

略论节约型园林的生态技术途径

张绿水¹, 张海丽², 文凤竹¹

(1. 江西农业大学 园林与艺术学院, 江西 南昌 330045; 2. 河海大学 水利水电学院, 江苏 南京 210098)

摘要:“节约型园林”的建设不仅是构建“节约型社会”的重要组成部分,也是确保园林绿化行业可持续发展的一项系统工程。生态技术是一种节约资源和能源、避免或减少环境污染的技术,是建设节约型园林的重要技术途径。现从生态学角度探讨了节约型园林的发展策略,提出了废弃物再利用技术、可再生能源利用技术、绿色建材利用技术、水处理与利用技术、绿化生态技术和控温降温生态技术6项节约型园林建设的生态技术途径,以期作为节约型园林的规划建设提供实施依据。

关键词:风景园林;节约型园林;生态技术;途径

中图分类号:S731.2

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2013)07-0077-06

生态技术与节约型园林都是以保护生态环境、减少资源与能源的消耗为根本目标。因此,在园林绿化中应用生态技术是建设节约型园林的有效途径。该文拟从生态技术角度对节约型园林的具体发展策略进行探讨,以期作为节约型园林的规划建设提供实践依据。

1 节约型园林的概念与内涵

节约型园林是在中共十六届五中全会将建设“资源节约型、环境友好型社会”定位为国家发展战略以及风景园林行业的奢侈浪费之风正愈演愈烈的时代背景下应运而生的。2006年8月17日,住房和城乡建设部在新疆库尔勒组织召开了“全国节约型园林绿化工作现场会”,并正式提出了全面建设节约型园林的工作构想。自此之后,节约型园林迅速成为风景园林行业的研究热点,节约型园林理念正逐步被政府主管部门、风景园林专业技术人员及社会公众所接受。

对于节约型园林的理解,业界各抒己见,尚未达成普遍的共识。仇保兴认为,节约型园林就是以最少的用地、最少的用水、最少的资金投入、选择对周围生态环境最少干扰的绿化模式^[1]。朱建宁认为,节约型园林是资源和能源的投入最小化、

产生的生态、环境和社会效益最大化,有利于促进人与自然和谐相处的园林绿化建设模式^[2]。俞孔坚认为,节约型园林有广义和狭义之分。广义的节约型园林是生态化的园林,同时也是可持续发展的园林^[3]。综合以上各方观点,该文将节约型园林理解为:在园林绿化的规划、设计、施工和养护管理等环节中,按照资源的优化配置、合理利用以及循环利用等原则,最大限度地节约各种资源、能源并发挥园林绿地最佳综合效益的园林建设和运营模式。

节约型园林是21世纪风景园林行业的主旋律,意义重大。首先,节约型园林的建设是构建“节约型社会”的重要组成部分;其次,节约型园林的建设是城市建设落实科学发展观和履行节能减排政策的重要手段;再次,节约型园林的建设是促进人居环境可持续发展、人与自然和谐相处的有力保障;最后,节约型园林的建设符合我国资源匮乏的基本国情,是确保园林绿化行业可持续发展的必然选择^[4]。

2 生态技术与节约型园林

2.1 生态技术的概念

生态技术是20世纪60年代在西方出现的新名词。目前学术界对生态技术的概念还未达成共识,不同专业、不同行业的学者,从不同的角度对生态技术做了不同的理解,可谓是仁者见仁,智者见智。代锦认为,生态技术是指和生态环境相协调的生产性技术^[5]。吕燕、杨发明认为,生态技术是对各种节约资源、避免或减少环境污染技术的

收稿日期:2013-02-01

基金项目:江西省高校人文社会科学研究资助项目(JC1109);江西省社会科学“十二五”(2011年)规划资助项目(11YJ35);江西省教育厅科技计划资助项目(GJJ12258)

第一作者简介:张绿水(1976-),男,江西省鄱阳县人,博士,讲师,从事风景园林规划与设计研究。E-mail:zhanglvshui@sina.com。

总称^[6]。肖显静认为,生态技术不仅要遵守物理、化学规律,而且必须遵守生态学的原理和规律,要模仿自然生态系统中的物质和能量循环^[7]。秦书生从哲学视角提出的生态技术定义是:生态技术是指遵循生态学原理和生态经济规律,能够保护环境、维持生态平衡、节约能源和资源、促进人类与自然和谐发展的一切有效用的手段和方法^[8]。

基于以上几点考虑,该文认为,生态技术是指遵循生态学原理和生态经济规律,经使用后能促进生态平衡、减少环境污染、减少原材料、自然资源和能源使用的方法、措施、工艺和设备的总称。生态技术的核心,是以维护自然生态环境平衡和人类的最大利益的合理平衡为最高价值取向。

2.2 生态技术与节约型园林

节约型园林的实质就是在园林绿地的规划、设计、施工和养护管理的各个环节中最大限度地节约各种资源和能源,提高资源和能源的利用效率,以最少的资金、资源和能源投入创造最佳的室外人居环境。而生态技术本质上是一种合理利用资源和能源、避免或减少环境污染的技术体系。

3 节约型园林的生态技术途径

3.1 废弃物再利用技术

在园林绿地建设的过程中,无论是地形、道路等基础设施建设,还是园林建筑、小品等景观设施建设都需要大量的材料作为支持,这使得废弃材料在园林绿地中大有用武之地。无论是单纯通过技术的手段实现废弃材料的循环再利用,还是通过艺术的设计手段将废弃材料重新赋予内涵、再生利用到园林绿地中去,都为废弃材料的循环再利用提供了更多的途径,同时也为风景园林行业的自身发展注入了新的元素。

3.1.1 废弃材料景观化再利用技术 在园林绿地中,废弃材料的景观化再利用可以通过两种方式来实现:其一是展示废弃材料原来的风貌,即保持废弃材料的原有结构或外观,只对其进行简单的修复处理;其二是对废弃材料进行艺术化的加工、改造,让废弃材料重新组合,形成独具特色的艺术效果^[9]。前一种应用方式对技术的要求不高,主要依靠设计师对废弃材料原有潜力的挖掘,而后一种应用方式则以技术手段为先导,是以满足园林绿地功能和需求为直接目的再生循环利用。废弃材料在园林绿地中的景观化再利用包括

5个方面:(1)废弃材料作为园林小品;(2)废弃材料作为道路铺装;(3)建筑垃圾塑造地形;(4)废弃材料作为园林驳岸;(5)旧建(构)筑物景观化再利用。

3.1.2 园林绿化废弃物再利用技术 园林绿化废弃物主要是指园林植物自然凋落或人工修剪所产生的植物残体,主要包括树叶、草屑、树木与灌木剪枝等^[10]。我国传统的园林绿化废弃物主要是通过填埋或焚烧进行处理,这种处理方式不仅造成较大的环境污染,同时也导致宝贵资源的浪费。大量研究表明,将园林绿化废弃物粉碎后作为地面覆盖物或堆肥化处理作为园林绿化所需的有机肥,不但可以提高土壤肥力、涵养水源,而且还能降低园林绿地的养护成本^[11]。因此,在节约型园林的建设实践中,可将园林绿化废弃物统一收集,集中处理,将其生产成为有机肥、土壤改良调节剂、花木栽培基质以及有机覆盖物等产品,从而变废为宝、循环利用。

3.2 可再生能源利用技术

世界能源会议发布的《可再生能源项目手册》(2004年)指出,“可再生能源是指可以在短时间内通过天然过程得到补充或再造,从而能够源源不绝供应的一种能源”。可再生能源具有取之不尽、用之不竭的特点^[12]。《中华人民共和国可再生能源法》将太阳能、风能、水能、生物质能、地热能、海洋能等非化石能源界定为可再生能源。

3.2.1 太阳能利用技术 太阳能是目前可再生能源中最清洁、资源总量最丰富、研究最为成熟、应用最为广泛的新能源。随着太阳能产品(光伏产品)的质量日趋稳定,成本逐渐下降,太阳能在园林绿地中的应用前景越来越广阔。在园林绿地中,太阳能主要用途有:(1)园林建筑。在设计园林建筑时,将太阳能聚热管(板)与建筑形式自然结合,并使用太阳能热水器供水,作为园林建筑的能源供应来源。(2)景观照明。照明是园林绿地主要的能耗环节,应提倡使用太阳能草坪灯、太阳能景观灯和太阳能路灯,减少对传统能源的依赖^[13]。(3)其它方面。园林绿地中的广告灯箱、指示牌和小型游览车等设施可以使用太阳能光伏发电技术提供电力及动力支持。

3.2.2 风能利用技术 风能是利用风力机将风能转化为电能、热能和机械能等各种形式的能源,

用于发电、制热、制冷、助航和提水等。风能在中国的普及仅次于太阳能。风能在园林绿地中主要应用于 2 个方面:(1)风光互补景观灯。“风光互补”景观灯依靠安装在顶部的太阳能电池板和风力发电机收集能量,然后将其储存在蓄电池中,作为夜间照明能源。即使碰上相对恶劣的天气,只要有风,就能保证景观灯的电力供应。和单一的风能或太阳能景观灯相比,这种互补型的景观灯更加稳定、节能、高效。(2)风力提水。借助风力提水实现绿化灌溉,人工湖取水,大型动态水景等供水、汲水用途^[4]。

3.2.3 生物质能利用技术 生物质能是指直接或间接地通过绿色植物的光合作用,将太阳能转化为化学能后,固定和贮藏于生物体内的能量。生物能源储量大、分布广,其生产转化几乎不受气候和地理条件的影响,是一种非常普遍的可再生能源。在园林绿地中,生物能的主要用途是沼气发热、发电。其原理就是将园林绿地中产生的粪便等废弃物集中掩埋,在一定条件下通过微生物的厌氧发酵作用产生可燃性气体——沼气,经净化之后将这些沼气储存,以供日后发热、发电^[12]。

3.3 绿色建材利用技术

绿色建材是指采用清洁生产技术、少用天然资源和能源、大量使用工业或城市固体废物生产的,有利于环境保护和人体健康的建筑材料^[14]。因此,在节约型园林的建设实践中,应大力推广绿色建材的使用,从而减少园林绿化对不可再生资源的消耗,改善生态环境。

3.3.1 园林铺装材料 常用于园林铺装的绿色建材包括:(1)生态砂透水砖;(2)木屑铺地;(3)保水透水性砌砖;(4)回收再生陶瓷透水平板;(5)渗透保水性土铺装“麦格夫米克”;(6)露骨料透水混凝土;(7)生态透水混凝土;(8)生态木(wood-plastic composite)。

3.3.2 园林小品材料 常用于制作园林小品的绿色建材包括:(1)竹、芦苇和稻草等可降解材料。这些天然植物经过一定的技术处理,可转变成坚固耐用的园林小品材料,而且这些材料不需要化学药剂的处理,保湿隔热,对环境的污染几乎为零。(2)玉米塑料。通过提取玉米中的淀粉,由淀粉发酵成乳酸,然后再通过高分子聚合技术变成聚乳酸,即最后的玉米塑料。玉米塑料也是完全

可降解的物质,对土地和空气等环境均无压力,能实现 CO₂ 的循环。(3)再生板材。再生板材是采用废弃木材、农业稻草纤维及回收的废旧塑料为主要原料,生产出各种天然纤维塑料再生材料^[15]。

3.3.3 园林照明材料 随着新材料、新技术的发展和运用,园林照明材料趋于向小型化、高光效、长寿命、无污染、自然光色的方向发展。常用的园林照明绿色建材包括:(1)LED 光源灯具;(2)紧凑型荧光灯(CFL);(3)高压钠灯;(4)金属卤化物灯。

3.4 水处理与利用技术

3.4.1 雨水收集与利用技术 雨水是自然界水循环系统中的关键环节,对调节、补充地域水资源和改善城市生态环境起着极为重要的作用。因此,在节约型园林的建设实践中,应加大对雨水的收集与利用。雨水收集与利用包括 3 种方式:(1)雨水就地渗透利用。采用透水铺装、下凹式绿地、低洼地蓄水等技术措施,引导雨水由地表渗至浅表土壤以及地下水层,使得雨水得以利用的方式。(2)雨水储存利用。通过建筑屋顶、铺装广场、城市绿地等集雨面,将收集的雨水通过管道或沟渠传送到蓄水池储存,再经过过滤和消毒等净化处理,使水质达到应用标准以后,再提升、输送到用水点,用于绿地浇灌和景观用水等^[16]。(3)雨水花园。雨水花园是自然形成的或人工挖掘的浅凹绿地,用于汇聚并吸收来自屋顶或地面的雨水,可以有效增加生物种类,是一种可持续的雨水利用设施^[17]。

3.4.2 中水回用技术 中水是指将收集来的生活污水、工业废水和雨水等城市污水,经污水处理设施处理后达到一定的水质标准,并回用于城市绿地灌溉、道路喷洒清洗、景观水体水源、洗车、厕所冲洗和消防等不与人体直接接触的杂用水,因其水质介于饮用水水质(上水)和允许排放污水水质(下水)标准之间而得名^[18]。将污水处理为中水并加以利用的过程就是中水回用,中水回用比较适合大型的园林绿地,如风景名胜、大型城市公园、森林公园和郊野公园等。

3.4.3 人工湿地污水净化技术 人工湿地是一种人工建造和监督控制的与自然湿地相类似的湿地系统,是人为地将石、砂、土壤等介质按一定比

例构成基质,并有选择性地植入湿生植物的污水处理生态系统。污水流经床体表面和床体填料缝隙时,通过过滤、吸附、沉淀、离子交换、植物吸收和微生物分解等作用使污水得到高效净化处理^[19]。利用人工湿地进行污水处理不仅污水处理效果好,而且不额外增加环境负担,具有较好的生态效益、景观效益和经济效益,值得在节约型园林的建设实践中大力推广。

3.4.4 节水灌溉技术 园林绿地节水灌溉技术主要包括自动喷灌、滴灌和微喷灌等先进的灌溉方法,它们的推广应用能够减少绿地浇灌中水分的损失,提高水的利用率,从而达到节约水资源、降低园林绿地养护管理成本的目的。相对于传统的浇灌技术,节水灌溉技术可节省水约30%~50%,而且还可节省劳力。自动喷灌技术比较适用于低矮植物和密植植物的灌溉,而滴灌主要应用在行道树、灌木以及花卉的灌溉^[20]。

3.4.5 节水植物选择与配置技术 植物是园林绿化的基础,合理的植物种类选择和配置方式,是实现园林绿地节水的关键环节。在节约型园林的建设实践中,可以从3个方面着手考虑节水植物的选择与配置:(1)推广使用乡土树种,大力开发当地野生植物资源;(2)大量应用耐旱植物,从源头上减少对绿化用水的需求;(3)优化园林植物配置结构,减少园林绿化养护管理用水^[21]。

3.4.6 节水养护管理技术 园林绿化是“三分种,七分管”。因此,选用合理的养护管理技术和手段是节约园林绿化用水的重要环节。在节约型园林的建设实践中,可以选用的节水养护管理技术:(1)地面覆盖技术。利用植物落叶、木屑或其它材料覆盖绿地表层,可以有效抑制土壤水分蒸发,减少地表径流,提高水的利用率。(2)合理修剪技术。通过合理修剪,可以调节养分和水分的运输,降低植物蒸腾作用,减少水分散失,提高植物耐旱能力。(3)土壤改良技术。土壤改良技术不仅可以减少地表径流、减少地表水分蒸发,而且可以改善土壤通气条件、协调土壤水、气、肥、热环境、提高水分的利用效率^[22]。(4)保水剂的使用。保水剂又称土壤保水剂,可以有效防止水分下渗或蒸发,减少耗水量和灌溉次数,提高水分利用率,特别适用于大苗栽植。

3.5 绿化生态技术

3.5.1 屋顶绿化技术 屋顶绿化作为建筑的“第

五立面”,具有拓宽城市绿化空间、增加城市绿量,降低室温效应、缓解热岛效应等生态效益;具有节水节能,保护屋顶结构和延长屋顶使用寿命等经济效益;具有提供休憩空间,美化建筑环境,丰富城市景观等社会效益。赵定国(2008)研究发现,实施屋顶绿化的建筑比未实施屋顶绿化的建筑的用电量,白天可节省20.9%,夜晚可节省15.3%,室外温度越高,屋顶绿化的节电效果越大^[23]。因此,在节约型园林的建设实践中,应积极利用城市内各类建筑物、构筑物 and 桥梁等的屋顶,大力发展屋顶绿化,减少对园林绿化用地的依赖。

3.5.2 垂直绿化技术 垂直绿化不仅具有增加城市绿量、净化空气、改善城市小气候、降低噪音、减少城市光污染、对建筑保温隔热的生态效益,而且还具有增加建筑物的艺术效果、装饰城市空间环境等景观效益。有关研究表明,有垂直绿化植物覆盖的墙面表面温度比无绿化覆盖的清水红砖表面温度低5.5~14.0℃^[24]。同时,垂直绿化还具有占地少、见效快、实施简便和成本经济等优点。因此,在节约型园林的建设实践中,应充分利用建筑物的墙面、围墙、栅栏、立柱、边坡、廊架等大力发展垂直绿化,以较低成本拓展城市绿化空间。

3.5.3 复层绿化技术 复层绿化是指植物配置时以乔木为绿化骨架,乔、灌、草互相结合,形成的具有一定面积的立体植物种植模式。复层结构是群落中各种群之间以及种群与环境之间互相竞争和互相选择的结果,缓解了植物之间争夺阳光、空间、水分和矿质营养的矛盾。因此,在节约型园林的建设实践中,园林绿地植物配置应遵循自然规律进行种植设计,根据不同植物的生态位,营造以乔木为骨架和木本植物为主体的乔、灌、草相结合的复层绿化模式,形成接近自然植物群落的植物配置结构^[4]。通过复层绿化模式的构建,不仅能够极大减少园林绿化养护成本,而且能更好地发挥园林绿地的生态服务功能。

3.5.4 生态护坡技术 生态护坡是为给生物提供良好的生存环境,把驳岸由过去的混凝土人工建筑变成水体和土体、水体和生物相互涵养并且适宜生物生长的仿自然状态的护坡。生态护坡具有适合生物生存和繁衍、增强水体自净能力、调节水量、滞洪补枯和景观效果好等优点^[25]。常用的

生态护坡技术包括:(1)植被护坡技术;(2)水力喷播植草护坡技术;(3)三维植被网护坡技术;(4)挂网客土喷播护坡技术;(5)植被型生态混凝土护坡技术;(6)自然型护岸技术。

3.5.5 植被修复土壤技术 有些绿地是在工业废弃地上建起来的,因此其土壤遭到不同程度的污染,尤其是重金属污染比较普遍。目前,常用的清除土壤中重金属的方法和技术有植物修复技术、微生物控制技术、化学控制技术、物理控制技术等。其中,植物修复技术具有成本低、经济实惠、不破坏生态环境和易为大众接受的优点,因此被广泛采用^[26]。植物修复技术主要是指利用超积累植物(hyperaccumulator)的提取作用去除污染土壤中的重金属,亦即通过政府种植和收获超积累物将污染土壤中重金属的浓度降至可接受的水平。当然,对盐碱化严重的地段,要结合施用硫酸亚铁或硫磺粉改良土壤碱性,降低 pH。

3.5.6 生物防治技术 生物防治是通过生物间相互制约的机制,打破原来害虫与天敌之间种群数量的失衡状态,并重新建立起新的相对平衡关系,进而使病虫害种群数量处于受抑制状态,达到防治目的^[27]。生物防治具有污染小、效果好、成本低、有效期长等优点,可以在园林绿地中大力推广应用。目前,园林绿地中应用的生物防治技术主要包括:(1)天敌昆虫控制技术;(2)天敌病原微生物控制技术;(3)信息素控虫技术;(4)仿生物理控虫技术;(5)无公害制剂防控技术;(6)基于 PDA 的病虫害监测技术^[4]。

3.6 控温降温生态技术

3.6.1 人造雾降温技术 人造雾是利用专用造雾主机将经过精密过滤处理的水,输送到造雾专用高压管网(耐压 14 MPa),最后到达造雾专用喷头喷出约 15 μm 的细雾。由于细雾容易汽化,当接触到干热的空气,细雾瞬间即会被蒸发,并在此过程中将大量热量带走,在炎热季节具有很好的降温效果。根据相关研究表明,相对于阳光下的直接雾喷,遮阳设施下的雾喷不仅降温效果较好,而且人体舒适度较高^[15]。上海世博会在人流相对较为集中的休憩区域结合固定遮阳设施设置了雾喷设施,其中浦东雾喷区域达到约 17 388 m^2 。

3.6.2 风廊导风技术 植物、建筑和水系等布局时留出平行于夏季主导风向的导风通道,引导气

流进入,加速城市绿地内部气流流通,从而达到降低城市绿地内部温度、改善局部小气候的目的。如上海世博公园在毗邻黄浦江一侧,将乔木引风林按风向走势布置,不仅可以使黄浦江上凉爽的风导入到公园内,还可以借景黄浦江。

3.6.3 建筑绿化降温技术 在城市绿地的建筑中,采用垂直绿化、屋顶绿化及阳台绿地等多种绿化形式吸热,从而降低建筑室内温度。如果在建筑上同时布置屋顶绿化和墙面绿化,园林绿化减少建筑能耗的效果将更加显著。另外,还可在建筑周边布置园林绿化,尤其是在建筑的西侧应栽植高大乔木以减少西晒,从而改善建筑室内环境,减少建筑能耗。

3.6.4 人工草坪降温技术 普通的人工草坪是把硅砂和橡胶屑填充到人工草坪里,形成具有缓冲压力作用的草坪结构,从而替代天然草坪应用到体育运动场地中。但是由于夏季温度较高,此种草坪需预防发生中暑现象,为此,可以通过向草坪填充具有保水性的材料(如粉碎的砖瓦屑),产生蒸发效果降低温度。多孔质的碎砖瓦屑吸纳了雨水和喷洒水,通过使水分蒸发能够长时间地发挥散热效果,能够降低城市绿地等公共空间的温度^[15]。

3.6.5 嵌草铺地降温技术 在城市绿地的停车场、休闲广场、游憩道路中可铺砌带孔洞缝隙的植草砖、自然块石等铺装材料,然后在缝隙中可种植草坪。由于铺装材料及草坪能够保水,通过水的汽化散热,抑制了路面温度的上升,从而提供舒适的活动空间。

综上所述,该文从生态学角度探讨了节约型园林的发展策略,提出了废弃物再利用技术、可再生能源利用技术、绿色建材利用技术、水处理与利用技术、绿化生态技术和控温降温生态技术 6 项节约型园林建设的生态技术途径,以期为节约型园林的规划建设提供实施依据。同时,建设节约型园林应该充分考虑到全球气候变化和城市化进程加快的时代背景,并结合当地自然气候条件与地理条件,通过合理的生态技术措施将园林绿化规划、设计、建设、养护管理等各个环节有机结合,综合考虑园林绿地的生物多样性保育功能、生态服务功能、美学功能、游憩功能和对城市可持续发展的支撑能力。

参考文献:

- [1] 仇保兴.在全国节约型城市园林绿化经验交流会上的讲话[EB/OL]. [2013-02-01]. http://www.mohurd.gov.cn/zfhcxjsbldjh/jsbfld/fbcxbxjh/200710/t20071019_165553.html.
- [2] 朱建宁.促进人与自然和谐发展的节约型园林[J].中国园林,2009(2):78-82.
- [3] 俞孔坚.节约型城市园林绿地理论与实践[J].风景园林,2007(1):55-64.
- [4] 张绿水,汪建华,龚鹏.南昌市节约型园林建设现状调查与提升途径[J].广东农业科学,2012(19):52-56.
- [5] 代锦.生态技术:起因、概念和发展[J].科学技术与辩证法,1994(2):15-18.
- [6] 吕燕,杨发明.有关生态技术概念的探讨[J].生态经济,1997(3):47-49.
- [7] 肖显静.后现代生态科技观:从建设性的角度看[M].北京:科学出版社,2003:7-8.
- [8] 秦书生.生态技术论[M].沈阳:东北大学出版社,2009:23-25.
- [9] 杨慧忠.废弃材料在园林中的应用研究[D].福州:福建农林大学,2010:35-36.
- [10] 梁晶,吕子文,方海兰.园林绿色废弃物堆肥处理的国外现状和我国的出路[J].中国园林,2009(4):1-5.
- [11] 杨晖.园林废弃物的资源化利用探讨[J].安徽农学通报,2010(15):181-182.
- [12] 笪儒扣.绿地生态技术研究现状文献分析—新能源和新材料研究领域[D].南京:南京林业大学,2011:25-27.
- [13] 钟晨,方威.能源节约型园林设计浅析[J].中外建筑,2011(4):80-82.
- [14] 闫煜涛,白丹.论节约型园林建设中园林材料的设计手法[J].华中建筑,2009(6):185-188.
- [15] 潘春明.生态技术在城市绿地中的应用研究——以2010年上海世博会为例[D].上海同济大学,2008:41-42.
- [16] 王沛永,张媛.城市绿地中雨水资源利用的途径与方法[J].中国园林,2006(2):75-81.
- [17] Mikkelsen P S, Adeler O F, Albrechtsen H J, et al. Collected rainfall as a water source in Danish households—What is the potential and what are the costs[J]. Water Science and Technology, 1999, 39(5):49-56.
- [18] 卢杉.住宅小区中水回用系统的设计研究[D].天津:天津大学,2006:52-55.
- [19] 白晓慧,王宝贞,余敏,等.人工湿地污水处理技术及其应用发展[J].哈尔滨建筑大学学报,1999(6):88-90.
- [20] 袁嘉祖.节水园林势在必行[J].中国园林,2003(9):44-46.
- [21] 周鑫.公园绿地的节水型设计研究[D].北京林业大学,2010:36-38.
- [22] 朱永兴.园林绿化节水途径探究[J].北方园艺,2010(21):136-138.
- [23] 赵定国,薛伟成.轻型屋顶绿化的节电效果[J].上海农业学报,2008,24(1):99-101.
- [24] Wang F. Modelling sheltering effects of trees on reducing space heating in office buildings in a windy city[J]. Energy and Buildings, 2006(12):1443-1454.
- [25] 沈清基.国外城市滨水地区发展及规划建设动向[J].上海城市规划,2003(3):11-17.
- [26] 谷金锋,蔡体久,肖洋,等.工矿区废弃地的植被恢复[J].东北林业大学学报,2004(3):19-22.
- [27] 杨振学,王昶远,葛芳,等.生物防治技术在林业有害生物防治中的应用[J].林业科技,2011(5):50-51.

Study on the Eco-technological Approach for Economical Landscape Architecture

ZHANG Lyu-shui¹, ZHANG Hai-li², WEN Feng-zhu¹

(1. College of Landscape Architecture and Arts, Jiangxi Agricultural University, Nanchang, Jiangxi 330045; 2. Institute of Water Conservancy and Hydropower, Hohai University, Nanjing, Jiangsu 210098)

Abstract: Constructing economical landscape architecture is not only an important part of the conservation-oriented society construction, but also a series of system projects ensuring sustainable development of landscape architecture. Eco-technology is a kind of technology saving resources and energy avoiding or reducing environmental pollution. It is also an important technical approach for constructing economical landscape architecture. The strategies of economical landscape architecture development were discussed from an ecological perspective. In order to provide practical reference for planning and construction of economical landscape architecture, six approaches were put forward, including waste recycling technology, renewable energy technology, green building materials technology, technology of water treatment and usage, greening eco-technology and temperature cool eco-technology.

Key words: landscape architecture; economical landscape architecture; eco-technology; approach