

青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿详查

探矿权评估报告书

摘 要

编号：川立矿评字[2021]103号

评估机构：四川立诚矿业评估咨询有限公司。

项目名称：青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿详查探矿权评估。

委托方：山金西部地质矿产勘查有限公司。

探矿权人：山金西部地质矿产勘查有限公司。

评估对象及范围：青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿详查探矿权；评估范围为《勘查许可证》（证号：T6300002009013010023380）中载明的勘查区范围。

评估目的：山金西部地质矿产勘查有限公司拟转让其拥有的青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿详查探矿权，需了解其市场价值。为此，山金西部地质矿产勘查有限公司委托我公司对青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿详查探矿权进行评估。本次评估即为实现上述目的而为委托方提供青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿详查探矿权在评估基准日时点价值咨询意见。

评估方法：地质要素评序法。

评估基准日：2022年1月31日。

评估主要参数：评估探矿权面积：1.97km²；实物工作量如下：1:10000地质测量（草测）1.97Km²，1:2000地质测量（简测）1.97Km²，1:10000水、工、环地质测绘1.97Km²，1:1000地质剖面测量31.10Km，1:1000岩石剖面测量2.45Km；激电中梯测量（短导线）11.20Km，可控源音频大地电磁测量1.97Km²；瞬变电磁测量112.00点，激点测深测量15.65点；矿区IV级控制测量1.00Km²；工程测量142点；地区调整系数1.9；实物工作量成本现值：5596.65万元，基础成本（Pc）1417.59万元；效用系数：0.2533；调整系数：0.3292。

评估结果：在充分调查和了解评估对象的基础上，根据特定的评估目的，采用地质要素评序法，经评估计算确定：青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿详查探矿权

在评估基准日（2022年1月31日）评估价值为人民币 466.62 万元人民币，大写人民币肆佰陆拾陆万陆仟贰佰元整。

评估有关事项声明：评估结论自评估基准日起一年内有效，超过一年此评估结论无效，需重新进行评估。本报告仅供委托人为本报告所列明的评估目的以及报送有关机关审查而作。评估报告的使用权归委托方所有，未经委托方同意，不得向他人提供或公开。除依据法律须公开的情形外，报告的全部或部分内容不得发表于任何公开的媒体上。

重要提示：

本次评估工作中，评估委托方提供的所有文件材料，是编制本报告的基础，相关文件材料提供方应对所提供的有关文件材料的真实性、合法性、完整性承担责任。评估报告中所使用的基础数据取自委托方提供的《青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿详查报告》，该报告为有相应地勘资质单位编制，经青海省国土规划研究院矿产资源储量评审专家组评审通过，后经青海省国土资源厅评审备案。

根据《固体矿产资源储量分类》(GB/T1766-1999)，青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿详查探矿权，勘查区已圈出铅锌矿体（矿石量 333+334? ）88.81 万吨，根据《矿区资源储量划分标准》矿体规模属于小型的 1/2 以下。根据《固体矿产资源储量分类》(GB/T1766-2020)，属潜在矿产资源，且品位较低(Pb1.20%，Zn1.75%，Ag21.42 g/t)，尚不具备转换为（可采）储量条件；矿区未开展专门的矿石加工性能研究工作，仅与位置较近的牛苦头铅锌矿床进行了类比，认为矿石可选；对矿床开发未作经济评价，依据目前的市场条件，不具备开采利用价值。根据“青国土规储评字[2017]06号”评审结论：工作布置不尽合理，矿区远景规模没有查清，工作质量不能满足详查阶段要求。因此，该探矿权总体上仍处于普查工作阶段。

本次评估结论是在独立、客观、公正的原则下完成的，本评估机构及参加本次评估的评估人员与评估委托方、探矿权人、相关当事方之间无任何利害关系。该结论为我公司评估人员根据特定的评估目的对被评估资产所作出的专业分析判断，评估结果不是评估对象实际价值的实现保证。

根据《勘查许可证》（证号：T6300002009013010023380），有效期限：2021年3月至2023年1月25日，截止评估基准日，勘查许可证尚在有效期范围内；注：“本次为第3次保留（最后一次），根据国务院令第240号有关规定，探矿权保留期满，

勘查许可证应予以注销”。特别提示委托方与报告使用人予以注意。

经与矿业权人沟通，该探矿权是通过申请在先的方式获得的，该探矿权以往未缴纳过探矿权出让收益（价款），亦未进行探矿权评估，特别提示委托方与报告使用人予以注意。

本报告表中所列数据，因列示的小数位数不同造成计算结果不平衡的，一律以表中结果为准。

对存在的可能影响评估结论的瑕疵事项，在评估委托人及矿业权人未做特殊说明而评估人员已履行评估程序仍无法获知的情况下，评估机构和评估人员不承担相关责任。

本评估报告经本公司法定代表人和矿业权评估师盖章签名，并加盖本公司公章后生效。本评估报告书含有附表及附件，附表及附件构成本报告书的重要组成部分，与本报告正文具有同等法律效力。

以上内容摘自《青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿详查探矿权评估报告书》，欲了解详情，敬请全文阅读评估报告。

评估机构：四川立诚矿业评估咨询有限公司

法定代表人：

矿业权评估师：

矿业权评估师：

二〇二二年四月一日

目 录

青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿详查探矿权评估报告书	1
一、评估机构	1
二、评估委托方与探矿权人	2
三、评估目的	2
四、评估对象、范围及矿权沿革史	2
(一) 评估对象	2
(二) 评估范围	3
(三) 探矿权沿革史	3
(四) 缴纳探矿权出让收益(价款)及以往评估史	4
五、评估基准日	4
六、评估依据	4
(一) 法律法规	4
(二) 矿业权评估准则及通知	4
(三) 权属及行为依据	5
(四) 资料依据	5
七、矿权资源勘查和开发概况	5
(一) 矿区位置、交通和自然地理及经济概况	5
(二) 地质工作概况	6
(三) 区域地质概况	10
(四) 矿区地质概况	15
(五) 矿体地质特征	18
(六) 开采技术条件	25
(七) 矿区建设开发现状	34
八、评估实施过程	34
九、评估方法	35
十、评估指标与参数的选取	36
(一) 评估依据的技术资料及其合理性	36
(二) 评估参数的选取与计算	36
十一、评估假设	53
十二、评估结论	54
十三、评估有关问题的说明	54
十四、评估责任人	56

十五、其他参与评估工作人员-----	56
十六、评估报告日-----	56

附表

附表 1. 青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿详查探矿权评估价值计算表 -----	57
附表 2. 青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿详查探矿权评估勘查基础成本计算表 -----	58
附表 3. 青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿详查探矿权勘查实物工作量表 -----	59
附表 4. 青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿详查探矿权地形、地质测量重置直接成本计算明细表 -----	60
附表 5. 青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿详查探矿权探矿工程重置直接成本计算明细表 --	61
附表 6. 青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿详查探矿权钻探工程重置直接成本计算明细表 --	62
附表 7. 青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿详查探矿权重置成本计算表 -----	63
附表 8. 青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿详查探矿权评估效用系数评判赋值表 -----	64
附表 9. 青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿详查探矿权评估价值指数专家评判及调整系数计算结果表 ----	65

附件

附件 1、四川立诚矿业评估咨询有限公司《营业执照》 -----	66
附件 2、四川立诚矿业评估咨询有限公司《矿业权评估资格证书》 -----	67
附件 3、矿业权评估师执业资格证书复印件 -----	68
附件 4. 评估委托书和承诺书 -----	70
附件 5. 评估机构承诺书 -----	72
附件 6. 山金西部地质矿产勘查有限公司《营业执照》 -----	73
附件 7. 山金西部地质矿产勘查有限公司《勘查许可证》 -----	74
附件 8. 《青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿普查报告》专家评审意见书 -----	75
附件 9. 《青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿详查报告》矿产资源储量评审备案证明 -----	88
附件 10. 《青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿详查报告》专家评审意见书 -----	89
附件 11. 《青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿详查报告》(节选) -----	103
附件 12. 地质要素评序法专家简历及赋值表 -----	210

附图

附图 1. 青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿区综合地形地质图（比例尺 1:10000）
附图 2. 青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿区实际材料图（比例尺 1:10000）
附图 3. 青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿区 0 勘探线地质剖面图（比例尺 1:1000）
附图 4. 青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿区 32 勘探线地质剖面图（比例尺 1:2000）
附图 5. 青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿区 ZK0-1 钻孔柱状图（比例尺 1:10000）
附图 6. 青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿区 ZK0-2 钻孔柱状图（比例尺 1:10000）
附图 7. 青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿区 I-1 号资源储量估算纵投影图（比例尺 1:1000）
附图 8. 青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿区 I-2、3、4 及 II-1 号资源储量估算水平投影图（比例尺 1:1000）

青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿详查

探矿权评估报告书

编号:川立矿评字[2021]103号

四川立诚矿业评估咨询有限公司受山金西部地质矿产勘查有限公司的委托,遵循国家矿业权评估的有关规定,本着独立、客观、公正、科学的原则,根据特定评估目的运用中国矿业权评估师协会发布的探矿权评估方法,对青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿详查探矿权进行了评估。本评估报告对该探矿权在评估基准日时点—2022年1月31日所表现的价值作出了公允反映。现将评估过程、方法及评估结果报告如下:

一、评估机构

评估机构名称:四川立诚矿业评估咨询有限公司;

统一社会信用代码:915101057469123217;

类型:有限责任公司(自然人投资或控股);

住所:成都市青羊区一环路西一段144号京川宾馆C座503、504;

法定代表人:管士平;

注册资本:壹佰万元整;

成立日期:2003年2月13日;

营业期限:2003年2月13日至长期;

经营范围:一般项目:资产评估;社会经济咨询服务(除依法须经批准的项目外,凭营业执照依法自主开展经营活动)。许可项目:矿产资源勘查(依法须经批准的项目,经相关部门批准后方可开展经营活动,具体经营项目以相关部门批准文件或许可证件为准)。

评估机构资质:资产评估,探矿权、采矿权评估。

四川立诚矿业评估咨询有限公司是专业从事资产评估、矿业权评估和矿业咨询的社会中介组织,2003年6月经国土资源部批准,获矿业权评估资格,证书编号:

矿权评资[2003]010号。2021年3月经四川省财政厅批准，获资产评估机构备案公告（川财资[2021]19号）。公司属独立法人单位，在成都市青羊区行政审批局登记。

二、评估委托方与探矿权人

评估委托方：山金西部地质矿产勘查有限公司。

探矿权人：山金西部地质矿产勘查有限公司。

住 所：青海生物科技产业园区纬二路16号6楼。

法定代表人：王晓东。

注册资本：陆仟万圆整。

类 型：一人有限责任公司。

统一社会信用代码：91633100710562235U。

成立日期：1998年06月22日。

营业期限1998年06月22日至2029年06月22日。

登记机关：青海生物科技产业园工商行政管理分局。

经营范围：有色金属、黑色金属及其他固体矿产地质勘查、开发和经营；地质勘探工程；地质咨询；地质技术服务；房屋及车辆租赁（依法须批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动）。

三、评估目的

山金西部地质矿产勘查有限公司拟转让其拥有的青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿详查探矿权，需了解其市场价值。为此，山金西部地质矿产勘查有限公司委托我公司对青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿详查探矿权进行评估。本次评估即为实现上述目的而为委托方提供青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿详查探矿权在评估基准日时点价值咨询意见。

四、评估对象、范围及矿权沿革史

（一）评估对象

青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿详查探矿权。

（二）评估范围

根据青海省自然资源厅于 2021 年 3 月 22 日颁发《勘查许可证》（证号：T6300002009013010023380），探矿权人：山金西部地质矿产勘查有限公司；地理位置：青海省海西州格尔木市；图幅号：J46E019009；勘查面积：1.97Km²；有效期限：2021 年 3 月 22 日至 2023 年 1 月 25 日；勘查区范围由 4 个拐点坐标圈定，详见表 1。

表 1 《勘查许可证》中载明矿区拐点坐标

点号	2000 国家大地坐标系	
	经 度	纬 度
1	92° 00' 46.000"	36° 57' 26.000"
2	92° 00' 46.000"	36° 58' 01.000"
3	92° 02' 00.000"	36° 58' 01.000"
4	92° 02' 00.000"	36° 57' 26.000"

本次委托方委托的评估范围为《评估委托合同书》（合同编号：鲁金西勘 2021-052）中委托评估的青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿详查探矿权勘查区范围，其范围与《勘查许可证》（证号：T6300002009013010023380）中载明的勘查区范围一致。

矿山周边无其它矿权设置，亦无矿权纠纷。

（三）探矿权沿革史

青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿详查位于青海省格尔木市，探矿权首次设立于 2005 年 1 月 25 日，首次登记面积为 22.00Km²，有效期限：自 2005 年 1 月 25 日至 2007 年 1 月 25 日，探矿权证号：6300000510015，探矿权人：青海西部矿业地质勘查有限公司；青海西部矿业地质勘查有限责任公司 2011 年被山东黄金集团收购，公司更名：山金西部地质矿产勘查有限公司。后经过多次延续，变更。目前，探矿权人持有青海省自然资源厅于 2021 年 3 月 22 日颁发《勘查许可证》（证号：T6300002009013010023380），探矿权人：山金西部地质矿产勘查有限公司；地理位置：青海省海西州格尔木市；图幅号：J46E019009；勘查面积：1.97Km²；有效期限：2021 年 3 月 22 日至 2023 年 1 月 25 日；截止评估基准日，勘查许可证尚在有效期范围内；注：“本次为第 3 次保留（最后一次），根据国务院令第 240 号有关规定，探矿权保留期满，勘查许可证应予以注销”。

（四）缴纳探矿权出让收益（价款）及以往评估史

经与矿业权人沟通，该探矿权是通过申请在先的方式获得的，该探矿权以往未缴纳过探矿权出让收益（价款），亦未进行探矿权评估。

五、评估基准日

本项目评估基准日是 2022 年 1 月 31 日。一切取价标准均为评估基准日有效的价格标准，评估价值为 2022 年 1 月 31 日的时点有效价值。

选取 2022 年 1 月 31 日作为评估基准日，一是该时点系与评估委托方商定；二是考虑该日期为年末且距离评估日期较近，便于评估委托方或探矿权人准备评估资料及矿业权评估师合理选择评估参数。

六、评估依据

评估依据包括法规依据、行为、产权和取价依据等，具体如下：

（一）法律法规

- 1) 《中华人民共和国矿产资源法》及实施细则；
- 2) 《矿产资源开采登记管理办法》及修订；
- 3) 《矿产资源勘查区块登记管理办法》及修订；
- 4) 《矿业权出让转让管理暂行规定》（国土资发[2000]309 号）；
- 5) 《关于印发〈矿业权出让转让管理暂行规定〉的通知》（国土资发[2014]89 号）；
- 6) 《国土资源部关于进一步规范矿产资源勘查审批登记管理的通知》（国土资发[2017]14 号）；
- 7) 《中华人民共和国资产评估法》（2016 年 7 月 2 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十一次会议通过）。

（二）矿业权评估准则及通知

- 1) 《矿业权评估技术基本准则》（CMVS00001-2008）；
- 2) 《矿业权评估程序规范》（CMVS11000-2008）；
- 3) 《矿业权评估业务约定书规范》（CMVS11100-2008）；
- 4) 《矿业权评估报告编制规范》（CMVS11400-2008）；

- 5) 《矿业权转让评估应用指南》(CMVS20200-2010)；
- 6) 《确定评估基准日指导意见》(CMVS30200-2008)；
- 7) 《矿业权评估参数确定指导意见》(CMVS30800-2008)；
- 8) 《矿业权评估指南》(2004 版)。
- 9) 《固体矿产资源储量分类》(GB/T1766-1999)
- 10) 《固体矿产资源储量分类》(GB/T1766-2020)。

(三) 权属及行为依据

- 1) 《评估委托合同书》(合同编号：鲁金西勘 2021-052)；
- 3) 《评估委托书和委托方承诺书》；
- 2) 《勘查许可证》(证号：T6300002009013010023380)；

(四) 资料依据

- 1) 《铜、铅、锌、银、镍、钼矿地质勘查规范》(DZ/T0214-2002)；
- 2) 《〈青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿普查报告〉矿产资源储量评审意见书》(青国土资储评字[2014]81 号)；
- 3) 《青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿详查报告》(山金西部地质矿产勘查有限公司，2016 年 11 月)；
- 4) 《〈青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿详查报告〉矿产资源储量评审备案证明》(青国土资储审备字[2017]011 号)；
- 5) 《〈青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿详查报告〉矿产资源储量评审意见书》(青国土资储评字[2017]06 号)；
- 6) 委托单位提供的有关资料；
- 7) 评估人员收集的其它有关资料。

七、矿权资源勘查和开发概况

(一) 矿区位置、交通和自然地理及经济概况

勘查区位于格尔木市西 360km 处的野马泉东侧，属格尔木市乌图美仁乡辖区，在四角羊沟口两侧，地理坐标(西安 80 坐标系)为：东经 92° 00′ 26″ ~92° 02′ 40″，北纬 36° 56′ 52″ ~36° 58′ 00″。沿格尔木市~茫崖公路行至 260km 处向南西进矿区(肯德可克铁矿)公路，继续行驶约 60km，至勘查区，交通较为便利。

工作区地处柴达木盆地西南缘，东昆仑山北侧山前地段。山脉总体走向北西西向，地势南高北低，高差较大，属深切割的高山区。工作区最低海拔 3700m，最高海拔 4029m。属柴达木盆地西南缘半干旱荒漠区，最低气温可达 -34.3°C ，最高可达 30°C ，平均气温低于 0°C 。年降水量低于 200mm，蒸发量大于 2520mm，年八级以上风日数达 105 天，多集中在 3~4 月份。

区内水系较发育，但多为间歇性流水。主要河流为巴音郭勒河。次级河流为牛苦头沟、四角羊沟等，7~8 月份雨季时河谷中有间歇性流水，生活用水从野马泉或五一河拉运。

区内人烟稀少，经济落后，工农业生产不发达，矿区中有稀疏的植被，多为骆驼刺，另有少量野葱、杂草。每年 6~9 月份有哈萨克、蒙古族临时游牧。

近年来，肯德可克铁矿由庆华矿业公司投入开采，高压输电线路也接入该区域，新修的简易公路已经从甘森泵站通至狼牙山下，距离四角羊沟约 20km。此外矿区东部一带有零星个体采矿活动，在巴克特矿区点的边部及 22 号多金属矿点（4091375，16420940）、（4088325，16424515）也有个体采矿活动，日开采量约 200t。牛苦头沟的北侧已建成日处理 150t 的铅锌选矿厂，对开采的矿石进行浮选加工。

目前区内经济较为落后，无物资供应点，燃煤、汽油、柴油、机械设备等靠汽车从格尔木、花土沟运入。

（二）地质工作概况

自六十年代以来，区域上开展过大面积的物、化探扫面，圈出了多处航磁异常、化探异常；同时，开展有小中大比例尺的矿产地质调查，发现了多处铜、铅锌、铁、钴等多金属矿床点。

1) 1968 年，青海省地质局第一地质大队在野马泉地区开展了 1:10 万、1:5 万以铁矿为主的矿产地质调查，发现了野马泉铁矿。1969 年，省地质局物探队开展了牛苦头沟地区 1:25000 磁法测量，发现了编号 M23 号的磁异常。1970 年，又采用 1/5000 地面磁法对 M23 磁异常的东段进行了精测，同时在其中心部位施测了两条电法、磁法综合剖面，认为磁性体埋藏深度在 50m 以下，但对异常未做出定性解释。1977 年，在 M23 磁异常中部开展了 1:5000 地质调查，在其东段开展了 1:5000 电法及 1:5000 化探剖面测量，圈定了矿化蚀变带的范围。

2) 1980~1981 年，青海省第一地质大队对该异常中心的矿化蚀变带开展了 1:

5000 地质测量 (1.6km²) 及钻探 (2357m) 验证, 大致查明了矿体形态、规模、产状, 大致了解了矿体深部延伸情况。确定了异常具有向东收敛向西扩散的特征, 但对矿体空间展布规模未进行圈定控制, 尤其是 35 线以西的矿体未进行评价。提交了 Pb 金属量 1.92 万吨 (表内 1.86 万吨)、Zn 金属量 2.78 万吨 (表内 2.71 万吨)、Cu 金属量 0.22 万吨 (表内 0.15 万吨)。

3) 1997~1998 年, 青海省地球化学勘查技术研究院在柴达木盆地西南缘开展了 1/20 万区域地球化学调查, 在工作区圈出了 2 处以 Cu、Sb、Pb 元素为主、W、Sn、BI、Ag 为次的综合异常, 编号 AS_{Z2}40、AS_{Z3}41。

4) 2000 年, 青海省地质矿产勘查院在开展铁石达斯地区 1:5 万水系沉积物测量, 将 AS_{Z2}40 异常解剖为 ASO_{1Z2}PbAg (Zn、Sn、Hg)、ASO_{2Z2}SbHg (Ag、W、Cu)、ASO_{3丙3}Sb (Cu、Ag)、ASO_{4Z2}Pb (Ag、Hg、Zn) 四个异常。除 ASO_{3丙3}Sb (Cu、Ag) 异常浓集中心不明显、浓度分带不完全, 各元素异常套合性较差外, 其它异常强度高, 套合性较好, 初步评价具良好的找矿前景。

5) 2005~2006 年在矿区内开展了地质、物化探工作, 经过槽探、坑探、钻探工程及取样测试工作, 大致查明矿区地质、岩浆岩、构造及主要矿体的特征, 在区内发现四条矽卡岩带, 确定进一步普查的靶区两处: I 号矽卡岩和 II 号矽卡岩带。I 号矽卡岩带内圈定了地表铅锌矿体 3 条; II 号矽卡岩带内圈定了 2 条铅锌矿体。其他矽卡岩带不含矿。发现了 I 号矽卡岩带分布于花岗闪长岩体外接触带, 整体走向 250°, 其中的矿体沿花岗闪长岩体的外接触带 (矽卡岩带) 产出。确定了矿床成因类型为接触交代型。ZK0-1 钻孔在孔深 71.2~78.16 米之间见矿; E-3 号激电异常经 ZK63-1 验证为非矿致异常; 在 0 线南北部物探异常显示矿体向深部仍有延伸, 地表未见花岗岩出露地段也有很好的异常, 反映深部可能存在隐伏矿体。

6) 2007 年第一次延续了探矿权, 继续开展普查找矿工作, 主要投入物探测量、坑探、钻探为主的勘查手段。通过开展物探可控源大地音频电磁剖面测量 (CSAMT), 对矿区深部进行探测, 圈出了低阻异常体, 圈定了岩体与围岩界线, 经钻探验证, 岩体界线 (高阻体) 较准确, 低阻异常体部位均属于碳质千枚岩、碳质板岩引起, 没有找到隐伏铅锌矿体, 说明该方法不适宜在本区指导找矿勘查。

7) 从 2009 年开始, 截止到 2010 年 12 月, 主要采用坑探为主的探矿手段, 通过研究发现 3815 中段内自 16 线后矿体出现变窄趋势, 而控矿的北东向断层依然存

在；3748 中段在 0 线的岩体与围岩的接触带上并未见到矽卡岩，破碎带处亦无矿化；矿体赋存于北东向断裂带中，说明深部矿体受断裂控制明显。矿区 40 线以西仍有较大找矿空间。

8) 2011 年 6 月到 2012 年 7 月 25 日，普查工作主要以钻探为主，结合物探及工程点测量等探矿手段。ZK0-2 在 26.30~28.60m 处见矿，Pb 品位 0.46~2.46%，Zn 品位 3.24~3.27%，矿体产于矽卡岩中，倾角较缓，与地表 TC0-2 探槽中的 I-2 矿体相对应。ZK64-1 主要控制 I-3 矿体，见矿部位在 222.10~224.00m，主要以棕色的闪锌矿为主，Pb 品位 0.78~3.07%，Zn 品位 4.26~12.88%；矿体产于大理岩的裂隙中。1:2000 高精度磁测显示的异常结果与钻孔验证基本吻合，显示此方法在本矿区有一定的应用前景。

9) 2012 年施工 5 个钻孔，分别是 ZK0-3、ZK8-3、ZK40-1、ZK64-2、ZK72-1，其中 ZK8-3 和 ZK64-2 见矿，对应矿体分别为 I-2 和 I-3；其中 ZK8-3 见矿厚度 0.60m，Pb 品位 6.21%，Zn 品位 5.03%；ZK64-2 见矿厚度 1.58m，Pb 品位 3.70%，Zn 品位 3.70%。

10) 2014 年 7 月山金西部地质矿产勘查有限公司提交了《青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿普查报告》，经青海省国土规划研究院矿产资源储量评审中心评审，并以青国土规储评字[2014]第 81 号文通过审查，提交 334? 资源量：矿石量为 684780.83 t，Pb 金属量为 8563.23t，Zn 金属量为 14014.54 t，伴生 Ag 金属量为 16.88t。

表 2 2005 年~2012 年完成主要工作量

工作项目	单 位	完成工作量	备 注
1:1 万地质草测	km ²	22.00	2005—2006 年
1:2 千地质简测	km ²	1.20	2005—2006 年
物探剖面地形测量	Km	31.1	
1:1 千实测勘探线地质剖面	km	15.64	
矿区 IV 级控制测量	km ²	1	
工程测量	点	142	
高精度磁测	km ²	22	
激电中梯测量	km ²	11.2	
瞬变电磁测量	点	112	
物探 CSAMT 测量	点	1555	31.10km
激电测深	点	132	
1:1 千物探综合剖面	km	10.24	
1:1 千岩石剖面测量	km	2.45	
坑 探	m	2131.49	2009 年
槽 探	m ²	3885.00	2005—2006 年
钻 探	m	9726.46	2005—2012 年
普通分析样	件	586	
小块体重样	件	5	
综合性科研	个	1	2007—2008 年
投入总费用		1904.08 万元	

11) 2016年9月~11月山金西部地质矿产勘查有限公司在勘查区野外施工,于2016年11月编制提交了《青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿详查报告》。主要完成工作量有:1:1万水、工、环地质测绘面积16.47km²,完成ZK0-1、ZK64-1水文地质编录。2015年施工一个钻孔ZK60-2控制I-3号矿体,由于见矿较差,且I-3号矿体向深部歼灭,加之该矿体规模较小,继续施工不经济,所以控制该矿体的其它钻孔没有再继续施工。补做小体重测试样品30件、组合分析样品6件、物相分析样品5件、光谱分析样品5件、光薄片鉴定5件。通过对工作区的地质勘查工作,大致查明了工作区地层、构造、岩浆岩特征,确定了铅锌矿(化)层位,发现大小铅锌矿体5条,查明了铅锌矿体的产状、规模及质量特征,估算区内(333+334?)类铅锌矿资源储量为:矿石量888068.94t,铅金属量10623.96t,平均品位1.20%;锌金属量15549.29t,平均品位1.75%。其中:(333)矿石量519224.32t,铅金属量5915.69t,锌金属量8141.5t;(334?)矿石量368844.62t,锌金属量4708.27t,锌金属量7407.79t。保有伴生(333+334?)银金属量19022.44kg,平均品位21.42g/t;伴生金金属量115.45kg,平均品位0.13g/t,伴生铜金属量1154.49t,平均品位0.13%。2017年1月16日,青海省国土规划研究院矿产资源储量评审中心组织专家以“青国土资储评字[2017]06号”评审通过;2017年2月21日,青海省国土资源厅以“青国土资储审备字[2017]011号”评审备案;本次评估基础数据基于此报告。

表3 完成主要实物工作量一览表

序号	工作内容	单位	累计完成工作量	备注
1	工程测量	点	142.00	
2	1/10000地质测量(草测)	Km ²	22.00	
3	1/1000地质剖面测量	Km	31.10	
4	1/2000地质测量(简测)	Km ²	1.20	
5	1/10000水、工、环地质测绘	Km ²	16.47	
6	激电中梯测量(短导线)	200×20m	11.20	
7	可控源音频大地电磁测量	Km ²	22.00	
8	瞬变电磁测量	点	112.00	
9	激电测深测量	点	15.64	
10	1:1000岩石剖面测量	Km	2.45	
11	矿区IV级控制测量	Km ²	1.00	
12	钻探	m	9858.86	
13	槽探	m ³	3885.00	

14	坑探	m	2131.49	
15	普通分析样	件	590	
16	小块体重样	件	35	
17	光谱分析样	件	5	
18	光薄片鉴定	件	5	

(三) 区域地质概况

本区位于柴达木准地台之南缘，所处大地构造位置在区域上隶属祁漫塔格断褶带。区内构造线呈北西西向，有元古界、奥陶系、泥盆系、石炭系、二叠系、三叠系及第四系地层分布，与区域构造线方向一致的断裂和褶皱形成的格架，严格控制着地层的分布。海西期、印支期岩浆活动强烈，分布面积大，以中酸性岩为主。在复杂的地质作用条件下，为本区许多大中型喷流沉积型矿床及矽卡岩型接触交代矿床提供了良好的成矿环境。

1、地层

区域上出露地层属昆仑山~祁漫塔格分区，有古元古代金水口（岩）群(Pt_{1b})；志留纪-奥陶滩间山群(OSt₃)；泥盆纪牦牛山组下段(D_{3m}¹)、上段(D_{3m}²)；石炭纪大干沟组(C_{1dg})、绉敖苏组(C_{2d})；二叠纪大柴沟组下段(P_{1-2d}¹)、上段(P_{1-2d}²)；第四系(Q)。

表4 地层特征一览表

地层	代号	分布范围	接触关系	岩性描述	岩相与建造
第四系	Q	大面积分布于南北两侧		风积砂、冲击物、洪积物、冰积—冰水堆积物	
二叠纪	P _{1-2d} ²	野马泉南部，向东可断续延伸至哈是托	底界与 C _{2d} 呈整合接触	碎屑岩及灰岩组：粉砂质灰岩、白云岩、钙质粉砂岩	滞流海—陆相碳酸岩、碎屑岩建造
	P _{1-2d} ¹			碳酸盐岩组：燧石条带生物灰岩、夹含燧石结核白云岩、含白云质灰岩	陆台型浅海相碳酸岩建造
石炭纪	中统 C _{2d}	野马泉南部、牛苦头沟、哈是托、半个带南、球路奥窝头西	与 P _{1-2d} 呈整合接触，与 C _{1dg} 呈平行不整合接触，与 D _{3m} 、Pt _{1b} 呈角度不整合接触	绉敖苏组：生物灰岩含白云质灰岩、石英砂岩、粉砂岩	滨海—浅海相碳酸岩建造
	下统 C _{1dg}	主要分布于尕林格~那陵郭勒河	与 C _{2d} 呈平行不整合接触，底部呈角度不整合于 Pt _{1b} 之上	大干沟组：生物碎屑灰岩、泥灰岩、石英砂岩、粉砂岩、板岩、页岩	浅海—陆棚相碳酸岩、碎屑岩建造

地层	代号	分布范围	接触关系	岩性描述	岩相与建造	
石炭纪	下统	C _{1s}	哈尔头力核孤立山丘上	与下伏黑山沟组或花岗闪长岩呈不整合接触，与上覆西汉斯特沟组为假整合接触	石拐子组：生物灰岩、生物碎屑灰岩、白云质灰岩、偶见鲕粒灰岩及碎屑灰岩	滨海—浅海相碳酸岩建造
泥盆纪 牦牛山组	D _{3m} ²	分布于肯德可克、野马泉、黑山一带。	与 C _{1dg} 、C _{2d} 不整合接触，与 Pt _{1b} 、OST 均呈角度不整合接触	火山岩组：玄武岩、安山岩、酸性凝灰岩熔岩、熔岩、火山角砾岩、流纹岩、顶部夹粉砂岩粉砂质板岩	火山岩、碎屑岩建造	
	D _{3m} ¹			砂砾岩组：砾岩夹含砾石英砂岩，偶夹火山岩透镜体	湖泊相伸展磨拉石建造	
志留纪—奥陶滩间山群	OST ₃	分布在牛苦头沟、哈是托、长山一带	与 Pt _{1b} 呈断层接触，与 D _{3m} 呈角度不整合接触	碳酸盐岩组：大理岩、结晶灰岩、石英岩、石英片岩	碳酸岩建造	
古元古代	金水口岩群	Pt _{1b}	分布于四角羊—克体哈尔断裂带的南部	与 OST ₃ 呈断层接触	白沙河岩组：黑云斜长片麻岩、斜长角闪（片）岩，大理岩、黑云母石英片岩、二云石英片岩	活动陆缘海相泥质、泥沙质碎屑岩夹碳酸盐岩及基性火山岩建造

2、构造

在漫长的地质史中，本区经历了多次复杂而强烈的构造运动。不同规模和力学性质的构造变形不同程度均有反映，保存完好，其中北西西向、北西向压性、压扭性断裂组成了区域的主体构造骨架，且对各时代地层分布、各类岩浆岩和变质作用及矿产等都起着重要的控制作用。构造的主要表现形式有褶皱构造和断裂构造。

1) 褶皱构造

区内褶皱构造有轴东西向的背、向斜及北西西向的向斜构造，主要分布有 3 条褶皱。现分述如下：

①狼牙山向斜：位于巴音郭勒河口东岸，褶皱长约 10km，核部和翼部均由元古界狼牙山群碳酸岩组成。北翼南倾，倾角 70~80°；南翼北倾，倾角小于 70°，轴面南倾，东端仰起。该向斜被一组近南北向和一组北东向断层错开。向斜南翼见上覆石炭系与其呈不整合接触。

②肯得可克向斜：位于狼牙山南，肯德可克沟东，轴向近东西向，延伸 4km，西端仰起。核部和翼部均由石炭系组成，南翼出露完整，北翼受断裂影响，倾角较陡，

挤压紧密。

②野马泉向斜：位于野马泉南，轴向延伸 26km 至球路奥窝头。核部为下二叠统上岩组钙质粉砂岩，翼部为上石炭统四角羊沟组生物灰岩、白云岩。两翼岩层倾角 $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ ，北翼被断裂穿切，地层出露不全。

2) 断裂

区域上断裂十分发育，根据断裂形迹、力学性质可分为三组，即北西西向、北西向、和近东西向。北西西向、北西向断裂组成了区域主体构造骨架，对地层、岩浆岩、变质岩及矿产起着重要的控制和改造作用。

北西西向断裂是区内主干构造，规模较大，四角羊沟地区受该组断裂的影响；北西向断裂在区内表现的比较强烈，由走向北西向的压扭性断裂及同方向的片理、片麻理组成，断裂力学性质为压扭性；近东西向断裂东西向延伸长 6~18km，上石炭统四角羊沟组被该断裂切割；北东向断裂出露规模小，分布在西部，长度在 3~5km，性质为平移断层，错断近东西向断裂。

3) 侵入岩

区域侵入岩发育，出露面积广，岩石类型丰富多样，从超基性到酸性均有不同程度的分布。主体分布于南部及东部，受断裂控制明显，总体呈北西向展布。在北部侵入岩出露少量，呈串珠状岩株形式产出，亦呈北西向展布。

侵入活动主要发生在元古代、泥盆纪、三叠纪、侏罗纪等几个时期，尤以泥盆纪、三叠纪侵入岩最为发育。

①新元古代变质侵入体

出露面积较小，由 15 个侵入体组成，由早到晚岩性分别为灰白色眼球状花岗闪长质片麻岩体、灰白色、浅肉红色眼球状二长片麻岩体，其中牵着分布于二道沟、五道沟一带，后者分布于洪刻勒以东及窝牛格一带，平面上呈不规则岩株状，总体呈北西向展布。是东昆中陆块基底岩系的组成部分。围岩为古元古代白沙河岩组，是一套经历了角闪岩相变质作用的火山~沉积岩。岩体与围岩之间以任性剪切带相接触。岩体经历了强烈的变质变形作用改造，不同程度地改变了侵入岩的原始组构和面貌。条带状的韧性剪切带发育是该岩体的突出特征，剪切面理总体北东倾，倾角 $35^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 间。岩石普遍发育眼球状构造、条带状构造，眼球主要由斜长石、钾长石组成。

该时代变质侵入岩体是从元古代白沙河岩组中解体出来的，岩性为灰白色-灰红色眼球状二云（黑云）二长片麻岩、灰白色-浅肉红色眼球状二长片麻岩，灰色眼球状花岗闪长质片麻岩，属变质侵入体类型。依据变质侵入岩的命名原则，将其命名为洪刻勒眼球状花岗闪长质片麻岩体（ $Pt_3\gamma\delta$ ）和洪刻勒眼球状二长片麻岩体（ $Pt_3\eta\gamma$ ）。

花岗闪长质片麻岩体（ $Pt_3\gamma\delta$ ）：灰色，鳞片花岗变晶结构、变余似斑状结构，基质为变余细粒结构，眼球状、片麻状构造、块状构造。以发育眼球状构造为特征，巨大的眼球状构造为特征，眼球成分以石英为主，次为斜长石，大小一般为 $1\times 2\text{cm}$ ，最大 $1.6\times 3\text{cm}$ ，部分长石、石英、白云母等矿物构成基质分布在眼球间。岩石成分为斜长石（35%）、钾长石（10%）、石英（40%）、黑云母（10%）、白云母（4%）、磁铁矿少量以及微量磷灰石、锆石等。

洪刻勒眼球状二长片麻岩体（ $Pt_3\eta\gamma$ ）：灰色-灰红色，鳞片花岗变晶结构、变余似斑状结构，基质为变余细粒结构，眼球状、片麻状构造、块状构造、条纹带状构造、碎裂构造。以发育眼球状构造为特征，巨大的眼球状构造为特征，眼球成分以微斜长石为主，次为斜长石，少量为黑云母，条纹条带以石英为主，次为微斜长石、斜长石。岩石成分为斜长石（27~40%）、钾长石（20~25%）、石英（20~28%）、黑云母（12~20%）、白云母（8%）、磁铁矿少量及微量磷灰石、锆石等。

②晚泥盆世南黑山序列

分布于尕林格山、野马泉北东、尕怒大门北、克提哈尔北西、南黑山南坡一带，多呈岩基状产出，少数呈岩株状，多以巨大的岩基形式北西西向展布，少数呈不规则状，次圆状、是测区岩浆岩的主要组成部分。根据各侵入体间的接触关系及成分、结构特征，明确了其先后关系，从早到晚岩性分别为：碎裂黑云母化、绿帘石化、纤闪石化辉长岩、深灰色细粒闪长岩、灰白色中细粒石英闪长岩、暗灰色碎裂岩化英云闪长岩、灰白色中细粒黑云母花岗闪长岩。其中花岗闪长岩出露最为广泛，次为石英闪长岩，闪长岩、辉长岩和英云闪长岩出露较少。南黑山序列侵入岩与围岩古元古代白沙河岩组、晚泥盆纪牦牛山组呈侵入接触关系，闪长岩在野马泉北东与石炭纪缙敖苏组呈断层接触关系，该时代侵入岩又被后期不同时代、不同类型的侵入岩超动侵入，局部北第四系冲洪积物和冰水堆积物覆盖。围岩中有岩枝沿裂隙贯入，热接触变质现象强烈，质包体，以石英闪长岩和花岗闪长岩居多。岩石中局部

地段有角闪石或黑云母富集。

南黑山序列侵入岩顺序为碎裂黑云母化、绿帘石化、纤闪石化辉长岩 (D_3v) - 深灰色细粒闪长岩 ($D_3\delta$) - 灰白色中细粒石英闪长岩 ($D_3\delta o$) - 暗灰色碎裂岩化英云闪长岩 ($D_3\delta i$) - 灰白色中细粒黑云母花岗闪长岩 ($D_3\gamma\delta$)。

灰色中细粒辉石黑云母闪长岩 ($D_3\delta$): 中-细粒半自形粒状结构, 块状构造。岩石成分为斜长石 (76%)、石英 (1%)、黑云母 (14%), 普通角闪石 (7%), 不透明矿物 (2%) 及微量磷灰石。岩石矿物粒度一般在 0.82~4.11mm 之间。

灰白色中细粒石英闪长岩 ($D_3\delta o$): 中细粒半自形粒状结构(局部似斑状结构), 块状构造。岩石成分斜长石 (77~84%)、钾长石 (1~5%)、石英 (5~8%)、黑云母 (2~3%), 普通角闪石 (6~17%), 磁铁矿 (1%) 及微量磷灰石、锆石。

灰白色中细粒黑云母花岗闪长岩 ($D_3\gamma\delta$): 中细粒半自形粒状结构, 文象结构, 块状构造。岩石成分为斜长石 (63~65%)、钾长石 (8~16%)、石英 (21~25%)、黑云母 (2~6%), 普通角闪石 (6%) 少量楣石及不透明矿物, 磷灰石、锆石微量。

③晚三叠世尕林格序列

区域上岩浆活动十分强烈, 侵入岩发育, 分布范围广, 出露面积大构成区域侵入岩主体。以巨大的岩基形式北西向展布, 在不同的构造单元中均有出露, 对区域地层造成强烈的吞噬和肢解, 同时也对早期岩浆活动产物造成破坏。该序列侵入岩的另一重要特征是岩浆混合作用, 造成众多岩体中发育不同类型的各类包体, 并且大多数包体具有熔融状态下的流动变形特点。根据各侵入岩体的空间分布、群居性以及相互间的接触关系, 从早到晚岩性分别为: 灰白色中细粒花岗闪长岩 ($T_3\gamma\delta$) - 灰红色-肉红色细粒二长花岗岩 ($T_3\eta\gamma$) - 浅肉红色-肉红色中细粒钾长花岗岩 ($T_3\zeta\gamma$)。

云母花岗闪长岩 ($T_3\gamma\delta$): 灰白色, 中细粒半自形粒状结构, 块状构造。岩石成分为斜长石 (62%)、钾长石 (9%)、石英 (23%)、黑云母 (5%)、角闪石 (1%) 及不透明矿物、磷灰石、锆石等。斜长石呈半自形板状, 聚片双晶, 局部具环带构造; 钾长石它形板状, 具格子状双晶, 条纹构造, 晶体内有石英、更长石、黑云母嵌晶, 粘土化、局部碳酸盐化, 为微斜长石; 石英它形粒状, 充填于其他矿物空隙中。

中细粒钾长花岗岩 ($T_3\zeta\gamma$): 浅肉红色-肉红色, 细粒花岗结构, 矿物粒径在 0.2~1.85mm 间, 块状构造。岩石成分为斜长石 (15%)、钾长石 (59%)、石英 (20~

24%)、黑云密布(2%)、少量普通角闪石和褐帘石及不透明矿物、磷灰石、锆石等。

3、矿产

本区位于秦-祁-昆成矿域东昆仑成矿省祁漫塔格-都兰华力西期铁、钴、铜、铅、锌、锡、硅灰石成矿带，野马泉-开木棋河华力西期铅、锌、钴(金、锡、锑、铋)成矿亚带。本地区已发现的矿(化)点6处。四角羊沟西铅锌矿区与上述矿点均属于同一成矿带，具有较好的成矿背景。

(四) 矿区地质概况

本区处祁漫塔格断皱带内的野马泉向斜北翼，构造线方向呈北西西和东西向，所处大地构造位置在区域上隶属祁漫塔格断褶带。元古界、奥陶系、泥盆系、石炭系地层大面积分布。构造活动强烈，北西西向~北西向的压性、压扭性断裂组成了区域构造骨架。岩浆岩以华力西期、印支期中酸性岩为主，分布面积较广。

1、地层

本区出露地层由老到新为：

1) 奥陶系滩间山群碳酸盐组(O₃T₃)：分布于详查区的中西部，走向近东西向，倾向北，倾角65~80°，总出露厚度超过271m，以灰黑色、灰白色条带状大理岩为特征，与石炭系中统统苏组下段(C₂d)不整合接触。

2) 石炭系中统统苏组(C₂d)在区内分为三段：

①石炭系中统统苏组下段(C₂d¹)：分布于详查区的中部，走向近东西向，总体倾向北，倾角10~30°，在矿区中北部由于构造作用，发生倒转，局部倾向南，厚约82m，以灰白色大理岩夹黑色灰岩及普含生物碎屑为特征，其顶部有一层花斑状、角砾状黑色灰岩，这层灰岩为石炭系中统统苏组下段(C₂d¹)与石炭系中统统苏组中段(C₂d²)分界的标志层，是本区主要赋矿层。

②石炭系中统统苏组中段(C₂d²)：从东到西贯穿整个矿区，走向近东西向，总体倾向北，倾角10~30°，矿区中北部F1断层附近变为南倾，厚度160m，以肉红色大理岩为特征，X解理发育。

③石炭系中统统苏组上段(C₂d³)：分布于详查区的东南部，走向近东西向，倾向南西，倾角30~70°，厚达284m，以白色白云质大理岩及普含生物化石为特征，地表发育溶蚀空洞。

3) 二叠系下统打柴沟组在详查内分为上、下两段：

①二叠系下统打柴沟组碳酸盐岩段 ($P_{1-2}d^1$): 分布于详查区的南部, 走向近东西向, 倾向南, 倾角 $30\sim 70^\circ$, 出露厚度超过 68m, 以含燧石灰岩、白云质灰岩为特征。

②二叠系下统打柴沟组碎屑岩及灰岩段 ($P_{1-2}d^2$): 分布于详查区的东南边界处, 走向近东西向, 倾向北, 倾角 $20\sim 70^\circ$, 出露厚度 225m, 以含粉砂质灰岩为特征。

4) 第四系按成因化为风积砂土、亚砂土 (Qh^{eol}) 和冲积砂砾 (Qp^{3pal})

第四系风积砂土、亚砂土 (Qh^{eol}): 分布于详查区的中部及东北部。

第四系冲积砂砾 (Qp_3^{pal}): 分布于详查区的中东部, 四角羊沟河床位置, 呈北东~南西向~狭长地带展布。

2、构造

1) 褶皱

勘查区整体构造骨架为一向斜, 向斜核部为二叠系下统打柴沟组碎屑岩及灰岩段 ($P_{1-2}d^2$), 其核部在详查区中西部, 两翼地层为二叠系下统打柴沟组碳酸盐岩段 ($P_{1-2}d^1$) 及石炭系中统缙敖苏组 (C_2d), 分布于详查区中部两边。枢纽走向为东西向, 长度贯穿整个工作区, 并向外延伸, 南翼地层缓, 北翼地层陡, 轴面倾向北, 从形态上初步推断为一斜歪水平向斜。矿区揉皱发育, 地层产状变化多端, 对矿体形态影响较大。

2) 断层

勘查区断裂有三组, 一组为近东西向, 一组为近南北向, 一组为北西向。近东西向的断裂有 F11、F1、F2; 近南北向的断裂有 F3; 北西向的断裂有 F4、F5、F6。

①F1 断层

为一正断层, 呈近东西向展布于详查区北部, 花岗闪长岩体的南缘, 并向东、西方向延伸, 长度大于 2.5km, 倾向南, 倾角 $50\sim 80^\circ$ 。断裂破碎带中见角砾岩, 硅化、褐铁矿化明显, 在矿区有被明显的后期断层错断的特点。它对详查区的成岩、成矿具有控制作用。

②F2 断层

为一平移正断层, 呈东西向展布于详查区中北部, 长度约 500m, 倾向北。断层破碎带中见角砾岩, 断层两边地层有明显的错动, 地貌上呈明显的线状负地形。

③F3 断层

为一平移正断层, 因第四系覆盖, 呈近南北向断续展布于详查区东北部, 出露

长度约 1km，倾向东，倾角约 75°。断层破碎带中见角砾岩，断层两边地层有明显的错动，地貌上呈明显的线状负地形。

④F4 断层

为一平移断层，呈北西向展布于矿区，出露长度约 300m。

⑤F5 断层

为一正断层，呈北西向展布于详查区中部，长度约 1km，倾向北东，倾角 75°。断层两边地层有明显的错动及 II 号矽卡岩带被明显的错失。

⑥F6 断层

为一逆断层，呈北西向展布于详查区南部，长度约 2km，倾向北东，倾角 70°。断层两边地层有明显的错动，地貌上呈明显的线状负地形。

⑦F11 断裂

属区域性断裂构造，具逆断层性质。因第四系覆盖，呈近东西向断续展布于详查区中南部，并向东、西方向延伸，长度大于 6km，倾向北，倾角 50~80°。断裂破碎带中见角砾岩。

2、岩浆岩

详查区内岩浆活动强烈，且规模较大，主要有印支期花岗闪长岩体 ($T_3 \gamma \delta$) 和一些晚期辉绿岩脉 ($\beta \mu$) 分布。

花岗闪长岩体 ($T_3 \gamma \delta$): 分布于工作区北部。工作区北部花岗闪长岩体长约 2km，面积约 1.5km²，向北延伸至工作区外，花岗闪长岩体边界整体走向 250°，岩体边部蚀变较强，有高岭土化、褐铁矿化、矽卡岩化。另外，在花岗闪长岩体内部，有晚期辉绿岩脉的侵入。花岗闪长岩体从奥陶系一直侵入至二叠系下统地层中，岩石呈灰白色，粗粒花岗结构，块状构造，主要由石英、斜长石、角闪石及少量白云母等矿物组成。中酸性的花岗闪长岩及基性的辉绿岩脉为成矿提供了主要的成矿来源，岩体与灰岩接触部位形成矽卡岩带，并伴有铅锌矿、磁铁矿及多金属矿化。

3、围岩蚀变

勘查区内变质作用较强，尤以接触变质作用最为突出，受印支期花岗闪长岩体侵入影响，发育的且与成矿关系密切的蚀变类型有：矽卡岩化、硅化、褐铁矿化、绿帘石化、绿泥石化。

1) 矽卡岩化：分布近花岗闪长岩处，岩层内即有碳酸盐，又有富硅岩石及凝灰岩，矽卡岩厚一般 5~10m，交代不强者为细粒矽卡岩，矿化不好，交代强者多形成矿化透闪石矽卡岩，其结晶矿物粒大，多 0.5~5-10cm，伴有浸染状、团块状、条带状、星点状方铅矿、闪锌矿、黄铁矿矿化、受风化后常形成氧化蚀变带或铁帽。矽卡岩带是矿体的赋存层位，与矿区内的铅锌多金属矿化关系密切，是含矿的母岩。

2) 硅化：在矽卡岩层内及上盘，常见岩石为变石英砂岩，交代稍强者出现石榴石（定名为富硅矽卡岩），石英分不出颗粒连成一片，酷似石英岩，其中常有黄铁矿化伴生，风化后呈褐铁染。

3) 黄铁矿化：发育于花岗岩体外接触带内，黄铁矿粒大小不等，多 1~2mm 以下，含量不一，多时达 2~3%，少时仅见数粒，在灰岩、变石英砂岩，细粒矽卡岩内均可见到，近地表处易风化成褐铁矿，产生褐铁染。

4) 绿帘石化：经常见于矽卡岩层内，在成岩角砾岩内及其与细粒矽卡岩接触处都常见，矿物为绿色，粒状或放射状，有时成薄层绕大理岩角砾外分布。在岩石裂隙内也可见到。

5) 褐铁矿化：在花岗闪长岩体的边部、矽卡岩中、硅化石英砂岩中普遍具褐铁矿化，在地表形成“铁帽”。

6) 绿泥石化：在 PD3815 坑道斜井拐弯处，矿体与矽卡岩的接触部位，绿泥石化比较发育。

（五）矿体地质特征

1、矿床地质特征

四角羊沟西铅锌矿床位于详查区中北部，位于 M-1 磁异常和 E-2 激电异常区。矿体呈透镜状、似层状、脉状，走向近东西向、北东向分布。矿区出露地层主要为四角羊沟组灰岩及大理岩，另外出露矽卡岩、花岗闪长岩和少量辉绿岩脉。铅锌矿体主要赋存于矽卡岩内，在断层和褶皱交汇部位，矿体变富变大。详查区内通过地质测量、物化探测量及槽探、坑探、钻探工作，基本查明了矿区地质、岩浆岩及构造特征，在地表共圈出矽卡岩带 2 条，编号分别为 I 号矽卡岩带、II 号矽卡岩带；在 I 号矽卡岩带内圈出 3 条铅锌矿体，分别为 I-1、I-2、I-3，II 号矽卡岩带圈出 II-1、II-2 两条铅锌矿体，间断分布于 7-64 线之间。

矿区内地表共圈出两条矽卡岩带，编号分别为 I、II。工作区内矽卡岩产出状态有两种，第一种为接触带型矽卡岩，产在花岗闪长岩体边部，矽卡岩呈条带状或蛇形线展布，延伸较长，同时存在分支复合现象，与岩性较杂的石炭系中统统放苏组下段（C₂d¹）接触部位矿化较好，与其它岩性段接触部位矿化较差，此种矽卡岩主要分布在工作区中北部花岗闪长岩体边部。第二种为层状矽卡岩，产在石炭系中统统放苏组下段（C₂d¹）内部，呈带状或蛇形线展布，延伸较短，矿化较差，此种矽卡岩主要分布在工作区 3991 山峰南面及工作区中东部接近边界处。

1) I 号矽卡岩带：位于工作区的北部，花岗闪长岩体的南缘，长约 2km，宽 20~70m，平均 30m，呈带状或蛇形曲线展布，且存在分支复合现象，整体走向 250°，受花岗闪长岩体影响，倾向不一，倾角除局部地段较缓外，其余均较陡，一般为 70°。它的内部分带是：花岗闪长岩~接触破碎带~矽卡岩~硅化石英砂岩~粉末状大理岩，该矽卡岩带含矿性较好，其矿化富集部位基本集中于 0~8 线，在 8 线处发生蛇曲变化，该处地表 TC8-2 揭露铅锌矿体厚度达 7.44m，3815 CM-08 控制矿体厚度达到 35.91m；I 号矽卡岩带地表经探槽揭露，采样控制，共圈出铅锌矿体 3 条，编号分别为 I-1、I-2、I-3。其中 I-1 呈透镜状，并在其弯曲部位变厚大，矽卡岩带转弯之后控制的 I-2 矿体倾角急剧发生变化，基本在 20°~40° 之间变化，走向约 50° 左右，矿体厚度基本在 2~5m 之间变化。而 I-1 矿体倾角基本在 70°~85° 左右变化，走向约 70° 左右，厚度和品位变化较大。

带内各种岩性特征如下：

粉末状大理岩（ML）：岩石为白色-灰白色，呈白糖状产出，层状构造，矿物成分主要为方解石。节理裂隙内可见铁染现象。与花岗闪长岩呈突变接触，二者间偶见砂岩、含砾砂岩（有赤铁矿化）。主要分布在 I 号矽卡岩带层下盘，厚度 2-10m。

细粒矽卡岩（SK）：是矽卡岩主体，下部灰紫色，底部具片理化，上部灰绿色，二者呈过渡接触关系，矿物成分因颗粒细小肉眼难以鉴定，偶见 1~3mm 大小肉红色团粒状矿物疑为石榴石。显微镜下部分定名为矽卡岩，部分定名为凝灰岩，推测原岩为火山碎屑岩。其中偶见黄铁矿颗粒，粒径多 0.5~3mm，含量在 1%~3% 之间，本层厚 7~15m，分布在工区西北角到 3809.2 高程点（I V1）附近。

变石英砂岩（富硅矽卡岩）：地质图上没有单独分出，在矽卡岩内多并入矽卡岩，在矿化矽卡岩上盘者并入 C₂d¹ 内，岩石为灰白、灰黑色，致密块状，绝大部分为石英，

多连成一片，分不出颗粒，有时含星点状黄铁矿、肉红色团粒状石榴石。层厚质地坚硬，在矽卡岩内厚 2~5m，在矽卡岩上盘厚可达 10m 以上。

矿化透闪矽卡岩：岩石暗灰黄绿色，多分布在矽卡岩上盘，仅少数沿裂隙分布于细粒矽卡岩或大理岩内，矿石全晶粒状结构，透闪石晶体大小不等，多集中在 0.2—10~20cm，呈放射状，其共生矿物有透辉石，绿帘石、石榴石、石英、方解石，金属矿物常见黄铁矿、方铅矿、闪锌矿。透闪石（透辉石）含量多达 90%，铅锌矿物含量 2-7%，粒度细者矿化多为条带状、团块状、稠密浸染状、而结构粗时多为星点状、浸染状矿化。一般来说只要肉眼见到（可分辨）透闪石者就有铅锌矿化。矿化透闪矽卡岩风化后多呈灰绿色粉末状、黄褐色土状、黑色土状的氧化蚀变带或铁帽产出。在 I 号矽卡岩层内有三段矿化透闪矽卡岩出现 TC60—1 与 TC56—1 段；TC18—1—TC06 段；TC3—2—TC0—2—TC 8—2—TC0—3—TC15—3—TC23—3 段。本层厚 1~2m 为多，最厚 TC02 槽内达 28.9 余米。与顶部岩层为整合接触但变化突然。其上盘岩性为灰岩、大理岩、变石英砂岩

2) II 号矽卡岩带：位于工作区中部 3991 山峰南面山脚下，产于石炭系中统统放苏组下段（C₂d¹）内，长约 600m，宽 5~10m，呈带状或蛇形线展布，整体走向近东西向，倾向北，倾角一般为 60°。由 TC22、TC21、TC20、TC19、TC18、TC17、TC16 控制。矽卡岩主体为上盘为灰绿，下盘为灰紫色细粒矽卡岩，顶板岩层多为变石英岩，底部岩层则为大理岩及成岩角砾岩。东端自然消失，西端被 F5 断层错断。II 号矽卡岩带圈出铅锌矿体 2 个，编号为 II-1、II-2。

3) 其它矽卡岩带：在矿区西北角发现一类似“鸡蛋状”矽卡岩带，其西南边，底部主要为成岩角砾岩，四周围岩为花岗闪长岩，在矽卡岩的核心部位为四角羊沟组下段的灰岩和大理岩，是岩体内残留的碳酸盐地层与岩体交代而形成。该矽卡岩带经 ZK48-12 和 TC11 控制，暂未发现有矿化及矿化体。

2、矿体地质特征

共圈出铅锌矿体 5 条，编号分别为 I-1、I-2、I-3、II-1、II-2。矿体特征简述如下：

1) I-1 矿体：是目前本区发现规模较大的铅锌矿体，产于花岗闪长岩体接触的 I 号矽卡岩带内，受 F1 断层控制，地表自 7 线—8 线有 3 个探槽控制、深部由 PD3833 中段 CM-01、SYM-01、SYM-02、SYM-03、CM-04、CM-06，PD3815 中段 CM-01、SYM-01、

SYM-02、CM-02、CM-04、CM-08，3748 中段 SYM-01 及 ZK0-1 控制；矿体呈透镜状产出。地表矿体出露长约 170m，斜深约 150m，铅平均品位 1.05%，锌平均品位 1.63%；走向 $230^{\circ} \sim 250^{\circ}$ ，地表倾向南东，倾角约 72° ，向深部逐渐变为直立。

从厚度等值线可以看出 I-1 矿体在倾向上表现为上部厚大，下部变薄的趋势，3815 中段施工的沿脉坑道自 3~16 线已经控制的含铅锌矿化矽卡岩带长度大于 300m，厚度 2~35m，控制铅锌矿体长度约 170m，厚度 1-36m，矿体在 8 线附近厚度变大。3748 中段矿体见于在 6 线的破碎带中，控制的长度约 45m，厚度 1-2m。从 PD3815 坑道平面图上看，矿体底板明显受 F1 断层控制，且矿体北东端突然消失，这是受矿体北东端 F1 断层及另一条性质不明断层切错所致。矿体存在明显的膨胀收缩现象。矿体总体厚 1.17~35.91m，平均厚度 11.70m；矿体厚度变化系数为 118.59%，属厚度不稳定型矿体，矿体在 8 线附近膨大、变厚；地表工程揭露的矿体均为原生矿石，金属矿物为方铅矿、闪锌矿、磁铁矿、镜铁矿、少量黄铁矿、黄铜矿，且呈紧密共生关系，脉石矿物为阳起石、透辉石、绿泥石等。矿石呈细一中粒结构，块状、浸染状构造。

2) I-2 矿体：是 I 号矽卡岩带发生转折后所控制的矿体，形态受近东西向枢纽的向斜控制。地表有 TC3-2、TC0-2、TC4-2、TC06、TC12-1、TC07、TC14-1、TC18-1 控制，深部由 ZK0-2、ZK8-3 控制，地表长度约 150m，平均厚度 3.05m，Pb 平均品位 1.27%，Zn 平均品位 1.48%。走向 60° 左右，倾角较缓。矿体形态变化较小，厚度、品位稳定。

3) I-3 矿体：由 TC56-1、TC60-1、ZK64-1、ZK64-2 探槽控制，地表长度约 100m，深部控制长约 100m，平均厚度 1.65m，56~64 线间矿体走向 60° 左右，到 64 线矿体发生转折走向变为 150° 左右，倾向北东，倾角约 40° ，Pb 平均品位 3.08%，Zn 平均品位 4.11%。

4) II-1 矿体：由 TC15 控制，走向东南，倾向北东，倾角 20° ，地表控制长度约 50m，平均厚度 4.72m，Pb 平均品位 0.25%，Zn 平均品位 2.28%，Ag 平均品位 2.00g/t。

5) II-2 矿体：由 TC21 控制，走向 255° ，倾角 20° ，地表控制长度 50m，平均厚度 2.12m，Pb 平均品位 0.69%，Zn 平均品位 1.05%。

3、矿石质量

矿区内矿石为原生矿石，主要矿石矿物为方铅矿、闪锌矿、磁铁矿、镜铁矿、

黄铁矿、少量黄铜矿及自然银；脉石矿物主要为：符山石、阳起石、绿泥石、透辉石、石英、方解石。

原生矿石：暗灰绿色，粒状自形-半自形晶，中-粗粒不等粒结构，其内透闪石，透辉石大小不等，从 0.5~15cm。金属矿物颗粒较细，多 1~2mm，矿石以块状、条带状、浸染状、星点状构造为主。矿石矿物成份以方铅矿，闪锌矿为主，含量达 2~9%，黄铁矿含量不等 2-10%。脉石矿物成份以透闪石、透辉石为主、其次为帘石类、方解石、石英、石榴石、绿泥石。金属矿物以粒状分布在脉石晶体间，也有含于脉石晶体内的。通过矿石光谱分析对矿石的化学成分进行了解，通过矿石物相分析对矿石氧化率进行了解，分析结果见表 5。

表 5 矿石光谱分析结果表

分析编号	送样编号	$\omega(B)/10^6$									
		F	P	Cl	Ti	Cr	Sn	Mn	Cu	Pb	Zn
01629339	GPFX-1	5355.5	90.5	3912.6	76.7	8.3	3.9	1579.9	3557	>100000	>100000
01629340	GPFX-2	6312.5	121.6	2144.3	77.2	11.7	2.6	5486.3	10046	>100000	>100000
01629341	GPFX-3	11647.6	107.4	979.0	85.1	14.0	2.0	4431.4	2471	5988	35564
01629342	GPFX-4	8399.7	141.4	50.0	113.3	27.3	2.6	13167.4	3195	2552	3870
01629343	GPFX-5	8002.7	87.5	611.4	46.1	18.2	11.0	18785.1	315	10720	13698
分析编号	送样编号	$\omega(B)/10^2$									
		SiO ₂	TFe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	S	/	/
01629339	GPFX-1	20.41	5.36	0.37	1.04	1.17	0.04	5.48	>5.0	/	/
01629340	GPFX-2	21.34	9.25	0.48	2.68	2.26	0.04	4.35	>5.0	/	/
01629341	GPFX-3	26.31	45.72	0.57	3.86	2.81	0.04	0.15	>5.0	/	/
01629342	GPFX-4	35.89	34.47	1.04	9.15	5.11	0.06	0.27	>5.0	/	/
01629343	GPFX-5	38.44	25.65	0.36	8.43	3.24	0.05	0.47	>5.0	/	/

以下空白

从上表可知：铅锌矿石主要元素是 O、Si、Ca 以及 Fe、Mg、S 等，有价元素为 Pb、Zn。脉石矿物主要为 SiO₂、CaO、MgO 等，根据矿石化学全分析，有害元素 Cr 含量较低，Cr 15.9×10^{-6} ($8.3 \times 10^{-6} \sim 27.3 \times 10^{-6}$)。

表 6 矿石物相分析结果表

样品编号	Pb	铅钒矿 Pb	白铅矿 Pb	方铅矿 Pb	磷氯铅矿 Pb	铁铅钒矿 Pb
WX-1	6.832	3.540	0.740	2.100	0.178	0.007
WX-2	0.324	0.132	0.078	0.048	0.075	0.006
WX-3	7.540	3.675	0.800	2.465	0.197	0.030
WX-4	0.780	0.250	0.200	0.096	0.107	0.028
WX-5	0.218	0.120	0.028	0.014	0.070	0.010
样品编号	Zn	硫酸锌 Zn	氧化锌 Zn	硫化态 Zn	水溶态 Zn	其他态 Zn
WX-1	5.175	0.260	0.320	4.809	0.058	0.054
WX-2	0.164	0.026	0.062	0.066	0.006	0.042
WX-3	7.755	0.238	0.419	7.150	0.049	0.051
WX-4	0.520	0.074	0.110	0.050	0.001	0.342
WX-5	0.095	0.016	0.028	0.026	0.019	0.042

从物相分析看，详查区的方铅矿中的铅含量占铅矿石中总铅 30.09%，硫化态锌中锌含量占锌矿石中总锌的 88.27%。锌的氧化程度较小，铅的氧化程度比较高，之所以出现这样的情况，是与取样位置有关，本次样品采集位置主要在沿脉巷道内，矿石暴露在空气中多年，导致方铅矿部分氧化，所以仍然认为工作区内矿石主要为原生矿石。从组合分析结果表看（表 7），详查区只有 Ag 达到了综合利用指标，但从基本分析结果看 Cu、Au 也达到了综合利用指标，通过研究本次详查有综合回收利用价值的有益组分主要为 Ag、Au、Cu。

表 7 矿石组合分析结果表

送样编号	样品编号	$\omega(\text{Ag})/10^{-6}$	$\omega(\text{S})/10^{-2}$	$\omega(\text{Cu})/10^{-2}$	$\omega(\text{Pb})/10^{-2}$	$\omega(\text{Zn})/10^{-2}$
YZ-1	201502655	16.89	3.09	0.01	0.06	2.10
2	656	32.43	3.05	0.01	0.03	1.35
3	657	8.58	2.71	0.01	3.20	0.02
4	658	5.98	2.46	0.01	2.50	2.35
5	659	10.99	3.58	0.01	1.28	5.40
6	660	265.30	7.12	0.01	3.12	0.50

4、矿石品级及类型

工作区内矿石为热液交代蚀变矽卡岩型原生铅锌矿石，原生矿自然类型主要为矽卡岩型铅锌矿石、块状铅锌矿石。

矿石矿物主要为：方铅矿、闪锌矿、磁铁矿、镜铁矿、黄铁矿、少量黄铜矿；脉石矿物主要为：符山石、阳起石、绿泥石、透辉石、石英、方解石。

5、矿石加工技术性能

与本矿床类型相同，位置较近的牛苦头铅锌矿床已进行了选冶试验，该二矿床相似之处是：均为矽卡岩型铅锌矿床，均以原生矿石为主的矿石，矿石的结构，构造相同，矿石内的矿石矿物与脉石矿物相似，具体对比见表 8。

表 8 勘查区与四角羊矿区矿石特征类比一览表

矿区类比条件	四角羊沟西铅锌矿区	牛苦头铅锌矿区
主矿体	I-1	1号矿体
赋矿蚀变带及矿化类型	矿体主要赋存于矽卡岩内，在断层和褶皱交汇部位，矿体变富变大。	矿体主要赋存在矽卡岩内，矿体多顺地层产出，局部地段也有与地层斜交在构造裂隙中赋存的现象。
赋矿岩石	矽卡岩	矽卡岩

矿石类型	闪锌矿、方铅矿矿石	方铅矿、闪锌矿矿石
矿物特征	铅锌矿石主要金属矿物为方铅矿及闪锌矿，伴生矿物有少量磁铁矿、黄铁矿、黄铜矿等，脉石矿物主要为：符山石、阳起石、绿泥石、透辉石、石英、方解石。	铅锌矿石主要金属矿物为方铅矿、闪锌矿，伴生矿物有磁黄铁矿和黄铁矿等，脉石矿物主要为：透辉石、绿泥石、透闪石、石英和方解石。
矿石结构	半自形-他形中粒状结构	它形晶粒状、半自形晶粒状、交代乳滴状、交代残余结构
矿石构造	星点状构造、稀疏-稠密浸染状构造、细脉状构造和团块状构造	稀疏-稠密浸染状、细脉状、团块状、致密块状构造。
矿床成因	矽卡岩型成因	

2012年，牛苦头矿区在勘探期间采取了可选性试验样品，本次选矿试验针对铅锌矿体进行，矿石类型为铅锌矿体。所采集的矿样中的矿物组成、化学成分、结构构造、有用矿物的分布情况和赋存状态等基本与主矿体一致，考虑高、中、低三个不同品位等级的矿样。最终配备的铅锌矿试样铅品位 1.36%，锌品位 3.24%。

误差率均在 10%以内。试样的矿石类型采取范围和金品位看，具有充分的代表性。

本次提交的矿石类型与牛苦头矿床已提交的矿石类型相似，故未重做选矿实验，通过类比可以看出蚀变矿化类型相同，矿石在结构、构造、矿物成分上相同，矿石类型一致。故利用 2013 年牛苦头勘探的资料，能够对本矿区矿石加工技术性能进行充分的说明。

现将 2013 年牛苦头勘探所做的选矿实验的选矿方法、工艺流程和选矿结果叙述如下：

本次选矿试验由湖南有色金属研究院承担，试验性质为实验室流程试验，采用了铅锌优先浮选-锌浮选前磁选脱硫工艺全流程闭路试验。

最终在依据磨矿细度试验、不同原则流程浮选试验以及各种药剂最佳配备试验确定的磨矿细度、处理流程和各种药剂最佳配备的条件下进行了闭路试验，采用两次粗选、一次磁选、四次扫选、六次精选、中矿循序返回的浮选流程就可以取得较好的铅锌浮选试验指标。试验确定的最佳磨矿细度为-200 目 71.00%，工艺数质量流程见图 8-1，铅、锌精矿产品化学多元素分析结果见表 8-2、8-3、8-4。

表 8-1 闭路流程试验结果表

产品名称	产率	品位			回收率		
		Pb	Zn	Ag	Pb	Zn	Ag
铅精矿	1.84	70.32	4.18	298.0	95.84	2.40	50.54
锌精矿	6.33	0.33	45.84	25.2	1.55	90.39	14.70

磁选精矿	2.09	0.091	0.54	20.5	0.14	0.35	3.95
尾矿	89.74	0.037	0.25	3.73	2.47	6.86	30.81
原矿	100.00	1.35	3.21	10.85	100.00	100.00	100.00

表 8-2 铅精矿产品化学多元素分析结果

元素	Cu	Pb	Zn	S	As	TFe	SiO ₂
含量	0.16	70.32	4.18	14.29	0.032	3.53	2.67
元素	K ₂ O	Al ₂ O ₃	Mn	CaO	MgO	Au	Ag
含量	0.01	0.43	0.45	0.97	0.059	0.86	298.00

表 8-3 锌精矿产品化学多元素分析结果

元素	Cu	Pb	Zn	S	As	TFe	Cd
含量	0.12	0.33	45.84	31.76	0.039	16.91	0.30
元素	F	Sb	Sn	Ni	SiO ₂	K ₂ O	Al ₂ O ₃
含量	0.14	0.017	0.0076	0.0010	0.92	0.01	0.065
元素	Mn	CaO	MgO	Ge	Au	Ag	
含量	0.57	0.37	0.026	0.50	0.30	25.20	

注：Au、Ag、Ge 含量单位为 10⁻⁶，其它为 10⁻²

6、矿石工业利用价值

铅锌矿属低品位原生铅锌硫化矿，矿石中主要金属矿物为闪锌矿、方铅矿、磁黄铁矿、黄铁矿，其次为少量黄铜矿、磁铁矿等；脉石矿物主要为透辉石，其次为石英、方解石、角闪石、长石等。矿石主要为浸染状构造；方铅矿、闪锌矿、磁黄铁矿等金属矿物主要为他形粒状结构，多呈不规则状嵌布。影响选矿指标的主要因素有：

- 1) 原矿铅矿物嵌布粒度不均匀，细粒级铅矿物单体解离困难，选矿难以回收；
- 2) 锌矿物与方铅矿、磁黄铁矿和黄铁矿复杂连生，不利于铅锌硫分离；
- 3) 矿石中锌矿物属铁闪锌矿，锌理论品位偏低。

在工艺矿物学、方案试验和条件试验的基础上，试验最终确定采用铅锌优先浮选-锌浮选前磁选脱硫的工艺流程对该区铅锌矿中铅、锌、银进行回收，试验指标为：铅精矿品位 70.32%，含锌 4.18%，含银 298.00g/t，铅回收率 95.84%，银回收率 50.54% 的铅精矿和锌品位 45.84%，含铅 0.33%，含银 25.20g/t，锌回收率 90.39%，银回收率 14.70% 的锌精矿。银在铅精矿和锌精矿中总回收率为 65.24%。

(六) 开采技术条件

1、水文地质条件

1) 地形地貌

本区地貌类型可划为海拔 4000m 以上的中高山、3500~4000m 的中低山、3000~3500m 的低山丘陵、2800~3100m 的冲洪积倾斜平原。

①中高山区

主要指位于四角羊沟上游的祁漫塔格山主山脉，平均海拔 4500m 以上，相对高差 1000m 以上，部分山体常年积雪。山体内冰川作用活跃，切割强烈，地形坡度大，发育有冰斗、冰槽、冰蚀谷地等冰川剥蚀地貌，岩石裸露，断裂顺山体走向发育，部分较大的断裂见新近活动痕迹。在山麓地带有冰碛，冰水堆积物。

②中低山区

主要指位于四角羊沟中~中上游地段的海拔在 3500~4000m 的山体，地形坡度大，相对高差 300~500m，其地形切割较大，沟壑纵横、谷地众多、岩石多具风蚀和雨洪剥蚀现象；顺山体走向断裂、裂隙发育。谷地横断面呈梯形，零星分布着一级阶地，谷地两侧的山麓下分布着大面积风积砂。

③低山丘陵区

分布于四角羊沟中下-下游及以南丘陵一带，平均海拔 3300m，山体形态呈馒头状或环形，岩石多被风积和残坡积物覆盖，地形坡度相对较缓，宽谷和隆起相间，其内地形支离破碎，风积砂丘、风蚀残丘地貌发育。

④冲洪积倾斜平原

分布在祁漫塔格山山前的戈壁带，地形微向北倾斜、视野开阔，地势南高北低，地形坡降 10~20%，海拔在 2800~3100m，由于流水和风力的侵蚀作用，表层砾、卵石广布，局部分布浅沟。又因水位埋藏较深，所以植被极其稀疏。沟谷在出山口地段地被大面积的风积物所覆盖。

2) 气象

矿区位于柴达木盆地南部中西段，区内气候具多风、少雨、蒸发强烈、冬长夏短、昼夜温差悬殊等特点，属典型高原内陆高寒干旱气候。

勘查区内现无气象站点，据勘查区东约 125km 的小灶火气象站 1979~1988 年观测资料统计，多年平均降水量为 25.7mm，降水稀少且分布不均，多集中在 5~9 月份，约占年降水量的 89%。多年平均蒸发度为 2713mm，蒸发度是降水量的 106 倍，年平均相对湿度为 43%；平均气压 727.7mb，年平均气温 4.3℃，月均气温 7 月份最高，一般为 15.1~18.7℃，最高气温达 35.3℃；月均最低气温出现在元月份，一般为

-9.1~13.4℃，最低气温-29.5℃，最大冻结深度0.87m。霜期从10月份开始至翌年3月止，全年无霜期200天左右。

区内多风，一般从元月份至八月份盛行西风或西南风，九月份至翌年元月份多为西南风或西北风。年平均风速3m/s，最大风速20m/s，每年3~5月份常有8级以上大风。

3) 水文

该区水文条件受气象、地质、地形地貌等因素的影响，发育有几条大小规模相近季节性山岳河流，自西向东有：四角羊沟、牛苦头沟、夏努沟，它们发源于祁漫塔格山北麓，汇水面积约120km²，沟内由于水量较少，在沟谷上游已大量渗失，沟谷内每年只有6~9月份有水流，这四个月的径流量约占全年径流量的90%；无水期为11月至翌年的5月份。雨季由于南部高山区降水量增大，往往在阵雨后形成洪流，洪峰流量最大可达6m³/s，洪水沿途渗漏，出山口数公里即全部渗失。

4) 地下水的赋存条件及分布规律

区域地下水的赋存与分布规律受气候、水文、地质、地貌、构造及多年冻土等诸多因素的制约，因而使各类地下水的形成、分布与富集规律不尽一致，自南部山区到北部山前平原地下水具明显的分带规律。

孔隙含水层系统主要分布于山间沟谷及山前倾斜平原区的第四系松散层和第三系砂砾层中，海拔4100m以上以冻结层上水为主要类型，其相态极不稳定。含水层的厚度受季节性变化的控制，每年5月份随着暖季的到来，地表冻结层开始融化，在接受大气降水和冰雪融水的补给后，含水层随之形成，厚度一般小于1m，9月份开始结冻，至翌年4月份全部冻结，含水层随之失去意义。海拔4100m以下为非多年冻结区，孔隙含水层在常年性流水的河床两侧河漫滩区，水量较丰富，单井计算涌水量多大于500m³/d，水质较差，矿化度大于1g/L，水化学类型以Cl·SO₄-Ca型为主，水位埋深15~55m。

5) 地下水类型和含水岩组划分

根据前期水文地质调查资料，按地下水含水介质、赋存条件、水动力特征及水理性质，区域地下水类型主要为冻结层水、基岩裂隙水、碳酸岩盐类裂隙岩溶水和第四系松散岩类孔隙潜水：

①冻结层水

分布于祁漫塔格山主体的中高山部分，海拔在 4100m 以上分布有长年性冻土，其起隔水作用，表层为季节性冻融、冻层，则形成冻结层上水，由于高山区地形陡峻，地下水径流十分短暂，常为沟谷排泄，转变为地表水。单泉出水量 0.2~1.8L/s，矿化度均小于 1g/L。

②基岩裂隙水

主要分布于南部中高山区，中部主要为侵入岩分布地段，含水岩层由片岩、片麻岩、板岩、大理岩、深变质结晶岩和侵入花岗岩等组成，虽然构造裂隙、风化裂隙较为发育，但由于山区降水量小，其接受的补给量有限，因此，裂隙水量贫乏，根据区域水文地质资料，单泉流量一般小于 0.1L/s，地下水水化学类型 $\text{HCO}_3 \cdot \text{Cl}-\text{Na}$ 型居多，矿化度一般也大于 1g/L。

③碳酸盐岩类裂隙岩溶水

分布于祁漫塔格山北侧的浅山地带和野马滩谷地基底（松散岩类覆盖之下），该带断裂构造比较发育，沿断裂的裂隙溶洞也比较发育，溶洞直径一般为 5~15cm，充填程度不高，分布厚达 100 余米，往往钻进过程中严重漏水，因此确定为水量中等的地段，其水质较好，矿化度小于 1g/L，地下水水化学类型属 $\text{Cl} \cdot \text{SO}_4-\text{Na}$ 型水。

④第四系松散岩类孔隙潜水

分布于山前倾斜平原和山区谷地中的第四系沉积物中，含水层岩性包括上更新统冲洪积砂砾卵石、中更新统冰水堆积的含泥砂砾卵石等。山间谷地潜水含水层厚度 5~50m，水位埋深 0~50m 不等；山前冲洪积倾斜平原含水层厚度在为 50~150m，水位埋深超过 100m，二者富水性好，单井的换算涌水量在 1000~5000 m^3/d ，为潜水水量丰富地段。渗透系数一般在 5.5~40m/d。矿化度小于 2g/L，地下水水化学类型为 $\text{Cl} \cdot \text{SO}_4-\text{Na}$ 型水。

6) 地下水的补给、径流、排泄条件

该地区地下水从整个流域来看，祁漫塔格山和以北的中高、中低山地区是本区地下水补给区，山间沟谷及山前倾斜平原为径流区，并以地下径流的方式排泄向北部冲洪积倾斜平原地下水。

山区形成的大气降水是基岩裂隙水和碳酸盐岩类裂隙岩溶水的唯一补给源，降水沿基岩裂隙或碳酸盐岩裂隙岩溶渗入形成基岩裂隙水或碳酸盐岩类裂隙岩溶水后，经过短暂的径流后，一部分排泄于沟谷中形成地表径流，一部分以地下水的形

式补给了山前倾斜平原地下水。

山前倾斜平原地下水主要接受季节性河流洪水出山口后的渗漏和沟谷地下潜流补给。此外，基岩裂隙水和碳酸盐岩类裂隙岩溶水的侧向补给也是山前倾斜平原地下水的—个重要补给源。

山前倾斜平原地下水自南向北径流，水力坡度为 1~3%，径流条件好，并以地下径流的方式排泄向北部的冲洪积扇地下潜水。

7) 地下水化学特征

本区不同地貌单元地下水水化学作用不同，其中基岩山区径流条件好，水循环快，以交替作用为主，冲洪积倾斜平原以溶滤作用为主。

在基岩山区由于地表径流强烈，降水相对较充沛，地下水矿化度较低。在 4100m 以上的中高山区，降水直接渗入补给基岩裂隙、孔隙中，形成地下水，并多呈冻结状态，夏季融冻后，因地势陡峻，利于地下径流排泄，溶滤作用不强，所以水质较好，多为矿化度小于 0.5g/L 的低矿化度水，水化学类型为 $\text{HCO}_3 \cdot \text{SO}_4\text{-Ca}$ 型；而在 4100m 以下的中低山及谷地地段，地势变低，降雨量减少，地下水相对的以径流为主，因此，地下水溶滤作用渐强，水化学类型变为 $\text{Cl} \cdot \text{SO}_4\text{-Ca} \cdot \text{Na}$ 型，矿化度一般大于 0.5g/L。

冲洪积倾斜平原潜水区，地下水接受沟谷洪流、沟谷潜流和基岩裂隙水和碳酸盐岩裂隙岩溶水的侧向补给，径流过程中溶解了大量的盐份，因此矿化度相对较高，一般矿化度大于 1g/L 的微咸水，水化学类型为 $\text{Cl} \cdot \text{SO}_4\text{-Na}$ 型。

2、工程地质条件

矿区内以上石炭统薛敖苏组 (C_2d) 碳酸盐岩为主体，矿体多赋存于矽卡岩带中，花岗岩主要在矿区西部发育，在沟谷和山坡上分布有大面积的第四系冲积、洪积、坡积和风积松散堆积物，上述岩性决定了矿区的工程地质特征。

1) 岩、土工程地质类型

综合钻孔工程地质编录、以及类比相邻牛苦头沟矿区岩石物理力学性质实验成果，依照岩组强度、岩体结构、岩体性质的不同将矿区内岩、土体的工程地质类型可划分如下几组-岩（矿）体：块状坚硬的花岗岩组、块状次坚硬的矽卡岩组、层状次坚硬-坚硬的碳酸盐岩组；土体：残坡积砂砾石土、冲积洪积砂砾石土、风积砂质土。

①岩（矿）体工程地质类型

块状坚硬的花岗岩组

矿区内花岗岩主要以隐伏形式存在，多在钻孔深部以及矿区西北部浅部出露可见，岩体的具体规模不清，最大埋深超过 300m，一般 100~200m；其岩石类型主要有印支期花岗闪长岩，多为中细粒花岗结构，块状构造。岩石坚硬，单轴抗压强度 43.7~129.4Mpa，平均 80.94Mpa；天然抗拉强度 5.0~8.1Mpa，平均 6.66Mpa；天然抗剪切强度 8.1Mpa ($\Phi 47.2^\circ$)、14.0Mpa ($\Phi 42.9^\circ$)；钻孔岩芯块度一般为块状-长柱状，其岩石质量指标 (RQD) 一般在 86.57~95.8%，平均 92.94%，显示岩石质量等级特好，岩石质量优，岩体完整性为岩体完整。

块状次坚硬的矽卡岩组

该岩组在矿区内发育较广泛，是铅锌多金属矿体的主要赋矿围岩。岩石类型主要有透闪石矽卡岩、细粒矽卡岩、透辉石矽卡岩、石榴石透辉石矽卡岩、石榴石矽卡岩、绿帘石透辉石矽卡岩、绿泥石矽卡岩等，多为中细-中粗粒粒状变晶结构，块状构造。岩石坚硬，单轴抗压强度 76.2~223.8Mpa，平均 135.08Mpa；天然抗拉强度 4.6~11.0Mpa，平均 7.23Mpa；天然抗剪切强度 6.8Mpa ($\Phi 42.4^\circ$)、16.5Mpa ($\Phi 45.6^\circ$)；岩芯块度一般呈块状-长柱状，岩石质量指标 (RQD) 平均 94.80%，岩石质量等级特好，岩石质量优，岩体的完整性为岩体完整。

岩组中局部与碳酸盐岩组接触的部位，特别是与破碎带接触的位置，由于结构面发育，为碎裂状结构类型，工程地质性质恶化，岩石稳定性差，容易产生矿床顶板冒落。

层状次坚硬-坚硬的碳酸盐岩组

为矿区内发育的主要地质体，岩石类型有大理岩、白云质大理岩、含碳质大理岩、灰岩、结晶灰岩等，常见中细粒变晶结构，中厚层状构造。岩石相对较坚硬，单轴抗压强度 31.3~114.5Mpa，平均 63.14Mpa；天然抗拉强度 2.2~7.0Mpa，平均 4.1Mpa；天然抗剪切强度 5.1Mpa ($\Phi 41.8^\circ$)、12.9Mpa ($\Phi 39.8^\circ$)；钻孔岩芯块度一般为短柱状-长柱状，其岩石质量指标 (RQD) 一般在 85.63~96.79%，平均 89.45%，显示岩石质量等级好，岩石质量优，岩体的完整性为岩体较完整。

钻探工程施工时在该岩组中局部见有碎裂状发育，在矿区深部见有少量具碎裂岩化的大理岩、灰岩等。为碎裂、散体结构类型，主要由岩粉、角砾岩、碎裂岩、碎裂岩化的大理岩、灰岩等组成，一般为软质的，岩石质量极劣，岩体破碎，开采

时与矿床接触部位的井巷围岩容易产生顶板冒落。

2) 矿体及其顶底板岩石的稳定性

①矿体及其顶底板岩石结构构造、物质成分、分化程度对稳固性的影响。

矿体顶板岩石以变石英砂岩为最多，大理岩及结晶灰岩少量，个别为细粒砂卡岩，除地表风化强烈地段岩石较破碎外，岩石质量等级好，地下的层位稳定，抗压、抗剪性能良好。

矿体底板岩石多为细粒砂卡岩，成岩角砾岩，大理岩，少数有矿体与花岗闪长岩接触的，岩性稳定，抗压、抗剪性能良好。根据坑道中观察，在氧化带内，岩石稳固性差，局部地带需要支护和保留矿柱；在原生带，岩石牢固，不需要支护。

②构造对岩石稳固性的影响

绝大多数矿体产出于断裂破碎带中，断裂上下盘岩石经成矿作用后，发生硅化固结，其稳定性远大于未经硅化的岩石，稳固性很高。

3) 工程地质类型

矿区在未来开采过程中，采用地下坑采方式。

①第四系松散层在矿区主要为风积、残坡积成因的碎石土和砂砾石土，土体欠固结，十分松散，容易坍塌。

②矿体顶板岩石以变石英砂岩为最多，大理岩及结晶灰岩少量，个别者为细粒砂卡岩，矿体底板岩石多为细粒砂卡岩，成岩角砾岩，大理岩，属坚硬岩组。节理裂隙较发育，但矿体本身厚度较小，倾角陡，相对较稳定，工程地质条件属于简单类型，但矿体绝大多数产出于断裂破碎带中，断裂上下盘岩石经成矿作用后，发生硅化固结，稳固性高，但不能排除几条破碎带相互组合导致产生顶板冒落问题，故要加强对构造岩的稳定性研究，确保矿山安全生产。

综上所述，矿区工程地质条件为简单~中等类型。

3、环境地质条件

1) 地震

在漫长的地质年代里，本区经受了多次复杂的构造变动。不同规模，不同力学性质的构造形迹发育尚好，北西西向构造形迹组成了区域上的主干构造。矿区内未见成型的、具规模的断裂和褶皱，地层为单斜构造，在其中发现有大量的节理裂隙和蚀变破碎带，矿区及周边一定范围内地层相对稳定。

矿区所在区域（柴达木盆地西部）及周边属地震易发地区，自 1930 年以来有记载的地震共三次，一次是 1952 年 10 月 6 日在乌图美仁西北约 9km 处；一次是 1977 年 1 月 2 日在花土沟东北约 150km 处，震级均为 6 级；相距 240km 的昆仑山口 2002 年曾发生了 8.1 级地震。根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2001）和《中国地震动参数区划图》（GB18306-2001），综合确定详查区地震基本烈度为Ⅷ度，设计基本地震动峰值加速度为 0.10g，设计地震分组为第二组。并根据《建筑抗震设防分类标准》（GB50023-2008）规定，判定勘察场地建筑工程和地下工程的抗震设防类别为标准设防类。

2) 区域稳定性

地震是现代地壳运动的一种表现形式。地震发生与新构造运动有密切联系，由上述地震记录可见，本区地震活动不频繁。从以上地震发生情况来看，本区近代地壳还是有活动性，是新构造运动明显的表现，开采时应注意新构造运动可能带来的影响以及防震等

3) 不良的地质现象

根据本次环境地质测绘成果，矿区不良地质现象类型主要有潜在不稳定斜坡、崩塌等。

①潜在不稳定斜坡

矿区海拔 3700m 以上多为岩屑坡，地形坡度可达 30~40°，基岩多呈直立的陡崖，坡度达 75~90°，崖高 20~50m。岩体裸露，构造裂隙极为发育，裂隙多为高倾角、开启型，形成多处松动危岩体，现状条件下稳定性差。

斜坡的稳定性将直接影响到首采区坑道的稳定。尤其在开采阶段，爆破震动有可能引发斜坡失稳，造成灾害。为保障首采区开采期间的安全，应对斜坡采取削坡、撬除松动危岩体等处理措施。

②崩塌

崩塌在工作区较多，主要出现在基岩出露较好的沟谷陡斜坡带，出露基岩多呈直立的陡崖，由于冻劈作用，岩石裂隙极为发育，裂隙多为高倾角、开启型。形成多处松动危岩体，稳定性差。

3) 环境地质特征

根据矿区地质环境现状调查资料，结合矿床开采常见的环境地质问题分析，本

矿区在环境地质保护方面，应注意以下问题：

①粉尘污染：主要是井下爆破、选冶等生产活动中产生的矿石和围岩粉尘的浓度高，吸入后对人体的呼吸道及肺部的有一定的伤害，特别是矿床为含铅的多金属矿床，铅是致癌物质之一，在采矿和治练的过程中都必须要严格进行防护，以免危害人体健康，引发矿山职工的职业病。

②废石、废渣堆污染：矿床在开采、选矿过程中在坑口附近地表堆放废石、废渣，在遇风雨而形成的悬浮、飘移对周围环境造成污染，应妥善堆放，避免在山区沟谷随意堆放形成泥石流。

③废水污染：主要在进行生产过程中产生排放选矿药剂、尾矿粉等对环境造成危害。

④垃圾排放：由于人的生产、生活活动，必然有很多垃圾产生，如果不及时处理，对环境产生危害等等。

4、开采技术条件小结

1) 详查区矿体大部分出露标高均在当地侵蚀基准面以上，地形条件有利于自然排水；区内虽有第四系孔隙水、碳酸盐岩类裂隙岩溶水以及基岩裂隙水，但都不是矿床直接充水水源。因此，矿床水文地质条件简单。

2) 矿体顶板岩石以变石英砂岩为最多，大理岩及结晶灰岩少量，个别者为细粒砂卡岩，矿体底板岩石多为细粒砂卡岩，成岩角砾岩，大理岩，属坚硬岩组。节理裂隙较发育，但矿体本身厚度较小，倾角陡，相对较稳定。矿体绝大多数产出于断裂破碎带中，断裂上下盘岩石经成矿作用后，发生硅化固结，稳固性高，但不能排除几条破碎带相互组合导致产生顶板冒落问题，故综上所述，矿区工程地质条件为简单-中等类型。

3) 矿区所在区域（柴达木盆地西部）及周边属地震易发地区，基本地震动峰值加速度为0.10g。矿山开采时多在地下，对环境的影响小，采坑塌陷范围小，废石有较多沟谷充填，不会破坏影响环境，生产中废水多为无毒害废水，妥善处理不会造成地下水污染，粉尘会对人体呼吸道及肺部造成一定伤害，应注意防护。综上所述，矿区地质环境类型为中等。

4) 矿床属水文地质条件简单、工程地质条件简单-中等、环境地质条件中等型矿床，依据《标准固体矿产地质勘查范围总则》—GB/T13908-2002 标准，确定矿床

开采技术条件复杂程度勘查类型为Ⅱ-4型。

（七）矿区建设开发现状

截止评估基准日，该矿尚未开发建设。

八、评估实施过程

（一）评估委托

2021年12月6日，山金西部地质矿产勘查有限公司委托我公司对该探矿权进行评估，本公司随即组成了以矿业权评估师管士平、郭敏、刘毅杰为主的评估小组，并商定了本次评估的有关事项。

（二）尽职调查

由于受新冠疫情的影响，以及其他客观条件限制未到现场。我公司评估人员刘毅杰（总经理）与山金西部地质矿产勘查有限公司技术部经理甘长福（高级工程师）通过电话、微信、QQ等方式进行沟通交流。了解了矿区地形地貌、交通位置、基础设施条件、周边类似矿山开采工艺流程、铅锌矿市场情况及政府相关政策规定等。2021年12月9日，委托方正式与我公司签订《详查探矿权评估委托合同书》（合同编号：鲁金西勘 2021-052），收集到了评估委托书、《详查地质报告》以及评审备案，专家评审意见书以及图纸等评估资料。

（三）评估估算过程

2021年12月7~26日，评估工作小组在完成对所收集资料系统整理的基础上，对部分资料进行了完善和补充，结合对评估对象实际情况的分析，制定评估方案，确定评估方法，结合市场调查，选择合理的评估参数。根据已确定的评估方法，编制计算表格，开展具体的评估测算，完成评估报告书的初稿编写。

（四）提交报告

2021年12月29~30日，本公司对评估报告进行了内部审查，项目评估人员按内部审查意见进行了修改，对初稿进行了完善。

2022年1月6日，本公司向委托人提交了《青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿详查探矿权评估报告》（送审稿）。

2022年2月15日，根据专家审查意见，评估人员对评估报告进行了修改完善，本公司向委托人提交了《青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿详查探矿权评估报告》

(修改稿)。

九、评估方法

(一) 评估对象评述

根据委托方提供的详查地质报告与评估人员收集的相关资料,该矿权从 2005~2016 年间开展了大量勘查工作,2016 年 11 月,编制提交了《青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿详查报告》。经评估人员对委托方提供的资料进行仔细阅读与分析后认为,该探矿权自 2014 年达到普查以来,2014~2016 年期间仅仅投入钻探 132.4 米,水、工、环地质测量 16.47Km²;圈出铅锌矿体(333+334?),矿石量 888068.94t,铅金属量 10623.96t,平均品位 1.20%;锌金属量 15549.29t,平均品位 1.75%。其中:(333)矿石量 519224.32t,铅金属量 5915.69t,锌金属量 8141.5t;(334?)矿石量 368844.62t,锌金属量 4708.27t,锌金属量 7407.79t。保有伴生(333+334?)银金属量 19022.44kg,平均品位 21.42g/t;伴生金金属量 115.45kg,平均品位 0.13g/t,伴生铜金属量 1154.49t,平均品位 0.13%。根据,青海省国土规划研究院矿产资源储量评审中心于 2017 年 1 月 16 日出具的专家评审意见书(青国土资储评字[2017]06 号),该探矿权未达到详查阶段,地质工作仍为普查阶段。

(二) 评估方法

评估人员经过分析,认为该探矿权勘查区虽然投入了较多的实物工作量,取得了一定的地质、矿产信息资料,并预估了地质资源储量(储量类别(333+334?)),用折现现金流量法等收益法评估该探矿权价值的条件明显不具备。由于缺少近期相似交易环境成交的、具有可比条件的矿业权交易案例,不具备用市场途径对该探矿权进行评估的条件,故本项目不适用市场途径进行评估;根据《探矿权采矿权转让管理办法》和《探矿权采矿权评估管理暂行办法》、《矿业权评估技术基本准则》(CMVS00001-2008)、《成本途径评估方法规范》(CMVS12200-2008)等规定,综合考虑,本项目采用地质要素评序法进行矿业权估算。

地质要素评序法是基于贡献原则的一种间接估算探矿权价值的方法。具体是将勘查成本效用法估算所得的价值作为基础成本,对其进行调整,得出探矿权价值。调整的根据是评估对象的找矿潜力和矿产资源的开发前景。

地质要素评序法计算公式如下:

$$P = P_c \times \alpha = \left[\sum_{i=1}^n U_i \times P_i \times (1 + \varepsilon) \right] \times F \times \prod_{j=1}^m \alpha_j$$

式中：P——地质要素评序法评估价值；

P_c ——基础成本（勘查成本效用法探矿权评估价值）；

α_j ——第 j 个地质要素的价值指数（ $j=1, 2, \dots, m$ ）；

α ——调整系数（价值指数的乘积， $\alpha = \alpha_1 \times \alpha_2 \times \alpha_3 \times \dots \times \alpha_m$ ）；

m ——地质要素的个数。

十、评估指标与参数的选取

评估人员对委托方提供的地质工作总结及评估人员所收集到的其它资料进行了充分研究和对比分析，确定的各项评估参数。

（一）评估依据的技术资料及其合理性

2016年11月，山金西部地质矿产勘查有限公司编制提交的《青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿详查报告》（以下简称“详查报告”），地质工作范围与本次评估范围一致，报告通过收集以往地质成果，采用地质测量调查等的多种技术手段和方法，初步查明了区内矿体特征、矿体数量及矿石质量；基本了解了矿石加工技术性能、矿山开采技术条件；该储量报告中资源量计算方法、工作程序符合有关规定要求，2017年1月16日，青海省国土规划研究院矿产资源储量评审中心组织专家以“青国土资储评字[2017]06号”评审通过；2017年2月21日，青海省国土资源厅以“青国土资储审备字[2017]011号”评审备案。

依据《铜、铅、锌、银、镍、钼矿地质勘查规范》（DZ/T 0214—2020），评估人员对该总结进行了认真阅读，认为：该总结为有资质地勘单位完成，报告中已完成工程量及结论基本可靠，其工程量可作为评估计算依据，但勘查程度达不到详查阶段工作程度。

（二）评估参数的选取与计算

1、实物工作量及质量评述

1.1 有关实物工作量的确定原则

按照《成本途径评估方法规范》（CMVS12200—2008）的要求，凡计入勘查成本现

值的实物工作量必须是有关的、有效的。根据委托方所提供的资料中记载的以往历次地质工作所完成的实物工作量，结合本项目勘查矿种的实际情况，凡符合下述确定原则的，均确定为有关实物工作量。原则如下：

1) 本次以铅锌矿为目标矿种所完成的工作量，为有关的实物工作量，参加现值计算。以往公益性地质工作投入的实物工作量，不参加现值计算；

2) 在地质报告或有关正式资料中，由于质量等问题已确定为报废工作量或不予利用的、未掘到位而停工的工作量，不作为有关实物工作量，不参加现值计算；

3) 属于本次评估探矿权委托评估区块范围内的实物工作量为有关工作量，勘查范围以外的实物工作量不参加现值计算；

4) 探矿权单位提供的实物工作量与地质资料中的实物工作量不符时，经核实后的实际工作量为有关的实物工作量，参加现值计算；

5) 凡属于踏勘、矿点检查、各类样品采集和实验测试、岩矿鉴定、资料综合整理、报告编写等工作费用，已列入四项分摊费用中，不再进行现值计算。

1.2 实物工作量

经核实，该矿权工作投入工程量如下表 9。

表 9 资料核实后评估确定的地勘投入有效工程量

序号	项目	探查区范围内工作量				有效工作量	备注
		单位/比例尺	2005~2014年	2014~2016年	合计		
一	地质测量						
1	1:1000 地质剖面测量	Km	31.10		31.10	31.10	探矿权面积 1.97km ² ;
2	1:10000 地质测量(草测)	Km ²	22.00		22.00	1.97	
3	1:2000 地质测量(简测)	Km ²	1.20		1.20	1.20	
4	水、工、环地质测绘	Km ²		16.47	16.47	1.97	
5	激电中梯测量	200×20m	11.20		11.20	11.20	
6	物探 CSAMT 测量	Km ²	22.00		22.00	1.97	
7	瞬变电磁测量	点	112.00		112.00	112	
8	激电测深测量	点	15.64		15.64	15.64	
9	1:2000 高精度磁测	Km ²	22.00		22.00	1.97	
10	1:1000 物化探剖面测量	Km	10.24		10.24	10.24	
11	1:1000 岩石剖面测量	Km	2.45		2.45	2.45	
12	矿区IV级控制测量	Km ²	1.00		1.00	1.00	

13	工程测量	点	142.00		142.00	142.00	
二	山地工程						
1	槽探工程	m ³	3885.00		3885.00	3885.00	
2	坑探工程	m	2131.49		2131.49	2131.49	
3	钻探工程	m	9726.46	132.40	9858.86	9858.86	
三	化验、测试样	件	若干				

注：①. 激电中梯（短导线）测量（网度 200m×20m），本次按 AB 距 1200~1600m，网度 100×40m 代替；②. 激电测深测量，由于缺少相关描述，本次按 AB 距 1800~2800m，点距 150~250m 测算。③. 因《详查报告》中未对抗探工程进行详细描述，本次评估均按坑探 0~200m 进行取值，断面基本在 3.6~4.0m²，标准提高 30%取值。

1.3 实物工作量质量

①. 1:10000 地质草测量

按照国家标准《工程测量规范》（GB50026-2007）、《1:500、1:1000、1:2000 地形图图式》（GB/T7929-95）、《全球定位系统 GPS 测量规范》（GB/T18314-2001）和《地质矿产勘查测量规范》（GB/T18341-2001）等技术要求进行。本次地质剖面测量是在全区踏勘的基础上，选择地层发育较完整、基岩露头良好、构造简单、代表性强的地段布置地层剖面，确定了剖面位置及总体方位。根据 A-A'、B-B'、C-C' 3 条地质剖面测量成果，确定了工作区的地层填图单位，根据设计要求：填图点数基岩出露区不少于 50 个点/km²、浮土覆盖区不少于 20 个点/km²左右，采用追索法+穿越法，GPS 定点，并用油漆做记号，罗盘测岩层产状，用“V”字形法则连地质界线，对 22 km²进行了地质草测，总计填图点数 853 个，平均 33.8 个点/km²。其中基岩出露区面积 10.5km²，填图网度大致为 150 米×100 米，局部加密到 100 米×100 米，基岩出露区填图点数为 625 个，平均 59.5 个点/km²；浮土覆盖区面积 11.5km²填图基本网度为 200m×250m，填图点数为 228 个，平均 19.8 个点/km²。通过自检、互检和抽检三级检查制，其精度和质量均符合现行地质规范要求。

②. 1:2000 地质简测

根据 D-D'、E-E' 地质剖面测量和已完成的 1:10000 地质草测成果，确定了工作区地质简测的地层填图单位，根据设计要求：填图点数不少于 500 个点/km²，采用追索法+穿越法，GPS 定点，并用油漆做记号，罗盘测岩层产状，对指定 1.2km²进行了地质简测，填图网度大致为 50m×40m，总计填图点数 714 个，平均 595 个点/km²。通过自

检、互检和抽检三级检查制，其精度和质量均符合现行地质规范要求。

③. 1:1000 地质剖面测

整个工作区布设 5 条剖面。A-A' 剖面控制了工作区西南部的地层、构造情况，B-B' 控制了工作区的地层、构造、岩浆岩、矿化蚀变情况，C-C' 控制了工作区东部的地层、构造、岩浆岩、矿化蚀变情况，D-D'、E-E' 剖面控制了工作区 1:2000 填图范围的地层、构造、岩浆岩、矿化蚀变情况。剖面测量采用 GPS 定位，皮尺量距、罗盘测方位、坡度和岩层产状，岩矿鉴定标本 5 个。通过自检、互检和抽检三级检查制，其精度和质量均符合现行地质规范要求。

④. 激点中梯测量

工作仪器为 SQ-3B 型双频激电仪。选择频点 2，收、发两机同时工作，读取高、低频电位值和视幅频率。该仪器由中南大学何继善院士发明，具有快速、轻便、抗干扰能力强、稳定性好、观测精度高等优点。在矿产资源勘探领域已取得很好的找矿效果。工作方法采用双频激电中梯短导线工作装置，工作网度为 200m×20m，供电极距 AB=2000m，观测极距 MN=60m，观测范围不超过 AB 距 2/3 地段。观测点距为 20m。完成工作面积 11.21 平方千米，总有效物理点 2881 个，检查 204 个物理点，占 7%。经统计计算，激电中梯视电阻率均方相对误差为±3.2%，视幅频率相对均方误差为±2.8%；经检查，精度均达到规范和设计技术要求。

⑤. 可控源大地音频电磁测量 (CSAMT)

CSAMT 工作采用美国 ZONGE 公司生产的 GDP-32 大地电磁观测系统，采用标量 CSAMT 测量方式，最后分测线进行带地形的二维反演，作出二维电阻率反演图。

野外根据实际需要共选择 2 个发射站点，供电偶极距为 1200m，最小收一发距 5000m。供电偶极子长度约 1.5km。本次工作场源收发距 $R > 5\text{km}$ ， $R/3 \geq 1500\text{m}$ ，满足测深 1.5km 的要求，电流 $I = 8 \sim 15\text{A}$ ，中心距偏移最大约 4.8° ，远远小于 30° 的限制。选择的工作频率为 1Hz~4096Hz。

本次工作完成 200×20m 网度的测点 1555 个，检查点为 89 个，经检查符合技术规范要求。

⑥. 瞬变电磁法 (ETM)

该方法是利用不接地回线向地下发送一次脉冲磁场，并在一次脉冲磁场间歇期间，利用接收线圈观测二次涡流场的方法。它具备探测深度大，受地形影响小，分辨力强等

特点。根据工作任务性质，本次工作采用重叠回线装置，回线边框长 200m，观测点距为 40-60m。

观测仪器为长沙白云仪器开发有限公司研制的 MSD-1 型脉冲瞬变电磁仪，仪器主要采样参数选择采用：叠加次数 512，发射频率 25Hz。

实际完成测点 112 个，经检查，精度均达到规范和设计技术要求。

⑦. 槽探工程

完成槽探工程量 3885m³，系统的对两条砂卡岩带进行了控制，达到工程设计目的，在地表圈出 4 条矿体。根据矿体露头情况，槽探工程一般按勘查线方向布置，少数受地形的影响而有所变动，一般挖入基岩 0.3~0.5m，挖穿了矿层顶、底板，槽帮大部分平整，基本保证了布样、采样的连续性。工程完工后均用全站仪进行测量定位、素描、取样，并现场绘制成图，施工质量由公司组织专人负责验收，通过自检、互检和抽检，工程质量达到探矿规范要求，经验收槽探工程质量合格。

⑧. 坑探工程

坑探工程完成工作量 2131.49m，对 I-1 号矿体进行了系统的控制，均达到设计目的。

- 1) 坑道断面规格：宽×高一般为 2×2m，两壁基本平整，局部地段超过 2m；
- 2) 掘进方向：坑道掘进方位均按设计方位前行，最大偏差 3°；
- 3) 经测量坑道总体坡度在 3.5‰，局部地段的底板近于水平；
- 4) 坑道内破碎地带进行了支护，掘进中无严重塌陷、涌水等事故；坑道通风及时，井内空气良好，最大限度的防止了炮烟、粉尘；

5) 坑探工程的定位：全部由测量人员利用全站仪进行工程点定位测量，按照坑探测量技术要求作了碎部点控制；地质点利用测量点定位；素描时利用皮尺测量。

坑探工程经公司组织技术人员检查验收，达到了地质目的，规格和质量符合规范要求。

⑨. 钻探工程

按照勘查设计要求，机械岩心钻探均采用小口径金刚石钻进，金刚石钻进施工的设备主要为 XY-4 型 1000m 钻机、BW250 型泥浆泵等。工程施工全部应用小口径 S75 型绳索取心钻进。在施工过程中主要选用了聚乙烯醇无固相冲洗液，当孔内回转阻力较大时，再加入皂化油润滑减阻，采用加大 1.5mm 金刚石钻头转钻进，降低孔内

冲洗液循环压力，保持了孔壁稳定，确保了工程质量满足地质设计的要求。共施工地表钻孔 23 个，累计工程量 9858.86m，开孔口径 110mm、91mm，终孔口径 75mm。钻探工程质量等级全为优质孔。

1.4 其它地质工作及其质量

由于矿区勘查工作距今时间较长，编录执行《固体矿产勘查原始地质编录规定》(DZ/T0078-93)。

①. 探槽工程编录：

探槽原始编录工作均在现场进行，基本做到了真实、系统、及时、整洁。

编录人员到现场后，首先对探槽内的地质现象作了总体了解、对主要地质现象进行了细心观察，统一认识后分工进行了编录。

在探槽两头，分别钉上了写有探槽编号的木桩，且用高精度 GPS 定出槽头座标。

素描图比例尺为 1:100，绘制一壁一底，根据基线的坡度和长度，在厘米纸上将地形线、分层界线、构造线、采样位置等内容勾绘于图上。用卷尺或有刻度的竹竿，沿着基线所示距离丈量地形、地质特征点到皮尺的铅直距离。将读数告诉了作图者，作图者面对槽壁进行了素描。

文字记录正文前注明了工程位置、人员分工、素描方向、基线坡度方位、测量长度、施工目的是否达到地质目的。文字记录了层位、分层顺序号、距工程起点的距离、地质描述、样品及标本号、覆盖层厚度等。对大于 10cm 的地质现象在图上进行了描绘，记录、描述较详细。文字描述记录地质术语用词要恰当，准确精练，做到了文图相符。探槽编录工作均达到 DZ/T007843《固体矿产勘查原始地质编录规定》的要求。

②. 钻探工程编录：

1) 岩矿芯采取率

岩心采取率为 97.32~100%，平均 97.69%，矿心 94%~100%，采取率平均 98.3%；岩心采取率均大于 75%，含矿蚀变带及上、下盘 5m 孔段采取率达 95%，大于 85%，满足规范要求。

2) 钻孔弯曲度

用磁力测斜仪测定钻孔孔斜和方位角，直孔每百米测量量一次，斜孔每 50m 测斜一次，斜孔每百米孔斜均小于 2°。钻孔弯曲度 0.03~1.57 度/百米，平均 0.46

度/百米；偏离勘探线 0~9.08m，平均 1.23m，孔斜、方位角偏差符合规范要求。

3) 孔深误差及校正

钻孔施工过程中均按《岩心钻探规程》规定，每 100m、变径、终孔后及时用钢尺进行钻具丈量，孔深检查结果显示所有钻孔均未超过孔深误差允许范围(1%)。孔深丈量准确，质量合乎要求。

4) 简易水文观测

简易观测下好孔口管，安装合格的冲洗液循环系统，每小班至少观测一次提钻后、下钻前孔内水位，其间隔大于 5 分钟。详细记录了钻进中出现的漏（涌）水、掉块、坍塌、缩径、逸气、裂隙、钻具掉落等现象。停钻时间较长、发现漏（涌）水及终孔后均进行了稳定水位观测，22 个孔均进行了简易水文观测，观测质量满足要求。

5) 封孔方法及质量

施工单位按照封孔设计要求进行封孔，所有钻孔均进行了封孔，并填写了封孔报告。封孔材料为粘土、水泥，封孔后在孔口竖立有水泥标石（高 30cm），上面标写矿区名称、孔号、开孔日期、终孔日期、孔深等。水泥标号达标，桩体规格统一，顶部有测量用水泥钉，符合规范和设计要求。

检查核对了岩矿芯摆放顺序及采取率、孔斜、简易水文观察等质量指标；而后，现场对钻探岩矿芯（岩屑）进行了仔细观察研究，对所揭示的地质现象按钻进顺序进行了详细描述，重点是地质界线，矿层及其顶底板岩性、构造、断裂界线，矿化蚀变等；对岩矿石颜色、矿物组合、结构构造、蚀变特征、样品、标本的采取进行了详细记录；对有意义的地质现象做了放大素描图。而后在室内进行了及时整理，形成了综合编录，并进行质量评分，最后采用国土资源部信息中心“CHINAZK”软件制作 1:200 柱状图。经过自检、互检、抽检三级检查制，钻孔编录均达到《DZ/T0078—93 固体矿产勘查原始地质编录规定》的要求，质量合格。

④. 采样、化验、岩矿鉴定工作及质量：

样品采集：

采集样品有基本化学分析样：槽内和巷道为刻槽样，岩矿心为劈心样，部分地段有连续拣块样。还采有少量岩矿鉴定样。

化学样布置合理，除控制矿体外对矿体顶底板围岩有适当控制。样长合理，无越

层取样现象。分析项目选择基本合理，但原分析项目少 Sb。野外实地，文字记录、图件表示完全统一，符合规范要求。岩矿鉴定样规格和新鲜程度也符合要求。

采样加工按国家地质总局 1977 年 7 月颁发的《金属非金属矿产地质普查勘探采样规定及方法》。在各项探矿工程中按矿体各矿石类型、品级，并对可能含矿(化)的围岩，矿化带及夹石分别连续采样，所取样品均能控制矿体，矿化带及顶底板界线。符合地质规范要求。

1) 刻槽样品采集

探槽、坑道工程采用刻槽法，样品布置：沿矿体质量变化最大的方向布样，使样槽尽量穿过矿化体或含矿层的真厚度。依化学分析结果圈定矿体，因此原则上按 1.00m 长度（水平长度）连续布样，最大样长不超过 1.30m，小于 0.50m 的合并到前一个样内，大于或等于 0.50m 的单独布样。样长 0.50m 的样品重量一般 6.00~6.50kg，样长 1.00m 的样品重量一般 11.5~13.5kg，样品实际重量与理论重量相差 7~9%，小于 10%，符合规范要求。采样质量：所有工程均进行刻槽取样，取样时先修平表面，用直尺划线，垫好采样布，按 10×3 厘米要求刻取样品。每个工程样品采完后进行核对、称重，理论重量与实际重量之比 $\leq \pm 10\%$ 。并填写试样登记表，确认无误后送加工化验。

2) 钻孔样品采集

钻探工程采用金刚石切片机将岩矿芯劈取二分之一方法取样，采样时按矿石类型和矿化强弱分段采取。样长一般为 1.00~1.30m，最短 0.20m，最长 1.30m。钻孔经质量验收合格后，详细检查矿芯含矿情况、岩（矿）芯长度及采取率，再布置采样位置。对含矿不均匀者，地质人员用粉笔在岩（矿）芯上画出切片线，以求两半矿芯矿化均匀。样品编号按工程从 1 号连续编号。样长 0.50m 的样品重量一般 2.10~2.50kg，样长 1.00m 的样品重量一般 4.50~5.00kg，样品实际重量与理论重量相差 3~8%，小于 10%，符合规范要求。

3) 小体重样

按矿石类型，选取代表性矿体，在控制矿体的不同勘探线、不同工程中采取。在 I-1 矿体中采取了一组小体重样，每个小体重样均测定了主元素的含量。

岩矿鉴定样：取样目的是了解岩矿石的矿物成分，结构、构造、矿物含量，生成顺序，交代作用，给岩矿石一个较为准确的定名，在原始记录中记录采样位置，野

外名称，样品编号，室内登记，填送样单，块度大小多为 $3 \times 6 \times 9 \text{cm}^3$ ，要求岩石新鲜，无风化或风化较少。

样品的加工：

样品加工、测试送到具有甲级资质的有色金属西北矿产地质测试中心、山东省第四地质矿产勘查研究院实验室和具有乙级资质的澳实分析检测（广州）有限公司、山东省第六地质矿产勘查院实验室。

1) 有色金属西北矿产地质测试中心

样品加工室分为常量室和微量室，防止污染。试样制备是测试工作的第一步，为确保试样制备质量，样品加工严格按切乔特公式 $Q=kd^2$ 进行试样加工。

式中：Q：样品最低可靠重量（kg）

d：样品中最大颗粒直径（mm）

k：根据岩矿样品特性确定的缩分系数

根据规范要求，结合多年化验分析的经验及四角羊沟铅锌矿石中铅锌组份分布较均匀至不均匀，K 值选用 0.20，加工分析粒度为小于 200 目。样品烘干后，按试样加工流程进行加工。

加工质量严格按照《地质矿产实验测试质量管理规范》（DZ/T0130-2006）执行。试样在加工过程中，损失率小于 5%，缩分误差小于 3%，超过者进行了重新缩分；实行定期检查，抽查，加工质量合格率大于 95%，样品加工质量符合要求。

2) 澳实分析检测（广州）有限公司

样品加工制备按照《地质矿产实验室测试质量管理规范》（DZ/T0130-2006），进行排样、干燥、破碎、缩分、研磨。所有研磨设备及操作台均安装在“负压收尘制样系统”上，每做完一个样品，均使用“高压、干燥、净化的空气”吹洗设备、设施、乃至操作人员的手套等，使整个流程避免粉尘飘逸造成的样品交叉污染。样品制到约 75 微米（200 目）后用于测试。

样品制备之质量控制，澳实矿物实验室的样品制备在“负压收尘制样系统”上运作，使交叉污染控制到最低水平。抽取缩分样及制好的粉末样做颗粒 QC 检查，若有不合格的，必须重新加工。澳实采用国际上最先进、最精密的制样设备，使加工损失率控制在小于 2%，缩分误差控制在小于 3%。样品加工质量符合要求。

3) 山东省第六地质矿产勘查院实验室、山东第四地质矿产勘查研究院实验室样

品加工制备，样品加工组对来样进行核对、登记、样品编码后进行样品加工。从原始大样中取具有代表性的分析试样，需要对原始样品进行多次破碎和缩分。缩分目前用最简单的切乔特经验公式： $Q=kd^2$

公式中：Q—样品最低可靠质量（kg）；

d—样品中最大颗粒直径（mm）；

k—根据岩样特性确定的缩分系数。

k 值与岩石矿物种类及其元素的品位变化和分布均匀程度等因素有关，变化愈大，愈不均匀者则 K 值越大，一般样的 K 值愈大。一般样的 K 值多在 0.1~0.5 之间，通常用 0.2。

样品的加工制备一般分为三个阶段：粗碎、中碎、细碎。每个阶段又包括四个工作程序：破碎、过筛、混匀、缩分。加工质量严格按照《地质矿产实验测试质量管理规范》执行，试样在加工过程中，损失率小于 5%，缩分误差小于 3%。加工质量合格率大于 95%，样品加工质量符合要求。

样品的测试：

本次普查工作基本分析元素为：Pb、Zn、Cu、Ag、Au、Sn、Fe 等。铅、锌测定是采用原子吸收光谱法（AAS）2~8100（日立公司）；电感耦合等离子光谱（ICP-AES）IRISAdvantage（美热电公司）；质量控制：准确度控制，每分析批试样随机插入 2~3 个标准物质监控，同时进行空白试验。精密度控制：

1) 重复分析（自检）数量采用随机抽样法，重复分析数量为每批次试样数的 20%~30%，每批次分析试样不超过 5 个或经首次化验有含量的样品，重复分析数为 100%，随机抽取的重复分析试样密码编号，交由不同人员进行分析；每次分析插入两个空白，与试样同时分析。

2) 依据岩石矿物试样化学成分重复分析相对偏差允许限的数学模型作为重复分析结果精密度的允许限。重复分析结果的相对偏差小于等于允许限时为合格；大于允许限时为不合格，公式为：

$$YC=C \times (14.37X-0.1263 \sim 7.659)$$

式中：YC—重复分析试样中某组分的相对偏差允许限，%；

X—重复分析试样中某组分平均质量分数，%；

C—某矿种某组分重复分析相对偏差允许限系数。

注：矿石分析中主要矿元素低于边界品位以下一般不计偏差。

质量评述：

内检样品是按不同批次（年度）、不同品级在基本分析的副样中提取，外检样品在内检合格样品的正样中提取。内、外检提取时以达 Pb、Zn 边界品位以上的样品为主。根据《中华人民共和国地质矿产行业标准·地质矿产实验室测试质量管理规范》，内检样品数量为基本分析样品数量的 5~10%，合格率要求达 90%；外检样品数量为基本分析样品数量的 3~5%，合格率要求达 80%。

本次普查工作共采取基本分析样品 586 件，内检样品 63 件，占 10.75%；外检样品 38 件，占 6.48%。内检合格数 62 件，合格率达到 98.41%，超差数 2 件，超差率为 3.18%。抽取外检样品 38 件，占 6.48%，外检合格数 37 件，合格率达到 97.37%，超差数 1 件，超差率为 2.63%，总的抽取比例符合 DZ/T0214-2002《铜、铅、锌、银、镍、钼矿地质勘查规范》和设计要求。

2、实物工作量现行价格

评估取费标准采用自然资源部中国地质调查局《地质调查项目预算标准》（2021 年 7 月）。

青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿详查探矿权勘查区位于青海昆仑山脉地区，地区调整系数为 1.9。

1) 地质测量：勘查区地质复杂程度属 III 类复杂区，根据《地质调查项目预算标准》（2021 年 7 月）：地质测量预算标准：1:10000 地质测量正测单价为 9300 元/km²，草测（修测）调整系数为正测的 0.65。1:2000 地质测量正测单价为 71569 元/km²，简测调整系数为正测的 0.77。

2) 1:1000 地质剖面测量：勘查区地质复杂程度属 III 类复杂区，根据《地质调查项目预算标准》（2021 年 7 月）：1:1000 地质剖面测量正测单价为 26850 元/km。

3) 1:10000 水、工、环地质测绘，勘查区地质复杂程度属 III 类复杂区，根据《地质调查项目预算标准》（2021 年 7 月）：1:10000 水文地质测量测单价为 3730 元/km²，1:10000 工程地质测量测单价为 5208 元/km²，1:10000 环境地质测量测单价为 4328 元/km²。

4) 物探工程预算标准：

激点中梯测量（短导线）：勘查区地形等级属 IV 类复杂区，根据《地质调查项目

预算标准》(2021年7月): AB距1200~1600m,网度 $100 \times 40\text{m}$,预算标准40147元/ km^2 ; 激点测深测量AB距4000m,预算标准3300元/点; 可控源音频大地电磁测量频率1~8192HZ,点距500m,预算标准3107元/点; 瞬变电磁测量中心回线重叠100m,网度 $100 \times 50\text{m}$,预算标准1129元/点。

5) 1:1000岩石剖面测量: 勘查区地形等级属IV类复杂区,根据《地质调查项目预算标准》(2021年7月): 点距20m,预算标准1955元/Km;

6) 槽探工程:根据《地质调查项目预算标准》(2021年7月),深度0~3米,勘查区槽探主要为土石方单价为165元/ m^3 。

7) 坑探工程:根据《地质调查项目预算标准》(2021年7月),岩石分级为VIII级,1~200m坑道的预算标准:1729元/m。

8) 钻探工程:根据《地质调查项目预算标准》(2021年7月),岩石分级为VIII级,不同深度的预算标准:1-200m:1037元/m; 0-300m:1049元/m; 0-400m:1134元/m; 0-500m:1162元/m; 0-600m:1209元/m; 0-700m:1412元/m; 0-800m:1453元/m; 0-900m:1503元/m;

3、间接费用分摊

按照《成本途径评估方法规范》(CMVS12200-2008),间接费用按勘查直接成本现值的30%提取。

4、效用系数及基础成本(P_C)计算

根据前述技术思路和计算公式,基础成本为勘查成本现值经效用系数调整后的“效用价值”。

效用系数,是为了反映成本对价值的贡献程度而设定的对重置成本进行溢价或折价的修正系数,定义为勘查工作加权平均质量系数(f_1)和勘查工作布置合理性系数(f_2)的乘积。根据《矿业权评估参数确定指导意见》(CMVS30800-2008),在进行评估工作时,我们对效用系数的判别和赋值的原则是:

1) 工程布置合理性系数评判标准

根据评估对象已完成勘查技术方法对目标矿种的必要性、合理性及使用取得的效果进行判定,其取值范围为0.01~2,若某类勘查手段对某一类工程必要性强、布置合理,使用效果好,则取高值;反之取低值。其档次标准为:

(1) 符合现行有关勘查规范要求，勘查技术方法对目标矿种必要性强，使用效果好，工程布置合理：取值 1.01~2。

(2) 基本符合现行有关勘查规范要求，勘查技术方法对目标矿种必要性一般，使用效果一般，工程布置基本合理：取值 1.0。

(3) 不符合现行有关勘查规范要求，勘查技术方法对目标矿种必要性欠强，使用效果差，工程布置重复或重复工作量较多：取值 0.01~0.99。

2) 工程质量系数评判标准（以类别区分）

施工质量优劣、是否达到地质目的、获取地质矿产信息多少、进行划分，具体分为四档，取值范围为 0.01~3。

(1) 施工质量好，达到地质目的，获得的地质、矿产信息多，资料数据可靠，对后续勘查工作的指导意义大。取值 2~3。

(2) 施工质量较好，基本达到地质目的，获得的地质、矿产信息较多，对后续勘查工作有一定指导意义。取值 1~1.99。

(3) 施工质量一般，基本达到地质目的，获得的地质、矿产信息较少，对后续勘查工作指导意义不大。取值 0.5~0.99。

(4) 施工质量较差，没有达到地质目的，获得的地质、矿产信息很少，资料数据老化，对后续勘查工作指导意义不大。取值 0.01~0.49。

3) 工作区工程效用系数评判取值

(1) 工程质量系数评判取值

①. 地质及地质剖面测量：

施工质量较好，基本达到地质目的，获得的地质、矿产信息较多，但部分比例尺测量未进行质量评述，对后续勘查工作有一定指导意义。评估取值 1.05。

②. 物化探：施工质量较好，基本达到地质目的，获得的地质、矿产信息较多，对后续勘查工作有一定指导意义。评估取值 1.05。

③. 槽探工程：

完成槽探工程量 3885m³，系统的对两条矽卡岩带进行了控制，圈出 4 条矿体。根据矿体露头情况，槽探工程一般按勘查线方向布置，工程完工后均用全站仪进行测量定位、素描、取样，并现场绘制成图，施工质量由公司组织专人负责验收，通过自检、互检和抽检，工程质量达到探矿规范要求。施工质量较好，基本达到地质目的，获得的地质、

矿产信息较多，对后续勘查工作有一定指导意义。取值 1.00。

④. 坑探工程：

坑探工程完成工作量 2131.49m，断面规格：宽×高一般为 2×2m，两壁基本平整，局部地段超过 2m；坑道掘进方位均按设计方位前行，最大偏差 3°，经测量坑道总体坡度在 3.5%，局部地段的底板近于水平；对 I-1 号矿体进行了控制，但向东、西深部延伸及矽卡岩带空间分布、含矿性不明。获得的地质、矿产信息较多，对后续勘查工作有一定指导意义。取值 1.05。

⑤. 钻探工程：

勘查区共施工 23 个钻孔，累计工程量 9858.86m，其中 22 个钻孔为普查阶段施工，详查阶段仅施工一个钻孔。施工钻孔中仅有 5 个钻孔见矿。近 80% 的施工钻孔质量一般，获得的地质、矿产信息较少，但对后续工作指导意义不大，取值 0.65。

⑥. 间接分摊：

编录、化学分析、图件质量一般，基本分析样品加工、分析质量监控不到位；矿区采集了四件小样，数量偏少，且品位不高，代表性不强。基本达到地质目的，获得的地质、矿产信息一般，对后续勘查工作有一定的指导意义。评估取值 1.00。

(2) 合理性系数评判取值

目前，地质勘查工作程度为普查，采用地质及剖面测量、槽探、坑探、钻探等勘查手段。有效地揭露矿体并圈定了矿体，提交了铅锌矿资源储量(333+334?)88.81 万吨。但矿体控制程度仍不够，在普查阶段就投入大量槽探、勘探以及钻探，尤其是钻探（进尺 9858.86m），累计 23 个钻孔，其中只有 5 个钻孔见矿，少量钻孔进行岩芯取样，效果较差，技术经济基本不合理，不符合有关勘查规范要求，评估取值 0.3。

4) 效用系数

上述分别评判了工程部署合理性系数 (f_1) 和工程质量系数 (f_2)，效用系数实质为加权工程质量系数和合理性系数乘积。

$$F=f_1 \times f_2$$

f_1 —工程部署合理性系数；

f_2 —加权工程质量系数。

本次评估效用系数的取值详见附表 8。

青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿详查探矿权勘查重置成本计算见附表 7。

青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿详查探矿权勘查成本现值计算见下表 10。

表 10 青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿详查探矿权勘查成本现值计算表

工作项目	直接成本现值(元)	间接成本现值(元)	勘查成本现值(元)
勘查工程	43051177.15	12915353.15	55966530.30

青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿详查探矿权基础成本计算如表 11。

表 11 青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿详查探矿权基础成本计算表

勘查成本现值(万元)	效用系数(F)	基础成本(Pc)(万元)
1	2	3=1×2
5596.65	0.2533	1417.59

5、调整系数

调整系数显示出评估对象的找矿潜力和资源的开发前景，反映了成本对价值的贡献，定义为各价值指数的乘积。

价值指数是指利用成本途径评估规范规定的专家对各地质要素分别进行评判，在一定范围内给出一个显示评估对象的找矿潜力和资源开发前景的溢价或折扣的系数。

根据《矿业权评估参数确定指导意见》(CMVS30800-2008)，评估将地质要素分为 7 类，即：I、区域成矿地质条件显示；II、找矿标志显示；III、矿化强度及蕴藏规模显示；IV、矿石质量及选矿或加工性能显示；V、开采技术条件显示；VI、矿产品及矿业权市场条件显示；VII、基础设施条件显示。各地质要素取值范围如《矿业权评估参数确定指导意见》(CMVS30800-2008)。

1) 价值指数的确定

价值指数综合了专家评判结果和评估机构评判结果后确定。评估小组聘请有评估对象矿种的勘查工作经历，熟悉相关矿种勘查规范的、经验丰富的 5 位(教授级)地质高级工程师作为专家参与本次评估的价值指数评判工作。在隶属关系上，没有本评估机构和委托单位的专家。专家们的资格证书复印件及简历已作为本评估报告的附件。

价值指数评判工作按照《矿业权评估参数确定指导意见》的规定进行。首先，由评估人员向专家们介绍评估意图、评估对象的情况，地质要素价值指数评判规则

和方法，并向每位专家各提供一份地质要素分类及价值指数表，作为对照使用。专家们在听取情况介绍后，专家们结合各自根据以往同类型矿体勘查时掌握的情况，分别、独立地对评估对象的地质要素价值指数进行评判。评估小组未对专家就地质要素价值指数的评判赋值做任何暗示和导向性介绍。评估小组当场对专家的评判表进行了审核，发现个别专家对评判赋值表中的某些概念理解有偏差时，再次做了解释，由专家自己对其评判表进行调整。最终，5位专家的评判表基本符合评估方法的要求，确定为有效。

5位专家对该评估对象的地质要素价值指数的评判平均值如附表12。专家们的评判表和评判结果表附于评估报告之后。

表12 青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿详查探矿权地质要素价值指数
评判综合表(专家)

地质要素		分级	价值指数平均值
I	区域成矿地质条件显示	2	1.00
II	找矿标志显示	1	0.68
III	矿化强度及蕴藏规模显示	2	1.07
IV	矿石质量及选矿或加工性能显示	2	1.00
V	开采技术条件显示	2	1.00
VI	矿产品及矿业权市场条件显示	1	0.78
VII	基础设施条件显示	1	0.58
调整系数 $\alpha = \alpha I \times \alpha II \times \alpha III \times \alpha IV \times \alpha V \times \alpha VI \times \alpha VII$			0.3292

2) 调整系数的确定

(1) 评估小组对评估对象7个地质要素价值指数的评判

I、区域成矿地质条件显示：

勘查位于柴达木准地台之南缘，所处大地构造位置在区域上隶属祁漫塔格断褶带。区内构造线呈北西西向，有元古界、奥陶系、泥盆系、石炭系、二叠系、三叠系及第四系地层分布，与区域构造线方向一致的断裂和褶皱形成的格架，严格控制着地层的分布。海西期、印支期岩浆活动强烈，分布面积大，以中酸性岩为主。在复杂的地质作用条件下，为本区许多大中型喷流沉积型矿床及矽卡岩型接触交代矿床提供了良好的成矿环境。要素I价值指数应为2级，评估小组赋值1.00。

II、找矿标志显示：

本区铅锌矿赋存于矽卡岩内，本区矽卡岩多为深色，灰紫，灰绿色较坚硬耐风

化层状产出。具有铅锌矿化的矽卡岩在矽卡岩上盘产出较多，其矿物粒度也粗大些，因而是找矿重点对象。受地表风化作用影响在有铅锌矿化的矽卡岩内，地表常形成氧化蚀变带，呈褐色、黑色、暗红色土状，粉末状物或铁帽状产出，因此在找矿中要对氧化蚀变带、铁帽进行揭露取样；在矽卡岩产状发生变化处，即由缓变陡处易形成厚度大，矿石质量好的大矿体，值得注意，特别是产出于向斜构造的矿体，在向斜构造的核部极易形成厚、大、富的矿体；已发现矿体多受构造控制，而且有些矿化矽卡岩发育于构造与岩体交会的部位，因此，在断层破碎带以及褶皱和断层构造的交汇部位具备一定的找矿空间。但从勘探工程效果分析，找矿标志不太明显，要素II价值指数可达1级，评估小组取值0.70。

III、矿化强度及蕴藏规模显示：

根据《青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿详查报告》，估算区内铅锌矿石量（333+334?）类为：矿石量888068.94t，铅金属量10623.96t，平均品位1.20%；锌金属量15549.29t，平均品位1.75%。另，保有伴生（333+334?）银金属量19022.44kg，平均品位21.42g/t；铅锌矿规模较小，品位较低，开发意义不大。要素III价值指数应为2级，评估小组赋值1.06。

IV、矿石质量及选矿或加工性能显示：矿区内矿石为原生矿石，主要矿石矿物为方铅矿、闪锌矿、磁铁矿、镜铁矿、黄铁矿、少量黄铜矿及自然银；本矿床目前尚未进行选矿试验样的采集与试验，但与本矿床类型相同，位置较近的牛苦头铅锌矿床已进行了选冶试验，该二矿床相似之处是：均为矽卡岩型铅锌矿床，均以原生矿石为主的矿石，矿石的结构，构造相同，矿石内的矿石矿物与脉石矿物相似，该矿石属易选矿石。因此，要素IV值指数应在2级取值较为合适，评估小组赋值1.00。

V、开采技术条件显示：

根据勘查区所区域，勘查区水文地质条件干旱缺水的简单类型，工程地质条件简单~中等类型，矿体绝大多数产出于断裂破碎带中，破碎带相互组合导致产生顶板冒落；环境地质条件中等类型。因此，要素V值指数应在2级取值较为合适，评估小组赋值1。

VI、矿产品及矿业权市场条件显示：目标矿种矿产品（铅锌）市场供大于求，当地区域矿业权交易市场低迷，基本无矿业权交易活动。因此要素VI价值指数应为1级，评估小组综合取值0.75。

VII、基础设施条件显示：山脉总体走向北西西向，地势南高北低，高差较大，属深切切割的高山区。最低海拔3700m，最高海拔4029m，属于高原缺氧地区。属柴达木盆地西南缘半干旱荒漠区，最低气温可达-34.3℃，最高可达30℃。岩土工程施工较困难，勘查区水、电、路等基础设施较差。因此要素VI价值指数应为1级，评估小组综合赋值0.60。

表 13 价值指数评估小组赋值表

地质要素		分级	价值指数平均值
I	区域成矿地质条件显示	2	1.00
II	物化探异常显示	1	0.7
III	矿化强度及蕴藏规模显示	2	1.06
IV	矿石质量及选矿或加工性能显示	2	1.00
V	开采技术条件显示	2	1.00
VI	矿产品及矿业权市场条件显示	1	0.75
VII	基础设施条件显示	1	0.60
调整系数 $\alpha = \alpha I \times \alpha II \times \alpha III \times \alpha IV \times \alpha V \times \alpha VI \times \alpha VII$			0.3339

(2) 对专家评判结果的分析

5位专家对评估对象价值指数的评判是较认真的，过程和结果基本上是科学、合理的，相互间差异不大，与评估人员的意见也基本接近，评估小组的赋值和专家的赋值两者间在5%以内。专家对地质要素评估赋值的平均值与评估小组的评判值的差异均在合理范围之内，不存在原则性的差异。故评估小组决定采用专家取值作为调整系数计算的依据。

十一、评估假设

本评估结果是以特定的评估目的为前提，在以下设定条件下有效：

- 1) 无任何原因使探矿权人提供不全或不真实原始资料；
 - 2) 外聘专家无任何现行有关规定不允许与评估委托人及相关方的利益关系；
 - 3) 评估假定该探矿权到期后能顺利延续，取得所有相关合法手续无法律障碍。
- 如果上述前提条件发生变化，本报告评估结果将随之发生变化而失去效力。

十二、评估结论

本次评估是在充分调查和了解评估对象的基础上进行的，并根据实际情况和有关规定选用地质要素评序法，经计算确定青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿详查探矿权价值在评估基准日时点探矿权价值为：**466.62 万元人民币，大写人民币肆佰陆拾陆万陆仟贰佰元整。**

有关探矿权评估价值计算情况详见附表 1。

勘查成本现值(万元)	基础成本 PC(万元)	调整系数 a	探矿权评估价值 P(万元)
1	2	3	4=2×3
5596.65	1417.59	0.3292	466.62

十三、评估有关问题的说明

1、评估报告有效期

本报告评估基准日为 2022 年 1 月 31 日。按照矿业权评估现行有关规定，本报告评估结论自评估基准日起一年内有效。凡不在有效期内使用本报告评估结果，本公司对由此而给有关方面带来或造成的损失及不良影响不负任何责任。

2、评估报告的有效使用范围

本评估报告的所有权属于委托人。本次对青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿详查探矿权价值的评估结论，仅供委托方-山金西部地质矿产勘查有限公司拟转让该探矿权需了解其市场价值这一特定目的使用，任何人不得将其另作它用，否则，本公司对由此而给有关方面带来或造成的损失及不良影响不负任何责任。评估报告的使用权归委托方所有，未经委托方同意，不得向他人提供或公开。除依据法律须公开的情形外，报告的全部或部分内容不得发表于任何公开的媒体上。

3、评估基准日后的调整事项

按照现行有关法规规定，本评估报告自评估基准日起一年内，如果委托评估的资源、资产数量发生变化以及本项目所采用的有关价格指标发生了变化，对探矿权价值产生明显影响时，委托方应及时商请本评估公司根据原评估方法对评估价值进行相应调整，并重新确定其探矿权价值。

4、特别事项说明

1) 其他对评估结论可能有重大影响的事项

①. 本次评估工作中，评估委托方提供的所有文件材料，是编制本报告的基础，相关文件材料提供方应对所提供的有关文件材料的真实性、合法性、完整性承担责任。评估报告中所使用的基础数据取自委托方提供的《青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿详查报告》，该报告为有相应地勘资质单位编制，经青海省国土规划研究院矿产资源储量评审专家组评审通过，后经青海省国土资源厅评审备案。委托方对提供资料的真实性、合法性、完整性负责。

②. 青海省格尔木市四角羊沟西铅锌矿详查探矿权虽处于详查阶段，勘查区内圈出铅锌矿体，但规模较小，品位较低；矿区未开展专门的矿石加工性能研究工作，仅与位置较近的牛苦头铅锌矿床进行了类比，认为矿石可选；对矿床开发未作经济评价，依据目前的市场条件，不具备开采利用价值。根据“青国土规储评字[2017]06号”评审结论：详查工作投入实物工作量过少，设计基本没有得到执行，矿区勘查工作程度(无论是控制程度还是研究程度)达不到详查阶段的要求。工作布置不尽合理，矿区远景规模没有查清，工作质量不能满足详查阶段要求。因此，该探矿权总体上尚处于普查控制程度阶段。

③. 《详查报告》中未对部分测量质量进行评述。

④. 经与矿业权人核实，2005年以前的地质工作及成果与本项目无关。完成的地质工作没有在探矿权勘查区范围内，不需参与评估计算。

2) 其他需要说明的事项

①. 本次评估结论是在独立、客观、公正的原则下完成的，本评估机构及参加本次评估的评估人员与评估委托方及相关当事方之间无任何利害关系。该结论为我公司评估人员根据特定的评估目的对被评估资产所作出的专业分析判断，评估结果不是评估对象实际价值的实现保证。

②. 经与矿业权人沟通，该探矿权是通过申请在先的方式获得的，该探矿权以往未缴纳过探矿权出让收益（价款），亦未进行探矿权评估，特别提示委托方与报告使用人予以注意。

③. 本报告表中所列数据，因列示的小数位数不同造成计算结果不平衡的，一律以表中结果为准。

④. 对存在的可能影响评估结论的瑕疵事项，在评估委托人及矿业权人未做特殊说明而评估人员已履行评估程序仍无法获知的情况下，评估机构和评估人员不承担相关责任。

⑤. 探矿权人自获得该探矿权后，2005~2017 年期间先后开展了普查、详查地质工作，自 2017 年 6 月 9 日进行了第一次保留，进行保留后，只正常缴纳了探矿权使用费，未开展任何勘查工作。

十四、评估责任人

评估机构：四川立诚矿业评估咨询有限公司

法定代表人：

矿业权评估师：

矿业权评估师：

十五、其他参与评估工作人员

管士平（矿业权评估师、注册会计师、资产评估师、高级工程师）

郭 敏（矿业权评估师、资产评估师，地质工程师）

刘毅杰（高级工程师）

十六、评估报告日

本评估报告提交时间：二〇二二年四月一日。