

近两百年江苏省城乡建设用地数量估算与空间重建

林忆南¹, 金晓斌^{1,2}, 杨绪红¹, 龙瀛^{2,3}, 周寅康^{1,2}

(1. 南京大学地理与海洋科学学院, 南京 210023; 2. 南京大学自然资源研究中心, 南京 210023;
3. 清华大学建筑学院, 北京 100084)

摘要: 以典型历史断面下的建设用地为研究对象, 以数量估算控制下的空间格局重建为基本思路, 在 200 m×200 m 网格下, 估算并重建了近 200 年 5 个时间断面下的江苏省建设用地(城镇用地和农村聚落用地)的空间格局。在数量估算方面, 历史时期(1820 年)的城镇用地主要采用城垣、市镇四栅等作为代用指标; 近现代时期(1911 年、1936 年、1952 年), 主要通过人口、社会经济等数据, 结合一定假设确定人均用地数量进行推导; 各时期的农村聚落用地均以人口数量为基础, 根据人均住房面积和社会经济数据修正确定。在空间重建方面, 结合遥感数据解译获得的现代(1985 年)土地利用数据, 借助基础地理数据, 在一定假设条件下, 通过数量控制、边界控制、适宜性控制, 兼顾用地连片性等予以确定。结果表明: ① 各时间断面下的江苏省建设用地数量分别为 963.46 km²(1820 年)、1041.94 km²(1911 年)、1672.40 km²(1936 年)、1980.34 km²(1952 年)和 10687.18 km²(1985 年); ② 建设用地在空间分布上具有亲水网、路网等特征, 并随居民点极化与扩散效应而不断扩张; ③ 通过变化过程与演化趋势检验、建设用地与生产协调性分析、居民点空间数量与格局分析方法, 间接证明了重建结果的合理性。

关键词: 建设用地; 网格化; 重建; 近 200 年; 江苏省

DOI: 10.11821/dlxb201703010

1 引言

全球气候变化与人类活动剧烈地改变着地表覆被状态, 增加了地表生态系统的脆弱性。伴随西方工业革命, 科技快速发展, 生产力显著提升, 人口膨胀, 现代城市兴起, 建设用地空间拓展随之成为土地利用变化的主导特征之一^[1]。建设用地通过改变地表下垫面的性质, 同时加剧化石燃料燃烧等人类活动, 对区域及全球气候产生严重影响。

中国较为丰富的历史文献中针对建设用地的记载较为有限, 加之建设用地利用形态多样、驱动机制复杂等特点, 对于建设用地历史时空格局重建研究难度较大。目前学术界围绕此研究, 多以中心城市为对象, 采用多源数据(历史文献、专题地图、遥感影像)相结合的方法进行综合分析。如 Liu 等^[2]收集历史土地统计数据 and 现代遥感数据, 结合人口数据重建了中国 1700-2005 年间的城市用地数量; Tian 等^[3]以遥感影像和历史统计记录作为土地面积数据源, 利用影像观测面积与其历史记录面积的比值为修正参数, 修正恢复了各个典型时段下的印度 1880-2010 年间的土地利用数据; 何凡能等^[4]通过建立城墙周长与用地间的联系, 利用清中叶城周数据估算了 1820 年传统农区城市建成区面积;

收稿日期: 2016-06-01; 修订日期: 2016-11-05

基金项目: 国家自然科学基金项目(41340016) [Foundation: National Natural Science Foundation of China, No.41340016]

作者简介: 林忆南(1991-), 女, 浙江舟山人, 硕士生, 主要研究方向为土地资源管理研究。E-mail: lin_yinan@126.com

通讯作者: 金晓斌(1974-), 男, 甘肃兰州人, 博士, 副教授, 主要研究方向为土地资源管理研究。

E-mail: jinxb@nju.edu.cn

方修琦等^[5]、尹昌应等^[6]、纪芸等^[7]、李松等^[8]利用历史文献、历史地图，结合现代遥感影像分别对百年尺度北京、上海、广州、贵阳等城市的城区变化进行了研究。在空间重建方法上，主要分为“自上而下”的静态配置和“自下而上”的动态演化。前者的空间分配底图的指示因子多为现代土地利用格局、人口密度、土地适宜性评价值。如Liu等^[2]利用遥感解译的当代土地利用格局底图生成历史土地利用格局；Tian等^[3]采用现代人口密度底图与历史人口数量生成历史土地利用格局；潘倩等^[9]、林忆南等^[10]选取地形、距河流距离等自然条件因子与距居民点距离等社会经济条件因子构建适宜性模型，利用适宜性底图重建历史建设用地空间格局。后者除上述配置指示因子外，同时利用各种算法和规则表征人类土地利用行为，由网格单元经过逐次循环迭代实现重建历史土地利用空间格局。如Schaldach等^[11]以人口变化数据作为主要驱动力，根据地形坡度、道路基建设和保护区因子进行土地适宜性分析，根据新的人口密度和土地适宜性，将人口在城市和农村栅格单元之间进行分配，当栅格单元中的人口密度值大于设定值时，土地利用类型将进行转换；Ray等^[12]在GIS技术的支持下，采用人工神经网络的算法来显化不同时期的土地利用遥感数据间所具有的不同类型相互转化的规律，对美国密歇根马斯基根河流域建设用地空间分布进行了分步转化与重建；白淑英等^[13]用现代地形图和航片生成以土地利用转移概率矩阵，以光、热、水等作为自变量，历史土地利用类型变化作为因变量，进行logistic二元回归建模，配置土地利用空间格局。

已有研究提出了富有启发性的历史建设用地重建思路，但在重建对象的完整程度、关键影响因素的识别量化、空间解析精度细化等方面仍有进一步完善的空间。本文根据历史背景的典型性和基础数据的可获取性，选取近200年间处于中国3个不同政体时期的5个时段（清中期1820年、清末民初1911年、民国中期1936年、新中国建立初期1952年、改革开放初期1985年），以建设用地（城镇用地（含城市及市镇）和农村聚落用地）为研究对象，以现代江苏省域为研究区，考虑城镇发展过程和人地关系协调，利用历史文献资料 and 现代资源环境数据，提出历史建设用地重建思路，实现时空格局重建，并对重建结果进行验证。以期为更大空间范围和更长时间尺度下的建设用地重建或多地类重建提供方法借鉴和数据支持。

2 建设用地变化特征与重建思路

2.1 建设用地变化特征

现有建设用地多是由聚落演化而来。聚落最初仅是人类为了满足基本居住需求，而后为了进一步寻求经济发展、政治演进、宗教宣传、文化培育、防御需要或生活协助而出现的大规模的集居。聚落空间格局的形成、演变一般由“点”到“轴”、由“轴”到“面”。一些节“点”因聚集程度增强，逐步成长为区域中心。扩散效应使中心影响并带动周围地区发展。这一过程首先发生在交通沿线附近，形成沿交通线的重心区，即“轴”。轴的交叉与点的组合，产生了向“面”上更大的扩展效应，区域内形成更密集与更具现代化的交通网络和城镇结构^[14]。

城镇用地，在本文中包括城市和市镇。其中，城市用地是指县级及以上行政单位驻地范围内实现居住、祭祀、道路、市场、防御、仓储与管理等用途的土地；市镇用地是指县以下经济、人口较为聚集的集镇中居住、商贸、仓储、生产等用地。历史时期，中国城镇发展较为缓慢，一般规模较小，大多具有较为明确的边界（城墙、四栅^①）。城镇

① 指市镇中手工作坊、商业行庄店肆等分布的范围，又称市街或街市。

中心地带一般分布着手工业区、市场、居住区、官府衙署、庙宇等，城墙至城中心地带还留有一定数量的耕地和空地。随着城镇人口不断增加，城镇用地首先进行填充式增长，直至城内人口饱和或原有城墙对城市发展产生严重束缚，用地将突破城墙范围；近代，资本主义的入侵加剧了各种要素在城镇空间的集聚，推动了城镇规模的扩张和新兴工业城镇的诞生，城镇化带动了城镇用地不断向外围扩张；现代，城镇用地伴随其产业和人口的迅速增长，进一步向四周郊区扩展。交通方式的改进和运输设施的完善使城镇扩展效率不断提升，城市边缘快速向远郊区延伸。城镇结构呈现网络化发展趋势，城镇用地也不断由点轴式扩张向点轴面式扩张转变^[5]。

农村聚落用地，指在城镇范围外，进行非农业建设所使用的土地，既包括农户住房用地、庭院、晒场用地，也包括村内基础设施和公共设施用地等^[6]。历史上，大部分农村聚落的发展与变化过程较为缓慢，许多农村聚落中心长期保持稳定^[7]；近代，农业技术落后，加之缺少有利的政策及发展环境，农村经济发展较为落后，农民新建房屋及更新速度较为缓慢，房屋大多沿着村庄的主要交通路线修建，农村聚落用地多呈现出点轴式向外蔓延。随着中心聚落不断发展和扩大，周边规模较小、分散的聚落被逐渐吸引或迁移到大聚落中去，农村聚落逐步由分散向规模化、集中化的方向发展；现代（尤其是20世纪80年代后），随着农业生产条件的进步，农村经济迅速发展，农民生活条件大幅提高，新建房屋和改善现有住房条件成为热潮，农村聚落用地扩展以蔓延式扩展为主，多直接占用周边农地。

2.2 历史建设用地重建思路

现代建设用地的数量可以通过统计、遥感等方式获取。受土地管理制度影响，中国有关建设用地较为全面的统计始于20世纪90年代；而遥感技术于20世纪60年代兴起，其数据的大范围应用主要集中在近30多年。受历史文献记载数据范围和完整性的制约及史料文献可获取性的影响，历史时期的建设用地一般采用以下方法进行估算：①根据历史文献或现代统计数据，辅以其他历史资料，依据原始记载数据的可信程度加以合理修正；②根据历史时期人口数量、人口结构、人均用地水平等间接指标，估算当时用地数量；③采用人口之外且与用地数量有关的代用因子（如城墙周长与形态）推算用地数量。

本文根据城镇用地和农村聚落用地在不同历史时期的扩张过程及表现特点，以现代（1985年）建设用地分布格局为基础，通过数量控制、边界控制、适宜性控制，兼顾用地连片性等实现对4个典型历史断面（1820年、1911年、1936年、1952年）建设用地空间格局的重建。研究技术路线如图1所示。

（1）数量估算主要通过挖掘史料，对相关文献数据进行搜集、整理和修正。

① 城镇用地：历史时期（1820年）主要基于城垣周长、城池形态、城市组合、市镇四栅等数据确定单个城镇的用地水平，结合城、镇数量推算城、镇用地数量；近现代（1911年、1936年、1952年）主要基于社会经济数据修正所设置的人均用地水平，结合人口总数、人口结构得到的城镇人口推算用地数量，并根据城镇人口内部结构，将城镇用地数量细分得到城市及市镇的用地数量。

② 农村聚落用地：各期均通过人均住房规模、住宅容积率推算人均用地水平，结合不同时段农村人口数量推算农村聚落用地数量。

（2）空间重建以历史土地利用（水体、耕地）、现代地理要素（地貌、聚落点）为基础，基于一定假设，通过各期用地数量控制、现代格局和历史地类限制的边界控制、建设用地适宜性控制，兼顾用地连片性，在200 m×200 m网格下实现江苏省历史建设用地

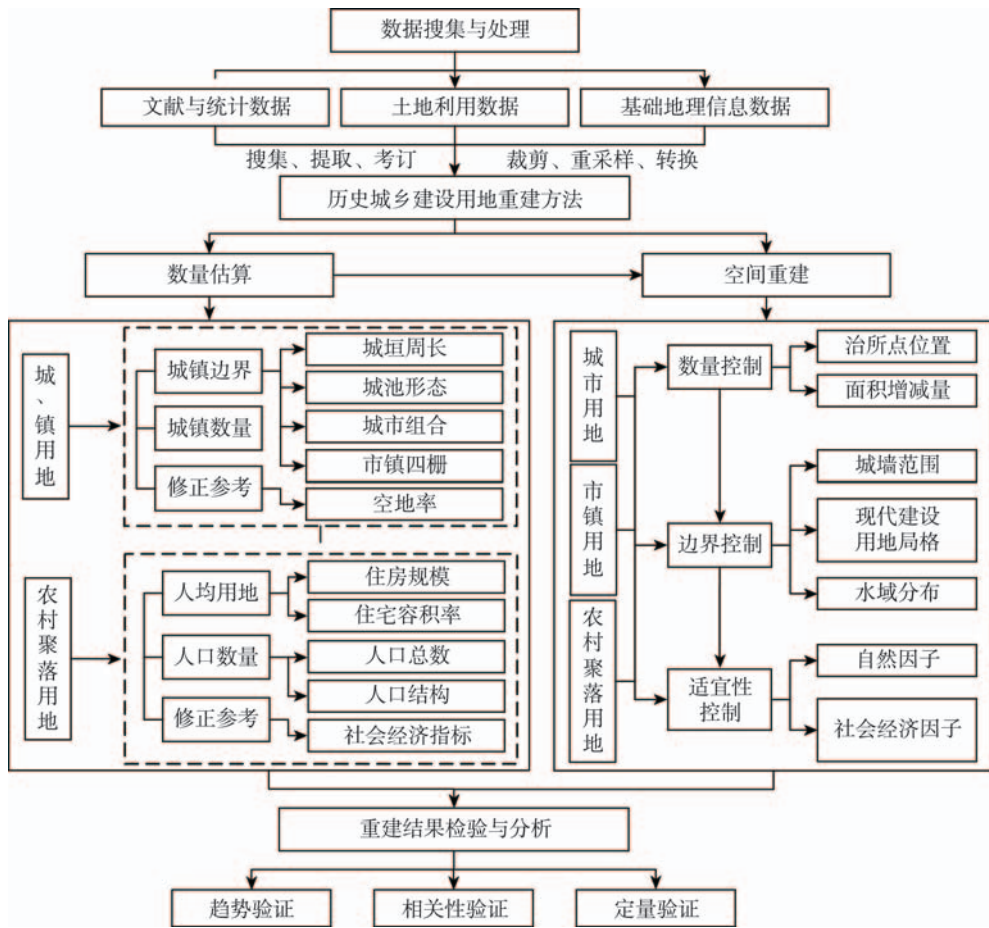


图1 技术路线

Fig. 1 The technical route of the study

空间格局重建。

(3) 在数量估算及空间格局上分别对重建结果进行检验，分析重建结果的合理性。

3 研究区概况与基础数据

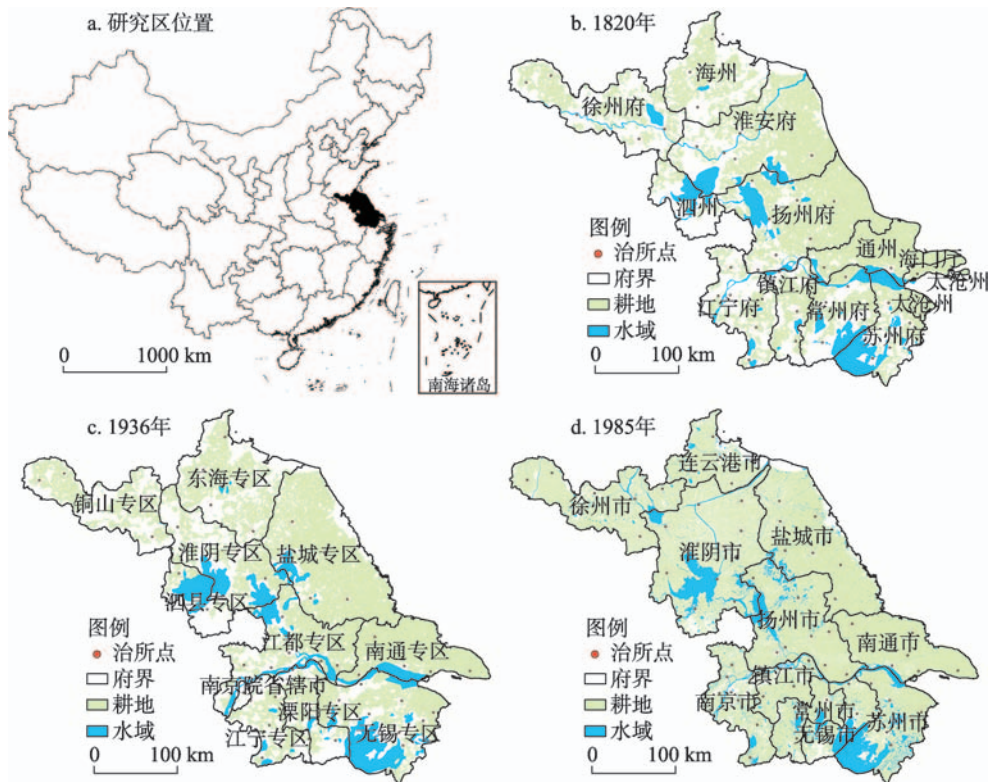
3.1 研究区概况

研究区为现代行政区划下的江苏省，位于116°18'E~121°57'E、30°45'N~35°20'N，处亚热带向暖温带过度地带；地势低平，呈现南北高，中间低，自西向东倾斜；地貌以平原为主，占区域土地总面积的68.81%；境内河川交错，水网密布，水面占比16.86%，海岸线长达954 km。

江苏是中国传统农区的重要组成部分，自古就是中国的主要粮食种植区和经济社会活跃地带。随着唐宋以来手工业的发展，该区城市经济和商品经济发达，繁荣的商业活动又刺激和资助了文化活动，使得这里成为有清一代中国文化最为发达的地区之一。

行政区划沿革方面，江苏于清康熙六年（1667年）正式建省^[18]。以现行江苏省域为界，研究期内行政建制虽有所更迭，但从1820年至民国时期，乃至新中国成立前，府级

区划变化不大。清中期(1820年)至清末民初(1911年)主要为7府4州1厅,即江宁府、苏州府、常州府、镇江府、扬州府、淮安府、徐州府、通州、海州、泗州、太仓州、海门厅;民国中期(1936年),实行行政督察区制度,江苏省被划分为若干行政督察区下辖各县。在现行江苏省范围内包括江宁专区、溧阳专区、无锡专区、南通专区、江都专区、盐城专区、淮阴专区、东海专区、铜山专区、泗县专区;新中国成立后,1983年,江苏实行市管县体制,设南京、无锡、徐州、常州、苏州、南通、连云港、淮阴、盐城、扬州、镇江11个市(图2)。



注:耕地数据采用Yang等^[19]的研究成果;水域数据来自中国历史地理信息系统^[20]。

图2 研究区典型时段行政沿革及土地利用变化

Fig. 2 The changes of administrative evolution and land use of the study area

3.2 基础数据

本文基础数据主要包括三方面:一是文献与统计数据,主要用于用地数量估算的控制,包括城镇、农村聚落方面的代用数据与人口、社会经济方面的数据;二是土地利用数据,用于确定建设用地的空间范围,包括现代建设用地空间格局、历史耕地、水域等数据;三是基础地理信息数据,用于进行用地空间重建的控制,包括治所、地形等数据。

(1) 文献与统计数据。① 城镇数据:1820年城垣周长数据来自《嘉庆重修一统志》^[21];清代城市数量及行政建制数据来自《清史稿》^[22]、《清代地理沿革表》^[23];新中国成立前后城镇人均用地数据来自《江苏城市历史地理》^[24];明清市镇四栅数据来自樊树志^[25]研究成果;② 农村聚落数据:20世纪30年代农村人均住房规模数据采用卜凯^[26]的调查结果;农村住宅容积率数据来自宋伟等^[27]、林忆南等^[10]研究成果;③ 人口数据:1820年、1911年、1936年、1952年分府(市)人(户)口数据来自曹树基^[28]、中国人口地理信息系

统^[29]等研究成果修正与《江苏五十年》^[30]；人口结构数据来自王树槐^[31]研究成果、《江苏五十年》^[30]、《江苏农村经济50年》^[32]；④社会经济数据：清末民初城镇会馆商会数据来自王树槐^[31]研究成果；清末民初农村农业公司数据来自中华民国史档案资料汇编（第3辑农商）^[33]；20世纪30年代城镇各业产品总值数据来自中华民国史档案资料汇编（第5辑财政经济）^[34]；20世纪30年代农村互助社数据来自中国第二历史档案馆农业部及社会部档案卷宗^[35]、孙振兴^[36]研究成果修正；1952年城镇二三产业增加值数据来自《江苏五十年》^[30]；1952年农村工业劳动力数据来自《江苏农村经济50年》^[32]。

（2）土地利用数据。历史时期耕地分布采用Yang等^[19]研究成果；历史时期的水域分布来自中国历史地理信息系统^[20]、《中华民国全国分省地图》^[37]和《江苏省地图集》^[38]；现代（1985年）土地利用数据来自地球资源观测和科学中心^[39]；清代城市用地率（空地率）来自《中国古代地图集(清代)》^[40]、20世纪40年代侵华日军江苏省城市测绘图^[41]。

（3）基础地理信息数据。①行政界线、历史时期治所点数据来自中国历史地理信息系统^[20]；②高程、坡度数据来自国际科学数据服务平台^[42]；③道路数据来自《中华民国全国分省地图》^[37]、《江苏公路交通史》^[43]。

4 研究方法与时空格局重建

4.1 典型时段建设用地数据估算

4.1.1 城镇用地数量估算 城镇是人口、资源、环境和社会经济要素高度密集的综合体。城镇用地随各要素的发展向四周扩展的过程，具有时间上的顺序性、阶段性、不可逆性与空间上的特殊性，体现了区域城镇某一发展阶段上空间格局的变化。历史阶段（1820-1911年），中国的城镇化水平（城镇人口比例）基本稳定维持在10%左右^[44]。多数城市是官府设立的政治中心，且筑有城墙。一方面，在一段时间内，城内人口不断变化，但城墙内用地则保持稳定，因此，城镇人均用地面积在一段时间内出现较大波动，历史城镇用地的数量估算就不能过分依赖城镇人口及人均用地水平；另一方面，正是由于城墙的存在，使得城镇与乡村截然分离，景观、功能、土地利用方式等泾渭分明，城墙的样态即是城镇的形态，城墙所圈占的面积即为城镇占地面积。

本文中1820年的城镇用地数量采用城垣周长及形态、四栅数据代替转化进行估算，并引入空地率参数（ α ）表征城垣内存在的耕地和空地，对城镇用地数量进行修正。同时考虑城市特殊治所形式（如府县同城、多县同城），计算府级城市用地面积：

$$\begin{cases} A_i = L_i \times W_i \times (1 - \alpha_i) \\ L_i \times W_i = \frac{P_i}{4} \end{cases} \quad (1)$$

式中： A_i 为城镇*i*用地面积； L_i 、 W_i 分别为城镇*i*边界的长、宽； P_i 为城镇*i*城墙周长，以矩形作为城镇的统一形态^[10]。

（1）清中期（1820年），以《嘉庆重修一统志》及各地方志中的记载为基础，参考《清史稿》和《清代地理沿革表》，提取各城市城垣周里数及分府城镇数量。市镇四栅参考资料相对丰富的江南市镇情况^[25]， $L_i \times W_i$ 大镇取 $3.75 \times 10^6 \text{ m}^2$ ，中镇取 $2.5 \times 10^6 \text{ m}^2$ ，小镇取 $2.5 \times 10^5 \text{ m}^2$ ； α_i ^②省城取65%^[40]，府城取50%^[41]，县城和市镇取40%^[41]。特殊治所形式

② 利用《测绘金陵城内地名坐向清查荒基全图》（20世纪10年代）结合20世纪40年代侵华日军江苏省城市测绘图综合确定。文中将清朝中期（1820年）至城镇空地率提取用图的绘制时间（金陵城20世纪910年代，其他城镇20世纪40年代）时段内城内新增的建设用地与清朝中期城外存有的建设用地数量上作相抵处理。

中, 府县同城仅计算府城面积, 多县同城仅计算一个县城的面积^③。

在历史时期城镇用地的基础上, 社会经济、政策制度等的发展改变人口数量与人口结构, 从而影响对土地资源的需求, 居住、生产、商业活动等用地随之扩大。近代, 城墙对束缚城市发展的阻力愈发明显, 城市用地逐渐突破城墙, 出现明显扩张。本文中, 近现代各时段(1911年、1936年、1952年)的建设用地数量结合人口数量和人口结构进行估算:

$$\begin{cases} A_j = A_{\overline{jp}} \times P_T \times \beta_j, & (j = u, t, v) \\ A_{\overline{up}(t)} = (A_{\overline{up}(t)} = A_{\overline{ip}(t)}) = A_{\overline{upb}(t-1)} + \left| A_{\overline{ups}(t)} - A_{\overline{upb}(t-1)} \right| \times \left(\frac{N_{uc(t)}}{N_{pc(t)}} \div \left(\frac{N_{uc(t)}}{N_{pc(t)}} \right)_s \right) \end{cases} \quad (2)$$

式中: A_j 为用地数量, 其中 u 、 t 、 v 分别代表府级城市、市镇、农村; $A_{\overline{jp}}$ 为人均用地水平, 其中设定城镇人均用地水平 $A_{\overline{up}} = A_{\overline{ip}} = A_{\overline{vp}}$; P_T 为府级人口总数^[28-29, 31]; β_j 为府级人口结构占比^[30-31]; $A_{\overline{upb}(t-1)}$ 为 $t-1$ 期各府城镇人均用地水平; $A_{\overline{ups}(t)}$ 为 t 期城镇人均用地水平标准, 其中, 城内人口趋于饱和时的城镇人均用地水平 $A_{\overline{ups}}$ 为:

$$A_{\overline{ups}} = \frac{L_i \times W_i}{H_i \times P_{Hi}} \quad (3)$$

式中: H_i 为城内户数, P_{Hi} 为户均人口数; $N_{uc(t)}$ 为 t 期各府城镇社会经济指标; $N_{pc(t)}$ 为 t 期各府城镇人口数量; $\left(\frac{N_{uc(t)}}{N_{pc(t)}} \right)_s$ 为 t 期城镇人均社会经济指标标准, 与 $A_{\overline{ups}(t)}$ 相对应。

(2) 清末民初(1911年)。除省城和部分府城内尚留少量空地外, 绝大部分县城内部拥挤严重, 人口出现向城外发展。利用此时该城市城墙内的土地面积与城内人口数量推算城内人口趋于饱和时的城镇人均用地水平^④。以该时段会馆商会的数量, 表征商业的发达程度, 以此修正各府城镇人均用地水平。

(3) 民国中期(1936年)与建国初期(1952年)。民国中期, 各业在城镇设厂, 民族资本开始有较大的发展。自1937年, 江苏各地不同程度地受到侵占, 交通运输系统瓦解, 工业工厂被占驻, 手工业大都陷于停顿, 这一时期城镇发展处于停滞状态。抗战结束至新中国成立, 城镇人口逐渐回升, 城镇建设逐步恢复。假定民国中期的城镇建设发展与新中国成立初期相当, 城市人均用地水平^⑤依据新中国成立时期数据确定。分别以能够反映地区间经济及城镇发展水平差异的1936年城镇人均各业产品总值、1952年城镇人均二三产业增加值作为社会经济指标, 修正各府(市)城镇人均用地水平。

4.1.2 农村聚落用地数量估算 农村是聚落体系的重要组成部分。现有历史文献鲜有关于大范围农村聚落用地数量的记载。农村聚落多以亲缘或宗族关系为纽带, 形成过程缓慢稳定, 数量及分布主要受人口、家庭结构、居住方式, 以及地形、水源、耕作半径等要

③ 府县同城包括江宁府与其附郭县江宁县、上元县; 镇江府与其附郭县丹徒县; 常州府与其附郭县武进县、阳湖县; 苏州府与其附郭县长洲县、吴县、元和县; 太仓州与镇洋县; 扬州府与其附郭县甘泉县、江都县; 淮安府与其附郭县山阳县; 徐州府与其附郭县铜山县。多县同城。包括常州府中无锡县与金匮县; 宜兴县与荆溪县; 苏州府中常熟县与昭文县; 昆山县与新阳县; 吴江县与震泽县。

④ 如仪征城内人口约2万, 城外有1.2万^[31]; 镇江城内人口约6.5万, 而城外则有13.7万^[31]。可知在上述城市中, 原本城墙内的空地在近百年的时间里开发殆尽。该时段城镇人均用地标准参考镇江城和仪征城的均值, 取30 m²/人。

⑤ 根据解放前无锡市及徐州市市辖区城市人口^[31, 32]和建成区面积^[34], 求得得到城镇人均用地面积分别为44 m²/人、61 m²/人。1936年与1952年城镇人均用地标准, 前者取较小值, 后者取平均值, 即51 m²/人。

素的影响，一般不受特定空间物理障碍（如城墙）的阻隔。农村地区社会功能形态简单，用地以耕地及农村聚落用地为主，人口与耕地关系的变动影响着农村聚落的生成和演化。在农耕社会，耕地的产出能力受到自然条件、劳力投入和耕作技术的多重约束，使得一定数量的耕地所能供养的人口数量受到限制。人口、耕地和农村聚落三者不断在时间、空间和功能上寻求协调平衡，以利于农业生产和农村社会的有效运转。因此，相较城镇用地，农村聚落用地数量与农村人口存在显著正相关。本文通过人口数据、人均用地水平、居住形式等推导各时段农村聚落用地数量：

$$\begin{cases} u = \frac{A_r}{A_{vpr}} \\ A_{h(n)} = \frac{A_{h(m)}}{P_{f(m)}} \times P_{f(n)} \div \lambda_{(n)} \\ A_{vp(t)} = A_{vpr(t)} \div \left(\lambda_{h(t)} - (\lambda_{h(t)} - \lambda_{l(t)}) \times \left(\frac{N_{ac(t)}}{N_{pv(t)}} \div \left(\frac{N_{ac(t)}}{N_{pv(t)}} \right)_{\max} \right) \right) \end{cases} \quad (4)$$

式中： u 为农村住宅容积率； A_r 为农村人均住宅面积； A_{vpr} 为农村人均宅基地面积； $A_{h(n)}$ 为研究期 n 农村户均宅基地面积； $A_{h(m)}$ 为依据年 m 户均宅基地面积； $P_{f(m)}$ 为依据年 m 农村户均人口； $P_{f(n)}$ 为研究期 n 农村户均人口； $\lambda_{(n)}$ 为研究时段 n 农村宅基地占农村聚落用地的比例， $(1-\lambda)$ 即为公共建筑用地占比； $A_{vp(t)}$ 为 t 期农村人均用地水平； $\lambda_{h(t)}$ 、 $\lambda_{l(t)}$ 分别为 t 期农村宅基地占聚落用地之比的上、下限； $N_{ac(t)}$ 为 t 期各府农村社会经济指标； $N_{pv(t)}$ 为 t 期各府农村人口数量； $\left(\frac{N_{ac(t)}}{N_{pv(t)}} \right)_{\max}$ 为 t 期农村人均社会经济指标的最大值。

历史时期，农村社会经济发展极为缓慢，农村用地结构相对稳定，居民住房结构多为单层，这一居住形式一直延续到20世纪70年代末。改革开放后，随着农村经济好转，居住条件不断改善^[45-46]。假设改革开放前农村人均住房面积基本保持稳定，这一阶段某一时期的农村人均住房面积可视为历史农村人均住房面积的一般值。本文进行如下参数设定：

(1) 清中期（1820年）。1820年农村住宅容积率以1978年的值计算（0.245）^[10]。进一步考虑不同农业区农户所饲养的家畜、家禽种类与数量对畜禽舍用地及其活动场地的影响。每田场平均各类家畜家禽数量在270~380头（只）不等，水稻茶区、扬子水稻小麦区、冬麦高粱区各类家畜家禽总量逐区递增，且家畜数量逐区递增^[26]。据此，对不同农业区内的 u 作微调。其中水稻茶区设为0.27（包括江宁府、镇江府、常州府、苏州府、太仓州）；扬子水稻小麦区设为0.245（包括通州、海门厅、扬州府、淮安府、泗州）、冬麦高粱区（包括海州、徐州府）设为0.22。1820年农村人均住宅面积采用1933年的调查数据，其中水稻茶区为16.81 m²/人、扬子水稻小麦区为20.44 m²/人、冬麦高粱区为14.08 m²/人^[26]。进而求得农村人均宅基地面积分别约为62.26 m²/人、83.43 m²/人、64 m²/人（暂不考虑农村公共建筑用地占比）。结合各府农户人口，得到分府农村聚落用地数量。

(2) 清末民初（1911年）。人均宅基地面积基本稳定，乡村社会经过漫长历史时期的积累，农村用地部分逐渐被用于交通、基础设施和公共设施，适度考虑农村公共建筑用地占比 $(1-\lambda)$ 。这一时期，政府出于战争、灾荒以及人口增长等的考虑，通过法令鼓励

垦殖。农业公司逐渐成立,进行了一系列农田水利工程建设。因此,以农村人均农业公司数量作为对各府农村公共用地占比作差别化处理的依据。

(3) 民国中期(1936年)。在南京国民政府的倡导推动下,合作运动快速发展。至1936年,江苏江南县均合作社数量71所,江北县均合作社数量56所^[36]。以村落为组织的单位,合作社下又开设互助社,规定区域内的农户应权属加入互助社为社员,连用保甲制度以一保组织一互助社,结合乡村社会建设运动,大力发展生产,兴办水利,开发产业,开展了生计、教育、卫生、宗教等综合性乡村建设工作^[47]。这一时期,农村公共建筑用地占比有所提高。因此以农村人均互助社数量对农村公共用地占比作差别化处理。

(4) 建国初期(1952年)。1950年开始中国进行全面土地改革,历时两年全部完成,农民生产积极性高涨,兴修水利,积肥改土,农业生产迅速得到恢复。1951年开始,试办初级农业合作社,1952年主要农产品产量达到历史最高水平。这一时期,农村劳动力中除农林牧渔业劳动力外,以工业劳动力为最多,主要从事自然资源的开发(如采矿、晒盐、森林采伐等)、农副产品加工以及工业品加工修理等。因此,以农村劳动力中工业劳动力人数占农村人口的比值作为对各府农村公共用地占比作差别化处理的依据。结合1985年遥感解译数据,近200年江苏省各期建设用地数量估算结果如表1、图3所示。

表1 近200年江苏省历史典型时段分府(市)建设用地数量^⑥(km²)
Tab. 1 Result of land area reconstruction of Jiangsu in the past 200 years (km²)

府名	时间			市名	时间	
	1820年	1911年	1936年		1952年	1985年
江宁府	61.97	66.22	105.27	南京市	107.28	792.67
镇江府	78.26	60.43	74.58	无锡市	107.17	394.34
常州府	149.53	76.06	157.05	徐州市	225.63	1832.11
苏州府	197.32	86.92	111.81	常州市	76.01	336.83
太仓州	19.36	12.72	27.40	苏州市	145.35	532.59
通州	54.56	144.54	219.91	南通市	301.81	331.75
海门厅	11.41	17.52	37.58	连云港市	103.66	996.25
扬州府	169.79	191.64	315.29	淮阴市	135.44	1564.71
淮安府	85.02	164.44	254.04	盐城市	227.85	987.07
泗州	36.73	19.21	49.03	扬州市	163.31	595.69
海州	30.07	80.68	116.67	镇江市	61.27	306.11
徐州府	69.45	121.55	203.76	泰州市	193.35	454.94
				宿迁市	132.19	1562.12
总计	963.46	1041.94	1672.40	总计	1980.34	10687.18

4.2 典型时段建设用地空间重建

4.2.1 空间配置原则 建设用地空间重建基于以下基本假设:①与建设用地布局相关的地貌等自然资源条件不随时间变化;②现代建设用地由历史建设用地逐步扩张发展而来,历史城市用地、市镇用地、农村聚落用地的范围不超过现代相应城市用地、城镇用地、城镇村用地的界限,已消亡的历史城市除外;③历史城市治所点均分布于现代城市范围内。对于历史过程中存在但现今消亡的城镇,结合历史城市的存废考证补充;④仅考虑村镇用地间正向演化,即村镇用地转化为城市用地及农村聚落用地转化为市镇用地

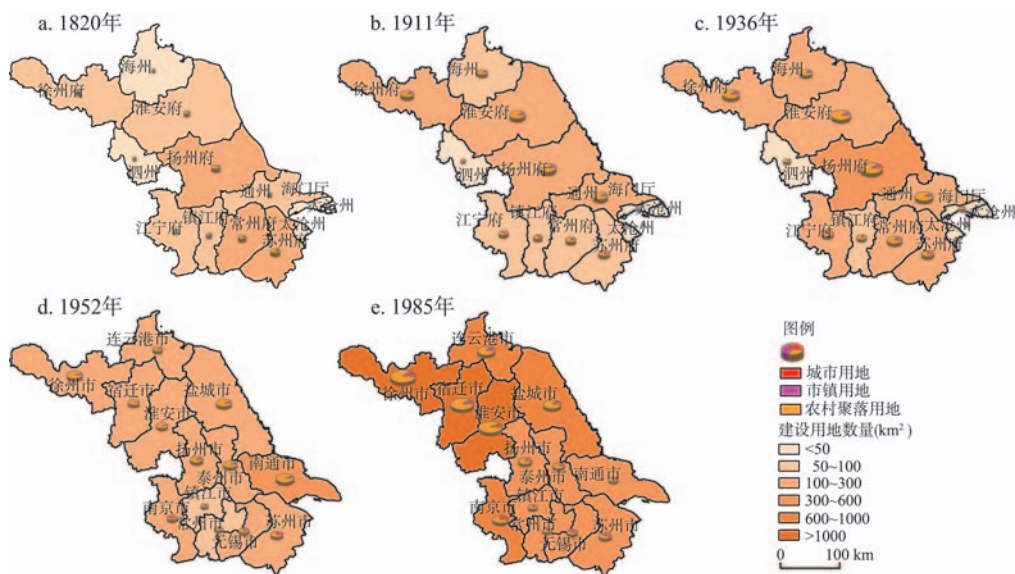


图3 近200年江苏省历史典型时段分府(市)城镇村用地数量变化

Fig. 3 Quantity of construction land of Jiangsu in the past 200 years

或城市用地，不考虑城镇用地间的逆向演化。

4.2.2 配置方法与配置结果 建设用地空间分布受自然与人文因素共同影响。从宜居、安全和生活生产便利角度，选取高程、坡度、距水域距离等自然条件指标，距道路、城镇、农村聚落点距离等社会经济指标，建立评价模型，熵权法确权，形成用地适宜性配置底图，兼顾用地连片性进行空间重建：

(1) 基期（1820年）。以城市治所点、市镇点及农村聚落点为中心，其中城市以城池形态为控制边界，基于栅格适宜性及连片性^[10]，将估算的城市、市镇及农村聚落用地规模对应的栅格数量分别确定为相应用地。其中，基期城市治所点、市镇点及农村聚落点，分别在现代城市点、城镇点及城镇村聚落点（由用地转化而来）范围内按城市存废情况、各府考证市镇数量、各府农村聚落用地估算数量所对应的聚落点数量根据现代治所位置、市镇及农村聚落用地面积按适宜性评价择优确定。

(2) 过程期（1911年、1936年、1952年）。城市用地、市镇用地及农村聚落用地分别在现代城市用地、城镇用地及城镇村聚落用地范围内进行扩张。城市用地按适宜性及连片性特征于城墙范围内扩增后发展至城墙外。市镇用地与农村聚落用地均按用地适宜性值高低确定用地空间位置。相应技术路线如图4所示。

根据上述方法，得到各时段下的建设用地空间格局。为便于显示，将布尔数据（200 m×200 m）转为比例型数据（1 km×1 km）（图5）。从图5中可以发现，近200年来江苏省建设用地总量呈显著增长趋势，但不同区域，不同时段的增长特征差别显著。建设用地空间分布上具有亲水网、路网等特征，并随居民点极化与扩散效应而不断扩张。

清中期（1820年），江苏省建设用地主要集中于苏州府、常州府等苏南地区，包括江宁府、镇江府、常州府、苏州府、太仓州在内的苏南地区的建设用地约占全省建设用地总量的一半。这一农业社会时期，水域对聚落空间格局影响较大，出于生产、生活的需要，区域中心聚落往往位于主要支流与干流的交汇处。农村聚落也因农耕灌溉等需要，多沿河流、湖泊分布。聚落分布密度，长江以南至太湖及周边众多小湖泊范围内的

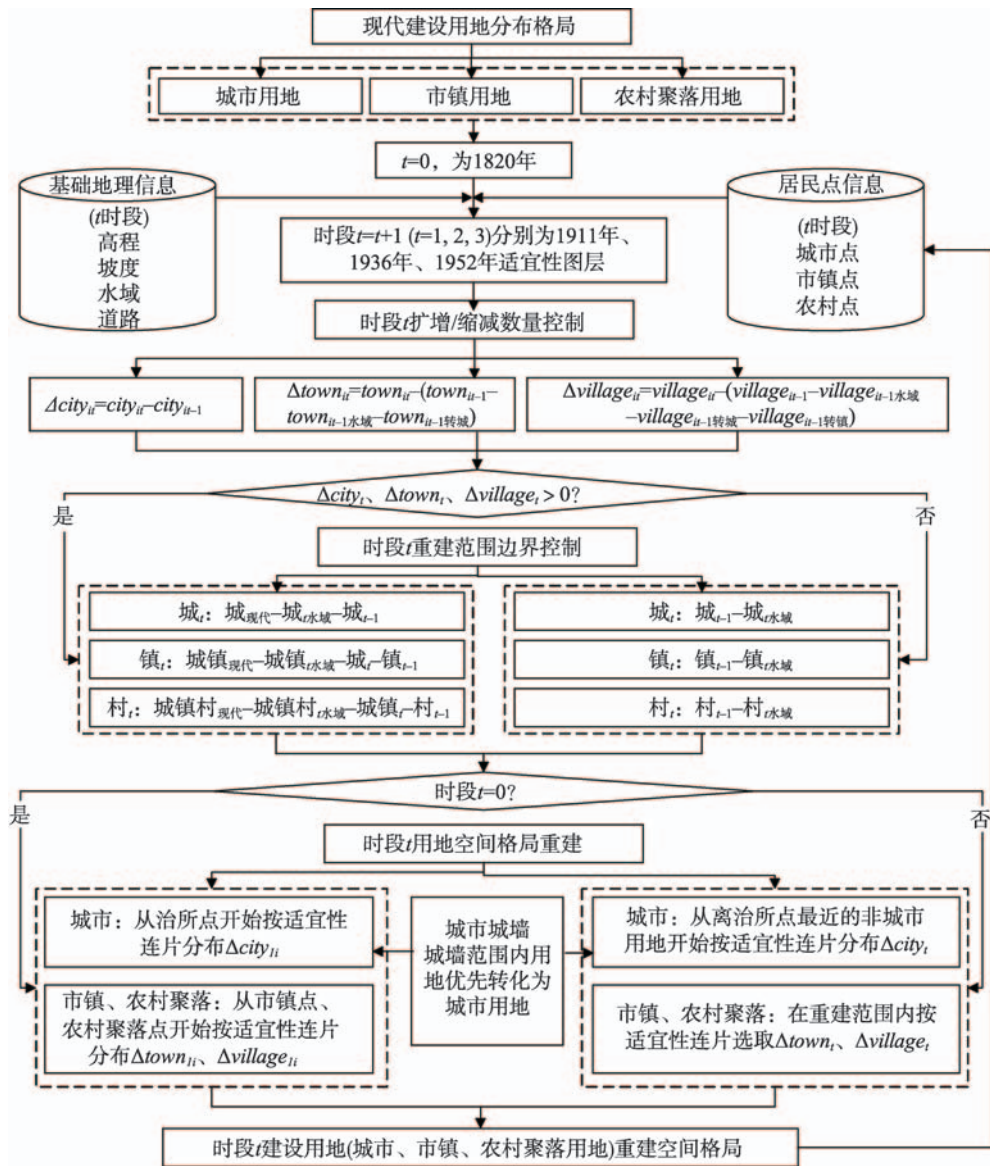


图4 典型时段建设用地空间重建

Fig. 4 Spatial reconstruction of construction land of historical time section

镇江府、常州府、苏州府中北部最密；苏中高邮湖一带的扬州府中部及西南部，长江以北的通州西部，苏北黄河下游入海江苏境内一段的淮安府西北部次之。至清末民初（1911年），苏南地区受战争影响用地分布密度骤减；苏中各府及苏北淮安府、徐州府、海州建设用地总量略有增长。苏北淮安府中部及徐州府西南部的建设用地分布密度有所增长。至民国中期（1936年），用地在苏中通州西部、扬州府中部以及在苏北骆马湖周边一带的徐州府东南部、灌河一带的海州南部、淮安府北部及中部、泗州西南部，分布较为密集。同期用地又因公路和铁路的修建，数量快速增长。至建国初期（1952年），用地在民国中期的基础有所增长，其中南通沿海地区用地分布密度增长较为明显，而淮安中南部用地分布密度因水域面积减小而有所减少。

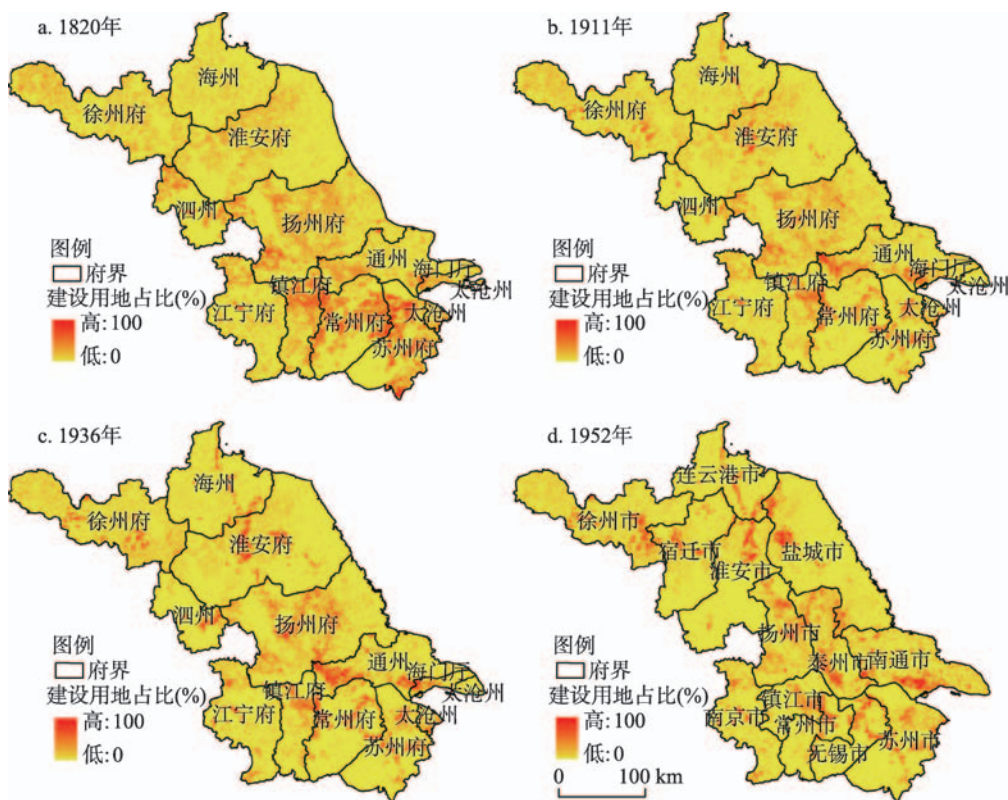


图5 典型时段江苏省建设用地分布格局

Fig. 5 Spatial pattern of construction land in Jiangsu on historical time section

5 结果验证

5.1 趋势验证与相关性验证

城镇用地。清中期（1820年），江宁府、苏州府因作为江宁布政史司及江苏布政史司的治所之地，人口城镇化率较其他府城高，两府城镇用地面积约占全省城镇用地面积的一半。这一时期，苏中、苏北地区的城镇发展缓慢。至清末民初（1911年），因鸦片战争（1840-1842年）及太平天国运动（1852-1864年）的爆发，苏南地区所受影响较大，城镇人口骤减，城内惨遭焚掠，建设用地数量因战争摧毁和人口骤减而大量减少，后逐渐恢复，城镇用地数量增长幅度小于苏中及苏北地区，其中江宁府城镇用地数量较少约20%。至民国中期（1936年），江苏社会环境相对稳定，民族工商业在城镇逐渐发展，城镇用地面积稳定增长，全省城镇用地面积约占建设用地总面积的16%，苏南各府城镇用地面积仍高于苏中、苏北地区。至建国初期（1952年），国民经济基本恢复，城乡建设与发展显著加快，城镇用地面积上苏南、苏中、苏北呈现逐级递减的态势。从上述历史过程来看，城镇用地重建结果与历史实际基本吻合，数据结果与总体趋势基本一致。

农村聚落用地。农耕社会，人们的生活、生产资料来源于区域内的资源与环境，特别是共同作为农业生产基地的耕地与农村聚落。耕地是农民最基本的生产资料和生存资源，农耕经济是农村聚落存在、发展的经济基础。农村聚落是农民的住所，也是进行饲养畜禽、仓储粮食的地方。耕地与农村聚落的发展是相互关联、相互促进的。通过分析

重建时段农村聚落面积与耕地数量间的相关性,可在一定程度上判断数量估算结果的可靠性。耕地数据中清代利用曹雪等的重建结果^[48];民国数据主要参考《中国近代农业生产及贸易统计》、《中国土地问题之统计分析》、《中国农业的发展(1368-1968)》等补充证订;建国后数据采用全国土地概查数据及中国经济统计数据库。采用SPSS统计分析,1820年、1911年、1936年和1952年府(市)级农村聚落用地与耕地数量规模的相关性系数分别为0.531、0.72、0.746、0.769,分别在10%、1%、1%、1%的水平上显著(图6)。

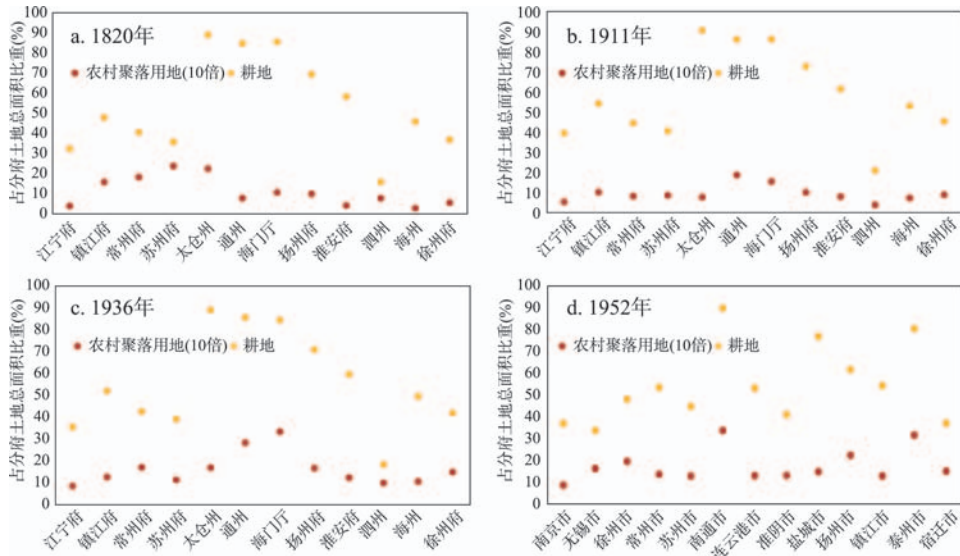


图6 典型时段分府农村聚落用地与耕地占比

Fig. 6 The proportion of rural settlement land and cropland of the study period at prefecture level

5.2 典型时段定量验证

为评估重建结果的可靠性,从历史数据的可得性出发,将重建结果与一定时期特定区域的历史地图进行直接对比,选用重建村镇点数量与历史地图集中村镇点数量的绝对误差、相对误差及覆盖率等指标对重建结果的精度进行定量评估。

$$AE = (rr - hm) \quad (5)$$

$$RE = (rr - hm) / hm \times 100\% \quad (6)$$

$$CR = ca / hm \times 100\% \quad (7)$$

式中: AE 、 RE 、 CR 分别为重建村镇点数量与历史地图集中村镇点数量的绝对误差、相对误差、重建村镇点 1 km 范围内的历史地图集中村镇点覆盖率; rr 为重建村镇点数量; hm 为历史地图集中村镇点数量; ca 为重建村镇点 1 km 范围内的历史地图集中村镇点数量。

综合江苏省平原广阔、地势低平、水网稠密等区域特征,分别在苏南、苏中、苏北地区选取地处乡镇扬丘陵岗地区的丹阳县(a)、太湖水网平原区的常熟县(b)、长江冲击平原区的南通县(c)、徐淮黄泛平原区的宿迁县(d)作为评价样区。以20世纪30年代江苏日版军事地图^[49]作为评价底图,经过对历史地图进行空间配准和投影转化后,分别对样区内重建及历史地图集中的村镇点数量进行对比。考虑到可能的测绘及配准误差,以重建村镇点 1 km 为范围设定缓冲区,将此范围内与历史地图中一致的作为有效点,评估结果如表2和图7所示。

表2 典型区重建结果精度评估

Tab. 2 The evaluation of reconstruction result in typical regions

样区		AE	RE(%)	CR(%)
苏南	宁镇扬丘陵岗地区	-139	-30.82	76.72
	太湖水网平原区	-40	-4.45	62.03
苏中	长江冲击平原区	-31	-4.45	56.67
苏北	徐淮黄泛平原区	176	32.47	74.72
	平均值	-34	-1.31	65.80

在4个样区中,从数量上看,重建结果中共有2554个村镇点;历史地图中对应的样区内共有2588个村镇点,数量误差率为-1.31%。其中,苏南太湖水网平原区、苏中长江冲击平原区误差较低,均为-4.45%;苏南宁镇扬丘陵岗地区、苏北徐淮黄泛平原区相对误差分别为-30.82%和32.47%。从空间格局上看,在重建村镇点1 km范围内的历史村镇点占比平均达65.80%。其中,苏南宁镇扬丘陵岗地区、苏北徐淮黄泛平原区相对较高,分别为76.72%、74.72%;苏南太湖水网平原区次之,为62.03%;苏中长江冲击平原区最低,为56.67%。整体而言,重建模型的模拟精度较为理想。

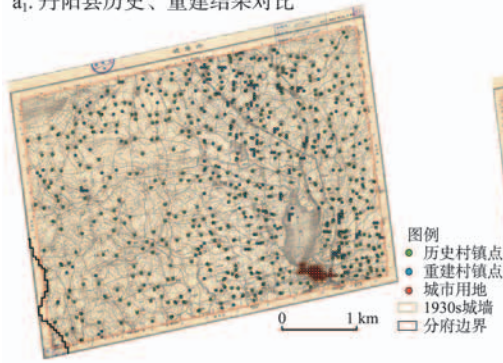
6 结论与讨论

本文利用历史文献、统计资料、土地利用、基础地理信息等多种数据来源,结合历史建设用地变化特点,以城镇用地与农村聚落用地为重建对象,提出了数量重建控制下的空间格局重建的历史建设用地重建思路。城镇用地数量采用城垣、市镇四栅等代用指标估算,以及人口数量、人均用地数量推导;农村聚落用地数量采用人口数量、人均住房面积推导,基于一定假设,通过数量控制、边界控制、适宜性控制,兼顾用地连片性等原则,在200 m×200 m空间网格下,估算并重建了近200年5个时间断面下的江苏建设用地空间格局。

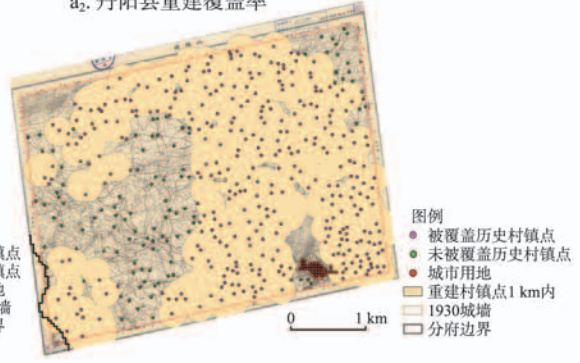
从结果上看,在典型历史断面(1820年)下,覆盖研究区的不同研究成果之间存在较大差异。其中何凡能等^[4]利用《嘉庆重修一统志》中记载的城垣周长数据,设定相同行政等级对应的城市用地面积相等,采用方周(或圆周)求积,辅以一定偏差校正推算江苏省城市用地数量为185.77 km²(其中江宁府面积为60 km²,采用现今实测城垣内面积);潘倩等^[9]在何凡能等的的数据基础上,以城市人口比例修正城市用地,得到城市用地数量为115.54 km²;林忆南等^[10]利用《嘉庆重修一统志》等数据对江苏省内县级及以上城市城垣周长进行逐一考证,累加后得到城市用地数量为222.9 km²(其中江宁府面积为146.35 km²,根据文献记载城垣周长推求)。本文在细化历史文献解析的基础上,将城镇用地细分为城市用地与城镇用地。由部分古代测绘地图可知,历史时期城市城墙内部依然存在较大数量的耕地和空地(如金陵城内的空地率达65%),故城墙虽可作为城市与农村景观的区分线,但就土地利用方式和利用强度而言,将其作为城市用地与农村聚落用地分界线的合理性有待商榷。故此,文中采用空地率对基于城垣周长推算的城市用地规模进行修正,得到的1820年江苏省城市用地数量为58.18 km²(其中江宁府的面积为21 km²,根据现今实测城垣内面积乘以空地率修正^⑥)。这一结果也与历史时期城市用地演化过程中城市用地伴随城市人口增长在城墙内部填充式增长与突破城墙后扩展式增长的一

⑥ 参考方修琦等^[5]对北京城的研究,其在1913年的城内面积为47.1 km²,本文所得结果更贴近历史

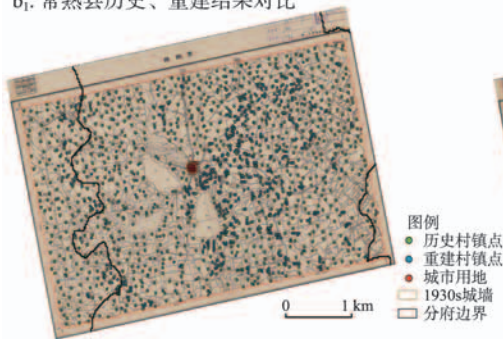
a₁. 丹阳县历史、重建结果对比



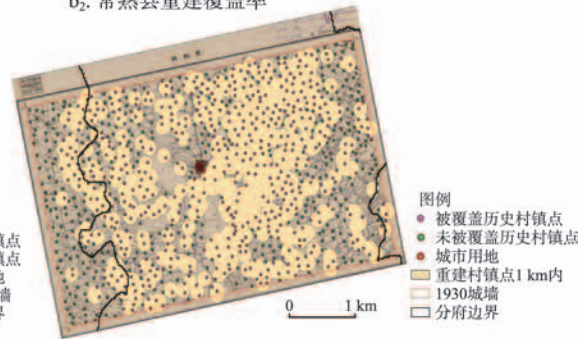
a₂. 丹阳县重建覆盖率



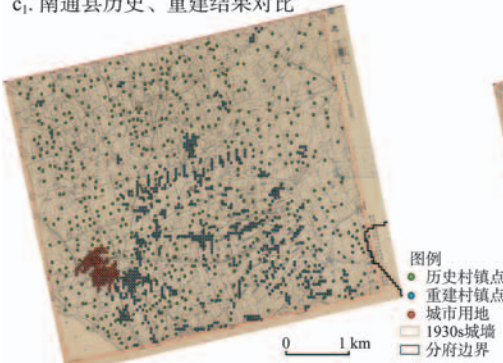
b₁. 常熟县历史、重建结果对比



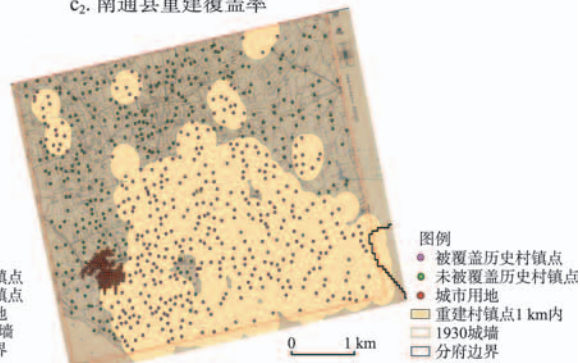
b₂. 常熟县重建覆盖率



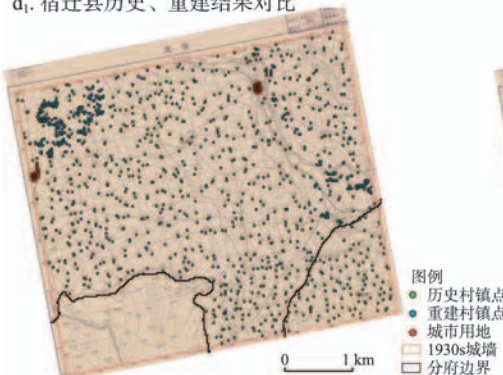
c₁. 南通县历史、重建结果对比



c₂. 南通县重建覆盖率



d₁. 宿迁县历史、重建结果对比



d₂. 宿迁县重建覆盖率

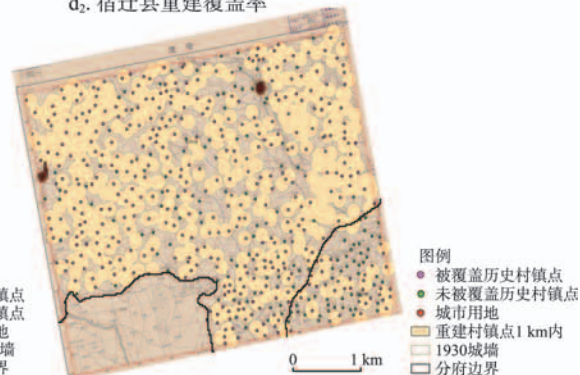


图7 典型区历史地图(20世纪30年代)与重建结果(1936年)评估结果

Fig. 7 The accuracy result between historical maps (1930s) and reconstruction maps (1936) in typical regions

般动态演变特点相符合。农村聚落用地方面,不同的农村人均用地水平代用指标是农村聚落用地数量的差异来源。潘倩等^[9]以1985年的农村人均用地水平数据,得到1820年江苏省的农村聚落用地数量为4724.68 km²;林忆南等^[10]选用1978年农村人均住房面积、住宅容积率推算的用地水平作为代用指标,且省内农村人均用地均相等,得到的农村聚落用地数量为783.93 km²。本文利用更为接近历史时期的20世纪30年代农村人均住房面积分区调查数据与住宅容积率推算的用地水平作为代用指标,得到农村聚落用地数量为853.23 km²,这一结果更有利于体现省内不同地区的差异性。

与现有研究结果相比,本文的突破之处主要体现在以下方面:①扩展了重建对象,丰富了重建时段。在现有研究多以城市用地^[4]或城市用地与农村聚落用地^[9-10]为研究对象的基础上,进一步将城镇用地划分为城市用地和市镇用地,弥补了县级行政单位下建设用地集聚载体的空缺,并在典型历史断面研究的基础上,借助代用参数,补充了近现代3个时期的研究成果,为连续时空重建结果创造了条件。②拓展了表征参数,加强了参数修正。通过较为缜密的文献考证,在历史人口数量、人均用地面积等传统参数的基础上,引入了市镇四栅、农村住房容积率等表征参数;考虑到不同参数在适用条件、区域适用等方面的差异,进一步引入了城镇人均会馆商会数量、农村人均互助社数量等修正系数,从而使得重建形成的建设用地数量更接近历史实际。③强化了结果验证。针对现有研究强调模型方法,而在结果检验(验证)方面存在的不足,本文综合了建设用地变化过程与格局趋势验证、建设用地与生产协调性分析的相关性验证、居民点空间数量与格局分析的典型时段定量验证等直接和间接检验方法,加强了对重建结果合理性的解释。

鉴于历史事件的不可亲验性、不可逆性和空间格局资料匮乏以及建设用地空间格局影响因子的多样性、不确定性、受人文因素干扰严重等限制,本文主要是基于自然资源、社会经济、土地利用等方面基本假设的历史推演,各典型时段仅能代表相应时段的平均水平,且重建形成的结果仅代表在理性分析下的可能之历史情景。但本文提出的综合重建思路可供更大空间范围和更长时间尺度下的建设用地重建或多(全)地类重建提供方法借鉴。

参考文献(References)

- [1] Saunders D. Arrival City. Shanghai: Shanghai Translation Publishing House, 2012.
- [2] Liu M L, Tian H Q. China's land cover and land use change from 1700 to 2005: Estimations from high-resolution satellite data and historical archives. *Global Biogeochemical Cycles*, 2010, 24(3): 285-286.
- [3] Tian H Q, Kamaljit B, Tao B, et al. History of land use in India during 1880-2010: Large-scale land transformations reconstructed from satellite data and historical archives. *Global & Planetary Change*, 2014, 121(10): 78-88.
- [4] He Fanneng, Ge Quansheng, Zhang Jingyun. Reckoning the areas of urban land use and their comparison in the Qing Dynasty in China. *Acta Geographica Sinica*, 2002, 57(6): 709-716.[何凡能,葛全胜,郑景云.中国清代城镇用地面积估算及其比较. *地理学报*, 2002, 57(6): 709-716.]
- [5] Fang Xiuqi, Zhang Wenbo, Zhang Lansheng, et al. The urban expansion and the evolution of urban fringe in Beijing in the 20th century. *City Planning Review*, 2002, 26(4): 56-60. [方修琦,章文波,张兰生,等.近百年来北京城市空间扩展与城乡过渡带演变. *城市规划*, 2002, 26(4): 56-60.]
- [6] Yin Changying, Shi Yishao, Wang Hefeng. Process and characteristics of boundary expansion of built-up area of Shanghai City since the late Qing Dynasty. *Progress in Geography*, 2013, 32(12): 1793-1803. [尹昌应,石忆邵,王贺封.晚清以来上海市建成区边界扩张过程与特征. *地理科学进展*, 2013, 32(12): 1793-1803.]
- [7] Ji Yun, Sun Wu, Li Guo, et al. Space-time features analysis of land use/cover change in Guangzhou urban built-up area from 1907 to 1968. *Journal of South China Normal University (Natural Science Edition)*, 2009, 123(1): 121-126. [纪芸,孙武,李国,等.1907-1968年广州建成区土地利用/覆被变化时空特征分析. *华南师范大学学报(自然科学版)*, 2009, 123(1): 121-126.]
- [8] Li Song, Luo Xuqiang. Study on spatiotemporal expansion feature of urban based on multisource data using remote

- sensing technique in Guiyang city in the latest 700 years. *Journal of Natural Resources*, 2014, 29(10): 1734-1745. [李松, 罗绪强. 基于RS的多数数据源的700多年来贵阳城市扩展时空特征研究. *自然资源学报*, 2014, 29(10): 1734-1745.]
- [9] Pan Qian, Jin Xiaobin, Zhou Yinkang. Gridding reconstruction of land use pattern in Jiangsu Province in the mid-Qing Dynasty. *Acta Geographica Sinica*, 2015, 70(9): 1449-1462. [潘倩, 金晓斌, 周寅康. 清代中期江苏省土地利用格局网格化重建. *地理学报*, 2015, 70(9): 1449-1462.]
- [10] Lin Yinan, Jin Xiaobin, Yang Xuhong, et al. Data set establishment and spatial reconstruction of built-up area in the mid Qing Dynasty: Method and case study. *Geographical Research*, 2015, 34(12): 2329-2342. [林忆南, 金晓斌, 杨绪红, 等. 清代中期建设用地数据恢复与空间网格化重建: 方法与实证. *地理研究*, 2015, 34(12): 2329-2342.]
- [11] Schaldach R, Alcamo J, Koch J, et al. An integrated approach to modelling land-use change on continental and global scales. *Environmental Modelling & Software*, 2011, 26(8): 1041-1051.
- [12] Ray D K, Pijanowskia B C. A backcast land use change model to generate past land use maps: Application and validation at the Muskegon River watershed of Michigan, USA. *Journal of Land Use Science*, 2010, 5(1): 1-29.
- [13] Bai Shuying, Zhang Shuwen, Zhang Yangzhen. Digital rebuilding of LUCC spatial-temporal distribution of the last 100 years: Taking Dorbod Mongolian Autonomous County in Daqing City as an example. *Acta Geographica Sinica*, 2007, 62(4): 427-436. [白淑英, 张树文, 张养贞. 土地利用/土地覆被时空分布100年数字重建: 以大庆市杜尔伯特蒙古族自治县为例. *地理学报*, 2007, 62(4): 427-436.]
- [14] Hu Zhenzhou. *Settlement Geography*. Taiwan: San Min Book, 1994. [胡振洲. 聚落地理学. 台湾: 三民书局, 1994.]
- [15] Xu Xueqiang, Zhou Yixing, Ning Yumin. *Urban Geography*. 2nd ed. Beijing: Higher Education Press, 2009. [许学强, 周一星, 宁越敏. 城市地理学. 2版. 北京: 高等教育出版社, 2009.]
- [16] Hu Xianhui, Yang Gangqiao, Zhang Xia, et al. The change of land use for rural residency and the driving forces: A case study in Xiantao City, Hubei Province. *Resources Science*, 2007, 29(3): 191-197. [胡贤辉, 杨钢桥, 张霞, 等. 农村居民点用地数量变化及驱动机制研究: 基于湖北仙桃市的实证. *资源科学*, 2007, 29(3): 191-197.]
- [17] Jin Qiming. *Rural Settlement Geography*. Beijing: Science Press, 1988. [金其铭. 农村聚落地理. 北京: 科学出版社, 1988.]
- [18] Fu Linxiang. A new study on the establishment of Jiangsu Province in the Qing Dynasty. *Studies in Qing History*, 2009, 73(2): 23-31. [傅林祥. 清代江苏建省问题新探. *清史研究*, 2009, 73(2): 23-31.]
- [19] Yang X H, Jin X B, Guo B B, et al. Research on reconstructing spatial distribution of historical cropland over 300years in traditional cultivated regions of China. *Global & Planetary Change*, 2015, 128: 90-102.]
- [20] China Historical Geography Information System. <http://www.fas.harvard.edu/~chgis/>. [中国历史地理信息系统. <http://www.fas.harvard.edu/~chgis/>.]
- [21] Jiaqing Rebuilt Chi Unification. Beijing: Zhonghua Book Company, 1986. [嘉庆重修一统志. 北京: 中华书局, 1986.]
- [22] Zhao Erxun. *Draft of History of Qing Dynasty*. Taipei: Zhonghua Book Company, 1976. [赵尔巽. 清史稿. 台北: 中华书局, 1976.]
- [23] Zhao Quancheng. *Geography History Table of Qing Dynasty*. Beijing: Zhonghua Book Company, 1941. [赵泉澄. 清代地理沿革表. 北京: 中华书局, 1941.]
- [24] *Urban Historical Geography of Jiangsu*. Nanjing: Jiangsu Science and Technology Press, 1982. [江苏城市历史地理. 南京: 江苏科学技术出版社, 1982.]
- [25] Fan Shuzhi. *Jiangnan Towns in the Ming and Qing Dynasties*. Shanghai: Fudan University Press, 1990. [樊树志. 明清江南市镇探微. 上海: 复旦大学出版社, 1990.]
- [26] Bo Kai. *China Land Use*. Department of Economics: University of Nanking Agricultural College, 1941. [卜凯. 中国土地利用. 金陵大学农业经济系, 1941.]
- [27] Song Wei, Chen Baiming, Yang Hong, et al. Analysis on the status quo of residence base resources in rural areas of China. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, 2008, 29(3): 1-5. [宋伟, 陈百明, 杨红, 等. 我国农村宅基地资源现状分析. *中国农业资源与区划*, 2008, 29(3): 1-5.]
- [28] Cao Shuji. Urban population of Jiangsu Province in the Qing Dynasty. *Journal of Hangzhou Normal University (Social Sciences)*, 2002(4): 50-56. [曹树基. 清代江苏城市人口研究. *杭州师范学院学报(社会科学版)*, 2002(4): 50-56.]
- [29] China Population Geography Information System. <http://cpgis.fudan.edu.cn/cpgis/default.asp>. [中国人口地理信息系统.]
- [30] Editorial Board of Fifty Years of Jiangsu Province. *Fifty Years of Jiangsu Province*. Beijing: China Statistics Press, 1999. [江苏五十年编辑委员会. 江苏五十年. 北京: 中国统计出版社, 1999.]

- [31] Wang Shuhuai. Regional Studies of China's Modernization: Jiangsu Province. Taipei: Institute of Modern History, Academia Sinica, 1984. [王树槐. 中国现代化的区域研究: 江苏省. 台北: 中央研究院近代史研究所, 1984.]
- [32] Editorial Board of Fifty Years of Rural Economy of Jiangsu Province. Fifty Years of Rural Economy of Jiangsu Province. Beijing: China Statistics Press, 2000. [江苏农村经济五十年编委会. 江苏农村经济50年. 北京: 中国统计出版社, 2000.]
- [33] The Second Historical Archives of China. Archives Compilation of History of Republic of China (Third Series Agriculture and Commerce). Nanjing: Jiangsu Ancient Books Press, 1998. [中国第二历史档案馆. 中华民国史档案资料汇编 第3辑: 农商. 南京: 江苏古籍出版社, 1998.]
- [34] The Second Historical Archives of China. Archives Compilation of History of Republic of China (Fifth Series Finance and Economy). Nanjing: Jiangsu Ancient Books Press, 1998. [中国第二历史档案馆. 中华民国史档案资料汇编 第5辑 财政经济. 南京: 江苏古籍出版社, 1998.]
- [35] The Second Historical Archives of China. Dossier Files of Ministry of Agriculture and the Ministry of Society. [中国第二历史档案馆. 农业部及社会部档案卷宗.]
- [36] Sun Zhenxing. The Research on Jiangsu Rural Cooperatives in the Republican Period (1927- 1937) [D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2009. [孙振兴. 民国时期江苏农村合作社研究(1927-1937)[D]. 南京: 南京农业大学, 2009.]
- [37] National Provincial Map of Republic of China in 1933. [1933年中华民国全国分省地图.]
- [38] Editorial Group of Atlas of Jiangsu. Atlas of Jiangsu. Nanjing: Editorial Group of Atlas of Jiangsu, 1978. [江苏省地图集编辑组. 江苏省地图集. 南京: 江苏省地图集编辑组, 1978.]
- [39] Earth Resources Observation and Science Center (EROS). <http://glovis.usgs.gov/>. [地球资源观测资源中心. <http://glovis.usgs.gov/>.]
- [40] Cao Wanru, Zhen Xihuang, Huang Shengzhang. Atlas of Ancient China (Qing Dynasty). Beijing: Cultural Relics Press, 1997. [曹婉如, 郑锡煌, 黄胜璋. 中国古代地图集(清代). 北京: 文物出版社, 1997.]
- [41] General Headquarters of China Japanese Expeditionary Army. Summary of Chinese Castle. http://weibo.com/3290975607/CxPmn3pWa?type=comment#_rnd1469351973979.1940. [日本支那派遣军总司令部. 中国城郭之概要. http://weibo.com/3290975607/CxPmn3pWa?type=comment#_rnd1469351973979.1940.]
- [42] International Science Data Services Platform. <http://datamirror.csdb.cn/>. [国际科学数据服务平台. <http://datamirror.csdb.cn/>.]
- [43] Traffic Chronicles Compilation Committee Province. Highway Transportation History of Jiangsu Province. Beijing: China Communications Press, 1995. [江苏省交通史志编纂委员会. 江苏公路交通史. 北京: 人民交通出版社, 1995.]
- [44] Li Beibei, Xu Feng. The research on urbanization rate and staging in modern China. Journal of East China Normal University (Philosophy and Social Sciences), 2008, 197(3): 34-41. [李蓓蓓, 徐峰. 中国近代城市化率及分期研究. 华东师范大学学报(哲学社会科学版), 2008, 197(3): 34-41.]
- [45] Zheng Bin. Researches on rural residential areas and variational characters of housing construction [D]. Beijing: China University of Geosciences, 2011. [郑斌. 农村居民点用地与住房建设变化特征及驱动机制研究[D]. 北京: 中国地质大学, 2011.]
- [46] Wu Wenheng, Niu Shuwen, Guo Xiaodong, et al. The empirical analysis of the village pattern evolution in the central part of Huang-Huai-Hai Plain. Geographical Research, 2008, 27(5): 1017-1026. [吴文恒, 牛叔文, 郭晓东, 等. 黄淮海平原中部地区村庄格局演变实证分析. 地理研究, 2008, 27(5): 1017-1026.]
- [47] Zhu Kaojin, Wang Siming. The research on rural construction movement of Jiangsu during the period of Republic of China. Agricultural History of China, 2008, 27(4): 85-92. [朱考金, 王思明. 民国时期江苏乡村建设运动初探. 中国农史, 2008, 27(4): 85-92.]
- [48] Cao Xue, Jin Xiaobin, Wang Jinshuo, et al. Reconstruction and change analysis of cropland data of China in recent 300 years. Acta Geographica Sinica, 2014, 69(7): 896-906. [曹雪, 金晓斌, 王金朔, 等. 近300年中国耕地数据集重建与耕地变化分析. 地理学报, 2014, 69(7): 896-906.]
- [49] Japanese Military Map in 1930s of Jiangsu. <http://blog.sina.com.cn/kcj/>. [江苏1930年代日版军事地图. <http://blog.sina.com.cn/kcj/>.]

Dataset establishment and spatial reconstruction of urban and rural construction land of Jiangsu Province in the past 200 years

LIN Yinan¹, JIN Xiaobin^{1,2}, YANG Xuhong¹, LONG Ying^{2,3}, ZHOU Yinkang^{1,2}

(1. School of Geographic and Oceanographic Sciences, Nanjing University, Nanjing 210023, China;

2. Natural Resources Research Center of Nanjing University, Nanjing 210023, China;

3. School of Architecture, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract: Human-induced land use/cover change (LUCC) has significant effects on the climatic and ecological processes at both global and regional scales. It is an important driving force of global environmental change and has been one of hot topics of international concerns. Since the industrial revolution, the expansion of built-up areas (construction land) has been profoundly changing the status of LUCC. Construction land expansion has been the most dominant feature in land use changes. People's lifestyles and ideas have changed a lot accordingly. It is urgent to seek solutions to some global issues especially those in fields such as resources, environment and ecology. Historical LUCC research plays a key role in these fields. Confined by the data availability, reconstructing historical construction land confronts with some difficulties. Current research rarely targets at construction land along the historical timeline. There is room for research efforts in extending contents of such reconstructed dataset, quantifying key factors, and improving spatial analytical precision. Therefore, it is sensible to establish a method to reconstruct a more effective, comprehensive, and finer-precision dataset for construction land along the historical timeline. Based on historical records and contemporary statistics on natural resources, this study aims to reconstruct the spatial distribution of construction land (urban land and rural settlement land) for several selected time intersections in the past 200 years in Jiangsu Province with a resolution of 200 m×200 m. The results show that: (1) areas of construction land are estimated to be 963.46 km² in 1820, 1043.46 km² in 1911, 1672.40 km² in 1936, 1980.34 km² in 1952 and 10687.20 km² in 1985; and (2) the spatial distribution of construction land are featured by a tendency to be close to water bodies and main roads as well as an effect of settlements' polarization and diffusion. The validity of our research results has been proved indirectly by the trend test and the coordination analysis.

Keywords: construction land; grid; reconstruction; past 200 years; Jiangsu Province