

我国卡林型金矿的基本特征

中国地质大学(武汉)研究生院 王力娟

[摘要]本文总结了卡林型金矿的成矿地质背景,矿床基本地质特征,金的赋存状态等几个方面。我国卡林型金矿主要分布于扬子板块西南缘和西北缘,形成滇黔桂、陕甘川、西南秦岭和湘中四个矿集区。卡林型金矿床中金主要为显微—次显微粒级,主要的载金矿物为黄铁矿。国内外卡林型金矿床中,成矿元素的组合特征以低温元素组合汞—锑—砷—金最为普遍。

[关键词]卡林型金矿 地质背景 成矿条件 成矿元素组合 围岩蚀变

卡林型金矿矿床储量十分巨大,而且埋藏浅、可露采,有很大的经济意义,是世界各国金矿资源的重点找矿对象。卡林型金矿这一名称最早由美国人S.拉德克(1974)年提出,是指产于渗透性良好的角砾薄层炭质粉砂质碳酸盐岩中,呈微细浸染状的金矿床。董玉书(2003)认为卡林型金矿是指产于碎屑岩及碳酸盐岩类沉积岩及浅变质岩中,显示中低温的矿物共生组合和围岩蚀变特点,金的粒度主要为次显微—显微级的浅成中低温热液金矿床。上述概念包含三方面的含义:①金矿床的容矿围岩为未经变质或变质程度极浅的沉积岩,主要为细碎屑岩和碳酸盐类岩石;②金矿中矿石矿物的共生组合,金属矿物包括黄铁矿、毒砂、辉锑矿、辰砂、方铅矿、闪锌矿、砷黝铜矿等,非金属矿物包括石英、方解石、绢云母、白云石、重晶石等。卡林型金矿的围岩蚀变较弱,具有中低温热液成矿作用的特点,主要的蚀变类型有硅化、去碳酸盐化和泥化;③金矿物及载金矿物都显示了微细粒结构的特点,矿石以浸染状构造为主。

1.地质背景

我国卡林型金矿床分布具有明显的集中分布的规律,在区域上成群成带展布。在大地构造位置上,我国卡林型金矿床主要分布于扬子陆块西南缘的板内古生带—中生代沉降带和西北缘古生代—中生代造山带中,目前已知的该类金矿床(点)在扬子陆块周边地区构成了滇—黔—桂、陕—甘—川、西南秦岭及湘中等四个规模不同的重要金矿化集中区^①。

在扬子陆块西北缘,裂陷作用始于南华纪—震旦纪,以中三叠世以来最为强烈,由此形成巴颜喀拉提斯裂陷海槽,广泛发育中—上三叠统浊积相沉积复理石建造,晚三叠世晚期,随着印度板块与欧亚板块的强烈相互作用,导致该区强烈褶皱抬升,形成巴颜喀拉印支造山带褶皱带并控制了陕—甘—川金矿化集中区的展布;在扬子陆块北缘,古生代以来强烈的南北向拉张作用形成一系列近东西向巨型张性断裂带,它们进一步下切、裂离而逐渐演化成为近东西向槽型洋盆,其内沉积物厚度巨大,以火山—碎屑岩建造及复理石或类复理石建造为主,从晚古生代开始,由于扬子陆块向华北地台逐渐靠拢,海槽向北不断消减,最终形成秦岭复杂造山带,其南亚带褶皱造山作用主要发生于加里东印支期,并对西南秦岭金矿化集中区有明显的制约作用。

滇—黔—桂及湘中地区则分别处于扬子陆块南缘及东南缘,它们在早古生代均表现为活动陆缘沉积,志留纪末的广西运动使之整体上升,进入地台发展阶段^②。湘中金矿化集中区就位于扬子陆块东南缘与华南加里东褶皱带之过渡部位;而在滇—黔—桂一带的右江地区,从三叠纪开始自南而北强烈沉降,形成以复理石建造为主的沉积,印支运动使其褶皱回返,形成右江印支造山带褶皱带,并控制了滇—黔—桂金矿化集中区的展布。

由此可见,我国主要卡林型金矿床产区在区域地质构造演化方面有相似之处,即均经历了早期拉张—裂陷—沉降和沉积及晚期的挤压褶皱造山作用过程,前者为该类矿床的形成提供重要的赋矿围岩,即沉积地层基础;后者则为热液活动及矿质的热液活化—迁移—沉淀成矿提供构造空间及热力条件。因此,卡林型金矿床的形成与区域地质构造发展演化密切相关,其空间分布明显受大地构造条件制约,古克拉通边缘造山带褶皱带或两者之过渡地带是该类金矿床产出的有利地质构造部位。

2.矿床基本地质特征

国内外卡林型金矿具有:(1)类似的成矿地质构造背景,层控(岩控)、构造控制显著,与岩浆岩无必然的演化关系;(2)矿床成群成带分布,矿体呈似层状、透镜状和脉状等产出;(3)具有以硅化、碳酸盐化为主的中低温热液蚀变类型;(4)具有以黄铁矿、雄黄、雌黄、辉锑矿、辰砂、重晶石和石英等与成矿有关的中低温矿物组合;(5)矿石具浸染状、网脉状及角砾状等构造,金呈显微—次显微粒级赋存于矿化有关的矿物中或为粘土矿物、有机质等吸附,几乎不见明金;(6)与金伴生的元素组合为: Au、As、Hg、Sb(Ag)、Ba 和 Tl 等;(7)与锑、砷矿、重晶石矿、铀矿和油气等低温热液矿床和外生矿床伴生或共生;(8)赋矿地层时代老,成矿时代新;(9)成

矿物理化学环境为浅成、中低温、高硫低氧中偏酸性的还原环境^③。

以陕西镇安金矿卡林型金矿为例,金矿床赋存于秦岭微板块东部镇旬盆地旬阳沉积盆地泥盆统南羊山组和下石炭统袁家沟组地层中。赋矿有利岩性为泥质钙质粉砂岩、泥质粉砂质灰岩、钙质粉砂质页岩^④。金属矿物的共生组合包括毒砂、黄铁矿、含砷黄铁矿、砷黝铜矿、方铅矿、闪锌矿、雄黄、雌黄等;非金属矿物组合包括石英、方解石、绢云母、透闪石、重晶石等。其中毒砂和含砷黄铁矿是主要的载金矿物。与矿化作用伴随的蚀变以硅化、脱碳酸盐化和泥化比较典型^⑤。流体包裹体研究表明,从主成矿期到成矿晚期,均一温度逐渐降低,成矿流体具有中低温、中低盐度的特征,符合微细浸染型金矿床的一般特征。氢、氧同位素研究,金矿成矿带成矿流体主要来自封存于围岩建造中的建造水和大气降水,早期以建造水为主,晚期以大气降水为主^⑥。总体上,矿床形成演化至少经历了伴随火山热液活动的同生沉积和后生韧—脆性剪切构造叠加与地下循环热液改造的两次成矿作用过程。矿床具有沉积—改造的层控成矿特点,构成秦岭中微细粒浸染状卡林型金矿床的特色^⑦。

3.卡林型金矿中金的赋存状态

矿石中金的赋存状态不但对矿床学的成因研究具有重要的理论意义,而且在选矿工艺流程和金回收过程中具有直接控制的现实意义。

在金矿床中,金的赋存状态可分为独立金矿物、晶格金和胶体吸附金三种。独立存在的金矿物又可分为块金、明金、显微金和超显微金。按照金的赋存方式与载金主矿物的共生关系又可分为四种形式:即“晶隙金”、“晶间金”、“晶格金”、“包体金”。

国内外卡林型金矿床中的金,主要呈显微—次显微粒级,载金的主矿物也呈微细粒(粒径 <0.1 毫米),这是卡林型金矿床的主要特征之一。国内外卡林型金矿床中的金 90% 以上呈粒度小于 0.2 微米的次显微(超显微)状态存在,这些金又主要以类质同象固溶体或微细包裹体的形式赋存于载金主矿物中,多以“晶格金”和“包体金”的方式产出^⑧,主要赋存在硫化物和砷硫化物中。

卡林型金矿床的矿石中有数十种矿物,各个矿床的主要矿物组成基本相同,但又有各自的特殊性。而且,卡林型金矿床中金的产出状态与其中的几种主要载金矿物有关。黄铁矿和毒砂是主要载金矿物,其次有炭质物质、石英和方解石、白云石等。卡林型金矿床中的金属和非金属矿物除了自然金之外,主要还有磁黄铁矿、毒砂、方铅矿、闪锌矿、砷黝铜矿、黄铁矿、砷黄铁矿、辉锑矿、白铁矿、辰砂、雄黄、雌黄、石英、粘土矿物、方解石、白云石、含铁白云石、重晶石、有机质类等^⑨。

4.卡林型金矿成矿地球化学特征

4.1 成矿元素组合

在国内外卡林型金矿床中,成矿元素的组合特征以低温元素组合汞—锑—砷—金最为普遍。但是,各个地区各个单个具体矿床又有各个独特的元素组合性质。

美国内华达州广泛分布的卡林型金矿床(包括卡林、科特兹、格彻尔、金甫等矿床)主要成矿元素组合为汞—锑—砷—金—银—钼—铀。我国滇黔桂地区贵州板其金矿床中主要成矿元素组合为汞—锑—砷—金—银;贵州丹寨苗龙金矿为汞—锑—砷—金—钼—银;陕甘川地区四川东北寨金矿主要成矿元素组合为汞—锑—砷—金;甘肃拉日玛金矿主要元素组合为汞—锑—砷—金—钼—钽—铀—钼;湖南衡东石峡金矿主要元素组合为汞—锑—砷—金—银。

4.2 围岩蚀变特征

矿化有关的围岩蚀变是中低温含矿热液同围岩作用的结果。热液性质从早期到晚期逐渐演化:温度降低、pH 值升高(由酸性→中性→碱性)、Eh 值升高(还原→弱还原)。相应的蚀变大致可分为 3 个阶段^⑩。(1)早期硅化阶段(酸性热液蚀变),酸性热液交代碳酸盐岩类围岩,导致原岩碳酸盐矿物迁移或被硅质替代,如石英替代方解石可呈菱形六面体假象,或部分替代方解石而增生在其外围。替代过程中岩石体积可近似保持平衡,强烈交代时,形成似碧玉岩,围岩体积 (下转第 128 页)

电子化建设水平和全员的知识、技术和工作能力。通过对现行各项业务进行合理、有效、深层次的整合,解决目前业务管理与业务操作相脱节的矛盾,全方位、多角度重新审视传统业务的处理过程和运作方式,以客户为中心,以市场为导向,综合研究,统筹规划,精心设计,从根本上改造、创新、重组业务流程,把传统业务的审查重点与决策重点定位于流程,实现由面向职能管理到面向流程管理的转变,从而为培育和打造企业的核心竞争能力提供最有力的保障。

5. 建议和措施

5.1 组织再造和业务流程重组

在导入一项战略时,每个企业都应该重视进行组织的再造,战略方可发挥作用。石油企业实施 CRM,首先要进行组织结构的变革,通过组织再造,建立功能完整、交流通畅、高效运作的职能机构。以挖掘和满足客户需求为中心,实现基于客户交流的业务流程的重组。CRM 应用成功的前提取决于业务流程重组过程。传统的垂直式管理方式是国内石油企业普遍效率低下、弊病丛生的一个根源,经理负责制的管理部门只需对上面负责,彼此之间缺乏协作与沟通。CRM 的应用涉及到企业各层机构的岗位、职能的重新定位,通过企业营销组织架构的重新设计最终建立起一套崭新的扁平化营销体系,这是 CRM 企业应用真正的重点和难点所在。扁平化、协作化的营销体系要求石油企业整合销售部、客户服务部等其他部门于一体,业务部门应实施以客户为中心的核心交易系统,逐步整合信息渠道,获取全面、准确、及时的客户信息,通过有效分析客户的利润贡献率来制定相应的市场、销售和服务策略,并据此审视各项业务流程,对不合理、不科学的部分进行优化,以达到方便客户、减少客户等待时间、提高客户服务效率的目的。

5.2 加强信息基础设施建设

CRM 的产生,是以网络技术为核心的信息技术的建立为基础的。石油企业要实施 CRM,首先就要从硬件的建设入手,完善以网络技术为核心的信息基础设施。如果离开这些信息技术的支撑,CRM 就失去了实施的基础。目前,我国石油企业的相关业务部门都存在自己的管理信息系统条块分割,各自为政,并存在大量信息交叉、不全面、不规范、不共享的问题。要把这些广泛地分散在不同业务系统、不同经营管理机构、不同层次人员中的大量信息集中起来进行有效利用和充分加工,就要建立一个统一的信息系统,使上述的各种系统分别成为其中的一个单独的模块,各模块之间相对独立又相互联系,成为一个有机的整体。通过各种转化方式对以各种方式存在的信息进行数字化加工,形成数字化、标准化、系统化的信息,以利于系统的自主加工。

5.3 整合内部资源

CRM 软件只是一套技术,它需要靠公司的相关资源配合来发挥作用。例如组织结构的调整、企业政治和经营惯性、完善的计划和预算、高层主管的支持等相关因素。这些因素在 CRM 实施过程中发挥不同作用,相反,CRM 软件技术在整个实施过程中显得并不是那么重要。据 CRM 论坛的一个研究报告表明,在有成功的 CRM 软件后导致 CRM 计划失败的 9 个显著因素及其比例如下:组织结构调整(29%),企业政治和经营惯性(22%),缺乏对 CRM 的理解(20%),计划不善(12%),缺乏 CRM 技能(6%),预算问题(4%),软件问题(2%),错误的建议(1%),其他(4%)。由

以上数据我们可以看出导致 CRM 失效的主要原因在对内部资源的整合,而主要不是 CRM 软件技术问题。这要求企业对 CRM 有个清醒的认识和了解,并且愿意主动改变与客户的交流方式。在应用过程中必须对企业原有的工作流程进行一场彻底的重新设计,进行新的业务流程重组 BPR。否则的话,CRM 一样以失败告终。

5.4 注重“人”的因素

一个企业不仅仅是有机器、厂房、材料、技术,更重要的是要有人的参与。CRM 不仅仅需要解决技术问题,最关键的是要注重“人”的因素。在具体实施时,要列出流程重组中的所有层次的员工,让他们一开始就了解这项计划,并投入其中。尤其要注意的是,企业高层领导者的参与对 CRM 至关重要。企业高层领导者是企业发展方向和发展战略的决策人,要对整个 CRM 创新负责,并准确指挥下属。参与者要明确每一个人自己的角色与职责,参与计划的开发和实施,这样才能保证 CRM 的成功。

结论

对大多数企业而言,从企业的角度出发到转向从客户的角度出发,真正实现对客户的授权还是一个未知的新领域,还有很多的理论和实践问题,有待进一步的研究和解决。但是不管怎样,在消费者占主导地位的时代,国有石油企业要想真正赢得顾客,提高客户的满意度,培养客户的忠诚度并促成与他们的终生关系,以此为基础,实施 CRM 项目,使企业在激烈的竞争中立于不败之地。

参考文献

- [1](美)罗纳德 S 史威福特著,杨东龙,姚成龙,黄燕等译.客户关系管理加速利润和优势提升.北京:中国经济出版社,2002.3:15-20
- [2]周萍.客户关系管理新模式及应用研究.[硕士论文]:四川大学,2006:30-35
- [3]张静.我国企业客户关系管理现状与对策分析[J].统计与决策,2006,(12):23-25
- [4]涂振涛.客户关系管理是一种竞争战略[J].南昌大学学报,2004,(3):31-34
- [5]齐佳音.客户关系管理的管理学探讨[J].管理工程学报,2002,(16):26-29
- [6]Emma Chablo. The Importance of Marketing Data Intelligence in Delivering Successful CRM. Zurich:CRM Connect Conference,2000,26-28
- [7]王广宇.客户关系管理方法论[M].北京:清华大学出版社,2004,(9):139-140
- [8]马刚.客户关系管理[M].沈阳:东北财经大学出版社,2005,(3):55-56
- [9]李本贵.中国企业实施客户关系管理的重要性与难点.市场营销 2001,(8):20
- [10]陈明亮.客户生命周期利润变化趋势的实证研究[J].统计研究,2002,(6):40-44

(上接第 125 页) 减小,地层减薄,不溶矿物含量增加,局部孔隙度加大,甚至破坏地层,形成角砾岩。(2)中期硫化物矿化阶段(弱酸性热液蚀变),形成含神黄铁矿、毒砂、辰砂、雄黄、雌黄和辉锑矿等硫化物,以辉锑矿、黄铁矿为主,呈浸染状、细脉状分布。该阶段为金矿的重要成矿时期。(3)晚期碳酸盐化阶段(中-弱碱性热液蚀变),方解石大量出现,呈脉状、网脉状分布。贱金属(Cu、Pb、Zn 等)硫化物开始形成。在上述热液蚀变之后围岩还有时遭受一定程度的氧化作用。

结论

我国卡林型金矿床主要分布于滇黔桂、陕甘川、西南秦岭及湘中四个规模不同的重要金矿化集中区,具有类似的成矿地质构造背景,层控和构造控制显著,与岩浆岩无必然的演化关系;赋矿围岩为未经变质或变质程度极浅的细碎屑岩和碳酸盐类岩石;围岩蚀变较弱有硅化、脱碳酸盐化和泥化等;金主要为显微-次显微粒级;成矿元素的组合特征以低温元素组合汞-锑-砷-金;热液性质从早期到晚期逐渐演化;温度降低,pH 值升高(由酸性→中性→碱性),Eh 值升高(还原→弱还原)。

参考文献

- [1]罗镇宽,苗来成,关康等.中国大地构造演化与金矿成矿作用[J].地质找矿论丛,1998,13(3):24-34
- [2]黄瑞华.地洼构造与微细浸染型金矿成矿[J].黄金地质科技,

1994(4):1~6

- [3]陈伟等.黄铁矿中晶格金的萃取实验及有关问题的初步研究[J].长春地质学院学报,1991,21(4):463~467
- [4]张复新,马建泰.金龙岗-丘岭卡林型金矿床成矿特征[J].地质与勘探,1999(35)5:20~23
- [5]赵利青,陈祥,周红等.南秦岭赋存于沉积岩中的金龙岗金矿带主要载金矿物黄铁矿、毒砂研究[J].贵金属地质,2000,(9)4:193~199
- [6]马光,刘继顺,宫丽.秦岭地区卡林型金矿地质特征[J].黄金,2004,(25)3:8~12
- [7]张复新,宗静婷,马建泰.秦岭卡林型金矿床及相关问题探讨[J].矿床地质,1998,(17)2:172~184
- [8]赵利青,白院平,于凤金.微细浸染型金矿成矿与找矿的几个问题[J].黄金地质,2001,(7)4:60~64
- [9]普传杰,高振敏.国内外卡林型金矿对比研究[J].云南地质,2003,22(1):27~38
- [10]陈先兵.卡林型金矿地质地球化学特征及成因综述[J].黄金地质,1996,2(2):73~78
- [11]王小春.微细浸染型金矿研究现状评述[J].黄金地质,1997,3(1):72~78