中国科学院大学电子电气与工程学院专业普及课

城市环境遥感

授课教师：孟庆岩 研究员

中国科学院空天信息创新研究院

《城市环境遥感》课程简介

课程将系统讲授遥感技术在城市环境中的应用理论与技术，包括城市绿度空间（植被多维信息提取---绿度空间度量---多尺度感知---遥感综合评价）、城市热度（城市热岛效应和工业去产能红外遥感监测）、城市灰度（城市地物目标精细分类与变化检测、城市不透水面、城市道路、城市建成区精细提取）、城市湿度（城市水体提取及水质监测）、城市亮度（夜光遥感、房屋空置监测、贫困度监测）、城市透明度（城市大气环境遥感）、城市宜居度等，并结合典型应用案例进行讲解。同时，课程还将系统介绍国内外对地观测系统发展现状与趋势、多领域专题遥感最新技术进展和业务需求（农业、林业、水利、国土、灾害、气象、海洋、地震等）。并重点针对高分卫星系统介绍面向特定地物目标的专题分类和变化检测最新前沿技术和发展趋势。课程将提供一次生态环境部卫星环境应用中心（或中国科学院遥感卫星地面站、中国资源卫星应用中心）实地参观学习的机会。

课程开设在中国科学院大学电子电气与工程学院，课程为专业普及课，**50** 学时，**3** 学分。

适用专业：地图学与地理信息系统、摄影测量与遥感、自然地理学、生态、环境学等。

课程特色：结合大量应用案例和卫星载荷特点授课，课程内容将突出：有理论、有技术、有应用、有分析、遥感科学+技术+应用的完整链条，强化知识性、实用性、趣味性和启发性，为研究生科研选题提供应用业务需求牵引和技术解决参考方案。安排一次实地参观学习，增加感性认识，了解业务实践流程。

教学目的要求：学习遥感基本知识与技术方法，系统掌握国内外对地观测系统及各领域遥感应用发展现状，了解国内外最新的遥感技术和手段；掌握遥感科学与技术在城市建设各领域中的应用，学习相关应用方法；在未来学习中可运用所学的城市遥感专业知识，解决实际问题。

考试形式：课堂表现 **10%**、课堂汇报 **30%**、课堂开卷考试 **60%**。

欢迎大家来一起探讨！

授课教师：孟庆岩，中国科学院空天信息创新研究院研究员，博士生导师，长期从事城市陆表环境遥感和地震红外遥感研究。曾任遥感与数字地球研究所所务助理，对地观测应用系统工程研究室主任，国家航天局航天遥感论证中心办公室主任，国家重大科技专项“高分辨率对地观测系统”应用系统总体论证组成员，“国家自然灾害空间基础设施”专项“共性技术与灾害机理研究系统”论证专家组组长，国家生态保护

红线监管平台项目专家委员会委员，中国城市科学研究会数字城市专业委员会副秘书长，中国地震台网中心客座研究员。2020 年 4 月入选海南省“南海名家”育才计划。近年已主持国家科技支撑课题、国际科技合作专项项目、国家自然科学基金、欧盟第七框架课题、国家重大科技专项项目等 30 余项。同法国、荷兰、匈牙利、俄罗斯、保加利亚、埃及、以色列、日本、泰国等十余个国家开展国际合作研究。共出版专著 3 部，发表论文 140 余篇（第 1 和通讯作者 56 篇，SCI37 篇），授权发明专利 12 项，受理发明专利 13 项，获软件登记著作权 12 项。成果在 20 多个行业、区域和国家推广，取得很好的国内外反响。获科技奖 15 项：一等奖 4 项、二等奖 4 项、产业工程金奖 2 项、银奖 1 项（其中，排名第一 8 项，排名第二 2 项），包括：地理信息科技进步一等奖三项（2013、2015、2019）、二等奖（2014、2017），中国测绘科技进步一等奖（2013）和二等奖（2016）各一项，环境保护科学技术奖三等奖（2016）、教育部科学技术进步奖二等奖（2015），安徽省科技进步三等奖（2019），海南省科技进步三等奖（2017），地理信息产业优秀工程金奖两项（2014、2016）、银奖（2013）、中国遥感应用协会推广应用奖（2014 年）等。2004 年被授予“中央国家机关优秀青年”称号。讲授课程《城市环境遥感》，中国科学院大学、中国地质大学（武汉）；培养研究生 60 名（其中所内研究生 18 名，客座研究生 42 名；博士生 13 名，硕士生 47 名）。多次赴美国、瑞士、匈牙利、埃及等国开展学术交流。（详见：http://aircas.ac.cn/sourcedb_air_cas/cn/expert/yjy/201811/t20181106_5165284.html，http://people.ucas.ac.cn/~mqy）

课程目录

- **第 1 讲：城市遥感基础与高分专项卫星**

  课程前言

  城市遥感基础

  高分重大专项卫星

  3 学时

- **第 2 讲：国内外对地观测系统进展**

  国内对地观测系统

国外对地观测系统

3 学时

- **第 3 讲：多领域专题遥感技术**

农业、林业、水利等领域专题遥感应用技术

3 学时

- **第 4 讲：多领域专题遥感技术**

国土、灾害、海洋、地震等领域专题遥感应用技术

3 学时

- **第 5 课：地物遥感分类与变化检测技术**

城市地物分类技术

遥感变化检测技术

3 学时

- **第 6 课：地物遥感分类与变化检测技术**

土地覆盖变化提取技术

重大工程用地监测技术

耕地变化自动检测技术

作物变化自动检测技术

4 学时

- **第 7 讲：城市绿度空间遥感**

二维/三维植被信息提取技术

城市绿度空间度量技术

3 学时

- **第 8 讲：城市绿度空间遥感**

城市绿度空间感知技术

城市绿度空间可达性和公平性

3 学时

- **第 9 讲：城市热度遥感**

热红外遥感基础

热红外遥感典型应用

城市热环境多时空尺度遥感监测

3 学时

- **第 10 讲：城市热度遥感**

城市热环境多时空尺度遥感监测

工业去产能遥感

3 学时

- **第 11 讲：城市灰度遥感**

城市路网提取

城市建成区提取

城市不透水面提取

4 学时

- **第 12 讲：城市湿度遥感**

水体分类提取（河湖岸线、水源地风险源识别）

水污染监测：黑臭水体等

3 学时

- **第 13 讲：城市亮度、宜居度遥感**

城市亮度遥感：夜光遥感、房屋空置、贫困度监测

城市宜居度遥感

3 学时

- **第 14 讲：实地参观学习**

3 学时

- **第 15 讲：研讨课**

3 学时

- **第 16 讲：课堂开卷考试**

3 学时

中国科学院大学电子电气与工程学院专业普及课

《城市环境遥感》课程介绍

授课教师：孟庆岩 研究员

中国科学院空间信息创新研究院

目 录

1 课程背景及意义
2 课程目标及内容
3 课程教学大纲
4 课程专题内容
5 课程总体介绍

一、课程背景及意义

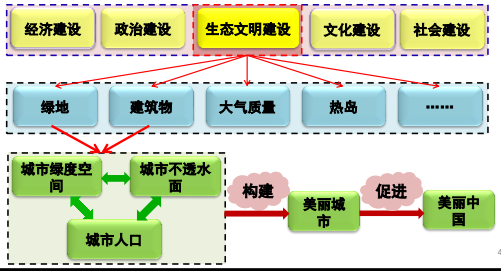
我国正全面推进生态文明建设，解决民生环境问题。

遥感技术如何为城市生态文明和“美丽中国”建设服务？

一、课程背景及意义

国家需求

建设“美丽中国”，强调在经济建设、政治建设、文化建设、社会建设中生态文明的融入，并把生态文明建设放在了突出地位。



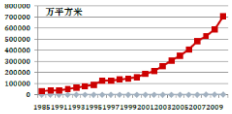
一、课程背景及意义

我国在快速推进新型城镇化建设。城市是生态系统的基本组成，其本身系统的动力条件影响着整个生态系统的状况。

城市化进程中涌现各种城市病

- 异常脆弱的基础设施
- 日益加剧的交通拥堵
- 不断恶化的生态环境
- 进城务工的蜗居生活

城镇人口快速增长
2011年城镇人口超过50%

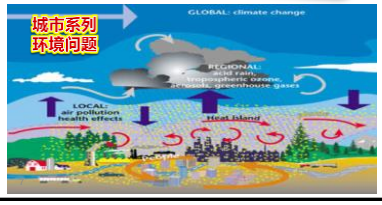


城镇房屋建筑施工面积急速上升
2010年为1985年的20倍

城市生态功能退化，人居环境恶化

应用背景

- 我国快速城镇化
- 环境问题日益突出
- 人居质量持续下降



一、课程背景及意义

卫星遥感在城市建设和区域发展中具有不可替代的重要作用

遥感系统作为空间技术重要平台和载体，将成为区域建设与发展的重要推动力

8

一、课程背景及意义

多源数据，各有所长，相互弥补，将助生态城市、智慧城市建设一臂之力！

一、课程背景及意义

生态环境与城市热点问题难以用单一元素进行分析与描述。

森林锐减

1. 土地覆盖变化
2. 植被减少
3. 环境干旱
4. 热环境气温升高

……

城市热污染

1. 城市扩张
2. 城市热环境变化
3. 城市功能区变化

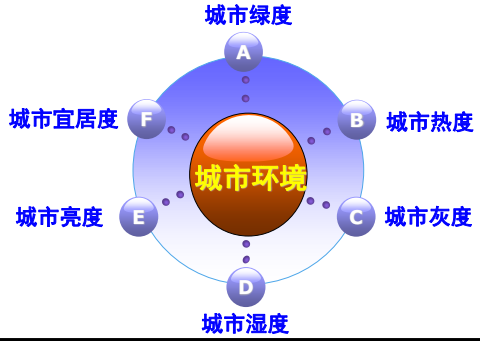
……

10

一、课程背景及意义

城市陆表环境决定城市宜居性，与人们日常生活密切相关，其内部作用机理复杂，已成为重要命题和研究热点。

城市生态环境监测



12

目　录

1. 课程背景及意义
2. 课程目标及内容
3. 课程教学大纲
4. 课程专题内容
5. 课程总体介绍

13

课 程 目 的

- 学习遥感基本知识与技术方法，系统掌握国内外对地观测系统及各领域遥感应用发展现状，了解国内外最新的遥感技术和手段；
- 掌握遥感科学与技术在城市建设各领域中的应用，学习相关应用方法。
- 在未来学习中可运用所学的城市遥感专业知识，解决实际问题。

知识性、实用性、趣味性、启发性

14

课 程 内 容

课程将系统讲授遥感技术在城市环境中的应用理论与技术，包括城市绿度空间（植被多维信息提取——绿度空间度量——多尺度感知——遥感综合评价）、城市热度（城市热岛效应和工业去产能红外遥感监测）、城市灰度（城市地物目标精细分类与变化检测、城市不透水面、城市道路、城市建成区精细提取）、城市湿度（城市水体提取及水质监测）、城市亮度（夜光遥感、房屋空置监测、贫困度监测）、城市透明度（城市大气环境遥感）、城市宜居度等，并结合典型应用案例进行讲解。

同时，课程还将系统介绍国内外对地观测系统发展现状与趋势、多领域专题遥感最新技术进展和业务需求（农业、林业、水利、国土、灾害、气象、海洋、地震等）。并重点针对高分卫星系统介绍面向特定地物目标的专题分类和变化检测最新前沿技术和发展趋势。

课 程 内 容

实地参观学习

课程将根据实际情况选择生态环境部卫星环境应用中心或中国科学院遥感卫星地面站或中国资源卫星应用中心进行实地参观学习。

生态环境部
卫星环境应用中心

中国科学院
遥感卫星地面站

中国资源卫星应用中心

16

目　录

1. 课程背景及意义
2. 课程目标及内容
3. 课程教学大纲
4. 课程专题内容
5. 课程总体介绍

17

《城市环境遥感》课程大纲

1. 城市遥感基础与高分专项卫星
- 课程前言
- 城市遥感基础
- 高分重大专项卫星

2. 国内外对地观测系统进展
- 国内对地观测系统
- 国外对地观测系统

3. 多领域专题遥感技术
- 农业、林业、水利等领域专题遥感应用技术

4. 多领域专题遥感技术
- 国土、灾害、海洋、地震等领域专题遥感应用技术

5. 地物遥感分类与变化检测技术
- 城市地物分类技术
- 遥感变化检测技术

6. 地物遥感分类与变化检测技术
- 土地覆盖变化提取技术
- 重大工程用地检测技术
- 耕地变化自动检测技术
- 作物变化自动检测技术

7. 城市绿度空间遥感
- 二维/三维植被信息提取技术
- 城市绿度空间度量技术

18

课程大纲

8. 城市绿度空间遥感
- 城市绿度空间感知技术
- 城市绿度空间可达性和公平性

9. 城市热度遥感
- 热红外遥感基础
- 热红外遥感典型应用
- 城市热环境多时空尺度遥感监测

10. 城市热度遥感
- 城市热环境多时空尺度遥感监测
- 工业去产能遥感

11. 城市灰度遥感
- 城市路网提取
- 城市建成区提取
- 城市不透水面提取

12. 城市湿度遥感
- 水体分类提取（河湖岸线、水源地风险源识别）
- 水污染监测：黑臭水体等

13. 城市亮度、宜居度遥感
- 城市亮度遥感：夜光遥感、房屋空置、贫困度监测
- 城市宜居度遥感

14. 实地参观学习
15. 研讨课
16. 课堂开卷考试

19

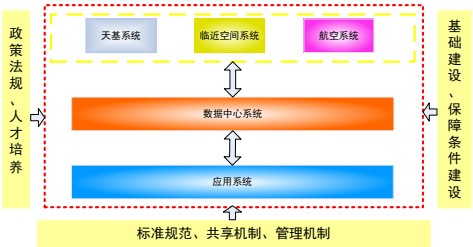
目　录

1. 课程背景及意义
2. 课程目标及内容
3. 课程教学大纲
4. 课程专题内容
5. 课程总体介绍

20

高分专项卫星介绍

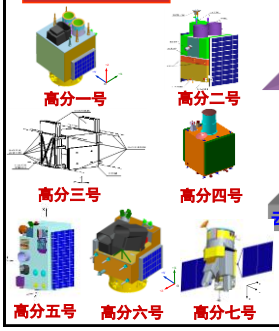
高分专项总体简介



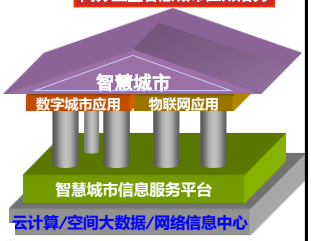
21

高分专项卫星介绍

高分卫星数据与应用



高分卫星智慧城市应用潜力



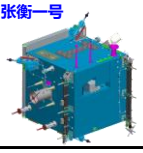
22

国内对地观测系统

我国对地观测系统概览

我国民用对地观测系统

- 风云卫星系列
- 海洋卫星系列
- 环境卫星系列
- 资源卫星
- 张衡一号



23

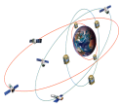
国内对地观测系统

我国商用卫星发展

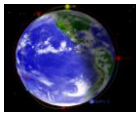
"北京一号"卫星

"北京二号"卫星

"吉林一号"卫星



"高景一号"卫星



"珞珈一号"卫星

24

国外对地观测系统

国外对地观测系统

美国对地观测系统

俄罗斯对地观测系统

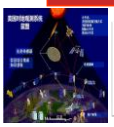
欧洲对地观测系统

印度对地观测系统

日本对地观测系统

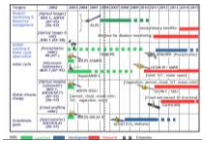
韩国对地观测系统

多国空间计划



美国

欧洲



日本

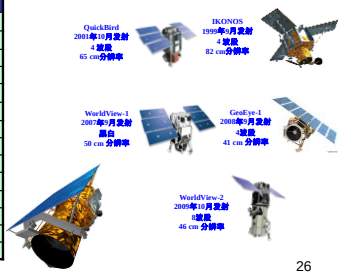
……

国外对地观测系统

国外主要卫星

卫星名称	国家	星下点分辨率 m
IKONOS-2	美国	0.82/3.28
QuickBird-2	美国	0.61/2.44
OrbView-3	美国	1/4
Wordview	美国	2/8
GeoEye-1	美国	0.41/1.64
SPOT-5	法国	2.5
Radarsat-2	加拿大	3
IRS-P6	印度	5.8
ALOS	日本	2.5
KompSat-2	韩国	1/4
Araks	俄罗斯	2
Resurs	俄罗斯	1/2
ALMAZ-1(SAR)	俄罗斯	1
EROS-A1	以色列	1.8

Wordview卫星



多领域专题遥感技术

农业

林业

水利

国土资源

城乡建设

环境保护

减灾

气象

海洋

地震

地物遥感分类与变化检测技术

城市地物分类技术

遥感变化检测技术

土地覆盖变化提取技术

重大工程用地检测

耕地变化自动检测

作物变化自动检测

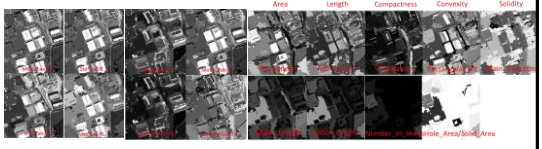
地物遥感分类与变化检测——城市地物分类技术

影像分割

特征提取

分类结果

特征提取

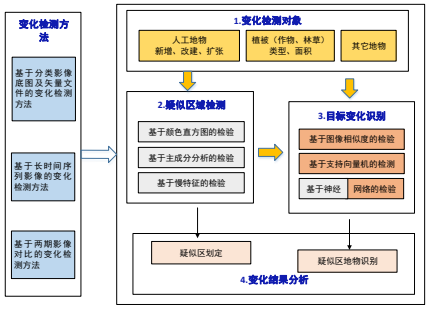


光谱特征

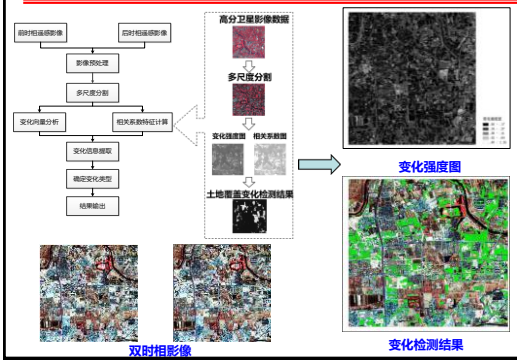
纹理特征

空间特征

地物遥感分类与变化检测——遥感变化检测技术



地物遥感分类与变化检测——土地覆盖变化提取



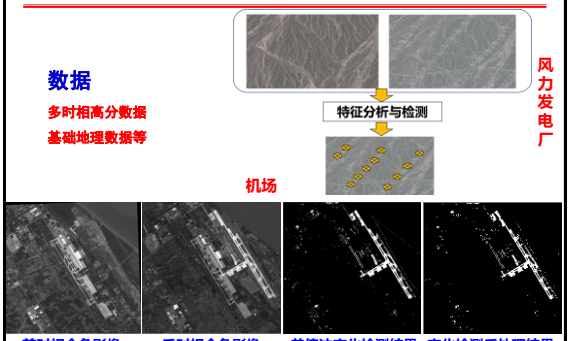
31

地物遥感分类与变化检测——重大工程用地检测

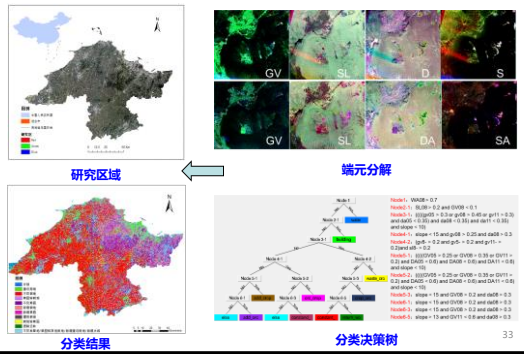
数据

多时相高分数据

基础地理数据等

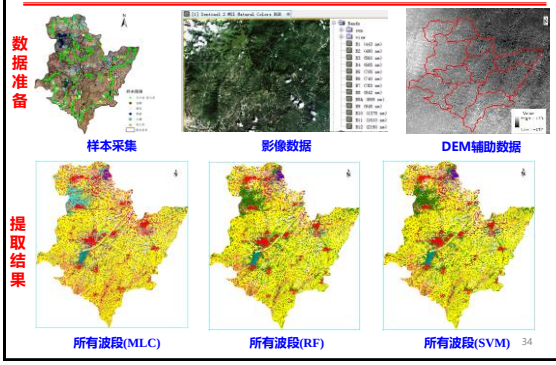


地物遥感分类与变化检测——耕地变化自动检测



33

地物遥感分类与变化检测——作物变化自动检测



34

城市绿度

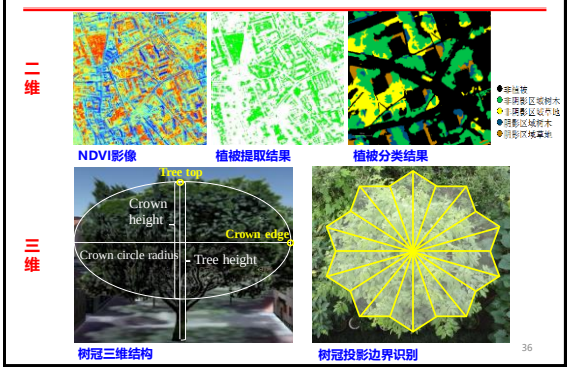
植被二维/三维信息提取

城市绿度空间度量感知模型

城市绿度空间可达性与公平性

植被叶面积指数

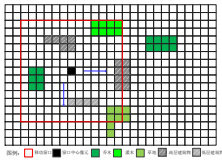
城市绿度——植被二维/三维信息提取



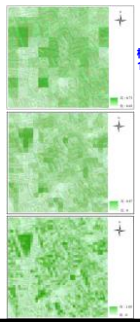
36

城市绿度——城市绿度空间度量模型

移动窗口法
——连续性较强
——避免边缘效应
——运算效率高



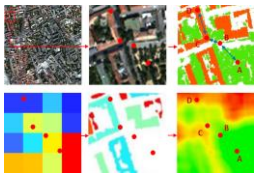
格网法——在不同尺度下表征城市绿度空间分布特征



格网大小 100m×100m

格网大小 50m×50m

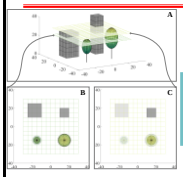
格网大小 25m×25m



多方法对比

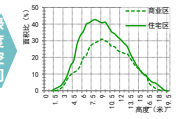
37

城市绿度——城市绿度空间感知模型

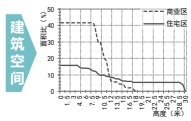


三维配置曲线——衡量城市绿度空间与建筑物空间配置的曲线，客观描述城市绿化空间垂直分布，服务于城市绿度空间评价与配置。

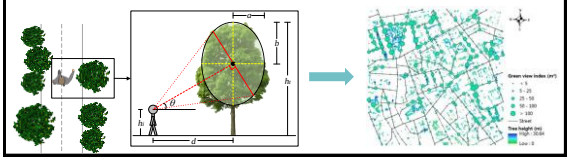
绿度空间



建筑空间

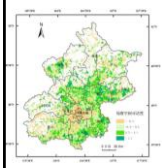


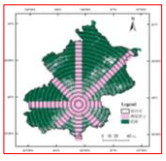
街道绿视量——从空间结构量化的角度分析真实物理场景，量化了城市绿化的视觉质量



城市绿度——城市绿度空间可达性与公平性

可达性	基于路径距离的可达范围计算
可达性度量模型	可达性梯度分析

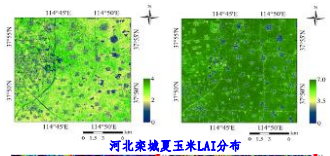




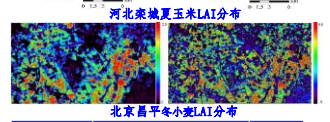
公平性——绿度空间可达性水平表现出针对于社会人口要素的显著不公平性

分区 / 要素	北京市	城市功能区	城市发展区
外来人口	-0.004 (-1.75)	0.003 (0.84)	-0.003 (-1.31)
农业户口	**0.004 (5.57)****	**0.005 (4.54)****	**0.004 (3.5)****
女性	-0.001 (-1.36)	**-0.030 (-3.27)****	0.014 (1.14)
0-14岁	0.011 (1.277)	-0.006 (-0.34)	**-0.040 (-2.56)***
大于60岁	0.003 (0.556)	-0.008 (-1.3)	0.004 (0.005)
大学	**-0.005 (-4.63)****	-0.0002 (-0.10)	**-0.008 (-3.4)****
文盲	**0.010 (-2.179)***	0.025 (0.686)	0.003 (0.47)
少数民族	**-0.015 (-2.85)****	0.003 (0.84)	-0.008 (-1.04)
户人数	**0.247 (4.06)****	0.072 (0.589)	**0.398 (4.9)****

叶面积指数反演——统计模型

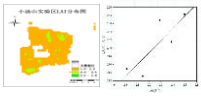


河北栾城夏玉米LAI分布



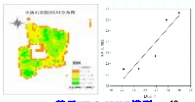
北京昌平冬小麦LAI分布

植被指数	表达式	R2
ARVI	y=51.179x³ - 49.152x+ 4.945	0. 753
DVI	y = 1.1644e^0.4802x	0. 464
EVI	y = 1.5175x + 0.0889	0. 621
MSAVI	y = 17.053ln(x) + 0.1566	0. 533
MTVI	y = 1.1749e^1.647x	0. 469
RVI	y = 0.8961x + 0.236	0. 606
SAVI	y = 6.348x - 1.801	0. 562
ARVI、EVI、NDVI、OSAVI	y = 4.562*ARVI+0.792*EVI-4.588*NDVI+5.145*OSAVI-1.581	0. 844



基于NDVI的统计模型

基于HJVI的统计模型

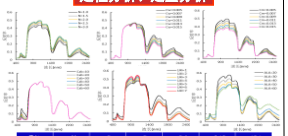


基于HDS_HJVI模型

40

叶面积指数反演——物理模型

定性分析、定量分析

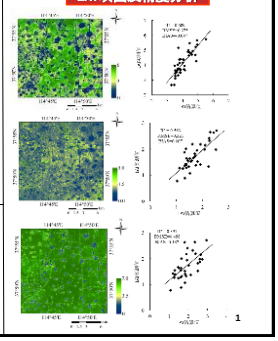


编号	N	Cw	Cm	Cab	LAI	ALA
1	0.553267	0.000567	0.067402	1.077183	1.242646	0.253530
2	0.572726	0.000567	0.064818	0.764423	0.996621	0.446165
3	0.503812	0.000566	0.061032	0.542036	0.452746	0.622487
4	0.426677	0.000567	0.058377	0.407939	0.206617	1.159796
平均值	0.514182	0.000567	0.062797	0.694170	0.752664	0.644874

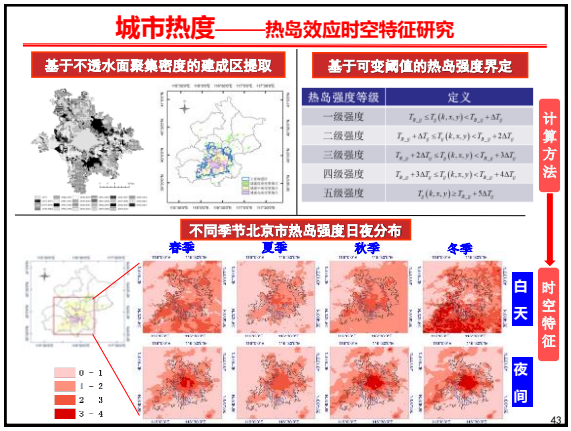
查找表建立

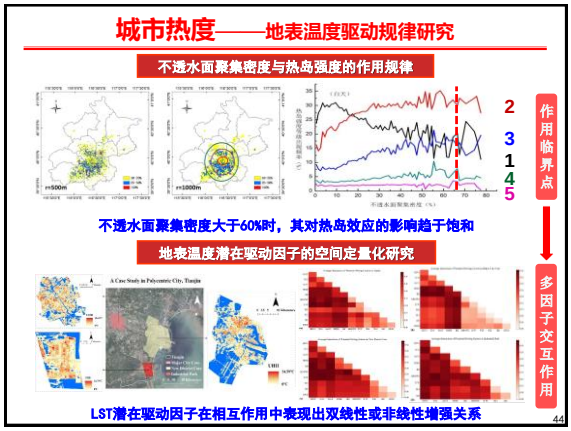
Cab	LAI	Blue	Green	Red	NIR	Cab	LAI	Blue	Green	Red	NIR
25	0.50	0.14476	0.17049	0.08407	0.4116	55	0.50	0.14668	0.18738	0.10749	0.39667
25	0.52	0.1412	0.17192	0.08252	0.41894	55	0.52	0.1381	0.18472	0.10419	0.39881
25	0.54	0.1387	0.17342	0.08097	0.42148	55	0.54	0.13559	0.18178	0.10088	0.39896
25	0.96	0.09474	0.16041	0.04798	0.45719	55	0.96	0.09239	0.16346	0.05751	0.4757
25	0.98	0.09275	0.16042	0.04798	0.45719	55	0.98	0.09239	0.16346	0.05752	0.47568
25	0.00	0.09475	0.16041	0.0477	0.45756	55	0.00	0.09239	0.16346	0.05752	0.47568
45	0.50	0.1413	0.17182	0.09916	0.39872	65	0.50	0.13808	0.18763	0.10748	0.39882
45	0.52	0.13811	0.17324	0.09761	0.40126	65	0.52	0.13541	0.18477	0.10418	0.39895
45	0.54	0.13791	0.18464	0.09622	0.39864	65	0.54	0.13477	0.17962	0.10087	0.39893
45	0.96	0.09294	0.16093	0.05911	0.47791	65	0.96	0.09217	0.16360	0.05751	0.47762
45	0.98	0.09294	0.16093	0.05911	0.47828	65	0.98	0.09217	0.16360	0.05751	0.4776
45	0.00	0.09294	0.16093	0.05911	0.47828	65	0.00	0.09217	0.16360	0.05752	0.47799

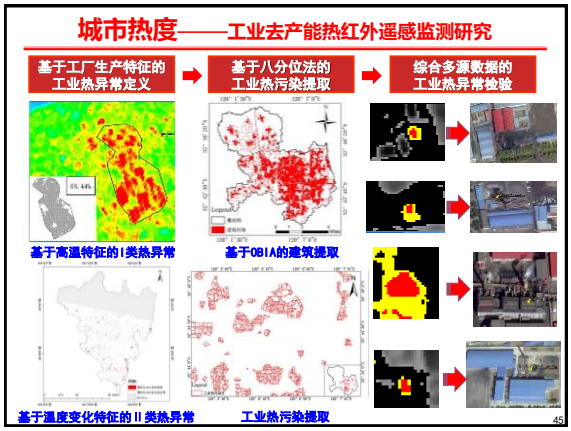
LAI填图及精度分析

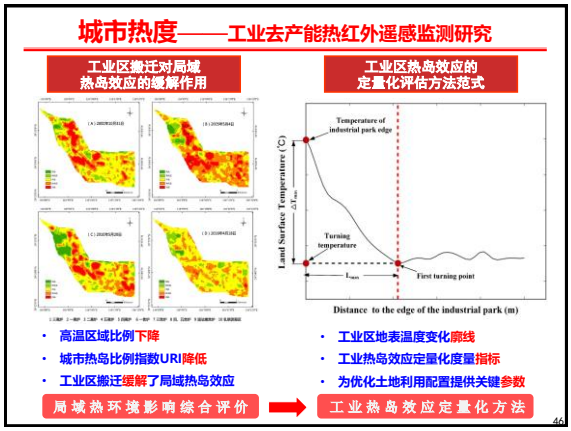


1

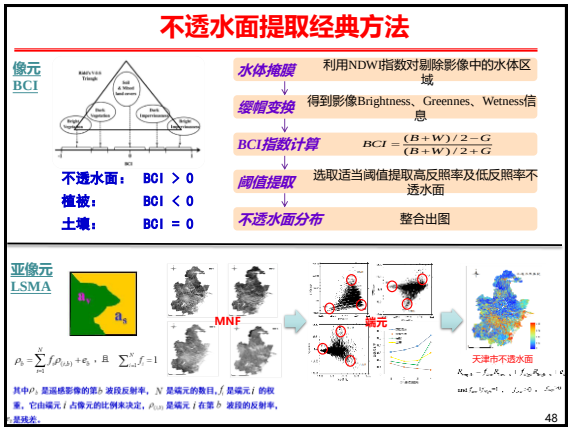

城市热度——热岛效应时空特征研究
基于不透水面聚集密度的建成区提取
基于可变阈值的热岛强度界定
热岛强度等级
定义
一级强度
二级强度
三级强度
四级强度
五级强度
计算方法
不同季节北京市热岛强度日夜分布
春季
夏季
秋季
冬季
白天
夜间
时空特征
43

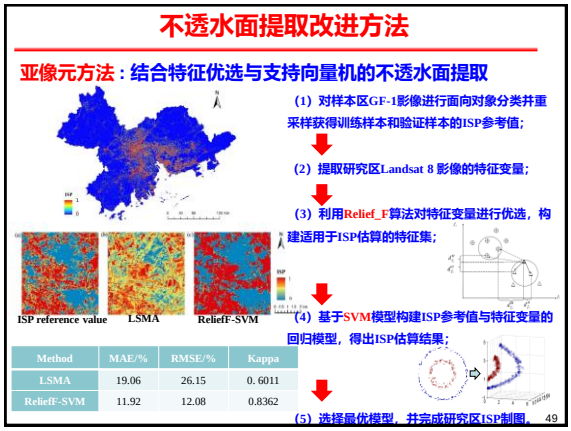

城市热度——地表温度驱动规律研究
不透水面聚集密度与热岛强度的作用规律
作用临界点
不透水面聚集密度大于60%时，其对热岛效应的影响趋于饱和
地表温度潜在驱动因子的空间定量化研究
多因子交互作用
LST潜在驱动因子在相互作用中表现出双线性或非线性增强关系
44

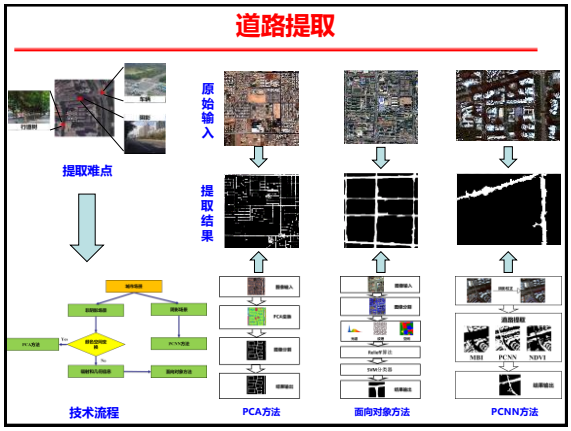

城市热度——工业去产能热红外遥感监测研究
基于工厂生产特征的工业热异常定义
基于八分位法的工业热污染提取
综合多源数据的工业热异常检验
基于高温特征的I类热异常
基于OBIA的建筑提取
基于温度变化特征的II类热异常
工业热污染提取
45

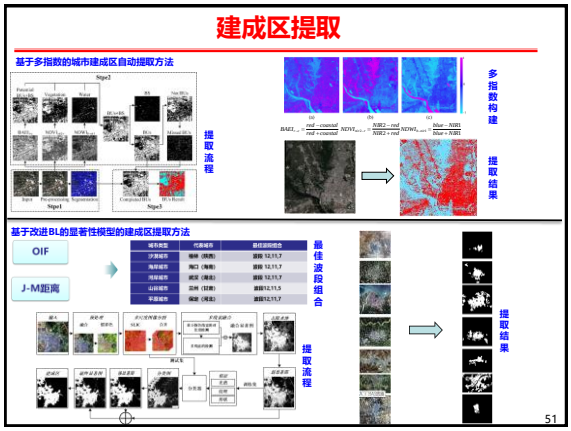

城市热度——工业去产能热红外遥感监测研究
工业区搬迁对局域热岛效应的缓解作用
工业区热岛效应的定量化评估方法范式
Temperature of industrial park edge
Turning temperature
First turning point
Land Surface Temperature (°C)
Distance to the edge of the industrial park (m)
高温区域比例下降
城市热岛比例指数URI降低
工业区搬迁缓解了局域热岛效应
工业区地表温度变化廓线
工业热岛效应定量化度量指标
为优化土地利用配置提供关键参数
局域热环境影响综合评价
工业热岛效应定量化方法
46

城市灰度
不透水面提取
道路提取
建成区提取

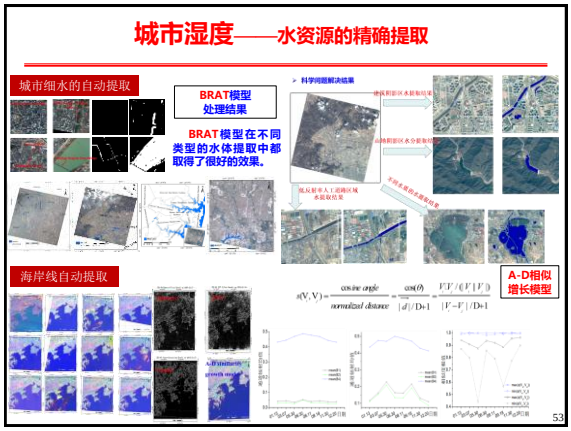

不透水面提取经典方法
像元BCI
水体掩膜
利用NDWI指数对剔除影像中的水体区域
缨帽变换
得到影像Brightness、Greennes、Wetness信息
BCI指数计算
阈值提取
选取适当阈值提取高反照率及低反照率不透水面
不透水面分布
整合出图
不透水面： BCI > 0
植被： BCI < 0
土壤： BCI = 0
亚像元LSMA
MNF
端元
天津市不透水面
48

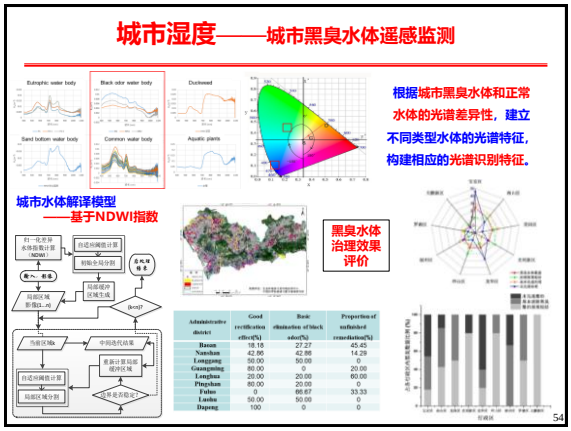

不透水面提取改进方法
亚像元方法：结合特征优选与支持向量机的不透水面提取
（1）对样本区GF-1影像进行面向对象分类并重采样获得训练样本和验证样本的ISP参考值；
（2）提取研究区Landsat 8 影像的特征变量；
（3）利用Relief_F算法对特征变量进行优选，构建适用于ISP估算的特征集；
（4）基于SVM模型构建ISP参考值与特征变量的回归模型，得出ISP估算结果；
（5）选择最优模型，并完成研究区ISP制图。
ISP reference value
LSMA
Relieff-SVM
Method | MAE/% | RMSE/% | Kappa
LSMA | 19.06 | 26.15 | 0. 6011
Relieff-SVM | 11.92 | 12.08 | 0.8362
49


道路提取
原始输入
提取结果
提取难点
技术流程
PCA方法
面向对象方法
PCNN方法


建成区提取
基于多指数的城市建成区自动提取方法
多指数构建
提取流程
提取结果
基于改进BL的显著性模型的建成区提取方法
OIF
J-M距离
最佳波段组合
提取流程
提取结果
51

城市湿度
水资源的精确提取
城市黑臭水体遥感监测
土壤水分信息监测


城市湿度——水资源的精确提取
城市细水的自动提取
BRAT模型处理结果
BRAT模型在不同类型的水体提取中都取得了很好的效果。
海岸线自动提取
A-D相似增长模型
53


城市湿度——城市黑臭水体遥感监测
根据城市黑臭水体和正常水体的光谱差异性，建立不同类型水体的光谱特征，构建相应的光谱识别特征。
城市水体解译模型
——基于NDWI指数
黑臭水体治理效果评价
54

饮用水源地非点源污染风险识别评估

非点源污染风险识别　　非点源污染风险指数：

结合景观空间“源-汇”污染负荷风险指数计算出的各个子流域的产污风险大小，将地形因子、距河道距离因子纳入非点源污染风险指数的计算，基于非点源污染风险评价指数，评价各子流域单元的非点源污染风险，公式如下：

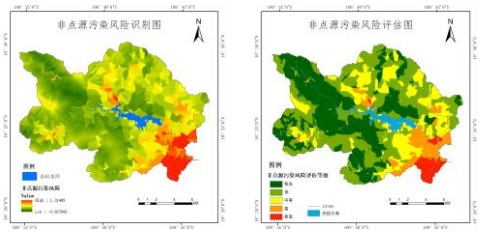
$$\mathrm{NPPRI}_m = LCI_{mNP} \times \left(1 + \frac{Slope_m}{Slope_{max}}\right) \times \left(1 - \frac{\mathrm{Distance}_m}{\mathrm{Distance}_{max}}\right)$$

LCI_{mNP}为子流域m的氮磷总体污染负荷，$Slope_m$为子流域m的坡度，$Distance_m$为子流域m的河道成本距离；$NPPRI_m$表示第m个子流域的非点源污染风险指数

55

饮用水源地非点源污染风险识别评估

水源地风险源监测结果

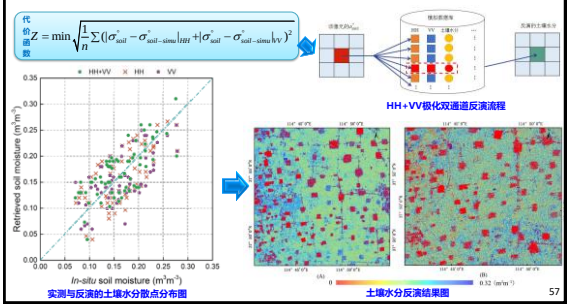


56

城市湿度——土壤水分信息监测

面向我国首颗C波段GF-3号SAR卫星，基于AIEM模型同极化模拟数据库，首次构建了基于代价函数HH和VV极化双通道的作物区土壤水分反演模型。

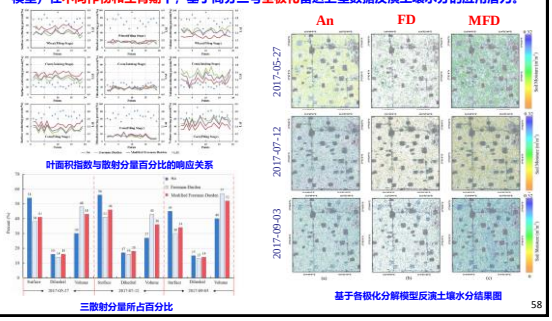
$$Z = \min\sqrt{\frac{1}{n}\sum\left(|\sigma^{*}_{soil} - \sigma^{*}_{soil-simu}|_{HH} + |\sigma^{*}_{soil} - \sigma^{*}_{soil-simu}|_{VV}\right)^2}$$



57

城市湿度——土壤水分信息监测

研究了三种极化分解模型（An模型，Freeman-Durden模型和改进Freeman-Durden模型）在不同作物和生育期下，基于高分三号全极化雷达卫星数据反演土壤水分的应用潜力。



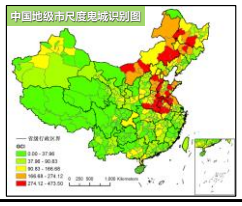
58

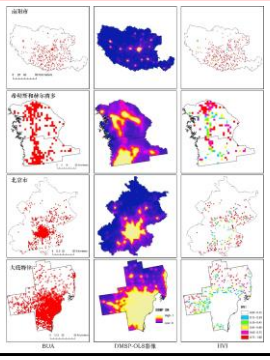
城市亮度——住房空置研究

- 基于空置房屋特点，设计提出房屋空置指数（House Vacancy Index，HVI），计算公式如下：

HVI=BUA*(1-OLSnor)

其中，BUA为二值的建成区影像，0 表示非建成区，1 表示建成区；OLSnor 是归一化为0 到1之间的DMSP-OLS 影像





60

城市亮度——中国县域贫困测度

全局空间自相关

$$I=\frac{n\sum_i\sum_j w_{ij}(x_i-\bar{x})(x_j-\bar{x})}{\sum_i\sum_j w_{ij}}$$

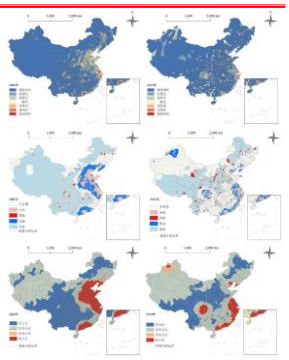
局部空间自相关

$$LISA_i=\frac{(x-\bar{x})}{(x_i-\bar{x}_i)^2/n}\sum_j w_{ij}(x_i-\bar{x})$$

热点分析

$$G_i=\frac{\sum_j w_{ij}x_j}{\sum_j x_j}$$

我国的贫困富裕分布情况在空间上存在明显的集聚现象,且在胡焕庸线两侧差异明显。



61

城市宜居性

宜居性评价因子

宜居性空间分析

62

城市宜居度——评价因子

Landsat8数据

- 波谱范围：0.450-2.350μm
- 空间分辨率：30m
- 运行周期：16天

MODIS数据

- 波谱范围：10.4-12.5μm
- 空间分辨率：1km
- 运行周期：每天过境4次

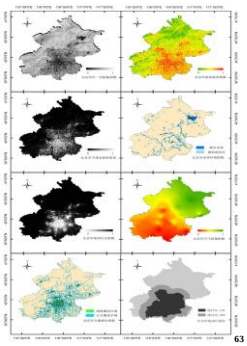
DMPS/OLS数据

- 波谱范围：0.4～1.1μm 10.0～13.4μm
- 空间分辨率：0.5km
- 运行周期：101min

探究北京城市不透水面、植被指数、水体指数空间分布特征

对北京市地区进行城市热环境分布及热岛强度的研究

对北京市地区进行长夜间灯光数据提取，将夜间灯光指数，作为人文方面的评价指标。



63

城市宜居度——人居环境适宜性空间分析

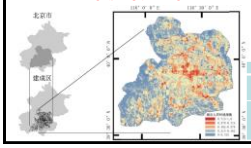
主成分转换

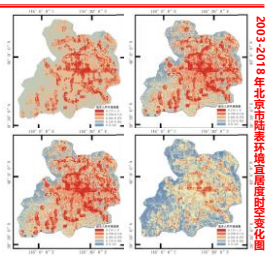
利用 GRID 模块中的 PRINCOMP 函数，对综合图进行主成分转换，求出相关矩阵的特征向量、特征值及主成分的方差贡献率、累积贡献率、因子载荷矩阵等，进行下一步计算。

权重计算

$$H_j=\sum_{k=1}^{m}\lambda_k^2\ (j=1,2,\cdots,17;k=1,2,\cdots m)$$

北京市宜居度计算结果：





2003-2018年北京市陆表环境宜居度时空变化图

北京市人居环境综合指数等级占比

	5级	4级	3级	2级	1级
评价等级指数	0.714-1.0	0.579-0.714	0.462-0.579	0.315-0.462	0-0.315
评价等级数量占比	6.8%	9.4%	20.1%	43.4%	20.3%

64

目　录

1 课程背景及意义

2 课程目标及内容

3 课程教学大纲

4 课程专题内容

5 课程总体介绍

65

孟庆岩，博士生导师（mengqy@radi.ac.cn）

研究方向：
城市陆表环境遥感
地震红外遥感

- 曾任遥感与数字地球研究所所务助理，研究室主任
- 国家航天局航天遥感论证中心办公室主任
- 国家重大科技专项“高分辨率对地观测系统”应用系统总体论证组成员
- 2020年入选海南省“南海名家”育才计划
- 国家自然灾害空间基础设施专项“共性技术与灾害机理研究系统”论证专家组组长
- 国家生态保护红线监管平台项目专家委员会委员
- 中国城市科学研究会数字城市专业委员会副秘书长
- 中国地震台网中心客座研究员

- 科研项目：主持国家重大专项项目、国家科技支撑课题、欧盟第七框架项目、国家自然科学基金等项目30余项；
- 学术成果：已发表学术论文140篇（其中SCI近40篇），授权、实审专利37项，软件著作权12项，出版专著3部、国际学术论文专辑2部；
- 科技奖励：获省部级科技进步奖10项、工程金银奖3项；
- 同匈牙利、埃及、泰国、俄罗斯、保加利亚等十余个国家开展国际合作研究；
- 在中国科学院大学、中国地质大学（武汉）讲授课程《城市环境遥感》；

66

课 程 介 绍

课程开设在中国科学院大学电子电气与工程学院，课程为专业普及课，50学时，3学分；

适用专业：地图学与地理信息系统、摄影测量与遥感、自然地理学、环境科学、生态学等；

考试形式：课堂表现10%、课堂汇报30%、课堂开卷考试60%。

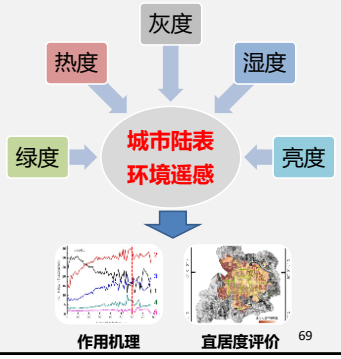
67

课 程 介 绍

课程特色：

- 结合大量应用案例和卫星载荷特点授课；
- 课程内容将突出：有理论、有技术、有应用、有分析、遥感科学+技术+应用的完整链条；
- 强化知识性、实用性、趣味性和启发性；
- 为研究生科研选题提供应用业务需求牵引和技术解决参考方案；
- 实地参观学习，增加感性认识，了解业务实践流程。

研 究 体 系



69

预 期 效 果

- 系统掌握国内外对地观测系统及其特性；
- 了解、掌握多领域遥感应用发展现状、遥感最新技术和业务需求；
- 掌握遥感科学与技术在城市建设各领域中的应用，学习相关应用技术方法；
- 在未来工作学习中可运用城市遥感专业知识、技术，解决实际问题。

希望同学们从中受益!!!

70

所学、所研、所用是价值所在！

孟 庆 岩 博士，研究员，博士生导师

中国科学院空天信息创新研究院

通信地址：北京市朝阳区大屯路3号9718信箱100101

电子邮箱：mengqy@radi.ac.cn

QQ：1585716361

http://aircas.ac.cn/sourcedb_air_cas/cn/expert/yjy/201811/t20181106_5165284.html,

http://people.ucas.ac.cn/~mqy）

71

72