

四川旺苍双汇下二叠统茅口组 眼球状石灰岩成因分析

刘杰¹, 李蔚洋¹, 何幼斌²

(1 江汉油田勘探开发研究院; 2 长江大学)

摘要 四川旺苍双汇眼球状石灰岩主要分布在下二叠统茅口组的下部、中部及顶部, 累计厚度 102.77 m, 占茅口组厚度的 53.27%。眼球体(瘤体)为较纯的碳酸盐岩, 占全岩的 40%-50%; 眼皮(基质)为泥质含量较高的碳酸盐岩, 条带状绕瘤体分布。瘤体和基质的原始沉积物分别形成于开阔台地环境和局限台地环境; 差异压实和差异压溶作用使层状的原始沉积物逐渐演化为眼球和眼皮结构。认为眼球状石灰岩的形成是沉积作用和成岩作用相综合的结果。

关键词 眼球状石灰岩; 岩石成因; 沉积作用; 成岩作用; 茅口组; 四川盆地

中图分类号: TE112.23

文献标识码: A

眼球状石灰岩亦称瘤状石灰岩, 它是指在地质历史时期中凡是具瘤状形态及相似产出特征的所有石灰岩^[1]。迄今为止, 我国已在不少地区的眼球状石灰岩中发现了良好的油气显示, 如镇江句容和苏南、皖南及川西北等地区, 其中四川盆地下二叠统的眼球状石灰岩更是一种重要的产气岩石类型, 因此对它的研究更具有实际意义。

本文对四川旺苍双汇剖面(图 1, 以下简称双汇剖面), 以露头为基础, 结合显微薄片、C、O 同位素及微量元素等分析资料, 对其眼球状石灰岩的成因进行了初步探讨, 认为它是沉积作用和成岩作用相综合的结果。

1 研究样品特征

双汇剖面下二叠统茅口组与下伏栖霞组呈整合接触, 与上覆吴家坪组呈平行不整合接触(图 2)。眼球状石灰岩主要分布在茅口组的下部、中部及顶部, 累计厚度 102.77 m, 占茅口组厚度的 53.27%。眼球状石灰岩由瘤体(眼球)和基质(眼皮)两部分组成, 瘤体占全岩的 40%~50%, 多呈眼球状(图 3a), 也可见扁豆状和姜块状(图 3b), 大小不一, 径长一般 10~20 cm, 平面上大致平行于层面分布, 横向上呈断

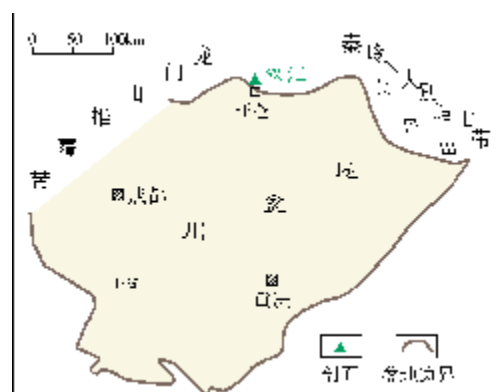


图 1 四川旺苍双汇剖面位置示意图

续的串珠状分布。瘤体主要为深灰色泥(粉)晶生物碎屑石灰岩、生物碎屑质泥(粉)晶石灰岩。瘤体与基质界线清晰, 基质绕瘤体分布, 条带状, 厚薄不均, 厚者可达 5 cm, 薄者不到 1 cm, 一般为 2~3 cm, 主要为灰黑色含生物碎屑泥质石灰岩、生物碎屑质泥质石灰岩、生物碎屑质泥(粉)晶含泥石灰岩。瘤体中的生物碎屑含量一般为 26%~76%, 多为绿藻、红藻、介形虫、有孔虫、腕足类、腹足类和瓣类等碎屑。眼球中裂缝较发育, 基质中可见缝合线构造。

瘤体与基质特征对比见表 1。

收稿日期: 2010-05-27

刘杰: 1981 年生, 助理工程师, 2008 年毕业于重庆科技学院石油工程专业。通讯地址: 433123 湖北省潜江市江汉油田广华勘探开发研究院; 电话: (0728)6502636-811

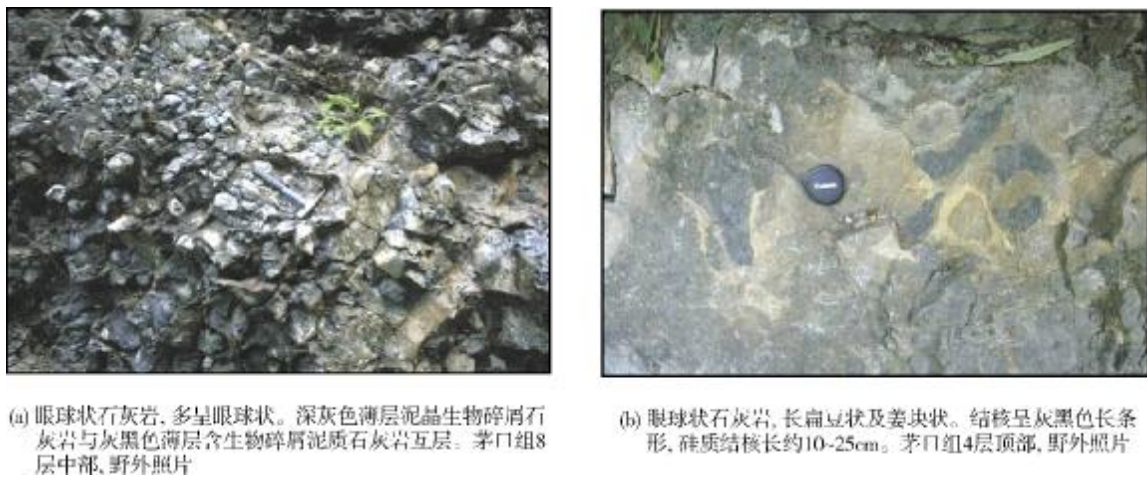


图3 双汇剖面下二叠统眼球状石灰岩

表1 旺苍双汇下二叠统茅口组眼球状石灰岩中瘤体与基质的特征对比

	瘤体(眼球)	基质(眼皮)
颜色	深灰色	灰黑色,较瘤体颜色深
岩性	较为纯净的石灰岩,含泥很少(一般小于5%)	石灰岩泥质含量较“瘤体”高
层理	一般不显层理	微细波状层理
生物类型	生物种类主要有红藻、绿藻、腕足类、有孔虫、介形虫、海百合、腹足类和瓣类等;生物分布无定向	生物碎屑定向排列,种类同“瘤体”
同位素	$\delta^{13}\text{C}$: 3.53‰~3.905‰,平均 3.718‰; $\delta^{18}\text{O}$: -6.893‰~-4.283‰	$\delta^{13}\text{C}$: 3.722‰~4.396‰,平均 4.059‰; $\delta^{18}\text{O}$: -7.11‰~-5.398‰
Mg/Ca	0.024~0.071,平均 0.047	0.031~0.36,平均 0.151
其他	刚性,缝合线较少	塑性相对较强,缝合线较丰富
沉积环境	水动力条件较强	水动力条件较弱

笔者通过对旺苍双汇下二叠统茅口组眼球状石灰岩的分析,认为它是沉积和成岩共同作用的结果。

2.1 沉积作用

眼球状石灰岩的沉积作用标志是明显的,主要表现在沉积过程中原始沉积物组分的差异,即泥质含量的差异(图4a)。这种差异是由水动力条件和泥质供应条件共同决定的。眼皮中泥质含量高,生物碎屑富集,反映了静水沉积条件,其原始沉积物应为局限较深水环境下形成的。眼球体原始沉积物则应在泥质供应少、水动力条件较强的情况下形成。眼球状石灰岩在沉积过程中,水动力条件出现弱—强的间歇性变化,造成了眼球和眼皮的原始组分差异。

从寒武纪至第三纪海相成因碳酸盐岩的 $\delta^{13}\text{C}$ 值

比较稳定。岩石形成后的同位素具交换作用,但在一般情况下,不会较明显地影响碳酸盐岩沉积成岩时形成的 ^{13}C 含量,因此 ^{13}C 含量主要受沉积环境和成岩作用的影响^[5-6]。与此相反,氧同位素在较老的地层中由于受各种地质作用影响及离子交换等作用,而不能较好地反映碳酸盐岩的原始沉积环境。

本区瘤状灰岩的“眼球”、“眼皮”碳同位素分析结果是:眼球的 $\delta^{13}\text{C}$ 值为3.53‰~3.905‰,平均3.718‰;眼皮的 $\delta^{13}\text{C}$ 值为3.722‰~4.396‰,平均4.059‰(表1)。眼球中的 ^{13}C 含量明显低于眼皮。这可能有三方面的原因,一是眼皮在沉积时水动力条件较弱,有机质没有或仅被少量氧化分解,因而得以保存,从而使得 ^{13}C 含量增高。二是眼皮沉积时水体安静,水体流动不畅,没有或仅有较少富含 ^{12}C 的淡水的注入,从而使得眼皮中 ^{13}C 含量相对较高。三是

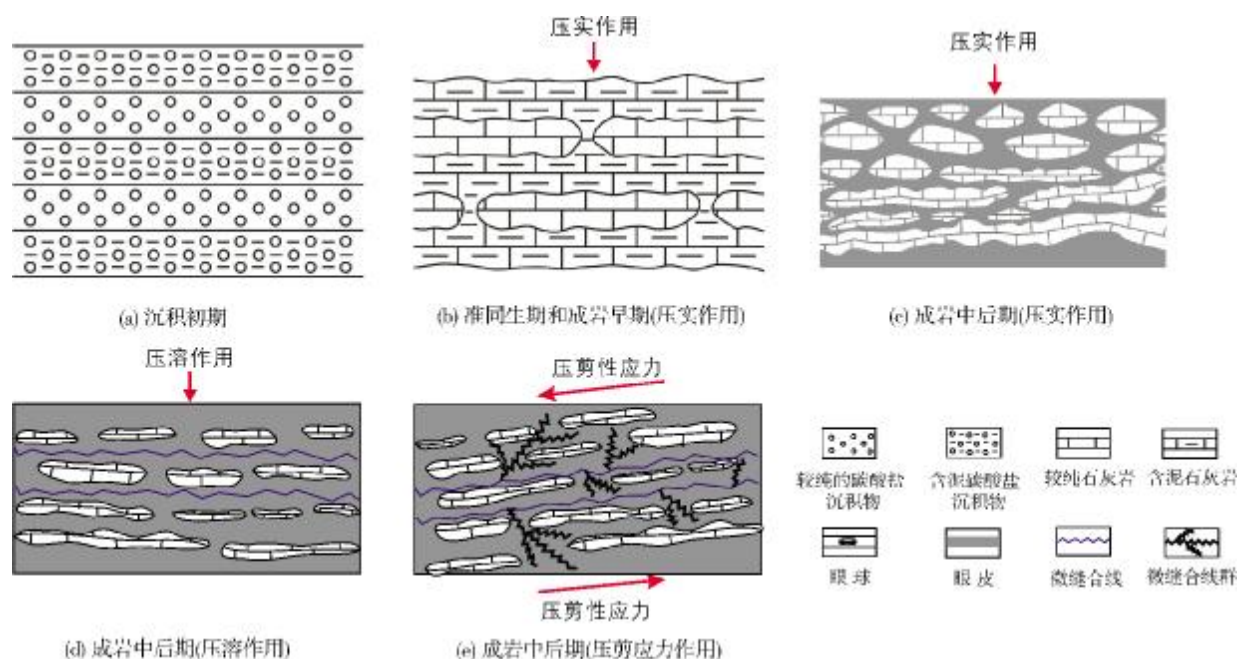


图4 眼球状石灰岩的形成演化示意图

眼皮在沉积时,泥质供应充足,为生物带来充足的养料,生物生命活动较强,消耗了海水中较多的 ^{12}C ,从而使 ^{13}C 含量相对较高。

Mg/Ca值可反映沉积水体的盐度,该比值在蒸发台地、局限台地相(多大于0.15)中最高;在潮下开阔台地(多为0.01~0.07)、台地边缘浅滩沉积中较低。“眼球”中Mg/Ca值为0.024~0.071,平均0.047,其形成环境可能为开阔台地;“眼皮”中为0.031~0.36,

平均为0.151,形成环境可能为局限台地,“眼皮”在形成时水体的盐度较大。

眼球状石灰岩中,微量元素在瘤体和基质中的含量也有明显差异,Ni、Rb、Ba、V、Ga、Al、Mn、Fe的含量在基质中较高,而Sr、B的含量则在瘤体中较高(表2)。结合矿物组合的特点推断,这可能也与泥质含量的高低有关,泥质含量高则黏土矿物的吸附作用强,从而使得眼皮中微量元素的含量偏高。

表2 四川旺苍双汇下二叠统茅口组眼球状石灰岩瘤体和基质微量元素含量分析

	微量元素含量($\times 10^{-6}$)									
	Ni	Rb	Sr	Ba	V	B	Ga	Al	Mn	Fe
眼球体(瘤体)	25.8	3.69	1090	4.21	10.5	5.71	0.12	280	28.4	390
眼皮(基质)	26.1	10.3	610	10.2	46.3	3.75	0.7	320	37.7	1540

2.2 成岩作用

2.2.1 差异压实作用

眼球与眼皮成分的差异(主要指泥质含量的高低),必然会反映在密度和强度的差异上。眼球中的泥质含量明显较低,其密度和强度则明显高于眼皮。在准同生期和成岩早期,较纯碳酸盐沉积物的胶结速度比泥质含量较高的碳酸盐沉积物的胶结速度快,抗压性强。在重力作用下,较纯的碳酸盐沉积物

嵌入富含水的泥质含量较高的碳酸盐沉积物中,由此产生变形并逐渐成岩,较纯的碳酸盐沉积物首先成岩,形成较纯石灰岩。较纯石灰岩自身结构的不均匀性和含泥碳酸盐沉积物的不均匀上窜,导致先成岩的较纯石灰岩层被断开,呈现孤立的似枕状、椭球状或透镜状等不规则形状(图4b)。与此同时,泥质含量较高的碳酸盐沉积物围绕眼球分布并成岩,形成断续条带状、波状或似火焰状等形态,眼球状构造就这样初步形成了(图4c)。

2.2.2 差异压溶作用

在成岩过程中,由于眼皮层固结较弱,沉积物成分存在差异,随着上覆地层压力的增大,发生差异溶解作用,形成缝合线构造(图 4d)。在压力作用下,碳酸钙溶解向外迁移,压敏性较差的黏土等杂质则残留富集在微缝合线(群)中。微缝合线的形成可能与压溶过程中局部应力场转化有关。当一条微缝合线形成后,引起局部应力的改变,缝合线两侧的岩石在压剪性应力的作用下,发生平行其延伸方向的微小相对错动,当这种作用多次进行时,便形成了微缝合线群(图 4e)。

3 结 论

眼球状石灰岩是沉积作用和成岩作用相综合的结果,其原始沉积物形成于开阔台地和局限台地交替变化的沉积环境,反映出泥质供应量的交替变化。“眼球”的原始沉积物泥质含量较低,形成于开阔台

地环境,水体相对较浅,流通较顺畅,泥质供应量低;“眼皮”的原始沉积物泥质含量较高,形成于局限台地环境,水体能量相对较低,沉积水体较眼球的深,泥质供应量相对较高。差异压实作用和差异压溶作用是导致眼球状石灰岩最终形成的主要地质作用。

参 考 文 献

- [1] 蓝光志,张廷山,高卫东. 川西北地区早志留世瘤状灰岩的类型、成因及意义[J]. 西南石油学院学报, 1994, 16(3):1-6.
- [2] 张继庆,等. 四川盆地早二叠世碳酸盐沉积作用及风暴沉积作用[M]. 重庆:重庆出版社, 1986.
- [3] 高计元. 中国南方泥盆系瘤状灰岩的成因[J]. 沉积学报, 1988, 6 (2):76-86.
- [4] 冯增昭,等. 中下扬子地区二叠纪岩相古地理[M]. 北京:地质出版社, 1991.
- [5] 袁志华. 中扬子地区下三叠统大冶组瘤状灰岩成因研究[J]. 地球化学, 1998, 27(3):276-282.
- [6] 王英华,刘本立,陈承业,等. 氧、碳同位素组成与碳酸盐岩成岩作用[J]. 地质论评, 1983, 29(3):278-284.

编辑:吴厚松

Genetic Analysis of Lower Permian Maokou Augen Limestone in Wangcang Area, Sichuan Basin

Liu Jie, Li Weiyang, He Youbin

Abstract: Augen limestone develops in the lower, the middle and the top parts of Lower Permian Maokou Formation in Wangcang Area, Sichuan Basin. The total thickness of augen limestone is up to 102.77m, which accounts for 53.27% of the thickness of Maokou Formation. The knot-like augens, which are commonly 10~20cm in diameter, is composed of pure carbonate rock and is up to 40%~50% of the total thickness. The eyelids (matrix), which are a carbonate rock with relatively high argillaceous content, are distributed as bands with thickness of 1~5cm around the augens. Genetic analysis shows that Primary sediments of augens and matrix formed respectively in an open platform environment and the limited platform and differential compaction and differential pressolution transformed these primal layered sediments into augens and eyelids. It is deemed that augen limestone is a product of both sedimentation and diagenesis.

Key words: Early Permian; Maokou Formation; Augen Limestone; Rock genesis; Deposition; Diagenesis; Sichuan Basin

Liu Jie: male, Assit. Engineer. Add: Exploration and Development Research Institute of SINOPEC Jiangnan Oilfield Cop., Guanghua, Qianjiang, Hubei, 433124 China