

## 哀牢山成矿带南段金成矿规律及找矿方向探讨

郭晓东<sup>1,2</sup>, 邹依林<sup>2</sup>, 张 勇<sup>2</sup>, 张玉杰<sup>2</sup>

(1. 中国地质大学, 北京 100083 ; 2. 武警黄金地质研究所, 河北 廊坊 065000)

**摘 要** 哀牢山成矿带是西南地区最有利金矿带。该带金矿成矿与断裂构造、喜马拉雅期岩浆活动关系密切。矿带空间展布及矿体定位严格受构造控制。在分析区域成矿特征、控矿因素基础上, 结合各种综合信息开展成矿预测, 圈定了 4 个金找矿远景区, 进一步指出 2 个 A 级远景区找矿类型、找矿标志及找矿的重点地区。

**关键词** 哀牢山成矿带南段, 金矿, 控矿特征, 找矿方向, 云南

哀牢山成矿带在大地构造上处于印度板块与欧亚板块接合部位, 同时处在特提斯构造域与滨太平洋构造域的衔接部位。宏观上呈 NW-SE 走向, 北东、南西两侧以红河深大断裂和九甲-安定深大断裂为界<sup>[1-3]</sup>。自晚古生代以来, 哀牢山成矿带构造变动剧烈, 岩浆活动频繁, 发生了不同程度的变质作用和多期次的成矿作用, 这奠定了哀牢山构造带良好的成矿条件(图 1)。习惯上把元江-墨江公路以北称为哀牢山成矿带北段, 以南称为哀牢山成矿带南段<sup>[1, 2]</sup>。

### 1 区域成矿特征

哀牢山成矿带南段是我国重要黄金生产勘查基地。墨江金厂和元阳大坪是云南历史上两大著名的金矿, 具有近千年开采历史。沿红河流域分布数量众多砂金矿床, 如老么多、干沟冲、牛栏冲、龙潭坝、老勐等。随着该区找矿工作不断深入, 不但老矿山(金厂、大坪、铜厂)找矿又取得一定的突破, 还新发现哈播、龙潭、双沟、虾洞、大马尖山等一大批“红土型”及伴生金矿床点, 逐渐形成我国西南地区重要的金矿资源开发基地。

#### 1.1 矿床(点)分布

区域上呈 NW-SE 展布的红河、哀牢山和九甲-安定 3 条深大断裂以及 3 条断裂所夹的深、浅 2 个变质单元组成哀牢山构造带的基本构造格架。该带目前发现金矿床点几乎都分布在哀牢山浅变质岩带中<sup>[1, 2]</sup>, 受九甲-安定深大断裂带上盘次级断裂构造控制。区内发现金矿分布极不平衡, 主要集中在金平

滑移体(或金平断凹)内和哈播南山富碱斑岩岩体的周围<sup>[4]</sup>。由于地表覆盖严重, 地形切割很深, 交通不便, 该区探矿工作除大坪、老金山、铜厂、哈播等金矿具相当规模外, 已知金矿床(点)大都集中于县、乡级公路可以到达地区, 从而造成区内矿床(点)沿大断裂和主干交通干线分布的特点, 而在山高林密、人迹罕至、工作程度很低地区少有矿床发现的报道。

#### 1.2 矿床类型

金是哀牢山成矿带主要成矿元素, 区内发现了元阳大坪、老金山、哈播和金平铜厂等大中型金矿床, 以及众多矿床点。主要矿床类型有岩浆热液型、红土型、复合成因型及共伴生金矿床。

##### 1.2.1 岩浆热液型

矿床主要产于哀牢山韧性剪切带南侧浅变质带南端, 受岩体及断裂构造控制明显。浅变质岩石和中酸性、碱性岩浆岩是主要赋矿围岩。可进一步划分成石英脉型和蚀变岩型。石英脉型是区内主要金矿类型, 以硫化物石英脉为主, 石英脉常成群成带发育, 矿体具有分支复合、尖灭再现现象, 主要受断裂构造和裂隙控制。金属矿物主要有方铅矿、黄铁矿。围岩蚀变以硅化、黄铁矿化、黄铁绢英岩化、绢云母化、绿泥石化、碳酸盐化为主。蚀变岩型金矿常与石英脉型金矿相伴产出, 特别是在岩体与围岩接触带附近, 破碎带中部是石英脉, 两侧是蚀变岩带。蚀变岩型在矿石类型、矿物组合及围岩蚀变上与石英脉型金矿基本一致。除大坪矿集区石英脉型金矿相伴产出蚀变岩型金矿外, 在哀牢山韧性剪切带西侧和九甲-安定韧性剪切带两侧次级断裂构造

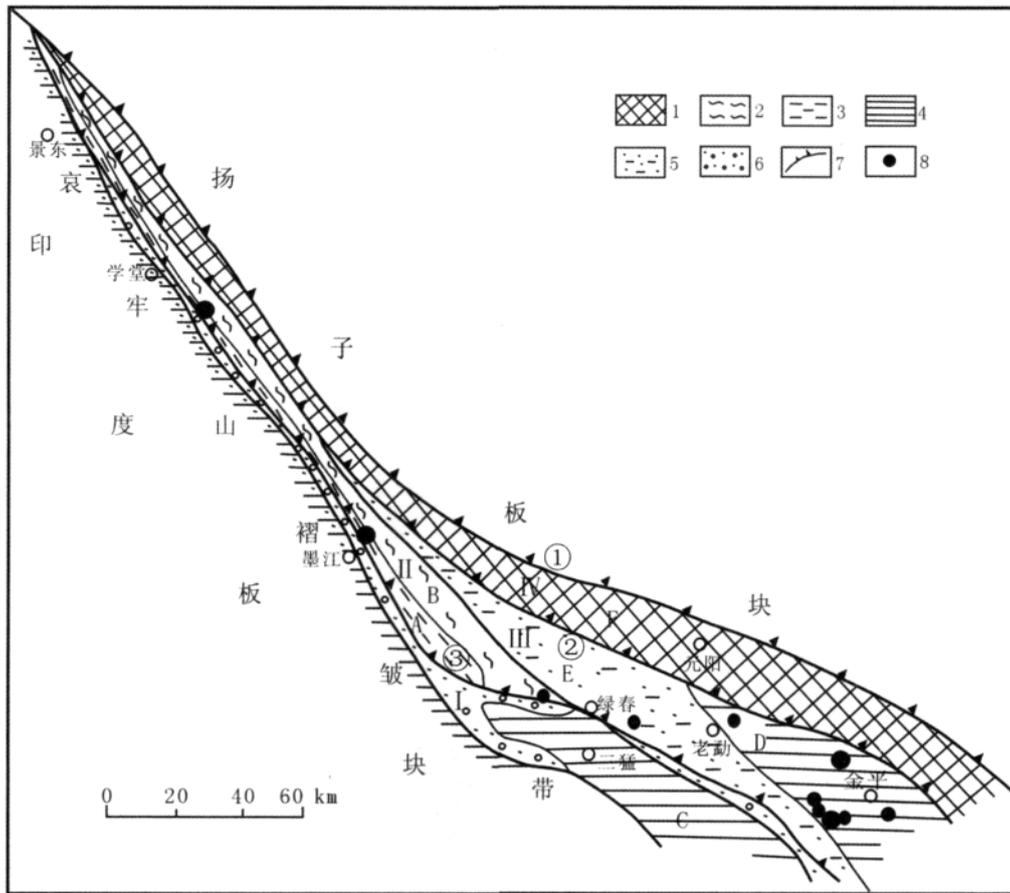


图 1 哀牢山主要构造单元图

(据李定谋等, 1998)

Fig. 1 Tectonic map of Ailaoshan region

(after LI Ding-mou et al., 1998)

1—古元古代哀牢山群 (Paleoproterozoic Ailaoshan group); 2—古生代浅变质岩 (Paleozoic epimetamorphic rock); 3—泥盆—石炭系构造混杂岩 (Devonian—Carboniferous tectonic melange); 4—古生代浅变质地层 (Paleozoic epimetamorphic stratum); 5—古生界—上三叠统 (Paleozoic—Upper Triassic); 6—上三叠统一碗水组 (Upper Triassic Yiwanshui fm.); 7—冲断带 (thrust belt); 8—金矿床 (gold deposit); I—前陆磨拉石建造带 (foreland molasse formational belt); II—前缘冲断带 (frontal thrust belt); III—中央冲断带 (central thrust belt); IV—后缘韧性变形带 (back edge ductile deformational belt); A—哀牢山前缘推覆体 (Ailaoshan frontal nappe); B—金山丫口推覆体 (Jinshan Yakou nappe); C—三猛推覆体 (Sanmeng nappe); D—金平推覆体 (Jinping nappe); E—绿春推覆体 (Lvchun nappe); F—哀牢山基底推覆体 (Ailaoshan basement nappe); ①—红河断裂带 (Honghe fault zone); ②—哀牢山断裂带 (Ailaoshan fault zone); ③—九甲—安定断裂带 (Jiujia—Anding fault zone)

中也发现了多个蚀变岩型金矿床(点)<sup>[1, 5~7]</sup>. 成矿作用开始于加里东期, 燕山期得到进一步加强, 最后定型于喜马拉雅期<sup>[3, 8~10]</sup>.

### 1.2.2 红土型

红土型金矿多在低山丘陵、山间盆地、高切山区缓坡及灰岩“喀斯特漏斗”中相对富集, 成矿时间集中在第四纪中—晚更新世. 这种金矿类型已成为哀牢山成矿带上重要金矿类型之一. 金矿物以自然金和银金矿为主, 多呈显微—次显微状, 偶有少量粒状、片状明金. 红土型矿化体多发育于奥陶、志留、泥盆系不同岩性接触部位或风化层中. NNW、NW 及 NE 向断裂交汇部位

控制了矿床空间分布, 次一级断裂破碎带控制矿(化)体定位. 富碱斑岩、辉绿岩和煌斑岩与红土型金矿在空间上、时间密切相关. 杨玉华通过对铜厂红土型金矿研究, 认为红土型金矿最优控矿因素组合为中志留统与下奥陶统地层被 NNW 向构造切割, 有富碱正长斑岩侵入、穿插后期煌斑岩脉及山前丘陵是红土型金矿理想找矿模式. 不整合面、反“S”型 NNW 向构造带、有后期岩脉特别是煌斑岩脉穿插的富碱斑岩体、山前丘陵以及金化探异常, 是红土型金矿宏观找矿标志<sup>[1, 2, 11]</sup>.

### 1.2.3 复合成因型

由于多种成矿地质环境和多期次成矿作用复合叠加,区内矿床大多属于上述矿化类型的复合类型,不仅表现在区域成矿带、成矿集中区等较大范围内复合,而且在矿区或矿床范围内也有明显反映。如大坪矿集区以石英脉型和蚀变岩型为主,成矿与闪长岩关系密切,又具有叠加改造的特点,喜马拉雅期煌斑岩和辉绿岩脉侵入对金进一步富集,原生金矿在第四纪构造作用下在地表浅部形成红土型金矿。这种多种成矿作用的叠加是本区金矿床类型复杂、共伴生矿种较多、成矿元素组合丰富多样的主要原因,也是大坪金矿形成大型矿床的决定因素<sup>[1, 2, 12-14]</sup>。

#### 1.2.4 共伴生金矿

共伴生金矿是该区重要的金矿化类型,主要表现在 ①在哀牢山韧性剪切带中,金与石英脉型或石英网脉型铜矿化相伴生,如牛角寨铜金矿;②在哈播南山岩体周围,金与斑岩型铜矿及热液充填型铁矿相伴生,如哈播铜伴生金矿床;③在勐腊农场一带,金与产于二叠系玄武岩中的铜矿化相伴生,如勐拉铜矿点。

因此,在区内找矿不能局限于某一矿种或某一矿床类型,要分析具体成矿地质条件内可能出现的矿种和矿床类型,建立比较完善的找矿标志,开展矿产资源综合评价。

#### 1.3 金的成矿时代

关于哀牢山成矿带金矿成矿时代问题,前人开展了大量研究工作,认为加里东期、华力西期、印支期、燕山期和喜马拉雅期均有金矿化发生,表现出多期矿化叠加特征。但从整个成矿带上看,哀牢山地区受喜马拉雅运动影响较为强烈,喜马拉雅期内生成矿作用是此地区最后且最重要的一期成矿事件<sup>[3]</sup>。胡云忠等报道哀牢山金矿带矿石铅单阶段模式年龄在 20~80 Ma 存在明显峰值,并认为是金矿的成矿年龄<sup>[1]</sup>。哀牢山构造带富碱侵入岩 K-Ar 年龄为 33~49 Ma、Rb-Sr 年龄为 36~52 Ma,表明哀牢山断裂带上富碱侵入岩(煌斑岩)具有相对统一的形成时代<sup>[15-17]</sup>。值得注意的是,大坪矿区喜马拉雅期岩浆活动形成的酸性斑岩类在形成时代、矿物组合、地球化学等方面均可与哀牢山富碱侵入岩(煌斑岩)进行对比,应属富碱侵入岩的一部分<sup>[18]</sup>。镇源金矿和大坪金矿的成矿时代相近,约为 50~65 Ma,相当于喜马拉雅早期。根据野外调查各岩脉之间的相互穿插关系,墨江金矿的成矿时代应在燕山晚期-喜马拉雅早期。毕献武选用成矿期的石英作为测定对象,对老王寨、金厂和大坪 3 个主要金矿床进行了 ESR 年龄测定(分别为 46.5、50.8 和 51.9 Ma),

显示 3 个金矿床主成矿期的顺磁共振年龄较为一致,认为它们的成矿年龄(50 Ma)相当于喜马拉雅早期<sup>[9, 10, 19]</sup>。孙晓明等对大坪金矿含金硫化物石英脉周围绢英岩化蚀变岩中的绢云母进行  $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$  定年,得出大坪金矿成矿年龄为  $33.76\pm 0.65$  Ma,显示大坪金矿形成于喜马拉雅早期<sup>[20]</sup>。

大坪矿区煌斑岩脉常与含金石英脉伴生,当其与石英脉占据同一断裂时,石英脉宽处,煌斑岩脉较窄,煌斑岩脉较多切断石英脉,说明煌斑岩脉与石英脉同时或晚于石英脉形成<sup>[21]</sup>,表明金成矿与煌斑岩脉的形成在时间、空间上存在某种联系。从区域上来看,大坪金矿区发育的煌斑岩脉属于哀牢山金矿带中普遍出现的新生代煌斑岩脉体群的一部分,其形成时代多为 30~34 Ma<sup>[22]</sup>。胥颐等根据大量地球物理资料对红河-哀牢山断裂带及其邻区的地壳和上地幔的结构进行了较为精细的研究,发现红河-哀牢山一带地壳厚度为 40 km 左右,在 Moho 面附近出现明显的低速异常带,推测是本区下地壳在大规模韧性剪切作用下受到上地幔的热扰动引起的<sup>[23]</sup>。沿着该断裂带发育大量新生代基性岩脉,表明从古近纪以来一直存在壳幔的相互作用,大量新生代煌斑岩脉的出现表明上地幔物质的上涌。因此,哀牢山金矿带金的成矿作用与区域上广泛出现的煌斑岩脉基本同时形成,其间可能存在成因上的联系。在距今约 33.5 Ma 的喜马拉雅早期,在地壳拉张和强烈韧性剪切条件下,金沙江-哀牢山构造带发生大规模的走滑剪切作用,导致 Moho 面上升,地幔物质部分熔融并上涌,形成大量煌斑岩等基性岩脉,同时伴随大规模金的成矿作用<sup>[20]</sup>。

综上所述,虽然哀牢山成矿带金矿在赋矿围岩、矿化类型和成矿物质来源等方面存在差异,但金的主要成矿期在整个带上基本上是同时的(喜马拉雅期以前可能存在金的成矿作用,但以矿化为主),即与区域上煌斑岩脉、酸性斑岩脉等富碱斑岩侵入时代一致,喜马拉雅早期是哀牢山成矿带大中型金矿床主要形成时期。从区域演化来看,喜马拉雅期正是哀牢山断裂带发生拉张构造运动并伴随大量幔源富碱岩浆的侵位时期,反映喜马拉雅期发生的拉张构造运动及幔源岩浆活动与金矿床形成密切相关,制约着金矿床形成,导致金矿最终定型<sup>[3, 8, 19, 20, 24]</sup>。

#### 1.4 成矿构造特征与金矿床分布的关系

哀牢山成矿带经历了挤压碰撞、洋盆扩张、板块俯冲、逆冲推覆和左行走滑剪切等长期的地质构造演化历史,燕山晚期-喜马拉雅期伴随逆冲推覆和走滑剪

切发生的构造-岩浆-成矿作用是最强烈的一次构造-岩浆-成矿作用。该带大中型金矿床的形成都与这次构造-岩浆-成矿活动有关<sup>[5,6,15]</sup>。从区域大中型金矿床分布分析,哀牢山成矿带在空间上与哀牢山浅变质岩带或基性-超基性混杂岩带相吻合,区域性九甲-安定深大断裂控制着金矿化带的空间展布,是区域成矿导矿构造。该断裂上盘发育的NW向次级脆-韧性剪切带是主要的控矿构造<sup>[6,7,24]</sup>。九甲-安定深大断裂作为区域上一条重要的推覆构造带,对哀牢山成矿带成矿作用具有较强的控制作用,也表明该带具有相同或相似的成矿背景。

对哀牢山构造带构造特征、金矿分布以及矿化类型的研究表明,哀牢山构造带具有向NW端收敛,向SE端撒开的帚状构造特征,这主要与哀牢山构造带曾发生大规模推覆作用以及受区域抬升速率的影响有关。构造带北段抬升速率较大,剥蚀较深,接近推覆体根部的收敛部位,显得比较窄;南段抬升速率相对较小,剥蚀相对较浅,推覆体保存完整,显得比较宽,决定了哀牢山成矿带具有向SE侧伏的特点。区域上自北向南分布的老王寨金矿、金厂金矿和大坪金矿矿化类型的变化也显示出北部剥蚀较深,南部剥蚀较浅的具有向SE侧伏的特点。老王寨以蚀变岩型为主,反映老王寨一带剥蚀程度较深,出露推覆构造深部蚀变岩型矿化,金厂以蚀变岩型和石英脉型组成的混合型为主,反映金厂一带剥蚀程度中等,出露混合型矿化,大坪以石英脉型为主,反映大坪一带剥蚀较浅,出露石英脉型矿化。对金厂5个矿段和大坪多条矿脉的研究发现,大多数矿化脉体都具有向SE侧伏的特点。

从区域上元素地球化学的分布上也可以看出,成矿带北段以W、Mo、Co等高温元素组合为主,显示矿体尾晕元素特征,预示区域剥蚀程度较深的构造环境;而南段则以As、Sb、Bi、Hg等低温元素组合为主,显示矿体前缘晕特征,预示剥蚀程度较浅的构造环境。对该带上主要矿床研究发现,老王寨金矿体以尾晕元素为主,显示矿体剥蚀较深,金厂金矿头尾晕并列出现,显示矿体剥蚀中等;而大坪金矿则以头晕元素为主,显示矿体剥蚀较浅,深部仍有很大的找矿前景。这一点对于哀牢山成矿带深部找矿,尤其是成矿带南端的大坪金矿深部找矿具有指导意义。

## 2 区域控矿因素

### 2.1 区域构造活动与金矿成矿

哀牢山构造带经历了挤压碰撞、洋盆扩张、板块俯冲、左行走滑剪切等多期次的构造作用和成矿作用,表

现出板块缝合带和大型逆冲-推覆、走滑剪切等构造运动,长期的构造运动、岩浆活动和成矿作用叠加,奠定了哀牢山成矿带的矿化特点<sup>[5-7,15,20]</sup>。该带发现的大型金矿床主要分布在经历后期强烈改造的南段构造区,表现出构造叠加对金成矿的积极影响。

哀牢山成矿带的岩浆活动时间早,其活动频率、形式、强度、规模、种类都较强,是基性、超基性岩最为集中的地带,备受广大地质学家的关注。始于元古宙的玄武质岩浆活动一直持续到新生代,华力西期、印支期有规模不等的酸性岩浆活动的叠加,燕山期、喜马拉雅期的中酸性-酸性斑岩、辉绿岩脉和煌斑岩脉的形成,为金矿的形成提供了物质和热动力条件<sup>[1,2,13,17,19]</sup>。

哀牢山构造带具有延深大的特点,与深部上地幔相沟通,断裂构造长期活动为深部热液流体和成矿元素上移提供了动力条件,一方面使流体从深部洋壳残片萃取成矿物质至浅部矿化蚀变叠加,另一方面对前期矿化进行改造叠加,使成矿进一步富集。金矿成矿具有明显的多期多阶段矿化叠加富集的特点,每期成矿作用都使金元素在构造有利部位富集,这些部位往往是下一期构造活动阶段成矿元素最易活化并具最大迁移量的部位。哀牢山地区最晚一期构造活动发生在喜马拉雅早期,推定喜马拉雅早期是哀牢山成矿带大中型金矿床主要形成时期,同位素资料也表明大型金矿都是在喜马拉雅早期定型的<sup>[1-3,24,25]</sup>。

毕献武等认为哀牢山成矿带金的成矿作用之所以主要集中在喜马拉雅早期,一个非常重要的原因可能是喜马拉雅早期以前存在于成矿带内的流体由于物理化学条件的制约,不能充分浸取和迁移金的流体,而喜马拉雅早期形成的流体富含矿化剂并能浸取和迁移携带金等成矿物质,加上喜马拉雅早期该区处于地壳拉伸作用的大地构造环境,大量的富含矿化剂的深源流体不断上升,导致物理化学环境条件的改变,大量的金等成矿物质沉淀下来,这可能是金成矿都集中在这一时期的关键因素所在<sup>[19,20,26]</sup>。

### 2.2 构造控矿作用

哀牢山金矿带成矿作用明显地受控于构造-热动力条件,无论是大、中型金矿床,或是小型金矿床、矿化点,都明显地与构造-热动力事件有关。主要表现在:经过长期多阶段大地构造演化形成的不同级别的大地构造单元,与金成矿的地质构造单元具有一致性,不同级别的大地构造单元控制着不同级别金成矿区(带);不同尺度断裂构造系统控制着金矿床空间定位;

构造-岩浆活动强度控制着金的矿化集中区的发育;九甲-安定断裂上盘发育的次级韧性剪切断裂构造则控制着金矿床和金矿体的空间定位。

### 2.3 浅变质岩带控矿作用

哀牢山成矿带自北而南已发现镇源老王寨、墨江金厂和元阳大坪、金平铜厂等金矿床和许多金矿点,几乎所有的金矿床点都集中在哀牢山浅变质带内,通称哀牢山金矿带。浅变质岩带 SW 侧的九甲-安定断裂是区域成矿的导矿构造,该断裂上盘发育的次级断裂、韧性剪切带是主要的控矿构造,近 NW 向构造与近 EW 向构造相交部位是成矿有利部位<sup>[1,2]</sup>。另外,在浅变质岩带形成过程中,变质作用使存在于地层中的成矿元素活化,在后期构造-岩浆等动力条件作用下,成矿元素易于溶解于成矿热液流体中,并在构造有利部位(如韧性剪切带中的构造裂隙发育区)富集、沉淀、成矿。

### 2.3 喜马拉雅期岩体控矿作用

从前面分析可以看出,哀牢山成矿带成矿作用虽然具有多期次矿化叠加特征,但金的成矿作用主要集中在喜马拉雅早期,并与该期富碱斑岩活动有关,即富碱斑岩为该期金矿形成提供了成矿的流体、动力以及部分成矿物质。这一期构造岩浆活动导致了哀牢山成矿带金矿最后定型,形成该区具有工业意义的金矿床,也最具有找矿价值<sup>[15,17]</sup>。因此,喜马拉雅早期富碱斑岩体(脉)对金的成矿具有控制作用,是找矿的主攻地区。

## 3 区域找矿方向

在总结区域成矿条件、成矿特征、成矿规律和控矿因素的基础上,以地层、构造、岩浆岩、物探化探异常、矿产及遥感地质等各种要素为综合预测变量,以 GIS 空间分析技术平台,根据区域矿产资源综合信息预测成果,圈定 2 个金找矿远景区:大坪-金平-铜厂找矿远景区和哈播找矿远景区(图 2)。

### 3.1 大坪-金平-铜厂找矿远景区

该远景区位于哀牢山成矿带南段大坪街-金平县-铜厂-勐腊农场一带,大地构造位置处于哀牢山深大断裂由 NW 向 NW 向转折的部位,夹持于哀牢山深大断裂和藤条江断裂之间,即金坪滑移体。区内地层主要有奥陶系、志留系中统、泥盆系中统、石炭系、二叠系中下统、三叠系、古近系、新近系、第四系。地层呈 NW-SE 向展布,片状、断块状产出,分布零星,受断裂及岩浆活动影响明显。区内岩浆活动强烈,从超基性-

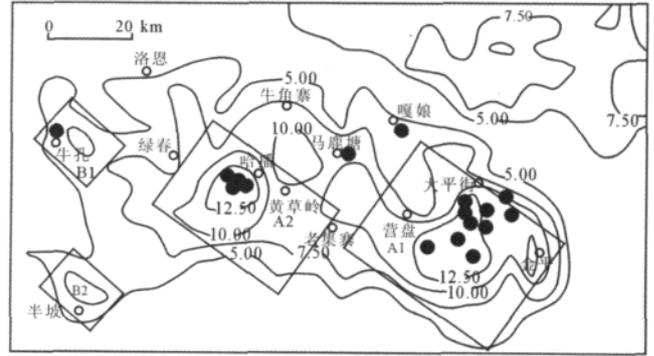


图 2 哀牢山成矿带南段金矿资源综合信息量等值线及找矿远景区分布图

Fig. 2 Isoline of the integrated information of gold resources and distribution of prospecting potential areas in the south section of Ailaoshan metallogenic belt

1—A 类预测远景区及编号(A-type of forecast potential area and serial number); 2—B 类预测远景区及编号(B-type of forecast potential area and serial number)

基性-中性-酸性-碱性侵入岩和中基性喷出岩均有,岩浆活动从元古宙、华力西期、印支期、燕山期一直延续到喜马拉雅期,反映了该区经历了复杂的地质构造演化。侵入岩主要有辉绿岩、辉长辉绿岩、辉绿玢岩、角闪二辉岩,呈岩株、岩枝、不规则状、长条状产出,其与围岩接触部位具有不同程度的角岩化、大理岩化现象。中酸性侵入体主要为中细粒黑云母花岗岩,与围岩接触部位具硅化蚀变作用和角岩化现象。碱性侵入体主要为中粒黑云石英正长岩,分布于铜厂一带,由多个侵入体组成,围岩热变质作用强烈。喷出岩主要由一套火山碎屑岩类、向熔岩过渡的火山碎屑岩类和中基性熔岩组成,岩石类型主要为玄武岩类,总体呈北西向带状展布,大面积出露于铜厂以西至勐拉河以东地区。构造以断裂构造为主,褶皱构造次之。区内构造以脆性变形为主,主要呈 NW、NNW 向,断裂、剪切带旁侧局部岩石具动力变质特点。小寨-金平断裂、三家河断裂、冉家寨-新安寨断裂、金子河断裂、小新街断裂和大坪-马店街-大寨断裂等构成区域构造格架,控制远景区空间展布, NW、NNW、NNE 向构造是主要的控矿和赋矿构造,控制着含金石英脉的发育(图 3)。

该区是一个 Au 的高丰度区,这与强烈的中酸性岩浆活动、基性-超基性岩浆活动、火山喷发活动和金矿化作用有关,发育 1:20 万地球化学异常多处。异常沿断裂分布,规模大,强度高,浓集中心明显,分带清晰。异常主要与泥盆系地层及华力西期中酸性侵入岩有密切联系。区内矿床(点)、矿化点较为集中,且主要产于古生代浅变质岩系地层中,受次一级断裂构造以

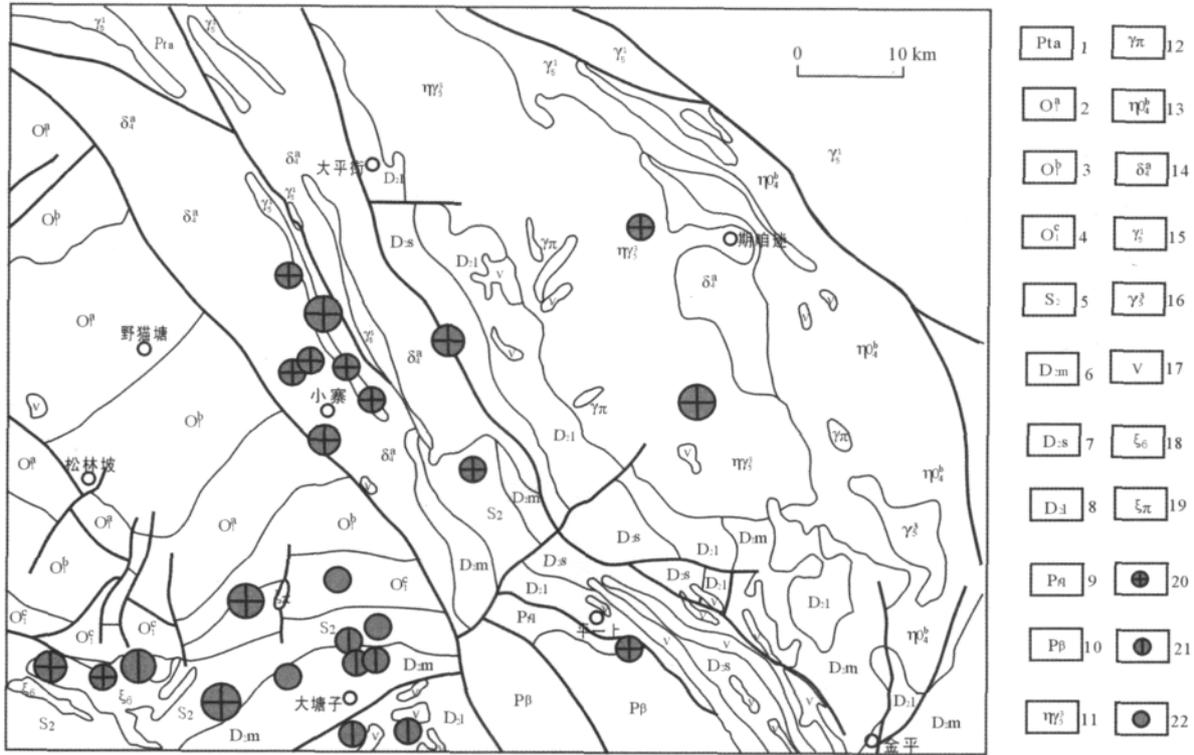


图 3 金平 - 大坪 - 铜厂金找矿远景区地质图

Fig. 3 Geologic map of the Jinping-Daping-Tongchang gold prospecting potential area

1—袁牢山群阿龙组黑云斜长片麻岩、角闪岩、大理岩 (biotite-plagiogneiss, amphibolite and marble of Along formation, Ailaoshan group); 2—下奥陶统下组板岩、砂岩 (slate and sandstone of the lower formation, Lower Ordovician); 3—下奥陶统中组砂岩、砾岩、板岩 (sandstone, conglomerate and slate of the middle formation, Lower Ordovician); 4—下奥陶统上组砂岩 (sandstone of the upper formation, Lower Ordovician); 5—中志留统白云岩、灰岩、页岩 (Middle Silurian dolostone, limestone and shale); 6—中泥盆统马鹿洞组灰岩 (limestone of Maludong formation, Middle Devonian); 7—中泥盆统宋家寨组页岩、灰岩 (shale and limestone of Songjiazhai formation, Middle Devonian); 8—中泥盆统老阱寨组灰岩、白云岩 (limestone and dolostone of Laojingzhai formation, Middle Devonian); 9—下二叠统栖霞组灰岩、板岩、砾岩、片岩 (limestone, slate, sandstone and schist of the Xixia formation, Lower Permian); 10—玄武岩 (basalt); 11—黑云母二长花岗岩 (biotite-monzogranite); 12—花岗斑岩脉 (granite-porphry dyke); 13—黑云石英二长岩 (biotite-quartz-monzonite); 14—闪长岩 (diorite); 15—花岗岩 (granite); 16—黑云花岗岩 (biotite-granite); 17—基性-超基性侵入岩 (basic-ultrabasic rock); 18—含霞石霓辉正长岩 (nepheline-acmiteaugite-bearing syenite); 19—正长斑岩脉 (syenite-porphry dyke); 20—金矿床 (gold deposit); 21—铜矿床 (copper deposit); 22—铅锌矿床 (lead-zinc deposit)

及岩浆侵入、喷出岩控制, 矿化类型与岩浆类型具有成因联系。区内已发现大坪、老金山、铜厂大型金矿, 以及芭蕉林、马店、十八塘、金竹林山、老么多、长安、长安冲等多处金矿床(点)。

该区构造 - 岩浆的多期活动特点, 导致金成矿具有多期次矿化叠加特征, 由于叠加方式、强度不同, 形成规模不一、类型差别较大、金品位变化明显、矿化元素组合等各具特色的矿化体。金矿化类型主要有石英脉型(如大坪、老金山、芭蕉林等、金竹林山、长岭岗)、蚀变岩型(如十八塘、大坪、马店、老么多芦山村、马鹿塘、铜厂)、红土型(如铜厂、马鹿塘 1、2 号脉、新发寨、路坎脚、三棵树、马鹿洞、金厂堡、大塘子、狮子头等矿(化)点)和铜伴生金矿(如勐腊农场一带)。

对该区成矿地质条件分析, 显示出较好找矿前景。

主攻金矿类型: 与中 - 酸性侵入岩有关的石英脉型和破碎蚀变岩型, 赋存于灰岩、白云质灰岩风化形成的“喀斯特漏斗”中或构造裂隙中的“红土型”。找矿标志: 含金石英脉、闪长岩体和花岗岩体外接触带, S<sub>2</sub>O<sub>1</sub> 界线、大断裂及其旁侧蚀变辉绿岩; 夕卡岩及其铁帽, NNW 向构造带、有后期岩脉特别是煌斑岩脉穿插的富碱正长斑岩体、山前丘陵地貌以及金化探异常。二叠纪玄武岩中凝灰岩透镜体内裂隙构造。找矿重点地区: 大坪 - 老金山一带以石英脉型、蚀变岩型为主, 铜厂一带以蚀变岩型和“红土型”为主, 勐腊河沿线以“红土型”为主, 勐腊农场一带以铜伴生金为主。另外, 应加强大坪已知矿化脉体深部找矿工作。

### 3.2 哈播找矿远景区

该远景区位于黄草岭乡哈播南山岩体一带, 受

NWW 向哈播 - 牛孔断裂控制, 呈 NWW 或 NW 向展布, 已发现多处金矿(化)床点和多处找矿信息异常. 出露地层主要为下志留统、上三叠统高山寨组及一碗水组. 区内以 NW 向断裂构造为主, 其中欧梅断裂为主要断裂构造, 由断裂及 SW 侧砾状构造岩带组成. 该断裂为区域 NE-SW 向逆冲剪切运动的结果, 具有多期活动的特点, 属逆冲断裂在浅表部层次脆性剪切作用产物, 与区域上九甲断裂带具有相同构造运动性质,

为划分哀牢山造山带与外缘冲断带的边界断裂, 是区内重要导矿断裂, 控制着区内矿床点分布. 区内岩浆活动强烈, 从基性喷出岩、基性 - 酸性侵入体均有发育. 喜马拉雅期岩浆活动较强, 并与成矿作用关系密切, 主要为碱性岩和具有成生联系的细晶岩脉、石英脉、石英正长斑岩脉等, 表现出多期脉动侵入活动特征. 哈播岩体是该远景区主要岩体, 岩石类型为石英正长斑岩, 与周围矿床(点)成矿关系密切(图 4).

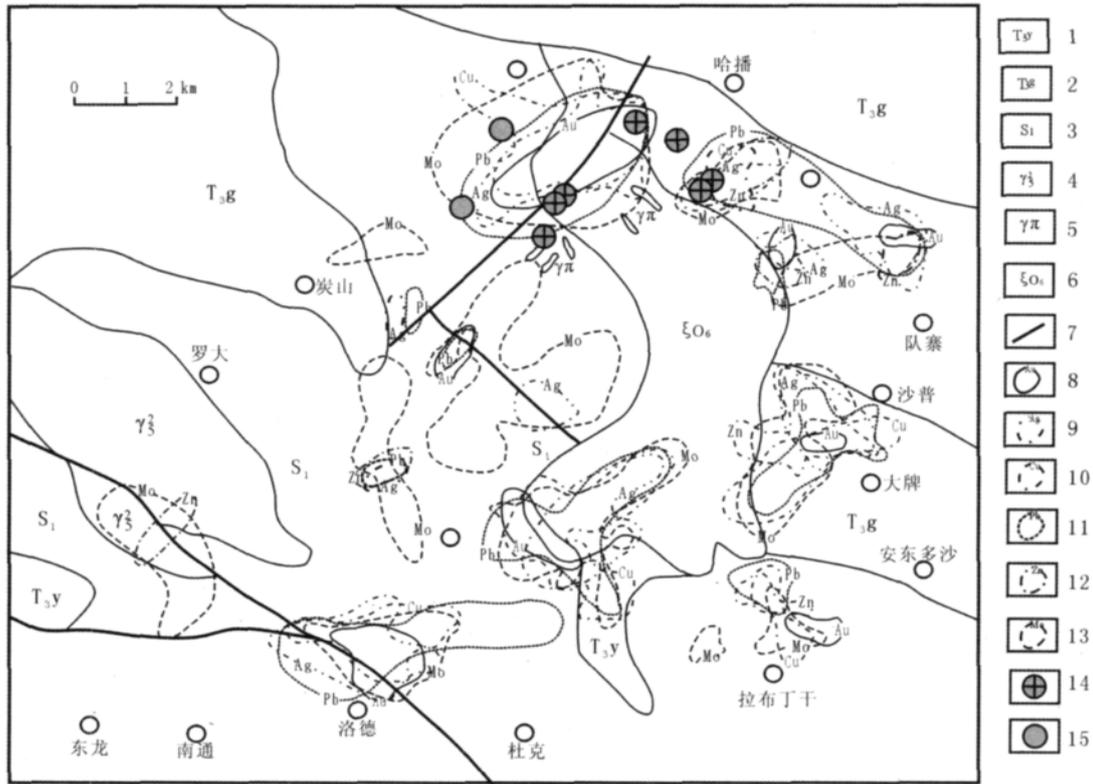


图 4 哈播找矿远景区综合地质图

Fig. 4 Geological map of the Habo prospecting potential area

1—上三叠统一碗水组砾岩、砂岩、页岩夹煤线(conglomerate, sandstone and shale with coal streak of the Yiwanshui formation, Upper Triassic); 2—上二叠统高山寨组砂岩、页岩、板岩(sandstone, shale and slate in Gaoshanzhai formation, Upper Triassic); 3—下志留统板岩、砂岩夹灰岩(Lower Silurian sandstone and slate with limestone); 4—花岗岩(granite); 5—花岗斑岩脉(granite-porphry dyke); 6—石英正长岩(quartz syenite); 7—断层(fault); 8—金地球化学异常(Au abnormal); 9—银地球化学异常(Ag abnormal); 10—铜地球化学异常(Cu abnormal); 11—铅地球化学异常(Pb abnormal); 12—锌地球化学异常(Zn abnormal); 13—钼地球化学异常(Mo abnormal); 14—金矿点(Au ore occurrence); 15—锌矿点(Zn ore occurrence)

该远景区成矿元素为 Au、Ag、Cu、Mo、Pb、Zn 等. 1:20 万水系沉积物异常资料显示, 该区发育规模大、强度高、组分分带明显的金及多金属元素组合异常, 异常形状与哈播南山岩体形状较为一致, 与其较为吻合的蚀变矿化普遍而强烈; 在 1:10 万分散流异常图上, 金异常较为发育, 并伴有 As、Sb、Hg 异常, 显示出较好的元素异常组合, 具有寻找金矿的意义. 另外, 围绕哈播石英正长斑岩体发育多个 Cu、Mo、Au、Ag、Pb、Zn 异

常, 且异常套合关系较好, 发育多个金、铅锌、铁、铜矿化点, 成矿具有从岩体向围岩明显的分带性, 显示出斑岩型 Cu、Mo、Au 等的成矿前景. 这也与金沙江-哀牢山富碱斑岩带的成矿规律较为一致.

野外调查表明, 围绕该岩体已发现哈播金矿、阿树金矿及炭山、多沙、瑶仁等多处铁伴生金矿化点. 本区具有较强的矿化蚀变现象, 蚀变类型复杂多样, 围岩蚀变以硅化和铁质浸染较普遍, 部分具有黄铁矿化现象.

独立金矿品位一般偏低,但经后期风化、淋滤的次生富集而变富。铁矿伴生金也较贫,但经风化的、蜂窝状的铁矿石,金品位大幅度提高,是民采主要对象。在岩体外接触带发育大规模角岩化、黄铁矿化、褐铁矿化,异常元素以前缘晕特征元素组合为主。

该远景区金矿类型为蚀变岩型(哈播)、红土型、铁伴生金矿,更重要的可能是斑岩型的Cu、Mo伴生金。找矿标志:化探异常范围内、岩体与围岩接触带部位、地表铁帽。重点找矿地区是哈播南山岩体周围。

区域同位素年龄资料分析表明,哀牢山成矿带在加里东期、华力西期、印支期、燕山晚期和喜马拉雅期都有成矿年龄测试数据的集中区,尤其是喜马拉雅早期测试年龄结果最为集中,表明哀牢山成矿带的成矿作用具有多期、多阶段矿化叠加特点。加里东期、华力西期、印支期、燕山期和喜马拉雅期都有成矿作用发生,但以喜马拉雅早期金的成矿作用最为强烈,这与区域构造-岩浆-成矿作用演化较为一致。喜马拉雅早期是哀牢山成矿带最晚一期的构造-岩浆-成矿作用,该期成矿作用对前几期成矿作用的改造、叠加和富集,致使该成矿带主要矿床最后定型而形成区域上的大型、特大型矿床。因此,喜马拉雅早期是哀牢山成矿带大中型金矿床主要形成时期,也是找矿工作的重点。

#### 参考文献:

- [1]胡云中,唐尚鹑,王海平,等.哀牢山金矿地质[M].北京:地质出版社,1995.
- [2]李定谋,李保华.云南哀牢山金矿床的成矿条件[J].沉积与特提斯地质,2000,20(1):60—77.
- [3]陈毓川,王登红.喜马拉雅期内生成矿作用研究[M].北京:地质出版社,2001.
- [4]王臣兴.金坪断块及其矿产[J].云南地质,2000,3(3):256—265.
- [5]钟大赉, Tapponnier P, 吴海威,等.大型走滑断层——碰撞后陆内变形的重要形式[J].科学通报,1989,34(7):526—529.
- [6]吴海威,张连生, 粘少承,等.红河-哀牢山断裂带——喜山期陆内大型左行走滑剪切带[J].地质科学,1989,24(1):1—8.
- [7]王义昭,丁俊.云南哀牢山中深变质岩系构造变形特征及演变[J].特提斯地质,1996,20(2):52—69.
- [8]李文昌,莫宣学.西南“三江”地区新生代构造及其成矿作用[J].云南地质,2001,20(4):333—346.
- [9]毕献武,胡瑞忠,何明友.哀牢山金矿带 ESR 年龄及其地质意义[J].科学通报,1996,41(14):1301—1303.
- [10]毕献武,胡瑞忠,何明友,等.哀牢山金矿带的成矿时代及其成矿机制探讨[J].地质地球化学,1996,31(1):94—97.
- [11]杨玉华.金平铜厂红土型金矿主要控矿因素的正交分析[J].有色金属矿产与勘查,1999,8(3):171—175.
- [12]沈上越,魏启荣,程惠兰,等.云南哀牢山金矿带成因类型探讨[J].特提斯地质,1997,21(1):73—84.
- [13]罗君烈.云南超大型矿床形成特征[J].云南地质,1995,14(4):276—280.
- [14]罗君烈.云南矿床的成矿系列[J].云南地质,1995,14(4):251—262.
- [15]张玉泉,谢应雯,涂光织.哀牢山-金沙江富碱侵入岩及其与裂谷构造关系初步研究[J].岩石学报,1987,1(1):17—25.
- [16]张玉泉,谢应雯.哀牢山-金沙江新生代钾质岩浆岩年代学研究[M].北京:科学出版社,1995.
- [17]吕伯西,等.三江地区花岗岩类[M].北京:地质出版社,1993.
- [18]黄智龙,刘丛强,朱成明,等.云南老王寨金矿区煌斑岩成因及其与金矿化关系[M].北京:地质出版社,1999.
- [19]毕献武.哀牢山金矿带金成矿制约机制探讨[J].矿物岩石地球化学通报,1998,17(1):16—19.
- [20]孙晓明,熊德信,石贵勇,等.云南哀牢山金矿带大坪韧性剪切带型金矿<sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar定年[J].地质学报,2007,81(1):88—92.
- [21]应汉龙.云南大坪金矿床围岩蚀变和同位素地球化学特征[J].黄金科学技术,1998,6(4):14—23.
- [22]Wang J H, Yin A, et al. Emplacement age and PGE geochemistry of lamprophyres in the Laowangzhai gold deposit, Yunnan, SW China [J]. Science in China, Series D, 2001, 44(Supp.):146—154.
- [23]胥颐,刘建华,刘福田,等.哀牢山-红河断裂带及其邻区的地壳上地幔结构[J].中国科学(D辑),2003,33(12):1201—1209.
- [24]李定谋,曹志敏,何叔欣,等.哀牢山蛇绿混杂岩带金矿床[M].北京:地质出版社,1999.
- [25]毕献武,胡瑞忠,何明友,等.哀牢山金矿带主要金矿床成矿流体特征[J].矿物学报,1997,17(4):435—441.
- [26]范承钧.云南哀牢山构造变质带[J].云南地质,1986,5(4):346—356.

## DISCUSSION ON THE METALLOGENIC LAW AND PROSPECTING ORIENTATION OF GOLD IN THE SOUTH SECTION OF AILAOSHAN METALLOGENIC BELT

GUO Xiao-dong<sup>1,2</sup>, ZOU Yi-lin<sup>2</sup>, ZHANG Feng<sup>2</sup>, ZHANG Yu-jie<sup>2</sup>

(1. China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 2. Institute of Gold Geology, CAPG, Langfang 065000, Hebei Province, China)

**Abstract** : Ailaoshan metallogenic belt is the most advantaged gold belt in Southwest China. The gold metallogenesis is closely related to fault structure and magma activity of Himalaya epoch. The spatial distribution of ore belt and position of ore bodies are strictly controlled by structures. Based on the analysis of regional metallogenic characteristics and ore-controlling factors, with all kinds of synthesized information about metallogenic prospecting, four gold prospective areas (A1, A2, B1 and B2) are delineated. The prospecting types, criteria and targets are also pointed out.

**Key words** : south section of Ailaoshan metallogenic belt; gold deposit; ore-control character; prospecting orientation

作者简介 郭晓东(1969—)男,在读博士生,高级工程师,1992年毕业于南京大学地球科学系构造地质专业,主要从事金矿地质找矿与研究,通信地址 河北省廊坊市广阳道 93 号 武警黄金地质研究所 邮政编码 065000 ,E-mail//xdguo191@sohu.com

(上接第 253 页)

## GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS AND FORMING ENVIRONMENT OF THE CARBONIFEROUS GABBRO IN YADUWULA MOUNTAIN AREA, MIDDLE DAXINGANLING

ZHENG Ping<sup>1</sup>, ZHANG Yong-zheng<sup>1</sup>, LI Zhen-xiang<sup>2</sup>, JU Wen-xin<sup>2</sup>, WANG Zhong<sup>2</sup>

(1. No. 7 Institute of Geological Exploration, Inner Mongolia Bureau of Geology and Mineral Resources, Hohhot 010020, China ;

2. No. 10 Institute of Geological Exploration, Inner Mongolia Bureau of Geology and Mineral Resources, Chifeng 024005, Inner Mongolia, China ;

3. Geological Survey of Inner Mongolia Region, Hohhot 010020, China)

**Abstract** : Large area of gabbro occurs in the Mt Yaduwula region in the middle section of Daxinganling Mountains. The gabbro is lithochemically with the characteristics of sub-alkaline and tholeiitic rock series. To compare with oceanic type of ultrabasic rocks, the gabbro in Mt Yaduwula area is characterized by low Mg content, with notable positive Rb and Th anomalies and relative deficiency of high field strength elements. The rock is rich in Cr, Ni, Co, V and Ti, suggesting a mantle source. The gabbro is in a zircon U-Pb age of 532 Ma, formed in Late Carboniferous, showing an extensional tectonic environment in the Mt Yaduwula area of Middle Daxinganling Mountains. The magma of gabbro is derived from the mantle (deep source), formed in a transitional environment of submarine rift and epicontinental island arc.

**Key words** : Carboniferous gabbro; lithochemical characteristics; forming environment; middle section of Daxinganling Mountains

作者简介 郑萍(1962—)女,工程师,1986年毕业于河北地质学院矿产普查专业,从事矿产勘查和岩矿鉴定工作,通信地址 内蒙古自治区呼和浩特市呼伦南路 147 号 内蒙古自治区地矿局第七地质矿产勘查院,邮政编码 010020.