

桔小实蝇成虫触角传感器的扫描电镜观察

刘丽玲, 李海滨, 姚贵哲, 肖芳, 魏春艳* (长春海关技术中心, 吉林长春 130062)

摘要 利用扫描电镜对桔小实蝇 *Bactrocera dorsalis* (Hendel) 雌、雄成虫触角传感器的形态、种类及分布特征进行观察。结果表明, 桔小实蝇成虫触角由柄节、梗节及鞭节组成, 鞭节上着生具毛触角芒; 触角上有毛形、锥形、刺形和柱形 4 类 9 种类型传感器, 其中具弯钩的毛形传感器首次在桔小实蝇成虫触角上被观察到。

关键词 桔小实蝇; 触角传感器; 扫描电镜

中图分类号 S433 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2020)06-0115-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.06.032

开放科学(资源服务)标识码(OSID): 

Observation on Antennal Sensilla of *Bactrocera dorsalis* (Hendel) with Scanning Electron Microscope

LIU Li-ling, LI Hai-bin, YAO Gui-zhe et al (Changchun Customs Technology Center, Changchun, Jilin 130062)

Abstract The morphology, variety and distribution characteristics of *Bactrocera dorsalis* adult's sensilla was observed by scanning electron microscope in this study. The result showed that the antennal of *Bactrocera dorsalis* was composed of scape, pedicel and the flagellum, there was a aristate arista on flagellum, sensilla trichodea, sensilla basiconica, sensilla chaetica and sensilla cylindrical were found in antennal.

Key words *Bactrocera dorsalis*; Antennal; Scanning electron microscope (SEM)

桔小实蝇 [*Bactrocera dorsalis* (Hendel)] 又名东方果实蝇、柑橘小实蝇, 属双翅目 (Diptera), 实蝇科 (Tephritidae), 果实蝇属 (*Bactrocera*), 可危害柑橘、番石榴、杨桃、芒果、香蕉、茄子、辣椒、瓜类等 40 多种 250 余种水果和蔬菜^[1-2], 该实蝇寄生范围广, 生存力强、种群发生数量大, 对新入侵区的果蔬生产构成严重威胁, 被多个国家列为检疫性昆虫^[3-4], 鉴于桔小实蝇对农业生产造成的严重危害, 防治显得尤为重要。

昆虫触角是接受外来物理、化学信号的主要器官^[5], 其上分布着形态、数量与功能各异的传感器, 这些传感器在选择食物、取食、防御、躲避危险、寻觅配偶等方面起着极其重要的作用^[6], 为能更好地了解桔小实蝇触角在其行为生态学中的作用, 笔者对触角传感器的形态、种类及分布情况进行研究, 旨在为桔小实蝇监测与防控提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验昆虫 昆虫标本来自长春海关技术中心动植检实验室。

1.2 标本制备与电镜观察 取触角完整的供试昆虫雌、雄成虫各 10 头, 置于昆虫回软器中软化 14 d 后, 将回软后的桔小实蝇置于 OLYMPUS SZX16 型体视显微镜下, 用镊子及手术刀将触角从触角窝中剥离, 剥离后的雌、雄虫触角分别放入 70% 乙醇中浸 24 h, 然后放入盛有蒸馏水的离心管内超声波清洗仪清洗 2 min, 换干净蒸馏水再次清洗 2 min, 连续清洗 3 次, 然后在体视显微镜下观察触角是否清洗干净。将洗好的桔小实蝇成虫触角依次用浓度为 75%、80%、85%、90%、95% 及 100% 乙醇进行梯度脱水, 每次 10 min, 置于洁净处自然干燥 7 d^[7]。将干燥好的触角样品用导电胶按背面、腹面粘于扫描电镜的样品台上, 用 JFC-1600 离子溅射仪喷金后, JSM-6510LV 扫描电镜进行观察并拍照。

1.3 数据统计与传感器命名 利用扫描电镜 (scanning electron

microscope, SEM) 观察触角的形态; 拍照后描述触角传感器的形态特征, 测量传感器长度, 并观察其在触角各节上的分布情况。利用日本电子 Smile View (Ver 2.71) 软件对触角各部分及其传感器进行测量, 测量数据利用 SPSS 20.0 进行统计分析; 拍摄照片利用 Photoshop 7.0 进行处理。

对触角传感器类型的命名主要根据 Schneider^[8] 和 Zacharuk 等^[9-10] 的命名方式进行命名。

2 结果与分析

2.1 触角的基本结构 桔小实蝇成虫触角呈芒状, 着生于颜面中部, 由柄节、梗节、鞭节构成, 鞭节较柄节和梗节长, 在鞭节基部有一具毛长芒。触角上密布各类传感器。触角各节及触角芒长度见表 1。

2.2 传感器的种类、形态和分布 观察发现, 桔小实蝇雌雄成虫触角的传感器完全相同, 均为 4 类 9 种类型, 包括 3 种毛形传感器 (sensilla trichodea, ST)、3 种锥形传感器 (sensilla basiconica, SB)、2 种刺形传感器 (sensilla chaetica SC)、1 种柱形传感器 (sensilla cylindrical, SCy)。

2.2.1 毛形传感器 (ST)。 毛形传感器是桔小实蝇成虫触角上分布最广的传感器, 从柄节到鞭节上均有分布, 该传感器呈毛状, 着生于触角表面, 根据传感器的长度、表面光滑度和弯曲程度, 将其分成 3 种亚型 (表 2)。

(1) 毛形传感器 1 (ST.1; 图 1)。分布于鞭节上, 基部明显膨大, 端部钝尖, 表面具明显纵棱纹, 直或整体弯向触角轴; 传感器长: 雌性 (17.206±0.394) μm、雄性 (18.727±0.891) μm; 基部宽: 雌性 (1.902±0.050) μm、雄性 (1.947±0.063) μm。

(2) 毛形传感器 2 (ST.2; 图 2)。主要分布于柄节、梗节上, 表面光滑或有不明显纵纹, 基部膨大; 传感器长: 雌性 (18.818±0.740) μm、雄性 (19.952±0.291) μm; 基部宽: 雌性 (1.129±0.056) μm、雄性 (1.528±0.059) μm。

(3) 毛形传感器 3 (ST.3; 图 3)。着生于柄节与梗节相结合的凹窝内, 基部垂直于触角表面, 传感器表面具纵凹; 距传感器基

基金项目 海关总署科研计划项目 (2018IK012)。

作者简介 刘丽玲 (1972—), 女, 吉林舒兰人, 农艺师, 硕士, 从事植物检疫研究。* 通信作者, 高级农艺师, 博士, 从事植物检疫研究。

收稿日期 2019-08-26; **修回日期** 2019-10-25

部 1/4~1/3 处有一呈 90°或拳状的弯曲;感器长:雌性 (4.337±0.275) μm、雄性 (4.348±0.282) μm;基部宽:雌性 (0.602±0.012) μm、雄性(0.618±0.019) μm。

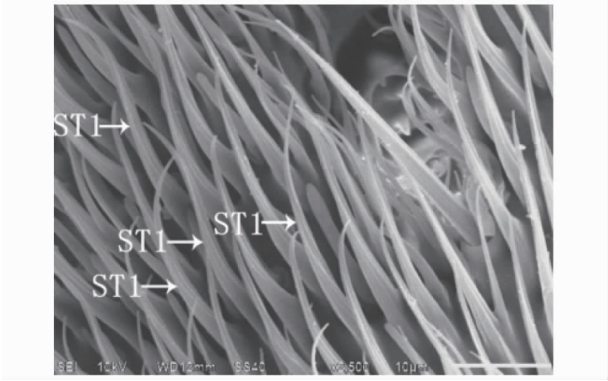


图 1 毛形感器 1
Fig.1 Sensilla trichodea 1

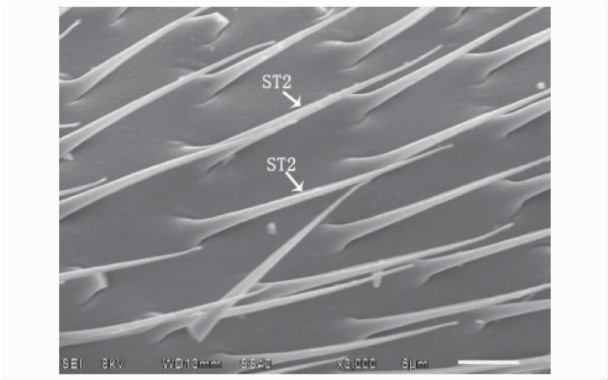


图 2 毛形感器 2
Fig.2 Sensilla trichodea 2

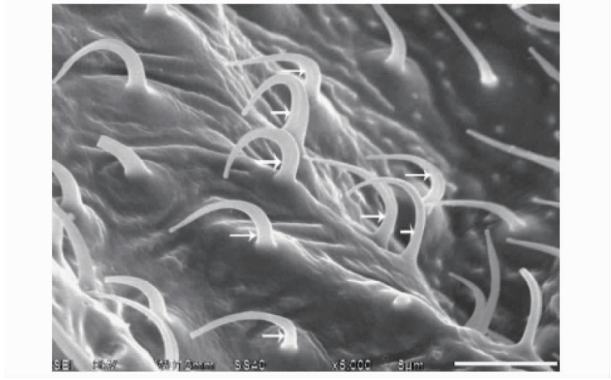


图 3 毛形感器 3
Fig.3 Sensilla trichodea 3

2.2.2 锥形感器(SB)。锥形,着生于臼状窝内,根据表面光滑度及弯曲度将其分为 3 种亚型。

(1)锥形感器 1(SB.1;图 4)。表面具纵脊棱,端部具锥状凸起;感器长:雌性(3.975±0.078) μm、雄性(3.903±0.081) μm;基部宽:雌性(0.983±0.023) μm、雄性(1.028±0.024) μm。

(2)锥形感器 2(SB.2;图 5)。基部到端部逐渐收缩变细,表面光滑,直立于触角表面,端部钝圆;感器长:雌性 (22.325±0.541) μm、雄性(19.4881±0.571) μm;基部宽:雌性 (2.095±0.029) μm、雄性(2.119±0.0041) μm。

(3)锥形感器 3(SB.3;图 5)。基本形状同 2,但近端部有一至二回弯曲;感器长:雌性 (17.947±0.703) μm、雄性 (15.123±0.420) μm;基部宽:雌性(2.054±0.052) μm、雄性(2.036±0.060) μm。

2.2.3 刺形感器(SC)。主要分布于柄节及梗节上,直立或整体弯向触角轴,基部着生在臼状窝内,由基部向端部逐渐变细,顶端锐尖,表面具有逐渐向端部汇集的、圆钝的纵脊棱。

表 1 桔小实蝇触角各节及触角芒长度比较(n=10)

部位 Parts	长度 Length		宽度 Width			
			基部 Base		端部 End part	
	雌虫 Female	雄虫 Male	雌虫 Female	雄虫 Male	雌虫 Female	雄虫 Male
柄节 Scape	192.516±8.179	203.191±7.119	97.083±5.280	106.338±3.243	149.669±3.808	159.164±7.713
梗节 Stem section	328.095±11.746	309.486±5.547	124.634±8.954	91.668±3.811	163.404±7.569	161.357±1.126
鞭节 Flagella	721.349±10.191	731.642±15.795	173.411±2.612	161.164±1.237	62.579±2.009	64.927±2.081
触角芒 Tentacle awn	1 173.000±0.015	1 179.000±0.010	22.935±0.440	21.817±0.367	0.419±0.060	0.488±0.028

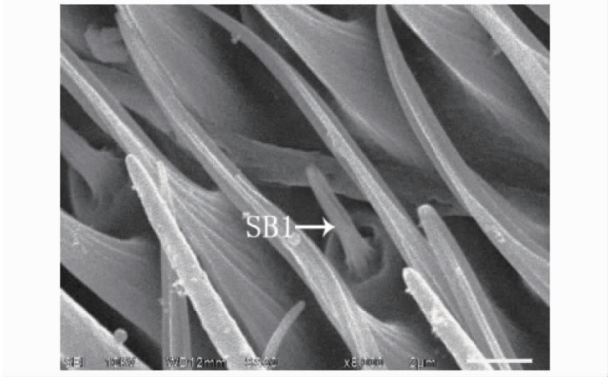


图 4 锥形感器 1
Fig.4 Sensilla basiconica 1

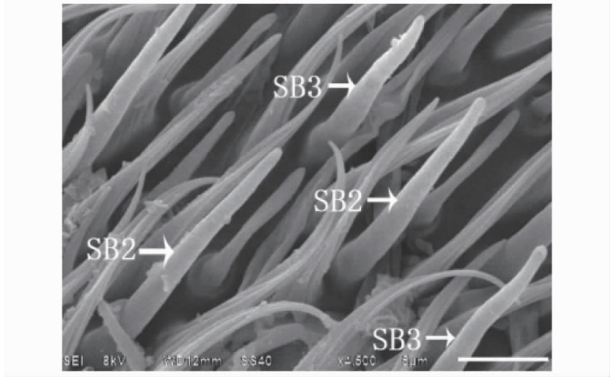


图 5 锥形感器 2 和锥形感器 3
Fig.5 Sensilla basiconica 2 and sensilla basiconica 3

(1)刺形感器 1(SC.1;图 6)。直立于触角表面,位于柄节及梗节侧缘及端缘;感器长:雌性(58.510±5.672) μm、雄性(54.845.42±3.425) μm;基部宽:雌性(4.949±0.287) μm、雄性(4.1998±0.121) μm。

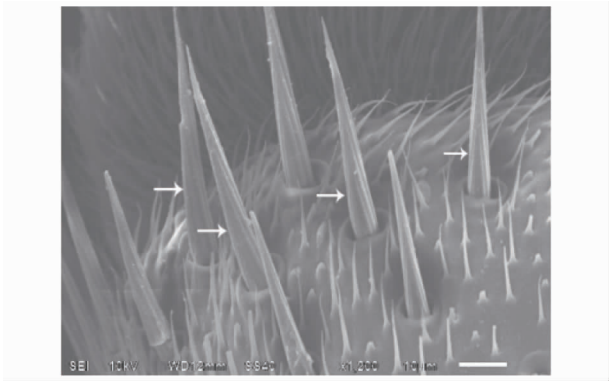


图 6 刺形感器 1
Fig.6 Sensilla chaetica 1

(2)刺形感器 2(SC.2;图 7)。形状同 1,但该感器整体弯向触角轴,主要分布于柄节及梗节侧缘。感器长:雌性

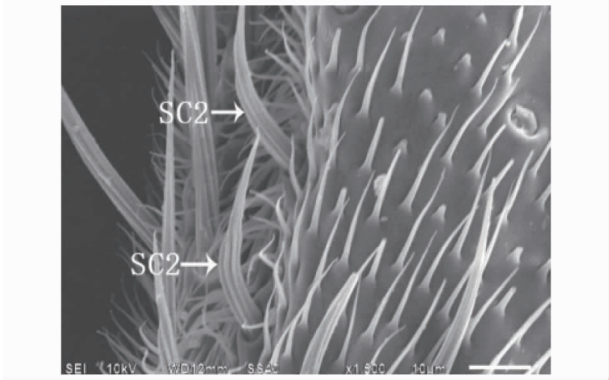


图 7 刺形感器 2
Fig.7 Sensilla chaetica 2

(62.937±2.392) μm、雄性(53..463±1.269) μm;基部宽:雌性(3.977±0.077) μm、雄性(3.258±0.082) μm。

2.2.4 柱形感器(sensilla cylindrical;图 8)。柱形,基部膨大,着生于臼状窝内,表面光滑,顶端钝圆,直立于鞭节表面。基部到端部粗细基本一致,感器长:雌性(10.790±0.517) μm、雄性(9.644±0.292) μm;基部宽:雌性(1.555±0.040) μm、雄性(1.548±0.0054) μm。

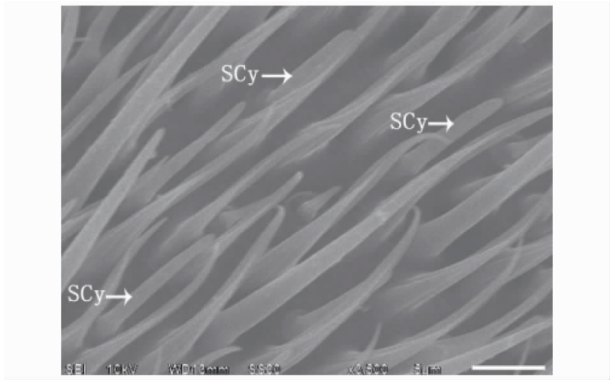


图 8 柱形感器
Fig.8 Sensilla cylindrical

3 结论与讨论

该研究结果表明,桔小实蝇成虫触角感器有 4 类共 9 种类型,包括 3 种毛形感器、3 种锥形感器、2 种刺形感器和 1 种柱形感器。其中,具弯钩的毛形感器首次在桔小实蝇触角上发现,杨广等^[11]、于玮台等^[12]将类似感器命名为具弯钩感器,由于此类感器的解剖结构及功能不详,暂把它归于毛形感器中。

研究发现,桔小实蝇成虫触角感器主要集中在鞭节上。柄节及梗节上只有少数刺形和毛形感器,刺形感器集中在柄节及梗节的边缘上,其形体粗壮,明显高于其他感器,这也验证了刺形感器具触觉、机械感知和定位的功能^[11,13]。

表 2 桔小实蝇成虫触角感器的形态特征 (n=20)
Table 2 Morphologic characteristics of antennal sensillum of adult Bactrocera dorsalis (Hendel)

感器类型 Sensor type	长度 Length//μm		基部直径 Basal diameter//μm		顶端 Top	外壁 Outer wall	形状 Shape	基窝有无 With or without base nest
	雌虫 Female	雄虫 Male	雌虫 Female	雄虫 Male				
毛形感器 1ST.1 Hair sensor 1ST.1	17.206±0.394	18.727±0.891	1.902±0.050	1.947±0.063	钝尖	纵棱纹	直立或微弯	无
毛形感器 2ST.2 air sensor 2ST.2	18.818±0.740	19.952±0.291	1.129±0.056	1.528±0.059	钝尖	光滑或不明显纹	直立	无
毛形感器 3ST.3 Hair sensor 3ST.3	4.437±0.275	4.438±0.282	0.602±0.012	0.618±0.019	钝尖	纵凹	弯曲	无
锥形感器 SB.1 Cone sensor SB.1	10.790±0.517	9.644±0.292	1.555±0.040	1.548±0.054	钝圆	纵棱脊	直立	有
锥形感器 SB.2 Cone sensor SB.2	22.235±0.541	19.488±0.571	2.095±0.029	2.119±0.041	钝圆	光滑	直立	有
锥形感器 SB.3 Cone sensor SB.3	17.947±0.703	15.123±0.420	2.054±0.052	2.036±0.060	钝圆	光滑	弯曲	有
刺形感器 1SC.1 Spines sensor1SC.1	58.510±5.672	54.845±3.425	4.949±0.287	4.199±0.121	尖	纵棱脊	直立	有
刺形感器 2SC.2 Spines sensor 2SC.2	62.937±2.239	53.463±1.269	3.977±0.077	3.528±0.082	尖	纵棱脊	弯曲	有
柱形感器 SCy Column sensor SCy	3.975±0.078	3.903±0.081	0.983±0.023	1.028±0.024	锥状突起	光滑	直立	有

Schneider^[8]将触角感器分类 9 个基本类型,Zacharuk^[9]随后对触角感器的类型进行了扩展,国内研究基本依据这 2 篇著作对感器进行分类,但因研究者对形态理解的不同,感器的命名可能存在交叉重叠现象,为能得到更准确的结论,还需大量试验结合多种技术进行验证。

参考文献

- [1] 商鸿生.植物检疫学[M].北京:中国农业出版社,1997:74-75.
- [2] 邓志声.热带果园桔小实蝇实蝇防治研究进展[J].热带作物学报,2001,22(4):91-95.
- [3] 梁光红,陈家骅,杨建全,等.桔小实蝇国内研究概况[J].华东昆虫学报,2003,12(2):90-98.
- [4] 梁广勤,梁帆,吴佳教,等.实蝇防除策略和措施的研究[J].广东农业科学,2002(2):37-40.
- [5] 马瑞燕,杜家纬.昆虫的触角感器[J].昆虫知识,2000,37(3):179-183.

(上接第 111 页)

法净化污水,对中水进行循环利用^[7]。其五,推广使用喷滴灌等节水型灌溉设施,代替传统的漫灌方法节约大量水资源。

5.4 节能型园林绿化措施 为了加强景观效果,一些园林设计者过度使用高亮型灯光装饰,不仅造成能源和经济的巨大消耗,还造成一定程度的光污染。在节约型园林绿化建设过程中应保持节能理念,将目光放到太阳能、风能、水能等可再生能源的利用上^[8]。例如,可利用太阳能照明灯解决照明问题;利用水力、风能等形成水车、风车景观,亦可利用水力、风力发电;利用蓄水装置储存自然雨水用于灌溉绿地;利用地热能进行土壤保温,建造农业温室等;利用夜光材料可制作跑道和景观小品等。充分利用这些清洁能源,降低园林绿化建设运营的能源消耗,推动节约型园林绿化建设。

5.5 节材型园林绿化措施 在建设节约型园林绿化过程中,应以自然材料和人工材料合理配合利用,也可采用一些废弃物循环利用,不仅能减少废弃物对环境的影响,还能减少不可再生资源的使用,从而节约材料资源。其一,尽量因地制宜选择建设材料,不过于追求高档。树种材料尽量选择物美价廉的本土植物,充分利用场地现状植被以及景观性较好的野生植被,降低城市绿地的栽培成本^[9]。其二,回收利用场地遗留的废弃设施等材料,利用其景观特征打造独特的场地记忆,呈现个性化的景观效果。例如可将废弃混凝土再利用做铺装、将废弃铁轨材料改造成景观小品或铺装、将废弃轮胎打造成趣味小品等,不仅保留了原场地景观特色,还节约了项目资金投入^[10]。其三,将枯枝、落叶、污泥等园林垃圾回收处理,制成无机肥料等营养物质可为城市绿地提供养料,具有一定的经济效益。

5.6 节力型园林绿化措施 在节约型园林绿化建设过程中,后期管理维护也极为重要。不仅要维持日常的运营维护,还

- [6] 李竹,陈力.触角感器特征应用于昆虫分类的研究进展[J].昆虫分类学报,2010,32(S1):113-118.
- [7] 陈新,魏春艳,任炳忠,等.菜豆象成虫触角感器的扫描电镜观察[J].植物检疫,2013,27(4):30-34.
- [8] SCHNEIDER D.Insect antennae[J].Annual review of entomology,1964,9:103-122.
- [9] ZACHARUK R Y.Ultrastructure and function of insect chemosensilla[J].Annual review of entomology,1980,25:27-47.
- [10] ZACHARUK R Y,SHIELDS V D.Sensilla of immature insects[J].Annual review of entomology,1991,36:331-354.
- [11] 杨广,黄桂诚,尤民生.小菜蛾触角的显微结构及其作用[J].福建农业大学学报,2001,30(1):75-79.
- [12] 于玮台,陈文龙.碧娥蜡蝉成虫触角感器的电镜扫描观察[J].西南农业大学学报(自然科学版),2013,38(5):78-82.
- [13] 李坤,罗梅浩,赵国强,等.烟实夜蛾(*Helicoverpa assulta* Guenée)触角感器的超微结构观察[J].河南农业大学学报,2006,40(3):250-253.

要降低不必要的人力、物力、财力投入。其一,控制人力资源成本,合理分配养护工作人员,不留闲人。其二,加大生物防治技术方面相关研究,保护益虫、益鸟等动物,“以虫治虫”节省园林绿化养护资金,或使用绿色环保农药降低无机农药的投放,有利于保持城市园林生态系统平衡。其三,合理修剪园林植物,通过适当的修剪工作降低相关管理人力投入。

6 结语

节约型绿化建设是新时期城市可持续发展的重要环节,为城市居民带来舒适宜居的生活环境,为社会发展带来一定的经济效益,有助于时代前进。从规划设计、施工技术和管理监督各方面入手,根据现有资源,在保证景观效果与质量的同时,降低成本和资源消耗,引进新技术,提高资源利用率,实现资源最大化合理利用,营造物美价廉、性价比高的城市园林绿化,建设真正意义上的节约型社会。可见,节约型园林绿化是一项长远而深刻的工作,故此,应当不断完善节约型园林绿化各项技术,推动行业可持续发展。

参考文献

- [1] 魏雪,余灵豪,娄娟.重庆市节约型园林现状及建设建议[J].安徽农业科学,2017,45(3):215-218.
- [2] 汤浪涛.新时期节约型园林绿化建设探究[J].农机使用与维修,2019(7):99-100.
- [3] 常董董.探究节约型社会城市园林绿化可持续发展策略[J].现代园艺,2018(20):168.
- [4] 巩向卫.节约型园林建设策略探究[J].绿色科技,2018(13):144-145.
- [5] 孙喆.节约型社会城市园林绿化可持续发展对策研究[J].中国园林,2007,23(3):45-48.
- [6] 朱建宁.促进人与自然和谐发展的节约型园林[J].中国园林,2009,25(2):78-82.
- [7] 鲁蓉蓉.生态节水理念在现代城市园林设计中的应用[J].华北水利水电大学学报(自然科学版),2015,36(3):37-39.
- [8] 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.
- [9] 董丽,王向荣.低干预·低消耗·低维护·低排放——低成本风景园林的设计策略研究[J].中国园林,2013,29(5):61-65.
- [10] 张雯.节约型园林背景下城市废弃物在景观中的应用研究[D].西安:西安建筑科技大学,2018.