

文章编号: 1000-8152(2004)02-0217-04

关于上海市人口合理规模的多目标预测研究

陈成鲜, 王浣尘

(上海交通大学 管理学院, 上海 200030)

摘要: 根据上海市的具体情况, 在分析大量翔实数据的基础上, 运用系统工程中的可能-满意度方法, 对上海市人口规模进行了多目标预测, 得到 2050 年上海市的合理人口规模及其所依赖的条件, 并对其中的关键影响因素进行了灵敏度分析. 本文认为, 把绿化、用水和住房分别在生态环境、资源和社会生活中赋以较大权重, 将限制上海市的合理人口规模, 其可能-满意度也将有所下降, 因此应加强对这些因素的重视程度, 这将有利于加快上海市总体发展的步伐.

关键词: 合理人口规模; 预测; 灵敏度; 可能-满意度

中图分类号: C 931 **文献标识码:** A

Research on multi-object forecasting of the reasonable population scope in Shanghai city

CHEN Cheng-xian, WANG Huan-chen

(School of Management, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200030, China)

Abstract: According to the conditions of Shanghai, this study forecasts the population scope of Shanghai using the possibility-satisfaction degree method of system engineering. The reasonable population scope in the year 2050 is given and the conditions that the scope relies on are pointed out as well. The sensitivity analysis is carried out for key influence factors: It is concluded that if more weights are assigned to virescence, water, and houses in ecological environment, resources, and social life, then this leads to constraining the reasonable population scope and to reducing the possibility-satisfaction degree. So, attention to these factors should be emphasized in order to mend the development pace of Shanghai.

Key words: reasonable population scope; forecasting; acuity degree; possibility-satisfaction degree

1 引言(Introduction)

步入 21 世纪, 在世界经济发展重心正在转向亚太地区的背景下, 伴随着 APEC 会议的召开, 上海已经成为我国经济发展最重要的地区之一. 上海的发展战略目标是成为国际性的大都市, 因此必须妥善处理人口、资源、环境和发展之间的相互关系, 使之协调和可持续发展, 这已成为上海新世纪的奋斗目标^[1-3].

21 世纪上海发展战略的目标是成为国际大都市, 那么上海人口规模的发展也应与之相适应. 人口目标的合理性不仅受到主客观条件的限制, 还受到城市发展战略的目标时间所约束. 我国的战略目标是到 2050 年发展成为中等发达国家, 而上海则可能成为国际经济、贸易、金融、航运中心之一的国际大都市. 因此, 对上海市人口合理规模的多目标预测研

究, 是以将来 50 年为时间限度, 即以 2050 年为目标时间点, 这样既照顾到城市的发展战略和预测的可能性, 又为事物发展和决策的适当更改留有了余地.

2 上海市人口合理规模的系统分析(System analysis of reasonable population scope in Shanghai city)

人们面对将要决策的问题, 一般都要从“需要”和“可能”两方面来考虑. 前者反映主观的意愿和期望, 后者反映客观上的容许条件和可行性. 如果一个事物肯定能够做到, 则定义其可能度为 1; 如果肯定做不到, 则定义其可能度为 0. 如果人们对某一事物充分满意时, 则定义其满意度为 1; 如完全不满意时, 则定义为 0. 可用三折型曲线或 S 型曲线来描述可能度或满意度从 0 到 1 的变化情况. 假设一个事物, 对某个属性 r 具有可能度曲线 $P(r)$, 对另一属

性 s 具有满意度曲线 $Q(s)$, 而 r, s 同另一属性 a 满足某一关系式, 即 $f(r, s, a) = 0$, 则可以通过一定的规则将 $P(r)$ 和 $Q(s)$ 并合成一条相对于属性 a 的可能-满意度曲线, 它定量地描述了既可能又满意的程度, 记为 $W \in [0, 1]$. 当 $W = 1$ 时, 表示百分之百的既可能又满意; 当 $W = 0$ 时, 表示或者完全不可能, 或者完全不能令人满意. 并合也可在 $P(r)$ 曲线之间, 或 $Q(s)$ 曲线之间, 或 $W(a)$ 曲线之间进行. 在具体应用时, 可以根据具体情况选择强并合、弱并合以及一般的加法规则, 具体的方程表示见文献 [5], 编程语言可选用 Matlab. 本文称这种方法为“可能满意度法”, 这种方法已经在全国总人口规模目标探讨、煤炭开发规模研究、新港选址等项目中得到了成功的应用, 证明该方法概念清晰、运算方便、结论明白易懂, 并能启示进一步的研究方向^[4,5].

确定城市的合理人口规模是个很复杂的问题, 涉及到城市的经济水平、社会生活、资源水平、生态环境和实力需求诸方面, 每个方面又包含着众多的影响因素, 这些因素既相互独立, 又相互影响, 因此需借鉴系统工程的原理和方法, 将定性分析与定量计算相结合. 该文在探讨上海市 2050 年的合理人口规模时, 从国内外的城市规模发展规律出发, 结合经济全球化和中国加入 WTO 等诸多背景条件, 在与国外大城市发展进程的对比中揭示出上海市向国际化大都市转变时人口规模的表现特征与合理性标准, 然后整理出上海市的经济水平、社会生活、资源水平、生态环境和实力需求 5 大方面中的诸多要素, 如 GDP、用水、住房、能源、交通、绿化等 44 个变量, 归纳为与人口规模直接相关的 25 个因素和 11 个条目, 调查这些变量、因素和条目的现状, 预计它们的

远景, 再归纳出它们的可能度和满意度, 通过运用系统工程中的可能-满意度方法, 将这些要素的定量指标归结到对上海市人口规模的影响程度的定量描述上来, 按多方案目标要求将这些要素对人口规模的影响计算并合到上海市的人口规模的合理程度上, 由此可以得出上海市未来的合理人口规模目标和实现所需的条件, 并对其中的关键影响因素进行了不同方式的灵敏度分析, 这就是本文研究的基本方法和思路.

3 上海市人口合理规模的多目标预测结果 (Multi-object forecasting result of reasonable population scope in Shanghai city)

根据上述的方法和模型, 本文在探讨上海市人口规模目标时, 以常住人口为研究对象^[6], 将 5 大方面中的多个因素进行加权并合, 通过模拟、比较、分析, 得到了 6 种方案, 结果见表 1, 其可能-满意度曲线如图 1 所示. 如果要求这些条目全部同时满足, 则构成了方案 H1, 其最高可能-满意度只有 0.43. 如果认为所有条目可以相互补偿, 则构成了方案 H2, 其最高可能-满意度为 0.74. 将所有条目归纳为 4 个方面进行讨论, 则构成了方案 H3 ~ H6. 其中方案 H4 和 H6 不考虑人口对比影响, 即对上海市不作实力上的要求, 而只考虑城市的经济效益、社会效益、资源水平和生态效益, 则当这 4 个方面同时满足时, 以 1210 万人以下为好; 当考虑这 4 方面可以相互补偿时, 以 1300 万人以下为好. 当考虑人口对比和战略需求影响时, 形成方案 H3 与方案 H5, 其中方案 H3 考虑经济效益、社会效益、资源水平和生态效益 4 方面可以相互补偿, 方案 H5 则为 5 方面同时满足, 它们的最高可能-满意度分别为 0.60 和 0.56.

表 1 上海市人口规模目标方案对照表

Table 1 Comparison of project of population scope in Shanghai city

方 案	考 虑 因 素									2050 年 上海市 人口规 模/万	可能 满意度	
	经济 水平	社会生活		资源水平		环境		人 口 对 比				
		就 业	教 育	住 房	用 水	用 能	用 地	绿 化	垃 圾			
H1		所有因素全部同时满足									1410	0.43
H2		所有因素可以相互补偿									2000	0.74
H3		4 个方面考虑部分相互补偿						同时满足		1590	0.60	
H4		4 个方面考虑部分相互补偿						不考虑		≤1300	≥0.70	
H5		4 个方面同时满足						同时满足		1560	0.56	
H6		4 个方面同时满足						不考虑		≤1210	≥0.70	

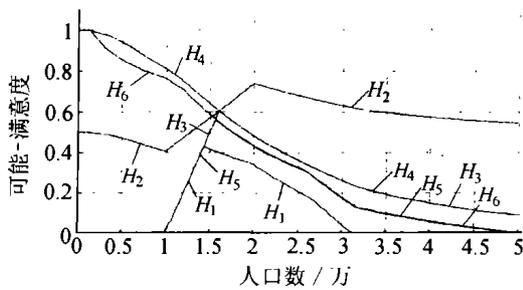


图 1 6 个方案的可能-满意度曲线

Fig. 1 Possibility-satisfaction degree curve of six projects

6 种方案的决策公式如下,其中 $\langle \dots (Mm) \dots \rangle$ 以及 $\langle \dots (m) \dots \rangle$ 表示弱并合, $\langle \dots (M*) \dots \rangle$ 以及 $\langle \dots (*) \dots \rangle$ 表示强并合, $\langle \dots (M+) \dots \rangle$ 表示变权和并合, $\langle \dots (+) \dots \rangle$ 表示一般的加法法则。

$H_1 \sim H_6$ 分别代表方案 1 到方案 6 的可能-满意度:

$$H_1 = \langle \dots \langle W_1(m) W_2 \rangle (m) W_3 \rangle (m) W_4 \rangle (m) W_5 \rangle (m) W_6 \rangle (m) W_7 \rangle (m) W_8 \rangle (m) W_9 \rangle (m) W_{10} \rangle (m) W_{11} \rangle,$$

$$H_2 = \langle \langle \langle W_1/8(+) W_{21}/8 \rangle (+) W_{22}/8 \rangle (+) W_{23}/8 \rangle (+) W_{11}/2 \rangle,$$

$$H_3 = \langle H_4(m) W_{11} \rangle,$$

$$H_4 = \langle \langle \langle W_1/4(+) W_{21}/4 \rangle (+) W_{22}/4 \rangle (+) W_{23}/4 \rangle,$$

$$H_5 = \langle H_6(m) W_{11} \rangle,$$

$$H_6 = \langle \langle \langle W_1(m) W_{21} \rangle (m) W_{22} \rangle (m) W_{23} \rangle.$$

式中

$$W_1 = \langle P_1(Mm) Q1 \rangle,$$

$$W_2 = \langle \langle P2(M*) Q21 \rangle (Mm) \langle Q22(*) Q23 \rangle \rangle,$$

$$W_3 = \langle P3(Mm) Q3 \rangle,$$

$$W_4 = \langle \langle P41(Mm) Q41 \rangle (*) \langle P42(Mm) Q42 \rangle \rangle,$$

$$W_5 = \langle P5(Mm) Q5 \rangle,$$

$$W_6 = \langle P6(Mm) Q6 \rangle,$$

$$W_7 = \langle P7(Mm) Q7 \rangle,$$

$$W_8 = \langle P8(Mm) Q8 \rangle,$$

$$W_9 = \langle P9(Mm) Q9 \rangle,$$

$$W_{10} = \langle P10(Mm) Q10 \rangle,$$

$$W_{11} = Q11,$$

$$W_{21} = \langle \langle \langle W_2/4(+) W_3/4 \rangle (+) W_4/4 \rangle (+) W_5/4 \rangle,$$

$$W_{22} = \langle \langle W_6/3(+) W_7/3 \rangle (+) W_8/3 \rangle,$$

$$W_{23} = \langle W_9/2(+) W_{10}/2 \rangle.$$

4 上海市人口合理规模的关键因素的灵敏度分析 (Acuity degree analysis of key influence factors of reasonable population scope in Shanghai city)

根据当前情况预测出的 2050 年上海市合理的

人口规模为 1570 万人,其中最关键的是绿化、用水、住房和人口对比.下面分别对这 4 个条目中的相关因素进行变动,重新进行方案设计,可以得到如下结果:

1) 将预测的绿地率提高 50%,即由原来的 10% ~ 30% 变化为 15% ~ 45%,其他因素值不变,运算后结果如图 2 所示.由图中可以看出,各条曲线的可能-满意度相对于 H 套方案均有不同程度的提高,适当的人口规模提高为 1580 ~ 1630 万,其可能-满意度提高为 0.58 ~ 0.62.

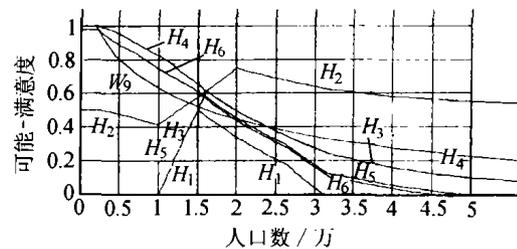


图 2 提高绿化率后的 6 个方案的可能满意度曲线

Fig. 2 Possibility-satisfaction degree curve of six projects increasing virescence degree

2) 将预测的生活用水量提高 50%,即由原来的 330 万吨/日 ~ 1421 万吨/日变化为 495 万吨/日 ~ 2132 万吨/日,其他因素值不变,运算后结果如图 3 所示.由图中可以看出,各条曲线的可能-满意度相对于 H 套方案也有不同程度的提高,人口规模提高为 1570 ~ 1620 万,其可能-满意度提高为 0.57 ~ 0.61.

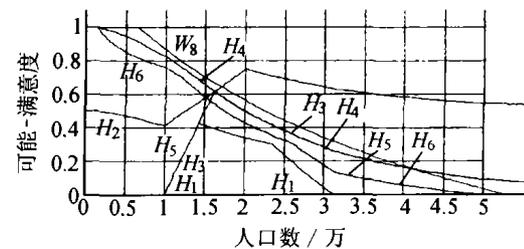


图 3 提高用水供给量的 6 个方案的可能满意度曲线

Fig. 3 Possibility-satisfaction degree curve of six projects increasing water supply quantity

3) 将预测的总居住面积提高 50%,即由原来的 17000 万平方米 ~ 50000 万平方米变化为 25500 万平方米 ~ 75000 万平方米,其他因素值不变,运算后结果如图 4 所示.由图中可以看出,各条曲线的可能-满意度相对于 H 套方案也有不同程度的提高,人口规模提高为 1560 万 ~ 1610 万,其可能-满意度提高为 0.57 ~ 0.61.

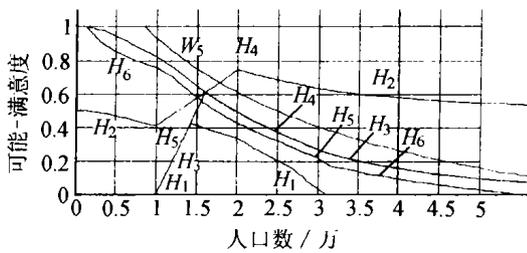


图 4 提高住房总面积的 6 个方案的可能满意度曲线
Fig. 4 Possibility-satisfaction degree curve of six projects increasing housing areas

4) 将预测的人口对比规模减少 300 万,即由原来的 1000 万~2000 万变化为 700 万~1700 万,其他因素值不变,运算后结果如图 5 所示.由图中可以看出,各条曲线的可能-满意度相对于 H 套方案有不同程度的提高,合适的人口规模提高为 1320~1380 万,其可能-满意度提高为 0.65~0.69.

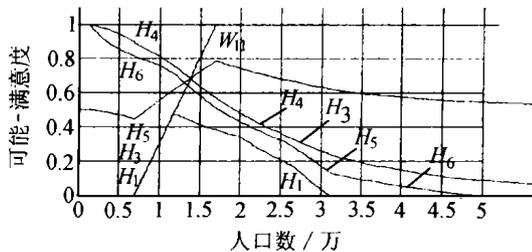


图 5 降低人口对比的 6 个方案的可能满意度曲线
Fig. 5 Possibility-satisfaction degree curve of six projects decreasing population comparison

5) 考虑资源和生态环境的重要性,将这两个方面赋以较大权重,分别为 1/3 和 1/3,而将经济水平和社会生活赋以较小权重,分别为 1/6 和 1/6,这 4 方面相互补偿,同时满足人口对比要求,并与 H 套方案中的 H₃ 曲线对比.运算后结果如图 6 所示.从图中可以看出,人口规模由于受到资源和生态环境的限制而有所下降,达到 1580 万,可能-满意度为 0.58,二者均低于 H₃ 中的相应值.

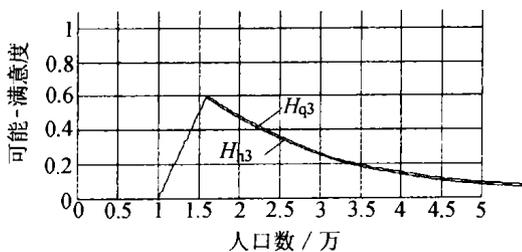


图 6 改变 3 个关键因素的权重前 (H_Q) 后 (H_{Q3}) 的 H₃ 曲线比较
Fig. 6 Comparing H_Q to H_{Q3} with change of three key influence factors

6) 由于绿化、用水和住房是影响人口规模的关

键因素,所以将三者分别在生态环境、资源和社会生活中赋以较大权重,具体权重如下:生态环境中绿化 2/3、垃圾 1/3;资源中用水 1/2、用能 1/4、用地 1/4;社会生活中住房 1/2、就业 1/6、教育 1/6、交通 1/6.这 4 方面同时满足,且考虑人口对比的要求,并与 H 套方案中的 H₅ 曲线进行比较,运算后结果如图 7 所示.从图中可以看出,因为 3 个关键因素分别在 3 个方面中占有较大权重,所以比较严重地限制了人口规模,导致曲线有明显下移,人口规模为 1500 万,可能-满意度为 0.51,二者均低于 H₅ 中的相应值.

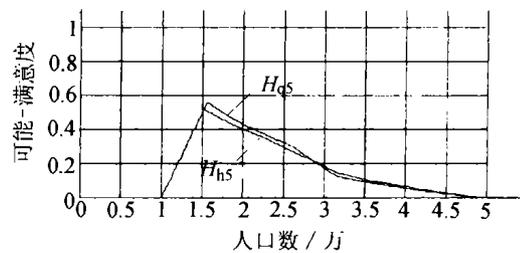


图 7 改变 3 个关键因素在各方面的权重前 (H_Q) 后 (H_{Q5}) 的 H₅ 曲线比较
Fig. 7 Comparing H_Q to H_{Q5} with change of three key influence factors

5 结束语 (Conclusion)

本文运用系统工程的可能-满意度方法,考虑了绿化、用水、住房和人口对比等关键因素,对 2050 年上海市人口合理规模进行了多目标的预测,并进行了灵敏度分析,得到如下结论:将绿化、用水和住房的值分别在生态环境、资源和社会生活方面中赋以较大权重,这就限制了人口的规模,使得上海市人口的合理规模及其可能-满意度有所下降;而如果通过不断改善几个关键因素,使制约力减弱,则可以提高上海市合理的人口规模,可能-满意度也有所上升.因此应加大对这几方面的重视程度,这将更有利于加快上海市总体发展的步伐.上海市要成为 21 世纪的国际大都市,必须抓住机遇,考虑全国及世界整体的社会经济发展,迎接 WTO 和世界经济增长中心向东亚地区转移带来的挑战,及时掌握主动权,结合上海的环境条件和发展战略,制定合理的人口规划目标,以促进上海大都市的人口控制和社会经济发展的进程.

参考文献 (References):

[1] 上海市统计局.新上海:半个世纪的回眸[M].北京:中国统计出版社,1999.

(下转第 225 页)

5 结论(Conclusion)

本文对模糊PID的非线性特性进行了分析,提出了用线性化的分析方法来替代非线性曲线的方法,仿真结果证明其有效性.并对其稳定性作了进一步的分析.

参考文献(References):

- [1] MANN G K I, HU B G, GOSINE R G. Analysis of direct action fuzzy PID controller structures [J]. *IEEE Trans on Systems, Man, and Cybernetics, Part B: Cybernetics*, 1999, 28(3): 371 - 388.
- [2] HU B G, MANN G K I, GOSINE R G. Nonlinearity variation analysis of one-input fuzzy PID controllers[C]// *Proc of 1998 IEEE Int Conf on Systems, Man, and Cybernetics*. [s.l.]: [s.n.], 1998: 1916 - 1921.

- [3] 高为炳. 非线性控制系统导论[M]. 北京: 科学出版社, 1998. (GAO Weibing. *Introduction of Nonlinear System* [M]. Beijing: Science Press, 1998.)
- [4] HU B G, MANN G K I, GOSINE R G. Control curve design for nonlinear (or fuzzy) proportional actions using spline-based functions [J]. *Automatica*, 1998, 34(9): 1125 - 1133.
- [5] HAO Ying. The simplest fuzzy controllers using different inference methods are different nonlinear proportional-integral controllers with variable gains [J]. *Automatica*, 1993, 29(6): 1579 - 1589.

作者简介:

杜欣 (1976—), 女, 中国科学院自动化所博士研究生. 主要研究兴趣为模糊控制. E-mail: xin.du@mail.ia.ac.cn;

谭民 (1962—), 男, 中国科学院自动化所复杂系统与智能科学实验室研究员, 博士生导师. 研究领域为系统可靠性理论及其应用, 故障诊断与容错技术, 机器人控制学.

(上接第220页)

- (Shanghai Statistics Bureau. *New Shanghai: Review of Half Century* [M]. Beijing: Chinese Statistics Report, 1999.)
- [2] 王浣尘, 余峰, 梅松林, 等. 城市合理人口规模的系统分析[M]. 北京: 城市规划汇刊, 1995. (WANG Huanchen, YU Feng, MEI Songlin, et al. *System Analysis of Reasonable Population Scope in City* [M]. Beijing: City Programming Report, 1995.)
- [3] 王浣尘. 人口系统工程[M]. 上海: 上海交通大学出版社, 1985. (WANG Huanchen. *Population System Engineering* [M]. Shanghai: Shanghai Jiao Tong University Press, 1985.)
- [4] 王浣尘. 社会经济模型体系和决策[M]. 贵州: 贵州人民出版社, 1990. (WANG Huanchen. *Model of System and Decision of Social Economy* [M]. Guizhou: Guizhou People Press, 1990.)
- [5] 王浣尘. 可行性研究和多目标决策[M]. 北京: 机械工业出版社, 1986.

(WANG Huanchen. *Feasibility Research and Multi-object Decision* [M]. Beijing: Engine Industry Press, 1986.)

- [6] 上海市统计局. 上海统计年鉴——1999[M]. 北京: 中国统计出版社, 1999. (Shanghai Statistics Bureau. *Shanghai Statistics Yearbook - 1999* [M]. Beijing: Chinese Statistics Press, 1999.)

作者简介:

陈成鲜 (1976—), 男, 上海交通大学管理学院博士生. 主要从事管理科学与复杂性研究. E-mail: chenccx@21cn.com;

王浣尘 (1933—), 男, 上海交通大学管理学院教授, 博士生导师, 上海交大21世纪发展研究院执行副院长, 美国IEEE资深会员, 中国系统工程学会副理事长, 上海系统工程学会副理事长. 主要从事系统工程, 管理科学, 系统方法论, 可持续发展, 经济控制论等研究. E-mail: hcwang@sjtu.edu.cn.