动 物 学 研 究 2009，Dec. 30(6):694-698 CN 53-1040/Q ISSN 0254-5853
Zoological Research DOI：10.3724/SP.J.1141.2009.06694

# 内蒙古达赉湖地区蒙原羚繁殖期及其前后昼间行为时间分配及能量平衡策略

刘丙万[1,*]，钱执强[1]，张 博[1]，刘松涛[2]，黎 明[2]

（1．东北林业大学 野生动物资源学院，哈尔滨 150040; 2．内蒙古达赉湖国家级自然保护区，呼伦贝尔 021008）

**摘要**：2007 年 11 月、12 月和 2008 年 3 月，在内蒙古达赉湖地区，采用扫描取样法对雌雄蒙原羚繁殖期及其前后昼间行为时间分配进行了研究。 研究表明：（1）繁殖期前、繁殖期和繁殖期后，雌性蒙原羚采食时间，占昼间活动时间的比例分别为（44.9±3.8）%、（43.5±4.0）% 和 (46.2±3.1)%；卧息时间，占昼间活动时间的比例分别 为（32.3±4.8）%、（29.2±2.9）% 和 (28.0±4.8)%；雌性蒙原羚在繁殖期及其前后采食、移动和卧息的行为时间分配差异不显著（*P*>0.05），站立、繁殖、“其他”行为时间分配差异性显著（*P*<0.05）。（2）繁殖期前、繁殖期和繁殖期后， 雄性蒙原羚采食时间，占昼间活动时间的比例分别为 (52.6±3.8)%、(17.5±2.8)% 和 (29.8±4.8)%；卧息时间，占昼间活动时间的比例分别为 (13.4±6.4)%、(24.2±4.1)% 和 (44.2±4.7)%。雄性蒙原羚在繁殖期及其前后采食、卧息、站立、移动、繁殖、“其他”时间分配均有显著差异（*P*<0.05）。动物采食卧息的行为时间分配反映动物的能量平衡策略。雌性蒙原羚的时间分配表明，雌性蒙原羚的能量平衡策略在繁殖期前、繁殖期和繁殖期后没有发生显著变化，均为能量摄入最优化策略，尽可能多的时间分配在采食上；雄性蒙原羚的时间分配表明，在繁殖期前，其能量平衡策略为能量摄入最优化策略，尽可能多的时间分配在采食上；雄性蒙原羚繁殖期及繁殖期后其能量平衡策略转变为能量支出优化策略，尽可能少的支出能量，尽可能多的时间分配在卧息上。

**关键词**：蒙原羚；达赉湖；时间分配；性别差异；繁殖期
**中图分类号**：Q959.842；Q959.842.05 **文献标识码**：A **文章编号**：0254-5853-(2009)06-0694-05

# Diurnal Activity Budgets and Energy Balance Strategy of Mongolian Gazelle (*Procapra gutturosa*) Before, During and After the Rut Around Dalai Lake, Inner Mongolia

LIU Bing-wan[1,*], QIAN Zhi-qiang[1], ZHANG Bo[1], LIU Song-tao[2], LI Ming[2]

(1. *College of Wildlife Resources, Northeast Forestry University, Harbin* 150040, *China* ; 2. *Dalai Lake National Nature Reserve, Hulunbeier* 021008, *China*)

**Abstract:** In November, December 2007 and March 2008, we studied the diurnal activity budgets of the Mongolian Gazelle (*Procapra gutturosa*) using group-scan-sampling for the time before, during and after the rut around DaLai Lake, Inner Mongolia. The activities of Mongolian Gazelle were divided into 6 categories: feeding, standing, moving, lying, rutting and others. The results showed: 1) Before the rut, the major behavior of the female was feeding, the time budget of feeding occupied （44.9±3.8）% of all diurnal time, the lying time was （32.3±4.8）%; During the rut the females spent （43.5±4.0）% on feeding and （29.2±2.9）% on lying; After the rut the time budget of feeding occupied（46.2±3.10）% of all diurnal time, the lying time was (28.0±4.8)%. Activity budgets of the female on standing, rutting, others changed significantly among the three periods (*P*<0.05)，but activity budgets on feeding, moving, and lying did not change significantly among the three periods (*P*>0.05). 2). Before the rut, the major behavior of the males was feeding, the time budget of feeding occupied (52.6±3.8)% of all diurnal time, the lying time was (13.4±6.4)%; During the rut the males spent significantly less time on feeding (17.5±2.8)% and more time on lying (24.2±4.1)% compared with before the rut. After the rut, the time budget of feeding occupied (29.8±4.8)% of all diurnal time, while the lying time was (44.2±4.7)%. Activity budgets of the male on feeding, standing, moving, lying, rutting, others changed significantly among the three periods (*P*<0.05). The time budget on feeding and lying reflects on energy balance strategies. We conclude from

收稿日期：2009-07-15；接受日期：2009-09-25
基金项目：国家自然科学基金（30700075）；黑龙江省博士后启动基金和黑龙江省普通高等学校青年学术骨干支持计划项目（1153G058）
*通讯作者（Corresponding author）即第一作者简介：刘丙万（1975- ），男，博士，主要从事野生动物生态学研究。E-mail: liubw1@sina.com

the results that; females do not change their strategy significantly among the three periods - they try to increase their energy intake; before the rut, the male is the same as the female, but during and after the rut, the males adopt an energy saving strategy to optimize their energy balance; males aim to save energy by spending more time lying.

**Key words:** Mongolian gazelle; Dalai Lake; Activity budgets；Sexual difference; Rut

动物通过行为适应其生活的环境。动物根据自身的生理状况调整行为，从而形成特定生理条件下的时间分配规律(Flannigan，2002)。动物采食、卧息行为时间分配反映该动物的能量平衡策略(Christian & Paul，2007)。研究动物行为时间分配，对于揭示动物能量平衡策略有重要参考价值。动物通常会采取采食时间尽可能长，获得尽可能多能量并维持收支平衡的能量摄入最优化的能量平衡策略；但当动物的能量获取无法满足其最低能量需求时，就有可能转变为能量支出最优化策略。卧息时间分配尽可能多，支出能量尽可能少（Robbins，1993）。

近年来，蒙原羚行为学研究集中在集群行为、迁徙行为和生境选择。Peter et al (2001)、Miura et al (2004) 和 Ito et al(2005)研究了蒙原羚的迁徙路线，并将蒙原羚冬夏生境进行比较，掌握了蒙原羚迁徙与植被状况之间的关系和铁路对蒙原羚迁徙的影响；Jin et al (2004)研究了蒙原羚的迁徙和集群行为；Luo et al (2008)研究了影响达赉湖地区蒙原羚春季生境选择的主要因素。为了验证雌雄蒙原羚在繁殖期及其前后能量平衡策略是否发生了变化，我们在达赖湖地区研究了雌雄蒙原羚在繁殖期及其前后的行为活动时间分配。

## 1　研究地点和方法

### 1.1　研究地点

研究主要在内蒙古达赉湖地区（东经 115°31′～117°43′，北纬 47°36′～49°50′）完成。该地区属于典型的中温带大陆性半干旱气候，冬季寒冷漫长，夏季温凉短促，年平均气温－2～2 ℃。无霜期短，而积雪期长达 140 d 左右，年降雨量 250～400 mm，主要集中于 7—8 月份（呼伦湖志（续志一）编撰委员会，1998）。植被是我国温带草原的一部分，主要是针茅（*Stipa* spp.）草原、羊草（*Agropyron cristantum*）草原和禾本-杂草草原。

### 1.2　研究方法

2007 年观察发现蒙原羚繁殖行为最早发生在 12 月初。因此，我们把 2007 年 11 月定义为繁殖期前，2007 年 12 月定义为繁殖期，2008 年 3 月定义为繁殖期后。我们在 2007 年 11 月、2007 年 12 月和 2008 年 3 月，利用扫描取样法对蒙原羚的昼间行为时间分配进行了研究，所有行为观测均由一人完成，行为观察时间包括整个昼间。由于草原上视野开阔，同时蒙原羚的警惕性高，所以观察距离一般为 300～600 m，使用高倍单筒望远镜（20—60×80）进行观察。在研究中，每隔 5 min 随机选取蒙原羚个体。当一个群体中蒙原羚个数超过 10 只，则随机选取 10 只；不足 10 只蒙原羚，选取全部个体，记录所发生的行为（Jauhiainen & Korhonen, 2005; Ryan et al, 2008）。动物个体行为持续时间不超过 5 s 时，则认为行为没有发生变化。如蒙原羚采食期间抬头观望，不超过 5 s，仍视为采食；超过 5 s 则视为站立。

根据对蒙原羚行为的预观察和有关研究结果，本文将蒙原羚的行为分为 6 类（Jiang，2000；Liu & Jiang，2002；Lian et al，2007）：

采食（feeding）：除饮水外，站立或行走状态下头部低于肩部水平线。

站立（standing）：抬头观望，身体不发生位移。

移动（moving）：身体发生位移，头部平行或高于肩部水平。

卧息（lying）：以躺卧姿势伏于地面。

繁殖(rutting)：与繁殖相关的行为，包括争斗、追逐、爬跨等。

“其他”行为(others)：除以上行为外的其他行为，包括修饰、排遗等。

去除人为干扰和记录时间少于 30 min 的记录后获得可用行为数据雌性蒙原羚共 5 460 min：繁殖期前 1 770 min（42 只次），繁殖期 1 815 min（36 只次），繁殖期后 1 875 min（47 只次）；雄性蒙原羚共 4 955 min：繁殖期前 1 650 min（23 只次），繁殖期 1 560 min（29 只次），繁殖期后 145 min（38 只次）。

### 1.3　数据分析

数据处理时将蒙原羚各行为活动时间转换为该行为所用时间占昼间活动时间的比例。所有数据

用 SPSS 11 进行统计分析，数据以平均值±标准误表示。在比较蒙原羚各行为在繁殖期及其前后所占比例的差异性时采用单因素方差分析（one-way ANOVA），在比较各个时期雌雄蒙原羚两性行为差异性时采用 *t*-检验。

## 2 结 果

### 2.1 雌性蒙原羚行为时间分配

雌性蒙原羚在繁殖期及其前后采食行为在昼间活动时间中一直占较高的比例， 在(40%～50)%之间，繁殖期后最高[（46.2±3.1）%]、繁殖期前次之[（44.9±3.8）%）]、繁殖期最低[（40.3±3.8）%]；卧息行为次之， 在昼间活动时间中占 30%左右，繁殖期前最高[（32.3±4.8）%]、繁殖期次之[（29.2±2.9）%]、繁殖期后最低[（28.0±4.8）%]；移动行为占 10%～15%之间，繁殖期最高[（14.3±1.7）%]、繁殖期前次之[（13.1±2.8）%]、繁殖期后最低[（10.9±3.3）%]；站立行为占 10%～15%左右，繁殖期后最高[（14.6±0.8）%]、繁殖期前次之[（9.4±1.5）%]、繁殖期最低[（7.3±2.5）%]；繁殖行为仅在繁殖期有记录，在昼间活动时间中占(5.0±1.3)%；“其他”行为最少，在昼间活动时间中均小于 1%（图 1）。单因素方差分析结果表明，雌性蒙原羚在繁殖期及其前后站立、繁殖、“其他”行为活动时间占昼间活动时间的比例差异性显著（$P<0.05$）；雌性蒙原羚在繁殖期及其前后采食、移动、卧息行为活动时间差异性不显著（$P>0.05$）。

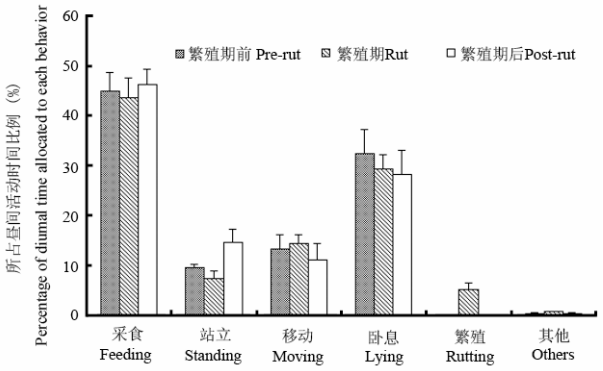


图 1 雌性蒙原羚繁殖期及其前后昼间行为时间分配

Fig. 1 Time budget of the female Mongolian Gazelle in different behaviors before, during and after the rut

### 2.2 雄性蒙原羚行为时间分配

雄性蒙原羚采食行为在繁殖期前，占昼间活动时间比例最高，达(52.6±3.8)%，繁殖期最低，占昼间活动时间比例仅为(17.5±2.8)%，繁殖期后，雄性蒙原羚采食的时间，占昼间活动时间的比例(29.8±4.8)%；繁殖期间站立行为和移动行为均高于繁殖期前后，分别占(20.9±1.0)%和(29.4±2.2)%；卧息行为占昼间活动时间比例逐渐增加，繁殖期前、繁殖期和繁殖期后依次为(13.4±6.4)%、(24.2±4.1)%和(44.2±4.7)%；繁殖行为仅在繁殖期有记录，占(7.9±2.4)%；“其他”行为最少，均小于 1%（图 2）。单因素方差分析结果表明，雄性蒙原羚在繁殖期及其前后采食、站立、移动、卧息、繁殖及“其他”行为活动时间占昼间活动时间的比例均存在显著性差异（$P<0.05$）。

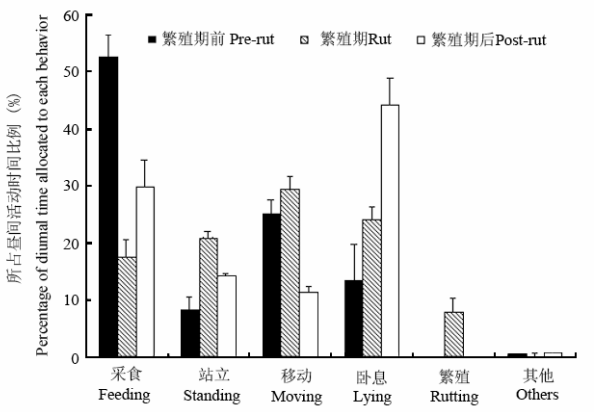


图 2 雄性蒙原羚繁殖期及其前后昼间行为时间分配

Fig. 2 Time budget of the male Mongolian Gazelle in different behaviors before, during and after the rut

### 2.3 雌雄蒙原羚不同时期行为时间分配差异显著性检验

使用 *t*-检验对雌雄蒙原羚繁殖期及其前后行为进行比较，繁殖期前雌雄蒙原羚采食、站立和“其他”行为活动时间占昼间活动时间的比例差异性不显著（$P>0.05$），移动和卧息的行为活动时间存在显著差异（$P<0.05$）；繁殖期雌雄蒙原羚采食、站立及移动活动时间占昼间活动时间的比例差异性显著（$P<0.05$），卧息、繁殖及“其他”行为活动时间无显著差异（$P>0.05$）；繁殖期后雌雄蒙原羚站立、移动、“其他”行为活动时间占昼间活动时间的比例无显著差异，采食和卧息的行为活动时间存在显著性差异（$P<0.05$）。

## 3 讨　论

### 3.1 站立和移动行为时间分配

在繁殖期前，雄性蒙原羚的移动行为也占较大比例，占昼间活动时间的(25.2±2.4) %。这可能是由于研究地区近年来蒙原羚的数量急剧减少，分布区域广，加之蒙原羚具有强的迁移性，所以面对即将到来的繁殖期，雄性蒙原羚可能为了增加遭遇雌性的几率从而增加移动，另外，繁殖期前采食行为较多，占昼间活动时间的(52.6±3.8) %，在采食过程中，为了寻找食物必然伴随着移动行为的增加，这可能也是繁殖期前移动行为较多的一个原因。动物通过增加站立行为提供警戒性（Lima & Bednekoff，1999）。在繁殖期，站立和移动行为对于保证雄性蒙原羚的繁殖成功率有着重要的意义。因此繁殖期雄性蒙原羚站立和移动时间增加，共占昼间活动时间的 50%左右。动物频繁移动主要用于巡逻和驱逐对手。我们观察到群主雄性蒙原羚为了避免雌性蒙原羚和其他雄性蒙原羚的接触，有时会驱赶雌性蒙原羚使其远离其他雄性蒙原羚；当某个雌性个体离群较远时，群主也会将其圈回群内，随着这种繁殖行为的发生，常会伴随着大量移动行为的发生。然而，繁殖期雌性蒙原羚的移动行为虽较繁殖期前后有所增加，但并无显著差异，可见繁殖期并未对雌性蒙原羚的移动行为的时间分配产生较大的影响。在繁殖期雄性蒙原羚担负了主要的警戒任务，这也使得雌性从中获益，其警戒时间减少，表现为站立活动时间仅为(7.3±1.5) %，这一结果支持了 Beauchamp（2003）的观点。

### 3.2 采食和卧息时间分配及能量平衡策略

在繁殖期前，雄性野生动物对于配偶的竞争早就已经开始（Hardenberg et al，2000）。在繁殖期前，雄性蒙原羚为了储备能量，采用了能量摄入最优化策略，采食行为占其昼间活动时间的 50%以上，Owen-Smith（1998）在研究捻角羚(*Tragelaphus strepsiceros*)时也发现了相似的结果。

在繁殖期，雄性蒙原羚减少了采食时间。在其它一些物种的研究中，也有过相似的结论。例如马鹿 *Cervus elaphus*（Clutton Brock et al，1982），黇鹿 *Cervus dama* (Clutton-Brock et al，1988)，驼鹿 *Alces alces*（Miquelle，1990），岩羚 *Rupicapra rupicapra*（Christian & Paul，2007）的研究结果中就显示，在繁殖期雄性采食时间显著下降，且卧息的时间显著增多。甚至有研究显示雄性驼鹿在繁殖期，停止采食达 18 d 之久（Schwartz et al，1984）。有蹄类动物的采食行为节律受到环境因素（如食物的质量和可获得性、大量积雪、低温等；Parker et al, 1996）、生理因素（如肠道微生物群落的变化；Soest, 1994）等诸多因素的影响。繁殖期及其前后，雌性蒙原羚采食和卧息的行为时间分配没有显著差异，由此我们推测，环境因素可能也不是雄性蒙原羚在繁殖期采食时间减少的主要原因。

有蹄类的能量平衡策略主要随能量需求、食物数量和质量的变化而变化的(Shi et al，2003)。根据能量平衡策略理论动物通常会采取能量摄入最优化策略，但当动物的能量摄入无法满足其最低能量需求时，其就有可转变为能量支出最优化策略（Christian & Paul，2007）。研究表明雄性蒙原羚在繁殖期及繁殖期后能量平衡策略转变为能量支出最优化策略。由于一雄多雌的交配体制中雄性动物以交配投资为主，为了提高自己的繁殖成功率，雄性蒙原羚将更多的时间花在了站立、移动、繁殖行为上，从而压迫了采食时间和卧息时间，但卧息的时间仍有显著增加。在繁殖期后，随着繁殖及相关行为的减少和消失，雄性蒙原羚将更多的时间分配在采食和卧息的行为上。但雄性蒙原羚采食行为时间占昼间活动时间的比例没有恢复到繁殖期前的水平，仍有显著下降。卧息的时间增加迅速，卧息行为成为雄性蒙原羚繁殖期后的最主要行为。

在繁殖期及其前后雌性蒙原羚始终采取的是能量摄入最优化策略，采食行为始终是雌性蒙原羚的最主要行为。

**参考文献**:


Beauchamp G. 2003. Group size effects on vigilance: a search formechanisms [J]. *Behav Processes*, **63**: 111-121.

Christian SW, Paul I. 2007. Feeding or Resting? The Strategy of Rutting Male Alpine Chamois [J]. *Ethology*, **113**: 97-104.

Clutton-Brock TH, Green D, Hiraiwa-Hasegawa M, Albon SD. 1988. Passing the buck: resource defence, lek breeding and mate choice in fallow deer [J]. *Behavl Ecol Sociobiol*, **23**: 281-296.

Clutton-Brock TH, Guinness F, Albon SD. 1982. Red Deer. Behavior and Ecology of Two Sexes [M]. Chicago: University of Chicago Press.

Flannigan G, Stookey JM. 2002. Day-time budgets of pregnantmares housed in tie stalls: a comparison of draft versus lightmares[J]. *Appl Anim Behav Sci*, **78**: 125-143.

Hardenberg A, Bassano B, Peracino A, Lovari S. 2000. Male Alpine chamois occupy territories at hotspots before mating season [J]. *Ethology*, **106**: 617-630.

Ito TY, Lhagvasuren N, Enkhbileg B, Takatsuki D, Tsunekawa S, Jiang ZW. 2005. Preliminary evidence of a barrier effect of a railroad on the migration of Mongolian Gazelles[J]. *Conserv Biol*, **19**(3): 945-948.

Jauhiainen L, Korhonen HT. 2005. Optimal behaviour sampling and autocorrelation curve: modelling data of farmed foxes [J]. *Acta Ethol*, **8**: 13-21.

Lima SL, Bednekoff PA. 1999. Back to the basics of antipredatory vigilance: can nonvigilant animals detect attack? [J]. *Anim Behav*, **58**: 537-543.

Miura N, Ito TY, Lhagvasuren B, Enkhbileg D, Tsunekawa A, Takatsuki S, Jiang Z, Mochizuki K. 2004. Analysis of the seasonal migrations of Mongolian Gazelle, using modis data [J]. *Int Arch Photogram Rem Sens Spat Inform Sci*, **35**(7): 418-422.

Miquelle DG. 1990. Why don’t bull moose eat during the rut[J]? *Behav Ecol Sociobiol*, **27**: 145-151.

Owen-Smith N. 1998. How high ambient temperature affects the daily activity and foraging time of a subtropical ungulate, the greater kudu (*Tragelaphus strepsiceros*) [J]. *J Zool* : *London*, **246**: 183-192.

Parker KL, Gillingham MP, Hanley A, Robbins CT. 1996. Foraging efficiency: energy expenditure versus energy gain in free-ranging black-tailed deer[J]. *Can J Zool*, **74**: 442-450.

Peter L, William J, McShea, Christopher J, Brookes, Lhamsuren B, Chris W, Chris L. 2001. Spatial patterns in relative primary productivity and gazelle migration in the Eastern Steppes of Mongolia[J]. *Biol Conserv*, **102**: 205-212.

Robbins, CT. 1993. Wildlife Feeding and Nutrition. 2nd ed [M]. San Diego: Academic Press, Inc.

Ryan R, Wilson, Brian D, Jansen, Paul R, Krausman. 2008. Planning and assessment of activity budget studies employing instantaneous sampling[J]. *Ethology*, **114**: 999-1005.

Schwartz CC, Regelin WL, Franzmann AW. 1984. Seasonal dynamics of food intake in moose[J]. *Alces*, **20**: 223-244.

Shi JB, Dunber RI, Buckland D, Miller D. 2003. Daytime activity budgets of feral goats (*Capra hircus*) on the isle of rum: influence of season, age, and sex[J]. *Can J Zool*, **81**: 803-815.

Soest PJ. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant [M]. 2nd ed. Ithaca: Cornell University Press.

Compiling committee of Chronicle of Hulun Lake. 1998. Chronicle of Hulun Lake [M]. Hohhot: Culture press of Inner-Mongolia. [《呼伦湖志》（续志一）编撰委员会. 1998. 呼伦湖志（续志一）. 呼和浩特: 内蒙古文化出版社.]

Jiang ZG. 2000. Behavior coding and ethogram of the PÈRE David’s deer[J]. *Acta Theriol Sin*, **20**(1): 1-12.[蒋志刚. 2000. 麋鹿行为谱 PAE 编码系统. 兽类学报, **20**(1): 1-12.]

Jin K, Ma JZ, Gao ZX. 2004. Study of colony and migration of Mongolian Gazelles [J].*Chn Herbiv*, **24**(4): 53-55.[金 崑, 马建章, 高中信. 2004. 黄羊的集群与迁徙. 中国草食动物, **24**(4): 53-55.]

Lian XM, Zhang TZ, Cao YF, Cai ZY, Su JP. 2007. Diurnal behavioral time budgets and activity rhythm of the female Tibetan antelope (*Pantholops hodgsoni*) in summer[J]. *Acta Theriol Sin*, **27**(1): 53-57. [连新明, 张同作, 曹伊凡, 蔡振媛, 苏建平. 2007. 夏季雌性藏羚昼间行为时间分配及活动节律. 兽类学报, **27** (1): 53-57.]

Liu BW, Jiang ZG. 2002. Foraging strategy of Przewalskis Gazelle (*Procapra Przewalskii*) [J]. *Acta Zool Sin*, **48**(3): 309-316. [刘丙万, 蒋志刚. 2002. 普氏原羚的采食对策. 动物学报, **48**(3): 309-316.]

Luo ZH, Liu BW, Liu ST. 2008. Spring habitat selection of Mongolian Gazelle (*Procapra gutturosa*) around Dalai Lake,Inner-Mongolia [J]. *Acta Theriol Sin*, **28**(4): 342-352.[罗振华, 刘丙万, 刘松涛. 2008. 内蒙古达赉湖地区蒙原羚的春季生境选择. 兽类学报, **28**(4): 342-352.]