



论中国二叠纪四射珊瑚 *Liangshanophyllum**

王小娟^{1**} 杜光映²

1 中国科学院南京地质古生物研究所, 南京 210008, xjwang@nigpas.ac.cn;

2 贵州中医药大学信息工程学院, 贵阳 550025

提要 迄今只报道于我国的梁山珊瑚 *Liangshanophyllum*, 以复中柱较小且简单、横板带宽、横板多水平或稍倾的特征区别于卫根珊瑚 *Waagenophyllum*。本文对两属各种的复中柱大小(占体径比值)进行数据统计和差异性分析, 结果表明在这一特征上, 两属没有显著差异; 定性分析复中柱简繁、横板带宽窄和水平横板发育程度, 表明这些特征没有高于种一级的分类意义。结合其他的相关研究成果, 建议废除 *Liangshanophyllum* 一属(亚属)。

关键词 *Liangshanophyllum* *Waagenophyllum* 复中柱 横板带 水平横板

中文引用 王小娟, 杜光映, 2020. 论中国二叠纪四射珊瑚 *Liangshanophyllum*. 古生物学报, 59(2): 215–222. DOI: 10.19800/j.cnki.aps.2020.08

英文引用 Wang Xiao-juan, Du Guang-ying, 2020. Discussion on Permian rugose coral *Liangshanophyllum* in China. Acta Palaeontologica Sinica, 59(2): 215–222. DOI: 10.19800/j.cnki.aps.2020.02.08

DISCUSSION ON PERMIAN RUGOSE CORAL *LIANGSHANOPHYLLUM* IN CHINA

WANG Xiao-juan¹ and DU Guang-ying²

1 Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China, xjwang@nigpas.ac.cn;

2 College of Information Engineering, Guizhou University of Traditional Chinese Medicine, Guiyang 550025, China

Abstract The classified relationship between the genera *Waagenophyllum* and *Liangshanophyllum* has been controversial since *Liangshanophyllum* was first described and established as a subgenus by Tseng (1949). Some researchers regard *Liangshanophyllum* as a genus or a synonym of *Waagenophyllum*. Based on the previous studies, *Liangshanophyllum* differs from *Waagenophyllum* in having a small and simplex axial column, wider tabularium and more horizontal tabulae.

The diameter of corallite and the size of axial column of 29 species (include 1 subspecies) of *Liangshanophyllum* and 21 species of *Waagenophyllum* were calculated in this paper. The relationship between ratio of axial column diameter to corallite diameter and percentage of the species of *Liangshanophyllum* and *Waagenophyllum* are shown as below: *Liangshanophyllum*: $\geq 1/3$, 4 species (occupying 14%); $1/3-1/4$ (include $1/4$), 11 species (occupying 38%); $1/4-1/5$ (include $1/5$), 7 species (occupying 24%), $< 1/5$, 7 species (occupying 24%); *Waagenophyllum*: $\geq 1/3$, 4 species (occupying 18%); $1/3-1/4$ (include $1/4$), 10 species (occupying 45%); $1/4-1/5$ (include $1/5$), 5 species (occupying

收稿日期: 2020-01-20; 改回日期: 2020-03-31; 录用日期: 2020-04-20

* 第二次青藏高原综合科学考察研究项目(2019QZKK0706)和国家自然科学基金重大研究计划重点项目(91855205)联合资助。

** 通讯作者: 王小娟, 博士, 主要从事二叠纪四射珊瑚研究。

23%), $<1/5$, 3 species (occupying 14%). The ratio of axial column diameter to corallite diameter of *W. minutum* is $1/5-1/3$. It calculates once in $1/3-1/4$ and $1/4-1/5$. The result shows that there is no obvious difference between the ratio of axial column diameter to corallite diameter of the species belonging to *Liangshanophyllum* and *Waagenophyllum*.

Qualitative analysis of the complexity of axial structure and tabularium width also shows that the species of *Liangshanophyllum* and *Waagenophyllum* have no difference higher than genus level. Clinotabulae and horizontal tabulae alternately developed in some species such as *Liangshanophyllum interomurum*. So the development of horizontal tabulae should be considered as intraspecific variation. On this basis, combined with other research results, such as cladistic analysis of some species of *Waagenophyllum*, this paper suggests that *Liangshanophyllum* is a synonym of *Waagenophyllum*.

Key words *Liangshanophyllum*, *Waagenophyllum*, axial column, tabularium, horizontal tabulae

1 前 言

梁山珊瑚 *Liangshanophyllum* 是我国二叠纪特有的一类卫根珊瑚, 迄今已报道31种(包含1亚种)。不过自 *Liangshanophyllum* 作为 *Waagenophyllum* 的亚属建立(Tseng, 1949)以来, 其分类位置一直存在争议。

曾鼎乾在建立 *Liangshanophyllum* 亚属时, 指出其在丛状复体的外形、三带型构造等性质上, 与 *Waagenophyllum* 十分相似, 唯本亚属的复中柱简单, 但中板显著; 鳞板带窄, 鳞板不甚发育; 横板带宽, 横板常呈水平状(Tseng, 1949; 俞昌民等, 1963)。须要指出的是, 目前 *Waagenophyllum* 隔壁两级的特征是定论(Hill, 1981), 曾鼎乾(Tseng, 1949)认为 *Liangshanophyllum* 的模式种 *Liangshanophyllum lui* Tseng, 1949 有三级隔壁, 可能是强烈加厚隔壁间的缝隙, 而三级隔壁在以后诸多 *Liangshanophyllum* 的种中皆未有过。

Minato 和 Kato (1965)研究卫根珊瑚科 *Waagenophyllidae* 时, 支持将 *Liangshanophyllum* 作为 *Waagenophyllum* 的亚属, 并指出区别在于前者近水平的横板带更宽, 斜横板稀少; 长鳞板发育; 复中柱较简单, 但中板常显著。Hill (1981)采纳了 Minato 和 Kato 的这一意见。

俞建章(1962)对 *Liangshanophyllum* 亚属进行修订, 并提升为属, 指出其个体大小及复中柱结构与 *Waagenophyllum* 相似, 但侧横板(应该是“水平横板”)较完整, 微向复中柱倾斜, 不同于 *Waagenophyllum* 的侧横板(应该是“斜横板”)呈泡沫状, 倾斜近于直立。之后, 诸多支持这一观点的研究者又进一步总结两属的差别, 可归纳为:

Liangshanophyllum 复中柱小而简单, 水平横板带宽, 斜横板不发育(俞建章等, 1981; 曹宣铎等, 1983; 骆金锭等, 1989; 林宝玉等, 1995; 徐桂荣、Sando, 1997)。

Shen 等(1998)认为以前的研究多强调 *Liangshanophyllum* 和 *Waagenophyllum* 的横板不同, 即前者的横板通常水平, 后者的横板很陡(斜横板), 但一些环境因素如水流强度和水深, 可能会造成同一种的不同个体横板形态的变异, 甚至在同一个体的不同部分横板形态有较大差异。因此, Shen 等(1998)同意将 *Liangshanophyllum* 作为 *Waagenophyllum* 的亚属, 并定义两者的差别是前者的复中柱相对简单, 横板多水平或稍倾, 而后者的复中柱相对复杂, 横板常陡倾或拉长。

许寿永指出 *Waagenophyllum* 属内不少种的复中柱和横板形态不稳定, 变化较大, 甚至在同一种内的不同个体中, 有的复中柱简单, 有的复杂。横板形态不稳定, 有的个体内呈水平状, 有的横板带分异为斜横板和水平横板, 故 *Liangshanophyllum* 应予废弃(见贾慧贞等, 1977)。

王小娟(2006)在对产于我国的 *Waagenophyllum* 的种进行系统修订的基础上, 指出无论是将 *Liangshanophyllum* 独立为属还是作为 *Waagenophyllum* 的亚属, 区分的特征是一致的, 可归结为: 前者的复中柱较小且简单、中板显著, 横板带宽, 横板多水平或稍倾, 后者的复中柱较复杂, 斜横板发育, 水平横板不发育。然而这些标准很难解决一个客观存在的问题: 除了同一种的不同个体的横板平斜和复中柱简繁有变外, 甚至在同一个体的不同部分横板形态有较大差异(许寿永, 见贾慧贞等, 1977; Shen *et al.*, 1998), 据此王小娟(2006)推断如果有足够的材料对 *Waagenophyllum* 的一些

种做充分细致的种内变异研究工作,也许会发现许寿永的观点最合理。

综上所述,用复中柱的大小简繁、横板的平斜及横板带的宽窄等定性特征,来确定 *Liangshanophyllum* 的分类位置,值得商榷。鉴于复中柱的大小(占体径的比值)是 *Liangshanophyllum* 与 *Waagenophyllum* 最主要的区别特征,本文尝试对这两属已知种的复中柱大小(占体径的比值)做差异性分析,以判定 *Liangshanophyllum* 的分类位置。

2 *Liangshanophyllum* 与 *Waagenophyllum* 复中柱大小的差异性分析

本文统计了归属于 *Liangshanophyllum* 的 29

个种(包括一个亚种)的个体平均直径、复中柱平均直径、复中柱直径占体径比(值)(表 1)。以下 2 种 1 亚种没有统计: *Liangshanophyllum zhenbaense* King, 1983 (曹宣铎等, 1983)因没有清晰的图影,而描述也只有体径“5 mm”一值,无法统计复中柱大小(变化范围); *L. diphyphyloidea* (Huang), 1932 (俞昌民等, 1963)没有保存完整的信息,横切面上仅一个个体保存了较完整的复中柱(pl. XVI, figs. 1a-b),约占体径的 1/3,纵切面(pl. XVI, figs. 1a)只见复中柱和横板带; *Waagenophyllum* (*Liangshanophyllum*) *medium inconditum* Chen and Huang, 1978 以“部分个体的复中柱结构较密”区别于 *W. (L.) medium* Chen and Huang, 1978, 应视为同种。

表 1 *Liangshanophyllum* 各种的体径和复中柱大小
Table 1 Diameter of corallite and axial column of the species belonging to the genus *Liangshanophyllum*

种名	个体直径 (mm)	复中柱直径 (mm)	复中柱直径占 体径比	标本编号	参考文献
<i>L. lui</i>	3-5	1.3-1.5*	1/5-1/4*	6948	Tseng, 1949
<i>L. wengchengense</i>	5-7	1.0-1.2*	1/6-1/5*	6950	Tseng, 1949
<i>L. stereoseptatum</i>	4-5.5	1.0-1.5*	1/4	6949	Tseng, 1949
<i>L. sinense</i>	4-5	1.0-1.2*	1/4-1/3	8827, 8828	吴望始等, 1957
<i>L. lipoense</i>	7-8	2-3*	1/4-1/3*	3854, 3855	Huang, 1932;
<i>L. chiuyaoshanense</i>	6-8	1.8-2.5*	1/4-1/3*	3942, 3945	Yoh and Huang, 1932; Huang, 1932
<i>L. tsengi</i>	8-10.5	3-3.5*	1/3*	14211, 14212	赵嘉明、陈华成, 1963
<i>L. ditabulatum</i>	4-7.5	0.5-1.2	1/8-1/6	31639, 31640	赵嘉明, 1976
<i>L. huishuiense</i>	6.5-8.5	2.1-2.5	1/3	Ger-320, 321	王洪第, 1978
<i>L. streptoseptatum</i>	3.1-5.8	**	1/3	Ger-324, 325	王洪第, 1978
<i>L. luodianense</i>	6.3-7.5	1.5-2.2*	1/4-1/3*	Ger-322, 323	王洪第, 1978
<i>L. medium</i>	5-6	1.3	1/5-1/4*	17-7-5	陈敏娟等, 1978
<i>L. qinghaiense</i>	7	1.5-2	1/5-1/4*	41556, 41557	李璋荣等, 1979
<i>L. crassicumellum</i>	5.1-6	1.0-1.2	1/6-1/5	47443a-c, 47444a, b	赵嘉明, 1981
<i>L. tenuiseptatum</i>	5.5-7.5	0.9-1.1	1/7-1/5	47441, 47442a, b	赵嘉明, 1981
<i>L. interomurum</i>	4-7	1-1.1	1/6-1/5	47435a, b	赵嘉明, 1981
<i>L. minor</i>	3.3-3.6	0.6-0.8	1/6-1/5	47437a-e	赵嘉明, 1981
<i>L. sangzhiense</i>	7-8	1.2-2*	1/5-1/4	HC651	姜水根, 1982
<i>L. aliense</i>	6-7	1.5-2	1/5-1/4*	80TF-138, 80TF-140	何心一等, 1983
<i>L. huishuiense major</i>	5.5-6.5	2-2.5	1/4-1/3*	71185, 71186	吴望始、赵嘉明, 1983
<i>L. floriforme</i>	5-5.6	1.5-1.8*	1/4-1/3	61932, 61933	赵嘉明, 1984
<i>L. zhongdianense</i>	4-6	**	1/5	61939	赵嘉明, 1984
<i>L. wuae</i>	4-5	**	1/4-1/3	61926	赵嘉明, 1984
<i>L. dispar</i>	2.6-5.3	0.8-1.5*	1/4-1/3	61992, 61993	赵嘉明, 1984
<i>L. huayunophoidea</i>	4-5.5	0.5-1	1/6-1/8*	IV38749	许寿永, 1984
<i>L. cylindricum</i>	6.7-7.5	2.0-2.3*	1/4-1/3*	GL5-1	丁蕴杰, 1995
<i>L. gaoyaense</i>	3.6-5.7	1.0-2.0*	1/3	CC0143, CC0051-0052	徐桂荣、Sando, 1997
<i>L. shuanglongense</i>	3.8-7.9	**	1/5-1/4***	CC0121, CC0123	徐桂荣、Sando, 1997
<i>L. clisicumellum</i>	5.8-7.9	2.0-2.5*	1/4-1/3*	NIGPAS 148079, 148080	Wang et al., 2019

注: *本文测量的数据。

**由于图版不清或标本保存不完整无法重新测量。

***原文描述为 1/3, 但目测明显小于 1/3。

本文同时统计了材料产自我国的 21 个 *Waagenophyllum* 种的体径、复中柱直径、复中柱直径占体径比变化范围(表 2), 与 *Liangshanophyllum* 进行对比。

表 2 *Waagenophyllum* 各种的体径和复中柱大小
Table 2 Diameter of corallite and axial column of the species belonging to the genus *Waagenophyllum*

种名	个体平均 直径(mm)	复中柱平均 直径(mm)	复中柱直径 占体径比	标本编号	参考文献
<i>W. indicum</i>	3-7	1*	1/4-1/3*	**	俞昌民等, 1963
<i>W. virgalense</i> var. <i>mongoliense</i>	4-5.7	1.6*	1/3*	G.S.C.1941, G.S.C.1942	Grabau, 1931
<i>W. stereoseptatum</i>	3-6	1.5-2	1/4-1/3	21924, 21925	吴望始、王志浩, 1974
<i>W. carinatum</i>	4.5-5.5	1.5-1.8*	1/3	IV 38590	贾慧贞等, 1977
<i>W. minutum</i>	3-3.5	0.5-1*	1/5-1/3	47434a-d	赵嘉明, 1981
<i>W. hunanense</i>	6-7	2-2.5*	1/4-1/3*	HC649	姜水根, 1982
<i>W. zhenanense</i>	4-5.5	1-1.2*	1/5-1/4*	R-436	Cao <i>et al.</i> , 1983
<i>W. irregulare</i>	7-10	1.5-2	1/5-1/4*	71206-71209	吴望始、赵嘉明, 1983
<i>W. microcolumellum</i>	5.5-6.5	0.8-1*	1/6-1/5*	71172, 71173	吴望始、赵嘉明, 1983
<i>W. minicolumellum</i>	4-7.5	1-1.2*	1/6-1/5	61936, 61937	赵嘉明, 1984
<i>W. markamense</i>	4.2-5	1.5-2	1/4-1/3*	61924, 61925	赵嘉明, 1984
<i>W. dawuensis</i>	4-8	0.5-0.8	1/10-1/8*	61930, 61931	赵嘉明, 1984
<i>W. wumenense</i>	4.4-5.6	1.0-1.6	1/4-1/3*	ZH6387, ZH6388	丁蕴杰等, 1985
<i>W. elegantulum</i>	4.1-65	1.4-2.1	1/4-1/3*	NIGPAS 148072-148074	何心一, 1989; Wang <i>et al.</i> , 2019
<i>W. ngariense</i>	7.0-11.0	3.1-5.5	2/5-1/2*	NIGPAS 148076-148078	何心一, 1990; Wang <i>et al.</i> , 2019
<i>W. daluokengense</i>	3.7-7.1	1-2	1/3	CC0331, CC0302	Xu <i>et al.</i> , 1997
<i>W. tachtabulasicum</i>	7.8-9.3	2.3-3.5	1/4-1/3	NIGPAS 148082-148084	Ilyina, 1997; Wang <i>et al.</i> , 2019
<i>W. ciliense</i>	2.5-5.0	0.5-1.0	1/5-1/4*	CCP-5-1, CCP-5-2	Shen <i>et al.</i> , 1998
<i>W. domarense</i>	2.5	0.5	1/5*	Scr 1056	Fan <i>et al.</i> , 2003
<i>W. intermedium</i>	3.4-4.7	0.9-1.7	1/4-1/3*	NIGPAS 148071	Wang <i>et al.</i> , 2019
<i>W. gyanyimaense</i>	9.9-15.3	3.0-3.7	1/4-1/3*	NIGPAS 148075	Wang <i>et al.</i> , 2019

注: *本文测量的数据。
**没有检查到标本编号信息。

由表 1 和表 2 的统计数据可以看出, 在 *Liangshanophyllum* 的 29 种中, 复中柱直径占体径比值变化范围为: $\geq 1/3$ 、 $1/3-1/4$ (包括 $1/4$)、 $1/4-1/5$ (包括 $1/5$)、 $<1/5$ 的种数分别为 4 种(约占 14%)、11 种(约占 38%)、7 种(约占 24%)和 7 种(约占 24%)。而在 *Waagenophyllum* 的 21 种中, 对应的数值分别为 4 种(约占 18%)、10 种(约占 45%)、5 种(约占 23%)和 3 种(约占 14%), 其中, *W. minutum* 复中柱直径占体径比值的变化范围较大, 为 $1/5-1/3$, 在 $1/3-1/4$ 和 $1/4-1/5$ 这两个范围内分别计算一次。

上述数据统计结果表明, 在复中柱大小(占体径比值)这一特征上, *Liangshanophyllum* 与 *Waagenophyllum* 并没有明显的区别(图 1)。

基于检验数据符合正态分布的条件, 本文使用 Past 软件(Hammer and Harper, 2006), 对复中柱直径占体径比值的平均数据进行 *F* 检验(*F*-test,

Hahs and Lomax, 2012), 结果($F = 1.6673$, $P = 0.04211$)表明, 这两属的复中柱直径占体径比值不存在显著差异。因此, 这一特征不宜作为区分两属的依据。

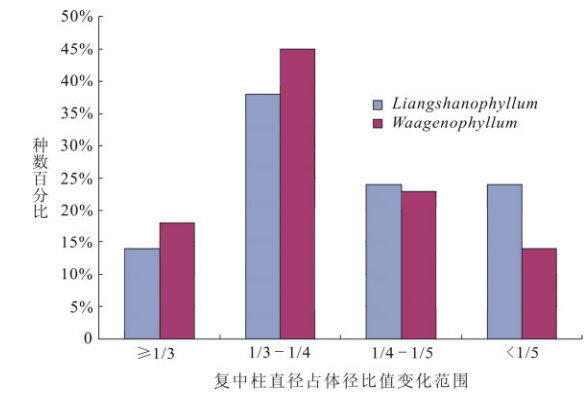


图 1 *Liangshanophyllum* 和 *Waagenophyllum* 的复中柱直径占体径比值与种数百分比关系
Fig. 1 The relationship between ratio of axial column diameter to corallite diameter and percentage of the species of *Liangshanophyllum* and *Waagenophyllum*

值得一提的是,最小的复中柱占体径比值是 *Waagenophyllum* 属中的 *W. dawuensis*, 为 1/10–1/8。可见仅以复中柱大小这一特征来比较, *W. dawuensis* 应归于 *Liangshanophyllum*。

3 定性分析

3.1 复中柱的简繁

徐桂荣、Sando (1997)曾指出中柱最少反应环境条件,是鉴定种的重要特征。

许寿永指出 *Waagenophyllum* 属内不少种的复中柱在同一种内的不同个体中,有的简单,有的复杂(见贾慧贞等, 1977)。如前文提及的 *Waagenophyllum* (*Liangshanophyllum*) *medium in-conditum* Chen and Huang, 1978 以“部分个体的复中柱结构较密”区别于 *W. (L.) medium* Chen and Huang, 1978 (陈敏娟等, 1978), *Waagenophyllum minutum* Zhao, 1981 的复中柱“结构疏密不一”(赵嘉明, 1981)。

同一种内复中柱简繁有一定变化范围,在其他属种中也很常见,如 *Szechuanophyllum major* Wu and Kong, 1983 “中柱构造多变,或为加厚的中轴,或由中板和少量的斜板和极少的辐板组成”(Wu and Kong, 1983), *Ipciphyllum minicolumnellum* Zhao, 1984 “有的复中柱全为灰质加厚,有的复中柱仅为加厚的中板所组成,有的为 1–2 列斜板组成宽度不一的纺锤状,辐板很少”(赵嘉明, 1984)……这些例子表明复中柱简繁这一特征不宜作为区分属的特征。

3.2 横板带宽和水平横板发育程度

水平横板发育通常对应宽的横板带。在鳞板带宽度一定的前提下,复中柱大小和横板带宽窄是此消彼涨的关系,复中柱小则横板带宽,复中柱大则横板带窄。前文分析了复中柱大小占体径比的变化范围特征,因此不再对横板带宽窄变化做进一步讨论。

徐桂荣、Sando (1997)认为水平横板的间距(疏密)反应的是个体的生长速率。至于水平横板和斜横板的发育关系,许寿永(见贾慧贞等, 1977)和 Shen 等(1998)都指出 *Waagenophyllum* 的一些种

在同一种的不同个体,甚至同一个体的不同部分,横板形态都有较大差异。比较典型的是“斜横板、水平横板局部处混生”的 *L. interomurum* Zhao, 1981(赵嘉明, 1981, 图 2)。由此可见,水平横板较发育也不宜作为 *Liangshanophyllum* 区别于 *Waagenophyllum* 的属征之一。

4 讨论与结论

上文分析表明, *Liangshanophyllum* 不宜作为独立的属或亚属。

王小娟、林巍 (2019) 以 *Waagenophyllum* (*Liangshanophyllum*) *wengchengense* 作为外类群,对材料产自我国的 *Waagenophyllum* (*Waagenophyllum*) 的 21 种进行分支分析,结果显示其中的 *Waagenophyllum* (*Waagenophyllum*) *zhenanense* King, 1983 (曹宣铎等, 1983)与 *W. (L.) wengchengense* 的关系比与 *Waagenophyllum* (*Waagenophyllum*) 的其他种的关系更近。这一结果也不支持 *Liangshanophyllum* 作为独立的属或亚属。

目前大部分 *Liangshanophyllum* 的种,如早期的 *Waagenophyllum* (*Liangshanophyllum*) *lui* Tseng, 1949, *W. (L.) wengchengense* Tseng, 1949, *W. (L.) stereoseptatum* Tseng, 1949 和 *W. (L.) sinense* Wu, 1957 等,至 Shen 等(1998)所定的种,都是据一个横切面和一个纵切面定种,客观上对于各种的种内变异并没有充分的认识,导致对种征和属征的变化范围限定偏窄。

此外,仅据复中柱大小、横板带宽窄的特征组合, *Waagenophyllum* 的种有 4 种情况: ①复中柱大、横板带窄,如 *Waagenophyllum ngariense* He, 1990; ②复中柱大,横板带宽,如 *W. hunanense* Jiang, 1982; ③复中柱小,横板带窄,如 *W. dawuensis* Zhao, 1984; ④复中柱小、横板带宽。仅将第 4 类组合特征划分出来建立 *Liangshanophyllum* 属,这样的分类显然过于牵强。

再者,与 *Waagenophyllum* 仅以丛状、块状相区分的 *Ipciphyllum*,也有不少复中柱小、横板带宽、水平横板发育的种,如 *Ipciphyllum heshanense* Wu and Zhao, 1983, *Ipciphyllum minicolumnellum* Zhao, 1984 等,但这些种并没有归于一属,而

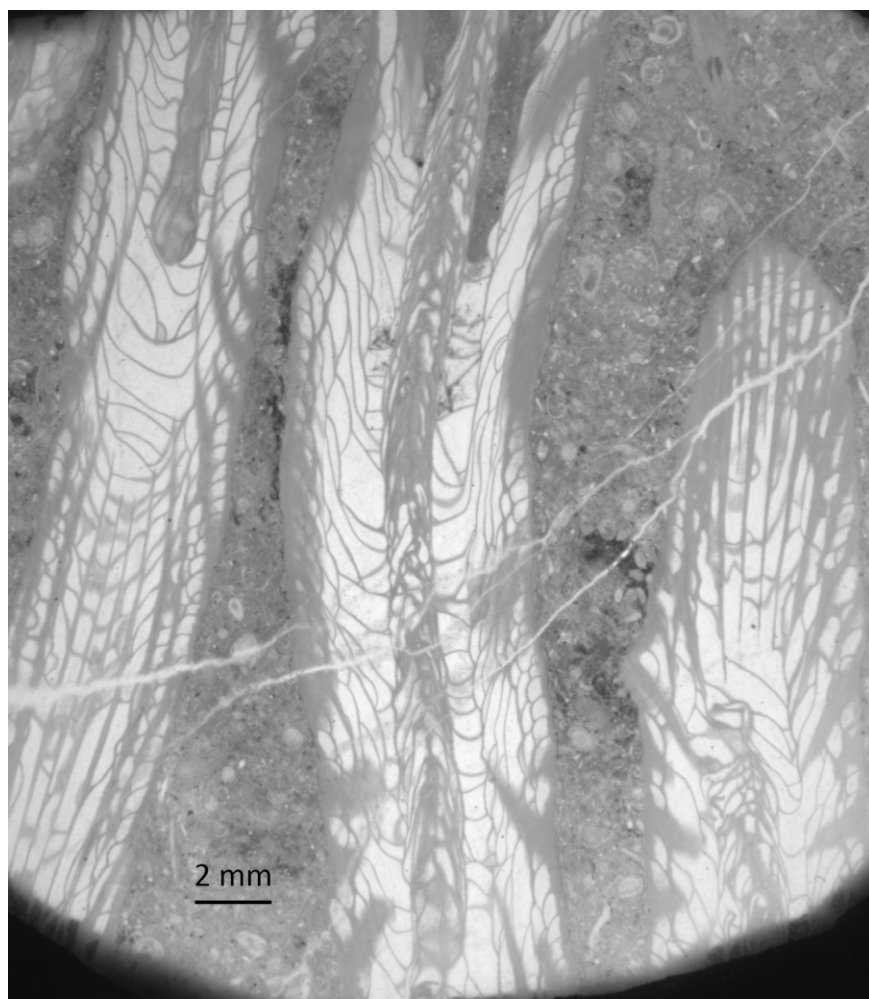


图2 *Liangshanophyllum interomurum* Zhao, 1981 的纵切面

Fig 2. Longitudinal section of *Liangshanophyllum interomurum* Zhao, 1981

标本编号(Specimen No.): NIGPAS 47435-b.

Ipciphyllum 也没有亚属,这也反衬出建立 *Liangshanophyllum* 的主观性。

综上,本文建议废弃 *Liangshanophyllum* 属或亚属,将其中的种归于 *Waagenophyllum*。

值得一提的是,须要对原 *Liangshanophyllum* 的各种做进一步的厘定工作,而不能直接改归 *Waagenophyllum*, 否则又会引起新的混乱。如 Minato 和 Kato (1965)指出曾鼎乾 1949 年描述的 *Waagenophyllum* (*Liangshanophyllum*) *wengchengense*, 与黄汲清于 1932 年描述的 *Waagenophyllum wengchengense* 不完全相同,而吴望始 1957 年所述 *Liangshanophyllum wengchengense* 与黄氏的标本相似可比。他们认为黄氏定的 *wengchengense* 种属于 *Waagenophyllum*, 与曾氏

的种不是同一个种,为此把曾氏描述的标本另取一名为 *Waagenophyllum* (*Liangshanophyllum*) *wui*。又如曾鼎乾(1949)的 *Waagenophyllum* (*Liangshanophyllum*) *lui* 与吴望始(1957)的 *Waagenophyllum lui* 皆产自陕西汉中梁山,吴望始(1957)曾指出后者与前者在具有简单的复中柱性质上相像,但以后者横板呈泡沫状倾向于中心,不同于前者的横板呈水平状而建立种。二者的差异是否为种内变异须要进一步研究,在此基础上才能决定吴望始(1957)的 *Waagenophyllum lui* 是否须要更换种名。

致谢 评审专家对文稿提出宝贵修改意见,在此表示衷心的感谢。

参考文献 (References)

- 曹宣铎, 欧阳萱, 金同安, 蔡正全, 1983. 皱珊瑚目. 见: 西安地质矿产研究所主编, 西北地区古生物图册. 陕甘宁分册(二)晚古生代部分. 北京: 地质出版社. 46-179.
- 陈敏娟, 熊炳华, 1978. 二叠纪珊瑚. 见: 湖北省地质三峡地层研究组著, 峡东地区震旦纪至二叠纪地层古生物. 北京: 地质出版社. 294-301.
- 丁蕴杰, 1995. 广西南丹阿谢尔期(Asselian)的珊瑚化石. 地层古生物论文集, 第 26 辑: 77-91.
- 何心一, 1990. 阿里二叠纪珊瑚. 见: 杨遵义等著, 西藏阿里古生物. 武汉: 中国地质大学出版社. 76-79.
- 贾慧贞, 许寿永, 邝国敦, 张步飞, 左自壁, 吴锦珠, 1977. 珊瑚纲. 见: 湖北省地质科学研究所编, 中南地区古生物图册(二). 北京: 地质出版社. 109-270.
- 姜水根, 1982. 珊瑚纲. 见: 湖南省地质局编著, 中华人民共和国地质矿产部地质专报(二)地层古生物第 1 号, 湖南古生物图册. 北京: 地质出版社. 81-162.
- 李璋荣, 廖卫华, 1979. 四射珊瑚亚纲. 见: 中科院南京地质古生物研究所, 青海地质科学研究所编, 西北地区古生物图册. 青海分册(二). 北京: 地质出版社. 16-38.
- 林宝玉, 许寿永, 贾慧贞, 郭胜哲, 欧阳萱, 王曾吉, 丁蕴杰, 曹宣铎, 严幼因, 陈华成, 1995. 皱纹珊瑚与异形珊瑚. 北京: 地质出版社. 1-778.
- 骆金锭, 何心一, 王明倩, 1989. 中国犬齿珊瑚目(不包括满珊瑚亚目)的骨骼构造与分类. 见: 王鸿祯, 何心一, 陈建强等著, 中国古生代珊瑚分类演化及生物古地理. 北京: 科学出版社. 108-126.
- 王洪第, 1978. 四射珊瑚亚纲. 见: 贵州地层古生物工作队编, 西南地区古生物图册. 贵州分册(二)石炭纪—第四纪. 北京: 地质出版社. 106-189.
- 王小娟, 2006. 西藏札达晚二叠世四射珊瑚以及我国 *Waagenophyllum* 和 *Ipciphyllum* 的系统学修订. 中科院南京地质古生物研究所博士论文. 1-159.
- 王小娟, 林巍, 2019. 中国 *Waagenophyllum* (*Waagenophyllum*) 种的分支分析. 古生物学报, 58: 502-513.
- 吴望始, 1957. 汉中梁山上二叠统的珊瑚化石. 古生物学报, 5: 325-350.
- 吴望始, 王志浩, 1974. 二叠纪珊瑚. 见: 中科院南京地质古生物研究所编, 西南地区地层古生物手册. 北京: 科学出版社. 296-299.
- 吴望始, 赵嘉明, 1983. 浙、桂、川的晚二叠世珊瑚. 中国科学院南京地质古生物研究所丛刊, 第 6 号: 271-284.
- 徐桂荣, Sando W J, 1997. 湘西北晚二叠世珊瑚礁中的瓦岗珊瑚类. 见: 徐桂荣, 罗新民, 王永标, 周良勇, 肖诗宇等著, 长江中游晚二叠世生物礁的生成模型. 武汉: 中国地质大学出版社. 108-112.
- 俞昌民, 吴望始, 赵嘉明, 张肇诚编, 1963. 中国的珊瑚化石. 北京: 科学出版社. 1-390.
- 俞建章, 1962. 石炭二叠纪一些皱纹珊瑚的订正. 长春地质学院庆祝建院十周年科学论文集: 1-11.
- 俞建章, 林英铄, 时言, 黄柱熙, 俞学光, 1981. 石炭纪二叠纪珊瑚. 吉林: 吉林人民出版社. 1-357.
- 赵嘉明, 陈华成, 1963. 安徽南部二叠统栖霞组珊瑚化石的新资料. 古生物学报, 11: 378-403.
- 赵嘉明, 1981. 四川北川、江油及陕西汉中二叠纪珊瑚化石. 中国科学院南京地质古生物研究所集刊, 第 15 号: 233-274.
- 赵嘉明, 1984. 藏东、川西及滇北二叠纪四射珊瑚. 见: 川西藏东地区地层与古生物. 成都: 四川人民出版社. 163-202.
- Cao Xuan-duo, Ouyang Xuan, Jin Tong-an, Cai Zheng-quan, 1983. Rugosa. In: Xi'an Institute of Geology and Mineral Resources, Chinses Academy of Geological Sciences (ed.), Palaeontological Atlas of the Northwest China. Shaanxi, Gansu and Ningxia Volume, Part II. Beijing: Geological Publishing House. 46-179 (in Chinese).
- Chen Min-juan, Xiong Bing-hua, 1978. Permian corals. In: Stratigraphy Research Group for Yangtze Gorge, Hubei Province (ed.), Sinian to Permian Stratigraphy and Palaeontology of East Yangtze Gorge. Beijing: Geological Publishing House. 294-301 (in Chinese).
- Ding Yun-jie, 1995. On some Asselian corals in Nandan, Guangxi. Professional Papers of Stratigraphy and Palaeontology, 26: 77-91 (in Chinese).
- Hammer Ø, Harper D A T, 2006. Paleontological Data Analysis. Malden: Blackwell Publishing. 1-351.
- He Xin-yi, 1990. Permian corals of Ngari, Tibert (Xizang). In: Yang Zun-yi, Nie Ze-tong (eds.), Paleontology of Ngari, Tibet (Xizang). Wuhan: China University of Geosciences Press. 76-79 (in Chinese).
- Hahs D L, Lomax R G, 2012. Statistical Concepts: A Second Course. New Jersey: Routledge. 1-532.
- Hill D, 1981. Rugosa and Tabulata. In: Robison R A (ed.), Treatise on Invertebrate Paleontology, Part F, Coelenterata, Supplement 1. The Geological Society of America and The University of Kansas Press. 1-762.
- Huang T K, 1932. Permian corals from southern China. Palaeontologica Sinica (B), 8: 1-163.
- Ilyina T G, 1997. Distribution, taxonomy and morphology of Permian Rugosa of southern Pamir (Tadzhikistan). Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural, 91: 127-141.
- Jia Hui-zhen, Xu Shou-yong, Kuang Guo-dun, Zhang Bu-fei, Zuo Zi-bi, Wu Jin-zhu, 1977. Anthozoa. In: Institute of Geological Sciences et al. (eds.), Palaeontological Atlas of Central and Southern China. Vol. II (Upper Paleozoic). Beijing: Geological Publishing House. 109-270 (in Chinese).
- Jiang Shui-gen, 1982. Anthozoa. In: Bureau of Geology and Mineral Resources of Hunan Province (ed.), Palaeontological Atlas of Hunan. Beijing: Geological Publishing House. 81-161 (in Chinese).
- Li Zhang-rong, Liao Wei-hua, 1979. Rugosa. In: Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Academia Sinica, Institute of Geological Sciences, Qinghai Province (eds.), Palaeontological Atlas of Northwest China, Qinghai Volume 2. Beijing: Geological Publishing House. 16-39 (in Chinese).
- Lin Bao-yu, Xu Shou-young, Jia Hui-zhen et al., 1995. Monograph of Palaeozoic Corals. Rugosa and Heterocorallia. Beijing: Geological Publishing House. 1-778 (in Chinese).
- Luo Jin-ding, He Xin-yi, Wang Ming-qian, 1989. Skeletal structures and classification of the order Caniniida (excluding Plerophyl-

- lina) of China. In: Wang Hong-zhen, He Xin-yi, Chen Jian-qiang *et al.* (eds.), Classification, Evolution and Biogeography of the Palaeozoic corals of China. Beijing: Science Press. 108–126 (in Chinese).
- Minato K, Kato M, 1965. *Waagenophyllidae*. Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University, Ser. 4, Geology and Mineralogy, 12: 1–241.
- Shen J W, Kawamura T, Yang W R, 1998. Upper Permian coral reef and colonial rugose corals in northwest Hunan, South China. Facies, 39: 35–66.
- Tseng T C, 1949. Note on the *Liangshanophyllum*, a new subgenus of *Waagenophyllum* from Permian of China. Bulletin of the Geological Society of China, 29: 97–104.
- Wang Hong-di, 1978. Anthozoa. In: Working Group on Stratigraphy and Palaeontology of Guizhou (eds.), Palaeontological Atlas of Southwest China, Guizhou. Volume 2. Beijing: Geological Publishing House. 106–188 (in Chinese).
- Wang Xiao-juan, 2006. Late Permian rugose corals from Zanda, Tibet and systematic revision of *Waagenophyllum* and *Ipciphyllum*. Doctoral Dissertation from Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Chinese Academy of Sciences. 1–159 (in Chinese).
- Wang Xiao-juan, Lin Wei, 2019. Cladistic analysis of *Waagenophyllum* (*Waagenophyllum*) in China. Acta Palaeontologica Sinica, 58: 502–513 (in Chinese).
- Wang Xiao-juan, Wang Xiang-dong, Zhang Yi-chun, Lee Dong-jin, 2019. Late Permian rugose corals from Gyanyima of Drhada, Tibet (Xizang), Southwest China. Journal of Paleontology, 93: 856–875.
- Wu Wang-shi, 1957. Upper Permian corals from Liangshan, S. Shannxi. Acta Palaeontologica Sinica, 5: 325–342 (in Chinese).
- Wu Wang-shi, Kong Lei, 1983. Rugose corals from the Carboniferous-Permian boundary beds in Yunnan, Guangxi and Guizhou provinces. Palaeontologia Cathayana, 1: 367–409.
- Wu Wang-shi, Wang Zhi-hao, 1974. Permian corals. In: Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Academia Sinica (ed.), Handbook of Stratigraphy and Palaeontology, Southwest China. Beijing: Science Press. 296–299 (in Chinese).
- Wu Wang-shi, Zhao Jia-ming, 1983. Late Permian corals from Zhejiang, Guangxi and Sichuan provinces. Bulletin of Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Academia Sinica, 6: 271–284 (in Chinese).
- Xu Gui-rong, Sando W J, 1997. Late Permian waagenophyllid corals of the coral reefs in northwest Hunan. In: Xu Gui-rong, Luo Xin-min, Wang Yong-biao, Zhou Liang-yong, Xiao Shi-yu (eds.), On a Building Model of Late Permian Reefs in Central Yangtze River Area. Wuhan: China University of Geosciences Press. 108–112 (in Chinese).
- Yoh S S, Huang T K, 1932. The coral fauna of the Chihhsia Limestone of the Lower Yangtze Valley. Palaeontologica Sinica (B), 8: 1–72.
- Yu Chang-ming, Wu Wang-shi, Zhao Jia-ming, Zhang Zhao-cheng, 1963. Chinese Fossil Corals. Beijing: Science Press. 1–390 (in Chinese).
- Yu Jian-zhang, 1962. A revision of some Carboniferous-Permian rugose corals. Collection of Scientific Papers on the 10th Anniversary of Changchun Institute of Geology. 1–11 (in Chinese).
- Yu Jian-zhang, Lin Ying-dang, Shi Yan, Huang Xi-zhu, Yu Xue-guang, 1983. Carboniferous and Permian Corals. Jilin: Jilin People's Publishing House. 1–357 (in Chinese).
- Zhao Jia-ming, Chen Hua-cheng, 1963. New fossil corals from the Chisia-Zu of Lower Permian, Southern Anhui. Acta Palaeontologica Sinica, 11: 378–403 (in Chinese).
- Zhao Jia-ming, 1981. Permian corals from Beichuan and Jiangyou of Sichuan and from Hanzhong of Shaanxi. Memoirs of the Institute of Palaeontology, Academia Sinica, 15: 233–274 (in Chinese).
- Zhao Jia-ming, 1984. Permian rugose corals from East Xizang, West Sichuan and North Yunnan. Stratigraphy and Palaeontology in W. Sichuan and E. Xizang, China, Part 4. Chengdu: Sichuan Science and Technology Press. 163–202 (in Chinese).