

## 黄腹角雉人工种群生存力初步分析

桂小杰<sup>1,\*</sup>, 向左甫<sup>1,\*</sup>, 李立<sup>2</sup>

(1. 中南林业科技大学 生命科学与技术学院, 湖南 长沙 410004;

2. 湖南省雉类繁殖基地, 湖南 长沙 410116)

**摘要:** 黄腹角雉 (*Tragopan caboti*) 为我国特有珍稀雉类。目前, 其野生种群仅分布于湖南东南部、浙江南部和西南部、江西、福建、广东北部和广西东北部, 估计数量约为 4000 只。湖南省雉类繁殖基地自 1997 年通过对执法检查中获得的黄腹角雉个体进行收容、救护以及驯养繁殖工作以来, 该人工种群已经成功繁殖 4 年, 至 2004 年年底种群数量为 131 只。本文利用 8 年的驯养繁殖过程中获得的种群生态学参数, 借助漩涡模型 (Vortex9.51) 对该种群 100 年内的动态进行了模拟。结果显示, 按照过去 8 年的生存情况, 该种群在 100 年灭绝的概率为 97%。成年雌性的高死亡率和频繁的危害是影响种群长期存活的两个关键因素。如果成年雌性的死亡率降低到饲养后 3 年 (2002—2004 年) 时的水平, 种群的灭绝概率降低至 5%, 如果同时控制灾害的发生, 其灭绝概率降至 0。增加环境容纳量没有降低种群的灭绝概率和增加其增长速度, 但增加环境容纳量对 100 年后的种群数量和基因杂合度有明显的影响。在降低成年雌性死亡率和杜绝灾害发生的情况下, 可以考虑对种群进行收获 (用作向野外放养), 每次收获的数量应该控制在 5 只成年雄性和 5 只成年雌, 开始收获时间为种群连续繁殖 10 年以后。降低成年雌性的死亡率、杜绝食物中毒和火灾等灾害的发生以及增加环境容纳量是该人工饲养种群长期存活和发展壮大的重要管理手段。

**关键词:** 黄腹角雉; 漩涡模型; 种群生存力分析; 种群收获

中图分类号: Q959.7 文献标识码: A 文章编号: 0254-5853-(2007)06-0626-08

## A Preliminary Population Viability Analysis of Cabot's Tragopan (*Tragopan caboti*)

GUI Xiao-jie<sup>1,\*</sup>, XIANG Zuo-fu<sup>1,\*</sup>, LI Li<sup>2</sup>

(1. Central South University of Forestry & Technology, Hunan Changsha, 410004, China;

2. Hunan Pheasants Captive Breeding Center, Hunan Changsha 410116, China)

**Abstract:** The Cabot's Tragopan, *Tragopan caboti*, endemic to China, is among one of the critically endangered species globally. It is distributed only in Zhejiang, Fujian, Jiangxi, Hunan, Guangdong and Guangxi province. There are about 4,000 individuals in the wild but their natural habitat is seriously fragmented. One captive population has been established in Hunan since 1997 by adding new individuals, and its population stood at 131 individuals in 2004. Based on the data collected from this captive population, we used Vortex 9.51 to simulate the dynamics of this population. Results of the simulation suggested that the population has a 97% probability of being extinct under current conditions, within the next 100 years. The high mortality of adult females and the impact of disasters are two key factors which influence the long-term survival of the population. The possibility of extinction will decline to 5% if the mortality of adult females was decreased to the level between 2002 and 2004. And it will decline to 0 if disasters were controlled at the same time. Carrying capacity has positive impacts on the population size and genetic diversity, but has no impact on the extinction probability. Taking individuals out of the wild can only be considered when the mortality of the adult females has decreased and disasters are controlled. Five adult males and five adult females can be taken out of the wild when the population has reproduced after 10 years. To ensure the long-term survival of this captive population, management should focus on decreasing the mortality in adult females, controlling disasters, and increasing the carrying capacity.

**Key words:** Cabot's Tragopan (*Tragopan caboti*); Vortex model; Population dynamics simulation; Population harvest

收稿日期: 2007-08-29; 接受日期: 2007-11-01

基金项目: 湖南省科委科技攻关项目 (01-962-25)

\* 通讯作者 (Corresponding author), Tel: 0731-5515901, E-mail: wildlife@public.cs.hn.cn; zorph@126.com

黄腹角雉 (*Tragopan caboti*) 属鸡形目 (Galliformes)、雉科 (Pasianidae)、角雉属 (*Tragopan*), 为我国特有珍稀中型雉类, 为国家 I 级重点保护物种, 在《濒危动植物物种贸易公约》(Convention International Trade of Endangered Species, 简称 CITES) 被列入附录 I 中, 《世界雉类保护行动计划 2000—2004》确定该物种为急需保护种类, 国际自然保护联盟 (IUCN) 将其定为濒危物种 (E) (Garson & McGowan, 2000)。自 1882 年到第一次世界大战, 该物种曾被引入到欧洲饲养繁殖, 人工繁殖个体少, 近乎灭绝 (Delacour, 1977)。1960 年再次通过香港引入英国, 至今已繁殖出 200 只左右的后代, 分散养殖在英国、美国、加拿大和德国的一些动物园及农场中, 但是, 由于这些个体均来自少数亲鸟的后代, 近交严重, 种群退化 (Howe, 1984)。目前, 野生种群仅分布于湖南东南部、浙江南部和西南部、江西、福建、广东北部和广西东北部, 估计数量约为 4000 只 (Zheng & Wang, 1998)。由于繁殖率较低、性成熟迟、自然孵化率及成活率极低、栖息地缩小和片断化, 种群呈下降趋势 (Deng & Zheng, 2004), Zheng et al (1985) 认为必须迅速采取措施拯救, 并建议在原产地放置巢箱和人工孵化就地放养是可行的保护途径。

1992 年国家林业部启动了野生动物救护繁殖中心建设工程, 湖南作为我国黄腹角雉主要分布区的省份, 实施了黄腹角雉救护与繁殖项目。从 1997 年起通过对执法检查获得的个体进行救护, 湖南省雉类繁殖基地开展了黄腹角雉收容救护和驯养繁殖工作, 至 2004 年年底已形成了一个繁殖 4 代共 131 只的人工种群。该种群是目前世界上最大的人工饲养种群, 其长期存活、壮大以及是否能够收获 (用于人工繁殖个体的野外放养) 在黄腹角雉的保护中都起到重要作用。其研究不仅可为重建野生种群提供种质资源, 还可为黄腹角雉或其他雉类人工种群的管理提供经验。

种群生存力分析是利用数学模型及计算机软件, 结合分析和模拟技术, 研究小种群的动态、命运, 测算其灭绝的概率的过程, 研究物种绝灭问题。由于较难收集到野生种群较长时间连续的数据, 主要对人工种群进行生存力分析 (Jiang et al, 1999)。漩涡模型是进行种群生存力分析、确定优先保护项目和评价濒危动物管理方式的有效工具 (Lacy, 1993)。它将种群动态模拟为有一定发生概率的相互

独立的序列事件, 表现为种群在多种确定性和随机性因素相互作用下的综合结局。漩涡模型全面概括了种群统计随机性、环境随机性、遗传随机性和灾害随机性, 并引入了密度制约、年龄结构、性比、婚配方式和异质种群 (metapopulation) 等因素的作用, 而且还包括了栖息地变化、捕杀、释放等确定性过程, 最大限度地模拟了种群的真实动态, 成为进行种群生存力分析、确定优先保护项目和评价濒危动物管理方式的有力工具 (Zhang et al, 1994; Zhang & Wang, 1999; Li et al, 1996)。在我国先后已有不少研究者利用漩涡模型对白暨豚 (*Lipotes vexillifer*, Zhang et al, 1994)、江豚 (*Neophocaena phocaenoides*, Zhang & Wang, 1999)、朱鹮 (*Nipponia nippon*, Li et al, 1996)、大熊猫 (*Ailuropoda melanoleuca*, Wei & Hu, 1994; Li et al, 1997; Guo & Hu, 1999; Zhang et al, 2002)、黑熊 (*Ursus thibetanus*, Hou et al, 2001)、黔金丝猴 (*Rhinopithecus brelichi*, Yang et al, 2002)、滇金丝猴 (*Rhinopithecus bieti*, Xiao et al, 2005) 和黑长臂猿 (*Nomascus concolor jingdongensis*, Fan & Jiang, 2007) 等一些珍稀濒危野生动物的种群生存力进行了分析。

湖南省雉类繁殖基地在近 8 年的驯养繁殖过程中积累了种群生态学和统计学基本的基本数据, 如种群数量动态、出生率、死亡率等, 这些数据为种群生存力分析提供了基本参数和条件。本文应用漩涡模型 (Vortex9.51) 对该人工饲养种群 100 年内的命运和动态进行模拟, 并通过相关因子的敏感性分析进一步确定影响该种群存活和发展的关键因素, 并对种群的收获量进行了分析以探讨该繁殖种群的最佳管理模式。

## 1 材料与方法

黄腹角雉数据主要来自于湖南省雉类繁殖基地的人工饲养黄腹角雉种群。根据 Vortex9.51 软件的数据输入要求, 确定或者推断所需参数, 进行统计分析。

### 1.1 种群饲养地点

基地设于湖南省森林植物园内, 总面积 12hm<sup>2</sup>。地理位置为北纬 113°01'31", 东经 28°06'40"。该地最低海拔 68 m, 最高海拔 102.5 m, 为丘岗地, 地势平坦。气候属亚热带季风湿润气候区, 年均气温 17.2℃, 极端高温 40.0℃, 极端最低温 -9.5℃。年

无霜期 272 天, 年均降雨量为 1411mm。年均相对湿度 80%, 年日照 1717h。森林覆盖率为 98%, 森林小气候特征突出。林地土壤主要为第四纪网纹红壤。pH 值 4.0~5.5。

## 1.2 种群现状

湖南省雉类繁殖基地自 1997 年开始收容救护黄腹角雉, 到 2001 年共收容救护了近 200 只野生黄腹角雉, 繁殖 241 只鸟, 建立了一个人工繁殖初始种群, 目前种群存活数量为 131 只(表 1)。这些救助的个体主要来源于南岭莽山保护区和周边地区不超过 300 km<sup>2</sup> 范围。黄腹角雉的幼鸟在人工养殖条件下和野外条件下都有部分雌鸟在出生后的第二年性成熟并参加繁殖。实际上, 在没有繁殖管理经验可以借鉴的情况下, 为了防止放养(或者笼养)出现不可预料的灾难, 我们每年都会分别笼养和放养一部分, 总的来说, 平均约有 80% 的个体是放养的。2001 年繁殖存活的雌鸟有 5 只参加了 2002 年的繁殖; 在 2003 年和 2004 年分别有 2001 年、2002 年和 2003 年出生的雌鸟性成熟并参加繁殖, 数量分别为 13 和 14 只。2004 年 11 只人工繁殖的雄鸟达到性成熟。

## 1.3 种群繁殖参数

根据该人工饲养种群的繁殖生态学数据, 部分雌鸟在第 2 年即能参加繁殖, 雄鸟至第 3 年才性成熟。最大繁殖年龄估计为 10 年。因为是人工饲养种群, 假设种群的繁殖率不依赖种群密度。交配模式选择多配 (polygynous)。

## 1.4 繁殖率

由于 1997 和 1998 年雌性成鸟有 16 只, 处于救护和驯化阶段, 尚无雌鸟繁殖, 故不用来计算参加繁殖的成年雌性的比例。而 1999 年因繁殖技术和设备缺乏, 仅繁殖出 1 只幼鸟, 属个别事件, 也不用来计算参加繁殖的成年雌性的比例。根据 2000 年至 2004 年的数据(表 2), 平均每年参加繁殖的雌性的比例为 60% ( $SD = 22%$ ), 成年雌性平均繁殖数量为 3.1 ( $SD = 1.03$ ), 其中个体最大繁殖数量为 7 只, 分别为 2002 年编号为 H12 号笼舍的雌鸟和 2003 年编号为 H15-048 的雌鸟。由于幼鸟性别鉴定比较困难, 没有对繁殖幼鸟的性别进行记录, 假设繁殖幼鸟的性别为 1:1。

## 1.5 死亡率

根据种群动态年表(表 1)计算各性别年龄段的死亡率。其中 1999 年繁殖的 1 只雏鸟被老鼠杀死; 2000 年电路起火导致雏鸟全部死亡, 将这两年的数值作为意外事故, 不作为计算平均死亡率的统计样本。各性别年龄段的死亡率见表 3。由于未对幼鸟的性别进行鉴别, 因此难以计算各个性别幼鸟的死亡率。在此, 假设死亡幼鸟的性比为 1:1, 即雌雄两性的死亡率相等, 并且等于总的幼鸟的死亡率。然后用幼年个体的死亡率除以该年龄段所经历的时间(雌性 2 年, 雄性 3 年), 得到各年的死亡率, 输入 Vortex 模型。2002—2004 年, 成年雌性的死亡率显著低于 1997—2001 年 (Mann-Whitney  $U$  test:  $Z = -2.236, P < 0.05$ ), 而雄性死亡率没有显著下降 (Mann-Whitney  $U$  test:  $Z = -0.149, P > 0.05$ )。为了检验降低成年雌性死亡率对该种群的长期存

表 1 黄腹角雉种群动态统计表(实际种群)

Tab. 1 The record of Cabot's Trgopan (*Tragopan caboti*) captive population specific by years

年份 Year	救护数量 Recruit number	繁殖数量 Breeding number	种群死亡数量(只)			种群存活数量(只)				
			总数 Total	雏鸟 Chick	成雄 Adult male	成雌 Adult female	总数 Total	幼鸟 Chick	成雄 Adult male	成雌 Adult female
1997	13	0	5	0	2	3	8	0	6	2
1998	63	0	28	0	11	17	43	0	29	14
1999	41	1	23	1	8	14	62	0	46	16
2000	51	23	64	23	15	26	72	0	47	25
2001	31	36	47	21	10	16	92	15	48	29
2002	0	81	71	54	15	2	102	37	33	32
2003	0	100	97	78	5	14	105	46	28	31
2004	0	92	66	46	9	11	131	67	30	34
总计 Total	199	333	401	223	77	101	—	—	—	—

表 2 成年雌性参加繁殖的比例及其繁殖数量

年份 Year	参加繁殖鸟数 Breeding birds	雌鸟总数 Total of female	繁殖比率 Ratio of breeding	繁殖数量 Sum of breeding	均繁殖量 Mean breeding sum
1997	0	2	0	0	—
1998	0	14	0	0	—
1999	4	16	0.25	1*	—
2000	10	25	0.4	23	2.3
2001	20	29	0.69	36	1.8
2002	25	32	0.78	81	3.24
2003	25	31	0.81	100	4
2004	22	34	0.65	92	4.18
总计 Total	106	183	3.58	333	15.52
Mean±SD	17.67±8.69	22.86±11.19	0.6±0.22	66.4±34.66	3.1±1.03
样本数(n) Samples	6	8	6	5	5

\* 个别事件不用来计算每年参加繁殖的雌性的比例(Rare accident not use to calculate the rate of breeding female)。

活的影响, 将 2002—2004 年的死亡率作为提高管理经验后的死亡率对种群动态进行灵敏度分析。

### 1.6 灾害

根据人工种群建立以来意外事件发生和影响程度分析, 灾害性事件主要有中毒、火灾和高致病性禽流感爆发等。在 2003 年底和 2004 年春季高致病性禽流感爆发期, 未见黄腹角雉染病。其他疾病作为一般性事件, 已体现在年度死亡率中。因此, 主要灾害性事件为中毒和火灾。灾害 1: 肉毒梭菌 (*Clostridium botulinum*) 中毒。肉毒梭菌产生于高温腐败的动物尸体。自建立黄腹角雉人工种群以来共发生 2 次, 分别发生在 2001 年和 2002 年, 在饲养笼舍内分别发现腐败的黑斑蛙 (*Pelophylax nigromaculatus*)、虎纹蛙 (*Hoplobatrachus chinensis*) 和黑眉锦蛇 (*Elaphe radiata*) 尸体。中毒死亡鸟数量分别为 14 只和 12 只, 发生频率为 2/8。

该事件多发生在夏季高温期, 即在繁殖季节后的夏季, 故对在春季繁殖率无影响, 对存活率有影响。计算公式为: 灾害导致死亡数 / (上年种群数量 + 灾害导致死亡数)。输入值为  $(1 - \text{灾害导致死亡数}) / (\text{上年种群数量} + \text{灾害导致死亡数})$ 。据此, 第一次影响程度为 16%, 当年种群为上年度种群数量的 84%。第二次为 11.5%, 当年种群为上年度种群数量的 88.5%。平均为 86.25% (输入值为 0.8625)。灾害 2: 火灾。人工种群建立以来, 发生火灾 1 次, 系由电路起火引起。2000 年繁殖的 23 只幼鸟和正在孵化

表 3 成幼鸟繁殖性别死亡率统计表

年度 Year	幼体 Chicks of both sexes	成雄性 Adult male	成雌性 Adult female
1997	—	25	60
1998	—	27.5	54.8
1999	—	14.8	46.7
2000	—	24.2	51
2001	58.3	17.2	35.6
2002	59.3	31.3	5.9
2003	62.9	15.2	31.1
2004	40.7	23.1	24.4
Mean ± SD	55.3 ± 10	22.3 ± 6	38.7 ± 18

的卵全部丧失, 发生频率为 1/8。对雌鸟繁殖比例无影响, 对当年种群存活率有影响。当年种群数量为 72 只, 其影响程度为  $23 / (72 + 23)$ , 影响值计算结果为 0.24, 当年种群存活量为  $1 - 0.24$ , 即输入值为 0.76。

### 1.7 交配垄断程度

根据 2002、2003 和 2004 年比较完整的记录, 分别有 18、21 和 25 只雄性参加繁殖, 同期成年雄性鸟数量分别为 48、33 和 28 只。三年中雄性参加繁殖百分比平均为 63.5%。其他 2 个参数由模型设计的泊松分布数学公式自动计算完成。

### 1.8 近亲繁殖

近亲繁殖是影响小种群长期存活的一个关键因素。Ralls et al (1988) 通过对 40 只圈养鸟类的致死等价系数的研究认为, 每个二倍体平均有 3.14 个致死等价基因。到目前为止, 尚未见到对鸟类致死等价系数的研究, 并且 Li et al (1996) 对朱鹮进行种群生存力分析时选择的致死等价系数也是 3.14, 因此我们选择 Vortex 模型给出的默认致死等价系数 3.14。

### 1.9 初始种群数量

该人工种群 2001 年首次有繁殖的幼鸟存活, 并且 2001 年是最后 1 年有救护个体对种群进行补充, 因此初始种群数量为 2001 年首次成功繁殖时的成年个体数, 即 2000 年存活个体数量加 2001 年救护数量, 总数为 103 只。其中 58 只成年雄性, 45 只成年雌性。由于这些个体都是救护个体, 不知道其准确年龄, 假设其均匀分布在成年后的各年龄段。

### 1.10 环境容纳量

根据饲养场目前的管理规模, 假定环境容纳量为 500 只。并对环境容纳量每年增加 10%, 连续增加 10 年的情况进行了模拟。

### 1.11 收获

由于该种群可能为以后重建野生种群提供种质资源, 因此对种群达到环境容纳量后进行收获的情况进行了模拟, 以确定最佳收获时间和收获量。

将以上数据输入 Vortex9.51 软件, 分析黄腹角雉人工种群 100 年内的种群动态, 每年给出一次预测报告, 每次重复模拟 1000 次。

## 2 结果

### 2.1 当前情况下的种群动态

在当前情况下, 黄腹角雉种群的内禀增长率为  $r = -0.067$ , 100 年后的种群数量为 74 只, 并且 100 年内的灭绝概率为 0.97 (表 4, 1)。在不考虑近交衰退的情况下, 内禀增长率为  $r = -0.041$ , 100 年后种群数量为 109 只, 灭绝概率为 0.83 (表 4, 2)。

### 2.2 灾害对种群的影响

灾害对种群的长期存活具有非常重要的影响。在减少一种灾害的情况下, 种群的灭绝概率下降到 0.83 或 0.81, 种群数量上升到 128 只或 133 (图 1; 表 4, 3—4)。在没有灾害的情况下, 种群的灭绝概率下降到 0.46, 种群数量上升到 208 只 (图 1), 基因杂合度也上升到 82% (表 4, 5)。

### 2.3 降低死亡率对种群的影响

成年雌性死亡率是影响种群长期存活最重要的因素。8 年间成年雄性的死亡率为 22.3% ( $SD = 6%$ ), 而成年雌性的死亡率为 38.7% ( $SD = 18%$ ); 2002 至 2004 年间成年雄性的死亡率为 23.2% ( $SD = 8$ ), 而成年雌性的死亡率下降到 20.5% ( $SD = 13%$ )。因此增加的管理经验仅仅是降低了成年雌性的死亡率 (mortality)。在降低雌性死亡率的情况下, 种群的灭绝概率迅速下降到 3%, 100 年后的种群数量为 383 只, 基因杂合度达到 89%, 基本上脱离了灭绝的危险 (图 1; 表 4, 6)。如果在降低死亡率的同时, 杜绝灾害的发生, 种群完全脱离了灭绝的危险, 100 年后种群数量基本接近环境容纳量, 基因杂合度达到 93% (图 1; 表 4, 7)。

### 2.4 增加环境容纳量对种群的影响

增加环境容纳量对种群的灭绝概率和增长速度影响不大。在其他条件相同的情况下, 逐年增加环境容纳量并没有显著降低种群的灭绝概率 (表 4: 1 对应 8, 5 对应 9, 6 对应 10, 7 对应 11) 和增加种群的增长速度 (图 1)。但是增加环境容纳量对 100 年后的种群数量有明显的影响, 其种群数量几乎等于环境容纳量为 500 只时的 2 倍。并且增加环境容纳量提高了 100 年后种群的基因杂合度。

### 2.5 收获对种群的影响

因为只有在没有灾害发生, 并且低死亡率的情况下, 种群没有灭绝危险, 所以只在这种情况下对收获情况进行了模拟。如果从第 15 年开始, 每年收获 5 只成年雄性和 5 只成年雌性, 种群的灭绝概率为 5%, 100 年后的种群数量为 453 只 (表 4, 12)。如果从第 10 年开始每年收获 5 只成年雄性和 5 只成年雌性, 种群的灭绝概率上升到 7%, 100 年后的种群数量仍然为 447 只 (表 4, 13)。如果从第 5 年开始每年收获 5 只成年雄性和 5 只成年雌性, 种群的灭绝概率上升到 18% (表 4, 14)。如果从第 15 年开始每年收获 7 只成年雄性和 7 只成年雌性, 种群的灭绝概率上升到 17% (表 4, 15); 如果每年收获 10 只成年雄性和 10 只成年雌性, 种群的灭绝概率上升到 38% (表 4, 16)。

## 3 讨论

总的来说, 湖南省雉类繁殖基地饲养的黄腹角雉种群在当前情况下是一个非常脆弱的种群, 在

表 4 16 种不同条件下的模拟参数和结果  
 Tab. 4 Data input to the model and results in 16 situations

模拟种群情况 Situations	环境容纳量 (只) CC	食物中毒 FP <sup>2</sup>	火灾 Fire	收获 Harvest	死亡率 Mortality	内禀增长率( <i>r</i> )	<i>SD</i> ( <i>r</i> )	灭绝概率 Probability of extinct	种群数量 Popul- ation	接近种群最大数量的时间 TRMP	基因杂合 (%) GH
1	500	Y	Y	N	H	-0.066	0.270	0.97	74	-	68
2	500	Y	Y	N	H	-0.041	0.273	0.83	109	-	65
3	500	Y	N	N	H	-0.036	0.242	0.83	128	-	74
4	500	N	Y	N	H	-0.032	0.249	0.81	133	-	79
5	500	N	N	N	H	0.004	0.216	0.46	208	17	82
6	500	Y	Y	N	L	0.069	0.237	0.03	383	32	89
7	500	N	N	N	L	0.146	0.205	0	468	26	93
8	逐年增加 10%	Y	Y	N	H	-0.066	0.270	0.96	82	-	72
9	逐年增加 10%	N	N	N	H	0.004	0.214	0.45	433	34	86
10	逐年增加 10%	Y	Y	N	L	0.072	0.235	0.03	791	52	92
11	逐年增加 10%	N	N	N	L	0.150	0.204	0	945	32	95
12	500	N	N	第 15 年开始 每年 5♂5♀	L	0.12	0.21	0.05	453	17	92
13	500	N	N	第 10 年开始 每年 5♂5♀	L	0.118	0.212	0.07	447	17	92
14	500	N	N	第 5 年开始每 年 5♂5♀	L	0.111	0.216	0.18	445	16	92
15	500	N	N	第 15 年开始 每年 7♂7♀	L	0.106	0.217	0.17	441	14	92
16	500	N	N	第 15 年开始 每年 10♂10♀	L	0.087	0.225	0.38	417	14	92

CC: Carrying capacity (ind.); FP: Food poisoning; TRMP: Time that reaching the maximum population; GH: Gene heterozygosity. Y: Yes; N: No; H: 高死亡率是人工种群饲养 8 年的所有数据计算的死亡率 (High mortality calculated from the data between 1997 and 2004); L: 低死亡率是人工饲养后 3 年的死亡率 (Low mortality calculated from the data between 2002 and 2004)。

100 年内其灭绝概率达到了 97%。但是通过增加管理经验、降低成年个体的死亡率、杜绝灾害的发生等措施能够大大增加该种群存活概率。

雌性的高死亡率是限制种群存活和发展的最关键因素 (见结果 2.3)。即使在有灾害发生的情况下降低死亡率, 也将种群长期存活概率提高到 95%, 基本脱离了灭绝的危险。灾害是影响种群长期存活的另一关键因素。在杜绝灾害发生的情况下, 即使雌性面临高死亡率, 种群的灭绝概率也下降至 48%; 如果雌性的死亡率降低, 种群的灭绝概率进一步降至 0。因此, 在种群的管理过程中, 努

力降低成年雌性的死亡率, 杜绝食物中毒和火灾等灾害的发生, 将是最直接并且最有效的管理办法。

增加环境容纳量虽然没有降低种群的灭绝概率和增加其增长速度, 但增加环境容纳量对 100 年后的种群数量和基因杂合度有明显的影响。一个种群要长期生存 (100 年或 1000 年以上), 必须有足够的遗传变异以适应变化的环境, 至少物种产生的遗传变异量必须等于遗传漂变的损失量。但小种群的基因突变率 (mutation rate) 比损失率 (lost rate) 低几个数量级 (Lande & Barrowclough, 1987), 因此近交衰退对小种群的长期存活具有重要的影响

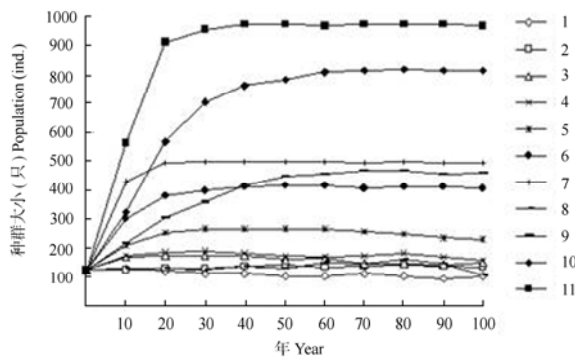


图 1 在 11 种模拟情况下黄腹角雉人工饲养种群的动态变化

Fig. 1 Population dynamics of Cabot's Tragopan (*Tragopan caboti*) captive population in eleven different situations

作用。增加环境容纳量导致种群数量增加，如果种群数量达到一定程度，其基因突变率和损失率相等，那么种群就可以在进化中适应环境的变化，长期存活下去 (Fan & Jiang, 2007)。因此在条件许可的情况下，应该尽可能改善该种群的饲养环境，增加其环境容纳量。

该种群是目前世界上最大的人工饲养种群，其长期存活不仅在该物种的保护上具有重大意义，

## 参考文献:

- Delacour J. 1977. *The Pheasants of the World*, Second Edition [M]. Hindhead: World Pheasant Association and Spur Publications, 1-89.
- Deng WH, Zheng GM. 2004. Landscape and habitat factors affecting the occurrence of Cabot's Tragopan in fragmented forests [J]. *Biological Conservation*, **117**: 25-32.
- Fan PF, Jiang XL. 2007. Population viability analysis for black crested gibbon (*Nomascus concolor jingdongensis*) in Dazhaizi at Mt. Wuliang, Yunnan, China[J]. *Acta Ecologica Sinica*, **27**(2): 620-626. [范鹏飞, 蒋学龙. 2007. 无量山大寨子黑长臂猿(*Nomascus concolor jingdongensis*)种群生存力. *生态学报*, **27**(2): 620-626.]
- Garson P, McGowan M. 2000. Status Survey and Conservation Action Plan 2000-2004 [M]. Gland, Switzerland: Pheasants IUCN.
- Guo J, Hu JC. 1999. The population viability analysis of Giant Panda in Yele area [J]. *Journal of Nanjing Forestry University*, **23**(6): 27-30. [郭建, 胡锦涛. 1999. 冶勒地区大熊猫种群生存力分析. *南京林业大学学报*, **23**(5): 27-30.]
- Hou WR, Zhang ZJ, Hu JC. 2001. A preliminary analysis on population viability black bear in Wolong[J]. *Zool Res*, **22**(6):361-366. [侯万儒, 张泽钧, 胡锦涛. 2001. 卧龙自然保护区黑熊种群生存力初步分析. *动物学研究*, **22**(5): 361-366.]
- Howe K. 1984. The Artificial insemination of Cabot's Tragopan [J]. *WPA*, (9):19-32.
- Jiang ZG, Ma KP, Han XG. 1999. *Conservation Biology*[M]. Hangzhou: Zhejiang Science Press, 130-131. [蒋志刚, 马克平, 韩兴国. 1999. *保护生物学*(第二版). 杭州: 浙江科学技术出版社, 1999. 130-131.]
- Lacy RC. 1993. VORTEX: A computer simulation model for population viability analysis [J]. *Wildlife Research*, **20**: 45-65.
- Lande R, Barrowclough GF. 1987. Effective population size, genetic variation and their use in population management [A]. In: Soule ME. *Viable population for conservation*[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 87-123.
- Li XH, Li DM, Yong YG, Zhang J. 1997. A preliminary analysis on population viability analysis for Giant Panda in Foping [J]. *Acta Zoologica Sinica*, **43**(3):285-293. [李欣海, 李典谟, 雍严格, 张坚. 佛坪大熊猫种群生存力分析的初步报告. *动物学报*, **43**(3): 285-293.]
- Li XH, Li DM, Lu BZ, Ze TQ. 1996. Population viability analysis for the Crest Ibis (*Nipponia nippon*) [J]. *Chinese Biodiversity*, **4**(2):69-77. [李欣海, 李典谟, 路宝忠, 翟天庆. 1996. [朱鹮 (*Nipponia nippon*) 种群生存力分析. *生物多样性*, **4**(2): 69-77.]
- Ralls K, Ballou JD, Templeton AR. 1988. Estimates of lethal equivalence and cost of inbreeding in mammals[J]. *Conservation Biology*, **2**:185-193.
- Wei FW, Hu JC. 1994. A preliminary analysis on population viability of Giant Pandas [A]. In: Chengdu Zoo & Chengdu Breeding and Research Base of Giant Panda. *Scientific Treatise of Chengdu International Giant Panda Conservation Workshop*[M]. Chengdu: Sichuan Science & Technology Press, 116-122. [魏辅文, 胡锦涛. 1994. 大熊猫种群生存力初步分析. 见: 成都动物园, 成都大熊猫繁育研究基地. 成都国际大熊猫保护学术研讨会论文集. 成都: 四

并且是将来重建野生种群的重要种质资源库。由于在当前情况下该种群存在非常高的灭绝风险，所以不应该对其进行收获。但如果在提高了管理经验、降低了雌性的死亡率、并且杜绝灾害的发生后，可以考虑对其进行收获。每年收获的个体数量比开始收获的时间对种群的长期存活影响更大。从第 5 年开始，每年收获 5 只成年雄性和 5 只成年雌性，种群的灭绝概率为 18%；而如果从第 15 年开始收获，每年收获 7 只成年雄性和 7 只成年雌性，种群的灭绝概率为 17%。根据种群动态的模拟结果，每次收获的数量应该控制在 5 只成年雄性和 5 只成年雌性，开始收获时间为种群连续繁殖 10 年以后。

综合上述观点，为了使该种群长期存活并发展壮大，提出以下几点管理建议：

增强管理，降低成年雌性的死亡率，这是影响种群长期存活的最关键因素；2) 加强饲养场内的卫生，坚决杜绝食物中毒和火灾等灾害的发生，一旦发生应尽量将灾害造成的影响降到最低；(3) 尽可能增加饲养场的规模，并适当建立相对隔离的亚种群，增加环境容纳量，提高抵御灾害性事件的能力。

- 川科学技术出版社,116-122.]
- Xiao W, Huo S, Xiang ZF, Cui LW. 2005. A preliminary analysis on population viability for Black-and-white Snub-nosed Monkeys (*Rhinopithecus bieti*)[J]. *Zool Res*, 26(1):9-16. [肖文, 霍晟, 向左甫, 崔亮伟. 2005. 黑白仰鼻猴种群生存力初步分析. 动物学研究, 26(1): 9-16.]
- Yang YQ, Lei XP, Yang CD. 2002. Ecology of the Wild Guizhou Snub-nosed Monkey[M]. Guizhou Scientific Press, 99-102. [杨业勤, 雷孝平, 杨传东. 2002. 黔金丝猴的野外生态. 贵阳: 贵州科技出版社, 99-102.]
- Zhang XF, Wang D, Wang KX. 1994. VORTEX model and its application on the management of Chinese river dolphin (*Lipotes vexilifer*) population [J]. *Chinese Biodiversity*, 2(3):133-139. [张先锋, 王丁, 王克雄. 1994. 漩涡模型及其在白暨豚种群管理中的应用. 生物多样性, 1994, 2(3): 133-139.]
- Zhang XF, Wang KX. 1999. Population viability analysis for Yangtze finless porpoise [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 19(4):529-533. [张先锋, 王克雄. 1999. 长江江豚种群生存力分析. 生态学报, 19(4): 529-533.]
- Zhang ZJ, Hu JC, Wu H, Hou WR. 2002. An analysis on population viability for Giant Panda in Tangjiahe [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 22(7):990-998. [张泽钧, 胡锦矗, 吴华, 侯万儒. 2002. 唐家河大熊猫种群生存力分析. 生态学报, 22(7): 990-998.]
- Zheng GM, Wang QS. 1998. Red Book of Chinese Threaten Specie, Aves [M]. Beijing: Science Press. [郑光美, 王岐山, 1998. 中国濒危动物红皮书鸟类卷. 北京: 科学出版社.]
- Zheng GM, Zhao RX, Song J, Liu ZX, Zhou HQ. 1985. A Study on the ecology of Cabot's Tragopan in breeding season [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 5(4): 379-385. [郑光美, 赵欣如, 宋杰, 刘宗行, 周洪青. 1985. 黄腹角雉的繁殖生态研究. 生态学报, 5(4): 379-385.]

## 高黎贡山发现野生林猬种群，希望有兴趣的专家加盟开展深入研究

艾怀森

(高黎贡山国家级自然保护区保山管理局 云南 保山 678000)

2003 年至今，云南高黎贡山国家级自然保护区保山管理局工作人员在进行高黎贡山国家级自然保护区野生动物监测时发现，在高黎贡山南段，地理位置介于东经 98° 44' 35" —98° 46' 20"，北纬 24° 50' 49" —24° 58' 35" 之间，有野生林猬种群。该物种主要分布在海拔 2200—2681m 之间的中山湿性常绿阔叶林和杜鹃苔藓矮林之中，以昆虫为主食。在其人工饲养中，曾记录到一次林猬捕食饲养在同一笼中的大拟啄木鸟的现象。在饲养状态下，林猬每年 10 月中旬开始冬眠，次年 4 月上旬苏醒。2004—2007 年间，我局科技人员共采集到林猬活体 3 只，制作标本一份，标体为雌性个体，长 200mm，体重 390g。其齿式见图 1。经我们初步鉴定为新种，拟定名为高黎贡山林猬 *Hemiechinus gaoligongshani*，希望有兴趣的专家加盟做进一步研究。



图 1 林猬的齿式