

侧柏植株体积、叶面积的量测及其 与株高、冠幅的关系

郑翠娟¹, 王勇¹, 于金丹¹, 戴立峰², 白玲晓¹

(1. 内蒙古师范大学 内蒙古节水农业工程研究中心, 内蒙古 呼和浩特 010022;

2. 乌兰察布市水土保持工作站, 内蒙古 乌兰察布 012000)

摘要: 为了研究侧柏(*Platycladus orientates*)植株体积、叶面积的量测,及与株高、冠幅、叶面积指数间的定量关系,进行了相关的盆栽试验。试验结果表明,随长方体、圆柱体体积的增大,实体体积均呈线性极显著正相关。随冠幅的增大,实体体积、总叶面积分别呈线性($R=0.572$)和开口向下的抛物线($R=0.450$)规律变化。当冠幅 73 cm,圆柱体侧面积 0.546 m²,圆柱体横截面积 0.329 m² 时,总叶面积对应达最大值,分别为 3 581,3 639,3 523 cm²。随总叶面积的增大,叶体积、枝体积、实体体积呈开口向下的抛物线规律变化,均呈极显著相关关系。随叶体积的增大,叶面积指数呈开口向下的抛物线($R=0.742$)规律变化,叶体积 338 cm³ 时,达最大值 6.1。

关键词: 株高; 冠幅; 植株体积; 总叶面积; 叶面积指数

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2014)02-0182-04

中图分类号: S791.38

DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2014.02.039

Measurements of Plant Volume and Leaf Area of *Platycladus Orientalis* and Their Relations to Plant Height and Crown Width

ZHENG Cui-juan¹, WANG Yong¹, YU Jin-dan¹, DAI Li-feng², BAI Ling-xiao¹

(1. Inner Mongolia Engineering Research Center for Water-saving

Agriculture, Inner Mongolia Normal University, Hohhot, Inner Mongolia 010022, China;

2. Wulanchabu Workstation of Soil and Water Conservation, Wulanchabu, Inner Mongolia 012000, China)

Abstract: A pot experiment was conducted to study the measurements of plant volume and leaf area of *Platycladus orientates* and their relations to plant height, crown breadth and leaf area index(LAI). Results show that physical volume increased with the increase of cuboid and cylinder volume and had linear and extremely significantly positive correlation with cuboid and cylinder volume. With increasing crown width, physical volume and total leaf area presented linearity ($R=0.572$) and downward opening parabolas ($R=0.450$). When crown width was 73 cm, cylinder lateral area was 0.546 m² and cylinder cross sectional area was 0.329 m², corresponding total leaf areas reached the maximum values of 3 581, 3 639 and 3 523 cm², respectively. With increasing total leaf area, leaf and branch volumes and physical volume presented downward opening parabolas, which all showed a significantly positive correlation with total leaf area. With increasing leaf volume, leaf area index presented an upward opening parabola. When leaf volume was 338 cm³, leaf area index reached a maximum value of 6.1.

Keywords: plant height; crown width; plant volume; total leaf area; leaf area index

城市绿地是促进人居环境质量改善的最适载体, 同时园林植株具有营造城市景观风貌,改善城市生态对人居环境作用显著。植物是城市绿地的主体^[1-2], 环境的作用。从生态功能和低碳角度,应努力提高居

收稿日期:2013-01-13

修回日期:2013-06-15

资助项目:国家自然科学基金项目“基于绿量的北方城市常见绿篱树木耗水—景观—生态功能模型研究”(50969006);内蒙古应用技术与开发基金项目(20110524)

作者简介:郑翠娟(1983—),女(汉族),河北省廊坊市人,硕士研究生,研究方向为水资源可持续利用。E-mail:zhengcuijuan678@163.com。

通信作者:王勇(1970—),男(汉族),内蒙古自治区丰镇人,博士,副教授,主要从事节水灌溉理论与技术方面的研究。E-mail:wangyonglsx@163.com。

住地的绿地率和绿视率^[3],绿化时充分运用植物覆盖所有可覆盖的土壤。树冠由叶、枝及部分树干组成,是树木占据空间位置的主体,许多学者^[4-6]从不同角度对植株生物量、表观形状及其结构进行了研究,同时叶特性可以较好地指示植物生长状态,探究绿量与叶特性的关系,在绿化领域得到越来越广泛的应用^[7]。如从宏观和微观评价城市绿化建设水平的各种指标体系,描述城市绿地植物生长、形态和结构的株高、冠幅、叶面积指数、质地、颜色等指标,并以这些指标为基础,借助评分、图像处理及相应数学方法描述绿地植物的景观质量^[8];以绿量(指绿地植物茎叶所占的空间体积)为指标,对绿地生态效益的定量计算和评价等^[9],如罗茂焯^[10]提出了城市绿地节水灌溉的综合效益评价指标体系和评价方法,并建立了绿地植物美景度的统计回归模型。此外,增大绿化面积,增大土地覆盖率,直接影响到生态环境。叶面积作为评价生态环境的重要指标^[11-12],但对其研究报道较少。尤其将园林植物实体体积与株高、冠幅及其叶面积综合考虑的研究也不多^[13]。侧柏作为我国北方城市常见的绿篱树种之一,耐旱性强,对北方城市绿化起到了很大作用。所以以侧柏为试材,通过整个生育期控水处理的盆栽试验,在研究体积、叶面积测定方法的同时,探求其与株高、冠幅及叶面积指数生物定量关系,研究成果对指导侧柏园林绿化具有现实意义。

1 研究方法

1.1 试验布置

试验在内蒙古自治区节水农业工程研究基地进行,基地位于呼和浩特市和林格尔县盛乐经济园区,距呼和浩特市南 50 km 处,属典型的温带大陆性季风气候,全年降雨量 393 mm,年日照 2 941.8 h,年均气温 5.6 °C。2011 年 7—8 月两个月的降水约占全年降水的 50%。

试验所用土壤来自研究基地,为粉砂壤土,过筛(粒径 2 mm)后按肥土比 1:4 掺入农家肥(理化性质指标详见表 1),装入试验用塑料花盆。花盆上口直径 30 cm,底部直径 19 cm,盆高 23 cm。供试苗木取自内蒙古师范大学盛乐校区生态园温室大棚,苗龄 2 a。2010 年 4 月 23 日移栽,每盆 1 株。设 9 个灌水处理(表 2),每一处理设 5 个重复,共 45 盆,随机区组布置。为了减小苗木大小带来的误差,移栽时,尽量使每一区组内的苗木大小相近。苗木经 4 个月的生长后剪枝,株高为 50 cm。2011 年 5 月 23 日用秤重法开始控制灌水,电子天型号为 YP30000,精度为 1 g,9 月 22 日停止。灌水量用量筒量取,精确度为 0.5 ml。降水量由雨量筒测得,有效降雨量为降雨前后盆裁重量的差值。蒸散量为灌水量(mm)与有效降雨量(mm)之和。2011 年 9 月 22 日取样测定。

表 1 试验土壤成分

干容重/ (g·cm ⁻³)	田间持 水量/%	有机质/ (g·kg ⁻¹)	全氮/ (g·kg ⁻¹)	碱解氮/ (mg·kg ⁻¹)	全磷/ (g·kg ⁻¹)	速效磷/ (mg·kg ⁻¹)	全钾/ (g·kg ⁻¹)	速效钾/ (g·kg ⁻¹)	pH 值
1.49	26	6.29	0.18	6.26	0.51	50.34	27.19	195.99	8.8

表 2 不同的水分处理方式

处理	W1A	W1B	W1C	W1D	W2A	W2B	W2C	W2D	W2E
含水量	35%~ 100%	45%~ 100%	55%~ 100%	65%~ 100%	35%~ 45%	45%~ 55%	55%~ 65%	65%~ 75%	75%~ 100%

注:含水量均为占田间持水量(FC)的百分比。

1.2 实体体积量测

利用阿基米德原理,自制了排水法测定植株体积的设备,其结构如图 1 所示。2011 年 9 月 22 日,将每盆植株的叶片逐片摘下,并把树干从土面处剪断,进行测定。测定时,首先向圆筒内注入一定量的水,待水面稳定时读数,此时的水面高度 H_1 。将树叶装在网袋内,放入圆筒内带圆孔盖板 6 的下方,使其完全浸没在水中。待水面稳定时,调整游标 2 的高度,使电测针 3 的针尖恰好与水面接触,此时的水面高度 H_2 。 H_2 减 H_1 即为树叶排水高度 H ,用圆筒底面积

乘以 H 即得叶体积 V 。枝体积测定与叶相同。

1.3 卷尺测量计算体积

卷尺测量株高、冠幅,再计算得出侧柏的圆柱体侧面积、圆柱体横截面积、两种树形体积。计算公式分别为:

$$\text{圆柱体侧面积: } S_{\text{侧}} = H \cdot P$$

$$\text{圆柱体横截面积: } S_{\text{横}} = \pi(P/2)^2$$

$$\text{圆柱体体积: } V_{\text{柱}} = \pi(P/2)^2 \cdot H$$

$$\text{长方体体积: } V_{\text{长}} = H \cdot P_1 \cdot P_2$$

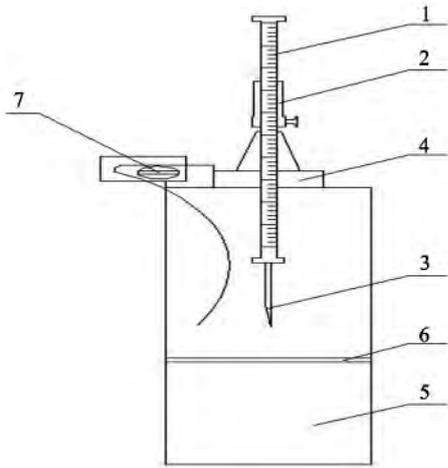


图 1 枝、叶实体体积量测设备示意图

1 刻度尺; 2 游标; 3 电测针; 4 固定支座; 5 圆筒; 6 带圆孔盖板; 7 电测针音响器

1.4 总叶面积及叶面积指数

首先将 1 个区组的 9 盆树苗(9 个水分处理各 1 个重复)移至室内,分别把树叶全部剪下(树苗不离花盆)编号放入塑料袋内,立即称总鲜叶重。然后从每一处理的鲜叶中随机取 7~10 g(即扫描鲜叶重),称重后粘贴在计算纸上,用 Samsung XCX-3201 扫描仪扫描。之后,用同样的方法取样另一区组,共取 5 个区组(5 个重复)。用 AutoCAD 软件量测工具测量每一粘贴叶的叶面积,用计算纸方格校核测量精度。各指标计算公式为:

$$S_1 = S_2 \cdot W_1 / W_2$$

式中: S_1 ——总叶面积 (cm^2); S_2 ——扫描叶面积 (cm^2); W_1 ——总鲜叶重(g); W_2 ——扫描鲜叶重(g)。

得出侧柏的叶面积总和 S_1 ,由卷尺测量的冠幅可得出圆柱体横截面积 $S_{\text{横}}$,叶面积指数:

$$\text{LAI} = S_1 / S_{\text{横}}$$

试验数据采用 SPSS 和 Excel 软件进行数据处理和分析。

2 结果与分析

2.1 实体体积随株高、冠幅的变化

由试验数据分析可得,实体体积与株高、冠幅的关系表现为随株高的增大,实体体积呈开口向下的抛物线规律变化,相关系数为 0.155。随冠幅的增大,实体体积呈线性规律变化,相关系数为 0.572,呈极显著正相关关系,即随着冠幅增长,树冠实体体积不断增加,由此看出,实体体积与冠幅的关系比株高密切。因此,在实际绿化中,一定范围内,可以促使冠幅不断增大,达到增大植株实体体积的目的。

2.2 实体体积与卷尺测量体积比较

由试验数据分析可得,实体体积与卷尺测量计算的体积关系表现为实体体积随长方体、圆柱体体积的增大,均呈线性变化,呈极显著正相关关系,相关系数分别为 0.599 和 0.591。所以日常生产条件下为了测量和计算方便,可直接用卷尺测量树木的株高和冠幅,将其视为长方体或圆柱体,计算植株体积,然后通过线性回归,计算树冠实体体积,实现树冠实体体积的活体测量。

2.3 总叶面积随株高、冠幅的变化

由图 2 可得,总叶面积与株高、冠幅的关系均呈开口向下的抛物线规律变化,相关系数分别为:0.155 和 0.202。总叶面积呈开口向下的抛物线左半部规律变化,相关系数为 0.450,呈极显著正相关关系。当冠幅为 73 cm 时,总叶面积达最大值 3 581 cm^2 。表明总叶面积与冠幅的关系比株高密切。

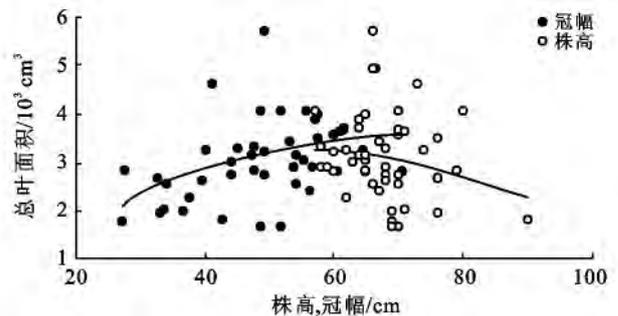


图 2 总叶面积随株高、冠幅的变化

2.4 总叶面积与圆柱体侧面积、横截面积的关系

由图 3 可以看出,总叶面积与卷尺测量计算的圆柱体侧面积、横截面积的关系表现为随圆柱体侧面积、横截面积的增大,总叶面积均呈开口向下的抛物线左半支规律变化,均为极显著正相关关系,相关系数分别为 0.388 和 0.451,当侧面积为 0.546 m^2 时,总叶面积达最大值 3 639 cm^2 ;当横截面积为 0.329 m^2 时,总叶面积达最大值 3 523 cm^2 ;在实际园林灌溉过程中,可以通过圆柱体侧面积、横截面积来回归计算植株的总叶面积。

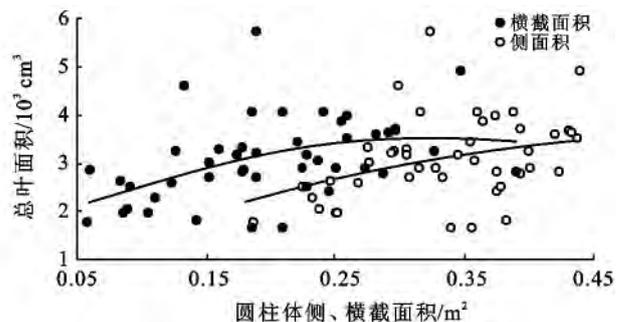


图 3 总叶面积与圆柱体侧面积、横截面积的关系

2.5 圆柱体侧面积与横截面积的关系

由图 4 分析可知,圆柱体侧面积与横截面积的关系表现为随横截面积的增大,侧面积呈开口向下的抛物线左半支规律变化,相关系数为 0.905,极显著正相关。当横截面积为 0.439 m^2 时,侧面积达最大值 0.436 m^2 。横截面积越大,表明植株的冠幅越大,而侧面积代表的是株高与冠幅的乘积。从而在一定程度上与植株体积相联系,更好地解决实际绿化的质量问题。

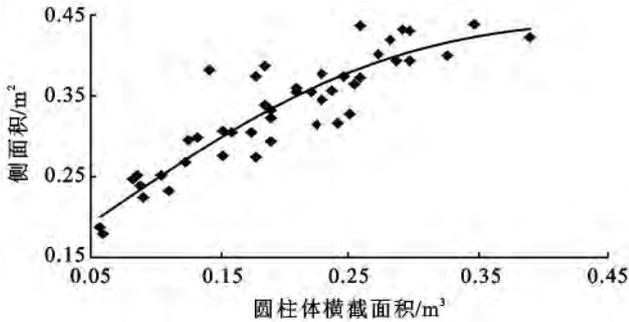


图 4 圆柱体侧面积随横截面积的变化

2.6 叶体积、枝体积、实体体积与总叶面积的关系

由图 5 可以看出,叶体积、枝体积、实体体积随总叶面积的关系表现为随总叶面积的增大,叶体积、枝体积、实体体积呈开口向下的抛物线规律变化,均呈极显著相关关系,相关系数分别为 0.867, 0.399 和 0.834。当总叶面积为 0.974 m^2 时,叶体积达最大值 342 cm^3 ;当总叶面积为 0.530 m^2 时,枝体积达最大值 189 cm^3 ;当总叶面积为 0.669 m^2 时,实体体积达最大值 479 cm^3 ;表明叶体积较枝体积、实体体积随总叶面积的变化更敏感。

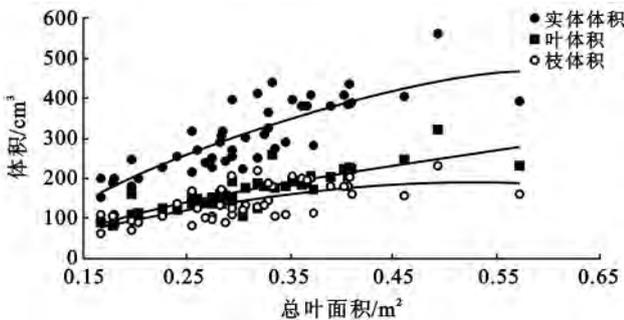


图 5 叶体积、枝体积、实体体积与总叶面积的关系

2.7 叶面积指数随叶体积的变化

由图 6 分析可得,叶面积指数与叶体积的关系表现为随叶体积的增大,叶面积指数呈开口向下的抛物线规律变化,呈极显著正相关关系,相关系数为 0.742。当叶体积为 338 cm^3 时,叶面积指数有最大值 6.1。

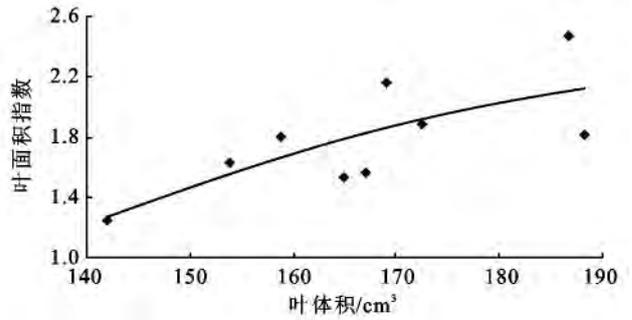


图 6 叶面积指数随叶体积的变化

3 结论

(1) 实体体积、总叶面积与冠幅的关系比株高密切。所以增大树冠实体体积与总叶面积的方法,均促进冠幅不断增大。

(2) 圆柱体侧面积随横截面积的增大为极显著正相关关系。随圆柱体侧面积、横截面积的增大,总叶面积均呈开口向下的抛物线规律变化,均呈极显著相关,相关系数分别为 0.388 和 0.451。

(3) 随长方体、圆柱体体积的增大,实体体积均呈极显著线性正相关变化;随圆柱体侧面积、横截面积的增大,总叶面积均呈开口向下的抛物线规律变化,均呈极显著相关。可以通过长方体、圆柱体体积来回归计算实体体积,通过圆柱体侧面积、横截面积来回归计算总叶面积。

(4) 叶体积较枝体积、实体体积随总叶面积的变化更敏感。当总叶面积为 0.974 m^2 时,叶体积达最大值 342 cm^3 ;当总叶面积为 0.530 m^2 时,枝体积达最大值 189 cm^3 ;当总叶面积为 0.669 m^2 时,实体体积达最大值 479 cm^3 。

(5) 随叶体积的增大,叶面积指数分别呈开口向下的抛物线规律变化,相关系数为 0.742,呈极显著相关关系。

[参 考 文 献]

[1] 屈志强,丁国栋,赵方莹,等. 覆盖在立体绿化中对植物节水效益影响的研究[J]. 水土保持研究, 2006, 13(6): 288-292.

[2] Feng Zhongke, Xu Zhenxiang. Under crown taper equation of form point method in combination with three dimensional point sampling with angle gauge for stand volume estimation[J]. Journal of Beijing Forestry University, 2005, 27(S2): 14-20.

[3] 李伟,贾宝全. 城市森林三维绿量研究现状与展望[J]. 世界林业研究, 2008, 21(4): 31-34.

[4] 滕流慧,聂建平. 我国节水灌溉技术的现状及发展前景[J]. 水利水电技术, 1997, 3(28): 52-55.

(下转第 191 页)

[参 考 文 献]

- [1] 赵安玖,胡庭兴,李贤伟. 四川省退耕还林模式初探[J]. 四川林勘设计,2001,23(4): 16-20, 32.
- [2] 刘闯,胡庭兴,李强,等. 巨桉林草间作模式中牧草光合生理生态适应性研究[J]. 草业学报,2008,17(1): 58-65.
- [3] 刘子雄,朱天辉,张健. 两种不同退耕还林模式下的土壤微生物特性研究[J]. 水土保持学报,2006,20(3): 132-135.
- [4] 荣丽,李贤伟,朱天辉,等. 光皮桦细根与扁穗牛鞭草草根分解的土壤微生物数量及优势类群[J]. 草业学报,2009,18(4): 117-124.
- [5] 周智彬,李培军. 塔克拉玛干沙漠腹地人工绿地土壤中微生物的生态分布及其与土壤因子间的关系[J]. 应用生态学报,2003,14(8): 1246-1250.
- [6] 杨玉盛,邱仁辉,俞新妥,等. 杉木连栽土壤微生物及生化特性的研究[J]. 生物多样性,1999,7(1): 1-7.
- [7] Zelles L. Fatty acid patterns of phospholipids and lipopolysaccharides in the characterization of microbial communities in soil: A review[J]. Biology and Fertility of Soils, 1999, 29(2): 111-129.
- [8] Baltramaityte D, Rutkoviene V, Svirskiene A. Changes of soil microorganism coenosis composition and enzymic activity in different farming systems on Calc(ar) I; Epi-
gleic Luvisol soil [J]. Zemdirbyste, Mokslo-Darbai, 2000, 72: 252-267.
- [9] 《中国森林》编辑委员会. 中国森林[M]. 北京: 中国林业出版社, 2000: 1355-1359, 1920-1923.
- [10] 辉朝茂,杜凡,杨宇明. 竹类培育与利用[M]. 北京: 中国林业出版社, 1996: 59-62.
- [11] 徐秋芳,姜培坤. 毛竹竹根区土壤微生物数量与酶活性研究[J]. 林业科学研究,2001,14(6): 648-652.
- [12] 杨承栋,焦如珍. 杉木人工林根际土壤性质变化的研究[J]. 林业科学,1999,35(6): 2-9.
- [13] 中国科学院南京土壤研究所微生物室. 土壤微生物研究法[M]. 北京: 科学出版社,1985: 40-179.
- [14] 赵斌,何绍江. 微生物学实验[M]. 北京: 科学出版社, 2002: 20-92.
- [15] 关松荫. 土壤酶及其研究法[M]. 北京: 农业出版社, 1986.
- [16] 杨承栋. 森林土壤研究几个方面的进展[J]. 世界林业研究,1994,7(4): 14-20.
- [17] 厉婉华. 苏南丘陵区不同林分下根际根外土壤微生物区系及酶活性[J]. 生态学杂志,1994,13(6): 11-14.
- [18] 章家恩,刘文高,王伟胜. 南亚热带不同植被根际微生物数量与根际土壤养分状况[J]. 土壤与环境,2002,11(3): 279-282.
- [5] Williams M, Bell R, Spadavecchia L, et al. Upscaling leaf area index in an Arctic landscape through multiscale observations[J]. Global Change Biology, 2008, 14(7): 1517-1530.
- [6] 王瑞辉. 北京主要园林树种耗水性及节水灌溉制度研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2006.
- [7] 罗茂焯. 城市绿地节水灌溉效益评价方法研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2006.
- [8] 肖强,叶文景,朱珠,等. 利用数码相机和 Photoshop 软件非破坏性测定叶面积的简便方法[J]. 生态学杂志, 2005, 24(6): 711-714.
- [9] 张健钦,王秀,龚建华,等. 基于机器视觉技术的叶面积测量系统实现[J]. 自然科学进展, 2004, 14(11): 1304-1310.
- [10] 陈天林,徐学选,张北赢,等. 黄土丘陵区刺槐生长季生态需水研究[J]. 水土保持通报, 2008, 28(2): 54-57.
- [11] 范文军,宁站亮,刘勇诚. 我国水资源现状探讨[J]. 北方环境, 2011, 23(7): 68.
- [12] Li Bo, Song Yun, Yu Kongjian. Evaluation Method for Measurement of Accessibility in Urban Public Green Space Planning [J]. Journal of Peking University, 2008, 44(4): 618-624.
- [13] 王勇,杨培岭,任树梅. 有机抗旱剂 BGA 对大叶黄杨生长及耗水特性的影响[J]. 水土保持学报, 2006, 20(3): 150-157.

(上接第 185 页)