

中国科学院中国动物志编辑委员会主编

中国动物志

无脊椎动物 第四十六卷

星虫动物门 蠕虫动物门

周 红 李凤鲁 王 玮 编著

中国科学院知识创新工程重大项目

国家自然科学基金重大项目

(国家自然科学基金委员会 中国科学院 科学技术部 资助)

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本卷专述中国沿海的现生星虫和蠕虫动物,包括星虫6科13属41种,蠕虫2科8属11种。内容分总论和各论两部分。总论扼要综述研究简史、形态特征、分类系统、地理分布、生态和生物学、经济意义等。各论分述科、属、种的形态特征、生境、地理分布等;对一些种的名称在进一步研究的基础上加以讨论,并列出各级分类阶元的检索表。全书共附有插图95幅,其中含分布图18幅。

本书为动物学、水产学和医药等部门的科研与教学提供了比较系统的科学资料。

图书在版编目(CIP)数据

中国动物志. 无脊椎动物. 第46卷. 星虫动物门、蠕虫动物门/周红, 李凤鲁, 王玮编著. —北京: 科学出版社, 2007

ISBN 978-7-03-018693-5

I. 中… II. ①周…②李…③王… III. ①动物志-中国②无脊椎动物门-动物志-中国③星虫纲-动物志-中国④蠕纲-动物志-中国 IV. Q958.52

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第032245号

责任编辑: 娄朋逊 霍春雁/责任校对: 张 琪

责任印制: 钱玉芬/封面设计: 槐寿明

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2007年5月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2007年5月第一次印刷 印张: 13 3/4

印数: 1—1 000 字数: 305 000

定价: 38.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈科印〉)

Editorial Committee of Fauna Sinica, Chinese Academy of Sciences

FAUNA SINICA

INVERTEBRATA Vol. 46

Sipuncula Echiura

By

Zhou Hong Li Fenglu Wang Wei

**A Major Project of the Knowledge Innovation Program
of the Chinese Academy of Sciences**

A Major Project of the National Natural Science Foundation of China

(Supported by the National Natural Science Foundation of China,
the Chinese Academy of Sciences, and the Ministry of Science and Technology of China)

Science Press

Beijing, China

中国科学院中国动物志编辑委员会

主 任：陈宜瑜

常务副主任：黄大卫

副 主 任：宋大祥 冯祚建

编 委：(按姓氏笔画顺序排列)

卜文俊	马 勇	王应祥	尹文英
冯祚建	任国栋	刘瑞玉	刘锡兴
李新正	杨 定	杨大同	杨星科
杨思谅	吴 岷	吴燕如	何舜平
汪兴鉴	沈韞芬	宋大祥	张广学
张春光	张雅林	陈 军	陈宜瑜
陈清潮	武春生	金道超	周红章
郑光美	赵尔宓	陶 冶	黄大卫
薛大勇			

EDITORIAL COMMITTEE OF FAUNA SINICA, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES

Chairman

Chen Yiyu

Executive Vice Chairman

Huang Dawei

Vice Chairmen

Song Daxiang (Sung Tahsiang)

Feng Zuojian

Members

Bu Wenjun	Wang Yingxiang
Chen Jun	Wu Chunsheng
Chen Qingchao	Wu Min
Chen Yiyu	Wu Yanru
Feng Zuojian	Xue Dayong
He Shunping	Yang Datong
Huang Dawei	Yang Ding
Jin Daochao	Yang Siliang
Li Xinzheng	Yang Xingke
Liu Ruiyu (Liu Juiyu)	Yin Wenyong
Liu Xixing	Zhang Chunguang
Ma Yong (Ma Yung)	Zhang Guangxue
Ren Guodong	Zhang Yalin
Shen Yunfen	Zhao Ermi (Chao Ermi)
Song Daxiang (Sung Tahsiang)	Zheng Guangmei
Tao Ye	Zhou Hongzhang
Wang Xingjian	

前 言

星虫动物门 Sipuncula 和螾虫动物门 Echiura 为动物界的两个小门，均为真体腔海生原口动物，形似蠕虫，体分吻和躯干两部分。它们分布广泛，除幼虫期外，皆营底栖穴居生活。就外部形态而言，两者的主要区别在于：星虫的吻末端具触手，吻能缩入体腔，螾虫的吻末端不具触手，吻不能缩入体腔；星虫的口位于吻顶端口盘中央，肛门在躯干前部的背面，螾虫的口位于躯干前端，肛门在躯干末端；有些星虫躯干前端具肛门盾，后端具尾盾，螾虫在近口处的腹面有一对腹刚毛，有些种躯干末端具一圈尾刚毛。

星虫和螾虫可用作钓饵，常见的种类多为食用种。同时，它们的幼虫与其他海洋动物幼虫同为浮游动物的组成部分，是鱼类直接和间接的摄食对象，食物链中不可缺少的环节。某些星虫喜钻洞穴居在石灰质的岩礁中，对珊瑚石有腐蚀作用。此外，星虫和螾虫的发生过程均有担轮幼虫时期，成体的形态构造轻度分化，说明它们与环节动物具有在系统演化上的共同起源。因此，星虫动物和螾虫动物的分类研究可为中国系统动物学的理论研究积累部分资料。

中国星虫动物和螾虫动物的分类研究，还处于初级阶段，过去很少被人注意，仅有极少的国内科学工作者和个别外国人，也都是个别海区的零散报告，没有进行系统的分类研究。书中的分类描述，除台湾省外，绝大部分是我们多年来在中国大陆沿海和海南、西沙群岛等地，先后采集了大量的标本，收集了有关资料，经我们共同努力分析整理而成。本书包括星虫动物门和螾虫动物门，每个门分总论和各论两大部分：在总论中，对星虫动物和螾虫动物的研究简史、形态特征、分类系统、地理分布、生态和生物学、经济意义等方面，进行了扼要的介绍和讨论；各论部分系统描述了星虫 6 科 13 属 41 种，螾虫 2 科 8 属 11 种，其中包括编著者尚未掌握标本，但根据其他学者报道，确认存在于中国所辖水域的星虫 10 种和螾虫 4 种。

本志的完成，是全国有关单位大力支持的结果，主要有：中国科学院海洋研究所、中国海洋大学、国家海洋局一所、北京自然博物馆、海南水产研究所、厦门市福建海洋研究所、浙江省海洋水产研究所、福州市水产局、温州市苍南县水产局、深圳罗湖区水产局和广西海洋研究所等。原稿经中国海洋大学李嘉泳教授和国家海洋局一所吴宝铃教授审阅并提出宝贵意见。本志的墨线图除部分录自署名作者外，皆为青岛海产博物馆李蓓高级工程师根据我们的标本绘制复墨，我们在此谨向他们表示诚挚的谢意。限于我们调查的地区尚不够深入和普遍以及笔者学识水平和实际经验的不足，因而，书中遗漏和错误之处在所难免，敬请读者提出宝贵意见，待今后对本志做进一步的修改。

周 红 李凤鲁

2004 年 9 月于青岛

目 录

前言

星虫动物门 Sipuncula

总论	1
一、研究简史	1
二、形态概述	3
(一) 外部形态	3
(二) 内部构造	5
三、分类系统	7
四、地理分布	9
五、生物学	12
(一) 生态特点	12
(二) 食性	15
(三) 生理	15
(四) 寄生	16
(五) 共栖和共生	17
(六) 再生	17
(七) 生殖和发育	17
(八) 演化关系	26
六、系统发生	28
七、经济意义	30
各论	32
星虫动物门 Sipuncula Sedgwick, 1898	32
革囊星虫纲 Phascolosomatidea Cutler <i>et</i> Gibbs, 1985	32
盾管星虫目 Aspidosiphoniformes Cutler <i>et</i> Gibbs, 1985	33
一、盾管星虫科 Aspidosiphonidae Baird, 1868	33
1. 石管星虫属 <i>Lithacrosiphon</i> Shipley, 1902	33
(1) 马岛石管星虫 <i>Lithacrosiphon maldivensis</i> Shipley, 1902	34
2. 盾管星虫属 <i>Aspidosiphon</i> Diesing, 1851	36
1) 拟盾管亚属 <i>Paraspidosiphon</i> Stephen, 1964	37
(2) 巨大盾管星虫 <i>Aspidosiphon (Paraspidosiphon) grandis</i> Sato, 1939	37
(3) 斯氏盾管星虫 <i>Aspidosiphon (Paraspidosiphon) steenstrupii</i> Diesing, 1859	39
2) 盾管亚属 <i>Aspidosiphon</i> Diesing, 1851	42

(4) 雅丽盾管星虫 <i>Aspidosiphon (Aspidosiphon) elegans</i> (Chamisso et Eysenhardt, 1821)	42
(5) 米氏盾管星虫 <i>Aspidosiphon (Aspidosiphon) muelleri</i> Diesing, 1851	43
3. 襟管星虫属 <i>Cloeosiphon</i> Grube, 1868	45
(6) 刷状襟管星虫 <i>Cloeosiphon aspergillus</i> (Quatrefages, 1865)	45
革囊星虫目 Phascolosomatiformes Cutler et Gibbs, 1985	47
二、革囊星虫科 Phascolosomatidae Stephen et Edmonds, 1972	48
4. 反体星虫属 <i>Antillesoma</i> Stephen et Edmonds, 1972	48
(7) 安岛反体星虫 <i>Antillesoma antillarum</i> (Grube et Oersted, 1858)	49
5. 革囊星虫属 <i>Phascolosoma</i> Leuckart, 1828	51
3) 革囊亚属 <i>Phascolosoma</i> Leuckart, 1828	53
(8) 弓形革囊星虫 <i>Phascolosoma (Phascolosoma) arcuatum</i> (Gray, 1928)	53
(9) 棕突革囊星虫 <i>Phascolosoma (Phascolosoma) perlucens</i> Baird, 1868	56
(10) 太平洋革囊星虫 <i>Phascolosoma (Phascolosoma) pacificum</i> Keferstein, 1866	59
(11) 中华革囊星虫 <i>Phascolosoma (Phascolosoma) sinense</i> Chen, 1963	61
(12) 白纹革囊星虫 <i>Phascolosoma (Phascolosoma) albolineatum</i> Baird, 1868	62
(13) 台湾革囊星虫 <i>Phascolosoma (Phascolosoma) formosense</i> (Sato, 1939)	64
(14) 变异革囊星虫 <i>Phascolosoma (Phascolosoma) varians</i> Keferstein, 1865	66
(15) 暗色革囊星虫 <i>Phascolosoma (Phascolosoma) nigrescens</i> Keferstein, 1865	68
(16) 日本革囊星虫 <i>Phascolosoma (Phascolosoma) japonicum</i> Grube, 1877	70
(17) 罗氏革囊星虫 <i>Phascolosoma (Phascolosoma) rotnesti</i> Edmonds, 1955	71
(18) 厥目革囊星虫 <i>Phascolosoma (Phascolosoma) scolops</i> (Selenka, De Man et Bulow, 1883)	73
(19) 微小革囊星虫 <i>Phascolosoma (Phascolosoma) parvum</i> Chen, 1963	76
4) 埃德蒙兹亚属 <i>Edmondsius</i> Gibbs et Cutler, 1987	77
(20) 梳状革囊星虫 <i>Phascolosoma (Edmondsius) pectinatum</i> Keferstein, 1867	78
6. 梨体星虫属 <i>Apionsoma</i> Sluiter, 1902	79
(21) 毛头梨体星虫 <i>Apionsoma trichocephala</i> Sluiter, 1902	79
方格星虫纲 Sipunculidea Cutler et Gibbs, 1985	81
戈芬星虫目 Golfingiiformes Cutler et Gibbs, 1985	81
三、戈芬星虫科 Golfingiidae Stephen et Edmonds, 1972	82
7. 戈芬星虫属 <i>Golfingia</i> Lankester, 1885	82
(22) 珠光戈芬星虫 <i>Golfingia margaritacea margaritacea</i> (Sars, 1851)	83
(23) 长戈芬星虫 <i>Golfingia elongata</i> (Keferstein, 1863)	85
(24) 普通戈芬星虫 <i>Golfingia vulgaris vulgaris</i> (de Blainville, 1827)	87
8. 纓心星虫属 <i>Thysanocardia</i> Fisher, 1950	89
(25) 黑色纓心星虫 <i>Thysanocardia nigra</i> (Ikeda, 1904)	89
四、倭革囊星虫科 Phascolionidae Cutler et Gibbs, 1985	91
9. 倭革囊星虫属 <i>Phascolion</i> Théel, 1875	91
(26) 莫氏倭革囊星虫 <i>Phascolion moskalevi</i> Murina, 1964	91

10. 瘤体星虫属 <i>Onchnesoma</i> Koren et Danielssen, 1875	92
(27) 中间瘤体星虫 <i>Onchnesoma intermedium</i> Murina, 1976	93
五、枝触星虫科 Themistidae Cutler et Gibbs, 1985	94
11. 枝触星虫属 <i>Themiste</i> Gray, 1828	94
(28) 蛻钩枝触星虫 <i>Themiste dehamata</i> (Kesteven, 1903)	95
(29) 棘管枝触星虫 <i>Themiste spinulum</i> (Chen, 1963)	98
(30) 微小枝触星虫 <i>Themiste minor</i> (Ikeda, 1904)	100
(31) 梨囊枝触星虫 <i>Themiste cymodoceae</i> (Edmonds, 1956)	101
(32) 长颈枝触星虫 <i>Themiste lageniformis</i> Baird, 1868	102
方格星虫目 Sipunculiformes Cutler et Gibbs, 1985	103
六、方格星虫科 Sipunculidae Rafinesque, 1814	104
12. 管体星虫属 <i>Siphonosoma</i> Spengel, 1912	104
(33) 澳洲管体星虫 <i>Siphonosoma australe</i> (Keferstein, 1865)	105
(34) 罗岛管体星虫 <i>Siphonosoma rotumanum</i> (Shibley, 1898)	107
(35) 库岛管体星虫 <i>Siphonosoma cumanense</i> (Keferstein, 1867)	110
(36) 富岛管体星虫 <i>Siphonosoma funafuti</i> (Shibley, 1898)	112
13. 方格星虫属 <i>Sipunculus</i> Linnaeus, 1766	113
5) 方格亚属 <i>Sipunculus</i> Linnaeus, 1766	115
(37) 裸体方格星虫 <i>Sipunculus</i> (<i>Sipunculus</i>) <i>nudus</i> Linnaeus, 1766	116
(38) 挪威方格星虫 <i>Sipunculus</i> (<i>Sipunculus</i>) <i>norvegicus</i> Danielssen, 1868	119
(39) 强壮方格星虫 <i>Sipunculus</i> (<i>Sipunculus</i>) <i>robustus</i> Keferstein, 1865	120
(40) 拟安氏方格星虫 <i>Sipunculus</i> (<i>Sipunculus</i>) <i>angasoides</i> Chen, 1963	122
6) 澳管亚属 <i>Austrosiphon</i> Fisher, 1954	123
(41) 印度方格星虫 <i>Sipunculus</i> (<i>Austrosiphon</i>) <i>indicus</i> Peters, 1850	124

螭虫动物门 Echiura

总论	126
一、研究简史	126
二、形态概述	127
(一) 外部形态	127
(二) 内部构造	128
三、分类系统	130
四、地理分布	132
五、生物学	133
(一) 生态特点	133
(二) 摄食	134
(三) 与其他生物的关系	134
(四) 生殖和发育	134
(五) 演化关系	139

六、经济意义	139
七、采集、固定和保存	139
各论	140
螠虫动物门 Echiura (Sedgwick, 1898)	140
螠目 Echiuroinea Bock, 1942	141
一、螠科 Echiuridae de Blainville, 1827	141
(一) 绿螠亚科 Thalassematinae Monro, 1927	143
1. 无吻螠属 <i>Arhynchite</i> Sato, 1937	144
(1) 多绉无吻螠 <i>Arhynchite rugosum</i> Chen et Yeh, 1958	144
2. 拟无吻螠属 <i>Paraarhynchite</i> Chen, 1963	145
(2) 六肾拟无吻螠 <i>Paraarhynchite hexorenale</i> Chen, 1963	146
3. 铲荚螠属 <i>Listriolobus</i> Fischer, 1926	147
(3) 短吻铲荚螠 <i>Listriolobus brevirostris</i> Chen et Yeh, 1958	147
4. 池体螠属 <i>Ikedosoma</i> Bock, 1942	149
(4) 青岛池体螠 <i>Ikedosoma qingdaoense</i> Li, Wang et Zhou, 1994	149
5. 管口螠属 <i>Ochetostoma</i> Leuckart et Rüppell, 1828	151
(5) 绉体管口螠 <i>Ochetostoma erythrogrammon</i> Leuckart et Rüppell, 1828	152
(6) 美丽管口螠 <i>Ochetostoma formosulum</i> (Lampert, 1883)	154
6. 单套吻螠属 <i>Anelassorhynchus</i> Annandale, 1922	155
(7) 那霸单套吻螠 <i>Anelassorhynchus inanensis</i> (Ikeda, 1904)	155
(8) 萨氏单套吻螠 <i>Anelassorhynchus sabinus</i> (Lanchester, 1905)	157
7. 绿螠属 <i>Thalassema</i> Lamarck, 1801	158
(9) 棕绿螠 <i>Thalassema fuscum</i> Ikeda, 1904	159
(10) 强壮绿螠 <i>Thalassema mortenseni</i> Fischer, 1923	160
无管螠目 Xenopneusta Fisher, 1946	160
二、棘螠科 Urechidae Fisher et MacGinitie, 1928	161
8. 棘螠属 <i>Urechis</i> Seitz, 1907	161
(11) 单环棘螠 <i>Urechis uncinatus</i> (von Drasche, 1881)	161
参考文献	164
英文摘要	177
中名索引	186
学名索引	189
《中国动物志》已出版书目	196

星虫动物门 Sipuncula

总 论

一、研究简史

星虫动物的研究始于 16 世纪，最早作报道的是 Rondelet (1555)，他对两种星虫分别作了描述并绘了图，称之为小喙蠕虫 microrhynchoteros 和大喙蠕虫 macrorhynchoteros。前者以后被订名为裸体方格星虫 *Sipunculus nudus*，后者是前者的同物异名。Gesner (1558) 所记述者即这种裸体方格星虫。Bohadsch (1761) 认为裸体方格星虫是一种新型的植虫 (Zoophyte)，因之取 *Syrinx* 为属名作了描述。1766 年 Linnaeus 在他的名著《自然系统》第十二版中订立了方格星虫属 *Sipunculus*，并分别称前两种动物为 *Sipunculus nudus* 和 *Sipunculus saccatus*，把它们归入蠕形动物。Pallas (1774) 描述过 *Lumbricus edulis* (= *Siphonosoma cumanense*) 和 *L. phalloides* (= *Sipunculus phalloides*)。Montagu (1804) 记载过另一种栖息在空螺壳 *Strombus* 中的星虫，他称之为 *Sipunculus strombus*，即现在的陀螺倭革囊星虫 *Phascolion strombi*。Lamarck (1816) 认为星虫与海参类之间具有密切的亲缘关系，因而把它们当作近似棘皮动物的一类动物。当时，法国博物学家 Cuvier 也把它们放在同一分类位置上，并在 *Le Regne animal* (法国的一种动物学杂志) 上多次刊登。

星虫动物作为一个独立的类群得到承认最早是在 1823 年，Delle Chiaje 在对裸体方格星虫进行了详细的观察和描述后，提出它应属环节动物，并将该类动物取名为 Sifunculacei，de Blainville (1827) 则称之为 Sipunculidia (其中包括曳鳃虫类 Priapulid)，认为它与寄生的蠕虫有关。之后，Leuckart (1828) 建立了革囊星虫属 *Phascolosoma*。1847 年，Quatrefages 建立桥虫类 Gephyrea，包括星虫类 Sipunculea、蠕虫类 Echiurea 和曳鳃虫类 Priapulid，认为这三类动物是连接环节动物和海参类的桥梁 (“gephyros” 在希腊语中是 “桥” 之意)。此观点在以后的数十年间曾得到广泛的承认。但是，Hatschek (1881) 又否定了桥虫类的提法，而将星虫与蠕虫同归入环节动物门。1898 年，Sedgwick 认为星虫动物应提到高一级的分类阶元，反对采用桥虫类名称，于是建立了星虫动物门 Sipunculoidea。

然而，以上的各种分类学命名法无一被广泛接受，而 Quatrefages (1847) 的桥虫

类观点却被逐渐采纳，并在许多动物学书籍和刊物中得到应用，此情形持续到 1965 年。Pickford (1947) 认为，桥虫类一词在文献中得到异常持久的应用，其原因是这样做，便于概括这三类动物的某些不确定的关系。但是，其后所有近期研究者却一致认为此三者之间并无切实的密切关系，于是曳鳃虫类和蠕虫类相继改属其他门类，终致桥虫类这个概念和名称在动物学中受到删除。现在星虫动物的门级分类地位已得到广泛的接受。

关于星虫动物门，曾经有三个不同的名称。Sedgwick (1898) 采用 Sipunculoidea，但该名称并不十分令人满意，因为根据《国际动物命名法规》(*The International Code of Zoological Nomenclature*) 荐则 29A，后缀“-oidea”只用来表示总科。Hyman 早在 1959 年就认识到这个名称应该用 Sipunculida 来代替，不过他仍将 sipunculoid 当作一个普通名词保留下来。为了能同时遵从荐则 29A 和“Pearse”命名法系统(*The “Pearse” System of Nomenclature*, Chitwood, 1958)，Stephen (1964) 提出用 Sipuncula 作为星虫动物门的名称，这个名称一直沿用至今。1972 年，Stephen 和 Edmonds 认为虽然“sipunculoid”和“sipunculid”作为两个普通生物学名词被保留下来，但两者都不甚恰当，原因是 Sipunculoidea 应该指一个总科，而 sipunculid 则应是 Sipunculidae 星虫科中星虫个体的名称。若采用 Sipuncula 命名星虫动物门，则用 sipunculan 作为星虫动物的普通名称似乎比较合理。这样就可避免 sipunculoid 和 sipunculid 两词在使用中产生混淆。

早期论述星虫动物的主要著者有 Baird (1868)，Selenka, De Man 和 Bulow (1883)，Selenka (1885) 等人。

20 世纪以来，日本人池田 (Ikeda, 1904) 和佐藤 (Sato, 1930—1939)，记述日本沿海、朝鲜半岛和中国台湾的星虫共计 69 种。Edmonds (1955/1956)，记载了澳大利亚星虫 8 属 26 种。Gibbs (1977) 报道英国星虫 6 属 12 种。Cutler 和 Cutler (1979) 记述了印度洋星虫 10 属 54 种。1984 年，Cutler、Cutler 和 Nishikawa 系统地总结整理了日本星虫 14 属 59 种。

需要提到的是，1972 年 Stephen 和 Edmonds 的星虫专著，系全面性综述，引用文献丰富。尽管它有部分内容及某些种名后有修改，然而仍是当今各国学者研究星虫动物的重要参考资料。

自 20 世纪 70 年代到 80 年代，美国的 Cutler 和 Cutler，以及英国的 Gibbs 对星虫动物逐属地进行了研究和讨论，相继发表了许多论文报告，为进一步深入研究星虫动物提供了比较全面的资料。

关于中国星虫动物的分类研究，最早是在 1939 年，由佐藤 (Sato) 记载了台湾沿海标本共计 22 种。之后，Murina (1964) 发表广东湛江及碓洲岛星虫 12 种，其中包括 2 新种；1976 年又报道过中国东海海区星虫。

中国科学工作者发表的最早一篇星虫动物研究报告是 1947 年金德祥描记了福建沿

海星虫。50年代之后,陈义和叶正昌(1958)报道中国沿海3种星虫,包括2新种。1963年,陈义记载中国海南岛星虫14种,其中包括6新种。进入80年代后,1982—1987年,李凤鲁连续发表了我国西沙群岛星虫共计7属11种,其中包括1新种。1983年,李凤鲁记载了海南岛枝触星虫属2种;1988年又对该属分布在厦门的另一种蛻钩枝触星虫进行了形态学方面的讨论;1985年,报道广东大鹏湾星虫5种。李凤鲁(1989)发表了我国沿海革囊星虫属,文中共描记了14种。1990—1993年,李凤鲁、周红和王玮系统整理发表了我国沿海方格星虫属5种;管体星虫属4种;戈芬星虫属3种。通过形态学比较,对其中有些种作了新的修订。经李凤鲁、周红和王玮研究,至1992年,我国沿海的星虫动物分隶于2纲4目6科12属,共有39种。

二、形态概述

体蠕虫状,两侧对称,分为吻部(翻吻)和躯干部(后体部)两部分。

吻部细长,管状,能缩入体腔,在顶端形成口盘,口居其中央;有些属具项器,位于口的背侧;触手,布于口或项器的周围。

吻部着生乳突或钩刺。

躯干部较粗,肌肉层发达。其前部的背面有肛门,腹侧两面各有1个肾孔。

大多数种体表面生有皮肤乳突,突内具色素。

雌雄异体,非双态,体外受精,螺旋卵裂,发育过程经过担轮幼虫阶段。

(一) 外部形态 (图1)

吻部 呈筒状或长管状,长度通常是躯干部的一半或长过躯干,少数种可长达躯干的数倍(瘤体星虫)。吻部末端常生有角质小钩或棘刺,称吻钩,其形态和排列方式,可作为分类依据。吻部顶或前端称口盘(oral disk),其背侧通常生有具叶状瓣的项器(nuchal organ),口孔位于口盘的中央。口盘围缘上生有许多触手,触手分围口触手(peripheral tentacles)和项触手(nuchal tentacles),触手的形状变化较大,形似折叠扁平,指状或细长丝状,排列的方式和数目也各有不同,因属而异。方格星虫只有围口触手,形状折叠扁平,呈环形围绕口部。革囊星虫和盾管星虫仅有项触手,在口的背侧排列成半圆形或马蹄形,围绕于项器之外。戈芬星虫口盘上生有围口触手和项触手。它们在幼体时生出的初级触手仅有4对,位于背、腹、左和右四个方向,随个体的增长,触手数目逐增。如长戈芬星虫产生的2级和3级触手皆为单行,围绕着口和项器。普通戈芬星虫成体触手数目缘反口面递增,围绕口部呈放射纵行排列。瘤体星虫仅有初级触手。枝触星虫的触手生长在触手茎上,触手茎是由口盘向前生出的茎状物,通常是2

对，发生于初级触手之间，也就是 2 级触手生长的位置，该属只有围口触手，无项触手。

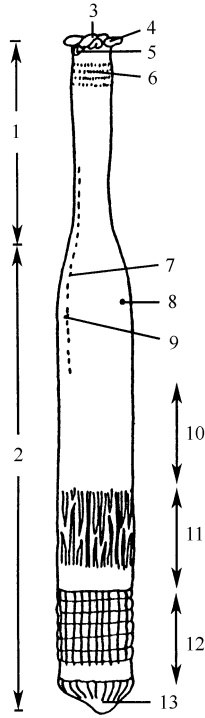


图 1 星虫外部形态 (仿 Gibbs, 1977)

Fig. 1 External characters of a sipunculan (after Gibbs, 1977)

1. 吻部; 2. 躯干部; 3. 口; 4. 触手; 5. 项器; 6. 吻钩; 7. 背中线; 8. 肾孔; 9. 肛门; 10. 戈芬星虫属纵肌层连续; 11. 革囊星虫属纵肌层分离成束; 12. 方格星虫属纵肌层和环肌层均分离成束; 13. 尾盾

1. introvert; 2. trunk; 3. mouth; 4. tentacles; 5. nuchal organ; 6. introver hooks; 7. mid-dorsal line; 8. nephridiopore; 9. anus; 10. longitudinal muscle layer continuous in *Gofingia*; 11. longitudinal muscle layer gathered into bands in *Phascolosoma*; 12. both longitudinal and circular muscle layers gathered into bands in *Sipunculus*; 13. caudal shield

躯干部 壁厚，粗筒状。体色多样，有乳白、浅灰、黄褐和棕褐色。体表面生有许多腺细胞群，致使表皮凸起，称皮肤乳突，其形态变化较大，因种而异，通常分布在吻基部和躯干前后两处者形大而明显。肛门位于靠近躯干前端的背中央，瘤体星虫的肛门前移至吻部。在近肛门处的腹侧面有 2 个肾孔，倭革囊星虫科只有 1 个肾孔。穴居礁石生活的盾管星虫科，躯干前端表皮增厚，组成坚硬的角质或钙质的盾状物，称肛门盾 (anal shield)。肛门盾有助钻洞活动和堵塞洞口，起防御作用。

(二) 内部构造 (图 2、图 3)

体壁和体腔 体壁的最外层是角质层, 其内面有单层细胞形成的表皮, 向内是真皮, 再内是发达的体壁肌肉层。肌肉层的外层是环肌, 通常其肌纤维分别聚成小束, 中层是斜肌, 内层是纵肌, 在部分属 (石管星虫、革囊星虫、方格星虫、管体星虫) 中肌纤维也聚集成束。最内一层是体腔膜。体腔很大, 普遍无体腔隔膜, 唯库岛管体星虫有数个月牙形体腔隔膜。体腔内充满着具循环功能的体腔液, 其中含血细胞和变形细胞。在生殖季节, 还有发育中的生殖细胞。主要内部肌肉有收吻肌 (retractor muscle of introvert)、纺锤肌 (spindle muscle)、固肠肌 (fixing muscle) 和翼状肌 (wing muscle)。收吻肌 1 或 2 对, 粗壮, 强而有力, 自口盘基部伸向后方, 附着在体腔壁上。其

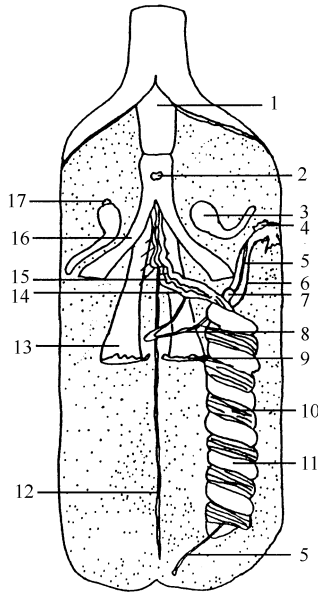


图 2 星虫内部模式结构 (背部解剖, 仿 Gibbs, 1977)

Fig. 2 Internal anatomy of a generalized sipunculan (dissected from dorsal side, after Gibbs, 1977)

1. 吻; 2. 脑神经节; 3. 右肾管; 4. 翼状肌; 5. 纺锤肌; 6. 直肠; 7. 直肠盲囊;
8. 固肠肌; 9. 生殖腺; 10. 肠下回环; 11. 肠上回环; 12. 腹神经索; 13. 腹收吻肌;
14. 食道; 15. 背血管; 16. 背收吻肌; 17. 肾口
1. introvert; 2. cerebral ganlion; 3. right nephridium; 4. wing muscle; 5. spindle muscle;
6. rectum; 7. caecum; 8. fixing muscle; 9. gonad; 10. descending loop; 11. ascending loop;
12. ventral nerve cord; 13. ventral retractor muscle of introvert; 14. oesophagus;
15. dorsal vessel; 16. dorsal retractor muscle of introvert; 17. nephrostome

收缩时，吻部向体腔内卷缩；当它放松时，体后部环肌收缩，迫使体腔液向前流动，吻部可向外翻出。纺锤肌通常始自靠近肛门处的体腔壁上，沿直肠壁下行进入肠螺旋，并附着于肠螺旋的肠壁上，某些属该纺锤肌继续下行，纵贯肠螺旋，在体腔末端的体壁上固着。固肠肌由多条肌束组成，各束一端连接体腔壁上，另一端与消化道相连。翼状肌始于直肠末端，通常呈片状，亦固着于体腔壁上。纺锤肌、固肠肌和翼状肌的作用是共同固定整个消化道的位置。

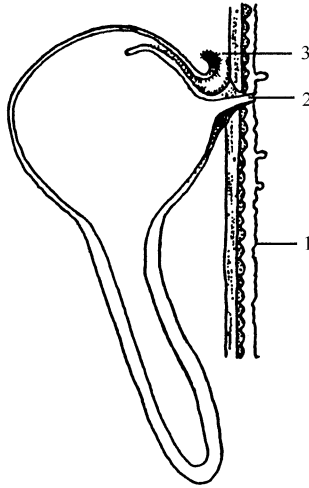


图3 变异革囊星虫 *Phascolosoma varians* Keferstein 肾管和体壁纵切面图示
(仿 Shipley, 1890)

Fig. 3 Diagram of longitudinal section through nephridium and body wall of
Phascolosoma varians Keferstein (after Shipley, 1890)

1. 体壁；2. 肾孔；3. 肾口

1. body wall; 2. nephridiopore; 3. nephrostome

消化系统 包括口、食道、中肠、直肠、直肠盲囊、肛门等。整个消化道较长，通常是体长的2倍。口后是一直行的食道，由吻部沿收吻肌下行，下接中肠，中肠最长，环绕纵贯体腔的纺锤肌盘旋而下，称下回环（descending loop），行至体腔后端，折回再向上盘旋，称上回环（ascending loop），两者形成了具有盘卷的肠螺旋（Intestinal spiral）。直肠最后在躯干前端的背中央开口于肛门。直肠一般粗短，位于体前端，其壁层有明显的皱褶，在多数种中生有囊状的直肠盲囊（caecum = rectal diverticulum）。整个消化道为“U”形的螺旋管道。方格星虫的消化道更增加了长度，即食道与肠螺旋之间，又形成了一段长度约为躯干1/3的独立的前肠螺旋，称食道后回环（post-oesophageal loop = sipunculus loop），这是该属独有的特征。

循环系统 闭管式循环系统，包括血管、血窦和血管丛。主要有背血管、围脑神经

节血窦、触手冠血窦和下唇血窦，此外还有各血管丛。背血管亦称普利氏管 (polian canal)，有收缩作用，又称收缩血管 (contractile vessel)。反体星虫、缨心星虫和枝触星虫的背血管生有许多细的盲管，称细管 (tubule 或 villi)。背血管位于食道背部，后端是盲管，前端通向围脑神经节血窦。当背血管收缩时，管内血液向前流动，先流入围脑神经节血窦，而后再流向别处血窦和血管丛，当血液流入触手和下唇血窦时，触手伸展，下唇翻出。方格星虫食道腹面另有 1 条与背血管相应的腹血管。

呼吸系统 星虫无其他专门的呼吸系统，皮下血管丛和触手是交换气体的主要器官。此外，方格星虫科中穴居泥砂内的多数种，皮层内具有体腔扩展而形成的许多管状或囊状结构，有助于呼吸作用。

排泄系统 以一对后肾管作为排泄器官。它位于体前端腹神经索的两侧，呈长囊状，悬挂于体腔中。每管上端的肾囊呈喇叭状，具两个开口，一个开向体外，即肾孔，另一个称肾口并开向体腔。后肾管兼有生殖管作用。

神经系统 包括食道背面的脑神经节、环食道神经环和腹神经索。腹神经索位于腹中线处，纵贯全身，直达体后端，其上分出许多不成对的神经分支，分别通向触手、项器和收吻肌。无特殊感觉器官，但有些种类具有神经感觉细胞布于皮肤的感觉芽和触手的刺毛上，因之触手的感觉较灵敏。另外，眼点对光的感受力强，项器对化学物质具有较强的反应功能。

生殖系统 雌雄异体，外形很相似。生殖腺生在腹收吻肌基部或其附近始点处下垂的体腔膜中。精、卵细胞在未成熟时即落于体腔中，待完全成熟后始经肾管排到体外，进行体外受精，个体发育过程中经自由游泳的担轮幼虫期。

三、分类系统 (表 1)

星虫动物的分类始自 1766 年，由林奈建立了星虫第一个属级阶元——方格星虫属 *Sipunculus* Linnaeus, 1766。后来由学者们相继订立了盾管星虫属 *Aspidosiphon* Diesing, 1851，襟管星虫属 *Cloeosiphon* Grube, 1868，戈芬星虫属 *Golfingia* Lankester, 1885，瘤体星虫属 *Onchnesoma* Koren et Danielssen, 1875，倭革囊星虫属 *Phascolion* Theel, 1875，枝触星虫属 *Themiste* Gray, 1828，革囊星虫属 *Phascolosoma* Leuckart, 1828，合计 8 属。Rafinesque 和 Baird 首先建立了星虫分类阶元的 2 个科：方格星虫科 Sipunculidae Rafinesque, 1814 和盾管星虫科 Aspidosiphonidae Baird, 1868。

进入 20 世纪，相继增加了石管星虫属 *Lithacrosiphon* Shipley, 1902，梨体星虫属 *Apionsoma* Sluiter, 1902，反体星虫属 *Antillesoma* Stephen et Edmonds, 1972，缨心星虫属 *Thysanocardia* Fisher, 1950，云体星虫属 *Nephasoma* Pergament, 1940，仿革

囊星虫属 *Phascolopsis* Fisher, 1950, 管柄星虫属 *Siphonomecus* Fisher, 1947, 管体星虫属 *Siphonosoma* Spengel, 1912, 异管星虫属 *Xenosiphon* Fisher, 1947 等 9 属, 至此星虫动物共增加到 17 属, 这 17 属目前多为大家采用。在 1972 年 Stephen 和 Edmonds 的专著中又增立了戈芬星虫科 *Golfingiidae* Stephen *et* Edmonds, 1972 和革囊星虫科 *Phascolosomatidae* Stephen *et* Edmonds, 1972。尽管这个系统不够完善, 还是给星虫动物的分类系统打下了一定的基础。

直至 1985 年, Cutler 和 Gibbs 在前人成果的基础上, 将星虫动物门的分类阶元增加补充, 增订了 2 个纲级阶元——革囊星虫纲 *Phascolosomatidea* Cutler *et* Gibbs, 1985 和方格星虫纲 *Sipunculidea* Cutler *et* Gibbs, 1985; 4 个目级阶元: 盾管星虫目 *Aspidosiphoniformes* Cutler *et* Gibbs, 1985, 革囊星虫目 *Phascolosomatiformes* Cutler *et* Gibbs, 1985, 戈芬星虫目 *Golfingiiformes* Cutler *et* Gibbs, 1985 和方格星虫目 *Sipunculiformes* Cutler *et* Gibbs, 1985; 2 个科级阶元: 倭革囊星虫科 *Phascolionidae* Cutler *et* Gibbs, 1985 和枝触星虫科 *Themistidae* Cutler *et* Gibbs, 1985, 建立了正式完整的分类系统, 将星虫动物门下设 2 纲 4 目 6 科 17 属。这一系统比较客观地体现出星虫动物的系统发育地位, 各阶元之间的亲缘关系以及生态习性方面的演化意义, 从而进一步完善了星虫动物门的分类系统。

表 1 星虫动物门的分类系统 (参考 Gibbs & Cutler, 1987)

Table 1 Classification of *Sipuncula* (modified from Gibbs & Cutler, 1987)

星虫动物门 *Sipuncula* Sedgwick, 1898

方格星虫纲 *Sipunculidea* Cutler *et* Gibbs, 1985

方格星虫目 *Sipunculiformes* Cutler *et* Gibbs, 1985

方格星虫科 *Sipunculidae* Rafinesque, 1814

方格星虫属 *Sipunculus* Linnaeus, 1766

方格亚属 *S.* (*Sipunculus*)

澳管亚属 *S.* (*Austrosiphon*) Fisher, 1954

异管星虫属 *Xenosiphon* Fisher, 1947

管体星虫属 *Siphonosoma* Spengel, 1912

管柄星虫属 *Siphonomecus* Fisher, 1947

仿革囊星虫属 *Phascolopsis* Fisher, 1950

戈芬星虫目 *Golfingiiformes* Cutler *et* Gibbs, 1985

戈芬星虫科 *Golfingiidae* Stephen *et* Edmonds, 1972

戈芬星虫属 *Golfingia* Lankester, 1885

云体星虫属 *Nephasoma* Pergament, 1940

缨心星虫属 *Thysanocardia* Fisher, 1950

续表

- 倭革囊星虫科 *Phascolionidae* Cutler *et* Gibbs, 1985
 倭革囊星虫属 *Phascolion* Théel, 1875
 瘤体星虫属 *Onchnesoma* Koren *et* Danielssen, 1875
 枝触星虫科 *Themistidae* Cutler *et* Gibbs, 1985
 枝触星虫属 *Themiste* Gray, 1828
 革囊星虫纲 *Phascolosomatidea* Cutler *et* Gibbs, 1985
 革囊星虫目 *Phascolosomatiformes* Cutler *et* Gibbs, 1985
 革囊星虫科 *Phascolosomatidae* Stephen *et* Edmonds, 1972
 革囊星虫属 *Phascolosoma* Leuckart, 1828
 革囊亚属 *P.* (*Phascolosoma*)
 埃德蒙兹亚属 *P.* (*Edmondsius*) Gibbs *et* Cutler, 1987
 梨体星虫属 *Apionsoma* Sluiter, 1902
 反体星虫属 *Antillesoma* Stephen *et* Edmonds, 1972
 盾管星虫目 *Aspidosiphoniformes* Cutler *et* Gibbs, 1985
 盾管星虫科 *Aspidosiphonidae* Baird, 1868
 盾管星虫属 *Aspidosiphon* Diesing, 1851
 盾管亚属 *A.* (*Aspidosiphon*)
 拟盾管亚属 *A.* (*Paraspidosiphon*) Stephen, 1964
 襟管星虫属 *Cloeosiphon* Grube, 1868
 石管星虫属 *Lithacrosiphon* Shipley, 1902

四、地理分布（表2、表3）

概况 全世界现生的星虫动物共分2纲4目6科17属，约230种，全部海生。

星虫动物属于广分布类群，除幼虫期外，皆营底栖穴居生活，全世界热带、温带和寒带海区中，从潮间带至垂直深度7000 m (Murina, 1957, 1964, 1984) 的深海，从北纬82°到南纬77° (Murina, 1984) 均有分布，其中多数种栖息在热带和亚热带浅海泥砂内和珊瑚礁间。

就垂直分布而言，深海的星虫与同属中栖息于潮间带的种非常接近，而缺少某些深水后蠕（蠕虫动物门：*Vitjazema*、*Prometor*、*Jakobia*、*Choanostomellia*) 所具有的适应性。有些分布在潮间带的种在1000 m 以上的深海中也有所发现 (Cutler, 1977)。最大深度超过3000 m 的种如：

种名	深度	记载文献
珠光戈芬星虫 <i>Golfingia margaritacea margaritacea</i>	4600 m	Wesenberg-Lund (1955)
太平洋倭革囊星虫 <i>Phacolion pacificum</i>	5080—6860 m	Murina (1957)

挪威方格星虫 (= <i>Sipunculus nitidus</i> Sluiter)	4400 m	Sluiter (1900)
斯氏瘤体星虫 <i>Onchnesoma steestrupii</i>	3318 m	Murina (1968)

就水平分布而言,某些种像库岛管体星虫、暗色革囊星虫和刷状襟管星虫的栖息环境都与珊瑚有关,属于热带种;安德森戈芬星虫 *Golfingia anderssoni* 呈环南极分布;而有些星虫则属两极种,如珠光戈芬星虫。星虫中的广分布种当首推裸体方格星虫,此外,强壮方格星虫、陀螺倭革囊星虫 *Phascolion strombi*、棕突革囊星虫和厥目革囊星虫的分布也较为广泛。

根据沿海初步调查的结果,中国星虫动物已载有 2 纲 4 目 6 科 13 属 41 种。以上种数大部分是栖息在近岸的种类,如果对南海诸岛以及大陆架作进一步广泛深入调查,一定会有更多的新发现。

区系特点 在中国近海水域,星虫种数分布以热带区最多,亚热带区次之,温带区最少。例如处于热带海区海南岛南端的西洲岛,我们共发现 13 种,占中国已知种的 32%,其中有几种是广布热带海域的斯氏盾管星虫、太平洋革囊星虫、棕突革囊星虫、变异革囊星虫、暗色革囊星虫、罗岛管体星虫和库岛管体星虫等。在中国北部黄渤海只有裸体方格星虫是常见种,此外还有数量很少的安岛反体星虫和黑色缨心星虫,只占已知种的 7%。东海水域 25 种,占总数的 61%,常见种是弓形革囊星虫、裸体方格星虫、厥目革囊星虫。南海 29 种,占 71%,常见种是裸体方格星虫、弓形革囊星虫、厥目革囊星虫、暗色革囊星虫、太平洋革囊星虫、安岛反体星虫、斯氏盾管星虫、刷状襟管星虫、库岛管体星虫、澳洲管体星虫、罗岛管体星虫。

裸体方格星虫和安岛反体星虫为广布种,纵跨三个温度带。裸体方格星虫除西沙群岛和渤海还未发现之外,各省沿海都有分布。安岛反体星虫分布区也很宽广,北起山东,南至西沙群岛。然而马岛石管星虫和富岛管体星虫分布区狭小,目前只发现于西沙群岛。弓形革囊星虫分布于中国东南沿海,数量甚多,沿海居民常采为食用。

表 2 中国沿海星虫动物的科数、属数、种数及与世界的比较

Table 2 Numbers of family, genus and species found in China and the world

	中 国	世 界	中国所占比例(%)
科 数	6	6	100
属 数	13	17	76
种 数	41	230	18

表 3 中国沿海星虫动物的地理分布

Table 3 Distribution of sipunculans from Chinese coasts

序 号	种 名	中 国		沿 海		西 南 太 平 洋	印 度 洋	东 太 平 洋	大 西 洋	南 极 海 域	北 极 海 域
		渤 海	黄 海	东 海	南 海						
1	马岛石管星虫 <i>Lithacrosiphon maldivensis</i> Shipley					+	+	+			
2	巨大盾管星虫 <i>Aspidosiphon (Paraspidosiphon) grandis</i> Sato					+					
3	斯氏盾管星虫 <i>Aspidosiphon (Paraspidosiphon) steenstrupii</i> Diesing					+	+	+	+		+
4	雅丽盾管星虫 <i>Aspidosiphon (Aspidosiphon) elegans</i> (Chamisso <i>et</i> Ey-senhardt)					+	+	+	+		
5	米氏盾管星虫 <i>Aspidosiphon (Aspidosiphon) muelleri</i> Diesing					+	+	+			+
6	刷状襟管星虫 <i>Cloeosiphon aspergillus</i> (Quatrefages)					+	+	+	+		
7	安岛反体星虫 <i>Antillesoma antillarum</i> (Grübe <i>et</i> Oersted)					+	+	+	+	+	+
8	弓形革囊星虫 <i>Phascolosoma (Phascolosoma) arcuatum</i> (Gray)					+	+				
9	棕突革囊星虫 <i>Phascolosoma (Phascolosoma) perlucens</i> Baird					+	+	+	+	+	
10	太平洋革囊星虫 <i>Phascolosoma (Phascolosoma) pacificum</i> Keferstein					+	+	+	+		
11	中华革囊星虫 <i>Phascolosoma (Phascolosoma) sinense</i> Chen					+					
12	白纹革囊星虫 <i>Phascolosoma (Phascolosoma) albolineatum</i> Baird					+	+	+	+		
13	台湾革囊星虫 <i>Phascolosoma (Phascolosoma) formosense</i> (Sato)					+					
14	变异革囊星虫 <i>Phascolosoma (Phascolosoma) varians</i> Keferstein					+	+	+	+		+
15	暗色革囊星虫 <i>Phascolosoma (Phascolosoma) nigrescens</i> Keferstein					+	+	+	+	+	+
16	日本革囊星虫 <i>Phascolosoma (Phascolosoma) japonicum</i> Grübe					+		+	+	+	
17	罗氏革囊星虫 <i>Phascolosoma (Phascolosoma) rotnesti</i> Edmonds					+	+	+			
18	豚日革囊星虫 <i>Phascolosoma (Phascolosoma) scolops</i> (Selenka, De Man <i>et</i> Bulow)					+	+	+	+		+
19	微小革囊星虫 <i>Phascolosoma (Phascolosoma) parvum</i> Chen					+					
20	梳状革囊星虫 <i>Phascolosoma (Edmondsius) pectinatum</i> Keferstein					+		+	+	+	+
21	毛头梨体星虫 <i>Apionsoma trichocephala</i> Sluiter					+	+	+			+
22	珠光戈芬星虫 <i>Golfingia margaritacea margaritacea</i> (Sars)					+		+	+	+	+
23	长戈芬星虫 <i>Golfingia elongata</i> (Keferstein)					+	+	+	+		+
24	普通戈芬星虫 <i>Golfingia vulgaris vulgaris</i> (de Blainville)					+		+	+	+	+
25	黑色纓心星虫 <i>Thysanocardia nigra</i> (Ikeda)					+	+	+	+	+	+
26	莫氏倭革囊星虫 <i>Phascolion moskalevi</i> Murina					+					
27	中间瘤体星虫 <i>Onchnesoma intermedium</i> Murina					+		+			+
28	蛻钩枝触星虫 <i>Themiste dehamata</i> (Kesteven)					+		+			
29	棘管枝触星虫 <i>Themiste spinulum</i> (Chen)					+					
30	微小枝触星虫 <i>Themiste minor</i> (Ikeda)					+		+	+		+
31	梨囊枝触星虫 <i>Themiste cymodoceae</i> (Edmonds)					+	+				
32	长颈枝触星虫 <i>Themiste lageniformis</i> Baird					+	+	+	+		+

续表

序 号	种 名	中 国		沿 海	西 南	印 度	东 太	大 西	南 极	北 极
		渤 海	黄 海	东 海	南 海	太 平 洋	平 洋	洋 洋	海 域	海 域
33	澳洲管体星虫 <i>Siphonosoma australe</i> (Keferstein)			+	+	+	+			
34	罗岛管体星虫 <i>Siphonosoma rotumanum</i> (Shiplely)				+	+			+	
35	库岛管体星虫 <i>Siphonosoma cumanense</i> (Keferstein)			+	+	+	+		+	
36	富岛管体星虫 <i>Siphonosoma funafuti</i> (Shiplely)				+	+				
37	裸体方格星虫 <i>Sipunculus (Sipunculus) nudus</i> Linnaeus	+	+	+	+	+	+	+	+	+
38	挪威方格星虫 <i>Sipunculus (Sipunculus) norvegicus</i> Danielssen			+	+	+	+		+	
39	强壮方格星虫 <i>Sipunculus (Sipunculus) robustus</i> Keferstein					+	+	+	+	
40	拟安氏方格星虫 <i>Sipunculus (Sipunculus) angasoides</i> Chen					+				
41	印度方格星虫 <i>Sipunculus (Austrosiphon) indicus</i> Peters			+	+	+	+			

五、生 物 学

(一) 生态特点

1. 生活型

根据星虫的运动、栖息及摄食习性，可划分成 4 个主要的生态类群 (Murina, 1984)。

穴居-吞食型 (burrowing-swallowing form) 包括方格星虫科 (全部)、革囊星虫科 (几个种, 大部分为深水种)、戈芬星虫属 (大部分) 及瘤体星虫属 (全部)。这类星虫能主动运动并无选择地吞食基质, 属潜底动物。它们在软泥砂底质中相当活跃, 可利用泥砂来保护自己并作为自身的食物来源; 它们能通过咽来无选择地吞食沉积物, 从这个目的来说, 吻钩和触手并不是必不可少的, 这或许是它们不发达的原因。

固着石内型 (sessile endolithic form) 包括盾管星虫科 (大部分) 及革囊星虫科 (大部分)。这类星虫能用吻乳突及吻钩刮取基质上的碎屑, 其主要群落生境为珊瑚礁, 属隐居动物。它们能钻入坚硬的岩石, 或在坚硬基质的裂缝或腔隙中躲蔽敌手。钻穴是一种复杂的机械和化学过程, 在钻穴过程中, 起主要作用的是其表皮构造 (肛门盾、皮肤乳突), 其中含有胶原和皮腺的分泌物 (Rice & McIntyre, 1972; Williams & Margolis, 1974; Rice, 1976; Voss-Foucart *et al.*, 1978)。

隐居收集型 (hiding-collecting form) 包括盾管星虫属 (部分)、倭革囊星虫属 (大部分) 及云体星虫属 (某些种)。这类星虫藏于空螺壳或管中, 以触手收集沉积物,

大部分属底栖动物。它们的个体一般较小，能将空螺壳、多毛类及须腕动物的管子作为其隐蔽处，惟一的例外是深海的栖泥倭革囊星虫 *Phascolion lutense*，它能建造粗厚的灰色泥管，并以其吻上发达的触手从周围的沉积物表面收集碎屑。长大以后，它们可更换狭窄的栖息场所，寻找更大的隐蔽处栖息。它们较偏爱易受海水冲刷的腹足类空壳或被食肉的玉螺科 Naticidae 软体动物钻空的掘足类。占据螺壳之后，星虫能分泌出一种黏性物质，黏合泥砂和淤泥将壳口封住，形成一个硬盖，其中央留一小口，便于吻之伸出。该类星虫往往很少运动，其密度常受可利用空壳及管的数量所限，多在潮下带的粗砂底质中有所发现，不过，澄清云体星虫 *Nephasoma diaphanes*、收缩云体星虫 *Nephasoma constrictum* 和太平洋倭革囊星虫 *Phascolion pacificum* 在较深海域（包括深海及深渊带）的软泥底质中颇丰。

食浮游物（悬浮物）型（waiting sestonophages form）包括枝触星虫属和缨心星虫属。这两个属的星虫具有发达的二歧式触手排列，其摄食方式与上述种不同。它们通过纤毛分泌黏液的机制摄食：水中悬浮的碎屑颗粒落入带黏液的纤毛冠中，运动的纤毛将碎屑收集成食物团并将其导入口中。这类星虫大部分属潮下带种，栖温带和热带海域。

以上四个生活类型囊括了 80% 的星虫动物，具有一定的普遍性，但某些星虫具有混合摄食型并能在不同的群落生境中栖息。此外，有的星虫栖息在海洋被子植物根部、大片的褐藻、红藻丛以及双壳类软体动物群中，有的还能与单体珊瑚、石珊瑚或海绵共栖，或栖息在红树林沼泽中营半陆生生活。

2. 对底质的选择

星虫对底质性质的选择与它们的深度分布有关（Murina, 1984）。一般来说，星虫的深度分布有以下规律性：①几乎一半的种分布在大陆架的强光带；②从潮下带到深海之间的过渡区域缺乏独立的动物区系；③深海，尤其是深渊动物区系组成贫乏；④广深性种的数量很大。计算表明：寂寞云体星虫 *Nephasoma eremita* 和珠光戈芬星虫偏爱粗沉积物，如：砂、砂砾、粉砂等。普通戈芬星虫和陀螺倭革囊星虫 *Phascolion strombi* 在细粉砂中颇丰；大陆坡（深海带）的常见种似鼠梨体星虫 *Apionsoma murinae* 和斯氏瘤体星虫 *Onchnesoma steestrupii* 在粉砂和细粉砂中占优势；在深渊带，星虫通常栖息在富营养区域，只有几种星虫在贫营养区的边缘有所发现，它们或许能依靠尚未被埋没的上层沉积物中的稀有有机质存活。

3. 温度

星虫的耐受温度范围为 $-1.9—29^{\circ}\text{C}$ ，但大多数种分布于 20°C 等温线之间。在大陆架上（年平均水温 20°C ）发现有 3 个喜温/喜珊瑚的科，即：革囊星虫科、盾管星虫科

和方格星虫科。分布广泛的广深性戈芬星虫科出现的温度范围最宽 ($-1.9-29^{\circ}\text{C}$) (Cutler, 1977、Murina, 1977)。深渊生境的最低温度与星虫北部分布区浅水带的冬季温度没有大的不同, 但只有几种星虫 (大部分属戈芬星虫科) 能适应高纬度大陆架的低温, 而所有科中的更多种星虫却能接受深渊及超深渊的低温。

4. 盐度

星虫的地理分布局限于具有普通海水盐度的海域, 其存活和繁殖的盐度范围为 $27\text{‰}-44\text{‰}$ 。低盐度显著地限制了星虫的地理分布, 故而它们在低盐海域 (如: 亚速海、里海、波罗的海) 中贫乏。星虫在白海及西伯利亚海的种数仅 3—4 种, 已知这些海域的盐度为 $24\text{‰}-27\text{‰}$ 。在黑海, 星虫极为稀少, 偶尔才能发现, 如: 澄清云体星虫 *Nephasoma diaphanes* 曾在罗马尼亚沿海 18.5‰ 的盐度中有所发现 (Baescu & Margineanu, 1959)。星虫分布的盐度下限可能在 $18\text{‰}-24\text{‰}$ 之间。其狭盐的程度在繁殖及个体发育早期急剧增加, 因而星虫在黑海的出现可解释为幼体随高盐水偶尔出现的结果 (假种群 pseudo-populations), 但是, 星虫在黑海中显然是无法繁殖的。

星虫对盐度的增加 (超过 35‰) 极不敏感, 所以古氏仿革囊星虫 *Phascolopsis gouldii* 能在 $19\text{‰}-56\text{‰}$ 的盐度中生活 (Adolph, 1936)。具有丰富星虫动物区系的红海 (Murina, 1971), 其最大盐度范围可达 $40\text{‰}-44\text{‰}$ 。

最具广盐性的星虫是那些生活在热带、亚热带和温带海的潮间带种类, 它们能适应盐度的季节性和日常变化, 尤其是在春、夏及雨、旱交替的时期。栖息于红树林中的星虫对盐度的耐受性较高。例如: 生活在北部湾 (原东京湾) 北岸河口红树林滩上线的星虫 (弓形革囊星虫、安岛反体星虫、棕突革囊星虫) 能够忍受盐度 $10\text{‰}-30\text{‰}$ 的变化 (Gurjanova, 1972)。这种盐度的突然改变可能是由于夏天的季风带来了南部和西南部的热空气和丰富的降水量 (高达 491mm/d), 使河流的水面急剧上升, 从而显著地降低了河口的盐度。

我们根据对中国沿海星虫动物采集的结果, 按照其栖息的生活环境, 将中国沿海的星虫动物归纳为穴居吞食型、固着石内型和共栖型这三个主要的生态类群。

穴居吞食型 潮间带和浅海海底的泥砂内有机物丰富, 对底内繁多的生物类群来说, 环境极为有利。生活在该富营养生境中的星虫个体较大, 少数种体长可达 30 cm 以上。习见的有方格星虫、管体星虫、反体星虫和革囊星虫, 中国大部沿海都有分布。如裸体方格星虫在中国沿海砂质海滩栖息甚广, 通常穴深 $20-30\text{ cm}$ 。安岛反体星虫在黄海、东海和南海也都有分布。库岛管体星虫和罗岛管体星虫广布于西沙群岛礁盘内的珊瑚砂中, 穴深 10 cm 左右, 数量甚多, 可算为该区星虫的优势种。此外, 在海南岛红树林根丛中也有罗岛管体星虫分布。澳洲管体星虫广泛分布于广东和海南岛, 多栖于泥质海湾, 虫体粗大, 穴深 60 cm 以上。弓形革囊星虫广泛分布在中国东南沿海的高潮区。

固着石内型 珊瑚礁石包括海滩岩、大块钙质珊瑚化石、被侵蚀的珊瑚石以及活体石珊瑚死去的部分。根据栖息的情况不同，可分为两种方式：一种是直接钻孔穴居其中；另一种是栖息在礁石的洞隙和缝隙之间。石管星虫、襟管星虫和盾管星虫属前一种方式。有时栖息密度很大，发现在西沙珊瑚岛一块约 0.1 m^3 的礁石，栖息了约 100 个斯氏盾管星虫个体。刷状襟管星虫也常与斯氏盾管星虫共同密集穴居在同一块礁石中。革囊星虫中多数种属于后者，常见的有太平洋革囊星虫、白纹革囊星虫和暗色革囊星虫。该类型在中国热带浅海如西沙群岛，分布很广。

共栖型 该类型多分布在热带和亚热带海域，一般栖息于低潮线以下，与之共栖的生物有珊瑚和群体海绵。前者包括造礁石珊瑚和非造礁石珊瑚（深水石珊瑚），尤其深水石珊瑚的异沙珊瑚 *Heteropsammia* 和异杯珊瑚 *Heterocyathus* 与米氏盾管星虫的共栖现象最为习见。共栖星虫的个体较小，一般不超过 40 mm。分布在中国南海的厥目革囊星虫和长颈枝触星虫则常以大密度穴居在群体海绵体内。

（二）食 性

星虫属食碎屑动物，有些种类具有纤毛高度发达的触手，可从海水中或基质表面将小颗粒物导入口中。星虫的消化道内通常含有泥、砂、珊瑚颗粒、贝壳或棘皮动物外骨骼的碎片、硅藻及有孔虫骨骼等。

（三）生 理

星虫动物在海生无脊椎动物中是一个形态趋异性较小的门类。其分类位置先被归入寡体节动物 (Oligomeria)，后改属裂腔动物 (Schizocoela)，而近期又有人将之列于分节动物超门 (Articulata) 中。实际上这类动物从胚胎到成体既无体壁和体腔的多节现象 (polymerly)，亦无腹神经索分节现象 (meuomery)，也只有索神经的略似成对排列被怀疑为神经分节的残留痕迹。

星虫动物普遍具有从浮游到底栖两个生态期的生活史。其中尤以底栖生活对这类动物的发展起有重大影响。为适应底栖环境，这类动物从自身原有基础出发，经过适应性变化，终于形成了一套独有的形态和生理特点。

这类动物在底栖生活中多穴居海底或珊瑚礁内，以触手的暂时附着和收缩或是借翻吻伸出和缩入作微弱运动。由于如此，所以其吻突型翻吻 (proboscoid introvert) 得到发展。个别种类者可长过其后体部分 (postsoma)，这是在相近门类中看不到情形。

对星虫动物来说，体腔液及其内含物对动物个体的循环、消化、呼吸及翻吻的出入具有突出作用。动物的后体部就像装盛此液的一个肌肉袋。液内含蛋白质和多种酶

类。液重约为动物个体全重的一半。随着海水盐度的变化，体腔液浓度可作增减以达体内外渗透压的平衡。个体的循环、呼吸和运动（翻吻的出入）等生理活动都与此液有关系。

星虫体腔及血管中的红细胞使腔液呈红色，致成这种颜色的呼吸色素称蚯蚓血红蛋白（haemerythrin），为星虫动物和某些环节动物所特有。此种血红蛋白不像脊椎动物血红蛋白那样可与一氧化碳相结合。前者的含铁量较后者高 5 倍。当蚯蚓血红蛋白与氧结合达饱和时，其百分容积为 21。此数较脊椎动物血红蛋白者为低。尽管如此，气体交换可顺利进行，这是因为氧入星虫组织细胞时所需渗透压较小之故。

两个后肾为星虫的排泄器官，而性产物的排出和体内水压的调节也都是其重要功能。除肾管外，为星虫动物所独有的纤毛小体（urn）也可能与排泄有关。此小体由 1 个具有纤毛束的分泌细胞、多个围体腔膜细胞以及被围在其内部的液泡共同组成。有的纤毛小体挂在围体腔膜上，有的活动于体腔液中，两者数目很大。在游离活动情形下，纤毛小体的后端常附有许多废弃的颗粒或碎屑。据此，有人认为体腔液的流动和液内废物的去除都与纤毛小体有关。此小体很可能是在星虫演化过程中由许多成对后肾退化而成（图 4）。

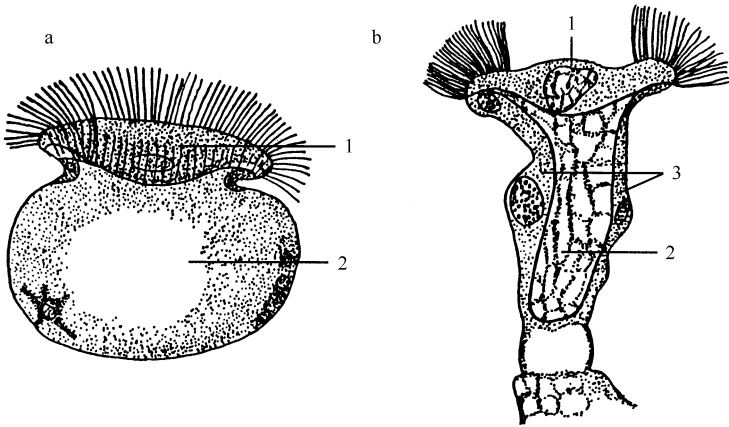


图 4 裸体方格星虫 *Sipunculus nudus* Linnaeus 的纤毛小体（仿 Hyman, 1959）

Fig. 4 Urns of *Sipunculus nudus* Linnaeus (after Hyman, 1959)

a. 游离状态；b. 固着状态。1. 分泌细胞；2. 液泡；3. 围体腔膜细胞

a. Free urn; b. Fixed urn. 1. ciliated cells; 2. vacuole; 3. peritoneal cells of stalk

（四）寄 生

以星虫为寄主的动物发现有：纤毛虫、孢子虫、吸蛭幼虫、线虫和寄生桡足类等。

如在普通戈芬星虫的食道内有纤毛虫 *Cryptochilidium cuenoti* (全毛亚纲) 寄生 (Cité not, 1900), 而在其脑和其他组织中曾发现过吸蛭幼虫 (后囊蚴) (Stehle, 1954); 成体线虫可寄生于刷状襟管星虫的体腔壁上 (Augener, 1903); 在裸体方格星虫中, 不仅发现有孢子虫寄生在其体腔内, 还有桡足类 *Myzomolgus stupendus* 和 *Catinla plana* 以第二对触角、第三关节处的具柄吸盘吸附在其体外营寄生生活。

(五) 共栖和共生

星虫还分别能与海绵、珊瑚、海葵、腕足动物、单肠动物、内肛动物等共栖。如海绵与厥目革囊星虫、长颈枝触星虫, 单体珊瑚 *Heteropsammia*、*Heterocyathus* 与米氏盾管星虫, 梨体星虫与海葵 *Edwardsiella*、*Cerianthus* 及腕足动物 *Glittidia albida* (Ricketts & Calvin, 1952) 之间常存在共栖关系。此外, 盾管星虫、倭革囊星虫与多毛类 *Syllis cornuta* 和孟达格蛤科 *Montacutidae* 双壳类的共生现象亦有所发现。

(六) 再 生

星虫动物的再生能力因种而异, 有的只能再生失去的部分触手或翻吻的顶部或躯干后端部分, 有的则可再生整个翻吻。在翻吻再生过程中, 变形虫状的腔细胞 (coelomocytes) 首先集结于伤口处, 并分化为再生部的中胚层细胞, 而后储在神经索中的再生细胞经过迁移以形成再生部的外胚层。

(七) 生殖和发育

在生殖和发育方面, 现知仅有极少种星虫能进行无性生殖, 其中, 布罗克盾管星虫 *Aspidosiphon brocki* 在自然条件下可由后体部发生横断而进行无性生殖, 而强壮方格星虫的无性生殖现象仅在实验室条件下出现过 (图 5)。

在有性生殖情况下, 生殖腺在腹收吻肌基部或其附近产生。性细胞尚未成熟, 便落人体腔, 在体腔液中漂浮数月方达成熟状态, 然后经肾口进入肾管, 在肾管内储存很短时间后, 再从肾孔排出体外, 在水中受精。在生殖期, 肾管就兼作生殖管。

目前已知星虫都是雌雄异体, 性别从外观上很难区分。星虫还往往具有雌性优势: 在所采获的星虫中, 雌性所占比例远远超过雄性。

对于星虫产卵 (或精子) 习性的研究, 目前大多局限于人工条件。临近产卵 (或精子) 时, 星虫显得比较活跃, 吻频频伸缩, 肾孔肿胀。产卵 (或精子) 时, 卵子 (或精子) 从肾孔强有力地喷入海水中, 通常是两个肾孔同时排卵 (或精子), 但也有两个肾

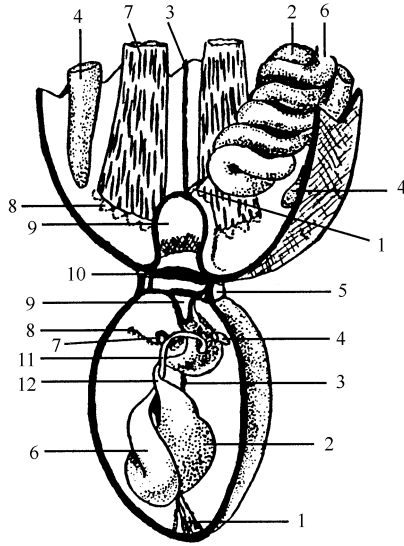


图 5 布罗克盾管星虫 *Aspidosiphon brocki* Augener 的无性生殖, 示子代和亲代后部的内部结构 (仿 Rice, 1975)

Fig. 5 Dissected bud and posterior end of *Aspidosiphon brocki* Augener showing internal organs of parent and offspring (after Rice, 1975)

1. 纺锤肌; 2. 肠下回环; 3. 腹神经索; 4. 肾管; 5. 领; 6. 肠上回环; 7. 收吻肌; 8. 生殖腺;
9. 表皮内陷; 10. 内部非细胞收缩层; 11. 直肠; 12. 食道
1. spindle muscle; 2. descending intestine; 3. ventral nerve cord; 4. nephridium; 5. collar;
6. ascending intestine; 7. retractor muscle; 8. gonad; 9. epidermal invagination; 10. internal
acellular partition across the stricture; 11. rectum; 12. oesophagus

孔先后排卵 (或精子) 或只从一个肾孔排卵 (或精子) 的情况。由于星虫和大多数的海洋无脊椎动物一样, 都是将精、卵产入海水中, 因此, 排精和排卵的同时性对确保受精的顺利进行和种的存活是必不可少的。这种同时性取决于星虫对以下两个过程的调节: ①体腔中的配子进入肾管; ②配子从肾孔释放到海水中。雌性星虫的产卵与雄性星虫排精的顺序在不同种中有所不同。已知至少有两种星虫——普通戈芬星虫和陀螺倭革囊星虫 *Phascolion strombi* 的雄性排精早于雌性产卵。对于星虫在一天中的产卵时间和繁殖期, 各位作者的实验结论并不一致。普通戈芬星虫 (Gerould, 1906) 一般在夏季的夜间产卵 (或精子), 产卵 (或精子) 前的几小时, 其肾管膨胀, 里面充满了液体 (可能是从肾孔流入的海水) 及成熟的性细胞。从夜晚至黎明间的几小时内, 精子或卵子呈云雾状自肾孔喷出。但精、卵的排出并不是同时发生的, 雄性星虫先从水底抬起身体前端, 边摇摆边排精, 精子一旦进入水中, 便有了活力, 而排精具诱发雌性星虫排卵的作用, 当卵子排出后, 随即进行受精。

星虫的卵裂为不等螺旋型全裂，其与常见的螺旋卵裂不同处在于有些小分裂球的体积可超过大分裂球。以古氏仿革囊星虫 *Phascolopsis gouldii* 和普通戈芬星虫的细胞谱系为例。受精卵首先分裂成的 4 个分裂球分称 A、B、C、D，其中 D 的体积为另外三个分裂球的 5 倍。8 细胞期生出第一小分裂球四集体，这些小分裂球的体积几乎与大分裂球相等（图 6）。

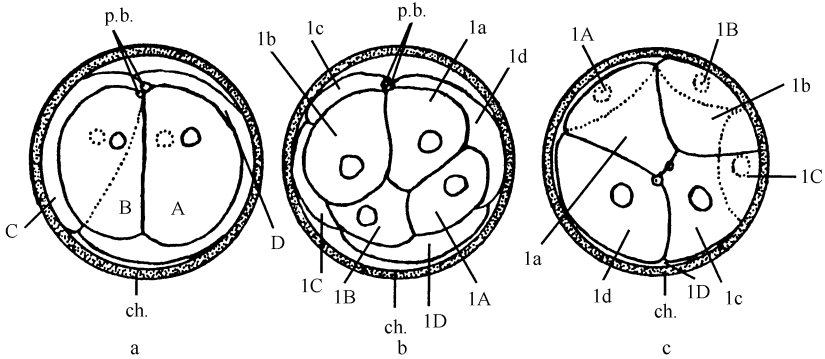


图 6 古氏仿革囊星虫 *Phascolopsis gouldii* (Portaë s) 卵的早期分裂阶段 (仿 MacBride, 1914)

Fig. 6 Early cleavage stages of *Phascolopsis gouldii* (Portaë s) (after MacBride, 1914)

a. 4 细胞期 (侧面观); b. 8 细胞期 (侧面观); c. 8 细胞期 (顶面观). ch. 卵膜, p. b. 极体

a. Four-cell stage (lateral view); b. Eight-cell stage (lateral view); c. Eight-cell stage (top view). ch. chorion, p. b. polar body

在 16 细胞期，1a、1b、1c 和 1d 分裂为 $1a^1$ 、 $1b^1$ 、 $1c^1$ 和 $1d^1$ 及 $1a^2$ 、 $1b^2$ 、 $1c^2$ 和 $1d^2$ ，这两套细胞不仅大小近似相等，而且要大于 2A、2B 和 2C。第二小分裂球四集体的小分裂球与大分裂球共同构成卵的下半部分，2a、2b 和 2c 小，而 2d 及 2D 细胞都很大且两者又近似相等。在由 16 细胞期向 32 细胞期分裂的过程中，顶面的 8 个细胞等裂，结果产生的四集体 $1q^{11}$ 、 $1q^{12}$ 、 $1q^{21}$ 和 $1q^{22}$ 的细胞大小几乎相等。第二小分裂球四集体中的细胞各自分裂出上小、下大的两个细胞，大分裂球 2A 等产生第三小分裂球四集体，先形成 3a、3b 和 3c，随后形成 3d，它们均较小（图 7）。

此后，卵子的动物半球不断分裂，在速度上超过植物半球。 $1q^{11}$ 分裂为 4 个顶细胞即 $1q^{111}$ 和所谓的“外周玫瑰瓣”或“环节动物十字”即 $1q^{112}$ ；而带间细胞 $1q^{12}$ 分裂生成“软体动物十字”各腕的基细胞 $1q^{121}$ 和居间细胞 $1q^{122}$ ； $1q^{21}$ 、 $1q^{22}$ 也各自分裂，结果在卵的每个四分体中，有 4 个 $1q^2$ 的子细胞，这些细胞为初级纤毛轮细胞。在戈芬星虫中，初级纤毛轮细胞很大，它们向植物极延伸，与来自第二、三两个四集体的细胞相重叠并将其覆盖。初级纤毛轮细胞上长出很密的小纤毛，成为口前纤毛轮。“软体动物十字”的三个居间细胞 $1a^{122}$ 、 $1b^{122}$ 和 $1c^{122}$ 此时也生出纤毛且并入口前纤毛轮带区，它们被称为次生纤毛轮细胞。中胚层和内胚层分别由第四四集体及大分裂球产生。第四小分

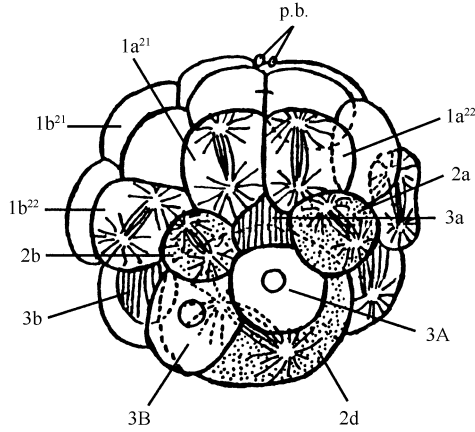


图7 古氏仿革囊星虫 *Phascolopsis gouldii* (Porta) 卵裂后期 (posterior view, 仿 MacBride, 1914)

Fig. 7 Late cleavage stage of *Phascolopsis gouldii* (Porta) (after MacBride, 1914)

属第二四集体的细胞以点表示, 属第三四集体的细胞以竖线表示

cells of the second and the third quartettes are marked by dots and lines, respectively

裂球四集体中的 4d 细胞比其余 3 个细胞形成得早, 并很快就分裂为左和右侧的 4dI 和 4dR 细胞, 这两个细胞就是中胚层的母细胞。大分裂球最终在“软体动物十字”b 四分体腕的下面形成板状内胚层 (图 8)。

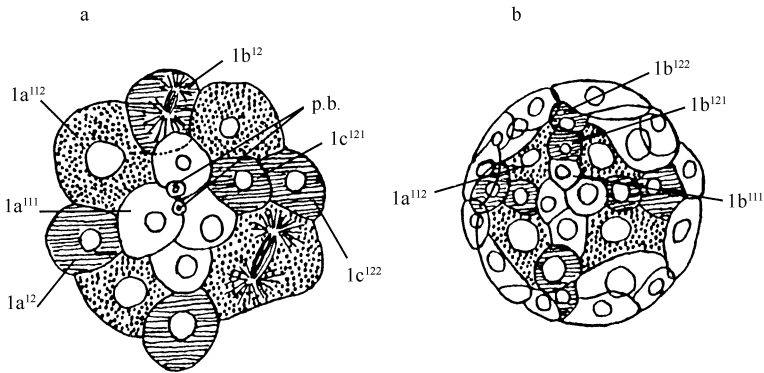


图8 普通戈芬星虫 *Golfiginia vulgaris vulgaris* (de Blainville) 的卵裂 (顶面观, 仿 MacBride, 1914)

Fig. 8 Cleavage of *Golfiginia vulgaris vulgaris* (de Blainville) (top view, after MacBride, 1914)

a. 卵裂早期; b. 48 细胞期; p. b. 极体。图中空白处代表顶细胞及口前纤毛轮细胞; “外周玫瑰”或“环节动物十字”细胞用点表示; “带间细胞”或“软体动物十字”以横线表示

a. Early cleavage; b. Forty eight-cell stage; p. b. polar body. Apical and prototroch cells are marked by blanks; “peripheric rosette” or “annelid cross” are dotted; “intermediate cells” or “molluscan cross” are barred