

doi: 10.12029/gc20191225003

刘子宁, 窦磊, 张伟, 朱文斌, 莫滨, 陈恩, 贾磊. 2023. 粤西北连州地区下石炭统连县组新剖面的确定与特征[J]. 中国地质, 50(2): 533–542.
Liu Zining, Dou Lei, Zhang Wei, Zhu Wenbin, Mo Bin, Chen En, Jia Lei. 2023. Identification and characteristics of a new section of the Lower Carboniferous Lianxian Formation in the Lianzhou area, northwest Guangdong[J]. Geology in China, 50(2): 533–542(in Chinese with English abstract).

粤西北连州地区下石炭统连县组新剖面的确定与特征

刘子宁, 窦磊, 张伟, 朱文斌, 莫滨, 陈恩, 贾磊

(广东省地质调查院, 广东 广州 510080)

摘要:【研究目的】粤西北连州地区在早石炭世发育了大套的碳酸盐岩, 代表性地层连县组是研究该时期碳酸盐岩沉积的理想地层。原连县组的半岭村选层型剖面底界不清, 露头破坏严重, 已失去层型剖面的功能价值, 亟须在连县组中寻找新的层型剖面, 为该地区下石炭统的层序地层学研究和区域地质调查研究提供参考。【研究方法】通过大比例尺剖面测制、岩石鉴定和古生物地层等手段, 系统研究了连州市九陂镇龙潭石街头地层剖面的岩性组合、生物化石和沉积环境, 获得了其层序地层学特征, 并厘定其底界时代。【研究结果】依据有孔虫的演化序列, 以有孔虫化石 *Quasiendothyra kobeitusana*, *Q.konensis* 的消失和 *Bisphaera irregularis birina* 的首次出现, 揭露了粤西北连州地区泥盆系与石炭系的界线从长埗组顶部层位粒屑灰岩中间通过, 结合地层的叠复关系, 连县组的发育时代可下延限于早石炭世杜内期。【结论】该剖面是目前区内已知早石炭世早期碳酸盐岩连续沉积厚度最大的剖面, 地层序列发育完整, 顶、底界面清楚, 是连县组中已发现的最为理想的辅助层型剖面。这为建立连县组的次层型(参考剖面)奠定了基础。上述成果, 对于粤西北地区区域地层格架的构建, 区域地层划分与对比研究的进行, 以及区域地质背景的完善都具有较大意义。

关键词: 连县组; 早石炭世; 层型剖面; 地质调查工程; 粤西北

创 新 点: (1) 在连州市九陂镇建立了连县组新层型剖面, 对正确搭建粤西北地区区域地层格架具有较大意义;
(2) 该剖面是已发现的最为理想的连县组辅助层型剖面。

中图分类号: P534.45 文献标志码: A 文章编号: 1000-3657(2023)02-0533-10

Identification and characteristics of a new section of the Lower Carboniferous Lianxian Formation in the Lianzhou area, northwest Guangdong

LIU Zining, DOU Lei, ZHANG Wei, ZHU Wenbin, MO Bin, CHEN En, JIA Lei

(Guangdong Institute of Geological Survey, Guangzhou 510080, Guangdong, China)

Abstract: This paper is the result of geological survey engineering.

[Objective] A large suite of carbonates developed in the Early Carboniferous in the Lianzhou area of northwest Guangdong, and the representative stratigraphic section of the Lianxian Formation is an ideal stratigraphic section for studying carbonate deposition in this period. The bottom boundary of the selected stratigraphic section of the Banling Village of the former Lianxian Formation is

收稿日期: 2019-12-25; 改回日期: 2020-06-22

基金项目: 广东省地质调查院项目“广东 1:5 万丰阳公社、大路边公社、东陂、连县幅区域地质矿产调查”(12120114072101)及广东省区域地质调查成果更新与综合编图项目(202315)联合资助。

作者简介: 刘子宁, 1984 年生, 男, 高级工程师, 主要从事区域地质矿产调查工作; E-mail: gdlizining@163.com。

unclear and the outcrop is severely damaged, which has lost the functional value of the stratigraphic section. There is an urgent need to find a new stratigraphic section in the Lianxian Formation to provide a reference for the stratigraphic stratigraphy of the Lower Carboniferous and regional geological survey studies in the area. **[Methods]** Tematically studied by means of large scale sectioning, rock identification and paleostratigraphy of the stratigraphic section in Longtan Shijietou village of Jiubei, Lianzhou city, Guangdong. The stratigraphic characteristics of the sequence were obtained and the age of the bottom boundary was determined. **[Results]** Based on the evolutionary sequence of foraminifera, the disappearance of foraminiferal *Quasiendothyra kobeitusana*, *Q. konensis* and the first occurrence of *Bisphaera irregularis birina* reveal that the boundary between Devonian and Carboniferous in the Lianzhou area of northwestern Guangdong passed through the middle of the granular tuff at the top of the Changlai Formation. Combined with the stratigraphic, the developmental age of the Lianxian Formation can be the restricted to the Early Carboniferous Dunei stage. **[Conclusions]** This section is the largest section with continuous deposition of Early Carboniferous early carbonate rocks known in the region, with complete stratigraphic sequence development and clear top and bottom interfaces, and is the most ideal secondary stratigraphic section found in the Lianxian Formation. This lays the foundation for the establishment of the substratigraphic type (reference section) of the Lianxian Formation. The above results are of great significance for the construction of the regional stratigraphic framework in northwestern Guangdong, the conduct of regional stratigraphic delineation and comparative studies, and the improvement of the regional geological background.

Key words: Lianxian Formation; Early Carboniferous; stratotype; geological survey engineering; northwest Guangdong

Highlights: (1) The new stratotype profile of the Lianxian Formation has been established in Jiubei Town, Lianzhou City, which is of great significance to correctly build the regional stratigraphic framework of northwest Guangdong; (2) This section is the most ideal auxiliary stratotype section of the Lianxian Formation.

About the first author: LIU Zining, male, born in 1984, senior engineer, engaged in regional geology and mineral resources exploration; E-mail:gdliuzining@163.com.

Fund support: Supported by the project of Guangdong Institute of Geological Survey Regional Geology and Mineral Resources Exploration (1:50 000) in the Fengyang, Dalubian, Dongbei and Lianxian areas, Guangdong (No.12120114072101) and Update and Comprehensive Mapping project of Regional Geology Survey Achievement in Guangdong(No.202315).

1 引 言

粤西北地区位于粤湘桂三省结合部(图1),是中国研究早石炭世地层和古生物的典型地区之一(林甲兴和施国润,1986;许寿永,1996;李志宏等,2015;季强和王旭日,2017)。前人曾在此做过大量研究,积累了宝贵的经验和丰富的资料,在岩相古地理位置上,该区处于沟台相间的沉积环境,晚泥盆世—早石炭世其沉积特征是半局限—开阔台地的沉积环境,沉积了大套的碳酸盐岩。相关研究包括岩石地层组合特征、沉积环境分析、层序地层分析和古生物地层划分对比等详细资料均有报道(秦国荣等,1988;许寿永,1996;陈恩,2017)。连县组代表的早石炭世碳酸盐岩沉积,在连州—阳山地层小区广泛而又连续分布,是研究粤西北地区早石炭世沉积的理想地层。该地区地质构造复杂,受限于当时的研究程度,很长一段时间以来,连县组层序及上下接触关系的厘定和研究还

存在一些问题,并未建立起连县组正、副层型剖面。1980年测制的连县(现连州市)城东半岭村地层剖面,作为连县组的选层型剖面(广东省地质矿产局,1996),也缺乏底面界线露头参考。近年来,由于地貌景观改变等原因,半岭村选层型剖面露头遭受严重破坏,其在区域地层格架搭建、地层划分与对比研究等方面发挥作用有限,基本已失去作为单位层型剖面的功能。

广东省地质调查院“广东1:5万连县、东陂、丰阳公社、大路边公社幅区域地质矿产调查”项目组在广东省连州市九陂镇石街头,发现了完整出露的连县组剖面。该剖面地层序列完整,顶、底界面清楚,沉积连续,古生物化石丰富,构造简单,是研究粤西北地区早石炭世的地层单元最为理想的地层剖面。通过高精度、大比例尺的地层剖面测制,结合路线地质调查和区域资料,系统研究了连州市九陂镇龙潭石街头地层剖面的岩性组合、古生物化石和沉积环境,获得了其层序地层学特征;依据有孔虫的演化序列,结合地层

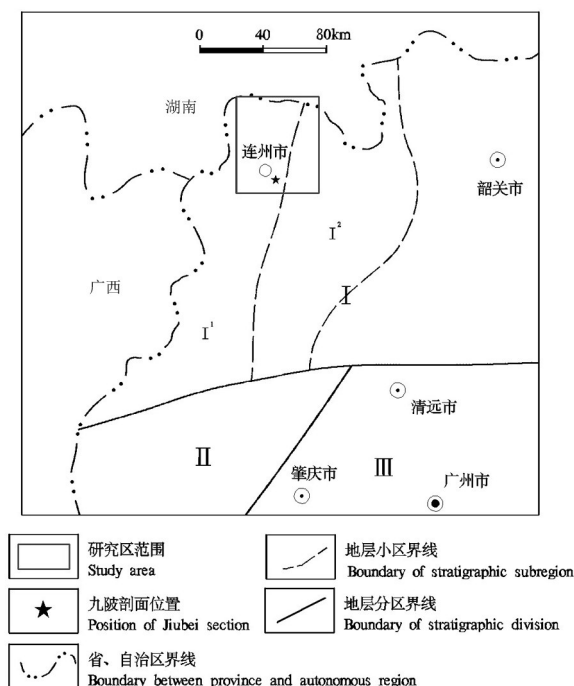


图1 研究区与九陂剖面位置示意图
I—桂湘赣地层分区; II—云开地层分区; III—东江地层分区;
I¹—连州地层小区; I²—阳山地层小区

Fig.1 Locality map of study area and Jiubei section in Lianzhou city, Guangdong

I—Stratigraphic division of Guangxi, Hunan and Jiangxi; II—Yunkai stratigraphic division; III—Dongjiang Stratigraphic division; I¹—Lianzhou Stratigraphic subregion; I²—Yangshan Stratigraphic subregion

叠复关系,揭露连县组的底界,厘定其底界时代,证实了连县组沉积时代为早石炭世早期。连州市九陂镇龙潭石街头地层剖面的发现与测制,提高了粤西北地区早石炭世早期碳酸盐岩沉积的研究精度,为建立连县组的新层型(参考剖面)奠定了基础,为重新厘定广东粤西北连州地区早石炭世的地层单元提供了可靠的证据,并为正确构建本区地层格架,合理进行区域地层划分与对比等研究工作提供了重要的基础资料。

2 连县组的划分沿革

粤西北连县组的研究,始于莫柱孙和杜衡龄(1943),其将该地区早石炭世早期的碳酸盐岩沉积命名为连县灰岩(广东省地质矿产局,1996)。其后很长一段时间,因对其界线及生物地层划分存在不同意见,又相继引入了相邻湖南的孟公坳组或刘家

塘组代表连州地区的早石炭世早期沉积^①。至1980年,中国科学院南京地质古生物研究所通过连县(现连州市)城东半岭村地层剖面测制(吴望始等,1980),结合岩性组合及古生物化石特征(特别是珊瑚化石 *Pseudouralinia*),将连县地区早石炭世早期的碳酸盐岩沉积,修订为连县组,由此建立连县组的选层型地层剖面。此后在应用上多有反复(广东省地质矿产局,1988),但在1996年,经《广东省岩石地层》引用后,除底界不明外,其岩性定义及命名一直沿用。本次研究通过系统的路线地质调查和剖面测制,在正确划分填图单元及准确揭露晚泥盆世与早石炭世的界线的前提下,结合岩石组合特征、区域地层对比和古生物化石研究等系统工作,对广东粤西北连州地区早石炭世的地层单元进行了重新厘定(表1)。

3 连县组岩石组合特征

3.1 岩性特征

粤西北地区连县组岩性以灰—深灰色中厚层—厚层块状的白云质灰岩、白云岩、生物屑灰岩、含燧石团块—条带灰岩为主,与长埗组含粒屑条带状泥晶灰岩相区分。接触界面凹凸不平,且在长埗组顶部厚约40 cm的条带状粒屑灰岩中见灰质白云岩穿插混杂,连县组与长埗组之间岩性界线清楚,为非连续沉积的平行不整合接触。上覆石磴子组以中层—厚层状生物屑泥晶灰岩、含燧石条带生物屑泥晶灰岩夹泥灰岩发育为特点。连县组在本区的沉积包括2种基本层序(图2),基本层序A由含砾(粒屑)白云岩—白云质灰岩—生物屑灰岩—含燧石团块(条带)生物屑灰岩构成,(砾)粒屑具条带状及定向排列构造,生物屑多具有条带状构造及不等粒构造;基本层序B由白云岩、含泥质灰岩、泥晶灰岩组成,含泥质灰岩内可见纹层状层理、由粗到细的正粒序层理。其中,基本层序A为连县组基本层序分级的I级界面,可作为连县组的细分界面,自下而上将之划分为下中上三部分。岩性包括三个由粗到细的旋回,下部岩石颗粒较粗,为含(砾)粒屑中细晶白云岩、白云质灰岩,向上变细为生物屑灰岩,含燧石团块(条带)生物屑灰岩,生物屑灰岩多含泥质,上部可见有不同程度的白云岩化现象,白云石多为自形晶,内多残留生物屑碎屑,说明白云石结晶

表1 连州地区早石炭世岩石地层单位划分沿革表
Table 1 Divided history table of the early Carboniferous stratigraphy in Lianzhou area

年代 地层	广东连县区地质 (莫柱孙和杜衡龄, 1943)	1:20万连县幅 [●] (1973)	广东省地质志 (广东省地质矿产局, 1988)	广东省岩石地层 (广东省地质矿产局, 1996)	1:25万贺县幅 [●] (2005)	本文
石 炭 系 下 统	东陂系	石磴子段	石磴子组 刘家塘组	石磴子组	石磴子组	石磴子组
	连县灰岩	孟公坳组 岩关阶	孟公坳组 邵东组	连县组	连县组	连县组
泥 盆 系 上 统	上泥盆统	帽子峰组	锡矿山组	长埕组 帽子峰组	额头村组	长埕组

较慢,属于成岩后期的灰岩白云石化的次生白云岩。

3.2 区域分布和岩石组合特点

连县组主要分布在粤西北连州、阳山及怀集一带,尤以连州地区露头发育最好、层序发育最为齐全。综合周边剖面及区域地质调查成果,依据地层层序、岩石组合、接触关系等资料,对比研究区内连

县组的岩性、岩相及化石组合。连县组在不同地区,其岩性及厚度变化较大,形成的岩石组合也各具特色,但各个地区的岩石组合特征基本相似、划分标志明显,其层位、岩性可以进行区域对比(图3)。在研究区南西部的连南、连州中部,其岩性以深灰、灰黑色厚层状白云质灰岩及灰黑色厚层块状细晶白云岩为主,夹深灰色厚层泥晶灰岩、生物屑灰岩、灰岩中沿层间夹燧石结核或条带,最大厚度可达748.1 m;往东北部星子、大路边一带,其岩性主要为灰黑色中层状细晶灰岩、含燧团块灰岩、白云岩及泥质灰岩,北侧邻区蓝山大麻含大套的钙质泥岩、粉砂岩及含硅质团块灰岩,厚度变薄至363.0 m。总体而言,区内连县组由南西往北东方向,硅质、泥质、粉砂质含量明显增高,白云质含量减少,厚度明显减薄。

与其紧邻的湖南地区,同时期沉积了一套含粒屑碳酸盐岩——马栏边组^⑧(谭正修,1990;陈恩,2017)。岩性以粒屑泥晶灰岩为主夹陆屑泥晶石英质灰岩、内碎屑粉晶泥晶(含)泥质灰岩为特点,与连县组以白云质灰岩及白云岩为主相区分。该组在岩性组合变化上,基本继承了连县组由南西向北东的规律性变化,南西部武县三合圩一带最厚,可达250.2 m;往北东逐渐变小,同时岩石内碎屑减少,泥质增多,岩性主要为灰色厚层状生物屑泥晶灰岩、亮晶生物屑灰岩夹薄层状生物屑灰岩及少量泥灰岩,至临武县大冲该组厚度最薄,为143.2 m。

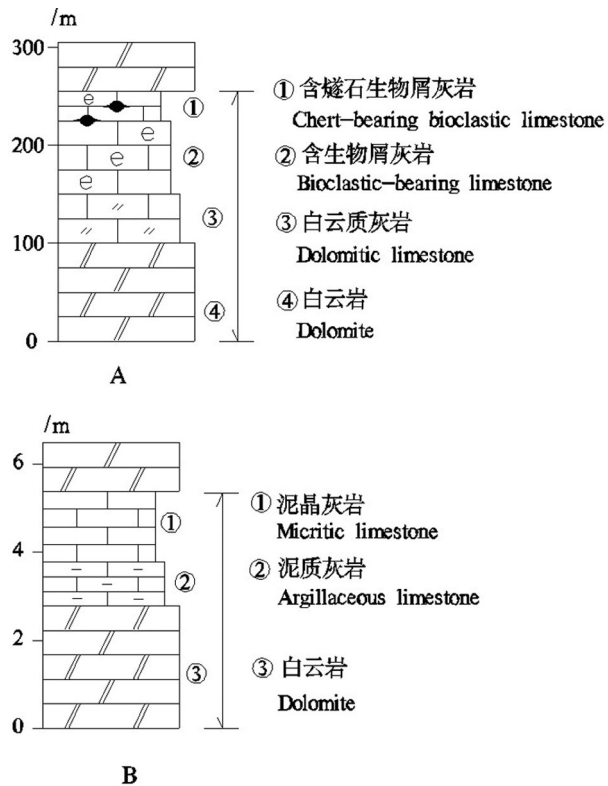


图2 连县组基本层序

Fig.2 The basic sequence of Lianxian formation in Lianzhou area

4 连县组新剖面特征

根据建立单位层型的一般要求(全国地层委员会,2017),单位层型必须满足剖面连续、出露清晰

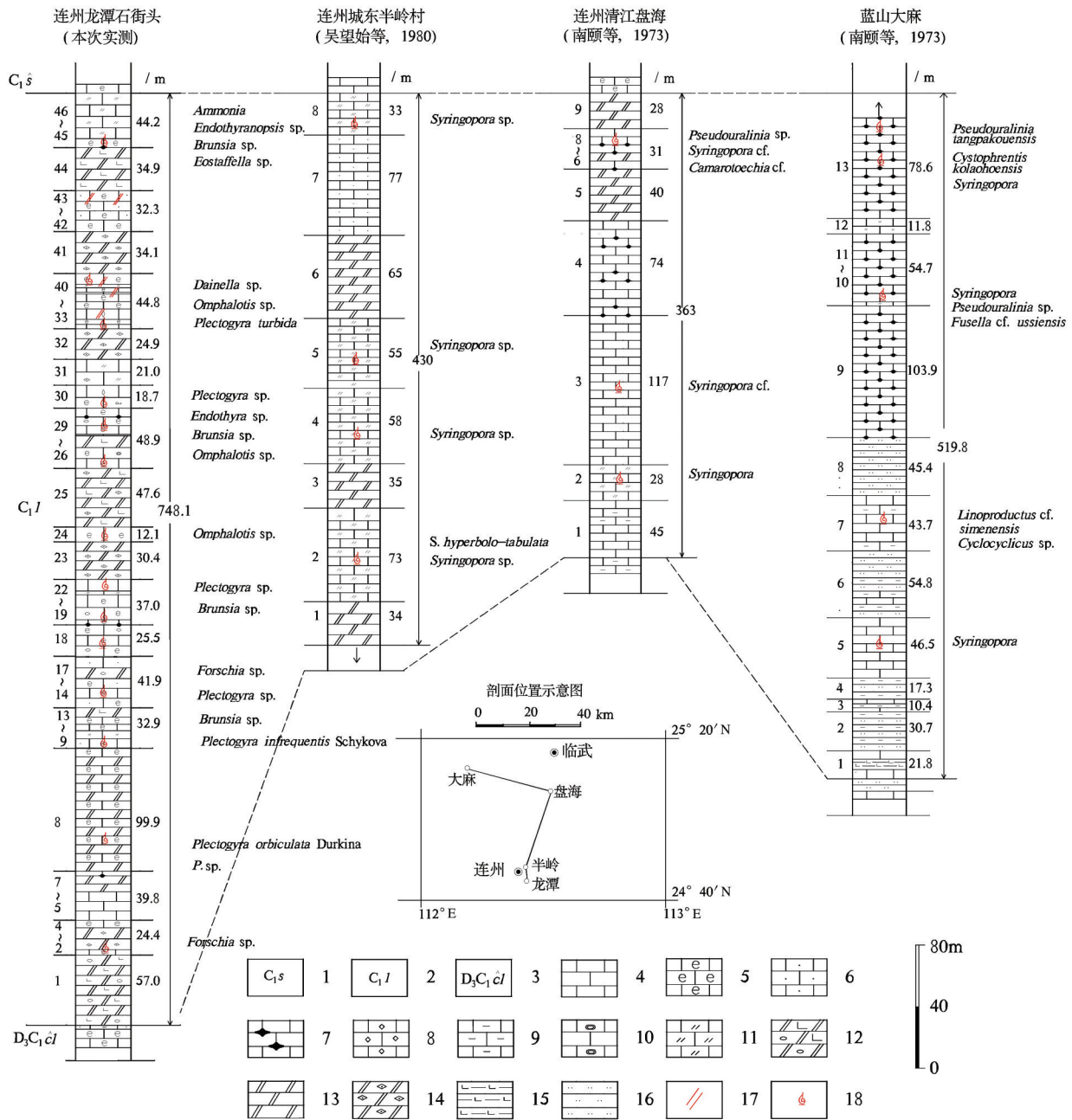


图3 连州组区域柱状对比图

1—石磴子组;2—连县组;3—长埜组;4—泥晶灰岩;5—生物屑灰岩;6—粒屑灰岩;7—含燧石团块灰岩;8—亮晶灰岩;9—泥质灰岩;10—含藻团粒灰岩;11—白云质灰岩;12—含砾屑灰质白云岩;13—白云岩;14—细晶白云岩;15—钙质页岩;16—粉砂岩;17—白云岩化;18—化石位置

Fig.3 The columnar section correlation of Lianxian Formation in Lianzhou area

1—Shidengzi Formation; 2—Lianxian Formation; 3—Changlai Formation; 4—Micritic limestone; 5—Bioclastic limestone; 6—Granular limestone; 7—Chert-bearing limestone; 8—Sparry limestone; 9—Argillaceous limestone; 10—Algae-bearing micritic limestone; 11—Dolomitic limestone; 12—Intra-clastic lime-dolomite; 13—Dolomite; 14—Aplite-dolomite; 15—Calcareous shale; 16—Siltstone; 17—Dolomitization; 18—Location of fossils

完整、构造简单、地理上易于接近的条件。本次研究剖面位于广东省连州市九陂镇龙潭石街头县道X389旁(图1),剖面线基本沿县道测制,起点坐标:24°43'50"N,112°23'46"E;终点坐标:24°43'00"N,112°24'24"E。自连州市区有省道S114连接龙潭湟川三峡四星级旅游区公路(X389)到达起点,交通良好,顶底界面清晰,露头完整。剖面构造简单,为一主体倾向南东(约145°)的单斜层系,层序可靠,符合建立连县组次层型(参考剖面)的要求。

4.1 剖面描述

广东省连州市九陂镇龙潭石街头地层剖面(以下简称“九陂剖面”)(图4)连县组发育完整,出露连续,与下伏长埭组条带状粒屑灰岩平行不整合接触,上整合覆盖石磴子组中层—厚层状生物屑泥晶灰岩,顶底界面清晰,现列述如下:

广东省连州市九陂镇龙潭石街头下石炭统连县组实测剖面

未见顶

上覆地层:石磴子组 深灰厚层状生物屑泥晶灰岩,产珊瑚、有孔虫 *Brunsia* sp., *Eostaffella* sp.、海百合茎化石

整合

连县组

总厚度 748.1 m

46. 深灰色厚层块状白云质灰岩,产有孔虫 *Ammonia*, *Endothyranopsis* sp. 36.9 m

45. 深灰色厚层状含生物屑泥晶灰岩,零星见燧石团块,产有孔虫 *Brunsia* sp., *Eostaffella* sp. 头足、棘皮和珊瑚类化石 7.3 m
44. 灰色厚层状含灰质白云岩 34.9 m
43. 深灰色厚层状含生物屑粒屑灰岩,腹足类、珊瑚化石,顶部50 cm见白云岩化灰岩 23.9 m
42. 深灰色厚层状含生物屑泥晶灰岩,产虫屑壳屑、有孔虫、藻类化石 9.4 m
41. 深灰色块状中细晶白云岩 34.1 m
40. 灰—深灰色中厚层状含生物屑泥晶灰岩,产腹足类、珊瑚、贝(壳)屑、有孔虫、放射虫和藻类 8.6 m
39. 灰色厚层状白云质灰岩,白云质分布不均,为灰岩成岩后期白云石化次生而成 2.9 m
38. 灰—深灰色厚层状亮晶生物屑灰岩,产有孔虫 *Dainella* sp., 含灰泥粒屑 3.7 m
37. 灰—深灰色中厚层状泥晶灰岩与薄层泥灰岩互层,顶面不平直,呈波状起伏,产有孔虫 *Omphalotis* sp.、介形虫、珊瑚化石 1.5 m
36. 深灰色厚层状含生物屑泥晶灰岩,产有孔虫 *Dainella* sp., *Plectogyra turbida* Durkina、介形虫和珊瑚化石碎屑 12.1 m
35. 深灰色厚层状亮晶生物屑灰岩,产有孔虫 *Dainella* sp., 少量珊瑚碎屑,见灰泥粒屑 8.4 m
34. 深灰色厚层状泥晶灰岩,岩层表面见刀砍状溶蚀沟,条带状,但不连续 4.1 m
33. 深灰色厚层状生物屑泥晶灰岩,产有孔虫

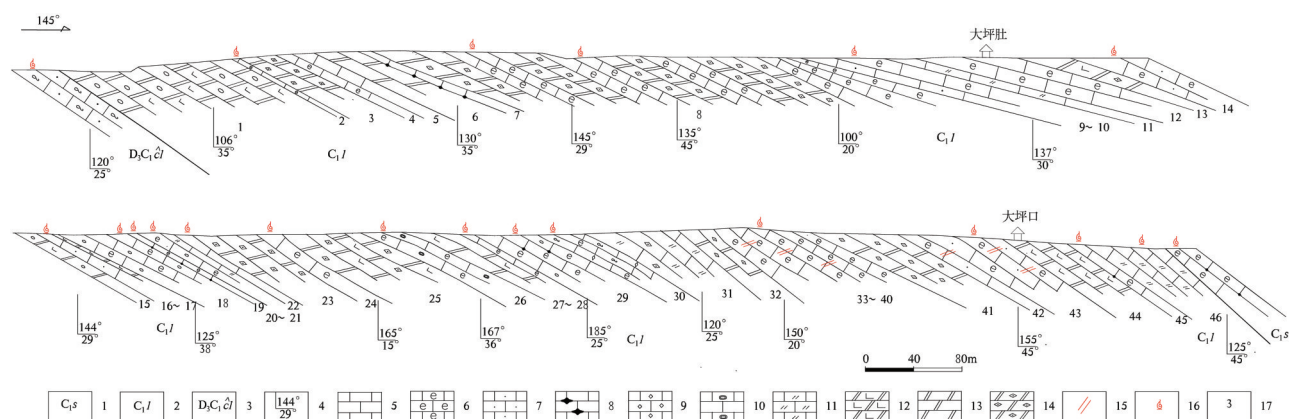


图4 广东省连州市九陂镇龙潭石街头下石炭统连县组实测剖面图

1—石磴子组;2—连县组;3—长埭组;4—岩层产状;5—泥晶灰岩;6—生物屑灰岩;7—粒屑灰岩;8—含燧石团块灰岩;9—亮晶灰岩;10—含藻屑团粒泥晶灰岩;11—白云质灰岩;12—灰质白云岩;13—白云岩;14—细晶白云岩;15—白云岩化;16—化石及采样位置;17—分层号

Fig.4 Stratigraphic section of lower Carboniferous Lianxian Formation in Longtan Shijietou village of Jiubei, Lianzhou city, Guangdong

1—Shidengzi Formation; 2—Lianxian Formation; 3—Changlai Formation; 4—Attitude; 5—Micritic limestone; 6—Bioclastic limestone; 7—Granular limestone; 8—Chert-bearing limestone; 9—Sparry limestone; 10—Algae-bearing micritic limestone; 11—Dolomitic limestone; 12—Lime-dolomite; 13—Dolomite; 14—Aplite-dolomite; 15—Dolomitization; 16—Location of fossils; 17—Stratified number

<i>Plectogyra</i> sp.、介形虫、珊瑚	3.5 m
32. 灰—深灰色块状细晶白云岩	25 m
31. 灰—深灰色厚层状细晶白云质灰岩,薄纹层发育,具由粗到细的粒序层理	21 m
30. 深灰色厚层条带状生物屑泥晶亮晶灰岩,产有孔虫 <i>Brunsia</i> sp., <i>Plectogyra</i> sp., <i>Endothyra</i> sp., 见腹足类、介形虫,水平层理发育	18.7 m
29. 灰—深灰色厚层状含燧石条带泥晶生物屑灰岩,产有孔虫 <i>Plectogyra</i> sp., <i>Omphalotis</i> sp.	21.3 m
28. 深灰色厚层状生物屑泥晶灰岩,产有孔虫 <i>Endothyra</i> sp.、腹足类,显白云岩化	1 m
27. 灰—深灰色块状含灰质白云岩	9.7 m
26. 深灰色厚层状泥晶含藻团粒生物屑灰岩,见藻团粒和生物屑,产有孔虫 <i>Plectogyra</i> sp.、珊瑚,受水流作用,呈条带状分布	17 m
25. 厚层块状灰—深灰色细晶灰质白云岩	47.6 m
24. 深灰色夹浅肉红色厚层状含生物屑泥晶灰岩,产有孔虫 <i>Omphalotis</i> sp.、珊瑚和海百合茎,破碎,呈条带状分布,有少量粗砂屑级竹叶状碎屑,具定向分布特征	12.1 m
23. 深灰—灰色厚层块状细晶白云岩	30.4 m
22. 深灰色厚层状泥晶灰岩,产有孔虫 <i>Plectogyra</i> sp.、珊瑚和腹足类	9.5 m
21. 灰—深灰色厚层状含白云质灰岩	3.1 m
20. 深灰色厚层状含细砾屑生物屑泥晶灰岩,有孔虫 <i>Brunsia</i> sp.、珊瑚和腹足类,砾屑呈竹叶状,具有一定的分选与磨圆,定向排列,呈条带状分布,成分为泥晶灰岩	20.3 m
19. 深灰色中厚层状含燧石团块生物屑泥晶灰岩,产有孔虫 <i>Plectogyra</i> sp.、珊瑚化石	4.1 m
18. 灰—深灰色厚层状含细砾屑生物屑泥晶灰岩,砾屑主要泥晶灰岩,呈竹叶状,生物屑主要为珊瑚、海百合茎和有孔虫 <i>Plectogyra</i> sp.、介形虫,呈条带状	25.5 m
17. 深灰色厚层状灰质白云岩,产有孔虫 <i>Forschia</i> sp.	0.9 m
16. 灰色厚层状亮晶粒屑灰岩,粒屑成分主要为灰泥	8.6 m
15. 灰—深灰色厚层块状含细砾灰质白云岩,细砾成分主要为白云岩	8.6 m
14. 灰—深灰色粒屑生物屑亮晶灰岩,粒屑成分主要为白云石,产有孔虫 <i>Plectogyra</i> sp.、腹足类、海百合茎,呈条带状分布	23.8 m
13. 深灰—灰色厚层状中细晶含灰质白云岩	7.6 m
12. 深灰色厚层状生物屑亮晶灰岩,产有孔虫、海百合茎、腹足类、介形虫等,呈条带状分布	10.9 m
11. 深灰色厚层块状含白云质灰岩	2.8 m
10. 深灰色厚层状含生物屑泥晶灰岩,产有孔虫	

<i>Plectogyra infrequentis</i> Schykova、珊瑚、腕足、腹足类化石,化石多不完整,较破碎,呈条带状分布	11 m
9. 灰—深灰色厚层状含粒屑泥晶灰岩,粒屑呈团块状较均匀的分布于岩石中,灰色,大小1~3 cm,形状不规则,成分主要为白云石、灰泥,产有孔虫 <i>Brunsia</i> sp.	0.6 m
8. 深灰色块状细晶白云岩与深灰色厚层块状含生物屑泥晶灰岩组成两组沉积韵律,以白云岩为底,生物屑灰岩在顶,两者比约为3:2。白云岩靠近上部的位置,多见有白色的粗大方解石团块,条带,不成脉,分布杂乱,灰岩产有孔虫 <i>Plectogyra orbiculata</i> Durkina、 <i>P.sp.</i>	9.9 m
7. 深灰色厚层状含燧石条带(团块)泥晶灰岩,缝合线构造发育	3.8 m
6. 深灰色块状微—细晶白云岩	13.0 m
5. 深灰色中厚层状泥晶灰岩	23.0 m
4. 灰—深灰色厚层状含生物屑泥晶灰岩,产珊瑚、海百合茎、有孔虫化石	6.2 m
3. 深灰色块状中细晶白云岩	17.8 m
2. 灰—深灰色厚层状生物屑泥晶灰岩,产有孔虫 <i>Forschia</i> sp.、珊瑚、海百合茎化石	4.4 m
1. 深灰色块状含灰质细砾屑白云岩,细砾屑次棱角状,可对应,位移不大,成分为白云岩,多是在成岩过程中,固结—半固结状态的原岩发生破碎,被方解石胶结。底面界面凹凸不平	57.0 m

————— 整合 —————

下伏地层:长埭组 深灰色条带状粒屑泥晶灰岩,粒屑呈条带状顺层分布。顶部厚约40 cm的薄层条带状灰岩中,局部呈白云石化,与条带状灰岩互相穿插混杂。

该剖面测制于连县组半岭选层型剖面的南东约10 km的公路边,出露完整,顶底齐全,化石丰富,基本可代表研究区连县组的岩性特点,可作为单位层型的参考剖面。

另在南部的连州市连南南岗镇南岗—东芒营一带,广西地质调查研究院2005年测制有长埭组与连县组接触界线的地层剖面^②,其产出的化石对地层的划分具有很重要的意义,兹整理其层序引述如下:

广东连州市连南瑶族自治县南岗镇南岗—东芒营早石炭世连县组—梓门桥组剖面(部分)

3. 深灰色中—厚层含生物屑微晶灰岩、含藻球粒微晶灰质细砾屑白云岩。风化表面呈豹斑状。产有孔虫: <i>Conilites</i> ? sp.、 <i>Latiendothya</i> cf. <i>laxa</i> 、 <i>Spinobrunsiina</i> sp.	139.4 m
--	---------

————— 整合 —————

长埭组	厚>54.5 m
2. 深灰色薄层—条带状微晶粒屑灰岩。底部有一层厚	

10~15 cm的灰—深灰色薄层泥灰岩。产有孔虫 *Bisphaera irregularis birina*、*Earlandia of the group E. minima*、*Parathurammina gekkeri*、*P. sp.*。 8.8 m

1. 灰—暗灰色中—厚层重结晶微晶含砂屑生物屑灰岩、纹层—条带(豹皮)状重结晶含砂屑含砾屑微晶灰岩、重结晶微晶含砂屑藻砂屑、重结晶含微晶粒屑灰岩。产有孔虫 *Quasiendothyra kobeitusana*、*Q. konensis*、*Q. radiata peitlinger*、珊瑚、腹足类等 45.7 m

该段剖面揭露了长埭组粒屑灰岩与连县组灰质细砾屑白云岩的接触界面,所产出的有孔虫化石 *Bisphaera irregularis birina*,为石炭系最底部的一个有孔虫化石群,与 *Quasiendothyra kobeitusana*、*Q. konensis* 代表了晚泥盆世顶部发育的一个有孔虫化石带(吴祥和和廖书正,2001),可以直接应用于划分上泥盆统和下石炭统界面,亦即粤西北连州地区泥盆系—石炭系界线从长埭组顶部通过,其整合上覆的连县组,时代下延限于早石炭世杜内期。

4.2 沉积环境分析

连县组为一套碳酸盐岩沉积,根据关士聪等(1980)对中国古海域沉积环境综合模式划分,连县组反映了当时为半闭塞碳酸盐台地的沉积环境,沉积界面大部分在平均海平面之下数米至平均低潮面之间,海水与外海不甚通畅,循环受到一定限制,水体能量较弱。反映在岩性上,连县组岩性主要为灰色、深灰色的白云岩、灰质白云岩、白云质灰岩、泥晶灰岩和含燧石条带(团块)生物屑灰岩,在沉积时期,中间发生过沉积界面低于台地浪基面的低海面沉积,在九陂剖面第37层,出现薄层泥灰岩沉积。沉积构造本组沉积物以厚层状—块状为主,中厚层为次,层间界面平整,发育条带状构造、水平层理及不连续纹层。生物种类较少,本剖面送检标本中,主要为底栖生物有孔虫。有孔虫: *Plectogyrasp.*, *Endothyrasp.*, *Forschia sp.*, *Omphalotis sp.*, *Dainella sp.*, *Brunsia sp.*, *Ammonia*, *Eostaffella sp.*。

5 古生物特征

由于沉积环境、岩相、岩性、化石保存以及受限于研究程度等原因,本次工作在九陂剖面,仅对保存完好、属种特征明显、研究程度较高的有孔虫(筴)建立组合带并分析如下:

(1) 有孔虫 *Plectogyrakomi-Granutiferellacomplanata* 组合带,由林甲兴和施国润(1986)等命名,

在连县组的中下部(九陂剖面第8~36层)频繁产出该带重要组成分子 *Plectogyra sp.*, *Endothyra sp.*。

(2) 有孔虫 *Dainellagumbeica-Pseudoendothyra-*

notialis 组合带,由许寿永(1981)建立,除在剖面底部(第2层)发现该带的重要组成分子 *Forschia sp.* 外,其另一个组成分子 *Dainella sp.* 多集中产出于连剖面的中上部(第35~38层)。

(3) 有孔虫 *Eoparastaffella simplex* 带,该带分子在连县组九陂剖面自底而上均有零星发现 *Brunsia sp.*, 特别在九陂剖面的上部(第45~46层),密集出现其重要组成分子 *Eostaffella sp.*, *Brunsia sp.*。

(4) 串珠虫,主要见于连县组顶部(第46层),产 *Ammonia* 等。

6 年代地层与对比

泥盆系与石炭系的界线,在浅水台地地区多以珊瑚 *Cystophrentis* 绝灭, *Pseudouralinia* 开始出现为标志,但有一定的局限性,在 *Cystophrentis* 消失后,尚有一段既不含 *Cystophrentis* 也不含 *Pseudouralinia* 的地层(D-C 间隔带)(谭正修,1990)。20世纪60年代开始,经过国内外学者的补充研究,现已证实应用有孔虫类进行浅水碳酸盐岩地层划分、对比是最为有效的生物地层研究方法。依据有孔虫的演化序列(谭正修,1990;吴祥和和廖书正,2001),上泥盆统与下石炭统的界线可置于 *Quasiendothyra kobeitusana-Q.konensis* 组合带与 *Bisphaera irregularis* 组合带之间。亦即以 *Quasiendothyra kobeitusana*, *Q.konensis* 的消失, *Bisphaera irregularis* 的出现为标志作为泥盆系—石炭系的界线。

连州市连南瑶族自治县南岗镇南岗—东芒营早石炭世连县组—梓门桥组剖面,其第1层条带状含砂屑生物屑灰岩中,采获有孔虫 *Quasiendothyra kobeitusana*, *Q.konensis*。同时第2层条带状微晶粒屑灰岩中,发现有孔虫 *Bisphaera irregularis birina*,说明泥盆系与石炭系的界线在该剖面的第1层与第2层之间通过。这两个层段同属长埭组顶部,与本次预建立连县组新层型剖面——广东省连州市九陂镇龙潭石街头早石炭世连县组实测地层剖面(图3)底部整合下伏的长埭组层位及岩性有很

好的对应关系,特别是长垌组顶部的条带状粒屑灰岩特征极其明显,野外露头极易辨认。区域上,连州地区这两个剖面的条带状粒屑灰岩,无疑同属一个岩性组合单元(长垌组)的顶部。连县组整合覆盖于长垌组之上,据地层覆盖关系,判断本区泥盆系与石炭系的界线,即上泥盆统邵东阶与下石炭统杜内阶的界线从长垌组顶部通过,连县组整合覆盖于上泥盆统长垌组之上,时代可下延限于早石炭世杜内期。

7 结 论

(1)粤西北地区连县组岩性以灰—深灰色的厚层块状白云质灰岩、白云岩、生物屑灰岩、含燧石团块—条带灰岩为主,普遍包含有3个由粗到细的沉积旋回,下部岩石颗粒较粗,为含(砾)粒屑中细晶白云岩、白云质灰岩,上部过渡为生物屑灰岩,含燧石团块(条带)生物屑灰岩,生物屑灰岩多含泥质,反映了当时半局限—开阔碳酸盐台地的沉积环境。

(2)连县组整合覆盖于长垌组之上,根据剖面产出的有孔虫化石 *Quasiendothyra kobeitusana*, *Q. konensis* 和 *Bisphaera irregularis birina*, 可以确定粤西北连州地区上泥盆统邵东阶与下石炭统杜内阶的界线从长垌组顶部层次通过,连县组的发育时代下延限于早石炭世杜内期。

(3)连州九陂剖面形成于半闭塞碳酸盐台地环境,是目前区内已知早石炭世早期碳酸盐岩连续沉积厚度最大的剖面,地层序列完整,顶、底界面清楚,沉积连续,构造简单,为一主体倾向南东(约145°)的单斜层系,层序可靠。产珊瑚、有孔虫等化石,建立有孔虫 *Plectogyrakomi-Granutiferellacomplanata* 组合带、*Dainella-gumbeica-Pseudoendothyranotialis* 组合带和 *Eoparastaffella simplex* 带。剖面交通便利,易于接近。剖面坐落于湟川三峡景区,露头保护得到保证,是连县组理想的辅助层型剖面。

致谢: 本文在撰写过程中得到成都理工大学地球科学学院刘汉湖教授的帮助,编辑和审稿专家提出了宝贵修改意见和建议,谨此致谢!

注释

①南颐,潘洪标,水涛,陶复舜. 1973. 广东1:20万连县幅区域地质调查报告[R]. 广州:广东省地质局.

②孔祥伟,徐志贤,王建辉,候光明,唐奎保,龙爱林,李锦诚,蒋柏昌. 2005. 1:25万贺县幅区域地质调查报告[R]. 桂林:广西地质调查研究院.

③柏道远,马铁球,王先辉,马爱军,李金冬,伍光英,车勤建. 2005. 1:25万郴州市幅区域地质调查报告[R]. 长沙:湖南省地质调查院.

References

- All China Commission of Stratigraphy. 2017. Stratigraphic Guide of China(2016)[M]. Beijing: Geological Publishing House (in Chinese).
- Chen En. 2017. Lithostratigraphy and spatial variation of the lower Carboniferous Lianxian Formation in Lianzhou, Guangdong Province[J]. Journal of Stratigraphy, 41(3): 278–283(in Chinese with English abstract).
- Geology and Mineral Resources of Guangdong Province. 1988. Regional Geology of Guangdong Province[M]. Beijing: Geological Publishing House (in Chinese).
- Geology and Mineral Resources of Guangdong Province. 1996. Stratigraphy (Lithostratigraphic) of Guangdong Province[M]. Wuhan: China University of Geosciences Press (in Chinese).
- Guang Shicong, Yan Huaiyu, Qiu Dongzhou, Wang Shoude, Chen Xianqun, Zhou Jingcai. 1980. Investigations on the marine sedimentary environmental model of China in late Proterozoic to Triassic periods[J]. Oil & Gas Geology, 1(1): 2–17(in Chinese with English abstract).
- Ji Qiang, Wang Xunri. 2017. On the subdivision of early Early Carboniferous stages and substages in China[J]. Journal of Geology, 41(2): 171–176(in Chinese with English abstract).
- Li Zhihong, Cheng Long, Zhao Laishi, Wang Chuanshang, Peng Zhongqin, Wang Baozhong. 2015. New progress in the study of the early Early Carboniferous conodonts biostratigraphy from Nandong, Guangxi[J]. Geology in China, 42(4): 990–1008(in Chinese with English abstract).
- Lin Jiaying, Shi Guorun. 1986. Early Carboniferous Foraminifera-Bearing strata in Guangdong, Hunan and Hubei, and their correlations[J]. Acta Micropalaeontologica Sinaica, 4: 387–398, 464–465(in Chinese with English abstract).
- Mo Zhusun, Du Hengling. 1943. The geological of Lianxian area in the Guangdong Province[J]. The Geological Collection of Guangdong and Guangxi Geological Survey Institutes, 1: 9–43.
- Qin Guorong, Zhao Ruxuan, Ji Qiang. 1988. Late Devonian and early Carboniferous conodonts from northern Guangdong and their stratigraphic significance[J]. Acta Micropalaeontologica Sinaica, 5 (1): 57–71(in Chinese with English abstract).
- Tan Zhengxiu. 1990. The lower boundary and intermediate boundary of the Carboniferous in Hunan[J]. Regional Geology of China, 1: 51–59(in Chinese with English abstract).
- Wu Wangshi, Zhao Xiuhu, Zhao Jiaming, Wang Keliang, Wu Xiuyuan, Rong Jiayu, Xia Fengsheng. 1980. The Lower Carboniferous rocks

- of Shaoguan, Lianxian and Lianping district, Guangdong[J]. Serial books of Nanjing Institute of Geology & Palaeontology, Chinese Academy of Sciences, 1: 1-32(in Chinese with English abstract).
- Wu Xianghe, Liao Shuzheng. 2001. Foraminiferal Zonation of early Carboniferous from the South- Western margin of Yangze Platform[J]. Acta Micropalaeontologica Sinaica, 18(3): 293-308(in Chinese with English abstract).
- Xu Shouyong. 1996. The coal, foraminifer and conodont biostratigraphy near the Devonian- Carboniferous boundary in South China[J]. Journal of Stratigraphy, 20(4): 241- 252(in Chinese with English abstract).
- ### 附中文参考文献
- 陈恩. 2017. 广东连州地区下石炭统连县组岩性组合及分布规律[J]. 地层学杂志, 41(3): 278-283.
- 关士聪, 演怀玉, 邱东洲, 王守德, 陈显群, 周经才. 1980. 中国晚元古代至三叠纪海域沉积环境模式探讨[J]. 石油与天然气地质, 1(1): 2-17.
- 广东省地质矿产局. 1988. 广东省区域地质志[M]. 北京:地质出版社.
- 广东省地质矿产局. 1996. 广东省岩石地层[M]. 武汉:中国地质大学出版社, 71-72.
- 季强, 王旭日. 2017. 中国早石炭世早期阶和亚阶的划分与对比[J]. 地质学报, 41(2): 171-176.
- 李志宏, 程龙, 赵来时, 王传尚, 彭中勤, 王保忠. 2015. 广西南桐早石炭世牙形石生物地层研究新进展[J]. 中国地质, 42(4):990-1008.
- 林甲兴, 施国润. 1986. 粤、湘、鄂早石炭世含有孔虫地层及其对比[J]. 微体古生物学, (4):387-398, 464-465.
- 莫柱孙, 杜衡龄. 1943. 广东连县区地质[J]. 两广地质调查所地质集刊, 1: 9-43.
- 秦国荣, 赵汝璇, 季强. 1998. 粤北晚泥盆世和早石炭世牙形刺的发现及其地层意义[J]. 微体古生物学报, 5(1): 57-71.
- 全国地层委员会. 2017. 中国地层指南及中国地层指南说明书:2016版[M]. 北京:地质出版社.
- 谭正修. 1990. 湖南石炭系底界及中间界线[J]. 中国区域地质, 1: 51-59.
- 吴望始, 赵修祐, 赵嘉明, 王克良, 吴秀元, 戎嘉余, 夏凤生. 1980. 广东韵关、连县和连平的早石炭世地层[J]. 中国科学院南京地质古生物学研究所丛刊, 1: 1-32.
- 吴祥和, 廖书正. 2001. 扬子地台西南缘早石炭世早期有孔虫化石带[J]. 微体古生物学报, 18(3): 293-308.
- 许寿永. 1996. 华南泥盆系-石炭系界线附近的珊瑚、有孔虫和牙形类及其地层意义[J]. 地层学杂志, 20(4): 241-252.