
19.8.2	与吊索方向一致的典型力	122
19.8.3	典型侧向力	122
19.9	吊索和索环的典型力	122
19.10	作用和作用效应的设计值	123
19.11	吊索、索环和卸扣的强度	124
19.11.1	钢缆吊索	124
19.11.2	纤维绳吊索和纤维绳索环	124
19.11.3	纤维吊索和索环的极限工作载荷和设计强度	125
19.11.4	卸扣的极限工作载荷和设计强度	125
19.12	设计验证	126
19.12.1	许用钩吊载荷	126
19.12.2	吊索和索环	126
19.12.3	起吊点及其与结构和支撑件的连接	127
19.13	起吊点设计	128

19.13.1	一般要求	128
19.13.2	吊索椭圆变形	128
19.13.3	板材轧制方向和载荷方向	128
19.13.4	卸扣孔	129
19.13.5	铸造耳板和焊接耳轴	129
19.13.6	颊板	129
19.13.7	眼板	129
19.14	间距	129
19.14.1	一般要求	129
19.14.2	吊装物周围的间距	130
19.14.3	起重船周围的间距	130
19.14.4	自升式起重船周围的间距	130
19.14.5	起重船系泊缆锚周围的间距	130
19.14.6	阵列电缆区域周围的间距	131
19.14.7	自升式船舶桩靴周围的间距	131
19.15	防撞垫和导向装置	131
19.15.1	一般要求	131
19.15.2	物体移动	131
19.15.3	防撞垫和导向装置位置	132
19.15.4	防撞垫和导向装置载荷	132
19.15.5	设计考量要素	133
19.16	采用升沉补偿的吊装	133
19.17	采用动力定位的吊装	133
19.18	实践考量	133
19.18.1	通道	133
19.18.2	海上固定的设计	133
19.18.3	装备	133
19.18.4	吊索	134
19.19	吊装装备的认证要求	134
19.19.1	标准吊装装备	134
19.19.2	定制吊装装备	134
19.19.3	吊装装备的重新认证	134
20	海底电缆的敷设、埋置、连接和维修	135
20.1	概述	135
20.2	规划和设计	135
20.2.1	电缆尺寸和装卸参数	135
20.2.2	涡轮发电机和升压站之间电缆线通道海底勘测	136
20.2.3	船舶适应性	137
20.2.4	电缆存储和电缆装卸设备	138
20.2.5	导航设备-船舶/电缆接口的定位和控制	139
20.3	电缆装载和海上转移	139
20.3.1	一般要求	139
20.3.2	装卸和吊装	139

20.3.3	电缆卷绕装载	139
20.3.4	吊装和海上转移	141
20.4	电缆敷设	141
20.4.1	一般要求	141
20.4.2	电缆拉入程序	141
20.4.3	敷设	142
20.5	电缆保护	142
20.5.1	概要	142
20.5.2	电缆埋置	142
20.5.3	非埋置电缆保护	143
20.6	电缆交错	144
20.7	电缆登陆	144
20.8	电缆连接和维修	145
20.9	完工测量	145
20.10	电缆完整性检查	145
20.11	电缆安装手册	145
21	施工管理	146
21.1	通则	146
21.2	海上协调	146
21.3	港口协调	147
21.4	警戒船	147
21.5	报告	147
21.6	人员跟踪	147
附录 A (资料性)	附加信息和指南	148
A.1	概述	148
A.2	关于 15.18 的指南:装载手册	148
A.3	关于 16.18 的指南:运输/拖带手册	149
A.3.1	运输/拖带手册	149
A.3.2	每日报告	149
A.4	关于 18.1.5 指南:安装手册	150
A.5	关于 20.11 指南:电缆安装手册	151
A.5.1	一般要求	151
A.5.2	计算和分析报告	153
A.5.3	作业细节和程序	153
A.5.4	应急/紧急程序	155
A.6	关于 19.15.4 的指南:防碰垫和导向装置负载	155
参考文献	160

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件使用翻译法等同采用 ISO 29400:2020《船舶与海上技术 海上风能 港口与海上作业》。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由全国海洋船标准化技术委员会(SAC/TC 12)提出并归口。

本文件起草单位：广东精钢海洋工程股份有限公司、中国船舶工业综合技术经济研究院、招商局邮轮研究院(上海)有限公司、广州精钢海洋技术服务有限公司、江苏龙源振华海洋工程有限公司、中国船级社、广州船舶工业有限公司、广东东软学院、广东精钢海洋工程创新研究有限公司。

本文件主要起草人：张静波、李国庆、王冬石、刘同乐、马振军、欧阳涛、罗文臣、韩广德、刘宝元、杨清峡、夏惠峰、王徽华、吴平平、陆军、李光远、冯小星、陈峰、赵翼翔、刘洪波、邓达纮、陈凯欣、庞博、占立红、罗荣、吕伟华、徐天殷、梅卫东、邱玲、沈波、陈鉴锋。

船舶与海上技术 海上风能

港口与海上作业

1 范围

本文件为海上风电场港口与海上作业的规划和工程实施提供了全面要求和指导,包括与此类作业相关的所有文件和工作,例如,对执行港口与海上作业的部件、系统、设备和程序进行的分析与设计,以及为安全执行这些作业而制定的方法或程序。

本文件旨在为海上风电场所有相关的港口与海上作业提供全面的信息,包括装载、海上运输、安装、海上调试、运营和维护、部件更换、维修作业以及海上风电场退役拆卸或重新部署等。

本文件适用如下海上结构物的港口与海上作业,包括:

- 钢结构基础;
- 混凝土重力基础结构;
- 高桩钢基础或钢与混凝土混合结构基础;
- 海底模板或类似的临时结构、临时辅助安装设备;
- 钢质或混合材料塔筒、风力涡轮机发电机的机舱和叶片;
- 系泊于海床上的涡轮机;
- 用于海上升压站或海上起居平台的自升式海上装置;
- 船舶从码头或海岸进行的水下作业系统;
- 风电场内的阵列电缆以及将风电场连接到电网的输出电缆。

本文件亦适用于对现有结构物的改造,例如安装额外部件、更换部件或退役拆卸,以及在风电场运营寿命周内与技术维修相关的海上作业。

本文件不适用于以下作业:

- 建造活动,例如未面临海洋环境的岸上预装配场地;
- 岸上公路运输;
- 潜水作业。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

ISO 19901-1 石油和天然气工业 海上结构的特殊要求 第1部分:海洋气象设计与运行条件(Petroleum and natural gas industries—Specific requirements for offshore structures—Part 1: Metocean design and operating considerations)

ISO 19901-7 石油和天然气工业 海上结构的特殊要求 第7部分:浮式海上结构和移动式海上设施的位置保持系统(Petroleum and natural gas industries—Specific requirements for offshore structures—Part 7: Stationkeeping systems for floating offshore structures and mobile offshore units)

ISO 19905-1 石油和天然气工业 海上移动设备的现场评估 第1部分:自升平台(Petroleum and natural gas industries—Site-specific assessment of mobile offshore units—Part 1: Jack-ups)