

浅论生态住宅小区水环境的生态设计^{*}

汤惠君^{1,2}

(1 广东工业大学 经济管理学院, 广东 广州 510090; 2 中国矿业大学 研究生院, 北京 100083)

[摘要] 在综述了生态住宅小区的内涵及基本特征的基础上, 根据生态住宅小区水环境系统技术导则的基本要点, 讨论了生态住宅小区水环境生态设计的必要性, 并对水环境系统的生态设计的目的和原则、给排水子系统设计的模式、人工湿地处理生态住宅小区污水的生态意义等方面进行了论述。结果认为, 在生态住宅小区水环境系统的设计中, 将人工湿地污水处理系统、雨水收集系统、景观水系统、中水回用系统和绿地系统综合起来进行设计, 使人工湿地处理污水工艺与生态小区园林及其水景艺术相结合, 建设集观赏、娱乐和污水处理于一体的景观湿地系统是实现住宅小区水环境生态化的理想途径。

[关键词] 生态住宅小区; 水环境; 生态设计; 人工湿地

[中图分类号] TU 241

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2004)08-0119-06

随着经济的快速发展和环境意识的不断增强, 人们对居住环境和居住质量的要求越来越高。城市住宅不仅要体现科技进步, 更要实现人居环境的可持续发展。因此, 生态住宅小区的建设成为当前我国房地产开发商追捧的热点。“生态住宅”、“绿色住宅”成了一些商品房广告频繁使用的时髦词汇, 全国各地打着绿色生态住宅旗号的小区层出不穷。有关生态住宅的研究也越来越多, 但由于我国生态住宅的建设和研究起步较晚, 目前, 居住环境的生态设计仅停留在浅层次的运用上, 其研究也主要集中在生态住宅的概念和特征, 生态住宅小区的发展分析、评价指标体系和发展途径等方面^[1-5]。为了规范生态住宅小区的建设, 2001年5月建设部颁布了《绿色生态住宅小区建设要点与技术导则》^[6], 为生态住宅确定了一系列原则和标准。生态住宅要求在能源和水、气、声、光、热环境以及绿化、废弃物处理、建筑材料等9个系统符合国家有关标准。本研究仅就生态住宅小区水环境系统生态设计问题进行初浅的探讨, 以为绿色生态住宅小区的建设提供参考。

1 生态住宅小区的内涵及其基本特征

1.1 生态住宅小区的内涵

目前, 关于生态住宅小区的内涵有各种不同的定义, 但减少对地球资源与环境的负荷和影响, 创造

健康和舒适的居住环境已成为人们的共识。生态住宅小区是指规划合理, 人与自然协调和谐, 环境清洁、优美、健康、舒适和适用的新型住宅区; 在时间上有其新生旧灭的演变过程, 在空间上有其内部、外部及区域的耦合关系, 在代谢上有其输入输出过程。同时, 生态住宅区也是由自然基础设施、生态代谢设施、人工设施和人类生态服务体系, 通过物理、化学、生物、经济和人文等过程及相互关系耦合而成的一类结构合理、功能完善的人居生态系统^[1]。生态住宅的建设不只是停留在小区绿化、美化和改善建筑物内的某些设备等个别层面上, 而是全方位和立体的生态工程。从住宅设计、建筑、使用到废弃的各个阶段, 不仅体现保护地球环境, 而且强调人与自然环境的和谐及居住环境的健康性和舒适感。它的内涵应该以可持续发展的思想为指导, 根据当地的自然环境, 运用生态学、建筑学的基本原理及科学手段, 合理安排并组织住宅建筑与其他相关因素之间的关系, 创造一个有利于人们舒适、健康的生活环境, 同时又要节约和合理利用自然资源, 努力提高自然资源的利用率, 降低能源和原材料的消耗, 实现向自然索取与回报之间的平衡, 使住宅与环境成为一个有机的结合体, 意在寻求自然、建筑和人三者之间的和谐统一^[2]。

* [收稿日期] 2004-02-26

[基金项目] 广州市环保局基金项目(200394)“人工湿地系统在城市生活污水处理方面的应用研究”

[作者简介] 汤惠君(1960-), 女, 湖南益阳人, 副教授, 硕士生导师, 在读博士, 主要从事土地资源管理与房地产开发、土地复垦与生态重建等研究。

1.2 生态住宅小区的基本特征

高效是生态住宅的本质,即尽可能节约资源与不可再生能源的消耗,体现 4R (Reuse, Reduce, Recover, Recycle) 原则,即再利用、再节约、回收、循环使用资源和能源是生态住宅小区的基本;对于小区环境来说,在不影响建筑与小区结构和功能的条件下,材料与能源的消耗应该达到最小,这需要在小区的设计和建造过程中利用可更新的能源、循环利用资源、节约资源、大力提倡对可更新能源的使用等。其次,保护生态系统,坚持人与自然的和谐共生是生态住宅小区的核心,这主要体现在生态小区的建设过程中不仅要充分利用自然条件,而且要尽量减少对小区生态环境的影响。此外,健康、舒适是生态小区的最终目标;这要求在材料的选择和住宅小区的设计中,必须体现以人为本的思想,最大限度地满足人的各种需求。

2 生态住宅小区水环境系统分析

2.1 生态住宅小区水环境系统的组成及其要求

生态住宅小区是改善城市环境和城市生态的重要组成部分,它对水环境系统提出了更高的要求。小区水环境系统由给水子系统、排水子系统、污水处理子系统、中水子系统、雨水子系统和景观用水子系统组成。系统的建设目标应符合以下基本要求:在室外系统中要设立排水、雨水等处理后重复利用的中水系统、雨水收集利用系统等,小区绿化、景观、洗车、道路喷洒、公共卫生等用水应使用中水或雨水,其用量应达到小区用水量的 30%;用于水景工程的景观用水系统要进行专门设计,并将其纳入中水系统一并考虑;小区的供水设施采用智能化管理,应具有远程监控、故障报警等功能;节水器具的使用率应达到 100%;排水应采用雨水、污水分流,达标排放率也必须达到 100%;各类水质必须符合国家标准,污水处理率应达到 100%;在有需要的地方同步规划设计管道直饮水系统^[6]。

在传统的用水习惯和以往城市建设中,我国的供水和污水处理往往存在人为的供水污染、清洁用水和雨水资源浪费、污水处理不完善等问题。而当今的生态住宅小区要求以可持续发展思想为指导,提倡节水和水的循环利用与中水处理,使水环境系统的综合效率达到最优。要达到这个目标,关键是如何使系统水的循环利用率达到最大,同时污水的排放量达到最小,实现小区水环境的生态良性循环。

2.2 生态设计应用的必要性

水是生态住宅小区建设的灵魂,是我国厉行节约的战略资源之一,在生态小区建设中水环境系统的合理设计非常重要。为了有效利用水资源,实现小区水环境的生态良性循环,必须结合城市总体水资源和水环境规划,对水环境系统进行生态设计。

所谓生态设计是指任何与生态过程相协调,尽量使其对环境的破坏影响达到最小的设计形式^[7]。这种协调意味着设计尊重物种的多样性,减少对资源的剥夺、保持营养和水循环,维持植物生态环境和动植物栖息地的质量,以有助于改善人居环境及生态系统的健康。生态设计强调:保护不可再生资源,尽可能减少资源的利用和节约并循环利用资源。在水环境系统中,生态设计的主要目的在于利用自然生态过程与循环再生规律,达到人与自然的和谐共处以及发展的可持续性,从而实现了对水资源的高效利用,减少废水的排放。总的原则是:结合当地水资源状况,充分利用市政供水以外的水资源,努力提高水的循环利用率 and 用水效率,实现水资源的可持续发展和利用。为此,生态住宅小区应将雨水利用、景观用水、生活用水、厕所用水及其污水处理等组成完善的系统进行综合的生态设计。

2.3 给排水子系统的设计是生态住区水环境系统设计的核心

在生态住宅小区中,节约用水和水的循环使用是生态住区水环境系统设计的重要内容。而节约用水和水的循环使用又与给排水子系统密切相关,因此,小区水环境系统设计中给排水子系统的设计是核心。在过去的城市小区建设中,小区的给排水只是从工程角度的给排水,水从城市管网里来,或从其他自然环境中来,把好水引进建筑,把污水排放到城市管网,让城市去承担污水,这样既不利于节水和水资源的循环利用,也不利于水污染的控制,不是生态住宅小区给排水发展的方向。作为生态住宅小区的给排水应靠生态功能来解决^[8],让好水进入建筑,排出去的也应是好水而不污染环境。

根据我国现今的技术和经济情况,生态住宅小区的水环境系统应对原来的“自来水-用户-污水排放,雨水-屋面-地面径流-排放”的低效率转化模式进行技术改进,增添必要的贮存和处理设施,使其形成“供给-排放-贮存-处理-回用”的循环系统^[9]。所以,生态住宅的给排水设计也应该改变传统的方法,实行分质供排水,即供水系统设 3 条不同的管网:一条输送洁净的饮用水;另一条输送目前普通

的自来水,主要用于洗涤蔬菜、衣物等;第三条为中水管道,输送经小区中水设施净化处理的循环水,主要用于环境卫生清洗,以及冲洗卫生间的便器等。排水系统则设两条管网,一条为生活杂排水管道,收集除粪便污水以外的各种排水,如淋浴排水、盥洗排水、洗衣排水、厨房排水等,输送至中水设施作为中水水源;另一条为粪便污水管道,收集便器排水^[10]。传统的粪管将粪水送入化粪池,再由化粪池沉淀后排入城市下水道。目前绝大多数城市的下水道都是直接排入附近的江河,经江河稀释后又作为自来水

的水源,这种排水方式是对生态环境的一种破坏。本研究认为,以沼气池代替传统的化粪池,将粪便转化为沼气供居民作为厨房燃料,残渣用于生产农业肥料,不再排入江河,沼气池溢出的水再和生活杂排水管的污水一起排入人工湿地系统进行深度净化,净化后的水再循环利用是一种合理又生态的排水方式。目前我国有少数地区的生态小区,如海南省海口市望海狮城生态小区采用沼气池和人工湿地系统净化生活污水,并循环使用已取得了预期的效果^[11]。其污水处理流程如图1所示。

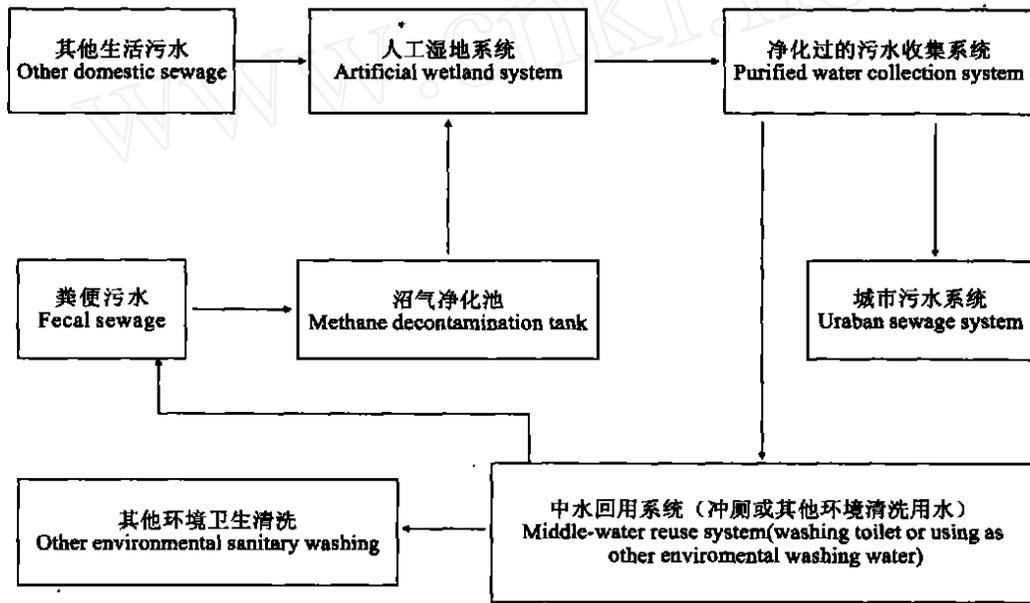


图1 污水处理流程图

Fig. 1 The flow scheme of wastewater disposal

3 人工湿地污水处理系统

在生态住宅小区水环境的系统设计中,如何合理利用当地自然资源和自然条件的特征,制定相应的节水、污水处理、雨水收集和中水回用方案,采用符合我国国情的、具有投资省、运行费用低、工艺流程简单、处理效果好、运行管理简便的生态化处理工艺,对小区实现水环境生态化很关键,国内外大量的成功例子表明,人工湿地系统是当前进行城市生态住宅小区生活污水处理的最好途径之一。

3.1 人工湿地污水处理系统的特征

人工湿地污水处理系统是由一些适合在污染环境条件下生存的,以大型水生植物为主的高、低等生物和处于水饱和状态的基质组成的人工复合体。由于其特殊的生理功能,即在各种湿地生物的共同参

与下,能将进入湿地系统的污染物质——同时也是湿地生物的营养物质,经过系统内各环节的“新陈代谢”,进行分解、吸收、转化、利用,达到去除目的^[12]。与传统污水处理技术比较,人工湿地污水处理系统技术具有以下特征。

1) 生态化处理污水。人工湿地污水处理系统技术能在有效处理污水的同时,具有增加绿地面积、改善大气质量、净化空气、缓解城市热岛效应、减少排水投资、降低噪声等改善和美化环境的生态功能。

2) 可同时进行污水和污泥处理,避免了单独处理污泥的麻烦,既节省了费用,又防止了二次污染。尤其是我国南方地区,由于高温多雨的气候条件更有利于人工湿地的运行,从而使全年的污水处理能力加强。

3) 投资成本远低于常规技术,与同等规模污水

处理厂相比,人工湿地的建设费、运行费只需二分之一和五分之一,成本大大降低,而且运行管理方便。

4) 处理后的净水可以中水回用,如绿化和公园浇灌,冲洗厕所等,充分利用水资源。如果设计合理,甚至可达到饮用水标准。对污水中氮磷的去除效果更是优于常规污水处理厂。根据项目所在地情况,还可以开展水产养殖、水面植物的利用等。

5) 不足之处是占地面积比较大,但人工湿地可以因地制宜,综合考虑,灵活多样。特别是几万吨的大型污水处理可分步分段逐步实施,尤其适合新型开发区,一次规划,分段建设。如在一些市郊住宅小区,废水很难都流入管道汇入污水厂或铺设管道的费用极大,人工湿地更体现了其优势。

为了克服人工湿地占地多的不足,可以通过对人工湿地的合理设计,将湿地所占用的土地进一步开发利用,如充分利用小区地形和气候条件,将人工湿地污水处理系统、雨水收集系统、中水回用系统和景观水系统与小区绿地系统进行综合设计。可利用景观水体的部分调蓄空间贮存雨水,作为中水回用的水源,又利用绿地和人工湿地对雨水进行净化,这样可使景观水系统流动起来并保持清洁,形成优美水景,同时开放的水面作为绿地生态系统的组成部分发挥着重要的生态服务功能,使人工湿地系统既是绿地系统,又是景观系统,既能满足小区生态环境功能、休闲活动功能和景观文化功能,又能满足高效低耗的净水功能,以达到净水又节地的目的。这对促进房地产业的发展 and 生态住宅区的建设具有重要意义。

3.2 人工湿地污水处理系统应用现状

国外许多先进工业国家早在 20 世纪 80 年代就尝试用人工湿地对二级处理后的污水进行进一步处理,以满足再利用的需求,使排放水质更好。据调查,北美、欧洲尤其是德国人工湿地被普遍应用于城镇生活污水、农牧业及旅游业废水的处理。美国国家环保署更提出利用湿地重建美国的河流系统,以达到每条河都能钓鱼和游泳的环保目标。在南非,人工湿地很早已被积极研究并广泛应用于其采矿业排放的酸性污水的处理。

我国引进湿地处理系统较晚,首例采用人工湿地处理污水的研究工作始于 1988~1990 年北京昌平的自由水面人工湿地,处理量为 500 t/d 的生活污水和工业废水,处理效果良好,优于传统二级处理工艺。其后国家环保局、中国科学院等相关单位相继对人工湿地污水处理系统作了一系列试验和研

究^[13-17],论证了人工湿地污水处理效果。

成都市活水公园是展示人工湿地系统处理污水新工艺的、以水为主体的环境科学公园。在公园内,人工湿地系统中处理污水的主要工艺过程有:厌氧沉淀池,人工湿地塘、床系统,养鱼塘系统,戏水池以及连接各个工序的水流雕塑和自然水沟等 5 个部分。从厌氧沉淀池到戏水池可以清晰地看到污水在各工序逐渐变清的过程,可以充分体现“死水”变成“活水”的过程。处理后的污水可以达到《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)中 III 类水的要求^[18]。

深圳市在人工湿地技术领域已做了不少成功的尝试。如洪湖人工湿地系统处理布吉河污水,设计湿地面积是 2 300 m²,湿地种有芦苇、美人蕉等热带亚热带沼生植物和花卉,下面铺有沙子、细石等填料。既美化了环境,又起到了净化污水的作用。该系统每天可处理污水 1 000 t,处理后的水质已达到国家地面水标准,优于景观水标准。另外,深圳市还利用人工湿地系统处理了观澜湖高尔夫球会的职工宿舍生活污水,出水水质同样非常好,溶解氧大大增加,出水池中很快有鱼出现。监测表明,污染物的去除率为 75%~95%,出水水质达到景观用水水质标准。此外,我国在上海、沈阳等地都有人工湿地污水处理系统应用成功的案例。

3.3 人工湿地系统净化雨水

在普通住宅小区建设中,雨水通常是通过屋面和地面径流直接排放,这对水资源比较紧张、水污染严重的我国来说,无疑是水资源的一种浪费。城市雨水作为补充水源加以开发利用势在必行。雨水利用不仅是开源节流的一条途径,而且有利于生态环境的改善和水污染的控制。雨水系统应作为生态小区若干系统中的一个重要组成部分在小区中发挥重要的作用。如何将雨水“排放”变为雨水“生态循环”和“再利用”的关键是雨水的净化。传统方法是将径流雨水由排水系统排走,而在生态小区中,至少应考虑雨水的渗透、滞留和回用。在国内外已经建成运行的雨水利用示范工程中,以人工湿地生态系统净化技术为核心的处理系统既有效又经济。城市生态小区中有较多的绿地,一些建筑附近还建有高位花坛或水景,将这些设施和雨水的收集、渗透净化和利用结合起来进行综合设计,能更好的实现环境和生态目标。

德国 20 世纪 90 年代开始兴起了生态小区雨水利用系统,将雨水利用与景观设计相结合,利用人工湿地系统净化雨水,达到了预期的环境、经济、社

会效益^[19]。具体作法和规模依据小区而异,一般包括屋顶花园、水景、渗透、中水回用等。如柏林 Potsdammer 广场 Daimlerchrysler 区域城市水体工程设计是雨水生态系统的成功范例。该区域年产径流雨水量 2.3 万 m³。采取的主要管理措施:建有屋顶花园 4 hm²,雨水贮存池 3 500 m³,主要用于冲厕和浇灌绿地(包括屋顶花园);建有人工湖 12 hm²,人工湿地 1 900 m²,雨水先收集进入贮存池,在贮存池中较大颗粒的污染物可经沉淀去除,之后用泵将水输送至人工湿地和人工水体。通过基层、植物和藻类等来净化雨水。此外,还建有自动控制系统,可对水质进行连续监测和控制。主要监控指标有磷、氮、碳、氧和 pH 值。在这里水不断循环,鸭子、水鸟、鱼等动物都可栖息在水体中或水体周围,建筑、水、生物达到了高度的和谐和统一。

3.4 人工湿地系统改善小区景观水水质

经过人工湿地系统处理后的出水水质可以达到地面水水质标准,直接排入景观用水的湖泊、水库或河流中。因此,人工湿地系统适合处理景观用水区附近的生活污水或直接对受污染水体的水进行处理。小区内景观湖水如果缺少流动和更换,很容易发生水质恶化现象,目前国内许多公园、小区水体普遍存在这类问题,严重影响水体的观赏功能。水质一旦恶化难以恢复,如频繁换水又会造成水资源的浪费。但如果应用人工湿地净化污水的原理对小区中的景观湖进行合理的生态设计,完全可以控制水质恶化现

象。如武汉某住宅小区为了保护小区和金银湖的水环境与生态环境,避免湖体“三面光”式的设计而导致湖的“死亡”。将部分堤岸设计为具有一定边坡,由砂、石磊积,保持一定量的底泥,种植一些芦苇等水生植物,为鱼类和其他水生生物提供栖息地,体现水体的自然景观,使其具有较强的截污、净化功能和鲜活的生命力。另外,为了强化湖水在循环过程中的复氧和净化功能,起到美化作用,在循环水道出水口处的湖岸设置人工湿地生态过滤净化带,沿湖东端人行道外侧铺设长 110 m,宽 1.5 m,深 1~2 m 的生态过滤层,种植芦苇等水生植物,向水面延伸约 5 m。通过过滤层的过滤、植物根系和微生物的吸收等作用,强化水体的自然净化功能^[20],取得了很好的效果。

4 结 论

人工湿地污水处理技术,是以较低成本治理更多污水的可持续又生态的水处理方法,在生态住宅小区水环境系统的设计中,将人工湿地污水处理系统、雨水收集系统、景观水系统、中水回用系统和绿地系统综合起来进行设计,使人工湿地处理污水工艺与生态小区园林及其水景艺术相结合,建设集观赏、娱乐和污水处理于一体的景观湿地系统,是实现小区水环境生态化的理想途径,有利于促进小区良性生态环境建设,具有显著的社会、环境和经济效益,是我国生态住宅小区污水处理今后的发展方向。

[参考文献]

- [1] 颜京松,王如松.生态住宅和生态住区(I)背景、概念和要求[J].农村生态环境,2003,19(4):1-4
- [2] 孙敬水.生态住宅的新理念[J].前沿论坛,2002,(11):25-27
- [3] 刘堂源,周滔.绿色生态住宅小区在中国的发展分析[J].华东交通大学学报,2002,19(2):65-67
- [4] 谢天,许纪存,史凯,等.生态小区特征和指标体系探讨[J].四川环境,2003,22(4):1-3
- [5] 李俊玲,崔淑钦.我国生态住宅发展途径探析[J].住宅科技,2001,(8):45-47
- [6] 陈迪.绿色生态住宅小区建设要点与技术导则[N].中国房地产报,2001-06-04(8)
- [7] 俞孔坚,李迪华,吉庆萍.景观与城市的生态设计:概念与原理[J].中国园林,2001,(6):3-10
- [8] 杨玲,张鸣.城市生态住宅的发展理念与技术路线[J].住宅科技,2003,(1):6-9
- [9] 刘芳,陈静.绿色生态住宅小区水环境系统探讨[J].浙江水利水电专科学校学报,2002,14(2):48-49
- [10] 付翠莲,池勇志.绿色生态住宅小区的给排水设计[J].住宅科技,2003,(4):22-26
- [11] 刘平,王如松,唐鸿寿.城市人居环境的生态设计方法探讨[J].生态学报,2001,21(6):997-1002
- [12] 王家玲.环境微生物学[M].北京:高等教育出版社,1988
- [13] 张毅敏,张永春.利用人工湿地治理太湖流域小城镇生活污水可行性探讨[J].农业环境保护,1998,17(5):232-234
- [14] 宋志文,毕学,曹军.人工湿地及其在我国小城市污水处理中的应用[J].生态学杂志,2003,22(3):74-78
- [15] 欧菊泉,张小云,彭青林,等.几种植物对生活污水的处理效果研究[J].湘潭大学自然科学学报,2002,24(3):81-83
- [16] 沈耀良,王宝贞.废水生物处理新技术——理论与应用[M].北京:中国环境科学出版社,1999.273-280
- [17] 白晓慧,王宝贞,余敏,等.人工湿地污水处理技术及其发展应用[J].哈尔滨建筑大学学报,1999,32(6):88-92

- [18] 王庆安,任 勇,钱 骏,等.成都市活水公园人工湿地塘床系统的生物群落[J].重庆环境科学,2001,23(2):54-55.
- [19] 李俊奇,车 武.德国城市雨水利用技术考察分析[J].城市环境与城市生态,2002,15(1):47-49.
- [20] 车 武,李俊奇,章北平,等.生态住宅小区雨水利用与水景观系统案例分析[J].城市环境与城市生态,2002,15(5):34-36.

Discussion on the ecological design of water environment in ecological housing district

TANG Hui-jun^{1,2}

(1 College of Economics and Management, Guangdong University of Technology, Guangzhou, Guangdong 510090, China;

2 Beijing Campus, China University of Mining and Technology, Beijing 10008, China)

Abstract: In this paper, on the basis of briefly describing the connotation and character of ecological housing district, and in the light of the essential points of the technique guideline for ecological housing district in water environment system, its necessity along with the purpose and the principles of ecological design in water environment as well as the models of design in water and wastewater and significance of artificial wetland sewage treatment system are discussed. The author points out: in its ecological designing of water environment in ecological housing district, by integrating constructed wetland sewage treatment system, rainwater collection system, scenic water system, intermediate water recycling system with greenbelt system, combining artificial wetland sewage treatment technique with ecological district gardens and its waterscape art, we can construct scenic wetland system functioning well in touring, entertainment and sewage treatment, which is the ideal way to achieve water environment sound development of the district.

Key words: ecological housing district; water environment; ecological design; artificial wetland