

具有在线波形处理能力的轻型机载激光雷达

# RIEGL VUX<sup>®</sup>-1UAV

- 测量精度 10 mm
- 测量速率 200 线/秒
- 激光发射频率高达 55 万点/秒
- 最大测距 1050m
- 330° 超大视场角
- 完美的平行线扫描, 获得均匀分布的点云数据
- 最前沿的 RIEGL 技术:
  - 全回波信号数字化
  - 在线波形处理
  - 多周期回波 (MTA) 处理功能
- 多目标探测能力——接收无限次回波
- 智能波形输出
- 尺寸大小 (227x180x125 mm), 重量轻 (3.5 kg), 坚固又耐用
- 轻松安装于各种专业无人飞行平台上
- 预留电子和机械接口方便 IMU 安装
- 预留接口用于 GPS 数据传输和同步脉冲 (1PPS)
- LAN-TCP/IP 接口
- 内置 1 TB 固态硬盘

RIEGL VUX-1UAV 是一款轻便小巧的机载激光扫描仪, 可以搭载在多种无人飞行平台上, 其优秀的测量性能和超高的系统集成度, 可以轻松应对各种项目。RIEGL VUX-1UAV 的设计充分考虑了无人飞行器特殊的硬件特点和飞行特性, 能以任意方向进行安装, 以适应无人飞行器有限的空间。其低功耗的特点, 使得整个设备仅需采用单一电源供电, 从而大大减轻了整个系统的重量, 满足了无人机苛刻的载荷要求。测量过程中获取的数据都保存在 VUX-1UAV 内置的 1TB 固态硬盘上, 并通过局域网 TCP / IP 接口, 提供实时的扫描线数据显示。

RIEGL VUX-1UAV 通过近红外激光束和快速线扫描实现了数据的高速获取。基于 RIEGL 独一无二的回波数字化和在线波形处理技术, VUX-1UAV 可实现高精度的激光测量, 即使在大气条件不佳的情况下也可以获得高质量的测量结果, 并且可识别多目标回波。VUX-1UAV 采用超高速旋转镜扫描, 产生完全线性、单向、平行的扫描线, 进而获得均匀分布的点云数据。

## 典型应用范围

- 农业 & 林业
- 考古和文化遗产保护
- 带状测绘:
  - 电力线、铁路、管线普查
- 露天矿地形测量
- 施工现场监测
- 城市环境测量
- 资源管理



官方微信号: iLiDAR



# RIEGL VUX®-1UAV 性能参数

激光产品等级

Class 1 Laser Product  
according to IEC 60825-1:2014



The following clause applies for instruments delivered into the United States: Complies with 21 CFR 1040.10 and 1040.11 except for deviations pursuant to Laser Notice No. 50, dated June 24, 2007

## 测距能力

测量原理

脉冲飞行时间测量, 回波信号数字化,  
在线波形处理, 多周期回波处理

激光脉冲发射频率 <sup>1)</sup>	50 kHz	100 kHz	200 kHz	300 kHz	380 kHz	550 kHz	
						全功率	降低功率 <sup>2)</sup>
最大测距范围 <sup>3) 4)</sup>							
自然目标 $\rho \geq 20\%$	550 m	400 m	280 m	230 m	200 m	170 m	85 m
自然目标 $\rho \geq 60\%$	920 m	660 m	480 m	400 m	350 m	300 m	150 m
自然目标 $\rho \geq 80\%$	1050 m	760 m	550 m	450 m	400 m	340 m	170 m
最大作业飞行高度 AGL <sup>1) 5)</sup>							
@ $\rho \geq 20\%$	350 m (1150 ft)	250 m (820 ft)	180 m (590 ft)	150 m (490 ft)	130 m (430 ft)	110 m (360 ft)	55 m (180 ft)
@ $\rho \geq 60\%$	590 m (1940 ft)	420 m (1380 ft)	310 m (1020 ft)	260 m (850 ft)	230 m (760 ft)	190 m (620 ft)	100 m (330 ft)
每脉冲最多可探测目标数 <sup>6)</sup>	15	15	13	9	7	4	4

- 1) 舍入值  
2) 在短距离情况下, 提高脉冲重复率降低激光功率来优化测量。  
3) 表中所列为普通条件下的典型值, 在如下条件下测得: 平面目标, 目标尺寸大于激光束直径; 垂直入射; 大气能见度 23km。在其他参数相同时, 晴天情况下最大测距范围小于阴天情况下。  
4) 已通过 RIMTA ALS 软件后处理解决了接收与发射脉冲相对应的问题。  
5) 假定在地形平坦, 扫描视场角 $\pm 45^\circ$ 的条件下反射率  $\rho \geq 20\%$   
6) 如果激光光束击中不止一个目标, 激光脉冲能量被分散, 可测量距离缩小

最小测量距离

3 m

精度<sup>7) 9)</sup>

10 mm

重复精度<sup>8) 9)</sup>

5 mm

激光脉冲发射频率<sup>1) 10)</sup>

高达 550 kHz

最大有效测量速率<sup>1)</sup>

高达 500 000 meas./sec. (@ 550 kHz PRR & 330° FOV)

回波信号强度

每个回波具有 16 位高分辨率强度信息

激光波长

近红外

激光发散度

0.5 mrad<sup>11)</sup>

激光光斑大小 (高斯光束定义)

50 mm @ 100 m, 250 mm @ 500 m, 500 mm @ 1000 m

- 7) 精度是测量值与其真实值一致性的度量。  
8) 重复性精度, 也称再现性或可重复性, 是用于表示多次测量得到同一结果的可能性的量  
9) RIEGL 测试条件下, 150 m 距离处, 1 个标准差处值  
10) 可由用户自行选择  
11) 在 1/e<sup>2</sup> 点测量, 0.50 mrad 表示激光光束直径每 100m 距离上增加 50mm

## 扫描仪性能参数

扫描机械原理

旋转棱镜

视场角 (可选)

330° (全范围的测量性能)<sup>12)</sup>

扫描速度 (可选)

10 - 200 转/秒, 相当于 10 - 200 线/秒

角步进宽度  $\Delta \theta$  (可选)

$0.006^\circ \leq \Delta \theta \leq 1.5^\circ$

在连续的激光脉冲间

角度分辨率

0.001°

时间同步

为扫描数据添加实时同步的时间标记

扫描同步 (可选)

扫描仪旋转同步

## 数据接口

配置

LAN 10/100/1000 Mbit/sec

扫描数据输出

LAN 10/100/1000 Mbit/sec or USB 2.0

GNSS 接口

RS232 串口用于传输包含 GNSS 时间信息的数据流,

TTL 输入 1 脉冲/秒的同步脉冲

内置存储器

1 TB 固态硬盘

外置相机

TTL 输入/输出

外置 GNSS 天线

SMA 接头

## 综合参数

电源输入电压 / 功耗<sup>13)</sup>

11 - 34 V DC / typ. 60 W

主要尺寸<sup>13)</sup>

VUX-1UAV 包括 / 包括外接冷却风扇

227 x 180 x 125 mm / 227 x 209 x 129 mm

重量<sup>13)</sup>

VUX-1UAV 包括 / 包括外接冷却风扇

约 3.5 kg / 约 3.75 kg

湿度

在 31°C 条件下, 湿度 80% 不结露

防护等级

IP64, 防尘、防溅

最大飞行高度 (操作中 / 非操作中)

海平面上 16 500 ft (5 000 m) / 海平面上 18 000 ft (5 500 m)

温度范围<sup>14)</sup>

-10°C - +40°C (使用) / -20°C - +50°C (存放)

## 可选集成组件

内置惯性导航系统

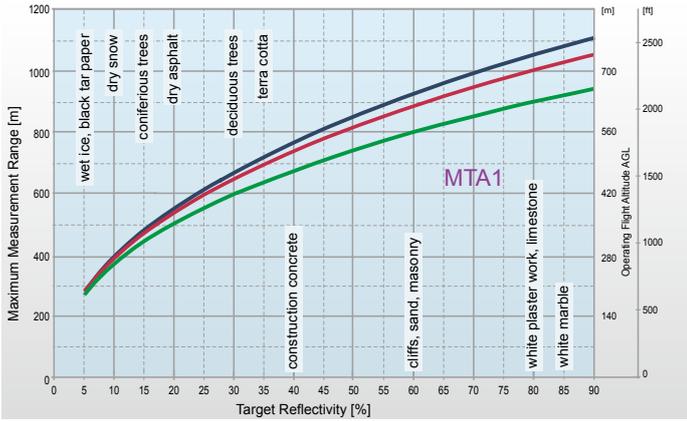
高性能多通道、多波段 GNSS 接收机和高性能

MEMS IMU

12) 可升级为 360° 视场角 (选配)  
13) 不包含外置 IMU/GNSS

14) 对于操作温度在 +15 度以上的时候, 整个系统要求最小风速 5m/s。如果移动平台不能提供这样的风速, 风扇就是必不可少。

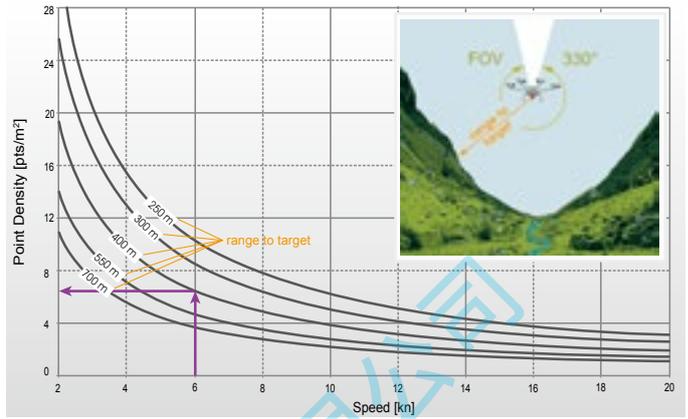
PRR = 50 kHz



MTA1: 无脉冲不确定/空中只有1个脉冲

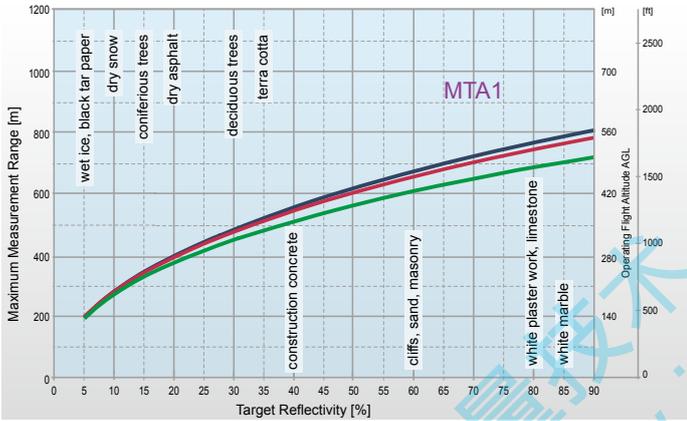
— @ 能见度 23 km  
 — @ 能见度 15 km  
 — @ 能见度 8 km

PRR = 50 kHz



例如: VUX-1UAV 的激光发射频率 50,000 点/秒  
 目标范围 = 400 m, 速度 = 6 kn  
 点密度 = 6.5 pts/m<sup>2</sup>

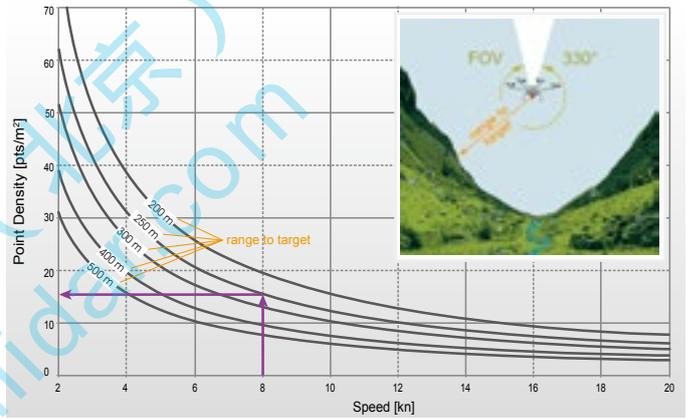
PRR = 100 kHz



MTA1: 无脉冲不确定/空中只有1个脉冲

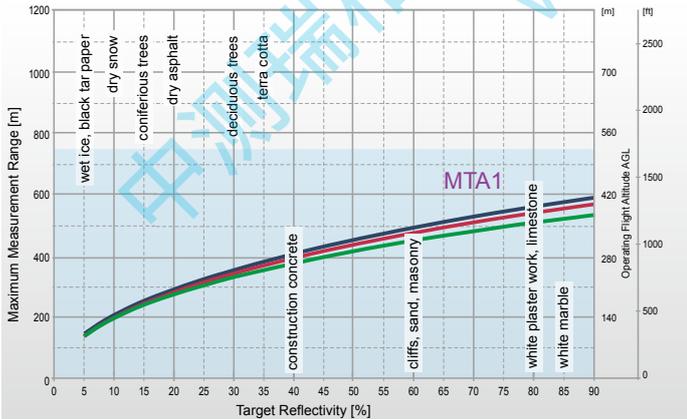
— @ 能见度 23 km  
 — @ 能见度 15 km  
 — @ 能见度 8 km

PRR = 100 kHz



例如: VUX-1UAV 的激光发射频率 100,000 点/秒  
 目标范围 = 250 m, 速度 = 8 kn  
 点密度 = 15.5 pts/m<sup>2</sup>

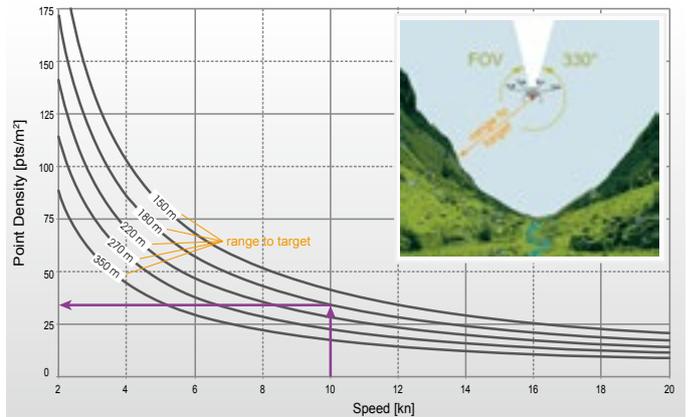
PRR = 200 kHz



MTA1: 无脉冲不确定 /空中只有1个脉冲

— @ 能见度 23 km  
 — @ 能见度 15 km  
 — @ 能见度 8 km

PRR = 200 kHz

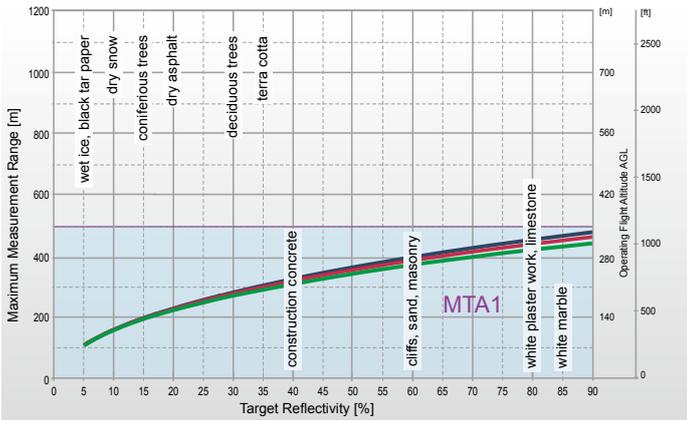


例如: VUX-1UAV 的激光发射频率 200,000 点/秒  
 目标范围 = 180 m, 速度 = 10 kn  
 点密度 = 34 pts/m<sup>2</sup>

对于这些作业飞行高度 AGL, 假设下面条件已经具备

- 通过多周期回波 (MTA解算) 和飞行计划处理脉冲回波的正周期不确定性
- 目标大小 ≥ 激光光斑
- 环境亮度平均
- 作业飞行高度满足视角在 +/-45° 范围内

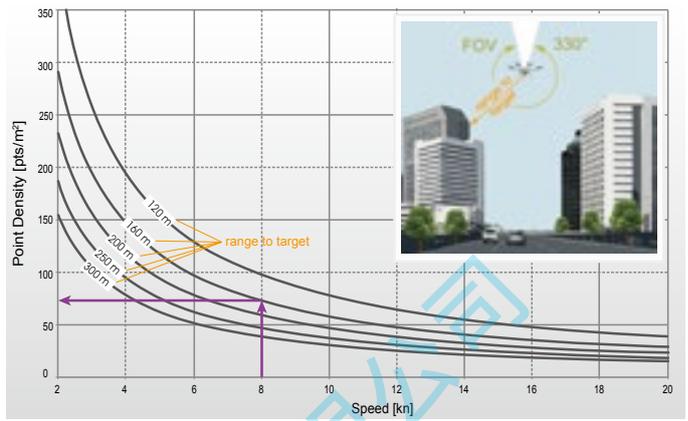
PRR = 300 kHz



MTA1: 无脉冲不确定/空中只有1个脉冲

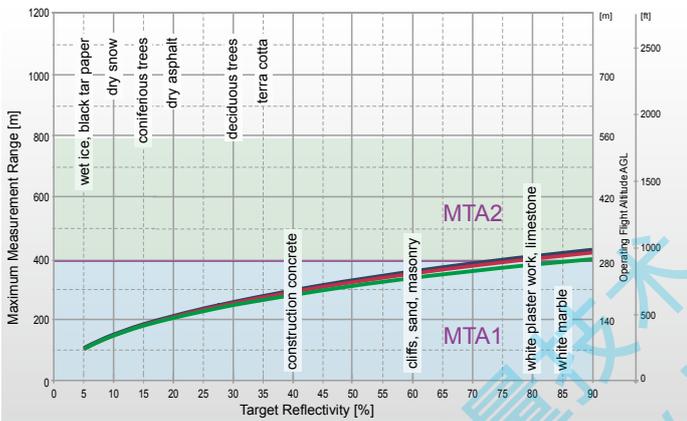
① 能见度 23 km  
② 能见度 15 km  
③ 能见度 8 km

PRR = 300 kHz



例如: VUX-1UAV 的激光发射频率 300,000 点/秒  
目标范围 = 160 m, 速度 = 8 kn  
点密度 ~ 72 pts/m²

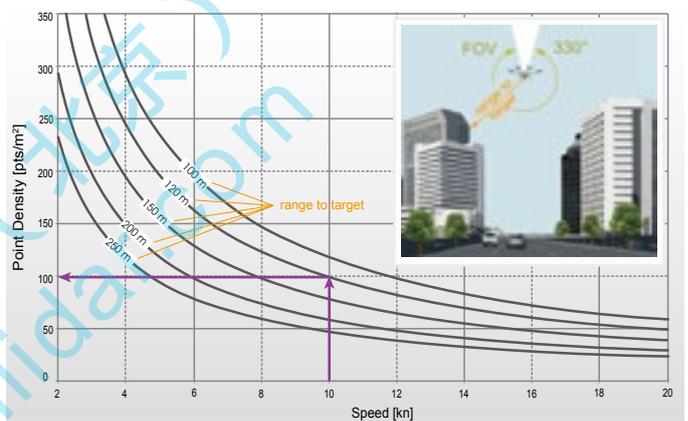
PRR = 380 kHz



MTA1: 无脉冲不确定/空中只有1个脉冲  
MTA2: 空中有2个脉冲

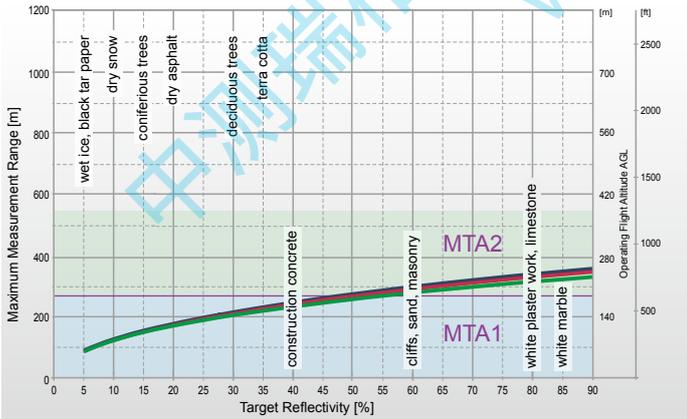
① 能见度 23 km  
② 能见度 15 km  
③ 能见度 8 km

PRR = 380 kHz



例如: VUX-1UAV 的激光发射频率 380,000 点/秒  
目标范围 = 150 m, 速度 = 10 kn  
点密度 ~ 95 pts/m²

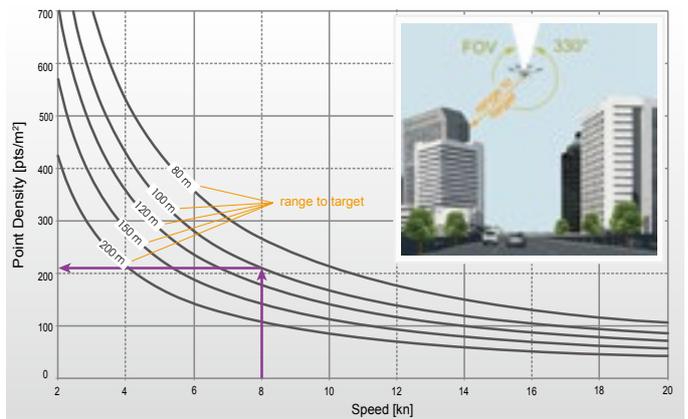
PRR = 550 kHz



MTA1: 无脉冲不确定/空中只有1个脉冲  
MTA2: 空中有2个脉冲

① 能见度 23 km  
② 能见度 15 km  
③ 能见度 8 km

PRR = 550 kHz

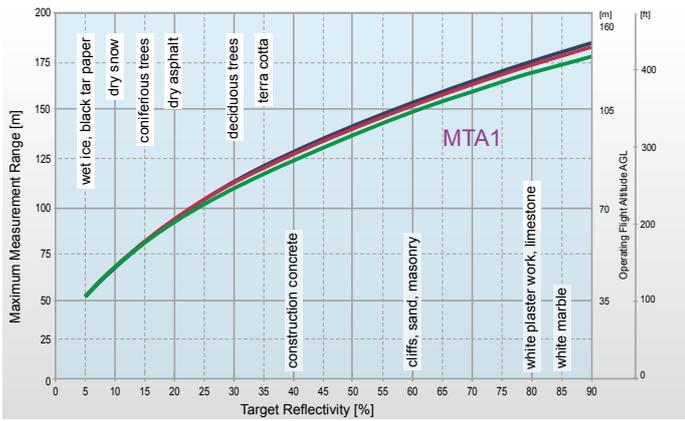


例如: VUX-1UAV 的激光发射频率 550,000 点/秒  
目标范围 = 100 m, 速度 = 8 kn  
点密度 ~ 210 pts/m²

对于这些作业飞行高度 AGL, 假设下面条件已经具备

- 通过多周期回波 (MTA解算) 和飞行计划处理脉冲回波的正周期不确定性
- 目标大小 ≥ 激光光斑
- 环境亮度平均
- 作业飞行高度满足视场角在 +/-45° 范围内

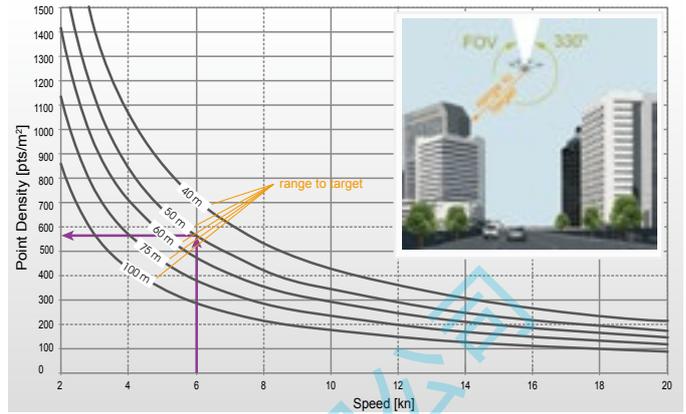
PRR = 550 kHz 满功率



MTA1: 无脉冲不确定 / 空中只有1个脉冲

- @ 能见度 23 km
- @ 能见度 15 km
- @ 能见度 8 km

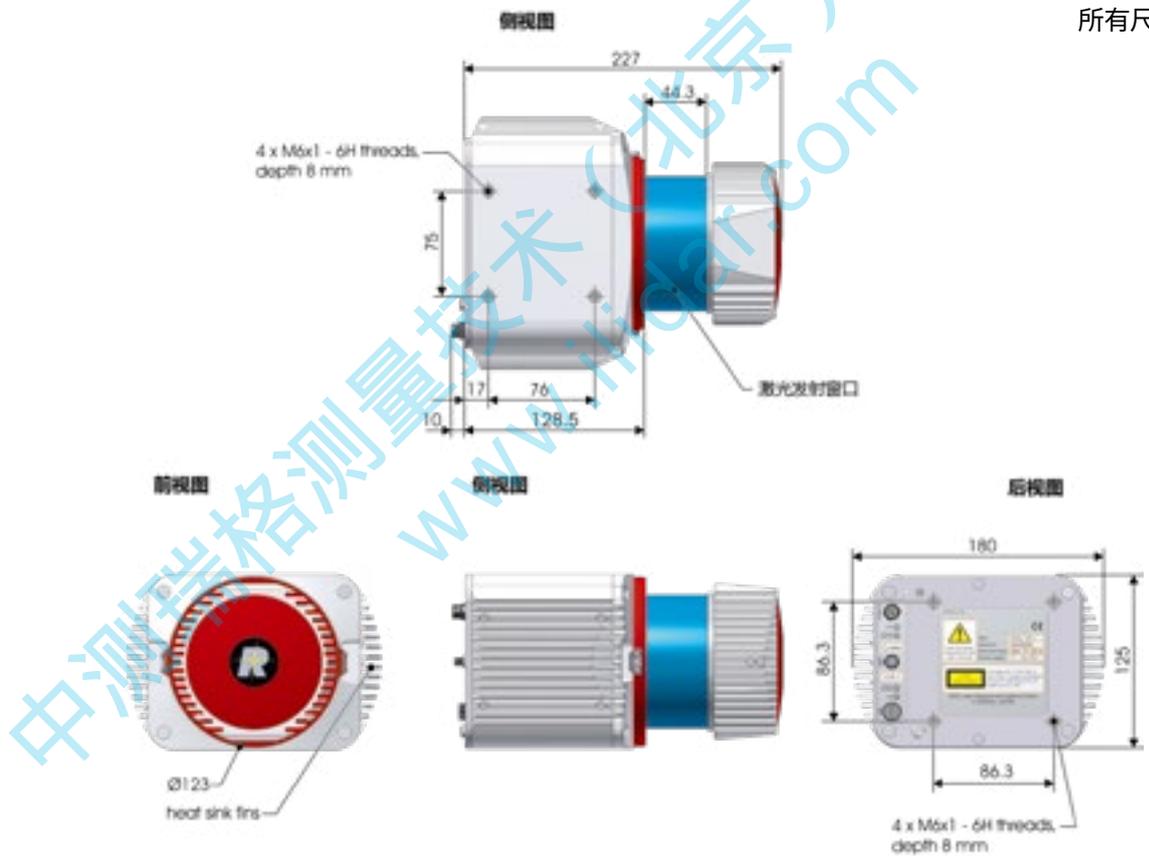
PRR = 550 kHz 降低功率



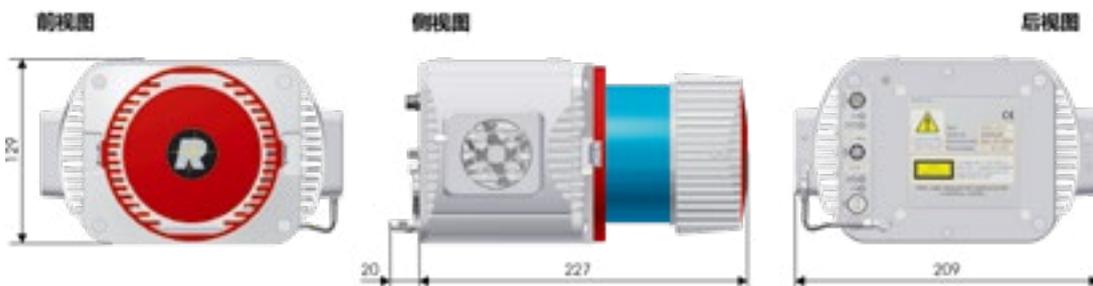
例如: VUX-1UAV 的激光发射频率 550,000 点/秒 降低功率  
 目标范围 = 50 m, 速度 = 6 kn  
 点密度 = 570 pts/m²

RIEGL VUX®-1UAV 尺寸图

所有尺寸单位 mm



RIEGL VUX®-1UAV 安装冷却风扇装置





冷却风扇



RIEGL VUX-1UAV 装配保护罩



RIEGL VUX-1UAV 集成了 IMU 传感器 (RIEGL VUX-SYS)

### RIEGL VUX-1UAV 外接装置

#### 冷却风扇

结构轻便的两个风扇能够提供充足的空气对流，方便在空气流通困难的地方使用。通过 RIEGL VUX-1UAV 后面的接头为冷却风扇提供电力。这个风扇装置可以安装在 RIEGL VUX-1UAV 的顶部或者底部。这个装置已包含在 VUX-1UAV 的配套清单内了。

该风扇的安装使用条件详见“温度范围”（本手册的第二页）

#### 保护罩

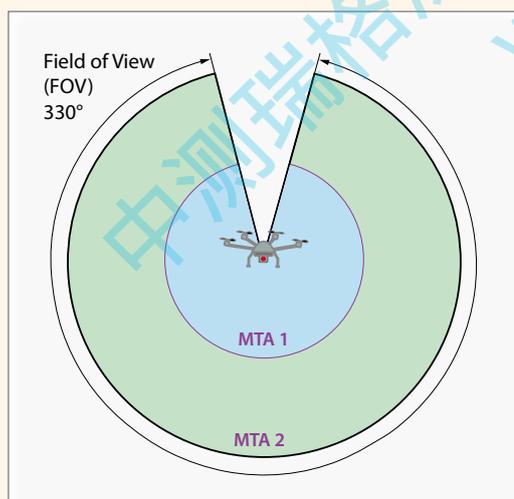
为了保护 RIEGL VUX-1UAV 的玻璃管装置免于破坏和灰尘侵蚀，提供了保护罩，主要用于在存储和运输过程中使用。

### RIEGL VUX-1UAV 集成选项

RIEGL 为 VUX-1UAV 提供友好的、应用和便于安装的集成解决方案、：

- **RIEGL VUX-SYS**  
安装于无人机、直升机、旋翼机和轻型飞机的完整的机载扫描仪系统主要由 RIEGL VUX-1UAV、IMU/GNSS 惯性导航系统和控制单元组成。
- **RIEGL RiCOPTER**  
载有 RIEGL VUX-SYS 集成系统的无人机 RiCOPTER
- **RIEGL VP-1**  
带有 RIEGL VUX-SYS 集成系统的小的轻型吊舱，具有标准的安装支架以及适用于有人直升机相机安装支架

## Multiple-Time-Around 多周期回波数据获取和处理



在利用脉冲飞行时间原理进行测量时，存在一个理论上的最大测距范围，这一范围是由激光脉冲发射频率和光速共同决定的。当前一个脉冲产生的回波信号还未返回时，就已经发出了下一个脉冲信号，这样接收器就无法判定接收的信号是由哪个脉冲返回的，导致了测量的不确定性，被称为 MTA (Multiple -Time -Around)。

RIEGL 对发出的每一条脉冲序列进行精细的编码，使得 VUX-1UAV 可以消除 MTA 产生的干扰，进行更大范围的测量。

RiMTA 后处理软件提供的专业算法，可以自动为处于不同 MTA 区域的目标解算出精确的测距结果，整个过程无需用户进行任何人工干预。