

青海明亮长脚金龟发生规律

王 峰¹, 刘先福^{2,3}, 李俊凯³, 王文凯³, 殷恒奎¹, 陈 立^{2*}

(1. 青海省天峻县环境保护和林业局, 天峻 817200; 2. 中国科学院动物研究所农业虫害鼠害综合治理研究国家重点实验室, 北京 100101; 3. 长江大学农学院, 荆州 434025)

摘要 调查了明亮长脚金龟在不同寄主植物上的分布, 结果表明, 肋果沙棘上金龟的数量显著多于金露梅、水柏枝和狼毒。通过利用十字阻隔式诱捕器诱捕金龟的方法调查了明亮长脚金龟对不同颜色的趋性, 结果显示, 明亮长脚金龟对黄色的趋性最强, 显著高于其他颜色, 其他依次为白色、蓝色、紫色、青色、橙色, 对绿色和黑色的趋性较弱。进一步利用黄色诱捕器调查了明亮长脚金龟的日发生规律, 结果显示, 明亮长脚金龟每天活动高峰在12:00—14:00, 此时温度达到26℃, 回归分析结果表明金龟的活动规律与温度成正相关。

关键词 明亮长脚金龟; 寄主偏好; 颜色诱捕; 发生规律

中图分类号: S 433.8 文献标识码: A DOI: 10.3969/j.issn.0529-1542.2015.03.034

Occurrence of a long-legged chafer, *Hoplia spectabilis* Medvedev (Coleoptera: Scarabaeidae) in Qinghai Province

Wang Feng¹, Liu Xianfu^{2,3}, Li Junkai³, Wang Wenkai³, Yin Hengkui¹, Chen Li²

(1. Department of Environmental Protection and Forestry at Tianjun County, Qinghai Province, Tianjun 817200, China; 2. State Key Laboratory of Integrated Management of Pest Insects and Rodents, Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China; 3. College of Agronomy, Yangtze University, Jingzhou 434025, China)

Abstract *Hoplia spectabilis* Medvedev (Coleoptera: Scarabaeidae), a long-legged chafer, has caused significant damage and even death to several key species of woody shrubs. In this study, we investigated the distribution of *H. spectabilis* on different host plants. The number of long-legged beetle on *Hippophae neurocarpa* was significantly more than that on *Potentilla fruticosa*, *Myricaria germanica*, and *Stellera chamaejasme*. Color traps in the field by using cross-pane funnel (barrier) traps demonstrated that the yellow trap caught significantly more beetles than other color traps, followed by white, blue, purple, cyan, and orange, and the green and black trap caught less beetles. Therefore, yellow traps were used to monitor daily activity rhythm of the beetles. The beetles were active during 10:00 and 18:00 when temperature was above 15℃. The peak time was from 12:00 to 14:00 when temperature reached at 26℃. Regression analysis between the number of beetles caught by yellow traps and temperature showed that the activity of beetles was positively related to temperature.

Key words *Hoplia spectabilis*; host preference; color trap; occurrence

明亮长脚金龟(*Hoplia spectabilis* Medvedev)属鞘翅目(Coleoptera)金龟总科(Scarabaeoidea)鳃金龟科(Melolonthidae)爪鳃金龟属(*Hoplia*), 主要分布于川西北高原的九龙、康定等地^[1]。在青海省主要分布在布哈河流域两岸及周边的海西蒙古族藏

族自治州天峻县, 海北藏族自治州刚察县、海晏县和祁连县, 海南藏族自治州的共和县和贵南县^[2-3]。2005年以来该种在青海省天峻县暴发成灾, 为当地主要害虫^[3-4]。布哈河流域生态环境脆弱, 肋果沙棘(*Hippophae neurocarpa* S. W. Liu et T. N. He)、水

收稿日期: 2014-04-11 修订日期: 2014-04-23

基金项目: 国家自然科学基金项目(31171847)

致谢: 感谢长江大学2007级本科生朱嘉琪、孙赛参与金龟调查, 青海省森林病虫害防治检疫总站马建海、杨启青工程师提供技术指导。

* 通信作者 E-mail: chenli@ioz.ac.cn

柏枝[*Myricaria germanica* (Linn.) Desv.]等荒漠灌木林为青海湖布哈河流域生态屏障,害虫的大发生已造成大片灌木林死亡,对该县荒漠植被水源涵养、防风固沙等功能的发挥造成巨大影响^[5]。

目前对明亮长脚金龟的防治方法主要是化学防治,物理防治暂时还局限于人工捕捉及单色诱捕器诱捕^[6]。因此,研究明亮长脚金龟在植物上的分布、对颜色的喜爱程度和活跃时间,可以为明亮长脚金龟的监测和物理防治提供很好的技术支撑。本试验研究明亮长脚金龟在不同寄主植物上的分布,对不同颜色的喜爱程度及暴发时的日发生规律,确定优势寄主、次要寄主,对颜色的趋性及日发生高峰期等生物规律,为以后明亮长脚金龟的生物和物理防治,如利用寄主植物挥发物、明亮长脚金龟性信息素加上适合的颜色诱捕器等进行防治打下良好的基础。

1 材料与方法

1.1 试验区域概况

试验地点位于青海省海西蒙古族藏族自治州天峻县境内的布哈河流域。胡颓子科肋果沙棘(*H. neurocarpa*)、蔷薇科金露梅(*Potentilla fruticosa* Linn.)、柽柳科水柏枝(*M. germanica*)和瑞香科狼毒(*Stellera chamaejasme* Linn.)4种植物主要沿布哈河流两岸生长,明亮长脚金龟暴发区域为寄主植物与草地相邻的林草交界处,所有试验地点均选这种林草交界处。选取的试验地点内明亮长脚金龟大范围发生,肋果沙棘、水柏枝、金露梅和狼毒这4种植物生长分布较为一致,能很好地排除因植物分布不同而引起的试验偏差。

1.2 试验设计与方法

1.2.1 明亮长脚金龟在不同寄主植物上的分布

在明亮长脚金龟大发生区域的寄主植物与草地交界处,随机选取肋果沙棘、水柏枝、金露梅和狼毒各15株,每2株植物间至少间隔5 m。每日14:00调查一次植株上明亮长脚金龟的数量,连续调查3 d。在地面铺一层薄膜,摇晃拍打植株,由于明亮长脚金龟具有假死习性,受外界惊扰后跌落于薄膜上,植株上只剩下少数金龟,将薄膜上金龟数量与植株上剩余数量相加即为其总数。该试验在2010年7月9日到11日之间完成。

1.2.2 不同颜色诱捕器对明亮长脚金龟的诱捕

试验所用诱捕器为十字阻隔式诱捕器,诱捕器的有效面积是2400 cm²(即两片长40 cm×30 cm的

薄塑料片,都沿长边从中间割开一半,成十字形组装),有黑色和黄色两种,可以在黑色诱捕器上贴不同颜色的纸张,制成各种颜色的诱捕器。诱捕器由北京中捷四方生物科技有限公司提供。

选用黑色诱捕器40个,贴上8种不同颜色的纸,得到8种颜色的诱捕器,每种颜色诱捕器各5个,不贴纸的黑色诱捕器为对照。对不同颜色诱捕器进行编号,分别为:1号黑色,2号白色,3号橙色,4号黄色,5号绿色,6号青色,7号蓝色,8号紫色。选取空地一块,采用随机区组排列的方式将1至8号诱捕器放置于空地中,共设置5个重复。诱捕器顶端的高度为离地面1.5 m,每个诱捕器之间间隔10 m,并与其他试验之间间隔50 m。每日早上8:00清空各诱捕器里的明亮长脚金龟,开始试验,18:00统计各诱捕器诱捕到的明亮长脚金龟数量,连续调查3 d。该试验在2010年7月9日到11日之间完成。

8种诱捕器的颜色用三种原色—红色、绿色和蓝色的色光以不同的比例相加的数字模式来表示,即红绿蓝颜色模型(RGB颜色模型),是用来量化不同颜色的最常用颜色模型^[7]。颜色分析使用的照片用佳能Canon EOS 600D数码相机在野外拍摄,拍摄时间2014年7月12日上午11:30。照片颜色分析采用John Byers的Java软件^[8]。

1.2.3 明亮长脚金龟的日发生规律

选用黄色诱捕器10个,放置于肋果沙棘长势一致且明亮长脚金龟大发生区域,诱捕器的顶端高度为距地面1.5 m,每个诱捕器之间间隔10 m。每日8:00,把诱捕器中金龟清空,从10:00到18:00,每2 h统计一次所诱捕到的明亮长脚金龟总数量及每个诱捕器中明亮长脚金龟的雌雄数量,并记录当时的温度,此试验于连续天气好的2010年7月15日到17日完成。

1.3 数据统计与分析

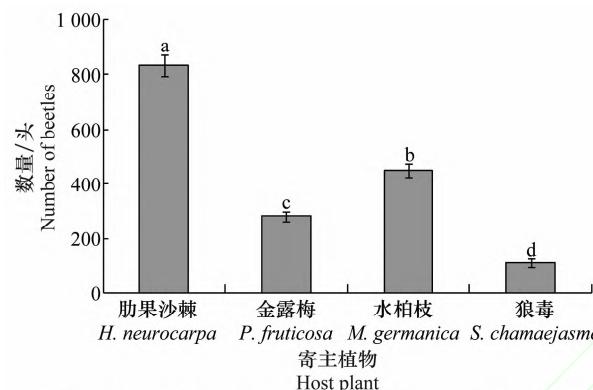
采用Excel 2010和SPSS 19.0(SPSS Inc., USA)等软件进行数据统计与分析。明亮长脚金龟在不同寄主植物上的分布差异和对不同颜色趋性的差异采用Tukey-HSD多重比较检测差异显著性($P < 0.05$)。

2 结果与分析

2.1 明亮长脚金龟在不同寄主植物上的分布

在明亮长脚金龟发生区域随机挑选15株寄主植物,连续3 d调查寄主植物上明亮长脚金龟的数

量,得到每株植物上连续3 d金龟的总数量。结果很好地反映明亮长脚金龟在不同寄主植物上的分布。从图1中可知,明亮长脚金龟在4种不同寄主植物上的分布有显著差异,肋果沙棘为优势寄主,同时也是受害最为严重的寄主,水柏枝次之,金露梅第三,狼毒上为害情况最轻。田间观察也发现,当成片的肋果沙棘林中有少量水柏枝和金露梅时,金露梅和水柏枝上金龟很少,受害程度也很轻。



不同字母表示明亮长脚金龟在4种寄主植物上分布差异达到显著水平($P<0.05$, Tukey-HSD检验)

Different letters indicate significant difference among 4 host plants ($P<0.05$, Tukey-HSD test)

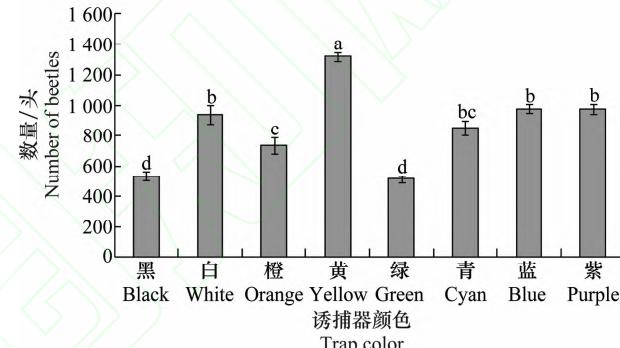
图1 不同寄主植物上明亮长脚金龟的数量

Fig. 1 Mean number of *Hoplia spectabilis* beetles on different host plants

2.2 不同颜色诱捕器对明亮长脚金龟的诱捕

经过连续3 d诱捕,8种颜色40个诱捕器共诱

捕到31 806头金龟。各颜色诱捕器诱捕总数量分别为:黑色1 711头,白色4 485头,橙色1 980头,黄色7 880头,绿色1 882头,青色4 090头,蓝色4 997头,紫色4 781头。从图2中可以看出,明亮长脚金龟对不同颜色的趋性存在显著差异。其中对黄色趋性最强,明显强于其他几种颜色,白色、蓝色、紫色和青色次之,对橙色的趋性较弱,对黑色、绿色的趋性最弱。这跟一般昆虫都有黄色趋性的结论相吻合,可以考虑用黄色诱捕器来防治金龟。诱捕器颜色照片的RGB模型分析结果如表1。



不同字母表示8种不同颜色诱捕器诱捕到明亮长脚金龟的数量差异达到显著水平($P<0.05$, Tukey-HSD检验)

Different letters indicate significant difference among 8 different color traps ($P<0.05$, Tukey-HSD test)

图2 不同颜色诱捕器诱到的明亮长脚金龟的数量

Fig. 2 Mean captures of *H. spectabilis* by eight different color traps

表1 8种诱捕器颜色的RGB平均值和百分比¹⁾

Table 1 Means of RGB values and trichromatic percentages from digital photos of eight colored traps

诱捕器颜色 Trap color	R±SE	R/%	G±SE	G/%	B±SE	B/%
橙色 Orange	167±7	44.4	144±7	39.5	59±6	16.1
黄色 Yellow	229±2	41.6	207±2	37.6	114±4	20.8
绿色 Green	68±3	25.1	171±2	54.1	77±2	24.4
青色 Cyan	133±3	25.4	221±1	42.3	169±3	32.3
蓝色 Blue	102±4	18.9	203±2	37.7	234±2	43.4
紫色 Purple	152±7	36.3	103±5	24.6	164±6	39.1
黑色 Black	110±7	32.3	113±6	33.1	118±7	34.6
白色 White	191±2	31.9	210±1	35.1	197±2	32.9

1) 表中数据为红(R)、绿(G)、蓝(B)三原色像素的平均值±标准误和像素相应的百分比;8种诱捕器颜色的数码相片在野外条件下采集,采集时间2014年7月12日。

Data in the table were represented as mean ± SE of red (R), green (G) and blue (B) and their percentages (R%, G%, B%); and digital photos of colored traps were taken under field conditions on 12 July, 2014.

2.3 明亮长脚金龟的日活动规律

经过连续3 d的诱捕,10个黄色诱捕器共诱捕到18 896头明亮长脚金龟,其中雌虫8 017头,雄虫

10 879头,雌雄性比约为1:1.36,雄性略多于雌性。由图3可知,明亮长脚金龟的活跃期为中午12:00—14:00,此时温度最高,约为26 °C。可以看到大量

的金龟在寄主植物上空纷飞,在寄主上取食、交配。早上10:00,气温约为16℃,此时可以看到金龟开始出土取食,飞向寄主植物。在18:00,温度约为15℃,金龟都返回土中,滞留在寄主植物上的少量金龟基本停止活动。将同一时间段10个黄色诱捕器诱集到的金龟总数对温度进行回归分析,结果如图4所示。诱集到的金龟数量与温度成正相关,回归方程为 $y=369.06x-5034.67$ ($r^2=0.7008$, $P < 0.0001$),说明明亮长脚金龟的日活动规律与温度有关,温度越高,金龟就越活跃。

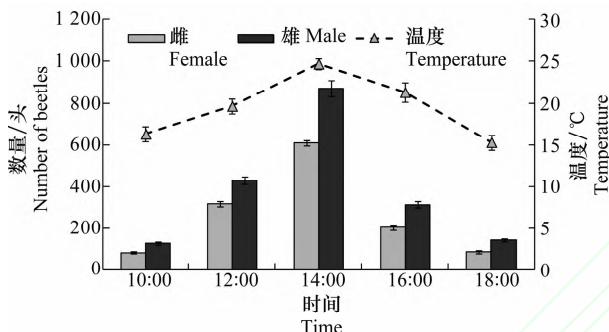


图3 诱捕器诱到的明亮长脚金龟的总数量和温度变化

Fig. 3 Mean captures of *H. spectabilis* and relevant temperature dynamic

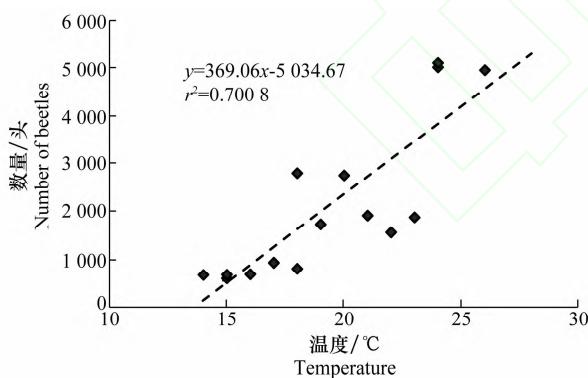


图4 诱捕器诱集到金龟的总数量与温度的相关关系

Fig. 4 Correlation between total captures of *H. spectabilis* and temperature

3 讨论

明亮长脚金龟对寄主植物的选择存在显著的差异,对肋果沙棘、金露梅、水柏枝的选择性高于狼毒。肋果沙棘是布哈河流域灌木林的优势植物,分布广,对防风固沙起着关键作用。所以当明亮长脚金龟大量暴发时,肋果沙棘受害最为严重,成片死亡,严重威胁生态环境。本文调查明亮长脚金龟的寄主植物偏好性,将有助于研究寄主植物挥发物在对明亮长

脚金龟定位中所起的作用,从而开发植物引诱剂来防治明亮长脚金龟。Zhang等^[9]研究其他几种金龟如日本丽金龟等的性信息素引诱剂和寄主植物挥发物对明亮长脚金龟的引诱作用,结果表明,其他金龟的性信息素引诱剂和植物绿叶挥发物对明亮长脚金龟没有引诱作用。说明明亮长脚金龟并不与其他金龟共享性信息素成分,并对寄主植物有专化性。明亮长脚金龟暴发区域都是林草交界处,在灌木林里面不见有明亮长脚金龟为害,这说明肋果沙棘释放的挥发物是吸引明亮长脚金龟来取食的关键因素。

在对不同颜色的趋性试验中,明亮长脚金龟对不同颜色的喜爱程度表现出明显的差异。对黄色的趋性最强,对白色、蓝色次之,对绿色和黑色最弱,说明可以利用黄色色板诱集明亮长脚金龟。日本长脚金龟(*H. communis*)对白色衣服或白色汽车等表面白色的物体有明显的趋性^[10]。白色诱捕器对防治蔷薇刺金龟(*Macrodactylus subspinosus*)是最好的颜色选择^[11]。黄色、白色和浅蓝色引诱到同样多的花金龟[*Epicometis (Tropinota) hirta*]^[12]。不同颜色的诱捕器与寄主植物挥发物配合使用,能诱集到大量的日本丽金龟,主要颜色有黄色、白色、绿色、蓝色等^[13-15]。因此,鉴定寄主植物肋果沙棘、金露梅、水柏枝的挥发物成分,开发植物挥发物引诱剂,并与黄色诱捕器配合使用,可更好地用于明亮长脚金龟的监测和防治。

通过对黄色诱捕器中各时间段及各温度下捕获的明亮长脚金龟数量统计可以看出时间及温度对明亮长脚金龟成虫活动有明显影响。明亮长脚金龟活跃高峰期发生在中午12:00至14:00,气温25~26℃之间。且在此温度和时间段下,明亮长脚金龟大批起飞,寻找寄主植物取食和交配。早晚气温低,金龟子活动明显减弱,可见温度对明亮长脚金龟的活动影响更大,所以防治时期放在成虫高峰期,这样可以保证发挥出最好的防治效果。

参考文献

- [1] 载贤才,高明文,李国钰.川西北高原金龟子名录[J].甘孜科技,2002,23(2):1~34.
- [2] 朱占祥,马寿,祁宝.天峻县布哈河两岸灌木丛虫害调查[J].青海草业,2006,15(4):54~56.
- [3] 杨启青,赵丰钰,马建海,等.明亮长脚金龟生物学特性初步观察[J].中国森林病虫,2009,28(6):12~13.
- [4] 农向群,张泽华,杨启青,等.明亮长脚金龟成虫及卵的形态特

- 征[J]. 中国森林病虫, 2009, 28(5): 17–18.
- [5] 王峰. 天峻县明亮长脚金龟子成虫发生规律及其与林分因子的关系[J]. 科技致富向导, 2011(27): 397.
- [6] 姚海英. 阻隔式色诱技术防治明亮长脚金龟子效果研究[J]. 现代农业科技, 2010(21): 185–187.
- [7] Blackmer J L, Byers J A, Rodriguez-Saona C. Evaluation of color traps for monitoring *Lygus* spp.: Design, placement, height, time of day, and non-target effects[J]. Crop Protection, 2008, 27: 171–181.
- [8] Byers J A. Analysis of insect and plant colors in digital images using Java software on the internet [J]. Annals of the Entomological Society of America, 2006, 99: 865–874.
- [9] Zhang Q H, Ma J H, Yang Q Q, et al. Olfactory and visual responses of the long-legged chafer *Hoplia spectabilis* Medvedev (Coleoptera: Scarabaeidae) in Qinghai Province, China [J]. Pest Management Science, 2011, 67: 162–169.
- [10] Imai T, Maekawa M, Tsuchiya S, et al. Field attraction of *Hoplia communis* to 2-phenylethanol, a major volatile component from host flowers, *Rosa* spp. [J]. Journal of Chemical Ecology, 1998, 24: 1491–1497.
- [11] Williams R N, McGovern T P, Klein M G, et al. Rose chafer (Coleoptera: Scarabaeidae): improved attractants for adults [J]. Journal of Economic Entomology, 1990, 83: 111–116.
- [12] Schmera D, Tóth M, Subchev M, et al. Importance of visual and chemical cues in the development of an attractant trap for *Epicometis (Tropinota) hirta* Poda (Coleoptera: Scarabaeidae)[J]. Crop Protection, 2004, 23: 939–944.
- [13] Hamilton D W, Schwartz P H, Townshend B G, et al. Effect of color and design of traps on captures of Japanese beetles and bumblebees [J]. Journal of Economic Entomology, 1971, 64: 430–432.
- [14] Ladd T, Klein M G. Influence of trap colors on captures of Japanese beetles (Coleoptera: Scarabaeidae)[J]. Journal of Economic Entomology, 1983, 76(2): 256–258.
- [15] Ladd T L, Klein M G. Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) response to color traps baited with phenethyl propionate + eugenol + geraniol (3:7:3) and Japonilure [J]. Journal of Economic Entomology, 1986, 79: 84–86.

(责任编辑: 王 音)

(上接 172 页)

金龟的出土量保持相对较高,但是纵观整个发生盛期,日均温对出土量的影响上升到了第一位。所以华北大黑鳃金龟的具体发生情况还是要综合当时的日均温、平均相对湿度和降雨量因素的影响来进行研究。

利用灰色系统分析法^[12]可以通过分析小样本信息的特征,来分析影响昆虫发生的因素,可以充分利用现有的信息更好地反映昆虫发生与其他影响因子之间的关系。对于灰色关联分析分辨系数 ρ 可取值为(0~+∞),当 $\rho \leqslant 0.05263$ 时,较容易观察关联度的分辨率的变化,故通常应取值 $\rho=0.05$,以提高灰色关联分析的分辨率^[13],为预测预报和有目的防治华北大黑鳃金龟提供理论依据。

参考文献

- [1] 罗益镇,崔景岳. 土壤昆虫学[M]. 第1版. 北京:中国农业出版社,1995:31–33.
- [2] 王丙丽,王洪亮. 花生田蛴螬的成灾原因及综合治理[J]. 河南农业科学,2006(7):66–68.
- [3] 顾耘,王思芳,张迎春. 东北与华北大黑鳃金龟分类地位的研究

- [4] 王秀利. 花生田蛴螬的发生规律发生原因及防治对策[J]. 安徽农业科学,2004,32(2):287.
- [5] 高先涛. 嘉祥县细胸金针虫、华北大黑鳃金龟重发生原因分析及综防措施[J]. 中国农技推广,2009,25(10):42–43.
- [6] 刘珍. 花生田蛴螬暴发原因分析及防治对策探讨[J]. 中国植保导刊,2003,23(7):7–9.
- [7] 宋江春,王建玉,杨廷勤,等. 南阳夏花生蛴螬发生规律及防治技术[J]. 农业科技通讯,2009(12):179–180.
- [8] 秦雪峰,吕文彦,杜开书,等. 草坪蛴螬种群调查及综合治理研究[J]. 河南农业科学,2007(2):56–57.
- [9] Li Xingquan, Chen Chuan, Wen Yaodong, et al. Effects of climate factors on the occurrence of scarab [J]. Plant Diseases and Pests, 2010, 1(4): 22–24.
- [10] 伍椿年,樊继贵. 华北大黑鳃金龟的发生和测报[J]. 病虫测报,1991(1):11–12.
- [11] 仵均祥. 农业昆虫学北方本[M]. 北京:中国农业出版社,2002:49–50.
- [12] 唐启义,冯明光. DPS 数据处理系统——实验设计、统计分析与模型优化[M]. 北京:科学出版社,2006:907–914.
- [13] 申卯兴,薛西锋,张小水. 灰色关联分析中分辨系数的选取[J]. 空军工程大学学报(自然科学版), 2003, 4(1): 68–70.

(责任编辑: 王 音)