

文章编号 1006-544X(2000)02-0137-10

# 137-146 中国古生物文献中的三叶虫蜕壳标本\*

韩乃仁 王嘉玲

(桂林工学院资源与环境工程系, 广西桂林 541004)

Q915.819.1

**摘要** 统计了中国古生物文献中的 355 块三叶虫蜕壳标本, 其中 60% 是寒武纪的三叶虫。根据这些标本头部、自由颊、胸及尾部的保存状态将蜕壳状态划分为 8 种: 状态 A (缺失自由颊, 大部分头盖与胸、尾相连) 约占 55.8%; 状态 B 其次约占 17.1% (缺失头部, 但胸尾相连); 状态 C (自由颊脱开不远、头盖与胸、尾相连) 与状态 D (胸尾相连、头脱开在前不远) 各占 9.2%; 状态 E-H 仅占 8.7%。并根据标本的蜕壳状态划分了 3 种蜕壳方式。

**关键词** 三叶虫; 蜕壳; 古生物; 标本; 中国

**中图分类号** Q915.819.1

**文献标识码** A

国外研究三叶虫蜕壳最早的是 Salter (1864), 后来, Richter (1937)<sup>[1]</sup> 以及 Henningsmoen (1975)<sup>[2]</sup>, McNamara 和 Rudkin (1984)<sup>[3]</sup> 都写过专题论文讨论它, 近年来, McNamara (1986)<sup>[4]</sup> 和 Whittington (1990)<sup>[5]</sup> 对早寒武世的 Redlichia 也做了一些研究。

中国关于三叶虫蜕壳的研究做的很少, 过去专门从事蜕壳描述的几乎没有。但是中国已做了大量的属种描述和地层论文附带的三叶虫图版中, 确实已有不少是蜕壳的标本, 但当时的研究者, 只把它作为种的描述依据, 一般绝大部分没有对其蜕壳性质做出解释, 这些资料是非常珍贵的。笔者试图在写“三叶虫蜕壳”之前, 把中国已有的资料以统计对比的方法对它们做一概述, 以便于中国三叶虫界对已有的三叶虫蜕壳的图版有一个大略的认识。

三叶虫壳的骨板由头盖、自由颊、唇瓣、若干单个的胸节 (包括轴环节和肋部) 以及尾板组成的。在活着的时候, 三叶虫的各个骨板之间以肌肉相连接, 该肌肉在骨板下面附着, 虽然至今还没有发现三叶虫的肌肉化石, 但却已研究了不

少的头胸尾的肌肉系统印痕<sup>[6]</sup>, 这些骨片很薄, 有些肌肉痕迹, 甚至可以从壳背面观查到。近年来研究了大量的壳的内模标本, 它反映壳内的凹凸情况, 也有人研究了肌肉痕迹<sup>[7]</sup>, 更有人用 X 光研究了三叶虫的尸体化石<sup>[8]</sup>。三叶虫这些零散骨片, 只有两种情况下是能保持在一起的: 一种是三叶虫在活着时被埋葬, 或死后立即被埋葬; 另一种是在刚刚蜕壳后不久, 被蜕掉的壳未经任何腐蚀和搬运即被埋葬。保存蜕壳状态的三叶虫化石绝大部分是原地埋藏的标本, 因为如果经过搬运, 则不能保存蜕壳时的状态。但不排除有少量的蜕壳标本, 在蜕壳后或蜕壳过程中发生有微小的移动。

## 1 文献中三叶虫蜕壳标本的统计

笔者对中国有关三叶虫的文献中出现的三叶虫蜕壳标本进行了一个统计 (表 1), 应该说, 一般采集中的三叶虫蜕壳标本是相当稀少的, 常常是一篇文章中仅一块或两块蜕壳标本。在很多文章中 (尤其是中国北方地台型的寒武系三叶虫文章中) 几乎没有胸部的描述, 而只有头盖和尾的

1998-06-15 收稿, 1999-01-31 改回。

第一作者简介: 韩乃仁 (1935-), 男, 辽宁复县人, 教授, 古生物专业。

\* 中国科学院南京地质古生物研究所现代古生物学和地层学开放实验室资助项目 (编号 913108) 成果之一。

零散标本。另外还有 1/3 的有关三叶虫的文章中没有蜕壳状态的标本。

根据统计文献中蜕壳标本的特征, 笔者将它们划分为 8 种蜕壳状态, 其中最大的表现形态是 A, 占已统计的总蜕壳标本数的 55.8%; 蜕壳状态第二位的是 B, 占统计标本的 17.1%; 其他依次为: 状态 C, 占 9.2%; 状态 D, 占 9.2%; 状态 E, 占 2%; 状态 F, 占 3.4%; 状态 G, 占 2.3%; 状态 H: 占 1%。详细统计请参阅表 1。

从年代上看 ( $\epsilon_1$  占 28%,  $\epsilon_2$  占 11%,  $\epsilon_3$  占 21%,  $O_1$  占 16%,  $O_2$  占 15%, S 占 5%, D 占 3%, C 占 0.4%), 三叶虫蜕壳标本寒武纪较丰富, 占统计的数字的 60%, 且绝大部分是华南 (其中一半是云南东部) 的三叶虫, 这里面也包含了澄江动物群的一部分, 反映当时是比较宁静的浅海, 容易保存原地理藏的生物群。死后未被搬运, 是一个重要的埋藏条件。再加上沉积颗粒很

细, 反映了节肢以及其他脆弱的三叶虫腹面的部件, 像腹边缘, 唇瓣等。在中国科学院和国家自然科学基金委员会支持下, 对澄江动物群的研究, 主要侧重于包含有多门类的动物群的发现与研究, 而对其中的三叶虫的生态则报导不多, 但是在“西南区寒武纪三叶虫动物群”<sup>[12]</sup>中却列出大量的蜕壳照片。虽未做蜕壳状态的讨论, 但已积累了大量的图片信息。而北方, 早寒武世, 仅在末期 (龙王庙期) 有稳定的浅海, 但又大都是较浅的在浪击面之上的, 波浪和水流可能对死后的三叶虫进行了搬运和聚集, 因而不能保存死亡时和蜕壳时的生态原型。中寒武世仅占 11%, 数量较小, 其原因大部分为钙质堆积, 三叶虫发现量少, 蜕壳标本则更少了。晚寒武世, 则达到 21%, 主要因为泥质沉积、钙质沉积物较多, 容易采集。但完整的大部分都在南方几省, 在北方很少能采到蜕壳标本。

表 1 中国境内三叶虫蜕壳标本统计表

Table 1 Statistics of moulting specimens of trilobites in China

顺序号	种名	A	B	C	D	E	F	G	H	时代	文献号	产地
1	<i>Redlichia murakamii</i> Resser et Endo			1						$\epsilon_1$	[9]	湖北宜昌
2	<i>R. (Pteroredlichia) wangi</i> Lu	1								$\epsilon_1$	[10]	贵州贵阳
3	<i>R. (Redlichia) takooensis</i> Lu				1					$\epsilon_1$	[10]	贵州贵阳
4	<i>R. (Redlichia) nobilis</i> Walcott		1							$\epsilon_1$	[11]	安徽淮南
5	<i>R. (Redlichia) moettingsi</i> (Redlich)	2								$\epsilon_1$	[12]	云南昆明
6	<i>R. (Redlichia) mansugi</i> Resser et Endo	1								$\epsilon_1$	[12]	云南武定
7	<i>R. (Redlichia) shupaiensis</i> Chang							1		$\epsilon_1$	[12]	湖北宜昌
8	<i>R. (Redlichia) yichangensis</i> Zhang et Lin	1		1						$\epsilon_1$	[12, 13]	湖北宜昌
9	<i>R. (Redlichia) wangi</i> Lu	1								$\epsilon_1$	[15]	贵州贵筑
10	<i>R. (Redlichia) mai</i> Lu	1								$\epsilon_1$	[13]	云南昆明
11	<i>R. (Redlichia) takooensis</i> Lu			1	1					$\epsilon_1$	[12]	贵州贵筑
12	<i>R. (Redlichia) hubeiensis</i> Hsu	1								$\epsilon_1$	[12]	江西彭泽
13	<i>R. (Pteroredlichia) chinensis lui</i> Chang		1							$\epsilon_1$	[12]	河南宜洛
14	<i>R. (Pteroredlichia) murakamii</i> Resser et Endo			1						$\epsilon_1$	[12]	湖北宜昌
15	<i>R. (Pteroredlichia) chinensis</i> Walcott	1								$\epsilon_1$	[16]	云南寻甸
16	<i>R. (Redlichia) benzienensis</i> Guo et An			1						$\epsilon_1$	[17]	辽宁本溪
17	<i>Eoredlichia intermedia</i> (Lu)			1	1					$\epsilon_1$	[12]	云南武定
18	<i>Eoredlichia yuziingensis</i> (Kobayashi)	1								$\epsilon_1$	[12]	云南武定
19	<i>Eoredlichia planifrons</i> Zhang et Lin	1								$\epsilon_1$	[12]	云南宜良
20	<i>Wutingaspis constrictus</i> Kobayashi			1						$\epsilon_1$	[12]	云南武定
21	<i>Wutingaspis tingi</i> Kobayashi			1						$\epsilon_1$	[12]	云南武定
22	<i>Wutingaspis tingi</i> Kobayashi	1								$\epsilon_1$	[16]	云南武定
23	<i>Kootenia (Duxunia) constrictus</i> Chuen	1								$\epsilon_1$	[18]	贵州都匀
24	<i>Malungia laevisgata</i> Lu				1					$\epsilon_1$	[19]	云南马龙
25	<i>Hunanocephalus ovalis</i> Lee			1						$\epsilon_1$	[10]	贵州松林
26	<i>Hunanocephalus (Duxunia) chuxingensis</i> Chow	1								$\epsilon_1$	[10]	贵州瓮龙
27	<i>Shabaella celsa</i> Qian		1							$\epsilon_1$	[10, 12]	湖南龙山
28	<i>Shabaella fengzeensis</i> Lu et Lin			2						$\epsilon_1$	[12]	浙江江山
29	<i>Shabaella fengzeensis</i> Lu et Lin					1	2	1		$\epsilon_1$	[21]	浙江江山
30	<i>Wangzishia wengnanensis</i> Yin						1			$\epsilon_1$	[22]	贵州瓮安
31	<i>Megapalaolenus expansus</i> Chang et Chu	1								$\epsilon_1$	[10]	贵州习水
32	<i>M. longispinus</i> Chang et Zhu	1								$\epsilon_1$	[10]	贵州湄潭

续表 1

顺序号	种名	A	B	C	D	E	F	G	H	时代	文献号	产地
33	<i>Sinolenus trapezoidalis</i> Kobayashi							1		E <sub>1</sub>	[9]	湖北
34	<i>Proshantungaspis peculiaris</i> Qiu et Lin	1								E <sub>1</sub>	[11]	江苏铜山
35	<i>Guangyuanspis modaryuensis</i> Chang et Qian			1						E <sub>1</sub>	[12]	四川广元
36	<i>Malungia laevigata</i> Lu	1								E <sub>1</sub>	[12]	云南马龙
37	<i>Drepanopyge mirabilis</i> Lu	1								E <sub>1</sub>	[12]	云南宜良
38	<i>Drepanuroides bilongispina</i> Chang			1						E <sub>1</sub>	[12]	云南宜良
39	<i>Yimtes yunnanensis</i> Chang			1						E <sub>1</sub>	[12]	云南蒙自
40	<i>Y. wanshougangensis</i> Zhang et Lin	1								E <sub>1</sub>	[12]	贵州酒潭
41	<i>Yunnanaspideella spinocaulata</i> Chang	1								E <sub>1</sub>	[12]	云南纳章
42	<i>Yiliangellina formosa</i> Chang	1								E <sub>1</sub>	[12]	云南宜良
43	<i>Mayiella tuberculata</i> Chang	1								E <sub>1</sub>	[12]	云南马龙
44	<i>Mayiella sichuanensis</i> Zhang et Lin	1								E <sub>1</sub>	[12]	四川南江
45	<i>Palaolenus lanternosi</i> Mansuy	1								E <sub>1</sub>	[12]	云南昆明
46	<i>P. lanternosi</i> Mansuy	1		1						E <sub>1</sub>	[12]	云南昆明
47	<i>Yunnanoccephalus kunyangerus</i> Zhu et Zhou	2								E <sub>1</sub>	[12]	云南昆明
48	<i>Arthricocephalus chauveaui</i> Bergeron	1								E <sub>1</sub>	[12]	湘黔交界
49	<i>A. (Arthricocephalus) intermedius</i> Zhou	1								E <sub>1</sub>	[12, 10]	贵州丹寨凯里
50	<i>A. (Arthricocephalus) xinyhaiensis</i> Chien et Lin	2								E <sub>1</sub>	[12]	贵州松桃
51	<i>A. (Arthricocephalus) granulus</i> Chien et Lin		1							E <sub>1</sub>	[12]	贵州余庆
52	<i>A. chauveaui</i> Bergeron				1					E <sub>1</sub>	[16]	湖南西部
53	<i>A. (Arthricocephalus) xinyhaiensis</i> Chien et Lin	1								E <sub>1</sub>	[10]	贵州松桃
54	<i>Guangyuania ? longmenshanensis</i> Lee	3								E <sub>1</sub>	[10]	四川广元
55	<i>Hoffella songtaoensis</i> Yin	1								E <sub>1</sub>	[12]	贵州松林
56	<i>Chaospis cratus</i> Chang	1								E <sub>1</sub>	[12]	四川峨眉山
57	<i>Hongshiyanspis yiliangensis</i> Zhang et Lin	1								E <sub>1</sub>	[12]	云南马龙
58	<i>Parabadiella huoi</i> Chang	1								E <sub>1</sub>	[12]	陕西勉县
59	<i>Nangaops elongatus</i> Yuan et Sun	2								E <sub>1</sub>	[26]	湖北崇阳
60	<i>Nangaops brevicus</i> Yuan et Sun	1								E <sub>1</sub>	[12]	湖北崇阳
61	<i>Eoptychoparia wutingsensis</i> (Chang)	1								E <sub>1</sub>	[12]	云南武定
62	<i>Arthricocephalus chauveaui</i> Bergeron				2					E <sub>1</sub>	[27]	贵州铜仁
63	<i>A. (Arthricocephalus) sp.</i>		1							E <sub>1</sub>	[28]	浙江富阳
64	<i>Drepanuroides (Paratrepanuroides) kaiyangensis</i> (Zhang et Lin)	2								E <sub>1</sub>	[29]	贵州开阳
65	<i>Kuanyangia (Sapushania) bella</i> Chen	1								E <sub>1</sub>	[30]	云南昆明
66	<i>Tsanyuliscus niuttangensis</i> (Chang)	1								E <sub>1</sub>	[12]	贵州遵义
67	<i>Mianxiandiscus (Liangshandiscus) liangshanensis</i> S.G. Zhang		1							E <sub>1</sub>	[12]	陕西宁强
68	<i>Hupeidiscus orientalis</i> (Chang)	2								E <sub>1</sub>	[12]	湖北长阳
69	<i>H. latus</i> S.G. Zhang	1								E <sub>1</sub>	[12]	湖北长阳
70	<i>Mianxiandiscus (Liangshandiscus) latilimbatus</i> S.G. Zhang et Wang		1							E <sub>1</sub>	[16]	陕西宁强
71	<i>Guizhouuliscus tenellus</i> S.G. Zhang	1					1			E <sub>1</sub>	[12]	贵州酒潭
72	<i>G. tenellus</i> S.G. Zhang						2			E <sub>2</sub>	[10]	贵州酒潭
73	<i>G. tingi</i> (Lu)		1							E <sub>2</sub>	[12]	贵州遵义
74	<i>G. kazyuangerus</i> S.G. Zhang	3								E <sub>2</sub>	[12, 10]	贵州遵义
75	<i>G. tenellus</i> S.G. Zhang	1								E <sub>2</sub>	[12]	贵州酒潭
76	<i>Benziaspis benzienensis</i> Guo et An				1					E <sub>2</sub>	[31]	辽宁本溪
77	<i>Kaotao gaoaiensis</i> Yin	1								E <sub>2</sub>	[10]	贵州酒潭
78	<i>Honanspis ? guizhouensis</i> Lee	1								E <sub>2</sub>	[10]	贵州贵阳
79	<i>Chittulilla aff. plana</i> King	1								E <sub>2</sub>	[10]	云南镇雄
80	<i>Jrubaspis brevis</i> Zhou et Yin	1								E <sub>2</sub>	[10]	贵州酒潭
81	<i>Honanspis lui</i> Chang	1								E <sub>2</sub>	[9]	河南颍池
82	<i>H. honanensis</i> Chang	1								E <sub>2</sub>	[9]	河南登封
83	<i>Kutsingocephalus xiushanensis</i> Lee	1								E <sub>2</sub>	[25]	四川秀山
84	<i>Hypagnostus humanicus</i> Lu						1			E <sub>2</sub>	[24]	湖南大庸
85	<i>Hypagnostus correctus minor</i> Lu et Lin						1			E <sub>2</sub>	[21]	浙江江山
86	<i>Triplagnostus gibbus</i> (Linnaeus)		1							E <sub>2</sub>	[21]	浙江江山
87	<i>Fuchouia oratolimba</i> Yang	1			1					E <sub>2</sub>	[21]	浙江江山
88	<i>F. chia</i> Lu	4								E <sub>2</sub>	[32]	湘黔交界
89	<i>Pimaspis sinensis</i> (Yang)							1		E <sub>2</sub>	[21]	浙江江山
90	<i>Kaotaiamagna</i> (Lu)	1								E <sub>2</sub>	[12]	贵州凯里

续表1

顺序号	种名	A	B	C	D	E	F	G	H	时代	文献号	产地
91	<i>Sanhuangshanaria pulchra</i> Zhang et Zhou			1						E <sub>2</sub>	[12]	云南寻甸
92	<i>Chattidilla (Diandongaspis) diandongensis</i> Lu et Chang	1								E <sub>2</sub>	[12]	云南昆明
93	<i>Jiubaspis longa</i> Zhou et Yin			1						E <sub>2</sub>	[12]	贵州湄潭
94	<i>J. brevis</i> Zhou et Yin	1	1							E <sub>2</sub>	[12]	贵州湄潭
95	<i>Mengzia mengziensis</i> Lo	2								E <sub>2</sub>	[12]	云南蒙自
96	<i>Bathynotus sinensis</i> Zhao et al			1						E <sub>1-2</sub>	[33]	贵州凯里
97	<i>B. guianensis</i> Zhang et Li	1		1						E <sub>1-2</sub>	[33]	贵州台江
98	<i>B. elongatus</i> Zhao, Gong et Huang	1		1						E <sub>1-2</sub>	[33]	贵州台江
99	<i>B. sp. II.</i>	4								E <sub>1-2</sub>	[33]	贵州台江
100	<i>Daobingia elongatus</i> Zhao et Huang				1					E <sub>2</sub>	[34]	贵州道坪
101	<i>D. daobingensis</i> Lee		1							E <sub>2</sub>	[34]	贵州道坪
102	<i>Eoshengia amstricta</i> Zhang	1								E <sub>2</sub>	[35]	河南浙川
103	<i>Qianlingia transversa</i> Yang	1								E <sub>2</sub>	[35]	河南浙川
104	<i>Chuangiella sichuanica</i> Kuo			1						E <sub>2-3</sub>	[35]	河南浙川
105	<i>C. shenguanensis</i> Yang				1					E <sub>2-3</sub>	[35]	河南浙川
106	<i>Proasaphiscus sp.</i>	1								E <sub>2</sub>	[36]	辽宁火连寨
107	<i>Xystriolura yuzianensis</i> Zhu & Lin	1								E <sub>2</sub>	[37]	海南崖县
108	<i>Proasaphiscus xiphacanthus</i> Zhou			1						E <sub>2</sub>	[38]	甘肃平原
109	<i>Onchomacrus ? taoyuanensis</i> Zhou	1								E <sub>3</sub>	[9]	湖南桃源
110	<i>Chuangiella elongata</i> Kobayashi	1								E <sub>3</sub>	[39]	河南浙川
111	<i>Mansuyia laevigata</i> Zhou		1							E <sub>3</sub>	[9]	广西靖西
112	<i>Saukia distincta</i> Zhou			1						E <sub>3</sub>	[9]	广西靖西
113	<i>Sandusps danzhaiensis</i> Lee	1								E <sub>3</sub>	[10]	贵州丹寨
114	<i>S. convexus</i> Lu et Chien	1								E <sub>3</sub>	[10]	贵州三都
115	<i>Westergardites pelturaeformis</i> Troedsson	1								E <sub>3</sub>	[39]	新疆天山东部
116	<i>W. limbitis</i> Chien	1								E <sub>3</sub>	[18]	贵州三都
117	<i>Pseudoyuepingia aspinosa</i> Qian	1								E <sub>3</sub>	[11]	安徽舒阳
118	<i>P. laochattianensis konstantinoviensis</i> Qiu	1								E <sub>3</sub>	[11]	安徽贵池
119	<i>P. modesta</i> Chien	1								E <sub>3</sub>	[9]	贵州三都
120	<i>P. zhejiangensis</i> Lu et Lin	2	1							E <sub>3</sub>	[21]	浙江常山、江山
121	<i>P. zhejiangensis</i> Lu et Lin				1					E <sub>3</sub>	[40]	新疆霍城
122	<i>Parayuepingia cylindrica</i> Zhou					1				E <sub>3</sub>	[38]	浙江淳安
123	<i>Charthagia lata</i> Troedsson	1								E <sub>3</sub>	[24]	湖南慈利
124	<i>C. mirabilis</i> Xiang et Zhang	1								E <sub>3</sub>	[40]	新疆霍城
125	<i>C. norini</i> Troedsson	1								E <sub>3</sub>	[21]	浙江淳安
126	<i>C. norini</i> Troedsson		1				1			E <sub>3</sub>	[41]	湖南慈利
127	<i>C. sanduensis</i> Yin	1								E <sub>3</sub>	[10]	贵州丹寨
128	<i>C. subquadrangulata</i> Sun	1								E <sub>3</sub>	[42]	河南平山
129	<i>Proceratopyge angustaris</i> Zhou				1					E <sub>3</sub>	[38]	甘肃肃山
130	<i>P. copusa</i> Xiang et Zhang		1							E <sub>3</sub>	[40]	新疆精河
131	<i>P. cylindrica</i> Chien	1								E <sub>3</sub>	[18]	贵州三都
132	<i>P. fenghuangensis</i> Hsiang	1								E <sub>3</sub>	[11]	浙江西部
133	<i>P. fenghuangensis</i> Hsiang		1							E <sub>3</sub>	[10]	贵州桐仁
134	<i>P. fragilis</i> Troedsson	1								E <sub>3</sub>	[43]	新疆天山东部
135	<i>P. lazilimbata</i> Lee						1			E <sub>3</sub>	[10]	贵州三都
136	<i>P. pectabilis</i> Zhou	1								E <sub>3</sub>	[38]	甘肃肃北
137	<i>P. tetrasolenia</i> Ju	1								E <sub>3</sub>	[11]	浙江西部
138	<i>P. (snoproceratopyge) kiangshanensis</i> Lu	1								E <sub>3</sub>	[21]	浙江常山
139	<i>P. yandanshanensis</i> Xiang et Zhang	1								E <sub>3</sub>	[40]	新疆精河
140	<i>Olenus sinensis</i> Lu	1								E <sub>3</sub>	[11]	浙江江山
141	<i>Hunanolenus aglaus</i> Liu			1						E <sub>3</sub>	[44]	湖南桃源
142	<i>H. aglaus</i> Liu			1						E <sub>3</sub>	[44]	湖南桃源
143	<i>Huangshaaspis taoyuensis</i> Lu	2								E <sub>3</sub>	[44]	湖南桃源
144	<i>Hedmaspis kuanchouensis</i> Lu	1								E <sub>3</sub>	[18]	贵州三都
145	<i>H. regalis</i> (Troedsson)	1								E <sub>3</sub>	[45]	浙江江山
146	<i>H. regalis</i> (Troedsson)	1		1						E <sub>3</sub>	[21]	浙江江山
147	<i>H. regalis</i> (Troedsson)	1								E <sub>3</sub>	[40]	新疆精河
148	<i>H. servator</i> Xiang and Zhang	1								E <sub>3</sub>	[40]	新疆精河
149	<i>H. shengi</i> Lu	1								E <sub>3</sub>	[21]	浙江常山
150	<i>H. pulcherus</i> Qian	1								E <sub>3</sub>	[11]	安徽宁国
151	<i>Lonchopygella mansueta</i> (Kobayashi)						1			E <sub>3</sub>	[46]	云南保山
152	<i>Prusaekza baoshanensis</i> Lo	1								E <sub>3</sub>	[47]	云南保山

续表1

顺序号	种名	A	B	C	D	E	F	G	H	时代	文献号	产地
153	<i>Hanivua longa</i> Zhu et Zhou	1			2					E <sub>3</sub>	[48]	广西那坡
154	<i>Niobe</i> ( <i>Niobella</i> ) <i>bella</i> Peng	1								E <sub>3</sub>	[41]	湖南慈利
155	<i>Guangxiaspis guangxiensis</i> Zhou				1					E <sub>3</sub>	[9]	广西靖西
156	<i>Wayaonia heterotrigensis</i> Lo	1								E <sub>3</sub>	[16]	云南保山
157	<i>Onchonotma vigilans</i> Lu				1					E <sub>3</sub>	[20]	浙江常山
158	<i>Jingziania transversa</i> Chien	1								E <sub>3</sub>	[20]	安徽涇县
159	<i>Diceratopyge mobergi</i> Troedsson	1								E <sub>3</sub>	[39]	新疆天山东部
160	<i>Niobella sanduensis</i> Chien	1								E <sub>3</sub>	[18]	贵州三部
161	<i>Parabolinella zinyiangensis</i> Xiang et Zhang	1								E <sub>3</sub>	[40]	新疆精河科古琴
162	<i>P. borohoroensis</i> Xiang et Zhang	1								E <sub>3</sub>	[40]	新疆精河
163	<i>Bulboleus bellus</i> Xiang et Zhang	1								E <sub>3</sub>	[40]	新疆精河
164	<i>Asaphopsis welleri</i> var. <i>brevica</i> (Sheng)		1							O <sub>1</sub>	[49]	浙江建德
165	<i>A. welleri</i> (Sheng)		1							O <sub>1</sub>	[11]	浙江西部
166	<i>Aulacopleura</i> ( <i>Paraulacopleura</i> ) <i>dawuanensis</i> Lu			1						O <sub>1</sub>	[50]	湖北宜昌
167	<i>Bulbaspis ardosensis</i> Lu	1								O <sub>1</sub>	[51]	内蒙古鄂尔多斯
168	<i>Euloma</i> ( <i>Miauloma</i> ) <i>subconica</i> Lu et Chien	1								O <sub>1</sub>	[10]	贵州三部
169	<i>E.</i> ( <i>Miauloma</i> ) <i>taoyuanense</i> Zhou	1								O <sub>1</sub>	[9]	湖北桃源
170	<i>E.</i> ( <i>M.</i> ) <i>subquadrata</i> Lu et Chien	1								O <sub>1</sub>	[9]	贵州三部
171	<i>Euloma</i> sp.		1							O <sub>1</sub>	[52]	浙江绍兴
172	<i>Hungicoides mirus</i> Lu		1							O <sub>1</sub>	[9]	湖北宜昌
173	<i>Hypermeaspis asiatica</i> Han		2							O <sub>1</sub>	[53]	浙江江山
174	<i>Hysterolenus tenuispinus</i> Lu et Zhou	1								O <sub>1</sub>	[54]	内蒙古杭乌拉
175	<i>H. asiaticus</i> Lu	1								O <sub>1</sub>	[24]	湖南桃源
176	<i>Heterocyclopyge subquadrata</i> Ju	2								O <sub>1</sub>	[11]	浙江西部
177	<i>Hysterolenus</i> cf. <i>asiaticus</i> Lu	1								O <sub>1</sub>	[55]	湖南泸溪
178	<i>Isoteloides huangshanensis</i> Lu			1						O <sub>1</sub>	[50]	陕西南郑
179	<i>Lonchodomas</i> sp.	1								O <sub>1</sub>	[56]	青海大头羊沟
180	<i>Madagasyites major</i> Liu	1								O <sub>1</sub>	[9]	湖南桃源
181	<i>Megalaspides taningensis</i> (Weller)						1			O <sub>1</sub>	[50, 9]	湖北宜昌
182	<i>Metayuepingia latilimbata</i> Liu			1						O <sub>1</sub>	[26]	湖北崇阳
183	<i>Nileus klimokensis</i> Lu	1								O <sub>1</sub>	[51]	内蒙古鄂尔多斯
184	<i>Niobella chui</i> (Sheng)	1								O <sub>1</sub>	[51, 11]	浙江常山
185	<i>N. ciliensis</i> Lu	1								O <sub>1</sub>	[9, 24]	湖南慈利
186	<i>Niobe</i> ( <i>Niobella</i> ) <i>preciosa</i> Lu et Zhou	1								O <sub>1</sub>	[54]	内蒙古杭乌拉
187	<i>Niobella</i> cf. <i>tanjiapingensis</i> Liu	1								O <sub>1</sub>	[55]	湖南泸溪
188	<i>Omeipis huangi</i> (Sun)		1							O <sub>1</sub>	[10]	贵州桐梓
189	<i>Ovalocephalus primitivus</i> (Lu)				1					O <sub>1</sub>	[9, 24]	湖北宜昌
190	<i>Parabolinella jiangnanensis</i> Lu				1					O <sub>1</sub>	[45]	浙江常山
191	<i>Parabolinella styramensis</i> Xiang et Zhang	1								O <sub>1</sub>	[57]	新疆精河
192	<i>Platypeloides</i> ( <i>Troedsonia</i> ) <i>lubricus</i> Lu et Chien	1	1							O <sub>1</sub>	[55]	湖南泸溪
193	<i>Proteuloma</i> cf. <i>subquadratum</i> Lu et Chien	1								O <sub>1</sub>	[41]	湖南桃源
194	<i>Pseudokainella</i> ( <i>Jingheella</i> ) <i>jiangheensis</i> Xiang and Zhang	1								O <sub>1</sub>	[58]	新疆精河
195	<i>Psilocephaltina hsui</i> Sheng		1							O <sub>1</sub>	[16]	云南宜良
196	<i>Shumardia changshanensis</i> Lu				1					O <sub>1</sub>	[45]	浙江常山
197	<i>Pseudoperomopas orientalis</i> Lu et Lin		1							O <sub>1</sub>	[45]	浙江江山
198	<i>Rhadinopleura piriiformis</i> Lisogor	1								O <sub>1</sub>	[58]	新疆霍城
199	<i>Shumardia changshanensis</i> Lu				1					O <sub>1</sub>	[11]	浙江常山
200	<i>Symphysops sinensis</i> Han	1								O <sub>1</sub>	[53]	浙江江山
201	<i>Symphysurus</i> ( <i>Troedsonia</i> ) <i>uimani</i> Troedsson		1							O <sub>1</sub>	[45]	浙江常山
202	<i>Taihungshania shui</i> Sun		1							O <sub>1</sub>	[50]	四川峨眉山
203	<i>Taihungshania shui</i> Sun		1							O <sub>1</sub>	[39]	四川峨眉山
204	<i>Troedsonia laevigata</i> Kuo et Duan			1						O <sub>1</sub>	[61]	吉林珲江
205	<i>T. uimani</i> (Troedson)	1								O <sub>1</sub>	[41]	湖南慈利
206	<i>Bumastus shihtzupensis</i> (Sun)	1								O <sub>2</sub>	[50]	贵州遵义
207	<i>Nesareetus birmanicus</i> (Reed)	1	1							O <sub>2</sub>	[62]	云南保山
208	<i>Dumide miaopensis</i> Lu							1		O <sub>2</sub>	[26]	湖北宜昌
209	<i>Lonchodomas yehi</i> (Sun)				2					O <sub>2</sub>	[63]	贵州遵义
210	<i>Kongqiaoheta rotundata</i> Zhang	1	1							O <sub>2</sub>	[64]	新疆库鲁克塔格
211	<i>Pseudoasaphus chengpoensis</i> Nan	1								O <sub>2</sub>	[65]	内蒙准格旗城坡
212	<i>Symphysops qidongensis</i> Zhou		1							O <sub>2</sub>	[11]	江西大余
213	<i>Cyclopyge recurva</i> Lu	1	1							O <sub>2</sub>	[11]	江西大余
214	<i>Sinomegalaspis gansuensis</i> Qu		1							O <sub>2</sub>	[38]	甘肃古浪

续表1

顺序号	种名	A	B	C	D	E	F	G	H	时代	文献号	产地
215	<i>Remopteurides</i> sp.		1							O <sub>2</sub>	[66]	青海祁连
216	<i>Lonchodomas jishi</i> (Sun)				1					O <sub>2</sub>	[10]	贵州遵义
217	<i>Illiaenus holmi</i> Sun	1								O <sub>2</sub>	[10]	贵州遵义
218	<i>Microparia</i> ( <i>Quadratapyge</i> ) <i>latilimbata</i> Zhou		1							O <sub>2</sub>	[24]	湖南桃江
219	<i>Cyclopyge xiangtaoyuanensis</i> Zhou									O <sub>2</sub>	[9]	湖南桃江
220	<i>Ellipsotaphrus zhangguensis</i> Zhou	1								O <sub>2</sub>	[9]	湖南祁东
221	<i>Stenoporeia miaojiaensis</i> Lu		1							O <sub>2</sub>	[9]	湖北宜昌
222	<i>Ampyx abnormis</i> Yi		1		1					O <sub>2</sub>	[9]	湖北宜昌
223	<i>Ovalocephalu decoratus</i> (Lu)		1							O <sub>2</sub>	[67]	江苏句容仑山
224	<i>Taklamakania tarimensis</i> Zhang	1								O <sub>2</sub>	[68]	新疆阿坪
225	<i>Ampyxinella rotundata</i> W. T. Zhang	3	1							O <sub>2</sub>	[68]	新疆阿坪
226	<i>A. rotundata</i> W. T. Zhang	3			1					O <sub>2</sub>	[68]	新疆阿坪
227	<i>Prospectatrix exquisita</i> Zhou et al.	3								O <sub>2</sub>	[50]	新疆塔里木东北
228	<i>Pricyclopyge</i> cf. <i>binodosa longicephala</i> Kloucek	1								O <sub>2</sub>	[69]	新疆塔里木东北
229	<i>Cyclopyge</i> cf. <i>recurva</i> Lu	3								O <sub>2</sub>	[69]	新疆塔里木东北
230	<i>Pricyclopyge</i> cf. <i>binodosa longicephala</i> Kloucek	1			1					O <sub>2</sub>	[69]	新疆塔里木东北
231	<i>Microparia</i> ( <i>Heterocyclopyge</i> ) <i>abundo</i> Zhou et al.	4	1							O <sub>2</sub>	[69]	新疆塔里木东北
232	<i>M.</i> ( <i>Quadratapyge</i> ) <i>curta</i> Zhou et al.	1	1							O <sub>2</sub>	[69]	新疆塔里木东北
233	<i>Sagana felix</i> Koroleva	1	1							O <sub>2</sub>	[69]	新疆塔里木东北
234	<i>Leomuspis</i> ( <i>Euleomuspis</i> ) <i>shimensis</i> (Reed)		1							O <sub>2</sub>	[70]	贵州桐梓
235	<i>Dromide</i> cf. <i>decorata</i> Kuelan		1							O <sub>2</sub>	[70]	浙江龙游
236	<i>Parisoeranus ractangulus</i> Zhou						1			O <sub>2</sub>	[26]	湖北京山
237	<i>Microparia adnascenta</i> Ju		1							O <sub>2</sub>	[71]	江苏南京
238	<i>Bermanites</i> sp.		1							O <sub>2</sub>	[71]	江苏南京
239	<i>Humstelus jushuensis</i> Nan		1							O <sub>2</sub>	[72]	黑龙江呼玛
240	<i>Paraphyllipsinella hubeiensis</i> Zhou	1								O <sub>2</sub>	[11]	浙江
241	<i>Madysgenia cummanis</i> Ju		1							O <sub>2</sub>	[11]	浙江建德
242	<i>Amphytrion rufians</i> (Barrande)							1		O <sub>2</sub>	[11]	浙江西部
243	<i>A. rufians</i> (Barrande)			1						O <sub>2</sub>	[11]	浙江西部
244	<i>Corrugatognostus jiangshamensis</i> Lu							1		O <sub>2</sub>	[11]	浙江江山
245	<i>Platycoryphe gulanensis</i> Qu		1							O <sub>2</sub>	[38]	甘肃古良
246	<i>Triarthrus wachuanensis</i> Lu		1							O <sub>2</sub>	[25]	四川洪雅
247	<i>Lonchodomas jianshaokouensis</i> Lu				1					O <sub>2</sub>	[10]	贵州遵义
248	<i>Encrinurides sichangensis</i> Yi	1								S <sub>1</sub>	[26]	湖北宜昌
249	<i>Latisproetus tenuis</i> Chang	1								S <sub>1</sub>	[26]	湖北宜昌
250	<i>Songkhania hanyuanensis</i> Chang	1								S <sub>1</sub>	[26]	陕西南郑
251	<i>Platycoryphe sinensis</i> (Lu)	1			1					S <sub>1</sub>	[73]	陕西南郑
252	<i>Gilascutellum crenatus</i> Lin	10			1					S <sub>1</sub>	[74]	湖南慈利
253	<i>Dalmanitina</i> ( <i>Dalmanitina</i> ) <i>nanchengensis</i> Lu		1							S <sub>1</sub>	[38]	陕西南郑
254	<i>Latisproetus acutus</i> Chang			1						S <sub>1</sub>	[25]	四川广元
255	<i>Latisproetus yjiangensis</i> Lee		1							S <sub>1</sub>	[25]	四川秦江
256	<i>Coronacephalus</i> ( <i>Coronacephalina</i> ) <i>gaozhouensis</i> Wu				2					S <sub>1</sub>	[9, 75]	湖北宜恩、高罗
257	<i>C.</i> ( <i>C.</i> ) <i>gaozhouensis</i> <i>songzhouensis</i> Yin							1		S <sub>1</sub>	[10]	贵州松桃
258	<i>C.</i> ( <i>Coronacephalus</i> ) <i>oxatus</i> Chang			1						S <sub>1</sub>	[26]	湖北来凤
259	<i>Encrinurides longzhouensis</i> Lee	1			1					S <sub>1</sub>	[25]	四川长宁
260	<i>Sinoproetus binzhouensis</i> Sheng	1			1					S <sub>1</sub>	[16]	云南保山
261	<i>Kuonapeltis guangyuanensis</i> Chang	1			1					S <sub>1</sub>	[25]	四川广元
262	<i>Cyphaspidus orientalis</i> Yi et Hsiang							1		D <sub>1</sub>	[76]	广西南丹
263	<i>Platygularia nandanensis</i>				1	5				D <sub>1</sub>	[80]	广西南丹
264	<i>P. nandanensis</i> Chang				2		1			D <sub>1</sub>	[76]	广西南丹
265	<i>P. nandanensis</i> Chang				1					D <sub>1</sub>	[25]	四川盐边野麻
266	<i>P. nandanensis</i> Chang		1			1				D <sub>1</sub>	[77]	云南富宁弄三盘
267	<i>Phacops accipitrinus mobilis</i> Hsiang		1			1				D <sub>2</sub>	[78]	新疆洪古勒槽
268	<i>Phacops debunhudugensis</i> Nan		1							D <sub>2</sub>	[65]	内东乌珠穆沁旗
269	<i>Dichenellitoides triangularis</i> Yuan	1								C <sub>1</sub>	[79]	云南保山
270	蜕壳状态几率统计%	55	8	17	9.2	9.2	2	3.4	2.3	1		

A. 缺失自由颊, 头盖胸尾相连 Librigenae absent, cranium and thoracic join up with pygidium; B. 只有胸与尾, 缺失头部 Cephalon absent, only thoracic and pygidium; C. 头盖胸尾相连, 自由颊脱开, 但脱离开不远 Cranium and thoracic join up with pygidium, librigenae dislocation, but not far away; D. 胸尾相连, 头蜕开在前面 Thoracic join up with pygidium, cephalon dislocation in front of body; E. 胸尾相连, 头翻转在前或侧 Thoracic join up with pygidium, cephalon inverted in the front and toward lateralside; F. 头、胸、尾分离, 但分离不远 Cephalon, thoracic and pygidium each other separated, but not far away; G. 头胸相连, 未保存尾 (或尾脱开) Cephalon join up with thoracic, pygidium absent (or dislocation); H. 只保存有完整的胸部 Only thoracic was reserved.

奥陶纪三叶虫蜕壳标本, 有 84 块, 上下奥陶统分布的较均匀, 下奥陶统占 16%, 而上奥陶统占 15%。主要在扬子江、华南一带。西北则是祁连和天山, 但数量不如寒武纪多。大部分保存于页岩、钙质页岩中、灰岩中也有, 但量不大。中国的志留纪地层, 大部分为早志留世地层, 而又以碎屑岩笔石页岩为主, 三叶虫相对较少而单调, 因此只占总统计的 5%, 主要分布在华南、西南。泥盆纪地层主要分布在华南西部和西南几省, 面积较小, 而三叶虫更少, 只占总统计的 2%。(主要在广西)。到石炭纪, 中国北方为陆。而华南则岩相复杂, 另外三叶虫相对稀少, 很多也不成为重要的化石, 因此, 只占总统计的 0.4%。

## 2 三叶虫蜕壳标本状态讨论

状态 A, 是在统计中出现最多的, 占已统计的总蜕壳标本数的 55.8%。主要特征是缺失自由颊, 大部分头盖与胸尾相连, 少部分的标本(约 1/10)尾部脱开或者缺失, 还有更少一部分胸节轻微断开。这些标本在文献中常常是作为头胸尾相连的标本出现的, 并未描述为蜕壳状态。实际上这是非常确切地蜕壳过程中的产物, 当面线裂开, 脱开的自由颊被新的三叶虫背壳顶走, 或被微弱水流(如果不是微弱的水流则可能被冲散为头胸尾散开的标本)搬运走时, 残存的老壳就剩下“头盖与胸尾相连的”的蜕壳残余的标本。它能够保存这个状态, 也是在老壳的头盖与胸部的连接软组织或韧带似的连接物, 以及胸节之间和胸尾之间的这样的连接物没有腐烂之前就被埋葬了, 而得以保存其各相关的位置。如果说自由颊的脱离发生在若虫死后, 那为什么头盖与第一胸节、各胸节之间以及胸与尾没有脱离呢? 只能说它是蜕壳后被遗弃的老壳比较合理。少部分标本尾部的脱开或缺失, 以及胸部的断开, 应该是与蜕壳过程中的动作及强度有关。

蜕壳状态第二位的是 B, 只有胸与尾, 缺失头盖, 占统计标本的 17.1%。一般后颊类三叶虫蜕壳时, 自由颊脱开, 头盖自然地在新的虫体爬出时上扬, 并可能在蜕化过程中被新的虫体带动, 把头盖拉开并带走, 留下胸与尾的老壳, 它不一定是蜕壳时的典型状态, 但也有相当的例子, 如:

*Mansuyia laevigata* Zhou<sup>[9]</sup>, *Proceratopyge copiosa* Xiang et Zhang<sup>[40]</sup>, *Cyclopyge recurva* Lu<sup>[11]</sup>等。然而在镜眼虫类中头与胸的分开则是蜕壳时的典型状态, 因为镜眼虫的面线绝大部分是非机能作用的, 像广西泥盆纪的 *Phacops*, *Plagiolaria* 和 *Ductina* 等。因此, 颈环后的边缘, 与胸第一节的前缘就是蜕壳时裂开的地方, 而该裂缝也就是蜕化的开始处。

蜕壳状态第三位的是 C, 即头盖、胸、尾相连, 自由颊脱开, 但脱开不远。只占统计标本的 9.2%。自由颊裂开, 虫子爬出, 留下老壳, 这是后颊类三叶虫一般的蜕壳方式, 状态 C 反映了它们的蜕壳状态, 但是在文献中出现的却不多, 实际上的标本也不多。原因是这样的标本反映三叶虫蜕壳已完成, 而且蜕壳的各部件都完整的保存下来, 这只能在蜕壳的瞬间完成, 而且必须是静水的, 在蜕壳后不受任何干扰(物理的, 生物的)而瞬间迅速埋葬才行。这一条件的苛刻, 导致保存标本的稀少。例如 *R. (Redlichia) yichangensis* Zhang et Lin<sup>[13]</sup> 和 *Shabaella fengyuensis* Lu et Lin<sup>[21]</sup> 都是在几百块三叶虫标本中才能出现的实例。蜕壳状态 D, 占全部标本的 9.2%。特征是胸尾相连, 头蜕开在前面, 或者侧转, 有的标本自由颊缺失或者脱开不远。这也是一种蜕壳方式, 它是少量保存好的后颊类三叶虫的蜕壳标本。例如, *Wutingaspis conditus* Kobayashi<sup>[12]</sup>, *Malungia laevigata* Lu<sup>[19]</sup>, *Lonchodomas jiansaokouensis* Lu<sup>[10]</sup>, *Coronocephalus (Coronocephalus) oratus* Chang<sup>[26]</sup> 等。

蜕壳状态 E, 是胸尾相连, 头翻转在前或侧, 只占 2%。这是 Salter 描述的 *Phacopid* 类的蜕壳。后人也有讨论此 Salter 式蜕壳的, 这在 *Phacopid* 类的蜕壳时常见, 在广西的泥盆系中 *Plagiolaria* 和 *Ductina* 的标本相当多, 但真正能保存这样好的状态的则不多。笔者曾在文献<sup>[80]</sup>中专门讨论过关于 *Plagiolaria* 的蜕壳。蜕壳状态 F, 是头, 胸, 尾分离, 但分离不远, 只占 3.4%。这可能是一种蜕后的状态。头与连接在一起的胸部和尾 3 块甲片分开, 但又分离不远, 说明是蜕壳导致的, 沿头盖后缘, 和尾前缘有裂开, 裂开后新虫体已爬走, 而留下了 3 块分开的甲壳, 它似乎在小尾型

的三叶虫如 *Shabaella fengzuensis* Lu et Lin<sup>[22]</sup>, 和 *Sinolenus trapezoidalis* Kobayashi<sup>[9]</sup>, 和带针虫科 *Ampyx abnormis* Yi<sup>[9]</sup>, *Ampyxinella rotundata* Zhang<sup>[60]</sup>, 以及球接子类, *Corrugatagnostus jiangshanensis* Lu<sup>[11]</sup>中常见。

蜕壳状态 G, 是头胸相连未保存尾 (或尾脱开), 仅 2.3% 的标本。蜕壳先从尾与胸之间裂开, 在过去的研究中并未提到。但近来笔者在研究 *Ductina* 的蜕壳时, 曾见到不少的标本, 先从尾与胸裂开, 而后才是胸与头的裂开。尽管这是少数的属种的习性, 但也有像 *Amphytrion radians* (Barrande)<sup>[11]</sup> 这样的标本。

状态 H 可能是蜕壳的残余, 占统计标本的 1%, 只保存有完整的胸部。它可能是蜕壳后, 头与尾被搬运掉, 只留有完整的胸部。问题是多数众多的胸节完全地未脱开的排在一起。一个可能是蜕后的残余, 一个可能是死后壳被破坏。

### 3 结论

从统计的蜕壳标本及上面的讨论中, 可以将这些标本大致归为 3 种蜕壳方式:

(1) 面线起机能作用, 蜕壳时裂开沿面线发生, 这是后颊类三叶虫蜕壳的一般方式, 最典型的如状态 A、状态 C 所反映的蜕壳现象。自由颊脱开, 虫体爬出, 带走自由颊, 如 A 类的 *Redlichia* (*Redlichia*) *wangi* Lu<sup>[15]</sup>, *Malungia laevigata* Lu<sup>[12]</sup>, 或者自由颊只是翻转或离开不远, 如 B 类的 *Proceratopyge copiosa* Xiang et Zhang<sup>[40]</sup>。另外, 自由颊裂开后, 虫体爬出时, 还可能带动头盖与胸的裂开, 使头盖移开如 D 状态的 *Lonchodomas jiansaokouensis* Lu<sup>[10]</sup>, 甚至带走头盖如 B 状态的 *Proceratopyge copiosa* Xiang et Zhang<sup>[40]</sup>。

(2) 面线不起机能作用, 最初的裂开沿头和胸之间发生, 如状态 E 所反映的蜕壳方式。最典型也即 Salter 描述的 *Phacopid* 类的蜕壳, 如 *Plagiolaria nandanensis*<sup>[80]</sup>, 蜕壳时, 头部与胸部裂开, 虫体向前爬出, 带动并顶翻头盖, 而后, 弃下翻转的老头盖。这在小眼型的三叶虫是比较有代表性的蜕壳方式。

(3) 蜕壳时, 最初的裂开发生在胸和尾之间, 如状态 G 所反映的。这是笔者在研究 *Ductina* 的蜕壳时发现 *Ductina* 是先从尾与胸裂开, 而

后才是胸与头的裂开。尽管这是少数的属种的习性, 但也有像 *Amphytrion radians* (Barrande)<sup>[11]</sup> 这样的标本。

三叶虫蜕壳的方式, 各属是不同的。因此如果研究各式各样的蜕壳, 需要专门为采集蜕壳而工作, 用一定数量的同一属种的蜕壳标本, 经分析研究而确定, 例如: 面线起机能作用, 但蜕壳后自由颊是否有向外翻转, 是否有规律? 在各属表现并不一样。*Phacopid* 是不是全部是先从头盖后缘裂开? 还是先从尾与胸之间裂开, 各属也不一样。本文只是对中国已发表的三叶虫文献中有蜕壳现象的标本进行了一个大略统计, 关于三叶虫蜕壳方式另文讨论。

### 参 考 文 献

- [1] Richter R. Von Bau und Leben der Trilobiten 8, Die "Saltersche Einbettung" als Folge und Kennzeichen des Hautungs - Vorgangs [J]. Senckenbergiana (Frankfurt a. M.). 1937, 19: 413~431.
- [2] Henningsmoen G. Moulting in trilobites [J]. Fossils and Strata. 1975. (4): 179~200
- [3] McNamara K J. Rudkin D. M. Techniques of trilobite exuviation [J]. Lethaia. 1984, 17: 153~173
- [4] McNamara K J. Techniques of the Cambrian Trilobite *Redlichia* [J]. Alcheringa, 1986. 10: 403~412
- [5] Whittington H B. Articulation and exuviation in Cambrian trilobites [J]. Phil. Trans. R. Soc. Lond B. 1990, 329: 27~46
- [6] Harrington H J. General Description of Trilobita. Treatise on Invertebrate Paleontology (D) [M]. The University of Kansas Press, Lawrence, Kansas. 1959. 40~117
- [7] Rudolph F. Kopfmuskulatur bei Trilobiten Rekonstruktion, funktionsmorphologic und Phylogenetisch - systematische schlussfolgerungen. aus dem zoologischen Institut der christian [M]. Albrechts universitat Kiel. 1992, 1~116
- [8] Strümer W. and Bergström J. New discoveries on trilobites by X-rays [J]. Palaont. Z. . 1973, (47): 104~141
- [9] 周天梅, 刘义仁, 孟寒松, 等. 中南古生物图册 (一) [M]. 北京: 地质出版社, 1977. 104~266
- [10] 尹恭正, 李善姬. 西南地区古生物图册——贵州分册 (一) [M]. 北京: 地质出版社, 1978. 383~594
- [11] 仇洪安, 卢衍豪, 朱兆玲, 等. 华东地区古生物图册 (一) [M]. 北京: 地质出版社, 1983. 28~254
- [12] 张文堂, 卢衍豪, 朱兆玲, 等. 西南地区寒武纪三叶虫动物群 [M]. 北京: 科学出版社, 1980. 1~116
- [13] 韩乃仁, 张敬礼. 湖北莱氏虫的胸肋畸形 [J]. 古生物学报, 1990, 30 (1): 126~128
- [14] 周天梅, 林天瑞. 峡东地区震旦纪至二叠纪地层古生物 (早寒武世三叶虫) [M]. 北京: 地质出版社,

1978. 143~154
- [15] 卢衍豪. 莱得利基虫及其数新种 [J]. 地质论评, 1950, 15 (4~6): 157~170
- [16] 罗惠麟. 云南化石手册 [M]. 昆明: 云南人民出版社, 1974. 597~694
- [17] 郭鸿俊, 安素兰. 辽宁本溪地区早寒武三叶虫 [J]. 古生物学报, 1982, 21 (6): 615~629
- [18] 钱义元. 贵州三都和都匀寒武纪三叶虫 [J]. 古生物学报, 1961, 9 (2): 91~139
- [19] 卢衍豪. 滇东早寒武世新三叶虫 [J]. 古生物学报, 1961, 9 (4): 299~322
- [20] 卢衍豪, 朱兆玲, 钱义元, 等. 生物-环境控制论及其在寒武纪生物地层学上和古地理上的应用 [J]. 中国科学院南京地质古生物研究所集刊, 1974, 第5号: 27~110
- [21] 卢衍豪, 林焕令. 浙江西部寒武纪三叶虫动物群. 中国古生物志新乙种 (第25号) [M]. 北京: 科学出版社, 1989. 1~274
- [22] 姜衍文, 韩乃仁. *Shabaella fengzuenensis* 的蜕壳 [J]. 古生物学报, 1995. 34 (4): 509~517
- [23] 易定蓉. 兰氏古油栉虫 (*Palaeolenus lantenoisis*) 的个体发育 [J]. 古生物学报, 1988, 27 (1): 31~38
- [24] 刘义仁. 湖南古生图册——三叶虫 [M]. 中华人民共和国地质矿产部地质专报, 地层古生物第1号. 北京: 地质出版社, 1982. 290~346
- [25] 李善姬. 西南古生物图册四川分册 (一)——三叶虫 [M]. 北京: 地质出版社, 1978. 179~281
- [26] 孙振华. 湖北古生物图册——三叶虫 [M]. 北京: 地质出版社, 1984. 328~421
- [27] Lane P D Blaker M R, 张文堂. 早寒武世节头虫属 (*Arthricocephalus*) [J]. 古生物学报, 1988, 27 (5): 553~560
- [28] 鞠天吟. 浙江早寒世荷塘组和大陈岭组的三叶虫 [J]. 古生物学报, 1983, 22 (6): 628~636
- [29] 赵元龙, 毛健全, 黄友庄, 等. 贵州开阳中心下寒武统黄连坝组三叶虫 [J]. 古生物学报, 1984, 23 (6): 755~763, 图版2
- [30] 陈润业. 云南昆明下寒武统筇竹寺组酒普山虫 (三叶虫) 的一个新种 [J]. 地质科学, 1983. 203~204
- [31] 郭鸿俊, 安素兰. 辽宁本溪地区早寒武世三叶虫 [J]. 古生物学报, 1982, 21 (6): 615~631
- [32] 叶戈洛娃, 项礼文, 李善姬, 等. 贵州和湖南西部寒武纪三叶虫 [J]. 地质部地质科学研究所专刊乙种, 1963, 3 (1): 1~88
- [33] 赵元龙, 黄友庄, 龚显英, 等. 贵州凯里地区早中寒武世凯里组的 *Bathymotus* [J]. 古生物学报, 1990, 29 (1): 43~53
- [34] 赵元龙, 黄友庄. 贵州福泉道坪地区早、中寒武世三叶虫 [J]. 古生物学报, 1981. 20 (3): 216~224
- [35] 杨家禄. 东秦岭-大巴山寒武纪地层岩相古地理及三叶虫动物群 [M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1991. 102~172.
- [36] Kobayashi T. Studies on the Stratigraphy and Palaeontology of the Cambro-Ordovician Formation of Hua-Lien-chai and Niu-Hsin-tai, South Manchurian [J]. Japan. Jour. Geol. Geogr. 1931, 8 (3): 178
- [37] Lun Tian-ru, Jago J B. Xystridura and early Middle Cambrian trilobites from Yaxian, Hunan Province, China [J]. Transaction of the Royal society of S. Australia. 1993, 117 (3): 141~152
- [38] 周志强, 李晋楷, 曲新国. 西北地区古生物图册陕甘宁分册 (一)——三叶虫纲 [M]. 北京: 地质出版社, 1982. 215~294
- [39] 卢衍豪, 张文堂, 朱兆玲, 等. 中国各门类化石 [M]. 北京: 科学出版社, 1965. 766
- [40] 项礼文, 张太荣. 新疆北天山西段寒武纪地层及三叶虫动物群 [A]. 见: 中华人民共和国地矿部编. 地质专报: 地层古生物4号 [M]. 北京: 地质出版社, 1985. 64~135
- [41] Peng Shan-chi. Cambrian-Ordovician Boundary in the Gili-Taoyuan Border Area, Northwestern Hunan With Descriptions of Relative Trilobites 中国各系界线地层及古生物: 寒武系与奥陶系界线 (一) [M]. 北京: 科学出版社. 1984. 285~405.
- [42] 张进林, 王绍鑫. 华北地区古生物册 (一)——古生代分册 [M]. 北京: 地质出版社, 1985. 327~478
- [43] Troedsson G T. On the Cambro-Ordovician faunas of Western Qurug-tagh. Estern Tianshan [J]. Palaeont. Sinica. 1937, 106
- [44] 刘义仁. 湖南桃源晚寒武世古油栉虫科 (*Olenidae*) 三叶虫的两个新属 [J]. 古生物学报, 1977, 16 (1): 120~127
- [45] Lu Yan-hao, Lin Huan-ling, Han nai-ren et al. On the Cambrian-Ordovician Boundary of the Jiangshan-Changshan Area, W. Zhejiang [M] Stratigraphy and Palaeontology of Systemic Boundaries in China, Cambrian-Ordovician Boundary (1), 1984, 9~143
- [46] 孙云铸, 项礼文. 滇西晚寒武世晚期三叶虫动物群 [J]. 中国地质科学院院报, 1979. 1 (1): 1~17
- [47] 罗惠麟. 云南西部晚寒武世新三叶虫 [A]. 青藏高原地质文集 (11): “三江”地层古生物 [M]. 北京: 地质出版社, 1983. 1~30.
- [48] 朱兆玲, 韦仁彦. 论 *Haniwa* 的分类位置 [J]. 古生物学报, 1991, 30 (4): 413~419
- [49] 盛莘夫. 浙江下奥陶纪之三叶虫化石 [A]. 中国古生物志乙种 (第3号) [M]. 北京: 前地质调查所, 1934. 5~9
- [50] 卢衍豪. 华中及西南奥陶纪三叶虫动物群 [A]. 中国古生物志新乙种 (第11号) [M]. 北京: 科学出版社, 1975. 1~465
- [51] 卢衍豪, 朱兆玲, 钱义元, 等. 中国奥陶纪的生物地层和古地理 [J]. 南京地质古生物研究所集刊, 1976, 第7号: 1~83
- [52] 于振华. 浙江绍兴漓渚的寒武、奥陶系 [J]. 地层学杂志, 1985, 9 (4): 252~261
- [53] 韩乃仁. 浙江江山下奥陶统印渚埠组几个三叶虫化石 [J]. 古生物学报, 1983, 22 (5): 571~576
- [54] 卢衍豪, 周志毅, 周志强. 内蒙古西部杭乌拉地区寒武

- 奥陶系分界及有关三叶虫 [J]. 中国地质科学院院报, 西安地质矿产研究所分刊, 1981, 2 (1): 1~18
- [55] 彭善池. 湖南泸溪特马豆克期三叶虫 [J]. 古生物学报, 1991, 30 (2): 141~166
- [56] 张文堂, 范嘉松. 祁连山奥陶纪及志留纪三叶虫 [A]. 祁连山地质志 [M]. 北京: 地质出版社, 1960, 第4卷1分册, 83~147
- [57] 张太荣. 新疆博罗科努山下奥陶统赛里木组三叶虫新材料 [J]. 新疆地质, 1987, 5 (1): 62~72
- [58] 项礼文, 张太荣. 新疆北天山西段特马豆克期三叶虫 [J]. 古生物学报, 1984, 23 (4): 399~410
- [59] 盛萃夫. 中国西南部奥陶纪三叶虫 [J]. 古生物学报, 1958, 6 (2): 169~204
- [60] 孙云铸. Ordovician Trilobites of Central and Southern China Pal. Sin 1931, Ser B, 7, Fasc. 1: 1~48
- [61] 段吉业, 安素兰, 赵达. 吉林浑江地区寒武-奥陶系界线及其附近的生物群 [J]. 长春地质学院学报, 1986, (地层古生物专辑): 1~125
- [62] 盛萃夫. 滇西奥陶系三叶虫及其划分地层意义 [R]. 中国奥陶系划分和对比 [M]. 北京: 地质出版社, 1974. 96~122
- [63] Zhou Z, Yin G, Trapp R P. Trilobites from the Ordovician Shibtzupu Formation Zunyi, Guizhou Province, China [J] Trans. R. S. Edinb; Earth Sciences, 1984, 75: 13~36
- [64] 张太荣. 新疆中奥陶世 Taklamakanunac 新材料 [J]. 新疆地质, 1988, 6 (4): 34~39
- [65] 南润善. 华北地区古生物图册内蒙古分册 (一)——三叶虫纲 [M]. 北京: 地质出版社, 1976. 333~351
- [66] 朱兆玲, 林焕令, 张志恒. 西北地区古生物图册青海分册 (二) [M]. 北京: 地质出版社, 1979
- [67] 卢衍豪, 周志毅. 宁夏地区晚奥陶世汤头组三叶虫 [J]. 中国科学院南京地质古生物研究所从刊, 1981, 第3号: 1~28
- [68] Zhou Z, Webby B D Yuan W. Ordovician trilobites from the Yingan Formation of northwestern Tarim, Xinjiang, Northwestern China [J]. Alcheringa, 1995, 19: 47~72
- [69] Zhou Z, McNamara K J, Yuan W, Zhang T. Cyclopygid Trilobites from the Ordovician of Northeastern Tarim, Xinjiang, Northwest China [J]. Rec West Aust Mus, 1994, 16 (4): 593~622
- [70] 盛萃夫. 中国奥陶系划分和对比 [M]. 北京: 地质出版社, 1974. 1~50
- [71] Trapp R P, Zhou Z Pan Z. Trilobites from the Upper Ordovician Tangtou Formation, Jiangsu Province, China [J]. Trans, R. S. Edinb. Earth Sciences, 1989, 80: 25~68
- [72] 南润善. 伊勒呼里山东部上奥陶统五龙屯组三叶虫 [J]. 中国地质科学院沈阳地质矿产研究所所刊, 1985, 第12号: 56~66
- [73] 卢衍豪, 伍鸿基. 中华平宽头盔虫 (*Platycorpe sinensis*) 的个体发育及其与平背虫类系统演化的关系 [J]. 古生物学报, 1982, 21 (1): 37~57.
- [74] 林天瑞. 湖南西部早志留世纓盾壳虫科 (*Thysanopeltidae*) 三叶虫二个新属 [J]. 古生物学报, 1987, 26 (6): 746~752
- [75] 伍鸿基. 西南地区志留纪慧星虫科三叶虫 [J]. 古生物学报, 1979, 18 (2): 125~150
- [76] 易庸恩, 项礼文. 广西南丹中泥盆世三叶虫 [A]. 地层古生物论文集第1辑 [C], 1975. 105~110
- [77] 罗惠麟, 江能人. 云南东南部泥盆纪三叶虫 [J]. 古生物学报, 1985, 24 (4): 369~376
- [78] 张太荣. 西北地区古生物图册——三叶虫纲. 新疆维吾尔自治区分册 (二) [M]. 北京: 地质出版社, 1983 534~554
- [79] 袁金良. 滇西早石炭世 *Linguaphillipsunac* [J]. 古生物学报, 1984, 23 (5): 629~641
- [80] Wang J L, Han N R. La Mue De Plagiolaria (Trilobita), Du Dévotien Inférieur De Chine [J]. Geobios, 1997, 30 (6): 831~834

## THE EXUVIE OF TRILOBITES IN THE LITERATURE OF PALAEOLOGY OF CHINA

Han Nairen Wang Jialing

(Department of Resource and Environmental Engineering, Guilin Institute of Technology)

**Abstract** 355 samples of exuvie of trilobite in the literature of palaeontology of China are mentioned, 60% of them belong to Cambrian. They are divided into 8 exuvie forms according to these forms of cephalon, librigenae, thoracic and pygium; form A (librigenae absent, cranium and thoracic join up with pygidium); form B (cephalon absente, only thoracic and pygidium); form C (cranium and thoracic join up with pygidium, librigenae dislocation, but not far away) and form D (thoracic join up with pygidium, cephalon dislocation in front of body) amounting 55.8%, 17.1%, 9.2%, 9.2%, respectively, only 8.7% of them belong to the form E-H. According to these forms, there are three exuvie methods.

**Key words** trilobites; moulting; palaeontology; specimens; China