

ICS 27.180

F 10

T/CRES

中国可再生能源学会标准

T/CRES0005-2020

风电场绿色评估指标

Wind Farm Green Assessment Indicators

2020-04-15 发布

2020-05-01 实施

中国可再生能源学会

发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语	1
4 基本要求	2
5 资源节约与高效利用	3
6 生态环境保护与水土保持	7
7 工作场所有害物质控制	10
8 温室气体减排	11
附录 A	13

前 言

本标准按照 GB/T1.1-2009 给出的规则起草。

本标准的某些内容有可能涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由北京天润新能投资有限公司联合北京鉴衡认证中心有限公司、生态环境部环境发展中心等单位提出。

本标准由中国可再生能源学会归口及发布。

本标准起草单位：北京天润新能投资有限公司、北京京能新能源有限公司、中广核新能源控股有限公司、生态环境部环境发展中心、中国电建集团华东勘察设计研究院有限公司、大自然保护协会 (The Nature Conservancy)、北京鉴衡认证中心有限公司

本标准主要起草人：李在卿、李新航、刘晓斌、吴学瑞、段海强、康龙、王学、范科、郭继旺、周才华、石隽隽、陈金军、张翼、罗永梅、李勉、李沐、王成鹏、陈明、王娟

风电场绿色评估指标

1 范围

本标准规定了风电场绿色评估的基本要求、资源节约与高效利用、生态环境保护与水土保持、工作场所所有有害物质控制、温室气体减排的指标。

本标准适用于陆上风电场绿色评估。

2 规范性引用文件

下列文件对于本标准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标准。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

- GB 3096 声环境质量标准
- GB 5749 生活饮用水卫生标准
- GB 5750 生活饮用水标准检验方法
- GB 8702 电磁环境控制限值
- GB/T 8905 六氟化硫电气设备中气体管理和检测导则
- GB 8978 污水综合排放标准
- GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准
- GB 12523 建筑施工场界环境噪声排放标准
- GB/T 18451.1 风力发电机组 设计要求
- GB/T 18883 室内空气质量标准
- GB 20052 三相配电变压器能效限定值及能效等级
- GB/T 22516 风力发电机组 噪声测量方法
- GB 24790 电力变压器能效限定值及能效等级
- GB/T 32150 工业企业温室气体排放核算和报告通则
- GB 50189 公共建筑节能设计标准
- GB 50433 生产建设项目水土保持技术标准
- GB/T 50434 生产建设项目水土流失防治标准
- GB/T 50743 工程施工废弃物再生利用技术规范
- GB/T 50905 建筑工程绿色施工规范
- GBZ 2.2 工作场所所有害因素职业接触限值 物理因素
- GBZ/T 189.3 工作场所物理因素测量 工频电场
- GBZ/T 189.8 工作场所物理因素测量 噪声
- JGJ 146 建设工程施工现场环境与卫生标准
- CJ/T 164 节水型生活用水器具
- CM-001-V02 可再生能源发电方法学（第二版）

3 术语

3.1

陆上风电场 onshore wind farm

在平原、丘陵、山区和沿海多年平均大潮高潮线以上的地区开发建设的由一批风力发电机组或风力发电机组群组成的电站。

3.2

温室气体 greenhouse gas

大气层中自然存在的和由于人类活动产生的能够吸收和散发由地球表面、大气层和云层所产生的、波长在红外光谱内的辐射的气态成分。

注：如无特别说明，本规范的温室气体包括二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）、氢氟碳化物（HFCs）、全氟碳化物（PFCs）、六氟化硫（SF₆）与三氟化氮（NF₃）。

[GB/T 32150, 术语3.1]

3.3

温室气体排放 greenhouse gas emission

在特定时间段内释放到大气中的温室气体总量（以质量单位计算）。

[GB/T 32150, 术语3.6]

3.4

排放因子 emission factor

表征单位生产或消费活动量的温室气体排放系数。

[GB/T 32150, 术语3.13]

3.5

林草覆盖率 percentage of forestry and grass coverage

林草类植被面积占项目建设区面积的百分比。

[GB/T 50434, 术语2.0.6]

4 基本要求

4.1 遵循因地制宜的原则，结合风电场所在地域的气候、环境、资源、经济及文化等特点，对风电场全生命周期内从资源节约与高效利用、生态环境保护与水土保持、工作场所有害物质控制、温室气体减排等维度进行绿色评估。

4.2 开展风电场绿色评估的项目应符合现行的法律法规要求、产权边界清晰、资产证照齐全、通过环境保护和水土保持设施专项验收，且已投产运行满一年。

4.3 开展风电场绿色评估的项目应进行风电场全生命周期内的技术和经济分析，选用满足标准要求的技术、设备和材料，对风电场开发、设计、施工、运行阶段进行全过程控制，并可提交相应分析报告和相关文件。

4.4 施工过程应满足 GB/T 50905 的有关要求。

5 资源节约与高效利用

5.1 定性指标

5.1.1 节地

- a) 遵循节约和集约利用土地的原则，优化比选设计方案，宜使用未利用土地，少占或不占耕地，并避开省级以上政府主管部门依法批准的需要特殊保护的区域。
- b) 遵循单位占地面积内装机容量最优的原则，选择风资源好、靠近电网、交通方便的区域建设。
- c) 风力发电机组（以下简称“风电机组”）的布置宜综合考虑地形、地貌、地质、运输、安装和并网条件，恰当选择机组之间的行距和列距，不宜过度分散，并满足 GB/T 18451.1 的要求。
- d) 升压站按“无人值班、少人值守”的原则设计，优化设备空间布局，宜减少建筑物占地面积。
- e) 施工总平面应紧凑布置，在经批准的临时用地范围内组织施工，合理设计风电场场区道路，施工道路布置应与检修道路兼顾考虑，充分利用原有道路为施工服务。
- f) 优化风电机组吊装方案，减少设备二次倒运和吊装临时占地。
- g) 功能分区明确，为后续规划预留扩建余地。

5.1.2 节水

- a) 建立用水管理制度，因地制宜利用水资源。
- b) 施工用水与生活用水配有计量器具。
- c) 升压站宜设置雨水集蓄设施并可合理利用。
- d) 给排水系统设置合理、完善、安全。

5.1.3 节能

- a) 制定节能管理制度，提高能源利用率。
- b) 配置能源计量器具。
- c) 配置无功补偿设备。
- d) 升压站建筑符合 GB 50189 的要求。
- e) 使用符合设计要求的高效、低能耗的发电和输变电设备，其中主变压器、箱式变压器满足 GB 20052 以及 GB 24790 的要求。
- f) 不得使用国家、行业和地方政府明令禁止的材料、设备和产品。

5.1.4 节材

- a) 制定节材控制方案，降低材料的损耗率并提高循环利用率。
- b) 优化建（构）筑物设计，达到节材目的；积极推广新技术、新工艺、新材料应用；加强周转材料保养维护，延长其使用寿命；建立物质回收清单，提高废料利用率；临时设施采用可循环、可拆卸的材料。
- c) 不得采用使用国家、行业和地方政府禁止和限制使用的建筑材料及制品。
- d) 宜使用商品混凝土。
- e) 宜使用装配式结构、预制构件。
- f) 在满足风电机组运行安全的条件下，优化塔筒设计方案，减少材料消耗。
- g) 升压站合理采用耐久性好、易维护的装饰装修建筑材料。
- h) 减少弃土（石），土石方做到综合利用。

5.2 量化指标

5.2.1 节地

- a) 单台风电机组永久占地指标满足表 1 要求。

表 1 单台风电机组永久占地指标

单机容量	指标要求 (m ² /台)	指标要求 (m ² /kW)
1.5MW	285	0.190
2.0MW	330	0.165
2.5MW	380	0.152
3.0MW	450	0.150
4.0MW	480	0.120

- b) 需要填方的风电机组基础，用地面积按填方构筑物外轮廓尺寸计算，其用地指标应在上表指标基础上乘以表 2 中对应的系数。

表 2 填方地基风电机组用地指标系数表

填方高度 (m)	系数	备注
1~2	1.15~1.55	单机容量大的取小值，小的取大值
2~3	1.25~1.60	

注 1: 风电场工程地震设防烈度为 8 度及以上时，风电机组基础用地指标乘以系数 1.1；
注 2: 风电场工程位于极大风速大于 70m/s 的风电场项目，风电机组基础用地指标乘以系数 1.15；
注 3: 涉及多种因素取值时，系数累计使用。

- c) 升压站围墙内占地面积指标满足表 3 要求。

表 3 升压站围墙内永久占地指标

电压等级 (kV)	主变 台数	风电场容量 (MW)	升压站面积标准 (m ²)	
			不含检修	含检修
35	1	0~50	4000	5000
110	1	0~50	5000	6000
110	1	50(含)~100	6000	7000
110	2	100(含)~200	8000	9000
220	1	0~50	6500	7500
220	1	50(含)~100	7500	8500
220	1	100(含)~200	8500	9000
220	2	100(含)~200	9000	10000

注 1: 电压等级 220kV 以上，升压站面积标准系数 1.1；
注 2: 风电场容量大于上述列表，面积标准按 20m²/MW 增加；
注 3: 有区域中心站功能的升压站，面积标准系数 1.2；
注 4: 各项系数可累计使用。

- d) 场内集电线路架设占地满足以下要求。

1) 杆塔占地指标满足表 4 要求。

表 4 杆塔占地指标 (m²/基)

杆塔型式	占地指标
直线杆	2
带拉线门型杆	10

注 1: 杆塔含钢管塔、混凝土塔, 按下部杆塔直径计算面积;
注 2: 门型杆按两杆间距离为直径计算;
注 3: 拉线杆按中心至最远处拉线为半径计算面积。

2) 铁塔用地指标满足表 5 要求。

表 5 铁塔用地指标 (m²/基)

转角/(°)	单回路 (平原)	单回路 (山地、沼泽、丘陵)	双回路 (平原)	双回路 (山地、沼泽、丘陵)
0~20	24	36	28	41
20~40	26	37	29	46
40~60	28	38	36	55
60~90	29	41	44	62

注 1: 铁塔按根开外扩 1m 计算用地面积;
注 2: 对于经常受到台风和凝冻影响地区的架空线路, 用地指标乘以系数 1.1;
注 3: 沼泽指经常积水或渍水, 一般生长湿生植物的土地, 包括草本沼泽、苔藓沼泽、内陆盐沼等。

e) 风电机组箱式变压器占地指标满足表 6 要求。

表 6 机组箱式变压器占地指标

单机容量 (kW)	变压器容量 (kVA)	单台用地指标 (m ²)
1500	1600	18
1500~2000	1600~2350	20
2000~3000	2350~3250	24
3000 以上	/	30

注 1: 箱式变压器置于风电机组内或基础上时不计算占地指标;
注 2: 箱式变压器占地含基础用地之外的油坑、事故油池 (如有) 面积。

f) 道路设计与施工满足以下要求。

- 1) 选线宜利用原有道路;
- 2) 道路用地范围包括路面、路肩、排水设施、挡墙、边坡用地。进场道路及场内干线道路平均宽度不宜超过 6.0m, 场内支线道路平均宽度不宜超过 5.5m, 道路外侧为陡坡、陡崖、遇不良地质或填高较大时应适当加宽;
- 3) 检修道路平均宽度不宜超过 5.0m。

g) 工程建设临时用地占地指标满足以下要求。

- 1) 风电机组拼装、安装场用地包括风电机组拼装场、风电机组及升压站安装用地, 还包括风电机组、箱式变压器基础、接地等土建施工用地。单机容量 4.0MW 以上, 用地指标按 200m²/MW 递增, 用地指标满足表 7 要求。

表 7 单台风电机组拼装、安装场用地指标

单机容量 (MW)	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0
用地指标 (m ² /台)	1800	2100	2100	2400	2600

- 2) 风电场 10kV、35kV 集电线路采用直埋电缆敷设方式时，占地类型为临时用地，用地面积 = 1m × 电缆槽沟总长度(m)。
- 3) 其他施工用地指标满足表 8 要求。

表 8 其他施工用地指标

规划总容量 (MW)	用地指标 (m ²)
≤100	18000
100~200	24000
200~300	31000

注：其他施工用地包括施工临时办公生活设施、施工加工厂、砂石料堆放场、混凝土搅拌站、施工机械修理厂、施工仓库等用地。

- 4) 临时用地包括风电机组拼装、安装场用地、采用直埋电缆敷设方式的集电线路、施工期施工道路以及其他施工用地等。上述指标中未包括施工临时围堰、风电机组和塔筒设备临时堆放场、弃渣场等用地面积，如发生应根据实际情况确定。

5.2.2 节水

- a) 施工用水指标应满足表 9 要求。

表 9 施工用水指标

类别	指标 (L/m ³)
自拌混凝土	≤400
砌筑耗水量	≤200

- b) 日平均生活用水量指标满足表 10 要求。

表 10 日平均生活用水量指标

地区	指标 (L/人.d)
黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古	≤50
北京、天津、河北、山东、河南、山西、陕西、宁夏、甘肃	≤70
湖北、湖南、江西、安徽、江苏、上海、浙江、福建	≤130
广西、广东、海南	≤160
重庆、四川、贵州、云南	≤75
新疆、西藏、青海	≤110

- c) 施工期、运营期生活污水经处理后循环再利用（污染物排放限值参见 6.2.1 表 11），再利用率达到 100%。

- d) 冲洗水（机具、设备、车辆）处理达标后循环利用率不低于 80%。
- e) 应采用节水器具，生活用水器具通过相关认证或器具满足 CJ/T 164 的要求，配置率不低于 80%。

5.2.3 节能

- a) 建筑物室内外采用节能照明器材，配置率达到 100%。
- b) 采用高能效的生活电器设备，满足相关现行国家标准的节能要求，配置率达到 100%。
- c) 风电机组年度可利用率不低于 98%。

注：单台风电机组年度可利用率=（8760—故障未工作小时数）/8760×100%，风电场风电机组年度可利用率=风电场所有风电机组年度可利用率之和/台数。

- d) 宜选用本地生产的建筑材料，减少材料运输过程中的能源消耗，本地材料选取比例（施工现场 500km 以内生产的建筑材料重量占建筑材料总重量的比例）达到 80% 以上。

5.2.4 节材

- a) 计划备料、限额领料，合理下料、减少废料产生量、合理利用边角余料，设定材料损耗率指标，有效减少材料损耗并避免浪费，主要建筑材料损耗率满足表 11 要求。

表 11 主要建筑材料损耗率表

类别	损耗率
钢材	不大于 2%
木料	不大于 1%
混凝土	不大于 1.5%

- b) 废弃包装物回收率达到 100%。

6 生态环境保护与水土保持

6.1 定性指标

6.1.1 生态环境保护

- a) 风电场项目选址避让国家已划定的生态保护红线区域，优化项目布局，维护区域内的生态价值和保护生物多样性，满足生态环境保护相关的国家法律法规和地区相关政策要求。
- b) 不占用天然乔木林（竹林）地、年降雨量 400 毫米以下区域的有林地、一级国家级公益林地和二级国家级公益林中的有林地。
- c) 合理利用林地，减少林木砍伐。禁止乱砍滥伐施工区域内的树木并对施工区域未占用的林地内林木采取有效的保护措施。
- d) 应保护珍稀野生濒危动植物生境，采取减缓对野生动物惊扰的措施，禁止猎杀、贩卖受保护的动物物种并采取有利于鸟类保护的措施。
- e) 升压站与站场外观、塔筒颜色与周围自然环境景观融合。
- f) 施工期噪声排放限值满足 GB 12523 的要求，运营期噪声满足 GB 12348 的要求。
- g) 施工现场采用防尘、抑尘措施。
- h) 施工期一般废弃物按照 GB/T 50743 要求进行再生利用，对无法再生利用的应做无害化处理。
- i) 避让对于风电机组光影影响敏感的区域。
- j) 生活区厨房安装油烟净化设施并可正常运行。
- k) 塔筒宜采用水性漆涂装。

- l) 油品储存区、危废暂存间应实行防渗、防泄漏的设计，如设置围堰等；油浸式变压器应有油品泄露、防渗、应急处置设施。
- m) 进行施工期环境监理与监测，监理与监测内容覆盖建设活动的主要环境污染影响以及生态影响。
- n) 按照同时设计、同时施工、同时投产使用的要求，落实环境影响评价批复意见中提出的各项生态环境保护措施，并通过竣工环境保护验收和电磁辐射环境保护验收。

6.1.2 水土保持

- a) 风电场项目选址符合区域水土保持规划，避让水土流失重点预防区和重点治理区，避让河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带，避让全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区及国家确定的水土保持长期定位观测站；无法避让以上区域的，必须提高防治标准等级，且必须满足水土保持相关的国家法律法规和地区政策要求。
- b) 结合自然地形布置升压站，减少土石方量，当站区地形高差较大时，宜采用台阶式错层布置；场内道路选线宜利用现有道路，避免高挖深填，避免穿越不良地质地段，防止诱发地质灾害。
- c) 严禁在可能对公共设施、基础设施、工业企业、居民点等有重大影响区域设置弃渣场；弃渣场避免设置在河道、湖泊和建成水库管理范围内，若涉及河道须符合河流防洪规划和治导线规定。
- d) 严禁在崩塌和滑坡危险区、泥石流易发区内设置取土场，取土场选址应符合城镇、景区等规划要求，并与周边景观相互协调。
- e) 水土保持方案中表土保护措施、拦渣措施、边坡防护措施、截排水措施、降水蓄渗措施、土地整治措施、植物措施、临时防护措施等布设应满足 GB 50433 的要求。水土保持措施设计须结合工程实际和项目所在区域的水土流失现状，因地制宜、合理布局。
- f) 水土流失各项防治措施布设和施工组织应与主体工程密切配合、同步实施。
- g) 工程施工前对表土进行剥离并保护，剥离的表土集中堆放，并采取临时拦挡、苫盖等防护措施。
- h) 风电机组平台、进场及检修道路、集电线路、升压站、施工生产生活区等施工结束后，及时恢复其土地利用和生态功能。
- i) 弃渣场启用前，应采取拦挡措施，统筹设置截排水设施；堆渣结束后，弃渣场应采取土地整治、覆土、绿化或复耕等措施。
- j) 合理安排工程施工工序，防止重复开挖和多次倒运，宜减少弃渣，避免顺坡溜渣。
- k) 按照同时设计、同时施工、同时投产使用的要求，落实水土保持方案中的各项水土保持措施，因地制宜、易林则林、易草则草，工程措施和植物措施经济合理，并通过水土保持设施专项竣工验收。

6.2 量化指标

6.2.1 生态环境保护

- a) 施工期、运营期污水满足以下要求：
 - 1) 施工期不向地表排放污水。
 - 2) 升压站设置有废水处理设施并正常运行，运营期污水排放标准限值按照 GB 8978 表 4 中的标准值执行，限值见表 12。

表 12 污水污染物排放限值

类别	限值	单位
pH	6~9	/
COD	100	mg/L
氨氮	10	mg/L

表 12 污水污染物排放限值(续)

BOD ₅	15	mg/L
悬浮物(SS)	70	mg/L
石油类	5	mg/L

- b) 运营期固体废弃物应分类储存，定期清运。
- 1) 有毒有害废物分类率应达到 100%，危险废物储存、转运、处理处置符合相关法律、规范、标准的要求。
 - 2) 现场设置生活垃圾收集区域，可分为可回收垃圾、厨余垃圾、有害垃圾和其他垃圾四类，分类率达到 100%，定期清运、处置。
- c) 运营期电磁场应满足控制限值要求，标准值按照 GB 8702 中 4.1 条款执行，限值见表 13。

表 13 公共暴露控制限值

频率范围	电场强度 E (V/m)	磁场强度 H (A/m)	磁感应强度 B (μT)
0.025kHz~1.2kHz	200/f	4/f	5/f

注：架空输电线路下的耕地、园地、牧草地、畜禽饲养地、养殖水面、道路场所，其频率 50Hz 的电场强度控制限值为 10kV/m，且应给出警示和防护标志。

- d) 采用通过环境标志产品认证、低碳认证或者国家认可的其他认证的绿色环保产品，如通过环境标志认证的装饰装修材料、水泥、电缆、玻璃、门窗、灯具、洁具、家具等，产品种类不低于 6 种。
- e) 宜选用有降噪技术的低噪音风电机组，按照 GB/T 22516 进行测试，风电机组在输出功率为 1/3 额定功率时排放的噪声（等效声功率级）应不高于 110 dB (A)。

6.2.2 水土保持

- a) 防治水土流失指标包括：
- 1) 水土流失治理度（%）；
 - 2) 土壤流失控制比；
 - 3) 渣土防护率（%）；
 - 4) 表土保护率（%）；
 - 5) 林草植被恢复率（%）；
 - 6) 林草覆盖率（%）；
- 符合水土保持目标要求。
- b) 土石方利用率不低于 85%。
- c) 水土保持措施效果应达到以下要求：
- 1) 与设计成果比较，工程措施完成率在 90%（含）以上；
 - 2) 与设计成果比较，植物措施完成率在 90%（含）以上；
 - 3) 与设计成果比较，临时措施完成率在 90%（含）以上。

7 工作场所有害物质控制

7.1 定性指标

7.1.1 施工现场应满足 JGJ 146 的要求。

7.1.2 压缩气体和液化气体应按照其物质化学品安全技术说明书的要求进行贮存、保管与使用。

7.1.3 六氟化硫气体的使用、贮存应符合 GB/T 8905 的要求。

7.1.4 病虫害防治应采用生物制剂、仿生制剂等无公害防治技术。

7.1.5 建立有毒动物伤害应急预案并配备相应的防护用品。

7.1.6 对于高温、低温的防护，应采取合理安排作息时间，配备相应的劳动防护用品。

7.2 量化指标

7.2.1 如升压站配有生活区，应进行室内噪声测量，室内噪声限值见表 14。

表 14 室内噪声限值

	室内噪声限值	备注
昼间	50 dB(A)	闭窗状态测量，稳态噪声
夜间	40 dB(A)	闭窗状态测量，稳态噪声
注：测量方法应符合 GB3096 的规定。		

7.2.2 工作场所噪声职业接触限值按照 GBZ 2.2 中 11.2.1 条款执行，限值见表 15。

表 15 工作场所噪声职业接触限值

接触时间	接触限值 (dB (A))	备注
5d/w, =8h/d	85	非稳态噪声计算 8h 等效声级
5d/w, ≠8h/d	85	计算 8h 等效声级
≠5dw	85	计算 40h 等效声级
注：测量方法应符合 GBZ/T 189.8 的规定。		

7.2.3 进行升压站、集电线路电磁辐射强度测量，工频电场职业接触限值按照 GBZ 2.2 中 6.2 条款执行，限值见表 16。

表 16 8h 工作场所工频电场职业接触限值表

频率 (Hz)	工频电场强度 (kV/m)
50	5
注：测量方法应符合 GBZ/T 189.3 的规定。	

7.2.4 室内空气质量应在工程竣工后一个月进行检测，限值按照 GB 18883 中表 1 执行，重点指标限值见表 17。

表 17 室内空气质量限值

重点指标	单位	限值	备注
氡(Rn)	Bq/m ³	400	年均值
甲醛(HCHO)	mg/m ³	0.1	1 小时均值

表 17 室内空气质量限值(续)

氨 (NH ₃)	mg/m ³	0.2	1 小时均值
臭氧 (O ₃)	mg/m ³	0.16	1 小时均值
苯 (C ₆ H ₆)	mg/m ³	0.2	1 小时均值
甲苯 (C ₇ H ₈)	mg/m ³	0.2	1 小时均值
二甲苯 (C ₈ H ₁₀)	mg/m ³	0.1	1 小时均值
总挥发有机物 (TVOC)	mg/m ³	0.5	8 小时均值
注：检测方法应符合 GB/T 18883 的规定。			

7.2.5 进行饮用水水质检测，标准值按照 GB 5749 中表 1 水质常规指标限值执行，重点指标限值见表 18。

表 18 饮用水水质指标限值

重点指标	限值
总大肠杆菌	不得检出
菌落总数	100
pH	6.5~8
溶解性总固体 (mg/L)	1000
总硬度 (以 CaCO ₃ 计) (mg/L)	450
其他指标	GB 5749
注：检测方法应符合 GB 5750 的规定。	

8 温室气体减排

8.1 定性指标

- 8.1.1 宜选用绿色制造的建筑材料、装饰材料及电气材料、电缆等。
- 8.1.2 风电场运行期结束后应对相关设备和材料进行合理处置，制定处置计划。
- 8.1.3 根据本标准进行风电场碳足迹盘查。
- 8.1.4 核算风电场运行期温室气体减排量。

8.2 量化指标

8.2.1 主要专用设备、通用设备、主要建筑材料温室气体排放满足以下要求：

- 纳入评估的主要专用设备、通用设备和材料包括风电机组、箱式变压器、主变压器、电缆、主要建筑材料（钢筋、水泥、混凝土）等。
- 主要专用设备、通用设备、材料温室气体排放参照附录 A 公式 1.2 计算，实测值为经计算的排放量/风电场装机容量，指标值为 1053 tCO_{2e}/MW。

8.2.2 施工过程温室气体排放计算满足以下要求：

- 包括施工过程使用的能源（如化石燃料、电力、热力）产生的温室气体排放；
- 风电场施工过程温室气体排放计算时间边界为从项目开工起至工程竣工验收结束；物理边界为施工场区域内的机械设备、机具、临时设施等使用过程中能源消耗产生的温室气体排放。

c) 施工过程温室气体排放参照附录 A 公式 1.3~公式 1.8 计算, 实测值为经计算的排放量/风电场装机容量, 指标值为 23 tCO_{2e}/MW。

8.2.3 运行期温室气体排放满足以下要求:

a) 包括运行期使用的能源(如化石燃料、电力)产生的温室气体排放;

b) 运行期温室气体排放参照附录 A 公式 1.3~公式 1.8 计算, 实测值为经计算的排放量/(风电场装机容量×运行年数), 指标值为 28 tCO_{2e}/MW·y。

8.2.4 风电场处置引起的温室气体排放满足以下要求:

a) 应制定风电场处置计划, 计划中应明确处置设备和材料种类, 各设备和材料处置方式及处置量, 并进行可行性分析。

b) 风电场处置引起的温室气体排放参照附录 A 公式 1.9~公式 1.10 计算, 实测值为经计算的排放量/风电场装机容量, 指标值为 524 tCO_{2e}/MW。

8.2.5 风电场温室气体减排量根据 CM-001-V02 中第 5 节、第 7 节的要求, 核算运行阶段实际减排量, 其中电力排放因子暂按国家主管部门公布的最新全国电网平均排放因子 0.6101 tCO_{2e}/MWh 计。实测值为经核算的运行阶段实际减排量/(风电场装机容量×核算期内运行年数), 指标值为 1362 tCO_{2e}/MW·y。

附录 A

(资料性附录)

温室气体排放和碳足迹计算方法

A.1 风电场碳足迹计算方法

风电场的碳足迹等于主要专用设备、通用设备、材料温室气体排放、施工过程温室气体排放、运行期温室气体排放、风电场处置引起的温室气体排放之和，按式 1.1 计算。

$$E = E_{\text{材料}} + E_{\text{施工}} + E_{\text{运行}} \times T_{\text{运行}} + E_{\text{处置}} \quad (\text{公式 1.1})$$

式中：

E ——为风电场碳足迹，单位为吨（tCO₂e）；

$E_{\text{材料}}$ ——为风电场使用的主要专用设备、通用设备和材料等生产产生的温室气体排放，单位为吨（tCO₂e）；

$E_{\text{施工}}$ ——为风电场施工过程使用的能源（如化石燃料、电力、热力）产生的温室气体排放，单位为吨（tCO₂e）；

$E_{\text{运行}}$ ——为风电场年平均运行使用的能源（如化石燃料、电力、热力）产生的温室气体排放，单位为吨（tCO₂e）；

$T_{\text{运行}}$ ——为风电场运行期，指可行性研究报告中的设计值，单位为年；

$E_{\text{处置}}$ ——为风电场结束运行后对主要专用设备、通用设备和材料的处置产生的温室气体排放，单位为吨（tCO₂e）。

A.2 主要专用设备、通用设备、材料温室气体排放计算方法

$$E_{\text{材料}} = \sum_{i=1}^n (PE_{\text{材料}i} \times EF_{\text{材料}i} \times LC_{\text{材料}i}) \times 10^{-3} \quad (\text{公式 1.2})$$

式中：

$E_{\text{材料}}$ ——为风电场使用的主要专用设备、通用设备和材料等生产产生的温室气体排放量，单位为吨（tCO₂e）；

$PE_{\text{材料}i}$ ——为风电场使用的第*i*种设备或材料的消耗量，单位为吨（t 或 m³）；

$EF_{\text{材料}i}$ ——为第*i*种设备或材料生产排放因子，单位为（kgCO₂/t 或 kgCO₂/m³）；

$LC_{\text{材料}i}$ ——为第*i*种设备或材料的绿色系数，一般取值为 1，若使用的设备或材料通过绿色类产品认证或采用再生材料，可取值 0.9。

材料生产排放因子可参考表A-1提供的缺省值。

表 A-1 常见材料生产排放因子缺省值

材料品种	材料生产排放因子
普通钢材	1770kgCO ₂ /t
钢筋	1990kgCO ₂ /t
不锈钢	6150kgCO ₂ /t
混凝土	353kgCO ₂ /m ³
混凝土	103kgCO ₂ /t
砂石	79kgCO ₂ /t
水泥	912kgCO ₂ /t
木材	493kgCO ₂ /t
普通砖	213kgCO ₂ /t
玻璃	1437kgCO ₂ /t
玻璃纤维	1350kgCO ₂ /t
铜	2710kgCO ₂ /t
锌	3090kgCO ₂ /t
铝	13056kgCO ₂ /t
铁	2032kgCO ₂ /t
橡胶	2850kgCO ₂ /t
普通塑料	3310kgCO ₂ /t
PVC	3100kgCO ₂ /t
环氧树脂	5700kgCO ₂ /t

A.3 施工过程、运行期温室气体排放计算方法

施工过程和运行期温室气体排放分别等于风电场施工过程和运行期化石燃料燃烧排放、购入使用的电力和热力排放之和，按式1.3计算。

$$E_p = E_{p_{\text{燃烧}}} + E_{p_{\text{电}}} + E_{p_{\text{热}}} \quad (\text{公式 1.3})$$

式中：

E_p ——为第 p 阶段的 CO₂ 排放量，单位为吨（tCO₂e）；

p ——为温室气体排放阶段，施工过程或运行期；

$E_{p_{\text{燃烧}}}$ ——为风电场第 p 阶段的使用的化石燃料燃烧产生的 CO₂ 排放量，单位为吨（tCO₂e）；

$E_{p_{\text{电}}}$ ——为风电场第 p 阶段的购入使用的电力产生的 CO₂ 排放量，单位为吨（tCO₂e）；

$E_{p_{\text{热}}}$ ——为风电场第 p 阶段的购入使用的热力产生的 CO₂ 排放量，单位为吨（tCO₂e）。

A.3.1 化石燃料燃烧排放计算方法

$$E_{p\text{燃烧}} = \sum_{i=1}^n (AD_i \times EF_i) \quad (\text{公式 1.4})$$

式中：

$E_{p\text{燃烧}}$ ——为风电场第 p 阶段的使用的化石燃料燃烧产生的 CO_2 排放量，单位为吨 (tCO_2e)；

AD_i ——为风电场第 p 阶段的消耗的第 i 种化石燃料的活动水平，单位为百万千焦 (GJ)；

EF_i ——为第 i 种化石燃料的二氧化碳排放因子，单位为 tCO_2/GJ ；

i ——为化石燃料种类。

风电场第 p 阶段消耗的第 i 种化石燃料的活动水平 AD_i 按以下公式计算。

$$AD_i = NCV_i \times FC_i \quad (\text{公式 1.5})$$

式中：

NCV_i ——是风电场第 p 阶段第 i 种化石燃料的平均低位发热量，对固体或液体燃料，单位为百万千焦/吨 (GJ/t)；对气体燃料，单位为百万千焦/万立方米 ($\text{GJ}/\text{万m}^3$)；

FC_i ——是风电场第 p 阶段第 i 种化石燃料的消耗量，对固体或液体燃料，单位为吨 (t)；对气体燃料，单位为万立方米 (万m^3)。

化石燃料的二氧化碳排放因子按以下公式计算。

$$EF_i = CC_i \times OF_i \times \frac{44}{12} \quad (\text{公式 1.6})$$

式中：

CC_i ——为第 i 种化石燃料的单位热值含碳量，单位为吨碳/百万千焦 (tC/GJ)；

OF_i ——为第 i 种化石燃料的碳氧化率，单位为%。

相关参数缺省值可参考表A-2。

表 A-2 常见化石燃料特性参数缺省值

燃料品种		低位发热量		单位热值含碳量 (吨碳/TJ)	燃料碳氧化率
		缺省值	单位		
固体燃料	无烟煤	24.515	GJ/吨	27.49	94%
	烟煤	23.204	GJ/吨	26.18	93%
	褐煤	14.449	GJ/吨	28.00	96%
	洗精煤	26.344	GJ/吨	25.40	93%

	其它洗煤	15.373	GJ/吨	25.40	90%
	型煤	17.46	GJ/吨	33.60	90%
	焦炭	28.446	GJ/吨	29.40	93%
液体燃料	原油	42.62	GJ/吨	20.10	98%
	燃料油	40.19	GJ/吨	20.10	98%
	汽油	44.80	GJ/吨	18.90	98%

表 A-2 常见化石燃料特性参数缺省值（续）

液体燃料	柴油	43.33	GJ/吨	20.20	98%
	一般煤油	44.75	GJ/吨	19.60	98%
	石油焦	31.00	GJ/吨	27.50	98%
	其他石油制品	40.19	GJ/吨	20.00	98%
	焦油	33.453	GJ/吨	22.00	98%
	粗苯	41.816	GJ/吨	22.70	98%
气体燃料	炼厂干气	46.05	GJ/吨	18.20	99%
	液化石油气	47.31	GJ/吨	17.20	99%
	液化天然气	41.868	GJ/吨	15.30	99%
	天然气	389.31	GJ/万 m ³	15.30	99%
	焦炉煤气	173.854	GJ/万 m ³	13.60	99%
	高炉煤气	37.69	GJ/万 m ³	70.80	99%
	转炉煤气	79.54	GJ/万 m ³	49.60	99%
	密闭电石炉炉气	111.19	GJ/万 m ³	39.51	99%
	其他煤气	52.34	GJ/万 m ³	12.20	99%

资料来源：1) 对低位发热量：《2005 年中国温室气体清单研究》等；

2) 对单位热值含碳量：《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》、《省级温室气体清单指南（试行）》等；

3) 对碳氧化率：《省级温室气体清单指南（试行）》等。

A.3.2 购入使用电力和热力排放计算方法

购入使用的电力、热力（如蒸汽、热水）所对应的CO₂排放量按如下公式计算：

$$E_{p电} = AD_{电} \times EF_{电} \quad (\text{公式 1.7})$$

$$E_{p热} = AD_{热} \times EF_{热} \quad (\text{公式 1.8})$$

式中：

$E_{p电}$ ——为风电场第 p 阶段的购入使用的电力产生的 CO₂ 排放量，单位为吨(tCO₂e)；

$E_{p热}$ ——为风电场第 p 阶段的购入使用的热力产生的 CO₂ 排放量，单位为吨(tCO₂e)；

$AD_{电}$ 、 $AD_{热}$ ——分别为风电场第 p 阶段购入使用的电力和热力（如蒸汽量），单位分别为兆瓦时（MWh）和百万千焦（GJ）；

$EF_{电}$ 、 $EF_{热}$ ——分别为电力和热力（如蒸汽、热水）的CO₂排放因子，单位分别为

吨CO₂/兆瓦时（tCO₂/MWh）和吨CO₂/百万千焦（tCO₂/GJ）。

电力排放因子暂按国家主管部门公布的最新全国电网平均排放因子0.6101 tCO₂/MWh计，供热排放因子暂按0.11 tCO₂/GJ计，并根据政府主管部门发布的官方数据保持更新。

A.4 风电场处置引起的温室气体排放计算方法

风电场处置引起的温室气体排放等于主要专用设备、通用设备、材料通过填埋、焚烧方式处理引起的温室气体排放之和，减去主要专用设备、通用设备、材料回收（含综合利用）隐含固定的温室气体排放，按式1.9计算。

$$E_{\text{处置}} = E_{\text{填埋}} + E_{\text{焚烧}} - E_{\text{回收}} \quad (\text{公式 1.9})$$

式中：

$E_{\text{处置}}$ ——为风电场结束运行后对主要专用设备、通用设备和材料的处置产生的温室气体排放，单位为吨（tCO₂e）；

$E_{\text{填埋}}$ ——为风电场主要专用设备、通用设备和材料采用填埋方式处置引起的温室气体排放量，单位为吨（tCO₂e）；

$E_{\text{焚烧}}$ ——为风电场主要专用设备、通用设备和材料采用焚烧方式处置引起的温室气体排放量，单位为吨（tCO₂e）；

$E_{\text{回收}}$ ——为风电场主要专用设备、通用设备和材料回收（含综合利用）固定的温室气体量，单位为吨（tCO₂e）。

各处置方式温室气体排放量通过公式1.10计算。

$$E_d = \sum_{i=1}^n (PE_{d\text{材料}i} \times EF_{d\text{材料}i}) \times 10^{-3} \quad (\text{公式 1.10})$$

式中：

E_d ——为第 d 处置方式的引起的温室气体量，单位为吨（tCO₂e）；

d ——为处置方式，包括填埋、焚烧和回收（含综合利用）；

$PE_{d\text{材料}i}$ ——为使用第 d 种处置方式处理的第 i 种材料量，单位为吨或立方米（t 或 m³），其中焚烧处置方式的材料量不包含生物碳；

$EF_{d\text{材料}i}$ ——为使用第 d 种处置方式处理的第 i 种材料的排放因子，单位为（kgCO₂/t）。

其中，填埋处置方式处理的第 i 种材料的排放因子取值 630kgCO₂/t，焚烧处置方式处理的第 i 种材料的排放因子取值 272kgCO₂/t，回收（含综合利用）处置方式处理的第 i 种材料的排放因子按第 i 种材料生产排放因子取值，参考表 1-1。

参 考 文 献

- [1] 电力工程项目建设用地指标（风电场）[M]. 北京：中国电力出版社，2012.02
 - [2] ISO 14064-1, Greenhouse gases—Part 1: Specification with guidance at the organization level for qualification and reporting of greenhouse gas emissions and removals
 - [3] ISO 14064-2, Greenhouse gases—Part 2: Specification with guidance at the project level for qualification, monitoring and reporting of greenhouse gas emission reductions and removal enhancements
 - [4] ISO 14064-3, Greenhouse gases—Part 3: Specification with guidance for the validation and verification of greenhouse gas assertion
 - [5] ISO/TR 14047, Environmental management—Life cycle assessment—Examples of application of ISO 14042
 - [6] ISO/TS 14048, Environmental management—Life cycle assessment—Data documentation of format
 - [7] ISO/TR 14049, Environmental management—Life cycle assessment—Examples of application of ISO14041 to goal and scope definition and inventory analysis
 - [8] PAS 2050:2008, Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emission of goods and services
-