

ICS 27.180

P 00

备案号: 39889—2013

NB

中华人民共和国能源行业标准

P

NB / T 31033 — 2012

海上风电场工程
施工组织设计技术规定

Code for construction planning of offshore wind power projects

2012-10-29 发布

2013-03-01 实施

国家能源局 发布

中华人民共和国能源行业标准

海上风电场工程
施工组织设计技术规定

Code for construction planning of offshore wind power projects

NB / T 31033 — 2012

主编机构：水电水利规划设计总院

批准部门：国 家 能 源 局

施行日期：2013 年 3 月 1 日

中国电力出版社

2013 北 京

中华人民共和国能源行业标准
海上风电场工程
施工组织设计技术规定

Code for construction planning of offshore wind power projects

NB / T 31033 — 2012

*

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京九天众诚印刷有限公司印刷

*

2013 年 7 月第一版 2013 年 7 月北京第一次印刷

850 毫米×1168 毫米 32 开本 1.125 印张 26 千字

印数 0001—3000 册

*

统一书号 155123 · 1563

敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

前 言

根据《国家能源局关于下达 2012 年第一批能源领域行业标准制（修）订计划的通知》（国能科技〔2012〕83 号）的安排，编制本标准。

为合理开发利用海上风能资源，规范和指导海上风电场工程开发建设，满足我国海上风电场工程施工组织设计技术方案编制的需要，规范海上风电场工程施工组织设计工作，保证设计质量制定本标准。本标准规定了海上风电场施工组织设计应遵循的设计原则、设计方法和技术要求，主要内容包括施工交通运输、施工围堰、主体工程施工、施工总布置、施工总进度等。

本标准由能源行业风力发电标准化委员会归口并负责解释。

本标准主要起草单位：中国水电顾问集团华东勘测设计研究院、水电水利规划设计总院。

本标准主要起草人：荣洪宝、徐江、周永、赵生校、周娥娜、余奎、易跃春。

本标准审查人：王志臣、周建平、陈惠明、王武斌、刘斌、张祖义、于合春、翁新雄、黄晓辉、卢兆钦、喻葭临。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至水电水利规划设计总院（北京市西城区六铺炕北小街 2 号，100120）。

NB / T 31033 — 2012

目 次

前言 I

1 总则..... 1

2 术语..... 2

3 基本规定..... 4

4 施工交通运输..... 6

 4.1 一般规定 6

 4.2 场外交通 7

 4.3 场内交通 8

5 施工围堰..... 10

 5.1 施工围堰标准 10

 5.2 围堰形式选择 11

 5.3 土石围堰 12

 5.4 钢板桩、钢套箱围堰 13

6 主体工程施工..... 14

 6.1 风电机组基础施工..... 14

 6.2 机组安装..... 17

 6.3 海上升压变电站施工 19

 6.4 电缆敷设施工 19

7 施工总布置..... 20

 7.1 一般规定 20

 7.2 施工场地选择与分区规划..... 20

 7.3 施工工厂区..... 21

 7.4 仓储系统区..... 22

8 施工总进度..... 23

 8.1 一般规定 23

 8.2 工程筹建、准备期施工进度 24

NB / T 31033 — 2012

8.3 风电机组基础施工进度 24

8.4 风电机组安装施工进度 24

8.5 升压变电站及电缆敷设施工进度 25

9 附表、附图 26

本标准用词说明 27

引用标准名录 28

NB / T 31033 — 2012

Contents

Foreword I

1 General Provisions 1

2 Terms 2

3 Basic Requirement 4

4 Construction Traffic and Transportation 6

 4.1 General Requirements 6

 4.2 Site Access 7

 4.3 On-site Access 8

5 Construction Cofferdam 10

 5.1 Standard for Construction Cofferdam 10

 5.2 Selection of Cofferdam Type 11

 5.3 Earth-rock Cofferdam 12

 5.4 Steel Sheet Pile/Steel Boxed Cofferdam 13

6 Construction of Main Works 14

 6.1 Construction of WTG Foundation 14

 6.2 WTG Installation 17

 6.3 Construction of Offshore Step-up Substation 19

 6.4 Cable Laying Construction 19

7 Construction General Layout 20

 7.1 General Requirements 20

 7.2 Selection of Construction Site and Zoning Planning 20

 7.3 Construction Facilities Area 21

 7.4 Storage System Area 22

8 General Construction Schedule 23

 8.1 General Requirements 23

 8.2 Construction Schedule for Project Preparatory Period 24

NB / T 31033 — 2012

8.3 Construction Schedule for WTG Foundation 24

8.4 WTG Installation and Construction Schedule 24

8.5 Construction Schedule for Step-up Substation and Cable Laying 25

9 Attached Tables and Drawings..... 26

Explanation of Wording in This Code..... 27

List of Quoted Standards 28

1 总 则

本标准适用于海上风电场中的潮间带和潮下带滩涂风电场、近海风电场。

本标准规定了海上风电场施工组织设计应遵循的设计原则、设计方法和技术要求。

本标准适用于编制新建、扩建的海上风电场工程可行性研究阶段的施工组织设计。编制海上风电场工程预可行性研究阶段、招标及施工设计阶段的施工组织设计文件可参照执行。

NB / T 31033 — 2012

2 术 语

2.0.1 海上风电场 offshore wind farm

包括潮间带和潮下带滩涂风电场、近海风电场和深海风电场。

2.0.2 潮间带和潮下带滩涂风电场 intertidal and subtidal wind farm

指在沿海多年平均大潮高潮线以下至理论最低潮位以下 5m 水深内海域开发建设的风电场。

2.0.3 近海风电场 shallow-sea wind farm

指在理论最低潮位以下 5m~50m 水深海域开发建设的风电场，包括在相应开发海域内无居民的海岛和海礁上开发建设的风电场。

2.0.4 深海风电场 deep-sea wind farm

指在大于理论最低潮位以下 50m 水深海域开发建设的风电场，包括在相应开发海域内无居民的海岛和海礁上开发建设的风电场。

2.0.5 海上风力发电工程 offshore wind power project

设置在海上的风力发电工程项目。

2.0.6 桩基础 pile foundation

由基桩和承接上部结构的承台组成的基础形式。

2.0.7 拖航 tugging navigation

采用拖轮、拖具及固定装置对海上自升式平台、浮船坞、无动力装置的驳船等进行牵引运输的方式。

2.0.8 组装场地 assemblage field

设置在陆地、码头或船坞等可进行机组设备装配作业的场所。

2.0.9 导管架 steel tubular jacket

由圆形钢管或型钢焊接而成的用来承接基桩与上部结构的空
间钢架结构体。

2.0.10 海上升压站 offshore transformer substation

设置在海上的能够实现电压转换的设施。

2.0.11 海上定位 marine positioning

确定构筑物海上位置的过程。

2.0.12 沉桩 pile-driving

将各种基桩通过专用的施工设备贯入至规定的地层。

2.0.13 调平 pile guidance

通过采取设置辅助设施和采用工程措施的方式，对桩基础进
行水平、垂直方向的位移调整至规定精度要求。

2.0.14 试桩 pile driving test

为了确定沉桩的施工工艺和检验桩的承载能力，以及验证地
质条件是否与设计相符，在桩正式沉入前，进行的试沉桩作业。

2.0.15 抛石基床 riprap mound

用块石抛填并经整平的基床。

2.0.16 分体吊装 slinged installation for parts of wind turbine

将风力发电机组设备完成分部组装工作，运输到预定位置后，
按照一定顺序进行塔架、机舱、风轮或轮毂、叶片等分部件的安
装作业。

2.0.17 整体吊装 slinged installation of integral wind turbine

将组装成一体的风力发电机组（包括塔架、机舱、风轮）通
过海上起吊设备进行的安装作业。

3 基 本 规 定

3.0.1 海上风电场工程施工组织设计应根据工程地形、地质、海洋水文、气象条件、风电场工程布置和建筑物结构特点，比选研究提出施工交通运输、主体工程施工、施工总布置、施工总进度及施工安全措施等方案的设计工作。

3.0.2 海上风电场工程的施工设备性能，直接影响风电机组选型和基础设计、施工程序与施工方法、施工进度、施工安全及工程造价，配套完整的施工设备能力是提高施工水平的关键因素，需要综合比选、合理配置。

3.0.3 施工组织设计文件的编制原则：

1 海上风电场工程施工组织设计除应遵守本标准外，还应符合国家现行有关政策、法规的规定。

2 结合工程实际，因地制宜，力求工程与当地自然环境和谐。

3 统筹安排、综合平衡、妥善协调土建与安装施工。

4 合理推广新技术、新材料、新工艺和新设备。

3.0.4 施工组织设计工作的依据：

1 预可行性研究报告及审查意见。

2 工程所在地区有关基本建设的法律法规、工程项目的特点与需求。

3 国家各有关部门（国土、海洋、交通、通信、电力、水利、环境保护、旅游、安全生产、渔业等）对工程建设有关要求及批件。

4 工程所在地区自然条件、施工电源、通信、水源及水质、交通、环境保护、旅游、防海潮（洪）等现状和近期发展规划。

5 与工程有关的现场工艺（方法）试验或生产性试验成果。

6 勘测、设计各专业有关成果。

7 应对现场进行详细调查,收集和分析近海海洋水文、气象、地质条件,建筑物布置特性,周边海域光缆、电缆、管道、航道及渔汛期等资料。

4 施 工 交 通 运 输

4.1 一 般 规 定

4.1.1 施工交通运输包括场外交通和场内交通两部分：

1 场外交通是联系风电场工程施工现场与国家（或地方）水运港口或码头、公路、铁路车站之间的交通，主要是指进场交通、物资设备来源地至卸货港口或铁路车站之间的水路或陆路交通，担负施工期间外来物资、设备、人员的运输任务。

2 场内交通是联系风电场工程施工现场内部各工区、生产生活区之间的交通，主要指至各风电机组机位、变电站的水路或陆路交通，担负场区内部物资、设备、人员的运输任务。直接从港口或码头（转运站）经水路运输物资至现场工作面的交通线路应列为场内交通运输范围。

3 场内交通运输系统应以便捷的方式与场外交通衔接。

4.1.2 施工交通运输设计应根据风电场的自然条件、风电场布置及施工特点、当地的社会交通条件等选定交通运输方案。

4.1.3 场外交通和场内交通采用水路运输时，应遵循下列原则：

1 应根据海洋水文、气象、航道等条件，分析外来物资、设备与构件的特性及运输要求，并结合施工方案，合理选择运输设备。

2 选用水运方式时，应就近选择现有或可在工程建设前投产运行的港口或码头作为风电机组设备及施工设备的装卸、转运基地。港口或码头的装卸能力应满足设备物资种类及吊高、吊重等各方面的要求。

3 海上交通运输还应选定运输过程中及海上驻留时避开恶

劣天气状况的规避路线及避风港口。

4.1.4 场外交通和场内交通采用公路运输时，应遵循下列原则：

1 场外交通、场内交通及其构筑物的设计标准应满足施工期运输强度、主要运输设备及重大件运输要求。

2 合理利用原有地方交通公路。与国家（或地方）公路相结合的场外公路和场内公路，其新建、改扩建公路技术标准除应满足《厂矿道路设计规范》GBJ 22、《公路工程技术标准》JTG B01、《公路路线设计规范》JTG D20 等规定外，还应符合风电场工程场外交通和场内交通运输的各项技术指标要求。

3 在潮间带区域采用公路运输时，应通过技术经济比较，确定公路技术标准。

4 场外公路、场内永久公路及主要干线公路的防潮水标准应符合《海港水文规范》JTS 145 的规定；场内主要施工临时道路的防潮水标准应不低于施工场地的防潮水标准。

4.1.5 施工交通运输方案的选择应充分考虑对周边环境的噪声、扬尘及占地等影响，避让环境敏感对象，确实无法避让时应采取环境保护措施。

4.1.6 施工交通运输系统应设置安全、交通管理、清洁、维修、保养等专门设施及人员。

4.2 场 外 交 通

4.2.1 应充分调查工程区附近航道情况、现有港口、码头设施的吞吐能力、场地利用条件、工程所在地现有公路主要技术标准、路况、沿线桥梁形式、设计荷载标准及当地交通发展规划等。

4.2.2 应进行场外交通运输方案比较，选择满足运输要求、安全可靠、干扰少、便于与场内交通衔接的场外交通运输方案。

4.2.3 场外交通方案选择时应考虑的因素和主要原则：

1 满足工程施工期间外来物资、设备及重大件的运输要求。运输及时、安全、可靠，中间环节少，运输成本低。

2 与国家（或地方）航道、交通干线的连接条件，以及场内、外交通的衔接条件，宜结合当地交通发展规划，合理利用国家、地方及其他工矿企业现有交通运输设施。

3 水运、公路、铁路等交通运输设施条件，以及港口、码头、桥梁、站场、转运场等设施的技术条件，必要时进行改扩建或加固处理。

4 特殊重大件经公路运输进场时，可经过技术经济比较采取临时加宽加固措施运输进场。

4.2.4 设备和物资宜优先选择水路运输方式。若场址附近没有可利用的港口或码头，通过论证分析，必要时可结合场内运输修建临时码头，采用水路和公路联合运输方式。临时码头的规模及功能除应满足风电场设备运输需要外，还应符合《港口工程桩基规范》JTS 167-4、《海港工程混凝土结构防腐蚀技术规范》JTJ 275、《重力式码头设计与施工规范》JTS 167-2、《高桩码头设计与施工规范》JTS 167-1、《板桩码头设计与施工规范》JTS 167-3、《格形钢板桩码头设计与施工规程》JTJ 293、《斜坡码头及浮码头设计与施工规范》JTJ 294 等要求。

4.3 场 内 交 通

4.3.1 场内交通可结合工程周边符合要求的港口或码头位置，根据海洋水文、气象、地形、地质条件和施工总布置进行统筹规划。

4.3.2 滩涂地带堤（海堤或围堰）内风电场场内运输宜以公路为主，道路布置应根据路线及结构设计、工程量及投资、运行维护费用等因素综合比较确定。

1 风电机组安装设备转场作业时，道路技术标准应满足设备行驶要求。

2 场内干线公路宜满足矿山三级公路标准，并宜采用沥青或混凝土路面；场内支线公路宽度可根据实际施工需要确定，选用砂石、碎石、泥结碎石及水稳层等路面形式。

3 应保持道路路基稳定、线路顺畅、路面整洁、设施及标志齐全；应满足安全、环境保护等要求。

4.3.3 滩涂地带堤（海堤或围堰）外风电场场内运输可采用水陆两栖运输车或运输驳船，其运输能力应满足施工设备、风电机组设备及材料的运输要求。

4.3.4 近海风电场工程场内交通应采用船舶进行运输，并根据风电机组的吊装方案、材料、构件与施工设备的特性及运输要求进行船舶的配置。

5 施 工 围 堰

5.1 施 工 围 堰 标 准

5.1.1 施工围堰级别及设计标准

受海水位变化影响，海上风电场工程基础施工中应解决好潮水问题。海上风电场工程基础采取修筑施工围堰，施工围堰级别的划分需考虑失事后果、使用年限和围堰工程规模等因素。

施工围堰级别具体按表 5.1.1-1 进行划分。

表 5.1.1-1 施工围堰级别划分表

围堰级别	失事后果	使用年限 (年)	围堰工程规模
2	影响总工期，造成重大灾害和重大经济损失	>3	高度>10m 或长度>10km
3	影响总工期，造成较大损失	1~3	高度 5m~10m 或长度 5km~10km
4	总工期有影响，经济损失较小	<1	高度<5m，且长度<5km
5	总工期影响小，经济损失小		单个基础围堰

注：表中 3 项指标中，当有 2 项满足时即达到该级别。

施工围堰设计潮水标准根据围堰结构形式、级别，按表 5.1.1-2 确定。

表 5.1.1-2 施工围堰设计潮水位标准 [年 (重现期)]

挡水建筑物结构类型 \ 挡水建筑物级别	2	3	4	5
土石	100	50	20	10
混凝土、钢结构	50	20	10	5

5.1.2 施工围堰顶高程和安全超高确定

施工围堰顶高程不低于设计重现期的潮水水位与波高及围堰堰顶安全加高值之和，安全加高值按表 5.1.2 确定。波高采用与挡水标准相同的水文重现期进行计算，主要计算方法参见《海港水文规范》JTS 145。

表 5.1.2 施工围堰堰顶安全加高下限值 (m)

施工围堰结构类型	施工围堰级别	
	2~3	4~5
土石	1.0	0.7
混凝土、钢结构	0.5	0.4

注：当钢结构施工期兼做模板使用时，其顶高程还需考虑永久结构顶高程的要求。

5.1.3 考虑不同海域潮水位年内有一定变化，应根据具体工程海域实际潮水位年内变化规律，研究制定一年中不同施工时段的设计潮水位。

5.1.4 风电场工程其他施工临时平台防潮水标准可参考同级别施工围堰防潮水标准确定。

5.1.5 风电机组施工期还应考虑台风、雷暴、冰冻等对风电机组基础施工、风电机组运输安装等工序的影响，根据风电机组主要构件尺寸和吊装运输设备能力，提出台风、雷暴及冰冻期间停止施工的具体标准和要求。

5.1.6 施工围堰设计中应考虑遭遇超标准潮水时的工程施工应急措施等内容。

5.2 围堰形式选择

5.2.1 海上风电场工程施工围堰一般采用土石围堰、筑岛、钢板桩、钢套箱等形式。经过论证分析，也可采用其他围堰形式。

5.2.2 围堰形式选择的原则：

1 安全可靠，能够满足抗渗、稳定、抗冲刷、抗侵蚀等要求。

2 结构简单、施工方便，易于拆除或重复利用。

3 围堰建筑材料施工运输方便。

4 具有良好的经济性。

5.2.3 不同施工围堰选用的范围和特点：

1 土石围堰适用于能够充分利用当地材料、地基适应性强的条件，对于要求多个风电机组基础同时干地施工时，可比较选用。

2 钢板桩围堰适用于软弱地基上的基础条件，一般采用打入式板桩组合。钢板桩围堰施工水深受钢板桩结构强度限制，适合中等水深基础条件。

3 套箱围堰适用于深水条件或海流流速大而海床易受冲刷的环境条件。

4 筑岛主要适用于浅水区域，能够充分利用当地材料，地基适应性强。

5.3 土 石 围 堰

5.3.1 土石围堰边坡稳定安全系数 K ：2~3 级， K 应不小于 1.2；4~5 级， K 应不小于 1.05。

5.3.2 土石围堰填筑材料应主要考虑就地取料施工，可采用吹填土、土石混合料等填筑，填筑材料应满足堰体渗透稳定要求。

5.3.3 土石围堰基础应根据地基渗透特性确定防渗处理措施。

5.3.4 土石围堰的堰体结构应符合下列规定：

1 堰顶宽度应满足施工需要。

2 填筑坡比应根据材料的物理力学特性和碾压工艺等因素，经计算分析后确定。

3 围堰外侧边坡应采取反滤及防冲刷措施。

4 堰体应采取防渗措施，堰体排水布置、沉降计算和渗透控制指标、材料压实指标等根据《海堤工程设计规范》SL 435 的规

定执行。

5 必要时，堰体内外侧边坡应考虑潮水淹没基坑时过水防护措施。

6 围堰及其基础应采取有效措施，防止出现振动液化。

5.4 钢板桩、钢套箱围堰

5.4.1 钢板桩、钢套箱结构设计应采用极限状态设计方法，可参照《板桩码头设计与施工规范》JTS 167-3、《格形钢板桩码头设计与施工规程》JTJ 293 等要求执行。

5.4.2 钢板桩、钢套箱结构应对其施工期不同阶段、运行期不同工况进行结构强度分析，满足安全运行要求。

5.4.3 钢板桩围堰应符合下列规定：

1 围堰形成的基坑空间，应满足承台施工需要，一般堰壁内侧距离承台外表面应不小于 1m。

2 堰体应进行整体抗滑、抗倾覆稳定计算，堰体材料应满足抗弯、抗剪等强度要求。

3 选择的围堰结构形式尽量减少钢材用量。

4 钢板桩的厚度应考虑挡水、打桩施工等需要，经计算确定。桩型宜采用定型产品，接桩层数不宜超过 2 层。钢板桩材料宜选用热轧钢板。

5.4.4 钢套箱围堰根据实际施工条件，可采用有底或无底两种形式。钢套箱箱体结构强度和稳定应满足《板桩码头设计与施工规范》JTS 167-3、《格形钢板桩码头设计与施工规程》JTJ 293 等要求。

6 主体工程施工

6.1 风电机组基础施工

6.1.1 一般规定:

1 海上风电场风电机组基础常采用的形式主要为:桩基础(包括单桩基础、多桩混凝土承台基础、多桩导管架基础等)、重力式基础。

2 应区别对待潮间带和潮下带滩涂风电场、近海风电场的风电机组基础,通过分析论证采用最优的施工方案和船机设备配置。

3 为确定沉桩的施工工艺和检验桩的承载能力,以及验证地质条件是否与设计相符,在正式沉桩前,应按照《港口工程桩基规范》JTS 167-4 等规定进行试沉桩作业。

6.1.2 桩基施工。桩基础采用的桩基类型主要有钢管桩、预制混凝土桩及钻孔灌注桩等。

1 钢管桩施工:

- 1) 钢管桩宜在工厂整根制作或工厂分段制作后在现场陆上拼接。钢管桩分段长度可按最大运输能力考虑,以减少现场拼接次数。
- 2) 海上风电场风电机组基础钢管桩宜采用驳船或专用运输船运输。
- 3) 近海风电场工程沉桩施工,可采用专用打桩船施工或起重船吊锤施工。
- 4) 潮间带和潮下带滩涂风电场沉桩设备根据工作水深、乘潮时段和船舶吃水要求,可采用两栖式履带式打桩设备、平板驳船或拼装组合施工平台上架设

打桩设备。

- 5) 适合于钢管桩沉桩的桩锤类型有液压冲击式打桩锤、柴油冲击式打桩锤和液压振动锤等。锤型的选择应根据海床地质条件、桩型、桩身结构强度、桩基承载力和桩锤的性能，并结合施工经验等情况综合确定。

2 预制混凝土桩施工：

- 1) 预制混凝土桩宜由工厂制作，现场拼接及吊运安装应满足安全要求。
- 2) 预应力混凝土管桩运输、沉桩设备的选取与钢管桩相同。

3 钻孔灌注桩施工：

- 1) 钻孔灌注桩施工可采用导管架式平台、钢管桩平台、自升式平台作为临时施工平台。
- 2) 灌注桩成桩主要施工方法有泥浆护壁钻孔灌注桩、沉管灌注桩等。
- 3) 钢护筒一般采用打桩船或打桩机锤击下沉，也可以用起重机吊锤下沉。锤型选择要考虑水文、地质条件和锤击能量等因素，常用的有电动振动锤或液压振动锤、柴油锤、液压锤等。

6.1.3 导管架施工：

1 导管架运输宜采用驳船载运、浮力装置浮运等方法。小型导管架近距离范围内的运输，在良好的天气和海况的条件下也可考虑起重船直接吊运。

2 导管架浮运系统应具有足够的稳定性和储备浮力，并应配置相应的拖轮与系泊装置，拖轮应具有足够的功率和吨位。所选择的拖航航线，应有足够的海上机动区和适当的吃水深度。拖航运输应在适宜的气候和海洋环境条件下进行。

3 导管架安装遇到较不利的环境及动力荷载，需对起重设备和被吊结构的影响采取适当的安全措施。

6.1.4 重力式基础:

1 重力式基础宜进行整体预制,其预制方式根据基础的尺寸、重量、预制期、陆域及海域情况、船舶设备配置等因素确定。预制地点应尽可能靠近工程区域,便于运输。

2 根据重力式基础重量、尺寸、底板附着力等因素计算起吊荷载,选用合适的起吊设备。

3 重力式沉箱基础需投放填充材料时,应采取技术措施,防止损伤箱壁和产生不均匀沉降。

6.1.5 混凝土施工:

1 混凝土材料及配合比。风电机组基础混凝土应采用海上工程耐久性混凝土。混凝土的强度、抗冻性、抗渗性、抗腐蚀性 & 检验工作应按照《水运工程混凝土施工规范》JTS 202、《海港工程混凝土结构防腐蚀技术规范》JTJ 275 等规定执行。对暴露于浪溅区的混凝土,宜采用高性能混凝土。配制高性能混凝土应选用优质水泥、级配良好的优良骨料,同时掺加优质掺合料和与水泥匹配的高效减水剂。混凝土配合比应经试验选定。

2 混凝土浇筑:

1) 基础混凝土宜一次浇筑成型。

2) 潮间带和潮下带滩涂风电场风电机组基础混凝土浇筑可采用陆上或船上搅拌混凝土,由多级泵送或履带式混凝土搅拌车运送混凝土到浇筑地点。混凝土的搅拌和运输应保证施工强度和施工质量。采用长距离多级泵送混凝土时,应对海潮、海浪及地形等海洋资料进行分析,并考虑多级泵分级布置的位置、混凝土输送管道与施工临时道路布置相结合的可能性。多级输送泵每级泵送距离宜小于 1.0km,当超过 1.0km 时,应进行分析论证。

3) 近海风电场风电机组基础混凝土浇筑宜采用混凝土搅拌船,通过吊罐入仓或泵送入仓的方式。大体积混

凝土的浇筑方法优先考虑吊罐入仓的浇筑方式。混凝土构件宜由工厂预制，以减少现场作业量。

3 混凝土温度控制。对大体积混凝土承台浇筑应提出适宜的温度控制标准、措施与要求，保证混凝土施工质量。

6.2 机 组 安 装

6.2.1 风电机组设备安装方法的选择应遵守下列原则：

1 适应施工海域的海洋水文、气象、地形与地质、风电机组布置以及其他涉水建筑物安全使用条件。

2 施工吊装设备的吊装能力应能满足风电机组各部件的重量、吊高和组装要求。

3 施工吊装设备在潮汐、波浪、海流、风等作用下应能安全稳定运行。

4 工程施工安全、方便，工期短，费用低。

5 施工步骤要求应参照《海上风力发电工程施工规范》GB/T 50571 等要求执行。

6.2.2 风电机组设备安装可分为分体吊装方式和整体吊装方式。根据选用的风电机组设备各部件的外形尺寸、重量，以及风电场工程现场施工条件、周边陆上设备装配场地和装运码头条件等，通过技术、经济比较，选择风电机组设备安装方案，提出安装作业程序、主要方法和船机设备配置。

6.2.3 风电机组海上整体吊装时，宜在陆上布置设备堆放和装配场地，并合理选择出运码头。风电机组整体装配完成后，通过船舶整体运输，风电机组运到风电场现场，再利用起重船将风电机组整体吊到风电机组基础上。

6.2.4 风电机组海上分体安装时，风电机组各设备部件采用运输船舶或车辆运至风电场现场后，利用起吊设备将各部件吊到风电机组基础上。各部件应尽量利用陆上场地、海上平台进行预先拼装，减少海上吊装部件数量，降低海上作业风险。

6.2.5 应对风电机组设备堆放和装配场地进行规划布置。堆放和装配场地应符合下列规定：

1 场地分为陆上和海上，并应尽可能地靠近风电场区域，有符合风电机组设备装运要求的港口码头场地宜优先选用，码头的长度、水深、吊装设备等条件应满足设备装运船舶的要求。

2 场地面积应根据风电机组设备供应和安装计划，各部件存放、拼装、转运等要求确定。条件允许时，尽可能减少布置设备堆放场地，将设备直接运输至起吊点安装。

3 场地应平整稳定，场地高程应满足防潮水标准要求。当场地地基较软弱，不能满足设备堆放和装配作业要求时，应研究提出保证场地稳定、安全的措施。

4 场地上应配备风电机组设备卸货、拼装、牵引、起吊、锚固等设备和设施，满足风电机组设备、物资卸装和拼装需要。

6.2.6 运输、吊装设备选择应符合以下要求：

1 适应工作区域的作业环境（包括海洋水文、气象、地形、地质条件等），满足设备吊重、吊高、作业半径以及船舶稳定、结构承载能力等各项作业要求。

2 安全可靠、性能稳定、灵活机动、通用性强、效率高、能耗低；易于维护、保养、调度。

3 满足风电机组设备安装进度、质量要求。

6.2.7 潮间带和潮下带滩涂风电场风电机组设备采用非船舶安装的施工方案时，应保证露滩的时段能满足施工设备的进出场和作业时间。不能满足作业时间要求时，应有合适的避潮措施。

6.2.8 利用起重船吊装风电机组时，应采取措施固定起重船，配置好起吊装置，在风电机组基础与塔筒之间以及各部件之间宜设置缓冲、定位装置，吊装过程中宜配置监测设施，进行施工期监测，保证风电机组吊装安全、定位准确。

6.2.9 当一台起重设备不能完成风电机组设备吊装任务，需要多台起重设备共同作业时，应提出吊装方法和措施，满足设备吊装

要求，并按照《风力发电场安全规程》DL/T 796 的规定进行方案设计，保证风电机组和起重设备的吊装安全。

6.3 海上升压变电站施工

6.3.1 海上升压变电站基础施工参照风电机组基础施工。

6.3.2 海上升压变电站结构及设备宜在陆地完成全部或部分预制、装配作业，然后进行海上吊装施工。

6.3.3 海上升压变电站平台宜采用整体吊装方式，站内设施可在陆上组装，随升压变电站平台一起吊装，也可待升压变电站平台吊装就位后，分批吊装。

6.4 电缆敷设施工

6.4.1 潮间带和潮下带滩涂区域电缆敷设施工：

1 根据潮间带和潮下带滩涂地形、地貌情况，确定电缆敷设施工方法、施工设备配置。

2 电缆跨越海堤时，经方案比选确定电缆跨越形式，如爬坡式、顶管式或其他形式，同时应做好海堤原有防渗体系的保护措施。

3 滩涂或浅水区电缆敷设可采用两栖履带挖掘机或其他设备进行挖沟作业，及时铺设电缆并填埋电缆沟。

6.4.2 近海区域电缆敷设施工：

1 近海区域电缆敷设一般为不间断施工，应充分考虑海洋水文、气象、台风，附近海域电缆、光缆及渔网等因素，确定电缆敷设时段和敷设方案。

2 电缆穿越已有海底设施时（如通信光缆、石油管道等），应与有关各方协调，采取可靠措施，确保原有设施的正常运行。

3 电缆敷设施工设备可采用开沟犁或铺缆船进行作业，挖沟完成后及时敷设电缆并填埋电缆沟。在海底淤泥区敷设时，开沟犁开沟和电缆敷设应同时进行。

7 施工总布置

7.1 一般规定

7.1.1 施工总布置应综合分析海上风电场工程布置特点、施工条件和工程所在地区交通条件、社会资源、自然条件等因素，妥善处理好环境保护和水土保持与施工场地布局的关系，统筹规划为工程施工服务的临时设施及各种材料和设备供应，确定合理的材料、设备的存放以及施工场地布置方案。

7.1.2 施工总布置应遵循因地制宜、有利生产、方便生活、环境友好、节约资源、经济合理的原则，满足工程建设和运行管理要求。

7.1.3 施工总布置方案应力求协调紧凑，节约用地，最大限度地减少对当地群众生产、生活不利影响，尽量避让文物古迹和环境保护敏感对象。

7.1.4 主要施工场地和临时设施的防潮水标准应根据工程规模、施工进度安排、海洋水文特性等因素，在 5~20 年重现期内分析采用，重要及与永久结合的施工场地防潮（水）标准，经论证可适当提高。

7.1.5 工程船舶避风方案应结合船舶抗风浪能力、周边可利用锚地情况及船只施工条件统筹规划，合理选择避风锚地布置方案。

7.1.6 施工总布置设计中环境保护和水土保持的要求应遵守《海上风力发电工程施工规范》GB/T 50571 等相关条款规定。

7.2 施工场地选择与分区规划

7.2.1 根据海上风电场工程布置特点和施工需要，确定临建设施

的项目划分、组成、规模和布置，并计算各种临建设施规模和建筑面积。

7.2.2 根据可供利用场地的位置、交通条件、地形地质条件、场地面积等因素，结合施工需要，综合分析合理选择施工场地。

7.2.3 施工场地应结合场外与场内交通运输方案进行规划，满足方便施工转场要求；施工场地宜采用相对集中布置方式，并结合利用永久设施，尽量缩小临建设施规模。应重点研究风电机组设备组装及堆放场地布置方案。

7.2.4 施工场地排水系统应保证畅通，衔接合理。施工场地地表雨水排除的地面坡度不宜小于 0.3%，湿陷地区不宜小于 0.5%，建筑物周围场地坡度宜大于 0.2%。

7.2.5 根据海上风电场布置，结合分析对海上交通、电力、通信、输油输气管线等分布和影响，确定海上作业工区和作业范围。

7.3 施工工厂区

7.3.1 施工工厂区包括风电设备组装及堆放场，混凝土生产、施工供水、施工供电、钢材（筋）加工、机械和汽车修配等系统。施工工厂宜采用相对集中的布置方式，布置在运输和水电供应方便处，并满足防潮水、防洪、防火、安全、卫生和环保要求。

7.3.2 陆上组装场及堆放场地宜尽量设置在港口、码头或附近场地开阔、运输条件好的区域，并充分考虑配套的吊装和运输设备。

7.3.3 混凝土生产系统应根据风电场布置特点、场内外交通条件及施工特点进行布置。

1 潮间带和潮下带滩涂风电场混凝土生产系统宜集中布置在陆上交通方便处，尽量靠近风电机组集中布置区域及升压站，场地面积满足生产规模要求。

2 近海风电场利用混凝土搅拌船（站）供应或利用风电机组施工平台布置固定式搅拌站供应，对于陆地升压站其混凝土搅拌站宜靠近升压站布置。

7.3.4 钢材（筋）等加工厂宜结合布置，设置综合加工厂，场地面积和生产能力应满足施工要求。

7.3.5 施工供水包括生产和生活用水，应根据水源、水质条件及当地社会条件确定供应方式，尽量利用当地的供水条件。

7.3.6 施工供电主要包括陆地施工用电和风电机组施工点用电。供电系统应保证生产、生活高峰负荷需要。陆地施工用电主要包括施工设施的生产和生活用电，电源选择应结合工程所在地电力供应条件和施工需要确定；风电机组施工点用电由施工船舶、施工设备自行解决。

7.3.7 机械、汽车修配厂尽量利用当地的修配能力。机械修配厂宜与汽车修配厂结合设置，并应有足够的设备停放场地。

7.4 仓 储 系 统 区

7.4.1 仓储系统主要包括物资和设备仓库、临时堆场等设施。

7.4.2 仓储系统布置区应有良好的交通条件，其位置和结构形式根据储存材料技术要求、服务对象、场地条件研究确定，其安全要求应符合《风力发电场安全规程》DL/T 796 等规定。

7.4.3 仓储系统规模应根据工程具体情况或参照同类工程类比确定。

7.4.4 物资仓库宜与施工工厂结合布置，永久设备堆存场宜与风电机组设备组装场结合布置。

8 施工总进度

8.1 一般规定

8.1.1 编制施工总进度应根据工程特点、工程规模、技术难度，依据施工组织管理水平和施工机械化程度，合理安排工程建设工期，并分析论证项目业主对工期提出的要求。

8.1.2 海上风电场工程建设过程可划分为以下三个阶段：

1 工程筹建期：工程正式开工前为承包商进场施工创造条件所需的时间。工程筹建期工作主要包括办理施工用海、用地手续，工程招投标，场外交通工程等。

2 工程准备期：准备工程开工至主体工程开工前的工期。一般包括场地平整、场内交通工程、施工供电、施工供水、施工通信及生产、生活设施及其他影响项目关键进度的施工临时工程等。

3 主体工程施工期：从风电机组基础或升压站施工开始至风电机组、集电线路、交通工程和风电场升压变电站等主体工程竣工为止的工期。

工程建设总工期为工程准备期和主体工程施工期之和。

8.1.3 编制施工总进度的原则：

1 严格执行基本建设程序，遵循国家法律、法规和有关标准。

2 按照当前平均先进施工水平合理安排工期。地质条件复杂、气候条件恶劣或受潮水制约的工程，工期安排宜适当留有余地。

3 根据海洋水文、气象等自然条件并结合施工设备选型，分析海上有效施工天数，重点研究风电机组基础施工及设备吊装等关键项目的施工进度计划。

4 单项工程施工进度与总进度相互协调，施工程序前后兼顾、衔接合理、干扰少、施工均衡。

5 考虑机组订购、制造及供货周期，安排好机组调试、启动和试运行工期。

6 做到资源配置均衡。

8.1.4 应统筹安排、充分做好前期准备工作，为主体工程高速度、高质量施工创造条件。

8.1.5 主体工程施工期必须纵观全局，统筹兼顾，妥善协调基础施工与风电机组吊装、关键项目与一般项目之间的关系，力求做到工期短、施工均衡、资源需求平衡。

8.1.6 施工总进度需突出关键工程、技术复杂工程，明确准备工程和主体工程起点时间，明确第一批机组发电和工程完工日期。对控制施工进度的重要里程碑，应在施工进度设计中予以明确。

8.2 工程筹建、准备期施工进度

8.2.1 工程筹建、准备期建设项目应与所服务的主体工程施工进度协调安排。有条件时应尽量提前紧凑安排，平行交叉进行。

8.2.2 单项工程的施工工期宜结合类似工程经验、工程实际情况和有关规定等综合分析后确定。

8.3 风电机组基础施工进度

8.3.1 风电机组基础施工进度应综合考虑海洋水文、气象条件、风电机组基础结构形式、施工方案、设备生产能力及总进度要求等因素研究确定。

8.3.2 风电机组基础施工进度应重点分析施工设备的施工能力、有效施工时段、天数及施工强度，合理安排工期。

8.4 风电机组安装施工进度

8.4.1 风电机组安装施工进度应根据海洋水文、气象条件、设备

吊装方案及总进度要求等因素研究确定。

8.4.2 风电机组安装是海上风电场施工的关键性项目，应根据风电场的海洋水文、气象、地质条件、运输及起吊设备的能力分析比较不同吊装方案的施工工期。

8.5 升压变电站及电缆敷设施工进度

8.5.1 升压变电站及电缆敷设施工进度应综合考虑海洋水文、气象条件、施工设备及总进度要求等因素研究确定。

9 附表、附图

海上风电场工程施工组织设计有以下附表、附图：

- 1 风电场工程主要施工设备表。
- 2 场外交通图。
- 3 场内施工交通布置图。
- 4 施工围堰布置图。
- 5 主要施工方法示意图。
- 6 施工总布置图。
- 7 施工总进度表。

本标准用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- GB/T 50571 海上风力发电工程施工规范
GBJ 22 厂矿道路设计规范
DL/T 796 风力发电场安全规程
SL 435 海堤工程设计规范
JTS 145 海港水文规范
JTS 167-1 高桩码头设计与施工规范
JTS 167-2 重力式码头设计与施工规范
JTS 167-3 板桩码头设计与施工规范
JTS 167-4 港口工程桩基规范
JTS 202 水运工程混凝土施工规范
JTJ 275 海港工程混凝土结构防腐蚀技术规范
JTJ 293 格形钢板桩码头设计与施工规程
JTJ 294 斜坡码头及浮码头设计与施工规范
JTG B01 公路工程技术标准
JTG D20 公路路线设计规范
-

.....



统一书号：155123 • 1563

电力工程/新能源发电