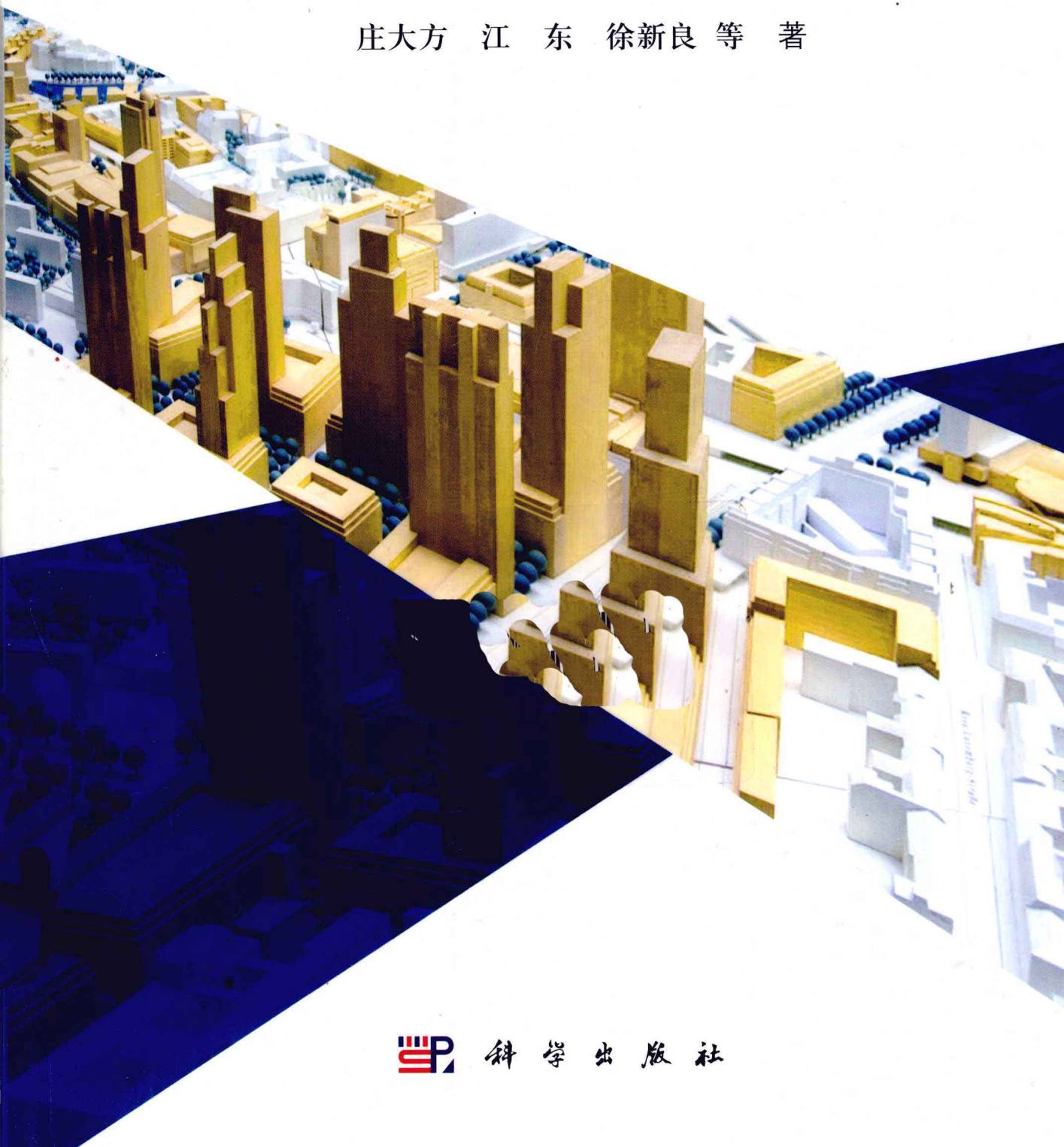


中国城镇空间布局 适宜性评价

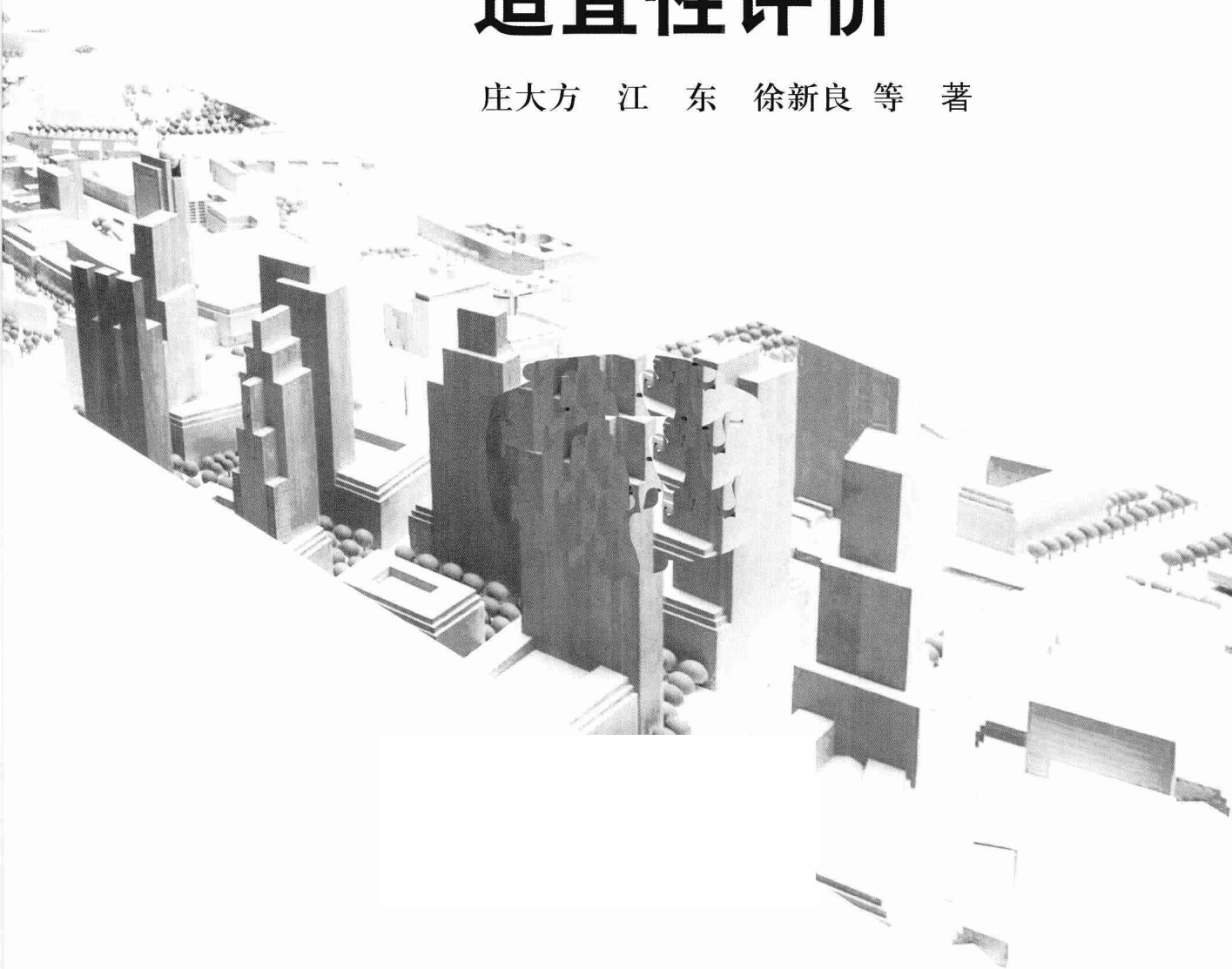
庄大方 江 东 徐新良 等 著



科学出版社

中国城镇空间布局 适宜性评价

庄大方 江 东 徐新良 等 著



科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书介绍了在空间信息技术的支持下,研究城镇空间布局适宜性的理论与方法,重点阐述了我国城镇发展布局空间适宜性评价的关键技术与成果:利用标准化的多指标空间栅格数据,根据不同指标对城镇布局的影响程度,建立了各指标对城镇布局适宜性影响的评价标准,并在遥感和地理信息系统技术的支持下,对各地理因素对城镇布局的适宜性影响进行了评价和综合分析,可为中国未来城镇的发展及空间布局的选择提供科学的依据和策略。

本书可供城市生态环境评价、区域发展规划、GIS 应用等相关专业科研人员、大专院校师生和环境保护行业的业务人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

中国城镇空间布局适宜性评价 / 庄大方等著. —北京: 科学出版社, 2012

ISBN 978-7-03-033139-7

I. 中… II. ①庄… III. ①城市空间—空间规划—规划布局—适宜性评价—中国 IV. TU984.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 272552 号

责任编辑: 李 敏 王晓光 / 责任校对: 刘小梅

责任印制: 钱玉芬 / 封面设计: 耕者设计

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012 年 2 月第 一 版 开本: 787 × 1092 1/16

2012 年 2 月第一次印刷 印张: 12 插页: 2

字数: 282 000

定价: 78.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

前 言

城市作为人口集中居住地,其空间布局的适宜性直接关系到未来城市的发展。为了深入分析地理因素对中国城镇布局的影响,同时找出现有城镇布局中潜在的限制地理因子,为新的城镇布局及发展提供借鉴,从宏观上加强对城镇发展、建设的引导和调控,促进我国城镇化进程的健康发展,在“十一五”国家科技支撑计划课题“中国重大自然灾害孕险环境分析技术”(编号:2008BAK50B01)、中国城市规划设计研究院委托课题“中国地理因素对城镇空间布局影响的适宜性评价”等项目支持下,我们对中国城镇空间布局的适宜性进行系统分析和研究,利用标准化的多指标空间栅格数据,根据不同指标对城镇布局的影响程度建立各指标对城镇布局适宜性影响的评价标准,并在遥感和地理信息系统技术的支持下,对各地理因素对城镇布局的适宜性影响进行评价和综合分析,为中国未来城镇的发展及空间布局的选择提供科学的依据和策略。

城镇空间布局其整体的组成、性质和变化规律,对人类生产及生存影响的等级构成,目的是为了保护、控制、利用和改造地理环境,使之同人类的生存发展及城市布局相适应。

本书是对上述工作成果的凝练,主要聚焦于水资源、土地资源、地质灾害等构成城市环境的相关地理要素及其整体的组成、性质和变化规律,揭示其对人类社会生产及城市化发展影响的等级构成,提出了一套可操作的城市发展布局适宜性评价方法,为城市化与水土资源利用的和谐发展提供了理论基础和方法。本书的研究内容涵盖了城镇发展布局适宜性评价各个环节,形成了城镇发展布局适宜性评价的完整的技术体系,包括单要素评价、自然地理要素评价和自然-人文综合要素评价等,同时以大量翔实的应用实例,既阐述了理论方法的精度和合理性,也为广大业务应用部门的技术人员提供了可参照的技术方法,具有很强的针对性和实用性。

本书由六部分组成:第1章介绍了城镇空间布局适宜性评价的思路与方法,主要由庄大方和江东编写;第2章阐述了全国尺度城镇空间布局适宜性评价,主要由江东、黄耀欢、胡云锋等编写;第3章详细叙述了区域城镇空间布局适宜性评价,主要由徐新良、杨小唤、高志强等编写;第4章以京津冀地区为例,介绍了重点地区城镇发展与水土资源保障分析的方法与案例,主要由江东、付晶莹和雷莹编写;第5章结合多面的研究实践,总结并提出了我国各大区域城镇发展的重要生态环境问题,主要由徐新良、王勇、刘保晓等编写;第6章对全书的主要内容进行了总结,主要由江东和徐新良编写。在适宜性评价工

作过程中，由于国家基础地理信息中心、中国城市规划设计研究院等单位和中国科学院地理科学与资源研究所项目组共同努力，保障了评价工作的专业性和科学性，也保证了项目的顺利开展，在此对所有参加项目研究工作和对项目的顺利开展进行指导和帮助的专家、同仁表示由衷的感谢！

本书首次从空间布局适宜性的角度，综合自然－人文二元要素探讨城镇发展布局的方法和规律。由于问题的复杂性和作者认知的有限性，书中难免有不妥之处，欢迎广大读者批评指正。

庄大方

2011 年 11 月

目 录

前言

第 1 章 城镇空间布局适宜性评价的思路与方法	1
1.1 我国城市化的现状与趋势	1
1.2 城市化与区域水土资源配置	2
1.3 城镇空间布局适宜性评价的目的与内容	3
1.4 城镇空间布局适宜性评价的技术流程	4
1.4.1 评价单元的确定	4
1.4.2 评价方法和指标体系	4
第 2 章 全国尺度城镇空间布局适宜性评价	11
2.1 全国尺度城镇空间布局适宜性专题评价	11
2.1.1 人类居住地的适宜性评价	11
2.1.2 城镇发展生态限制性评价	27
2.2 全国尺度城镇空间布局适宜性综合评价结果分析	34
2.2.1 地形气候综合评价	34
2.2.2 水资源及交通人口综合评价	36
2.2.3 土地利用及居民点综合评价	38
2.2.4 地理因素对城镇布局适宜性综合评价	39
第 3 章 区域城镇空间布局适宜性分析	43
3.1 东北地区	43
3.1.1 地理因素对人类居住地适宜性的影响	43
3.1.2 地理因素对城镇发展的生态限制性的影响	44
3.1.3 地理因素对城镇布局的综合评价	45
3.1.4 东北地区主要城市群空间布局适宜性分析	47
3.1.5 本区小结	49
3.2 华北地区	51
3.2.1 地理因素对人类居住地适宜性的影响	51
3.2.2 地理因素对城镇发展的生态限制性的影响	52
3.2.3 地理因素对城镇布局的综合评价	53
3.2.4 华北地区主要城市群空间布局适宜性分析	56
3.2.5 本区小结	61
3.3 华东地区	62

3.3.1	地理因素对城镇布局的单因子影响分析	63
3.3.2	地理因素对城镇布局的综合评价	67
3.3.3	华东地区主要城市群空间布局适宜性分析	73
3.3.4	本区小结	74
3.4	东南沿海地区	75
3.4.1	地理因素对城镇布局的单因子影响分析	76
3.4.2	地理因素对城镇布局的综合评价	78
3.4.3	东南沿海地区主要城市群空间布局适宜性分析	82
3.4.4	本区小结	83
3.5	内蒙古自治区	84
3.5.1	地理因素对城镇布局的影响分析	85
3.5.2	内蒙古自治区主要城市群空间布局适宜性分析	87
3.5.3	本区小结	88
3.6	黄河中游地区	88
3.6.1	地理因素对城镇布局的影响分析	89
3.6.2	黄河中游地区主要城市群空间布局适宜性分析	92
3.6.3	本区小结	94
3.7	西南地区	95
3.7.1	地理因素对城镇布局的影响分析	95
3.7.2	西南地区主要城市群空间布局适宜性分析	97
3.7.3	本区小结	100
3.8	新疆维吾尔自治区	100
3.8.1	地理因素对城镇布局的影响分析	101
3.8.2	地理因素对城镇布局的综合评价	102
3.8.3	本区小结	104
3.9	青藏地区	104
3.9.1	地理因素对城镇布局的影响分析	104
3.9.2	青藏地区主要城市群空间布局适宜性分析	106
3.9.3	本区小结	107
第4章	重点地区城镇发展与水土资源保障分析——以京津冀地区为例	109
4.1	京津冀区域发展与资源环境态势	109
4.1.1	京津冀自然资源禀赋与开发利用状况	109
4.1.2	京津冀发展中的主要生态环境问题	118
4.2	京津冀城镇发展适宜性评价	122
4.2.1	水资源承载力评价	122
4.2.2	土地资源承载力评价	126
4.2.3	城镇发展适宜性评价与分区	154
4.3	资源节约型发展模式	160

4.3.1 资源节约型模式是京津冀发展的必然选择	160
4.3.2 京津冀资源节约型发展模式探讨	161
第5章 区域城镇发展的重要生态环境问题	166
5.1 东北地区城镇发展与水和生态环境问题	166
5.2 淮河流域城镇发展与水污染问题	169
5.3 农牧交错带城镇发展与生态环境问题	171
5.4 黄土高原城镇发展与土壤侵蚀问题	174
5.5 西南岩溶地区城镇发展与生态环境问题	175
第6章 结论	178
参考文献	179

第1章 城镇空间布局适宜性评价的思路与方法

1.1 我国城市化的现状与趋势

城市的形成在我国已有几千年的历史，新中国成立后，我国城市化进程有过起伏和徘徊。改革开放以后，工农业生产迅速发展，经济基础日益增强，我国的城市化逐步走上持续、快速、健康发展的轨道，城市化水平持续、迅速提高。国家在“十二五”规划纲要中明确提出“坚持走中国特色城镇化道路，科学制定城镇化发展规划，促进城镇化健康发展”的城市战略发展方针。按照统筹规划、合理布局、完善功能和以大带小的原则，遵循城市发展客观规律，以大城市为依托，以中小城市为重点，逐步形成辐射作用大的城市群，促进大中小城市和小城镇协调发展，构建城市化战略格局；稳步推进农业转移人口转为城镇居民；坚持以人为本、节地节能、生态环保、安全实用、突出特色、保护文化和自然遗产的原则，科学编制城市规划，健全城镇建设标准，强化规划约束力，预防和治理“城市病”，增强城镇综合承载能力。进而优化城市化布局和形态，加强城镇化管理，不断提升城镇化的质量和水平。

中国是城市化发展相对落后的国家，1949年城市化水平仅10.6%。改革开放以后，城市化水平大幅度提升。1978~1996年，中国城市化水平由17.92%提高到30.48%，提高了12.56个百分点，年均增长0.70个百分点，是之前29年中国城市化速度的2.5倍，是世界同期城市化平均速度的两倍。1997~2008年，城市化水平年均增幅1.33%，是1978~1996年的两倍左右，城市化发展迅速（顾朝林，2010）。

2010年国家统计局公布的数据显示，截至2009年年底，全国城镇化率已达46.6%。根据城市化发展阶段的划分的标准，城市化水平在30%以下为城市化的初级阶段；30%~70%为城市化的中期或快速推进阶段；70%以上为城市化的缓慢发展或趋于稳定阶段。因此，中国城市化已进入加速发展期，与此同时，我国城市数量也从改革开放初期的193个增加到661个，包括直辖市4个，副省级城市（计划单列市）15个，地级市268个，县级市374个。其中超大、特大城市已达46个，城市化水平显著提高，城市已成为我国经济发展的重要载体，城市经济对我国GDP的贡献率已超过70%，综合实力进入前10名的城市分别是上海、北京、深圳、广州、天津、南京、大连、杭州、沈阳和哈尔滨（国家统计局，2011）。

在我国工业化中期经济高速发展的带动下，未来20年我国城市化将进入加速发展时期，城市化是我国未来20年经济高速发展的动力和目的。从国际形势看，适应经济一体化、全球一体化的发展趋势，并满足走城市化战略国际形势的要求。未来我国城市化发展将出现以下几个基本趋势：

(1) 城市化水平迅速提高,城市在经济发展中的作用将进一步扩大。随着城市化进程加快,城市化水平迅速提高,城市数量不断增加,城市与区域的关系,包括经济联系、社会联系和空间结构都将发生重大变化。1980~2009年,我国的城市化水平由19.4%提高到46.6%,提高近27个百分点。但是,总体上看,我国的城市化严重滞后于工业化。未来我国的城市数量将迅速增加,城镇体系将进一步扩大,城市规模将不断扩大。由于人口众多,可用地少且分布不均,我国耕地资源一直十分紧张。随着人口,特别是农村人口的持续增长,人均耕地不断减少,人地矛盾日益尖锐,农业剩余劳动力达1.5亿左右,耕地不足成为城市化的重要推动因素。2005年中国科学院《中国可持续发展战略报告》预测,到2050年,中国城市人口总量将达到10亿~11亿,报告认为,为了支撑中国未来实现现代化的总体进程,从现在起到21世纪中期,中国城市化率将从40%提高到75%左右。这意味着只有每年平均增加约1%的城市化率(即每年约1000万~1200万人口从乡村转移到城市),才能满足现代化进程的总体要求(中国科学院可持续发展战略研究组,2005)。

(2) 城市间的经济联系不断加强,大城市圈将成为区域经济发展的主导力量。我国未来有不少城市群可望发展成为大城市圈,如以北京、天津、大连为中心的环渤海城市群,以上海、苏州、无锡、南京、杭州、宁波等城市为中心的长江三角洲城市群,以广州、深圳、珠海、东莞、中山等城市为中心的珠江三角洲城市群。这些大城市圈将成为我国技术和制度创新的中心,以及先进制造业的基地。它们的形成将有力促进我国产业国际竞争力的提高,并对亚太经济乃至世界经济的发展产生巨大影响。

(3) 城市发展与资源环境支持条件的矛盾加剧。随着城市人口的迅速增加、工业化水平的不断提高和城市可持续利用资源相继减少,城市经济发展和城市生态环境容量之间的矛盾越来越突出。我国目前城市资源供给量普遍短缺,加之城市资源利用效率普遍较低,已成为影响我国城市可持续发展的最大挑战之一。从城市水资源看,约有420多个城市缺水,其中114个严重缺水,全国城市日缺水量达1600万 m^3 ,年缺水量60亿 m^3 ,这种状况随着城市社会经济的进一步发展而日益严峻(王华,2003;余卫东等,2003;高云才,2006;沈金金等,2007)。从城市土地资源看,改革开放以来,随着我国城镇数量和规模的不断增加,城市用地规模迅速增加,城市扩展空间日益紧张,城市进一步吸纳人口的压力加大。同时,城市用地结构不合理问题比较突出,表现在工业用地比例偏高,而公共绿地及公共配套设施用地比例偏低,以城市人口计,我国2008年城市人均公共绿地仅42.54 m^2 ,人均道路用地仅9.01 m^2 (国家统计局城市社会经济调查司,2010),比发达国家低得多。

1.2 城市化与区域水土资源配置

城市化一般是指在工业化发展过程中,一个国家的人口逐步由农业人口占多数转变为非农业人口占多数,由居住在农村占多数转变为居住在城镇占多数,该国由农业国转变为工业国,由农业社会转变为城市社会的经济社会发展过程(李兵弟,2004)。主要表现为城市数量的增加、城市规模的扩大,以及城市人口在总人口中所占的比重上升,一般以城市人口占区域总人口的百分比(城市化率)作为城市化的量化指标。广义的城市化还包括

城市经济、思想、文化、习俗等对农村社会的渗透和影响等内容。城市化是当今世界最显著的社会经济现象之一，城市化是区域社会经济发展到一定阶段的必然产物。从生态经济系统的角度看，城市化是一定区域内资源的大规模转换与集聚过程，其显著的特征在于打破以农业为主的传统生态结构，而出现人口集中、产业集聚和用地扩张等现象（郑宇和冯德显，2002）。

“一方水土养一方人”，水是生命之源，土是生存之本。水土资源是人类生存与繁衍和经济与社会的持续发展最基本的资源。区域水土资源作为生产与生活要素，其分布状况及时空变化对城市化的速度和程度具有举足轻重的影响。水资源和耕地同时又是一种持续性资源，只要合理利用，它可以永续地使用，而不致枯竭。但水土资源的有限性又注定了水资源和耕地利用的有限性。因此，水和耕地资源的有限性就决定了对其开发利用有根本性的制约，其开发利用只能在有限的资源数量上做文章，使有限的资源发挥出最大的作用，为可持续发展提供坚实的物质基础，以满足人口增长和经济社会发展的需要（张岳，2000）。

水土资源是城市化的基础和载体，城市化是区域资源条件的外在表象，二者之间存在着互动互馈的关系。水土资源是区域生态经济系统中具有基础性、战略性和敏感性的因素，也是城市化发展必须依赖的重要物质基础。城市化发展在促进城市人口、经济集聚，以及城市和城市体系的空间形态高级化进程的同时，也促使有限的水土资源由粗放利用逐步转向集约利用。随着城市化水平提高，工矿向园区、农民向城镇的集中布局，对城乡土地利用类型转换和土地利用效率提高产生显著的影响。在此过程中，集聚经济与水土资源生态阈值之间互动互馈机制是水土资源集约利用的内在驱动力，而适度消费的社会观念、技术进步和制度完善构成了水土资源趋向集约与持续利用的基本前提（郑宇和冯德显，2002）。

我国正处于城市化加速发展阶段，特别是改革开放以来，城市化的进程更是引人注目。改革开放以来，城市化水平已从1980年的19.4%提高到2009年的46.6%；同时我国幅员辽阔，区域间水土资源禀赋及人文社会基础的差别造成了城市化水平的显著差异。随着城市化水平的快速提高，工业规模、人口集聚规模增大，水资源、土地资源的经济供给对城市化进程的约束作用显现出来，主要表现为土地利用在“吃饭”与“建设”上的供求矛盾问题、城市用水需求量迅速增长与有限的供水能力之间的矛盾。因此，研究水土资源时空变化对城市化的影响，对于水土资源总量约束和协调配置、促进城市化健康发展和水土资源可持续利用的决策，无疑具有重要的理论价值和实践意义。

1.3 城镇空间布局适宜性评价的目的与内容

随着全球人口的增加、土地的减少和环境的恶化，地球已不堪重负，许多地方已显得十分拥挤。城市作为具有公用设施的人口集中居住地，其空间布局的适宜性直接关系到未来城市的发展。为了深入分析地理因素对中国城镇布局的影响，利用和保护我国有限的土地资源和利用土地后备资源，同时找出现有城镇布局中的潜在的限制地理因子，为新的城镇布局及发展提供借鉴，利用标准化的多指标空间栅格数据，根据不同指标对城镇布局的

影响程度建立了各指标对城镇布局适宜性影响的评价标准,并在 GIS 软件的支持下,对各地理因素对城镇布局的适宜性影响进行了评价和综合分析,为中国未来城镇的发展及空间布局的选择提供科学的依据和策略。

评价工作涉及的地理因素包括自然和社会两方面,主要有:地形地貌因子(高程、地貌、坡度)、气候($>0^{\circ}\text{C}$ 积温、 $>10^{\circ}\text{C}$ 积温、湿润度)、水文及水资源、交通人口(铁路、公路、人口密度)、居民点、土地利用、土壤侵蚀、地质灾害等地理因素指标。

地理因素对城镇布局的适应性评价是指研究构成城市环境的各种地理要素及其整体的组成、性质和变化规律,对人类生产及生存影响的等级构成,其目的是为了保护、控制、利用和改造地理环境,使之同人类的生存发展及城市布局相适应。

1.4 城镇空间布局适宜性评价的技术流程

1.4.1 评价单元的确定

基于评价数据的基础上,根据中国地理环境特点及中国行政分界的完整性,同时为了方便对评价结果分区分析,借助部分行政界线,尽可能照顾自然地理单元的完整性,评价时基于以下分区,一级分区为:①东部平原丘陵湿润区;②中部山地高原半干旱区;③西部高原盆地干旱区。

同时在一级分区的基础上进行二级分区,二级分区命名如下。

- (1) 东北平原山地湿润区;
- (2) 华北平原山地湿润区;
- (3) 长江中下游平原丘陵湿润区;
- (4) 华南丘陵山地湿润区;
- (5) 内蒙古高原半干旱区;
- (6) 黄河中游高原半干旱区;
- (7) 西南丘陵盆地湿润区;
- (8) 新疆盆地干旱区;
- (9) 青藏高原高寒区。

基于一级分区在全国层面上对地理因素对城镇空间布局的适宜性进行评价和分析,在二级分区的基础上对地理因素对城镇空间布局的适宜性进行评价和分析。对评价结果中的连续数据分级进行合并,合并成四级城镇布局适宜程度,即不适宜、较不适宜、适宜和高度适宜。

1.4.2 评价方法和指标体系

影响城镇布局的地理环境因子是多方面的,包括自然和社会两方面。在众多的因子中,不可能面面俱到,只能抓主要矛盾选出其中关键的因子,用于城镇布局地理环境评

价。指标群的选取是为了全面反映研究目标，而指标体系的建立则是为了科学性、系统性地实现城镇布局地理环境评价的目标。城镇布局所依赖的地理环境是大气圈、水圈、岩石圈、生物圈相互作用的结果，也是人类作用于自然环境最直接的媒体，人类的一切生存活动包括吃、穿、住、行都离不开地理环境。

因此，在评价过程中我们将地理要素对城镇空间布局的适宜性评价分为两部分：①地理要素对城镇空间布局适宜性影响的综合评价，简称综合评价；②地理要素对城镇空间布局适宜性影响的专题评价，简称专题评价。

1. 专题评价方法和指标体系

1) 评价指标体系

地理要素对城镇空间布局适宜性影响的专题评价包括：地理因素对人类居住地的适宜性评价和地理因素对城镇发展的生态限制性评价。所选用的指标主要包括：高程、年平均降水量、 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 积温、 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温、土地利用类型、土壤侵蚀、坡度、地貌、森林、自然保护区、湿地、河湖水体、基本农田保护区和地质灾害。各指标的评价标准见表 1-1 和表 1-2。

表 1-1 人类居住地的适宜性评价准则表

评价因子	不适宜	较不适宜	适宜
高程	$> 4000\text{m}$	$2000 \sim 4000\text{m}$	$< 2000\text{m}$
年平均降水量	$< 50\text{mm}$	$50 \sim 200\text{mm}$	$> 200\text{mm}$
$\geq 0^{\circ}\text{C}$ 积温	$< 500^{\circ}\text{C}$	$500 \sim 1500^{\circ}\text{C}$	其他
$\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温	$< 0^{\circ}\text{C}$	无	$> 0^{\circ}\text{C}$
土地利用类型	沙地、戈壁、盐碱地、沼泽地、冰川和永久积雪、水体、滩涂	有林地、高覆盖草地	其他
土壤侵蚀	剧烈与极强度风力侵蚀、强度冻融侵蚀、剧烈与极强度水力侵蚀	中度冻融侵蚀、强度风力侵蚀、强度水力侵蚀	其他
坡度	$> 15^{\circ}$	$5^{\circ} \sim 15^{\circ}$	$< 5^{\circ}$
地貌	极大起伏山地、沙丘、雪域高原	大起伏山地、喀斯特山地、梁崩丘陵、高丘陵、高台地、中台地、微高地和其他高原	中起伏山地、小起伏山地、中丘陵、低丘陵、喀斯特丘陵、低台地、起伏平原、倾斜平原、平坦平原和微洼地

表 1-2 城镇发展的生态限制性评价指标及准则表

评价指标	不适宜建设区	较不适宜建设区	适宜建设区
森林	存在（有林地）	无	无
自然保护区	存在	自然保护区周围 10km 的缓冲区	无

续表

评价指标	不适宜建设区	较不适宜建设区	适宜建设区
湿地	存在	无	无
河湖水体	存在	无	无
地形（坡度）	$>15^{\circ}$	$5^{\circ} \sim 15^{\circ}$	$<5^{\circ}$
基本农田保护区	存在（基本农田保护区定义为城镇周围 10km、农村居民点周围 5km 范围内的平原耕地）	无	无
土壤侵蚀	剧烈与极强度风力侵蚀、强度冻融侵蚀、剧烈与极强度水力侵蚀	中度冻融侵蚀、强度风力侵蚀、强度水力侵蚀	其他
地质灾害	滑坡、崩塌为主、泥石流为主	地裂缝为主、崩雪为主、水土流失强烈、冻融强烈、地面沉降为主、岩溶塌陷为主和矿区塌陷为主	水土流失中等、冻融中等、土地盐碱化中等、土地沙漠化中等、河源库港口淤积为主、弱或不发育期

2) 评价方法

评价过程中利用各指标 1km 空间栅格数据，根据每一指标的评价标准确定每个栅格该指标对人类居住地的影响类型（不适宜、较不适宜、适宜或禁止建设区、限制建设区和适宜建设区），并制作各指标对人类居住地影响类型的空间分布图。在综合评价各指标的影响类型时，对人类居住地适宜性的综合评价，首先确定适宜区和不适宜区（适宜区确定的标准是八种评价指标均适宜，而不适宜区确定的标准是八种指标中只要有一种指标不适宜），其他区均作为较不适宜区。对城镇发展生态限制性的综合评价与对人类居住地适宜性的综合评价相似，先确定适宜建设区和禁止建设区（适宜建设区确定的标准是八种评价指标均适宜，而禁止建设区确定的标准是八种指标中只要有一种指标不适宜），其他区均作为限制建设区。

2. 综合评价方法和指标体系

1) 评价指标体系

在综合评价指标群的选择中，为了达到地理环境对城镇布局的适应性评价的目的，选择了水热、地形地貌、水文水资源、交通人口和土地利用及居民点五组指标（Collins et al., 2001; Aly et al., 2005）。

- （1）水热：选择了年 $>0^{\circ}\text{C}$ 积温和湿润度两个指标；
- （2）地形地貌：选择了平均海拔、坡度和地貌类型三个指标；
- （3）水文水资源：选择了河网密度和水资源两个指标；
- （4）交通人口：选择了铁路、公路和人口三个指标；
- （5）土地利用及居民点：选择了土地利用和居民点两个指标。

各因素指标的量化分级标准见表1-3至表1-8。

表1-3 地形地貌因子量化分级

评价因子及权重系数	高度适宜	适宜	较不适宜	不适宜	极不适宜
量化数值	5	4	3	2	1
高程 $a_1 = 0.37$	0 ~ 350m	351 ~ 1000m	1001 ~ 2000m	2001 ~ 4000m	>4000m 或 <0m
地貌 $a_2 = 0.53$	43	41, 42, 44, 45	21, 24, 31, 32, 33	14, 15, 25, 22, 23, 51, 52	11, 12, 13, 26
坡度 $a_3 = 0.10$	0	1° ~ 3°	4° ~ 10°	11° ~ 15°	>15°

注：地貌代码表示，11 为极大起伏山地、12 为大起伏山地、13 为中起伏山地、14 为小起伏山地、15 为喀斯特山地、21 为梁脊丘陵、22 为高丘陵、23 为中丘陵、24 为低丘陵、25 为喀斯特丘陵、26 为沙丘、31 为高台地、32 为中台地、33 为低台地、41 为起伏平原、42 为倾斜平原、43 为平坦平原、44 为微洼地、45 为微高地、51 为雪域高原、52 为其他高原。

表1-4 气候因子量化分级

评价因子及权重系数	高度适宜	适宜	较不适宜	不适宜	极不适宜
量化数值	5	4	3	2	1
0℃ 积温 = 0.33	>5000℃	3001 ~ 5000℃	1501 ~ 3000℃	501 ~ 1500℃	<500℃
湿润度 = 0.67	>10	-10 ~ 10	-49 ~ (-10)	-60 ~ (-50)	<-60

表1-5 水文水资源因子量化分级

评价因子及权重系数	高度适宜	适宜	较不适宜	不适宜	极不适宜
量化数值	5	4	3	2	1
河网密度指数 = 0.33	>100	100	11 ~ 99	1 ~ 10	0
产水模数 = 0.67	>45	16 ~ 45	3 ~ 15	1 ~ 2	0

表1-6 交通人口因子量化分级

评价因子及权重系数	高度适宜	适宜	较不适宜	不适宜	极不适宜
量化数值	5	4	3	2	1
铁路 = 0.25	>60m/km ²	31 ~ 60m/km ²	1 ~ 30m/km ²	0m/km ²	0m/km ²
公路 = 0.13	>100m/km ²	51 ~ 100m/km ²	1 ~ 50m/km ²	0m/km ²	0m/km ²
人口 = 0.62	>300 人/km ²	101 ~ 300 人/km ²	1 ~ 100 人/km ²	0 人/km ²	0 人/km ²

表 1-7 居民点分级

评价因子	高度适宜	适宜	较不适宜	不适宜	极不适宜
量化数值	5	4	3	2	1
居民地	51	51 周围 1km 的 辐射范围	51 周围 1 ~ 2km 的 辐射范围、52、53	52、53 周围 1km 的 辐射范围	无

注：51 为城镇用地、52 为农村居民地、53 为其他建设用地。

表 1-8 土地利用量化分级

评价因子	高度适宜	适宜	较不适宜	不适宜	极不适宜
量化数值	5	4	3	2	1
土地利用	建设用地	耕地	林地草地	水域	未利用土地

2) 评价权重系数的确定

在环境评价中,指标权重的确定是整个评价过程中不可缺少的一步,它是关系到评价结果是否与实际相符的关键一环。权重的定义是在所考虑的群体或系列中赋予某一项目的相对值,具有随机性和模糊性的双重特性。

传统的确定权重的方法有两大类,群体方法和个体方法。群体方法是通过对一定数量有关专家的调查咨询,取得测试样本资料,然后进行统计分析,求出因素的权重分配,此法完全体现了权重的随机性和模糊性,是确定权重因子较常用的方法,但因专家群体很难选定,测试样本也很难收齐,在实际工作中存在着很大的困难。个体方法就是由决策者个人根据因素在系统中的客观地位,判定确定权重分配方法。此时权重只具模糊性,不存在随机性,只可能用于初步方案的拟订。近年来因数学方法的发展,人们将层次分析法(the analytic hierarchy process, AHP)引入了权因子的确定中,避免了以上两种方法的不足。此法理论严谨,便于操作,它是在定性方法基础上发展起来的确定因素权重的一种科学方法,由美国运筹学家 T. L. Saaty 于 20 世纪 70 年代提出的一种定性定量相结合的决策方法,它是一种将决策者对复杂系统的决策思维过程模型化、数量化的过程(Saaty, 1990; 2003)。应用此方法,决策者通过将复杂问题分解为若干层次和若干因素,在各因素之间进行简要的比较和计算,就可以得出不同方案的权重(Verburg et al., 1999)。

AHP 确定因子权重的具体步骤分为三步。

(1) 确定目标和评价因子 U : 构造判断矩阵。以 A 表示目标, U_i 表示评价因素, $U_i \in U (i = 1, 2, 3, \dots, n)$, U_{ij} 表示 U_i 对 U_j 的相对重要性数值 ($j = 1, 2, 3, \dots, n$), U_{ij} 的取值见表 1-9。

表 1-9 判断矩阵标度及其含义

标度	含义
1	表示因素 U_i 与 U_j 比较, 具有同等重要性
3	表示因素 U_i 与 U_j 比较, U_i 比 U_j 稍微重要
5	表示因素 U_i 与 U_j 比较, U_i 比 U_j 明显重要

续表

标度	含义
7	表示因素 U_i 与 U_j 比较, U_i 比 U_j 强烈重要
9	表示因素 U_i 与 U_j 比较, U_i 比 U_j 极端重要
2, 4, 6, 8	分别表示相邻判断 1~3, 3~5, 5~7, 7~9 的中值
倒数	表示因素 U_i 与 U_j 比较得判断 U_{ij} , 则 U_j 与 U_i 比较得判断 $U_{ji} = 1/U_{ij}$

(2) 计算重要性排序。根据 $A-U$ 矩阵, 求出最大特征根所对应的特征向量, 所求特征向量即为各评价因素重要性排序, 也就是权数分配。

(3) 检验。用公式 $CR = CI/RI$ 来检验, 式中: CR 称为判断矩阵的随机一致性比较, 当 $CR < 0.10$, 即可认为判断矩阵具有满意的一致性, 说明权数分配合理; RI 为判断矩阵的平均随机一致性指标, 对于 1~9 阶矩阵, RI 值列于表 1-10 中; CI 称为判断矩阵的一般一致性指标, 由下式给出

$$CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1) \quad (1-1)$$

表 1-10 判断矩阵的平均随机一致性指标

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RI	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

根据以上 AHP 的原理及步骤, 计算评价用的因子权重系数。

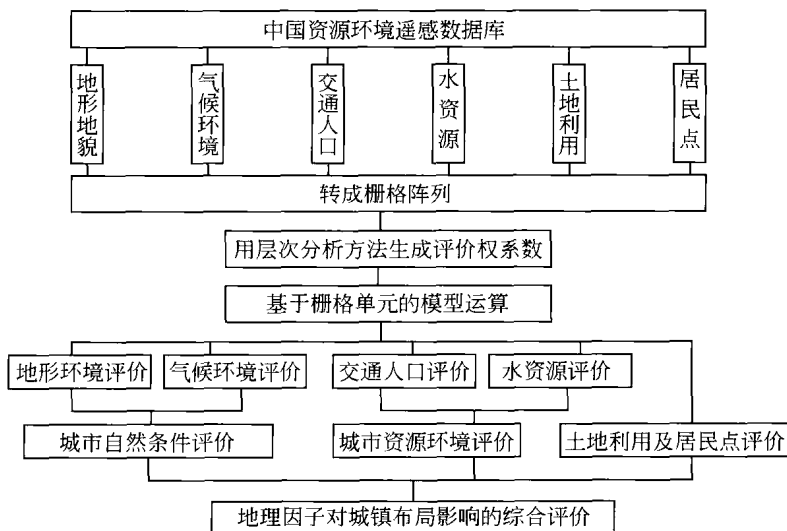


图 1-1 地理环境因子对城镇布局影响的综合评价技术流程图

3) 基于数字环境模型的评价方法

地理环境是一个复杂的系统整体, 各子系统相互影响、相互作用, 数字栅格模型的建立是基于地理环境规律基础上, 将整个地理环境分为几个子系统。它们是地形地貌子系