

中国北方晚寒武世头足类

——短棒角石目、原珠角石目(新目)及
沿河角石目(新目)

陈均远 邹西平 陈挺恩 齐敦伦

(中国科学院南京地质古生物研究所) (安徽省地质局区域地质调查队)

内 容 提 要

本文描述了上寒武统凤山组头足类化石 27 种,分属于 13 属、3 科、3 目、3 亚纲。其中 2 新目、2 新科、10 新属、26 新种,并讨论了分布、起源及演化等问题。

前 言

晚寒武世头足类的研究,关系到头足类的起源及演化等重要问题,早就引起古生物学者的重视。迄今为止,除某些可疑的化石外,在我国上寒武统凤山组下部所发现的 *Plectronoceras* (Walcott, 1905), 是世界上时代最早的头足类化石。继华尔考脱 (Walcott, 1905) 之后,小林贞一 (Kobayashi, 1931, 1933)、孙云铸 (1937) 又陆续报道了辽宁和山东凤山组的头足类化石。近年来,陈均远等对山东南部;陈均远、邹西平、齐敦伦等对安徽北部¹⁾;邹西平等对内蒙古清水河,以及最近陈挺恩、陈均远、邹西平对山东泰安及济南一带的化石采集工作,积累了极其丰富的材料。通过研究,这些化石可划分为: 1. 短棒角石目 (*Plectronocerida*); 2. 原珠角石目 (*Protactinocerida*); 3. 沿河角石目 (*Yanhecerida*) 及 4. 爱丽斯曼角石目 (*Ellesmerocerida*) 四个主要类型。有许多类型的发现,对研究头足类起源、演化等问题具有十分重要的意义。

本文对短棒角石目、原珠角石目及沿河角石部分材料进行描述和研究,并对头足类早期阶段起源、演化及分类等问题进行初步探讨。大量材料证明,我国不仅是头足类的发源地,而且也是头足类辐射发展的重要中心。

分 布

我国晚寒武世凤山期黄河古海头足类的分布 (图 1), 大致看出在凤山期不太长的时间内,头足类的发展似经历了两个阶段。

凤山早期,是迄今为止头足类化石最早的纪录。*Plectronoceras* 是这一时期已知的唯一代表,是迄今世界上最古老的头足类化石。其壳体只有数毫米宽,长不过 2 厘米,连接

1) 文中安徽北部头足类化石承安徽区测队大力协助而获。

环呈球茎状,很脆弱,不易保存成为化石,属于头足类化石最古老的分子。据安徽、山东野外实地观察,其个体数量非常稀少,尚未形成大的居群,只星散于占优势的三叶虫居群中。

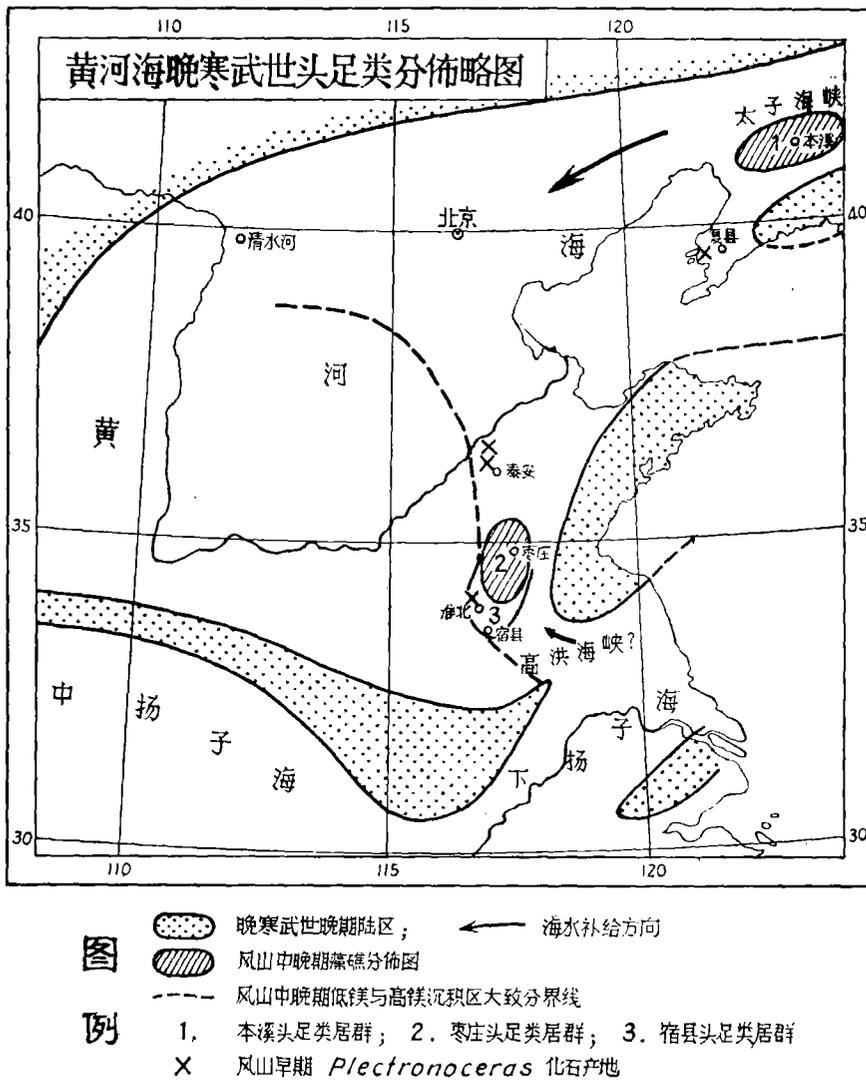


图1 黄河海晚寒武世头足分布略图

除在山东泰安、济南,辽宁复州湾,安徽淮北等地有零星发现外,其典型分子未见于黄河海以外的地区。说明其空间分布,尚未迁移扩展开来。

到凤山中期,头足类的空间分布和种类的繁多等方面,都有极大的发展。一方面开始空间扩展,以黄河海为中心向世界范围纬向迁移。同时在黄河海内,由于辐射发展的结果,其数量及种类的繁盛,亦为其它地区所无法比拟。它们往往在海盆不同部位聚集,形成一个庞大的居住群落。大型群落多是分布在富氧、光照充足、泥砂少、养料丰富的有利地带。据初步研究,在黄河古海内,至少有太子居群,枣庄居群,宿县居群等三个以上的居住群落。其中太子居群位于现在辽宁太子河流域,在凤山期它可能是黄河古海通向太

平洋的一个海峡,称为太子海峡。枣庄居群,位于现在山东南部,向南可延入徐州一带,其古地理位置与高(邮)洪(泽)海峡有关。海水经由这两个海峡使黄河海盆与大洋贯通,海流畅通对头足类的繁衍无疑是十分有利的。另一个重要特点是,其分布均与由藻类所形成的巨大礁区有关。涡漩状藻礁及鲕状灰岩的分布,说明头足类处于潮间带上部及潮下带上部强烈动荡的高能环境。宿县居群分布礁区外围,所处水体的深度较大,水动力条件相对地稳静一些,由于环境的差异,直接影响各群落头足类的演化发展,导致组合面貌的很大差异。

化石材料表明,枣庄居群与太子居群组合面貌是非常相似的,它们均以原珠角石类大量出现为主要特征。原珠角石类个体较大,体管粗壮,其内并有灰质增殖。这样的发展应是适应强动荡的高能环境的结果。宿县居群以爱丽斯曼角石类的繁盛与发展为主要特征,个体较小,结构比较轻型,它的分布似与较深的水体、稳静的环境有密切关系。

形态结构特征及其演变趋势在分类学上的意义

在研究寒武纪头足类分类时,我们认为值得注意并可作为主要依据的有如下要点:

1. 外部形态: 寒武纪头足类横断面绝大多数呈两侧收缩,外壳或多或少显示内腹弯曲。这种外部形态的相似性似与起源的同一性有直接关联。只有数量不多的标本呈外腹弯曲。如短棒角石目的 *Balkoceratidae* 科等。尽管这些类型数量不多,在演化中却有极重要的意义。内腹弯曲是寒武纪头足类的优势类型,它的演化还表现在壳体直径的扩大速度及弯曲程度方面的明显差异。外壳大多数是近于光滑的,仅个别出现横环状装饰。

2. 气室高度的提高: 这是早期鹦鹉螺类硬体结构简化趋向的重要标志。在某种意义上也是衡量其发展水平的一个标志。最古老的 *Electronoceras* 气室很低,仅 0.3 毫米上下,无疑是发展早期阶段的原始特征。至凤山中期普遍高达 1 毫米左右,个别的可达 3 毫米以上。

3. 隔壁颈的变化: 为凤山期头足类另一个重要特征。隔壁颈在个体发育的不同阶段及体管节的不同部位都可能不一致。我们认为隔壁颈的变异性为头足类原始性状之一,这一特点在短棒角石科表现最为突出。原珠角石科在这方面也表现得十分明显。爱丽斯曼角石目及沿河角石目隔壁颈形态普遍简化为直形或近直形。此外,隔壁颈的变异性也清楚地反映在长度的变化,从短颈到亚全颈式不等。在个体不同阶段也往往有较大的变化。只有少数类别的隔壁颈长度逐渐趋向稳定。

4. 连接环: 最原始的连接环很细薄,形态易于变异,一般向外呈球茎状膨大。最早仅为膜状物,随着不断的演化发展,连接环矿化程度逐渐提高。在形态方面则具继承性及简化两个不同的演变趋向。其中简化过程见于爱丽斯曼角石目及沿河角石目。原珠角石目则主要继承了短棒角石科的特点。此外,连接环的矿化程度、厚度、结构均质性等区别,也是分类学中应当重视的。

5. 横隔膜 (Diaphragm): 为头足类原始性状的一种重要标志,在寒武纪头足类中普遍发育。这个构造可能为体管肉质部末端一种膜状分泌物,原始形态为弧形。它的形态变化在演化及分类学中占很重要的地位。横隔膜由浅弧形向锥形变化,是实现由短棒角石目向沿河角石目飞跃的主要标志。原珠角石目具浅弧形、直斜及双曲等不同形态。其中双

曲形是原珠角石目向珠角石目演变的过渡形态。

横隔膜排列有以下几种主要方式：① 密集式排列——横隔膜的间距比相应隔壁密集得多(如 *Eoectenolites*)；② 近等距排列——间距稍短于对应的隔壁，但很接近；③ 等距排列——不仅等距，而且有较固定的位置。最原始的短棒角石科中，横隔膜十分薄弱，膜间无灰质充填物。尔后发展起来的原珠角石目，沿河角石目及爱丽斯曼角石目中，除少数之外，普遍出现膜间灰质沉积充填。

6. 体管内灰质沉积充填：这也是发展到一定阶段的产物，亦具有一定的分类意义。膜间灰质充填物的出现是原珠角石与短棒角石区分的主要标志，也是沿河角石区别于短棒角石重要特征之一。爱丽斯曼角石科亦普遍出现膜间充填物。在弱环角石科中，不仅在简化的进程中显示其进化特点，同时还出现了假直角石类节状分布的附壁灰质沉积。

关于几个类别的起源

一、珠角石类的起源

珠角石类的起源是至今未解决的问题。不久前，弗劳尔 (Flower, 1964) 认为珠角石

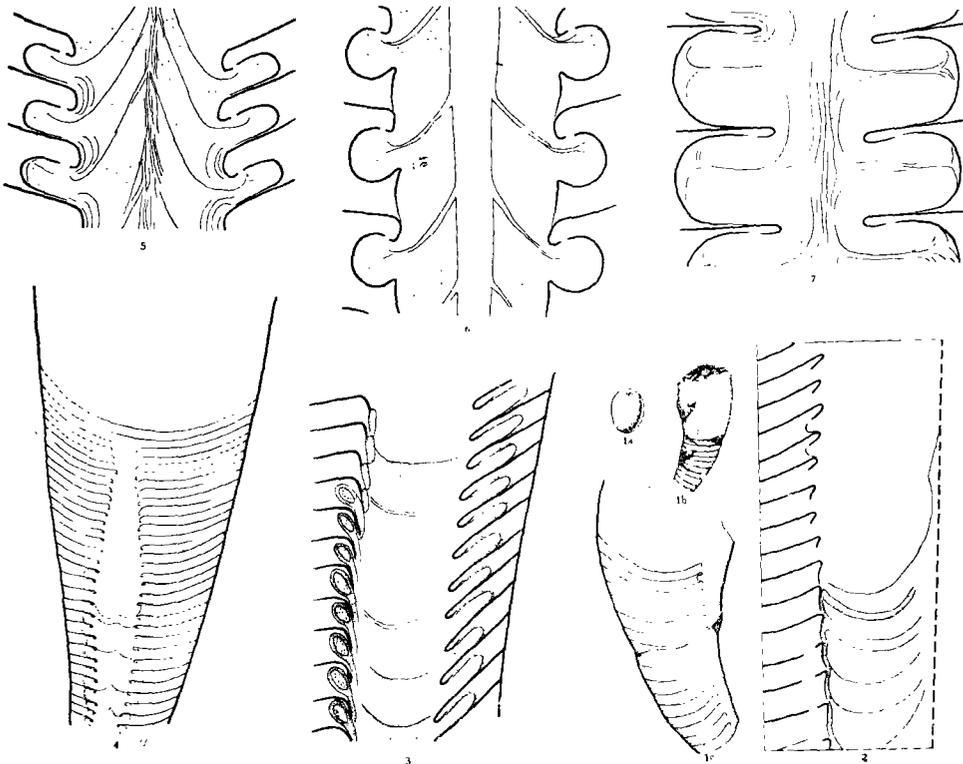


图2 珠角石类体管的演化趋向：无横隔膜(1)→横隔膜的出现(2)→膜间充填物的形成(3-4)→横隔膜复杂化(4)→体管沟系的形成(5-7)。

1a—b. *Plectronoceras cambria*, 横(a), 侧(b); 1c. *Plectronoceras liaotungense*; 2. *Lunanoceras precordium*; 3. *Physalactinoceras bullatum*; 4. *Protactinoceras magnitubulum*; 5. *Polydesmia canaliculata* Lorenz forma magna; 6. *Ordosoceras sphaerifome* var. *otoktiense*; 7. *Mesowutinoceras discoides*.

类很可能起源于 *Bathmoceras*。然而，他所列举的比较解剖学方面的理由，即 *Bathmoceras* 连接环膨大物形态上与 *Polydesmia* 陡斜的体管沉积物相似。然而连接环与体管内部沉积物乃是两类不相关的结构。所以，它们在形态上的趋同现象，并不说明演化上有任何近亲的关系。另外，*Polydesmia* 出现的时间早于 *Bathmoceras*，两者在空间分布方面也毫不相干。因而弗劳尔的假说是难以令人信服的。

当前原珠角石类的发现，为研究珠角石类的起源提供了线索。解剖学及形态学的事实表明原珠角石类既具有珠角石类的特点，又与 *Plectronoceras* 有许多相似的地方。其外部形态仍继承了 *Plectronoceras* 的主要特征。体管形态亦与 *Plectronoceras* 没有明显差异，所不同的是连接环钙化程度较高。与短棒角石类比较，原珠角石类的质的变化是以体管内部横隔膜膜间填充物的出现，以及横隔膜复杂化为主要特征。到奥陶纪，横隔膜进一步分裂为形态更复杂的辐支管，并有中心管贯穿其中。由此标志了真正珠角石类的出现。因此，珠角石的起源，应是经由原珠角石阶段，直接起源于短棒角石。

二、内角石类的起源

由于化石记录的不完全，因而奥陶纪早期内角石类的出现，同珠角石一样似乎是很突然的。有人 (Teichert, 1964) 认为内角石类的出现是“爆发式”事件，……从爱丽斯曼角石目 *Baltoceratidae*, *Thylacoceratidae* 多系统分支演化的结果。当前沿河角石类的发现，也对内角石类的起源、演化有了新的认识。

沿河角石类不仅在壳体基本形态方面与其祖先 *Plectronoceras* 没有不同，并且其中某些原始类型如 *Archendoceras* 在体管壁形态及横隔膜性质等方面均与短棒角石多少具有相似之处。

沿河角石类的演化，在硬体结构方面，主要表现为体管壁钙化程度增高、形状简化为直形、横隔膜向锥形变异及膜间矿化等过程，逐渐由短棒角石脱胎，向内角石类发生质的

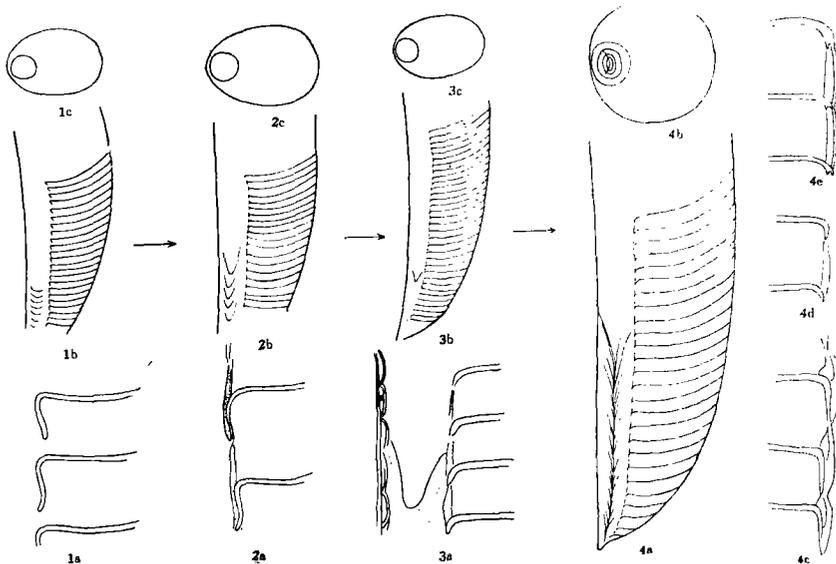


图3 内角石类的演化趋向：1. 内角石类的祖先——短棒角石科 (*Plectronoceratidae*)；2. 始内角石 (*Archendoceras*)；3. 沿河角石 (*Yanhoceras*)；4. 前房角石科 (*Proteroceratidae*)。

飞跃。沿河角石类正是代表这一演化过程的中间阶段。

三、盘珠角石类的起源

盘珠角石目 (Discosorida) 是分布于早奥陶世晚期到泥盆纪期间头足类的一个独立分支。早奥陶世晚期与晚寒武世之间虽有很长的化石记录的空白,但其壳体及体管形态与短棒角石类却非常相似。于是,人们认为短棒角石类与盘珠角石类之间有演化上的联系。[当前晚寒武世头足类 *Lunanoceras* 的某些标本中发现连接环始端与隔壁颈重叠部分具增厚现象,这一事实进一步支持了盘珠角石类起源于短棒角石类的意见。

系 统 描 述

鹦鹉螺亚纲 Nautiloidea Agassiz, 1847

短棒角石目 *Plectronocerida* Flower, 1964

短棒角石科 *Plectronoceratidae* Kobayashi, 1935

短棒角石 *Plectronoceras* Ulrich et Foerste, 1933

淮北短棒角石(新种) *Plectronoceras huaibeense* Chen et Qi sp. nov.

(图版 III, 图 9)

个体甚小,气壳前端宽 4.5 毫米。壳径增长较快,扩大率 1:4,横断面长圆形。标本前端背腹直径与两侧直径分别为 5.2 毫米及 4.6 毫米。体管在腹边缘,宽相当壳径的 1/4。隔壁颈直领式,微弱内斜,长相当气室的 1/2。气室甚低,1 毫米长度可排列三个半到四个气室。隔壁密度 12 个。缝合线由浅的侧叶及背腹鞍成。

产地层位 安徽淮北市相山;上寒武统凤山组 *Ptychaspis-Tsinania* 带。

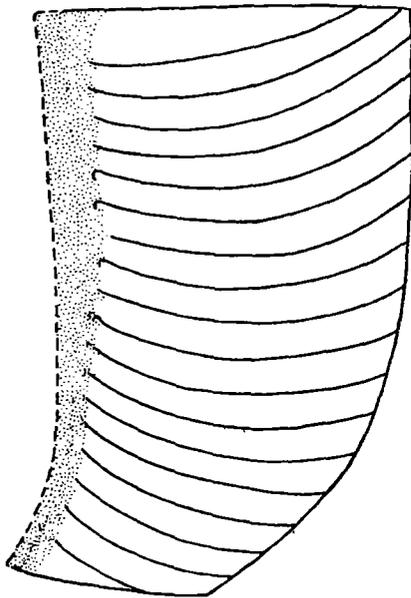


图 4 *Plectronoceras* cf. *cambria* (Walcott) 近模(登记号: 52552)纵断面示意图, $\times 15$ 。

寒武短棒角石(比较种) *Plectronoceras* cf. *cambria* (Walcott), 1905

(图版 IV, 图 11, 14; 插图 4)

1905 *Cyrtoceras cambria* Walcott, Vol. 29,

共发现两个标本,其中较大的一个(登记号 52552)为成年期个体,保存长度仅 6 毫米,包括 19 个气室及很短的一部分住室。始端宽 3 毫米,前端宽 4 毫米,横断面两侧收缩,背腹直径与两侧直径之比为 4:3。体管在腹边缘,其腹部被破坏,宽度未能准确度量,约为壳径的 1/6。隔壁凹度为气室之半,隔壁密度 5—8 个。隔壁颈亚直领式,长约为气室高度的 1/3,连接环未保存。

另一个标本代表气壳早期阶段的断片,保存长度 5 毫米,始端宽 2 毫米,前端宽 4 毫米,包括 11 个气室。

比较 与产在山东泰安蒿里山(现名英雄山)的种模很相似,所不同的只是当前标本成年期气

室密度稍大。

产地层位 山东济南崮山;上寒武统凤山组下部 *Ptychaspis-Tsinania* 带。

付短棒角石(新属) *Paraplectronoceras* Chen, Qi et T. E. Chen (gen. nov.)

个体较小,内腹弯曲,直径增长速度中等或较快。横断面卵圆形,腹宽背窄。体管细,中空,位于腹边缘。体管节微弱膨大,幼年期倒梨形。隔壁颈外弯,成年期逐渐展直。连接环微弱膨大。

属型 *Paraplectronoceras pyriforme* Chen, Qi et T. E. Chen (gen. et sp. nov.)

分布时代 安徽北部;晚寒武世凤山期。

梨形付短棒角石(新属、新种) *Paraplectronoceras pyriforme* Chen, Qi et T. E. Chen (gen. et sp. nov.)

(图版 IV, 图 12)

个体小,内腹弯曲,扩大率 1:10, 两侧收缩,横断面卵圆形,背部稍窄于腹部。背腹直径与两侧直径之比为 5:4。体管在腹边缘,宽相当壳体直径的 1/8—1/10。体管节倒梨形。隔壁颈外弯,与隔壁呈 45 度夹角,往前逐渐展直,长度由 0.15 毫米向前递增到 0.3 毫米,相对长度由气室的 1/3 向前增长到 2/5。连接环细弱,微膨大。隔壁密度 8—9 个。

产地层位 安徽宿县夹沟;上寒武统凤山组。

宿县付短棒角石(新属、新种) *Paraplectronoceras suxianense* Chen, Qi et T. E. Chen (gen. et sp. nov.)

(图版 I, 图 5; 图版 III, 图 14)

个体较小,弓锥形,横断面亚圆形。气壳部分扩大率 1:3, 前端宽 8 毫米。住室短,稍长于壳体直径,扩大率 1:5。体管位于腹边缘,宽度相当壳体直径 1/6—1/8。隔壁颈微弱弯曲,长度为气室之半,前端为亚全领式。幼年期长 0.2 毫米,成年期长 0.7 毫米。连接环未保存。气室高 0.7—0.8 毫米,个别稍低些,约 0.6 毫米。隔壁密度 5 个,前端 8—9 个。

比较 与属型种 *P. pyriforme* 的区别在于本种壳径增长较快,隔壁颈稍长。

产地层位 安徽宿县夹沟;上寒武统凤山组。

缓付短棒角石(新种) *Paraplectronoceras impromptum* T. E. Chen et Tsou (sp. nov.)

(图版 III, 图 2)

壳体微弱内腹弯曲,扩大率 1:9。气室前端直径 7.5 毫米。横断面两侧收缩,两侧壳径与背腹壳径之比为 4:5。体管在腹边缘,宽相当于壳径的 1/10。隔壁颈长 0.2 毫米,向外侧弯曲。连接环膨大,腹始端与隔壁重叠较宽。气室高 0.5—0.6 毫米,密度 10 个。

比较 本种个体较大,弯曲度小,直径增长缓慢,易与同属的其它种区别。

产地层位 安徽淮北市滂汪;上寒武统凤山组。

膨大付短棒角石(新种) *Paraplectronoceras inflatum* T. E. Chen
et Tsou (sp. nov.)

(图版 III, 图6)

个体小, 弯锥形, 直径增长较快。体管细窄, 在腹边缘。隔壁颈背部甚短, 向外侧弯曲, 长由 0.1 毫米向前逐渐增长到 0.3 毫米。连接环膨大, 腹始端与隔壁重叠较宽。气室高度稳定, 高 0.5 毫米。

比较 连接环特征与 *P. impromptum* 相似, 所不同的是本种壳体小, 弯曲度大, 直径增长较快。

产地层位 安徽宿县夹沟; 上寒武统凤山组。

夹沟角石(新属) *Jiagouceras* T. E.
Chen et Tsou (gen. nov.)

个体小, 微弯, 直径增长快, 横断面两侧收缩。体管中空, 位于腹边缘。体管节膨大, 形态稳定, 呈心脏形。隔壁浅平, 仅腹边缘陡斜, 与连接环重叠宽度大。

属型 *Jiagouceras cordatum* T. E. Chen et Tsou
(gen. et sp. nov.)

讨论 新属体管节形态与 *Paraplectronoceras* 很接近, 区别是: 1. 本属体管节形态稳定, 在个体不同发育阶段均呈心形; 2. 隔壁浅平, 仅腹边缘陡斜, 并与连接环重叠较宽。而 *Paraplectronoceras* 体管节仅在个体早期呈倒梨形, 膨大程度亦不及新属显著。

分布时代 安徽北部; 晚寒武世。

心形夹沟角石(新属、新种) *Jiagouceras*
cordatum T. E. Chen et Tsou
(gen. et sp. nov.)

(图版 IV, 图17; 插图5)

个体较小, 气壳前端的直径仅 3.4 毫米。外壳微弱内腹式弯曲, 扩大率 1:6。横断面两侧收缩, 两侧壳径与背腹壳径之比为 1:2。体管在腹边缘, 宽度相当壳径的 1/3。体管节心脏形。隔壁颈短, 腹部急剧外弯, 与隔壁近重叠; 背部微弱外弯。连接环膨大, 腹侧较背侧强烈, 与隔壁有很宽的重叠区。气室高 0.8 毫米, 隔壁密度由 3 个向前加密到 5 个。隔壁浅平, 仅腹边缘陡斜。

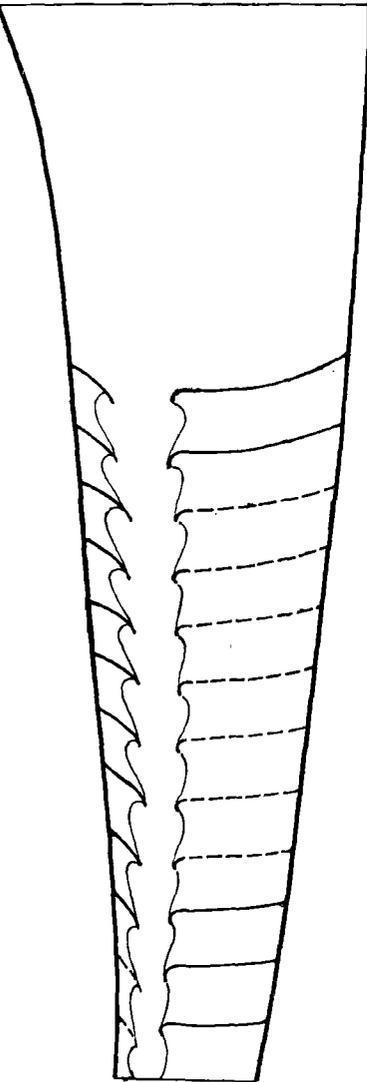


图5 *Jiagouceras cordatum* T. E.
Chen et Tsou (gen. et sp. nov.)
全模纵断面示意图, $\times 10$ 。

产地层位 安徽宿县夹沟;上寒武统凤山组。

鲁南角石(新属) *Lunanoceras* Chen et Qi (gen. nov.)

个体较大,微弱内腹式弯曲。壳体两侧收缩,横断面卵圆形,腹窄背宽。体管位于腹边缘。隔壁颈外弯陡急。连接环微弱膨大,始部与隔壁颈重叠部分增厚,横隔膜规则弯弧形,其间未见灰质沉积充填。

属型 *Lunanoceras precordium* Chen et Qi (gen. et sp. nov.)

讨论 体管壁的性质与 *Sinoeremoceras* 相似,区别在于后者横隔膜近直,由腹向背微呈陡斜状,其间具灰质沉积物充填。

分布时代 山东;晚寒武世凤山期。

横隔膜鲁南角石(新属、新种) *Lunanoceras precordium* Chen et Qi (gen. et sp. nov.)

(图版 II, 图 12—13; 图版 IV, 图 16; 插图 6)

个体较大,腹缘近平直,背缘微拱。气壳前端的直径可达 25 毫米,扩大率 1:5。横断面亚圆形,微弱两侧收缩。体管在腹边缘,宽度相当壳体直径的 1/4—1/5。隔壁颈外弯陡急;连接环在个体早期膨大程度较成年期弱些。横隔膜规则弯弧形,凹面向前,与隔壁近等距排列,局部有加密现象。横隔膜间无灰质沉积充填。气室低,密度 5 个,前端 7 个。

产地层位 山东枣庄陶庄;上寒武统凤山组。

场山鲁南角石(新属、新种) *Lunanoceras changshanense* Chen et Qi (gen. et sp. nov.)

(图版 III, 图 5; 插图 7)

壳体腹缘近直,背缘拱凸,直径扩大率 1:5。横断面卵圆形,腹宽背窄,壳体前端背腹

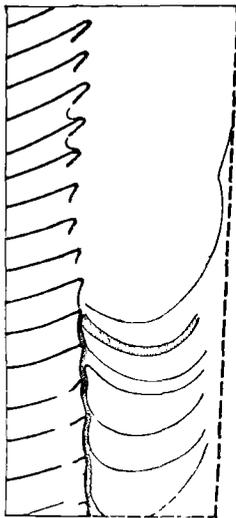


图 6 *Lunanoceras precordium* Chen et Qi (gen. et sp. nov.) 体管结构示意图, $\times 5$ 。

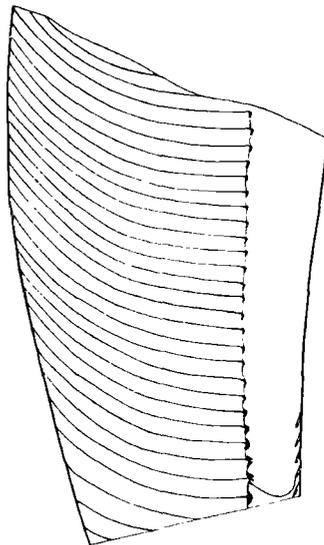


图 7 *Lunanoceras changshanense* Chen et Qi (gen. et sp. nov.) 纵断面示意图, $\times 2$ 。

直径与两侧直径的比值为 21:16。体管在腹边缘。宽度相当壳径的 1/5。隔壁颈长,弯领式,颈部尖窄。连接环微弱膨大。沿隔壁颈具加厚的灰质沉积。横隔膜见于标本的始端,很细弱,呈弧形。5 毫米长度内可排列 5 个隔壁,前端可排列 7 个。

比较 本种壳体形态与属型种 *Lunanoceras precordium* 相接近,所不同的是后者隔壁颈外弯较急,横断面较圆。

产地层位 山东枣庄陶庄;上寒武统凤山组。

收缩鲁南角石(新属、新种) *Lunanoceras compressum* Chen et Qi
(gen. et sp. nov.)

(图版 III, 图 3—4; 图版 IV, 图 4—5)

壳近直,扩大率约 1:6。横断面长圆形,背腹直径与两侧直径的比值为 4:3。体管在腹边缘,宽相当壳径的 1/7。体管横断面扁圆形。隔壁颈外弯陡急,颈部尖角状,下缘与隔壁本部近重叠。连接环膨大,始部与隔壁颈重叠部分增厚。气室很低,5 毫米长可排列 6—7 个隔壁。

比较 体管形态与属型种 *Lunanoceras precordium* 相近似,区别是本种体管较窄,横断面两侧收缩较强烈。

产地层位 安徽淮北市滂汪;上寒武统凤山组。

始横隔膜角石(新属) *Eodiaphragmoceras* Chen et Qi (gen. nov.)

壳近直或微弱内弯,横断面卵圆形。体管在腹边缘。隔壁颈两侧向外弯曲,背部近直。连接环粗厚,两侧膨大,背部近直。横隔膜近直形,由背向腹始端倾斜。横隔膜之间无灰质沉积充填。

属型 *Eodiaphragmoceras sinense* Chen et Qi (gen. et sp. nov.)

讨论 本属与 *Lunanoceras* 关系最密切,所不同的是后者横隔膜呈弯弧形,同时隔壁颈外弯也较明显。

分布时代 中国北方;晚寒武世凤山组。

中国始横隔膜角石(新属、新种)
Eodiaphragmoceras sinense
(gen. et sp. nov.)

(图版 IV, 图 6—10, 15; 插图 8)

个体较大,微弱内腹弯曲,腹缘近直,背缘弯曲。壳径增长较快,气壳前端的直径达 26 毫米,横断面卵圆形,腹宽背窄,背腹直径与两侧直径的比值约 3:2。体管位于腹边缘,宽相当壳径的 1/5—1/6。隔壁颈向两侧强烈外弯,背部近直,并呈亚全领式。连接环向侧方

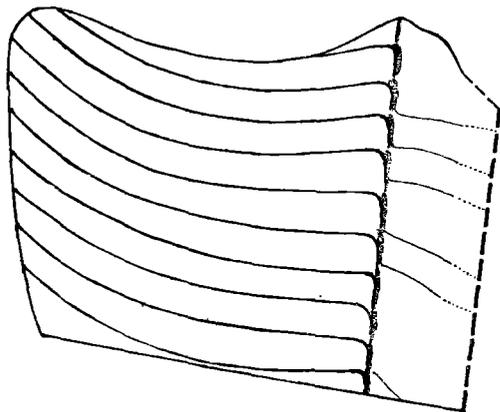


图 8 *Eodiaphragmoceras sinense* Chen et Qi (gen. et sp. nov.) 全模纵断面示意图, ×4。

强烈膨大,呈舌状弯曲。背部近直,粗厚,向始端方向延伸较长,可与隔壁颈重叠。横隔膜

近平直,由背向腹始端倾斜,密度与隔壁间距大致相等。气室高度稳定,早期阶段 1—1.1 毫米,成年期阶段 0.9—0.8 毫米。缝合线由宽浅的侧叶及背腹鞍组成。

产地层位 山东枣庄陶庄;上寒武统凤山组。

直壁角石(新属) *Rectseptoceras* Tsou et T. E. Chen (gen. nov.)

壳形直或稍弯曲。横断面呈两侧收缩之卵圆形,腹部较背部宽圆。壳体扩大迅速。隔壁下凹度极浅。隔壁颈幼年期微弱弯曲,成年期近直形。体管小,位于腹与中央之间。

属型 *Rectseptoceras eccentricum* Tsou et T. E. Chen (gen. et sp. nov.)

分布时代 安徽;晚寒武世凤山期。

偏心直壁角石(新属、新种) *Rectseptoceras eccentricum* Tsou et T. E. Chen (gen. et sp. nov.)

(图版 III, 图 1; 插图 9)

壳直或稍弯曲。住室稍长于相应的直径。横断面两侧收缩,呈卵圆形,腹部较背部宽圆。扩大率约为 1:5。隔壁近于平直,壳体前端气室密度为 8 个,始端为 4 个。隔壁颈短,幼年期稍弯曲,成年期近直。体管细,位于腹壁和中央之间,直径为壳径的 1/5。

产地层位 安徽宿县夹沟;上寒武统凤山组。

珠角石亚纲 *Actinoceratoidea* Teichert, 1933

原珠角石目(新目) *Protactinocerida* Chen et Qi (ord. nov.)

特征 同科的特征。

原珠角石科(新科) *Protactinoceratidae* Chen et Qi (fam. nov.)

以 *Protactinoceras* 作为科的代表型。壳体一般较大,粗短,内腹弯曲。横断面两侧收缩。体管节膨大,隔壁颈及连接环形态的变化复杂多样。隔壁颈呈直领式、斜领式、弓领式和阿门角石式等不同形态。这种变化不仅因种类而异,而且个体不同阶段及体管节的不同部位也往往很不相同。一般是侧部较弯(在磨片过程中可见),背部较直,弯度始端较强向前展直。连接环矿化程度普遍较短棒角石高,个体发育的不同阶段其矿化程度也有所变化,一般早期较成年期矿化度高。形态呈浅弧形,半环状及舌状弯曲等多样变化。其形状不仅因种类而异,在体管的不同部位也很不相同,一般侧向膨大较背腹方向强烈。横隔膜与隔壁等距排列,除个别类型保持了短棒角石类的原始性状外,出现了直斜及双曲等复杂形态。膜间普遍出现灰质充填。这一特征是原珠角石类与短棒角石类区别的重要标志。双曲形横隔膜类型(如 *Protactinoceras*)代表了本科较高的演化阶段,与真正的珠角石类已很接近。

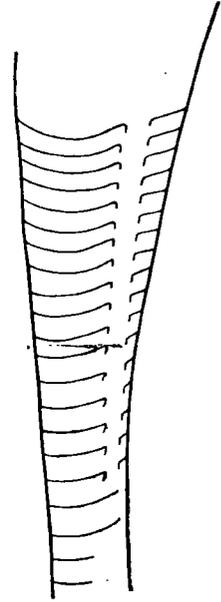


图 9 *Rectseptoceras eccentricum* Tsou et Qi (gen. et sp. nov.) 全模纵断面示意图, ×5。

原珠角石(新属) *Protactinoceras* Chen et Qi (gen. nov.)

壳短锥形, 体管粗大, 在腹部的近边缘。在切面图上前端直径向前收缩, 体管节扁盘状。隔壁颈弓形, 前端收缩部分为斜领式。连接环舌形弯曲, 始前端均与隔壁接触较宽。壳体前端部分连接环较少保存。横隔膜与隔壁等距离排列, 双曲状弯曲。隔膜间为灰质沉积充填。

属型 *Protactinoceras magnitubulum* Chen et Qi (gen. et sp. nov.)

讨论 本属体管节形态与典型的珠角石类相近, 尤与 *Armenoceras* 非常相似。所不同的是本属未曾发育中心管, 气室内尚未具备分泌灰质沉积物的能力, 以上特征显示了本属处于较原始的演化阶段。

分布时代 中国北方; 晚寒武世。

大体管原珠角石(新属、新种)

Protactinoceras magnitubulum Chen et Qi (gen. et sp. nov.)

(图版 I, 图 6; 图版 II, 图 5, 图版 III,
图 12—13; 插图 10)

壳短锥形, 微弱内腹弯曲, 气壳直径扩大率 1:2, 住室较短。壳体最大直径稍宽于 16 毫米。体管粗大, 在腹部的近边缘, 宽相当壳体直径的 1/2。体管最大直径 5—6 毫米, 在图版 I, 图 6; 图版 III, 图 12 中前端向前收缩。体管节宽而扁, 膨大强烈, 高与宽之比达 1:9。隔壁孔宽大, 最宽达 4 毫米。隔壁颈短, 弓领式, 下缘与颈部长大致相等。连接环始前端与隔壁重叠很宽, 可达 0.7 毫米。体管前端收缩部分的隔壁颈为斜领式, 连接环未保存。气室高度稳定, 0.6—0.7 毫米。横隔膜呈双曲形, 与隔壁等距排列, 膜间具灰质沉积充填。

产地层位 山东枣庄, 辽宁本溪; 上寒

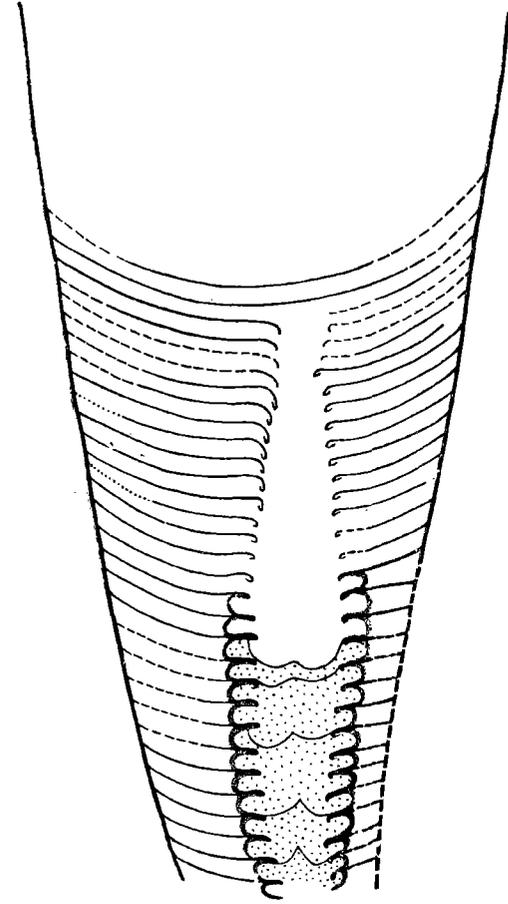


图 10 *Protactinoceras magnitubulum* Chen et Qi (gen. et sp. nov.) 全模纵断面示意图, $\times 4$ 。

武统凤山组。

鲁南原珠角石(新属、新种) *Protactinoceras lunanense* Chen et Qi (gen. et sp. nov.)

(图版 II, 图 8—9; 图版 IV, 图 1—2)

壳近直, 扩大率约 1:5, 气壳前端最大直径达 17 毫米。住室较短, 向前微弱收缩。体

管在腹边缘, 宽约为壳体直径的 1/3, 切面图中前端向前收缩。体管节扁盘状, 高与宽之比约 1:5。隔壁孔较宽, 最宽达 2.2 毫米。隔壁颈短, 弓形。连接环始端与隔壁接触甚宽。个体前端收缩部分的隔壁颈呈斜领式。横隔膜与隔壁等距离排列, 呈双曲形, 膜间为灰质沉积充填。气室低矮, 高度稳定, 约 0.6—0.7 毫米。

比较 与属型种 *P. magnitubulum* 的区别是本种体管较窄, 壳径增长缓慢。

产地层位 山东枣庄陶庄; 上寒武统凤山组。

泡珠角石(新属) *Physalactinoceras* Chen et Qi (gen. nov.)

壳粗短, 微弱内腹式弯曲, 气壳部分直径增长较快。住室较短, 直径增长缓慢, 或向前收缩。壳体两侧收缩, 横断面呈卵圆形, 背窄腹宽, 少数为背宽腹窄。体管位于腹边缘, 隔壁颈向腹及两侧外弯强烈, 背中部近直或微弱内斜。连接环腹及两侧呈舌形弯曲, 背中部弯成圆环形。横隔膜与隔壁等距离排列, 普遍为弯弧形, 个别呈直斜状排列。膜间为原生灰质沉积充填。气室很低, 排列很密集。

属型 *Physalactinoceras bullatum* Chen et Qi (gen. et sp. nov.)

讨论 当前新属连接环的形状很奇特, 向背部呈圆环形弯曲, 易与 *Sinoeremoceras*, *Protactinoceras* 各属区别。横隔膜呈弯弧形, 与 *Sinoeremoceras* 及 *Protactinoceras* 也不同。

分布时代 山东南部; 晚寒武世。

水泡泡珠角石(新属、新种) *Physalactinoceras bullatum* Chen et Qi (gen. et sp. nov.)

(图版 III, 图 10—11; 插图 11)

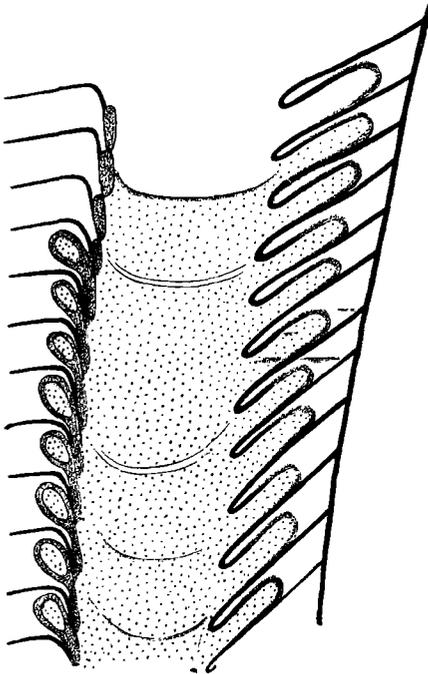


图 11 *Physalactinoceras bullatum* Chen et Qi (gen. et sp. nov.) 体管纵断面示意图, ×8。

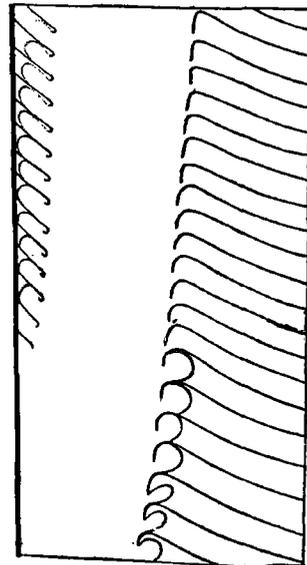


图 12 *Physalactinoceras globosum* Chen et Qi (gen. et sp. nov.) 体管纵断面示意图, ×5。

壳短锥形,扩大率 1:2。横断面卵圆形,腹部较宽,背部较窄。体管位于腹边缘,宽相当壳径 1/4。隔壁颈向腹外弯急剧,下缘较长,约 0.5 毫米,颈区尖窄,长 0.2 毫米。连接环向腹侧强烈膨大,始端与隔壁接触甚宽。隔壁颈在背部呈直领式或微弱内斜。连接环在背部形状奇特、粗厚,其始端近直形,与隔壁颈重叠,前端分叉,弯成卵圆形,长轴向背前方斜伸。横隔膜近平直,呈很浅的弯弧形,向腹前上斜,与体管节等距排列。膜间具灰质沉积充填。气室高 0.9 毫米,前端稍低,约 0.8 毫米,密度 17 个。

产地层位 山东枣庄陶庄;上寒武统凤山组。

圆珠泡珠角石(新属、新种) *Physalactinoceras globosum* Chen et Qi (gen. et sp. nov.)

(图版 II, 图 6—7; 插图 12)

壳短锥形,微弱内腹弯曲,扩大率 1:3。横断面两侧收缩,背腹直径与两侧直径的比值为 3:2。体管在腹边缘,宽相当壳体直径的 1/3。隔壁颈在背中区呈亚全领式,向两侧及腹部外弯急剧。连接环向腹及两侧呈舌状弯曲,向背球珠状弯曲。气室高度为 0.8 毫米,前端为 0.7—0.6 毫米,密度 18 个。

比较 本种与属型种 *P. bullatum* 的主要区别是后者壳体直径增长较快,背中区隔壁颈较短,长只有气室高度的 1/3。连接环的形态也不相同,本种较圆, *P. bullatum* 呈卵圆形。

产地层位 山东枣庄陶庄;上寒武统凤山组。

场山泡珠角石(新属、新种) *Physalactinoceras changshanense* Chen et Qi (gen. et sp. nov.)

(图版 III, 图 7—8)

壳体粗大,微弱内腹弯曲,直径增长速度适中,气壳前端直径 22 毫米。横断面腹宽背窄。体管在腹边缘,宽相当壳体直径的 1/5。隔壁颈背中部呈直领式,长 0.2 毫米,连接环呈亚圆形弯曲,横隔膜构造保存不佳。气室高度约 0.7 毫米左右,密度 28 个。

比较 本种隔壁颈的长度与属型种 *P. bullatum* 相近似,所不同是本种连接环较圆。本种连接环的形状与 *Physalactinoceras globosum* 相近似,所不同是本种隔壁颈较短,后者较长,呈亚全领式。

产地层位 山东枣庄陶庄;上寒武统凤山组。

短锥泡珠角石(新属、新种) *Physalactinoceras breviconicum* Chen et Qi (gen. et sp. nov.)

(图版 I, 图 7; 插图 13)

壳短锥形,直径扩大率 2:5,腹缘近直,背缘微弯。壳体两侧收缩,横断面卵圆形,腹较背宽些。背腹壳径与两侧壳径的比值为 4:3。体管在腹边缘,宽度相当壳径的 1/5。隔壁颈短、腹部为 *Armenoceras* 式,背部直短领式。前端部

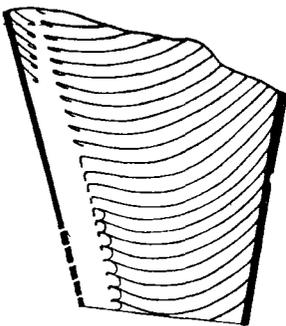


图 13 *Physalactinoceras breviconicum* Chen et Qi (gen. et sp. nov.) 全横纵断面示意图, ×2。

分因切面偏体管中心较远, 隔壁颈显示 *Armenoceras* 类型。连接环向背球珠状弯曲。横隔膜弯弧形, 膜间为灰质充填。气室低, 高度稳定, 5 毫米长可排列 6 个。

比较 本种壳体外部形态与前面描述的新种 *Physalactinoceras globosum* 相近似, 所不同是后者体管粗大些, 隔壁颈较长, 横断面收缩较强烈些。

产地层位 山东枣庄陶庄; 上寒武统凤山组。

亚圆形泡珠角石(新属、新种) *Physalactinoceras subcirculum*

Chen et Qi (gen. et sp. nov.)

(图版 I, 图 12—13)

壳近直, 扩大率 1:5。横断面亚圆形, 微弱两侧收缩。体管在腹边缘, 宽相当壳体直径 1/5。隔壁颈背中区直领式, 始端 0.6 毫米长, 相当气室高度的 3/4, 向前逐渐缩短, 标本前端长 0.3 毫米, 相当气室高度的 2/5 长。连接环背区呈半环状。横隔膜由腹向背倾斜, 膜间具灰质沉积充填。气室低, 5 毫米长度可排列 5—6 个气室。

比较 本种隔壁性质及连接环等特征都与 *Physalactinoceras* 相接近。但横隔膜直斜状, 与典型的 *Physalactinoceras* 不甚相同, 与 *Sinoeremoceras* 相近。因此可见, 本种可能属于 *Physalactinoceras* 与 *Sinoeremoceras* 之间的过渡类型。

产地层位 山东枣庄陶庄; 上寒武统凤山组。

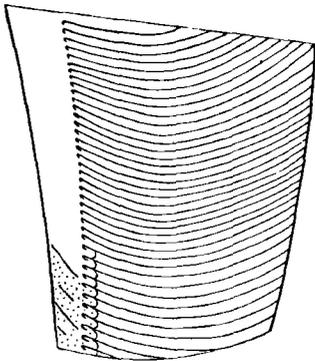


图 14 *Sinoeremoceras foliosum* Chen et Qi (sp. nov.) 全模纵断面示意图, ×2。

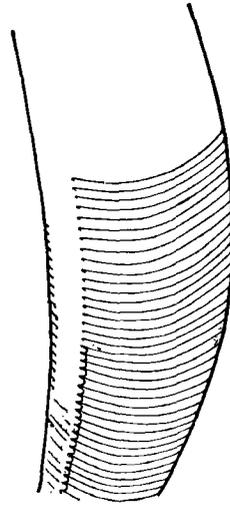


图 15 *Sinoeremoceras zuozhuangense* Chen et Qi (sp. nov.) 全模纵断面示意图, ×1。

中华缓角石 *Sinoeremoceras Kobayashi*, 1933

多叶中华缓角石(新种) *Sinoeremoceras foliosum* Chen et Qi (sp. nov.)

(图版 I, 图 3—4; 图版 II, 图 10; 图版 IV, 图 13; 插图 14)

壳粗短, 微弱内腹弯曲, 气壳部分直径扩大率 1:3。壳体以气壳近前端最宽, 达 21 毫米, 由此向前逐渐收缩。横断面亚圆形, 微弱两侧收缩。体管在腹边缘, 宽相当壳体背腹

壳径的 1/5。体管横断面背腹收缩,在切面图中边缘弯曲呈花瓣状。体管节扁盘状,由背向腹上升。隔壁颈阿门角石式,外弯陡急,颈甚短,下缘长。连接环始前端与隔壁接触甚宽。壳体前端部分隔壁颈较短,弓形。横隔膜直斜,与隔壁等距排列,其间为灰质沉积充填。气室低矮,5 毫米长可排列 6 个,前端为 9 个。缝合线近横直,呈低矮的背鞍,两侧由背向腹倾斜。

比较 本种与属型种 *Sinoeremoceras wanwanense* (Kobayashi) 非常相象,区别是后者壳体较直,隔壁颈在背区呈斜领式。

产地层位 山东枣庄陶庄;上寒武统凤山组。

枣庄中华缓角石(新种) *Sinoeremoceras zaozhuangense* Chen et Qi (sp. nov.)

(图版 II, 图 1—2, 插图 15)

壳内弯,弓锥形,气壳直径扩大率 1:6—8,气壳前端宽达 26 毫米。住室短,稍长于相应的壳径,直径向前微弱收缩。体管在腹边缘,宽相当壳体直径的 2/9—1/5。体管节扁盘状,由腹向背倾斜,宽与高的比值 5:1。隔壁颈外弯陡急,下缘长,向前逐渐短缩,颈部尖窄。横隔膜直斜状,膜间为灰质沉积充填。气室高度稳定,高 0.9—1 毫米。缝合线由宽浅的侧叶及背、腹鞍组成。

比较 与前面描述的新种 *Sinoeremoceras foliosum* 相近似,所不同是本种壳体较弯,最大直径在气壳的最前端,后者壳体腹缘近直,最大直径在气壳近前端。

产地层位 山东枣庄陶庄;上寒武统凤山组。

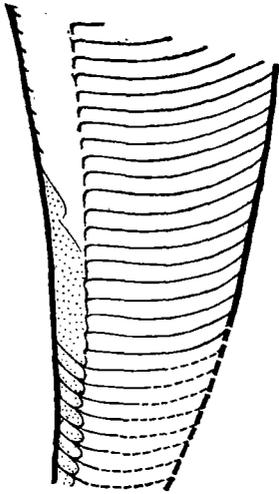


图 16 *Wanwanoceras lunanense* Chen et Qi (sp. nov.), 全模纵断面示意图, $\times 2$ 。

湾湾角石 *Wanwanoceras* Kobayashi, 1933

鲁南湾湾角石(新种) *Wanwanoceras lunanense* Chen et Qi (sp. nov.)

(图版 IV, 图 3; 插图 16)

壳粗短,弯锥形,内腹式弯曲,扩大率 1:3。横断面卵圆形,两侧收缩,腹宽背窄,两侧直径与背腹直径之比为 3:4。体管在腹边缘,宽相当壳体直径的 1/5—1/6。隔壁颈较长,弓领式,向前逐渐变直,长度达气室高度的 3/4。在个体不同发育阶段中,连接环的形状有所不同,早期阶段外弯较急,成年期逐渐展直。体管始端具陡斜的横隔膜,膜间为灰质沉积充填。气室高度 1.1—1.2 毫米。

比较 本种与属型种 *Wanwanoceras peculiare* 非常相似,所不同是后者个体较小,壳体较直,横断面圆些。

产地层位 山东枣庄陶庄;上寒武统凤山组。

内角石亚纲 *Endoceratoidea* Teichert, 1933

沿河角石目(新目) *Yanhecerida* Chen et Qi (ord. nov.)

为原始的内角石类鸚鵡螺。个体较小,内腹弯曲,断面呈两侧收缩的卵圆形。体管细

窄在腹边缘。隔壁颈近直,短领式到亚全领式不等。连接环不膨大,直形。横隔膜锥形,除原始类型外,膜间普遍存在灰质沉积。

沿河角石科(新科) *Yanheceratidae* Chen et Qi (fam. nov.)

本科以沿河角石 *Yanheceras* 作为科的代表属。科的主要特征同前,本科化石目前仅见于我国晚寒武世地层中。

沿河角石(新属) *Yanheceras* Chen (gen. nov.)

个体很小,直形或内腹式弯曲。横断面呈卵圆形,两侧收缩。体管在腹边缘,隔壁颈短,微弱内斜。连接环在个体早期阶段一般较为粗厚,成年期细薄些。横隔膜呈规则的锥形,其间为灰质沉积充填。气室低矮,一般在1毫米以下。

属型 *Yanheceras endogastrum* Chen (gen. et sp. nov.)

讨论 本属体管壁性质及横隔膜形状与原房角石科 *Proterocameroceratidae* 相近,所不同是本属个体很小,壳体横断面两侧收缩,体管沉积也薄弱得多,锥体内无中心管。

分布时代 中国;晚寒武世。

内弯沿河角石(新属、新种) *Yanheceras endogastrum* Chen (gen. et sp. nov.)

(图版 II, 图 11; 插图 17)

个体甚小,内腹式弯曲,扩大率 1:5。横断面两侧收缩,呈卵圆形。背圆腹窄。体管在腹边缘,宽为壳径 $1/4-1/5$ 。隔壁颈甚短,微弱内斜。连接环粗厚,向前有减薄的趋向。横隔膜呈规则的锥形,膜间为灰质沉积充填。气室密度 10 个,高度 0.6 毫米,前端略低,为 0.5 毫米长。

产地层位 贵州沿河甘溪;上寒武统毛田组。

安徽沿河角石(新属、新种) *Yanheceras anhuiense* Chen et Qi (gen. et sp. nov.)

(图版 I, 图 1-2)

外壳微弱内腹弯曲,扩大率 1:5。横断面卵圆形,背宽腹窄,两侧直径与背腹直径之比为 2:3。体管在腹边缘,宽为壳径 $1/5-2/9$ 。隔壁颈短,斜领式,长 0.4 毫米,约为气室高度的 $2/5$,连接环增厚状,其厚度在个体不同阶段中,由始端向前具变薄的趋向。横隔膜锥形,锥顶在体管亚中心稍偏腹部。气室高度稳定,1

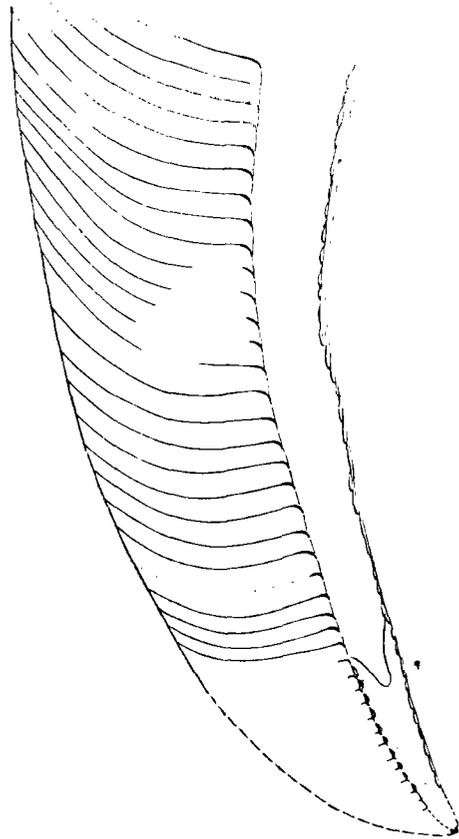


图 17 *Yanheceras endogastrum* Chen (gen. et sp. nov.) 全模纵断面, $\times 5$ 。

毫米上下,密度 8 个。

比较 与属型 *Yanheceras endogastrum* 的主要区别是,本种个体大些,壳体较直。

产地层位 安徽宿县夹沟;上寒武统凤山组。

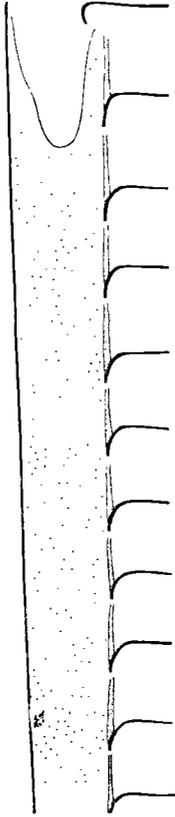


图18 *Yanheceras longiconicum*
Chen et Qi (gen. et sp.
nov.) 全模体管示意图, $\times 10$ 。

长锥形沿河角石(新属、新种) *Yanheceras longiconicum* Chen et Qi (gen. et sp. nov.)

(图版 I, 图 8—9, 插图 18)

壳长锥形,直径扩大率 1:30。壳体两侧收缩,横断面卵圆形,两侧直径与背腹直径之比约 2:3。体管在腹边缘,宽近壳径 1/5。隔壁颈短,内斜,长 0.3—0.4 毫米,约为气室的 2/5。连接环增厚状,其厚度由个体早期阶段向前逐渐变薄。体管始端具灰质沉积充填,仅其前端显示清楚的锥形横隔膜。气室高度稳定,约 1 毫米上下,密度 5 个。隔壁浅平。

比较 本种壳形与 *Yanheceras anhuiense* 很相似,所不同是本种壳体直些,直径增长慢些,气室排列稀疏,横隔膜形状较为规则。

产地层位 安徽宿县夹沟韩家;上寒武统凤山组。

始内角石(新属) *Archendoceras* Chen et Qi (gen. nov.)

壳近直,横断面卵圆形,腹宽背窄。体管在腹边缘。隔壁颈早期较长,亚全领式,向前缩短为半领式。其形态在早期阶段呈微弱外弯的弧形,向前逐渐展直。有的种类隔壁颈长度比较稳定,为半领式。横隔膜呈锥形,膜间无灰质沉积充填。

属型 *Archendoceras conipartitum* Chen et Qi (gen. et sp. nov.)

讨论 本属隔壁颈在个体早期阶段呈微弱外弯,横隔膜薄弱,膜间无灰质充填等特征,显示与短棒角石科 *Plectronoceratidae* 演化上的联系。所不同是本属的横隔膜呈锥形。

分布时代 山东南部;晚寒武世凤山期。

锥隔膜始内角石(新属、新种) *Archendoceras conipartitum* Chen et Qi (gen. et sp. nov.)

(图版 II, 图 3—4; 插图 19)

壳近直,直径扩大率 1:5,横断面卵圆形,腹宽背窄,背腹直径与两侧直径之比为 3:2。体管在腹边缘,宽相当壳体直径的 1/5。隔壁颈较长,亚全领式,呈微弱的弯弧形;个体的成年期阶段隔壁颈逐渐展直,长度逐渐缩短为半领式。横隔膜锥状,较细薄,不易保存,未发现灰质沉积充填。气室高度 0.8 毫米,前端为 0.6 毫米。

产地层位 山东枣庄陶庄; 上寒武统凤山组。

奇斜角石(新属) *Aetheloxoceras* Chen et Qi (gen. nov.)

壳直, 横断面两侧微弱收缩, 背宽腹窄。体管粗, 在腹边缘, 隔壁颈内斜, 长约为气室之半。连接环较细薄, 个体早期较厚些。横隔膜形态很奇特, 腹部很陡, 近背部平缓, 到背缘复又上升。

属型 *Aetheloxoceras suxianense* Chen et Qi (gen. et sp. nov.)

讨论 壳形及体管壁性质与 *Loxochoanella*, *Tanycameroceras* 都很近似。本属与 *Loxochoanella* 的主要区别是后者横断面为圆形, 连接环很粗厚, 隔壁颈内斜较明显; 与 *Tanycameroceras* 的区别是本属连接环细薄些, 横隔膜形态奇特, 腹部陡斜。从体管壁性质来看, 与 *Yanheceras* 尤为接近, 可能有演化上的联系, 但它们在横隔膜形态方面很不相同, *Yanheceras* 呈规则的锥形。

分布时代 安徽北部; 晚寒武世。

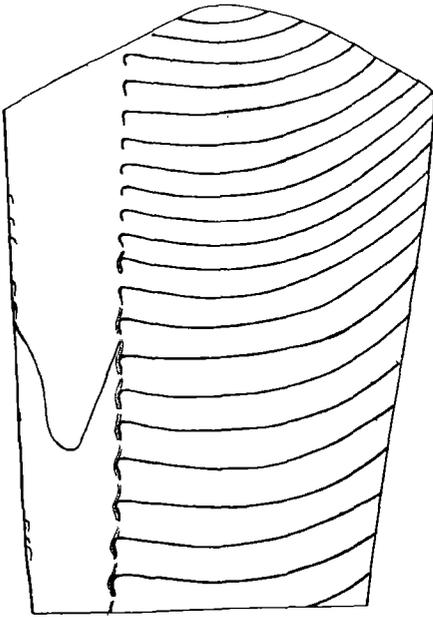


图 19 *Archendoceras conipartitum* Chen et Qi (gen. et sp. nov.) 全模纵断面示意图, $\times 5$ 。

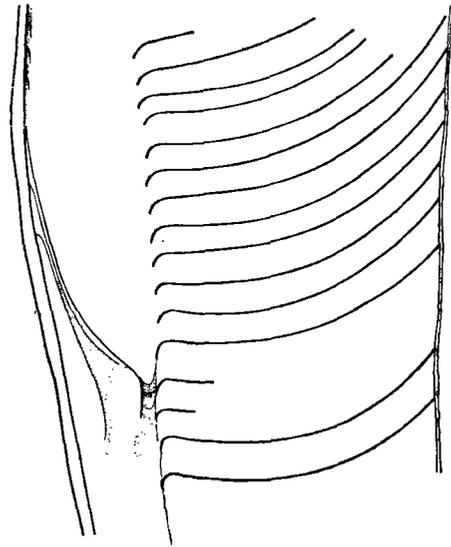


图 20 *Aetheloxoceras suxianense* Chen et Qi (gen. et sp. nov.) 全模纵断面示意图, $\times 5$ 。

宿县奇斜角石(新属、新种) *Aetheloxoceras suxianense* Chen et Qi (gen. et sp. nov.)

(图版 I, 图 10—11; 插图 20)

壳形直, 扩大率 1:7。横断面亚圆形, 背部宽圆, 腹部窄圆, 背腹直径稍长于两侧直径。体管在腹边缘, 宽为壳径 $1/3$ — $2/7$ 。隔壁颈短, 斜领式, 长 0.4 毫米, 约为气室高度 $1/2$ — $2/5$ 。连接环稍厚于隔壁颈, 向前逐渐细薄。横隔膜形态奇特, 由腹向背始端陡斜, 近背缘复又陡然上升。体管内见乳头状构造的痕迹, 长轴方向正切横隔膜, 是否属原生构

造尚有疑问。气室密度近 16 个,隔壁浅平,向背微弱上升。

产地层位 安徽宿县夹沟;上寒武统凤山组。

主 要 参 考 文 献

- 王钰、卢衍豪、杨敬之、盛金章, 1954: 辽宁太子河流域地层。地质学报, 第 34 卷, 1—2 期。
 卢衍豪, 1962: 中国的寒武系。科学出版社。
 刘鸿允, 1955: 中国古地理图。科学出版社。
 孙云铸, 1937: 山东角石(新属)——中国最古之全壳亚目(英文)。中国地质学会志, 第 16 卷, 347—356 页。
 赵金科、梁希洛、邹西平、赖才根、张日东, 1965: 中国的头足类化石。科学出版社。
 Flower R. H., 1954: Cambrian Cephalopods. New Mexico Bur. Mines Res., Bull. 40.
 ———, 1964. The Nautiloid Order Ellesmeroceratida (Cephalopods). New Mexico Bur. Mines Min. Res. Mem. 12.
 Kobayashi T., 1931. Studies on the stratigraphy and palaeontology of the Cambro-Ordovician Formation of Hua-lien-chai and Niu-hsin-tai. South Manchuria. *Jap. Jour. Geol. Geogr.*, vol. 8, no. 3.
 ———, 1933: Fuanal study of the Wanwanian series with special notes on the Ribeiridae and the Ellesmereoceroids. *Tokyo Imp. Univ. Fac. Sci. Jour.*, sect. 2, vol. 3, part 7.
 ———, 1935: On the phylogeny of the primitive nautiloids, with descriptions of *Plectronoceras liaotungense*, new species. *Jap. Jour. Geol. Geogr.*, vol. 12.
 Teichert C. et al., 1964: Cephalopoda (General features), Endoceratoidea, Actinoceratoidea, Nautiloidea, Bactritoidea. In More R. C. Treatise on Invertebrate Paleontology, part K, Mollusca 3.
 Ulrich E. O., Foerste A. F., Miller A. K., 1943: Ozarkian and Canadian cephalopods, part 2. *Geol. Soc. Amer. Spec. pap.* 49.
 Ulrich E. O., Foerste A. F., Miller A. K. et Unklesbay A. G., 1944: Ozarkian and Canadian cephalopods, part 3. *Geol. Soc. Amer. Spec. pap.* 58.
 Walcott C. D., 1905: Cambrian faunas of China. *Proc. U. S. Nat. Mus.*, proc., vol. 29.
 Yochelson E. L., Flower R. H. & Webers G. F., 1973: The bearing of the new Late Cambrian monoplacophoran genus *Knightoconus* upon the origin of the cephalopoda. *Lethaia*, vol. 6.

(1977 年 12 月 5 日收到)

LATE CAMBRIAN CEPHALOPODS OF NORTH CHINA —PLECTRONOCERIDA, PROTACTINOCERIDA (ORD. NOV.) AND YANHECERIDA (ORD. NOV.)

Chen Jun-yuan, Tsou Si-ping, Chen Ting-en

(Nanking Institute of Geology and Palaeontology, Academia Sinica)

Qi Dun-luan

(Regional Geological Surveying Team, Anhui Province)

Abstract

The present report is to describe the Cephalopods collected from the latest Cambrian Fengshan Formation in northern Anhui, Zaozhuang and Jinan of Shantung, and Benqi of Liaoning. The Fengshanian cephalopods in North China have provided evidences for explicating the origin of the major Cephalopoda stocks, such as Actinoceratoidea, Endoceratoidea and Nautiloidea. A fact has been proved from the present studies that the increase in complexity of siphuncle is shown in series from

Plectronocerida, Yanhecerida to Endocerida. Hence, it seems probable that the Endoceratoidea was directly derived from Plectronoceras through its primitive stock i.e. Yanhecerida. Of particular interest is the occurrence of Protactinocerida, which appears to represent the earliest form of Actinoceratoidea. Protactinocerida bears a large, nummuroidal siphuncle and the endosiphuncular deposits. It is believed that Actinoceratoidea directly originated from Plectronoceras through its ancestral stock of Protactinocerida.

The Cephalopods here described consists of 13 genera and 27 species with 10 new genera and 26 new species included. They all belong to 3 families, within 3 orders, of which 2 families and 2 orders are considered as new. The diagnoses of the new genera, new families and new orders are given as follows:

1. New genera:

***Paraplectronoceras* Chen, Qi et T. E. Chen (gen. nov.)**

Type species: *Paraplectronoceras pyriforme* Chen, Qi et T. E. Chen (gen. et sp. nov.)

Conch rather small, curved endogastrically, expanded moderately or rapidly, oval in cross section, being compressed laterally and somewhat more narrowly rounded dorsally than ventrally. Siphuncle small, ventral in position, without calcareous deposits. Segments slightly expanded, pearshaped in early stage. Septa necks short, curved, but straight in adult stage.

Fengshan stage of Late Cambrian, northern Anhui.

***Jiagouceras* T. E. Chen et Tsou (gen. nov.)**

Type species: *J. cordatum* T. E. Chen et Tsou (gen. et sp. nov.)

Conch small, nearly straight, rapidly expanded, compressed in cross section. Siphuncle empty, ventral in position. Segments expanded, cardiac in shape.

This genus bears a resemblance to *Paraplectronoceras*, but differs from the latter in its more strongly expanded siphuncular segments and its less concave septa.

Fengshan stage of Late Cambrian, northern Anhui.

***Lunanoceras* Chen et Qi (gen. nov.)**

Type species: *L. precordium* Chen et Qi (gen. et sp. nov.)

Conch large, slightly curved endogastrically, oval in cross section, being slightly compressed laterally and somewhat more narrowly rounded ventrally than dorsally. Siphuncle ventral in position; septal necks strongly recumbent; connecting rings slightly expanded, with their tips curved around septal necks and thickened. Diaphragms regularly concave; interval of diaphragms equal to that of septa, without calcareous sediments.

Fengshan stage of Late Cambrian, Shantung province.

***Eodiaphragmoceras* Chen et Qi (gen. nov.)**

Type species: *D. sinense* Chen et Qi (gen. et sp. nov.)

Conch large, nearly straight or slightly curved endogastrically, oval in cross section, being compressed laterally and somewhat more narrowly rounded ventrally than dorsally. Siphuncle ventral in position; septal necks subholochoanitic, nearly straight ventrally and dorsally, strongly bent outwardly in lateral sides. Connecting rings thick, nearly straight dorsally and expanded laterally. Diaphragms essentially straight, sloping orad from the venter, without calcareous sediments in their interval.

Fengshan stage of Late Cambrian, North China.

***Rectseptoceras* Tsou et T. E. Chen (gen. nov.)**

Type species: *R. eccentricum* Tsou et T. E. Chen

Conch small, rapidly expanded, straight or slightly curved endogastrically, oval in cross section, being compressed laterally and somewhat more broadly rounded ven-

trally than dorsally. Siphuncle small, between center and venter in position. Septal necks orthochoanitic in late stage, slightly bent outward in early stage. Septa rather slightly concave.

Fengshan stage of Late Cambrian, North Anhui.

***Protactinoceras* Chen et Qi (gen. nov.)**

Type species: *P. magnitubulum* Chen et Qi (gen. et sp. nov.)

Conch large, rapidly expanded, slightly curved endogastrically, oval in cross section, being compressed laterally. Siphuncle large, ventral and subventral in position, contracted orad in late stage. Siphuncular segments nummuroidal, about 5—9 times broad than long. Septal necks cyrtchoanitic in early stage, loxochoanitic in adult stage. Septa in broad contact with connecting rings. Diaphragms W-shaped; their interval equal to the length of camera, occupied by calcareous deposits.

Fengshan stage of Late Cambrian, North China.

***Physalactinoceras* Chen et Qi (gen. nov.)**

Type species: *P. bullatum* Chen et Qi (gen. et sp. nov.)

Conch large, rapidly expanded, slightly curved endogastrically. Living chamber short, slightly enlarged or contracted aperturally, oval in cross section being compressed laterally and more narrowly rounded dorsally than ventrally, or vice versa in some species. Siphuncle large, ventral in position. Septal necks recumbent in venter and lateral sides, but nearly straight in dorsum. Connecting rings curved, ligulate-shaped in venter and lateral sides but circular-like in dorsum. Diaphragms curved, rarely straight, with their interval occupied by calcareous deposits.

Fengshan stage of Late Cambrian, Shantung province.

***Yanheceras* Chen (gen. nov.)**

Type species: *Y. endogastrum* Chen (gen. et sp. nov.)

Conch small, straight or slightly curved endogastrically, oval in cross section, being compressed laterally. Siphuncle ventral in position. Septal necks short, orthochoanitic. Connecting rings thick in early stage, thin in adult stage. Diaphragms conical in form, with their interval occupied by calcareous deposits.

Fengshan stage of Late Cambrian, China.

***Archendoceras* Chen et Qi (gen. nov.)**

Type species: *A. conipartitum* Chen et Qi (gen. et sp. nov.)

Conch nearly straight, oval in cross section, being compressed laterally and more narrowly rounded dorsally than ventrally. Siphuncle ventral in position. Septal necks subholochoanitic and slightly curved in early stage, hemichoanitic and straight in adult stage. Diaphragms conical in form, without calcareous deposits in their interval.

Fengshan stage of Late Cambrian, Shantung province.

***Aetheloxoceras* Chen et Qi (gen. nov.)**

Type species: *A. suxianense* Chen et Qi (gen. nov.)

Conch straight, oval in cross section, being compressed laterally and more narrowly rounded ventrally than dorsally. Siphuncle large, ventral in position. Septal necks loxochoanitic, half the length of camera. Connecting rings thin, but thick in early stage. Diaphragms strange in form, rather steep in their venter and dorsum, and slowly sloping in subdorsum.

Fengshan stage of Late Cambrian, North Anhui.

2. new families:

Protactinoceratidae Chen et Qi (fam. nov.)

Conch large, rapidly expanded, curved endogastrically, compressed in cross section. Siphuncle large, ventral and subventral in position. Segments expanded.

Septal necks and connecting rings exhibiting widely morphologic variation. Septal necks orthochoanitic, loxochanitic, Cyrtochanitic or recumbent in form. Connecting rings variable morphologically, curved slightly to strongly. Diaphragms straight, curved or W-shaped; their interval equal to the length of camera, occupied by calcareous deposits.

Late Cambrian, North China.

Yanheceratidae Chen et Qi (fam. nov.)

Conch minute, straight, or curved endogastrically, compressed in cross section. Siphunele small, ventral in position. Septal necks ranging from orthochoanitic to subholochoanitic. Diaphragms conical; their interval with calcareous deposits or without calcareous deposits in some primitive.

3. new orders:

Protactinocerida Chen et Qi (ord. nov.)

Diagnosis: Same as Protactinoceratidae.

Yanhecerida Chen et Qi (ord. nov.)

Diagnosis: Same as Yanheceratidae.

图 版 说 明

标本均保存在中国科学院南京地质古生物研究所,所有照片未加任何润饰,除注明倍数外,其余都为原大。

图 版 I

- 1—2. 安徽沿河角石(新属、新种) *Yanheceras anhuiense* Chen et Qi (gen. et sp. nov.)
1. 纵断面 ×2, 2. 体管局部放大 ×10, 全模, 登记号: 46162; 安徽宿县夹沟, 上寒武统凤山组。
- 3—4. 多叶中华缓角石(新种) *Sinoeremoceras foliosum* Chen et Qi (sp. nov.)
3. 纵断面, 全模, 登记号: 46128;
4. 体管横断面局部放大 ×5, 副模, 登记号: 46123; 山东枣庄陶庄, 上寒武统凤山组。
5. 宿县付短棒角石(新属、新种) *Paraplectronoceras suxianense* Chen, Qi et T. E. Chen (gen. et sp. nov.)
纵断面 ×2, 副模, 登记号: 46202; 安徽宿县夹沟, 上寒武统凤山组。
6. 大体管原珠角石(新属、新种) *Protactinoceras magnitubulatum* Chen et Qi (gen. et sp. nov.)
两侧方面的纵断面(薄片) ×5, 副模, 登记号: 46124; 辽宁本溪, 上寒武统凤山组。
7. 短锥泡珠角石(新属、新种) *Physalactinoceras breviconicum* Chen et Qi (gen. et sp. nov.)
纵断面 ×2, 全模, 登记号: 46154; 山东枣庄陶庄, 上寒武统凤山组。
- 8—9. 长锥形沿河角石(新属、新种) *Yanheceras longiconicum* Chen et Qi (gen. et sp. nov.)
8. 纵断面 ×2, 9. 体管放大 ×10, 全模, 登记号: 46165; 安徽宿县夹沟, 上寒武统凤山组。
- 10—11. 宿县奇斜角石(新属、新种) *Aetheloxoceras suxianense* Chen et Qi (gen. et sp. nov.)
10. 纵断面, 11. 体管纵断面 ×10, 全模, 登记号: 46171; 安徽宿县夹沟, 上寒武统凤山组。
- 12—13. 亚圆形泡珠角石(新属、新种) *Physalactinoceras subcirculum* Chen et Qi (gen. et sp. nov.)
12. 纵断面 ×2, 13. 体管放大 ×5, 全模, 登记号: 46153; 山东枣庄陶庄, 上寒武统凤山组。

图 版 II

- 1—2. 枣庄中华缓角石(新种) *Sinoeremoceras zaozhuangense* Chen et Qi (sp. nov.)
1. 纵断面, 2. 体管局部放大 ×5, 全模, 登记号: 46122; 山东枣庄陶庄, 上寒武统凤山组。
- 3—4. 锥隔膜始内角石(新属、新种) *Archendoceras coniparitum* Chen et Qi (gen. et sp. nov.)
3. 纵断面 ×2, 4. 体管局部放大 ×5, 全模, 登记号: 46149; 山东枣庄陶庄, 上寒武统凤山组。
5. 大体管原珠角石(新属、新种) *Protactinoceras magnitubulum* Chen et Qi (gen. et sp. nov.)
纵断面 ×2, 副模, 登记号: 46140; 山东枣庄陶庄, 上寒武统凤山组。
- 6—7. 圆球泡珠角石(新属、新种) *Physalactinoceras globosum* Chen et Qi (gen. et sp. nov.)
6. 纵断面, 7. 体管局部放大 ×5, 全模, 登记号: 46152; 山东枣庄陶庄, 上寒武统凤山组。
- 8—9. 鲁南原珠角石(新属、新种) *Protactinoceras lunanense* Chen et Qi (gen. et sp. nov.)
8. 纵断面, 9. 体管局部放大 ×5, 全模, 登记号: 46135; 山东枣庄陶庄, 上寒武统凤山组。
10. 多叶中华缓角石(新种) *Sinoeremoceras foliosum* Chen et Qi (sp. nov.)
体管横断面 ×5, 副模, 登记号: 46130; 山东枣庄陶庄, 上寒武统凤山组。

11. 内弯沿河角石(新属、新种) *Yanheceras endogastrum* Chen (gen. et sp. nov.)
纵断面×5, 全模, 登记号: 52550; 贵州沿河甘溪, 上寒武统毛田组。
- 12—13. 横隔膜鲁南角石(新属、新种) *Lunanoceras precordium* Chen et Qi (gen. et sp. nov.)
12. 纵断面, 13. 体管局部放大×5, 全模, 登记号: 46155; 山东枣庄陶庄, 上寒武统凤山组。

图 版 III

1. 偏心直壁角石(新属、新种) *Rectseptoceras eccentricum* Tsou et T. E. Chen (gen. et sp. nov.)
纵断面×5, 全模, 登记号: 46184; 安徽宿县夹沟, 上寒武统凤山组。
2. 缓付短棒角石(新种) *Paraplectronoceras impromptum* T. E. Chen et Tsou (sp. nov.)
纵断面×3, 全模, 登记号: 46201; 安徽淮北市滂汪, 上寒武统凤山组。
- 3—4. 收缩鲁南角石(新属、新种) *Lunanoceras compressum* Chen et Qi (gen. et sp. nov.)
3. 纵断面, 4. 体管局部放大×10, 全模, 登记号: 46193; 安徽淮北市滂汪, 上寒武统凤山组。
5. 场山鲁南角石(新属、新种) *Lunanoceras changshanense* Chen et Qi (gen. et sp. nov.)
纵断面, 全模, 登记号: 46143; 山东枣庄陶庄, 上寒武统凤山组。
6. 膨大付短棒角石(新种) *Paraplectronoceras inflatum* T. E. Chen et Tsou (sp. nov.)
偏斜背腹方向纵断面×10, 全模, 登记号: 46198; 安徽宿县夹沟, 上寒武统凤山组。
- 7—8. 场山泡珠角石(新属、新种) *Physalactinoceras chungshanense* Chen et Qi (gen. et sp. nov.)
7. 纵断面, 8. 体管局部放大×5, 全模, 登记号: 46137; 山东枣庄陶庄, 上寒武统凤山组。
9. 淮北短棒角石(新种) *Plectronoceras huaipeiense* Chen, Tsou et Qi (sp. nov.)
纵断面×5, 全模, 登记号: 46758; 安徽宿县夹沟, 上寒武统凤山组。
- 10—11. 水泡泡珠角石(新属、新种) *Physalactinoceras bullatum* Chen et Qi (gen. et sp. nov.)
10. 纵断面×2, 11. 体管局部放大×5, 全模, 登记号: 46150; 山东枣庄陶庄, 上寒武统凤山组。
- 12—13. 大体管原珠角石(新属、新种) *Protactinoceras magnitubulum* Chen et Qi (gen. et sp. nov.)
12. 纵断面×2, 13. 体管×5, 全模, 登记号: 46133; 山东枣庄陶庄, 上寒武统凤山组。
14. 宿县付短棒角石 *Paraplectronoceras suxianense* Chen, Qi et T. E. Chen (gen. et sp. nov.)
纵断面×2, 全模, 登记号: 46741; 安徽宿县夹沟, 上寒武统凤山组。

图 版 IV

- 1—2. 鲁南原珠角石(新属、新种) *Protactinoceras lunanense* Chen et Qi (gen. et sp. nov.)
1. 体管局部放大×5, 2. 纵断面, 副模, 登记号: 46142; 山东枣庄陶庄, 上寒武统凤山组。
3. 鲁南湾湾角石(新种) *Wanwanoceras lunanense* Chen et Qi (sp. nov.)
纵断面×2, 全模, 登记号: 46148; 山东枣庄陶庄, 上寒武统凤山组。
- 4—5. 收缩鲁南角石(新属、新种) *Lunanoceras compressum* Chen et Qi (gen. et sp. nov.)
4. 纵断面, 5. 体管局部放大×10, 副模, 登记号: 46194; 安徽淮北市滂汪, 上寒武统凤山组。
- 6—10, 15. 中国始横隔膜角石(新属、新种) *Eodiaphragmoceras sinense* Chen et Qi (gen. et sp. nov.)
6. 纵断面×2, 7. 体管局部放大×10, 全模, 登记号: 46127; 8. 纵断面, 副模, 登记号: 46156; 9. 纵断面, 副模, 登记号: 52551 a; 10. 体管放大×5, 副模, 登记号: 52551; 15. 横断面×2, 副模, 登记号: 52554。
山东枣庄陶庄, 上寒武统凤山组。
- 11, 14. 寒武短棒角石(比较种) *Plectronoceras cf. cambria* (Walcott), 1905
11. 纵断面×5, 登记号: 52552; 14. 纵断面×5, 登记号: 52553。山东济南崮山, 上寒武统凤山组 *Ptychaspis-Tsinania* 带。
12. 梨形付短棒角石(新属、新种) *Paraplectronoceras pyriforme* Chen, Qi et T. E. Chen (gen. et sp. nov.)
纵断面×5, 全模, 登记号: 46782。安徽宿县夹沟, 上寒武统凤山组。
13. 多叶中华缓角石(新种) *Sinoeremoceras foliosum* Chen et Qi (sp. nov.)
横断面×4, 副模, 登记号: 46132; 山东枣庄陶庄, 上寒武统凤山组。
16. 横隔膜鲁南角石(新属、新种) *Lunanoceras precordium* Chen et Qi (gen. et sp. nov.)
纵断面, 副模×2, 登记号: 46144; 山东枣庄陶庄, 上寒武统凤山组。
17. 心形夹沟角石(新属、新种) *Jiagouceras cordatum* T. E. Chen et Tsou (gen. et sp. nov.)
纵断面×2, 全模, 登记号: 46200; 安徽宿县夹沟, 上寒武统凤山组。

