

桂林及其周边下石炭统黄金组生物地层研究

朱 杰, 赵文瑞, 周 密, 陈炎明, 张浩雨, 何璟鹏, 王雨新

桂林理工大学地球科学学院, 广西 桂林

收稿日期: 2025年1月14日; 录用日期: 2025年3月11日; 发布日期: 2025年3月20日

摘要

桂林及其周边地区下石炭统黄金组地层部分出露, 它的地层里有很多古生物化石。包括珊瑚、腕足类、棘皮类以及其他化石。这对现有的古生物地层研究具有重大意义。在现有的研究工作基础上, 本文对大圩的钓鱼山, 磨盘山以及白竹境水库进行实际勘察及剖面研究, 并采集回部分古生物化石。根据实测研究, 黄金组地层的主要岩性为中厚层泥晶灰岩与薄层泥灰岩互层, 化石主要集中在泥晶灰岩以及泥灰岩和泥晶灰岩交界处。在这些化石中发现的有*Kueichouphyllum* (贵州珊瑚属)、*Gystiphyllum* (泡沫珊瑚属)、*Productida* (长身贝属)、*Dictyoclostus sp.* (网格长身贝)、*Crinoidea* (海百合属)等。其化石赋存形态体现出黄金组地层的沉积环境。

关键词

桂林, 下石炭统黄金组, 生物地层, 腕足类, 珊瑚

Chronostratigraphy of the Lower Carboniferous Huangjin Formation in Guilin and Its Surroundings

Jie Zhu, Wenrui Zhao, Mi Zhou, Yanming Chen, Haoyu Zhang, Jingpeng He, Yuxin Wang

College of Earth Sciences, Guilin University of Technology, Guilin Guangxi

Received: Jan. 14th, 2025; accepted: Mar. 11th, 2025; published: Mar. 20th, 2025

Abstract

The stratigraphy of the Lower Carboniferous Huangjin Formation is partially exposed in Guilin and its surrounding areas, and its stratigraphy contains a large number of palaeontological fossils, including corals, brachiopods, echinoderms and other fossils, which is of great significance to the existing research on palaeontological stratigraphy. On the basis of the existing research work, this

文章引用: 朱杰, 赵文瑞, 周密, 陈炎明, 张浩雨, 何璟鹏, 王雨新. 桂林及其周边下石炭统黄金组生物地层研究[J]. 地球科学前沿, 2025, 15(3): 305-319. DOI: [10.12677/ag.2025.153031](https://doi.org/10.12677/ag.2025.153031)

paper carries out the actual survey and profile study on Diaoyu Mountain, Mopan Mountain and Baizhujing Reservoir in Daxu, and collects some palaeontological fossils back. According to the survey, the main lithology of the Huangjin Formation is interbedded with medium-thick micritic limestone and thin marl, and the fossils are mainly concentrated in the micritic limestone and the junction of micritic limestone and marl. The fossils found include *Kueichouphyllum*, *Gystiphyllum*, *Productida*, *Dictyoclostus sp.*, *Crinoidea* and so on. The fossils are in the form of fossils reflecting the depositional environment of the stratum of the Huangjin Formation.

Keywords

Guilin, Lower Carboniferous Huangjin Formation, Chronostratigraphy, Brachiopods, Coral

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

桂林是化石宝库，泥盆纪和石炭纪海相地层十分发育，富含各种海生生物化石，桂北地区泥盆-石炭纪地层较好地记录了一次全球性的海退事件，受到国内外学者的普遍关注。研究剖面的地层是下石炭统黄金组。此剖面地层主要为灰岩和泥质灰岩，向上渐变为泥灰岩、泥岩和页岩互层，富含珊瑚和腕足类化石，同时含有少量反映浅海沉积环境的三叶虫、菊石、海百合茎、海胆等化石，呈层状分布。桂林及其周边地区下石炭统黄金组在古生物学及地层学研究中占据着重要地位。该地区的地层记录了地质历史时期的重要信息，对于了解区域地质演化、生态环境演变具有关键意义。前人对桂林周边地区已有部分研究，在现有的研究工作基础上我们对前人涉足较少的大圩钓鱼山，磨盘山以及白竹境水库等地进行实际勘察及剖面研究，在对实地剖面和采集的化石进行研究，我们讨论是否能进一步细分桂林周边地区黄金组内的细化生物地层单位，并对其古生物学以及地层学进行研究，了解同一地质时期的地质演化过程。一方面，通过对下石炭统黄金组的研究，深入了解古生物的演化历程。珊瑚和腕足类等化石的发现，为研究当时的海洋生态系统提供了宝贵的实物证据。这些化石不仅反映了浅海沉积环境，还能帮助我们推断古生物的生存方式、食物链关系以及环境适应能力等。另一方面，揭示该地区的地质历史。通过对黄金组地层的划分和对比，它形成的时代和沉积环境是可以确定的。进而了解该地区在不同地质时期的地壳运动、海平面变化等情况。这对于研究区域地质构造、矿产资源分布以及预测未来地质变化趋势都具有重要的参考价值。

2. 区域地质概况

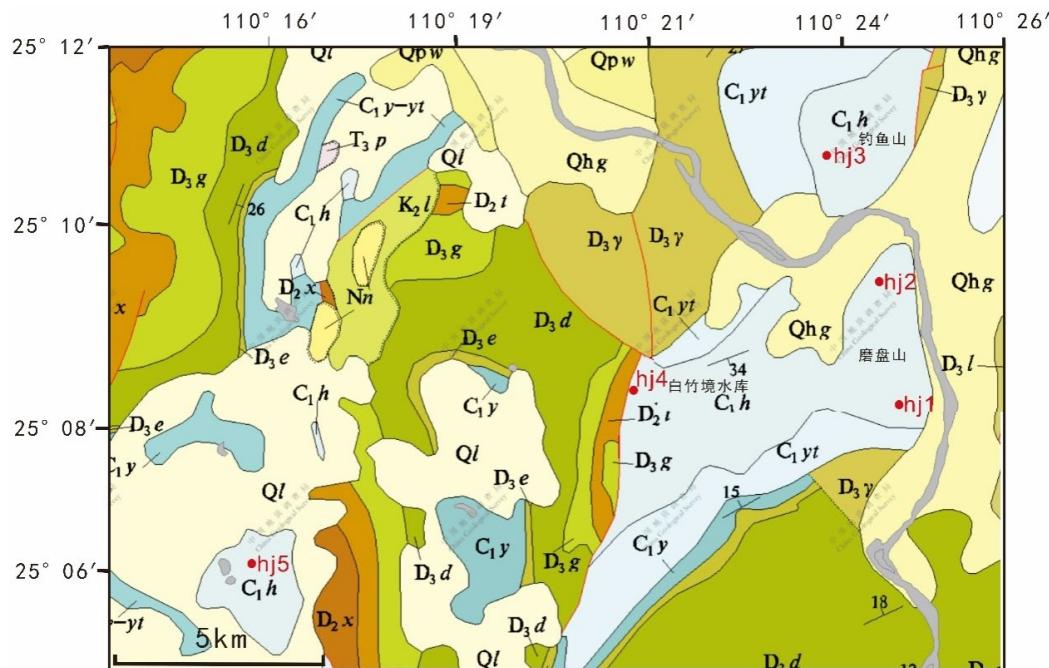
区内地层从老到新包括前寒武系、寒武系、奥陶系、泥盆系、石炭系、二叠系和白垩系。桂北地区整体从早寒武至新生代地层均有出露，本文以晚古生代地层为主要研究的地层，总体来说，泥盆纪处于加里东向海西-印支期转折的重要时期，与早古生代后期的挤压体制不同，晚古生代华南及临区处于伸展的构造体制下。华南陆内右江裂陷槽、西南缘的金沙江洋盆和北缘南秦岭勉略洋盆相继形成，导致了华南板块及邻区存在复杂的古地理格局[1]。

自从加里东运动之后，随着扬子地块和华夏地块的最后碰撞造山，华南主体上升为陆。泥盆纪初期，除桂东南钦防地区存在残余海槽和滇东一带见到陆相泥盆系与志留系连续过渡外，华南其他地区均为遭受剥蚀的古陆或山地。从早泥盆世开始，华南地区自西南滇黔桂逐渐向北东方向发生海侵，华南部从

南秦岭向华南部海侵，自此，桂东北地区大部都处于浅海沉积之中[2]。

从泥盆纪之后，石炭纪以来，右江盆地的海侵进一步扩大，桂东北的沉积环境也逐渐从晚泥盆时期的酸盐台地与台间海槽过渡到了早石炭的酸盐台地与浅滨海相交界区域，部分区域仍存在台间海槽的沉积环境。相对来说，桂东北石炭纪的沉积环境继承了晚古生代的特征。

其中桂林及其周边地区下石炭统黄金组地层层序完整、分布广泛且出露较好，化石相当丰富，其地层中含有大量的古生物化石，包括珊瑚，腕足类，棘皮类等化石。桂林周边地区石炭系包括下石炭统岩关组(C_1y)、下石炭统黄金组(C_1h)、下石炭统英塘组(C_1yt)（图1）。岩关组以生物碎屑灰岩、泥质灰岩、含燧石灰岩夹白云岩为主，底部多为页岩及砂岩，上部局部有页岩。岩石结构多为极细晶结构-生物碎屑结构。地层厚度为10~150 m。黄金组主要以硅质结核灰岩、泥质灰岩为主，夹钙质页岩。岩石结构多为极细晶结构。厚度变化大，200~1100 m。英塘组主要以生物石灰岩、白云质灰岩为主，夹钙质页岩。岩石结构多为极细晶结构-生物碎屑结构。地层厚度为250~350 m。整体而言，桂北地区石炭纪地层的沉积相带分布基本继承了晚泥盆世地层的格局。早石炭世早期，桂东北地区出现滨海潮坪、开阔台地和台地边缘斜坡沉积相类型，晚石炭世则主要以局限台地相和台地浅滩相夹台地斜坡相为主。同时，石炭纪地层赋存有煤、锰、磷及白云岩、石灰岩等矿产，是广西重要的含矿层位。



Q: 第四系; K: 白垩系; C₁h: 下石炭统黄金组; C₁y: 下石炭统岩关组; C₁yt-yt: 下石炭统岩关组、英塘组并层; D₃g: 上泥盆统桂林组; D₃d: 上泥盆统东村组; D₃e: 上泥盆统额头村组; D₂t: 中泥盆统唐家湾组。

Figure 1. Geological map of the surrounding area of Guilin

图1. 桂林周边地区区域地质图

3. 样品系统描述

桂林及其周边地区下石炭统黄金组地层部分出露，其地层中含有大量的古生物化石，包括珊瑚，腕足类，棘皮类等化石，这对现有的古生物地层研究具有重大意义。在现有的研究工作基础上，本文对大圩的钓鱼山，磨盘山以及白竹境水库进行实际勘察及剖面研究，并采集回部分古生物化石。根据实测研

究[3]，黄金组地层的主要岩性为中厚层泥晶灰岩与薄层泥灰岩互层，化石主要集中在泥晶灰岩以及泥灰岩和泥晶灰岩交界处。其中发现的化石包括 *Kueichouphyllum* (贵州珊瑚属)，*Gystiphyllum* (泡沫珊瑚属)，*Productida* (长身贝属)，*Dictyoclostus sp.* (网格长身贝)，*Crinoidea* (海百合属)等。其化石赋存形态体现出黄金组地层的沉积环境[3] [4]。

3.1. 珊瑚纲 Anthozoa

晚古生代珊瑚是现在已经灭绝的古代珊瑚，可分为四射珊瑚和横板珊瑚(亦称床板珊瑚)两大类。在动物学分类上，它们都归属腔肠动物门(*Coelenterata*)的珊瑚纲(*Anthozoa*)，珊瑚纲之下又分为四射珊瑚亚纲(*Tetracorallia* 或 *Rugosa*)、横板珊瑚亚纲(*Tabulata*)和六射珊瑚亚纲(*Hexacorallia*)。前两个亚纲的发育最早见于奥陶纪，二叠纪末灭绝。六射珊瑚最早出现在三叠纪，不在本文的研究范围内，所以不做详细介绍。

3.1.1. 四射珊瑚亚纲 *Tetracorallia*

四射珊瑚的钙质骨骼外形有单体和群体两种类型。单体又可分为角锥状、圆柱状、盘状和拖鞋状等几种。群体有树枝状、多角状、互通状和互嵌状等。四射珊瑚的骨骼内部构造有纵列的隔壁、中轴和横列的床板、鳞板等。四射珊瑚最早出现于古生代的奥陶纪，一直延续到二叠纪。早古生代的四射珊瑚结构比较简单，晚古生代的珊瑚结构比较复杂，但到古生代末四射珊瑚全部绝灭。四射珊瑚在古生代地层的划分与对比中是一种相当重要的标准化石，其在海相沉积矿产的普查勘探上，起着指示作用。此外，由珊瑚化石堆积而成的珊瑚礁，对于石油和有色金属矿床的形成和富集亦具重要意义。

假乌拉珊瑚属 *Pseudouralinia*

特征：中等大小单体珊瑚，基本构造与乌拉珊瑚相同，横切面上主部隔壁短而粗，常呈屈曲状，对部隔壁短或稍长，未越过轴部。个体鳞板带外缘常发育1~2列细小的泡沫板。

采集地点：磨盘山 hj1 点 25°08'18.2"N 110°25'28.1"E (图 1)。

犬齿珊瑚属 *Caninia*

特征：单体珊瑚，锥状或锥柱状，中等大小，体径一般 1.5~3 cm，一般隔壁较短，主部隔壁常加厚，主内沟显，鳞板带窄，鳞板一至多列。横板带宽，横板完整，中部平，两侧外倾。

采集地点：磨盘山 hj1 点 25°08'18.2"N 110°25'28.1"E (图 1)。

顿珊瑚属 *Donophyllum*

特征：丛状复体，个体小圆柱状，一级隔壁长而薄，常数根隔壁末端相交成束，然后向中心延伸相互交接，形成类似片状中轴构造但未加厚。二级隔壁短，麟版细小，一至数列。横板完整，向两侧外倾。

采集地点：磨盘山 hj2 点 25°10'02.1"N 110°25'00.9"E (图 1)。

泡珊瑚属 *Aphrophyllum*

特征：块状复体，个体多角柱状，隔壁排列及特点和顿珊瑚类似，隔壁在轴部相交，但未加厚。另一个不同点为该属个体边部(尤其成年个体)发育不均一的泡沫状鳞版。

采集地点：磨盘山 hj1 点 25°08'18.2"N 110°25'28.1"E (图 1)。

广西珊瑚属 *Kwangsiphyllum*

特征：丛状复体，个体细小圆柱状，体径一般为 3~4 mm，个体间有短的横枝连接呈连接构造。一级隔壁很短，二级隔壁短脊状。横板完整，中部平或微上凸，无鳞版。

采集地点：磨盘山 hj2 点 25°10'02.1"N 110°25'00.9"E (图 1)。

贵州珊瑚属 *Kueichouphyllum*

特征：多为大型单体，锥柱状，大者体径可达 5~6 cm。隔壁密多而长，一级隔壁伸至轴部，一部分隔壁末端交接形成类似中柱结构，一级隔壁长，鳞版带宽，鳞版细密，列数多，同心状排列。横板不完

整，大泡沫状，中部上凸，两侧向外倾斜。该属大部分种的一级隔壁均不同程度在横板带内加厚。

采集地点：磨盘山 hj2 点 $25^{\circ}10'02.1''N$ $110^{\circ}25'00.9''E$ 、钓鱼山 hj3 点 $25^{\circ}11'54.8''N$ $110^{\circ}24'22.8''E$ 、白竹镜水库 hj4 点 $25^{\circ}08'32.2''N$ $110^{\circ}21'38.0''E$ (图 1)。

顶饰珊瑚属 *Lophophyllum*

特征：单体、锥状至锥柱状。成年期一级隔壁较短，对隔壁伸至中心，形成中轴，二级隔壁短。鳞版带窄，鳞版多呈同心状排列，少数呈“人”字形，横板较完整，较平或呈大泡沫状向两侧缓倾。

采集地点：磨盘山 hj1 点 $25^{\circ}08'18.2''N$ $110^{\circ}25'28.1''E$ (图 1)。

3.1.2. 横板珊瑚亚纲 *Tabulata*

横板珊瑚亚纲，现已绝灭，主要分布在古生代。全为复体珊瑚，外形变化大，有丛状、块状、树枝状、链状等。横板珊瑚个体细长，圆管状或角柱状。横板珊瑚一般都是许多管状个体组成的复体，群体主要由无性的出芽繁殖生成，由于新芽不脱离母体，而形成复体。个体直径为 0.5~4 毫米，横板 (Tabula) 特别发育，故名横板珊瑚，或称床板珊瑚。

横板珊瑚个体间具连接构造，丛状者个体间相互分离，其间连以短小的连接管或连接板，块状者个体间紧密毗连，壁上具有圆形或椭圆形的壁孔。隔壁不发育或仅有隔壁脊或隔壁刺，轴部构造不发育，少数种类可具鳞板。最早出现于晚寒武世，繁盛于志留纪、泥盆纪及石炭纪，古生代末绝灭。中国古生代地层中横板珊瑚十分丰富。

笛管珊瑚属 *Syringopora*

特征：丛状群体，个体圆柱状，直径一般 2~4 mm。分布较密。连接管稀少，体壁厚度一般 0.2~0.4 mm。横板漏斗状，有的具管状，隔壁刺存在或不发育。广西地区泥盆纪的笛管珊瑚个体较大，有的种个体大的可达 4~5 mm。石炭纪总的个体较小，一般为 2.0~2.5 mm，且轴管一般发育较好。

采集地点：磨盘山 hj1 点 $25^{\circ}08'18.2''N$ $110^{\circ}25'28.1''E$ 、磨盘山 hj2 点 $25^{\circ}10'02.1''N$ $110^{\circ}25'00.9''E$ 、钓鱼山 hj3 点 $25^{\circ}11'54.8''N$ $110^{\circ}24'22.8''E$ 、白竹镜水库 hj4 点 $25^{\circ}08'32.2''N$ $110^{\circ}21'38.0''E$ (图 1、图 2)。



Figure 2. Fossils of the genus Mopan Mountain Flute
图 2. 磨盘山笛管珊瑚属化石

3.2. 腕足动物门 *Brachiopoda*

腕足动物是生活在海水中的一种无脊椎动物，自寒武纪出现，至晚古生代最为繁盛，二叠纪之后大量灭绝，仅少量属种延续至今。在地质历史中，舌形贝类主要出现在滨海相的砂泥岩中，泥盆纪的鹗头贝(*Stringocephalus*)和二叠纪的蕉叶贝(*Leptodus*)等腕足动物经常与珊瑚、苔藓虫和层孔虫等造礁生物共生在一起，它们的出现是恢复岩相古地理、古环境和古气候很好的示相化石。许多属种在地层中个体数量产出丰富，物种更替迅速，常常构成地层中主要的动物种群，分布区域也较广阔，对野外地质找矿实践中识别地层年代、进行地层对比等方面都具有重要意义[5]。

长身贝属 *Productus*

特征：贝体轮廓狭长，凹凸型，腹壳高凸，中部壳面膝曲，拖曳部较长；背壳体腔区略平或微凹，前方强烈膝曲；体腔厚小。铰合线直而短，壳面上有密集的壳线，有时扭曲，偶而在前缘附近的壳面上呈束状。同心线不强，在体腔区壳面上与壳线构成网格状。壳针遍布于腹壳，并沿合线及耳翼排列成行。背壳内具围板。

采集地点：磨盘山 hj1 点 25°08'18.2"N 110°25'28.1"E (图 1)。

网格长身贝属 *Dictyoctenus*

特征：贝体中等或大，轮廓次方形或近长方形；凹凸型，腹壳强突，前部具脐折；背壳后部平坦或缓凹，前部膝曲；体腔深厚。铰合线直长，等于壳宽；具耳翼。壳面具放射线，在后部具同心纹(皱)，两者交织成网格状壳饰。腹壳面上具壳针。背壳内主突起强大。腹壳内无围板，铰齿不发育。

采集地点：磨盘山 hj1 点 25°08'18.2"N 110°25'28.1"E、磨盘山 hj2 点 25°10'02.1"N 110°25'00.9"E (图 1)。

3.3. 棘皮动物门 *Echinodermata*

棘皮动物门(*Echinodermata*)是一类后口动物(*Deuterostomes*)，在无脊椎动物中进化地位很高。大多底栖，少数海参行浮游生活；自由生活的种类能够缓慢移动。从浅海到数千米的深海都有广泛分布。现存种类 6000 多种，但化石种类多达 20,000 多种，从早寒武纪出现到整个古生代都很繁盛，其中有 5 个纲已完全灭绝。

本文在磨盘山的黄金组地层中进行踏勘时发现了大量的棘皮动物碎屑，包括海胆刺碎屑，棘皮动物骨板化石及大量的海百合茎化石。由于骨板化石已然不可分辨是何物种的化石，所以在此不进行描述。

3.3.1. 海百合纲 *Crinoidea*

海百合是典型的海洋动物，属棘皮动物门海百合纲(*Crinoidea Miller, 1821*)，却有根、茎、“花”(萼及腕枝)等构造，外型极似百合花，故名。海百合的地史分布时间很长，从奥陶纪至今海洋都有分布，不同种类的海百合枝体差别很大，其茎杆直径小的 1~2 mm，长 3~5 cm，大的如贵州三叠纪的海百合，茎杆直径达 15~18 mm，长可达 80~120 cm，且保存完好，根、茎、萼等都完整保存。而大多情况下，所见到的海百合化石几乎全为散碎的茎节或茎杆。海百合大多为底栖固着类型，浅海相地层中分布极广，有部分海百合营漂浮生活，基根(基)部附着在漂浮物上倒悬漂浮，有的则可能根部长有浮囊。

方圆茎属 *Tetragonocyclus*

特征：茎节面圆形，中央孔呈四边形、十字形等，边缘常有短齿或放射线等纹饰。

采集地点：磨盘山 hj1 点 25°08'18.2"N 110°25'28.1"E、磨盘山 hj2 点 25°10'02.1"N 110°25'00.9"E (图 1)。

星圆茎属 *Pentagonocyclus*

特征：茎节面圆形，中央孔五边形或五角星、梅花形等，边缘部分常见放射状的短齿。

采集地点：磨盘山 hj1 点 25°08'18.2"N 110°25'28.1"E、磨盘山 hj2 点 25°10'02.1"N 110°25'00.9"E (图 1)。

3.3.2. 海胆纲 *Echinoidea*

海胆纲指的是棘皮动物门的 1 纲，通称海胆。内部器官包含在由许多石灰质骨板紧密愈合构成的 1 个壳内。壳上布满了许多能动的棘。管足多排列 10 纵行。包括海胆、心形海胆和沙钱(见楯形目)。化石种约 5000 种。现生种 800 种，分隶于 225 个属。中国已知约 100 种[6]。

瓜海胆 *Melonechinus*

海胆刺碎屑。

采集地点：白竹镜水库 hj4 点 25°08'32"N 110°21'38.0"E (图 1、图 3)。



Figure 3. Fossil sea urchin in Baizhujing Reservoir
图 3. 白竹镜水库海胆化石

4. 古生物学及地层学研究

4.1. 珊瑚化石特征

4.1.1. 主要珊瑚化石组合带介绍 *Kueichouphyllum-Auloclesia* 组合带的特征

Kueichouphyllum-Auloclesia 组合带是桂林周边地区下石炭统黄金组的主要珊瑚化石组合带。该组合带中珊瑚化石丰富多样，包含了多种珊瑚属种[7]。其中，*Kueichouphyllum* 珊瑚形态多样，有的呈圆柱状，有的呈圆锥状，表面具有不同的纹饰。*Auloclesia* 珊瑚则通常具有较为规则的形状，表面光滑或具有细微的纹理。此外，组合带中还包括 *Heterocaninia*、*Neoclisiophyllum*、*Arachnolasma* 等珊瑚化石，它们共同构成了独特的珊瑚群落。其形态反映了对当时水体能量及营养获取的适应策略。从演化角度看，早古生代珊瑚结构简单，到晚古生代如贵州珊瑚属这类复杂结构的出现，体现了珊瑚在长期演化中对环境变化的响应及自身生理结构的进化，在古生态系统中，因其较大体型和复杂结构成为重要的生态位占据者，为众多小型生物提供栖息场所，影响局部生态群落结构[8]。这些珊瑚化石的存在反映了当时浅海沉积环境的特征，为研究该地区的古生态环境提供了重要线索[9]。

4.1.2. 珊瑚化石分布与环境关系分析珊瑚化石在不同地层中的分布情况及其与沉积环境的关系

在桂林周边地区的下石炭统黄金组中，珊瑚化石在不同地层中的分布情况与沉积环境密切相关。在

黄金组的下部,以深灰色微晶灰岩为主,含有少量复体和单体珊瑚,如*Kueichouphyllum* 和 *Thysanophyllum* 等。随着地层向上逐渐变为泥灰岩、泥岩和页岩互层,珊瑚化石的数量逐渐增多,且以单体珊瑚为主。这是因为随着沉积环境的变化,由于深灰色微晶灰岩形成于相对清澈的浅海环境,水体含泥量较低,适合部分珊瑚生存,但环境条件并非对所有珊瑚都十分有利,所以珊瑚数量较少。随着地层逐渐向上转变为泥灰岩、泥岩和页岩互层,珊瑚化石的数量呈逐渐增多的趋势,并且以单体珊瑚为主。这是因为在这个转变过程中,水体含泥量逐渐增加,复体珊瑚对这种环境变化的适应能力较弱,生长受到抑制;而单体珊瑚具有更强的适应性,能够在含泥量较高的水体环境中生存和繁衍,所以单体珊瑚在这一阶段占据主导。在黄金组的上部,如第四层灰色泥灰岩及灰白色泥岩中,产珊瑚有 *Auloclesia*、*Lophophyllum*、*Kueichouphyllum* 等,同时含泥质较高。这表明在黄金组的不同地层中,沉积环境的变化,尤其是水体含泥量和岩性的改变,对珊瑚的生长和分布起到了关键作用。水体含泥量的变化影响着珊瑚获取营养物质的方式和生存空间,岩性的差异也决定了珊瑚所适应的底质条件,这进一步说明了不同地区的沉积环境差异对珊瑚化石分布的影响。

不同地区的沉积环境差异同样对珊瑚化石分布产生影响。如果某地区与桂林地区黄金组下部都有长身贝属化石,但该地区岩相更偏向于砂质沉积,这暗示两地在同一地质时期处于不同的沉积相带。这种沉积环境的差异会导致珊瑚化石的种类、数量和分布情况都有所不同,说明沉积环境的多样性是造成珊瑚化石分布差异的重要因素。

4.2. 腕足类化石特征

4.2.1. 常见腕足类化石种类列举 *Pugilis*、*Vitilipructusgröberi* 等腕足类化石

在桂林周边地区下石炭统黄金组中,常见的腕足类化石有 *Pugilis*、*Vitilipructusgröberi*、*Delepinea*、*Plicoconetes*、*Wellerella*、*Neospirifer*、*Punctospirifer*、*Cleiothyridinaroyssii*、*C. media*、*Athyrisyazitanensis Jin et Liao*、*Composita* 等。这些腕足类化石形态各异,有的具有复杂的纹饰,有的则较为光滑。其壳面纹饰及形态变化与水流、底质等环境因素密切相关。在演化进程中,腕足类从寒武纪出现至晚古生代繁盛再到二叠纪后大量灭绝,其在黄金组中的形态特征是特定演化阶段的体现,对研究生物演化历程中形态与环境适应性改变意义重大。生态上,它们作为海洋底栖生物,是海洋食物链的重要环节,其分布变化反映生态系统的动态平衡与环境变迁[10]。

4.2.2. 腕足类化石的生态意义探讨腕足类化石对了解当时生态环境的作用

腕足类化石在了解当时生态环境方面具有重要意义。首先,腕足类是海洋底栖生物,它们的存在反映了浅海沉积环境。通过对腕足类化石的研究,可以推断出当时的海洋水深、水温、水质等环境参数。其次,腕足类与其他生物如珊瑚、三叶虫、菊石等共同构成了海洋生态系统。它们之间的相互关系和食物链关系可以帮助我们了解当时海洋生态系统的结构和功能。腕足类可能以浮游生物为食,同时又成为其他海洋生物的食物来源。此外,腕足类化石的分布情况也可以反映出当时的海洋水流、沉积环境等因素的影响。在桂林周边地区下石炭统黄金组中,腕足类化石与珊瑚化石共同出现,表明它们生活在相似的环境中。同时,不同地层中腕足类化石的种类和数量的变化也反映了环境的变化。在黄金组的上部,随着水体含泥量的增加,腕足类化石的种类和数量也有所变化。这表明腕足类对环境变化具有一定的适应性,同时也为我们研究当时的环境变化提供了重要线索。

4.3. 生物地层划分与对比

综合黄金组中珊瑚、腕足类等化石分布与岩相变化,可构建新的生物地层划分方案。以珊瑚化石组合带为例, *Kueichouphyllum-Auloclesia* 组合带可进一步细分亚带。在黄金组下部,依据出现的少量复体和

单体珊瑚(如 *Kueichouphyllum* 和 *Thysanophyllum* 等)及特定岩相(深灰色微晶灰岩)划定为下部亚带; 上部随着珊瑚化石数量增多及单体珊瑚主导(如 *Auloclisia*、*Lophophyllum*、*Kueichouphyllum* 等)且岩相转变为泥灰岩、泥岩和页岩互层, 划定为上部亚带[11][12]。

对比其他地区地层时, 关注共有的标准化石及生物组合特征。若其他地区存在类似的珊瑚或腕足类化石组合, 但岩相或化石丰度有差异, 可通过详细对比分析沉积环境的相似性与差异性, 进一步校准地层时代。如某地区与桂林地区黄金组下部都有长身贝属化石, 但该地区岩相更偏向于砂质沉积, 这暗示两地在同一地质时期处于不同的沉积相带, 通过综合对比这些因素, 提高地层划分的准确性和区域地层对比的可靠性。

4.4. 岩相特征

4.4.1. 黄金组岩相变化描述黄金组从灰岩、泥质灰岩到泥灰岩、泥岩和页岩互层的岩相变化过程

桂林周边地区下石炭统黄金组的岩相呈现出明显的变化过程。黄金组下部主要以深灰、灰黑色灰岩、含燧石灰岩、泥质灰岩为主, 随着地层向上逐渐变为泥灰岩、泥岩和页岩互层。这种岩相变化反映了沉积环境的逐渐改变。在黄金组下部, 灰岩和泥质灰岩的形成可能与相对较清澈的浅海环境有关, 水体中碳酸钙的沉淀形成了灰岩和泥质灰岩。随着时间的推移, 水体中的泥质含量逐渐增加, 导致了泥灰岩、泥岩和页岩的形成。这种岩相变化过程是一个连续的沉积过程, 反映了浅海环境中水体条件的逐渐变化。

4.4.2. 岩相与化石分布的关系分析岩相变化对不同化石分布的影响

岩相变化对不同化石的分布产生了显著影响。从区域地质背景看, 泥盆纪华南处于构造体制转折期, 加里东运动后扬子地块和华夏地块碰撞造山, 随后海侵自西南向东北推进。石炭纪右江盆地海侵扩大, 桂东北沉积环境从晚泥盆世的酸盐台地与台间海槽过渡到早石炭世的酸盐台地与浅滨海相交界区域[10][13]-[15]。在黄金组沉积初期, 灰岩和泥质灰岩为主的岩相表明水体较清澈、浅海环境稳定, 可能处于碳酸盐台地相, 此时海洋生物繁盛, 为珊瑚、腕足类等生物提供适宜生存条件, 其控制因素主要是稳定的构造背景和适度的水体能量, 有利于碳酸钙沉淀形成灰岩[11][16]-[18]。在黄金组下部的灰岩和泥质灰岩中, 珊瑚和腕足类化石相对较少, 且以复体珊瑚和长身贝类 *Dictyoclostus* 等腕足类为主。随着岩相变为泥灰岩、泥岩和页岩互层, 珊瑚化石的数量逐渐增多, 且以单体珊瑚为主, 如 *Kueichouphyllum sinense*、*Auloclisiaelegantula* Wu et Zhao 等。腕足类化石的种类也更加丰富, 如 *Pugilishunanensis*、*Vitilipructus gröberi* 等。这是因为岩相的变化导致了水体环境的改变, 泥灰岩、泥岩和页岩互层的环境中, 水体含泥量较高, 不利于复体珊瑚的生长, 而单体珊瑚更能适应这种环境。同时, 腕足类化石在这种环境中也有较好的生存条件。这说明了岩相变化对不同地区化石分布的影响。此外, 岩相变化还影响了其他化石的分布, 如三叶虫、菊石、海百合茎等化石在不同岩相中的分布也有所不同。在黄金组下部的灰岩和泥质灰岩中, 这些化石相对较少, 而在泥灰岩、泥岩和页岩互层的环境中, 这些化石的数量也有所增加, 这表明岩相变化对整个海洋生态系统的化石分布都产生了影响。在整个演变过程中, 构造运动、海平面变化、气候条件(影响风化侵蚀强度)及海洋水动力条件共同作用, 塑造了黄金组沉积环境的动态变化[16]。

5. 结论

1) 在古生物学方面, 通过对桂林周边地区古生物化石的详细研究, 确定了该地区黄金组的主要化石组合为 *Kueichouphyllum-Auloclisia* 组合带, 腕足类以 *Pugilis* 和 *Vitilipructus* 为主。珊瑚化石丰富多样, 包含了多种珊瑚属种, 如 *Kueichouphyllum*、*Auloclisia*、*Heterocaninia*、*Neoclisiophyllum*、*Arachnolasma* 等。腕足类化石常见的有 *Pugilis*、*Vitilipructus gröberi*、*Delepinea*、*Plicochonetes*、*Wellerella*、*Neospirifer*、

Punctospirifer、*Cleiothyridinaroyssii*、*C. media*、*Athyrisyazitanensis Jin et Liao*、*Composita* 等。珊瑚化石从早古生代到晚古生代结构由简单变复杂，展现了生物对环境变化的适应与进化；腕足类化石在特定演化阶段呈现出的形态特征，为研究生物演化中形态与环境适应性改变提供了依据；棘皮动物化石记录了自身的演化过程。在古生态方面，珊瑚因其体型和结构为小型生物提供栖息场所，影响群落结构；腕足类与其他生物共同构成海洋生态系统，其分布变化反映生态系统的动态平衡与环境变迁；棘皮动物在海洋生态系统中占据一定生态位，它们的化石分布有助于了解当时的生态系统组成和沉积环境特点。

2) 在地层学方面，桂林周边下石炭统黄金组的岩相呈现出明显的变化过程，从灰岩、泥质灰岩到泥灰岩、泥岩和页岩互层，反映了沉积环境的逐渐改变。岩相变化对不同化石的分布产生了显著影响，珊瑚化石的数量逐渐增多，且以单体珊瑚为主，腕足类化石的种类也更加丰富。通过与其他地区地层的对比，可以更好地确定地层的时代和沉积环境，了解不同地区在同一地质时期的地质演化过程，为矿产资源的勘探提供线索，为研究地球历史上的重大地质事件提供依据。

基金项目

本项研究受桂林理工大学大学生创新训练计划国家级立项项目“画中有‘化’——桂林周边古生物化石调研及保护宣传”(202410596005)资助。

参考文献

- [1] 俞昌民, 王成源. 广西桂林南边村泥盆—石炭系界线——特征与记录[J]. 地球科学进展, 1991(4): 75.
- [2] Chao, K. (1942) On the Occurrence of *Melonechinus* in Kuangsi, China. *Bulletin of the Geological Society of China*, 22, 201-204. <https://doi.org/10.1111/j.1755-6724.1942.mp223-4006.x>
- [3] 曾广春, 纵瑞文, 刘琦. 隐藏的风景——广西古生物化石记[J]. 新阅读, 2019(7): 87.
- [4] 关华, 黄春源, 傅中平. 广西古生物化石资源概况及开发建议[J]. 南方国土资源, 2017(4): 29-31, 35.
- [5] 陈智敏, 孙元林. 具彩色斑纹颅形贝在广西桂林下石炭统黄金组中的发现: 兼论颅形贝属的地质地理分布[J]. 古地理学报, 2013, 15(6): 795-808.
- [6] 李凤麟, 张欣平, 何令仪, 等. 华南下石炭统海胆化石[J]. 地球科学, 1985(10): 97-103.
- [7] 张家志. 桂北兴安早石炭世洪波特珊瑚[J]. 古生物学报, 1986, 25(2): 194-200.
- [8] 张彦涛. 浅谈(虫筵)化石命名的源由及演化意义[J]. 华北自然资源, 2019(5): 11-13.
- [9] 陈贵英, 韩乃仁, 周又敏, 等. 桂林兴安拓村下石炭统黄金组生物地层研究[J]. 桂林理工大学学报, 2020, 40(1): 55-59.
- [10] 姜在兴. 沉积体系及层序地层学研究现状及发展趋势[J]. 石油与天然气地质, 2010, 31(5): 535-541, 514.
- [11] 陈晓红, 巩恩普, 王铁晖, 等. 广西田林县下洞村石炭纪早期珊瑚礁基本特征及其沉积环境分析[J]. 地质学报, 2013, 87(5): 597-608.
- [12] 张守信. 地层划分概念的发展与中国地层规范的修订[J]. 地层学杂志, 1979(2): 103-112.
- [13] 彭中勤, 王传尚, 李志宏, 等. 广西桂中坳陷东缘早石炭世斜坡相层序地层研究[J]. 中国地质, 2014, 41(5): 1503-1514.
- [14] 中国各地质时代地层划分与对比[J]. 海相油气地质, 2006(3): 63.
- [15] 方少仙, 候方浩. 广西田林县浪平碳酸盐台地石炭纪沉积环境及大塘期苔藓虫——珊瑚点礁[J]. 沉积学报, 1986(3): 30-42, 143.
- [16] 王越奇. 基于生物标志物从近岸到深海的生态环境演变比较研究[D]: [博士学位论文]. 北京: 中国科学院大学(中国科学院海洋研究所), 2021.
- [17] 苗卓伟, 张永利, 巩恩普, 等. 广西隆安下石炭统都结微生物岩微相特征与沉积环境研究[J]. 地质论评, 2016, 62(5): 1134-1148.
- [18] 李金梅, 巩恩普, 孙宝亮, 等. 贵州紫云晚石炭世叶状藻礁灰岩微相特征与沉积环境的研究[J]. 沉积学报, 2010, 28(1): 26-32.

附 录



