

# 武汉市攀援植物引种及应用研究

徐冬云<sup>1,2</sup>, 周媛<sup>1,2</sup>, 陈法志<sup>1,2</sup>, 姚中华<sup>1,2</sup>, 童俊<sup>1,2</sup>, 董艳芳<sup>1,2</sup>

(1. 武汉市林业果树科学研究所, 湖北武汉 430075; 2. 湖北省园林植物工程技术中心, 湖北武汉 430075)

**摘要** 从武汉周边山野收集攀援植物野生种以及收集攀援植物栽培种共 68 种, 对其生物学特性、生活习性等关键指标进行了观测研究。根据大田栽培观测结果, 对参试攀援植物的生活型进行分类, 总结了各种攀援植物的园林用途。

**关键词** 武汉; 攀援植物; 生物学; 生活型; 园林用途

中图分类号 S688 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2013)17-07599-04

## Study on the Introduction and Application of Climbing Plants in Wuhan

XU Dong-yun et al (Wuhan Scientific Research Institute of Forestry & Fruit-tree/Hubei Engineering Technology Research Center of Landscape Plant, Wuhan, Hubei 430075)

**Abstract** Collecting totally 68 wild species and cultivated species climbing plants from Wuhan surrounding mountains, the biological characteristics, life habit were observed and studied. According to field observation results, the biotype of testing varieties was classified, all kinds of climbing plants landscape utility were summarized.

**Key words** Wuhan; Climbing plants; Biology; Biotype; Landscape utility

随着城市建设的快速发展, 以及人们对生活环境要求的日益提高, 垂直绿化作为城市园林绿化中的重要组成部分, 越来越多地被广泛应用。垂直绿化占地少, 增加了绿化空间, 大大提高了城市绿量、覆盖率。城市通过美化墙面、棚架、廊道等, 提高了环境质量。攀援植物依附物体生长, 随着物体变化而变化, 形成不同景观, 软化建筑物生硬轮廓, 创造出不同的景观效果; 还可以通过植物叶面的光合作用, 有效缓解阳光对建筑的直射, 使夏季墙面温度大大降低。冬季植物落叶后, 墙面得到太阳的热辐射, 攀附在墙面上的枝茎形成一层保温层, 起到了调节室内气温的作用。垂直绿化还有减低噪音, 吸附烟尘等作用。提倡并搞好垂直绿化, 对提高城市绿量和绿化覆盖率, 综合利用城市空间, 绿化美化环境, 具有不可估量的社会效益和经济效益<sup>[1]</sup>。

我国攀援植物资源极其丰富, 各地均有很多适于垂直绿化的植物种类, 但在园林的仅几十种, 绝大多数资源还处于野生未开发状态。因而充分了解攀援植物特性, 合理利用攀援植物, 对提高我国垂直绿化水平具有重要的作用。笔者通过参阅文献和实地考察, 从各地引种收集攀援植物, 将引种的材料种植在武汉市林业果树研究所内苗圃地; 通过生物学特性观察、生活习性、大田栽培试验等手段, 了解参试攀援植物的生长习性和对环境的适应性, 综合评价适宜武汉园林垂直绿化的攀援植物种类, 以期对武汉市垂直绿化生物多样性和景观多样性提供借鉴<sup>[2]</sup>。

## 1 材料与方法

**1.1 试验材料** 通过参阅文献和实地考察, 从武汉周边山野收集攀援植物的野生种以及收集栽培种(表 1、2)。

**1.2 试验地点概况** 武汉市气候属亚热带湿润季风气候, 雨量充沛, 年平均降雨量在 1 200 ~ 1 700 mm, 降雨集中在 6

~ 8 月, 平均相对湿度为 79%, 年平均气温为 16.3 ℃, 热量丰富, 四季分明。夏季炎热, 暴雨频繁, 且持续时间长, 极端最高气温达 40 ℃ 以上, 冬季寒冷, 最低气温为 -5 ℃, 极端最低气温在 -15 ℃ 以下。年无霜期在 211 ~ 272 d。

该项目试验于 2012 年 1 月, 在武汉市林业果树研究所试验地进行。该地点为露天全光照条件和搭建遮阳网遮阴, 通过搭设铁丝网利于植物的生长。土壤条件以潮泥土和黏土为主, 酸碱度在 6.2 ~ 8.0, 呈偏弱酸性、地下水位低, 保肥力强。

## 1.3 试验方法

**1.3.1 生物学特性观察。** 采用田间直接观测法研究生长发育规律, 观察记录参试植物年生长情况, 包括物候期观察、生长量测定、不同生育期的植物学特性观察等。主蔓生长量在 3 ~ 12 月每月测定 1 次, 每株测 5 条主蔓。

**1.3.2 攀援植物生活型分类。** 从攀援方式上分为 4 种类型: 缠绕类, 用主茎或分枝缠绕攀援; 卷绕类, 用卷须、叶柄或花序轴卷缠攀援; 吸附类, 以吸盘或气生根攀援; 攀靠类, 植株借助于藤蔓上的钩刺攀附, 或以蔓条架靠他物而向上生长。

攀援植物根据茎秆木质化程度和体形大小分成 3 类<sup>[3]</sup>:

①草本类, 指茎秆柔嫩, 木质化程度较低的攀援植物, 主要是一二年生和多年生的草本藤本植物; ②小型木本类, 指茎秆粗壮, 木质化程度较高, 茎长小于 10 m 的藤本植物, 包括常绿或落叶的各种小型木质藤本植物; ③大型木本类, 指茎秆粗壮, 木质化程度较高, 茎长超过 10 m 的藤本植物, 包括常绿或落叶的各种木质大藤本。

## 1.3.3 园林用途分类。

**1.3.3.1 附壁式。** 附壁式是最常见的垂直绿化形式之一, 指植物沿着墙壁攀附生长, 创造垂直立面绿化景观, 主要用于墙面、裸岩、桥梁、假山石、楼房等。附壁式以吸附类攀援植物为主。

表1 攀援植物一览

编号	中文名	拉丁学名	科名	属名	备注
1	竹叶子	<i>Streptolirion volubile</i>	鸭跖草	竹叶子	野生种
2	草菝葜	<i>Smilax riparia</i>	百合	菝葜	野生种
3	马兜铃	<i>Aristolochia debilis</i>	马兜铃	马兜铃	野生种
4	汉中防己	<i>A. heterophylla</i>	马兜铃	马兜铃	野生种
5	铁线莲	<i>Clematis florida</i> Thunb.	毛茛	铁线莲	栽培种
6	三叶木通	<i>Akebia trifoliata</i>	木通	木通	野生种
7	多花蔷薇	<i>Rosa multiflora</i> Thunb.	蔷薇	蔷薇	栽培种
8	粉团蔷薇	<i>R. multiflora</i> Thunb. var. <i>cathayensis</i>	蔷薇	蔷薇	栽培种
9	木香藤	<i>R. banksiae</i>	蔷薇	蔷薇	野生种
10	金樱子	<i>R. laevigata</i> Michx	蔷薇	蔷薇	野生种
11	悬钩子	<i>Rubus corchorifolius</i> Linn. f.	蔷薇	悬钩子	野生种
12	平枝栒子	<i>Cotoneaster horizontalis</i> Dcne	蔷薇	栒子	野生种
13	常春油麻藤	<i>Mucuna sempervirens</i>	豆	黎豆	栽培种
14	野豌豆	<i>Vicia sepium</i>	豆	野豌豆	野生种
15	鸡血藤	<i>Caulis Spatholobi</i>	豆	崖豆藤	栽培种
16	扁豆	<i>Dolichos lablab</i>	豆	扁豆	野生种
17	紫藤	<i>Wisteria sinensis</i>	豆	紫藤	野生种
18	葛藤	<i>Pueraria lobata</i>	豆	葛藤	野生种
19	扶芳藤	<i>Euonymus fortunei</i>	卫矛	卫矛	栽培种
20	花叶扶芳藤	<i>E. fortunei</i> 'Variegata'	卫矛	卫矛	栽培种
21	南蛇藤	<i>Solanum lyratum</i> Thunb.	卫矛	南蛇藤	野生种
22	中华猕猴桃	<i>Actinidia chinensis</i>	猕猴桃	猕猴桃	栽培种
23	炮仗花	<i>Pyrostegia ignea</i>	紫葳	炮仗花	栽培种
24	黄素馨	<i>Jasminum floridum</i>	木犀	素馨	栽培种
25	络石	<i>Trachelospermum jasminoides</i>	夹竹桃	络石	栽培种
26	花叶络石	<i>T. jasminoides</i> 'Variegata'	夹竹桃	络石	栽培种
27	黄金锦络石	<i>T. asiaticum</i> Ougonnishiki	夹竹桃	络石	栽培种
28	石血	<i>T. jasminoides</i> var. <i>heterophyllum</i>	夹竹桃	络石	野生种
29	蔓长春藤	<i>Vinea major</i>	夹竹桃	络石	栽培种
30	花叶蔓长春藤	<i>V. major</i> 'Variegata'	夹竹桃	蔓长春花	栽培种
31	篱打碗花	<i>Calystegia sepium</i>	旋花	打碗花	野生种
32	田旋花	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	旋花	旋花	野生种
33	金银花	<i>Lonicera japonica</i>	忍冬	忍冬	栽培种
34	京久红忍冬	<i>L. heckrotti</i>	忍冬	忍冬	栽培种
35	长叶赤瓟	<i>Thladiantha longifolia</i> Cogn. ex Oliv.	葫芦	赤瓟	野生种
36	南瓜	<i>Cucurbita pepo</i> var. <i>ovifera</i>	葫芦	南瓜	栽培种
37	大花老鸦嘴	<i>Thunbergia grandiflora</i>	爵床	山牵牛	野生种
38	口红花	<i>Aeschynanthus lobbianus</i>	苦苣苔	芒毛苣苔	栽培种
39	何首乌	<i>Fallopia multiflora</i>	蓼	何首乌	野生种
40	千叶兰	<i>Muehlenbeckia complexa</i>	蓼	千叶兰	栽培种
41	异叶爬山虎	<i>Parthenocissus heterophylla</i>	葡萄	爬山虎	栽培种
42	五叶地锦	<i>P. quinquefolia</i>	葡萄	爬山虎	栽培种
43	地锦	<i>P. semicordata</i>	葡萄	爬山虎	栽培种
44	三叶地锦	<i>P. himalayana</i>	葡萄	爬山虎	栽培种
45	葡萄	<i>Vitis vinifera</i>	葡萄	葡萄	栽培种
46	山葡萄	<i>V. amurensis</i> Rupr	葡萄	葡萄	野生种
47	乌敛莓	<i>Cayratia albifolia</i>	葡萄	乌敛莓	野生种
48	薜荔	<i>Ficus pumila</i>	桑	榕	野生种
49	葎草	<i>Humulus scandens</i>	桑	葎草	野生种
50	绿萝	<i>Scindapsus aureus</i>	天南星	绿萝	栽培种
51	洋常春藤	<i>Hedera helix</i>	五加	常春藤	栽培种
52	常春藤	<i>H. nepalensis</i> var. <i>Sinensis</i>	五加	常春藤	栽培种
53	茛萝	<i>Quamoclit pennata</i>	旋花	番薯	栽培种
54	牵牛	<i>Pharbitis nil</i>	旋花	牵牛	野生种
55	凌霄	<i>Campsis grandiflora</i>	紫葳	凌霄	栽培种
56	美国凌霄	<i>C. radicans</i>	紫葳	凌霄	栽培种
57	鸡矢藤	<i>Paederia scandens</i>	茜草	鸡矢藤	野生种
58	绞股蓝	<i>Fiveleaf gynostemma</i> Herb	葫芦	绞股蓝	野生种
59	杠板归	<i>Polygonum perforiatum</i> L.	蓼	蓼	野生种
60	木防己	<i>Cocculus orbiculatus</i> var. <i>mollis</i>	防己	木防己	野生种
61	金线吊乌龟	<i>Stephania cepharantha</i>	防己	千金藤	野生种
62	倒地铃	<i>Cardiospermum halicacabum</i> L.	无患子	倒地铃	野生种
63	翡翠珠	<i>Senecio rowleyanus</i> Jacobsen	菊	千里光	栽培种
64	活血丹	<i>Glechoma longituba</i>	唇形	活血丹	栽培种
65	花叶活血丹	<i>Hederacea</i> 'Variegata'	唇形	活血丹	栽培种
66	三角梅	<i>Bougainvillea spectabilis</i> wind	紫茉莉	叶子花	栽培种
67	白英	<i>Solanum lyratum</i> Thunb.	茄	茄	野生种
68	空气凤梨	<i>Tillandsia</i> ssp.	凤梨	空气凤梨	栽培种

表 2 攀援植物综合观测分析

编号	中文名	生长量//m	类型	攀援方式	习性	观赏特性	园林用途
1	竹叶青	<2	草本	缠绕	半阴	叶	5,7
2	草茉莉	2~4	草本	卷绕	半阴	果实	2,3,5,7
3	马兜铃	2~4	草本	缠绕	半阴	花、果、叶	2,3,4,5,7
4	汉中防己	2~4	草本	缠绕	半阴	叶	2,3,7
5	铁线莲	<2	小型木本、常绿	缠绕	半阴	花	2,3,5,6
6	三叶木通	>4	大型木本	缠绕	半阴	果	2,3,6,7
7	多花蔷薇	<2	小型木本	攀靠	喜光	花	3,5,7
8	粉团蔷薇	<2	小型木本	攀靠	喜光	花	3,5,7
9	悬钩子	<2	小型木本	攀靠	半阴	花、果	3,7
10	平枝栒子	<2	小型木本	攀靠	半阴	果	3,7
11	木香藤	2~4	小型木本	攀靠	半阴	花	2,3,5,7
12	金樱子	<2	小型木本	攀靠	半阴	花、果	2,7
13	长春油麻藤	>4	大型木本、常绿	卷绕	半阴	花、果	2,3,6
14	野豌豆	2~4	草本	卷绕	喜光	花、果	2,3,4,5
15	鸡血藤	<2	大型木本、常绿	卷绕	半阴	花	3,5,7
16	扁豆	2~4	草本	卷绕	喜光	花、果	2,3,4,5
17	紫藤	2~4	大型木本	卷绕	喜光	花、果	2,3,6
18	葛藤	>4	大型木本	卷绕	半阴	花	2,3,6
19	扶芳藤	<2	小型木本、常绿	吸附	喜光	叶	3,4,7
20	花叶扶芳藤	<2	小型木本、常绿	吸附	喜光	叶	3,4,7
21	南蛇藤	2~4	大型木本	缠绕	半阴	果	3,6
22	中华猕猴桃	2~4	大型木本	缠绕	喜光	果	2,3,5,6
23	炮仗花	2~4	小型木本、常绿	卷绕	喜光	叶、花	2,3,4,5,6
24	黄素馨	<2	小型木本	攀靠	喜光	花	3,5,6,7
25	络石	<1	小型木本、常绿	吸附	半阴	叶	5,7
26	黄金锦络石	<1	小型木本、常绿	吸附	半阴	叶	5,7
27	花叶络石	<1	小型木本、常绿	吸附	半阴	叶	5,7
28	石血	<1	小型木本、常绿	吸附	半阴	叶	1,5,7
29	蔓长春藤	<1	小型木本、常绿	缠绕	半阴	叶	3,5,6,7
30	花叶蔓长春藤	<1	小型木本、常绿	缠绕	半阴	叶	3,5,6,7
31	篱打碗花	>4	草本	缠绕	喜光	花	2,3,4,7
32	田旋花	>4	草本	缠绕	喜光	花	2,3,4,7
33	金银花	2~4	小型木本、常绿	缠绕	半阴	花	2,3,4,5,6
34	京久红忍冬	2~4	小型木本、常绿	缠绕	半阴	花	2,3,4,5,6
35	长叶赤堇	<2	草本	卷绕	半阴	叶	3,7
36	南瓜	>4	草本	卷绕	喜光	果	2,3,5
37	大花老鸦嘴	>4	小型木本、常绿	缠绕	半阴	果	2,3
38	口红花	<1	草本	攀靠	半阴	叶	4,5
39	何首乌	>4	小型木本	缠绕	喜光	叶	2,3,4,5
40	千叶兰	<1	草本	攀靠	半阴	叶	4,5,7
41	异叶爬山虎	>4	小型木本	卷绕	半阴	叶	1,4,5,7
42	五叶地锦	>4	小型木本	卷绕	半阴	叶	1,3,4,7
43	地锦	>4	小型木本	卷绕	半阴	叶	1,3,4,7
44	三叶地锦	>4	小型木本	卷绕	半阴	叶	1,3,4,7
45	葡萄	>4	大型木本	卷绕	喜光	果	2,3,5,6
46	山葡萄	>4	大型木本	卷绕	喜光	果	2,3,4,7
47	乌藟莓	2~4	小型木本	卷绕	半阴	果	2,3,7
48	薜荔	<1	小型木本、常绿	吸附	半阴	花、果	1,7
49	律草	>4	草本	缠绕	喜光	叶	2,3,7
50	绿萝	<1	草本	吸附	半阴	叶	2,5
51	洋长春藤	<1	草本	吸附	半阴	叶	5,7
52	常春藤	<1	草本、常绿	吸附	半阴	叶	5,7
53	莨菪	2~4	草本、常绿	缠绕	喜光	叶、花	2,3,5,6
54	牵牛	>4	草本	缠绕	喜光	花	5,7
55	凌霄	2~4	大型木本	缠绕	喜光	花	2,3,5,6
56	美国凌霄	2~4	大型木本	缠绕	喜光	花	2,3,5,6
57	鸡矢藤	>4	草本	缠绕	半阴	叶	2,3,4,7
58	绞股蓝	2~4	草本	缠绕	半阴	叶	2,3,7
59	杠板归	<2	草本	缠绕	半阴	叶	2,3,7
60	木防己	<2	草本	缠绕	半阴	叶	2,3,7
61	金线吊乌龟	<2	草本	缠绕	半阴	叶	2,3,7
62	倒地铃	<2	草本	缠绕	半阴	果	2,3
63	翡翠珠	<1	草本	攀靠	半阴	异形叶	4,5
64	活血丹	2~4	草本、常绿	吸附	半阴	叶	5,7
65	花叶活血丹	2~4	草本、常绿	吸附	半阴	叶	5,7
66	三角梅	<1	大型木本	攀靠	喜光	花	3,5
67	白英	<2	草本	攀靠	半阴	叶	3,7
68	空气凤梨	<2	草本	卷绕	半阴	叶	4,5

注:2012年3月~2013年3月,在半阴环境下进行生物学观测。1、附壁式;2、棚架式;3、篱垣式;4、立柱式;5、阳台、窗台绿化;6、屋顶花园;7、地被植物。

**1.3.3.2 棚架式。**利用棚架等建筑小品或设施作为攀援植物生长的依附物,如花廊、花架等。此种形式多应用于活动较多的场所,可供居民休憩谈心。

**1.3.3.3 篱垣式。**篱垣式主要用于矮墙垣、篱架、栅栏、铁丝网、花格等处绿化,既有围护防范功能,又能很好地美化环境。

**1.3.3.4 立柱式。**立柱,一般如电线杆、灯柱、高架桥立柱、立交桥立柱、枯树等。攀援植物靠吸盘、不定根直接附着柱体生长,或通过绳索、钢丝网等攀援而上,形成垂直绿化景观。由于其立地条件一般较差,在选择植物材料时应当充分考虑适应性强,抗污染并耐阴的种类。

**1.3.3.5 阳台、窗台绿化。**在阳台、窗台上种植藤本,不仅使高层建筑的立面增添了绿色的点缀,而且使优美和谐的大自然渗入室内,增添了生活环境的生气和美感。阳台绿化的方式也是多种多样的,如可以将绿色藤本植物引向上方阳台、窗台构成绿幕,也可以向下垂挂形成绿色垂帘<sup>[4]</sup>。

**1.3.3.6 屋顶花园。**屋顶花园建设宜结合场地情况,设置藤架,种植攀援植物。植物配置做到疏密有致,色彩、季相富于变化,使人赏心悦目,流连忘返。

**1.3.3.7 地被植物。**攀援植物由于具有良好的攀援特性,在一些破损山体、裸露山体,地质条件差的裸露地面等处都可以种植,达到遮盖、美化的目的<sup>[5]</sup>。

## 2 结果与分析

**2.1 攀援植物生长特性** 参试攀援植物在半阴条件下生长快。全光照条件下,大多数攀援植物生长受到一定的抑制。因此,光照条件在攀援植物生长过程中有重要作用。在半阴条件下,从生长量来看,达到4 m以上的品种有17种;生长

量在2~4 m的种类有19种;年生长量在2 m以下的种类有32种<sup>[7]</sup>。有些攀援植物的树龄长短影响其年生长量的测定。同种攀援植物,树龄较长者,年生长量相对较大;树龄较小者,年生长量相对较小,因此,该数据仅供参考。

**2.2 攀援植物生态习性** 参试攀援植物中,有常绿植物20种,落叶植物46种;攀援方式上,缠绕类有26种,卷绕类有18种,吸附类有12种,攀靠类有12种<sup>[6]</sup>。

## 3 结论

该研究参试的68种攀援植物在半阴条件下可以正常生长。在武汉冬季气温低于5℃时,口红花、翡翠珠、三角梅和空气凤梨容易发生冻害死亡。从生长量来看,达到4 m以上的品种有17种;生长量在2~4 m的种类有19种;年生长量在2 m以下的种类有32种。常绿植物20种,落叶植物46种;攀援方式上,缠绕类有26种,卷绕类有18种,吸附类有12种,攀靠类有12种。笔者根据对参试攀援植物的生物学特性和攀援方式的了解,总结了各种攀援植物的园林用途。

## 参考文献

- [1] 谢良生. 华南地区适宜岩质坡面绿化的攀援植物筛选[J]. 中国园林, 2006(11): 73-75.
- [2] 刘振林. 河北省木本攀援植物及其在垂直绿化中的应用[J]. 河北职业技术学院学报, 1999, 13(3): 51-55.
- [3] 鲍思伟. 浙江天台山野生观赏攀援植物资源及其园林应用[J]. 湖北大学学报: 自然科学版, 2005, 27(2): 169-173.
- [4] 臧得奎, 爰爱收, 徐兴东, 等. 山东省木本攀援植物及其在垂直绿化中的应用[J]. 山东农业大学学报, 1996, 27(1): 8-16.
- [5] 安明志, 杨瑞, 喻理飞. 贵州野生攀援植物资源及开发利用[J]. 林业资源管理, 2007(5): 92-96.
- [6] 包启伟. 福建西北部木本攀援植物观赏与应用[J]. 浙江林学院学报, 2000, 17(2): 225-228.
- [7] 史淑兰, 闫双喜, 孔德政, 等. 鸡公山自然保护区野生木本攀援植物资源与应用的研究[J]. 河南农业大学学报, 2001, 35(4): 360-363.

(上接第7591页)

指数则呈现先减少后增加的趋势,说明水域景观破碎度增强,人为因素的影响是水域景观变化的直接动力。

## 4 结论

研究区景观类型主要是以林地、耕地、建成区为主,这3类景观也是该流域景观主要驱动所在。1985~2005年,研究区景观类型总面积呈增加趋势。其中,水域、城乡用地面积每年均增加,但景观破碎度也在增加,说明人为因素是其主要驱动力。其他各地类景观、草地、未利用地面积波动很小,但草地景观的破碎度大,未利用地变化很小。

研究区景观斑块数不断增加,形状不规则性增强,复杂性增大,同时在空间上呈集中连片,趋于聚集分布,整体景观呈破碎化发展趋势,是因为研究区受到了强烈的人为干扰,尤其在长期的人地矛盾及大规模水土开发工程的影响下,使得流域斑块破碎化严重,空间异质性增强,且随着时间的推移,受人类活动的影响越来越大。

自20世纪90年代以来,研究区建筑景观面积持续增加,在空间上呈集中连片,趋于聚集分布,且破碎化程度增加

明显,这是由于研究区气候变化、水文因子,以及在广州市高速城市化的背景下,行政区域调整,村镇规划调整等自然和社会两方面因素共同作用的结果。

## 参考文献

- [1] 郭建国. 景观生态学格局过程尺度与等级[M]. 北京: 高等教育出版社, 2007.
- [2] 白军红, 欧阳华, 王庆改, 等. 基于Apack的若尔盖高原湿地景观空间格局分析[J]. 中国生态农业学报, 2008, 16(5): 1253-1256.
- [3] 任志远, 张艳芳. 土地利用变化与生态安全评价[M]. 北京: 科学出版社, 2003.
- [4] 傅伯杰, 陈利顶. 景观多样性的类型及其生态意义[J]. 地理学报, 1996, 51(5): 454-462.
- [5] TURNER M G. Spatial and temporal analysis of landscape patterns[J]. Landscape Ecology, 1990, 4(1): 21-30.
- [6] 常学礼, 郭建国. 科尔沁沙地景观格局特征[J]. 生态学报, 1998, 18(3): 225-232.
- [7] 黄俊芳, 王让会, 师庆东. 基于RS与GIS的三江河流域生态景观格局分析[J]. 干旱区研究, 2004, 21(1): 33-37.
- [8] MCGARIGAL K, MARKS B. FRAGSTATS: Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Reference Manual[M]. Oregon: Forest Science Department, Oregon State University, 1994.
- [9] 陈利顶, 傅伯杰. 黄河三角洲地区人类活动对景观结构的影响分析——以山东省东营市为例[J]. 生态学报, 1996, 16(4): 337-344.