

城市人居环境的生态设计方法探讨

刘 平, 王如松, 唐鸿寿

(中国科学院生态环境研究中心系统生态开放研究室, 北京 100085)

摘要: 城市化促进了国家和区域经济的发展, 但同时因城市生态系统结构、功能方面的失谐造成目前城市人居环境质量的恶化。城市生态学正是研究这种以人类密集活动为特征的城市居民及其栖息环境关系的科学。在综述国内外城市人居环境规划和设计方法的基础上, 根据城市规划、建筑设计等方面的生态工程原理, 提出城市人居环境生态设计方法, 对人居环境生态设计所涉及的内容、系统分析、设计步骤等方面进行了论述。

关键词: 生态设计; 人居环境; 生态学; 城市设计

Approach of the method of ecological design on the environment of urban human settlement

LIU Ping, WANG Ru-Song, TANG Hong-Shou (DSE, Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China)

Abstract: Urbanization promotes economic development of country and region. However, the environmental quality in city degraded because of the mismatch of the structure and function of urban ecosystem. It is urban ecology that studies the relationship between citizen and environment which is characteristic of high intense human activities. In this paper, the methods of plan and design for citizen environment in China and other countries is summarized. The method of ecological design about urban human-settlement is put forward on the basis of the principles of eco-engineering such as city planning, architectural design and so on. The aspects referred to ecological design such as systematic analysis and measure of design are discussed.

Key words: ecological design; environment of human settlement; ecology; city planning

文章编号: 1000-0933(2001)06-0997-06 中图分类号: X171.4, X21, X321/324.013 文献标识码: A

工业革命推动了全球城市化进程, 一些发达国家城市人口已达到全国人口的 75%, 我国城市人口的比重也已由 1949 年的 10.6% 上升至目前的 30% 左右。城市化为国家和区域经济的发展带来了巨大的综合效益, 同时也使我国城市土地的扩张、人口的激增更加激烈, 从而加剧城市交通的混乱、住房的紧张和生活环境的恶化。提高城市人居环境质量是城市可持续发展所面临的紧迫问题之一, 城市生态学研究的内容正是这种复杂的以人类密集活动为特征的城市生态环境问题^[1]。因此现在城市规划、建筑设计已经越来越多的与生态学结合起来共同完成城市居住区规划设计工作, 以解决目前城市中越来越严重的人居环境恶化问题。

本文以城市复合生态系统理论为基础, 对城市住区人居环境进行了生态设计方法的研究探讨, 其目标是要达到改善住区环境生态系统功能, 促进人居环境质量的提高和人与自然的和谐、人工设施与自然环境的和谐, 将自然因素融入住区环境中, 在经济性的基础上整体考虑构建人、社会与自然完整和谐的系统, 创造多样性的居住空间环境包括住区环境中的物种多样性、景观多样性、功能多样性和居民活动空间的多样性。

基金项目: 海南省海口市“中大城”生态示范居住小区生态设计资助项目

收稿日期: 2000-03-10; 修订日期: 2000-04-31

作者简介: 刘 平(1963~), 男, 河南省博爱县人, 博士, 副研究员。主要从事城市生态学、生态工程研究。

1 城市设计理论、方法的发展

人类本身是自然系统的一部分与其环境生态系统休戚相关,居住是人类最基本的需求,人居环境设计作为现代城市设计的重要组成部分,伴随着城市设计理论不断创新而发展。近代城市设计理论不断吸收许多生态学思想和生态规划的方法,并形成了许多对城市设计影响很大的思想。例如,1882年西班牙工程师索里亚提出的“带形城市”理论,1929年由建筑师斯泰因和规划师莱特按照“邻里单位”理论在美国新泽西州规划的雷德伯恩新城,以及“卫星城镇的建设”、“绿色城市”等等。在这些城市规划设计理论中,反映霍华德“田园城市”思想的“明天:通向真正改革的和平道路”、卡逊的“寂静的春天”、麦克哈格的“设计结合自然”以及罗马俱乐部的“增长的极限”等,这些著作对现代城市设计的概念和追求的目标的转变影响很大^[2]。

从城市规划设计理论思想发展总体轨迹来看,可以划分为3个阶段,第一代的城市设计是基于建筑学和古典美学的准则,它贯穿的是物质形态决定论的思想,注重视觉效果。第二代的城市设计遵循经济和技术理性原则,注重功能和效率、最新的科学技术和技术美学,初步涉及生态和自然景观问题^[3]。现代城市设计更加紧密的与生态学原理结合起来,发展出基于整体和环境优先的生态城市设计方法,贯彻可持续发展的思想,追求人工环境和自然环境的和谐,它不同于绿色城市所表达的基于视觉美化的绿色空间营造和谋求在个别城市区域内的良好环境追求,生态城市研究是站在一个更大的尺度空间或从全球角度探求人类共同的可持续发展的城市规划、设计理论和方法。

2 城市人居环境生态系统生态因子分析

城市系统是以人类的科学技术和社会行为为主导、生态代谢过程为经络、由自然生命支持系统所供养的人工生态系统,即社会—经济—自然复合生态系统。在城市中居住区面积通常占城市用地的30%以上,其本身是一个完善的生态系统,住区环境系统也由社会、经济、自然3个亚系统组成,发挥其生产、生活和还原功能,但在城市住区环境中生产功能相对弱化,其主要功能是生活和还原功能,因而城市中的居住区是城市生态系统中的生活功能最集中的表现。住区人居环境包括了自然环境、人工环境、社会环境和心理环境,自然环境,即人类生活周围的自然因素,例如,光、温、湿、气、声、动物、植物、水体、大地、自然景观等等。人工环境是人工构成部分,即由人类直接或间接参与创造而产生的物理、景观即空间如建筑、交通、城镇、风景等等。社会环境可以理解为人与人、人与自然之间相互作用的产物,是适应群体生活而产生的人际关系和精神生活,即政治、经济、文化、宗教等等^[4]。心理环境是自然、人工及社会环境的综合反映,它更具有多样性、多变性和随居民个体主观感觉而变化的不确定性等复杂属性,在住区心理环境建设时,它可以被理解为对各种居民群体及个体主观精神、心理感觉产生影响的外部综合的物理、文化环境的建设。

城市居住区在城市系统背景下可以看作是一个缩小的城市系统,这个小系统与周边大系统虽然在物理边界上可以有明显的隔离界面,但从维持住区人居环境生态功能的生态流的角度看,住区环境与城市大环境是紧密联系在一起的。在此可将住区人居环境生态系统分为住区内环境和住区与周边大环境的关系两部分,住区与周边环境的关系将会影响住区的对外交通接口布置、功能分区、自然因子利用、建筑布局、景观协调、文化表达等环境设计方面的考虑。在住区内环境建设方面涉及4方面的问题:

- (1)结构耦合 人口变动、人际交流、社区文化等社会关系。
- (2)代谢过程 商品流通、物质消费、资源利用、废弃物处理等经济关系。
- (3)服务功能 碳氧平衡、自然净化、人工调节、交通、交流空间等生活关系。
- (4)空间结构 建筑布局、轴线走向、交通路网、绿化空间等形态关系。

因居住环境是一个复杂的、由许多生态因子综合影响的系统,在此采用住区环境的生态系统的生态位势来综合表达居住区环境质量。在以人类种群为主体的城市居住环境的生态位可被定义为:居住区生态环境所提供居民的及可被居民利用的各种生态因子和生态关系。生态系统中的生态因子之间存在着复杂的相互关系,是随时间改变而变化的变量。生态因子还具有层级结构,许多生态因子本身也是一个小系统,在这些生态因子中有些生态因子是比较重要的,在决定人居环境质量方面是起着决定性作用的,可以被称做主导性的生态因子。例如,绿色空间在人居环境中是一个重要的主导性生态因子,它本身是一个具有层

级结构的系统,它决定着人居环境中的新鲜氧气、安静环境、优美景观等生态因子,并且随着时间的变化由它所决定的其它生态因子也在发生变化。这些主导性的生态因子可概括为以下几个方面:(1)绿色空间系统;(2)水资源系统;(3)废弃物处理系统;(4)能源系统;(5)建筑空间环境;(6)道路交通系统;(7)住区环境管理系统;(8)单体建筑设计策略;(9)文化特性表达。生态设计最主要的就是要对这些主导生态因子进行调控,不追求某几个生态因子的最优,而是追求这些生态因子所决定的生态位的最优,从而获得良好的住区人居环境。城市居住区环境在为居民提供生活服务功能方面必须满足方便、舒适、卫生、安全和景观环境优美的要求。

3 生态设计原则

住区人居环境生态设计的目的是要使生态学的竞争、共生、再生和自生原理得到充分的体现,资源得以高效利用,人与自然高度和谐。住区人居环境生态设计是建筑设计、风景园林、环境工程、能源工程等工程设计与生态学结合的综合性环境设计。居民的个体需求和生态保育的要求构成了环境生态设计应当遵循的原则。按照美国人本主义心理学家马斯洛的人的“需求层次理论”,人只有当其较低层次的需求得到满足后,较高层次的需求才能表现出来,需求层次如图 1 所示,因此人居环境生态设计的原则如下:

(1)尊重自然的原则 建立正确的人与自然的关系,尊重自然、保护自然,尽量小的对原始自然环境进行变动。

(2)整体优先的原则 局部利益必须服从整体利益,一时性的利益必须服从长远的、持续性的利益。

(3)经济性原则 对能源的高效利用,对资源的充分利用和循环利用,减少各种资源的消耗,提倡 4R 原则即减少使用(Reduce)、重复使用(Reuse)、回收(Recover)和循环使用(Recycle)。

(4)乡土化原则 延续地方文化和民俗,充分利用当地材料,结合地域气候、地形地貌。

(5)安全性原则 住区环境设计不仅要保证居民日常生活安全,还要考虑突发情况下的安全,如火灾、地震、洪水等,因此要有防灾设施和避难场所。

(6)方便性原则 住区环境对居民提供的方便性服务主要体现在住区的内外交通、内外系统关系、公共服务设施的配套和服务方式的便利程度上。

(7)舒适性原则 一般应当保证住区环境阳光充足,空气清新无污染,安静无噪音,宽阔的绿地和活动空间等。

(8)过程性原则 住区环境生态系统是不断变动的,在环境生态设计时要充分考虑这种变动性,充分考虑适应环境不断变动的环境管理问题^[5~7]。

4 生态设计的方法

住区人居环境生态设计方法不同于一般的环境设计的地方就在于它努力要在居住区内营造出可持续发展的居住环境,它通过生态系统整合和生态工程手段进行生态系统的关系设计和功能改造,建立一套合理的生态代谢链网、提高系统的生态经济效率,使整体人居环境质量得到大幅度提高从而提高其生态位势。结合目前的实际情况应着重在绿色空间设计、水资源系统设计、废弃物处理系统、能源系统、建筑与居住环境设计及区内道路系统设计方面进行认真的生态设计,不仅使住区人居环境成为舒适、方便、安全、健康和景观优美的生活空间,同时这种环境的维持是可持续的,这种环境的建设和维持方式是对区域及全球环境负责的。

4.1 住区环境生态设计步骤

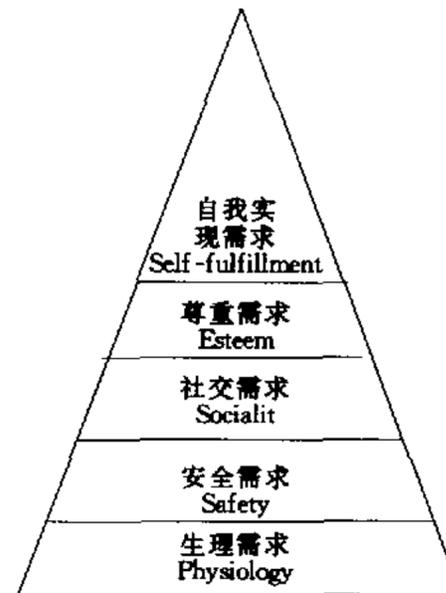


图 1 人类需求层次
Fig. 1 Human requirement levels

住区环境生态设计特别强调充分了解项目所在地的自然环境、人文社会环境、生态过程及与人类活动的关系,因而具体的生态设计步骤如下:

(1)住区设计任务说明书 这是业主与设计师交流的主要文件,也是设计工作中的指导依据,该文件应当对建设项目的名称、目标、建设地点、用地规模、建设项目规模、功能要求、设计成果及深度要求以及设计周期有明确的说明。

(2)生态调查 调查的主要目标是所设计的住区范围内及周边区域的自然(地形地貌现状图 1/500 或 1/1000、地质土壤、水文植被资料,气象资料)、社会(住区所在城市的总体规划、住区所在城市分区的规划、国家及所在城市的有关规范和法规、文化、民俗等)、经济资料、资源衰竭、土地退化、水体与大气污染、自然生境与景观破坏等方面的资料。

(3)生态评价 生态评价通常应有 4 个方面的内容。①生态过程分析,城市居住区环境系统是人工自然生态系统,所以要对住区内的能流、物质平衡、水循环、土地承载力、自然景观、人工景观等进行详细分析。②生态潜力分析,指规划区域内单位面积土地上可能达到的第一性生产水平,它能定量综合反映出规划区光、温、水及土壤配合效果。③生态格局分析,对规划区周边区域和区域内的自然生物群落、景观多样性、交通系统、生态功能体系等进行空间结构分析。④生态敏感性分析,要对规划区内涉及到的人工自然生态系统对人类活动的反应进行分析^[8~10]。

(4)生态工艺设计 这是生态设计的核心,根据生态评价的结果对住区内的能流、物流系统进行工艺设计,并对设计方案进行评价与选择,最后对设计方案进行成本-效益分析。

(5)住区规划和工程设计 在生态工艺设计的基础上,对建筑、景观、交通、废弃物处理、能源等进行规划设计和详细的工程设计,最后向业主提供完整的设计图和设计说明书。

4.2 主导性生态因子的生态设计

住区人居环境的生态设计整体上要把握三大要素即景观、结构和功能,景观生态结构影响其生态功能的发挥,所以为了达到生态设计的目的,在住区范围内对各种类型的景观和景观生态结构要进行精心的设计,构成丰富的有机镶嵌的景观结构,这样可以增加景观的丰富度和交流活动空间的丰富度,同时提高系统对外界和人为活动干扰的抗性。例如,绿色空间对建筑单位的分割、围合提高了建筑相互间的私密性、景观深度和景观丰度,提高了建筑安全性(例如对火灾的隔离作用)。屋顶绿化使建筑物融入绿色生物景观,生物量的加入提高了建筑对外界光、热等环境变化的抗干扰能力,有利于室内环境的稳定。水体嵌合于绿色空间中,周围的绿色空间使地表径流流入水体的沉积物和养分减少,保持了水体的水质洁净。有机镶嵌的景观结构提高了人居环境的质量和系统的稳定性,使得能够在现有的技术经济条件下以最小的能量输入和最小的物质消耗保证小区人居环境系统的正常运转。对住区景观及其生态结构和功能影响最大的是绿色空间、建筑空间、道路系统等主要的环境生态因子,正如在人居环境生态系统生态因子分析一节中所提到的那样,主导性生态因子是住区环境的主要矛盾,是生态设计要解决的主要问题。在海口“望海狮城生态小区”的规划设计工作中就这些主要的问题进行了生态设计实践,现结合具体的设计实例对生态设计方法的具体应用说明如下。

4.2.1 绿色空间设计 绿色空间的设计就是在住区范围内种植各种植物营造良好的住区环境和美化住区面貌,绿色植物的采用不仅是利用其观赏特性进行美化装扮和创造丰富的文化、感情氛围,同时绿色空间最为重要的还是它的生态服务功能。绿色空间包括居住区公共绿地、组团绿地、宅旁绿地、垂直绿化、屋顶绿化、公建庭院、住区外围防护隔离绿地、居住区道路绿化等。在确定绿地面积时,应从碳循环和氧平衡的绿色空间生态服务功能角度进行总量控制,计算出住区内绿地面积最小值,不同的植物其固碳和供氧能力不同,计算时统一将各种不同的绿地折算为阔叶林地面积进行计算。例如海口“望海狮城”绿地面积的确定,在住区内生活活动与耗氧有关的主要就是炊事燃料燃烧耗氧、呼吸和排泄物生化耗氧。小区居住人口为 5 000 人,每人每日排泄物的氧化耗氧量平均是 40g,按照海口的统计资料人均年消耗液化气的量,综合得到小区居民各类活动的年总耗氧量是 672 000kg,计算得到小区内所需的阔叶林面积为 428 00m²,然后折算为乔、灌、草绿地总面积为 131 000m²。

绿色空间景观与生物多样性的营造是必须要加强的重要方面,在景观营造方面按照如下原则进行设计:(1)点-线-面协调的原则;(2)开放和隐蔽相结合的原则;(3)均衡原则;(4)突出节点的原则;(5)协调、渲染色、形和季相的原则。对于要设计的住区可以设定一个主题,围绕主题按照以上原则进行设计。例如,海口“望海狮城”绿色空间景观设计的总主题是绿满琼崖,利用设计区自北向南梯次升高的自然地势,分别构造出以草本植物为主体的、以热带果树为主体的、以高大乔木为主体的 3 种风格的园林,对应于海岸带、山前台地农业区、山地原始森林的自然和人文景观,正好拟合了海南岛作为一个穹窿形海岛的 3 类主要地貌特征以及其上的生态系统特征。在生物多样性的维护方面,虽然传统的园林绿化也会照顾到一些生态学原则,但生态设计更强调在生态学原理指导下对绿色空间功能的全面强化,为此需遵守如下原则:(1)营造舒适环境的原则;(2)保护和改善环境的原则;(3)选用适生种的原则;(4)合理的群落组配原则;(5)适当提高生物多样性的原则。

4.2.2 建筑空间环境 建筑空间环境生态设计除了具有传统的规划设计所具有的全部美学、功能等特性外,目前着力强调为单体建筑所采用的节能设计策略提供良好外部环境,比如光照、自然通风等。海口“望海狮城”住区内的单体建筑全部采用了自然通风降温的设计策略,以求最大限度的减少夏季制冷能源的消耗,希望主动引导夏季主导风进入室内,为此在住区建筑空间构造时,考虑本区夏季主导风向为东北风向,因此在住区建筑空间布局方面,将别墅布置于住区东北方向,点式高层布置于住区的南部和西部,同时设置了绿化主、副轴两条轴线的引导,这样可使夏季主导风顺畅进入并到达小区南部和西南角,这种西南围合的建筑空间布局形式有利的加强了主导风在建筑迎风面上的风压,有利于强化室内自然通风,同时在组团的建筑围合方面希望通过精心的布置能够给居民创造从私密、半私密到开放的景观优美多样的建筑环境空间,并努力营造满足不同年龄段人群活动的环境空间。

4.2.3 交通道路系统 住区内的道路交通系统是居住空间的有机组成部分,它分为:(1)居住区道路;(2)建筑组团道路;(3)住宅间道路。设计时将居民的步行、自行车和汽车交通 3 种交通方式分级、分序协调考虑,建立人车分流的道路系统,并对自行车、汽车的停车位进行妥善处理营造舒适与方便的住区交通与景观环境,对道路绿化针对不同层次的道路在树种选择、景观处理及断面结构布置方面从导向、围合、连接、安全、减噪等方面进行综合考虑。如果因为其它原因需要建立人车合流的道路系统,对道路设置可以采取在一定的部位采用曲和折的线型,对进入区内的机动车辆起到限流、限速的作用。对道路的工程建设,除了主要的机动车道可以采用非渗透性的路面铺设外,对于次要的道路、人行步道、游憩小径等采用地砖、石块等材料进行渗透性路面铺设或保持自然状态,最大限度的减少路面、庭院、广场等地面的非渗透性硬化铺设。

4.2.4 水资源系统 水资源系统包括了生活用水的供给、污水、雨水、景观用水等。节约用水、水的循环使用是生态住区设计的重要内容,为此将污水处理、雨水利用和景观用水、生活杂用水、厕所用水组成完善的系统。在居住区内适当的景观水系运用不仅丰富、美化了景观视觉,同时开放的水面作为绿地生态系统的的重要组成部分发挥着重要的生态服务功能,但若无完善的水处理系统,景观用水必须频繁更换以保持清洁。根据目前的技术、经济情况,将雨水收集系统和景观水系结合起来,并配合水生植物和土壤过滤进行水的处理,使景观水系流动起来并保持清洁形成优美水景,并节约水资源。污水处理与厕所用水结合起来组成中水回用系统,处理流程如图 2 所示。

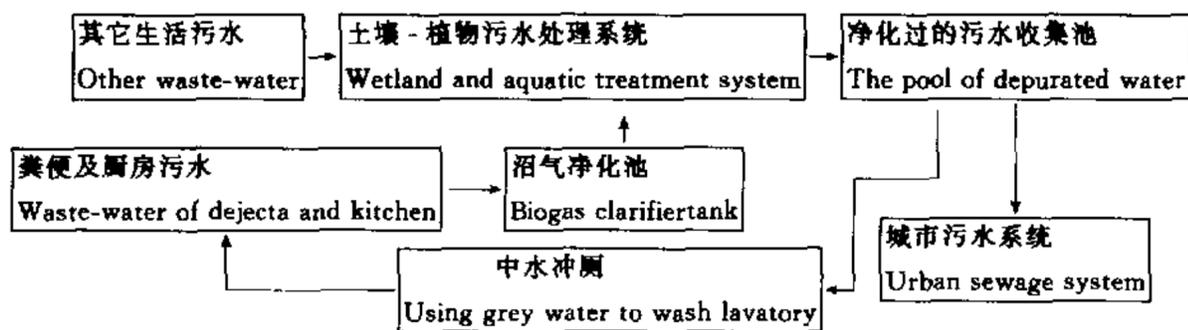


图 2 污水处理流程图

Fig. 2 The flow scheme of disposing wastewater

“望海狮城”生态住区规划的景观水域面积约为 5280m²,总水量为 2112m³,景观用水主要依靠收集雨水供给,为此在小区各组团内部分设 15 个储量为 200m³ 的地下雨水收集池,因此总的雨水收集量达到 3000m³。从屋顶和地表径流来的雨水进入小区的排水系统后首先进入雨水渗透沟或渗透管使雨水渗透地下,然后雨水进入分散设置于各个建筑组团内的地下雨水收集池,这些地下雨水收集池与小区水景观水系及城市排水系统相连,暴雨天气多余的雨水可被城市排水系统排走以防小区内出现水害。采用水生植物和土壤过滤方式对景观用水进行净化处理。小区内的所有开放水面都由人造沟渠和地下管道相连,形成一个完整的水系。对于污水处理、回用系统,住区供水每天最大值为 760m³,其中厕所冲水量 150m³,采用将厕所粪便污水与其它生活污水分离的排水管线。厕所粪便污水进入沼气净化池中进行处理,其它生活污水不进入沼气净化池而与沼气净化池出水合并进入下级土地-植物污水自然处理系统。处理过的污水统一进入地下蓄水池,这些处理过的污水可用于冲厕和冲洗车辆等生活杂用水,另外还被用于绿地灌溉用水,绿地统一埋设渗灌和滴灌管线,个别绿地设置喷灌系统进行绿地灌溉。

4.2.5 垃圾处理系统 生活垃圾采取分类收集的办法,将垃圾分为 4 类:(1)有毒有害垃圾(废电池、日光灯管等);(2)厨房有机垃圾等可降解垃圾(剩饭、菜叶等);(3)可回收垃圾(塑料、金属、玻璃等);(4)其它难降解垃圾。对第 1 类垃圾专项处理,对第 3、4 类垃圾可处理给物资回收部门及交由城市环卫部门处理,对第 2 类垃圾和住区内的绿地落叶等垃圾采用厌氧堆肥的方法进行处理,腐熟的肥料作为盆栽花卉植物用腐植土及花草培养肥料,多余的送出区外作为农林用肥。

4.2.6 能源系统 根据目前的能源技术经济条件,在能源应用策略上采取在不同的应用领域和层次上采用风能、生物能和太阳能。比如将风能、太阳能用于景观水体的循环流动的动力用能,太阳能用于洗浴热水的加热用能,对于沼气净化池和堆肥系统产生的沼气,能够用于住区管理人员生活用能及部分公共照明用能。在“望海狮城”项目中用风能替代电能进行水的提升从而推动景观水体运动,考虑电能到机械能的转换效率、能量损失及其它能量损失,采用风能替代电能全年节约用电约 8.7 万度。结合建筑设计,住房统一安装了太阳能热水器,整个小区采用太阳能加热洗浴用水节约能源折合电能全年约 55 万度。

总之住区生态设计重视多样性自然景观的保护和优美人工景观的创造,生态学多样性的概念在此被赋予了更加广泛的社会、经济含义,它不仅包括了物种多样性也包括了景观多样性、功能多样性、交流空间的多样性。住区总体布局充分利用和结合地形、气候等自然条件,合理利用自然风、日照等,在整体考虑经济性的前提下,优化能源结构。对居室内外环境统一考虑,通过绿色空间、道路系统和建筑空间的营造在住区内创造良好的小气候和友好的居民交流环境。对生活污水、固体废弃物采用生态工程处理方式进行处理,从而创造和谐、安全、舒适、方便和景观优美的住区环境。

参考文献

- [1] 王如松. 从物质文明到生态文明. 世界科技, 1998, 20(2): 87~97.
- [2] 李敏. 城市绿地系统与人居环境规划. 见: 吴良镛主编. 人居环境科学丛书. 北京: 中国建筑工业出版社, 1999. 9~32.
- [3] 孙宏伟, 王玉靖. 走向可持续发展的城市规划. 新建筑, 1997, 4: 13~16.
- [4] 王如松. 高效、和谐——城市生态调控原则与方法. 见: 叶秀山主编. 博士论丛: 高效·和谐. 长沙: 湖南教育出版社, 1988. 18~150.
- [5] 王建国. 生态原则与绿色城市设计. 建筑学报, 1997, 7: 8~12.
- [6] 姚时章, 王江岸. 城市居住外环境设计. 见: 姚时章主编. 城市居住外环境设计. 重庆: 重庆大学出版社, 2000. 24~29.
- [7] Mark Roseland. Eco-city planning. In: Mark Roseland. *Eco-city dimensions*. Canada: New Society Publishers, 1997. 1~25.
- [8] 刘宾谊. 走向可持续发展的规划设计. 建筑学报, 1997, 7: 4~7.
- [9] Alex Wilson, Jenifer L etc. Site planning and design. In: Alex Wilson, ed. *Green Development*. New York: John Wiley & Sons, Inc, 1998. 2~24, 124~156.
- [10] Sim Vander Ryn and Stuart Cowan. Sustainability and design. In: Sim Vander Ryn ed. *Ecological design*. Washington: Island Press, 1996. 3~33.