

也论中国的 *Parabadiella*, 摩洛哥的 *Abadiella* 及 澳大利亚的 *Abadiella huoi*

——并从聚类分析角度来探讨有关的 abadiellid 类三叶虫的分类*

林天瑞

(南京大学地球科学与工程学院, 南京 210093, lin_tianrui@aliyun.com)

提要 文中通过对已发表的 Abadiellidae 科三叶虫中的两个亚科 20 个属(亚属)、种(包括 16 个属、1 个亚属和 3 个种)模式标本的头盖特征而进行 Q 型聚类分析,并结合传统定性分析后,认为 *Parabadiella* Chang, 1966, *Parabadiella* (*Danangouia*) Chen, 1985 和 *Guangyuanaspis* Chang and Qian, 1974 均是 *Abadiella* Hupé, 1953 的晚出异名。*Wenganaspis* Yin in Yin and Li, 1978, *Sardaspis* Brasier, 1976 分别为 *Kepingaspis* T. Chang, 1965 和 *Yorkella* Kobayashi, 1942 的晚出异名。*Chaoaspis* Chang, 1966 和 *Kuanyangia* (*Sapushania*) Chang, 1966 均为 *Kuanyangia* Hupé, 1953 的晚出异名。Jell(1990)和 Öpik(1975)分别鉴定的 *Abadiella huoi* (Chang, 1966)和 *Dolerolenus* (?) sp. nov., 前者应为 *Abadiella* Hupé, 1953 的一个新种——*Abadiella jelli* (Chang, 2001), 后者应归入 *Abadiella euryoptilos* (Paterson and Brock, 2007)。还认为 *Malongocephalus* Zhang and Lin, 1980 和 *Sibiriaspis* Repina, 1960 两属应归属 Wutingaspinae Hupé, 1953 亚科。

关键词 Redlichiidae Abadiellidae Abadiellinae Wutingaspinae *Parabadiella* *Abadiella* 三叶虫 聚类分析 寒武系

1 前言

Abadiella 一属是由 Hupé(1953)以产于摩洛哥 Ouijane 传统的下寒武统的标本而建立的(Hupé, 1953); 中国的 *Parabadiella* 一属是张文堂(1966)据产于中国陕西南部南郑传统的下寒武统筇竹寺组 *Parabadiella* 带的标本而提出的,曾得到国内大多数学者的赞同和采用。Öpik(1975)根据 Barnes 和 Kleeman(1934)采自南澳 Kulpara 东南地区 Parara 灰岩约近底部的标本,提出 *Dolerolenus* (?) sp. nov. 一种,并归属于 Dolerolenidae 科内(Öpik, 1975, p. 41, 42, pl. 7, fig. 2, Text-fig. 13)。陈润业(1985)对采自陕西南郑梁山传统早寒武世三叶虫研究后,提出了 *Parabadiella* 的 3 个新种、1 个未定种和建立 1 个新亚属——*Parabadiella* (*Dan-*

angouia), 含 3 个新种。林天瑞在“应用聚类分析研究莱得利基虫亚目(Redlichiina)的超科和科的分类”一文中,认为 Pararedlichiinae 亚科和 Wutingaspinae 亚科应从传统的定性分类 Redlichiidae 科中分出,并入 Abadiellidae 科内(林天瑞, 1990, 100 页)。Jell(1990)在研究产于南澳大利亚 Curramulka 等地寒武纪早期 Parara 灰岩内标本后,认为 *Parabadiella* Chang, 1966 的正模标本是遭受挤压变形,导致头盖横向(tr.)伸长,而使虫体许多构造特征与 *Abadiella* Hupé, 1953 模式标本产生差异,所以他提出 *Parabadiella* 是 *Abadiella* Hupé, 1953 的晚出异名,同时提出 *Parabadiella* (*Danangouia*) Chen, 1985 也是后者同物异名。随后 Hou 和 Bergstrom(1997)等都赞同 Jell(1990)的意见。Zhang 等(1997)参加修订国际古无脊椎动物论丛三叶虫卷时,负责对全球的莱得利基虫超科三叶虫进行厘定,

收稿日期: 2014-12-09

* 国家重点基础研究发展计划项目(2013CB835004)和国家自然科学基金项目(41230208, 41372018)联合资助。

在 Redlichiidae 科的 Wutingaspinae 亚科和 Abadiellidae 科中系统编撰了许多属(见本文表 II)。Steiner 等(2001, p. 68—70)在“滇东早寒武世筇竹寺期三叶虫生物地层及相关动物群”一文中,对中国 *Parabadiella* 与摩洛哥的 *Abadiella* 和澳大利亚的 *Abadiella huoi* 做了一些评述,并赞同张文堂(1966)建立 *Parabadiella* 的意见。Zhang 等(2001)在“Lower Cambrian stratigraphy of Chengjiang, eastern Yunnan, China, with special notes on Chinese *Parabadiella*, Moroccan *Abadiella* and Australian *Abadiella huoi*”一文中,再次重申中国 *Parabadiella* 与摩洛哥的 *Abadiella* 和澳大利亚的 *Abadiella huoi* 区别是明显的,三者不宜加以合并。而且认为澳大利亚的 *Abadiella huoi* 与 *Wutingaspis* 十分相似,可归属于 *Wutingaspis* 内,为后者中的一个新种,命名为 *Wutingaspis jelli* Chang。并认为 *Parabadiella* (*Danangouia*) Chen, 1985 亚属是 *Parabadiella* 的同义名,同时把 *Dolerolenus* (?) sp. nov. 列入 *Parabadiella huoi* Chang, 1966 的异名录内。Jago 等(2002)在“A new species of the Trilobite *Abadiella* from the Lower Cambrian of the Eastern Officer basin, South Australia”一文中也赞同 *Parabadiella* 是 *Abadiella* 的同义名意见。Paterson 和 Brock (2007, p. 127—129)在研究南澳大利亚 Angorichina 的 Flinders 地区早寒武世三叶虫时提出 Öpik(1975)鉴定的 *Dolerolenus* (?) sp. nov. 应隶属他们建立的 *Wutingaspis euryoptilos* 内。林焕令(2008)在《Trilobite Record of China》一书的“Early Cambrian (Chiungchussuan, Tsanglangpuan and Lungwangmiaoan)”章节中,对 Wutingaspinae 亚科和 Abadiellidae 科修订时基本上采用张文堂等(1966, 2002)的分类方案。

综上所述,前人对 *Parabadiella* Chang, 1966 是否是 *Abadiella* 属的晚出异名? 南澳大利亚 Curramulka、Officer 盆地东部、Kulpara 东南地区等地寒武纪早期所产的 abadiellid 类三叶虫标本是归属中国的 *Parabadiella*, *Wutingaspis*、摩洛哥的 *Abadiella* 或是澳大利亚的 *Abadiella huoi* (Chang, 1966)? 以及 *Dolerolenus* (?) sp. nov. 的分类归属等问题,迄今仍然存在分歧意见。同时还有若干有关属、种也有待整理和修订。由于这几个属、种地层分布相对较窄,地理分布广,具有重要的地层划分和

对比意义。现笔者侧重从聚类分析角度来探讨这些问题。

现就目前已发表的有关涉及本文探讨的 Abadiellidae 科的 Abadiellinae 亚科和 Wutingaspinae 亚科中三叶虫的 20 个属种(其中包含 16 个属、1 个亚属和 3 个南澳大利亚的种)分别介绍如下:

1) *Abadiella* Hupé, 1953, 模式种: *Abadiella bourgini* Hupé, 1953, p. 204, fig. 45. 2; 正模标本, 头盖; 产于摩洛哥 Oujjane 地区传统的下寒武统 *Daguinaspis* 带和 *Resserops* 带。

2) *Abadiella officier* Jago, Lin and Dunster, 2002, p. 430—432, Text-figs. 3—5; 正模标本, 头盖; 产于南澳大利亚 Officer 盆地东部 Many-a-6 号钻井的传统下寒武统 Ouldburra 组。

3) *Chaoaspis* Chang, 1966, 模式种: *Chaoaspis ovatus* Chang, 1966, 张文堂, 1966, 154 页, 图版 1, 图 13; 正模标本, 头盖; 产于中国四川西部峨眉传统的下寒武统筇竹寺组 *Eoredlichia-Wutingaspis* 带。

4) *Chengjiangaspis* Zhang and Lin in Zhang, Lu and others, 1980, 模式种: *Chengjiangaspis chengjiangensis* Zhang and Lin 1980, 张文堂等, 1980, 169 页, 图版 44, 图 10; 正模标本, 头盖; 产于中国云南东部传统的下寒武统筇竹寺组 *Eoredlichia-Wutingaspis* 带。

5) *Dolerolenus* (?) sp. nov., Öpik, 1975, p. 41, 42, pl. 7, fig. 2, Text-fig. 13; 独模标本, 头盖; 产于南澳大利亚 Kulpara 地区寒武纪早期 Parara 灰岩下部。

6) *Guangyuanaspis* Chang and Qian in Lu, Chang and others, 1974, 模式种: *Guangyuanaspis modaoyaensis* Chang and Qian, 1974, 卢衍豪等, 1974, 88 页, 图版 33, 图 7; 正模标本, 头盖和不完整胸部; 产于中国四川北部广元传统的下寒武统筇竹寺组 *Eoredlichia-Wutingaspis* 带。

7) *Kepingaspis* T. Chang, 1965, 模式种: *Kepingaspis kepingensis* T. Chang, 1965, 张太荣, 1965, 154, 156 页, 图版 1, 图 1; 正模标本, 不完整背壳; 产于中国新疆西部柯坪传统的下寒武统筇竹寺组上部至沧浪铺组底部 *Kepingaspis-Tianshanocephalus* 带。

8) *Kuanyangia* (*Kuanyangia*) Hupé, 1953, 模式种: *Redlichia pustulosa* Lu, 1941, p. 78, pl. 1,

fig. 5; 正模标本, 头盖; 产于中国云南东部传统的下寒武统筇竹寺组 *Eoredlichia-Wutingaspis* 带, 但该标本在第 II 次世界大战期间遗失。

9) *Kuanyangia* (*Sapushania*) Chang, 1966, 模式种: *Sapushania granulosa* Chang, 1966, 155, 167 页, 图版 1, 图 14; 正模标本, 头盖; 产于中国云南东部传统的下寒武统筇竹寺组 *Eoredlichia-Wutingaspis* 带。

10) *Lunolenus* Sdzuy, 1961, 模式种: *Lunolenus lunae* Sdzuy, 1961, p. 549, pl. 7, fig. 9, 正模标本, 头盖; 产于西班牙 Los Barrios de Luna 地区传统的下寒武统。

11) *Malongocephalus* Zhang and Lin in Zhang, Lu and others, 1980, 模式种: *Malongocephalus yunnaensis* Zhang and Lin, 1980, 张文堂等, 1980, 179, 180 页, 图版 48, 图 5; 正模标本, 背壳; 产于中国云南东部马龙传统的下寒武统筇竹寺组 *Eoredlichia-Wutingaspis* 带。

12) *Parabadiella* Zhang, 1966, 模式种: *Parabadiella huoi* Chang, 1966, 张文堂, 1966, 163, 184 页, 图版 1, 图 1; 正模标本, 头盖; 产于中国陕西南部南郑传统的下寒武统筇竹寺组 *Parabadiella* 带。

13) *Abadiella huoi* (Chang, 1966) Jell in Bengtson *et al.*, 1990, p. 277, fig. 183A; 选模标本, 头盖; 产于南澳大利亚 Curramulka 等地寒武纪早期 Parara 灰岩; 张文堂等(2001)指定。

14) *Parabadiella* (*Danangouia*) Chen, 1985, 模式种: *Parabadiella* (*Danangouia*) *transversa* Chen, 1985, 陈润业, 1985, 334 页, 图版 1, 图 1; 正模标本, 头盖; 产于中国陕西南部南郑梁山传统的下寒武统筇竹寺组中下部。

15) *Sardaspis* Brasier, 1976, 模式种: *Sardaspis papillosa* Brasier, 1976, p. 273, pl. 25, fig. 1; 正模标本, 头盖; 产于意大利撒丁岛 (Sardinia) 传统的下寒武统 *Dolerolenus longioculatus* 带。

16) *Shaanxia* Zhang and Lin in W. Zhang, Lu and others, 1980, 模式种: *Shaanxia curvata* Zhang and Lin, 1980, 张文堂等, 1980, 176, 430 页, 图版 47, 图 4; 正模标本, 头盖; 产于中国陕西南部宁强滴水铺传统的下寒武统筇竹寺组 *Eoredlichia-Wutingaspis* 带。

17) *Sibiriaspis* Repina in Khalfin, 1960, 模式

种: *Sibiriaspis chomentovskii* Repina, 1960, Repina in Khalfin, 1960, p. 252, pl. 23, fig. 19; 正模标本, 头盖; 产于俄罗斯库兹涅茨克 Alatau 地区传统的下寒武统 *Resimopsis* 带。

18) *Wenganaspis* Yin in Yin and Li, 1978, 模式种: *Wenganaspis baiyanensis* Yin in Yin and Li, 1978, 尹恭正、李善姬, 415 页, 图版 150, 图 11; 正模标本, 头盖; 产于中国贵州北部瓮安传统的下寒武统筇竹寺组。

19) *Wutingaspis* Kobayashi, 1944, 模式种: *Wutingaspis tingi* Kobayashi, 1944, p. 130, pl. 10, fig. 7; 正模标本, 头盖; 产于中国云南东部传统的下寒武统筇竹寺组 *Eoredlichia-Wutingaspis* 带。

20) *Yorkella* Kobayashi, 1942, 模式种: *Conocephalites australis* Woodward, 1884, p. 372, pl. 11, fig. 2; 正模标本, 头盖 (背视和侧视); 产于南澳大利亚 Horse Gully 地区下寒武统 *Pararaia tatei* 带。

2 聚类分析

本文通过综合分析各家对 abadiellid 类三叶虫分类的意见和依据, 提出以下列头盖特征, 作为对该类三叶虫分类的主要依据: 1) 头鞍长短和形状; 2) 颈环形状; 3) 眼叶和眼脊长短及其伸出状态; 4) 头盖的内、外边缘纵向宽度; 5) 固定颊眼区宽度; 6) 后侧翼的长短和宽度; 7) 面线前、后支长短等。通过测量上述所选择的 20 个种的头盖主要构造的原始数据, 并应用标准化转换方法处理, 换算出各种构造定量比值数据 (14 个) 和定性数据 (9 个), 变量采用定量和定性混合数据, 随后进行 Q 型聚类分析。相似性度量采用误差平方和增量方法, 计算出各种模式标本之间的增量值 (ΔE), 编制各种之间的相似关系矩阵 (见表 I)。当各种标本之间误差平方和增量值越大, 则表示两个种之间的差别越大; 反之, 差别越小, 两种之间越近于相似; 如果两种之间其增量值等于零, 则表示两种完全相似。但这里应该指出, 由于标本保存条件、各原作者所指定的模式标本的个体不在同一个发育期、以及在测量过程中还会出现一些人为误差因素, 因而导致两块即使是完全相同的标本, 所计算出两者之间的误差平方和增量值不一定完全等于零。之后, 笔者应用均值联接方法, 绘制出

表 I Abadiellid 类三叶虫的 20 个属(亚属)、种头盖标本间的误差平方和增量矩阵
The similarity matrix of the increments of sum of error squares among 20 genera(subgenera),
species cranidia of abadiellid trilobites

	1*	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0																			
2	0.346	0																		
3	2.548	2.414	0																	
4	2.692	2.596	2.337	0																
5	0.880	1.447	2.956	2.777	0															
6	0.973	1.123	2.989	2.731	1.226	0														
7	3.094	2.820	1.779	1.845	3.413	2.896	0													
8	3.161	3.226	0.612	2.508	3.631	2.998	1.930	0												
9	3.390	3.696	1.212	2.859	4.032	3.282	2.235	0.758	0											
10	1.436	1.493	3.574	3.940	2.682	1.880	4.205	4.383	4.359	0										
11	2.687	2.865	1.767	2.024	3.606	2.322	1.190	1.841	1.349	3.808	0									
12	0.460	0.454	2.364	2.798	1.460	0.854	3.134	2.920	3.621	1.319	2.612	0								
13	1.318	1.697	2.805	2.756	1.612	0.742	2.735	2.683	2.714	1.958	2.979	0.985	0							
14	1.294	0.973	2.917	3.043	1.064	0.685	2.603	3.042	3.720	2.074	2.702	0.462	1.242	0						
15	2.907	2.556	2.515	1.582	3.530	3.204	1.598	2.350	2.917	3.963	1.974	2.569	2.908	2.819	0					
16	1.859	2.307	2.945	2.164	1.608	1.971	3.614	3.620	4.071	3.109	3.207	1.932	2.293	2.083	3.948	0				
17	2.773	3.107	0.854	3.169	3.103	2.739	2.415	1.644	1.837	3.609	1.769	2.592	2.917	2.883	3.518	2.321	0			
18	3.115	3.016	2.028	1.564	3.481	3.016	0.418	1.705	1.767	4.097	1.443	3.357	2.675	3.457	1.574	3.889	2.489	0		
19	1.675	1.715	1.497	2.858	2.153	1.584	2.176	1.746	2.579	3.114	1.258	1.496	1.785	1.768	2.933	1.688	1.518	2.279	0	
20	2.965	2.864	2.524	1.706	3.256	2.927	1.907	2.600	3.134	3.767	1.995	2.370	2.592	2.443	0.495	3.098	2.756	1.659	2.758	0

*1. *Abadiella* Hupé,1953;2. *Abadiella of ficer* Jago,Lin and Dunster,2002;3. *Chaoaspis* Chang,1966;4. *Chengjiangaspis* Zhang and Lin in Zhang,Lu and others,1980;5. *Dolerolenus* (?) sp. nov. Öpik,1975;6. *Guangyuanaspis* Chang and Qian in Lu,Chang and others,1974;7. *Kepingaspis* T. Chang,1965;8. *Kuanyangia* Hupé,1953;9. *Kuanyangia (Sapushania)* Chang,1966;10. *Lunolenus* Sdzuy,1961;11. *Malongocephalus* Zhang and Lin in Zhang,Lu and others,1980;12. *Parabadiella* Chang,1966;13. *Parabadiella huoi* (Chang,1966) (Jell in Bengtson et al.,1990);14. *Parabadiella (Danangouia)* Chen,1985;15. *Sardaspis* Brasier,1976;16. *Shaanxia* Zhang and Lin in Zhang,Lu and others,1980;17. *Sibiriaspis* Repina in Khalfin,1960;18. *Wenganaspis* Yin in Yin and Li,1978;19. *Wutingaspis* Kobayashi,1944;20. *Yorkella* Kobayashi,1942.

参与计算种的头盖标本 Q 型聚类分析二维谱系图 (见插图 1)

3 分类探讨

当我们在谱系图(见插图 1)上取增量值为 12 水平(a—a')时,20 个属(亚属)、种模式标本很自然地分成 A、B 二个群(相当传统的分类亚科级的界限)。

A 群 该类群以 *Abadiella* Hupé,1953 为代表,即相当于传统的 Abadiellinae 亚科。它由原 *Shaanxia* Zhang and Lin,1980(16, 属种代号,下同),*Lunolenus* Sdzuy,1961(10),*Guangyuanaspis* Chang and Qian,1974(6),*Abadiella huoi* (Chang,

1966)(13),*Dolerolenus* (?) sp. nov. Öpik,1975 (5),*Abadiella* Hupé,1953(1),*Abadiella of ficer* Jago, Lin and Dunster, 2002 (2), *Parabadiella* Chang,1966(12) 和 *Parabadiella (Danangouia)* Chen,1985(14) 等 9 个属(亚属)、种组成。

B 群 该群以 *Wutingaspis* Kobayashi,1944 为代表,即相当于传统的 Wutingaspinae 亚科。由原 *Chengjiangaspis* Zhang and Lin,1980(4),*Sardaspis* Brasier,1976(15),*Yorkella* Kobayashi,1942(20),*Chaoaspis* Chang,1966(3),*Kuanyangia* Hupé,1953(8),*Kuanyangia (Sapushania)* Chang,1966(9),*Sibiriaspis* Repina,1960(17),*Malongocephalus* Zhang and Lin,1980(11),*Wutingaspis* Kobayashi,1944(19),*Kepingaspis* T.

Chang, 1965(7) 和 *Wenganaspis* Yin, 1978(18) 等 11 个属(亚属)组成。

上述 20 个 abadiellid 类三叶虫的属(亚属)、种, 从聚类分析角度所获得的分类意见与前人应用传统的定性分析的分类意见除个别属如 *Malongocephalus* Zhang and Lin, 1980(11) 和 *Sibiriaspis* Repina, 1960(17) 外, 基本上是一致的(见表 II), 并各自形成独立的群。现就 *Malongocephalus* Zhang and Lin, 1980 和 *Sibiriaspis* Repina, 1960 两属, 从 Q 型聚类分析角度, 并结合传统定性分析, 做一简要介绍。*Malongocephalus* Zhang and Lin, 1980(11) 是由张文堂、林焕令(1980, 179 页)建立的, 并将它置于 Abadiellinae Hupé 亚科内; Repina (1960, p. 252) 在建立 *Sibiriaspis* Repina, 1960 时, 因标本保存较差, 导致其分类位置未能定, 后来 Zhang 等(1997, p.

462) 将它归入 Abadiellinae Hupé 亚科内。但笔者通过聚类分析, 各自计算这两属与 *Wutingaspinae* Chang 亚科的模式属 *Wutingaspis* Kobayashi, 1944 (19) 和 Abadiellinae Hupé 亚科的模式属 *Abadiella* Hupé, 1953(1) 之间的误差平方和增量计算结果, 其增量值分别为: $\Delta E_{11,19} = 1.258$ (见表 I 所示, 下同); $\Delta E_{11,1} = 2.687$ 。 $\Delta E_{17,19} = 1.518$; $\Delta E_{17,1} = 2.773$ 。很显然, 这两属与 *Abadiella* Hupé, 1953 之间的误差平方和增量值比较大, 另从两者的头鞍、眼前翼、后侧翼、面线等特征也与 *Wutingaspinae* Chang 亚科的模式属 *Wutingaspis* Kobayashi, 1944(19) 颇相似, 又是组成 B 群的分子之一。说明这两属不仅头盖较相似, 也具有一定的亲缘关系, 故应转移入 *Wutingaspinae* Chang 亚科内。

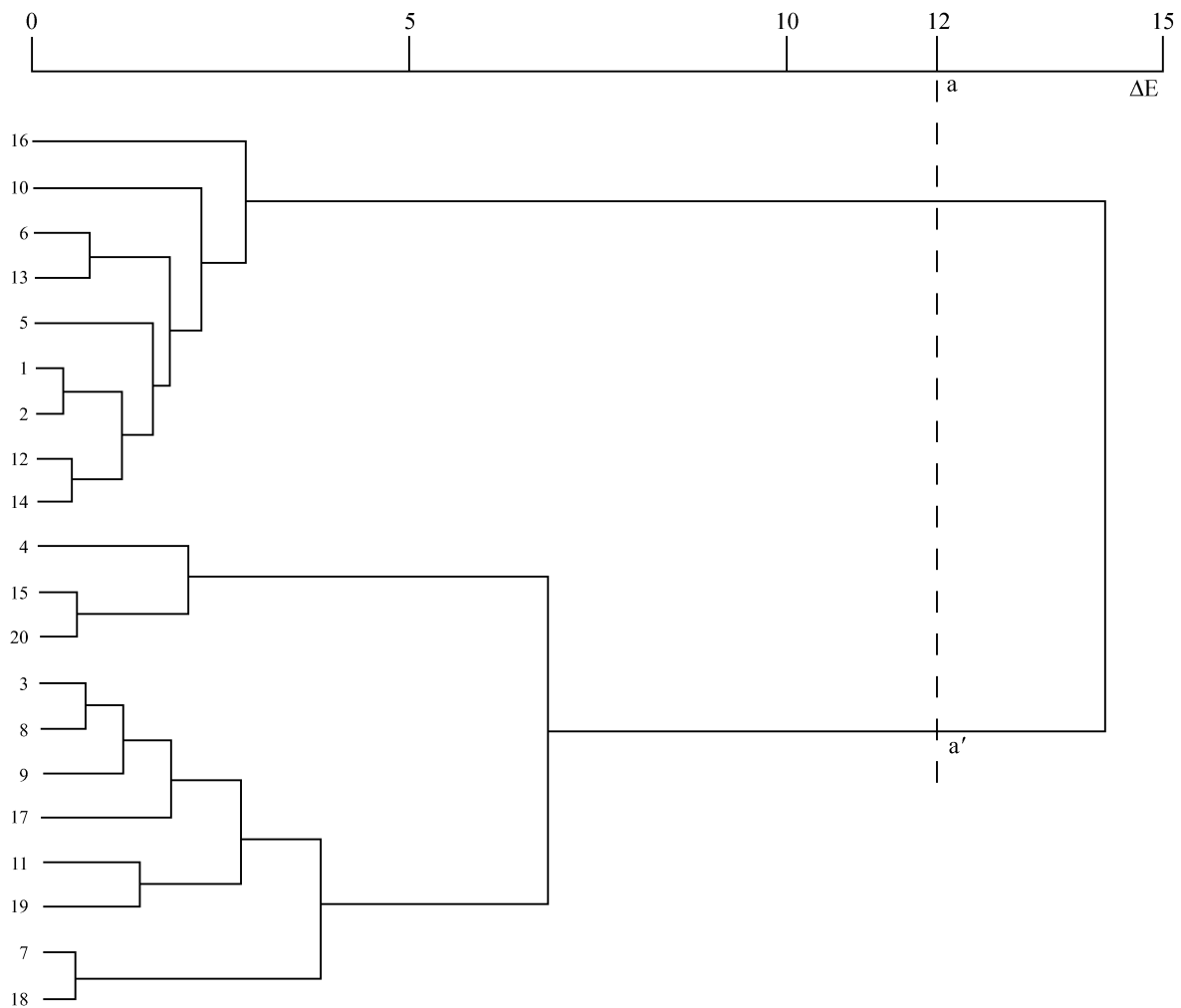


插图 1 Abadiellidae 科三叶虫的 20 个属(亚属)、种头盖标本 Q 型聚类分析谱系图[1—20 个属(亚属)、种名的说明请见表 I]

Dendrogram from Q-mode cluster analysis of 20 genera (subgenera) and species of abadiellid trilobites
[The numbers 1—20 represent respectively the names of genera (subgenera) and species given in Table I]

现在我们探讨中国的 *Parabadiella*, *Wutingaspis*, 摩洛哥的 *Abadiella* 和澳大利亚的 *Abadiella huoi* (Chang, 1966), *Dolerolenus* (?) sp. nov. 归属的问题。

在 A 群中, *Abadiella* Hupé, 1953(1) 是以产于摩洛哥 Oujjane 传统的下寒武统的模式种 *Abadiella bourgini* Hupé, 1953 而建立的属, 其模式标本略遭受挤压而稍变形。 *Abadiella officier* Jago, Lin and Dunster, 2002(2) 是根据采自南澳大利亚 Officer 盆地东部 Many-6 号钻井的传统下寒武统 Ould-burra 组标本而建立的一个新种, 其正模标本(头盖)保存完整, 未见有变形现象, 对它与前者(1)头盖标本之间的误差平方和增量计算结果, 其增量值仅为 0.346 即 $\Delta E_{1,2} = 0.346$, 说明两者十分相似, 这与以定性分析的结果是一致的, 应归入 *Abadiella* 属, 但它与该属的模式种 *Abadiella bourgini* Hupé, 1953 构造特征, 则有些差别, 故两者是属于同一属的不同种(Jago et al., 2002, p. 430—432)。笔者又通过对 *Parabadiella* Chang, 1966(12) 与 *Abadiella* Hupé, 1953(1) 之间的误差平方和增量的计算, 两者增量值也很小, 仅为 0.460 即 $\Delta E_{12,1} = 0.460$, 说明两者也十分相似。张文堂(1966)在建立 *Parabadiella* 属时, 认为该新属的头盖、内边缘、内眼颊及眼叶后端与头鞍之间距离等都较宽, 中脊显著等可作为区别于 *Abadiella* Hupé, 1953 属的主要特征(张文堂, 1966, 163 页)。笔者认为这些特征有的由于挤压变形, 有的构造较宽或显著与否, 只能属于种内构造的变异范围, 不足作为建立新属的依据。所以不论是从聚类分析角度还是从定性分析, 都说明 *Parabadiella* Chang, 1966 应并入 *Abadiella* Hupé, 1953 内, 至于陈润业(1985)据采自陕西南部南郑梁山传统的下寒武统筇竹寺组中下部标本, 所建立的 *Parabadiella* (*Danangouia*) Chen(新亚属)(14), 从它与 *Parabadiella* Chang, 1966(12) 头盖标本之间的误差平方和增量的计算结果, 其增量值也仅为 0.462 即 $\Delta E_{12,14} = 0.462$, 说明两者也十分相似。因而笔者认为 *Parabadiella* Chang, 1966(12) 和 *Parabadiella* (*Danangouia*) Chen, 1985(14) 都是 *Abadiella* Hupé, 1953 的晚出异名。

Wutingaspis Kobayashi, 1944(19) 由 Koba-

yashi(1944) 建立, 并将它归入 *Abadiellidae* 科内, 1959 年 Harrington 在《Treatise on Invertebrate Paleontology, Part O, Arthropoda 1》一书中沿用 Kobayashi(1944) 的意见(Harrington, 1959, p. O205)。1966 年张文堂在建立 *Chaoaspis* Chang, 1966 和 *Wutingaspinae* 亚科时, 则将 *Chaoaspis* Chang, 1966 和 *Wutingaspis* Kobayashi, 1944 归属 *Wutingaspinae* 亚科, 并将该亚科转移入 *Redlichiidae* 科内。林天瑞(1990)从聚类分析角度, 对 *Redlichiina* 亚目的超科和科进行分类进行研究, 提出原 *Pararedlichiinae* 和 *Wutingaspinae* Chang 亚科, 都应并入 *Abadiellidae* 科内(林天瑞, 1990)。Zhang 等(2001)在研究我国云南澄江传统早寒武世地层时, 对中国的 *Parabadiella*, 摩洛哥的 *Abadiella* 及澳大利亚的 *Abadiella huoi* 三叶虫进行了探讨, 他们在文中还提出澳大利亚的 *Abadiella huoi* (Chang, 1966) 与 *Wutingaspis* 十分相似, 前者应归属于 *Wutingaspis* 内, 并成为后者的一个新种, 命名为 *Wutingaspis jelli* Chang。但笔者通过对 *Abadiella huoi* (Chang, 1966) 一种(13)分别与 *Wutingaspis* Kobayashi, 1944(19), *Parabadiella* Chang, 1966(12) 和 *Dolerolenus* (?) sp. nov. Öpik, 1975(5), *Abadiella* Hupé, 1953(1) 和 *Abadiella officier* Jago, Lin and Dunster, 2002(2) 头盖标本之间的误差平方和增量的计算结果, 其增量值分别为: $\Delta E_{13,19} = 1.785$, $\Delta E_{13,12} = 0.985$, $\Delta E_{13,5} = 1.612$, $\Delta E_{13,1} = 1.318$ 和 $\Delta E_{13,2} = 1.697$ 。说明 *Abadiella huoi* (Zhang, 1966) 一种(13) 与 *Parabadiella* Zhang, 1966(12) 种之间的误差平方和增量值最小, 所以笔者认为不应该将 *Abadiella huoi* (Chang, 1966) 修订为 *Wutingaspis*, 而应保持 Jell(1990) 对该标本属的鉴定意见。但考虑到它与我国的 *Abadiella huoi* (Chang, 1966) 和澳大利亚的 *Abadiella officier* Jago, Lin and Dunster, 2002 三种之间的误差平方和增量值相对稍大, 头鞍较后两者大而宽, 壳表面布满细小的疣点, 也有别于该属的其它种, 应为一新种, 种本名暂沿用张文堂(2001)的意见, 定名为: *Abadiella jelli* (Chang, 2001)。

Dolerolenus (?) sp. nov. Öpik, 1975(5) 是

Öpik(1975)据产于南澳大利亚 Kulpara 地区寒武纪早期 Parara 灰岩下部的标本研究后而提出的,并将它归入 *Dolerolenidae* Kobayashi,1951 科内(Öpik, 1975, p. 41, 42, pl. 7, fig. 2, Text-fig. 13);Jell (1990, p. 277)认为它是 *Abadiella huoi* (Chang, 1966)(13)的晚出异名;Zhang 等(2001, p. 304)则认为它是 *Parabadiella huoi* Chang,1966 种的晚出异名;Paterson 和 Brock(2007)在研究南澳大利亚 Angorichina 的 Flinders 地区早寒武世三叶虫时提出:Öpik(1975)鉴定的 *Dolerolenus* (? sp. nov. 应隶属他们建立的 *Wutingaspis euryoptilos* Paterson and Brock, 2007 内。但笔者通过对 *Dolerolenus* (? sp. nov. Öpik, 1975 (5) 分别与 *Abadiella* Hupé, 1953 的模式种 *Abadiella bourgini* Hupé, 1953(1), *Parabadiella* Chang, 1966(12), *Abadiella huoi* (Chang, 1966) (13) 和 *Wutingaspis* Kobayashi, 1944 (19) 头盖标本之间的误差平方和增量的计算结果,其增量值分别为 $\Delta E5, 1 = 0.880$, $\Delta E5, 12 = 1.460$ 和 $\Delta E5, 13 = 1.612$, $\Delta E5, 19 = 2.153$ 。其中 *Dolerolenus* (? sp. nov. Öpik, 1975(5) 与 (1) 之间的误差平方和增量值最小,说明两者最相似,该种应归入 *Abadiella* Hupé, 1953 内为宜,与前人的意见是一致的。另该种与 *Abadiella huoi* (Chang, 1966) 也十分相似,但前者的外壳表面具小突起,有别于后者;该种又不同于壳表面也布满细小瘤的 *Abadiella jelli* (Chang, 2001), 在于后者头鞍呈宽锥状、固定颊眼区较窄,两者区别还是较明显的。因此,它应是 *Abadiella* 属的一个种——*Abadiella euryoptilos* (Paterson and Brock, 2007)。

Guangyuanaspis Chang and Qian, 1974(6) 是张文堂、钱义元(1974)根据一块产于四川北部广元上寺青坡传统的下寒武统长江沟组(= 筇竹寺组)上部的头盖和不完整胸部标本而建立的,标本遭受挤压稍变形。但笔者通过对它分别与其它 19 个属(亚属)、种模式标本头盖标本之间的误差平方和增量的计算结果,其中 *Guangyuanaspis* Chang and Qian, 1974(6) 与 *Parabadiella* (*Danangouia*) Chen(新亚属)(14)之间的误差平方和增量值为最小,即 $\Delta E6, 14 = 0.685$, 说明 *Guangyuanaspis* Chang and Qian 也是 *Abadiella* Hupé 晚出异名。另 *Guan-*

gyuanaspis Chang and Qian, 1974(6) 与 *Parabadiella huoi* (Chang, 1966) (13) 头盖标本之间的误差平方和增量的计算结果,其增量值仅为 0.742, 并联接构成一小群,说明将 *Parabadiella huoi* (Chang, 1966) (13) 修订为 *Abadiella jelli* (Chang, 2001) 是正确的。

笔者对 B 亚群(*Wutingaspinae* Chang 亚科)11 个属(亚属),应用聚类分析结果,认为其中有 6 个属(亚属)需要进行修订和合并。如 *Kepingaspis* T. Chang, 1965(7) 和 *Wenganaspis* Yin in Yin and Li, 1978(18) 两者头盖标本之间的误差平方和增量的计算结果,其增量值仅为 0.418, 从头鞍、眼前翼、眼区、眼脊和眼叶、面线等特征,两者也十分相似,因此后者应为前者的晚出异名。此外, *Yorkella* Kobayashi, 1942(20) 和 *Sardaspis* Brasier, 1976(15) 头盖标本之间的误差平方和增量的计算结果,其增量值为 0.495; *Kuanyangia* Hupé, 1953(8) 和 *Chaoaspis* Chang, 1966(3) 头盖标本之间的误差平方和增量的计算结果,其增量值为 0.612, 这两对标本每对两属之间增量值都较小,不超过 1, 因而各自后者应为前者晚出异名。而 *Kuanyangia* Hupé, 1953(8) 和 *Kuanyangia* (*Sapushania*) Chang, 1966(9) 两者头盖标本之间的误差平方和增量值为 0.758, 所以后者也是前者晚出异名。 *Kuanyangia* Hupé, 1953(8), *Chaoaspis* Chang, 1966(3), *Kuanyangia* (*Sapushania*) Chang, 1966(9) 三属又构成一小群,说明三者不仅较相似,而且具有一定亲缘关系,后两属(亚属)也是前属的晚出异名。

综上所述,笔者通过对已发表的 *Abadiellidae* 科三叶虫中的两个亚科 20 个属(亚属)、种(包括 16 个属、1 个亚属和 3 个种)的模式头盖特征而进行 Q 型聚类分析,并结合传统定性分析后,认为在 *Abadiellinae* Hupé 亚科中 *Parabadiella* Chang, 1966, *Parabadiella* (*Danangouia*) Chen, 1985 和 *Guangyuanaspis* Chang and Qian, 1974 均是 *Abadiella* Hupé, 1952 的晚出异名。在 *Wutingaspinae* Chang 亚科中 *Wenganaspis* Yin in Yin and Li, 1978, *Sardaspis* Brasier, 1976 分别为 *Kepingaspis* T. Chang, 1965 和 *Yorkella* Kobayashi, 1942 的晚出异名。 *Chaoaspis* Chang, 1966 和 *Kuanyangia* (*Sa-*

pushania) Chang, 1966 均应为 *Kuanyangia* Hupé, 1953 的晚出异名。Jell 和 Öpik (1975) 鉴定的 *Abadiella huoi* (Chang, 1966) 和 *Dolerolenus* (?) sp. nov., 本人赞同前人将这两种归入 *Abadiella* 属的意见, 其种名分别为 *Abadiella jelli* (Zhang, 2001)

和 *Abadiella euryoptilos* (Paterson and Brock, 2007)。 *Malongocephalus* Zhang and Lin, 1980 和 *Sibiriaspis* Repina, 1960 两属应归属 *Wutingaspinae* 亚科(见表 II, III)。

表 II *Abadiellid* 类三叶虫的 20 个属(亚属)、种头盖标本的定性分类与 Q 型聚类分析结果对照表
Comparison between the qualitative taxonomy and quantitative taxonomy of *abadiellid* trilobites

属(亚属)、种名称和代号 [names and code word of genera (subgenera) and species]		定性分类(Qualitative Taxonomy)	
		据张文堂(1966), 张文堂等(1980), Chang 等(1997)	定量分类(Quantitative Taxonomy) 本文(this paper)
<i>Abadiella</i> Hupé, 1953	1	<i>Abadiella</i> Hupé, 1953	<i>Abadiella</i> Hupé, 1953
<i>Abadiella officer</i> Jego, Lin and Dunster, 2002	2		<i>Abadiella officer</i> Jego, Lin and Dunster, 2002
<i>Chaoaspis</i> Chang, 1966	3	<i>Chaoaspis</i> Chang, 1966	<i>Kuanyangia</i> Hupé, 1953
<i>Chengjiangaspis</i> Zhang and Lin, 1980	4	<i>Chengjiangaspis</i> Zhang and Lin, 1980	<i>Chengjiangaspis</i> Zhang and Lin, 1980
<i>Dolerolenus</i> (?) sp. nov. Öpik, 1975	5	<i>Parabadiella</i> Zhang, 1966	<i>Abadiella euryoptilos</i> (Paterson and Brock, 2007)
<i>Guangyuanspis</i> Chang and Qian, 1974	6	<i>Guangyuanspis</i> Chang and Qian, 1974	<i>Abadiella</i> Hupé, 1953
<i>Kepingaspis</i> T. Chang, 1965	7	<i>Kepingaspis</i> T. Chang, 1965	<i>Kepingaspis</i> T. Chang, 1965
<i>Kuanyangia</i> Hupé, 1953	8	<i>Kuanyangia</i> Hupé, 1953	<i>Kuanyangia</i> Hupé, 1953
<i>Kuanyangia</i> (<i>Sapushania</i>) Chang, 1966	9	<i>Kuanyangia</i> (<i>Sapushania</i>) Chang, 1966	<i>Kuanyangia</i> Hupé, 1953
<i>Lunolenus</i> Sdzuy, 1961	10	<i>Lunolenus</i> Sdzuy, 1961	<i>Lunolenus</i> Sdzuy, 1961
<i>Malongocephalus</i> Zhang and Lin, 1980	11	<i>Malongocephalus</i> Zhang and Lin, 1980	<i>Malongocephalus</i> Zhang and Lin, 1980
<i>Parabadiella</i> Chang, 1966	12	<i>Parabadiella</i> Chang, 1966	<i>Abadiella</i> Hupé, 1953
<i>Parabadiella huoi</i> (Chang, 1966)	13	<i>Wutingaspis jelli</i> Chang, 2001	<i>Abadiella jelli</i> (Chang, 2001)
<i>Parabadiella</i> (<i>Danangouia</i>) Chen, 1985	14	<i>Parabadiella</i> Zhang, 1966	<i>Abadiella</i> Hupé, 1953
<i>Sardaspis</i> Brasier, 1976	15	<i>Sardaspis</i> Brasier, 1976	<i>Yorkella</i> Kobayashi, 1942
<i>Shaanxia</i> Zhang and Lin, 1980	16	<i>Shaanxia</i> Zhang and Lin, 1980	<i>Shaanxia</i> Zhang and Lin, 1980
<i>Sibiriaspis</i> Repina, 1960	17	<i>Sibiriaspis</i> Repina, 1960	<i>Sibiriaspis</i> Repina, 1960
<i>Wenganaspis</i> Yin, 1978	18	<i>Wenganaspis</i> Yin, 1978	<i>Kepingaspis</i> T. Chang, 1965
<i>Wutingaspis</i> Kobayashi, 1944	19	<i>Wutingaspis</i> Kobayashi, 1944	<i>Wutingaspis</i> Kobayashi, 1944
<i>Yorkella</i> Kobayashi, 1942	20	<i>Yorkella</i> Kobayashi, 1942	<i>Yorkella</i> Kobayashi, 1942

表 III Abadiellidae 科的 Abadiellinae 亚科和 Wutingaspinae 亚科三叶虫聚类分析的分类与定性分类结果对照表
Comparison between the qualitative taxonomy and quantitative taxonomy of Abadiellinae and Wutingaspinae trilobites

定性分类(Qualitative Taxonomy)	定量分类(Quantitative Taxonomy)
据 Chang 等(1997)	本文(this paper)
<p>Abadiellidae Hupé, 1953 科</p> <p><i>Abadiella</i> Hupé, 1953, <i>Guangyuanaspis</i> Chang and Qian in Lu, Chang, and others, 1974, <i>Lunolenus</i> Sdzuy, 1961, <i>Malongocephalus</i> Zhang and Lin in Zhang, Lu, and others, 1980, <i>Parabadiella</i> Chang, 1966 [= <i>Parabadiella</i> (<i>Danagouia</i>) Chen, 1985], <i>Shaanxia</i> Zhang and Lin in Zhang, Lu, and others, 1980, <i>Sibiriaspis</i> Repina in Khalfin, 1960</p> <p>Redlichiiidae 科</p> <p>Wutingaspinae Chang, 1966 亚科—<i>Wutingaspis</i> Kobayashi, 1944, <i>Chaoaspis</i> Chang, 1966, <i>Chengjiangaspis</i> Zhang and Lin in Zhang, Lu, and others, 1980, <i>Kepingaspis</i> T. Chang, 1965, <i>Kuanyangia</i> (<i>Kuanyangia</i>) Hupé, 1953, K. (<i>Sapushania</i>) Chang, 1966, <i>Sardaspis</i> Brasier, 1976, ? <i>Wenganaspis</i> Yin in Yin and Li, 1978 和 ? <i>Yorkella</i> Kobayashi, 1942</p>	<p>Abadiellidae Hupé, 1953 科</p> <p>Abadiellinae Hupé, 1953 亚科—<i>Abadiella</i> Hupé, 1953 [= <i>Guangyuanaspis</i> Chang and Qian in Zhang, Lu, and others, 1980, <i>Parabadiella</i> Chang, 1966, <i>Parabadiella</i> (<i>Danagouia</i>) Chen, 1985], <i>Lunolenus</i> Sdzuy, 1961, <i>Shaanxia</i> Zhang and Lin in Zhang, Lu, and others, 1980</p> <p>Wutingaspinae Chang, 1966 亚科—<i>Wutingaspis</i> Kobayashi, 1944, <i>Chengjiangaspis</i> Zhang and Lin in Zhang, Lu, and others, 1980, <i>Kepingaspis</i> T. Chang, 1965 (= <i>Wenganaspis</i> Yin in Yin and Li, 1978), <i>Kuanyangia</i> Hupé, 1953 [= K. (<i>Sapushania</i>) Chang, 1966, <i>Chaoaspis</i> Chang, 1966], <i>Malongocephalus</i> Zhang and Lin in Zhang, Lu, and others, 1980, <i>Sibiriaspis</i> Repina in Khalfin, 1960 和 <i>Yorkella</i> Kobayashi, 1942 (= <i>Sardaspis</i> Brasier, 1976)</p>

参 考 文 献 (References)

- Barnes T A, Kleeman A W, 1934. Notes on fossiliferous Cambrian near Kulpara, South Australia. Transactions of the Royal Society of South Australia, **58**: 7—9.
- Bengtson S, Conway Morris S, Cooper B J, Jell P A, Runnegar B N, 1990. Early Cambrian fossils from South Australia. Memoirs of the Association of Australasian Palaeontologists, **9**: 1—364.
- Brasier M D, 1976. An archaeocyathid-trilobite association in Sardinia and its stratigraphic significance. Rivista Italiano Palaeontologia, **82**: 267—278.
- Chang Wen-tang (张文堂), 1966. On the classification of Redlichia, with description of new families and new genera. Acta Palaeontologica Sinica (古生物学报), **14**(2): 135—185 (in Chinese with English summary).
- Chang Wen-tang, Repina L N, Geyer G, 1997. Suborder Redlichina Richter, 1932. In: Kaesler R L (ed.), Treatise on Invertebrate Paleontology, Part O, Arthropoda 1, Trilobita, Revised, Vol. 1. Geological Society of America and University of Kansas. 429—471.
- Chen Run-ye (陈润业), 1985. Lower Cambrian trilobites from Liangshan District of Nanzheng, Shaanxi. Acta Palaeontologica Sinica (古生物学报), **24**(3): 332—336 (in Chinese with English abstract).
- Hou Xian-guang, Bergstrom J, 1997. Arthropods of the Lower Cambrian Chengjiang fauna, southwest China. Fossils and Strata, **45**: 1—116.
- Hupé P, 1953. Contribution à l'étude du Cambrien inférieur et du Précambrien III de l'anti-Atlas Marocain. Direction de la Production Industrielle et des Mines, Division des Mines et de la Géologie, Service Géologique, Notes et Mémoires, **103**: 1—402.
- Jago J B, Lin Tian-ru (林天瑞), Dunster J N, 2002. A new species of the Trilobite *Abadiella* from the Lower Cambrian of the Eastern Officer basin, South Australia. Acta Palaeontologica Sinica (古生物学报), **41**(3): 428—433 (in Chinese with English summary).
- Khalfin L L, 1960. Palaeozoic biostratigraphy of the Sayan-Altay mountain range. Vol. 1: Lower Palaeozoic. Trudy Sibirskogo Nauchno-Issledovatel'skogo Instituta Geologii, Geofiziki i Mineral'nogo Syrya, **19**: 1—496 (in Russian).
- Kobayashi T, 1942. Two Cambrian trilobites from the Parara Limestone in the Yorke's Peninsula, South Australia. Proceedings of the Imperial Academy, Tokyo, **18**: 492—498.
- Kobayashi T, 1944. On the Cambrian formations in Yunnan and Haut-Tonkin and the trilobites contained. Japanese Journal of Geology and Geography, **19**(1/4): 107—138.
- Lin Huan-ling, 2008. Chapter 3 Early Cambrian (Chiungchussuan, Tsanglangpuan and Lungwangmiaoan). In: Zhou Zhi-yi, Zhen Yong-yi (eds.), Trilobite Record of China. Beijing: Science Press. 37—76.
- Lin Tian-ru (林天瑞), 1990. Application of cluster analysis to taxonomy of superfamilies and families of suborder Redlichina (Trilobita). Acta Palaeontologica Sinica (古生物学报), **29**(1): 94—105 (in Chinese with English summary).
- Lu Yan-hao, 1941. Lower Cambrian stratigraphy and trilobite fauna of Kunming, Yunnan. Bulletin of the Geological Society of China, **21**(1): 71—90.
- Lu Yan-hao (卢衍豪), Zhang Wen-tang (张文堂), Qian Yi-yuan (钱义元), Zhu Zhao-ling (朱兆玲), Lin Huan-ling (林焕令), Zhou Zhi-yi (周志毅), Qian Yi (钱逸), Zhang Sen-gui (章森)

- 桂), Wu Hong-ji (伍鸿基), 1974. Cambrian trilobites. In: Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Academia Sinica (ed.), Handbook of Stratigraphy and Palaeontology, South-west China. Beijing: Science Press. 82—107 (in Chinese).
- Harrington H J, 1959. Family Abadiellidae Hupé, 1953. In: Moore R C (ed.), Treatise on Invertebrate Paleontology, Part O, Arthropoda I. Geological Society of America and University of Kansas. O205.
- Öpik A A, 1975. Cymbric Vale fauna of New South Wales and Early Cambrian biostratigraphy. Bureau of Mineral Resources, Geology and Geophysics Bulletin, Australia. **159**: 1—78.
- Paterson J R, Brock G A, 2007. Early Cambrian trilobites from An-gorichina, Flinders Ranges. Palaeontology, **81**(1): 116—142.
- Sdzuy K, 1961. Das Kambrium Spaniens. Teil II: Trilobiten I. Abschnitt. Akademie der Wissenschaften und der Literatur Mainz, Abhandlungen der Mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse (Wiesbaden), **7**: 499—594.
- Steiner M, Zhu Mao-yan, Weber B, Geyer G, 2001. The Lower Cambrian of eastern Yunnan: Trilobite-based biostratigraphy and related faunas. Acta Palaeontologica Sinica (古生物学报), **40**(Supplement): 63—79 (in English with Chinese summary).
- Woodward H, 1884. Note on the remains of trilobites from South Australia. Geological Magazine (new series, decade 3), **1**: 372—374.
- Yin Gong-zheng (尹恭正), Li Shan-ji (李善姬), 1978. Trilobita. In: Working Group on Stratigraphy and Palaeontology of Guizhou (ed.), Palaeontological Atlas of Southwest China, Guizhou China (1). Beijing: Geological Publishing House. 385—595 (in Chinese).
- Zhang Tai-rong (张太荣), 1965. A new Lower Cambrian trilobites from Keping, W. Sinkiang. Acta Palaeontologica Sinica (古生物学报), **13**(1): 154—157 (in Chinese with English summary).
- Zhang Wen-tang, Babcock L E, Xiang Li-wen, Sun Wei-guo, Luo Hui-lin, Jiang Zhi-wen, 2001. Lower Cambrian stratigraphy of Chengjiang, eastern Yunnan, China, with special notes on Chinese *Parabadiella*, Moroccan *Abadiella* and Australian *Abadiella huoi*. Acta Palaeontologica Sinica (古生物学报), **40**(3): 294—309 (in English with Chinese summary).
- Zhang Wen-tang (张文堂), Lu Yan-hao (卢衍豪), Zhu Zhao-ling (朱兆玲), Qian Yi-yuan (钱义元), Lin Huan-ling (林焕令), Zhou Zhi-yi (周志毅), Zhang Sen-gui (章森桂), Yuan Jin-liang (袁金良), 1980. Cambrian trilobites faunas of southwestern China. Palaeontologia Sinica (中国古生物志), Series 159, New B, **16**: 1—497 (in Chinese with English abstract).

DISCUSSION ON CHINESE PARABADIELLA, MOROCCAN ABADIELLA AND AUSTRALIAN ABADIELLA HUOI, AND ON THE TAXONOMIC PROBLEM OF THE ABADIELLID TRILOBITES VIEWED FROM CLUSTER ANALYSIS

LIN Tian-rui

(School of Earth Sciences and Engineering, Nanjing University, Nanjing 210093, China, lin_tianrui@aliyun.com)

Key words Redlichiiidae, Abadiellidae, Abadiellinae, Wutingaspinae, *Parabadiella*, *Abadiella*, Trilobita, cluster analysis, Cambrian

Abstract

In the present paper, the method of “Q-mode cluster analysis” has been used in the taxonomic study of cranidia which belongs to 20 different genera (subgenera) and species of abadiellid trilobite in the traditional Early Cambrian. The statistical measurement of similarity is the increments of sum of error squares (ΔE). Twenty-three variables are selected, of which fourteen are quantitative ratio

values, while the remaining nine are qualitative data. The resemblance relation matrices of all specimens are formed through calculation of the increments of sum of error squares between those specimens (see text-table I). Finally the two-dimensional dendrogram is drawn by stepwise calculation (see text-fig. 1).

The dendrogram (text-fig. 1) is divided into two groups by the association line having a value 12.000 ($a-a'$) of the increments of sum of error squares. They correspond to:

A group (= Subfamily Abadiellinae)—containing 6 genera, 1 subgenus and 2 species: *Shaanxia* Zhang and Lin, 1980 (16), *Lunolenus* Sdzuy, 1961 (10), *Guangyuanaspis* Chang and Qian, 1974 (6), *Parabadiella huoi* (Chang, 1966) (13), *Dolerolenus* (? sp. nov. Öpik, 1975 (5), *Abadiella* Hupé, 1953 (1), *Abadiella officier* Jago, Lin and Dunster, 2002 (2), *Parabadiella* Zhang, 1966 (12) and *Parabadiella (Danangouia)* Chen, 1985 (14).

B group (= Subfamily Wutingaspininae)—containing 10 genera and 1 subgenus: *Chengjiangaspis* Zhang and Lin, 1980 (4), *Sardaspis* Brasier,

1976 (15), *Yorkella* Kobayashi, 1942 (20), *Chaoaspis* Chang, 1966 (3), *Kuanyangia* Hupé, 1953 (8), *Kuanyangia (Sapushania)* Chang, 1966 (9), *Sibiriaspis* Repina, 1960 (17), *Malongocephalus* Zhang and Lin, 1980 (11), *Wutingaspis* Kobayashi, 1944 (19), *Kepingaspis* T. Chang, 1965 (7) and *Wenganaspis* Yin, 1978 (18).

Through the application of combined cluster analysis with traditional qualitative analysis in the study of 20 genera (subgenera, species) of abadiellid trilobites in this paper, the author's proposition see text-tables II, III.