

中国多时期土地利用/土地覆盖遥感监测数据库说明

www.resdc.cn

2021 年 1 月

中国科学院地理科学与资源研究所

引言

改革开放以来，中国经济的快速发展对土地利用模式产生了深刻的影响。同时，中国又具有复杂的自然环境背景和广阔的陆地面积，其土地利用变化不仅对国家发展，也对全球环境变化产生了深刻的影响。为了恢复和重建我国土地利用变化的现代过程，更好地预测、预报土地利用变化趋势，中国科学院在国家资源环境数据库基础上，以美国陆地卫星 Landsat 遥感影像数据作为主信息源，通过人工目视解译，建立了国家尺度 1: 10 比例尺多时期土地利用/土地覆盖遥感监测数据库（CNLUCC）。

中国多时期土地利用/土地覆盖遥感监测数据库包括 20 世纪 70 年代末期(1980 年)、80 年代末期(1990 年)、1995 年、2000 年、2005 年、2010 年、2013 年、2015 年、2018 年和 2020 年 10 期，其中 1980 年土地利用/覆盖数据的重建主要使用 Landsat-MSS 遥感影像数据，1990、1995、2000、2005、2010、2013 年各期数据的遥感解译主要使用了 Landsat-TM/ETM 遥感影像数据，而 2015、2018 年和 2020 年土地利用/覆盖数据更新主要使用 Landsat 8 遥感影像数据。

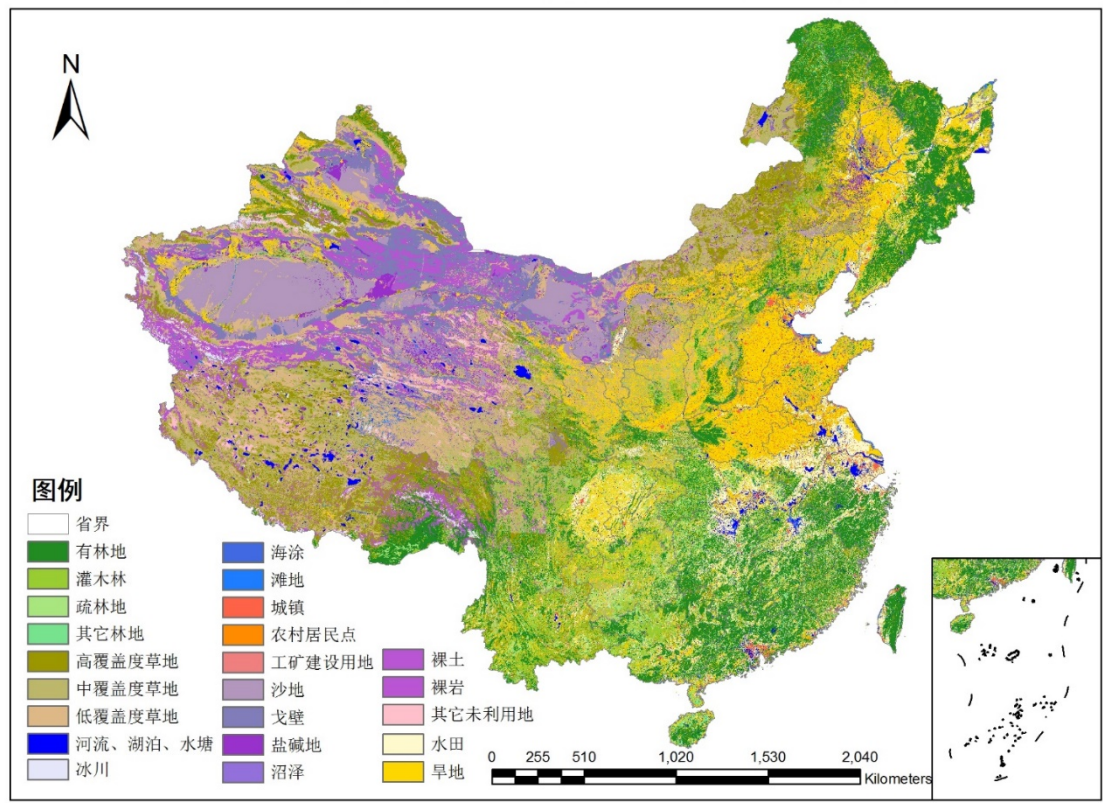


图 1 2015 年中国土地利用/土地覆盖类型空间分布图

1、CNLUCC 数据分类体系

中国多时期土地利用/土地覆盖遥感监测数据分类系统采用三级分类系统（表 1）：一级分为 6 类，主要根据土地资源及其利用属性，分为耕地、林地、草地、水域、建设用地和未利用土地；二级主要根据土地资源的自然属性，分为 25 个类型。该分类系统从土地覆被遥感监测实用操作性出发，紧密结合全国县级土地利用现状分类系统，便于土地覆被遥感监测成果与地面常规土地利用调查成果的联系及数据追加处理，在适用性方面具有其重要的现实意义。

表 1 中国多时期土地利用/土地覆盖遥感监测数据分类系统

一级类型		二级类型		
编号	名称	编号	名称	含义
1	耕地	-	-	指种植农作物的土地，包括熟耕地、新开荒地、休闲地、轮歇地、草田轮作物地；以种植农作物为主的农果、农桑、农林用地；耕种三年以上的滩地和海涂。
-	-	11	水田	指有水源保证和灌溉设施，在一般年景能正常灌溉，用以种植水稻、莲藕等水生农作物的耕地，包括实行水稻和旱地作物轮种的耕地。三级分类在二级类型的基础上根据地形特征分为：山地水田111、丘陵水田1123、平原水田113、>25度坡地水田114（早期对水田进行了上述划分，目前已取消）
-	-	12	旱地	指无灌溉水源及设施，靠天然降水生长作物的耕地；有水源和浇灌设施，在一般年景下能正常灌溉的旱作耕地；以种菜为主的耕地；正常轮作的休闲地和轮歇地。三级分类在二级类型的基础上根据地形特征分为：山地旱地121、丘陵旱地122、平原旱地123、>25度坡地旱地124（早期对旱地进行了上述划分，目前已取消）
2	林地	-	-	指生长乔木、灌木、竹类、以及沿海红树林地等林业用地。
-	-	21	有林地	指郁闭度>30%的天然林和人工林。包括用材林、经济林、防护林等成片林地。
-	-	22	灌木林	指郁闭度>40%、高度在2米以下的矮林地和灌丛林地。
-	-	23	疏林地	指林木郁闭度为10-30%的林地。
-	-	24	其它林地	指未成林造林地、迹地、苗圃及各类园地（果园、桑园、茶园、热作林园等）。
3	草地	-	-	指以生长草本植物为主，覆盖度在5%以上的各类草地，包括以牧为主的灌丛草地和郁闭度在10%以下的疏林草地。

-	-	31	高覆盖度草地	指覆盖>50%的天然草地、改良草地和割草地。此类草地一般水分条件较好，草被生长茂密。
-	-	32	中覆盖度草地	指覆盖度在>20-50%的天然草地和改良草地，此类草地一般水分不足，草被较稀疏。
-	-	33	低覆盖度草地	指覆盖度在5-20%的天然草地。此类草地水分缺乏，草被稀疏，牧业利用条件差。
4	水域	-	-	指天然陆地水域和水利设施用地。
-	-	41	河渠	指天然形成或人工开挖的河流及主干常年水位以下的土地。人工渠包括堤岸。
-	-	42	湖泊	指天然形成的积水区常年水位以下的土地。
-	-	43	水库坑塘	指人工修建的蓄水区常年水位以下的土地。
-	-	44	永久性冰川雪地	指常年被冰川和积雪所覆盖的土地。
-	-	45	滩涂	指沿海大潮高潮位与低潮位之间的潮浸地带。
-	-	46	滩地	指河、湖水域平水期水位与洪水期水位之间的土地。
5	城乡、工矿、居民用地	-	-	指城乡居民点及其以外的工矿、交通等用地。
-	-	51	城镇用地	指大、中、小城市及县镇以上建成区用地。
-	-	52	农村居民点	指独立于城镇以外的农村居民点。
-	-	53	其它建设用地	指厂矿、大型工业区、油田、盐场、采石场等用地以及交通道路、机场及特殊用地。
6	未利用土地	-	-	目前还未利用的土地，包括难利用的土地。
-	-	61	沙地	指地表为沙覆盖，植被覆盖度在5%以下的土地，包括沙漠，不包括水系中的沙漠。
-	-	62	戈壁	指地表以砾石为主，植被覆盖度在5%以下的土地。
-	-	63	盐碱地	指地表盐碱聚集，植被稀少，只能生长强耐盐碱植物的土地。
-	-	64	沼泽地	指地势平坦低洼，排水不畅，长期潮湿，季节性积水或常年积水，表层生长湿生植物的土地。
-	-	65	裸土地	指地表土质覆盖，植被覆盖度在5%以下的土地。
-	-	66	裸岩石质地	指地表为岩石或石砾，其覆盖面积>5%的土地。
-	-	67	其它	指其它未利用土地，包括高寒荒漠，苔原等。

9	-	99	海洋	最早分类系统中没有海洋，因为是在陆地上开展监测。在数据更新中由于填海造陆涉及海洋而补充的新代码。
---	---	----	----	--

2、CNLUCC 数据投影信息

中国多时期土地利用/土地覆盖遥感监测数据投影系统采用 Albers 正轴等面积双标准纬线圆锥投影，其投影参数如下：

投影：Albers 正轴等面积双标准纬线圆锥投影

南标准纬线：25° N

北标准纬线：47° N

中央经线：105° E

坐标原点：105° E 与赤道的交点

起始纬线：0°

纬向偏移：0°

经向偏移：0°

椭球参数采用 Krasovsky 参数：

a=6378245.0000 米

b=6356863.0188 米

统一空间度量单位：米

(上述投影可以利用网站下载或提供的省界矢量数据，导入投影信息)

3、CNLUCC 遥感解译方法

中国多时期土地利用/覆盖遥感监测数据集主要基于美国卫星 Landsat MSS、TM/ETM 和 Landsat 8 卫星遥感数据，采用人机交互式目视判读的方式构建。

3.1 遥感解译技术流程

LUCC 室内遥感解译是一项艰苦而且专业的工作，需要解译人员对解译区域

的宏观地理环境有所了解，并尽量参考其他辅助数据，如地形图、植被图、土地利用图等。解译工作在已纠正的遥感影像上通过人机交互进行。CNLUCC 解译主要技术流程如图 3.1-1 所示。

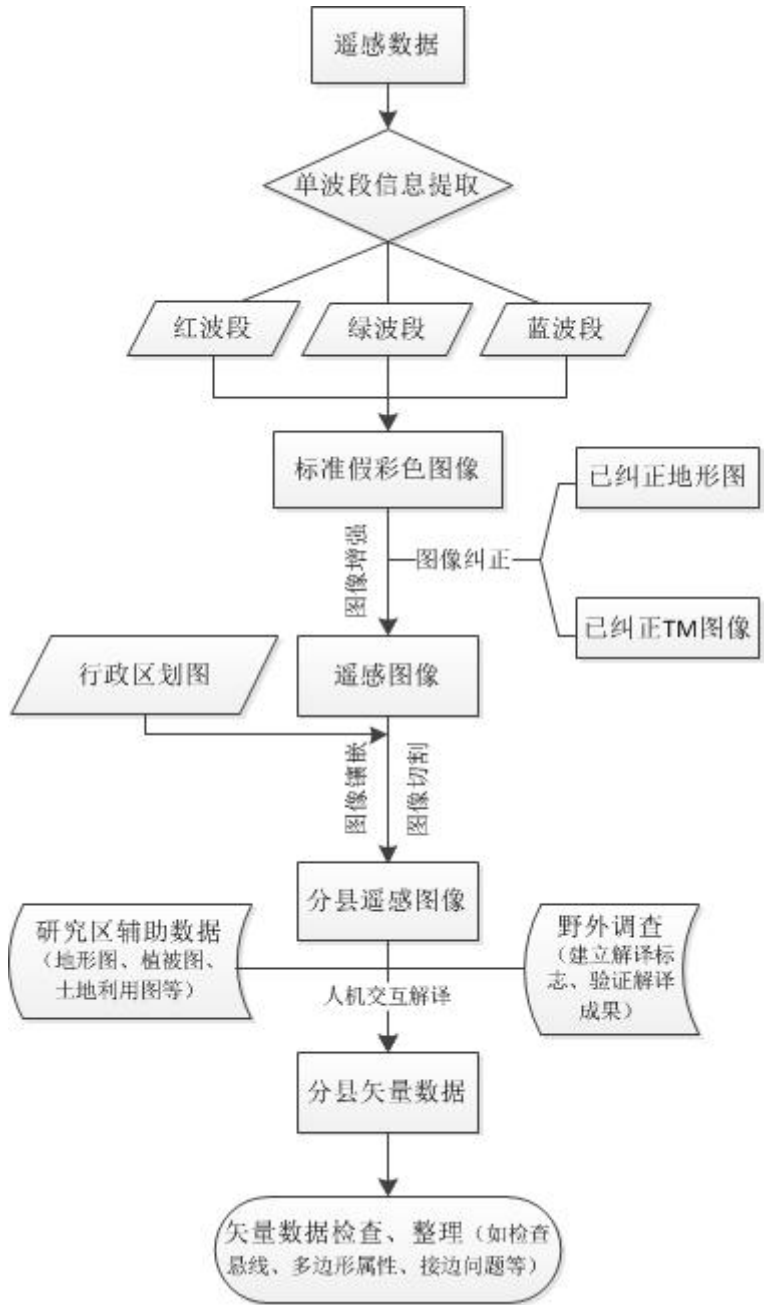


图 3.1-1 CNLUCC 遥感解译技术流程

CNLUCC 遥感解译是根据统一的土地利用/覆被分类体系、结合遥感影像解译标志，在 ARCMAP 软件环境下进行人机交互土地利用/覆被类型的判读解译。因此，解译过程涉及土地利用/覆被遥感监测分类体系的制订和选择、遥感数据源的选择和处理、地形图等辅助数据源的处理、遥感解译标志和解译原则的制定、

解译结果的质量检查和精度分析等各个环节。

中国多时期土地利用/覆盖遥感监测采用了刘纪远先生提出的中国科学院土地资源分类系统。解译过程中以县为单元，生成分县解译成果*.shp 文件。解译完成后用 Arcinfo Workstation 命令 SHAPEARC 命令生成分县 coverage 文件。然后，利用 ARC/INFO 的 ARCEDIT 模块进行图形编辑，检查、修改错误、整理汇总，如检查图斑属性代码错误，如有无漏码和重码现象，修改无误后，完成相邻分县数据的接边，生成分省的土地利用/覆被解译成果数据。

3.2 遥感数据源选择及处理

（1）遥感数据源

构建国家尺度多时期土地利用/覆盖专题数据所使用的遥感信息源主要为覆盖全国的 Landsat-MSS/TM/ETM 和 Landsat8 影像，其中因时相较差或缺失而覆盖不到的地方以中巴资源卫星数据或环境小卫星数据做补充。国家尺度 1:10 比例尺土地利用/覆盖专题数据涉及 20 世纪 70 年代末期(1970s)、80 年代末期(1980s)、90 年代中期（1995/1996 年）、90 年代末期（1999/2000 年）、2005 年、2010 年和 2015 年 7 期，其中 70 年代后期土地利用/覆盖数据的重建主要使用 Landsat-MSS 数据，2015 年土地利用/覆盖数据更新主要使用 Landsat 8 数据。

20 世纪 70 年代后期全国范围 Landsat-MSS 影像共涉及 650 副，其空间分布如图 3.2-1 所示。

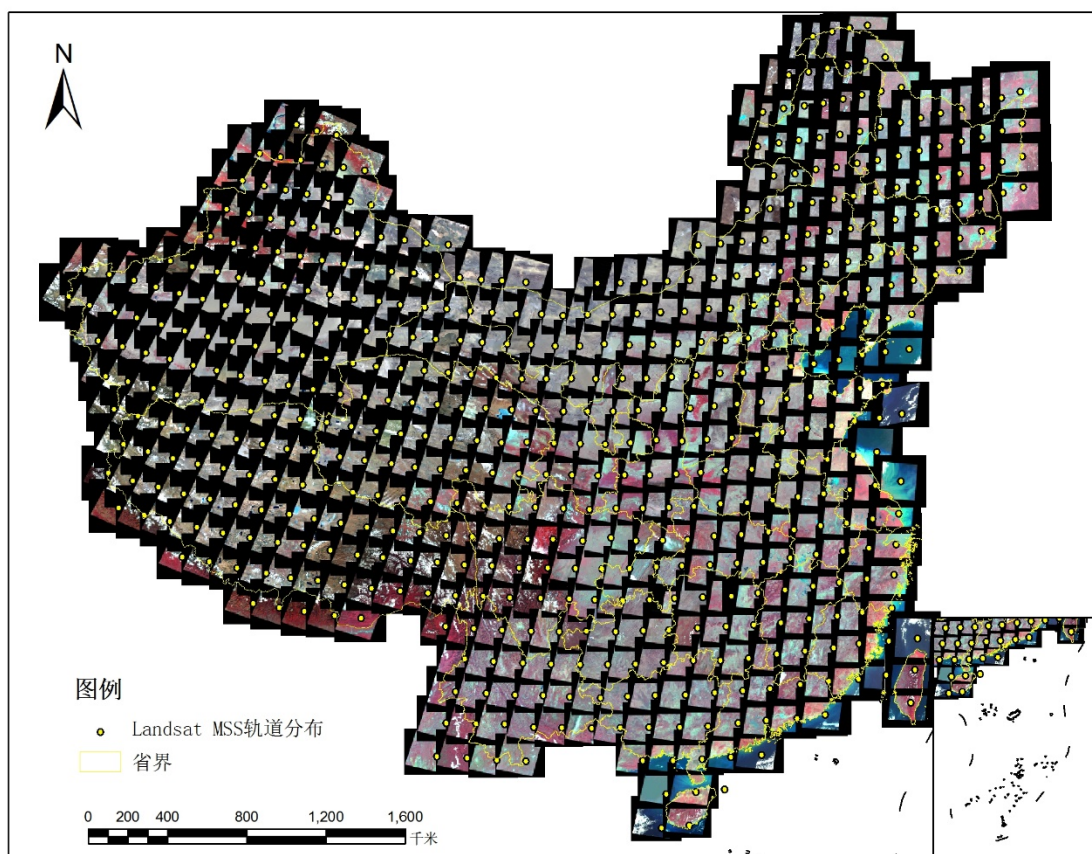


图 3.2-1 20 世纪 70 年代后期 Landsat-MSS 影像分布图

2015 年全国土地利用数据更新所使用的遥感信息源主要为覆盖全国的美国陆地卫星 Landsat 8 OLI 影像，其轨道空间分布如图 3.2-2 所示。2015 年更新共搜集可覆盖全国得 Landsat 8 OLI 影像 767 景。

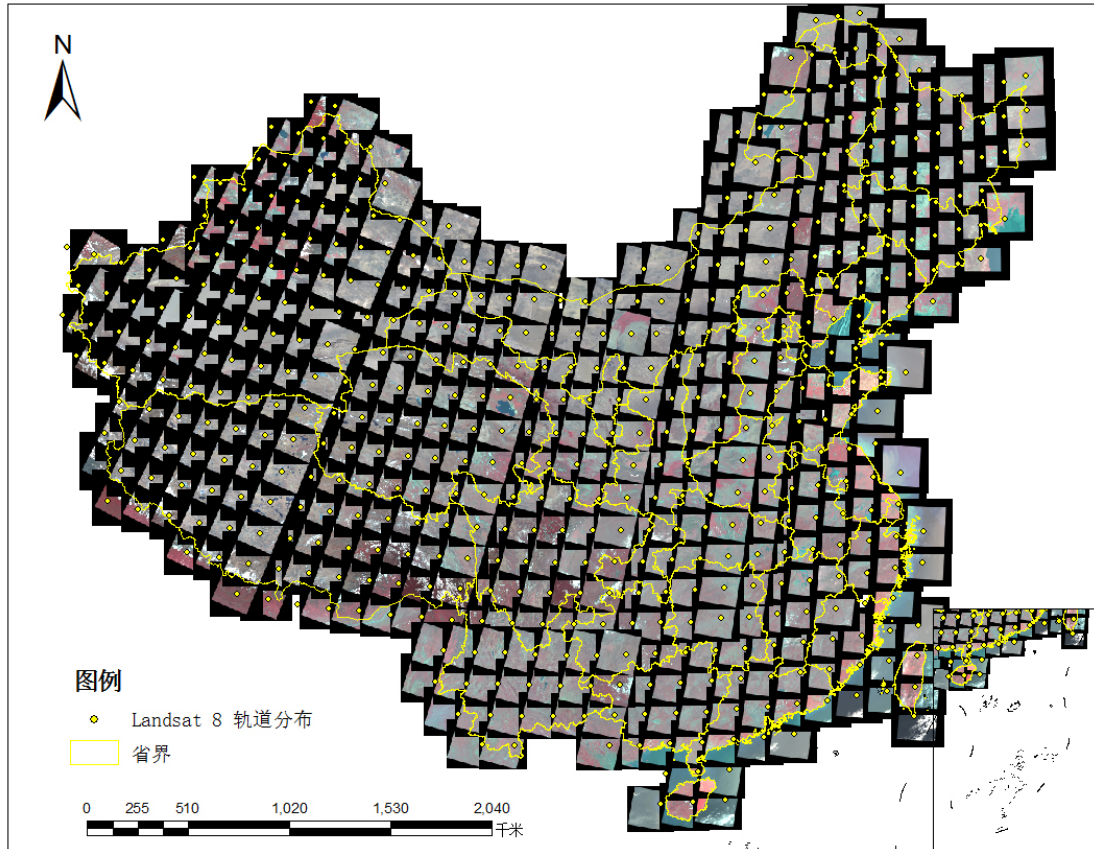


图 3.2-2 2015 年 Landsat 8 影像分布图

Landsat 8 是美国政府 2013 年 2 月 11 日发射的 Landsat 系列最新卫星，携带有 OLI 陆地成像仪和 TIRS 热红外传感器，Landsat8 的 OLI 陆地成像仪包括 9 个波段，OLI 包括了 ETM+传感器所有的波段，为了避免大气吸收特征，OLI 对波段进行了重新调整，比较大的调整是 OLI Band5($0.845 - 0.885 \mu\text{m}$)，排除了 $0.825 \mu\text{m}$ 处水汽吸收特征；OLI 全色波段 Band8 波段范围较窄，这种方式可以在全色图像上更好区分植被和无植被特征；此外，还有两个新增的波段：蓝色波段 (band 1; $0.433 - 0.453 \mu\text{m}$) 主要应用海岸带观测，短波红外波段(band 9; $1.360 - 1.390 \mu\text{m}$) 包括水汽强吸收特征可用于云检测；近红外 band5 和短波红外 band9 与 MODIS 对应的波段接近，TIRS 包括 2 个单独的热红外波段。2015 年土地利用遥感监测过程中采用 OLI 陆地成像仪 5、4、3 波段合成的标准假彩色合成影像进行人工目视解译。

(2) 遥感图像的时相选择

遥感图像的时相选择包括年度和季节等两个方面。为了保证更新后的数据质量，70 年代后期(1980 年)主要以 1979-1982 年的 Landsat-TM 遥感图像、1975-1979

年的 Landsat-MSS 遥感图象为主要信息源；80 年代末期（1990 年）主要以 1989-1992 年的 Landsat-TM 遥感图象为主要信息源；90 年代中期主要以 1995/1996 年的 Landsat-TM 遥感图象为主要信息源、90 年代末期主要以 1999/2000 年的 Landsat-TM/ETM 遥感图象为主要信息源、2005 年主要以 2004/2005 年的 Landsat-TM 遥感图象为主要信息源、2010 年主要以 2009/2010 年的 Landsat-TM 遥感数据为主要信息源、2015 年遥感图象主要使用 2015 年的 Landsat-8 遥感数据为主要信息源。在实际操作中，无法覆盖区域可以适当放宽年度限制。

在季相方面，由于我国地域辽阔、自然环境复杂多样，既要注意研究区域内遥感信息获取瞬时的质量（如含云量度 $<10\%$ 等技术指标），又必须顾及不同区域的季相差异。在我国东北地区及其西北地区选择 6 月中旬至 9 月下旬的无云图像，具体区域包括东北 3 省、内蒙古、青海、甘肃、宁夏、新疆等；在华北平原及其附近区域选择 5 月上旬至 10 月中旬的图像，包括北京、天津、河北、河南、山东、山西、陕西等；在华中、华东和西南的北部地区应选择 3 月上旬或 10 月下旬的图像，包括上海、浙江、江苏、安徽、湖北、湖南、江西、四川、重庆等；在华南大部分和西南的南部地区选择冬季的图像，包括广东、广西、海南、福建、贵州、云南、台湾、香港、澳门等；在高海拔的青藏高原及其类似区域，选择 7 月至 9 月的图像。

（3）遥感图像处理

遥感图像处理采取全国统一要求，分区域完成的策略。遥感图像处理主要包括波段提取、假彩色合成、几何精纠正与分县图像拼接、镶嵌等。遥感图像处理流程如图 3.2-3 所示。

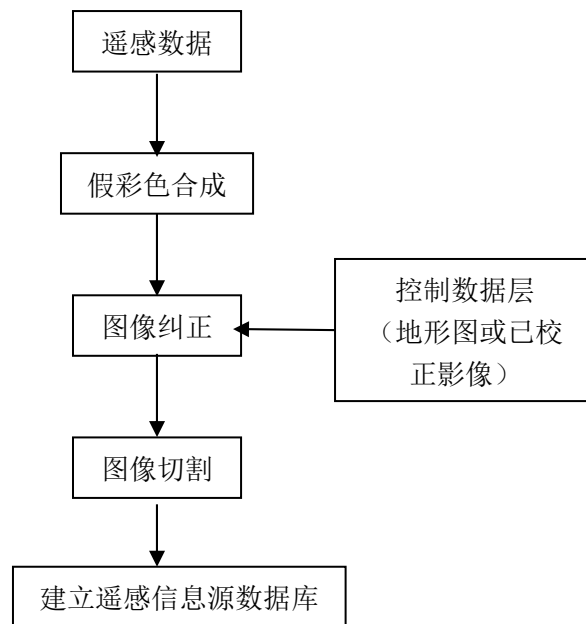


图 3.2-3 遥感影像处理技术框图

中国多时期土地利用/覆盖专题数据最早完成的是 1990 年代中期覆盖全国的土地利用/覆盖现状数据，因此 1995/1996 年遥感数据几何精纠正以中国 1: 10 万比例尺地形图为控制图像，而其他各时段则以 1995/1996 年几何精纠正后的遥感图像为控制图像进行几何精纠正。

在几何精纠正的过程中，平均位置误差要求不超过 50 米（约两个像元）。整景和分县图像均采用标准假彩色合成方式，其中标准假彩色合成方案为，TM 为 4、3、2 波段，MSS4-5 为 4、2、1 波段，MSS1-3 为 7、5、4 波段。纠正后的整景和分县图像均保存为 Geotif 格式。几何精纠正可以利用 ERDAS IMAGINE 软件的 Image Geometric Correction 模块来完成的。纠正时要求操作人员注意以下几点。

- ①整景影像的校正控制点数在 50 个以上，控制点位置精确到一个像元；
- ②校正采用如下的模型参数：

Geometric Model: Polynomial

Polynomial Order: 3

- ③选取的控制点误差要求 < 1

④完成纠正后利用 ERDAS IMAGINE 软件 Viewer 窗口 Utility 中的 Swipe 功能对每一景遥感影像进行自我检查，对纠正不准的影像重新纠正。

纠正后整景图像均保存为 IMAGINE Image(*.img)格式，其命名，采用

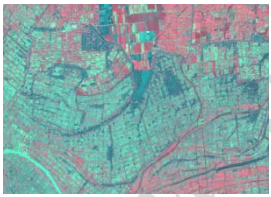
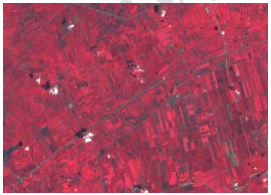
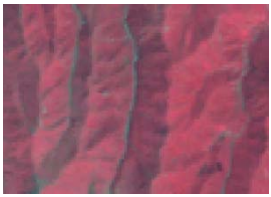
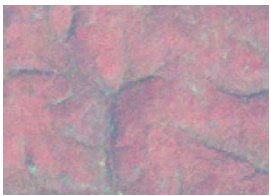
PathRow+获取时间的方式，其中 Path 用 3 位数字，Row 用 2 位数字，轨道号与景号间加“0”。景号与获取时间之间加下划线“_”，如 134036_20050907.tif、145064_19780910.tif 等。

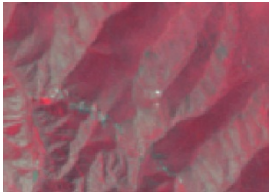
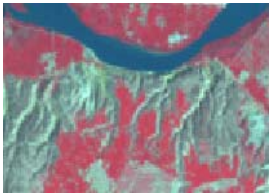

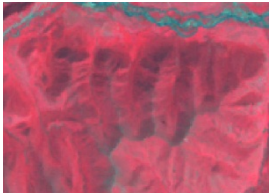




3.3 遥感解译标志和解译原则的建立

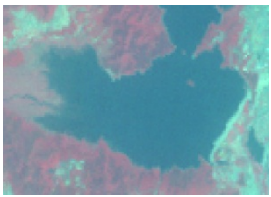

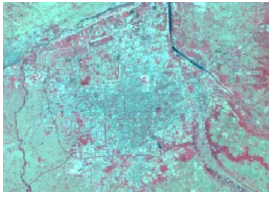
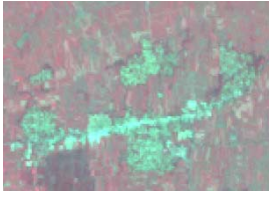




(1) 遥感解译标志

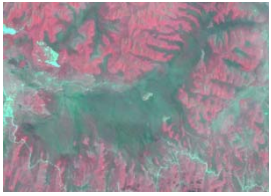
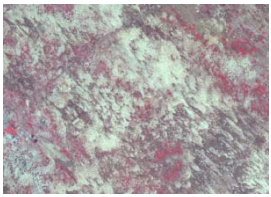
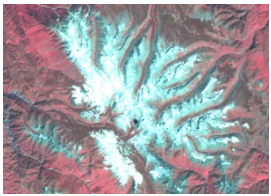
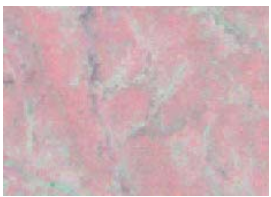
由于目视解译更侧重于专家知识的参与，为了减少由于不同人员的主观差异性所造成的误差，提高遥感判读精度，建立统一解译标志是十分必要的。在多个专家的参与下，根据影像光谱特征，结合野外实测资料，同时参照有关地理图件，对各土地利用/覆被类型的几何形状、颜色特征、纹理特征和空间分布情况进行分析，并在综合各位专家意见后，最终建立判读标志（表3.3-1）。

表3.3-1 土地利用/覆被的遥感TM影像（标准假彩色合成）解译标志

特征类型		解译标志	影像特征		
			形态	色调	纹理
耕地	水田 11		几何形状明显,边界清晰.田块较大或较小,有渠道灌溉设施,	深绿色、浅蓝色（春）、粉红色（夏）、绿色与橙色相间(收割后)	影像纹理较均一
	旱地 12		地块边界清晰,几何特征规则,呈大面积分布,可见农田防护林网格	影像色调多样,浅灰色或浅黄色（春）褐色（收割后）红色或浅红色（夏）	有明显耕种纹理或条状纹理,
林地	有林地 21		受地形控制边界自然圆滑,呈不规则形状	深红色、暗红色,色调均匀	有立绒状纹理
	灌木林地 22		受地形控制边界自然圆滑,呈不规则形状	浅红色,色调均匀	影像结构均一

	疏林地 23		受地形控制边界自然圆滑,呈不规则形状,边界清晰	红色,浅红色,色调杂乱	影像结构不一
	其他林地 24		几何特征明显,边界规则呈块状、不规则面状,边界清晰	影像色调多为绿色或黑色	影像结构不一
	果园苗圃 25		形状不规则,边界清楚	影像色调多为淡红色	影像结构细腻
草地 30	高覆盖度草地 31		面状条带状块状,边界清晰	绿色、淡绿色	影像结构较均匀,无纹理
	中覆盖度草地 32		面状、条带状、块状,边界清晰	绿色、淡绿色、黄色、	影像结构较均匀,无纹理
	低覆盖度草地 33		不规则斑块,边界清晰	不均匀黄色或红色	影像结构较均匀,无纹理
水域 40	河流 41		几何特征明显,自然弯曲或局部明显平直,边界明显	深蓝、蓝、浅蓝色	影像结构均一
	湖泊 42		几何特征明显,呈现自然形态	蓝色、蓝绿色	影像结构均一

	水库、坑塘 43		几何特征明显，有人工塑造痕迹	深蓝、蓝、浅蓝色	影像结构均匀
	滩地 46		沿河湖呈条带状或片状分布	黄白色、灰白色，白色或杂有红、黄色条纹	影像结构比较均匀
居民点用地 50	城镇用地 51		几何形状特征明显，边界清晰	青灰色，夹有白色或杂色栅格	影像结构粗糙
	农村居民用地 52		几何形状特征明显，边界清楚	青色，灰色，杂有其他地类色调	影像结构粗糙
	工交建设用地 53		边界清晰	灰色或色调不均	影像结构较粗糙
	机场、码头 54		几何形状明显，易于分辨	青灰色，灰色	影像结构较粗糙
未利用土地 60	沙地 61		逐渐过渡，边界清楚	白色或淡褐黄色	影像结构比较均匀
	盐碱地 63		边界清晰	白色，夹蓝色或红色斑点	影像结构粗糙

沼泽地 64		几何形状明显,边界清晰	粉红色、红色,紫色,黑色	影像结构细腻
裸土地 65		边界清楚	白色或色调不均	比较均一
裸岩 66		边界清楚	白色或色调不均	比较均一
苔原 67		地理位置明确、边界清晰	淡红色	比较均一

(2) 遥感解译主要原则

为了保证土地利用/覆被类型的遥感影像解译的精度,制订统一的解译标志和解译原则非常重要。土地利用/覆被类型的遥感影像解译主要参考以下原则:

1) 参考草地图、植被图和地形图

解译过程中尽量参考 1:100 万草地图和 1:100 万植被图,1:100 万草地图和 1:100 万植被图虽然比例尺较小,但能充分反映研究区草地和植被的区域性分布规律,对区域 LUCC 类型的宏观分布规律的把握有很好的参考价值;此外,1:10 万地形图上的森林、草地、灌丛、居民地、永久性冰川雪地、沙地以及沼泽等都具有比较清晰的边界,对解译时图斑类型的确定有很好的参考价值(表 3.4-1)。

2) 注意土地利用类型分布的地带性规律

由于自然环境各要素在地表近于带状延伸分布,沿一定方向递变的规律性,如由东南向西北气候表现为:温暖湿润—寒冷半湿润—寒冷半干旱—寒冷干旱的变化。因此植被的空间分布也表现出较明显的地带性分布规律,包括水平地带性和垂直地带性。

水平地带性：如青海三江源地区植被分布的水平地带性规律表现为由东南向西北呈现出明显的地带性水平变化，依次呈现森林、草原和荒漠三个基本类型。如东南部的囊谦、玉树和斑班玛地区，是以川西云杉和大果圆柏为主的寒温性针叶林。随着地势的抬升，这个地区的山地阴坡和半阴坡，则逐渐发展为以百里香杜鹃、毛枝山柳和金露梅为主的高寒灌丛。中部的杂多、治多、曲麻莱一带则发展形成了以嵩草属为主的高寒草甸。在扎陵湖、鄂陵湖以西则发展形成以大紫花针茅为主的高寒草原。而该区的最西部地区则发展形成了以嵩叶猪毛菜、垫状驼绒藜为主的高寒荒漠。

垂直地带性：随着山地海拔高度的变化，气温的差异，太阳辐射的强弱，土壤类型的不同，降水、大气湿度、风力、日照也相应发生变化，形成了一定的垂直带谱。因此，海拔较高的山体，从山麓到山顶可以明显看到植物种类逐渐在变化，如青海三江源南部的玛可河林区基带 3200~3700m 一般分布冷杉林，海拔 3700~4400m 则分布高寒灌丛，而到了 4400~4600m 则转变为高寒草甸。

3) 注意地貌类型对土地利用类型的控制作用

地貌类型对土地利用类型的控制作用明显，如同一山体阴坡多分布灌丛，而阳坡多分布草甸或草原，居民地多沿河流谷地分布，裸岩石砾地沿山脊线展布。因此，在解译的过程中土地利用类型图斑的勾绘要充分利用地貌类型界限，阴坡灌木林要注意完整性，同时避免跨越山脊线的现象，河流谷地中草地图斑多沿河流展布，一般不会出现从河谷中上山，从阳坡到阴坡等“翻山越岭”的现象。

4) 关注重点土地利用类型变化

重点土地利用类型的变化在各地区有所不同，如我国东部的城市扩展、西部草地的退化、冰川的萎缩（扩张）等。因此，关注各地区重点土地利用类型变化能提高 LUCC 遥感解译的精度，有利于揭示 LUCC 时空演变的宏观特点和规律。

3.4 遥感解译质量控制及精度检验

LUCC 遥感解译质量控制标准主要运用于 LUCC 遥感解译、解译成果处理和成果图生成中的质量控制。从而使 LUCC 解译成果数据质量能够得到有效的保证。

(1) 遥感解译质量控制

1) 遥感解译质量控制标准

LUCC 遥感解译的质量控制标准, 主要涉及 LUCC 遥感解译误差, 制图综合等。LUCC 遥感解译精度标准要求如下:

对错率: 耕地城市及农村居民点的数据采集, 正确率不低于 95%, 草地、林地、水域等正确率不低于 90%, 未利用土地正确率不低于 85%。

矢量线段偏移误差: 用于表示 LUCC 类型的矢量线段在解译中不能超过 TM 原始影像中的两个象元。

2) 解译成果质量控制标准

LUCC 遥感解译成果数据处理标准主要包括在完成 LUCC 遥感解译后, 对 LUC 成果数据的集成和处理。

①编辑标准: 经编辑完成后的, ARC/INFO Coverage 应无逻辑错误, 无悬节点, 属性注记正确率应不低于 99%, 县接边应完全吻合。

②数据处理标准

矢量数据: 矢量数据的统一格式为 Arc/info 的 coverage 格式。处理后的分县 coverage, 要严格按照 bndry 中的县界确定界线, 相邻县之间不得存在双眼皮等接边问题。所有的空间数据均要统一到系统的投影坐标系统下。所有的处理过程都不能增加数据的误差, 无论是空间误差还是属性数据误差。属性数据处理过程应保证数据精度不降低。

③系统控制参数

数据集成的控制参数有精度控制参数和基础参数两部分。

精度控制参数:

容差值(fuzzy): 10 米

线段最小值(weed):100 米

悬结点限值(dangle):10 米

结点归并空间距离限值(nodesnap):10 米

结点与弧段最短距离(snapping):10 米

基础参数:

集成采用统一的 Albers 正轴等面积双标准纬线圆锥投影, 有关参数为:

坐标系：大地坐标系
投影：Albers 正轴等面积双标准纬线圆锥投影
南标准纬线：25°N
北标准纬线：47°N
中央经线：105°E
坐标原点：0°E 与赤道的交点
起始纬线：0°
纬向偏移：0°
经向偏移：0°
椭球参数采用 Krasovsky 参数：
a=6378245.0000 米
b=6356863.0188 米
统一空间度量单位：米

(2) 遥感解译成果精度检验

精度检验是任何基于遥感影像制图的重要组成部分，图斑定性、定位误差是一种偶然误差，主要来源于作业人员的判读错误，这种错误在判读作业中是大量的、始终存在的，它既不能完全避免，也不可能事先改正（刘纪远，1996）。因此，必须对判读解译的结果进行精度检验和修正，以保证各时段数据的有效性和可信度。精度检验可采取三种方式（图 3.4-1）：（1）野外调查点随机抽样核查；（2）核查线随机抽样核查；（3）Kappa 系数检验。前两种方法比较适用于定性评价各期土地利用/覆被类型遥感解译现状数据精度，具体检验方式如下：

1) 野外调查点随机抽样核查

野外调查点随机抽样核查从野外实地调查利用 GPS 采集的定位点中随机抽取若干个定位点，根据野外调查记录逐个判断 LUCC 类型图斑遥感解译的准确性。

2) 核查线随机抽样核查

为了进行核查线随机抽样核查需要在核查区域内沿一定方向，如由东向西，画定了一条核查线，由专业技术人员沿核查线逐土地利用/覆被类型图斑检查遥感解译的准确性。

以青海三江源地区 2005 土地利用/覆被类型遥感解译精度检验为例（图

3.6-1), 野外调查点随机抽样核查从 2004 年—2005 年三江源地区 2 次野外调查采集定位点 2068 个随机抽取 339 个定位点, 根据野外调查记录逐个判断 LUCC 类型遥感解译的准确性, 从本次核查结果看, 339 个定位点图斑中有草地图斑 241 个, 其中土地利用/覆被类型有 15 处判定错误, 土地利用/覆被类型遥感解译精度为 95.58%。为了进行核查线随机抽样核查在三江源地区由东向西画定了一条核查线 (如图 3.6-1), 该核查线涉及土地利用/覆被类型图斑 1903 个, 从中随机抽取了土地利用/覆被类型图斑 421 个, 其中草地图斑 266 个, 逐个图斑判断 LUCC 遥感解译的准确性。从本次核查结果看, 421 个图斑中有 18 处土地利用/覆被类型判定错误, 土地利用/覆被类型遥感解译精度为 95.72%。从野外调查点随机抽样核查和核查线随机抽样核查的结果看, 三江源地区 LUCC 遥感解译精度检查共抽查图斑 760 个, 其中草地图斑 506 个, 土地利用/覆被类型共有 33 处判定错误, 土地利用/覆被类型遥感解译精度为 95.66%。

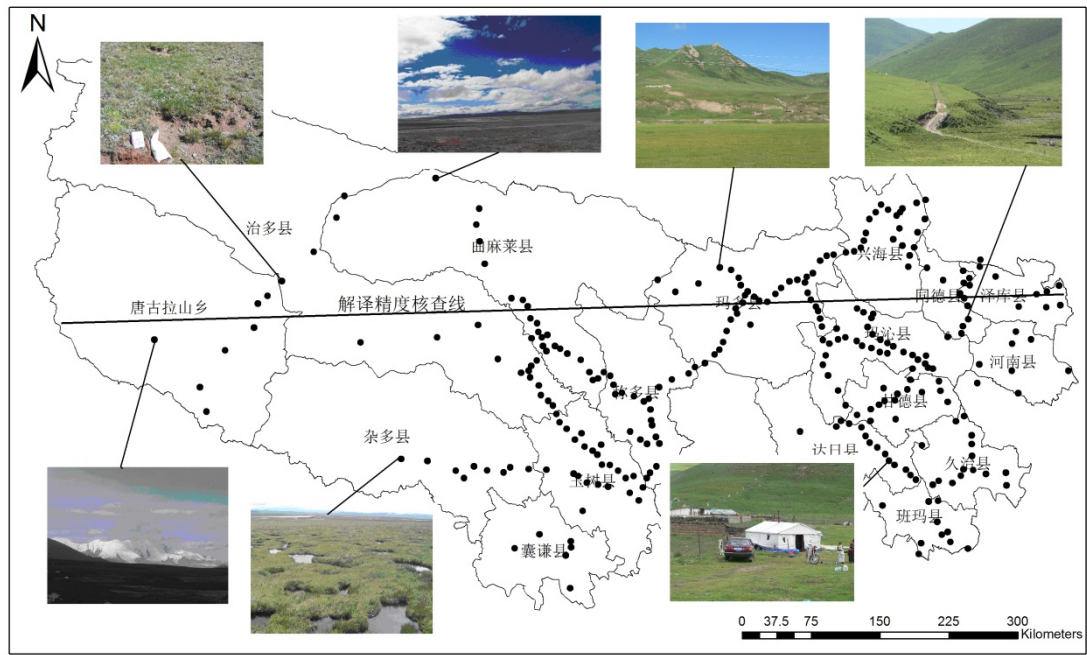


图 3.4-1 三江源 LUCC 遥感解译野外调查核查点及核查线分布图

此外, 在开展精度检验时, 将可解译的准确程度分为 0-10 个等级, 每个数字表示所解译的土地利用/覆被类型在影像上占实际图斑的比例。其中 0 级表示某图斑的判读解译完全错误, 10 级表示某图斑的判读解译完全正确, 1 级至 9 级表示判读解译的正确率为 10%至 90%。如, 一个图斑的土地利用/覆被类型为旱地, 但其内部有一面积约为图斑 20%的水田尚未勾绘出来, 而将其整体定为旱

地，在这种情况下，该图斑的准确程度应为 80%。

如在东北地区土地利用/覆被类型遥感解译验证的图斑总数为 8753 个，总图斑数 75056 个。将土地利用/覆被类型验证的图斑数与各类总的图斑数进行比较（表 3.4-1）。总精度（%）=完全正确图斑数/抽样图斑总数×100。

表 3.4-1 遥感解译检验精度分析表

土地利用 类型	验证的 图斑数	各级图斑数											总精度%
		0 级	1 级	2 级	3 级	4 级	5 级	6 级	7 级	8 级	9 级	10 级	
水田	62	7			1		2		1	3	1	47	84.35
旱地	1463	81	0	4	3	1	17	6	3	21	16	1311	92.86
有林地	1100	135	2	6	2	9	38	1	4	33	10	860	83.95
灌木林	520	30		2	1	1	3			5	2	476	93.15
疏林	410	34					5	2	2	4	6	357	90.41
其他林地	19	3				1	1		1	1		12	75.79
高覆盖草地	1039	71		3	5	4	19	6	3	15	11	902	90.74
中覆盖草地	606	27	1	1	1	5	11	3		7	2	548	93.28
低覆盖草地	52	2								1		49	95.77
河流	27	1										26	96.30
湖泊	421	23					4			3	2	389	93.87
水库	22	2					1					19	88.64
河滩地	152	10					2					140	92.76
城镇	9											9	100.00
乡村	2030	14	1	1	2	3	9	3	1	11	7	1978	98.63
工矿用地	5											5	100.00
沙地	16											16	100.00
盐碱地	325	60		6	3	1	16	6	1	10	1	221	75.29
沼泽	465	32	1				6			6	1	419	92.02
裸地	10	8										2	20.00
合计	8753	540	5	23	18	25	134	27	16	120	59	7786	88.95

3) Kappa 系数检验

Kappa系数是常用的评价空间模拟精度的指数，它是通过把所有地表真实分类中的像元总数（N）乘以混淆矩阵对角线（X_{kk}）的和，再减去某一类地表真实像元总数与被误分成该类像元总数之积对所有类别求和的结果，再除以总像元数的平方差减去某一类中地表真实像元总数与该类中被分类像元总数之积对所有类别求和的结果所得到的。Pontius等人发展的Kappa指数可以量化数量错误和位置错误（Pontius J et al, 2000）。数量错误是由于土地利用图上土地利用类型百分比的差异而引起的，而位置错误是由于同类象元空间错位而引起的，Kappa系

数的定义如下：

$$Kappa = \frac{\left(\frac{TN}{GT} + \frac{TP}{GT}\right) - \left(\frac{SN}{GT} \cdot \frac{RN}{GT} + \frac{SP}{GT} \cdot \frac{RP}{GT}\right)}{1 - \left(\frac{SN}{GT} \cdot \frac{RN}{GT} + \frac{SP}{GT} \cdot \frac{RP}{GT}\right)}$$

式中，

TN: True Negative, 即实际没有发生变化, 模型结果也未发生变化的栅格数目;

FN: False Negative, 即实际没有发生变化, 模型结果发生变化的栅格数目;

FP: False Positive, 即实际发生变化, 模型结果未发生变化的栅格数目;

TP: True Positive, 即实际发生变化, 模型结果也发生变化的栅格数目;

RN= TN + FP, 即预测未发生变化的栅格数目;

RP = FN + TP, 即预测发生变化的栅格数目;

SN = TN + FN, 即实际没有发生变化的栅格数目;

SP = FP + TP, 实际发生变化的栅格数目;

GT = TN+FN+FP+TP, 所有的栅格数目。

kappa计算结果为-1~1, 但通常kappa是落在 0~1 间, 可分为五组来表示不同级别的一致性: 0.0~0.20极低的一致性 (slight)、0.21~0.40一般的一致性 (fair)、0.41~0.60 中等的一致性 (moderate)、0.61~0.80 高度的一致性 (substantial) 和 0.81~1几乎完全一致 (almost perfect)。

(3) 误差来源分析

总之, 土地利用/覆被类型遥感解译误差出现的原因主要是解译人员个人主观因素、影像色调相近, 纹理不清, 又没有考虑地形、地貌等环境因素所致。解译人员个人主观因素主要是由于每个人对不同土地利用/覆被类型的认识和理解差异造成, 如对草地高、中、低覆盖类型之间的判定, 由于不同解译人员对草地高、中、低覆盖类型的把握有所差异, 可能造成不同区域间草地高、中、低覆盖类型出现不一致的情况。这种情况可通过在解译初期对解译人员进行了统一培训和要求来尽量较少。土地利用/覆被类型遥感解译误差虽然不可避免, 但通过认真地了解解译区域的地理位置, 地形地貌和植被分布等环境状况, 仔细辨认色彩和影纹的差别, 就能减少误判, 从而尽量避免错误。

4、数据使用及参考文献

请在数据来源中说明：

为尊重知识产权、保障数据作者的权益、扩展数据中心的服务、评估数据的应用潜力，请数据使用者在使用数据所产生的研究成果中（包括公开发表的论文、论著、数据产品和未公开发表的研究报告、数据产品等成果），明确注明数据来源和数据作者。对于转载（二次或多次发布）的数据，作者还须注明原始数据来源。

中文发表的成果参考以下规范注明： 数据来源于中国科学院地理科学与资源研究所
(<http://www.resdc.cn>)

英文发表的成果依据以下规范注明： The data set is provided by Data Center for Resources and Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences (RESDC)
(<http://www.resdc.cn>)

请在参考文献中引用：

徐新良,刘纪远,张树文,李仁东,颜长珍,吴世新.中国多时期土地利用土地覆被遥感监测数据集（CNLUCC）.中国科学院地理科学与资源研究所数据注册与出版系统(<http://www.resdc.cn/DOI>),2018.DOI:10.12078/2018070201

论文发表请酌情引用以下参考文献：

中国土地利用/土地覆被遥感监测数据遥感监测数据在使用过程中，尤其是论文发表过程中，可引用以下文献资料(论文中有关于数据精度的描述，请参考)：

[1]刘纪远. 中国资源环境遥感宏观调查与动态研究. 北京：中国科学技术出版社，1996

Liu Jiyan. Macro-scale Survey and dynamic study of natural resources and environment of china by remote sensing. Beijing: China science and technology press, 1996(In Chineses)

[2] 刘纪远.1997. 国家资源环境遥感宏观调查与动态监测研究. 遥感学

报,1(3):225-230

Liu Jiyuan. 1997. Study on National Resources & Environment Survey and Dynamic Monitoring Using Remote Sensing. *Journal of remote sensing*, 1(3):225-230(In Chineses)

[3] Zhuang Dafang, Liu Jiyuan, Liu Mingliang. Research activities on land use/cover change in the past ten years in china using space technology[j]. *Chinese Geographical Science*. 1999,9(4):330-334

[4] 刘纪远, 布和敖斯尔. 中国土地利用变化现代时空特征的研究: 基于卫星遥感数据. *第四纪研究*, 2000, 20(3):229-239.

Liu Jiyuan, Buheaosier. 2000. Study on spatial-temporal feature of Modern land-use Change in China:using remote sensing techniques. *Quaternary Sciences*,20(3):229-239(In Chineses)

[5] Liu Jiyuan, Liu Mingliang, Deng Xiangzheng, et al. The land use and land cover change database and its relative studies in China[J]. *Journal of Geographical Sciences*. 2002, 12(3): 275-282.

[6] 刘纪远, 刘明亮, 庄大方, 等. 中国近期土地利用变化的空间格局分析. *中国科学 (D辑)*, 2002,32(12): 1031-1040.

Liu Jiyuan, Liu Mingliang, Zhuang Dafang, et al. Study on spatial pattern of land-use change in China during 1995-2000, *Science in China (Series D)*,2003, 46(4):1373-384.

[7] 刘纪远, 张增祥等. 20 世纪 90 年代中国土地利用变化时空特征及其成因分析 [J]. *地理研究*, 2003, 22:1-12.

Liu Jiyuan, Zhang Zengxiang, Zhuang Dafang, et al, 2003b. A study on the spatial-temporal dynamic changes of land-use and driving forces analyses of China in the 1990s. *Geographical Research*, 2003, 22:1-12(In Chineses)

[8] 刘纪远, 张增祥, 庄大方, 等. 20 世纪 90 年代中国土地利用变化的遥感时空信息研究. 北京: 科学出版社, 2005. 241-243.

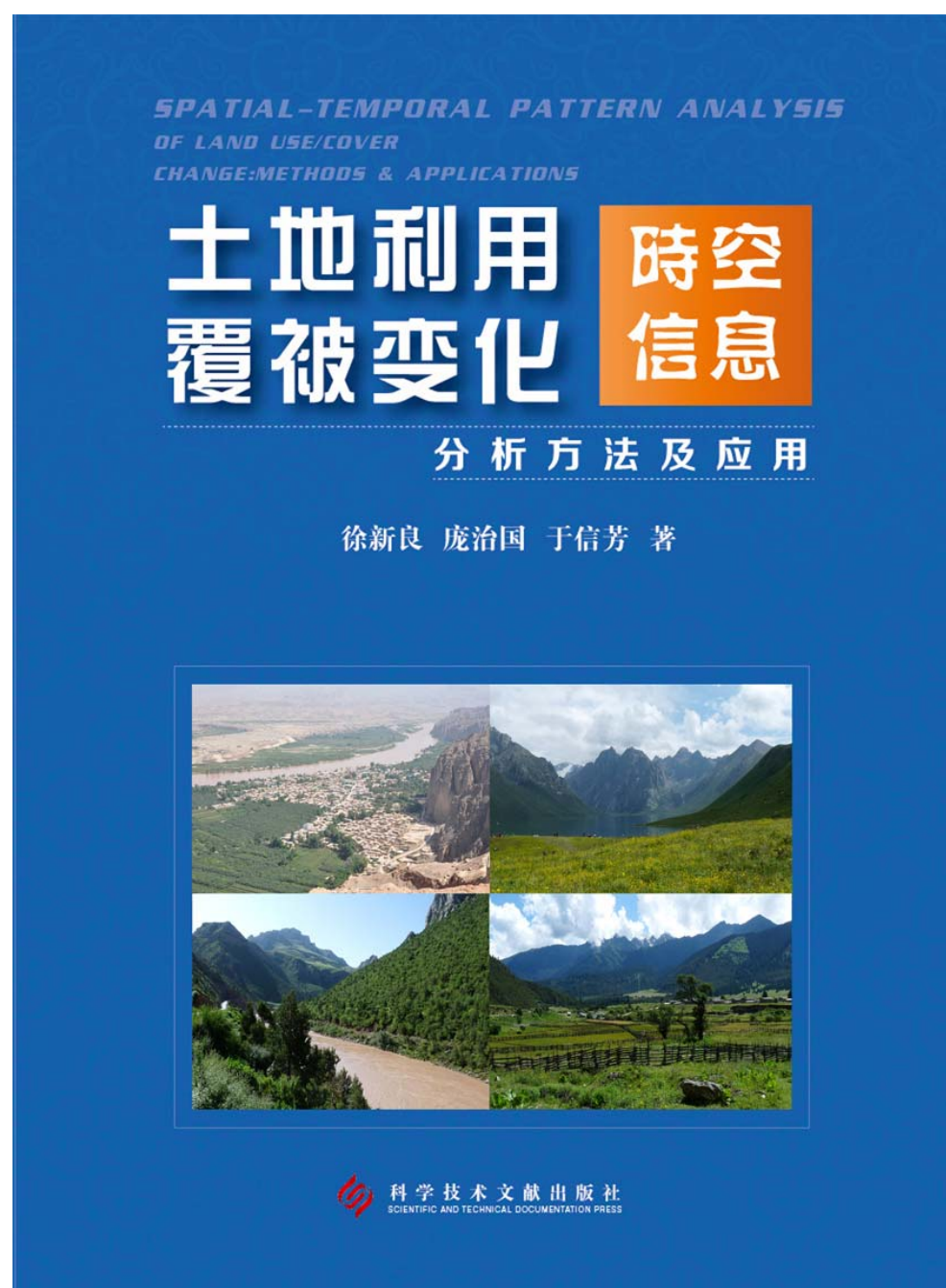
Liu Jiyuan, Zhang Zengxiang, Zhuang Dafang et al. Remote Sensing Information Study of Land Use Change in China in 1990s. Beijing: Sciences Press, 2005 (in Chinese)

- [9] Liu, J. Y., Liu, M. L., Tian, H. Q., et al. Spatial and temporal patterns of China's cropland during 1990-2000: an analysis based on Landsat TM data. *Remote Sensing of Environment*, 2005, 98(4): 442-456.
- [10] 刘纪远, 张增祥等. 21 世纪初中国土地利用变化的空间格局与驱动力分析. *地理学报*, 2009, 64(12): 1411-1420.
- Liu, Jiyan., Zhang, Zengxiang., Xu, Xinliang., et al. Spatial patterns and driving forces of land use change in China during the early 21st century, *Journal of Geographical Sciences*, 2010, 20(4): 483-494.
- [11] 徐新良, 刘纪远, 庄大方. 国家尺度土地利用/覆被变化遥感监测方法. *安徽农业科学*, 2012, 40(4): 2365-2369
- Xu Xinliang, Liu Jiyan, Zhuang Dafang. Remote sensing Monitoring methods of land use/cover changes in national scale. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2012, 40(4): 2365-2369 (In Chinese)
- [12] 刘纪远, 匡文慧, 张增祥, 徐新良等. 20 世纪 80 年代末以来中国土地利用变化的基本特征与空间格局. *地理学报*, 2014, 69(1): 3-13
- Liu jiyan, Kuang Wenhui, Zhang Zengxiang, Xu Xinliang, et al. Spatio-temporal characteristics, patterns and causes of land-use changes in China since the late 1980s. *Journal of Geographical Sciences*, 2014, 24(2): 195-210.
- [13] 刘纪远, 张增祥, 庄大方, 等. 20 世纪 90 年代中国土地利用变化的遥感时空信息研究. 北京: 科学出版社, 2005, 241-243.
- Liu Jiyan, Zhang Zengxiang, Zhuang Dafang et al. *Remote Sensing Information Study of Land Use Change in China in 1990s*. Beijing: Sciences Press, 2005 (in Chinese)
- [14] 徐新良, 庞治国, 于信芳. 土地利用/覆被变化时空信息分析方法及应用. 北京: 科学技术文献出版社, 2014, 90-108
- Xu Xinliang, Pang Zhiguo, Yu Xinfang. Spatial-temporal pattern analysis of land use/cover change: methods & applications. Beijing: Science and Technology Literature Press, 2005 (in Chinese)
- [15] 刘纪远, 宁佳, 匡文慧, 徐新良等. 2010-2015 年中国土地利用变化的时空格局

与新特征. 地理学报,2018,73(5):789-802

更多的数据详细说明和使用分析方法请参考以下专著：

徐新良等. 土地利用/覆被变化时空信息分析方法及应用. 北京：科学技术文献出版社，2014，
90-108（如需要该专著请联系我们，可酌情免费赠送）



数据需求请联系：

单位： 中国科学院地理科学与资源研究所

地址： 北京朝阳区安外大屯路甲 11 号

联系人： 徐新良 010-64889071 QQ709256789 Email: xuxl@reis.ac.cn

www.resdc.cn