



中华人民共和国气象行业标准

QX/T 559—2020

风能资源观测系统 测风塔观测技术要求

Wind energy resource observation system—Meteorological mast observation
technical requirements

2020-06-16 发布

2020-09-01 实施

中 国 气 象 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 系统组成	1
5 塔体技术要求	3
6 数据测量采集系统技术要求	4
7 测风塔观测站系统传感器检定、环境适应性及可靠性要求	5
8 观测数据处理要求	6
附录 A(规范性附录) 风能资源观测系统数据格式	10
参考文献	18

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:中国华云气象科技集团公司、中国气象局气象探测中心、甘肃省气象局、华云升达(北京)气象科技有限责任公司、湖南省气象技术装备中心。

本标准主要起草人:刘钧、王平、郭亚田、郑新芙、杨志勇、王亚静、毕楠、袁志鹏、张宏伟、李建宇、于晋。

风能资源观测系统 测风塔观测技术要求

1 范围

本标准规定了测风塔系统组成,塔体、数据测量采集系统技术要求,测风塔观测站系统传感器检定、环境适应性及可靠性,观测数据处理等要求。

本标准适用于基于测风塔的风能资源观测系统的设计、建设和使用。

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 2423.17—2008 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验Ka:盐雾

GB 4793.1—2007 测量、控制和实验室用电气设备的安全要求 第1部分:通用要求

GB/T 6587—2012 电子测量仪器通用规范

GB/T 9254—2008 信息技术设备的无线电骚扰限值和测量方法

GB/T 18268.1—2010 测量、控制和实验室用的电设备电磁兼容性要求 第1部分:通用要求

GB/T 18709—2002 风电场风能资源测量方法

GB/T 31724 风能资源术语

QX 4—2015 气象台(站)防雷技术规范

3 术语和定义

GB/T 18709 和 GB/T 31724 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

风能资源观测系统 wind energy resource observation system

对风能资源的时空分布进行立体、连续和定量观测的设备及软件。

3.2

时间常数 response time

测量仪器输出量响应被测量阶跃变化的 $63.2\%(1-1/e)$ 所需要的时间。

3.3

导出量 derived quantity

用被试产品直接测量的参数,通过计算或判断得出的其他所需气象量。

注:如由温度和湿度计算的露点温度,由观测点气压计算的海平面气压,由瞬时风速挑选的极大风速等。

4 系统组成

4.1 组成

由测风塔观测站系统和数据中心站系统组成。

4.2 测风塔观测站系统

4.2.1 系统构成

包括传感器、数据采集器、供电系统、通信模块、塔体结构和安装附件等硬件及具有采集、处理、通信和控制等功能的嵌入式软件系统组成。

4.2.2 传感器

应至少配置满足业务要求的风向、风速、温度、湿度、气压等传感器。应符合下列要求：

- a) 风向、风速传感器应符合下列要求：
 - 风向、风速传感器推荐选用机械式测风传感器，其中风速传感器宜选用三杯式风速传感器、风向传感器宜选用单翼式风向传感器；
 - 台风影响地区宜在轮毂高度处加装强风仪；
 - 覆冰多发地区，风向、风速传感器宜加装具有加热功能的传感器；
 - 其他特殊情况，可根据环境条件及应用要求选择合适的风向、风速传感器。
- b) 温度传感器宜选用铂电阻式传感器。
- c) 湿度传感器宜选用湿敏电容式传感器；低温高湿地区，湿度传感器宜加装具有轮换加热退湿功能的传感器。
- d) 气压传感器宜选用硅压式传感器。

4.2.3 数据采集器

数据采集器应包括下列单元：

- a) 对传感器测量数据的采样单元；
- b) 数据质量控制及数据计算处理单元；
- c) 本地数据通信单元；
- d) 数据存储单元；
- e) 系统运行控制单元；
- f) 与远程数据中心的交互处理单元。

4.2.4 供电系统

宜选用蓄电池加太阳能辅助的供电方式。其中，蓄电池容量应在无日照的情况下，保证系统正常运行 15 天。

4.2.5 通信模块

远程数据传输宜选用无线数据通信方式。

4.3 数据中心站系统

由计算机软硬件和网络设备组成，应具有实时接收、数据存储、质量检查、数据统计、数据分发和远程监控管理等功能。

5 塔体技术要求

5.1 塔体结构

应符合下列要求：

- a) 结构设计应满足应用要求,使用安全且便于仪器安装和维护；
- b) 宜选择桁架型；
- c) 矗立方式宜采用拉线式；
- d) 塔架应与水平面保持垂直,塔体垂直度应小于或等于 1/1000；
- e) 结构应能承受当地 30 年一遇的最大风荷载的冲击。

5.2 外观与工艺

应符合下列要求：

- a) 外观整洁、无损伤和形变,金属件无锈蚀,涂层无气泡、开裂、脱落等现象；
- b) 各零部件应安装正确、牢固可靠、无机械变形、断裂、弯曲等,运动部件不应有迟滞、卡死、松脱等；
- c) 机箱内所有部件、连接器及针脚应有编号或标识,编号或标识应完整、清晰且不易脱落；
- d) 表面应进行涂、敷、镀等工艺处理,能耐潮、防霉、防盐雾等。

5.3 仪器安装

应符合下列要求：

- a) 风向、风速、温度和湿度传感器均应安装在测风塔各观测层侧向伸出的横臂上。
- b) 横臂伸出长度宜为塔体边长的 3 倍以上,增加斜向支撑结构,提高强度。
- c) 观测仪器分层安装时,应考虑大气近地层气象参数的垂直分布规律,以获取有代表性的数据。
- d) 同一个塔体上,不同层高度的相同类型气象要素传感器,应选择同型号的传感器和相同的安装方式。
- e) 需要比较相关的气象要素时,可选择在相同高度安装多种不同型号的测量传感器。
- f) 传感器安装高度符合下列要求：
 - 应在 10 m 高度设计安装 1 套风速传感器,在初拟风电机组轮毂高度处设计安装 2 套风速传感器；
 - 宜在接近风电机组叶轮扫掠面最低高度 10 m 的整倍数高度处设计安装 1 套风速传感器,可在接近风电机组叶轮扫掠面最大高度 10 m 的整倍数高度处设计安装 1 套风速传感器；
 - 其余风速传感器宜安装在风电机组叶轮扫掠面内 10 m 的整倍数高度处；
 - 风向传感器安装高度:应在 10 m 高度及初拟风电机组轮毂高度处附近各安装 1 套风向传感器；
 - 温、湿、压传感器安装高度:应在 8 m~10 m 高度处安装 1 套温度、湿度和气压传感器；
 - 宜在测风塔初拟风电机组轮毂高度安装 1 套温度和湿度传感器。
- g) 传感器安装位置符合下列要求：
 - 风向、风速传感器安装横臂应与本地主风向成 90°角,安装时应进行水平校正和确定 0°(北向)的位置；
 - 温度和湿度传感器应安置在通风防辐射罩内；
 - 气压传感器一般安置在密闭的机箱内,经静压连通管与外界大气相连通。

- h) 太阳能电池板应安装在测风塔上,且不应影响气象要素传感器的正常测量。
- i) 避雷针顶端应与最高观测层保持塔直径 15 倍以上的距离。

5.4 防雷

测风塔塔顶应设置引雷器,接地电阻不宜大于 4 Ω,对于土壤电阻率较高的岩石地基接地电阻不应大于 10 Ω。

5.5 电缆

测风塔使用的电缆包括模拟信号电缆、数字通信电缆和电源电缆。应符合下列要求:

- a) 根据电缆的使用功能应选择符合相关工业标准的电缆;
- b) 具有电磁屏蔽功能并能够满足野外应用环境要求;
- c) 接入数据采集器端口应具有防雷功能;
- d) 电缆接入应满足防雷技术要求,符合 QX 4—2015 中 7.4 的要求。

5.6 安全性

应符合下列要求:

- a) 存在安全隐患的地方应有危险警示标志,应悬挂有“请勿攀登”的明显安全标志,标志耐久性应符合 GB 4793.1—2007 的 5.3 条要求;
- b) 测风塔位于航线下时,应根据航空部门的要求决定是否安装航空信号灯;
- c) 有牲畜出没的地方,应设防护围栏;
- d) 电池电极应有绝缘保护装置并完全遮盖电极及连接线的导电部分,电池应有防止电解液泄漏侵蚀到带电部件的技术措施;
- e) 结构件棱缘或拐角应进行倒圆和磨光处理,便于安全安装和维护。

6 数据测量采集系统技术要求

6.1 构成

由传感器、数据采集器和数据中心站系统组成。

6.2 传感器技术指标

气象测量要素宜包括:风向、风速、温度、湿度、气压等。各传感器的技术性能应符合表 1 要求。

表 1 传感器技术性能指标

测量要素	测量范围	分辨力	测量准确度	时间常数
风速	0 m/s~ 60 m/s (强风仪: 0 m/s ~ 90 m/s)	0.1 m/s	$\pm(0.5 \text{ m/s} + 0.03V \text{ m/s})$ (V 为实际风速值); 启动风速 $\leq 0.5 \text{ m/s}$	5 m ^a
风向	0°~ 360°	3°	$\pm 5^\circ$	0.3~0.7 ^b
温度	-50 °C~50 °C	0.1 °C	$\pm 0.2 \text{ °C}$	20 s
湿度	5%RH~100%RH	1%RH	$\pm 3\% \text{ RH}(\leq 80\% \text{ RH})$ $\pm 5\% \text{ RH}(>80\% \text{ RH})$	20 s

表 1 传感器技术性能指标(续)

测量要素	测量范围	分辨力	测量准确度	时间常数
气压	450 hPa~1100 hPa	0.1 hPa	±0.3 hPa	20 s
^a 距离常数。 ^b 阻尼比。				

6.3 数据采集器技术要求

应符合下列要求：

- 可将采集到的电信号转换成可读信号,得到气象变量测量值序列数据;
- 可根据规定的數據质量判定方法,对采样值进行质量检查并标识;
- 可存储原始数据、统计数据及设备状态等信息;
- 可进行远程无线数据传输;
- 可通过业务软件在本地进行参数设置,实现观测系统的现场管理;
- 能与远程数据中心进行交互,实现远程控制和管理。

6.4 数据中心站系统技术要求

应符合下列要求：

- 能够实时接收各个测风塔观测站系统传输来的数据文件;
- 具有数据质量检查、数据存储、数据分发的能力;
- 具有远程监控管理各个测风塔观测站系统运行状态的功能。

7 测风塔观测站系统传感器检定、环境适应性及可靠性要求

7.1 传感器检定要求

应符合下列要求：

- 测量传感器应经过业务主管部门测试考核,同意用于观测业务。
- 所有观测传感器安装前,应经国家授权的计量检定机构检定或校准,取得合格证并在有效期内。
- 按照业务主管部门传感器计量检定的要求,定期对传感器进行检定。
- 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;
 - 对仪器的示值有疑问。

7.2 环境适应性

7.2.1 气候环境

观测系统中的所有设备应符合下列要求：

- 工作环境温度: -50 °C ~ +50 °C;

- b) 工作环境湿度:0%RH~100%RH;
- c) 工作环境气压:500 hPa~1100 hPa。

7.2.2 机械环境

观测站系统中的仪器设备应符合下列要求:

- a) 振动:选用 GB/T 6587—2012 的 4.7.1 中表 1 第 III 组严酷等级;通过规定试验后,机械结构件无破裂、明显变形或者紧固件松动等现象,仪器能够正常使用。
- b) 冲击:选用 GB/T 6587—2012 的 4.7.1 中表 1 第 III 组严酷等级;通过规定试验后,机械结构件无破裂、明显变形或者紧固件松动等现象,仪器能够正常使用。

7.2.3 电磁兼容性

观测站系统中的所有电气设备应符合下列要求:

- a) 工作时,不应影响系统使用场合中其他仪器设备的正常工作;
- b) 系统在使用场合的电磁环境下应能正常工作;
- c) 电磁兼容性抗扰度指标满足 GB/T 18268.1—2010 的 6.2 中表 1 的抗扰度试验的基本要求和性能判据;
- d) 电磁兼容性骚扰度指标满足 GB/T 9254—2008 中 A 级的要求。

7.2.4 抗腐蚀

观测站系统中的所有设备应符合下列要求:

- a) 具有防腐、防尘、防盐雾的能力;
- b) 设备在非包装情况下,应能通过 GB/T 2423.17—2008 中的 48 h 盐雾试验,不产生腐蚀损坏及影响正常工作。

7.3 可靠性

观测站系统中的所有电气设备应满足平均故障间隔时间(MTBF)不小于 3000 h。

8 观测数据处理要求

8.1 数据采样时间

应符合下列要求:

- a) 风向、风速观测数据采样时间:每 1 s 采样一次;
- b) 温度、湿度和气压观测数据采样时间:每 10 s 采样一次。

8.2 数据质量控制

应符合下列要求:

- a) 采集器的嵌入式软件中需对各观测要素的采集数据进行质量控制;
- b) 观测数据存储时需要标识数据质量控制码,数据质量控制码见表 2;

表 2 数据质量标识

标识代码值	描述
0	“正确”:数据没有超过给定界限。
1	“存疑”:不可信。
2	“错误”:数据超过给定界限。
3	“不一致”:不同要素的关系不满足规定标准。
4	“校验正确”:数据原标记为存疑、错误或不一致,后来利用其他检查程序确认为正确。
5、6、7	保留。
8	“没有检查”:数据没有经过任何质量控制检查。
9	“缺失”:数据缺测或丢失,相应数据置为 99999。

c) 对各观测要素测量数据是否超出最大允许上、下限值的检查依据见表 3;

表 3 要素极值范围

序号	气象变量	下限值	上限值
1	风向	0°	360°
2	风速	0 m/s	60 m/s(强风仪为 90 m/s)
3	温度	-50 °C	50 °C
4	湿度	5%	100%
5	气压	450 hPa	1100 hPa

d) 对各观测要素连续两次的测量数据是否超出最大允许变化速率的检查依据见表 4;

表 4 最大允许变化速率

序号	气象变量	最大允许变化速率
1	气压	0.3 hPa
2	气温	2 °C
3	相对湿度	5%
4	风向	—
5	风速	20 m/s

e) 数据合理范围应符合 GB/T 18709—2002 中 8.3.1 的要求;

f) 数据相关性应符合 GB/T 18709—2002 中 8.3.2 的要求;

g) 数据变化趋势应符合 GB/T 18709—2002 中 8.3.3 的要求。

8.3 数据计算处理

8.3.1 数据平均值

应包含下列数据:

- a) 3 s 的平均风向、风速观测数据；
- b) 1 min 的平均风向、风速观测数据；
- c) 2 min 的平均风向、风速观测数据；
- d) 1 min 平均温度、湿度和气压的观测数据；
- e) 10 min 的平均风向、风速、温度、湿度和气压观测数据。

8.3.2 数据统计值

应包含下列要素：

- a) 极大风速；
- b) 最大风速；
- c) 10 min 的风速标准差。

8.4 数据计算及统计处理方法

应符合下列要求：

- a) 3 s 平均风向、风速计算方法：在整 3 s 的时间，使用 3 个 1 s 的风向、风速采集数据为样本，采用算术平均值方法计算出 3 s 平均风向、风速数据；
- b) 1 min 平均风向、风速计算方法：在整分钟的时间，使用 60 个 1 s 的风向、风速采集数据为样本，采用算术平均值方法计算出 1 min 平均风向、风速数据；
- c) 2 min 平均风向、风速计算方法：在整 2 min 的时间，使用 120 个 1 s 的风向、风速采集数据为样本，采用算术平均值方法计算出 2 min 平均风向、风速数据；
- d) 10 min 平均风向、风速计算方法：在整 10 min 的时间，使用 10 个 1 min 的风向、风速平均数据为样本，采用算术平均值方法计算出 10 min 平均风向、风速数据；
- e) 极大风速计算方法：在整 10 min 的时间段内，选取 3s 平均风速中的最大值即为极大风速；为了更加准确地测量到极大风速，也可用 1 s 为步长，以滑动的处理方法，计算 3 s 平均风速，其中的最大值为极大风速；
- f) 最大风速计算方法：在整 10 min 的时间段内，统计 10 min 平均风速中的最大值为最大风速，为了更加准确地测量最大风速，用 1 min 为步长，以滑动的处理方法，计算 10 min 平均风速，其中最大值为最大风速；
- g) 10 min 风速标准偏差计算方法：见 GB/T 18709—2002 中 8.6 风速标准偏差的计算公式；
- h) 10 min 温度观测数据计算方法：在整 10 min 的时间，使用 60 个温度采集数据为样本，剔除掉最大值和最小值，计算的算术平均值为温度的 10 min 平均观测数据；
- i) 10 min 湿度、气压观测数据计算方法：与温度观测数据计算方法一致。

8.5 数据存储方法

观测数据文件类型包含原始采集数据文件和 10 min 观测数据文件两种数据文件类型。存储符合下列要求：

- a) 原始采集数据文件存储风向、风速、温度、湿度、气压的原始采集数据，原始采集数据文件格式见附录 A 的 A.1。
- b) 10 min 观测数据文件存储 10 min 的风向、风速观测数据及统计数据（包括：10 min 风速标准差、10 min 极大风速、10 min 最大风速）和整 10 min 时的温度、湿度、气压观测数据等，10 min 观测数据文件格式见附录 A 的 A.2。

8.6 数据通信方式

应符合下列要求：

- a) 数据通信方式优先选择远程无线数据通信方式；
- b) 不具备远程通信能力的站点，可把数据存储在卡中，定期更换卡，从卡读取数据文件；
- c) 能够按照规定时次对 10 min 观测数据文件进行传输；
- d) 10 min 观测数据文件传输间隔可设置，默认为 24 h 一次。

附录 A
(规范性附录)
风能资源观测系统数据格式

A.1 原始采集数据文件格式

A.1.1 文件格式结构

原始采集数据文件采用二进制存储方式,包括文件头记录块(见表 A.1)和数据记录块(见表 A.2)两个部分,其中数据记录块为每分钟一个,该文件每日生成一个。

表 A.1 原始采集数据文件基本参数记录块(文件头)

序号	参数	字长 Byte	说明
1	文件标识符	8	字符串型,固定为“WNRSC”,代表风能资源。
2	文件种类	4	整型,001,代表风温湿压原始数。
3	格式版本	4	浮点型。
4	参数记录块长度 (字节数)	4	整型, $(106 + N_1 \times 4 + N_2 \times 4 + N_3 \times 4 + N_4 \times 4 + N_5 \times 4)$; 其中: N_1 风向观测层数; N_2 风速观测层数; N_3 温度观测层数; N_4 湿度观测层数; N_5 气压观测层数。
5	每次观测记录长度 (字节数)	4	整型, $(12 + N_1 \times 300 + N_2 \times 300 + N_3 \times 30 + N_4 \times 30 + N_5 \times 30)$; 其中: N_1 风向观测层数; N_2 风速观测层数; N_3 温度观测层数; N_4 湿度观测层数; N_5 气压观测层数。
6	其他信息	4	整型,保留。
7	其他信息	4	整型,保留。
8	测风塔高度	4	整型(m)。
9	区站号或序列号	4	整型,由主管部门统一规定。
10	年	2	整型。
11	月	2	整型,1—12。
12	日	2	整型,1—31。
13	时	2	整型,0—23。
14	分	2	整型,0—59。

表 A.1 原始采集数据文件基本参数记录块(文件头)(续)

序号	参数	字长 Byte	说明
15	秒	2	整型,0—59。
16	经度	4	浮点型,东经为正,西经为负,单位为°。
17	纬度	4	浮点型,北纬为正,南纬为负,单位为°。
18	观测场海拔高度	4	浮点型,代表测风塔基点高度,单位为m。
19	测站观测数据种类数 M	2	整型, $M=5$ (风向、风速、温度、湿度、气压)。
20	风向数据类型	2	整型,风向数据类型为1。
21	风向传感器类型	2	整型(未知0、单翼1、螺旋桨2、混合9)。
22	风向数据存储标识	2	整型(未存0、存储1),缺省为1。
23	风向观测层数 N_1	2	整型。
24	风向观测第1层高度	4	浮点型,代表观测高度,单位为m。
25	.....	4	
26	风向观测第 N_1 层高度	4	浮点型,代表观测高度,单位为m。
27	风速数据类型	2	整型,风速数据类型为2。
28	风速传感器类型	2	整型(未知0、轴式1、螺旋桨2、混合9)。
29	风速数据存储标识	2	整型(未存0、存储1),缺省为1。
30	风速观测层数 N_2	2	整型。
31	风速观测第1层高度	4	浮点型,代表观测高度,单位为m。
32	.....	4	
33	风速观测第 N_2 层高度	4	浮点型,代表观测高度,单位为m。
34	温度数据类型	2	整型温度数据类型为3。
35	温度传感器类型	2	整型(未知0、铂电阻1)。
36	温度数据存储标识	2	整型(未存0、存储1),缺省为1。
37	温度观测层数 N_3	2	整型。
38	温度观测第1层高度	4	浮点型,代表观测高度,单位为m。
39	.....	4	
40	温度观测第 N_3 层高度	4	浮点型,代表观测高度,单位为m。
41	湿度数据类型	2	整型,湿度数据类型为4。
42	湿度传感器类型	2	整型(未知0、湿敏电容1、湿敏电阻2)。
43	湿度数据存储标识	2	整型(未存0、存储1),缺省为1。
44	湿度观测层数 N_4	2	整型。
45	湿度观测第1层高度	4	浮点型,代表观测高度,单位为m。
46	.....	4	
47	湿度观测第 N_4 层高度	4	浮点型,代表观测高度,单位为m。

表 A.1 原始采集数据文件基本参数记录块(文件头)(续)

序号	参数	字长 Byte	说明
48	气压数据类型	2	整型,气压数据类型为 5。
49	气压传感器类型	2	整型(未知 0、硅压式 1)。
50	气压数据存储标识	2	整型(未存 0、存储 1),缺省为 1。
51	气压观测层数 N_5	2	整型。
52	气压观测第 1 层高度	4	浮点型,代表观测高度,单位为 m。
53	……	4	
54	气压观测第 N_5 层高度	4	浮点型,代表观测高度,单位为 m。
文件记录时间为第一个记录的观测时间; 风温湿压观测数据的存储时间间隔为 1 min; 当观测要素增加时,该文件格式同样适用,可通过文件版本号指示数据记录块的变化。			

表 A.2 原始采集数据的每分钟数据记录块(可重复添加在文件尾部)

序号	观测要素		字长 Byte	说明
1	年		2	整型。
2	月		2	整型,1—12。
3	日		2	整型,1—31。
4	时		2	整型,0—23。
5	分		2	整型,0—59。
6	秒		2	整型,0—59。
7	风向	第 1 层 60 个风向采样值和质量控制码	300	采样值为 4 Byte 浮点型,单位为 °; 质量控制码为 1 Byte 整型; 数据按观测次序存放; N_1 为风向观测层数。
8		……	300	
9		第 N_1 层 60 个风向采样值和质量控制码	300	
10	风速	第 1 层 60 个风速采样值和质量控制码	300	采样值为 4 Byte 浮点型,单位为 m/s; 质量控制码为 1 Byte 整型; 数据按观测次序存放; N_2 为风速观测层数。
11		……	300	
12		第 N_2 层 60 个风速采样值和质量控制码	300	
13	温度	第 1 层 6 个温度采样值和质量控制码	30	采样值为 4 Byte 浮点型,单位为 °C; 质量控制码为 1 Byte 整型; 数据按观测次序存放; N_3 为温度观测层数。
14		……	30	
15		第 N_3 层 6 个温度采样值和质量控制码	30	

表 A.2 原始采集数据的每分钟数据记录块(可重复添加在文件尾部)(续)

序号	观测要素		字长 Byte	说明
16	湿度	第 1 层 6 个湿度采样值和质量控制码	30	采样值为 4 Byte 浮点型,单位为 %; 质量控制码为 1 Byte 整型; 数据按观测次序存放; N_4 为湿度观测层数。
17		.....	30	
18		第 N_4 层 6 个湿度采样值和质量控制码	30	
19	气压	第 1 层 6 个气压采样值和质量控制码	30	采样值为 4 Byte 浮点型,单位为 hPa;质量 控制码为 1 Byte 整型; 数据按观测次序存放; N_5 为气压观测层。
20		.....	30	
21		第 N_5 层 6 个气压采样值和质量控制码	30	
.....	.....	.....		每分钟重复添加以上观测内容。
文件记录时间为每分钟观测起始时间; 风温湿压观测数据的存储时间间隔为 1 min; 质量标志紧接在每个观测值之后。				

A.1.2 文件说明

文件命名: WT_L01_IIiii_YYYYMMDDHH.BIN, 其中 WT 为固定编码,代表风塔观测资料;L01 为固定编码,代表风塔基本气象要素的原始数据文件;IIiii 为测风塔编号、YYYY 为年份;MM 为月份,两位表示,不足填 0;DD 为日期,两位表示,不足填 0;HH 为 h,两位表示,不足填 0。时间为观测起始时间。

生成间隔为每日生成 1 个文件。

A.2 10 min 观测数据文件格式

A.2.1 文件格式结构

10 min 观测数据文采用二进制存储方式,包括文件头记录块(见表 A.3)和数据记录块(见表 A.4)两个部分,其中数据记录块为每 10 min 一个,该文件每日生成一个。

表 A.3 10 min 观测数据文件基本参数记录块(文件头)

序号	参数	字长 Byte	说明
1	文件标识符	8	字符串型,固定为“WNDRSC”,代表风能资源。
2	文件种类	4	整型,004,代表风温湿压 10 min 观测数据。
3	格式版本	4	浮点型。

表 A.3 10 min 观测数据文件基本参数记录块(文件头)(续)

序号	参数	字长 Byte	说明
4	参数记录块长度 (字节数)	4	整型, $(114 + N_1 \times 4 + N_2 \times 4 + N_3 \times 4 + N_4 \times 4 + N_5 \times 4)$ 其中: N_1 风向观测层数; N_2 风速观测层数; N_3 温度观测层数; N_4 湿度观测层数; N_5 气压观测层数。
5	每次观测记录长度 (字节数)	4	整型, $(12 + N_1 \times 5 + N_2 \times 20 + N_3 \times 5 + N_4 \times 5 + N_5 \times 5)$ 其中: N_1 风向观测层数; N_2 风速观测层数; N_3 温度观测层数; N_4 湿度观测层数; N_5 气压观测层数。
6	其他信息	4	整型, 保留。
7	其他信息	4	整型, 保留。
8	测风塔高度	4	整型(m)。
9	区站号或序列号	4	整型, 由主管部门统一规定。
10	年	2	整型。
11	月	2	整型, 1—12。
12	日	2	整型, 1—31。
13	时	2	整型, 0—23。
14	分	2	整型, 0—59。
15	秒	2	整型, 0—59。
16	经度	4	浮点型, 东经为正, 西经为负, 单位为°。
17	纬度	4	浮点型, 北纬为正, 南纬为负, 单位为°。
18	观测场海拔高度	4	浮点型, 代表测风塔基点高度, 单位为 m。
19	测站观测数据种类数 M	2	整型, $M=5$ (风向、风速、温度、湿度、气压)。
20	风向数据类型	2	整型, 风向数据类型为 1。
21	风向传感器类型	2	整型, (未知 0、单翼 1、螺旋桨 2、混合 9)。
22	风向数据存储标识	2	整型, (未存 0、存储 1), 缺省为 1。
23	风向观测层数 N_1	2	整型。
24	风向观测第 1 层高度	4	浮点型, 代表观测高度, 单位为 m。
25	……	4	
26	风向观测第 N_1 层高度	4	浮点型, 代表观测高度, 单位为 m。
27	风速数据类型	2	整型, 风速数据类型为 2。

表 A.3 10 min 观测数据文件基本参数记录块(文件头)(续)

序号	参数	字长 Byte	说明
28	风速传感器类型	2	整型(未知 0、轴式 1、螺旋桨 2、混合 9)。
29	风速数据存储标识	2	整型(未存 0、存储 1),缺省为 1。
30	风速观测层数 N_2	2	整型。
31	风速观测第 1 层高度	4	浮点型,代表观测高度,单位为 m。
32	.....	4	
33	风速观测第 N_2 层高度	4	浮点型,代表观测高度,单位为 m。
34	温度数据类型	2	整型,温度数据类型为 3。
35	温度传感器类型	2	整型(未知 0、铂电阻 1)。
36	温度数据存储标识	2	整型(未存 0、存储 1),缺省为 1。
37	温度观测层数 N_3	2	整型。
38	温度观测第 1 层高度	4	浮点型,代表观测高度,单位为 m。
39	.....	4	
40	温度观测第 N_3 层高度	4	浮点型,代表观测高度,单位为 m。
41	湿度数据类型	2	整型,湿度数据类型为 4。
42	湿度传感器类型	2	整型(未知 0、湿敏电容 1、湿敏电阻 2)。
43	湿度数据存储标识	2	整型(未存 0、存储 1),缺省为 1。
44	湿度观测层数 N_4	2	整型。
45	湿度观测第 1 层高度	4	浮点型,代表观测高度,单位为 m。
46	.....	4	
47	湿度观测第 N_4 层高度	4	浮点型,代表观测高度,单位为 m。
48	气压数据类型	2	整型,气压数据类型为 5。
49	气压传感器类型	2	整型(未知 0、硅压式 1)。
50	气压数据存储标识	2	整型(未存 0、存储 1),缺省为 1。
51	气压观测层数 N_5	2	整型。
52	气压观测第 1 层高度	4	浮点型,代表观测高度,单位为 m。
53	.....	4	
54	气压观测第 N_5 层高度	4	浮点型,代表观测高度,单位为 m。
文件记录时间为数据观测时间。			

表 A.4 10 min 观测数据文件观测记录块(可重复添加在文件尾部)

序号	观测要素		字长 Byte	说明
1	年		2	整型。
2	月		2	整型,1—12。
3	日		2	整型,0—31。
4	时		2	整型,0—23。
5	分		2	整型,0—59。
6	秒		2	0
7	风向	第 1 层风向 10 min 平均值和质量控制码	5	10 min 平均风向为 4 Byte 浮点型,单位为°; 质量控制码为 1 Byte 整型; 数据按次序存放; N_1 为风向观测层数。
8		……	5	
9		第 N_1 层风向 10 min 平均值和质量控制码	5	
10	风速	第 1 层 风速 10 min 平均值和质量控制码、10 min 风速标准偏差值和质量控制码、10 min 风速极大值和质量控制码、10 min 风速最大值和质量控制码	20	10 min 风速平均值等均为 4 Byte 浮点型,单位为 m/s; 质量控制码为 1 Byte 整型; 数据按次序存放; N_2 为风速观测层数。
11		……	20	
12		第 N_2 层 风速 10 min 平均值和质量控制码、10 min 风速标准偏差值和质量控制码、10 min 风速极大值和质量控制码、10 min 风速最大值和质量控制码	20	
13	温度	第 1 层温度 10 min 平均值和质量控制码	5	温度 10 min 平均值为 4 Byte 浮点型,单位为度;质量控制码为 1 Byte 整型; N_3 为温度观测层数。
14		……	5	
15		第 N_3 层温度 10 min 平均值和质量控制码	5	
16	湿度	第 1 层湿度 10 min 平均值和质量控制码	5	湿度 10 min 平均值为 4 Byte 浮点型,单位为%;质量控制码为 1 Byte 整型; N_4 为湿度观测层数。
17		……	5	
18		第 N_4 层湿度 10 min 平均值和质量控制码	5	
19	气压	第 1 层气压 10 min 平均值和质量控制码	5	气压 10 min 平均值为 4 Byte 浮点型,单位为 hPa;质量控制码为 1 Byte 整型; N_5 为气压观测层数。
20		……	5	
21		第 N_5 层气压 10 min 平均值和质量控制码	5	
……	……	……		每 10 min 重复添加以上观测内容。

文件记录时间为数据观测时间。风向、风速数据为观测时间前 10 min 观测数据的统计平均值;温度、湿度和气压为观测时间前 1 min 观测数据的平均值。

A.2.2 文件说明

文件命名: WT_L12_IIiii_YYYYMMDDHH. BIN, 其中 WT 为固定编码, 代表风塔观测资料; L12 为固定编码, 代表风塔观测的 10 min 数据; IIiii 为测风塔编号、YYYY 为年份; MM 为月份, 两位表示, 不足填 0; DD 为日期, 两位表示, 不足填 0; HH 为时, 两位表示, 不足填 0。时间为观测起始时间。

生成间隔为每日生成 1 个文件。

参 考 文 献

- [1] GB/T 18710—2002 风电场风能资源评估方法
 - [2] QX/T 369—2016 核电厂气象观测规范
 - [3] NB/T 31147—2018 风电场工程风能资源测量与评估技术规范
-

中华人民共和国
气象行业标准
风能资源观测系统 测风塔观测技术要求
QX/T 559—2020

*

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
中国电影出版社印刷厂印刷

*

开本:880 mm×1230 mm 1/16 印张:1.5 字数:45千字
2020年6月第1版 2020年6月第1次印刷

*

书号:135029-6158 定价:22.00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