

内蒙中北部砂金矿地质特征及富集规律

内蒙冶金地质勘探公司第五队 郭砚田 田光明

内蒙发现的砂金矿有百余处, 已知较大型的只有金盆和哈泥河金矿。本文根据几年来的地质勘探成果和有关金矿点的资料, 对内蒙中北部砂金矿提出一些粗浅的认识。

一 砂金矿的类型及其地质特征

内蒙中北部的砂金矿按成矿时代可划分为二个大类和八个亚类; 按其沉积物特点又划分了七个成因类型(表1)。

内蒙中北部砂金矿类型表 表1

按地质时代(地层系统)分类		按矿床成因分类	实 例
大类	亚 类		
近代砂金矿(Q)	全新世(统)砂金矿(Q ₄)	残坡积砂金矿	西菜园、后喇嘛孔德
		洪坡积砂金矿	小南沟、白石崖
		洪积砂金矿	古楼板、柳稍沟
		冲洪积砂金矿	哈泥河、乌兰板申
	更新世(统)砂金矿(Q ₃)	洪坡积砂金矿	金盆大沟、杏花沟
		冰碛砂金矿	乌兰板申、哈泥河
		洪冲积砂金矿	乌兰板申、哈泥河、中后河
古砂金矿(N—Ar)	第三纪(系)古砂金矿(N)	古河床砂金矿	大井梁
		古湖成砂金矿	牛庆沟、西菜园
		古残坡积砂金矿	牛庆沟
	白垩纪(系)含金砾岩(K)		乌兰板申、保合少、金盆
	侏罗纪(系)含金砾岩(J)		古楼板、乌兰板申、西沟门
	上石炭世(统)含金砾岩(Q ₃)		小南沟
	元古代(界)含金砾岩(Pt)		二道凹西、四子王旗大沟里
	太古代(界)含金砾岩(Ar)		二道凹、红山沟

(一) 近代砂金矿

近代砂金矿主要分布于中、新生代拗陷

盆地及其边缘, 如武川—四子王旗、卓资、固阳等地(图1)。按其成矿时代和沉积物特点分为以下五个成因类型:

1. 残坡积型砂金矿: 分布于拗陷盆地边缘, 剥蚀台地和斜坡上的中、新生代含金砂砾岩及含金层剥蚀面上。据统计, 卓资拗陷盆地北部剥蚀台地上的二十个碟形、勺形洼地中均见此类型砂金矿。另外, 在武川盆地的中后河、西乌兰布浪分布也较广。矿体严格受微地貌控制, 矿体面积小, 但品位特富, 颗粒粗, 埋藏浅, 易采易选。现以西菜园矿段为例介绍如下:

西菜园砂金矿是以残坡积为主兼有洪积的复合砂金矿。矿体产于1950米剥蚀台地的碟形洼地(图2)。碟形洼地近分水岭, 边坡角 $3\sim 5^\circ$, 底坡角 $2\sim 3^\circ$ 。含金层由黄褐色、土黄色及杂色粘土质砂砾石层组成, 泥、砂、砾之比为 $4:3:3$ 。砾石成分为片麻岩、大理岩、花岗岩、玄武岩、中酸性脉岩及脉石英。砾径一般 $5\sim 10$ 厘米, 最大20厘米。磨圆度差, 无分选性。砂粒成分主要为长石、石英、黑云母、绢云母及上述砾块的岩屑。伴生重砂矿物有磁铁矿、赤铁矿、钛铁矿、锆英石、石榴石、榍石、独居石、黄铁矿、角闪石、白钛铁矿、磷灰石。矿层顶板为腐植土; 底板为第三系红色粘土, 局部为片麻岩。矿体呈中间厚、两边薄、围边不齐的透镜体, 厚约 $0.2\sim 1.2$ 米。金粒粗大, 0.5 毫米以上的占93%, 最大颗粒重 203 克, 常见的是 $40\sim 100$ 克。金粒多为厚板状、团粒状、片状、树枝状。大粒金中常见石英连生体。自然金成色为9121。砂金品位变化在 $0.1\sim 101.0$ 克/米³之间, 一般 $1\sim 3$ 克/米³, 品位变化系数150。最高块段品位达 20 克/米³。含金层底部即第三系红色粘土与第四系接触面上品位最高。矿体

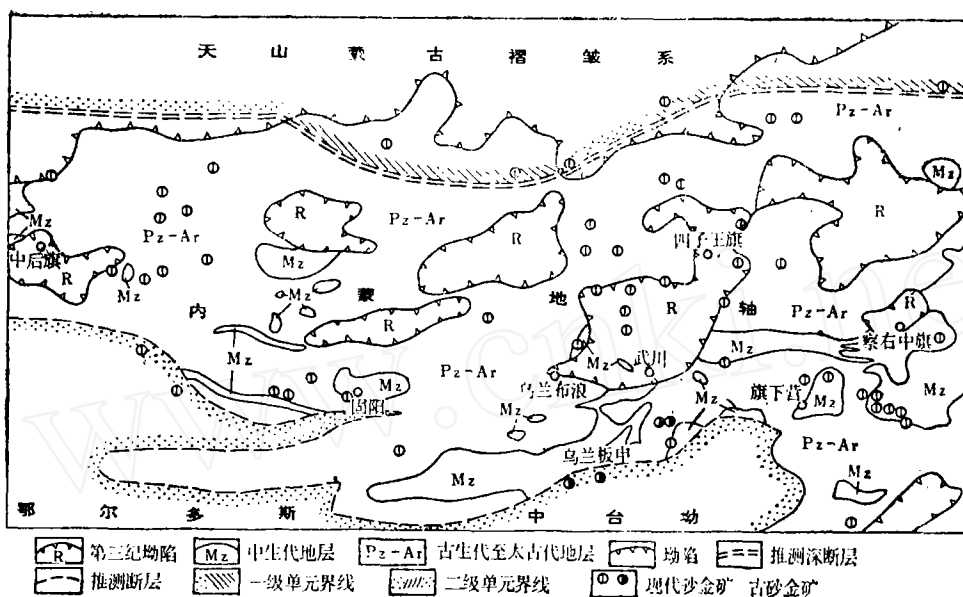


图1 内蒙中北部主要砂金分布示意图

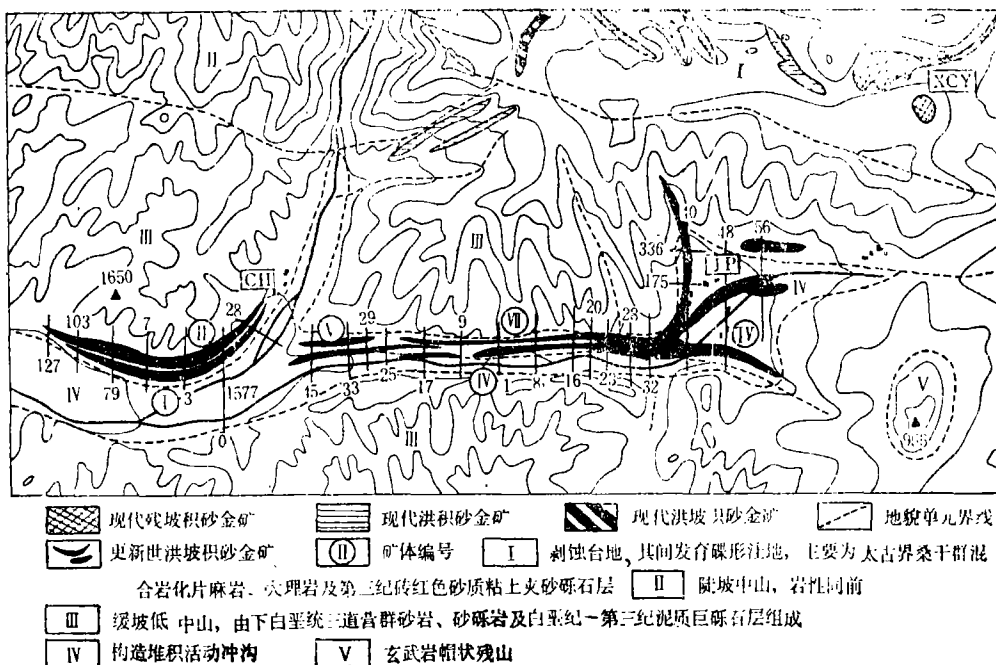


图2 内蒙某砂金矿砂金分布及地貌分区示意图

纵横方向的品位变化及矿体形态严格受洼地中的微地貌控制，洼地中部及洼地内的细沟中品位最高。

2. 洪坡积型砂金矿：主要分布于坳陷盆地边缘的坡脚下、冲沟沟源。按其成矿时代

可分为全新世和更新世洪坡积砂金矿。前者规模小，如小南沟等，后者规模大，如金盆大沟砂金矿。现以金盆大沟砂金矿为例叙述如下：

该洪坡积砂金矿位于卓资盆地北缘（灰

腾梁南麓)的构造堆积山间沟中(图2)。沟谷无常年流水,仅雨季及冰雪融化期有暂时性洪流。大沟宽度一般在250~500米。由于侧蚀和人为的控制,现代流水线紧靠南侧山坡,宽30~40米;北侧发育一系列小型冲积锥裙带。其前缘已被现代冲沟切割破坏,后缘与斜坡冲刷带相连。洪坡积砂金赋存于更新世洪坡积物的底部。其底板为下白垩统砂岩、砾岩。洪坡积物可分为上下两大层。上部为黄土状粉砂夹含金透镜状含粘土砾石层或粘土质砾石条带,下部为泥质砾石层夹砾石粘土层,砂金即产于此层。矿体在含金层中呈条带状矿体群产出,分支尖灭常见,共圈出十几个矿体。矿体最大宽度为245米,一般为40~100米;最大长度为4800米,一般1000米左右。含矿层由黄褐色、灰褐色、灰色泥砂砾石组成,结构松散,最大厚度9.3米,最小0.4米。砾石的滚圆度差,无分选性。据15个样品测定,泥、砂、砾之比为2.5:3:4.5。砾石主要成分为片麻岩、花岗岩、脉石英、玄武岩及中基性脉岩。砾径最大可达1.5米,一般5~20厘米。砂粒主要成分为长石、石英、云母及少量角闪石。矿石的物质成分与含金层相似。矿体无固定底板,一部分为含金层本身,一部份为下白垩统砂岩、砾岩,局部为砂质粘土。矿体厚度变化较大,主要受古地貌控制,在坡脚前缘、坡脚后缘凹地及支沟与主沟汇合处,矿体厚度较大;在坡脚中部底岩坡度较大处,矿体厚度较小。不同矿体的厚度相差大,其纵横向均呈波浪或跳动。砂金以中等粒占多数,最常见的有不规则粒状、块状、片状、厚板状,少数为树枝状,滚圆度差,大于2毫米的金粒占40%,1克以上的金粒常见,最大可达30多克。在块状和厚板状金粒中,可见石英连生体及金粒表面的蜂窝状构造。矿体品位极不稳定,变化系数为251。矿体品位在纵横方向的变化幅度远比矿体厚度变化幅度大。一般坡脚前缘品位最低(0.6克/米³)。富矿带多见于坡脚后缘及中部。

3.洪积型砂金矿:分布于中、新生代拗陷盆地内的各大小冲沟、冲洪积裙内,分布广泛,埋藏浅,是群采的主要对象之一。矿

体一般规模小,品位较贫,如哈泥河全新统洪积型砂金矿层厚2.3米,品位0.01~0.5克/米³。若距含金源较近亦可形成较富砂金矿。如柳稍沟洪积型砂金矿,位于卓资盆地北缘缓坡中山区,沟呈V字形,沟宽3~5米,长约500米,沟底基岩为大理岩,沟的源头为0.1平方公里的砾岩组成的碟形洼地。含金层由灰黑色、灰白色粘土砾石及大理岩巨砾块组成,砾石成分除大理岩外与上源砾岩成分相同,含金层厚1~2米,品位一般20克/米³左右。自然金为粒状、板状、树枝状、块状。10~100克的金粒常见。重砂矿物为磁铁矿、石榴石、磷灰石、锆英石等。

4.洪冲积型砂金矿:分布很广,如乌兰板申、哈泥河、武川的中后河、西乌兰布浪等。主要分布在一些大沟及其两岸阶地中。按成矿时代可分全新世和更新世洪冲积砂金矿。含金沉积物皆以河床砾石为主要组分,砾石表面光滑,形状浑圆,排列整齐,分选性好,泥质物及砂质物充填在砾石间隙中,成为砂金赋存的主要依托。矿体在平面上多呈带状、线状,剖面上多为层状、透镜状。如乌兰板申洪冲积型砂金矿,砂金主要物质来源为附近的侏罗系、白垩系含金砾岩及砾岩。特别是含金较好的沟谷,其两侧均分布有侏罗、白垩系地层。矿体平面上呈带状、线状,剖面上为层状、扁平透镜状,连续性较好。长500~300米,宽10~40米,厚0.5~2米。产状近水平,但随基底的起伏和坡降略有倾斜。含金层物质成分主要由砾石,砂及少量粘土组成,略具分选性。下部以中粗砾石和粗砂为主,局部粘土增高。上部以中细砂和中细砾石为主,由上至下粒度由细变粗,具沉积韵律特征。重砂矿物除自然金外,主要有磁铁矿、褐铁矿、锆石,其次为石榴石、赤铁矿、红锆石、金红石和少量绿帘石、白钛石、曲晶石、棉石、金云母。矿体埋藏浅,覆盖厚度0.5~2米。矿区内的冲洪积层普遍含金,矿体纵向含金较连续,品位较低,一般0.1~1克/米³,最高68.87克/米³(表2)。

5.冰碛型砂金矿:仅发现于哈泥河、中后河及乌兰布浪。主要由第四纪冰川或冰水

表 2

总样数	>15克/米 ³		10~15克/米 ³		5~10克/米 ³		0.2~5克/米 ³		0.1~0.2克/米 ³		<0.1克/米 ³		不含金	
	样数 (个)	%	样数 (个)	%	样数 (个)	%	样数 (个)	%	样数 (个)	%	样数 (个)	%	样数 (个)	%
2079	1	0.05	3	0.15	2	0.1	174	8.33	126	6.06	709	34.1	1064	51.18

作用形成。冰川堆积物由黄色或红色粘泥夹漂砾组成，分选性差，漂砾及砂砾石中见冰川擦痕或压痕。金粒常见不规则状压痕和折叠现象。如乌兰布浪冰碛型砂金矿，矿体赋存于冰川刨蚀的深槽内堆积的蛇形丘状堆积物中。含金层主要由泥、砾石组成，分选性差，砾石大小悬殊。个别砾石被压成马鞍洼槽状，砾石表面见楔形擦痕。金片有折叠现象，金片中央有象刀割成的裂缝，有些金片见压坑和压裂口。金品位一般1.21克/米³，最高达19.9克/米³。

(二) 古砂金矿

古砂金矿多分布于中、新生代拗陷盆地

边缘及古老岩层的风化剥蚀面上。按其成矿时代分为以下六个亚类：

1. 第三纪古砂金矿：仅发现于金盆的大井梁、西菜园、牛庆沟等少数地区。砂金赋存于成岩性较低或没有成岩的第三系松散层中。按其成因划分以下三类：

①古河床型砂金矿：目前发现的代表性矿床只有大井梁砂金矿。该矿大部被第三纪玄武岩覆盖，砂金产于第三系松散层中古河床冲积相的砂砾石层中，冲积层厚1.5~2米。其顶板为河漫滩相的灰白色含砂粘土夹透镜状砂层，厚约2~4米；底板为白垩系下统固阳组第五岩段砂砾岩。各层含金情况见表3。

表 3

项 目 层位	采样数 (个)	含金样 (个)	含金量 (%)	含 金 品 位 (克/米 ³)		
				最 高	最 低	一 般
顶板灰白色含砂粘土	50	38	76	2.9060	0.0005	0.1900
含金砂砾石层	89	86	96.6	14.0930	0.0020	0.5129
底板砂砾岩	365	261	71	51.2510	0.0001	0.0339

砂金主要赋存于含金砂砾石层的中、下部砂砾石层。含金层主要由灰白—黄褐色砂、砾石组成。砂与砾石含量大致相当，砾石主要为白岗岩、混合岩化花岗岩和少量片麻岩及石英脉碎块。砾石磨圆度较好，多呈浑圆—圆状，扁平系数低，球度高，砾石粒径一般为5厘米，最大50厘米。粒径相近的砾石较为集中，分选性好。底部巨砾石层中砾石表面铁质污染强烈，局部富集成褐铁矿条。与下伏白垩系下统固阳组第五岩段呈不整合接触，其间均有高低不平的风化剥蚀面。自然金粒度0.8~0.3毫米者占50%以上，颗粒均匀，磨失度强，滚圆度好，多呈圆粒状、半球粒状和片状等。金粒表面均有麻点，在大块金中常见与石英连晶。与自然金伴生的重砂矿物有磁铁矿、钛铁矿、赤铁

矿、褐铁矿、石榴石和少量金红石、黄晶、楣石等。

②古湖成砂金矿：仅发现于西菜园、牛庆沟一带。含金层为一套浅湖盆地沉积的砖红色砂质粘土夹红色粘土质砂层，含粘土砂质砾石层。不整合覆于片麻岩及古残坡积层之上，产状近于水平，其厚度受盆底古地貌控制，最大60米，一般5~10米。含金一般在0.001~0.01克/米³。目前仅在牛庆沟一带的砾石层中发现工业矿体。该含金砾石层为紫红色、黄褐色，层状，胶结松散，砂泥砾石混杂，无分选性。砾石主要由混合岩化片麻岩、花岗片麻岩、辉绿岩脉及石英斑岩脉碎块组成，砾石具次棱角—浑圆状。一般砾径2~20厘米，最大1米。砂金主要赋存于该层中下部，矿层厚一般1.2米，最高品

位为43.96克/米³。

③古残坡积砂金矿：除卓资盆地北缘牛庆沟外，在凉城、和林等县亦有发现。牛庆沟西侧古残坡积砂金矿不整合于集宁群变质岩之上，与上覆湖成砂砾石层呈假整合接触。含金砾石层为黄褐色，松散状一半胶结结构。无分选性，最大砾石长轴1.5米，短轴0.5米。矿层厚0.2~1.8米。金品位一般11.83克/米³，最大金粒重36.5克。

2.白垩系含金砾岩：分布较广，凡白垩系砂砾岩出露地段，重砂中均见金，而以白垩系下统固阳组砂砾岩、砾岩含金较富。分布于乌兰板申、保合少、金盆、东哈卜泉、武川、兴和等处。以金盆地区为例，该区固阳组由下至上共划分了五个岩段：①下部砾岩段；②砂砾岩段；③钙质砂岩段；④上部砾岩段；⑤砂岩段。砂金主要赋存于第①和第⑤岩段中。各段含金情况见表4。

表4

岩段名称	采样数(个)	见金率(%)	含金品位(克/米 ³)		
			最低	一般	最高
第一岩段	371	16.9	0.001	0.03~0.11	1.89
第二岩段	—	—	—	—	—
第三岩段	72	6.9	0.001	0.01	0.01
第四岩段	331	10.5	0.001	0.006~0.02	0.10
第五岩段	2237	13.4	0.001	0.01~0.13	2.10

含金层砾石主要为片麻岩、混合岩、花岗岩，其次为脉石英、大理岩等。砾石磨圆度好，分选性差，砂泥质胶结，结构较疏松，成岩度较低。自然金多呈片状和粒状赋存于砾岩的胶结物中。

3.侏罗系含金砾岩：分布较广，上侏罗统大青山组及中、下侏罗统石拐群含金较好。大青山组含金砾岩分布于乌兰板申、西沟门、古楼板等处，含金砾岩产于大青山组底部的砾岩夹砂岩、砂砾岩中。其中砾岩和巨砾岩含金较富。含金层为山间断陷盆地沉积，岩性与厚度变化较大。自然金呈粒状和片状赋存于砾岩的泥砂质胶结物中。金品位一般0.01~0.08克/吨，少数0.2~0.92克/吨，最高22.02克/吨。中侏罗统在两狼山口亦见含金砾岩，但品位极低。

4.上石炭统含金砾岩：仅在呼市的小东沟上石炭统砂砾岩中见金，品位极低。

5.元古界含金砾岩：仅在二道凹西和四子王旗大沟里有所发现。二道凹西含金砾岩产于马家店群底砾岩。砾石主要为片麻岩、大理岩、花岗岩等。自然金呈粒状和片状赋存于砾岩胶结物中，砾石明显增多时，含金则较好。该层常见含金石英脉。四子王旗大沟含金砾岩产于白云鄂博群哈霍疙特组地

层，含金砾岩呈透镜状。砾石为脉石英、花岗岩、炭质板岩。硅质胶结。自然金呈粒状或片状赋存于胶结物中。

6.太古界含金砾岩：产于二道凹群的底砾岩中，分布于二道凹、红山沟一带。砾石以石英岩、大理岩、片麻岩为主，其次有少量花岗岩、片岩。磨圆度较好，硅质胶结。自然金呈粒状和片状赋存于砾岩胶结物中。在砾岩的残坡积层中亦能淘到自然金。重砂矿物有金红石、锆石、钛铁矿和磁铁矿等。该砾岩常见含金石英脉。

二 砂金矿的分布及其富集规律

(一) 控制砂金分布的因素

内蒙中北部砂金矿主要分布于内蒙地轴及其边缘，这与地轴的发展史有关。内蒙地轴的基底岩层为前震旦系地层，它经受燕山期尤其是前寒武纪的多次地壳运动之后，产生了复杂的東西向构造，并伴随着岩浆侵入，混合岩化及金矿化。吕梁运动后，除个别地区有古生代地层沉积外，绝大部分地区处于长期的风化剥蚀之中，为中生代拗陷盆地的陆相含金碎屑的堆积提供了充分的物质基础。燕山运动早期，沿古老山地边缘产生

了一系列断陷盆地，随后接受了巨厚的含金碎屑沉积，燕山运动晚期，大部分盆地回返上升，巨厚的含金碎屑岩与盆地基底一起遭受风化剥蚀，并在河槽、浅湖盆地中沉积了第三系含金地层。第四纪以来，在内外营力作用下，大部分古砂金矿被暴露出来，再次经受风化剥蚀，并在河谷、冲沟、洼地中形成第四纪砂金矿。在内蒙古地轴中控制砂金分布的因素有：

1. 砂金源的控制：砂金源的有无是控制砂金分布的主要因素。一般砂金矿均分布于砂金源的周围及附近区。如察右中旗、四子王旗白乃庙、包头固阳县、中后旗等几个砂金矿集中区附近往往有脉金分布。而在近代砂金矿周围也见有古砂金矿。另外，一些较大类型砂金矿一般均分布在多类型金矿的集中区，较富矿体的物质来源一般是多源供给的。如金盆金矿和哈泥河金矿是一个脉金、古砂金、近代砂金各类型皆有的金矿集中区。由于近代砂金是多源供给，故矿体较富。

2. 地层的控制：砂金矿的分布受地层控制亦较严格。一般近代砂金矿多分布于中、新生代凹陷盆地及其边缘，含金物质主要来源于中生代含金砾岩。大部分矿体周围均见有侏罗、白垩系地层出露；第三纪古砂金矿大部分分布在第三系玄武岩覆盖剥蚀残留区，这些地区有利于古砂金的保存，含金砾岩多分布在中生代拗陷盆地的边缘和内蒙古地轴南缘，由于内蒙古地轴南缘集宁一包头北大青山中是太古界二道凹群、元古界马家店群、中生界上侏罗统大青山组和下白垩统固阳组地层分布很广的地区。

3. 地貌形态的控制：砂金矿的分布受地貌形态的控制亦较明显。位于剥蚀台地上的碟形、勺形洼地是残坡积砂金矿的沉积场所，在冲沟的冲洪积扇及坡脚下是洪积、洪坡积砂金矿形成的地带，大型冲沟及其两岸阶地是洪冲积砂金矿演化的舞台；冰川故道、各种冰蚀、冰碛地区是冰川砂金堆积的部位。

（二）砂金富集规律

1. 各类型砂金富集的共同特点：

①金在砂矿中分布不均匀，工业矿体总

是局限在不连续的块段中。

②砂金富集的主要部位是：砂砾层下部、底岩风化壳、阶地前缘、坡脚后缘、冰川泥砾残留处。

③富集的共同标志是：重砂含量高，脉石英增多，砾径愈大含金愈富。

④近源砂金的贫富和规模受原生矿床和地貌形态的直接影响。

2. 不同类型砂金矿富集的主要特点：

①残坡积砂金矿：在剥蚀台地上碟形、勺形洼地中部及洼地内的细沟中砂金富集。

②洪坡积砂金矿：在坡脚后缘的底岩凹地处砂金较为富集。

③洪冲层型砂金矿：在大冲沟中或各支流沟谷与主沟汇合的内湾处有利于砂金的富集。在基岩层理、劈理、裂隙走向与水流方向垂直或斜交时，阻挡重砂矿物迁移，有利于形成高品位的砂金矿体。

④冰碛型砂金矿：在巨砾出现和黄褐色粘泥增多的层位砂金较富。

⑤湖成型砂金矿：由于物质来源是近岸含金砾岩、原生金矿，所以多在湖盆边缘浅水地带的泥砂砾石层中较为富集。

⑥含金砾岩型古砂矿：自然金多赋存于胶结物中，富集在近古风化面的底砾岩中。



一点商榷

《地质与勘探》1979年第1期所载“花香果盐水泥浆在钻进石膏层的应用”一文提出，泥浆加入食盐（NaCl）后，钻进石膏层时，在泥浆中游离的钠离子和氯离子与石膏在泥浆中溶解分离的钙离子和硫酸根离子分别生成化合物 $2\text{NaCl} + \text{CaSO}_4 \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CaCl}_2$ ，所以就不会有粘土颗粒的钠离子和钙离子发生置换的现象。

我认为此说不妥，上述化学反应是可逆的离子反应，生成的化合物在泥浆中仍然是以离子的形式存在的，故仍会发生钠离子和钙离子的交换现象。氯化钠之所以能改进泥浆作用，那是因为，泥浆中粘土颗粒表面所吸附的钙离子数量，不仅与泥浆中钙离子浓度有关，而且与泥浆中的钠离子浓度有关。钠离子浓度愈高，粘土颗粒表面吸附的钙离子量就愈低，泥浆中钙离子浓度和吸附在粘土颗粒表面上的钙离子数量的关系曲线下移。总之，加入钠离子的作用是调整粘土颗粒所吸附的 $\text{Ca}^{++}/\text{Na}^{+}$ 的比值，从而抑制钙离子对粘土颗粒双电层的破坏。

甘肃省燃化局145勘探队 肖自强