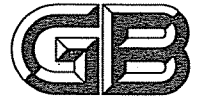


UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB/T 50571 - 2010

---

# 海上风力发电工程施工规范

The code for construction of offshore wind power project

2010 - 05 - 31 发布

2010 - 12 - 01 实施

---

中华人民共和国住房和城乡建设部  
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

中华人民共和国国家标准

海上风力发电工程施工规范

The code for construction of offshore wind power project

**GB/T 50571 - 2010**

主编部门：中国电力企业联合会

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2010年12月1日

中国计划出版社

2010 北 京

中华人民共和国国家标准  
海上风力发电工程施工规范

GB/T 50571-2010

☆

中国电力企业联合会 主编

中国计划出版社出版

(地址:北京市西城区木樨地北里甲11号国宏大厦C座4层)

(邮政编码:100038 电话:63906433 63906381)

新华书店北京发行所发行

世界知识印刷厂印刷

---

850×1168毫米 1/32 2.5印张 63千字  
2010年10月第1版 2010年10月第1次印刷  
印数1—4000册

☆

统一书号:1580177·470

定价:15.00元

# 中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 611 号

## 关于发布国家标准 《海上风力发电工程施工规范》的公告

现批准《海上风力发电工程施工规范》为国家标准,编号为 GB/T 50571—2010,自 2010 年 12 月 1 日起实施。

本规范由我部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

二〇一〇年五月三十一日

## 前 言

本规范是根据原建设部《关于印发〈2007 年工程建设标准规范制订、修订计划(第二批)〉的通知》(建标〔2007〕126 号)的要求,由中国长江三峡集团公司会同有关单位,共同编制完成的。

在编制过程中,编制组进行了广泛的调查研究和讨论,总结了近年来国内外海上风力发电工程施工的经验,以多种方式广泛征求了全国有关单位的意见,对主要问题做了反复修改,最后经审查定稿。

本规范共分为 10 章,内容包括总则、术语、施工准备、施工交通运输、基础工程施工、风力发电设备安装、海底电缆敷设、工程观测与检测、风电场的调试与试运行、施工管理等内容。

本规范由住房和城乡建设部负责管理,中国电力企业联合会负责日常管理,中国长江三峡集团公司负责具体技术内容的解释。在执行本规范过程中,请各单位注意总结经验,积累资料,随时将有关的意见和建议寄给中国长江三峡集团公司科技环保部(地址:湖北省宜昌市西坝建设路 1 号,邮政编码:443002),以供今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人:

主 编 单 位: 中国长江三峡集团公司

参 编 单 位: 龙源电力集团股份有限公司

中国水电顾问集团华东勘测设计研究院

深圳大学

中国水电顾问集团北京勘测设计研究院

长江新能源开发有限公司

水资源高效利用与工程安全国家工程研究中心

武汉大学

主要起草人：曹广晶 杨校生 刘 建 赵生校 吴朝月  
钱锁明 陈星莺 王武斌 曲海滨 郑永明  
吴启仁 彭 澎 莫力科 贾富生 华祖林  
罗金平 代振峰 王卓甫 赖 旭 郑主平  
主要审查人：王斯永 许松林 汪 毅 施鹏飞 胡传煜  
王建丰 张文忠 范 炜 张世惠 王伟胜  
庄新涯 石卫东 高宏飏 姚耀淙 张 钧  
王志新 朱锡昶 池钊伟 张 斌 曹 菁  
朱 毅 邓建军 莫尔兵 肖志东

# 目 次

1	总 则	( 1 )
2	术语	( 2 )
3	施工准备	( 4 )
3.1	一般规定	( 4 )
3.2	施工测量	( 4 )
3.3	施工组织设计	( 4 )
4	施工交通运输	( 7 )
4.1	一般规定	( 7 )
4.2	施工交通	( 7 )
4.3	构件、材料及设备运输	( 8 )
5	基础工程施工	( 12 )
5.1	一般规定	( 12 )
5.2	重力式基础	( 12 )
5.3	桩基础	( 14 )
5.4	海上变电站基础	( 20 )
6	风力发电设备安装	( 21 )
6.1	一般规定	( 21 )
6.2	风力发电机组安装	( 21 )
6.3	海上变电站安装	( 24 )
6.4	电气安装	( 25 )
6.5	配套设施安装	( 25 )
7	海底电缆敷设	( 26 )
7.1	一般规定	( 26 )
7.2	敷设作业	( 26 )

8	工程观测与检测	(29)
9	风电场的调试与试运行	(31)
9.1	一般规定	(31)
9.2	风力发电机组调试	(31)
9.3	风力发电机组试运行	(31)
9.4	变电站调试	(32)
10	施工管理	(33)
10.1	一般规定	(33)
10.2	职业健康与安全管理	(33)
10.3	质量管理	(34)
10.4	环境管理	(35)
	本规范用词说明	(36)
	引用标准名录	(37)
	附:条文说明	(39)



# Contents

1	General provisions .....	( 1 )
2	Terms .....	( 2 )
3	Construction preparation .....	( 4 )
3.1	General requirements .....	( 4 )
3.2	Construction survey .....	( 4 )
3.3	Construction planning .....	( 4 )
4	Construction transportation .....	( 7 )
4.1	General requirements .....	( 7 )
4.2	Construction traffic .....	( 7 )
4.3	Structure, materials and equipment transportation .....	( 8 )
5	Construction of foundation works .....	(12)
5.1	General requirements .....	(12)
5.2	Gravity foundation .....	(12)
5.3	Pile foundation .....	(14)
5.4	Foundation of offshore transformer .....	(20)
6	Installation of wind power equipment .....	(21)
6.1	General requirements .....	(21)
6.2	Installation of wind turbine generator system .....	(21)
6.3	Installation of offshore transformer .....	(24)
6.4	Electrical erection .....	(25)
6.5	Erection of corollary facilities .....	(25)
7	Laying-out of submarine cable .....	(26)
7.1	General requirements .....	(26)
7.2	Cabling .....	(26)

8	Observation and inspection .....	(29)
9	Testing and trial run of wind farm .....	(31)
9.1	General requirements .....	(31)
9.2	Testing of wind turbine generator system .....	(31)
9.3	Trial run of wind turbine generator system .....	(31)
9.4	Testing of transformer .....	(32)
10	Construction management .....	(33)
10.1	General requirements .....	(33)
10.2	Safety management .....	(33)
10.3	Quality management .....	(34)
10.4	Environmental management .....	(35)
	Explanation of wording in this code .....	(36)
	List of quoted standards .....	(37)
	Addition;Explanation of provisions .....	(39)

# 1 总 则

**1.0.1** 为了提高海上风力发电工程施工技术和管理水平,促进海上风力发电工程施工的规范化,保证施工质量和安全,制定本规范。

**1.0.2** 本规范适用于新建、改建和扩建的海上风力发电工程施工。

**1.0.3** 海上风力发电工程施工除执行本规范外,尚应符合国家现行相关标准的规定。

## 2 术 语

- 2.0.1 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。
- 2.0.2 重力式基础** gravity foundation  
通过自身重力来平衡风力发电机组上部结构及波浪、潮流所产生的水平力、铅直力的基础型式。
- 2.0.3 桩基础** pile foundation  
由基桩和承接上部结构的承台组成基础型式。
- 2.0.4 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。
- 2.0.5 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。
- 2.0.6 导管架** steel tubular jacket  
由圆形钢管焊接而成用作打桩作业时的导向装置和桩的横向支撑结构的空架。
- 2.0.7 海上变电站** offshore transformer  
设置在海上的能够实现电压转换的设施。
- 2.0.8 海上定位** marine positioning  
确定海洋结构物海上位置的过程。
- 2.0.9 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图纸相符,在桩正式沉入前,进行的试沉桩作业。
- 2.0.10 抛石基床** riprap mound  
用块石抛填并经整平的基床。

### 2.0.11 导标 leading marks

在同一垂直面上,由两座或两座以上标志构成一条方位线的固定的视觉航标。

### 2.0.12 阴极保护 cathodic protection

使用牺牲阳极或强制电流法等外加手段迫使电解质中被保护金属表面成为阴极,从而达到在腐蚀介质中减缓金属结构腐蚀的设施。

### 2.0.13 分体吊装 installation with part by part

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、叶片分部件的安装作业。

### 2.0.14 整体吊装 installation of assembled parts

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 施工准备

### 3.1 一般规定

- 3.1.1 海上风力发电工程施工准备期间应取得相应的施工许可。
- 3.1.2 海上风力发电工程施工应配备专用施工设备。
- 3.1.3 海上风力发电工程应按审定的施工组织设计进行施工。

### 3.2 施工测量

- 3.2.1 海上风力发电工程测量应选择适合海上施工测量的仪器。
- 3.2.2 施工测量前应收集相应的测量控制点,并在海上风力发电场(以下简称风电场)附近海岸上建立施工控制网及基准站。
- 3.2.3 风力发电机组基础定位测量宜采用海上差分定位系统进行。
- 3.2.4 风力发电机组基础海上标高可采用卫星定位系统测量法、三角高程测量法和水准测量法等进行测量。

### 3.3 施工组织设计

3.3.1 施工组织设计应包括施工组织机构、人力资源及设备配备、物资材料供应计划、海上交通运输、基础施工、海底电缆敷设及设备安装技术方案、施工布置(包括作业场地控制点坐标和工程区的划分、施工船舶泊位等)、施工进度、质量、安全和环境措施及管理体系。

3.3.2 海上风力发电工程施工应收集下列资料:

1 自然条件应包括下列内容:

- 1)气象:风向、风速、台风、大风日数、气温、降水量、降雨日数、雷电、雾等;

- 2) 海洋水文: 潮汐、潮流、波浪、泥沙、海冰、海水盐度、平均海平面以下水深等;
  - 3) 工程地形和地质: 地形图、海图、陆地部分高程差、地表坡度; 海底面形状、地基构成及物理力学性能、地震等。
- 2 施工区和附近地区条件应包括下列内容:
- 1) 施工区所涉及到的海洋工程区、军事区域、渔业养殖区、自然保护区及鸟类、鱼类迁徙路径等资料;
  - 2) 港口、航道及锚地设施情况(利用的可能性、规模、设计水深、吊装及运输设备等);
  - 3) 陆地及海上交通运输条件、地方运输能力、物资设备运输路线的状况;
  - 4) 有无障碍物(海底埋设物、空域限制等);
  - 5) 当地施工企业和制造加工企业可能提供服务的能力;
  - 6) 施工区的地形、地物及征(租)地范围内的动迁项目和动迁量;
  - 7) 施工水源、电源、油料、通信等可能的供应方式、供给量及其质量状况;
  - 8) 主要建筑材料及地方生活物资的供应状况等。
- 3.3.3 施工布置应符合下列规定:
- 1 应尽量利用永久设施,减少临时设施;
  - 2 施工布置应按水下施工转化为水上施工、水上施工转化为陆上施工、高空作业转化为低空作业的原则进行;
  - 3 转运风力发电设备的陆上基地宜靠近风电场场址,并应满足工程的运输、拼装、材料设备堆存、混凝土构件预制等要求;
  - 4 海上风力发电设备组装场可设在陆上基地内,也可利用大型驳船;
  - 5 施工基地宜集中布置,具有满足海上风力发电工程作业要求的码头并配备大型吊装和运输设备;
  - 6 施工布置应减少对现有设施的影响。

**3.3.4** 海上风力发电工程施工方案应根据工期要求、海上施工条件、施工设备配备、材料和构件的供应以及能够投入的劳动力数量等条件进行编制。

**3.3.5** 施工方案应包括下列内容：

1 根据海上风力发电机组基础结构形式、施工机具及劳动力配备、海上施工条件、海上交通运输方式，编制相应的基础施工方案；

2 根据基地的拼装条件、海上运输条件、吊装设备的能力，制订分体吊装或整体吊装方案；

3 根据海底地形及地质条件、电缆敷设设备、施工人员配备、海水水深、气象条件，编制海底电缆敷设方案；

4 根据海上变电站的结构形式、气象条件和吊装设备的能力，编制海上变电站的施工方案。

**3.3.6** 基础施工和设备安装宜采取流水作业的方法。

**3.3.7** 风力发电机组基础施工及设备安装的有效施工时段及施工天数应根据海上气象、水文条件、设备的技术条件和施工设备的作业工况确定；同时制订相应的安全技术措施，并应根据工期要求、设备到货进度、海上施工条件、配备的施工设备及劳动力情况，编制施工进度计划。



## 4 施工交通运输

### 4.1 一般规定

4.1.1 施工运输应根据施工海域气象、水文、航道等资料,确定合适的航线和运输时段,应与交通主管部门、海事部门进行沟通协调,取得批准。

4.1.2 运输方案制订过程中,应对海上风力发电机组运输所涉及到的公路、航道、港口的等级、主要的技术标准及相关的附属设施进行调研,充分利用已有的公共设施和资源,制订合理的施工运输方案。

4.1.3 大件设备运输过程中,应根据设备防冲击振动、抗变形、特定部位的允许受力等方面的要求以及对公共交通、公共设施的影响,选择合适的运输方式和运输线路。

4.1.4 设备运输过程前,应拟定应对突发恶劣天气状况及其他紧急情况的应急预案,海上运输前还应选定运输过程中及海上驻留时躲避恶劣天气状况的规避路线及避风港口。

### 4.2 施工交通

4.2.1 陆路运输前,应根据国家相关法律法规及运输线路上地方政府的相关规定,制订安全可靠的运输方案。

4.2.2 陆路运输前,应验算通过桥涵的承载能力。对转弯半径过小、纵坡过大、路面过窄等特殊地段的运输问题,应商请交通运输主管部门协助解决。

4.2.3 海上施工运输前,应向地方行政部门和国家海事部门申请,建立海上施工安全作业区。海上运输时,应遵守运输安全操作规程和各分隔航道的通航制度,制订特殊航线的安全运行措施。

4.2.4 风力发电机组运输装船时,应采取有效的加固措施,防止设备在运输过程中发生移动、碰撞受损。

4.2.5 设备海上运输前,应对气象、海况进行调查,及时掌握短期预报资料,选择合适的运输时间,规避大风大浪、暴雨情况下的运输;船舶航行作业的气象、海况控制条件应根据船舶配置情况及性能、设备技术要求等综合考虑后确定。

4.2.6 风力发电机组设备及基础转运过程中,宜减少专用施工设备的数量,充分利用码头或港口的转运设备。

4.2.7 海上运输、拖运过程中应遵守国家相关法律法规及地方政府的相关规定。

4.2.8 施工作业前,应对施工安全作业区进行扫海,并对外提供一定比例的工程施工专用海图,供施工船舶和过往船只使用,保障船舶航行安全。

4.2.9 海上风力发电工程施工临时堆放场地、组装车间宜尽量设置在港口、码头或附近具有良好靠泊、运输条件场地开阔区域,组装场、临时堆放场地及场内交通道路的设置应符合下列规定:

1 组装车间应尽可能利用港口、码头附近已有大型金属结构、电气施工能力的相关单位的生产车间,降低施工成本;

2 组装场地的设置应充分考虑码头、港口交通运输的现状,规模合理,满足机组设备及基础钢构件加工、组装的要求,不宜影响港口的物流运输。

### 4.3 构件、材料及设备运输

4.3.1 运输设备应根据风力发电机组设备、基础构件的尺寸和技术参数选择。

4.3.2 装船时,大小货物应合理配置,充分利用舱容。运输过程中货物应固定牢靠。

4.3.3 重力式基础宜在靠近港口附近的陆地、大型驳船或船坞上进行预制;预制好的重力式基础可通过大型履带式起重机、起重船

或高压滚动气囊调运至驳船、半潜驳或浮动式船坞甲板进行运输作业,并应符合下列规定:

1 采用半潜驳、甲板驳等干运时,对下潜装载、运输过程及下潜卸载的各个作业阶段应验算船舶的吃水、稳定性、总体强度、甲板强度、局部承载力及风、浪、海流作用下的船舶运动响应:

2 对于大型重力式沉箱基础,采用拖航浮游运输时,下水前应复核各工况下沉箱的浮游稳定性,根据转运港口、水域实际情况选择合适的下水方式;

3 重力式沉箱基础进行浮游、拖运前,应对其进行吃水、压载、浮游稳定的验算;

4 拖航作业时,应根据船舶吨位、功率及潮流、风浪情况,选择合适的拖缆长度,测定船位以防止偏离航线;当航线上航行的船舶较多时,应加强瞭望和注意避让;

5 根据主拖船性能和海区情况,应配备为主拖船引航、开道,放置潜水设备,紧急情况下助拖,航行中遇雾释放雾讯号等不同类型的辅助船舶。

#### 4.3.4 桩基础运输应符合下列规定:

1 管桩装船前应核算运输船舶甲板的强度、吃水,装载过程中不同压载情况下的船舶稳定性,装船后船舶在风、浪、海流作用下的稳定性;

2 通过龙门吊、起重船等吊运管桩装船时,应选择合适的吊点、吊具及起吊方式,平缓将管桩吊放到运输船舶的指定位置;

3 水平放置时,管桩之间应通过固定工装确保管桩运输过程中在风、浪、海流作用下不会发生滚动、碰撞而受损。竖直放置时,确保管桩不会在风浪作用下发生倾倒,与固定装置发生碰撞而受损;

4 运输船舶宜选用功率足够、堆放空间宽阔的船舶或与辅助拖轮配合使用。

#### 4.3.5 导管架运输应符合下列规定:

1 导管架结构通过驳船或其他船只运输时,其装船作业时在保证船体处于平衡、稳定状态,甲板的强度足够承受导管架运输作业要求;

2 导管架吊运装船应合理选择吊具、吊点,吊索宜固定于导管架的重心以上,以防在起吊过程中损坏导管架和(或)驳船;

3 导管架运输作业时,应安装足够的系紧件保证导管架固定牢固,防止导管架运输过程中受损,系紧件应便于现场清除;

4 采用浮游拖运的导管架结构应保证其灌排水系统、水密性的安全、可靠,通过滑道下水时,还应对其滑道系统进行精心设计;

5 拖航作业时,应根据导管架结构特点选择合适的拖缆长度及拖轮,保证拖航过程的安全。

#### 4.3.6 塔架运输应符合下列规定:

1 塔架运输前,应核算甲板的承载能力及塔架在风浪作用下的稳定性;

2 塔架运输时,应固定牢靠,在明显部位标上重量及重心位置;

3 塔架的各结合面及螺栓孔应有相应的保护措施;

4 露天存放及运输时,应避免腐蚀介质的侵蚀。

#### 4.3.7 机舱运输应符合下列规定:

1 装船作业前,应根据其尺寸、重量核算运输船舶结构是否满足强度要求,并根据气象条件核算运输过程中在风、浪、海流作用下的稳定性;

2 机舱装卸过程中,起吊、卸放应平缓有序,防止机舱磕碰受损;

3 固定工装应牢固,防止运输过程中受风浪作用而移动、碰撞受损;

4 机舱运输过程中应采取一定的保护措施,避免机舱内设备进水或受腐蚀介质侵蚀而受损。

#### 4.3.8 叶片、轮毂运输时,应固定牢靠;叶片的薄弱部位、螺纹和配

合面在运输、装卸过程中应加以保护,防止碰伤、堵塞。

#### **4.3.9 风力发电机组整体运输应符合下列规定:**

1 根据运输风力发电机组台数和部件参数,配置合适的运输船舶和相应的引导船;

2 根据水文、气象资料及船舶配置情况,核算船舶甲板承载能力及风力发电机组运输过程中稳定性,采取相应措施,并取得船检部门批准;

3 运输前,应在运输驳船上作适当紧固处理,并对风轮进行适当的卡位、紧固,避免风力发电机组部件运输过程中因转动、移位、倾斜、磕碰受损。

**4.3.10** 海上变电站宜采用整体运输方式进行运输。运输前,应预先在陆地完成全部或部分组装工作,转运至码头指定位置,利用起吊设备平稳吊运至运输船舶甲板上,运至指定海域;根据其吨位和相关尺寸核算船舶甲板是否满足强度要求及装船后船舶在风、浪、海流作用下的稳定性,采取必要的固定措施。

## 5 基础工程施工

### 5.1 一般规定

- 5.1.1 基础工程施工前应根据工程实际情况及施工区海域的气象、水文条件等编制详细的施工方案。
- 5.1.2 用于基础施工的原材料、构件及部件均应检验合格。
- 5.1.3 施工作业前应对气象、海况等进行调查,及时掌握短期预报资料,避开不利施工时间。基础施工作业时,应根据设备技术要求及施工船舶配置情况限定工作环境条件。
- 5.1.4 施工过程中施工区域应设立警示标志,并向相关行政主管部门申请发布航行通告;同时还应符合本规范第 10 章有关施工安全、环境、质量等方面的规定。
- 5.1.5 船只抛锚应考虑对通航、施工作业的影响,各锚缆布置应设置明显的标志或采取其他的安全措施。
- 5.1.6 施工过程中每一道工序,均应有施工记录及材料检验证明,并存入海上风力发电工程施工档案。

### 5.2 重力式基础

- 5.2.1 重力式基础宜在专门的预制场内进行整体预制,并根据基础尺寸、重量、预制场地情况、转运机械及船舶配置情况等确定预制方式和预制工期。
- 5.2.2 重力式基础原材料、配合比设计、配筋、立模、养护、力学性能测试应满足设计要求,并按现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164、《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119、《混凝土结构设计规范》GB 50010、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081 等规定执行。

5.2.3 重力式基础安装前,应预先进行海底调查作业,对海上基础位置进行准确定位,基础中心误差不得超过设计规定,必要时设立相应的导标。

5.2.4 基槽开挖时,应符合下列规定:

1 基槽开挖的尺寸、坡度应满足设计要求,并控制超挖;

2 基槽开挖深度较大时宜分层开挖,每层开挖高度应根据土质条件和开挖方法确定;

3 基槽挖至设计深度时,应对地质情况进行复核;

4 爆破开挖水下岩石基槽时,应严格控制用药量,爆破基面平整度应控制在设计规定的范围内。

5.2.5 基床需抛石加固处理时,抛石石材质量及抛石工艺应满足设计要求。

5.2.6 基槽夯实、整平应根据设计要求,选用合适的设备及施工工艺,必要时进行试夯。

5.2.7 基床整平后应及时进行基础的吊装,防止基槽周边土层在海流的作用下产生回淤沉积,如不能及时进行基础的吊装,应采取防淤措施。

5.2.8 重力式基础的安装应符合下列规定:

1 起吊荷载应根据重力式基础重量、尺寸、底板附着力等进行计算,并应选用合适的起吊设备;

2 对基础精确定位后,应根据起重船舶的工作性能参数确定合适的驻泊位置、吊具、起吊位置及吊点数量,通过定位锚或支撑结构固定船身;

3 运输船舶应按指定位置抛锚停靠,采用半潜驳、船坞运输大型基础时,可将半潜驳、船坞降到合适位置;

4 基础吊装前,应通过潜水员检验基槽开挖平整处理是否达到设计要求,经检验合格后方可开始吊装作业;

5 基础安装时,应采用大型起重设备通过特殊固定装置进行安装作业,必要时辅以向重力式沉箱结构内注水的方式,缓慢下沉;安放重力式沉箱基础时,应避免因下沉过快而产生急流,影响基槽的平整度;

6 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;

7 盖顶混凝土施工时,应防止填充材料顶部不平整和排水不足引起的损伤;

8 重力式基础安装完成后,基础平台面水平度应满足设计要求。

5.2.9 重力式基础的沉放结束后,应对基座周围一定范围内海床进行抛石防冲刷处理,抛石石材质量、抛石工艺、抛石范围均应符合设计要求。

### 5.3 桩基础

5.3.1 单桩基础的钢管桩制作应符合下列规定:

1 制作钢管桩所用的钢材应满足设计要求,按现行国家标准《碳素结构钢》GB 700、《低合金结构钢技术条件》GB 1591、《碳素结构钢和低合金结构钢热轧厚钢板和钢带》GB/T 3274、《钢结构设计规范》GB 50017等有关规定执行,并有出厂合格证,材质不符合质量标准的不得使用;

2 焊接材料应符合现行国家标准《碳钢焊条》GB 5117、《低合金焊条》GB 5118、《堆焊焊条》GB/T 984、《埋弧焊用碳钢焊丝和焊剂》GB/T 5293 和《熔化焊用钢丝》GB/T 14957 等规定;

3 钢管桩的预放切割、磨削刨边和焊接控制应满足设计要求,并按现行国家标准《低合金结构钢技术条件》GB 1591、《钢结构工程施工质量验收规范》GB 20205、《焊接质量要求、金属材料的熔化焊》GB/T 12467、《焊接工艺规程及评定的一般原则》GB/T 19866、《焊接结构的一般尺寸公差和形位公差》GB/T 19804 等规定执行;

4 钢管桩制作完成后,质量检测应按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 20205、《金属熔化焊焊接接头射线照相》GB/T 3323、《厚钢板超声波检验方法》GB/T 2970、《钢焊缝手工超声波探伤方法和探伤结果分级》GB/T 11345 的规定执行;可采用超声波、射线照相探伤等方法进行检测;检测数量及方法根据设计要求确定;

5 对钢管桩的焊接应进行焊接接头的机械性能试验,焊接接



头机械性能试验方法应按现行国家标准《焊接接头机械性能试验取样方法》GB 2469 的规定执行；

6 钢管桩防腐蚀涂层、阴极保护系统制作应按现行国家标准《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》GB/T 8923、《钢结构工程施工质量验收规范》GB 20205、《金属和其他无机覆盖层、热喷涂、锌、铝及其合金》GB/T 9793、《金属覆盖层、钢铁制件热浸镀锌层技术要求及试验方法》GB/T 13912、《铝-锌-铜系合金牺牲阳极》GB 4948 等规定执行；

7 钢管桩制作完成经检验合格，颁发出厂许可证后方可出厂，各检测及试验资料应存入桩基制作档案。

### 5.3.2 单桩基础沉桩施工前应进行下列准备工作：

1 根据工程桩位平面布置图、勘测平面控制网等资料，结合地形、地质、水文、气象、打桩船、设备性能等因素，编制沉桩施工顺序图，并按沉桩顺序组织桩基础的运输及沉桩施工作业；

2 沉桩前应检查沉桩区有无障碍物，对施工区域有碍沉桩的水下管线、沉排或抛石棱体等障碍物进行清理；

3 根据选用的设备性能、桩长和施工时的水位变化情况，检查沉桩区泥面标高和水深是否符合沉桩要求；

4 在确定锤击沉桩控制贯入度时，应考虑桩的承载力、持力层变化情况、锤的性能和桩身结构强度等因素；

5 打桩船应满足施工作业对稳定性的要求，桩架应具有足够的架高，并满足沉桩作业时的吊重要求；

6 锤击沉桩时，锤型的选择应根据地质、桩身结构强度、桩的承载力和锤的性能，并结合施工经验或试沉桩情况确定；单桩基础管径及重量较大，宜优先选择液压打桩锤；

7 替打应具有足够的刚度，满足反复锤击的要求，在桩顶和替打之间应设置具有适当弹性的桩垫保护桩顶；

8 当地质情况复杂且缺乏沉桩经验时，宜进行试沉桩；

9 沉桩施工作业前，应根据施工现场测量控制网、点布设情况，基桩定位精度要求、配置的定位仪器设备、作业人员技术水平

和沉桩船舶技术性能编写沉桩定位施工测量方案；

10 测量定位前，应查明沉桩区域水深、波浪、潮汐、潮流等水文情况，并对沉桩定位测量仪器进行检验与校正；

11 沉桩定位测量过程中，测量点位布置、测量精度控制均应符合设计规定；

12 沉桩过程中应对桩基位置进行精确定位，并及时测定沉桩偏位值及桩顶标高，按要求做好沉桩记录。

### 5.3.3 单桩基础应按下列规定进行沉桩施工：

1 打桩船抛锚、定位应满足沉桩施工作业时稳定的要求；

2 沉桩船吊桩时，其吊点、吊具、起吊方式应进行精心设计，按实际要求布置；

3 沉桩作业开始前，应对单管桩进行严格调平，桩顶端面水平度应控制在设计规定范围内；

4 下桩过程中，应保持桩身竖直；锤击沉桩作业前，应对钢管桩进行调平作业，并在沉桩过程中严格控制沉桩质量，桩顶平整度应符合设计要求；

5 锤击沉桩时，桩锤、替打、送桩和桩宜保持在同一轴线上，替打应保持平整，避免产生偏心锤击；

6 沉桩过程应连续；在砂土中沉桩时，应防止发生管涌；当沉桩遇贯入度反常、桩身突然下降或倾斜等异常情况时，应立即停止锤击，及时查明原因，采取有效措施；

7 水上沉桩需接桩时，应控制下节桩顶标高，使接桩不受潮水影响，应避免使下节桩桩端置于软土层上；当下节桩入土较浅时，应采取防止措施防止倾倒；接桩时，上节和下节桩应保持在同一轴线上，接头应拼接牢固，经检查符合要求后，方可继续沉桩；

8 锤击沉桩，应考虑锤击振动和挤土等对基床土体或邻近相关设施的影响，采用合适的施工方法和程序，并适当控制打桩速率；沉桩过程中应对邻近设施的位移和沉降等进行观察；及时记录，如有异常变化，应停止沉桩并采取措

9 锤击沉桩控制应根据地质情况、设计承载力、锤型、桩型和桩长综合考虑。设计桩端土层为一般黏性土时,应以标高控制;设计桩端土层为砾石、密实砂土或风化岩时,应以贯入度控制;设计桩端土层为硬塑状的黏性土或粉细砂时,应以标高控制为主,当桩端达不到设计标高时应用贯入度作为校核;

10 当采用选定的桩锤锤击沉桩较为困难时,可根据现场实际情况,研究采用钻孔排土沉桩、水冲锤击沉桩或换用较大的桩锤等方式进行沉桩作业,防止损坏桩和桩锤;

11 沉桩过程应有详细的沉桩施工记录,施工结束后存入风力发电机组基础施工档案;

12 在已沉放桩区两端应设置警示标志,不得在已沉放的桩上系缆。

5.3.4 三桩和四桩基础的管桩制作要求、力学性能测试、防腐蚀涂层施工、阴极保护系统安装及检验应符合本规范第 5.3.1 条的相关规定。导管架结构用钢宜采用船体用结构钢,其焊缝处理及节点焊接处理应满足设计要求。

5.3.5 三桩和四桩基础的导管架的竖立与调平应符合下列规定:

1 导管架竖立、调平的辅助设施、临时支撑或撑杆的安装应满足设计要求;当需焊接在结构上时,所有的焊接应符合上述导管架焊接处理并应符合本规范第 5.3.1 条的相关规定;

2 采用起重船从运输驳船吊放导管架时,应合理设计吊具,吊索应固定于导管架的重心以上,避免起吊过程中损坏导管架和驳船;

3 通过下滑入水的导管架,应对下滑系统、压载、密封和排水系统进行检验,确认各系统完好并处于合适的工况;

4 导管架进行安装作业时,起重船和运输船应有适当的锚泊,锚抓力应足以承受在安装期间可能发生的最强的潮流、海流和风的作用,锚缆布置时应采取措施防止不同船只锚索、牵索相互缠绕或损坏;当锚泊要求不可能完全满足时,起重船、运输船及其他辅助船舶的方位应在走锚时,背离导管架运动;

5 导管架的竖立就位,可采用起重船、灌水系统或者通过二者联合作用方式进行;

6 导管架应放置在一个水平面或接近水平面内,并调平至安装计划指定的公差范围内;导管架一旦调平,在打桩期间应保持其水平度;

7 应避免在桩全部打完之后对导管架进行调平,但当少数桩打完之后,有可能需要通过预升或上提导管架来调平,在这种情况下,应采取措施减小桩的弯曲应力;

8 导管架竖立、调平完毕,至沉桩施工结束前,应采取措施防止导管架在波浪、潮流作用下移位和下沉。

#### 5.3.6 三桩和四桩基础的安装作业应按下列规定进行:

1 采用吊环起吊桩段时,吊环的设计应根据提升桩段时和将桩段插入时所产生的应力来确定,并考虑冲击力。当采用气割孔眼来代替吊环时,孔眼设置应不降低管桩强度,并考虑在打桩过程中可能产生的不利影响;

2 沉桩过程中,可采用导向装置进行钢管桩与导管架上部导管对中,沉桩过程中应进行均匀而严密的配合。打桩过程中应避免偏击现象而导致导管架出现不均匀倾斜,减小钢管桩及导管架因施工原因产生的弯曲应力;

3 桩锤宜选用液压打桩锤。对水下沉桩,应采取相应的技术手段及设备对沉桩过程进行监控;

4 导管架上钢套管可采用灌浆和(或)焊接方式与钢桩牢固结合。采用灌浆连接时浆材配合比及强度应通过试验确定。采用焊接结合时,应借助填隙片层进行现场焊接。现场焊缝的焊接、检测应符合本规范第 5.3.1 条的相关规定;

5 沉桩施工还应遵守本规范第 5.3.3 条的相关规定。

#### 5.3.7 多桩基础的材料及制桩应符合下列规定:

1 钢管桩制作所用钢材及其施工制作工艺、力学性能检测、防腐涂层施工、阴极保护系统安装及检验按本规范第 5.3.1 条的相关规定执行;

2 (高强)预应力混凝土管桩制作中混凝土应符合现行国家

标准《混凝土质量控制标准》GB 50164 的规定,细骨料质量应符合现行国家标准《建筑用砂》GB/T 14684 的规定,粗骨料质量应符合现行国家标准《建筑用卵石、碎石》GB/T 14685 的规定,混凝土外加剂的质量应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076 的规定,试验应按现行国家标准《混凝土外加剂匀质性试验方法》GB 8077 执行;

3 预应力混凝土(管)桩结构所用的钢筋、钢丝、钢绞线的质量应按现行国家标准《钢筋混凝土用热轧带肋钢筋》GB 1499、《钢筋混凝土用余热处理钢筋》GB 13014、《钢筋混凝土用热轧光圆钢筋》GB 13013、《预应力混凝土用热处理钢筋》GB 4463、《预应力混凝土用钢丝》GB/T 5223、《预应力混凝土用钢绞线》GB/T 5224 等规定执行;

4 先张法预应力混凝土管桩的原材料、混凝土强度和接头的技术要求,以及管节的外观质量和尺寸允许偏差等还应按现行国家标准《先张法预应力混凝土管桩》GB 13476 的规定执行;

5 钢管桩、(高强)预应力混凝土大直径管桩制作完成经检验合格,颁发出厂许可证后方可出厂,各试验及检测资料应存入桩基制作档案;

6 采用其他桩型时,应根据设计要求进行。

5.3.8 多桩基础沉桩作业前,应结合沉桩允许偏差,校核各桩是否相碰。其他准备工作按本规范第 5.3.2 条的相关规定执行。

5.3.9 多桩基础的沉桩作业应符合下列规定:

1 打桩船应吊起桩身至适当高度后再立桩入导向装置。打桩船就位时,应掌握水深情况,防止桩尖触及泥面,使桩身折断。斜桩下桩过程中,桩架宜与桩的设计倾斜度保持一致;

2 当船行波影响沉桩船稳定时,应暂停锤击;

3 锤击沉桩时,预应力混凝土管桩不得出现裂缝,当出现裂缝时,应根据具体情况会同设计单位研究处理。钢管桩桩顶有损坏或局部压屈,应予割除,并接长至设计标高;

4 其他作业应按本规范第 5.3.3 条的相关规定执行;

5 沉桩精度控制应符合设计规定要求,不得用移船方法纠正桩位。

5.3.10 多桩基础的承台浇筑应按下列规定进行:

1 基础混凝土承台的浇筑应根据设计要求,并按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 等规定执行;

2 当承台位于水下或水位变动区时,宜设置钢套筒、预制混凝土套筒或采用钢板桩围堰方式,变水下施工为陆上施工;

3 承台基础面标高与设计标高误差及基础面水平度应控制在设计规定的允许范围内,基础与塔架结合面水平度应满足设计要求。

**5.3.11 桩基础采用抛石进行防冲刷保护时,应符合下列规定:**

1 石材的材质、强度、级配及抛石工艺均应满足设计要求;

2 抛石施工宜在平潮风浪较小时施工,并尽量采用小型船舶施工,水深较深、潮流流速较大时,可采用其他辅助手段进行抛石施工;

3 抛石作业时施工船舶不得磕、碰损伤风力发电机组基础。抛石作业结束后,应保持一定时间对基础冲刷状况的监测,确认达到防冲刷效果后方告结束。

**5.3.12 桩基础上部结构的施工应符合下列规定:**

1 对上部结构的吊装作业,应考虑结构强度和起吊设备的总体适应性;

2 起吊前,应根据被吊物重量、结构形式、吊点布置等因素核算基础上部各构件起吊过程中的受力及稳定性;

3 应根据设计要求对上部结构进行调整,确保正确的对正和标高控制;

4 上部结构安装完成后,应根据相关技术规范规定安装爬梯、栏杆、接地装置、靠船构件及其他附件;

5 现场安装中的连接部位及涂层损坏部位,应按设计要求进行防腐处理。

## 5.4 海上变电站基础

**5.4.1 海上变电站基础的材料、制作、运输与施工**宜按风力发电机组基础施工的相关规定执行。

## 6 风力发电设备安装

### 6.1 一般规定

6.1.1 风电场安装时的临时结构和建成后的永久结构,应按有关规定向相关部门申报。

6.1.2 进行装配的零件及部件应具有出厂合格证,组装后的部件和组件运输至现场经验收合格后,方可进行安装作业。

6.1.3 风力发电设备安装前,应完成风力发电机组基础的验收工作,确认基础平台平整度、接地状况、法兰系统等符合安装要求。

6.1.4 进行吊装作业时,应根据设备配置情况、吊装施工作业时的难易程度确定风速、浪高、海流流速、能见度等安全限值,超过该限值不得进行吊装作业。

6.1.5 安装作业时,海上施工平台或船舶上的起吊设备应有足够的吊高、吊重、作业半径等,满足起吊风力发电机组设备的要求,各部件的吊运方法应符合设备安装要求。

6.1.6 施工船舶应具有足够结构强度,安装过程中船舶、设备、固定装置所产生的静、动应力均应在允许限度内。

6.1.7 船舶施工作业时,应考虑潮位变化的影响,保持一定的安全水深。驻位下锚后,船舶的稳定性和安全性应满足风力发电机组设备安装作业的要求。

### 6.2 风力发电机组安装

6.2.1 风力发电机组安装连接过程中各种连接和装配方式应按风力发电机组设备安装要求进行,并应符合现行国家标准《风力发电机组装配和安装规范》GB/T 19568 的有关规定。

6.2.2 塔架安装应符合下列规定:

1 安装前应清洁塔架涂层表面、对漆膜缺损处进行修补处理,清理塔架下段下法兰端面及基础连接段顶部法兰端面,螺栓应加注润滑油,在基础上法兰螺孔端面上涂密封胶;

2 应检查基础连接段顶部法兰是否成平面且没有严重痕迹,确保其水平度控制在设计规定范围内;

3 塔架起吊前,应检查所固定的构件是否有松动和遗漏,并根据吊具、吊重、吊点、起重设备性能核算塔架起吊过程受力及稳定性;

4 起吊点要保持塔架直立后下端处于水平位置,应有导向绳索进行导向;

5 塔架起吊过程中应平缓移动,塔架法兰螺纹孔对准对应的螺孔位置后应轻放,并按照对称拧紧方法拧紧,以保证受力均匀;

6 塔架安装后应检查其安装位置,如果误差较大应及时进行调整,防止安装应力过大挤压螺栓;

7 塔架安装后应检查垂直度,塔架中心线的垂直度不应超过风力发电机组设备制造商规定的要求;

8 塔架安装完成后应立即进行上部机舱的安装作业,当因特殊情况不能连续施工时,应对塔架顶部端口进行封闭保护。

### 6.2.3 机舱安装应符合下列规定:

1 机舱安装前应对机舱的重量、外形尺寸、重心位置进行检查;

2 机舱起吊前,应根据吊具、吊重、吊点、起重设备性能核算机舱起吊过程中的受力及稳定性;

3 机舱与塔架的对接、定位及装配应按设备安装要求进行;

4 装配过程中螺纹紧固件应按规定的力矩和装配方法拧紧,不应出现超过规定允许的安装应力。

### 6.2.4 风轮安装应符合下列规定:

1 起吊风轮时,吊具应与风轮固定牢靠,起吊过程应平稳有序;



2 安装风轮时,应按规定的装配方式进行安装。各叶片安装角的相对偏差不得超过设计图样的规定限值;

3 吊装风轮时,叶片叶尖应进行牵引,以免发生转动、磕碰受损,导向绳长度和强度应足够;

4 风轮的吊装也可以采取叶片和轮毂分别吊装的方式进行。

#### 6.2.5 整体组装应符合下列规定:

1 应按设备装配要求,在组装场地完成风力发电机组的整体装配;

2 整体组装完成后,应检查机舱和风轮、机舱和塔架之间的连接是否达到要求;

3 陆上组装完成后,应对装配作业进行检验,经检验合格后方可进行转运;

4 风力发电机组整体组装完成后,为减少海上调试作业难度,可在运输前完成部分调试工作。

#### 6.2.6 整体移位应符合下列规定:

1 根据组装后的风力发电机组的尺寸和重量,选择合适的转运设备;

2 转运前,应同港口、码头相关部门进行沟通协调,减少风力发电机组转运对码头货物运输造成的影响;

3 转运前,应检查风力发电机组的固定设备是否固定牢靠,转动部件是否处于锁定状态;

4 转运过程中应加强对风力发电机组各部件的保护;

5 风力发电机组转运至船舶甲板前,应核算船舶甲板承载能力是否满足要求。

#### 6.2.7 整体运输应按本规范第 4.3.9 条的规定执行。

#### 6.2.8 整体吊装应符合下列规定:

1 整体吊装前,应检查基础连接段顶部法兰,其水平度应满足设备安装要求;

2 整体吊装前,应检查风力发电机组设备是否满足整体吊装

要求,受损部件经检修合格后方可进行整体吊装;

3 起吊前,应根据吊具、吊重、吊点、起重机械性能及气象和海况条件核算各构件的受力及稳定性;

4 风力发电机组整体起吊后应平缓移动,采取特殊的吊具确保塔架法兰螺纹孔对准,并按对称拧紧方法拧紧;

5 整体吊装后应检查其安装位置,如果误差较大应进行调整,不得出现过大大安装应力挤压螺栓。

### 6.3 海上变电站安装

#### 6.3.1 结构构件安装应符合下列规定:

1 用于海上变电站结构安装的构件、部件及站内设备经检查合格后方可进行安装作业;

2 变电站金属结构的制作、结构杆件的连接及防腐蚀施工应按现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017、《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205、《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 规定执行;

3 海上变电站各部件的防腐蚀、防潮、防盐雾等应根据设备技术要求进行;

4 海上变电站结构宜在陆地完成全部或部分装配作业,然后进行海上吊装作业。

#### 6.3.2 海上变电站可采用整体吊装,应符合下列规定:

1 海上变电站组装完成各部件经检验合格后,方可进行转运吊装作业;

2 海上变电站吊装作业前,应根据其尺寸、重量和吊装进度要求等选用吊装船舶设备;

3 吊装作业前,对其起吊设备、吊具、吊点、吊装方式应进行设计;

4 吊装过程中,对变电站内各构件应加强保护;

5 吊装时,应采取严格措施保证变电站与基础准确对接,安

装精度达到设计规定要求；

6 海上变电站内的变压器、气体绝缘金属封闭开关设备、开关柜等设备可在陆上完成组装，随变电站平台一起吊装，也可待变电站平台在海上吊装就位后，分批吊进平台安装；

7 控制、保护、通信设备及防雷、接地、照明、监测、内部电缆和站用电等辅助装置宜在平台吊装就位后进行安装。

## 6.4 电气安装

6.4.1 电气设备安装程序和工艺应按设备安装说明书的要求进行。附属装置现场制作、安装(包括陆上预制)应满足设计图纸和文件中规定的工艺要求。

6.4.2 电气连接应可靠，所有的连接件如接插件、连接线、接线端子等应能承受海洋环境条件和运行条件的影响。

6.4.3 防护系统的安装应符合图样设计要求；各部件绝缘性能良好，防雷和接地系统安全、可靠。

6.4.4 海上变电站电气设备安装、试验、验收应按现行国家标准《电气装置安装工程施工及验收规范》GB 50254 等有关标准规定执行。

## 6.5 配套设施安装

6.5.1 靠船构件、系缆桩的焊接、螺栓连接、防腐蚀施工应满足设备技术要求，应按现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017、《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205、《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018、《钢结构用高强度大六角螺母》GB/T 1229、《钢结构用高强度垫圈》GB/T 1230 等规定执行。

6.5.2 直升机平台安装应根据设计要求进行。

6.5.3 风力发电机组基础的防撞及其他附属配套设施安装应根据设计要求进行。

## 7 海底电缆敷设

### 7.1 一般规定

7.1.1 海底电缆及附件运输与保管应按现行国家标准《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》GB 50168 规定执行。

7.1.2 海底电缆敷设施工前,应检验施工船舶的容量、甲板的面积、稳定性、推扭架(栈桥)、电缆输送机、刹车装置、张力计量、长度测量、水深测量、导航与定位仪表、通信设备及附属设备是否符合要求。

7.1.3 海底电缆装船之前,应对其进行检查。

### 7.2 敷设作业

7.2.1 海底电缆的装船与盘绕应符合以下要求:

1 装船工作应计算装载后电缆敷设船的平衡和倾斜程度,通过调整船舶压载水或通过拖轮配合,提高敷设船舶的抗风浪、海流能力,保持船体处于正常工作状态;

2 敷设船电缆舱底应平坦无突起,舱壁导缆口、电缆牵引设备等不应损伤电缆;

3 盘绕海底电缆应按顺时针方向从外圈到里圈,海底电缆端头应留出足够长度用于测试或接续;

4 盘绕电缆应紧密平整,不得重叠或弯曲,层与层之间应填充木片或塑料片隔层;

5 铠装电缆不应盘装在无铠装电缆上面。

7.2.2 海底电缆敷设应符合以下规定:

1 敷设前,应按现行国家标准《海底电缆管道路由勘察规范》GB 17502 的规定执行,对敷设路线、海深、地形等进行复核;

- 2 海底电缆敷设应按规定的电缆路由进行；
- 3 敷设余量应按水深、海底坡度的变化而变动，顺着海底地形起伏敷设于海床上，不得存在悬空现象；
- 4 敷设控制电缆放出的速度与敷设张力，应采用定张力或定余量敷设；
- 5 布缆速度应根据施工地点的地质、流速、流向等确定；
- 6 敷设进程中不应出现任何使海底电缆受到过大张力、弯折或发生扭结等不良现象；
- 7 带中断器的长距离海底电缆敷设宜在船尾进行，不带中断器的短距离海底电缆敷设或修理中的海底电缆宜在船首进行；
- 8 敷设海底电缆受到的拉力应控制在设计范围内；
- 9 施工中应防止海底电缆过松打圈，不得交叉、重叠，否则应采取相应的防护措施。

7.2.3 海底电缆埋设可采取先敷后埋和边敷边埋施工方法。可使用犁式、水力喷射式或机械切削式埋设机，埋设时应符合下列要求：

- 1 埋设时应控制拖航速度，在流速较大的海域应配拖轮协助，敷设路径与设计电缆路由轨迹误差应控制在规定允许的范围
- 内；
- 2 埋设时应通过监测仪器仪表监视水下工作状态和工作参数；
- 3 埋设作业时，施工船应按调查确定后的电缆路由进行；
- 4 埋设施工宜选择平潮顺流时作业。

7.2.4 当海床为岩质地基时，应采取抛石或其他保护措施。

7.2.5 海底电缆登陆可采用登陆艇、吃水浅的平底船、浮球助浮等方式敷设电缆，对浅水、滩涂的海底电缆登陆段的埋设，可采取水陆两栖挖掘机、挖泥船、水力喷射机械等设备埋设。并应符合下列要求：

- 1 电缆敷设船宜靠近岸边，缩短登陆距离；

- 2 登陆电缆长度应根据实测距离留有一定余量；
- 3 在预定登陆点的岸上设置明确标志；
- 4 海底电缆埋设深度应按设计要求进行；
- 5 进行海底电缆登陆平台作业时，防止电缆在水下弯折扭转及向上提升时受到损伤。

7.2.6 电缆终端和接头应按现行国家标准《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》GB 50168 的规定执行。

7.2.7 海底电缆接续处应满足水密性要求。

7.2.8 敷设作业完成后，应按国家海洋管理部门的规定设置警示装置。

7.2.9 海底电缆敷设完成后，应测试导体直流电阻值、直流耐压、绝缘电阻和泄漏电流值等数据，测试结果应按现行国家标准《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》GB 50150 和《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》GB 50168 的规定执行。

## 8 工程观测与检测

8.0.1 观测、检测设备的埋设应按设计要求进行,安装结束经检验合格后方可投入使用。

8.0.2 检测、检验工作应委托具有与工程级别相符的检测资质的单位承担;检测人员应经上岗培训合格并持证上岗。

8.0.3 基础结构水下部分应通过水下检测设备进行检查。

8.0.4 施工期和保修期间,应按设计要求对风力发电机组、变电站及其基础进行例行检测。必要时,进行特殊检测。

8.0.5 例行检测应包括下列内容:

1 检查超载迹象、设计缺陷、与基础结构设计不相符合的任何操作,以及水面以上构件的一般性检查;

2 检查基础结构防腐蚀系统的有效性,对水上部分按规定时限进行目测检查,以查明涂层的变化和结构腐蚀情况;

3 检查塔架、风力发电机组构件是否弯曲或损坏;

4 检查基础连接部位、桩基、焊接部位等关键部位的损坏情况;

5 当发现水面以上有损坏,且通过目测检查手段不能确定其损坏程度时,应进行无损检测。

8.0.6 特殊检测应包括下列内容:

1 检查构件是否严重腐蚀或超载;

2 检查构件是否出现疲劳损伤;

3 检查是否出现海流冲刷;

4 检查构件是否存在设计或施工缺陷;

5 基础周围是否有过厚的海生物或表面吸附物;

6 利用水下检测设备检测危险区的阴极保护电位。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/62703000060006106>