



高光谱遥感的本质及植被应用实践

赵永超、耿修瑞

唐海蓉、于凯、姜亢

空间信息处理与应用系统技术重点实验室

中国科学院电子学研究所

提要

- 关于我们
- 高光谱及其本质
- 应用实践
- 关于定标及其他



□ 研究兴趣：**高光谱遥感**

- 典型地物目标（植被、岩矿、水、人工目标为主）的光谱特性和信息提取模型研究；
- 基于目标光谱特征精细理解的定性、定量高光谱图像信息提取；
- 高光谱定标、预处理及优化方法与技术；
- 高光谱遥感图像处理及成像模拟系统软件开发；
- 高光谱遥感中的不确定性研究；
- 多域定标、协同处理及科研用设备研制；
- 面向全球的遥感图像处理系统与自动处理流程；
- 与高光谱遥感相关的其他一些科学问题。

□ 重点发展方向：光学遥感信息处理与应用（高光谱、高分辨率）

- 多域协同定标、精处理、优化及信息提取
- 面向数据、面向目标、面向全球；图像与图像序列

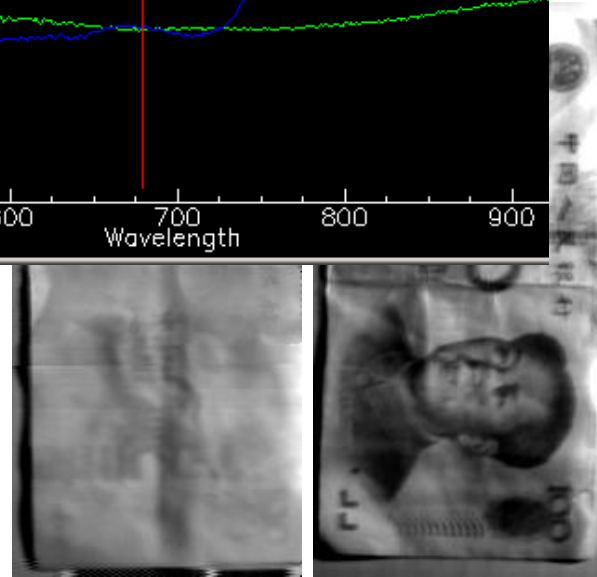
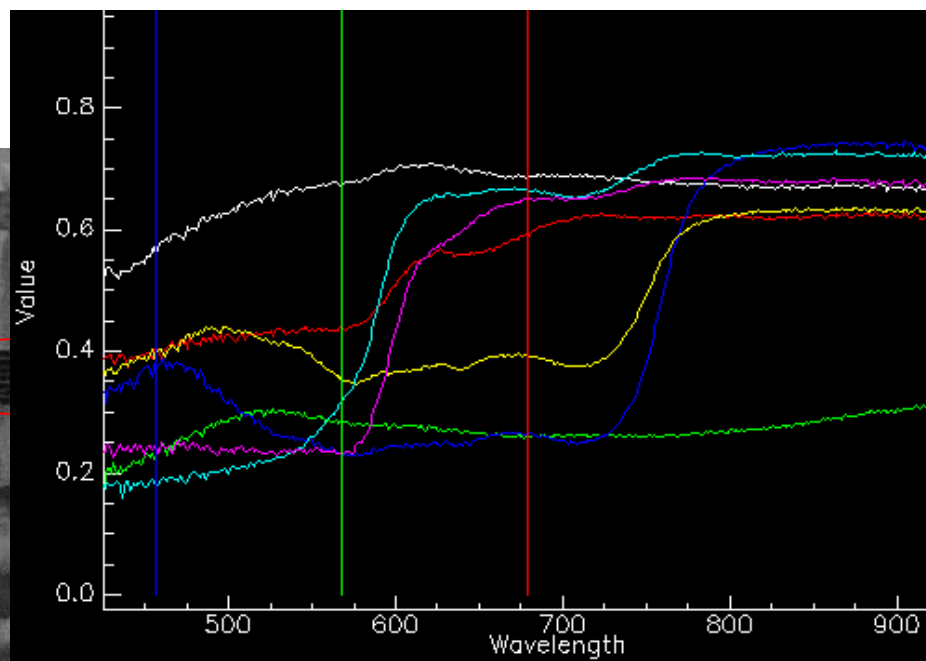


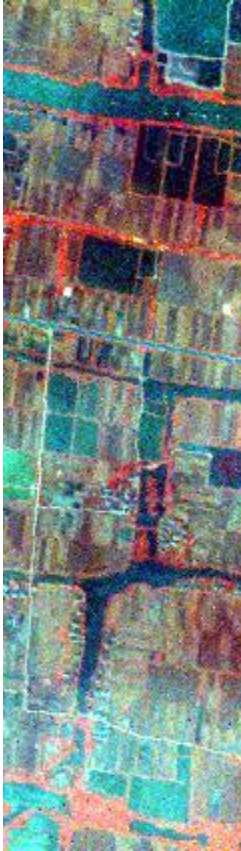
高光谱遥感及其本质

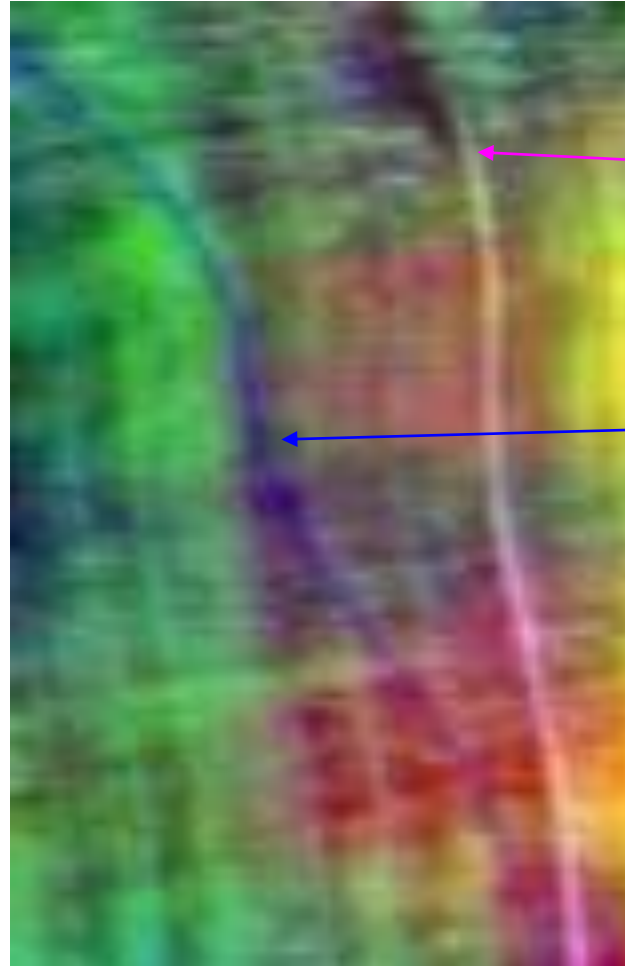
高光谱、成像光谱、Hyperspectral
多光谱、Multispectral



高光谱!!!







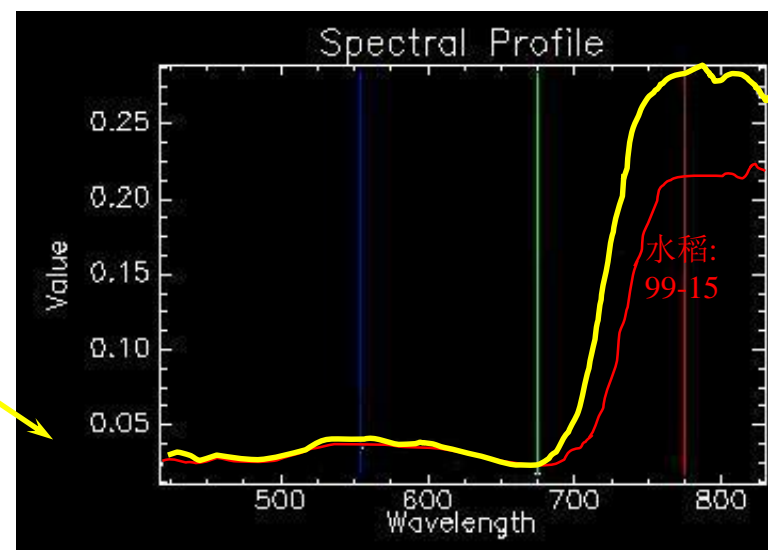
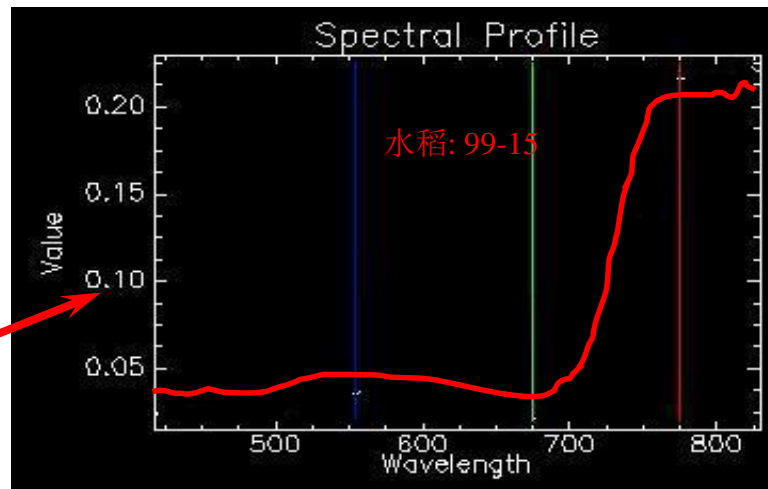
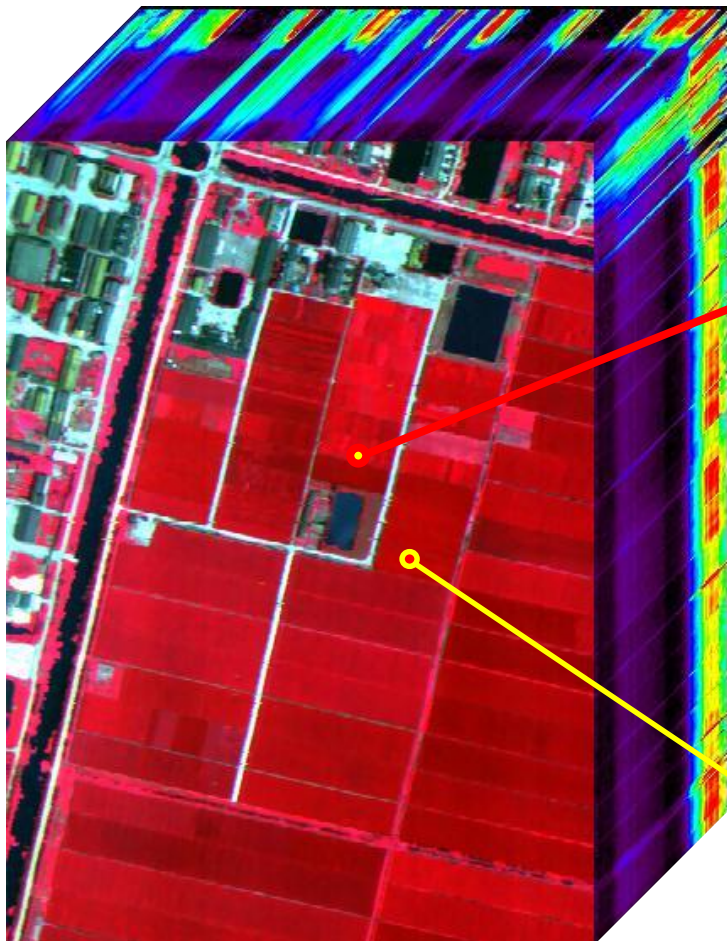
地表现实土路，白

色

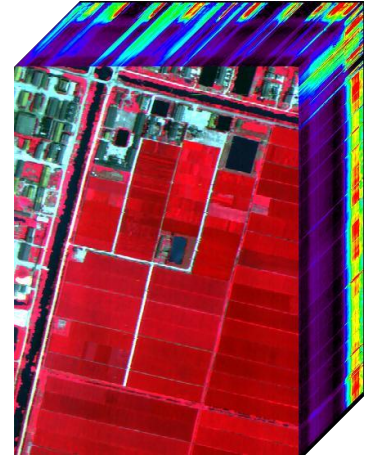
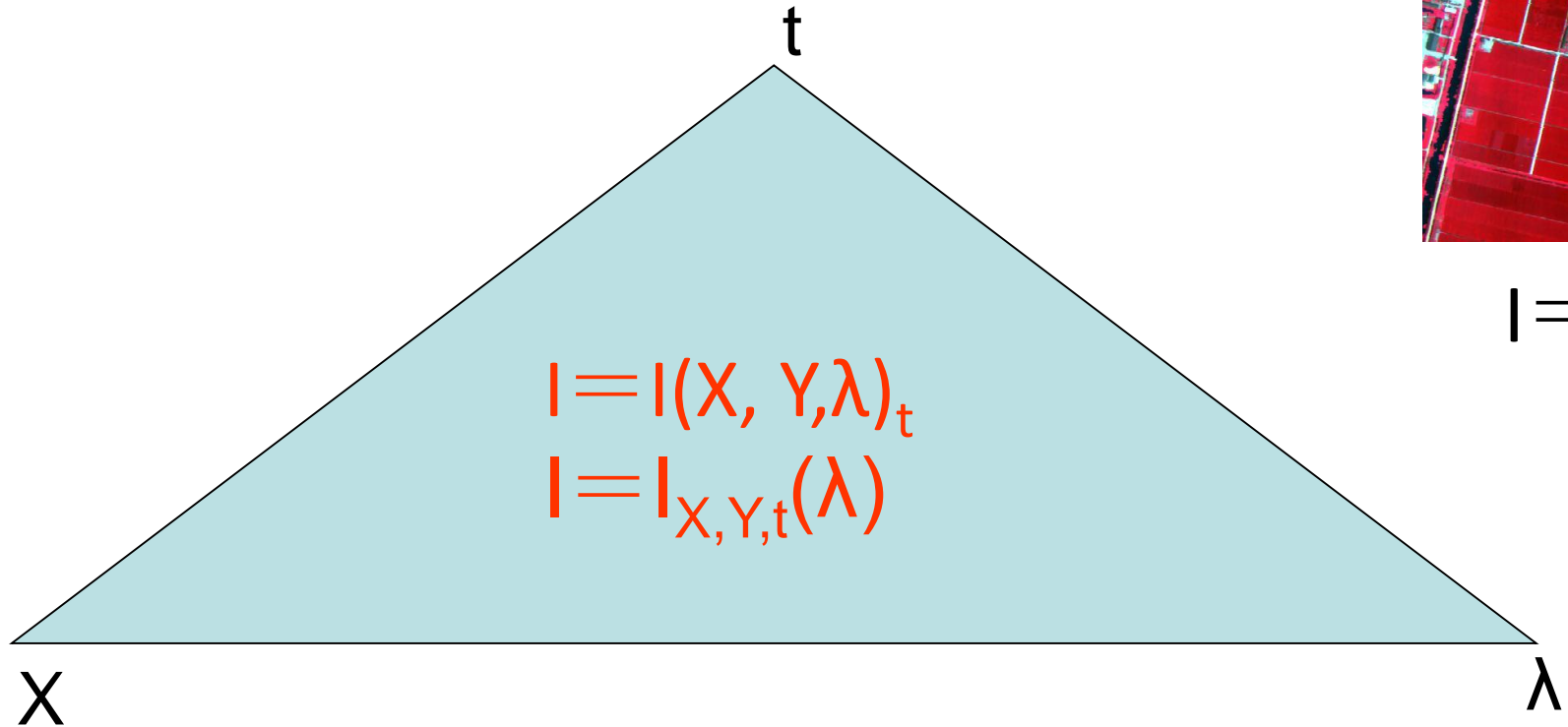
古路，蓝色



- 数据表观特征



- 数据基本表达与特征



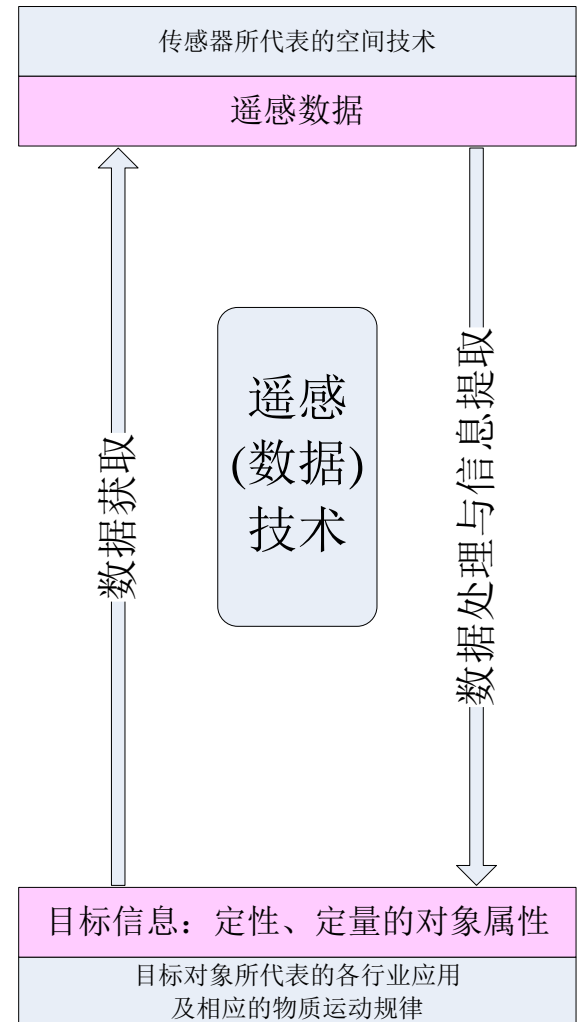
$$I = I_{mnl}$$



- 成像与信息反演

$$I = I(P_s, E_s)$$

$$I = I(X, Y, \lambda)_t$$



● 数据表达与数据处理

数据的表现形式: $2(x, \lambda) \rightarrow 3$

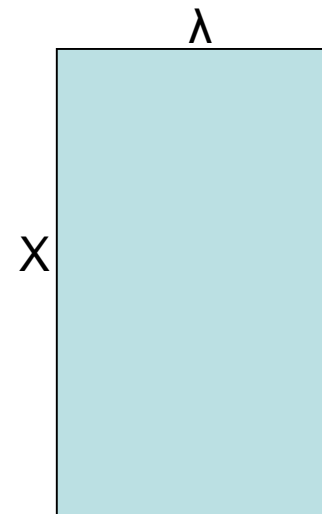
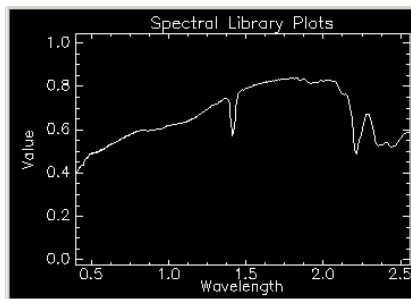
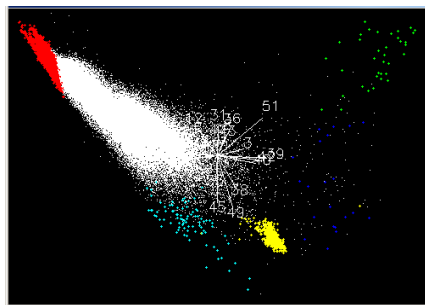
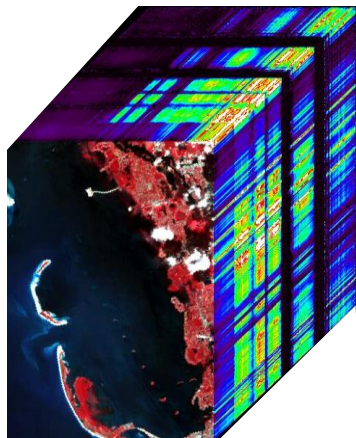
数据=?

两大类型的关系: --有关地面工作 \rightarrow 等价

数据处理的分类及方向: 2 (数学 知识)

$$I = I(x, \lambda)_t$$

$$I = I_x(\lambda)_t$$



● 要素及定位

空间/时间

传感器/平台

目标

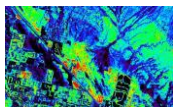
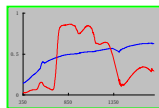
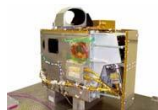
环境

数据 (图像 + 光谱库)

信息

应用与应用对象

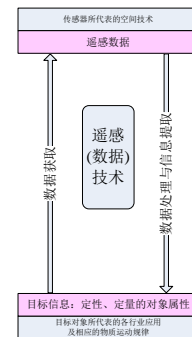
人



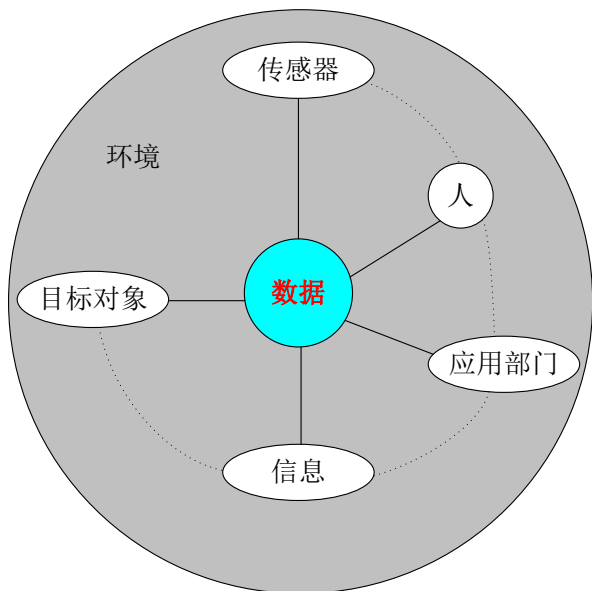
	Active Dual	Stabilized	Ephemeris
2003	0.368375	0.658046	1.013889
2004	2.031729	0.498154	3.046295
2005	12.83654	25.77222	3.767381
2006	5.189103	3.291667	1.274306

$$I = I(P_s, E_s)$$

$$I = I(X, Y, \lambda)_t$$

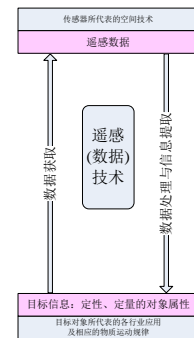


● 要素及定位



$$I = I(P_s, E_s)$$

$$I = I(X, Y, \lambda)_t$$



=空间技术/信息技术/数据技术/计算技术

=科学I()---物质运动规律，信息的加载调制与解调，不确定性

=一分为二，仅是手段

表观核心：数据及数据质量的保证

核心技术：成像(从信息到数据)

处理(定标、纠正、优化、信息提取)

反演(从数据到信息)

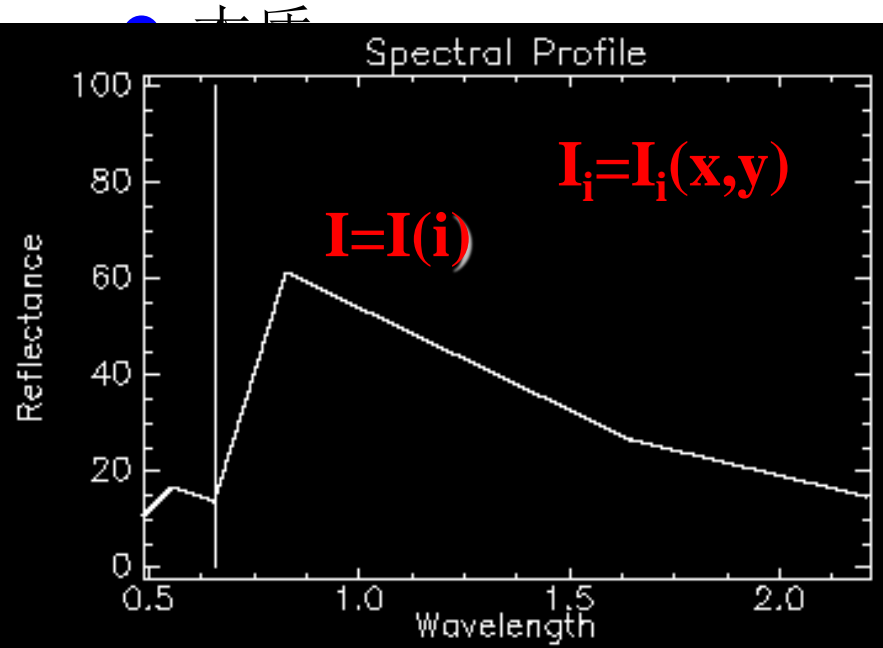
I →

当前技术发展状况

I() →

当前面临的问题





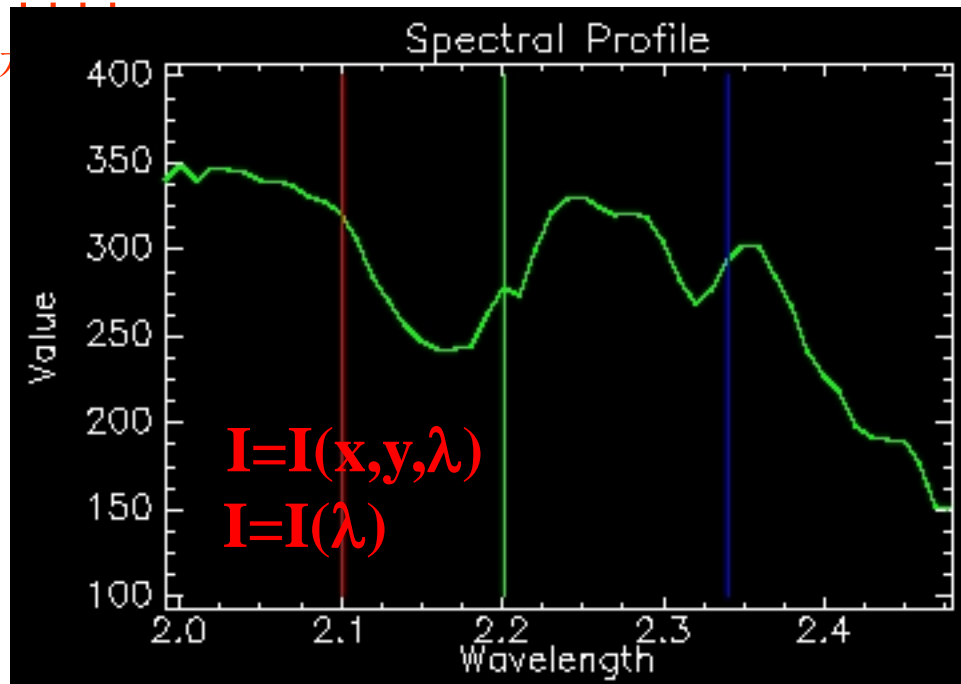
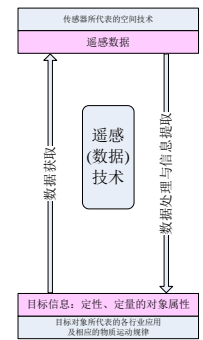
$I=I(P_s, E_s)$

$I=I_{mnl}$

= Multispectral

???????

仅



- 算法与工具:
- 预处理及流程:
- 投影与变换:
- 信息提取:
- 辐射传输原理:

仅仅是一种测量方法



- 本质

Hyperspectral

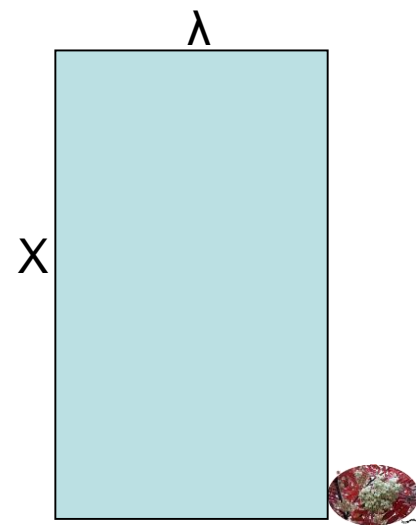
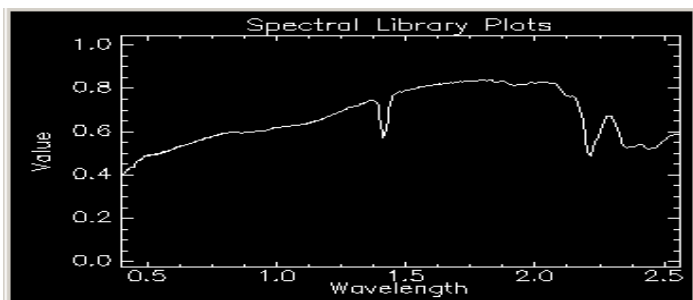
≠

Multispectral

!!!!!!!

$$I = I(X, Y, \lambda)_t$$

$$I = I_{\lambda_s}(X, Y)_t$$



- 本质

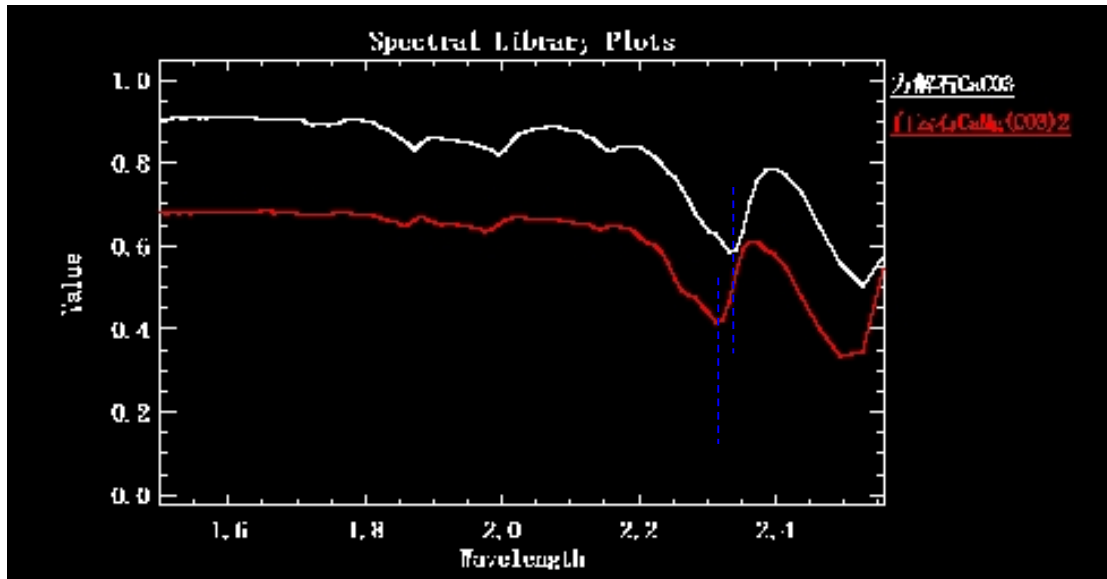
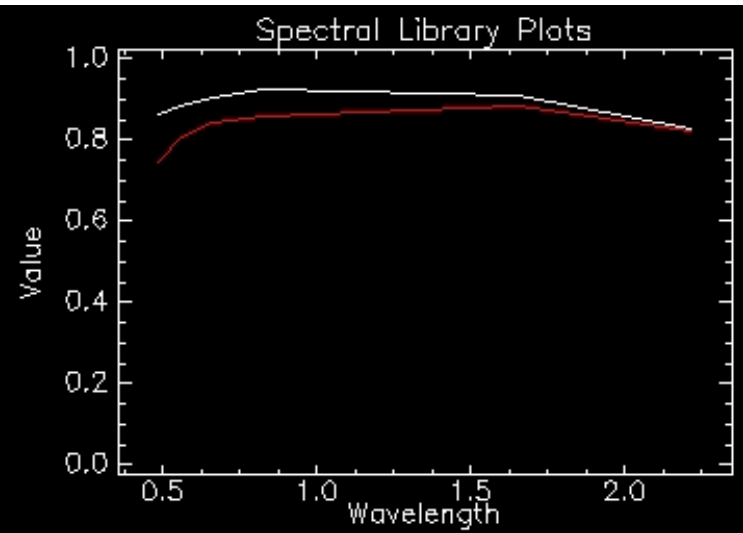
$$I=I(\lambda)$$

$$\lambda = f(I)$$

I和I的变化：非本征

λ 和 λ 组合：本征

在空间，一定环境下，利用高光谱传感器获取地物目标的一定光谱范围内的光谱数据，形成高光谱遥感图像，并用之来反演目标和环境的属性信息并加以应用的过程。包括其中的技术内容和科学内容。“高光谱”要求遥感波段设置能使得特定目标的光谱位置特征被反映。



● 用途

$$I = I(P_s, E_s)$$

$$I = I(X, Y, \lambda)_t$$

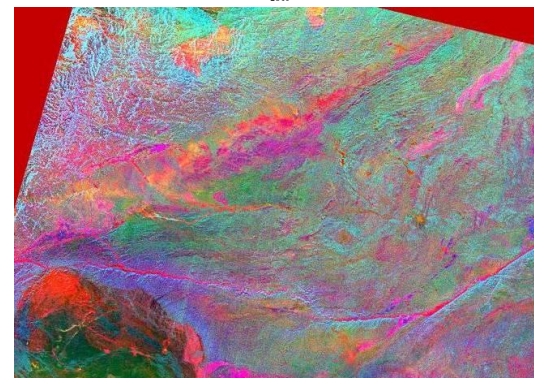
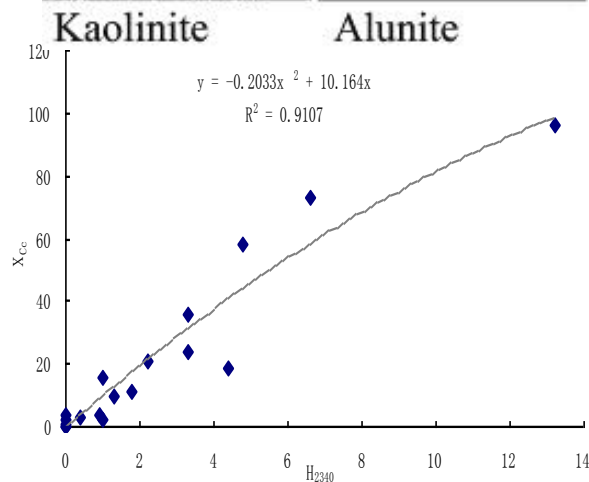
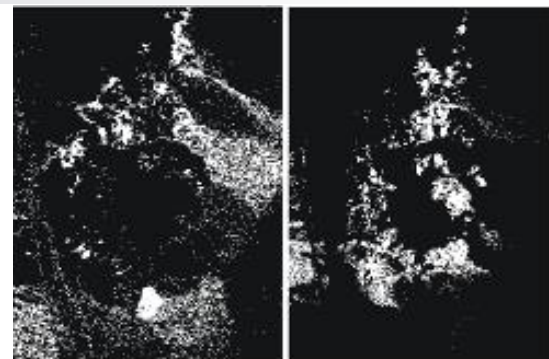
$$I = I_{X,Y,t}(\lambda)$$

1. 定性识别
2. 定量
3. 隐伏迹象

$$I_{\lambda}$$

$$\lambda_s$$

$$(X, Y, t)_{I, \lambda}$$



不确定性问题及其对策



□ 问题分析及对策

- 怎样来理解高光谱遥感数据与数据处理？ 当前的缺失及一分为二

数据的表现形式: $2(x, \lambda) \rightarrow 3$

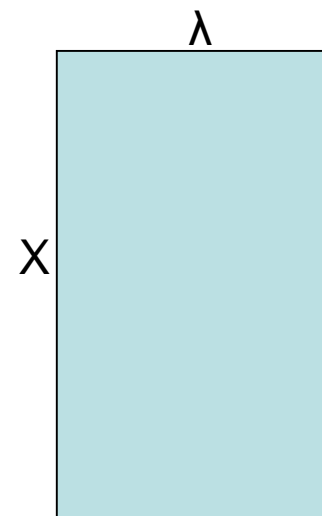
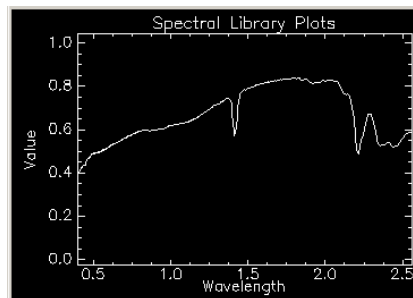
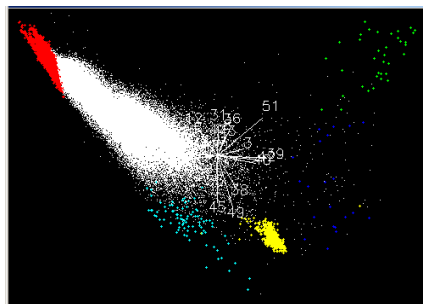
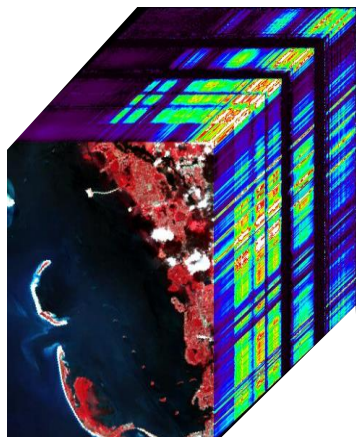
数据=?

两大类型的关系: --有关地面工作 \rightarrow 等价

数据处理的分类及方向: 2 (数学 知识)

$$I = I(x, \lambda)_t$$

$$I = I_x(\lambda)_t$$



□ 问题分析及对策

- 怎样来理解目标？ 当前的关键问题

形而上的问题---可能是当前应用基础研究的最大问题

目标与环境

目标=?

关于目标属性及与数据的关系

→不确定性



□ 问题分析及对策

- 信息(目标属性)与信息提取、应用：当前的问题

内在核心I()的解决途径：2

2手硬的需求：知识的引入(数、物)

应用：可遥感与不可遥感!

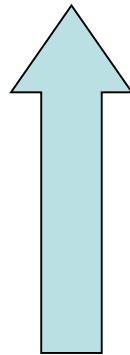
→不确定性的对策



□ 问题分析及对策

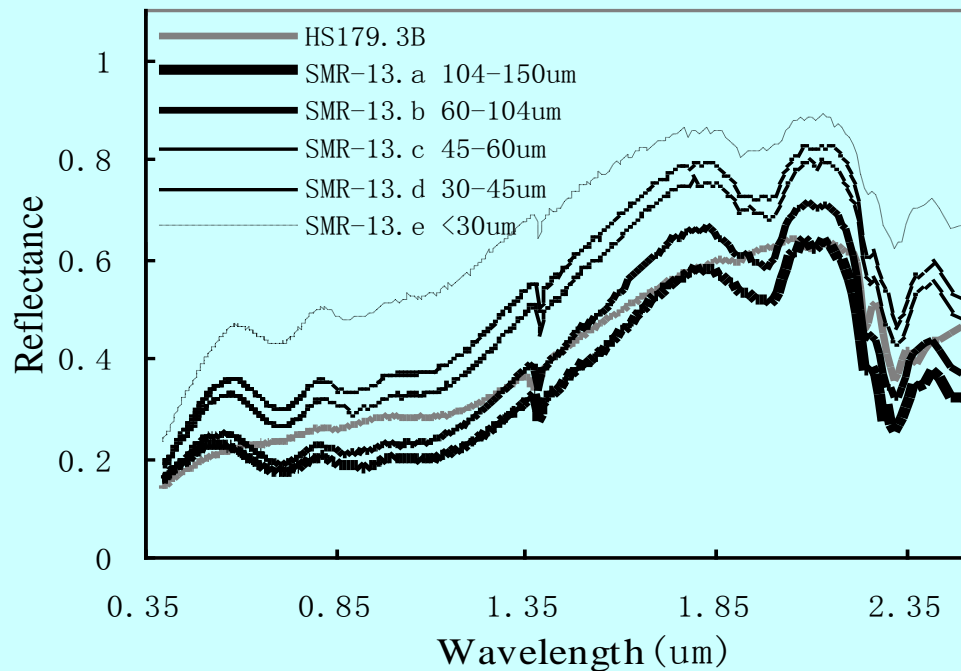
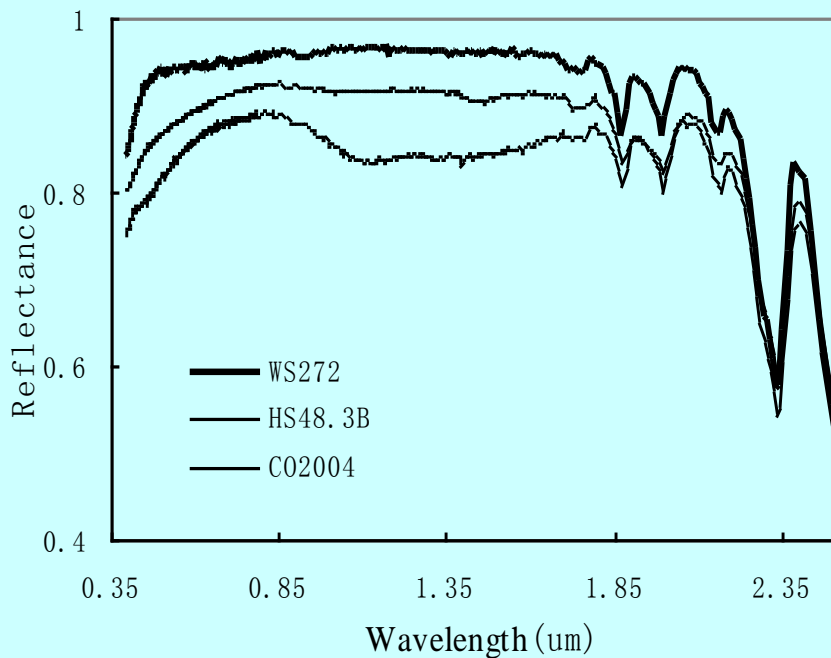
- 不确定性在哪里？

$$I=I(P_s, E_s)$$



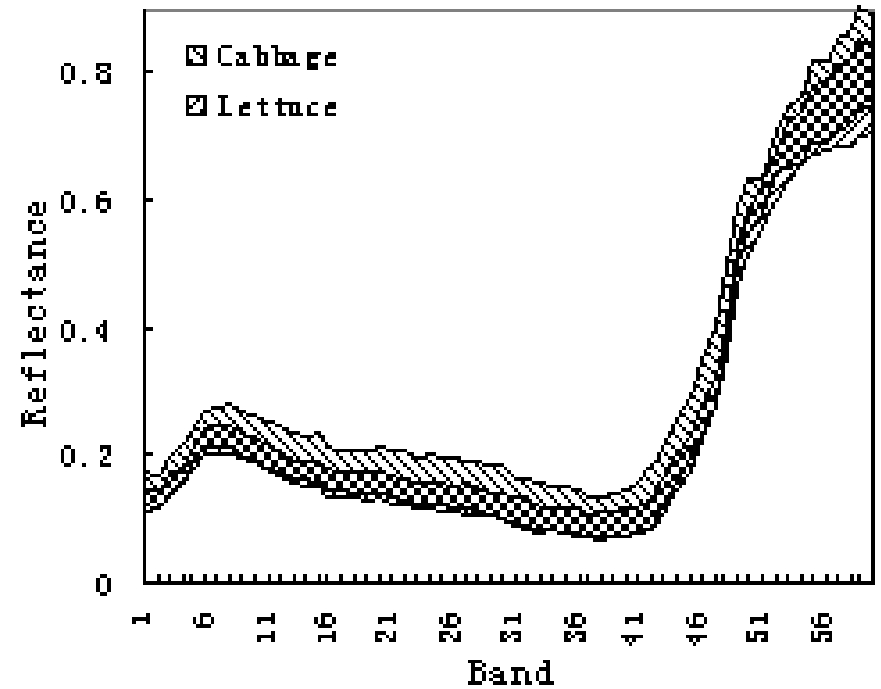
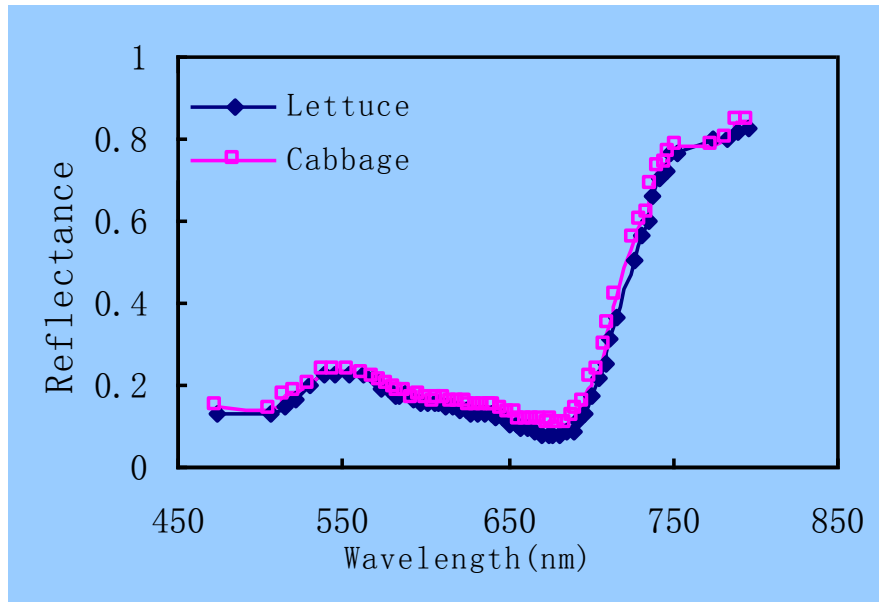
□ 问题分析及对策

- 不确定性及其对策



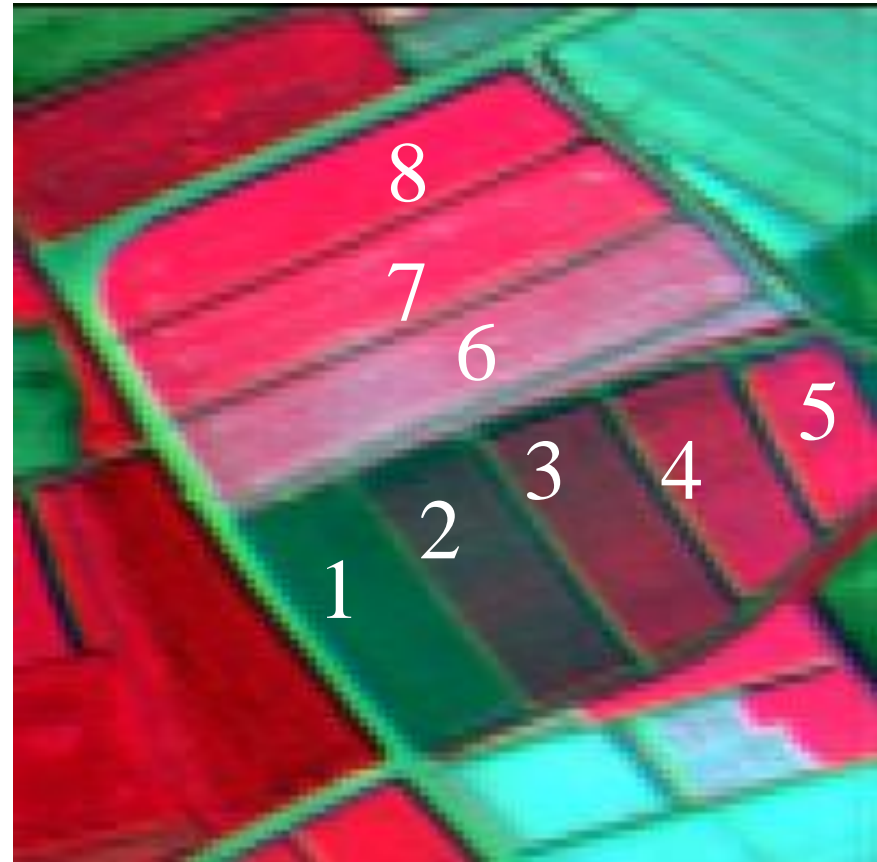
□ 问题分析及对策

- 不确定性及其对策



□ 问题分析及对策

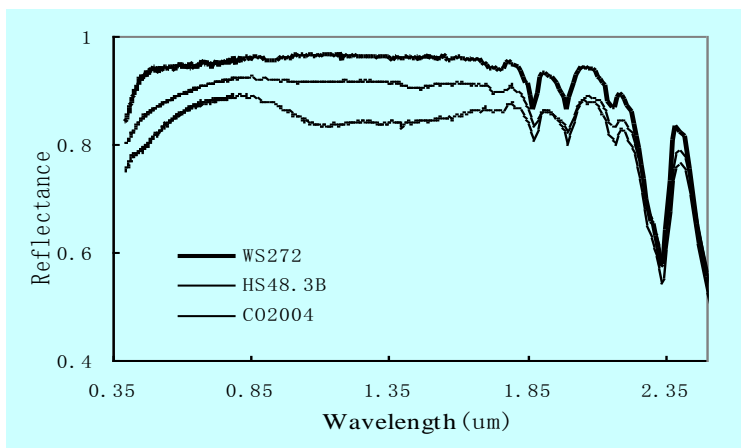
- 不确定性及其对策



□ 问题分析及对策

- 不确定性及其对策

- 变不确定性为确定性
- 变“同物异谱”为“异物异谱”或“同物同谱”
- 变“同谱异物”为“异谱异物”
- 高光谱遥感的生命力之源



求同存异

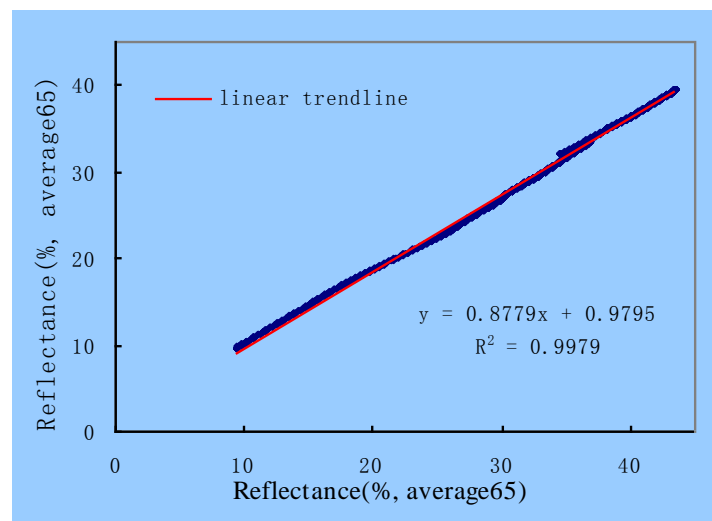
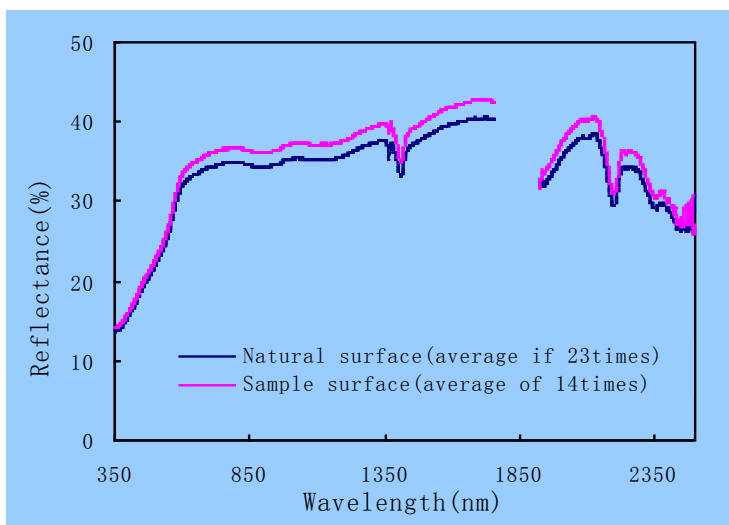
矿物名	主要光谱特征	VNIR主要吸收 (um)	SWIR主要吸收	其他特征吸收
石英	无选择性吸收	无	—	—
钠长石	无选择性吸收	无	—	—
方解石	2.34um强吸收	无	2223 (1. 51, 13, 49. 2) 2342 (12. 18, 17, 519. 0) 2304 (17. 69, 40, 1773. 5)	2160(4.90)
白云石	2.32um强吸收	无	2213 (1. 90, 13, 61. 9) 2324 (15. 40, 18, 695. 0) 2278 (14. 64, 29. 5, 1082. 8)	2145(1.12)
伊利石	2.21um强吸收; 1.1um宽带强吸收	0.7, 1.1, 1.4	2213 (6. 04, 26, 393. 9) 2346 (3. 52, 26, 229. 7) 2301 (0. 74, 10, 18. 5) 2256 (1. 86, 12, 56. 1)	2385(1.85), 2440(2.48), 2130 (0.24)
高岭石	VNIR强反射, 强 1.4、1.9um水吸 收, 2.20um吸收	1. 4	2208 (16. 98, 15, 638. 4) 2316 (2. 80, 16, 112. 3) 2164 (12. 38, 18, 558. 8)	2360(1.90), 2385(1.90),2120(1.28)
绿泥石	2.34、2. 29um强 吸收; 1.1um宽带 强吸收	0.7, 1.1, 1.4	2243 (11. 81, 15, 444. 0) 2341 (15. 61, 33, 1291. 5) 2292 (15. 22, 34, 1297. 3)	2210(1.75), 2118(0.94),3400(3.35)
石膏	强1.4, 1.95um水吸 收; SWIR强吸收	1.0, 1.2, 1.4	2215 (11. 30, 24, 679. 8) 2165 (9. 12, 21, 480. 0) 2268 (5. 55, 16, 222. 8) 2118 (7. 74, 22, 426. 6)	2422(9.70)
石盐	无选择性吸收	无	—	—
赤铁矿	强蓝绿吸收	0.5-0.9	—	—
白云母	VNIR非选择性强 反射, 2.20um吸 收带	1. 4	2195 (3. 66, 20, 183. 8) 2340 (0. 41, 12, 12. 3) 2241 (0. 47, 14, 16. 5) 2150 (0. 13, 9, 2. 9)	—

目标=目标
环境,时,空
抽象->物质



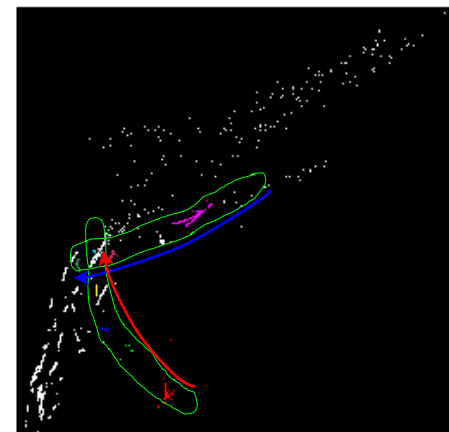
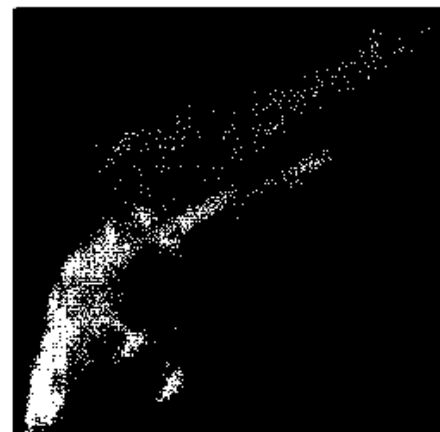
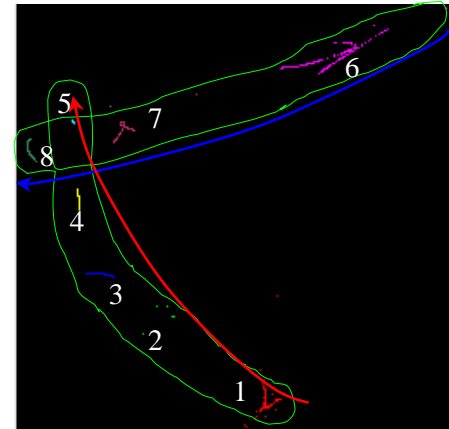
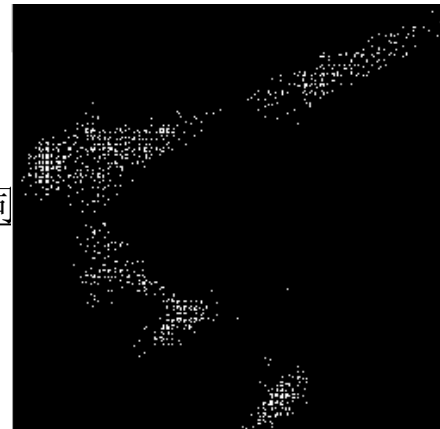
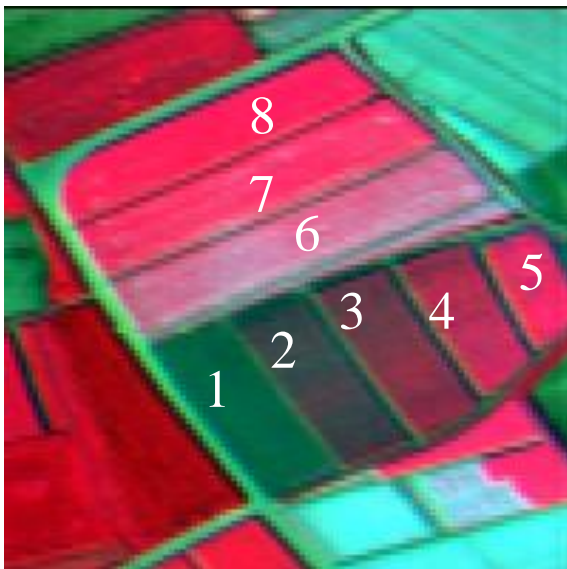
□ 问题分析及对策

- 不确定性及其对策
- 变不确定性为确定性
- 变“同物异谱”为“异物异谱”或“同物同谱”
- 变“同谱异物”为“异谱异物”
- 高光谱遥感的生命力之源



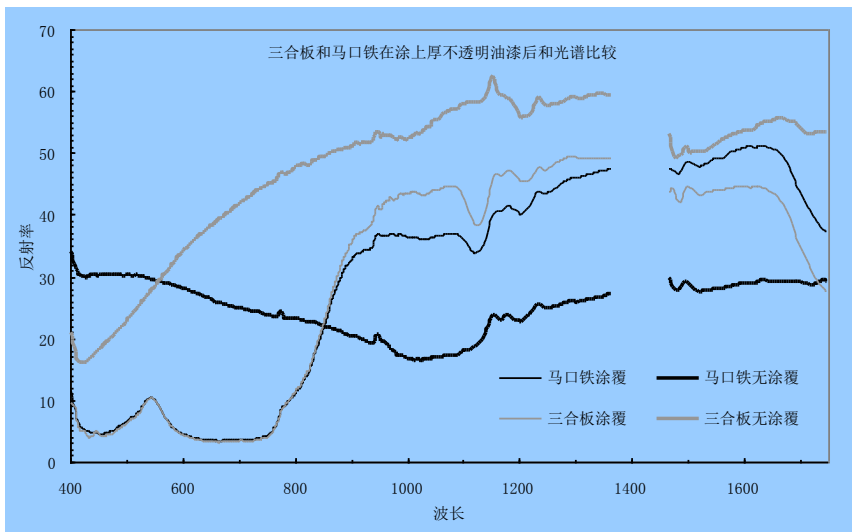
□ 问题分析及对策

- 不确定性及其对策
- 变不确定性为确定性
- 变“同物异谱”为“异物异谱”或“同物同
- 变“同谱异物”为“异谱异物”
- 高光谱遥感的生命力之源

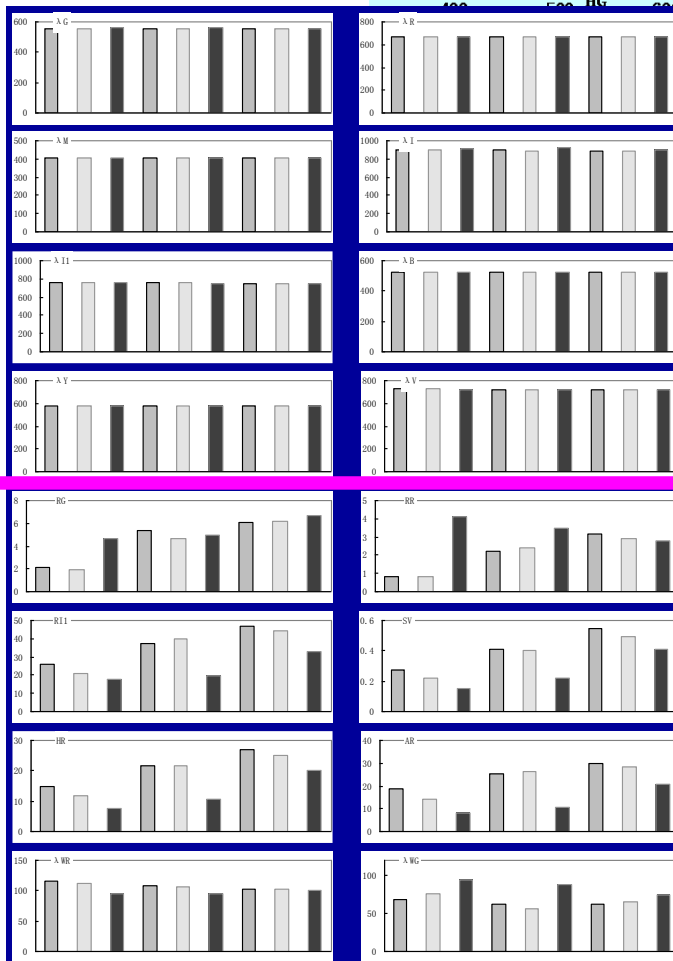
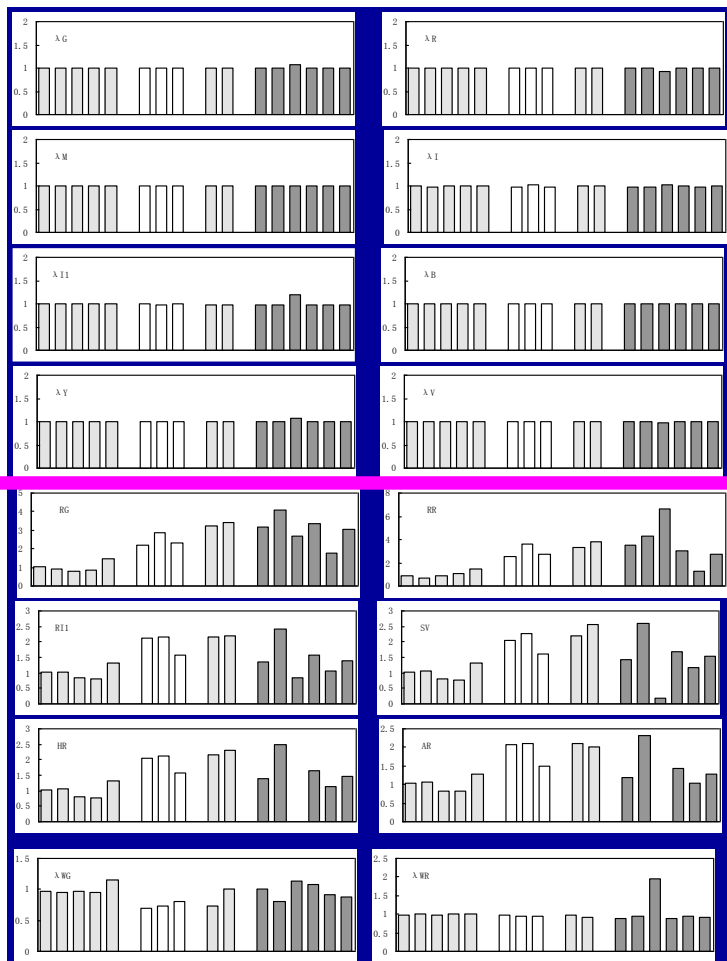
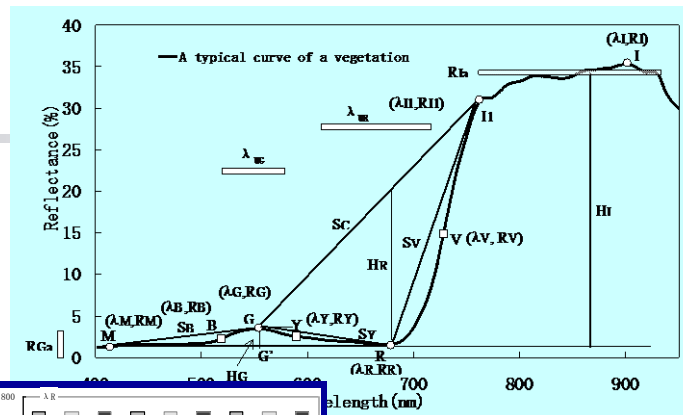


□ 问题分析及对策

- 不确定性及其对策
- 变不确定性为确定性
- 变“同物异谱”为“异物异谱”或“同物同谱”
- 变“同谱异物”为“异谱异物”
- 高光谱遥感的生命力之源

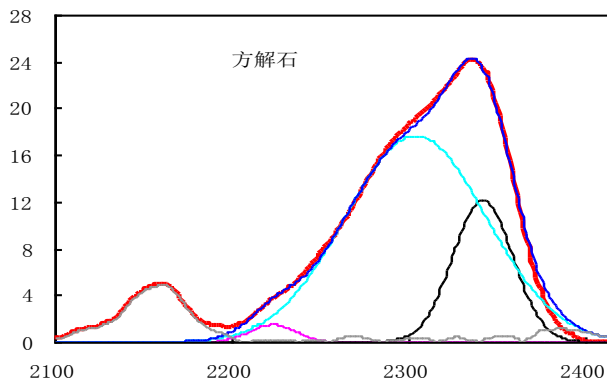
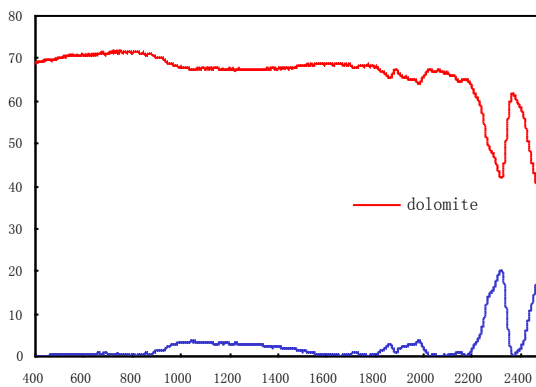


问题分析及对策



□ 问题分析及对策

矿物名	主要光谱特征	VNIR主要吸收 (um)	SWIR主要吸收	其他特征吸收
石英	无选择性吸收	无	—	—
钠长石	无选择性吸收	无	—	—
方解石	2.34um强吸收	无	2223 (1. 51, 13, 49. 2) 2342 (12. 18, 17, 519. 0) 2304 (17. 69, 40, 1773. 5)	2160(4.90)
白云石	2.32um强吸收	无	2213 (1. 90, 13, 61. 9) 2324 (15. 40, 18, 695. 0) 2278 (14. 64, 29. 5, 1082. 8)	2145(1.12)
伊利石	2.21um强吸收; 1.1um宽带强吸收	0.7, 1.1, 1.4	2213 (6. 04, 26, 393. 9) 2346 (3. 52, 26, 229. 7) 2301 (0. 74, 10, 18. 5) 2256 (1. 86, 12, 56. 1)	2385(1.85), 2440(2.48), 2130 (0.24)
高岭石	VNIR强反射, 强 1.4、1.9um水吸收, 2.20um吸收	1. 4	2208 (16. 98, 15, 638. 4) 2316 (2. 80, 16, 112. 3) 2164 (12. 38, 18, 558. 8)	2360(1.90), 2385(1.90),2120(1,28)
绿泥石	2.34、2. 29um强 吸收; 1.1um宽带 强吸收	0.7, 1.1, 1.4	2243 (11. 81, 15, 444. 0) 2341 (15. 61, 33, 1291. 5) 2292 (15. 22, 34, 1297. 3)	2210(1.75), 2118(0.94),3400(3.35)
石膏	强1.4, 1.95um水吸 收; SWIR强吸收	1.0, 1.2, 1.4	2215 (11. 30, 24, 679. 8) 2165 (9. 12, 21, 480. 0) 2268 (5. 55, 16, 222. 8) 2118 (7. 74, 22, 426. 6)	2422(9.70)
石盐	无选择性吸收	无	—	—
赤铁矿	强蓝绿吸收	<u>0.5, 0.9</u>	—	—
白云母	VNIR非选择性强 反射, 2.20um吸 收带	1. 4	2195 (3. 66, 20, 183. 8) 2340 (0. 41, 12, 12. 3) 2241 (0. 47, 14, 16. 5) 2150 (0. 13, 9, 2. 9)	—



□ 问题分析及对策

- 不确定性及其对策
- 变不确定性为确定性
- 变“同物异谱”为“异物异谱”或“同物同谱”
- 变“同谱异物”为“异谱异物”

□ 高光谱遥感的生命力之源



应用实践(实例)

2+1种对象：目标/环境 图像/光谱/数据 传感器/测量装置

=科学I()---物质运动规律，信息的加载调制与解调，不确定性
=一分为二，仅是手段

核心技术： 成像(从信息到数据—光谱测量方法与装置)
处理(定标、纠正、优化、信息提取)
反演(从数据到信息)

- 光谱特性研究与建模
- 信息提取
- 图像处理方法与软件
- 光谱测量方法与装置



目标/环境对象方面

植被、农田—水稻
水
地质
土壤
人工目标



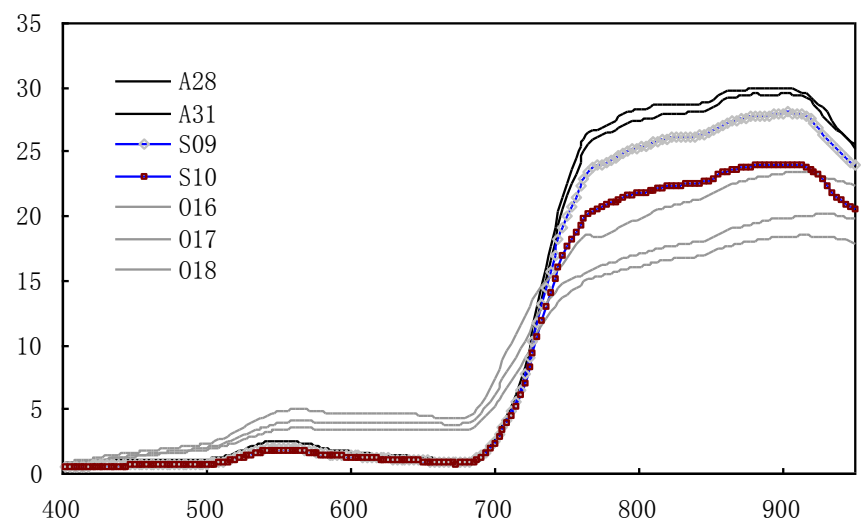
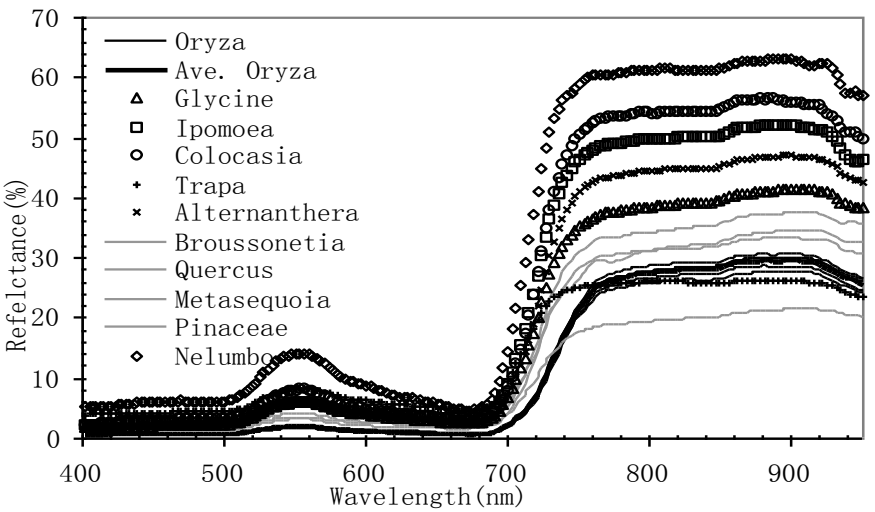
植被与农田、土壤

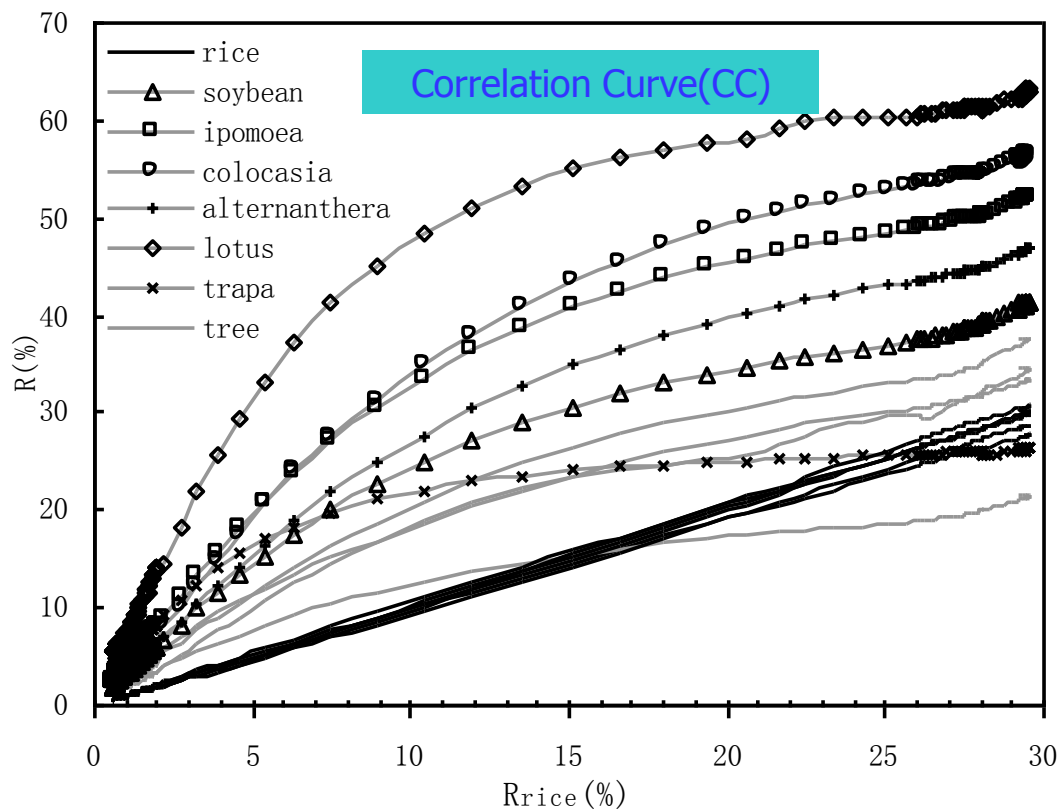
CSAM+IARS

$$R_i = f_i(R_0) \rightarrow R = f(m, b, \theta, A, T, \phi, R_0) = f_{m, b, \theta, A, T, \phi}(R_0) + \Delta R$$

$$R(\lambda) = R_r(\lambda) \times \omega_r + k_s \times R_s \times (\omega_s)^2 + \Delta R(\lambda)$$







Base Spectrum(BS)

$$I = I(\lambda) \quad I - \lambda$$

$$I_i(\lambda) = f[I_0(\lambda)] \quad I - I$$

$$R_i = f_i(R_0) \rightarrow R = f(m, b, \theta, A, T, \phi, R_0) = f_{m, b, \theta, A, T, \phi}(R_0) + \Delta R$$



$$I = I(P_s, E_s) \quad I(\lambda)$$

$$\begin{aligned} R(\lambda) &= R_r(\lambda) \times \omega_r + k_s \times R_s \times (\omega_s)^2 + \Delta k_s(\lambda) \times [R_s + \Delta R_s(\lambda)] \times (\omega_s)^2 \\ &= R_r(\lambda) \times \omega_r + k_s \times R_s \times (\omega_s)^2 + \Delta R(\lambda) \approx R_r(\lambda) \times \omega_r + k_s \times R_s \times (\omega_s)^2 \end{aligned}$$

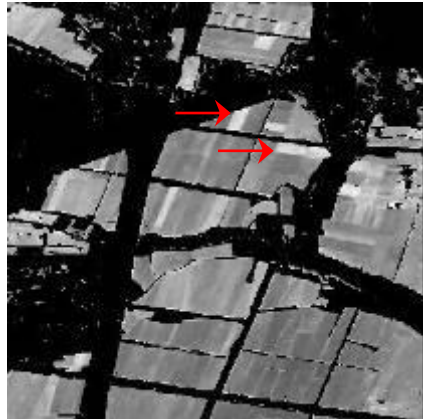
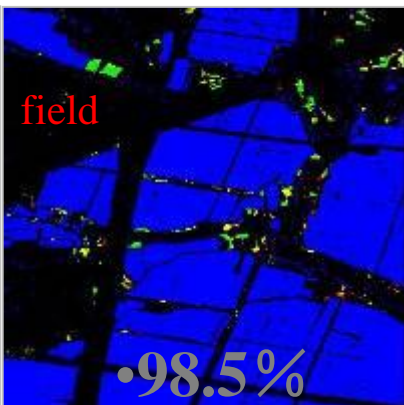
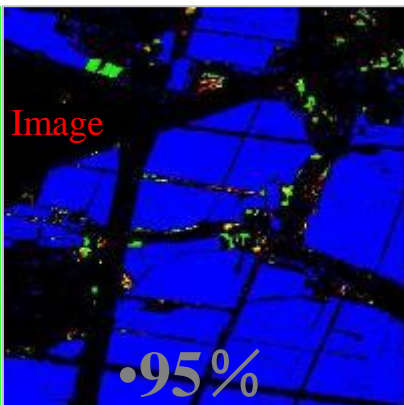
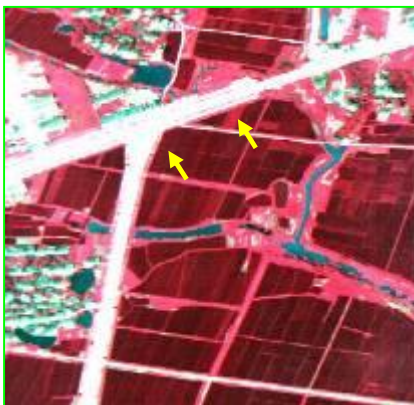
$$\rightarrow \quad R_i = f_i(R_0) \quad \rightarrow \quad \underline{R = mR_0 + b + \Delta R}$$

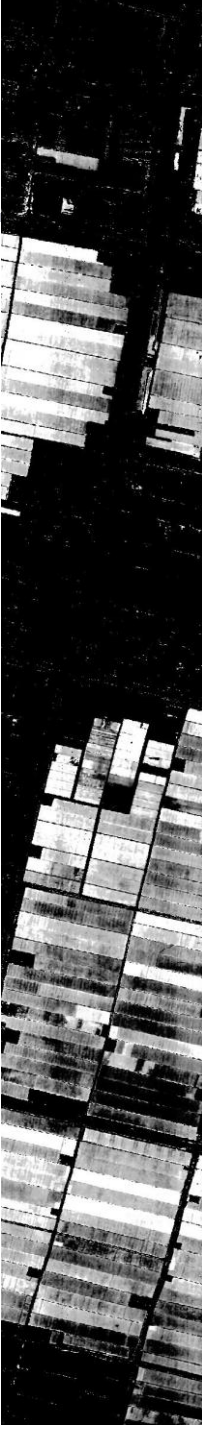
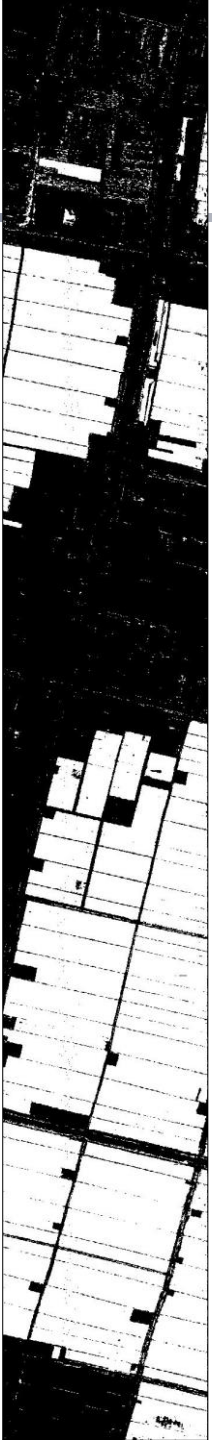
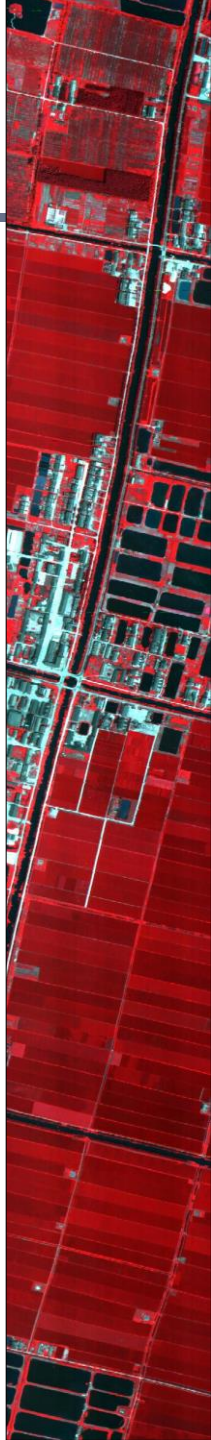
$$m = \omega_r / \omega_{r0}$$

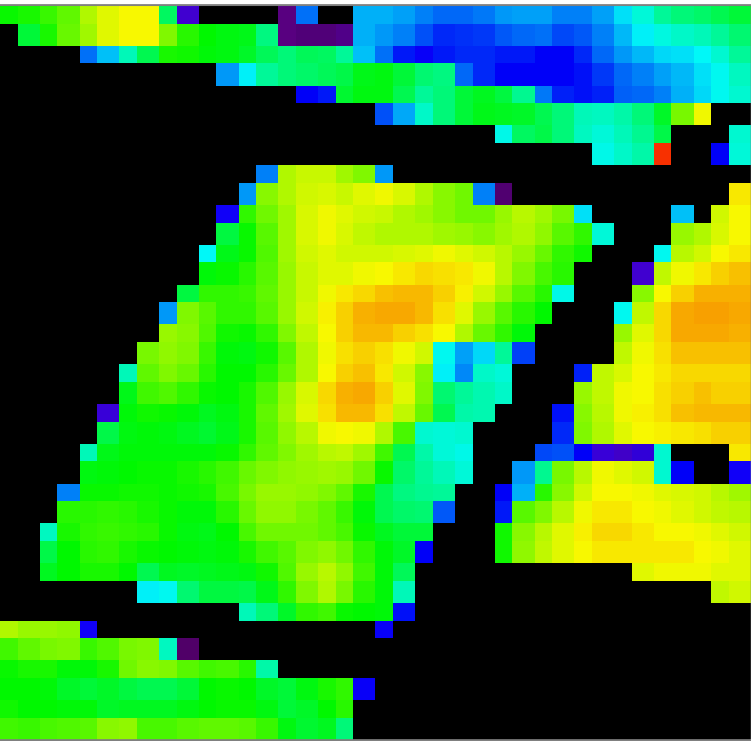
$$b = k_s \times [R_s \times (\omega_s)^2 - m \times (\omega_{s0})^2 \times R_{s0}]$$

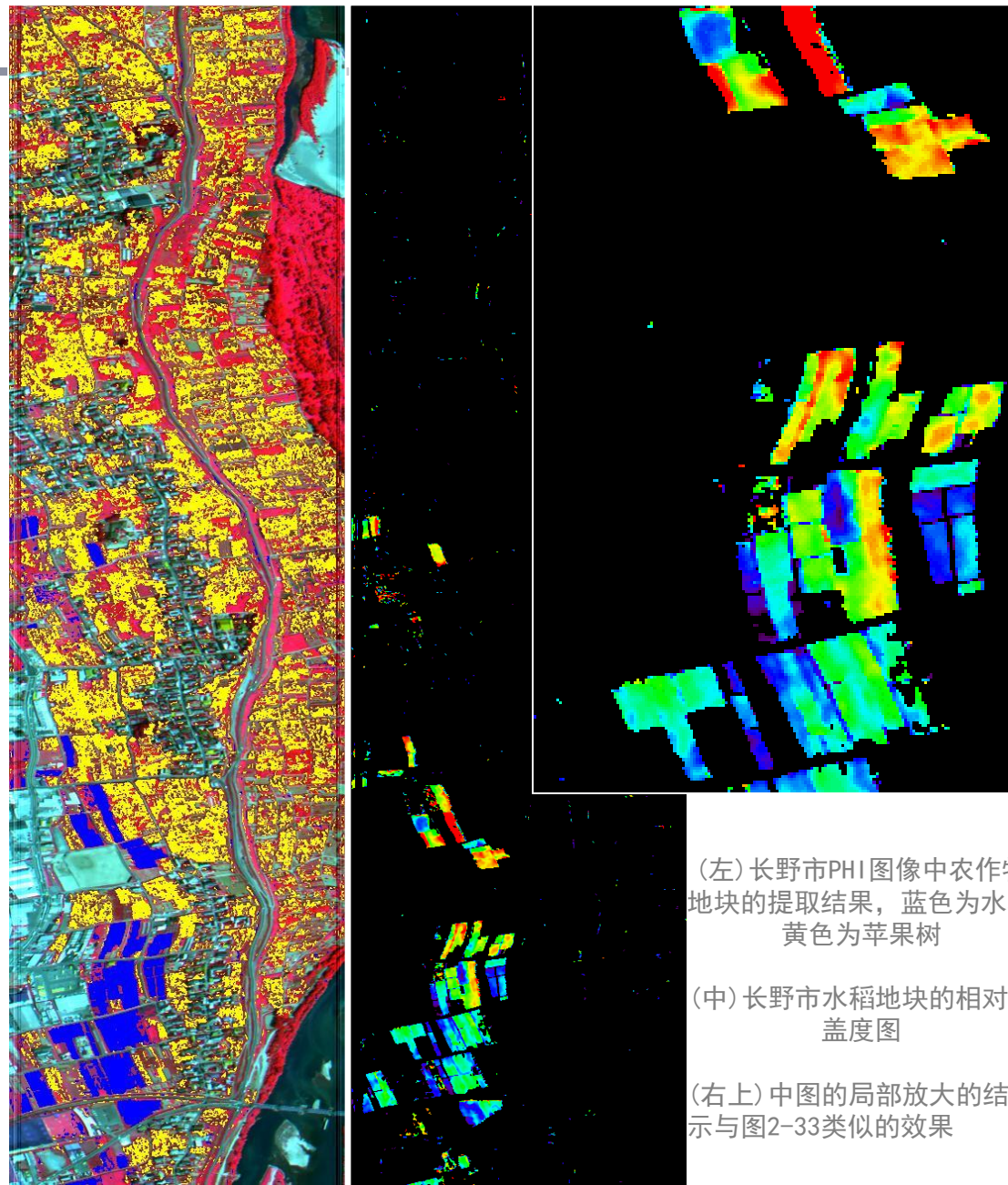
$$\Delta R = \omega_r \Delta R_r = \omega_{r0} \times m \times \Delta R_r$$









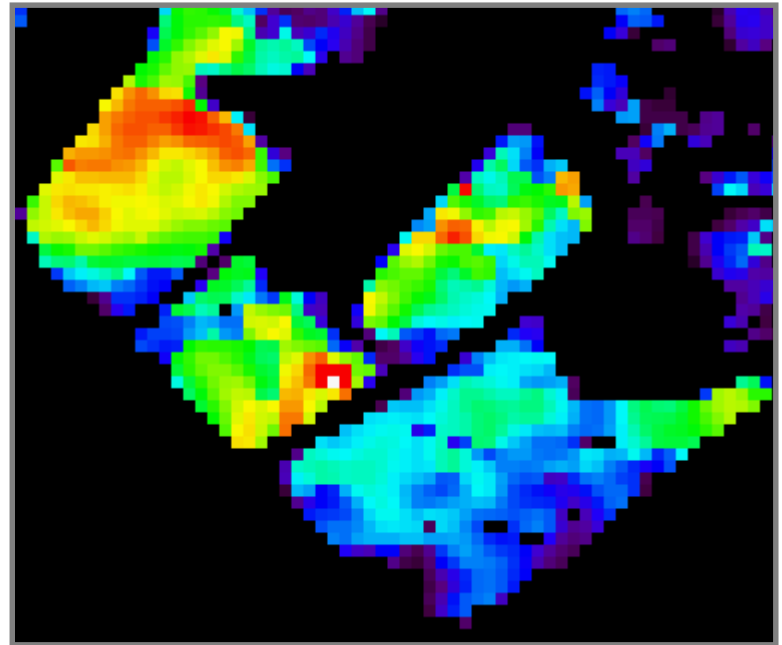
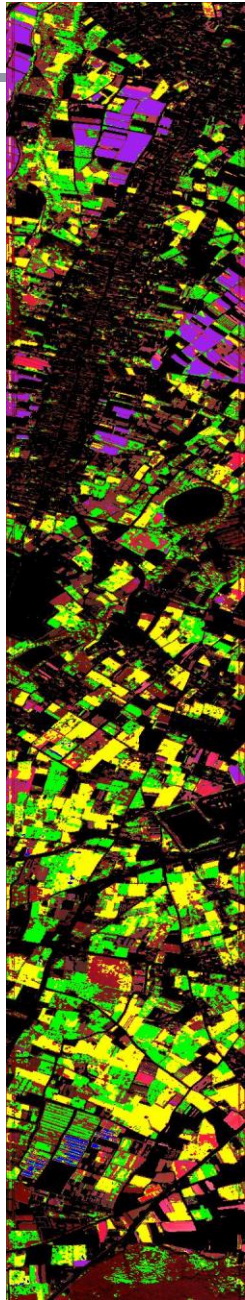
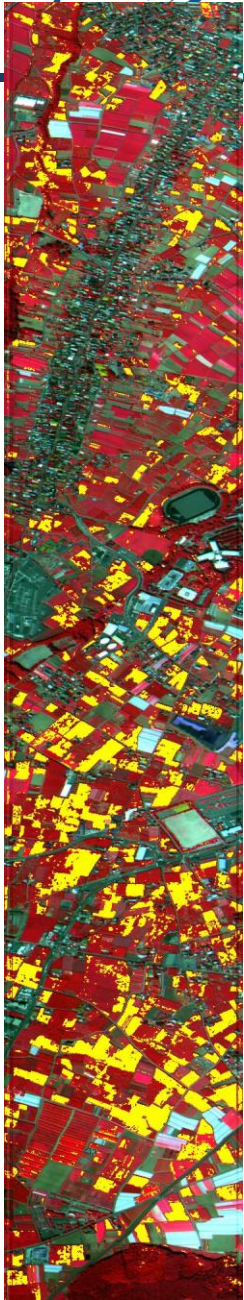


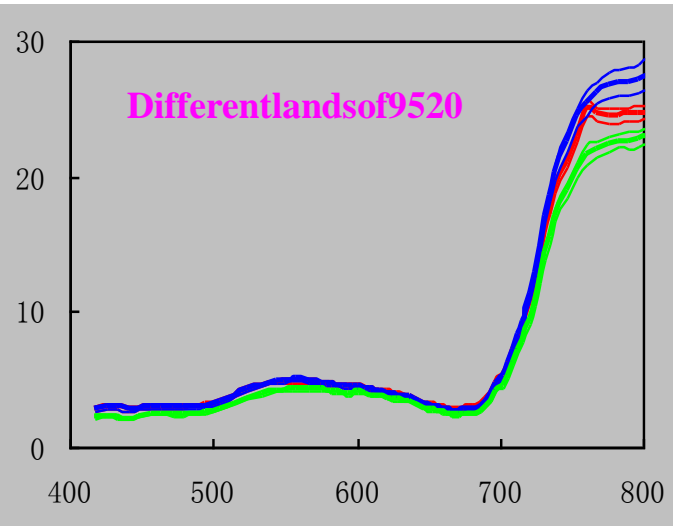
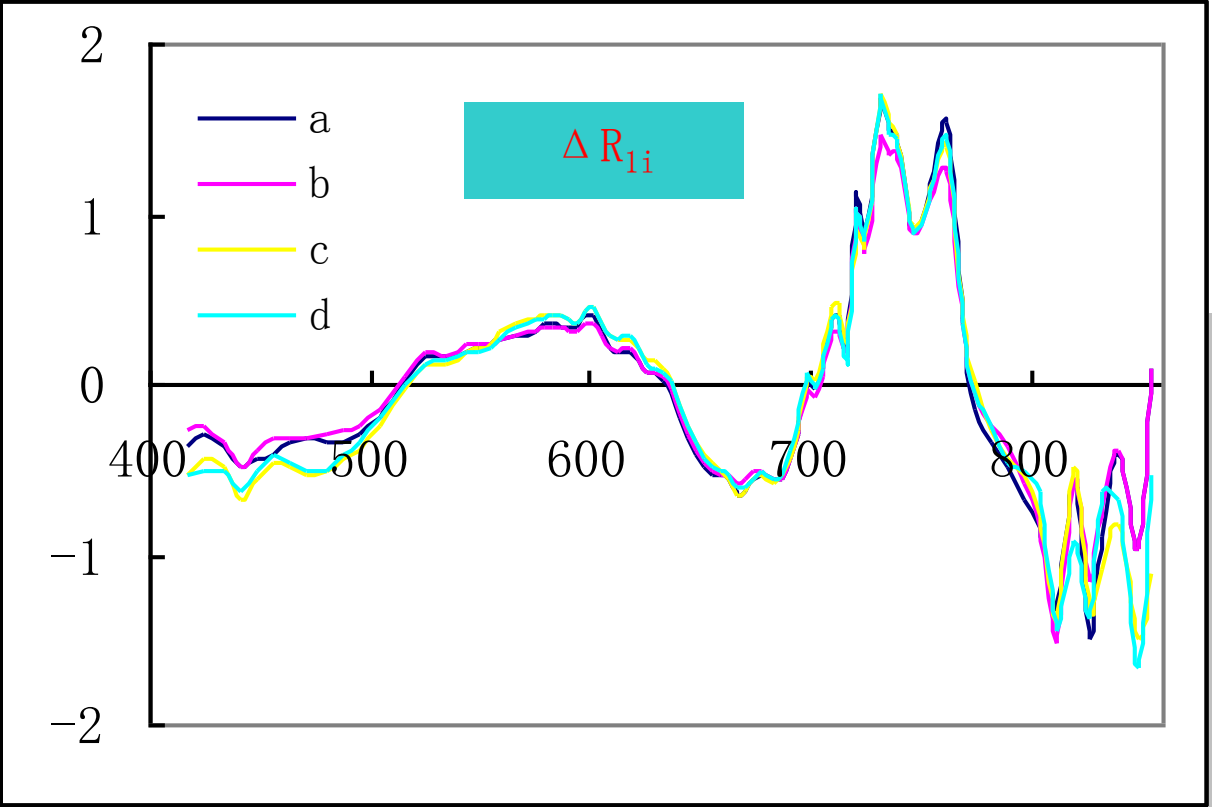
(左) 长野市PHI图像中农作物地块的提取结果，蓝色为水稻、黄色为苹果树

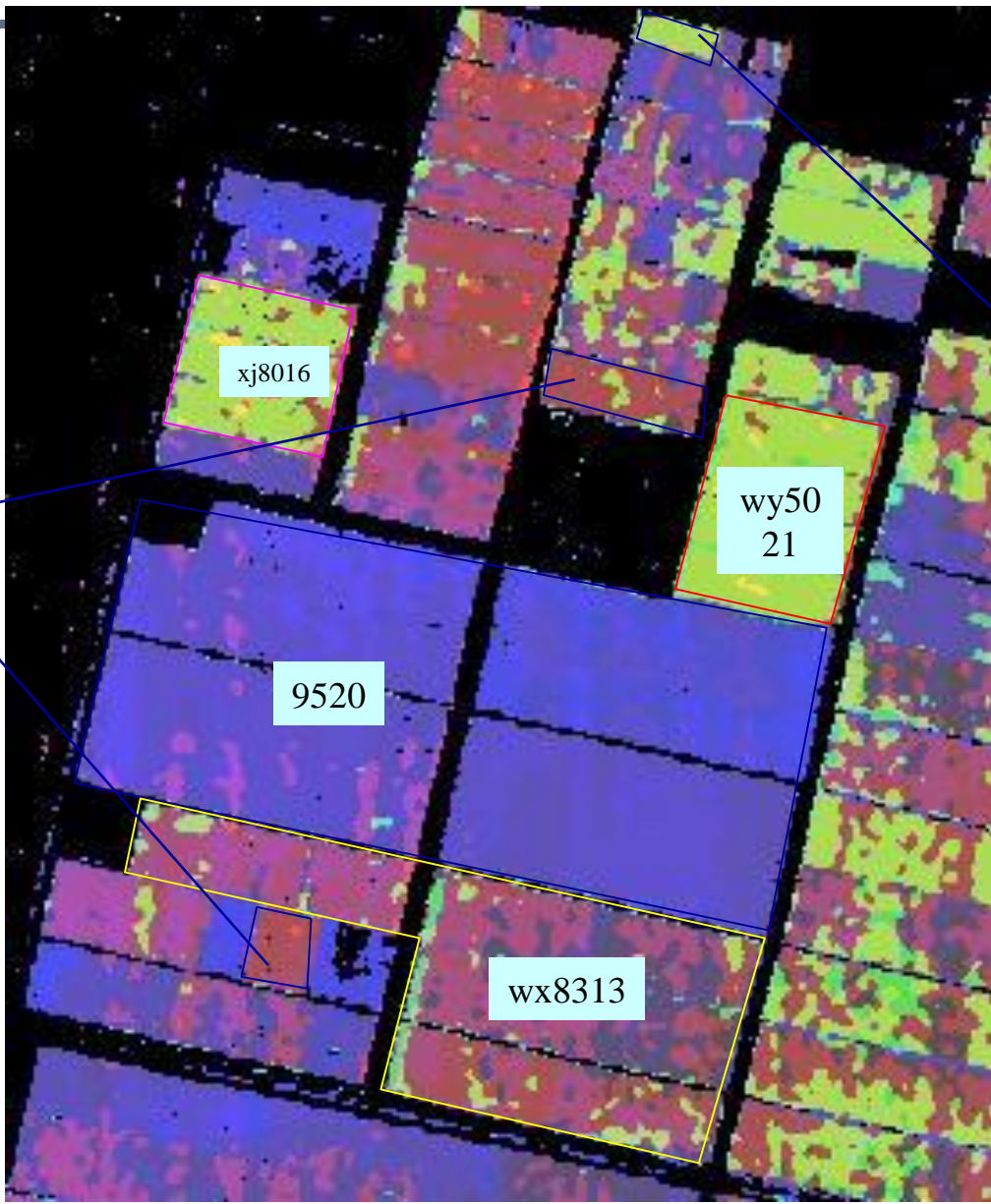
(中) 长野市水稻地块的相对覆盖度图

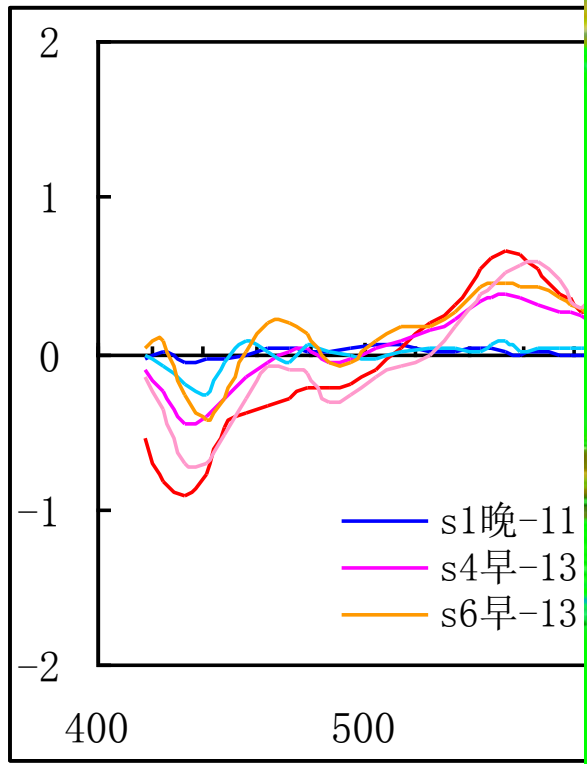
(右上) 中图的局部放大的结果，示与图2-33类似的效果



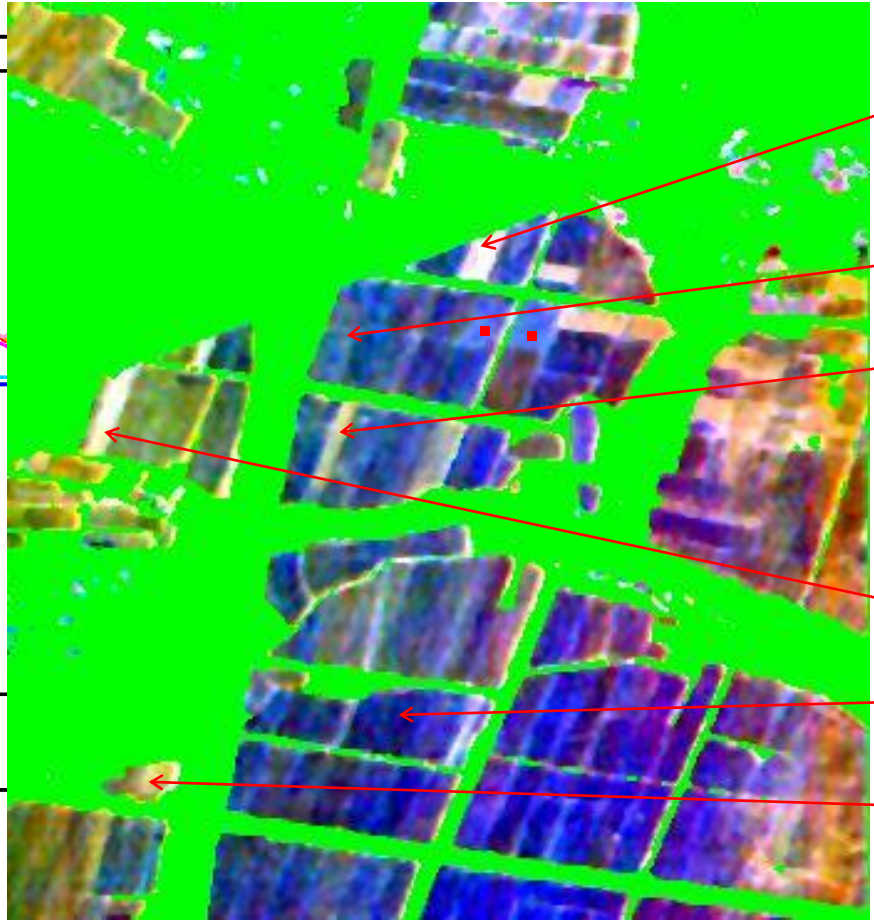








早晚稻区分



2

1

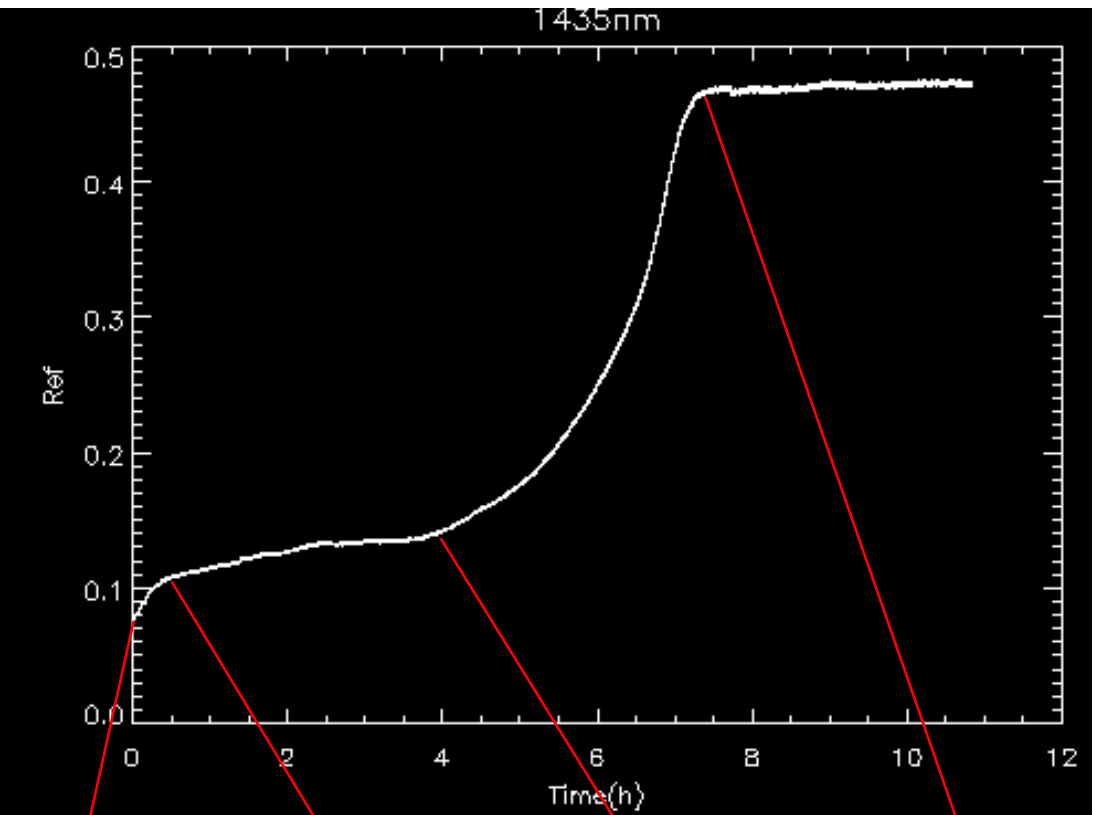
4

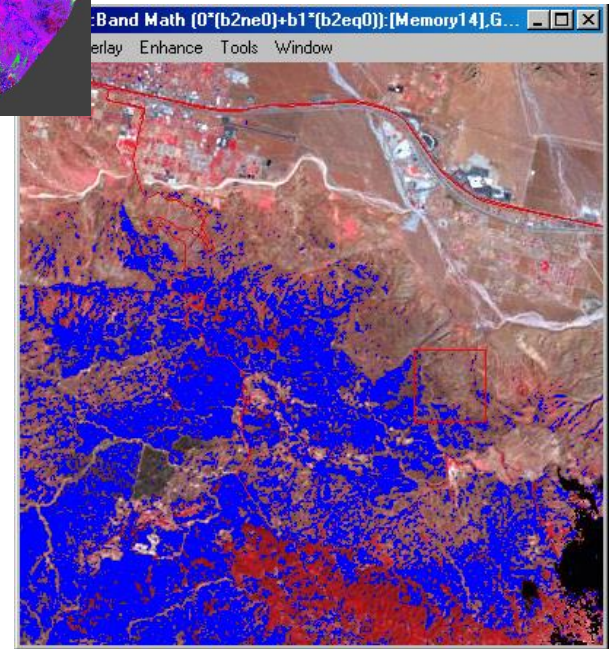
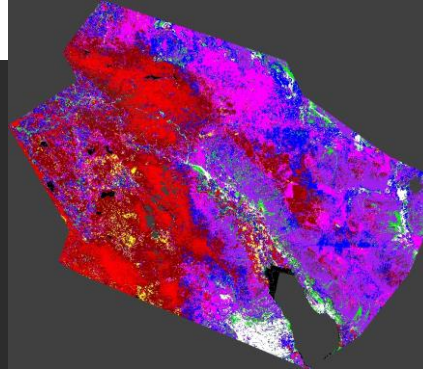
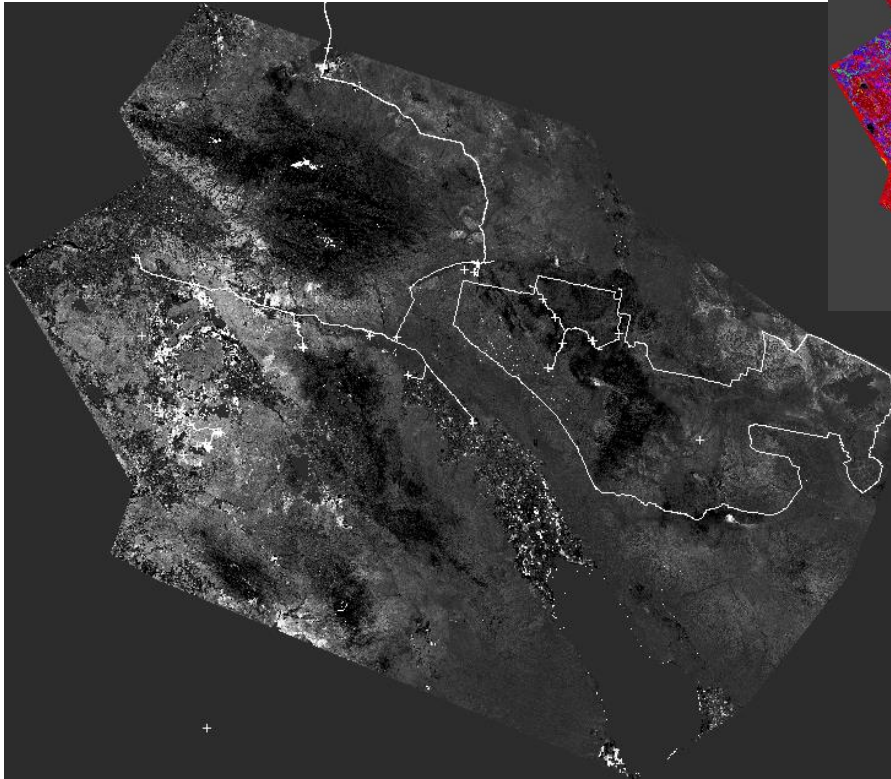
3

5

6







谢谢!

Ofcours_sure@sina.com.cn

13501162025

58887208-8703

