

ICS 13.260  
K 09  
备案号: 33850-2012

# DB42

## 湖北省地方标准

DB42/T 819—2012

---

### 风电场防雷设计规范

Design code for protection of wind power farm against lightning

地方标准信息服务平台

2012 - 03 - 12 发布

2012 - 05 - 01 实施

---

湖北省质量技术监督局 发布



## 目 次

前言.....	II
1 范 围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 一般规定.....	2
5 风力发电机组雷电防护措施.....	3
5.1 叶片的防雷.....	3
5.2 主轴和齿轮箱的防雷.....	4
5.3 机舱的防雷.....	4
5.4 塔架的防雷.....	4
5.5 电气与控制系统的防雷.....	4
6 集电线路的雷电防护措施.....	4
7 升压变电站雷电防护措施.....	5
7.1 直击雷防护.....	5
7.2 雷击电磁脉冲的防护.....	5
8 接地装置.....	5
附录 A (规范性附录) 风力发电机组年预计雷击次数.....	7
附录 B (规范性附录) 雷电防护区的划分.....	8

## 前 言

本标准按 GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准由湖北省气象局提出并归口。

本标准由湖北省防雷中心负责起草。

本标准起草人：黄克俭、王学良、李政、朱传林、范宏飞、何兵、段振中、张科杰、江平、尹正旺、余田野、贺姗、邳莹、王小飞。

地方标准信息服务平台

# 风电场防雷设计规范

## 1 范围

本标准规定了风电场防雷设计的术语和定义、一般规定、风力发电机组雷电防护措施、集电线路雷电防护措施、变电站雷电防护措施和接地装置。

本标准适用于湖北省辖区陆地风电场的防雷设计。

## 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 16895.22 建筑物电气装置 第5-53部分:电气设备的选择和安装-隔离 开关和控制设备

GB/T 18802.12 低压配电系统的电涌保护器 第12部分:选择和使用原则

GB/T 18802.22 低压电涌保护器 第22部分:电信和信号网络的电涌保护器 选择和使用原则

GBZ 25427-2010 风力发电机组 雷电防护

GB 50057 建筑物防雷设计规范

GB 50217 电力工程电缆设计规范

GB 50343 建筑物电子信息系统防雷技术规范

DL/T 620 交流电气装置的过电压保护和绝缘配合

DL/T 621 交流电气装置的接地

## 3 术语和定义

GB 50057 中界定的及以下术语和定义适用于本文件。为了便于使用,以下重复列出了 GB 50057 中的某些术语和定义。

### 3.1

**风电场 wind power farm**

在一定的地域范围内,由风力发电机组及配套的输变电设备、建筑设施等共同组成的集合体。

### 3.2

**风力发电机组 wind turbine**

风力发电机组是将风能转化为电能的装置,包括风轮、发电机、电气和控制系统等,其中风轮由叶片、轮毂、风轮轴、加固件等组成。

3.3

**集电线路 collecting power lines**

将风力发电机组发出的电能输送至变电站的电力线路以及从风力发电机组到变电站的控制与信息  
系统线路。

3.4

**有效高度 effective height**

风力发电机组叶片能达到的最高点，即轮毂的高度加上叶片的半径。

3.5

**雷击电磁脉冲 lightning electromagnetic impulse**

LEMP

雷电流经电阻、电感、电容耦合产生的电磁效应，它包含闪电电涌和辐射电磁场。

[GB 50057 术语 2.0.25]

3.6

**防雷等电位连接 equipotential bonding**

将分开的诸金属物体直接用连接导体或经电涌保护器等电位连接到防雷装置以减小雷电流引发的  
电位差。

[GB 50057 术语 2.0.19]

3.7

**接地装置 earth-termination system**

接地体和接地线的总合。用于电力系统工作接地或传导雷电流和故障电流并将其流散入大地。

3.8

**电涌保护器 surge protective device**

SPD

用于限制瞬态过电压和分泄电涌电流的器件。它至少含有一非线性元件。

[GB 50057 术语 2.0.29]

3.9

**直击雷 direct lightning flash**

闪击直接击于建（构）筑物、其他物体、大地或外部防雷装置上，产生电效应、热效应和机械力者。

[GB 50057 术语 2.0.13]

4 一般规定

4.1 在进行风电场防雷设计时，应依据当地的地理、地质、土壤、气象、环境等因素和雷电活动规律，

结合风电场的性能特点进行系统设计，综合防护。

4.2 在进行风电场防雷设计之前应进行雷击风险评估。风电场的防雷设计、施工应与风电场的建设同步进行。

#### 4.3 风力发电机组的防雷类别划分：

预计雷击次数大于等于 0.05 次/a 的风力发电机组划为二类防雷建(构)筑物；

预计雷击次数小于 0.05 次/a 的风力发电机组划为三类防雷建(构)筑物。

#### 4.4 升压变电站的防雷类别划分：

预计雷击次数大于等于 0.05 次/a 的升压变电站划为二类防雷建(构)筑物；

预计雷击次数小于 0.05 次/a 的升压变电站划为三类防雷建(构)筑物。

### 5 风力发电机组雷电防护措施

#### 5.1 叶片的防雷

5.1.1 非金属的叶片应在其表面布设接闪器和引下导体，用于接闪器和引下导体的材料应能承受雷电流引起的电应力、热应力和电动力，所用的最小材料尺寸应不小于表 5-1 给出的数据。

5.1.2 在叶片根部，引下线系统应连接在叶片的安装法兰或轮毂上。

5.1.3 固定在叶片上或叶片内部的传感器导线应采用屏蔽电缆或敷设在金属管内，其电缆屏蔽层或金属管与引下导体作等电位连接。

表 5-1 用于接闪器和引下导体的最小材料尺寸

材料	结构形式	最小截面 (mm <sup>2</sup> )
铜	扁带	50
	圆柱棒	50
	细丝编织带	50
	用于接闪器的圆柱棒	200
铝	扁带	70
	圆柱棒	50
	细丝编织带	50
铝合金	扁带	50
	圆柱棒	50
	细丝编织带	50
	用于接闪器的圆柱棒	200
热镀锌钢	扁带	50
	圆柱棒	50
	细丝编织带	50
	用于接闪器的圆柱棒	200
不锈钢	扁带	50
	圆柱棒	50
	细丝编织带	70
	用于接闪器的圆柱棒	200

## 5.2 主轴和齿轮箱的防雷

5.2.1 应使用截面不小于 50 mm<sup>2</sup> 铜质软导线、铜质滑动触点或相似的措施作为传导跨过轴承的雷电流的通道。

5.2.2 为了减少雷电流通过轴承，宜在所有轴承、齿轮箱和高速轴与机舱底板之间加装绝缘层，并在齿轮箱与发电机之间加装绝缘联轴器。

## 5.3 机舱的防雷

5.3.1 机舱的尾部应设立接闪杆，机舱罩和风速风向仪应在桨叶上的接闪器和引下导体与机舱尾部的接闪杆共同组成的接闪器的保护范围之内。

5.3.2 应专设引下线连接机舱和塔架，机舱内除了需要绝缘隔离的设备外，其余所有设备均应与机舱底板作电气连接。

5.3.3 如机舱为非金属壳体，机舱内设备宜安装在金属框架内。

## 5.4 塔架的防雷

5.4.1 组成钢制管状塔架的塔筒的每两段之间应可靠的电气连接，在筒段圆周上应等距离布置多个跨接导体，其数量不得少于 4 处。跨接导体宜采用的截面不小于 50 mm<sup>2</sup> 铜或热镀锌钢导体。

5.4.2 钢制管状塔架的底层塔筒与接地体的电气连接应采用专用连接导体，设置数量应大于 4 处，连接导体宜采用截面积不小于 50 mm<sup>2</sup> 的铜或热镀锌钢。

## 5.5 电气与控制系统的防雷

5.5.1 风力发电机组内的电力和信号线路应分开布置，其信号线缆与电力线缆的净距应符合 GB50343 中表 5.3.3-2 的要求。

5.5.2 风力发电机组内的信号线路应设置在金属线槽或钢管内，或采用屏蔽电缆。整个线路的屏蔽层应保持电气连通，并在首尾两端接地或等电位连接。

5.5.3 风力发电机组内的发电机、低压开关装置、变频器、辅助变压器和控制柜等设备应分别设置与电压等级相适应的电源 SPD，SPD 的选择与使用应符合 GB16895.22、GB/T 18802.12 和 GB50057 中的相关规定。

5.5.4 信号线路宜采(改)用无金属光缆。当采用金属导线时，在信号线路的两端应设置与信号线路相适配的信号 SPD，SPD 的选择与使用应符合 GB/T 18802.22 和 GB50057 的相关规定。

5.5.5 在升压变压器的高压侧应设置与之相适配的避雷器。

5.5.6 风力发电机中上下两层的控制柜和同一层的控制柜之间应进行等电位连接。

## 6 集电线路的雷电防护措施

6.1 应按照雷击风险评估给出的要求敷设或架设集电线路的电力线路。

6.2 集电线路中的电力线路采用电缆方式连接时，电缆应敷设在地下，并符合 GB 50217 的相关规定。

6.3 集电线路中的电力线路采用架空线方式连接时，其线路架设应符合 DL/T620 中第 6 章的要求。

6.4 集电线路中的控制与信息系统线路应采用穿金属管或使用屏蔽线缆埋地敷设，其线路两端应设置与之相适配的信号 SPD，SPD 的选择与使用应符合 GB/T 18802.22 和 GB50057 的相关规定。

## 7 升压变电站雷电防护措施

### 7.1 直击雷防护

7.1.1 建筑物防直击雷装置应符合 GB 50057 的要求。

7.1.2 110kV 及以上的变电站，宜将接闪杆(线)架设在配电装置的架构上，装设接闪杆(线)的配电架构应装设辅助接地装置，此接地装置与变电站接地网的连接点离变压器接地装置与变电站接地网的连接点之间的距离不应小于 15m。

35kV 及以下的变电站，不应将接闪杆(线)装设在配电架构上，以免出现反击事故，应架设独立接闪杆(线)。

7.1.3 独立接闪杆(线)设置应符合 DL/T620 中 7.1.6 条的要求。

7.1.4 独立接闪杆(线)与配电装置带电部分间的空气中距离以及独立接闪杆(线)的接地装置与变电站接地网间的地中距离应符合 DL/T620 中 7.1.11 条的要求。

### 7.2 雷击电磁脉冲的防护

7.2.1 220kV 及以下的电压等级变电站应在单独运行的母线上都装设避雷器，采用 GIS 的变电站应在每回线路的入口装设避雷器。

7.2.2 35kV 及以上电压等级变电站进线段采用电缆线路时，在电缆线与架空线连接处，应装设一组避雷器保护，并且使避雷器的接地端与电缆的金属外皮连接。

7.2.3 升压变电站的变压器防雷保护应符合 DL/T620 中 7.3.5、7.3.6 和 7.3.8 条的要求。

## 8 接地装置

8.1 风力发电机组的防雷接地装置应设置成环型并与钢筋混凝土基础连接，冲击接地电阻不应大于  $10\ \Omega$ 。对于高土壤电阻率地区，冲击接地电阻达不到要求时，当人工环型接地装置满足下列要求时，可不计及冲击接地电阻：

1) 当土壤电阻率  $\rho$  大于  $800\ \Omega \cdot \text{m}$  时，第二类防雷风力发电机组的环型接地体所包围的面积等效圆半径不应小于  $(\rho - 550)/50$ 。

2) 当土壤电阻率大于  $500\ \Omega \cdot \text{m}$  时，第三类防雷风力发电机组的环型接地体所包围的面积等效圆半径不应小于 5m。

8.2 人工环型接地装置的水平接地体的埋设深度不应小于 0.5m；垂直接地体应沿水平接地体均匀埋设，其长度宜为 2.5m，垂直接地体的间距宜大于其长度的两倍。接地体的材料、结构和最小截面应符合 GB50057-2010 中的表 5.4.1 的规定。

8.3 设置在塔外的升压变压器的接地装置与风力发电机组的防雷接地装置应进行等电位连接或与风力发电机组的防雷接地装置共用同一接地体。

8.4 升压变电站接地网的设置应符合 DL/T621 中第 6 章的要求，其接地电阻值应符合 DL/T621 中第 5 章的要求。

8.5 风力发电机组的工作接地电阻应满足风机制造厂的要求，当工作接地电阻不能满足要求时，可以将风力发电机组的每一组群内的各个接地网之间、风力发电机组组群接地网之间、风力发电机组组群接地网与升压变电站接地网之间都连接起来，各地网间的连接带不应少于两条，并应使用不小于  $\Phi 16$  的镀锌圆钢或相应规格的其他金属材料进行连接，且连接带的埋设深度不应小于 0.5m。当接地网通过人行道下方时，应采取防止跨步电压的措施。连接风力发电机组之间的水平接地体与电力系统电缆和(或)信号电缆宜埋设在同一地沟中。

8.6 各地网间的连接带应设置测试井。

地方标准信息服务平台

附录 A  
(规范性附录)  
风力发电机组年预计雷击次数

附录A.1给出了风力发电机组年预计雷击次数的确定，A.2给出了雷击大地的年平均密度的计算，A.3给出了等效面积的计算。

### A.1 风力发电机组年预计雷击次数的确定

风力发电机组年预计雷击次数应按下列式确定：

$$N = k \times N_g \times A_e \quad \text{..... (A.1)}$$

式中： $N$ —风力发电机组年预计雷击次数(次/a)；

$k$ —校正系数，在平地上安装的风力发电机组取1；在山地或小山上安装的风力发电机组取2；

$N_g$ —风力发电机所处地区雷击大地的年平均密度(次/km<sup>2</sup>/a)；

$A_e$ —与风力发电机截收相同雷击次数的等效面积(km<sup>2</sup>)。

### A.2 雷击大地的年平均密度的计算

雷击大地的年平均密度，首先应按当地气象台、站资料确定；若无此资料，可按下列式计算。

$$N_g = 0.1 \times T_d \text{ (次/km}^2\text{/a)} \quad \text{..... (A.2)}$$

式中： $T_d$ —年平均雷暴日(d/a)，根据当地气象台、站资料确定。

### A.3 等效面积的计算

与风力发电机组截收相同雷击次数的等效面积应为其实际平面面积向外扩大后的面积。按叶片处于有效高度时的模型计算等效面积，其等效面积应为圆形，计算方法按下列式计算。

$$A_e = 9 \pi H^2 \cdot 10^{-6} \text{ (km}^2\text{)} \quad \text{..... (A.3)}$$

式中： $H$ —为风力发电机组的有效高度(m)。

附录 B  
(规范性附录)  
雷电防护区的划分

附录 B.1 给出了雷电防护区划分的原则, B.2 给出了雷电防护区(LPZ)划分标准, B.3 给出了风力发电机组主要部位的雷电防护区。

### B.1 雷电防护区划分的原则

应将风力发电机组需要保护的空間由外到内划分为各雷电防护区(LPZ), 确定各LPZ空间的雷击电磁脉冲强度, 以采取相应的防护措施。

### B.2 雷电防护区(LPZ)划分标准

——直击雷非防护区(LPZ<sub>0A</sub>): 本区内的各类物体完全暴露在接闪器的保护范围以外, 都可能遭受到直接雷击; 本区内的电磁场未得到任何屏蔽衰减, 属完全暴露的不设防区。

——直击雷防护区(LPZ<sub>0B</sub>): 本区内的各类物体处在外部防雷装置接闪器保护范围以内, 应不可能遭受到大于所选滚球半径对应的雷电流直接雷击; 但本区内的电磁场未得到任何屏蔽衰减, 属充分暴露的直击雷防护区。

——第一屏蔽防护区(LPZ1): 本区内的各类物体处不可能遭受到雷电流直接雷击, 流经各类导体的电流比 LPZ<sub>0B</sub>区进一步减小; 且由于建筑物的屏蔽措施, 本区内的电磁场已经得到初步的衰减。

——后续屏蔽防护区(LPZ<sub>n+1</sub>): 为进一步减小所导引的电流或电磁场而增设的后续防护区。

### B.3 风力发电机组主要部位的雷电防护区

防雷区 LPZ<sub>0A</sub>和 LPZ<sub>0B</sub>包括如下部位(图 B.1):

- 1) 风轮叶片, 包括风轮轮毂及其内部部件(传感器、调节器等);
- 2) 机舱罩的外部部件;
- 3) 无金属罩的机舱内的所有设备(发电机、辅助传动装置、电缆、传感器和调节器), 金属开关柜的外部部件, 非金属开关柜的内部部件;
- 4) 测风设备的传感器;
- 5) 非金属塔架或没有按照标准配备的钢筋连接件的混凝土塔架;
- 6) 无屏蔽措施的操作间和变电站的内部, 以及在无屏蔽措施情况下风力发电机组和操作间或变电站之间埋在土壤中的电缆连接线或架空线。

防雷区 LPZ1 包括如下部位:

- 1) 采取了有效的雷电导引和屏蔽措施的风轮叶片的内部, 包括风轮轮毂(传感器、调节器等);
- 2) 具有相应的雷电导引措施的全金属覆盖的机舱罩内部;
- 3) 所有金属包层的设备的内部, 如以适当方式连到一个等电位连接系统(例如作为等电位基准的机器底座);
- 4) 屏蔽电缆或处于金属管中的电缆, 屏蔽网或金属管两端已作等电位连接;
- 5) 装上接闪杆和 SPD 的测风设备的传感器;
- 6) 金属塔架或混凝土塔架的内部, 混凝土塔架的钢筋应按照适用的标准设计并连接到基础接地

