

适用于基础设施测绘的高性能廊道测图系统

RIEGL VQ-1060

- 激光脉冲重复频率高达 2.4 MHz
- 地面测量速率可达 2,000,000 点/秒
- +20 / +10 / 0 / -10 / -20 五个扫描角度
- 视场角高达 60°
- 多目标探测能力
- 在线波形处理
- 可集成最多 4 台相机
- 集成 IMU/GNSS 系统
- 适配陀螺稳定平台

RIEGL VQ-1060 是一款完整集成的廊道测图系统，适用于电力线、管道、轨路、高速公路等场景。它专为基础设施测绘设计，精度高、适用性广。

该系统的核心为 **RIEGL VQ-680** 激光雷达，同时包含 2 台倾斜相机（分别以 45° 朝前和朝后拍摄）、2 台正射相机（1 台真彩色相机，1 台近红外相机）和一个高性能 IMU/GNSS 系统。此外，VQ-1060 搭载了独立的数据记录单元，在记录激光扫描数据的同时也记录影像数据，实现无缝数据采集。

它采用了先进的激光波束偏转机制，形成 +20 / +10 / 0 / -10 / -20 五条扫描线，每条线的扫描角度为 60°。这样的扫描方式可以更好地覆盖垂直地物，如电线杆、架空线、建筑侧立面、植被等，也能更好地覆盖狭窄街道的地面。该系统的飞行作业高度覆盖从 120 m (@ 2.4 Mhz) 到 2300 m (@ 300 kHz, 反射率不低于 20%) 的范围，为不同飞行高度的测绘应用提供高精度数据。

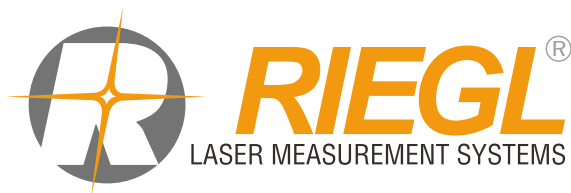
真彩色相机和近红外相机拥有 1.5 亿像素，使用 50 mm 镜头，其视场角适配激光雷达扫描视场。两台倾斜相机可选择 110 mm 镜头或 150 mm 镜头。

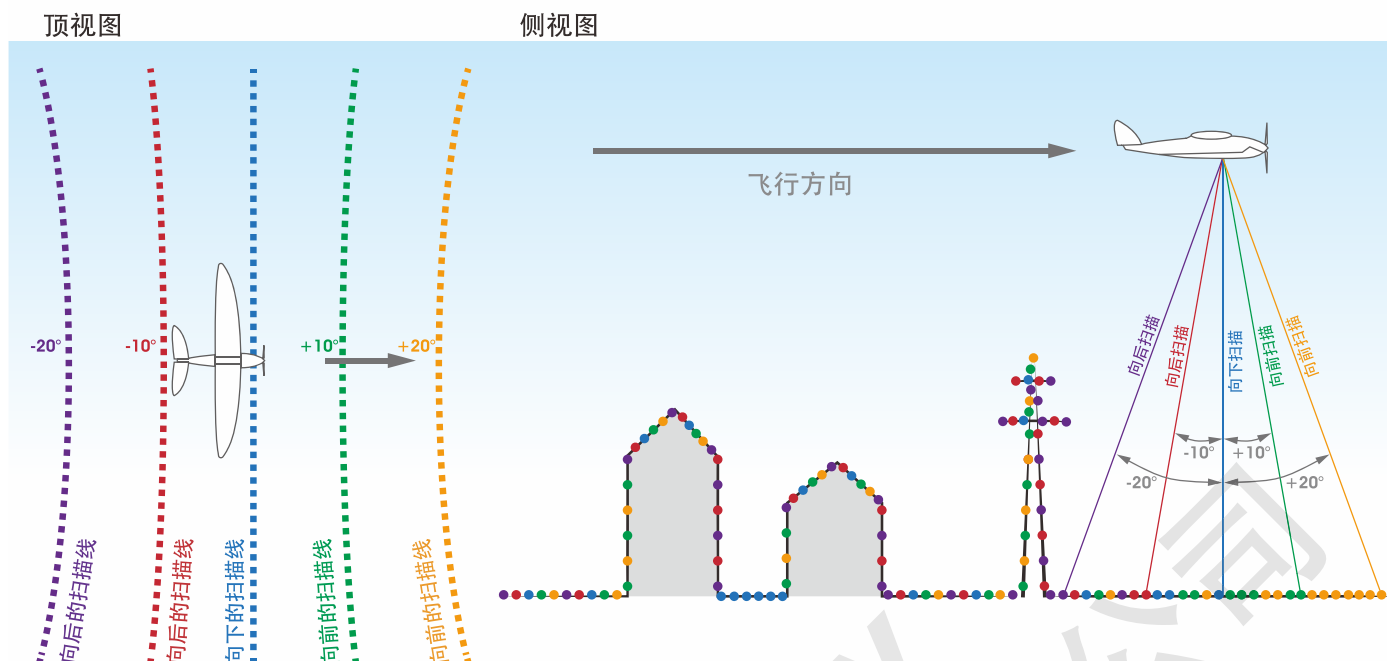
该系统专为机载应用设计，减少了不必要的线缆，可独立或搭配陀螺稳定平台在标准舱口使用。

应用领域：

- 廊道测绘
- 城市等复杂场景测绘
- 城市建模
- 超高分辨率测绘
- 垂直建筑物的倾斜测绘
- 林业应用

北京富斯德科技有限公司
www.fs3s.com



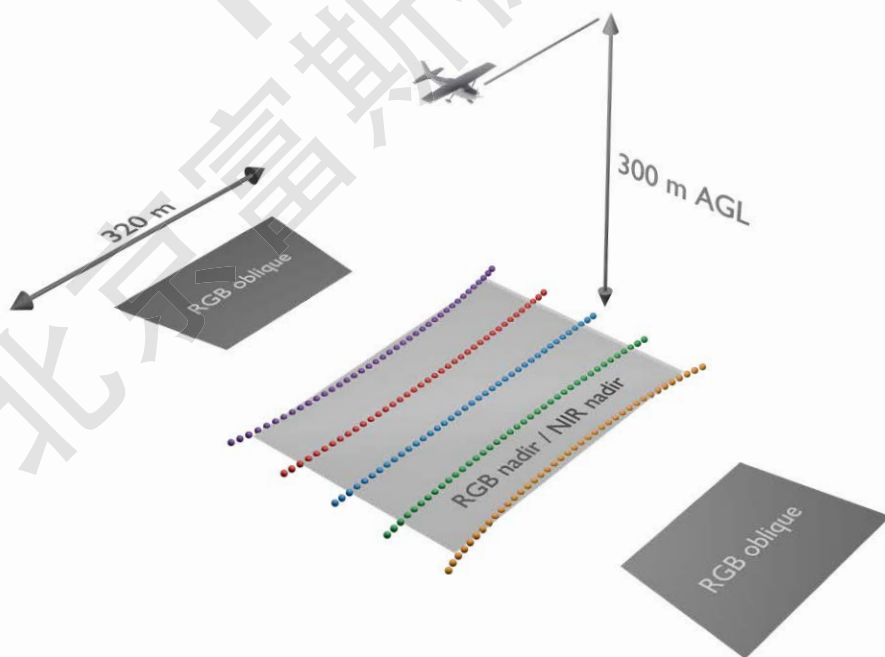


RIEGL VQ-1060 独特的多轴扫描模式由五条相互平行但方向各不相同的扫描线组成。其扫描方向以最低点方向为 0 度，以与最低点方向 10 度、20 度为夹角向前、向后各两个方向，5 个扫描方向间交替变化。前后扫描方向可以更好的覆盖被测物体的垂直立面，获取最完美的激光雷达数据。

对于城市、森林和资产测绘来说，点云能够完整覆盖垂直立面和水平平面非常重要。现在，这已经成为可能。由于仍保留了向下的扫描方向，VQ-1060 非常适用于城市测绘和数字孪生，可以有效采集到建筑中庭和城市峡谷的几乎没有阴影的点云。

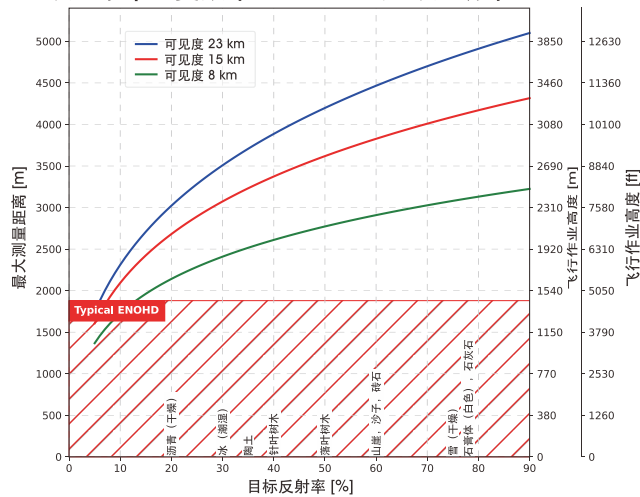
	视场角		
旁向		$\pm 30^\circ$	
航向（在扫描中心处）	向下	$\pm 10^\circ$	$\pm 20^\circ$
航向（在扫描边缘处）	向下	$\pm 11.5^\circ$	$\pm 22.8^\circ$

RIEGL VQ-1060 相机覆盖

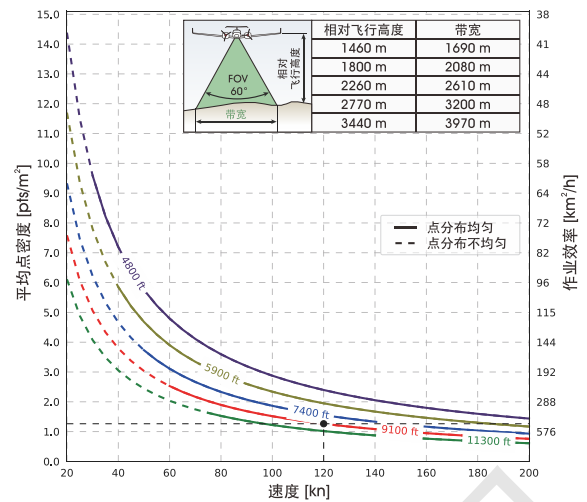


示例中是相对飞行高度为 300 m 时的相机覆盖范围，所使用的相机为使用 110 mm 镜头的 1.2 亿像素倾斜相机；使用 50 mm 镜头的 1.5 亿像素正射相机，包括真彩色相机和近红外相机。

激光脉冲重复频率 = 300 kHz, 激光功率 100%

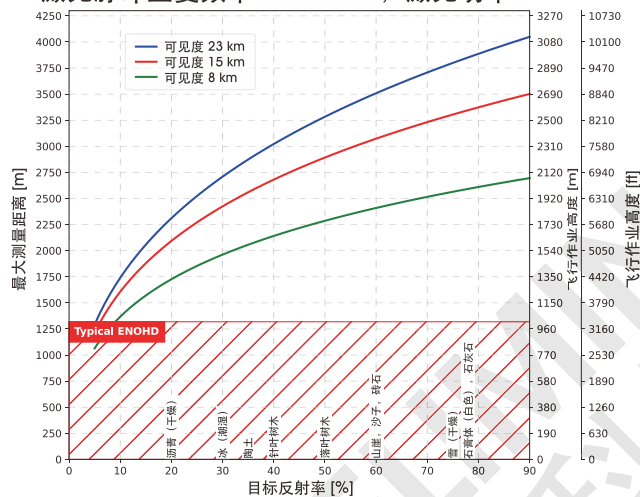


示例: VQ-1060 每秒发射 300,000 个脉冲, 激光功率 100%
飞行高度为海拔 9,100 ft, 速度 120 kn

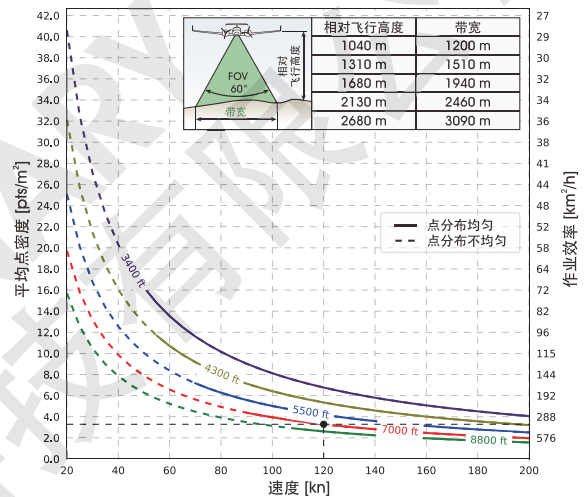


作业成果: 点密度约 1.3 pts/m²
作业效率约 456 km²/h

激光脉冲重复频率 = 600 kHz, 激光功率 100%

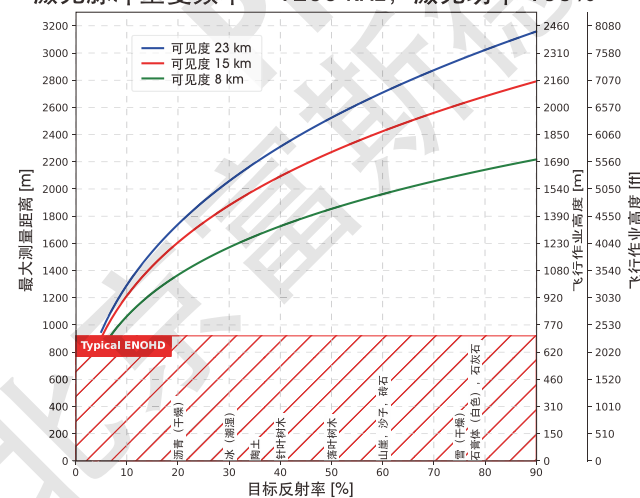


示例: VQ-1060 每秒发射 600,000 个脉冲, 激光功率 100%
飞行高度为海拔 7,000 ft, 速度 120 kn

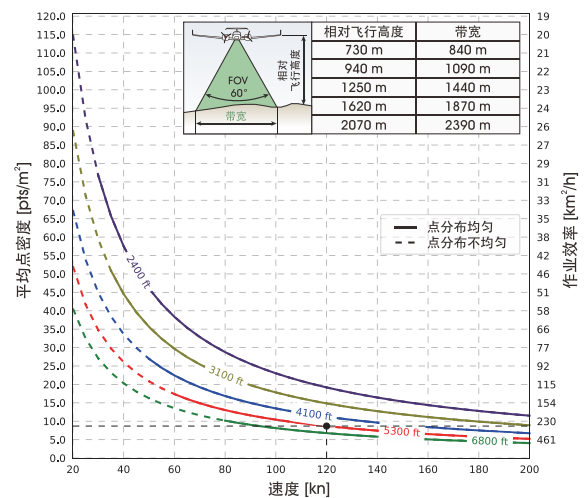


作业成果: 点密度约 3.3 pts/m²
作业效率约 350 km²/h

激光脉冲重复频率 = 1200 kHz, 激光功率 100%



示例: VQ-1060 每秒发射 1,200,000 个脉冲, 激光功率 100%
飞行高度为海拔 5,100 ft, 速度 120 kn



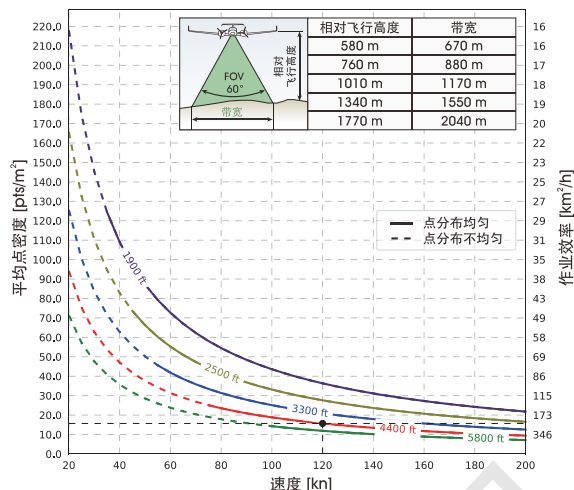
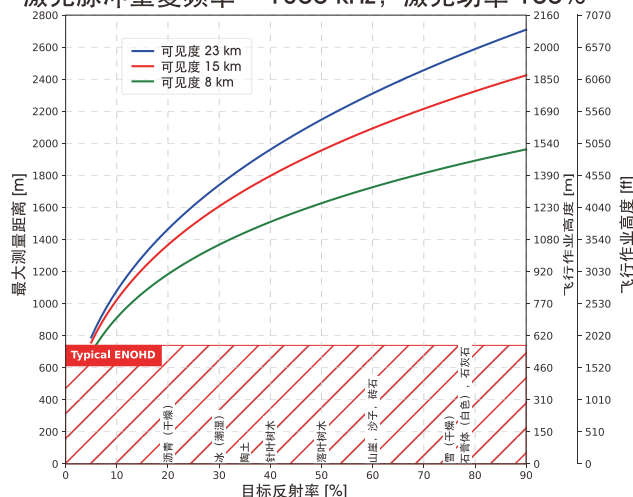
作业成果: 点密度约 9 pts/m²
作业效率约 255 km²/h

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
- 按 $\pm 37.5^\circ$ 视场角计算飞行作业高度
- 目标尺寸大于激光光斑
- 横滚角不超过 $\pm 5^\circ$

RIEGL VQ-1060 最大测距和点密度

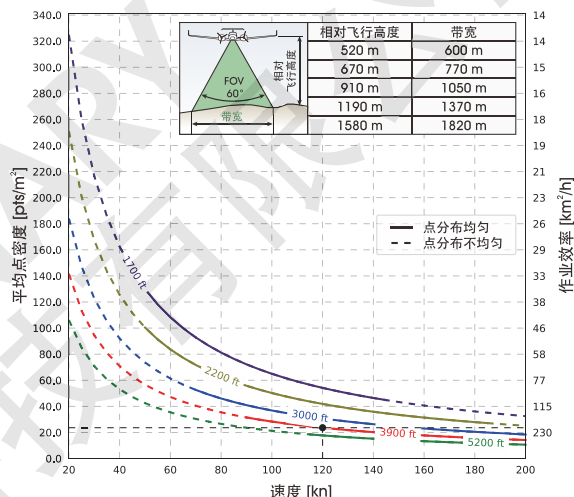
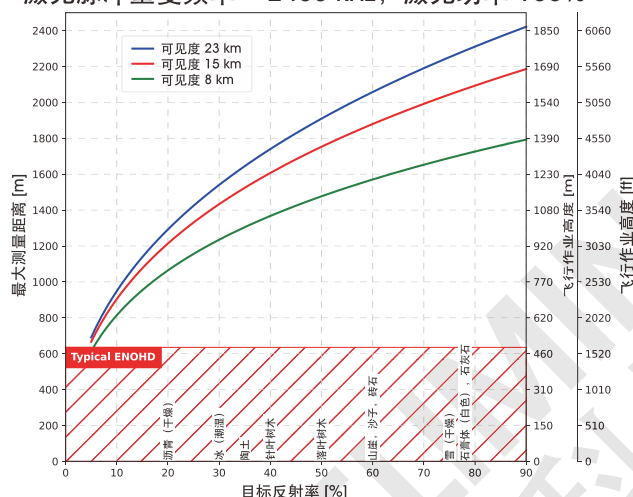
激光脉冲重复频率 = 1800 kHz, 激光功率 100%



示例: VQ-1060 每秒发射 1,800,000 个脉冲, 激光功率 100%
飞行高度为海拔 4,400 ft, 速度 120 kn

作业成果: 点密度约 15.7 pts/m²
作业效率约 220 km²/h

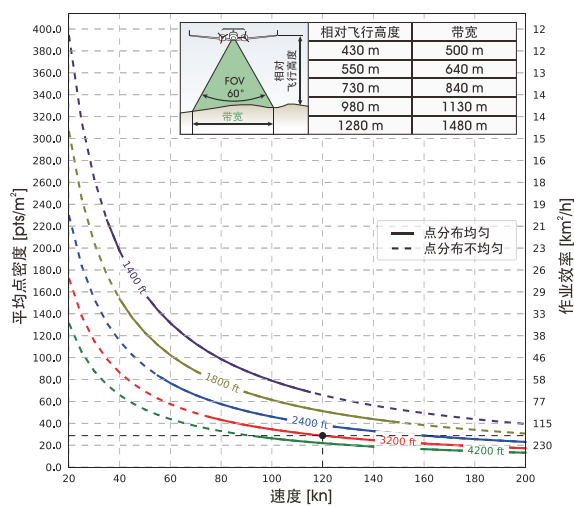
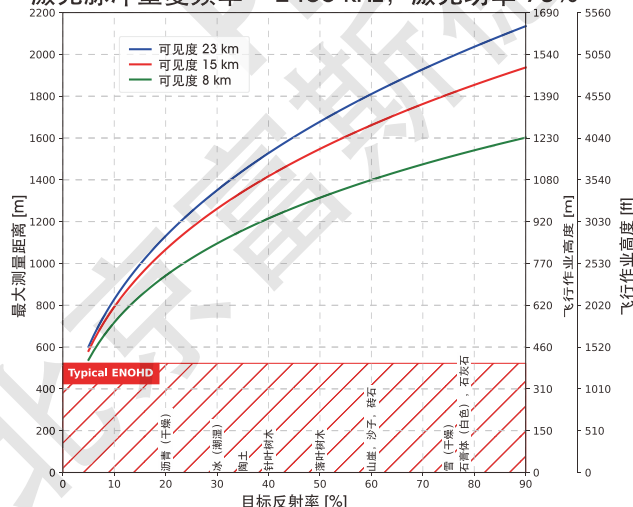
激光脉冲重复频率 = 2400 kHz, 激光功率 100%



示例: VQ-1060 每秒发射 2,400,000 个脉冲, 激光功率 100%
飞行高度为海拔 3,900 ft, 速度 120 kn

作业成果: 点密度约 23 pts/m²
作业效率约 195 km²/h

激光脉冲重复频率 = 2400 kHz, 激光功率 75%



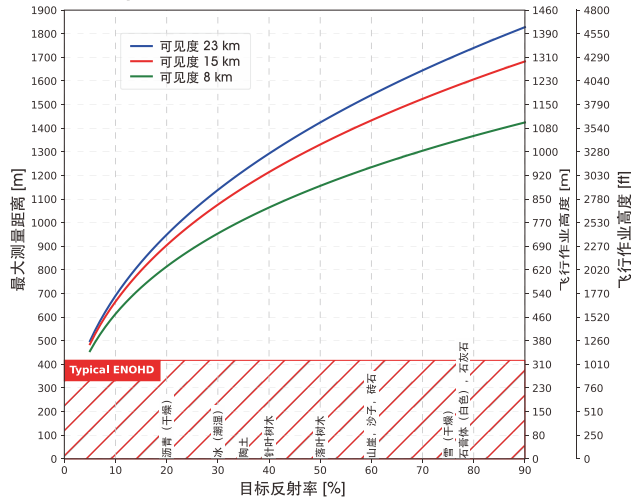
示例: VQ-1060 每秒发射 2,400,000 个脉冲, 激光功率 75%
飞行高度为海拔 3,200 ft, 速度 120 kn

作业成果: 点密度约 29 pts/m²
作业效率约 160 km²/h

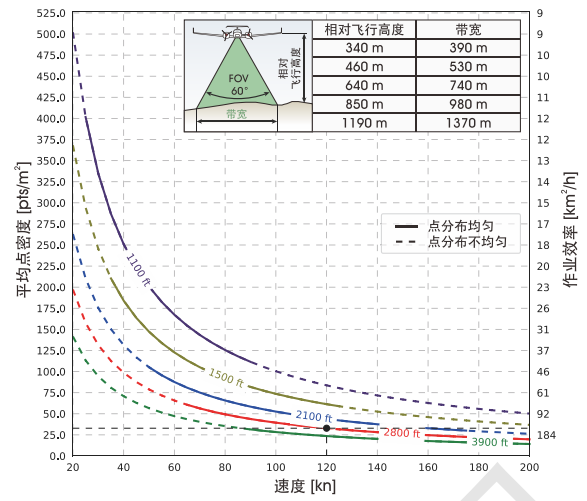
上述作业航高数据在满足以下假设条件时获得:

- 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 $\pm 5^\circ$
- 按 $\pm 37.5^\circ$ 视场角计算飞行作业高度

激光脉冲重复频率 = 2400 kHz, 激光功率 50%

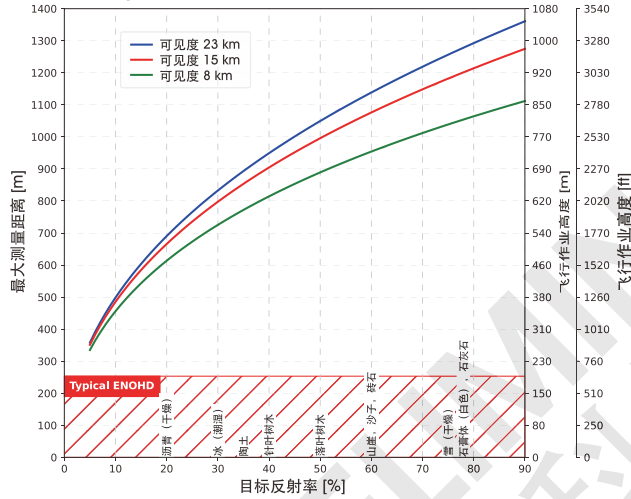


示例: VQ-1060 每秒发射 2,400,000 个脉冲, 激光功率 50%
飞行高度为海拔 2,800 ft, 速度 120 kn

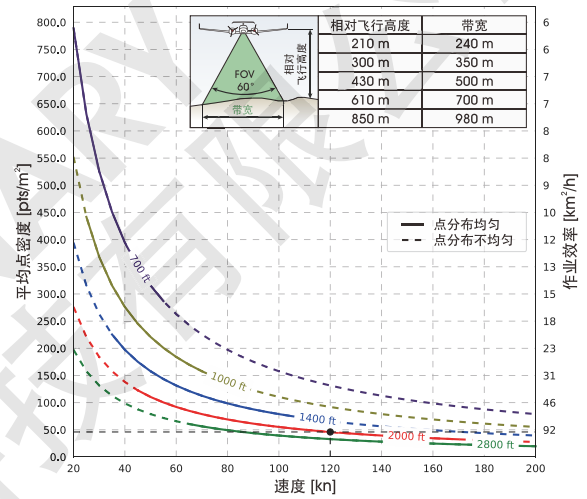


作业成果: 点密度约 33 pts/m²
作业效率约 140 km²/h

激光脉冲重复频率 = 2400 kHz, 激光功率 25%

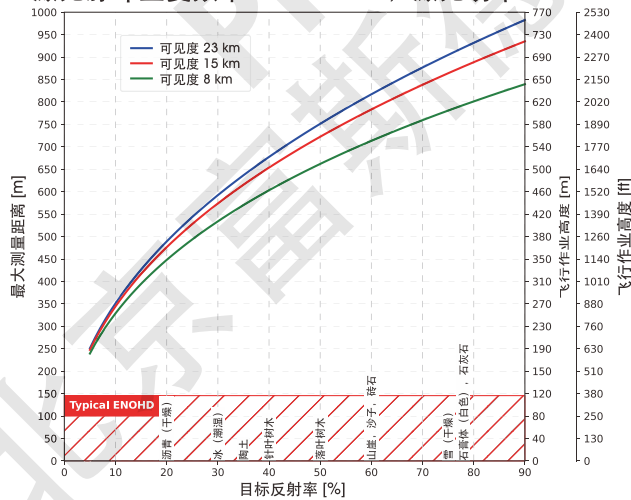


示例: VQ-1060 每秒发射 2,400,000 个脉冲, 激光功率 25%
飞行高度为海拔 2,000 ft, 速度 120 kn

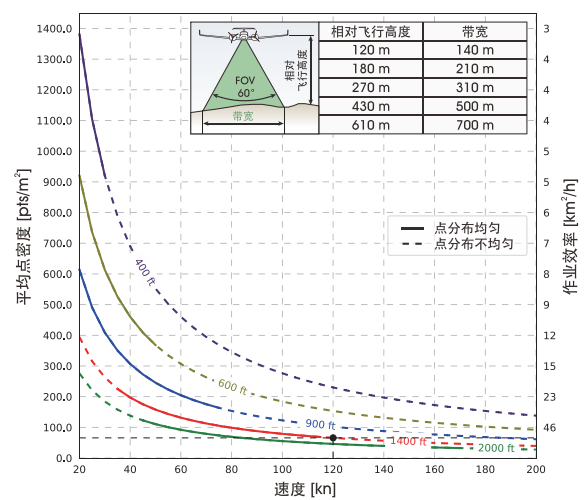


作业成果: 点密度约 46 pts/m²
作业效率约 100 km²/h

激光脉冲重复频率 = 2400 kHz, 激光功率 12%



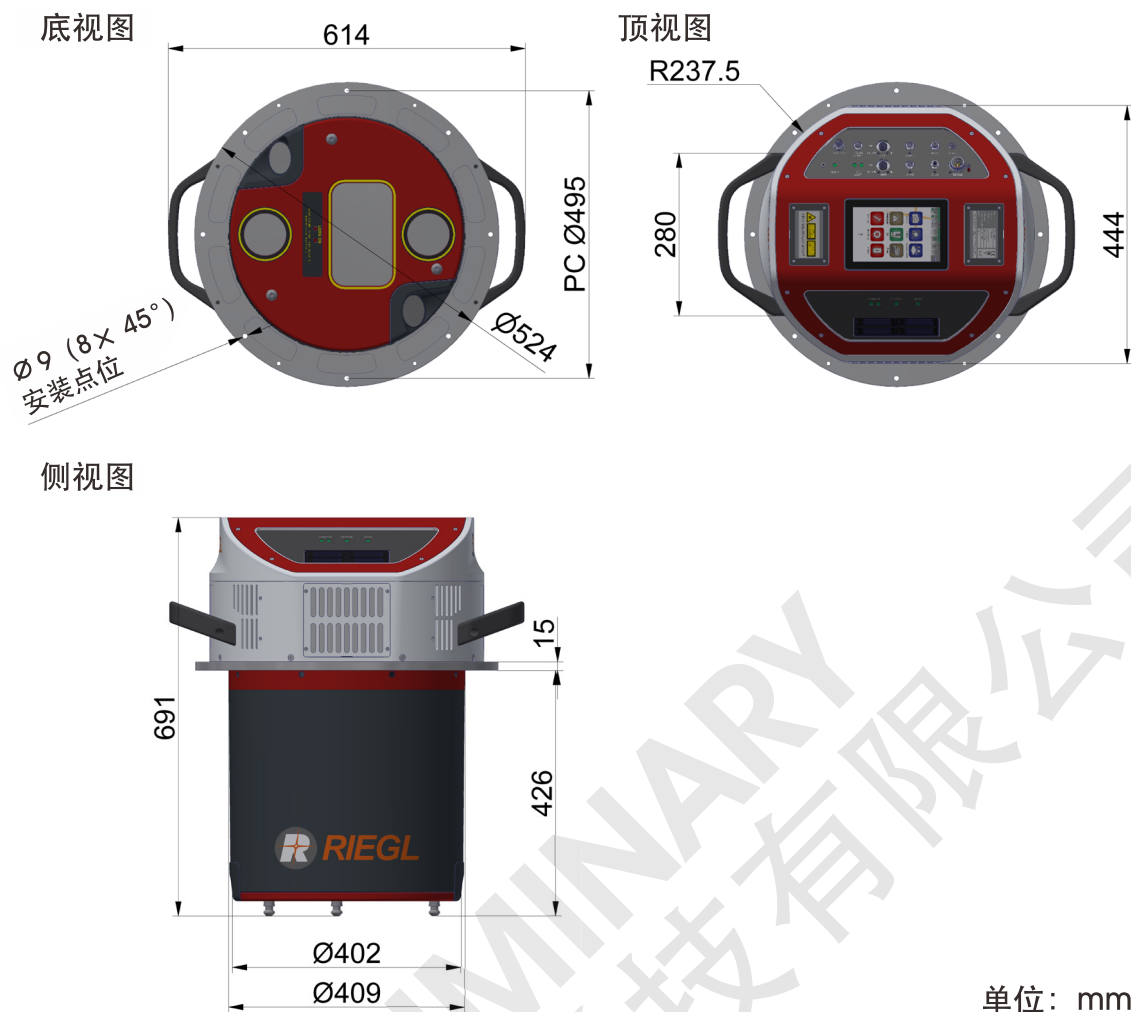
示例: VQ-1060 每秒发射 2,400,000 个脉冲, 激光功率 12%
飞行高度为海拔 1,400 ft, 速度 120 kn



作业成果: 点密度约 66 pts/m²
作业效率约 70 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 $\pm 5^\circ$
- 按 $\pm 37.5^\circ$ 视场角计算飞行作业高度



RIEGL VQ-1060 结构及功能



激光产品分类

依照 IEC60825-1:2014 归类为 3B 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。



测距特性

测量原理

数字化回波，在线波形处理，飞行时间差测量，多目标探测

激光功率	100%	100%	100%	100%	100%
激光脉冲重复频率 PRR ¹⁾	300 kHz	600 kHz	1200 kHz	1800 kHz	2400 kHz
最大测量距离 ^{2) 3)}					
自然反射率 $\rho \geq 20\%$	3020 m	2310 m	1740 m	1460 m	1290 m
自然反射率 $\rho \geq 60\%$	4470 m	3510 m	2710 m	2310 m	2060 m
最大相对飞行作业高度 (AGL) ^{2) 4)}					
自然反射率 @ $\rho \geq 20\%$	2330 m	1780 m	1340 m	1130 m	1000 m
自然反射率 @ $\rho \geq 60\%$	3440 m	2700 m	2080 m	1780 m	1580 m
NOHD ^{5) 7)}	200 m	138 m	95 m	75 m	62 m
ENOHD ^{6) 7)}	1447 m	1015 m	708 m	569 m	489 m
接收最大回波次数 ⁸⁾	32	24	11	7	5

激光功率	75%	50%	25%	12%
激光脉冲重复频率 PRR ¹⁾	2400 kHz	2400 kHz	2400 kHz	2400 kHz
最大测量距离 ^{2) 3)}				
自然反射率 $\rho \geq 20\%$	1130 m	950 m	690 m	490 m
自然反射率 $\rho \geq 60\%$	1810 m	1540 m	1140 m	820 m
最大相对飞行作业高度 (AGL) ^{2) 4)}				
自然反射率 @ $\rho \geq 20\%$	870 m	730 m	530 m	380 m
自然反射率 @ $\rho \geq 60\%$	1390 m	1180 m	880 m	630 m
NOHD ^{5) 7)}	51 m	39 m	23 m	12 m
ENOHD ^{6) 7)}	411 m	321 m	195 m	112 m
接收最大回波次数 ⁸⁾	5	5	5	5

- 1) 平均值，取整值
2) 平均条件和平均环境亮度的典型值；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 23 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。测距不确定性由 MTA 处理解决。
4) 典型值，在最大有效视场角 60°，横滚角不高于 ±5°，向前/向后的扫描角度 20° 的条件下取得。
5) 单脉冲条件下，NOHD 依据 MPE: IEC60825-1:2014。
6) 单脉冲条件下，ENOHD 依据 MPE: IEC60825-1:2014。
7) 计算 NOHD 和 ENOHD 时的角度递进满足激光光斑不重叠的要求，并且飞机速度高于 10 kn。当激光光斑在重叠时，NOHD 和 ENOHD 的值会增加，例如用于电力线扫描。
8) 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。

最小测距

精度 ^{9) 11)}

重复精度 ^{10) 11)}

激光脉冲重复频率 ¹²⁾

最大有效测量速率

回波信号强度

激光波长

激光发散度

20 m

20 mm

20 mm

高达 2400 kHz

高达 2,000,000 点/秒 (@ 2400 kHz PRR & 60° FOV)

为每个回波提供

近红外

典型值 0.28 mrad @ 1/e² ¹³⁾，典型值 0.22 mrad @ 1/e ¹⁴⁾

- 9) 精度，是测量一定数量后得出的真实值，是与真实一致性的度。
10) 重复精度，也叫做再现性或可重复性，是更深一层测量以达到同样结果的一个度。
11) 1 sigma @ 150 m，在 RIEGL 测试条件下。

- 12) 可由用户选择。
13) 在光强为 1/e² 处进行测量。0.28 mrad 相当于距离每增加 100 m，激光束直径增加 28 mm。
14) 在光强为 1/e 处进行测量。0.22 mrad 相当于距离每增加 100 m，激光束直径增加 22 mm。

扫描仪性能

扫描机制
扫描模式

旋转棱镜
平行线扫描，
垂直于扫描方向的角度分别为 $-20^{\circ} / -10^{\circ} / 0^{\circ} / +10^{\circ} / +20^{\circ}$
 $\pm 30^{\circ} = 60^{\circ}$
 $50^{1)} - 500$ 线/秒
 $0.008^{\circ} \leq \Delta \vartheta \leq 0.12^{\circ}$ ³⁾
 0.001°

扫描角度
扫描速度
角度步进²⁾ $\Delta \vartheta$
角度分辨率

相机配置⁴⁾

正射相机

1.5 亿像素，RGB，焦距 50 mm
1.5 亿像素，NIR，焦距 50 mm
 $+45^{\circ}$ ，1.5 亿像素，RGB，焦距 110 mm，
或 1.2 亿像素，RGB，焦距 150 mm
 -45° ，1.5 亿像素，RGB，焦距 110 mm，
或 1.2 亿像素，RGB，焦距 150 mm

倾斜相机

最大帧数

1.5 帧/秒/相机

数据接口

配置
扫描数据输出
同步

LAN 100/1000/2500/5000/10000 Mb/s
LAN 100/1000/2500/5000/10000 Mb/s
串行 RS232 接口；TTL 输入，用于 1 PPS 同步脉冲，
接受不同格式的 GNSS 时间信息
2 个，用于电源、RS-232、pps、触发、曝光
 4×2.5 英寸 NVMe U.2 硬盘盒带 4 TB 固态硬盘，
共 16 TB，存储激光和影像数据

外置相机接口
可移动存储

综合参数

输入电压
功耗
主要尺寸（长×宽×高）
重量
防护等级
最大飞行海拔（工作 / 待机）
温度范围

20 - 32 V DC
典型值 360 W，最大 750 W
 524 （直径） $\times 691$ mm（不包含安装法兰和 IMU 传感器）
约 60 kg
IP54⁵⁾
海拔⁶⁾ 5,600 m (18,500 ft)
 $-5^{\circ}\text{C} \sim +35^{\circ}\text{C}$ （作业）/ $-10^{\circ}\text{C} \sim +50^{\circ}\text{C}$ （存储）

推荐的 IMU/GNSS 系统⁷⁾

IMU精度⁸⁾
横滚，俯仰
偏航
IMU采样率
位置精度（典型值）

0.0025°
 0.005°
200Hz
 $0.05\text{ m} - 0.1\text{ m}$

1) 最小扫描速度取决于选择的 PRR。
2) 角度步进值取决于选择的 PRR。
3) 最大角度步进受最大扫描速度限制。
4) 推荐相机配置，详情请咨询。
5) 设备底部。

6) 平均海平面。
7) 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。
8) 1σ ，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！