

中国及邻区特提斯海的演化

THE EVOLUTION

OF THE TETHYS

IN CHINA AND

ADJACENT REGIONS

黄汲清 陈炳蔚

HUANG JIQING AND CHEN BINGWEI

地质出版社

GEOLOGICAL PUBLISHING HOUSE



中国及邻区特提斯海的演化

THE EVOLUTION OF THE TETHYS IN
CHINA AND ADJACENT REGIONS

黄汲清

陈炳蔚

HUANG JIQING CHEN BINGWEI

地质出版社

GEOLOGICAL PUBLISHING HOUSE

Beijing, China 1987

中国及邻区特提斯海的演化
THE EVOLUTION OF THE TETHYS
IN CHINA AND ADJACENT REGIONS

黄汲清 陈炳蔚
HUANG JIQING CHEN BINGWEI

*
责任编辑: 张义勋 李鄂荣

地质出版社出版

(北京西四)

地质出版社印刷厂印刷

(北京海淀区学院路29号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*
开本: 787×1092 1/16 印张: 12 1/2 字数: 282,000
1987年12月北京第一版·1987年12月北京第一次印刷
印数: 1—1,800册 国内定价: 3.60元

ISBN 7-116-00017-8/P·017

统一书号: 13038·新449平

·本书采用中国华光计算机激光汉字编排系统排版·



HUANG JIQING (formerly T.K. Huang), born in 1904 in Sichuan Province of China, graduated from the National Peking University in 1928, and studied in Switzerland where he obtained his doctor's degree in 1935. He made extensive geological excursions in the Swiss Alps in 1932—1935, and also in Western Europe in 1933—1935 and in the United States in 1935—1936. He acquainted himself with the geology of the Soviet Union from conducted excursions in 1937 and 1956, and spent six months again in the United States in 1949. He personally studied the geology of several foldbelts and great basins of eastern, southern and northwestern China and published some 150 scientific articles and books, notably on the stratigraphy and paleontology of the Chinese Permian System, the geology of the Tsinglingshan (now Qintong), the petroleum geology of Sinkiang (now Xinjiang), etc. His book "On major tectonic forms of China" (1946) has been recognized by Chinese as well as foreign geologists as an authoritative treatise on the geotectonics of China and adjacent regions. He is also compiler and chief editor of several editions of the geological map of China as well as the tectonic map of China.

Huang worked 20 years in the Geological Survey of old China and more than 30 years in the Ministry of Geology of new China. He is now Honorary President of the Chinese Academy of Geological Sciences and member of Academia Sinica. He was conferred honorary doctor by the Swiss Federal Polytechnic Institute (ETH) in 1980, and was elected honorary fellow of the Geological Society of America in 1984.

CHEN BINGWEI, born in 1938 in Jiangsu Province, graduated from the Nanjing University in 1963. Since then he has been working in the Chinese Academy of Geological Sciences, studying the regional geology of South China. He devoted several years to field geology in Tibet, western Sichuan and western Yunnan. He is now assistant research fellow of the CAGS.

The Problem of the TETHYS is a major problem in geoscience. Its origin, distribution, subdivision and tectonic movements, in fact its whole history of evolution, have been and still are the main subject of research and discussion among geologists and geophysicists, who in recent years have published numerous articles and books, advocating widely different views some of which are quite speculative and contradictory.

The present book, basing upon scientific data acquired by Chinese institutions, puts forward the concept of Paleotethys, Mesotethys and Neotethys, and preliminarily establishes the Northern Main Suture Zone (Longmuco—Yushu Suture) and the Southern Main Suture Zone (Indus—Yarlung Suture) of the Tethys Proper. The former was formed by the northward drifting, subduction and collision of the oceanic Paleotethys and Gondwanaland (early Gondwanaland Plate) against Eurasia in Late Permian time, when the two major continents united, resulting in the formation of a latest Permian and Triassic Pangea. Beginning from Late Triassic and continuing into Jurassic and Early Cretaceous, Gondwanaland (s.s.) splitted apart and drifted southwards away from Eurasia along the Southern Main Suture Zone, thus leaving the "Interchange Domain" (Central Domain, Cimmeric Continent, Median Plate of other authors) attached to Eurasia. Toward Late Cretaceous Gondwanaland, together with its oceanic Mesotethys (late Gondwanaland Plate), drifted northward and collided with Eurasia (plus the accretion of the "Interchange Domain") in Early Tertiary time. Besides the Tethys Proper as stated above, numerous outlying troughs and basins of shallow water character occurred to the north of the Northern Tethys Proper in Permian and Triassic times. They include the South China Tethys, the Yangtze Tethys, the Isolated Sino—Korean Tethys, the Central Asian Tethys, the Mongolo—Sichote Tethys, etc.

The reader will find in the present book a number of new conclusions and concepts quite different from those already recorded in previous publications.

The authors also express their own original opinions on the existence of "Pacifica" and the problem of the "American Tethys".

特提斯海问题是地球科学中的一个重大问题。它的起源、分布、划分及构造运动,实际上也就是它的整个演化历史,不仅一直是而且现在仍然是地质学者、地球物理学者研究和讨论的重要课题。一些学者发表了大量的文章和专著,阐述了非常不同的观点,其中有些观点纯属推测且互相矛盾。

本书根据中国各地质研究单位所获得的科学资料,提出了古特提斯、中特提斯和斯特提斯的概念,并初步确定了特提斯本部的北主缝合带(龙木措—玉树缝合带)和南主缝合带(印度斯—雅鲁藏布缝合带)。北主缝合带是在晚二叠世由古特提斯和冈瓦纳大陆(早冈瓦纳板块)对着欧亚大陆向北漂移、俯冲和碰撞形成的,同时这两个大陆连接起来,导致了二叠纪末和三叠纪超大陆的形成。从晚三叠世起,并延续到侏罗纪和早白垩世,狭义的冈瓦纳大陆沿着南主缝合带分裂并脱离欧亚大陆向南漂移。存留下来的"互换构造域"(其他作者称:中特提斯域,基梅里大陆,中间板块等)附于欧亚大陆上。到晚白垩世,冈瓦纳大陆与它的大洋中特提斯(晚冈瓦纳板块)一起,向北漂移并与欧亚大陆(及其增生"互换构造域")在三叠纪碰撞。除上述特提斯本部以外,在二叠纪和三叠纪时期,有许多外围海槽和淡水盆地见于北特提斯本部以北。它们包括华南特提斯、扬子特提斯,孤立的中朝特提斯、中亚特提斯以及蒙古—锡霍特特提斯等等。

读者阅读全文时将会发现,本书的许多新结论和概念与以往的文献中所记载的内容有相当差异。

作者也对"太平洋大陆"的存在和"美洲特提斯"问题提出了自己的看法。

目 录

引言.....	(1)
一、中国二叠系及二叠纪特提斯的划分.....	(2)
(一)中国二叠系的重新划分.....	(2)
(二)冷-凉水特提斯与暖-热带水特提斯.....	(4)
(三)二叠纪特提斯的划分.....	(5)
二、中国二叠纪古地理和板块活动.....	(7)
(一)早二叠世的特提斯.....	(7)
(二)早二叠世古地理.....	(10)
1. 特提斯本部.....	(10)
2. 外围海槽和盆地.....	(10)
(三)中二叠世古地理.....	(12)
1. 特提斯本部.....	(12)
2. 外围海槽和盆地.....	(14)
(四)晚二叠世古地理.....	(15)
1. 特提斯本部.....	(15)
2. 外围海槽及盆地.....	(17)
(五)晚华力西构造作用.....	(17)
1. 晚二叠世玄武岩.....	(18)
2. 二叠纪植物区系.....	(20)
三、二叠纪时期的古特提斯、冈瓦纳大陆和欧亚大陆.....	(21)
(一)冈瓦纳大陆与欧亚大陆间古生代的缝合带——北缝合带.....	(21)
(二)古特提斯、冈瓦纳大陆和欧亚大陆.....	(22)
(三)南特提斯及冈瓦纳大陆板块.....	(22)
四、三叠纪古地理和印支构造作用.....	(25)
(一)三叠纪时的特提斯.....	(25)
(二)早、中三叠世特提斯.....	(25)
1. 南特提斯和北特提斯本部.....	(25)
2. 外围盆地和海槽.....	(28)
3. 特提斯以北的大陆盆地和内陆盆地.....	(29)
(三)晚三叠世特提斯.....	(29)
1. 特提斯本部.....	(29)
2. 扬子盆地.....	(31)

3. 中亚和华北内陆盆地·····	(31)
4. 二叠纪植物区系·····	(32)
(四)印支构造作用·····	(32)
1. 地槽区·····	(32)
2. 特提斯本部的外围地区·····	(34)
五、特提斯本部侏罗—白垩纪古地理及板块活动·····	(36)
(一)侏罗纪特提斯·····	(36)
1. 南特提斯·····	(40)
2. 北特提斯·····	(40)
3. 班公湖—怒江缝合带·····	(40)
4. 特提斯外围盆地·····	(42)
(二)白垩纪特提斯·····	(42)
1. 南特提斯·····	(42)
2. 北特提斯·····	(42)
3. 外围盆地和海槽·····	(44)
4. 外围的陆相沉积盆地·····	(44)
(三)燕山期构造作用及板块活动·····	(44)
1. 特提斯本部·····	(44)
2. 特提斯外围地区·····	(46)
六、特提斯本部第三纪古地理及板块活动·····	(48)
(一)早第三纪古地理·····	(48)
1. 特提斯本部·····	(48)
2. 特提斯外围地区·····	(48)
3. 大陆和内陆盆地·····	(50)
(二)晚第三纪古地理·····	(50)
(三)喜马拉雅运动·····	(52)
1. 特提斯—喜马拉雅构造域·····	(52)
2. 滨太平洋构造域·····	(53)
3. 特提斯—喜马拉雅构造域与滨太平洋构造域之间的过渡带·····	(53)
七、特提斯的北、南主缝合带以及互换构造域的重要性·····	(54)
(一)北主缝合带·····	(54)
(二)南主缝合带·····	(54)
(三)冈瓦纳大陆和欧亚大陆之间“互换构造域”的存在·····	(55)
(四)古特提斯、中特提斯和新特提斯的概念·····	(55)
(五)互换构造域的重要性·····	(56)
(六)中国的北主缝合带和南主缝合带的延伸问题·····	(58)
(七)冰川沉积和二叠纪植物群对解释特提斯演化的重要性·····	(59)
八、有关中国特提斯的若干问题·····	(63)
(一)塔里木克拉通与中朝克拉通的关系·····	(63)

(二)西鄂尔多斯—大兴安岭板块缝合带真存在吗?	(64)
(三)锡霍特阿林和那丹哈达地区的地质问题	(64)
(四)古地磁资料所表明的西藏板块活动	(65)
九、“美洲特提斯”、“太平洋大陆”及印度—太平洋特提斯的问题	(68)
(一)美洲特提斯	(68)
(二)太平洋大陆	(68)
(三)关于二叠纪冰期	(69)
(四)关于三叠纪特提斯	(70)
(五)关于冷—凉水动物群	(70)
(六)印度—太平洋特提斯或东南特提斯	(71)
(七)南海	(73)
(八)有关印度—太平洋特提斯的其它观点	(73)
致谢	(75)
后记	(76)

CONTENTS

INTRODUCTION.....	(1)
I. RECLASSIFICATION OF THE CHINESE PERMIAN AND SUBDIVISION	
OF THE PERMIAN TETHYS.....	(2)
1. Reclassification of the Chinese Permian.....	(2)
2. Cold-Cool Water Tethys versus Warm-Tropical Water Tethys.....	(4)
3. Subdivision of the Permian Tethys.....	(6)
II. PERMIAN PALEOGEOGRAPHY AND PLATE MOTIONS IN CHINA.....	
1. The Early Permian Tethys.....	(8)
(a) Ophiolite zones in Tibet and western Yunnan.....	(8)
(b) Glacial deposits and cold-cool water faunas.....	(9)
2. Early Permian Paleogeography.....	(11)
(a) The Tethys Proper.....	(11)
(b) Outlying troughs and basins.....	(12)
3. Middle Permian Paleogeography.....	(14)
(a) The Tethys Proper.....	(14)
(b) Outlying troughs and basins.....	(15)
4. Late Permian Paleogeography.....	(18)
(a) The Tethys Proper.....	(18)
(b) Outlying troughs and basins.....	(18)
5. Late Variscan Tectonism and the Collision of Gondwanaland against Eurasia.....	(19)
(a) The Late Permian Basalt.....	(21)
(b) Permian floral provinces.....	(23)
III. PALEOTETHYS, GONDWANALAND AND EURASIA IN PERMIAN TIMES	
.....	(25)
1. The Paleozoic or Northern Suture Zone between Gondwanaland and Eurasia.....	(25)
2. Paleotethys, Gondwanaland and Eurasia.....	(26)
3. The Southern Tethys and the Gondwanaland Plate.....	(27)
IV. TRIASSIC PALEOGEOGRAPHY AND INDOSINIAN TECTONISM.....	
1. The Tethys in Triassic Times.....	(29)
2. The Early and Middle Triassic Tethys.....	(29)
(a) The Southern Tethys and the Northern Tethys Proper.....	(29)
(b) Outlying basins and troughs.....	(32)
(c) Continental and inland basins situated to the north of the Tethys.....	(33)
3. The Late Triassic Tethys.....	(33)
(a) The Tethys Proper.....	(35)
(b) The Yangtze Basin.....	(35)
(c) Inland basins of deposition in Central Asia and North China.....	(36)
(d) Triassic floral provinces.....	(36)
4. Indosinian Tectonism.....	(36)

(a) Indosinides in geosynclinal regions.....	(37)
(b) Outlying regions of the Tethys Proper.....	(38)
V. JURASSIC-CRETACEOUS PALEOGEOGRAPHY AND PLATE MOTIONS	
IN THE TETHYS PROPER.....	(41)
1. The Jurassic Tethys.....	(41)
(a) The Southern Tethys.....	(42)
(b) The Northern Tethys.....	(42)
(c) The Bangongco-Nujiang Suture Zone.....	(46)
(d) Outlying basins of the Tethys Proper.....	(47)
2. The Cretaceous Tethys.....	(47)
(a) The Southern Tethys.....	(47)
(b) The Northern Tethys.....	(49)
(c) Outlying basins and troughs.....	(49)
(d) Outlying basins of continental sedimentation.....	(49)
3. Yanshanian Tectonism and Plate Motions.....	(50)
(a) The Tethys Proper.....	(50)
(b) Yanshanian Tectonism in outlying regions of the Tethys Proper.....	(51)
VI. TERTIARY PALEOGEOGRAPHY AND PLATE MOTIONS IN THE	
TETHYS PROPER.....	(54)
1. Early Tertiary Paleogeography.....	(54)
(a) The Tethys Proper.....	(54)
(b) Outlying regions of the Tethys Proper.....	(54)
(c) Continental and inland basins.....	(56)
2. Late Tertiary Paleogeography.....	(56)
3. Himalayan Orogeny.....	(58)
(a) The Tethys-Himalayan Tectonic Domain.....	(58)
(b) The Marginal Pacific Tectonic Domain.....	(59)
(c) Transition zone between the Tethys-Himalayan Tectonic Domain and the Marginal Pacific Tectonic Domain.....	(60)
VII. NORTHERN AND SOUTHERN MAIN SUTURE ZONES OF THE TETHYS	
AND IMPORTANCE OF THE INTERCHANGE DOMAIN.....	(61)
1. The Northern Main Suture Zone.....	(61)
2. The Southern Main Suture Zone.....	(61)
3. Existence of the "Interchange Domain" between Gondwanaland and Eurasia.....	(62)
4. Paleotethys, Mesotethys and Neotethys.....	(63)
5. Importance of the Interchange Domain.....	(65)
6. Problem of the Extension of the Northern and Southern Main Suture Zones in China	
.....	(65)
7. Importance of Glacial Deposits and Permian Floras for Interpretation of the	
Evolution of the Tethys.....	(67)
VIII. SOME PROBLEMS CONCERNING THE EXTENT OF THE TETHYS IN	
CHINA.....	(71)
1. Relationship between the Tarim Craton and the Sinokorean Craton.....	(71)
2. Does a Western Ordos—Greater Hinggan Plate Suture Zone Really Exist?.....	(72)
3. Problem of the Sichote Alin and Nadanhada Regions.....	(73)

4. Plate Motions of Tibet as Shown by Paleomagnetic Data.....	(74)
IX. PROBLEMS OF THE "AMERICAN TETHYS", THE EXISTENCE OF	
"PACIFICA" AND THE INDO-PACIFIC TETHYS.....	(76)
1. The "American Tethys"	(76)
2. The Problem of "Pacifica"	(76)
3. Concerning the Permian Ice Age.....	(78)
4. Concerning the Triassic Tethys.....	(78)
5. Concerning the Cold-Cool Water Faunas.....	(78)
6. The Indo-Pacific Tethys or Southeastern Tethys.....	(79)
7. The South China Sea.....	(81)
8. Other Views Concerning the Indo-Pacific Tethys.....	(82)
ACKNOWLEDGMENT.....	(83)
POSTSCRIPT.....	(85)
LIST OF REFERENCES.....	(88)
INDEX.....	(100)

引言

“特提斯”这一著名的术语是徐士创建的。在他的不朽的著作《地球的面貌》中，他写道：“第一地区包括非洲南部和靠近其中部的大块地带，其次是马达加斯加和印度半岛。据我们所知，这一地区高耸的陆块从原始时代或石炭纪末以来就没有被海水淹没过。只有在陆块的低部出现海相沉积，这是随着桌状陆块内部之沉陷，印度洋才得以入侵。由于古老的冈瓦纳植物群为这个陆块的各部分所共有，我们把它叫作冈瓦纳大陆”（卷 I，页 596）。书中继续说：“整个欧亚大陆南缘以一系列的大褶皱带朝印度—非洲方向推进；这些褶皱一个挨一个地形成紧密弧形构造，而长距离地向印度—非洲陆块逆掩”。徐士还强调：“冈瓦纳大陆的北界是中生代的宽阔海相沉积带，它自苏门达腊、帝汶经东京、云南以至喜马拉雅及帕米尔、兴都库什以达小亚细亚，从整体上看它必须作为曾一度横贯当时存在的亚洲大陆的残余海来考虑。诺叶迈尔名之为‘中部地中海’，我们在下文将用特提斯来叙述它”（卷 III、页 19）。

笔者在此较多地引用了徐士的特提斯概念，这是为了说明他的概念并没有过时，而主体上仍然是适用的。一些地质学者认为特提斯于早古生代即开始形成，这样它就包括蒙古及中亚的地槽地带，这种观点应该抛弃。值得注意的是，徐士强调“一个宽阔的中生代海相沉积带”的存在；这并不是说特提斯自中生代才开始形成；相反，二叠纪必须加以考虑，因为徐士也谈到冈瓦纳植物群的重要性，后者实质上是二叠纪时期的。

本文认为，特提斯是位于欧亚超级大陆之南的一个宽阔的海域，其中的许多部分是大洋型及过渡型的。它于晚石炭世，特别是二叠纪开始形成。由于板块俯冲和碰撞，跟随着张裂运动和海底扩张，海域的面貌随时间的推进发生了很大的变化，并且变得愈来愈窄，在早第三纪时期实际上已经闭合，但仍有一部分继续发展到现在。

在以下的章节里，笔者试图阐明自二叠纪开始至第三纪，连续的地质时期里，特提斯的演化。而对在中国境内表现得非常重要的二叠纪和三叠纪特提斯，在本文不同的部分将作详细的叙述。海相侏罗纪、白垩纪，特别是第三纪的沉积作用分布很有限，将只作简要的论述。笔者将对北特提斯和南特提斯予以充分地强调，并提出了与以往的作者具有不同的关于古特提斯、中特提斯和新特提斯的概念，并且还描述了冈瓦纳大陆板块的一退一进的运动。造山运动和地裂运动在特提斯演化中显示出重要作用，但限于篇幅，只能以压缩的形式出现，本文不作过多的论述。对“太平洋大陆”和“美洲特提斯”的概念将在最后一章里讨论。

一、中国二叠系及二叠纪特提斯的划分

(一) 中国二叠系的重新划分

30年代初黄汲清把中国南部的二叠系划分为三部分：下二叠统（船山）、中二叠统（阳新）及上二叠统（乐平）。40年代至50年代在长江流域发现阳新海（下部的栖霞阶）经常超覆在下古生界之上，缺失船山统。地质工作者于是把阳新统放在下二叠统，这样船山统就成了上石炭统。近十年来，在贵州西南通过详细地质填图工作发现，那里的马平灰岩（一般认为与船山灰岩相当）十分发育，除了 *Pseudoschwagerina* 的许多种外，它还具有苏联萨克马尔阶的若干标准化石，如 *Robustoschwagerina*, *Chalaroschwagerina* 及 *Sphaeroschwagerina* 等，而且，经常被认为是苏联阿赛尔阶及北美狼营阶的标准化石 *Pseudoschwagerina* 属，也已找到，它还和 *Robustoschwagerina* 的许多种共生，但其发展的高峰时期较后者略早。另外，属于上马平统典型属的分布，如 *Pseudofusulina*, *Chalaroschwagerina* 甚至 *Robustoschwagerina*，上延到栖霞阶（*Misellina* 带）。至于四射珊瑚，如 *Kepingophyllum*, *Lonsdaleiastrea*, *Szechuanophyllum* 等，不但在上马平统，而且在栖霞阶也有发现。就这些资料来仔细推敲，我们认为中国的二叠系能和苏联的标准进行对比，我们就没有理由再坚持不同的分类了。贵州西南部的上马平统被称为龙吟组，为此我们提出将中国南部二叠系三分的新方案：

下三叠统	<i>Otoceras</i> 层
上二叠统(乐平统)：	
长兴阶	<i>Paleofusulina</i> 带
吴家坪阶	<i>Codonofusiella</i> 带
中二叠统(阳新统)：	
茅口阶	<i>Yabeina</i> 带
	<i>Neoschwagerina</i> 带
栖霞阶	<i>Cancellina</i> 带
	<i>Misellina</i> 带
下二叠统(黔南 ^① 统)：	
龙吟组	
上部	<i>Chalaroschwagerina</i> - <i>Pamirina</i> 带
	<i>Robustoschwagerina</i> - <i>Sphaeroschwagerina</i> 带
下部	<i>Pseudoschwagerina</i> 极峰带
上石炭统(狭义的马平统)：	<i>Montiparus</i> 和 <i>Triticites</i> 极峰带

①这是指贵州南部的一个新术语。

对上面的划分需作一些说明：(1) 马平统有许多种如 *Triticites*，其中一些可上延到龙吟组。只有当 *Triticites* 无论是种还是个体都大量出现的时候才认为有上石炭统存在，而 *Montiparus* 属被限于上石炭统；(2) 龙吟组也产有其它典型的笔类，例如 *Pseudofusulina*，*Bivaella*，*Zellia*，*Paraschwagerina* 等。四射珊瑚在龙吟组也很丰富，例如 *Kepingophyllum*，*Lonsdaleiastrea*，*Laophyllum*，*Diversiphyllum*，*Anfractophyllum* 等等，其中有一些延伸到栖霞阶。不过，*Kepingophyllum* 属被限制在龙吟组；(3) *Pseudoschwagerina* 生长时间很长，分布很广，只有当它发展的最盛期，我们才认为它代表下二叠统的最下部。在贵州西南部可以把 *Pseudoschwagerina uddeni* 当作标准化石；(4) 通常把 *Cancellina* 带作为茅口阶下部，但有些地质工作者倾向于把它放在栖霞阶，在四川及邻区与它共生的有引人瞩目的大个儿腕足类 *Cryptospirifer*；(5) 栖霞阶包括三个珊瑚化石带，即 *Wentzeloiphyllum* (以前的 *Stylophyllum*)，*Hayasakaia* 及 *Polythecalis*，这些属，特别是后两者，被看作中国地方性属；(6) 茅口阶以大个儿的和大量的 *Verbeekinae*，*Neoschwagerinae* 及 *Sumatrininae* 亚科的种属为特征，它们代表着笔类发展的极盛时期。珊瑚也很丰富，包括 *Wentzelellinae* 及 *Waagenophyllinae* 亚科的种属，象 *Ipciphyllum*，*Wentzelella*，*Szechuanophyllum*，*Huangophyllum*，*Iranophyllum*，*Wentzelellites* 等；(7) 吴家坪阶代表碳酸盐岩相，发育在四川的东北；与它同时期的有普遍发育的含煤的海陆交互相及陆相沉积，分别称龙潭组及宣威组，含有大羽羊齿植物群及 *Leptodus-Oldhamina-Richtofenia* 动物群；(8) 长兴阶也是碳酸盐岩占优势，含有大量长身贝类，例如 *Spinomarginifera kueichowensis* 和它层位相当的硅质岩称大隆组，产大量的头足类，包括 *Pseudotirolites*，*Rotodiscoceras*，*Pseudostephanites* 等。

	华特豪斯分类	盐 岭	华 南	
T ₁			<i>Otoceras</i> bed	T ₁
P ₃	Dorashanian	-----	<i>Paleofusulina</i> 长兴阶	P ₃
	Djulfian	Zaluch Group { Chhidru Formation * <i>Codonofusiella</i> , <i>Reichelina</i>	<i>Codonofusiella</i> <i>Reichelina</i> 吴家坪阶	P ₁
	Panjabian		<i>Yabeina</i>	
P ₂	Kazanian		<i>Neoschwagerina</i> 茅口阶	P ₂
	Kungurian		<i>Cancellina</i> <i>Misellina</i> 栖霞阶	P ₁
	Baigendzinian	Nilawan Group { Sardhar Formation Warchhai Formation <i>Conularia</i> beds Dandot Formation <i>Eurydesma</i> beds Tobra Formation <i>Talchir</i> Conglomerate	<i>Chalaroschwagerina</i> <i>Pamirina</i> 龙吟组	P ₂
P ₁	Sakmarian		<i>Robustoschwagerina</i> - <i>Sphaeroschwagerina</i> 上部	
	Asselian		<i>Pseudoschwagerina</i> 下部	P ₁
C ₃	Orenburgian		<i>Triticites</i> , <i>Montiparus</i> 马平阶	C ₃

图1 黔南与盐岭二叠纪地层对比表

* 这三个组分别相当于下、中、上长身贝灰岩。龙吟组在黔南广泛发育。断线表示地层间断

总结上文,我们提供一个中国二叠系和俄罗斯二叠系的初步对比方案,见图1。由于经典的盐岭二叠系在对比关系上很重要,所以在同图中也列入并作了对比。

最近周祖仁^①报导,大约在龙吟(标准龙吟组地点)东南*140km的广西南丹县六寨镇西800m处,在厚度很大的生物碎屑灰岩及角砾灰岩中发现典型的阿赛尔阶菊石化石,包括 *Metapronorites*, *Boesites*, *Agathiceras*, *Emilites*, *Properrinites*, *Marathonites*, *Kargalites* 及 *Eoasianites*。它们看来似乎是全球性的,并且和乌拉尔、帕米尔、帝汶岛及得克萨斯州的菊石非常相似。大量的䗴类包括 *Sphaeroschwagerina*, *Pseudoschwagerina* (s. s), *Pseudofusulina* 和 *Triticites* 与菊石共生,但是它们的地层关系还未确立。可以初步认为,龙吟组包括阿赛尔阶。

(二) 冷-凉水特提斯与暖-热带水特提斯

由图1可见,盐岭的下二叠统 Nilawahan 群,底部以冰川成因的塔尔契尔砾岩为标志,往上是典型的冷水动物群,即 *Eurydesma* 动物群。冰碛岩和冰海成因的似冰碛岩在冈瓦纳大陆的许多部分普遍出现(见下文),著名的舌羊齿植物群或冈瓦纳植物群与似冰碛岩紧密共生。海相动物群包括 *Stepanoviella*, *Lytvolasma*, *Monodiezodina*^②等,经常与似冰碛岩一起或紧接其后出现。这样,我们初步认为,*Eurydesma* 动物群是冷水动物群,其它以 *Stepanoviella* 为代表的属归属于冷-凉水动物群,而舌羊齿植物群自然被认为是在凉爽气候中生长的植物群。换句话说,冰川沉积(以及似冰碛岩)和 *Eurydesma* 动物群显示寒冷气候,而 *Stepanoviella*-*Lytvolasma* 动物群及舌羊齿植物群分别代表凉水及凉爽气候条件。占据北冈瓦纳大陆的南特提斯(ST),在早二叠世时期就是这样的情况。至中二叠世早期(栖霞期)情况迅速发生变化^③,南特提斯的水温愈来愈变暖,甚至到中二叠世晚期(茅口期)变成热带环境,典型的暖-热带水的 *Neoschwagerina* 及 *Yabema* 动物群很快代替了凉水动物群(图2)。值得注意的是,在过渡时期(栖霞期),广阔的特提斯海的一些部分较早地接受到暖水动物群的来临,而其它地方则接受得较晚。象现代的墨西哥湾流一样,暖流可发生在海域的适当部位,使得暖水动物群较早地向北迁移。由于这些因素,使过渡时期的动物组合以及水温的变化非常复杂,在评定实际地层剖面时应充分注意到。

另一方面,虽然在扬子准地台及华南地区进行了30年之久的地质填图工作,而且在许多关键地点还开展了详细的地层和古生物研究,但这些地区从未发现过冷-凉水动物群。暖水的和热带的动物群十分突出,包括䗴类 *Verbeekinae*, *Neoschwagerinae*, *Sumatrinae* (主要在茅口灰岩中),以及四射珊瑚 *Waagenophyllinae* 及 *Wentzelellinae* (主要在茅口灰岩及栖霞灰岩中),差不多在每个好的地层剖面中都有大量的发现。*Iranophyllum*, *Ipciphyllum*, *Szechuanophyllum*, 特别是 *Kepingophyllum* 在下二叠统龙吟组也具特色。可以有根据地说,扬子准地台及华南在整个二叠纪期间被温暖的海水所覆盖,也许茅口期以后的海水处于热带^④。我们将这个暖-热带水的海称为北特提斯(NT),它在整个二叠纪时期占据了南欧亚大陆。

至此,我们把䗴类、四射珊瑚、瓣鳃类作为水温的指标。腕足类在二叠纪生物群中也担

①周祖仁同志的手稿。

② *Monodiezodina* 有时与暖水动物群共生。

③这主要是由于冈瓦纳大陆向北漂移的原故。

④这与 McElhenny 等(1981),研究的古地磁结论是一致的。

当了一个重要的角色。作者认为,很特殊的但易鉴定的,一般与暖水鲎类和四射珊瑚紧密共生的腕足类, *Richthofenia*, *Leptodus*, *Oldhamina* 以及与其相近的属种,也应该作为暖水特提斯的标志。

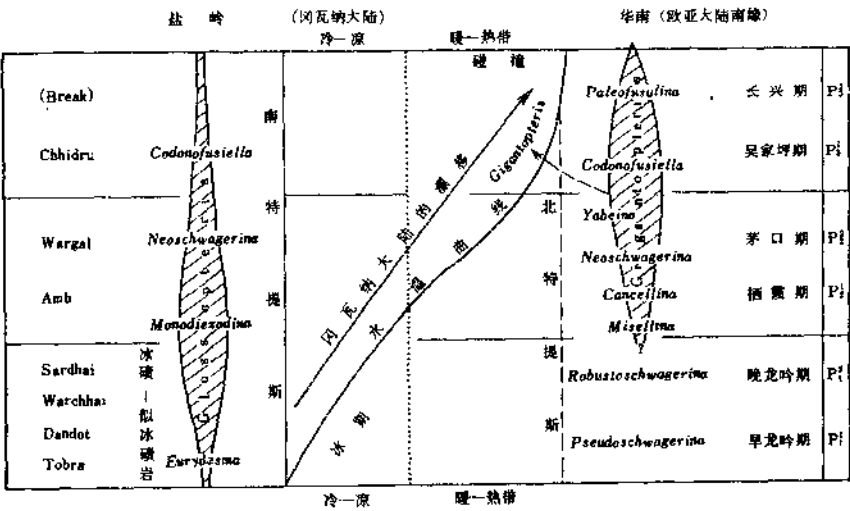


图2 南特提斯与北特提斯动物群及植物群的比较图,以及海水温度对动物群分布之影响
* 断线表示北特提斯水温(不具明显的变化)

总结上文,我们提出如下的分类方案:

北特提斯(NT)=暖-热带水特提斯,其标志是:

- (1) Verbeekinae, Neoschwagerinae, Sumatrinae;
- (2) Waagenophyllinae, Wentzelellinae; 特别是 *Iranophyllum*, *Ipciphyllum* 及 *Kepingophyllum*;
- (3) *Richthofenia*, *Leptodus*, *Oldhamina*。

南特提斯(ST)=(L)暖-热带水特提斯 ($P_1^1 - P_2^2 - P_3^3$);

(E)冷-凉水特提斯 ($P_1 - P_3^1$)。

(L)实质上具有同北特提斯一样的特点,(E)以 *Eurydesma* 及 *Stepanomiella*(见上文)为特征,特别是以真正的冰川和冰-海沉积(似冰碛岩)为代表。

(三) 二叠纪特提斯的划分

二叠纪前的特提斯

蒙古和天山,早石炭世海许多地方包括中石炭世和晚石炭世海在内,占据着正在上升的广阔的地槽带,其中堆积了很厚的海相沉积,一部分具优地槽的特点。显著的不整合发生在石炭纪岩层及上覆的早二叠世和中二叠世的具残余冒地槽型特点的沉积物之间。显示板块活动的蛇绿岩套,在二叠纪内部或二叠纪以后的沉积中从未发现过。这说明泥盆纪和石炭纪时期的板块活动及碰撞虽然可能很重要,但二叠纪及以后则业已停止。换句话说,无论在蒙古还是在中亚,那个时期长距离的地壳压缩,比方说 1000km 或更多,是不可能的。为了

简化起见,早于二叠纪的板块缝合线,没有在我们的古地理图中表示出来。然而在特提斯本部,二叠纪和中生代的板块活动则非常重要,这将在下文予以讨论。

一些研究者推断,沿北秦岭(商南—南阳一线)有板块缝合线通过。不过,它形成于加里东或早华力西期,因而早于二叠纪。阿尼玛卿缝合带(见下文)可能是在印支旋回闭合的;一些地质工作者认为,它向东延伸进入秦岭地槽。但在秦岭本部蛇绿岩带的存在还缺少基础资料,包括最近的资料在内。所以,我们认为,秦岭地槽是经过一般性的地壳挤压而转化成印支褶皱带,而不是板块活动和俯冲的结果。

大西洋在二叠纪和三叠纪时期曾经关闭,这已被确认。在它的北部,北美和欧洲;在它的南部,南美和非洲都曾连在一起,形成所谓的泛大陆 A。然而,典型的二叠纪海相动物群,包括 Verbeekinae, Neoschwagerinae 和 Sumatrinae 等亚科在内,在北美西部发现,特别是在加利福尼亚和不列颠哥伦比亚;而 *Richthofenia-Leptodus* 动物组合在得克萨斯州玻璃山的二叠系中产出甚丰。这样我们初步认为,北美的一些部分为具有明显的特提斯特点的二叠纪海所占据。我们叫它“美洲特提斯”,其含义将在下文论及。

按我们现在的理解,二叠纪特提斯似乎表现为一个大洋型喇叭口,在西地中海以西闭合,向东扩展开来,穿过南欧亚大陆及北冈瓦纳大陆,最后归并于太平洋(图 8)。二叠纪特提斯可划分为:特提斯本部(TP),南特提斯(ST)和北特提斯(NT),见表 1。南特提斯又可进一步分为:西段、中段、东段和东南段。在同表中可见,西段为非洲边缘(边缘非洲),中段为阿拉伯边缘(边缘阿拉伯),东段为印度边缘(边缘印度),东南段包括中缅及泰国—马来西亚地带,可能为已沉没的克拉通或微大陆的边缘。在下文我们将回到这一课题。

表 1 二叠纪特提斯的划分

北特提斯	蔡希施坦海	俄罗斯地台特提斯 乌拉尔冒地槽	中亚特提斯 (包括塔里木)、 北帕米尔、 “孤立特提斯” 扬子特提斯 华南特提斯	蒙古—锡 霍特特 提斯	印度—太平洋特提斯(包括日本)	美洲特提斯
特提斯本部	? (被喀尔巴阡纳布覆盖) 摩西亚地台	大高加索 科佩特	中帕米尔、亚昆昆仑、 松潘甘孜、 秦岭	滇西、印支地槽、 印度尼西亚		
特提斯洋						
南特提斯	西段 南欧 巴尔干 小亚细亚 边缘非洲	中段 小高加索、 伊拉克、伊朗 边缘阿拉伯	东段 兴都库什、中帕米尔、喀喇昆仑 巴基斯坦、阿富汗 西藏 边缘印度	东南段 中 缅甸 泰马		