团体标准

中国电机工程学会

海上风电场技术经济后评价规范

Technical specification for technique and economic evaluation for

offshore wind farm

（征求意见稿）

T/CSEE XXXX—YYYY

ICS 19.020

CCS K85

20XX—XX—XX实施

20XX—XX—XX发布

发 布

目 录

目 录

[I](#_Toc149917170)

[目 录 II](#_Toc149917171)

[前 言 IV](#_Toc149917172)

[1 范围 1](#_Toc149917173)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc149917174)

[3 术语与定义 2](#_Toc149917175)

[4 项目概况调查 2](#_Toc149917176)

[5 合规性审查 2](#_Toc149917177)

[6 风资源及场址安全性（风电场设计质量评价） 3](#_Toc149917178)

[6.1 风资源 3](#_Toc149917179)

[6.2 海洋水文 3](#_Toc149917180)

[6.3 土建设计 4](#_Toc149917181)

[6.4 测风数据评估 4](#_Toc149917182)

[6.5 发电量及机位点风况条件计算 4](#_Toc149917183)

[6.6 特定场址评价 4](#_Toc149917184)

[7 风电场施工质量评价 5](#_Toc149917185)

[7.1 整体情况 5](#_Toc149917186)

[7.2 土建施工 5](#_Toc149917187)

[7.3 海缆施工 5](#_Toc149917188)

[7.4 陆上升压站施工 5](#_Toc149917189)

[7.5 海上升压站施工 5](#_Toc149917190)

[7.6 接入系统及集电线路 6](#_Toc149917191)

[7.7 项目用海情况 6](#_Toc149917192)

[8 风电场运行情况与能力评价 6](#_Toc149917193)

[8.1 风力发电机组 6](#_Toc149917194)

[8.2 电气设备及相关设施 7](#_Toc149917195)

[8.3 支撑结构检查 7](#_Toc149917196)

[8.4 海缆检查 7](#_Toc149917197)

[8.5 陆上升压站检查 7](#_Toc149917198)

[8.6 海上升压站检查 7](#_Toc149917199)

[9 项目经济性评价 7](#_Toc149917200)

[9.1 参数量化评价 8](#_Toc149917201)

[9.2 经营能力分析 8](#_Toc149917202)

[9.3 财务评价指标计算 8](#_Toc149917203)

[9.4 敏感性分析和盈亏平衡分析 9](#_Toc149917204)

[附录A （资料性） 合规性文件审查清单 10](#_Toc149917205)

[附录B （资料性） 风电场建设和运行过程审查文件清单 13](#_Toc149917206)

[附录C （资料性） 测风塔数据分析参数表 15](#_Toc149917207)

[附录D （资料性） 风力发电机组常规检查工作内容 16](#_Toc149917208)

[附录E （资料性） 经济评价计算参数取值表 19](#_Toc149917209)

前 言

本文件按照《中国电机工程学会标准管理办法（暂行）》的要求，依据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。

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。

本文件由中国电机工程学会提出。

本文件由中国电机工程学会海上风电技术专业委员会技术归口并解释。

本文件起草单位：中国华能集团清洁能源技术研究院有限公司、华能广东汕头海上风电有限责任公司、中广核风力发电有限公司、北京鉴衡认证中心有限公司、江苏亨通高压电缆有限公司、华能海上风电科学技术研究有限公司、广东省风力发电有限公司。

本文件主要起草人：。

本文件为首次发布。

本文件在执行过程中的意见或建议反馈至中国电机工程学会标准执行办公室（地址：北京市西城区白广路二条1号，100761，网址：http：//www.csee.org.cn，邮箱：[cseebz@csee.org.cn](mailto:cseebz@csee.org.cn)）。

海上风电场技术经济后评价技术规范

# 范围

本文件规定了在运海上风电场技术经济后评估规范中的工作内容，包括风电场开发的合规性、风资源及场址安全性、整体项目施工质量、风电场运行性能、项目经济性评价等五部分的审查/检查/检测内容的基本要求。

本文件适用于在运海上风电场风资源、施工、运维等质量评价以及项目经济性评价。

# 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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。

IEC 61400-1:2019 Wind turbines-Part 1 Design requirements

IEC 61400-11 Windturbines-Part11:Acoustic noise measurement techniques

IEC61400-12-1:2017 Wind turbines-Part 12-1 Power performance measurements of electricity producing wind turbines

IEC 61400-22 Wind turbines – Part 22: Conformity testing and certification, First edition, 2010-05

GB 50026—2007 工程测量规范

GB 50300-2013 建筑工程施工质量验收统一标准

GB 50205-2001 钢结构工程施工质量验收规范

GB 50150-2006 电气装置安全工程电气设备交接试验标准

GB/T 50297-2006 电力工程基本术语标准

GB/T 31517-2015 海上风力发电机组 设计要求

GB/T 18709-2002 风电场风能资源测量方法

GB/T 18710-2002 风电场风能资源评估方法

GB/T 19072-2010 风力发电机组塔架

GB/T 20319-2017 风力发电机组 验收规范

GB/T 20320-2006 风力发电机组电能质量测量和评估方法

GB/T 22516-2015 风力发电机组 噪声测量方法

GB/Z 35482-2017 风力发电机组 时间可利用率（IDT IEC/TS 61400-26-1:2011）

GB/T 31519-2015 台风型风力发电机组

GBT 17501-2017 海洋工程地形测量规范

GB/T 12763.2-2007 海洋调查规范 第2部分:海洋水文观测

GB/T 19663.1-2021 风电场接入电力系统技术规范 第1部分：陆上风电

GB/T 37424-2019 海上风力发电机组运行及维护要求

GB/T50571-2010 海上风力发电工程施工规范

NB/T 31003.1-2022 风电场接入电力系统设计技术规范 第1部分：陆上风电

NB/T 31003.2-2022 风电场接入电力系统设计技术规范 第2部分：海上风电

NB/T 31004-2011 风力发电机组振动状态监测导则

NB/T 31074 高海拔风力发电机组技术导则

NB/T 31085-2016 风电场项目经济评价规范

NB/T 10105-2018 海上风电场工程风电机组基础设计规范

NB/T 10393-2020 海上风电场工程施工安全技术规范

NB/T 31006-201 海上风电场钢结构防腐蚀技术标准

NB/T 10322-2019 海上风电场升压站运行规程

DL/T 666 风力发电场运行规程

DL/T 796 风力发电场安全规程

DL/T 797 风力发电场检修规范

DL/T 5191 风力发电场项目建设工程验收规程

DNV-OS-J101:2013 Design of Offshore Wind Turbine Structures

DNV-RP-C205 Environmental Conditions and Environmental Loads

JGJ 8—2007 建筑变形测量规范

JJG 414—2003 光学经纬仪核定规程

JJG 425—2003 水准仪核定规程

JTJ-275 海港工程混凝土结构防腐蚀技术规范

JTS 153-2 海港工程钢筋混凝土结构电化学防腐蚀技术规范

VDI 3834 陆上带齿轮箱风力发电机组及其组件机械振动测量与评估

T/CSEE 0188-2021 海上升压站钢结构设计、建造 与安装规范

# 术语与定义

GB/T 2298、GB/T 2900.53、GB/T 20921界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

**风力发电机组 wind turbine generator system** **（WTGS）**

将风的动能转换为电能的系统。

3.2

**测风塔 meteorological mast**

一种测风设施，包括测量风参数设备和塔架。

3.3

**风功率密度 wind power density**

在设定时段与风向垂直的单位面积中风所具有的能量。

3.4

**风况参数 wind characteristic parameters**

反映风况特征的参数，主要包括风速、风功率密度、风向、分切变指数、湍流强度、风速分布特征参数、50年一遇最大风速。

# 项目概况调查

项目概况主要关注风电场建设、调试、并网情况，了解现场选用的风力发电机组基本信息和测风塔基本状况，根据风电场地理位置，初步对风电场整体的气候条件、地质条件等进行判断，明确风电场基本情况。

# 合规性审查

合规性审查中主要关注项目申请、建设及运行过程中的文件手续是否齐全，并针对缺失文件进行风险分析，以确定风电场的风险等级，主要包括行政许可文件、涉网文件和专项评估文件，各类文件详细清单见附录A。

1. 行政许可文件涵盖项目立项、核准、土地使用及工程建设方面的文件，行政许可文件应齐全、准确。
2. 涉网文件应齐全，电力设备应符合国家标准要求，建设过程合理安全，输出电能质量应符合国家标准及当地电力部门的要求。
3. 消防、防雷、水土保持、环保及其他专项评估和批复等法规要求的评估、审查、批复文件应齐全。

# 风资源及场址安全性

## 风资源

1. 应在收集风电场竣工验收后至少一年的完整运行数据和测风塔数据的基础上，评价风电场实际风能资源与项目可行性研究阶段设计成果的差异。
2. 应对风场原始测风数据进行处理，处理手段包括数据筛选、插补、外推及长期修正，以提取该场址下风资源特性，并给出各风况参数分析情况。
3. 应重点关注测风设备的基本信息、必要文件和数据质量，以此判断是否具备代表性，需要满足国家标准GB/T 18709、GB/T 18710要求。
4. 基本信息包含经纬度坐标、海拔高度、仪器安装高度、仪器安装数量和方向、测风设备记录数据的时间段；
5. 必要文件主要为仪器标定报告、安装报告和检修记录等；
6. 数据质量重点关注数据的完整性、有效性、趋势性和合理性，且需满足国家标准GB/T 18710要求。
7. 对于具备代表性的测风设备，根据其数据情况，应选择良好的测风完整年，评估空气密度、年平均风速和风功率密度、风向和风能分布、湍流强度、风切变、极端风况等参数，并对数据进行代表年修正和轮毂高度的数值外推工作，可参照附录C中表格进行数据分析工作。

## 海洋水文

**6.2.1 波浪荷载**

1. 应收集波浪设计参数，开展极端设计波浪参数后评估；
2. 应基于场址环境参数和基础结构设计参数，评估波浪理论、波浪力计算方法、水动力系数选取依据，校核波浪载荷计算结果。

**6.2.2 流荷载**

1. 应收集海流和潮汐设计参数，并分析数据来源的可靠性；
2. 应评估流载荷水动力学系数选取依据，校核流载荷计算结果。

**6.2.3 潮位**

应收集海流和潮汐设计参数，并分析数据来源的可靠性。

## 土建设计

1. 应收集风电场设计相关的可研、专题、初步设计及施工图等文件。
2. 应根据风电场建设后的环境参数及施工图，分析海上风电基础和海上升压站主体结构静力、动力、疲劳等性能，分析海上风电基础连接节点性能，分析海上风电基础附属构件性能。

## 发电量及机位点风况条件计算

应针对风电场实际情况和现场检测情况，对风电场前期设计阶段和招投标阶段的综合折减系数进行重新计算；并以此为基准，结合风数据和场址条件下的功率曲线，重新评估风电场全场发电情况及各机位点的风况条件，主要包含风速、湍流度、入流角、风剪切等风况参数。

## 特定场址评价

1. 应评价场址适应性指评价风力发电机组的设计是否符合特定场址下的外部条件，考虑影响风力发电机组载荷、使用寿命以及运行的各种条件，包括风况条件、电网条件、地震条件、地形条件、土壤条件、低温条件、海况条件、台风条件，可使用可研报告和微观选址复核报告中相应的内容作为参考依据。
2. 若可研报告和微观选址复核报告不足以证明风力发电机组的特定场址适应性，则应按照IEC61400-1要求补充进行特定场址评价。

### 风况条件评估

风力发电机组50年一遇极端风速、年平均风速、湍流强度、风剪切、入流角、空气密度等参数，应不低于特定场址条件对应的风况参数。

### 电网条件评估

风力发电机组设计参数应不低于年度电网断电次数与电网断电持续时间。

### 地震条件评估

风力发电机组抗震设防烈度应不低于场址抗震等级。

### 海况条件评估

1. 若场址位于海上（潮间带、近海、远海），应选择海上风力发电机组，机组海况设计参数应不低于场址环境参数，海况设计参数包含海浪、洋流、潮汐（水位）。
2. 海上型风力发电机组设计应满足GB/T 31517标准的相关要求。

### 台风条件评估

1. 若场址位于台风影响区域，应选择抗台型风力发电机组，机组设计参数不低于场址环境参数；
2. 抗台型风力发电机组设计应满足GB/T 31519标准的相关要求。

# 风电场施工质量评价

## 整体情况

风电场应具备完整的一次、二次台账、机组运维记录、备品备件清单、项目设计文件、项目建设文件、项目监理文件、项目验收文件，应具备完善的管理体系和安全预案。风电场建设和运行过程中审查的文件清单见附录B所示。

## 土建施工

1. 风电场应通过竣工验收，并具备勘察、设计、施工、监理等单位的工程质量合格文件;
2. 按照设计文件中要求，应对风力发电机组基础施工和运行期间沉降观测记录进行评价，基础的施工、基坑回填、基础承载力、基础防水等方面应满足设计文件中的要求;
3. 针对海上风电机组施工与升压站，依据施工方案及施工过程记录文件，评估施工方案技术性与经济性。

## 海缆施工

1. 应查验施工记录、主要工序及隐蔽工程检查签证记录、工程原材料（钢筋和混凝土、构配件等）、检测试验报告、缺陷整改报告等资料是否完整;
2. 根据存档资料文件，可对各个施工环节进行质量评估，包括但不限于陆上升压站的土建施工、暖通及给排水安装工程、环保水保等工序。

## 陆上升压站施工

主要流程宜包括：收集信息、现场检查和检验、数据分析、提出改进建议措施和完成评价报告。

1. 应查验施工记录、主要工序及隐蔽工程检查签证记录、工程原材料（钢筋和混凝土、构配件等）、检测试验报告、缺陷整改报告等资料是否完整。
2. 根据存档资料文件，可对各个施工环节进行质量评估，应至少包括陆上升压站的土建施工、暖通及给排水安装工程、环保水保等工序。
3. 评价内容宜包括建筑整体布局，房屋基础及主体、主变压器基础的混凝土及钢筋试验强度，开关柜室防火门，室内外给排水系统，接地网外漏连接体及预埋件等是否满足设计要求。

## 海上升压站施工

根据存档资料文件，可对各个施工环节进行质量评估，应至少包括组块结构制造（场地生产条件、技术水平、管理水平）、整体拼装（包含电气、消防、通风等系统安装）、运输吊装和在位调试等工序。

1. 相比于陆上升压站，应重点检查海上升压站的安全逃救生系统和紧急救援系统等是否满足国际海洋公约的相关要求；
2. 施工材料和设备的选择应满足海洋环境的要求，如防腐蚀应符合NB/T 31006、JTJ-275、JTS 153-2等规范要求；施工过程应符合NB/T 10105、GB/T50571、NB/T 10393、GB/T 37424等规范要求，
3. 宜重点关注海洋环境保护、海洋工程安全等方面。

## 接入系统及集电线路

应检查项目接入的变电站是否符合设计要求，是否与合规性文件存在差异，检查风电场升压站容量、变压等级、接线方式、出线回数及方式、导线型号和规格等条件，应满足风电场使用且不低于设计要求，对于存在后续工程的风电场，其升压站预留位置和容量应能满足后续工程接入要求。

集电线路的接线方式应符合GB/T 19663.1、NB/T 31003.1、NB/T 31003.2等行业内标准和设计文件要求，参数规格不应低于设计文件要求。

## 项目用海情况

通过现场勘查，确定风电场地界、机位点、升压站等风电场建筑用地情况，不应超出土地预审范围和要求，风电场范围内应无合规性文件中明确批复的限制性因素存在。

# 风电场运行情况与能力评价

风电机组运行状态评估后，当发现风电机组故障、缺陷等问题时，宜通过运维等手段进行修复。通过对企业运维体系的评估，如职能架构体系、人员管理体系、运维作业流程体系、物资保障管理体系、考核评价体系等方面进行评估，给出整改意见，提升运维能力。

## 风力发电机组

1. 风电场使用的机组应具备有效的型式认证证书，且机组配置与型式认证证书、供货清单一致；应具备风力发电机组的质检文件、施工文件、验收文件。
2. 风力发电机组运行质量应满足供货合同要求，重点关注机组可利用率、功率曲线和实际现场状态。
3. 可利用率可通过风力发电机组运行数据（SCADA）进行分析。
4. 功率曲线可根据项目情况，采用运行数据、现场实测验证等方式进行评估。
5. 风力发电机组实际现场状态可采用现场检查（或抽检）的方式进行，如采用抽检方式，抽检比例通常不低于20%，且不少于3台。其中，现场检查包括常规检查和专项检查两种方式，
6. 常规检查工作内容见附录D所示。
7. 专项检查包括叶片详细检查、齿轮箱内窥镜检查、传动系统振动测试、发电机对中检查等内容，风力发电机组齿轮箱内窥镜检查应无异常损伤，传动系统振动满足相关标准要求和机组安全运行条件，发电机对中检查满足机组安全运行要求。
8. 风力发电机组内部安全设施和辅助设施应具备良好运行能力，且不低于设计要求和相关标准要求。

## 电气设备及相关设施

风电场使用的电气设备应满足电气一次和二次设计要求，各设备应具备有效的质检文件；二次继保室应具备温湿度计，二次继保系统内各设备保护功能完善且运行正常；升压站内各电气设备无异常噪音，接地极完好无腐蚀，如35kv绝缘配电装置、35kv开关柜；应具备清晰的安全标识和设备铭牌，应具备有效的消防设施。

## 支撑结构检查

海上风力发电机机组基础用于支撑风力发电机组以及承受运行过程中受到的风、波浪、潮流等外部环境条件引起的载荷，海上风力发电机组基础应根据现场采用的基础形式（桩基础）来决定检查方式。

## 海缆检查

1. 海缆检查宜通过浅剖、多波束声呐、三维实时声呐等方式进行；
2. 宜评估海缆埋深与走向同设计要求的偏差。

## 陆上升压站检查

1. 宜对运行阶段场站的监测数据进行处理，确保升压站结构的沉降位移等监测数据指标均在设计允许值范围内。
2. 应核查是否定期对设备进行维护、保养、检修和升级改造；是否建立健全运行管理制度和安全规章制度，严防运行事故的发生，确保人员和设备安全。
3. 可检查是否开展对环境的影响监测和控制，防止对环境造成不良影响；是否开展优化运行流程工作，提高运行效率，降低运行成本。
4. 检查现有升压站的安全逃救生系统和紧急救援系统等是否满足国际海洋公约的相关要求。

## 海上升压站检查

1. 应对结构设计进行校核，分析海上升压站的结构强度、地基承载力和防腐设计是否满足现有环境条件要求，特别是冲刷，洋流，海洋生物，渔业行为等，应符合T/CSEE 0188等规范要求。
2. 应重点监测升压站结构的位移、倾角、加速度等指标，出现异常应及时报备和处理，应符合NB/T 10322等规范要求。
3. 检查现有升压站的安全逃救生系统和紧急救援系统等是否满足国际海洋公约的相关要求。

# 项目经济性评价

1. 风电项目经济性后评价，应依据NB/T 31085进行。
2. 应收集和调取风电场规划期、建设期和运行期（截至调查时间点前）已发生的各项财务效益和费用，对其进行审查，比较与各阶段设计水平的差异。
3. 应根据已发生的各项财务效益和费用情况，预测剩余生命周期内财务效益和费用，计算经济性指标。
4. 全生命周期内财务效益和费用可以通过模型预测计算，也可通过设计和运行经验进行人工判定。当采用模型预测时，需提供预测模型详细描述；采用人工判定时，需提供说明和执行依据。对于生命周期内变化不大的值，建议使用调查时间点前运行期平均值作为调查时间后数值。对于生命周期内有明显增加或减少趋势的值，建议优先通过模型预测方法取值。
5. 各项计算参数的取值方法一般按照NB/T 31085进行，对于有特殊要求的项目或业主，可在不违背基本计算参数取值原则和取值范围的基础上，参照相应内部管理办法执行。
6. 财务效益包含销售收入和补贴收入。补贴收入中若有政府补贴资金，建议按照发放年限和补贴到位情况，据实核算。
7. 项目总投资费用应包括总投资、总成本费用和税费。

## 参数量化评价

1. 对于可量化参数，应计算已发生的参数值与设计参数值间的差异率。
2. 宜根据已发生参数值预测的全生命周期内参数值，并计算与设计参数值间的差异率。
3. 差异率均为百分比形式，正负值均可，绝对值越大，表征实际参数与设计参数偏离越大。

具体计算参数、一般取值范围和使用方法见表E.1。

## 经营能力分析

根据实际计算参数取值和实际现金流入流出，结合各参数的预测水平，复核已运行期间和全生命周内预测的经营能力，并与同期设计水平进行比较。

1. 偿债能力分析

基于借款还本付息计算表，根据实际进行的融资方案的借款偿还期和偿还方式，计算每年需还本付息金额，并按最大能力计算可用于还本付息的资金，计算利息备付率和偿债备付率。长期借款还本付息可按照等额本金、等额本息或其他约定方式计算。

1. 财务生存能力分析

基于项目已运行财务现金流量表和预测财务现金流量表，项目在运营期间的财务生存能力分析应满足下列原则和要求：

1. 应拥有足够的经营净现金流量，特别是在项目的运营初期；
2. 在项目整个运营期内,可允许个别年份的净现金流量出现负值，但不容许任一年份的累积盈余资金出现负值。一旦出现累积盈余资金负值，应适时进行短期融资；
3. 应分析短期融资的可靠性。

## 财务评价指标计算

根据实际计算参数取值和实际现金流入流出，结合各参数的预测水平，可计算静态和动态经济指标参数值。其中，应进行财务后评价静态和动态指标计算；宜进行国民经济后评价静态和动态指标计算。

### 财务后评价静态指标

静态指标变化率应包括以下7项计算指标：

1）项目成本变化率，表征全生命周期项目成本与设计成本的差异。

2）项目收入变化率，表征全生命周期项目收入与设计收入的差异。

3）项目利润总额变化率，表征全生命周期项目利润总额与设计利润总额的差异。

4）实际工程利润率变化率，表征全生命周期项目利润率与设计利润率的差异。

5）实际工程利税率变化率，表征全生命周期项目利税率与设计利税率的差异。

6）实际借款偿还期变化率，表征全生命周期项目借款偿还期与设计借款偿还期的差异。

7）到期借款偿还率，表征全生命周期项目借款总偿还数额与设计设计借款总偿还数额的差异。。

### 财务后评价动态指标

动态指标变化率应包括以下4项计算指标：

1）实际财务净现值（RFNPV），即根据一定的折现率计算的各年实际财务净现金流量或根据实际情况预测的财务净现金流量的现值之和。

2）实际财务净现值变化率，即项目实际财务净现值与预期财务净现值之差与预期财务净现值的比值。

3）实际财务内部收益率（RFIRR），即能使项目计算期内各年财务净现金流量的现值之和等于零的折现率。

4）实际财务内部收益率变化率，即项目的实际财务内部收益率与预期财务内部收益率之差与预期财务内部收益率的比值。

根据实际值与可行性研究报告和项目评价报告中估算出的预测值或同类项目的经验数据加以比较，据此判断项目的实际财务效益。

### 国民经济后评价静态指标

计算实际工程净效益变化率，即项目的实际工程净效益率与预期工程净效益率之差与预期工程净效益率的比值。

### 国民经济后评价动态指标

1）实际经济净现值（RFNPV），即根据社会折现率计算的各年实际财务净现金流量或根据实际情况预测的财务净现金流量的现值之和。

2）实际经济净现值变化率，即项目实际经济净现值与预期经济净现值之差与预期经济净现值的比值。

3）实际财务内部收益率（RFIRR）。 即能使项目计算期内实际经济净现金流量的现值之和等于零的折现率。

4）实际经济内部收益率变化率。即实际经济内部收益率与预期经济内部收益率之差与预期经济内部收益率的比值。

将实际值与可行性研究报告和项目评价报告中估算出的预测值或同类项目的经验数据加以比较，据此判断项目的实际国民经济效益。

## 敏感性分析和盈亏平衡分析

应根据行业标准NB/T 31085，以及《建设项目经济评价方法与参数》、《风电场工程可行性研究报告编制办法》等指导文件，结合实际现金流和基于实际发生水平的预测现金流对对财务评价数据进行敏感性分析和盈亏平衡分析。

附录A  
（资料性）  
合规性文件审查清单

行政许可文件审查清单，详见表A.1。

表A.1 行政许可文件清单

| **序号** | **文件** | |
| --- | --- | --- |
|  | 开发协议 | |
|  | 可行性研究报告 | |
|  | 项目核准文件及批复 | |
|  | 国土 | 项目用地勘测定界技术报告及测绘地形图 |
|  | 土地预审报告 |
|  | 土地租赁合同 |
|  | 土地预审意见及批复 |
|  | 规划选址 | 项目规划选址报告及总平面布置图 |
|  | 建设用地选址红线图 |
|  | 项目规划选址意见书 |
|  | 项目规划选址的批复 |
|  | 环评手续 | 建设项目环境影响评价报告 |
|  | 环评批复意见 |
|  | 洪评报告 | 防洪评价报告 |
|  | 防洪评价批复 |
|  | 地质灾害 | 地质灾害危险性评估报告、附图及评审意见 |
|  | 地质灾害危险性评估报告备案登记表 |
|  | 安全评价 | 安全预评价报告 |
|  | 安全评估备案 |
|  | 压覆矿 | 压覆矿产资源报告及评估 |
|  | 是否压覆矿产批复 |
|  | 水土保持 | 水土保持方案报告 |
|  | 水土保持方案批复 |
|  | 节能评估 | 节能评估报告 |
|  | 投资节能登记表 |
|  | 节能评估报告审查意见 |
|  | 林地审查 | 使用林地可行性研究报告 |
|  | 使用林地许可证 |
|  | 草地审查 | 使用草原可行性研究报告 |
|  | 使用草原审查同意书（如需） |
|  | 军事审查 | 有无军事设施批复 |
|  | 风景名胜 | 有无风景名胜批示 |
|  | 文物古迹 | 考古点差和文物影响评价报告 |
|  | 有无文物古迹复函 |
|  | 维稳评估 | 社会稳定性评估报告 |
|  | 社会稳定性风险批复 |
|  | 用地许可 | 土地使用权证 |
|  | 建设用地规划许可证 |
|  | 建设工程规划许可证 |
|  | 建设工程施工许可证 |

涉网相关文件审查清单，详见表A.2。

表A.2 涉网相关文件清单

| **序号** | **文件** | | |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 电网消纳 | | 电网消纳能力分析报告 |
|  | 电网接入 | | 接入系统设计报告 |
|  | 电网同意开展前期工作的通知 |
|  | 电网接入系统审查意见 |
|  | 电站送出工程可行性研究报告 |
|  | 电站送出工程可行性研究评审意见 |
|  | 自建线路协议 |
|  | 自建线路用地手续 |
|  | 并网协议 |
|  | 调度协议 |
|  | 并网阶段 | 质检报告 | 建筑工程质量监督报告 |
|  | 电力质量监督报告 |
|  | 并网发电 | 并网前安全性评价报告 |
|  | 并网前技术监督报告 |
|  | 并网验收意见单 |
|  | 上网电价批复 |
|  | 并网原则协议 |
|  | 临时发电许可证 |
|  | 并网调度协议 |
|  | 供用电合同 |
|  | 购售电合同 |
|  | 电力业务许可申请书 |
|  | 电力业务许可证 |

专项评估及行政审查/批复文件审查清单，详见表A.3。

表A.3 专项评估及行政审查/批复文件清单

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **文件** | | |
|  | | 消防 | 消防验收合格意见书 |
|  | | 防雷 | 防雷检测报告 |
|  | | 水土 | 水土保持验收报告 |
|  | | 环保 | 环境保护验收意见 |

附录B  
（资料性）  
风电场建设和运行过程审查文件清单

风电场建设和运行过程审查文件清单，详见表B.1。

| **序号** | **文件** | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 设计单位、施工单位和监理单位资质 | | | |
|  | 设计阶段 | 初步设计报告 | | |
|  | 施工图纸、竣工图纸 | | |
|  | 项目总体技术方案/分项工程设计方案 | | |
|  | 施工组织设计 | | |
|  | 设备选型方案 | | |
|  | 运行维护设计方案 | | |
|  | 采购阶段 | 合同清单、合同及技术协议 | | EPC合同（含技术协议） |
|  | 施工合同（含技术协议） |
|  | 监理合同（含技术协议） |
|  | 各产品技术规范书 | | |
|  | 设备采购合同及技术协议 | | |
|  | 施工、安装竣工验收阶段 | 现场安全、技术交底、图纸会审 | | |
|  | 主要设备的合格证、使用说明书、型式试验报告、认证证书、出厂检测报告、材料验收记录 | | |
|  | 主要设备的监造报告 | | |
|  | 主要设备的到货抽检报告 | | |
|  | 施工方案、施工日志、施工改善单 | | |
|  | 监理规划和监理大纲、监理日志、监理日报、监理月报 | | |
|  | 设备和系统调试记录 | | |
|  | 单位工程验收意见书 | 土建工程验收 | |
|  | 箱变验收 | |
|  | 主变验收 | |
|  | 电气设备安装验收 | |
|  | 防雷与接地安装验收 | |
|  | 线路及电缆安装验收 | |
|  | 消防工程验收 | |
|  | 绿化工程验收 | |
|  | 安防工程验收 | |
|  | 工程启动验收鉴定书 | | |
|  | 工程试运和移交生产验收鉴定书 | | |
|  | 工程竣工验收鉴定书 | | |
|  | 电网公司验收及性能检测报告 | | |
|  | 运行维护阶段 | 组织架构图 | | |
|  | 运维人员上岗证及配置情况 | | |
|  | 电站管理运行手册及各项制度 | | |
|  | 风电场资产清单 | | |
|  | 备品备件清单 | | |
|  | 运维数据 | | |

附录C  
（资料性）  
测风塔数据分析参数表

测风塔数据分析参数表，详见表C.1。

表C.1 测风塔数据分析参数表

| **测风塔编号** | | **检查结果** | **备注** |
| --- | --- | --- | --- |
| 基本信息 | 经度 |  |  |
| 纬度 |  |  |
| 海拔 |  |  |
| 数据监测情况 | 风速监测高度 |  |  |
| 风向监测高度 |  |  |
| 温度监测高度 |  |  |
| 气压监测高度 |  |  |
| 测风塔风况参数分析 | 空气密度 |  |  |
| 平均风速 |  |  |
| 风功率密度 |  |  |
| 主风向 |  |  |
| 主风能方向 |  |  |
| 综合风切变 |  |  |
| 综合风切变选用高度 |  |  |
| 湍流强度 |  |  |
| 极端风速 |  |  |
| 轮毂高度数据分析 | 拟选轮毂高度 |  |  |
| 轮毂高度数据推算方法 |  |  |
| 轮毂高度平均风速 |  |  |
| 代表年订正 | 是否进行代表年订正 |  |  |
| 代表年订正方法 |  |  |
| 代表年订正系数 |  |  |
| 代表年订正后风速 |  |  |

附录D  
（资料性）  
风力发电机组常规检查工作内容

风力发电机组尽职调查常规检查工作内容见附表D.1所示。

表D.1 风力发电机组常规检查工作内容

| **检查内容** | | | **检查结果** | **备注** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 整体检查 | | 检查机组运行时有无异响 |  |  |
| 检查有无异味；机组运行时无焦糊味等异味 |  |  |
| 机组内无积水、积雪，塔筒门关闭后无明显烟囱效应 |  |  |
| 风电机组周边及内部是否设置相应的警示标志等；如高压危险、禁止吸烟、必须穿安全鞋、必须戴安全帽、正确使用安全带、当心高空坠物、当心机械伤人、有人工作，禁止合闸、禁止跨入安全遮拦等，具体参考各机组安全手册 |  |  |
| 内部卫生情况良好，无垃圾、油污等，外部无油迹、污染物 |  |  |
| 分系统检查 | 塔底控制柜 | 检查柜体安装是否牢固，接地是否可靠，各种电气元件和控制面板是否工作 ，标识牌完整正确 |  |  |
| 柜内电缆有无损坏、破损及老化情况，接线是否布置整齐、线号完整，有无信号回路短接现象，接线端子紧固情况，螺栓是否连接可靠，有无锈蚀 |  |  |
| 柜内电缆空洞封堵是否良好 |  |  |
| 柜门上各信号指示灯有无脱落，急停按钮保护罩壳是否完好 |  |  |
| 柜内照明是否正常、通风散热系统是否 、滤网是否清洁 |  |  |
| 各控制器运行是否可靠，设置是否正确，功能是否完备 |  |  |
| 塔架 | 塔架联接螺栓外观检查，螺栓无腐蚀、损伤、缺失等情况，台阶与塔筒连接牢固，在地面形成有效支撑，无脱焊、螺栓松动现象，塔段间接地线是否连接紧固，塔架内壁及平台卫生是否良好 |  |  |
| 检查爬梯、电缆支架是否连接牢固；爬梯、电缆支架与塔筒连接牢固，支架无脱焊、螺栓无松动现象 |  |  |
| 电缆表面无变形，无严重弯曲，无磨损、变色现象 |  |  |
| 塔筒照明灯正常，支架连接牢固，无脱落，塔架无漆膜脱落、锈蚀、变形现象，尤其是法兰部位，塔架焊缝无掉渣、气泡、裂纹、缩孔等缺陷，可结合金属监督进行无损检测 |  |  |
| 平台与塔筒连接牢固，无脱焊、螺栓松动现象，平台人孔盖板连接牢固，无螺栓松动，平台吊物孔/电梯孔有防跌落栏杆 |  |  |
| 免爬器、助力器是否 ，紧急制动功能 ，安全性能良好，钢丝绳无磨损、断丝、锈蚀、扭结等现象 |  |  |
| 偏航系统 | 偏航转动是否自如，有无偏航噪音，螺栓无腐蚀、损伤、缺失等情况，偏航减速器有无渗漏，油位是否处于上、下油位线之内 |  |  |
| 检查偏航齿有无锈蚀、裂纹、断齿、异常磨损，偏航轴承密封圈无脱落和破损，是否按规程规定对偏航系统转动部件进行润滑，溢出油脂及刹车片粉末是否清除 |  |  |
| 偏航制动器及连接管路、接头有无渗漏，是否根据规程规定对偏航卡钳紧固螺栓力矩定期检查及校验 |  |  |
| 风向标、风速仪运行正常，接线无破损风化现场 |  |  |
| 机舱 | 机舱内部照明设施是否工作正常，机舱天窗、进入门、开孔等处是否正常，是否具有外部安全护栏等安全装置，是否具有机舱防噪音隔热密封条 |  |  |
| 机舱罩与导流罩本体无损坏及裂纹，表面胶衣完好无脱落及变色，机舱罩壳连接部位、机舱顶部盖板及出舱口人孔盖板是否漏水 |  |  |
| 提升机固定牢固，运行 无卡塞现象，吊链完好，起吊力符合技术要求，控制手柄完好 |  |  |
| 机舱控制柜 | 检查柜体安装是否牢固，接地是否可靠，各种电气元件和控制面板是否工作正常，标识牌完整正确 |  |  |
| 柜内电缆有无损坏、破损及老化情况，接线是否布置整齐、线号完整，有无信号回路短接现象，接线端子紧固情况，螺栓是否连接可靠，有无锈蚀 |  |  |
| 柜内照明是否正常、通风散热系统是否正常、滤网是否清洁 |  |  |
| 各控制器运行是否可靠，设置是否正确，功能是否正常 |  |  |
| 柜内电缆空洞封堵是否良好 |  |  |
| 柜门上各信号指示灯有无脱落，急停按钮保护罩壳是否完好 |  |  |
| 叶片 | 叶根连接螺栓外观检查，螺栓无腐蚀、损伤、缺失等情况 ，叶片根部盖板固定是否可靠，表面是否掉漆或开裂 |  |  |
| 检查叶片颈环是否破损，颈环与导流罩位置是否正确 |  |  |
| 检查叶片接地线连接是否可靠，雷击计数卡是否有缺失 |  |  |
| 轮毂 | 检查轮毂表面有无腐蚀、破损和裂纹。 |  |  |
| 机架与轮毂连接螺栓外观检查，螺栓无腐蚀、损伤、缺失等情况，轮毂至机舱管路线路无磨损。 |  |  |
| 滑环安装可靠，工作正常，是否定期清洗 |  |  |
| 轮毂锁是否正常运行 |  |  |
| 变桨系统 | 变桨电机运行正常，变桨减速器密封良好，无异常漏油，变桨轴承外观整洁，接油瓶废油脂排出正常 |  |  |
| 变桨蓄电池接线良好，无漏液腐蚀情况，能实现紧急变桨功能 |  |  |
| 变桨柜体安装否牢固，接地可靠，柜内电缆无损坏、破损及老化情况，接线端子紧固良好 |  |  |
| 检查变桨润滑系统有无异常并按规定进行润滑，齿面润滑是否良好，变桨轴承密封圈良好无油脂渗出 |  |  |
| 变桨柜内加热器及散热装置工作正常 |  |  |
| 主机架 | 检查主机架表面有无异常裂纹、损伤，前后机架连接螺栓外观检查，螺栓无腐蚀、损伤、缺失等情况 |  |  |
| 发电机 | 发电机运行声音是否 ，电缆有无损坏、破裂和老化 |  |  |
| 发电机接线端子是否固定牢靠，螺栓有无腐蚀、松动及缺失等情况 |  |  |
| 检查发电机空气入口、通风装置和冷却散热系统是否工作正常 |  |  |
| 接地碳刷连接可靠、是否定期检查更换 |  |  |
| 机械制动系统 | 检查制动盘和制动块，制动块是否定期检查更换，制动盘是否松动，有无异常磨损和裂痕 |  |  |
| 制动块的厚度保护、温度保护是否正常 |  |  |
| 液压系统 | 检查液压单元本体有无渗油，液压管有无磨损，电气接线端子有无松动 |  |  |
| 检查液压连接软管、液压缸及各接头的泄漏与磨损情况 |  |  |
| 检查液压电机工作是否正常，液压油位是否满足要求 |  |  |
| 是否按规程规定更换空气滤芯、液压油滤芯 |  |  |
| 变流器 | 柜体外部清洁无杂物、柜体内部密封完好、清洁无杂物；柜门百叶窗完好 |  |  |
| 电路控制板各插头连接紧密 |  |  |
| IGBT模块和电容固定良好，无放电痕迹。 |  |  |
| 接线线号清晰正确，柜内所有接线均布置到线槽内，不得有线头裸露 |  |  |
| 电涌保护器状态 ，限制电压型电涌保护器无翻牌、开关型电涌保护器与背板安装符合安全距离要求；前置熔断正常工作 |  |  |
| 控制系统 | 控制器显示界面是否显示清晰、明确，显示无异常 |  |  |
| 柜体外部无损伤；内部密封完好、清洁无杂物 |  |  |
| 电路控制板无污染，各插头连接紧固 |  |  |
| 中央监控系统 | 监控系统软件能正常运行 |  |  |
| 是否定期对系统数据进行备份 |  |  |
| 系统硬件配置、安装软件、参数设定是否有明确说明，并有相应的冗余备份 |  |  |
| 消防系统 | 灭火装置是否在有效期内。灭火装置的数量、规格及安装位置是否符合要求 |  |  |
| 防雷系统 | 避雷针固定牢靠，接地电缆接线牢固 |  |  |
| 轮毂与机舱，机舱与塔架接地良好，接地电缆无破损，脱落，接地母排无变形，每层塔架间的接地电缆固定良好，底层塔架与基础接地扁铁电缆连接无脱落锈蚀情况 |  |  |

附录E  
（资料性）  
经济评价计算参数取值表

经济技术后评价计算参数取值范围和注意事项见附表E.1所示。

表E.1 经济评价计算参数取值表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **参数名称** | **参数范围** | **备注说明** |
| 1 | 上网电量 | \ | 需调取运行期内实际数据 |
| 2 | 上网电价 | \ | 需调取运行期内实际数据，对于参与电力交易或有保障发电小时数的项目，核实是否与设计情况相一致 |
| 3 | 电价补贴 | \ | 核实补贴落实情况，若与设计测算不一致，需要在后续评价中，按照实际补贴发放年限进行分析，尚未得到补贴的，需要预测补贴发放年限 |
| 4 | 其他收入 | \ | 核实是否具有绿证、碳排放交易、储能收益 |
| 5 | 项目初始投资 | \ | 按照实际发生费用核实，可按照施工辅助、设备及安装费用、建筑工程费用、其他费用和预备费用5大类别细分 |
| 6 | 建设年限 | \ | 核实实际建设年限和设计资料中投资年限的区别，后续测算中应当按照实际建设年限进行分析测算 |
| 7 | 逐年投资比例 | \ | 按照实际发生的费用进行投资比例的测算 |
| 8 | 运行年限 | 20年或25年 | 或按照实际评定状态确定 |
| 9 | 项目容量 | \ | 按照实际项目容量计算 |
| 10 | 资本金 | 不低于固定资产投资和流动资金资本金之和的20% | 按照实际投入计算投资杠杆率 |
| 11 | 流动资金 | （40~80）元/kW | 流动资金资本金比例一般不低于30% |
| 12 | 贷款利率 | \ | 按照协议利率或同期借款利率进行，区分长期贷款利率、短期贷款利率和流动资金贷款利率 |
| 13 | 还款方式 | \ | 核实还款方式为等额本金还是等额本息、每年还款时间节点、贷款宽限期等参数 |
| 14 | 建设期利息 | \ | 核实建设期利息实际发生数额，并按照实际的进行计算和分析 |
| 15 | 增值税 | 13%，享受即征即退50% | 核实实际用于抵扣的初始投资进项税数额。核实维修费进项税的抵扣比例和落实情况。 |
| 16 | 销售税金附加 | 实缴增值税的10% | 城市维护建设税5%，教育费附加5% |
| 17 | 所得税 | 应税收入的25%，享受三免三减半 | 包含已发生数据的测算应当按照实际发生的值进行 |
| 18 | 法定公积金提取 | 税后利润的10% | \ |
| 19 | 资产折旧 | 折旧年限（15~20）年，残值率取5% | 或按照实际评估确定 |
| 20 | 资产摊销 | 无形资产（5~10）年，其他资产（5~10）年 | \ |
| 21 | 材料费率 | （30~50）元/kW | 按照实际发生数值测算 |
| 22 | 维修费率 | 质保期内0.5%，5~10年为一个周期，逐步提高至3% | 按照实际发生数值测算 |
| 23 | 人工工资及福利 | \ | 包含人员工资报酬和福利费用 |
| 24 | 保险费率 | 0.35%~0.6% | 或按照与保险公司的协议计算 |
| 25 | 投产率 | \ | 按风电场当年投产容量与设计容量的比例及当年运营时间计算 |
| 26 | 用海及用地费用 | \ | 按照实际发生数值测算 |
| 27 | 拆除费用 | \ | 按照当地情况估计 |
| 28 | 其他费率 | （30~50）元/kW | 按照实际发生数值测算 |

**━━━━━━━━━━━**