

文章编号: 1674-5566(2010)03-0333-06

嘉庚蛸雄性生殖系统组织学观察

焦海峰¹, 施慧雄¹, 尤仲杰^{1,2}

(1. 宁波市海洋与渔业研究院, 浙江 宁波 315012;

2. 宁波大学生命科学与生物工程学院, 浙江 宁波 315211)

摘要:应用组织切片技术对浙江沿海自然分布的嘉庚蛸雄性生殖系统的结构变化进行了逐月研究, 结果发现, 雄性生殖系统由单个精巢、输精管、储精囊、前列腺、精荚囊和阴茎等6部分构成。精巢球形, 辐射型精巢, 精原细胞椭圆或近圆形, 直径10~16 μm, 精子细胞经过椭圆形—梭型—柳叶型—长棒型的变态期, 成为鞭毛型精子, 精子头部细长等粗棍状, 长约26~33 μm, 尾部长度约为头部的16倍。输精管长约13~16 cm, 是雄性生殖系统中最细长的管道。储精囊长约5~8 cm, 可分为储精管和腺体2部分。前列腺与储精囊相接共同开口于精荚囊腔, 中空盲管状, 4.8~5.6 cm。精荚囊分为2部分, 一侧为叶脉状规则褶皱突起围成的腺体腔, 称之为囊内腺, 另一侧突起少, 个体大、不规则, 树枝状。阴茎短, 仅2~3 cm, 生殖孔开口于胴体左侧外套腔的中部。储精囊、前列腺和精荚囊中均存在着具有分泌功能的上皮构成的腺体腔, 它们在精荚成熟装配过程中发挥着不可取代的作用。阴茎中段的阴茎囊呈镜面倒“卜”型, 它不仅是分泌性的腺体腔, 而且还是精荚排出过程中的反转场所。

关键词:嘉庚蛸; 雄性生殖系统; 组织学

中图分类号: S 917 **文献标识码:** A

Histological study of reproductive system of the male Octopus tankahkeei

JIAO Hai-feng¹, SHI Hui-xiong¹, YOU Zhong-jie^{1,2}

(1. Ningbo Academy of Oceanology and Fishery, Ningbo 315012, China;

2. Faculty of Life Science and Biotechnology, Ningbo University, Ningbo 315211, China)

Abstract: In this study, we have examined the morphological and histological changes in the reproductive system of the male of *Octopus tankahkeei*. The reproductive system is consisted of six parts which are single testis, proximal spermaductus, seminal vesicle, prostate, spermatophore sac and penis. The single spherical testis is typical radical structure, spermatogonia with diameter 10-16 μm is oval or sphere, the sperm cells undergo a series of metamorphosis period from oval-shaped, shuttle-shaped, willow-shaped to longrod-shaped. The matured sperm flagellum type, the head about 26-33 μm is a slender stick-like. The spermaductus is the longest slender pipe of the male reproductive system, about 13-16 cm. Seminal vesicle is about 5-8 cm, can be divided into two parts, the storage tube and gland. The prostate and seminal vesicle are openings into the spermatophore cavity. Spermatophore sac is divided into two parts, one side is gland cavity.

收稿日期: 2009-08-05

基金项目: 国家科技支撑计划 (2007BAD43B09); 浙江省自然科学基金 (1402039); 浙江省科技厅项目 (021103269)

作者简介: 焦海峰 (1979-), 男, 硕士, 工程师, 主要从事海洋资源调查与海洋生态学方面的研究。E-mail: hfjiao888@yahoo.com

通讯作者: 尤仲杰, E-mail: zuiyot@163.com

surrounded by the regular protruding folds on the other side the individuals of protruding less but large irregular and dendritic. The penis is short only 2—3 cm, gonopore openings on the left side of the coat cavity. The epitheliums in seminal vesicle, prostate and spermatophore sac are irreplaceable in the process of the mature in the spermatophore which are also can secrete gland fluid that assemble the mature spermatophore. The penis sac inverted “卜” mirror is in the middle of penis and play an importance role during the assembling of spermatophore.

Key words: *Octopus tankahkeei* male reproductive system; histological study

嘉庚蛸 (*Octopus tankahkeei*) 俗称章鱼、望潮, 属软体动物门、头足纲、八腕目 (*Octopoda*)、蛸科 (*Octopodidae*)、蛸属 (*Octopus*), 是一种沿岸底栖重要经济种类, 分布于西太平洋和大洋洲, 中国东南沿海常见种。头足纲是软体动物门中最高级的 1 纲, 国内外学者对头足类动物的神经系统^[1]、性腺激素等研究较多^[2-3], 但对其生殖系统的研究尚不足, 蛸属雌雄异体、异体受精^[1-2, 4]。目前对嘉庚蛸基础生物学特征^[5]、个体生殖力^[6]、精子超微结构^[7]和精子发生超微结构^[8]等开展了有益的研究, 并进行了人工繁育技术的初步探索^[4], 但对该属雄性生殖系统的研究报道较少^[9-11]。运用解剖学和组织学方法对嘉庚蛸雄性生殖系统形态结构进行了详细的研究, 以期补充嘉庚蛸乃至蛸科繁殖生物学研究的不足, 为后续研究积累基础资料。

1 材料与方法

1.1 材料

于 2002 年 12 月到 2003 年 2 月间, 对浙江省宁波市象山港自然海区中嘉庚蛸进行了逐月采样, 据外观鉴别出雌雄, 活体带回实验室暂养, 共 60 余只。

1.2 方法

活体解剖, 分离出雄性生殖系统的各器官, 观察其形态特点, 绘制形态学结构; 组织块用 Bouin's 液固定, 系列梯度酒精脱水, 二甲苯透明, 石蜡包埋, 切片 (7 μm), H-E 染色, Olympus BX-60 显微镜观察, Olympus DP-70 成像系统拍照。

2 结果

2.1 形态学

与已知的蛸科动物类似^[1], 嘉庚蛸雌雄异体, 雄性右侧第三腕茎化, 特化为具交接功能的

茎化腕。雄性生殖系统位于胴体底部, 为体腔特化的一部分, 不对称, 仅有一个生殖孔开口于外套腔的左中部。雄性生殖系统由单个精巢 (testis)、输精管 (Spermatoductus)、储精囊 (Spermatophoric gland)、前列腺 (prostate)、精荚囊 (spermatophoric sac)、阴茎 (penis) 共 6 部分构成 (图 1)。

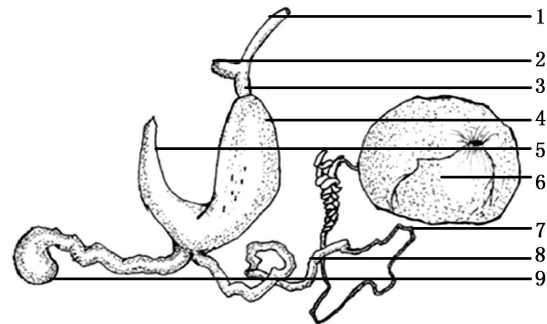


图 1 嘉庚蛸雄性生殖系统示意图

Fig 1 Reproductive system of male *Octopus tankahkeei*

1. 远端阴茎; 2. 阴茎囊; 3. 近端阴茎; 4. 精荚囊; 5. 精荚囊尾部; 6. 精巢; 7. 输精管; 8. 储精囊; 9. 前列腺

2.2 精巢

精巢球形, 位于胴体基底部, 靠近鳃心及附属物, 典型的辐射型精巢, 精巢由精巢壁膜上的生发区产生, 输精管位于精巢壁膜生发点的相对端。性腺发育初期, 精巢体积较小, 外表为乳白色、质地硬, 随着性腺成熟度的增加, 逐渐变为米黄色。精巢内部由结缔组织分割成许多精小叶, 小叶腔内由生殖上皮分裂发育成精子细胞和精子, 中央为空腔, 是成熟精子排出的通道 (图版-1)。精原细胞椭圆或近圆形, 紧贴在生殖上皮的结缔组织中, 直径为 10~16 μm , 精核位于细胞中央, 直径约是精原细胞的 4/5, 核内染色质的浓缩程度小, 均匀颗粒状; 初级精母细胞圆球形或近圆形, 直径为 15~22 μm , 核内染色质浓缩、沉积明显, 逐渐形成染色深的颗粒, 遍布整个细胞核;

次级精母细胞急剧浓缩,直径仅为初级精母细胞的一半 $7\sim 12\ \mu\text{m}$;精子细胞经过椭圆形—梭型—柳叶型—长棒型的变态期,成为成熟精子,流水状分布于小叶腔中,成熟精子鞭毛型,头部细长等粗的棍状,长度约 $26\sim 33\ \mu\text{m}$,尾部长度约为头部的 16 倍。

2.3 输精管

输精管外表乳白色,长约 $13\sim 16\ \text{cm}$,是雄性生殖系统最细长的管道。管壁上皮为复层上皮,内层为排列致密的低柱状上皮细胞,嗜酸性强,中间层细胞为多边形,外层为肌层,厚薄不均,由大量结缔组织和少量环行肌纤维构成。非生殖季节,腔内无精子;生殖季节,腔内充满大量流水状排列的精子束(图版-2)。

2.4 储精囊

储精囊与输精管相连,在连接处膨大(图版-3),总长度约 $5\sim 8\ \text{cm}$ 。储精囊结构上可分为 2 部分:储精管和腺体。腺体为侧盲囊状腺,内壁由上皮和结缔组织形成许多大小不规则的褶皱卷曲成腺管汇集而成,具强嗜碱性。

储精囊粗细不均,在结构上可分为 3 部分。

2.4.1 前段储精囊

前段储精囊外壁为单层上皮细胞,无明显肌纤维;管内壁褶皱发达,鸟头状。腺体腔内褶皱为假复层中柱状细胞,底部褶皱复杂,形成腺体小管,汇集至中央腺体腔,腔至精绳侧褶皱缩小,仅为指状突起(图版-4)。

2.4.2 中段储精囊

中段精荚管腺中空、管状,管壁“极化”明显:无包裹精绳(sperm rope)部分,褶皱发达、突起多、分叉复杂;包裹精绳的部分,管壁变薄,褶皱低矮、简单,鸟头状突起变为鹰嘴状下勾(图版-5)。

2.4.3 末段储精囊

管腔较小,管壁“极化”不明显,突起蘑菇状(图版-6)。

2.5 前列腺

前列腺与储精囊相接共同开口于精荚腺腔,中空盲管状,约 $4.8\sim 5.6\ \text{cm}$,底部膨大,呈弯曲的拇指状,长度约 $0.5\sim 0.8\ \text{cm}$ 。“颈部”粗细均匀。

未成熟季节,管壁厚,腺体导管相互簇拥,前

列腺腔小,腺体导管中空、假复层柱状上皮,细胞内含强嗜酸性颗粒,导管外为结缔组织构成的薄层(图版-7)。

性成熟季节,腺体导管萎缩,腔体增大,可见精绳(图版-8)。

2.6 精荚囊

精荚囊膨大、囊状,前端连接阴茎。外具被膜,环行肌和结缔组织相间分布,内层为单层立方上皮。囊内分为 2 部分,一侧为叶脉状规则褶皱突起围成的腺体腔,称之为囊内腺,另一侧突起少,个体大、不规则,树枝状。囊内褶皱表层为假复层柱状上皮,强嗜碱性(图版-9)。

精荚未装配时,囊中空,褶皱大而明显;性腺成熟后,囊内突起分裂,变为分散的树枝状(图版-10),大量的精荚清晰可见。

精荚分精荚帽和帽绳部。精荚帽圆筒状,长 $1.1\sim 1.3\ \text{cm}$,宽 $0.3\ \text{cm}$,壁为蛋白性的双层膜;精荚内精子“流水状”排列,精子束间有少量结缔组织(图版-13)。帽绳部长度约为精荚帽的 1.5 倍,半透明状、柔软,至尾部逐渐变细,外被高折光率的透明质鞘,具 $6\sim 7$ 个规则突起(图版-11),鞘内为透明均质胶体层(图版-12)。

2.7 阴茎

阴茎短,仅 $2\sim 3\ \text{cm}$,分为 3 部分:近端阴茎、阴茎囊和远端阴茎。生殖孔开口于胴体左侧外套腔的中部,与茎化腕的位置相反。

2.7.1 近端阴茎

近端阴茎管腔状,肌肉质、中空,具类似精荚囊的褶皱突起,但褶皱退化、零星分布,短指状,数量多。壁由外膜、肌肉层和粘膜构成,外膜由疏松结缔组织构成,厚薄不均,贴在肌层上;肌层为典型的环行肌,厚度 $200\ \mu\text{m}$,内具血管;粘膜上皮为假复层柱状上皮,结缔组织较致密。非生殖季节,管腔细,腔内突起明显;生殖季节,腔内偶见成熟的精荚(图版-15)。

2.7.2 阴茎囊

阴茎囊位于阴茎的中部,雄性生殖系统中又一具分泌功能的腺体腔。呈镜面倒“卜”字型,盲囊端椭圆形。壁由粘膜、肌层和外膜构成,肌层厚度不一,壁厚为 $50\sim 300\ \mu\text{m}$ 不等,囊底的肌肉层较薄;突起复杂,分支明显,折叠成腺体管道。

阴茎囊开口于近、远端阴茎,三管交汇成“三通”状(图版-14)。

2.7.3 远端阴茎

与近端阴茎类似,但腔内褶皱以指状突起为主,肌层变薄。生殖季节,腔内也可见精荚(图版-16、17)。

3 讨论

3.1 生殖系统功能解析及精荚建成

软体动物和节肢动物等无脊椎动物的雄性生殖系统位置各异,有的独立成系统^[12-14],有的藏于足的基部^[15],有的伸入外套膜中^[15],有的包含于肝脏表面或肝脏之间^[12],但精巢结构大体相同,较为简单。笔者研究表明,嘉庚蛸雄性生殖系统有6部分组成,与十腕目种类间存在着较大的差异^[10],也与长蛸生殖系统结构差异明显^[9],然而精子发生均为非同步。

输精管细长,达16 cm,它既是成熟精子的输送通道,又起到暂时储存精子的作用。盲管状的储精囊,腔分为2部分,即包裹精绳的生殖管腔和分泌精荚外膜蛋白的分泌腔,两腔纵行连通,精绳仅存在于生殖管腔中,这在曼氏无针乌贼中得到证实^[15],分泌腔内为酸性黏多糖^[9],黏多糖与性腺激素类物质通过纵贯连通的腔输送到生殖管腔,参与精荚的初始装配。真蛸前列腺和精巢中含有28 ku的类H₁一组蛋白,嘉庚蛸前列腺为分泌小管构成的管状腺,管腔内物质组成有待进一步研究。

交配前成熟精荚是储存在精荚囊中的,性腺成熟后,前列腺中装配完整的精荚头部就被释放到精荚囊中,完成精荚的成熟发育。精荚结构与甲壳类精荚结构差异大^[11],精荚囊在功能上分成2个结构单位,即包裹精荚头部的囊腔和包裹精荚胶质尾部的囊腔。组织学观察,精荚的半透明胶质尾部是在精荚囊中形成的,胶质尾部柔软,愈到后面愈细。雄蛸将精荚传送到雌体外套腔后,精荚便依靠尾部的透明胶质体粘附在外套腔中,待精荚破裂,成熟精子沿输卵管进入并储存在输卵管腺的纳精囊。

3.2 腺体结构功能

研究发现,雄性生殖系统具3个分泌功能的腺体,腔内结构类似,内层褶皱状突起表层均为假复层柱状上皮或浆液性分泌细胞,外层为肌层或结缔组织构成的被膜。虽然腺体结构和分布

位置有差异,但它们均在精子-精绳-精荚的装配过程中发挥着重要作用和不可替代的功能^[2],同时发达的腺体系统,进一步证明了头足纲处于系统进化的高级阶段。头足类为雌雄异体、异体交配、一年生种类^[2,10],本文的研究得到证实。嘉庚蛸怀卵量少^[4,7],为保持其种群的稳定性,在长期的系统进化过程中,它们已经形成了独特的繁育机制,雄性生殖系统各部分的形态特征变化和特征是根据对其功能的适应。

阴茎在茎化腕的辅助下完成精荚输送与雌雄交配^[4],阴茎中部的阴茎囊,外形奇特,镜面倒“卜”型,短盲管状,内部腺体小管发达,分泌细胞形成的突起多且错综复杂,管腔较大。性成熟季节(3-4月),囊底部可见成熟的精荚,推测阴茎囊在精荚的排出过程中扮演着重要的角色。精荚在精荚囊中头部正对排出孔,但它排出并粘附到雌体外套腔中时,起作用的是胶质的尾部,所以精荚在排出生殖孔以前需进行一个反转的过程,此反转发生在阴茎囊中,精荚头部进入阴茎囊底部,然后逐渐牵引出尾部使之进入远端阴茎,完成精荚的反转。

参考文献:

- [1] Anna D C, Cristo D C. Neuropeptidergic control of the optic gland of *Octopus vulgaris*: FMRFamide and GnRH immunoreactivity [J]. *The Journal of Comparative Neurology*, 1998, 398: 1-2.
- [2] Anna D C, Carlo D C, Marina P. Sex steroid hormone fluctuations and morphological changes of the reproductive system of the female of *Octopus vulgaris* throughout the annual cycle [J]. *Journal of Experimental Zoology*, 2001, 289: 33-47.
- [3] Antino D A, Anna D C, Carlo D C, et al. Occurrence of Sex Steroid Hormones and Their Binding Proteins in *Octopus vulgaris* Lam [J]. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 1996, 227: 782-788.
- [4] 焦海峰, 尤仲杰, 包永波. 人工养殖条件下嘉庚蛸的生物学特性及繁育技术初探. *动物学杂志*, 2005, 40(3): 67-71.
- [5] 焦海峰, 尤仲杰, 王一农. 嘉庚蛸基础生物学特征的研究 [J]. *海洋学报*, 2008, 30(5): 88-93.
- [6] 尤仲杰, 焦海峰. 嘉庚蛸个体生殖力的研究. *海洋学报* [J], 2006, 28(6): 134-138.
- [7] Zhu J Q, Yang W X, You Z J, et al. The Ultrastructure Of the spermatozoon of *Octopus tankahkei* [J]. *Journal of Shellfish Research*, 2005, 24(4): 1203-1207.
- [8] 竺俊全, 杨万喜, 尤仲杰, 等. 嘉庚蛸精子发生的超微结构 [J]. *水产学报*, 2006, 30(2): 161-170.

- [9] 许星鸿,阎斌伦,郑家声,等.长蛸生殖系统的形态学与组织学观察[J].动物学杂志,2008,43(4):77-84.
- [10] 董正之.中国动物志,软体动物门,头足纲[M].北京:科学出版社,1987.
- [11] 蔡英亚,张英,魏若飞.贝类学概论[M].上海:上海科学技术出版社,1995.
- [12] 堵南山,薛鲁征,赖伟.中华绒鳌蟹雄性生殖系统的组织学研究[J].动物学报,1988,34(4):329-335.
- [13] 李太武,张峰,苏秀榕.三疣梭子蟹雄性生殖系统的组织学研究[J].辽宁师范大学学报:自然科学版,1992,15(1):29-36.
- [14] 侯圣陶,程济民,侯林,等.脉红螺生殖系统的组织解剖学研究[J].动物学报,1990,36(4):398-405.
- [15] 蒋霞敏,符方尧,李正,等.人工养殖曼氏无针乌贼生殖系统的解剖学与组织学研究[J].中国水产科学,2008,15(1):63-72.

《上海海洋大学学报》征稿简则(2009年9月修订)

一、征稿内容

《上海海洋大学学报》为上海海洋大学主办,以海洋、水产科学技术为主的面向全国的综合学术刊物。前身为《上海水产大学学报》,2009年起因学校更名而变更刊名。主要刊载海洋环境、海洋工程、海洋信息、海洋渔业、水产生物技术、水产养殖与增殖、水产品保鲜与综合利用、渔业水域环境保护、渔业经济与技术管理等方面的文章,并酌登学术动态和重要书刊的评介等。欢迎广大作者踊跃投稿。

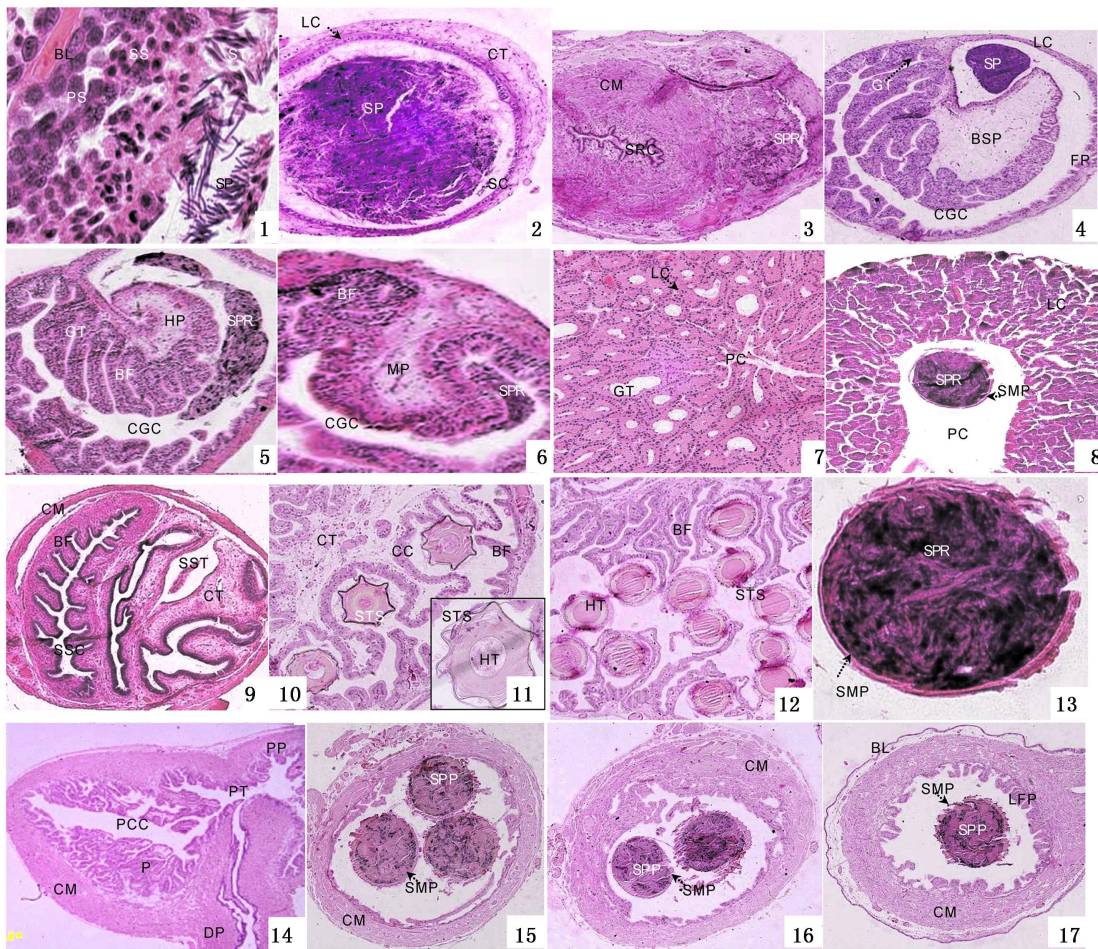
二、来稿注意事项

- 1 来稿文责自负。要求论点明确,数据可靠,简明扼要,文字精练(包括文章题名、图、表和文献的运用),着重撰述作者的新方法、新观点和新成果等。
- 2 来稿请访问本刊的网站,进行网上投稿,网址: <http://kjzk.shou.edu.cn/dxxb/default.htm>,本刊只接收网络投稿,必要时退作者修改、精减并清稿。若作者投稿3个月未收到本编辑部任何通知,可自行处理稿件,请勿一稿多投。
- 3 对录用的文章将收取一定的版面费,文章刊登后,将酌致稿酬,并赠送若干册当期的本刊。
- 4 本刊已加入《中国学术期刊(光盘版)》、《中国期刊网》、《万方数据—数字化期刊群》等,作者著作权使用费与印刷版稿酬一次付给。

三、对稿件的编辑出版要求

- 1 论文稿书写的顺序:题名,作者署名,作者单位(写至二级)及所在地和邮编,中文摘要(400字左右),关键词(3~8个,研究对象的词应排列在前),中图分类号,英文题名、作者署名、作者单位(写至二级)及所在地和邮编、Abstract(与中文摘要相对应,以学术刊物上惯用的文体和句型撰写)、key words(与中文关键词相对应),正文,参考文献。首页地脚处请注明:①收稿日期;②基金项目;资助者(编号)。③作者简介:姓名(出生年—),性别,职称,学位,研究方向。稿件联系人另注明联系地址、邮编、电话、电子信箱。
- 2 插图和照片要清晰,表格请采用“三线表”的形式,力求简明,其内容勿与图及文字表述重复。图、表不单列,在文稿的相应页面内均应留有适当部位并写明图题、表题,其题目均须汉英对照。
- 3 文中的学术名词、名称或术语,度量衡及其符号均应符合国家标准。
- 4 参考文献只列确引的、最新的、最主要的、国内外公开发表的文献。每条文献中,作者姓名不超过3人者,全部照录;超过者,则第3人之后从略,加“等”之类的缩写。“参考文献:”列于正文后,独占一行。所列文献一律采用标准化的顺序编码制,即把序号置于方括号内,并视引文的具体情况将序号作为上角标,或作为引文中的组成部分。每条文献应按类型注明其标志。

参考文献类型	期刊	专著	论文集	学位论文	报告	报纸	标准	专利	数据库	计算机程序	汇编	电子公告
文献类型标志	J	M	C	D	R	N	S	P	DB	CP	G	EB



图版 嘉庚蛸雄性生殖系统组织学

Plate Histological study of reproductive system of the male *Octopus tankahkei*

1. 精巢横切 $\times 1\ 000$; 2. 输精管 $\times 400$; 3. 输精管与储精囊连接处 $\times 400$; 4. 储精囊前段 $\times 400$; 5. 储精囊中段横切 $\times 400$; 6. 储精囊后段横切 $\times 400$; 7. 前列腺底部横切 $\times 400$; 8. 前列腺中的精英 $\times 400$; 9. 性腺未成熟的精英囊 $\times 1\ 000$; 10. 精英囊内的突起与精英 $\times 400$; 11. 精英囊内精英的尾部 $\times 400$; 12. 精英尾部透明质鞘的放大 $\times 1\ 000$; 13. 成熟精英 $\times 1\ 000$; 14. 阴茎囊纵切 $\times 200$; 15. 具有 3 个精英结构的近端阴茎 $\times 400$; 16. 具有 2 个精英结构的近端阴茎 $\times 400$; 17. 具有 1 个精英结构的远端阴茎 $\times 100$;

BL 基膜; SS 次级精母细胞; ST 精子细胞; PS 初级精母细胞; SP 精子; LC 间质细胞; CT 结缔组织; SC 输精管腔; CM 环形肌纤维; SPR 精绳; GT 腺体小管; BSP 鸟头突起; CGC 中央腺体腔; FP 指状突起; BF 褶皱; HP 鹰嘴状突起; MP 蘑菇状突起; PC 前列腺腔; SMP 蛋白质膜; SSC 精英囊腔; SST 精英囊尾部; CC 柱状细胞; STS 透明质鞘; HT 均质体; PP 近端阴茎; PT 三通体; PCC 阴茎腔; P 突起; DP 远端阴茎。