

高分辨率卫星遥感影像在土地利用变化动态监测中的应用

廖克^{①③}, 成夕芳^①, 吴健生^②, 陈文惠^③

(①中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; ②北京大学深圳研究生院, 广东深圳 518055

③福建师范大学地理科学学院, 福州 350007)

【摘要】20世纪80年代初以来,随着经济的快速发展,我国土地利用结构发生了明显的变化,耕地资源数量减少,非农业用地大量增加。及时、精确掌握土地资源数量、质量分布及其变化趋势,关系着土地资源的持续发展与规划。本文选择地貌类型多样、社会经济发达、土地利用变化较大的北京市昌平区,在RS、GIS支持下对土地利用变化进行动态监测、制图与动态变化分析典型试验。为了进行土地利用的动态变化分析,获取了昌平区俄罗斯KOCMOC卫星1986年与1998年SPN-2 2m分辨率的遥感影像数据,同时获取了法国SPOT-5卫星2004年2.5m分辨率遥感影像数据,以及相应的分辨率略低的多波段遥感影像数据。完成了1986年、1998年、2004三个年份的土地利用图的编制,并完成了1986-1998年、1998-2004年以及1986-2004年三个时期昌平区土地利用变化图及土地利用动态变化分析。

【关键词】高分辨率; 遥感影像; 土地利用; 动态监测
【中图分类号】 P228 **【文献标识码】** A

【文章编号】 1009-2307(2006)06-0011-05

1 俄罗斯 SPN-2 和法国 SPOT-5 卫星高分辨率遥感影像数据获取及其特征

前苏联从20世纪70年代后期开始发射“KOCMOC”系列卫星,通过轨道卫星上安置的两架高分辨率光学相机拍摄回收取得相片或影像数据。其中通过KVR-1000高分辨率相机获取2m全色遥感影像,编制1:10 000土地利用或其他专题地图;同时TK-350地形测绘相机获取10m全色立体影像,相片纵向重叠率为60%和80%,可测绘1:50 000地形图。80-90年代已覆盖世界很多国家的领土范围。80年代中期几乎全部覆盖了中国领土,并测绘了中国全国范围的1:50 000地形图。苏联解体后,随着冷战的结束,俄罗斯对外开放,俄联邦政府将2m以上分辨率的卫星遥感影像对外公开出售。美国一家影像数据公司(Aerial Images, Inc.)以低价收购俄罗斯卫星遥感影像,以SPN-2名称通过互联网高价销售。

除了“KOCMOC”系列卫星的SPN-2遥感影像以外,俄罗斯还不定期发射“资源”系列卫星,其中“资源-F1”装备KFA-1000相机可获取3.5-7m(平均5m)的多波段相片。

法国2001年底发射、2002年初运行的SPOT-5卫星,可获得2.5m分辨率全色遥感影像和10m分辨率多波段遥感影像。

我们这次采购了北京市昌平区的俄罗斯SPN-2 1986年和1998年两期2m分辨率的影像数据,以及昌平区1983年和1992年的两期合成的5m分辨率多波段影像数据。同时获取了法国SPOT-5卫星2004年10月2.5m分辨率全色与10m多波段影像数据,以便编制昌平区1986年、1998

年和2004年土地利用图,1986-1998年、1998-2004年以及1986-2004年的土地利用变化图,进行土地利用动态变化的分析研究。

2 北京市昌平区土地利用概况及其分类系统的调整

2.1 北京市昌平区地理概况

昌平区位于北京市西北郊,1984年,经国务院批准的《北京市城市建设总体规划方案》把昌平确定为以“旅游、高教、科研”城市性质的卫星城。1999年9月,经国务院批准,昌平撤县设区。昌平区总面积1352km²,其中:平原占40.8%,山区、半山区占59.2%。截止2004年底,户籍人口45.7万人(非农业人口22.2万人,农业人口23.5万人)。昌平区属于暖温带、半湿润大陆性季风气候。春季干旱多风,夏季炎热多雨,秋季凉爽,冬季寒冷干燥,四季分明。地貌由西部山地,北部山地和东南部平原三大地貌类型构成。该区地处温榆河冲积平原和军都山的结合地带。区域内地势由西北向东南逐渐形成一个缓坡倾斜地带。西部、北部为山区、半山区,以南口及居庸关为界,西部山区统称西山,属太行山脉;北部山区为军都山,属燕山山脉。山区海拔400~800m,最高峰(高楼峰)海拔1439.3m。高山、峡谷、悬崖、陡壁等丰富的地貌形态,构成了千变万化的奇妙景观。土质为岩石风化形成的薄层褐土,适于发展林果业。南部平原为第四纪冲积物上形成的厚层潮土,适宜种植各种农作物。

2.2 昌平区土地利用概况

根据昌平区2001年的土地利用调查资料,土地总面积中:耕地占12.36%,园地7.05%,林地占47.83%,牧草地占0.00%,居民点及工矿用地占22.01%,交通用地占2.71%,水域占4.34%,未利用土地占3.69%。昌平区土地利用以农业、林业为主,平原地区为粮食、蔬菜、苗圃生产基地。山前洪积、冲积地带和河谷地区是果粮间作的集中分布区,丘陵区果林、杂粮兼有,山区则以林地、灌丛为主。区、镇和农村居民点用地也都各具特点,建设用地占有相当比例。

2.3 北京市昌平区土地利用分类调整与图例的拟定

北京市曾于20世纪80年代初期结合农业自然资源调查与农业区划,进行了北京市土地利用调查与制图,完成1:50 000、1:100 000和1:200 000《北京市土地利用图》的



作者简介:廖克(1936-),男,教授,博士生导师,国际欧亚科学院院士,主要从事专题与综合制图、遥感制图与计算机制图、GIS与地图应用、地学信息图谱与地图学理论等研究。
E-mail: liao_ke@263.net

收稿日期:2006-09-19

编制。90年代后期又一次进行了北京市土地利用调查与制图。第二次土地利用调查与制图，按照《土地利用现状调查技术规程》规定，按土地用途划分耕地、园地、林地、牧草地、居民点及工矿用地、交通用地、水域、其他用地等 8 个一级类型，按利用方式划分 46 个二级类型。我们参考两次土地利用调查与制图所采用的土地利用分类系统，同时考虑 2m 和 2.5m 分辨率的彩色影像的识别功能和改革开放以来土地利用结构的变化，并结合昌平区土地利用分布状况和变化特点，将北京市昌平区的土地利用类型按土地用途划分为耕地、园地、林地、牧草地、水域、城乡建设用地、工矿用地、交通用地、特殊用地、未利用土地等 10 个一级类型，按利用方式划分 40 个二级类型。对土地利用类型作了一些调整：一级类型中将工矿用地、特殊用地单独列出；对城乡建设用地做了较详细划分，区分了“城镇居住与商业用地”、“教育与科研用地”、“农村居民地”等类型，新增了“新型住宅区与别墅小区”、“在建待建用地”；在交通用地中增加了“高速公路”类型；在特殊用地中增加了“旅游与休闲用地”（包括旅游景点、高尔夫球场、度假村等）、“自然保护区与森林公园”等。从而使土地利用类型的划分更具有实用性和时代特征。

3 卫星遥感影像的纠正、融合及监督分类

所采购的各个不同时期的俄罗斯 SPIN-2 和法国 SPOT-5 遥感影像数据均为原始数据，都需要进行几何与投影纠正和一定的影像增强处理。而且北京市昌平区的每个时期的数据，都由两景（有的还是不同季节）拼接，因此增加了纠正处理的工作量和难度。纠正处理与拼接之后，还要分别将 2m 或 2.5m 的全色影像数据同 5m 和 10m 的多波段影像数据进行融合，以便获取 2m 或 2.5m 的彩色影像，有利于目视直观分析判读和监督分类。本研究的数据处理在遥感图像处理软件 ERDAS 8.7、PCI 8.0 地理信息系统软件 Arc-Info 以及 ArcView 的支持下共同完成。

3.1 遥感图像处理

3.1.1 数据预处理 包括消除条纹和噪声影像、波段配准、几何纠正、辐射校正，校正到高斯克吕格坐标系

本次试验利用了 DEM 数据，采用共线方程纠正法来纠正。具体做法是：利用 1:5 万地形图，在 ArcGIS 中生成 DEM，在 DEM 中选取 180 个点作为控制点，80 个点作为误差检查点，其中一半左右的点分布在山区。我们以这些点纠正的残差大小来判别纠正的精度和效果。这三个年份的影像纠正的结果如下（表 1）：

表 1 1986 年、1998 年和 2004 年的遥感影像纠正残差表（单位：像元）

	1986年 (SPN-22m 影像)		1998年 (SPN-22m 影像)		2004年 (SPOT-52.5m 影像)							
	控制点残差	检查点残差	控制点残差	检查点残差	控制点残差	检查点残差						
	Dx	Dy	Dx	Dy	Dx	Dy						
山区	2.3	1.8	1.9	1.6	2.8	2.3	2.1	2.3	1.1	1.3	0.9	1.0
平原	0.7	0.9	0.75	0.88	1.2	1.3	1.1	1.3	0.3	0.4	0.2	0.3

从以上结果可以明显看出：利用共线方程纠正法对高分辨率的影像进行纠正精度较高；山区的纠正精度比平原低；SPOT-5 的分辨率虽然低于 SPN-2 但 SPOT-5 的纠正误差明显低于 SPN-2 影像，可能与 SPN-2 影像来源于光学底片扫描有关。

3.1.2 图像处理

1) 图像融合

融合后的影像同单一信息源相比，清晰度得到提高，最大限度地利用了多种资料的不同特性，使图像同时具有

较高的光谱和空间分辨率；改善了图像特征识别的精度和分类精度，增强多重数据分析和环境动态监测能力；改善了遥感信息提取的现势性和可靠性，有效地提高了资料使用率。

本次工作的主要目的是对各地的遥感影像进行目视解译和计算机分类，故采用基于像元级遥感影像的融合方法。融合方法有多种，我们采用 HIS 变换方法，它是基于 HIS 色彩模型和应用广泛的融合变换方法（图 1）。

2) 图像增强处理

为使图像特征得以加强，并使图像变得清晰，易于识别，提高影像的可解译程度，提高信息分类精度，对融合后的图像进行线性拉伸、灰度变换等增强处理。它通过线性拉伸方程把原图像较窄的亮度范围拉伸到全幅射亮度级 0-255 范围，使图像的亮度范围扩大，提高了图像的对比度和清晰度，突出图像细节部分，有利于各种土地利用类型的判读。

3.2 遥感影像计算机监督分类处理

1) 分类方法

目前已形成了多种分类方法和算法，给遥感数据的广泛使用提供了有效的手段。数字图像的计算机分类是指依据被分类地物的光谱特征，找出能够反映被识别各类地物光谱（亮度）差异的特征波段，建立分类识别模式，进行分类。主要的分类方式有监督分类和非监督分类两种。

监督分类是指人为干预下的训练样本选取过程，依据训练样本的亮度特征建立“判别函数”，进行预分类；再依据预分类结果，调整训练样本，以便取得更好的分类结果。

本次试验采用监督分类方法对北京市昌平区 2004 年 10 月的 SPOT-5 2.5m 分辨率的融合影像进行分类处理。由于遥感影像本身的空间分辨率和异物同谱或者同物异谱的现象存在，仅采用单一的分类方法无法取得较好的分类效果。因此，我们同时采用多种监督分类方法来进行处理。具体采用 ERDAS IMAGE 8.6 分类模块中的监督分类模块来进行监督分类，其步骤主要为：建立训练区，评价训练区，完成初步分类图，检验分类结果，分类结果和分类特征统计分析。

此次分类根据全国土地利用分类标准来建立训练区，目视解译的四十个类型归并为：园地、居民点及工矿、建设用地、道路用地、旱地、有林地、水体、水浇地、湿地、灌丛林、疏林地、苗圃、草地、荒草地、菜地、裸露岩石、道路和阴影等。建立好初始训练区后，要对训练区进行评价、删除、更名、与其他训练区合并等操作，通过不断修改来完善训练区并以此进行监督分类。

由于类型较多，并且同一个土地利用类型可能由影像特征不同的多个影像区组成。因此，在实际的监督分类中，最初选定的土地利用类型为 105 种。以草地为例对影像采集的样本进行评估，通过混淆矩阵图我们可以直观的看到草地 1 占了所选取的绝大部分的像元，草地 5 和草地 6 同样也是占了所选取像元的绝大部分比率。同样对混淆矩阵中所有的其他类别做出分析，所得出的误差总体百分比都是比较好的，训练区的精度基本符合分类要求。

2) 监督分类结果分析与精度评价

把原始 SPOT-5 影像和已经矢量化好的矢量图与分类结

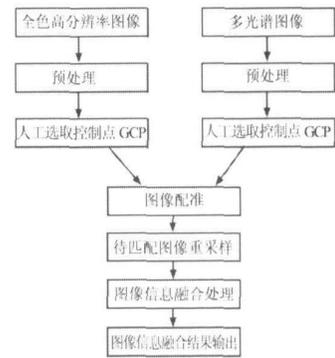


图 1 多源遥感图像融合技术框图



果图进行比较, 我们选择不同的区域对分类结果中不同的类型进行分类评估。我们的分类结果虽然出现了不同程度上的一些错划、漏划现象, 但是总体分类结果基本上满足要求(图 2)。

图 2 2004 年 SPOT-5 影像及其监督分类生成的土地利用图(局部)

采用分层随机采样法, 对监督分类的结果进行评价。监督分类结果评价中选择了 150 个样点, 且保证每类地物不少于 4 个样点。将昌平区 SPOT-5 遥感影像数据目视判读结果和野外调查数据作为真实数据, 用基于误差矩阵的精度评价方法, 对分类结果进行评价, 算出总体分类精度和 Kappa 指数值。

Overall Classification Accuracy = 81.78%

Overall Kappa Statistics = 0.8260

通过对昌平区的 SPOT-5 遥感影像分类的验证, 我们认为, 采用目视解译和监督分类相结合的方法对 SPOT-5 影像进行分类, 能够提高分类的准确性, 达到预期的分类要求, 但是仍然存在一定程度的不足, 有待于今后的研究工作中不断改进。

4 野外考察和影像判读标志及监督分类样本的建立

4.1 野外考察路线的确定

根据昌平区土地利用的区域差异和分布特点以及影像色调与图形纹理的不同特征, 即不同土地利用类型和不同影像色调与图形特征均有路线穿过。为此设计了 5 条野外考察路线, 每条路线都安排 20 个左右的观察点(地段)进行了野外实地考察, 共计行程近 1500km。

4.2 判读标志与监督分类样本的建立

在野外考察前, 根据卫星影像、地形图、过去编绘的土地利用图以及文字资料, 对昌平区的土地利用现状进行了初步分析, 对卫星影像的色调、图形结构、纹理特征也作了预先分析判读, 形成初步认识。经过对全区各条路线与观察点的实地考察, 对各种土地利用类型在卫星影像色调、图形结构与纹理特征上的显示, 或不同的影像色调、图形结构与纹理特征代表何种土地利用类型已经有了较全面的认识。在此基础上, 根据图例系统, 建立了卫星影像的判读标志与监督分类样本(图 3)。

续表

土地利用代码及类型	判读标志 1	判读标志 2	影像特征
32 人工草地			均匀的翠绿色, 面积较大的有规则块状图斑。
51 城镇居住和商业用地			排列有序、密集规则、街区明显、间有蓝紫色绿化地图斑。
53 农村建设用地			形状不规则, 呈紫色的, 并掺有绿色条状和白色点状分布的图斑。
54 新型住宅区与别墅小区			图斑规则整齐, 窄细条状紫色中间有不规则绿色, 白色交通网明显。
61 工业用地			颜色不同(如桔黄、红色、蓝色等)形状呈矩形或较宽的长条形间有绿色细斑块。
72 高速公路			灰紫色、宽度一致、伴有绿色带的长条状图形。
81 旅游与休闲用地			有规则的均匀翠绿与绿色条状相间, 并带兰色小斑块, 面积较大的图形, 或带有绿色小斑块较规则的图形。

图 3 2004 年卫星影像判读标志示例

这些判读标志的确定主要从以下几点考虑:

1) 考虑影像的季节与月份

遥感影像是各类地物不同光谱特性的反映, 每种地物都体现出影像色调、图形结构与纹理特征上的差异。由于有的地物, 如植被与农作物长势、土壤水分等随季节而变化, 所反映的光谱也发生相应变化, 所显示出的色调也有所不同。因此, 在确定影像判读标志时, 要考虑获得影像的季节与月份, 分析该月份植被与农作物长势、土壤水分等状况。

2) 综合考虑影像色调、图形结构、纹理特征

每种地物, 或每一土地利用类型都会呈现出色调、图形与纹理上的差异, 因此, 在判读和确定每一土地利用类型时, 需要综合分析这几个方面的特征。例如水浇地为不均匀的红棕色调, 且呈现面积较大的长方形或方形斑块(图 3); 人工草地为均匀的黄绿色调, 且为面积较大的长方形或方形斑块(图 3); 农村居民地为深浅不同的灰色调, 且夹杂有细小斑点, 周边为不规则图形等等。

3) 地理相关分析

在影像判读中, 经常遇到相同色调而非同一土地类型, 而同一土地类型也可能反映出不同的色调。因此, 还有必要进行地理相关分析才能识别和确定。应该说, 整个制图区域的遥感影像判读与土地利用制图, 就是根据影像判读标志, 进行地理内延外推的制图过程。进行地理相关分析, 就是根据各种要素和现象之间的相互关系及地理分布的规律, 从而确定不易判断的土地利用类型。例如, 昌平地区的果园大部分分布在山前的洪积与冲积扇地带, 少部分分布于平原地区。而分布在洪积与冲积地带上部或中部开发较早的果园, 往往在果树较稀疏的部位种植玉米、甘薯等作物, 或在果园中果树与作物相间种植, 在土地利

土地利用代码及类型	判读标志 1	判读标志 2	影像特征
02 水浇地			红棕色、紫红色, 颜色深浅不一, 有条纹的图斑, 或颜色均匀的成片、块状图斑。主要分布在平原地区。
04 菜地			明显白色条纹状图斑, 或绿色白色相间, 色调深浅不一, 斑块较小, 分布在平原地区。
11 果园			绿色不均匀色调, 绿中带棕红色暗影, 成片, 分布在平原、山前平原、丘陵地区。
21 有林地			深绿色, 主要分布在山体阴坡、部分阳坡及山沟处。
27 苗圃			以绿色调为主, 但深浅不一, 成片格状分布于平原地区。

用类型中称为“果粮间作”。

4) 复原土地利用图需参考多方面资料

利用 1986 年和 1998 年的卫星遥感影像编制当时的土地利用图, 实际是复原当时的土地利用状况。经过近 20 年, 昌平地区土地利用已有很大变化, 即使是 1998 年的影像图, 同 2004 年的影像图相比, 也有较大变化。因此利用 1986 年和 1998 年的影像图编制当时的土地利用图, 同利用 2004 年的影像图编制 2004 年土地利用现状图有所不同。因为过去的影像无法同实地对照验证, 只能按类似的色调、图形与纹理进行推测, 同时还参考了 20 世纪 80 年代测绘的 1:50 000 地形图、80 年代和 90 年代的编制的 1:100 000 或 1:200 000 土地利用图。例如参考地形图上的水田符号和土地利用图上的水田分布范围分别绘出 1986 年和 1998 年土地利用图上的水田轮廓界线。

5 室内遥感影像土地利用解译与计算机制图

在计算机屏幕显示的影像图上, 根据所建立的影像判读标志, 采用计算机制图软件绘出土地利用轮廓界线(图斑)并输入编码。这是影像解译与土地利用制图的最主要过程。有时影像色调或纹理特征比较模糊, 不好判断土地利用的具体类型, 需要多方面的综合分析加以确定。在 ArcGIS 软件平台的 ArcMap 环境下, 加载已建立好的 shp 文件(包括线和点文件), 根据卫星遥感影像上的地物的色调、图形结构、纹理特征进行目视判读、解译, 提取不同类型的土地利用斑块, 并使其矢量化。同时将铁路、公路、河流等线状要素提取出来。在绘出土地利用类型轮廓界线的同时, 在点文件中, 给定其类型属性, 然后对不同要素加以编辑, 生成拓扑关系, 建立数据库, 产生空间数据和属性数据。对已生成的多边形(图斑), 进一步检查核实, 对土地利用类型的判别错漏进行修改之后, 设计各土地利用类型的颜色, 再生成绘图文件, 以彩色喷墨输出(图 4)。

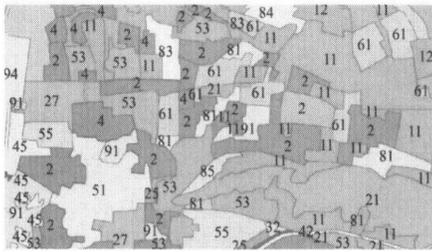


图 4 计算机生成的土地利用图(局部)

土地利用图初稿完成后, 需进行全面检查审核, 然后根据审查出的错漏进行修改, 同时又进行了野外验证, 检查与验证室内影像解译是否正确, 并对少量没有把握的影像解译, 进行实地查对。例如, 为了验证昌平区是否还有水稻田, 到几处过去水稻集中的产区进行了考察, 确认昌平区水田已完全消失, 过去的水田大部分改为人工草地、苗圃, 少数成为新型住宅区与别墅小区。对发现的错漏又做了修改, 最后正式定稿。

6 北京市昌平区土地利用变化制图及其动态变化分析

6.1 数据格式转换与图层叠加

因三期的土地利用现状图是 ArcView 的 shape 格式, 进行叠加操作时控制精度的参数过少, 达不到精度要求, 需进行格式转换, 把 shape 格式转换成 Coverage。

先分别在三个年份土地利用现状 Coverage 的属性表中建立一个记录利用类型的字段 k86 k98 k04, 采用 ArcGIS 的空间叠加功能, 把三个年份的土地利用现状图两两叠加, 形成包括两个年份土地利用分布状况的 Coverage。其属

性表中记录了每个图斑在两个年份分别属于何种土地利用类型。通过对两个字段值的比较, 可以得知哪些图斑发生了变化, 发生了哪些类型间的转化, 变化面积大小等信息, 为地图、表格、统计图等方式表达土地利用变化信息提供了基础数据。

6.2 土地利用变化制图

1) 生成变化区域图层

在叠加图中比较起始和终止年份的土地利用类型, 类型相同的图斑是没有发生变化的区域, 在新建字段中标志为未变化; 类型不同的是发生变化的区域, 在该字段中赋予变化后的类型值; 选中所有发生变化的图斑, 生成变化图层, 无变化的图斑形成空白区域。

2) 变化信息的表达

采用土地利用现状图的图例表示变化图层, 图上所有彩色图斑及黑色代码表示发生变化后终止年份的土地利用类型, 空白处是未变化类型; 用红色线划描绘变化前图斑界线, 用红色代码标识变化前土地利用类型; 按线状地物图例加行政界线等辅助图层, 并加地图注记, 最后按规范进行地图整饰, 形成土地利用变化图。这样, 在一张图中既有变化前和变化后的现状, 又有发生变化的过程和结果, 使读者在阅读地图时, 对哪些地方发生了变化、发生变化的类型、变化范围大小、无变化区域分布等内容一目了然, 更加方便读者的阅读与分析(图 5)。



图 5 1986-2004 年土地利用变化图(局部)

6.3 土地利用变化表

1) 各土地利用类型变化数量统计

把三个年份的土地利用状况按其类型进行汇总, 并计算变化量(末年-初年)和变化率(末年/初年), 得到三个变化年份的汇总表(表 2), 较清晰地提供各个时期内每一类土地利用类型的变化面积及其变化率。

表 2 1986-2004 年土地利用变化汇总 单位: 亩 %

类型代码	类型名称	1986年 面积	1986年 占总面积比例	2004年 面积	2004年 占总面积比例	变化 面积	变化率
1	水田	60516	2.96	0	0.00	-60516	消失
2	水浇地	422849	20.71	135606	6.64	-287243	-211.8000
3	旱地	52301	2.56	4004	0.20	-48297	-1206.0000
4	菜地	15064	0.74	28961	1.42	13897	47.9850
11	果园	127102	6.22	98448	4.82	-28654	-29.1000
12	果粮间作地	46203	2.26	112523	5.51	66320	58.9390
13	其他园地	2039	0.10	403	0.02	-1636	-405.9000
21	有林地	183532	8.99	280367	13.73	96835	34.5380
...

2) 土地利用类型转移

每个叠加图中都有几千个图斑, 这些图斑记录着两个年份的土地利用类型和转移情况(由什么类型变为哪种类型)。通过归并处理, 得到三个年份土地利用变化方式种类分别是: 1986-1998 年 661 种, 1986-2004 年 729 种, 1998-2004 年 889 种。整理汇总的数据包括每种变化方式的

6.4 土地利用变化统计图表

利用统计图表也能很好地表达土地利用类型数量特征和变化特点,包括 1986-1998、1998-2004、1986-2004 年各类型增减变化,各年份各类型面积对比,各年分各类型所占比例变化等 5 张图表(图 6)。

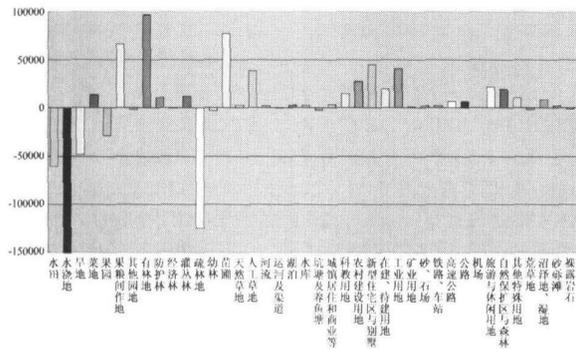


图 6 1986—2004 年各类型增减变化

7 结论

1) 此次试验证明,利用俄罗斯 SPN-2 2m 分辨率和 SPOT-5 2.5m 分辨率的遥感影像编制大比例尺(1:50 000 1:10 000)土地利用与土地覆盖图是可行的。由于俄罗斯 KOCMOC 卫星 SPN-2 遥感影像 20 世纪 80 年代覆盖中国全部领土、20 世纪 90 年代覆盖中国大部分领土,而且影像的价格相对比较合理,因此可以根据需要利用这些高分辨率的卫星遥感影像,编制 80 年代和 90 年代的 1:50 000 1:25 000 或 1:10 000 土地利用图,用于研究任一城市、乡镇的土地利用变化过程。法国 SPOT-5 卫星 2.5m 全色遥感影像质量较高,再加上与其同步的 10m 分辨率多波段影像的融合,可获取高质量的彩色影像,也完全能够满足编制近期 1:50 000 或 1:10 000 的土地利用现状图的需要。是城镇土地利用变化遥感动态监测的有效手段。将在很大程度上取代费用较高、影像纠正处理复杂的航空摄影方法。

2) 高分辨率的遥感影像,不仅可以识别耕地、园地、林地、草地、水体、道路、城乡居民地等一级土地类型,而且可以区分水浇地、菜地、果园、果粮间作、人工草地、有林地、经济林、灌木林、苗圃、农村居民地、城镇居住与商业用地、新型住宅区与别墅小区、工业用地、高速公路、公路等二级土地类型。但是由于土地利用类型较多,而且同一种类型也可能其影像色调不完全一致,或其图形结构与纹理特征也可能有些差异,因此完全采用影像监督分类与自动成图有较大困难。从我们采用影像监督分

类与自动成图所完成的 2004 年土地利用图来看,虽然图斑很细,但总体准确程度只能达到 82-85%,仍不及目视判读和人工解译所完成的地图。因此我们认为,利用高分辨率的卫星遥感影像编制大比例尺土地利用图,目前仍应采用以目视判读为主并与计算机制图相结合的方法。如果制图区域的范围很大,目视判读与计算机制图工作量太大,亦可采用监督分类与自动成图方法。

3) 利用卫星遥感影像编制的不同时期土地利用图,采取 GIS 技术进行叠置分析比较,提取土地利用变化信息,编制不同时期的土地利用变化地图及统计图表,能直观地反映各种土地利用类型的变化,同时通过统计表格分析,可具体了解各类土地利用的变化数据,是综合研究土地利用变化的有效方法。

4) 根据 1986、1998、2004 三个年份的土地利用图对比和 1986-1998、1998-2004、1986-2004 三个时期土地利用变化图的初步分析,昌平区的土地利用,无论从土地利用结构,还是土地利用质量都发生了很大变化。例如耗水较多、经济效益低的水稻田逐渐减少乃至消失,疏林、灌丛林、幼林、裸露岩石面积减少,而有林地、苗圃、人工草地、自然保护区与森林公园等生态用地大幅度增加;农村与乡镇居民用地、教育科研用地、新型住宅区与别墅小区、工业用地、高速公路与公路、旅游与休闲用地也有较大增加。变化的根本原因是市场经济的驱动和北京市城市的战略定位及新的规划布局。这些变化体现了北京市作为全国政治和文化的中心、国际大都市,昌平区作为首都的“旅游、高教、科研”卫星城的总体布局,符合“科教兴国”与“可持续发展”战略和改革开放、社会主义市场经济发展趋势。同时,昌平区在发展旅游和休闲业、山区与半山区的果林业、生态农业与观光农业、第三产业、教育科研等方面还具有较大优势和发展潜力。

参考文献

- [1] 廖克. 21 世纪地球信息科学及其应用 [J]. 测绘科学, 2001, (3): 1-6.
- [2] 廖克. 现代地图学的最新进展与新世纪的展望 [J]. 测绘科学, 2004, (1): 5-10.
- [3] 陈文惠. 福州土地利用变化及其驱动力多元综合分析 [J]. 地球信息科学, 2005, (3): 45-50.
- [4] 田光进, 张增祥, 王长有, 等. 基于遥感与 GIS 的海口市土地利用结构动态变化研究式 [J]. GIS 与遥感技术, 2001, (6).
- [5] 廖克. 生态环境遥感综合系列制图方法 [J]. 地理学报, 2005, (3): 479-486.

《测绘科学》影响因子新排名升为测绘类第三, 并被《剑桥科学文摘》收录

据中国科技信息研究所 2006 年 10 月 27 日最新出版的《中国科技期刊引证报告(核心版)》的统计数据显示: 在被收录的 9 种测绘学类期刊中,《测绘科学》的最新影响因子为 0.672, 在测绘学科内由去年的影响因子排名第六上升为今年排名第三。

继《测绘科学》杂志被国内所有核心期刊检索机构收录并被国际六大检索机构之一的俄罗斯《文摘杂志》列为来源期刊之后, 2006 年 6 月又被美国《剑桥科学文摘》(CSA) 正式收录。这意味着《测绘科学》的学术规范、办刊水平日益与国际接轨。

《测绘科学》被美国《剑桥科学文摘: 工程技术》(CSA, Technol) 收录, 该库包括 21 个分文摘或数据库。美国剑桥科学文摘社是在国际上具有重要影响力的科学技术文献检索系统之一, 截至 2006 年 8 月共收录世界期刊 2886 种, 其中, 收录中国期刊为 328 种。具有 30 余年历史的美国《剑桥科学文摘》是近几年发展最快的重要国际检索系统。

欢迎科技人员赐稿和订阅 (邮发代号 2-945 全年定价: 108 元)。

High resolution remote sensing image used in land use change dynamic monitoring

Abstract: Since 1980s, economy grows very fast in China, land use structure changed notably. Infield resource reduces and non-agriculture land increases a great bit, so it is very important that mastery amount and quality distributing and change trend of land resource in time for continuance development and layout. The paper discusses the dynamic monitoring method for Land Use transformation based on RS and GIS technology in Changping district of Beijing. The data of 2 meters resolution in 1986 and 1998 SPIN-2 KOCMOC secondary planet of Russia and 2.5 meters resolution in 2004 SPOT-5 of France and other lower resolution multi-wave remote sensing image were choose. The land use map in 1986, 1998 and 2004, the land use changed maps and the land use dynamic changing analyzing maps from 1986 to 1998, 1998 to 2004 and 1986 to 2004 were made in this area.

Key words: High Resolution, Remote Sensing Image, Land Use, Dynamic Monitoring

LIAO Ke^③, CHENG Xi-fang^①, WU Jian-sheng^②, CHEN Wen-hui^③ (① Institute of Geographic Science and Natural Resources Research, CAS Beijing 100101, China; ② Shenzhen Graduate School, Beijing University Shenzhen 518055, China; ③ College of Geographical Science, Fujian Normal University Fuzhou 350007, China)

On the impact of the new generation satellite gravimetric technique and its applied research problems

Abstract: This paper reviews the development of satellite gravimetric technique and points out that the advanced character of the new generation satellite gravimetric technical will become the base of the realization of global geoid determination with the accuracy of centimeter-level. The possible impact of the great technical progress on the development of relative geosciences and geodesy is discussed including global climate change, the problems of precise GPS level height measurement and global vertical datum unification. Some relative fundamental theoretical problems need to be solved to realize centimeter-level accuracy global geoid. Finally, a proposal for enhancing the research of some relative theoretic and applied problems is presented.

Key words: new generation satellite gravimetric technique, geodetic boundary value problem, Earth gravity potential model, geoid, time-variable Earth gravity field

CHAO Ding-bo^② (① Department of Geophysics, School of Geodesy and Geomatics, Wuhan University, Wuhan 430079, China; ② Key Laboratory of Geospace Environment and Geodesy, Ministry of Education, Wuhan 430079, China)

The applications and progress of satellite altimetry in geodesy

Abstract: The development background, history, advancement and the latest progress of satellite altimetry are summarized in this paper, and also the applications of satellite altimetry in geodesy, geophysics and oceanography fields are outlined. Achievements made in geodesy with altimeter data are reviewed too. We bring forward the intending research trend to determine the temporal variation characteristics and behavior of earth shape by the new generation satellite altimetry, which would broaden the applications of satellite altimetry in global change.

Key words: satellite altimetry, geodesy, Earth gravity field
LI Jian-cheng, NING Jin-sheng, CHAO Ding-bo, JIANG Wei-ping (School of Geodesy and Geomatics, Wuhan University, 129 Luoyu Road, Wuhan 430079, China)

Title definition of quasi-geoid and some questions encountered in airborne gravimetry

Abstract: In this paper the definitions of height anomaly and quasi-geoid as well as the variation of height anomaly with respect to spatial location are discussed. Aiming at the emerging airborne gravity measurement, the author demonstrates the inpropriety of setting the quasi-geoid as the datum of normal height system, and presents the method of the normal height determination of a point at some altitude from the geometric height difference between ground observation

and the point at some altitude.

Key words: quasi-geoid, height anomaly, spatial variation, altitude correction

WU Xiao-ping (Institute of Surveying and Mapping, PLA information engineering university, Zhengzhou 450052, China)

Error analysis and prevention technique of quasi-geoid

Abstract: The error analysis and precision evaluation are very important parts of local gravity field approach, and they are also the foundation of outwork scheme optimization, arithmetic design and quality estimation of engineering in geoid determination. Firstly, this paper presents the general law between error of gravity data and precision of geoid. Then, a new precision evaluation method of geoid is recommended by an adjustment model with gravity and GPS leveling data. Finally, some methods of error analysis of geoid and error prevention by instance and simulation are introduced.

Key words: geoid, error analysis, GPS leveling, error prevention

ZHANG Chuan-yin^①, DANG Ya-min^①, CHAO Ding-bo^②, WEN Han-jiang^①, CHANG Xiao-tao^① (① Institute of Geodesy and Geodynamics, Chinese Academy of Surveying and Mapping, Beijing 100039, China; ② The Key Laboratory of Geo-Space Environment and Geodesy, Ministry of Education, Wuhan 430079, China)

Various gravity reduction methods and their influences on the geoid and the Earth's external gravity field

Abstract: Various gravity reduction methods and their influences on the geoid and the Earth's external gravity field are investigated. The problem about the determination of the geoid with the accuracy of centimeter-level is discussed, especially, the influences on the geoid determination due to the errors of the orthometric height are investigated.

Key words: gravity reduction methods, geoid, co-geoid, gravity-eld, centimeter-level geoid

SHEN Wen-bin^② (① School of Geodesy and Geomatics, Wuhan University, Wuhan 430079, China; ② Key Laboratory of Geospace Environment and Geodesy, Ministry of Education, China, Wuhan University, Wuhan 430079, China)

Comparison of the absolute gravity measurements obtained with China and Japan instruments

Abstract: The Comparison of the Absolute Gravity Measurements Obtained with China and Japan Instruments at stations of Jiufeng Wuhan and HongKong Observatory are given by using the FG5-112 of Institute of Geodesy and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, FG5-201 of Kyoto University and FG5-104 of Japan Institute of Geography. The analysis shows that there exists a good agreement among the various absolute gravity instruments. Among them, the discrepancy of the results obtained when using FG5-112 and when using FG5-104 is given as of $8.0 \times 10^{-8} \text{ m/s}^2$; and that when using FG5-112 and FG5-201 and FG5-104 is less than $2.0 \times 10^{-8} \text{ m/s}^2$. It is showing that such kind of comparison can provide the variable reference in understanding the characteristics of the instruments and in determining accurately the non-tidal variations at various stations.

Key words: absolute gravity measurement, comparison, observation, precision analysis

SUN He-ping^①, ZHANG Wei-ming^①, WANG Yong^①, TAKE-MOTO Shu-zo^②, FUKUDA Yoi-chi^② (① Institute of Geodesy and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430077, China; ② Department of Geophysics, Kyoto University, Kyoto 606-8502, Japan)

Comparison between geoid and quasi-geoid on the Mt. Qomolangma summit

Abstract: This paper introduces the computation procedure of mean gravity and normal gravity on Mt. Qomolangma by the plumb line to Huanghai mean sea surface. The conversion formula between geoid and quasi-geoid was established, and the difference was computed. The result was checked using the correlation method.

Key words: Mt. Qomolangma, geoid, quasi-geoid