

中国地质科学院研究报告 0044

云南思茅地区盐类矿床 的矿石类型及矿物 组合特征

贵州省图书馆
P619-21

成都地质矿产研究所

1 9 8 2 年

云南思茅地区盐类矿床的矿石类型 及矿物组合特征

1976年4月—1980年12月

编写单位：地质矿产部成都地质矿产研究所五室

协作单位：云南省地质局第十六地质队

参加人员：成都地质矿产研究所：杜泽英、官举铭、王熙林、
杨瑞尧

云南省地质局第十六地质队：张子华、张成贵

编写人：杨瑞尧、杜泽英

技术负责人：杨瑞尧

室主任：吴应林、许效松

所长：路兆洽

提交报告单位：地质矿产部成都地质矿产研究所

提交报告时间：一九八一年三月

关于《云南思茅地区盐类矿床的矿石类型及矿物组合特征》研究报告的评审意见

该报告为地质部 1976 年下达的国家重点科研项目《云南思茅地区固体钾盐成矿条件、找矿方向与找矿方法研究》的分课题。一九八一年五月二十六日至六月三日，由云南省地质局、成都地质矿产研究所及成都地质学院共同主持，邀请全国有关教学、科研、生产单位的专家，在昆明召开了《云南思茅地区钾盐科研项目分课题成果评审会议》，成立了以袁见齐教授为主任委员，路兆洽（研究员）、肖明山（总工程师）、史之权（科技处处长）为副主任委员，张瑞锡（教授）、邓永高（副教授）、曾允孚（教授）、曲一华（高级工程师）、王淑华（工程师）、刘群（付研究员）、戴恒贵（高级工程师）、赵纯昭（高级工程师）、罗克华（主任工程师）、张嘉澍（工程师）、李官贤（工程师）、扬荆舟（工程师）为委员的评审委员会。该报告就是在这次评审会议上经过审查、讨论通过的。其审查意见由十六名评审委员会成员签字下达。现将会议文件中有关报告的评审意见摘述如下：

“五年来，在各级党委领导下，通过课题研究人员辛勤劳动，团结协作、互相配合、共同努力，收集了大量观察资料和实验测试数据，进行了系统的综合整理和理论分析，编制了各种综合图件和文字报告，较好的完成了任务，这些报告从不同学科和方法分析论证了思茅地区钾盐及盐类矿床的成矿条件、找矿前景，具有一定的学术水平和实用价值”。其具体意见为：

1. 在前人工作基础上，对思茅地区已知盐类矿床作了较系统的矿物学研究，各项测试数据较为完全和准确。在勐野井钾盐矿床的研究中，鉴定了我国首次发现的硼酸盐矿物（如副水氯硼钙石），填补了我国矿物学资料的空白。报告对主要盐类矿物的产状、共生组合作了较为详细的描述，并辅之以实物照片，对矿物的成因及形成过程作了分析讨论。对伴生的其它矿物亦相应作了成因标志的研究（如不同颜色自生石英，对找岩盐和钾盐的标志意义以及勐野井组盐系地层中六方片状菱镁矿的标型意义）。

2. 矿石工业类型的划分是合理的，能较好地与生产实际相结合，可供生产部门参考用。

3. 报告为矿床成因、盐类物质来源的研究等提供了一定的矿物学资料。

4. 本课题研究中协作配合较好，及时地为生产部门提供了各项资料。

5. 报告文字简洁，条理基本清晰，附有必要的图、表及数据。报告还应对以下问题作修改补充：

1. 报告中部份章节的安排尚有不尽合理之处，如矿物特征一节应提前。

2. 有关的矿物数据应补充完整，并说明测试条件。

3. 补充矿石的结构构造，并应附有相应的照片或素描图。
 4. 报告修改时应全面考虑评审小组在评审中提出的有关内容和细节上的意见。
 5. 建议编写人尽快修改后，作为正式成果提交。
- 本报告据评审意见，已作了必要的修改、补充。现提交印刷上报。

——编者——

目 录

前 言

一、盐类矿产的时代及分布	(1)
二、盐类矿物特征及形成阶段	(2)
三、矿石类型及特征	(11)
四、沉积期后变质作用	(16)
五、各含盐带的矿石类型及矿物组合特征	(17)
六、寻找钾盐矿床的岩石矿物标志	(21)
七、有关成盐条件的几个问题	(22)
结束语	(23)
主要参考资料	(24)
图版及说明	(25)

一、盐类矿床的时代及分布

思茅盆地是一个在古生代构造基底上发展起来的、长期继承性的拗陷，盆地的基底岩系从东部的哀牢山构造带及西部的澜沧江构造带来看是寒武纪的变质岩系，盆地两侧出露有奥陶纪至二迭纪的地层，中部的某些隆起区以上部古生界的地层为主。盆地内部在晚二迭沉积之后，经历了早—中三迭的沉积间断，拉丁尼克期的海侵，在盆地中沉积了中三迭上部至上三迭系的一套碳酸盐岩及煤系。继而发育了早侏罗至渐新世的滇西红层，其总厚度超过万米。红层中已发现的含盐层位计有：早侏罗系张科寨组；中侏罗系和平乡组；晚白垩到老第三系的勐野井组。侏罗系的两个含盐层位目前仅发现石膏及盐泉，区内丰富的石盐矿床及江城勐野井钾盐矿床均产于勐野井组之中。

勐野井组含盐系在盆地内广泛分布，根据古构造、古地理条件及成盐作用的差异，划分为四个含盐带（图1），即I景谷含盐带、II整董含盐带、III江城含盐带、IV勐腊含盐带。

（一）景谷含盐带：位于盆地的北端，面积约2200Km²，有镇源、文卡、凤岗等十多个盐矿和数十个盐泉，由北向南呈串珠状分布。云南省地质局十六地质队曾对镇源、文卡、香盐、凤岗、回短等盐矿作过深部评价，探明石盐储量十六亿吨，远景储量近百亿吨，还在凤岗、文卡等矿发现了钾石盐岩透镜体及钾铁盐。

（二）整董含盐带：位于盆地的中部，东部与江城含盐带被营盘山变质带分隔，西部为普洱凸起及勐远凸起，北起黄庄，南至朱石河。包括磨黑、整董等石盐矿。此带可能是勐野井组沉降最深的地段。但由于后期构造挤压，盐系地层大部被剥蚀，保留面积仅约300余Km²。磨黑盐矿石盐层厚度可达120m，控制工业储量0.5亿吨。整董盐矿石盐厚度大于400m，控制储量10亿吨。上述两盐矿中均有少量钾石盐矿物出现。

（三）江城含盐带：位于盆地的东部，东以阿墨江深断裂为界，西为营盘山变质带，北起丙曼，南止国界，包括丙曼、通关、满磨街、勐野井、江城及和平寨等盐类矿床。其中勐野井为钾盐矿床，储

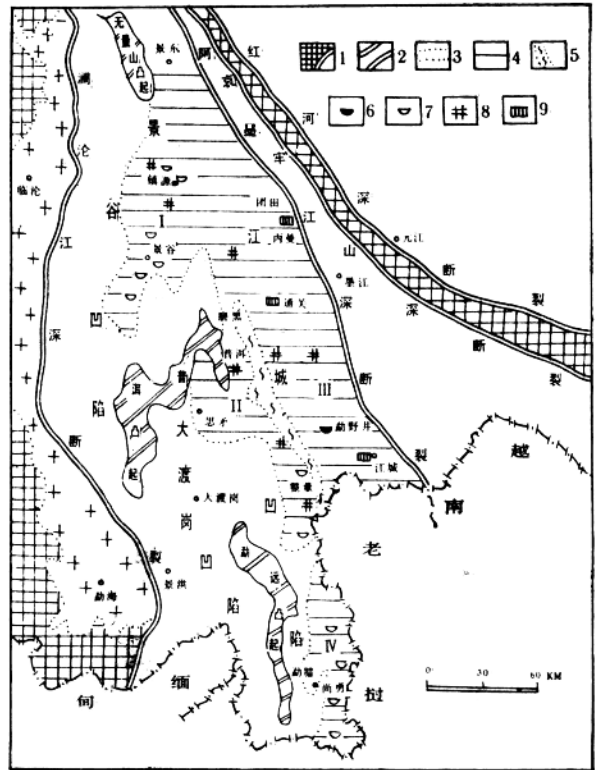


图1 思茅盆地中生代凸起、凹陷及含盐带分布图

I 景谷含盐带 II 整董含盐带 III 江城含盐带 IV 勐腊含盐带
1. 思茅盆地范围；2. 中生代以来的凸起；3. 中生代以来的凹陷；4. 含盐带；5. 变质带；6. 钾盐矿；7. 石盐矿；8. 盐井；9. 石膏矿；

（引自袁品泉）

（引自袁品泉）

量1800万吨。丙曼、通关、江城为石膏矿床。和平寨、满磨街则可能已达到石盐沉积阶段。但在本带中盐系分布零星，保留面积仅500 Km²左右。

(四) 勐腊含盐带：位于盆地的南部，呈南北向展布，盐系面积大于1700 Km²，分南北两段。北段工作不多，但成盐是肯定的。南段经钻探证明，盐层厚度大于520 m，石盐储量近百亿吨，并有钾石盐岩透镜体产出。

二、盐类矿物特征及形成阶段

本区各盐类矿床的矿物组合基本相同，主要是Na、K、Mg(Ca)的氯化物，除少量硬石膏及偶见天青石外，未发现其它碱金属离子的硫酸盐，属氯化物型矿床。矿物成份比较简单(表1)，现将各盐类矿物的主要特征及形成阶段分述于后：

表1 思茅地区盐类矿床中的盐类矿物

矿物	分子式	晶系	Np	Nm	Ng	Ng-Np	形成阶段		
							机械沉积	同生(化学蒸发)沉积	沉积期后变质
石盐	NaCl	等轴	-	1.543	-	-			
钾石盐	KCl	等轴	-	1.490	-	-			
光卤石	KCl·MgCl ₂ ·6H ₂ O	斜方	1.465	1.475	1.495	0.030			
钾铁盐	3KCl·NaCl·FeCl ₂	三方	1.5854	-	1.5869	0.0015			
硬石膏	CaSO ₄	斜方	1.566	1.577	1.614	0.044			
天青石	SrSO ₄	斜方	1.623	未测	1.630	0.070			
α-方硼石	5MgO·MgCl ₂ ·7B ₂ O ₃	斜方	1.658-1.662	1.662-1.667	1.668-1.673	0.010-0.011			
副水氯硼钙石	3CaO·CaCl ₂ ·5B ₂ O ₃ ·2H ₂ O	三斜	1.611	1.615	1.655	0.044			
氯氧镁铝石	Mg ₅ [X ₃ Al ₂ (Cl·Br) ₆ (OH) ₁₁]·nH ₂ O	三方	≈1.529	-	≈1.556	0.027			

注：1. 钾铁盐、氯氧镁铝石的折光率数据为地质部矿床地质研究所测；天青石的折光率数据为北京地质学院测；余者均为旋转针法实测。

2. Mg₅[X₃Al₂(Cl·Br)₆(OH)₁₁]·nH₂O中的X表示Na₂、K₂、Mg、Ca或Sr。

1. 石盐(NaCl)：是盐层中分布最广的盐类矿物，它构成石盐岩，亦是钾石盐岩的基本成分。无论是在石盐岩或钾石盐岩中，石盐多呈半自形到它形不规则粒状晶体，粒径在0.5—4 mm之间，立方体自形晶较为少见，基本上不见石盐晶骸。石盐的原生结构已很不清晰，只隐约可见由气液态包体定向聚集而显条带状痕迹(图版36)，石盐的重结晶作用是非常明显的。纯净的石盐为无色，但多数石盐由于含有包体而具颜色，本区最常见的有：因含气液态包体而呈乳白色的石盐；因含有机质、硬石膏包体而显灰色的石盐及由于含赤铁矿包体而呈红色的石盐等，但未发现被认为是由于放射性K₄₀而引起的兰色石盐。显然，本区各

盐类矿床中广泛分布的石盐，绝大部分是经化学蒸发作用同生沉积的，但我们还可以见到两种为数不多、产状特殊、成因有别的石盐：

一是石盐砾石，主要产于勐野井矿床的钾矿石中。砾石由单一的石盐粒状晶体组成，滚圆度极好，砾径 2—5 mm (图版33)，在矿石中被原生沉积的石盐、钾石盐、粘土胶结。盐砾石和胶结物之间的界线清楚。这种盐砾石与青海察尔汉现代盐湖的珍珠盐很相似，所不同的是珍珠盐具同心园状生长环带，而盐砾石则为单一的石盐晶粒，这种差异是盐砾石经历了重结晶作用的原因。因而我们认为这种盐砾石是成钾盆地周边盐滩上的石盐，经风力作用磨蚀而成的“珍珠盐”被带入成钾盆地后由同生沉积的石盐、钾石盐、粘土胶结而成。

二是次生石盐，虽然为数不多，但分布却较广，在本区各盐类矿床的矿石及夹层中都有发现。晶体呈纤维状，多沿裂隙及泥砾壁生长而成石盐脉，或者与硬石膏、方解石甚至钾石盐、光卤石组成复矿脉。由边缘到中心按溶解度大小的顺序排列呈带状分布而具带壳结构。这种石盐的形成与地下卤水活动有关，其分布受裂隙、节理控制，显然形成于沉积期后(图版45)。

2. 钾石盐(KCl)：是区内的主要钾矿物，无论是青灰色钾石盐岩、灰绿色泥砾质钾石盐岩或是杂色泥砾质钾石盐岩中，其主要造矿矿物都是钾石盐，在部份石盐岩中也可见到钾石盐呈伴生矿物产出。在江城含盐带的勐野井；景谷含盐带的凤岗、回短、文卡；整董含盐带的磨黑、整董；勐腊含盐带的尚勇、磨歇等盐类矿床中都有分布。

钾石盐常具不规则外形，呈结晶粒状分布于石盐晶间，集合体常呈浸染状、网状(图版2、4)，这反映了它与石盐一样经过了重结晶作用。在勐野井的青灰色钾石盐岩中还可以见到具蠕虫状外形的钾石盐平行层理呈条带状分布(图版7)，这种条带状构造明显地表明了钾石盐是从盆地卤水中直接蒸发结晶而形成的。也表明了盆地卤水浓度周期性的变化。

纯净的钾石盐与纯净的石盐一样是无色的，思茅地区的钾石盐多因含分散状的有机物而呈灰色；具气液态包体而显白色(图版9)；亦有含氧化铁包体而呈红色者；还有少数因含光卤石包体而呈浅黄色。

除了同生化学蒸发沉积的钾石盐外，在勐野井钾盐矿床中，还可以看到少量次生钾石盐，其产状有两种：一种呈脉状沿裂隙或泥砾边缘产出(图版8、10)具纤维状或带壳状结构；另一种呈长数十厘米至数公尺的扁豆体产于青灰色钾石盐岩与灰绿色泥砾质钾石盐岩的接触面上，为粗粒自形——半自形粒状镶嵌结构(图版3)。次生钾石盐的形成与地下卤水活动有关。

3. 光卤石($MgCl_2 \cdot KCl_2 \cdot 6H_2O$)：光卤石所代表的咸化程度较高，在很多著名的钾矿床中都有分布，与思茅盆地同一大地构造单元的泰国呵叻高原的巨型钾矿床，其主要钾矿物就是光卤石。但是勐野井钾矿床却是以钾石盐为主。虽然也有光卤石岩产出，但为数甚少而无工业意义。在其它各类钾矿石中，光卤石也仅以伴生矿物出现。此外在景谷含盐带的凤岗、文晒等石盐矿床中也发现过微量的光卤石。本区所见的光卤石多为红色、桔黄色、白色，刺舌而味辣苦，易潮解。水浸的中间产物为立方体的钾石盐。水溶后重新蒸发结晶，在蒸发速度较快的情况下，最终产物是细小的钾石盐立方体和针状的水氯镁石，在蒸发速度较慢的情况下，最终产物则是具钾石盐假像的光卤石。区内的光卤石根据产状分两个形成阶段：一是原生沉积光卤石，呈乳滴状，常为石盐所包裹，有的呈不规则结晶粒状分布于石盐、钾石

盐晶间(图版11),彼此紧密镶嵌,主要产于钾石盐岩之中。另一种是次生光卤石,呈纤维状、脉状充填于棕红色泥砾质石盐岩及灰绿色泥砾质钾石盐岩之中,当棕红色泥砾质石盐岩中次生光卤石脉比较发育,光卤石含量大于20%时,则成为次生光卤石岩,这种光卤石的格子状双晶比较发育(图版12),在灰绿色泥砾质钾石盐岩中还可见到光卤石斑块。本区所见光卤石多数为次生光卤石。

4. 钾铁盐 ($3\text{KCl}\cdot\text{NaCl}\cdot\text{FeCl}_2$): 钾铁盐是本区钾矿石中的一种伴生矿物。地质部矿床地质研究所于一九六五年在景谷凤岗盐矿发现,随后于一九六六年原地质部西南地质研究所和原北京地质学院也相继在江城勐野井钾盐矿床中发现。但分布局限,含量甚微,与石盐、钾石盐、光卤石、硬石膏等盐类矿物共生。钾铁盐的新鲜面无色、透明,具玻璃光泽,

表 2 钾铁盐的单矿物化学分析结果

成分	产地	
	理论数据	景谷凤岗盐矿
Na	5.62	7.42
K	28.69	28.92
Fe	13.66	11.43
Cl	52.03	52.51
总计	100.00	100.28

风化后表面为铁锈色,具铁锈味,在水或酒精中析出铁质物,溶解于水后可重新蒸发结晶成立方体的石盐和钾石盐,镜下“糙面”明显,具不完全解理和异常干涉色(似兰墨水色),常呈不规则粒状或斑块状(图版5、6),沿石盐、钾石盐的解理分布。化学组分经地质部矿床地质研究所分析如表2。钾铁盐被认为是沉积期后交代作用所形成。

5. 硬石膏(CaSO_4): 硬石膏是盐层中最常见的矿物之一,在江城含盐带的通关、江城、丙曼等地有小规模的硬石膏矿床。在勐野井、磨黑、镇源、凤岗等矿的盐系底部都有硬石膏层,

但是厚度很小。此外在石盐岩及钾石盐岩中硬石膏常以伴生矿物出现。在硬石膏岩中,硬石膏为长柱状、短柱状或板状晶体,长轴平行层面而彼此镶嵌。硬石膏岩由于有粒状碳酸盐、有机质及泥质物平行层理呈韵律分布而显条带状构造。分散在石盐岩及钾石盐岩中的硬石膏亦常沿层分布而显条带状,这种特征在青白盐中表现尤为突出(图版49)。硬石膏的上述特征清楚地表明了它是化学蒸发沉积的。当然,我们在棕红色泥砾质石盐岩及灰绿色泥砾质钾石盐岩中还可以看到经重结晶作用而形成的斑块状硬石膏,斑块状硬石膏中常见碳酸盐、石英、石盐等包体。此外还可以见到纤维状的硬石膏脉以及硬石膏岩砾石(图版34)。

6. 天青石(SrSO_4): 为本区各盐类矿床中的稀少矿物,颗粒很小,肉眼不易鉴别。镜下为无色、透明、长柱状及针状结晶,集合体呈晶簇状(图版20、37),高突起,干涉色一

表 3 α -方硼石 X 衍射分析数据对比表

dA°	I/I_1	dA°	I/I_1
3.48	60	6.06	30
3.01	90	3.50	65
2.70	80	3.02	100
2.47	60	2.706	70
2.14	60	2.468	30
2.05	100	2.139	40
1.94	40	2.045	95
1.83	60	1.916	5
1.76	70	1.824	20
1.68	60	1.764	20
1.63	50	1.679	10
1.58	60	1.617	7
1.48	60	1.576	8
1.43	40		
A. S. T. M		江城勐野井 CuK_2 靶28KV13mA	

级灰，近于平行消光， $N_p' = 1.623$ $N_g' = 1.630$ ，不溶于水。在石盐岩及钾石盐岩中均有产出，与石盐、钾石盐、硬石膏共生。

7. α -方硼石 ($5MgO \cdot MgCl_2 \cdot 7B_2O_3$)：白色、浅灰色或褐色，半透明，油脂光泽，断口不平坦。斜方——假四方晶系，斜方锥组，晶形具假等轴状，多为四面体、立方体，有的表面呈鱼子状（图版29、30、31）。不溶于水，加1、2、5、8四羟萘醌呈兰色（硼反应）。镜下：无色，中正突起，波状消光，干涉色一级灰—橙，二轴晶正光性， $N_g = 1.668—1.673$ $N_m = 1.662—1.667$ $N_p = 1.658—1.662$ 。X光粉晶分析结果如表3。化学分析结果如表4，基本上与理论成分一致，分析结果与理论成分之间的微小差别，可能是样品纯度不够造成的。

表 4 α -方硼石化学成分分析

项 目	产 地		
	理论成分	勐野井生产坑道	勐野井25号孔
MgO	25.70	22.56	24.56
MgCl ₂	12.14	9.73	9.79
B ₂ O ₃	62.15	55.35	55.83
SiO ₂	—	2.63	2.98
Fe ₂ O ₃	—	2.94	0.62
CaO	—	0.71	1.11
MnO ₂	—	0.08	0.03
总 计	100.00	94.00	94.92

8. 副水氯硼钙石 ($3CaO \cdot CaCl_2 \cdot 5B_2O_3 \cdot 2H_2O$)：无色或浅黄色，透明。三斜晶系，单面晶组，常呈板状晶形，有的板面上具晶面条纹（图版25、26、32），有时呈晶簇状。不溶于水而溶于酸，有硼反应。中正突起，三级干涉色，二轴晶正光性，实测折光率数据与长克托夫的所产副水氯硼钙石的折光率有较大的差异（如表5）。X光衍射分析数据如表6。

表 5 江城勐野井与长克托夫副水氯硼钙石折光率对比表

产 地	数 据			
	2V	N_g	N_m	N_p
长克托夫	35°	1.664	1.636	1.630
勐 野 井	48.5°	1.655	1.615	1.611

表 6 副水氯硼钙石 X 衍射分析数据对比表

dA°	I/I ₁	dA°	I/I ₁	dA°	I/I ₁		
5.74	60	5.77	25	5.720	50		
5.64		5.67	30	5.662	60		
4.97	20	4.98	10	5.018	30		
4.03	20	4.39	10	4.149	30		
3.23	40	4.16	20	3.497	20		
3.16	60 B	3.75	15	3.342	25		
3.14				3.174	70		
3.12				3.152	50		
2.87	100	3.150	<10	3.116	40		
2.83	100	3.115	10	3.069	30		
2.755	80	3.075	10	2.876	95		
2.561	40 B	2.883	75	2.821	100		
2.542		2.821	100	2.753	60		
2.486	20	2.767	20	2.620	10		
2.473				2.747	30	2.586	20
2.128				2.629	10	2.515	15
2.122	80	2.417	15	2.479	15		
2.108	40	2.285	10	2.414	15		
2.033	80	2.122	20	2.115	50		
1.988	60 B	2.105	15	2.074	30		
1.977				2.084	<10	2.0316	30
1.914				2.032	15	1.995	10
1.889	40	1.994	15	1.965	30		
1.873	40 B	1.966	15	1.915	15		
1.862				1.820	30	1.835	25
1.819	40 B	江城勐野井CuK ₂ 靶30KV 15mA		1.824	30		
1.816				1.737	10		
1.812				1.667	10		
				1.605	10		
				1.537	10		
A. S. T. M				1.442	10		
				1.415	10		
				1.386	10		

泰国呵叻Cu靶40KV 15mA
(泰国钾盐地质考查报告)

表 7 副水氯硼钙石光谱定性分析结果

样品名称 及产地	副水氯硼钙石 (勐野井)	样品名称 及产地	副水氯硼钙石 (勐野井)
Fe	0.03	B	> 1
Al	0.03	Cu	0.001
Ca	0.5	Ti	0.01
Mg	0.3	Sr	0.3
Si	1.0		

由于副水氯硼钙石分布有限，含量极微，不能提供足够的样品进行化学定量分析，化学定性分析结果如表 7。

上面两种硼酸盐矿物仅发现于江城勐野井化学蒸发沉积的青灰色钾石盐岩中，与石盐、钾石盐、硬石膏、菱镁矿共生。在国外发现于海相钾盐矿床及盐丘之中，是典型的化学沉积矿物。硼极易被粘土矿物及氧化铁所吸附，也易被有机物吸取。可是，在干燥气候下的闭流盆地中，由于蒸发作用，随着卤水浓度的增大，硼亦逐渐富集，水解作用则使溶液的物理化学平衡发生变化，引起硼的沉淀。在外生条件下硼的沉淀剂主要是Ca、Mg、Na，故硼酸盐矿物常与石盐、钾石盐、硬石膏、菱镁矿共生。

据我所地化资料，各类矿石中的硼含量如表 8

表 8 各类矿石中的硼含量

矿石名称	青灰色钾石盐岩	灰绿色泥砾质钾石盐岩	青白色石盐岩	棕红色泥砾质石盐岩
B 含量%	0.0066	0.0107	0.0026	0.0068

显然，钾石盐岩中的硼含量高于石盐岩中的硼含量，而泥砾质盐岩中的硼含量又高于青白色石盐岩中的硼含量。前面说过硼酸盐矿物仅在青灰色钾石盐岩中发现，灰绿色泥砾质钾石盐岩中的硼含量虽然高于青灰色钾石盐岩，但并未发现硼酸盐矿物，其原因在于粘土矿物对硼的吸附作用。

表 9 氯氧镁铝石化学成分对比表

化学组份	产地							
	D. 丹纳等“矿物学”			尤斯杜斯 I			别格曼斯热根	江城勐野井（地质部矿床所）
	1	2	3	1	2	3		
MgO	23.20	21.10	23.44	16.91	19.05	13.76	16.22	22.00
MgCl ₂	36.51	35.70	36.85	30.47	29.95	28.62	20.37	23.70
Al ₂ O ₃	19.59	17.79	18.25	14.25	14.83	14.11	16.23	21.48
H ₂ O	20.70	25.41	21.46	22.49	17.44	24.32	16.14	25.58
NaCl	—	—	—	} 15.49	} 18.48	16.26	15.16	0.40(Na ₂ O)
KCl	—	—	—			0.98	—	0.03(K ₂ O)
CaCl ₂	—	—	—	—	—	—	14.94	2.69(CaO)
SrCl ₂	—	—	—	—	—	—	0.11	—
Fe ₂ O ₃	—	—	—	—	—	—	0.10	1.58
MnO	—	—	—	—	—	—	—	0.32
SiO ₂	—	—	—	—	—	—	—	1.20
不溶渣	—	—	—	—	—	—	0.05	—
总计	100.00	100.00	100.00	100.41	99.995	98.53	99.32	99.34

9. 氯氧镁铝石 $\{Mg_5[X_3Al_2(Cl \cdot Br)_6(OH)_{11}]_2 \cdot nH_2O\}$; 是地质部矿床地质研究所于1965年在江城勐野井首先发现的。无色或黄色, 风化后显褐色。叶片状, 沿(001)解理完全, 具珍珠光泽。镜下: Ne 无色、No 红色, 一轴晶正光性, $N_e=1.529$ $N_g=1.556$, 常见片状赤铁矿包体。多呈脉状, 少数呈团块状产于灰绿色泥砾质钾石盐岩中的泥砾边缘或裂隙之中。单矿物化学分析结果见表 9。其化学成分非常接近 D. 丹纳等的资料, 仅 $MgCl_2$ 值偏低, 可能与样品溶蚀有关, 氯氧镁铝石很不稳定, 在温度变化的情况下, 或在冷水中处理, 则可形成一系列变化产物。氯氧镁铝石及其变化产物的 X 光衍射数据见表 10。根据氯氧镁铝石的产状, 可判断为次生产物。

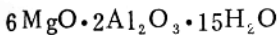
表 10 氯氧镁铝石及其变化产物 X 光衍射数据表

I/I_1	d	I/I_1	d	I/I_0	d
100	{ 11.7 10.7	100	7.86	10	7.7523
60	5.80	40	3.89	1 β	4.3412
80	5.45	5	2.76	3 β	4.1738
70	{ 4.64 4.51	40	2.62	5	3.9331
		40	2.51	10	3.8002
		100	2.36	1	3.3200
60	4.20	70	2.19	7	2.5544
70	3.80	40	2.02	8	2.2821
80	3.68	40	1.85	2	2.1400
20	3.51	20	1.56	8	1.9427
80	3.41	70	1.53	4	1.7300
20	3.10	100	1.50	6	1.6247
20	2.98	20	1.42	7	1.5187
20	2.80	5	1.33	7	1.4928
20	2.72	20	1.31	4	1.4731
80	2.58	20	1.28	3	1.4232
40	2.46	20	1.18	2	1.4028
80	2.39	5	1.09	2	1.2851
20	2.26	20	1.00	7	1.2683
80	2.15	40	0.99	2	1.2017
40	2.03	20	0.98	2	1.1046
100	1.924			4	0.9930
20	1.876				
60	1.813	氯氧镁铝石的变化产物		氯氧镁铝石 $Mg_5(X_3^+Al_2$	
80	1.707	$Mg_{2.6}Al(OH)_{2+2}Cl(x-$		$(Cl \cdot Br)_6(OH)_{11} \cdot H_2O$	

续表 10

I/I ₁	d	I/I ₁	d	I/I ₀	d
40	1.633	0.8)H ₂ O(A.S.T.M)		勐野井 (地质部矿床所)	
40	1.629				
100	1.522				
60	1.475				
20	1.450				
40	1.413				
80	1.471				
40	1.320				
40	1.288				
60	1.247				
60	1.234				
60	1.196				
60	1.179				

氯氧镁铝石中的变化产物



(A.S.T.M)

10. 石膏 ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)：白色或无色，纤维状、脉状及团块状，有的具燕尾双晶，产于含盐层的地表淋滤带。非常明显，这些石膏系硬石膏水化而形成的。

思茅盆地各盐类矿床的各类矿石中，除上述盐类矿物外，还有为数不多但分布却相当广泛的碳酸盐、铁矿物及石英。由于对咸化阶段或沉积环境有一定的指示意义，还是有必要分别讨论一下。

11. 碳酸盐：碳酸盐矿物以伴生组分广泛分布于各类盐岩之中，它们是方解石 (CaCO_3)、白云石 ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$) 和菱镁矿 (MgCO_3)。碳酸盐类矿物成分在盐层剖面中变化很大，在盐层剖面的上下及淡化夹层中所见到的碳酸盐多为白云石及方解石；在石盐沉积阶段则主要是白云石和菱镁矿；在钾石盐阶段则以菱镁矿占绝对优势。云南钾盐地质科研队地化组的同志们分析了碳酸盐中 MgCO_3 、 CaCO_3 的含量，用配矿的方法计算出各种碳酸盐的百分含量和菱镁矿指数 (菱镁矿/总碳酸盐 $\times 100\%$)，其结果也说明了碳酸盐的上述分布特点 (图2)。这与 H.M. 斯特拉霍夫指出的随着卤水浓度的增加，菱镁矿作用增大而方解石作用减小的规律相一致。

区内各盐类矿石中碳酸盐矿物常呈 0.2—0.5 mm 的菱面体自形晶，并经常为石盐所包裹，在硬石膏岩中可见到由碳酸盐顺层排列而显条带状构造。此外还可见到六方柱状的白云石、似八面体或棒状的菱镁矿 (图版15. 16)。值得特别注意的是六边形片状的菱镁矿 (图版14. 16)，常沿 C 轴平行连生，有时具环带状构造。这种六边形片状的菱镁矿虽然在石盐岩中也可出现，但主要分布在钾矿石之中。少数沉积期后变质形成的斑状碳酸盐及脉状碳酸

盐，主要分布于泥砾质石盐岩及泥砾质钾石盐岩之中（图版27）。

以上所述伴生在盐类矿石中的碳酸盐矿物，虽然有的经过了沉积期后变质作用，但大量的还是原生沉积的，碳酸盐中的菱镁矿指数在客观上反应了原始沉积卤水的浓度，而碳酸盐又是盐层中分布普遍而稳定的矿物，从而可以用来作为找钾标志。

12. 自生石英 (SiO_2)：盐类矿石中的自生石英多分布在石盐、钾石盐晶间，偶尔为硬石膏、碳酸盐包裹。自形，因含不同的杂质而颜色各异：

(1) 无色自生石英：不含杂质，多数锥面发育较差而显六方柱状，少数柱面发育较差而显双锥状；

(2) 红色自生石英：因含氧化铁包体而呈桔红色，晶形特征同无色自生石英，普遍具环带状构造（图版18、23）；

(3) 烟灰色自生石英：因含有机质而具烟灰色，柱面发育较差，主要分布在钾矿石之中。

桔红色自生石英具氧化铁核心，标志二氧化硅凝胶在氧化环境、碱性介质条件下沉淀时俘获了三氧化二铁，在成岩阶段以氧化铁为核心晶出红色自生石英，具环带状构造还说明了晶体生长有间歇性的特点；烟灰色自生石英是二氧化硅凝胶在酸性还原环境下沉淀时俘获了有机质的结果。前者的沉积环境与本区石盐岩的沉积环境一致，而后者的沉积环境与本区钾矿石的沉积环境相同。鉴于石英又是非常稳定的矿物，故我们可以用来作为找钾标志。除自生石英外，还可以见到少量陆源石英和次生石英脉（图版28）。

13. 铁矿物：在盐层各类矿石中含铁的非盐类矿物有两种，即镜铁矿 (Fe_2O_3) 与黄铁矿 (FeS_2)。前者为钢灰色，透光时为血红色，具强烈金属光泽，明亮如镜，多呈片状(图版19)，有的具晶面条纹，主要分布在棕红色泥砾质石盐岩中，偶见于灰绿色泥砾质钾石盐岩内。黄铁矿为黄色，风化膜为褐色，金属光泽，八面体及五角十二面体自形晶(图版21、22)，晶面上常具三角形饰纹，主要分布在各类钾矿石中。镜铁矿是在成盐盆地处于氧化条件下，氧化铁呈凝胶状态被带入石盐类等盐类矿物晶间，或被盐类矿物所包裹，经成岩再结晶作用而形成。黄铁矿则是在成盐

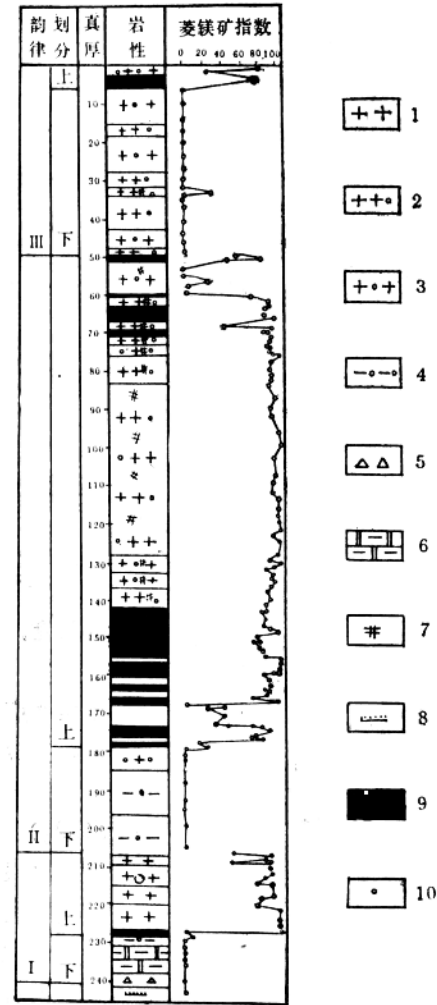


图2 钾I井菱镁矿指数曲线图

1. 青白盐 2. 含泥砾石盐岩 3. 泥砾质石盐岩 4. 泥砾岩 5. 角砾岩 6. 白云质泥岩 7. 含钾 8. 钙质粉砂岩 9. 钾石盐岩 10. 样点

(引自陈进等)

盆地处于还原条件下，由于盆地中富含有机质，宜去硫细菌生活，沉积物中的硫酸盐部份被还原为硫化氢，并将高价铁还原为低价铁，继而形成铁的硫化物，经成岩再结晶而形成自形粒状晶。

三、矿石类型及特征

在思茅盆地众多的盐类矿床中，除江城勐野井为钾盐矿，丙曼、通关、江城为石膏矿外，其它均为石盐矿床。由于石膏矿床资料较少，在矿石分类中暂不考虑，文中所指的矿石类型只是石盐矿床和钾石盐矿床的矿石分类。

众所周知，盐类矿床属于化学蒸发沉积矿床，对矿石的分类一般采用成分分类，亦有按产状分类者。由于本区所处的特殊的构造位置和沉积环境，含盐系并非单一的化学蒸发作用所形成，而是在化学蒸发沉积过程中，明显地加入了机械沉积作用。这两种沉积作用的强度无论是纵向上或是横向上都不是始终如一的，而是明显地互为消长，象磨黑盐矿两种沉积作用的线性关系(图3)那样。因此，在矿石分类时，除考虑矿石成分因素外，还必须考虑沉积作用，结构构造等因素。我们根据上述原则，在云南省地质局第十六地质队分类的基础上，加以修改、补充列出了本区盐类矿石类型(表11)。从表11可以看出，首先是根据工业指标，将KCl品位大于3%者称钾石盐矿石；NaCl品位在20%以上而KCl含量低于3%者称为石盐矿石。在石盐矿石和钾石盐矿石中又分别按沉积作用及结构构造特征分为化学蒸发沉积钾石盐岩(青钾)和化学蒸发与机械混合沉积泥砾质钾石盐岩(绿钾、杂钾)；化学蒸发沉积石盐岩(青白盐)和化学蒸发与机械混合沉积泥砾质石盐岩(正色硃、红硃)。由于钾石盐矿石的品级与颜色有密切的关系，而石盐矿石的品位则与泥砾的含量互为消长，为满足矿床评价及成矿条件研究的需要，还根据钾石盐矿石的品级、颜色细分为四个亚类；石盐岩矿石也根据品级和泥砾、钾石盐的含量变化分为七个亚类。此外还有次生光卤石岩和乳白色巨晶钾石盐岩，由于这两种矿石数量有限、变化甚大等原因，没有工业意义。现将各类矿石的矿物组合、结构构造等特征及分布简述如下：

(一) 钾石盐岩矿石

1. 青灰色钾石盐岩(青钾)：

矿石为青灰、灰、桔红色，全晶质粒状结构，致密块状构造。主要矿物成分为钾石盐及石盐，并伴生有少量硬石膏、光卤石、菱镁矿、自生石英、黄铁矿、 α -方硼石、副水氯硼钙石及粘土矿物伊利石。石盐呈半自形，结晶粒状的钾石盐分布于石盐晶间，经成岩再结晶作用，晶体变形、伸长、加大呈不规则网状、浸染状(图版2、4)。在少数情况下可见到钾

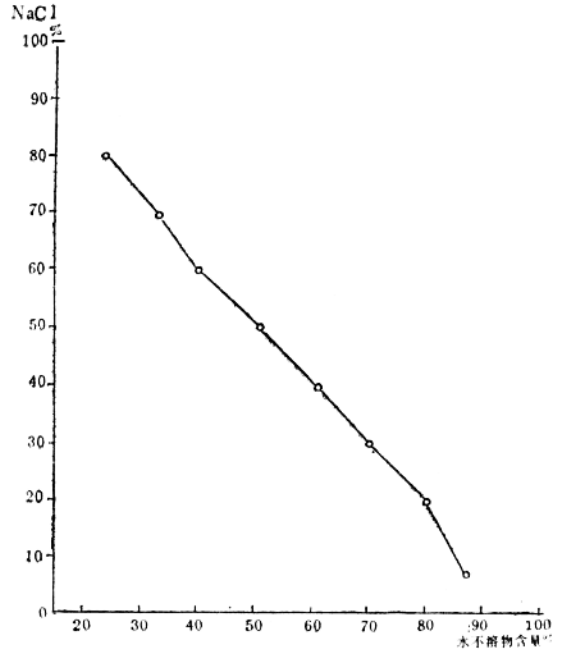


图3 矿石中NaCl与水不溶物的相关线性图
(引自云南省地质局十六地质队)

表 11 盐类矿石类型表

类别	因		矿石类型		亚类及品级		矿物成分		结构构造	矿区分布
	成因	自然工业	组分含量	亚类	组分含量	主要矿物		伴生矿物		
						钾	石			
化学蒸发沉积	青灰色钾石盐岩	青	KCl > 3% 水不溶物 < 10%	青灰色钾石盐岩	KCl > 5%	钾石盐	硬石膏 光卤石 钾铁盐 菱铁矿 黄铁矿 自生石英 α -方硼石 副水氯硼钙石	江城勐野井		
				青灰色石盐岩	KCl 3 - 5%	石				
化学蒸发作用与机械作用	灰绿色钾石盐岩 (杂色) 泥砾质	绿(杂)钾	KCl > 3% 水不溶物 10—60%	灰绿色泥砾质钾石盐岩	KCl > 5%	钾石盐	硬石膏 光卤石 菱铁矿 白云石 黄铁矿 钾铁盐 自生石英 天青石	江城勐野井 景谷凤 尚勇、文晒 岗、文晒		
				杂色泥砾质钾石盐岩	KCl 3 - 5%	石				
次生充填	乳白色钾石盐岩	无工业意义	KCl 50-80% NaCl 20-50%			钾石盐		江城勐野井		

钾石盐矿石