



团 体 标 准

T/CES 058—2021

电力气象监测技术规范

Technical specification for electric meteorological monitoring

2021-02-22 发布

2021-02-25 实施

中国电工技术学会 发布

目 次

前言.....	III
引言.....	IV
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 基本要求.....	2
4.1 监测项目.....	2
4.2 单位.....	2
4.3 时制.....	2
4.4 时界.....	2
4.5 坐标.....	2
5 监测点空间布置要求.....	2
5.1 一般要求.....	2
5.2 重要电力设施.....	3
5.3 气象灾害多发区.....	3
5.4 其他需要加强监测区.....	3
6 监测点布置方法.....	3
6.1 电力气象灾害时空联合统计方法.....	3
6.2 基于气象灾害机理及概率的监测点布置方法.....	3
6.3 观测系统模拟试验方法.....	3
7 监测设备仪器要求.....	3
7.1 一般要求.....	3
7.2 性能要求.....	3
8 监测技术要求.....	4
8.1 气象观测标准要求.....	4
8.2 电力气象观测要求.....	5
9 监测数据要求.....	5
9.1 连续监测.....	5
9.2 加频监测.....	5
10 非标安装条件下的数据处理方法.....	5
10.1 数据质量控制内容及方法.....	5
10.2 数据计算方法.....	6
附录 A（资料性附录） 数据质量控制方法.....	7
A.1 内部一致性检查.....	7
A.2 时间一致性检查.....	7
附录 B（资料性附录） 数据计算方法.....	8
B.1 一般规定.....	8
B.2 算术平均法.....	8

B.3	移动平均法	8
B.4	单位矢量平均法	9
B.5	极值算法	9
B.6	累计值算法	9

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国电工技术学会提出。

本标准起草单位：中国电力科学研究院有限公司、国家气象中心、深圳市国家气候观象台、南方电网科学研究院有限责任公司、南京信息工程大学、中国电工技术学会、中国科学院大气物理研究所、国网浙江省电力有限公司、国网安徽省电力有限公司、国网江苏省电力有限公司、国网冀北电力有限公司、国网山东省电力公司、国网内蒙古东部电力有限公司、国网新疆电力有限公司、国网湖北省电力有限公司。

本标准主要起草人：李丹煜、刘彬、程永锋、王秀龙、孙谊、周翔、宋丽莉、湛芸、姜文东、严波、罗俊平、王书渊、高瑞泉、杨利民、孙晓斌、高超、王俊棵、祝永坤、张迺龙、周象贤、夏令志、靳双龙、刘玉宝、傅慎明、范文琪。

本标准为首次发布。

引 言

面向电力生产实际需求的气象监测,是实现电网气象灾害精准预警、新能源功率精确预测、电力设施环境实时感知的重要基础。由于公众气象信息主要面向政府决策部门、社会公众,公共气象站与电力设备有一定距离,现有公众气象观测网络的空间分布及时空分辨率无法满足电力生产的实际要求。已有的电力气象专用监测点以线路走向为主线,呈带状分布,对微地形、微气象的影响考虑不足,选点存在随机性强、代表性差、重复观测且有效观测点少的问题。标准明确了电力气象监测技术要求,制定了电力气象监测空间布点方案,规定了数据标准化处理方法,以指导相关人员科学化、合理化地开展电力气象监测,从而提高监测数据的质量和规范性,促使电力气象监测更有效发挥作用,更有利地支撑电力生产实际需求。

电力气象监测技术规范

1 范围

本标准规定了电力气象监测的基本要求和监测方法。
本标准适用于电力行业的气象监测。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本标准必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;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 33703 自动气象站观测规范

QX/T 118—2020 地面气象观测资料质量控制规定

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 气象要素 meteorological element

表征大气状态的基本物理量和基本天气现象。

3.2 瞬时风速 instantaneous wind speed

某时刻前 3s 风速的平均值。

3.3 平均风速 average wind speed

某时刻前 10min 风速的平均值。

3.4 极大风速 extreme wind speed

给定时段内的瞬时风速的最大值。

3.5 最大风速 maximum wind speed

给定时段内的平均风速的最大值。

3.6 平均风向 average wind direction

用角度表示风向时,指某时刻前 10min 风向的平均值。

3.7 降水强度 precipitation intensity

单位时间内的降水量。

3.8 导地线覆冰直径 diameter of icing

导地线横截面上导地线覆冰冰层表面最远两点的距离。

3.9 导地线覆冰厚度 thickness of icing

导地线横截面上垂直于覆冰直径方向冰层表面上最远两点的距离。

3.10 导地线覆冰质量 weight of icing

单位长度导地线上导地线覆冰冰层的质量。

4 基本要求

4.1 监测项目

- 4.1.1 电力气象常规监测项目包括气温、相对湿度、风速、风向、气压、降水量、辐射。
- 4.1.2 电力气象监测项目宜根据电力生产实际需求增加监测项目。
 - 4.1.2.1 重冰区、舞动区，增加导地线覆冰监测项目。
 - 4.1.2.2 极寒区，增加最低温度监测项目。
 - 4.1.2.3 高温区，增加最高温度监测项目。
 - 4.1.2.4 多种极端环境叠加区域，同时包含多个监测项目。

4.2 单位

电力气象要素的单位名称及符号规定见表 1。

表 1 电力气象要素的单位名称及符号

要素名称	单位名称	单位符号
气压	百帕	hPa
气温	摄氏度	℃
相对湿度	百分率	%
风向	度方位	°
风速	米每秒	m/s
降水量	毫米	mm
辐射度	瓦每平方米	W/m ²
导地线覆冰直径和厚度	毫米	mm
导地线覆冰质量	克每米	g/m

4.3 时制

日照、辐射采用地方平均太阳时，其余监测项目均采用北京时。

4.4 时界

辐射以地方平均太阳时的 24 时为日界，其余监测项目均以北京时的 20 时（即世界时 12 时）为日界。

4.5 坐标

每个监测传感器的感应部分都应测定坐标值，包括经度、纬度、海拔高度和离地高度。经度、纬度精确到秒，海拔高度精确到 1m，离地高度精确到 0.1m。

5 监测点空间布置要求

5.1 一般要求

- 5.1.1 电力气象监测空间布点，遵循按需布置、统筹规划、科学合理原则。

5.1.2 初步选点，应从生产实际需求出发，结合电力设施重要程度、周边地形环境、历史气象数据、电力气象灾害情况、风光发电厂布置情况综合选点。

5.2 重要电力设施

5.2.1 特高压变电站/换流站、“三跨”线路（跨越高速铁路、高速公路和重要输电通道的架空输电线路区段）、大跨越工程、输电线路大档距/大高差档段等电力重要节点，应布置气象监测点。

5.2.2 特高压输电线路、重要输电通道等输电线路，宜沿全线加密布置气象监测点，电力气象监测点之间的最短距离不宜大于 10km。

5.2.3 无人区或运维困难的输电线路区段，宜布置气象监测点。

5.3 气象灾害多发区

因气象因素导致的电力设施故障（冰害、风害、舞动、风偏、次档距振荡等）多发的区域，应以线路为中心按网状加密布置监测点。

5.4 其他需要加强监测区

山丘、深切峡谷、连绵山区、悬崖等复杂地形区，行政交界区，人烟稀少区等公共气象监测薄弱区，宜沿着线路走向带状加密布置监测点。

6 监测点布置方法

6.1 电力气象灾害时空联合统计方法

以行政区域为基本地理单位，采用频次法统计气象灾害的历史发生频次和强度。综合考虑各类气象灾害发生的频次分布与强度特征，制定基于历史灾害的监测点布置方案。

6.2 基于气象灾害机理及概率的监测点布置方法

基于气象灾害的发生机理，确定各类气象灾害的关键指标因子，针对各类气象灾害的发生概率，制定监测点布置方案。

6.3 观测系统模拟试验方法

综合线路重要程度、电力气象灾害概率统计、地理信息及历史地面气象观测数据，采用观测系统模拟试验，确定最优化电力气象监测方案。

7 监测设备仪器要求

7.1 一般要求

仪器结构简单、牢靠耐用，标定简便，能维持长时间稳定运行，操作和维护方便，有详细的技术资料和操作说明。

7.2 性能要求

监测传感器性能应符合表 2 的要求。

表2 电力气象监测传感器性能要求

气象要素	测量范围	分辨率	最大允许误差	平均时间	采样频率 次/min
气压	500hPa~1100hPa (任意 200hPa)	0.1hPa	$\pm 0.3\text{hPa}$	1min	6
气温	$-60^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$	0.1°C	$\pm 0.2^{\circ}\text{C}$	1min	6
相对湿度	0~100%	1%	± 4 ($\leq 80\%$); ± 8 ($> 80\%$)	1min	6
风向	$0^{\circ}\sim 360^{\circ}$	1°	$\pm 5^{\circ}$	1min 2min 10min	≤ 60
风速	0m/s~70m/s	0.1m/s	$\pm (0.5\text{m/s} + 0.03 \times \text{风速})$	3s 1min 2min 10min	≤ 60
降水强度	$\leq 4\text{mm/min}$	0.1mm	$\pm 0.4\text{mm}$ ($\leq 10\text{mm}$); $\pm 4\%$ ($> 10\text{mm}$)		1
总辐射	$0\text{ W/m}^2\sim 2000\text{ W/m}^2$	1 W/m^2	$\pm 5\%$	1min	6

8 监测技术要求

8.1 气象观测标准要求

传感器安装应符合表3的规定。

表3 传感器标准安装要求

仪器名称	安装要求	安装误差范围	基准部位
雨量传感器	高度不低于 0.7m		口缘
气压传感器	与雨量传感器保持高度一致		感应部分中部
温度、湿度传感器	离地 1.50m	$\pm 5\text{cm}$	感应部分中部
风速传感器	离地 10m		感应部分中部
风向传感器	离地 10m 方位正北	$\pm 5^{\circ}$	感应部分中部
日照传感器	高度以便于操作为准 安装点纬度为准 方位正北	$\pm 0.5^{\circ}$ $\pm 5^{\circ}$	底座南北线
辐射传感器	支架高度 1.50m 安装点纬度为准 方位正北	$\pm 10\text{cm}$ $\pm 0.25^{\circ}$ $\pm 0.1^{\circ}$	支架安装面 底座南北线
导地线覆冰传感器	上导地线高度 2.2m	$\pm 5\text{cm}$	导地线水平面

8.2 电力气象观测要求

8.2.1 在发电厂、变电站/换流站等场站内，宜与气象观测标准要求保持一致。

8.2.2 对输电网、配电网的线路，气象监测装置的安装应降低塔身横截面的干扰影响。

9 监测数据要求

9.1 连续监测

每 10min 监测 1 次。

9.2 加频监测

根据需要适时启动加密监测，加频观测的频次为 1min/次或 10min/次。

10 非标安装条件下的数据处理方法

10.1 数据质量控制内容及方法

10.1.1 质量控制内容

包括格式检查、缺测检查、界限值检查、主要变化范围检查、内部一致性检查、时间一致性检查、空间一致性检查、质量控制综合分析和数据质量标识。

10.1.2 数据质量控制方法

10.1.2.1 格式检查

应对监测数据的结构以及每条数据记录的长度进行检查。

10.1.2.2 缺测检查

检查某个监测数据是否为缺测数据，若为缺测数据，不再进行其他检查。

10.1.2.3 界限值检查

超越界限值的数据为错误数据。相关要素的界限值应符合 7.2 的规定。

10.1.2.4 主要变化范围检查

在指定地域和时域范围内，超出要素主要变化范围的数据为可疑数据，应做进一步检查，以判断数据正确与否。

10.1.2.5 内部一致性检查

相应要素监测数据应进行内部一致性检查，未通过某一项检查时，相应数据为可疑数据。内部一致性检查条款见附录 A.1。

10.1.2.6 时间一致性检查

不符合要素时间变化规律的数据为可疑数据。各要素时间一致性检查阈值见附录 A.2。

10.1.2.7 空间一致性检查

利用与被监测点地形地貌特征及周围环境相似的一个或多个相邻监测点的监测数据计算被监测点

要素值,对被监测点监测值和计算值进行比较。比较结果超出给定的阈值,即认为被监测点监测数据为可疑数据。

10.1.2.8 质量控制综合分析

对上述检查后的可疑数据进行综合分析,辨识正确与否;对检查为错误的数据进行原因分析,便于错误数据的纠正及今后数据质量的提高。

10.1.3 数据质量标识

表示数据质量的标识有:正确、可疑、错误、订正数据、无监测任务、缺测、未做质量控制。数据质量标识用质量控制码标识符合 QX/T 118—2020 规定,质量控制码及其含义见表 4。

表 4 质量控制码及其含义

质量控制码	含义
0	正确
1	可疑
2	错误
4	订正数据
7	无观测任务
8	缺测
9	未作质量控制

10.1.4 数据质量控制步骤

气象监测数据质量控制可按下列步骤进行:格式检查、缺测检查、界限值检查、主要变化范围检查、内部一致性检查、时间一致性检查、空间一致性检查、质量控制综合分析,最后为数据质量标识。质量控制过程视具体需求而定,可略过一些环节。

10.2 数据计算方法

应符合下列要求:

- 气压、气温、相对湿度采用算术平均法,见 B.1;
- 风速采用移动平均法,见 B.2;
- 风向采用单位矢量平均法,见 B.3;
- 各要素的极值和最大值采用极值算法,见 B.4;
- 降水量、日照采用累计值算法,见 B.5。

附 录 A
(资料性附录)
数据质量控制方法

A.1 内部一致性检查

内部一致性检查包括以下内容：

- a) 10min 平均风速不大于最大风速。
- b) 2min 平均风速不大于极大风速。
- c) 极大风速不小于最大风速。
- d) 极大风速不小于 17.2m/s 时，应有大风天气现象；有大风天气现象时，极大风速应不小于 17.2m/s。
- e) 导地线覆冰厚度不大于导地线覆冰直径。

A.2 时间一致性检查

不符合要素时间变化规律的数据为可疑数据。时间一致性检查阈值如下：

- a) 气压连续 2min 最大变化幅度 1hPa，过去 1h 内最小变化幅度 0.1hPa，连续 2h 最大变化幅度 10hPa，最长连续无变化时长 12h；
- b) 气温连续 2min 最大变化幅度 3℃，过去 1h 内最小变化幅度 0.1℃，连续 2h 最大变化幅度 8℃，最长连续无变化时长 12h；
- c) 相对湿度连续 2min 最大变化幅度 10%，过去 1h 内最小变化幅度 1%，连续 2h 最大变化幅度 70%，最长连续无变化时长 48h（相对湿度小于 95%）；
- d) 2min 平均风速连续 2min 最大变化幅度 20m/s，过去 1h 内最小变化幅度 0.1m/s，最长连续无变化时长 18h（非静风条件下）。

附录 B

(资料性附录)

数据计算方法

B.1 一般规定

基本输出量边缘分析算法，引用 GB/T 33703 的规定。

B.2 算术平均法

气压、气温、相对湿度、辐射度采用算术平均法，计算公式如下：

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^N y_i}{m} \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

- $\bar{Y}$ ——监测时段内气象要素的变量平均值；
- y_i ——监测时段内第 i 个气象要素变量的采样样本，其中“错误”“可疑”等非“正确”的样本应丢弃而不用于计算；
- N ——监测时段内的样本总数，由采样频率和平均值时间区间决定；
- m ——监测时段内的“正确”的样本数 ($m \leq N$)，正确样本数小于或等于样本总数的 66% (2/3) 时，标识为“缺测”。

注：当 $m=N$ 且 $N \leq 10$ 时，可使用去尾平均法计算，将一组数据的一个最大值和一个最小值去掉后计算其余数值的平均值。

对于电力气象监测，气压、气温、相对湿度、辐射度的平均监测时段为 10min。

B.3 移动平均法

风速一般采用移动平均法，计算公式如下：

$$\bar{Y}_n = \frac{\sum_{i=a}^n y_i}{m} \dots\dots\dots (B.2)$$

式中：

- $\bar{Y}_n$ ——第 n 次计算的气象要素的变量平均值。
- y_i ——第 i 个样本值，其中“错误”“可疑”等非“正确”的样本应丢弃而不用于计算。
- a ——在移动着的平均值时间区间内的第 1 个样本。当 $n \leq N$ 时 $a=1$ ；当 $n > N$ 时 $a=n-N+1$ ； N 是平均值时间区间内的样本总数。
- m ——在移动着的平均值时间区间内“正确”的数据样本数 ($m \leq N$)，正确样本数小于或等于样本总数的 66% (2/3) 时，标识为“缺测”。

B.4 单位矢量平均法

风向采用单位矢量平均法，计算公式如下：

$$\bar{W}_D = \arctan \frac{\bar{X}}{\bar{Y}} \dots\dots\dots (B.3)$$

式中：

$\bar{W}_D$ ——监测时段内的平均风向。

$\bar{X}$ ——监测时段内单位矢量在 x 轴（西东方向）上的平均分量， $\bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \sin D_i$ 。

$\bar{Y}$ ——监测时段内单位矢量在 y 轴（西东方向）上的平均分量， $\bar{Y} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \cos D_i$ 。

D_i ——监测时段内第 i 个风矢量的幅角（与 y 轴的夹角）。

N ——监测时段内的样本总数。

根据 $\bar{X}$ 、 $\bar{Y}$ 的正负，按下列方法对 $\bar{W}_D$ 进行修正：

$\bar{X} > 0$ 、 $\bar{Y} > 0$ ， $\bar{W}_D$ 无需修正；

$\bar{X} > 0$ 、 $\bar{Y} < 0$ 或

$\bar{Y} < 0$ ， $\bar{W}_D$ 加 180° 。

B.5 极值算法

最大风速从平均风速值中选取，并记录相应的风向和时间。

极大风速从瞬时平均风速中选取，并记录时间。

B.6 累计值算法

降水量计算等需要采用累积算法，公式如下：

$$Y = \sum_{i=1}^N y_i \dots\dots\dots (B.4)$$

式中：

Y ——监测时段内气象要素的累计值；

y_i ——监测时段内气象要素变量的第 i 个采样瞬时值（样本），其中“错误”“可疑”等非“正确”的样本应丢弃而不予于计算；

N ——监测时段内的样本总数。

团 体 标 准
电气气象监测技术规范
T/CES 058—2021
2021 年 3 月第一版

*

北京西城区莲花池东路 102 号天莲大厦 10 层
邮政编码：100055
网址：<http://ces.org.cn/html/category/17060132-1.htm>
电话：010-63256975 63256997

版权专有 侵权必究