

浑善达克沙地三趾跳鼠体重与年龄划分

王也^{①②} 张文杰^{①②} 任娅茹^① 张小倩^{①②} 苏永志^{①②}
贾举杰^② 宛新荣^② 陈卫^{①*}

① 首都师范大学生命科学学院 北京 100048; ② 中国科学院动物研究所 北京 100101

摘要: 哺乳动物的年龄划分始终是动物种群生态学研究的基础内容之一, 同时鼠类年龄划分方法在害鼠的预测和控制实践中具有十分重要的意义。2002~2003年, 在内蒙古锡林郭勒盟浑善达克沙地, 采用常规铗线方法对三趾跳鼠(*Dipus sagitta*)的种群年龄进行调查。2年间共捕获三趾跳鼠125只, 其中雄82只, 雌43只。对每只捕获的三趾跳鼠样本进行了体长、体重、胴体重、繁殖特征记录, 利用胴体重为标准, 参考样本出现的时间(月份)及繁殖特征, 将三趾跳鼠划分年龄组。捕获到的三趾跳鼠可划分为3个自然年龄组, 即1龄组(胴体重 ≤ 71 g)、2龄组(71 g < 胴体重 ≤ 90 g)和3龄及以上组(胴体重 > 90 g), 三趾跳鼠最大年龄至少3龄。鉴定三趾跳鼠年龄运用胴体重法相对简便准确。

关键词: 三趾跳鼠; 年龄鉴定; 胴体重; 体重

中图分类号: Q958 文献标识码: A 文章编号: 0250-3263(2014)06-798-06

The Study on the Weight and Age of *Dipus sagitta* in Hunshangdake Sandy Land

WANG Ye^{①②} ZHANG Wen-Jie^{①②} REN Ya-Ru^① ZHANG Xiao-Qian^{①②} SU Yong-Zhi^{①②}
JIA Ju-Jie^② WAN Xin-Rong^② CHEN Wei^{①*}

① School of Life Sciences, Capital Normal University, Beijing 100048; ② Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China

Abstract: The mammalian age determination is one of the basic requirement in the study of animal population ecology, while the method of rodent age determination has great significance in the prediction and control of rodents in practice. Although ecology, disease, evolution of Northern Three-toed Jerboa (*Dipus sagitta*) have been investigated in great detail, few studies have focused on its age determination. Total of 125 samples of *Dipus sagitta* (43 females and 82 males) collected in Hunshandake Sandy Land in Inner Mongolia from 2002 to 2003, were used to make age estimation by carcass weight. We recorded each capture on the body length, body weight, carcass weight, propagation characteristics. The carcass weight of male and female were analyzed by *t*-test. Results show that the difference of male and female in weight is not obvious difference ($P > 0.05$) (Table 1). Using body weight without viscera as the standard, according to characteristics of the frequency distribution and the captured time (month) (Fig. 1), the samples can be divided into 3 natural age groups: group I (0-1 years old); body weight without viscera ≤ 71 g; group II (1-2 years old): 71 g < body weight without

基金项目 中国科学院战略生物资源科技支撑体系运行专项(野生)动物实验平台运行补助经费项目, 公益性行业(农业)科研专项经费项目(No. 201203041);

* 通讯作者, E-mail: 104069729@qq.com;

第一作者介绍 王也, 男, 硕士研究生; 研究方向: 动物生态和动物行为学; E-mail: wangyefoffice@foxmail.com。

收稿日期: 2014-04-15, 修回日期: 2014-09-11

viscera ≤ 90 g; group III (≥ 3 years old): body weight without viscera > 90 g. By inter-group difference t -test, difference between the adjacent two groups was significant ($P < 0.01$) (Table 2). And as age growth, the carcass weight increased, indicating that this division standard for the age identification was with statistical significance. According to carcass weight as the division standard for each age group body weight, the data of body length are shown in Table 3. The individuals in group I and II grew rapidly in body length and body weight, while those in group II and III, their body length growth rate decreased obviously. The method of identification age for *D. sagitta* age by carcass weight is relatively simple and accurate.

Key words: *Dipus sagitta*; Age determination; Body weight without viscera; Weight

三趾跳鼠 (*Dipus sagitta*) 属跳鼠科 (Dipodidae) 三趾跳鼠属, 夜行性、穴居、以植物绿叶和种子为食, 具冬眠习性。该鼠是我国内蒙古中西部常见的夜行鼠种 (刘纪有等 1997), 三趾跳鼠个体体型中等偏大, 具有发达的后肢, 因善于跳跃, 该鼠具有较大的活动半径。三趾跳鼠前肢善于挖掘, 会对固沙植物形成危害, 是浑善达克沙地的主要优势鼠种之一 (张新阶等 2007), 同时有报道显示该鼠种为鼠疫感染疫鼠种 (李晶等 2005)。有关三趾跳鼠的种群生态学研究, 已有一些报道, 前人对此鼠从生态 (Feniuk 1937, 赵肯堂 1964)、食性 (周延林等 2000)、繁殖特征 (张新阶等 2007)、代谢 (鲍伟东 2000)、遗传多样性 (Zhou 2012) 等方面进行过研究。关于该鼠种群年龄的划分标准和鉴定方法, 尚缺乏报道。

同时, 在年龄鉴定同类文献中, 未见鼠类年龄组划分能与鼠种的实际年龄对应的研究。故我们整理分析了 2002 ~ 2003 年期间在内蒙古浑善达克沙地的三趾跳鼠野外铗线标本数据, 对其体重和年龄进行了研究分析。

1 研究方法

2002 和 2003 年每年的 4 月及 6 ~ 9 月, 在内蒙古锡林郭勒盟正蓝旗乌日图苏木 (浑善达克沙地的腹地), 采用铗线法进行调查, 因沙地地形缘故, 通常沿沙梁的脊线设立铗线, 以花生米作诱饵, 用木板夹采集捕获沙地鼠类。对捕获三趾跳鼠逐只编号、称量体重、测量体长、解剖、记录繁殖情况, 然后除去内脏, 称胴

体重, 同时留取样本的头骨, 以获取臼齿磨损程度数据。2002 年部分三趾跳鼠样本没有测量体长数据。

在分析体重的同时, 我们参照样本的捕获月份, 同时参考 Ognev (1948) 在《苏联及邻国兽类志: 啮齿目 第六卷》中对三趾跳鼠臼齿磨损程度的记载, 对捕获到的样本进行年龄分析和判定。根据臼齿磨损程度结合胴体重的分析结果, 在所分析的 125 个标本中, 只有 1 个标本疑似是 4 龄组个体, 其他 124 个个体全部是 3 龄组及以下的组别, 因此本文暂时只按照 3 个年龄组别来进行分析。疑似 4 龄组的个体并入 3 龄组进行分析。

2 结 果

2.1 三趾跳鼠的种群年龄鉴定及划分年龄组标准 2002、2003 两年共捕获三趾跳鼠 125 只 (雄 82、雌 43)。其中, 2002 年 43 只 (雄 25、雌 18), 2003 年 84 只 (雄 57、雌 25)。对雌雄个体胴体重数据进行 t -检验, 三趾跳鼠体重的雌雄差异不明显 ($P > 0.05$) (表 1)。将两性个体数据合并进行后续的分析, 作频次分布图 (图 1)。

在图 1 中明显地形成 3 个数量集中区。依据其频次分布特征, 将三趾跳鼠胴体重划分成 3 个年龄组: 1 龄组 (胴体重 ≤ 71 g), 2 龄组 ($71 < \text{胴体重} \leq 90$ g), 3 龄组 (胴体重 > 90 g)。

划分组后, 1 龄组 55 只个体, 2 龄组 44 只个体, 3 龄组 25 只个体。将分组后个体胴体重进行组间差异 t -检验, 相邻两组间差异极显著 ($P < 0.01$) (表 2), 且胴体重随着种群年龄的

表 1 三趾跳鼠胴体重的性别差异
Table 1 The carcass weight of *Dipus sagitta*

	样本数(只) Sample size (ind)	胴体重 Carcass weight (g)		<i>t</i> -检验 <i>t</i> -test
		范围 Range	平均值±标准误 Mean±SE	
雄性 Male	82	54.00~104.00	77.19 ± 1.51	<i>P</i> = 0.05
雌性 Female	43	47.00~104.40	71.51 ± 2.47	

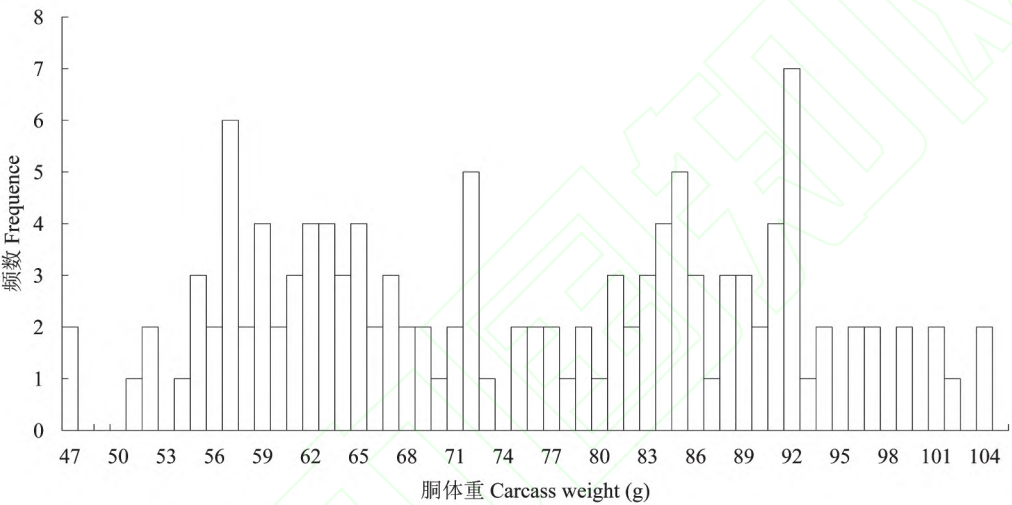


图 1 三趾跳鼠胴体重频数分布图
Fig. 1 The carcass weight frequency distribution diagram of *Dipus sagitta*

表 2 各年龄三趾跳鼠的胴体重
Table 2 The carcass weight in different age group of *Dipus sagitta*

组别 Group	样本数(只) Sample size (ind)	胴体重 Carcass weight (g)			<i>t</i> -检验 <i>t</i> -test
		范围 Ranger (g)	平均值 ± 标准误 Mean ± SE	标准差 Standard deviation	
1 龄组 1 years	55	47.00~71.00	60.84 ± 0.77	5.68	<i>P</i> ₁₋₂ < 0.01
2 龄组 2 years	44	71.60~89.80	81.43 ± 0.82	5.46	
3 龄组 3 years	25	90.30~104.00	94.82 ± 0.85	4.25	<i>P</i> ₂₋₃ < 0.01

P_{1-2} 为 1 龄组与 2 龄组比较 P 值, P_{2-3} 为 2 龄组与 3 龄组比较 P 值。
 P_{1-2} represent the P value between 1 years and 2 years group comparison; P_{2-3} represent the P value between 2 years and 3 years group comparison.

增长而不断增加,说明此划分标准用于鉴定三趾跳鼠年龄,具有统计学意义。

2.2 不同年龄组体重、体长的变化 按胴体重划分标准划分的各年龄组的体重、体长见表 3。三趾跳鼠群体在 1、2 龄间为体长和体重较快速增长时期,而到 2、3 龄间体长增长速率明显下降。表 3 表明三趾跳鼠体重、体长不同年龄组的间隔明显,且随着种群年龄的增长而不断增加。证实此胴体重划分标准鉴定三趾跳鼠年龄是相对准确的。

3 讨论

表 3 各年龄组间体重、体长的比较

Table 3 The comparison of different age groups in body weight and body length

指标 Index	年龄组 Age group	样本数(只) Sample size (ind)	范围 Ranger	平均值 ± 标准误 Mean ± SE	标准差 Standard deviation
体长(mm) Body length	1 龄组 1 years	55	105.00~137.00	124.64 ± 0.99	7.31
	2 龄组 2 years	44	121.00~148.00	135.89 ± 0.95	6.30
	3 龄组 3 years	25	130.00~153.00	140.32 ± 1.17	5.84
体重(g) Body weight	1 龄组 1 years	55	58.00~95.60	80.00 ± 1.16	8.63
	2 龄组 2 years	44	90.00~128.00	104.43 ± 1.35	8.95
	3 龄组 3 years	25	108.00~133.00	122.10 ± 1.44	7.20

3.1 关于胴体重法在划分鼠类年龄应用 林纪春等(2004)将子午沙鼠(*Meriones meridianus*)雌雄各划分为5个年龄组,组间差异明显。熊孟韬等(1999)将黄胸鼠(*Rattus flavipectus*)和褐家鼠(*R. norvegicus*)分别划分为4个年龄组,组间差异明显。杨再学等(2011)将高山姬鼠(*Apodemus chevrieri*)划分为5个年龄组,组间差异明显。在达乌尔鼠兔(*Ochtona dauurica*)上也有类似应用(陈立军等2013)。胴体重法在鼠类年龄鉴定方面应用广泛,所得结果组间差异明显,为这个方法在三趾跳鼠鼠种的应用提供参照。

但前人研究存在一个比较明显的共性:划分标准是人为根据频次分布或数据结合鼠种的生物特征所得,只能定性描述种群的年龄特征,未能与鼠种的实际年龄进行对应。

3.2 野外工作时鼠类年龄的鉴定方法 除胴体重法,在鼠类年龄鉴定方面,还有许多方法。如臼齿磨损程度、晶体干重法,操作比较繁琐,不适于野外工作,故本文暂且不做讨论。在野外工作中,体重、体长、胴体重为最易获取的三类数据。而在用于年龄划分时,这三类数据对应三种比较经典的年龄划分方法:体重法、体长法、胴体重法。

体重法,以动物的体重随年龄增长而增加为理论基础。杨荷芳(1990)认为,体重用于年龄划分简便易行,已为许多学者在研究年龄中所采用。已证明寿命短的动物,其体重增长与

年龄的关系较长寿命者更为密切。而我们发现三趾跳鼠的摄食程度和繁殖状况对体重用于判断年龄产生很大影响。就我们采集到的数据而言,体重相近的两个个体(90 g),经过体重减去胴体重而得到的内脏及内容物重量,一个个体为23.1 g,另一个个体为10 g。根据体重,这两个个体会被分到同一年龄组,而根据胴体重,二者明显处于两个不同年龄组。而根据体长法,前者体长为135 mm,后者为123 mm,根据体长差异二者也应被分在不同年龄组。在实际应用时,得到的个体不可能完全处于同一种摄食及繁殖状态,故体重法在用于三趾跳鼠年龄划分时,局限性较大。

关于采用体长作为判别鼠类的年龄,杨荷芳(1990)在小型兽类年龄鉴定方法简评中指出:体长虽亦是反映年龄的指标,但对小型动物来说,其肌肉及软组织部分延伸性变化较大,在操作中极易造成较大的人为误差。对于三趾跳鼠来讲,因为形态特化,用于运动平衡的尾巴长,造成体长较长,相较于小型鼠类,更适于用体长法进行年龄划分。但在实际野外工作中由于三趾跳鼠活体不易抓捕,而捕鼠铗捕到的三趾跳鼠往往死后蜷缩,测量时需要对其进行伸展,而伸展过程容易造成一定的误差,因而不能确切地用于三趾跳鼠的年龄鉴定。胴体重法,在鼠类鉴定应用最为广泛,与前两种方法相比,客观及主观影响因素较少。在常规夹线捕捉的鼠类个体样本中,胴体重也

是最常用的数据指标之一，因而具有良好的应用前景(张知彬等 1998)。故本文以此为方法进行验证。此法操作简单、得到的结果比前两种方法更加客观准确。根据上文论述，可以确定三趾跳鼠的划分标准具有统计学意义，操作简单。而此方法在三趾跳鼠的生物学意义需结合该鼠的繁殖特征做进一步探讨。

3.3 胴体重与体重的相关性分析 根据李仲来(2000)的研究，胴体重与体长呈非线性关系，二者之间的相关性，运用幂函数模型进行分析： $W=a \cdot L \cdot n$ ， n 为维度参数， W 为胴体重(g)， L 为体长(mm)， a 为常数。将上述方程转化为对数线性模型可更好地估计幂函数模型参数： $\ln W=\ln a+n \ln L$ 。

对各年龄段三趾跳鼠的胴体重(x)与体重(Y)进行相关性分析，三趾跳鼠的胴体重与体重在各性别及对应年龄段均呈正相关性(表 4)。各年龄组三趾跳鼠胴体重与体重的相关性，为体重随胴体重同步增加。

总体趋势看，在 1 龄组，雌雄三趾跳鼠胴体重与体重相关性高，随年龄增长，相关性降低。出现这一现象，其原因可能是三趾跳鼠 1 龄时主要是生长发育过程，而年龄增长后，尤其当 2 龄后，食性比例变化、发育变缓、皮下脂肪积累、雌雄生殖器官成熟(睾丸下降、妊娠)

等原因造成胴体重与体重相关性降低。

3.4 关于三趾跳鼠年龄分组与实际年龄的问题 三趾跳鼠每年产仔 1 次，幼鼠在第二年性成熟，但晚出生的幼鼠需要经过冬眠后才能参与繁殖(刘纪有 1997)。董维惠等(2008)对三趾跳鼠的繁殖生态的研究后曾指出：“三趾跳鼠一年繁殖一次，繁殖高峰在春季。每年的 4~5 月出蛰期，出蛰的顺序为先雄后雌，先成鼠后亚成年鼠。每年 6~7 月上半年出生的幼鼠全部性成熟。”三趾跳鼠雌性一般 4 月开始怀孕，6 月下旬产仔结束(刘纪有等 1997)。根据张新阶等(2007)的研究发现，在内蒙古浑善达克沙地三趾跳鼠一般是 5~6 月份产仔，比西部荒漠要晚，也印证了雌性的繁殖规律，而对于雄鼠来讲，繁殖期一般为 5~7 月份，8 月份捕捉的三趾跳鼠标本睾丸基本呈现萎缩性状，到 10 月睾丸下降率为 0。繁殖结束于 9 月。故可以选用“睾丸是否下降”为指标来表示雄性的主要繁殖特征。因此，我们可以根据上述研究结果推断：因为三趾跳鼠一年繁殖一次，每年 4 月出蛰的胴体重较大的个体为前一年或前两年出生的 2 龄或 3 龄鼠。而在这个月份若采集到的雄鼠睾丸双侧下降，势必是在上年 6、7 月份已经性成熟的 3 龄以上(也可能为 4 龄)鼠。

表 4 三趾跳鼠胴体重和体重的相关性分析

Table 4 The correlation between carcass weight and body weight in different age-group of <i>Dipus sagitta</i>				
性别 Gender	年龄组 Age-group	自由度 Degree of freedom	回归方程 Regression equation	回归系数 R^2 Regression coefficient R^2
雌性 Female	1 龄组	24	$Y=2.167+0.761x$	0.856
	2 龄组	9	$Y=11.09+0.431x$	0.492
	3 龄组	6	$Y=17.90+0.345x$	0.266
雄性 Male	1 龄组	29	$Y=2.767+0.705x$	0.549
	2 龄组	33	$Y=2.279+0.768x$	0.717
	3 龄组	17	$Y=17.83+0.348x$	0.200
雌雄合并 Female & male	1 龄组	54	$Y=2.368+0.740x$	0.733
	2 龄组	43	$Y=4.581+0.619x$	0.605
	3 龄组	24	$Y=18.01+0.345x$	0.221

x 为胴体重值， Y 为体重值。
 x represent the body weight without viscera value; Y represent the body weight value.

采集到的三趾跳鼠数据和划分标准符合上述推断。在 2003 年 4 月所采集到的 4 只全部为将在 6、7 月份完全性成熟的睾丸下降的雄鼠,且该 4 只雄鼠根据我们的年龄划分标准被划分至 2 龄鼠组,即实际年龄是 1 岁 1 个月到 2 岁之间。

根据胴体重划分在 2 龄组以下的 1 龄组鼠,55 只全部采集于 8 月和 9 月,除 1 只有 3 个胚胎的怀孕雌鼠被划分至此组,其他均未出现明显繁殖特征,故我们认为该组为 1 龄组,即当年出生的实际年龄不满 1 岁的幼鼠。而那只被误划分至此组的怀孕雌鼠,我们认为是怀孕等因素导致营养消耗使其胴体重下降,故在胴体重表现年龄上有偏差,属个别现象,不影响各分组与年龄的对应。

我们划分在 2 龄组以上的 3 龄组个体,采集于 7、8、9 月的都有。其中雄鼠 7 月份被采集到的个体多为睾丸双降完全性成熟的个体,个别没有记录繁殖特征;8 月份被采集的个体,出现睾丸萎缩的特征,证明其也性成熟,并经过了繁殖期。而根据胴体重被划分至 3 龄组雌性个体,多数出现了妊娠斑或处在怀孕期。上述繁殖特征印证此组确实为 3 龄组,即实际年龄为 2~3 岁(或以上)。

3.5 关于 4 龄三趾跳鼠的年龄组划分问题

根据得到的数据,我们怀疑还存在 3 龄以上鼠组,即实际年龄为 4 龄或以上,但我们猜测因为衰老以及各种生存压力的作用下,少有个体能存活 3 年以上。这一猜测在 Ognev (1948) 的兽类志中关于三趾跳鼠按照臼齿磨损程度的年龄分组分为四组(幼年组、成体 1 组、成体 2 组、老年组)的描述中也得到初步印证。胴体重法适合野外快速判断三趾跳鼠的 1~3 龄,但三趾跳鼠 3 龄以上在伴随自然衰老而产生疾病和摄食困难的影响下,单凭胴体重这一指标不足以进行准确的判断,故若需判定个体 3 龄以上的确切年龄,还需结合头骨臼齿磨损程度等数据做进一步判断。

参 考 文 献

- Feniuk B K, Kazantzeva J M. 1937. The ecology of *Dipus sagitta*. Journal of Mammalogy, 18(4): 409–426.
- Zhou R, Li Y, Li J Q, et al. 2012. Seasonal changes in the genetic diversity of two rodent populations, midday gerbil (*Meriones meridianus*) and northern three-toed jerboa (*Dipus sagitta*), detected by ISSR. Biochemical Genetics, 50(5/6): 350–371.
- Ognev S I. 1948. Zveri SSSR I prilozhashchikh stran; Gryzuny (prodolzhenie). (Zveri vostochnoi Evropy I severnoi Azii) [Mammals of the USSR and adjacent countries: Rodents (continued)]. (Mammals of eastern Europe and northern Asia)]. Akademiya Nauk SSSR, 6: 296.
- 鲍伟东,王德华,王祖望,等. 2000. 鄂尔多斯高原库布齐沙地三趾跳鼠静止代谢率的季节变化. 动物学报, 46(2): 146–153.
- 陈立军,刘伟,苏永志,等. 2013. 典型草原区达乌尔鼠兔年龄划分标准. 动物学杂志, 48(3): 345–350.
- 董维惠,侯希贤,杨玉平. 2008. 三趾跳鼠繁殖生态研究. 中华卫生杀虫药械, 14(6): 493–497.
- 李晶,王建国,苗志峰,等. 2005. 银川首次从三趾跳鼠体内分离出一株鼠疫菌. 医学动物防制, 21(11): 792.
- 李仲来. 2000. 实验条件下小型啮齿动物体重与体长模型的数值拟合. 兽类学报, 20(2): 157–160.
- 林纪春,楚定成,雷刚,等. 2004. 塔里木盆地子午沙鼠年龄鉴定及种群年龄组成的研究. 地方病通报, 19(4): 1–4.
- 刘纪有,张万荣. 1997. 内蒙古鼠疫. 呼和浩特: 内蒙古人民出版社, 200–201.
- 熊孟韬,杨光荣,陶开会,等. 1999. 洱源县黄胸鼠和褐家鼠的年龄鉴定. 医学动物防制, 15(9): 468–470.
- 杨荷芳. 1990. 小型兽类年龄鉴定方法简评. 生态学杂志, 9(2): 54–55.
- 杨再学,金星,郭永旺. 2011. 应用胴体重鉴定高山姬鼠种群年龄. 山地农业生物学报, 30(2): 104–109.
- 张新阶,王广和,刘伟,等. 2007. 浑善达克沙地三趾跳鼠的食性与繁殖特征的初步分析. 动物学杂志, 42(3): 9–17.
- 张知彬,王祖望. 1998. 农业重要害鼠的生态学及控制对策. 北京: 海洋出版社, 242–243.
- 赵肯堂. 1964. 三趾跳鼠(*Dipus sagitta* Pallas)的生态研究. 动物学杂志, 6(2): 59–62.
- 周延林,王利民,鲍伟东. 2000. 几种啮齿动物食性比较研究. 内蒙古大学学报: 自然科学版, 31(6): 613–617.