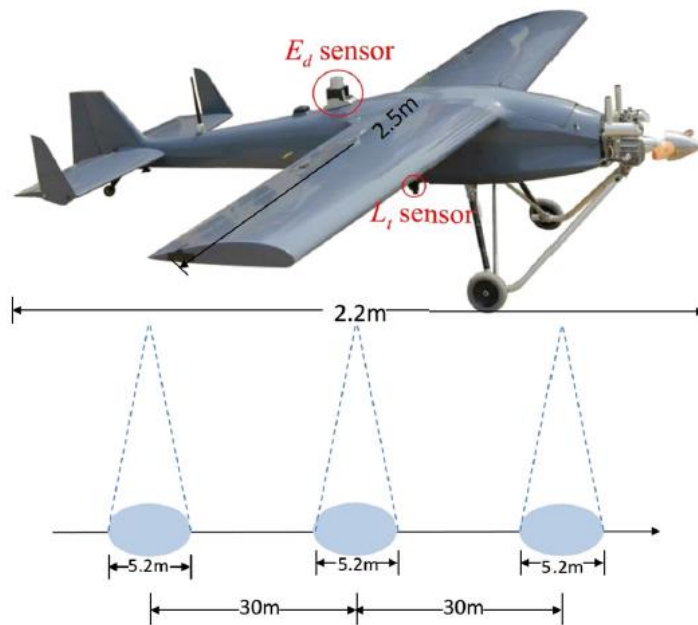


iSpecHyper-W300 无人机机载高光谱水体测量光谱仪

近年来，高光谱遥感技术已经越来越多的用到农业、林业、地质、海洋、气象、水文、军事、环保等领域，形成了一个从地面到空中，乃至空间，从信息数据收集、处理到判读分析和应用，对全球进行探测和监测的多层次、多视角、多领域的观测体系，成为获取地球资源与环境信息的重要手段。

目前常用的航天或航空遥感，虽然其可以实现大面积同步观测，时效性强，获取信息受条件限制少，但是其数据获取成本较高，数据精细程度不足的缺点不可忽视。而近地遥感时间灵活，可以进行小范围细节探测，提供精细的分析数据，但同时它的缺点同样存在，如大面积数据的获取速度较慢，有一些地区自然条件恶劣不适合人为采集，所以目前近地遥感仍局限于基础研究和数学建模当中，在一些实际应用中仍然受到限制。



针对这一情况，莱森光学（Lisen Optics）公司实现了无人机搭载高光谱地物光谱仪测试系统。该系统在实现了较大面积检测，受限条件小的同时，可以快速，精细的获取数据，很好的结合了航空遥感和近地遥感的优点，避免了两者的缺点。

该系统无人机需人为操控，双通道或三通到高光谱采集系统由微型处理器控制自动记录 GPS 信息，采集天空和地面的光谱数据，如天空总辐照度，水体的离水辐亮度，地物的反射光谱等参数。

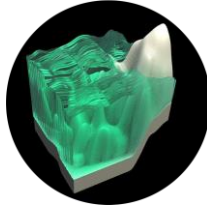
典型应用



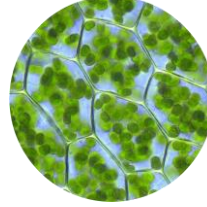
海洋、湖泊水色遥感研究



卫星数据地面验证



水体剖面测量



水质分析(叶绿素、悬浮物、CDOM)

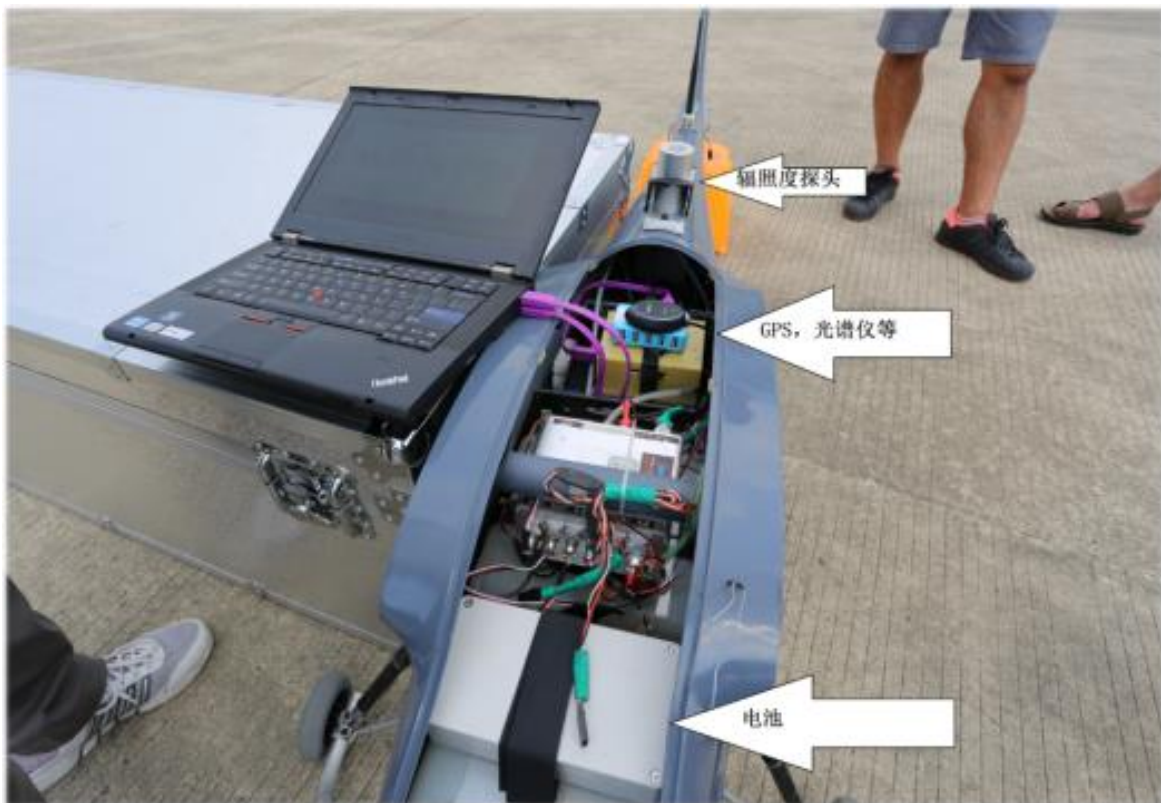


海岸带研究

典型案例-海洋赤潮危害遥感监测

通过无人机机载双通道或三通道高光谱遥感光谱仪，用于自动化采集水体反射光谱信息，进一步得到

水体遥感探测需要获取的光谱信息：离水辐亮度 L_w 、归一化离水辐亮度 L_wN ，遥感反射率 R_{rs} 。





无人机机载高光谱介绍

获取光谱数据的方法

水体遥感探测需要获取的光谱信息：离水辐亮度 L_w 、归一化离水辐亮度 L_{wN} ，遥感反射率 R_{rs} 和刚好处于水面以下 0 的辐照度比 R 。可按照如下的计算公式得到，

$$L_w = L_{sw} - rL_{sky}$$

$$L_{wN} = L_w F_0 / E_d(0^+)$$

$$R_{rs} = L_w / E_d(0^+) = L_{wN} / F_0$$

$$R(0^-) = E_u(0^-) / E_d(0^-)$$

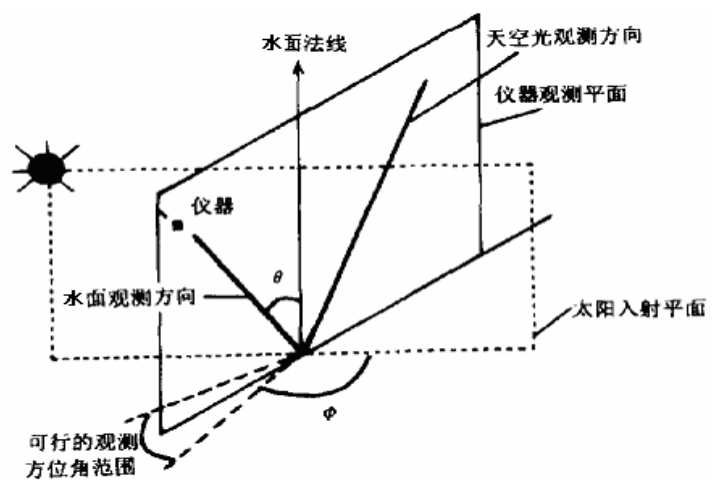
其中需要测量的参数有

- 1) 水面辐亮度 L_{sw}

→通过向下一通道光谱仪测量“水面辐亮度”

- 2) 天空散射光辐亮度 L_{sky}

→通过向上一通道光谱仪测量“天空散射光辐亮度”



3) 水面入射总辐照度 $E_d(0^+)$

→现场测量（此方法需要三通道）：

$$L_{WN} = L_W \times F_0 / E_d(0^+)$$

其中 F_0 为平均的大气层外辐照度。通过向上一个通道光谱仪测量“入射总辐照度”。

→遥感反演（此方法适用于双通道测量）：

$$L_{WN} = (r/R)^2 L_W / [t(\lambda, \theta_0)(1 - \rho(\theta_0))\cos(\theta_0)]$$

其中 $t(\lambda, \theta_0)$ 为大气透过率; $\rho(\theta_0)$ 为气水界面 Fresnel 反射率; R 为地球到太阳之间的平均距离; r 为测量是太阳到地球的距离。

无人机机载双通道高光谱遥感光谱仪开发项目主要分为两大部分：无人机和双通道或三通道高光谱光谱仪。

■ 无人机部分（固定翼）

其主要技术参数如下：

- 1) 飞行速度：110km/h=30.5m/s
- 2) 续航时间：大于 3 小时
- 3) 平稳度：左右摇摆可以控制在 3 度范围内，前后俯仰可以控制在 5 度范围内
- 4) 飞行高度：400-1100m
- 5) 舱内温度：和外界温度相同
- 6) 舱内空间：20cm×14cm，高度不限
- 7) 载重：1.5kg ~ 2kg

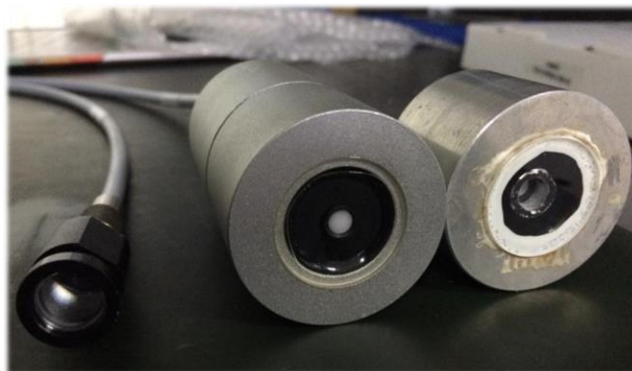
同时，无人机舱顶和舱腹可以按要求（尺寸和位置）设计观察孔。另外不需考虑防水罩问题。

■ 高光谱光谱仪部分

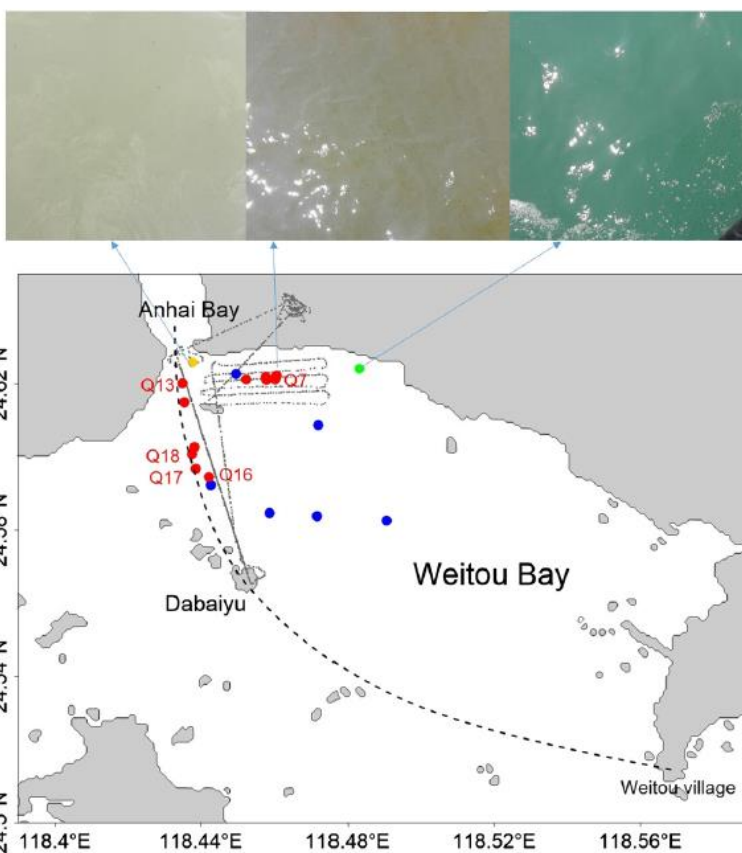
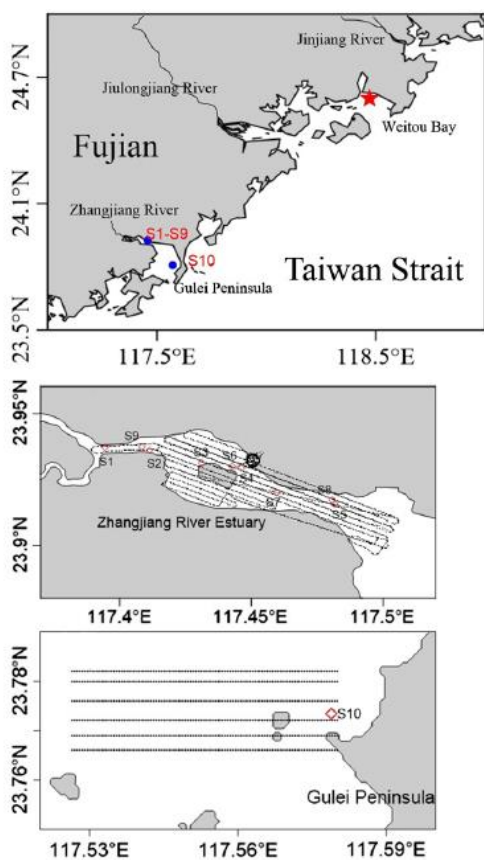
高光谱光谱仪部分由光学平台、光纤探头、控制模块、供电模块、数据存储模块等部分组成，本项

目对光谱仪的要求如下：

- 1) 采用双通道或三通道高光谱光谱仪，采集参数为水面辐亮度和天空总辐照度、天空散射光辐亮度等
- 2) 光谱仪能够实现自动采集
- 3) 探头视场角度可更换调整
- 4) 固定在无人机探头固定件设计需要可调
- 5) 探头测量角度可调
- 6) 可保存 GPS 信息
- 7) 光谱仪应含有供电系统，续航时间应大于 3 小时
- 8) 整套光谱仪系统重量不应超过 4-5kg

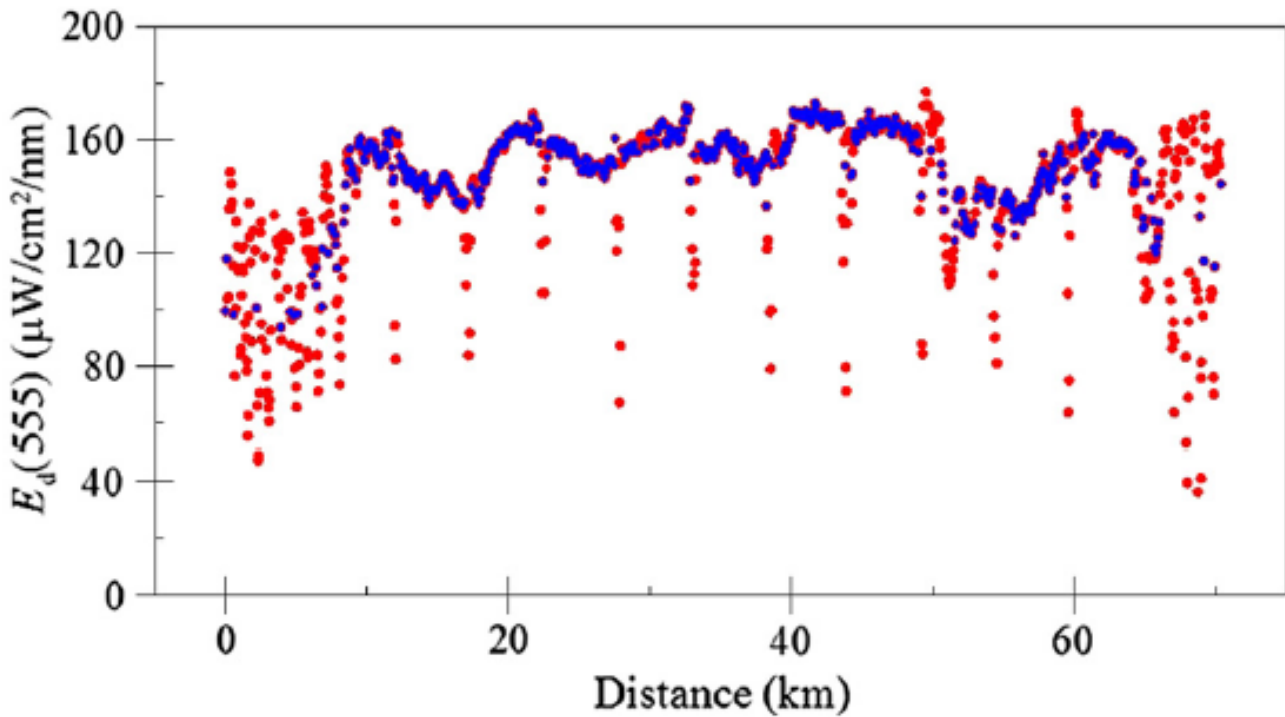


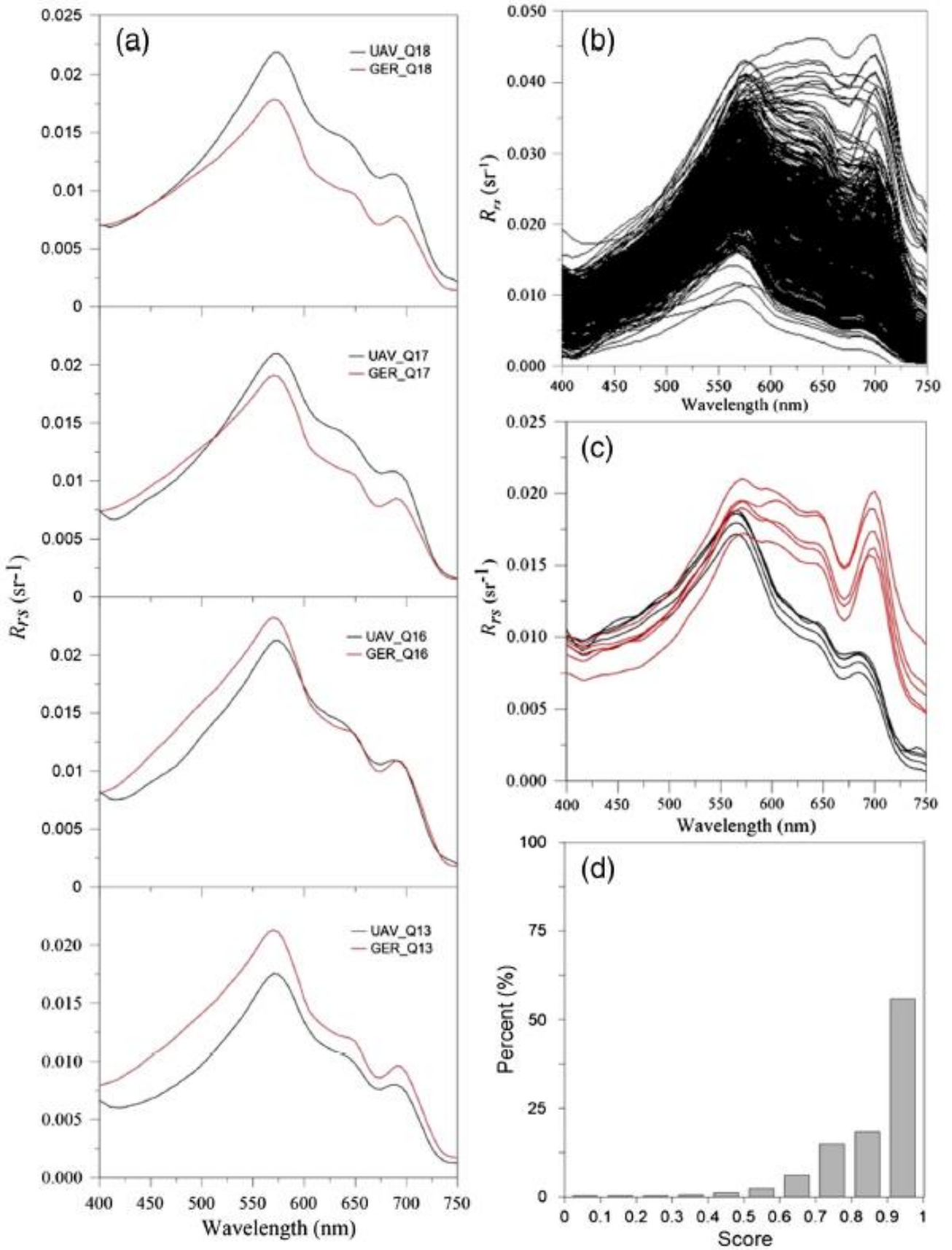
辐亮度和辐照度探头

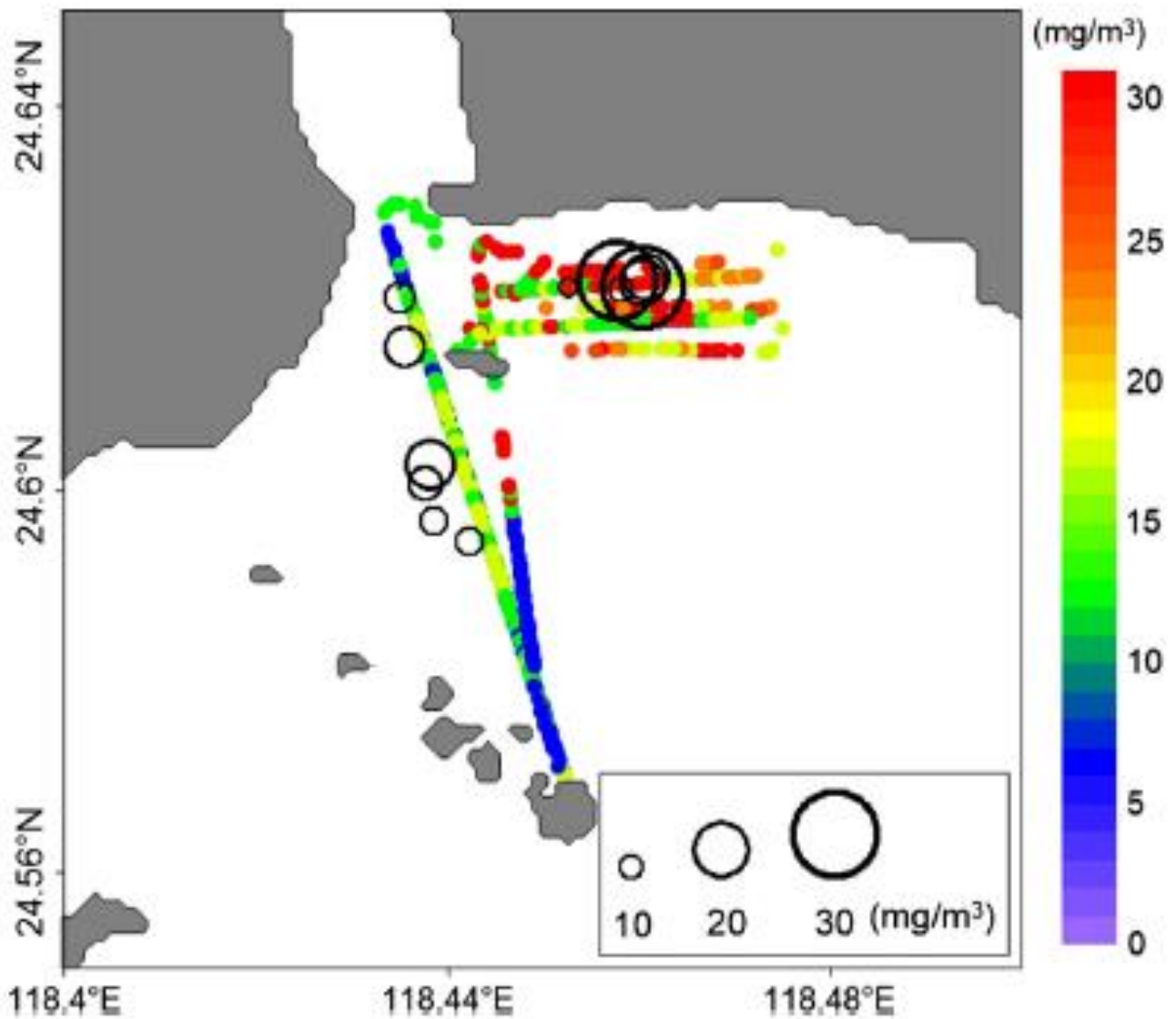
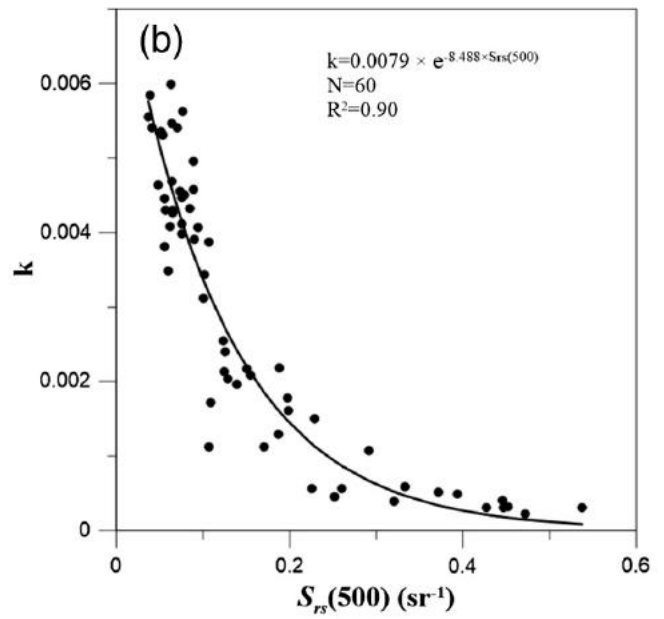
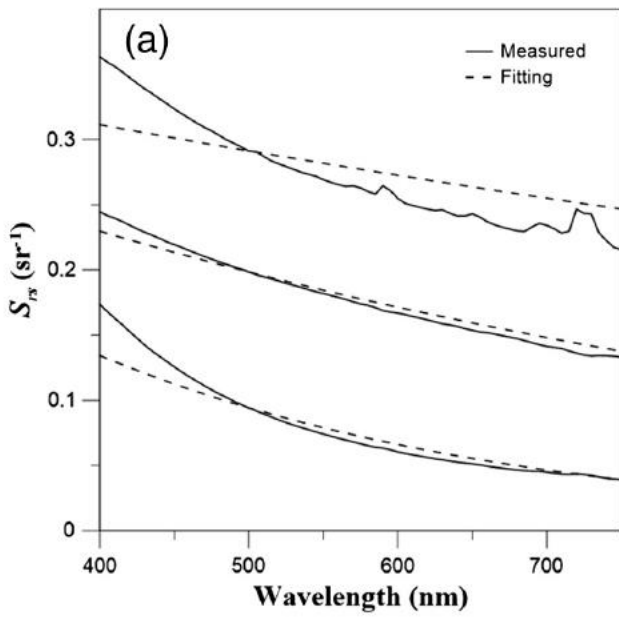


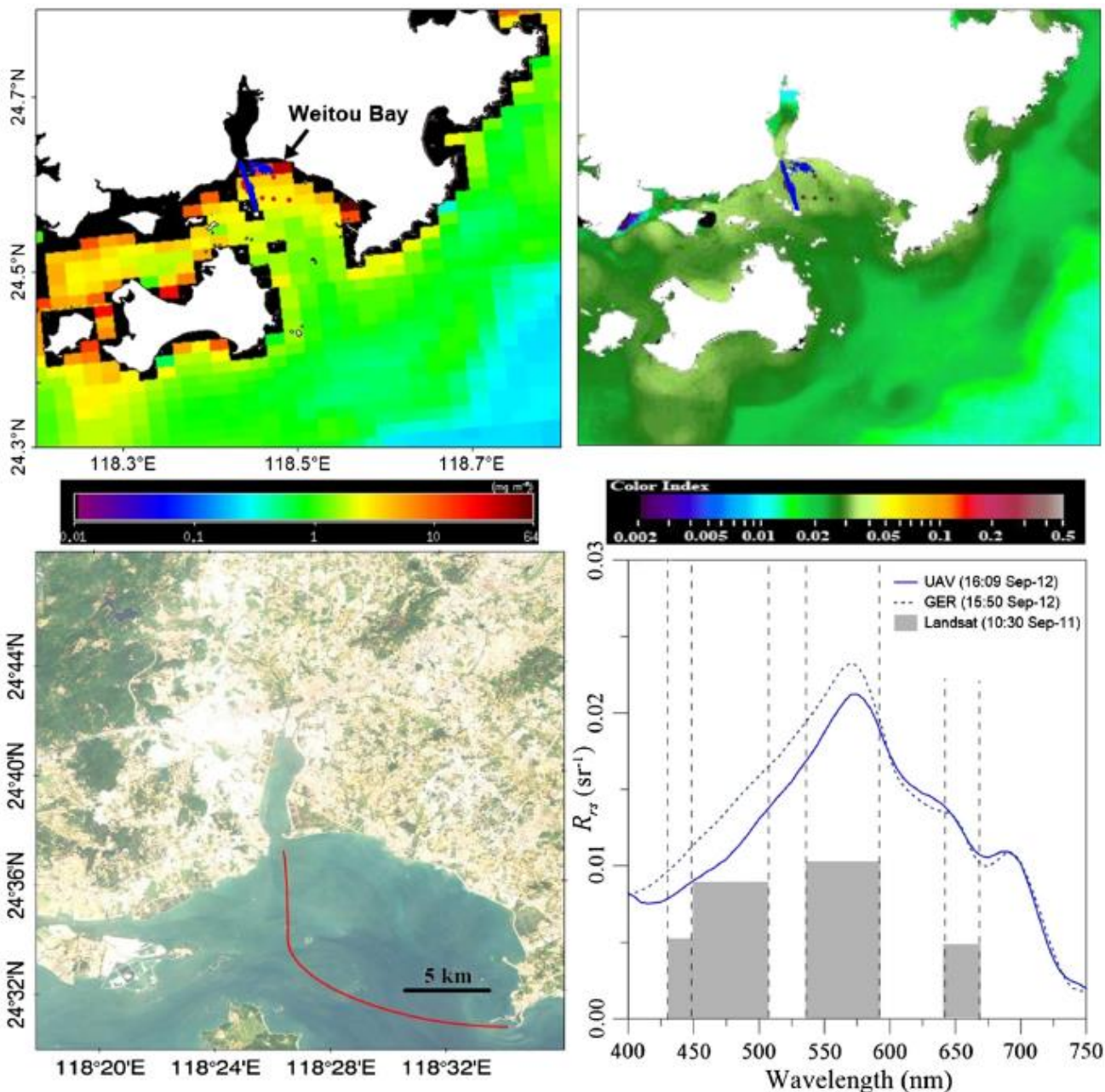
飞行区域

Station number	Sea state ^a	Solar zenith angle [°]	Sky condition	Wind ^b speed (m/s)	RMSD	ϵ (%)	r
S1	1	33	Cloudy	1	0.0030	44	0.99
S2	1	29	Cloudy	1	0.0011	13	0.99
S3	1	25	Cloudy	1	0.0035	33	0.99
S4	2	22	Cloudy	1	0.0032	31	0.97
S5	3	19	Overcast	1	0.0031	26	0.96
S6	1	49	Overcast	1	0.0061	41	1.00
S7	2	52	Overcast	1	0.0081	57	0.99
S8	3	56	Overcast	1	0.0028	20	1.00
S9	1	49	Overcast	3	0.0024	14	0.99
S10	2	57	Clear	2	0.0027	14	1.00
Q13	1	52	Clear	5	0.0029	26	0.98
Q16	2	58	Clear	5	0.0017	11	0.97
Q17	2	59	Clear	5	0.0019	14	0.95
Q18	2	63	Clear	5	0.0029	22	0.95









主要技术指标

型号	iSpecHyper-W300	
无人机（固定翼）	飞行高度	300m
	飞行速度	110km/h
	续航时间	3h

高光谱光谱仪	探测器	2048 像素面阵 CCD 探测器
	光谱范围	300-1100nm
	GPS	YES
	分辨率	1.4nm
	供电充电电池组	工作时间 4h
	水面辐亮度	YES
	天空散射光辐亮度	YES
	水面入射总辐照度	YES
	数据自动化采集	YES
	探头测量角度可调	YES
	探头视场角度可调	YES