

·学科进展与展望·

凹耳蛙声通讯研究重要进展与启示

沈钧贤

(脑与认知科学国家重点实验室,中国科学院生物物理研究所,北京 100101)

[摘要] 动物在强噪声背景条件下进行声通讯,必须采用特殊的策略。一小群脊椎动物,如蝙蝠、海豚与鲸,及少数啮齿类用超声信号通讯。本研究首次证实,凹耳蛙是第一个能产生并检测超声信号的非哺乳类脊椎动物。凹耳蛙进化超声通讯的能力的研究,不仅为理解为什么人类有耳道提供暗示,有助于了解动物听觉系统的进化,并对开发仿生技术有重要启示。

[关键词] 凹耳蛙,声通讯,超声听觉,背景噪声

众所周知,声通讯是动物进化的一个重要方面。许多能发声、有听觉的动物种群,在复杂生境中通常用叫声求爱,以保障物种的繁衍;靠感知声音提示逃避捕猎,以求得生存。叫声信号的接收者对信号中多种信息的解码和辨知,是动物声通讯与听觉神经科学尚未解决的重要课题。尤为甚者,不少动物的声通讯常常受到强环境噪声的掩蔽,例如,有些蛙生活在山涧急流和瀑布附近。它们发出的声信号怎样适应喧闹的环境,有效地实现物种内通讯呢?

凹耳蛙(*Rana tormotus* 或 *Amolops tormotus*) 分布于我国黄山、富春江一带,栖息在海拔 150—700 m 山涧溪流附近的植被中。研究表明,与其他绝大多数蛙叫声明显不同,雄凹耳蛙的叫声婉转如鸟鸣,声谱能量延伸到超声范围(频率高于 20 kHz,人耳听不见);叫声模式多种多样,有显著的向上、向下的频率调制组分^[1,2]。显然,它们的叫声能量远在低频为主的背景噪声之上,可认为是凹耳蛙适应环境的进化标志之一。那么,这样的高频叫声有生物学意义吗?

综合应用声行为学和神经电生理及听器解剖学实验技术,我们最新证实,“凹耳蛙具有超声通讯能力”。这项新发现已在 *Nature* 等刊物发表^[3-5],得到国际科学界的高度重视。

这项重要发现的价值在于,第一,凹耳蛙是第一个被证实具有超声通讯能力的两栖类动物。此前人们只知道能够产生并检测超声的物种,如海豚与鲸,

蝙蝠,及少数啮齿类等少数哺乳动物。而蛙的进化完全不同于上述哺乳动物,因此,了解“凹耳蛙的发声机制与听觉系统怎样进化”有重要科学意义。

第二,凹耳蛙因其雄性有“凹陷的耳道”而得名,而绝大多数其他蛙的鼓膜与周围皮肤平直地裸露在表面,没有耳道。凹陷耳道有何功能?我们证实,只有从耳道进入的超声才能被蛙感知到。与蝙蝠鼓膜相似,凹耳蛙鼓膜特别轻,边缘约 3—4 μm 厚,中央厚 17—18 μm ,有利于将超声振动传递到内耳。那么,耳道是否是凹耳蛙超声通讯能力的外周依据,尚需深入研究。另外,此前人们不大知道“人为什么有外耳道”。从凹耳蛙研究得到启示,外耳道可以明显改进感知高频声音的灵敏度。

第三,喧闹的环境噪声会严重影响声通讯^[6]。如何应对强噪声的干扰,凹耳蛙采用了提升声信号频率的策略,这要比纯粹提高声音强度更加符合生物体“节省能量”的生存原则。该项研究终有一天将促使科学家开发出新策略或新技术,帮助人们在充满背景噪声的环境中彼此倾听。

第四,凹耳蛙非凡的听觉机制也许能帮助解决人的听力损失问题,如设计新型超声通讯装置,可以为改善耳聋患者的听力带来福音。我们的研究成果还明确暗示,可能还有其他物种正以人们未预料的方式进行着通讯和交流。

致谢:本项研究是与 A. S. Feng, P. M. Narins 等合作完成的,并得到国家自然科学基金面上项目

本文于 2006 年 8 月 28 日收到。

(30570463)的资助。

参 考 文 献

- [1] Feng A S, Narins P M, Xu C H. Vocal acrobatics in a Chinese frog, *Amolops tormotus*. *Naturwissenschaften*. 2002, 89, 352—356.
- [2] Narins P M, Feng A S, Lin W Y, et al. Old world frog and bird vocalizations contain prominent ultrasonic harmonics. *J Acous Soc Am*, 2004, 115, 910—913.

- [3] 沈钧贤, 余祖林, 邱强, 等. 雄蛙鸣声与环境噪声. *生物物理学报*, 2005, 21(Suppl): 73.
- [4] Feng A S, Narins P M., Xu C H, et al. Ultrasonic communication in frogs. *Nature*, 2006, 440: 333—336.
- [5] 沈钧贤, 余祖林, 徐智敏. 凹耳湍蛙利用超声通讯. *生物物理学报*, 2006, 22(Suppl): 79.
- [6] Katti M, Warren P S. Tits, noise and urban bioacoustics. *Trends in Ecology and Evolution*, 2004, 19(3): 109—110.

NOVEL PROGRESS ON ACOUSTIC COMMUNICATION IN THE CONCAVE-EARED TORRENT FROG AND ITS REVELATION

Shen Junxian

(State Key Laboratory of Brain and Cognitive Science, Institute of Biophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101)

Abstract Animals have special solution to the problem of communication in high levels of background noise. A small group of vertebrates (bats, dolphins and whales, and some rodents) that use ultrasound for communication. Our research first demonstrated that the concave-eared torrent frog is the first non-mammalian vertebrate found to be capable of producing and detecting ultrasounds for communication. This study may provide a clue for understanding why humans have ear canals and how animals auditory systems have evolved, and inspire in developing bionic technology for improving hearing in noise.

Key words concave-eared torrent frog; acoustic communication; ultrasonic hearing; background noise

·资料·信息·

国务院法制办公布:《国家自然科学基金条例(草案)》 广泛征求意见

科学基金制是由出资人设置基金,采取自主申请、专家评审、择优支持的机制,资助特定科学研究的制度。我国于1981年11月建立科学基金制,由中央财政拨款设立自然科学基金,资助基础研究。为了进一步完善科学基金制,提高自然科学基金使用效益,根据国务院常务会议决定,国务院法制办9月23日公布了《国家自然科学基金条例(草案)》并广泛征求社会意见。

据国务院法制办有关负责人介绍,《国家自然科学基金条例(草案)》以提高基金使用效益为目标,在总体思路把握了以下几点:一是确保国家经济社会发展需要的研究项目得到基金的资助,使获得资助的研究项目取得预期效果,提高自主创新能力。二是发挥专家在基金资助工作中的作用,让专家把学术关。三是发挥依托单位的作用,规范基金资助

申请,提高获资助项目的实施效果。四是完善工作程序,建立平等竞争、公开透明、民主决策、择优支持的基金资助机制。根据上述思路,草案对基金的资助范围、基金资助的申请与评审、基金资助项目的实施以及对基金工作的监督等作了规定。

为了提高立法的透明度,发扬立法民主,进一步完善《国家自然科学基金条例(草案)》,提高立法质量,增强条例的可操作性,国务院决定广泛征求社会各界对草案的意见。征求意见具体事项,可登录中国政府网站、国务院法制办公室网站查询。也可查阅《人民日报》《法制日报》《科技日报》。国务院法制办将根据征求的意见,对草案作进一步修改后报国务院常务会议再次审议。

(转自 科技日报)