



管理程序

中国民用航空局空管行业管理办公室

编 号： AP-117-TM-2013-01

下发日期： 2013年8月6日

民用机场风温廓线雷达系统技术规范

目录

第一章 总则.....	2
第二章 系统构成及功能.....	2
第一节 一般规定.....	2
第二节 产品输出功能.....	4
第三章 系统性能.....	6
第一节 整体性能.....	6
第二节 各子系统性能.....	7
第四章 环境适应性.....	12
附录一 信号功率的谱矩及信噪比计算方法.....	14
附录二 风速、风向及 C_n^2 计算方法.....	15
附录三 风温廓线雷达数据格式.....	16

民用机场风温廓线雷达系统技术规范

第一章 总则

第一条 为规范民用机场风温廓线雷达系统（以下简称风温廓线雷达）的建设和运行，根据《中国民用航空气象工作规则》，制订本规范。

第二条 本规范适用于中华人民共和国境内民用机场和军民合用机场民用部分（以下称民用机场）的风温廓线雷达系统的建设和运行。

第三条 民用机场风温廓线雷达系统的构成、功能、性能和环境适应性等技术要求应当符合本规范。

第四条 风温廓线雷达按照安装方式不同分为固定式和可移动式两种。可移动式主要有车载可移式和方舱可移动式两种。

第二章 系统构成及功能

第一节 一般规定

第五条 风温廓线雷达主要由天线分系统、发射分系统、接收分系统、信号处理分系统、监控分系统、标定分系统、通讯分系统、数据处理及应用终端、配电分系统、RASS（Radio-Acoustic Sounding System，无线电-声探测系统）分系统构成。

第六条 风温廓线雷达采用全相参脉冲多普勒体制。

第七条 风温廓线雷达采用相控阵技术、全固态发射技术、数字接收机技术、脉冲压缩技术等。

第八条 风温廓线雷达具有探测大气虚温的功能。

第九条 风温廓线雷达应当具有实时采集功率谱数据，对功率谱数据进行信噪比计算、噪声电平计算、干扰信号剔除、杂波剔除、信号提取、谱矩估计、数据质量控制功能。

第十条 风温廓线雷达应当具有生成风速、风向、垂直气流、 Cn^2 (Refractive Index Structure Constant, 大气折射率结构常数)、谱宽、信噪比等数据产品的功能。

第十一条 风温廓线雷达应当具有设置站点参数、雷达参数、探测参数、处理参数、显示参数、运行参数的功能并能在设置后即刻生效。

第十二条 风温廓线雷达应当具有历史数据存储和管理功能。

第十三条 风温廓线雷达应当实时显示图形产品、打印输出，并且都可自动保存为BMP、JPG、GIF等标准图像格式文件。

第十四条 风温廓线雷达应当具有软件控制定时开关机和系统自动标校功能。

第十五条 风温廓线雷达应当具有根据预设自动探测、生成产品和分发产品的功能。

第十六条 风温廓线雷达应当具有板级的BITE (Built-in Test Equipment, 机内检测装置)，能够对故障发现、记录和告警；具有应急保护功能。

第十七条 风温廓线雷达应当具备与主控计算机控制程序进行数据通信、与气象信息系统进行数据通信和数据传输的功能；具有通过网络通信方式与外部用户进行数据通信、数据传输和图形产品传输功能。

第十八条 风温廓线雷达应当具备基于全球定位系统的校时功能。

第十九条 风温廓线雷达应当具备故障立刻显示、语音报警、在线式远程网络帮助和疑难问题解答功能。

第二十条 风温廓线雷达应当具备自动记录工作日志功能，包括：自动记录系统状态日志、自动记录系统自动定标日志、自动记录报警与故障日志、自动记录操作记录日志。

第二十一条 风温廓线雷达应当具备单独的数据浏览器，既可以方便的浏览、分析探测数据，又有利于产品的发布和使用。

第二十二条 风温廓线雷达应当具备用户权限管理的功能。

第二节 产品输出功能

第二十三条 风温廓线雷达输出的产品应当包括以下内容：

- (一) 功率谱，谱的零、一、二阶矩；
- (二) 回波信噪比；
- (三) 水平风速、风向；
- (四) 垂直气流速度和方向；
- (五) C_n^2 ；
- (六) 大气虚温。

第二十四条 风温廓线雷达的信号处理和数据处理流程和算法应包括以下内容：

- （一）脉冲压缩处理；
- （二）时域相干积累；
- （三）FFT（Fast Fourier Transform，快速傅立叶变换）、加窗及滤波处理；
- （四）非相干积累；
- （五）谱数据质量控制；
- （六）信号功率谱计算；
- （七）信号功率谱的谱矩计算（方法见附录一）；
- （八）信噪比计算（方法见附录一）；
- （九）风速、风向计算（方法见附录二）；
- （十） C_n^2 计算（方法见附录二）。

第二十五条 风温廓线雷达自动生成的数据文件应当包括功率谱数据文件、径向数据文件、实时的采样高度上的风向风速随高度变化的产品数据文件、半小时平均的采样高度上的风向风速随高度变化的产品数据文件、一小时平均的采样高度上的风向风速随高度变化的产品数据文件，其数据格式应当满足《风温廓线雷达数据格式》要求（见附录三）。

第二十六条 风温廓线雷达的图形产品应当满足以下要求：

- （一）图形产品采用风羽、风矢、曲线、色块、列表等多种显示方式；

(二) 各种图形显示都可自动保存为BMP、JPG、GIF等标准Windows图像格式文件;

(三) 图形产品包含: 径向风谱图、风羽和风矢表示的水平风向风速随时间-高度分布图、色块表示的垂直速度随时间-高度分布图及 C_n^2 随时间-高度分布图等。

第三章 系统性能

第一节 整体性能

第二十七条 风温廓线雷达工作频点应当在1270兆赫兹~1295兆赫兹和1300兆赫兹~1375兆赫兹范围内。

第二十八条 风温廓线雷达探测范围应当满足以下要求:

- (一) 固定式风温廓线雷达最大探测高度不低于3公里;
- (二) 可移式风温廓线雷达最大探测高度不低于2公里;
- (三) 固定式风温廓线雷达和可移式风温廓线雷达起始探测高度不高于100米。

第二十九条 风温廓线雷达测量范围应当满足以下要求:

- (一) 风速测量范围为0~60米/秒;
- (二) 风向测量范围为0~360度;
- (三) 大气虚温测量范围为223~323开氏度。

第三十条 风温廓线雷达测量误差应当满足以下要求:

- (一) 风速测量误差小于等于1.5米/秒;
- (二) 风向测量误差小于等于10度;

(三) 大气虚温测量误差小于等于1开氏度。

第三十一条 风温廓线雷达分辨率应当满足以下要求：

(一) 风速分辨率为0.2米/秒；

(二) 风向分辨率为0.5度；

(三) 时间分辨率不大于6分钟；

(四) 固定式风温廓线雷达和可移式风温廓线雷达高度分辨率在低模式为60米，高模式为120米（须采用与距离分辨率匹配的子脉冲宽度的脉冲压缩技术）。

第三十二条 风温廓线雷达的系统相位噪声应当小于等于0.1度；系统灵敏度应当小于等于-145分贝毫瓦。

第三十三条 风温廓线雷达应当具有以下特性：

(一) 可靠性：平均无故障时间大于等于2500小时，平均故障修复时间小于等于30分钟。

(二) 可维修性：为保证系统的易维修性，降低维修成本和缩短维修周期，具有相同性能指标和功能的配件可以互换。

第三十四条 固定式风温廓线雷达功耗应当小于等于5千瓦，可移式风温廓线雷达功耗应当小于等于3千瓦。

第二节 各子系统性能

第三十五条 风温廓线雷达天线分系统应当满足以下技术要求：

(一) 天线类型：采用模块化微带相控阵天线；可通过增加天线单元扩充升级。

(二) 波束指向: 五波束, 一个铅垂方向波束和四个方位相互正交、具有相同仰角的倾斜波束。

(三) 倾斜波束倾角: 可在10度~20度之间选择一个角度, 一般为15度。

(四) 波束宽度: 固定式风温廓线雷达小于等于6度, 可移动式风温廓线雷达小于等于9度。

(五) 天线增益: 固定式风温廓线雷达大于等于27分贝, 移动式风温廓线雷达大于等于24分贝。

(六) 最大副瓣电平: 在扫描面和非扫描面均小于等于-20分贝。

(七) 远区副瓣: 固定式风温廓线雷达小于等于-30度, 可移动式风温廓线雷达小于等于-25度。

(八) 驻波系数: 小于等于1.3。

(九) 馈线损耗: 发射支路小于等于3分贝, 接收支路小于等于4分贝。

(十) 极化方式: 线极化。

(十一) 波瓣形式: 笔形波束。

(十二) 波束转换方式: 电控。

(十三) 双程屏蔽网隔离度: 大于40分贝。

(十四) 电磁屏蔽网采用金属网结构形式, 网孔几何尺寸小于风温廓线雷达工作波长的1/20, 金属丝直径不小于2毫米。可选择加装的屏蔽网, 其网孔几何尺寸不大于20毫米, 金属丝直径不

小于2毫米。两层屏蔽网均应设有维修门。

第三十六条 风温廓线雷达发射分系统应当满足以下技术要求：

- (一) 采用全固态模块化脉冲发射机。
- (二) 输入峰值功率：8~12 分贝毫瓦。
- (三) 输出峰值功率：大于等于1千瓦。
- (四) 脉冲宽度：低模式为0.4微秒；高模式采用脉冲压缩技术，脉冲宽度为0.8微秒×子脉冲数。
- (五) 脉冲上升/下降时间：上升沿100纳秒~200纳秒，下降沿10纳秒~50纳秒。
- (六) 脉冲重复周期：20微秒~100微秒。
- (七) 最大占空比：大于等于8%。
- (八) 输入/输出阻抗：50欧姆。
- (九) 发射频谱宽度：信号峰值功率点下降-35分贝时，带宽小于等于35兆赫兹。

第三十七条 风温廓线雷达接收分系统应当满足以下技术指标：

- (一) 噪声系数：在低噪声放大器输入口小于等于1.5分贝。
- (二) 动态范围：大于等于90分贝。
- (三) 接收机灵敏度：低模式时小于等于-108分贝毫瓦，高模式时小于等于-110分贝毫瓦。
- (四) 中频采样位数：大于等于16比特。

- (五) 中频采样频率：大于等于40兆赫兹。
- (六) 中频匹配滤波器带宽：与脉冲宽度匹配。
- (七) 输入/输出阻抗：50欧姆。
- (八) I、Q 输出：大于等于 24 比特。
- (九) 镜频抑制比：大于等于70分贝。
- (十) 频综短稳（1毫秒）：优于 10^{-11} 。
- (十一) 相位噪声：小于等于 $-120\text{dBc}/\text{Hz}@1\text{kHz}$ （杂散小于 -60dBc 时）。

第三十八条 风温廓线雷达信号处理分系统应当满足以下技术要求：

(一) 信号处理流程：脉冲压缩、时域相干积累、FFT、加窗及滤波处理、非相干积累。

(二) 采用低、高两种模式，低模式采用常规模式，高模式采用脉冲压缩模式。

(三) 时域相干积累数：128次~1024次。

(四) FFT点数：128点、256点、512点、1024点、2048点。

(五) 库长：低模式60米，高模式120米。

(六) 最大处理库数：大于等于100个。

(七) 输出：功率谱密度分布或IQ数据。

(八) RASS输出正弦波信号，幅度根据所选用的音频功放确定。

第三十九条 风温廓线雷达监控分系统应当满足以下技术要

求：

（一）主控计算机及操作系统采用当前主流计算机的配置。

（二）监控信号包括以下内容：

天线分系统：T/R开关状态监测信号、波束指向状态信息。

发射分系统：发射分系统过热故障、发射分系统RF输入故障、发射分系统RF无输出故障、发射分系统电源故障、发射分系统输出驻波故障、发射分系统工作温度数值、发射分系统输出前向功率数值、天线反射功率数值、室内温度数值。

接收分系统：接收本振采样信号、激励采样信号、中频调制触发信号、数字中频内部直流电源故障信号、数字中频内部A/D采样时钟故障信号。

第四十条 风温廓线雷达标定分系统应当具有先行通道强度标定、速度检查、系统相干性检查、系统灵敏度和动态范围检查的功能。

第四十一条 风温廓线雷达通讯分系统应当满足以下技术要求：

（一）通讯标准：不低于100BASE-T。

（二）硬件接口：RJ-45 LAN接口。

（三）通讯协议：TCP/IP协议。

（四）通讯分系统功能：将基数据、当前运行模式、状态数据、报警信息、远程控制状态和系统参数传输到数据处理及应用终端，从数据处理及应用终端将远端控制请求和远程控制命令传

输到主控计算机，将产品从数据处理及应用终端给外部用户。

第四十二条 风温廓线雷达RASS 分系统应当满足以下技术指标：

- (一) 工作频率：2500赫兹 ~ 3200赫兹。
- (二) 声波束宽度：8度 ~ 12度。
- (三) 声压级：大于等于130分贝（声天线口面上方1米处）。
- (四) 声源喇叭承受功率：大于等于100瓦/8欧姆。
- (五) 声功放输出功率：0 ~ 1500瓦/4欧姆之间可调。
- (六) 音频输入幅度：小于等于2伏特。

第四章 环境适应性

第四十三条 风温廓线雷达室外设备应当具有在以下环境中 ze 工作的能力：

- (一) 温度：-50摄氏度 ~ +65摄氏度；
- (二) 相对湿度：5% ~ 100%；
- (三) 降雨：降水量大于260毫米 / 小时；
- (四) 冰雹：直径大于25毫米；
- (五) 冰载：径向厚度大于1.25厘米；
- (六) 雪载：重量大于240公斤/平方米；
- (七) 风速：大于 60 米/秒；
- (八) 盐雾：适应在海岸区域工作。

第四十四条 风温廓线雷达室内设备应当具有在以下环境中

正常工作的能力：

（一）温度：-25摄氏度 ~ +50摄氏度；

（二）相对湿度：10% ~ 95%。

第四十五条 风温廓线雷达应当具有在电源电压200伏特至420伏特正常工作的能力，频率变化 $\pm 5\%$ 的条件下正常工作的能力；应当具有在单路供电或不间断电源（UPS）加油机供电条件下正常工作的能力；其UPS应当具有自动启动、停机功能，能支持系统至少连续正常工作二小时。

第四十六条 风温廓线雷达应当具有市电滤波和防电磁干扰、无线电频率干扰的能力；应当符合电磁兼容性(EMC)、电磁干扰(EMI)、无线电频率干扰(RFI)的国家或国际标准。

第四十七条 风温廓线雷达机房及控制室屏蔽防护应当符合《电磁辐射防护规定》（GB8702）以及《工作场所物理因素测量第5部分：微波辐射》（GBZ/T189.5）的要求。

第四十八条 风温廓线雷达站防雷设施应当符合《风廓线雷达站防雷技术规范》（QX/T 162-2012）的要求。

附录一 信号功率的谱矩及信噪比计算方法

一、信号功率的谱矩计算方法

m_0 : 信号功率谱的0阶矩

$$m_0 = \sum_{i=1}^h p_i$$

m_1 : 信号功率谱的一阶矩

$$m_1 = \sum_{i=1}^h v_i p_i$$

m_2 : 信号功率谱的二阶矩

$$m_2 = \sum_{i=1}^h v_i^2 p_i$$

式中: P_i 为第*i*点功率值, v_i 为第*i*点速度值。求和范围为信号谱带宽。

a) 信号功率

信号功率估值

$$P_r = m_0$$

b) 平均速度

平均速度估值

$$\tilde{v} = \frac{m_1}{m_0}$$

c) 速度谱宽

速度谱宽估值

$$\tilde{w} = 2 * \left[\frac{m_2}{m_0} - \left(\frac{m_1}{m_0} \right)^2 \right]^{1/2}$$

二、信噪比计算方法

信号功率与噪声功率之比:

$$SNR = 10 \log \left(\frac{\sum_{i=1}^h p_i}{P_N} \right)$$

式中: SNR为信噪比, 单位: dB。 P_N 为噪声功率, p_i 为第*i*点信号功率值。求和范围为信号谱所占的频率范围。

附录二 风速、风向及Cn²计算方法

一、风速、风向计算方法

(1) 三波束风温廓线仪三维风计算方法

$$U_E(h) = \frac{1}{\sin(\theta)}(V_{RE}(h) - V_{RZ}(h)\cos\theta)$$

$$U_N(h) = \frac{1}{\sin(\theta)}(V_{RN}(h) - V_{RZ}(h)\cos\theta)$$

$$U_Z(h) = V_{RZ}(h)$$

θ 为倾斜波束的天顶角

$V_{RZ}(h)$ 、 $V_{RE}(h)$ 、 $V_{RN}(h)$ 为风温廓线仪在天顶方向、偏东方向、偏北方向测得的径向速度， $U_E(h)$ 和 $U_N(h)$ 分别为水平风在东和北方向的分量， $U_Z(h)$ 为大气垂直运动速度。

风温廓线仪测得的径向速度均以朝向雷达方向为正速度。

(2) 五波束风温廓线仪水平风合成方法

先将两个对称方向的倾斜波束的径向速度进行平均，再按三波束风温廓线仪水平风合成的方法计算。

二、Cn²计算方法

$$C_n^2 = \frac{512(2\ln 2)\pi^2 R^2 L_t L_r k T_s B F_n}{0.38 P_t G_t G_r \lambda^{5/3} \theta \phi c \tau} SNR$$

其中， K 是波尔兹曼常数， T_s 是系统噪声温度， B 是接收机带宽， N_F 是接收机噪声系数， λ 是波长， P_t 是发射功率， c 是光速（ $3 \times 10^8 m/s$ ）， τ 是脉冲宽度， θ 和 ϕ 分别是天线波束两个正交方向上的半功率宽度， G_t 是天线发射增益， G_r 是天线接收增益， L_t 是发射损耗， L_r 是接收损耗， R 为距离， SNR 是信噪比。

附录三 风廓线雷达数据格式

1. 文件名编码规则

根据实际需求，建议使用长文件名命名法，对各类文件名进行约定。文件名中的观测时间均为观测结束时间。

1.1 原始数据文件

原始数据文件包括功率谱数据文件、瞬时径向谱数据文件，对于原始数据文件，建议每次观测生成一个文件，文件名具体命名方法如下：

Z_RADR_I_iiii_yyyyMMddhhmmss_O_WPRD_雷达型号_数据类型.TTT

其中：

Z:	国内交换文件；
RADR:	表示雷达资料；
I:	表示后面的 iiii 为风廓线雷达站的所在机场的四字代码；
iiii:	机场代码；
yyyy:	观测时间(年) (20**-);
MM:	观测时间(月) (01-12);
dd:	观测时间(日) (01-31);
hh:	观测时间(时) (00-23);
mm:	观测时间(分) (00-59);
ss:	观测时间(秒) (00-59);
O:	表示观测数据；
WPRD:	表示风廓线雷达资料；
雷达型号:	LC;
数据类型:	功率谱数据文件用 FFT 表示； 径向数据文件用 RAD 表示；
TTT:	当 TTT = BIN 时，表示二进制文件； 当 TTT = TXT 时，表示文件格式为 ASCII。

注：观测时间用世界时表示。

风廓线雷达型号标识符: LC (L 波段，边界层风廓线雷达)

1.2 产品数据文件

产品数据文件包括实时的采样高度上的产品数据文件、半小时平均的采样高度上的产品数据文件，一小时平均的采样高度上的产品数据文件，文件名具体命名方法如下：

Z_RADR_I_iiii_yyyyMMddhhmmss_P_WPRD_雷达型号_产品标识.TXT

其中：

Z:	国内交换文件；
RADR:	表示雷达资料；
I:	表示后面的 iiii 为风廓线雷达站的所在机场的四字代码；
iiii:	机场代码；
yyyy:	观测时间(年) (20**-);

MM: 观测时间(月) (01—12);
 dd: 观测时间(日) (01—31);
 hh: 观测时间(时) (00—23);
 mm: 观测时间(分) (00—59);
 ss: 观测时间(秒) (00—59);
 P: 表示产品数据;
 WPRD: 表示风廓线雷达资料;
 雷达型号: LC;
 产品标识: 见表 1;
 TXT: 表示文件格式为 ASCII。

注：观测时间用世界时表示。

表 1 风廓线雷达产品标识

产品	产品标识
实时的采样高度上的产品数据文件	ROBS
半小时平均的采样高度上的产品数据文件	HOBS
一小时平均的采样高度上的产品数据文件	OOBS

2. 功率谱数据文件

功率谱数据文件由文件标识、测站基本参数、性能参数、观测参数及观测数据组成，全部为二进制格式，功率谱数据文件根据需求实时动态生成。

格式说明见附件一。

3. 径向数据文件

3.1 文件组成单位

一次探测形成一个文件。

3.2 文件框架

文件的整体框架如下，其中斜线部分只有用五波束观测时才有：

WNDRAD

测站基本参数

低模式雷达性能参数

低模式观测参数

RAD FIRST

波束 1 观测数据

NNNN

RAD SENCOND

波束 2 观测数据

NNNN

RAD THIRD

波束 3 观测数据

NNNN

RAD FOURTH

波束 4 观测数据

NNNN

RAD FIFTH

波束 5 观测数据

NNNN

RAD SIXTH

波束 6 观测数据

NNNN

中模式雷达性能参数

中模式观测参数

RAD FIRST

波束 1 观测数据

NNNN

RAD SENCOND

波束 2 观测数据

NNNN

RAD THIRD

波束 3 观测数据

NNNN

RAD FOURTH

波束 4 观测数据

NNNN

RAD FIFTH

波束 5 观测数据

NNNN

RAD SIXTH

波束 6 观测数据

NNNN

高模式雷达性能参数

高模式观测参数

RAD FIRST

波束 1 观测数据

NNNN

RAD SENCOND

波束 2 观测数据

NNNN

RAD THIRD

波束 3 观测数据

NNNN

RAD FOURTH

波束 4 观测数据

NNNN

RAD FIFTH

波束 5 观测数据

NNNN

RAD SIXTH

波束 6 观测数据

NNNN

3.3 文件结构

风廓线雷达径向数据文件包括两部分内容，一部分是参考信息即测站基本参数、雷达性能参数、观测参数；另一部分是观测数据实体部分，包括每个波束在每个采样高度上的观测数据，包括采样高度、速度谱宽、信噪比、径向速度。

该文件为文本文件，每段记录内容参见表 2-表 13。

记录内每组间用 1 个半角空格分隔，缺测组用该组对应的额定长度个 ‘/’ 表示；各组探测数据(字母数据除外)长度小于额定长度的，整数部分高位补 0（零），小数部分低位补 0；各组探测数据(字母数据除外)符号位如果是正号用 0 表示，如果是负号用 ‘-’（减号）表示。

每条记录尾用回车换行 “<CR><LF>” 结束。

▲ 第 1 段为数据格式的版本信息，本段每个采集站点有且仅有一条记录，记录内容参见表 2。

表 2 第 1 段记录格式说明表

序号	各组含义	额定长度	说明
1	WNDRAD	6 字节	关键字
2	文件版本号	5 字节	数据格式版本号，其中 2 位整数，2 位小数
3	回车换行	2 字节	

▲ 第 2 段为测站基本参数，本段每个采集站点有且仅有一条记录，记录内容参见表 3。

表 3 第 2 段记录格式说明表

序号	各组含义	额定长度	说明
1	机场代码	4 字节	四位字母
2	经度	9 字节	测站的经度，以度为单位，其中第一位为符号位，东经取正，西经取负，三位整数，四位小数
3	纬度	8 字节	测站的纬度，以度为单位，其中第一位为符号位，北纬取正，南纬取负，两位整数，四位小数
4	观测场拔海高度	7 字节	观测场拔海高度，以米为单位，其中第一位为符号位，四位整数，一位小数
5	风廓线雷达型号	2 字节	LC
6	回车换行	2 字节	

▲ 第 3 段为低模式雷达性能参数，本段每个采集站点有且仅有一条记录，记录内容参见表 4。

表4 第3段记录格式说明表

序号	各组含义	额定长度	说明
1	天线增益	2 字节	天线增益 (分贝), 两位整数
2	馈线损耗	4 字节	馈线损耗 (分贝), 两位整数, 一位小数
3	东波束与铅垂线的夹角	4 字节	东波束与铅垂线的夹角 (度), 两位整数, 一位小数
4	西波束与铅垂线的夹角	4 字节	西波束与铅垂线的夹角 (度), 两位整数, 一位小数
5	南波束与铅垂线的夹角	4 字节	南波束与铅垂线的夹角 (度), 两位整数, 一位小数
6	北波束与铅垂线的夹角	4 字节	北波束与铅垂线的夹角 (度), 两位整数, 一位小数
7	中(行)波束与铅垂线的夹角(度)	4 字节	中(行)波束与铅垂线的夹角(度), 两位整数, 一位小数
8	中(列)波束与铅垂线的夹角(度)	4 字节	中(列)波束与铅垂线的夹角(度), 两位整数, 一位小数
9	波束数	1 字节	扫描波束数, 一位整数
10	采样频率	3 字节	采样频率 (赫兹), 三位整数
11	发射波长	4 字节	发射波长 (毫米), 四位整数
12	脉冲重复频率	5 字节	脉冲重复频率 (赫兹), 五位整数
13	脉冲宽度	4 字节	脉冲宽度 (微秒), 两位整数, 一位小数
14	水平波束宽度	2 字节	水平波束宽度 (度), 两位整数
15	垂直波束宽度	2 字节	垂直波束宽度 (度), 两位整数
16	发射峰值功率	4 字节	发射峰值功率 (千瓦), 两位整数, 一位小数
17	发射平均功率	4 字节	发射平均功率 (千瓦), 两位整数, 一位小数
18	起始采样高度	5 字节	起始采样高度 (米), 五位整数
19	终止采样高度	5 字节	终止采样高度 (米), 五位整数
20	回车换行	2 字节	

▲ 第4段为低模式观测参数, 本段每个采集站点有且仅有一条记录, 记录内容参见表5。

表5 第4段记录格式说明表

序号	各组含义	额定长度	说明
1	时间来源	1 字节	时间来源, 一位整数 0: 计算机时钟 1: GPS 2: 其他

2	观测开始时间	14 字节	时间采用世界时，其中四位年，两位月，两位日，两位时，两位分，两位秒
3	观测结束时间	14 字节	时间采用世界时，其中四位年，两位月，两位日，两位时，两位分，两位秒
3	标校状态	1 字节	标校状态，一位 0: 无标校 1: 自动标校 2: 一周内人工标校 3: 一月内人工标校
4	非相干积累	3 字节	非相干积累，三位整数
5	相干积累	3 字节	相干积累，三位整数
6	Fft 点数	4 字节	Fft 点数，四位整数
7	谱平均数	3 字节	谱平均数，三位整数
8	波束顺序标志	6 字节	波束顺序标志（东、南、西、北、中（行）、中（列）分别用 E、S、W、N、R、L 表示，填在字符串相应的位置上），六位，不足六位在后面补上 ‘/’
9	东波束方位角修正值	5 字节	东波束方位角修正值（度），第一位为符号位，顺时针偏离为正，逆时针偏离为负，两位整数，一位小数
10	西波束方位角修正值	5 字节	西波束方位角修正值（度），第一位为符号位，顺时针偏离为正，逆时针偏离为负，两位整数，一位小数
11	南波束方位角修正值	5 字节	南波束方位角修正值（度），第一位为符号位，顺时针偏离为正，逆时针偏离为负，两位整数，一位小数
12	北波束方位角修正值	5 字节	北波束方位角修正值（度），第一位为符号位，顺时针偏离为正，逆时针偏离为负，两位整数，一位小数
13	回车换行	2 字节	

▲ 第 5 段为低模式扫描波束 1 观测数据，该段内容由三部分组成：

第 1 部分为波束 1 径向数据开始标志，本部分每个采集站点有且仅有一条记录，固定编为“RAD FIRST”（RAD 和 FIRST 中间为一个半角空格），格式参见表 6；

表 6 第 5 段第 1 部分开始行格式说明表

序号	各组含义	额定长	说明
1	RAD FIRST	9 字节	波束 1 径向数据开始标志
2	回车换行	2 字节	

第 2 部分为径向数据实体部分，本部分每个采集站点包含多条记录且记录数不定，包含从起始采样高度开始到终止采样高度这一时段内的采集数据，每个采样高度最多只有一条记录；具体各组数据格式参见表 7。

表 7 第 5 段第 2 部分观测数据实体格式说明表

序号	各组含义	额定长	说明
1	采样高度	5 字节	采样高度，五位整数
2	速度谱宽	6 字节	速度谱宽，四位整数，一位小数
3	信噪比	6 字节	信噪比，第一位为符号位，三位整数，一位小数
4	径向速度	6 字节	径向速度，第一位为符号位，朝向雷达为正，离开雷达为负，三位整数，一位小数据
10	回车换行	2 字节	

第 3 部分为波束 1 观测数据结束标志，本部分每个采集站点有且仅有 1 条记录，固定编发为“NNNN”，格式参见表 8；

表 8 第 5 段第 3 部分秒数据结束行格式说明表

序号	各组含义	额定长	说明
1	NNNN	4 字节	结束标志
2	回车换行	2 字节	

▲ 第 6 段为低模式扫描波束 2 观测数据，该段内容由三部分组成，：

第 1 部分为波束 2 径向数据开始标志，本部分每个采集站点有且仅有一条记录，固定编发为“RAD SECOND”（RAD 和 SECOND 中间为一个半角空格），格式参见表 9；

表 9 第 6 段第 1 部分开始行格式说明表

序号	各组含义	额定长	说明
1	RAD SECOND	10 字节	波束 2 径向数据开始标志
2	回车换行	2 字节	

第 2 部分和第 3 部分的内容与第 5 段中第 2 部分和第 3 部分相同。

▲ 第 7 段为低模式扫描波束 3 观测数据，该段内容由三部分组成：

第 1 部分为波束 3 径向数据开始标志，本部分每个采集站点有且仅有一条记录，固定编发为“RAD THIRD”（RAD 和 THIRD 中间为一个半角空格），格式参见表 10；

表 10 第 7 段第 1 部分开始行格式说明表

序号	各组含义	额定长	说明
1	RAD THIRD	9 字节	波束 3 径向数据开始标志
2	回车换行	2 字节	

第 2 部分和第 3 部分的内容与第 5 段中第 2 部分和第 3 部分相同。

▲ 第 8 段为低模式扫描波束 4 观测数据，该段内容由三部分组成，：

第 1 部分为波束 4 径向数据开始标志，本部分每个采集站点有且仅有一条记录，固定编发为“RAD FOURTH”（RAD 和 FOURTH 中间为一个半角空格），格式参见表 11；

表 11 第 8 段第 1 部分开始行格式说明表

序号	各组含义	额定长	说明
1	RAD FOURTH	10 字节	波束 4 径向数据开始标志
2	回车换行	2 字节	

第 2 部分和第 3 部分的内容与第 5 段中第 2 部分和第 3 部分相同。

▲ 第 9 段为低模式扫描波束 5 观测数据，该段内容由三部分组成，：

第 1 部分为波束 5 径向数据开始标志，本部分每个采集站点有且仅有一条记录，固定编发为“RAD FIFTH”（RAD 和 FIFTH 中间为一个半角空格），格式参见表 12；

表 12 第 8 段第 1 部分开始行格式说明表

序号	各组含义	额定长	说明
1	RAD FIFTH	9 字节	波束 5 径向数据开始标志
2	回车换行	2 字节	

第 2 部分和第 3 部分的内容与第 5 段中第 2 部分和第 3 部分相同。

▲ 第 10 段为低模式扫描波束 6 观测数据，该段内容由三部分组成：

第 1 部分为波束 6 径向数据开始标志，本部分每个采集站点有且仅有一条记录，固定编为“RAD SIXTH”（RAD 和 SIXTH 中间为一个半角空格），格式参见表 13；

表 13 第 9 段第 1 部分开始行格式说明表

序号	各组含义	额定长	说明
1	RAD SIXTH	9 字节	波束 5 径向数据开始标志
2	回车换行	2 字节	

第 2 部分和第 3 部分的内容与第 5 段中第 2 部分和第 3 部分相同。

▲ 若有中模式，则接着重复第 3~10 段内容。

▲ 若有高模式，则接着重复第 3~10 段内容。

4. 实时的采样高度上的产品数据文件

4.1 文件组成单位

一次探测形成一个文件。

4.2 文件框架

文件的整体框架如下：

WNDROBS

测站基本参数

ROBS

产品数据

NNNN

4.3 文件结构

风廓线雷达实时的采样高度上的产品数据文件包括两部分内容，一部分是参考信息即测站基本参数；另一部分是产品数据实体部分，包括每个采样高度上的所获得的数据，包括采样高度、水平风向、水平风速、垂直风速、水平方向可信度、垂直方向可信度、 C_n^2 。

该文件为文本文件，共包含 3 段内容，每段记录内容参见表 14-表 18。

记录内每组间用 1 个半角空格分隔，缺测组用该组对应的额定长度个‘/’表示；各组探测数据(字母数据除外)长度小于额定长度的，整数部分高位补 0(零)，小数部分低位补 0；各组探测数据(字母数据除外)符号位如果是正号用 0 表示，如果是负号用‘-’(减号)表示。

每条记录尾用回车换行“<CR><LF>”结束。

▲ 第 1 段为数据格式的版本信息，本段每个采集站点有且仅有一条记录，记录内容参见表 14。

表 14 第 1 段记录格式说明表

序号	各组含义	额定长度	说明
1	WNDROBS	7 字节	关键字

2	文件版本号	5 字节	数据格式版本号，其中两位整数，两位小数
3	回车换行	2 字节	

▲ 第 2 段为测站基本参数，本段每个采集站点有且仅有一条记录，记录内容参见表 15。

表 15 第 2 段记录格式说明表

序号	各组含义	额定长度	说明
1	机场代码	4 字节	四位字母
2	经度	9 字节	测站的经度，以度为单位，其中第一位为符号位，东经取正，西经取负，三位整数，四位小数
3	纬度	8 字节	测站的纬度，以度为单位，其中第一位为符号位，北纬取正，南纬取负，两位整数，四位小数
4	观测场拔海高度	7 字节	观测场拔海高度，以米为单位，其中第一位为符号位，四位整数，一位小数
5	风廓线雷达型号	2 字节	LC
6	观测时间	14 字节	实时观测时为观测结束时间，时间采用世界时，其中四位年，两位月，两位日，两位时，两位分，两位秒
7	回车换行	2 字节	

▲ 第 3 段为实时的采样高度上的产品数据，该段内容由三部分组成：

第 1 部分为产品数据开始标志，本部分每个采集站点有且仅有一条记录，固定编发为“ROBS”，格式参见表 16；

表 16 第 3 段第 1 部分开始行格式说明表

序号	各组含义	额定长	说明
1	ROBS	4 字节	观测数据开始标志
2	回车换行	2 字节	

第 2 部分实时的采样高度上的产品数据实体部分，本部分每个采集站点包含多条记录且记录数不定，包含从起始采样高度开始到终止采样高度这一时段内的产品数据，每个采样高度最多只有一条记录；具体各组数据格式参见表 17。

表 17 第 3 段第 2 部分产品数据实体格式说明表

序号	各组含义	额定长	说明
1	采样高度	5 字节	采样高度，五位整数

2	水平风向	5 字节	水平风向 (度), 三位整数, 一位小数
3	水平风速	5 字节	水平风速 (米/秒), 三位整数, 一位小数
4	垂直风速	6 字节	垂直风速 (米/秒), 第一位为符号位, 垂直风向下为正, 向上为负, 三位整数, 一位小数
5	水平方向可信度	3 字节	水平方向可信度, 三位整数, 单位为%, 为 0~100 的整数
6	垂直方向可信度	3 字节	垂直方向可信度, 三位整数, 单位为%, 为 0~100 的整数
7	Cn ²	8 字节	垂直方向 Cn ² , 例如 2.6e-024
8	回车换行	2 字节	

第 3 部分为实时的采样高度上产品数据结束标志, 本部分每个采集站点有且仅有 1 条记录, 固定编发为“NNNN”, 格式参见表 18;

表 18 第 3 段第 3 部分秒数据结束行格式说明表

序号	各组含义	额定长	说明
1	NNNN	4 字节	结束标志
2	回车换行	2 字节	

5. 半小时平均的采样高度上的产品数据文件

5.1 文件组成单位

每半点和整点形成一个文件, 每天 48 个文件。

5.2 文件框架

文件的整体框架如下:

WNDHOBS

测站基本参数

HOBS

产品数据

NNNN

5.3 文件结构

风廓线雷达半小时平均的采样高度上的产品数据文件包括两部分内容, 一部分是参考信息即测站基本参数; 另一部分是产品数据实体部分, 包括每个采样高度上的所获得的数据, 包括采样高度、水平风向、水平风速、垂直风速、水平方向可信度、垂直方向可信度、Cn²。

该文件为文本文件, 共包含 3 段内容, 每段记录内容参见表 15、表 17-表 20。

记录内每组间用 1 个半角空格分隔, 缺测组用该组对应的额定长度个 ‘/’ 表示; 各组探测数据(字母数据除外)长度小于额定长度的, 整数部分高位补 0 (零), 小数部分低位补 0; 各组探测数据(字母数据除外)符号位如果是正号用 0 表示, 如果是负号用 ‘-’ (减号) 表示。

每条记录尾用回车换行 “<CR><LF>” 结束。

▲ 第 1 段为数据格式的版本信息，本段每个采集站点有且仅有一条记录，记录内容参见表 19。

表 19 第 1 段记录格式说明表

序号	各组含义	额定长度	说明
1	WNDHOBS	7 字节	关键字
2	文件版本号	5 字节	数据格式版本号，其中 2 位整数，2 位小数
3	回车换行	2 字节	

▲ 第 2 段为测站基本参数，本段每个采集站点有且仅有一条记录，记录内容参见表 15。

▲ 第 3 段为半小时平均的采样高度上的产品数据，该段内容由三部分组成：

第 1 部分为观测数据开始标志，本部分每个采集站点有且仅有一条记录，固定编发为“HOBS”，格式参见表 20；

表 20 第 3 段第 1 部分开始行格式说明表

序号	各组含义	额定长	说明
1	HOBS	4 字节	观测数据开始标志
2	回车换行	2 字节	

第 2 部分为半小时平均的采样高度上的产品数据实体部分，本部分每个采集站点包含多条记录且记录数不定，包含从起始采样高度开始到终止采样高度这一时段内的产品数据，每个采样高度最多只有一条记录；具体各组数据格式参见表 17。

第 3 部分为半小时平均采样高度上产品数据结束标志，本部分每个采集站点有且仅有 1 条记录，固定编发为“NNNN”，格式参见表 18。

6. 一小时平均的采样高度数据文件

6.1 文件组成单位

每整点形成一个文件，每天 24 个文件。

6.2 文件框架

文件的整体框架如下：

WND0OBS

测站基本参数

0OBS

产品数据

NNNN

6.3 文件结构

风廓线雷达一小时平均数据文件包括两部分内容，一部分是参考信息即测站基本参数；另一部分是产品数据实体部分，包括一小时平均的每个采样高度上的所获得的数据，包括采样高度、水平风向、水平风速、垂直风速、水平方向可信度、垂直方向可信度、 C_n^2 。

该文件为文本文件，共包含 3 段内容，每段记录内容参见表 15、表 17-18、表 21-22。

记录内每组间用 1 个半角空格分隔，缺测组用该组对应的额定长度个 ‘/’ 表示；各组探测数据(字母数据除外)长度小于额定长度的，整数部分高位补 0 (零)，小数部分低位补 0；各组探测数据(字母数据除外)符号位如果是正号用 0 表示，如果是负号用 ‘-’ (减号) 表示。

每条记录尾用回车换行 “<CR><LF>” 结束。

▲ 第 1 段为数据格式的版本信息，本段每个采集站点有且仅有一条记录，记录内容参见表 21。

表 21 第 1 段记录格式说明表

序号	各组含义	额定长度	说明
1	WNOOBS	7 字节	关键字
2	文件版本号	5 字节	数据格式版本号，其中 2 位整数，2 位小数
3	回车换行	2 字节	

▲ 第 2 段为测站基本参数，本段每个采集站点有且仅有一条记录，记录内容参见表 15。

▲ 第 3 段为一小时平均的采样高度上获得的产品数据，该段内容由三部分组成：

第 1 部分为观测数据开始标志，本部分每个采集站点有且仅有一条记录，固定编发为 “00BS”，格式参见表 22；

表 22 第 3 段第 1 部分开始行格式说明表

序号	各组含义	额定长	说明
1	00BS	4 字节	观测数据开始标志
2	回车换行	2 字节	

第 2 部分为一小时平均的采样高度上产品数据实体部分，本部分每个采集站点包含多条记录且记录数不定，包含从起始采样高度开始到终止采样高度这一时段内的产品数据，每个采样高度最多只有一条记录；具体各组数据格式参见表 17。

第 3 部分为一小时平均的采样高度上产品数据结束标志，本部分每个采集站点有且

仅有 1 条记录，固定编发为“NNNN”，格式参见表 18。

注：本数据格式中涉及的时间均用世界时表示。

附件一 功率谱数据格式

注：该文件读写时以八个字节对齐。

1 文件标识

类型	变量名	字节数	说明
char	FileID[8]	8	文件标识，这里为 WNDFFT
float	VersionNo	4	数据格式版本号，两位整数，两位小数，这里为 01.20
long int	FileHeaderLength	4	表示文件头的长度，4 位整数

2 基本参数

2.1 站址基本情况 struct RADARSITE SiteInfo

类型	变量名	字节数	说明
char	Country[16]	16	国家名，文本格式输入
char	Province[16]	16	省名，文本格式输入
char	StationNumber[16]	16	区站号，文本格式输入
char	Station[16]	16	台站名，文本格式输入，以台站名的汉语拼音输入
char	RadarType[16]	16	雷达型号，文本格式输入
char	Longitude[16]	16	天线所在经度，文本格式输入 书写格式如：E75°15'28'' 或 E75/15/28
char	Latitude[16]	16	天线所在纬度，文本格式输入 书写格式如：N 31°52'1'' 或 N31/52/1
char	Altitude[16]	16	海拔高度，以米为计数单位，文本格式输入
char	Temp[40]	16	保留字

2.2 性能参数 struct RADARPERFORMANCEPARAM PerformanceInfo

类型	变量名	字节数	说明
unsigned int	Ae	4	天线增益（分贝），两位整数
float	AgcWast	4	馈线损耗（分贝），两位整数，一位小数
float	AngleE	4	东波束与铅垂线的夹角（度），两位整数，一位小数
float	AngleW	4	西波束与铅垂线的夹角（度），两位整数，一位小数
float	AngleS	4	南波束与铅垂线的夹角（度），两位整数，一位小数
float	AngleN	4	北波束与铅垂线的夹角（度），两位整数，一位小数
float	AngleR	4	中（行）波束与铅垂线的夹角（度），两位整数，一位小数
float	AngleL	4	中（列）波束与铅垂线的夹角（度），两位整数，一位小数
unsigned int	ScanBeamN	4	扫描波束数，一位整数
unsigned int	SampleP	4	采样频率（兆赫兹），三位整数
unsigned int	WaveLength	4	发射波长（毫米），四位整数

float	Prp	4	脉冲重复频率 (赫兹), 五位整数
float	PusleW	4	脉冲宽度 (微秒), 两位整数, 一位小数
unsigned short	HBeamW	2	水平波束宽度 (度), 两位整数
unsigned short	VBeamW	2	垂直波束宽度 (度), 两位整数
float	TranPp	4	发射峰值功率 (千瓦), 两位整数, 一位小数
float	TranAp	4	发射平均功率 (千瓦), 两位整数, 一位小数
unsigned int	StartSamplBin	4	起始采样库的距离高度, 五位整数
unsigned int	EndSamplBin	4	终止采样库的距离高度, 五位整数
short int	BinLength	2	距离库长 (米), 三位整数
short int	BinNum	2	距离库数, 三位整数
char	Temp[40]	40	保留字

2.3 观测参数 struct RADAROBSERVATIONPARAM ObservationInfo

类型	变量名	字节数	说明
unsigned short	SYear	2	观测记录开始时间 (年), 四位整数
unsigned char	SMonth	1	观测记录开始时间 (月), 两位整数
unsigned char	SDay	1	观测记录开始时间 (日), 两位整数
unsigned char	SHour	1	观测记录开始时间 (时), 两位整数
unsigned char	SMinute	1	观测记录开始时间 (分), 两位整数
unsigned char	SSecond	1	观测记录开始时间 (秒), 两位整数
unsigned char	TimeP	1	时间来源, 一位整数 0: 计算机时钟 1: GPS 2: 其他
unsigned long int	SMillisecond	4	秒的小数位 (毫秒), 三位整数
unsigned char	Calibration	1	标校状态, 一位 0: 无标校 1: 自动标校 2: 一周内人工标校 3: 一月内人工标校
short int	BeamfxChange	2	波束方向改变
unsigned short	EYear	2	观测记录结束时间 (年), 四位整数
unsigned char	EMonth	1	观测记录结束时间 (月), 两位整数
unsigned char	EDay	1	观测记录结束时间 (日), 两位整数
unsigned char	EHour	1	观测记录结束时间 (时), 两位整数
unsigned char	EMinute	1	观测记录结束时间 (分), 两位整数
unsigned char	ESecond	1	观测记录结束时间 (秒), 两位整数
short int	NNtr	2	非相干积累, 三位整数
short int	Ntr	2	相干积累, 三位整数
short int	Fft	2	Fft 点数, 四位整数
short int	SpAver	2	谱平均数, 三位整数
char	BeamDir[10]	10	波束顺序标志 (东、南、西、北、中 (行)、中 (列) 分别用 E、S、W、N、R、L 表示,

float	AzimuthE	4	填在字符串相应的位置上), 六位东波束方位角修正值(度) 顺时针偏离为正, 逆时针偏离为负 两位整数, 一位小数
float	AzimuthW	4	西波束方位角修正值(度) 顺时针偏离为正, 逆时针偏离为负 两位整数, 一位小数
float	AzimuthS	4	南波束方位角修正值(度) 顺时针偏离为正, 逆时针偏离为负 两位整数, 一位小数
float	AzimuthN	4	北波束方位角修正值(度) 顺时针偏离为正, 逆时针偏离为负 两位整数, 一位小数
char	Temp[40]	40	保留字

2.4 功率谱数据

float DspToDpDat [gate][SpwidNum] SpwidNum---FFT 点数
gate-----高、中、低模式距离库数

DspToDpDat[0] [0]: 库0的0号滤波器幅度;

DspToDpDat[0] [1]: 库0的1号滤波器幅度;

DspToDpDat[0] [2]: 库0的2号滤波器幅度;

DspToDpDat[0] [3]: 库0的3号滤波器幅度;

.....

DspToDpDat[0] [SpwidNum-2]: 库0的SpwidNum-2号滤波器幅度;

DspToDpDat[0] [SpwidNum-1]: 库0的SpwidNum-1号滤波器幅度;

DspToDpDat[1] [0]: 库1的0号滤波器幅度;

DspToDpDat[1] [1]: 库1的1号滤波器幅度;

DspToDpDat[1] [2]: 库1的2号滤波器幅度;

DspToDpDat[1] [3]: 库1的3号滤波器幅度;

.....

DspToDpDat[1] [SpwidNum-2]: 库1的SpwidNum-2号滤波器幅度;

DspToDpDat[1] [SpwidNum-1]: 库1的SpwidNum-1号滤波器幅度;

.....

DspToDpDat[gate-1] [0]: 库gate-1的0号滤波器幅度;

DspToDpDat[gate-1] [1]: 库gate-1的1号滤波器幅度;

DspToDpDat[gate-1] [2]: 库gate-1的2号滤波器幅度;

DspToDpDat[gate-1] [3]: 库gate-1的3号滤波器幅度;

.....

DspToDpDat[gate-1] [SpwidNum-2]: 库gate-1的SpwidNum-2号滤波器幅度;

DspToDpDat[gate-1] [SpwidNum-1]: 库gate-1的SpwidNum-1号滤波器幅度;

注: 谱线的编号依次从左到右展开, 有几个波束方向就有几个DspToDpDat

数组顺序排下去

对于具有多个观测模式的风廓线雷达, 按观测模式从低到高顺序重复 2.2~2.4 的内容, 有几个模式即重复几次。

3 数据类型字长说明

char	一个字节 (-128—127) (字符)
unsigned char	一个字节 (0—255) (无符号字符)
short int	两个字节 (-32768—32767) (短整型)
unsigned short	两个字节 (0—65535) (无符号短整型)
long int	四个字节 (-2, 147, 483, 648—2, 147, 483, 647) (长整型)
unsigned long int	四个字节 (0—4, 294, 967, 295) (无符号长整型)
float	四个字节 (浮点型)