

ICS 07. 060  
A 47  
备案号: 48131—2015



# 中华人民共和国气象行业标准

QX/T 243—2014

---

## 风电场风速预报准确率评判方法

Evaluation methods of wind speed forecast accuracy in wind farm

2014-10-24 发布

2015-03-01 实施

---

中 国 气 象 局 发 布



## 目 次

前言 .....	Ⅲ
1 范围 .....	1
2 术语、定义和符号 .....	1
3 总则 .....	2
4 样本的选取 .....	3
5 样本的标准化处理 .....	3
6 预报准确率评判方法 .....	3
附录 A(规范性附录) 风速段预报准确率评判指标的样本处理方法 .....	5
附录 B(规范性附录) 风速值预报准确率评判指标的样本处理方法 .....	6
附录 C(规范性附录) 检验相关系数临界值表 .....	7
参考文献 .....	8



## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国气候与气候变化标准化技术委员会风能太阳能气候资源分技术委员会(SAC/TC 540/SC2)提出并归口。

本标准起草单位:中国气象局公共气象服务中心、内蒙古自治区气象局、内蒙古电力(集团)有限责任公司。

本标准主要起草人:江滢、李忠、侯佑华、赵东、何晓凤。



# 风电场风速预报准确率评判方法

## 1 范围

本标准规定了风电场风速预报准确率的评判方法。  
本标准适用于风电场风速预报准确率和误差的统计及评判。

## 2 术语、定义和符号

下列术语、定义和符号适用于本文件。

### 2.1 术语和定义

#### 2.1.1

**风电场** wind power station; wind farm

由一批风力发电机组或风力发电机组群组成的电站。

[GB/T 2900.53—2001,定义 2.1.3]

#### 2.1.2

**风力发电机组** wind turbine generator system; WTGS

风电机组

将风的动能转换为电能的系统。

[GB/T 2900.53—2001,定义 2.1.2]

#### 2.1.3

**轮毂高度** hub height

从地面到风轮扫掠面中心的高度,对垂直轴风电机组是赤道平面高度。

注:单位为米(m)。

[GB/T 2900.53—2001,定义 2.5.6]

#### 2.1.4

**切入风速** cut-in wind speed

在小于规定的湍流条件下,轮毂高度处风电机组开始输出功率的最低风速。

注:单位为米每秒(m/s)。

#### 2.1.5

**切出风速** cut-out wind speed

在小于规定的湍流条件下,轮毂高度处风电机组可以正常输出功率的最高风速。

注:单位为米每秒(m/s)。

#### 2.1.6

**额定风速(风电机组)** rated wind speed for wind turbines

在稳定无湍流风速时,风电机组达到额定功率输出时轮毂高度处的最低风速。

[IEC 61400-1-2005,定义 3.40]

2.1.7

**实测风速 measured wind speed**

通过风速测量仪器所获得的风速。

注:单位为米每秒(m/s)。

2.1.8

**预报风速 forecast wind speed**

对风电机组轮毂高度处未来风速的预报值。

注:单位为米每秒(m/s)。

2.1.9

**预报时效 forecast leading time**

预报内容所覆盖的时间长度。

注:单位为小时(h)。

[GB/T21984—2008,定义 2.20]

2.2 符号

- $e_a$  ——平均绝对误差。
- $e_r$  ——平均相对误差。
- $e_s$  ——平均均方根误差。
- $f_a$  ——准确率。
- $f_f$  ——空报率。
- $f_m$  ——漏报率。
- $N$  ——评判时段内样本数。
- $N_A$  ——正确预报次数。
- $N_B$  ——空报次数。
- $N_C$  ——漏报次数。
- $R$  ——相关系数。
- $V$  ——风速。
- $V_{in}$  ——切入风速。
- $V_M$  ——实测风速。
- $V_{M,k}$  ——变换后  $k$  时刻的实测风速。
- $\overline{V_M}$  ——变换后评判时段内实测风速的平均值。
- $V_{out}$  ——切出风速。
- $V_P$  ——预报风速。
- $V_{P,k}$  ——变换后  $k$  时刻的预报风速。
- $\overline{V_P}$  ——变换后评判时段内预报风速的平均值。
- $V_{rat}$  ——额定风速。

3 总则

- 3.1 风速预报准确率评判分为日预报评判、月预报评判和年预报评判三种类型。
- 3.2 风速预报准确率评判应根据类型建立实测风速和预报风速两个样本序列。
- 3.3 评判风速无论是实测风速还是预报风速均应为轮毂高度处风速。如果不是轮毂高度处风速,宜按 GB/T 13201—1991 中式(15)和式(16)推算到轮毂高度处风速。



## 4 样本的选取

### 4.1 完整日

日实测风速样本数不少于日应该获得的样本数的 85% 时为一个完整日。即 10 分钟时间间隔的预报风速或实测风速一个完整日样本数不少于 123 个, 15 分钟时间间隔的预报风速或实测风速一个完整日样本数不少于 82 个。

### 4.2 日预报样本

当对风电场风速预报进行日预报准确率评判时, 宜选取一个完整日作为样本。

### 4.3 月预报样本

当对风电场风速预报进行月预报准确率评判时, 选取的月样本数不少于 25 个完整日。

### 4.4 年预报样本

当对风电场风速预报进行年预报准确率评判或对某种预报方法或预报系统进行预报准确率评判时, 选取的年样本数应不少于 10 个月或选择 1 月、4 月、7 月、10 月四个月作为评判的风速样本。

## 5 样本的标准化处理

### 5.1 风速段划分

根据风电机组在不同大小的风速环境时输出功率呈不同特征变化的特点, 将风速分成风速段 I、风速段 II、风速段 III 和风速段 IV 共四段, 见表 1。

表 1 风速段划分表

风速段名称	风速段 I	风速段 II	风速段 III	风速段 IV
风速段范围	$0 \leq V < V_{in}$	$V_{in} \leq V < V_{rat}$	$V_{rat} \leq V < V_{out}$	$V \geq V_{out}$

### 5.2 样本标准化处理

在进行风电场风速段预报准确率评判前, 应按照附录 A 的方法对评判时段内的样本进行标准化处理, 并分别统计出预报时段内正确预报次数、空报次数和漏报次数。

在进行风电场风速值预报准确率评判前, 应按照附录 B 的方法对评判时段内的样本数据进行标准化处理。

## 6 预报准确率评判方法

### 6.1 风速段预报准确率评判指标

#### 6.1.1 准确率

准确率是正确预报次数与正确预报次数、空报次数及漏报次数和之比, 计算方法见公式(1)。

$$f_a = \frac{N_A}{N_A + N_B + N_C} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(1)$$

6.1.2 空报率

空报率是空报次数与总预报次数之比,计算方法见公式(2)。

$$f_f = \frac{N_B}{N_A + N_B} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(2)$$

6.1.3 漏报率

漏报率是漏报次数与实况出现总次数之比,计算方法见公式(3)。

$$f_m = \frac{N_C}{N_A + N_C} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(3)$$

6.2 风速值预报准确率评判指标

6.2.1 均方根误差

均方根误差是反映预报风速与实测风速之间离散程度的量,单位为米每秒。平均均方根误差越小,预报越准确。计算方法见公式(4)。

$$e_s = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{k=1}^N (V_{P,k} - V_{M,k})^2} \quad \dots\dots\dots(4)$$

6.2.2 绝对误差

绝对误差是  $N$  次预报风速与实测风速之差绝对值的平均值,是反映预报风速与实测风速之间差距的量,单位为米每秒。平均绝对误差越小,预报越准确。计算方法见公式(5)。

$$e_a = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N |V_{P,k} - V_{M,k}| \quad \dots\dots\dots(5)$$

6.2.3 相对误差

相对误差是反映预报风速与实测风速之差相对于实测风速的比率。平均相对误差越小,预报越准确。计算方法见公式(6)。

$$e_r = \left( \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \frac{|V_{P,k} - V_{M,k}|}{V_{M,k}} \right) \times 100\% \quad \dots\dots\dots(6)$$

6.2.4 相关系数

相关系数是反映预报风速与实测风速之间相关程度的量。计算方法见公式(7)。

$$R = \frac{\sum_{k=1}^N [(V_{P,k} - \bar{V}_P)(V_{M,k} - \bar{V}_M)]}{\sqrt{\sum_{k=1}^N (V_{P,k} - \bar{V}_P)^2 \sum_{k=1}^N (V_{M,k} - \bar{V}_M)^2}} \quad \dots\dots\dots(7)$$

相关系数取值范围为 $[-1.0, 1.0]$ 。相关系数应进行显著性检验。相关系数统计检验的显著性水平宜为 $\alpha = 0.01$ 。即在相关系数为0的假设下( $R = 0$ ),查表C.1,得阈值 $R_a$ ,若 $R \geq R_a$ ,相关显著。

附 录 A  
(规范性附录)

风速段预报准确率评判指标的样本处理方法

在进行风速段预报准确率评判前,风速样本应进行如下处理:

a) 统计正确预报次数:

- 1) 当预报风速和实测风速都属于风速段 I 时,为正确预报,统计风速段 I 的正确预报的次数  $N_{A,1}$ ;
- 2) 当预报风速和实测风速都属于风速段 II 时,也为正确预报,统计风速段 II 的正确预报的次数为  $N_{A,2}$ ;
- 3) 以此类推,分别统计风速段 III 和风速段 IV 的正确预报的次数  $N_{A,3}$  和  $N_{A,4}$ ;
- 4) 整个评判时段内正确预报次数为  $N_A$ ,  $N_A = \sum_{i=1}^4 N_{A,i}$ 。

b) 统计空报次数:

- 1) 当预报风速属于风速段 I,而实测风速不属于该风速段,为空报,统计风速段 I 的空报次数  $N_{B,1}$ ;
- 2) 当预报风速属于风速段 II,而实测风速不属于该风速段,也为空报,统计风速段 II 的空报次数  $N_{B,2}$ ;
- 3) 以此类推,分别统计风速段 III 和风速段 IV 的空报次数  $N_{B,3}$  和  $N_{B,4}$ ;
- 4) 整个评判时段内空报次数为  $N_B$ ,  $N_B = \sum_{i=1}^4 N_{B,i}$ 。

c) 统计漏报次数:

- 1) 当实测风速属于风速段 I,而预报风速不属于该风速段,为漏报,统计风速段 I 的漏报次数  $N_{C,1}$ ;
- 2) 当实测风速属于风速段 II,而预报风速不属于该风速段,也为漏报,统计风速段 II 的漏报次数  $N_{C,2}$ ;
- 3) 以此类推,分别统计风速段 III 和风速段 IV 的漏报次数  $N_{C,3}$  和  $N_{C,4}$ ;
- 4) 整个评判时段内漏报次数为  $N_C$ ,  $N_C = \sum_{i=1}^4 N_{C,i}$ 。

附录 B  
(规范性附录)

风速值预报准确率评判指标的样本处理方法

在进行风电场风速值预报准确率评判前,风速样本应进行如下处理:

- a) 变换风速段 I 的风速样本。分别将风速段 I 中预报风速和实测风速进行如下处理:
  - 1) 当  $k$  时刻预报风速  $0 \leq V_{P,k} < V_{in}$  时,  $V_{P,k} = V_{in}$  ;
  - 2) 当  $k$  时刻实测风速  $0 \leq V_{M,k} < V_{in}$  时,  $V_{M,k} = V_{in}$  。
- b) 变换风速段 III 的风速样本。分别将风速段 III 中预报风速和实测风速进行如下处理:
  - 1) 当  $k$  时刻预报风速  $V_{rat} \leq V_{P,k} < V_{out}$  时,  $V_{P,k} = V_{rat}$  ;
  - 2) 当  $k$  时刻实测风速  $V_{rat} \leq V_{M,k} < V_{out}$  时,  $V_{M,k} = V_{rat}$  。
- c) 风速段 II 和风速段 IV 的风速样本不做变换。

附 录 C  
(规范性附录)  
检验相关系数临界值表

表 C.1 检验相关系数临界值表

$n$	$R_\alpha$	$n$	$R_\alpha$	$n$	$R_\alpha$
1	0.999877	11	0.6835	25	0.4869
2	0.99000	12	0.6614	30	0.4487
3	0.95873	13	0.6411	35	0.4182
4	0.19720	14	0.6226	40	0.3932
5	0.8745	15	0.6055	45	0.3721
6	0.8343	16	0.5897	50	0.3541
7	0.7977	17	0.5751	60	0.3248
8	0.7646	18	0.5614	70	0.3017
9	0.7348	19	0.5487	80	0.2830
10	0.7079	20	0.5368	90	0.2673
				$\geq 100$	0.2540

$R = 0, P(|R| > R_\alpha) = \alpha, \alpha = 0.01, n = N - 2。$

### 参 考 文 献

- [1] GB/T 2900.53—2001 电工术语 风力发电机组(idteqv IEC 60050-415:1999)
  - [2] GB/T 13201—1991 制定地方大气污染物排放标准的技术方法
  - [3] GB/T 21984—2008 短期天气预报
  - [4] 陈正洪,许杨,许沛华等,风电功率预测预报技术原理及其业务系统[M].北京:气象出版社,2013
  - [5] 国家电网公司调度通信中心.风电功率预测系统功能规范(试行).国家电网调[2010]201号
  - [6] 国家能源局.风电场功率预测预报管理暂行办法.国能新能[2011]177号
  - [7] 黄嘉佑.气象统计分析与预报方法[M].北京:气象出版社,2010
  - [8] 江滢,李忠,侯佑华,赵东.风电场风速和风电功率预报准确率评判方法[J].科技导报,2012,30(35):5-10
  - [9] 屠其璞,王俊德,丁裕国,等.气象应用概率统计学[M].北京:气象出版社,1984
  - [10] 魏凤英.现代气候统计诊断与预测技术[M].北京:气象出版社,1999
  - [11] Bermowitz R T and Zurndorfer E A. Automated guidance for predicting quantitative precipitation[J]. *Mon. Wea. Rev.*,1979,**107**: 122-128
-



中华人民共和国  
气象行业标准  
风电场风速预报准确率评判方法  
QX/T 243—2014

\*

气象出版社出版发行  
北京市海淀区中关村南大街46号  
邮政编码:100081  
网址:<http://www.qxcbs.com>  
发行部:010-68409198  
北京中新伟业印刷有限公司印刷  
各地新华书店经销

\*

开本:880×1230 1/16 印张:1 字数:30千字  
2015年4月第一版 2015年4月第一次印刷

\*

书号:135029-5694 定价:10.00元

如有印装差错 由本社发行部调换  
版权专有 侵权必究  
举报电话:(010)68406301