

文章编号:1004-4116(2022)03-0024-10

甘肃玛曲大水金矿田控矿因素及主矿体特征对比分析

陈耀宇,李文军,邵卫声,石 强,殷 超,史文全

(甘肃省地矿局第三地质队,甘肃 兰州 730050)

摘 要:大水金矿田由大水、贡北、格尔托3处大、中型金矿床组成,经过30年巨量探矿工程的投入和持续有效的勘查与研究,整体达到了详查程度,累计查明金资源量约130 t,为典型矿床对比研究提供了理想基地。通过大水金矿田赋矿地层岩性、控矿断裂构造、成矿侵入岩等控矿因素的对比分析认为:大水金矿田赋矿地层岩性以中三叠统马热松多组灰岩为主;控矿断裂、成矿容矿脉岩及其所赋存矿体的规模,以大水特大型金矿明显优于贡北、格尔托中型金矿,大水金矿主要以NWW向压扭性主干断裂与近SN向放射状张性断裂的交汇部位控制厚富主矿体,贡北以EW向、格尔托以NNW与NE向断裂的交汇部位控制主矿体的分布;中酸性岩体及其派生的酸性岩脉与金成矿关系密切,容矿花岗闪长岩(斑)岩脉及其蚀变方解石大脉在陡倾断裂破碎带中的集中分布,往往指示厚富金矿体的赋存地段。通过3个矿区主矿体的规模、品位、资源量分布等特征的对比分析可以看出,主矿体的规模、品位以大水较贡北、格尔托为大、为富,大水、贡北、格尔托金矿的主矿体资源量分别占矿区的75.62%、78.51%和79.58%,且由普查到详查,主矿体资源量占比有所变化,如大水金矿由70.59%增加到75.63%,贡北金矿则由88.24%降低为84.16%。

关键词:矿区勘查;控矿因素;主矿体特征;对比分析;大水金矿田;甘肃玛曲

中图分类号:P613

文献标志码:A

在西倾山东段的忠曲—大水长约10 km的地带内,1988年以来到2019年的30年间,先后发现、勘查提交了5处金矿床和1处金矿点(恰若)。金矿床包括大水(又称格尔珂)特大型金矿和贡北、格尔托、辛曲中型金矿,以及忠曲小型金矿,查明金资源量约130 t,预测金资源约275 t以上(蒲万峰等^①,2019),构成了忠曲—大水金矿矿集区,其中矿集区东段的大水、贡北和格尔托3处中、大型金矿床构成了大水金矿田。

以往针对忠曲—大水矿集区和大水金矿田及其与甘南地区典型矿床的研究,主要包括:开展了对大水金矿田矿床、矿体、矿石特征的较系统总结^[1]和围岩蚀变特征^[2]、成矿规律与成矿模式^[3]、构造岩浆系统的控矿作用^[4]、主矿体资源量分布特征^[5]等的研究;进行了大水金矿与甘南地区早子沟、加甘滩特大型金矿的勘查工作与控矿因素^[6]、找矿标志与找矿

模式^[7]等的对比研究。随着近年来矿田内各矿区勘查程度的不断提高以及勘查成果的不断扩大,为矿田控矿因素及主矿体特征对比研究提供了新的资料。基于以上,该文对矿田内3个矿床的控矿因素、主矿体特征等进行较系统地对比分析与总结,试图为区域典型矿床对比研究、区域成矿分析提供新的认识成果,为矿田深部找矿与勘查提供新的启示。

1 大水金矿田控矿因素对比

1.1 赋矿地层岩性

忠曲—大水矿集区出露地层有晚古生代的泥盆、石炭、二叠纪和中生代的三叠、侏罗、白垩纪地层(图1),赋矿地层为二叠系(辛曲)、三叠系(大水、贡北、格尔托、忠曲)、侏罗系(贡北)。大水金矿田赋矿地层岩性以中三叠统马热松多组灰岩为主,中三叠

收稿日期:2022-05-19

作者简介:陈耀宇(1964~),男,正高级工程师,从事矿产勘查及技术管理工作。E-mail:2060304077@qq.com

① 蒲万峰,袁臻,杨壮,等。甘肃省玛曲—合作矿集区找矿预测子项目成果报告,甘肃省地矿局第三地质矿产勘查院,2019

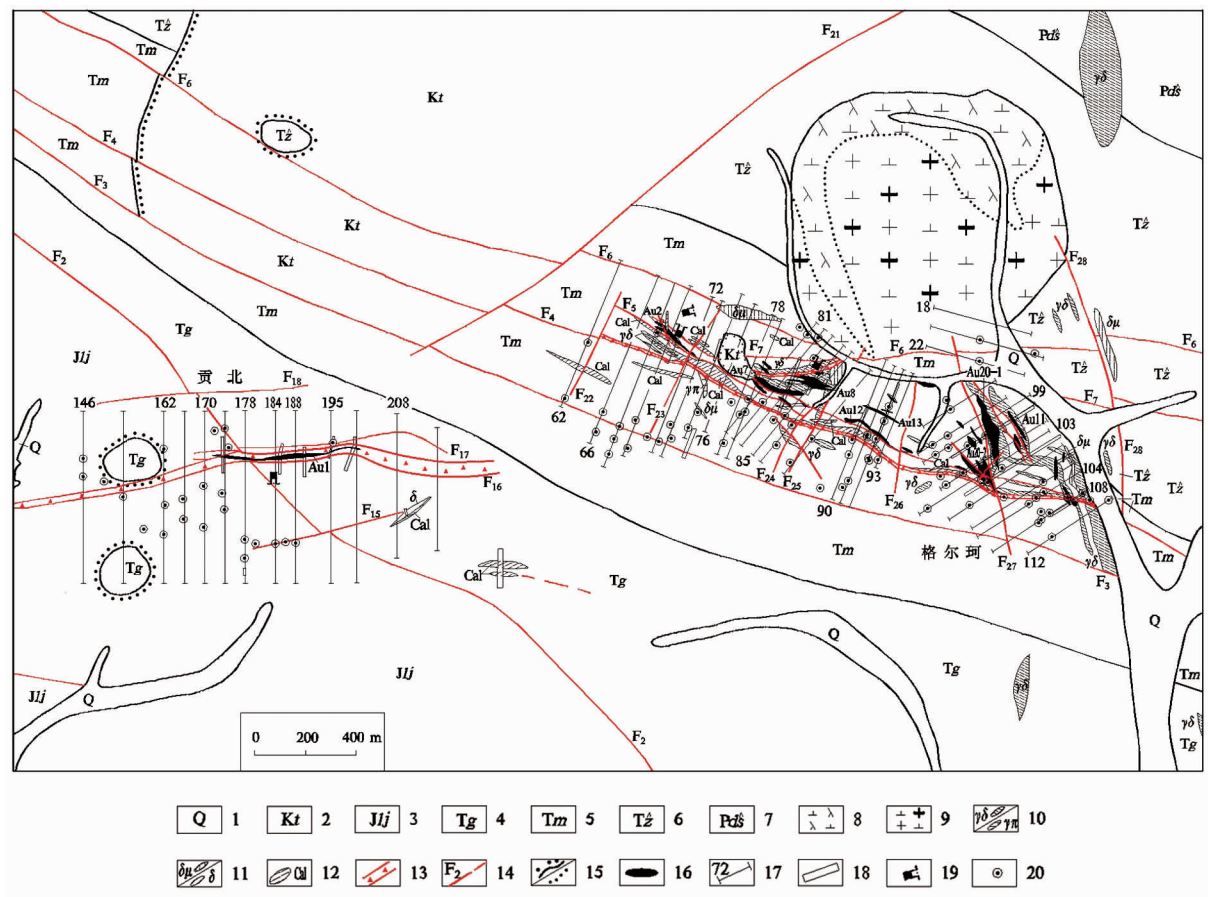


图 2 玛曲大水—贡北金矿区地质略图

Fig. 2 Geological sketch of Dashui-Gongbei gold deposit in Maqu County

- 1—第四系;2—白垩系田家坝组;3—侏罗系龙家沟组;4—三叠系郭家山组含鲕灰岩;5—三叠系马热松多组白云质灰岩;
6—下三叠统扎里山组鲕粒灰岩、泥质灰岩;7—上二叠统迭山组;8—闪长岩;9—花岗闪长斑岩;
10—花岗闪长岩脉/花岗斑岩脉;11—闪长玢岩脉/闪长岩脉;12—方解石脉;13—断层破碎带;
14—断层及编号;15—角度不整合/岩相界线;16—金矿体;17—勘查线及编号;18—探槽;19—平洞;20—钻孔

形成减压空间并主导矿化的汇聚、富集和沉淀,形成大水金矿的厚富主矿体(杜子图等,1997)。与大水金矿的控矿容矿断裂有别,贡北金矿以近 EW 向断裂带控制矿带,以断裂膨大部位赋存规模较大、品位较富的主矿体,格尔托金矿以 NNW 向断裂带控制矿带,NNW 与 NE 向断裂的交汇部位控制主要矿体(图 3)。

控矿断裂带或由其控制的矿化带的规模,长度一般大于 800 m,宽度一般大于 150 m。以大水金矿矿带规模明显为大,长达 2 300 m,宽达 600 ~ 800 m;贡北与格尔托的控矿断裂带规模基本接近,贡北金矿带长约 1 400 m,宽约 150 m,格尔托金矿带长约 1 200 m,宽约 20 ~ 200 m(表 1)。

大水金矿容矿断裂带内分布多条宽几 ~ 几十米的破碎带,岩石破碎蚀变强烈,由断层角砾岩、断层泥、碎裂岩和构造透镜体组成。破碎原岩以灰岩为

主,花岗闪长岩为次,断层角砾大小混杂,砾径可大致分为 2 ~ 5 mm、1.5 ~ 4 cm 和十几 ~ 几十 cm 等 3 组,多为棱角状,角砾间主要分布方解石、隐晶—微晶质或碧玉质石英、赤铁矿、褐铁矿、黄钾铁矾及糜棱岩粉,多有晚期方解石大脉充填,灰岩角砾岩的蚀变及金矿化强于花岗闪长岩。贡北、格尔托金矿断裂带内岩石破碎、碎裂程度明显弱于大水。

1.3 成矿、赋矿岩体

1.3.1 忠曲—大水矿集区成矿岩体

在忠曲—大水矿集区内,沿大水弧形构造弧顶偏西翼的北西向区域断裂构造带的近北侧,自西而东近等间距分布有忠格扎拉、忠曲、格尔括合 3 个小型岩体(表 2),岩体侵位于石炭—三叠纪地层,以构造—岩浆系统控制金矿的成矿与分布^[4]。

忠格扎拉岩体规模最大(4.63 km²),近椭圆形

侵位于石炭纪灰岩地层,由边缘到中心可划分为辉石闪长岩、石英闪长岩、二长花岗岩三个相带,岩体 Rb-Sr 同位素年龄为 204. 08 Ma^[11],在岩体南东侧约 2 km 分布恰若金矿点(表 2)。忠曲岩体规模最小(0. 3 km²),呈椭圆形小岩株侵位于石炭—二叠纪灰岩地层,岩性为黑云母闪长玢岩,在其近北侧约 300 m 分布有花岗闪长斑岩岩脉,忠曲岩体西北侧约 2. 5 km 和西南侧约 4 km 分布有辛曲、忠曲金矿,两矿区闪长岩脉较发育,为矿化容矿岩石,脉体长几十米至百余米,宽 2 ~ 8 m^[12]。格尔括合岩体与大水金矿田金矿成矿关系密切,出露面积 1. 76 km²,可划分为边缘相黑云母闪长玢岩和中心相花岗闪长斑岩,二者呈涌动接触。以上 3 个岩体出露面积 0. 3 ~ 4. 63 km²,矿床与岩体的距离以大水金矿距格尔括合岩体最近为 0. 5 ~ 1. 5 km。格尔括合、忠格扎拉岩体岩性表现为由中性闪长(玢)岩向酸性岩花岗闪长斑岩、二长花岗岩演化的特点,

岩体的侵入与演化控制了区域金矿的成矿。岩体侵入时代属印支晚期—燕山早期。

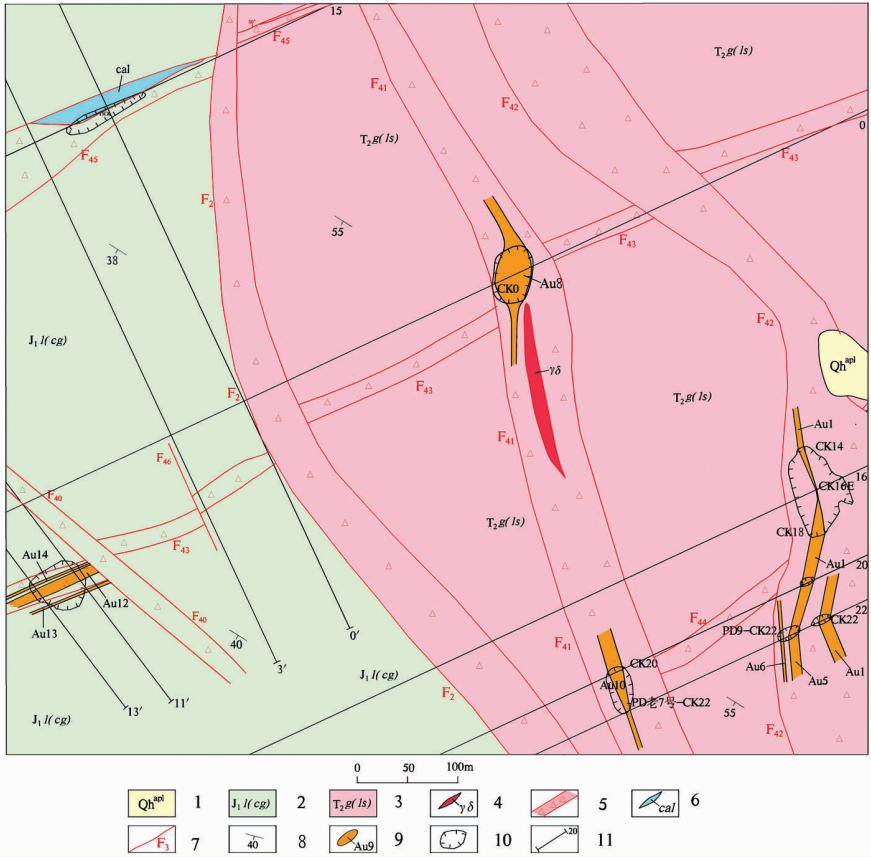


图 3 格尔托金矿矿区地质简图(据梁硕鹏等,2020)

Fig. 3 Geological sketch of Geertuo gold mine area

1—第四系;2—下侏罗统龙家沟组一段;3—中三叠统郭家山组二段;4—花岗闪长岩;
5—断层破碎带;6—方解石脉;7—实测断层;8—地层产状;9—金矿体位置及编号;
10—地表露天采坑;11—勘查线及编号

表 1 大水金矿田控矿地层、断裂构造对比表

Table 1 Comparison of ore-controlling strata and fault structures in Dashui gold field

控矿因素	对比要素	大水金矿	贡北金矿	格尔托金矿
地层岩性	赋矿地层	中三叠统马热松多组	中三叠统郭家山组、下侏罗统龙家沟组	中三叠统郭家山组、下侏罗统龙家沟组
	主要赋矿岩性	薄层—中厚层状灰岩	郭家山组灰色薄层状泥晶灰岩,龙家沟组灰白色厚层状灰质砾岩	郭家山组灰色薄层状泥晶灰岩,龙家沟组灰白色厚层状灰质砾岩
	矿石自然类型	灰岩型	灰岩型、灰质砾岩型	灰岩型、灰质砾岩型
容矿断裂	断裂规模	长 2 300 m,宽 600 ~ 800 m	长 800 m,宽 150 m	长 1 200 m,宽 20 ~ 200 m
	断裂产状	总体走向 305°,倾向 SSW,倾角有陡缓变化,陡者 82° ~ 89°,缓者 30° ~ 39°	近 EW 走向,北倾或南倾,倾角北倾者 49° ~ 89°,南倾者 23° ~ 55°	NNW 向,倾向 SW,倾角 65° ~ 85°
	控制主矿体的断裂	NWW 与近 SN 向两组断裂的交汇部位,矿化强度随陡缓而变化,陡倾时矿体厚且富,缓倾者矿体薄而贫	EW 向断裂破碎带膨大部位	NNW 与 NE 向断裂交汇部位
	主要矿石类型	构造蚀变岩型、构造角砾岩型	构造蚀变岩型、碎裂岩型	构造蚀变岩型、碎裂岩型

表 2 忠曲—大水金矿矿集区岩体特征简表

Table 2 Characteristic rock mass in Zhongqu-Dashui gold ore concentration area

岩体特征	忠格扎拉岩体	忠曲岩体	格尔括合岩体
位置	忠曲、辛曲金矿北西侧	辛曲金矿东侧	大水金矿田北缘
出露面积(km ²)	4. 63	0. 3	1. 76
矿床距离岩体(km)	2(恰若金矿点)	2. 5(辛曲)~4(忠曲)	0. 5(大水)~4. 5(格尔托)
相带(边缘→中心)	辉石闪长岩→石英闪长岩→二长花岗岩	黑云母闪长玢岩	黑云母闪长玢岩→花岗闪长斑岩
产状	近椭圆形岩株	椭圆形岩株	近圆状岩株
侵位地层	石炭纪灰岩	石炭—二叠纪灰岩	三叠纪灰岩、白云质灰岩
派生岩脉	少见闪长玢岩脉	闪长岩脉较发育	花岗闪长(斑)岩脉、闪长玢岩
岩体同位素年龄(Ma)	204. 08(Rb-Sr)		190. 50(K-Ar), 215. 8(U-Pb)

1. 3. 2 大水金矿田成矿、容矿岩脉

大水矿田各矿区岩脉发育程度不一,以大水金矿最发育,格尔托为次,贡北不发育。其容矿或成矿期脉岩岩性以花岗闪长岩为主,花岗闪长斑岩为次,晚期闪长玢岩脉与成矿无关。岩脉侵位于控矿断裂带中,岩脉产状与断裂、矿体产状一致。规模以大水金矿为大,长可达 800 m,宽 20~70 m,岩脉规模最小者(长 120 m、宽约 10 m)与格尔托接近,贡北闪长玢岩规模最小。方解石大脉也以大水金矿最发育,其规模为 470 m(长)×(20~55)m(宽)~110 m×(1~3)m(表 3)。

格尔括合岩体底辟式侵入产生的穹隆构造及其派生的放射状、环状断裂构造系统,控制浅成矿化脉岩、蚀变岩、方解石脉在断裂带中的分布^[13]。岩浆活动沟通了深部矿源场、成矿场,岩浆水参与了成矿流体的循环^[13]。岩脉规模及其以硅化、碳酸盐化、(赤)褐铁矿化为主的围岩蚀变,以大水金矿明显强于贡北和格尔托,即矿化岩脉的发育程度与金矿床规模相一致。花岗闪长岩脉与金矿化存在密切的时空伴生关系,断裂带内岩脉与灰岩一并破碎蚀变而成矿,大水金矿有大小岩脉约 20 多条,成群分段集中分布,花岗闪长岩脉包括方解石大脉在陡倾断裂破碎带内的集中分布,往往指示厚富金矿体的赋存地段或有利的控矿空间与矿化通道。格尔括合

岩体 K-Ar 同位素年龄为 190. 00~190. 50 Ma、Rb-Sr 同位素年龄为 174. 3 Ma^[14],U-Pb 同位素年龄为(215. 8±1. 3) Ma,蚀变花岗闪长岩脉的 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 年龄为(202. 9±1. 5) Ma^[15]。即成岩、成矿时代相近,大致在 215. 8~174. 3 Ma。矿田内矿化花岗闪长岩脉体侵入于中三叠世、早侏罗世赋矿地层中,说明岩体、岩脉侵入及成矿时代应属印支晚期—燕山早期。

1. 4 围岩蚀变

断裂、岩体岩脉的成矿作用,联合控制了矿带围岩蚀变的类型和发育程度。大水金矿田断裂破碎带内的灰岩和花岗闪长岩脉蚀变强烈,硅化(似碧玉岩化)、赤铁矿化、褐铁矿化、碳酸盐化与金矿化关系密切,其强蚀变集中发育地段往往形成金的富集地段并产有主矿体。硅化所表现的似碧玉岩化在大水金矿田最具特点,似碧玉岩、蚀变方解石大脉以大水金矿最发育,格尔托为次,贡北较弱,亦即矿田内强蚀变带发育的规模与矿带、矿床规模相匹配。

综合以上大水金矿田控矿因素的分析与对比,可以看出:大水金矿田两组断裂的交汇部位控制并赋存主矿体,如大水金矿 NWW 向与近 SN 向断裂的交汇部位,格尔托金矿 NNW 与 NE 向断裂的交汇部位,再者贡北金矿断裂膨大部位都产出主矿体,而

表 3 大水金矿田岩脉特征简表

Table 3 Characteristic dikes in Dashui gold field

岩脉特征	大水金矿	贡北金矿	格尔托金矿
成(容)矿岩脉	非常发育,以花岗闪长岩为主,局部相变为花岗闪长斑岩、闪长岩、闪长玢岩、二长闪长岩等	少量花岗斑岩脉	矿区中部发育花岗闪长岩脉
成矿期后岩脉	闪长玢岩	闪长玢岩	闪长玢岩
岩脉侵位断裂	NNW 向、近 SN 向断裂	近 EW 向断裂	NNW、NE 向断裂
成矿岩脉规模	800 m×20~70 m~120 m×10 m	长 20~30 m,宽一般小于 1 m	长 90~175 m,宽约 10 m

非交汇的、规模较小的断裂(大水、格尔托)或断裂缩小部位(贡北)则赋存次要矿体或小矿体。主矿体赋存部位往往是硅化(似碧玉岩化)、赤(褐)铁矿化、方解石化(蚀变脉体)集中且强烈发育地段。亦即化学活动性强的灰岩断裂破碎带的交汇部位、矿化花岗闪长岩脉在其交汇地段的集中侵入和以似碧玉岩化、赤铁矿化为代表的蚀变矿化作用的集中发育,控制了主矿体的空间分布。与之相对应,非断裂交汇处的较弱破碎带则控制其他次要或小的矿体。

2 主矿体特征类比

2.1 主矿体规模、品位、形态等特征

大水金矿田主(要)矿体确定的原则是:矿体连续分布在 3 条或 3 条以上勘查线上、并有 2 个以上工程连续见矿;矿体资源量从大到小累计超过矿区总资源量的 60%。以此为原则,大水、贡北和格尔托 3 个金矿床分别有 5 个、4 个和 7 个计 16 个矿体可确定为主矿体。以上大水、贡北的主矿体即是以往矿山开发的主要对象,格尔托金矿的主矿体也应是未来矿山开发的主要对象。大水金矿田 3 个金矿床勘查、研究程度较高,都达到了详查或以上勘查程度,大水、贡北主要采矿地段通过生产探矿达到了勘探程度,主矿体类比研究基础好。

这里对 3 个矿区主矿体的规模、品位、形态等特

征进行简要对比评述。大水金矿以矿带西段的 Au2 和东段的 Au20-2 为例,Au2 受 NWW 与 NNE 向断裂交汇部位控制,长度 319 m,延深 506 m,矿体平均厚度 8.30 m,平均品位 9.71 g/t,厚度变化系数 100.97%,品位变化系数 121.65%(表 4),形态为不规则脉状和囊状、枝杈状,属中等规模、厚度变化较稳定、有用组分分布较均匀型矿体,单个矿体资源量(24 t)占矿区资源量的 1/4;Au20-2 则受 NWW 与 NNW 向断裂交汇部位控制,长度 280 m,延深 130 m,矿体平均厚度 11.42 m,平均品位 14.16 g/t,不规则脉状,厚度变化系数 94.96%,品位变化系数 134.50%,单个矿体资源量大于 10 t,主要分布于地表 3 700 m 标高到深部的 3 605 m、3 560 m、3 530 m 中段,厚大矿体与花岗闪长岩脉、方解石大脉相伴大致平行产出(图 4),属中型规模、厚度大、品位富、厚度变化较稳定、有用组分分布较均匀型矿体。

贡北金矿主矿体以 Au1、Au3 为代表,二者占矿区资源量的 64.66%。Au1 出露地表,长 720 m,延深 264 m,平均厚度 6.07 m,单工程平均品位 1.32 ~ 10.50 g/t,矿体平均品位 4.61 g/t,不规则脉状,倾角有陡缓变化为 49° ~ 89°,厚度变化系数 81.68%,品位变化系数 90.40%;Au3 为盲矿体,长 297 m,延深 117 m,分布于 3 630 ~ 3 545 m 标高,平均厚度 5.42 m,矿体平均品位 5.42 g/t,呈不规则脉状、

表 4 大水金矿田主矿体特征简表

Table 4 Characteristic parameters of main ore bodies in Dashui gold field									
矿区	主矿体编号	控制长度 (m)	延深 (m)	平均厚度 (m)	平均品位 (g/t)	厚度变化系数 (%)	品位变化系数 (%)	金属量 (kg)	金属量占比 (%)
大水	Au2	319	506	8.30	9.71	100.97	121.65	23 917	26.23
	Au7	280	303	11.83	8.66	83.71	135.96	12 801	14.04
	Au111	160	370	11.03	7.33	83.07	116.20	7 715	8.46
	Au20-1	322	270	9.37	11.68	93.89	117.58	11 394	12.5
	Au20-2	280	130	11.42	14.16	94.96	134.50	13 133	14.4
贡北	Au1	720	264	6.07	4.61	81.68	90.40	3 203	36.63
	Au3	297	117	6.28	5.42	79.18	87.36	2 451	28.03
	Au7	220	66	6.24	5.05	58.05	79.24	710	8.12
	Au14	142	137	5.89	5.36	74.85	109.37	501	5.73
格尔托	Au1	393	260	4.79	7.05	102.35	124.54	5 458	37.56
	Au8	110	96	19.49	2.04	86.43	66.18	735	5.06
	Au10	200	200	7.33	4.78	97.37	80.96	1 817	12.50
	Au12	104	62	11.15	7.23	31.84	118.23	755	5.20
	Au20	72	75	12.35	3.18	9.64	23.38	1 201	8.26
	Au38	182	106	14.91	11.12	107.59	100.94	928	6.39
	Au94	120	225	11.29	2.04	96.35	91.67	672	4.62

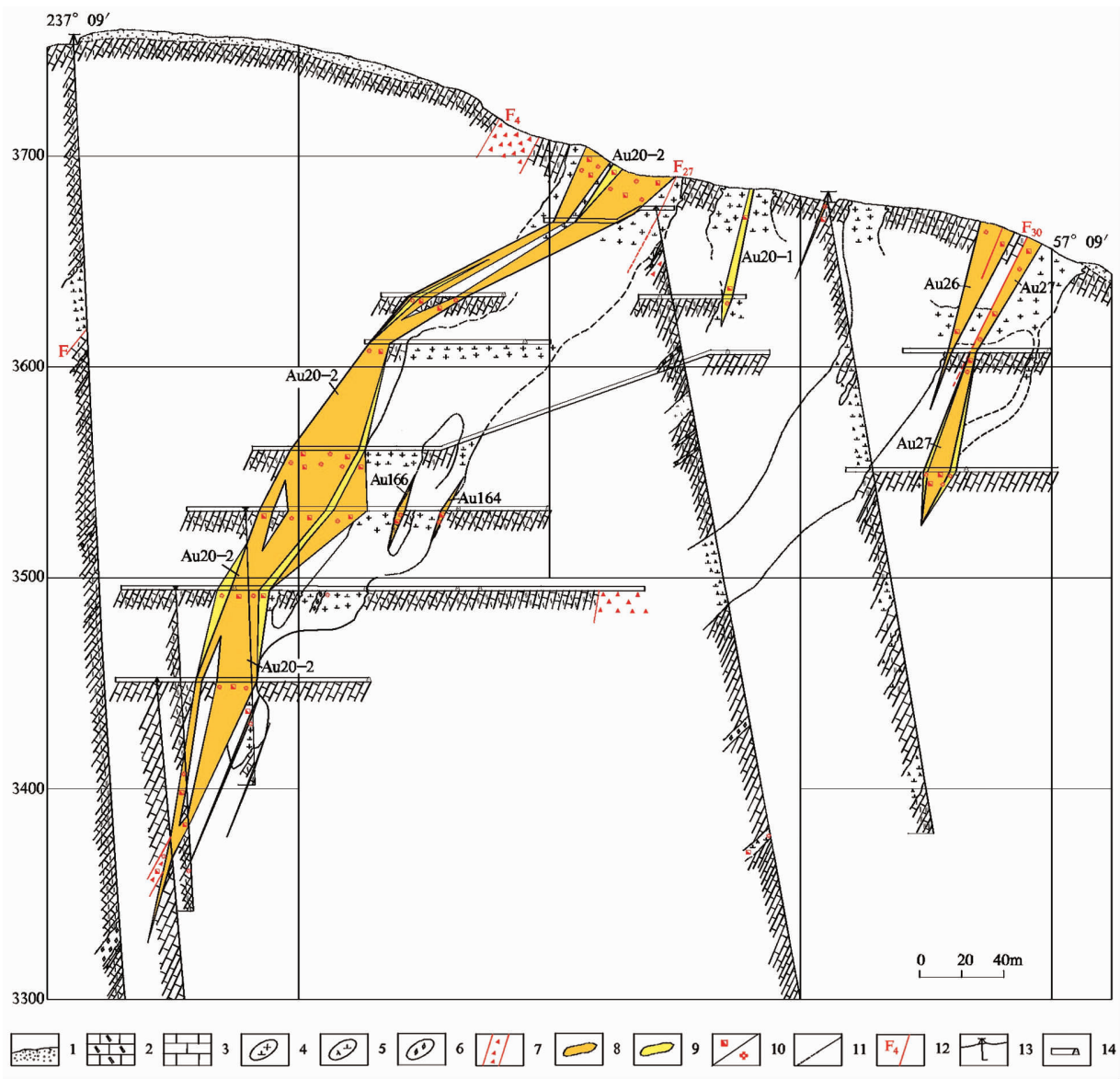


图 4 大水金矿103线勘查线剖面图

Fig. 4 Section of exploration line 103 for Dashui gold mine

1—第四系残坡积层;2—白云质灰岩;3—灰岩;4—花岗闪长岩脉;5—闪长玢岩脉;6—方解石脉;7—断层破碎带;
8—工业金矿体;9—低品位金矿体;10—赤铁矿化/硅化;11—地质界线;12—断层及编号;13—钻孔;14—穿脉平硐

透镜状,厚度变化系数 79. 18%,品位变化系数 87. 36%。二者为规模中型、厚度中等、品位较富、厚度变化较稳定—稳定、有用组分分布均匀型矿体。

格尔托金矿主矿体以 Au1 为代表,矿体长 393 m,延深 260 m,平均厚度 4. 79 m,矿体平均品位 7. 05 g/t,为不规则脉状,厚度变化系数 102. 35%,品位变化系数 124. 54%,为规模中型、厚度中等、品位富、厚度变化较稳定、有用组分分布均匀型矿体。

由表 4 和以上的简要列述可以看出:3 个矿区主矿体的规模,大水金矿为中型(长度、延深在 200 ~ 500 m 间),贡北为小—中型以中型为主(长度多

大于 200 m、延深多小于 200 m),格尔托为中—小型以小型为主(长度、延深多小于 200 m);矿体平均厚度,大水金矿为 8. 30 ~ 11. 83 m,贡北为 5. 89 ~ 6. 28 m,格尔托除 Au1 平均厚度较小外,其他矿体厚度与大水接近为 7. 33 ~ 19. 49 m,即矿体厚度大,一般大于 5 m 或 8 m;矿体平均品位以大水金矿最富为 7. 33 ~ 14. 16 g/t(矿床平均品位 9. 00 g/t),贡北居中为 4. 61 ~ 5. 36 g/t(矿床平均品位 5. 02 g/t),格尔托相对较贫为 3. 18 ~ 7. 23 g/t(矿床平均品位 4. 02 g/t);厚度变化系数和品位变化系数 3 个矿区基本接近,厚度变化系数主要为 83% ~

100%属较稳定,品位变化系数一般在 80%~120%之间属较均匀。即大水金矿田主矿体规模为中—小型,厚度大,厚度变化以较稳定为主,有用组分分布以较均匀为主。

2.2 大水金矿田及大水金矿床主矿体资源量分布特征

2.2.1 大水金矿田主矿体数量及资源量分布特征

从主要矿体或主矿体的数量及资源量占比和不同矿床规模下单个主矿体资源量分布情况,分析大水金矿田的主矿体数量及资源量分布特征。

(1)主矿体数量及资源量占比特征:由表 5 可见,大水金矿田 3 个矿区矿体数量分别为 253 个(大水)、47 个(贡北)和 100 个(格尔托),主矿体数量分别为 5 个(大水)、4 个(贡北)和 7 个(格尔托),分别占矿区矿体数量的 1.98%(大水)、8.51%(贡北)和 7.00%(格尔托),大水金矿矿体数量最多,但主矿体数量占比小。主矿体资源量占矿区查明资源量的比例为 75.62%(大水)、78.51%(贡北)、79.58%(格尔托),其值基本接近,可能说明同一矿田内在相似的成矿条件下,当勘查程度较高且基本相近时,矿区主矿体所占比例应是相近的,也说明大水金矿以小比例的主矿体数量富集占有了矿区绝大比例的资源量。即一个矿区主矿体数量及资源量的占比,可以间接指示矿区矿化富集的程度或矿化强度,如大水金矿主矿体数量占比小但资源量占比大,这与大水金矿相对于贡北和格尔托,其矿床和主矿体规模大、矿体品位高的矿化特点是一致的。

(2)不同矿床规模单个主矿体资源量分布特征:大水特大型金矿床主矿体资源量大于中型(5 t),出现有达大型资源量规模(23.9 t)的矿体,贡北、格尔托两中型金矿床主矿体资源量大于 0.5 t,出现了达中型资源量规模(5.5 t)的矿体,依此主矿体资源量的分布特点,试图得出如下启示:如果特大型矿床未

出现达大型资源量规模的矿体(如夏河县加甘滩金矿),或中型金矿床未出现达中型资源量规模的矿体,可能说明矿区的勘查范围尚未完全覆盖矿带的矿化范围,或者矿区的整体勘查程度及勘查深度尚且不够,尚未完全控制到矿体的基本特征,需要进行综合预测并加大矿床深、边部勘查。

2.2.2 大水金矿床普查与详查阶段主矿体资源量变化特征

下面利用大水金矿详查与普查两阶段主矿体资源量的分布情况,分析同一矿区不同勘查阶段资源量的分布变化特征。大水金矿普查初期就确定出 Au2、Au7、Au20-1、Au20-2、Au111 等 5 个主矿体,普查工作结束时矿区资源量达 50 t,主矿体资源量占 70.59%,到 2016 年详查工作告一段落时,矿区资源量达 91 t,主矿体资源量占比提升到 75.62%(表 6)。就单个矿体的资源量占比,以 Au2、Au7 为例,Au2 由普查阶段的 8.66%增加到详查阶段的 26.23%,Au7 则由普查阶段的 31.46%降低到详查阶段的 14.04%。

贡北金矿普查阶段只有 Au1 主矿体,占矿区资源量的 88.24%,而到详查阶段主矿体数量增加到 4 个后,Au1 资源量占比降低到 36.63%,而主矿体资源量比例由 88.24%降低到 84.16%。格尔托在普查阶段只是一个矿点,工作程度低,未确定主矿体,详查后主矿体资源量占比为 79.58%。即随着矿区勘查程度的提高与勘查深度的扩大,矿区主矿体资源量占比以及单个主矿体资源量占比,都有不同程度的增减变化。

由上述对大水金矿田主矿体资源量分布特征的对比分析可以进一步说明:①从主矿体数量、资源量及其占比看,由普查到详查,有较大的不确定性。普查阶段对主矿体的查明程度较低,只有当详查阶段对矿体的工程控制和对控矿因素等的研究程度达到

表 5 大水金矿田主矿体数量、资源量分布特征表
Table 5 Resources distribution of main ore bodies in Dashui gold field

主矿体数量、资源量	大水	贡北	格尔托
矿床规模	特大型	中型	中型
矿体数量	253	47	100
主矿体数量/占矿区矿体数量(%)	5/1.98	4/8.51	7/7.00
单个主矿体资源量(t)	7.715~23.917	0.501~3.203	0.672~5.458
矿区查明资源量(t)	100.0	12.5	14.5
单个主矿体资源量占矿区(%)	8.46~26.23	5.73~36.63	4.62~37.56
主矿体资源量占矿区查明资源量(%)	75.62	78.51	79.58

表 6 大水金矿普查与详查两阶段主矿体资源量占比变化表

Table 6 Resource proportion variation of main ore bodies in the general survey program and the detailed investigation program for Dashui gold mine

主矿体 编号	普查阶段(截止 2003 年)			详查阶段(截止 2016 年)		
	资源量(kg)	资源量占比(%)	平均品位(g/t)	资源量(kg)	资源量占比(%)	平均品位(g/t)
Au2	4 588	8. 66	11. 08	23 917	26. 23	9. 50
Au7	16 660	31. 46	11. 40	12 801	14. 04	8. 66
Au20-1	13 197	24. 92	17. 21	13 133	14. 40	14. 47
Au20-2	1 954	3. 69	8. 67	7 715	8. 46	7. 32
Au111	977	1. 85	14. 98	11 394	12. 50	11. 57
合计	37 376	70. 59	14. 60	68 961	75. 62	9. 93
矿区	52 950		10. 88	91 191		8. 38

基本查明程度时,主矿体特征基本查明,主矿体的数量、资源量组成结构基本确定,就可以比较合理地论证确定勘查类型,并且所确定的勘查类型具有区域可类比性。而普查阶段对主矿体特征只是大致查明,勘查所获取的矿体规模、形态、厚度、品位等参数特征有限,只能通过类比确定勘查类型,且所确定的勘查类型只具有区域参考意义。②大水金矿在普查阶段通过较系统的地表及浅部揭露控制,研究认识到了矿带、矿体的地表及浅部特征,后来的勘查实践证明,当时对主矿体的划分是基本合理的。

3 结论

(1)大水金矿田受控于大水弧形构造的 NW 向压扭性断裂带。大水金矿受控于 NWW 向环状压性—压扭性主干断裂,并与近 SN 向放射状张性断裂构成网格状控矿、容矿断裂系统,环状与放射状断裂交汇部位控制并赋存厚富主矿体,而非交汇的、规模较小的断裂则控制次要矿体或小矿体;贡北金矿以 EW 向断裂的膨大部位控制主矿体,格尔托金矿以 NNW 与 NE 向断裂的交汇部位控制主矿体。且大水金矿以其断裂带规模大、矿化强度高控制形成了特大型金矿,贡北、格尔托金矿则以较小的断裂带规模和较弱的矿化强度控制形成了中型金矿。

(2)格尔括合中酸性岩体及其派生的花岗闪长(斑)岩脉与大水金矿田成矿关系密切,岩脉包括方解石大脉在陡倾断裂破碎带的集中分布,控制了厚富主矿体的赋存空间或分布地段。岩体、岩脉侵入及成矿时代大致为 215. 8 ~ 174. 3 Ma,金成矿时代应属印支晚期—燕山早期。

(3)灰岩、灰质砾岩的断裂破碎蚀变带,断裂带内花岗闪长岩脉和碳酸盐脉的集中发育地段,特别

是断裂带内以似碧玉岩化、赤(褐)铁矿化为主的蚀变矿化强烈地段,联合控制了金的富集地段或主矿体。

(4)大水金矿田 3 个矿区主矿体规模为中—小型,大水金矿为中型,贡北和格尔托分别以中型和小型为主;厚度大,大水大于 8 m,格尔托多大于 7 m,贡北大于 5 m,厚度变化系数主要为 83% ~ 100%、以较稳定为主;矿体品位富或较富,以大水较贡北、格尔托为富,品位变化系数一般为 80% ~ 120%、以较均匀为主。

(5)大水、贡北、格尔托主矿体资源量分别占矿区资源量的 75. 62%、78. 51%和 79. 58%,单个主矿体资源量大于 8 t(大水)或大于 0. 5 t(贡北、格尔托),大水特大型金矿和贡北中型金矿分别出现了达大型(23. 9 t)和中型(5. 5 t)资源量规模的主矿体。由普查到详查,不同矿区或同一矿区单个主矿体资源量占比的增减变化各有特点,如大水金矿主矿体资源量占比由 70. 59%增加到 75. 63%,而贡北金矿则由 88. 24%降低到 84. 6%。就单个主矿体而言,由普查到详查,大水金矿的 Au2 由 8. 66%增加到 26. 23%,贡北金矿的 Au1 则由 88. 24%降低到 36. 63%。

(6)从主矿体的资源量占比看,相对于详查阶段,普查阶段资源量占比不确定性大,通过类比确定的勘查类型是大致的,只具有参考意义,详查阶段可以通过论证较合理地划分勘查类型并具有区域可类比性。

(7)特大型或大型金矿和中型金矿是否分别出现大型和中型资源量规模的矿体,可能间接地指示着矿区的整体勘查程度与勘查深度,如果尚未出现,可能预示着矿区深、边部具有找矿前景,应加大勘查程度。

参 考 文 献

- [1] 邵卫声,胡开荣,王佩富.大水金矿田.殷先明主编,甘肃省岩金矿床地质[M].兰州:甘肃科学出版社,2000:51-78
- [2] 李文军,陈耀宇,张江苏.甘肃大水金矿围岩蚀变特征与金矿化[J].甘肃地质,2010,19(2):38-41
- [3] 彭秀红,张江苏著.甘肃大水金矿床成矿规律与成矿模式[M].北京:科学出版社,2011:1-112
- [4] 龚全胜,李鸿睿,陈国忠.甘肃大水金矿床的构造-岩浆系统及其控矿作用[J].矿产勘查,2019,10(5):1147-1155
- [5] 梁硕鹏,陈耀宇,李林积,等.甘肃玛曲格尔托金矿床矿区地质及主矿体特征[J].甘肃地质,2021,30(1):49-56
- [6] 陈耀宇,梁志录,李鸿睿,等.甘南地区三个特大型金矿的勘查与控矿因素对比分析[J].矿床地质,2016,62(增刊):1-2
- [7] 陈耀宇.甘南地区金矿找矿标志与找矿模型—大水、早子沟、拉尕玛金矿床对比分析[J].矿产与地质,2020,34(1):7-18
- [8] 杜子图,吴淦国,杨恒书,等.西秦岭陆内弧形造山带构造新认识[J].甘肃地质学报,1997,6(2):64-67
- [9] 殷先明.浅议弧形构造对西秦岭金矿的控制[J].甘肃地质,2009,18(4):16-22
- [10] 李鸿睿,韦乐乐,严康,等.甘肃玛曲大水金矿床构造控矿特征及找矿预测[J].黄金,2019,40(4):4-8
- [11] 闫升好.甘肃大水特大型富赤铁矿硅质岩型金矿床成因研究[D].西安:长安大学,1998:65-68
- [12] 陈耀宇,李世龙,杨兴武,等.甘肃省碌曲县忠曲、辛曲金矿床地质特征及忠曲金矿床发现的意义[J].黄金,2019,40(2):12-16
- [13] 李亚东.热穹隆构造及其对金矿的控矿作用[J].甘肃地质学报,1999,8(1):28-32
- [14] 赵彦庆,叶得金,李永琴,等.西秦岭大水金矿的花岗岩成矿作用特征[J].现代地质,2003,12(2):151-156
- [15] 闫海卿,贺宝林,刘巧峰,等.西秦岭大水金矿岩浆岩年代学、地球化学特征[J].地球科学与环境学报,2014,36(1):98-110

ORE-CONTROLLING FACTORS AND CHARACTERISTICS OF MAIN ORE BODIES IN DASHUI GOLD FIELD OF MAQU, GANSU

CHEN Yao-yu, LI Wen-jun, SHAO Wei-sheng, SHI Qiang, YIN Chao, SHI Wen-quan

(The Third Institute of Geology and Minerals Exploration, Gansu Provincial Bureau of Geology and Minerals
Exploration and Development, Lanzhou 730050, China)

Abstract: Dashui gold field is composed of three large and medium-sized gold deposits, namely Dashui, Gongbei and Geertuo. After 30 years of investment in massive prospecting projects and continuous and effective exploration and research, the overall level of detailed investigation has reached the total verified gold resources of about 130t, which provides an ideal base for comparative study of typical deposits. Based on the comparative analysis of ore-controlling factors such as lithology of ore-hosting strata, ore-controlling fault structure and ore-forming intrusive rocks, it is concluded that the ore-hosting strata lithology of Dashui gold field is mainly middle-Triassic Maresong limestone. The scale of ore-controlling faults, ore-forming host veins and ore bodies in the large water superlarge gold deposit is obviously superior to that in Gongbei and Geertuo medium gold deposit. Dashui gold field is mainly controlled by thick and rich main ore bodies at the junction of NWW compression-tension main fault and nearly SN radial tensile fault. The distribution of main ore bodies is controlled by the intersection of NNW and NE trending faults in Gongbei and Geertuo. The concentrated distribution of host granodiorite (porphyry) dikes and altered calcite veins in the steeply-dip fracture zone often indicates the occurrence of thick gold-rich ore bodies. Through the comparative analysis of the characteristics of the size, grade and resource distribution of the main ore bodies in the three mining areas, it can be seen that the size and grade of the main ore bodies in Dashui gold mine are larger and richer than that in Gongbei gold mine and Geertuo gold mine. The resources of the main ore bodies in Dashui gold mine, Gongbei gold mine and Geertuo gold mine respectively account for 75.62%, 78.51% and 79.58% of the mining area. The proportion of main ore body resources has changed, for example, Dashui gold mine has increased from 70.59% to 75.63%, and Gongbei gold mine has decreased from 88.24% to 84.16%.

Key words: mineral exploration; ore-controlling factors; characteristics of main ore body; comparative analysis; Dashui gold field; Gannan area