

城市化地区多目标约束下的适度人口探析 ——以深圳为例^{*}

王爱民¹, 尹向东²

(1 中山大学城市与区域规划系, 广东 广州 510275;
2 广州市城市规划勘测设计研究院, 广东 广州 510060)

摘 要: 基于适度人口评价的多目标体系构建, 采用不同的方法对深圳的经济适度人口、资源适度人口、生态适度人口和空间适度人口进行评估。研究表明: 不同的目标约束和要素解析下有不同的动态适度人口, 由于各影响因素和目标体系之间存在关联互补作用, 在协同作用下可能突破单要素的限制而使适度人口规模水平整体抬升, 因此, 不能简单地以限制性原理将短边因素的适度人口作为城市适度人口。

关键词: 适度人口; 多目标体系; 深圳

中图分类号: K909 **文献标识码:** A **文章编号:** 0529-6579 (2006) 01-0116-05

“适度人口”(Optimum Population)是达到一个或多个理想目标的人口规模。以坎南为代表的早期适度人口论, 从人口规模与经济的适度关系出发, 把产业经济收益最大作为达到适度人口的标准。索维强调了适度人口的多目标性和达到目标的方式, 在其设计的 9 项指标中, 有 4 项经济目标、4 项社会目标和 1 项军事目标^[1,2], 对人口与资源环境的互动关系缺乏考虑成为索维适度人口论的缺陷。近年来我国学者在上世纪 80 年代人口土地承载力研究的基础上, 对适度人口进行了多视角的研究^[3-9], 关注的重点从农村地区到城市地区^[6-11]。目前国内对适度人口的研究主要基于一个特定的目标, 对多目标下的适度人口综合研究评估不足。本文以高度城市化的深圳市为例, 试图在多目标和多要素的耦合中解析城市化地区的适度人口。

1 适度人口的多目标体系构建

经过 20 年的高速发展, 深圳人口由 1980 年的 33.29 万发展到 2000 年的 700.84 万 (第五次人口普查资料), 城市建设用地由 2.81 km² 扩展到 467.3 km²。深圳作为一个快速极化的增长区域, 人口和用地规模不断突破规划控制目标, 适度人口问题已成为政府高度关注的议题。适度人口的确定无疑对深圳人口政策引导、产业升级调整、经济社会发展战略制定具有重要的指导意义。

在有限的土地资源、水资源和生态环境资源以

及预期生活质量目标的多重约束下, 深圳市的适度人口究竟是多少? 对此, 必须回答以下问题: ①从社会经济发展水平角度, 目标期土地生产力将预期达到何种水平, 目标期上中等发达国家的消费水平如何, ②在确保境外调水和开流节源条件下, 水资源的人口承载力是多少, ③从土地和生态角度, 在保障必备的建设用地条件下, 深圳的生态用地基本保有量应是多少, ④从建立宜居人居环境和城市规划角度, 深圳合理的人口密度应是多少。

适度人口目标体系的确定取决于特定地区的资源环境状况、社会经济发展阶段。基于深圳社会经济发展目标与人口资源环境问题双重导向, 把适度人口解构为 4 个子目标体系—经济适度人口、资源适度人口、生态适度人口和空间适度人口 (表 1)。

2 基于子目标下的适度人口评估

采用不同的方法对 4 个子目标下的适度人口进行评估。需要说明的是: 由于土地资源是一种复合性资源, 是城市发展的必备资源和生存环境, 将其资源环境的内涵分解到其它部分中评价; 对高度开放的城市化地区, 矿产资源不作为约束性资源考虑。

2.1 经济适度人口评估

城市经济总量是所有资源 (自然资源与社会经济资源、区内资源与外部资源) 在土地空间上创造的价值, 可以看成是广义上的城市土地综合生产力概念。依据不同时期 GDP 的预测和居民预期

^{*} 收稿日期: 2005-03-21
基金项目: 广东省自然科学基金资助项目 (04009786); 教育部人文社会科学基金资助项目 (01JAZJDGAT003)
作者简介: 王爱民 (1960 年生), 男, 副教授; E-mail: eeswan@zsu.edu.cn
(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 1 社会经济发展目标与人口资源环境问题导向下的适度人口目标体系

Tab. 1 Goal system of optimum population under the direction of Social economic development goal and population resource and environmental issue

社会经济发展目标导向	人口资源环境问题导向	适度人口目标体系
● 以高科技为动力，谋求经济总量的持续快速增长，不断提高居民的生活质量水平。	● 提供充足的土地及基础设施配套，以适度的土地投入保持经济活力与合理的土地价格。	● 经济适度人口：保障城市经济和人均收入的最大增长。
● 建立可持续利用的资源支撑系统。	● 土地与水资源已由过去的优势资源转变高度约束性资源。	● 资源适度人口：使人口规模与战略性资源（水、土地）的支撑能力相适应。
● 建设一个适宜于人类居住的、生态的、园林式、花园式的现代化城市。	● 高速增长的经济、人口以及建设用地对生态用地大量占用与环境保护形成直接冲突。	● 生态适度人口：人口与高品质人居环境建设相适应。
● 建立功能协调、结构合理的城市空间结构体系。	● 城市建设全境式展开、特区内外发展的不平衡、特区外建设的一度无序，城市空间结构需要重组与整合。	● 空间适度人口：依据用地分区发展导向，形成合理的人口分布结构和适度人口密度。

达到的生活水平，可求出动态的适度人口和适度人口增长率。用公式表示为：

$$RC_i = W_i Q_i$$

式中， RC_i 为某个时期适度人口； W_i 为某个时期国民经济总产值； Q_i 为维持特定生活水平的人均GDP。

1980 - 2002 年深圳 GDP 年均增长率高达 36%。对于深圳这样一个以建设用地不断扩张换得经济高速发展的城市来说，土地资源对深圳的经济贡献率明显。随着深圳土地资源和水资源日益短缺对经济发展的制约性越来越强烈。用资源限制性因子阻尼系数 R 来表示对经济发展的约束程度，从理论上，假定在资源阻尼系数 R 的作用下，深圳经济发展速度放慢，呈指数递减函数，结果会存在这样一种状态：当经济增长速度低于某一值域时，经济增长不再支撑新增加的人口数量，而是维系高标准的生活质量及其提高上。这一值域上的人口可看成是深圳经济适度人口的上限。

2002 年深圳人均 GDP 为 46 003 元，折合 5 558 美元。根据深圳市政府提出的现代化进程要求和未来预期时间内世界发达国家的生活标准，确定深圳市在未来 30 年内应达到的生活水平标准，进而确定深圳特定时期的适度人口。具体计算步骤如下：

(1) 根据 1979 年以来的 GDP 环比增长率进行指数回归，确定 GDP 环比增长回归方程 $Y = 0.6916 \exp(RX)$ 。 Y 表示未来 GDP 年增长率，预测结果呈下降趋势； R 表示土地稀缺对经济发展限制性因子； X 表示年份（以 1979 年为起始年，取值为 1，以后依次类推）。 $R = -0.0672$ 是根据历年深圳市 GDP 回归分析得出的数值。

(2) 调整 R 的取值，以 $Y = 0.6916 \exp(-0.0625X)$ ($R^2 = 0.965$) 为增长率预测高方案， Y

$= 0.6916 \exp(-0.0672X)$ ($R^2 = 0.967$) 为增长率预测中方案， $Y = 0.6916 \exp(-0.07X)$ ($R^2 = 0.969$) 为增长率预测低方案。在上述 3 种 GDP 增长率预测的基础上，计算从 2002 年开始未来 28 a 深圳 GDP 可能达到的数值（图 1）。

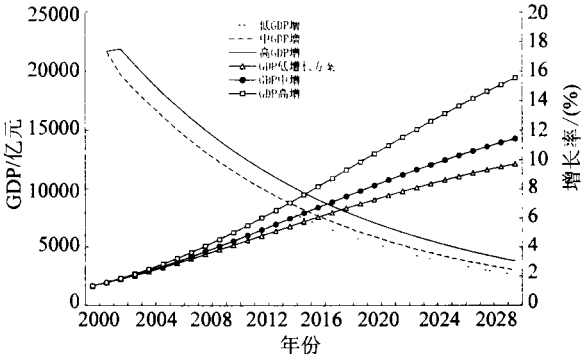


图 1 深圳 GDP 总量及增长率预测（2002 - 2030）
Fig 1 Total amount and increase rate predicting of GDP in Shenzhen from 2002 to 2030

(3) 到 2005 年深圳的人均 GDP 需要达到 7600 美元，2020 年要达到或接近 20 000 美元，在几个阶段目标的控制下，各阶段的人均 GDP 增长率分别为：9.63%（2003 - 2005 年）、8.06%（2006 - 2010 年）、6.92%（2011 - 2015 年）、5.03%（2016 - 2020 年）。而增长率控制下各年份的人均 GDP 水平与上述 GDP 预测总量共同决定了各年份的适度人口（图 2）。

(4) 在 GDP 低增长方案和中增长方案下，同时为满足预定的人均 GDP 水平，二者最大人口容量分别出现在 2013 年和 2019 年，而高增长方案的最大人口容量出现在 2020 年以后，即较大的经济规模在同样的生活水平要求下能够容纳更多的人口（表 2）。在出现最大人口容量规模之前，经济总量的增加不仅要维持生活水平的持续提升，还要应付

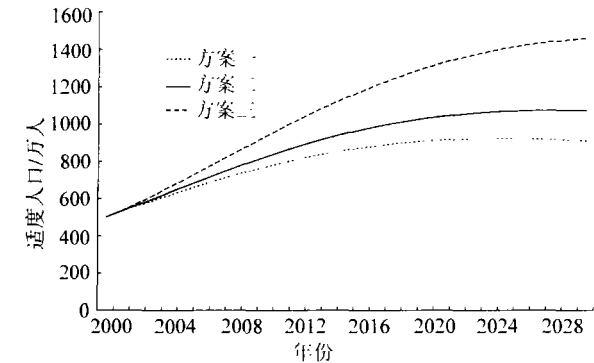


图 2 三种 GDP 预测方案下深圳市不同阶段的适度人口
Fig. 2 Optimum population at different stages in Shenzhen

新增人口达到预期生活水平；而经过这一时点之后，经济增长不再支撑新增加的人口数量，而是维系高标准的生活质量及其提高上。显然，该方法确定的适度人口具有明显的动态性，即在不同的社会经济条件支撑下有不同的适度人口表征。

表 2 三种 GDP 预测方案下深圳最大人口容量及相应人均 GDP 水平

Tab. 2 The biggest population capacity in Shenzhen and corresponding per capita GDP level under different schemes

项目	方案一	方案二	方案三
人口容量 万人	932	1036	1357
出现年份	2013	2019	2027
人均 GDP 美元	13690	19042	28899

2.2 水资源适度人口评估

深圳市是全国 110 座严重缺水城市之一。2000 年深圳市总供水量 122 756 万 m³，其中，境外引水总量为 53 841 万 m³，占总供水量 43.86%。考虑到人口约束、水环境质量要求约束、国内生产总值和工业产值目标约束，依据不同的供水条件和供水定额，采用多目标决策分析模型进行水资源适度人口评估。技术方法如下：

2.2.1 确定约束条件

(1) 水量平衡约束： $X_{WS} = X_{WD}$ ， X_{WS} 为供水量， X_{WD} 为需水量，分别用下式计算：

$$X_{WS} = X_{WB} + X_{WG} + X_{WW} + X_{WH} + X_{WJ} + X_{WY}$$
$$X_{WB}$$
 为地表水， X_{WG} 为地下水， X_{WW} 为污水回用， X_{WH} 为海水利用， X_{WJ} 为境外调水， X_{WY} 为雨洪利用。

$$X_{WD} = X_{WN} + X_{WG} + X_{WS} + X_{WT}$$
$$X_{WN}$$
 为农业用水， X_{WG} 为工业用水， X_{WS} 为生活用水， X_{WT} 为生态用水。

(2) 人口约束： $X_{POP} \geq X_{POP}$ X_{POP} 为 t 年的承载人口数， X_{POP} 为 t 年的人口预期值。

(3) 水环境约束：

① 污水排放量约束。 $X_W = X_{WG} A_{Wg} + X_{WS} A_{Ws}$ ， A_{Wg} 为工业污水产生系数， A_{Ws} 为生活污水产生系数。

② COD 负荷量约束。 $(X_{CODg} + X_{CODs})(1 - A_{COD}) \leq X_{CODy}$ ， X_{CODg} 为工业 COD 排放量， X_{CODs} 为生活 COD 排放量， A_{COD} 为 COD 削减率， X_{CODy} 为河流允许纳污量 (COD)。

(4) GDP 约束： $X_{GDPaver} X_{POP} \leq X_{GDP}$ ， X_{GDP} 为预期 GDP， $X_{GDPaver}$ 为人均 GDP， X_{POP} 为承载人口。

(5) 工业总产值约束： $X_G \leq X_G$ ， X_G 为 t 年的工业产值， X_G 为工业产值预期值。

2.2.2 不同供水方案的确定及多目标决策模型分析 深圳市的供水水源有本地水源、外地水源、污水回用、海水利用、雨洪利用。预测 2010 年深圳市本地水资源供水量为 3.59 亿 m³，2020 年供水量为 3.64 亿 m³。深圳市的境外引水工程有东深供水工程和东部供水水源工程，经广东省水利厅批准，2010 年东深供水工程可提供 8.73 亿 m³，东部供水水源工程可提供 7.2 亿 m³，合计 15.93 亿 m³。2020 年用水紧缺，可考虑每年从新丰江水库调水 3.5 亿 m³。由水资源供需平衡分析，2010 年污水回用量为 0.90 亿 m³，海水利用量为 0.18 亿 m³，雨洪开发利用量为 2.82 亿 m³；2020 年污水回用量为 4.20 亿 m³，海水利用量为 0.27 亿 m³，雨洪开发利用量为 3.00 亿 m³。

根据水源不同组合拟定如下供水方案：方案一是本地水源加上境外调水即东深供水、东部水源工程的水量；方案二是在第 1 种方案的基础上加上深圳市污水回用和海水利用量；方案三是在第 2 种方案的基础上加上深圳市的雨洪利用量。方案四是在第 3 种方案的基础上，在远期每年从新丰江水库引水 3.5 亿 m³，而近期的供水量与第 3 种方案相同。依据不同供水方案，进行多目标决策分析。

2.2.3 不同供水条件和供水定额情况下水资源适度人口测算 根据深圳近几年的用水总量平均状况，扣除掉工业用水总量，测得生活用水的水资源供水定额为 280 ~ 300 L · 人⁻¹ · d⁻¹，平均值为 289 L · 人⁻¹ · d⁻¹。结合深圳市用水定额的实际情况，考虑到技术水平的提高并扣除掉万元工业产值预测基础下的工业用水，确定 2010 年低、中、高方案的人均综合用水定额为 280、290 和 300 L · 人⁻¹ · d⁻¹，2020 年分别为 290、300 和 310 L · 人⁻¹ · d⁻¹。在约束条件下，推算出不同供水方案 and 不同供水定额下的水资源适度人口 (表 3)。

2.3 生态适度人口评估

深圳要建设成一个适宜人类居住的、生态的、园林式城市，必须坚持生态安全原则和生态景观功能优先原则。生态适度人口有多种表征方式，其中

表 3 不同供水条件和供水定额情况下水资源
适度人口

Tab. 3 Optimum population of water resource under different
water supply terms and quota of water supply situation

供水方案	水平年	供水总量 亿 m ³	适度人口 万人		
			高定额	中定额	低定额
方案一	2010	19.52	632	803	922
	2020	21.31	822	890	1021
方案二	2010	20.60	711	883	1000
	2020	25.33	979	1035	1198
方案三	2010	23.42	778	1011	1131
	2020	28.33	1139	1209	1339
方案四	2010	23.42	778	1011	1131
	2020	31.83	1242	1362	1494

一关键性的指标是维系高品质人居环境所需要的生态绿地基本保有量。林地、草地、水域和农业用地是城市生态系统的重要载体，对这部分土地资源进行有效控制与管理，成为提高城市生态环境质量的关键所在。通过深圳市各生态用地与生态林地的经验换算关系，将总生态用地折算为等效林地面积，依据人均占有森林面积确定生态层面的适度人口。

2.3.1 折算等效绿地面积 将阔叶林作为制氧参量，取值为 1；深圳果园主要以荔枝、龙眼为主，其生态效益与阔叶林相差不大，取值为 0.9。城市公共绿地中草坪及灌木占 70%，乔木仅占 30%，取城市公共绿地综合系数为 0.6 进行折算；其他农田、草地、灌丛、乔木林等绿地形式，则可以按单位土地面积的绿量级差，折算成等效光合作用的阔叶林面积。根据不同用地折算系数，求出等效森林绿地面积（表 4）。

表 4 2000 年深圳市等效森林绿地面积表

Tab. 4 Equivalent forest greenery areas in Shenzhen in 2000

供氧项	耕地	林地	园地	公共绿地	总量
折算系数	0.2	1.0	0.9	0.6	0.91
现有面积 km ²	60.87	644.78	275.61	37.02	1018.28
等效森林面积 km ²	12.17	644.78	248.05	22.21	928.21

2.3.2 确定生态适度人口 深圳作为高度城市化区域，人均等效森林面积只有 132 m²（2000 年）。

表 5 2020 年深圳市不同城市化区域的人口规模和密度

Tab. 5 Scale of population and density of different urbanization areas in Shenzhen in 2020

不同城市化区域	区域面积	2000 年人口密度	2000 年人口	2020 年调整人口密度	2020 年适度人口
	km ²	(人·km ⁻²)	万	(人·km ⁻²)	万
高度城市化地区	220	12932	284.50	21067	463.48
次城市化地区	523	6466	338.12	10534	550.93
生态敏感区	1209	647	78.22	2107	254.74
全市	1952	3590	700.84	6500	1269.15

根据用地平衡方案，2010、2020 年深圳等效森林面积分别为 879.2 和 843.9 km²。2010 年的深圳人均等效森林面积 90 m²，则适度人口规模为 1 085 万；2020 年深圳能达到近邻香港 2000 年人均等效森林面积（82 m²）水平，深圳届时适度人口规模为 1 255 万。

2.4 空间适度人口

深圳市人口分布极不平衡，特区外人口虽已大大超过特区内，但人口密度较低。五普结果表明，特区内四区人口 255.86 万人，占全市总人口的 36.5%，特区外两区人口 444.98 万人，占全市总人口的 63.5%。但按政区面积计算的人口密度特区内外分别为 6 532 和 2 858 人 / km²。

依据深圳市城市总体规划和分区发展导向，将深圳市按城市化水平和用地性质不同分成高度城市化地区、次城市化地区、生态敏感区（包括农业用地）。高度城市化地区包括特区内及宝安区的新安镇，该地区是城市的核心部分，面积相对不大，但已形成较成熟的建设密集区；次城市化地区指特区外各个镇的镇政府所在地及工业区；生态敏感区包括水源保护区、自然保护区、农业保护区以及旅游休闲用地和郊野游览用地。

不同类型的土地可承载的人口数量不同，各存在一个适度的人口总量和人口密度，计算公式为：

$$L_p = M_1S_1 + M_2S_2 + M_3S_3$$

式中， L_p 为特定时期的空间适度人口； M_1 为高度城市化地区适度人口密度； M_2 为次城市化地区适度人口密度； M_3 为生态敏感区适度人口密度； S_1 为高度城市化地区面积； S_2 为次城市化地区面积； S_3 为生态敏感区面积。

根据对各分区的现状人口密度测算，参考国内外城市化区域合理的人口密度，提出 2020 年各分区人口密度调整方案。进而求得深圳空间适度人口规模（表 5）。

综上所述，深圳市在多要素控制下的适度人口呈现出多目标的耦合状态，不同的子目标有不同的适度人口表征和值域，并呈现出动态化的特征。在多目标约束下，深圳 2010 - 2020 年的适度人口介于 1100 ~ 1300 万之间（表 6）。

表 6 深圳市适度人口综合评价

Tab. 6 Optimum population comprehensive appraisals for Shenzhen

影响要素	内涵表征	适度人口类型	2010 - 2020 适度人口范围 万人
生态因素	生态环境限制	生态适度	1030 ~ 1428
资源因素	水资源限制	资源适度	1131 ~ 1494
经济因素	社会经济限制	经济适度	930 ~ 1350
空间因素	人口密度限制	空间适度	1085 ~ 1255

3 结 论

研究表明：可从多种要素角度进行适度人口研究，资源环境容量是分析适度人口的核心要素，离开资源环境进行人口与经济关系的研究其本质上是纯经济上的优化问题；适度人口规模取决要达到的目标，目标的确定应在社会经济发展目标导向和资源环境问题导向下进行合理界定；城市的发展与建设是一个复杂的多目标决策系统，适度人口不仅要根据特定目标进行针对性的研究，更要强调多目标体系下对适度人口的综合分析；单一要素单一目标的适度人口分析，不管是理论上还是方法上均存在其内部缺陷，适度人口的多目标体系分析有助于整体上把握人口与资源环境的综合状况，加深对限制性因素的认识；不同的子目标下存在不同的适度人口规模值域，然而，由于各影响因素和目标体系之间存在关联互补的协同作用，在协同作用下可能突破单要素的限制而使适度人口规模水平整体抬升，

因此，不能简单的以限制性原理将短边因素的适度人口作为城市适度人口。对此，需在进一步加强适度人口多目标体系下的耦合机制研究。

参考文献：

[1] [法] 阿尔弗雷德·索维. 人口通论(上册)[M]. 商务印书馆, 1983. 53 - 55

[2] 伍晓鹰. 对索维适度人口理论的探析[J]. 人口研究, 1985(1): 36 - 40

[3] 陈如勇. 中国适度人口研究的回顾与再认识[J]. 中国人口资源与环境, 2000 10(1): 31 - 33

[4] 原新. 可持续适度人口的理论构想[J]. 人口与经济, 1999(4): 34 - 40

[5] 杨垣国. 适度人口新论[J]. 人口学刊, 2001(6): 3 - 7

[6] 袁九毅, 张茂林, 张志良. 城市人口容量问题[J]. 城市环境与城市生态, 1997 10(1): 43 - 44

[7] 曾勇, 吴永兴. 上海市浦东新区土地利用与适度人口规模研究[J]. 人文地理, 2004 19(6): 30 - 35

[8] 贾绍凤. 开放条件下的区域人口承载力[J]. 市场与人口分析, 2000 11(6): 7 - 14

[9] 张帆, 王新心. 秦皇岛市适度人口规模研究[J]. 城市问题, 2001(6): 54 - 57

[10] 李王鸣, 潘蓉, 祁巍锋. 基于良好环境理念下的城市人口容量研究[J]. 经济地理, 2003 1(1): 36 - 40

[11] 徐琳榆, 杨志峰, 毛显强. 城市适度人口分析方法及其应用[J]. 环境科学学报, 2003 5(3): 355 - 359

Research on Optimum Population Under Multiple Goals Restraining in Urbanization Region——A Case Study in Shenzhen

WANG Ai-min¹, YN Xiang-dong²

(1. Department of Urban and Regional Planning Sun Yat sen University Guangzhou 510275 China
2. Guangzhou Urban Planning & Design Survey Research Institute Guangzhou 510060 China)

Abstract Under the direction of social economic development goal and population resources and environmental issues, the multiple goal system of optimum population appraisal for Shenzhen was constructed. It is adopted different methods to assess the optimum population of economy, optimum population of ecology, optimum population of resource and optimum population of space. At last, on the foundation of theory and thought, several opinions of research on urban optimum population is put forward, one of which consider optimum population is a dynamic concept——there will have different reflection in population quantity and population quality supported by different social and economic condition.

Key words optimum population; multiple goals system; Shenzhen