

昆明市雨水管理基本策略在大观公园中的运用

邹雨玲, 马建武* (苏州大学金螳螂建筑学院, 江苏苏州 215123)

摘要 随着昆明市公园绿地用水量的增加与城市缺水之间的矛盾日益突出, 雨水资源的利用对缓解这一矛盾具有重要意义。通过分析气象数据, 发现地处亚热带高原季风气候带的昆明市干湿季节分明, 雨季降雨量大, 年内降雨分布不均匀, 对地表径流影响大的主要是小雨和暴雨。对不同植被结构的绿地进行实测分析, 总结出昆明市土壤类型主要是轻黏土, 稳渗条件下累计入渗量大于1年一遇、小于20年一遇降雨量的特点。为了节约昆明市水资源, 在此基础上提出利用土壤做功, 模拟自然水循环; 分散式管理, 从源头截留雨水; 生态美学, 艺术化雨水管理; 借鉴经验, 增改现有雨水管理设施; 加强规划立法与政府政策5个雨水管理策略。以昆明市大观公园为例, 根据策略对其提出一些适用的雨水管理方法, 旨在为昆明市其他公园绿地雨水管理提供参考。

关键词 昆明市; 雨水管理; 策略; 大观公园

中图分类号 TU984 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)04-0178-04

Rainwater Management Basic Strategies in Kunming Used in the Daguan Park

ZOU Yu-ling, MA Jian-wu* (Gold Mantis School of Architecture, Soochow University, Suzhou, Jiangsu 215123)

Abstract With increasingly prominent contradiction between the increase of water consumption in park green space and urban water shortage in Kunming, using rainwater resources is important to alleviate this contradiction. Through the analysis of meteorological data, the Kunming area which located in the subtropical plateau monsoon climate is found that dry and wet season is clear, there is abundant precipitation in the rainy season, rainfall during the year is inequality, light rain and heavy rains have a great influence on surface runoff. According to the measured data of different vegetation structure of green space conclude that the main soil type in Kunming is belong to light clay soil. Under the condition of steady infiltration, the characteristic of the cumulative infiltration capacity is more than one year return period precipitation less than twenty year return period precipitation. Adopt a similar method to analyze the benefit of rain interception by vegetation showed that vegetation has an obvious effect on delaying flood peak runoff and increasing soil moisture content. In order to save the water resources in Kunming, on this basis to come up with using the work of soil and simulate the natural water cycle; using decentralized management to intercept the rainwater from the source head; using ecological aesthetics to conduct artistic rainwater management; using advanced ideas to add or transform existing stormwater management facilities; strengthen the planning legislation and government policy the five rainwater management strategies. According to the strategies put forward some applicable stormwater management methods, taking an example of Daguan Park in Kunming City, can provide a reference for other green space in Kunming City which using stormwater management.

Key words Kunming City; Rainwater management; Strategy; Daguan Park

随着城市公园绿地这一重要功能性基础设施的发展, 城市公园绿地的面积和数量不断增加, 城市公园的工程建设、植物养护和后期管理等都是耗水量较大的方面, 这使得城市水资源短缺和城市绿地灌溉用水量大增这一城市水资源的供需矛盾日益突出^[1]。昆明市从创建国家园林城市开始, 园林绿地面积、公园个数都呈递增趋势, 用水量不断增加, 而昆明市属于缺水城市, 在滇池受到严重污染后, 从水量型缺水变成水质型缺水。

为了缓解昆明市公园绿地用水量增加与城市缺水之间的矛盾, 通过分析云南省气象局提供的2005—2014年降雨量和蒸发量的气象数据资料与实验分析, 得出降雨和蒸发现律、土壤类型及植被截雨效益, 从而提出适用于昆明市公园绿地的雨水管理策略, 降低绿地用水在城市用水中的比重, 有效缓解城市缺水现状, 并在暴雨频发的夏季减轻市政管网的排水压力。选择大观公园作为研究案例, 将此策略应用于其中, 对降落到大观公园中的雨水资源进行管理并加以利用, 以期改变大观公园现有雨水粗放管理的现状。

1 昆明市基本概况

1.1 降雨特点分析

昆明市中心位于102°43'E, 25°02'N, 坐

落在滇东高原中部的滇池盆地北缘, 三面环山, 南面临水^[2]。昆明属于亚热带湿润季风气候, 多年平均气温15.5℃。根据2005—2014年10年数据分析, 该市年平均降水量866.4mm, 年内分布极不均匀。每年11月至次年4月为干季, 雨水稀少, 降水量仅占全年降水量的4.6%~15.6%; 5—10月为雨季, 降水量丰沛, 可占全年降水量的84.0%~91.8%。昆明市降雨以小雨为主, 1年中近1/4时间为小雨, 虽然暴雨发生频率很低, 但是降雨时间短、雨量大, 降雨的贡献值较高, 短时间内易形成大量径流, 造成洪涝灾害。

1.2 蒸发特点分析 蒸发是衡量水分收支状况的重要因素, 凡是与水热有关的一系列过程都要考虑蒸发对水的消耗。昆明市由于全年晴天较多, 日照充足, 年均2445.6h。终年太阳投射角度大, 年均总辐射量达543239.85J/m²^[3]。尤其在春、秋、冬三季, 干燥少雨, 风高, 蒸发十分旺盛。对照2005—2014年年均降雨量可以看出, 昆明市年均蒸发量远远大于降雨量, 其中6—9月降雨量大于蒸发量。

1.3 土壤特性分析 雨水径流首先在地面上流动, 而不是立刻渗入土壤, 径流一般遵循自然定律, 向最低的地方流动, 遇到其他径流, 从而很快形成小溪流^[4]。地表径流量、径流峰值以及径流在地表的时间与降水和下垫面有直接关系。

土壤对降雨具有吸收、净化、存储的功能, 但是不同土壤类型, 其功能作用不同。通过实验分析并按照卡庆斯基土壤分类系统, 昆明市绿地土壤类型主要是轻黏土^[5], 其保水保肥条件较好, 但是透水透气条件属于中等偏差类型。稳渗条

基金项目 国家自然科学基金项目(51168043)。

作者简介 邹雨玲(1991—), 女, 江苏无锡人, 硕士研究生, 研究方向: 雨水管理。*通讯作者, 教授, 硕士, 硕士生导师, 从事雨水管理、乡土景观研究。

收稿日期 2016-12-14

件下,不同绿地 1 h 累计入渗量平均值为 63.09 mm,1 h 平均累计入渗量远大于昆明市 1 年一遇 1 h 降雨量(约 36 mm),小于 20 年一遇 1 h 降雨量(约 67 mm)。不同绿地总体上表现出表层入渗速率大,下层,尤其是 20~40 cm 层次土壤入渗速率小的特点,说明公园土壤在 20~40 cm 深度容易出现入渗障碍层。

1.4 植被对降雨的截留效益分析 昆明市植物结构大多都是乔灌木、乔灌、乔木、灌木结构。由于复层园林植物结构对雨水进行 2 次拦截,其树冠截留能力要强于单层园林植物结构的树冠截留能力,说明乔灌木搭配的复层园林植物涵养水源能力较好,灌木较差。通过多次试验观测,发现降雨强度在 0~2 mm/h 时的树冠截留量和树冠截留率最高;降雨强度在 6~8 mm/h 时树冠截留量达到最低;与前次降雨的时间间隔在 24~48 h 时的树冠截留率最高。所选园林植物树冠下的穿透雨量随着降雨历时的增加而增加,即降雨历时越长,园林植物树冠下的穿透雨量越多。

2 昆明市雨水管理的基本策略

以上分析说明:按照气象条件,昆明市进行雨水管理必要且迫切,针对小雨和暴雨的管理是昆明市雨水管理的重点。昆明市的土壤类型以及复层植物群落对降低径流峰值、延迟峰值形成时间、增加土壤涵养水具有明显作用。由于气候、土壤、下垫面等情况不同,雨水管理的策略必然不同。根

据昆明地区基本情况分析,昆明雨水管理策略如下:利用土壤做功,模拟自然水循环;分散式管理,从源头截留雨水;生态美学,艺术化雨水管理;借鉴经验,增改现有雨水管理设施;加强规划立法与政府政策。

3 雨水管理策略在大观公园中的运用

3.1 大观公园概况 昆明市大观公园俗称大观楼,在昆明城西南,东至大观路,南至新闻路延长线,西至滇池草海,北至海沙路,与滇池西岸的太华山隔水相望,古称“近华浦”。总面积 286 062.35 m²,其中绿地面积 90 028.29 m²,占总面积的 31.5%;建筑面积 16 672.86 m²,占 5.8%;道路铺装面积 66 866.89 m²,占 23.4%;水体面积 112 494.31 m²,占总面积 39.3%。

3.2 雨水管理策略在大观公园中的总体运用 大观公园现有的下垫面为建筑屋顶、硬质铺装、绿地、水体,根据雨水降落到不同下垫面的情况,以及不同的降雨类型采用适当的雨水管理措施,将雨水进行收集、净化、储存和再利用,尽可能实现公园雨水的零排放(图 1)。按照前文对昆明市基本情况的分析以及提出的雨水管理策略来进行公园的雨水管理设计,对公园现有建筑、道路、绿地、水体提出相应的改造方案,在尊重公园现状的基础上,按照自然生态原则实现雨水管理目标的最大化,从而使雨水资源得到有效利用。



图 1 大观公园雨水径流

Fig. 1 The rainwater runoff in Daguan Park

3.2.1 利用土壤做功,模拟自然。我国现有城市公园设计主要考虑游憩、娱乐等方面的功能,而很少把雨水管理纳入到公园设计中。一方面,城市公园绿地这一软性地面除了能够收集自身产生的径流外,还能收集来自建筑屋面、道路广场等硬质地面的径流。随着城市绿地覆盖率的增加以及绿地表面起伏造型等景观的多样化,绿地本身所拦蓄的雨水量十分可观^[6]。另一方面,城市绿地是天然的雨水过滤器和存

储器,公园绿地还扮演着对收集到的雨水资源直接进行过滤、净化的角色,使多余的雨水在排入市政管网或河道时减少污染。由于昆明市全年降雨中小雨的频率最高,因此在大观公园中要发挥绿地的作用,利用植被、土壤截留雨水,并且收集来自屋顶、道路的雨水,再对其进行过滤、净化,最终排入园内水体或园外的草海中(图 2)。若是遇到暴雨,雨水产生的径流会随着绿地中的溢流口排入地下的蓄水池,通过蓄

水池净化处理后,进行雨水回用。

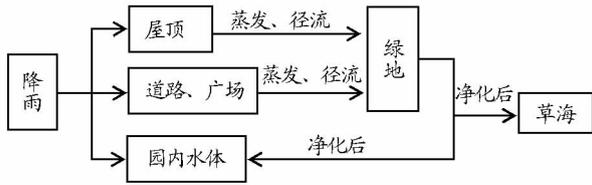


图2 大观公园雨水收集路线

Fig.2 The rainwater collection route in Daguang Park

3.2.2 分散式雨水管理。分散式雨水管理模式不再是把雨水向区域外集中排放,而是主张采用区域分散滞留的雨水管理利用模式,利用多种类型的景观公共开放空间(建筑、广场、道路、绿地等)对其周边区域的雨水进行滞留、管理和利用,形成具有雨水收集、净化、渗透以及多种综合使用功能的雨水管理系统^[7]。

雨水管理从源头着手,通过分流、渗透、滞留、溢流等方式模拟自然的雨水收集技术,缓解在暴雨时产生的排水问题。结合昆明市的暴雨发生率、降雨量、持续时间等因素,雨水管理应该从源头上分散处理,实现对小雨、中雨进行大部分滞留,对暴雨等大规模降雨产生的径流进行截留,通过渗透补充土壤水分,减缓土壤常年缺水的状况,在渗透和容纳达到极限后,使多余的部分溢流到蓄水池,最终收集、净化和再利用。

(1) 建筑屋面雨水管理。公园绿地中的屋顶相对于路面汇水区而言,污染较小,且面积不大。大观公园中的建筑包括古建与公共建筑,古建屋顶都为坡屋顶,无法进行绿化截雨,因此使屋顶雨水顺着屋顶坡度流至地面,顺着路面的坡度流入建筑周边的绿地,最终汇入雨水净化池,或者直接使雨水流入屋檐下的雨水种植池(图3、图4)。另外还有一些公共建筑,例如公厕、园林绿化管理处和游乐场中的售票亭

等,这些建筑都为平屋顶,在设计中将其改造成绿色屋顶,对初期雨水进行截留、净化,并且设置溢流口,在遇到暴雨时,雨水可以通过溢流口迅速排出,流入落水管,保护建筑屋顶,最终汇入建筑周围的雨水种植池(图5)。

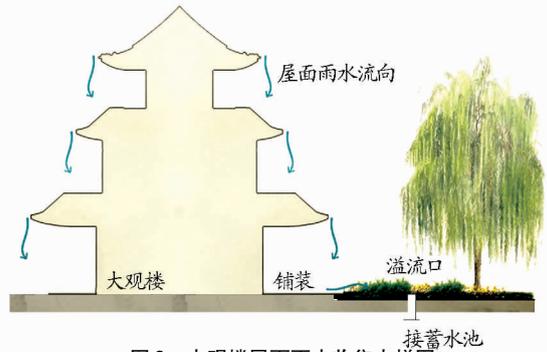


图3 大观楼屋面雨水收集大样图

Fig.3 The rainwater collection detail drawing of Grand view pavilion roof

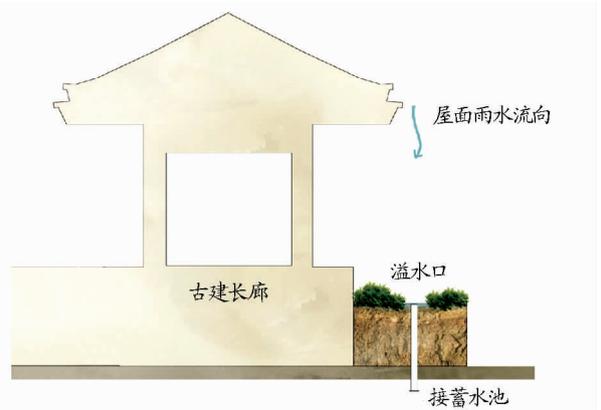


图4 古建长廊屋面雨水收集大样图

Fig.4 The rainwater collection detail drawing of Classical promenade roof



图5 售票亭现状与改造示意

Fig.5 The figure of present condition and reconstruction of ticket booth

(2) 道路雨水管理。大观公园中的路网比较复杂,路面材料种类较多,由于公园中的道路基本为步行,现在的路面雨水直接排入公园的水体中,而未经过净化与过滤的雨水直接排入水体会导致水体的富营养化。公园中的一些道路临水而建,有些甚至横跨水面,对于这些道路上的雨水无法进

行很好的收集。该研究拟对其提出一些设计方法,虽然无法收集所有道路的雨水,但能够尽量减少路面径流对水体产生的污染。园中一部分道路在建筑周边亦或是穿过水体,不可使用透水铺装,因此可在路边增加一条卵石沟,使路面雨水通过卵石沟减缓流速,再流入绿地或水体;另一些园路为自

然式,周围为绿地时可用透水铺装,增加雨水的下渗量 (图6)。

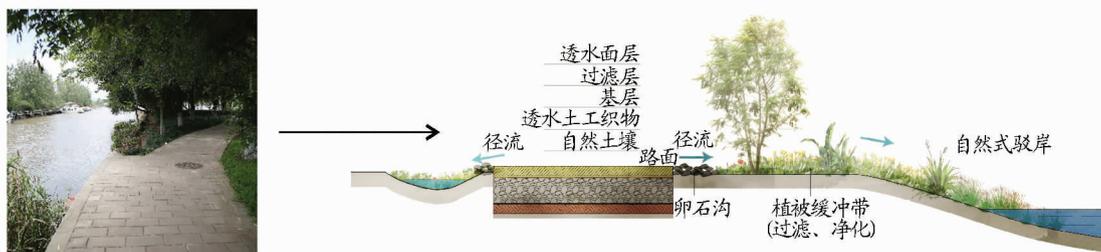


图6 道路现状与改造示意

Fig.6 The figure of present condition and reconstruction of road

(3)绿地雨水管理。美国宾夕法尼亚州立大学 Stuart Echols 教授提出雨水管理的分流理论(split-flow methods)^[8],明确说明了如何通过绿地分流管理雨水的策略,提出把容纳、渗透、排放与分流器共同组合成一个能自我调节的系统,以适应不同降雨的情况。当雨水容纳量一定时,渗透和排放量可以根据降雨的强度和持续时间自我调节。降雨量小的情况下,大部分雨水被引导进容纳设施中以便进一步蒸发和处理第一次冲刷的污染。中等降雨的情况下,蒸发、渗透和排放被均匀分流。暴雨时大部分径流被排放,只有很少部分

蒸发和渗透^[9]。大观公园中的绿地面积占全园的31.5%,偏少,雨水直接落在绿地中一部分被树木所截留,一部分渗入地下,还有一部分便产生径流滞留在绿地中。因此要利用好公园现有的绿地,根据现状条件将其打造成集雨型绿地,尽可能多地收集雨水,除了收集落在其本身的雨水之外,还要能收集容纳绿地周边道路、建筑上产生的雨水径流。在绿地中产生的径流可以渗透到土壤中补充地下水,多余的径流可以通过溢流口排入地下的蓄水池,沉淀过滤后,可以用水泵抽出再利用(图7)。

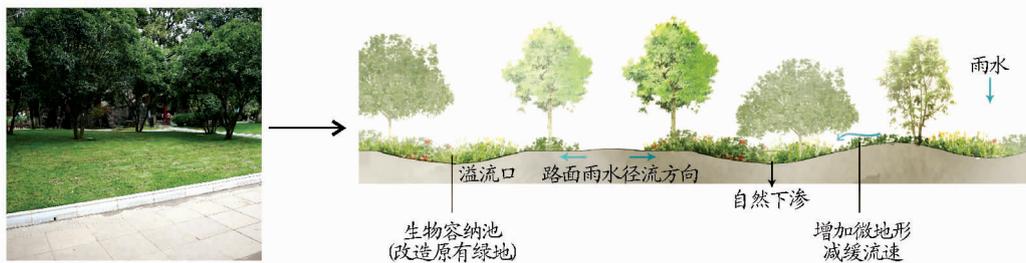


图7 大观公园绿地现状与改造示意

Fig.7 The figure of present condition and reconstruction of green space in Grand view park

3.2.3 艺术化雨水管理设施。艺术的雨水设计就是要改变将城市排水系统大量埋入地下的做法,把水作为资源,让雨水管理“从源头开始”^[10]。通过艺术化的设计,把雨水管理的各个过程作为城市景观的一个部分,邀请每一个参观者感受、欣赏每一个水处理的过程,并从中得到启发和受到教育,进而产生愉悦的美感。按照昆明市公园绿地的特点设计符合公园特色的雨水管理设施。通过雨水管理的景观化、艺术化处理,让城市居民更多地了解雨水管理,起到教育与科普的作用。因此根据昆明的降雨特性,在雨季时发挥公园绿地的海绵特性;在旱季时,公园发挥其休闲娱乐的功能,而绿地更被赋予了生态、娱乐、休闲的社会功能。当前使用的雨水管理设施大多都为工程设施,具有良好的功能,但是缺乏艺术性,在公园中进行雨水管理不仅要使雨水设施能够缓解水资源压力,还要提升场地景观价值、发挥环境教育功能^[11]。

(1)建立生态驳岸。水体在景观中具有重要的景观和休闲作用,大观公园中以水为主体,水面面积占全园39.3%,将水体与雨水管理的设施相结合,具有良好的生态示范意义。公园中目前的驳岸形式十分生硬,由水泥与石块直接砌出的垂直路面与水面大约有1 m的高差,雨季时雨水未经过滤直

接流入水体。现可采用生态驳岸,利用自然式的驳岸通过植物的根系与土壤对流入水体的雨水起到过滤净化的作用,在陆地与水之间发挥衔接与过渡作用。

(2)营造微地形。景观地形具有营造空间,为其他景观要素提供依附平台的作用,地形坡度在雨水管理方面具有很重要的作用^[12]。大观公园地形高差不明显,地形起伏缺乏变化,无法很好地引导雨水径流。改变地形,营造多坡度地形,例如下凹绿地、渗透沟等雨水设施,不仅可以延长雨水的下渗时间,延缓洪峰径流量,还能增加公园中的景观效果。

(3)植物造景。植物是园林要素之一,植物营造的丰富景观效果能够给人以不同的视觉审美享受。同时,植物在雨水管理方面还有重要的截流作用。在大观公园中利用乡土植物或者一些适应性较强的植物营造具有特色的景观效果。将乔灌木结合种植,增加植被的覆盖密度,延缓洪峰径流量。因此,植物的景观营造在满足生态、美学的前提下,还能减缓雨水的径流速度,增加雨水下渗,补充地下水。

4 结语

在公园绿地中进行雨水管理能缓解城市公园用水短缺

(下转第227页)

性可辨认来源产品支付 12% ~ 15% 的额外价格^[17],对天津、浙江、上海等大城市的消费者调查表明,消费者愿意为安全农产品支付 10% ~ 20% 的额外价格^[18-20]。因此,可追溯的农产品消费对象可定位于对品质要求较高的中高收入人群,可追溯性产品价格上的劣势就会被质量上的优势所弥补,增加可追溯农产品附加值,有助于提高市场竞争能力和品牌形象^[21],降低风险,扩大贸易范围,同时企业也可通过系统的数据反馈,了解消费人群对可追溯农产品的需求和偏好,以便调整农产品生产的档期和种类,获取更大利润^[16]。

2.4 加强农业信息化人才队伍建设 建设农产品质量安全溯源系统,需要各级各类信息化人才。一些农业信息技术人员对溯源工具的使用不熟悉,各级政府、农业合作社、农业合作社等要采取多种措施,在大力引进各类信息化的专业人才的同时注重培养新型职业农民,构建以学校教育为基础、在职培训为重点、基础教育与职业教育相结合的农业信息化人才培养体系。定期对农业信息化人员开展有针对性的培训和经验交流,确保农产品溯源信息的数量和质量,并做到及时更新^[12]。

3 结语

建立完善的农产品质量安全溯源系统是发展优质、高产、高效、生态、安全的农产品产业链条的重要途径,是保障消费者知情权的必要手段,更是农产品质量安全管理发展的必然趋势。我国当前农产品质量安全追溯系统尚不完善,未充分发挥在农产品质量监管方面的作用,对此,应尽快出台完善的法律和标准,规范农产品质量安全溯源,提高消费者对可追溯农产品的认知度,以可追溯农产品的价格,增强企业使用溯源系统的意愿,为农产品质量安全溯源系统全面推广夯实基础。

参考文献

[1] 杨林. 基于全球统一标识系统的食品安全追溯体系实施战略研究[J].

质量技术监督研究,2010(6):54-57.

- [2] 王春燕. 关于加快我国农产品质量安全追溯系统发展的几点建议[J]. 中国果菜,2015,35(8):35-38.
- [3] 杓振忠,张鸿涛. 农产品质量安全可追溯体系建设国际比较与借鉴[J]. 湖北农业科学,2016,55(14):3762-3764.
- [4] 张梅. 欧盟、美国和日本农产品物流追溯体系分析与比较[J]. 世界农业,2014(4):136-141.
- [5] 秦玉青,耿全强,晏绍庆. 基于食品链的食品溯源系统解析[J]. 现代食品科技,2007,23(11):85-88.
- [6] 陈新平,张福锁. 通过“3414”试验建立测土配方施肥技术指标体系[J]. 中国农技推广,2006,22(4):36-39.
- [7] 葛余金. 关于农资产品责任的研究[J]. 农业质量标准,2005(3):8-12.
- [8] 杨晓莉. 对农药经营管理的思考[J]. 农业与技术,2013(11):233.
- [9] 张国友,陈刚,邱静,等. 农产品生产过程中的食品安全保障研究[J]. 中国食物与营养,2015,21(9):5-8.
- [10] ZHAO Y,ZHANG B,CHEN G,et al. Recent developments in application of stable isotope analysis on agro-product authenticity and traceability[J]. Food chemistry,2014,145:300-305.
- [11] 王东亭,饶秀勤,应义斌. 世界主要农业发达地区农产品追溯体系发展现状[J]. 农业工程学报,2014,30(8):236-250.
- [12] 李萍,马成林. 地区性食品安全信息化平台的建设策略探究[J]. 农业图书情报学刊,2015,27(3):32-35.
- [13] 马永琰,卢俭,李太平. 我国农产品质量安全追溯体系探究[J]. 物流科技,2016,39(3):33-35.
- [14] 涂传清,王爱虎. 我国农产品质量安全追溯体系建设中存在的问题与对策[J]. 农机化研究,2011,33(3):16-20.
- [15] 房裕东,何梦海,植石灿,等. 我国农产品从田间到餐桌一体化安全可追溯体系研究[J]. 长江蔬菜,2015(10):1-6.
- [16] 贾娜,东梅,李瑾,等. 我国农产品可追溯体系的现状及问题分析[J]. 农机化研究,2014(2):5-9.
- [17] KENYON W G,WILLIAM R P,BILL J,et al. Food retailers push the traceability envelope[J]. Food traceability report,2004(11):14-15.
- [18] 张晓勇,李刚,张莉. 中国消费者对食品安全的关切:对天津消费者的调查与分析[J]. 中国农村观察,2004(1):14-21.
- [19] 周洁红. 消费者对蔬菜安全的态度、认知和购买行为分析:基于浙江省城市和城镇消费者的调查统计[J]. 中国农村经济,2004(11):44-52.
- [20] 周应恒,王晓晴,耿南辉. 消费者对加贴信息可追溯标签牛肉的购买行为分析:基于上海市家乐福超市的调查[J]. 中国农村经济,2008(5):22-32.
- [21] 袁虹. 健全食品追溯体系是构建中国食品安全管控机制的基础性工程[J]. 社科纵横,2011(12):77-78.

(上接第 181 页)

问题,充分利用这一天然资源,为公园的浇灌、生活用水提供补给,减少雨水的流失,充分发挥雨水资源的利用价值。雨水管理策略对于不同的地区将会不尽相同,只有具体问题具体分析,才能提出因地制宜的雨水管理策略。具体的雨水管理还应根据场地的现状条件、场地所在的气候环境分析决定,以便做出最佳的管理方案。若能在昆明市公园绿地中有效利用雨水管理策略,使公园绿地作为城市雨水利用、雨水管理的重要载体,就有利于增强对城市雨水利用的意识,对减少公园绿地用水量,缓解城市水资源所产生的一系列问题具有重要的指导性意义。

参考文献

[1] 符健. 城市公园雨水利用研究[D]. 临安:浙江农林大学,2013.

[2] 苏世荣,李润田. 中国城市通览[M]. 南京:江苏科学技术出版社,1992.

[3] 昆明市社会科学院. 昆明建设区域性国际城市研究[M]. 昆明:云南人民出版社,2011.

[4] RUSS T H. Site planning and design handbook[M]. New York:McGraw-Hill Professional,2009.

[5] 依艳丽. 土壤物理研究法[M]. 北京:北京大学出版社,2009.

[6] 田仲,苏德荣,管德义. 城市公园绿地雨水径流利用研究[J]. 中国园林,2008,24(11):61-65.

[7] 李惊. 现代城市景观基础设施的设计思想和实践研究[D]. 北京:北京林业大学,2011.

[8] ECHOLS S. Split-flow theory:Stormwater design to emulate natural landscapes[J]. Landscape and urban planning,2008,85(3/4):205-214.

[9] 马建武,斯图尔特·爱考斯. 美国景观设计中雨水管理的艺术[J]. 中国园林,2011,27(10):93-96.

[10] RICHMAN T. Start at the source:Design guidance manual for stormwater quality protection[M]. San Francisco:Bay Area Stormwater Management Agencies Association,1999.

[11] 武炜瑶,吴雪萍. 城市环境中雨水景观设计的途径[J]. 现代园林,2015,12(5):382-386.

[12] 张婧斐. 园林景观设计中的雨水管理策略研究[J]. 建筑工程技术与设计,2015(31):169-170.