

ICS 27.180
CCS P 61

NB

中华人民共和国能源行业标准

P

NB/T 31105 — 2025
代替 NB/T 31105—2016

陆上风电场工程可行性研究报告编制规程

Specification for preparation of feasibility study report
for onshore wind power project

2025-12-18 发布

2026-06-18 实施

国家能源局 发布

中华人民共和国能源行业标准

陆上风电场工程可行性研究报告编制规程

Specification for preparation of feasibility study report
for onshore wind power project

NB/T 31105—2025

主编部门：水电水利规划设计总院

批准部门：国家能源局

施行日期：2026 年 6 月 18 日

中国电力出版社

2026 北京

国家能源局

公告

2025 年第 7 号

根据《中华人民共和国标准化法》《能源标准化管理办法》，国家能源局批准《分布式电源接入电力系统承载力评估导则》等 353 项能源行业标准（附件 1）、《Technical Specification for Directional Drilling in Coal Mine》等 25 项能源行业标准外文版（附件 2）、《液化石油气组成的测定 气相色谱法》等 2 项能源行业标准修改通知单（附件 3），现予以发布。

- 附件：1.行业标准目录
2.行业标准外文版目录
3.行业标准修改通知单

国家能源局
2025 年 12 月 18 日

附件：

行业标准目录

序号	标准编号	标准名称	代替标准	采标号	批准日期	实施日期
...						
121	NB/T 31105-2025	陆上风电场工程可行性研究报告编制规程	NB/T 31105-2016		2025-12-18	2026-6-18
...						

前 言

根据《国家能源局综合司关于下达 2023 年能源领域行业标准制修订计划及外文版翻译计划的通知》（国能综通科技〔2023〕111 号）的要求，规程编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国内先进标准，并在广泛征求意见的基础上，修订本规程。

本规程的主要技术内容是：总则，基本规定，基础资料，综合说明，风能资源，工程地质与水文，工程任务和规模，风电机组选型、布置及发电量估算，电气，消防，土建工程，施工组织设计，环境保护与水土保持，安全设施与应急，设计概算，财务评价与社会效果分析，节能降耗。

本规程修订的主要技术内容是：

——细化了风能资源相关技术要求。

——“电气”章节增加了储能、工程数字化等内容。

——“土建工程”章节增加了风电机组塔架、安装平台等内容。

——将原规程“环境保护与水土保持”章节调整为“环境保护”与“水土保持”两节。

——将原规程“劳动安全与工业卫生”章名调整为“安全设施与应急”，本章内容细化为：概述、安全设施、职业病防护设施、治安反恐防范、应急设施与管理、专项投资。

——删除了原规程“工程招标”章节。

本规程由国家能源局负责管理，由水电水利规划设计总院提出并负责日常管理，由能源行业风电标准化技术委员会风电场规划设计分技术委员会（NEA/TC1/SC1）负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送水电水利规划设计总院（地址：北京市东城区安定门外大街甲 57 号、乙 57 号，邮编：100011）。

本规程主编单位：水电水利规划设计总院

中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司

本规程参编单位：中国电建集团河北省电力勘测设计研究院有限公司

中国电建集团北京勘测设计研究院有限公司

本规程主要起草人员：刘 玮 袁红亮 郭珍妮 宋俊博

田永进 于 佼 邹武停 江 松

白 嘉 韩 源 周 颖 李晓鹏

孙 静 王贝贝 陈亮亮 杨 帆

王健飞 宋 岩 李 茂 杨滢嘉

肖 森 何庆荣 史琬男 李查德

寇凤海 韩 毅 高 岩 徐 栋

胡己坤 宋文丹 苏 鑫 范茜勉

郭倩倩 万智丽 李 丽

本规程主要审查人员：谢宏文 赵生校 齐志诚 宋启明
田景奎 韦惠肖 李宏宇 陈桂斌
吴芳和 吕艳军 甘启娣 张兰君
黎 波 冯艳虹 杨卧龙

目 次

1	总 则	1
2	基本规定	2
3	基础资料	3
4	综合说明	4
5	风能资源	6
5.1	区域风能资源	6
5.2	参证气象站	6
5.3	测风资料的检验和处理	6
5.4	风能资源评估	6
5.5	图 表	7
6	工程地质与水文	8
6.1	工程地质勘察概况	8
6.2	区域地质及地震动参数	8
6.3	场址地质条件与评价	8
6.4	工程水文	8
6.5	图 表	9
7	工程任务和规模	10
7.1	工程任务和建设必要性	10
7.2	工程规模	10
7.3	电力消纳分析	10
8	风电机组选型、布置及发电量估算	11
8.1	风电机组选型	11
8.2	风电机组布置	11
8.3	风电场年上网电量估算	11
8.4	图 表	11
9	电 气	13
9.1	概 述	13
9.2	升压变电站选址	13
9.3	电气一次	13
9.4	电气二次	15
9.5	通 信	16

9.6	集电线路	17
9.7	储 能	18
9.8	工程数字化	19
10	消 防	20
10.1	消防总体设计	20
10.2	工程消防设计	20
10.3	施工消防规划	20
10.4	成果表	20
11	土建工程	21
11.1	工程等级和设计安全标准	21
11.2	风电场总体布置	21
11.3	风电机组塔架	21
11.4	风电机组基础	21
11.5	风电机组升压配电装置基础	22
11.6	道路及安装平台	22
11.7	升压变电站	22
11.8	成 果 图	22
12	施工组织设计	24
12.1	施工条件	24
12.2	施工总布置	24
12.3	交通运输	24
12.4	工程征用地	24
12.5	主体工程施工	25
12.6	施工总进度	25
12.7	施工资源	25
12.8	成果图	26
13	环境保护与水土保持	27
13.1	环境保护	27
13.2	水土保持	27
14	安全设施与应急	28
14.1	概 述	28
14.2	安全设施	28
14.3	职业病防护设施	28
14.4	治安反恐防范	28

14.5	应急设施与管理	28
14.6	专项投资	28
15	设计概算	29
15.1	概 述	29
15.2	编制说明	29
15.3	设计概算表	29
16	财务评价与社会效果分析	30
16.1	概 述	30
16.2	财务评价	30
16.3	风险分析	30
16.4	社会效果分析	30
17	节能降耗	31
17.1	节能设计依据和原则	31
17.2	运行期能耗种类、数量分析和能耗指标	31
17.3	主要节能降耗措施	31
17.4	节能降耗效益	31
附录 A	陆上风电场工程可行性研究报告编制目录	32
附录 B	风电场工程特性表	35
附录 C	财务指标汇总表	37
	本规程用词说明	38
	引用标准名录	39
附：	条文说明	40

Contents

1	General provisions.....	1
2	Basic requirements.....	2
3	Basic data.....	3
4	Executive summary.....	4
5	Wind energy resources.....	6
5.1	Regional wind energy resources.....	6
5.2	Referenced meteorological stations.....	6
5.3	Check and processing of measurement wind data.....	6
5.4	Wind energy resources assessment.....	6
5.5	Charts.....	7
6	Engineering geology and hydrology.....	8
6.1	Overview of engineering geological survey.....	8
6.2	Regional geology and ground motion parameters.....	8
6.3	Geological conditions of site area and their evaluation.....	8
6.4	Engineering hydrology.....	8
6.5	Charts.....	9
7	Project tasks and scale.....	10
7.1	Project tasks and development necessity.....	10
7.2	Project scale.....	10
7.3	Electric power accommodation analysis.....	10
8	Type selection & layout of wind turbines and estimate of energy output.....	11
8.1	Type selection of wind turbines.....	11
8.2	Layout of wind turbines.....	11
8.3	Estimate of annual grid-connected energy output for wind farm.....	11
8.4	Charts.....	11
9	Electrical system.....	13
9.1	Overview.....	13
9.2	Selection of step-up substation sites.....	13
9.3	Primary electrical system.....	13
9.4	Secondary electrical system.....	15
9.5	Communications.....	16
9.6	Collector lines.....	17
9.7	Energy storage.....	18
9.8	Engineering digitization.....	19
10	Fire control.....	20
10.1	Overall fire control design.....	20
10.2	Fire control design for project.....	20

10.3	Fire control design for construction.....	20
10.4	Charts.....	20
11	Civil works.....	21
11.1	Project grade and design safety standards.....	21
11.2	Layout of wind farm.....	21
11.3	Wind turbine tower.....	21
11.4	Wind turbine foundation.....	21
11.5	Step-up power distribution device foundation of wind turbines.....	22
11.6	Road and installation platform.....	22
11.7	Step-up substation.....	22
11.8	Charts.....	22
12	Construction planning.....	24
12.1	Construction conditions.....	24
12.2	General construction layout.....	24
12.3	Transportation.....	24
12.4	Land requisition.....	24
12.5	Main works construction.....	25
12.6	Master construction schedule.....	25
12.7	Construction resources.....	25
12.8	Charts.....	26
13	Environmental protection and soil and water conservation.....	27
13.1	Environmental protection.....	27
13.2	Soil and water conservation.....	27
14	Safety facilities and emergency response.....	28
14.1	Overview.....	28
14.2	Safety facilities.....	28
14.3	Occupational health facilities.....	28
14.4	Public security and counter-terror.....	28
14.5	Emergency facilities and management.....	28
14.6	Special investment.....	28
15	Design cost estimation.....	29
15.1	Overview.....	29
15.2	Preparation instructions.....	29
15.3	Table of design cost estimates.....	29
16	Financial evaluation and social benefit analysis.....	30
16.1	Overview.....	30
16.2	Financial evaluation.....	30
16.3	Risk analysis.....	30

16.4	Social benefit analysis.....	30
17	Energy conservation.....	31
17.1	Design basis and principles for energy conservation.....	31
17.2	Types, quantity and indicators of energy consumption during operation period.....	31
17.3	Main energy conservation measures.....	31
17.4	Energy conservation benefits.....	31
AppendixA	Contents of feasibility study report for onshore wind power project.....	32
AppendixB	Characteristics table of wind power projects.....	35
Appendix C	Summary table of financial indicators.....	37
	Explanation of wording in this specification.....	38
	List of quoted standards.....	39
	Addition: explanation of provisions.....	40

1 总 则

- 1.0.1 为规范陆上风电场工程可行性研究报告编制的内容、深度和技术要求，制定本规程。
- 1.0.2 本规程适用于陆上风电场工程可行性研究报告的编制。
- 1.0.3 陆上风电场工程可行性研究报告的编制应遵循安全可靠、技术可行、经济合理的原则。
- 1.0.4 陆上风电场工程可行性研究报告编制，除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 基本规定

2.0.1 陆上风电场工程可行性研究报告应分析风电场工程存在的限制性因素,对工程实施的可行性进行评价。

2.0.2 陆上风电场工程可行性研究报告应比选风电机组型式、塔架型式、风电机组基础型式、升压配电装置、集电线路、道路、升压变电站及储能系统等风电场主体工程的设计方案,论证工程技术经济可行性。

2.0.3 陆上风电场工程可行性研究报告应分析风电场发电量、造价水平、收益率及财务敏感性,评价工程财务可行性。

2.0.4 陆上风电场工程可行性研究报告应从实际出发,结合地区特点,坚持节约集约用地、保护环境的基本原则,积极采用新技术、新材料、新工艺、新方法。

2.0.5 陆上风电场工程可行性研究报告编制目录宜符合本规程附录 A 的规定。

3 基础资料

3.0.1 陆上风电场工程可行性研究报告编制应收集风电场所在区域风电规划成果,周边风电场的建设情况,以及电力发展规划与现状等相关专题研究成果。

3.0.2 前期资料宜收集风电场工程预可行性研究成果和风能资源评估成果。

3.0.3 气象资料应收集风电场工程场址周边气象站基本情况及资料,资料时段不宜少于30年,资料应包括风速、风向、温度、气压、水汽压、湿度、雷暴、沙尘、热带气旋、极端天气情况等统计数据,宜收集与风电场测风塔观测时段同期的参证气象站逐小时风速、风向数据等;宜收集其他长期气象观测资料或再分析资料。

3.0.4 测风资料应收集风电场工程场址范围内及周边区域的测风资料,包括测风位置、高程、测风时段、测风塔或雷达测风装置安装报告、周边地形地貌、测风仪器设置及检验报告等,其中应至少有1座测风塔测风资料时段不小于1年。

3.0.5 地形图资料应收集风电场工程边界及其外延10km范围内1:50000地形图、边界及其外延1km~2km范围内1:10000或1:5000地形图。山区风电场工程宜再收集边界内1:2000地形图。

3.0.6 场址内及周边的敏感点和限制开发区域资料应收集生态保护红线、基本农田、基本草原、林地、自然保护区、饮用水水源保护区、压覆矿产区、文物保护区、机场净空保护区、居民点及其他敏感区、土地利用现状及规划资料等。

3.0.7 工程地质资料应收集工程区域地形地貌、地层岩性、地质构造、地震动参数、标准冻结深度、不良地质作用的发育和分步情况等。工程水文资料应收集工程区域河流、湖沼等地表水的分步,地下水含水层类型等。

3.0.8 陆上风电场工程可行性研究报告编制应收集的其他资料包括下列内容:

- 1 风电场工程所在地区及受电区域的社会经济现状、发展规划等。
- 2 风电场工程所在地区电网地理接线图、接入电力系统方案及受电区域的电力系统资料。
- 3 风电场工程所在地的自然条件、对外交通运输情况等。
- 4 适用于风电场工程的风电机组资料。
- 5 风电场工程所在地能源主管部门有关储能配置的要求。
- 6 风电场工程所在地的主要建筑材料价格情况及有关造价的文件、规定。
- 7 风电场工程可享受的优惠政策等。

4 综合说明

4.0.1 综合说明的内容宜包括概述，风能资源，工程地质与水文，工程任务和规模，风电机组选型、布置及发电量估算，电气，消防，土建工程，施工组织设计，环境保护与水土保持，安全设施与应急，设计概算，财务评价与社会效果分析，节能降耗，结论及工程特性表等内容。

4.0.2 概述部分宜简述工程地理位置、地形地貌、气候特点、前期工作的主要结论、上级主管部门的批复意见、工程任务、本期和终期建设规模、送出方案、可行性研究工作过程以及与有关政府部门达成的协议、可能存在的制约因素等，宜绘制风电场地理位置示意图、风电场和升压变电站位置关系图、列出风电场范围坐标表。

4.0.3 风能资源部分宜简述工程所在地区的风能资源概况，说明测风塔基本情况、主要气象要素特征值及极端气候情况、主要风况参数及风能资源评价结论。

4.0.4 工程地质部分宜简述区域地质概况、基本地质条件、主要工程地质问题的评价、地基基础的建议以及地质灾害评估情况。水文部分宜简述场址区水文分析成果。

4.0.5 工程任务和规模部分宜简述项目规划背景、相关地区经济社会发展状况、电力系统现状和发展规划以及项目在电力系统的作用，说明项目开发任务和规模。

4.0.6 风电机组选型、布置及发电量估算部分宜简述推荐的风电机组型式、单机容量、风轮直径、轮毂高度、风电机组台数和布置，以及风电场年上网电量。

4.0.7 电气部分宜简述风电场接入电力系统及升压变电站设置方案、主要电气设备的选型和布置、风电机组集电线路接线方案；宜简述风电机组和主要电气设备的控制、保护和风电场的调度及通信方案；宜简述储能系统主要配置方案和工程数字化主要规划方案。

4.0.8 消防部分宜简述工程消防设计方案和施工期消防规划方案。

4.0.9 土建工程部分宜简述工程的规模、等级、设计安全标准以及总体布置方案，风电机组塔架型式，风电机组基础设计，风电机组升压配电装置基础设计，道路及安装平台设计，升压变电站及储能系统平面布置、主要建（构）筑物的设计尺寸和结构型式等。

4.0.10 施工组织设计部分宜简述施工条件，交通状况，风电机组的安装方法，施工方法，施工总布置，施工进度，主要建筑材料和施工机械设备的数量，施工用水用电的来源，永久用地和施工临时用地面积等。

4.0.11 环境保护与水土保持部分宜简述环境保护与水土保持主要的设计方案。

4.0.12 安全设施与应急部分宜简述主要危险有害因素分析结论及防范措施。

4.0.13 设计概算部分宜简述编制工程设计概算的原则和依据、工程静态投资、工程总投资和资金筹措方案。

4.0.14 财务评价与社会效果分析部分宜简述财务评价和社会效果评价的主要成果及结论。

4.0.15 节能降耗部分宜简述建设项目节能分析主要结论。

4.0.16 结论部分宜综述本风电场可行性研究报告的结论和建议。

4.0.17 综合说明应列出风电场工程特性表。风电场工程特性表应符合本规程附录B的规定。

5 风能资源

5.1 区域风能资源

区域风能资源应概述风电场所在地区的风能资源宏观分布情况，宜包括理论可开发量、技术可开发量、风能资源等级等参数，并简要分析风电场区域的风能资源分布特征。

5.2 参证气象站

5.2.1 参证气象站应通过比选确定，并分析风电场所在区域的特殊气候。

5.2.2 参证气象站的基本情况应包括坐标、高程、站址沿革、周边环境、测风仪安装高度及变更，统计列出参证气象站或再分析资料的气象要素特征、风速年际及年内变化规律、风向特征等。

5.3 测风资料的检验和处理

5.3.1 测风资料的基本情况应简述风电场场址范围内或周边区域可用测风塔的概况，包括位置、高程、测风时段、周围地形地貌、测风仪器设置等，宜根据地形及环境条件、测风塔安装报告、测风仪器检验报告等对测风塔是否满足风能资源评估要求进行简要评价。当有雷达测风成果时，宜根据地形及环境条件、测风系统安装及校验情况等对雷达测风成果是否满足风能资源评估要求进行简要评价。

5.3.2 测风资料的插补延长应按照国家现行标准《风电场风能资源评估方法》GB/T 18710和《风电场工程风能资源测量与评估技术规范》NB/T 31147的有关规定对测风数据进行检验和处理，并简述检验结论和处理方法。宜列出并分析测风塔各通道间的风速相关性，统计并列出每座测风塔各高度处理前、后的月平均及年平均风速统计成果表。测风时段在1年以上的，应分年度统计。

5.3.3 测风资料的使用方案应根据测风塔代表性分析结论确定。

5.3.4 选用的测风资料应根据气象站长期测风资料按照国家现行标准《风电场气象观测资料审核、插补与订正技术规范》GB/T 37523和《风电场工程风能资源测量与评估技术规范》NB/T 31147的有关规定进行订正处理，将验证后的每座测风塔各高度测风数据订正为一套反映风电场长期平均水平的代表性数据。气象站与风电场测风数据之间相关性较差时，可选用风电场区域的再分析资料作为长系列代表性判断及订正依据，再分析资料与同期测风数据总体相关性较好且主风能方向扇区的相关系数宜大于0.70。

5.4 风能资源评估

5.4.1 风能资源评估应对空气密度、风切变指数、湍流强度、50年一遇最大风速和极大风速等风况参数进行计算，计算应符合下列规定：

- 1 计算确定风电机组预装轮毂高度的空气密度。
- 2 当有多座测风塔时，应分别计算各测风塔的风切变指数。
- 3 计算确定全风速段平均湍流强度和代表湍流强度。当有多座测风塔时，应分别计算各测风塔的湍流强度，经综合比较后确定湍流强度等级。
- 4 计算风电机组预装轮毂高度处当地空气密度和标准空气密度下的50年一遇最大风速和极大风速。
- 5 宜根据风电场升压变电站、架空线路设计需求提出相应的最大风速。

5.4.2 风能资源评估应根据订正后的代表年风速数据计算各测风塔不同高度的平均风速和风功率密度、

风速频率分布和风能频率分布、风向频率和风能密度方向频率分布、威布尔分布拟合参数等，并将处理好的各种风况参数绘制成图。

5.4.3 当测风塔风速资料的风频分布不符合威布尔分布时，宜简要分析原因。

5.4.4 风能资源评估应对风电场场址的风况特征和风能资源做出总体评价，并说明对风电机组安全等级的要求。

5.4.5 当现场测风资料不满足国家现行相关规范要求或极端气候条件复杂，本阶段评估结论存在较大不确定性时，风能资源评估应提出补充工作建议。

5.5 图 表

5.5.1 风能资源成果表应包括下列内容：

- 1 气象站累年平均气温、极端气温、气压、水汽压、湿度、雷暴日数、沙尘日数等气象要素参数统计表。
- 2 各测风塔测风数据处理前、后的月平均风速统计表。
- 3 各测风塔订正后的风电场代表年风速、风功率密度统计表。
- 4 测风塔各高度层之间的风切变指数计算成果表。
- 5 测风塔轮毂高度层不同风速段湍流强度计算成果表。

5.5.2 风能资源成果图应包括下列内容：

- 1 风电场与参证气象站、测风塔地理位置示意图。
- 2 参证气象站连续多年的风速年际变化直方图。
- 3 参证气象站多年月平均风速变化直方图。
- 4 参证气象站多年风向玫瑰图。
- 5 测风塔实测风切变指数拟合图、湍流强度曲线。
- 6 测风塔代表年威布尔分布拟合图。
- 7 测风塔代表年全年及各月的风速和风功率密度日变化曲线图、年变化曲线图。
- 8 测风塔代表全年全年的风速和风能频率分布直方图。
- 9 测风塔代表年全年及各月的风向玫瑰图、风能玫瑰图。

6 工程地质与水文

6.1 工程地质勘察概况

工程地质勘察概况部分应包括下列内容：

- 1 简述项目所在地区的自然地理条件、场址区域范围、风电场工程总装机容量、风电场内主要建（构）筑物布置方案等。
- 2 说明风电场工程勘察目的、依据。
- 3 划分风电场工程勘察等级和场地类别。
- 4 说明勘察过程及完成情况。

6.2 区域地质及地震动参数

区域地质及地震动参数部分应包括下列内容：

- 1 简要说明风电场工程区域地质情况。
- 2 根据现行国家标准《中国地震动参数区划图》GB 18306 确定区域设计基本地震加速度值、地震基本烈度、反应谱特征周期。
- 3 评价风电场工程区域构造稳定性。当距离风电场工程区 10km 范围内存在发震断裂时，应初步评价发震断裂对工程的影响，并提出工程措施建议。

6.3 场址地质条件与评价

- 6.3.1 场址的基本地质条件部分应说明场址地形地貌、地层岩性、成因类型、物质组成等。
- 6.3.2 场址的不良地质作用部分应初步说明不良地质作用的发育程度、成因类型、分布范围及规模。
- 6.3.3 场址的水文地质条件部分应初步说明地下水的类型、埋藏条件、地下水位、水质及补排关系。
- 6.3.4 报告应提出岩土体的物理力学参数建议值及土壤电阻率建议值。
- 6.3.5 风电场场址及升压变电站的工程地质条件应初步查明地基岩土体的承载能力、持力层的埋藏深度、地基的抗变形能力和抗滑稳定性、特殊土体的工程地质特性、地下水对地基影响等。
- 6.3.6 报告应初步评价地基土及地下水对混凝土、混凝土中的钢筋和钢结构的腐蚀性影响。
- 6.3.7 风电场地震效应初步评价应包括场地类别、抗震设计参数、地震液化评价，并划分建筑有利、一般、不利和危险地段。
- 6.3.8 报告应评价泥石流、山洪灾害等对建（构）筑物的影响，提出开展防治评价工作的建议。
- 6.3.9 报告应对场址区的季节性冻土进行说明分析，提供场地土的标准冻深线深度，并进行冻胀性评价。
- 6.3.10 报告应对施工用水和生活用水水源的水量、水质进行初步分析评价。
- 6.3.11 报告应说明天然建筑材料的质量和开采运输条件。
- 6.3.12 报告应根据地质条件评价结论提出地基处理方案建议。当使用桩基时，应简要论述成桩可行性。

6.4 工程水文

- 6.4.1 工程水文部分应简述场址区水文气象。
- 6.4.2 对于可能受洪水影响的风电场建（构）筑物，报告应提出防洪设计水位。

6.4.3 对于涉及湖泊、水库、蓄滞洪区、洪泛区的风电场，应提出开展洪水影响评价的建议。

6.5 图 表

6.5.1 工程地质成果表应包括勘察工作量表、岩土体物理力学参数建议值表。

6.5.2 工程地质成果图应主要包括风电场区域地质构造纲要图，场址区工程地质平面图、钻孔柱状图、坑槽展示图等。

7 工程任务和规模

7.1 工程任务和建设必要性

7.1.1 工程任务部分应包含下列内容：

- 1** 简述工程所在地区及受电地区经济社会现状及发展规划，电力系统现状及发展规划。
- 2** 结合地区能源资源条件、经济社会发展需求及其他对本风电场的要求等，论述风电场的开发任务。

7.1.2 报告应从国家能源产业政策、可再生能源发展要求、地区电力工业发展、环境保护以及促进地方经济社会发展与社会效益等方面分析论证工程的建设必要性。

7.2 工程规模

7.2.1 报告应说明工程所在地区风电规划成果、开发利用现状、周边风电场的建设情况及项目前期工作成果。

7.2.2 报告应根据风电场所在地区的能源资源、电力系统现状及规划、项目对电力系统的要求、项目开发建设条件、风电机组的制造水平等因素，论证并确定风电场的装机规模。

7.2.3 对于分期开发项目和一体化开发项目，报告应说明各期项目、各配套项目的规模、范围和开发时序，并提出场址范围坐标及示意图。

7.3 电力消纳分析

报告应根据工程的规模、出力特性、电力系统现状，研究风电场电力电量消纳情况，分析提出可能的消纳范围及其在电力系统中的功能定位。

8 风电机组选型、布置及发电量估算

8.1 风电机组选型

8.1.1 风电机组选型应根据风电机组的制造水平、技术成熟程度和价格，结合风电场的风况特征、风电机组的安装条件和设备运输条件，确定单机容量比选范围。

8.1.2 风电机组机型的比选应包括下列内容：

- 1 分析说明风电场所在地区海拔高度、极端低温、极端高温、凝冻、沙尘、盐雾、台风等因素的影响及其对风电机组选型的要求。
- 2 根据单机容量范围及风况要求选择若干机型，比较特征参数、风电场空气密度及湍流强度条件下的动态功率曲线、认证情况和成熟度情况。
- 3 对不同比选机型方案进行风电机组布置并估算发电量。
- 4 估算不同机型方案的风电机组及有关配套费用。
- 5 综合比较年等效满负荷小时数、单位电量投资等指标，考虑风电机组技术水平，确定推荐机型。
- 6 对推荐机型的不同轮毂高度方案进行技术经济比选，并推荐轮毂高度。

8.2 风电机组布置

8.2.1 风电机组布置应提出风电机组布置原则、安全保障原则及限制性因素，并符合下列要求：

- 1 风电机组布置应遵循土地资源节约集约化利用和风能资源高效利用的原则。
- 2 安全保障原则应包括风电机组设备及其附属设施、邻近建筑、道路及线路等的安全要求。
- 3 限制性因素应包括环保、文物、禁建区和噪声影响等。
- 4 对于周边已存在风电项目的风电场，应分析相互影响。

8.2.2 报告应根据测风塔代表年数据绘制风电机组预装轮毂高度的风能资源分布图，拟定若干风电机组布置方案，比较选定风电机组推荐布置方案，绘制推荐风电机组布置图。

8.3 风电场年上网电量估算

8.3.1 发电量计算应说明采用的软件及版本、地形图精度及模型参数的取值、软件模拟数据与实测数据的误差分析等，风电场的理论年发电量应采用风电场空气密度及湍流强度下的动态功率曲线计算。

8.3.2 发电量折减项应包括尾流影响、风电机组可利用率、功率曲线保证率、风电机组控制、湍流影响、叶片污蚀、气候影响、场用电及线损、电网影响、测风数据代表性及其他可能造成风电场发电量减小的因素等方面的折减系数，通过各项折减系数连乘的方式计算综合折减系数并估算风电场年上网电量、年等效满负荷小时数及容量系数。也可采用概率分析法估算特定保证率下的年上网电量。

8.3.3 风电场年上网电量估算应考虑周边已建、拟建风电场对本风电场的尾流影响，绘制区域各风电场相对位置示意图。

8.4 图 表

8.4.1 风电机组选型、布置及发电量估算应提出下列成果表：

- 1 比选机型主要技术参数表。
- 2 比选机型方案技术经济比较表。
- 3 推荐机型轮毂高度技术经济比较表。
- 4 推荐机型推荐布置单机发电量估算表，主要包括风电机组型号、坐标、海拔高度、轮毂高度、风速、湍流强度、入流角、理论年发电量、尾流影响、尾流影响后的年发电量、年上网电量、年等效满负荷小时数等。

8.4.2 风电机组选型、布置及发电量估算应提出下列成果图：

- 1 风电场区域风能资源分布图。
- 2 比选机型风电场空气密度及湍流强度下的动态功率曲线、推力系数曲线图。
- 3 比选机型机位布置图。
- 4 推荐机型推荐机位布置图。

9 电 气

9.1 概 述

概述部分应说明工程建设规模、设计范围及接入电力系统的方式，包括下列内容：

- 1 与风电场相关的风电场规划及综合送出情况。
- 2 风电场总体规划及项目装机容量，说明风电场接入系统方案，包括输电电压等级、出线回路数、导线截面、输送容量及配套输变电工程等。
- 3 升压变电站规划及工程规模、接线型式、各电压等级出线回路数及无功补偿容量。
- 4 工程设计的范围和外部协作项目的分工界限。对改建、扩建工程，应说明原有工程情况及其与拟建工程的衔接和配合。
- 5 说明项目配套储能的作用和意义、功能定位及储能规模。

9.2 升压变电站选址

9.2.1 升压变电站站址选择应结合土地利用规划、接入系统方案、风电机组及集电线路布置条件、地形条件、工程地质及水文条件、压覆矿产情况、地质灾害影响、进出线条件、交通运输等多种因素，重点解决站址的可行性问题，避免出现颠覆性因素。升压变电站选址应说明站址选择过程，应提出两个及以上可行的站址方案，并简要说明升压变电站变电容量、各级电压出线回路数及方向等情况。

9.2.2 对不同站址方案应分别说明下列情况：

- 1 站址基本情况。
- 2 升压变电站出线条件，按工程近、远期出线规模，综合考虑各级电压出线走廊，研究出线方式和排列次序，减少线路交叉跨越及转角。
- 3 集电线路及升压变电站送出线路布置情况及主要工程量。
- 4 站址的水文与气象条件，重点论述洪水位、风速及冰雪、凝冻等情况。
- 5 根据地质勘察报告简要说明工程地质情况及其主要影响。
- 6 进站道路和交通运输方案，包括进站道路引接方案及大件运输等。
- 7 站址的施工条件。
- 8 站用水水源的情况。

9.2.3 升压变电站选址应对各站址方案进行技术经济比较，根据各站址方案建设条件和技术经济比较结论，说明推荐站址方案及理由。

9.3 电气一次

9.3.1 电气一次部分应说明设计的主要依据，包括采用的相关技术标准与文件。

9.3.2 电气主接线方案应根据工程规模及接入系统要求拟定，包括下列内容：

- 1 结合集电线路电压等级推荐方案，拟定风电机组升压配电装置电气接线方案，风电机组至升压变压器低压侧电缆选型及根数。

2 经方案比较和技术经济分析论证，拟定升压变电站电气主接线方案，主变压器配置和各侧电气接线方案、中性点接地方式以及无功补偿方案。

3 对分期建设的风电场，说明风电场分期建设和过渡方案。

9.3.3 升压变电站配电装置型式选择应包括下列内容：

1 考虑接入系统方案、风电场规划、地形、设备布置、间隔配置近远期结合及站区自然环境因素等对电气总布置的影响，通过技术经济比选，提出配电装置型式选择的结论。

2 根据工程所在地区地震烈度要求，说明配电装置的抗震措施。

9.3.4 短路电流计算应包括下列内容：

1 说明短路电流计算的依据、运行方式及系统容量。

2 列出短路电流计算成果。

9.3.5 主要电气设备选择应包括下列内容：

1 说明风电机组有功功率及无功功率控制能力，惯量响应和一次调频功能，低电压穿越、高电压穿越、连续穿越、电能质量等并网性能要求，提出风电机组型式、规格、数量及电压等级等主要电气技术参数。

2 确定风电机组升压配电装置的型式、规格、数量及主要技术参数，明确升压变压器的能耗等级和损耗。

3 确定主变压器型式、规格、数量及主要技术参数，明确主变压器的能耗等级。

4 确定高压、中压配电装置的型式及主要技术参数，高压配电装置选型宜进行技术经济比选。对改建、扩建工程，校验原设备的参数，并提出改造措施。

5 计算并选定风电场汇集系统中性点接地设备型式及参数，估算无功补偿装置容量，通过技术经济比选，提出推荐方案。

6 对需配置分布式调相机的风电场工程，应明确调相机的主接线方案、设备选型、设备布置及站用电方案。

7 采用新型设备和重大新技术时，进行专题论证。

9.3.6 过电压保护及绝缘配合应包括下列内容：

1 根据风电场接入系统报告及有关过电压保护技术标准要求，说明风电场设备、升压变电站的过电压保护原则。

2 提出各级电压电气设备的绝缘配合及过电压保护措施。

3 说明升压变电站自然条件、环境状况、污秽等级；提出升压变电站电气设备的外绝缘要求及绝缘子串的型式和片数选择。

9.3.7 电气设备布置应包括下列内容：

1 风电机组升压配电装置布置方案。

2 升压变电站布置方案。

9.3.8 防雷接地方案应包括下列内容：

- 1 结合风电机组及升压配电装置的布置情况，分别说明各自的防雷保护方式。
- 2 说明升压变电站的防直击雷保护方式。
- 3 根据风电场、升压变电站区域土壤电阻率和腐蚀性情况，说明接地装置设计技术原则及接地材料选择原则，提出接地设计方案。

4 说明二次系统对防雷、接地的要求。

5 对改建、扩建工程，校验原有接地网及过电压防护措施。

9.3.9 站用电系统及照明方案应包括下列内容：

- 1 站用电及场用电源的引接及站用电接线方案。
- 2 站用负荷计算及站用变压器选型。
- 3 站用配电装置的布置及设备选型。
- 4 工作照明、应急照明、检修电源和消防电源等的供电方式，并说明主要场所的照明及其控制方式。

9.3.10 电缆设施方案应包括下列内容：

- 1 场区电缆敷设方式选择，含电缆隧道、电缆沟道的布置。
- 2 电缆的选型及其构筑物采取的防火和阻燃措施。

9.3.11 电气一次应列出风电场、升压变电站电气一次设备材料表。

9.3.12 电气一次附图应提出下列成果图：

- 1 电气主接线图，包括站用电接线。
- 2 升压变电站电气总平面布置图。
- 3 各级电压配电装置平、断面布置图。
- 4 升压变电站防雷保护范围图。
- 5 风电机组升压配电装置接线图。

9.4 电气二次

9.4.1 电气二次应说明设计的依据和原则。

9.4.2 电气二次应说明风电场的调度管理方式、运行方式。

9.4.3 风电场的监控和保护方案应包括下列内容：

1 风电机组的监控保护方案，风电场监控系统的结构、主要功能及主要设备配置，风电机组的保护配置及主要功能。

2 风电机组升压配电装置的监控保护方案，风电机组升压配电装置监控系统的结构、主要功能及主要设备配置，风电机组升压配电装置的保护配置及主要功能。

3 风电机组和风电机组升压配电装置监控系统二次安全防护方案。

9.4.4 升压变电站的监控和保护方案应包括下列内容：

- 1 升压变电站监控系统方案、监控系统的结构、主要功能及主要设备配置。
- 2 升压变电站主要电气设备的继电保护方案及设备配置方案。

- 3 系统保护和安全自动装置的配置方案。
- 4 系统调度自动化的配置方案。
- 5 升压变电站电力监控二次安全防护方案。

9.4.5 电气二次接线方案应包括下列内容：

- 1 计量、测量、信号、操作闭锁等二次接线设计方案。
- 2 说明关口计量表和考核表的配置要求。
- 3 电流电压互感器的配置及主要技术要求，主要包括下列内容：
 - 1) 根据接入系统资料，拟定风电场工程与电网计量点处的电流互感器和电压互感器配置精度。
 - 2) 根据系统短路容量合理选择电流互感器的容量、变比和特性，满足继电保护选择性、灵敏性、可靠性和速动性的要求。
 - 3) 保证差动保护各侧电流互感器暂态特性、相应饱和电压的一致性。

9.4.6 控制电源系统方案应包括下列内容：

- 1 风电场和升压变电站直流系统电压等级、直流电源接线方式，统计直流用电负荷，提出蓄电池的初步选型、容量和数量。
- 2 不间断电源系统的供电范围；统计所需交流不间断控制电源的用电负荷，计算不间断电源系统容量；提出不间断电源系统配置及接线方案。

9.4.7 图像监视及安全警卫系统设计方案应说明主要设备选型和设备配置，宜提出摄像机的配置点表。

9.4.8 火灾自动报警系统设计方案应说明主要设备选型和设备配置，宜提出火灾探测器的配置点表。

9.4.9 风功率预测系统应说明系统构成、功能及主要技术要求，提出该系统用测风塔的配置要求。

9.4.10 电气二次应提出快速频率响应控制系统设计方案和主要设备配置方案。

9.4.11 电气二次应提出主要电气设备在线监测系统配置方案。

9.4.12 电气二次宜简述主要设备布置情况。

9.4.13 电气二次应根据电气主设备及二次设备布置提出等电位接地网设计方案。

9.4.14 需配置分布式调相机的风电场工程应明确调相机监控系统、励磁系统、启动系统、调相机变压器保护、调度自动化系统、直流及交流不间断电源系统、辅助控制系统方案。

9.4.15 电气二次应列出风电场、升压变电站电气二次设备材料表。

9.4.16 电气二次附图应提出下列成果图：

- 1 电气主设备继电保护及测量配置图。
- 2 计算机监控系统结构示意图。
- 3 直流系统配置图。
- 4 交流不间断电源系统配置图。
- 5 电气二次屏柜及控制室布置图。

9.5 通 信

9.5.1 通信应说明通信系统设计范围、依据和原则。

9.5.2 风电场场内通信应根据风电机组及其升压配电装置监控系统对通信网络的要求,确定风电场通信组网方式、光缆线路路径、敷设方式及光缆选型,并说明风电场场内检修及巡视通信方式。

9.5.3 升压站通信应确定升压变电站的内部通信方式、外部通信方式,说明主要设备功能和设备配置方案。

9.5.4 系统通信应根据风电场接入系统的通信设计要求,初步提出升压变电站系统通信方式,说明主要设备功能和设备配置方案。

9.5.5 通信电源系统应确定电源供电方式,说明设备配置方案。

9.5.6 通信应说明升压变电站综合通信线路网络配置方案。

9.5.7 通信应提出主要设备布置及接地方案。

9.5.8 通信应列出风电场、升压变电站通信设备材料表。

9.5.9 通信附图应提出下列成果图:

- 1 通信系统图。
- 2 通信电源系统图。

9.6 集电线路

9.6.1 集电线路应简要说明风电场布置及其基本情况,风电机组升压配电装置与集电线路的连接方式,升压变电站位置及其进出线位置、方向,与已建和拟建线路的相互关系,工程区域水文、地质、地形、地貌、地物情况、地质环境评价情况。

9.6.2 集电线路设计使用的气象组合条件应根据气象资料分析确定。

9.6.3 集电线路路径方案应包括下列内容:

- 1 说明路径选择的基本原则和方法。
- 2 根据线路路径选择原则、风电机组布置及升压变电站选址等提出集电线路方案并进行比选。
- 3 对同路径多条架空集电线路,应比较同塔双回、多回路方案。

9.6.4 当采用电缆方式时应简述电缆线路方案,主要包括下列内容:

- 1 根据气象环境条件、地形地质、电缆敷设条件及方式等情况,确定电力电缆导体材质、绝缘水平、绝缘类型、护层类型、电缆芯数、导体截面及电缆附件型式。
- 2 确定电缆线路进入升压变电站的电缆型号与根数。
- 3 提出电缆线路不同区域的敷设要求及注意事项。
- 4 确定电缆接地与保护方式。
- 5 简述电缆的防火与阻燃要求。

9.6.5 集电线路导地线型式选择应主要包含下列内容:

- 1 根据拟定的集电线路输送容量、压降及环境条件等要求选定导线型号,并列出推荐的导线机械电气特性。
- 2 根据风电场所在区域风速或舞动区等级拟定导线防振、防风偏及防舞动措施。
- 3 根据导地线配合、地线热稳定等要求,确定地线型号。采用 OPGW 光纤复合地线时,应说明光

纤芯数配置情况。

4 当选用新材料时，从原材料、制造、试验、试运行及其市场采购等方面说明其应用的可行性。

9.6.6 集电线路绝缘配合应主要包括下列内容：

1 确定污秽等级，对高海拔地区应对爬电距离进行海拔修正。

2 根据现场气象条件、设计污秽等级并结合以往运行维护经验确定适用的绝缘子型式，并提出绝缘子的标准使用荷载及机械强度安全系数。

3 明确悬式、耐张绝缘子片数及其爬电距离。

4 确定空气间隙要求。

9.6.7 集电线路设备选择应提出线路隔离设备的配置要求及设备参数。

9.6.8 根据集电线路布置区域雷电活动情况，应提出线路防雷和接地方案。

9.6.9 在鸟类活动频繁的区域，集电线路选择时宜采取涉鸟故障防治措施。

9.6.10 架空集电线路应提出集电线路主要杆塔和基础型式方案。

9.6.11 集电线路应列出设备材料表。

9.6.12 集电线路附图应提出集电线路路径方案图。

9.7 储 能

9.7.1 风电场工程配置电化学储能系统时，储能应说明设计依据和原则。

9.7.2 结合电化学储能技术现状应进行经济比选，确定电化学储能系统主要技术路线和方案。

9.7.3 电化学储能系统技术方案应包括下列内容：

1 简述电池选型方案，说明电池布置方案；说明储能电池系统冷却方式、安全措施，储能电池管理系统功能、构架及性能要求。

2 简述功率变换器选型，说明功率变换器的功能及性能参数要求。

3 简述储能变压器选型，说明储能变压器的功能及性能参数要求。

4 说明储能单元设计方案。

5 提出储能场区监控系统、主要设备元件保护的配置方案。

6 确定储能布置形式，结合电池特性、防火、防爆要求，说明储能设施布置方案。

7 根据储能系统设备选型提出储能系统充放电综合效率，并结合储能充放电深度、充放电次数、逐年衰减、运行寿命、运行策略，提出储能系统逐年充放电量。

8 提出储能场区照明、负荷用电、防雷接地、电缆敷设及防火方案，其中负荷用电方案至少包括储能系统负荷等级和供电方案。

9 提出储能场区视频及环境监控系统方案。

10 提出储能场区火灾自动报警系统方案。

9.7.4 储能应列出储能系统成套设备材料清册。

9.7.5 储能附图应提出下列成果图：

1 电化学储能单元电气主接线图。

- 2 电化学储能场区计算机监控系统结构示意图。
- 3 电化学储能场区总平面布置图。

9.8 工程数字化

- 9.8.1** 工程数字化应综合考虑风电场工程建设特点和建设单位要求，明确工程数字化建设基本原则。
- 9.8.2** 工程数字化建设应体现工程全生命周期理念，提出总体思路和阶段性实施目标，并提出设计方案及基础功能。
- 9.8.3** 工程数字化应列出工程数字化设备材料表。

10 消 防

10.1 消防总体设计

消防总体设计方案应包含下列内容：

- 1 说明消防设计应遵循的法律法规及技术标准。
- 2 简述工程总体布置，以及工程需要进行消防设计的建筑物和设施。
- 3 简述消防设计方针，以及建筑物、设备选型、通道等消防设计原则。
- 4 简述已建成或相邻的消防设施现状及是否满足工程的要求，以及工程所在地消防协作力量的位置及设施情况、联防体制等社会可依托性条件。

10.2 工程消防设计

工程消防设计方案应包含下列内容：

- 1 说明建筑物火灾危险性类别、耐火等级、防火间距及消防措施。
- 2 根据火灾性质和危险程度，说明主要场所、机电设备和工程电缆的消防设计方案。
- 3 说明各建筑物内安全出口、疏散通道和疏散出口的设置。
- 4 简述风电机组的消防设计方案。
- 5 简述储能系统的消防设计方案。
- 6 采用水消防系统时，应确定消防水源、供水对象、消防给水量和水压力，提出消防水泵房主要设备及其布置、供水管路设计及消火栓的配置。
- 7 确定消防供电负荷等级、电源配置方式及消防电缆选型，提出火灾应急照明、疏散标志指示的设计方案。
- 8 提出工程通风系统及空调系统的防火设计方案。
- 9 提出工程火灾报警系统的设计方案。
- 10 提出建筑装修防火设计方案。

10.3 施工消防规划

施工消防规划方案应包含下列内容：

- 1 简述工程施工场地规划布置方案，说明施工场所的消防设计原则和方案。
- 2 说明风电场建设施工中易燃易爆场所的消防设计方案。

10.4 成果表

消防设计应列出主要消防设备材料表。

11 土建工程

11.1 工程等级和设计安全标准

11.1.1 工程等级应包括下列内容：

- 1 简述风电场规划总装机容量、本期风电场工程装机容量、升压变电站电压等级和本期风电场工程建设方案，说明风电场工程规模。
- 2 说明风电机组塔架地基基础等级、升压变电站建筑物设计级别和风电场工程建（构）筑物结构安全等级。

11.1.2 洪水、潮水设计标准应包括下列内容：

- 1 升压变电站洪水、潮水设计标准重现期。
- 2 风电机组基础洪水、潮水设计标准重现期。
- 3 道路洪水、潮水设计标准重现期。

11.1.3 设计安全标准应确定工程抗震设计标准。

11.2 风电场总体布置

风电场总体布置应说明下列内容：

- 1 风电场风电机组、集电线路、升压变电站、储能系统及道路总体布置方案。
- 2 升压变电站布置方案。
- 3 储能系统布置方案。

11.3 风电机组塔架

11.3.1 风电机组塔架型式应经过技术经济比选确定。

11.3.2 应依据推荐的风电机组机型相关参数提出推荐的风电机组塔架结构型式、设计方案和工程量。

11.4 风电机组基础

11.4.1 基础设计应说明设计依据，包括下列内容：

- 1 设计采用的主要技术标准。
- 2 风电机组荷载及主要风电机组参数。风电机组荷载包含正常运行荷载、极端荷载、疲劳荷载、地震荷载；主要风电机组参数包含风电机组机型类别、轮毂高度、塔架重量、机舱重量、风轮直径及重量等。
- 3 设计主要控制指标，包含承载力、变形、稳定等指标。
- 4 设计主要控制工况，包含正常运行、极端、疲劳、地震等工况。

11.4.2 基础设计应主要包括下列内容：

- 1 根据风电场工程地质条件和风电机组荷载资料，经技术经济比较提出基础型式及地基处理推荐方案，并提出计算及验算成果表。
- 2 根据场地腐蚀条件，提出防腐蚀设计方案及防护措施。

- 3 根据场址地形和水文条件，提出风电机组基础防洪设计方案。
- 4 提出基础防水设计方案。
- 5 提出风电机组基础沉降观测设计方案。

11.4.3 基础设计应提出风电机组基础主要工程量。

11.5 风电机组升压配电装置基础

11.5.1 风电机组升压配电装置基础设计应根据工程地质条件以及风电机组升压配电装置的容量、尺寸和重量，确定风电机组升压配电装置基础的型式、尺寸和工程量。

11.5.2 风电机组升压配电装置基础设计应根据风电场地形地质条件，说明风电机组升压配电装置基础防洪排水设计措施。

11.6 道路及安装平台

11.6.1 道路设计应列出设计原则、主要依据和基本资料。

11.6.2 道路设计应根据风电场建设道路通行车辆和运输设备需要以及比选确定的场内外交通运输路线，提出进场道路、进站道路、场内道路等的设计技术指标及参数，包含道路路基和路面宽度、路面结构、平曲线最小半径、竖曲线最小半径、最大纵坡、加宽类别、最大超高、防洪标准、边坡坡度等。

11.6.3 道路设计应提出进场道路、进站道路及场内道路的规划布置方案，说明道路边坡防护、截排水和路基防洪等措施。

11.6.4 安装平台设计应提出安装平台的规划布置方案，说明安装平台尺寸、平台做法等。

11.6.5 道路及安装平台应提出工程量统计表。

11.7 升压变电站

11.7.1 升压变电站设计应提出建（构）筑物设计方案，包括下列内容：

- 1 建（构）筑物设计的相关依据。
- 2 建筑主要特征，包括建筑面积、建筑层数和高度、使用功能等。
- 3 建筑主要装修材料，包括建筑内外墙、地面、顶棚、屋面及外墙的保温材料的选用。
- 4 建筑结构设计方案，包括各建筑物单体的抗震设防类别、结构型式及基础型式，升压变电站主要构件及需采取的防腐措施。
- 5 站区防洪设计和竖向布置设计方案。
- 6 地基处理措施。

11.7.2 升压变电站设计应说明给排水设计依据并提出设计方案，列出主要设备及材料表。

11.7.3 升压变电站设计应说明采暖、通风与空气调节设计依据并提出设计方案，列出主要设备表。

11.8 成果图

土建工程应提出下列成果图：

- 1 风电场总平面布置图。
- 2 风电机组基础结构图。
- 3 风电机组升压配电装置基础图。

- 4 升压变电站总平面布置图。
- 5 主要建筑物的平面、立面布置图。

12 施工组织设计

12.1 施工条件

12.1.1 施工条件应简述风电场的自然条件，主要包括地形、地质条件及气象条件等。

12.1.2 施工条件应简述工程建设条件，主要包括下列内容：

- 1 工程地理位置、规模及工程方案。
- 2 场内、外交通运输条件。
- 3 主要天然建筑材料及工程施工所需主要外来材料的来源和供应条件。
- 4 当地水源、电源、通讯情况。

12.1.3 施工条件应说明工程主要施工特点。

12.2 施工总布置

12.2.1 施工总布置应提出施工总布置原则及分区规划布置方案。

12.2.2 施工总布置应提出主要施工设施、仓库等布置方案，主要包括下列内容：

- 1 概述混凝土骨料、块碎石料等的质量要求和需要量，选择提出料源方案、堆存方案和占地面积。
- 2 概述工程混凝土总量，比选确定混凝土生产供应方案。对于自建混凝土生产系统，应提出其生产规模、主要设备配置、总体布置、占地面积和工程量。
- 3 提出仓库、临时堆存场地等的规划布置方案、占地面积和工程量。

12.2.3 施工总布置应提出施工管理及生活区规划布置方案、占地面积和工程量。

12.2.4 施工总布置应提出施工供水、供电规划，包括下列内容：

- 1 确定工程高峰用水量及提出供水规划，选定水源及取水运输方式。
- 2 确定施工高峰用电负荷，选定施工用电电源和电压等级。

12.2.5 施工总布置应提出工程土石方平衡规划，根据需要提出渣场规划和渣场占地面积。

12.3 交通运输

12.3.1 交通运输应简述场内外交通现状，包括路线状况、运输能力、限制性条件等。

12.3.2 交通运输应结合风电场工程重大部件运输要求、初拟的物资采购来源以及可选的运输设备能力、场外交通现状等因素，初拟场外运输方案和运输路线。

12.3.3 交通运输应结合风电场工程重大部件运输要求、可选的运输设备能力、场内交通建设难度、现场施工条件等因素，比选确定场内运输方案以及进场道路、进站道路、场内道路的规划布置方案；提出选定场内运输方案的通行方案和措施等。

12.4 工程征用地

12.4.1 工程征用地应简述当地土地政策，包括工程永久征地费用标准、临时用地费用标准、补偿标准等。

12.4.2 工程征用地应提出建设征用地方案，包括下列内容：

- 1 简述风电场征用地范围的确定依据、方法。

2 结合风电场总体布置方案和施工总布置方案，初步拟定风电机组、风电机组升压配电装置、风电场场内集电线路、升压变电站及其他建（构）筑物、进场道路、进站道路、场内道路、安装平台、施工临时设施等的用地方案和面积。

3 根据风电场工程所在地区的土地政策，明确各项建筑物、设施和道路用地的性质。

12.5 主体工程施工

12.5.1 主体工程施工应结合工程施工特点和主要技术问题，提出各分部分项工程的施工程序、主要施工技术要求、主要施工方法和设备配置、质量控制措施等，对于重要的施工环节、控制要点以及采用的新技术、新方法等应予以说明。

12.5.2 风电机组基础施工应主要包括下列内容：

1 说明风电机组基础、安装平台的土石方开挖回填和基础处理的施工程序、施工方法、施工机械配置，提出开挖、回填料的堆存和运输方案等，分析提出主要的技术要求和质量控制措施；对爆破有控制要求的开挖施工提出爆破安全控制标准和防护措施。

2 说明基础混凝土的施工程序、施工方法，分析提出各施工环节或项目的主要施工技术要求、质量控制措施等；说明混凝土运输方案、设备配置。

3 应比选确定桩基施工的主要施工方法及其设备配置，分析提出其主要技术要求及质量控制措施。

12.5.3 风电机组升压配电装置基础施工应简述基础开挖、混凝土浇筑的施工方法。

12.5.4 升压变电站土建工程施工应简述开挖、基础处理和混凝土浇筑等各主要施工项目的施工程序、施工方法等。

12.5.5 主体工程施工应说明风电机组塔架制作、运输、存放及安装方案。

12.5.6 风电机组安装应主要包括下列内容：

1 说明风电机组安装的施工准备项目及安全措施。

2 提出风电机组主要设备的存放、运输方案。

3 比选确定风电机组主要设备的吊装方案，提出选定吊装方案的吊装设备、吊装工序、吊装方法、吊装施工条件及相应保障措施等。

12.5.7 主体工程施工应说明主要电气设备及材料的存放、安装、运输方案及措施，提出主要电气设备、埋件的施工程序、施工方法。

12.5.8 应提出场内集电线路材料运输方法、集电线路敷设施工技术要求及方法。

12.6 施工总进度

12.6.1 施工总进度应说明施工总进度安排的原则和依据；说明主体工程、对外交通、场内交通及施工临建工程、施工设施等项目控制进度的因素。

12.6.2 施工总进度应提出主要单项工程项目的施工强度和总进度安排。

12.7 施工资源

12.7.1 施工资源应说明主体工程人员配置情况。

12.7.2 施工资源应列出所需钢材、水泥及砂石料等主要建筑材料需要总量。

12.7.3 施工资源应说明施工所需主要机械和设备，并按名称、规格、数量列出汇总表。

12.7.4 对风电集中开发的区域，应说明施工资源的整体供应情况。

12.8 成果图

施工组织设计成果图应包括下列内容：

- 1** 施工总平面布置图。
- 2** 对外交通示意图。
- 3** 施工进度横道图。

13 环境保护与水土保持

13.1 环境保护

13.1.1 环境保护应简述工程概况、环境影响评价的主要成果及结论。对于已批复环境影响评价方案的工程，应说明主要批复意见和要求。

13.1.2 环境保护应明确设计采用的法规、政策、标准和技术文件依据，提出总体设计原则、任务。

13.1.3 环境保护应简述工程所在区域环境概况、场址环境质量现状、周边环境敏感区、主要环境问题，明确环境保护目标。

13.1.4 环境保护应针对施工期和运行期对环境保护的不利影响，提出相应对策措施设计方案，包括水污染防治、大气污染防治、噪声防护、固体废物处置、生态保护、人群健康保护措施等。应明确处理设施的位置、规模和主要建（构）筑物。

13.1.5 环境保护应提出施工期和运行期环境监测和环境管理规划。

13.1.6 环境保护应提出环境保护投资编制说明及其专项投资。

13.1.7 涉及环境敏感区时，应绘制工程与环境敏感区相对位置示意图。

13.2 水土保持

13.2.1 水土保持应简述工程的地理位置、工程特性，项目区水土保持及水土流失现状分析，水土保持设计主要结论。对于已批复水土保持方案的工程，应说明主要批复意见和要求。

13.2.2 水土保持应简述工程水土流失影响分析的主要结论。

13.2.3 水土保持应明确水土保持设计依据、原则、任务和标准。

13.2.4 水土保持应明确工程水土流失防治分区和防治责任范围。

13.2.5 水土保持还应提出下列内容：

1 水土保持措施总体布局，明确各防治分区水土保持措施设计，包括工程措施、植物措施和临时措施。明确水土保持措施类型、位置、规模和主要建(构)筑物。

2 水土保持监测方案。

3 施工期和运行期水土保持管理要求。

4 水土保持措施项目以及实施条件、实施方法、进度计划。

13.2.6 水土保持应提出投资编制说明及其专项投资。

14 安全设施与应急

14.1 概 述

14.1.1 概述部分应简述工程地理位置和工程基本特性。

14.1.2 概述部分应说明工程安全防护设施、职业病防护设施、治安反恐防范和应急设施的设计依据等内容。

14.2 安全设施

14.2.1 安全设施设计应说明设计原则、基本要求，说明需要重点防护的危险因素和重要安全问题。

14.2.2 安全设施设计应提出下列内容：

- 1 工程选址及总体布置方面采取的安全防护措施设计。
- 2 生产建（构）筑物及设备设施方面采取的安全防护措施设计。
- 3 生产过程中主要危险因素安全防护措施设计。
- 4 施工期安全设施设计。
- 5 工程安全标志设计。
- 6 安全管理设计方案要求。
- 7 安全设施设计预期效果的结论。

14.3 职业病防护设施

14.3.1 职业病防护设施设计应说明设计原则、基本要求，并应说明需要重点防护的有害因素和重要职业危害问题。

14.3.2 职业病防护设施设计应提出施工期和运行期职业病防护设施设计及防治管理方案。

14.3.3 职业病防护设施设计应提出预期效果的结论。

14.4 治安反恐防范

14.4.1 治安反恐防范设计应说明设计原则、设计范围和基本要求。

14.4.2 治安反恐防范设计应提出工程实体防范、电子防范、人力防范设计方案及治安反恐防范设计结论。

14.5 应急设施与管理

应急设施与管理设计应针对可能出现的高风险事件，提出应急设计方案，包括应急组织机构、应急预案编制、应急疏散、应急避难、警示设计方案、应急物资及储备等。

14.6 专项投资

安全设施与应急的专项投资应提出专项投资编制说明及专项投资表。

15 设计概算

15.1 概 述

15.1.1 设计概算的概述部分应简述工程概况，说明建设地点、建设规模、对外交通运输条件、主要工程方案及工程量、施工工期、有关自然地理条件、地质地貌情况、资金来源和资本金比例。

15.1.2 概述应说明投资主要指标，包括工程总投资、静态投资以及相应的单位千瓦投资、单位电量投资等。

15.2 编制说明

15.2.1 编制说明应简述工程设计概算所选取定额、费用标准的原则，说明工程设计概算价格水平年。

15.2.2 编制说明应简述基础价格，说明人工预算单价、主要材料预算价、主要设备价格及其他基础价格的确定依据和成果。

15.2.3 编制说明应简述建筑安装工程单价，包括下列内容：

- 1 工程单价组成内容、编制方法及取费标准。
- 2 定额、指标采用及调整情况。编制补充定额的项目，应说明补充定额的编制原则、方法和定额水平等情况。

15.2.4 编制说明应简述设备及安装工程概算的编制方法，包括下列内容：

- 1 主要设备原价、来源地及运输方式的确定原则及依据。
- 2 其他设备价格的确定原则。
- 3 设备安装工程费的编制方法。

15.2.5 编制说明应简述施工辅助工程及建筑工程概算的编制方法，包括下列内容：

- 1 所采用的造价指标确定的原则及依据。
- 2 施工辅助工程费及建筑工程费的编制方法。

15.2.6 编制说明还应简述下列内容：

- 1 其他费用概算标准，包括项目建设用地费、工程前期费、项目建设管理费、生产准备费、科研勘察设计费和其他税费的计算方法、计算标准和采取的指标等。
- 2 基本预备费、价差预备费、建设期利息、抵扣增值税的计算原则和方法。
- 3 分年度投资计划。
- 4 其他需要说明的问题。

15.3 设计概算表

设计概算表、主要技术经济指标表和附件的编制应符合现行行业标准《陆上风电场工程设计概算编制规定及费用标准》NB/T 31011 的规定。

16 财务评价与社会效果分析

16.1 概 述

概述部分应说明风电场项目的规模、建设工期及财务评价计算期、财务评价的编制依据。

16.2 财务评价

16.2.1 财务评价应说明下列内容：

- 1 项目建设总投资的构成，包括建设投资、建设期利息、流动资金。
- 2 项目建设资金来源与融资方案、债务资金组成及其年利率和偿还要求。
- 3 工程固定资产原值、总成本费用、总收入的计算方法和参数。总成本费用包括折旧费、维修费、职工工资及福利费、材料费、摊销费、其他费用、保险费及财务费用等。
- 4 基准收益率取值。
- 5 平准化度电成本的计算方法。

16.2.2 财务评价主要内容和成果应符合现行行业标准《风电场项目经济评价规范》NB/T 31085 的规定，提出财务评价的结论，财务指标汇总表宜符合本规程附录 C 的规定。

16.2.3 财务评价应进行财务敏感性分析。敏感性因素应主要包括上网电量、电价、投资、利率等。

16.3 风险分析

16.3.1 应从自然条件、安全、技术、投资、资金、政策、电力市场等方面辨识影响项目的风险因素，分析影响项目可行性的主要风险因素。

16.3.2 风险分析可根据风险识别和分析估计的结果，确定影响项目可行性的风险评估结果。

16.3.3 风险分析可根据风险评估的结果，研究并提出规避、控制与防范风险的措施。

16.4 社会效果分析

社会效果分析应分析评价项目建设运行的社会效果，社会效果宜包括项目所在地经济发展、城镇建设、劳动就业、生态环境、节能减排效益等。

17 节能降耗

17.1 节能设计依据和原则

节能设计依据和原则应说明下列内容：

- 1 工程节能设计所依据的国家地方政府和行业的法律、法规及规定，以及技术标准、规程规范。
- 2 工程节能设计的原则。

17.2 运行期能耗种类、数量分析和能耗指标

运行期能耗种类、数量分析和能耗指标部分应说明下列内容：

- 1 耗电及用电的设施及设备状况，并计算生产流程的电能损耗和用电设备的用电量。
- 2 用水的设计指标及用水量。
- 3 用油设备及其耗油量。
- 4 工程建筑物的采光照明、采暖、制冷、通风、用水等的能源消耗量。
- 5 归类统计工程运行期的能耗量，根据发电量、上网电量、上网电价等财务指标计算工程万元产值综合能耗指标、万元工业增加值综合能耗指标、运行期场综合用电率及供电标准煤耗等指标。

17.3 主要节能降耗措施

主要节能降耗措施部分应说明下列内容：

- 1 风电机组选型、总体布置及道路规划中的节能降耗措施。
- 2 升压变电站及储能系统、集电线路等设计中节能降耗措施，包括设备及材料的选型、设备布置及路径选择等设计中的节能措施。
- 3 建筑设计中的节能降耗措施。
- 4 生产管理等环节的节能降耗措施。
- 5 工程运行耗能特点，提出节能建议。

17.4 节能降耗效益

报告应分析节能降耗的效益及影响，汇总工程能耗指标，总结节能设计的效果。

附录 A 陆上风电场工程可行性研究报告编制目录

- 1 综合说明
- 2 风能资源
 - 2.1 区域风能资源
 - 2.2 参证气象站
 - 2.3 测风资料的检验和处理
 - 2.4 风能资源评估
 - 2.5 图表
- 3 工程地质与水文
 - 3.1 工程地质勘察概况
 - 3.2 区域地质及地震动参数
 - 3.3 场址地质条件与评价
 - 3.4 工程水文
 - 3.5 图表
- 4 工程任务和规模
 - 4.1 工程任务和建设必要性
 - 4.2 工程规模
 - 4.3 电力消纳分析
- 5 风电机组选型、布置及发电量估算
 - 5.1 风电机组选型
 - 5.2 风电机组布置
 - 5.3 风电场年上网电量估算
 - 5.4 图表
- 6 电气
 - 6.1 概述
 - 6.2 升压变电站选址
 - 6.3 电气一次
 - 6.4 电气二次
 - 6.5 通信
 - 6.6 集电线路
 - 6.7 储能
 - 6.8 工程数字化
- 7 消防

- 7.1 消防总体规划
- 7.2 工程消防设计
- 7.3 施工消防规划
- 7.4 成果表
- 8 土建工程
 - 8.1 工程等级和设计安全标准
 - 8.2 风电场总体布置
 - 8.3 风电机组塔架
 - 8.4 风电机组基础
 - 8.5 风电机组升压配电装置基础
 - 8.6 道路及安装平台
 - 8.7 升压变电站
 - 8.8 成果图
- 9 施工组织设计
 - 9.1 施工条件
 - 9.2 施工总布置
 - 9.3 交通运输
 - 9.4 工程征用地
 - 9.5 主体工程施工
 - 9.6 施工总进度
 - 9.7 施工资源
 - 9.8 成果图
- 10 环境保护与水土保持
 - 10.1 环境保护
 - 10.2 水土保持
- 11 安全设施与应急
 - 11.1 概述
 - 11.2 安全设施
 - 11.3 职业病防护设施
 - 11.4 治安反恐防范
 - 11.5 应急设施和管理
 - 11.6 专项投资
- 12 设计概算
 - 12.1 概述

- 12.2 编制说明
- 12.3 设计概算表
- 13 财务评价与社会效果分析
 - 13.1 概述
 - 13.2 财务评价
 - 13.3 风险分析
 - 13.4 社会效果分析
- 14 节能降耗
 - 14.1 节能设计依据和原则
 - 14.2 运行期能耗种类、数量分析和能耗指标
 - 14.3 主要节能降耗措施
 - 14.4 节能降耗效益

附录 B 风电场工程特性表

表 B 风电场工程特性表

名 称			单位	参数或数值	备注	
风电场场址	海拔高度范围		m			
	经 度 范 围		° / ' "		场址区	
	纬 度 范 围		° / ' "		场址区	
	年 平 均 风 速		m/s		轮毂高度处	
	风 功 率 密 度		W/m ²		轮毂高度处	
	盛 行 风 向					
主要设备	风电场	风电机组	型式			
			台数	台		
			单机容量	MW		
			叶片数	个		
			风轮直径	m		
			单位千瓦扫风面积	m ² /kW		
			切入风速	m/s		
			额定风速	m/s		
			切出风速	m/s		
			安全风速	m/s		
			安全等级			
			轮毂高度	m		
			输出电压	V		
			发电机额定功率	MW		
			发电机功率因数			
		机组升压变压器	套数	套		
			型号			
			集电线路	电压等级	kV	
		回路数		回		
		架空/电缆长度		km		
	升压变电站	主变压器	型号			
			台数	台		
			容量	MVA		
			额定电压	kV		
		出线回路数及电压等级	电压等级	kV		
			出线回路数	回		
		储能系统	规模	MW/MWh		
			型式			
土建	塔 架		型式			
	风电机组基础	数量	座			
		型式				
	机组升压变压器基础	数量	个			
		型式				

续表 B

名 称			单位	参数或数值	备注
施 工	工 程 量	土石方开挖	m ³		
		土石方回填	m ³		
		混凝土	m ³		
		钢筋	t		
		进场道路	km		
		场内道路	km		
	施工 期限	总工期（建设期）	月		
		第一批机组发电	月		
概 算 指 标	静态投资（编制年）		万元		
	工程总投资		万元		
	单位千瓦静态投资		元/kW		
	单位千瓦动态投资		元/kW		
	施工辅助工程		万元		
	设备及安装工程		万元		
	建筑工程		万元		
	其他费用		万元		
	基本预备费		万元		
	价差预备费		万元		
	建设期利息		万元		
经 济 指 标	装机容量		MW		
	年上网电量		万 kW·h		
	年等效满负荷小时数		h		
	平均上网电价（含税）		元/kW·h		
	盈 利 能 力 指 标	项目投资财务内部收益率（税前）	%		
		项目投资财务内部收益率（税后）	%		
		资本金财务内部收益率	%		
		总投资收益率	%		
		投资利税率	%		
		资本金净利润率	%		
		投资回收期（税后）	年		
		借款偿还期	年		
	清 偿 能 力	资产负债率	%		

附录 C 财务指标汇总表

表 C 风电场工程财务指标汇总表

序号	名 称	单位	数值
1	装机容量	MW	
2	年销售电量	万 kW·h	
3	总投资（不含流动资金）	万元	
3.1	固定资产投资	万元	
3.2	建设期利息	万元	
4	流动资金	万元	
5	销售电价（含增值税）	元/kW·h	
6	发电销售收入总额	万元	
7	总成本费用	万元	
8	增值税销项税额	万元	
9	补贴收入	万元	
10	销售税金及附加总额	万元	
11	发电利润总额	万元	
12	财务内部收益率		
12.1	全部投资（所得税前）	%	
12.2	全部投资（所得税后）	%	
12.3	资本金	%	
13	总投资收益率	%	
14	投资利税率	%	
15	资本金净利润率	%	
16	投资回收期（所得税后）	年	
17	借款偿还期	年	
18	资产负债率	%	

本规程用词说明

- 1 为了便于在执行本规程条文时区别对待，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用词，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

《中国地震动参数区划图》GB 18306

《风电场风能资源评估方法》GB/T 18710

《风电场气象观测资料审核、插补与订正技术规范》GB/T 37523

《陆上风电场工程设计概算编制规定及费用标准》NB/T 31011

《风电场项目经济评价规范》NB/T 31085

《风电场工程风能资源测量与评估技术规范》NB/T 31147

中华人民共和国能源行业标准

陆上风电场工程可行性研究报告编制规程

NB/T 31105—202X

条 文 说 明

修 订 说 明

《陆上风电场工程可行性研究报告编制规程》NB/T 31105-202X，经国家能源局 202X 年 XX 月 XX 日以第 XX 号公告批准发布。

本规程是在《陆上风电场工程可行性研究报告编制规程》NB/T 31105-2016 基础上修订而成，上一版的主编单位是水电水利规划设计总院、中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司，参编单位是河北省电力勘测设计研究院，主要起草人员是张佳丽、刘玮、胡己坤、董德兰、吉超盈、刘蔚、胡永柱、戴勇干、董翠萍、王俊花、黄勇、王志硕、王社亮、吴来群、赵桂芝、敖旭东、李宏、张乃畅、寇晓梅、王佳、郭珍妮、寇凤海、贾利杰、张晓威、宋岩、马勃、秦杨、李玉芹、李爽、施莉、王健飞、马建春。

本规程修订过程中，编制组进行了广泛调查和深入研究，总结了我国近年来陆上风电场工程可行性研究设计的实践经验。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规程时能正确理解和执行条文规定，《陆上风电场工程可行性研究报告编制规程》编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与规程正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规程规定的参考。

目 次

2	基 本 规 定.....	44
3	基 础 资 料.....	45
5	风 能 资 源.....	46
5.2	参证气象站.....	46
5.3	测风资料的检验和处理.....	46
5.4	风能资源评估.....	46
6	工程地质与水文.....	47
6.1	工程地质勘察概况.....	47
6.2	区域地质及地震动参数.....	47
6.3	场址地质条件与评价.....	47
6.4	工程水文.....	48
7	工程任务和规模.....	49
7.2	工程规模.....	49
8	风电机组选型、布置及发电量估算.....	50
8.1	风电机组选型.....	50
8.2	风电机组布置.....	50
8.3	风电场年上网电量估算.....	50
9	电 气.....	51
9.1	概 述.....	51
9.2	升压变电站选址.....	51
9.3	电气一次.....	51
9.4	电气二次.....	51
9.6	集电线路.....	51
9.8	工程数字化.....	52
11	土建工程.....	53
11.3	风电机组塔架.....	53
11.4	风电机组基础.....	53
11.7	升压变电站.....	53
12	施工组织设计.....	54
12.2	施工总布置.....	54
12.3	交通运输.....	54
12.4	工程征用地.....	54

12.5	主体工程施工	54
12.6	施工总进度	54
12.7	施工资源	54
13	环境保护与水土保持	55
13.2	水土保持	55
14	安全设施与应急	56
14.1	概 述	56
14.2	安全设施	56
14.3	职业病防护设施	56

2 基本规定

2.0.2 目前，储能方式主要有飞轮储能、抽水蓄能、电化学储能、压缩空气储能、超级电容储能等，陆上风电场工程配套储能主要以电化学储能为主，本规程储能章节编制要求仅针对电化学储能。

3 基础资料

3.0.3 再分析资料是以数值模式为工具，对各类气象观测资料进行同化分析获得的气象分析数据，风电场中应用较多的是风速、风向的再分析数据。

当前，我国陆上风电的开发进程显著加快，装机规模不断攀升，越来越多的风电场在前期可行性研究阶段面临现场测风资料缺乏的问题，在此背景下再分析资料在风电场可行性研究阶段的应用越来越多，成为风能资源分析越来越重要的补充资料。近几年，随着数值模拟技术的发展进步，再分析资料的模拟精度也在不断提高，其风速的模拟精度为中尺度、甚至能达到 2km 级别的小尺度，为再分析资料在风电场风能资源分析工作中的广泛应用奠定了基础。

3.0.4 对于风速不确定性较大的山地风电场或风速特别敏感的低风速风电场，且缺少相关性较好的长系列测风数据作为风电场代表年风速订正参照的，建议尽量延长测风时段，在开展可行性研究设计时收集 2 年及更长时段的实测数据。对于场址范围内没有测风塔的风电场，在开展可行性研究设计时建议收集周边 5km 范围内的测风资料。

5 风能资源

5.2 参证气象站

5.2.1 若风电场周边有多座气象站时,需要收集各气象站资料进行参证站比选,比选时重点关注气象站对风电场场址区域的代表性,有资料的条件下可以计算各参证站与风电场测风数据之间的相关性,计算结果可以作为参证站选择的依据之一。若采用再分析资料,一般其与同期测风数据总体相关性较好且主风能方向扇区的相关系数大于0.70。

特殊气候指极端低温、极端高温、凝冻、沙尘、盐雾、冻雨、热带气旋等。

5.3 测风资料的检验和处理

5.3.3 若一个风电工程中有多座测风塔均满足或经插补延长后满足风能资源评估要求,需对各符合要求的测风塔的数据适用性进行分析,确定技术合理、有可操作性的方案后再开展风能资源评估工作。

5.3.4 再分析资料由于是模式拟合数据,可能存在数据源变化导致资料有效性、一致性不好等问题,在使用前需首先验证再分析资料年平均风速与气象站年平均风速之间的相关性,若二者相关性较好且大小风年出现规律基本一致,则认为所选用再分析资料可以作为订正依据。需要注意的是,我国气象站普遍存在迁站、仪器变更及周边环境变动等问题,气象资料一致性较差,在相关分析时需结合工程经验综合考虑。

对于气象站资料收集确有困难的,或者气象站与风电场测风数据的月平均风速相关系数低于0.8的,可以通过验证再分析资料月平均风速与测风塔月平均风速之间的相关性,若二者相关性较好且大小风月出现规律基本一致,则认为所选用再分析资料可以作为订正依据。

5.4 风能资源评估

5.4.1 本条对风能资源评估的风况参数做了规定。

风切变指数需分别计算并列出不同高度间的风切变指数和所有高度的综合切变指数。对于风切变指数为负值或异常值情况,需分析其原因。

5.4.2 当测风塔除10 m高度外安装有2层及以上风向测量设备时,需对不同风向计观测结果进行比较,若结果差异较大需分析原因,并根据工程需要对各风向计观测结果进行统计,并绘制图表。

风速及风功率密度统计的高度需涵盖所有参与比选的风电机组的轮毂高度。

5.4.3 风频分布一般符合威布尔分布,但在特殊地形或气候条件下可能存在例外,通过分析风频不符合威布尔分布的原因有助于排除因测风设备异常等因素造成的数据损坏,是对测风数据检验的补充。

6 工程地质与水文

6.1 工程地质勘察概况

项目所在地区的自然地理条件、场址区域范围、风电场工程总装机容量，以及风电场内主要建（构）筑物布置方案等在综合说明及相关章节中均有说明，本节仅简述。

6.2 区域地质及地震动参数

风电场工程区域地质情况一般包括区域地形地貌、地层岩性、地质构造、水文地质、新构造运动及地震等。

风电场工程区域构造稳定性按四分法进行分区，评价标准见表 6.1。

表 6.1 构造稳定性评价标准表

地震动峰值加速度	稳定性评价
$<0.09g$	好
$0.09g\sim 0.19g$	较好
$0.19g\sim 0.38g$	较差
$\geq 0.38g$	差

6.3 场址地质条件与评价

6.3.1 场址区的基本地质条件影响风电场建（构）筑物的基础形式、基础埋置深度、地基处理方案及处理深度等，影响工程的经济评价等，要求在可研阶段查明。

6.3.2 不良地质作用主要包括滑坡、泥石流、崩塌、洞穴、移动沙丘、岩溶、采空区、活动断裂及地裂缝等，其类型及规模影响工程的选址及建筑布置，对工程安全影响很大，需予以重视。

根据《地质灾害防治条例》（国务院令 394 号）第二十一条，“在地质灾害易发区内进行工程建设应当在可行性研究阶段进行地质灾害危险性评估，并将评估结果作为可行性研究报告的组成部分；可行性研究报告未包含地质灾害危险性评估结果的，不得批准其可行性研究报告”。建设单位需在当地（县级以上）自然资源局根据地质灾害防治区划进行地质灾害易发区查询，若项目场址涉及易发区，需提示开展地质灾害危险性评估工作，查明不良地质作用类型、成因、规模及危害程度，提出防治措施的建议。

6.3.3 在风电场的勘察中，地下水对地基土尤其是砂土、黏性土、盐渍土及季节性冻土的物理力学性质影响较大，需予以查明。

6.3.4 地基土的电阻率值影响钢结构的腐蚀程度，影响工程的接地设计。地基土的电阻率受温度、湿度、含水量、岩体裂隙发育情况等影响，需综合分析提出建议值。

6.3.7 抗震设计参数主要包括设计基本地震加速度值、抗震设防烈度、反应谱特征周期、设计地震分组。

6.3.9 根据《中国季节性冻土标准冻深线图》及当地工程建设经验，提出场地土的标准冻结深度。

6.3.10 施工用水、生活用水的位置、水质决定工程的施工、运行成本，本阶段需调查水源的位置、水量等，采取水样进行水质分析。

6.3.11 风电场的天然建筑材料主要为砂砾料及块石料，尽可能采用砂砾料。本阶段需调查料场的位置、

储量及开采运输条件，料源质量评价可以参照《水电水利工程天然建筑材料勘察规程》DL/T 5388。

6.4 工程水文

6.4.1~6.4.3 风电场的洪水及季节性流水曾淹没风电机组基础，冲刷道路，影响风电场工程安全。风电场的流水多属冲沟内季节性流水，一般无观测资料。收集风电场范围的中比例尺地形图及地区降雨（暴雨）资料，通过实地调查和走访等调查地表水、季节性流水的水量、水位、洪痕，调查上游的汇水面积等。结合冲沟内的洪痕、冲沟地形测量等，估算洪水流量，评价其对工程的影响。对于洪水影响较大的工程，建设单位需开展专门的洪水评价，估算洪峰流量，评价其对工程的影响。

7 工程任务和规模

7.2 工程规模

7.2.3 随着我国新能源的发展，风电和其他类型电源同步综合开发的情况越来越多，一体化开发项目就是典型的代表。对于像风电-光伏、风电-光伏-储能、风电-储能、风电-光伏-光热、风电-光热、风电-光伏-光热-储能、风电-光伏-煤电、风电-光伏-煤电-储能等类型的一体化开发项目，工程规模还需说明除风电以外配套项目的规模、场址范围、以及开发时序等综合情况。

8 风电机组选型、布置及发电量估算

8.1 风电机组选型

8.1.2 比较比选机型的功率曲线时，需重点关注功率曲线的 C_p 值，分析功率曲线的合理性和可信度情况。

8.2 风电机组布置

8.2.1 根据国外研究结论，风电机组尾流影响在下风向20倍风轮直径之后变化幅度很小，目前主流风电机组风轮直径约在170m~230m之间，平均值为200m，但工程实施过程中要考虑提高土地资源的利用效率，结合工程实践经验，在平坦地形区域建议沿主风向风电场之间的避让距离为2.5km~3.5km，低湍流、高海拔区域由于风电机组尾流恢复距离更长，风电场之间的避让距离需适当增大；复杂地形区域由于风况变化复杂，避让距离建议根据尾流影响估算结论确定。

禁建区主要包括生态保护红线、林地、基本草原、基本农田、自然保护区、压覆矿产区、文物保护单位、军事敏感区、输电线路、交通设施、居民点等。

8.3 风电场年上网电量估算

8.3.1 常用的发电量计算软件有Metecodyn WT、WindSim、WAsP等，以Metecodyn WT为例，模型参数主要有粗糙度、网格分辨率、热稳定度等。

9 电 气

9.1 概 述

陆上风电场工程配套储能主要以电化学储能为主，本规程储能章节编制的要求仅针对电化学储能。

9.2 升压变电站选址

9.2.2 对于站址选择因素复杂的升压变电站，需对各主要影响因素进行详细分析说明，尤其对各方案之间存在的差异因素提供量化指标。

9.3 电气一次

9.3.7 风电机组升压配电装置布置方案包括距塔筒中心15m~20m的布置、风电机组承台上布置及在机舱内布置等多种形式。需结合项目用地情况、电缆敷设条件等因素确定最终布置方案。

9.4 电气二次

9.4.2 需该根据风电场接入电力系统报告及审查意见说明风电场调度关系，在条件不具备的情况下，可以暂按周边风电场的接入电力系统描述本风电场调度关系。

9.6 集电线路

9.6.2 气象环境条件直接影响集电线路方案及塔型的选择，其中如风速、覆冰等参数均需根据收集到的风电场附近气象站以及风电场测风塔的资料和现场调查等进行认真核算，并依据风电场附近电力线路设计参数等资料选择合适的参数，避免在后续设计阶段出现集电线路设计条件及其造价的重大变化，以确保集电线路的安全性及经济性。

9.6.3 集电线路路径选择需充分考虑风电场区域规划、压覆矿产、海拔高度、地形地貌、水文气象条件、地质条件、交通条件、禁建区自然保护区、风景名胜和重要交叉跨越等，线路路径经济合理，容量分配满足升压变电站电气主接线要求，避免因某些因素没有考虑到而导致所选路径存在不合理的问题。

9.6.6 绝缘子类型有瓷绝缘子、玻璃绝缘子、复合绝缘子等，需结合环境条件及当地电力公司的要求进行比选，并注意爬电比距、电弧距离等要求。

9.6.8 需要结合规范要求、地形地貌及地质条件及设备技术要求提出合理的防雷保护方式。

由于风电场面积很大，很多风电场在各区域的地电阻率差别很大，导致不同区域的接地网设计要求差别也很大，因此一般要求在进行场地地勘时对每台风电机组位置进行地电阻率测量，以利于通过对整个风电场地电阻率水平的把握，使提出的接地方案更符合阶段设计深度要求。

如果风电场各区域地电阻率差异明显，可以按区域提出不同的接地方案，包括不同接地材料的选择。

9.6.10 风电场集电线路杆型规划，对于某个风电场而言，一般可以选择1~2种杆型或塔型，但是对于丘陵、山区风电场或存在较大跨越时，可能有必要选用部分高电压等级的塔型，以满足线路排杆的需要。因此在本阶段进行杆塔规划时，需充分考虑风电场地形、地质条件，以使杆型规划满足本阶段设计深度要求。

对于特殊气象区，不一定能直接选择到合适的塔型，如采用某种杆塔代用时，需该进行塔型应用论证与计算，列出拟采用的杆塔特性参数。

杆塔基础型式需该根据地形地质条件选用，一般地区可以选用的型式有掏挖型、台阶型、板式、灌注桩、岩石基础、微型桩基础等，其中前三种还分直柱式、斜柱式基础等。各种基础型式一般适应于不同的地质条件，有些基础型式施工方法也有差异，因此需结合地形地质条件需进行一定的基础型式比选。

9.8 工程数字化

9.8.1 根据风电场工程建设特点和建设单位要求，如建设条件恶劣、地形复杂、电站无人值守等运行管理优化要求等，明确基本原则，确保数字化建设不偏离方向。

9.8.2 工程全生命周期涵盖从规划设计、施工建设到运行维护的整个过程。在规划设计阶段，可以利用先进的模拟软件进行风电场布局优化、发电量预测等，提高设计的科学性。施工建设阶段，可借助数字化管理手段能精准控制工程进度、材料供应和质量监督。运行维护阶段，可以实现设备的远程监控、故障预测与智能诊断，降低运维成本并提高发电效率。考虑到工程数字化建设尚处于起步阶段，建议提出总体思路和阶段性实施目标，比如在初期实现数据采集与监控系统建设，逐步实现基于大数据分析的故障预警、辅助决策等系统建设，确保数字化建设能够有条不紊地推进，逐步实现全生命周期建设效果。

11 土建工程

11.3 风电机组塔架

风电机组塔架的结构方案一般与推荐机型的轮毂高度、风轮直径等相关。当推荐方案为混凝土塔架塔架时，需该提出混凝土塔架主要工程量。

11.4 风电机组基础

11.4.2 本条对风电机组基础设计内容做了规定。

1 风电机组基础方案计算成果包括地基承载力、沉降变形、倾斜变形、抗倾覆和抗滑移稳定等。

4 风电机组基础防水措施主要为常规风电机组基础顶部与塔筒连接基础防水、混塔空心基础顶部与混塔底段连接防水以及空心基础空腔内部防水。

11.7 升压变电站

11.7.2 考虑到升压变电站的安全性，需对升压变电站的防洪工程进行必要的设计论述。设计依据需参考国家相关的防洪标准。

11.7.3 因升压变电站经常远离城镇，周边无市政供水和排水设施，其供水和排水需自成系统，所以水质和标准对于处理工艺起决定性作用，需结合当地实际情况进行设计。

常规情况下升压变电站有消防水系统，场地的冲洗与消防水系统结合；无消防水系统时，可与生活水系统结合；因生活水系统多数情况为地下水取水进行水处理，成本较高，所以冲洗水优先考虑与消防水系统结合。

升压变电站所处地多为缺水地区，同时考虑国家对于节能减排和环保的要求，所以升压变电站雨、污水优先考虑收集和回用。

12 施工组织设计

12.2 施工总布置

12.2.2 本条明确了施工设施、仓库布置的原则要求，风电场混凝土若采用商品混凝土，对混凝土生产系统、砂石料和 12.2.5 条款可不作要求。

12.3 交通运输

12.3.3 风电场工程检修道路对承载能力的要求较低但却强调较高的通行保障率，而施工道路对承载能力要求高却更强调短时的可通过性和安全性。因此，有些情况下，施工道路采用临时通行方案和措施可以大大节约投资。

12.4 工程征用地

12.4.2 征用地范围需该结合风电场建筑物的组成，按国家住房和城乡建设部、国土资源部有关规定执行。建设征地方案中对耕地、林地、省级及以上政府部门依法批准的特殊保护区域，风电场工程项目规划、建设时，需尽量避免。

12.5 主体工程施工

12.5.2 质量控制措施包含冬季、雨季施工措施以及质量检验要求等。

12.6 施工总进度

12.6.1~12.6.2 如何安排合理的工期，有时也存在业主对工期要求过短，脱离工程客观实际的情况。设计人员要经过充分论证后确认不合理的因素，并实事求是地反映情况，提出现实合理的工期方案。对编制施工总进度提出若干要求与原则，使设计人员有所遵循。施工总进度编制需对控制工程总工期的工程和关键项目作重点研究，采取有效的技术和安全措施，缩短建设周期。升压变电站工期在工程实践中往往成为风电场是否能按时发电的关键因素。

12.7 施工资源

12.7.4 对大型基地集中式开发，存在钢材、水泥及砂石料等主要建筑材料、施工所需主要机械和设备供应紧张的问题，项目的施工资源供需考虑大型基地在集中式开发时，整体施工资源供应情况。

13 环境保护与水土保持

13.2 水土保持

13.2.5 水土保持监测方案需包括监测布点、监测时段、监测内容、监测方法、监测频次等技术要求。

14 安全设施与应急

14.1 概 述

14.1.1 工程基本特性包括但不限于工程管理与保护范围、周边环境、工程所在地的气象、水文、地质等自然情况。

14.2 安全设施

14.2.2 本条对安全设施设计包含的内容做了规定。

1 工程选址需考虑场址区域气象、水文、地质等自然条件；总体布置需要考虑场内建筑物、设施、设备、疏散通道的布置及其相对位置关系的不良影响。

3 生产过程中需考虑可能引发火灾、电气伤害、机械伤害、物体打击、高处坠落、车辆伤害、中毒窒息、起重伤害、倒塌等方面的防护措施。

4 结合施工过程重点对重大危险源、起重伤害、车辆伤害、高处坠落等方面提出防护措施。

7 需从建设项目存在的主要危险因素类型、对安全预评价报告中提出的安全风险管控措施及建议的采纳情况、工程拟采取安全措施可达到的预期效果等方面进行总结。

14.3 职业病防护设施

14.3.1 需从建设项目的总平面布置、竖向布置和建（构）筑物布置等方面提出建筑卫生学设计要求。

14.3.2 需结合工程施工期、运行期特点和作业类型，从尘、毒、温度、噪声、振动、电磁辐射等方面的影响分析职业危害因素的种类、来源、分布部位、物质特性并提出防护技术措施；从管理机构设置、人员配置、管理制度、职业病危害因素监测、检测等方面提出防护管理措施。
