

辽吉海积寒武纪石膏矿床

罗大有

(辽宁省非金属地质勘探公司)

近年来,在我国东北南部辽、吉两省的早寒武世地层中相继找到了一些海积成因的(硬)石膏矿床。这一发现填补了东北地区一项急需的非金属矿资源的空白。

成矿区域大地构造位置属天山-阴山东西纬向复杂构造带的东延部分,西起辽宁省辽阳、灯塔,东迄吉林省扶松、长白等地,为一长约350km、宽约60km的北东向槽状凹陷。按槽台构造理论观点,本区处于中朝准地台辽东台背斜太子河-浑江复式向斜区。其北部为铁岭-靖宇古陆,南部为千山狼林古陆。此复向斜基底为前震旦纪古老变质岩系。凹陷具有明显的继承性,控制着震旦纪、寒武纪和奥陶纪海相地层呈北东-北东东向展布。

区内寒武系发育,出露广泛,化石丰富。上覆地层为下奥陶统治里组,下伏地层为中震旦统康家组、桥头组(辽宁地区)或八道江组、麦沟组(吉林地区),寒武系最大沉积厚度

表1 辽吉地区寒武系划分表

统	组	符 号	厚 度 (m)	岩 性	化 石
上	凤山组	ϵ_{3f}	94	薄层灰岩、竹叶灰岩、涡卷状灰岩夹泥灰岩	<i>Calvinella</i> sp. <i>Tsinania</i> sp.
	长山组	ϵ_{3c}	30±	页岩、竹叶灰岩、薄层灰岩夹泥灰岩	<i>Kaolishanina</i> sp. <i>Chuangia</i> sp.
统	崮山组	ϵ_{3g}	30±	页岩夹竹叶灰岩、薄层灰岩及鲕状灰岩	<i>Drepanura</i> sp. <i>Blackwelderia</i> sp.
中	张夏组	ϵ_{3z}	250±	厚层灰岩、鲕状灰岩,下部为条带状灰岩	<i>Damesella</i> sp. <i>Poshania</i> sp. <i>Dorypyge</i> sp.
	徐庄组	ϵ_{2x}	50±	页岩、鲕状灰岩、海绿石英砂岩	<i>Bailiella</i> sp., <i>Walcott Poriagraptos abrota</i> <i>Sunasplueris</i> Lu
下	毛庄组	ϵ_{1mz}	100±	云母质砂页岩夹灰岩及红色泥岩	<i>Ptychoparia</i> sp.
	馒头组	ϵ_{1m}	60—150	砖红色白云质泥岩、(硬)石膏岩、白云岩、灰岩	<i>Redlichia chinensis</i> Walcott
统	碱厂组	ϵ_{1j}	50—120	沥青质灰岩、灰岩夹(硬)石膏岩,底部为砂页岩	<i>Redlichia</i> sp. <i>Palaeolenus</i> sp.

据辽宁第一区测队1967年区测报告

约1000m, 划为三统八组(表1)。

辽宁省辽阳和本溪一带的石膏和硬石膏层赋存于寒武系下统馒头组与碱厂组中, 而吉林省通化和浑江一带的石膏和硬石膏层仅见于馒头组中。

组	段	层序	厚度(m)	柱状图	岩性描述
馒头组	四	18	26		砖红色白云质泥岩; 层顶6米以下具脉状和团块状石膏
		17	5.5		I膏层: 由三层(硬)石膏层夹两层白云岩组成
		16	11.0		紫红色泥质白云岩: 纤维石膏脉和团块状石膏发育
		15	4.5		灰绿色泥质白云岩: 含少量石膏
	三	14	8.0		灰黑色条带状泥云质石灰岩: 有纤维石膏细脉
		13	9.0		砖红色白云质泥岩: 纤维石膏和瘤状石膏发育
		12	5.0		灰绿色含膏白云岩
		11	8.0		砖红白云质泥岩: 中夹II膏层, 全层纤维石膏和块状石膏发育
		10	11.0		杂色纹层白云岩: 含少量石膏
		9	5.0		深灰色条带状含泥质白云质石灰岩
		8	4.0		绿灰色泥质白云岩
		7	11.0		砖红色白云质泥岩: 含较多纤维石膏和瘤状石膏
	二	6	4.0		含泥质白云质石灰岩: 纤维石膏薄层发育
		5	4.5		III膏层: 三层石膏层夹一层泥质白云岩
		4	3.3		砖红色白云质泥岩: 纤维石膏细脉发育
		3	2.2		IV膏层: 以泥质白云质石膏为主
		2	5.5		浅灰色白云岩: 上部含纤维石膏
	碱厂组	1	6.0		灰黑色含细碎屑石灰岩
8		12.0		灰黑色石灰岩: 顶部均有纹层	
7		4.5		V膏层: 为较纯石膏层	
6		5.5		灰色含细碎屑石灰岩	
5		42		灰色白云质灰岩	
组	4	26		含泥质质花状石灰岩	
	3	18		含沥青质条带状石灰岩	
	2	6		含硬石膏石灰岩	
	1	5		石英砂岩: 夹少量页岩	

图1 辽宁省灯塔县荣官屯石膏矿含膏岩系柱状图
(据国家建材局辽宁地质公司102队)

Fig. 1. Column of gypsum-bearing sequence of the Rong-guantun gypsum deposit, Dengta County, Liaoning Province.

隔1.5m厚的白云岩夹层。矿石中石膏与硬石膏含量之比约为1:2。矿层结构、厚度与质量变化均较为稳定。各(硬)石膏层特征列于表2。

2. 矿石自然类型、结构、构造与矿物组成

矿石自然类型主要为普通(硬)石膏, 其次为石膏和硬石膏的过渡类型, 另有白云质

矿床实例

(一) 辽宁灯塔荣官石膏矿^①

矿区位于辽阳古生代凹陷北缘, 其北部有震旦系出露, 往南可见寒武系和奥陶系零星露头, 但大部分地区为第四系所掩盖。地层走向为NWW-SEE, 东西两端向北偏转, 并分别有走向为NNE的断层控制矿床的延展。地层倾向为SSW, 倾角一般为15°-20°, 为一较简单的单斜构造。矿层埋深在200m以下, 钻探控制最大垂深为500m。埋深350m以上的矿层主要为石膏, 350-450m为石膏与硬石膏的过渡带, 450m以下则主要为硬石膏。

1. 硬石膏层划分与赋存状况

矿床赋存于下寒武统馒头组和碱厂组中。含矿带全厚约160m, 中含5个石膏和硬石膏矿层(组)。按其产出顺序, 自上而下编为I、II、III、IV、V膏层(图1)。其中I-IV膏层赋存在馒头组中, V膏层则产于碱厂组中。主要可采膏层为I膏层, 产于馒头组顶部红层之中。矿层厚度平均为5.7m, 中

① 本节资料来源于国家建材局辽宁地质公司102队。

(硬)石膏、泥质(硬)石膏。次生成因的纤维石膏虽较发育,但一般均不可采。

矿石中 有用矿物为石膏与硬石膏,杂质矿物主要为白云石与方解石,以及很少量的石英、黄铁矿与粘土矿物,偶见天青石与萤石等。

矿石结构可分为原生的和次生的。镜下见到的原生结构有:纤维状结构、条石状结构、粒状结构。粒状结构按颗粒大小又可分为隐晶、微粒、细粒、中粒。同一矿石或薄片,这几种结构常一起出现,构成如纤维粒状、条石粒状结构等等。次生结构常见有鳞片变晶、纤维变晶、粒状变晶、斑状伟晶和交代结构。也有它们的复合类型,如纤维鳞片变晶结构和纤维粒状变晶结构等等。

表 2 (硬)石膏层赋存状况与主要特征

膏层号	形态	膏层结构	厚度 (m)			平均品位 (%)	岩性		膏层间距 (m)
			最大	最小	平均		顶板	底板	
I	稳定层状	二夹一	6.1	5.3	5.7	77	砖红色白云质泥岩	紫红色泥质白云岩	40—45
II		单层	0.44	0.25	0.33	75	夹于砖红色白云质泥岩中		
III	较稳定层状	单或双层	1.4	0.6	0.9	66	含膏白云岩	砖红色白云质泥岩	40—47
IV		单层	3.4	2.3	2.8	58	砖红色白云质泥岩	含膏白云岩	3—4
V	层状	单层			4.5	98	石灰岩		21

矿石构造也可分为原生构造和次生构造。原生构造有均匀块状和不均匀构造。后者按矿物颗粒排列情况,又可分为不均匀水平层状构造、不均匀波形层状构造和不均匀蠕虫状层状构造。次生构造有网脉状、角砾状与残余构造,也有原生与次生的混合型构造,如层状揉皱状构造和层状碎裂状构造。

3. 矿石化学成分与品位见表 3。

表 3 矿层化学成分与品位统计表

矿层号	分层号	化学成分及含量 (%)											品位 (%)		
		CaO	SO ₃	H ₂ O ⁺	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	CO ₂	Cl	烧失量	石膏	硬石膏	合计
I	I ₁	31.42	39.22	9.82	3.90	5.98	1.21	0.33	0.64	7.30	0.01	16.89	46.94	29.56	76.50
	I ₂	34.36	40.54	4.61	4.35	4.78	0.98	0.09	0.60	8.43	0.01	13.59	22.03	51.49	73.52
	I ₃	31.74	40.68	12.67	2.58	4.93	0.97	0.09	0.43	4.47	0.01	18.21	60.56	21.27	81.83
II		31.28	37.16	12.22									58.41	16.98	75.39
III	III ₁	26.43	32.56	10.57									50.52	15.40	65.92
	III ₂	25.35	30.08	7.07									33.80	24.41	58.21
IV		28.54	28.56	6.86									32.70	22.70	55.40
V		45.00	32.43	19.43									94.70	3.33	98.03

(二) 通化东热石膏矿^①

该矿区位于浑江向斜构造西南端，为一轴向北东 10° 的近椭圆形的平缓向斜。矿区四周地层向内倾斜，由边缘至中心，依次出露有震旦系、寒武系。下寒武统为细碎屑岩、碳酸盐岩和含膏岩系，中、上寒武统则主要为细碎屑岩、泥质岩和碳酸盐岩。区内正、逆断层十余条，使向斜构造趋于复杂，且破坏了矿层的连续与完整。

1. (硬)石膏层的划分与赋存状况

区内有三层矿(图2)。主要石膏矿层(3矿层)赋存于下寒武统馒头组红色层之下，埋深多在侵蚀基准面以下90—330m，其上至地表均被地下水淋失，代之以次生灰岩和盐溶角砾岩。1、2矿层分布不稳定，工业意义不大。各(硬)石膏层主要特征列于表4。

2. 矿石自然类型、矿物组成和结构构造

矿石自然类型主要为普通石膏、普通硬石膏以及二者的混合类型。矿石矿物为石膏、硬石膏，杂质矿物主要有白云石、方解石和粘土矿物，偶见石英和天青石。

石膏矿石多呈灰色，块状构造，粒状结构和纤维变晶结构。可见硬石膏斑状残晶。另尚有角砾状和斑状构造，以2矿层较常见。

硬石膏矿石可分为白云质硬石膏和块状结晶至隐晶状硬石膏。前者显微细韵律层理，隐晶至微晶硬石膏与碳酸盐矿物或粘土矿物相间产出，以3矿层为代表。后者呈块状，变晶结构，常与石膏镶嵌产出，二者呈渐变关系，多见之1矿层中。

3. 矿石化学成分与品位见表5。

组	段	层序	厚度(m)	柱状图	岩性	环境
馒头组	IV	9	32		上部含膏岩段:紫红色粉砂岩, 微晶白云质灰岩,纹层状含膏白云岩,硬石膏岩,含石盐假晶石膏岩,泥质白云岩,白云质含膏泥岩	湖上坪
		8	6		纹层粉屑泥屑含泥质白云质石膏岩(硬石膏岩)	萨布哈
		7	7		微薄层粉屑含泥质白云岩	湖间
	III	6	2		石膏岩	盐池
		5	8		纹层粉屑白云岩, 含纤维石膏	
		4	10		微薄层粉屑含泥质白云岩, 有纤维石膏脉	
		3	58		纹层粉屑白云岩, 夹薄层泥质石膏层和纤维石膏细脉	
	II	2	9		石膏硬石膏岩夹白云岩	湖间
		I	1	29		砾岩段: 砾石成分为灰岩, 粉砂岩. 偶见纤维石膏细脉

图2 吉林通化东热石膏矿含矿带柱状图
(据吉林地矿局通化地质大队)

Fig. 2. Column of ore-bearing zone of the Dongre gypsum deposit, Tonghua County, Jilin Province.

和泥质白云岩，岩石成分以水云母、白云石与铁质为主。该组顶部红层6—8m以下均具石膏化，其特征是白色纤维石膏以细脉状、薄层状(单脉或单层厚很少有大于3cm者)时疏时密

沉积特征与沉积相

区内早寒武世含(硬)石膏岩系主要由石灰岩、白云岩、(硬)石膏岩、砖红色白云质泥岩等组成碳酸盐-硫酸盐-红色泥质岩建造，可划分出三至四个旋回。其中顶部旋回段岩性发育最全，厚度最大，沉积相标志也最明显。

馒头组红色岩石前人称之为“馒头页岩”，岩性主要为砖红色白云质泥岩

① 本节资料来源于吉林地矿局通化大队。

表4 东热(硬)石膏层赋存状况与主要特征表

矿层号	形态	厚度 (m)			品位 (%)			岩性		埋深 (m)	膏层间距 (m)
		最大	最小	平均	最大	最小	平均	顶板	底板		
3	较稳定层状	6.11	0.85	2.8	70	55	59	砖红色泥岩	白云岩	80—330	
2	不稳定层状	1.79	0.5	1.0	93	60	74	白云岩、粉砂岩	白云质灰岩	90—376	10—20
1		7.4	0	0.4	90	75	80	白云岩	白云质灰岩	300—400	50—70

表5 矿层化学成分与品位统计表

矿层号	化学成分与含量 (%)												品位 (%)	
	CaO	SO ₃	H ₂ O ⁺	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	Cl ⁻	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	H ₂ O ⁻	烧失量	变化范围	平均
3	25	26.2	12.0	2.22—3.44	0.62—0.97	0.79—1.12	0.005—0.01	1—1.31	0.21—1.95	0.01—0.03	0.1—0.21	11—18	55—70	59
2	32	45	19.6	0.51—5.40	0.16—0.31	0.09—0.37	0—0.005	0.1—0.2	0.03—0.55				60.3—93.6	73.9
1	36.94	44.3											75—90	80

地出现。此外,小透镜状、瘤状和星点状石膏也常有出现。石膏的出现是早寒武世馒头期海盆盐化的最终标志。红层中常可见到龟裂、雨痕、细密微波纹理,以及食盐假晶等指相标志。

石膏和硬石膏岩层,一般呈青灰色,也有呈砖红和浅粉色者,常具水平或微波纹层理,膏矿物具定向排列和拉长现象。硬石膏多呈微晶和细晶,石膏则常呈细至粗晶,晶体有时长达1cm。有微量天青石混杂其间。

泥质白云岩为绿灰色或杂色,块状构造,有时可见波状纹理。白云石呈细微粒与粘土矿物混生,稀少的石膏常顺层呈细纹状产出。

石灰岩为灰黑和深灰色,具不规则条带或条纹构造,可见缝合线构造。常含鲕粒和细碎屑,以及黄铁矿和泥炭质等。偶见三叶虫生物碎片。

按照含(硬)石膏岩系的岩石类型、结构构造、矿物组合及生物特征等指相标志,本区早寒武世馒头组的沉积环境应属浅陆表海的潮坪相,并可细分出以下诸微相(图2)。

潮间坪相:以砂屑和粉屑状泥质白云岩为代表,显紫或紫红色,具小型交错层和斜层理,层面可见波痕、干裂、食盐假象等。

潮间藻坪相:指蓝绿隐藻席,以纹层状藻白云岩为代表,酷似LLH型叠层石和水平纹层石,浅—深灰色。被石膏充填的鸟眼常呈窗格状分布。干裂发育。该微相岩石多出现在(硬)石膏层下伏层位。

微咸化相:属潮上坪带,以粉屑白云岩和鲕粒白云岩为代表,青灰至深灰色,微细层状,偶见叠层石生物残片。

泻湖相:亦属潮上带,当水体闭塞、气候炎热时,蒸发量大于补给量,石膏和硬石膏晶

出沉淀，初期有微粒白云石出现。(硬)石膏层有干缩角砾，并可见因海水浓度增减而形成的“季纹层”或“年层理”。

潮上(盐)泥坪：以粉屑状泥质白云岩和粉屑状含铁泥质白云岩为代表，显砖红或紫红色。呈块状、微薄层状和水平(或微波)纹层状，具冲刷面，常见石膏充填的鸟眼和食盐假晶。本微相岩石常为(硬)石膏层的顶板，区域上广泛分布，产出稳定。

萨布哈相：代表岩石是白云质或泥质石膏层。石膏层中夹微细层粉屑状泥质白云岩和粉屑白云岩。岩石呈青灰、紫灰、粉色，具不规则纹理或水平纹理，细观可见序粒层理和再作用面以及石膏鸟眼等。岩石中可见短柱状和花瓣状石膏交代硬石膏的现象。

潮下带：以石灰岩为代表，岩石呈灰色和深灰色，含有机质和泥质，是海水盐度正常情况下的产物。

沉积史与古地理分析

本区自震旦纪康家期后地壳上升，沉积间断。寒武纪时大致承袭了震旦纪古构造和古地理格局。蓟县运动使辽吉南部地区抬升，造成普遍海退。鉴于地壳运动的不平衡性，当北部铁岭靖宇古陆和南部千山狼林古陆上升剥蚀时，太子河流域、桓仁、浑江、鸭绿江和柳(河)海(龙)辉(南)等一带相对沉降(图3)，黑沟期来自华北方向的海侵，首先使吉林南部局部凹地中沉积了含磷碎屑岩、含叠层石泥质碳酸盐岩等滨滩相岩石。之后经短暂间断。碱厂期海盆扩张，海水渐次加深，于太子河流域、柳海辉和浑江盆地中广泛沉积了沥青质灰岩、

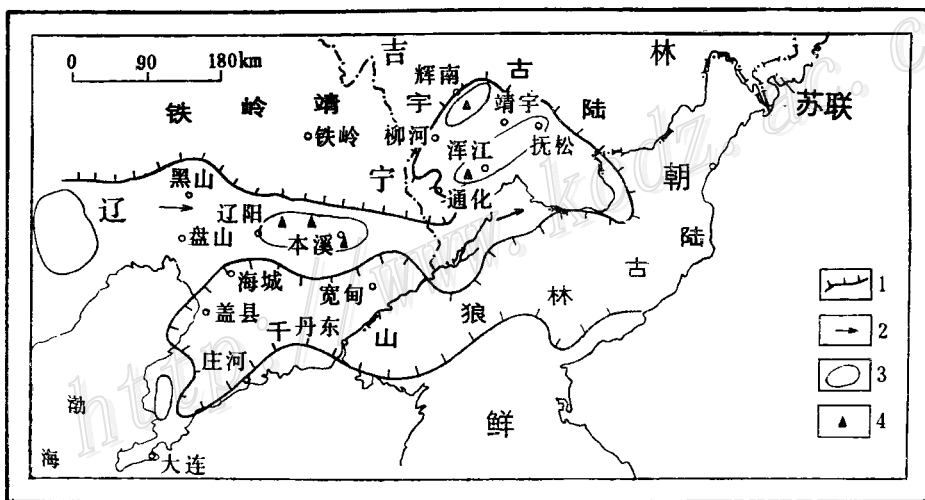


图3 辽吉两省早寒武世古地理简示图

1—古陆及海侵界线；2—海进方向；3—石膏成矿远景区；4—石膏矿区

Fig. 3. Schematic paleogeographic map of Early Cambrian in Liaoning and Jilin Provinces.

1—old land and boundary of transgression; 2—direction of transgression; 3—prospective gypsum mineralization area; 4—gypsum ore district.

白云质灰岩、含燧石灰岩,出现了以 *palaeolenus* 为代表的三叶虫和其它腕足类正常海相生物群落。海水能量显示为潮下广海低能环境,形成了早寒武世的海侵高潮。碱厂后期,海盆稍有收缩,潮间带的叠层藻灰岩、含灰岩角砾的碳酸盐岩以及沥青质臭味灰岩相继出现。此时,边缘残余海区海水浓缩,盐度梯度值升高,分异和沉淀了一些(硬)石膏层,构成本区早寒武世最老的蒸发岩层。

馒头期,地块仍趋稳定,南北古陆剥蚀区显示平缓低山地形特征,其间的狭长槽形海盆的堆积速度增大,岸进作用加剧,海水继续后撤,潮上环境得以扩展,太子河流域至浑江一带形成以浅陆表海的潮坪—泻湖—萨布哈古地理景观。海域中多处水下高地使之形成了若干个封闭至半封闭的成膏盐次盆地。此时气候干旱,蒸发量高于补给量,盆内既有陆源粉砂泥级沉积物,又具碳酸盐和膏盐类(石膏、硬石膏、食盐)沉积物,它们彼此交替产出组成多个旋回。由于地壳升降运动不均衡,致使海水时而进退,但总趋势以退为主。古地理环境依次按潮下局限海—潮间坪—潮上低地泻湖—潮上萨布哈—潮上盐泥坪滩的顺序反复循环,组成一套比一套陆源红层更占优势的海退沉积序列。沉积物先后为白云质灰岩—白云岩—(硬)石膏岩—红色泥质岩。色序韵律为黑—灰—绿—紫—红。愈近剖面上方,红色优势愈显。各旋回单元岩性的更替,反映地壳在相对上升运动,海水深度渐浅,以致最终使沉积物暴露于水面之上,只是在特大高潮和风暴袭击时始能淹没。海水盐类浓度渐增,从正常海水阶段,进而准盐化(石膏)阶段,最终发展至氯化物(盐晶)阶段。膏盐层在各相应阶段应运而生。此时,生物化石极为贫乏,仅在局部灰岩夹层中偶见 *Redlichia* sp. 残片。

毛庄期初,继承了馒头期某些沉积特色,但岩性以暗紫至暗绿色粉细砂岩、泥岩韵律层为主,岩石具波状海退式粒序级层理,层面上密布大量白云母残片,时夹数层具砾屑构造的灰岩薄层或透镜体,其中产以 *Shantngaspis* sp. 为代表的三叶虫和腕足类等化石碎片,显示为潮间带下部至开阔海岸水下平原特征。

中寒武统徐庄期富含海绿石的砂质岩的出现,宣告寒武纪前期海进间的海退结束,新的继承性的更广泛的海侵自此伊始。此后寒武纪的各类岩相代表潮下至潮间低—高能广阔浅海环境。

本区寒武系沉积全厚近千米,岩性以碳酸盐岩为主,外碎屑沉积较少,岩相横向上变化不大,厚度较稳定,具典型陆表浅海清水沉积特征。

(硬)石膏成矿地质规律、找矿标志与远景

总结本区早寒武世(硬)石膏成矿地质规律和普查找矿标志有如下特点。

1. 成膏盆地大地构造位置均处于中朝准地台内部拗陷区,如辽东太子河复式向斜中的辽阳凹陷、本溪凹陷、大套峪凹陷、吉林浑江凹陷和柳海辉凹陷,以及具有成矿远景而未做深部钻探的辽西凹陷和辽南凹陷。(硬)石膏的富集场所严格受这些IV级构造单元所制约。各凹陷具持续升降背景,当其周边有丰富成矿物质来源时则更为有利。

2. (硬)石膏层赋存的主要层位是馒头组或碱厂组。馒头组主膏层产于顶部红色泥质岩之下,碱厂组主膏层则产于中上部的石灰岩中,前者属碳酸盐岩—硫酸盐岩—红色泥质岩建造类型,后者为白云质石灰岩—(硬)石膏岩建造类型。这些建造包括若干个规模不等的旋回和

韵律, (硬) 石膏层均赋存于海退式韵律之中。

3. (硬) 石膏层形成的岩相古地理条件, 馒头期为浅陆表海的潮浦环境, 属潮上坪—泻湖—萨布哈景观。垂向上具明显的旋回性。某些盆地在平面上尚具环带分布特点。碱厂期(硬) 石膏则形成于海退期残余闭塞海湾环境。

4. 馒头期(硬) 石膏层与砖红色泥质岩息息相关, 从已经勘探的石膏矿床资料表明, 红色层厚度越大, 白云质成分越高, 则其中(硬) 石膏层厚度越大, 品位越高, 而碎屑成分占优势时则不利于(硬) 石膏的形成。碱厂组(硬) 石膏层夹于含碎屑的石灰岩和白云质石灰岩中, 往往是组段岩石厚度越大, 白云质成分越高, (硬) 石膏层厚度越大, 质量越好。反之亦然。

5. (硬) 石膏层及其围岩中指相矿物与标志十分清晰(指相矿物有石膏、硬石膏、天青石、微晶白云石。相标志则有食盐假晶、红层、年季纹层理、水上波痕、雨痕、干裂、潮沟、泥砾、鸟眼构造等), 反映古气候干旱和海水深度很浅, 并象征盆地海水浓缩曾经历正常盐度阶段至准盐化(石膏) 阶段进而氯化物阶段。

6. 目前发现的几处(硬) 石膏矿床, 构造简单, 产状平缓, 呈稳定规则层状, 分布较广且延伸较远, 面积达数 km^2 , 矿层厚度一般数米, 品位变化不大, 规模属大中型, 矿床类型属较稳定层状海积(硬) 石膏类型。

7. (硬) 石膏层无直接露头, 碱厂组石膏层在地表的标志是一套沿横向延伸的溶塌角砾岩、疏松多孔次生石灰岩和方解石化白云岩。馒头组石膏层地表也有类似标志, 其围岩中原有石膏团块、细脉、星点经溶蚀形成空洞和“蜂窝”。石膏层的地化特征是: ①钙镁比值一般达4—6, 其峰值出现部位与深部石膏层位置相对应; ②锶钡比值和硼镉比值也有升高的趋势。

8. 在本区寻找寒武纪矿床时, 还要注意研究其保存条件。一般而言, 成矿后期构造简单, 矿区断裂不发育, 且张性断裂少, 褶皱幅度不大, 水文地质条件较简单, 地表水体不发育或与深部联系微弱, 使矿层免遭淋失, 或矿层顶底板有较厚的隔水层保护, 具备上述条件者, (硬) 石膏层有可能保存较完好。

许多事实表明, 寒武纪含膏盐岩的特性, 对我国和亚洲地区具有普遍意义。近些年来, 华北一些地区早寒武世馒头组中, 以及与太子河区碱厂组相当的层位, 如朱砂洞组(河南鲁山)、猴家山组(苏北徐州)中, 皆相继发现了海相蒸发岩层。已知苏联东西伯利亚地台伊尔库茨克寒武系含有巨厚层(硬) 石膏、石盐和薄层钾盐(杂卤石)^[1]。据初步地层对比, 该区下寒武统第一个含钾矿化的乌苏里组以及其上部含钾矿化稍差的贝尔组, 大致与我国沧浪铺组、碱厂组、猴家山组、朱砂洞组相当。东西伯利亚早寒武世含盐岩系厚达2800m, 盐盆地面积超过1000000 km^2 。我国华北和东北南部寒武纪海区具块体大而相对稳定的陆表浅海边缘台地特征, 在构造体系交汇复合部位, 如沉降幅度大, 活动性强, 封闭条件好, 形成理想的成盐凹陷也不无可能。

参 考 文 献

[1] 袁见齐主编 1963 钾盐专辑(2) 中国工业出版社

CAMBRIAN MARINE SEDIMENTARY GYPSUM DEPOSITS IN LIAONING AND JILIN PROVINCES

Luo Dayou

(Nonmetallic Geological Exploration Company of Liaoning Province)

Abstract

The discovery of Early Cambrian marine sedimentary gypsum (anhydrite) deposits is of great economic significance.

The minerogenetic region belongs geotectonically to the eastern extension of Tianshan-Yinshan latitudinal tectonic belt, or to the Taizihe-Hunjiang synclinorium area of Eastern Liaoning anteklise of Sino-Korean paraplatform. Cambrian strata are well-developed with the total thickness of about one thousand meters. The gypsum deposits found in Liaoning occur in Lower Cambrian Mantou Formation and Jianchang Formation, while those discovered in Jilin are present only in Mantou Formation. The gypsum (anhydrite) - bearing sedimentary sequence can reach 150 m in total thickness, and contains several rhythms or cyclothemms made up of limestone, dolomite, gypsum (anhydrite) rock, red dolomitic mudstone and argillaceous dolomite, belonging therefore to "carbonate-evaporite-red bed formation" and "carbonate-gypsum (anhydrite) formation". According to such phase indicators as rock type, texture and structure, mineral association and biological characteristics, the paleogeographical model for Early Cambrian gypsum (anhydrite) deposits of this region is the combination of intertidal flat, supratidal flat and lagoon subphases.

The Early Cambrian gypsum (anhydrite) deposits have the following minerogenetic regularities and ore-prospecting indicators:

1. Ore-forming basins all occur in downwarping areas within the paraplatform; sedimentation center or concentration of gypsum (anhydrite) are strictly conditioned by tectonic unit of grade IV; the downwarping areas are characterized by continuous uplifting and subsidence, which are most favorable for mineralization when the surrounding areas have abundant ore-forming materials to supply them.

2. Economic gypsum (anhydrite) deposits occur in Mantou Formation and Jianchang Formation. In the former formation, the major ore bed is present in the red bed on the top, while in the latter formation, ore bed occurs as

intercalation in carbonate rocks. Gypsum (anhydrite) beds are unexceptionally found at the relatively upper part of the regression rhythm. Vertically, the deposits are characterized by apparent cyclothem, some basins even show zonal distribution in plane.

3. The phase indication minerals of ore-bearing part are mainly gypsum, anhydrite, celestite and fine-grained dolomite; phase indicators are pseudo-morphic crystal of salt, red bed, lamination, ripple mark, rain-print, drying crack, bird's eye texture and so on.

4. The deposits have obvious zonation. From the surface downward, leached horizon→gypsum zone→gypsum-anhydrite zone→anhydrite zone can be distinguished. Geochemical indicators for gypsum bed at surface are: Ca/Mg ratios usually approximating to 4—6; Sr/Ba and B/Cd ratios being slightly higher than their background values.

5. Generally speaking, the following conditions are favorable for ore preservation: simple structure at late ore-forming stage; imperfect development of fractures in mining districts; relatively simple hydrogeological conditions; weak connection between ore bed at depth and surface or underground water; existence of good water-resisting layers both above and beneath the ore bed.

(continued from p.84)

dislocation structure since Mesozoic. The zeolite ore bodies mostly occur in unconformable contact surface of acidic pyroclastic rocks, surfaces of strata separating various eruptive cycles, volcanic clastic rocks constituting hanging wall and floor of coal beds as well as fracture zones where underground water circulates easily. Early Cretaceous and Late Jurassic are the two main mineralogical epochs for zeolite ore deposits in Jilin Province. The four substantial ore-bearing beds are K_1^2 (Yingcheng Formation, Sankeyushu Formation, wulin Formation, and Liufangzi Formation), J_3^2 (Baoshi Formation, Anmin Formation, Linzitou Formation, and Laotougou Formation), and J_3^1 (Lamenzi Formation). The zeolite ore-bearing volcanic sequences mainly belong to calcic-alkalic rocks of normal Pacific type. The country rocks are calcic-alkalic rocks with high acidity and alkalinity, and alkali-rich vitreous rocks with high silica are most favorable for mineralization.