



中华人民共和国国家标准

GB/T 37523—2019

风电场气象观测资料审核、插补与 订正技术规范

Specification for data inspection and correction of wind power plant
meteorological observation

2019-06-04 发布

2020-01-01 实施

国家市场监督管理总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 资料要求	1
4.1 风电场资料	1
4.2 参证站资料	1
4.3 再分析资料	2
5 数据审核	2
5.1 数据格式审核	2
5.2 完整性审核	2
5.3 合理性审核	2
5.4 一致性审核	3
5.5 不合理数据处理	3
6 短期观测数据插补	3
6.1 概述	3
6.2 用于插补的参照数据	3
6.3 风速插补	3
6.4 风向插补	4
6.5 气温、气压插补	4
7 代表年数据订正	4
7.1 概述	4
7.2 长年代参照资料的选定	4
7.3 风速订正	4
7.4 气温、气压订正	4
附录 A (资料性附录) 数据一致性检验方法	5
附录 B (资料性附录) 短期观测数据插补方法	6
附录 C (资料性附录) 代表年数据订正方法	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。

本标准由中国气象局提出。

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/SC 2) 归口。

本标准起草单位:中国气象局公共气象服务中心、中国电力科学研究院、新疆金风科技股份有限公司。

本标准主要起草人:张永山、宋丽莉、袁春红、杨振斌、王勃、胡菊、王香云、黄林宏、胡高硕、韩东。

风电场气象观测资料审核、插补与 订正技术规范

1 范围

本标准规定了风电场气象观测资料的数据审核、短期观测数据插补,以及代表年数据订正技术。本标准适用于风能资源开发利用及相关风工程应用研究。

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 18709—2002 风电场风能资源测量方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

测风塔 wind measurement tower

安装风速、风向等传感器以及风数据记录器,用于测量风能参数的塔形构筑物。

3.2

再分析资料 reanalysis data

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。

3.3

代表年数据 representative year data

风电场观测数据分析加工后、其风能资源参数可代表风电场多年平均状况的一套完整年度数据。

4 资料要求

4.1 风电场资料

4.1.1 测风塔观测资料

应按照 GB/T 18709—2002 中第 4 章规定获取风电场的风速、风向、气温、气压等实测数据。

4.1.2 测风塔设置与维护资料

应包括测风塔和仪器基本信息、仪器检定报告、探测环境及其变化等。

4.2 参证站资料

4.2.1 参证站要求

参证站应:

- a) 是与风电场气象条件相似或可比较的气象站、海洋站等长期测站；
- b) 具有代表性的连续 20 年以上的历史观测资料；
- c) 具有与风电场显著相关的同期观测资料。

4.2.2 参证站资料

参证站资料应具有：

- a) 与测风塔观测同期的逐小时风速、风向、气温及气压等数据；
- b) 连续 20 年以上的历史观测资料，包括：风、气温、气压的逐月平均和极端值。

4.3 再分析资料

当没有合适的参证站时，可用再分析资料。再分析资料包括：

- a) 资料说明，包括资料来源、处理方法、时空分辨率等；
- b) 与测风塔同期观测的逐小时风速和风向数据，且与测风塔风速相关性较好、风向玫瑰图相似；
- c) 有代表性的连续 20 年以上的逐月平均风速和风向频率。

5 数据审核

5.1 数据格式审核

风电场气象观测资料的数据格式、数据种类、观测时间、观测高度等与测风塔设置说明一致。

5.2 完整性审核

包括：

- a) 数量检查，数据数量应等于预期记录的数据数量；
- b) 时间顺序检查，数据的时间顺序应符合预期的开始时间、结束时间，中间应连续。

5.3 合理性审核

包括：

- a) 范围检查，主要参数的合理范围参考值见表 1；
- b) 相关性检查，主要参数的合理相关性参考值见表 2；
- c) 趋势检查，主要参数的合理变化趋势参考值见表 3。

注：各地气候条件和风况变化很大，三个表中所列参数范围供检验时参考，在数据超出范围时可据当地风况特点加以分析判断。

表 1 主要参数的合理范围参考值

主要参数	观测值的合理范围
风速	[0 m/s, 75 m/s)
风向	[0°, 360°)
气温	[-80 °C, 60 °C)
平均气压(海平面)	(870 hPa, 1 100 hPa)

表2 主要参数的合理相关性参考值

主要参数	合理相关性
50 m 以上间隔不超过 20 m 的两个高度层小时平均风速差值	<2.0 m/s
10 m~50 m 之间间隔不超过 20 m 的两个高度层小时平均风速差值	<3.0 m/s
30 m 以上间隔不超过 20 m 的两个高度层有效风速(3 m/s~25 m/s)的风向差值	<22.5°

表3 主要参数的合理变化范围参考值

主要参数	合理变化趋势
10 min 平均风速变化	<20 m/s
1 h 平均温度变化	<5 °C
3 h 平均气压变化	<10 hPa

5.4 一致性审核

其中:

- 有效风速(3 m/s~25 m/s)区间,相邻时刻同一测风塔不同观测层风速风向变化趋势应相同;
- 仪器更换或维修前后的观测数据能否合并使用,应做一致性检验。检验方法参见附录 A;
- 当主要参数出现突变或长时间不变时,应参照其他观测层、邻近测风塔或参证站判断是否合理。

5.5 不合理数据处理

对初判不合理的数据,应通过前后相邻时间观测数据、上下层观测数据、邻近测风塔或参证站同时段观测数据判别分析,挑出符合实际情况的数据按有效数据处理。

6 短期观测数据插补

6.1 概述

对不合理与缺测的数据均需进行数据插补。插补前的数据有效完整率应不低于 70%。

6.2 用于插补的参照数据

按如下顺序选取用于插补的参照数据:

- 同塔有效数据;
- 与测风塔相关性较好(至少要通过 0.05 的显著性水平检验)的其他观测站数据;
- 与测风塔相关性较好(至少要通过 0.05 的显著性水平检验)的再分析资料。

6.3 风速插补

采用测风塔其他观测层数据作为参照数据,宜用廓线法推算插补风速(参见附录 B 中 B.1)。

两个显著相关数据集之间的数据插补,可用线性相关法推算插补风速(参见 B.2)。

大风速样本、按季节或风向分类的数据插补,可用相关比值法推算插补风速(参见 B.3)。

6.4 风向插补

两个风向层风向吻合率(有效风速区间,风向偏差小于 22.5°)在 80%以上,可将参照点同期风向记录直接移植到测风塔。

6.5 气温、气压插补

根据本测风塔相近时刻的气温、气压数据内插,或根据附近的测风塔或参证站的气温、气压数据用线性相关法推算气温、气压插补值(参见 B.2)。

7 代表年数据订正

7.1 概述

短期观测数据不能代表风电场多年(20 年以上)平均状况时,则要采用长年代参照资料做代表年数据订正。

短期观测数据至少有连续一年,数据有效完整率应不低于 90%。

7.2 长年代参照资料的选定

按如下顺序选取用于订正的参照数据:

- a) 采用参证站资料;
- b) 与测风塔相关性较好(至少要通过 0.05 的显著性水平检验)的再分析资料。

7.3 风速订正

其中:

- a) 代表年风速订正方法,参见附录 C 中 C.1;
- b) 当采用 a)的方法不能满足订正要求,且观测时段较长时,可采用长序列平均法、滑动平均取值法、抽样取值平均法进行代表年订正(参见 C.2、C.3 和 C.4)。

7.4 气温、气压订正

订正方法同 7.3b)。

附 录 A
(资料性附录)
数据一致性检验方法

t 检验法如式(A.1)。

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1) \cdot s_1^2 + (n_2 - 1) \cdot s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}} \cdot \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

\bar{x}_1, \bar{x}_2 ——仪器更换(或维修)前、后样本平均值,单位为米每秒(m/s)；

n_1, n_2 ——仪器更换(或维修)前、后样本数；

s_1, s_2 ——仪器更换(或维修)前、后样本标准差,单位为米每秒(m/s)。

取显著水平 $\alpha = 0.05$,查表得到 t_α 。如果 $t < t_\alpha$,则说明仪器更换或维修前后两个样本差异不明显,可以合并使用。如果 $t \geq t_\alpha$,则说明仪器更换或维修前后两个样本存在显著差异。

检验前,需要消除风速自然变化对检验结果的影响。可采用与本测风塔其他观测层或邻近测风塔同时刻数据的关系构造检验样本。

附 录 B
(资料性附录)
短期观测数据插补方法

B.1 廓线法

风切变幂律如式(B.1)。

$$v_2 = v_1 \left(\frac{z_2}{z_1} \right)^\alpha \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

v_2 ——高度 z_2 的风速,单位为米每秒(m/s);

v_1 ——高度 z_1 的风速,单位为米每秒(m/s);

α ——风切变指数。

风切变指数 α 用式(B.2)计算。

$$\alpha = \frac{\lg(v_2/v_1)}{\lg(z_2/z_1)} \dots\dots\dots (B.2)$$

式中, v_2 与 v_1 为实测值。

B.2 线性相关法

取观测点 A 和观测点 B 的有效数据进行相关分析,得到线性方程:

$$y = ax + b \dots\dots\dots (B.3)$$

式中 a 、 b 为经验系数。 x 、 y 分别代表观测点 A 和观测点 B 的观测值。将观测点 A 某个时次的观测值代入式(B.3),可计算观测点 B 对应的值。

B.3 相关比值法

观测点 A 风速 y 与观测点 B 风速 x 之间关系用式(B.4)表示:

$$\frac{y}{x} = a - bx = k(x) \dots\dots\dots (B.4)$$

式中, a 、 b 为经验系数,当 x 较大时, $k(x)$ 趋于常数。

相关比值法宜用大风速样本、按季节或风向进行分类订正。

附 录 C
(资料性附录)
代表年数据订正方法

C.1 象限订正法

将测风塔短期风速数据订正为代表年风速数据的方法如下：

- a) 作测风塔与对应年份的参证站各风向(16个风向)象限的风速相关曲线。某一风向象限内风速相关曲线的具体作法是：建一直角坐标系，横坐标轴为参证站风速，纵坐标轴为测风塔的风速。取测风塔在该象限内的某一风速值(某一风速值在一个风向象限内一般有许多个，分别出现在不同时刻)为纵坐标，找出参证站各对应时刻的风速值(这些风速值不一定相同，风向也不一定与测风塔相对应)，求其平均值作为横坐标即可定出相关曲线的一个点。对测风塔在该象限内的其余每一个风速重复上述过程，就可作出这一象限内的风速相关曲线。对其余各象限重复上述过程，可获得16个测风塔与参证站的风速相关曲线。
- b) 对每个风速相关曲线，在横坐标轴上标明参证站多年的年平均风速，以及与测风塔观测同期的参证站的年平均风速，然后在纵坐标轴上找到对应的测风塔的两个风速值，并求出这两个风速值的代数差值(共有16个代数差值)。
- c) 测风塔数据的各个风向象限内的每个风速都加上对应的风速代数差值，即可获得订正后的测风塔风速风向资料。

C.2 长序列平均法

如果测风塔观测时段较长(一般不少于3年)，且参证站同时段的平均值与多年平均值接近，则该时段测风塔平均值可作为代表年值。

C.3 滑动平均取值法

设测风塔有连续 m ($m > 12$)个月观测数据，按照每连续12个月为一个年度，可以组成 $m-11$ 个年度。参证站如果存在某个年度(与测风塔同时段)平均值与多年平均值接近，则测风塔该年度值可作为代表年值。如果参证站存在多个这样的年度，或多个年度值的平均值接近多年平均值，则取测风塔对应的多个年度的平均值为代表年值。

C.4 抽样取值平均法

设测风塔有连续 m ($m > 12$)个月观测数据，其中1月份有 m_1 个。若参证站对应的 m_1 个1月份数据中，存在某年1月份平均值接近多年1月份平均值，则取测风塔同年1月份平均值为代表年1月份平均值；若参证站多个1月份出现这样的值，或多个1月份的平均值接近多年1月平均值，则取测风塔对应的多个值的平均值为代表年1月平均值。同样方法得到其他月份的代表年月值。如能得到12个月份的代表年月值，其均值为代表年值。

如果存在某些月份找不到合适的代表年值，可将两个或多个不同月份组合取值。

参 考 文 献

- [1] GB/T 18710—2002 风电场风能资源评估方法
 - [2] GB/T 31724—2015 风能资源术语
 - [3] GB 50009—2012 建筑结构荷载规范
 - [4] GB 50057—2010 建筑物防雷设计规范
 - [5] QX/T 74—2007 风电场气象观测及资料审核、订正技术规范
 - [6] QX/T 118—2010 地面气象观测资料质量控制
 - [7] 中国气象局.地面气象观测规范[M]. 北京:气象出版社,2003.
 - [8] 翁笃鸣等.小气候和农田小气候[M]. 北京:农业出版社,1981.
 - [9] IEC 61400-12-1 Power performance measurements of electricity producing wind turbines
-

中华人民共和国
国家标准
风电场气象观测资料审核、插补与
订正技术规范

GB/T 37523—2019

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址: www.spc.org.cn

服务热线: 400-168-0010

2019年5月第一版

*

书号: 155066·1-62591

版权专有 侵权必究



GB/T 37523—2019