动物学杂志 *Chinese Journal of Zoology* 2017, 52(2): 217 ~ 226

紫水鸡非繁殖期日节律与时间分配

宋文宇①② 韩联宪②* 邓章文③

① 大理大学病原与媒介生物研究所 大理 671000；② 西南林业大学生命科学院 昆明 650224；

③ 广西壮族自治区林业勘测设计院 南宁 530029

摘要：2011 年 1 月至 11 月使用瞬时扫描法及焦点动物取样法对云南省大理市洱源县西湖湿地（26°00′ ~ 26°01′N，100°02′ ~ 100°03′E，平均海拔 1 970 m）的紫水鸡（*Porphyrio porphyrio*）行为进行了观察，将行为定义为取食、寻食、休息、修饰、警戒、位移和其他共 7 类，扫描时将取食和寻食合并为觅食，分析非繁殖期的日节律和时间分配特点。觅食高峰出现在早晨和傍晚，低谷在秋季为下午 14:30 时（占所有行为类型 56.56%）、冬季 12:30 时（55.61%）、春季 11:00 时（55.80%）。休息高峰秋季出现在 12:30 时（26.79%），冬季一日内呈上升趋势，春季呈双峰型，低谷在 13:30 时（14.64%）。从时间分配来看，寻食、取食、修饰等行为在不同季节间存在显著差异，寻食时间从高至低依次为冬季、春季、秋季，分别占总活动时间的 19.87%、9.36%、3.03%；取食时间则相反，依次为秋季（72.54%）、春季（56.78%）及冬季（44.59%）；与新西兰 Pukepuke Lagoon 种群相比，西湖湿地紫水鸡种群在秋季大量取食，在冬季增加寻食和休息时间，以应对高原湿地的温度和食物变化。修饰行为在繁殖期前（春季）最多（15.84%），繁殖期后（秋季）减少（11.10%）。以上结果说明，为适应气候、食物等条件的年周期变化，紫水鸡行为策略在不同时期和地点具有可塑性，这可能是该物种在滇西北地区得以繁衍及扩散的原因之一。

关键词：紫水鸡；日节律；时间分配；行为对策；洱源西湖

中图分类号：Q958 **文献标识码：**A **文章编号：**0250-3263（2017）02-217-10

Diurnal Rhythm and Time Budget of Purple Swamphen (*Porphyrio porphyrio*) in Non-breeding Season

SONG Wen-Yu①② HAN Lian-Xian②* DENG Zhang-Wen③

① *Institute of Pathogens and Vectors, Dali University, Dali* 671000; ② *College of Life Science, Southwest Forestry University, Kunming* 650224; ③ *Guangxi Forestry Survey & Design Institute, Nanning* 530029, *China*

Abstract: During January (winter), April - May (spring) and October - November (autumn) in 2011, scan sampling and focal sampling methods were used to study the non-breeding season behaviors of the Purple Swamphen (*Porphyrio porphyrio*) in Eryuan Xihu wetland (26°00′ - 26°01′N, 100°02′ - 100°03′E) at the elevation of 1 970 m asl, Dali, Yunnan Province (Fig. 1). Using instantaneous scanning method, we observed

* 通讯作者，E-mail: hlxyn@qq.com；

第一作者介绍 宋文宇，男，研究实习员；研究方向：鸟类生态学；E-mail: 178720795@qq.com。

收稿日期：2016-07-15，修回日期：2016-11-19 DOI: 10.13859/j.cjz.201702005

the behaviors for 35 entire days in winter, spring and autumn with the help of binoculars and stopwatches, for details of our observation, see Fig. 2. Seven types of behaviors were defined as eating, searching, resting, grooming, alert, locomotion and others. To calculate the diurnal rhythm, we combined eating and searching as foraging in observation of scan sampling due to difficulties in instant discrimination (Fig. 3). Foraging was the dominating behavior throughout non-breeding seasons, with its peaks occurred at dawn and dusk, and low ebbs found at 14:30 in autumn (56.56%), 12:30 in winter (55.61%) and 11:00 in spring (55.80%). Resting peaked at 12:30 (26.79%) in autumn, yet increased throughout the daytimes in winter, and a low ebb occurred at 13:30 (14.64%) in spring. The time budgets of primary behaviors were calculated using focal sampling (Fig. 4), and showed significant differences among seasons (Table 1). Eating was observed for the highest frequent in autumn (72.54%) that followed by spring (56.78%) and winter (44.59%). Conversely, searching was the highest in winter (19.87%), followed by spring (9.36%) and autumn (3.03%). During winter, the Purple Swamphens in Xihu wetland invested more time on searching and less on eating than previous studies in respond to low temperature and shortage of food (Table 2). In spring, which before the breeding season, grooming was the highest (15.84%), then reduced in autumn (11.10%). Alert and locomotion were fluctuated due to the agricultural activities of local people. Our results indicated that, in order to adapt the seasonal changes of weather and food conditions, the behavioral strategies of the Purple Swamphen were variable in different seasons and locations, which allowed the expansion of this species to the highlands in North-west Yunnan Province.

Key words: Purple Swamphen, *Porphyrio porphyrio*; Diurnal rhythm; Time budget; Behavioral strategies; Eryuan Xihu Wetland

紫水鸡（*Porphyrio porphyrio*）是鹤形目（Gruiformes）秧鸡科（Rallidae）涉禽，曾广泛分布于东半球的热带、亚热带地区（del Hoyo et al. 1996）。20 世纪，其种群数量曾在世界范围内剧烈减少，分布区收缩，之后得到一定恢复（Sànchez-Lafuente et al 1992，2001，Pacheco et al. 2004），分布区再扩张（Pranty et al. 2000）。以往文献记载，紫水鸡（*P. p. poliocephalus*）在云南南部为常见种，分布于景东、耿马、腾冲、石屏、西双版纳、潞西等地（杨岚等 1995）。但近年来紫水鸡在滇南分布数量减少，成为区域性的罕见种，与此同时，紫水鸡出现在多个滇西北高原湿地，其中以洱源西湖湿地和鹤庆母屯海湿地数量最多（李德品等 2011，何芬奇等 2013，罗康等 2013），这说明紫水鸡在云南的分布有向高纬度、高海拔地区扩散的趋势。

国外对紫水鸡的生态学研究包括行为谱建立（Craig 1977）、时间分配（Fordham 1983）、繁殖生态（Jamieson 1997，Grussu 1999，Doss et al. 2009，Samraoui et al. 2015）、食性（Norman et al. 1985）等。国内有学者对其种群生态学特性进行了部分研究（胡军华等 2006，2008，罗康等 2013），但其行为学研究仍非常匮乏。行为是动物适合度的外在体现，活动节律与时间分配是动物行为学研究的重要内容，直接与动物的新陈代谢和能量需求相关，而这些又随着环境条件的变化而变化（孔德军等 2008，黎大勇等 2013）。新西兰的紫水鸡行为活动时间分配随季节和觅食地不同而有差异（Fordham 1983）。滇西北高原湿地干湿季分明，冬季多有霜期或降雪（刘瑜等 2010，夏范燕等 2014），气候条件与紫水鸡历史分布地区具有明显差异。为了解滇西北紫水鸡生活史，补充国内紫水鸡行为学研究空白，本文选取洱源西湖湿地紫水鸡种群为观察对象，分析其非繁殖季的日活动节律和时间分配，并尝试探讨其对滇西北

高原湿地气候年周期变化的行为适应对策。

1　研究地概况

大理市洱源县西湖湿地（26°00′ ~ 26°01′N，100°02′ ~ 100°03′E，平均海拔 1 970 m），是滇西北首次发现紫水鸡的地点，也是云南省种群数量最多的分布地之一，该地栖息的紫水鸡共约 73 ~ 131 只（李德品等 2011）。西湖湖面总面积 3.3 km^2，属北亚热带高原山地季风气候，常年主导风向为西南风，年平均气温 15.6℃，最低温 1 月平均气温 9.2℃，最高温 8 月平均气温 20.7℃。旱季为每年 10 月中旬至次年 5 月上旬，雨季为每年 5 月中旬至 10 月上旬。湿地内生长有大量芦苇（*Phragmites australis*）和茭草（*Zizania caduciflora*），湖中的雨久花科（Pontederiaceae）植物形成了可供觅食的水草层，为中小型涉禽提供了良好的栖息环境，是黑水鸡（*Gallinula chloropus*）、小䴙䴘（*Podiceps ruficollis*）、紫水鸡等留鸟的栖息地。湖中 6 个岛上有 7 个自然村，当地村民主要以船只交通，农耕活动频繁。中部和南部湖面被开发为旅游景区，野生鸟类生境与人类活动区域基本重叠。

通过对西湖周边社区进行走访和实地预观察，确定张家登北面的湖面及其东北面农田有约 30 ~ 50 只紫水鸡集中活动，实际面积约 0.25 km^2，因此选择该处为本研究的观察区域（图 1）。

2　观察时间及方法

2.1　观察时间

2011 年 1 月 24 日至 2 月 23 日进行了冬季观察，2011 年 4 月 15 日至 5 月 13 日进行了春季观察（5 月 10 日 ~ 5 月 13 日共观察到 3 次求偶和交配行为，判断紫水鸡已进入繁殖期，因此将这几天的数据舍弃），2011 年 10 月 21 日至 11 月 10 日进行了秋季观察。根据实际观察中紫水鸡活动起止时间的特点，将冬季观察时间定为 8:00 ~ 18:00 时，在春季及秋季延长到 7:30 ~ 18:30 时。

2.2　观察方法

在观察点使用 Asika 10 ×42 望远镜进行定点观察。所有时间数据通过 CASIO AQF-102W 型手表收集。观察时采用瞬时扫描取样和焦点动物取样结合进行。在整点如 8:00 时、9:00 时、10:00 时等进行间隔为 10 min 的瞬时扫描取样。在半点如 8:30 时、9:30 时、10:30 时等进行焦点动物取样（图 2）。次日将瞬时扫描和焦点动物取样的时间点交换，在整点进行焦点动物取样，而在半点进行瞬时扫描，以此类推。

扫描观察时，每次扫描时间控制在 1 min 内，按顺时针方向进行，记录视野内所有紫水鸡的当前行为。焦点动物取样观察时，从左至右依次选择观察个体，记录该个体行为开始和结束时间、类型及频次。每 10 min 更换焦点对象为当前目标右边且不与当前目标重叠的紫水鸡个体。以 8:00 时开始焦点动物观察为例，在 8:00 时选择左起第 1 只，9:00 时选择左起第 4 只，10:00 时选择左起第 7 只，以此类推。如果目标丢失，则立刻选取丢失点右边的第一个个体继续观察。

2.3　行为分类

本次研究参考 Craig（1977）对紫水鸡行为的描述，根据紫水鸡行为的相关性和相似度将非繁殖期行为作如下归类。

寻食（searching）：缓慢踱步行走，并低头在地面搜寻食物。

取食（eating）：找到食物后，低头对食物进行处理、啄食和吞咽的过程。

觅食（foraging）：由于寻食与取食行为在瞬时姿态上非常相似，因此，在瞬时扫描观察中将寻食与取食合并为觅食。

休息（resting）：缩颈站立、蹲伏等。

修饰（grooming）：使用喙部对羽毛进行整理，以及洗浴、舒展等。

警戒（alert）：包括伸颈直立及抬头频繁地查看四周。该类行为均伴随尾羽扇动，露出白色尾下覆羽。

位移（locomotion）：指个体进行短距离或

图 1　洱源西湖湿地紫水鸡活动区域示意图

Fig. 1　Activity range of the Purple Swamphens in Eryuan Xihu Wetland

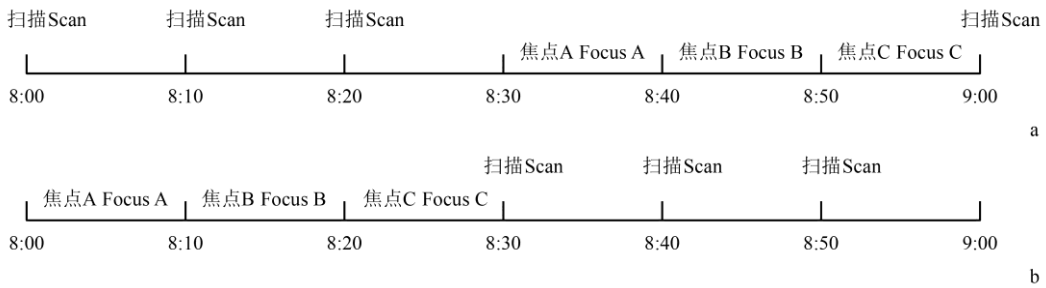

图 2　每小时观察流程示意图

Fig. 2　Field observation process in every 1 hour

以 8:00 ~ 9:00 时为例。a 和 b 的观察流程在 2 天之间轮换。

Take the hour between 8:00 – 9:00 for instance. Process a and b were switched every other day.

长距离的位置移动，过程中不低头在地面搜寻。常发生在转换觅食地点或受到惊吓时。运动方式分为踱步、奔走、飞行和游泳。

其他（others）：除上述行为以外的其他行为。

2.4　数据处理

将日节律和时间分配按照不同季节分别统计。由于紫水鸡每天活动起止时间并不同步，在 9:00 时前和 17:00 时后扫描到的个体少于其他时段，因此，日节律通过各行为在每小时内百分比的日均值显示；时间分配通过各行为时间比例的日均值显示。使用 S-N-K 法对 3 个非繁殖季节行为时间分配进行 ANOVA 多重比较，分析各行为的时间分配在不同季节是否存在统计学差异。所有的数据处理及图表制作使用 IBM SPSS Statistics 20.0 统计学软件包进行。

3　结果

3.1　日节律

通过瞬时扫描法进行有效扫描 1 072 次，共观察到紫水鸡 23 552 只次，其中秋季 5 154 只次，冬季 11 129 只次，春季 7 269 只次。将取食与寻食合并为觅食后，按 3 个季节分别进行汇总，得到紫水鸡行为日节律（图 3）。

觅食行为在非繁殖季高于其他行为，并呈现出一定的节律性。觅食行为高峰出现在早晨和傍晚。觅食低谷出现在秋季 14:30 时（56.56%），冬季 12:30 时（55.61%），春季 11:00 时（55.80%）。休息行为在秋季的 12:30 时有一个高峰（26.79%），在冬季没有明显的高峰或低谷，在一日内逐渐上升。春季休息行为呈双峰型，高峰分别出现在 12:30 时（19.06%）和 14:30 时（18.45%），13:30 时有一个低谷（14.64%）。修饰行为在春季 13:30 时（15.42%）和 18:00 时（12.57%）出现高峰。警戒行为在 3 个季节都约 10:00 时出现高峰，分别达到 14.04%（秋季）、11.21%（冬季）和 6.98%（春季），另外在秋季的 15:00 时有另一个警戒高峰

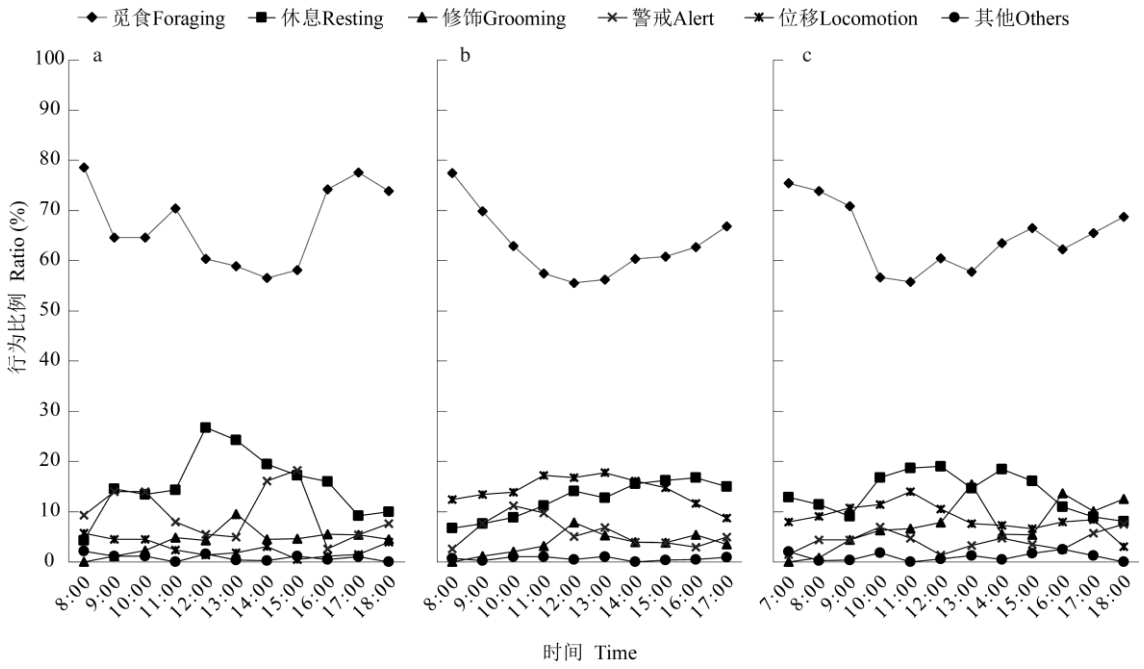

图 3　紫水鸡非繁殖期行为日节律

Fig. 3　Diurnal rhythm of the Purple Swamphens in non-breeding seasons

a. 秋季；b. 冬季；c. 春季。a. Autumn; b. Winter; c. Spring.

（18.31%）。位移行为和其他行为节律性不明显。

3.2　时间分配

使用焦点动物取样法进行了 10 441.48 min 观察，其中冬季 4 965.50 min，春季 3 073.25 min，秋季 2 402.73 min（图 4）。使用 S-N-K 法对 3 个季节 6 类行为的时间分配数据进行多重 ANOVA 对比，其中，不存在统计学差异的样本将显示在同组，具有统计学差异的样本将显示在不同组（表 1）。寻食（$F = 77.803$，$P < 0.01$）和取食行为（$F = 74.707$，$P < 0.01$）在 3 个季节间均存在显著差异，其中，寻食行为冬季

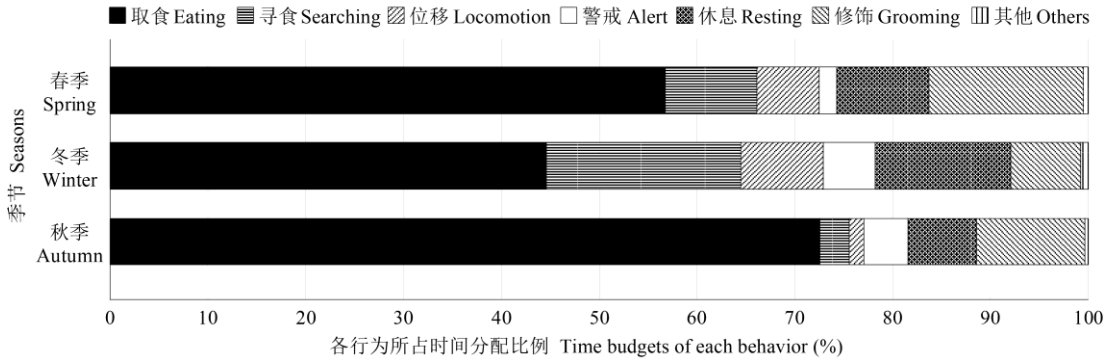

图 4　紫水鸡非繁殖期行为时间分配

Fig. 4　Time budget of the Purple Swamphens in non-breeding seasons

表 1　非繁殖期主要行为时间分配的多重 ANOVA 对比（S-N-K 法）

Table 1　ANOVA result of primary behaviors of non-breeding seasons (Student-Newman-Keuls analysis)

行为类型 Behavior	季节 Season	占比（%） Ratio	样本数（*n*） Sample size	alpha = 0.05的子集 Subset for alpha = 0.05		
				1	2	3
取食 Eating	秋季 Autumn	72.54	10			1.051
	冬季 Winter	44.59	17	0.731		
	春季 Spring	56.78	8		0.855	
	显著性 Significance			1.000	1.000	1.000
寻食 Searching	秋季 Autumn	3.03	10	0.172		
	冬季 Winter	19.87	17			0.459
	春季 Spring	9.36	8		0.306	
	显著性 Significance			1.000	1.000	1.000
休息 Resting	秋季 Autumn	7.01	10	0.254		
	冬季 Winter	13.86	17		0.377	
	春季 Spring	9.43	8	0.303		
	显著性 Significance			0.162	1.000	
修饰 Grooming	秋季 Autumn	11.10	10		0.331	
	冬季 Winter	7.14	17	0.263		
	春季 Spring	15.84	8			0.406
	显著性 Significance			1.000	1.000	1.000
位移 Locomotion	秋季 Autumn	1.52	10	0.120		
	冬季 Winter	8.43	17		0.287	
	春季 Spring	6.36	8		0.253	
	显著性 Significance			1.000	0.158	
警戒 Alert	秋季 Autumn	4.45	10		0.204	
	冬季 Winter	5.29	17		0.229	
	春季 Spring	1.74	8	0.122		
	显著性 Significance			1.000	0.252	

显著性显示子集内部各组比较的 *P* 值。Significance show the *P* value within each subset.

（19.87%）＞春季（9.36%）＞秋季（3.03%），而取食行为则相反，冬季（44.59%）＜春季（56.78%）＜秋季（72.54%）。休息行为在春季（9.43%）和秋季（7.01%）之间没有显著差异，冬季（13.86%）与春秋两季存在显著差异（$F = 8.74$，$P < 0.01$）。修饰行为在 3 个季节两两之间均存在显著差异（$F = 10.218$，$P < 0.01$），其中春季（15.84%）＞秋季（11.10%）＞冬季（7.14%）。警戒行为在秋季（5.29%）和冬季（4.45%）间差异不显著，而在春季较少（1.74%）（$F = 12.477$，$P < 0.01$）。位移行为在秋季最低（1.52%），冬季（8.43%）和春季（6.36%）差异不显著。

4　讨论

4.1　日节律

动物用于活动和保持体温的能量来自于食物。觅食虽然消耗能量，但也是补充能量的手段；休息可以节省能量；修饰、位移、警戒等活动都会减少觅食时间，降低能量摄入（Fordham 1983，Paulus 1988，Li et al. 2013，卯霞等 2014）。环境温度变化是水鸟日间行为呈现节律性的重要原因（Paulus 1988，Woodin et al. 2006，Crook et al. 2009）。在低温环境中，既要减少能量损耗，又需要通过取食补充能量；温度较高时，则可以降低食物需求，将剩余的时间和能量投入其他行为（黎大勇等 2013，曾宾宾等 2013）。

紫水鸡的觅食高峰出现在早晨和傍晚，这是为了补充夜间无法进食所损耗的能量（Fordham 1978）。类似现象可见于鹤形目的多种涉禽，如黑颈鹤（*Grus nigricollis*）（孔德军等 2008，卯霞等 2014）、白鹤（*G. leucogeranus*）（李枫等 2007）、黑水鸡（Fordham 1978）、白骨顶（*Fulica atra*）（Irwin et al.1997）以及非鹤形目的其他水鸟（Muzaffar 2004，曾宾宾等 2013）。部分研究中高原地区黑颈鹤觅食强度在早晨较低（邝粉良等 2007，赵建林等 2008，王凯等 2009），这些研究中觅食地在冬季夜间结冰，黑颈鹤等待泥土软化才逐渐开始觅食。另外，观察方式也会对结果造成影响，例如，Yang 等（2007）的结果包括了部分尚未离开夜栖地的黑颈鹤。本研究中紫水鸡夜间隐蔽在芦苇丛内，早晨的观察仅限于飞出芦苇丛的个体，因此觅食行为所占比例较高。

紫水鸡非繁殖季觅食低谷与同属秧鸡科的黑水鸡接近（秋季 14:00 ~ 15:00 时，冬季 11:00 ~ 13:00 时，春季 9:00 ~ 10:00 时，李朝晖等 2011）。春季气温回升，降水增加，可供紫水鸡觅食的植物嫩芽较多（Norman et al. 1985），因此觅食低谷出现较早。在秋季，觅食低谷出现较晚（14:00 时），休息高峰出现在 12:30 时（26.79%），是整个非繁殖季节最高的休息高峰，这说明紫水鸡为了储存应对冬季的能量，需要增加食物摄入，同时减少能量损耗。

冬季休息行为在早晨较低，随后逐渐上升，傍晚前最高。大型鹤类越冬时期休息高峰可见于 12:00 ~ 13:00 时（李学友等 2008，王凯等 2009，谢光勇 2015），灵长类也有类似的现象（黎大勇等 2013）。爱尔兰白骨顶越冬时期的休息日节律呈现逐渐上升的趋势（Irwin et al. 1997），与本研究结果相似。从日节律来说，冬季中午及下午减少活动，增加休息行为，是动物越冬时节省能量的行为策略之一（Paulus 1988，孔德军等 2008）。春季休息低谷与修饰高峰约在 13:30 时同时出现，修饰是一种消耗性行为，但对繁殖起到重要作用，集中在中午高温时段进行，体现了紫水鸡行为对策的高效性。

4.2　时间分配

时间分配是动物对环境、气候、群体结构、生理状况等因素的行为适应表现（Paulus 1988，王凯等 2009，黎大勇等 2013，曾宾宾等 2013）。从各行为比例上来看，秋季时间分配特点是寻食时间很短，取食时间很长，休息行为较少；冬季寻食时间很长，取食时间很短，休息时间较多；春季寻食和取食介于前两者之间，修饰行为有所增加。食物缺乏导致寻食时

间增加（Paulus 1988，Crook et al. 2009）。紫水鸡主要以植物的茎、根、叶、花及种子的幼嫩部分为食（Norman et al. 1985，胡军华等 2008），因此植物的年生长周期是寻食时间波动的原因（Fordham 1983）。受季风影响，西湖湿地干湿季分明，80%～90%的降水集中在 5～10 月（刘瑜等 2010），植物年周期变化明显：秋季处于雨季结束后，水生植物非常茂盛，有大量莲藕、茭草可供取食；冬季水生植物干枯，食物匮乏；春季是植物发芽时期，可食用的嫩芽较多。这种时间上的食物分布不均既是紫水鸡寻食和取食行为季节差异的直接原因，也从能量分配的角度影响其他行为，如在食物缺乏的时期，动物通过休息节省能量（Irwin et al. 1997，黎大勇等 2013，曾宾宾等 2013）。取食时间在秋季最高、冬季最低、春季回升的现象与许多鸭科（Anatidae）鸟类相似（Paulus 1988），这是外因（气候、食物资源等的年周期变化）和内因（自身的能量和繁殖需求）综合作用的结果。与新西兰 Pukepuke Lagoon 的紫水鸡非繁殖期时间分配（Fordham 1983）相比，西湖湿地紫水鸡时间分配的季节差异更加明显，原因可能是其对高原气候的适应性行为表现（表 2）。

紫水鸡通过体羽展示求偶（Craig 1977），修饰行为有助于提高体羽质量，增加繁殖成功率。修饰时间在春季最多，冬季最少，体现了非繁殖期行为与繁殖期行为的连续性和周期性：春季处于繁殖期前，紫水鸡将富余时间和能量投入修饰行为，提高竞争力。秋季的迫切问题是储存冬季所需的能量，此时将能量投入到修饰并无必要。警戒行为在秋、冬季较高，春季较低，是因为秋、冬季是西湖湿地的农忙时期，农耕活动频繁。春季处于农闲，人类活

表 2　新西兰 Pukepuke Lagoon 与洱源西湖湿地紫水鸡非繁殖期时间分配比较

Table 2　Comparison among primary behaviors of the Purple Swamphens between Pukepuke Lagoon, New Zealand and Eryuan Xihu wetland, China

		秋季 Autumn			冬季 Winter			春季 Spring		
		Pukepuke Lagoon		洱源西湖 Xihu wetland	Pukepuke Lagoon		洱源西湖 Xihu wetland	Pukepuke Lagoon		洱源西湖 Xihu wetland
栖息地 Habitat		草地 Pasture	湿地 Swamp	湿地 Swamp	草地 Pasture	湿地 Swamp	湿地 Swamp	草地 Pasture	湿地 Swamp	湿地 Swamp
行为比例 Percentage of behaviors（%）	取食 Eating	76.60	53.40	72.54	73.80	55.30	46.59	69.30	41.10	56.78
	寻食 Searching	6.00	10.50	3.03	9.50	11.90	19.87	11.80	14.00	9.36
	休息 Resting	7.40	20.10	7.01	12.20	15.40	13.86	9.10	17.20	9.43
	修饰 Grooming	4.80	9.40	11.10	0.50	7.90	7.14	2.00	12.50	15.84
	警戒 Alert	1.40	0.90	5.29	1.20	2.80	4.45	2.00	4.70	1.74

新西兰 Pukepuke Lagoon 数据来自 Fordham（1983）。本研究中的取食、寻食、休息、修饰、警戒在 Fordham（1983）的研究中分别被定义为 feeding, look at ground, look about, bodily care, alarm。

Data of Pukepuke Lagoon, New Zealand refer to Fordham (1983). The behaviors: eating, searching, resting, grooming and alert were respectively defined as feeding, look at ground, look about, bodily care and alarm in the study conducted by Fordham (1983).

动较少。此外，人为干扰和食物缺乏都会使鸟类移动增加（Yang et al. 2007，Crook et al. 2009，Li et al. 2013，卯霞等 2014）。受到人为干扰和食物短缺的双重影响，紫水鸡在冬季的位移行为高于其他季节。

由于夏季西湖湿地植物生长茂盛，且紫水鸡分散营巢繁殖，对观察造成极大困难，本研究未能结合繁殖期行为进行讨论。近年来，紫水鸡在滇西北的分布和扩散受到了国内学者的关注（李德品等 2011，何芬奇等 2013，罗康等 2013）。在全球气候变化的影响下，滇西北降水量增加，冬季极端气温明显升高（刘瑜等 2010，夏范燕等 2014），为鸟类向寒冷地区扩散提供了有利条件（Lacy et al. 2015），但仍难以断定这是紫水鸡在云南分布变化的主要原因，如钳嘴鹳（*Anastomus oscitans*）在中国西南地区扩散更可能是由于种群数量急剧增长及福寿螺（*Pomacea canaliculata*）的大规模入侵（韩联宪等 2016）。西湖湿地紫水鸡不同季节的时间分配对策表明，该物种对寒冷气候产生了行为适应，从而使其成功地在滇西北高原湿地扩散并定居下来。

参 考 文 献

Craig J L. 1977. The behaviour of the pukeko, *Porphyrio porphyrio*. New Zealand Journal of Zoology, 4(4): 413–433.

Crook S L, Conway W C, Mason C D, et al. 2009. Winter time activity budgets of diving ducks on Eastern Texas Reservoirs. Waterbirds, 32(4): 548–558.

del Hoyo J, Elliott A, Sargatal J. 1996. Handbook of the Birds of the World. Vol. 3: Hoatzin to Auks. Lynx Editions, Barcelona, 196–197.

Doss D P S, Gopukumar N, Sripathi K. 2009. Breeding biology of the Purple Swamphen (*Porphyrio porphyrio*) at Tirunelveli, South India. The Wilson Journal of Ornithology, 121(4): 796–800.

Fordham R A. 1978. Differential intensity of moorhen (*Gallinula Chloropus* (Rallidae)) feeding at dawn and dusk in spring. New Zealand Journal of Ecology, 1: 109–117.

Fordham R A. 1983. Seasonal dispersion and activity of the pukeko *Porphyrio p. melanotus* (Rallidae) in swamp and pasture. New Zealand Journal of Ecology, 6: 133–142.

Grussu M. 1999. Status and breeding ecology of the Purple Swamphen in Italy. British Birds, 92(4): 183–192.

Irwin S, O′Halloran J. 1997. The wintering behaviour of coot *Fulica atra* L. at Cork Lough, South-west Ireland. Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy, 97B(2): 157–162.

Jamieson I G. 1997. Testing reproductive skew models in a communally breeding bird, the pukeko, *Porphyrio porphyrio*. Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences, 264(1380): 335–340.

Lacy A E, Barzen J A, Moore D M, et al. 2015. Changes in the number and distribution of Greater Sandhill Cranes in the eastern population. Journal of Field Ornithology, 86(4): 317–325.

Li Z, Wang Z, Ge C. 2013. Time budgets of wintering Red-Crowned Cranes effects of habitat, age and family size. Wetlands, 33(2): 227–232.

Muzaffar S B. 2004. Diurnal time-activity budgets in wintering Ferruginous Pochard *Aythya nyroca* in Tanguar Haor, Bangladesh. Forktail, 20(2): 17–19.

Norman F I, Mumford L. 1985. Studies on the Purple Swamphen, *Porphyrio porphyrio*, in Victoria. Wildlife Research, 12(2): 263–278.

Pacheco C, McGregor P K. 2004. Conservation of the Purple Gallinule (*Porphyrio Prophyrio* L.) in Portugal: cause of decline, recovery and expansion. Biological Conservation, 119(1): 115–120.

Paulus S L. 1988. Time-activity budgets of nonbreeding Anatidae: A Review. Waterfowl in Winter. University of Minnesota Press, 135–152.

Pranty B, Schnitzius K, Schnitzius K, et al. 2000. Discovery, origin, and current distribution of the Purple Swamphen (*Porphyrio porphyrio*) in Florida. Florida Field Naturalist, 28(1): 1–11.

Samraoui F, Nedjah R, Alfarhan A H, et al. 2015. An overview of the Rallidae of Algeria with particular reference to the breeding ecology of the Purple Swamp-Hen *Porphyrio porphyrio*. Wetlands Ecology and Management, 23(3): 505–517.

Sànchez-Lafuente A M, Rey P, Valera F, et al. 1992. Past and current distribution of the Purple Swamphen (*Porphyrio porphyrio* L.) in the Iberian Peninsula. Biological Conservation, 61(1): 23–30.

Sànchez-Lafuente A M, Valera F, Godino A, et al. 2001. Natural and human-mediated factors in the recovery and subsequent expansion of the Purple Swamphen *Porphyrio porphyrio* L. (Rallidae) in the Iberian Peninsula. Biodiversity and Conservation, 10(6): 851–867.

Woodin M C, Michot T C. 2006. Foraging behavior of redheads (*Aythya americana*) wintering in Texas and Louisiana. Limnology and Aquatic Birds, 567(1): 129–141.

Yang R, Wu H, Yang X, et al. 2007. Diurnal time budget of the Black-necked Crane during the breeding season. Waterbirds, 30(1): 80–85.

韩联宪, 韩奔, 梁丹, 等. 2016. 亚洲钳嘴鹳在中国西南地区的扩散. 四川动物, 35(1): 149–153.

何芬奇, 林植, 江航东. 2013. 中国的紫水鸡——其分布与种下分类问题的回顾与探讨. 动物学杂志, 48(3): 490–496.

胡军华, 胡慧建, 杨道德, 等. 2008. 紫水鸡冬季觅食地选择. 动物学研究, 29(3): 291–296.

胡军华, 杨道德, 胡慧建, 等. 2006. 广东海丰发现紫水鸡繁殖巢. 动物学杂志, 41(6): 136–138.

孔德军, 杨晓君, 钟兴耀, 等. 2008. 云南大山包黑颈鹤日间越冬时间分配和活动节律. 动物学研究, 29(2): 195–202.

邝粉良, 刘宁, 李建川, 等. 2007. 藏北黑颈鹤繁殖前期的昼间活动时间分配. 浙江林学院学报, 24(6): 686–691.

黎大勇, 任宝平, 胡杰, 等. 2013. 白马雪山自然保护区响古箐滇金丝猴活动时间分配. 兽类学报, 33(3): 223–231.

李朝晖, 华春, 周梅仙, 等. 2011. 黑水鸡非繁殖期行为时间分配研究. 广东农业科学, 38(9): 126–127.

李德品, 唐涛, 蔡庆华, 等. 2011. 滇西北紫水鸡的分布及其种群现状. 四川动物, 30(4): 645–648.

李枫, 汪清雄, 卢珊, 等. 2007. 扎龙湿地白鹤春季停歇地昼间行为时间分配及活动规律. 动物学杂志, 42(3): 68–72.

李学友, 杨洋, 杨士剑, 等. 2008. 云南拉市海灰鹤的越冬行为初步观察. 动物学杂志, 43(1): 61–64.

刘瑜, 赵尔旭, 黄玮, 等. 2010. 云南近 46 年降水与气温变化趋势的特征分析. 灾害学, 25(1): 39–44.

罗康, 吴兆录, 张海燕, 等. 2013. 云南滇池紫水鸡生态学特性初步研究. 野生动物, 34(1): 20–22.

卯霞, 丁伟, 李国刚, 等. 2014. 云南巧家马树黑颈鹤日间越冬时间分配和活动节律. 野生动物学报, 35(3): 307–310.

王凯, 杨晓君, 赵建林, 等. 2009. 云南纳帕海越冬黑颈鹤日间行为模式与年龄和集群的关系. 动物学研究, 30(1): 74–82.

夏范燕, 吴巩胜, 李丽, 等. 2014. 近 50 年内滇西北极端气候变化. 云南师范大学学报: 自然科学版, 34(3): 64–69.

谢光勇. 2015. 鄱阳湖区越冬白头鹤日间行为模式及其影响因素研究. 江西: 江西师范大学硕士学位论文.

杨岚, 文贤继, 韩联宪. 1995. 云南鸟类志 上卷: 非雀形目. 昆明: 云南省科技出版社.

曾宾宾, 邵明勤, 赖宏清, 等. 2013. 性别和温度对中华秋沙鸭越冬行为的影响. 生态学报, 33(12): 3712–3721.

赵建林, 韩联宪, 冯理, 等. 2008. 云南纳帕海黑颈鹤越冬行为与生境利用初步观察. 四川动物, 27(1): 87–91.