

贵州紫云二叠纪生物礁的 基本特征及其发育规律^①

王生海¹ 范嘉松² J. Keith Rigby³

¹ (西南石油学院, 南充 637001) ² (中国科学院地质研究所, 北京 100029) ³ (美国杨伯翰大学)

提 要 贵州紫云二叠纪生物礁是我国二叠纪发育最好的生物礁之一。该地区生物礁包括茅口阶堤礁、吴家坪阶珊瑚层、长兴阶堤礁和点礁。本文通过大比例尺地质填图和剖面测量, 系统地研究了该地区生物礁的沉积学特征和古生物学特征, 建立了成因模式。研究表明, 紫云二叠纪生物礁类型较多。礁组合相带齐全, 礁骨架结构极为典型, 古岩溶十分发育。生物礁发育程度具有明显的旋回性, 海平面的相对变化和古气候是控制生物礁发育的主要因素。

关键词 生物礁 二叠纪 贵州紫云

第一作者简介 王生海 男 32 岁 博士 沉积学

前 言

黔南桂北一带是我国二叠纪生物礁最发育的地区之一。紫云二叠纪生物礁露头均分布在县城周围, 交通十分方便。紫云生物礁保存较好, 相带清楚, 特别是长兴阶生物礁。礁核相的骨架岩极为典型, 造礁生物丰富多彩, 各种成岩现象十分发育。紫云二叠纪生物礁完全可以和美国西南部著名的 Capitan 生物礁相媲美, 可作为我国西南地区二叠纪生物礁的典型代表。

为查清研究区的构造、地层及岩相分布, 我们对紫云县城周围约 60 km² 范围内做了大比例尺地质填图(图 1)。研究区位于白岩—田坝背斜的东南倾伏端, 一个 S 形断层横穿研究区南部, 区内出露中二叠世至早三叠世地层。

本文采纳一些学者的建议^{①,②}, 对二叠系实行三分。在前人工作的基础上, 对研究区的地层重新作了划分和对比, 并建立了一些新的岩石地层单位(图 2)^②。

紫云二叠纪生物礁的层位有三个, 即中二叠统茅口阶、上二叠统吴家坪阶和长兴阶。其中以长兴阶生物礁发育最好, 保存最完整, 为本文研究的重点。

1 茅口阶堤礁和吴家坪阶珊瑚层

1.1 茅口阶堤礁

茅口阶生物礁露头较为零星, 散见于白岩—田坝背斜东翼的芹菜园, 县城里的观音

① 国家自然科学基金资助项目。

② 王生海, 贵州紫云二叠纪生物礁研究, 博士论文, 1993。

山、印山和背斜西翼的紫云洞等地，背斜轴部已遭剥蚀。相带的展布呈北西向。根据对研究区内露头的全面观察，鉴别出了礁核相、礁前斜坡相、礁后生屑滩相和盆地相所构成的堤礁组合。

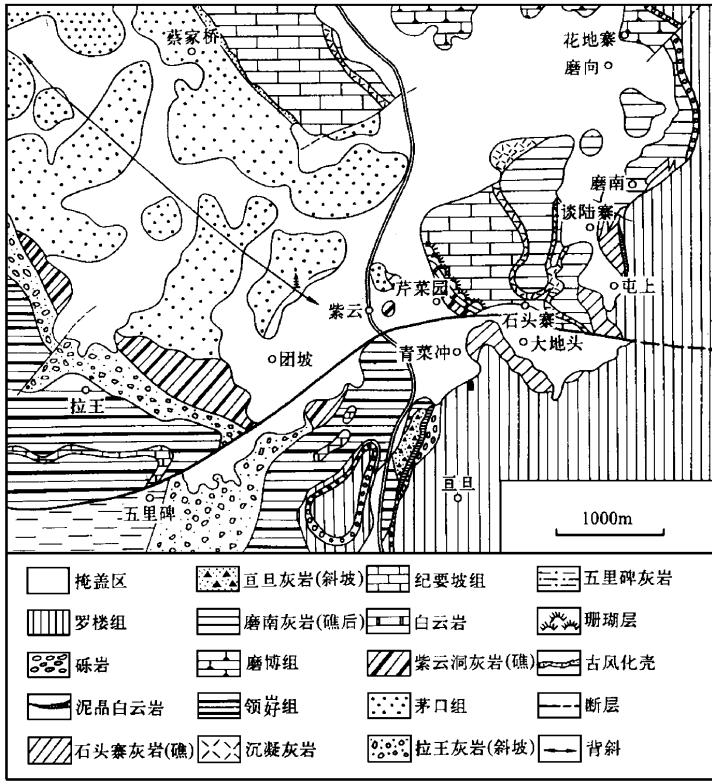


图 1 紫云县城附近地质图

Fig. 1 Geologic map of the region around the town of Ziyun County

礁核相以紫云洞灰岩为代表，露头散见于芹菜园、紫云洞、观音山和印山等地，岩石呈浅灰色，厚层至块状，主要由障积岩和骨架岩组成。典型的骨架岩见于芹菜园剖面，由钙质海绵、水螅、苔藓虫和管壳石等造架生物和联结生物古石孔藻组成骨架，骨架内部有发达的球粒泥晶胶结物，骨架孔由内沉积物或纤状方解石胶结物充填。礁骨架发生强烈的角砾化，角砾大小混杂，呈棱角状，无基质，角砾间充填帚状黑色放射轴状方解石胶结物。这种角砾岩分布极不规则，为古岩溶作用所形成。礁核相顶部有一起伏不平的古岩溶面，石芽和溶沟十分典型。古岩溶面被 48 m 厚的结晶白云岩所覆盖，该古岩溶面向北即变成茅口组蜓灰岩顶部不连续的古风化壳，该古风化壳被上二叠统纪要坡组覆盖。

礁前斜坡相由拉王灰岩组成，露头见于紫云洞以西至拉王一带。岩石呈层状，含大量生物碎屑和角砾。主要由泥粒岩、漂浮岩和角砾岩组成，粒序层发育。

生屑滩相为区内茅口组主体，分布在白岩—田坝背斜轴部，主要由蜓化石(50%—

80%)及其它微体化石(有孔虫、钙藻等)组成,多为颗粒支撑,构成泥粒—颗粒岩。该相也构成了礁体发育的基底。

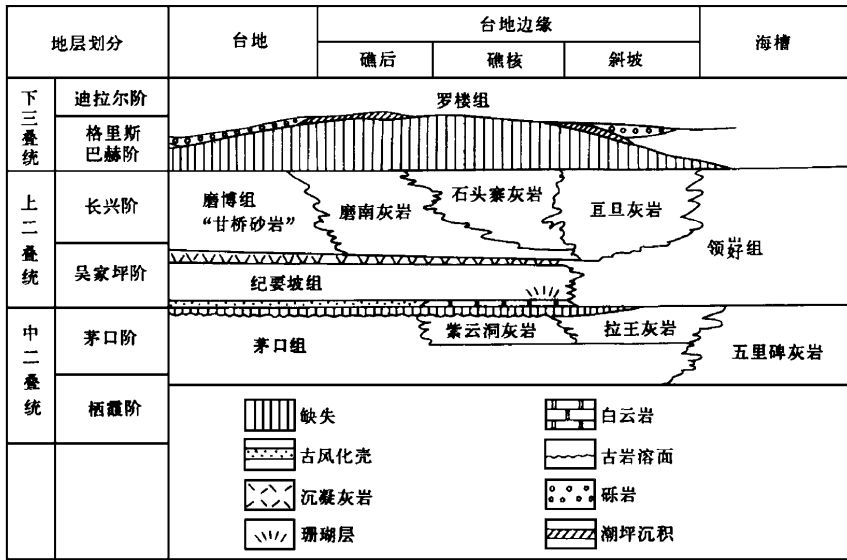


图 2 紫云县城附近地层划分与对比

Fig. 2 Stratigraphic division and correlation of the region around the town of Ziyun County

盆地相以五里碑灰岩为代表,见于五里碑及其以西地区。岩石为中-厚层状,呈深灰至黑色,含大量燧石条带和燧石层。岩石主要为泥状灰岩,含钙球。剖面上可见含蜓和砾石的泥粒岩—粒泥岩夹层,具粒序性。蜓化石多变形和破碎,其属种组合与茅口组相同。泥状灰岩常发生同生张裂,裂隙为含蜓泥粒岩充填,反映了盆地边缘环境的特点。

1.2 吴家坪阶珊瑚层

珊瑚层见于芹菜园至木来冲一带的纪要坡组灰岩的下部。在芹菜园剖面发现了至少 5 个珊瑚层。珊瑚层呈块状和厚层状,厚 0.5—1.5 m,延伸数十米至上百米,厚度稳定。其中四个珊瑚层由假黄氏珊瑚(*Pseudohuangia* sp.)组成。这种珊瑚为丛状,呈直径 50 cm 的扇形,构成珊瑚丛林(Coralthickets)。由于上覆沉积物的压实作用,有些珊瑚丛发生变形和垮塌。枝状珊瑚间充填各种生屑和灰泥。仅有一个珊瑚层由块状复体珊瑚 *Ipciphyllum* sp. 组成。厚 0.5 m。与珊瑚层共生的生物群种类繁多,包括有孔虫、棘皮类、钙藻、腕足类、腹足类、海绵等。蜓主要有 *Codonofusiella* 和 *Reichelina* 两属。

2 长兴阶生物礁

长兴阶生物礁组合见于背斜东翼。礁组合出露完整,相带清楚。由北部的花地寨至南部巨旦约 6 km 范围内可观察到局限台地相、礁后生屑滩相、点礁相、礁核相、礁前斜坡相及深水海槽相。

2.1 沉积特征

为控制长兴阶礁组合的岩相变化和研究礁组合的沉积特征，共测制了七条剖面(图 3)，并对花地寨以北局限台地相和辽箐一带的海槽相进行了观察取样。礁组合及相关的沉积相特征简述如下：

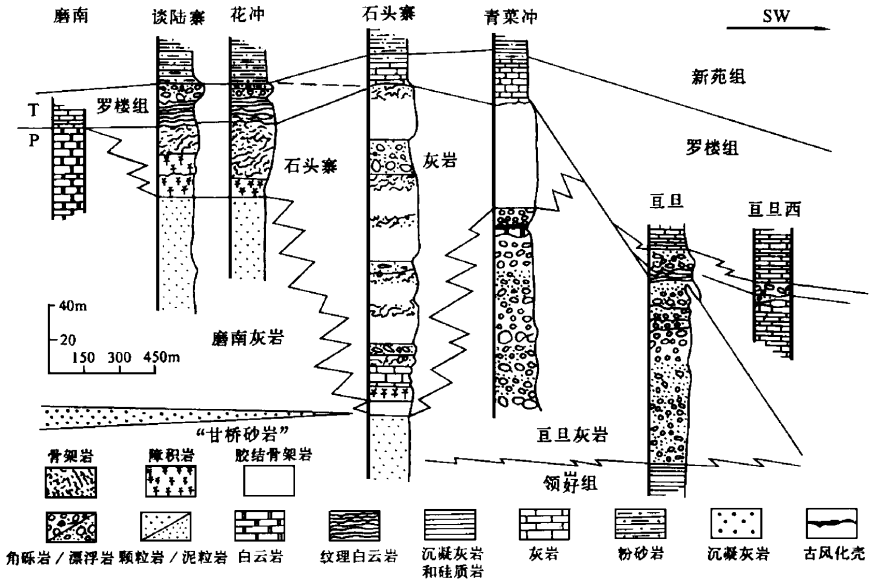


图 3 长兴阶礁组合剖面图

Fig. 3 Stratigraphic sections of the Changxingian reef complex near Ziyun

(1) 礁核相

礁核相露头分布在谈陆寨—石头寨—青菜冲一带，以石头寨灰岩为代表。礁核相的宏观特征是岩石呈浅灰色，不具层理，风化面粗糙，发育小石林地貌 与礁后和礁前斜坡相层状岩石差别明显。礁核相常见具纹理的洞穴沉积、角砾构造、不规则分布的深色栉壳状方解石胶结物、各种充填类型的裂缝构造(水成岩墙)和纤维状方解石脉。在青菜冲剖面的中上部可见紫红色的古风化壳。

礁核相主要由以下岩石类型组成：

骨架岩： 由造架生物经包壳生物(主要是古石孔藻)组成骨架，骨架内部和骨架孔中有多期不同类型的胶结物、内沉积物及渗流沉积物(图版 I-2)。

胶结骨架岩： 在礁核相，常见不规则分布的角砾岩，角砾主要由骨架岩组成，无分选，无基质，砾内有溶蚀特征，砾间有发达的黑色栉壳状放射轴胶结物，砾间孔中心为白色块状方解石或多期渗流粉砂充填(图版 I-8)。这种岩石多与经放射轴状胶结物充填的网状裂隙相伴生，其成因与古岩溶作用有关。

障积岩： 由枝状造礁生物和大量细粒沉积物组成(图版 I-9)。这种岩石多见于礁核相下部和靠近礁后部位。

角砾岩/漂浮岩： 在礁核相可见数层由骨架岩碎块、造礁生物礁片及其它细粒沉积物

组成的角砾岩/漂浮岩夹层,多为透镜状。这类岩石可能为强风暴作用的结果,而不一定反映海平面的显著变化。

颗粒岩/泥粒岩:由砂级的生屑、内碎屑组成,分布不均,很可能是骨架间的沟道沉积。

(2) 礁前斜坡相

礁前斜坡相出露于青菜冲—亘旦一带,以亘旦灰岩为代表。该相主要由角砾岩和漂浮岩组成,岩石厚层状。砾石分选差,砾间有不同含量的基质,海底胶结物少见(图版 I-10)。砾石主要由礁灰岩和泥粒岩—颗粒岩组成,直径数厘米至数十厘米,并向盆地方向变小。粒序层普遍(图版 I-7)。底部可见冲刷充填构造,为碎屑流沉积特征。

(3) 礁后生屑滩相

以磨南灰岩为代表,分布于谈陆寨至花地寨一带,主要由生屑泥粒岩—颗粒岩组成,主要生物包括钙藻(常见 *Gymnocodium*, *Permocalculus*, *Mizzia*, *Pseudovermiporella* 等属)、有孔虫,蜓(*Palaeofusulina*, *Nankinella*, *Reichelina* 及少数 *Codonofusiella*)、管壳石(单体柱状类型)、棘皮类、腕足类等(图版 I-4)。可见星散的海绵、水螅及丛状四射珊瑚。

礁后相白云石化普遍。在谈陆寨剖面仅见斑块状白云石化,而在磨南一带岩石已变成层状结晶白云岩,但位于磨南村之北的点礁虽然被白云岩包围,却未发生白云石化,这反映了礁灰岩发达的早期胶结作用使孔隙较早地消失,因而在埋藏白云石化阶段不利于白云石化流体的导入。

(4) 点礁相

在磨南村北出露一个宽 50 余米,厚约 30 m 的点礁。其造礁生物组合和岩石结构与堤礁相同。礁顶部遭侵蚀,并为下三叠统直接覆盖。

(5) 局限台地相

分布在花地寨以北,为一套中—厚层状含燧石条带和结核的灰岩,呈深灰—黑色,主要由粒泥岩组成,含钙藻和有孔虫等化石。

(6) 深水海槽相

以领岩组为代表,见于县城南部松林坡至辽箐一带,为一套杂色沉凝灰岩夹多层中—薄层状黑色硅质岩。沉凝灰岩具细纹理,由细砂级的硅化玻屑和硅化有孔虫组成。玻屑呈弧面棱角状和浮石状,成层定向分布(图版 I-6)。硅质岩亦具极细纹理,由微晶石英和少量玉髓组成,有不同含量的杂质(图版 I-5)。硅质岩含丰富的硅质海绵骨针。

(7) 潮坪相

潮坪相露头见于谈陆寨剖面和亘旦剖面顶部,属于早三叠世沉积。以潮上带纹理状泥晶白云岩为主,含少量薄壳双壳类化石(图版 I-3)。潮坪沉积分布范围有限,在谈陆寨一带厚约 10 m,出露宽度数百米,与下伏礁灰岩之间界线清楚,泥晶白云岩中也有较大的礁灰岩砾块。在亘旦剖面顶部,潮坪白云岩厚约 2 m,可追踪的宽度只有几十米。这层白云岩有强烈的塑性揉皱变形,与下伏礁前相角砾岩为突变接触。岩石具有特征的泥板构造。

潮坪沉积分布在靠近礁后和礁前部位,反映了二叠纪末期生物礁的暴露,形成礁岛,潮坪沉积形成于岛的周围。潮坪白云岩中有洞穴堆积菊石,顶部有下三叠统格里斯巴赫阶顶部的双壳类—菊石组合,推测这套潮坪沉积形成于早三叠世格里斯巴赫期。

2.2 长兴阶生物礁的沉积模式

长兴阶生物礁的发展可归纳为三个阶段(图 4)。

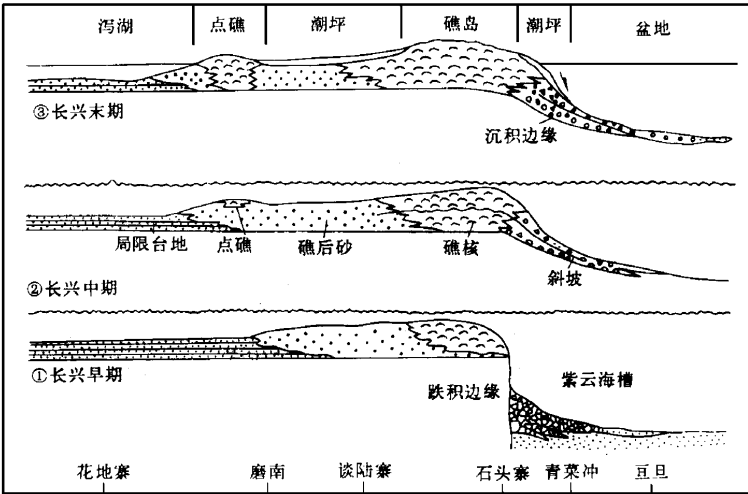


图 4 长兴阶生物礁沉积模式

Fig. 4 Depositional model of the Changxingian reef complex in Ziyun

(1) 早期阶段：吴家坪晚期—长兴早期，在台地边缘有孔虫—棘屑浅滩的基础上造礁生物开始定殖，逐渐发展拓殖，并开始造成环境分异，形成了以障积岩为主的丘状隆起。有孔虫—棘屑组合向礁后发展，形成礁后滩相沉积。吴家坪期形成的跌积型台地边缘仍存在，在台地边缘的陡崖底部堆积了大型砾石，以青菜冲剖面下部为代表。

(2) 中期阶段：此阶段包括长兴期大部分时间。此期岩相分异更加明显。在礁后生屑浅滩之上开始发育点礁。在台地边缘礁骨架发育。在礁体发育过程中曾有过较长时间的暴露，形成古风化壳当礁体再次被海水淹没时，古风化壳遭受改造而不连续。由于波浪作用使礁生长带的造礁生物及骨架，被打碎而大量地搬运到礁前堆积，形成礁前斜坡相，使台地边缘由跌积型转化为沉积型，礁核相也逐渐向盆地方向和台地方向发展拓殖。

(3) 晚期阶段：在长兴末期生物礁的发展达到了极盛时期(泛殖期)。礁核相的范围进一步加宽，礁组合岩相分异更加明显。在长兴末期发生大规模海退，使礁体暴露而形成礁岛。早三叠世初期(格里斯巴赫期)，在礁岛周围形成潮坪沉积。此时的海水局限于海槽和海底。这种古地形控制了早三叠世早期沉积相的展布，如罗楼组灰岩在靠近海槽部位较厚，而向台地相部位迅速减薄至尖灭。

3 紫云生物礁的演化

紫云二叠纪生物礁的发育过程可划分为两大旋回(图 5)。第一旋回始于中二叠世栖霞晚期，结束于茅口期末。该旋回早期，随着海平面缓慢上升和碳酸盐沉积物加积，首先在台地边缘地带形成生屑滩(海进体系域)，在茅口中期达到最大海进范围时，台地边缘形成

了适宜于造礁生物大量生长的环境,加上合适的古气候条件,生物礁开始发育(高水位体系),并形成了明显的岩相分异。在茅口末期发生海退,海平面迅速下降至礁前斜坡以下,使礁组合较长时间出露地表,形成古岩溶和古风化壳。

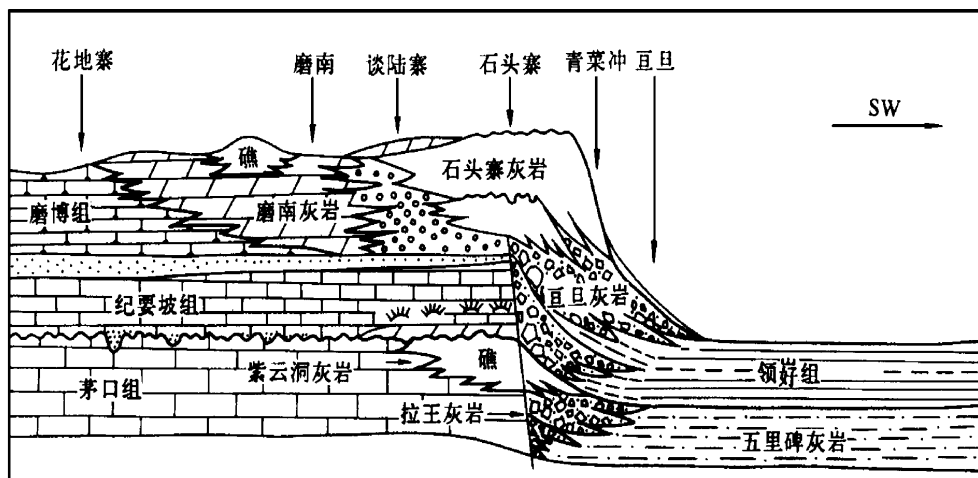


图5 紫云二叠纪生物礁剖面图

Fig. 5 Generalized section of the Permian reefs in Ziyun County

晚二叠世开始,扬子地区发生了一次新的海侵,在靠近古陆部位形成海陆过渡相陆源碎屑含煤沉积(“龙潭组”),在靠近广海一侧形成碳酸盐沉积(“吴家坪组”)。由于海侵初期海水含杂质,水深变化快,碳酸盐沉积不能迅速补偿海平面的上升,因此在吴家坪阶没有形成典型的生物礁,仅发育了一些珊瑚层。吴家坪晚期,随着海侵范围的扩大,陆源碎屑沉积区向古陆方向退缩,在台地边缘开始形成厚层一块状的有孔虫—棘屑泥粒岩组成的浅滩沉积,生物礁在此基础上开始发育。礁体的快速增长使礁顶水体变浅,在礁体发育过程中,曾有不同时间的暴露,形成古风化壳。

长兴期末发生迅速的海退,使礁体暴露形成礁岛。早三叠世格里斯巴赫期在礁岛周围形成潮坪沉积。

收修改稿日期:1995年2月8日

参 考 文 献

- (1) 张正华,王治华,李昌全,黔南二叠纪地层,贵阳贵州人民出版社,1988。
- (2) 张祖圻,关于二叠系国际统一年代地层系统的建议,石油与天然气地质,1989,10(1):1—8。

The Characteristics and Development of the Permian Reefs in Ziyun County, South Guizhou, China

*Wang Shenghai*¹ *Fan Jiasong*² and *J. Keith Rigby*³

¹ (Southwest Petroleum Institute, Nanchong 637001)

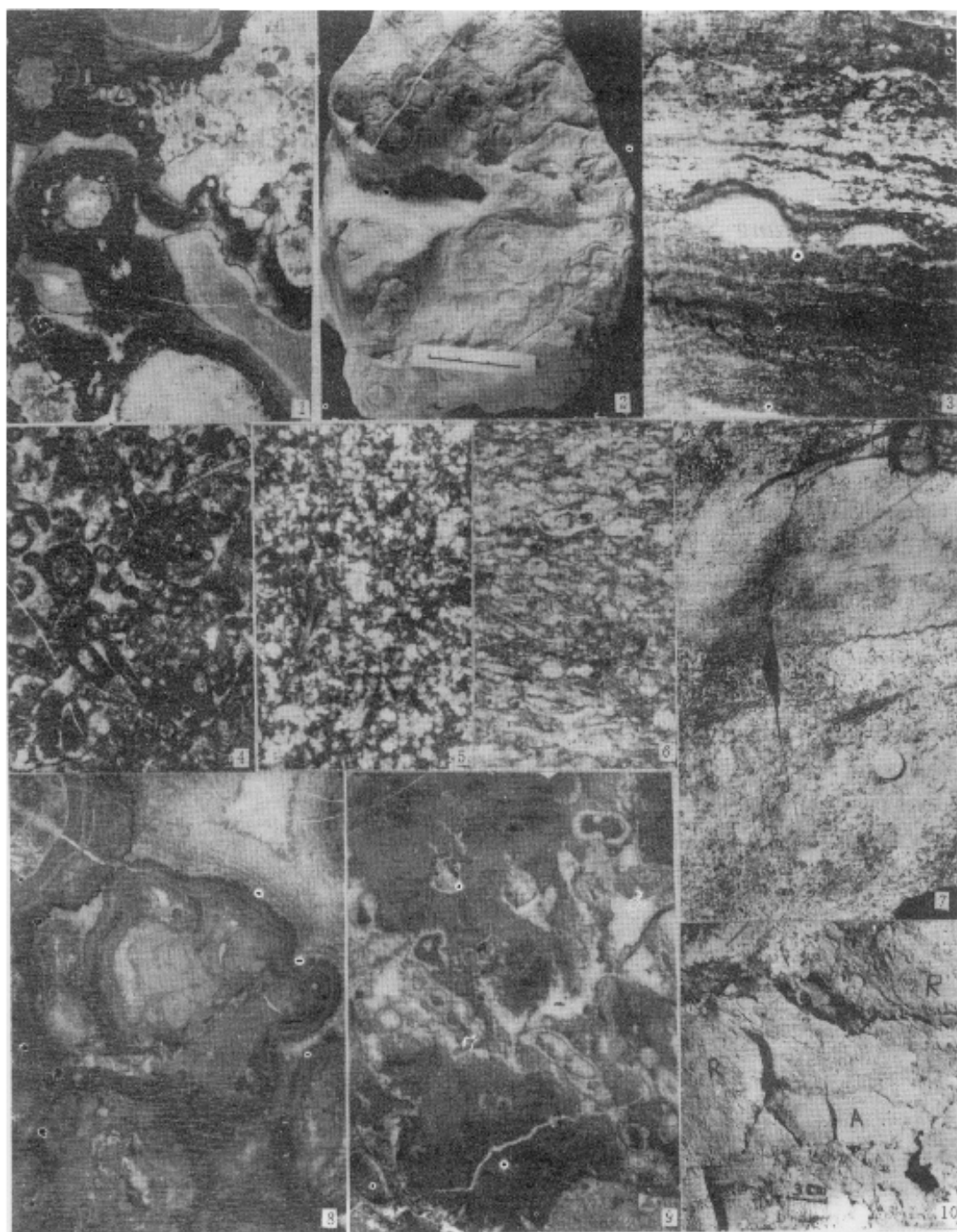
² (Institute of Geology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029)

³ (Department of Geology, Brigham Young University 637001)

Abstract

The Permian reefs in Ziyun County, Guizhou, are among the best developed reefs in South China. The horizon of these reefs ranges from the Middle Permian Maokun to the uppermost Permian Changxingian. Except the Upper Permian Wujiapingian coral biostromes, the main reef building organisms include calcisponges, hydrozoans, bryozoans, and the encrusting alga *Archaeolithoporella*. The facies difference is very distinct. Especially the Changxingian reef complex, including backreef skeletal sand facies, reefcore facies, forereef slope facies, and basin facies, can be observed in a distance less than 6 kilometers from north to south. Well developed reefs exist in the highstand systems tracts of each depositional sequence. Relative changes of sealevel and paleoclimate are believed to be the fundamental control factors on the development of the reefs.

Key Words: Reef Permian Guizhou Ziyun county



图版说明 1-1 骨架岩,由海绵等远古石孔藻(黑色)包裹而成,骨架孔由纤维方解石和沉积物充填,×1.5。 1-2 骨架岩,有发达的古石孔藻包壳和纤维方解石胶结物。 1-3 纹理状泥质白云岩,有少量薄壳型类化石,×1.5。 1-4 藻屑颗粒岩,×15。 1-5 砂质岩,由微古石类和少量玉藻组成,无交叠壳,×65。 1-6 沉凝灰岩,×58。 7 砂序层。 1-8 胶结骨架岩,××1.5。 1-9 藻结岩,×1.5。 1-10 角砾层。