

# 论我国寒武纪第二世 *Ushbaspis* Pokrovskaya, 1965 ——应用聚类分析探讨 *Ushbaspis* 种的分类<sup>\*</sup>

林天瑞

(南京大学地球科学与工程学院, 南京 210093)

**提要** 应用聚类分析探讨我国原 *Metaredlichiodes* Chien and Yao, 1974 属中 13 个种和产于哈萨克斯坦的 *Ushbaspis* 属的模式种——*Ushbaspis granulata* Pokrovskaya, 1965 的分类。将我国原 *Metaredlichiodes* 属中 13 个种归并和修订为 4 个种: *Ushbaspis constricta* (Chien and Yao), *U. hubeiensis* (Lin), *U. meiziwanensis* (Yin) 和 *U. shiqianensis* (Yin)。并对 *Metaredlichiodes* 与 *Ushbaspis* 两个属的模式种进行定量分析, 所取得的结论与张文堂 (Chang *et al.*, 1997) 以定性分析提出 *Metaredlichiodes* 是 *Ushbaspis* 的晚出异名的意见完全一致。

**关键词** *Metaredlichiodes* *Ushbaspis* 三叶虫 聚类分析 寒武纪

## 1 前言

*Ushbaspis* 属系 Pokrovskaya 于 1965 年据哈萨克斯坦南部乌什巴斯 (*Ushbas*) 寒武系第二统 *Ushbaspis limbata* 带的标本, 并以 *U. granulata* Pokrovskaya in Keller and Pokrovskaya, 1965 为模式种而建立的 (Keller and Pokrovskaya, 1965, p. 81)。

*Metaredlichiodes* 属是钱义元和姚宝琦 1974 年据采自四川城口石溪河寒武系第二统石牌组的一块头盖标本而建立 (卢衍豪等, 1974, 90, 91 页, 图版 35, 图 2)。随后周志强 (李耀西等, 1975)、林天瑞 (周天梅、林天瑞, 1978)、尹恭正 (尹恭正、李善姬, 1978)、张文堂和钱义元等 (张文堂等, 1980)、张太荣 (1981) 等相继又在陕西西乡, 湖北秭归, 贵州湄潭、余庆、丹寨、瓮安, 四川城口, 新疆乌什, 阿克苏等地的寒武系第二统地层中也陆续发现该属化石, 并先后又建立 12 个新种。

我国正式发表的 *Metaredlichiodes* 的 13 个种分别是:

*M. constrictus* Chien and Yao in Lu *et al.*, 1974, 卢衍豪等, 1974, 91 页, 图版 35, 图 2; 独模, 头盖; 产于四川城口石溪河第二统石牌组。

*M. yangxiensis* Zhou in Li *et al.*, 1975, 李耀西等, 1975, 141 页, 图版 7, 图 10; 正模, 不完整头盖; 产于陕西西乡洋溪第二统阎王碛组。

*M. hubeiensis* Lin in Zhou and Lin, 1978, 周天梅、林天瑞, 1978, 147 页, 图版 23, 图 1; 正模, 头盖; 产于湖北秭归庙河之西马家山第二统石牌组。

*M. meiziwanensis* Yin in Yin and Li, 1978, 尹恭正、李善姬, 1978, 408 页, 图版 148, 图 13; 独模, 头盖; 产于贵州湄潭茅坪梅子湾第二统明心寺组。

*M. shiqianensis* Yin in Yin and Li, 1978, 尹恭正、李善姬, 1978, 408 页, 图版 148, 图 12; 独模, 头盖; 产于贵州石阡窑上第二统变马冲组 (即“明心寺组”上部)。

*M. wenganensis* Yin in Yin and Li, 1978, 尹恭正、李善姬, 1978, 409 页, 图版 149, 图 13; 独模, 不完整头盖; 产于贵州瓮安三岔塘第二统牛蹄塘组上部。

*M. sichuanensis* Qian and Yao in Zhang *et al.*, 1980, 张文堂等, 1980, 143 页, 图版 30, 图 10; 正模, 头盖; 产于四川城口第二统鹰嘴岩组。

*M. elevatus* Qian and Yao in Zhang *et al.*, 1980, 张文堂等, 1980, 143 页, 图版 31, 图 3; 正模, 头盖; 产于四川城口石溪河第二统凉水井组。

收稿日期: 2017-04-08

<sup>\*</sup> 国家自然科学基金重点项目 (41230208) 和国家自然科学基金项目 (41372018) 资助。

*M. longxiensis* Zhang, Lin and Zhou in Zhang *et al.*, 1980, 张文堂等, 1980, 143 页, 图版 30, 图 1; 正模, 头盖; 产于贵州余庆小腮龙溪第二统变马冲组。

*M. danzhaiensis* Zhang and Lin in Zhang *et al.*, 1980, 张文堂等, 1980, 144 页, 图版 31, 图 4; 独模, 头盖; 产于贵州丹寨第二统九门冲组顶部。

*M. kalpinensis* Zhang, 1981, 张太荣, 1981, 147 页, 图版 57, 图 2; 正模, 头盖; 产于新疆乌什苏盖特布拉克第二统肯尔布拉克组中亚组。

*M. conicus* Zhang, 1981, 张太荣, 1981, 148 页, 图版 57, 图 6; 正模, 头盖; 产于新疆乌什苏盖特布拉克第二统肯尔布拉克组中亚组。

*M. tarimenensis* Zhang, 1981, 张太荣, 1981, 147 页, 图版 57, 图 4; 正模, 头盖; 产于新疆乌什苏盖特布拉克第二统肯尔布拉克组中亚组。

张文堂(1997)应邀参加由美国地质学会和堪萨斯(Kansas)大学主编的世界性的《无脊椎古生物学论丛》三叶虫分卷莱得利基虫亚目的再版修订工作, 首先提出 *Metaredlichiodes* 属是 *Ushbaspis* 晚出异名, 其属名应予废弃(Chang *et al.*, 1997, p. 435)。

笔者与彭善池、朱学剑为了完成国务院三峡工程建设委员会办公室下达的《三峡工程淹没区国际标准古生物化石研究》科研项目, 于 1996 年 7 月和 1997 年 10 月二次赴峡区进行野外地质调查和化石采集工作, 我们还在 *Metaredlichiodes hubeiensis* 种的模式标本的产地又采到一些完整的背壳、头盖和腹部标本, 使我们对该种特征有了更全面的认识, 这些新材料将另文报道。在室内整理和研究过程中, 也对钱义元和姚宝琦所建立的 *Metaredlichiodes* 属进行重新研究, 进一步证实张文堂提出 *Metaredlichiodes* 属是 *Ushbaspis* 晚出异名的意见, 是完全正确的。但由于有些学者认为我国原 *Metaredlichiodes* 的种一级分类的依据及其所建立的新种正确与否还值得商榷, 本文将从聚类分析角度探讨我国前人对 *Metaredlichiodes* 种的分类, 提出自己的意见。

## 2 聚类分析

本文选择我国前人所建立的 13 个新种中保存较完整的 11 个模式标本以及 *Ushbaspis* 属模式种。另外将尹恭正和李善姬(1978)采自贵州湄潭茅坪梅子湾第二统明心寺组的三块 *Metaredlichiodes* 头盖, 从定性分析角度分别鉴定为一个新种和二個旧

种: *M. meiziwanensis* Yin in Yin and Li, 1978(新种, 已在前言中介绍), *M. szechuanensis* Chien and Yao(MS 手稿)in Yin and Li, 1978 和 *M. constrictus* Chien and Yao, 1974(尹恭正、李善姬, 1978, 407, 408 页, 图版 148, 图 9, 11), 试图通过定量分析来验证其鉴定的正确性, 所以也将后两种列入本文应用聚类分析探讨我国 *Ushbaspis* 种的分类范畴。

笔者通过综合分析各家对该类三叶虫分类的依据和意见后, 认为可以下列头盖特征作为对该类三叶虫定量分类的主要依据: 1) 头盖纵向长度和两眼叶之间宽度; 2) 头鞍纵向长度和横向之比以及形状; 3) 固定颊眼区宽度; 4) 内、外边缘纵向宽度之比; 5) 眼叶和眼脊长短及位置; 6) 后侧翼大小和形状; 7) 面线前、后支长短等构造特征。

本文是遵循这些特征对上述 14 个种的头盖主要构造进行度量(插图 1), 所度量头盖构造及其代号见插图 2。所获得数据换算成各构造定量比值数据 8 个(见表 I); 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, 计算出各种标本之间的增量值( $\Delta E$ ), 编制各个种之间的相似关系矩阵(见表 II)。在表中各个种之间的增量值越大, 表示两个种之间相似性越差; 如果两个种之间的增量值越小, 则说明这两个种越相似。最后, 应用均值联接方法, 绘制出参与计算种的头盖标本 Q 型聚类分析二维谱系图(见插图 3)。

## 3 分类探讨

现在就上述乌什巴盾壳虫类三叶虫的 14 个种, 从聚类分析角度并结合定性分析对其分类进行探讨。当我们在谱系图(见插图 3)上取增量值为 0.35 时, 14 个种很自然地分成 A、B、C、D、E 五个种群。现将各种种群组成分别介绍如下:

A 种群 该种群仅选择 *Ushbaspis granulata* 种为代表(见插图 1.14), 它是 *Ushbaspis* 的模式种, 保存相对较好, 以便与我国种的比较。

B 种群 该种群以 *Metaredlichiodes hubeiensis* 为代表(见插图 1.2), 由原 *M. hubeiensis* (2), *M. conicus* (12), *M. tarimenensis* (13), 和 *M. kalpinensis* (11) 等 4 个种组成。

C 种群 该种群以 *Metaredlichiodes constrictus* 为代表(见插图 1.1), 由原 *M. constrictus* (1), *M. sichuanensis* (7) 和 *M. danzhaiensis* (10) 等 3 个种组成。

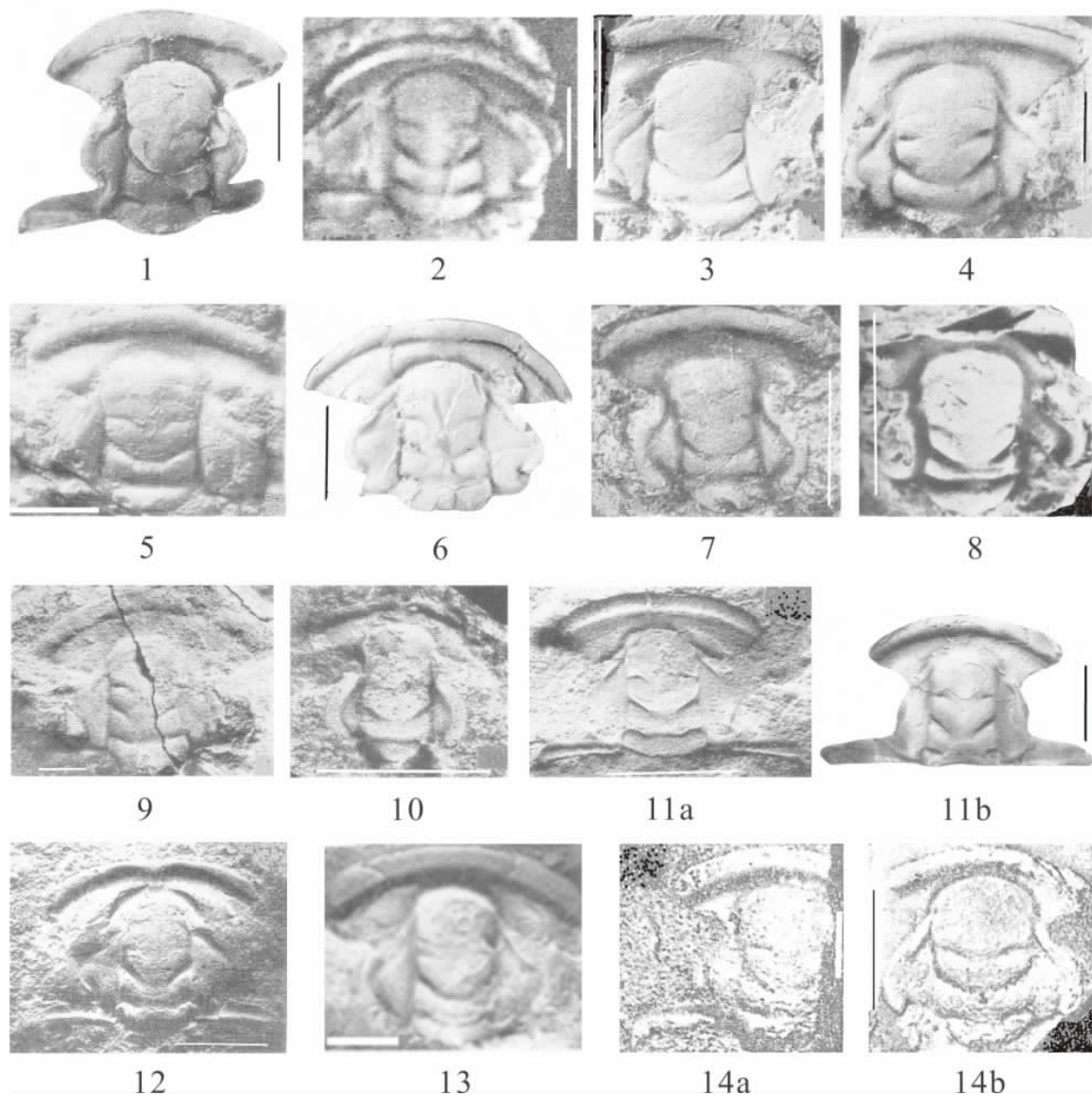
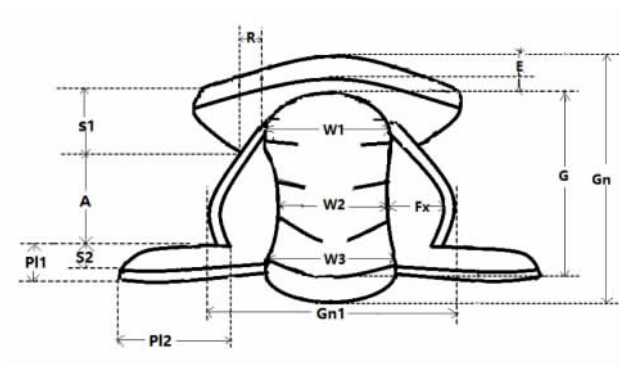


插图 1 以往鉴定的寒武纪第二世乌什巴盾壳虫类三叶虫

Previously assigned ushbaspid trilobites from the Series 2 of Cambrian

1. *Metaredlichiodides constrictus* Chien and Yao in Lu *et al.*, 1974, 头盖, 比例尺=5 mm; 2. *M. hubeiensis* Lin, in Zhou and Lin, 1978, 头盖, 比例尺=10 mm; 3. *M. constrictus* Chien and Yao in Yin and Li, 1978, 头盖, 比例尺=5 mm; 4. *M. szechuanensis* Chien and Yao in Yin and Li, 1978, 头盖, 比例尺=5 mm; 5. *M. meiziwanensis* Yin in Yin and Li, 1978, 头盖, 比例尺=5 mm; 6. *M. shiqianensis* Yin in Yin and Li, 1978, 头盖, 比例尺=10 mm; 7. *M. sichuanensis* Qian and Yao in Zhang *et al.*, 1980, 比例尺=5 mm; 8. *M. elevatus* Qian and Yao in Zhang *et al.*, 1980, 头盖, 比例尺=5 mm; 9. *M. longxiensis* Zhang, Lin and Zhou in Zhang *et al.*, 1980, 头盖, 比例尺=10 mm; 10. *M. danzhaiensis* Zhang and Lin in Zhang *et al.*, 1980, 头盖, 比例尺=10 mm; 11a, b. *M. kalpinensis* Zhang, 1981, 头盖, 比例尺=10 mm; 12. *M. conicus* Zhang, 1981, 头盖, 比例尺=5 mm; 13. *M. tarimenensis* Zhang, 1981, 头盖, 比例尺=5 mm; 14a, b. *Ushbaspis granulata* Pokrovskaya in Keller and Pokrovskaya, 1965, 头盖, 比例尺: a=5.3 mm, b=8.5 mm。

1. *Metaredlichiodides constrictus* Chien and Yao in Lu *et al.*, 1974, cranium, Scale bar=5 mm; 2. *M. hubeiensis* Lin, in Zhou and Lin, 1978, cranium, Scale bar=10 mm; 3. *M. constrictus* Chien and Yao in Yin and Li, 1978, cranium, Scale bar=5 mm; 4. *M. szechuanensis* Chien and Yao in Yin and Li, 1978, cranium, Scale bar=5 mm; 5. *M. meiziwanensis* Yin in Yin and Li, 1978, cranium, Scale bar=5 mm; 6. *M. shiqianensis* Yin in Yin and Li, 1978, cranium, Scale bar=10 mm; 7. *M. sichuanensis* Qian and Yao in Zhang *et al.*, 1980, Scale bar=5 mm; 8. *M. elevatus* Qian and Yao in Zhang *et al.*, 1980, cranium, Scale bar=5 mm; 9. *M. longxiensis* Zhang, Lin and Zhou in Zhang *et al.*, 1980, cranium, Scale bar=10 mm; 10. *M. danzhaiensis* Zhang and Lin in Zhang *et al.*, 1980, cranium, Scale bar=10 mm; 11a, b. *M. kalpinensis* Zhang, 1981, cranium, Scale bars=10 mm; 12. *M. conicus* Zhang, 1981, cranium, Scale bar=5 mm; 13. *M. tarimenensis* Zhang, 1981, cranium, Scale bar=5 mm; 14a, b. *Ushbaspis granulata* Pokrovskaya in Keller and Pokrovskaya, 1965, cranium, Scale bars: a=5.3 mm, b=8.5 mm.

插图 2 *Ushbaspis* 头盖主要构造度量的代号示意图Measurements of major features of *Ushbaspis* cranium

A. 眼叶长度, E. 外边缘纵向长度, Fx. 固定颊眼区宽度, G. 头鞍长度, Gn. 头盖纵向长度, Gn1. 两眼叶间头盖宽度, I. 鞍前区纵向长度, Pl1. 眼叶后端至头盖后缘纵向长度, Pl2. 后侧翼后缘横向宽度, R. 眼脊长度, S1. 面线前支长度, S2. 面线后支长度, W1. 两眼脊内端间头鞍宽度, W2. 与眼叶中间相对位置之头鞍宽度, W3. 头鞍后缘宽度。

A. length of palpebral lobe, E. length of anterior border, Fx. width of palpebral area of fixigena, G. length of glabella, Gn. length of cranium, Gn1. width between both palpebral lobes of cranium, I. length of preglabellar field, Pl1. length between palpebral lobe and posterior margin of cranium, Pl2. width of posterolateral projection, R. length of eye ridge, S1. length of anterior branch of facial suture, S2. length of posterior branch of facial suture, W1. width of glabella at level of anterior end of eye ridges, W2. glabella width opposite to median points of palpebral lobe, W3. width of posterior margin of glabella.

D 种群 该种群以 *Metaredlichoides meiziwanensis* 为代表(见插图 1.5), 由原 *M. constrictus* (3), *M. szechuanensis* (4), *M. meiziwanensis* (5), *M. longxiensis* (9) 和 *M. elevatus* (8) 等 5 个种组成。

E 种群 该种群以 *Metaredlichoides shiqianensis* 为代表(见插图 1.6), 该种群仅由一个种组成。

由于 A 种群和 E 种群各由一个种组成, 其分类与以定性分析结论一致, 所以在这里主要就与定性分类不一致的种提出一些看法。

B 种群中 4 个种: *Metaredlichoides hubeiensis* (2), *M. conicus* (12), *M. tarimenensis* (13) 和 *M. kalpinensis* (11)。后 3 个种(12, 13, 11)都是由张太荣(1981)建立的新种, 他认为(12)和(11)两者极相似, 其区别在于前者头鞍向前收缩更明显, 前端较尖, 前边缘沟内有一排小陷孔, 前边缘在头鞍之前有一向后凸的瘤状物。而(13)不同于(11)种在后者头鞍中部略收缩, 前部较粗大, 前边缘较宽, 笔者认为这些微小差异主要由于标本保存过程遭受周围不同方向的挤压力而导致变形, 不能做为立种依据, 3 个种又来自同一产地和层位, 又是同一生物带, 因而它们应归并为一个种。从它们的头鞍外形、长短比例、眼脊和眼叶大小及其层位来看, 与 *Metaredlichoides hubeiensis* (2) 十分相似。

表 I 寒武系第二统乌什巴盾壳虫类三叶虫 14 个种头盖构造定量比值数

Ratios of measured cranial features for the 14 species of ushbaspid from the Series 2 of Cambrian

种 名	Gn1 /Gn	Fx /W2	W1 /W3	E /I	A /G	R /A	Pl1 /Pl2	S1 /S2
1*	0.746	0.432	1.022	1.000	0.533	0.233	0.411	0.715
2	1.073	0.580	0.961	1.134	0.488	0.523	0.565	0.907
3	0.887	0.418	0.918	1.134	0.525	0.255	0.635	1.232
4	0.963	0.377	0.971	1.097	0.501	0.258	1.000	1.060
5	0.919	0.636	1.125	1.379	0.484	0.476	0.650	1.287
6	1.041	0.592	1.000	1.014	0.512	0.354	2.206	3.289
7	0.856	0.355	1.160	0.895	0.696	0.176	0.346	1.017
8	1.140	0.665	1.060	1.000	0.450	0.424	0.851	1.647
9	0.916	0.498	0.974	1.000	0.573	0.257	0.509	1.122
10	0.797	0.309	1.035	0.867	0.540	0.176	0.411	1.043
11	0.970	0.561	0.923	1.065	0.470	0.508	0.421	0.816
12	0.941	0.563	0.936	1.136	0.576	9.575	0.485	0.944
13	1.012	0.550	1.036	1.173	0.497	0.646	0.608	1.000
14	1.146	0.556	1.125	0.416	0.587	0.358	0.514	0.777

\* 种名 1—14 分别为: *Metaredlichoides constrictus* Chien and Yao, 1974, *M. hubeiensis* Lin, 1978, *M. constrictus* Chien and Yao in Yin and Li, 1978, *M. szechuanensis* Chien and Yao in Yin and Li, 1978, *M. meiziwanensis* Yin, 1978, *M. shiqianensis* Yin, 1978, *M. sichuanensis* Qian and Yao, in Zhang *et al.*, 1980, *M. elevatus* Qian and Yao, 1980, 9. *M. longxiensis* Zhang, Lin and Zhou, 1980, *M. danzhaiensis* Zhang and Lin, 1980, *M. kalpinensis* Zhang, 1981, *M. conicus* Zhang, 1981, *M. tarimenensis* Zhang, 1981, *Ushbaspis granulata* Pokrovskaya in Keller and Pokrovskaya, 1965.

表 II 寒武系第二统乌什巴盾壳虫类三叶虫 14 个种各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 for the cranidia of  
14 species of ushbaspid trilobites from the Series 2 of Cambrian

种	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	0													
2	0.146	0												
3	0.181	0.121	0											
4	0.263	0.168	0.085	0										
5	0.334	0.132	0.101	0.195	0									
6	4.986	4.204	3.390	3.244	3.303	0								
7	0.085	0.207	0.141	0.278	0.307	4.574	0							
8	0.659	0.337	0.206	0.262	0.183	2.278	0.484	0						
9	0.104	0.086	0.027	0.137	0.142	3.804	0.063	0.258	0					
10	0.072	0.194	0.097	0.220	0.299	4.010	0.024	0.443	0.045	0				
11	0.083	0.021	0.157	0.246	0.209	4.668	0.172	0.470	0.092	0.154	0			
12	0.127	0.016	0.115	0.229	0.130	4.270	0.177	0.373	0.077	0.169	0.020	0		
13	0.201	0.016	0.125	0.173	0.087	3.952	0.240	0.293	0.111	0.228	0.055	0.022	0	
14	0.688	0.300	0.438	0.449	0.265	4.780	0.241	1.314	0.273	0.254	0.267	0.334	0.396	0

注:1—14 为种名代号,对应的种名参阅本文表 I。  
The code name of 1-14 species please see note of table I.

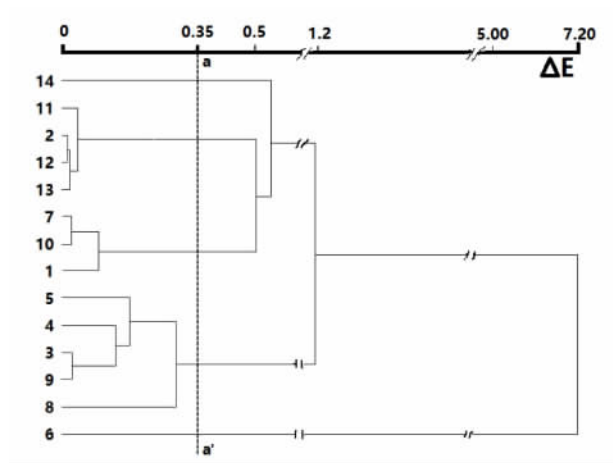


插图 3 寒武系第二统乌什巴盾壳虫类三叶虫 14 个种头盖标本的 Q 型聚类分析二维谱系图

Dendrogram from Q-mode cluster analysis for the cranidial specimens of 14 ushbaspid species from the Series 2 of Cambrian

另外笔者应用聚类分析方法,计算出这 4 个种各自之间的误差平方和增量值,其结果见表 II 所示,*M. hubeiensis*(2)与*M. conicus*(12)和*M. tarimerensis*(13)之间的增量值均为 0.016(即 $\Delta E_{2,12} = 0.016$ 和 $\Delta E_{2,13} = 0.016$ ),与*M. kalpinensis*(11)之间的增量值也仅为 0.021(即 $\Delta E_{2,11} = 0.021$ ),说明*M. hubeiensis*(2)种与其他 3 个种(11、12、13)增量值是十分小,几乎为零,又构成一个小群,所以这 4 个种应合并为一个种。由于*M. hubeiensis*早在 1978 年已发表,据命名法优先律法规,所以采用*Metaredlichiodes hubeiensis* Lin, 1978 为该种群代表,其它三个种名应为*M. hubeiensis*的晚出异名,建议给予废弃。

C 种群中*Metaredlichiodes sichuanensis*(7)一

种是张义元和姚宝琦(1980)据采自四川城口寒武系第二统鹰嘴岩组标本所建立的新种,他们认为该种与*M. constrictus*的主要区别是头鞍稍短,中部收缩较小,眼叶较长,颈环后缘向后伸出一较长的颈刺(张文堂等,1980,143 页;本文插图 1.7),笔者认为这种以某构造较长、较短的含糊概念做为分类依据,显然不能令人信服。至于*M. danzhaiensis*(10)新种系张文堂和林焕令 1980 年据采自贵州丹寨寒武系第二统凉水井组的一块三叶虫头盖建立的,他们认为该种与*M. constrictus*的区别是外边缘较窄,并向前呈一钝角形的折角(可能是破损),内眼狭(应为“颊”)更狭小(见张文堂等,1980,144 页;本文插图 1.7)。这些特征也不足做为分种依据。通过对*Metaredlichiodes sichuanensis*(7)和*M. danzhaiensis*

(10)之间的误差平方和增量值计算结果仅为 0.024 (即 $\Delta E_{7,10} = 0.024$ )、并连接成一小群;而 *M. constrictus*(1)种各自与(7)种和(10)种之间的误差平方和增量值分别为 0.085 和 0.072 (即 $\Delta E_{1,7} = 0.085$ ,  $\Delta E_{1,10} = 0.072$ )。(1)、(7)、(10)三种之间的增量值都很小,说明它们之间极为相似,并以 0.096 增量值与(7)种和(10)种(即 $\Delta E_{(7,10)} = 0.096$ )组合连接成 C 种群。因此 *M. sichuanensis*(7) 和 *M. danzhaiensis*(10) 的种名,均为 *M. constrictus*(1)的晚出异名,应给予废弃。

*Metaredlichiodes constrictus*(1)种是钱义元、姚宝琦(1974)从定性分析角度建立的 *Metaredlichiodes* 属的模式种,经张文堂(1997)研究后,提出该属是 *Ushbaspis* 的晚出异名意见,并得到同行赞同和广泛应用(Jell and Adrain, 2003; 林焕令, 2008)。笔者通过对 *Metaredlichiodes*(1)和 *Ushbaspis*(14)这两个模式种的定量分析,计算两者之间误差平方和增量值仅为 0.688 (即 $\Delta E_{1,14} = 0.688$ ) (见本文表 II),说明两者十分相似。该属应归并入 *Ushbaspis* 属内,与张文堂(1997)从定性分析,认为 *Metaredlichiodes* 属是 *Ushbaspis* 晚出异名的结论是一致的。

D 种群中 *Metaredlichiodes constrictus*(3), *M. szechuanensis*(4) 和 *M. meiziwanensis*(5) 等三个种是尹恭正和李善姬(1978)据采自贵州茅坪梅子

湾寒武系第二统明心寺组,系同一个产地和层位的三块头盖标本而鉴定的,后者(5)为新种。笔者通过定量分析方法计算这三个种间误差平方和增量值(见表 II), (3)种又分别与(4)种和(5)种之间的误差平方增量值仅为 0.085 和 0.101 (即 $\Delta E_{3,4} = 0.085$ ,  $\Delta E_{3,5} = 0.101$ ),三者应为同物异名。*M. constrictus*(3)与 *M. longxiensis*(9)种之间的误差平方增量值仅为 0.027 (即 $\Delta E_{3,9} = 0.027$ )、两者又连接成一小群,说明两者在该种群中是最相似的;*M. elevatus* Qian and Yao, 1980(8)种是钱义元等根据采自四川城口石溪河寒武系第二统凉水井组中的两块三叶虫头盖建立的,他们认为该种个体小,头盖短,头鞍短而粗,更凸起,内眼颊较宽,眼叶强烈向外弯曲,其后端距头鞍远等,因此提出它与该属的其它种极易区别(见张文堂等, 1980, 143 页, 图版 31, 图 2, 3; 本文插图 1.8)。笔者认为上述特征中除个体小,其余特征与 *M. meiziwanensis*(5)种并无多大区别,*M. meiziwanensis*(5)与 *M. elevatus*(8)种之间增量值为 0.183 (即 $\Delta E_{5,8} = 0.183$ ),两者可加以合并。笔者考虑到 *M. elevatus*(8)种正模保存较差,还可能是块中年期幼虫标本,又是 *M. meiziwanensis*(5)种晚出异名。因而建议以 *M. meiziwanensis*(5)为该种群的代表(插图 1.5)。

笔者应用聚类分析探讨寒武纪 *Ushbaspis* 三叶虫的 14 个种的结果见表 III 所示:

表 III 寒武纪第二世乌什巴盾壳虫类三叶虫的 14 个种定性分类与 Q 型聚类分析结果对照表

Comparison between the qualitative taxonomy and quantitative taxonomy of ushbaspid trilobites from the Series 2 of Cambrian

种名代号	定性分类 (qualitative taxonomy)	定量分类 (quantitative taxonomy)	产 地 (locality)
	前人意见 *	本文(修订)	
1	* * <i>M. constrictus</i> Chien and Yao	* * <i>U. constricta</i> (Chien and Yao)	四川城口石溪河
2	<i>M. hubeiensis</i> Lin	<i>U. hubeiensis</i> (Lin)	湖北秭归庙河之西马家山
3	<i>M. constrictus</i> Chien and Yao	<i>U. meiziwanensis</i> (Yin)	贵州湄潭茅坪梅子湾
4	<i>M. szechuanensis</i> Chien and Yao	<i>U. meiziwanensis</i> (Yin)	贵州湄潭茅坪梅子湾
5	<i>M. meiziwanensis</i> Yin	<i>U. meiziwanensis</i> (Yin)	贵州湄潭茅坪梅子湾
6	<i>M. shiqianensis</i> Yin	<i>U. shiqianensis</i> (Yin)	贵州石阡窑上
7	<i>M. sichuanensis</i> Qian and Yao	<i>U. constricta</i> (Qian and Yao)	四川城口
8	<i>M. elevatus</i> Qian and Yao	<i>U. meiziwanensis</i> (Yin)	四川城口石溪河
9	<i>M. longxiensis</i> Zhang, Lin and Zhou	<i>U. meiziwanensis</i> (Yin)	贵州余庆小腮龙溪
10	<i>M. danzhaiensis</i> Zhang and Lin	<i>U. constricta</i> (Zhang and Lin)	贵州丹寨
11	<i>M. kalpinensis</i> Zhang	<i>U. hubeiensis</i> (Lin)	新疆乌什苏盖特布拉克
12	<i>M. conicus</i> Zhang	<i>U. hubeiensis</i> (Lin)	新疆乌什苏盖特布拉克
13	<i>M. tarimenensis</i> Zhang	<i>U. hubeiensis</i> (Lin)	新疆乌什苏盖特布拉克
14	<i>Ushbaspis granulata</i> Pokrovskaya	<i>U. granulata</i> Pokrovskaya	哈萨克斯坦小卡拉套

\* 钱义元、姚宝琦、张文堂、林焕令、周志毅(见卢衍豪等, 1974, 91 页, 图版 35, 图 2; 张文堂等, 1980, 143 页, 图版 30, 图 1, 10; 图版 31, 图 3; 144 页, 图版 31, 图 4); 林天瑞(周天梅、林天瑞, 1978, 147 页, 图版 23, 图 1); 尹恭正(尹恭正、李善姬, 1978, 407, 408 页, 图版 148, 图 9, 11—13); 张太荣(1981, 147 页, 图版 57, 图 2—4, 148 页, 图版 57, 图 6); Pokrovskaya, 1965 (Keller and Pokrovskaya, 1965, p. 81, pl. 3, figs. 1, 2) 等。

\* \* *M.* = *Metaredlichiodes*; *U.* = *Ushbaspis*。



综上所述,笔者通过应用聚类分析并结合定性分析对我国原 *Metaredlichiodes* Chien and Yao, 1974 属中 13 个种和产于哈萨克斯坦的 *Ushbaspis* 属的模式种——*Ushbaspis granulata* Pokrovskaya in Keller and Pokrovskaya, 1965 的探讨,赞同张文堂(1997)认为 *Metaredlichiodes* 是 *Ushbaspis* 的晚出异名,其属名应给予废弃的意见;并将我国原 *Metaredlichiodes* Chien and Yao, 1974 属中 13 个种归并和修订为 4 个种:*U. constricta* (Chien and Yao), *U. hubeiensis* (Lin), *U. meiziwanensis* (Yin) 和 *U. shiqianensis* (Yin), 它们之间主要区别如下:

(1) *Ushbaspis constricta* (Chien and Yao) 头鞍呈柱状体,前节略向前扩大,具 4 对侧头鞍沟;前一对浅而短,略向前延伸,第二对长而浅,与前一对几乎近平行,第三对长,中间较浅而略向后斜伸,两侧较深而平伸,最后一对深而宽,强烈向后斜伸,并在头鞍中部相会合,且变浅;颈沟中部宽而浅,近平伸,两侧较深,颈环两侧略窄,具一短的颈刺,眼叶长而拱曲,前后端较近头鞍两侧,眼脊极短;内外边缘宽度相似,活动颊宽大,具强壮的颊刺。*Ushbaspis constricta* 与该属模式种较相似,但两者主要区别在于后者头鞍略短而宽、外边缘宽而缓凸,内边缘较窄,面线前支较短,眼叶后端距头鞍较远等。笔者认为原 *M. sichuanensis* Qian and Yao, 1980 和 *M. danzhaiensis* Zhang and Lin, 1980 两种是 *Ushbaspis constricta* 的同物异名,其种名应给予废弃。

(2) *U. hubeiensis* (Lin) 不同于 *U. constricta* (Chien and Yao), 在于前者头盖和头鞍较宽,固定颊眼区较宽,约为两眼叶之间头鞍宽度的 2/3,眼叶后端伸至近颈沟相对位置上,但离头鞍较远,其距离约为头鞍底部宽度的 1/3,眼脊较长,前端斜伸至头鞍的前侧角。该种与该属模式种的区别在于前者头盖较宽,头鞍较长而略窄,眼脊较长,眼叶后端距头鞍较远,外边缘较窄,固定颊眼区较宽。原 *M. tarimenensis* Zhang, 1981, *M. conicus* Zhang, 1981, 和 *M. kalpinensis* Zhang, 1981 等 3 个种系 *U. hubeiensis* (Lin) 的晚出异名。

(3) *Ushbaspis meiziwanensis* (Yin) 与 *U. hubeiensis* (Lin) 较相似,但前者头鞍较短而宽,其纵向长与头盖长度之比小于 1,眼脊较短,固定颊眼区略窄,内边缘亦稍窄;该种与该属模式种差别还是较明显的,如后者头盖较窄,呈近方形,眼叶较长,外边缘较宽,前侧翼较窄而短,呈小三角形。原 *M. szechuanensis* Chien and Yao, *M. elevatus* Qian and

Yao, 1980 和 *M. longxiensis* Zhang, Lin and Zhou, 1980 中,笔者认为 *M. szechuanensis* Chien and Yao 可转移入 *U. meiziwanensis* 种内,后 2 个种系 *U. meiziwanensis* 种的晚出异名。

(4) *Ushbaspis shiqianensis* (Yin) 主要特征是前侧翼宽大,而后侧翼呈小三角形,这是迄今为止该属所发现较特殊的一个种。但由于该种仅有一块标本,而且被剪裁处理过,因而建议今后在野外能采集更多标本,使人们对该种构造特征有更全面的认识。

致谢 感谢审稿专家们提出的有益建议。

## 参 考 文 献 (References)

- Chang (Zhang) W T, Repina L N, Gerd G, 1997. Suborder Redlichia Richter, 1932. In: Whittington H B et al. (eds.), Treatise on Invertebrate Paleontology, Part O, Arthropoda I. Trilobita, Revised, Vol. 1. Boulder / Colorado, and Lawrence / Kansas: Geological Society of America, Inc. and University of Kansas Press. 1—530.
- Jell P A, Adrain J M, 2003. Available generic names for trilobites. *Memoirs of the Queensland Museum*, 48(2): 331—551.
- Keller B M, Pokrovskaya N V, 1965. New information about the age of the phosphorites in Karatau. *Izvestiya Akademii Nauk SSSR. Seriya Geologicheskaya*, 6: 78—91 (in Russian).
- Li Yao-xi (李耀西), Song Li-sheng (宋礼生), Zhou Zhi-qiang (周志强), Yang Jing-yao (杨景尧) et al., 1975. Stratigraphical Gazetteer of Lower Palaeozoic, Western Dabashan. Beijing: Geological Publishing House. 1—372 (in Chinese).
- Lin Huan-ling (林焕令), 2008. Early Cambrian (Chiungchussuan, Tsanglangpau and Lungwangmiaon). In: Zhou Zhi-yi, Zhen Yong-yi (eds.), Trilobite Record of China. Beijing: Science Press. 36—76.
- 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 (中科院南京地质古生物研究所) (ed.), Handbook of Stratigraphy and Palaeontology, Southwest China. Beijing: Science Press. 82—107 (in Chinese).
- Yin Gong-zheng (尹恭正), Li Shan-ji (李善姬), 1978. Trilobita. In: Working Group on Stratigraphy and Palaeontology of Guizhou (贵州地层古生物工作队) (ed.), Palaeontology Atlas of Southwest Guizhou, China, Vol. 1. Beijing: Geological Publishing House. 384—594 (in Chinese).
- Zhang Tai-rong (张太荣), 1981. Trilobita. In: Regional Geology Surveying Team, Xinjiang Bureau of Geology (新疆地质局区域地质调查大队) (ed.), Palaeontological Atlas of Northwest China. Xinjiang, Vol. 1. Beijing: Geological Publishing

House. 134—318(in Chinese).

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 Trilobite Faunas of Southwestern China. *Palaeontologia Sinica* (中国古生物志), Series 159, New B, 16: 1—497(in Chinese with English abstract).

Zhou Tian-mei(周天梅), Lin Tian-rui(林天瑞), 1978. Early Cambrian trilobite. In: Stratigraphic Research Group of Yangtze Gorge, Hubei Bureau of Geology(湖北省地质局三峡地层研究组)(ed.), *Sinian to Permian Stratigraphy and Palaeontology of the Eastern Yangtze Gorges Area*. Beijing: Geological Publishing House. 143—154(in Chinese).

## ON THE CAMBRIAN (SERIES 2) TRILOBITE GENUS *USHBASPIS* OF CHINA—APPLICATION OF CLUSTER ANALYSIS TO THE TAXONOMY OF *USHBASPIS* SPECIES

LIN Tian-rui

(School of Earth Sciences and Engineering, Nanjing University, Nanjing 210093, China)

**Key words** *Metaredlichioidea*, *Ushbaspis*, Trilobita, cluster analysis, Cambrian

### Abstract

In the present paper, the method of “Q-mode cluster analysis” is used in a taxonomic study of 14 cranidia belonging to *Ushbaspis* trilobite species in the Series 2 of Cambrian. The statistical measurement of similarity is the incremental sum of error squares ( $\Delta E$ ). Here, the author uses the variables in the ratio form (8).

The resemblance relation matrices of all specimens are formed through calculation of the increments of sum of error squares between those specimens (see Table II). Finally, the two-dimensional dendrogram is drawn by stepwise calculation (see text-fig. 3).

The dendrogram is divided into five groups by the line having a value of increments of sum of error squares 0.35. They correspond to:

Species group of *Ushbaspis granulata* Pokrovskaya, 1965 (Species Group A), which has only one choice for the type species of *Ushbaspis* (see text-fig. 1. 14).

Species group of *Metaredlichioidea hubeiensis* Lin, 1978 (Species Group B) – contains four species including *Metaredlichioidea hubeiensis* Lin, 1978 (see text-fig. 1. 2); *Metaredlichioidea conicus* Zhang, 1981 (see text-fig. 1. 12); *Metared-*

*lichioidea tarimenensis* Zhang, 1981 (see text-fig. 1. 13); *Metaredlichioidea kalpinensis* Zhang, 1981 (see text-fig. 1. 11).

Species group of *Metaredlichioidea constrictus* Chien and Yao, 1974 (Species Group C) – contains three species including *Metaredlichioidea constrictus* Chien and Yao, 1974 (see text-fig. 1. 1); *Metaredlichioidea sichuanensis* Qian and Yao, 1980 (see text-fig. 1. 7); *Metaredlichioidea danzhaiensis* Zhang and Lin, 1980 (see text-fig. 1. 10).

Species group of *Metaredlichioidea meiziwanensis* Yin, 1978 (Species Group D) – contains five species; *Metaredlichioidea constrictus* Qian and Yao (see text-fig. 1. 3); *Metaredlichioidea szechuanensis* Chien and Yao (see text-fig. 1. 4); *Metaredlichioidea meiziwanensis* Yin, 1978 (see text-fig. 1. 5) including *Metaredlichioidea longxiensis* Zhang, Lin and Zhou, 1980 (see text-fig. 1. 9); *Metaredlichioidea elevatus* Qian and Yao, 1980 (see text-fig. 1. 8).

Species group of *Metaredlichioidea shiqianensis* Yin, 1978 (Species Group E) has only one species (see text-fig. 1. 6).

Based on the application of cluster analysis of 14 *Ushbaspis* trilobites species in this study, the author proposed the opinion on the mergence and emendation of some species (see table III).