

中国卡林型 (微细浸染型)金矿

中国有色金属工业总公司矿产地质研究院

主 编 刘东升

南京大学出版社

56.57121
0242

中国卡林型(微细浸染型)金矿

主 编 刘东升 谭运金 王建业
韦龙明 蒋淑芳

南京大学出版社

一九九四年十月十二日

03835

(苏)新登字第 011 号

内 容 简 介

《中国卡林型(微细浸染型)金矿》一书以国内主要的特大-大-中型金矿床——秦岭地区的甘肃拉尔玛矿床、坪定矿床、李坝矿床;陕西的双王矿床、八卦庙矿床、金龙山矿床;四川东北寨矿床;滇黔桂“金三角”地区的贵州戈塘矿床、紫木冲矿床、烂泥沟矿床;广西金牙矿床以及广东长坑矿床和湖南高家坳等 13 个矿床(18 篇文章)的地质特征、矿床成因、成矿模式和机理,以及近代多种综合测试研究手段(方法)等基础地质工作和研究成果为基础,总结了该类矿床区域地质背景、成矿规律、矿床成因、找矿标志和找矿方法等多方面的研究成果,并讨论了该类型矿床的定义、名称、类型划分和有机质与成矿关系等问题,从而提出了一些新的见解,是我国卡林型(微细浸染型)金矿地质工作和研究工作的最新成果。

全书约 60 万字,图文并茂,资料数据齐全,可供地质大专院校、科研院所以及广大野外地质工作者参考和借鉴。

中国卡林型(微细浸染型)金矿

Zhongguo kalaxing

(weixili jinranxing)jinkuang

刘东升 主编

南京大学出版社出版发行

(南京大学校内 邮政编码:210008)

中国有色金属工业总公司矿产地质研究院印刷厂印刷

开本 789×1092 1/16 印张 25.75 插页 12 字数 640 千

1994 年 4 月第 1 版 1994 年 4 月第 1 次印刷

印数 1—1500

ISBN 7-305-02666-2/P. 101

定价 18.00 元

责任编辑: 蒋淑芳

序

卡林超大型金矿于本世纪 60 年代初发现于美国内华达州。之后,迅速在该州及邻近地区发现了一系列同类型矿床,它们被自然地命名为卡林型金矿。迄今为止,美国西部卡林型金矿已找到 40 多个,它们在美国金矿储量及产量上异军突起,已具有举足轻重的地位。

我国的卡林型金矿床先后在湖南石峡和贵州西南被肯定。80 年代以来,不过 10 年功夫在黔桂滇和川甘陕两个三角地带相继找到了 20 个左右矿床。卡林型金矿这样高速度地在中、美两国发现,这不仅在金矿史上鲜见,在整个金属及非金属矿的发现史上也是引人刮目相视的。

卡林型金矿原生矿石中金矿物颗粒十分微细,常不足 $1\mu\text{m}$ 直径,故也称微细浸染型金矿。这种原生矿很难形成砂矿(氧化矿中金粒度增大,可有少量砂金显示)。以砂矿追溯原生矿,这是中外多年来袭用的找金指导思想。但它在寻找卡林型金矿时却碰了壁。因此,尽管美国卡林型金矿产地距前世纪中叶发现的美国西海岸一系列金矿甚近,而且距交通要道不远,它们却在黄金热之后沉睡了 100 余年才被找到。

对卡林型金矿的发现,地球化学探矿作出了重要贡献。另外,Au-Hg-Sb-As-Tl 的密切共生,也启示人们在一些低温热液汞、锑、雄雌黄等矿床、矿化点或其附近,去探索黄金。但无疑及时地提出成矿模式,总结这一类型矿床在一定地区的分布规律和地质、地球化学特征等也促使了卡林型金矿被迅速地找到及开发。

对卡林型金矿床勘查和理论上的提高,历史地落在中国和美国矿床学家身上,因为迄今为止,卡林型金矿的相对密集区只见于中国扬子克拉通的西南缘和西北缘,美国内华达州及邻近地带。而在世界其他国家和地区,卡林型金矿的出现只有零星的报道。此时此刻,刘东升同志主编的《中国卡林型(微细浸染型)金矿》一书应运而生便是必然的了。

此书既有我国一些主要卡林型金矿床的勘查实践、地质和地球化学特征、成因模式和成矿机理的阐述,也包括对我国金矿分布规律、有机质与成矿关系等综合性讨论。它是我国卡林型金矿最新,也是最全面系统的科研总结。

相信此书的出版将进一步推动我国卡林型金矿的找矿、勘探及科研工作的开展。

涂光炽

1992. 12. 28

编者按

卡林型金矿床自 60 年代初在美国西部内华达州发现以来,找矿与研究工作的进展很快。在美国西部的内华达州、犹他州、加利福尼亚州先后找到 40 余个卡林型金矿床,近年来仍不断有新的发现。卡林型金矿已成为世界上一种重要的金矿类型而且日益引起各国地质工作者的重视。80 年代以来,在我国扬子地块周边的滇黔桂、秦岭和川西地区找到一大批大、中型卡林型金矿床,并成为我国金矿主要类型之一。可以说,目前中国已是世界上除美国之外最重要的卡林型金矿产地。因此,及时总结我国卡林型金矿找矿和科研成果是非常必要的,这不仅对推动我国卡林型金矿的找矿和开发具有重要意义,而且对与国外该类型金矿的对比研究和交流也是非常必要的。为此,我们编辑出版了这本专辑。

本书共收录文章 18 篇,包括了我国最重要的卡林型金矿床的地质特征及成因研究,也介绍了一些有关综合性、专题性的最新研究成果,是我国卡林型(微细浸染型)金矿地质工作的最新进展,希望该书对广大金矿地质工作者能有所裨益。

目前在国内外,对卡林型(微细浸染型)金矿的定义、名称、特征、成因以及矿床类型划分均有不同看法。因此,在编辑中对有些问题作如下说明:

1. 书名问题,卡林型金矿也有称为碳酸盐型、碎屑岩型、可大规模开采的金矿等,我国许多人则称为微细浸染型金矿。用卡林型或微细浸染型金矿这两个名称均可,但为便于与国外对比研究,本书采用卡林型这一名称。

2. 卡林型金矿与国内外所提出的浊积岩型、变质碎屑岩型以及热泉型金矿在许多方面是共同的,难以区分。故我们将产于沉积岩(包括浊积岩和变质碎屑岩)中的中低温热液微细粒金矿床均归入卡林型金矿,并收入本书。

3. 本书介绍的一些矿床,其成因和类型还存在争议,比如双王和二台子,文章的作者并不认为属于卡林型金矿,但考虑其在某些方面与卡林型金矿有相似之处,故仍收入本书,希望能引起有关同志共同探讨。

该书由中国有色金属工业总公司矿产地质研究院刘东升、谭运金、王建业、韦龙明和蒋淑芳等人主编,由蒋淑芳编辑。该书在编辑过程中得到中国科学院地学部主任涂光炽先生、国家黄金管理局以及各系统金矿工作者的大力支持,在此一并致以热忱的谢意!

刘东升、蒋淑芳

1993 年

目 录

中国的卡林型金矿床.....	刘东升 谭运金 王建业 韦龙明(1)
广西金牙金矿床地质特征及成因.....	李正海 王国田 陈尚迪 方耀奎(39)
贵州紫木函金矿床地质特征及勘查实践	郭振春(79)
贵州贞丰烂泥沟金矿床地质特征、成矿机理及找矿	罗孝桓(100)
戈塘金矿床地质特征及成矿条件.....	程俊华(116)
黔西南微细浸染型金矿的成矿条件及成因探讨.....	彭扬奇(133)
滇黔桂接壤区的卡林型金矿床地质.....	谭运金(142)
李坝金矿床地质特征.....	柳 森(160)
坪定砷金矿床地质特征及成矿模式.....	林宝增 王场 司国强 王凤文 赵彦庆(203)
甘肃拉尔玛微细浸染型金矿床地质特征及成因模式.....	李亚东 李应涛(226)
陕西双王型金矿床.....	樊硕诚 金勤海(254)
陕西八卦庙金矿床地质特征及其成因分析.....	韦龙明 曹远贵 王民良(286)
陕西金龙山微细浸染型金矿床地质特征.....	胡建民 张海山(306)
川、陕、甘“金三角”成矿区东北寨金矿床主要地质特征.....	毛裕年 李小壮(317)
长坑微细粒型金矿与银矿的地质特征.....	杜均恩 马超槐(343)
湖南高家坳微细粒浸染型金矿床成矿地质特征.....	王高道(356)
卡林型金矿床成矿过程中有机质的作用.....	曾允孚 伊海生(374)
地壳中有机碳及其在成矿中的作用.....	李志锋 魏明秀 陈远荣(383)
图版.....	(405)

中国的卡林型金矿床

刘东升 谭运金 王建业 韦龙明

(中国有色金属工业总公司矿产地质研究院)

绪 言

自 60 年代在美国内华达州发现了卡林金矿床以来,卡林型金矿已成为世界上一种重要的金矿类型而日益引起各国地质工作者的重视。80 年代以来,在中国相继发现了一大批卡林型金矿床(点)该类型已成为中国主要金矿类型之一。

人们对卡林型金矿的认识尚不统一,有称之为卡林型金矿;也有称之为微细浸染型金矿、碳硅泥岩型金矿、碳酸盐岩金矿、浊积岩型金矿 还有称之为可大规模开采的金矿等。为了对比和研究,必须给该类型下一个简明的定义。根据国内外同类型金矿的地质特征,我们将卡林型金矿定义为:产于沉积岩及浅变质沉积岩中,赋矿主岩主要为碎屑岩及碳酸盐岩;有一套中低温的矿物共生组合和围岩蚀变;金的粒度多为次显微—显微级;在成因上属浅成中低温热液(渗流热卤水金矿床^①)。为便于与国外同类型矿床对比,我们认为还是用卡林型金矿床为好。

第一个卡林型金矿是 1962 年美国纽蒙特矿业公司根据地质学家罗伯茨(1960)的意见在内华达州中-北部的林恩构造窗中找到的卡林金矿床。该矿床探明金储量 110t 实际采出 124t,平均品位 9.33×10^{-6} 年产金 20 万盎司,到目前基本已开采完。随后在内华达州、犹他州和加利福尼亚州相继发现了科特兹(金 30t 品位 $> 10 \times 10^{-6}$)、金坑(金 218.4t 品位 1.68×10^{-6})、兰星、平桑、迪矿、默柯尔、金亩(金 30t、品位 2.3×10^{-6})、格彻尔(金 10t、品位 9×10^{-6})、曼哈顿等矿床。直到 80 年代,美国内华达州仍不断发现新的大型卡林型金矿,如贝尔(金 67.7t)科夫(金 124t 品位 2.1×10^{-6})、波斯特(金 403t,1982 年)、贝茨(金 304.8t 品位 5.1×10^{-6}) 等。迄今为止,仅内华达州就有卡林型金矿床 40 多个。1989 年在波斯特矿的深部(60~120m)发现金的品位高达 13.7×10^{-6} 的原生富矿体,储量达 118t。随着大规模堆浸技术的推广应用,美国的卡林型金矿的产量已名列前茅,而且在保持获利的条件下,用来堆浸的金矿石品位已降低到 0.68×10^{-6} 。除美国外,据说在澳大利亚、多米尼加、西班牙和原苏联等国也发现有卡林型金矿床。我国从 80 年代开始重视卡林型金矿的找矿,并在滇黔桂、秦岭和川西北地区找到一大批卡林型金矿床。现在可以说,除美国之外,我国是最重要的卡林型金矿产地。

除找矿取得重大进展外,地质学家们(主要是美国地质学家)对卡林型金矿的地质特征、控

^① 刘东升 卡林型金矿床,《地质找矿新进展》,1990.

矿因素、矿床成因、工艺矿物学等方面做了大量研究工作，先后发表数百篇论文，使我们对卡林型金矿有了更深入的认识。这些研究主要集中在卡林型金矿形成的地质环境、成矿物理化学条件、金的赋存状态、有机碳与金矿的关系、金矿化与火山活动的关系等。具代表性的著作有 A. S. 拉德克的“卡林型金矿地质学”^[1]、V. F. Hollister“浅成低温热液贵金属矿床”^[2]。

我国最早发现的卡林型金矿是湖南衡东石峡金矿床（小型），该矿原是产于泥盆系泥灰岩中的小汞矿。1964~1966年在汞矿床中发现金矿体^[3]，并认为与美国卡林金矿床极为相似^[4]。后又在贵州、陕西找到苗龙、板其、二台子、丫他、戈塘等卡林型金矿床，但当时对上述矿床的类型归属认识不一，争议颇多。80年代我国兴起了找卡林型金矿的热潮，在西南和西北地区又陆续发现了一大批卡林型金矿床（点）。现在已肯定其工业意义的大中型矿床有：贵州的戈塘（大型）、丫他（中型）、紫木凶（大型）、烂泥沟（大型）、广西的金牙（大型）、高龙（中型）、云南的杂村（中型）、革档（大型）、陕西的双王（大型）、二台子（小型）、八卦庙（大型）、金龙山（大型）、庞家河（中型）、甘肃的拉尔玛（中型）、李坝（大型）、坪定（中型）、四川的东北寨（大型）、桥桥上（中型）、丘洛普弄巴（大型）等。现在从储量上看，卡林型金矿已成为我国一个十分重要的金矿类型，而且还有很大的找矿前景。

在开展卡林型金矿找矿和研究工作的同时，我国地质工作者陆续发表了一批著作，提出了一些认识，如武汉地质学院徐国风教授1981年指出，陕西二台子金矿与美国卡林型金矿相似^①。刘东升在《地质与勘探》发表文章，要重视卡林型金矿的找矿工作^[5]并提出卡林型金矿为“渗流热卤水热液成矿”^[6]。我国第一部卡林型金矿的专著《陕西双王金矿床地质特征及其成因》于1989年由陕西科学技术出版社出版^[7]等等。但目前我国对卡林型金矿多偏重于单个矿床的研究而综合性的、区域性的、专题性的研究工作还不多，也不够系统、深入，有待于进一步的开展深入的研究工作。

一、中国卡林型金矿基本地质特征

1. 赋矿地层特征

卡林型金矿赋存地层主要为古生界和中生界，从寒武系至三叠系均有产出，各地区均有1~2个主要的赋矿层位。如滇黔桂地区主要为三叠系（烂泥沟、紫木凶、丫他、板其、金牙、堂上、高龙）其次为二叠系（戈塘）和泥盆系（革档、马雄—者隘），秦岭地区则以泥盆系为主（双王、二台子、李坝、八卦庙、庞家河和金龙山）其次为寒武系（拉尔玛），川西北地区亦以三叠系为主（东北寨、桥桥上、丘洛），卡林型金矿赋矿地层见表1。表1中卡林型金矿床的产出似乎没有什么地层的专属性，但不同地区的大中型矿床几乎集中在1~2个层位中。

上述赋矿地层从总体上来说均为碳酸盐岩建造，但夹有大量的碎屑岩及硅质岩、基性火山岩和火山凝灰岩。矿化主要在碎屑岩与碳酸盐岩界面附近靠近碎屑岩一侧。这些含矿建造在岩相古地理上属于广海台盆边缘相、局限一半局限台地浅海相以及滨海潮坪相带。赋矿地层常

^① 徐国风，陕西二台子金矿床矿物学研究，1981年。

具如下特征:①富含有机质,一般在0.5%左右;②有浊积岩特征(图版 I、I、III、IV); 夹有硅质岩;④含火山凝灰物质;⑤有较高含量的含铁碳酸盐矿物(含铁白云石-菱铁矿)

表1 中国卡林型金矿赋存地层

地 层		滇 黔 桂	秦 岭			川 西 北
三叠系	上统	长坑(广东高明)				东北寨、丘洛、桥桥上
	中统	烂泥沟、板其、丫他、堂上、金牙、高龙、浪全				
	下统	紫木凶	安场沟、大桥、早仁道			
二叠系	上统	戈塘、大厂、鲁布格				
	下统					
石炭系	上统	隆或	马泉			
	中统				金龙山	
	下统					
泥盆系	上统	石峡 (湖南衡东)	鹿家河	坪定、九源、李坝、三人沟、金山、八卦庙、双王、二台子、半仓沟、韭菜沟、淋湘	七里峡	腰俭
	中统					丘岭
	下统	革档、马雄-吉隘	安家岔			
志留系						
奥陶系						
寒武系	上统	苗龙				
	中统					
	下统		拉尔玛、邛莫、牙相			

2. 金矿化空间产布特征

卡林型金矿床往往成带区分布而且常与汞、锑、砷、铀矿、重晶石矿有着密切的共生关系。如贵州紫木凶—滥木厂 Au-Hg 矿带(图1);贵州烂泥沟金矿处于癞子山背斜 Au-As-Hg 矿带中(图2)桂西北卡林型金矿区(有金牙、高龙、逻楼、明山等)同时又是个锑矿区(有200多个锑矿床点)卡林型金矿床多伴生锑矿化 陕西七里峡、二台子卡林型金矿床位于丁马(丁家山—马家沟)—徽成(徽县—成县)汞锑矿带附近(图3);甘肃拉尔玛—坪定卡林型金矿带则与甘肃 Hg-Sb-U 矿带几乎重叠(图4);川西北的东北寨和桥桥上卡林型金矿床附近均有很多汞、砷、锑矿点和异常。有的卡林型金矿与铀矿化伴生或共生(如拉尔玛①、李坝)。美国的卡林金矿带同样与汞、砷、重晶石矿有着密切的空间关系[6]。卡林型金矿床与汞、锑、砷、铀及重晶石具有的密切关系,对于研究其成因和找矿均有重要的意义。

① 张忠达,西秦岭某铀矿田的成矿特征及其成矿的异同性,黄金科技动态,1991(2)。

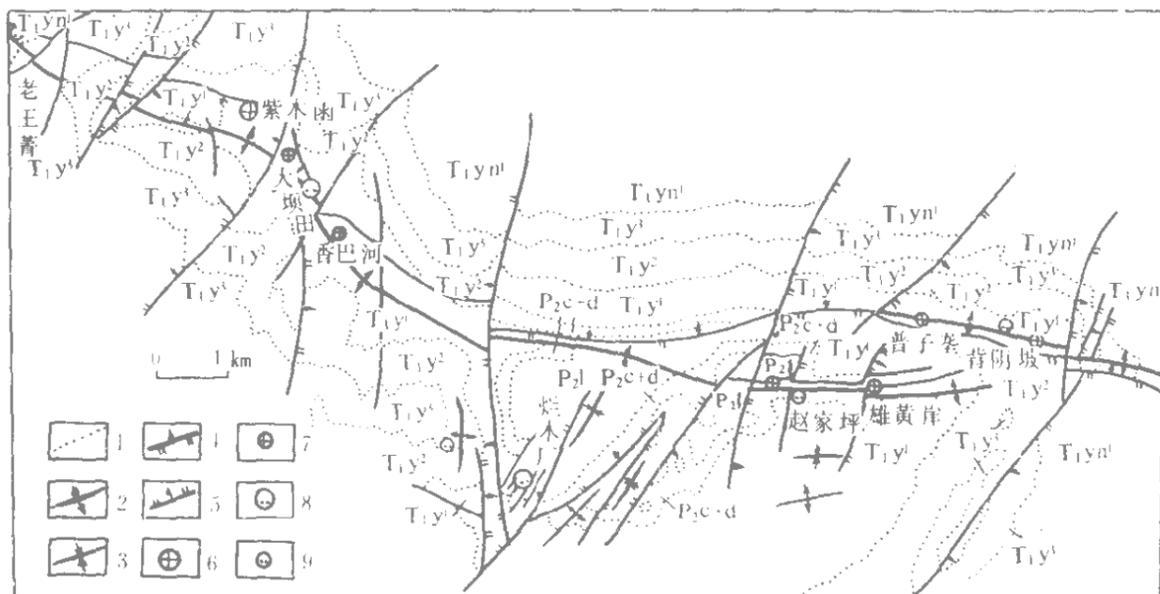


图 1 贵州灰家堡背斜金汞成矿带地质略图 (引自郭振春,1991)

T_{1yn1}—永宁镇组第一段 T_{1y3}—夜郎组第三段 T_{1y2}—夜郎组第二段 T_{1y1}—夜郎组第一段
P_{2c+d}—长兴、大隆组 P_{2l}—龙潭组 1—地层界线 2—背斜 3—向斜 4—正断层
5—逆断层 6—金矿床 7—金矿点 8—汞矿床 9—汞矿点

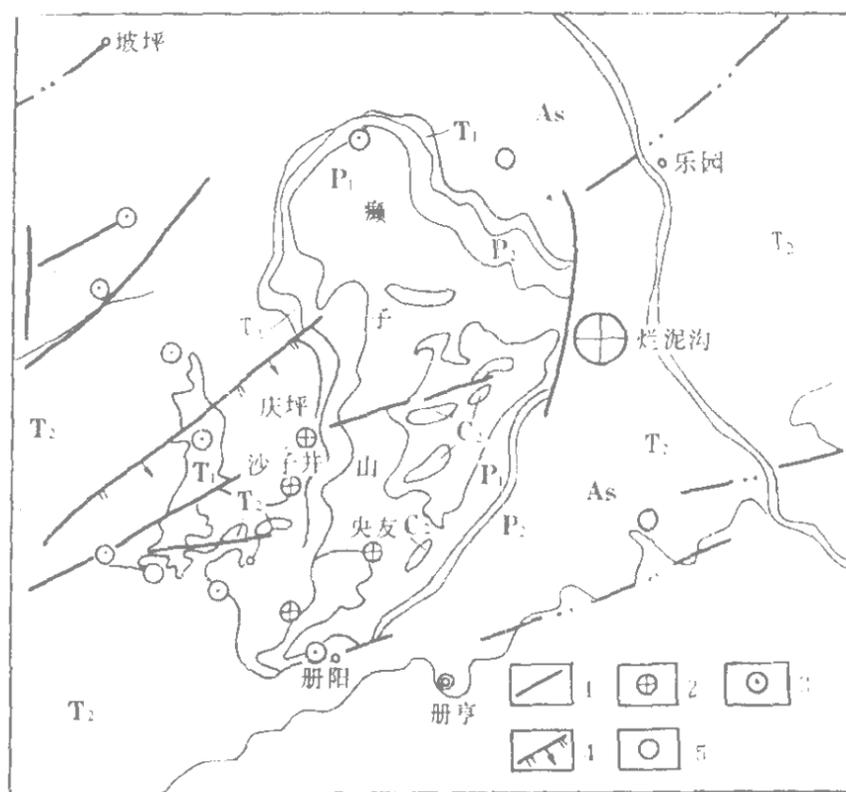


图 2 贵州癞子山背斜及金砷汞矿床点分布略图 (据贵州 1:20 万区测报告整编)

C—石炭系 P—二叠系 T—三叠系 1—断裂 2—金矿床(点) 3—汞点 4—正断层 5—砷矿点

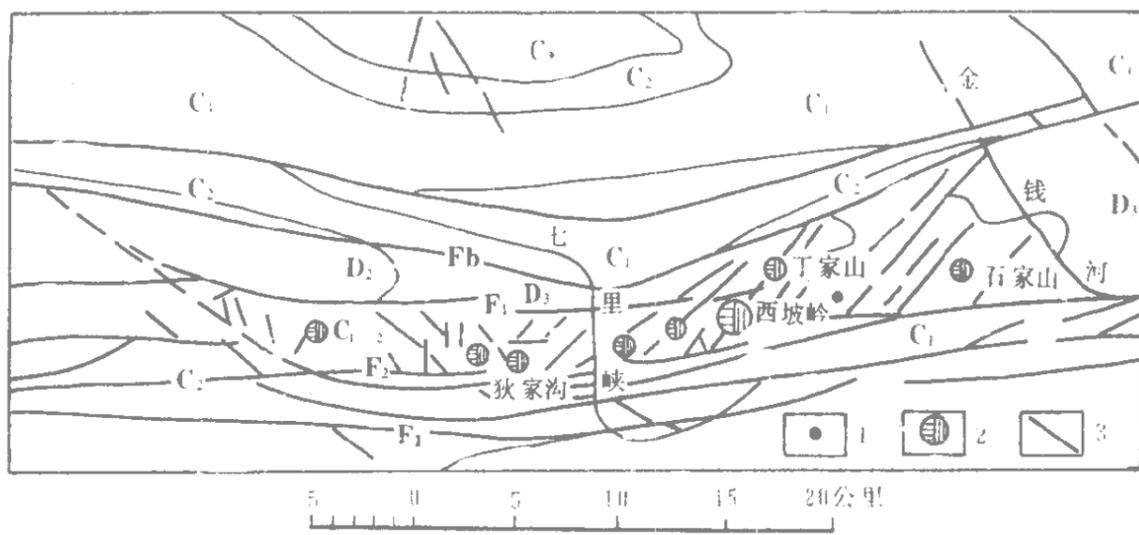


图3 陕西山阳县西坡—丁家山一带区域地质简图(引自武警黄金第十四支队, 1991)
 P—二叠系灰岩 C₃—上石炭统粉砂质页岩夹灰岩 C₂—中石炭统页岩、砂岩 C₁—下石炭统燧石条带灰岩 D₃—上泥盆统粉砂质千枚岩、灰岩、粉砂岩 D₂—中泥盆统灰岩 1—七里峡金矿床
 2—汞、锑矿床、矿点 3—断层

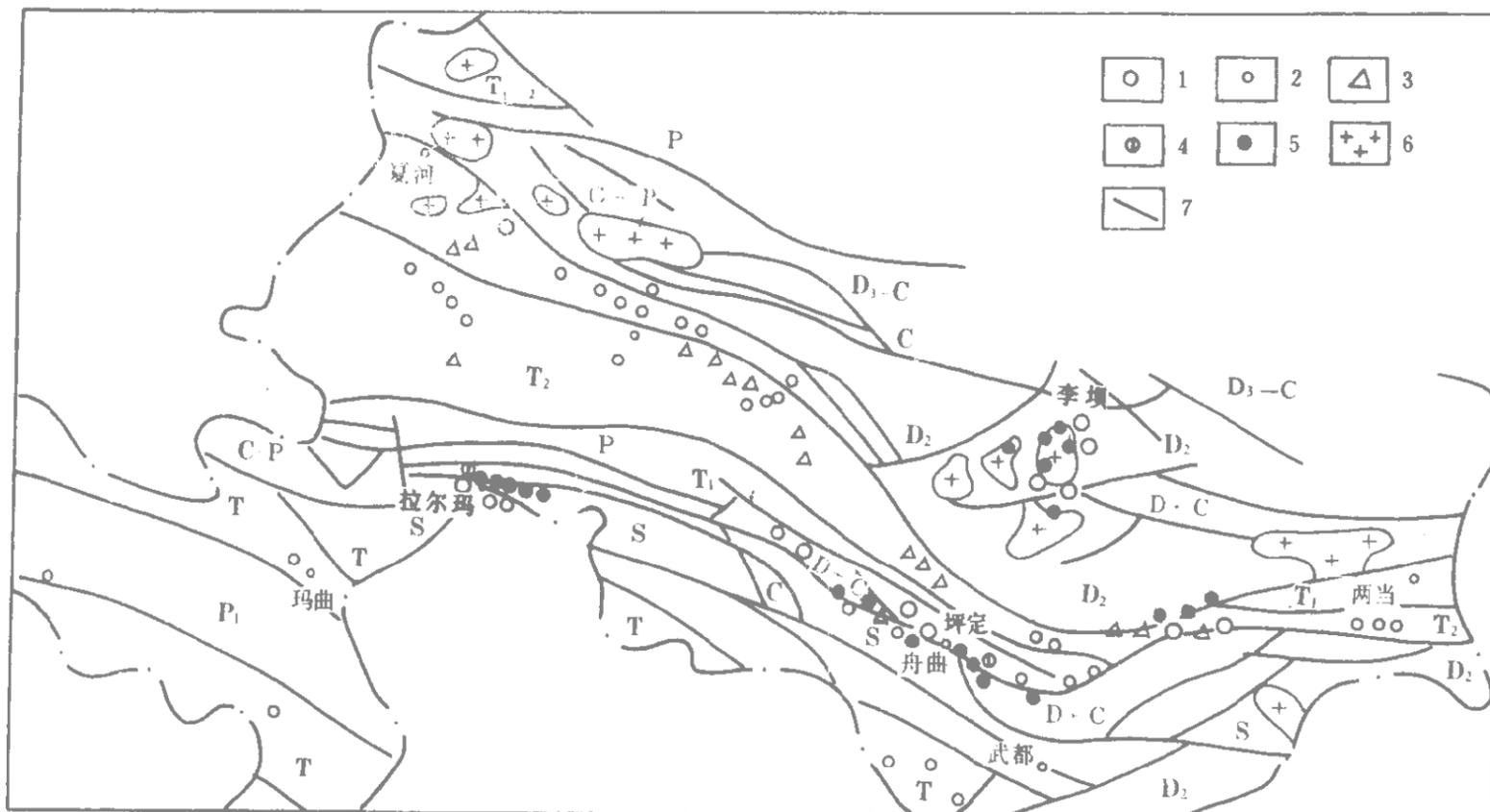


图4 甘肃西秦岭卡林型金矿、汞矿、锑矿、砷矿、铀矿分布略图(据有关资料整编)
 T—三叠系地层 P—二叠系地层 C—石炭系地层 D—泥盆系地层 S—志留系地层
 1—卡林型金矿 2—汞矿 3—锑矿 4—砷矿 5—铀矿 6—岩体 7—断裂

3. 控矿构造与矿体形态

卡林型金矿床受构造控制非常明显。从区域上看,卡林型金矿产于两个大地构造单元的结合部位。我国卡林型金矿主要分布于扬子地块周边的古生代、中生代拗陷区内。卡林型金矿带则受深大断裂带控制。近年来的研究发现卡林型金矿床与裂谷的活动有密切关系,如滇黔桂地

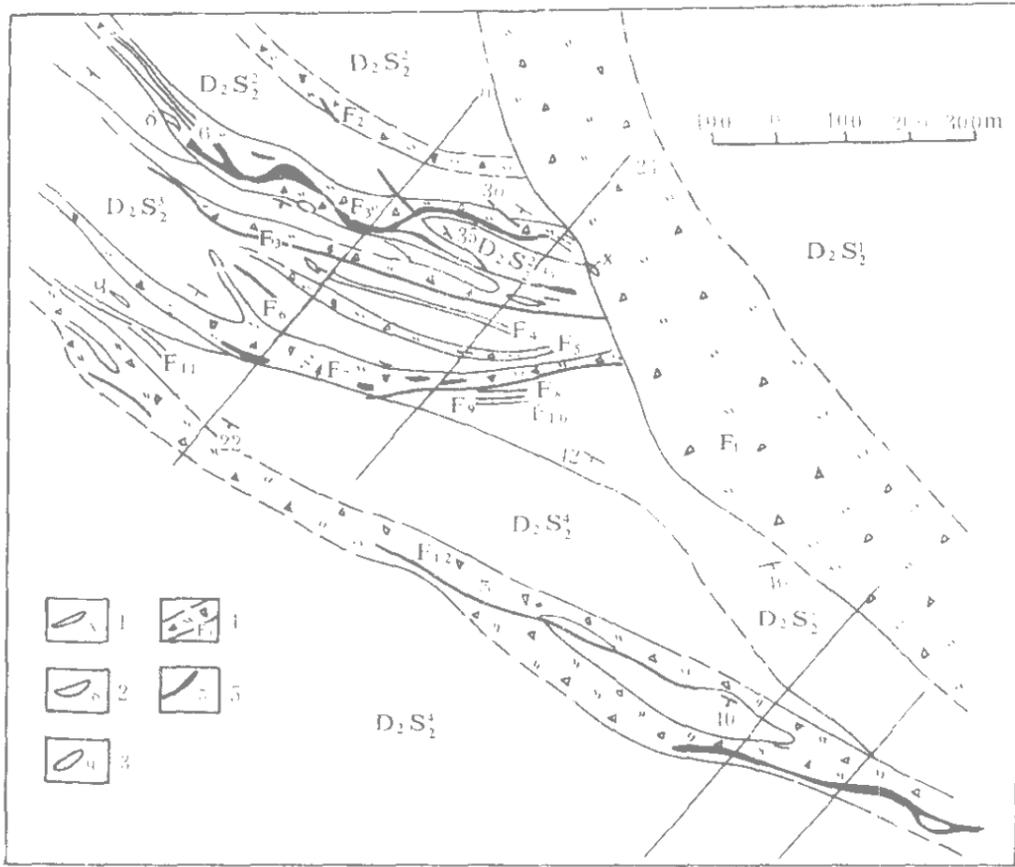


图 5 李坝金矿床地质图 (引自甘肃地质勘察局地质五队, 1991)
 D_2S_1 —深灰色斑点状粉砂质千枚岩夹少量变质粉砂岩 D_2S_2 —灰色变质石英砂岩夹斑点粉砂质千枚岩 D_2S_3 —暗灰色斑点状粉砂质板岩夹变质岩透镜体 D_2S_4 —灰色—灰绿色斑点状粉砂质千枚岩夹少量变质粉砂岩 1—煌斑岩脉 2—闪长岩脉 3—石英脉 4—断裂破碎带及编号 5—矿体及编号

区卡林型金矿与晚加里东—印支期发育的右江—南盘江—六盘水裂谷系有关^①;秦岭卡林型金矿床与秦岭加里东裂谷活动有关;川西北卡林型金矿则与该区古生代—晚三叠世陆内裂陷槽有关^②。

卡林型金矿床往往产于大断裂旁侧的次一级断裂中(图 5),或位于短轴背斜或穹隆中,如黔西南的一些卡林型金矿床(图 6)。而金矿体则受断裂、不整合面以及密集裂隙带控制,矿体常呈脉状、似层状、透镜状或不规则状与地层整合或不整合产出(图 7、8)。特别是密集裂隙带,它不仅是容矿构造而且有可能成为深部断裂控矿

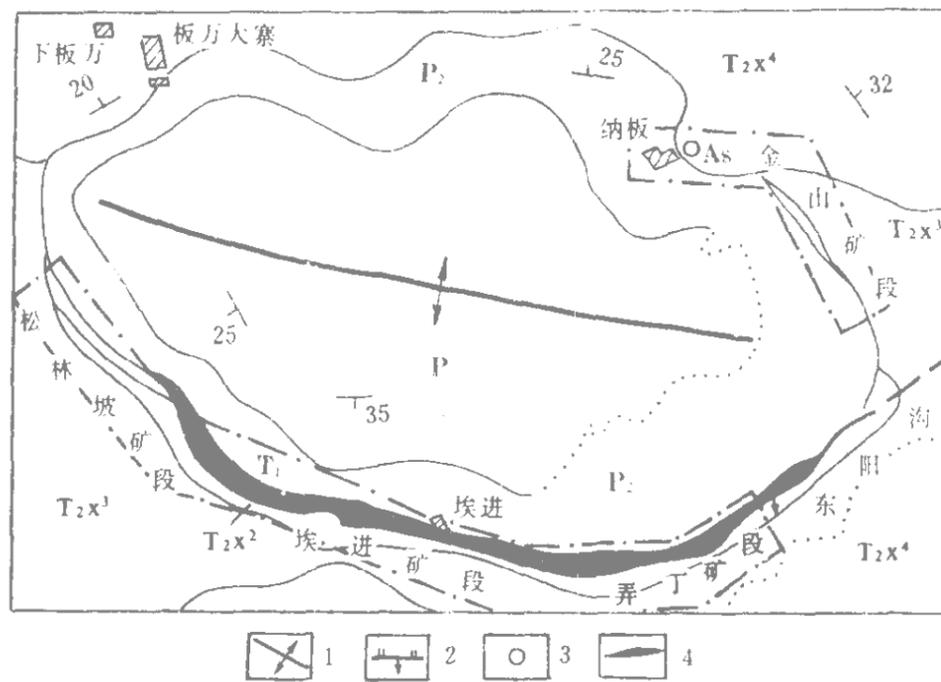


图 6 板其金矿区地质略图 (引自蒲含科, 1987)
 T_2x^2, T_2x^3, T_2x^4 —三叠系中统新苑组第一段二三四层 T_{1z} —三叠系下统紫云组 P_2 —二叠系上统 P_1 —二叠系下统 1—短轴背斜 2—逆断层及编号 3—砷矿点 4—金矿体

① 滇黔桂卡林型金矿成矿条件找矿靶区研究, 中国有色金属工业总公司矿产地质研究院等, 1992。
 ② 高质彬、李小壮, 四川西北部微细浸染型金矿成矿条件和矿床预测。

的指示标志。这些密集裂隙带宽数米、数十米不等，单条裂隙宽一般 $< 1\text{cm}$ ，个别达 $3\sim 5\text{cm}$ ，常成群成带产出，每组由数条或数十条裂隙组成。裂隙中常充填各种热液脉体，如石英脉、重晶石脉、高岭石脉、黄铁矿脉、毒砂脉、雄黄脉及碳酸盐脉。脉体围岩蚀变发育，如硅化、碳酸盐化、粘土化、黄铁矿化、毒砂化。这种密集裂隙带是明显的找矿标志（图版 V、VI、VII、VII）。

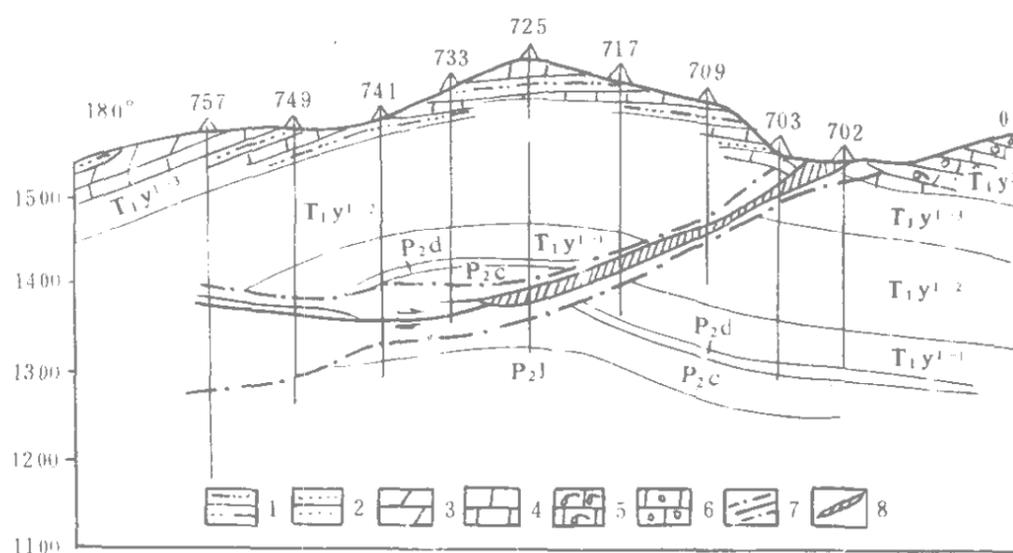


图 7 紫木凶金矿床 7 号勘探线剖面图（引自郭振春 1988）
1—粉砂质粘土岩 2—粉砂岩 3—泥灰岩 4—灰岩 5—条带状灰岩 6—鲕粒灰岩 7—含金断裂蚀变带 8—矿体

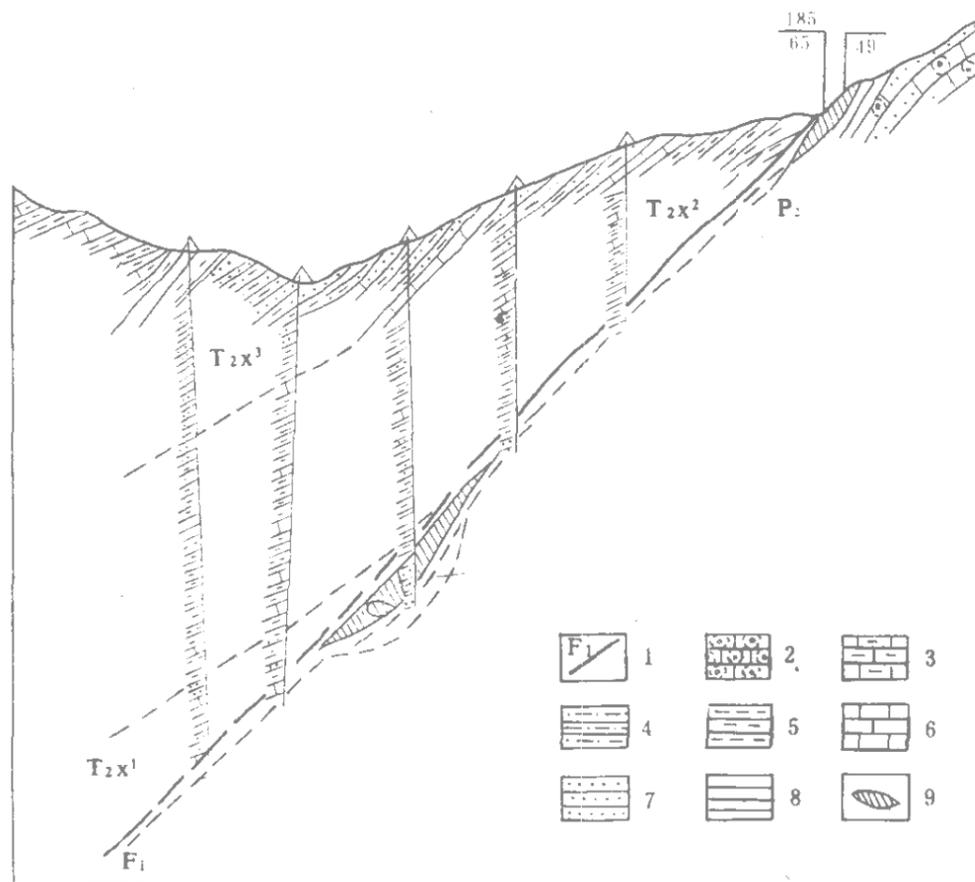


图 8 板其金矿区勘探线剖面图（引自蒲含科 1987）
 $T_{2x^1}, T_{2x^2}, T_{2x^3}, T_{2x^4}$ 为中三叠统新苑组第一段各层 T_{1z} —下三叠统紫云组下段 P_2 —上二叠统
1—断层及编号 2—硅化灰岩 3—泥灰岩 4—泥岩（粉砂岩） 5—泥岩 6—灰岩 7—粉砂岩
8—页岩 9—金矿体

4. 金矿与火成岩的关系

美国卡林型金矿床多数除有各种岩脉外，还有侵入体和火山岩发育。我国卡林型金矿床常发育煌斑岩和各种中酸性脉岩，这些脉岩有时也被矿化，但大多数矿床在矿区范围内没有侵入体（仅在一些小型矿床点）（如革档、马雄、大厂）见有二叠纪的玄武岩和辉绿岩（？）等基性岩浆

岩。真正见有侵入岩的有甘肃李坝、三人沟、金山等矿床 这些金矿床都分布在中川岩体的周围 (图 9)。此外还有甘肃的早仁道金、锑矿床,矿化产于三叠系与花岗闪长斑岩体接触带。陕西庞家河矿床的南部和北西侧发育有花岗岩。陕西双王金矿床距西坝岩体仅 1km,但据陕西地质三队和武汉地质学院的研究^[7]认为,金矿化与西坝岩体没有成因联系。川西北丘洛金矿床的金矿化则主要发生在三叠系碎屑岩中的顺层蚀变玄武岩中。

火成岩与卡林型金矿床的关系看来是比较复杂的。在美国 尽管许多矿区都有侵入体和火山岩,但多数矿床经研究后认为金矿化与火成岩没有直接的成因关系,火成岩只是起着“热源”的作用,成矿物质主要来自深部地层,成矿热液主要来自大气降水^[1,2]。我国卡林型金矿床产出大致相似,其成矿物质主要来自地层,侵入岩和脉岩主要起着“热源”的作用,可能在一些矿床中火成岩也提供部分成矿物质。关于成矿物质问题下面还将讨论。

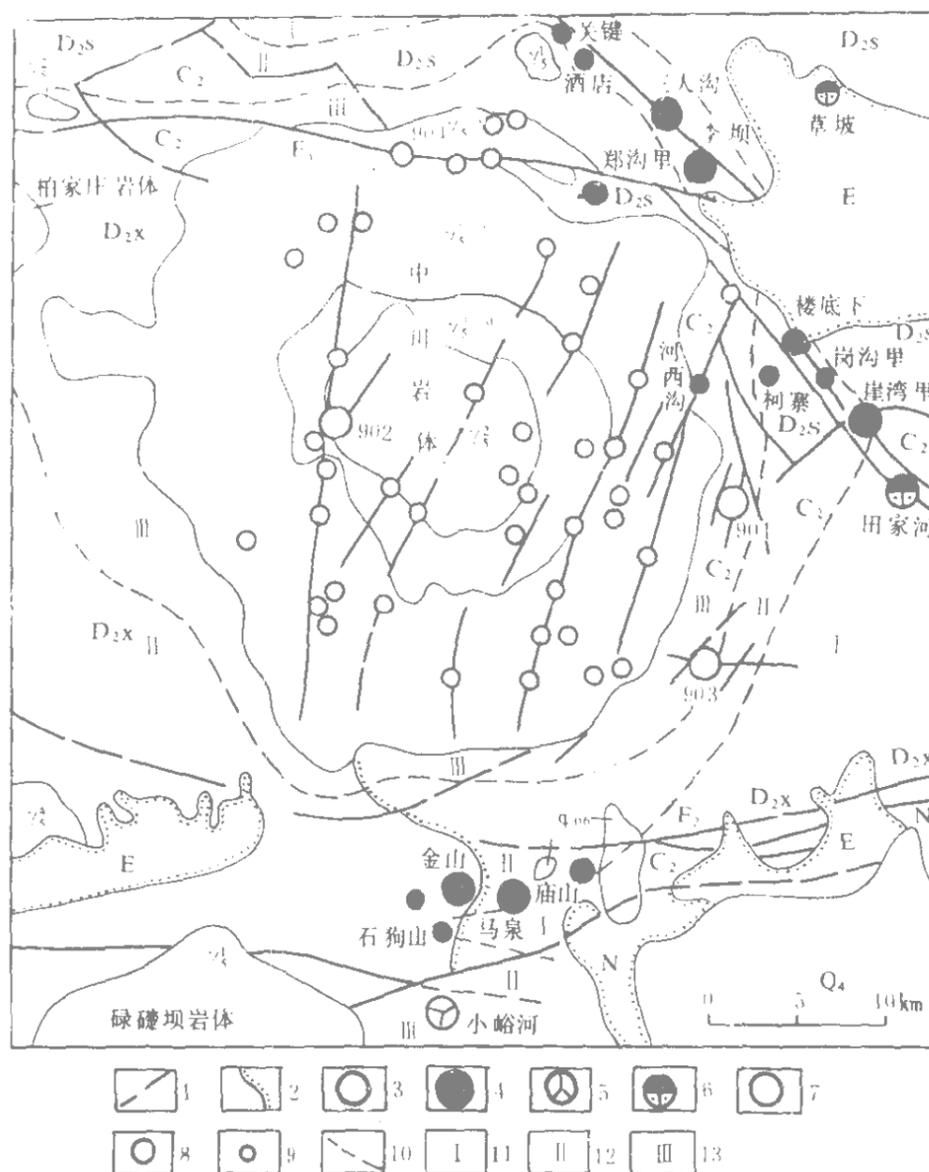


图 9 礼岷金矿带东部地质矿产及接触变质分带图

(引自甘肃有色金属地质研究所,1991)

Q—第四系 N—上第三系 E—下第三系 J—侏罗系 C₂—中石炭统
D_{2x}—中泥盆统舒家坝组 γ₁²—花岗岩 φ₀₆—硷玄岩 1—断层 2—不整合线
3—铀矿 4—岩金 5—铜铅锌 6—砂金 7—矿床 8—矿点 9—矿化点
10—接触变质分带界线 11—绿泥石绢云母带 12—黑云母带 13—红柱石堇青石带

5. 矿化特征

卡林型金矿矿体形态受构造和有利层位控制。最常见的是沿走向断裂、不整合面或层间剥离面充填交代形成似层状、透镜状矿体(双王、东北寨、戈塘、石峡等)其次是沿断裂呈脉状切穿层面(紫木凶、李坝等)有的在两组断裂构造交汇处形成柱状矿体(二台子)或在似层状矿体中形成富矿柱(拉尔玛)。

矿体规模不等,长几十至上千米,厚数米或几十米,延深可达数百米。矿体与围岩界线不清,通常要靠取样分析来圈定。

矿体上部为氧化矿石,下部为原生矿石。氧化深度不一,深的可达百余米,浅的仅数米。地表有时出现范围较大的酸滤带和硅帽(似碧玉岩)。

前已述及，卡林型金矿带常与 Hg、As、Sb、U 矿化以及重晶石化有着密切的空间关系。但是卡林型金矿床与这些矿化的空间关系是“不离其踪，不在其中”，也就是说它们常在一个成矿带中，但是矿化中心通常不相重合。在卡林型金矿床中常有 Hg、Sb、As、U 以及重晶石矿化，但这些矿化通常只构成小矿床或矿化，而在较大规模的汞矿、锑矿、砷矿、铀矿和重晶石矿床中也只出现金矿化，不能找到较大规模的卡林型金矿床。只有个别例外，如美国的麦克劳林汞金矿和湖南石峡汞金矿。这一点在找矿中值得注意。

卡林型金矿床的 Au/Ag 储量比 >1 这一特征很重要(表 2)，这是卡林型金矿与火山岩型金矿相区别的一个重要标志。

表 2 中国卡林型金矿床矿石品位及其 Au/Ag 比值

矿床名称	矿石品位($\times 10^{-6}$)			Ag 平均值	Au/Ag	样品数*
	Au					
	低值	高值	平均			
东北寨	2.78	5.2	3.78	0.15	25.2	
丘洛	2.87	16.21		1.00	3~17	
拉尔玛		14.62	3.92	2.34	1.68	
九源		40.0	8.81	3.03	2.91	
李坝		22.0	4.2	2.19	1.92	31
八卦庙		14.59	5.85	1.00	5.85	7
双王		17.10	3.30	0.18	18.33	
紫木函	1.05	5.18	2.72	<0.09	>30	7
烂泥沟		13.82	5.80	0.68	8.53	
板其	1.25	18.0	8.92	<0.5	>18	8
丫他	1.27	15.83	4.52	<0.66	>6.85	9
革档	2.15	7.14	3.96	0.22	18.0	9
金牙	1.55	7.20	4.38	0.46	9.52	2
高龙	1.68	16.78	5.82	1.71	3.4	15
马雄	1.15	4.30	2.05	<0.28	>7	5
长坑			8.32	6.49	1.28	

*：有样品数者，系根据矿石微量元素分析结果统计，根据川西北、秦岭、滇黔桂科研报告资料整理。

6. 矿石类型

原生矿石根据其成分可分为正常矿石、硅质矿石、黄铁矿矿石、砷质矿石、碳质矿石和泥质矿石。由于矿石加工选冶的需要，我们根据矿石成分划分，并提出各类矿石主要成分的参考标准：硅质矿石的 $\text{SiO}_2 > 90\%$ ；黄铁矿矿石全硫 $> 2.2\%$ ， $\text{TFe} > 4\%$ ；砷质矿石 $\text{As} > 1\%$ ；碳质矿石的有机碳 1% ；泥质矿石 $\text{Al}_2\text{O}_3 > 15\%$ ；其中所谓正常矿石，即矿物组成与不含金的同类岩石相近。

氧化矿石与原生矿石在矿物成分上的差异表现在：① SiO_2 增加，形成细粒石英集合体；② CaO 和 CO_2 减少，方解石大量溶出；③ FeO 和 S 有所减少，硫化物被氧化，黄铁矿氧化成赤铁

矿、褐铁矿；④TiO₂ 增加，而 As 有所减少；⑤有机碳减少，一般 < 0.3%，这使得氧化矿石中的金易为氰化法萃取；⑥BaO 增加，形成重晶石脉。从外观上看，氧化矿较松散，退色和铁染现象明显。氧化矿石多为浅色或带红、黄、棕等杂色，在野外易于识别，是很好的找矿标志。氧化矿最重要的特点是碳质和硫化物因氧化而大量减少，有利于堆浸。

卡林型金矿床矿石构造主要有纹层构造、浸染状构造、千枚状构造、脉状网状构造、角砾状构造等。其中角砾状矿石在许多矿区都有出现，主要是构造角砾；但某些矿区（双王和二台子）可能是同生角砾岩叠加构造角砾并成为主要的矿石类型。

7. 围岩蚀变

卡林型金矿的围岩蚀变主要有硅化、泥化、黄铁矿化及碳化。

硅化是卡林型金矿最普遍、最重要的蚀变之一。硅化主要表现为岩石被细粒石英交代，强烈时可形成似碧玉岩，或呈石英细网脉交代岩石，很少以石英大脉的形式出现。似碧玉岩是一种重要的找矿标志，其产状可以是沿层交代呈层状（高龙）亦有沿断裂交代而成岩墙状。有时可见到原岩的微层理，大多见不到层理而成团块状。硅化与金矿化关系非常密切，硅化弱时金矿化往往不好，矿体多在强硅化的旁侧（图 10）。

黄铁矿化也是卡林型金矿最普遍和最重要的蚀变之一。热液黄铁矿主要呈五角十二面体、不规则细粒状、球粒状、胶状，少数为立方体。热液黄铁矿往往不只一期，它们与硅化关系密切，与金矿化关系也十分密切，常成为重要的载金矿物。

泥化在碎屑岩中较发育，蚀变矿物包括水云母、伊利石、高岭石、蒙脱石、埃洛石等。泥化往往伴随着岩石的退色作用，加上铁染而使岩石呈白色、黄色、红色、褐色等醒目的色彩，是很好的找矿标志。

碳酸盐化常呈脉状发生在碳酸盐岩的附近，主要蚀变矿物有铁白云石、铁镁方解石、铁菱镁矿，有时还可见到菱铁矿（如双王、丘洛）。

钠化仅在少数矿床（如双王、二台子）普遍发育，八卦庙也能见到。它与碳酸盐化伴生，交代岩石或呈脉状穿插。

重晶石化在卡林型金矿中较普遍，属晚期蚀变，多呈脉状产出。

碳化表现为矿石的碳质含量较未矿化的围岩要高，或出现沥青脉（如东北寨、拉尔玛、金牙）。碳化可以沿层分布，亦可沿断裂分布，这说明有机碳随热液迁移。

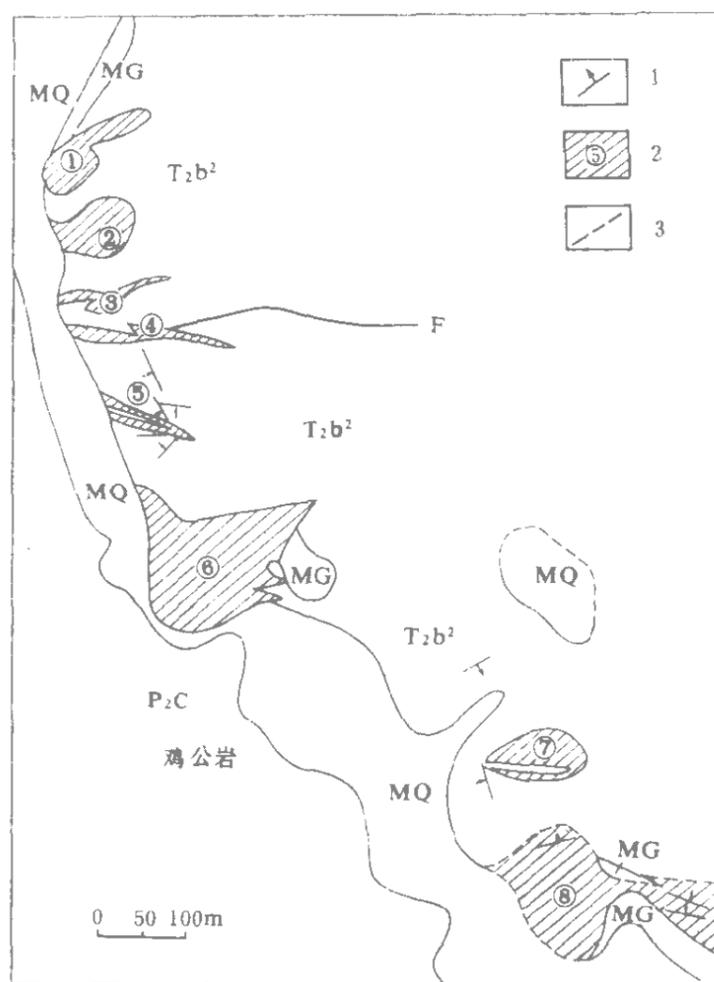


图 10 高龙金矿区鸡公岩矿段地质略图

（引自广西地质二队）

1—断层及产状 2—金矿体及编号 3—实测、推测地质界线 T₂—三叠系板纳组上段 P₂—二叠系长兴组 MQ—热液石英脉 MG—硅化构造角砾岩

8. 矿物共生组合与特征矿物

卡林型金矿石中有数十种矿物，各矿床其主要矿物基本相同。金属矿物除自然金外，主要有黄铁矿、砷矿物、辉锑矿、辰砂和磁黄铁矿。主要脉石矿物有石英、碳酸盐、粘土矿物、钠长石、重晶石和有机碳。不同矿区可以缺失其中两三种，但基本组合雷同。

黄铁矿是卡林型金矿最常见的金属矿物，与金矿化关系十分密切。矿石中黄铁矿含量在5%左右。粗晶黄铁矿多为立方体，而细粒黄铁矿则为不规则粒状、五角十二面体、球粒状。黄铁矿在矿石中呈浸染状、条带状，有时聚集成团块状产出。球粒状黄铁矿有时呈单粒产出，有时连成树枝状或链状。黄铁矿大多具环带结构和凝胶孔隙，显示其胶体沉积特点。此外，黄铁矿含砷高是卡林型金矿的又一共同特征，含砷可高达5.8%。在粗粒黄铁矿中As主要集中在外环(边部)而在细粒黄铁矿中As则较均匀分布除As外，卡林型金矿的黄铁矿还含有较高含量的Au、Sb、Hg、Te这些元素主要分布在黄铁矿的边部(表3、4)。美国卡林型金矿床的黄铁矿还含Ti^[1]。卡林型金矿的黄铁矿普遍亏硫，S/Fe比小于标准黄铁矿的1.148，其Co/Ni比值绝大部分小于1，S/Se比值21296~109215，显示其沉积成因特征[表5(A)、5(B)]。

表3 滇东南革档金矿环带状黄铁矿电子探针分析(%)

样号	测点	Fe	S	Au	Cu	Ni	Co	As	Zn	Sb
LL32-G	核部	45.47	52.75	0	0.04	0	0.03	0	0	0
	边部	45.33	52.20	0.09	0	0.01	0.02	0.51	0.02	0
LL32-G	核部	45.59	53.83	0	0	0	0.01	0	0.04	0.01
	环中部	44.06	52.99	0.01	0.04	0	0.01	1.31	0.03	0
	环边部	46.02	50.48	0.06	0.01	0.06	0.03	3.75	0	0.02
LL32-G	核部	46.82	52.96	0	0.04	0	0.02	0	0	0
	环中间	44.50	52.80	0.01	0.03	0.01	0.03	1.33	0	0
	环边部	45.92	51.14	0.07	0.04	0	0.02	2.56	0.01	0
合计	核部	45.96	53.18	0	0.037	0	0.020	0	0	0.003
	环中间	44.28	52.90	0.010	0.035	0.005	0.020	1.570	0.015	0
	环边部	45.76	51.27	0.073	0.017	0.023	0.023	2.273	0.010	0.007

引自天津矿产地质研究院等,1992。

在卡林型金矿中，砷除在黄铁矿中以类质同像形式存在外，还以雄黄、雌黄、毒砂和砷黝铜矿等砷的独立矿物形式产出。近年来，在一些矿区(如丫他、金牙、东北寨等)还发现有自然砷存在。这些矿物除呈浸染状外(早期)常呈脉状、团块状产出，雌黄甚至在矿物间隙中呈鲕状，反映为晚期形成的特点。毒砂在某些矿床(如金牙、板其、丫他、高龙)是主要载金矿物。

辉锑矿和辰砂在卡林型金矿中常见，但它们本身含金量并不高。

表4 川西北东北寨金矿环带状黄铁矿电子探针分析(%)

环带	Fe	S	As
内环	46.55	51.94	1.00
外环	43.84	48.42	5.94

据川西北地质大队,1991。