



上海大都市地区 资源环境承载力估算方法研究

石忆邵 王贺封 尹昌应 吴婕 杭太元等 著

中国建筑工业出版社

上海大都市地区资源环境 承载力估算方法研究

石忆邵 王贺封 尹昌应 吴 婕 杭太元 等著

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

上海大都市地区资源环境承载力估算方法研究/石
忆邵等著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2015. 2
ISBN 978-7-112-17766-0

I. ①上… II. ①石… III. ①区域环境-环境承
载力-研究-上海市 IV. ①X321. 251

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 029413 号

本书内容包括: 绪论; 国内外城市承载力研究述要; 上海市土地人口承载力
估算方法研究; 上海市水资源承载力估算方法研究; 上海市生态承载力估算方法
研究; 上海市地质环境承载力估算方法研究; 上海市交通承载力估算方法研究;
上海市就业承载力预测方法研究; 上海市建设用地极限规模估算方法研究等。

全书可供广大城市规划师、城市管理人员、高等院校城市规划专业师生等学
习参考。

责任编辑: 吴宇江

责任设计: 张 虹

责任校对: 刘 钰 关 健

上海大都市地区资源环境承载力估算方法研究

石忆邵 王贺封 尹昌应 吴 婕 杭太元 等著

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京科地亚盟排版公司制版

北京市密东印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 14 $\frac{3}{4}$ 字数: 354 千字

2015 年 5 月第一版 2015 年 5 月第一次印刷

定价: 40.00 元

ISBN 978-7-112-17766-0
(27019)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

前 言

改革开放以来,迅猛发展的工业化和城市化成就了中国经济发展的奇迹。然而,资源高消耗、环境高污染的粗放式增长模式,也使得中国经济发展付出了沉重的资源环境代价。据报道,中国经济增长导致的资源损耗、环境污染和生态退化等资源环境成本已高达GDP的13.5%。中国经济面临的资源环境约束日益严峻,能源安全、水资源保障、环境承载能力已成为制约中国城市未来发展的关键因素。未来10~20年是中国社会向城市社会转型的关键时期,也是推进新型城镇化的关键阶段。可持续发展是以保护自然资源和环境为基础,同资源与环境的承载力相协调的发展策略。通过技术创新、管理创新和制度创新,实现低资源消耗、低环境负荷的新经济发展思路,实现经济增长与资源过度消耗和环境恶化脱钩,着力提高城市经济绩效、环境质量及其资源利用效率,是中国推动城镇化、工业化、信息化和农业现代化协调发展,逐步实现生态文明目标的必然选择。因此,深入探讨城市资源环境综合承载力的基础理论及其估算方法,为实现繁荣、美丽、宜居的大城市可持续发展目标提供决策参考依据,是我们这一代学人的历史使命。

岁月不居,时若奔驹。多年来,我们课题组开始了对城市综合承载力这一命题的思考。在指导谭文星同志完成其博士学位论文之后,我们又继续前行与探索,再成此芜作。回首逝去的流光岁月,虽无“饱经风雨冰霜雪”之苦,但亦确有“深味酸咸苦辣甜”之感。

本书第1章、第2章由石忆邵执笔,第3章由石忆邵、王贺封撰写,第4章由王贺封执笔,第5章由尹昌应撰写,第6章由吴捷执笔,第7章由杭太元撰写,第8章由王樱晓执笔,第9章由石忆邵、吴捷撰写。全书由石忆邵统稿。

拙著得以成稿,再次衷心感谢上海市规划和国土资源管理局、上海市地质调查研究院等有关部门领导的指导和帮助。书中还参考了国内外学者的大量相关研究成果,谨此深致谢意。

再次衷心感谢中国建筑工业出版社吴宇江编审等的大力支持和帮助。

“学精在勤,术精在悟”。然而,每当面对自己在QQ上的这一留言,总觉愧赧汗颜。囿于涉猎不精,心多旁骛,虽亦“耽书静案勤非少”,但却“信步清庭悟不多”。尚祈同仁谅余颛愚,悉心检点,指吾阙失,多加厘正,则倍感欣慰。

石忆邵

2014年3月20日于同济大学浅碧斋

目 录

1 绪论	1
1.1 问题的提出	1
1.1.1 国际背景	1
1.1.2 国内背景	1
1.2 研究目的与意义	6
1.3 主要内容和研究方法	7
参考文献	9
2 国内外城市承载力研究述要	10
2.1 承载力概念的起源与发展	10
2.2 国内外城市承载力主要研究内容综述	12
2.2.1 国外城市承载力的主要研究内容	12
2.2.2 国内城市承载力的主要研究内容	14
2.3 评价方法的发展	16
2.4 国内外研究述评	18
2.4.1 主要进展	18
2.4.2 存在的主要不足	18
2.5 城市综合承载力研究中的若干问题探讨	19
2.5.1 关于城市综合承载力的评价理念问题	19
2.5.2 关于城市综合承载力评价中限制性因素的辨识问题	21
2.5.3 关于城市综合承载力的评价方法问题	24
2.6 研究展望	25
参考文献	26
3 上海市土地人口承载力估算方法研究	33
3.1 土地人口承载力研究进展	33
3.2 土地利用空间类型划分	34
3.3 评价指标选取	35
3.3.1 指标选取依据	35
3.3.2 评价指标	35
3.4 数据获取与处理	36
3.4.1 数据获取	36
3.4.2 数据处理	36
3.5 分空间(分类)评价	38
3.5.1 评价指标权重的确定	38

3.5.2	评价结果分析	40
3.5.3	各类空间内部的承载力分级评价	44
3.6	土地人口承载量估算	49
3.6.1	基本思路	49
3.6.2	估算方案确定	49
3.6.3	承载人口总量估算	50
3.6.4	单位面积人口承载力变化敏感性分析	51
3.7	结论与讨论	52
	参考文献	53
4	上海市水资源承载力估算方法研究	57
4.1	水资源承载力研究进展	57
4.2	上海市水资源和水环境状况	59
4.2.1	水域及河网分布	59
4.2.2	水资源量	60
4.2.3	取(用)水量	61
4.2.4	水环境问题	62
4.3	上海市水资源承载力分析	65
4.3.1	系统动力学模型概述	65
4.3.2	上海市水资源承载力 SD 模型建立	67
4.3.3	方案设计及模拟结果分析	79
4.4	结论与建议	86
	参考文献	87
5	上海市生态承载力估算方法研究	90
5.1	城市生态承载力研究进展	90
5.2	生态承载力评价的主要方法	92
5.2.1	指标体系评价法	93
5.2.2	产品周期评价法	94
5.2.3	综合评价法	95
5.3	生态足迹理论、原理与方法	97
5.3.1	生态足迹定义	97
5.3.2	生态足迹基本思想	97
5.3.3	生态足迹的计算方法	97
5.4	上海市主要物质生产和能源消费情况	99
5.4.1	物质生产	99
5.4.2	物质消费	102
5.4.3	污染和废弃物排放	103
5.5	上海市生态足迹与生态承载力估算	106
5.5.1	上海市生态足迹动态分析	107
5.5.2	上海市生态承载力估算	108

5.5.3 上海市生态赤字/盈余情况分析	109
5.6 主要结论	110
参考文献	110
6 上海市地质环境承载力估算方法研究	113
6.1 城市地质环境及其承载力	113
6.1.1 城市地质环境	113
6.1.2 地质环境承载力	114
6.2 地质环境承载力估算的基本方法	116
6.2.1 地质环境承载力的评价流程	117
6.2.2 地质环境承载力的评价单元划分	118
6.2.3 地质环境承载力的评价指标体系	118
6.2.4 地质环境承载力评价指标权重	120
6.2.5 地质环境承载力评价数学模型	120
6.2.6 GIS在地质环境承载力评价中的应用	124
6.3 上海市地质环境承载力估算研究	125
6.3.1 上海城市地质环境概况	125
6.3.2 上海市主要地质环境问题	127
6.3.3 上海市地质环境承载力估算	129
6.3.4 上海市地质环境承载力情景分析与预测	141
6.4 上海市地质环境承载力提升对策与建议	142
参考文献	144
7 上海市交通承载力估算方法研究	146
7.1 城市交通承载力研究进展	146
7.1.1 城市交通设施容量研究	147
7.1.2 城市交通环境承载力研究	148
7.1.3 城市交通人口承载力研究	149
7.2 城市交通承载力的内涵及其影响因素	150
7.2.1 城市交通承载力	150
7.2.2 影响交通承载力的主要因素	151
7.3 城市交通承载状态评价程序与方法	153
7.3.1 指标体系构建	153
7.3.2 指标数据标准化	157
7.3.3 指标权重确定方法	157
7.3.4 指数计算	159
7.3.5 上海市交通承载状态综合评价	159
7.4 上海市交通承载状态分区评价	165
7.4.1 指标体系建立	165
7.4.2 数据准备	166
7.4.3 权重计算	168

7.4.4	分区指数计算	170
7.4.5	结果分析	170
7.5	上海市交通承载力前景预测	171
7.5.1	主要影响因素预测	171
7.5.2	上海市交通承载力预测	172
7.6	主要结论与政策建议	177
7.6.1	主要结论	177
7.6.2	主要政策建议	178
	参考文献	179
8	上海市就业承载力预测方法研究	182
8.1	就业承载力研究述要	182
8.1.1	就业承载力研究现状	182
8.1.2	劳动力就业承载力预测方法	183
8.1.3	劳动力就业结构预测方法	184
8.1.4	就业影响因素分析	184
8.2	上海市就业承载力现状评价	186
8.2.1	上海市就业现状分析	186
8.2.2	上海市就业承载力评价	189
8.3	上海市就业承载力预测	192
8.3.1	就业承载力多元回归模型	192
8.3.2	就业承载力时间序列模型	198
8.3.3	预测结果比较	201
8.4	上海市就业结构预测	202
8.4.1	第一产业从业人员预测	202
8.4.2	第二产业从业人员预测	203
8.4.3	第三产业从业人员预测	205
8.4.4	预测结果分析	207
8.5	主要结论与启示	208
	参考文献	209
9	上海市建设用地极限规模估算方法研究	211
9.1	建设用地规模扩张研究进展	211
9.2	研究思路与方法选择	212
9.2.1	传统的建设用地规模预测方法	212
9.2.2	研究思路与具体方法	214
9.3	上海建设用地极限规模估算	215
9.3.1	运用分类回归法测算建设用地极限规模	215
9.3.2	运用反推法测算建设用地极限规模	219
9.4	结论与讨论	224
	参考文献	225

1 绪论

1.1 问题的提出

1.1.1 国际背景

联合国人口基金会 (UNFPA) 发布的报告称,截至 2011 年 10 月底,地球总人口数已突破 70 亿大关。预计在 2025 年之前,世界人口将达 80 亿人,其中将有 18 亿人生活在严重缺乏水资源的地区;到 2083 年之前将达 100 亿人。地球究竟能承载多少人?这么多人如何在小小的地球上共同分享资源、和谐生存?这些严峻的问题与每一位地球居民的生存息息相关,其答案也将影响人类整体命运的何去何从(王希怡,2011)。联合国人口与发展委员会副主席邦格拉兹也发出警告:“全球能源和粮食价格持续增长,环境压力不断加大,以及 9 亿多人营养不良等问题正变得越来越严重。”哈佛大学社会科学家爱德华·威尔逊认为,地球的最大承载力大约为 90~100 亿人口。

2012 年 5 月 15 日发布的《地球生命力报告 2012》称,1970~2008 年间,地球生命力下降了 28%,处于“很不健康”的状态;其中热带的低收入国家下降了 61%,是重灾区。该报告分析显示,人类对自然资源的需求自 1966 年以来翻了一番,人类正在使用相当于 1.5 个地球的资源来维持生活。按目前的模式预测,到 2030 年,人类将需要两个地球来满足生存需求;到 2050 年,人类将需要 2.9 个地球来满足其生存需求(金煜,2012)。人口增长和过度消费是造成环境压力的主要因素。

1.1.2 国内背景

(1) 上海:可承载人口正在接近极限并非危言耸听

在 2005 年 10 月 30 日举行的第 17 次上海市市长国际企业家咨询会议上,时任上海市长的韩正提出了“在目前的资源和环境约束下,上海能够承载的最大人口数量是多少”的问题。在 2012 年 3 月举行的全国两会上,时任上海市委书记的俞正声指出:上海人多、地少、环境资源约束接近极限,经济发展必须减少对重化工、房地产、加工型劳动密集型产业的依赖,要从上海的实际出发优化产业结构,痛下决心,推动科学发展。

近 10 年来,上海常住人口净增 661.15 万人,年均增长 66 万人,外省市来沪常住人口占比由“五普”(第五次全国人口普查)的 18.6% 提高到 39%;上海中心城区人口密度是东京的 2.4 倍,伦敦的 3.5 倍,巴黎的 4.8 倍;城镇建设用地已占市域总面积的 48%,接近 50% 生态极限值上限。上海人口增长致使资源、环境等承载能力紧张。

综合各类因素,如按现有规划、当前标准和现实情况计算,制约上海人口承载量的短边因素主要为生态环境,上海人口承载量为 1800~2300 万人;如能突破现有规划和某些

政策条件,同时改善生态环境和居民生活方式,则制约上海人口承载量的短边因素为土地资源即城市建设用地规模,上海人口承载量可达到2500~2800万人(张骏,2012)。2012年,上海常住人口规模已达2380万人,而上一轮城市总体规划中,至2020年全市常住人口预测指标为1850万人。有关资料还显示,2011年上海全市建设用地规模达到了2961km²,占全市陆域面积的43.6%,不仅远远超过了上一轮规划的控制指标,也接近了全市可用建设用地规模的极限。由此可见,上海可承载的人口规模和建设用地规模都正在接近极限。如果上海人口超过极限,市民的幸福感和城市的宜居度将会急剧下降。近年来,资源相对供应不足、交通拥堵、空气污染等“城市病”症状,事实上提示着上海实际人口可能已经逼近了承载极限。如不加控制“顺其自然”,“城市病”可能在不远的将来大规模爆发(孙刚,2013)。

目前,上海正处于创新驱动发展、经济转型升级的关键时期,启动新一轮城市总体规划编制,对于促进上海全面协调可持续发展,当好全国改革开放排头兵和科学发展先行者具有重大战略意义。《关于编制上海新一轮城市总体规划指导意见》已经明确了未来上海发展的目标定位:要在2020年基本建成“四个中心”和社会主义现代化国际大都市的基础上,努力建设成为具有全球资源配置能力、较强国际竞争力和影响力的全球城市。为了实现这一宏伟的战略目标,上海面临着树立科学的发展导向,严格控制城市发展规模,优化市域空间格局,优化产业结构和空间布局,维护良好生态环境,提升城市品质和文化内涵,构建高效便捷的综合交通体系,强化城市运行的基础保障、完善与全球城市建设相适应的规划实施保障机制等重大实践任务。上海正在将市民幸福作为城市发展的根本追求,通过进一步调整和完善产业政策、住房政策和公共服务政策等综合手段,实现人口规模适度可控,人口布局和结构不断优化;尤其是中心城区,将继续坚持人口疏解,控制住宅用地规模和开发强度(鲁海涛,2014)。

(2) 深圳:城市资源承载力已日益临近阈值

据2006年6月26日《羊城晚报》报道:“深圳的快速城市化和持续的低成本经济增长与外来人口息息相关。如今深圳常年平均人口已达到1200万人,进入国内特大城市行列,其中85%是外来人口。深圳到底能容纳多少人?深圳市发改局的研究结果是1000万人,但实际上深圳现在的人口已经超过了1000万人。深圳人口数量已逼近城市资源的承载极限,控制人口数量迫在眉睫!”

2008年5月22日的《南方日报》报道,时任广东省委副书记、深圳市委书记的刘玉浦进一步指出:“深圳的人口密度已经很高,按照常住人口计算,深圳市每平方公里的人口数已经达到4412人,远远高于北京、上海和广州,深圳的人口承载力已经达到极限”(余锦、洪墨,2008)。

深圳市土地总面积为1952.84km²,其中可建设用地931km²,2005年底深圳的实际城市建设用地达到703km²,占75.5%。由此可见,深圳市建设用地对城市发展的影响已处于强约束阶段后期,正在进入刚性约束阶段。日益增加的土地稀缺性已经成为深圳经济增长的限制性因素,土地资源、能源、水资源难以为继,城市人口承载力难以为继,环境承载力难以为继(郑国、秦波,2009)。因此,基于紧约束资源条件的可持续发展目标,未来深圳将严格控制新增用地规模,逐步增加改造用地的规模,促进城市发展实现以新增用地为主向改造用地为主的模式转变。

水资源缺乏也是深圳未来发展中的另一主要限制因素。2008年深圳水资源总量 27.09 亿 m^3 ，按当年常住人口 876.83 万人计算，人均 308.95 m^3 ，不到全国平均水平的 1/10，也远低于国际公认的水资源拥有量用水紧张线 1700 m^3 ，贫水警戒线 1000 m^3 和严重缺水线 500 m^3 ，与国际规定的人类生存最低标准线 300 m^3 基本持平，属于水资源严重缺乏的城市（李昕，2010）。如果考虑河流水质污染及近岸海域水环境质量恶化情况，深圳市实际上已成为“水源型”缺水和“水质型”缺水同时并存的城市。

（3）北京：人口数量已经接近各种资源的承载极限

1983年，中共中央、国务院《关于对“北京市城市建设总体规划方案”的批复》指出：要“坚决把北京市到2000年的人口规模控制在1000万人左右”。但事实上，1986年北京市总人口已达1000万人。1993年批复通过的《北京城市总体规划方案（1991—2010）》要求，2010年北京市常住人口控制在1250万人左右。事实上，2000年第五次全国人口普查结果显示，北京市常住人口已达1382万人。2005年由国务院批复的《北京城市总体规划（2004—2020）》明确指出，2020年北京的总人口规模要控制在1800万人。这一红线是根据当时的生态环境承载能力、资源条件、劳动就业等经济社会协调发展的七个方面论证并确定的。同样，第六次全国人口普查数据表明，2010年北京市常住人口规模达到1961万人，提前10年突破北京城市总体规划确定的2020年1800万人的控制目标，目前的人口已经接近各种资源的承载极限（孙乾，2011）。由此引发了新一轮关于合理调控北京市人口规模的争论，特别是发生在外来流动人口和北京城市管理者之间的博弈。

水资源短缺是制约北京市人口承载力的关键因素。北京市境内多年平均降水 595mm，年均降水总量 99.96 亿 m^3 ，形成地表径流 21.98 亿 m^3 ，地下水资源 27.09 亿 m^3 ，扣除地表水地下水重复计算量 9.08 亿 m^3 ，当地自产天然水资源总量为 39.99 亿 m^3 。据统计，2007年北京市水资源总量为 27.6 亿 m^3 ，其中地表水仅为 7.6 亿 m^3 ，地下水资源量为 18.2 亿 m^3 。当年人均水资源占有量水平只有 171 m^3 /人。该指标远远低于联合国规定的人均水资源丰水线（3000 m^3 /人）和警戒线（1700 m^3 /人）的标准，属于人均水资源小于 500 m^3 的极度缺水地区。北京市的人均水资源也远低于全国 1940 m^3 /人的平均水平（童玉芬、齐明珠，2009）。据北京市水务局透露，2012年北京用水总量约 36 亿 m^3 ，其中 7.5 亿 m^3 是再生水，用水缺口保守统计在 11 亿 m^3 左右。用水缺口主要依靠消耗水库库容、超采地下水及应急水源常态化维持。而自 1999 年以来，北京已连续 14 年干旱，地下水位持续下降，平均每年下降 90cm，地下水已严重超采，包括永定河在内的北京依托的 21 条主要河流都全部断流。1999~2012 年，密云、官厅水库来水量 3.8 亿 m^3 ，不足多年平均量的 1/4。北京市 17 座大中型水库总库容为 90 多亿立方米，但目前蓄水量不足 15 亿 m^3 （南炎，2013）。

另外，目前北京市 100% 的天然气、100% 的石油、95% 的煤炭、64% 的电力、55% 的成品油均需从外地调入（秦红岭，2013），能源的对外依存度很高。北京市每增加 1 人，日交通出行量就要增加 2.64 次，尽管近几年北京市公共交通发展很快，但新增交通供给能力很快被人口增量所抵消。

近 10 多年来，北京市常住人口以年均增长超 60 万人的速度发展，相当于每年增加一个中等城市人口，其中外来人口占了大半。到 2011 年末，北京市常住人口已达 2018.6 万

人；到2012年末，北京市常住人口达到2069.3万人，比2011年又增加50余万人；截至2013年底，北京市常住人口再次突破2114万人。每年超2亿人次进入北京；北京地铁日均运客超1000万人次，北京公交日均运客超2000万人次。人口暴增引发了交通拥堵、空气污染、资源紧缺等诸多“灾难性”难题，“城市病”越积越深。为了缓解人口资源环境矛盾，北京等地纷纷出招严控人口规模，主要措施包括：启动产业转移外迁；重大项目推“人口评估”，建设城市副中心；探索积分政策控制外来人口（孙湛，2014）。

北京经济经过持续多年的快速增长后，经济发展与城市规划、建设不协调的矛盾逐步显现，人口、资源、环境、交通等方面的问题日益突出（耿雁冰，2012）。北京是否存在人口承载力极限？若有，其极限规模又是多少？社会经济发展水平和基础条件的变化促使人口膨胀、再膨胀，同时又导致了人口承载极限的屡屡变更。如南水北调工程实施后，能使北京供水范围扩大700多 km^2 ，将解决京西南和京南地区严重缺水的问题，也有利于增强城市人口和经济规模的承载能力。

（4）广州：人口总量逼近峰值

2008年4月，广州市社会科学院发布的《中国广州经济发展报告》指出，据测算，广州的最大人口容量为1500万人，而目前广州常住加流动人口将近1200万人。支撑广州城市可持续发展三大基本要素的人口规模、资源承载力和环境容量基本都已接近峰值，城市发展面临着有史以来的最大压力，而且资源支撑经济社会发展的能力在弱化。另据推算，广州到2010年的适度人口规模为715.93万人，到2015年的适度人口规模为758.92万人，但2005年广州户籍人口已超750万人，已突破理论上适度的人口容量（黄蓉芳等，2008）。2006年广州市流动人口规模已超过300多万人，据预测，到2010年，广州的流动人口将突破540万人，而流动人口的新生儿将达到11万人。流动人口及流动人口出生数的不断增长，不仅影响广州低生育水平的稳定，而且对广州的城市公共服务体系、基础设施的建设和城市管理将带来更大压力。

（5）城市病频发：城市承载力超载的警示

“城市病”或“大城市病”通常是指因人口过度向大城市集中而引发的社会失序、经济失衡、环境失控、资源失调等系列负面效应的总称，它是因城市规模集聚过度而引发的不经济现象，也是城市承载力超载的警示。改革开放30多年来，中国工业化的高速发展与城市化的快速扩张所带来的雾霾、交通拥堵、地面沉降、垃圾围城等资源环境问题已经或正在威胁着中国城市发展的可持续性，大约80%的中国城市未能破解“经济—资源—环境”这个三角困境，实现经济增长、资源环境可持续性和能力建设方面的协调可持续发展；中国经济增长导致的资源损耗、环境污染和生态退化等资源环境成本占GDP的13.5%，大大高于其他国家（赵川，2013）。

① 资源过度消耗。目前，中国单位GDP能耗是日本的7倍，美国的6倍，印度的2.8倍；中国单位GDP耗地量是日本的8倍；中国单位GDP耗水量比世界平均值高4倍，比美国和其他发达国家高8倍。电力、钢铁、有色冶金、石化、建材、化工、轻工、纺织8个行业主要产品单位能耗平均比国际先进水平高40%。钢、水泥、纸和纸板的单位产品综合能耗比国际先进水平分别高21%、45%和120%。机动车油耗水平比欧洲高25%，比日本高20%。

② 污染物高排放。中国每增加单位GDP的废水排放量比发达国家高4倍，单位工业

产值产生的固体废弃物比发达国家高 10 多倍。

③ 环境公害频发。一是重金属污染,目前我国受镉、砷、铬、铅等重金属污染的耕地面积近 2000 万 hm^2 ; 2006 年我国受重金属污染的粮食 1200 万 t, 30% 的大米铅超标。二是大气污染, 2010 年中国的室外空气污染导致了 123.4 万人的过早死亡以及 2500 万健康寿命^①的损失, 占 2010 年我国全部死亡人数的近 14.9%。目前中国已成为大气污染最严重的国家之一, 58% 城市空气中所含悬浮粒子浓度超过世界卫生组织标准 5 倍; 世界上污染最严重的 10 个城市(太原、米兰、北京、乌鲁木齐、墨西哥城、兰州、重庆、济南、石家庄、德黑兰)有 7 个在中国, 全国 500 个城市中, 空气质量达到世卫组织推荐标准的不足 5 个, 仅占 1% 左右。三是水污染, 全国 850 条江河、130 多个湖泊和近海区域受到不同程度的污染; 全国 97% 地下水遭不同程度污染, 其中 64% 城市地下水遭严重污染, 33% 轻度污染, 基本清洁的城市地下水只有 3%。四是癌症高发。《2012 中国肿瘤登记年报》显示, 中国每年新发癌症病例约 350 万, 因癌症死亡约 250 万; 全国每 6 分钟就有 1 人被确诊为癌症, 每天有 8550 人成为癌症患者, 每 7~8 人中就有 1 人死于癌症; 预计到 2020 年, 中国每年的癌症死亡总数将达 300 万人左右, 患病总数将达 660 万人。

④ 地面沉降风险增大。据《中国新闻周刊》报道, 我国 19 个省份 50 多个城市发生了不同程度的地面沉降, 累计沉降量超过 200mm 的总面积超过 7.9 万 km^2 , 主要集中在长三角地区、华北平原和汾渭盆地。而过度开采地下水尤其是深层地下水, 不断增加的高层建筑是引发地面沉降的主要原因(钱炜等, 2011)。另外, 美国科罗拉多大学一份研究报告表明: 全球 33 个人口密集的大型三角洲地区中, 有 2/3 正面临“地陷海升”的双重威胁, 而中国长江三角洲、珠江三角洲及黄河三角洲, 已跻身这一危机榜上最严重的一级。控制城市中心区的大规模、高强度开发, 成为遏制地面沉降的重要举措之一。

(6) 城市承载力是否是一个伪命题?

但另一方面, 承载力概念在获得广泛应用和发展的同时, 也仍然存在着理论基础薄弱、调控机理缺失、估算方法不足、可操作性差等问题。巴克利和林德伯格等学者认为它具有固有的模糊性和不确定性而建议将其废弃(Buckley, 1999; Lindberg et al., 1997)。

在国内, 这种声音也逐渐传播开来, 且在不断趋强。北京大学周其仁教授认为: 相比纽约、东京等国际大都市, 中国的“北上广”人口聚集度远远不够; “大而密”的城市化发展, 更符合中国的国情, 更有利于降低城乡收入差距; 要培养高密度空间的管理理念, 要依靠人才来医治“大城市病”(徐静等, 2012)。

国家发改委城市与小城镇改革发展中心李铁主任也指出: “控制人口数量在目前来看, 根本不现实”; “到底有没有承载力, 我觉得在目前来看这是一个伪命题”; “北京主城区存在人口过密的问题, 可是对 1.68 万 km^2 的北京行政管辖区而言, 北京人口密度与很多同等类型的城市相比并不高”(孙乾, 2012)。

中金公司在其研究报告中指出: “与其他国家对比, 中国当前特大城市人口占比仍比较低。目前, 中国城镇化率刚过 50%, 大城市(500 万以上人口)人口占比仅为 18%, 其

① 健康寿命是用生命质量来调整生存年数而得到的一个新指标。通过生命质量评价把不正常功能状态下的生存年数换算成有效用的生存年数, 使其与健康人处于等同状态。

中,千万人口以上的特大城市人口占全部城镇人口的比例仅为8%”;“中国下一阶段的城镇化进程将体现为大城市人口聚集力的显著提升,未来城市集中度将显著上升。土地资源非但不是瓶颈,其潜在供应的打开及容积率的放松反倒完全可以支撑不断增长的需求”(中金公司,2013)。

我们认为:城市承载力不是一个伪命题,在一定时空条件及资源禀赋和环境容量约束下,城市承载力阈值是客观存在的,超越了该阈值将会导致一系列承载能力失衡问题的产生。近期引人关注的灰霾天气,频繁发生的地面沉降,令人心烦的交通拥堵,此起彼伏的土壤重金素污染等现象再次证明:城市承载力虽然是动态的和相对的,它会伴随城市经济转型、产业升级、技术进步、交通条件改善、空间结构演进而不断变化,但却是一种客观存在的事实,而不是一种用来修饰的概念,尤其是当它危及人类自身的健康和城市可持续发展的時候。问题的根源在于我们尚未完全廓清承载基体与承载对象之间错综复杂的相互作用机理。城市承载力研究的不完善性不应成为放弃承载力研究的借口,恰恰相反,应成为激励对其进一步深化研究的动力(石忆邵等,2013)。

1.2 研究目的与意义

本书的主要研究目的是在借鉴国内外土地综合承载力相关理论方法基础上,以上海市为例,深入开展人口、资源和环境承载力专项研究,探索各项承载力评价的思路及其技术方法,既可为相关部门编制宏观发展规划及制定相关政策提供支撑,又裨益于转变经济发展方式,突破资源瓶颈制约,提高资源利用效率,缓解各类“城市病”,实现经济发展与资源环境双赢目标,推动经济社会全面、协调、可持续发展。

上海作为我国重要经济中心和长三角龙头城市,经济发展位居全国前列。从20世纪80年代特别是浦东开发开放以来,上海城乡经济社会快速发展,大规模城市建设风起云涌,高强度的土地开发利用、地下水的开采等人类活动日趋频繁,人口规模迅速膨胀,常住人口从1980年的1151.66万人,迅速增加到2010年的2302.66万人,30年间增加了近一倍;常住人口密度从1980年的1862人/km²,增加到2010年的3632人/km²,30年间也增加了近一倍(上海市统计局,2011)。伴随着全市人口的快速增长,土地资源和生态环境对城市经济社会可持续发展的制约作用更趋紧张,出现了“水质型”缺水,土地资源和能源紧张,城市基础设施压力增大,地面沉降风险加剧,局部地区生态环境恶化等一系列问题。

按照可持续发展理论,要实现区域的可持续发展,人口与资源、环境之间必须相互协调,而相互协调的重要标志之一,就是它们之间在数量、结构、增长变动等方面要相适应。从数量上来说,能够综合反映资源环境条件与人口规模间关系的,就是土地的人口承载力与实际人口规模的对比关系,土地的经济承载力与实际经济规模和强度的对比关系,土地的生态承载力与实际生态环境容量的对比关系,包括静态的和动态的对比关系。因此,上海市的人口与资源环境是否相适应,客观上反映在实际人口变动规模与城市所能承载的人口规模之间是否相适应,实际经济发展规模和强度与城市所能承载的经济规模和强度之间是否相适应,实际生态环境容量与城市所能承载的生态阈值之间是否相适应,这已成为上海市未来可持续发展的一个重要前提条件。

1.3 主要内容和研究方法

本书以专题研究为特色,综合运用资源科学、环境科学、地理科学、经济科学、城市规划学等多学科理论与方法,并结合地理信息系统(GIS)分析技术,重点探讨和定量估算上海大都市地区的土地人口承载力、水资源承载力、生态承载力、地质环境承载力、城市交通承载力、就业承载力;同时,对上海市建设用地的极限规模进行定量测算。

各章的主要内容和具体研究方法简述如下:

第1章,绪论。本章从国际背景和国内背景两个方面,指出开展上海大都市地区资源环境承载力研究的必要性和紧迫性,以及研究的主要目的和意义。

第2章,国内外城市承载力研究述要。本章从承载力概念的起源、内涵与发展、影响因素研究、评价方法进展等方面进行了回顾与评述,指出了存在的问题和不足,并针对城市综合承载力研究中的评价理念、限制性因素的辨识、评价方法应用等具体问题展开讨论,同时展望了城市综合承载力的未来研究趋势。

第3章,上海市土地人口承载力估算方法研究。本章基于GIS空间分析方法,以上海市为例,将不同用地空间的分类评价和分级评价结合起来,综合估算土地人口承载能力,弥补了传统研究视角与估算方法的不足。研究结果显示:①基于国土空间划分思路,结合中国土地利用现状分类标准,可以将上海市土地利用空间具体划分为城市建设空间、工业发展空间、农业生产空间、农村生活空间、绿色生态空间、其他生态空间以及其他空间共七类子空间(扣除长江江面面积);②城市建设空间和工业发展空间是承载人口的主要载体,两者合计约占可承载人口总量的80%~82.62%,因此,城市建设和工业发展空间是大都市人口集中、产业集聚和财富集中的中心;而农业生产空间和生态保护空间作为大都市的生态保全空间,不宜承载过多的产业发展和财富增值活动。③在当前社会经济发展和技术水平条件下,上海市可承载人口总量约为2676.49~3013.45万人。2009年上海市常住人口为2210.28万人,仍有一定的人口承载潜力空间。④本章的估算结果考虑到了不同用地空间的承载力内部差异性,提高了估算结果的可信性。

第4章,上海市水资源承载力估算方法研究。在对水资源承载力的定义、特征以及主要研究方法的进展进行梳理和分析的基础上,结合上海市水资源和水环境状况以及社会经济发展特点,基于历年相关统计数据,选取44个主要变量,以系统动力学理论为框架,从水资源、社会、经济和生态四个子系统分析入手,构建了上海市水资源承载力系统动力学模型,在对模型进行有效检验后,设计了现状延续、经济优先、规划约束和协调发展四种情景方案,模拟2011~2020年上海市水资源承载力动态变化,并对模拟结果进行比较分析,确定了较为合理的方案,并提出了相关建议。研究结果表明:在上海市水量充沛而水质型缺水的现实状况下,应科学认识上海市水资源问题;从确定的方案模拟结果对比分析来看,在保证上海市较高的社会经济发展速度和兼顾政府相关政策控制要求的基础上,选取协调发展和规划约束方案或者在两者之间的其他方案较为合理,为此,可预测到2020年上海市水资源可承载的合适人口数量大约在2672.33~2887.76万人,经济规模为37054.6~51158.8亿元。

第5章,上海市生态承载力估算方法研究。运用生态足迹的原理与方法,对上海市2000~2011年间的人均生态足迹、生态承载力及生态盈余/赤字进行了分析和估算。计算结果显示:①上海市人均生态足迹高于中国和亚洲平均水平,却远低于全球平均水平;且上海全市汇总的生态足迹呈逐年递增的变化过程和趋势,只在2002年出现了小幅降低;②上海市生态总承载力呈现出非线性增长的变化过程。其中,2000~2005年是小幅波动式增长阶段,2005~2006年有一个较大幅度的降低,此后生态总承载力一路增长;③人均生态承载力呈现出持续降低过程,仅在2008~2009年间出现了一次小幅增长;④上海市的生态赤字数值远远超过全国平均水平,说明上海市一直处于严重的生态赤字状态,生态承载力属于人均生态赤字亏欠水平高区域,且随着时间推移呈现波动式加剧的演变态势。

第6章,上海市地质环境承载力估算方法研究。本章界定了地质环境承载力的概念和内涵,分析了它的特点与影响因素;探讨了城市地质环境承载力计算的基本方法,包括评价流程、评价单元的划分、指标体系的构建以及指标权重的确定方法,并着重阐述了几种常用的评价数学模型以及各自的优缺点,论述了GIS在地质环境承载力研究中的应用。继而以上海市为实例,针对其地质环境现状以及目前面临的主要地质环境问题,从资源利用、地质环境和社会经济三个方面构建了地质环境承载力评价的指标体系,采用熵值法定权和加权灰色关联分析模型,对上海市的地质环境承载力开展了估算研究及情景分析和预测,提出了提升地质环境承载力的具体对策。

第7章,上海市交通承载力估算方法研究。在对城市交通承载力的主要研究进展进行梳理的基础上,分析了城市交通承载力的影响因素,通过建立城市交通承载力的“压力—状态—响应”模型,选取了22个指标建立城市交通承载状态综合评价指标体系,并利用层次分析法和熵值法综合确定指标权重;继而上海市交通承载状态进行评价,并分析了承载状态的空间差异,预测了承载状态的时间变化趋势。研究结果显示:上海市交通承载状态在2000~2010年期间经历了稳步上升期;2010年以后,上海市交通承载状态会平稳地保持在现有水平,略有波动;模拟分析结果表明,要保持上海市交通承载状态在一般状态,预计到2015年和2020年上海市极限人口规模分别为2748万人和3438万人。

第8章,上海市就业承载力预测方法研究。本章首先明晰了就业承载力概念,对影响就业的因素、各类研究方法和模型进行了归纳和总结;然后,利用上海市1978~2012年社会经济数据,分析上海市就业供给现状,并对包括极限就业承载力、动态就业承载力和就业结构偏离度等在内的现状就业承载力进行评价;估算了2013~2020年上海市就业承载力,通过建立就业承载力的多元回归模型和时间序列模型得到上海市未来高、中、低三种发展情景之下的就业承载力,预测结果显示至2020年上海市就业承载力在低方案下为1303.74万人,而高方案将达1356.13万人。继而预测了2013~2020年上海市三次产业就业结构,通过分别建立时间序列模型对三次产业就业人数进行估算,结果显示上海市产业就业结构将延续之前的态势,不会出现较大的变动,即第一、二产业就业人员下降,第三产业就业人员持续攀升,至2015年和2020年第三产业就业人员分别将占全行业的60%和67%,但是该比例与纽约、香港等世界经济中心城市服务业人口占城市人口85%以上的比重仍有一定差距。未来随着上海市就业承载力的上升并逐渐接近极限承载力(1792万人),上海城市就业与社会资源的矛盾将日益紧张,因此,调控城市就业人口、调整产业就业结构也是上海市亟待解决的问题之一。

第9章,上海市建设用地极限规模估算方法研究。在借鉴已有研究成果的基础上,运用分类回归法和反推法两种具体方法,定量估算和比较分析未来上海建设用地的极限规模。结合“保障发展、保护资源和保全生态”的多重目标,预测上海市2015年和2020年的建设用地极限规模分别为26.92~27.17万 hm^2 和26.00~29.15万 hm^2 。估算结果既为上海建设用地规模和结构的调整和优化提供了参考依据,又有助于丰富建设用地极限规模估算的方法。

参考文献

- [1] 王希怡. 联合国称世界人口本月底突破70亿,中印增长放缓 [N]. 广州日报, 2011-10-23.
- [2] 金煜. 报告称2030年两个地球才能满足人类需求 [N]. 新京报, 2012-05-16.
- [3] 张骏. 上海人口三年内或超过承载量 [N]. 解放日报, 2012-08-15.
- [4] 孙刚. 上海可承载人口正在接近极限并非危言耸听 [N]. 解放日报, 2013-02-21.
- [5] 鲁海涛. 上海新一轮城市总体规划启动,努力建成全球城市 [N]. 东方早报, 2014-03-12.
- [6] 余锦,洪墨. 广东省委副书记:深圳人口承载力达极限 [N]. 南方日报, 2008-05-22.
- [7] 郑国,秦波. 论城市转型与城市规划转型——以深圳为例 [J]. 城市发展研究, 2009 (3): 31-35.
- [8] 李听主编. 城市资源环境承载力研究 [M]. 深圳:海天出版社, 2010: 5.
- [9] 孙乾. 北京人口承载极限成谜,专家称已超1800万红线 [N]. 京华时报, 2011-05-30.
- [10] 童玉芬,齐明珠. 制约北京市人口承载力的主要因素、问题与对策分析 [J]. 北京社会科学, 2009 (6): 2531.
- [11] 南炎. 北京年缺水11亿立方米,南水北调中线明年将通水 [EB/OL]. 中国经济周刊, 2013-10-23.
- [12] 秦红岭. 如何缓解“大城市病”——北京城市规划与建设的批判性反思 [J]. 中国名城, 2013 (1): 16-20.
- [13] 孙湛. 京沪杭汉等地推“控人”新政解城市“肥胖” [N]. 东方早报, 2014-02-20.
- [14] 耿雁冰. 世界城市的“限”试题 [N]. 21世纪经济报道, 2012-07-02.
- [15] 黄蓉芳,陆彬彬. 广州人口总量逼近峰值 [N]. 广州日报, 2008-04-16.
- [16] 赵川. 城市不能承受之重:80%城市未能达到协调可持续发展 [N]. 21世纪经济报道, 2013-09-12.
- [17] 钱炜,马多思,等. 中国城市的地面沉降之困 [N]. 中国新闻周刊, 2011-11-11.
- [18] Buckley R. An ecological perspective on carrying capacity [J]. Annals of Tourism Research, 1999, 26 (3): 705-708.
- [19] Lindberg K, Mccool S, Stankey G. Rethinking carrying capacity [J]. Annals of Tourism Research, 1997, 24 (2): 461-465.
- [20] 徐静,李倩喧,吴才林. 北京大学教授:北上广人口聚集度远远不够 [N]. 广州日报, 2012-11-12.
- [21] 孙乾. 发改委专家称北京控制人口数量不现实 [N]. 京华时报, 2011-06-03.
- [22] 石忆邵,尹昌应,王贺封,谭文垦. 城市综合承载力的研究进展及展望 [J]. 地理研究, 2013, 32 (1): 133-145.
- [23] 上海市统计局. 2011上海统计年鉴 [M]. 北京:中国统计出版社, 2011.
- [24] 中金:2040年中国五大都市圈人口将达到4.5亿 [EB/OL]. 财经网, 2013-11-22. <http://economy.caijing.com.cn/2013-11-22/113601296.html>.