青海大场金矿矿集区成矿规律与找矿潜力

刘应冬1, 承道明2

(1. 中国地质科学院矿产综合利用研究所,中国地质调查局稀土资源应用技术创新中心,中国地质调查局金属矿产资源综合利用技术研究中心,四川 成都 610041;2. 四川省地质矿产勘查开发局攀西地质队,四川 西昌 615000)

摘要:大场金矿矿集区位于青海省曲麻莱县麻多乡境内,地处被誉为青海省"金腰带"之称的北巴颜喀拉 山金、锑成矿带中段,金资源量已突破190 t。本文在系统收集和分析整理前人的研究成果的基础上,分析总结 矿了集区成矿规律,评价了区域找矿潜力。研究表明金矿体主要赋存于三叠系地层,受控于甘德——玛多深大断 裂带,其中大场、扎家同哪、加给陇洼、稍日哦、扎拉依金矿体呈串珠状分布于断裂两侧,矿床类型为"中低 温热液成因的构造蚀变岩型"金矿床,成矿时代为印支晚期。成矿物质主要来源于初始含矿热液,部分萃取于 围岩地层。阿鹏额一、格涌尕玛考等金矿点以及各大矿体之间的覆盖区与深部具有良好的成矿潜力,为区内重 要的找矿远景区。

关键词: 大场金矿; 矿集区; 成矿规律; 找矿潜力

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2022.01.002

中图分类号: TD989 文献标志码: A 文章编号: 1000-6532(2022)01-0007-08

大场金矿矿集区位于青海省曲麻莱县麻多乡 境内,是近年来探明发现的一个特大型金矿矿集 区,地处北巴颜喀拉山金、锑成矿带中段,该金 矿带自西往东已发现了东大滩锑金矿床、大场金 矿矿集区、东乘公麻金矿床、青珍金矿床等矿 床,有青海省"金腰带"的美誉,蕴藏着丰富的 金、锑矿资源。尤其是大场金矿矿集区,已成为 我国又一个重要的、极具找矿潜力的金矿矿集 区,分布有大场、扎家同哪、加给陇洼、稍日 哦、扎拉依、阿棚鄂一、扎拉依陇洼、格涌尕玛 考、照大额和旁海等金矿床(点),其金资源总 量已突破 190 t^[1-3]。前人的研究重点集中在大场金 矿矿床地质[4-5]、矿床成因[6]、成矿期次[7]等方面, 但缺乏系统的区域矿床地质和成矿规律研究工 作。本文充分利用前人的研究成果,在矿集区尺 度,对区内不同金矿床进行剖析,分析总结矿集 区成矿规律,探讨区域找矿方向,对推动大场地 区开展进一步找矿具有重要指导意义。

1 成矿地质背景

大场金矿矿集区大地构造位置处于东昆仑巴 颜喀拉山构造带中部,北邻阿尼玛卿古生代-早古 生代缝合带,南以可可西里-金沙江断裂为界与唐 古拉-羌塘地块相连^[4]。成矿作用与晚海西-印支期 碰撞造山作用有关,在此过程中形成的深断裂 带、大型韧性剪切带及旁侧相伴生的断裂-褶皱系 统控制着本区金矿的产出^[8]。

1.1 地层

大场金矿矿集区内出露地层主要有石炭—中 二叠系布青山群和三叠系巴颜喀拉山群地层。布 青山群为区内出露最老的地层,断续沿甘德—玛 多区域性断裂呈断块状分布,岩性以中基性火山 岩和碳酸盐岩为主,碎屑岩次之。三叠系地层为 矿集区主体地层,分布广泛,占出露的所有基岩 面积的95%,是一套砂泥质复理石-类复理石建 造,岩性简单,主要为砂岩和板岩,颜色单调, 岩石浅变质,具活动型沉积特点,多为浅海-深海 相浊流沉积环境的产物。该套地层是区内的主要

作者简介: 刘应冬 (1987-), 男, 硕士研究生, 高级工程师, 主要从事地质找矿及矿山环境地质调查研究。

收稿日期: 2021-11-22

基金项目:中国地质调查局地质调查项目(DD20211236、DD20160331)

赋矿地层,地化特征表现为 Au、As、Sb、Hg 等 元素的高背景值,金含量较高,一般在 31.5× 10⁻⁹~90×10⁻⁹,高者可达 367.5×10^{-9[9-10]}。

1.2 构造及岩浆活动

矿集区断裂构造发育,总体构造线方向以北 西—南东向为主,北东向(近南北向)断裂构造 次之。北西—南东向断裂构造多为逆断层性质, 形成于印支晚期,具多期活动特征,与区域成矿 关系密切^[5]。北西向断裂构造在区内的典型代表为 甘德—玛多深大断裂,位于大场地区的中南部, 横贯大场矿集区。大场金矿矿集区发现的大场、 加给陇洼、稍日哦、扎拉依、扎家同哪等金矿床 呈串珠状分布于断裂两侧,是矿集区最为典型的 控矿断裂。

甘德-玛多断裂带以夹持二叠系马尔争组为特 征,区域上断裂带宽约300m,最大宽度达1km, 断续长度达 800 km。构造带经受多期活动,产状 不稳定,时而北倾时而南倾,倾角 30~60°。该断 裂为区域性断裂,大场、扎家同哪位于该断裂南 测,加给龙洼、扎拉依金矿位于该断裂北侧,稍 日哦金矿位于该断裂上, 且多处 Au、As、Sb 异常 沿该断裂展布,显示该断裂构造与区域金成矿关 系密切。由于该断裂构造切割深,且断裂构造具 多期活动特征,可为后期成矿作用提供了较好的 含矿热液迁移通道和储矿空间。北东向断裂构造 多为平移断层,形成时间为燕山期^①,对印支晚期 形成的北西---南东向断裂构造、褶皱构造和区内 北西—南东向产出的 Au、Sb、Hg 元素异常和矿 体具破坏或改造作用,晚新生代以来,该组断裂 构造发生明显活动,控制了第四系地层的分布。

矿集区内岩浆活动较弱,侵入岩多沿区域性 大断裂出露,岩体规模一般较小,多呈小岩株状 侵入于三叠系地层中。火山岩仅在中二叠系布青 山群中局部发育,以中基性熔岩为主,局部有少 量火山碎屑岩。此外,区内脉岩较发育,主要为 石英脉。

1.3 地球化学背景

1.3.1 区域地球化学背景

矿集区属北巴颜喀拉 Au、Sb、As、Hg、Cu、 W 地球化学带,这几种元素在矿集区明显富集并 形成了多处矿床或异常。根据 1:20 万区域地球化 学异常,涉及矿集区的有 Au、As、Sb、Cu 元素 组合异常,各元素异常套合程度较高,几乎完全 吻合,其中 Au 异常由 39个样点组成,异常下限 2.5×10⁻⁹,峰值 18.0×10⁻⁹,平均值 7.52×10⁻⁹,异常 面积 144 km²,内、中、外浓度分带非常明显。大 场、加给陇洼等金矿床均产于该异常中。

1.3.2 矿集区地球化学背景

矿集区 1:5 万水系沉积物测量地球化学异常 均以 Au 异常为主(图 1),与 As、Sb 元素异常 套合最好,局部与 Cu、Pb、Zn 元素异常套合。 Au、As、Sb 形成的异常带具有明显的沿北西向构 造带展布的特点。表明 Au、As、Sb 高背景受甘 德—玛多大断裂带构造控制明显。通过对各异常 的解剖查证先后发现了大场、扎家同哪、加给陇 洼、稍日哦和扎拉依等 5 个金矿床及格涌尕玛 考、阿棚鄂一、旁海等个金矿化点。

2 矿床特征

大场金矿矿集区已发现大场、扎家同哪、加 给陇洼、扎拉依陇洼和稍日哦五个中—特大型金 矿床以及阿棚鄂一、格涌尕玛考、旁安等金矿 点,以大场金矿床为中心形成方圆 20 公里的金矿 床群,大场、扎家同哪金矿床分布于甘德——玛多 区域性深大断裂的南侧,加给陇洼、扎拉依陇洼 金矿床位于大断裂北侧,稍日哦金矿床位于大断 裂上(图 1)。

2.1 大场金矿

大场金矿是矿集区发现最早、规模最大的金 矿床,位于甘德-玛多主断裂以南大场河以北宽约 5 km,长约 10 km 的范围内,呈斜列式排列,根 据矿体集中分布特征划分为北带、主带、南带三 个矿带,主带与甘德玛多深大断裂的距离约 2 km,该矿带规模最大,勘查程度最高,矿体连 续性也最好,次为大场南带、大场北带。金矿体 均产于由深大断裂派生的次级断裂(含矿破碎 带)中,大场矿化蚀变破碎带总体规模较大、连 续性较好,单条矿化破碎蚀带长度超过 2000 m, 宽度最大达到 70 m。矿化蚀变破碎带具有较为明 显的雁行排列的特征,矿体严格受破碎蚀变带控 制。大场主带已圈定的主要金矿体2条,次要矿 体 11条, 南带圈定金矿体 60条, 北带 47条。矿 体总体上呈薄板状、似层状,矿体膨大缩小、尖 灭再现的特点比较明显。矿石矿物主要为黄铁矿 和毒砂,其次为金红石以及微量的黝铜矿、黄铜 矿、闪锌矿、方铅矿、褐铁矿、脆硫锑铅矿等,



1-第四系; 2-古近系沱沱河组砂砾岩; 3-晚三叠系清水河组砂岩夹板岩; 4-早-中三叠系甘德组砂岩、板岩; 5-早-中三叠系昌马河组砂岩、板 岩、砂砾岩; 6-二叠系马尔争组中基性火山岩、碳酸盐岩; 7-Au 地球化学异常区; 8-推测潜力区; 9-实测断层; 10-推断断层; 11-韧性剪切 带; 12-金矿床(点)

图 1 大场金矿矿集区金地球化学异常图及找矿潜力区 Fig.1 Gold geochemical anomalyandprospecting potential areamap of Dachang gold ore collection area

脉石矿物主要为石英。矿石主要有用组分为金, 多以次显微金的形式存在于硫化物中,其次为微 细粒显微金,还有少量以自然金的形式存在。赋 矿地层为三叠系昌马河组砂岩和板岩。矿石的结 构较为简单,主要为自形粒状结构。大场矿区金 的平均品位 3.02×10⁶,金资源量已超过 120 t,达 到了超大型规模^[10](表 1)。

2.2 扎家同哪金矿

扎家同哪金矿位于大场金矿以东南 10 km 处, 是矿集区第二大金矿床。矿体均赋存于与甘 德—玛多深大断裂呈近平行展布的含矿破碎带 中,走向多为北西—南东向,矿体严格受含矿破 碎带控制。扎家同哪金矿共圈出规模不等的金矿 体 139 条,整体呈北西—南东向近平行展布,矿 体走向 105~150°,倾向南西,倾角 25~65°,长 度 44~1135 m 不等,厚度 0.794~9.19 m,矿体呈 似层状、脉状,沿走向及倾向具有明显的膨大缩 小、分枝复合、尖灭再现的特征^[11](表 1)。

扎家同哪金矿是一个以毒砂和黄铁矿为主的

硫化物金矿,矿石矿物主要有自然金、银金矿、 黄铁矿、毒砂、石墨以及微量的含铜矿物。赋矿 岩石以浅变质的碎屑岩、泥质岩以及石英脉为 主。脉石矿物主要为石英、白云母、碳酸盐和浅 变质的隐晶质,这些脉石矿物主要呈变质碎屑 岩、变质泥岩和石英脉的矿物组合。矿石自然类 型主要为硫化物蚀变岩型金矿石,次为少量石英 脉型金矿石。赋矿地层为三叠系昌马河组砂岩和 板岩。扎家同哪金矿平均品位 2.84×10⁻⁶,金资源 量为 29.55 t,矿床达大型规模。

2.3 加给陇洼金矿

加给陇洼金矿位于大场金矿西北部,距大场 金矿直线距离约16km。矿体均赋存于巴颜喀拉山 群昌马河组地层中,矿体严格受破碎蚀变带的控 制,控矿破碎蚀变带与甘德——玛多深大断裂平行 展布,系深大断裂派生的次级断裂。共圈出19条 金矿带,32条金矿体,矿体长度一般在100~ 1290m之间。厚度一般在0.35~7.93m之间,平 均厚度为1.59m,平均品位为3.63×10⁶,共估算

• 9 •

矿床名称	大场	扎家同哪	加给陇洼	稍日哦	扎拉依
所在位置	大场金矿矿集区核心	大场金矿东南侧约10 km	大场金矿西北侧16 km	大场金矿北侧6 km	大场金矿北侧10 km
矿床规模	特大型(3.02 g/t, 120.09 t) ^[10]	大型(2.83 g/t, 29.55 t) ^[11]	中型(3.65 g/t, 18.30 t) ^[12]	中型(2.99 g/t, 10.53 t) ^[10]	中型(4.95 g/t, 10.92 t) ^[10]
矿化元素 组合	Au, As, Sb, Hg	Au, As, Sb	Au, As, Sb	Au, As, Sb	Au, As, Sb
大地构造 背景	甘德——玛多断裂南部	甘德——玛多断裂南部	甘德—玛多断裂北 部	甘德——玛多断裂中部	甘德——玛多断裂北部
赋矿地层	三叠系巴颜喀拉山群 昌马河组砂板岩	三叠系巴颜喀拉山群昌 马河组砂板岩	三叠系巴颜喀拉山 群昌马河组砂板岩	三叠系巴颜喀拉山群昌 马河组和二叠系地层马 尔争组地层	三叠系巴颜喀拉山群 昌马河组砂板岩
控矿构造	甘德——玛多断裂形成 的次级断层、破碎带	甘德—玛多断裂形成的 次级断层、破碎带	甘德——玛多断裂形成的次级断层、破碎带	甘德——玛多主断裂及次 级断层	甘德——玛多断裂形成 的次级断层、破碎带
矿体形态 规模	共分为三个矿带,主 带金矿体13条,南带 金矿体60条,北带 47条。矿体呈北西-南 东向近平行展布,形 态单一,呈脉状,产 状比较稳定,多倾向 南西,矿体平均长度 690 m ^[10] 。	金矿体139条,呈北西 一南东向近平行展布, 倾向南西,长度 44~1135 m,厚度 0.794~9.19 m不等,含 矿破碎带的规模框定着 矿体的规模 ^[11] 。	金矿体32条, 0体 长度100~1290 m, 厚度0.35~7.93 m 不等, 平均厚度为 1.59 m。矿体长度 大于500 m的有 12条。矿体走向北 西-南东向,倾向 北东,矿体形态简 单,沿走向和倾向 上厚度和品位的变 化较大 ^[12] 。	金矿体39条,长度 30~1115 m,厚度 0.02~20.83 m不等, 平均厚度为2.78 m。矿 体长度大于500 m的有 6条,占矿体总数的 18% ^[10] 。	金矿体18条。矿体长 度100~1180 m,不 等,长度大于500 m 的矿体有7条,占总 数的39%。破碎蚀变 带和矿体走向北西-南 东向,倾向北东。 ^[10] 。
矿石矿物	矿石中的矿石矿物主 要为黄铁矿和毒砂, 其次为金红石以及微 量的黝铜矿、黄铜 矿、闪锌矿、方铅 矿、褐铁矿等	矿石矿物主要有自然 金、银金矿、黄铁矿、 毒砂、石墨以及微量的 含铜矿物,	主要有自然金、银 金矿、黄铁矿、毒 砂、磁黄铁矿、石 墨以及微量的含铜 矿物和辉锑矿等。	主要为黄铁矿、毒砂辉 锑矿等。	主要为黄铁矿、毒砂 辉锑矿等。
脉石矿物	主要为石央, 其次为 云母、长石以及少量 的菱铁矿、白云石、 高岭石。此外, 矿石 中还含有微量的磷灰 石、方解石、萤石、 重晶石和锆石等其他 矿物	主要为石英、白云母、 碳酸盐和浅变质的隐晶 质为主,总含量 94.7%,这些脉石矿物 主要呈变质碎屑岩、变 质泥岩和石英脉的矿物 组合	脉石矿物主要是石 英、白云母、碳酸 盐等矿物。这些矿 物主要以变质碎屑 岩、石英脉、千糜 岩、变质泥岩的矿 物组合。	脉石矿物主要是石英、 云母、长石、绿泥石、 碳酸盐矿物	脉石矿物主要是石 英、云母、长石、绿 泥石、碳酸盐矿物
矿石结构	▶ 2 包含自形粒状结构、 主要包含自形粒状结构、 半自形—他形粒状结构、 半自形—他形粒状结构、 压碎结构和压碎 斑状结构、穿结构和 包含结构等。 主要包含浸沙状构	主要包含自形粒状结 构,自形柱状结构,半 自形—他形粒状结构, 鳞片状结构,交代结 构,微粒结构等	矿石结构比较简 单,主要有它形粒 状结构、微细粒状 结构、鳞片状结 构、交代结构、微 粒结构等	自形粒状结构;自形柱 状结构;半自形—他形 粒状结构;压碎结构和 压碎斑状结构;穿插结 构和包含结构。	自形粒状结构;自形 柱状结构;半自形 一他形粒状结构;压 碎结构和压碎斑状结构; 构;穿插结构和包含 结构。
矿石构造	造、细脉状构造和细 脉浸染状构造、条带 浸染状构造、角砾状 构造。	主要包含浸染状构造、 细脉状构造、细脉浸染 状构造:和条带浸染状 构造。	主要包含浸染状构 造、脉状构造等	主要为星点状构造、浸 染状构造。	主要为星点状构造、 浸染状构造。
矿石类型	主要为硫化物蚀变岩 型金矿石,次为少量 细脉状、网脉状石英 脉型金矿石。	主要为硫化物蚀变岩型 金矿石,次为少量石英 脉型金矿石。	主要为微细粒浸染 型硫化物蚀变岩型 金矿石。	主要为硫化物蚀变岩型 金矿石	主要为硫化物蚀变岩 型金矿石
围岩蚀变	蚀变类型有硅化、绢 云母化、碳酸盐化及 退色蚀变现象等	蚀变类型有硅化、绢云 母化、碳酸盐化及退色 蚀变现象等。	蚀变类型有硅化、 绢云母化、碳酸盐 化等。	蚀变类型有硅化、绢云 母化、碳酸盐化等。	蚀变类型有硅化、绢 云母化、碳酸盐化 等。
成因类型	中低温热液型	中低温热液型	中低温热液型	中低温热液型	中低温热液型
成矿时代	大场绢云母Ar-Ar年 龄为218 Ma,成矿时 代为印支晚期 ^[13-14]	成矿时代为印支晚期	成矿时代为印支晚 期	成矿时代为印支晚期	成矿时代为印支晚期

表1 大场金矿矿集区典型矿床地质特征

 Table 1
 Geological characteristics of typical mineral deposits in Dachanggoldore concentration area

金资源量 18.3 t,达到中型规模。矿体走向 120°, 倾向北东,倾角 30~70°。矿体形态简单,为层 状—似层状,以似层状为主,沿走向和倾向上厚 度和品位的变化较大,具长度大、厚度小、品位 低的特点。矿石中 As、Fe、S、C及 Sb 含量较 高,Cu、Pb、Zn、Ag及其它元素含量相对较低, 这一特征与大场金矿床非常相似。矿石类型为以 毒砂和黄铁矿为主要硫化物的高砷金矿类型。矿 石矿物主要有自然金、银金矿、黄铁矿、毒砂、 磁黄铁矿、石墨以及微量的含铜矿物和辉锑矿。 赋矿岩石主要以浅变质的碎屑岩、泥质岩、石英 脉为主,脉石矿物主要是石英、白云母、碳酸盐 等矿物。赋矿地层为三叠系昌马河组砂岩和板 岩。加鉛随挂金矿平均品位3.65×10°,金资源量为18.30t, 矿床达中型规模^[12]。

2.4 稍日哦金矿

稍日哦金矿床位于甘德-玛多主断裂上,大场 以北约6km处。由南北两个次级矿化蚀变带组 成,其中北带紧挨甘德-玛多断裂带分布,南带 位于断裂带南约1.5km。共圈出39条金矿体,矿 体长度一般在30~1115m之间,厚度一般在 0.94~4.7m之间,平均厚度为3.38m。品位一般 在(1~8.67)×10⁻⁶之间,平均品位为2.99×10⁻⁶, 已估算金资源量10.53t(表1)。赋矿地层为三叠 系昌马河组砂板岩和为二叠系马尔争组火山岩夹 碎屑岩。矿体均位于断裂带或其次级构造内,产 状变化较大,总体走向120°,与区域构造线方向 基本一致,倾向北东,倾角30~70°。矿体在走向 上被北东向断裂切割而发生平移,在倾向上的延 伸不稳定,向深部变窄的趋势明显,膨大缩小、 分支复合特征明显。

2.5 扎拉依金矿

扎拉依金矿床位于甘德-玛多北侧,大场以北约10km,主要由两条矿化蚀变带组成,矿化蚀变带由多条次级蚀变带组成。共圈出18条矿体,矿体分布于宽约1500m,长约5000m的区域内,矿体长度一般在100~1180m之间,厚度一般在0.39~10.19m之间,平均厚度为2.40m。品位一般在1.08~21.45×10⁶之间,平均品位为4.95×10⁶。矿体均赋存于巴颜喀拉山群昌马河组地层中,矿体受破碎蚀变带的控制,控矿破碎蚀变带与甘德——玛多深大断裂平行展布,系深大断裂派生的次级断裂,矿体走向一般为120°,倾向北东,倾

角 30~70°。矿体形态简单,以似层状为主,沿走 向和倾向上厚度和品位的变化较大,扎拉依金矿 床已估算金资源量达到 10.92 t(表 1)。

3 矿集区成矿规律

从矿集区主要矿床的地质特征对比来看,五 个主要金矿床具有相似的矿床特征,主要表现在 具有相似球化学元素组合、成矿年代、控矿构 造、围岩蚀变和矿石结构构造等。因此,本文认 为矿集区的金矿成矿规律是一致的。

3.1 矿床的空间展布特征

青海大场金矿矿集区以大场金矿为中心,各 矿床成串珠状分布于甘德-玛多区域深大断裂带内 及其两侧次级断裂的一定距离内,明显受构造带 控制,形成方圆 20 km 的金矿床群,空间分布非 常集中(图1)。其中加给陇洼、扎拉依金矿床位 于大断裂北侧,稍日哦金矿床位于大断裂上,大 场、扎加同哪金矿床位于大断裂南侧。

3.2 成矿时代

前人研究认为,大场金矿矿石中绢云母 Ar-Ar 年龄为 218.6±3.2 Ma^[13-14],该年龄和巴颜喀拉 造山带的印支期碰撞造山时代是一致的。矿集 区东部扎日加花岗岩体锆石 U-Pb 年龄为 201± 2 Ma^[15],从二者年龄和区域构造演化上来看,大 场金矿和扎日加花岗岩体均属于巴颜喀拉造山带 内陆碰撞造山阶段的产物,成岩和成矿可能存在 某些内在联系,可以认为大场金矿矿集区成矿时 代为印支晚期。

3.3 成矿控制因素

大场金矿矿集区内断裂构造很发育,以甘 德—玛多深大断裂为代表的北西向断裂及其派生 次级断裂不仅控制着区内的地层、侵入岩的空间 展布,也控制着各类矿产的形成和分布,岩金主 要分布于甘德—玛多区域性深大断裂的两侧,受 次级断裂构造控制,尤其是多期构造的交汇、复 合部位往往发现有金矿体或金矿化存在。圈定的 物化探综合异常大部分都呈北西—南东向展布, 与区域构造线具有一致性。区域性断裂构造的多 次期活动和后期次级断裂的叠加,不仅为成矿热 液的运移提供了通道,而且也为矿物质的富集成 矿创造了储矿空间,显示出了区域性断裂构造和 次级断裂的控矿、容矿特征。区域上大场、加给 龙洼、扎家同哪、稍日哦、扎拉依金矿床及阿棚 鄂一、格涌尕玛考等金矿点的产出均与断裂关系 密切,表明构造蚀变,是区域成矿的主要控制 因素。

3.4 成矿物质来源

矿集区主要载金矿物为黄铁矿和毒砂为代表的硫化物矿物,硫同位素可以反映出金的来源。 矿床围岩和蚀变碎裂岩金锑矿石中的黄铁矿单矿 物的δ³⁴S值介于-7.78‰~6.54‰之间,平均为 -3.356‰^[16],数值变化范围小,有地层硫和再循环 的地幔硫两种硫的来源。

从矿集区矿石中石英碎斑包裹体显微测相、 测温结果认为,成矿物质与CO₂-NaCl-H₂O体系的 流体有关,该体系有两种流体,一是 CO₂-H₂O 体 系流体,形成温度在236~315℃,盐度为2.62%~ 7.48% NaCl, 富含 CO₂、少量的 CH₄ 和 N₂ 组分。 二是 NaCl-H₂O 体系流体,形成温度有两个区间, 分别为温度 232~275℃, 盐度 4.86%~9.47% NaCl 和温度 149~229℃,盐度 2.41%~8.95% NaCl。 流体不混溶发生在 236~275℃ 之间, 经流体不混 溶作用分离出的 CO, -H,O 流体和 NaCl-H,O 流体 构成了矿集区最重要的金的成矿流体,为矿集区 提供了丰富的成矿物质。矿集区含矿地层具有金 的高背景, 金元素丰度值一般在(31.5~90) × 10°之间, 高者可达 367.5×10°。当含矿热液运移 过程中萃取了地层岩石中的部分金,为含矿流体 提供了一定的物质来源。可见, 矿集区主要成矿 物质来源于原始含矿热液, 地层岩石中的金在热 液作用下被活化,补充了一定物质来源,成矿物 质来源呈多源特征[6-7,17-20]。

大场金矿矿集区成矿与区域构造运动关系极 为密切,成矿时期为印支晚期。多期活动的断裂 构造为金矿的形成提供了运移通道和储矿空间, 深源岩浆活动及变质作用为金矿的形成提供了重 要的物质来源,区内三叠系地层岩补充了一定物 质来源。

3.5 找矿标志

矿集区的找矿标志主要有三个方面,一是构 造破碎带,已发现的金矿床均产于构造破碎带 中,金矿构造控矿明显,矿体严格受构造蚀变破 碎带控制,因此破碎带是区内最重要的找矿标 志;二是土壤异常,通过土壤异常查证进而发现 金矿是区内成熟的找矿方式,土壤异常也是找矿 标志之一;三是围岩蚀变,区内主要的围岩蚀变 有绢云母化、硅化等,这些蚀变与矿化关系极为 密切。

4 找矿潜力

通过上述对大场金矿矿集区的成矿规律研 究,结合本区已有的研究工作和找矿实践,未来 该区找矿的主攻方向主要为中低温热液成因的构 造蚀变岩型金矿床,且主要来自如下几个找矿潜 力区类型(图1)。

第一类找矿潜力区为已知的阿鹏额一、格涌 尕玛考、旁海等金矿点,断层破碎带、土壤异常 及围岩蚀变等找矿标志明显,通过地表工程圈出 了有一定规模的金矿体,但整体工作程度低,是 未来进一步勘查的重要潜力区。

第二类找矿潜力区为已知矿床延伸的覆盖 区,这部分地区以大场金矿与扎加同哪金矿之间 的第四系覆盖区为代表,其长度约 3000 m,由于 地表覆盖厚,尚未发现具有规模的矿化蚀变带或 矿体。除此之外扎家同哪东部与阿棚鄂一之间的 覆盖区,以及稍日哦、扎拉依矿带均存在规模不 等的覆盖区,这些地区是控矿构造的延伸区,具 有一定的找矿潜力^[21]。

第三类找矿潜力区为已有矿床的深部延伸 区,矿集区目前探明的资源量主要来自于浅部近 地表,大场部分矿体向深部未圈闭且矿体具有一 定的品位和厚度,证实了金矿矿体向深部延伸及 巨大的找矿潜力。

5 结 论

(1)大场金矿矿集区由大场、扎加同哪、加 给陇洼、扎拉依陇洼和稍日哦五个中—特大型金 矿床以及阿棚鄂一、格涌尕玛考、旁安等金矿点 构成,以大场为中心形成方圆 20 km 的金矿床 群,资源量已突破 190 t,资源量巨大,资源分布 集中。

(2)金矿床(点)严格受甘德—玛多区域性 深大断裂带控制,其中加给陇洼、扎拉依陇洼金 矿床分布于大断裂北侧,大场、扎家同哪金矿床 分布于大断裂南侧,而稍日哦金矿床则位于大断 裂上。矿床主要赋存于三叠系地层内,成矿物质 来源于地层和地幔,成矿时代为印支晚期,矿床 类型主要为中低温热液成因的构造蚀变岩型金 矿床。

(3) 划分了三种不同类型的区域找矿潜力类

型,分别为已知矿床点、覆盖区和已知矿床深部 找矿区,扩大了区域找矿潜力。

参考文献:

[1] 赵财胜, 赵俊伟, 孙丰月, 等. 青海大场金矿床地质特征及成因探讨[J]. 矿床地质, 2009, 28(3):345-356.

ZHAO C S, ZHAO J W, SUN F Y, et al. A discussion on geological characteristics and genesis of Dachang gold deposit in Qinghai Province[J]. Mineral Deposits, 2009, 28(3):345-356. [2] 王福德, 李云平, 贾妍慧. 青海金矿成矿规律及找矿方 向[J]. 地球科学与环境学报, 2018, 40(2):162-175.

WANG F D, LI Y P, JIA H Y. Metallogenic regularity and prospecting direction of gold deposits in Qinghai, China[J]. Journal of Earth Sciences and Environment, 2018, 40(2):162-175.

[3] 刘应冬,代力,张卫华.青海某金矿矿集区土壤重金属污 染评价及综合利用讨论[J].矿产综合利用,2018(5):97-100.

LIU Y D, DAI L, ZHANG W H. Assessment of soil heavy metals pollution and comprehensive utilization in a gold mine area in Qinghai[J]. Multipurpose Utilization of Mineral Resources, 2018(5):97-100.

[4] 王维, 童海奎, 郭世珍, 等. 青海省大场地区金矿床成矿特 征及成因探讨[J]. 黄金科学技术, 2009, 17(2):23-27.

WANG W, TONG H K, GUO S Z, et al. Metallogenic features and genesis of Dachang gold ore-field in Qinghai Province[J]. Gold Science and Technology, 2009, 17(2):23-27.

[5] 张德全, 丰成友, 李大新, 等. 柴北缘-东昆仑地区的造山型金矿床[J]. 矿床地质, 2001, 20(2):137-146.

ZHANG D Q, FENG C Y, LI D X, et al. Orogenic gold deposits in the Northern Qaidam and Eastern Kunlun Region[J]. Mineral Deposits, 2001, 20(2):137-146.

[6] 丁清峰, 王冠, 孙丰月, 等. 青海省曲麻莱县大场金矿床成 矿流体演化: 来自流体包裹体研究和毒砂地温计的证据[J]. 岩石学报, 2010, 26(12):3709-3719.

DING Q F, WANG G, SUN F Y, et al. Ore forming fluid evolution of Dachang gold deposit in Qumalai County, Qinghai Province: evidence from fluid inclusion study and arsenopyrite geothermometer[J]. Acta Petrologic Sinica, 2010, 26(12):3709-3719.

[7] 夏锐, 邓军, 卿敏, 等. 青海大场金矿田矿床成因: 流体包 裹体地球化学及 H-O 同位素的约束[J]. 岩石学报, 2013, 29(4):1358-1376.

XIA R, DENG J, QING M, et al. The genesis of the Dachang gold ore field in Qinghai Province: constraints on fluid inclusion geochemistry and H-O isotopes[J]. Acta Petrologic Sinica, 2013, 29(4):1358-1376.

[8] 郭晓东, 张玉杰, 刘桂阁, 等. 东昆仑地区金铜等成矿规律 及找矿方向[J]. 黄金地质, 2004, 10(4):16-22.

GUO X D, ZHANG Y J, LIU G G, et al. Metallogenic regularities and prospecting direction of gold and copper in Eastern Kunlun[J]. Gold Geology, 2004, 10(4):16-22.

[9] 王文,李鹏,夏友青,等.东昆仑大场金矿田扎家同哪矿床 地质特征及找矿方向[J].青海大学学报(自然科学版),2012, 30(5):60-68.

WANG W, LI P, XIA Y Q, et al. Geological features and prospecting orientation of Zhajiatongna deposit in Dachang golden ore field of Eastern Mount Kunlun [J]. Journal of Qinghai University(Natural Science Edition), 2012, 30(5):60-68.

[10] 张昆宏, 王文, 李云平, 等. 青海曲麻莱县大场地区金矿 普查报告 [R]. 西宁: 青海省第五地质矿产勘查院, 2014.

ZHANG K H, WANG W, LI Y P, et al. Report on gold deposit survey in Dachang Area, Qumalai County, Qinghai Province[R]. Xining: The fifth institute of Qinghai geological and mineral survey, 2014.

[11] 侯振广,夏友清,应辉,等.青海省曲麻莱县扎家同哪金 矿详查及外围普查报告 [R].西宁:青海省第五地质矿产勘 查院,2014.

HOU Z G, XIA Y Q, YING H, et al. Detailed survey and peripheral survey report of Zajiatongna gold mine, Qumalai county, Qinghai Province[R]. Xining: The fifth institute of Qinghai geological and mineral survey, 2014.

[12] 李云平, 李春斌, 齐焕春, 等. 青海省曲麻莱县加给陇洼 金矿区 8-2、16-1 号矿体详查及外围普查报告 [R]. 西宁: 青 海省第五地质矿产勘查院, 2014.

LI Y P, LI C B, QI H C, et al. Detailed survey of no. 8-2 and no. 16-1 ore bodies and peripheral survey report of Jiageilongwa gold mining area, Qumalai county, Qinghai Province[R]. Xining: The fifth institute of Qinghai geological and mineral survey, 2014.

[13] 张德全, 党兴彦, 佘宏全, 等. 柴北缘-东昆仑地区造山型 金矿床的 Ar-Ar 测年及其地质意义 [J]. 矿床地质, 2005, 24(2):87-98.

ZHANG D Q, DANG X Y, SHE H Q, et al. Ar-Ar dating of orogenic gold deposits in northern margin of Qaidam and East Kunlun Mountains and its geological significance[J]. Mineral Deposits, 2005, 24(2):87-98.

[14] 张彦.⁴⁰Ar/³⁹Ar 定年矿物绢云母的提纯研究[J]. 岩矿测试, 2019, 38(6):599-608.

ZHANG Y. Study on the separation of sericite for ⁴⁰Ar/³⁹Ar dating[J]. Rock and Mineral Analysis, 2019, 38(6):599-608.

[15] 边飞, 吴柏林, 高永旺, 等. 青海扎日加花岗岩地球化

学、锆石 LA-ICP-MSU-Pb 定年及地质意义[J]. 矿床地质, 2013, 32(3):625-640.

BIAN F, WU B L, GAO Y W, et al. Geochemistry, zircon LA-ICP-MSU-Pb dating and geological significance of Zharijia granitoids in Dachang Area, Qinghai Province[J]. Mineral Deposits, 2013, 32(3):625-640.

[16] 丰成友,张德全,李大新,等.青海东昆仑造山型金矿 硫、铅同位素地球化学 [J].地球学报,2003,24(6):593-598.

FENG C Y, ZHANG D Q, LI D X, et al. Sulfur and lead isotope geochemistry of the orogenic gold deposits in Eastern Kunlun Area, Qinghai Province. Acta Geoscientica Sinica, 2003, 24(6): 593-598.

[17] 张德全, 张慧, 丰成友, 等. 柴北缘-东昆仑地区造山型金 矿床的流体包裹体研究[J]. 中国地质, 2007, 34(5):843-854.

ZHANG D Q, ZHANG H, FENG C Y, et al. Fluid inclusions in orogenic gold deposits in the Northern Qaidam margin-East Kunlun region[J]. Geology in China, 2007, 34(5):843-854.

[18] 丰成友,张德全,王富春,等.青海东昆仑造山型金(锑)矿 床成矿流体地球化学研究[J].岩石学报,2004,20(4):949-960.

FENG C Y, ZHANG D Q, WANG F C, et al. Geochemical characteristics of ore-forming fluids from the orogenic Au (Sb)

deposits in the eastern Kunlun area, Qinghai Province[J]. Acta Petrologic Sinica, 2004, 20(4):949-960.

[19] 王辉, 汪方跃, 关炳庭, 等. 激光能量密度对 LA-ICP-MS 分析 数据质量的影响研究 [J]. 岩矿测试, 2019, 38(6):609-619.

WANG H, WANG F Y, GUAN B T, et al. Effect of laser energy density on data quality during LA-ICP-MS measurement[J]. Rock and Mineral Analysis, 2019, 38(6):609-619.

[20] 周亮亮,魏均启,王芳,等. LA-ICP-MS 工作参数优化及 在锆石 U-Pb 定年分析中的应用 [J]. 岩矿测试, 2017, 36(4):350-359.

ZHOU L L, WEI J Q, WANG F, et al. Optimization of the working parameters of LA-ICP-MSand its application to zircon U-Pbdating[J]. Rock and Mineral Analysis, 2017, 36(4):350-359.

[21] 李琳业, 余长捷, 戴梅芳, 等. 青海省大场金矿床地质特 征及找矿远景分析[J]. 青海大学学报 (自然科学版), 2009, 27(1):11-19.

LI L Y, YU C J, DAI M F, et al. Analysis on geological characteristic and mine-searching prospect in Qinghai Dachang gold deposit[J]. Journal of Qinhai University (Natural Science Edition), 2009, 27(1):11-19.

Metallogenic Regularity and Prospecting Potential of Dachang gold Ore Concentration Area in Qinghai Province

Liu Yingdong¹, Cheng Daoming²

(1.Institute of Multipurpose Utilization of Mineral Resources, CAGS, Technical Innovation Center of Rare Earth Resources, China Geological Survey, Research Center of Multipurpose Utilization of Metal Mineral; Resources of China Geological Survey, Chengdu, Sichuan, China; 2.Sichuan Geological and Mineral

Exploration and Development Bureau, Xichang, Sichuan, China)

Abstract: Dachang gold ore concentration area is located in Maduo township, Qumalai County, Qinghai Province. It is located in the middle of the gold and antimony metallogenic belt in the north Mount Bayankala, which is known as the "gold belt" in Qinghai Province. The estimated gold resource amount has exceeded 190 t. Based on the systematic collection and analysis of the previous research results, the metallogenic rules of the gold ore concentration area are analyzed and summarized to evaluate the regional ore-prospecting potential. Research shows that gold deposits mainly occur in the Triassic strata and is controlled by Gande-Maduo deep fault belt, Dachang, Zhajiatongna, Jiageilongwa, Shaorio and Zhalayi gold deposits are distributed on both sides of the fault in a beadlike manner, and the type of deposit is "middle-low temperature hydrothermal tectonic-altered rock type" gold deposit, the metallogenic epoch of the late Indosinian. The ore-forming materials are mainly derived from the initial ore-bearing hydrothermal fluid, and some of them are extracted from the surrounding rock strata. There are good metallogenic potential in the overburden area and the deep part of the gold deposits, including Apengeyiand Geyonggamakao gold point, which are important prospecting areas in this area.

Keywords: Dachang gold mine; ore concentration area; metallogenic regularity; prospecting potential