

# 版纳鱼螈的生殖系统解剖

蒙绍权<sup>①</sup> 李桂芬<sup>①</sup> 宁秋梅<sup>①</sup> 姚锦仙<sup>②\*</sup>

(<sup>①</sup> 玉林师范学院化学与生物学系 玉林 537000; <sup>②</sup> 北京大学生命科学学院 北京 100871)

**摘要:** 版纳鱼螈 (*Ichthyophis bannanica*) 是我国无足目 (Apoda) 的仅有代表, 本研究采用传统的解剖学方法对版纳鱼螈的生殖系统进行观察比较。研究表明, 雌性生殖系统由卵巢、输卵管、脂肪体和泄殖腔构成, 雄性生殖系统由精巢、输精(尿)管、缪氏管、脂肪体、泄殖腔和交配器所组成。卵巢一对, 半透明长囊状, 内含许多大小不一的球状卵母细胞。精巢一对, 分叶状, 每小叶包含许多小室, 存在小叶融合现象。

**关键词:** 版纳鱼螈, 生殖系统, 解剖

中图分类号: Q954 文献标识码: A 文章编号: 0250-3263(2007)05-76-07

## A Study on Reproductive System of the Yunnan Caecilian *Ichthyophis bannanica*

MENG Shao-Quan<sup>①</sup> LI Gui-Fen<sup>①</sup> NING Qiu-Mei<sup>①</sup> YAO Jin-Xian<sup>②\*</sup>

(<sup>①</sup> Department of Chemistry and Biology, Yulin Teachers' College, Yulin 537000);

(<sup>②</sup> College of Life Sciences, Peking University, Beijing 100871, China)

**Abstract:** The Yunnan Caecilian *Ichthyophis bannanica* is the only species of Apoda found in China. The traditional anatomical technique was applied to study the morphology of the reproductive system of *I. bannanica*. The results showed that the female reproductive system of *I. bannanica* was composed of ovaries, oviducts, fat bodies and cloaca; the male reproductive system contained testis, urogenital ducts, Müllerian ducts, fat bodies, cloaca and phallosome. The ovary was a paired elongate sac-like structure, characterized by large numbers of pale cream-colored oocytes. The testis was a paired elongate and multi-lobed structure. Each lobe contained a number of locules. The fusion of testis lobes was also observed.

**Key words:** *Ichthyophis bannanica*; Reproductive system; Anatomy

无足目 (Apoda) 又称蚓螈目 (Gymnophiona), 因其具有触突、环褶, 且无足等特征而区别于两栖纲的其他两个目, 是两栖动物中最奇特、人们了解得最少的一类。全世界现存约 160 余种<sup>[1]</sup>, 主要分布于非洲、美洲和亚洲的热带地区<sup>[2]</sup>, 大部分成体营隐秘的穴居生活, 也因此使人们对蚓螈的许多生物学特性所知甚少<sup>[3]</sup>, 生殖生物学特性尤其如此<sup>[4-8]</sup>。本文对蚓螈目在我国仅有的一个种——版纳鱼螈 (*Ichthyophis bannanica*) 的生殖系统解剖特征进行报道。

版纳鱼螈, 俗名芋苗蛇, 属鱼螈科

(Ichthyophidae), 鱼螈属 (*Ichthyophis*), 为我国特有种。目前仅见于云南、广东和广西的局部地区, 如云南的西双版纳、广西的十万大山和大容山、广西与广东交界的云开大山一带、广东的肇庆等地<sup>[9]</sup>。2000 年被列入《国家保护的有益的或者有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物

基金项目 广西教育厅科研项目 (No. 200504219);

\* 通讯作者, E-mail: jxyao@pku.edu.cn;

第一作者介绍 蒙绍权, 男, 讲师, 研究方向: 动物学; E-mail: msq2008@126.com

收稿日期 2007-03-13, 修回日期 2007-07-10

物名录》\* 2004 年《中国物种红色名录》因其接近“易危”等级而列为“近危”等级<sup>[10]</sup>。目前对版纳鱼螈的相关研究涉及分布、境遇、外部形态、消化、呼吸、循环、染色体、线粒体 DNA、骨骼、侧线等方面<sup>[11-19]</sup>, 但对其生殖系统的解剖研究至今尚无报道。本研究采用传统的解剖学方法, 对版纳鱼螈的生殖系统进行了研究, 并将其与其他无足目动物的生殖系统进行了比较, 从而为生殖生理方面的深入研究积累资料, 并为进一步确定版纳鱼螈的进化地位, 以及该物种保护策略的制定提供理论依据。

## 1 材料与方法

实验动物是 2005 年 8 月至 2006 年 9 月在广西北流市六麻镇采集的标本, 雌体 3 尾, 雄体 3 尾(表 1)。其中 2、4、6 号标本死亡不久后观察并测量, 1、5 号标本用乙醚麻醉处死后观察并测量, 3 号标本为 4% 甲醛固定后解剖观察。所有标本均用 Nikon 数码相机拍摄外形后, 进

行常规的解剖观察和测量, 记录其生殖系统各部分结构和数据并摄影。

表 1 版纳鱼螈的测量

Table 1 Measurement of *Ichthyophis bannanica*

标本号	性别	体重	体长	处死或死亡时间
Specimen No.	Sex	Avoirdupois (g)	Length (mm)	Dead time (Year-month)
1	♀	11.1	231	2005-08
2	♀	23.8	306	2006-05
3	♀	15.0	253	2006-09
4	♂	15.8	283	2006-05
5	♂	20.5	300	2005-08
6	♂	27.5	319	2006-09

## 2 结果

2.1 雌性生殖系统(图版 I :1、3、6) 版纳鱼螈的雌性生殖系统由卵巢、输卵管、脂肪体和泄殖腔 4 部分构成(表 2)。

表 2 版纳鱼螈雌性生殖系统的测量

Table 2 Measurement of female reproductive system of *Ichthyophis bannanica*

标本号	性别	卵巢长度	输卵管长度	脂肪体长度	单侧脂肪体叶数	2 mm 直径卵个数
Specimen No.	Sex	Length of ovary (mm)	Length of oviduct (mm)	Length of fat body (mm)	Number of fat body(lobe) on each side	Number of egg with a diameter of 2 mm
1	♀	60	140	86	26	0
2	♀	130	170	190	24	8
3	♀	60	155	98	23	0

2.1.1 卵巢(ovary) 卵巢(图版 I :1、3、6), 一对, 略有弹性, 半透明长囊状结构。外包一层透明薄膜, 与肾平行, 起于胆囊的后侧, 肝末端, 以卵巢系膜向内与肾内侧相连, 向外与脂肪体侧面相连接。一侧卵巢中通常含有许多球状卵母细胞, 盘绕排列成一条线状, 卵巢的长度取决于卵母细胞的发育阶段和个体成熟程度。卵巢中的卵母细胞颜色、大小不一, 直径 0.5 ~ 2.0 mm。1 号标本卵巢中的卵母细胞为微黄色, 直径 1 mm 以下, 2 号标本的卵巢中有 8 个直径大约 2 mm 的浅黄色的卵母细胞, 相间在直径 1 mm 或更小的微黄色的卵母细胞中。由于 3 号

标本是固定后观察的, 卵母细胞的颜色和大小都已改变, 因此不做记录。

2.1.2 输卵管(oviduct) 输卵管(图版 I :6), 一对, 富有弹性, 位于肾的背外侧, 以系膜附着于肾上, 与肾平行, 向后行走直达泄殖腔, 长度在 140 ~ 170 mm 之间。输卵管不与卵巢相连接, 以输卵管喇叭口开口于靠近第一叶肝的体腔, 以体液为中介收集卵细胞。从前向后输卵管可分为 4 个部分: 喇叭口、中庭、壶腹、卵巢囊。

\* 国家林业局令(第 7 号). 国家保护的有益的或者有其他重要经济科学研究价值的陆生野生动物名录. 2000 年 8 月 1 日.

喇叭口撕裂状,无纤毛;中庭狭窄,无或仅有少量腺体分布,壶腹为输卵管中最长的部分,内壁富有腺体;卵囊,输卵管近末端进入泄殖腔处膨大成子宫状。

2.1.3 泄殖腔(cloaca)与泄殖腔孔(apertura cloacalis) 图版 I :1) 雌性泄殖腔具有大肠、中肾管和输卵管的开口。成对的中肾管和输卵管从前背外侧进入泄殖腔,大肠在中间进入,以一环状括约肌与泄殖腔分隔开。泄殖腔以结实的肠系膜贴于背部体壁。解剖观察发现,前端内壁的背外侧有两条粗的肌肉皱褶,在输卵管开口的下方各以一个球状的横向皱褶中断,横向皱褶以后的内壁有一些较细的排列紧密的纵行条状肌肉褶,一直延伸到泄殖腔孔,中间无中断。雌性版纳鱼螈的泄殖腔孔呈纵向裂缝状,

外围组织是一束括约肌,泄殖腔孔周围呈乳白色。

2.1.4 脂肪体(fat body) 图版 I :1、3) 雌性版纳鱼螈的脂肪体,一对,黄色,瓣状。位于卵巢和输卵管的外侧,平行于卵巢,从胆囊两侧开始出现,直至卵巢末端后 20~30 mm 处消失,以背侧肠系膜与体壁相连接。每侧的数量从 23 到 26 叶不等。其体积随个体大小变化而变化,较大的个体有较大的脂肪体,储存营养并通过横向小管将营养输送至卵巢,供卵母细胞发育所用。

2.2 雄性生殖系统(图版 I 2、4、5、7、8、9) 版纳鱼螈的雄性生殖系统由精巢、输精(尿)管、缪氏管、脂肪体、泄殖腔和交配器所组成(表 3)。

表 3 版纳鱼螈雄性生殖系统的测量

Table 3 Measurement of male reproductive system of *Ichthyophis bannanica*

标本号 Specimen No.	性别 Sex	精巢长度 Length of testis (mm)	精巢小叶数 Number of testis lobes (lobe)	精巢小叶变化情况 Relative size of lobes (mm)	缪氏管长度 Length of Müllerian duct (mm)	输精(尿)管长度 Length of urogenital duct (mm)	精巢融合小叶数 Number of testis fusion lobes (lobe)	脂肪体长度 Length of fat body (mm)	单侧脂肪体叶数 Number of fat bodys (lobe) on each side
4	♂	55	14/16	1~7	55	200	3	150	18
5	♂	50	13/19	1~5	65	230	4	130	21
6	♂	85	13/16	1~9	60	205	4	150	25

2.2.1 精巢(testis) 图版 I 4、7) 精巢,一对,分叶状。小叶椭圆形,双面凸起,黄白色,以纵行小管连接在一起。长轴与肾和脂肪体平行,起于肝末端,左侧精巢比右侧前移约 10 mm。以横向输出精管与肾内侧相连接,以横向小管与外侧脂肪体相连接,以肠系膜与背侧体壁相连。每个精巢小叶包含许多小室,小叶的形状、大小在同一个体中基本是一致的。但在精巢前部和中后部发现有少数明显较长的小叶(图版 I 7),一般为 3~4 叶,一个小叶上有两根或三根横向输出精管。末叶非常小,直径仅有 1 mm 左右。精巢的长度和小叶大小取决于个体成熟程度,成熟程度高的个体精巢小叶相应较大,且小叶长度的变化也增大。两侧精巢的小叶数不等,通常是左侧较少。

2.2.2 输精(尿)管(urogenital duct)和缪氏管(Müllerian duct) 图版 I 3、9) 输精(尿)管,一对,位于腹腔背侧,贴于肾外侧,径直向后,分别通入泄殖腔前背外侧部,直径约 0.5 mm。精巢小叶发出的输出精管横向通入肾前中部,肾的前中部汇集精子输送到中肾管,再由中肾管输送到泄殖腔。中肾的后部汇集尿液输送到中肾管,所以中肾管既有输精作用,又有输尿的功能,故称输精(尿)管。输精(尿)管外侧各有一条缪氏管,为退化的输卵管。其前三分之二退化成线状的组织,最后几厘米膨大成肌肉性的腺体状结构,在输精(尿)管的外侧进入泄殖腔,膨大的部分管壁上分布有网状黑色条纹,为载黑素细胞。

2.2.3 脂肪体(fat body) 图版 I 2、4、7、8) 雄

体版纳鱼螈的脂肪体,黄色,瓣状。位于精巢和缪氏管的外侧,平行于精巢,起于胆囊两侧,直至缪氏管末端,以背肠系膜与体壁相连。每一侧的数量从 18 到 25 叶不等。储存营养并经横向小管将营养输送至精巢,供精母细胞发育所用。

**2.2.4 泄殖腔(cloaca)与泄殖腔孔(apertura cloacalis)** (图版 I : 8、9) 雄性版纳鱼螈的泄殖腔接受大肠、中肾管和缪氏管的开口,成对的中肾管和缪氏管从前背外侧进入泄殖腔,大肠在中间进入,以一环状括约肌与泄殖腔分隔。泄殖腔甚长,呈高脚酒杯形,以结实的肠系膜贴于背部体壁。解剖观察发现,雄性泄殖腔内部结构比雌性的复杂,泄殖腔中部内表面有四个明显的瓣状突起,位于背侧的两个较大,侧面的两个较小,为横行的肌肉褶,是外翻交配器的端部。泄殖腔前部(杯口)的肌肉皱褶不明显,为细小纵向条纹状,后部(杯脚)延伸成长管状结构,内表面有四条较粗的纵向肌肉皱褶,一直通向泄殖腔孔,可外翻成交配器。雄性泄殖腔孔呈纵向缝状,外围是一束括约肌,泄殖腔孔周围呈乳白色。

**2.2.5 交配器(phallosome)** (图版 I : 5) 雄性版纳鱼螈的泄殖腔甚长,受精时可以向外翻出作为交配器,插入雌体的泄殖腔孔,把精子直接注入雌体内,从而完成体内受精。外翻的交配器是泄殖腔的后端部分,是单一伸长的纵向凸出结构,无盲囊部分,被附于泄殖腔上方尿道孔处的牵引肌牵引于体壁上(图版 I : 8)。

### 3 讨论

**3.1 版纳鱼螈雌性生殖系统与其他无足类的比较及其卵巢发育** 与其他无足类相比较,从形态上看,版纳鱼螈的卵巢与拉氏穿土蚓(*Gegenophis ramaswamii*)、双带鱼螈(*I. glutinosus*)、柯氏蠕蚓(*Scolecormorphus kirkii*)等动物的卵巢非常相似<sup>[4]</sup>,都为长囊状结构,位于肾外侧,从卵母细胞排列上看也是相似的,都是盘绕排列成一条线状。

Wake 认为无足目卵巢的发育可划分 4 个

时期<sup>[4]</sup>。根据体视显微镜观察的结果可以确定,1 号标本的卵巢的卵母细胞发育处于第 1 时期,其卵巢的特点为:卵巢长度 60 mm,卵巢中的卵母细胞微黄色,卵径 1 mm 以下。2 号标本的卵巢的发育处于第 2 时期,其卵巢的特点为:卵巢长度 130 mm,卵巢中有少量(8 个)直径大约 2 mm 的浅黄色的卵母细胞,相间在直径 1 mm 或更小的微黄色的卵母细胞中。由于雌性版纳鱼螈成体全长 350 ~ 417 mm<sup>[2]</sup>,笔者所观察的 3 个标本的体长均小于 306 mm,属未性成熟个体,无法观察到一般无足目动物卵巢发育所经历的第 3 时期,即卵巢中存在少量(4 ~ 12 个)直径 2 ~ 5 mm 的卵的时期和第 4 时期,即有成熟卵排出的时期。

**3.2 版纳鱼螈雄性生殖系统与其他无足类的比较** 版纳鱼螈的精巢分叶状,小叶为双面凸起状结构,没有附睾存在,在前部和中后部有一些较长的小叶。这种较长的小叶连接有两根或三根横向输出精管,可能是由几个精巢小叶融合而成,之前 Seshachar 在双带鱼螈<sup>[20]</sup>、Wake 在无足目的多种动物中也观察到这种现象<sup>[4]</sup>。因此,笔者认为,版纳鱼螈的精巢也存在小叶融合现象。笔者所观察的 3 条雄性版纳鱼螈标本中,融合小叶数为 3 ~ 4 个。版纳鱼螈的精巢与双带鱼螈的相比,形态很相似<sup>[4]</sup>,但也有不同之处:版纳鱼螈的精巢末叶非常小,而双带鱼螈的没有明显缩小;版纳鱼螈的融合小叶数不如双带鱼螈的多,主要发生在前部和中后部,而双带鱼螈的融合小叶数为 8 个左右,主要存在于前中部。从精巢的形态和末叶的大小看,版纳鱼螈的精巢与吻蚓属的一新种(*Rhinatrema* sp. nov.)的精巢相似<sup>[4]</sup>,但与 *Rhinatrema* sp. nov. 的 10 个融合小叶相比,版纳鱼螈的融合小叶所占的比例明显少得多。

从精巢小叶数量上看(表 3),版纳鱼螈的精巢小叶数,与其个体大小和年龄无关。这与 Humphrey 和 Adams 所研究的脊口螈属的 *Desmognathus fusca* 和欧螈属的 *Triturus viridescens* 等两栖类的结果一致<sup>[21, 22]</sup>。Humphrey 认为有尾类的精巢小叶数并不是随个体长大而增多,

而是随着精子发生循环而季节性地增加<sup>[21]</sup>。

从雄性生殖系统的其他结构上看,版纳鱼螈的输精(尿)管外侧具有缪氏管(退化的输卵管),这符合无足目的共同特征<sup>[6]</sup>,被认为是一种发育得很好的分泌结构<sup>[23~25]</sup>,在精子的营养和体内受精的液体运输中具有重要的作用<sup>[6]</sup>。还有学者认为将无足目的缪氏管与哺乳类的前列腺直接比较,对于决定精子运输结构的进化将是十分有趣的<sup>[26]</sup>。其他动物只有肺鱼类(Dipneustomorpha)<sup>[27]</sup>和少数两栖类如蟾蜍科(Bufo)有<sup>[28]</sup>此结构。另外,从泄殖腔结构看,版纳鱼螈的交配器属于 Wake 所说的无盲囊类型<sup>[5]</sup>,是一个长的单一的纵向凸出的结构。与裂蚓属(*Schistometopom*)、管蚓属(*Siphonops*)、裸蚓属(*Gymnopsis*)和蛇皮蚓属(*Dermophis*)的相似,与许多无足目动物如双带鱼螈、条纹蠕蚓(*Scolecormorphus vittatus*)、布蚓(*Boulengerula boulengeri*)、污口爬蜈(*Herpele squalostoma*)、扁尾盲游蚓(*Typhlonectes compressicauda*)的具盲囊的交配器不同<sup>[5]</sup>。

**3.3 版纳鱼螈雄性生殖系统的进化** 由于动物的生殖方式和进化地位等方面的差异,雄性生殖器官的形态结构在不同的动物类群中存在差异<sup>[29]</sup>。从解剖结构看,两栖类的有尾目和无尾目大多数个体的精巢与爬行类的相似,已融合成左右各一个,没有发现附睾<sup>[27]</sup>。大多数无足类的精巢分叶状,但也有一个明显的从一系列分离的小叶最后融合成两侧各一个单独的精巢的趋势,如拉氏首怪蚓(*Idiocranium russeli*)<sup>[4]</sup>。版纳鱼螈的精巢分叶状,仅有少量小叶融合,比双带鱼螈、墨西哥蛇皮蚓(*Dermophis mexicanus*)等的融合少<sup>[4]</sup>。因此从精巢融合的角度看,版纳鱼螈在无足目中是较原始的。

版纳鱼螈与所有的无足类一样,体内受精,雄体具交配器,能把精子直接输送到雌体内。大多数无尾类体外受精,有尾类有体外受精或体内受精两种方式,而即使体内受精,雄体皆无交配器结构<sup>[30]</sup>,与此相比版纳鱼螈的雄性生殖器具具有适应陆生、穴居生活的特征,更能适应从

水生到陆生的过渡。爬行类为体内受精,除楔齿螈(Sphenodontidae)外,雄性皆有交配器<sup>[28]</sup>,Wake 认为所有羊膜动物的交配器直接从无足目的交配器起源<sup>[6]</sup>,从这些观点来看无足目拥有比有尾目和无尾目动物更为进化的生殖系统。

## 参 考 文 献

- [1] Nussbaum R A, Wikinson M. On the classification and phylogeny of caecilian (Amphibia:Gymnophiona) a critical review. *Herpetological Monographs*, 1989, **3**: 1~42.
- [2] 中国野生动物保护协会. 中国两栖动物图鉴. 郑州:河南科学技术出版社, 1999, 24.
- [3] Kupfer A, Nabhitabhata J, Himstedt W. Life history of amphibians in the seasonal tropics: habitat, community and population ecology of a caecilian (genus *Ichthyophis*). *Journal of Zoology*, 2005, **266**: 237~247.
- [4] Wake M H. Evolutionary morphology of the caecilian urogenital system. I. The gonads and the fat bodies. *Journal of Morphology*, 1968, **126**: 291~331.
- [5] Wake M H. Evolutionary morphology of the caecilian urogenital system. IV. The cloaca. *Journal of Morphology*, 1972, **136**: 353~365.
- [6] Wake M H. The reproductive biology of caecilians: an evolutionary perspective. In: Taylor E H, Guttman S I, eds. *The Reproductive Biology of Amphibians*. New York: Plenum Press, 1977, 73~101.
- [7] Smita M, Jancy M G, Akbarsha M A, et al. Ameboid cells in spermatogenic cysts of caecilian testis. *Journal of Morphology*, 2005, **263**(3): 340~355.
- [8] Kupfer A, Mueller H, Antoniazzi M M, et al. Parental investment by skin feeding in a caecilian amphibian. *Nature*, 2006, **440**: 926~929.
- [9] 赵尔宓. 中国濒危动物红皮书(两栖类和爬行类). 北京: 科学出版社, 1998, 2.
- [10] 汪松, 解焱主编. 中国物种红色名录(第一卷, 红色名录). 北京: 高等教育出版社, 2004, 190.
- [11] 杨大同. 新种版纳鱼螈的发现及描述. 两栖爬行动物学报, 1984, **2**(2): 73~75.
- [12] 温业棠. 版纳鱼螈的消化系统和呼吸系统. 见: 赵尔宓主编. 从水到陆——蛇蛙研究丛书之一. 北京: 中国林业出版社, 1990, 43~45.
- [13] 温业棠. 版纳鱼螈的循环系统. 见: 赵尔宓主编. 动物科学研究——蛇蛙研究丛书之三. 北京: 中国林业出版社, 1991, 98~100.
- [14] 温业棠, 庞启平. 版纳鱼螈和双带鱼螈核型的比较研

- 究. 动物学研究, 1990, **11**(2):121~125.
- [15] 温业棠. 版纳鱼螈的境遇. 四川动物, 1998, **17**(2):54.
- [16] Zhang P, Zhou H, Chen Y Q, et al. Mitogenomic perspectives on the origin and phylogeny of living amphibians. *Animal Science and Zoology* 2005, **54**(3):391~400.
- [17] 蒙绍权, 李桂芬, 黄鸿宣等. 版纳鱼螈的骨骼系统. 动物学杂志, 2006, **41**(4):100~106.
- [18] 李桂芬, 许崇任. 版纳鱼螈的侧线系统结构. 动物学报, 2007, **53**(2):346~353.
- [19] 蒙绍权, 贝永建, 李毅等. 北流市六麻镇版纳鱼螈数量和分布初步调查. 玉林师范学院学报, 2006, **27**(3):114~117.
- [20] Seshachar B L. The spermatogenesis of *Ichthyophis glutinosus* Linn. I. The spermatogonia and their division. *Cell and Tissue Research*, 1936, **24**:662~706.
- [21] Humphrey R R. The multiple testis of urodeles. *Biological Bulletin*, 1922, **43**(1):45~67.
- [22] Adams A E. Sexual conditions in *Triturus viridescens*. III. The reproductive cycle of the adult aquatic form of both sexes. *American Journal of Anatomy*, 1940, **66**(2):235~276.
- [23] Wake M H. Evolutionary morphology of the caecilian urogenital system. Part II. The kidneys and urogenital ducts. *Acta Anatomica*, 1970, **75**:321~358.
- [24] Wake M H. Structure and function of the male Mullerian gland in caecilians, with comments on its evolutionary significance. *Journal of Herpetology*, 1981, **15**:17~22.
- [25] Wake M H, Dickie R. Oviduct structure and function and reproductive modes in amphibians. *The Journal of Experimental Zoology*, 1998, **282**:477~506.
- [26] Bloom W, Fawcett D W. A Textbook of Histology (9th ed.). Philadelphia: W. B. Saunders Co., 1968.
- [27] 罗默 A S, 帕尔森 A S 著(杨白仑译). 脊椎动物身体. 北京: 科学出版社, 1985:294~312.
- [28] 杨安峰. 脊椎动物学(第二版). 北京: 北京大学出版社, 1992:411~414.
- [29] 罗亚平, 姜国诚, 孙艳香等. 中国大鲵雄性生殖系统的解剖学和组织学研究. 广西师范大学学报, 2003, **21**(2):83~87.
- [30] 刘凌云, 郑光美主编. 普通动物学(第三版). 北京: 高等教育出版社, 1997:442~443.

## 图 版 说 明

1. 雌性版纳鱼螈的内部结构; 2. 雄性版纳鱼螈的内部结构; 3. 雌性版纳鱼螈的生殖系统; 4. 雄性版纳鱼螈的生殖系统; 5. 雌性版纳鱼螈的交配器; 6. 雌性版纳鱼螈的卵巢和输卵管; 7. 雄性版纳鱼螈的精巢; 8. 雄性版纳鱼螈的缪氏管; 9. 雄性版纳鱼螈的泄殖腔。

b. 膀胱; c. 泄殖腔; fb. 脂肪体; fl. 精巢融合小叶; h. 心; i. 肠; if. 纵行肌肉褶; k. 肾; l. 肝; md. 缪氏管; o. 卵巢; od. 输卵管; p. 外翻的交配器; rc. 泄殖腔牵引肌; s. 胃; t. 精巢; tf. 横行肌肉褶。

## Explanation of Plate

1. Interior structure of female *Ichthyophis bannanica*; 2. Interior structure of male *I. bannanica*; 3. Reproductive system of female *I. bannanica*; 4. Reproductive system of male *I. bannanica*; 5. Everted phallosome of male *I. bannanica*; 6. Ovary and oviduct of female *I. bannanica*; 7. Testis of male *I. bannanica*; 8. Mullerian duct of male *I. bannanica*; 9. Cloaca of male *I. bannanica*.

b. Bladder; c. Cloaca; fb. Fat body; fl. Testis fusion lobe; h. Heart; i. Intestine; if. Longitudinal muscular folds; k. Kidney; l. Liver; md. Mullerian duct; o. Ovary; od. Oviduct; p. Everted phallosome; rc. Musculus retractor cloacae; s. Stomach; t. Testis; tf. Transverse muscular fold.

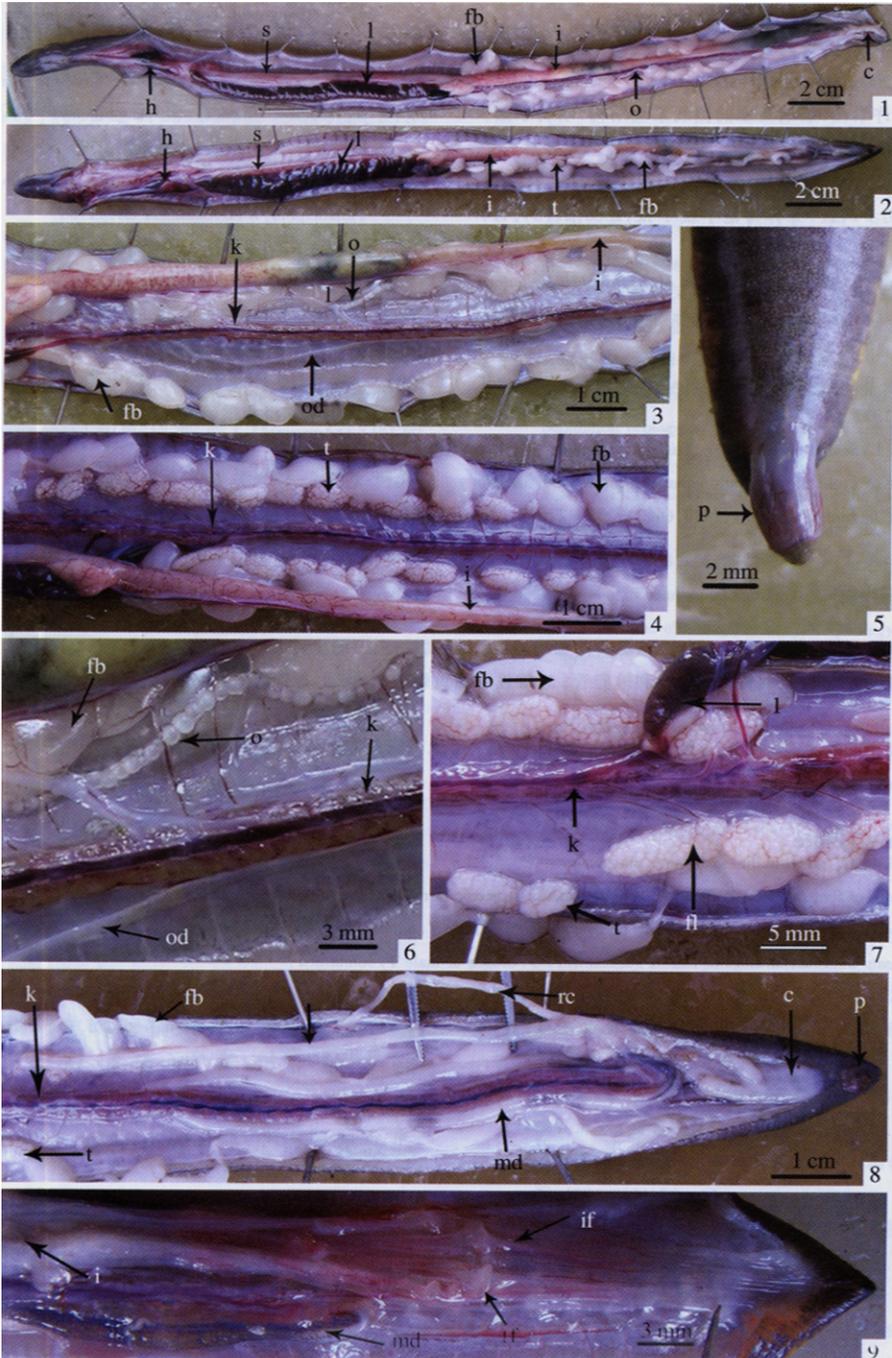
蒙绍权等:版纳鱼螈的生殖系统解剖

图版 I

MENG Shao-Quan *et al.*: A Study on Reproductive System of the Yunnan Caecilian

*Ichthyophis bannanica*

Plate I



图版说明见文后