

新疆西天山大哈拉军山组的沉积环境 及其与成矿的关系

杨金中, 赵玉灵, 王永江, 姜晓玮

(中国国土资源航空物探遥感中心, 北京 100083)

[摘要]早石炭世大哈拉军山组是西天山地区与成矿关系密切的地层之一, 查明其古沉积环境, 对于区域找矿规律的研究、找矿方向的确定具有十分重要的意义。根据沉积、构造、古生物、流体等的研究, 对大哈拉军山组火山岩的沉积环境进行了讨论, 指出大哈拉军山组为陆相喷发的产物。通过地层微量元素特征的对比研究, 发现微量元素在围岩、蚀变岩、矿石三者间有规律地变化, 认为大哈拉军山组是阿希型金矿的主要矿源层。

[关键词]大哈拉军山组 沉积环境 陆相 矿源层

[中图分类号]P512.2 **[文献标识码]**A **[文章编号]**0495-5331(2003)02-0001-05

早石炭世大哈拉军山组是一套喷发岩系, 广泛分布在西天山特克斯盆地、伊犁盆地等广大地区, 具有厚度大、分布广、岩性和岩相复杂的特点。著名的阿希金矿就赋存在这套火山沉积岩中。长期以来, 关于新疆西天山地区大哈拉军山组火山岩的喷发环境, 地质工作者们存在较多的争议^[1-6]。作为西天山地区重要的矿源层和赋矿层位, 查明大哈拉军山组的古沉积环境, 具有十分重要的意义。

1 大哈拉军山组地层的地质特征

在新疆西天山地区, 大哈拉军山组具有区域控矿意义, 盆地内几乎所有的金矿均产于该组火山岩中。80年代以前, 吐拉苏盆地及其周围地区的大哈拉军山组火山岩被划归上泥盆统, 新疆地矿局第一区调大队1985~1987年在本区进行1:20万区域地质调查时, 根据所采化石, 结合地层层序、接触关系和区域对比等证据, 认为其完全可以和伊犁盆地南缘的特克斯县大哈拉军山地区的下石炭统大哈拉军山组对比, 因而, 将本区及其附近的这套火山岩系从前人所定的上泥盆统分出来, 划归下石炭统, 并以大哈拉军山组命名。同时, 将前人划出而未建组的“下石炭统”厘定为下石炭统阿恰勒河组, 二者之间为不整合接触。包括两个亚组, 上亚组以一套火山

碎屑岩为主, 下亚组为正常沉积的碎屑岩。1990年, 新疆地矿局第一区调大队在该区进行1:5万区域地质调查(配种站幅、契尔格幅)时, 将1:20万区调所定的大哈拉军山组下亚组的正常沉积碎屑岩重新厘定为上泥盆统吐拉苏组; 同时根据化石等证据, 认为原划归下志留统泥勒克河组下亚组的一套以火山岩系为主的地层, 与大哈拉军山组(原上亚组)为一套地层, 因而将其与原来大哈拉军山上亚组统称为下石炭统大哈拉军山组。1:5万区调报告根据大哈拉军山组岩性特征、地层层序将其划分为5个岩性段, 从下向上分别为: ①灰色砾岩段(C_1d^1)、②酸性凝灰岩段(C_1d^2)、③下安山岩段(C_1d^3)、④火山碎屑岩段(C_1d^4)、⑤上安山岩段(C_1d^5)。这种划分较为系统的反映了大哈拉军山组的全貌。

大哈拉军山组总厚度约为1500 m, 主要由一套中—酸性火山岩及火山碎屑岩组成。毋瑞身等(1995)根据其岩性、岩相等特征, 将其划分为两个亚旋回, 7个韵律层(表1)。

2 大哈拉军山组的沉积环境

前人对大哈拉军山组火山岩的喷发环境有不同的观点, 一种观点认为其属于海相环境^[1-2]; 另一种观点认为属于陆相喷发环境^[3-6]。海相成因的证据

[收稿日期]2002-02-06; **[修订日期]**2002-11-15; **[责任编辑]**曲丽莉。

[基金项目]中国地质调查局项目(编号:200215000008)资助。

[第一作者简介]杨金中(1970年—), 男, 2000年毕业于中国科学院地质与地球物理所, 获博士学位, 高级工程师, 现主要从事矿床地质、遥感地质和工程地质等方面的研究工作。

主要有:①广泛发育海底熔岩地貌和枕状构造;②海相环境特有的化学沉积和胶体化学沉积,红色硅质岩和玉燧岩反复出现,代表火山旋回末期的海水中的硅质沉淀;③大哈拉军山组之上的阿恰勒河组的下部(二者为整合关系,亦为早石炭世沉积)中发育大量生物碎屑灰岩,其中含大量海相动物化石(如珊瑚类、腕足类等);④根据火山岩岩石化学数据投影,证明它们产于岛弧环境或活动大陆边缘;结合区域构造演化背景,认为该区在早石炭世处于岛

弧环境的初期,即水下岛弧期。陆相成因的证据主要有:①大哈拉军山组火山岩多呈紫红色、褐红色,而绿色、灰绿色少见;②火山岩中沉积岩夹层延伸不稳定,分选差;③火山碎屑岩发育,火山角砾岩和火山集块岩中见有具氧化特征的塑性火山弹;④火山碎屑岩垂直分选差,而在水平方向上有分选;⑤在火山岩中常见脱玻化球粒结构,出现高温透长石。

表1 大哈拉军山组火山岩岩性组合

岩性段	旋回	亚旋回	韵律	厚度	岩石组合与岩相		
					岩石类型	岩性	岩相
C_1d^5	大哈拉军山组火山旋回	第二亚旋回	VII	140 m	熔岩为主、火山碎屑岩夹火山碎屑沉积岩	石英角闪安山玢岩、杏仁状辉石安山岩、角闪安山岩、英安质角砾熔岩、含火山弹角砾岩、夹凝灰岩、砾岩	次火山岩相、火山管道相、爆发沉积相、喷溢相
C_1d^4			VI	200 m	火山碎屑岩、熔岩	含火山弹火山集块角砾岩、夹薄层安山岩、晶屑岩屑凝灰岩	爆发相、沉积相
			V	321 m	火山碎屑岩夹少量熔岩	英安质火山角砾岩、火山集块岩、英安质晶屑玻屑凝灰岩、火山灰凝灰岩及辉石安山岩	爆发相为主
			IV	320 m	火山碎屑岩夹少量熔岩	中性火山角砾岩、岩屑玻屑凝灰岩、酸性熔结凝灰岩、英安岩及安山岩	爆发相为主,喷爆溢流相次之
C_1d^3		第一亚旋回	III	207 m	熔岩为主、火山碎屑岩	霏细斑岩、杏仁状玄武岩、橄榄玄武岩、玄武安山岩、安山质火山角砾岩、火山集块岩及英安斑岩	喷溢相为主,爆发相次之
C_1d^2			II	228 m	火山碎屑岩为主,火山碎屑凝灰岩、熔岩	安山岩、流纹质火山灰凝灰岩、火山球熔结凝灰岩、沉凝灰岩、沉凝灰角砾岩夹灰岩、砾岩透镜体	沉积—爆发相、喷溢相
C_1d^1			I	81 m	熔岩、火山碎屑岩	石英霏细斑岩、流纹质火山凝灰岩及砾岩	爆发相、喷溢相、沉积相

据毋瑞身等(1996)、沈远超等(1996)①资料整理。

我们在实地调查和综合分析前人资料的基础上,认为大哈拉军山组火山岩为陆相喷发环境,主要证据主要有:

1)盆地中大哈拉军山组火山岩系各韵律层的分布有局限性特征,特别是在水体中易于漂浮的凝灰质火山灰,其所形成的沉凝灰岩的分布也受地域的控制,未见广泛的分布。如第一岩性段中的火山灰凝灰岩(大致相当于毋瑞身等^[3]的第一旋回第I韵律的第二层)主要分布在盆地南北边缘的恰布坎卓塔和伊尔曼德一带,第二岩性段的凝灰岩(相当于第II韵律的部分层位)主要分布在盆地北部伊尔曼德一带,第四岩性段中的凝灰岩(相当于第IV、V韵律的部分层位)主要分布在盆地中部阿希一带东西两侧,第五岩性段中的凝灰岩(大致相当于第VI韵律的部分层位)则主要分布于盆地的中心部位和盆地北缘的部分地区。如果当时盆地中存在水体的话,凝灰岩应在盆地中广布,而不应受区域限

制。

2)在区域构造古地理环境方面,本区在大哈拉军山组沉积之前,经历了漫长的构造抬升剥蚀作用,全区普遍缺失泥盆纪沉积。大哈拉军山组以清楚的不整合面超覆在老地层之上,底界清晰,是一广泛分布的区域不整合面。

3)海相观点的一个重要证据是“大哈拉军山组之上阿恰勒河组的下部中(二者为整合关系,亦为早石炭世沉积)发育大量生物碎屑灰岩,其中含大量海相动物化石^①”。实际上,大哈拉军山组与上覆的阿恰勒河组之间为明显的角度不整合接触关系,而不是整合接触关系,这种接触关系在阿希金矿采场掌子面上,由于人工挖掘而显示的非常清楚。而且,到目前为止,未见本区大哈拉军山组中有海相化石的报道;而在大哈拉军山组下部或底部的薄层砂质灰岩和泥质灰岩夹层中,却发育有芦木茎干和叠层石化石^[7]。

① 沈远超,谭克仁,迟国彬,等. 新疆金矿成矿规律及找矿方向研究,国家攻关305项目报告,1996.

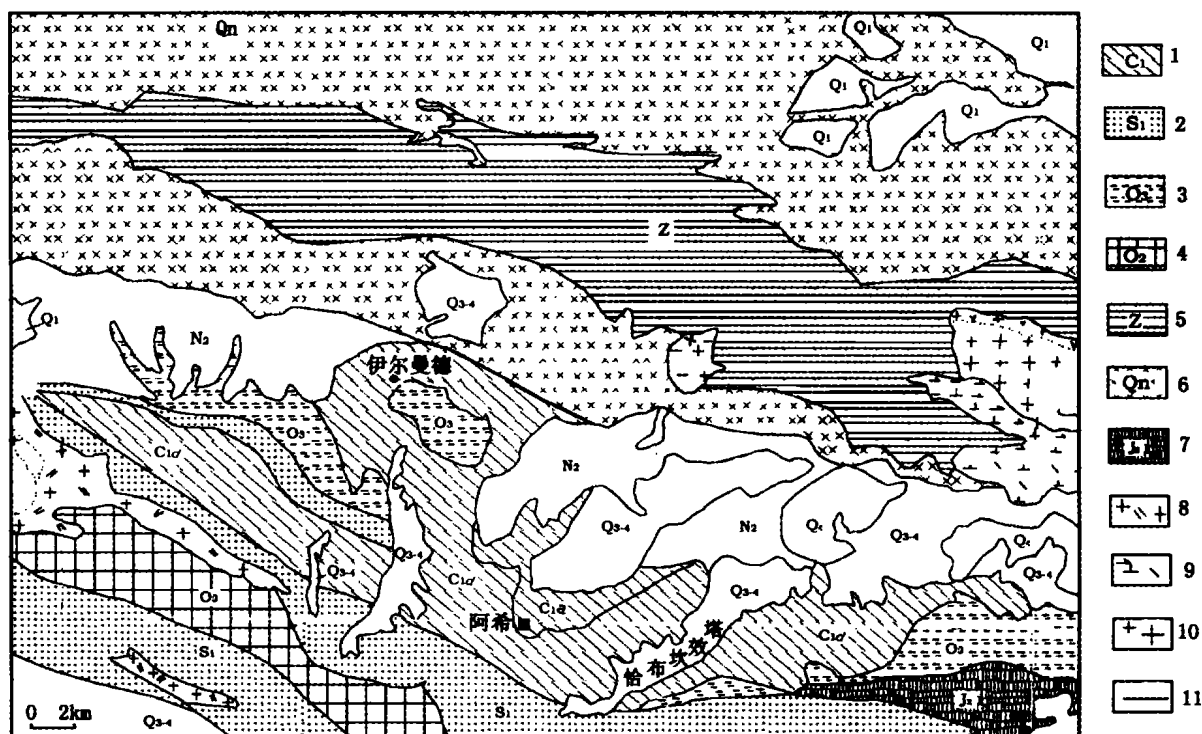


图1 吐拉苏盆地地质略图

Q—第四系;N₂—上新统;1—下石炭统(C₁d为大哈拉军山组;C₁a为阿恰勒河组);2—下志留统;3—上奥陶统;4—中上奥陶统;
5—震旦系;6—青白口系;7—蓟县系;8—二长花岗岩;9—石英闪长岩;10—花岗斑岩;11—断裂

4)根据盆地中各金矿矿物包裹体成分分析,液相成分中阳离子以K⁺含量高而引人注目,Na⁺离子含量低于K⁺离子含量数倍,Na⁺/K⁺<1(表2)。据现有资料,这种Na⁺/K⁺<1的现象在海水、同生水 and 大气水中是很难出现的。海水中Na⁺>>K⁺,而且,海水被封闭在沉积物中后,在成岩过程中,海水中的K⁺一般进入粘土矿物的晶格中,而使同生的

K⁺贫化,Na⁺却发生浓集^[8]。因此,可以认为由海水经成岩作用是不可能演化出具有这种特点的流体的。由于图拉苏盆地中未见有含钾岩地层存在的报道,在该盆地各地史时期,也不大可能有形成钾盐矿床的条件,因此,可以排除含钾岩地层提供K⁺的可能性。

表2 阿希型金矿成矿流体特征对比表

矿床或矿床类型	成矿温度 ℃	成矿压力 10 ⁵ Pa	成矿深度 m	盐度 wt% NaCl	pH	Eh	Na ⁺ /K ⁺	SO ₄ ²⁻ /Cl ⁻
阿希	120~180	72~218	400~500	3.26	5.7~8.8	-0.9~1.9	0.1~0.4	2~20
斑岩型	88~89	59	240		5.5	-0.8~1.2	0.45	1.5
伊尔曼德	91~138	77	200~350	0.2~2.1			0.2~1.0	0.5~4.5

据沙德铭等(2000)。

5)包裹体成分中另一个显著的特点是液相成分中阴离子富SO₄²⁻,其含量占阴离子总量的一半以上,Cl⁻离子含量却低的多,Cl⁻离子含量少于SO₄²⁻离子含量的数倍至数十倍。一般而言,流体中Cl⁺离子含量高,显示海水的特征;而且,Cl⁺离子含量随时间并未见有增加,反而有减少的趋势。这表明,本区金矿的形成过程中基本上可以排除有海水的参与。

6)研究区含金石英脉的锶同位素初始值与区内安山岩、钠长斑岩相近,矿石中黄铁矿的δ³⁴S值在0.90‰~4.30‰之间^[10],均值在0附近,极差为5.2‰,反映了深源硫的特点,说明成矿物质主要来源于深源的中基性火山岩、次火山岩等物质,而且形成时及形成后没有太多受到外界因素(如海水等)的干扰。

7)在阿克沙克沟、特克斯达坂北部等地的大哈

拉军山组火山岩中,含有伊利石—蒙托石粘土岩夹层或高岭土等粘土矿物^[7]。这充分显示了陆源火山喷发岩的特点。

3 地层与成矿的关系

如表3所示,本区各时代地层微量元素含量与本区丰度值相比,以大哈拉军山组火山岩为代表的早石炭世地层普遍含有Cu、Pb、Zn、Au、Ag、As、Sb、Mg等

亲硫元素,各元素的变异系数高达0.58~2.19,属于分异—强分异型分布,具有典型的矿源层特征。而从阿希金矿床含金蚀变岩(矿石)、蚀变安山玢岩和围岩安山岩的微量元素含量变化看,由围岩、蚀变岩到矿石,Au、Ag、As、Sb、Bi、Hg、Se、Mo等元素的含量明显提高,Cu、Zn、Ni明显降低^[3,6],进一步表明了微量元素在成矿过程中的迁移特点,即大哈拉军山组火山岩,尤其是安山岩段是成矿元素的主要来源。

表3 西天山主要地层微量元素地球化学参数表

$\omega_B/10^{-6}$

地层	主要岩性	样件	参数	Cu	Pb	Zn	Au	Ag	As	Sb	Hg	Bi	Sn	Mo	Ba	Cr	Ni	Co	Mn	Ti
Pt ₂	碳酸盐岩,含粉砂岩、浅变质岩	168	X	14.9	22.5	38.9	0.62	76.5	5.05	0.27	16.2	0.22	1.37	0.63	194	30.6	15.8	6.9	374	1774
			Cv	0.52	0.46	0.90	1.10	0.65	1.01	0.83	0.63	0.84	0.84	0.35	1.10	0.52	1.20	0.92	1.03	1.72
S ₁	片岩、粉砂岩、泥岩	24	X	26.3	20.8	112.0	0.94	106.5	6.84	0.81	12.5	0.36	2.35	1.30	620	65.6	34.5	14.8	842	3430
			Cv	0.22	0.25	0.28	1.07	0.57	0.46	0.31	0.60	0.51	0.31	0.35	0.15	0.16	0.19	0.18	0.20	0.16
S ₂	灰岩、粉砂岩、凝灰岩	15	X	17.2	21.6	72.1	0.65	75.9	4.50	0.66	—	—	2.97	1.01	648	63.2	30.2	12.5	701	3661
			Cv	0.14	0.19	0.19	0.60	0.21	0.39	0.22	—	—	0.17	0.18	0.11	0.11	0.13	0.13	0.18	0.12
S ₃	砂页岩为主	35	X	24.5	30.8	102.5	0.84	123.0	7.38	0.72	12.8	0.28	2.53	0.98	750	80	41.5	15.6	695	3542
			Cv	0.55	0.4	0.32	1.02	0.61	0.82	1.05	0.5	0.4	0.53	0.29	0.32	0.46	0.38	0.51	0.24	0.27
D	碎屑岩为主	47	X	29.6	20.3	67.1	0.89	86.6	6.5	1.04	11.5	—	1.65	1.32	—	33.8	18.5	10.5	564	2980
			Cv	0.21	0.31	0.46	0.59	0.37	0.5	0.4	0.27	—	0.52	0.81	—	0.45	0.38	0.44	0.39	0.52
C ₁₋₁	火山岩	250	X	42.5	35.5	120	1.7	166	8.8	1.0	15.2	0.19	2.1	0.76	452	25.2	15.4	8.5	620	3402
			Cv	0.95	1.30	1.51	2.19	0.95	1.42	1.03	0.58	0.92	0.68	0.60	1.12	0.81	1.2	1.16	0.61	0.88
C ₁₋₂	沉积岩	32	X	26.5	17.7	65.3	0.4	68.7	6.8	0.8	—	—	2.1	1.6	334	46.6	16.0	14.5	762	4872
			Cv	0.91	0.31	0.42	0.13	2.3	0.88	0.6	—	—	0.24	0.31	0.85	0.93	0.7	0.49	0.33	0.20
C ₂	碎屑岩、碳酸盐岩	20	X	16.4	17	39.7	0.47	115.8	4.80	0.63	11.3	0.18	2.14	1.05	292	19.6	7.4	7.2	684	2800
			Cv	0.70	0.63	0.85	0.82	0.95	1.0	1.11	0.22	0.83	0.52	1.02	0.88	0.40	0.82	0.79	0.31	0.70
C ₃	酸性火山岩	27	X	33	13	73	0.5	50	2.9	—	45.2	—	2.43	1.10	—	28	10	16	716	3725
			Cv	0.51	0.42	0.75	0.84	0.78	0.92	—	1.03	—	0.51	0.63	—	0.32	0.28	0.45	0.58	0.62
P	火山岩、碎屑岩	36	X	38.2	16.9	80.7	0.51	10.92	7.1	0.64	13.9	—	2.02	1.51	—	38.6	16.5	11.0	430	2700
			Cv	0.53	0.74	0.23	3.50	0.32	1.30	1.23	0.4	—	0.6	1.23	—	0.31	0.42	0.33	0.22	0.33
本区丰度值				X	31	19.4	61.4	0.83	95.1	5.93	0.73	13.5	0.25	2.31	1.08	37.6	17.3	10.2	589	3079

据廖启林(1995)①及本文数据整理。注: Au、Ag、Hg 为 $\omega_B/10^{-9}$ 。

[参考文献]

- [1] 刘洪林,董连慧. 阿希金矿地质特征及成因探讨[J]. 新疆地质, 10(2): 110~119.
- [2] 刘德权. 新疆金矿地质找矿的新进展和前景展望[A]. 新疆第二届天山地质矿产学术讨论会论文集[C]. 乌鲁木齐: 新疆科技出版社, 1992, 16~21.
- [3] 毋瑞身,田昌烈,杨芳林,等. 新疆阿希地区金矿概论[J]. 贵金属地质, 1996, 5(1): 6~21.
- [4] 何国琦,李茂松,刘德权,等. 中国新疆古生代地壳演化及成矿[M]. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社, 1994.
- [5] 翟伟,杨荣勇,漆树基. 新疆伊宁县伊尔曼德热泉型金矿床地质特征及成因[J]. 矿床地质, 1999, 18(1): 47~54.
- [6] 姜晓玮. 西天山阿希型金成矿系列及其遥感信息找矿模型[D]. 中国地质大学(北京)博士学位论文, 2001.

4 结论

1) 大哈拉军山组火山岩无论从沉积特征、生物组合,还是从同位素、地层蚀变等方面看,其沉积环境均应为陆相。相应地,赋存在其中的金矿床,应是与陆相火山岩关系密切的金矿床,应按照陆相火山岩型金矿的成矿规律指导阿希型金矿的找矿工作。

2) 大哈拉军山组是阿希型金矿床的主要矿源层。结合金矿床多赋存在大哈拉军山组中的特点,应加强大哈拉军山组中蚀变信息的提取和研究工作中,将找矿工作的重点放在大哈拉军山组火山岩出露的区域。

① 廖启林. 新疆西天山地区铜、金矿床地球化学成矿背景及其找矿方向初探. 见: 新疆第三届天山地质矿产学术讨论会论文集, 1995.

- [7] 赵振华,沈远超,涂光炽,等. 新疆金属矿产资源的基础研究[M]. 北京:科学出版社,2001,180~181.
- [8] 翟裕生,姚书振,崔彬,等. 成矿系列研究[M]. 北京:中国地质大学出版社,1996.
- [9] 沙德铭. 西天山阿希金矿流体包裹体研究[J]. 贵金属地质,1998,7(3):180~188.
- [10] 李华芹,谢才富,常海亮,等. 新疆北部有色金属矿床成矿作用年代学[M]. 北京:地质出版社,1998,102~124.

SEDIMENTARY ENVIRONMENT AND MINERALIZATION OF DAHAL AJUNSHAN FORMATION IN WEST TIANSHAN OROGENIC BELT, XINJIANG

YANG Jin-zhong, ZHAO Yu-ling, WANG Yong-jiang, JIANG Xiao-wei

(China Aero Geophysical Survey and Remote Sensing Center for Land and Resources, Beijing 100083)

Abstract: Dahalajunshan Formation is one of the strata related with metallogeny in the west Tianshan orogenic belt. Sedimentary environment research will be helpful for the studying of ore-controlling regularities and exploration direction. This paper discusses the sedimentary environment and mineralization of Dahalajunshan Formation on the base of research on sedimentology, tectonics, fossil record, fluid and microelement geochemistry. It is showed that Dahalajunshan Formation was formed in continental eruption environment, and was the main source bed of Axi type gold deposits.

Key words: Dahalajunshan formation, sedimentary environment, continental, source bed

我国科学家在陆地上发现“黑烟囱”

据报载 我国科学家经过长期不懈的野外“追踪”,终于在世界上首次发现完整的古海底“黑烟囱”,这些亿万年前生长在海底的“黑烟囱”不仅能喷“金”吐“银”、形成海底矿藏,而且很可能和生命起源有关。

现代海底黑烟囱及其硫化物矿产的发现,是全球海洋地质调查近10年中取得的最重要的科学成就之一,因其和海底成矿、生命起源等重大问题有关而成为国际科学前沿。但因现代“黑烟囱”分布在海底,仅有美、德、法、加、日等少数国家有能力开展研究。

去年长期在野外奔波的北京大学李江海课题小组首先在山西五台山地区发现了古海底“黑烟囱”残片,当年10月终于在河北兴隆发现了保存完整的古老“黑烟囱”,初步判断其地质年龄约有14.3亿“岁”。

专家描述道:14亿多年前,华北地区仍是一片汪洋大海,河北兴隆一带正处于大陆裂谷最深的海底上。在海水循环加热后,这些两到三厘米高的“黑烟囱”成为黄铁矿、闪锌矿、方铅矿等地壳内部矿物质喷涌而出的通道,“黑烟囱”周围聚集了蓬勃的微生物群落。

“显微镜下、可见从通道中央向外壁有四五个矿物层,烟囱顶部多被数毫米厚黄铁矿充填,表明烟囱被埋藏时已经熄灭”。李江海说,通过对比上百个现代海底“黑烟囱”资料和初步的矿物成分鉴定,课题组确定这些矿石就是古海底“黑烟囱”。



上图为我国科学家发现的完整的海底“黑烟囱”切面