第43卷 第2期 地 質 学 报 Vol. 43, No. 2
1963 年 5 月 ACTA GEOLOGICA SINICA May, 1963

海侵的基本概念和問題
着重討論中国古生代各紀动物羣及其分区*

孙 云 鑄

一、海侵的基本概念

地史各时代的海浸和海退,有一定的周期性,是划分各区域地层的重要标志之一。我們不应孤立地去談海侵,必須結合与海侵有关的古地理、地壳运动、沉积相和古生物羣等去認識問題。这和古海洋有密切关系,具有世界性的意义,更具有区域性的差异。关于加里东、海西、阿尔卑斯等旋迴完全适用于西欧,也基本上可适用于中国;海侵旋迴也是一样。

为了闡明中国古生代海侵的規程,就必須分析中国各地区标准剖面足够的可靠的古生物地层資料。十三年来,全国展开了大規模的区测工作,涌現了大批实际資料,特別在1959年全国地层会議之后,古生物地层方面不断地有了新的发現和新的成果。因此,我們就应当大胆地开始去認識和討論这一个关鍵性問題。但是由于中国区域面积很大,理論研究基础薄弱,一些重要标准地区的地层划分和对比問題,多未解决;有些統、阶多未建立,建阶分带工作更須不断地从实际工作中进行修正和补充,同时还应重視古生物地层方面一些基本的理論問題。

这篇論文仅是作者一种尝試性的探討,尙希有关同志予以指正。

半世紀来,地层学者,如奥格(Haug)、魏根納(Wegner)、苏可脫(Schuchert)、葛利普(Grabau)、俄累希(Ulrich)、哈尔曼(Haarman)、阿尔汉格尔斯基(Arkhangelsky)对于海侵基本概念,討論較詳,其中两个假說比較重要,并且还在爭論中。

第一个假說是魏根納的大陆漂移說。当时获得許多人的支持,現已遭受了一些批判。

第二个假說,葛利普的脉动假說。他認为古生代大陆上的海侵常和古大洋区有关(如北极洋区和印度太平洋区)。印度太平洋区和北极洋区系古生代动物羣主要发源中心。海侵多系同时从印度太平洋或北极洋侵入地槽区和地台区(包括盆地等等)。这种广泛的周期性的海侵具有一定地質学的意义,于是奠定了地层划分和对比的基础。它也具有生物学的意义,古海洋区是动物羣的发源中心,当每次海水达到地台区或地槽区时,往往有新生物羣的出現和繁殖。如果进行生物系統发生的研究,对生物演化問題——生物自然选择——可以提供一些有力論証。

脉动假說和奥格定律有本質的区別。奥格認为,如果在地槽內发生海浸,那末在地台上就发生海退。相反的,如果在地台上发生海浸,那末在地槽內就会发生海退。葛氏和阿

* 本文曾于1962年8月21日上午在中国古生物学会第十屆学术年会及第二屆全国会員代表大会上宣讀。(理事长演講)

尔汉格尔斯基論点基本上相同，認为除个别現象外，一般地台和地槽均不是深海区域，一些主要海侵系同时进行的；就是地台和地槽一同上升，一同下降。

1928 年，李四光首先在“古生代以后大陆上海水进退的規程”一文中指出，“各期海侵是和地壳运动有关，以及南北方海侵的規程和它的不平衡性”。并且还指出，“有时南北两方面似乎同时有海水侵入，但詳細比較起来，我們不难发現，南北两方面海水泛濫的时間和范围絕不相等，一般来講南方的泛濫較北方的侵入大的多了”。

1943 年，作者在“就中国古生代地层論划分地史的原則”一文中提出三个基本原則（沉积旋迴、地壳运动和古生物羣），同时也特别指出中国古生代各系間、各統間上升运动的意义（如早寒武世和中寒武世，早石炭世和中晚石炭世之間，以及石炭紀和二迭紀之間的上升运动）。由于早石炭世和中晚石炭世之間的地壳运动在中国最为普遍，并同意将下石炭統从石炭系分出并采用“丰宁系”一名（丁文江、俞建章，1931）。

多年来，作者对于上列問題継續作了一些探討，如在伦敦第 18 屆国际地質会議（孙云鑄，1948）上提出了“太平洋是早期古生代生物的主要发源中心”一文，其中着重指出中国古生代海区和古地中海相勾通，中国古生代地层大致可与西欧标准地区对比，同时也認为笔石羣和其它漂流动物羣属世界性动物羣（可与欧美地层相对比），論述了一些中国古生代古生物种属早出現的实例和意义，以及一些太平洋特有种属的分布及其迁移途径等等。

对这个問題（太平洋是早期古生代的主要发源中心），在大会上法国 G. G. 戴勒平（Delepien）从东南亚、澳洲和欧洲晚古生代菊石羣、蜓类多年的研究也提出了同样的結論。最近經我国古生物地层方面許多同志不断的努力，在这个問題上获得了各时代一些新的实际資料和研究成果，作者进一步提供了一些論証，但这仍是初步的。

二、有关海侵方面的一般問題

（一）地史上海侵同时性的問題

海侵問題先后經許多学者（居維叶、奥格、苏可脱、阿尔汉格尔斯基、李四光、葛利普）的研究，主要有两种不同的意見：一派以奥格为首，認为大陆上海侵并不是同时的（在一处海侵，而在另一处海退）；另一派以葛利普为首，認为海侵是同时的，并且創立了脉动說。

作者基本上傾向葛利普的論点，但不同意葛利普将脉动假說和所謂地极控制論結合起来，也不同意他对魏根納大陆漂移說予以高度的評价，以及他为了迁就他的脉动說对斯蒂勒（Stille）造山幕的牽強附和。

李四光对古生代以后大陆上海侵規程有了正确的分析。他不但提出海侵和前一时期主要地壳运动有关，并且还提出南北两方面海侵的不平衡性。

世界上古生代各紀的海洋多系相通，一些学者濫用所謂地障和地軸来划分生物区，事实上多不存在。各紀主要大海侵一般多发生在中晚世，但不应看成絕对化。由于各地区古地貌的差异，中国古生代各紀的最大海侵，作者在“葛利普脉动說的意义”一文中提过，而各地区海侵的发生也有一定的差异。如果同属一个生物地理区的大的海侵，多系大致同时（作者称近同时）。相反的，如属两个不同的生物区的海侵，其时間和范围可有些差异，所以地史上大海侵的近同时性是划分和对比地层主要根据之一，同时更应确定海侵发

源中心和海浸、海退的方向并从时、空上联系区别其各个主要方向和次要方向。

（二）生物区划分問題

一般生物地理区多以最早发現的地理区命名，如欧洲生物地理区，美洲生物地理区，等等，但很少研究各区生物羣和其发源中心以及其迁移的途径。因此，很多人用地障、地軸和岩相将一个生物区划分为不同的一級生物区，如所謂美国紐約州阿巴奈（Albany）地軸以及汉城-秦岭地軸、南京地軸、康滇地軸，等等。隆起是常有的，所謂地軸是有問題的。同样的，同一地質分区的地質构造沉积相往往控制生物羣的組合，而不是划分一級生物地理区的唯一标准。如英国、挪威、瑞典和苏联的波罗的海区的奥陶系不同类型的沉积相中各有不同生物羣的組合，虽可以分出許多亚区，实际上应当同属一个生物区——大西洋区。又如，葛利普将中国寒武紀生物区分为印度洋区和太平洋区，这是第一种偏向；另一种傾向，世界区域有了同一沉积相和个别世界性古生物种属的发現，人們就認为生物区无划分的必要并且企图籠統地并入一个广泛的巨大生物区，而忽視生物区划的必要性，也是不妥当的。各地質时期生物区的划分問題是地質学中的基本理論問題，也是国际上爭論最多的問題。

例如，中国寒武紀分区問題，学者意見不一。葛利普分为北极洋区和印度太平洋区；雷士名为东方区，而和澳洲区和美国科迪勒拉区分开；孙云鑄称为太平洋区；小林貞一总称为太平洋区但又分南北两个亚区，并強調中国地台上寒武紀海中有所謂汉城-秦岭地軸横貫其中，最近（小林貞一，1956）已改称秦岭古陆。我們認为隴西、秦岭、淮阳均系彼此隔离的古陆。1958 年在秦岭北坡发現早寒武世 *Bergeroniellus* 动物羣，已足証明寒武紀海侵已經达到秦岭，并且越过秦岭。最近河北、山东也均发現老于饅头阶的地层尤有重大地层意义。过去認为前寒武紀康滇和西藏两个古陆相連，但从滇西发現独特的太平洋区三叶虫羣除了 *Calvinella, Saukia, Prosaukia, Quadraticephalus* 等屬外，还有特有的新屬种以及具有不少漂流的球結子化石羣混生。上述两个古陆（康滇和西藏）相連是很有問題的，今后对两者之間輕变質岩系时代更应进一步研究。

这并不否認环繞中国地台的滇緬地槽区以及其他中国南部和东南部各地槽区混有一些大西洋种屬，同时也不应認为滇緬地槽是通喜馬拉雅地槽的唯一道路。

作者同意用不同地質构造区的沉积环境来解释生物羣的差异。如苏东、浙西、湖南、粵南、黔东比較活动地槽区的寒武紀动物羣是与华北地台区有些差别，主要由于不同地質构造区的沉积环境的差异，和地槽区中不同生物区生物羣的相互混生的結果。决定生物区划的准則应以生物羣发源中心为主；就是以主要海侵发源地，以及各期主要海侵方向和范围为基础。太平洋生物区和大西洋生物区一样，均各有比較稳定的浅海相的地台区和比較活动較深海相的地槽区。

寒武紀太平洋区西和古地中海相勾通，但在它的整个范围內生物羣有它的特有代表科、屬、种和变种，同时各期海侵方向也不一致。但均从整个太平洋泛濫到大陆上的地槽区或地台区，所以越来越多的地質学者同意世界寒武紀太平洋动物地理区包括中国、印度、伊朗、澳洲一带以及北美东西两个地槽——阿帕拉契（Appalachian）地槽(?)和古科迪勒拉（Palaeo-Cordilleran）地槽，也就是說，太平洋区古生物羣主要来自同一中心——太平

洋。因此，作者认为中国寒武紀生物区主要屬太平洋区，具有"中国地台"的地台型和环繞"中国地台"各地槽区的地槽型两个不同的生物羣类型，并且主张这个太平洋区将包括亚洲、澳洲以及北美大部分地区。

（三）海相动物羣及其意义

海相动物羣的研究是解决海侵問題的关鍵。一方面，人們应从生物系統演化方面确定各标准剖面中各层位的古生物科、屬、种和变种；另一方面，認眞找出它們的发源中心及其迁移途径。每期海侵往往带来一些新的生物种羣，尤其在海进层中的底栖动物羣是特别丰富的。从动物羣的改变就很容易划分地层，俄累希研究北美密西西比河上游晚寒武世三叶虫羣深深地感觉到，海进层中动物羣的研究可以帮助人們更好地認識它們的来源和迁移問題，所以我們划分地层不应強調某一門类一般种屬的出現，而应重視海进层中整个动物羣中代表屬的大量更新和灭亡的特点以及其发源中心和迁移的途径。

又如在海退期中，海侵面积逐步縮小了范围，由于自然选择的結果，各期动物羣的特点表現得更加明显。所以海浸显示动物羣的发展，海退尤能促进一些动物羣在大自然界中加速演化，形成新的組合，其意义更为重大。

我們可以将古生物羣分为：1）过渡生物羣、2）混生生物羣和 3）混合生物羣。

首先，过渡生物羣常在过渡层中发现，多显示沉积的継續。在这种情况下，其地层时代頗不易确定，常常成为爭論問題。有人将它放在前一紀末期，也有人放在后一紀早期，这样例子很多。

如果我們从过渡生物羣中識别出一些主要科、屬和种，就是某一时期生物羣中的最繁殖的和最有代表性的某一門类化石羣的地层价値，这就不难解决其地质时代；如再結合沉积間断則更易解决。例如，崮山阶（狭意的）、冶里組、五峯阶、五通組、大隆阶（合山层）、金鸡羣等等的时代均有了合理的修訂。

其次，混生生物羣多发現在两个生物地理区之間过渡带中。由于古生代各地区海洋的勾通，往往一个生物区的科、屬、种也可在另一个生物区发現。例如，瑞典发現个別太平洋区寒武紀标准屬 *Drepanura* 化石，同时朝鮮也找到个別大西洋标准屬 *Olenus*（?）化石，苏联西伯利亚发現屬 Redlichidae 科的 *Redlichia*（Lermantova, 1940），澳洲和我国海南島发現 Paradoxididae 科的 *Xystridura*，但我們决不能因为个别科屬的混生，而改变原定生物地理区的隶屬。为了正确認識混生羣，应当区别：1）那些主要科、屬、种是特有的，或是迁移来的，或是世界性的；2）第一时期整个生物羣中各个門类不同的地层价値；3）标准科、屬、种的早出現地区及其迁移的途径。根据各个生物区的主要标准种屬去确定生物区，而不应強調一时为区域沉积环境所控制的一些异相生物类型的发現。

最后，混合生物羣多发現在滨海和浅海相或海陆交替相中，并且多是海浸开始和海退結束的标志。这些生物羣在死后运到另一地带，而不是原来生活的地区。这包括下列两种情况：

（1）在一些古滨海地区的沉积中常发現一些当地生长的底栖生物和外来的浮游生物相混合。如三峽新滩早志留世末期有大量的板足鱟化石和大量笔石 *Monograptus*（*Oktavites*）*spiralis* 相混合。前一类是当时的底栖动物，生活在当时海底泥中，而各个体的排

列均有同一方向；后者系当时在海面浮游，而在死后下沉到海底，因而二者同时沉积在一起(洪友崇，1958)。

(2) 在海陆交替相中动植物的混合情况，多发現在沉积开始阶段。如晚二迭世梁山段，广东开恩里阿斯世金鸡羣底部(第一旋迴)，等等。

在这些滨海相的海陆交替沉积中旣有海相动物，又有陆相植物(特别是底煤层，多代表交替相，其中含有一些比較完整的古植物，少产海相动物，稍上几变为浅海相沉积，多产浅海相化石而不产植物或含有少量植物碎片)，这种海陆混合相沉积的时代当屬同时。为了确定地質时代，应当注意：1) 区别出生物羣中的标准类型和持久类型；2) 区别出主要沉积相和次要沉积相的沉积；3) 区别出当地产物和搬运来的动植物碎片；4) 海侵的主要和次要方向，等等。

(四) 沉积相、沉积旋迴和沉积間断的重大意义

瓦尔特(Walther)定律发表之后，人們才开始認識各地質时期海底环境对底栖动物羣的控制的重要性及其意义。沉积相的变化是多种多样的。在縱的方面，不但指出各級的沉积旋迴的沉积物是随时随地而异，并受到附近古陆物質来源的控制。在横的方面，不但要追索岩层的实际尖灭情况，还要注意收集其中不受沉积环境控制的一些标准种属作为决定地层时代的根据。例如，广西晚泥盆世早期榴江組和桂林灰岩，滇西早奥陶世施甸組和向阳組，湖南晚泥盆世后期錫矿山阶和岳麓山砂岩，等等，均系同时异相的产物，并且有时可以从其中个别不受岩相控制的种属的发現，获得了古生物的依据。例如，滇西施甸組和向阳組均产 *Calymene birmanica*；又如，三峽罗惹坪区中志留統自下而上分为 $S_2^1, S_2^2, S_2^3, S_2^4, S_2^5$ 五个层位 (S_2^1, S_2^3, S_2^5 为頁岩相，S_2^2, S_2^4 为灰岩相)，其中动物組合的差异主要决定于岩相，而不决定于层位的高低，因为它代表一整套沉积并且同屬一个海侵时期产物。相反的，新滩区中志留統下新滩組本身屬滨海相沉积，而缺少灰岩相中动物羣。我們确定下新滩組的上下界主要根据龙馬溪頁岩頂部 *Monograptus* (*Oktavites*) *spiralis* 带和上新滩組底部 *M. nilssoni* 带为界，但在下新滩組本身，我們并未找到任何化石。

1959 年，北京地質学院刘淑梅等在新滩南岸发現了厚仅 20 厘米的泥質灰岩，其中找到 *Eospirifer tingi*, *Encrinurus* (*Coronocephalus*) *rex* 和 *Favosites* cf. *gotlandicus*。又在其下面的灰岩內找到 *Monograptus riccartonensis*, 更足証明动物羣的垂直分布，多决定于沉积岩相，以及当时动物的生活环境。沉积岩相的变化是和海浸、海退有关。又如，长兴阶和大隆組的关系，可从菊石羣和鏇科的分布与其上伏的下三迭統的关系来确定。大隆組和长兴阶旣有相变，又有一定上下关系(楊式溥，1961)，不应看成絕对化，今后仍須进一步研究。

其次，沉积旋迴代表一个时期的沉积产物，其底部岩层的岩性变化不一，并不一定多从砾岩和砂岩开始，有时其它岩层代表沉积旋迴的开端。我們常用化石层位或其它标志层决定某一沉积建造的时代，而不能作为划界的依据。就是說，我們必須应用沉积旋迴方法去确定地层的底界。如，华北寒武系底部层变化多端，其下与下伏震旦系或更老岩层多有一个明显的間断(假整合)或角度不整合。如燕山区早寒武世福金山組(王曰伦，1961)，等等。

最后，沉积間断也是一个关鍵性的問題，地史上每一次海侵均和前一时期地壳运动有关，而海侵范围的大小又和前期地壳运动时間的长久有关。它对于地层的划分可起到决定性的作用，并且是两个不同类型沉积建造的分界綫。地壳运动可分为升降运动和褶皺运动，均产生不整合，后者多属区域性，尤以前者更为广泛。一般不連續多很普遍，而大的假整合多缺失很多的地层系統，其意义当更大。

地質各时期的海洋多系相互勾通，因而海侵多属广泛，并且大致同时；相反的，一些时期局部大角度的不整合在全世界并不普遍。根据中国区域的特点，我們采用燕山旋迴和喜馬拉雅旋迴代表中、新生代地壳运动旋迴都是必需的，而相当于瑞替克到里阿斯期以前的一个运动（良口运动）在中国更为重要。

总之，地壳运动的重要性决定于它的普遍性和地层缺失的多少，而不完全决定于不整合角度的大小（間断和角度不整合）。例如，华北普遍地缺失三个系（志留系、泥盆系和丰宁系），华南二迭紀栖霞底部煤层以前的沉积間断（假整合）以及侏罗紀瑞替克到里阿斯以前的沉积間断等等，均属不整合的范疇并有极大的地层意义。

三、中国古生代海相动物羣及其生物地理区的探討

古生物学者对"动物羣"这一名詞的涵义理解不同，应用也不一致，同时很少注意对于能否再分为亚动物羣也很少注意。

一般学者根据 1）时代的长短（如寒武紀三叶虫羣、凤山期三叶虫羣）、2）地区（如欧洲化石羣）、3）門类（如菊石羣）、4）沉积相（如笔石相笔石羣、介壳相化石羣）、5）生物区（如大西洋动物化石羣、烏拉尔动物化石羣）、6）地質构造单元（如秦岭地槽区动物化石羣）等等来划分。

从上述各海相动物化石羣，一方面完全可以分为亚羣；另一方面从古地理观点，应以古大洋区为划分海相动物化石羣的最主要的根据，因为它可以反映海相动物化石羣的演化与时間和空間相結合的分布規律（阶段性和継承性）。

其次，各时代动物羣的发展阶段，有时比較明显，或具有过渡的性質，但仍应从新动物羣的大量出現和更新为起点，同时也应从各个动物化石羣的主要构造的形态和演化发展的趋势，分别进行全面研究，而不应过分強调各个动物羣和亚羣的一般偶然性发展趋势（如菊石横肋的分叉，四射珊瑚目的显微构造等等）和一些动物显微构造作为唯一划分的准则。一些不完全性的发展趋势在现代动物也是常有的。

古生代生物地理区主要分为东西两个大区——太平洋区和大西洋区，而中国古生代动物羣主要属太平洋动物地理区。关于寒武、奥陶、志留三个紀的动物区，作者于 1948 年在第 18 届国际地質会議提出，并經討論。至于我国的泥盆、石炭、二迭紀生物地理区的隶属問題，作者根据現有資料，初步認为主要仍属太平洋生物地理区。下面按时代提出个人的初步意見，討論中国古生代各紀海相动物羣及其分区。

（一）寒 武 紀

中国地台是世界古老地台之一。它是在前寒武紀呂梁运动以后形成的。形成后不久卽下降，因而发生震旦紀的海侵及沉积。震旦紀末期发生地壳运动（蓟县运动），大部分地

台上升，致受一个时期的沉积侵蝕。

从寒武紀开始，除若干古陆和島屿外，其中央部分的广大面积上形成巨大的盆地及海槽，以后被寒武紀海侵所泛濫而形成一个广泛的地台型的海。其中有若干大大小小的古陆，实質上不过是整个地台上若干隆起地带而已。

中国寒武紀生物羣具有太平洋区的特征，主要是从南方进来的。它不仅淹沒了地台，而且向西北延伸，进入中国西部地槽（滇緬-喜馬拉雅地槽，天山地槽），以及围繞中国地台东南各地槽区。

作为东西向排列的秦岭古陆及淮阳古陆当时并未形成一个連續的地障，但仍可以它們为界将海区划分为南北两个亚区。在寒武紀的一定时期中，南北两亚区在沉积上、地理气候上以及某种生物羣的組成成分上都有一些差异。

中国寒武紀动物羣以三叶虫为最重要，古杯动物羣次之，屬太平洋生物区，可分为南、北两个亚区。举几个实例以供討論。

1. 海南島中寒武世 *Xystridura* 三叶虫动物羣的发現：

首先，在中国南部和东南沿海地区，从来很少报导过寒武系，而大地构造学者即認为該区应屬南华准地台区和华夏古陆。近年来在南岭所謂龙山系中继續发現为数极少的寒武紀化石 Agnostids 之后，多数学者又紛紛傾向該区应屬地槽区，而以东南地槽区或东南准地槽区名之。經这次海南島中寒武世 *Xystridura* 的发現，提供了有力的論証。所謂“龙山系”中球节子虫代表时代較长，并不能肯定其必为寒武紀的产物，而这次在海南发現的澳洲中寒武世标准屬之后，显示东南地槽区、西南滇藏地槽区（滇緬地槽区）、东北地槽区和西北天山地槽区，以及南朝鮮地槽区均系寒武紀比較活动的地槽区，并围繞中国地台，而所有这些地槽区，多系互相沟通，所以华北区的沉积和三叶虫羣的組合均与朝鮮半島南部，以及我国苏东（上海附近）、浙西、海南島、湖南、黔南、滇西，等等各处有一定的区别，均屬太平洋生物区的范疇。

其次，魏特霍斯（Whitehouse）报导澳洲 *Paradoxides peregrinus* Whitehouse 的尾部頗似 *Xystridura* 的尾部，至今未曾找到任何眞正的 *Paradoxides* 的头部，所以該屬是否存在尚屬疑問。然而直至目前为止，我們認为在澳洲和中国南部眞正的 *Paradoxides* 屬尚未发現。

最后，古地理的研究也有极大的意义，因为寒武紀生物地理区主要有两个——太平洋区和大西洋区（或波罗的海区）。太平洋区早、中、晚寒武世分別以 *Redlichia, Kootenia* 和 *Ptychaspis* 为代表，大西洋区則以 *Holmia, Paradoxides* 和 *Olenus* 为代表。中国海南島和澳洲同产 *Xystridura* 并沒有眞正的 *Paradoxides*，这不仅可以推知太平洋动物羣和西欧有异，并且有充分理由足以相信中国南部和澳洲同屬太平洋区。如果強調个别大西洋区动物羣科屬的混生，用来解释分区問題，显然是不恰当的。

2. 滇东中寒武世三叶虫动物羣的发現：

滇东寒武紀剖面和动物羣經盛莘夫、张文堂、江能人、王鈺周和李善姬等人的发現和研究，証实了确有中寒武世动物羣的存在。昆明的头村組，过去发現过古杯类，定为早寒武世，現应改为早中寒武世，因为古杯类在苏联和山东中寒武統均有发現。苏联沃罗格金認为古杯化石可以从早寒武世到中寒武世。陡坡寺組产大量 *Ptychoparids* 可和北方对

比，可能属早中寒武世。

从滇东各剖面縱横岩相变化的綜合分析，昆明以东是凹陷区，以西是隆起区。

龙王庙期之末有一显著的上升运动——云貴运动，作为中、下寒武統的界綫。昆明筇竹寺剖面龙王庙之上直接为中泥盆世海口組。在祿劝为厚砂岩，向东漸变为頁岩和灰岩，显示西面上升、东面下降。从滇东升降不平衡性（区域性），該上升运动期（代表相当长的时期）的計算，和褶皺运动一样，应从开始算起。就是說，早寒武世之末，地壳有較显著的运动，在沉积期中虽已开始，但最后表現在侵蝕期中所造成的間断。角度不整合是有区域性的，假整合也是有区域性的。由于这一上升运动在中国和美国均較显著，因而葛利普和苏、美不少学者（苏可脫、沙茨基等）拟将下寒武統提升为一个独立的系——Taconian 系，作者也曾附和这一建議，但很快地就放弃了这种意見。

中国寒武紀生物区如下表：

区	亚 区
太平洋生物区	1. 中国地台区(华北地台和揚子地台) 2. 天山秦岭地槽 3. 滇緬地槽 4. 东南环太平洋地槽区(苏东、浙西、黔南、粵南等等)

（二）奥 陶 紀

奥陶紀动物羣的研究是一个复杂的問題。在沉积和古地理方法未被重視以前，仅仅根据西欧和美国东部資料（特别是阿帕拉契区），一些欧美著名地質学者对生物区提出了一些不同看法，是必要的。

葛利普分世界奥陶紀生物地理区为二个，即北极区和印度太平洋区。俄累希分为大西洋区、北极区和西伯利亚区三个区，并指出后者从东北向西侵入大西洋区的波罗的海区。苏可脫等人則多認为北美奥陶紀动物羣具有一定太平洋的色彩。

中国奥陶紀动物羣可能属一个巨大的生物区——太平洋区，并且这一生物区可分为北太平洋和南太平洋两个亚区。

中国南北奥陶紀动物羣面貌的差异，主要由于地質构造区的不同，和受一些古陆的控制，因而影响了海相动物羣的生活环境及沉积相的变化（碳酸盐岩相和砂頁岩相）。因此，与其說它是受沉积的影響，不如說受地質构造和古地理的控制。

华北属地台型碳酸盐岩相，而华南多为地槽型笔石相；大兴安岭属典型地槽区火山岩相的沉积。中国海区虽属太平洋区，但为秦岭、蒙古、康滇等古陆所隔断并分为几个亚区。正如大西洋区为加里东和 Arnorica 古陆所控制，因而形成西欧海、波罗的海、古地中海等亚区。表面上看来，动物羣的面貌多为沉积相所控制，但实际上从各个門类的动物羣，以及沉积、古地理、地質构造等綜合分析，其实質基本上是一致的。

例如，从北林子灰岩、紅花园灰岩和嵩山灰岩动物羣，均产有同样的化石組合（如 *Cameroceras*、枕石及古杯类，等等）。

葛利普虽然分中国奥陶紀生物区为北极洋和印度太平洋两区，但他还正确指出："許

多印度太平洋动物羣曾經迁移到北美，并且許多北美軟体动物（珠角石例外）是属太平洋区的”。葛氏又正确地指出，“珠角石动物羣隶属問題——太平洋或北极洋，仍是目前研究的課題”。根据最近凱伊（M. Key）研究美国西部奥陶紀笔石动物羣，并发現很多种属完全和中国相同。

奥陶紀动物羣是极其复杂的，我們首先应当研究生物区的隶属問題，同时还应从整个动物羣和沉积、地質构造、古地理等綜合方法着手，而不应強調某一門类作为划分和对比地层的唯一依据。我們不应強調所謂标准化石的标准性，也不应強調某一門类的一个亚羣，作为划阶段的唯一依据。例如，三叶虫亚羣和笔石亚羣，可作为发展的阶段，而各个动物羣和亚羣的継承性和阶段性也不应忽視。就是，一个区域性动物发展阶段的划分，很难应用到全世界各个不同生物区。例如，从奥陶紀动物羣的分析，奥陶系中、下界綫似应划在相当于 Llanvirnian 阶揚子貝組之底。其理由如下：

（1）揚子貝組和 Llanvirnian 阶［海克斯（H. Hicks）創立］相当，代表新的动物羣的大量更新。

（2）揚子貝組和上伏相当 Llandeilian 阶整合，并不缺失中奥陶統底部笔石带。

（3）相当于 Llandeilian 阶的层位，在中国一般很薄，很难划分。

（4）和澳洲同属于太平洋生物区。

中国奥陶紀生物区基本上和寒武紀相同，如下表：

区	亚　　区
太平洋生物区	I. 南太平洋亚区 1. 中国地台区（华北地台和揚子地台） 2. 天山地槽 3. 滇緬地槽 4. 东南环太平洋地槽区 II. 北太平洋亚区 5. 大兴安岭地槽（主要属太平洋区）

（三）志　留　紀

中国志留紀海侵主要分为四个区域：

（1）揚子区，海侵的方向系由古太平洋向西侵入揚子地区，包括揚子下游、中游、上游及秦岭区，具太平洋区特有的动物羣——*Encrinurus*（*Coronocephalus*）*rex*。

（2）华南区，海侵方向系由南而北，包括粤、閩等，主要为笔石頁岩相的沉积，在滇东、黔中发現介壳相，而为黔中、广西、江南等古陆所隔开。粤、桂剖面比較完全，連滩剖面仅有中、下志留統。

（3）滇西区，其海侵方向系由南而北，所具特有动物羣是 *Camarocrinus asiaticus* 动物羣，其时代曾誤認为晚奥陶世。

（4）蒙古区，包括大兴安岭、內蒙、天山和祁連山区。其特有动物羣是 *Palaeofavosites*、*Squameofavosites*。这个生物区动物羣的差异，主要由于地質构造区的不同、古陆的隔离和海侵的方向。揚子地槽区、华南区和滇緬地槽区属南太平洋生物亚区，而蒙古則为北太平

洋亚区。滇西和緬甸之动物羣比較接近，均属于同一海侵方向和具一些南太平洋特有的属种，如棘皮动物羣等等。

中国整个志留紀动物羣，主要属太平洋生物地理区。云南馬龙志留紀动物羣产 *Howellella, Eospirifer radiatus, Clorinda* 均和欧美所产的相同，所以葛利普、俄累希和苏可脫均认为北美志留系主要属太平洋区。葛氏并且特别指出，"云南馬龙动物化石羣和北美晚志留世地层相同"以及"笔石发源于太平洋"的論点。

因此，多数学者认为美国志留紀三个統可能均属太平洋区。除去阿帕拉契地槽的东北部分和大西洋沟通（可能和北极洋有关）外，北美大部地区之志留系多带有太平洋的浓厚色彩。

有人认为志留紀珊瑚礁的形成，似应与气候温暖的地区——北极洋区相关。但目前中国南部古生界中产有大量珊瑚化石和北美同种。同样的，腕足类 *Pentamerus borealis* 也盛产于北极区和南方。这都是值得研究的課題。

中国志留紀生物区动物羣的各个亚区均带有太平洋特有的色彩。滇西晚志留世的 *Tentaculites elegans* 也产于捷克斯洛伐克同层位之岩层中。盛产于揚子区之 *Encrinurus* 也发現于蒙古地槽区之吉林二道沟灰岩中，而为滇緬地槽所无。中国志留紀中、下統的界綫很难划分，在秦岭区中志留統弓笔石常和 *Monograptus* (*Oktavites*) *spiralis* 带化石共生，因此很难和西欧大西洋区对比。

中国志留紀生物地理区表示如下表：

区	亚区
太平洋生物区	1. 北太平洋亚区：通过蒙古、哈薩克斯坦和北欧相通 2. 南太平洋亚区： (1) 揚子地槽区：通过秦岭南天山和西欧相通 (2) 华南区：通过祁連山、昆仑地槽而和西欧相通 (3) 滇緬地槽区：通过喜馬拉雅、昆仑地槽而和古地中海相通

总之，志留紀海多系相互勾通，以中志留世尤为显著。亚区的划分主要根据沉积相的不同和古陆的隔断。因此，中国志留紀海中古陆的輪廓应加以研究，同时华夏古陆的存在，也是一項重要的研究課題。

(四) 泥 盆 紀

中国泥盆紀动物羣大致可以分为两个独立的生物亚区：1) 南方区，包括华南、秦岭、昆仑、南天山和西南区(滇緬地槽)，海侵主要由南而北；2) 北方区，包括东北北部、內蒙、阿尔泰、北天山。北方区的生物羣在腕足类方面以 *Mucrospirifer mucronatus* (Conrad)(产生在北美东部中泥盆世 Hamilton 組中)，*Acrospirifer pseudocheechiel* Hou 最为特征，幷广泛見于北美，西伯利亚。苔蘚虫大量发育，属种丰富也是該区特征之一，其中最常見的属 *Lioclema, Semicosinium, Unitrypa* 和 *Hemitrypa* 等常見于北美和阿尔泰，而为华南所无。南方区生物羣与北方区比較，其显著区别在于特有的珊瑚类、腕足类的丰富：如珊瑚的 *Neospongophyllum, Temeniophyllum, Ceriophyllum*；腕足类的 *Stringocephalus, Emanuella*；

但层位很难和欧洲古維琴阶对比。另一方面在中泥盆世早期滇东坡脚頁岩，产有特有种 *Acrospirifer tonkingensis*。

相当于晚泥盆世弗拉斯(Frasnian)阶在北方区还缺乏可靠資料。相当于法門期沉积在南北皆有代表，幷可划分出两种不同的岩相，即菊石相和腕足类相。腕足类的差异表現在 Yunnanellina 属的分布仅限于华南庫魯克塔克，而北方区却从来未出現过；該属目前在苏联烏拉尔、北极已有报导。內蒙地区法門阶中的珊瑚、腕足类大致可以和苏联哈薩克斯坦区对比；主要的化石是：*Cyrtospisifer sulcifer* Nalivkin, *Camarotaechia turunica* Rom., *Nalivkinella profunda* Soshk.。相当法門期的菊石在两处均有代表，幷且具重要地层意义。它們之間的共同点是：西欧法門阶剖面中四个菊石带在中国完全不适用，幷且很难划分，而全部(三个带)混生在一个厚度仅十多米的岩层內。尽管如此，它們之間的差异仍然存在。首先，在两个区內都存在着一些仅为該区所特有的新属种，如北方的 *Sunotites, Sinotites* 和南方的 *Kueichowceras* (新属)，*Asioclymenia* (新属)，其次在属的分布上，由 Cheiloceratidae 科分出一支 *Imitoceras*, 仅見于华南，而另一支 *Sporadoceras*, 繁盛于大兴安岭。

下面談三个問題：1) 中国泥盆紀沉积的特征、2) 海神石发源中心問題和 3) 中国泥盆紀生物区的划分。

首先，西欧大西洋沉积类型主要分海相和陆相(老紅砂岩系)区，分布地区比較明显(孙云鑄，1943)，西南区上、中、下三个統均或多或少地夹有陆相沉积，多表現海陆交替相沉积，各层之間的界綫极不明显，相的纵横变化复杂，湖南晚泥盆世的海退相尤为特色，往往造成泥盆系和丰宁系的分界的困难。湘中晚泥盆世后期岳麓山砂岩和丰宁系邵东段(过渡层)的分界，有了进一步的認識。

其次是海神石发源中心問題，据施德沃夫(Schidewolf)等的研究，海神石多分布在西欧和北非地区，一般多認为西欧和烏拉尔地槽相連，而后者似和北极洋区有关。因此，人們多認为海神石羣属北极洋区。但自黔中和大兴安岭发現海神石动物羣之后，"北极洋区是海神石动物羣发源中心"一說就成了問題。大兴安岭材料地点属蒙古地槽区，海侵可能系由北太平洋侵入，通过大兴安岭区西和北天山哈薩克斯坦相連。黔中材料地点又系属南太平洋生物区，海侵多由南而北。如果認为海神石属北极洋区，那么为什么苏联远东始終未发現这个动物羣，而在北非又有广泛的分布呢？因此，該动物羣的发源的中心問題不应該仅仅考虑北极洋区，同时也应考虑大西洋和太平洋的发源中心問題。作者傾向于后者，就是說主要发源于太平洋区。

关于該动物羣在大兴安岭和黔中发育特盛，幷且集中于一个极短时期，很快地就趋于灭亡，是一項重要的研究課題。今后应該詳測剖面，系統采集化石，再做深入的研究。

最后是中国泥盆紀生物区問題。大西洋区包括西欧和烏拉尔地槽而和北太平洋的蒙古地槽区有本质的差别，后者海侵来自北太平洋，通过大兴安岭、內蒙、北天山西达哈薩克斯坦。华南区和滇緬地槽区的海侵主要来自南方而分别通过喜馬拉雅、昆仑、南天山地槽和大西洋区相通。这幷不意味着它們是同一生物地理区。尽管如此，中国南方海侵区代表一个独特的区，在动物羣上和大西洋生物区动物羣混生，同时也和蒙古地槽区(北太平

洋区）相似。例如，天山地槽为中天山隆起所分隔，分为南天山区和北天山区。南天山动物羣和华南相似，而北天山动物羣则和蒙古地槽同属一生物区。

作者同意納里夫金意見，他認为天山区动物羣和哈薩克-蒙古动物羣属东方类型而和西方大西洋区的西欧-烏拉尔动物羣有本質的区别。除此，作者还認为蒙古地槽和华南动物羣，主要同属一个生物区——太平洋区。

中国泥盆紀生物区表示如下表：

区	亚 区
太平洋生物区	1. 北太平洋区（大兴安岭-北天山）：海侵可能由东来 2. 南太平洋区：海侵由南来 (1) 华南区（包括华南各省） (2) 滇缅区（包括滇西、喜馬拉雅区、昆仑区）

（五）丰 宁 紀

丰宁系中的动物羣代表太平洋区独特的动物羣。它和西欧地区賓南系及北美地台区密西西比系中的动物羣不同，尤其和后者更有本質的区别。

它和西欧賓南系一样，和其下伏泥盆系之間关系比較密切，很少有缺失很多地层系統的显著的假整合的存在，一般多为假整合或整合，有时其中也发現过渡层和过渡生物羣，但并不影响两紀动物羣发展的阶段性。

它和上复的石炭系（狭义的）之間多有显著的假整合的存在，并缺失很多地层，界綫非常明显。

很显然，該系代表古生界中的一个系，作者同意俞建章、丁文江建立丰宁系，并且主张暂将丰宁系放在中国地层系統中，将来国际上究竟采用丰宁系还是賓南系，俟今后国际地質会議討論决定。

很显然，中国丰宁系和下伏上泥盆統的关系，或为假整合或整合，我們从两紀之間的沉积間断和动物羣的更新可以划分其界綫。中国和欧洲艾特隆层位相当的层位是存在的。例如，粤北帽子峯頁岩羣可分为上、中、下三部，下部属海退相，产大量斜方鱗木和云南貝属錫矿山阶；中层为砂頁岩互层，产过渡羣的組合，既有早石炭世的 *Eochoristites neipentaiensis*, *Camarotoechia kirlingensis*, 又有晚泥盆世的 *Cyrtospirifer* 等种，而无云南貝，属邵东层，代表丰宁系革老河阶底部的过渡层。又如湘中孟公坳羣（和杜内統相当）也可分为上、下二部，下部为海进层碎屑岩相沉积，既有晚泥盆世的 *Cyrtospirifer* (*Hunanospirifer*) *wangi*, 又有早石炭世的 *Camarotoechia kinlingensis*, 显然代表早石炭世的开始，侯鴻飞等称为邵东层（beds），代表过渡层而属革老河阶的底部；上部为灰岩相产 *Cystophrentis*-*Pseudouralina* 組合，和黔南典型地区的层序无异。从沉积相、沉积間断和动物羣的研究，五通砂岩可和岳麓山砂岩对比。再如，黔南王佑上泥盆統海神石层之上有一明显的沉积間断，显然代表泥盆紀和丰宁紀之間的分界，而和西欧之布列东运动相当。

丰宁系上界和上复石炭系（狭义的）之間多有显著的假整合的存在。結合中国情况，西欧納繆尔建造一名在中国不适用。如果有該建造的动物羣分子存在，可归入丰宁系的

頂部。今后在划分太平洋区丰宁紀地层的同时，对本溪統的底部下大間断的意义和运用欧洲这个术語，应当特别愼重。

中国丰宁紀具有一些独特的动物羣，在岩关世更为显著，但到大塘世由于广泛的海侵，华南区和西欧比較更为接近。在岩关世腕足类有南太平洋的 *Eochoristites, Martiniella*, 及珊瑚类之 *Cystophrentis, Pseudouralinia*。大塘世南太平洋的腕足类，*Gigantoproductus, Kansuella* 也发現于西欧；又岩关世之 *Caninia* 和大塘世之珊瑚类 *Dibunophyllum* 均在西欧发現。总之，北太平洋区（蒙古地槽区和北天山区）动物羣和苏联哈薩克斯坦庫茨巴斯以及北美相似，而南太平洋区（南天山、滇緬地槽、华南区及华北区）多和西欧及苏联欧洲部分的动物羣相似。

中国丰宁紀生物区如下表：

区	亚　　区
太平洋生物区	1. 北太平洋亚区(蒙古地槽区、北天山地槽区)：海水自东或东北侵入 2. 南太平洋亚区：海水由南侵入 (1) 华南海(华南各省)：海水由黔南侵入后分向东北达江苏向西侵入达云南 (2) 滇緬地槽(云南西部、昆仑)：海水初自南侵入，后改向西和西北方向

（六）石　炭　紀（狭义的）

中国石炭紀海侵几乎形成一个整体的海区。由于广泛海侵的結果彼此多系相通，而整个动物羣的統一性更加明显，并且以石炭紀初期 *Spirifer bisulcatus* 发展出来的 *Choristites mosquensis* 动物羣为主要。这个石炭紀早期动物羣不可能屬于其他生物洋区，因为西欧和北美东部多为地台型陆相地层，和西方及北方海洋隔絕。晚期动物羣是以 *Triticites* 动物羣和 *Pseudoschwagerina* 动物羣为主。产此二种动物羣的沉积是連續的，但从化石組合分析，很明显地可分出二个带。

中国石炭、二迭系分界放在 *Pseudoschwagerina* 带頂部，而美国和苏联大部分学者的意見，主张放在 *Triticites* 和 *Pseudoschwagerina* 带之間。但是，石炭紀是晚古生代的第一个紀，而丰宁系又成为一个独立的系，并且和前者有普遍而明显的假整合。如果再将 *Pseudoschwagerina* 带归入早二迭世，则石炭系（狭义的）和其他各系厚度比較，其不平衡性就会更加明显。从沉积旋迴和地壳运动、动物羣及古地理的研究，中国石炭、二迭系的分界应当放在阳新統栖霞阶的底部。

中国石炭紀动物羣以䗴科为主，共分四个带：下統包括 *Eostaffella-Profusulina* 带和 *Fusulina-Fusulinella* 带；上統包括 *Triticites simplex* 带和 *Pseudoschwagerina* 带，这些动物羣均属漂流或半漂流动物，广泛地分布于太平洋区中各个亚区的不同沉积中。底栖动物羣中的腕足类和珊瑚也几乎显示不出其差别。就是說：中国南部和东部的动物羣有别于西部北天山和蒙古地槽动物羣。海侵可由北太平洋向西侵入蒙古地槽而和天山地槽及哈薩克斯坦相通。东部海侵来自南太平洋，广泛地泛濫于华南区，并分别向北到达华北区。

中国石炭紀动物羣分区表示如下表：

区	亚 区
太平洋生物区	(1) 蒙古地槽-天山地槽区: (海侵由太平洋向西侵入) (2) 滇緬地槽区: (海侵由南向北再折轉向西达喜馬拉雅区;向西北經昆仑而达西北区) (3) 华南海: (主要地槽区的海相沉积) (包括华南各省。海侵由南而北再向北达秦岭和华北;向东北达宁鎮区;向西北达滇东区) (4) 华北海: (包括地台型的海陆交替相沉积,海侵从华南海区侵入或直接由北太平洋自东侵入)

(七) 二 迭 紀

中国二迭紀动物羣具有浓厚的太平洋色彩。在中国境内当时海区中的古陆逐渐扩大,因而南、北二个分区比較明显,从二迭紀早期新希氏䗴(*Neoschwagerina*)海和蒙古地槽的分布可以明显地看出其主要海侵都来自太平洋——生物发源的主要中心。

由于南北两区互通,所以漂流性动物䗴科的属种組合几乎相同,但从底栖动物珊瑚类和腕足类的研究,两区确有一定的区别。例如:*Yakovlevia* 仅仅发現于內蒙地槽而为整个华南区所无。

早二迭世晚期,南北两个生物亚区复又明显地表现出来。代表这个时期的沉积,在北方为內蒙的哲斯組。根据該組中漂流的䗴科化石 *Pseudodoliolina* 的发现,証实了該組与华南的茅口組是同期的沉积。这两个海中的明显差异集中表现在底栖动物方面,哲海組中所特有的腕足类 *Yakovlevia, Spiriferella, Liosotella, Kochiproductua* 等的广泛分布,在华南从未見到。相反的,华南茅口組中的 *Sinoproductus* (属型: *S. sinensis* Frech), *Urushetenia, Chonetella* 等在北方也从未发現。 而在䗴科方面,虽然具同期的属种,但在南方分带性特别明显,而在北方却都混生在一起。 华南的动物羣与中亚、高加索很相似,而北方区的动物羣与盐岭近似。华南与盐岭同期中的腕足类又有很多共同的种属。

綜上所述,二迭紀动物羣在中国境內基本上可以分为两个独立的生物亚区:北方区和南方区。 前者和苏联西伯利亚、北美的相似,而后者和西欧、烏拉尔、中亚、澳大利亚的相似。这两个亚区形成的原因,可能是由于下列各点:

(1) 海盆地之間的海不是直接相連的。东部为中朝古陆,西部为中天山隆起所分隔。因此,南北区的动物羣之間的迁移受到了一定的限制。

(2) 海盆地之間的內部物理化学条件不同,因为南方区是地台型沉积,而北方区却为地槽型沉积。

南、北两海区的动物羣具有共同的种类,特别是䗴科,其原因可能两者都以太平洋为发源中心,遵循不同的海浸方向而达到了中国。

中国二迭紀生物区表示如下表:

区	亚　　　区
太平洋生物区	1. 南太平洋： (多属地台相，海侵自南入侵，一支向西循新希氏蜓 (*Neoschwagerina*) 海而和古地中海相通，另一支从太平洋侵入中国东部地区) 2. 北太平洋： (在二迭紀早期属地槽相，很可能从太平洋向西沿蒙古天山地槽而达烏拉尔北极区，二迭紀晚期均为陆相)

(收稿日期：1962 年 8 月)

参　考　文　献

[1] 孙云鑄 1948 关于中国寒武紀地层界綫問題。前中央研究院地質研究所丛刊第八号。

[2] 孙云鑄 1951 葛利普氏脉动学說的意义。海洋湖沼学报 1 卷 1 期。

[3] 孙云鑄 1951 从地层学观点論古生物学。地質論評 16 卷 1 期。

[4] 孙云鑄 1957 中国古生代各系界綫問題。古生物学报 5 卷 3 期。

[5] 孙云鑄 1957 寒武紀下界問題。地質学报 37 卷 3 期。

[6] 孙云鑄 1959 从古生物混合羣組合論中国古生代各系間的界綫。地質論評 19 卷 3 期。

[7] 孙云鑄 1960 南岭粵中区里阿斯統地层的划分和对比。古生物学报 8 卷 2 期。

[8] 全国地层会議学术报告汇編(中国的前寒武系—白堊系) 1962 科学出版社。

[9] 刘鴻允 1955 中国古地理图。科学出版社。

[10] 李四光 1928 古生代以后大陆上海水进退的規程。前中央研究院地質研究所集刊第六号。

[11] 李四光 1959 建国十年来中国地質工作的发展。科学通报 18 期。

[12] 阿尔汗格尔斯基 A. Д. 1947—1948 苏联地質构造地史(上、下册)，第四版。莫斯科-列宁格勒。

[13] 张席禔 1958 中国南部印支运动的性質、分期、分布范围与指导矿产勘探上的关系。北京地質勘探学院院报第 3 期。

[14] 納里夫金 Д. B. 1959 苏联境內泥盆紀生物地理区。

[15] 納里夫金 Д. B. 1962 苏联地質学。

[16] 馬杏垣等 1961 中国大地构造的几个基本問題。地質学报 41 卷 1 期。

[17] 烏斯特列斯基 B. И. 1958 苏联石炭二迭紀古动物地理区。古生物学报 6 卷 4 期。

[18] 黄汲清 1960 中国地質构造基本特征的初步总結。地質学报 40 卷 1 期。

[19] 章鴻釗、翁文灝 1916 地質研究修业記。

[20] 章鴻釗 1951 造山运动于地史上象征同时之規范并其施于对比之效率。地質論評 16 卷 2 期。

[21] Blackwelderia, E. 1914 A summary of the orogenic epoch in the geological history of North America. Journ. Geol., Vol. 22.

[22] Grabau, A. W. 1923—1924 Problems in Chinese Stratigraphy, Vol. I, Nos. 1—4; Vol. II, Nos. 1—2. Science Quarterly Nat. Univ. Peking.

[23] Grabau, A. W. 1924 Stratigraphy of China, Pt. I.

[24] Grabau, A. W. 1931 Palaeozoic centers of Faunal Evolution and Dispersal. Bull. Geol. Soc. China, Vol. 11, No. 3.

[25] Joleaud, L. 1939 Atlas de Palaeobiogeographie. Paul Pechevalier, Paris.

[26] Licent, E. & Teilhard de Chardin, 1927 On the basal beds of the sedimentary series in Southwestern Shansi. Bull. Geol. Soc. China, Vol. 6, No. 1.

[27] Lochman-Balk, C. & Wilson, J. L. 1958 Cambrian Biostratigraphy in North America. Journ. Paleontology, Vol. 32, No. 2.

[28] Opik, A. A. and others 1957 The Cambrian Geology of Australia. Bureau of Mineral Resources, Department of National Development, Australia, Bull. No. 49.

[29] Resser, C. E. 1933 Preliminary generalized Cambrian time scale. Bull. Geol. Soc. America, Vol. 44.

[30] Schuchert, C. 1916 Correlation and Chronology in Geology on the basis of Palaeogeography. Bull. Geol. Soc. America, Vol. 27.

[31] Schuchert, C. 1929 Geological history of Antillean region. Bull. Geol. Soc. America, Vol. 40.

[32] Schuchert, C. 1932 The periodicity of oceanic spreading, Mountain Making, and Palaeogeography.

Bull. Nat. Res. Council, No. 85.
[33] Stille, H. 1924 Grundfragen der Vergleichenden Tektonik. Berlin.
[34] Sun, Y. C. 1943 Bases of the Chronological classification with special referrence to the Palaeozoic Stratigraphy of China. Bull. Geol. Soc. China. Vol. 23, Nos. 1—2.
[35] Sun, Y. C. 1944 Silurian Stratigraphy of Yunnan. Sci. Rec. Acad. Sinica, Vol. I, Nos. 3—4.
[36] Sun, Y. C. 1944 Devonian Stratigraphy of Yunnan. Sci. Rec. Acad. Sinica, Vol. I, Nos. 3—4.
[37] Sun, Y. C. 1945 The Sino-Burmese Geosyncline of Early Palaeozoic time with special reference to its extent and character. Bull. Geol. Soc. China, Vol. 25.
[38] Sun, Y. C. 1947 Priliminary notes on the Stratigraphy and Structure of the Paoshan Region, Western Yunnan. Cont. Geol. Inst. Peking Univ., No. 32.
[39] Sun, Y. C. 1948 Problems of the Palaeozoic Stratigraphy of Yunnan. 50th Ann. Papers (Geol. Series) Peking Univ., Peking.
[40] Sun, Y. C. 1952 The Pacific, a main center of despersal of Early Palaeozoic life. Inter. Geol. Cong. Report of 18th Session, London.
[41] Sun, Y. C. 1961 Problems of classification of the Cambrian System in China. Scientia Sinica, Vol. 10, No. 6.
[42] Sun, Y. C. 1963 On the occurrence of Xystridura Fauna from Middle Cambrian, Hainan Islands and its significance. Scientia Sinica, Vol. XII, No. 5.
[43] Ulrich, E. O. 1911 Revision of the Palaeozoic Systems. Bull. Geol. Soc. America, Vol. 22.
[44] Wagner, A. 1922 Die Entstehung der Kontinente und Ozeane.
[45] Wang, Y. 1945 Preliminary note on the Tremadocian beds of South China. Sci. Rec. Acad. Sinica, Vol. I, Nos. 3—4.
[46] Whitehouse, F. W. 1939 The Cambrian Faunas of North-eastern Australia, Pt. III. Mem. Queensl. Mus., Vol. 11.
[47] Muir-Wood, H. M. 1948 Malayan Lower Carboniferous Fossils and their bearing on the Visean Palaeogeography of Asia. London.

FOUNDAMENTAL CONCEPT AND PROBLEMS OF THE TRANSGRESSION WITH SPECIAL DISCUSSION ON THE PALAEOZOIC FAUNAS AND THEIR PALAEOGEOGRAPHICAL PROVINCES OF CHINA

Y. C. Sun

(Abstract)

The present article deals with the following problems:

(1) *Approximate Contemporaneousness* of some big marine transgressions in each period of the Palaeozoic time.

(2) Tentative classification of Palaegeographical provinces of China.

(3) Regional disconformity and its significance.

(4) Analysis of the transitional, mingled and mixed faunas, particularly in the basal member of a formation in each period.

The essential points are given as follows:

(1) Palaezoic seas were communicated with each other, particularly the Pacific and

Mediterranean Sea, therefore its transgression is almost contemporaneous and the well pronounced world-wide transgression usually occurred at the median and late epoch of each Palaeozoic period.

(2) Two main Palaeographical provinces in Palaeozoic time—*the Eastern Pacific* and *Western Atlantic* are recognized, and the former is the main one. Owing to the lack of sufficient data of the Early Palaezoic in the Boreal and Indian realm, it is much better to combine the Indian with Pacific and name as the Pacific as a whole, rather than Indo-Pacific and Boreal provinces separately, as proposed by Grabau and other workers.

(3) The Palaeogeographical province of the Palaeozoic of China mainly belongs to the Pacific which could be again divided into two sub-provinces—*the Northern Pacific* and *Southern Pacific* with various directions of the transgression for different periods and epochs of different regions which were chiefly influenced by the nature and character of Palaeogeography.

(4) Both disconformity and unconformity (angular unconformity) belong to unconformity in broad sense, though they still can be distinquished from each other. The regional disconformity or hiatus usually is rather extensive and significant because of wanting of an enormous thickness of the strata.

(5) The age-determination of the transitional beds, crustal movement, sedimentation and the development of faunas, of which the transitional, mingled and admixed forms are analized and discussed, especially about the basal beds of a geographical formation of each system.

(6) Chinese shield was one of several ancient big massives of the world and formed after the Luliang movement of Pre-Sinian age. During Sinian, Cambrian and Ordovician transgressions, this ancient shield was covered by seas one after another, except several scattered oldlands and islands from each other.

(7) Along the western coast of the Pacific, the so-called Cathysia was mainly covered by Cambrian and Ordovician Seas representing one of the remains of ancient shields. This has been recently confirmed by the discovery of the Cambrian trilobite fauna of Pacific province in Southern Korea and mobile belt of Southeastern China, such as Kiangsu, Chekiang and Kwangtung, etc. It is evident, *the Invasion in Palaeozoic time is mainly of Pacific origin.*