维普资讯 http://www.cqvip.com

第13卷 第1期　　云 南 地 质　　1996年3月

中国首例杂卤石矿床

黄宣镇

（中国建筑材料工业地质勘查中心四川总队）

摘要：经过几年的地质勘查工作，1991年，终于查明了中国第一座杂卤石矿床，它的含钾量相当于一座中型规模的氯化钾矿床。杂卤石矿床赋存并富集于下中三叠统二级背斜鞍部，与石膏和硬石膏共生，交互成层，并受其控制和保护；矿床具有以杂卤石矿为中心的对称沉积韵律，一方面是潮上膏坪环境浅水盆地中的残余浓缩卤水与石膏发生同生交代作用形成，另一方面又是膏坪汇流水与残余浓缩卤水混合蒸发沉积而成。

杂卤石矿化学成分接近理论值，K_2O含量平均8%。矿石经系统农业肥效试验证明增产显著；在一定条件下，矿粉能完全溶于水，并可提纯为商品钾盐以至硫酸钾化学纯。杂卤石矿可为工业利用。

除介绍杂卤石矿的识别方法外，作者还引进非金属矿床含矿建造的概念，根据与杂卤石矿共生的岩石组合特征、矿床形成时所处的大地构造环境，指出杂卤石矿赋存于海相碳酸盐岩—硫酸盐岩建造中，这一建造也就是寻找杂卤石矿（及与其共生伴生的其它非金属矿）的方向和目标。

关键词：杂卤石矿　石膏和硬石膏　二级背斜　浓缩卤水　商品钾盐　碳酸盐岩-硫酸盐岩　非金属矿床含矿建造　四川东部

1982年，国家建材局西南地质公司（今中国建筑材料工业地质勘查中心四川总队）在勘查四川东部某石膏矿床时，通过对石膏化学成分分析检查和配算，发现其中含有杂卤石矿物。经详查地质工作，于1991年查明其含钾量相当于一座中型规模的氯化钾矿床。这是在中国发现的第一座杂卤石矿床。杂卤石矿床在石膏矿区中已控制的面积仅0.34km²。矿区距最近铁路车站7km，水陆交通方便。

1　矿床地质特征

石膏矿区位于古扬子板块沉积盖层川东褶皱带华蓥山背斜北段近倾没端核部，背斜轴向北北东，区域断裂构造不发育，而褶皱构造较剧烈。矿区出露三叠系中统雷口坡组，区内从南至北在一级背斜的基础上发育三个二级背斜和三个二级向斜（图1）；二级褶皱构造轴向北西，与一级轴交角约30°。赋矿构造是二级背斜，杂卤石矿床赋存并富集于偏崖子背斜的鞍部的下三叠统嘉陵江组顶部和中三叠统雷口坡组下部的石膏和硬石膏岩（矿）中（图2）。

杂卤石矿主要呈层状、似层状产出，在石膏和硬石膏岩中分布连续，已控制矿体长750m，宽160—630m，埋深距地表75—520m。赋存杂卤石矿的石膏硬石膏岩段厚达145m。在各个钻孔中杂卤石矿层数不一，最多可达28层，单层厚度0.20—4.20m不等，一般0.5—1.5m，

收稿日期：1995-01-23

维普资讯 http://www.cqvip.com

单孔累计最大厚度34.22m。矿石中杂卤石矿物平均含量54.0%。各矿层间间隔不大，其间夹石膏、硬石膏，有时见有“绿豆岩”（一种含钾粘土岩，区域上常是嘉陵江组与雷口坡组的分界标志层），偶为菱镁矿，它们与杂卤石矿交互成层。杂卤石矿赋存于石膏和硬石膏岩中，其形态、产状均受膏体制约（图3）。由于膏体揉皱剧烈，杂卤石矿层的揉皱构造也同样发育（图版Ⅰ，图1），形态复杂，产状、厚度变化也大，各钻孔中杂卤石矿层互相间没有明显的对比标志。

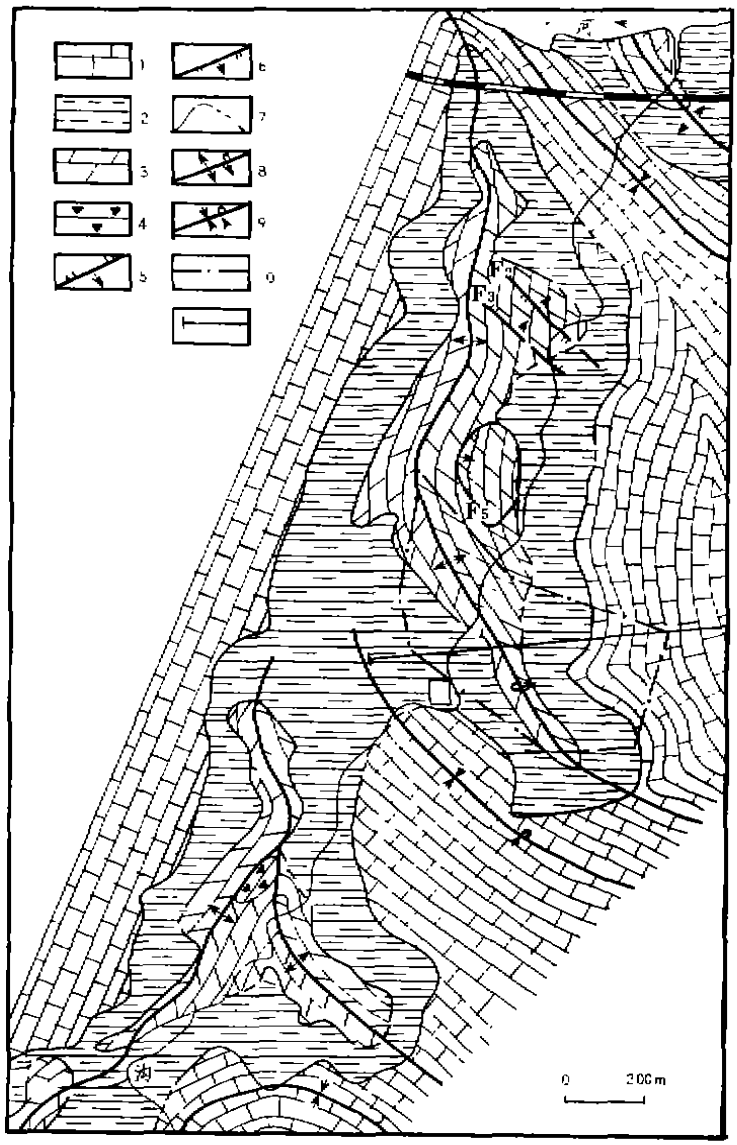


图1　四川东部某杂卤石矿床地质图

1.石灰岩；2.灰质泥岩；3.白云岩、上部夹石灰岩；4.石膏；5.逆断层；6.正断层；7.实测及推测地质界线；8.背斜和倒转背斜；9.向斜和倒转向斜；10.杂卤石矿分布范围；11.剖面图的位置

杂卤石矿床具有完整的以钾盐为中心的对称沉积韵律：石灰岩白云岩—含杂卤石石膏和硬石膏岩—白云岩石灰岩，依次构成“盐下碳酸盐岩组—含钾盐石膏岩组—盐上碳酸盐岩组”。如果说这是一个淡化—钾盐化—淡化的一级沉积韵律，那么，含钾盐石膏岩组则是由二级对称沉积韵律构成，即由“盐下石膏岩段—含钾盐岩段—盐上石膏岩段”组成（表1）。而含钾盐岩段则由“石膏（或硬石膏）—杂卤石矿”反复交替的三级沉积韵律构成；在ZK102A中，这一级沉积韵律有15个旋回。这种沉积韵律在矿区普遍出现，是杂卤石矿床的一个重要特征。

维普资讯 http://www.cqvip.com

表1 杂卤石矿床沉积韵律

地层符号	沉积顺序	岩石组合	厚度(m)	沉积韵律 一级	二级	三级
T_2l^4	↑	灰质泥岩	130—160			杂卤石矿
T_2l^{4-2}		石灰岩、白云质灰岩	50—100	盐上碳酸盐岩组		石膏
		白云岩				菱镁矿(局部)
T_2l^{3-1}		石膏岩，局部硬石膏岩	20—100	含钾盐石膏岩组	盐上石膏岩段	石膏/硬石膏
		含杂卤石矿石膏岩硬石膏岩，底部“绿豆岩”	40—145 (100—450)		含钾盐岩段	杂卤石矿
T_2j^{5-2}		硬石膏岩，局部石膏岩，顶部杂卤石矿	40—300		盐下石膏岩段	杂卤石矿
T_1j^{5-1}		白云岩	40	盐下碳酸盐岩组		硬石膏/石膏
		石灰岩				“绿豆岩”
T_1j^4		硬石膏岩	(巨厚)			杂卤石矿

本区杂卤石矿含K_2O一般6—12%，最高15.50%，平均8%，含MgO 3—7%。能够成为工业矿石（$K_2O \geq 4\%$，可采厚度≥0.5m）的有块状杂卤石矿、层纹状杂卤石矿、斑块状杂卤石矿、浸染状杂卤石矿（图版Ⅱ，图2），其余脉状杂卤石岩，含杂卤石团块石膏岩、含杂卤石“绿豆岩”等矿石，因其中K_2O含量低、分散，或杂卤石含矿率低，目前还不能利用。

块状杂卤石矿是分布较广的工业矿石，浅灰色、深灰色，硬度3.5，密度2.79，微细粒、细粒结构，块状构造，贝壳状断口，微有辛辣味，蜡状或油脂状光泽。杂卤石矿在石膏硬石膏岩中呈团块状、条带状分布，在硬石膏岩中常呈浸染状逐渐过渡，并有交代石膏或硬石膏现象。

块状杂卤石矿质较纯，成分较单一，含杂卤石矿>90%，最高98%，共生矿物有硬石膏，其次是石膏、多钙钾石膏、硫锶钾石、钾石膏、菱镁矿、无水钾镁矾、泥质物，微量石英，杂卤石与硬石膏、石膏互相呈此消彼长关系；矿石中不见方解石、白云石。矿石的化学成分接近理论值（表2）。

表2 杂卤石矿的化学成分（%）

成分	K_2O	MgO	CaO	SO_4	H_2O^-	CO_2	SiO_2	合计
理论值	15.62	6.69	18.60	53.11	5.98			100.00
样品A	15.50	6.32	18.43	50.75	5.88	1.59	1.14	96.88
样品B	15.22	6.49	18.93	52.05	8.83			98.52

维普资讯 http://www.cqvip.com

续　表

成　分	K_2O	MgO	CaO	SO_3	H_2O^-	CO_2	SiO_2	合　计
样品C	15.38	6.22	18.35	50.58	5.73			96.26
样品D	15.50	6.41	18.20	50.83	5.71			96.65

注：国家建材局西南地质公司化验室测定

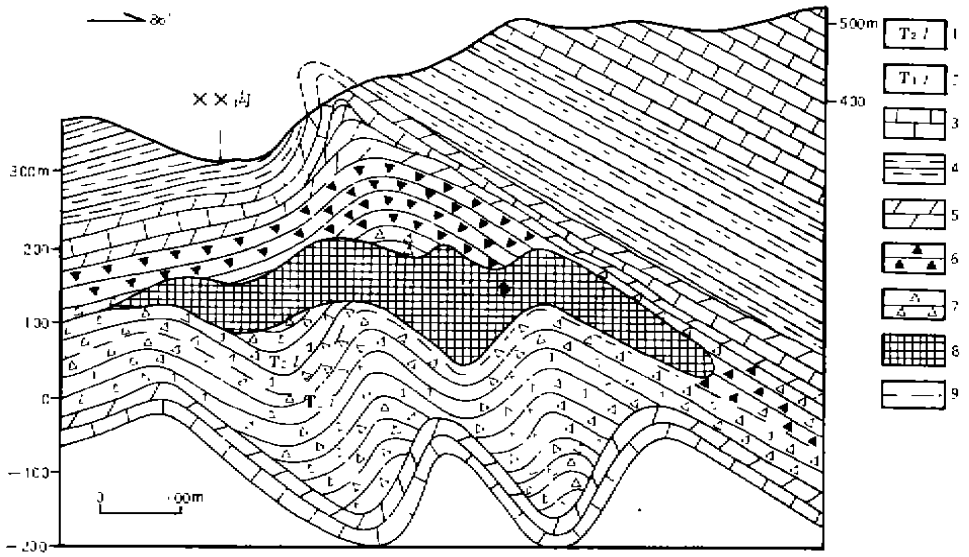


图2　杂卤石矿床剖面图

1.中三叠统雷口坡组；2.下三叠统嘉陵江组；3.石灰岩；4.灰质泥岩；5.白云岩；6.石膏；7.硬石膏；8.含杂卤石硬石膏层；9.“硬盐岩”

在显微镜下，杂卤石矿透明无色，折射率大于树脂，略低于硬石膏，正中（低）突起，晶形粒状、柱状、叶片状、放射球粒状等，卡氏双晶或聚片双晶发育（图版Ⅱ，图1—图6），斜消光，干涉色一级灰—稻草黄，二轴晶负光性，（－）$2V<70°$，$>65°$。

差热分析结果表明，杂卤石矿在357—375℃范围内有一个宽而深的吸热谷，是脱去结晶水的热效应；在883—900℃范围内的深而窄的吸热谷是杂卤石矿熔融的热效应。

红外光谱分析结果表明，本区杂卤石矿的红外吸收光谱曲线是杂卤石的反映，在3500—3200cm^{-1}和1600—1700cm^{-1}附近的吸收带是水的羟基（O—H）伸缩振动带和弯曲振动带（价振动），而1200—1000cm^{-1}和700—550cm^{-1}是SO_4^{2-}基团的伸缩振动带和弯曲振动带。

用本区较纯的杂卤石矿作X射线粉晶分析，结果表明，其分析曲线和衍射数据同美国得

维普资讯 http://www.cqvip.com

克萨斯州的杂卤石矿物的数据基本一致，主要的5条强衍射线的d值是：3.182（10），2.929（8），2.89（10），2.854（5），2.977（4）或6.018（7）。

其它项目测试结果也都确认本区杂卤石矿具有杂卤石的矿物学特征（以上数据由国家建材局地质研究所测定）。

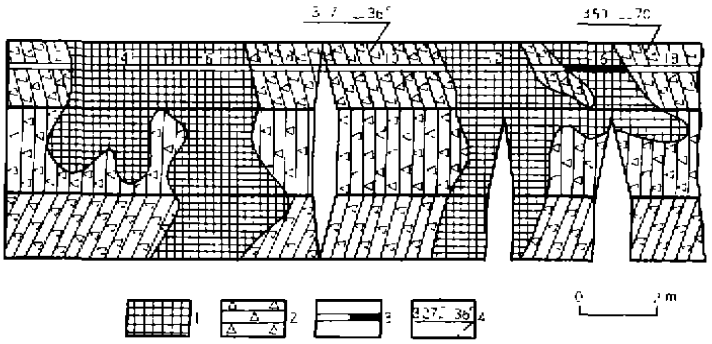


图3 杂卤石矿坑道素描图

1.杂卤石矿；2.硬石膏岩（矿）；3.取样位置；4.产状

2 矿床成因与保存条件

杂卤石矿床赋存于三叠系下中统含膏地层中，明显地受这一特定地层的严格控制。含矿地层为浅海泻湖相蒸发沉积岩，无论从宏观上还是从微观上看，它都具有层状、层纹状构造，矿物结晶细小，成分、结构较单一、均匀，有的矿物具有沿层理定向排列等原生沉积结构构造的特征，因而杂卤石矿床主要是原生蒸发沉积形成。但在成岩期和成岩期后又经历了复杂的交代作用，导致矿物重结晶和各矿物之间互相交代、包裹、穿切，致使原岩结构构造发生复杂变化，因而矿床又具有水溶交代成因的性质。

早中三叠世时，本区地处华南海的西北边缘，气候炎热干燥，沉积了巨厚的含膏碳酸盐岩蒸发岩系。早三叠世晚期，本区成为潮上浅水盆地，由于地壳升降频繁，海水旋进旋退，沉积了夹白云岩的石膏层，随后发展为潮上膏坪环境，其中的浅水盆地则汇聚已浓缩了的富钾镁钙的硫酸盐卤水，发生浓缩沉积作用，形成杂卤石矿；与此不同时，这些卤水一方面与浅水盆地底部早先已沉积的石膏在NaCl溶液不饱和的环境中发生同生交代作用：

$$(2K^{+}+Mg^{2+}+2SO_4^{2-})+2CaSO_4\cdot 2H_2O \rightarrow K_2SO_4\cdot MgSO_4\cdot 2CaSO_4\cdot 2H_2O+2H_2O$$

浓缩卤水成分　　石膏　　杂卤石

形成同生交代成因的杂卤石；另一方面，潮上广阔膏坪周期性地接受大气降水和地表淡水，它们在向浅水盆地汇流过程中，沿途溶解石膏，汇流水富含Ca^{2+}、HCO_3^-、SO_4^{2-}，最终汇聚于浅水盆地时，与浓缩卤水混合，直接结晶沉淀，析出杂卤石矿和菱镁矿：

$$(2Ca^{2+}+2HCO_3^-+2SO_4^{2-}+H_2O)-2(K^{+}Mg^{2+}+SO_4^{2-}) \rightarrow K_2SO_4\cdot MgSO_4\cdot 2CaSO_4\cdot 2H_2O+$$

汇流水成分　　浓缩卤水成分　　杂卤石

$$MgCO_3+CO_2\uparrow$$

菱镁矿

形成蒸发沉积成因的杂卤石。

这种成矿作用的多样性，也就是杂卤石矿石类型多样化的原因。同样，成矿物质也是多源的，除残留浓缩卤水外，海底火山喷发也提供钾质来源。

还应该指出的是，杂卤石矿床的形成，始终是处于NaCl溶液不饱和的状态中，因而矿床不含钠盐。

维普资讯 http://www.cqvip.com

杂卤石（$K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 2CaSO_4 \cdot 2H_2O$）是一种硫酸盐类矿物，常温下即可溶于水。本区杂卤石矿床得以较为完整地保存下来，得益于次级褶皱构造、适宜的岩性地层、较好的水文地质条件，以及无沟通矿层与地表水地下水的断裂构造。

由于矿区受近东西向和近南北向构造应力的作用，在二级背斜鞍部形成一个完全封闭的赋矿空间，为杂卤石矿在一定的压力、温度下的塑性运移、富集、赋存提供了良好的构造环境。

杂卤石矿层的直接顶底板都是石膏和硬石膏岩，厚度大而变化较小，分布稳定，结构致密，是良好的隔水层，能防止地表水地下水对杂卤石矿层的渗透、淋滤、溶解。矿床周边另有一套分布稳定、裂隙度很小、渗透性差、厚130—160m的灰质泥岩隔水层，从外围保护着杂卤石矿床。

在杂卤石矿床分布范围内无断层出现，外围断层规模小，未达到沟通地表水、地下水与矿床之间联系的程度，杂卤石矿床得以较好地保存下来。

杂卤石矿床埋藏在当地侵蚀基准面以下，矿区地形地貌有利于地表水自然排泄，而不能直接补给矿层。矿区含水层虽以岩溶裂隙为主，但具承压性质，有良好的补给、径流、排泄的自然循环条件，含水层地下水不能使杂卤石矿床充水；地下水对矿层顶底板虽有淋滤、潜蚀作用，但巨厚的石膏和硬石膏岩仍保护着杂卤石矿床处于完全封闭体系中。

3　矿石的利用

杂卤石矿是一种硫酸盐类钾盐矿物，是重要的钾肥原料，钾在工业上有较广泛的用途。因此，作为中国第一例杂卤石矿床，查明其工农业利用的可能性，是十分必要的。

（1）农业肥效试验　1985—1989年，委托四川省内十多个省、市、地、县的农业科研部门进行施用杂卤石矿粉（矿石经粉碎至-100目，含K_2O 8%）的肥效试验，先后进行了盆栽试验、小区对比试验、大田示范验证，受试作物包括粮食、油料、经济三大类作物十二个品种。尤其是大田示范验证，总面积超过800亩，矿粉总用量50吨，验证作物包括水稻、烟草、花生、甘蔗、棉花等，水稻增产19%、烟草增产12.7%。

系统的农业肥效试验结果表明，杂卤石矿作为一种钾镁复合肥料，不经化学处理即可直接施于农作物，增产是普遍的、显著的，在四川省内主要土壤和作物上均可施用，与施用进口KCl、K_2SO_4化肥效果相当，更是忌氯作物的理想钾源。

（2）商品钾盐的提纯　在此之前，国内外文献记载说“杂卤石难溶于水，加工过程复杂”，以致认为杂卤石难于利用，没有商业价值。本区杂卤石矿进行了实验室溶矿提纯试验。试验以含K_2O 4.1%的贫矿石进行。矿石经粉碎，在矿水体积比为1∶6.6时，杂卤石矿中的K_2O已能完全溶于水，将滤液蒸干，即可得到含K_2O 29.89%的提纯品（表3）。

表3　杂卤石矿提纯前后成分（%）

成　分	K_2O	Na_2O	CaO	MgO	SO_3
提　纯　前	4.1	0.75	11.83	1.81	24.76
提　纯　后	29.89		5.90	11.80	54.38

维普资讯 http://www.cqvip.com

这一提纯结果，已超过钾盐国际商品含 K_2O 20% 的最低要求。

(3) 硫酸钾的提纯 在溶矿提纯商品钾盐的基础上，1989年又对杂卤石矿进行了实验室提纯硫酸钾的试验。矿石经粉碎、溶解、沉淀分离、蒸干滤液等若干工序，即可得到硫酸钾化学纯。不论原矿含 K_2O 高低，都可将其提纯至含 K_2SO_4>99%（表4），回收率>99%，产出率则与原矿 K_2O 含量成正比（表5）。

表4 杂卤石矿提纯硫酸钾的组分 (%)

样品	原矿 K_2O 含量		提纯后各组分的含量						备注
	酸溶	水溶	K_2O	Na_2O	CaO	SO_3	合计	K_2SO_4	
A	6.78	6.78	53.80	0.16	0.22	45.78	99.96	99.52	K_2SO_4 含量由提纯的 K_2O 量乘以换算系数 1.8498 所得
B	6.31	6.30	53.47	0.16	0.74	45.81	100.18	98.01	
C	7.55	7.48	53.19	0.16	1.03	45.69	100.09	98.39	
D	7.15	7.09	53.13	0.16	0.74	45.87	99.90	98.27	
E	11.68	11.69	54.00	0.16	0	45.77	99.93	99.89	
F	13.28	13.33	53.46	0.16	0.59	45.87	100.08	98.89	
G	13.50	13.33	53.71	0.16	0.22	45.81	99.91	99.35	
平均	9.46	9.43	53.54	0.162	0.509	45.799	100.01	99.03	

表5 杂卤石矿提纯回收率和产出率

样品	样重（克）	含 K_2O (%)	K_2SO_4 理论含量（克）	提纯的 K_2SO_4 量（克）	回收率 (%)	产出率 (%)	备注
①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	①=②×③×1.8498
A	50	6.78	6.2708	6.2601	99.83	12.52	⑥=⑤÷④×100%
E	50	11.68	10.8028	10.7142	99.18	21.43	⑦=⑤÷②×100%

（表3、4、5数据由中国建筑材料工业地质勘查中心四川测试研究所测定）

农业肥效试验结果表明，杂卤石矿的溶解性能良好，不经化学处理即可作为钾肥施用，其中的 K_2O 能为作物吸收，增产是显著的，普遍的，还能改良土壤；提高作物抗旱、抗病虫害能力。杂卤石矿提纯为商品钾盐和硫酸钾都是可能的，无需复杂设备和特殊工艺，提纯过程无污染、无废弃物、无尾矿，一物多用。因此，本区杂卤石矿能为工农业利用。

4 找矿思路

农业在我国国民经济中占有重要地位，钾矿的用途主要是用作农业肥料。我国是钾矿资源缺少国，如何找到更多的钾矿，本文作者仅从就矿找矿角度出发，并引进非金属矿床含矿建造的概念，提出杂卤石矿的找矿方向和目标。

(1) 杂卤石矿的识别 杂卤石矿是硫酸盐类矿物，常温下即能溶于水，因而在地表没有直

维普资讯 http://www.cqvip.com

接标志。下列方法可供在勘查石膏时识别杂卤石矿参考。

①肉眼识别：杂卤石矿结构细腻致密，灰色，有时因次生变化而显肉红色，半透明。

②组分分析：在石膏硬石膏矿的基本分析项目中，依公式$CaO=0.7005SO_3$，以分析的SO_3值计算CaO值，如此值大于2个百分点的CaO分析值，则表示有"异常组分"，表明矿石中还含有其它金属阳离子。本矿区的经验是K^+、Mg^{2+}，为杂卤石所致。

③显微镜观察：在(010)和(100)面，有卡氏双晶或聚片双晶者，是杂卤石，而石膏硬石膏则无。

④镁试剂法：用镁试剂滴于矿石，半分钟后显蓝色者含镁。本矿床经验，含镁者亦含钾，为杂卤石。石膏和硬石膏无此反应；白云石要显蓝色，需先溶于酸，方有此反应。

⑤亚硝酸铜铅钠法：以亚硝酸铜铅钠试剂滴于矿石，有棕黑色立方体生成者含钾，可进一步检查其属何种含钾矿物。

⑥稀盐酸法：滴稀盐酸于矿石，生成的等轴立方体晶体为氯化钾。

⑦焰火色反应：将试样灼烧至1000℃，以蓝色钴玻璃镜观察，火焰呈紫色者，矿石含钾。

⑧用X荧光仪探测，可直接显示矿石K_2O含量。

⑨物探测井：石膏硬石膏矿床中杂卤石矿层的视电阻率和放射性强度与其围岩有显著的差别。尤其是杂卤石矿的放射性强度是石膏硬石膏的5倍以上，在电测井曲线图上可以准确地查明杂卤石矿层井段。

⑩水化学法找钾，可以发现原生杂卤石矿床(以及可能的现代含钾盐湖)，但矿床保存程度如何，是要考虑的。

(2)非金属矿床含矿建造　所谓非金属矿床含矿建造，陶维屏(1992)定义为："在特定的构造环境中，由岩浆侵入和喷出、沉积、风化残留、变质而堆积的具有成因上相关和有联系的特征岩类和特殊含矿性的岩石的共生组合"。[1]

如前所述，本区杂卤石矿床赋存于石膏和硬石膏岩中，后者又赋存于白云岩石灰岩中。在本矿区，石灰岩、白云岩、石膏和硬石膏岩、杂卤石岩以及它们的过渡类型岩石，有序沉积共生组合在一起，构成典型的碳酸盐岩—硫酸盐岩非金属矿床含矿建造。这一建造是在陆缘海这一特定的构造环境中，由海相沉积形成，且未经变质作用；杂卤石矿是这一建造中含有的特殊非金属矿之一。组成这一建造的岩石组合成分，也是这一建造所含的非金属矿床矿种，它们在剖面上具有序列性和旋回性，即沉积序列依沉积次序先后依次为石灰岩矿床→白云岩矿床→石膏矿床→杂卤石矿床→石膏矿床→白云岩矿床→石灰岩矿床。

由此可见，杂卤石矿床依附于碳酸盐岩—硫酸盐岩建造而存在，杂卤石矿床又与石膏和硬石膏矿床、白云岩矿床、石灰岩矿床按一定的规律共生组合在这一建造中，这一建造的形成和分布又受陆缘海这一特定构造环境所控制。掌握和运用这一规律，也就明确了杂卤石矿(以及与之共生伴生的其它非金属矿)的找矿方向和目标。

(3)找矿方向和目标

①就本矿区而言，在其东部和南部，杂卤石矿仍有伸延的趋势，但受二级背斜构造控制，矿体埋深加大，矿层厚度变小，矿层数减少；就矿区所在一级褶皱构造的华蓥山背斜而言，在其中段的另一石膏矿区北段，复查其有无"异常组分"，可望找到新的杂卤石矿床。

②编制含矿建造分布图，可以明确指出找矿方向。[4]四川海相碳酸盐岩—硫酸盐岩建造分

维普资讯 http://www.cqvip.com

布示意图》(黄宣镇,1993)就是为在四川寻找杂卤石矿及与其共生伴生的其它非金属矿而编制的。在这一建造分布范围内,就有可能重复找到这一建造所特有的非金属矿。但是,由于杂卤石矿沉积的概率较其它共生伴生矿种低,又由于杂卤石矿沉积时残余卤水容积相对较小(图4),也由于杂卤石矿床保存条件要求比较苛刻,因而并不是在这一建造分布的范围内都一定能找到杂卤石矿。

(3)在古扬子板块上,除四川东部外,江苏南部、安徽南部、湖北南部、湖南西北部、陕西南部、贵州西部、云南东部在内的广阔地带分布的下中三叠统,都是碳酸盐岩—硫酸盐岩建造,在早中三叠世时都属陆缘海的构造环境,是寻找杂卤石矿的方向和目标。北方广泛分布的下中奥陶统也是碳酸盐岩—硫酸盐岩建造,同样是寻找杂卤石矿的方向和目标。因为"一定的非金属矿床含矿建造总是分布在一定的构造环境中。只要构造环境适宜,就可以形成一定的含矿建造,而不受时间的限制"。[2]

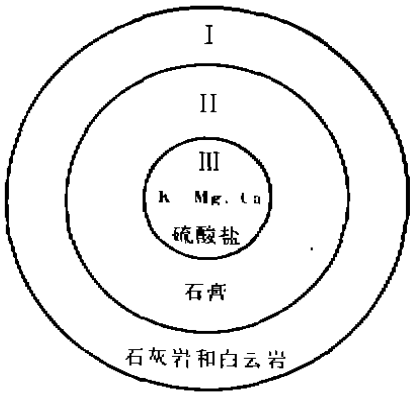


图4 杂卤石矿蒸发浓积过程
(同心圆面积表示各种盐类开始异常沉淀时、残余卤水相对容积)

(4)受成矿地质背影的控制,杂卤石矿和石膏硬石膏、白云岩、石灰岩这几种非金属矿床有成因上的相关关系而共生聚集在陆缘海这一特定构造环境中,构成海相碳酸盐岩—硫酸盐岩沉积成矿系列。这一成矿系列包含的矿种,除上述几种非金属矿外,还有石盐、卤水、天青石、含钾粘土岩、泥灰岩等。这些非金属矿床有规律地组合不是偶然的,而是可以再现的,即根据其组合规律,可以在类似的条件下再次找到这种组合[3],当然不一定都完整、齐全。

还有必要指出的是,本区杂卤石矿床中,与杂卤石矿共生或伴生的非金属矿物还有含钾的多钙钾石膏、无水钾镁矾、钾石膏、硫锶钾石,以及菱镁矿、硫镁矾等,它们目前仅有矿物学意义。在寻找杂卤石矿的同时,不妨注意一下是否可能找到可资开发利用的此类矿床。

参 考 文 献

[1] 陶维屏 中国非金属矿床含矿建造 建材地质 1992年第1期
[2] 黄宣镇 四川的海相碳酸盐岩—硫酸盐岩非金属矿床含矿建造 建材地质 1993年第5期
[3] 陶维屏 中国非金属矿床的成矿系列 地质学报 1989年第4期

维普资讯 http://www.cqvip.com

THE FIRST POLYHALITE DEPOSIT OF CHINA

Huang Xuanzhen

(Sichuan Team General Building Material Industry Geological Exploration Center of China)

Abstract

By the geological exploration in a few years, the first polyhalite deposit of China was finally proved, whose K reserves is equal to a kalium chloride deposit in medium scale. It exists and concentrates in the saddle of an order Ⅱ anticline of lower-middle Triassic, coexisting and alternating with gypsum and anhydrite, controlled and protected by them. There is a symmetric sedimentary rhythm with a polyhalite center in this deposit, formed by the cogenetic metasomasis of relic concentrated brine with gypsum in shallow basin of the gypsum flat environment above tidal level and the evaporation sedimentation of the mixture of gypsum flat drainage water with rilic concentrate brine.

The chemical composition of polyhalite is similar to the theoretical value, K2O average 8%. Through the systematic fertility test, the ore has been proved to be evidently availabe in agriculture to increase production. Under some conditions, the ore powder is competely soluble in water and can be purified to produce commercial kalisalt, even kalisulphate with chemical purity.

Besides briefing on the identification method of polyhalite ore, this paper refers to the concept of ore formation of nonmetallic deposit and points out that this polyhalite deposit exists in the ocean facies cabornate rock — sulphate rock formation according to the rock assemblge paragenetic with polyhalite and the geotectonic environment during forming ore deposit. This ore formation is the direction and target in searching for polyhalite ore (and the other nonmetallic ore accompanying, coexisting with it).