

摘 要

土地是我们的地球资源的最重要组成部分，而土地类型的变化也被认为是全球环境气候变化的主要原因之一。所以，我们必须要对地球上土地利用变化信息进行分析研究。随着科技的进步，遥感技术能为我们提供高时间分辨率和高空间分辨率的遥感影像数据，以此来满足我们对城市土地利用变化的研究，为城市经济社会的可持续发展提供比较科学的依据。

本文以北京市通州区为研究区，以遥感和 GIS 相关技术为支持，以 2014、2016 两年遥感影像数据为主要数据源，进行了如下研究：①提取了研究区 2014、2016 两年的土地利用类型、面积和位置变化情况；②分析了各土地利用类型间相互转移情况；③厘清了其空间变化驱动机制。结果表明：通州区在 2014 年和 2016 年两年间土地利用类型发生比较大的变化，其中建设用地空间增长呈现聚簇状，即以大量零星“聚集地”为核心向外延展的趋势。而生态用地（耕地、林地、草地和水域）在空间上多集中分布在通州区东南部。其中耕地大量成片分布于乡间，且农耕重心整体呈向东南方向转移的趋势。

关键词：遥感； GIS； 土地利用变化；

ABSTRACT

Land is the most important part of our earth resources, and changes in the types of land use are also considered to be one of the main reasons for global environmental climate change. Therefore, we must analyze and study the land use change information on the earth. With the advancement of science and technology, remote sensing technology can provide us with high temporal resolution and high spatial resolution of remote sensing image data to meet our research on urban land use change, and provide a more scientific approach for the sustainable development of urban economic society. The basis.

This paper takes Tongzhou District of Beijing as the research area, supports remote sensing and GIS technologies, and uses the remote sensing image data of 2014 and 2016 as the main data sources. The following researches have been conducted: 1. The land of the research area was extracted in 2014 and 2016. Using types, areas, and location changes; 2 analyzing the mutual transfer of land use types; 3 clarifying the spatial change driving mechanism. The results show that the land use types in Tongzhou District have changed greatly between 2014 and 2016, and the spatial growth of construction lands has become clustered, which is a tendency to expand with a large number of sporadic “clusters” as the core. Ecological land (cultivated land, woodland, grassland and water areas) is more concentrated in space in the southeast of Tongzhou District. Among them, a large number of cultivated lands are distributed in the countryside, and the overall gravity of the farming center shifts to the southeast.

Key words: RS; GIS; Land Use Change;

目 录

1	绪论	1
1.1	研究背景.....	1
1.1.1	我国的城镇化进程发展迅速.....	1
1.1.2	“城市副中心”空间扩展的重要性.....	1
1.1.3	遥感和 GIS 技术逐渐成熟	1
1.2	研究意义.....	1
1.3	国内外研究现状.....	2
1.3.1	国外研究现状.....	2
1.3.2	国内研究现状.....	2
1.4	研究内容.....	2
1.5	研究思路.....	3
2	研究区概况	4
2.1	区域概况.....	4
2.2	经济发展概况.....	4
2.3	土地利用概况.....	6
3	遥感影像土地利用信息提取.....	8
3.1	数据来源.....	8
3.2	数据预处理.....	8
3.2.1	图像配准.....	8
3.2.2	辐射校正.....	9
3.3	专题信息提取.....	10
3.3.1	研究区土地利用分类.....	10
3.3.2	建立解译标志.....	11
3.3.3	土地利用遥感信息提取.....	12
3.4	解译结果评价.....	17
3.4.1	监督分类结果.....	17
3.4.2	目视解译结果.....	18
4	研究区土地利用变化分析	20
4.1	土地利用数量结构特征.....	20
4.2	土地利用空间格局特征.....	21
4.2.1	耕地转移特征.....	21
4.2.2	建设用地转移特征.....	22
4.2.3	水域转移特征.....	23
4.3	土地利用类型转化特征.....	23
4.4	土地利用资源数量变化趋势.....	24
5	研究区土地利用变化驱动力分析	26
5.1	人口驱动因子.....	26
5.2	经济驱动因子.....	27
5.3	政策驱动因子.....	30
5.4	自然环境驱动因子.....	30
	结 论.....	31

1 主要结论.....	31
2 未来发展建议.....	31
3 不足与改进.....	32
致 谢.....	33
参考文献.....	34

1 绪论

1.1 研究背景

1.1.1 我国的城镇化进程发展迅速

自改革开放以来,我国经济飞速发展,在工业化、现代化进程发展迅速的同时,我国的城镇化进程也在持续不断推进。城镇化水平从 1978 年的 17.92%增加到 2017 年的 58.52%,越来越多的人从农村进入城市,实现了飞跃式发展。

在城镇化快速发展的背景下,去深入地研究城市的空间拓展,找寻合理有效的城市空间扩展方式,成为当前刻不容缓的重要任务之一。

1.1.2 “城市副中心” 空间扩展的重要性

县域作为我国行政区划基本单元,是城市和农村的重要结合处,它的发展影响着我国城镇化总体进程。当前很多大型城市开始建立“副中心级城市”,它一般是位于指大城市旁边,是用来在区域发展中替代中心的城区,承担起经济发展引擎作用的县域城镇。它还具有补充和疏解中心地带商业、医疗、教育等核心功能,并和中心城区形成层次分明的一种城镇体系,可以改善城市得环境和空间结构,同时还对周边地区有很大的辐射影响力^[1]。

目前,北京城市空间的发展目标是使中心区域过度集中的城市功能快速向远郊区县疏解,逐渐形成多中心的城市发展新格局。作为京津冀发展战略的重要支点的通州区,是承担非首都核心功能的首选地点。所以在 2017 年 5 月中央政治局会议上,通州作为北京城市副中心的定位正式确立^[2]。重新定位了城市功能的通州区,它的城镇发展进入一个新的时期。运用科学的手段去监测和分析通州区扩展的过程,寻求合理的方式来扩展将成为当前城镇空间扩展研究的重要方向。

1.1.3 遥感和 GIS 技术逐渐成熟

随着遥感技术的逐渐发展,新型遥感平台的研制,遥感的数据处理能力逐渐加强,遥感技术已经渐渐成为分析城市土地利用变化的新的一种技术手段。一方面,新型的遥感器技术的普遍应用能使电磁波谱从可见光摄影延伸到红外或者微波的波段,进一步扩大了人们的感官,同时也丰富了信息的来源,我们能得到的遥感数据也越来越精细,其用途也更加广泛。另一方面,遥感影像的信息提取方法也有了很大进步和发展。同时 GIS 相关技术也在持续发展,其中的例如信息采集、处理、分析、管理、存储等类似功能,也被用来进行城市土地类型变化的研究分析^[3]。遥感和 GIS 技术的逐渐成熟以及两者可以无缝化结合,能极大的满足不同的需求、各种精度的城市空间扩展动态监测与分析。

1.2 研究意义

土地利用情况是影响陆地系统演化的一个核心人文因素,它是全球变化的关键所在,它和地球的气候变化、生物的多样性的减少、生态环境的演化以及人与环境之间相互作用的可持续性等相关。但人类利用土地的过程总是在持续不断变化的,世界各国政府也一直在实施着不同层次的土地资源及其利用情况调查工作。及时掌握一些土地利用类型的变化情况,并运用相关工具可以进行土地利用的整体规划、部分农田的保护以及土地利用的用途管制等重要工作^[4]。同时,得到土地利用类型情况变化的信息,也是国家土地主管部门制定土地利用政策的重要参考标准。所以要加强土地管理力度,就须相对精确地掌握土地利用类型变化的各类信息,这就要求我们能及时地进行土地利用的研究。

1.3 国内外研究现状

1.3.1 国外研究现状

国外的早期土地利用研究很多使基于土地利用的调查来展开的。比如，杜能在 19 世纪前期对德国南部地区的一些调查研究，通过调查提出了一些土地利用的模式：索尔在 1922 年对美国的密执安州很早期地开始了土地利用综合调查。这属于较早期的土地利用研究。从 20 世纪 90 年代以来，对于土地利用的研究有了新的进展，从以前只是研究土地利用的数量和方式到近代对土地利用与生态环境情况相互关系的研究。这一重要的转变为土地利用研究开启了一个新的篇章^[5]。

国外的很多专家学者研究的内容开始向土地利用变化对全球环境气候变化、生物的多样性以及水土流失方面转变。这一转变是的土地利用研究逐渐成为全球变化研究中一个重要的部分。

1992 年的联合国召开的环境与发展大会上，提出的可持续发展的观点得到很多参会者的认同，从那时起，可持续发展很快成为了环境、社会经济、地球地理以及城市规划研究的重要课题。很多国家政府也开始将可持续发展的土地资源管理列入国家发展的战略中。

1.3.2 国内研究现状

自新中国成立以来，我国国内较早时期开展土地利用研究的是任美镠、张心一和胡焕庸。其中，胡焕庸基于对土地利用研究发表了《中国之农业区域》的研究成果；张心一通过研究发表了《中国农业统计地图》的重要成果；任美镠则是对我国四川省的农业发展水平进行了细致的研究之后，于 1948 年在美国的《经济地理杂志》上发表了《中国西南部土地利用研究》，这些前辈努力研究的成果充分奠定了我国土地利用研究在国际舞台上的地位，为我国争取了很多荣誉。

近年来，我国的土地利用研究取得了很大进展，在对土地利用模型的构建中，我国首次利用土地利用度以及土地利用动态度这种定量化的模型进行细致的研究，建立了我国土地利用变化的模型，也对我国土地利用的时空动态变化和粮食生产的关系展开了有效的研究^[6]。1997 年的年会上，我国许多的专家学者以耕地和可持续性发展为主题，发表了很多关于土地持续利用的最新研究成果。包括土地持续性利用的理论研究、土地可持续利用驱动力研究、土地持续利用综合研究模型等。

1.4 研究内容

本文以遥感数据和统计数据等为基础，利用 GIS 空间分析技术对通州区的土地利用变化情况进行综合研究。由于通州区的城市发展其主要转折点是在 2015 年北京城市副中心的确立，因此，选用 2014 年和 2016 年 2 个时相的卫星影像来进行研究，可揭示出这一变化过程。研究内容包含以下三个方面：

1. 本文以遥感影像数据为基础，运用监督分类和人机交互目视解译相结合的方法，提取了通州区两期数据建设用地、绿地、耕地、水域等分布信息及面积变化信息。

2. 基于提取的土地利用变化信息，进行研究区土地利用专题信息的分析，包括其数量结构特征、空间格局特征和土地利用类型转化特征。在对其土地利用类型转化特征分析中，运用了土地利用类型转移矩阵进行定量描述。并运用土地利用动态度对研究区的土地利用资源数量作出了宏观变化分析。

3. 以研究区土地利用变化分析数据及结果，结合当地 2014、2016 年统计年鉴，通过 GIS 分析及统计学方法，从人口、社会经济、政府政策和自然环境四个方面对研究区土地利用变化驱动力进行了研究。

1.5 研究思路

本文以通州区为研究区，首先获取研究区的 2014、2016 年两期影像数据及相关统计数据，并且加以处理，通过对研究区的土地利用信息进行提取，然后对研究区土地利用变化情况进行分析和归纳，利用 GIS 空间分析等功能得到不同年份的土地地物类型变化的信息。最后，对研究区土地利用的驱动因素进行了定性与定量的分析。本文的技术路线如图 1-1 所示：

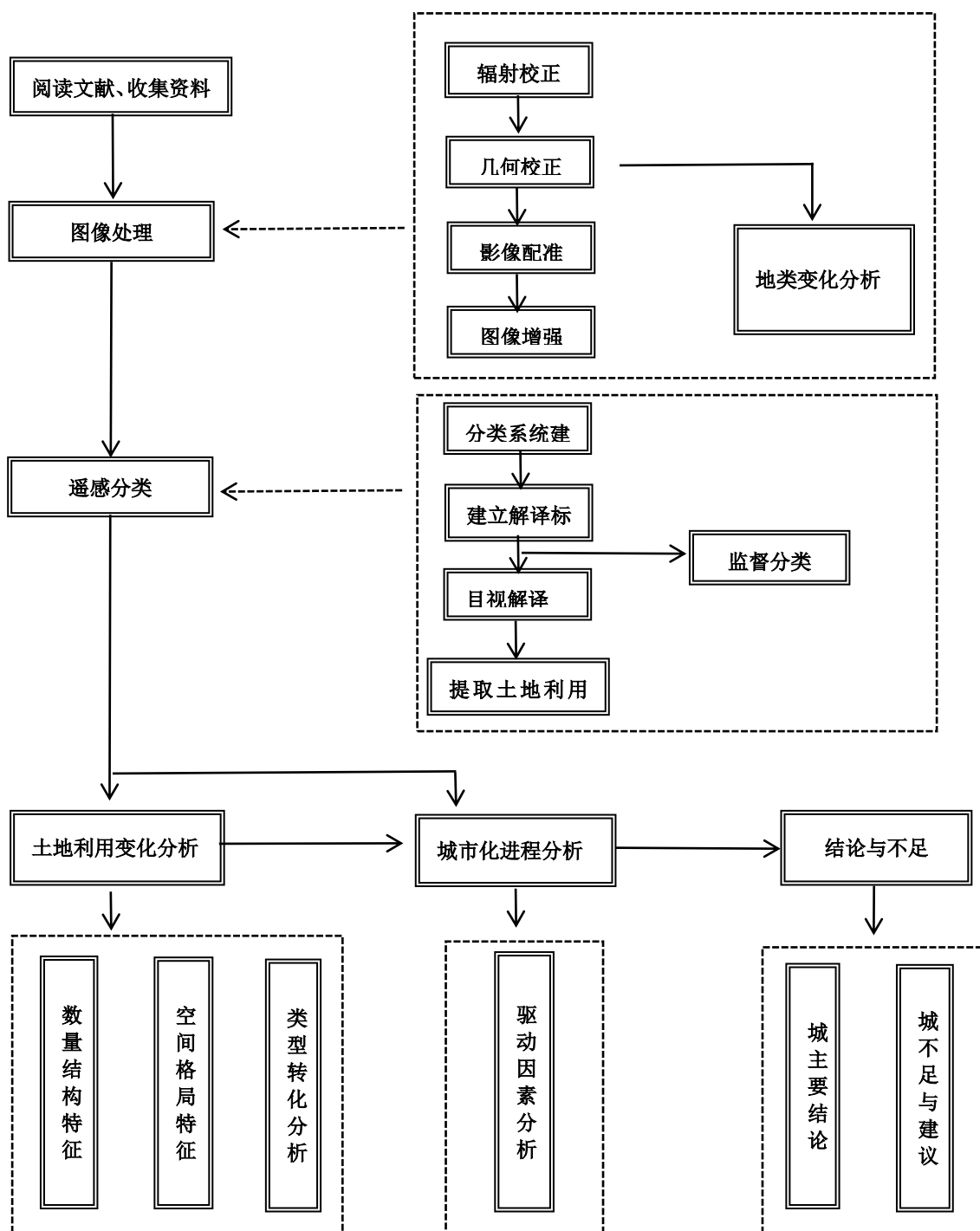


图 1-1 技术路线图

2 研究区概况

2.1 区域概况

通州区位于北京市东南部，是京杭大运河北起点，长安街东延长线上，区域地理坐标为 $116^{\circ}32'E \sim 116^{\circ}56'E$ ， $39^{\circ}36'N \sim 40^{\circ}02'N$ 。东西宽 36.5 公里，南北长 48 公里，区域面积约 906 平方公里。西邻朝阳区、大兴区，东与河北省三河、大厂、香河等地隔河相望，北临顺义，南部与武清、廊坊相毗邻。通州区区位优势明显，有“一京二卫三通州”的称号，中心城区距离国贸中心约 13 公里，北距首都机场约 16 公里，东到天津的塘沽港约 100 公里，处于环渤海经济圈的中心地带。通州区下辖有 4 个街道和 11 个乡镇：新华街道、玉桥街道、北苑街道、中仓街道；宋庄镇、漷县镇、张家湾镇、永顺镇、梨园镇、马驹桥镇、潞城镇、台湖镇、西集镇、永乐店镇、于家务乡^[7]。研究区地理位置概况如图 2-1 所示：

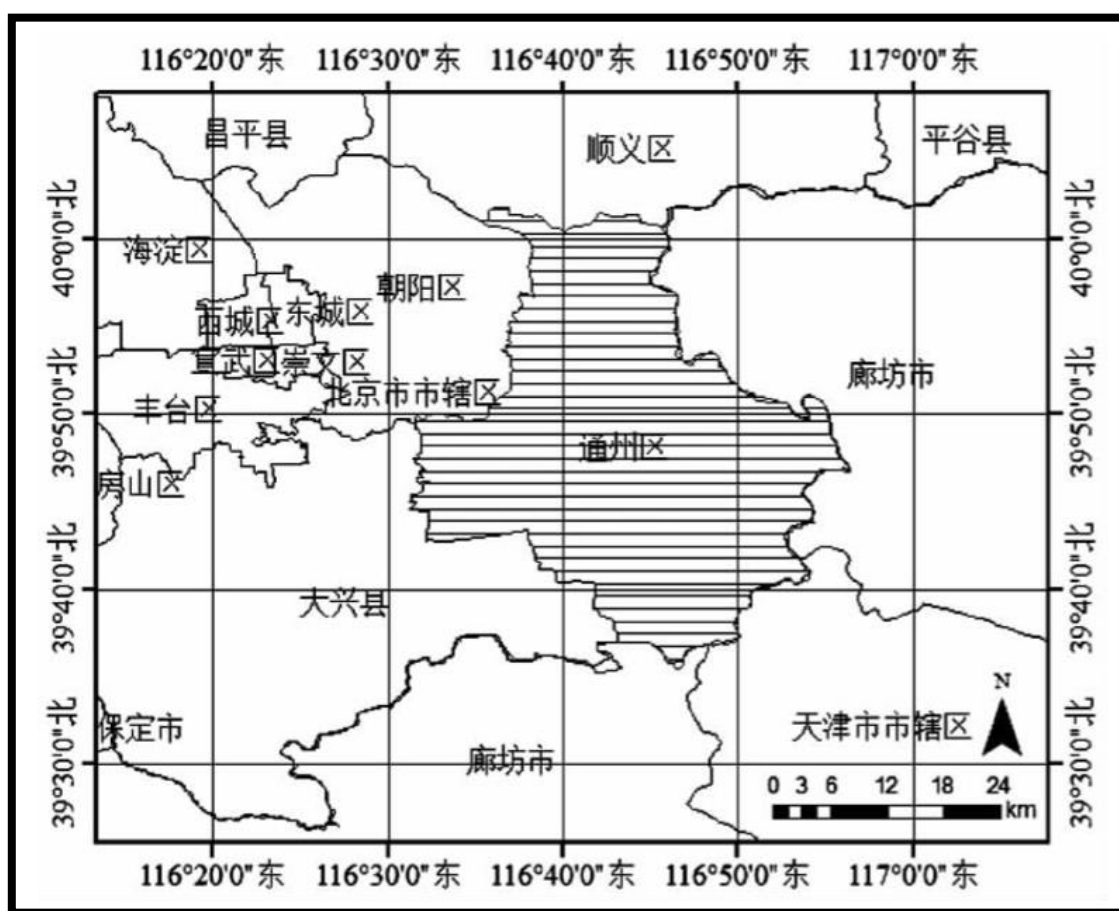


图 2 -1 研究区地理位置概况图

2.2 经济发展概况

2005 年，我国出台的《北京市城市总体规划》(2004 年-2020 年)中提出了新城发展战略，首次明确了通州新城的发展方向和城市功能定位：通州区是中心城区人口、非首都核心城市功能的承接地区，新兴产业的重要集聚区，是首都东部区域发展带中重要节点型城镇，也是北京重点建设的新型城镇之一。

2015 年，国家《京津冀协同发展规划纲要》的提出，使通州定位城市副中心变为现实。在北京调整优化城市功能和空间发展布局的过程当中，通州区脱颖而出。“聚集通州，加快推进建设市行政副中心”，使通州建设全面进入一个新的、更高的发展时期^[8]。

2016 年，通州区在区委、区政府的正确领导下，紧紧抓住京津冀协同发展和北京城市副中心建设的历史性战略机遇，锐意进取，圆满完成了人代会确定的各项目标任务，推动了经济社会的全面发展，实现了“十三五”良好开局，，通州区实现地区生产总值 674.8 亿元，比上年增长 87%，其中，第一产业增加值 16.5 亿元，比上年下降 14.1%；第二产业增加值 303.4 亿元，增长 8.3%；第三产业增加值 354.9 亿元，增长 10.5%。三次产业结构由 2015 年 3.1:46.1:50.8 变化为 2016 年 2.4:45:52.6。如图 2-2。

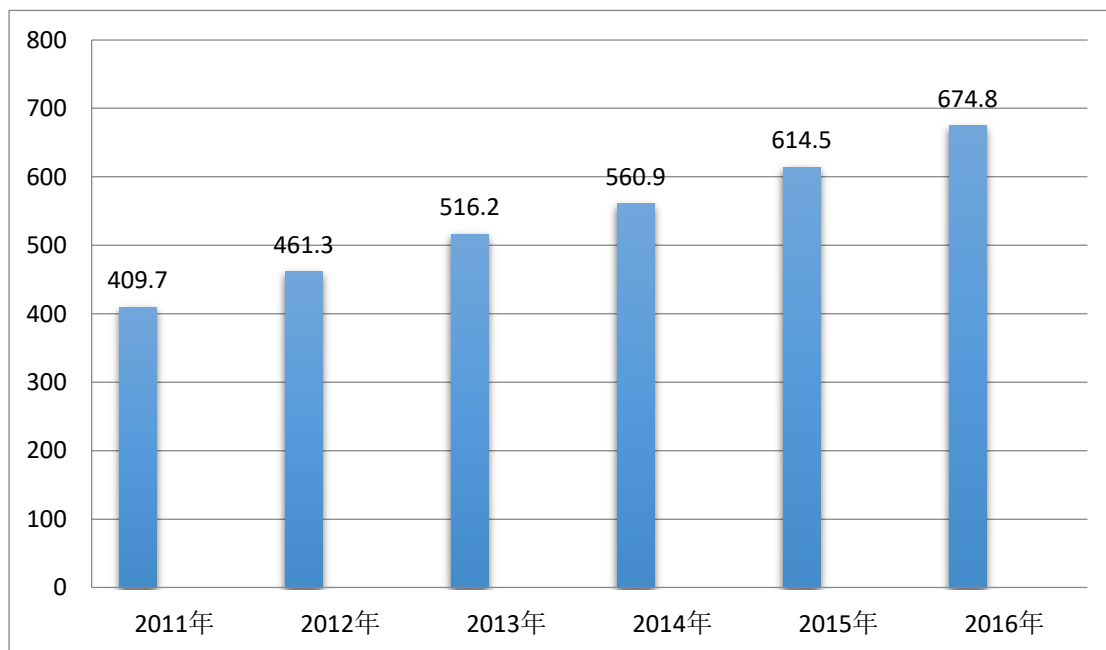


图 2-2 2011-2016 年地区生产总值

2016 年,全区完成全社会固定资产投资 939.9 亿元,比上年增长 17.4%。其中,国有控股单完成投资 646.4 亿元,比上年增长 123.1%;民间投资完成 263.1 亿元,比上年下降 36.4%。

分城乡看，完成城镇固定资产投资（含房地产开发投资）869.1 亿元，增长 16.6%；完成农村固定资产投资 70.7 亿元，增长 28.3%。

分产业看,第一产业投资 34.6 亿元,增长 191.2%;第二产业投资 69.8 亿元,增长 91.1%;第三产业投资 835.5 亿元,增长 11%。全年完成基础设施投资 201.4 亿元,增长 140.9%。其中,道路交通投资 58.6 亿元,增长 42.5%,占基础设施投资的比重为 29.1%;水务投资 40 亿元,占基础设施投资比重为 19.9%;绿化类投资 33 亿元,所占比重为 16.4%^[9]。如图 2-3。

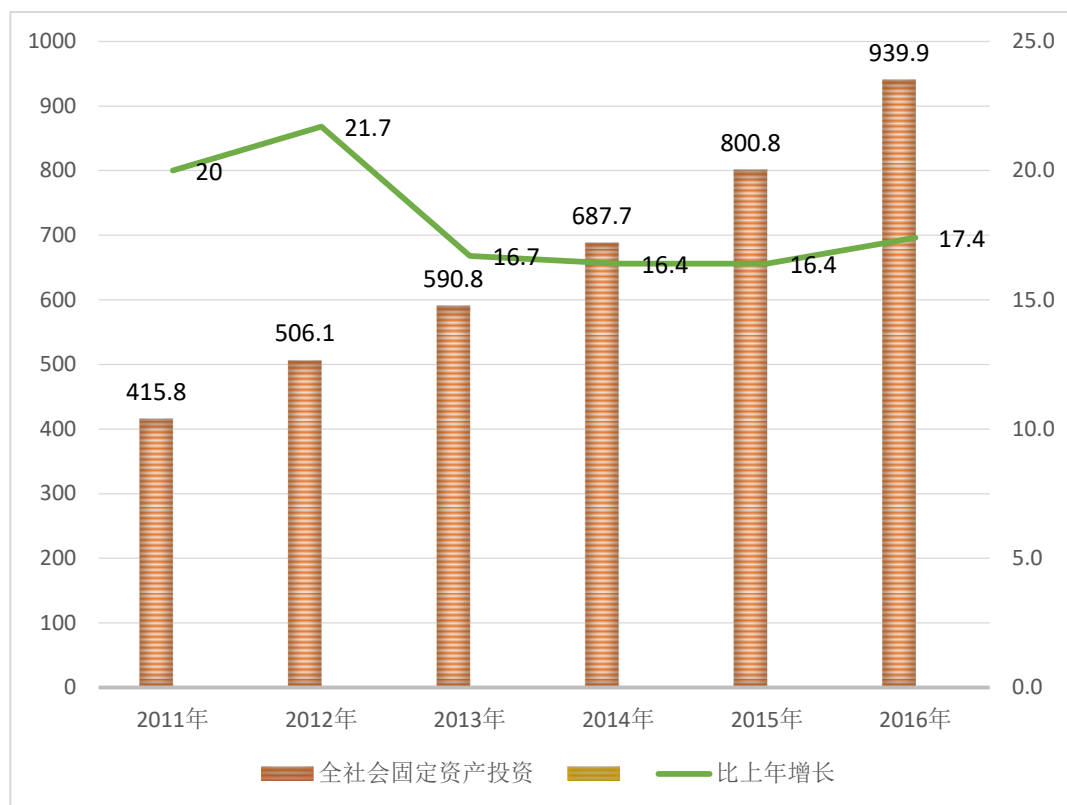


图 2-3 2011-2016 年全社会固定资产投资及增长速度

2.3 土地利用概况

近年来,通州区的土地利用类型因为受城市化进程的影响在不同的时期表现出不同的转移规律和分布特征,同时为贯彻“合理利用土地和切实保护耕地”的一项基本国策,能在整体上实现耕地的总量的平衡,并且能合理利用各类土地,协调通州区的城乡区域土地利用,进而实现社会经济社会的持续健康并且稳定的发展。通州区政府在《中华人民共和国土地管理法》的基础上,编制了《北京市通州区土地利用总体规划(2006-2020年)》如图 2-4,

通州区土地利用总体规划（2006-2020年）

通州区土地利用总体规划图

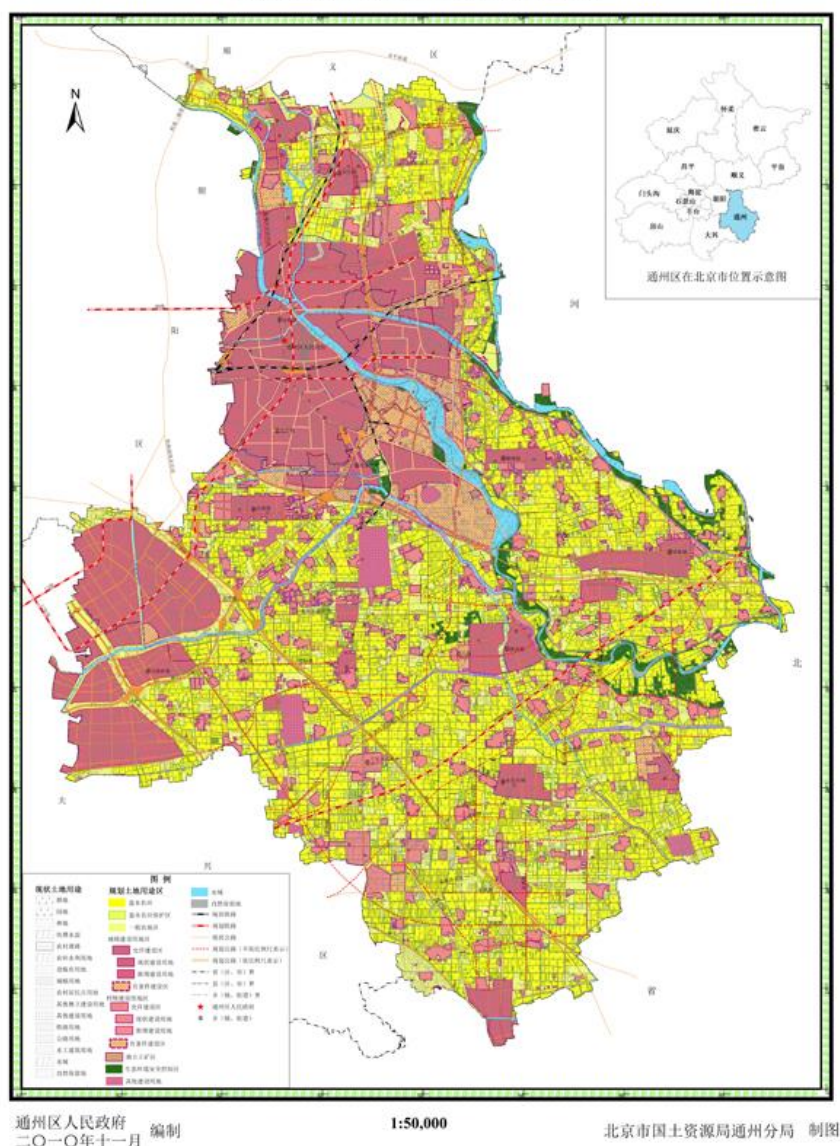


图 2-4 通州区土地利用总体规划（2006-2020 年）

3 遥感影像土地利用信息提取

3.1 数据来源

为达到本次研究目的，揭示通州区近年来城市化进程发展状况。由于全国土地利用变更调查数据具有多源性，造成影像具有不同的空间分辨率，光谱分辨率，辐射分辨率和时间分辨率。在进行影像判读时，需结合目标地物的大小、形状、阴影、色调、颜色、纹理、图案、位置以及和周围的关系等判读因素进行综合分析判读，但同时也考虑到影像的获取情况及质量问题，本文选择 2014、2016 年两期期遥感影像，具体参数如表 3-1：

表 3-1 研究区遥感影像数据参数

年份	数据源	分辨率
2014	GF1、Spot6	2m
2016	GF1、BJ2	2m、1m

GF1: 高分系列卫星数据质量较好，色彩层次丰富，数据纹理清晰，可清晰识别土地类型，可解译程度较高。

BJ2: 北京二号，拥有三颗高分辨率卫星组成的民用商业遥感卫星星座，卫星具有得天独厚的优势，广泛应用于国土、农林、环保、城市规划等领域。

Spot6: 由欧洲领先的空间技术公司-Astrium-制造的对地观测卫星 SPOT6 由印度 PSLV 运载火箭搭载于 2012 年 9 月 9 日 成功发射，使用 Reference3D，定位精度达到 10 米（CE90）的自动正射影像

本文从可获得的影像中，根据影像的成像日期、影像质量、物候规律等选取使用的影像。所选取的影像应覆盖整个研究区域，尽可能成像清晰云量少。

3.2 数据预处理

遥感图像的预处理是遥感应用重要的一步，也称图像恢复处理，它的目的是为了改正或补偿成像过程中的辐射失真、几何畸变以及高频信息的损失所进行的处理。通过使用 ENVI 软件可以实现图像的预处理，预处理主要分为以下几个步骤。

3.2.1 图像配准

对于相同类型的数据进行配准，影像在相对间隔短的时间和一样的环境之下，使用同一台相机来拍摄，这样得到的影像的比例尺、照明状况以及地面搜盖是相同的，那么对这种影像的配准会简单一些，那这样就会遇到由于地形以及拍摄角度不同带来的变形和遮掩的问题。

对于不同类型的数据进行配准，因为地面上的地物在不同的数据上的呈现形式不是一样的，这样就要求我们在不同的影像上找到一些同样的特征地物，但对这些地物的特征的提取是一个难点所在，直到现在也还没完美地解决，所以对于不一样类型的数据进行配准仍是目前亟待解决的难题之一。

对遥感影像进行匹配，其配准精度的高低直接关系到这些地物的形状、面积以及地理位

置的精确度,我们通过对这些影像进行精确的配准,再经过合理的分类以及信息的识别来实现各类资源信息进行细致分析研究,只有这样才能使遥感技术一步一步地投入到实际生产应用中来。

本文应用 ENVI 软件中的 Image to Image 的自动配准工具,对 2014、2016 两年的遥感影像进行配准。

3.2.2 辐射校正

进入传感器的辐射强度在图像上呈现出来就是亮度值（灰度值），这种辐射强度越大，随之它的亮度值就越大。但是，太阳辐射照射到地面的辐射强度和地物的光谱反射率都会对亮度值产生影响。在太阳辐射强度一样的时候，这些图像的像元上的亮度值的差异也能直接地反映出地物目标光谱反射率的不同。但在我们实际进行测量的时候，传感器本身和大气辐射以及地形等因素都会造成辐射强度值得失真，这种失真就叫做辐射畸变^[10]，为了消除这种失真，从而得到正确的地物反射特征和辐射特征，就需要对辐射强度发生变化的部分进行校正，这个过程叫做辐射校正，辐射校正的内容包括辐射定标、大气校正。

辐射校正操作是：Basic Tools – Preprocessing – Calibration Utilities – TM 影像。需要注意的是：Calibration Type 注意选择为 Radiance，如图 3-1：

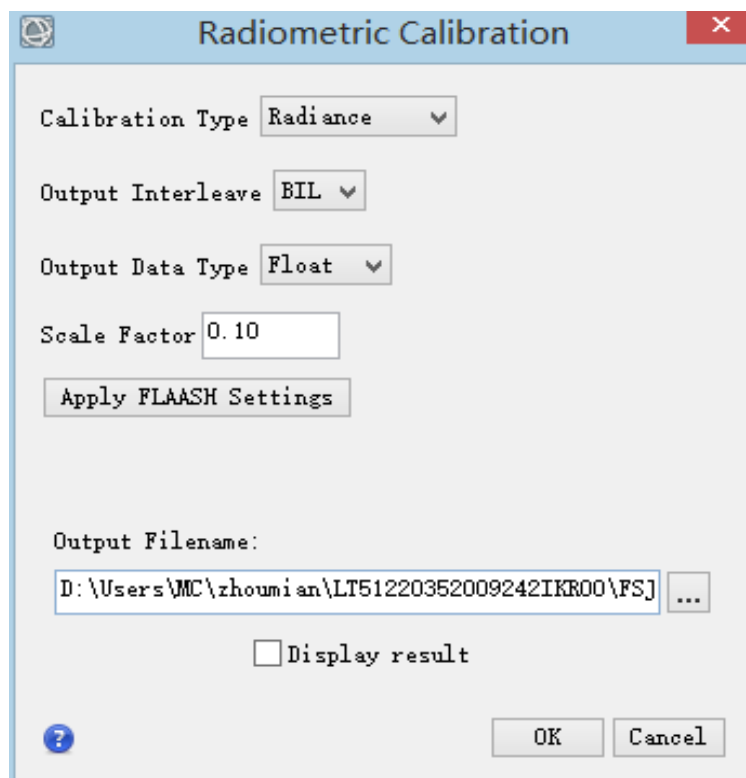


图 3-1 辐射校正操作窗口图

大气校正(FLAASH)的步骤如下：先点击 Basic Tools, 再进行 Preprocessing, 之后 Calibration Utilities, 最后进行 FLAASH。如图 3-2：

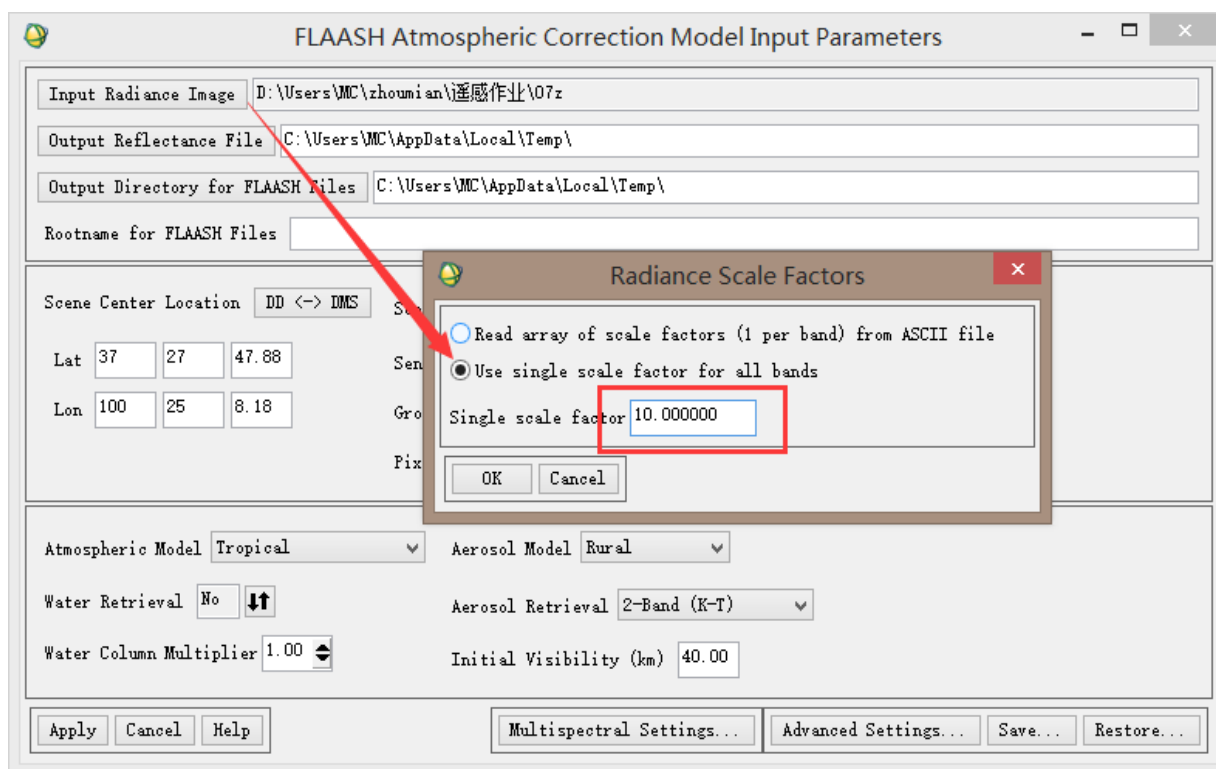


图 3-2: 大气校正操作窗口图

3.3 专题信息提取

3.3.1 研究区土地利用分类

土地利用分类的目的是能较科学和准确地了解和分析土地资源现状,以此来提高土地管理的科学性和合理性,也为土地调控提供一些基本信息,以此来准确地制定土地政策。因此,划分土地利用类型,要首先重视土地利用现状的客观性,要能反映出土地利用的地域差异,也要能突出目前土地利用程度的差异性和能用于未来开发的可能性,以便于能合理利用土地、能最大限度发挥土地资源的潜力^[11]。

本文在对研究区的土地利用分类中,主要根据我国土地利用现状分类标准(GB/T 21010-2007),同时,考虑到本研究的需要以及已有数据的详细程度,在此在保持一定的统一性以及科学性的前提之下,对研究区的土地利用分类进行了调整和简化,分为以下几类,即建设用地、林地、耕地、草地、水域、其他用地。如表 3-2:

表 3-2 研究区土地利用分类

类别	描述
建设用地	包括城镇用地、公共建筑用地、公用设施用地、城镇住宅用地以及主要交通用地等
林地	包括林地、疏林地、灌木林地和其他的林地
耕地	除出林地的其他类型农用地,有耕地、园地和牧草地等
草地	指主要生长草本植物,并且覆盖度高于 5%的各类草地,有灌丛草地和郁闭度低于 10%的疏林地
水域	包括河流、湖泊、水库、坑塘、沟渠等
其他用地	主要指盐田、油田用地,以及其他未分类土地

3.3.2 建立解译标志

解译标志又称之为判读标志,是用来区分和识别不同地物或确定地物属性的特点影像特征。建立解译标志是遥感解译最重要的环节部分,错误的解译标志会对图像的分类处理以及土地利用等相关研究造成很大影响,因此建立正确的遥感解译标志是很重要的。解译标志的建立必须要在市政图、区域地形图、阅读大量文献等资料的基础上,并结合野外验证,通过人工目视判读的方法建立。建立正确合理的解译标志主要依据影像上各个地物的纹理、形状、色调等特征来将地物分门别类^[12]。

综合分析了不同遥感数据类型、不同时相的影像特征,再根据研究区的实际情况,对研究区内的林地、建设用地、农用地和水域建立了解译标志,如表 3-3:

表 3-3 研究区地类解译标志

解译类型	遥感影像	描述
林地		影像中颜色呈现墨绿色或绿色,连续致密,纹理特征明显,且有阴影色调较为均匀,呈现条带状、块状分布
建设用地		主要是河坝、河堤以及河道附近的建筑用地。呈亮白色规则形状。多于绿色耕地接壤。
耕地		影像多呈深绿色,规则块状,内部条带纹理,分布在建设用地周围。包括熟耕地、新开荒地、草田轮作地,通常用来用于种植水稻、莲藕等水生农作物的耕地,
草地		影像多层主要浅绿色,覆盖度在高于 5%的各类草地,有灌丛草地和郁闭度低于 10%的疏林地



3.3.3 土地利用遥感信息提取

为了满足研究的需要，需要对预处理后的两期影像图进行土地利用专题信息的提取，提取方法有好多种，包括监督分类、ANN 人工神经网络法等^[13]。但在实际运用过程中，农用地和林地的 TM 影像中光谱曲线的差别较小，不容易去分离，而 ANN 人工神经网络法的分类误差又比较大，因此，本文选用监督分类和人机交互目视解译相结合的方法对研究区进行土地利用信息提取。

3.3.3.1 监督分类

监督分类首要要对研究的区域的影像进行基本的目视判读，然后实地勘察，通过这样获得一些地物的分类信息，之后再用已经知道的地物信息对不知道的地物信息进行分类的一种方法。监督分类的一大前提是已经知道遥感影像上样本区（训练区）内的地物的类型，其中对于训练区的选取特别重要，在我们选取的时候要遵循以下要求：

- （1）训练的场地其中包含的样本的种类与需要分类区域的种类一致；
- （2）训练的样本应该在各种目标地类中面积相对较大的中心进行选取,这样进行选取才更具有代表性;
- （3）训练样本的数量需要能够提供各种地物比较多的信息，也能客户一些偶然因素的影响;
- （4）训练样本也至少要满足能建立分类判别函数的基本要求，其所需要的个数和运用的方法以及各类大小和分布有关，其中常用的算法有最小距离法和最大似然法。

监督分类的步骤一般如图 3-3 所示：

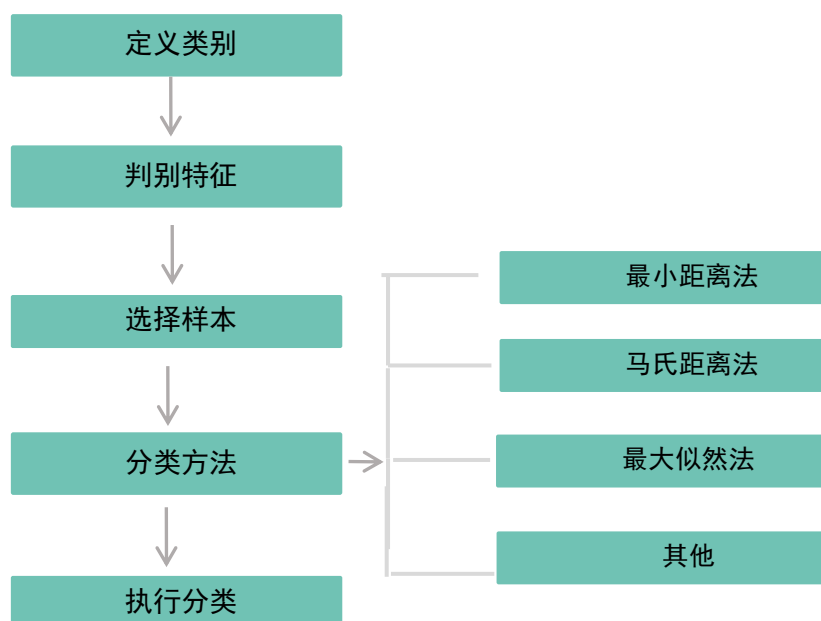


图 3-3 监督分类流程图

第一步，进行分类的定义以及特征的判别

我们依据分类的目的和遥感影像本身的一些特点以及在分类区域内收集到的信息来确定其分类的系统，然后对影像进行必要的特征的判别，并评价图像的质量，之后再决定是否应该对影像进行进一步增强处理等。这个流程主要是目视的过程，之后我们用标准假彩色的组合方式让其显示出来，在通过目视可以分辨出耕地、建设用地、草地、林地、未利用地等如表 3-3 所示。

第二步，进行样本的选择

- (1) 我们通过 **Region of Interest Tool** 的面板，然后再学习利用选择的样本；
- (2) 软件默认的 ROIs 的绘制类型是多边形的，我们在影像上面通过辨别找到林地区域，然后点击鼠标左键进行绘制多边形，绘制完毕后，我们点击鼠标的右键，并点击 **Complete and Accept Polygon**，这样便做完了一个多边形的样本的选择；
- (3) 运用相同的方法，我们在影像其他的区域也绘制样本，同时样本应尽量均匀地分布于整张图像上；
- (4) 通过这个流程，我们就为林地选择好了训练样本；
- (5) 然后我们在图像上用鼠标右键单击 **New ROI** 选项，也可以在 **ROI Tool** 面板上进行选择。跟之前相同的步骤，同时为建设用地、耕地、草地和未利用地选择样本，如图 3-4；

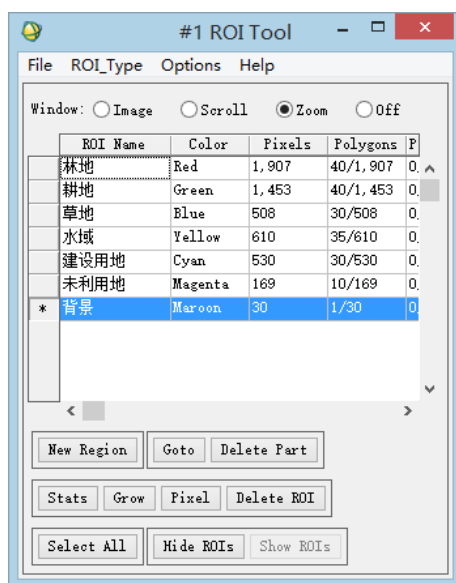


图 3-4 样本选择类型操作窗口图

(6) 接着，我们来通过计算得出样本的可分离性。我们在 ROI Tool 的面板上，点击 Option>Compute ROI Separability，然后通过计算得到每个样本种类之间的可分离性，得到的这两个参数的值应该在 0-2.0 之间，如果大于 1.9 就表明样本之间的可分离性较好，并属于合格的样本；若小于 1.8 则需要重新进行选择样本；如果小于 1，就应该把两类样本合并成一类样本。如图 3-5：

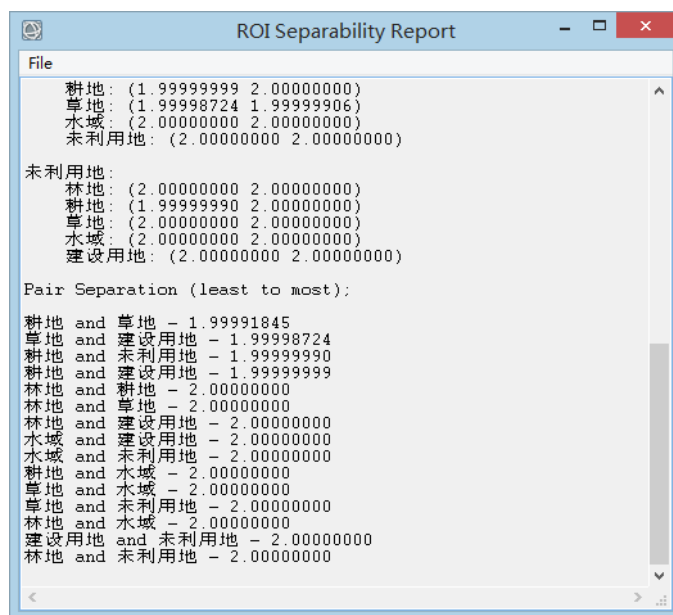


图 3-5 样本可分离性计算报表操作窗口图

第三步，进行分类器的选择

我们依据分类的复杂程度和精度的要求来确定分类器的选择。通过 ENVI 软件进行监督分类的方法有最小距离法、平行六面体和最大似然法等。通过比较，我们选择了最大似然法来进行分类。其具体方法是首先假设每一个波段的每一类都同学呈现正态分布，然后计算给定像元属于一个训练样本的似然度，然后像元最后能归到似然度相对较大的哪一类中。

第四步，进行影像的分类

运用最大似然法进行分类，首先我们进入 **toolbox** 中然后点击 **Classification**，接着点击 **Supervised**，之后进行 **Maximum Likelihood**，并选择需要分类的影像，单击 **OK**，并依照默认设置的参数输出分类的结果。如图 3-6：

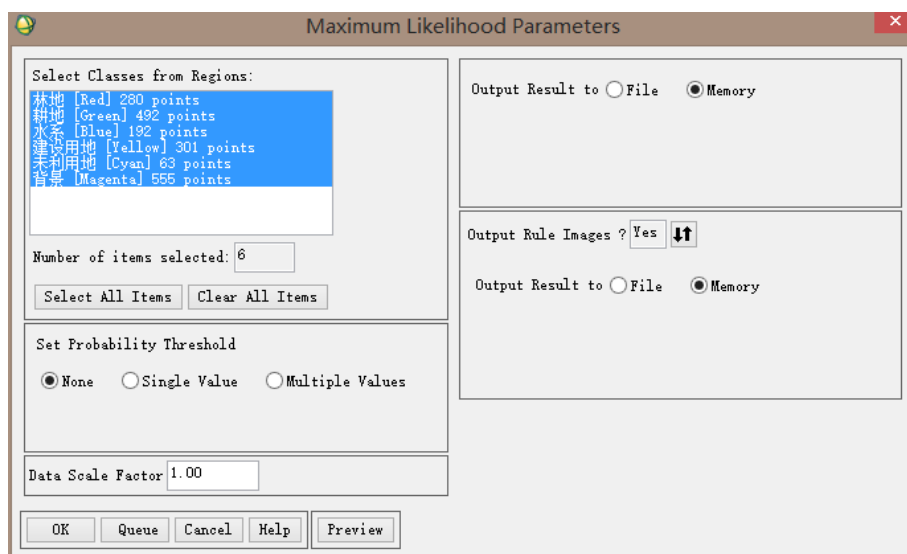


图 3-6 最大似然法分类操作窗口图

第五步，分类后进行处理

我们首先选择 **Majority/Minority Analysis**，然后点击 **Clump Classes**，再通过 **Sieve Classes** 得到结果。

之后，利用 **ENVI** 软件中的分类工具得到 2014、2016 年两期影像的土地利用分类图，并经过 **Arcgis** 专题图工具绘制了两期影像的土地利用现状图如图 3-7、图 3-8：

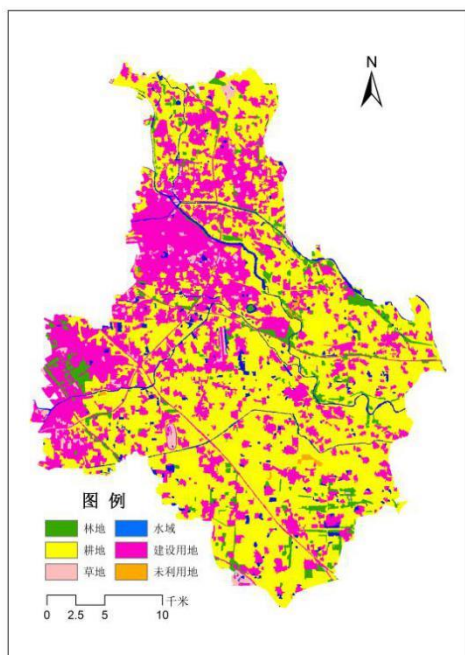


图 3-7 2014 年土地利用现状图

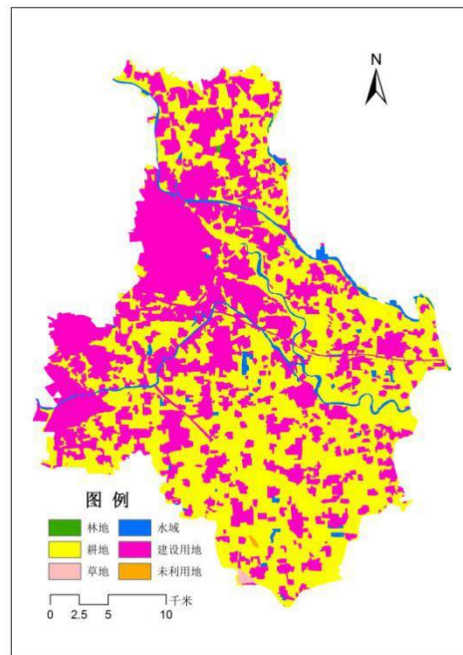


图 3-8 2016 年土地利用现状图

3.3.3.2 目视解译

目视解译是以有一定的专业背景知识为基础，借助相关 GIS 工具，经过肉眼观察，然后再将观察的结果进行综合分析和逻辑推理，之后进行验证检查，把遥感影像里包含的地物信息提取出来解析出来的一个过程。目视解译有以下几个原则：

- (1) 从总体上观察：在影像上由整体到局部区域精细观察；
- (2) 综合性地分析：使用一些航空或卫星影像、地形图和统计学等相关手段，在参考前人调查分析资料的基础上，结合实地情况对图像进行解译，并且能够去除粗糙和不真实的情况。
- (3) 对比性地进行分析：运用不同的平台、比例尺、时相、波段、太阳高度以及不同的组合方式对图像进行对比性地分析研究；
- (4) 观察的方法要准确：将要进行宏观观察的区域使用卫星图像，而要进行细致观察的地方使用具有细部影像的航空影像；
- (5) 遵循影像的客观实际情况：虽然图像的解译标志会有可变性和地域性影响，但是其之间也存在相关性，所以我们要依据影像的具体特征进行解译；
- (6) 解译是细致认真：有时不能只是依据图像上某些解译标志就比较草率地下结论，我们应细致认真地对图上的很多微小变化进行观察；
- (7) 局部重点分析：对于有重要意义的区域，我们还要抽取一些典型区来进行详细的测量调查。从而达到由点到面和验证解译的结果。

本文通过对研究区 2014、2016 年遥感影像进行人工目视解译后得到如下解译图。如图 3-9、图 3-10。

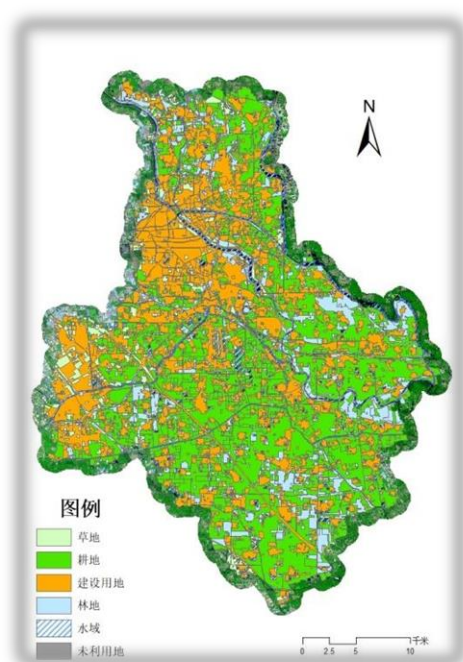


图 3-9 2014 年影像解译图

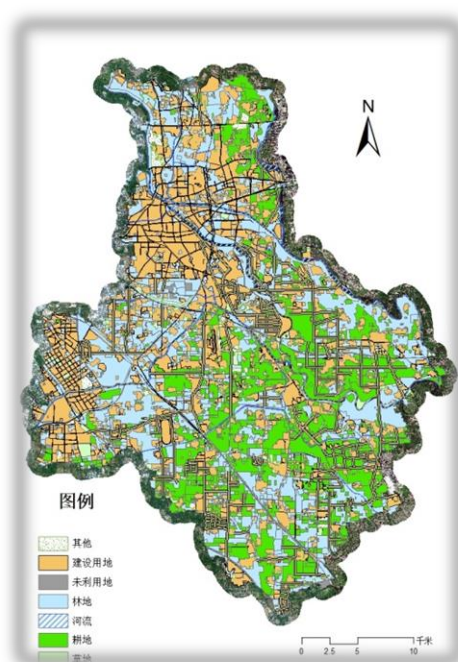


图 3-10 2016 年影像解译图

3.4 解译结果评价

3.4.1 监督分类结果

通常来说,通过监督分类得到的结果存在着某种正确分类但是面积过小图斑,产生“椒盐”现象,这就要对分类结果再进一步处理,剔除这些碎小图斑,才可以达到最终较好的分类效果。本文利用 ENVI 软件中的 Majority/Minroity 分析、聚类处理 Clump Classes 以及过滤处理 Sieve Classes 等方法对小图斑进行剔除、合并处理。

图像分类精度是指在对两幅影像进行对比分析的时候,有一幅是需要评价的遥感分类的图像,而另一幅是一幅假设相对精确的参考图。在理想的状态下,对精度的评价的最好的办法是对图像中的每一个像元间的一致性进行比较,但是在大多数的情况下,我们比较困难能取得一幅完整的精确的参考图,所在,大多数的精度评价是对图像采样过程中的某些部分进行评价,它的参考类别可以经过野外实地考察或更细致的高空分辨率影像等得到。

在我们对影像进行分类过程中,很多时候由于自然环境和地物波普之间的相互作用的影响,会造成“同物异谱”、“异物同谱”的现象。这些现象造成了分类结果的误差,这对分类的结果进行精度评价,如图 3-11、图 3-12、表 3-4:

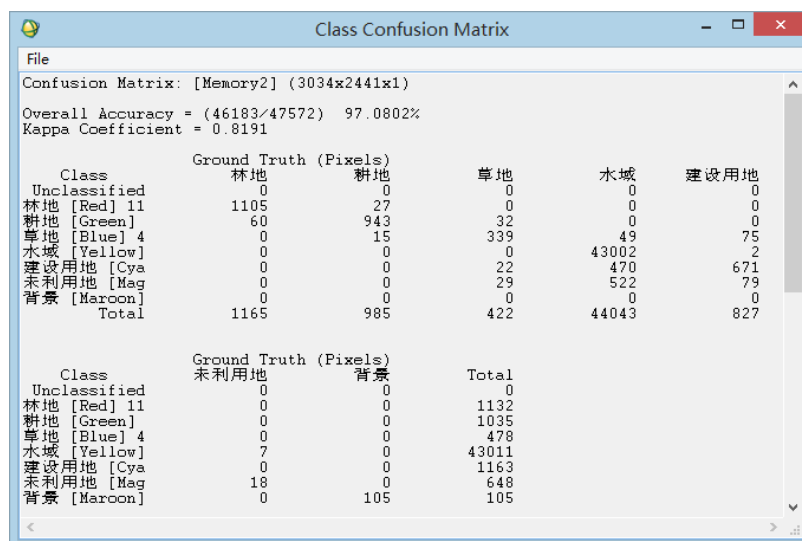


图 3-11 分类结果精度验证操作窗口图

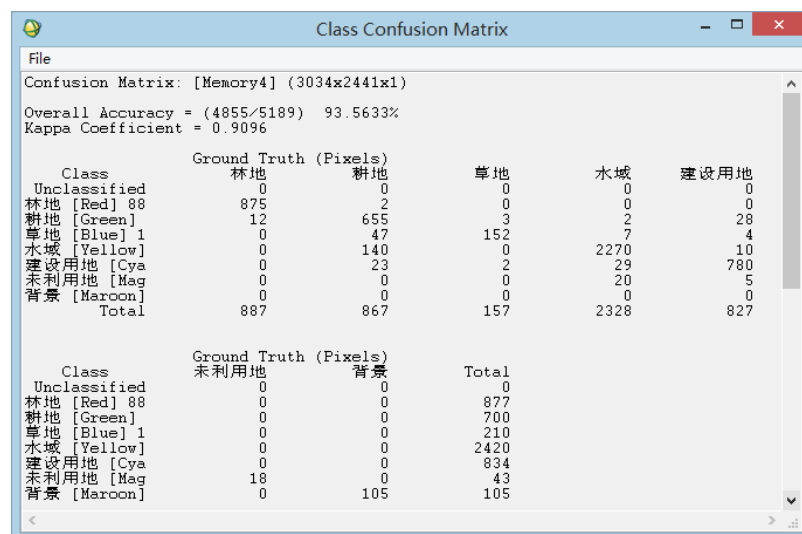


图 3-12 分类结果精度验证操作窗口图

表 3-4 样本对应表

类别	2014 年	2016 年
Overall Accuracy	97.0703%	93.6723%
Kappa Coefficient	0.8293	0.9076

（1）总体分类精度

总体的分类精度是用被正确分类的像元总和除以总的像元数。其中被正确分类的像元数量是沿着混淆矩阵对角线进行分布，而总的像元数是所以的真实参考元的像元总和^[14]。

由表 3-4 我们得到研究区 2014 年、2016 年土地利用类型分类总体精度分别为 97.0703%、93.6723%，符合分类精度的要求。

（2）Kappa 系数

Kappa 系数是用所有的真实参考的像元总和（N）来乘以混淆矩阵的对角线（XKK）的和，之后得到的结果再减去某一类中真实参考像元数合该类中被分类像元总数之积之后，再除以像元总数的平方减去某一类中真实参考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^[15]。

$$K = \frac{N \sum X_{kk} - \sum_k X_{k\Sigma} X_{\Sigma k}}{N * N - \sum_k X_{k\Sigma} X_{\Sigma k}} \quad \text{公式（1）}$$

由表 3-4 我们得到研究区 2014 年、2016 年土地利用类型分类 Kappa 系数分别为 0.8293、0.9076，符合分类精度的要求。

3.4.2 目视解译结果

上文通过监督分类得到的结果虽然符合分类精度的要求，但对于本文的研究而言，精度上却不能满足，所有在很多情况下，监督分类的结果可能不是很准确，这就需要通过人机交互目视解译的结果来对监督分类的结果进行部分修正，故下文所采用的研究数据是以人机交互目视解译得到的结果为主，并在解译的过程中参考部分监督分类的结果。

在室内解译完成后，应结合野外验证来确保解译结果的正确性。本研究借助野外实地拍照的照片进行野外验证，野外验证的图斑含括了几种主要的土地类型，对存在疑点的图斑进行重点验证，以此来确定解译结果是是否正确，确保了解译的准确性。在进行野外验证时，主要根据各个图斑的具体情况，观察此处的土地类型是否与解译的类型相一致，将验证结果记录在野外记录表上。部分野外验证结果见表 3-5。由实地验证结果可知，遥感影像解译基本正确，正确率在 90%以上，其误差在可接受的范围之内。

表 3-5 部分野外验证结果表

地物类型	遥感影像	野外照片	验证结果
耕地			正确
林地			正确
草地			正确
建筑用地			正确
水域			正确

4 研究区土地利用变化分析

利用经过人机交互目视解译得到的土地利用分类数据，可以来分析通州区土地利用在其类型、结构、数量等方面的变化进程，以此来研究通州区的总体土地利用情况。

4.1 土地利用数量结构特征

根据对遥感数据进行 2014、2016 年两年的土地利用分类结果，之后进行统计和计算得到了两个时期各类土地利用类型的面积和比重，如表 4-1：

表 4-1 土地类型面积统计（单位：平方千米）

面积	林地	耕地	草地	水域	建设用地	未利用地
2014	45.1875	486.8307	15.8472	30.8322	274.4576	2.6883
2016	0.4869	453.5172	1.1736	24.2919	385.9893	0.3816

表 4-2 各时段土地利用类型比重（%）

比重（%）	林地	耕地	草地	水域	建设用地	未利用地
2014	5.28	56.88	1.85	3.60	32.07	0.31
2016	0.06	52.38	0.14	2.81	44.58	0.04

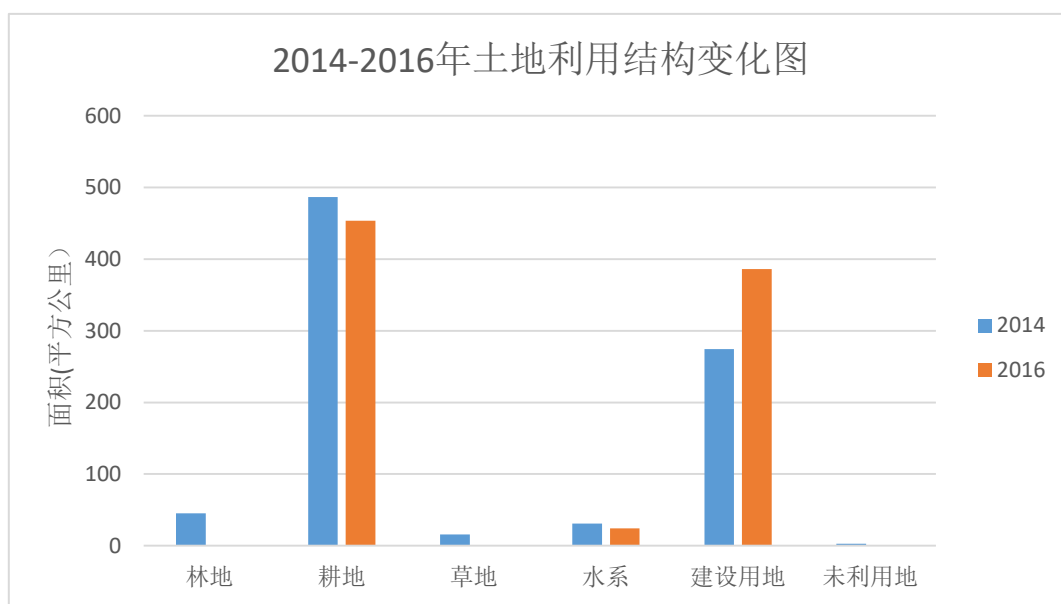


图 4-1 各时段土地利用结构变化图

由表 4-1、4-2 及图 4-1 可以看出：

- (1) 城市建设用地急速增加。2014 年建设用地面积为 274.4576 km^2 ，所占比重为 32.07%，到 2016 年，增加到了 385.9893 km^2 ，比重增加到 44.58%，而它的面积增加了 111.5317 km^2 ，年均增加 55.766 km^2 ，增幅比较大。
- (2) 耕地面积持续减少。2014 年为 486.8307 km^2 ，2016 年为 453.5172 km^2 ，2014 年到 2016 年间面积减少了 33.3135 km^2 ，年均减少 16.657 km^2 ，减少幅度适中。
- (3) 林地面积减少较多。从 2014 年的 45.1875 km^2 ，迅速减少到 0.4869 km^2 ，年均减少 22.35 km^2 ，减少幅度较大。
- (4) 草地总体上呈减少趋势，但减少幅度较林地小一些。
- (5) 水域面积在 2014-2016 年间变化不大，随着水位的变化，水域面积也在持续平稳的变化之中。
- (6) 未利用地总体变化不大，但也呈现减少的趋势。

4.2 土地利用空间格局特征

4.2.1 耕地转移特征

如图 4-2 所示：

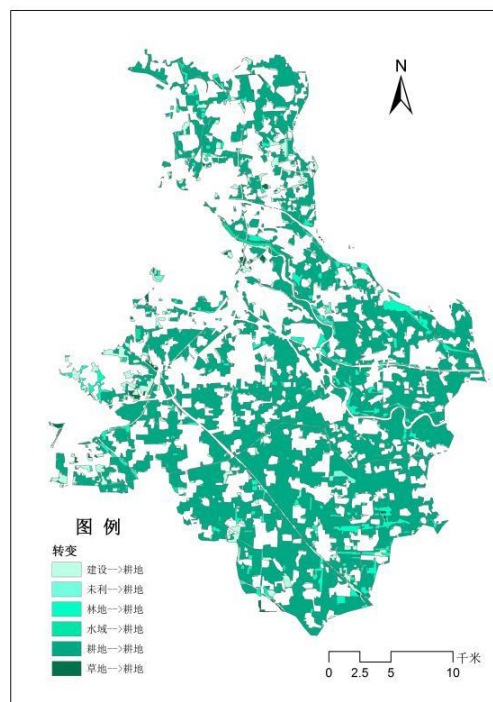


图 4-2 2014-2016 年耕地转化图

从图 4-2 可以发现，两个时期期间，耕地有转入也有转出，总体转出大于转入，转入源主要是林地和草地，建设用地也有部分改为耕地，少部分水体转化为耕地。在这两部分中，可以清晰地看到，2014-2016 年间其他地类向耕地的转化主要集中在研究区中部至东南方向，研究区北部和西北方向转化为耕地的较少

4.2.2 建设用地转移特征

如图 4-3 所示：

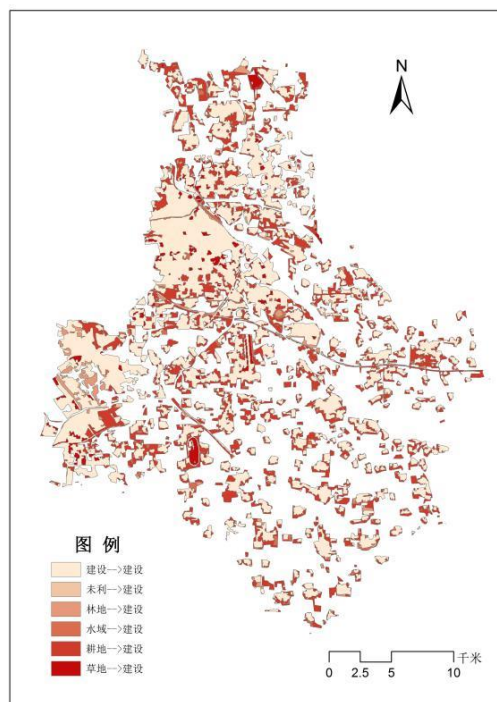


图 4-3 2014-2016 年建设用地转化图

由图 4-3 可以看出，在 2014-2016 年间，建设用地由转入也有转出，总体上转入大于转出，转入土地的主要来源是耕地，还有少部分是草地、林地以及未利用地，说明在这一时期内，通州区的建设用地正在加速扩张并占用其他土地类型，城镇化水平进一步提升。而少部分转出的建设用地，这要归功于通州区政府的土地整治工作的有效开展，通过对低效利用、不合理利用的土地进行整治，提高了土地利用效率，盘活了存量土地，同时也促进了土地的节约利用。

4.2.3 水域转移特征

如图 4-4 所示：

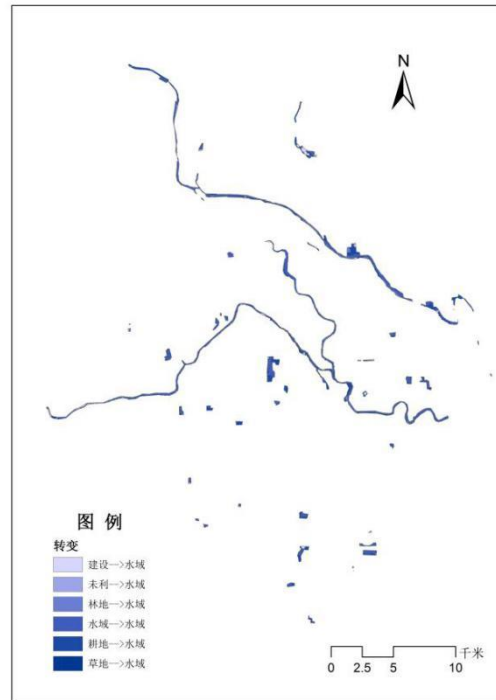


图 4-4 2014-2016 年水域转化图

从图 4-4 可以看出，在研究期内，通州区水体的转入量很少，只是研究区内零星、稀疏分布，呈条带状展开，但也有少部分水体转出，但转出量很少，可见水体与其他类型地类间相互转化程度很低。

4.3 土地利用类型转化特征

土地利用类型转移矩阵可以比较清楚地分析出各类土地类型之间转移变化的方向，转化的来源和类型都能比较清晰的看出来，并且看到其中有多少面积是不变的，另外有多少面积转化为其他的地类。本文此次建立土地利用类型转移矩阵的方法主要是通过 Arcgis 的空间分析功能，具体步骤如下：

- (1) 先将 2014 和 2016 年两年的土地利用分类图进行叠加计算，之后让两个图层的土地利用类别的名称不一样；
- (2) 接着我们另外再建立一个图层，例如命名为 A；
- (3) 之后我们把查询的结果复制到 A 图层上；
- (4) 统计出来面积，并依次重复进行下去便能得到土地利用类型转移矩阵。如表 4-3 所示。

表 4-3 2014-2016 年研究区土地利用类型转移矩阵（单位：km²）

2014\2016	林地	耕地	草地	水系	建设用地	未利用地
林地	0	32.0031	0.0342	1.2663	11.8809	0
耕地	0.2637	361.9665	0	10.1565	114.0687	0.3753
草地	0	3.141	0.9144	0.2655	11.5263	0
水系	0.1098	9.9405	0.1251	10.9449	9.7056	0.0063
建设用地	0.1134	44.4969	0.0999	1.5948	238.1526	0
未利用地	0	1.9692	0	0.0639	0.6552	0

由表 4-3 分析可知：

- (1) 耕地向外的转移量较大，面积在总体上看是减少的，其主要变化的方向是向建设用地转移，也有一部分转化为水域，2014 年到 2016 年转化为城镇建设用地和水域的面积分别为 114.0687km²，10.1565 km²，其次是退耕还林部分以及耕地退化为未利用地的部分，两个时期向林地以及未利用地转移的面积分别是 0.2637 km²，0.3753 km²，这部分转移量较少。
- (2) 草地的转移量较少，和耕地类似主要向城镇建设用地转移量多一些，达到 11.5263 km²，剩下的较少部分转化为耕地，约 3.141 km²
- (3) 建设用地的增加主要是来自于耕地，包括城镇用地和农村居民用地，大量建立在占用耕地的基础上，其中少量是来自于草地和林地等其他类型。
- (4) 水域在研究区总面积上来看所占的比例不是很大，变化量也不是很大。
- (5) 林地在两个时期内的变化量较大，2014-2016 年减少了 44.7 km²，年均减少 22.35 km²，主要流向建设用地和耕地。
- (6) 未利用地的减少主要转移至耕地，约 1.9692 km²，还有较少部分转移成水域。

4.4 土地利用资源数量变化趋势

为了更好地从全局的角度出发对研究区的土地利用资源数量作出宏观变化分析，本文在此选用较为传统的土地利用变化动态度、土地利用程度指标对研究区 2014-2016 年这两年间土地资源数量累计的变化进行分析研究，其中，土地利用动态度分为单一土地利用动态度和综合土地利用动态度。

(1) 单一土地利用动态度

单一土地利用动态度是指在一定时期内某个土地利用类型的面积年平均变化情况，表示单一土地利用类型变化的数量特征。其计算公式为：

$$K = \frac{u_b - u_a}{u_a} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad \text{公式 (2)}$$

其中，K 表示单一土地利用动态度，即某一土地利用类型面积的年变化率；U_a、U_b 分别表示研究期初和期末某一土地利用类型面积；T 为研究期的年数^[16]。

根据公式计算得出通州区 2014-2016 年各土地利用类型单一土地利用动态度。其中，耕地年变化率为-3.42%，建设用地年变化率为 20.32%，水体年变化率为-10.6%，草地年变化率

为-46.3%，林地变化率为-48.9%，未利用地变化率为-42.9%，得到下图 4-4。

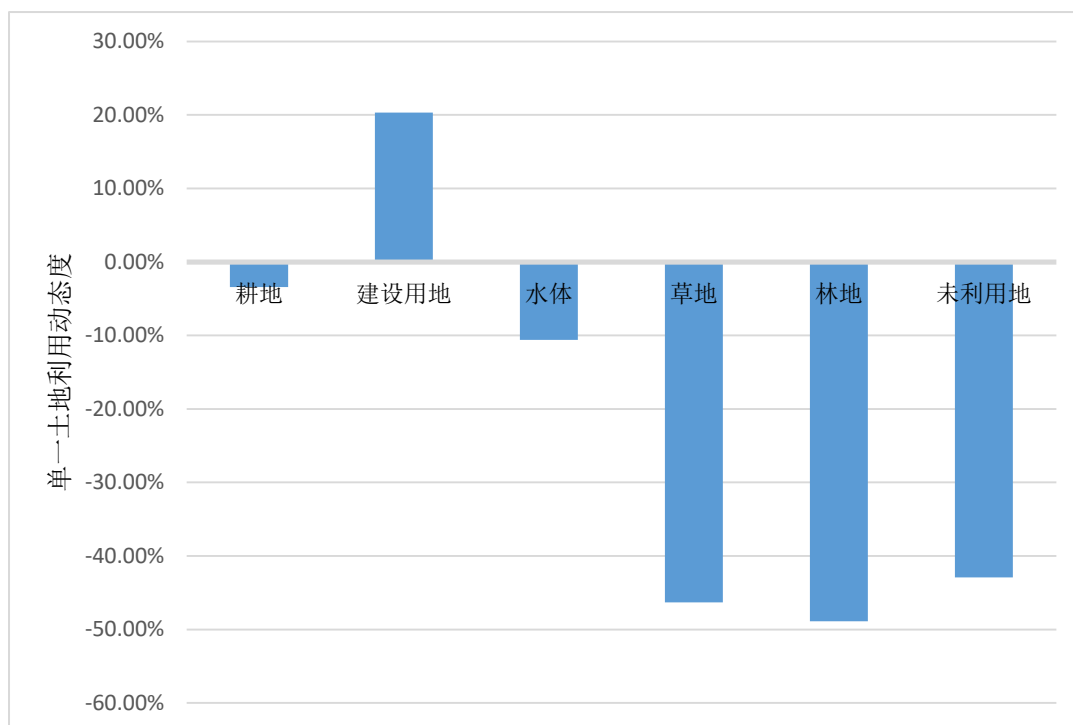


图 4-4 单一土地利用动态度图

从图 4-4 我们可以清楚地看出用地面积增大的主要是建设用地，其中包括城镇用地和农村居民用地，面积减少的是耕地、林地、草地、水体和未利用地。其中，建设用地变现为很高的单一土地利用动态度，说明通州区建设用地面积在这两年间大幅度增加，通州区城镇化进程在这一阶段飞速发展。其余地类的面积都呈减少态势。

(2) 综合土地利用动态度

综合土地利用动态度可以表达为：

$$LC = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta L u_{(i-j)}}{2 \sum_{i=1}^n L u_i} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad \text{公式 (3)}$$

其中，LC 表示综合土地利用动态度。 $\Delta L u_{(i-j)}$ 是指研究期内第 i 类土地利用类型转化为其他土地利用类型的面积的绝对值，即某一土地利用类型转化为其他类型的面积； $L u_i$ 为研究期初第 i 类土地利用类型的面积；T 为研究期的年数^[17]。

通过计算得到通州区 2014-2016 年土地利用综合动态度是 2.54%，表明这 2 年来通州区土地利用类型总体变化的速度并不是很大，表明其处于土地平稳过度的阶段，但总体上土地利用变化速度是呈逐渐增的大态势。

5 研究区土地利用变化驱动力分析

土地利用变化的过程是相当复杂的，其在空间、结构以及比例上的变化同时受到社会经济和自然环境等许多因素的影响，而这些因素对这些土地利用变化的作用方式和强度也不尽相同。所以，我们就需要开展对于土地利用变化驱动力的研究，以此来帮助人们对土地利用变化原因和过程的理解，也能对未来的变化趋势进行提前预测和调控^[18]。

因为土地利用变化自身的不确定性以及其中驱动因子的复杂性，这就要求我们采取合适的方法对驱动力进行研究，并能确保研究结果相对准确并且有说服力。目前，我们对土地利用驱动力的研究中，有很多方法，例如定性分析法、系统分析法、统计分析法以及模型化方法，其中大多以定量分析为主。而驱动因子的选择包括自然环境驱动因子和社会经济驱动因子^[19]。但是，在我们具体的分析之中，分析的方法以及对驱动因子的选择要依据研究区域的具体特征来作决定。我们从一个相对较短的时间段来看，自然环境因素和社会经济要素的变化相对于人类的活动则显得相对缓慢和迟钝，人们的活动在短期内对土地利用变化起着决定性的作用，所以对自然和社会驱动力来说，通常采用定量与定性相结合的方法。

5.1 人口驱动因子

一个区域的人口是该区域的土地利用变化的一个极其重要人文因素，它的数量和结构都对土地利用变化起着很重要的驱动作用。人类作为土地利用的组织者和决策者能通过各种方式来对土地进行调节和调控^[20]。

人口数量的急剧增长，必然会使相应的居住条件和配套的设施的需求急剧增加，也将占用其他类型的土地以此来满足这些需求，会加速城镇周边的耕地和未利用的土地向建设用地转移^[21]。

本小节主要采用通州区 2004-2016 年中几个时期的人口变化数据，再结合土地利用变化数据来分析通州区人口增长对城市土地利用变化产生的影响。

通州区 2004、2009、2014、2016 四年的人口情况如表 5-1、表 5-2 所示，建设用地面积与人口变化关系如图 5-1 所示。

表 5-1 2004、2009、2014、2016 年 通州区户籍人口情况（单位：万人）

人口类型	2004 年	2009 年	2014 年	2016 年
户籍总人口	62	65.6	70.6	74.7
城镇人口	25.4	31.9	39.7	47.5
农业人口	36.6	33.6	30.9	27.1

表 5-2 2004、2009、2014、2016 年通州区城镇、农业人口占总人口比重情况

人口类型	2004 年	2009 年	2014 年	2016 年
城镇人口	41%	48.6%	56.2%	63.7%
农业人口	59%	51.2%	43.8%	36.3%

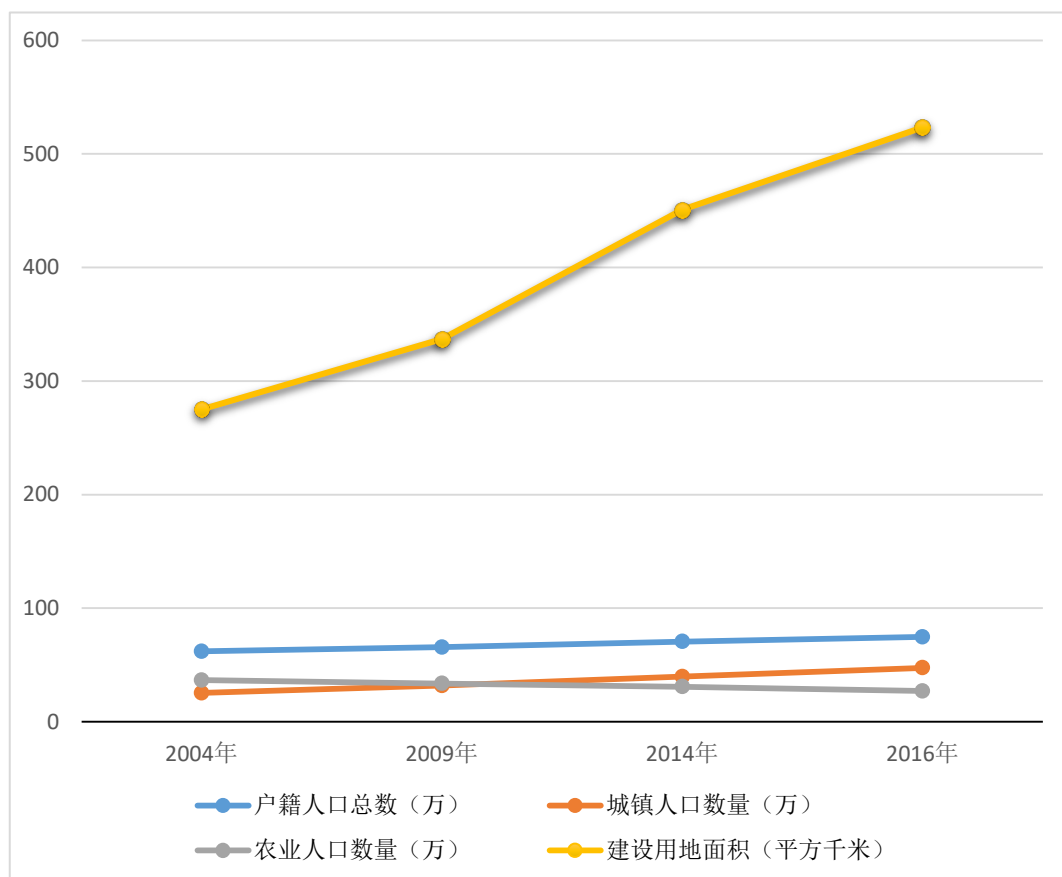


图 5-1 建设用地面积和人口变化趋势图

从图中可以看出通州区的总人口和城镇人口在研究期中呈上升趋势，而农业人口是呈下降态势，建设用地面积的增加与户籍人口和城镇人口增加保持着同样的趋势^[19]。其中，城镇人口的增加表明了城镇的发展是人口向城镇方向聚集，而农业人口向旁边的小城镇转移，非农业人口的急剧增加说带来的用地压力则不断驱动着城镇土地利用向外扩张，同时，城镇居住用地和相关的配套设施的用量开始增加，进一步推动城镇的建设，扩张了城镇的用地面积^[20]。由此可见，人口的增长和聚集的方向是城市土地利用变化的一个基础所在，也是主要的驱动因素之一。

5.2 经济驱动因子

自改革开放以来，通州区经济的迅速增长对城市土地利用和空间结构的演变起着至关重要的影响^[22]。经济发展的速度影响着区域土地利用变化的速度，当经济快速发展时，更多的人口、资金、能源集聚在城镇区域，城镇的用地压力增大，其空间快速扩展；当经济形势低

迷时，就会使城镇建设停滞不前。同时,通州区的经济结构也发生了比较明显的变化,在其经济结构从第一产业为主向第二、第三产业为主的演变过程之中,土地利用的变化也随之呈现出农用地比例下降,非农用地的比例上升,未利用地也显著减少^[23]。

在很多的经济指标中，GDP（国内生产总值）是用来表征某个地区的总体经济情况；而固定资产投资（房地产、基础设施、住宅投资）则与城镇土地利用变化密切相关；再一个因素是产业结构的改变会对城市的空间格局产生影响，第二、第三产业所占的比重越大则说明该地区城镇化水平和经济发展状况更好^[24]。如表 5-4 所示，各经济指标与建设用地面积变化的关系如图 5-2 所示。

表 5-4 通州区各经济指标统计

指标	GDP（亿元）	固定投资额（亿元）	第二产业增加值（亿元）	第三产业增加值（亿元）
2004	129.9	97	64.4	53.8
2009	278.9	310.2	118	146.8
2014	548.9	687.7	276.6	250.3
2016	674.8	939.9	303.4	312.3

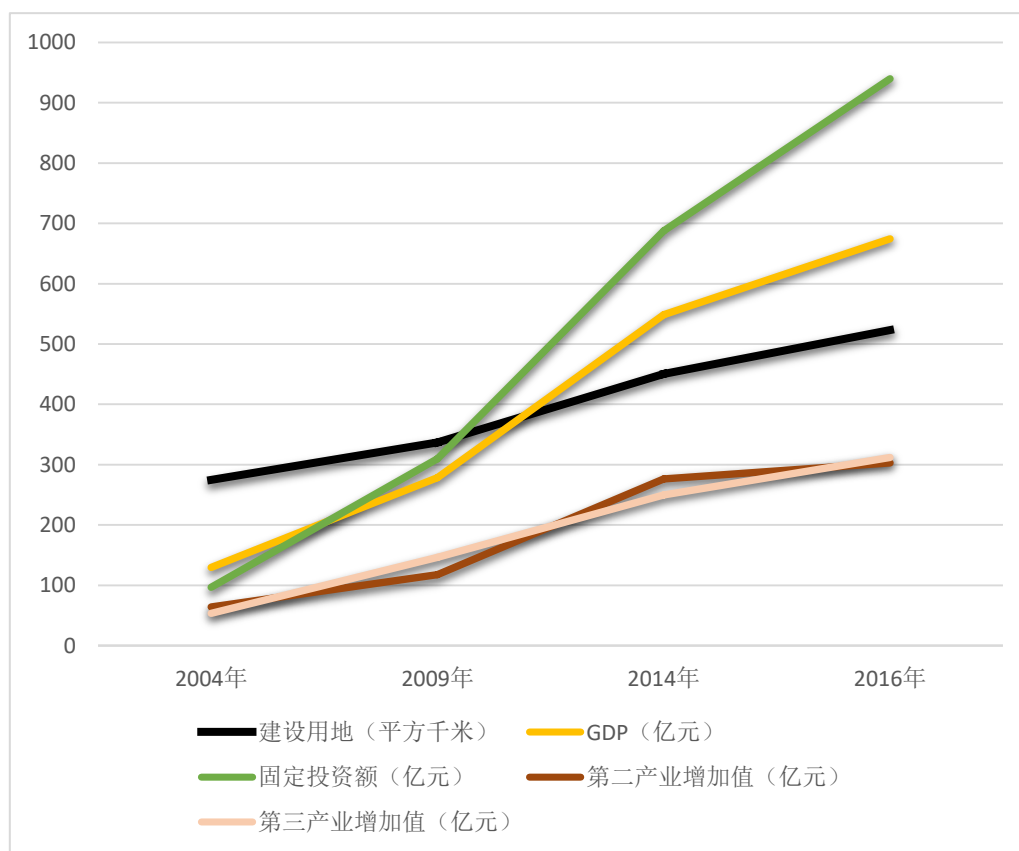
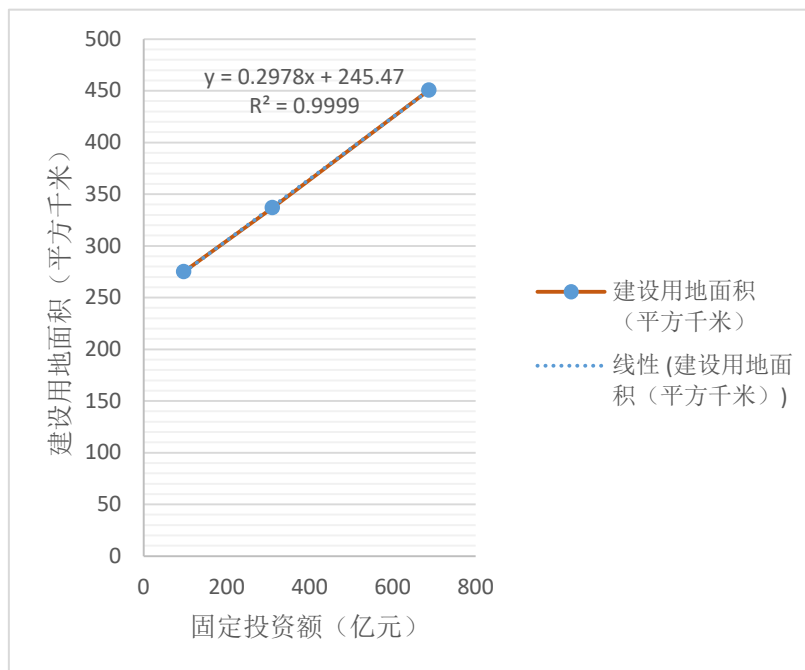


图 5-2 各经济指标与建设用地面积趋势图

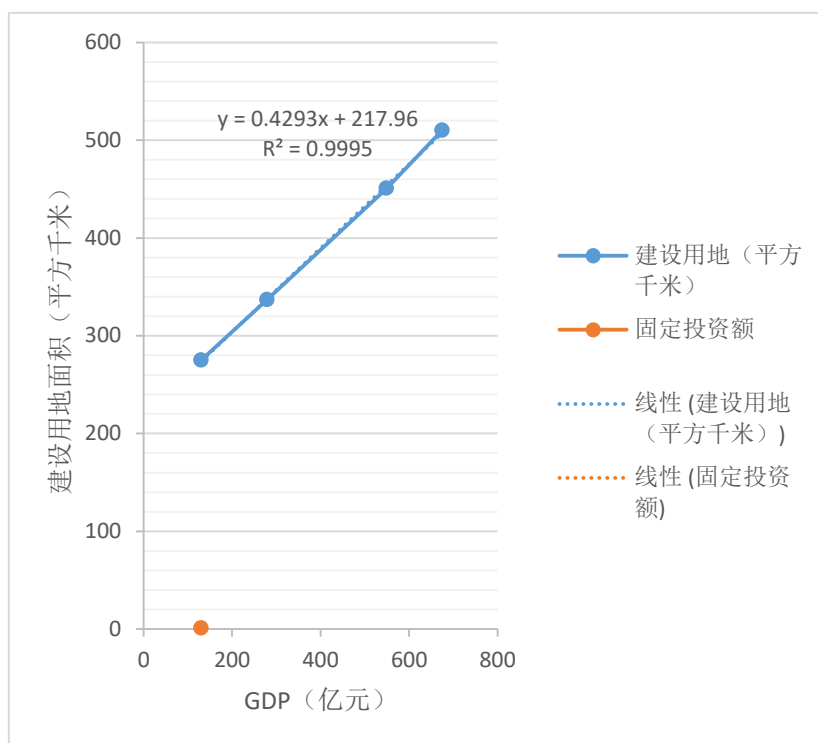
由图 5-2 可以看出，随着通州区的 GDP、固定投资额、第二、第三产业增加值的迅速增

长，城镇的建设用地面积也随着一同快速增长。

接着我们利用 2004-2016 年的通州区建设用地面积和 GDP、固定资产投资额的相关性作定量分析，如图 5-3



(a) 建设用地面积与 GDP 线性关系拟合



(b) 建设用地面积与固定资产投资额线性关系拟合

图 5-3 建设用地面积与经济指标线性关系拟合

由图 5-3 可以看出 GDP 和固定资产投资与建设用地面积的判定指数达到了 0.9995、0.9999，这表明 GDP 和固定资产投资额与城镇建设用地面积的增长有很大的相关性，城镇土

地利用面积与经济发展保持着同步的趋势^[25]。因此,不难看出经济的发展能为城镇建设提供物质保障,也能促进城镇土地利用的快速发展。

同时,随着经济的飞速发展,产业结构的持续不断优化,政府逐渐开始引导发展各类产业集聚区域。产业的集聚区域也能促进企业的落户和大量相关产业的落地,政府也为其制定了很多发展规划和鼓励政策,这些企业的落地能吸引更多的人才进入该区域发展,这能进一步推动优化城镇的产业结构,也能加速通州区的经济发展,而且还能进一步驱动通州区的土地人员结构优化^[26]。

5.3 政策驱动因子

国家和地区会在不同时期有这不同的发展战略和规划,而土地作为实施这些战略的保障,在这些政策的推动过程中起着至关重要的影响。政府在城镇土地利用过程中始终处于领导和支配的地位,政府通过制度一系列的法规和政策对土地利用实施调控和引导^[27]。

通州区的城市定位从上世纪 90 年代起持续了将近 20 多年的讨论,在 1993 年出台的《北京城市总体规划(1991-2010)》中,提出建设通州、昌平、亦庄等 14 个卫星城镇,以实现北京城市发展“两个战略转移”的空间格局规划。2002 年提出、2005 年获批的《北京城市总体规划(2004-2020)》,提出建设“两轴一两带一多中心”的空间发展格局,通州、亦庄、顺义是未来重点建设的首都新型城镇。同时要求通州承接中心城区人口,承担疏解的非首都功能及相关外溢产业,赋予通州“面向未来的新城区”的城市定位。于此同时出台的《通州新城规划 2005 年-2020 年》指出通州城市空间应向东、南部扩展,加强运河周边城市主功能区的建设,成为京津冀城镇体系中的重要节点。这一时期的通州城镇建设开始提速。2012 年北京首次提出“落实聚焦通州战略,分类推进重点新城建设,打造功能完备的城市副中心”,明确了通州城市副中心的城市定位;2014 年,习总书记提出“结合功能疏解,集中力量打造城市副中心”;2015 年,北京市委通过了《关于贯彻落实京津冀协同发展规划纲要的意见》,正式确定了通州区作为北京市的副中心,这一时期通州的城镇建设进入了全新、更高的发展阶段^[28]。

由上文数据可知,通州区建设用地扩展的速度与规模都较快,城镇土地利用方向明确,处于高速发展阶段。通州区城镇建设用地扩展的趋势说明了政府规划与政策对区域城镇发展有着巨大的驱动作用。

5.4 自然环境驱动因子

自然环境与一个区域内的土地利用方式以及结构特征的形成和演变有很密切的关系,也是这个区域内土地利用变化的一客观物质基础。在很多时候,人文和社会经济以及政策导向被人们普遍认为是土地利用变化的主导因素,但是这些因素所发挥出的作用仍然要收到自然环境因素的制约,因此,自然环境因子是在宏观角度上影响着土地利用和土地资源变化的看空间分布格局。

结 论

1 主要结论

本文选择北京市通州区作为研究的对象，以遥感和 RS 技术为支持，以 2014 年、2016 年两期遥感影像为主要数据源，通过人机交互解译得到两期土地利用数据，辅以同时期社会经济统计资料，研究通州区土地利用的时空动态特征，得到的主要结论有：

- (1) 在确定通州区土地利用分类的基础之上，用监督分类中的最大似然法把通州区土地利用类型分为耕地、建设用地、林地、草地、水域和未利用地。
- (2) 运用土地转移矩阵来分析通州区这几类土地利用类型间的相互关系：从 2014 到 2016 年，建设用地一共转入 147.84，转出 46.3，主要转入来源是耕地，建设用地的面积从 274.46 扩张到 385.99，所以耕地仍然是城镇扩张的主要来源。其中，林地、草地和水域面积分别减少了 44.7、14.7、6.5。结果显示，通州区土地利用动态变化比较明显。
- (3) 从对通州区的土地利用变化分析中来看，近几年来随着城市化进程脚步的加快，通州区的耕地面积存在一定比例上的降低，引起这一变化的主要外在驱动力是人口增长以及以高新技术为代表的第二产业的发展和以房地产为代表的第三产业的发展以及政府的总体规划政策的影响，但仍为通州区第二大主要用地类型。同时由于区内公共设施的增加以及完善使得建设用地占用了越来越多的耕地，，但耕地仍为通州区第二大主要用地类型，这也符合通州区实现城乡统筹发展的前景目标。
- (4) 通州区内林地和草地零星分布于城区内部和靠近城区的边缘地带，部分沿河道两侧分布，少量呈条带状分布在东南部。水域方面主要体现在以水运河、潮白河为主，其余地方以坑塘分布为辅的空间特征，未有较大迁移改变^[29]。
- (5) 通州区的建设用地空间增长呈现聚簇状，即以大量零星“聚集地”为核心向外延展的趋势。而生态用地（耕地、林地、草地和水域）在空间上多集中分布在通州区东南部。其中耕地大量成片分布于乡间，且农耕重心整体呈向东南方向转移的趋势。
- (6) 通州区土地利用变化的驱动力主要表现在人口、经济以及产业聚集、政策规划和自然环境五个方面，其中人口是土地利用变化的基础，经济和产业聚集是变化的动力，政策规划对土地利用起着强大的引导作用，而自然环境又对土地利用起着不可忽视的制约作用。

2 未来发展建议

《北京市十三五规划纲要》明确表示，要集中力量建设市行政副中心，坚持高起点规划、高标准建设，严控建设规模和开发强度，优化组团发展布局，加快形成内涵集约的发展模式。通州未来的城镇发展会更加注重质量、避免“城市病”的发生。“精明增长”理论的提出旨在解决郊区“无序蔓延”的“城市病”，对于城市规划及发展具有重要的理论意义。通州应以提高土地利用效率，合理控制城镇扩展，保护生态环境，促进城乡协调发展、提高居民生活质量的发展模式应对未来的城镇发展^[30]。本文对照“精明增长”的核心内容、原则以及通州现阶段的空间扩展特征，对未来通州城镇的发展提出一些建议：

- (1) 加快通州新城的基础设施建设，提高城市功能的服务效率；
- (2) 大力全区公共交通，分散城区交通压力；
- (3) 注重集约节约用地，提高土地利用效率；
- (4) 保护生态环境，促进城市可持续发展；
- (5) 注重景观建设，打造特色新城。

3 不足与改进

本文在研究过程中，因为受到遥感数据、社会统计数据等因素的限制，以及自身的技术水平，使得论文研究存在很多不足之处，对各个方面的分析深度还应该进一步提高

- (1) 收集的原始影像数据和遥感信息分类提取的精度还需进一步提高，本次选择研究的遥感数据为 2014 年和 2016 年两期，时间上间隔较短以及选择的时相较少，下一步需要选择较多的时相进行进一步研究
- (2) 本文对土地利用类型的分类是主要采用监督分类的方法，同时也结合目视解译的方法，下一步需要采取多种分类方法进行对比分析，以此来提高分类的精确度。
- (3) 在对研究区土地利用驱动力的研究中，分析的驱动因子较为单薄，在后续的研究中，需要引入更多其他的因子，运用更先进的分析模型进行进一步研究
- (4) 由于时间的限制，本文对通州的土地利用的未来发展趋势只是进行了预测，后面还需要进一步研究。

参考文献

- [1] Karathanassi V, Iossifidis C H, Rokos D. A texture-based classification method for classifying built areas according to their density[J]. International Journal of Remote Sensing, 2000, 21(9): 1807-1823
- [2] 田淑芳, 詹睿等. 遥感地质学 (第二版). 地质出版社, 2013, 8(2): 3-6
- [3] Miles G Logsdon, Earl J Bell and Frank V Manila, probability mapping of land use change: A GIS interface for visualizing transition Probabilities Computers [J], Environment and Urban Systems, 1996, 20(6), 389-398
- [4] 顾朝林. 北京土地利用/覆盖变化机制研究 [J]. 自然资源学报, 1994, 14(4): 307-312.
- [5] 张佳晖. 城市化背景下的北京市通州区土地利用遥感监测 [J]. 地理信息世界, 2012(6): 58-64.
- [6] 陈述彭. 城市化与城市地理信息系统[M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [7] 刘睿. 天津市城市热岛效应的分析与研究. [D] 天津大学, 2003.
- [8] 娄青香, 刘慧平. 利用纹理分析方法提取 TM 图像信息[J]. 遥感学报, 2004, 8(5): 458-464.
- [9] 毛晓利, 赵鹏祥, 王得祥等. 非监督数字化分类与 GIS 在土地沙漠化动态监测中的应用 [J]. 西北林学院学报, 2005, 20(3): 6-9
- [10] 杨玉婷、石培基、潘竟虎. 干旱内陆河流域土地利用程度差异分析--以张掖市甘州区为例[F] 干旱区资源与环境. 2012-02 (26): 103-104
- [11] 徐涵秋. 利用改进的归一化差异水体指数 (MNDWI) 提取水体信息的研究[J]. 遥感学报, 2005, 9(5): 589-595.
- [12] 查勇, 倪绍祥, 杨山. 一种利用 TM 图像自动提取城镇用地信息的有效方法[J]. 遥感学报, 2003, 7(1): 37-40.
- [13] 陶蕴之, 张甜, 梁琦珍, 李文. 基于转移矩阵的环渤海土地利用研究[J]. 绿色科技, 2016, 02: 4-7
- [14] 王丹, 王士君. 美国“新城市主义”与“精明增长”发展观解读[J]. 国际城市规划, 2007, 02: 61-6
- [15] 王新生, 刘纪远, 庄大方, 王黎明. 中国特大城市空间形态变化的时空特征[J]. 地理学报, 2005, 03: 392-400
- [16] 王永泽. 济南市新型城镇化重点地域产业园区发展研究[D]. 山东师范大学, 2013
- [17] 王丽萍, 周寅康, 薛俊菲. 江苏省城市用地扩张及驱动机制研究[J]. 中国土地科学, 2005, 06: 26-29.
- [18] 肖琳, 田光进. 天津城市扩展空间模式与驱动机制研究[J]. 资源科学, 2014, v. 3607: 1327-1335
- [19] 徐涵秋. 福清市城镇空间扩展规律及驱动机制 分析 [J]. 遥感技术与应用, 2002, 02: 86-92
- [20] 徐辉. 基于遥感和 GIS 的京津冀都市圈城乡建设用地变化分析[D]. 首都师范大学, 2008.
- [21] 杨荣南, 张雪莲. 城市空间扩展的动力机制与模式研究[J]. 地域研究与开发, 1997, 02: 2-5+22
- [22] 周锡饮, 师华定, 王秀茹, 等. 蒙古高原近 30 年来土地利用变化时空特征与动因分析 [J]. 浙江农业学报, 2012(6): 56-61.
- [23] 杨勇, 任志远. 基于 GIS 的关中地区土地利用/覆盖变化对比研究 [J]. 干旱区资源与环境, 2013(5): 23-29.
- [24] 何春阳, 史培军, 陈晋, 等. 北京地区土地利用/覆盖变化研究 [J]. 地理研究, 2001, 20(6): 679-687.
- [25] 陈百明. 试论中国土地利用和土地覆被变化及其人类 驱动力研究 [J]. 自然资源, 1997(2): 31-36.
- [26] 晋秀龙. 城市边缘区土地利用类型及空间扩展模式[J]. 资源开发与市场, 2000, 16(6)
- [27] 高雪莲. 超大城市产业空间形态的生成与发展研究[M]. 北京: 经济科学出版社, 2007.
- [28] 雷军, 张雪艳, 吴世新等. 新疆城乡建设用地动态变化的时空特征分析[J]. 地理科学, 2005, 25(2): 161-166.
- [29] 李晓文, 方精云, 朴世龙. 上海及周边主要城镇城市用地扩展空间特征及其比较[J]. 地理研究, 2003,

- 11, 22 (6): 769-779.
- [30] 顾蕾, 吴春骏, 王鑫. 基于遥感的临安市土地利用变化及驱动力分析 [J]. 浙江林学院学报, 2009, 26(6) : 870 -876.