



上海市

饮用水水源地战略研究

SHANGHAISHI

YINYONGSHUI SHUIYUANDI ZHANLUE YANJIU

主编 汪松年

上海科学技术出版社

## 编委会名单

### 主编

汪松年

### 副主编

吴守培 阮仁良 顾玉亮

### 编者（按姓氏笔画排序）

乐 勤 朱慧峰 阮仁良  
汪松年 吴守培 杨立新  
金迪惠 顾玉亮 韩昌来

审图号：沪 S (2004) 066 号



## 内容提要

上海是我国水质型缺水城市之一,最大的水危机是严重的水污染,而提供合格的水源和集中饮用水水源地的安全是解决水污染中最迫切的问题。本书收集了有关上海水源地研究的论文 20 篇,不仅科学地分析指出了在水资源尤其是饮用水水源地的开发、利用和保护上存在的问题,而且还积极地提出了解决问题的建设性意见和方案。这些方案充分体现了科学性、开创性、战略性、现实性和可操作性,可为市政府和有关部门的规划和建设开拓思路,提供进一步研究的方法和科学的决策依据。附录部分则收录了有关水源地保护和原水保护的法律法规和标准等文件。



# 代 序

(2004年4月16日上海市水利学会汪松年理事长  
在“上海市饮用水水源地战略研讨会”上的讲话)

“水资源不足、洪涝灾害、水土流失和水污染”是我国当今面临的四大水危机。全国许多地方都不同程度地受到水危机的威胁,有些地区已经严重地影响到经济、社会的可持续发展,甚至生存的安全。水危机已经引起了党中央、国务院和全国各地、各方面的重视。

众所周知,上海是全国36个水质型缺水城市之一。从今天专家们发表的论文中,我们可以清醒地了解到上海水危机的严重性。一是上海水污染严重,全市内河,包括黄浦江及其支流在内,按照国家地面水水质标准分类,Ⅲ类水以上的不足10%,Ⅳ类水以下的占到90%多,其中处于黑臭边缘的Ⅴ类和劣于Ⅴ类水接近80%。二是上海现有的集中饮用水水源地大部分不合格、不安全,上海80%以上集中饮用水水源来自于黄浦江上游和其他内河中,既不符合国家集中饮用水水源标准;又缺乏规避安全风险的能力。三是水污染的原因复杂,首先是上游来水劣于国家地面水Ⅳ类水标准的达90%以上,且太湖流域1999年时的水资源重复利用率已经超过100%,期望上游来水水质的根本性改善不太现实;其次是上海人口密集,经济、社会发展集中,虽然加快了截污治污的步伐,2003年截污率已达63%,但污染物入河量仍然很大,特别是面污染源在相当长时间内不可能有大的改变;再次是上海地区的水面积十多年来减少了

25%，河道的淤积率在25%以上，目前内河槽蓄量仅剩3.86亿立方米，环境容量大大减少。四是长江水虽然量大质好，但枯水季节常受盐水倒灌和上溯的威胁，同时还受到沿江污染的冲击，吴淞口下3千米和23千米北港断面的水质也不尽人意。

从专家们详尽的分析中，我们可以得出结论，上海最大的水危机是严重的水污染，水污染中最迫切需要解决的问题是合格的水源和集中饮用水水源地的安全。

今天的饮用水水源地战略研讨会上，专家们的论文不仅科学地分析指出了问题，而且还积极地提出了解决问题的建设性意见和方案。在开发、利用和保护长江水资源方面有：正在长江口整治规划研究中的青草沙水库方案；位于南汇边滩的没冒沙生态水库方案；位于崇明东风西沙附近的崇明边滩水库方案；正在规划研究中的陈行腹背水库方案；解决长江北支咸潮倒灌对长江水源地影响的方案，包括北支河口缩窄、中间和头部建闸等；优化配置，加大利用长江水资源力度的方案；综合治理与保护长江水资源的研究等。在开发、利用和保护太湖流域上游来水方面有：通过引江济太和必要的工程措施，提高黄浦江水源地水质的方案；黄浦江上游水源湖概念性规划研究；上海围湖建库方案研究；多水源地方案研究等。在论文的答辩和讨论中，与会专家又热烈、深入地进行了探讨，并提出了许多有益的建议和意见，补充和完善了这些方案和研究成果。

这些开发、利用和保护水资源及有关水源地建设的建议、意见和方案，充分体现了科学性、开创性、战略性、现实性和可操作性，反映了社会各界的心声，凝聚了全市各方面专家的心血和智慧，为市政府和有关部门的规划和建设开拓了思路，提供了进一步研究的方法和科学的决策依据。

中共十六大和上海市委第八次党代会，要求上海在全面建设小康社会的基础上，率先基本实现现代化，并建成国际经济、金融、贸易、航运中心之一；而且，上海已经向世界承诺，2010年将举办一届最精彩、最成功、最难忘的世博会。因此，提供合格的水源和解决上海集中饮用水水源地的安全，不仅是重要的战略问题，更是迫在眉睫的任务，时间上等不得，经济和社会发展的需要拖不得，舆论和社会影响容不得，这项工作已经放上了各级领导的重要议事日程。

今天的饮用水水源地战略研讨会，开得非常及时、非常成功、非常有意义，是我们科技人员落实党中央提出的坚持科学发展观要求的实际行动。会议的论文和有关水源地建设的意见、建议及方案，是专家们做了艰苦而又深入的研究，付出了辛勤劳动的成果。我相信，今天的研讨会，有利于统一合格水源和水源地安全建设重要性、紧迫性的认识，这些论文和意见、建议及方案都将为今后上海水源地的规划论证、方案的确定和最终的建设，乃至运行管理产生重大的影响。

会上发表的论文我们将汇编成册，面向社会发行；开发、利用和保护水资源及有关水源地建设的意见、建议和方案将提供市政府和相关决策部门参考。

再次感谢各位领导、专家和来宾们，祝同志们工作顺利、事业有成！



# 目 录

## 综合研究

# 1

上海市公共用水量需求预测 .....	2
上海市近期原水供应保障的总体思路和行动计划 .....	12
新时期上海水利格局的探索 .....	16
上海市水源地的可持续利用和水环境治理措施 .....	29
上海城市供水水源现状和发展 .....	36
引江济太对黄浦江上游水资源环境影响效应 .....	43
黄浦江上游水源地水量水质分析及保护对策 .....	50
长江口综合整治及水资源开发利用 .....	57
北支盐水入侵与上海市长江口水源地建设问题 .....	64
论长江口水源地的保护 .....	76

## 专题研究

青草沙水源地开发和发展趋势研究 .....	84
长江陈行腹背水库——长江引水三期工程 .....	91
建设没冒沙生态水库的构想 .....	97
崇明边滩水库——上海战略水源地的理想选址之一 .....	103
上海市长江口水源地水库链建设与管理问题 .....	109
上海市长江口水源地盐水入侵影响及对策研究 .....	117
浅析盐水入侵对陈行水源地影响程度的评价指标 .....	121
解读香港供水发展一百五十年——从香港连岛筑库想到上海水源地 建库 .....	126
上海市从新安江取水方案的可能性初探 .....	133
上海市原水系统规划简介 .....	137

## 附录

中华人民共和国水法 .....	142
中华人民共和国水污染防治法 .....	152
上海市黄浦江上游水源保护条例 .....	159
上海市黄浦江上游水源保护条例实施细则 .....	163
划定“一级饮用水水源区”及扩大“准水源保护区”范围 .....	169
上海市原水引水管渠保护办法 .....	173
中华人民共和国地面水环境质量标准 .....	175
生活饮用水水质卫生规范 .....	186



## 综合研究

# 上海市公共用水量需求预测

周建国 王如琦 李 田

(上海市水务规划设计研究院, 上海 200232)

**摘要** 上海是全国特大型城市之一,其公共用水量的需求关系到整个上海水资源的合理配置和可持续利用。本文根据分类用水预测的思想,调查了大量国内外不同规模、不同类型城市的用(供)水量资料,并进行类比分析,得出适合上海城市规划发展特点的用水量指标,以此预测上海未来公共用水量的需求情况。

**关键词** 公共用水 分类标准 水量预测

城市公共用水量是指由公共供水企业供给城市各行各业的生产、生活用水(自来水),一般包括居民生活用水量、非工业用水量(三产用水量)和工业用水量等。

影响上海城市公共用水量的因素很多,包括气候、城市规模与人口、居住条件和经济发展水平、工业发展水平与结构、水价、水资源与节水状况等。要准确预测用水量必须重点考察与上海情况有较强可比性的城市,收集国内、国外不同规模、不同类型城市的用(供)水量数据。依据分类用水预测法的思想,分别按居民生活、公共、工业与城市综合用水量4个系列进行分类整理。据此总结国内外不同类型、不同经济发展阶段的城市,其居民生活、综合生活用水量与城市综合用水量的发展过程和演进趋势,得出用以预测上海用水量发展趋势的一般性结论。对工业用水标准的预测,以用地指标法为主,参考发达国家工业用水重复利用率和工业用水总量的变化趋势,结合本市工业用水量现状和产业布局特点,进行单位工业用地用水量的预测。

在上述基础上,根据对上海市城市总体规划的分析和把握,研究各类城市用水量发展过程,同时考虑影响用水量的各种因素,从而提出本市不同规划区域、不同规划年限各类用水量的预测值,为上海水源地规划和水厂布局规划提供必要的依据。

## 1. 国内外用水指标调查

### 1.1 上海及国内外大城市居民生活用水量调查

1998~2000年上海市自来水公司、上海市排水处和同济大学对上海不同规划区域、不同类型住宅居民生活用水量进行了现场调查,并对资料统计分析,得出如下

结论。

本市居民生活用水量的现状:高级公寓、豪华住宅的用水量为 180 升/(人·日),市区一般住宅为 152~156 升/(人·日),新城为 130 升/(人·日),农村地区为 70 升/(人·日)。

中国城镇供水协会企管委 2001 年组织各地主要自来水公司进行了当地最近 3 年(1998~2000 年)居民生活用水情况的调查,获得了有关数据,详见表 1。

表 1 国内部分大城市居民生活用水量

城市名称	用水人口 (万人)	用水量 [升/(人·日)]	月均生活用水 比重(%)	年平均气温 (°C)
上海	930	142	32.2	17.5
杭州	175.5	159	37.2	
南京	242.4	169	40.7	
武汉	335.5	215	40.5	18.2
福州		145.2		
深圳	181.2	228	40.5	23.5
广州	509	281	50.5	

数据来源:中国城镇供水协会企管委“居民生活用水区域及家庭典型调查统计汇总”。

国外居民生活用水通常分为户内生活用水和户外生活用水。户内生活用水包括饮用、烹调、卫生设备用水和一般清洁用水。户外生活用水指用于浇洒草坪、清洗汽车及游泳池等用水。表 2 统计了部分国家和地区的平均居民生活用水量标准。

表 2 部分国家和地区居民生活用水量

国家及地区	用水量[升/(人·日)]	国家及地区	用水量[升/(人·日)]
新加坡	176	中国香港	178(另有海水 50)
美国(平均)	227	中国台湾省	235
意大利	214	美国洛杉矶	374(含户外)
法国	161	日本大阪	258
德国	144	英格兰威尔士	141

## 1.2 上海及国内外综合生活用水量调查

为确定上海全市及各区域的综合生活用水量与三产系数,上海市自来水区域公

司、上海市排水管理处与同济大学 1997~2000 年进行了专项调查,三产系数数据见表 3 和表 4。国内部分城市的综合生活用水量和三产系数见表 5。国外部分城市或国家的综合生活用水量如表 6 所示。

表 3 上海市区、徐汇区、闵行区综合生活用水量统计

项目	市区		闵行区		徐汇区	
	1997 年	1998 年	1997 年	1998 年	1997 年	1998 年
三产系数	0.77	0.88	0.56	0.57	0.96	0.90

表 4 1999~2000 年上海中心城区综合生活用水量统计

范围	全市	市南	市北	浦东	闵行	全市
三产系数	0.85	0.98	0.86	0.74	0.70	0.87

表 5 国内部分城市的综合生活用水量

城市	人口 (万人)	综合用水量 [升/(人·日)]	居民生活用水量 [升/(人·日)]	公共用水量 [升/(人·日)]	三产系数
北京	551.0	292	118	174	1.47
天津	448	197	96	101	1.05
厦门	70.6	380	196	184	0.94
杭州	170.1	296	159	137	0.86
武汉	335.5	396	216	180	0.83
深圳	119.0	375	161	214	1.33
广州	353.0	515	290	225	0.78

表 6 国外部分城市或国家的综合生活用水量

[单位:升/(人·日)]

城市或国家	综合生活用水量	居民生活用水量
莫斯科	494.6	260
旧金山	554.8	394.2(含户外)
大阪	432	258
德国	164	132
奥地利	237	162
瑞典	257	191

### 1.3 上海及国内外工业用水量调查

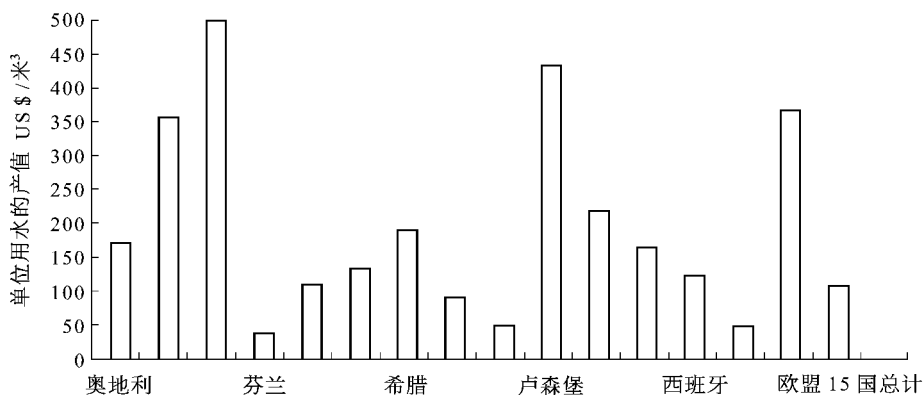
上海的工业用水重点调查了漕河泾高新技术开发区、闵行经济技术开发区、大型钢铁联合企业宝山钢铁(集团)公司、综合性石油化工企业上海石化股份公司,调查结果如表 7 所示。

表 7 上海工业区的性质与用水量统计

工业区名称	性质特点	单位用地用水量 [米 <sup>3</sup> /(千米 <sup>2</sup> ·日)]
漕河泾高新技术开发区	高新技术区,包含部分一般工业	4 380
闵行经济技术开发区	综合开发区,含数个食品饮料企业	8 850
宝山钢铁(集团)公司	技术先进的大型钢铁联合企业	12 120
上海石化股份公司	大型综合性石油化工企业	32 100

国内调查了台湾地区。台湾的重化工业(石油与煤制品)单位用地用水量为 38 000~44 000 米<sup>3</sup>/(千米<sup>2</sup>·日)。除重化工外,用水量超过 10 000 米<sup>3</sup>/(千米<sup>2</sup>·日)的只有纺织与造纸业,其他大多数在 6 000 米<sup>3</sup>/(千米<sup>2</sup>·日)以下,少数在 6 000~8 000 米<sup>3</sup>/(千米<sup>2</sup>·日)之间。

马来西亚全国轻工业区平均用水量为 2 200 米<sup>3</sup>/(千米<sup>2</sup>·日),重工业区平均用水量为 4 500 米<sup>3</sup>/(千米<sup>2</sup>·日)。欧洲国家 1994 年每立方米工业用水的产值如下图所示。



1994 年欧洲国家每立方米工业用水的产值

### 1.4 上海及国内外城市综合用水量调查

城市综合用水量是决定城市供水系统规模、开展城市给水规划的重要数据。由于城市综合用水量受各地工业规模与产业结构影响较大,因此不同城市之间的数据的可比性

相对较差。然而,了解国内外主要城市的城市综合用水量,并分析相关城市的特点,对作出上海中、长期(供)用水量预测仍有重要意义。上海及国内部分重要城市的综合(供)用水量统计见表 8,国内其他城市与国外部分城市的城市综合供水量统计见表 9。

表 8 国内重要城市的供水概况与城市综合用水量

城市名称	用水人口 (万人)	年售水总量 (万米 <sup>3</sup> )	城市综合用水量 [升/(人·日)]	统计年份
上海	850	151 386	487.9	1998
深圳	165	32 203	534.7	1998
武汉	314.8	70 287.5	611.7	1999
杭州	165	25 913.2	430.3	1999
南京	235.3	39 223.5	456.7	1999
广州	364	107 443	808.7	1998

数据来源:中国城镇供水协会网站《统计数据》。

表 9 国内外重要城市的城市综合供水量

城市名称	供水人口 (万人)	城市综合供水量 [升/(人·日)]	统计年份	备注
香港	699.7	440.2	1999	
台北	382	806	2001	含郊县
新加坡	400.0	312	2000	
大阪	259	558	1999	
洛杉矶	380	568	1999	

## 2. 上海公共用水量发展趋势预测

通过调查了解了上海市用水量的现状和国内外大城市的用水量发展规律。在此基础上以类比的方法,预测本市居民生活用水量、综合生活用水量和城市综合用水量的近期、中期与长期发展趋势。

### 2.1 居民生活用水量发展趋势预测

就影响生活用水量的因素而言,上海市的基本特点是气候温和,中心城区家庭用水设施已比较完备,整个城市的居住条件正在逐步改善,但上海经济发展程度和生活

水平与发达国家还有一定的差距。与所考察城市的居民生活用水量相比,上海中心城区居住条件良好的住宅,生活用水量已接近发达地区大城市的户内生活用水量。根据发达国家生活用水量的发展过程与预测结果,高档住宅区的生活用水量已接近饱和,今后将进入缓慢增长阶段,而中心城居住条件一般、中等收入的居民,今后随居住条件改善与收入提高,用水量将逐渐接近高档住宅的用水量。新城用水量与中心城的差别,将主要在于综合生活方面,其居民生活用水量与中心城的差别将逐渐缩小。郊区非城市化地区尚处在发展阶段,人均用水量在最近十年内将稳步发展。因此,至 2020 年本市各规划区域的人均生活用水量,都将保持增长趋势。

## 2.2 三产系数的作用及公共用水量发展趋势预测

实现将上海建成国际一流大都市的目标,预示上海的商业、服务业用水量将随生活用水量增加而同步增长。另一方面,非工业领域的节水,是今后上海城市节水管理的重点之一,行政措施与经济手段的调节,又将限制公共用水的过快增长(商业、服务业的水价弹性系数比生活用水的弹性系数明显要高)。综合上述因素,可以预测上海中心城区的三产系数将保持现状或略有上升,而其他规划区域的三产系数将随这些地区城市化水平的提高而增加。

## 2.3 工业用水的变化趋势预测

城市工业发展到一定阶段,用水量下降是必然趋势。上海中心城区的产业转移高峰已基本过去,用水量经过初期的快速下降后,下降趋势将减缓。今后工业用水量的降低将主要源自工艺进步与强化节水,中心城的工业用水量今后还将下降,但降幅可能减小。

在中心城工业用水量下降的同时,中心城外的区、县工业用水量却显现相反的趋势。其原因一方面为中心城与新城在工业发展阶段上有差距,另一方面一些工厂从中心城区转移到了中心城外。就整个上海市而言,工业用水在近期可能微幅下降,而后随着中心城外大量工业区的开发建设,工业用地面积的增加,工业用水总量将略有增加。

从上海工业目前的万元产值用水量与单位工业用地用水量指标看,上海市工业用水量较发达国家或地区有差距,工业用水量单耗仍有下降的空间。随着技术的发展与高耗水行业的转移、衰落,以及强化节水措施,上海市单位工业用地用水量将呈下降趋势。

## 2.4 城市综合用水量发展趋势预测

发达国家(地区)的城市综合用水量基本上都经历了上升——下降——稳定的过

程。中心城目前的用水量发展趋势与 10 年前的英格兰和威尔士相近,工业用水量缓慢下降,综合生活用水量增加,城市综合用水量(指标)的走势保持平稳。对上海中心城区而言,因工业用水的减少还将持续数年,中心城区的综合用水量将随综合生活用水量的增加,由下降趋于稳定,情况类似于 20 世纪 80 年代以后的日本大城市。随着上海中心城区工业向郊区县的转移逐步完成,工业结构的调整告一段落,中心城区的工业用水量下降将在今后 3~5 年内趋于稳定,而随着中心城区综合生活用水量的增加,中心城区的综合用水量(指标)下降趋势将在 2005 年前后基本结束。整个上海市的综合用水量指标,由于区县生活用水的较快增长以及新城工业区走向成熟,将在 2005 年之前进入稳定阶段或呈略有增加的态势。

预测上海整个城市综合用水指标不会呈小幅下滑的理由有二:一是上海工业仍处于两位数的高速增长期,上海的经济水平(GDP)还没有达到发达国家城市用水量转折期的水平。二是上海目前的城市化水平还没有达到发达国家的水平,目前上海的情况是 800 万人口的区县,人均居民生活用水量只有 88.8 升/(人·日),大约是中心城区人均居民生活用水量的一半,这种差别就是发展的潜力。区县从整体上讲,综合生活用水量还没有达到饱和期。

### 3. 上海城市用水量标准

根据对国内外现状用水量及发展趋势的调查分析,结合上海具体情况,上海各类用水指标按如下标准设定。

#### 3.1 居民生活用水量标准

见表 10。

表 10 上海居民生活用水量指标

[单位:升/(人·日)]

规划区域	现状值	2005 年	2010 年	2020 年
中心城	152~156	160~165	170~180	185~195
新城	130	145	160~165	185
中心镇、集镇	110~120	130	140	160
农村	70	90	115	140

#### 3.2 各规划区域的三产系数及综合生活用水量标准

不同规划区域在规划年限内的三产系数和综合生活用水量分别见表 11、表 12。

**表 11 不同规划区域在规划年限内的三产系数**

规划区域		2005 年	2010 年	2020 年
中心城		0.8~0.9	0.8~0.9	0.8~0.9
新城	I	0.6~0.7	0.7~0.8	0.7~0.8
	II	0.3~0.4	0.4~0.5	0.4~0.5
中心镇、集镇	I	0.2~0.3	0.3~0.4	0.3~0.4
	II	0.1~0.2	0.2~0.3	0.2~0.3
农村		0.1	0.15	0.15

**表 12 不同规划区域在规划年限内的综合生活用水量**

[单位:升/(人·日)]

规划区域	现状值	2005 年	2010 年	2020 年
中心城	290	300	330	360
新城	190	200~230	240~260	280~360
中心镇、集镇	140	145~155	170~180	190~220
中心村	80	100	120	150

### 3.3 工业用地用水标准

单位工业用地用水量指标见表 13。

**表 13 单位工业用地用水量指标**

[单位:米<sup>3</sup>/(千米<sup>2</sup>·日)]

用地类型	2005 年	2010 年	2020 年
科技开发区	≤6 000	≤4 000	≤4 000
以加工、制造业为主的综合区	6 000~10 000	4 000~8 000	4 000~6 000
一般工业区	10 000~15 000	8 000~12 000	6 000~10 000
重化工等高耗水工业区	≤32 000	≤30 000	≤25 000

### 3.4 城市综合用水量标准

见表 14。

表 14 城市综合用水量指标

[单位:升/(人·日)]

规划区域	2005 年	2010 年	2020 年
中心城	465	465	465
新城	320~340	360~380	430~465
中心镇、集镇	250~270	300~310	340~370
农村	190	240	300

## 4. 上海公共用水量预测

上海作为全国特大城市之一和经济、金融、贸易的中心,随着改革开放的不断深入,生产力得到进一步发展,各项建设有力地促进了社会的进步和发展,在这一变革的环境中,必然带来人、财、物的大流动。在这一“大流动、大市场”的态势下,上海的外来人口不断增长。2002 年常住人口总量已达 1 625 万(半年以上),流动人口总量约 500 万人,工业企业 18 400 余家,工业总产值达 8 117 亿元,公共供水企业供水量也已增加到 24.4 亿立方米。

### 4.1 规划用水人口分布和产业布局

未来上海城市公共用水量的发展与城市规划的发展密切相关,人口的增加与迁移,城镇发展和产业布局的调整都会对上海城市公共用水量的发展产生深远的影响。

根据 2003 年 10 月上海市人民政府颁布的《城市规划发展纲要》,全市 6 340 平方千米,各区域协调发展,统筹安排人口布局、产业布局、城镇布局和重大基础设施建设;中心城区坚持“双增双减”,增加绿化、增加公共空间,减少容积率、减少建筑总量;郊区要积极推行“三个集中”,加快工业向园区集中、人口向城镇集中、土地向规模经营集中。

至 2020 年,全市规划常住人口约 2 000 万,中心城规划人口控制在 850 万人,城市建设用地约 600 平方千米。郊区城镇加大吸引力度,以组团式发展,注重城镇特色和风格,形成布局合理、层次分明、功能完善、有序发展的城镇体系,促进人口集聚。全市发展宝山、嘉定、松江、金山、闵行、青浦、南桥、城桥和临港等新城,包括中心镇及一般镇及农村,郊区规划人口达到 1 150 万人。

在优化产业布局方面,上海将发展无污染、高附加值的都市型工业,加快老工业区改造和升级,郊区进一步加快推进重大产业基地和工业园区建设,重点发展高新技术