



# 中华人民共和国气象行业标准

QX/T 369—2016

---

## 核电厂气象观测规范

Specifications for meteorological observation of nuclear power plant

2016-12-12 发布

2017-05-01 实施

---

中 国 气 象 局 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 核电厂气象观测要素 .....	3
4.1 气象观测要素设置原则 .....	3
4.2 核电厂地面气象观测场观测要素 .....	3
4.3 气象观测塔高度和观测要素 .....	3
5 观测仪器布设 .....	4
5.1 地面气象观测场观测仪器布设 .....	4
5.2 气象观测塔观测仪器布设 .....	4
6 仪器性能和检定 .....	4
6.1 仪器性能 .....	4
6.2 仪器检定 .....	5
7 核电厂气象观测站站址选择 .....	5
7.1 站址选取原则 .....	5
7.2 选址现场踏勘 .....	6
8 气象观测站设计和施工 .....	6
8.1 地面气象观测场设计和施工 .....	6
8.2 气象观测塔设计、施工和维护 .....	6
9 观测数据的记录和采集 .....	6
9.1 观测数据的采集 .....	6
9.2 观测数据的记录 .....	7
9.3 观测数据完整率要求 .....	7
10 观测数据文件和报表格式 .....	7
11 观测资料审核 .....	7
11.1 资料合理性审核 .....	7
11.2 数据完整性审核 .....	8
参考文献 .....	9



## 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/SC 2)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、广东省气象局。

本标准主要起草人:宋丽莉、秦鹏、植石群、王丙兰、何健、黄浩辉、刘爱君。



# 核电厂气象观测规范

## 1 范围

本标准规定了核电厂气象观测要素、观测仪器布设、仪器性能和检定、核电厂气象观测站站址选择、气象观测站设计和施工、观测数据的采集和记录方式、观测资料的审核等技术方法。

本标准适用于核电厂所需的气象观测设置、操作、数据审核处理等。

## 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 50057—2010 建筑物防雷设计规范

GB 50135—2006 高耸结构设计规范

QX 4—2015 气象台(站)防雷技术规范

QX/T 45—2007 地面气象观测规范 第1部分:总则

QX/T 46—2007 地面气象观测规范 第2部分:云的观测

QX/T 47—2007 地面气象观测规范 第3部分:气象能见度

QX/T 48—2007 地面气象观测规范 第4部分:天气现象观测

QX/T 49—2007 地面气象观测规范 第5部分:气压观测

QX/T 50—2007 地面气象观测规范 第6部分:空气温度和湿度观测

QX/T 51—2007 地面气象观测规范 第7部分:风向和风速的观测

QX/T 52—2007 地面气象观测规范 第8部分:降水观测

QX/T 53—2007 地面气象观测规范 第9部分:雪深和雪压观测

QX/T 54—2007 地面气象观测规范 第10部分:蒸发观测

QX/T 55—2007 地面气象观测规范 第11部分:辐射观测

QX/T 56—2007 地面气象观测规范 第12部分:日照观测

QX/T 57—2007 地面气象观测规范 第13部分:地温观测

QX/T 58—2007 地面气象观测规范 第14部分:冻土观测

QX/T 59—2007 地面气象观测规范 第15部分:电线积冰观测

QX/T 60—2007 地面气象观测规范 第16部分:地面状态观测

QX/T 61—2007 地面气象观测规范 第17部分:自动气象站观测

QX/T 62—2007 地面气象观测规范 第18部分:月地面气象记录处理和报表编制

QX/T 63—2007 地面气象观测规范 第19部分:月气象辐射记录处理和报表编制

QX/T 64—2007 地面气象观测规范 第20部分:年地面气象资料处理和报表编制

QX/T 65—2007 地面气象观测规范 第21部分:缺测记录的处理和不完整记录的统计

QX/T 66—2007 地面气象观测规范 第22部分:观测记录质量控制

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

**核电厂气象观测站 meteorological station of nuclear power plant**

专用于进行核电厂气象观测活动的特种气象观测站,包括地面气象观测场、气象观测塔以及设置的观测仪器和辅助设施等。

3.2

**核电厂地面气象观测场 surface meteorological site of nuclear power plant**

专用于进行核电厂气象观测活动的有围栏隔离的规定范围内的气象观测场地,一般规定观测场地范围为 25 m(东西向)×25 m(南北向),确因场地客观条件限制,可以适当缩小,但最小范围不小于16 m(东西向)×16 m(南北向)。

3.3

**气象要素 meteorological elements**

表征大气状态的基本物理量和基本天气现象。

3.4

**湿球温度 wet-bulb temperature**

纯净的液态水在空气中绝热、等压地蒸发到使空气饱和时的温度。

注:以摄氏度(°C)为单位。

3.5

**露点温度 dew-point temperature**

空气在水汽含量和气压不变的条件下,降低气温达到饱和时的温度。

注:以摄氏度(°C)为单位。

3.6

**风速 wind speed**

单位时间内空气微团移动的距离。

注:以米每秒(m/s)为单位。

3.7

**瞬时风速 instantaneous wind speed**

空气微团的瞬时移动速度,工程应用通常指 3 秒钟的平均风速。

注:以米每秒(m/s)为单位。

3.8

**极大风速 extreme wind speed**

瞬时风速的最大值,通常指 3 秒钟平均风速的最大值。

3.9

**主导风向 dominant wind direction**

在给定的时间段,出现频率最多的风向。

3.10

**总辐射 global radiation**

水平面从上方  $2\pi$  立体角范围内接收到的直接辐射和散射辐射之和。

注:以瓦[特]每平方米( $W/m^2$ )为单位。

3.11

**全辐射 total radiation**

长波辐射与短波辐射的总称。



## 3.12

**净辐射 net radiation**

水平面上、下两表面所接收到的半球向全辐射数量之差。太阳与大气向下发射的全辐射和地面向上发射的全辐射之差值。

注：以瓦[特]每平方米(W/m<sup>2</sup>)为单位。

## 3.13

**空气密度 air density**

单位体积空气的重量。

注：以克每立方厘米(g/cm<sup>3</sup>)为单位。

## 3.14

**有效数据完整率 effective data integrity rate**

一定时间段内,可信数据的数目占该时段内应测数据总数目的百分比。

注：可按下式计算：

$$\text{有效数据完整率} = \frac{\text{应测数目} - \text{缺测数目} - \text{无效数据数目}}{\text{应测数目}} \times 100\%$$

## 3.15

**联合获取率 joint acquisition rate**

一定时间段内,两个以上要素同步获取的可信数据数目占该时段内应测数据总数目的百分比。

## 4 核电厂气象观测要素

## 4.1 气象观测要素设置原则

4.1.1 根据核电厂建设、运行需求,设置观测的气象要素。

4.1.2 根据核电厂需求和气象观测技术的发展,宜选取自动观测与理论或经验公式换算结合的方式获取相关气象要素数据。

## 4.2 核电厂地面气象观测场观测要素

4.2.1 基本观测要素:核电厂观测必需的并且可完全实现自动观测的气象要素,包括:气温、气压、相对湿度、风速、风向、蒸发量、日照、降水量、地温、总辐射和净辐射等要素。

4.2.2 地域性和特殊需要的气象观测要素:如北方核电厂设计基准雪压和冻土计算需要的积雪深度、冻土深度等要素。

4.2.3 间接换算要素:指自动观测技术尚不够成熟或人工观测成本较高,但可通过相关规范规定的理论或经验公式进行准确换算的要素,如:湿球温度、露点温度、水汽压等要素,可采用现场观测的温度、相对湿度观测资料参照《湿度速查表》、QX/T 50—2007 进行可靠的换算。

4.2.4 天气现象:目前尚采用人工目测、耳闻的观测项目,如云量、雾、积雪、雨淞、雾淞、结冰、冰雹、雷暴、闪电、龙卷、飏线等要素和天气现象,可选用邻近或气候背景相似的国家气象站的同期观测资料代替。

## 4.3 气象观测塔高度和观测要素

4.3.1 气象观测塔结构宜采用桅杆式拉线设计。

4.3.2 气象观测塔塔体高度应不低于 100 m。

4.3.3 建设阶段气象观测塔观测要素主要为梯度风况(包括风速、风向),梯度气温和湿度;在运行阶段主要为梯度风况(包括风速、风向)和梯度气温要素。

## 5 观测仪器布设

### 5.1 地面气象观测场观测仪器布设

5.1.1 地面气象观测场内观测仪器和辅助设施的布置应互不影响,便于日常观测操作。

5.1.2 仪器传感器离地面高度应按“南低北高”原则安置;各种仪器宜东西排列成行,南北布设成列,东西间隔不小于4 m,南北间隔不小于3 m,距观测场边缘护栏距离不小于3 m。

5.1.3 仪器设备应安置在东西向观测员路径的南侧,以便于观测或管理人员从北侧接近观测仪器。辐射和日照观测仪器应安置在观测场南侧,并保证感应面不能受任何障碍物影响。

5.1.4 对于采用太阳能供电系统供电的自动气象站,应将太阳能板单独固定在离地1.5 m高铁杆上,应不影响仪器的布局及观测。

### 5.2 气象观测塔观测仪器布设

5.2.1 工程建设阶段观测风向、风速和气温,设置应不少于4个高度层次,其中必设的关键观测层为10 m、30 m、100 m和有效释放点高度层附近;带有冷却塔的核电厂应增加高层湿度观测。

5.2.2 运行阶段观测风向、风速和气温观测设置应不少于2个高度层次,其中必设的关键观测层为10 m和有效释放点高度层附近。

5.2.3 风速、风向传感器应布设在与当地主导风向垂直的一侧,安装风传感器的伸臂长度应不小于观测塔直径的2.5倍。

5.2.4 气温、湿度传感器的伸臂长度应不小于观测塔直径的1.5倍,并应设置小型百叶箱或防辐射罩。

## 6 仪器性能和检定

### 6.1 仪器性能

核电厂气象观测所采用的仪器应满足的性能参数见表1。

表1 气象仪器性能基本参数

气象要素	测量范围	准确度	分辨率	灵敏度
风速 m/s	0~60	$\pm(0.3+0.03\times\text{实际风速})$	0.1	启动风速小于0.5 m/s
风向 °	0~360	$\pm 5$	1.4	
气温 ℃	-40~+80	$\pm 0.3$	0.1	
降水量 mm	0~999.9	$\pm 2\%$ (<2 mm/min 时) $\pm 4\%$ (<2 mm/min~5 mm/min 时) $\pm 10\%$ (>5 mm/min 时)	0.1	
总辐射 W/m <sup>2</sup>	0~1.4	$\pm 1\%$	<15 s(响应时间)	

表 1 气象仪器性能基本参数(续)

气象要素	测量范围	准确度	分辨率	灵敏度
净辐射 W/m <sup>2</sup>	0~2	±1 %	<20 s(响应时间)	
气压 hPa	600~1060	±1	0.1	
相对湿度 %	0~100	±2 % (10℃~30℃时) ±5 % (-30℃~60℃时)	1 %	
日照 h	0~24	±0.1	0.1	
蒸发 mm	0~100	±1.5 %	0.1	
地温 ℃	-60~80	±0.2	0.1	

注:本标准所有观测项目的单位符号,除特殊指明外,均指我国法定计量单位中所规定的符号以及国际符号。

## 6.2 仪器检定

6.2.1 所有观测仪器在安装之前,应经国家授权的气象仪器计量检定机构检定或校准,并取得设备检定、测试证书或校准证书。

6.2.2 测风、湿度观测期间每 12 个月检定或校准一次,其他观测仪器可每 2 年检定或校准一次,再次安装的观测仪器性能参数应达到表 1 规定的指标。

6.2.3 如出现以下情况,应立即进行检定或校准:

- 经历过可能影响仪器性能的极端气象事件;
- 经过拆卸修理;
- 遭到人为损坏;
- 对仪器示值有疑问。

## 7 核电厂气象观测站站址选择

### 7.1 站址选取原则

7.1.1 气象观测站位置选择应具有区域代表性,能够较好地反映核电厂所在地较大范围气象要素特点,能够代表核电厂厂址及其附近地区的区域风场、温度场和大气弥散条件的气象特征。

7.1.2 气象观测站观测环境,四周应空旷平坦,不可选择陡坡、洼地、谷地等,不宜邻近丛林、铁路、公路、工矿、烟囱、高大建筑物、房屋密集区,应避开局地性雾、烟尘等区域。

7.1.3 地面气象观测场四周障碍物的影子不应投射到日照和辐射观测仪器的受光面上,在日出、日落方向障碍物的高度角应小于或等于 5°,附近应无强反光物体。

7.1.4 地面气象观测场地坪标高与核电厂厂坪标高宜保持一致。

7.1.5 气象观测塔宜靠近地面气象观测场,塔基海拔高度不应低于地面气象观测场,宜在塔体高度的

6 倍范围内保持测风塔下垫面比较均匀。

7.1.6 气象观测站选址应考虑施工建设可行性,应考虑厂区规划,尽量不占用核电厂永久性建筑的位置,不影响核电厂建设期间施工;应尽量避免建设施工难度大、防雷装置投入过高的地点。

7.1.7 气象观测站选址应考虑观测运行管理可操作性,应选择方便气象观测日常运行管理、观测站安全看护和维护维修人员方便到达的地点。

## 7.2 选址现场踏勘

7.2.1 为保障厂址气象站的区域代表性、观测资料的可靠性以及观测运行管理的可操作性,并兼顾考虑工程总图布局和工程施工影响等因素,承担方和委托方应共同参加现场踏勘,选定的气象观测站站址应由承担方和委托方共同认定。

7.2.2 应预先收集核电厂厂址区域高精度地形图、交通图、附近国家气象站主导风向等资料,为选址现场踏勘提供背景条件依据。

7.2.3 为厂址区踏勘收集现场背景资料,应携带卫星定位仪、手持测风仪、指南针及其他必要的安全防护工具等。

7.2.4 现场踏勘应做好预选或备选气象观测站周围环境的相关记录,包括:测量并记录观测场地面积、经纬度和海拔高度;拍照并描述记录观测场地各方位地形、地貌、植被特征;测量或调查记录拟选观测场地周边障碍物形状、距离、体形大小等。

## 8 气象观测站设计和施工

### 8.1 地面气象观测场设计和施工

8.1.1 观测场四周应设置充分透风的围栏,围栏高度为 1.2 m,围栏制作应简易、牢固;围栏表面宜采用哑光涂层处理;围栏门宜设置于观测场北侧。

8.1.2 观测场场地应种植和保持均匀草层,草高不超过 20 cm,草层应连片,若原有地面草层符合要求,可保持原有下垫面。

8.1.3 根据观测场内仪器布局敷设仪器线缆,宜在小路下修建电缆沟(管),电缆沟(管)应做到防水、防鼠,便于维护。

8.1.4 观测场防雷设计和施工应符合 QX 4—2015 的有关要求。

### 8.2 气象观测塔设计、施工和维护

8.2.1 气象观测塔设计和建造施工单位应具有国家权威部门颁发的资质证书,具有专业的设计人员、专业工程师和高空安装作业人员;应具有专业的生产加工设备和专业检测设备,具备自有生产制造、安装能力。

8.2.2 气象观测塔体应为桅杆式钢结构塔,塔架结构强度设计按照 GB 50135—2006 要求执行;整体抗风设计标准采用当地重现期 50 年一遇的 10 min 平均最大风速;覆冰设计标准采用当地重现期 30 年一遇的标准冰厚;气象观测塔的设计使用年限宜与核电厂设计寿命相结合,一般不少于 60 年。

8.2.3 根据 GB 50057—2010 安装专用避雷系统,观测塔接地电阻小于 4  $\Omega$ 。

## 9 观测数据的记录和采集

### 9.1 观测数据的采集

9.1.1 为核电厂运行阶段而设置的气象观测站,观测数据采取实时传输的方式逐时(或更短间隔)传输

和采集数据。

9.1.2 为核电厂建设所设置的气象观测站,观测数据可采用远程传输方式至少每日一次将现场观测数据实时传送到数据采集中心站,确因观测现场无通信信号或数据量太大无法实现远程传输的,可采取现场读取数据方式采集数据,现场数据读取的间隔时段最长为1个月,遇灾害性天气或对项目设计和可行性研究比较重要天气过程时,应适当增加现场数据读取数据次数和频率。

9.1.3 观测期限至少为1年。

## 9.2 观测数据的记录

风速、风向的原始数据采样频率为1 Hz,记录每10 min的平均值;逐小时平均值取该小时内6个10 min平均值的算数平均值,或者直接采用正点前10 min平均值,风向取统计时段内出现频率最多的风向),如最多风向超过一个,取靠近正点的那一个;其他气象要素采用 QX/T 45—2007 至 QX/T 66—2007 规定的方法进行观测数据的记录。

## 9.3 观测数据完整率要求

9.3.1 1个观测年度内,单个观测要素的观测资料有效完整率应 $\geq 90\%$ ;各观测要素的总体观测资料有效完整率应 $\geq 90\%$ 。

9.3.2 1个观测年度内,用于各种可能释放途径的大气弥散模式所必需的所有变量的组合的观测资料联合获取率应 $\geq 90\%$ 。如:净辐射与总辐射的联合获取率应 $\geq 90\%$ ,总辐射和各计算层(10 m和有效释放点高度层)的风速的联合获取率应 $\geq 90\%$ ,净辐射和各计算层的风速的联合获取率应 $\geq 90\%$ ,降雨量与各计算层(10 m和有效释放点高度层)的风向、风速的联合获取率应 $\geq 90\%$ 。

9.3.3 采用气温递减率与风速相结合方法进行大气稳定度分类的,铁塔上、下两层观测的气温和同一层高的风速的联合获取率应 $\geq 90\%$ 。

## 10 观测数据文件和报表格式

核电厂地面气象观测数据文件和报表格式应与 QX/T 62—2007 规定的 A 文件和 QX/T 63—2007 规定的 R 文件格式相同。

## 11 观测资料审核

### 11.1 资料合理性审核

11.1.1 按照各气象要素可能出现的极值范围进行要素极值的合理性审核,各要素极值范围应符合如下规定:

- a) 气压:600 hPa~1050 hPa;
- b) 气温:—55 °C~50 °C;
- c) 湿球温度:—50 °C~40 °C;
- d) 露点温度:—50 °C~35 °C;
- e) 水汽压:0 hPa~70 hPa;
- f) 相对湿度:0 %~100 %;
- g) 云量:0 成~10 成;
- h) 日降水量:0 mm~1800 mm;
- i) 小时降水量:0 mm~200 mm;

- j) 日蒸发量:0 mm~50 mm;
- k) 风向:0°~360°或用十六方位和静风的缩写:NNE,NE,ENE,E,ESE,SE,SSE,S,SSW,SW,WSW,W,WNW,NW,NNW,N,C;
- l) 日最大风速:0 m/s~65 m/s;
- m) 日极大风速:0 m/s~75 m/s;
- n) 日总日照时数:0 h~18 h;
- o) 小时日照:0 h~1 h;
- p) 总辐射:0 W/m<sup>2</sup>~2000 W/m<sup>2</sup>。

11.1.2 根据气象要素的内部一致性特点,进行要素的合理性审核,气象要素的内部一致性判别的参考指标如下:

- a) 日最低气压≤当日各时气压≤日最高气压;
- b) 日最低气温≤当日各时气温≤日最高气温;
- c) 当日各时湿球温度≤当日各时温度(湿球结冰时除外);
- d) 当日各时露点温度≤当日各时气温;
- e) 日最小相对湿度≤当日各时相对湿度;
- f) 风向方位为“C”时,风速≤仪器启动风速;
- g) 10 min 平均风速≤日最大风速;
- h) 日最大风速≤日极大风速;
- i) 低云量≤总云量;
- j) 净辐射总量≤总辐射总量。

11.1.3 根据气象要素的时间一致性特点,进行要素的合理性审核,气象要素的时间一致性判别的参考指标如下:

- a) 气压 24 h 变压≤50 hPa;
- b) 气压 1 h 变压≤10 hPa;
- c) 气温 24 h 变温≤50 °C;
- d) 气温 1 h 变温≤8 °C;
- e) 水汽压 1 h 变量≤10 hPa;
- f) 相对湿度 1 h 变量≤50 %;
- g) 相对湿度 1 min 变量≤10 %。

11.1.4 数据合理性审核的其他方面包括:要素值应在合理的范围内,日极值与逐时值应一致,日极值出现时间应合理,要素的日变化规律应合理等。

## 11.2 数据完整性审核

应从以下几方面对观测数据的完整性进行审核:

- a) 各观测要素记录应齐全;
- b) 每日逐时观测为 24 组;
- c) 每数据段应符合月份日数的记录条数;
- d) 有日极值观测的应有日极值记录及日极值出现时间记录。

## 参 考 文 献

- [1] GB/T 18710—2002 风电场风能资源评估方法
  - [2] GB/T 31155—2014 太阳能资源等级 总辐射
  - [3] GB 31221—2014 气象探测环境保护规范 地面气象观测站
  - [4] GB/T 50674—2013 核电厂工程气象技术规范
  - [5] HAF 0109—1989 核电厂厂址查勘
  - [6] NB/T 20034—2010 核电厂可行性研究报告内容深度规定
  - [7] QX 30—2004 自动气象站场室防雷技术规范
  - [8] QX/T 117—2010 地面气象辐射观测资料质量控制
  - [9] QX/T 118—2010 地面气象观测资料质量控制
  - [10] 中华人民共和国国务院. 气象设施和气象探测环境保护条例(中华人民共和国国务院令第六23号),2012年8月29日发布
  - [11] 中国气象局. 湿度速查表. 北京:气象出版社,1983
-

中华人民共和国  
气象行业标准  
核电厂气象观测规范

QX/T 369—2016

\*

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:010-68408042  
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  
2017年4月第一版 2017年4月第一次印刷

\*

书号:135029-5850 定价:15.00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