

利用成幼比分析近 20 年野骆驼种群结构变化

程芸^① 袁磊^① 卡米拉^① 谢正君^① 王欣琪^① 薛亚东^{②③*}

① 新疆罗布泊野骆驼国家级自然保护区管理局 乌鲁木齐 830001;

② 中国林业科学研究院森林生态环境与自然保护研究所 北京 100091;

③ 生物多样性保护国家林业和草原局重点实验室 北京 100091

摘要: 野骆驼 (*Camelus ferus*) 是我国一级重点保护野生动物, 被 IUCN 列为极危级物种。新疆罗布泊野骆驼国家级自然保护区是我国野骆驼分布的集中区域, 由于野骆驼生存的自然条件极其恶劣, 对其种群现状和动态的研究一直较为困难。本研究于 2021 年和 2022 年采用样线法对保护区内野骆驼种群开展调查, 并比较了近 20 年野骆驼群体平均个体数量和种群成幼比, 分析其种群结构变化。本次野外调查共记录野骆驼 29 群 148 峰, 2010 至 2013 年调查共记录野骆驼 94 群 376 峰, 2003 至 2005 年调查共记录野骆驼 10 群 91 峰。3 个调查阶段, 2 峰及以上野骆驼群的平均个体数量无显著差异, 10 峰及以上野骆驼群的平均个体数量也无显著差异。选择野骆驼个体数量 10 峰及以上的野骆驼群进行分析, 结果显示, 本次调查与 2010 至 2013 年调查, 野骆驼的成幼比均稳定在 3 : 1, 2003 至 2005 年野骆驼的成幼比为 3.6 : 1。从成幼比来看, 近 10 年野骆驼种群结构基本稳定, 较 20 年前野骆驼种群结构更趋于健康, 此研究结论与当前保护区野骆驼种群数量增长的趋势相一致。本文对野骆驼种群结构变化的研究, 一定程度上反映了野骆驼的种群动态和保护成效, 可为我国野骆驼的保护与种群管理提供科学依据。

关键词: 野骆驼; 罗布泊; 样线调查; 种群动态; 成幼比

中图分类号: Q958 文献标识码: A 文章编号: 0250-3263 (2024) 05-641-07

The Ratio of Adults to Calves/Sub-Adults Reveals Population Structure Dynamics of Wild Bactrian Camel Over the Past 20 Years

CHENG Yun^① YUAN Lei^① KA Mi-La^① XIE Zheng-Jun^①
WANG Xin-Qi^① XUE Ya-Dong^{②③*}

① Administration of Xinjiang Lop Nur Wild Camel National Nature Reserve, Urumchi 830001;

② Ecology and Nature Conservation Institute, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091;

基金项目 第三次新疆综合科学考察项目 (No. 2021xjkk1200), 新疆罗布泊野骆驼国家级自然保护区综合科学考察项目;

* 通讯作者, E-mail: xueyadong334@163.com;

第一作者介绍 程芸, 女, 高级工程师; 研究方向: 生物多样性保护; E-mail: 83102828@qq.com。

收稿日期: 2023-11-16, 修回日期: 2024-03-28 DOI: 10.13859/j.cjz.202423209

③ Key Laboratory of Biodiversity Conservation of National Forestry and Grassland Administration, Beijing 100091, China

Abstract: [Objectives] The Wild Camel *Camelus ferus* is listed as Class I national key protected wild animal and a critically endangered species by the IUCN. Xinjiang Lop Nur Wild Camel National Nature Reserve is the main distribution area of Wild Camels in China. Due to the extremely harsh environment, it is difficult to study the current status and dynamics of Wild Camel population. [Methods] In this study, we investigated the Wild Camel population through line transects in the protected area during 2021 - 2022. The number of adults and calves/sub-adults camels were recorded during the surveys (Fig. 1). One-way ANOVA was used to compare the average group size among different surveys. The abundance index per kilometer and the ratio of adults to calves/sub-adults over the past 20 years were compared, followed by an analysis of the changes in Wild Camel population structure. [Results] A total of 148 camels belonging to 29 populations were recorded in the 2021 - 2022 field survey (Table 1), with almost all the Wild Camels found in the gobi area north of Altun Mountains except one individual (Fig. 2), while 376 camels belonging to 94 populations recorded in the 2010 - 2013 field survey, and 91 camels belonging to 10 populations recorded in the 2003 - 2005 field survey. There was no significant difference in the average group size with more than or equal to 2 or 10 Wild Camels among the three surveys. Regarding groups with more than or equal to 10 Wild Camels, the results showed that the ratio of adults to calves/sub-adults in 2021 - 2022 and 2010 - 2013 was 3 : 1, and that of Wild Camels in 2003 - 2005 was 3.6 : 1 (Table 2). [Conclusion] The population structure of Wild Camels has remained stable over the past 10 years, which is healthier than it was 20 years ago. Our conclusion is also consistent with the current growth trend of Wild Camel population in the protected area. The study on the changes of Wild Camel population structure reflects the population dynamics and conservation effectiveness of Wild Camel to a certain degree, and provides scientific guidance for the population conservation and management of Wild Camel in China.

Key words: *Camelus ferus*; Lop Nur; Line transects; Population dynamic; The ratio of adults to calves/sub-adults

野骆驼 (*Camelus ferus*) 是亚洲中部荒漠生态系统的旗舰物种, 为我国一级重点保护野生动物, 被IUCN评估为极危级物种。野骆驼曾广泛分布在中亚荒漠区, 数量曾达到10 000峰以上(袁国映等 1999), 但随着社会经济发展和人类活动扩张, 野骆驼栖息地面积不断减少, 种群数量也不断下降, 当前仅为1 000峰左右(薛亚东等 2014a, Xue et al. 2021)。目前, 野骆驼种群孤立分布在3个区域, 即我国的塔克拉玛干沙漠东部、库姆塔格沙漠及周边地区(包括罗布泊北部戛顺戈壁、阿奇克谷地、阿尔金山北麓)和中蒙边境的外阿尔泰戈壁(主要在蒙古国一侧的大戈壁保护区A区)(Tulgat

et al. 1992, Hare 2008, 薛亚东等 2021)。

国内外学者在野骆驼的分布区进行了多次考察, 但多限于对其种群数量的记录与栖息地的调查(Hare 1997, 丁峰等 2008)。随着调查技术的发展, 近些年研究人员利用卫星跟踪颈圈及红外相机等手段在野骆驼活动规律(薛亚东等 2014b, Xue et al. 2015)、集群行为(薛亚东等 2014c)、迁移规律(薛亚东等 2020)和活动区(袁磊等 2015, 吴运佳等 2021)等方面开展了工作。但由于野骆驼生性机警, 栖息于远离人迹、自然条件极端恶劣的荒漠地区, 对其种群和行为的野外观测研究往往不能连续系统地开展, 因此, 野骆驼的种群生态学基础

研究仍然较少(薛亚东等 2014a), 对野骆驼的种群现状和动态变化一直缺乏有效的评估。

新疆罗布泊野骆驼国家级自然保护区是我国野骆驼分布的集中区域(袁国映等 2012, 薛亚东等 2014a, 袁磊 2015), 在全球野骆驼的保护和管理中占据重要地位。关注野骆驼幼驼在种群中的比例, 对于了解野骆驼种群动态十分重要。本研究于 2021 年和 2022 年对该保护区内野骆驼种群开展调查, 并整合野骆驼种群结构历史调查数据, 比较了近 20 年野骆驼群体平均个体数量和种群成幼比, 分析其种群结构变化, 可以为我国野骆驼种群保护成效的评估以及未来种群管理提供科学依据和指导。

1 研究地区与方法

1.1 研究区概况

新疆罗布泊野骆驼国家级自然保护区($89^{\circ}00' \sim 93^{\circ}30' E$, $38^{\circ}42' \sim 42^{\circ}25' N$)位于天山和阿尔金山之间, 东邻甘肃省, 南邻青海省, 呈开口向西的“凹”形。保护区自北而南, 分为戛顺戈壁、库鲁克塔格低山残蚀丘陵、罗布泊干涸湖盆、北山断块低山丘陵、阿奇克谷地、库姆塔格沙漠、阿尔金山北麓洪冲积平原戈壁和阿尔金山山区, 面积达 6.12 万 km^2 (袁国映等 2012)。保护区属极端干旱大陆性气候, 年均温在 10 ℃左右, 多数地区年降水量仅 10 ~ 20 mm, 年蒸发量在 4 000 mm 以上(夏训诚等 2007)。保护区无常年地表径流, 阿尔金山山区在夏季暴雨季节会形成短暂的洪水, 其他地表水都以咸泉形式存在(萨根古丽等 2012)。保护区植被主要分布在阿尔金山山前冲积扇和阿奇克谷地一带, 库鲁克塔格山、北山和库姆塔格沙漠 90% 以上区域为裸地(程芸等 2018)。

1.2 调查方法和时间

为了与前期调查数据作对比, 2021 和 2022 年科考样线调查选择在保护区以往调查(袁磊 2015)时设定的研究范围内开展。结合前期工作基础, 根据保护区不同区域植被和地形特点, 在保护区植被较好的阿尔金山北麓山前洪冲积

扇倾斜平原带和阿奇克谷地、北部戛顺戈壁和库鲁克塔格山区域以及阿尔金山南部高海拔山区 3 个区块内均布设样线, 且尽量与前期调查样线一致。

保护区大多为开阔地域, 利用越野车为交通工具, 每次考察时间为 8 ~ 10 d, 车辆速度控制在 40 ~ 60 km/h, 当出现动物的时候, 停车逐项记录调查日期、时间、动物种类、数量、目视距离、海拔、位置、方位角、动物的运动方向以及动物的行为和所在地环境状况等。利用肉眼、测距仪(深达威, SW-2000D)和 10 × 50 的徕卡望远镜观察样线及两侧 3 000 m 范围内的野骆驼(图 1), 利用 GPS 定位仪定位坐标, 并记录越野车里程表数值(袁磊 2015, 程芸等 2018)。

此次调查之前, 保护区曾分别于 2003 至 2005 年和 2010 至 2013 年开展过样线调查, 均以千米数量指数评估了野骆驼的密度(袁磊 2015, 程芸等 2018)。由于望远镜观察难以辨识野骆驼雌雄, 前两次和本次调查中均记录了野骆驼各群中成体和幼体/亚成体的数量。根据调查数据计算千米数量指数(index of abundance per kilometer, I_{KA}), $I_{KA} = nm$, 式中, n 为每群的平均个体数, m 为平均每千米的群数, 该指数将 2 峰及以上比较集中活动的个体均作为一个群体, 单峰作为单独活动个体并忽略不计(李增超等 2006)。利用单因素方差分析比较 2003 至 2005 年、2010 至 2013 年以及 2021 和 2022 年 3 次调查中 2 峰及以上的群平均个体数量, 以及 10 峰及以上群平均个体数量的差异。

调查人员分别于 2021 年春季、秋季和 2022 年冬季进行了 3 次以野骆驼为主的样线调查, 5 月的春季调查累计行程 841 km, 9 月的秋季调查累计行程 1 063 km, 1 月的冬季调查累计行程 1 992 km, 三次共计 3 896 km, 基本覆盖保护区全境, 记录到的野骆驼分布位点见图 2。

2 结果

本次调查累计目击野骆驼实体 29 群 148

峰(表1),其中5月份记录野骆驼实体85峰,9月份记录野骆驼实体2峰,1月份记录野骆驼

实体61峰。除阿奇克谷地目击1峰野骆驼实体外,其余均分布在阿尔金山北麓地区(图2)。



图1 2021和2022年新疆罗布泊野骆驼国家级自然保护区科考拍摄到的野骆驼群体

Fig. 1 Photographs of Wild Camel *Camelus ferus* Population in Xinjiang Lop Nur Wild Camel National Nature Reserve during 2021-2022 survey

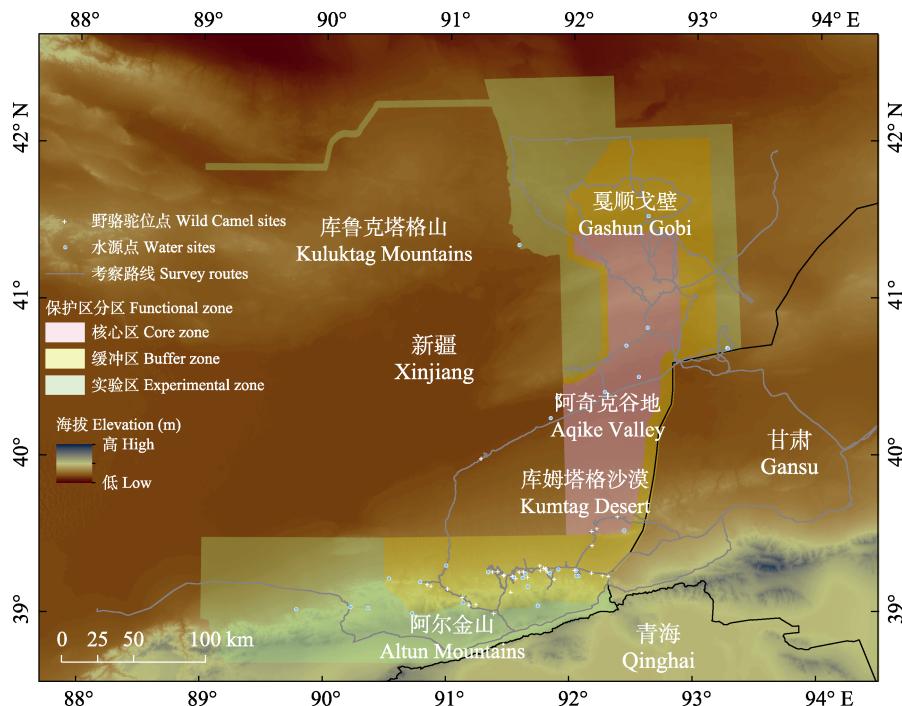


图2 2021和2022年新疆罗布泊野骆驼国家级自然保护区科考路线和记录的野骆驼分布位点

Fig. 2 Survey routes and Wild Camel *Camelus ferus* sites in Xinjiang Lop Nur Wild Camel National Nature Reserve during 2021-2022 survey

个体数在 2 峰及以上的野骆驼群共计 17 群, 占到全部群数的 58.6% (17/29), 其余 41.4% (12 峰) 是单独活动的野骆驼个体。从整体数据来看, 2021 和 2022 年的野骆驼成体与幼体/亚成体的比例是 4.1 : 1; 野骆驼个体数量 10 峰及以上上的野骆驼群中, 野骆驼成体与幼体/亚成体的比例是 3.0 : 1。

表 1 2021 和 2022 年新疆罗布泊野骆驼国家级自然保护区野骆驼调查结果

Table 1 Wild Camel *Camelus ferus* records in Xinjiang Lop Nur Wild Camel National Nature Reserve from 2021 to 2022

年度 Year	月份 Month	野骆驼个体数 No. of Wild Camel (ind)		
		整体 Total	成体 Adults	幼体/亚成体 Calves/sub-adults
2021	5	85	65	20
2021	9	2	0	2
2022	1	61	54	7
合计 Total		148	119	29

2010 至 2013 年, 保护区开展的样线调查共记录到野骆驼 94 群 376 峰。其中, 个体数在 2 峰及以上的群共计 54 群, 占到全部群数的 57.4% (54/94), 其余 42.6% (40 峰) 是单独活动的野骆驼成体, 该次调查野骆驼成体与幼驼/亚成体比例是 4.4 : 1。2003 至 2005 年, 保护

区的调查共记录到野骆驼 10 群 91 峰, 仅有 1 峰单独活动的野骆驼, 该次调查野骆驼成体与幼驼/亚成体比例是 4.05 : 1。个体数 10 峰及以上野骆驼群中的成幼比, 2010 至 2013 年为 3.0 : 1, 2003 至 2005 年为 3.6 : 1 (表 2)。

3 次野外调查间, 2 峰及以上野骆驼群的平均个体数量无显著差异 ($F_{2, 67} = 1.665, P = 0.196$), 10 峰及以上野骆驼群的平均个体数量也无显著差异 ($F_{2, 22} = 0.616, P = 0.554$)。

3 讨论

由于保护区为无人区, 大多区域可达性极差, 受调查车辆和后勤供给限制, 2003 至 2005 年的调查范围和强度受到影响, 野骆驼目击数量为 3 个阶段最少。随着交通工具等的改善, 2010 年之后的调查均能实现覆盖保护区大部分区域, 同时, 2010 至 2013 年的调查为历次调查强度最大且调查年度最多的一次, 因此, 野骆驼的目击记录最多。保护区内阿尔金山北麓山前洪冲积扇倾斜平原带和阿奇克谷地区块植被较好, 是整个保护区野骆驼的核心分布区域, 2010 至 2013 年的调查结果显示, 野骆驼千米数量指数最高。2010 年对保护区其他两个区块的调查数据表明, 北部戛顺戈壁和库鲁克塔格山区域野骆驼千米数量指数仅为 0.02, 阿尔金山南部高海拔山区则无野骆驼分布 (程芸

表 2 三次野外调查野骆驼的种群千米数量指数、平均个体数量和成幼情况

Table 2 Index of abundance per kilometer, average of group, and number of adults and calves/sub-adults of Wild Camels *Camelus ferus* in different surveys

调查年度 Year	总目击数 Total no. of observed Wild Camels (ind)	千米数量指数 Index of abundance per kilometer	2 峰及以上群的平均个体数量 Average no. of individuals of groups with 2 Wild Camels and more (ind)	10 峰及以上群 Group with more than or equal to 10 Wild Camels			
				平均个体数量 Average (ind)	成体数量 No. of adults (ind)	幼体/亚成体数量 No. of calves/sub-adults (ind)	成幼比 Ratio of adults to calves/sub-adults
2003 - 2005	91	0.01	10.0 ± 2.5	17.2 ± 2.1	54	15	3.6 : 1
2010 - 2013	376	0.19*	6.2 ± 0.9	19.0 ± 2.6	97	32	3.0 : 1
2021 - 2022	148	0.03	8.0 ± 1.4	15.2 ± 1.9	57	19	3.0 : 1

数据以平均值 ± 标准误表示。*表示该数据为保护区野骆驼核心分布区内 4 年样线调查的平均值。

Data are expressed as Mean ± SE. * indicated that the data was the mean of 4 years line transect surveys in the core distribution area of Wild Camels.

等 2018)。2003 至 2005 年和本次调查均包含保护区 3 个区块, 因此整体来看, 野骆驼千米数量指数较低。本次调查野骆驼所有目击记录也均分布在阿尔金山北麓山前洪冲积扇倾斜平原带和阿奇克谷地区块。

从 3 个阶段野骆驼的种群结构统计来看, 野骆驼 2 峰及以上群的平均个体数量和 10 峰及以上群的平均个体数量均无显著差异, 表明野骆驼群体结构稳定。近两次的调查, 1 峰单独活动的野骆驼比例均在 40% 左右, 占据一定比例。单独活动个体在鹅喉羚 (*Gazella subgutturosa*) (乔建芳等 2008)、岩羊 (*Pseudois nayaur*) (余玉群等 2004) 及北山羊 (*Capra sibirica*) (朱新胜等 2016) 等有蹄类动物中也十分常见。贺兰山岩羊的成幼比在 3.6 : 1 左右, 其幼体比例与我国其他区域岩羊种群相比已经属于较低水平 (余玉群等 2004), 野骆驼的成幼比则在 4.0 : 1 以上, 野骆驼幼体比例低的原因, 一方面与其孕期长有关, 也与野骆驼所生存的自然条件和面临的人为干扰有关。对比近 20 年 10 峰及以上群体成幼比, 2021 和 2022 年与 2010 至 2013 年相比, 野骆驼成幼比基本稳定, 与 2003 至 2005 年的 3.6 : 1 相比, 野骆驼种群结构更趋于健康。成幼比变化显示我国野骆驼种群呈稳定和恢复趋势, 该数据也进一步反映了当前野骆驼种群数量增长的趋势 (国家林业和草原局 2023), 表明随着保护管理力度的加强, 我国野骆驼保护成效较为显著。

通过调查监测掌握目标物种的相对数量或种群结构的变化趋势, 可以为物种的保护和管理决策提供重要依据。而保护区管理或科研人员往往缺乏相应的调查技术能力, 利用成幼比这一指标来评估野骆驼的种群结构和动态, 对于保护区人员来说, 是一种简单且有效的监测手段。本文对近 20 年野骆驼种群结构变化的研究, 为保护区后续监测和科研工作提供了思路, 也一定程度上反映了野骆驼的种群动态和保护成效。罗布泊因其广泛的社会知名度, 吸引了大量探险者和非法穿越者。野骆驼生性机警,

对人类活动极其敏感。尤其是在春季幼驼出生后, 一旦遭遇非法穿越等人类活动的干扰, 母驼往往会受到惊吓抛弃幼驼逃走, 从而造成幼驼成活率低, 进而影响到野骆驼种群数量的增长 (袁国映等 2012, 袁磊 2015)。近些年中央环保督查对保护区内矿山开采进行了清退, 保护区保护巡护力度不断加强, 野骆驼栖息地自然生态环境得到一定程度恢复。野外调查时也发现, 在开展了生态恢复治理后的区域又能见到野骆驼的活动个体及痕迹。建议保护区继续加强保护区巡护工作, 及时制止相关违法活动, 积极利用现代化监控手段, 构建起全覆盖的监管网络, 有效实现对人类干扰活动的实时监管, 尽可能减少人类活动对野骆驼的干扰。同时, 持续开展野骆驼种群结构、数量及动态监测, 为野骆驼保护管理决策提供科学有效的依据。

参 考 文 献

- Hare J. 1997. The wild Bactrian camel *Camelus bactrianus ferus* in China: the need for urgent action. *Oryx*, 31(1): 45–48.
- Hare J. 2008. *Camelus ferus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T63543A12689285. [EB/OL]. [2024-03-25]. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T63543A12689285.en>.
- Tulgat R, Schaller G B. 1992. Status and distribution of wild Bactrian camels *Camelus bactrianus ferus*. *Biological Conservation*, 62(1): 11–19.
- Xue Y D, Li D Q, Xiao W F, et al. 2015. Activity patterns of wild Bactrian camels (*Camelus bactrianus*) in the northern piedmont of the Altun Mountains, China. *Animal Biology*, 65(3/4): 209–217.
- Xue Y D, Li J, Li D Q. 2021. The wild camel (*Camelus ferus*) in China: current status and conservation implications. *Journal for Nature Conservation*, 60: 125979.
- 程芸, 袁磊, 沙拉, 等. 2018. 罗布泊野骆驼自然保护区野骆驼种群数量研究. *新疆环境保护*, 40(2): 14–20.
- 丁峰, 王继和, 廖空太, 等. 2008. 库姆塔格地区野骆驼种群及境的调查. *干旱区资源与环境*, 22(9): 149–153.
- 国家林业和草原局. 2023. 全国野生动植物保护重大工程建设规划 (2023—2030 年). [EB/OL]. [2024-03-25]. <https://www.forestry.gov.cn>

- gov.cn/lyj/1/dzbhdt/20240105/541337.html.
- 李增超, 杨奇森, 张会斌, 等. 2006. 新疆阿尔金山自然保护区东部大型兽类数量和分布. 四川动物, 25(1): 92–95.
- 乔建芳, 杨维康, 徐文轩, 等. 2008. 新疆卡拉麦里山保护区鹅喉羚的社群结构. 兽类学报, 28(4): 353–357.
- 萨根古丽, 张宇, 袁磊, 等. 2012. 罗布泊野骆驼国家级自然保护水环境概况及其保护. 干旱环境监测, 26(1): 50–54.
- 吴运佳, 程芸, 袁磊, 等. 2021. 库木塔格沙漠地区野骆驼活动节律与家域特征. 生物多样性, 29(9): 1206–1214.
- 夏训诚, 王富葆, 赵元杰. 2007. 中国罗布泊. 北京: 科学出版社, 108–115.
- 薛亚东, 李迪强, 李佳. 2020. 基于卫星追踪定位技术的库姆塔格沙漠野骆驼生境利用和迁移规律. 林业科学, 56(10): 192–198.
- 薛亚东, 李佳, 李迪强. 2021. 近 40 年野骆驼历史分布区土地利用变化及生境破碎化驱动因素. 生态学报, 41(20): 7965–7973.
- 薛亚东, 刘芳, 郭铁征, 等. 2014b. 基于相机陷阱技术的阿尔金山北坡水源地鸟兽物种监测. 兽类学报, 34(2): 164–171.
- 薛亚东, 刘芳, 张于光, 等. 2014c. 利用红外相机视频数据进行库姆塔格沙漠地区野骆驼集群行为研究的可行性. 生物多样性, 22(6): 746–751.
- 薛亚东, 吴三雄, 孙志成, 等. 2014a. 野骆驼的研究和保护: 现状与展望. 四川动物, 33(3): 476–480.
- 余玉群, 郭松涛, 白庆生, 等. 2004. 贺兰山岩羊种群结构的季节性变化. 兽类学报, 24(3): 200–204.
- 袁国映, 李红旭, 张莉, 等. 1999. 世界野双峰驼的分布、数量及其保护 // 中国动物学会. 中国动物科学研究——中国动物学会第十四届会员代表大会及中国动物学会 65 周年年会论文集. 北京: 中国林业出版社, 658–665.
- 袁国映, 张宇, 袁磊. 2012. 罗布泊自然保护区——新疆罗布泊野骆驼国家级自然保护区综合科学考察报告. 北京: 科学出版社.
- 袁磊. 2015. 新疆罗布泊野骆驼种群分布时空变化与保护策略研究. 兰州: 兰州大学博士学位论文.
- 袁磊, 马浩, 程芸, 等. 2015. 罗布泊野骆驼的家域特征及其意义. 生物多样性, 23(3): 314–320.
- 朱新胜, 汪沐阳, 杨维康, 等. 2016. 新疆天山中部北山羊社群结构. 兽类学报, 36(1): 56–63.