

中国南方晚震旦世沉积相及磷块岩的 时空分布*

唐天福 薛耀松 俞从流

(中国科学院南京地质古生物研究所)

内容提要 本文扼要阐述扬子地台及邻区晚震旦世地层的研究现状, 沉积相带(台地相、斜坡相及盆地相)及古地理轮廓、磷块岩的时空分布(包括地理、地层及沉积相的分布)。同时还着重指出了台地边缘及斜坡相带的上部是寻找磷块岩的有利地区。

主题词 沉积相 磷块岩 晚震旦世 中国南方

第一作者简介 唐天福 男 54岁 研究员 沉积学及磷矿地质学

近30年来, 在敬爱的老师叶连俊教授指导下, 笔者先后对我国扬子地台及邻区震旦纪岩石地层学、沉积学及磷块岩地质学作了较广泛的调查和研究。本文阐述其沉积相及磷块岩的地层和沉积相带分布, 以祝贺叶连俊教授从事地质工作五十周年。

一、地层研究现状

1924年李四光教授建立了长江三峡震旦系并确立其顶底界线及分组原则。长期来, 它是我国同期地层划分、对比的标准。最近, 王鸿祯等按照沉积类型、海陆分布和岩相古地理特征, 又将我国震旦系划分为扬子、华南、华北东部及南部边缘以及西北四个沉积区。目前看来, 扬子沉积区的研究程度相对较高。在地层划分对比、物质组成特性及其分布规律、沉积环境类型、沉积相带划分及古地理轮廓等方面都获得了较明显的进展。对地层划分对比, 研究者们曾提出多种方案〔2、3、6、7、8、9、11、19、20、21〕。当前, 以早寒武世梅树村阶的底界作为震旦系上界的认识比较一致。其下界的划定, 争议较大。1986年曹瑞骥等曾把它归纳为三种主要的不同方案, 即震旦系的底界置于: 1) 莲沱组的底界, 2) 晋宁运动表现的不整合面, 3) 南沱(冰碛)组的底界〔21〕。他们赞同把震旦系的底界置于南沱(冰碛)组底界的意见。因为前寒武纪最晚的冰川作用是全球接近同期发生的。冰期以后, 生物大量繁衍, 生物类型飞跃发展, 以冰川堆积作用作为震旦纪沉积的开始, 有利于震旦纪地层的区域对比, 甚至洲际性对比。按这种方案, 自下而上, 震旦系被划分为: 下统南沱(冰碛)组, 上统陡山沱组和灯影组。在台地或台地边缘相带, 还可进一步划分不同的岩段(表1), 并具有良好的对比性。这样的划分对沉积环境分析及探索沉积矿产的形成及分布规律提供了重要的基础。以往认为

* 本文为国家自然科学基金委员会资助项目。

表1 扬子地台区震旦纪地层的划分

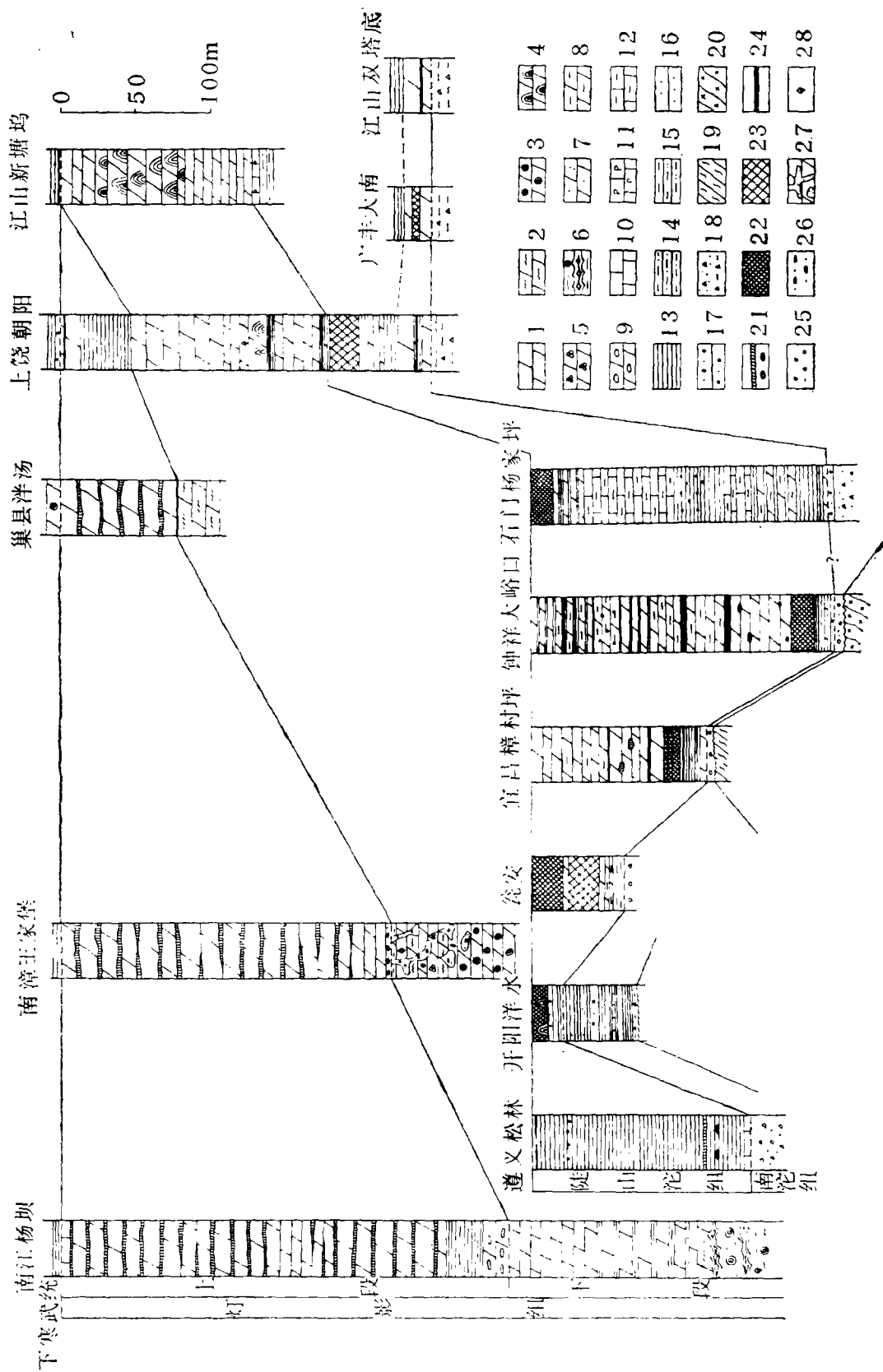
Table 1 Division of Sinian strata in the Yangtze platform, China

(上覆)		下 寒 武 统			资料来源
震旦系	上统	灯影组	上段	硅质条带白云岩层	曹克勤等, 1977 1974
				碎屑岩层	
		下段	上贫藻层		
	下统	陡山沱组		中富藻层	刘凤允等, 1977 1963
				下贫藻层	
				松林段	
下统	南沱(冰碛)组		六井段	刘凤允等, 1977 1963	
			上冰碛岩段		
			大塘坡段		
			下冰碛岩段	1983	
(下伏)		莲花组/濠江组			

这些地层多半都属连续沉积。但现有资料表明, 在灯影早期末, 整个扬子区普遍抬升, 致使灯影组上、下段之间出现广泛而明显的沉积间断^[1, 16, 21]。这种现象在川黔滇台地、鄂西台地及浙西台地曾多处见及, 尤以浙西诸暨同山乡邵家山、湖北南漳王家堡、邓家崖和四川南江杨坝等地显示最为清晰。因此, 这一特征已成为: 1) 灯影组上、下段划分的重要依据和标志; 2) 探讨构造运动史的有力证据; 3) 探寻某些沉积矿产形成规律及分布规律的新线索。例如, 在王家堡一带, 其间断面上, 往往堆积着灰色、褐色砂状磷块岩及角砾状磷块岩, 甚至一部分还沿喀斯特溶洞贯入到间断面以下属灯影组下段中部的富藻层白云岩内(图1)。从地层分布看, 这些磷块岩虽然分布于不同的层位, 但就成矿期而言, 它们应属同期产物。从上述情况分析可以看出, 近30年来, 扬子区震旦纪地层的划分对比确实已取得较大进展。不过, 从具体情况看, 仍然存在一些薄弱环节, 需要今后加强研究解决。笔者认为比较重要的有两个方面: 1) 陡山沱组与灯影组的分界; 2) 台地相与盆地相带的地层划分对比。陡山沱组与灯影组的划分, 通常是依据岩性特征, 迄今仍然缺乏固定而确切的生物标志和其它地质标志, 两者界线并未肯定。另一方面, 在台地相带及盆地相带, 陡山沱组与灯影组(或相当层)的界线是否完全相当尚无可靠依据, 尤其在相变带, 确定两者界线的困难更大。显然, 这些问题已成为震旦纪地层研究的重要课题之一。如若得不到有效的解决, 势必影响到沉积环境、成矿作用及成矿期的研究。

二、沉积相及古地理轮廓

震旦纪是地质历史发展中的重要转折阶段和成矿期, 也是生物演化的新时期。其生



物群面貌、沉积特征、沉积环境、沉积相类型、沉积分区、成矿作用与显生宙均具显著差异,但它们的古地理格局和古构造背景大体相似,显示出明显的继承性。不难看出,震旦纪沉积相带的确定,对探讨古生代沉积环境的变迁与演化、沉积相划分具有重要的参考价值。

在研究灯影组碳酸盐岩及磷块岩的基础上,按沉积特征、岩石组合、生物(藻类)-沉积结构构造、地球化学标志、古地理轮廓以及与现代海洋碳酸盐沉积(Bathurst, 1971)的对比研究,唐天福等曾提出我国西南及其邻区灯影组沉积相的划分和沉积模式^[15]。从川黔滇向湘桂方向,依次划分出川黔台地、湘鄂西部盆地斜坡和湘桂海盆三个基本相带。它们的岩石类型、结构构造、陆源物含量及生物化石均不相同。在川黔台地上,灯影早期碳酸盐岩还可再分出台地泻湖相、开阔台地相、藻滩相和台地边缘相。后来,在进行苏、浙、皖、赣震旦纪地层的调查研究中,笔者发现这样的相带划分原则及相带类型,同样适用或存在于下扬子区及浙西-赣东北一带的晚震旦世地层。其基本情况已有报道^[13, 16, 17, 18, 22]。在上述工作基础上,近几年来笔者对扬子区震旦纪各类地层及岩石又进行了补充调查和对比研究。根据新获得的地层、沉积、化石、古地理特征及区域构造等方面的资料,并以灯影早期的沉积特征及生物群面貌为主要依据,对以前工作的不足作了适当修改,重新拟定了中国南方晚震旦世的古地理轮廓及沉积相分布图(图2)。该图表明,扬子及其邻区可划分出8个台地、4个海盆和一些斜坡带。

1. 台地相带 自南沱冰期之后,陡山沱期开始广泛而稳定的海侵。此时各类台地已逐渐形成。至灯影早期,它们已发育成熟,各种标志表现极为明显。自西向东,目前可依次划分为马尔康台地(?)、文康台地、川黔滇台地、鄂西台地、榕江台地、通山台地、宁巢台地和浙西台地。从沉积特征及地理分布看,这些台地大部分属于分布在海洋中的孤立碳酸盐台地,唯浙西台地与古陆相连,属边缘台地类型。

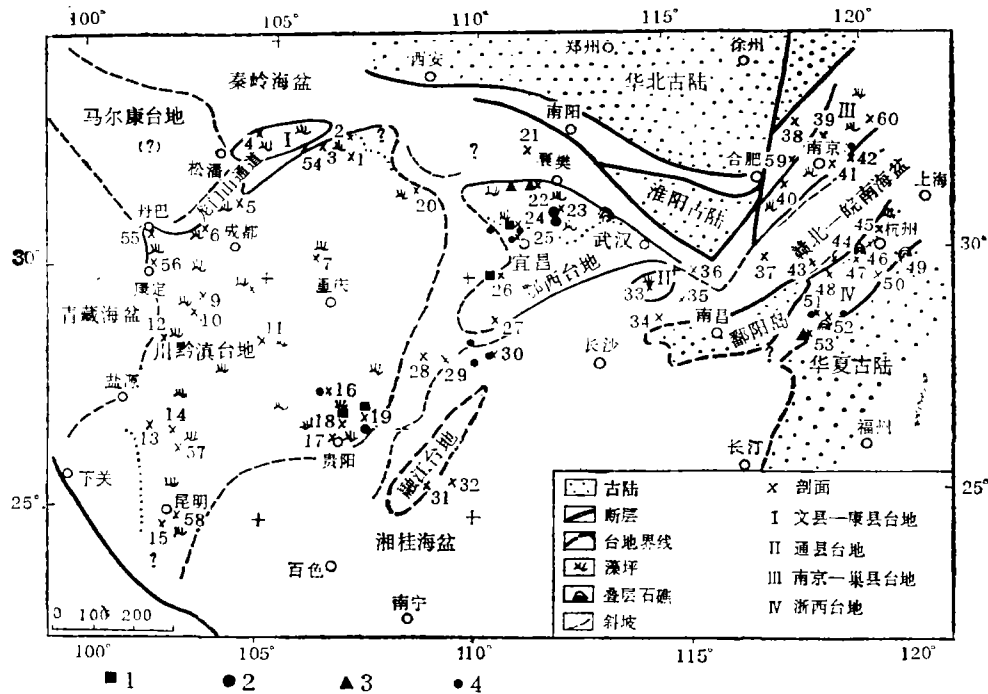
2. 盆地相带 主要分布于台地周缘或台地之间。如图2所示,它们是青藏海盆、秦岭海盆、湘桂海盆和赣北-皖南海盆。这些海盆的性质直接控制或影响着各台地的沉积作用、生物群的发育及沉积成矿作用的进行。

3. 斜坡相带 一般说来,台地相带向盆地相带过渡地区都有斜坡相带。由于斜坡相带一般较窄,不如台地相和盆地相分布广泛,不易发现或识别,其研究程度相对较低。目前它与台地相或盆地相的准确边界尚待解决。尽管如此,现有资料证明,下列斜坡相带的确存在。如川黔滇台地东南缘向湘桂海盆过渡的湘黔桂斜坡带,宁巢台地的东南及西北两侧的丹阳斜坡带和滁县-盱眙斜坡带,浙西台地南缘往南或北缘向皖

- 1.白云岩 2.层纹状白云岩 3.核形石白云岩 4.叠层石白云岩 5.海绵状藻白云岩 6.具葡萄条带构造的各种藻白云岩、渗流豆白云岩及钙壳岩 7.含砂质及砂质白云岩 8.泥质白云岩及泥云岩 9.白云岩砾岩 10.灰岩 11.含碎灰岩 12.泥质灰岩及泥灰岩 13.页岩 14.砂质页岩 15.粉砂质页岩 16.砂岩 17.含砾岩 18.冰碛岩及冰水合砾泥岩 19.片岩 20.花岗岩片岩 21.燧石条带、薄层及结核 22.主要磷矿层,较富 23.主要磷矿层,较贫 24.磷块岩薄层,次要磷块层 25.磷结核 26.磷质砂砾 27.古溶洞磷块岩 28.鸟眼构造

图1 扬子地台及邻区上震旦统的磷矿层位

Fig.1 Phosphoritic strata of Upper Sinian in the Yangtze planform and adjacent regions



1.大型磷矿 2.中型磷矿 3.小型磷矿 4.磷矿点
 剖面地点：1.南江场坝 2.南郑梁山 3.宁强中槽 4.文县石坊 5.绵竹芍药沟 6.灌县紫坪铺 7.武胜龙女寺 8.威远红村 9.峨眉高桥 10.甘洛苏雄 11.长宁一号井 12.越西小相岭 13.会理白果湾 14.会东大桥 15.晋宁王家湾 16.遵义松林 17.清镇 18.开阳用沙坝 19.瓮安铅厂 20.城口东安 21.均县丹江口 22.南漳邓家崖 23.钟祥大峪口 24.宜昌雾渡河 25.宜昌莲沱 26.石门东山峰 27.大庸三岔 28.秀山溶溪 29.松桃姚立掌 30.沅陵凉水井 31.从江平袍 32.三江城郊 33.通山半坑 34.修水安坪港 35.武宁积结山 36.广济银竹山 37.石台丁香 38.盱眙城北 39.六合冶山 40.巢县洋汤 41.句容仑山 42.丹阳黄墟 43.黄山郭村 44.淳安黄金坪 45.余杭超山 46.余杭大石坎 47.富阳钟家庄 48.淳安余家 49.绍兴坡塘 50.诸暨邵家山 51.常山蒋运泉 52.江山新塘坞 53.上饶朝阳 54.广元陈家坝 55.丹巴格桑 56.康定海船 57.东川烂泥坪 58.宜良九乡 59.全椒黄栗树 60.东台戴窑

图 2 中国南方晚震旦世沉积相及古地理略图

Fig.2 Sketch of sedimentary facies and paleogeography in Late Sinian, South China

南-赣北海盆方向都可能存在斜坡区。其余斜坡带的分布情况目前还不十分清楚。从现代海洋沉积分析看，斜坡相带的发育程度，与多种因素有关。在多数情况下，基底断块运动的强弱及海底地貌形态特征最为重要。若基底断块差异运动较强，坡度较陡，斜坡相带则不发育，或相当狭窄，其坡度超过沉积物堆积的休止角，沉积物则不保存，导致台地相与盆地相直接相截。若基底断块差异运动较弱，坡度平缓，斜坡相带就比较宽广，接受沉积则较全，它与台地相或盆地相都可能显示逐渐过渡的沉积特征。由此分析可得到这样的认识，斜坡相带的宽窄及分布，可以作为识别基底断块差异运动的强弱及古地貌形态特征的标志，在新的研究区它还可指示台地相或盆地相的位置。

三、含磷层及磷块岩的地层分布

我国南方晚震旦世重要成磷期具多阶段性。在地层分布上也有明显的规律性。从磷块岩的地层分布就可看出这些特征。

(一) 陡山沱组磷块岩的地层分布

南沱冰期之后,随着陡山沱期海侵的扩大或增强,气候转暖,海水温度增高,营养丰富,生物迅速繁衍。同时早先富集于低温海水中的多种化学元素,如Ca、Mg、P、Mn、Si等,由于海洋的物理及化学性质、生物及地质条件的改变,沉积分异作用逐渐进行。首先形成含锰白云岩及灰岩,然后逐步转变为含锰碳酸盐岩与暗色泥质沉积物交替沉积的时期。之后,富含有机物的黑色页岩形成,与其相伴沉积的是磷酸盐及二氧化硅。二氧化硅主要以条带状、结核状及团块状形式聚集。磷酸盐则主要堆积为中—薄层状磷块岩。虽然扬子区陡山沱组地层普遍含磷,常有含磷岩系之称,但具重要工业价值的磷块岩大体上有三个主要层位(图1),即下磷矿层(或称广丰型)、中磷矿层(或称宜昌型)和上磷矿层(或称石门型)。它们不仅形成时代不同,而且沉积序列也各异。

1. 广丰型磷矿层 可以江西广丰大南坑为代表,其沉积序列是:底板为含锰白云岩或灰岩→磷矿层(砂屑磷块岩、砾屑磷块岩及薄层状含锰白云岩)→顶板为含锰白云岩或深灰色页岩。这种类型在江西上饶朝阳、浙江江山双塔底、常山三里亭西峰寺组下段下部或相当于六井段中、上部的地层都有产出。

2. 宜昌型磷矿层 它比广丰型磷矿层的分布要广,湖北宜昌樟村坪、远安桃坪河、钟祥大峪口、湖南沅陵凉水井等地松林段下部或相当层位均有这种类型的分布。现以宜昌(樟村坪)磷矿为例,其沉积序列为:含锰白云岩→黑色页岩夹薄层状或条带状内碎屑磷块岩→主磷矿层(灰色、暗褐色层纹状磷块岩,核形石磷块岩、叠层石磷块岩)→上部浅灰色白云岩夹条带状及透镜状磷块岩。粗略地讲,磷块岩的底板为黑色页岩,顶板为白云岩,上下均有厚薄不等的过渡层。

3. 石门型磷矿层 产于陡山沱组的上部或顶部,或西峰寺组下段的顶部。可以湖南石门杨家坪为代表,其序列为:深灰色泥灰岩或白云岩及黑色(或深灰色)页岩→磷矿层(深灰色或黑色层纹状磷块岩、内碎屑磷块岩夹薄层灰色白云岩)→浅灰色白云岩(灯影组底部)。贵州开阳洋水、遵义松林、湖北南漳王家堡、浙江常山三里亭、江西上饶朝阳均可见到此种类型的磷矿层。

从上述磷矿的地层分布看,以下两个问题值得进一步研究:

1) 扬子地台及浙西一带,陡山沱组自底部到顶部都有产磷块岩的可能性,但沉积区不同,其层位高低不一。它们的岩石学特征及形成规律值得今后进一步探讨。

2) 含磷层及磷块岩层以湖北钟祥胡家集(大峪口)一带及江西上饶朝阳等地为最多(图1)。虽然成磷期最长,但具重要工业价值的磷矿层并不多,且品位相对较低。弄清造成这种状况的基本原因将有利于磷块岩的勘探与开发。

(二) 灯影组含磷层及磷块岩的地层分布

灯影组的岩性特征与陡山沱组相比已有显著差别,含磷层及磷块岩层也远不如陡山

沱组发育^[14]。但是，据野外调查及室内偏光显微镜观察，自下而上，灯影组仍有五个含磷层位（图 1），有的也可富集成为具工业价值的磷块岩矿床。

1、灯影组下段下部含磷层 江西上饶朝阳在这个层位的黑色页岩夹层中产砂状磷块岩。湖北宜昌莲沱灯影组下段底部的灰白色白云岩薄片中可以观察到胶磷矿的斑块或显微结核，但目前尚未发现磷块岩层。这两种类型，在层位上不尽相同，不过大体上可划归为同一聚磷期。

2、灯影组下段中部含磷层 这个含磷层位仅见于江西上饶朝阳磷矿区。含磷岩系为黑色页岩、薄层白云岩与砂状磷块岩互层，其上为藻叠层石白云岩。砂状磷块岩甚薄，不具工业意义。

3、灯影组下段上部含磷层 湖北南漳王家堡一带，灯影组下段顶部（相当于上贫藻层）白云岩受到强烈的剥蚀，保存着清晰的沉积间断面。在这个间断面以下 50—60 米范围内，灯影组下段顶部白云岩的喀斯特溶洞内堆积着砾状、砂状磷块岩。本文称其为古喀斯特磷块岩。它与灯影组上段底部磷块岩的特征十分类似。两者虽然产于不同层位，但实际上应属同一成矿期的产物。

4、灯影组上段底部含磷层 这种含磷层有两种类型：南漳型和巢县型。

南漳型含磷层 湖北南漳王家堡、邓家崖、彭家崖一带，在灯影组上、下段之间的间断面之上，堆积一套以砾状、砂状、核形石及藻层纹为主的磷块岩，厚 0—15 米， P_2O_5 为 25% 左右。这层磷块岩是目前扬子区灯影组地层中唯一具工业价值的类型。目前，这种类型的产地虽不太多，但具潜在意义。

巢县型含磷层 在安徽巢县泮汤，灯影组上、下段之间有一层黄绿色页岩，厚 0.6 米。在这层页岩的上部夹灰色或深灰色砂状磷块岩薄层，厚数厘米。

另外，最近在宁镇山脉东段震旦系灯影组白云岩中发现的磷块岩¹⁾（厚 1.2 米左右， P_2O_5 含量为 26—31.82%），如果不是与南漳型或巢县型含磷层相当，那么就可能是一个新的含磷层位。

上述几种情况表明，在扬子区灯影组上段底部确实有过磷块岩的堆积。其沉积特征及形成环境对扬子区寻找同类磷矿层具有指导作用。同时，它对探讨晚震旦世成磷期也是重要的基础。

5、灯影组顶部含磷层 在江西上饶朝阳磷矿区，灯影组上部（距顶约 2 米）的白云岩中夹一层黑色内碎屑硅岩（7—8 厘米）及薄层状磷块岩（5 厘米左右）。磷块岩的 P_2O_5 含量达 36%。

四、磷块岩与沉积相带

晚震旦世地层在我国南方分布甚广，沉积巨厚，岩石多样，（天然气、磷块岩、菱锰矿、岩盐、菱镁矿、白云石以及银、钼等）矿产丰富。对磷块岩的空间分布，叶连俊教授^[5]曾做过扼要的归纳和总结。他指出“磷块岩的形成总是与一定的沉积相相联系。

1) 陈根生等，1986，宁镇东段震旦纪地层中发现磷块岩，江苏地质，1 期。

磷块岩矿床多半形成于大陆边缘地带,特别是海侵的前缘部位,以及水下隆起的周围地带。磷矿层多出现在海侵岩系的底部或下部,但含磷岩系本身则有时为海侵式的,有时为海退式的”。这些结论对于探讨我国南方晚震旦世磷块岩的地层、地理及沉积相带分布及成因具有重要的指导意义。磷块岩的地理及沉积相分布则是空间分布规律的集中反映。图1、2、3表明,陡山沱组及灯影组磷块岩的空间分布有以下规律:

1、具重要工业价值的、品质优良、厚度较大的层状磷块岩主要分布于碳酸盐岩台地的边缘及斜坡部位(图3),如川黔滇台地东南缘及向湘桂海盆的过渡带,鄂西台地的南、北缘及向相关海盆的过渡区,宁巢台地东南缘的丹阳斜坡带以及浙西台地南缘往南的斜坡区。总之,台地与广海相通的斜坡部位是成磷的有利沉积相带,也是寻找磷块岩矿床的重要地区。

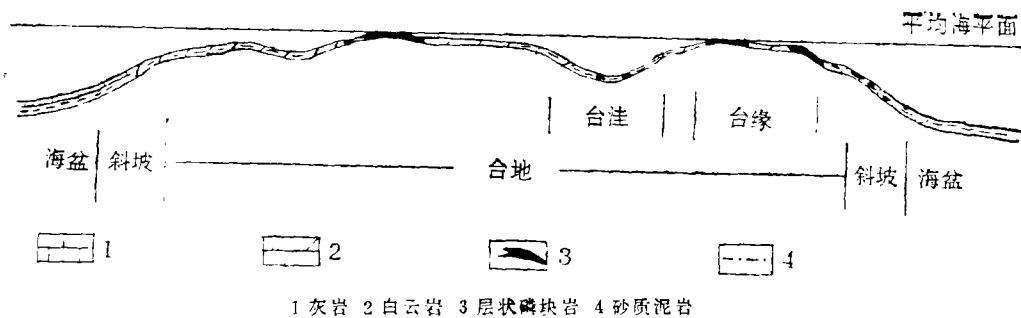


图3 中国南方晚震旦世磷块岩沉积模式

Fig. 3 Sedimentary model of phosphorites of Late Sinian in South China

2、灯影组上、下段之间的沉积间断面可作为寻找磷块岩的标志。在间断面以下的地层往往有形成古喀斯特磷块岩的可能性。在间断面以上则是各种类型层状磷块岩的堆积场所。前一情况说明,在沉积间断面上,海水再次侵入的初期,有利于磷酸盐的堆积。从沉积相分析,台地边缘及斜坡仍然是磷块岩堆积有利地带,如湖北南漳灯影组上段底部磷块岩层的产出部位(图2)。这进一步证实叶连俊教授关于“磷矿层多出现在海侵岩系的底部或下部”的论点。

总之,“沉积矿床是一种特殊的沉积相”^[1]。它们的形成是与一定地质环境密切相关。因此,矿床的成因既有成矿的空间规律,又有成矿的时代规律。前者是探讨成矿作用的变迁,后者是从发展演化方面来认识矿床的形成。就我国南方震旦系而言,不仅磷块岩有其时、空分布规律,其他矿产资源也有其特定的规律性。例如,①台地藻滩相是油、气的有利储集带(四川威远气田),在其他中生代断陷盆地中的这个带的位置上有寻找古潜山油气田的远景(苏北平原、杭嘉湖平原和江汉平原);②台地泻湖相是形成盐岩及菱镁矿的良好场所(川黔滇台地上的长宁产盐岩,汉源夹菱镁矿,宁巢台地上的六合冶山含较多的石膏假晶);③斜坡带可能是铜、铅、锌、汞矿床的有利聚集区;④斜坡带下部及盆地相似乎有利于菱锰矿的形成。

这些规律性并不是孤立存在的,也不是偶然出现的。除与沉积环境、沉积相紧密相联外,古构造及古气候也起过特定的作用,沉积期后的成岩变化及构造活动也是不应忽

视的。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院南京地质古生物研究所, 1974, 西南地区地层古生物手册, 科学出版社。
- [2] 王鸿祯, 1956, 地质学报, 36卷 4 期, 477—492页。
- [3] 王鸿祯、王自强等, 1979, 中国震旦系的古地理。国际交流地质学术论文集(2), 地层、古生物, 地质出版社。
- [4] 叶连俊、孙枢等, 1981, 沉积铁矿床找矿预测工作中的几个值得探讨的沉积学理论问题, 沉积岩石学研究(论文集), 科学出版社。
- [5] 叶连俊、孙枢等, 1984, 中国磷块岩的沉积相特点, 第五届国际磷块岩讨论会论文集(2), 地质出版社。
- [6] 全国地层委员会, 1962, 中国的前寒武系, 全国地层委员会学术报告汇编, 科学出版社。
- [7] 刘鸿允、沙庆安, 1963, 地质科学, 4 期, 175—187页。
- [8] 刘鸿允等, 1973, 中国科学, 2 期, 202—212页。
- [9] 刘鸿允, 1980, 地质科学, 4 期, 307—321页。
- [10] 李四光、赵亚曾, 1924, 中国地质学会会志, 3 卷 3—4 期, 351—391页
- [11] 邢裕盛, 1979, 中国的震旦系, 国际交流地质学术论文集(2), 地层、古生物, 地质出版社。
- [12] 刘巽锋等, 1983, 沉积学报, 1 卷 4 期, 106—116页。
- [13] 俞从流、薛耀松等, 1982, 浙西上震旦统西峰寺组沉积特征及环境分析, 中国科学院南京地质古生物研究所丛刊, 5 号, 江苏科学技术出版社。
- [14] 唐天福、张俊明等, 1978, 地层学杂志, 2 卷 1 期, 32—45页。
- [15] 唐天福、张俊明等, 1980, 地层学杂志, 4 卷 4 期, 264—272页。
- [16] 唐天福、薛耀松等, 1981, 地层学杂志, 5 卷 2 期, 97—105页。
- [17] 唐天福、薛耀松等, 1981, 石油学报, 2 卷 2 期, 11—19页。
- [18] 唐天福、薛耀松等, 1982, 苏、浙、皖晚震旦世碳酸盐岩地层及古地理环境, 中国科学院南京地质古生物研究所丛刊, 4 号, 江苏科学技术出版社。
- [19] 曹瑞骥、梁玉左, 1974, 从藻化石和叠层石论中国震旦系划分和对比, 中国科学院南京地质古生物研究所集刊, 5 号。
- [20] 曹瑞骥、杨万容等, 1979, 西南地区的震旦系, 西南地区碳酸盐生物地层, 科学出版社。
- [21] 曹瑞骥等, 1986, 扬子地台及邻区震旦系含矿地层(待刊), 科学出版社。
- [22] 薛耀松、唐天福等, 1984, 地层学杂志, 8 卷 1 期, 85—95页。
- [23] Bathurst, R. G. C., 1971, Carbonate sediments and their diagenesis, *Developments in Sedimentology* 12, Elsevier Publishing Company Amsterdam London New York

SEDIMENTARY FACIES OF LATE SINIAN IN SOUTH CHINA AND THE DISTRIBUTION OF PHOSPHORITES IN TIME AND SPACE

Tang Tianfu Xue Yaosong Yu Congliu

(Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Academia Sinica)

Abstract

Stratigraphy

Sinian System is widely spreaded in the Yangtze region and West Zhejiang, China. It is overlain conformably by Lower Cambrian Series. Chinese geologists have different points of views on defining the basal boundary of the Sinian. The present writers maintain that the base of Nantuo Formation (the latest Precambrian tillites) is the base of Sinian. According to previous authors, Sinian System was divided into three formation, from lower to upper: Lower Sinian Nantuo Formation, Upper Sinian Doushantuo Formation and Dengying Formation (Table 1).

Table 1 The subdivision of the Sinian System in Yangtze region and Western Zhejiang

		Overlain-Meishucun Formation \oplus	
Sinian System	upper series	Dengying Formation	Upper Member
			Lower Member
Sinian System	upper series	Doushantuo Formation	Songlin Member
			Liujing Member
Sinian System	lower series	Nantuo Formation	Upper-tillite Member
			Datangpo Member
			Lower-tillite Member
		Underlying Liantuo or Chengjiang Formation	

Sedimentary facies

Based on the studies of palaeontology, stratigraphy, sedimentary petrology and geochemistry, upper Sinian Series in the Yangtze depositional region can be divided into three basic facies: 1) shallow-water marine carbonate platform, 2) slope, and 3) open basin. The figure 2 shows that several carbonate platform, open and slope in the late Sinian were recognized in South China. The carbonate platform were Maerkang, Wenxian-Kangxian, Sichuan-Guizhou-Yunnan, Rongjiang, West Hubei, Tongshan, Nanjing-Chaoxian, and West Zhejiang, belonging to isolated carbonate platform and marginal carbonate platform respectively. The basins spreading between platform or platform and land, were the Qinhai-Tibet Sea Basin, Hunan-

Guangxi Sea Basin, Qin Ling Sea Basin and South Anhui-North Jiangxi Sea Basin. The slope was distributed in areas from carbonate platform to sea basin, for example, Hunan-Guizhou slope was spread between Sichuan-Guizhou-Yannan Platform and Hunan-Guangxi Basin.

Distribution of phosphorites in the strata

The fig.1 shows that the upper Sinian strata in South China have 8 beds of phosphate-bearing rocks and phosphorites. There are 3 beds belong to Doushantuo Formation and 5 beds occurred in Dengying Formation.

The phosphorite of Doushantuo Formation:

The Liujing member consists mainly of manganese-bearing micritic limestones and dolostones, 3 to 20m in thickness, widely distributed in the Yangtze region and Western Zhejiang but in Eastern North Jiangxi, it intercalated with phosphorites. The Songlin member, 100-470m in thickness, consists chiefly of black shales, dark-grey or black limestones and marls, or in some areas. Mostly dolostones and argillaceous dolostones in which phosphorites are often intercalated. The black shale, often containing a diversity of siliceous concretions and stripe, with rich microfossils, organic matter and phosphate, are widely developed, especially in Northern and Eastern Guizhou, Western Hunan, Hubei and Eastern-Northern Jiangxi Provinces. The Songlin member of Doushantuo Formation in these areas has 2 industrial ore beds of phosphorites (fig.1). Phosphorites are frequently associated with either black shales or dolostones, and occur in 2 types of depositional sequences. The first is ascendingly as follows: black shales with siliceous phosphatic concretions → black shales with stripe and bands of interclastic phosphorites → laminated phosphorites containing often phosphate interclasts, peloids, oncoids and stromatolites → dolostones with phosphate bands → dolostones with phosphate lens → dolostones lens → dolostones (in Yichang, Hubei Province). The second type of sequence in ascending order is argillaceous dolostones → phosphorites → dolostones (in Shimen, Hunan Province). The characteristic of these sequences above mentioned indicates that phosphorites in Doushantuo Formation were formed under the conditions of a warm gradually changed into an arid and a semi-arid climate, and quiet environment gradually getted to a stronger turbidity environment.

The phosphorite of Dengying Formation:

Although Dengying Formation has 5 beds of phosphate-bearing rocks in the Yangtze region and Western Zhejiang Province, the phosphoritic bed with industrial value occur mainly on the interruption plane between upper and lower members of Dengying Formation in Nanzhang, Hubei Province. It consists usually of phosphoritic breccias, sands, oncoids and sometimes algal laminated phosphorites, cemented mostly by dolomite, occasionally by phosphate. The types of these phosphorites will play an important role in indicating that phosphate rocks would be found at horizons of the Dengying Formation in some of other places in the Yangtze region. Regularity of the phosphorites and other mineral distribution.

The upper Sinian strata in South China contain exceedingly abundant phosphorites,

magnesite, manganese spars, halite, natural gas, as well as vanadium, and mercury. The most famous is the phosphorite of Doushantuo Formation. They were formed under different environments and distributed within various facies belts. For example, the pure phosphorite with industrial value mainly occur in the upper part of the slope facies belt or may be formed in tidal flat of carbonate platform margins, while halite and magnesite were confined to carbonate platform lagoon facies. The algal bank facies belt is favorable for oil and gas reservoirs. The numerous blue-green algal microfossils preserved in the phosphorite and manganese carbonates show that the occurrence of mineralization are closely related to organic reaction.