

攀枝花市经质矿产有限责任公司

会理县小黑箐经质铁矿采矿权

评估报告

川华衡矿权评报[2025]02 号

四川天健华衡资产评估有限公司

二〇二五年七月二十一日

目 录

攀枝花市经质矿产有限责任公司会理县小黑箐经质铁矿采矿权评估报告摘要

攀枝花市经质矿产有限责任公司会理县小黑箐经质铁矿采矿权评估报告正文

1 评估机构	1
2 评估委托人及矿业权人	1
3 评估目的	2
4 评估对象及范围	2
5 评估基准日	6
6 评估依据	6
7 矿产资源勘查和开发概况	8
7.1 矿区位置与交通	9
7.2 矿区自然地理与经济概况	9
7.3 矿区地质工作概况	10
7.4 矿区地质概况	14
7.5 矿产资源概况	23
7.6 矿石加工选冶技术性能	45
7.7 矿床开采技术条件	50
7.8 勘查\开发利用现状	52
8 评估实施过程	53
9 评估方法	55
10 评估参数的确定	56
10.1 评估依据、参考资料	56
10.1.1 地质报告评述	57
10.1.2 设计报告评述	58
10.2 技术参数的选取与计算	58

10.2.1 资源储量	58
10.2.2 评估利用资源储量.....	60
10.2.3 采选方案.....	60
10.2.4 产品方案.....	61
10.2.5 采选技术指标.....	61
10.2.6 评估利用可采储量.....	61
10.2.7 生产规模和矿山服务年限.....	61
10.3 经济参数的选取与计算	63
10.3.1 投资	63
10.3.2 销售收入	66
10.3.3 总成本及经营成本.....	72
10.3.4 销售税金及附加.....	77
10.3.5 企业所得税.....	79
10.3.6 折现率及折现系数.....	80
11 评估假设.....	80
12 评估结论.....	81
13 特别事项说明.....	81
14 矿业权评估报告使用限制	83
15 矿业权评估报告日	84
16 评估责任人.....	85

评估报告书附表目录（见附表）

评估报告书附件目录（见附件）

**攀枝花市经质矿产有限责任公司会理县小黑箐经质铁矿采矿权
评估报告摘要**

川华衡矿权评报[2025]02 号

重要提示：“以下内容摘自本矿业权评估报告，欲了解本评估项目的全部情况，请认真阅读矿业权评估报告全文”。

评估机构：四川天健华衡资产评估有限公司。

评估委托人：四川安宁铁钛股份有限公司。

评估对象：攀枝花市经质矿产有限责任公司会理县小黑箐经质铁矿采矿权（证号：C5100002010122120091286）。

评估范围：攀枝花市经质矿产有限责任公司会理县小黑箐经质铁矿采矿权（证号：C5100002010122120091286）许可证所载明的矿区范围及标高。

评估目的：因四川安宁铁钛股份有限公司拟收购攀枝花市经质矿产有限责任公司 100% 股权，需对涉及的攀枝花市经质矿产有限责任公司会理县小黑箐经质铁矿采矿权（证号：C5100002010122120091286）进行评估。本次评估即为上述经济行为提供价值参考意见。

评估基准日：2025 年 3 月 31 日。

评估方法：折现现金流量法。

评估主要参数：

评估基准日保有资源量 11267.80 万吨, TFe 21.10%、TiO₂ 9.46% (TiO₂ 金属量 1066.30 万吨)、V₂O₅ 0.18% (V₂O₅ 金属量 20.34 万吨)。评估利用资源量 10504.34 万吨, TFe 21.16%、TiO₂ 9.50% (TiO₂ 金属量 998.13 万吨)、V₂O₅ 0.18% (V₂O₅ 金属量 19.04 万吨)。设计损失量 1244.46 万吨。设计采矿回采率 97.00% (露采)、86.04% (地采)，计算综合采矿

回采率为 95.673%，废石混入率为 5.70%（露采）、10.24%（地采），铁精矿选矿回收率为 56.39%，钛精矿选矿回收率 40.90%。评估利用可采储量 8859.17 万吨，其中露采 7894.25 万吨，TFe 21.71%、TiO₂ 9.72%；地采 964.92 万吨，TFe 22.82%、TiO₂ 10.22%。设计生产规模露采 500.00 万吨/年考虑（工业品位 260 万 t+低品位矿石 240 万 t），地采 110 万吨/年。矿山服务年限露采 16.74 年，地采 9.77 年。产品方案为铁精矿（TFe58.00%）、钛精矿（TiO₂47.00%）。评估用固定资产利旧投资金额为 54,065.00 万元（不含税），露采不含税投资为 31,167.04 万元，地采不含税投资为 24,392.87 万元。采选所需单位总成本费用露采为 114.90 元/吨、地采为 199.47 元/吨。采选所需单位经营成本露采为 102.71 元/吨、地采为 172.91 元/吨。铁精矿（TFe58.00%）不含税销售价格为 576.13 元/吨，钛精矿（TiO₂ 47.00%）不含税销售价格为 2,113.24 元/吨。折现率为 8.00%。

评估结论：依据基准准则和程序规范，选取合理的评估方法和评估参数，经认真估算，确定攀枝花市经质矿产有限责任公司会理县小黑箐经质铁矿采矿权在评估基准日所表现的市场价值为人民币 **350,576.51 万元**，大写人民币叁拾伍亿零伍佰柒拾陆万伍仟壹佰元整。

评估结论使用有效期：本矿业权评估报告结论使用有效期一年，自评估基准日 2025 年 3 月 31 日起，至 2026 年 3 月 30 日止。

特别事项说明：

1、根据矿业权人提供的《攀枝花市经质矿产有限责任公司会理县小黑箐经质铁矿(新增资源储量)采矿权出让收益评估报告》（广实评报字(2020)第 022 号）和《四川省自然资源厅关于分期缴纳会理县小黑箐经质铁矿新增资源储量采矿权出让收益请示的批复》（川自然资函〔2020〕845 号），会理县小黑箐经质铁矿采矿权出让收益为 39,086.69 万元。根

据矿业权人提供的一般缴款书和税收缴款书，首次 13086.69 万元 2020 年 9 月 27 日已缴纳，2022 年 11 月 4 日、2022 年 12 月 18 日、2023 年 12 月 18 日、2024 年 12 月 25 日分别缴款 930.00 万元。截至评估基准日剩余 22,280.00 万元尚未缴纳，本次评估未考虑该事项对评估结论的影响，提请报告使用者注意。

2、《攀枝花市经质矿产有限责任公司会理县小黑箐经质铁矿(新增资源储量)采矿权出让收益评估报告》(广实评报字(2020)第 022 号)仅对工业品位铁矿石 5978.80 万吨评估设计利用。根据《四川省会理县小黑箐经质铁矿延伸勘探及资源储量核实报告》、及其评审意见、备案证明，和《四川省会理市小黑箐经质铁矿资源再评价报告》及其评审意见，评估基准日保有低品位矿石 5289.00 万吨，依据《攀枝花市经质矿产有限责任公司会理县小黑箐经质铁矿 500 万吨/年采选工程可行性研究报告》，对低品位矿石设计利用，因此低品位矿石 5289.00 万吨尚未进行采矿权出让收益处置，本次评估参考设计利用的低品位矿占比，根据《财政部 自然资源部 税务总局关于印发〈矿业权出让收益征收办法〉的通知》(财综[2023]10 号)铁、钛矿业权出让收益率计算每年需补缴的采矿权出让收益，并在生产成本中考虑该项支出，提请报告使用者注意。

3、小黑箐经质铁矿采矿权许可证，设计生产规模为 260 万吨/年。根据 2025 年 4 月 24 日《会理市自然资源局关于〈攀枝花市经质矿产有限责任公司相关事项的申请〉的复函》，和 2025 年 4 月 11 日《会理市经济信息化和科学技术局关于攀枝花市经质矿产有限责任公司经营规模及相关情况的说明》，待在实际开采过程的同步随采利用边界品位铁矿石 240 万吨/年，总开采利用规模预计达到 500 万吨/年，符合国家有关政策。因此本次评估生产规模露采按 500 万吨/年(工业品位 260 万 t+低品位矿石 240 万 t)考虑，并假设小黑箐经质铁矿可取得相关批文，提请报告使用者注意。

4、根据《四川省会理县小黑箐经质铁矿延伸勘探及资源储量核实报告》、评审意见及备案证明(四川省地质矿产勘查开发局一〇六地质队，

2018年5月)小黑箐经质铁矿估算了铁、钛和钒金属量。但根据《攀枝花市经质矿产有限责任公司小黑箐经质铁矿矿产资源开发利用方案》、评审意见及备案表(攀枝花市经质矿产有限责任公司,2019年12月),和《攀枝花市经质矿产有限责任公司会理县小黑箐经质铁矿500万吨/年采选工程可行性研究报告》及其评审意见(中凯俊成建设咨询有限公司,2025年6月)及现场调查,精矿中钒品位较低未达到单独计价标准,同时矿业权出让收益评估也未计算钒销售收入。因此,本次评估未考虑钒金属评估利用,请报告使用者注意。

(本页无正文)

法定代表人(签名):

四川天健华衡资产评估有限公司
(盖章)

项目负责人(签名):

二〇二五年七月二十一日

矿业权评估师(签名):

攀枝花市经质矿产有限责任公司会理县小黑箐经质铁矿采矿权

评估报告正文

川华衡矿权评报[2025]02 号

受四川安宁铁钛股份有限公司委托，本公司根据国家矿业权评估有关规定，本着独立、客观、公正的评估原则，选取合理的评估方法对攀枝花市经质矿产有限责任公司会理县小黑箐经质铁矿采矿权在评估基准日表现的市场价值进行了评定和估算。本公司评估人员按照必要的评估程序对委托评估的矿业权进行了现场调查与询证。现将评估过程、评估结论报告如下：

1 评估机构

名 称：四川天健华衡资产评估有限公司

注册地址：成都市锦江区天仙桥南路 3 号汇江楼 5 楼

法定代表人：唐光兴

企业法人营业执照号：510000000031150

探矿权采矿权评估资格证书编号：矿权评资[2002]003 号。

2 评估委托人及矿业权人

2.1 评估委托人

名称：四川安宁铁钛股份有限公司

统一社会信用代码：91510400204604471T

类型：其他股份有限公司(上市)

住所：攀枝花市米易县攀莲镇安宁路 80 号

法定代表人：罗阳勇

注册资本：肆亿柒仟壹佰玖拾捌万玖仟玖佰伍拾捌元

成立日期：1994 年 04 月 05 日

营业期限：1994 年 04 月 05 日至无固定期限

经营范围：铁矿石开采、洗选、钒钛铁精矿、钛精矿、钛中矿及其他矿产品加工、销售、机电维修、建材(不含危险化学品)、百货销售；装卸搬运。（以上经营项目不含法律、行政法规和国务院决定的前置审批或许可的项目）（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）。

2.2 矿业权人

名称：攀枝花市经质矿产有限责任公司

统一社会信用代码：91510422708925842D

类型：其他有限责任公司

住所：四川省凉山彝族自治州会理市迎宾大道 64 号 1 幢 2 楼 32 号

法定代表人：王建新

注册资本：肆仟伍佰柒拾万元整

成立日期：2000 年 08 月 02 日

经营范围：一般项目：矿物洗选加工；技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广；金属矿石销售；建筑用石加工。（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；非煤矿山矿产资源开采。（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）

3 评估目的

因四川安宁铁钛股份有限公司拟收购攀枝花市经质矿产有限责任公司 100%股权，需对涉及的攀枝花市经质矿产有限责任公司会理县小黑箐经质铁矿采矿权（证号：C5100002010122120091286）进行评估。本次评估即为上述经济行为提供价值参考意见。

4 评估对象及范围

4.1 评估对象及范围

评估对象为攀枝花市经质矿产有限责任公司会理县小黑箐经质铁矿采矿权（证号：C5100002010122120091286）。

评估范围为攀枝花市经质矿产有限责任公司会理县小黑箐经质铁矿采矿权（证号：C5100002010122120091286）许可证所载明的矿区范围及标高。

攀枝花市经质矿产有限责任公司会理县小黑箐经质铁矿采矿权：证号：C5100002010122120091286；采矿权人：攀枝花市经质矿产有限责任公司；地址：凉山州会理县；经济类型：有限责任公司；开采矿种：铁矿；开采方式：露天/地下开采；生产规模：260.00 万吨/年；矿区面积：2.4725 平方公里；有效期限：贰拾玖年 2021 年 08 月 25 日至 2050 年 08 月 25 日。开采深度：由 2390 米至 1320 米；矿区范围共由 8 个拐点圈定。

矿区范围拐点坐标表（2000 国家大地坐标系）

点号	X 坐标	Y 坐标	点号	X 坐标	Y 坐标
1	2956676.00	34500118.00	2	2956753.00	34501024.00
3	2956251.00	34501600.00	4	2955851.00	34501747.00
5	2954970.00	34501800.00	6	2954945.00	34500820.00
7	2955265.00	34500329.00	8	2955800.00	34500118.00

4.2 矿业权沿革

4.2.1 采矿权

小黑箐经质铁矿于 2000 年 5 月首次取得采矿权，采矿权人为会理县小黑箐孟良铁矿，采矿许可证号：5100000040339，有效期限为 2000 年 5 月至 2003 年 5 月，面积 1.0214Km²，生产规模 6 万吨/年。

攀枝花市经质矿产有限责任公司于 2003 年 12 月以协议转让方式取得该采矿权，采矿权证号：5100000420058，有效期限 2004 年 1 月至 2014 年 1 月，面积 1.0227Km²，开采深度为+2160m 至+1980m，生产规模 6.00 万吨/年。

2010 年 12 月延续采矿权许可证，证号：C5100002010122120091286，有效期限为 2010 年 12 月 20 日至 2014 年 2 月 20 日；2013 年办理延续，有效期为 2014 年 01 月 28 日至 2015 年 01 月 28 日；2014 年 3 月办理延续，有效期限：2014 年 3 月 12 日至 2024 年 3 月 12 日。

因已完成勘探的探矿权四川省会理县小黑箐经质铁矿延伸勘探(证号：T51520170402053895)与已有的采矿权(证号：C5100002010122120091286)合为一个采矿权(证号：C5100002010122120091286)，扩大矿区范围，在 2021 年 8 月 25 日取得现有采矿权许可证。

4.2.2 探矿权

2017 年 4 月，攀枝花市经质矿产有限责任公司首次获得了“四川省会理县小黑箐经质铁矿（延伸）勘探”的勘查许可证，证号为 T51520170402053895，勘查面积 4.79km²，图幅号：G48E008001；有效期为 2017 年 4 月 6 日-2019 年 4 月 6 日。

2019 年 7 月 16 日延续探矿权许可证，有效期为 2019 年 4 月 6 日-2021 年 4 月 6 日，勘查面积和图幅号等无变化。

2021 年 5 月 7 日延续探矿权许可证，有效期为 2021 年 4 月 6 日-2023 年 4 月 6 日，证号为 T5100002017042050053895，勘查面积为 4.7851km²，幅号等无变化。

2021 年 8 月 25 日与已有的采矿权(证号：C5100002010122120091286)合为一个采矿权(证号：C5100002010122120091286)，截至评估基准日该探矿权(证号：T5100002017042050053895)已注销。

4.3 矿业权出让收益

根据矿业权人提供的《采矿权评估结果确认书》（川国土资矿认字（2003）第 092 号），经四川省地平线矿产资源咨询有限责任公司评估，

会理县小黑箐孟良铁矿采矿权价款为 54.93 万元,根据提供的一般缴款书 2004 年 2 月缴款 54.93 万元。

根据矿业权人提供的《攀枝花市经质矿产有限责任公司会理县小黑箐经质铁矿(新增资源储量)采矿权出让收益评估报告》(广实评报字(2020)第 022 号)和《四川省自然资源厅关于分期缴纳会理县小黑箐经质铁矿新增资源储量采矿权出让收益请示的批复》(川自然资函〔2020〕845 号),会理县小黑箐经质铁矿采矿权出让收益为 39,086.69 万元,具体分期缴纳方案如下:首次缴纳金额为 13086.69 万元剩余部分在首次颁发的采矿许可证有效期届满一年前,于每年 12 月底前分年度平均缴纳。

根据矿业权人提供的一般缴款书和税收缴款书,首次 13086.69 万元 2020 年 9 月 27 日已缴纳,2022 年 11 月 4 日、2022 年 12 月 18 日、2023 年 12 月 18 日、2024 年 12 月 25 日分别缴款 930.00 万元。截至评估基准日剩余 22,280.00 万元尚未缴纳。

《攀枝花市经质矿产有限责任公司会理县小黑箐经质铁矿(新增资源储量)采矿权出让收益评估报告》(广实评报字(2020)第 022 号)仅对工业品位铁矿石 5978.80 万吨评估设计利用。根据《四川省会理县小黑箐经质铁矿延伸勘探及资源储量核实报告》、及其评审意见、备案证明,和《四川省会理市小黑箐经质铁矿资源再评价报告》及其评审意见,评估基准日保有低品位矿石 5289.00 万吨,依据《攀枝花市经质矿产有限责任公司会理县小黑箐经质铁矿 500 万吨/年采选工程可行性研究报告》,对低品位矿石设计利用,因此低品位矿石 5289.00 万吨尚未进行采矿权出让收益处置,本次评估参考评估利用的资源储量低品位矿石中铁、钛金属量占全部铁、钛金属量的比例计算每年低品位矿石对应的年选矿产品销售收入,参考《财政部 自然资源部 税务总局关于印发〈矿业权出让收益征收办法〉

的通知》（财综[2023]10号）铁、钛矿业权出让收益率计算每年需补缴的采矿权出让收益，并在生产成本中考虑该项支出。

5 评估基准日

根据《资产评估委托合同》，评估基准日确定为2025年3月31日。本评估报告中计量和计价标准，均为该评估基准日的客观有效标准。

6 评估依据

评估依据包括法律法规依据、评估准则依据、经济行为依据、权属依据、引用专业报告依据和取价依据等，具体如下：

6.1 法律法规依据

6.1.1 《中华人民共和国资产评估法》（主席令十二届第46号）；

6.1.2 《中华人民共和国矿产资源法》（2024年11月8日中华人民共和国第十四届全国人民代表大会常务委员会第十二次会议修订）；

6.1.3 《中华人民共和国矿产资源法实施细则》（1994年3月26日国务院令152号）；

6.1.4 《矿产资源开采登记管理办法》（2014年7月29日国务院令653号修订）；

6.1.5 《探矿权采矿权转让管理办法》（2014年7月29日国务院令653号修订）；

6.1.6 《矿业权评估管理办法（试行）》（国土资源部国土资发〔2008〕174号）；

6.1.7 《中华人民共和国企业所得税法》（2018年12月29日第二次修正）、《中华人民共和国企业所得税法实施条例》（2019年国务院令714号第一次修订）；

6.1.8《中华人民共和国增值税暂行条例》（2017年11月19日中华人民共和国国务院令 第691号第二次修订）、《关于深化增值税改革有关政策的公告》（财政部 税务总局海关总署公告 2019年第39号）；

6.1.9《中华人民共和国城市维护建设税法》（2021年9月2日中华人民共和国主席令 第五十一号）；

6.1.10《国务院关于修改〈征收教育费附加的暂行规定〉的决定》（2005年8月20日国务院令 448号）、《关于统一地方教育附加政策有关问题的通知》（财综〔2010〕98号）；

6.1.11 主席令第三十三号《中华人民共和国资源税法》；《四川省人民代表大会常务委员会关于资源税适用税率等事项的决定》（省第23届人大常委会公告第63号）；

6.1.12《关于印发企业安全生产费用提取和使用管理办法的通知》（财政部应急部 财资〔2022〕136号）；

6.1.13《财政部自然资源部税务总局关于印发矿业权出让收益征收办法的通知》（财综〔2023〕10号）。

6.2 评估准则依据

6.2.1《中国矿业权评估准则》；

6.2.2《矿业权评估参数确定指导意见》（CMVS30800-2008）；

6.2.3《矿产地质勘查规范 铁、锰、铬》（DZ/T0200-2020）；

6.2.4《固体矿产地质勘查规范总则》（GB/T13908-2020）；

6.2.5《固体矿产地质勘查报告编写规范》（DZ/T0033-2020）；

6.2.6《固体矿产资源储量分类》（GB/T17766-2020）；

6.2.7《固体矿产资源量估算规程》（DZ/T 0338.1.2-2020）。

6.3 权属依据

6.3.1 采矿权许可证（C5100002010122120091286）；

6.4 引用专业报告依据

6.4.1《四川省会理县小黑箐经质铁矿延伸勘探及资源储量核实报告》、评审意见及备案证明（四川省地质矿产勘查开发局一〇六地质队，2018年5月）；

6.4.2《四川省会理市小黑箐经质铁矿资源再评价报告》及其评审意见（四川省第四地质大队，2024年5月20日）；

6.4.3《攀枝花市经质矿产有限责任公司小黑箐经质铁矿矿产资源开发利用方案》、评审意见及备案表（攀枝花市经质矿产有限责任公司，2019年12月）；

6.4.4《攀枝花市经质矿产有限责任公司会理县小黑箐经质铁矿500万吨/年采选工程可行性研究报告》及其评审意见（中凯俊成建设咨询有限公司，2025年6月）；

6.4.5《凉山州会理县攀枝花市经质矿产有限责任公司小黑箐经质铁矿矿山地质环境保护与土地复垦方案报告书》、评审意见及相关公告（成都驼峰工程技术咨询有限公司，2020年4月）；

6.4.6 2022年、2023年、2024年矿产资源储量统计基础表（固体矿产）、储量统计情况表等。

6.5 取价依据

6.5.1 财政部公布的5年期储蓄国债（凭证式）；

6.5.2 安宁股份提供的历史销售价格统计资料及销售合同；

6.5.3 WIND资讯中铁精矿、钛精矿销售价格信息；

6.5.4 评估人员现场核实、收集和调查的资料。

7 矿产资源勘查和开发概况

7.1 矿区位置与交通

四川省会理市小黑箐经质铁矿区位于会理县城 285° 方向、直距约 25km 的会理县小黑箐乡境内。行政区划属会理县小黑箐乡所辖。小黑箐经质铁矿山至攀西高速、成昆铁路经过的米易垭口镇公路里程约 15km，为混凝土公里。矿区往南沿 Y012 乡道经白鸡乡与 108 国道相接，公路里程约 60km，为简易碎石路。矿山至会理县城公路里程约 80km，交通方便。

矿山在开采前无公路与 108 国道连接，交通不便，自 2004 年正规化开采以来，抽调大量资金用于矿山内及矿山与国道、选厂、排土场的道路运输网路的修建及维护。总体而言，矿山通过自身十多年的开采建设，已经逐步形成了矿山开采的公路交通运输系统，其配套设施齐全，具备了扩能条件，目前交通较为方便。

7.2 矿区自然地理与经济概况

矿区地处横断山脉东侧，工作区最高标高(尖子山)2605.87m，最低标高为(纸房沟)1747m，相对高差 860 余米，平均坡度在 35° -45°，山地斜坡较陡沟谷坡度较大，局部 50° 以上，总体呈东高、西低的地貌特征。属较陡峻的中高山地区。区内沟谷发育，形成高山深谷地貌，主要溪沟有三爷沟、安昭窝沟，会合后称为纸房沟。纸房沟后与潘家田方向的大沟会合后称为回沟，向北流，最后注入安宁河。各沟谷水受季节影响较大，雨季沟水暴涨、暴跌，旱季时河水很小，甚至干涸。

该区地处北纬 26°，夏季受太平洋和印度洋季风影响，雨量充足，冬季受青藏高原南侧的西南暖气流控制，气候温暖。属半干旱型亚热带中高山气候特征，年温差小，日温差大，四季不太分明，旱季和雨季分明，降雨集中在 6-9 月，并多夜雷雨，日照充足，太阳辐射强，气候垂直差异大。根据矿区观测资料，历年平均气温 20℃，最高 35℃，最低-0.2℃，最热出现在 5 月，月平均温度 25.5℃，最冷为 12 月及次年 1 月，平均温度

12.7-12.8℃。年降雨量 688.5-1185.8mm, 年均降雨量 878.1mm, 水面年蒸发量为 2400.9-2938.5mm, 年平均 2670.2mm, 为降雨量的 2-4 倍。相对湿度最小值 6.2%, 年平均 62.2%。每年 1-4 月为风季最大风速 16.67m/s, 年平均风速 1.47m/s。总体而言矿山所处位置自然条件差。

2023 年全市实现地区生产总值(GDP)240.44 亿元, 按可比价格计算, 比上年增长 6.4%。其中, 第一产业增加值 75.31 亿元, 增长 4.4%; 第二产业增加值 72.94 亿元, 增长 5.2%; 第三产业增加值 92.18 亿元, 增长 8.8%。2023 年末常住人口 39.3 万人, 较上年末增长 0.1 万人, 其中城镇人口 18.5 万人, 乡村人口 20.8 万人。

矿区内以彝族为主, 居住分散, 属彝族自治乡。区内植被较好, 森林覆盖面积 40%以上, 荒草坡占 40%, 耕地面积较少, 不足 10%。农作物以玉米、洋芋为主, 经济作物以林木、果树、花椒为主, 社会条件及经济较落后。

该矿山在开采以后对当地的交通及生活条件有较大的改善, 矿山每年提供一定的资金对当地的群众进行帮扶, 并解决了当地部分劳动力的就业问题。

7.3 矿区地质工作概况

小黑箐经质铁矿是安宁村—潘家田铁矿安宁村矿段的一部分, 安宁村含矿岩体由南北向的断裂 F 将岩体切割成两部分, F 以东为安宁村矿段(现为小黑箐经质铁矿), F 以西为潘家田矿段。因此小黑箐经质铁矿区自 20 世纪 50 年代至今, 已开展了近 60 年的系统地质工作, 采矿工作近 20 年, 工作区内的地质工作程度较高。

1958 年 10 月由西昌地质队区调分队发现位于本次工作区内东部的潘家田与安宁村钒钛磁铁矿, 于 11 月至次年 9 月在 1:20 万区测的基础上开展地质普查评价, 对矿体进行地表探槽揭露及系统采样化验, 于 1960 年

1 月提交《四川会理小黑箐乡白草钒钛磁铁矿矿区普查检查地质报告》，经省地质局批准获得 C₂ 级表内铁矿石 17711 万吨、C₂ 级表外铁矿石储量 4006 万吨、地质储量 208 万吨(包括白草矿区表内矿石 4359 万吨)。

1966 年 5 月-1967 年 3 月,106 地质队四分队在该矿区开展了地质普查工作。初步确定了矿床规模,于 1968 年编写了地质报告。编写报告时,综合了过去全部地质成果,经局审查获得批准 C₂ 级铁矿石储量 24801 万吨(其中一级品占 20274 万吨,二级品 4527 万吨)。工作程度可达到普查,但对安宁村矿段的控制较差,揭露不够,产状有误,储量计算时推深过大,储量计算结果偏大。

1979 年 9 月-1983 年 12 月 106 地质队对潘家田及安宁村矿段进行了详查评价和初步勘探。1980 年 6 月,四川省地矿局指示编写安宁村矿区的初勘设计,其中对安宁村矿段的辉长岩含矿带及辉石岩含矿带作主要的勘查对象,勘查手段以钻探为主。采用的工业指标:一级钒钛磁铁矿 $TFe \geq 20\%$, $TiO_2 > 4\%$, $V_2O_5 > 0.1\%$;二级钒钛磁铁矿 $TFe \geq 15\%$, $TiO_2 > 4\%$, $V_2O_5 > 0.1\%$ 。按第 II 勘查类型。以 200m×127m 的基本网度控制 C 级储量,于 1983 年 12 月结束野外地质工作。

以上工作基本查明了安宁村矿段(会理县小黑箐经质铁矿)含矿岩体的地质及矿物岩石特征,矿体的形状、产状和空间位置;基本查明了成矿成岩后的断裂岩脉的性质、产状和规模;基本查明了矿石的质量数量和空间分布,并按不同工业品级及不同控制程度进行了储量计算,基本查清了矿石的物质组分、矿石技术加工条件及矿山开采技术条件,为国家提供了一个规模较大、矿体较厚、产状平缓、宜于露采、交通便利、有多种伴生有益元素的大型钒钛磁铁矿预备矿山,同时提交了基本反映矿床地质特征的《四川省渡口市米易县安宁村钒钛磁铁矿矿区初步勘探地质报告》。

1985年4月四川省地质矿产局以川地矿地发(1985)344号文下达审批矿区地质矿产勘查评价工作已满足初步勘探阶段要求,审批安宁村矿段储量:

矿石品级 Fe_2+Fe_3 :C级铁矿石储量 3699 万吨, 平均品位 26.65%; D级铁矿石储量 4777 万吨, 平均品位 27.46%; C+D 级铁矿石储量 8476 万吨, 平均品位 27.11%。

矿石品级 Fe_4 :C级铁矿石储量 2976 万吨, 平均品位 16.68%; D级铁矿石储量 8378 万吨, 平均品位 16.19%; C+D 级铁矿石储量 11354 万吨, 平均品位 16.32%。该报告于 1995 年经四川省矿产资源储量委员会复审核实, 以川储复决字(1995)069 号文批准同意四川省地矿局以“川地矿地发(1985)344 号”文批准安宁村矿段地质工作程度为初步勘探(相当于现在的详查); 重新批准能利用的储量和尚难利用的储量如下:

能利用的储量:

铁矿石:C+D 级 8476 万吨, 其中 C 级 3699 万吨, D 级 4770 万吨。二氧化钛:C+D 级 500.2525 万吨, 其中 C 级 215.0666 万吨, D 级 285.1858 万吨。五氧化二钒:C+D 级 21.7839 万吨, 其中 C 级 9.6663 万吨, D 级 12.1176 万吨。

尚难利用的储量:

铁矿石:C+D 级 11354 万吨, 其中 C 级 2976 万吨, D 级 8378 万吨。二氧化钛:C+D 级 421.2610 万吨, 其中 C 级 116.8693 万吨, D 级 304.3917 万吨。五氧化二钒:C+D 级 15.6561 万吨, 其中 C 级 4.3566 万吨, D 级 11.2995 万吨。

2003 年 3 月, 企业委托四川省地矿局 106 地质队对会理县小黑箐经质铁矿(当时矿山名称为“会理县小黑箐孟良铁矿”)进行了矿区保有资源储量核查, 提交了《四川省会理县小黑箐孟良铁矿资源储量核实报告》,

报告通过凉山州矿产资源储量审查评估专家组的审查认可,评审意见书编号为 LC(2003)66 号,矿山企业根据此储量向四川省国土资源厅申请了矿山占用储量登记。

报告采用的工业指标是按原初勘地质报告储量计算采样的工业指标并结合矿山生产实际确定;表内(一级矿石) $TFe \geq 20\%$, $TiO_2 > 4\%$, $V_2O_5 > 0.1\%$, 二级矿石近阶段生产技术水平难以综合开发利用;最低可采厚度 2m, 夹石剔除厚度 2m。基本工程网度:C 级: $200 \times 127m$;D 级: $200 \times 183m$ 。

报告估算了动用+保有资源储量为 514.35 万吨,其中动用(111b)资源储量 151.26 万吨,保有(122b)资源储量 179.02 万吨,(333)资源储量 184.07 万吨。2003 年 9 月四川省地平线矿产资源咨询有限责任公司以《会理县小黑箐孟良铁矿矿产资源储量申报登记表》中的数据为依据,评估采矿权价值为 54.93 万元。

存在的问题是当时根据矿山的生产能力和市场销售行情,储量核实为采矿许可证圈定的矿区范围内,且仅按地面向下平均垂深 15m 进行资源量的计算。

2017 年 9 月,四川省地质矿产勘查开发局一〇六地质队受攀枝花市经质矿产有限责任公司委托,对小黑箐经质铁矿区进行延伸勘探及资源储量核实工作该次延伸勘探及资源储量核实工作完成的主要实物工作是地形测量、地质填图、水工环调绘、钻探、岩矿试验及以往地质工作相关资料的收集整理等。2018 年 5 月,四川省地质矿产勘查开发局一〇六队提交了《四川省会理县小黑箐经质铁矿延伸勘探及资源储量核实报告》。

2018 年 6 月 5 日四川省矿产资源储量评审中心对报告进行了评审(川评审[2018]021 号),通过评审全矿区累计查明(111b+122b+331+332+333)工业品位铁矿石资源储量 7511.5 万吨,全铁平均品位 25.02%;伴生钛金属氧化物(TiO_2)资源储量 8262747 吨, TiO_2 平均品位 11.23%;伴生钒金属

氧化物(V_2O_5)资源储量 166335 吨, V_2O_5 平均品位 0.23%。全矿区保有 (122b+331+332+333) 工业品位铁矿石资源储量 5978.8 万吨, 全铁平均品位 24.99%; 伴生钛金属氧化物(TiO_2)资源储量 6704377 吨, TiO_2 平均品位 11.21%; 伴生钒金属氧化物(V_2O_5)资源储量 135066 吨, V_2O_5 平均品位 0.23%。2018 年 6 月 15 日, 四川省国土资源厅对《四川省会理县小黑箐经质铁矿延伸勘探及资源储量核实报告》进行了备案(川国土资储备字〔2018〕019 号)。报告勘查程度达到勘探, 矿床勘查类型为第 II 勘查类型, 工程间距探明类为 $100m \times 100m$, 控制类为 $200m \times 200m$, 推断类为 $400m \times 400m$ 。

2024 年 5 月, 依据四川省自然资源厅关于印发《四川省部分战略性矿产共伴生、低品位资源再评价工作实施方案》的通知(川自然资函〔2024〕71 号)推荐的小黑经质铁矿最低工业品位及边界品位, 及 2018 年《延伸勘探及核实报告》确定的最小可采厚度和最小夹石剔除厚度等工业指标, 四川省第四地质大队对小黑箐经质铁矿进行了再评价工作, 于 2024 年 5 月 20 日提交了《四川省会理市小黑箐经质铁矿资源再评价报告》, 2024 年 6 月 28 日四川省矿产资源储量评审中心对该报告进行评审工作, 并出具“川矿再评价〔2024〕3 号”评审意见书。该报告是在 2018 年 5 月四川省地质矿产勘查开发局一〇六队提交的《四川省会理县小黑箐经质铁矿延伸勘探及资源储量核实报告》基础上, 将边界品位降低至 13%, 重新对矿体进行圈定统计了 TFe13%-15%的铁矿石资源量为 2811.9 万 t。即截至评审基准日 2023 年 12 月 31 日, 小黑箐经质铁矿资源储量控制资源量(KZ)+推断资源量(TD)保有矿石资源量 11267.8 万 t, TFe21.10%, 保有金属资源量 10662950 吨, TiO_2 9.45% (实际品位 $10662950 \div 10000 \div 11267.8 = 9.46\%$)。

7.4 矿区地质概况

7.4.1 地层

矿区内出露地层简单，主要为早元古界康定群咱里岩组(P_{t1z1})、冷竹关组(P_{t1lz})、二叠系峨眉山玄武岩组(P_{2em})和第四系。各地层特征由老到新分述如下：

早元古界康定群咱里岩组(P_{t1z1})：

该组系安宁村含钒钛磁铁矿基性-超基性岩体的直接顶、底板围岩。作为含矿岩体底板出露于小瓦房-黄泥庄-大乔地-小坪子梁梁一带，由于受岩体侵入影响，产状围绕岩矿体底界形成半环状，走向、倾向都与含矿岩体一致。其产状由潘家田矿段北部的北东走向渐转为东西向，在羊玉地附近转为北西，在玉堂湾附近转为东西-北东-东，在火地湾子转向北西，大乔地-安昭窝则转为南北向，走向基本上与含矿岩体一致，倾向亦与含矿岩体一致。作为含矿岩体顶板以捕虏体形式零星出露于周家山、玉堂湾一带。

该组岩性为一套灰-黑色片状灰黑细微粒角闪(片)岩、灰黑色细-中粒角闪斜长片麻岩，间夹浅色变粒岩。局部见有辉绿结构、杏仁、辉斑、菊花状、气孔构造等，推测其原岩为一套基性火山岩-玄武岩。与二叠系上统峨眉山玄武岩组(P_{2em})呈假整合接触关系。矿区所有钻孔皆未揭穿该组，已经揭露厚度大于 240m。

早元古界康定群冷竹关组(P_{t1lz})：

出露于矿区西北部，覆盖于咱里岩组(P_{t1z1})之上。上-中部为乳白色细粒大理岩，白色细粒石英岩。其下部浅灰-灰色红柱黑云变粒岩，红柱黑云石英片岩!黑云微斜变粒岩。与下伏咱里岩组呈整合接触关系，厚度>6000m。

二叠系峨眉山玄武岩组(P_{2em})：

分布于矿区的东部。为灰-灰绿色致密块状、杏仁状玄武岩;细-中粒结构，块状构造。普遍认为属大舟山玄武岩的一部份，其时代相当于上二

迭统峨眉山玄武岩。在实测剖面上所采几件薄片，有些鉴定成斜长闪角岩。结合区域对比，认为可能是玄武岩经区域变质作用的结果。与下伏咱里岩组呈假整合接触关系，厚度>331m。

第四系(Q)：

分布零星，位于沟谷边岸及山坡平缓处。按照成因类型有残积层、残坡积层、坡积层、冲洪积层。以坡积、冲洪积产物为主，一般未胶结，成分较杂，角砾状砾石、粗碎屑及褐色土混杂堆积。

残积层：主要岩性为强风化的粉土，其次为碎石砂土。碎石成份及大小因原岩的不同而不同，有云母片岩、斜长角闪片岩。强风化粉土为黄褐色粉土。厚 1-40m。

坡积层：分布在地形较陡的边坡脚。主要由 5×10cm 碎块组成。在区内坡积层一般不发育。厚 2-4m。

冲洪积层：主要由粘土、卵石砂组成。主要分布在矿区东北部及沟谷一带。

7.4.2 构造

矿区构造属于安宁河断裂系，位于安宁河断裂西侧，宁会断裂之北，紧靠昔格达断裂(磨盘山-绿汁江断裂)。区内基性-超基性岩体主要展布在昔格达断裂东侧，其产出受昔格达断裂带控制明显。

矿区构造受南北向区域构造控制明显，主要以南北向断裂和东西向断裂为主，区内褶皱主要为近东西向雷打石复式向斜。

成矿前地质构造：

安宁河断裂和昔格达断裂为红格岩体的矿浆侵入提供了通道。从矿区深部钻探工程控制结果看，岩体严格受到了老变质岩产出形态(褶皱、层位及产状)的控制。该套老变质岩系(康定群咱里(岩)组)在安宁村矿区的产状是：潘家田矿段为走向 NE65°-75°，倾向南东或南；安宁村矿段东

北角走向北西，倾向南西；安宁村矿段北西边近于东西走向，倾向南；安宁村矿段东边近于南北走向，倾向西。总之，近岩体的底板围岩产状与接触面产状一致。

综上，安宁村含矿岩体属红格岩体最北的转折部分，即红格盆的最北边缘部分。在岩浆侵入之前，这里是雷打石向斜的北东翼和北翼部分。由于含矿岩体基本顺层贯入在安宁村组之中，所以岩矿体的产状与变质岩（特别是斜长角闪岩）的产状基本一致，即与雷打石向斜的北翼、北东翼形态基本吻合。从含矿岩体底板等高线图上看，向斜转折翼特征明显，仅有局部的小起伏而已，小的起伏使岩矿体出现薄或厚的变化。

成矿后地质构造：

岩矿体原生流动构造：含矿岩体中，以浅色矿物与暗色矿物、或以铁钛氧化物与脉石矿物等的有规律组合、排列，形成较好的流动、流面构造。在矿区有流状、流线、流层构造辉长岩相带的底部，以浅、暗矿物作定向排列，分别集中；辉石岩相带中为铁钛氧化物与辉石作不同集中，形成条带状及流层状，这些流动构造代表了当初岩浆结晶分异时岩浆的流动方向。以这些流动构造看，与岩矿体的总体产状一致，也与围岩产状基本一致。

断裂构造：矿区断裂发育，多为安宁河断裂系次一级断裂。矿区内共发现断层 8 条，按断裂生成先后、构造形迹的组合和展布方向，可分成近南北向断裂组和北东—南西向断裂组两组断裂。

综上所述，两组断裂生成都在成岩成矿之后，以北东向断裂较早，南北向断裂较晚，岩脉最晚。从断裂与岩体、岩脉的关系看，矿区北东向断裂组仅切穿含矿岩体，而为角闪正长岩体侵盖，因此这组断裂生成在含矿岩体形成之后而早于角闪正长岩。南北向断裂组中，仅仅只有矿区生成最晚，分布较广的含斑或无斑辉绿岩，辉绿玢岩充填其中，在此之前生成的各类岩脉、岩体、地层全被所切截。

褶皱构造:

矿区位于雷打石向斜的北东翼和北翼，岩矿体呈西-南西向的单斜构造。受底板影响，含矿岩体北部具向斜构造特征，即含矿岩体总体呈南北走向，向北转为北西及东西走向，南部西倾，倾角 45° 左右；向北转成南西倾，倾角 30° 左右，北部南倾，倾角 25° 左右，在 P1、P5 剖面上东部产状西倾 20° 左右，延深后出现水平，并在西部出现东倾 20° 左右的现象，这主要是岩矿岩体与底板岩层形态保持一致，导致局部出现了小起伏。

7.4.3 岩浆岩

区内岩浆岩十分发育。矿区主要见有含钒钛磁铁矿基性-超基性岩(辉长辉石岩)、正长岩-辉石正长岩及各类基性、碱性岩脉。

含钒钛磁铁矿基性-超基性岩体:

分布于矿区中南部，由白草延至矿区，呈岩盆状侵位于康定群咱里岩组地层中，东南部被正长岩侵盖。其为红格岩体(安宁村岩体)的最北部份，在矿区出露面积约 1 平方公里，岩体总体呈南北走向，向北渐转成北西及东西走向，矿区延长 2000 余米，东西出露厚度 200-400 米，南窄北宽。南部西倾，倾角 45° 左右，向北转成南西倾，倾角 30° 左右，北部南倾，倾角 25° 左右。在 P5 上东部产状西倾 26° 。延深后出现水平，并在西部出现东倾(20°)现象。这是由于岩矿体走向变化所致。

含矿岩体具有很好的垂直分带性，基性度由下而上逐渐减弱，可明显分为上部辉长岩相带，下部辉石岩相带，二者界线较清楚：具有富铁镁的重矿物集中在下、轻矿物在上的矿物分布形式，主要岩石类型为辉长岩、角闪辉长岩、辉石辉长岩、辉石岩、单斜辉石岩。与红格岩体类似，但缺失底部橄辉岩相带，矿体主要分布于辉长岩相带下部、辉石岩相带的中上部。

岩体最大厚度 560 米，最小厚度 41 米，平均 250.09 米。其中辉长岩相带厚 36.20-191.12 米，含脉率 2.7%；辉石岩相带厚 38.49-291.86 米，含脉率 6.7%。潘家田矿区在详查工作时对小黑箐经质铁矿区层状岩体 44 件样品进行过化学全分析，其结果显示本矿区岩体岩石化学特征是富铁、富钛、钙偏高、硅不饱和、碱偏高、属偏碱性铁质基性—超基性岩。

正长岩“岩盖”：

分布于矿区的西南部，出露面积约 1.0km²，产状一般向南，部分向南东，与含矿岩体流动构造基本一致。由地表，特别是钻探工程探得的结果看，该正长岩与辉长岩无明显界线，由辉长岩向上渐变为辉石正长岩、黑云辉石正长岩、黑云角闪正长岩、角闪正长岩夹似斑状角闪正长岩。辉石正长岩—黑云角闪正长岩厚度一般 100m 左右，其中见有钒钛磁铁矿呈透镜体产出，铁、钛含量亦较高。产出形态上斜铺于含钒钛磁铁矿岩体之上，倾角 40°—50°。

岩石颜色为下部深而上部渐变浅，下部有辉石、斜长石，向上渐出现黑云母、角闪石；辉石、斜长石等渐为黑云母、角闪石及正长石取代。一般为中粒结构块状构造，有时具明显流动构造。正长岩成分一般为微斜条纹长石及条纹长石。副矿物有磁铁矿、钛铁矿、锆石、磷灰石、黄绿石；次生矿物褐铁矿、绿泥石、黑云母。

辉绿辉长岩“墙”：

分布于矿权东侧老街子包包、大荞地、小坪子一带，呈岩墙状产出。其西为康定群咱里岩组 (Pt₁z1) 的斜长角闪岩，东为块状玄武岩，与块状玄武岩之间无明显的界线，为渐变过渡关系。与斜长角闪岩呈侵入接触关系，见分枝穿插于斜长角闪岩中。石为灰黑—辉绿色，细粒结构、辉绿辉长结构、块状构造，由西向东粒度变细。

在含矿岩体中见辉绿辉长岩穿插,也见脉岩中有含矿岩石及矿石捕虏体,辉绿辉长岩体中多见正长岩脉穿插。由此说明,辉绿辉长岩为玄武岩的次火山相,晚于含矿岩体而早于正长岩。

脉岩:

矿区内所见岩脉主要分为基性脉岩、碱性岩脉两类。前者除与含矿基性-超基性熔浆成生的脉岩及与玄武岩有成生联系的辉长岩、辉绿岩外,其余皆为较晚的脉岩;后者均为碱性正长岩熔浆的后期分异产物。基性脉岩有:辉绿辉长岩辉绿岩、粗伟晶辉石岩、辉长细晶岩、辉绿玢岩。碱性脉岩有:角闪正长岩、伟晶霓石(或钠铁闪石)正长岩、石英正长岩等。各脉岩的主要特征简述于下:

辉绿辉长岩、辉绿岩脉:除作为矿区外岩墙状产出外,作为同期的侵入于含矿岩体中的辉绿岩脉数量较多,但规模较小,脉体一般作南北走向,延长几十米至数百米不等,剖面上厚 2-40 米不等,东倾,倾角 40° - 50° 。

辉绿玢岩及辉绿岩:为矿区生成最晚的基性脉岩。呈灰绿色,往往含斜长石斑晶,有时无斑,斑晶通常圆粒状,有时板条状,甚至形成菊花状,含量一般 5%左右,个别可达 20%,基质为全晶质辉绿结构,块状构造。斑晶粒度 2-5mm,基质一般 0.4mm。该期岩脉在矿区分布较广,一般延长 200 米,厚 15 米左右,较大者延长近 800 米,厚约 60 米。脉多数南北走向,倾向东,倾角 50° 左右;少数作为北东及东西走向,倾向南东及南,倾角 60° 左右。

该期脉岩中没见到任何岩脉的穿插,它却穿插矿区出露的各类岩浆岩、脉岩及老变质岩,并有这些岩类和矿体的捕虏体。脉岩中心粒度变粗,向边缘变细,冷凝边特别清楚,粒度极细,颜色加深至墨绿色或黑色。

正长岩、含角闪正长岩、角闪正长岩脉:该类正长岩脉在生成时间上,同于矿区外域的正长岩墙,只是在矿区中仅呈小脉产出。依成分的不同,

可分成正长岩、含角闪正长岩及角闪正长岩。粒度一般为中粒，部分为细粒，在一条小脉上往往可见边部细而中心较粗些。脉岩规模一般长几十至200余米，出露宽度几米至几十米，延深较大，呈上大下小的楔形体。在矿区多作南北走向，倾向东，倾角 45° 左右。

正长伟晶岩、霓石伟晶正长岩：该类岩脉生成时间上晚于正长岩脉。依成份可分为霓石正长岩、钠铁闪石正长岩、角闪正长岩、石英正长岩、钠长石正长岩等。具伟晶结构，块状构造，规模一般长100米左右，少数200米以上，个别500m以上。延深较大，呈上大下小的楔形体。分叉、尖灭、再现现象频繁。常与中粒正长岩相伴产出，但却与之呈穿插关系。产状多作南北走向，部分作北东走向或总的作南北走向，而经常呈北东方向转折，形成追踪脉体，倾向东或南东，倾角 50° – 60° 。

7.4.4 围岩蚀变

小黑箐经质铁矿为岩浆晚期结晶分异型铁矿床，故与矿化有关的围岩蚀变较复杂，蚀变强度不一。按蚀变强度、分布范围主要有钠长石化、钾长石化、绿泥石化、碳酸盐化，次为阳起石化、云英岩化、磁黄铁矿化、黄铁矿化等。与铁矿关系密切的主要有钠长石化、碳酸盐化等。

钠长石化：为碱质交代的一种，即含钠的溶液在对岩石交代作用过程中，使交代蚀变岩石产生含有各种钠质矿物的交代作用，钠长石化矿区普遍存在，与石英、云母绿泥石、绿帘石等矿物组合共生。包括钠质交代作用及重结晶作用。其中，包括钠质辉石化、钠质角闪石化、钠长石化等。与钠质交代有关的矿产，有铁、铌、锆、稀土元素(主要是轻稀土元素)及磷灰石等。

钾长石化：为碱质交代的一种，为含钾的溶液在对岩石作用过程中，使得交代蚀变岩石产生含有各种钾质矿物的交代作用。包括钾长石化(如

微斜长石化、正长石化(冰长石化)、云母化(黑云母化、白云母化、绢云母化、金云母化和铁锂云母化等)等。

黑云母化：蚀变形成的黑云母呈棕褐色、深褐色或绿色。矿石中棕色黑云母残余晶片边缘有一圈绿色，或绿色黑云母中有棕褐色黑云母残余晶片，说明绿色黑云母是矿化阶段，棕褐色黑云母进一步蚀变所成。其周围伴有黄铁矿和磁铁矿。

阳起石化：呈绿色纤维柱状、放射状不均匀分布于方解石化钠长岩中，并时有石英、钠长石、磷灰石的包裹体。阳起石常与褐帘石、黑云母伴生；磁铁矿则沿解理或裂隙充填交代。推测阳起石属于变质气液交代作用产物，与钛、铁富集有一定关系。

绿泥石化：为中-低温热液蚀变的产物。矿区普遍存在，产出方式包括：①铁镁矿物(如角闪石、黑云母等)自蚀变作用分解而成。②交代长石、石英、石榴石、磷灰石、碳酸盐等矿物，以细叶片集合体，放射细球粒状等形式出现。沿磁铁矿、黄铁矿等裂隙充填。④呈细脉状产出。⑤在压碎的岩石中，以“碎屑”胶结物的形式出现。总之，绿泥石是变质热液后期低温的产物或是退变质作用和风化作用的产物。与矿化关系不大。但可作为铁矿间接的找矿标志。

碳酸盐化：包括菱铁矿化、铁白云石化、方解石化三种。菱铁矿化：呈细粒状偶见于蚀变岩石中。铁白云石：呈粒状或粒状集合体充填于钠长石、石英粒间，或呈不规则细粒脉体充填于钠长岩裂隙中。方解石化：以二种状态产出，第一，在浸染铁矿石中，方解石化在钠长石粒间常交代早期蚀变矿物，如交代阳起石、黑云母、磷灰石等；第二，呈细脉状，规模小，属于低温残余变质热液产物，含铁矿化弱。

云英岩化：主要在花岗岩脉在高温气化热液交代作用下而形成的岩石，主要由石英和白云母组成，属于氢交代，它是在流体中 H^+ 活度升高、碱

活度降低的过程中发生的，主要表现为含钙、镁、铁硅酸盐和铝硅酸盐矿物(如长石)被石英和云母等矿物的交代作用。常包括以下交代作用：黑云母被交代作用、斜长石被交代作用、钾长石被交代作用、浅色云母和石英相互交代、副矿物被交代作用。

磁黄铁矿化：是中-低温热液蚀变的产物。不均匀分布不同深度的磁铁矿石中，含量少。呈暗黄色、古铜黄色，具较强磁性。以他形粒状集合体、细脉状、斑杂状分布于磁铁矿粒间。磁黄铁矿有时与黄铁矿相伴沿磁铁矿的边缘或粒间交代。显然磁黄铁矿为后期形成。磁黄铁矿相对早于黄铁矿，有时被后者交代。

黄铁矿化：是中-低温热液蚀变的产物。在不同深度均有分布。呈铜黄色，呈半自形及他形集合体，组成细脉状、斑杂状分布于磁铁矿矿物粒间以及断层泥中，常与磁黄铁矿、黄铜矿等共生，黄铁矿有时交代穿切磁铁矿、磁黄铁矿。有时与绿泥石化一起分布于断层泥中。

7.5 矿产资源概况

7.5.1 矿体特征

矿区共圈定了 2 条主要矿体，编号为①、②号矿体(图 4-1)。①号矿体为次要矿体；②号矿体为主要矿体，上部工业矿石编号为②-1，下部低品位矿石编号为②-2。①号矿体产于辉长岩含矿层底部(相当于红格辉长岩相带的下部)；②号矿体产于辉石岩含矿层(相当于红格辉石岩岩相带)。

①号矿体：

①号矿体产于辉长岩相带的下部，从北到南由 ZK303、ZK304、ZK512、ZK912、ZK1319、ZK1508、ZK1718 等 25 个工程控制，工程间距 50-142m，平均 92m，赋存标高 1420-1978m，最大埋深 525m。

矿体的形态产状：

①号矿体为层状、似层状矿体，其形态产状与岩体一致，走向为北西向，倾向 235° ，倾角为 $22^{\circ} - 39^{\circ}$ 左右，受底板起伏影响矿体在纵剖面线上局部呈波状弯曲。矿体平面上被 F_{15} 、 F_{215} 、 F_{216} 、 F_{202} 四条断层切断，仅 F_{15} 断距较大，北段正断距 20-80m，南段逆断距 70-170m。其余三条断层由于断距不大，基本不影响矿体的连续性。

在矿体内部见数层透镜状、薄层状辉长岩夹石，它们略呈断续平行排列，但未将矿体分割为几个独立矿体，而只是使矿体的形态发生分支复合、膨胀收缩这些夹石多数集中在矿体南北两端，一般厚 3-8m，最厚达 32m，沿走向和倾向延伸 50-131m，最大延伸大 306m。

矿体规模：

①号矿体全为低品位矿石，位于②号矿体工业矿石的上部。在 P3-P17 线共有 25 个钻探工程控制，沿走向长约 800m，倾向延伸约 140-441m，平均约 288m，矿体平均厚度 9.97m，厚度变化系数为 96.16%，平均品位：TFe 18.00%、 TiO_2 8.40%、 V_2O_5 0.14%，TFe、 TiO_2 、 V_2O_5 品位变化系数分别为 14.40%、19.81%、22.40%。矿体中部较厚，两侧变薄，往北至 P3 线、往南至 P17 线逐渐尖灭，在 P9 线处最厚，达 19.49m。

矿体沿倾向控制斜深 140-441m，在各勘探线上沿倾向控制厚度在 3.27m 至 19.49m 之间，平均厚度 9.97m，厚度变化系数为 96.16%，其矿体形态复杂程度中等。

矿体品位及其变化：①矿体以星散浸染状低品位铁矿石为主，局部见稀疏浸染状工业矿石。矿体平均品位：TFe 18.00%、 TiO_2 8.40%、 V_2O_5 0.14%，TFe、 TiO_2 、 V_2O_5 品位变化系数分别为 14.40%、19.81%、22.40%，其有用组分分布均匀程度均为均匀。矿体低品位矿石 TFe 较平稳，变化幅度较小，连续性易较好，

矿石结构构造特征：

①号矿体的矿石结构以陨铁状填隙结构为主,是该矿体中星浸状矿石的主要结构类型。其次是粒状嵌晶结构。这两种结构主要分布于分布低品位铁矿石中。矿石构造以星散浸染状构造为主,次为稀疏浸染状构造。在位于矿体下部的矿石中还见有稀疏条带状的构造。

②号矿体:

②号矿体产于辉石岩相带的中上部,从北到南由 ZK001、ZK111、ZK305、ZK703、ZK913、ZK1321、ZK1510、ZK1720 等 67 个工程控制,工程间距 30-189m,平均 90m,赋存标高 1345-2150m,最大埋深 600m。

矿体的形态产状:

②号矿体为小黑箐经质铁矿区的主要矿体,其形态呈层状、似层状,直接顶板为辉长岩相带,矿体明显受含矿岩体的控制,其形态产状与岩体一致,走向为北西向,倾向 239° ,倾角为 21° - 39° 左右,受底板影响矿体在纵剖面线上局部呈波状弯曲。矿体平面上被 F_{15} 、 F_{215} 、 F_{216} 、 F_{202} 四条断层切断,但矿体从 P0 至 P17 线总体连续,未见断续现象。

剖面上仅 F_{15} 、 F_{202} 断层断距较大,其中 F_{15} 北段正断距 20-80m,南段逆断距 70-170m, F_{202} 正断距 40-120m。其余三条断层由于断距不大,基本不影响矿体的连续性。在深部矿体又局限于 F_5 断层的上盘, F_5 断层作为划分工作区矿段与潘家田矿段的分界线。

在矿体内部见数层透镜状、薄层状辉石岩夹石,它们略呈断续平行排列,但并未将矿体分割为几个独立矿体,而只是使矿体的形态发生分支复合、膨胀收缩而已。这些夹石一般厚 2-20m,在 P3 线最厚达 38m,沿走向和倾向延伸一般 50-400m,最大延伸在 700m 以上。

矿体规模:

②号矿体位于①号矿体下部,在 P0-P17 线共有 67 个钻探工程控制,矿体上部为工业矿石,下部为低品位矿石。工业矿石沿走向长约 950m,

沿倾向延伸 203-777m, 平均约 623m, 平均厚 33.26m, 厚度变化系数为 67.62%, 平均品位: TFe 24.90%、 TiO_2 11.23%、 V_2O_5 0.23%, TFe、 TiO_2 、 V_2O_5 品位变化系数分别为 32.63%、35.28%、40.41%; 低品位矿石沿走向长约 850m, 沿倾向延伸 82-777m, 平均约 421m, 平均厚 11.65m, 厚度变化系数为 73.32%, 平均品位: TFe 17.56%、 TiO_2 7.60%、 V_2O_5 0.15%, TFe、 TiO_2 、 V_2O_5 品位变化系数分别为 21.93%、30.74%、30.66%。工业矿石向北至 P0 线逐渐变薄向南至 P17 线达到最厚的 51.95m, 往南在 P21 线未见出露。低品位矿石厚度总体变化不大, 在 P13 线达到最厚的 21.45m, 在 P17 线未见出露。②号矿体具有向北至 P0 线, 向南至 P21 线逐渐变薄至尖灭的趋势。

矿体沿倾向控制斜深 203-777 米, 在各勘探线上沿倾向控制厚度在 24.97-58.29 米之间, 平均厚度 43.74 米, 厚度变化系数为 59.15%。其中工业矿石平均真厚 33.26 米, 厚度变化系数为 67.62%; 低品位矿石平均真厚 11.65 米, 厚度变化系数为 73.32%。总体而言矿体形态复杂程度中等。

矿体品位及其变化:

②矿体以稀疏浸染状工业矿石为主, 局部见星散浸染状低品位铁矿石。矿体工业矿石平均品位: TFe 24.90%、 TiO_2 11.23%、 V_2O_5 0.23%, TFe、 TiO_2 、 V_2O_5 品位变化系数分别为 32.63%、35.28%、40.41%; 低品位矿石平均品位: TFe 17.56%、 TiO_2 7.60%、 V_2O_5 0.15%, TFe、 TiO_2 、 V_2O_5 品位变化系数分别为 21.93%、30.74%、30.66%, 有用组分分布均匀程度都为均匀。低品位矿石 TFe 平均品位在 P0 至 P15 线上连续性较好; 工业矿石 TFe 平均品位在 P0 至 P11 线之间变化不大, 在 P13 线具有变富的特征。

矿石结构构造特征:

②号矿体的矿石结构以粒状嵌晶结构为主，是该矿体中稀疏-中等浸染状矿石的主要结构类型。

矿石构造以稀疏-中等浸染状构造为主(主要集中于矿体中下部)，次为星散浸染状构造(主要集中于矿体上部)，少见致密块状和稠密浸染状构造。矿石中还见有条带状的构造。

其他零星矿体：

矿区除①、②号矿体外，有 33 个零星矿体未编号。由于多为单工程控制，日相邻纵横剖面均不能对应，达不到规范规定的算量要求，因此本次未对零星矿体估算资源储量。各零星矿体多呈透镜状，矿体延伸长 60-206m，厚 2-8.6m。

在评价矿体特征：

本次再评价对矿区范围内的矿体进行重新圈定，此次圈定矿体，不再依据不同的相带来圈定矿体，而将整个含矿带视为一个整体，共圈定出一个矿体，即①号矿体，无次要矿体。矿体平面上被 F15、F215、F216、F202 四条断层切断，但矿体从 P0 至 P17 线总体连续，未见断续现象。矿体位于基性-超基性岩体中，涵盖了原报告中的 2 个含矿层，①号矿体的地质特征如下：矿体从北到南赋存在 P0-P17 勘探线间，由 59 个工程控制，赋存标高 1325-1990m。矿体呈层状产出，其形态产状与岩体一致，走向为北西向，倾向 239° 倾角为 21° -39°，走向最长延伸 1100m，倾斜最大延伸 665m。

矿体最小厚度 1.29m，最大厚度 155.99m，平均厚度 61.45m，厚度变化系数为 60.74%。

矿体 TFe 最小品位 4.08%，最大品位 45.97%，平均品位 21.10%，品位变化系数为 39.61%。

7.5.2 矿石质量

7.5.2.1 矿石结构构造

各类矿石的结构构造,从成因看,主要分为含矿岩浆早期和晚期阶段生成的。在各种结构构造中,铁钛氧化物与脉石矿物的形态、粒度及其相互排列关系等各有特点。

矿石构造:

浸染状构造:浸染状构造是铁矿石的主要构造类型。其特点是铁钛氧化物在较大范围的矿石中呈均匀分布,矿石的矿物成份及结构是基本一致的。根据铁钛氧化物与脉石矿物的相对含量变化及《攀西钒钛磁铁矿整装勘查工作会议》相关文件精神,进一步细分为星散浸染状构造、稀疏浸染状构造、中等浸染状构造致密块状构造四种。浸染状构造广泛分布于含矿岩体的各个部位。在辉石岩含矿带上部多见中等浸染状矿石。在辉石岩含矿带中、下部,以及在辉长岩含矿带中、上部,一般以稀疏浸染状和星散浸染状铁矿石为主,夹有中等浸染矿石。以上各种浸染状构造的成因特点,主要取决于该矿石的结构类型。

致密块状构造:铁钛氧化含量 $>85\%$,呈他形粒状镶嵌,脉石矿物含量较少,此类构造类型的矿石在本矿区为数不多,见于辉石岩含矿带上部和含橄角闪辉石岩中,与稠密浸染状矿石呈过渡关系。矿石中钛磁铁矿和粒状钛铁矿呈致密的集合体产出,组成粒状镶嵌结构,在这两种金属矿物粒间尚可充填一些结晶较晚的脉石矿物。

条带状构造:分布在辉长岩含矿带底部与辉石岩含矿带相毗邻的地段,铁钛氧化物和普通辉石、棕色角闪石等铁镁矿物相对集中而形成色率较高的条带,它们与色率较浅的部份逐层交替。暗色条带的宽度由几毫米至几十厘米,宽度大于20cm且延伸比较稳定者可称薄层状构造。在辉石岩型或含橄辉石岩型矿石中,有时能见到局部出现不清晰的条带状构造,铁钛氧化物相对集中呈浸染状,偶见呈致密的小矿条。条带状构造的产状与流

动构造、岩相带的分布是一致的，它的成因可能与岩浆流动和成岩成矿过程中较大的定向压力有关。

流状构造：主要发育于辉长岩型的星浸、稀浸矿石中，铁钛氧化物沿含矿母岩的流动构造呈定向排列的浸染状分布。

斑杂状构造：在辉石岩型和含橄辉石岩型的稀浸、中等浸染状矿石中，局部出现斑杂状构造。铁钛氧化物一部份呈较细小的自形、半自形晶结构，嵌布在不规则的普通辉石内，而另一部份铁钛氧化物则呈粒度较大的致密块体。

矿石结构：

粒状镶嵌结构：由自形、半自形及它形的钛磁铁矿和钛铁矿晶粒紧密镶嵌而成，钛磁铁矿和钛铁矿的粒度基本一致，但前者自形程度相对较好。脉石矿物的数量少，有普通辉石、橄榄石、棕色角闪石等，常呈不规则状，晶出较晚。粒状镶嵌结构是致密块状矿石的特征结构，本矿区出现的少量富矿均以此种结构为主。粒状镶嵌结构与中稠浸矿石的嵌晶状结构呈明显的过渡关系，这两种结构主要分布在辉石岩含矿带上部的辉石岩及含橄角闪辉石岩中它们是由浓度较大的矿浆在原地结晶而形成的。

嵌晶状结构：钛磁铁矿和钛铁矿呈自形、半自形晶粒嵌布在较粗大的普通辉石或棕色角闪石内，或者在钛磁铁矿、钛铁矿晶粒之间分布有它形的普通辉石、橄榄石及棕色角闪石。在通常情况下，矿品的粒度小于 0.7mm，主晶呈不规则状，粒度为数 mm 不等。辉石岩型和含橄角闪辉石岩型的中稠浸矿石以此种结构为主，它往往还伴有粒状镶嵌结构及网环嵌晶结构。当铁钛氧化物数量较多而且一部份呈密集分布时出现粒状镶嵌结构：当一些普通辉石晶出不是很晚则可形成网环嵌晶状结构。

网环嵌晶状结构：钛磁铁矿和钛铁矿呈自形、半自形晶粒嵌布在普通辉石、橄榄石的边缘或粒间，构成网环状结构。此外，常可见到少量钛磁

铁矿和钛铁矿在普通辉石、棕色角闪石中形成嵌晶结构，还可见到少量呈它形的钛磁铁矿、钛铁矿在普通辉石吸橄榄石粒间呈填隙状结构。网环嵌晶状结构广泛分布于辉石岩型、含橄角闪辉石岩型以及一部橄辉岩型的中等浸染状矿石中。铁钛氧化物含量介于 45%-65%的浸染状矿石均以网环嵌晶状结构为主。

填隙状结构：钛磁铁矿和钛铁矿呈它形致密集合体分布在先品出的普通辉石、橄榄石和斜长石颗粒之间，构成填隙状结构。当铁钛氧化物数量增多并且彼此连接成网环状时，通常称为海绵陨铁结构。此种结构广泛分布于辉石岩型、含橄角闪辉石岩型以及辉长岩型的星浸-稀浸矿石中。对于前三种矿石类型来说，随着铁钛氧化物的增多，填隙状结构、海绵陨铁结构就逐渐转变为网环嵌晶状结构。由于少量钛磁铁矿和钛铁矿晶出较早，故有时可以见到稀少的嵌晶状结构。至于生成时间较晚的棕色角闪石内，嵌晶状结构则是较为常见的。

假斑嵌晶状结构：见于一部份橄辉岩型的星浸-稀浸矿石中。比较细小的钛磁铁矿自形晶体和相对较为粗大的橄榄石颗粒被包含在普通辉石内，由于橄榄石、钛磁铁矿的粒度往往相差悬殊，形成假斑状结构。在这一类矿石中，钛磁铁矿、钛铁矿还可以呈填隙状分布在橄榄石粒间或橄榄石与辉石粒间。

反应边结构：在晚生成的钛磁铁矿与早生成的普通辉石、斜长石接触处，常形成棕色角闪石反应边，还偶尔可见钛磁铁矿与普通辉石之间形成橄榄石反应边，这种结构是富含挥发性组份的矿浆与形成的硅酸盐矿物发生反应的结果。

硫化物的固溶体分离结构：磁黄铁矿径过固溶体分离形成镍黄铁矿。多数镍黄铁矿呈粒状分布在磁黄铁矿边缘构成结状结构，少量镍黄铁矿沿磁黄铁矿的面分布构成火焰状结构。

交代结构：钛磁铁矿、钛铁矿、磁黄铁矿等均可被后期次生矿物交代。

压碎结构：在后期断裂构造通过矿层的部分，形成压碎结构。矿石裂纹发育，矿物产生折曲、断裂、拉长和破碎，对应力敏感的矿物发生波状消光，双晶解理出现弯曲等现象，有时压碎的碎块被粉末物质及次生矿物胶结形成显微胀缩性破碎带，破碎带两侧常常有羽状裂纹发育。

海绵陨铁结构：形成于晚期岩浆矿床，是残余融熔作用的结果，早期晶出的硅酸盐矿物，晶形比较完整，磁铁矿、钛铁矿等大多充填于橄榄石、辉石等品粒间呈他形胶结状产出而形成的结构。

7.5.2.2 矿石的矿物成分

为确定矿石中 useful 矿物的含量及变化，初勘工作时对矿区的 6 件矿样的钛磁铁矿、钛铁矿、硫化物及脉石矿物进行人工重砂定量测定。

从各类矿石金属矿物及脉石矿物含量统计表，可知矿石的矿物成分包括氧化物、硫化物及造岩矿物三部分。矿石中金属矿物主要是铁钛氧化物，脉石矿物以硅酸盐矿物为主，夹有少量磷酸盐和碳酸盐矿物。

主要金属矿物：

有钛磁铁矿、粒状钛铁矿和钴、镍、铜硫化物。经矿石物质成分初步研究查明它们都有富含多种有用组分有可供综合利用的矿物原料，分述如下：

氧化物：包括钛磁铁矿、粒状钛铁矿和尖晶石。钛磁铁矿及粒状钛铁矿是最主要的工业矿物，其含量多与矿石工业品级有密切关系。

钛磁铁矿：是一种由磁铁矿、钛铁矿、钛铁晶石及尖晶石不混溶连晶组成的是一种由磁铁矿、钛铁矿、钛铁晶石及尖晶石不混溶连晶组成的复合体，以磁铁矿为主品其余三者以固溶体出溶微晶包体存在其中，不能用机械方法使其单体解离。钛磁铁矿主要呈自形粒状嵌晶和半自形-他形粒状集合体，呈填隙状及海绵陨铁结构产出，其它有微量钛磁铁矿呈固溶体

出溶微片品产于含钛普通辉石和粒状钛铁矿中。钛磁铁矿的含量在富矿石中为 24-35%，在贫矿石中为 11%左右。其粒度范围为 0.02-1.44mm，一般在 0.25-0.8mm。

钛磁铁矿中的固溶体出溶物以钛铁晶石为主，但其含量变化大，且与矿石品位同增减。钛铁晶石微片晶沿钛磁铁矿(100)面分布构成布纹状和格状连晶结构。钛铁矿微片品，量微。片品宽约 0.0002-0.026mm，沿钛磁铁矿(111)面分布，呈格状连晶结构。尖晶石呈自形粒状和微片品状自形晶粒的对角线和微片晶沿钛磁铁矿(100)面分布，含量微到 7%左右。

钛磁铁矿是矿石中铁、钛、钒、铬、镓的主要工业矿物，也是钴、镍、铜的重要负载矿物之一。从现有资料来看，不同品级矿石中钛磁铁矿的 TFe、Fe₂O₃、TiO₂、V₂O₅、Ga、MnO、Cu、S 和 P₂O₅等组分的含量比较稳定，变化很小，但 Cr₂O₃与 Co、Ni 的含量则与含矿母岩的基性程度有密切关系，而与矿石品级无关，如含矿母岩为角闪橄辉岩的矿石，其钛磁铁矿中的 Cr₂O₃、Co、Ni 显著比含矿母岩中含不等量斜长石或辉石岩型矿石中的钛磁铁矿中的高得多，Cr₂O₃含量达 0.77%为铬铁磁铁矿了。与相邻的同类型红格矿区相比，其特点是 TFe、V₂O₅含量高，分别为 63.55-65.39%和 0.73-0.88%，TiO₂偏低，为 4.28-5.54%，这对综合利用和冶炼的顺利进行是十分有利的。

粒状钛铁矿：品粒内部绝对纯净的钛铁矿很少，一般都含有微量固溶体出溶的钛磁铁矿微片品和尖晶石包体，也是一种由不混溶连晶组成的复合体。

钛铁矿的产出形式与钛磁铁矿基本一致，主要呈半自形粒状嵌晶和他形粒状与钛磁铁矿紧密共生呈填隙状及海绵陨铁结构。其次有微量细小钛铁矿呈钛磁铁矿出溶的结状颗粒分布在它的粒缘。钛铁矿分布普遍，含量比较稳定，一般为 10~26%左右，钛铁矿与钛磁铁矿的比值为 1:1.5-1:1.1。

与相邻的同类型红格矿区相比,绝对含量高。钛铁矿的粒度范围为 0.003-1.87mm,一般为 0.25-0.8mm,在嵌晶结构矿石中,有少量钛铁矿的粒度比钛磁铁矿显著增大,形成似斑晶。粒状钛铁矿是矿石中钛、铁、锰的主要工业矿物,并含有微量 Co、Ni、Cu、 V_2O_5 、 Nb_2O_5 、 Ta_2O_5 等有用组分,从现有资料来看,矿石中粒状钛铁矿组分的含量稳定, TiO_2 为 50.11-50.73%, TFe 34.75-36.46%, MnO 0.95-1.22%。其特点是矿石中粒状钛铁矿的 $MgO+CaO$ 都小于 2%。

尖晶石:除了钛磁铁矿和粒状钛铁矿中呈固溶体出溶的尖晶石包体外,还有一种呈自形一他形粒状翠绿色的镁铁尖晶石,不均匀地分布在铁钛氧化物裂隙和颗粒边缘,粒度 0.05-0.1mm,含量一般 $<1\%$,在个别富矿石中可达 3-5%。

硫化物:

矿石中硫化物的含量低,一般在 0.5-1.5%。以黄铁矿为主,其次有不等量的磁黄铁矿、黄铜矿、针镍矿、方硫铁镍矿、镍黄铁矿、钴镍黄铁矿等。

磷酸盐及硅酸盐矿物:

是矿石中主要的脉石矿物及夹石矿物,主要有含钛普通辉石、橄榄石、钛普通角闪石、斜长石、墨云母、磷灰石等,以及它们的次生蚀变矿物:蛇纹石、透辉石、次透辉石、次闪石、绿泥石、包体皂石、伊丁石、绿帘石、帘石、葡萄石、钠长石、榍石、碳酸盐等。

7.5.2.3 矿石的化学成分

结合以往报告及本次化学分析成果,矿区内深部矿体矿石中除了主金属铁外,伴生组分有 TiO_2 、 V_2O_5 、Cu、Co、Ni、S 等元素。

在本次延伸勘探工作中,基本分析样品中组合分析了 Cu、Co、Ni、S 等 12 种元素 9 件,但原矿组合分析 Cu、Co、Ni、S 等元素的含量低。另

矿区采集了 23 件铁物相分析样品，大致确定了矿石中主要成分的物相种类、含量及分配率。结合以往资料，已大致查明了它们的赋存状态和分布规律。参考 1985 年矿区不同矿石类型化学成分的分析结果，并结合本次勘探工作所采集样品的分析成果表明，一些元素的含量变化，其他元素含量也有明显的增减关系。本矿区的矿石化学成分具有以下特点：

铁矿石以工业矿石为主，低品位矿石占次要地位，工业矿石主要产于辉石岩含矿层；低品位矿石主要产于辉长岩含矿层。矿区铁含量 15-45.97% 之间，明显随矿石品位的增高而增高。

TiO_2 在矿石中的含量为 6.44-17.38%，随矿石品位的增高而增高。

全矿区矿石的铁钛比值 $TFe:TiO_2=2.13$ ，较攀枝花(2.61)、白马(4.31)、太和(2.47)、路枯(2.56)略低。这表明矿石中 TiO_2 含量较攀、白、太、路四大矿区略高一些。在本矿区内，从含矿带相比，辉石岩含矿带(2.53) 高于辉长岩含矿带(2.15)。

V_2O_5 在矿石中的含量为 0.12-0.47%，它也是随矿石品位的增高而增高。

Cr_2O_3 在组合样品中含量为 0.01-0.20%，在不同矿石类型中含量 0.003-0.09% 在矿石中的含量随含矿母岩基性程度的增高而增高。

Co 在组合样品中含量为 0.01-0.02%，在不同矿石类型中含量变化范围为 0.008-0.024%，含量随矿石品级的增高而增加。

Ni 和 Cu 的含量随含矿母岩的基性程度的增高而增高，即在辉石岩相带的橄榄岩型、橄辉岩型及辉石岩性矿石中相对较高。Ni 在不同矿石类型中含量的含量变化范围为 0.002-0.076%，Cu 的含量变化范围为 0.008-0.027%；Ni/Co 亦随含矿母岩基性程度的增高而增加。

7.5.2.4 矿石中有益元素的赋存状态及分配规律

根据 1982-1986 年详查时 15 件物质组分样及本次勘探工作采集的组合分析样研究成果：

铁、钛、钒、铬、锰、钨的赋存状态及分配规律：

铁主要赋存于钛磁铁矿，其次为钛铁矿、脉石矿物及硫化物。钛磁铁矿含铁(TFe) 58.16-68.80%；其分配率随矿石品位增高而增高，工业品级矿石(Fe_1)为 43.18-85.15%；低品位矿石(Fe_2) 34.95-48.52%。钛铁矿中 TFe 的含量为 29.30-37.06%；分配率：工业品级矿石(Fe_1)为 7.17-31.49%，低品位矿石(Fe_2)为 16.78-30.83%，辉长岩含矿层较辉石岩含矿层高。脉石矿物中 TFe 的含量为 4.85-3.49%；TFe 的分配率随矿石品位增高而降低，工业品级矿石(Fe_1)为 3.51-21.65%，低品位矿石(Fe_2)为 20.38-36.29%。

钛主要赋存于钛铁矿、钛磁铁矿中，其分配率占 73.15-96.82%。钛磁铁矿含钛(TiO_2) 1.43-14.19%，钛(TiO_2)在钛磁铁矿的分配率：工业品级矿石(Fe_1)为 2.10-53.90%，低品位矿石(Fe_2)为 1.88-5.87%。随矿石品位增高而增高，辉石岩含矿层明显高于辉长岩含矿层。钛铁矿含钛(TiO_2) 49.14-54.37%，钛(TiO_2)在钛磁铁矿的分配率：工业品级矿石(Fe_1)为 39.35-90.63%，低品位矿石(Fe_2)为 65.71-8.39%。随矿石品位增高而降低，辉长岩含矿层明显高于辉石岩含矿层。脉石矿物 TiO_2 的含量 0.83-2.68%，分配率为：工业品级矿石(Fe_1)为 3.18-14.65%，低品位矿石(Fe_2)为 7.78-26.85%。随矿石品级增高而降低。

钒主要赋存于钛磁铁矿中，其次为钛铁矿及脉石矿物中。钛磁铁矿中 V_2O_5 的含量为 0.64-0.95%，分配率占 60.00-95.35%。钛铁矿与脉石矿物中含量低，分配率亦低；随矿石品位增高而增高，辉石岩含矿层明显高于辉长岩含矿层。

铬在矿石中的含量主要取决于母岩的基性程度，含矿母岩的基性程度高则含量高，同时于钛磁铁矿铬含量及铬的分配率也随之增高，铬在矿石中含量 0.41-1.38%，在钛磁铁矿中含量 0.01-4.12%。

镓主要赋存于钛磁铁矿中，其次为脉石矿物。钛磁铁矿含镓 0.0036-0.0067%，分配率为 20-82.35%，脉石矿物中含量为 0.0011-0.0024%。

锰从分析结果看，钛铁矿含 MnO 为 0.60-1.08%；钛磁铁矿含 MnO 为 0.031-0.34%，脉石矿物含 MnO 为 0.05-0.16%；

钪的研究程度很低。仅根据红格矿区的 11 件样品测试结果作了粗略计算，其分配率脉石矿物达 80%，钛铁矿 15%，钛磁铁矿 5%。

钴(Co)、镍(Ni)、铜(cu)的分布规律及赋存状态：

钴、镍、铜除以硫化物形式赋存外，尚有相当数量赋存在钛磁铁矿和脉石矿物中，钛铁矿中含量极少。

纯硫化物中含钴 0.31-0.91%，镍 0.001-5.56%，铜 0.11-3.50%。

钛磁铁矿中含钴 0.006-0.16%，镍 0.001-0.55%，铜 0.002-0.026%。

钛铁矿中含钴 0.005-0.01%，镍 0.001-0.012%，基本不含铜。

根据组合分析结果，并参照《铁、锰、铬矿地质规范》(DZ/T0200-2002)中铁矿石伴生组份评价参考含量表，矿石中钛(TiO_2)、钒(V_2O_5)两种组份达到了综合评价的指标，而钴(Co)、镍(Ni)、铜(Cu)、铬(Cr_2O_3)等伴生组份未达到综合评价的指标。

矿石有害元素赋存状态及分配规律：

磷主要赋存于磷灰石中。矿石中磷灰石含量较少，且分布不均，在上部辉长岩含矿带部分岩石中较富集，底部辉石岩含矿带中磷灰石含量极少。 P_2O_5 在矿石中含量为 0.078-3.87%，钛磁铁矿中含量为 0.014-0.022%，钛铁矿中含量为 0.013-0.036%。

样品统计结果：工业矿石(Fe_1)含硫为 0.475-0.842%，低品位矿石(Fe_2)为 0.432-0.590%；从矿体看，总的趋势是自上而下含量增高，这与矿石品级增高含硫量增大是相吻合的。硫在各种单矿物中含量：钛磁铁矿为

0.023-0.194%，；钛铁矿为 0.003-0.006%；硫化物为 19.88-45.45%。硫主要赋存于硫化物中，钛磁铁矿、钛铁矿含量较少。

7.5.2.5 岩(矿)石放射性

矿区共采集 4 件样品作放射性实验，即底板斜长角闪岩、顶板角闪正长岩、辉长岩型铁矿石和辉石岩型铁矿石。样品送四川省核工业辐射测试防护院进行测试，检测项目为 ^{238}U 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 、 ^{40}K 、 I_{Ra} 、 I_{r} ，检测方法为高纯锗 γ 能谱分析通用方法测定 ^{238}U (GB/T11713-2015)、建筑材料放射性核素限量能谱法测定 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 、 ^{40}K 、 I_{Ra} 、 I_{r} (GB 6566-2010)

根据《建筑材料放射性核素限量》(GB 6566-2010)中天然放射性核素镭-226、钍-232、钾-40 的放射性比活度同时满足 $I_{\text{Ra}} \leq 1.0$ 和 $I_{\text{r}} \leq 1.3$ 的为 A 类装修材料。矿区采集的 4 件样品测试结果表明，样品的 I_{Ra} 、 I_{r} 值均符合上述要求达到了 A 类装修材料的标准，即矿区内各岩(矿)石的放射性参数均在安全值以内。

7.5.3 矿石类型和品级

矿石性质：

在近地表氧化带和断裂发育的矿石中，有钛磁赤铁矿、针状赤铁矿和赤磁铁矿沿钛磁铁矿的(111)面及粒缘、裂纹等进行交代，格状钛铁矿保留；同时钛磁铁矿的次生变化表现在钛磁铁矿品粒被硫化物或含水的硅酸盐矿物(绿泥石，次闪石)交代，只残留下较稳定的钛铁晶片。由于这些作用相对使 TFe 比原生带增高。根据与红格矿区类比，仍属强磁性矿物，其选矿性能与原生矿石无异。

矿石自然类型：

按组成矿石的主要铁矿物：可分为钒钛磁铁矿石、钛磁铁矿石、钛铁矿石、尖晶石、钛磁赤铁矿石、针状赤铁矿石、赤磁铁矿石、褐铁矿石等，

按含矿母岩划分矿石类型:按含矿母岩划分为辉长岩型矿石和辉石岩型矿石。其中工业矿石产于辉石岩矿石中,探矿权内保有低品位矿石中辉长岩型占 41%,辉石岩型占 59%。

按矿石构造和钛磁铁矿含量划分类型:星散浸染状矿石:钛铁氧化物含量 10-20%,呈星浸状分布在脉石矿物粒间,常具填隙状陨铁结构、嵌晶结构。星浸状构造。分布于辉长岩含矿带下含矿层及辉石岩相带下含矿层,其辉石岩上含矿层较少。相当于 Fe_2 品级。稀疏浸染状矿石:含钛铁氧化物 20-35%,稀疏分布在硅酸盐矿物粒间或嵌布在硅酸盐矿物品粒内。常具填隙状海绵陨铁结构、嵌晶结构和海绵陨铁结构。常与中浸矿石互成条带或薄层状,主要分布于辉石岩含矿带下含矿层,辉石岩上含矿层次之。辉长岩相带下含矿层更次之。相当于 Fe_1 品级。稠密浸染状矿石:含钛铁氧化物 35-85%,密集分布于硅酸盐矿粒间或密集嵌布在硅酸盐矿物品体内。具海绵陨铁结构,假斑状嵌晶结构。主要分布在辉石岩含矿带上部,下部次之,辉长岩相带下部含矿层中偶见。相当于 Fe_1 品级。块状矿石:含钛铁氧化物 $\geq 85\%$,少量硅酸盐矿物嵌布在钛铁氧化物集合体中,具自形-半自形粒状镶嵌结构。致密块状构造。偶见,相当于 Fe 品级富矿。

按有益组分的副矿物划分矿石类型:富磷灰石型矿石:分布于辉长岩含矿带下含矿层内,磷灰石含量 3-5%, P_2O_5 含量 1.33-5.97%,可作为伴生元素利用。富硫化物型矿石:硫化物主要分布在辉石岩相带下部,一般占矿石体积的 0.5-2%,局部可达 5-8%。

按 TFe/FeO 的不同比值划分矿石类型:当铁矿床中含铁矿物主要是磁铁矿,后经氧化成赤铁矿、褐铁矿等矿物时:原生矿: $TFe/FeO < 2.7$;混合矿: $TFe/FeO \ 2.7-3.5$;氧化矿: $TFe/FeO > 3.5$ 。

矿石工业类型:

根据矿石的 TFe 含量:采用攀西钒钛磁铁矿一般工业指标将矿石划分为:工业类型铁矿石,即 $TFe \geq 20\%$;低品位铁矿石,即 $TFe 15-19.99\%$ 。

根据磁性铁 (mFe) 对全铁 (TFe) 的占有率划分:物相分析结果认为:矿区矿石矿物成分复杂,矿石中硅酸铁 (siFe)、硫化铁 (sfFe) 和碳酸铁 (cFe) 的质量分数之和远大于 3%,根据《铁、锰、铬矿地质勘查规范》,从选矿工艺要求出发,将 $\omega(mFe)/\omega(TFe-siFe-sfFe-cFe) \geq 85\%$ 划为磁性铁矿石, $\omega(mFe)/\omega(TFe-siFe-sfFe-cFe) \leq 85\%$ 划为弱磁性铁矿石。矿区 22 件物相分析样品中 $\omega(mFe)/\omega(TFe-siFe-sfFe-cFe)$ 为 65.78%-97.10%,平均 86.23%,因此矿区矿石属磁性铁矿石。

三带的分布特征:

本次勘查证实,深部矿石全部为原生铁矿石,矿石的原生结构构造未发生变化,故深部全部划为原生带。地表矿石有一定程度的氧化,氧化带的次生矿物主要是磁赤铁矿,而很少见到假象赤铁矿,根据前者的矿物学特征仍具有强磁性是可以效用磁铁矿同样的选矿方法与钛铁矿进行分离,因此也就没有其他特殊加工技术特性。另外矿区氧化的深度最多只有几米或只涉及很薄的表层,所以基本不存在氧化带。

7.5.4 矿体围岩和夹石

围岩:

基-超基性含矿岩体的直接顶、底板围岩为康定群咱里岩组、冷竹关组的斜长角闪岩、斜长角闪片岩、变粒岩以及少量辉绿辉长岩。而作为含矿的基-超基性岩体内的各矿体的近矿围岩与之有相同之处,也存在一些差异。

①号矿体产于辉长岩含矿层底部(相当于红格辉长岩相带下部),其含矿母岩即为辉长岩,矿体直接顶板为辉长岩,直接底板为辉石或辉石岩型铁矿石:②号矿体产于辉石岩含矿层中上部(相当于红格辉石岩相带),直

接顶板为辉长岩或辉长岩型铁矿石，直接底板为辉石岩或康定群咱里岩组、冷竹关组的斜长角闪岩、斜长角闪片岩。

夹石：

矿体中夹石主要为含矿母岩和后期岩脉，也见少量变质岩俘虏体。

矿体赋存于辉长岩、辉石岩中，围岩与夹石多为辉长岩、辉石岩。矿体与夹石的界线不明显，围岩及夹石的矿物成分与矿石矿物成分基本相同。故由样品分析成果圈定矿与夹石，即 $\text{TFe} \geq 15\%$ 为矿石， $< 15\%$ 为夹石。

另见一些辉绿岩、辉绿玢岩、正长岩夹石及变质岩俘虏体。夹石多呈透镜状或薄层状，他们呈断续平行排列，并切割矿体。夹石多数集中在矿体的中间部位并使矿体的形态发生分支复合、膨胀收缩。夹石一般厚 2-15 米，并在走向、倾向上均有一定范围延伸。各矿体中的夹石分布特征，在本章第一节矿体特征中已作表述，该处不再细说。

辉长岩、辉石岩夹石的脉石矿物主要是基性斜长石、含钛普通辉石及少量橄榄石、角闪石等，除脉石矿物外，还有少量钛磁铁矿、钛铁矿及硫化物，夹石化学成分除造岩元素外，还含有部分有用元素。经统计矿区①、②号矿体中的辉长岩、辉石岩夹石平均品位分别为： $\text{TFe} 10.03\%$ 、 $\text{TiO}_2 4.03\%$ 、 $\text{V}_2\text{O}_5 0.06\%$ 、 $\text{TFe} 11.80\%$ 、 $\text{TiO}_2 4.50\%$ 、 $\text{V}_2\text{O}_5 0.09\%$ 。

7.5.5 矿床成因及找矿标志

矿床成因认识：

有关攀西地区产于基性-超基性岩中的钒钛磁铁矿矿床成因问题，上个世纪八十一九十年代，众多专家学者作了较多的分析研究，各科研和教学单位有一些各自的见解，归纳起来对矿床成因有以下三种认识：

同源就地分异：认为攀西地区与钒钛磁铁矿有关的基性~超基性层状岩体，其成矿是同期侵入的同源岩浆就地（指在岩浆房内）经液态重力分异结晶分的产物，岩体的成岩成矿是一连续的过程形成。

深源分异：认为钒钛磁铁矿和基性—超基性岩体是相隔时间不长的脉动式贯入，深源分异的矿浆和岩浆形成。因此，基性、超基性岩体的形状、产状规模、岩性、岩相分异程度和矿的富集与否无关，不是决定其成矿因素。主要的决定因素是适时的断裂开放形成的构造空间和富矿岩浆的贯入。

含矿岩浆侵入地壳后，其成岩成矿经历了一个较为漫长的时期，是受各种复杂的地质因素影响形成的。

上述三种矿床成因观点，都各有一些不同的地质依据，但究竟哪一种认识观点依据最充分最符合客观地质现象对矿床成因的认识，对于区内的众多矿区，应以各自的地质特征为依据去作认识。该矿区能表明其矿床成因的客观地质现象主要有以下几个方面：

岩体有很好的垂直分带性，基性度由下而上逐渐减弱，下部主要为超基性岩，上部为基性岩，主矿层在岩体中下部赋存，向岩体上部矿体变贫变薄等现象说明岩体存在重力分异，这是重力分异形成的铁钛矿浆浓度的梯度带的结果。

存在富铁镁的重矿物集中在下、轻矿物在上的矿物分布形式，矿体矿石普遍存在嵌晶结构、填隙状结构、海绵陨铁结构，浸染状构造。从矿石结构构造和矿物由上而下在岩体中的分布特征，表明矿床为结晶分异矿床。

含矿岩体的中、下部普遍具有层状、似层状构造特点，上部基性岩（辉长岩）也具有条带状构造，为平行产出，上、下产状一致，表现出基性、超基性岩具有良好分异而形成韵律式变化火成堆积的层理和页理特征，在岩体中岩石和矿石、岩石夹层与矿体（层）并无十分截然的分界线，或为矿石夹岩石，或为岩石夹层夹矿石，可互为夹层，上下叠置。这些特征说明岩浆具有连续的分异演化过程，其成岩成矿是一个相互联系的不可分割的整体，成岩和成矿是在连续分异演化中进行的，并不具有深源分异的矿浆随着构造张裂，挤压上升脉动性贯入的特征。从另一方面看，含矿岩浆在

深部高温、高压熔融状态下进行分异形成矿浆要比在上升到岩浆房后压力减小，温度降低，相对宁静的条件的分异更为不易，所以用脉动性最多能说明岩浆贯入和岩体 I 级韵律的形成，但对于矿床成因以及火成堆积是难以解释的。

综上所述，安宁村矿区钒钛磁铁矿矿床成因用第一种观点（同源就地分异）更能符合客观地质认识，其矿床成因属于同源就地分异的晚期岩浆矿床。

找矿标志：

对于攀西地区钒钛磁铁矿的找矿标志，前人作过大量的地质调查和综合研究工作，归纳起来包括小黑箐经质铁矿在内的区域上与钒钛磁铁矿有关的成岩成矿因素有以下几个方面。

构造控制因素：康滇地轴前震旦系基底隆起范围内，已有重力资料显示，有东西向高重力存在。地幔上隆基底薄，易被后期断裂切截，导致被封闭的岩浆上移，侵位于上部地壳，进入岩浆房而成岩成矿。区内南北向和北北东向的超岩石圈深大断裂特别发育。呈南北展布，纵贯全区。其中的安宁河、攀枝花等主干断裂，成生时代早（晋宁期前）；经历多期构造活动，特别是海西期活动加剧。在发生地裂运动的同时不断扩大断距，南北向深断裂构造与东西基底褶皱复合，构成了攀西地区地质构造的基本格局，控制着海西期含钒钛磁铁矿基性—超基性层状岩体展布规律。

围岩控制因素：含钒钛磁铁矿基性—超基性层状岩体的分布虽然受区域构造条件的控制，然而岩体大小形态则取决于岩体所处围岩岩性构造形态制约作用，经过攀西四大钒钛磁铁矿区（攀枝花、白马、红格、太和）的地质勘探及攀矿开采，已查明含矿岩体基本上是顺层侵入在震旦系灯影组（灰岩、云英变质岩）之中。由于该层位节理、裂隙发育，易被破坏和易被熔蚀，为岩浆侵位形成层状分异的大岩体提供了容岩容矿空间。相反，分

布在前震旦系变质岩地段的许多同源同期(334.2-332.8 万年)基性、超基性岩,由于围条件限制所限,体小,分差,且多为铜镍矿化。

另外含矿岩体的岩石化学分析结果表明具有高 CaO 的特征,这一现象的出现,可能是由于岩浆融体侵入碳酸盐类地层,受到壳源物质混染,吸收了围岩碳酸盐成分,使熔浆中 CaO 含量增加,从而增强了岩浆融体流动性,更促进了岩浆房的扩大和岩浆的自身分异作用。

岩体分异特征及矿化富规律:

含矿岩体的显著特征具有良好的液态重力分异和结晶分异,形成了特有的层状韵律式结构,这种韵律式结构表现为在垂直层面方向,从上而下岩石基性程度和含矿性增高的特征,不同类型岩体韵律式结构发育不一样。

红格岩体的显著特征就是具层状韵律式变化结构,这种韵律式结构一般表现垂直层面方向,从上到下岩石基性程度增高的韵律性结构;矿化则在韵律结构交替的部位附近。有发育的一级韵律层,也有发育的二、三级韵律层安宁村含矿岩体的一级韵律式结构表现为上部为辉长岩,下部为辉石岩夹橄辉岩橄榄岩。一级韵律层上部含矿性差,下部含矿性好,主要工业矿体集中在下部。它具有三个二级韵律层:第 I 韵律层即 $\psi 1$, 为辉石岩夹橄辉岩,一般自下而上为不等粒含长角闪辉石岩、不等粒包橄角闪辉石岩,辉石岩夹橄辉岩,橄榄岩,矿化不稳定,但上部都较下部好。第 II 韵律层,辉石岩夹橄辉岩、橄榄岩,顶部为含长辉石岩,全层矿化全是工业矿体。第 III 韵律层从下至上为富磷灰石富斜辉长岩,流层状或条带状辉长岩、暗色辉长岩、流状辉长岩、块状浅色辉长岩、矿化集中在下部或底部。辉长岩与辉石岩是突变的,辉长岩及辉石岩内部则是渐变的。三级韵律层发育于二级韵律层中,规模较小,主要表现在性上是上部比下部基性程度低,含矿性上辉长岩中明显是下部比上部好,辉石岩则不然。矿化富

集，以铁、钛、钒论，主要体现于韵律层的交替部位。研究韵律层，对寻找、预测矿体的赋存部位，意义是较大的。

岩体良好分异，形成良好的韵律特征，这是在比较平静的环境中岩浆进入岩浆房后，缓慢冷却分异的结果，不可能设想每个小的韵律就是一次岩浆贯入之结果。要有好的分异，势必又涉及到岩浆岩的规模，即当初侵入的浆应多，并有规模较大的岩浆房容纳这些岩浆，也要求有一定阻挡层，还要求有一定的盖层厚度，阻止岩浆上侵，形成良好的保温层，使岩浆缓慢冷却，结晶分异。显然小岩体不具备这些条件，因而矿化较差。

岩体的分异过程就富集成矿的过程，良好的重力分异和结晶分异对钒钛磁铁矿成矿是至关重要的因素，分异作用形成的各级韵律层下部，就是矿体赋存部位及伴生有益组分的富集部位。研究岩体韵律层特征，对预测矿体的赋存部位及地质找矿都具有重要的意义。

岩体岩石化学特征：

从纵向上看(南北向)，攀西地区各含钒钛磁铁矿岩体有由北向南基性程度逐渐增高的特点，如太和、巴洞、白马三岩体是以基性岩为主，而红格岩体则是以超基性岩为主(超基性岩约占岩体三分之二)。这可能与断裂构造和岩浆的起源深度差异有关

从横向上看(东西向)，安宁河断裂以西含矿岩体基本上为基性岩(如攀枝花、太和、白马等)；安宁河断裂以东则为基性-超基性岩(如红格岩体)。在个别元素的含量上，南北亦有不同，这一特征与岩体的基性程度增高是密切相关的。

攀西地区基性-超基性岩体侵位地层从前震旦系-震旦系都有分布。前震旦系地层中岩体规模小，且大多是超基性，以寻找铜镍为主的有色金属矿产最为有利；震旦系地层中的岩体规模大，分异良好，以寻找钒钛磁铁矿希望较大。从区域构造上看，攀枝花断裂以西，昔格达断裂以东，以寻

找铜、镍、铅、锌等金属矿产及与其伴生的金、铂等较为有利；安宁河断裂两侧仍为寻找钒钛磁铁矿的远景区。

物探航磁异常、地磁异常是本区寻找钒钛磁铁矿的重要标志。区内许多已知的含矿岩体都具有较好的磁异常特征。应注意在某些基性、超基性岩体出露，并有较好磁异常显示的地区寻找钒钛磁铁矿。

7.5.6 矿区内共(伴)生矿产综合评价

根据以往报告资料,结合本次分析成果,矿区内矿体矿石中除了主金属铁外还共(伴)生有 TiO_2 、 V_2O_5 。

在本次勘查工作中，均在基本分析样品中增加了 TiO_2 、 V_2O_5 分析，Cu、Co、Ni、S 等元素作了组合分析。结合以往多年的矿石全分析、组合分析结果，整理研究矿石的化学成份的含量变化特征，结合 (DZ/T0200-2002)《铁、锰、铬地质勘查规范》中关于铁矿石中伴生组分评价参考含量表认为：已大致查明了它们的赋存状态和分布规律， TiO_2 、 V_2O_5 可供综合回收利用，矿石中的 Cu、Co、Ni、S 等元素均不能达到综合利用。

7.6 矿石加工选冶技术性能

7.6.1 概况

会理县小黑箐经质钒钛磁铁矿原属四川省渡口市安宁村钒钛磁铁矿区安宁村矿段，在矿区进行初勘时，由四川省地矿局攀西地质大队化验室于 1983 年负责在潘家田矿段和安宁村矿段采集并完成三件选矿试验样的矿石可选性试验。矿山从 1996 年开始建设，1999 年初步建成投产。通过近十几年的发展，已属于集采-选于一体的生产矿山企业。

2012 年攀枝花市经质矿产有限责任公司为满足自身发展需要，扩大矿山产能，提高低品位矿石的综合利用率，决定按矿山生产的实际情况采集选矿试验样一件，委托选冶专家在自己选厂对实验样品进行流程实验，以指导并修正今后工业生产。

7.6.2 原初勘钒钛磁铁矿石可选性试验

采样:

原初勘时根据不同含矿层、不同品级采集了三件选矿样, 编号分别为 Xy01、Xy02、Xy03, 三件选矿样品均采自安宁村矿段和潘家田矿段具有代表性的钻孔中。在采集样品时考虑到矿山开采的贫化问题, 每件选矿样均采集配入 5-10% 的顶底板岩石、夹石及脉石等。

基本实验流程:

根据各选矿实验样品的矿物共生组合, 含量、粒度大小、结构构造、嵌布特征等, 结合各共生矿物的物理特性的差异, 对一级品矿石采用磁-重-浮-电联合流程予以综合回收, 对二级品矿石采用强磁粗粒抛尾的磁-重-浮-电联合流程予以综合回收。

选铁实验:

强磁粗粒抛尾实验: 对二级品矿石进行了粗粒抛尾的粒度及磁场强度实验。采用设备 SSQ-275 型湿式辊式强磁选机。最后选定粒度 $-5+0.3\text{mm}$, 磁场强度 384KA/m 是二级品矿石强磁粗粒抛尾的较好条件。对 -0.3mm 部分均留待作为直接选铁入料。

二段磨矿磁选实验:

I 段磨矿磁选实验: 目的: 为 II 段选铁实验制备入料, 而其尾矿则作为选钛入料。对一级品矿石和二级品矿石 (经过粗粒抛尾) 及 -0.3mm 未抛尾部分进行磨矿细度实验及磁场强度实验, 采用设备 $\Phi 400 \times 300\text{mm}$ 顺流式鼓形湿式弱磁选机, 通过实验选定了如下 I 段磨矿磁选实验的较好条件。

II 段磨矿磁选实验: II 段磨矿磁选实验的入料是 I 段磨矿磁选实验的精矿。II 段磨矿磁选实验的中矿和尾矿因粒度太细, 不宜用摇床分选, 因而作为最终尾矿抛弃。

选铁实验的最终指标:选铁实验对一级品矿石获得了铁精矿 TFe 品位 60.61%, TiO₂ 品位 8.61%, TFe 回收率为 64.96%的最终指标。对二级品矿石获得了精铁矿 TFe 品位 60.23-60.50%, TiO₂ 品位 4.35-5.53%, TFe 回收率 40.54-42.10%的最终指标。

选钛实验和钴、镍硫化物的综合回收

选钛实验的入料:一级品矿石是 I 段选铁实验的中矿和尾矿, 二级品矿石是 I 段选铁实验的尾矿。该入料的主要矿物组合是以钛铁矿、脉石矿物为主, 少量为钛磁铁矿和钴、镍硫化物等。根据这些矿物的物理特征, 经水力分级后, 采用重选-摇床选钛, 弱磁选铁, 浮选-对钴、镍硫化物的综合回收, 电选-钛的精选等实验后而获得合格的铁精矿。

选钛入料经 515×1040mm 四室水力干涉沉降分级机分成四级:I 级 -0.3+0.15mm; II 级 -0.15+0.074mm; III 级 -0.074+0.04mm; IV 级 -0.04mm(矿泥)。其中 I 级因粒度太细, 产率低, 钛品位亦低, 故并入总尾矿抛弃。

重选-摇床选钛实验: I、II、I 级分级产品, 使用 2100×1050mm 摇床分选。对一级品矿石试样的 I、II 级各经一次摇床分选, III 级因粒度细, 为保证钛的回收率而增加一次中矿处理作业。对二级品矿石试样的 I、II、II 级分别经一次摇床分选, 为保证钛的回收率, 中矿均增加一次中矿处理作业。通过摇床分选三件矿石试样的三个级别的总分选结果见表(表 5-5)

磁选除铁实验:通过重选所获得的钛粗精矿, 还残存有部分钛磁铁矿, 为了给钛的精选创造有利条件, 保证钛的品位, 同时使钛尽量得以充分回收, 因而进行弱磁选除铁实验。各类矿石的实验条件及采用的设备同前。

实验方法:采用一次弱磁粗选, 获尾矿(磁性部份产品即铁粗精矿), 对铁粗精矿经磨矿再分别进行一次弱磁精选, 最后获得除铁尾矿(铁精矿)并入铁总精矿, 经除铁后的钛粗精矿为浮选钴、镍硫化物的入料。

其磨矿细度:一级品矿石-300 目占 83.2%。二级品矿石(xy03)-400 目占 68.3%,除铁尾矿(铁精矿)产品的指标:

一级品矿石:产率 2.73%, TFe 品位 43.30%, TFe 回收率 4.51%。

二级品矿石(Xy02):产率 2.32%, TFe 品位 34.98%, TFe 回收率 2.96%

三级品矿石(Xy03):产率 0.23%, TFe 品位 50.74%, TFe 回收率 0.71%。

钴、镍硫化物的回收实验:钴、镍硫化物回收实验的入料是除铁后的钛总精矿。目的:通过回收进行入钛总粗精矿中的钴、镍硫化物,使之得到综合利用同时为电选钛精矿创造有利条件。

采用浮选方法对钴、镍硫化物加以回收,其程序为:

Xy01、Xy03 的钛总粗精矿,经一次粗选、一次精选后获得浮选钴、镍硫化物精矿,浮选尾矿是钛的电选入料,浮选中以矿泥为主,抛入总尾矿。

Xy02 的钛粗精矿,经一次粗选和一次扫选而获得浮选钴、镍硫化物精矿和尾矿,浮选尾矿是钛的电选入料。Xy01 钴、镍硫化物的精矿的 Co(0.415%)已达到二级 Co 精矿产品要求,Xy02 钴、镍硫化物精矿的 Co(0.337%)已达四级钴精矿产品要求,Xy03 钴、镍硫化物精矿的 Co(0.367%)已达三级钴精矿产品要求。

钛的精选实验:实验入料:浮选回收钴、镍硫化物精矿后的尾矿(钛总粗精矿)。该粗精矿的矿物组合以钛铁矿为主,次有部分含钛普通辉石等脉石矿物。

目的:通过 XDF 型的高压电选机分选,以除去含钛普通辉石等脉石矿物,从而获得较纯净的钛铁精矿。

由于钛的精选实验是选钛中的重要的作业，所以，实验工作做的较仔细，其步骤是：

首先，将各类型的入料筛分为两级：

I 级： $-0.3 +0.1\text{mm}$ ，I 级： $-0.1+0.04\text{mm}$ ，

随后对各类型试样的各级分别依次进行电压、电极距、电鼓转速、分矿板位置(对级)等条件实验。

经上述实验选定较好条件后，又作验证实验，确定钛的精选(电选)的最终分选条件。

选矿实验最终数质量流程和指标：

选矿实验最终数质量流程：辉石岩含矿带一级品(Fe_1)矿石(Xy01)选矿实验最终数质量流程：磁-重-浮-电数质量流程。辉长岩含矿带二级品(Fe_2)矿石(Xy02)选矿实验最终数质量流程：强磁粗粒抛尾的磁-重-浮-电数质量流程。辉石岩含矿带二级品(Fe_2)矿石(Xy03)选矿实验最终数质量流程：强磁粗粒抛尾的磁-重-浮-电数质量流程。

选矿实验最终指标：各类矿石选矿实验的最终指标详见下表：

送样 编号	室内 编号	矿产名称	产率 (%)	品位 (%)						回收率 (%)					
				TFe	TiO ₂	V ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	Co	Ni	TFe	TiO ₂	V ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	Co	Ni
Xy01	31F	铁钒精矿	32.60	60.35	8.88	0.74	0.452	/	/	65.65	22.63	83.17	79.25	/	/
		钛精矿	10.99	31.96	49.17	/	/	/	/	11.72	42.42	/	/	/	/
		钴镍精矿	0.39	44.74	7.51	/	/	0.415	1.333	0.58	0.23	/	/	9.53	11.88
		尾矿	56.02	11.80	7.97	/	/	/	/	22.05	34.90	/	/	/	/
		原矿	100	29.97	12.79	0.29	0.186	0.017	0.044	100	100	100	100	100	100
Xy02	32F	铁钒精矿	10.96	69.96	5.11	0.70	0.012	/	/	41.04	7.72	59.01	8.73	/	/
		钛精矿	5.72	35.37	47.16	/	/	/	/	12.64	37.24	/	/	/	/
		钴镍精矿	0.24	40.80	1.68	/	/	0.337	0.063	0.61	0.06	/	/	13.50	7.50
		尾矿	83.08	8.80	4.79	/	/	/	/	45.71	54.98	/	/	/	/
		原矿	100	16.01	7.24	0.13	0.015	0.006	0.002	100	100	100	100	100	100
Xy03	33F	铁钒精矿	11.88	60.13	5.79	0.76	1.21	/	/	42.81	11.22	56.43	65.97	/	/
		钛精矿	3.99	33.38	48.49	/	/	/	/	8.02	31.55	/	/	/	/
		钴镍精矿	0.24	41.99	8.15	/	/	0.376	2.101	0.60	0.31	/	/	8.18	10.08
		尾矿	83.8	9.67	4.16	/	/	/	/	48.57	56.93	/	/	/	/
		原矿	100	16.61	6.13	0.16	0.221	0.011	0.05	100	100	100	100	100	100

7.6.3 矿山选厂实际选矿方法及流程

小黑箐经质铁矿矿山也生产了二十余年，生产实践证明矿区矿石选冶性能较好，攀枝花市经质矿产有限责任公司一直致力于本矿山矿石的选冶及综合利用研究工作，2012 年公司为满足自身发展需要，委托选冶专家

在自己选厂对实验样品进行流程实验，以指导并修正今后工业生产。现矿山选矿流程如下：

矿山钒铁精矿选矿生产流程：

破碎：原矿→粗破→筛分→中破→筛分→细破→磁选抛尾→高压辊磨→筛分→料仓。

选铁：原矿→粗破→筛分→中破→筛分→细破→磁选干抛→超细破→料仓→一段球磨→一段磁选→二段球磨→二段磁选→（三段磨矿→三段磁选）→脱硫→铁精矿、硫钴精矿→过滤

选钛：选铁尾矿→高梯度强磁回收钛铁矿→分级→球磨→分级→浓缩→三段抛尾→除铁→浓缩→浮选→浮钛→钛精矿→脱水→干燥→包装

矿山选厂近三年的生产数据见下表：

攀枝花市经质矿产有限公司 2013～2015 年生产数据表

年份		2013 年	2014 年	2015 年
入选品位	TFe (%)	21.45	21.65	22.15
	TiO ₂ (%)	9.98	9.29	9.87
精粉品位	铁精矿 TFe (%)	58.45	57.46	57.30
	钛精矿 TiO ₂ (%)	47.21	47.35	47.42
尾矿品位	TFe (%)	10.56	10.13	10.08
	TiO ₂ (%)	5.78	5.94	5.64
回收率	TFe (%)	68.12	66.35	69.20
	TiO ₂ (%)	45.26	45.19	47.90

7.7 矿床开采技术条件

7.7.1 水文地质条件

小黑箐矿区主要矿体位于当地侵蚀基准面(标高 1283m)以上，地形条件利于自然排水。矿床以裂隙含水带充水为主，含水带的富水性弱($q=0.0184-0.0235\text{L/s}\cdot\text{m}$, $K=0.0127-0.0213\text{m/d}$)，含水性不均，连通性差，与地表水的水力联系差；矿床附近无大的地表水体，大气降水是矿床充水

主要水源，特别是雨季和大暴雨时，大气降雨迳流量大。因此，小黑箐矿区是以裂隙含水层充水为主的水文地质条件简单的矿床。

7.7.2 工程地质条件

该矿区是以半坚硬的块状岩类、层状岩类为主，岩体呈整体结构、块状结构及镶嵌结构、层状结构和层状碎裂结构为主，体稳定性主要取决于构造破碎带风化带的发育程度，一般岩体稳定性较好，地形较复杂，地层岩性较复杂，地质构造发育且复杂，局部有软弱结构面。因此，本矿区工程地质勘探类型为层状-块状岩类工程地质条件中等的矿床。

7.7.3 环境地质条件

据现场调查，矿区露天开采形成高陡边坡，存在一定边坡稳定性问题，对地质环境有一定破坏：区无大的地质灾害，无重大污染源，无热害及放射性危害未来矿坑排水及废石堆放、尾矿排放对附近水体有一定的污染，对地质环境有一定的影响；废石和矿石化学成份基本稳定，虽易化、淋滤，但不严重，环境地质环境质量中等。

7.7.3 其他开采技术条件

岩矿石的稳固性：小黑箐矿区岩体抗压强度较高，属半坚硬岩石，岩体基本质量等级为Ⅱ级-Ⅲ级。

岩石的可钻性、爆破性及坚固性：

坑道内岩矿石可钻性及爆破性：根据攀矿经验，岩矿石的钻速一般60-100cm/min，相当于8-9级岩石钻级，耗药量2.8-3.1kg/m³。

抗剪强度及硬度(普氏系数)：根据小黑箐矿区取岩样测试成果，天然抗剪强度：凝聚力 $C=3.10-8.60\text{MPa}$ ，内摩擦角 $\phi=41.4-49.4^\circ$ ，硬度(普氏系数)2.87-4.5。

岩石的松散系数、块度：根据潘家田矿段经验，松散系数 1.54-1.61。

矿石块度：块径 70-50cm 占 3.6%，50-25cm 占 10.5%，25-15cm 占 16.9%，15-10cm 占 13.2%，10-5cm 占 16.4%，5-1cm 占 26.8%，<1cm 占 11.6%；辉长岩块度：块径 70-50cm 占 0.6%，50-25cm 占 7.9%，25-15cm 占 13.7%，15-10cm 占 14.3%，10-5cm 占 18.2%，5-1cm 占 29.3%，<1cm 占 16.0%。

7.7.4 开采技术条件勘查类型

小黑箐经质铁矿区是以裂隙充水为主的水文地质条件简单的矿床，是以块状岩类、层状岩类为主的工程地质条件中等的矿床，是地质环境质量中等的矿床，因此，开采技术条件勘查类型为开采技术条件中等的复合问题的矿床，即开采技术条件为Ⅱ-4 型矿床。

7.8 勘查\开发利用现状

矿区在 80 年代主要由地方乡镇企业开采。会理县小黑箐经质铁矿从 1996 年开始建设，1999 年初步建成投产，开采方式为露天开采，选矿方式为手选，采矿规模为 1 万吨/年。

2003 年办证后扩大生产规模为 6 万吨/年，随着矿山生产规模逐渐增加，并相应建设了选铁、选钛厂。矿山设计开采方式为山坡型露天开采。采剥工艺采用“陡帮采剥、缓帮开采、公路开拓、汽车运输”，近年实现富矿、贫矿混合开采，低品位矿的综合利用能力已大幅度提高。

矿山开采深度主要为+2160m 至+1980m 标高，当前回采作业处于最终境界的中心部位，为组合台阶剥离和采矿；开采平台约 20 余个(含清扫平台及运输通道)，平台高度一般为 10-15m 等。

小黑箐经质铁矿自 2015 年停产，之后因边坡治理有少量矿石采出。

根据《四川省会理县小黑箐经质铁矿延伸勘探及资源储量核实报告》及其评审意见，截至 2017 年 11 月累计动用矿石量 842.50 万吨，TFe26.25%、

TiO₂11.78%、V₂O₅0.23%。另安全治理动用矿石量 690.20 万吨，TFe23.70%、TiO₂10.78%、V₂O₅0.22%。

根据 2022 年、2023 年、2024 年矿产资源储量统计基础表(固体矿产)、储量统计情况表，2017 年 12 月至评估基准日累计动用储量 12.00 万吨，TFe25.210%、TiO₂10.84%、V₂O₅0.23%。

小黑箐经质铁矿隶属于攀枝花市经质矿产有限责任公司。矿山配套的铁选厂、排土场隶属于立宇矿业有限公司。配套钛选厂、尾矿库隶属于会理鸿鑫工贸有限公司。立宇矿业有限公司、会理鸿鑫工贸有限公司为攀枝花市经质矿产有限责任公司下属的全资子公司。

攀枝花市立宇矿业有限公司目前有一座铁选矿厂以及矿山前期使用的矿山排土场。选矿厂主要生产铁精矿产品，选矿厂原矿处理能力 640 万吨/年。矿山排土场分为 1#排土场和 2#排土场。1#排土场设计容积 227.84 万方，2#排土场设计容积 3000 万立方米。

会理县鸿鑫工贸有限公司目前有一座钛选矿厂以及一座尾矿库。选矿厂主要生产钛精矿产品，选矿厂原矿处理能力 760 万吨/年。尾矿库设计总库容 9186 万方。

攀枝花市经质矿产有限责任公司为了盘活现有矿山资源，充分利用各子公司选厂、排土场、尾矿库等现有设备、设施，拟对会理县小黑箐经质铁矿进行扩能，达到矿山年产 500 万吨/年（工业品位 260 万吨+低品位矿石 240 万吨）矿石建设规模，矿山配套的排土场利用前期的立宇公司排土场，选矿厂利用立宇公司的选铁生产线进行生产铁精矿产品，利用鸿鑫公司的选钛生产线进行生产钛精矿产品，选矿厂的尾矿排放至鸿鑫公司的尾矿库内。

8 评估实施过程

依据国家现行有关评估政策和法律规定，根据《矿业权评估程序规范(CMVS11000-2008)》的有关规定，结合本项目评估目的，评估人员对攀枝花市经质矿产有限责任公司会理县小黑箐经质铁矿采矿权实施的评估程序包括以下阶段：

8.1 明确评估业务

2025年6月初，四川天健华衡资产评估有限公司与评估委托人相关工作人员就该矿业权的情况进行了解，明确了本次矿业权评估的对象、评估目的及其矿山企业情况，对进入矿山现场进一步搜集资料等情况达成一致意见。根据初步洽谈的结果，四川天健华衡资产评估有限公司就该矿业权评估的风险进行初步评价，认为该矿业权评估在独立、客观、公正的评估原则下进行评估，风险程度基本能把握，相对风险较小。

8.2 矿业权评估委托

2025年6月5日，评估委托人与四川天健华衡资产评估有限公司签订《资产评估委托合同》，该委托书明确了本次评估的评估对象、评估的矿业权权属、评估目的、评估基准日等内容。

8.3 评估准备过程

根据评估委托人的要求，四川天健华衡资产评估有限公司成立了由矿业权评估师、地质工程师等参与的评估小组，并编制了评估计划，就该矿矿业权评估的技术方案、实施步骤、时间进度及人员安排等内容进行计划，明确本项目的实施完成时间。

8.4 尽调及资料收集

2025年6月6日-18日，在评估委托人的衔接和安排下，四川天健华衡资产评估有限公司评估组成员刘忠杰、曾诚成通过核查、现场勘查、询问等方式对攀枝花市经质矿产有限责任公司会理县小黑箐经质铁矿采矿

权进行了调查工作，明确了该矿业权权属、评估基准日等情况，并收集、核对了与评估相关的地质、采选设计及经济的相关资料。

8.5 评定估算阶段

2025年6月19日-29日，评估小组分析、归纳所收集的资料，确定评估方案，选取评估参数，对委托评估的矿业权进行评定与估算，完成评估报告草稿，复核评估结果并修改和完善评估报告。

2025年6月30日-7月17日，提出的评估初稿经四川天健华衡资产评估有限公司内部审核后，在遵循评估规范和职业道德的原则下，评估人员对提出的要求及意见进行了认真的考虑，并对评估报告相关部分进行了必要的修改。

8.6 提交报告阶段

2025年7月21日，四川天健华衡资产评估有限公司正式向评估委托人提交《攀枝花市经质矿产有限责任公司会理县小黑箐经质铁矿采矿权评估报告》。

8.7 工作底稿归档阶段

评估报告通过公司内部审核后，评估人员将本次评估的各种资料按档案管理的要求进行整理，并待评估报告通过备案后，形成完整的评估工作底稿，并按相关要求进行了归档管理。

9 评估方法

不采用成本法评估的理由：本次评估对象为采矿权，不满足成本法评估适用范围（成本法适用范围为预查和普查阶段的探矿权）。

不采用市场法评估的理由：因被评估矿山所在地区同类型矿山交易案例无法收集，不满足市场法评估的条件，无法采用市场法进行评估。

选取收益法中折现现金流量法的理由：根据对委托人提供的资料分析，评估矿山资源储量资料可依据地质报告取得，采选技术指标、矿山所需投

资、生产成本等数据根据设计报告及财务资料取得。因此该矿业权具有一定规模、独立获利能力并能被测算，其未来的收益及承担的风险能用货币计量。具备采用折现现金流量法评估的主要技术、经济指标与参数。

根据《收益途径评估方法规范 (CMVS12100—2008)》，确定本次评估采用折现现金流量法，其计算公式为：

$$P = \sum_{t=1}^n (CI - CO)_t \times \frac{1}{(1+i)^t}$$

式中 P—矿业权评估价值；

CI 一年现金流入量；

CO 一年现金流出量；

$(CI - CO)_t$ 一年净现金流量；

i—折现率；

t—年序号 ($t = 1, 2, 3, \dots, n$)；

n—评估计算年限。

10 评估参数的确定

10.1 评估依据、参考资料

本项目评估指标和参数选取主要依据、参考：《四川省会理县小黑箐经质铁矿延伸勘探及资源储量核实报告》、评审意见及备案证明（四川省地质矿产勘查开发局—0六地质队，2018年5月，以下简称《核实报告》）、

《四川省会理市小黑箐经质铁矿资源再评价报告》及其评审意见（四川省第四地质大队，2024年5月20日，以下简称《再评价报告》）、《攀枝花市经质矿产有限责任公司小黑箐经质铁矿矿产资源开发利用方案》、评审意见及备案表（攀枝花市经质矿产有限责任公司，2019年12月，以下简称《开发利用方案》）；《攀枝花市经质矿产有限责任公司会理县小黑箐经质铁矿500万吨/年采选工程可行性研究报告》及其评审意见（中凯俊成建设咨询有限公司，2025年6月，以下简称《可研报告》）、《凉

山州会理县攀枝花市经质矿产有限责任公司小黑箐经质铁矿矿山地质环境保护与土地复垦方案报告书》、评审意见及相关公告（成都驼峰工程技术咨询有限公司，2020 年 4 月，以下简称《二合一报告》）、评估人员掌握的其他资料。

10.1.1 地质报告评述

评估人员参照《矿产地质勘查规范 铁、锰、铬》（DZ/T0200-2020）、《固体矿产地质勘查规范总则》（GB/T13908-2020）、《固体矿产地质勘查报告编写规范》（DZ/T0033-2020）、《固体矿产资源储量分类》（GB/T17766-2020）对《核实报告》和《再评价报告》进行了详细的阅读。

《核实报告》在以往地质勘查及资源储量核实、矿山开采基础上，通过延伸勘探及资源储量核实工作，资源储量估算采用原核实报告的工业指标，采用勘查线剖面法估算，勘探线剖面法估算资源储量。《核实报告》2018 年 6 月 5 日经四川省矿产资源储量评审中心评审并出具“川评审[2018]021 号”评审意见书，2018 年 6 月 15 日经四川省国土资源厅备案出具“川国土资储备字[2018]019 号”备案证明。

依据《四川省自然资源厅关于印发〈四川省部分战略性矿产共伴生、低品位资源再评价工作实施方案〉的通知》（川自然资函〔2024〕71 号）和《四川省矿产资源储量评审中心关于印发〈部分矿产共伴生、低品位资源在产矿山再评价报告编制补充说明〉的函》（川储评函[2024]3 号）推荐的小黑经质铁矿最低工业品位及边界品位，及 2018 年《延伸勘探及核实报告》确定的最小可采厚度和最小来石剔除厚度等工业指标，2024 年 5 月 20 日四川省第四地质队编制了《再评价报告》，将边界品位降低至 13%，重新对矿体进行圈定统计了 TFe13%-15%的铁矿石资源量。《再评价报告》2024 年 6 月 28 日经四川省矿产资源储量评审中心评审并出具“川矿再评价[2024]3 号”评审意见书。

10.1.2 设计报告评述

设计单位依据《冶金矿山采矿设计规范》（GB50830-2013）、《非煤露天矿边坡工程技术规范》（GB 51016-2014）、《金属非金属矿山安全规程》（GB 16423-2020）等编制完成的《开发利用方案》和《可研报告》，主要为生产设计提供技术支撑。

《开发利用方案》对采矿权范围内保有资源确定的矿山规模、产品方案；矿床的开采方式、开拓运输、采矿方法、选矿工艺及主要经济指标等进行了设计论述，“三率”指标符合国家规范要求。《开发利用方案》于2020年2月7日通过四川省不动产登记中心组织的专家评审，2020年3月13日通过四川省自然资源厅备案（川自然资矿开备[2020]7号）。

《可研报告》是在现有矿山、铁钛选厂、尾矿库和排土场的基础上，考虑通过恢复和技改，完成设计生产规模500万吨/年（工业品位260万吨+低品位矿石240万吨）的配套建设。《可研报告》对采选技术指标、投资、成本和经济效益等进行了详细的分析、论述，并在2025年7月6日完成了攀枝花市矿业协会组织的行业专家的评审。综上所述《可研报告》可为本次评估提供所需参数。

10.2 技术参数的选取与计算

10.2.1 资源储量

根据《矿业权评估利用矿产资源储量指导意见(CMVS30300-2010)》，
评估基准日保有资源储量=核实基准日保有资源储量－核实基准日至评估基准日累计动用资源储量±核实基准日至评估基准日期间净增减资源储量

①核实基准日保有资源储量

根据《核实报告》和《再评价报告》，截至2023年12月31日保有资源量11267.80万吨，TFe 21.10%、TiO₂ 9.46%（TiO₂金属量1066.30万

吨)、 V_2O_5 0.18% (V_2O_5 金属量 20.34 万吨)。探明的资源量 7450.50 万吨, TFe 21.56%、 TiO_2 9.74% (TiO_2 金属量 725.47 万吨)、 V_2O_5 0.19% (V_2O_5 金属量 13.84 万吨); 推断的资源量 3817.30 万吨, TFe 20.20%、 TiO_2 8.93% (TiO_2 金属量 340.82 万吨)、 V_2O_5 0.17% (V_2O_5 金属量 6.50 万吨)。

其中保有工业品位资源量 5978.80 万吨, TFe 24.98%、 TiO_2 11.21% (金属量 670.44 万吨)、 V_2O_5 0.23% (13.51 万吨)。探明的资源量 4386.10 万吨, TFe 25.36%、 TiO_2 11.38% (TiO_2 金属量 499.01 万吨)、 V_2O_5 0.23% (V_2O_5 金属量 10.10 万吨); 推断的资源量 1592.70 万吨, TFe 23.94%、 TiO_2 10.76% (TiO_2 金属量 171.43 万吨)、 V_2O_5 0.21% (V_2O_5 金属量 3.40 万吨)。

②储量核实基准日至评估基准日累计动用资源储量

根据现场调查及矿业权人提供的年报资料, 储量核实基准日至评估基准日未生产且无动用储量。

③评估基准日保有资源储量

根据现场调查, 该采矿权无新增储量, 经计算, 评估基准日保有资源量 11267.80 万吨, TFe 21.10%、 TiO_2 9.46% (TiO_2 金属量 1066.30 万吨)、 V_2O_5 0.18% (V_2O_5 金属量 20.34 万吨)。探明的资源量 7450.50 万吨, TFe 21.56%、 TiO_2 9.74% (TiO_2 金属量 725.47 万吨)、 V_2O_5 0.19% (V_2O_5 金属量 13.84 万吨); 推断的资源量 3817.30 万吨, TFe 20.20%、 TiO_2 8.93% (TiO_2 金属量 340.82 万吨)、 V_2O_5 0.17% (V_2O_5 金属量 6.50 万吨)。

其中保有工业品位资源量 5978.80 万吨, TFe 24.98%、 TiO_2 11.21% (金属量 670.44 万吨)、 V_2O_5 0.23% (13.51 万吨)。探明的资源量 4386.10 万吨, TFe 25.36%、 TiO_2 11.38% (TiO_2 金属量 499.01 万吨)、 V_2O_5 0.23% (V_2O_5 金属量 10.10 万吨); 推断的资源量 1592.70 万吨, TFe 23.94%、

TiO₂ 10.76% (TiO₂ 金属量 171.43 万吨)、V₂O₅ 0.21% (V₂O₅ 金属量 3.40 万吨)。

有关评估基准日保有资源储量计算详见附表 7。

10.2.2 评估利用资源储量

根据《矿业权评估利用资源储量指导意见 (CMVS 30300-2010)》，评估利用资源储量计算如下：

参与评估的保有资源储量中的基础储量可直接作为评估利用资源储量。

探明的或控制的内蕴经济资源量(331)和(332)，可信度系数取 1.0。

推断的内蕴经济资源量 (333) 可参考矿山设计文件或设计规范的规定确定可信度系数；矿山设计文件中未予利用的或设计规范未作规定的，可信度系数可考虑在 0.5-0.8 范围内取值。

本次评估对探明的考虑全部利用，推断的储量参考《可研报告》考虑 0.8 可信度系数调整。

经计算截至评估基准日，小黑箐经质铁矿评估利用资源储量为 10504.34 万吨, TFe 21.16%、TiO₂ 9.50% (TiO₂ 金属量 998.13 万吨)、V₂O₅ 0.18% (V₂O₅ 金属量 19.04 万吨)。其中保有工业品位资源量 5660.26 万吨, TFe 25.04%、TiO₂ 11.24% (金属量 636.15 万吨)、V₂O₅ 0.23% (12.83 万吨)。

有关评估利用资源储量计算详见附表 7。

10.2.3 采选方案

参考《可研报告》，设计露天开采+地下开采。露天开采采用台阶式自上而下开采，汽车—公路开拓运输方式。地下开采设计采用平硐、主斜坡道开拓方案，分段空场嗣后充填采矿方法采矿，井下生产采用无轨运输。

参考《可研报告》，选铁采用磁选法，选钛采用浮选法。选铁设计工艺流程为：三段磨矿+三段磁选。选钛设计工艺流程为：粗细粒级分级+粗细粒级两段强磁选+全粒级浮选。

10.2.4 产品方案

参考《可研报告》及矿山历史实际情况，产品方案为铁精矿（TFe58.00%）、钛精矿（TiO₂47.00%）。

10.2.5 采选技术指标

参考《可研报告》，经计算设计损失量 1244.46 万吨（已考虑可信度系数调整），设计采矿回采率 97.00%（露采）、86.04%（地采），计算综合采矿回采率为 95.673%，废石混入率为 5.70%（露采）、10.24%（地采），铁精矿选矿回收率为 56.39%，钛精矿选矿回收率 40.90%。

10.2.6 评估利用可采储量

综上所述，本次评估利用可采储量计算如下：

评估利用可采储量=（评估利用资源储量-设计损失量）×采矿回采率
=（10504.34-1244.46）×95.673%=8859.17（万吨）

经计算小黑箐经质铁矿评估利用可采储量 8859.17 万吨，其中露采 7894.25 万吨，TFe 21.71%、TiO₂9.72%；地采 964.92 万吨，TFe 22.82%、TiO₂ 10.22%。

有关可采储量计算详见附表 7。

10.2.7 生产规模和矿山服务年限

10.2.7.1 生产规模

参考《矿业权评估参数确定指导意见(CMVS30800-2008)》，矿山生产能力、矿山服务年限与储量规模相匹配原则。生产矿山(包括改扩建项目)采矿权评估根据经批准的矿产资源开发利用方案确定。

根据 2025 年 4 月 24 日《会理市自然资源局关于〈攀枝花市经质矿产有限责任公司相关事项的申请〉的复函》，采矿许可证证载规模是拟建设规模，矿山的实际生产建设规模按照经审查批准的安全设施设计或通过核定的生产能力执行。

根据 2025 年 4 月 11 日《会理市经济信息化和科学技术局关于攀枝花市经质矿产有限责任公司经营规模及相关情况的说明》，小黑箐经质铁矿按照自然资源部门核定原矿开采规模为 260 万吨/年，根据公司规模，待在实际开采过程的同步随采利用边界品位铁矿石 240 万吨/年，总开采利用规模预计达到 500 万吨/年，符合国家有关政策。

《可研报告》对矿山年生产规模进行了验证分析，结合矿山现有工业配套设施，确定矿山生产规模露采为 500 万吨/年（工业品位 260 万 t+低品位矿石 240 万 t）、地采为 110 万吨/年。

参考小黑箐经质铁矿采矿权许可证和《攀枝花市经质矿产有限责任公司小黑箐经质铁矿矿产资源开发利用方案》、及其评审意见和备案表，设计生产规模露采为 260 万吨/年、地采为 110 万吨/年，该生产规模设计针对工业品位矿石。

综上所述，在考虑小黑箐经质铁矿采矿权许可证设计生产规模露采为 260 万吨/年、地采为 110 万吨/年，和《可研报告》露采对低品位矿的综合利用 240 万吨/年（低品位矿石），本次评估参考《可研报告》设计生产规模露采按 500.00 万吨/年考虑（工业品位 260 万 t+低品位矿石 240 万 t）考虑，地采按 110 万吨/年考虑。

10.2.7.2 评估服务年限

本次评估矿山服务年限计算方法如下：

$$T = \frac{Q}{A \times (1 - \rho)}$$

式中：T—为矿山服务年限；

Q—为保有可采储量；

A—为矿山生产能力；

ρ —矿石贫化率（废石混入率）。

经计算，露采矿山服务年限= $7894.25 \div 500 \div (1-5.7\%) = 16.74$ 年，
地采矿山服务年限= $964.92 \div 110 \div (1-10.24\%) = 9.77$ 年。

根据《矿业权评估参数确定指导意见(CMVS30800-2008)》，评估计算年限包括“后续勘查年限、建设年限及评估计算的矿山服务年限三个部分”。

小黑箐经质铁矿为采矿权，因此本次评估不考虑后续勘查期。因矿山尚未完成破产重整等前期准备工作考虑 2025 年 4-12 月为准备期。参考《可研报告》建设期为 2 年（2026 年、2027 年），2028 年产能 375 万吨，2029 年至 2042 年达产 500 万吨/年，2043 年至 2048 年为露采减产期（分别为 350 万吨、200 万吨、150 万吨、130 万吨、100 万吨、66.42 万吨），2049 年露采结束地采建成投产 55 万吨，2050 年至 2057 年达产 110 万吨/年，2058 年地采减产为 90 万吨，2059 年为 50 万吨。

经计算本次评估计算的服务年限为 34.75 年，评估计算期从 2025 年 4 月至 2059 年 12 月。

10.3 经济参数的选取与计算

10.3.1 投资

10.3.1.1 固定资产投资

依据《矿业权评估参数指导意见》，矿业权评估中，一般假定固定资产投资全部为自有资金，建设期固定资产贷款利息一般不考虑计入投资。依据《矿业权评估指南》，矿业权评估中，固定资产投资可以采用项目(预)可行性研究报告、矿产资源开发利用方案、矿山初步设计等资料中设计的固定资产投资剔除预备费用、征地费用、基建期贷款利息等之后的工程费用和其他费用之和。

参考《可研报告》，现有矿山、两个选厂、尾矿库和排土场等资产可修复利用，因此利旧投资金额为 54,065.00 万元（不含税），其中房屋建筑物 30,565.00 万元（不含税），机器设备 23,500.00 万元（不含税）。

露采需追加投资 34,419.44 万元（含税），其中开拓工程 9,751.76 万元（含税），房屋建筑物 12,029.61 万元（含税），机器设备 12,638.08 万元（含税）。露采不含税投资为 31,167.04 万元，其中开拓工程 8,946.57 万元（不含税），房屋建筑物 11,036.34 万元（不含税），机器设备 11,184.14 万元（不含税）。

后期地采考虑规模的变化相关投资的比例回收，另地采追加投资为 27,205.73 万元（含税），其中开拓工程 6,031.98 万元（含税），房屋建筑物 3,729.35 万元（含税），机器设备 17,444.40 万元（含税）。地采不含税投资为 24,392.87 万元，其中开拓工程 5,533.93 万元（不含税），房屋建筑物 3,421.42 万元（不含税），机器设备 15,437.52 万元（不含税）。

本次评估考虑评估基准日已形成的利旧资产，露采追加投资在建设期 2026 年和 2027 年均匀投入，地采追加投资 2046 年至 2048 年均匀投入。

固定资产投资详见固定资产投资估算表 2。

10.3.1.2 无形资产投资

参考矿业权人提供的财务资料，矿山已有土地使用权账面值为 1,170.88 万元。

参考《可研报告》，需追加土地使用权投资 33,439.00 万元。

本次评估考虑评估基准日已形成的土地使用权投资，追加投资在建设期 2026 年和 2027 年均匀投入。

10.3.1.3 更新改造资金、回收固定资产残（余）值

根据《关于不再规定冶金矿山维持简单再生产费用标准的通知》（财资[2015]8号）及矿山实际情况，本次评估不考虑维简费。

根据《矿业权评估参数确定指导意见（CMVS30800-2008）》规定，房屋建筑物和机器设备采用不变价原则考虑其更新资金投入，即机器设备、房屋建筑物在计提完折旧后的下一时点（下一年或下一月）投入等额初始投资。

根据现场的调查，在《矿权评估准则》和《矿业权评估参数确定指导意见（CMVS30800-2008）》相关规定的基础上，本次评估假设房屋建筑物和机器设备资产在本采矿权服务年限期满后可继续被利用，不考虑处置费用等。

井巷工程：根据该矿的固定资产折旧政策，本次评估经综合考虑其折旧年限露采为 21 年、地采为 11 年，净残值率为 0。

房屋建筑物：根据该矿的固定资产折旧政策，本次评估经综合考虑其折旧年限为 30 年，净残值率为 5%。考虑在 2048 年底回收转地采后露采超规模投资残余值 10,870.43 万元，同时 2049 年更新房屋建筑物类资产 3,421.42 万元。在评估计算期末回收残余值 2,107.59 万元。

机器设备：根据该矿的固定资产折旧政策，本次评估经综合考虑其折旧年限为 15 年，净残值率为 5%。考虑在 2043 年更新设备类资产 34,684.14 万元，并回收残值 1,734.21 万元。考虑在 2048 年底回收转地采后露采超规模投资残余值 16,773.25 万元，同时 2049 年更新设备类资产 15,437.52 万元，评估计算期末回收残余值 4,097.71 万元。

10.3.1.4 流动资金

根据《矿业权评估参数确定指导意见（CMVS30800-2008）》，本项目评估按扩大指标估算法估算流动资金，黑色金属矿山流动资金可按照固定资产资金率估算，流动资金一般为固定资产资金率 15%~20%。考虑本次评

估小黑箐经质铁矿位于攀枝花地区，但是交通条件相对较好，评估人员认为流动资金按 17.5% 考虑较为合理。

经计算，本次评估露采所需流动资金为 14,915.61 万元、地采为 7,205.74 万元。本次评估按生产能力考虑流动资金投入，流动资金在评估计算期末全部回收。

10.3.2 销售收入

10.3.2.1 产品产量及销售量

(1) 计算公式

销售收入的计算公式

正常年产品年销售收入=年产品产量×产品销售价格

(2) 年产品产量及销售量：

原矿产量：年原矿产量露采为 500.00 万吨、地采为 110 万吨。

以精矿计价的产品产量：

$$Sq = Q_{js} \cdot P_{js} = Qy \cdot \gamma \cdot P_{js} = Qy \cdot \frac{\alpha \cdot \varepsilon}{\beta} \cdot P_{js} = Qy \cdot \frac{\alpha_0 \cdot (1 - \rho) \cdot \varepsilon}{\beta} \cdot P_{js}$$

式中：S_q—销售收入

Q_y—原矿产量

Q_{js}—精矿产量；

P_{js}—精矿价格；

γ—精矿产率；

α—采出矿石品位即入选原矿品位；

α₀—地质平均品位；

ρ—矿石贫化率；

ε—选矿回收率；

β—精矿品位。

露采达产年铁精矿年产量=年入选原矿×地质平均品位×（1-矿石贫化

率) × 选矿回收率 ÷ 精矿品位

$$= 500.00 \times 21.71\% \times (1 - 5.70\%) \times 56.39\% \div 58\% = 99.51 \text{ 万吨}$$

露采达产年钛精矿年产量 = 年入选原矿 × 地质平均品位 × (1 - 矿石贫化率) × 选矿回收率 ÷ 精矿品位

$$= 500.00 \times 9.72\% \times (1 - 5.70\%) \times 40.90\% \div 47\% = 39.90 \text{ 万吨}$$

地采达产年铁精矿年产量 = 年入选原矿 × 地质平均品位 × (1 - 矿石贫化率) × 选矿回收率 ÷ 精矿品位

$$= 110.00 \times 22.82\% \times (1 - 10.24\%) \times 56.39\% \div 58\% = 21.90 \text{ 万吨}$$

地采达产年钛精矿年产量 = 年入选原矿 × 地质平均品位 × (1 - 矿石贫化率) × 选矿回收率 ÷ 精矿品位

$$= 110.00 \times 10.22\% \times (1 - 10.24\%) \times 40.90\% \div 47\% = 8.78 \text{ 万吨}$$

年商品矿假定当年全部对外销售，不考虑库存。详见附表 6。

10.3.2.2 产品销售价格

根据《矿业权评估参数确定指导意见》，矿产品价格确定应遵循以下基本原则：确定的矿产品计价标准与矿业权确定的产品方案一致；确定的矿产品市场价格一般是实际的，或潜在的销售市场范围市场价格；不论采用何种方式确定的矿产品市场价格，其结果均视为未来矿产品市场价格的判断结果；矿产品市场价格的确定，应有充分的历史价格信息资料，并分析未来变动趋势，确定与产品方案口径一致的、评估计算的服务年限内的矿产品市场价格。矿产品价格确定的基本方法：建议使用定性分析法和定量分析法确定矿产品市场价格。

根据《〈矿业权评估指南〉(2006 修订)——矿业权评估收益途径评估方法和参数》及《关于实施〈矿业权评估收益途径评估方法修改方案〉的公告》，一般采用当地平均销售价格，以评估基准日前的三个年度内的价格平均值或回归分析后确定评估计算中的价格参数。服务年限较长的大

中型矿山和价格波动大的矿种,可向前延长至 5 年。对小型矿山,可以采用评估基准日当年价格的平均值。

因本次评估小黑箐经质铁矿设计生产规模为大型,评估服务年限 34.75 年较长,参考上述规定本次评估选取评估基准日前的 5 年 1 期的价格平均值作为本次评估用产品销售价格。

①铁矿

铁矿石作为钢铁生产的重要原料,其供需状况直接影响全球钢铁产业链的稳定。近年来,随着中国经济的持续发展与城市化进程的加快,铁矿石需求持续旺盛,

截至 2022 年,全球可用的铁矿石储量约为 1800 亿吨。其中,澳大利亚、巴西和俄罗斯位居前列,分别拥有 510 亿吨、340 亿吨和 290 亿吨的储量。中国铁矿石储量位列第四,拥有 200 亿吨的可用储量。

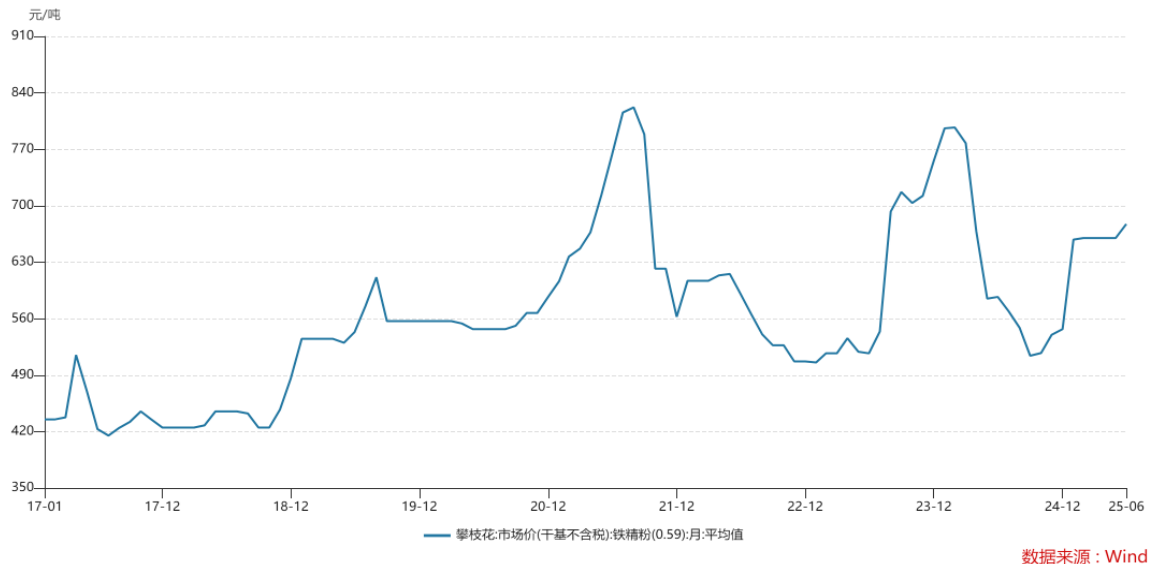
2022 年全球铁矿石产量格局中,澳大利亚、巴西和中国占据前三甲。具体而言,澳大利亚、巴西和中国的可用铁矿石产量分别为 8.8 亿吨、4.1 亿吨和 3.8 亿吨,分别占据全球可用铁矿石产量的 33.8%、15.8%和 14.6%。

尽管中国铁矿石资源总量可观,但实际可供开发利用的资源却显得相对紧缺。这主要体现在铁矿石的平均品位上,截至 2021 年底,国产铁矿石的平均品位为 34.50%,这一数字低于全球铁矿石的平均品位。此外,中国的铁矿石资源中,贫矿所占比例高达 80%,而富矿则相对较少。

据数据显示,2022 年我国铁矿石原矿产量为 9.68 亿吨,较上年微降 1.3%。中国作为全球领先的工业生产大国,面临着巨大的铁矿石需求。近年来国内铁矿勘查投入的减少,以及整体环保政策推动下落后产能的淘汰,使得我国铁矿产量呈现出波动的下降趋势。与 2017 年之前的水平相比,这一现象愈发明显,进而推动了国内铁矿石进口量和进口金额的持续增长。2020 年,中国铁矿石进口量达到了惊人的 11.7 亿吨,创下了近年来的峰

值。但到了 2021 至 2022 年,由于国内产量的回升,进口量有所下降,2022 年我国铁矿石进口量为 11.07 亿吨。

根据 WIND 资讯查询的攀枝花地区铁精矿(TFe59.00%)销售价格,2020 年铁精矿销售单价为 557.11 元/吨(不含税),2021 年为 688.78 元/吨(不含税),2022 年为 567.92 元/吨(不含税),2023 年为 603.04 元/吨(不含税),2024 年为 620.58 元/吨(不含税),2025 年 1-3 月为 659.35 元/吨(不含税)。2020 年至 2025 年 3 月 5 年 1 期平均销售价格为 616.13 元/吨(不含税)。



参考委托人安宁股份提供的 2020 年至 2025 年 3 月铁精矿(TFe61.00%)销售价格统计表和销售合同(年度均价详见下表),安宁股份销售价格较攀枝花地区铁精矿价高,主要是品位的不同造成的。

铁精矿销售价格(不含税)对比表

类别	5 年	2020	2021	2022	2023	2024	2025. 1-3
攀枝花 59%	616.13	557.11	688.78	567.92	603.04	620.58	659.35
安宁股份 61%	640.73	590.93	707.17	540.64	637.96	682.23	685.46

因本次评估产品方案铁精矿品位 TFe58.00%,与攀枝花地区铁精矿品位 TFe59.00%较为接近,因此本次评估以攀枝花地区铁精矿(TFe59.00%)

销售价格为基础，参考临近矿山铁精矿销售合同，销售价格以 TFe59.00% 品位为基准，品位每下降 1%，销售价格下降 40 元/吨。经计算本次评估铁精矿（TFe58.00%）不含税销售价格为 576.13 元/吨（ $616.13 - 40 = 576.13$ ）。

②钛矿

钛矿是指含有大量钛矿石的矿产，主要成分是二氧化钛（ TiO_2 ），是一种重要的金属矿产资源。我国是钛矿资源大国，储量丰富，位居世界第一。数据显示，2023 年其储量约为 2.1 亿吨，在全球市场中的占比约为 30.22%。

目前，我国钛矿资源总体呈现“钛铁矿多，金红石少”“贫矿多，富矿少”“无单一钛矿，伴生矿种类多”等特点，整体品位偏低。钛铁矿平均品位一般为 5%-10%；金红石平均品位一般为 1%-5%，多在 1%-2%。

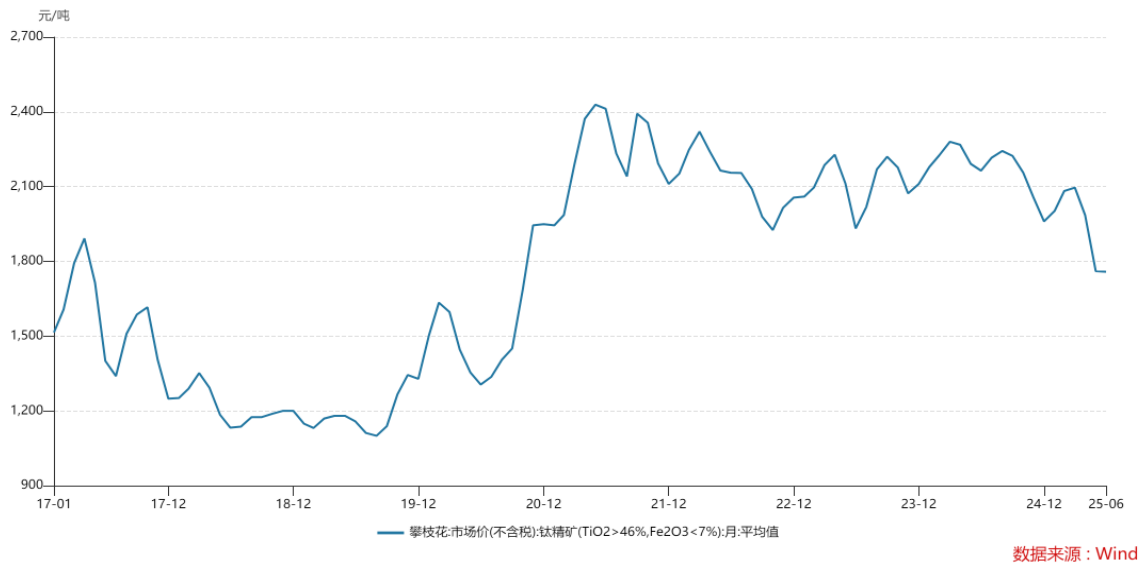
我国钛矿资源供应集中。从地区分布来看，我国钛矿资源主要分布于四川省、山东省、湖北省、云南省等地。其中，四川省的钛矿储量最为丰富，拥有 7545.49 万吨（以 TiO_2 计）原生钛（磁）铁矿，主要集中在攀西（攀枝花—西昌）地区。

我国钛矿下游应用集中于钛白粉领域，2023 年占比超过 80%；海绵钛为第二大应用领域，占比约为 10%。近年来，我国海绵钛产量不断上升，2023 年达到 21.8 万吨，同比增长 24.57%，为钛矿市场带来了一定的需求增量。

在下游钛白粉和海绵钛产量增长拉动下，我国钛矿产量（以 TiO_2 计）逐年上升，由 2018 年的 205.8 万吨增长至 2023 年的 324.7 万吨，年均复合增长率达到 9.55%。同时，我国也是全球最大钛矿生产国，2023 年产量占比约为 37.09%。

虽然我国钛矿储量、产量均位居世界第一，但其整体品位偏低，优质钛矿占比小，产品产量和质量难以满足钛白粉和海绵钛等下游市场需求。因此，我国不得不从国外大量进口优质钛矿，2023 年进口依存度达到 33%。从进出口来看，近年来我国钛矿进口规模远大于出口规模，维持贸易逆差状态。同时我国钛矿进口量呈现整体上升态势，2024 年突破 500 万吨大关，同比增长 18.87%；进口额则持续上升，由 2019 年的 32.49 亿元增长至 106.20 亿元，年均复合增长率达到 26.73%；其出口量和出口额也均呈现整体上升态势，并在 2024 年出现爆发式增长，分别达到 8.76 万吨和 6.04 亿元，同比分别增长 258.77%和 173.14%。

我国钛矿净出口量由 2019 年的 30.54 万吨整体上升至 2024 年的 496.51 万吨，年均复合增长率达到 13.90%。



根据 WIND 资讯查询的攀枝花地区钛精矿（TiO₂46.00%）销售价格，2020 年铁矿石销售单价为 1,551.12 元/吨(不含税)，2021 年为 2,230.09 元/吨(不含税)，2022 年为 2,125.17 元/吨(不含税)，2023 年为 2,115.30 元/吨（不含税），2024 年为 2,180.30 元/吨（不含税），2025 年 1-3 月为 2,060.24 元/吨（不含税）。2020 年至 2025 年 3 月 5 年 1 期平均销售价格为 2,043.70 元/吨（不含税）。

参考委托人安宁股份提供的 2020 年至 2025 年 3 月钛精矿 (TiO_2 47.00%) 销售价格统计表和销售合同 (年度均价详见下表), 安宁股份销售价格较 WIND 资讯价格高, 主要是品位的不同造成的。

钛精矿销售价格 (不含税) 对比表

类别	5 年	2020	2021	2022	2023	2024	2025.1-3
攀枝花 46%	2,043.70	1,551.12	2,230.09	2,125.17	2,115.30	2,180.30	2,060.24
安宁股份 47%	2,113.24	1408.90	2295.29	2311.31	2208.23	2323.85	2131.85

因本次评估产品方案钛精矿品位 TiO_2 47.00%, 与安宁股份历史销售的钛精矿 (TiO_2 47.00%) 品位是相同的, 因此本次评估参考安宁股份 5 年 1 期销售价格的均值钛精矿 (TiO_2 47.00%) 不含税销售价格为 2,113.24 元/吨。

10.2.2.3 产品销售收入

正常年销售收入 = 年产品产量 × 产品销售单价

露采 = $99.51 \times 576.13 + 39.90 \times 2,113.24 = 141,646.62$ 万元

地采 = $21.90 \times 576.13 + 8.78 \times 2,113.24 = 31,168.42$ 万元

有关产品的销售收入的情况详见附表 6。

10.3.3 总成本及经营成本

10.3.3.1 选取原则与方法

根据《矿业权评估参数确定指导意见 (CMVS30800-2008)》, 总成本费用是指在一定时期 (通常为一年) 为生产和销售产品而花费的全部成本费用。总成本费用包括直接生产成本费用、管理费用、销售费用和财务费用。经营成本费用采用总成本费用扣除折旧费、折旧性质维简费、摊销费和财务费用。

直接生产成本费用包括原材料及辅料费、燃料和动力费、工资及福利、折旧费、维简费、生产安全费用、修理费及其他制造费用。

本次评估采选成本主要参考《可研报告》, 同时类比同类型矿山企业

综合选取采选成本参数。

10.3.3.2 材料及辅料费

参考《可研报告》，露采采选单位材料及辅料费为 43.81 元/吨（不含税）、地采 74.73 元/吨（不含税），本次评估年材料及辅料费露采为 21,904.71 万元（ $=43.81 \times 500.00$ ）、地采为 8,220.30 万元（ $=74.73 \times 110.00$ ）。

10.3.3.3 燃料及动力费

参考《可研报告》，露采采选单位燃料及动力费为 25.70 元/吨（不含税）、地采 30.93 元/吨（不含税），本次评估年燃料及动力费露采为 12,848.68 万元（ $=25.70 \times 500.00$ ）、地采为 3,402.30 万元（ $=30.93 \times 110.00$ ）。

10.3.3.4 工资及福利费

参考《可研报告》，露采采选单位工资及福利费为 9.88 元/吨、地采 30.26 元/吨，本次评估年工资及福利费露采为 4,940.19 万元（ $=9.88 \times 500.00$ ）、地采为 3,328.60 万元（ $=30.26 \times 110.00$ ）。

10.2.3.5 折旧费

根据评估指南的规定，折旧费是根据评估基准日评估用的固定资产净值和其折旧年限确定。根据固定资产类别和工矿企业固定资产折旧年限的有关规定，各类固定资产折旧年限为：

房屋建筑物为不低于 20 年，生产设备不低于 10 年，其他设备不低于 5 年。根据前述，本次评估开拓工程露采折旧年限取 21 年、地采为 11 年，房屋构筑物折旧年限取 30 年，机器设备折旧年限取 15 年，符合矿业权评估准则的规定。开拓工程残值率均取 0，房屋构筑物及机器设备残值率均取 5%。

开拓工程：按平均折旧年限露采为 21 年、地采为 11 年，净残值率

为 0。

露采开拓工程折旧额=8,946.57÷21=426.03（万元）；

地采开拓工程折旧额=5,533.93÷11=503.08（万元）；

房屋构筑物：按平均折旧年限为 30 年，净残值率为 5%。

露采房屋建筑物折旧额=41,601.34×95%÷30=1,317.38（万元）；

地采房屋建筑物折旧额=41,601.34×95%÷30×110÷500+3,421.42
×95%÷30=398.17（万元）；

机器设备：按平均折旧年限为 15，净残值率为 5%。

露采机器设备折旧额=34,684.14×95%÷15=2,196.66（万元）；

地采机器设备折旧额=34,684.14×95%÷15×110÷500+15,437.52
×95%÷15=1,460.98（万元）；

经测算正常生产年度固定资产折旧费露采为 3,940.06 万元、地采为 2,362.23 万元，单位折旧费露采为 7.88 元/吨、地采为 21.47 元/吨。

固定资产折旧情况详见附表 4。

10.3.3.6 安全费用

依据《企业安全生产费用提取和使用管理办法》（财资〔2022〕136 号）的规定金属矿山露天矿山采矿安全费用按 5 元/吨计提、地采按 10 元/吨计提；尾矿库为四等库，按入库尾矿量 5 元/吨计提。

经计算露采单位安全费用为 8.61 元/吨、地采为 13.61 元/吨。年安全费用露采为 4,302.96 万元(=8.61×500.00)、地采为 1,496.60 万元(=13.61×110.00)。

10.3.3.7 修理费

参考相关设计规范及同类型矿山，修理费一般按房屋构筑物投资的 1%和机器设备类投资的 3%考虑，经计算单位修理费露采为 2.91 元/吨、地采为 7.43 元/吨。年修理费露采为 1,456.54 万元(=2.91×500.00)、

地采为 817.78 万元 ($=7.43 \times 110.00$)。

10.3.3.8 环保和复垦费用

参考《凉山州会理县攀枝花市经质矿产有限责任公司小黑箐经质铁矿矿山地质环境保护与土地复垦方案报告书》、评审意见及相关公告，环保和复垦动态投资为 4941.64 万元，服务年限采出矿石量 9446.42 万吨，经计算单位环保和复垦费用为 0.52 元/吨，年环保和复垦费用露采为 261.56 万元 ($=0.52 \times 500.00$)、地采为 57.54 万元 ($=0.52 \times 110.00$)。

10.3.3.9 矿业权出让收益

根据《财政部自然资源部税务总局关于印发矿业权出让收益征收办法的通知》(财综〔2023〕10 号)，铁和钛矿矿业权出让收益率为销售收入的 1.8%。因工业品位矿石量已处置出让收益，本次评估根据露采和地采利用的低品位矿的比例考虑计算低品位矿的矿业权出让收益，露采利用低品位矿的比例为 44.50%，地采为 36.00%。

正常生产年矿业权出让收益=年选矿销售收入 $\times$ 1.8% $\times$ 44.50% (地采 36.00%)

露采正常生产年矿业权出让收益为 1,134.69 万元 ($=141,646.62 \times 1.8\% \times 44.50\%$)、地采正常生产年矿业权出让收益为 201.99 万元 ($=31,168.42 \times 1.8\% \times 36.00\%$)。

10.3.3.10 其他制造费用

参考《可研报告》，其他制造费用包含修理费，本次评估扣除上述修理费用后，露采采选单位其他制造费用为 6.46 元/吨、地采 6.95 元/吨，本次评估年其他制造费用露采为 3,227.77 万元 ($=6.46 \times 500.00$)、地采为 764.69 万元 ($=6.95 \times 110.00$)。

10.3.3.11 管理费用

①摊销费：根据前述本次评估无形资产-土地使用权为 34,609.88 万

元，服务年限采出矿石量 9446.42 万吨，经计算单位摊销费用为 3.66 元/吨，年摊销费用露采为 1,831.90 万元($=3.66 \times 500.00$)、地采为 403.02 万元($=3.66 \times 110.00$)。

②其他：参考《可研报告》，露采采选单位管理费用为 1.98 元/吨、地采 6.05 元/吨，本次评估年管理费用露采为 988.04 万元($=1.98 \times 500.00$)、地采为 666.72 万元($=6.05 \times 110.00$)。

③综上，单位管理费用露采为 5.64 元/吨、地采为 9.72 元/吨，年管理费用露采为 2,819.94 万元($=5.64 \times 500.00$)、地采为 1,068.74 万元($=9.72 \times 110.00$)。

10.3.3.12 销售费用

参考《可研报告》，露采和地采采选单位销售费用相同为 0.58 元/吨，本次评估年销售费用露采为 290.99 万元($=0.58 \times 500.00$)、地采为 64.04 万元($=0.58 \times 110.00$)。

10.3.3.13 财务费用

在矿业权评估中，财务费用主要为流动资金贷款利息。前述达产后所需流动资金露采为 14,915.61 万元、地采为 7,205.74 万元。

流动资金的 70%通过银行贷款解决，根据在评估基准日执行的一年期 LPR 银行间报价利率 3.10%。经计算单位财务费用露采为 0.65 元/吨、地采为 1.42 元/吨。年财务费用露采为 323.67 万元($=0.65 \times 500.00$)、地采为 156.36 万元($=1.42 \times 110.00$)。

10.3.3.14 总成本费用

年总成本费用=生产成本+管理费用+销售费用+财务费用

露采= $54,017.17 + 2,819.94 + 290.99 + 323.67 = 57,451.77$ （万元）

地采= $20,652.02 + 1,068.74 + 64.04 + 156.36 = 21,941.16$ （万元）

经计算，采选所需单位总成本费用露采为 114.90 元/吨、地采为

199.47 元/吨。

10.3.3.15 经营成本

年经营成本=总成本费用-折旧费-摊销费-利息支出费用

露采=57,451.77-3,940.06-1,831.90-323.67=51,356.14 (万元)

地采=21,941.16-2,362.23-403.02-156.36=19,019.55 (万元)

经计算,采选所需单位经营成本露采为 102.71 元/吨、地采为 172.91 元/吨。

10.3.4 销售税金及附加

销售税金及附加包括城市维护建设税、教育费附加及资源税。

因城市维护建设税、教育费附加以增值税为税基,故应先算应交增值税。应交增值税为销项税额减进项税额,矿业权评估中,增值税统一按一般纳税人适用税率计算。销项税以销售收入为税基,根据《关于深化增值税改革有关政策的公告》(财政部 税务总局海关总署公告 2019 年第 39 号),2019 年 4 月 1 日起,原适用 16%和 10%税率调整为 13%、9%。

以下数据以 2030 年(露采)、2055 年为例(地采)。

10.3.4.1 应纳增值税额

年销项税额=年销售收入×增值税税率

露采=141,646.62×13%=18,414.06 (万元)

地采=31,168.42×13%=4,051.89 (万元)

年进项税额=(年外购原辅材料+年外购燃料动力+修理费)×增值税税率

露采=(21,904.71+12,848.68+1,456.54)×13%=4,707.29 (万元)

地采=(8,220.30+3,402.30+817.78)×13%=1,617.25 (万元)

年抵扣设备进项增值税额=0 (万元)

年应纳增值税额=年销项税额-年进项税额-年抵扣设备进项增值税

露采=18,414.06-4,707.29-0=13,706.77（万元）

地采=4,051.89-1,617.25-0=2,434.65（万元）

10.3.4.2 城市维护建设税

城市维护建设税以应交增值税税额为税基。1985年2月8日，国务院发布国发“[1985]19号”《中华人民共和国城市维护建设税暂行条例》的规定，城市维护建设税的税率为：纳税人所在地在市区的，税率为7%；纳税人所在地在县城、镇的，税率为5%；纳税人所在地不在市区、县城或镇的，税率为1%。

本评估项目按规定其城市维护建设税适用税率为应纳增值税的7%。

年城市维护建设税=年应纳增值税×7%

露采=13,706.77×7%=959.47（万元）

地采=2,434.65×7%=170.43（万元）

10.3.4.3 教育费附加

教育费附加以应交增值税税额为税基。2005年8月20日，国务院发布“国务院令 第448号”《国务院关于修改〈征收教育费附加的暂行规定〉的决定》的规定，教育费附加按应纳增值税额的3%计税。

年教育费附加=年应纳增值税×3%

露采=13,706.77×3%=411.20（万元）

地采=2,434.65×3%=73.04（万元）

10.3.4.4 地方教育费附加

地方教育费附加以应交增值税税额为税基。根据《关于统一地方教育附加政策有关问题的通知》（财综[2010]98号）的规定，地方教育费附加为2%计税。

年地方教育费附加=年应纳增值税×2%

露采=13,706.77×2%=274.14（万元）

地采=2,434.65×2%=48.69（万元）

10.3.4.5 资源税

根据《四川省人民代表大会常务委员会关于资源税适用税率等事项的决定》（省第23届人大常委会公告第63号），铁、钛选矿资源税适用税额标准为销售收入的4%。对纳税人开采钒、钛、硫化氢气共伴生矿，减征百分之五十资源税。衰竭期矿山开采的矿产品减征30%资源税。本次评估矿山设计开采年限超过十年，设定自矿山剩余开采年限5年时，向税务局申报衰竭期矿山资源税优惠并备案。

正常生产年资源税=年选矿销售收入×4%

露采=99.51×576.13×4%+39.90×2,113.24×4%×50%=3,979.53（万元）

地采=21.90×576.13×4%+8.78×2,113.24×4%×50%=875.74（万元）

有关销售税金及附加计算详见附表6。

10.3.5 企业所得税

根据2007年3月16日中华人民共和国主席令第63号公布，自2008年1月1日起施行的《中华人民共和国企业所得税法》，企业所得税按基本税率25%计算。

计算基础为年销售收入总额减掉准予扣除项目后的应纳税所得额。准予扣除项目包括总成本费用、城市维护建设税、教育费附加、资源税。

年应交所得税=应纳税所得额×所得税税率

露采=78,570.50×25%=19,642.63（万元）

地采=8,059.35×25%=2,014.84（万元）

所得税计算见附表6。

10.3.6 折现率及折现系数

矿业权评估中折现率计算公式为：

折现率=无风险报酬率+风险报酬率

参照《矿业权评估参数确定指导意见 (CMVS30800-2008)》，无风险报酬率按距离基准日最近的 5 年期储蓄国债 (凭证式) 发行利率 10 年平均值取值。根据调查，距离基准日最近的财政部发行的 5 年期储蓄国债 (凭证式) 发行利率 10 年平均值为 3.72%。

风险报酬率=勘查开发阶段风险报酬率+行业风险报酬率+财务经营风险报酬率

根据《矿业权评估参数确定指导意见 (CMVS30800-2008)》，勘查开发阶段风险报酬率按勘探及建设取值，本次评估按 0.98%取值；行业风险报酬率考虑按中等偏高取值为 1.90%；财务经营风险报酬率按中等取值为 1.40%。因此风险报酬率即为 4.28%。

折现率=3.72%+4.28%=8.00%

折现系数是折现率和时间的函数，是未来资金换算成现在资金的换算系数。其计算公式为：

$$\text{第}t\text{年的折现系数} = \frac{1}{(1 + \text{折现率})^t}$$

11 评估假设

本评估报告所称评估价值是基于所列评估目的、评估基准日及下列基本假设而提出的市场价值意见：

11.1 所遵循的有关政策、法律、制度仍如现状而无重大变化，所遵循的有关社会、政治、经济环境以及开发技术和条件等仍如现状而无重大变化。

11.2 本次评估假设在设定的年限内可正常延续、变更采矿权许可证，取得相关批文并完成技改和达产。

11.3 以设定的资源储量、生产方式、生产规模、产品结构、产销均衡及开发技术水平以及市场供需水平为基准且持续经营。

11.4 在开发收益期内有关产品价格、税率等因素在正常范围内变动。

11.5 不考虑期后可能承担的抵押、担保等他项权利或其他对产权的任何限制因素以及特殊交易方可能追加付出的价格等对其评估价值的影响；

11.6 无其它不可抗力及不可预见因素造成的重大影响。

12 评估结论

经评估人员充分调查和在了解评估对象及市场情况的基础上，依据基准准则和程序规范，选取合理的评估方法和评估参数，经认真估算，确定攀枝花市经质矿产有限责任公司会理县小黑箐经质铁矿采矿权在评估基准日所表现的市场价值为人民币 350,576.51 万元，大写人民币叁拾伍亿零伍佰柒拾陆万伍仟壹佰元整。

有关矿业权价值计算见附表 1。

13 特别事项说明

13.1 根据矿业权人提供的《攀枝花市经质矿产有限责任公司会理县小黑箐经质铁矿(新增资源储量)采矿权出让收益评估报告》(广实评报字(2020)第 022 号)和《四川省自然资源厅关于分期缴纳会理县小黑箐经质铁矿新增资源储量采矿权出让收益请示的批复》(川自然资函〔2020〕845 号)，会理县小黑箐经质铁矿采矿权出让收益为 39,086.69 万元。根据矿业权人提供的一般缴款书和税收缴款书，首次 13086.69 万元 2020 年 9 月 27 日已缴纳，2022 年 11 月 4 日、2022 年 12 月 18 日、2023 年 12 月 18 日、2024 年 12 月 25 日分别缴款 930.00 万元。截至评估基准日剩余 22,280.00 万元尚未缴纳，本次评估未考虑该事项对评估结论的影响，提请报告使用者注意。

13.2 《攀枝花市经质矿产有限责任公司会理县小黑箐经质铁矿(新增资源储量)采矿权出让收益评估报告》(广实评报字(2020)第 022 号)仅对工业品位铁矿石 5978.80 万吨评估设计利用。根据《四川省会理县小黑箐经质铁矿延伸勘探及资源储量核实报告》、及其评审意见、备案证明,和《四川省会理市小黑箐经质铁矿资源再评价报告》及其评审意见,评估基准日保有低品位矿石 5289.00 万吨,依据《攀枝花市经质矿产有限责任公司会理县小黑箐经质铁矿 500 万吨/年采选工程可行性研究报告》,对低品位矿石设计利用,因此低品位矿石 5289.00 万吨尚未进行采矿权出让收益处置,本次评估参考设计利用的低品位矿占比,根据《财政部 自然资源部 税务总局关于印发〈矿业权出让收益征收办法〉的通知》(财综【2023】10 号)铁、钛矿业权出让收益率计算每年需补缴的采矿权出让收益,并在生产成本中考虑该项支出,提请报告使用者注意。

13.3 小黑箐经质铁矿采矿权许可证,设计生产规模为 260 万吨/年。根据 2025 年 4 月 24 日《会理市自然资源局关于〈攀枝花市经质矿产有限责任公司相关事项的申请〉的复函》,和 2025 年 4 月 11 日《会理市经济信息化和科学技术局关于攀枝花市经质矿产有限责任公司经营规模及相关情况的说明》,待在实际开采过程的同步随采利用边界品位铁矿石 240 万吨/年,总开采利用规模预计达到 500 万吨/年,符合国家有关政策。因此本次评估生产规模露采按 500 万吨/年(工业品位 260 万 t+低品位矿石 240 万 t)考虑,并假设小黑箐经质铁矿可取得相关批文,提请报告使用者注意。

13.4 根据《核实报告》小黑箐经质铁矿估算了铁、钛和钒金属量。但根据《开发利用方案》、《可行性研究》及现场调查,精矿中钒品位较低未达到单独计价标准,同时矿业权出让收益评估也未计算钒销售收入。因此,本次评估未考虑钒金属评估利用,请报告使用者注意。

13.5 本次评估是在独立、客观、公正的原则下做出,本评估机构及评估人员与评估委托人及矿业权人之间无任何利害关系。

13.6 本次评估工作中评估委托人及矿业权人所提供的有关文件材料（包括产权证明、地质报告、设计报告、会计报表等）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。本评估的结论只是在上述资料真实的前提下得出的结论，其价值只表示在此特定的评估基准日上的价值，离开此特定的评估基准日及改变评估委托人及矿业权人所提供的上述材料则其评估结论将会不同，为此敬请报告使用者注意。

13.7 对存在的可能影响评估结论的瑕疵事项，在评估委托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。

13.8 本评估报告含有若干附件，附件构成本评估报告的重要组成部分，与本评估报告正文具有同等法律效力。

13.9 本评估报告经四川天健华衡资产评估有限公司法定代表人、矿业权评估师签名，并加盖四川天健华衡资产评估有限公司公章后生效。

14 矿业权评估报告使用限制

矿业权评估报告的所有权属于委托人，但提请注意以下使用限制：

（1）本项目评估确定的评估基准日为 2025 年 3 月 31 日。本评估报告使用有效期一年，自评估基准日 2025 年 3 月 31 日起，至 2026 年 3 月 30 日止。超过一年需重新进行评估。

（2）本评估报告只能由在业务约定书中载明的报告使用者使用；

（3）本评估报告只能服务于评估报告中载明的评估目的；

（4）除法律法规规定、相关当事方另有规定或约定外，未征得矿业权评估机构同意，矿业权评估报告的全部或部分内容不得被摘抄、引用或披露于公开媒体。

（5）本评估报告的复印件不具有任何法律效力。

15 矿业权评估报告日

2025 年 7 月 21 日。

（本页无正文）

16 评估责任人

法定代表人（签名）：

项目负责人（签名）：

矿业权评估师（签名）：

四川天健华衡资产评估有限公司

二〇二五年七月二十一日

附表目录

- 附表 1 攀枝花市经质矿产有限责任公司会理县小黑箐经质铁矿采矿权
评估价值估算表
- 附表 2 攀枝花市经质矿产有限责任公司会理县小黑箐经质铁矿采矿权
评估固定资产投资估算表
- 附表 3 攀枝花市经质矿产有限责任公司会理县小黑箐经质铁矿采矿权
评估折旧、摊销估算表
- 附表 4 攀枝花市经质矿产有限责任公司会理县小黑箐经质铁矿采矿权
评估单位成本费用估算表
- 附表 5 攀枝花市经质矿产有限责任公司会理县小黑箐经质铁矿采矿权
评估总成本费用估算表
- 附表 6 攀枝花市经质矿产有限责任公司会理县小黑箐经质铁矿采矿权
评估销售收入及税费估算表
- 附表 7 攀枝花市经质矿产有限责任公司会理县小黑箐经质铁矿采矿权
评估可采储量及服务年限计算表

附 件 目 录

- ① 四川天健华衡资产评估有限公司《营业执照复印件》；
- ② 四川天健华衡资产评估有限公司《矿业权评估资格证书》复印件；
- ③ 证券服务业机构备案名单；
- ④ 矿业权评估师执业资格证书复印件；
- ⑤ 委托人承诺函；
- ⑥ 矿业权人承诺函；
- ⑦ 《资产评估委托合同》；
- ⑧ 委托人《营业执照》复印件；
- ⑨ 矿业权人《营业执照》复印件；
- ⑩ 采矿权许可证复印件。