

具有波形处理功能的机载激光雷达扫描系统，用于高点密度大区域测图

RIEGL VQ-1460[®]

- 激光脉冲重复频率高达 4.4 MHz
- 地面测量速率可达 2,930,000 点/秒
- 最佳的点密度分布
- 优秀的大气杂波抑制能力
- 多目标探测能力
- 在线波形处理和全波形数据记录
- 搭载图形用户界面，可查看主要扫描仪参数
- 集成 IMU/GNSS
- 可集成两个高分辨率 RGB 或 NIR 相机
- 适配飞机舱口以及稳定平台
- 可拆卸的搬运把手

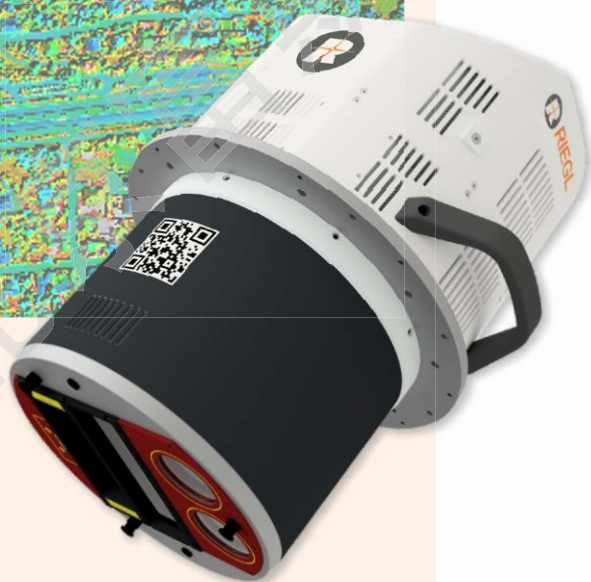
VQ-1460 是 RIEGL 新推出的高端机载激光扫描系统之一，适合在各类测绘中使用，如大范围高点密度测绘、高分辨率测绘以及廊道测绘等。

VQ-1460 具有 4.4 MHz 的激光发射频率，独特的设计使得地面点的整体分布非常均匀。当目标反射率为 20% 时，该系统的最大测距在激光发射频率为最小时可达到 5400 m，最大时仍有 2300 m，这使得它效率非常高：当飞行速度为 150 节、按每平方米 8 个点的密度作业时，每小时可以获取 615 平方公里的数据。

前端新设计的光学结构可大大减少由于大气杂波导致的近距离回波，使得点云更“干净”。至于在线波形以及全回波处理功能，在这种级别的设备上自然不必多说。

激光数据和影像数据存储于可移动硬盘上，可以直接在设备上读取，不再需要额外的数据读取设备。

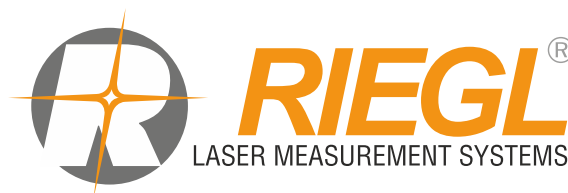
VQ-1460 紧凑、人性化设计的外壳内集成了高性能的 IMU/GNSS 模块和 1 ~ 2 台高分辨率的 RGB 或 NIR 相机（可选）。标准化的安装法兰可以适配通用舱口或陀螺稳定平台安装座（可进一步优化点云的分布）。



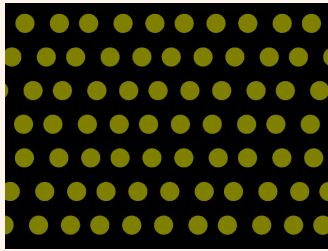
应用领域：

超大区域/高海拔测图
高密度点云测图
复杂城市环境测量
冰川和雪地测量
城市建模
湖畔河岸测量
农林业调查
廊道测量

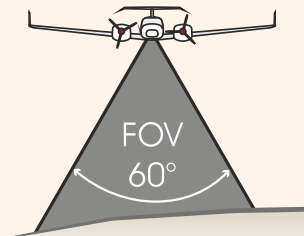
北京富斯德科技有限公司
www.fs3s.com



RIEGL VQ[®]-1460 的点密度分布及带宽



RIEGL VQ-1460 点分布



有效带宽

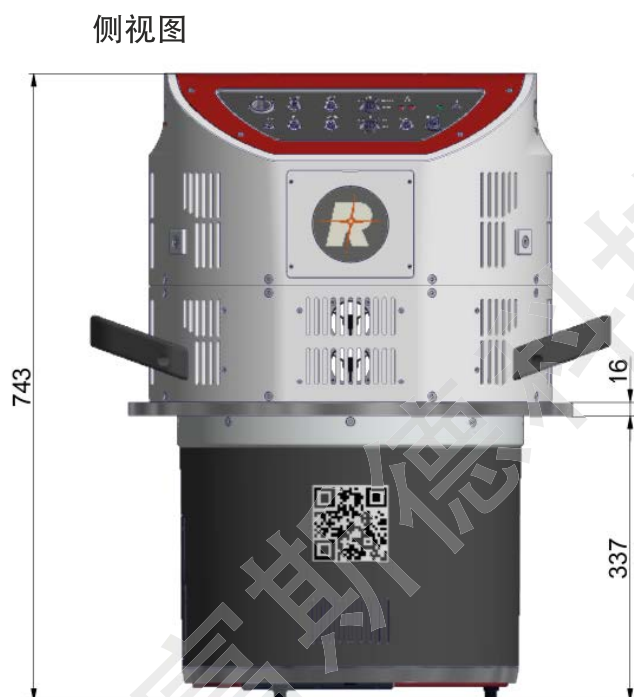
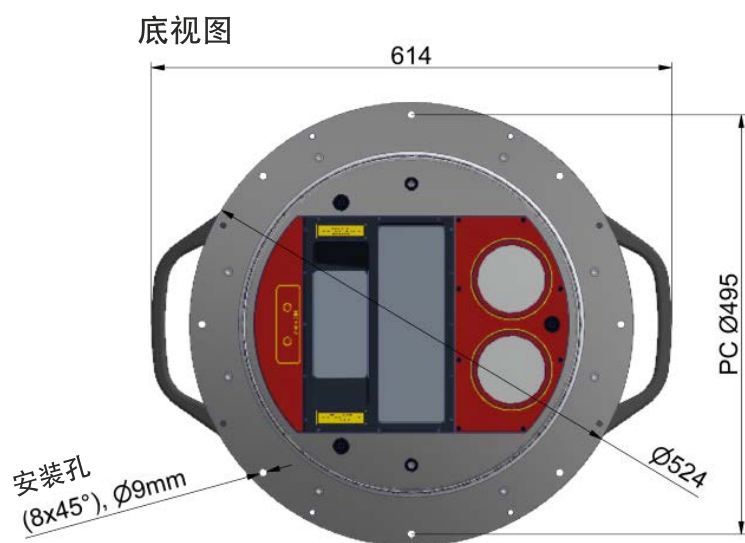
RIEGL VQ-1460 的扫描机制 —— 基于持续旋转的多边形棱镜 —— 产生的相互平行的扫描线使得地面上点的分布非常均匀。沿飞行方向和垂直飞行方向相同的采样频率保证了地物形状的准确，也提高了识别小物体的能力。该设备非常适合那些对点云分布有较高要求的应用。

VQ-1460 足够大的视场角以及多回波的能力使得它非常适合大范围的测图应用。

该设备在高海拔时也能以较高的激光脉冲重复率作业，最大限度地提高了数据的采集效率，将飞行作业的时间降至最低。

RIEGL VQ[®]-1460 结构及功能





单位: mm



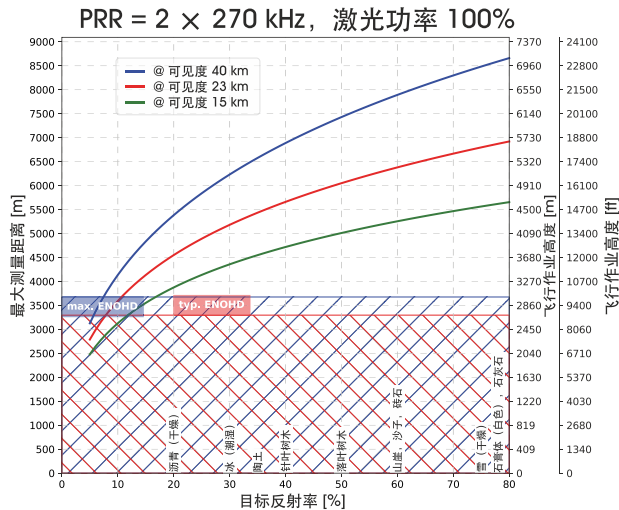
最精简的系统组件，便于轻松快速地在飞机上安装



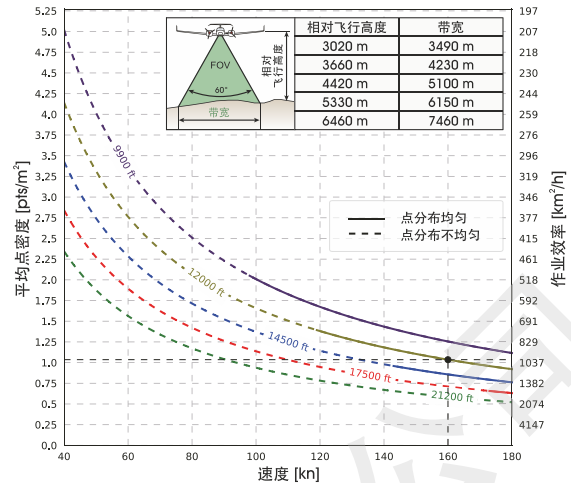
RIEGL VQ-1460 安装在
陀螺稳定云台 GSM-5000 上



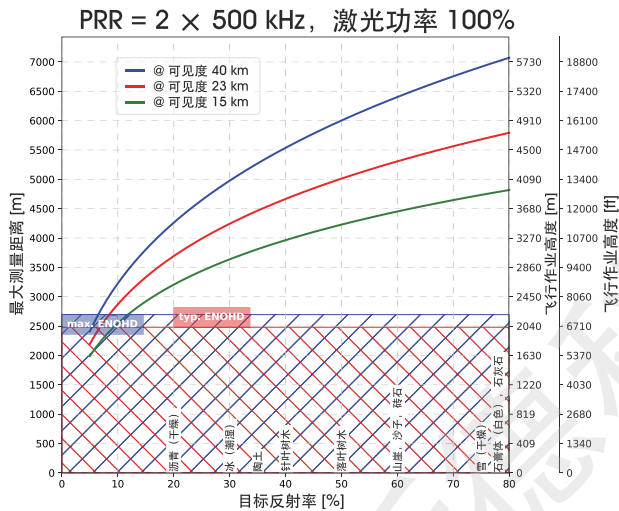
RIEGL VQ-1460 安装在固定翼飞机 DA62 上



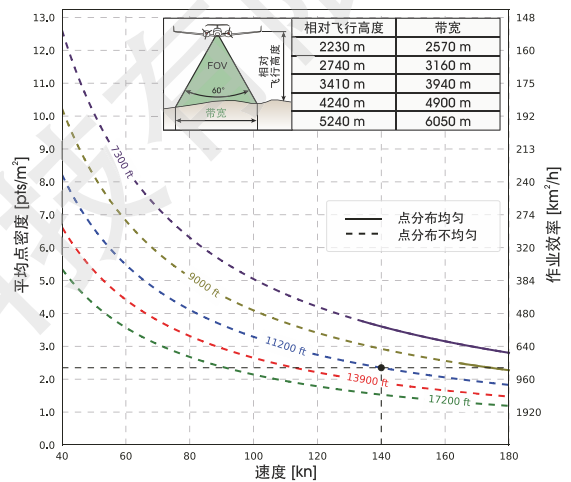
示例: VQ-1460 每秒发射 $2 \times 270,000$ 个脉冲, 激光功率 100%
飞行高度为海拔 12,000 ft, 速度 160 kn



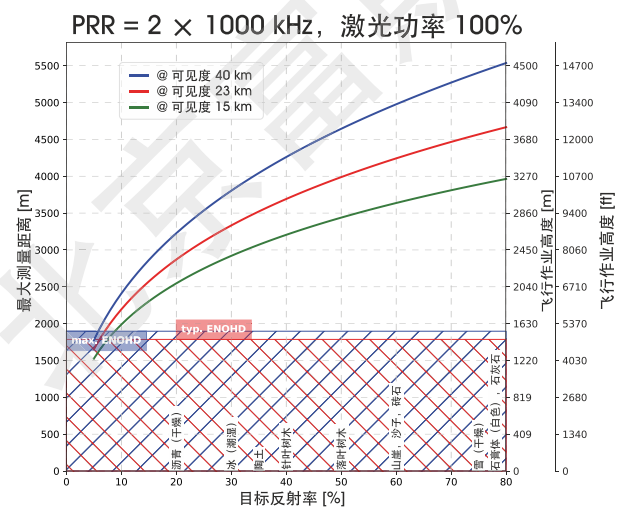
作业成果: 点密度约 1.04 pts/m²
作业效率约 1001 km²/h



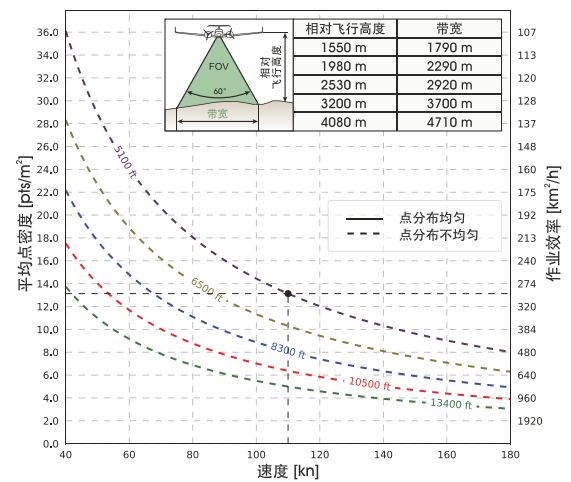
示例: VQ-1460 每秒发射 $2 \times 500,000$ 个脉冲, 激光功率 100%
飞行高度为海拔 11,200 ft, 速度 140 kn



作业成果: 点密度约 2.35 pts/m²
作业效率约 818 km²/h



示例: VQ-1460 每秒发射 $2 \times 1,000,000$ 个脉冲, 激光功率 100%
飞行高度为海拔 5,100 ft, 速度 110 kn



作业成果: 点密度约 13.13 pts/m²
作业效率约 293 km²/h

上述作业航高数据在满足以下假设条件时获得:

- 模糊度经由 MTA 处理
- 环境亮度均匀
- 目标尺寸大于激光光斑
- 横滚角不超过 $\pm 5^\circ$
- 有效视场角 60°

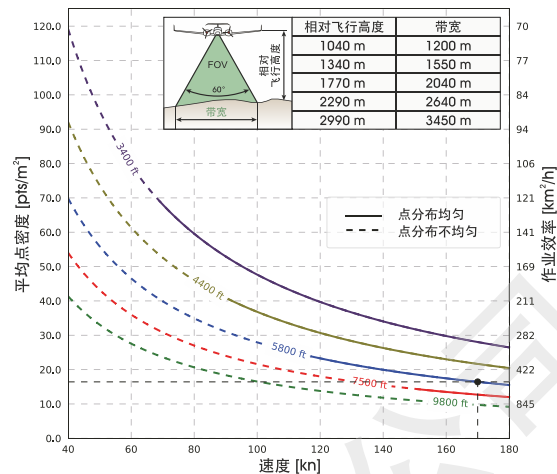
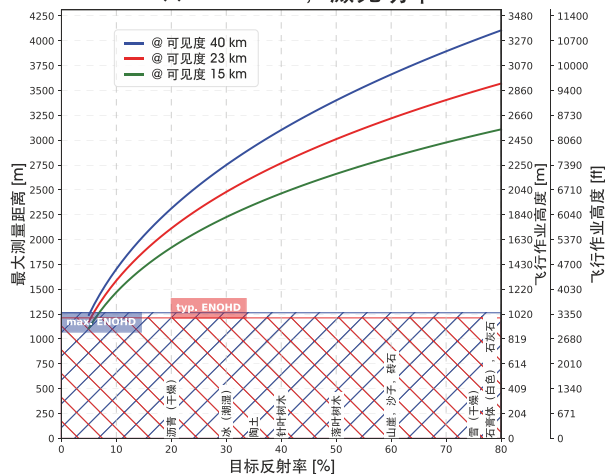
ENOHD (典型值): 在假设角度步进为 0.012° 且飞机速度高于 10 kn 的情况下计算得出。

作业效率数据在满足以下假设条件时获得:

- 在横滚角不超过 $\pm 5^\circ$ 或航高最多降低 20% 的情况下能保证航线重叠度为 20%。

RIEGL VQ-1460 最大测距和点密度

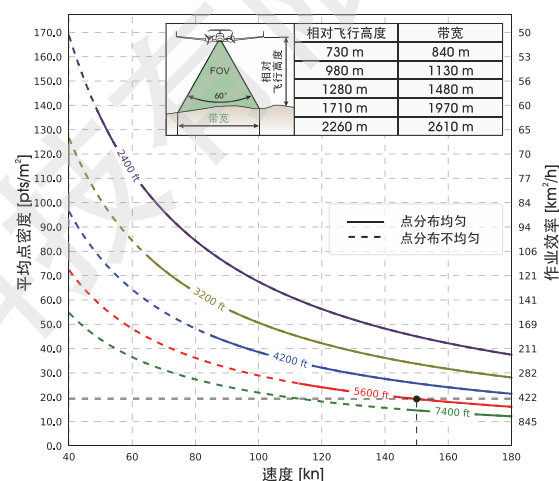
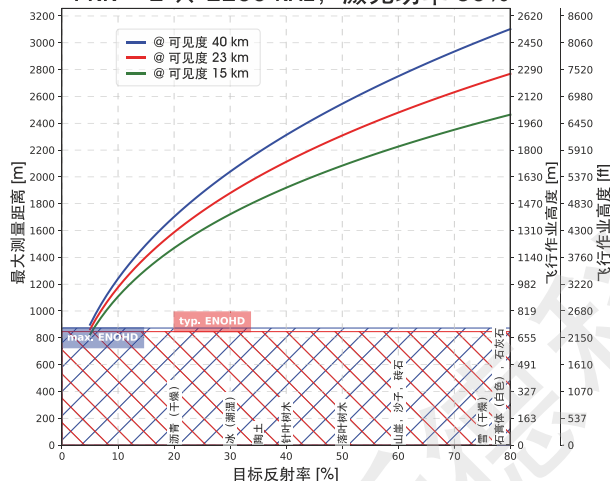
PRR = 2 × 2200 kHz, 激光功率 100%



示例: VQ-1460 每秒发射 2 × 2,200,000 个脉冲, 激光功率 100%
飞行高度为海拔 5,800 ft, 速度 170 kn

作业成果: 点密度约 16.43 pts/m²
作业效率约 514 km²/h

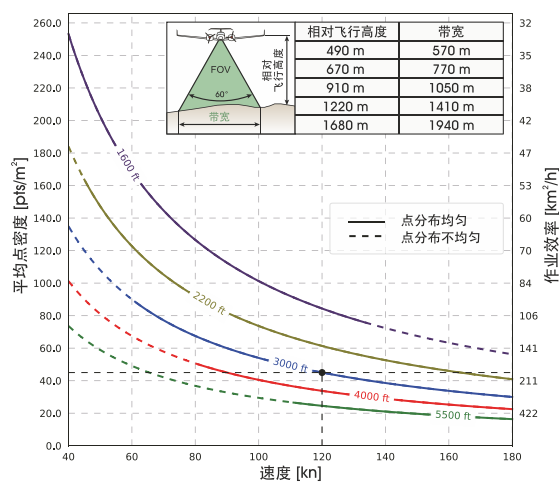
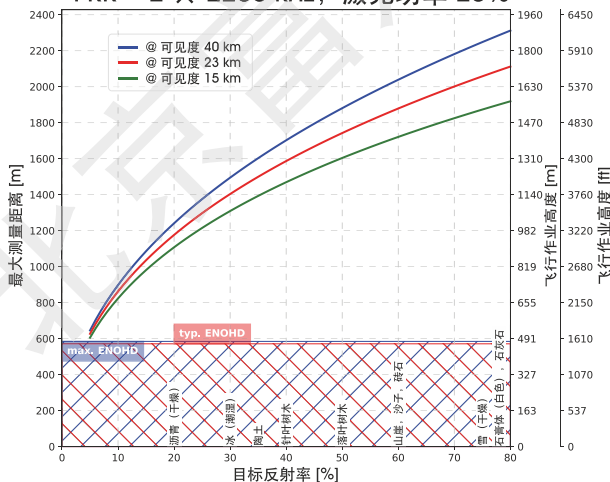
PRR = 2 × 2200 kHz, 激光功率 50%



示例: VQ-1460 每秒发射 2 × 2,200,000 个脉冲, 激光功率 50%
飞行高度为海拔 5,600 ft, 速度 150 kn

作业成果: 点密度约 19.29 pts/m²
作业效率约 438 km²/h

PRR = 2 × 2200 kHz, 激光功率 25%



示例: VQ-1460 每秒发射 2 × 2,200,000 个脉冲, 激光功率 25%
飞行高度为海拔 3,000 ft, 速度 120 kn

作业成果: 点密度约 45 pts/m²
作业效率约 188 km²/h

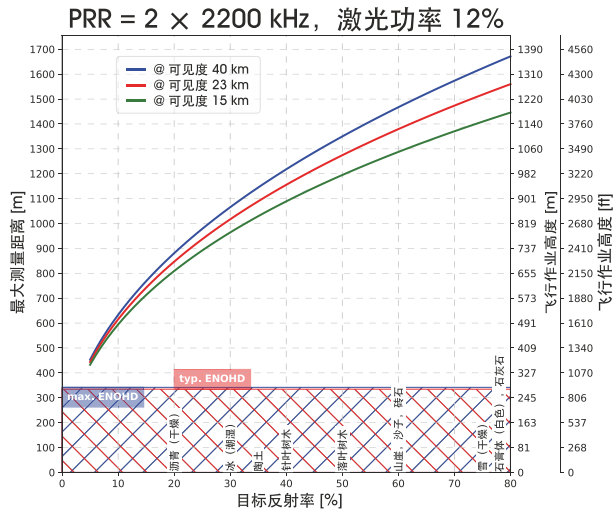
上述作业航高数据在满足以下假设条件时获得:

- 模糊度经由 MTA 处理
- 目标尺寸大于激光光斑
- 有效视场角 60°
- 环境亮度均匀
- 横滚角不超过 ±5°

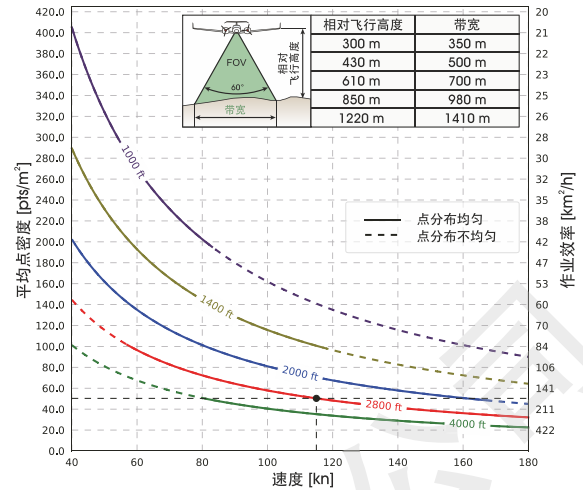
作业效率数据在满足以下假设条件时获得:

- 在横滚角不超过 ±5° 或航高最多降低 20% 的情况下能保证航线重叠度为 20%。

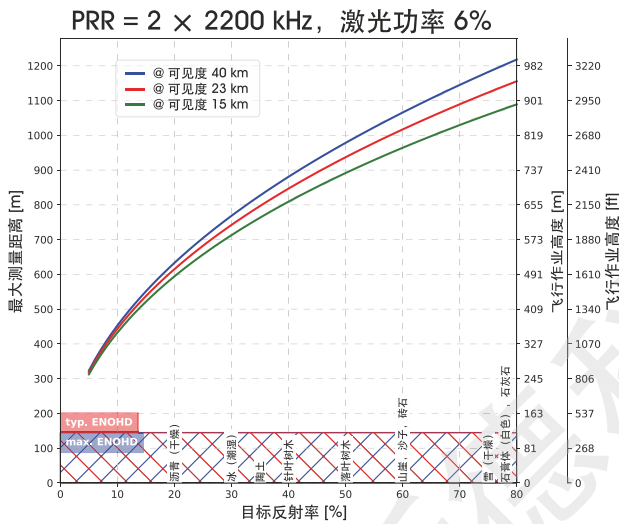
ENOHD (典型值): 在假设角度步进为 0.012° 且飞机速度高于 10 kn 的情况下计算得出。



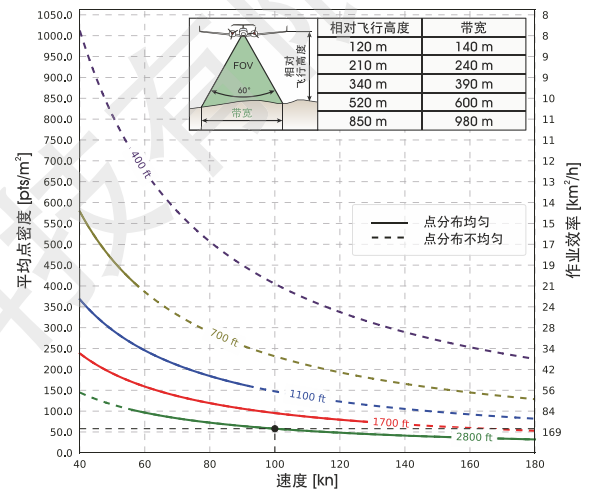
示例: VQ-1460 每秒发射 2 × 2,200,000 个脉冲, 激光功率为 12%
飞行高度为海拔 2,800 ft, 速度 115 kn



作业成果: 点密度约 50.31 pts/m²
作业效率约 168 km²/h



示例: VQ-1460 每秒发射 2 × 2,200,000 个脉冲, 激光功率为 6%
飞行高度为海拔 2,800 ft, 速度 100 kn



作业成果: 点密度约 57.86 pts/m²
作业效率约 146 km²/h

上述作业航高数据在满足以下假设条件时获得:

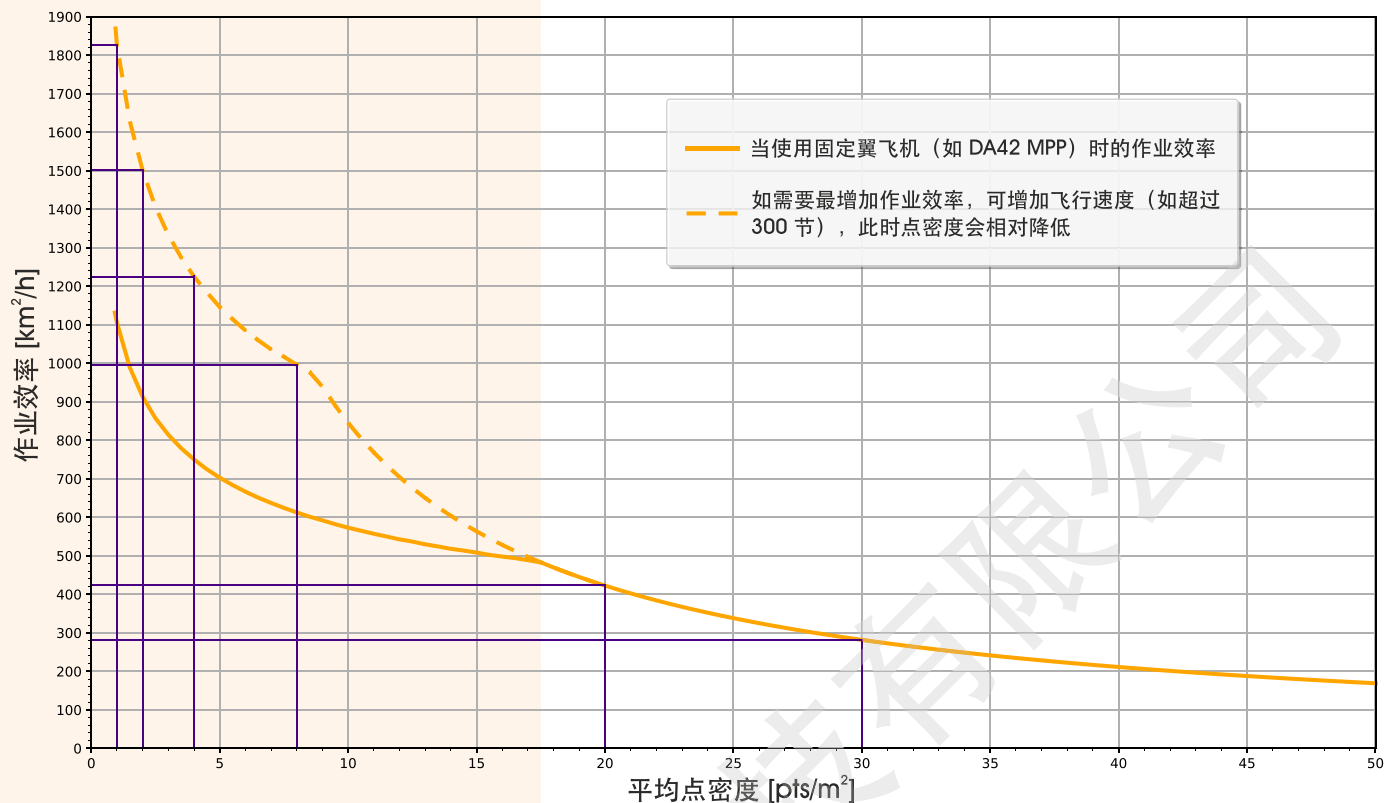
- 模糊度经由 MTA 处理
- 目标尺寸大于激光光斑
- 有效视场角 60°
- 环境亮度均匀
- 横滚角不超过 ±5°

ENOHD (典型值): 在假设角度步进为 0.012° 且飞机速度高于 10 kn 的情况下计算得出。

作业效率数据在满足以下假设条件时获得:

- 在横滚角不超过 ±5° 或航高最多降低 20% 的情况下能保证航线重叠度为 20%。

RIEGL VQ-1460 波形处理机载测图系统可使作业达到最大效率。



示例 ¹⁾

平均点密度	1 pts/m²	2 pts/m²	4 pts/m²	8 pts/m²	20 pts/m²	30 pts/m²
飞行高度	3560 m	2920 m	2390 m	1940 m	1650 m	1100 m
地面速度	300 kn	300 kn	300 kn	300 kn	150 kn	150 kn
带宽	4110 m	3380 m	2760 m	2240 m	1900 m	1270 m
作业效率	1826 km²/h	1501 km²/h	1225 km²/h	996 km²/h	423 km²/h	282 km²/h
测量速度 ²⁾	63.4 万点/秒	104.2 万点/秒	170.2 万点/秒	276.7 万点/秒	293.5 万点/秒	293.5 万点/秒
影像 GSD ^{3) 4)}	269 mm	220 mm	180 mm	146 mm	125 mm	83 mm
相机曝光间隔 ⁴⁾	6.9 s	5.7 s	4.6 s	3.8 s	6.4 s	4.3 s

1) 采用 20% 的目标反射率和 20% 的重叠进行计算

2) 每个激光脉冲仅提供一次测量时的频率，对于植被区域而言可能更高

3) 地面采样距离

4) 采用 1 亿像素的 CMOS 相机，FOV 为 56.2° × 43.7°，航向重叠为 60%

激光产品分类

依照 IEC60825-1:2014 归类为 4 级激光产品

The following clause applies for instruments delivered into the United States: Complies with 21 CFR 1040.10 and 1040.11 except for conformance with IEC 60825-1 Ed.3., as described in Laser Notice No. 56, dated May 8, 2019.

必须配备适当的应急装置以保障安全使用该激光设备。



测距性能

对应不同的激光功率、激光脉冲重复度和目标反射率

激光功率	100%			
激光脉冲重复度 (PRR) ¹⁾	2 × 270 kHz	2 × 500 kHz	2 × 1000 kHz	2 × 2200 kHz
最大测距 ^{2) 3) 4)}				
自然反射率 $\rho \geq 20\%$	5400 m	4250 m	3250 m	2300 m
自然反射率 $\rho \geq 60\%$	7900 m	6400 m	5000 m	3650 m
最大飞行作业高度 ^{2) 5)} (AGL) ⁶⁾				
自然反射率 $\rho \geq 20\%$	4400 m 14450 ft	3500 m 11450 ft	2650 m 8650 ft	1900 m 6200 ft
自然反射率 $\rho \geq 60\%$	6450 m 21200 ft	5250 m 17200 ft	4100 m 13400 ft	3000 m 9850 ft
NOHD ^{7) 9)}	421 / 414 ¹⁰⁾ m	309 / 305 ¹⁰⁾ m	217 / 215 ¹⁰⁾ m	143 / 142 ¹⁰⁾ m
ENOHD ^{8) 9)}	3011 / 2701 ¹⁰⁾ m	2208 / 2032 ¹⁰⁾ m	1554 / 1463 ¹⁰⁾ m	1035 / 993 ¹⁰⁾ m
可接收的回波次数 ¹¹⁾	31	31	15	7

激光功率	50%	25%	12%	6%
激光脉冲重复度 (PRR) ¹⁾	2 × 2200 kHz	2 × 2200 kHz	2 × 2200 kHz	2 × 2200 kHz
最大测距 ^{2) 3) 4)}				
自然反射率 $\rho \geq 20\%$	1700 m	1250 m	900 m	650 m
自然反射率 $\rho \geq 60\%$	2750 m	2050 m	1450 m	1050 m
最大飞行作业高度 ^{2) 5)} (AGL) ⁶⁾				
自然反射率 $\rho \geq 20\%$	1400 m 4450 ft	1000 m 3350 ft	700 m 2350 ft	500 m 1700 ft
自然反射率 $\rho \geq 60\%$	2250 m 7400 ft	1650 m 5500 ft	1200 m 3950 ft	850 m 2850 ft
NOHD ^{7) 9)}	97 / 97 ¹⁰⁾ m	63 / 63 ¹⁰⁾ m	30 / 30 ¹⁰⁾ m	15 / 15 ¹⁰⁾ m
ENOHD ^{8) 9)}	715 / 693 ¹⁰⁾ m	479 / 468 ¹⁰⁾ m	280 / 274 ¹⁰⁾ m	119 / 118 ¹⁰⁾ m
可接收的回波次数 ¹¹⁾	7	7	7	7

1) 平均值，取整值
2) 平均条件和平均环境亮度的范围；在晴天作业时的测量距离会缩短并且飞行高度可能会大大低于阴天。
3) 最大射程，是指在大气能见度为 40 公里，激光束垂直入射，目标扁平且尺寸超过激光束直径时，所能达到的射程。通过MTA进行距离模糊度处理。
4) 激光脉冲的能量在击中目标物后会被消耗。如果单束激光击中多个目标物，其测量距离可能会因此缩短。
5) 典型值，在最大有效视场角 60°，横滚角不高于±5°的条件下取得。
6) 相对于地面。
7) 单脉冲条件下，NOHD 依据 MPE: IEC60825-1:2014。
8) 单脉冲条件下，ENOHD 依据 MPE: IEC60825-1:2014。
9) 计算出的 NOHD 和 ENOHD 的角度递进为 0.013°（激光光斑不会重叠），并且飞机速度高于 10 kn。当激光光斑存在重叠时，NOHD 和 ENOHD 的值会增加，例如用于电力线扫描。
10) 假设能见度为 23.5 公里的标准晴天条件，考虑了激光束的大气衰减。忽略水蒸气和二氧化碳的吸收。
11) 当使用在线波形处理时。

最小测距 ¹²⁾

测量精度 ^{13) 14)} / 重复精度 ^{14) 15)}

激光脉冲重复频率

有效测量速率

回波信号强度

激光波长

激光发散度

扫描仪性能

扫描机制

扫描模式

扫描角度范围

扫描速率

角度步进 $\Delta\theta$

角度测量分辨率

100 m

20 mm / 20 mm

540 kHz ~ 4.4 MHz，可任意选择，步进幅度 1%

高达 2.93 MHz @ 扫描角度 60°

每个回波都含有强度信息

近红外

典型值 0.17 mrad @ $1/e^{16}$ ，典型值 0.23 mrad @ $1/e^{217}$

旋转几何棱镜

平行线扫描

60°

72 ¹⁸⁾ - 600 线/秒

$0.006^\circ \leq \Delta\theta \leq 0.1^\circ$ ^{19) 20)}

0.001°

12) 设备能力限制，不考虑激光安全性！对于可以有效反射的物体最小测距是 250 m。

13) 精度表示测量值与真值的接近程度。

14) 1σ @ 250 m 的标准差，在 RIEGL 测试条件下。

15) 重复精度，也称为再现性或可重复性，表示多次测量后能达到相同结果的程度。

16) 在光强衰减为最大值的 $1/e$ 时的点上测量。0.17 mrad 相当于距离每增加 1000 m，激光束直径增加 17 cm。

17) 在光强衰减为最大值的 $1/e^2$ 时的点上测量。0.23 mrad 相当于距离每增加 1000 m，激光束直径增加 23 cm。

18) 最小扫描速度取决于所选的激光脉冲重复频率。

19) 最小角度步进幅度取决于所选的激光脉冲重复频率。

20) 最大角度步进幅度受最大扫描速度限制。

续表见下页

数据接口

配置
扫描数据输出
同步

相机接口
可移动存储

LAN 10/100/1000/2500/5000/10000 Mb/s
LAN 10/100/1000/2500/5000/10000 Mb/s
串行 RS232 接口; TTL 输入, 用于 1 PPS 同步脉冲,
接受不同数据格式的 GNSS 时间信息
2 个接口, 用于电源、RS-232、pps、触发、曝光
2× U.2 接口 SSD, 每个 15.36 TB

一般技术参数

电源 / 功耗
主要尺寸 (法兰直径×高度)
重量

防护等级
最大飞行高度 (工作 / 待机)
温度范围 (作业 / 存储)

20 - 32 V DC / 典型值 550 W / 最大 800 W, 取决于集成的组件
Ø 524 mm × 743 mm (无搬运把手)
约 70 kg, 无相机, 但包括标配的 IMU/GNSS 单元
约 75 kg, 带可选组件
IP54¹⁾
海拔²⁾ 5600 m (18500 ft) / 海拔 5600 m (18500 ft)
-5 °C ~ +35 °C / -10 °C ~ +50 °C

建议的 IMU/GNSS 系统^{3) 4)}

IMU 精度⁵⁾
横滚、俯仰
偏航
IMU 采样率
位置精度 (典型值)

0.0025°
0.005°
200 Hz
0.05 m ~ 0.1 m

VQ-1460 可选组件

主相机
传感器分辨率
传感器尺寸 (对角线)
相机镜头焦距
视场角 (FOV)
数据存储
副相机

RGB
1.5 亿像素 CMOS
66.7 mm (中画幅)
50 mm
约 54.6° × 42.3°
1× U.2 接口 SSD, 每个 15.36 TB
可集成包括热成像或近红外相机在内的多种类型相机,
详情请咨询。

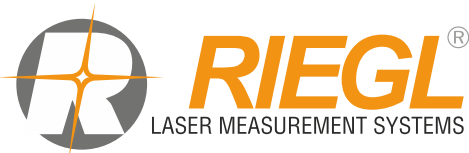
1) 安装法兰以下部分。

2) 平均海平面

3) 推荐的 IMU 既未列入欧盟出口管制清单 (如 2021 年欧盟第 821 号
条例的附件 1), 也未列入加拿大出口管制清单。若需要可提供部分
有关条例的详细信息。

4) VQ-1260 激光扫描系统支持不同的 IMU/GNSS 系统, 详情请咨询。

5) 1 σ, 无 GNSS 中断, 使用基站数据进行后处理。



北京富斯德科技有限公司

www.fs3s.com / 010-58076899 / 58076040 / info@fs3s.cn



关注我们!