

对硼作为相标志的异议

李国胜 杨锐

(广州海洋地质调查局实验室)

近几年来,人们对沉积环境的研究正趋深入。确定沉积相的方法越来越多,尤以地球化学参数颇受注目。为了能用定量的方法确定海相及陆相,地质工作者多视微量元素硼(B)为珍宝,即沉积岩中硼含量 $>100\text{ppm}$ 为海相, $<100\text{ppm}$ 为陆相,这样似乎顺理成章。然而,硼作为相分析标志真的那么灵验吗?笔者经过参阅国内外的有关文献,通过野外实际工作及室内大量资料的研究,认为硼可以作为分析古盐度的一种方法,但若作为确定沉积环境的主要标志,不一定具有普遍意义。本文试图就这个问题提出一些异议,以引起广大地质工作者的注意。

一、硼能指示水体盐度

国内外学者对硼的研究,主要用来确定水体盐度及相标志,其依据为:

1. 硼含量与水体含盐度呈线性关系

大量资料分析表明,水体中的沉积物具有吸附硼的能力(表1),尤以海绿石岩石,粘土矿物更甚。沉积物的硼含量与水体的硼含量有关,因而也和水体的盐度存在函数关系。Couch(1971)通过研究发现,海水中的硼含量与海水中的盐度呈线性关系(图1)。Potter等(1963,1967)则认为现代海相泥质沉积物的硼含量明显高于淡水相(表2)。通常海相地层的硼含量一般 $>100\text{ppm}$,成盐潟湖为 1000ppm ,淡水湖相硼含量最低。如苏联阿巴拉契山脉石炭纪的粘土岩中,淡水相的硼含量为 44ppm ,半咸水相为 85ppm ,海相为 111ppm 。西西伯利亚J-K₂的粘土岩中,淡水相的硼含量为 11ppm ,半咸水相为 70ppm ,海相为 102ppm 。由此显见,水体含盐度越高,硼含量就

表1 沉积岩中的硼含量(据 Hardar, 1970)

Table 1 Boron contents in sedimentary rocks (In ppm)

岩石名称	硼 含 量 (ppm)	
	一般 含 量	平 均 值
海绿石岩石	350—2000	1175
粘土和页岩	25—800	412.5
泥 岩	110—140	125
粉 砂 岩	92—100	101
石 灰 岩	31—37	52
白 云 岩	10—70	40
岩 盐	8—22	15
硬石膏	12—17	14.5
石 膏	2.5—8	5.25
铁 矿 石	20—200	110

越大, 沉积物吸附的硼可能就越多。因此, 硼的含量多少在识别水体含盐度方面是有效的, 对划分沉积类型亦很有帮助。

表 2 现代海水与淡水中硼的平均含量 (ppm)

Table 2 Average boron contents in modern sea water and fresh water (in ppm)

资料来源	海水	淡水	差别 (%)
Potter, Shimp, Witter (1963)	134.2	68.0	97.4
Shimp, Witter, Potter (1969)	105.0	58.0	78.6
总平均	111.8	62.7	78.3

2. 硼含量与化石群在盐度分析上的结果相吻合

古植物和古动物对其生栖场所最为敏感, 因此, 也是我们区分淡水与海水环境最容易和准确的方法。Landergren (1945) 对瑞典全新世海侵层

的研究表明, 硼的含量随海水硅藻的增加而增高, 随淡水硅藻的增加而减少, 说明水体中硼的浓度随盐度的变化而变化。近年来, Hill 等 (1975) 对加拿大阿尔伯达南部白垩纪地层的钻孔分析表明, 硼的含量高峰与海相生物有孔虫的含量高峰一致, 硼含量的低值段正是陆相植物大孢子的高值段 (图 2)。这与 Couch (1971) 对美国 3 个钻孔详细分析的结果正好一致。

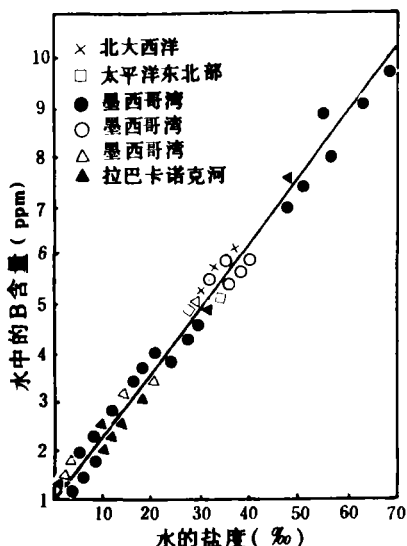


图 1 海水中硼含量与盐度关系图

Fig. 1 Plot of boron versus salinity in sea water

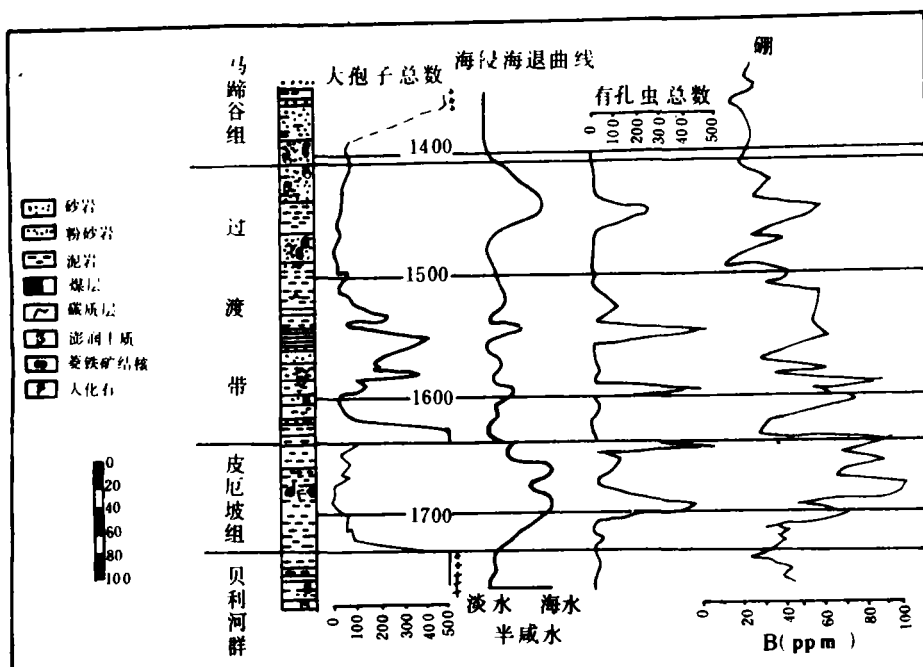


图 2 硼含量、化石群与海侵关系图 (据 Hill 等, 1975)

Fig. 2 Diagram showing the relationship between boron contents, fossil assemblages and transgressions (after Hill et al., 1975)

上述实例说明, 由于沉积物的硼含量与水体盐度成正比, 故将硼作为一个古盐度分析指标是符合客观实际的。以硼作为定量划分沉积类型的依据, 亦很有参考价值。

二、对硼作为相标志的异议

前已讨论, 微量元素硼对识别水体盐度是很有效的。然而, 若仅以硼的含量多少单独作为判定海相及陆相的主要标志, 忽视其它地质因素的影响, 笔者认为其结果有时会适得其反, 不一定能真实反映客观情况, 现举例如下:

1. 笔者在河南省义马石千峰组经过数条剖面的实测, 数十个样品的分析及数百个原始资料的整理, 以大量岩性资料、原始沉积构造、古生物化石、地球化学数据等作为确定沉积环境的主要标志, 通过初步分析认为, 该组中段为湿热气候条件下的河流沉积, 上段为干旱至半干旱气候条件下的微咸化湖泊沉积。然而根据宜昌地矿所对该地层微量元素硼的测试结果 (表 3), 显然都达到甚至超过了“海相标准”, 与上述诸种相标志所指示的环境十分矛盾。究其原因, 可知该组中段为河漫滩沉积, 岩性以泥岩

表 3 义马石千峰组的硼含量

Table 3 Boron contents from the Shiqianfeng Formation in Yima, Henan (in ppm)

地层	样品号	硼含量 (ppm)	平均	总平均
石千峰组	上段	A ₁	184	127.0
		A ₂	139	
		A ₃	117	
	中段	A ₁₀	119	
		W ₄	114	
		W ₁	89	

为主, 泥岩颗粒很细, 吸附硼的能力很强, 致使硼的含量很高。上段以紫红色钙质泥岩、粉砂岩为主, 夹大量钙质结核, 为内陆湖泊沉积。经研究, 该区当时气候炎热, 湖水蒸发量大于补给量, 湖中盐度增大, 硼的含量亦随之增加, 达到 100ppm 以上。此外, 据 Cody (1970) 对加拿大石炭—二叠系陆相地层的研究, 硼的含量为 106—143ppm, 下伏古土壤层达 160ppm。按硼的含量均可以“海相”而论, 但该地层确属陆相无疑。由此看来, 只考虑以硼的含量来确定海相及陆相, 而不全面参考其它相标志因素, 就不一定恰当。

2. 对我国西藏北部 18 个咸化湖泊的分析表明, 硼的含量为 160—500ppm, 其变化幅度之大, 含量之高, 与正常海相的硼含量 (表 4) 相比几乎无多大差别。据周仰康等 (1984) 的研究。海相与咸化湖泊相的硼含量相当。因此不能单独用硼来区分海相及咸化湖泊相。另外, 据有关资料介绍, 现代入湖三角洲

表 4. 正常海相的硼含量

Table 4 Boron contents in the normal marine sediments (in ppm)

样品产地	分析样品数	硼含量 (ppm)	资料来源
现代深海	450	135	Landergren (1962)
太平洋深海	200	120	Lander, munh (1963)
大西洋深海	100	130	Landergren (1962)
斯卡格拉克海峡	4	115	Manheim (1963)
波罗的海	8—25	105	Manheim (1963)
南海现代沉积	2	123.6	据周仰康等 (1984)
新疆喀什早第三纪喀什群 (海相)	9	183	
浙江长兴三叠纪炭坑组 (海相)	6	314	
浙江二叠纪长兴组 (海相)	5	292	
安徽上震旦统 (海相)	4	442	

与入海三角洲相比,沉积物中硼含量十分相近,而且都从河口向外有增长的趋势,表明以硼的含量多少来识别三角洲相及海陆过渡相,有时亦很困难。只有与古生物及其它标志结合起来,才能有的放矢。

3. 不同岩性吸附硼的能力差异很大(表1),即使同一盆地,相似的沉积环境,不同的粘土矿物类型的含硼量也有很大不同(表5)。其中海绿石可达数千ppm,伊利石为100—2000ppm。此外,粘土岩的硼含量还与供给区岩石成分有密切联系,如在苏联博尔戈伊盆地的 J_3-K_1 陆相粘土岩中,硼的含量为32ppm。鄂嫩盆地 K_1 的淡水粘土岩中,在曼古特组剖面的下部为113ppm,向上变为66—103ppm,而在该盆

地的补给区二叠系陆相地层中,硼的含量达150ppm,在吉萨尔山脉的西南支脉侏罗纪河漫相中,硼的平均含量为60ppm,而在该山脉南坡的河漫相中,硼的含量达110ppm。显见,硼的含量并非识别海相与非海相的主要标准,需根据具体情况,认真加以研究。

4. 同一沉积环境,不同的采样地点,硼的含量亦波动很大,如河流环境的硼含量一般为75ppm,其变化范围为5—1100ppm,在浅海粘土质沉积层中硼含量为100ppm,其波范围为20—300ppm。深海粘土的含量为165ppm,波动范围为37—1200ppm,此外,不同陆相粘土岩的粒级中,硼的含量亦有很大波动,如苏联吉萨尔山脉的西南支脉上的硼含量由20ppm变到山南坡的110ppm,甚至到大湖中心为170ppm。可见地质问题的复杂多变,运用硼作为识别沉积环境时,需特别慎重,单靠某一参数确定沉积环境是不行的。

5. 地层中的硼含量还取决于古气候。通常炎热干旱的气候能导致硼的富集,潮湿多雨的气候会导致硼的减少。如在德国蔡希斯坦统的含盐粘土中,硼的含量超过2000ppm,等于普通海相粘土的20倍,这与笔者对义马石千峰组的分析情况类似。显然,硼单独作为指相标志,并非适宜。

三、结语

1. 沉积物中的硼含量与介质盐度呈线性关系,故硼可以作为古盐度的分析指标。
2. 地质现象错综复杂,影响硼含量的因素多种多样,因此,当用微量元素硼作为识别古环境类型时,应特别慎重,不能概而论之,应结合其它沉积特征综合考虑。

参 考 文 献

- 同济大学海洋地质系,1980,海陆相地层辨认标志,科学出版社,第166—172页
- 张士、李国胜,1989,河南义马石千峰组沉积环境探讨,地质论评,第35卷第4期,第374—382页。
- 周仰康、何锦文、王子玉,1984,硼作为古盐度指标的应用,沉积学和有机地球化学学术会议论文集,科学出版社,第55—57页。

表5 粘土矿物的硼含量据(Hardar, 1970)

Table 5 Boron contents in clay minerals (in ppm)

矿物名称	硼含量 (ppm)
海绿石	数千
伊利石	100—2000
蒙脱石	5—200
高岭石	10—30
绿泥石	50

OBJECTIONS TO BORON AS A FACIES INDICATOR

Li Guosheng · Yang Rui

(Laboratory of Guangzhou Marine Geological Survey)

Abstract

According to the research of the trace element boron conducted by the scholars at home and abroad, in combination with abundant data now available, the authors contend that boron may be used as a reliable criterion for identification of water body salinity, but not as a facies indicator. In this case, palaeontological and other sedimentary characteristics should be taken into account when boron is used as a criterion for recognition of ancient sedimentary environments.

新书介绍

沉积岩测试分析理论与实践指南——《沉积岩实验室研究方法》介绍

《沉积岩实验室研究方法》一书已由地质出版社出版,由刘岫峰(成都地质学院)主编,何镜宇主审,地质矿产部岩石学课程指导委员会审定为高等学校试用教材。

全书 40 万字,图 370 幅,表 164 个,共分 6 章 28 节,系统而全面地阐述了沉积岩实验室研究中的样品制备方法、测试技术和仪器原理、沉积岩矿物成分分析、沉积有机质分析、沉积岩结构和组构分析,列举了研究实例。

样品制备按块状样品、粉粒状样品、矿物分离和粘土矿物提纯、悬浮液制备、沉积有机质抽提和提纯等方面分别叙述,原理简明,步骤清楚,要求明确,实用性强。

测试技术和仪器首先按物理学原理结合实用原则建立了分类体系,扼要地介绍了技术方法的原理和仪器结构、数据采集和处理,重点评价了技术性能和应用效果,对合理地设计测试总体方案和恰当地选择测试方法有良好的指导作用。

沉积岩矿物成分分析中重点介绍了粘土矿物、碳酸盐矿物及二氧化硅矿物的定性、定量、结晶度或有序度分析方法及其岩石学和沉积学应用解释,重矿物鉴定、统计、解释和透明重矿物裂变径迹年龄和热历史分析,砂岩碎屑成分物源构造背景定量分析等。

沉积有机质分析反映了沉积岩物质成分分析的最新进展,介绍了孢粉、干酪根、镜质体、有机碳、沥青族组份和生物标志化合物(地球化学分子化石)的定性、定量分析,并对其在古地温、生油和金属成矿、物源、环境诸方面的应用分析做了叙述。

沉积岩化学成分分析介绍了主要元素、微量元素、稀土元素和稳定同位素在物质来源、岩石和矿床成因、构造背景、成岩作用、环境特征等方面的数据分析方法和应用效果。

沉积岩结构和组构分析中阐述了粒度分布、砂粒组构和填集特征的统计学处理,用石英颗粒表面结构特征识别成因分析,提出了许多测量的几何模型、对比照片、统计公式和应用分析图表,颇具实际应用价值。

在上述各方面沉积岩特征测试分析的基础上,该书以碳酸盐岩和砂的两个研究实例作引导,介绍了沉积岩实验室系统测试、数据处理和沉积学解释的综合分析方法以及环境、成岩作用、古地温及热历史等专项分析方法,强调了数据的客观性、野外数据的平等性、分析对象的层次,可以作为沉积岩测试分析研究的参考样板。

该书坚持了测试技术、数据处理和沉积学解释一体化的思想,以科学性、系统性和实用性为准则,材料充实,内容精练,安排合理,不失为沉积岩测试分析方面理论与实践的指南,不仅是学生学习的教材,也可作为广大地质工作者,尤其是涉及沉积岩方面工作者的参考书。