

库鲁克塔格地区巷古勒塔格组 瘤状灰岩及其沉积环境

白云风^{1,2},程日辉²,王璞珺²,刘万洙²

(1.中国地质大学(武汉)资源学院,湖北 武汉 430074;2.吉林大学地球科学学院,吉林 长春 130061)

摘要:新疆库鲁克塔格地区巷古勒塔格组发育瘤状灰岩,是一种深水沉积序列。本区瘤状灰岩形成于台缘斜坡带,滑塌重力流改造原岩形态,并分为富泥型、过渡型及富灰型3种类型。富泥型瘤状灰岩沉积在 CCD 线之下,受深度海水溶解作用改造。过渡型瘤状灰岩形成在 CCD 附近,受海底底流和深度海水溶解的双重作用改造。富灰型瘤状灰岩形成在 CCD 之上,受周期性的重力流作用的改造和海底底流的溶解作用。岩性组合表明,早奥陶世库鲁克塔格地区处于迅速海侵阶段。

关键词:库鲁克塔格;巷古勒塔格组;瘤状灰岩;深水沉积序列;海侵

地质历史中,凡是具瘤状形态及相似产出特征的灰岩被统称为瘤状灰岩^[1]。瘤状灰岩在我国有广泛分布,发育层位也比较广泛,包括前寒武系、寒武系、上奥陶统、下志留统、中上泥盆统及下三叠统。在库鲁克塔格地区,瘤状灰岩主要发育于下奥陶统的巷古勒塔格组。对于瘤状灰岩的成因,已进行了深入细致的研究,得出了各不相同的认识。概括起来有:海底原地胶结、海底底流溶解、暴露成因、差异压溶、成分分异、滑塌重力流等几种主要的成因机制^[2,3]。前人对于库鲁克塔格地区下奥陶统的瘤状灰岩并没有详细论述,而瘤状灰岩的研究对于再现当时的沉积环境有着重要意义。笔者以库鲁克塔格地区却尔却克山—元宝山—南雅尔当山剖面露头研究为基础(图 1),结合区域地质背景,讨论了瘤状灰岩的类型、形成条件及深水沉积序列,提供在海平面变化的条件下瘤状灰

岩及其类型的发育模式。

1 岩石地层序列与瘤状灰岩分布

发育在却尔却克 5 号剖面的下奥陶统巷古勒塔格组自下而上分为 2 个岩性段:一段为灰岩段;二段为页岩段(图 2)。

灰岩段岩性以瘤状灰岩为主。瘤状灰岩整体上由“瘤体”和“基质”组成。“瘤体”主要岩性为灰白色灰岩,有白云石交代方解石现象,外形不规整,有塑性变形及溶蚀痕迹。“瘤体”大小由数十毫米至几十厘米,常呈豆荚状和透镜状,成层产出时呈连续的串珠状。根据镜下鉴定,“瘤体”岩性为白云石交代砂屑灰岩和含生物碎屑亮晶砂屑灰岩,具砂屑结构,亮晶发育,交代重结晶作用明显,有残余生物碎屑(图版 -1,2)。“基质”成分为灰绿色泥岩和页岩,发育水平层理,层间发育缝合线构造。泥岩层中除见有雕饰球接子化石外,还含有丰富的笔石、角石和牙形刺。在这个层位中瘤状灰岩含量向上逐渐减少,而泥岩和页岩含量增加。页岩段下部为灰绿色页岩,其中发育 2~18 cm 宽、2~10 cm 高的菱铁矿结核(风化后为赤铁矿);中部过渡为黑色页岩;顶部为黑色硅质岩。页岩段岩层平整,水平层理发育,含放射虫化石。

瘤状灰岩在纵向上多发育在巷古勒塔格组的底部。在却尔却克山 5 号剖面上巷古勒塔格组的沉积序列为瘤状灰岩与页岩互层、黑色页岩、硅质泥岩,明

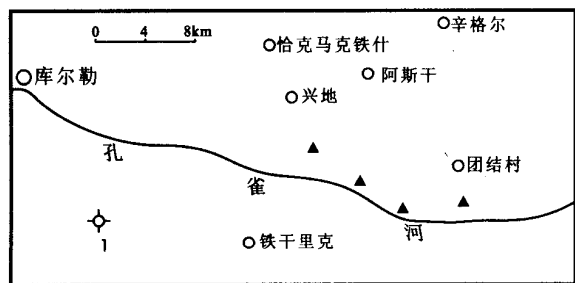


图 1 库鲁克塔格地区露头剖面地理位置图
Fig.1 Outcrop map of Kuruktag

收稿日期:2006-07-27;修订日期:2006-09-20;作者 E-mail: byf198407@163.com

第一作者简介:白云风(1977-),男,黑龙江讷河人,2005年毕业于吉林大学地学院矿物岩石学矿床学专业,中国地质大学(武汉)资源学院盆地所在读博士,研究方向为盆地分析

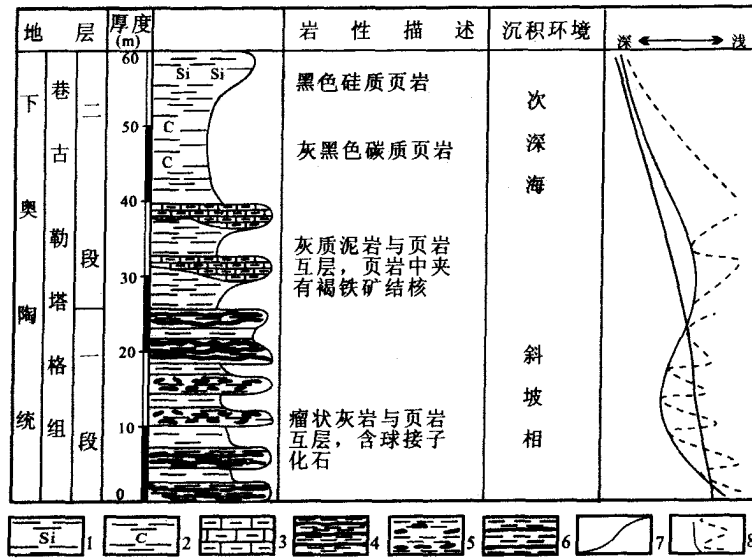


图2 却尔却克山5号剖面巷古勒塔格组瘤状灰岩沉积层序

Fig.2 Sedimentary sequence of nodular limestone within Hangultag formation in the fifth section in the Querquek mountain

1. 硅质页岩; 2. 碳质页岩; 3. 灰质泥岩; 4. 富灰型瘤状灰岩; 5. 富泥型瘤状灰岩; 6. 过渡型瘤状灰岩; 7. 一级变化曲线; 8. 二级变化曲线

显地反映了早奥陶世早期海水由浅变深的海侵过程。横向上瘤状灰岩在本区分布也较广泛,除却尔却克山5号剖面,其它地区如南雅而当山、元宝山的下奥陶统也发育有瘤状灰岩。雅尔当山—元宝山剖面中的瘤状灰岩为灰、黄色薄中层状瘤状泥晶灰岩。瘤状灰岩顶、底面生物钻孔和爬痕发育,灰岩中产三叶虫和浮游球接子化石、少量海绵骨针。此外乌里格孜塔格地区下奥陶统上部也发育有条带状泥晶灰岩与瘤状泥晶灰岩互层,中部含泥质含量较高的条带状瘤状灰岩^[4]。

2 瘤状灰岩赋存类型

按照瘤状灰岩中泥/灰含量比值的不同,巷古勒塔格组的瘤状灰岩赋存类型可分为3种:富灰型、过渡型和富泥型。

2.1 富灰型

富灰型的瘤状灰岩(图版 -3,4)主要发育在巷古勒塔格组一段的上部。特点是灰岩含量高,成层产出。灰岩层表面凸凹不平,布满小丘状凸起(图版 -5)。瘤状灰岩层的层厚不等,薄层约为10~15 cm,厚层约为50~60 cm。“基质”成层性略差,顺层追踪可见基质层尖灭现象,并且“基质”层顺应着“瘤体”的形态而起伏,呈现“灰包泥”的地层结构特征。

2.2 过渡型

过渡型的瘤状灰岩(图版 -6)主要发育在巷古勒塔格组一段的下部。作为“瘤体”的灰岩与作为“基质”

的页岩含量大致相等。“瘤体”从侧面观察呈长条状和长透镜状,多数连续分布,局部地区有压断和溶断现象。与富灰型瘤状灰岩相比,“瘤体”表面较平整,层表面也有凸起。瘤状灰岩层厚5~20 cm不等,“基质”层成层性好。

2.3 富泥型

富泥型瘤状灰岩(图版 -7,8)主要发育在巷古勒塔格组一段的中部。泥页岩含量大于灰岩含量。“瘤体”呈断续的疙瘩状分布,略显杂乱。但基本上是沿着“基质”层分布。“瘤体”大小不等,大者径长30 cm,小者径长仅3~4 cm。“基质”层成层性良好,

顺层连续发育,在“瘤体”周围呈环绕状,呈现“泥包灰”的地层结构特征。巷古勒塔格组一段瘤状灰岩构成了过渡型-富泥型-富灰型的地层沉积序列。

3 瘤状灰岩形成条件分析

关于瘤状灰岩的成因,存在着不同的认识。1980年 Mullins 对现代巴哈马台地斜坡上的瘤状灰岩成因和水下胶结作用做了详细研究,认为瘤状灰岩应沉积在低能环境或深水环境^[5]。1985—1988年 Moller、Kvingan 等对挪威奥斯陆地区瘤状灰岩的成因进行了研究,认为瘤状灰岩的成因与早期胶结作用有关,后期压实作用改造其形态^[6]。1988年高计元在对中国南方泥盆系瘤状灰岩进行研究后认为,海底底流的溶解作用和成岩期溶解作用是瘤状灰岩的主要成因^[7]。1992年朱洪发、王恕一认为,苏南、皖南三叠系瘤状灰岩沉积在台地边缘斜坡带,成因为重力滑塌作用^[2]。

本区早奥陶世巷古勒塔格组总体上是一个向上不断变深的序列,海水深度一般应在2000~3000 m,巷古勒塔格组沉积末期沉积环境转变为深海的笔石页岩相和放射虫硅质岩相^[8]。本区瘤状灰岩最初应形成于海平面迅速上升期的台缘斜坡带。

斜坡带处于台盆过渡相区,沉积物受滑塌重力流影响较大。瘤状灰岩形成的早期,沉积环境应该是水体较深的平静环境。但是后期的重力流沉积作用破坏了台缘斜坡带下部的平静环境,使水体变混,导致岩

层中泥质、钙质和生物碎屑混杂,沉积物的再次搬运和沉积使得灰岩具有砂屑结构。瘤状灰岩的原岩和基质是在不同时期和不同的沉积环境下形成的。因此,瘤状灰岩的富灰型、富泥型和过渡型等类型差别应该在原岩沉积时就具备。

富灰型瘤状灰岩沉积时,水深在 CCD 线之上。“瘤体”部分是在这种有利于灰岩沉积的环境下沉积的,其组分多为较纯的碳酸盐岩。灰岩沉积后受到周期性重力流沉积作用造成的海底底流作用改造。重力流作用使灰岩具有了砂屑结构。相对正常海水,这种海底底流较冷, CaCO_3 的含量较低,底流不断地溶解原沉积在海底的碳酸盐岩,造成了先天性的形态差异。过渡型瘤状灰岩沉积时,水深处于 CCD 线附近,岩性组合表现为泥质岩与碳酸盐岩互层。灰岩沉积后受海底底流和 CCD 线附近的溶解作用的双重改造。富泥型瘤状灰岩则是沉积在 CCD 线之下,碳酸盐岩保存下来的数量很少。岩性组合表现为灰岩呈断续状分布于泥岩层中。对此类灰岩的改造起主要作用的是 CCD 线之下的海水溶解作用。同时重力流作用对沉积物形态的改造也有一定的作用。由于海底底流的沉积及溶解作用,瘤状灰岩的原岩成分并不均匀分布。瘤体层与基质层之间为波状起伏的接触关系,以致后期的压实作用产生了明显的差异性。

在压实作用阶段,由于沉积物界面不平整产生的差异压实作用,使岩石内部产生差异溶解,形成链状块体,即瘤体。随着压溶作用的增强,岩石内部的缝合线构造逐渐发育。由于原岩成分不同,使得含泥较少的碳酸盐富集层形成链状(富灰型);含泥较多的粘土富集层形成杂乱状(富泥型);二者含量相当的层位形成断链状(过渡型)。

总之,瘤状灰岩的形成需要以下 4 方面条件:沉积环境。瘤状灰岩的原岩形成在盆地和台缘斜坡下部的较深水平静环境中,且当时沉积区应处于一种水体突然变深的沉积环境;重力流影响。台缘斜坡带是滑塌重力流极为发育的地区。由于这种周期性动荡水体的影响,使得沉积物在成分上产生较大的差别;溶解作用。台缘斜坡带和 CCD 线之上的海流溶解,在 CCD 线之下的平衡溶解;差异压溶作用。由于原岩成分的不同,在差异压实作用下,形成了富灰型、富泥型、和过渡型 3 种类型的瘤状灰岩。

4 深水沉积序列与海平面变动

早奥陶世巷古勒塔格组是一个典型的深水沉积

序列,岩性、岩相和沉积环境反映出自台前斜坡至深海的海侵过程。过渡型、富泥型、富灰型瘤状灰岩、黑色页岩-硅质页岩的沉积序列是这一海侵过程的反映(图 2)。当然在海侵过程中存在次级的海平面波动,过渡型-富泥型-富灰型瘤状灰岩序列就是表现出一个次级的海侵-海退过程。

库鲁克塔格地区早奥陶世的海平面变化是与区域构造和盆地演化相关联的。早奥陶世在区域拉张的背景下,库满坳拉槽持续发展,库鲁克塔格地区处于被动大陆边缘阶段,本区持续沉降,海水较深,是当时的裂谷沉降中心^[9]。本区早奥陶世沉积分为 2 个不同的阶段:早期处于台地边缘斜坡沉积环境,发育具青灰色瘤状灰岩相和绿色页岩相,含雕饰球接子化石。灰岩颜色为青灰色,说明当时沉积界面应该在氧化界面之下,水深超过百米;晚期本区海水快速加深,沉积环境转变为深海槽盆环境,发育笔石页岩相、黑色页岩相和放射虫硅质岩相。持续快速的海侵,使水深超过 CCD 线,形成了具有特色的巷古勒塔格组深水沉积序列和瘤状灰岩形成模式(图 3)。

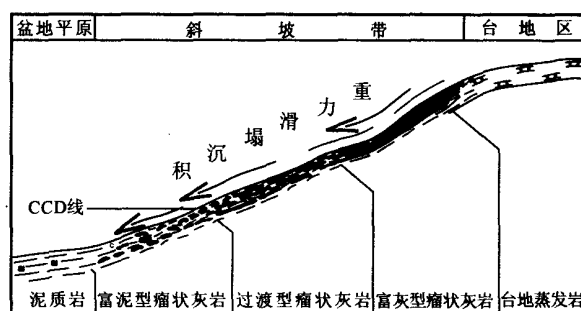


图 3 库鲁克塔格地区巷古勒塔格组瘤状灰岩沉积相模式
Fig. 3 Sedimentary model of nodular limestone within Hangultag formation in Kuruktag area

5 结论

(1) 根据岩层中泥/灰含量比值的不同,库鲁克塔格地区巷古勒塔格组的瘤状灰岩赋存类型主要被分为富灰型、过渡型和富泥型 3 种。

(2) 瘤状灰岩的原岩形成于台缘斜坡上部的较平静环境中。台缘斜坡带的滑塌重力流使得沉积物在成分和结构上产生较大的分异。海平面变化、海流溶解作用、CCD 溶解和成岩差异压实-压溶作用是瘤状灰岩的赋存 3 种类型的成因。

(3) 巷古勒塔格组的沉积是一个典型深水沉积化序列,反映早奥陶世库鲁克塔格地区海平面迅速上升的过程。

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] 朱洪发,王恕一.苏南、皖南三叠纪瘤状灰岩、蠕虫状灰岩的成因[J].石油实验地质,1992,14(4):455-460.
- [3] 刘宝珺,曾允孚.岩相古地理基础和工作方法[M].北京:地质出版社,1985.
- [4] 顾家裕.沉积相与油气[M].北京:石油工业出版社,1994,128-166.
- [5] Moller N K & Kvingan K . The genesis of nodular limestone in the Ordovician and Silurian of the Oslo Region(Norway)[J]. *Sedim* . 1988 , 35(3):53-59.
- [6] Mullins H T Neumann A C Wilber R C & Boardman M R . Nodular Carbonate sediment on Bahama slope:possible Precursors to nodular limestones[J] . *J. Sedim Petrol* , 1980 , 50 : 117-131.
- [7] 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):84-85.
- [8] 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):280-282.
- [9] 康志宏.塔里木原型盆地分析[A].中国塔里木盆地石油地质文集[C].北京:地质出版社,1996,7:136-145.
- [10] 贾承造.盆地构造演化与区域构造地质[M].北京:石油工业出版社,1993.

NODULAR LIMESTONE IN THE WARTY SEDIMENTARY SEQUENCE OF THE HANGULETAG FORMATION IN KURUKTAG, XINJIANG

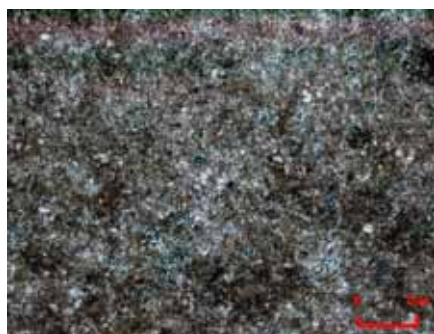
BAI Yun-feng^{1,2}, CHENG Ri-hui¹, WANG Pu-jun¹, LIU Wan-zhu¹

(1. Faculty of Earth Resources, China University of Geosciences(Wuhan), Wuhan, Hubei, 410074, China; 2. College of Earth Sciences, Jilin University, Changchun, Jilin, 130061, China)

Abstract: Nodular limestones of Hanguletag formation in the Kuruktag are part of a type of warty sedimentary sequence. The nodular limestone is developed in the slope of platform margin and was rebuilt by slumping and gravity flow. There are three types of nodular limestone including mud-rich, transitional and lime-rich. The mud-rich nodular limestone was deposited under the CCD and was dissolved in the deep sea-water. The transitional nodular limestone was deposited near the CCD and was dissolved by both bottom current of sea floor and deep sea water. The lime-rich nodular limestone was deposited above CCD and was rebuilt by periodical gravity flow and dissolved by bottom current of sea floor. These lithologic associations suggest that the Kuruktag was formed during a stage of rapid transgression in the early-Ordovician.

Key words: Kuruktag; Hanguletag formation; nodular limestone; warty sedimentary sequence; transgression.

图版



1.白云石交代砂屑灰岩
正交偏光, 40×



2.含生物碎屑亮晶砂屑灰岩
正交偏光, 40×



3.富灰型瘤状灰岩 (a)



4.富灰型瘤状灰岩 (b)



5.瘤状灰岩层表面凸起形态



6.过渡型瘤状灰岩



7.富泥型瘤状灰岩 (a)



8.富泥型瘤状灰岩 (b)

注:以上照片均采自库鲁克塔格地区却尔却克山五号剖面巷古勒塔格组