



WindCube Scan 扫描激光雷达 风能版



即使在恶劣环境中，WindCube® Scan 扫描系列也能经济可靠地提供准确的风和大气测量结果。

WindCube Scan 扫描系列测风和气溶胶激光雷达可执行全天候实时测量并进行高级数据处理。作为一种多功能工具，可在多种扫描模式下达到超过 10 km 测量距离中获取准确的实时风和气溶胶后向散射测量结果，是较为灵活、准确的风测量技术，与风能等应用中测风塔和垂直廓线激光雷达相辅相成。

成熟的大气结构检测算法不仅可对对流层中的云层和气溶胶层进行检测、定位和分类，还可监测大气边界层 (ABL) 高度。它们既可以作为独立部署用于风灾检测，也可以与其他天气传感器结合使用，诸如作为机场风切变预警系统等综合系统的一部分使用。

用途多样、坚固耐用

WindCube Scan 扫描设备采用了坚固的工业设计，可在恶劣环境中使用。系统可针对监测、大气剖面和风廓线在内的多种配置。

特点

- 全天候实时测量
- 可针对监测、大气剖面和风廓线等进行多种配置
- 也可提供经国际第三方验证的风场重构工具
- 维萨拉后处理和显示软件
- 兼容双激光雷达

WindCube Scan 扫描激光雷达风能版技术数据

一般规格

尺寸 (长 × 宽 × 高)	
系统	830 x 1050 x 1355 毫米
装运箱关闭	948 x 1204 x 1507 mm (装运箱关闭)
装运箱打开	948 x 2736 x 1905 mm (装运箱打开)
重量	
仅系统	220kg
仅装运箱	116 kg
含配件总重	355 kg
室外工作条件	
温度 ¹⁾	-40 °C 到 +55 °C
安装地点海拔高度	最高 3048 m
IP 防护等级	IP65
<small>1) 环境阴影温度</small>	
激光	
激光源	固态脉冲为 1.54 μm
激光雷达人眼安全	符合 IEC 60825-1:2014 的 1M 等级
电气	
电源	100-240Vac, 18-9A RMS, 50-60Hertz 主电源电压波动可达标准电压的 ± 10%
功耗	最大平均功率 1,100 W (包括使用冷却器和加热器), 短暂峰值可达 1,600 W
合规性	
特性	说明/数值
合规标志	CE、UKCA、FCC 第 15 部分、ICES-003
硬件选配件	
外部温湿度传感器	温度测量范围: -30° 到 +80° 压力测量范围: 600 hPa 到 1100 hPa 湿度测量范围: 0% 到 100%
4G 蜂窝路由器 ¹⁾	蜂窝路由器允许插入 SIM 卡并连接到 4G 网络

1) 系统不提供相应的 M2M SIM 卡。须由用户自行提供。

涵盖的国家/地区: 美属萨摩亚、澳大利亚、加拿大、欧盟 (不包括卢森堡)、关岛、冰岛、日本、列支敦士登、马耳他、墨西哥、新西兰、北马里亚纳群岛、秘鲁、波多黎各、新加坡、瑞士、英国、美国、美属维尔京群岛

扫描能力

扫描场景	
扫描模式	固定模式: 由用户定义仰角和方位角的固定视距场景。 DBS 模式: 垂直风廓线测量场景, 由 5 个固定视线组成。(以选定仰角向北、南、东和西倾斜的 4 个视距。外加 1 个垂直指向视距) VAD: 垂直风廓线测量场景, 由选定扇区范围内径向风速的多个视距测量组成。 PPI: 恒定仰角扫描 体积扫描模式: 多高度类似 PPI 扫描的堆叠 RHI: 恒定方位角扫描 分区扫描模式: 倾斜平面扫描, 用户可选择平面倾角
扫描类型	<ul style="list-style-type: none">不间断半球扫描连续扫描 (扫描仪可边旋转边测量)
扫描头性能	
扫描头指向精度 ¹⁾	< 0.1°
<small>1) Windcube 扫描指向精度规格为 0.1°。须将该值理解为在参考硬目标之后, 在周围的有限区域, 且仰角或方位角 ± 22.5°, 围绕参考硬目标且不考虑可能存在的间隙 (即使始终使用同一扫描方向) 时的精度。</small>	
扫描头参数	
扫描头转速	最高 50°/s
方位角	0° ... 360° (增量为 0.01°)
仰角	-16° ... 196° (增量为 0.01°)
计量性能	
激光雷达性能	
径向风速范围 ¹⁾	-41 ... 41 m/s
重构的风速范围 (DBS 扫描)	仰角 60° 时为 0 ... 60 m/s 仰角 115° 时为 0 ... 75 m/s
径向风速精度 ²⁾	< 0.1 m/s
<small>1) 根据所使用的分辨率, 接近极值时, 风速可能不太准确 2) 须将精度理解为径向风速在经过状态滤波后且使用常规激光雷达测量情况下的绝对平均误差: 弥散粒子, 直接视距内无硬目标, 无分辨不清的物体</small>	

测量参数

激光雷达参数

累积时间	100 ms ¹⁾ 10 s 的试验
两个距离门之间的距离（显示距离分辨率）	降至 1 m（距离门重叠）

1) 在某些配置（特别是扫描内有大量距离门和大量视图的组合时）中，激光雷达计算机上的 CPU 和内存负载可能会影响 500 ms 以下累积时间的测量。这不会使系统造成风险，但可能会导致视线测量结果缺失。当需要进行 500ms 以下累积时间的测量时，应事先进行

各种模式的激光雷达参数

距离门长度（距离分辨率）	最大门数量	首个测量距离（最小）	最大采集范围 ¹⁾
25 m	319	50 m	6.4 km
25 m TP ²⁾	319	50 m	9.8 km
50 m	319	100 m	7.9 km
50 m TP	319	100 m	14.8 km
75 m	159	150 m	9.6 km
75 m TP	159	150 m	14.6 km
100 m	159	200 m	11.6 km
150 m	159	300 m	15.3 km
200 m	79	400 m	18.9 km

1) ISO 28902-2:2017 将最大采集范围定义为记录和处理的激光雷达信号的最大距离。具体取决于所使用的模式。

2) TP = 对流层风廓线激光雷达：用于测量大气垂直廓线的优化模式

配置

可用模式	200S	400S
25 m	✓	✓
25 m TP	✓	✓
50 m	✓	✓
50 m TP	✓	✓
75 m	✓	✓
75 m TP	✓	✓
100 m	✓	✓
150 m	✓	✓
200 m		✓

范围

特性	WINDCUBE 200S	WINDCUBE 400S
典型最大工作范围 ¹⁾	8 km	10 km
最大采集范围 ²⁾	15.3 km	18.9 km

1) ISO 28902-2:2017 将最大工作范围定义为可以从激光雷达信号得出可靠风速的距离。具体取决于各种参数，例如累积时间、距离门长度、能见度、气溶胶类型以及大气中折射率的变化。须理解为在行星边界层内，沿视距无云且无降水。典型最大工作范围是基于标准大气（能见度为 10 km，激光雷达比为 30）和标准配置（每种配置中可用的最大距离门长度，1s 的累积时间）给出的。维萨拉开发了一种用于估计特定部署位置和特定激光雷达配置的最大工作范围的特殊激光雷达模拟器。可应要求提供定制模拟。

2) ISO 28902-2:2017 将最大采集范围定义为记录和处理的激光雷达信号的最大距离。具体取决于所使用的模式

输出数据

系统行为数据

环境数据 (CSV 格式)	30 分钟平均值、最小值、最大值和样本数： · 纬度、经度和海拔高度 (m) · 俯仰、横滚(°) · 磁盘占用率 (%) · 内部温度 (°C) 和湿度 (%) · 可选的外部温度 (°C) 和湿度 (%)
---------------	---

状态 (CSV 格式)	用于以下参数的正常/警告/临界： · 整体视图 (激光雷达状态) · 精确视图 (组件状态) · 测量阈值 (温度、磁盘空间...)
-------------	---

活动 (CSV 格式)	时间戳 操作 (登录/退出、开始/停止采集、开始/停止操作) 用户信息
-------------	---

风数据导出

径向风	径向风速 (m/s) 径向风速离散 (m/s) 载波噪声比 (dB) 置信指数
-----	--

垂直风廓线 (处于 DBS 模式)	水平风速 (m/s) 风向 (m/s) 垂直风速 (m/s) 载波噪声比 (dB) 置信指数
-------------------	--

谱 (可根据要求启用)	谱密度
-------------	-----

数据格式	存储在嵌入式 SQL 数据库中。导出为自动记录的 NetCDF 文件。 NetCDF 文件格式基于 NetCDF-4 (NetCDF-4 又基于 HDF5 而构建) 而构建, 其架构遵循 CfRadial2 和 Cf 协定 发送至输出数据
------	---

颗粒物数据导出 (可选)

结构	残留大气边界层 混合大气边界层 气溶胶 云
----	--------------------------------

径向向后散射系数	衰减的相对 β ($m^{-1}.sr^{-1}$) 衰减的绝对 β ($m^{-1}.sr^{-1}$)
----------	--

软件功能

Windforge: 实时控制和监测软件

主要功能	仪器控制和配置 管理扫描库 在循环或调度器中编程 实时数据采集和测量显示 系统诊断和警报
------	--

WAPP: 风和气溶胶后处理软件

功能	显示和导出: 动画数据可视化
----	----------------

软件和网络要求

Windforge: 实时控制和监测软件

运行 WINDFORGE 客户端界面的最低配置	处理器: 酷睿 i3 或更高 RAM: 4 GB 硬盘: 500 GB 1366 x 768 屏幕分辨率 操作系统: Windows 10
-------------------------	---

数据带宽要求	以太网/LAN 径向风速文件, 70 个门, 1 s 累积 = 25 MB/h 大小与门的数量和累积时间成正比。
--------	--

同步	采用 NTP 服务器 (推荐) 和 GPS 的 UTC 时钟
----	--------------------------------

WAPP: 风和气溶胶后处理软件

运行 WAPP 软件的最低配置	处理器: 主频为 3.4 GHz 的酷睿 i5/酷睿 i7 或更高 RAM: 8 GB 存储: · 容量: 1 TB (具体取决于活动持续时间) · 接口: SATA III 6.0 Gbps, · 单轨寻道时间: · 读取: 0.6 ms · 写入: 0.8 ms 1366 x 768 屏幕分辨率 操作系统: Windows 10 或 Windows server 2019 (64 位)
-----------------	---

应用程序编程接口 (API)

API

API 类型	REST Web API
功能	激光雷达配置和编程 状态/活动/日志监测 数据下载 (JSON 流或 NetCDF 文件)
可供支持	根据风向自动更改程序 同时对多个 Windcube 进行编程 第三方软件中轻松集成 WindCube 激光雷达数据 使用 JSON 数据流创建自定义文件格式