

## 风力发电场运行规程

### 1 范围

本标准规定了风力发电场（风电场）运行的基本技术要求。  
本标准适用于并网型陆上风电场。

### 2 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。

- GB/T 2900.53 电工术语 风力发电机组
- GB/T 18451.1 风力发电机组 设计要求
- GB/T 18709 风电场风能资源测量方法
- GB/T 19963 风电场接入电力系统技术规定
- GB/T 20319 风力发电机组 验收规范
- GB 26859 电力安全工作规程 电力线路部分
- GB 26860 电力安全工作规程 发电厂和变电站电气部分
- DL/T 572 电力变压器运行规程
- DL/T 741 架空送电线路运行规程
- DL/T 796 风力发电场安全规程
- DL/T 969 变电站运行导则
- DL/T 5191 风力发电场项目建设工程验收规程
- DL/T 5383 风力发电场设计技术规范

### 3 总则

- 3.1 风电场运行应坚持“安全第一、预防为主、综合治理”的原则，监测设备的运行，及时发现和消除设备缺陷，预防运行过程中不安全现象和设备故障的发生，杜绝人身、电网和设备事故。
- 3.2 风电场的运行人员应当经过培训，取得相应的资质，熟练掌握风电场的设备运行条件及性能参数。
- 3.3 风电场应根据风电场所在地区和风资源变化特点，结合实际设备状况，合理确定风电场的运行方式，调节设备运行参数，确保风电场的安全运行，提高风电场的经济效益。
- 3.4 风电场应制定相应的运行规程，并随设备变更及时修订。

### 4 对运行人员的基本要求

- 4.1 应经过安全培训并考试合格，熟练掌握触电现场急救及高空救援方法，掌握安全工具、消防器材的使用方法。
- 4.2 应经过岗前培训、考核合格，且健康状况符合上岗条件，方可正式上岗，新聘员工应经过至少 3 个月的实习期，实习期内不得独立工作。
- 4.3 掌握风电场数据采集与监控等系统的使用方法。
- 4.4 掌握生产设备的工作原理、基本结构和运行操作。
- 4.5 熟练掌握生产设备各种状态信息、故障信号和故障类型，掌握判断一般故障原因和处理的方法。

- 4.6 熟悉操作票、工作票的填写。
- 4.7 能够完成风电场各项运行指标的统计、计算。
- 4.8 熟悉所在风电企业各项规章制度，了解其他有关标准、规程。

## 5 风电场运行

### 5.1 一般规定

#### 5.1.1 风电场运行工作主要包括：

- a) 风电场系统运行状态的监视、调节、巡视检查。
- b) 风电场生产设备操作、参数调整。
- c) 风电场生产运行记录。
- d) 风电场运行数据备份、统计、分析和上报。
- e) 工作票、操作票、交接班、巡视检查、设备定期试验与轮换制度的执行。
- f) 风电场内生产设备的原始记录、图纸及资料管理。
- g) 风电场内房屋建筑、生活辅助设施的检查、维护和管理。
- h) 开展关于风电场安全运行的事故预想，并制定对策。

#### 5.1.2 应根据风电场安全运行需要，制定风电场各类突发事件应急预案。

#### 5.1.3 生产设备在运行过程中发生异常或故障时，属于电网调度管辖范围的设备，运行人员应立即报告电网调度；属于自身调度管辖范围的设备，运行人员根据风电场规定执行。

### 5.2 系统运行

#### 5.2.1 风电场变电站中属于电网直接调度管辖的设备，运行人员按照调度指令操作；属于电网调度许可范围内的设备，应提前向所属电网调度部门申请，得到同意后进行操作。

#### 5.2.2 通过数据采集与监控系统监视风电机组、输电线路、升压变电站设备的各项参数变化情况，并做好相关运行记录。

#### 5.2.3 分析生产设备各项参数变化情况，发现异常后应加强该设备监视，并根据变化情况作出必要处理。

#### 5.2.4 对数据采集与监控系统、风电场功率预测系统的运行状况进行监视，发现异常情况后作出必要处理。

#### 5.2.5 定期对生产设备进行巡视，发现缺陷及时处理。

#### 5.2.6 进行电压和无功功率的监视、检查和调整，以防风电场母线电压或吸收电网无功功率超出允许范围。

#### 5.2.7 遇有可能造成风电场停运的灾害性气候现象（如沙尘暴、台风等），应向电网调度及相关部门报告，并及时启动风电场应急预案。

### 5.3 运行记录

#### 5.3.1 风电场的运行数据包括发电功率、风速、有功电量、无功电量、场用电量及设备的运行状态等。

#### 5.3.2 运行记录包括运行日志、运行日月报表、气象记录（风向、风速、气温、气压等）、缺陷记录、故障记录、设备定期试验记录等。

#### 5.3.3 其他记录还包括交接班记录、设备检修记录、巡视及特巡记录、工作票及操作票记录、培训记录、安全活动记录、反事故演习记录、事故预想记录、安全工器具台账及试验记录等。

## 6 风电场主要生产设备的运行

### 6.1 风电机组

#### 6.1.1 风电机组及其附属设备均应有设备制造厂的铭牌，应有风电场内唯一的设备名称和设备编号，并标示在明显位置。

#### 6.1.2 筒式塔架应有防止小动物进入的措施，桁架式塔架底部独立安装的电气控制箱应满足防雨、防沙

尘、防止小动物进入的要求。

#### 6.1.3 风电机组在投入运行前应具备的条件：

- 停运和新投入的风电机组在投入运行前应检查发电机定子、转子绝缘，合格后才允许启动。
- 经维修的风电机组在启动前，设立的各种安全措施均已拆除。
- 外界环境条件符合风电机组的运行条件，温度、风速在机组设计参数范围内。
- 手动启动前叶轮表面应无覆冰、结霜现象。
- 机组动力电源、控制电源处于接通位置，电源相序正确，机组控制系统自检无故障信息。
- 各安全装置均在正常位置，无失效、短接及退出现象。
- 控制装置正确投入，且控制参数均与批准设定值相符。
- 机组各分系统的油温、油位正常，系统中的蓄能装置工作正常。
- 远程通信装置处于正常状态。

#### 6.1.4 风电机组的并网和解列：

- 风电机组可自动并网与解列，也可由运行人员手动完成。
- 自动并网，风电机组自检无故障信息，处于自动运行状态，当外界环境条件符合机组的运行条件，风速在设计并网风速范围内时，按照设定的控制程序机组自动并入电网。
- 自动解列，风电机组处于自动运行状态，当外界环境条件超出机组的运行条件，风速超出设计运行风速范围或机组出现故障信息时，按照设定的控制程序机组自动脱离电网。
- 手动并网，机组符合投入运行条件，风速在可并网风速范围内，在机组就地控制器上手动操作，使机组按照设定程序并入电网。
- 手动解列，因设备检查、维护等需要，在机组就地控制界面上手动操作，使机组按照设定程序脱离电网。

#### 6.1.5 手动并网和解列的四种操作方式：

- 机舱底部就地操作，断开远程通信装置，将机组的操作权限转入就地，在机组的就地控制界面上，完成单台机组的并网和解列。
- 机舱内操作，断开远程通信装置，将机组的操作权限转入就地，在机组机舱内的就地控制界面上，完成单台机组的并网和解列。机舱内操作仅限于调试、维护和故障处理时使用。
- 中控室操作，在中控室通过数据采集与监控系统操作，完成单台或多台机组的并网和解列。
- 远程操作，通过数据采集与监控系统完成单台或多台机组的并网和解列。

#### 6.1.6 风电机组长期退出运行：

##### 6.1.6.1 风电机组长期退出运行时，应做好以下措施：

- 在机组周边设立相关安全警示标志，机组电气柜前悬挂明显标志。
- 机组内部设置相应的安全措施。
- 定桨距机组退出运行时，机舱尽可能处于侧对风（90°对风）状态，有条件的应使设备处于自动侧对风状态。
- 定桨距机组应释放所有叶尖阻尼板，变桨距机组应使所有叶片处于顺桨状态。
- 在保障机组安全前提下，如可能，应将机组制动系统置于失效状态，使叶轮及传动系统处于自由旋转状态。
- 在保障机组安全的前提下，关闭机组内各系统的后备电源装置，或断开蓄电池的连接。
- 关闭远程控制装置，将机组的操作转入就地操作。

##### 6.1.6.2 风电机组长期退出运行期间，应定期对设备进行巡视检查：

- 定期对机组传动系统进行盘车，避免传动系统中主轴及齿轮箱内部轴承、齿轮的损伤。
- 在寒冷和潮湿地区，做好设备的防潮措施，必要时定期对可能发生凝露、锈蚀的设备进行保养维护。

- e) 定期对风电机组内部蓄电池的性能进行检测,发现缺陷后进行记录,在机组重新启动前需进行更换。

#### 6.1.7 风电机组的巡视。

6.1.7.1 风电机组的巡视应遵照 DL/T 796 的规定组织实施。

##### 6.1.7.2 巡视种类:

- a) 定期巡视:应定期对运行中的风电机组进行检查,及时发现设备缺陷和危及机组安全运行的隐患。定期巡视一般每个运行周期一次,也可根据具体情况做适当调整,巡视范围为风电场内的全部风电机组。
- b) 登机巡视:对风电机组设备情况进行登机检查,及时发现设备缺陷和危及机组安全运行的隐患。登机巡视范围为风电场内的全部风电机组,一般每季度一次,可根据具体情况做适当调整,也可与设备维护工作配合完成。
- c) 特殊巡视:在气候剧烈变化、自然灾害、外力影响和其他特殊情况时,对运行中的风电机组运行情况进行检查,及时发现设备异常现象和危及机组安全运行的情况。特殊巡视根据需要及时进行。

6.1.7.3 当机组非正常运行、风电机组大修后或新设备投入运行时,需要增加对该部分设备的巡视检查内容及次数。

#### 6.2 风电场数据采集与监控系统

6.2.1 监控系统正常巡视检查的主要内容:

- a) 装置自检信息正常;
- b) 不间断电源(UPS)工作正常;
- c) 装置上的各种信号指示等正常;
- d) 运行设备的环境温度、湿度符合设备要求;
- e) 系统显示的各信号、数据正常;
- f) 打印机、报警音响等辅助设备工作情况,必要时进行测试。

6.2.2 运行人员应定期对风电场数据采集与监控系统数据备份进行检查,确保数据的准确、完整。

6.2.3 风电场数据采集与监控系统软件的操作权限应分级管理,未经授权不能越级操作。

6.2.4 系统操作员可对系统的参数设定、数据库修改等重要工作进行操作。

6.3 风电场场内输电线路运行按照 DL/T 741 的规定进行。

6.4 风电场升压变电站运行按照 DL/T 969 的规定进行。

#### 7 风电场设备异常运行和故障处理

##### 7.1 设备异常运行与故障处理基本要求

7.1.1 当风电场设备在运行过程中出现异常时,当班负责人应立即组织人员查找异常原因,采取相应措施,及时处理设备缺陷,保障设备正常运行。

7.1.2 当风电场设备在运行过程中发生故障时,运行人员应立即采取相应措施,防止故障扩大,并及时上报。若发生人身触电、设备爆炸起火时,运行人员可先切断电源进行抢救和处理,然后上报相关部门。

##### 7.2 风电机组异常运行及故障处理

7.2.1 对于标志机组有异常情况的报警信号,运行人员要根据报警信号提供的部位,组织人员进行现场检查和处理。

7.2.2 电网发生系统故障造成风电场断电或线路故障导致线路开关跳闸时,应检查断电或跳闸原因(若逢夜间,应首先恢复中控室用电),待系统恢复正常后才能重新启动风电机组。

7.2.3 当电网频率、电压等系统原因造成风电机组解列时,应按照风电并网相关要求执行。

7.2.4 当风电机组发生过速、叶片损坏、结霜等可能发生高空坠物的情况时,禁止就地操作,运行人

员应通过风电场数据采集与监控系统进行遥控停机，并设立安全防护区域，禁止人员进入风电机组周边区域。

7.2.5 当机组发生起火时，运行人员应立即停机，并断开连接此台机组的线路断路器，同时报警。

7.2.6 当机组制动系统失效时，运行人员应根据专项处理方案做相应处理。

7.2.7 风电机组因其他异常情况需要进行停机操作的顺序：

- a) 进行正常停机；
- b) 正常停机无效时，采取就地紧急停机；
- c) 就地紧急停机无效时，应断开风电机组主断路器或断开连接此台机组的线路断路器。

7.2.8 发生下列情况之一者，风电机组应立即停机：

- a) 叶片处于不正常位置或相互位置与正常运行状态不符时；
- b) 风电机组主要保护装置拒动或失效时；
- c) 风电机组受到雷击后；
- d) 风电机组发生叶片断裂、开裂，齿轮箱轴承损坏等严重机械故障时。

7.2.9 风电机组主断路器发生跳闸时，要先检查主回路中的部件及设备（如晶闸管、发电机、电容器、电抗器等）绝缘是否损坏，主断路器整定动作值是否正确等，确定无误后才能重合开关，否则应退出运行进一步检查。

7.3 风电机组的升压变压器异常运行与故障处理参照 DL/T 572 的规定处理。

7.4 风电场内架空线路及电缆异常运行与故障处理参照 DL/T 741 的规定处理。

7.5 风电场内电气设备的异常运行与故障处理可参照 DL/T 969 的规定处理。

## 8 风电场运行分析

8.1 风电场运行分析包括发电量、电力消耗、设备运行维护等指标，宜每月进行一次。

8.2 运行分析应结合风电场风资源情况、设备参数、运行记录、设备巡回检查等情况，对风电场各项安全指标、运行指标及材料消耗等进行综合分析，发现影响安全、经济运行的因素和问题，必要时进行专题分析，提出改进措施。

8.3 由多个不同类型的风电机组组成的风电场，与风电机组相关的指标应分别进行分析。

附录 A  
(资料性附录)

风电机组定期巡视基本内容

- A.1 整机状态检查内容：
- 机组整体运行声音；
  - 周边有无影响机组运行的不安全因素。
- A.2 风电机组基础检查内容：
- 基础周边回填土检查；
  - 混凝土基础表面检查；
  - 塔架基础环与混凝土结合情况检查；
  - 基础附件检查。
- A.3 塔架巡视检查内容：
- 塔架内外壁表面漆膜检查；
  - 内部照明检查；
  - 底部爬梯、防坠绳、助爬器及平台检查；
  - 底部焊缝目视检查；
  - 塔架与基础间接地连接检查。
- A.4 电气柜巡视检查内容：
- 塔架内控制柜、电缆连接及照明检查；
  - 操作面板检查；
  - 控制柜通风散热、加热、密封及控制柜接地等检查，采用水冷方式的电气柜还应检查冷却液液位及液体渗漏情况。
- A.5 叶片巡视检查内容：
- 外观检查；
  - 叶片清洁度检查；
  - 有无叶片裂缝检查；
  - 叶片运行声音有无异常检查；
  - 叶片表面有无覆冰、结霜检查。
- A.6 外观与清洁巡视检查内容：
- 风电机组外观标识与卫生清洁检查；
  - 外观标识（防滑、防坠落、防撞击、佩戴安全装备等安全提示以及高压标识、关键操作提示等）情况检查；
  - 风电机组的塔筒底部内外的清洁卫生检查。
- A.7 避雷、接地系统检查：
- 避雷器检查；
  - 接地引下线检查。

## 附录 B (资料性附录)

### 风电机组登机巡视基本内容

#### B.1 风电机组基础检查内容:

- 基础周边回填土检查;
- 混凝土基础表面检查;
- 塔架基础环与混凝土结合情况检查;
- 基础附件检查。

#### B.2 塔架巡视检查内容:

- 塔架内外壁表面腐蚀检查;
- 内部照明检查;
- 爬梯、防坠链、制绳器及平台检查;
- 塔架内部焊缝检查;
- 底、中、顶法兰及紧固件连接螺栓检查;
- 塔架与基础、塔架与机舱、各段塔架间接地连接检查;
- 塔架内提升机盖板检查(提升机在塔架内情况);
- 电缆桥架、电缆防护套及电缆是否磨损、松动检查;
- 导电轨有无松动、变形检查。

#### B.3 电气柜巡视检查内容:

- 塔架内控制柜、电缆连接及照明检查;
- 操作面板检查;
- 各种传感器工作状态检查;
- 各种测试功能(测试电控系统所能实现的各项功能)检查;
- 控制柜内接线检查,确保无任何与标识不符的短接线;
- 控制柜通风散热、加热、密封及控制柜接地等检查,采用水冷方式的电气柜还应检查冷却液液位及液体渗漏情况;
- 通信系统检查。

#### B.4 偏航系统巡视检查内容:

- 外观检查;
- 紧固件螺栓检查;
- 偏航驱动电机检查;
- 偏航减速器检查;
- 小齿轮与回转圆锥外观及啮合情况检查;
- 偏航制动器检查,制动摩擦片间隙或制动阻尼器检查;
- 偏航计数装置(限位开关、接近开关)检查;
- 偏航系统润滑装置检查;
- 偏航有无异常声音检查;
- 偏航系统对风及解缆功能检查。

#### B.5 叶片与变桨系统巡视检查内容:

- 外观检查;
- 叶片清洁度检查;

- c) 叶片有无裂缝检查;
- d) 叶片运行声音有无异常检查;
- e) 叶片表面有无覆冰、结霜检查;
- f) 叶片防腐检查;
- g) 叶片引雷装置接线检查;
- h) 急停顺桨功能检查;
- i) 液压站压力检查 (液压变桨系统);
- j) 变桨系统蓄电装置检查 (电变桨系统);
- k) 定桨距叶片内液压缸、钢丝绳检查, 叶尖扰流器动作状况检查;
- l) 变桨控制系统检查;
- m) 叶片与轮毂的连接螺栓紧固检查。

**B.5 轮毂巡视检查内容:**

- a) 轮毂表面防腐涂层是否腐蚀、脱落及油污检查;
- b) 轮毂表面清洁度检查;
- c) 轮毂、导流罩表面是否有裂纹检查;
- d) 轮毂与主轴连接螺栓紧固情况检查;
- e) 轮毂与导流罩的连接螺栓有无松动、脱落检查。

**B.7 主轴巡视检查内容:**

- a) 外观检查;
- b) 紧固螺栓检查;
- c) 主轴承及润滑系统检查。

**B.8 齿轮箱巡视检查内容:**

- a) 外观检查;
- b) 紧固件螺栓检查;
- c) 润滑油及冷却系统检查;
- d) 齿轮箱噪声及振动情况;
- e) 通过齿轮箱观察窗检查齿轮啮合及齿表面情况;
- f) 各传感器状况检查;
- g) 弹性支撑检查;
- h) 加热器、油冷却器检查;
- i) 齿轮箱油位及渗漏点检查;
- j) 齿轮油滤循环系统检查。

**B.9 联轴器巡视检查内容:**

- a) 外观检查;
- b) 联轴器护罩是否完好, 有无松动检查;
- c) 紧固螺栓检查;
- d) 橡胶缓冲部件检查, 弹簧膜片裂纹检查;
- e) 万向联轴器轴承、花键检查, 刚性联轴器是否有打滑迹象检查。

**B.10 制动器巡视检查内容:**

- a) 外观检查;
- b) 紧固螺栓力矩检查;
- c) 制动盘和摩擦片间隙检查;
- d) 摩擦片磨损程度检查;



- e) 制动盘检查：主要检查制动盘厚度、均匀度、裂纹等；
- f) 传感器工作情况检查；
- g) 刹车液压力检查。

## B.11 发电机巡视检查内容：

- a) 弹性减振器检查；
- b) 发电机与底座螺栓检查；
- c) 发电机绕组绝缘、直流电阻检查；
- d) 发电机轴承声音、油脂检查；
- e) 电缆及其紧固检查；
- f) 碳刷、滑环、编码器附件检查；
- g) 通风及冷却系统检查；
- h) 电机运转声音检查。

## B.12 液压系统巡视检查内容：

- a) 电气接线状况检查；
- b) 系统各液压元件检查；
- c) 控制元件参数定值检查；
- d) 连接软管及液压缸泄漏及磨损情况检查；
- e) 液压油位、系统渗漏情况检查；
- f) 油过滤器、空气过滤器检查；
- g) 液压系统储能罐检查；
- h) 油箱渗漏及清洁情况检查。

## B.13 外观与清洁巡视检查内容：

- a) 风电机组外观标识与卫生清洁检查；
- b) 外观标识（各类安全提示以及高压标识、关键操作提示等）情况检查；
- c) 风电机组外部、内部清洁卫生检查。

## B.14 水冷系统检查内容：

- a) 系统渗漏情况检查；
- b) 电气接线情况检查；
- c) 系统参数设定值情况检查；
- d) 系统控制功能情况检查；
- e) 水箱水位或水冷系统压力检查。

## B.15 避雷、接地系统检查内容：

- a) 避雷器检查；
- b) 接地引下线检查；
- c) 旋转导电单元检查。

附录 C  
《安规》附表  
测风设备巡视基本内容

测风塔编号	
测风位编号	软件版本号

序号	检查项目	检查结果及记录	
塔体及附件检查			
1	对测风塔外观进行检查,观察塔体有无锈蚀、不正常扭扭等		
2	对各层拉线地锚状况、螺母紧力、拉线紧力进行检查		
3	基础外观检查,接地线外观检查		
4	各层测风传感器的安装支架有无扭曲、摆动、位移		
5	测风传感器安装是否牢固,风速传感器与风向传感器转动是否灵活		
6	太阳能电池板安装是否牢固,表面有无污秽和损坏,输出电缆是否连接良好		
7	传感器信号电缆固定是否良好		
测风装置检查			
1	各层测风传感器信号线连接是否良好		
2	对太阳能电池、蓄电池检查工作是否正常,充电是否正常		
3	校正并记录仪表日期及时间		
4	上次启动记录日期及时间		
5	原存储卡可存储天数		
6	检查原存储卡电池电压	V	
7	移去原存储卡后,插入空存储卡		
8	对存储卡性能进行确认,如存储卡工作不正常,更换存储卡		
9	检查存储卡电池电压(必须高于2.5V)		
10	空存储卡可存储天数		
11	检查记录仪内部两节9V电池的电压,低于6.5V必须更换	$U_{11} = \text{V}$	$U_{12} = \text{V}$
12	检查记录仪是否使用外部电源工作,短时断开外部电源,观察记录仪内部电池的工作电压变化情况	$U_{11} = \text{V}$	$U_{12} = \text{V}$
13	检查记录仪报警位数次数	报警次数:	冷启动次数:
14	通过记录仪检查风速传感器、风向传感器的信号是否正常变化		
15	测风装置外部锁闭装置是否安全、可靠		