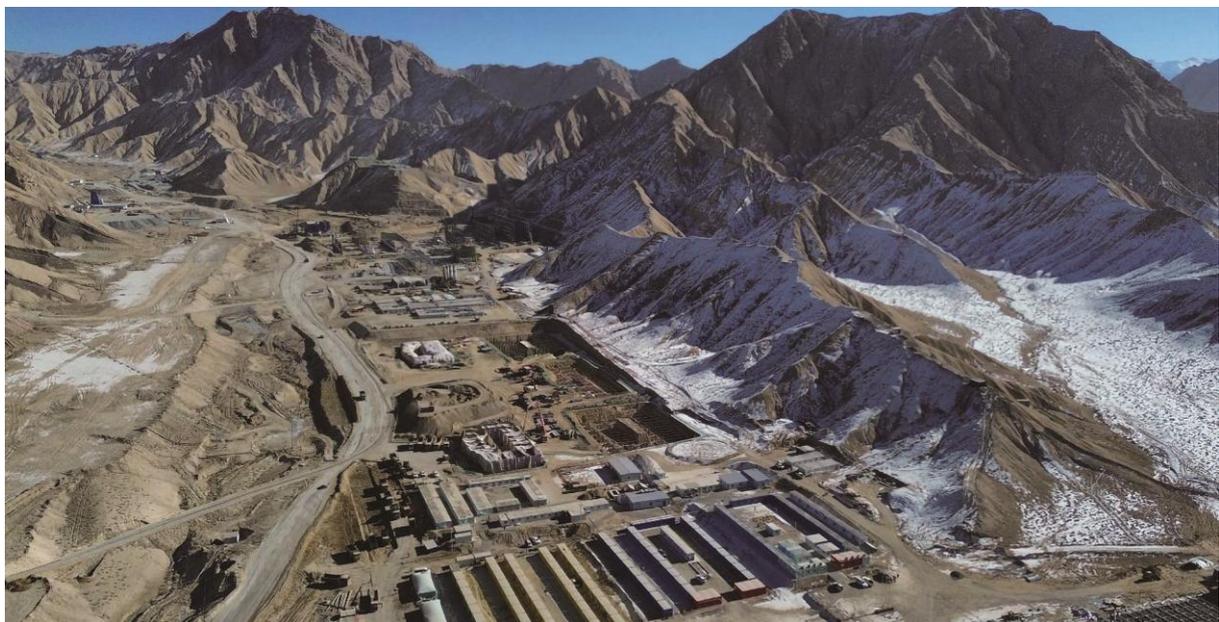


終稿

新疆卡爾恰爾螢石礦項目獨立技術報告

中國新疆卡爾恰爾螢石礦項目
新疆新鑫礦業股份有限公司



斯羅柯礦業諮詢（香港）有限公司 • XJX001 • 2025年3月24日

 **srk** consulting

終稿

中國新疆卡爾恰爾螢石礦項目



委託編製單位：

新疆新鑫礦業股份有限公司

中國新疆烏魯木齊市經濟技術開發區合作區融合南路501號

委託編製單位：

斯羅柯礦業諮詢（香港）有限公司

香港中環皇后大道中138號

威亨大廈18樓1818室

+852 2520 2522

www.srk.com

主編：(Gavin) Heung Ngai Chan

縮寫：GC

審稿人：Jeames McKibben

縮寫：JM

文件名：

XJX001_ITR on Xinjiang Karchar Fluorspar Project_Rev8.docx

建議引用：

斯羅柯礦業諮詢（香港）有限公司

新疆卡爾恰爾螢石礦項目獨立技術報告

終稿

為新疆新鑫礦業股份有限公司編製：新疆烏魯木齊

項目號：XJX001.

2025年3月24日發佈。

Copyright © 2025

斯羅柯礦業諮詢（香港）有限公司

• XJX001

• 2025年3月24日

 **srk** consulting

致謝

以下諮詢師為本報告的編寫做出了貢獻。

職責	姓名	專業資質
主要作者	陳向毅	BSc, MPhil, PhD, FAIG
主要作者	湯雙立	BSc, MSc, PhD, MAusIMM, MAIG
主要作者	胡發龍	MBA, BEng, FAusIMM
主要作者	牛蘭良	BEng, MAusIMM
主要作者	薛楠	MSc, MBA, MAusIMM
主要作者	楊春福	BEng, RCE, CSPM
同行評審	Cael Gniel	BSc (Hons), MAIG, RPGeo (MRE)
同行評審	Jeames McKibben	BSc(Hons), MBA, FAusIMM(CP), MAIG, MRICS
發佈授權	陳向毅	BSc, MPhil, PhD, FAIG

免責聲明：本報告中表達的意見完全基於新疆新鑫礦業公司向斯羅柯礦業諮詢（香港）有限公司(SRK)提供的信息。本報告表達的意見是應新疆新鑫礦業公司具體要求所作的反饋。SRK在審查所提供的信息時已竭盡應有的謹慎。雖然SRK將提供的關鍵數據與預期值進行了對比，但審查結果和結論的準確性完全取決於所提供數據的準確性和完整性。SRK不對所提供信息中的任何錯誤或遺漏承擔責任，也不承擔因商業決策或由此帶來的行為和產生的任何後果性責任。本報告中提出的意見適用於SRK調查時存在的現場條件和特徵以及合理可預見的情況。這些意見不一定適用於本報告發佈後可能出現的情況和特徵，SRK事先不了解這些情況和特徵，也沒有機會對其進行評估。

目錄

有用釋義	V-21
1 引言	V-37
1.1 背景	V-37
1.2 工作範圍	V-37
1.3 工作計劃	V-38
1.4 報告標準	V-38
1.5 生效日期及報告日期	V-39
1.6 單位，投影及貨幣	V-39
1.7 項目團隊	V-40
1.8 獨立性聲明	V-42
1.9 法律問題	V-43
1.10 保證	V-43
1.11 彌償	V-43
1.12 依靠其他專家	V-44
1.13 信息來源	V-44
1.14 同意	V-45
1.15 限制	V-46
1.16 企業能力	V-47

2	螢石及其用途	V-48
3	項目總覽	V-49
	3.1 位置和交通	V-49
	3.2 礦權證	V-50
	3.3 氣候及當地資源	V-52
	3.4 當前項目狀態	V-53
	3.4.1 所有權	V-53
	3.4.2 礦山建設情況	V-54
4	地質	V-55
	4.1 區域地質	V-55
	4.2 礦區地質及礦化	V-57
5	勘探工作	V-58
	5.1 鑽探工作	V-59
	5.1.1 鑽探工作2008–2011	V-59
	5.1.2 鑽探工作2016–2019	V-59
	5.1.3 鑽探工作2024	V-60
	5.2 鑽探勘查數據庫	V-60
	5.2.1 卡爾恰爾西勘探工作	V-61

6	採樣及測試.....	V-62
6.1	採樣.....	V-62
6.1.1	採樣方法.....	V-62
6.1.2	樣品製備.....	V-62
6.1.3	測試方法.....	V-62
6.2	質量保證和質量控制.....	V-63
6.2.1	重複樣.....	V-63
6.2.2	體重.....	V-64
6.2.3	往期驗證工作.....	V-65
6.3	SRK驗證工作.....	V-66
6.3.1	實驗室內部重複樣.....	V-68
6.3.2	空白樣.....	V-69
6.3.3	標準樣.....	V-69
7	資源估算.....	V-70
7.1	概況.....	V-70
7.2	資源估算步驟.....	V-71
7.3	數據庫彙編及驗證.....	V-72
7.4	地質模型.....	V-72

7.5	勘探數據分析.....	V-74
7.5.1	樣品組合	V-74
7.5.2	特高品位截切	V-75
7.5.3	變異函數	V-80
7.6	品位和礦石量估算.....	V-82
7.6.1	塊體模型和品位估算.....	V-82
7.6.2	模型核驗	V-84
7.7	資源等級劃分	V-88
7.8	資源量估算	V-89
7.8.1	最終經濟開採的合理前景.....	V-89
7.8.2	資源量估算	V-89
7.8.3	邊界品位和礦石量的關聯性.....	V-91
8	採礦	V-92
8.1	簡介	V-92
8.2	水文地質	V-93
8.2.1	研究	V-93
8.2.2	地下水特徵	V-93
8.3	岩土工程	V-95
8.3.1	岩體質量	V-95
8.3.2	岩石強度總結	V-96

8.3.3	採場穩定性岩土分析.....	V-97
8.3.4	地表穩定性分析.....	V-99
8.4	採礦方法.....	V-100
8.4.1	分層充填採礦法.....	V-100
8.4.2	進路充填採礦法.....	V-102
8.5	採場開拓.....	V-104
8.5.1	採准開拓.....	V-104
8.5.2	中段間距.....	V-104
8.5.3	開拓系統.....	V-105
8.6	礦山運輸.....	V-108
8.7	採礦設備.....	V-109
8.8	礦山服務.....	V-110
8.8.1	回填.....	V-110
8.8.2	通風.....	V-111
8.8.3	排水.....	V-112
8.8.4	壓縮空氣.....	V-112
8.8.5	供水.....	V-112
8.8.6	其他基礎設施.....	V-113
8.9	生產計劃.....	V-113

9	礦石儲量估算	V-116
9.1	簡介	V-116
9.2	礦石儲量估算過程	V-116
9.3	技術研究	V-117
9.4	礦石定義	V-118
9.5	轉換因素	V-118
9.6	礦石儲量估算	V-121
9.7	礦石儲量聲明	V-122
9.8	結論和建議	V-123
10	選礦	V-123
10.1	前言	V-123
10.2	礦物學	V-125
10.2.1	礦石礦物成分	V-125
10.2.2	主要礦物嵌布特徵	V-126
10.2.3	嵌布粒度與解離特徵	V-127
10.2.4	影響螢石選礦的礦物學因素	V-129
10.3	選礦試驗	V-130
10.3.1	可磨性測試	V-130
10.3.2	預選試驗	V-130
10.3.3	浮選試驗條件與結果	V-131

10.4	試驗結果分析	V-136
10.5	結論與建議	V-138
11	選礦廠	V-139
11.1	設計規模、產品方案與工作制度	V-139
11.2	設計工藝流程	V-140
11.2.1	破碎與篩分	V-140
11.2.2	磨礦與分級	V-140
11.2.3	浮選	V-142
11.2.4	脫水	V-143
11.3	設計技術參數與技術指標	V-144
11.4	選礦設施設備	V-145
11.4.1	主要設備	V-145
11.5	工程建設進度與試車、投產計劃	V-147
11.6	消耗	V-149
11.7	結論與建議	V-150
12	基礎設施	V-152
12.1	簡介	V-152
12.2	供電	V-153
12.3	太陽能系統	V-155
12.4	供水	V-156
12.5	總結	V-158

13	尾礦貯存設施.....	V-158
	13.1 審查文件.....	V-158
	13.1.1 場區自然條件.....	V-159
	13.1.2 尾礦產量及特性.....	V-161
	13.1.3 尾礦處置方案.....	V-162
	13.1.4 尾礦貯存設施.....	V-163
	13.1.5 尾礦輸送管道.....	V-166
	13.1.6 安全監管.....	V-166
	13.1.7 項目進展.....	V-167
	13.2 結論及建議.....	V-167
14	環境、許可與社區.....	V-168
	14.1 環境和社會審查目標.....	V-168
	14.2 審查流程，範圍，以及標準.....	V-168
	14.3 環境相關許可.....	V-168
	14.4 生態評價.....	V-171
	14.5 水管理.....	V-171
	14.6 廢石和尾礦管理.....	V-173
	14.7 揚塵和噪音排放.....	V-174
	14.8 危險物質管理.....	V-175
	14.9 職業安全健康.....	V-175

14.10	閉礦計劃與復墾	V-176
14.11	社會評價	V-177
15	市場研究	V-177
15.1	引言	V-177
15.2	中國螢石採礦行業.....	V-178
15.3	供應	V-178
15.4	需求	V-179
15.5	市場前景與價格.....	V-180
16	成本	V-181
16.1	資本投入	V-181
16.2	生產成本	V-183
16.3	經濟可行性分析.....	V-185
17	結論	V-187
18	風險評估	V-188
	參考文獻	V-194

表

表1.1:	項目團隊的資質及經驗詳情.....	V-40
表3.1:	探礦證詳情.....	V-50
表3.2:	探礦證詳情.....	V-51
表5.1:	卡爾恰爾鑽孔及探槽數據庫.....	V-60
表5.2:	卡爾恰爾西鑽孔及探槽統計.....	V-61
表6.1:	實驗室內檢和外檢樣品結果統計表 (2011–2019)	V-63
表7.1:	原始樣與組合樣對比列表.....	V-75
表7.2:	組合樣與截切處理樣品對比統計表.....	V-80
表7.3:	用於普通克裡金估算的變差函數參數.....	V-82
表7.4:	塊體模型參數.....	V-83
表7.5:	品位估算和搜索橢圓參數表.....	V-83
表7.6:	組合樣與塊體品位對比表.....	V-85
表7.7:	資源量估算結果2024年10月31日.....	V-90
表8.1:	岩石質量指標.....	V-95
表8.2:	岩石強度總結.....	V-96
表8.3:	用於分析的岩土參數.....	V-97
表8.4:	採場穩定性分析結果.....	V-98
表8.5:	採場設計參數.....	V-104
表8.6:	垂直開發的關鍵參數.....	V-107
表8.7:	橫向開發的關鍵參數.....	V-107

表8.8:	傳送帶的關鍵參數	V-108
表8.9:	採礦採准巷道的設計參數.....	V-109
表8.10:	主風機的關鍵參數	V-111
表8.11:	礦山生產年限內的生產計劃.....	V-114
表9.1:	邊界品位估算參數	V-118
表9.2:	估算過程總結	V-121
表9.3:	截至2024年10月31日的卡爾恰爾螢石礦礦石儲量聲明.....	V-122
表10.1:	礦石化學成分	V-125
表10.2:	礦石礦物組成	V-125
表10.3:	不同磨礦細度下螢石的解離度.....	V-128
表10.4:	球磨功指數	V-130
表10.5:	閉路浮選試驗條件	V-133
表10.6:	閉路浮選試驗條件（續圖10.5）.....	V-134
表10.7:	選礦試驗結果匯總	V-135
表10.8:	螢石精礦質量	V-135
表11.1:	選廠設計技術參數	V-144
表11.2:	選廠設計技術指標	V-145
表11.3:	主要選礦設備	V-146
表11.4:	卡爾恰爾選礦廠試車和投產計劃.....	V-148
表11.5:	選礦材料藥劑消耗	V-149

表12.1:	水量平衡表	V-157
表13.1:	尾礦粒度分佈表	V-162
表15.1:	SMM預測價格.....	V-180
表16.1:	2023–2047資本投入估算.....	V-182
表16.2:	2025–2035現金生產成本.....	V-183
表16.3:	稅後敏感度分析	V-186
表16.4:	不同貼現率下的稅後現金流淨現值.....	V-187
表18.1:	風險評估矩陣表	V-189
表18.2:	項目風險評估	V-189

圖

圖3.1:	項目位置圖	V-49
圖3.2:	礦權證	V-52
圖3.3:	項目現場的鳥瞰圖（朝東）.....	V-54
圖4.1:	項目主要地質帶	V-56
圖4.2:	區域構造地質圖	V-56
圖4.3:	礦區地質圖	V-58
圖5.1:	2008年至2024年完成的鑽孔平面圖	V-61
圖6.1:	密度和CaF ₂ 品位相關性對比圖.....	V-64
圖6.2:	驗證鑽和原有鑽孔對比示例圖.....	V-65
圖6.3:	2008–2019年和2021年鑽探計劃的Q-Q圖.....	V-66
圖6.4:	原樣和SRK外檢重複樣的CaF ₂ 對比圖（2008–2019）	V-67
圖6.5:	實驗室測試和內檢重複樣的CaF ₂ 對比圖（2008–2019）	V-68
圖6.6:	SRK驗證樣品實驗中的空白樣結果	V-69
圖6.7:	SRK驗證樣品實驗中的標準樣結果	V-70
圖7.1:	資源量和儲量之間的簡要關係圖.....	V-71
圖7.2:	礦體解譯平面圖	V-72
圖7.3:	礦體東西向剖面圖，向北傾斜，傾角35°.....	V-72
圖7.4:	礦體南北向剖面圖	V-73
圖7.5:	礦體和地形總體三維鳥瞰圖.....	V-73

圖7.6:	已圈定的礦化鑽孔樣品樣長分佈直方圖	V-74
圖7.7:	1號礦體品位分佈直方圖和概率分佈圖，截切品位74%.....	V-76
圖7.8:	2號礦體品位分佈直方圖和概率分佈圖，截切品位58%.....	V-76
圖7.9:	3號礦體品位分佈直方圖和概率分佈圖，截切品位50%.....	V-77
圖7.10:	4號礦體品位分佈直方圖和概率分佈圖，截切品位57%.....	V-77
圖7.11:	5號礦體品位分佈直方圖和概率分佈圖，無截切	V-78
圖7.12:	6號礦體品位分佈直方圖和概率分佈圖，截切品位64%.....	V-78
圖7.13:	7號礦體品位分佈直方圖和概率分佈圖，無截切	V-79
圖7.14:	8號礦體品位分佈直方圖和概率分佈圖，截切品位44%.....	V-79
圖7.15:	6號礦體變異函數擬合曲線圖.....	V-81
圖7.16:	橫截剖面的目視驗證（向東）.....	V-84
圖7.17:	6號礦體東西向，南北向，垂向的條帶圖	V-86
圖7.18:	所有礦體匯總的東西向，南北向，垂向的條帶圖	V-87
圖7.19:	各礦體資源等級劃分平面圖.....	V-88
圖7.20:	品位與礦石量相關曲線圖.....	V-91

圖8.1:	採場穩定性岩土分析模型.....	V-97
圖8.2:	海拔2,450米處B-B剖面的穩定性分析.....	V-98
圖8.3:	海拔2,450米處B-B剖面的穩定性分析.....	V-99
圖8.4:	採礦完成後的地表穩定性分析結果.....	V-100
圖8.5:	使用掘進機的CAF示意圖.....	V-101
圖8.6:	使用鑽孔爆破的CAF示意圖.....	V-102
圖8.7:	使用掘進機的DAF示意圖.....	V-103
圖8.8:	使用鑽孔爆破的DAF示意圖.....	V-103
圖8.9:	開拓系統示意圖.....	V-105
圖8.10:	礦山生產年限內的生產計劃.....	V-115
圖8.11:	礦山生產年限內的生產計劃.....	V-116
圖9.1:	儲量估算區域的平面圖.....	V-120
圖9.2:	每個垂直區域內採場的噸數和平均CaF ₂ 品位.....	V-120
圖9.3:	估算過程瀑布圖.....	V-121
圖10.1:	螢石和方解石的嵌布粒度曲線.....	V-128
圖10.2:	廣東科學院試驗流程.....	V-132
圖11.1:	設計的選礦廠破碎－磨礦流程.....	V-141
圖11.2:	設計的選礦廠浮選流程.....	V-143
圖11.3:	選廠建設施工現場照片2024年11月18日.....	V-148

圖12.1:	基礎設施平面圖.....	V-152
圖12.2:	共享變電站.....	V-153
圖12.3:	自建變電站.....	V-154
圖12.4:	太陽能系統.....	V-155
圖12.5:	取水點.....	V-156
圖13.1:	尾礦庫與選礦廠相對位置圖.....	V-159
圖13.2:	擬建尾礦庫地形地貌照片.....	V-161
圖13.3:	尾礦處置工藝流程圖.....	V-163
圖13.4:	尾礦壩典型縱剖面.....	V-164
圖16.1:	稅後敏感度分析.....	V-186

附錄

表格1 – JORC規範(2012)

有用釋義

此列表包含讀者可能不熟悉的符號、單位、縮略語及術語的定義。

縮略語	縮略語
°	度
°C	攝氏度
μ m	微米，等於百萬分之一米
AIG	澳大利亞地質科學家學會
ARD	酸性礦山排水
asl	海拔高度
AusIMM	澳大拉西亞礦業與冶金學會
CaF ₂	氟化鈣
CAGR	年均複合增長率
cm	厘米
CMA	中國檢驗檢測機構強制性認可
CRM	認證標準物質
CSPM	中國認證高級項目經理
EIA	環境影響評估
EPCM	工程採購施工管理
EPMP	環境保護與管理計劃
ESHS	環境、社會、健康與安全

EU	歐盟
FCA	環境最終檢查與驗收
g	克
g/cm ³	克每立方厘米
g/t	克每噸
GPa	吉帕斯卡
HDPE	高密度聚乙烯
IDW	反距離加權
IFC	國際金融公司
ITR	獨立技術報告
JORC Code	2012年版澳大拉西亞勘探結果、礦產資源和礦石儲量報告 規範
k	千
kg	公斤
km	公里
km ²	平方公里
kt	千噸
kV	千伏特
kW	千瓦

kWh/t	每噸千瓦時
L/s	升每秒
LoM	礦山壽命
Lu	魯貞單位
m asl	米高於海平面
m	米
m/d	米每天
m ²	平方米
m ³	立方米
m ³ /d	立方米每天
m ³ /h	立方米每小時
m ³ /s	立方米每秒
m ³ /t	立方米每噸
mm	毫米
MPa	兆帕斯卡
Mt	百萬噸
Mtpa	百萬噸每年
MVA	兆伏安
NPV	淨現值

PRC	中華人民共和國
RCE	中國註冊土木工程師
RL	相對標高
RoM	原礦
RQD	岩石質量指標
tpd	噸每天

定義

體積密度：礦物組分的一種物理性質，由物體或材料的重量除以其體積（包括孔隙體積）來定義。

槽樣：通過使用鑿子、鋸子或鑽頭等工具在岩石表面切割連續的槽或通道來收集的樣品。槽通常在寬度和深度上保持一致，以確保一致性。

抗壓性：指材料在承受軸向壓力時，抵抗壓縮變形或壓潰的能力。通常以單位面積材料所能承受的最大壓力來表示其抗壓強度。

岩芯：由環形鑽頭產生的實心圓柱形岩石樣品，通常由旋轉驅動，有時也由衝擊方法切割（岩芯從鑽孔中提取）。

鑽孔：由鑽機在地面上鑽出的孔，通常用於勘探目的，以獲取地質信息並允許對岩石材料進行取樣。

EDTA：乙二胺四乙酸，化學式為 $C_{10}H_{16}N_2O_8$ 。它以能夠螯合金屬離子並形成穩定的配合物而聞名。這一特性使其在需要控制或去除金屬離子的應用中非常有用。

勘探：為證明礦床的位置、體積和質量而進行的活動。

斷層：指地殼中的岩石層在地應力的作用下發生破裂，並沿著斷裂面（稱為斷層面）產生明顯的相對位移。斷層的形成通常與板塊運動、地殼應力積累與釋放有關。

供料礦石：運送到加工廠的開採岩石。

過濾和乾燥：使用過濾、脫水和加熱等方法乾燥產品。在加熱乾燥過程中，灰塵和微小顆粒也被去除。

地層：具有一組一致特徵（岩性）的岩體，這些特徵使其與相鄰的岩體區別開來。

運輸：將礦山的產品從工作地點運送到提升井底或斜坡的過程。

岩漿岩：與岩漿有關或源自岩漿的岩石。

變質岩：由於受到高溫 and 壓力而轉變形成的岩石。

礦產資源：出露地表或埋藏於地下深處的有用礦物的集合。在現有科技和經濟條件下能夠完成開採且具有合理經濟開采比。礦產資源的位置、數量、品位、地質特徵和連續性是根據特定的地質證據和知識進行估計或解釋的。

執行摘要

斯羅柯礦業諮詢（香港）有限公司(SRK)是國際集團控股公司SRK Global Limited(SRK集團)的關聯公司。SRK受新疆新鑫礦業股份有限公司（以下簡稱「公司」）委託，編製關於位於中華人民共和國新疆維吾爾自治區若羌縣的卡爾恰爾螢石項目（以下簡稱「項目」）的獨立技術報告（ITR或報告）。該項目擁有一張採礦證（7.763平方公里）和兩張勘探證（43.53平方公里）。

該項目目前由新疆華甌礦業有限公司（華甌）擁有，並正在建設中。該項目設計的名義採礦和選礦能力為每年120萬噸，計劃於2026年上半年末完成。

SRK已獲悉，該獨立技術報告將被納入公司收購該項目相關的通函中，並提交給香港證券交易所(HKEx)。本報告由一個多學科團隊根據VALMIN規範(2015)、JORC規範(2012)和香港證券交易所上市條例編寫。

工作範圍

本報告的工作範圍包括審查與該項目相關的以下技術方面：

- 地質礦產資源
- 採礦和礦石儲量
- 選礦和加工
- 環境和社會方面
- 市場研究和合同
- 資本和運營成本。

還包括風險評估。

工作計劃

SRK的工作計劃於2023年4月開始，包括審查提供的信息、由SRK諮詢師在2023年4月和2024年12月進行實地考察、根據JORC規範(2012)估算礦產資源和礦石儲量，以及編寫本報告。

卡爾恰爾螢石項目

項目區位於新疆若羌縣若羌鎮東南約73公里處，距離青海茫崖市花土溝鎮約196公里。該地區屬於新疆巴音郭楞蒙古自治州若羌縣的行政管轄範圍。隨著一條新鋪設的公路即將完工，從若羌到項目區的行車距離將縮短至140公里。

該項目包括一個已批准的採礦證和兩個已批准的勘探證。採礦許可證於2023年頒發，涵蓋了已詳查的卡爾恰爾螢石礦床。它的面積為7.763平方公里，有效期至2038年6月，批准的生產能力為每年120萬噸(Mtpa)。兩個勘探許可證圍繞並毗鄰採礦許可證，沿東西走向形成一個連通的區域。兩個勘探許可證總共覆蓋43.53平方公里，分別有效至2026年6月和2026年8月。

自2008年以來，華甌在項目區開展了分階段的勘探計劃，最終於2019年宣佈了中國標準的礦產資源。2023年，華甌獲得了採礦許可證，並委託中國恩菲工程技術有限公司(ENFI)為未來的採礦和加工運營開發初步設計（2024年恩菲初步設計）。

項目於2024年3月開始建設。至2024年12月為止，地下礦山開拓、電力供應、選廠設施以及連接選廠和尾礦庫的管道隧道已取得顯著進展。但包括供水站、回填站和尾礦庫在內的輔助設施的建設尚未開始。

華甌計劃在2025年1月完成電力供應系統，2025年6月完成選廠，2026年3月完成礦山開拓工程。TSF和其他設施的招標將在2025年1月進行，預計建設將在2025年6月完成。

華甌制定了一個積極進取的建設和試生產計劃。到2025年6月，計劃在選礦廠開始使用地下開拓工程的副產品礦石進行試生產。地下礦山開拓工程計劃在2026年上半年完成。項目目標是在2027年達到其120萬噸每年的生產能力。

地質

項目區位於東西走向山脈的阿爾金山造山帶，地處塔里木盆地克拉通以南和柴達木盆地以北。橫穿項目區的卡爾恰爾—闊什斷層，呈北東北走向，向北陡傾，延伸約160公里，寬度在300至450米之間。礦床位於卡爾恰爾—闊什斷層旁，次級斷層系統對岩漿活動、變質作用和礦化有控制作用。

礦區地質主要由古元古代阿爾金群的黑雲斜長片麻岩組成。片理向南傾斜，傾角在60°到70°之間。

已知螢石礦化帶沿走向延伸近6000米，已識別出十多條礦脈。這些礦脈大多為複合型，具有分支和膨脹收縮特徵，最厚的礦脈寬23.5米，向下延伸超過900米。礦脈通常向東北至北西北傾斜。礦脈主要由方解石和螢石組成，含少量石英和微量黃鐵礦、黃銅礦及方鉛礦。礦石具有粗晶到巨晶結構和多種構造，包括脈狀、條帶狀、角礫狀和塊狀。圍岩蝕變較弱，主要為碳酸鹽化。

勘探

自2008年以來，華甌委託浙江省第十一地質大隊在項目區進行勘探（第十一大隊）。最初的勘探重點是銅和金的礦化，但在2009年，卡爾恰爾地區發現了螢石礦化，促使勘探方向發生轉變。2011年，鑽探了三個鑽孔，初步了解了礦化的性質。從2016年到2019年，第十一地質大隊進行了詳細的勘探活動，鑽探了176個鑽孔，識別出八個主要的礦化區。2024年，他們完成了一項補充鑽探活動，鑽探了42個鑽孔，旨在擴大資源規模並提升資源等級。

除了在採礦許可證區域內進行的勘探活動外，還在卡爾恰爾西勘探許可證區域進行了初步勘探。2008年至2024年間，挖掘了13條探槽，總體積為119.29立方米，並鑽探4個鑽孔，總長度為1,079.40米。勘探結果顯示，勘探許可證區域的部分地區存在礦化。然而，需要進一步的勘探工作來確定是否存在礦體。

2008年至2019年的勘查工作共完成179個鑽孔，總長59,506.22米，探槽284條，總土方量8,067.09立方米。179個鑽孔和284條探槽均用於資源估算。2024年鑽探的岩心樣品已被送往實驗室進行化驗，樣品結果還未出具。因此，這些鑽孔數據並未被納入資源估算的數據庫中。

樣品在不同年份被送往兩個實驗室：2009年送至河南省岩石礦物測試中心，2011年至2024年送至新疆有色地勘局測試中心。SRK審查了2008–2019年鑽探工作的數據庫以及2021年新疆有色地質勘查局701大隊的驗證報告，該報告遵循中國的行業標準。SRK於2023年4月21日參觀了新疆有色地質勘查局的檢測中心。SRK針對本項目進行了核查和驗證，包括鑽孔孔口坐標、抽查岩心以及審查樣品的取樣、製備和分析過程。作為驗證工作的一部分，隨機選取了在新疆有色地質勘查局檢測中心保存的221個樣品送往廣州ALS實驗室進行重新分析，送樣數量佔全部6,782個分析樣品的3.3%。檢測結果表明選取的樣品具有較好的一致性。

資源估算

該項目的礦體線框模型是利用Datamine Studio RM軟件，以鑽孔和探槽樣品品位為依據所圈定的。螢石礦化範圍的邊界品位為15% CaF_2 。此邊界品位圈定標準在應用中較為明確，不過也有少數例外，例如1) 礦化體內長度 < 2 m的低品位樣品被圈入礦體，2) 與其他樣品毫無關聯的孤立樣品則被排除在礦化體之外。長度超過2 m的低品位夾層，也被作為廢石層圈出，不併入礦體中。因此，基於岩性編錄資料和15% CaF_2 的邊界品位，共計圈定8個螢石礦體（V1到 V8），並進行了礦體建模。其中四條相互平行且延伸較小的薄層礦脈，由於地質特徵及岩性特徵較為相似，被歸為8號礦體。

此次估算使用三維塊體建模來測算礦石噸位和品位。礦體V1–V8上的每個塊體均使用普通克裡金法(OK)對 CaF_2 品位進行插值估算，並使平方反比距離加權(IDW)方法進行驗證。

以下準則適用於礦產資源等級劃分：

- 在品位估算中搜索橢圓第一及第二輪所估算的塊體，且滿足回歸斜率大於0.3的，總體上被劃分為控制級別
- 搜索橢圓第三輪估算的塊體則被劃分為推斷級別。

截至2024年10月31日SRK關於項目的礦產資源量估算情況列於圖ES-1。

截至2024年10月31日的卡爾恰爾螢石項目礦產資源聲明

資源等級	礦石量 (千噸)	品位 (%)	CaF ₂ (千噸)
控制	35,480	33.24	11,795
推斷	26,455	32.56	8,614
總計	61,936	32.95	20,409

來源：SRK

注意：

- 總計數字可能因四捨五入而有所出入。
- 礦產資源按原地賦存情況報告，CaF₂邊界品位為15%。
- 小體重：礦體V1：2.78 t/m³；礦體V2：2.74 t/m³；礦體V3：2.67 t/m³；礦體V4：2.78 t/m³；礦體V5：2.81 t/m³；礦體V6：2.79 t/m³；礦體V7：2.77 t/m³；礦體V8：2.73 t/m³。
- 礦石量以公制噸為單位，品位以CaF₂的百分數為單位。噸位和品位四捨五入。根據報告規範的要求，四捨五入可能會導致噸數、品位和所含礦物含量之間出現表面上的加總差異。如出現此類差異，對報告結果並無實質影響。

合資格人士聲明

本報告中有關礦產資源的資料乃基於澳洲地質學家協會(AIG)和澳大拉西亞礦業與冶金學會(AusIMM)的會員湯雙立博士(Tony)編寫的資料。湯博士是斯羅柯礦業諮詢(香港)有限公司的全職員工，並擁有與所考慮的礦化類型及礦床類別以及其所進行符合澳大拉西亞勘查結果、礦產資源量與礦石儲量報告規範(2012版)(JORC規範)所界定的合資格人士資格的工作相關的充足經驗。

採礦

2024年恩菲初步設計建議項目的採礦能力為4,000噸/天，採礦作業計劃分為兩個階段：

- 階段I涉及在2,900米標高以上的採礦。採礦順序將從下到上進行，以2,900米作為試採中段。
- 階段II涉及在2,900米標高以下的採礦，從2,700米標高的初始採礦中段開始。試採區域位於2,900米和2,700米標高之間，隨後在2,700米和2,450米標高之間進行採礦。

兩個階段的開拓系統是「膠帶斜井和斜坡道開拓系統」。項目建議採用兩種採礦方法：分層填充法和進路填充法。進路填充法特別適用於岩體相對較弱或礦體厚度超過8米的區域。

在採礦設計中，採場沿走向排列，長度為60米，寬度等於礦體厚度。中段間距設定為50米，分段間距為12.5米，每個垂直分層(分層)約4到5米。相鄰採場之間不留肋柱，以優化資源開採。

提出了兩種具體的採礦技術，並將同時使用：掘進機和鑽爆法。這些技術的選擇取決於岩石材料的硬度和強度。掘進機技術用於相對較軟的岩石，而鑽爆技術用於較硬的岩石。

卡爾恰爾螢石礦的礦山生產年限預計為23年，峰值生產能力為120萬噸/年。項目採用了約5%的採礦貧化率和5%的採礦損失率。

礦石儲量估算

根據JORC規範，礦石儲量是探明和控制的礦產資源量中具有經濟可採性的部分，包括由於礦山設計和採礦操作可能發生的損失和貧化。礦石儲量通常在一個參考點定義，對於本報告而言，該點是原礦倉庫接收到的可採礦石量。

截至2024年10月31日，根據JORC規範（2012年），採礦證範圍內的礦石儲量為2,480萬噸可信礦石儲量，平均品位為28.6% CaF₂，含有710萬噸CaF₂（表ES-2）。

截至2024年10月31日的卡爾恰爾螢石項目礦石儲量聲明

類別	礦石儲量 (千噸)	CaF ₂ (%)	含CaF ₂ (千噸)
可信	24,787	28.6	7,094
總計	24,787	28.6	7,094

來源：SRK

註釋：

1. 由於沒有探明礦產資源，這些礦石儲量被歸類為推定可信儲量。
2. 區分礦石和廢料的邊界品位設定為16.6%CaF₂。
3. 礦石儲量以公制千噸報告。
4. 礦石儲量在原礦倉庫接收到的參考點報告。
5. 礦石儲量包括礦產資源。

合資格人士聲明

本報告中與礦石儲量由SRK中國辦公室的胡發龍估算。胡先生是SRK中國全職員工。胡先生是澳大利亞礦業與冶金學會的資深會員，胡先生在相關項目、礦化類型、所考慮的礦床類型以及他所從事的活動方面具有足夠的經驗，符合2012年版『澳大利亞勘探結果、礦產資源和礦石儲量報告規範』中定義的合格人員資格。

選礦

華甌委託多家研究單位進行了大量的礦物學研究和選礦試驗。卡爾恰爾螢石礦屬於難選的碳酸鹽型礦石，螢石顆粒較粗，易於通過磨礦解離，適宜的磨礦細度為65%至70%小於200目。礦石的球磨功指數為9.67 kWh/t，屬於中等偏軟硬度。螢石是選礦回收的唯一目標礦物，採用常規的多段精選浮選工藝，部分中礦再選拋尾，獲得了良好的選礦指標，精礦CaF₂品位為 97.2%至99.2%，回收率為80.0%至85.2%。

螢石浮選使用脂肪酸類捕收劑，其捕收能力受溫度影響較大。試驗了多種選礦藥劑，粗選的最低溫度達到12℃。溫度越低，捕收劑用量越大，回收率越低。尚未進行精選溫度試驗，後續仍需繼續篩選耐低溫捕收劑。選礦指標受水質影響較大，阿克蘇河水硬度較高，會導致回收率降低。鑒於實驗室試驗條件，工藝回水試驗不夠深入，回水對選礦指標的影響應在生產中繼續考察。

選廠設計規模為每年120萬噸，日處理量為4,000噸。產品方案為螢石精礦，年產量約30萬噸。選廠採用連續工作制度，年作業率為82.2%，年有效作業天數為300天。設計的精礦CaF₂品位為97%，含水量不高於12%，CaF₂回收率為80%。與選礦試驗結果相比，SRK認為這一設計指標是合理的。設計的選礦廠入破礦石粒度小於350毫米，破碎磨礦流程為『兩段一閉路破碎，帶預先篩分的一段閉路磨礦』，磨礦細度為70%小於74微米。SRK認為碎磨流程是合理的，實際生產中磨礦細度允許在65%至70%小於74微米之間波動。

設計的螢石浮選流程為『兩段粗選，三段脫泥後兩段掃選，粗精礦再磨，8段精選』。該流程過於複雜，SRK認為可以大大簡化，取消脫泥和粗精礦再磨作業，建議採用『兩段粗選，7段精選，部分精選中礦集中再選』的流程。由於礦山地處高海拔寒冷地區，目前的螢石捕收劑在低溫（小於12℃）時活性降低，用量增大，且回收率下降。設計採用蒸汽直接加溫礦漿，這在技術上是可行的，但成本較高。建議繼續試驗開發低溫浮選工藝或尋找低溫浮選藥劑。

阿克蘇河水中鈣鎂離子含量高，水質硬度大，設計採用混凝—機械沉澱工藝處理後用於生產。新水水質和回水水質對選礦指標的影響有待在生產過程中考察。

尾礦庫

擬建的尾礦庫位於選廠東南方向的山谷內，直線距離約為3.2公里。尾礦將通過一條4.4公里長的管道輸送至尾礦庫，其中2.74公里位於隧道內，0.7公里沿壩頂，其餘部分在地表。庫區及週邊10公里範圍內沒有村落和保護區。

選礦廠每年產生尾礦90.53萬噸，其中43.63萬噸濃縮至35%的重量濃度後送至新建尾礦庫，採用上游法進行尾礦築壩堆存，最終堆積標高為3144米，築壩總高度為73米。初期壩高23米，為透水堆石壩，後期壩高50米，採用上游法尾礦堆築。總庫容為2062.4萬立方米，服務年限為41年。

尾礦庫的匯水面積約為6.85平方公里，庫內不同標高處設有四座框架式排水井和隧洞排洪。庫區週邊設有清污分流截洪溝，庫底鋪設HDPE土工膜和膨潤土毯以防滲，膜上設有複合土工排水網用於排滲，下游設有滲水回收設施。尾礦庫的滲水通過滲水回收設施返回庫內，澄清水由浮船泵站返回選礦廠循環使用。暴雨洪水通過庫內排洪設施及截洪溝排出庫外。

對庫水位、干灘長度、浸潤線、壩體變形、尾礦排放、降雨量等設置了在線和人工兩套監測系統，並設定了監控指標及監管機制，檢測數據將納入整個礦區的互聯網絡中。

SRK認為尾礦庫工程的處置方案和設施設置合理，安全性分析結果可信，各種風險級別較低且基本可控。

環境

該項目已成功完成其採礦和加工運營的環境影響評估(EIA)，涵蓋礦山、加工廠、尾礦庫和輔助設施。該評估已獲得相關政府部門的批准。SRK認為，報告的編製符合中國政府對項目開發的要求。隨著項目的推進，SRK建議公司根據國家法律法規，獲取商業生產所需的環境許可證。

項目區域內沒有國家或地區級保護的野生動物物種。此外，該區域內也沒有極危、瀕危或易危物種，也沒有列入中國生物多樣性紅色名錄的其他重要物種。項目計劃使用阿克蘇河的水作為加工廠的主要水源，礦山排水將作為生產的補充水源。項目設計為生產廢水實施閉路循環系統，確保無排放。在現場檢查期間，SRK觀察到項目位於無人居住的區域，附近沒有居民定居點。華歐為環境影響評估進行了公眾參與調查。在此過程中，未收到公眾的反饋或意見。

市場前景

一項獨立的市場研究針對中國螢石市場進行了分析，包括關注需求、供應和未來價格趨勢。作為全球領先的生產國，中國的螢石產量預計將從2018年的3.53億噸增加到2023年的5.78億噸。2023年的生產能力為775萬噸，其中浙江和內蒙古等華東和華北地區貢獻顯著。主要由氟化工行業驅動的需求從2018年的469萬噸增加到2023年的644萬噸，華東地區是最大的消費市場。預計生產和需求都將增長，酸級螢石精礦的價格預計將從2023年的每噸3,190元（名義價，含稅）上漲到2028年的每噸3,899元（名義價，含稅），這突顯了其在工業中的戰略重要性和供應限制。

資本投入和生產成本

項目開發的總資本成本估計為人民幣16.102億元。從2023年至2024，礦山設計和建設已產生人民幣1.265億元的費用。2024年11月至12月的預算為人民幣5.044億元。2025年、2026年和2027年的預算支出分別為人民幣5.524億元、人民幣3.037億元和人民幣1.257億元。此外，預算中包含14%的預備費用。到2027年，當項目達到每年120萬噸的目標生產能力時，預計年生產現金成本為人民幣4.463億元。生產現金單位成本估計為每噸礦石人民幣372元或每噸螢石精礦人民幣1,459元。盈虧平衡分析表明，當螢石精礦銷售價格達到每噸人民幣1,827元時，淨現值將達到零。預計回本期為6.7年。

1 引言

1.1 背景

斯羅柯礦業諮詢（香港）有限公司(SRK)是國際集團控股公司SRK Global Limited (SRK集團)的關聯公司。SRK受新疆新鑫礦業股份有限公司（以下簡稱「公司」)委託，編製關於位於中華人民共和國新疆維吾爾自治區若羌縣的卡爾恰爾項目（以下簡稱「項目」)的獨立技術報告（ITR或報告）。該項目擁有一張採礦證（7.763平方公里)和兩張勘探證（43.53平方公里）。

該項目正在建設中，所有權歸新疆華甌礦業有限公司（華甌)擁有，預計於2026年上半年末完工。

該項目設計的名義採礦和選礦能力為每年120萬噸。

SRK已獲悉，該獨立技術報告將被納入公司在香港聯交所(HKEx)完成收購該項目的相關通函中。

1.2 工作範圍

SRK報告的工作範圍包括審查與該項目相關的以下技術方面：

- 地質礦產資源
- 採礦和礦石儲量
- 選礦和加工
- 基建
- 環境和社會方面
- 市場研究
- 資本和運營成本。

還包括風險評估。

1.3 工作計劃

SRK於2023年4月開始進行工作，在該委託下完成的工作計劃包括：

- 審查所提供的信息；
- 諮詢師於2023年4月和2024年12月進行實地考察；
- 根據JORC規範（2012年）進行礦產資源及礦石儲量估算；
- 編製本報告。

1.4 報告標準

本報告的主要編製人為澳大拉西亞礦業與冶金學會(AusIMM)及澳大利亞地質科學家學會(AIG)或其他國際公認專業組織的會員或資深會員。因此，本報告採用的規範包括VALMIN和JORC規範並受國際礦產報告規範的約束。

為避免疑義，本報告根據以下規範編寫：

- 2015年版《澳大利亞礦產資產技術評估和估值公開報告規範》(VALMIN規範)。
- 2012年版澳大利亞勘探結果、礦產資源和礦石儲量報告規範 (JORC規範)。

根據所述報告指南，貴公司勘探結果、勘探目標、礦產資源及礦石儲量的地質及其他相關因素均已獲充分深入考慮，可作為未來勘探及開發活動的參考。於編製本報告期間，JORC準則的表1已用作檢查列表，且以「如果不是，為什麼不是」的基準進行評價，以確保投資者清楚了解未來開發計劃的各個方面是否適用於JORC準則（2012年）表1。

JORC準則表1中的標準為勘探及目標評估的通用系統方法。相關性與重要性為確定須公開報告信息的重要原則。對於讀者可能對所報告結果的解讀產生重大影響的所有事項，本報告試圖提供足夠的註釋。評估各項目的標準與目前對已知礦化體的地質控制的認識一致，但隨著對項目更多了解，該等標準可能會隨著時間的推移而改變並改進。

根據VALMIN規則（2015版），於本報告終稿發佈之前，向新疆新鑫提供一份本報告草稿，以檢查是否存在重大錯誤、事實準確性及遺漏。

1.5 生效日期及報告日期

本報告的生效日期為2024年10月31日。

本報告中螢石礦產資源及礦石儲量報表截止於2024年10月31日。

報告日期為2025年3月24日。

截至本報告日期，自報告日期以來，項目狀態未發生重大變更，其中包括本報告所述專案中列明的礦產資源量和礦石儲量亦無實質性變動。

1.6 單位，投影及貨幣

於本報告，SRK使用國際單位制。本報告使用的所有單位均於詞彙表內定義。所

有坐標的投影均依賴於西安80坐標系。

本報告使用的所有幣值均以人民幣（人民幣元）按2024年條款列示。

1.7 項目團隊

本報告由一個多學科團隊合作編製，該團隊由來自各個SRK辦事處的諮詢師和外協諮詢師組成。參與本報告工作的諮詢師和外協諮詢師的資質、經驗和參與情況列於表1.1。他們在礦業領域擁有豐富的經驗，並且是相關專業機構的良好會員。

表1.1：項目團隊的資質及經驗詳情

專家	職位/公司	職責	年資及經驗類別	現場考察	專業資格
陳向毅	主任諮詢師/ SRK香港	項目管理、項目經濟性及報告編製全面負責本報告的合資格人士	20年-17年諮詢經驗，專長於估值、財務建模、項目評估、地質建模及資源估算；3年學術經驗	2023年 4月17日 至21日	理學士、哲學碩士、博士（地球科學）、深造文憑(AppFin)、GradCert (Geostats)、澳大利亞地質科學家學會資深會員
湯雙立	高級諮詢師/ SRK香港	地質、勘探、取樣與化驗及礦產資源估算	10年-2年地質勘探及估值經驗；8年地質建模及資源估算諮詢經驗	2024年 12月19日 至21日	理學士、理學碩士、博士、澳大利亞礦業與冶金學會會員、澳大利亞地質科學家學會會員
胡發龍	主任諮詢師/ SRK中國	採礦與礦石儲量	17年-3年採礦工程經驗；14年礦山規劃、技術研究及礦石儲量估算諮詢經驗	2023年 4月17日 至21日	MBA、工程學士、澳大利亞礦業與冶金學會資深會員
牛蘭良	主任諮詢師/ SRK中國	礦物加工	38年-20年學術研究及黃金、稀土礦加工經驗；18年礦物加工諮詢經驗	2023年 4月17日 至21日	工程學學士、澳大利亞礦業與冶金學會會員

專家	職位/公司	職責	年資及經驗類別	現場考察	專業資格
薛楠	主任諮詢師/ SRK中國	環境與社會	18年-18年的環境影響評估及環境技術研究諮詢經驗	2023年 4月17日 至21日	理學士、理學碩士、MBA、澳大利亞礦業與冶金學會會員
楊春福	外協主任諮詢師/ SRK香港	尾礦庫	49年-5年擔任大學講師，31年從事礦山尾礦的工程和技術管理，13年專注於尾礦工程的諮詢工作	無現場考察	工學士，註冊土木工程師，認證高級項目經理
Cael Gniel	高級諮詢師/ SRK澳大利亞	同行審查-地質與礦產資源	13年-6年從事勘探、礦山和資源地質，7年擔任顧問資源地質學家	無現場考察	理學士（榮譽），澳大利亞地質學會會員，註冊專業地質師（礦產資源評估）
Jeames McKibben	主任諮詢師/ SRK澳大利亞	整體報告	30年估值及企業諮詢經驗；2年分析師經驗；8年勘探和項目管理經驗	無現場考察	理學士、MBA、MRICS、FGSA、澳大利亞礦業與冶金學會資深會員

來源： SRK

主要專家經驗

陳向毅博士在地球科學領域擁有超過20年的學術和商業經驗，並且曾經從事包括貴金屬、基本金屬、大宗商品和工業礦物以及建築材料在內的多種商品的工作，地區涵蓋澳洲、亞洲、非洲、歐洲和加勒比地區。陳博士在技術盡職調查、技術經濟分析、估值、致命缺陷和項目分析以及公共報告方面擁有豐富的經驗。他曾為香港、印尼、新加坡和澳洲的證券交易所準備公共報告。他的經驗被認為與所考慮的礦化成因和礦床類型相關。

湯雙立博士是一位在勘探、地質建模、資源估算、項目評估和估值領域具有豐富經驗的地質學家，超過10年的經驗。他曾經從事包括金、銅、石墨、螢石、錫、鎢、鋁土礦、建築骨料、煤炭和石油在內的多種商品的工作。他的專業知識涵蓋位於亞洲、非洲和南美洲的項目。湯博士精通多種3D建模軟件包，包括Leapfrog Edge和Datamine Studio RM，具備3D地質解釋、地質統計分析和資源估算的地質建模能力。Tony也是中國註冊的礦產資產和礦業權評估師，並在估值審查方面擁有豐富的經驗。他的經驗被認為與所考慮的礦化成因和礦床類型相關。

胡先生曾在兩家不同的國際礦業公司擔任實習生、現場工程師和礦山規劃師，並在多個礦山現場工作，超過17年的經驗。他熟悉地下和露天礦的運營和設計、排程和成本估算、長孔爆破和生產運營、岩石力學、通風和回填。作為一名諮詢工程師，他在近100個項目中積累了豐富的經驗，包括盡職調查、技術審查和／或審計、礦山項目評估和估值、範圍／預可行性／可行性研究、運營優化以及為公共金融市場提供的合格人員報告。他的經驗涉及的礦物包括金、螢石、銀、鉛、鋅、銅、鐵、鋁土礦、紅土鎳礦、鉀鹽、磷酸鹽和石墨，以及石英岩、大理石、膨潤土、煤（露天開採）、建築骨料等，遍及中國及亞洲、美洲、非洲和大洋洲的其他地區。他在技術和經濟方面都是一名建模師，並且精通使用Geovia Suites、Datamine和Deswik Suites進行數字建模。他的經驗被認為與所考慮的礦化成因和礦床類型相關。

1.8 獨立性聲明

SRK或本報告的任何項目團隊成員在本報告的結果中均不存在任何重大現有或或有利益，也不存在任何可被合理地視為能夠影響其獨立性的金錢或其他利益。

SRK與新疆新鑫礦業公司之前就本報告所涉及的礦產資產沒有任何聯繫。SRK在技術評估的結果中沒有任何利益關係，不會影響其獨立性。

1.9 法律問題

SRK並未就任何法律問題發表意見。

SRK並無資格就本報告的目標礦業權的所有權及法律地位作出法律陳述。SRK並無試圖確認礦物名稱、合資協議、當地遺產或潛在環境或土地准入限制方面的法律地位。據SRK了解，新疆新鑫文件的其他部分對該等事項已有論述。

SRK已收到由康達律師事務所提供的法律文件。該文件為《關於新疆華甌礦業有限公司法律盡職調查報告》，日期為2025年2月6日，評論了華甌對該項目的法律權利。

SRK對當前礦權情況的理解在本報告的第3.2節中闡述。

1.10 保證

新疆新鑫已向SRK書面表示，已全面披露所有重要信息，並且據其所知和理解，這些信息是完整、準確和真實的。

1.11 彌償

根據VALMIN規則（2015年版）的建議，新疆新鑫已向SRK提供一項彌償。據此，SRK可就以下各項所要求的任何額外工作導致的任何責任及／或任何額外工作或支出而得到賠償：

- 因SRK依賴新疆新鑫礦業公司提供的信息或新疆新鑫未提供重大信息而導致；
- 或者與本報告引起的詢問、問題或公開聽證會相關的任何延期工作量有關。

1.12 依靠其他專家

SRK並未對採礦許可證和土地所有權進行獨立核查，也沒有對可能存在的有關許可證、與第三方的商業協議或銷售合同的任何基礎協議的合法性進行獨立核查，而是依賴新疆新鑫礦業的獨立法律顧問向SRK提供的信息。

本報告中用於經濟評估的商品價格和通脹預測由獨立市場研究公司上海有色網(SMM)提供。

1.13 信息來源

本報告基於新疆新鑫向SRK提供的信息以及SRK實地考察期間收集的信息。

1.14 同意

SRK同意本報告以其提供的格式及內容全文納入新疆新鑫通函，且本報告不得用於任何其他目的。SRK作出上述同意的基礎為，本報告執行摘要及各章節所表示的技術評估不應單獨閱讀，而應與完整報告中所載數據一併考慮。

從業人員同意

全面負責本報告編寫工作的合資格人士為陳向毅博士。陳博士是AIG良好的資深會員及斯羅柯礦業諮詢（香港）有限公司的全職員工。陳博士於2000年和2004年分別獲得香港大學地球科學學士和碩士學位，並於2008年獲得牛津大學地球科學博士學位。陳博士擁有與所考慮的礦化帶類型及礦床類型以及彼所從事的活動相關的足夠經驗，有資格成為JORC準則（2012年）所界定的合資格人士。陳博士同意按現在的形式及內容將礦產資源及礦石儲量納入本報告中。

全面負責礦產資源的合資格人士為湯雙立博士。湯博士為澳大利亞地學科學家學會良好的(AIG)會員，斯羅柯礦業諮詢（香港）有限公司的全職僱員。湯博士於2008年和2011年分別在中國地質大學獲得地質學學士和碩士學位，並於2015年在香港大學獲得地球科學博士學位。湯博士擁有與所考慮的礦化帶類型及礦床類型以及彼所從事的活動相關的足夠經驗，有資格成為JORC準則（2012年）所界定的合資格人士。湯博士同意按現時的形式及內容將礦產資源納入本報告中。

全面負責礦石儲量的合資格人員為胡發龍先生。胡先生是斯羅柯礦業諮詢(中國)有限公司的全職僱員。彼為澳大拉西亞礦業與冶金學會的資深會員。胡先生於2009年在中南大學獲得礦業工程學士學位，並於2014年在中國地質大學獲得工商管理碩士學位。胡先生擁有與礦化帶類型、所考慮的礦床類型以及彼所從事的活動相關的足夠經驗，有資格成為JORC準則（2012年）所界定的合資格人士。胡先生同意按現時的形式內容將礦石儲量納入本報告。

香港交易所規定

陳向毅博士符合香港交易所上市規則第18章中規定的合資格人士要求。陳博士是澳大利亞地質學會(AIG)的資深會員，具有超過五年與所考慮的礦化類型和礦床類型相關的經驗；根據上市規則第18.21和18.22節的所有規則，獨立於發行人；在任何報告的資產中沒有任何經濟或利益（現有或或有）；沒有因本次獨立技術報告(ITR)的結果而獲得依賴性費用；不是發行人或其任何集團、控股或關聯公司的擬任高管或員工；並對ITR負有總體責任。

1.15 限制

本報告所載SRK的意見基於新疆新鑫在SRK的調查過程中向SRK提供的數據，以及這些數據反映出編寫本報告時的各種技術及經濟狀況。SRK已善意採納新疆新鑫提供的技術數據。

本報告包括技術數據，需繼續計算得出小計、總計、平均值及加權平均值。倘此類計算涉及一定程度的約整，SRK認為此類約整並不會對結果造成重要影響。

地質數據以及礦產資源和礦石儲量信息的輸入、處理、計算和輸出均以專業、準確的方式進行，並達到了地球科學行業普遍期許的高標準。

在進行此項評估時，SRK評估並解決了可能被合理地認為與按照國際公認標準進行的此類評估相關且重要的所有活動和技術問題。根據觀察、與相關工作人員的面談以及對現有文件的審查，SRK經過合理詢問後認為，除本報告中指出的問題外，不存在任何未決的相關重大問題。然而，不可能完全排除該地點或鄰近財產的某些部分可能引起其他問題的可能性。

本報告中提出的結論是專業意見，僅基於SRK對收到的文件、與熟悉現場的人員的訪談和對話以及本報告中引用的其他可用信息的解釋。這些結論僅適用於本文所述內容的目的。

出於這些原因，潛在讀者應對本報告的主題做出自己的假設和評估。本報告中提出的意見適用於SRK調查時存在的現場條件和特徵以及合理可預見的條件和特徵。這些意見不一定適用於本報告生效後可能出現的情況和特徵，SRK事先不了解這些情況和特徵，也沒有機會對其進行評估。

1.16 企業能力

SRK是一家提供專業諮詢服務的獨立國際集團。SRK的客戶包括全球許多礦業公司、勘探公司、金融機構、工程、採購及施工管理(EPCM)公司、建築公司以及政府機構。

SRK集團於1974年在約翰內斯堡成立，目前在全球擁有約1,700名員工，在六大洲20個國家設有40多個常設辦事處。眾多國際知名的合作顧問是對核心員工的補充。

SRK集團是一家嚴格意義上的諮詢機構，其所有權歸員工所有，這確保SRK集團的獨立性。SRK不持有任何項目或公司的股權，這使得SRK的顧問能夠在沒有任何利益衝突的情況下，就關鍵問題為客戶提供客觀的支持。

2 螢石及其用途

螢石，又稱為氟石，是一種由氟化鈣(CaF_2)組成的礦物，是一種具有多種應用的重要工業礦物。其主要用途之一是生產氫氟酸(HF)，即從螢石品位達97%的酸級螢石中提取。氫氟酸是包括製冷劑、藥品和氟聚合物等許多含氟化合物的前體，使得螢石成為這些行業中的關鍵成分。

螢石在氟化鋁(AlF_3)的生產中也至關重要。氟化鋁作為一種助熔劑，可有效降低電解質的熔點，用於鋁的冶煉過程中促進了鋁的生產。

在冶金領域，螢石用作煉鋼中的助熔劑。冶金級螢石，含有60%到85%的 CaF_2 ，有助於去除鋼中的硫和磷等雜質，並提高爐渣的流動性。這提高了鋼的質量和生產效率。

在水泥製造中，螢石作為礦化劑。它有助於降低熟料的燒結溫度，提高熟料質量，增強窯的效率，並能減少排放，從而節省能源並提高產品質量。

此外，陶瓷級螢石還用於陶瓷、玻璃和搪瓷的製造。它可以降低原材料的熔點，從而提高了生產過程的效率和能源消耗。

除了這些用途之外，螢石還參與合成冰晶石(Na_3AlF_6)的生產，冰晶石用於鋁的冶煉，以及焊條的生產。其多樣化的應用使螢石成為許多任務業過程中的關鍵礦物，其需求與含氟化學品和材料的生產密切相關。光學級螢石是一種高純度形式，用於製造鏡片和光學組件。其低色散和對紫外光的高透明度，使其非常適合用於高質量鏡片和望遠鏡等需要精確光傳輸的應用。

該項目計劃生產酸級螢石精礦，含97%氟化鈣(CaF_2)，主要針對中國的氫氟酸和氟化鋁市場。

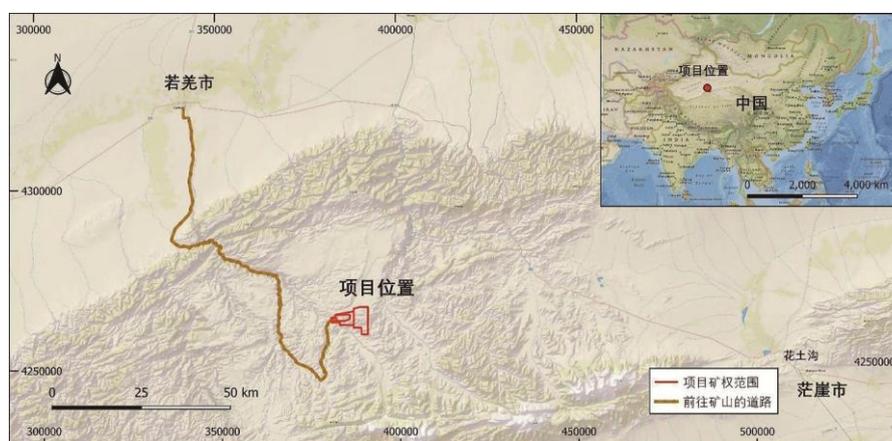
3 項目總覽

3.1 位置和交通

卡爾恰爾螢石礦項目位於中國新疆東南部巴音郭楞蒙古自治州若羌縣東南方向約73公里，位於青海省茫崖市花土溝鎮西側約196公里。

行政上，項目區歸新疆巴音郭楞蒙古自治州若羌縣管轄。從項目區到茫崖市的行車距離為261公里。截至2024年12月，一條連接若羌縣與項目區的新道路已接近完工，將行車距離縮短至140公里。這條新路的120公里公共路段由政府出資，20公里由華甌出資(圖3.1)。

圖3.1: 項目位置圖



來源: SRK, ESRI地圖

新疆庫爾勒—青海格爾木鐵路是連接青藏鐵路和南疆鐵路的重要通道。它全長超過1,214.6公里，途經若羌鎮，該鎮設有一個重要的貨物裝卸點。

項目的螢石開始開採後，預計將從若羌鎮裝載並將螢石精礦產品運輸給中國各地的客戶。

3.2 礦權證

項目包括一個採礦證（7.763平方公里）和兩個勘探證（43.53平方公里），其中勘探證環繞採礦證並與其相鄰。卡爾恰爾西南勘探證環繞著採礦證，其東部邊界與卡爾恰爾西勘探證相接（附注）(圖3.2)。

採礦證和勘探證的詳情列在表3.1和表3.2中。

表3.1：採礦證詳情

採礦證編號	C6500002023066210155378
採礦權人	新疆華甌礦業有限公司
項目名稱	新疆若羌縣卡爾恰爾螢石礦
開採礦種	螢石
開採方式	地下開採
生產規模	120萬噸／年
面積	7.763 km ²
開採深度	由3203米至2354米標高
有效期	2023年6月27日至2038年6月27日
來源：	華甌

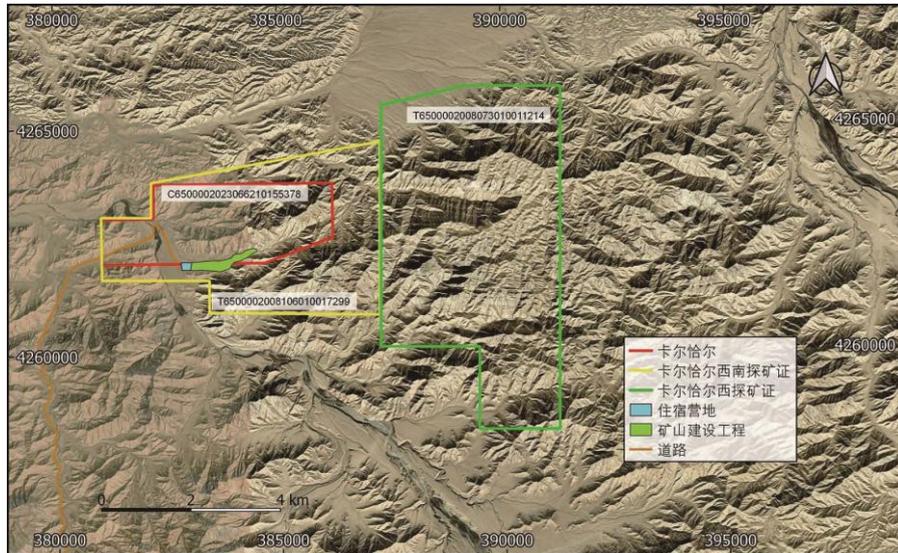
附注：根據華甌，新鑫及其獨立法律顧問，華甌未受到任何可能影響其勘探或開採權利的法律索賠或訴訟的影響，華甌也未受到任何可能存在於其進行勘探或開採活動的土地上的索賠的影響，包括任何祖傳或原住民的索賠。

表3.2: 探礦證詳情

探礦證編號	T6500002008106010017299
探礦權人	新疆華甌礦業有限公司
項目名稱	新疆若羌縣卡爾恰爾西南螢石礦勘探
面積	17.63 km ²
有效期	2021年6月15日至2026年6月15日
探礦證編號	T6500002008073010011214
探礦權人	新疆華甌礦業有限公司
項目名稱	新疆若羌縣卡爾恰爾西銅金礦勘探
面積	25.90 km ²
有效期	2021年8月9日至2026年8月9日
來源:	華甌
備註:	此勘探證部分與探礦證C6500002023066210155378重疊。

礦權的邊界詳見圖3.2.

圖3.2: 礦權證



來源： SRK, ESRI地圖

3.3 氣候及當地資源

項目區域位於阿爾金山脈北部，阿爾金山脈地處中國西北，將塔里木盆地與青藏高原分隔開來。項目區域地形起伏不平，海拔高度從最高的3,382米到最低的2,886米不等。

該地區屬於大陸性高山寒冷乾旱氣候區，夏季炎熱乾燥，冬季非常寒冷。年平均氣溫為1.5°C。從11月至次年3月（冬季），氣溫持續低於0°C。記錄的最高和最低氣溫分別為28.7°C和-29.5°C。在7月和8月（夏季），白天氣溫超過15°C，而夜間氣溫降至4°C以下。

地區屬於亞高山荒漠，植被稀少。沿著河谷、大型溝壑和常年水系生長著少量的草本植物和耐旱草本植物，如紅柳、梭梭、白楊、芨芨草和芨芨草。在附近可以觀察到包括山羊、野兔、野驢、黃羊和豺狼等一些野生動物。

礦區週邊為無人區，人煙稀少，當地經濟發展落後，夏季附近遊牧居民從事簡單的遊牧業和採礦業。附近無農作物，動物主要為黃羊和狼，礦產主要包括煤，玉石和螢石等。

項目的主要電力供應來自於白干湖220 kV變電站，該變電站直線位於礦山西北18公里，配備有兩台180 MVA主變壓器。華甌已與國家電網公司簽署電力供應協議，將從白干湖220 kV變電站建設一條供電線路和一個共享變電站，為項目及週邊的另外兩個礦山供電。預計項目將在2025年第一季度接入電網。

項目的供水來自阿克蘇河，該河是若羌河上游的一條支流。水源來自南部山區的冰川融水，全年持續流動。取水點位於礦區東南約10公里處，位於阿克蘇河左岸支流的匯合處。水源穩定，全年地表徑流變化較小，平均徑流量超過6立方米/秒。

3.4 當前項目狀態

3.4.1 所有權

2008年，華甌獲得了第一張勘探證，勘探目標為銅金礦。初步勘探於2008年至2011年間完成。2014年華甌在第一張勘探證的東面獲得了第二張勘探證，勘探目標也是銅金礦。

2015年，勘探重點轉向螢石，並於2016年至2018年間進行了全面勘探計劃。2019年，首張勘探許可證續期，覆蓋面積為23.52平方公里，有效期至2021年6月。2021年，此勘探許可證再次續期，覆蓋面積為17.63平方公里，有效期至2026年。

2019年，第二張勘探許可證續期，覆蓋面積為23.52平方公里，有效期至2021年6月。2021年，此勘探許可證再次續期，覆蓋面積為17.63平方公里，有效期至2026年。

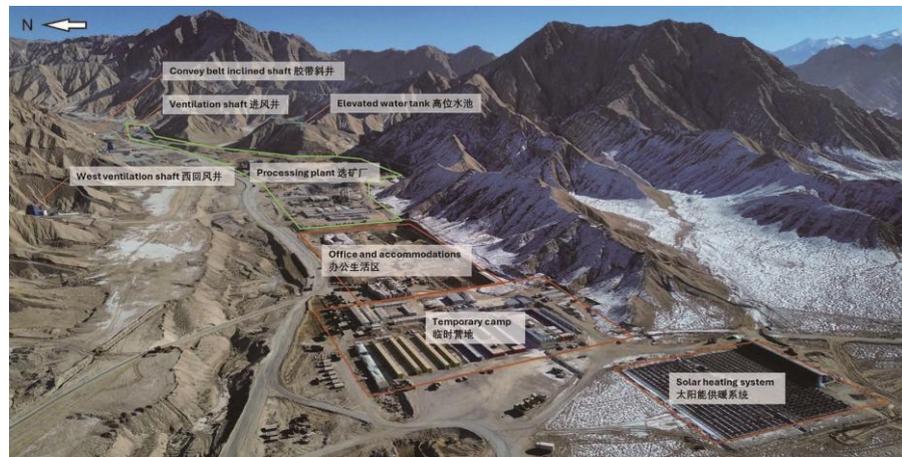
2023年6月，華甌獲得採礦許可證，覆蓋面積為7.763平方公里，有效期為15年，至2038年6月。批准的生產能力為每年120萬噸，採礦標高範圍為海拔 3,203 米至2,354米。

3.4.2 礦山建設情況

2023年6月，華甌委託中國有色工程有限公司暨中國恩菲工程技術有限公司（中國恩菲）對採礦、選礦、尾礦庫及其他基礎設施進行初步設計。

項目建設於2024年3月開始。截至2024年12月，正在建設的採礦開發項目包括斜井、斜坡道、水平巷道、通風井、尾礦隧道和排水隧道。正在建設的選礦廠設施包括主廠房、中細碎車間、粉礦倉、精礦堆場、綜合維修車間、綜合倉庫、實驗室、硫酸罐區、高位水池和藥劑倉庫間等。連接加工廠和尾礦庫的隧道正在建設中。此外，變電站和生活營地也在建設中。然而，尾礦儲存設施、供水站和回填站的建設尚未開始。

圖3.3：項目現場的鳥瞰圖（朝東）



來源： SRK現場調查，2024年12月

華甌計劃在2025年1月底前完成變電站的建設。選礦廠設施預計將在2025年6月底前完工，採礦工程計劃在2026年3月底前完成。尾礦庫、供水站和充填站的招標將於2025年1月進行，建設預計在2025年6月底前完成。

華甌計劃在2025年6月底前完成加工廠及輔助設施的建設。隨後，將利用地下採礦施工階段提取的副產品礦石進行試加工。地下採礦作業的開拓工程在2026年第一季度完成。

4 地質

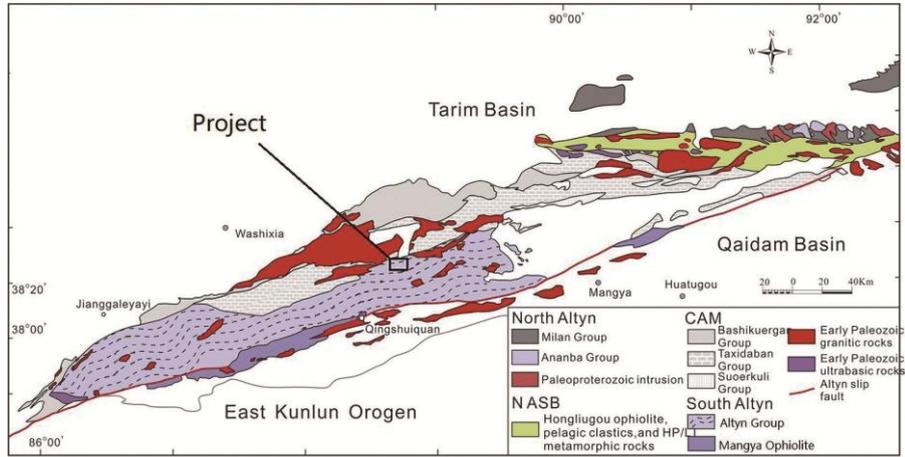
4.1 區域地質

項目區位於阿爾金山造山帶，坐落在南側的塔里木盆地克拉通和北側柴達木盆地之間。

該地區的基岩單元屬於阿爾金群，為一套變質岩序列，主要由鎂鐵質和長英質正片麻岩以及變沉積岩組成，沿東東北方向延伸超過300公里，寬度為30–50公里(圖 4.1)。該群主要為太古宙至古元古代的岩石，經歷了顯著的變形和變質作用，形成了片麻岩、大理岩、碎屑岩和碳酸鹽岩等，反映了廣泛的碰撞造山事件。

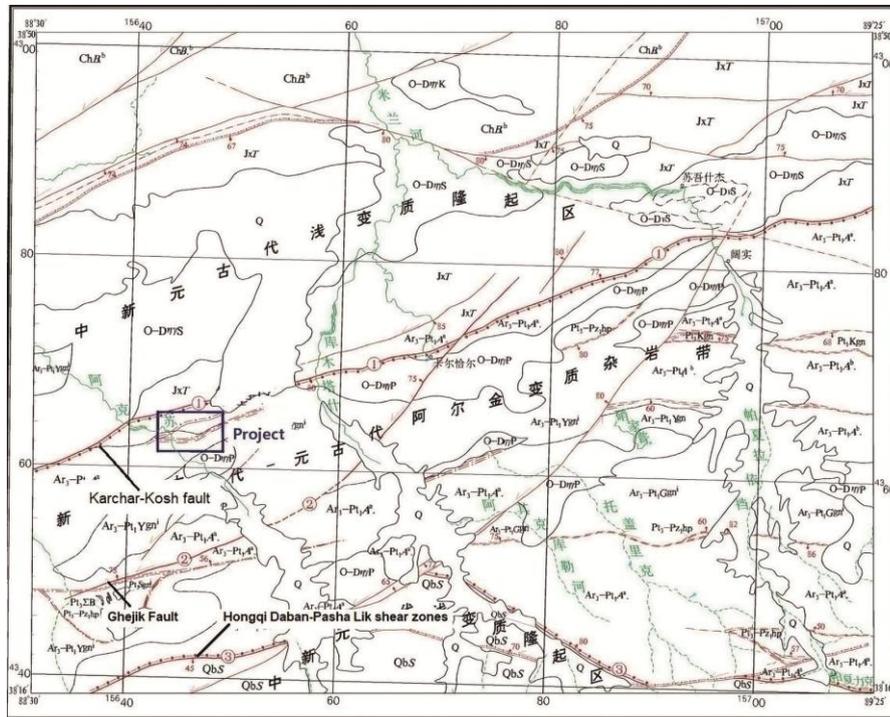
該地區的主要斷層包括卡爾恰爾–闊什斷層(F1)、蓋吉克斷層(F2)、紅旗達阪–帕夏力克剪切帶(F3)和阿爾金南緣斷層，許多次級斷層主要呈東北至東西走向(圖4.2) (Wang et al., 2013)。特別值得關注的是穿過項目區，並與項目礦化帶密切相關的卡爾恰爾–闊什斷層(F1)。該斷層呈北東北走向，向北陡傾。該區域性的構造延伸約160公里，寬度在300至450米之間。

圖4.1: 項目主要地質帶



Source: Wang, C., Liu, L., Yang, W. Q., Zhu, X. H., Cao, Y. T., Kang, L.,... & He, S. P. (2013). Provenance and ages of the Alтын Complex in Alтын Tagh: Implications for the early Neoproterozoic evolution of northwestern China. *Precambrian Research*, 230, 193-208.

圖4.2: 區域構造地質圖



Source: The 11th Geological Brigade of Zhejiang Province

4.2 礦區地質及礦化

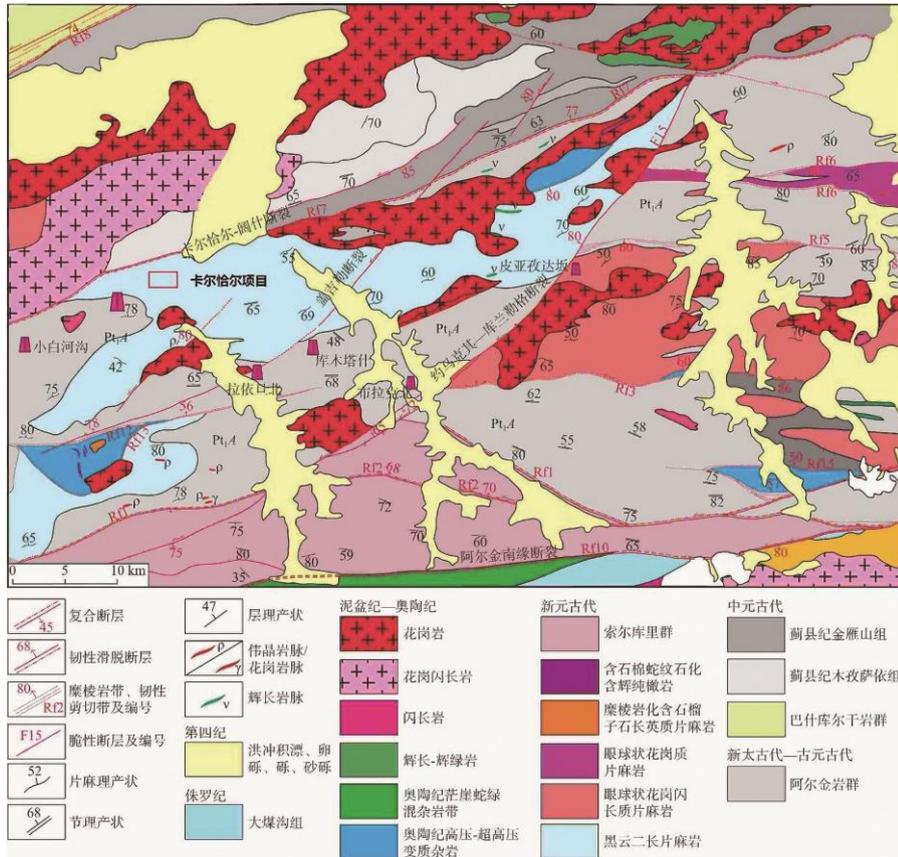
礦區地質主要由古元古代阿爾金群的黑雲斜長片麻岩組成。片理向南傾斜，傾角在60°到70°之間。

已知螢石礦床位於卡爾恰爾—闊什斷層旁，次級斷層系統對岩漿活動、變質作用和礦化有控制作用。成礦前的斷層主要呈東北走向，而成礦期的斷層則呈近東西走向，並呈不規則的扇形分佈，這些斷層中有許多螢石—方解石脈。該地區還存在鹼長花崗岩和長英質偉晶岩脈，螢石礦化與花崗岩密切相關(圖4.3)。

已識別的礦化帶沿走向延伸近6000米，已識別出十多條礦脈。這些礦脈大多為複合型，具有分支和膨脹收縮特徵，最厚的礦脈寬23.5米，向下延伸超過900米。礦脈通常向東北至北西北傾斜。

礦脈主要由方解石和螢石組成，含少量石英和微量黃鐵礦、黃銅礦及方鉛礦。螢石有兩個成礦階段：早期為白色和淺綠色，晚期為淺紫色、紫色和深紫色。紫色螢石礦脈常與白色螢石礦脈交叉或並排發育。礦石具有粗晶到巨晶結構和多種構造，包括脈狀、條帶狀、角礫狀和塊狀。圍岩蝕變較弱，主要為碳酸鹽化。

圖4.3: 礦區地質圖



Source: Gao, Yongbao, Long Zhang, Leon Bagas, Keiko Hattori, Ming Liu, Huanhuan Wu, Yuanwei Wang et al. "Mineralogy and ⁴⁰Ar-³⁹Ar dating of the recently discovered tainiolite occurrences in the Kaerqiaer fluorite Belt, western Altyn Tagh Terrane." *Ore Geology Reviews* (2024): 105990.

5 勘探工作

自2008年以來，華甌公司委託浙江省第十一地質大隊（第十一大隊）對項目區域進行勘探。最初，勘探重點是與斑岩有關的銅和金礦化。然而，在2009年，該地區發現了螢石礦化，勘探重點轉向了螢石礦脈的圈定。

2011年，鑽探了三個鑽孔（共717.30米），以驗證地表出露的多條已知礦化脈，從而對礦化有了基本的了解。2016年至2019年，第十一大隊開展了一項綜合勘探計劃，鑽探了176個孔（進尺58,788.92米），並識別出八個主要礦化域，最大深度約為700米。

為擴大資源量規模，提升已知礦化域的地質信心，同時提升資源等級，第十一大隊2024年完成了加密鑽探計劃，共鑽探42個孔（進尺21,135.95米）。

5.1 鑽探工作

5.1.1 鑽探工作2008–2011

在2008年的普查階段，第十一大隊進行了地質勘探和地表取樣，收集了961個樣本用於氟化鈣化驗。

2009年，他們對項目區進行了1:10,000比例尺的地質測繪，並進行了四條地質剖面 and 五條地表取樣剖面的調查，發現了卡爾恰爾螢石礦化脈。為了進一步確定螢石礦化趨勢，挖掘了七條總計525立方米的探槽並取樣化驗。

2011年，他們勘探了九條剖面，並挖掘了65條總計678.78立方米的探槽。此外，還完成了三口鑽孔，總長度為717.30米。這些勘探工作加強了對礦化的初步了解。鑽探使用了NQ金剛石鑽頭，鑽機型號主要是XY-4和XY-44，部分使用了HXY-44和EGR-600型號，採取的岩芯直徑為49毫米。

5.1.2 鑽探工作2016–2019

在2016年，共施工1個鑽孔，深度達到452.02米；探槽2條，總土方量10.56立方米。從先前挖掘的溝槽中採集了槽樣，以驗證之前取樣和化驗結果的質量。

在2017年至2019年間，進行了三個階段的鑽探工作。2017年，完成了45個鑽孔，總長度為13,288.27米，並挖掘了135條探槽，總體積為5,490.10立方米。該階段還包括1:2000比例尺的地形和地質測繪，以及三個地質剖面的勘探。2018年，下一階段鑽探了78個鑽孔，總長度為23,593.46米，並挖掘了57條探槽，總土方量為961.61立方米。2019年的最後階段包括鑽探51個鑽孔，總長度為21,455.17米，並挖掘了19條探槽，總土方量為401.04立方米。在完成這些階段後，鑽孔間距達到了200–100×100–50米。鑽探使用了NQ金剛石鑽機，岩芯直徑為49毫米，主要使用XY-4和XY-44型號，部分使用HXY-44和EGR-600型號。以上勘探工作由第十一大隊匯總並按照中國標準進行了礦產資源量估算。

5.1.3 鑽探工作2024

從2024年4月到12月，進行了補填充鑽探計劃，共完成42個鑽孔，總長度為21,135.95米。鑽孔間距遵循之前的200–100米×100–50米網度。鑽探作業使用了金剛石鑽機，主要是XY-4和XY-44型號，偶爾使用HXY-44和EGR-600型號。鑽孔最初採用HQ尺寸，岩芯直徑為64毫米，在更深的深度處縮小為NQ尺寸，岩芯直徑為49毫米。鑽機為配備了金剛石鑽頭的鑽機，主要鑽機型號為XY-4、XY-44，部分鑽機型號HXY-44和EGR-600。鑽孔在地表採用HQ孔徑開孔，岩心直徑為56mm，鑽至深部時縮小為NQ孔徑，岩心直徑為49mm。

5.2 鑽探勘查數據庫

在2008年至2019年間，鑽探活動完成了179個鑽孔，總長度為59,506.22米，並挖掘了284條探槽，總土方量為8,067.09立方米。SRK已將所有這些鑽孔和溝槽用於礦產資源估算，詳見表5.1。2024年鑽探活動的岩芯樣品已送往實驗室進行化驗，然而此化驗結果還未出具。因此，這些樣品尚未被納入SRK的礦產資源估算數據庫。

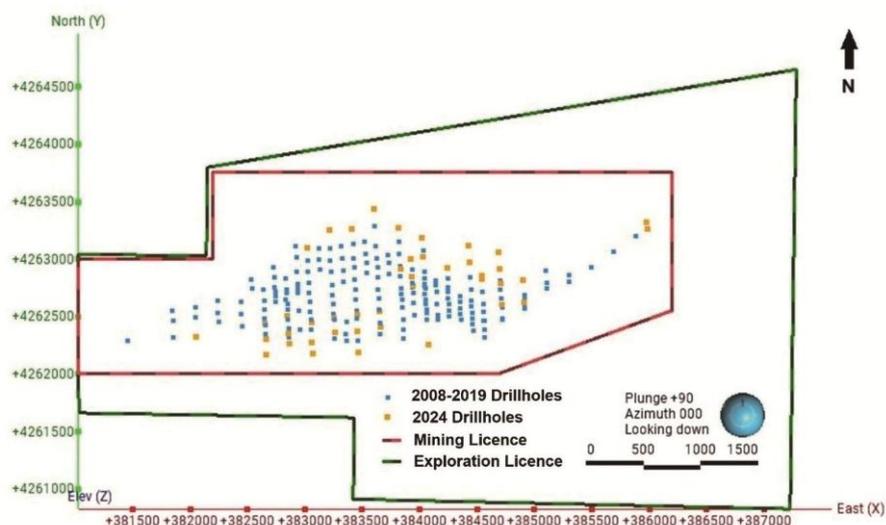
表5.1: 卡爾恰爾鑽孔及探槽數據庫

	鑽孔 (個)	總長 (米)	探槽 (條)	總量 (立方米)
2011	3	717.3	72	1,203.78
2016	1	452.02	2	10.56
2017	45	13,288.27	134	5,490.1
2018	79	23,593.46	57	961.61
2019	51	21,455.17	19	401.04
總計	179	59,506.22	284	8,067.09

來源： 第十一大隊

圖5.1的平面圖顯示了所有鑽孔的孔口，以及採礦權和探礦權的邊界。

圖5.1：2008年至2024年完成的鑽孔平面圖



來源： SRK

5.2.1 卡爾恰爾西勘探工作

除了在採礦許可證區域內進行的勘探活動外，還在卡爾恰爾西勘探許可證區域進行了初步勘探(圖3.2)。2008年至2019年間，挖掘了13條探槽，總體積為119.29立方米，並鑽探了一個深達390.4米的鑽孔。2024年，完成了三個鑽孔，總長度為770.40米(表5.2)。勘探結果顯示，勘探許可證區域的北部地區存在螢石礦化。但需要進一步的勘探工作來確定是否存在礦體。

表5.2：卡爾恰爾西鑽孔及探槽統計

	鑽孔 (個)	總長 (米)	探槽 (條)	總量 (立方米)
2008年至2019年	1	309.4	13	119.29
2024	3	770.4	0	0
總計	4	1079.4	13	119.29

來源： 華甌

6 採樣及測試

6.1 採樣

6.1.1 採樣方法

鑽孔岩芯的岩性、礦物、結構、構造和RQD都進行了編錄。使用岩芯鋸將岩心切成兩半。一半岩心用於化驗，另一半保存在岩芯箱中以備將來參考。探槽樣品通過在探槽底部用鑿子刻槽道採集，每個槽道樣品的尺寸為10厘米×3厘米。

樣品在不同年份被送往兩個實驗室：2009年送至河南省岩石礦物測試中心和2011年至2024年送至新疆有色地勘局測試中心。兩個實驗室均具有中國檢驗檢測機構認定(CMA)資質。

6.1.2 樣品製備

樣品被烘乾並破碎至0.85mm(20目)，混合均勻，縮分。取150g樣品並裝入瑪瑙罐中放入瑪瑙球，再使用行星磨機進行細磨。最終磨細粒度0.074mm(200目)。樣品經細磨後，在110°C下烘乾。樣品加工完成後，按樣品情況包裝、編號、稱重，並逐項檢查登記。

6.1.3 測試方法

螢石礦中每個樣品氟化鈣(CaF_2)均採用容量滴定法分析測試樣品。稱取0.3g試樣，置於燒杯中，加入稀釋後的乙酸(CH_3COOH)，在100°C沸水浴中加熱，以溶解碳酸鈣(CaCO_3)和硫酸鈣(CaSO_4)。過濾後取不溶物加入鹽酸(HCl)，再加入硼酸(BH_3O_3)。煮沸並在沸水浴中放置30min，以溶解氟化鈣。冷卻過濾後取溶液稀釋。加入蔗糖溶液、三乙醇胺($\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH})_3$)和氫氧化鉀(KOH)溶液，加入少許鈣黃綠素-酚酞配位劑混合指示劑，在黑色背景下，用EDTA標準溶液滴定至綠色螢光消失。

6.2 質量保證和質量控制

作為化驗過程的一部分，項目採用的質量保證和質量控制(QA/QC)流程包括插入實驗室粉末重複樣品和實驗室間重複檢查樣。項目的勘探隊伍並未插入認證標準物質(CRM)或空白樣品來評估實驗室污染。SRK收到了2011年至2019年的QA/QC結果，但並未收到最早的2009年的QA/QC數據。2024年的QA/QC結果尚待化驗完成。

6.2.1 重複樣

從6,782件基本分析樣中隨機選取528件重複樣（約佔7.8%），在原測試單位，即新疆有色地勘局測試中心進行內檢。從6,782件基本分析樣中隨機選取323件重複樣（約佔4.8%），作為外檢的質量控制樣品送往具有CMA資質的新疆地質礦產勘查開發局實驗測試中心進行檢測。SRK認為重複樣的比例是合理的。檢驗結果在表6.1中可見，表明重複性較好。

表6.1：實驗室內檢和外檢樣品結果統計表（2011–2019）

重複樣	原樣			重複樣			樣品數	相關系數
	平均值	標準偏差	中值	平均值	標準偏差	中值		
CaF ₂ 實驗室 內檢	33.95	11.91	34.11	33.77	12.08	34.06	528	0.967
CaF ₂ 實驗室 外檢	34.36	11.93	33.29	33.96	12.16	32.80	528	0.987

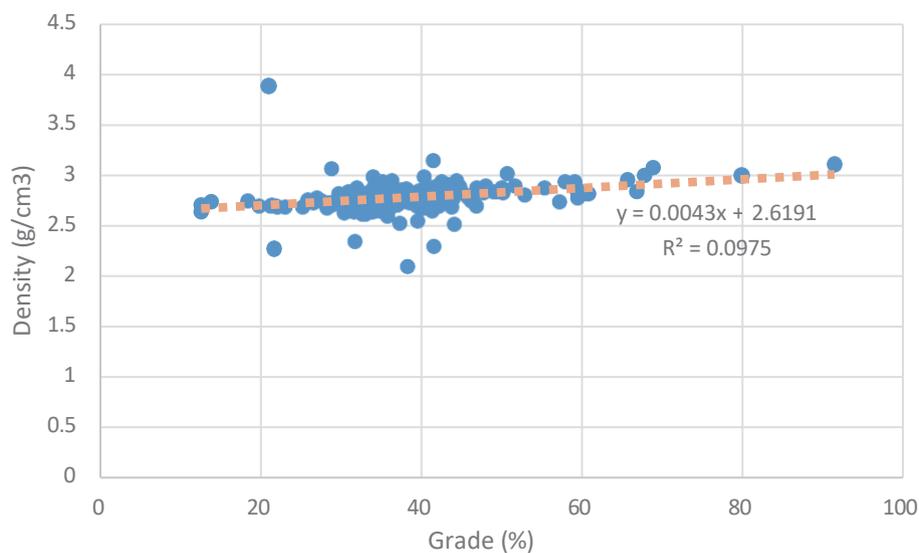
來源： 第十一大隊

6.2.2 體重

共計184件分佈於各個礦體中的樣品被用於小體重測試。小體重樣28件樣品取自探槽，156件樣品取自鑽孔。採集樣品的體積在60cm³以上。測試實驗室為新疆有色地勘局測試中心，採用臘封塊體密度法測定礦石體重，即樣品的重量除以樣品在中排開水的體積。

統計結果表明，礦石體重隨著螢石品位的變大略有上浮，但總體變化範圍很小且不太可能產生實質性影響(圖6.1)。因此在SRK資源量估算中僅按不同礦體，分別對體重進行了測算。測算的結果顯示礦體的密度為：礦體V1: 2.78t/ m³；礦體V2: 2.74t/m³；礦體V3: 2.67t/m³；礦體V4: 2.78 t/m³；礦體V5: 2.81 t/ m³；礦體V6: 2.79t/m³；礦體V7: 2.77t/m³；礦體V8: 2.73t/m³。

圖6.1：密度和CaF₂品位相關性對比圖



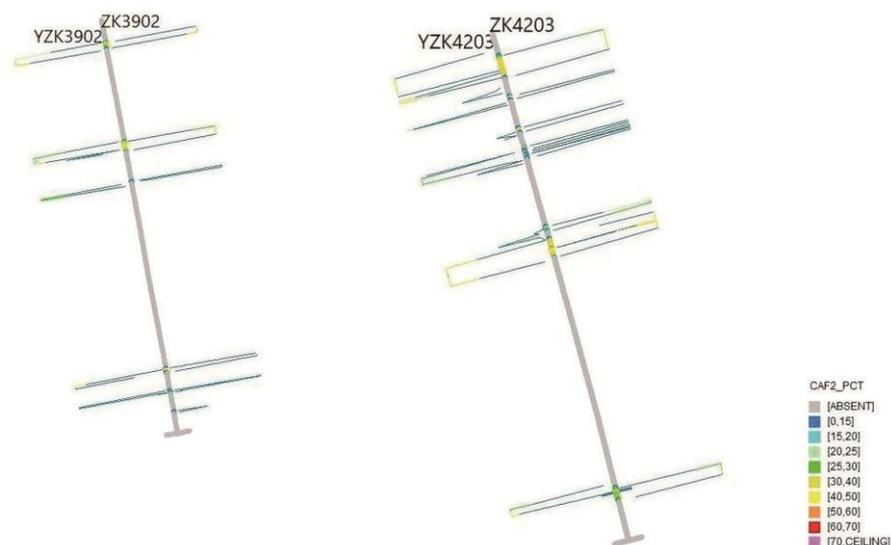
來源： SRK分析，2025

6.2.3 往期驗證工作

2021年，新疆有色集團公司進行了驗證計劃，以審查2008年至2019年完成的勘探工作。作為該計劃的一部分，鑽探了8個驗證孔，並對35條歷史探槽進行了重新記錄和重新取樣，以評估先前的鑽探和探槽結果。359個探槽樣品和199個鑽孔樣品，共計558個樣品被送往新疆有色地質勘查局檢測中心進行測試，其中三個重複樣品也被送往SGS天津以進行額外驗證。

對2008–2019年期間的鑽探和探槽化驗結果與2021年的驗證結果進行了比較。結果表明，原始和驗證鑽探計劃中截獲的礦化區間相似。例如，圖6.2展示了鑽孔化驗的剖面視圖，將鑽探孔YZK3902和YZK4203與2008–2019年計劃中的鑽孔ZK3902和ZK4203進行了比較。驗證孔基本核實了已圈定的礦化層幾何形狀和品位分佈。

圖6.2：驗證鑽和原有鑽孔對比示例圖



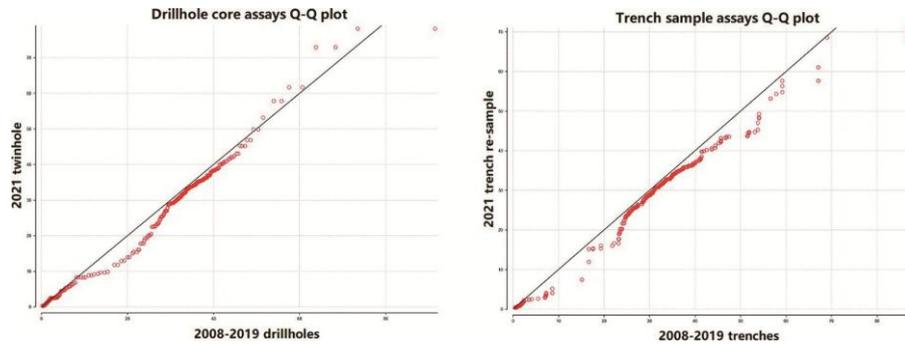
來源： SRK分析，2025

6.3 SRK驗證工作

作為獨立審查的一部分，SRK評估了由新疆有色集團進行的2008–2019年鑽探／槽探活動數據庫和2021年驗證計劃的結果。另外，SRK於2023年4月21日訪問了新疆有色地質調查局測試中心。

除了視圖比對之外，使用Q-Q plot分析圖（即兩個分佈的分位數對比圖）來反應鑽孔和探槽樣品品位分佈比較(圖6.3)。結果表明，在5%至25%之間，2021年的鑽孔樣品品位更低，尤其是在15%的邊界品位附近。此偏差產生的原因尚不明確（需要後續調查），可能與對於礦化段頭尾兩端的樣品選取有關。SRK審查了2008–2019年鑽探工作的數據庫以及2021年新疆有色地質調查局701大隊的驗證報告，該報告遵循中國的行業標準。SRK於2023年4月21日參觀了新疆有色地質調查局的檢測中心。

圖6.3：2008–2019年和2021年鑽探計劃的Q-Q圖



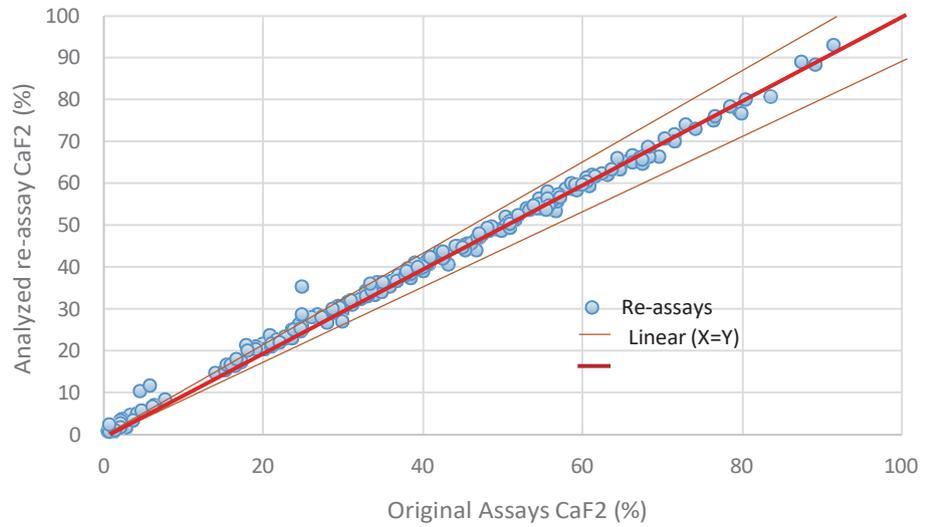
來源： SRK分析，2025

此外，SRK針對本項目進行了核查和驗證，包括鑽孔孔口坐標、抽查岩心以及審查樣品的取樣、製備和分析過程。作為驗證工作的一部分，隨機選取了在新疆有色地質調查局檢測中心保存的221個樣品送往廣州ALS實驗室進行重新分析，送樣數量佔全部6,782個分析樣品的3.3%。

SRK認為重複樣的比例是合理的。

圖6.4顯示的檢測結果，表明選取的樣品具有良好的一致性。

圖6.4：原樣和SRK外檢重複樣的CaF₂對比圖（2008–2019）

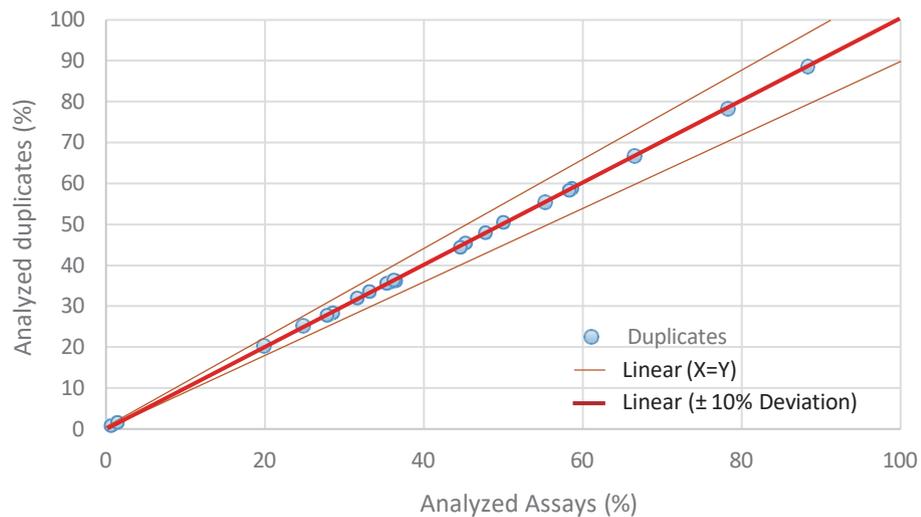


來源： SRK，基於新疆有色地質勘查局檢測中心的樣品數據，2025

6.3.1 實驗室內部重複樣

在SRK樣品驗證的過程中，ALS實驗室在每10個樣品中插入一個重複樣。重複樣的偏差均在10%以內，表明並無顯著偏差(圖6.5)。

圖6.5：實驗室測試和內檢重複樣的CaF₂對比圖 (2008–2019)

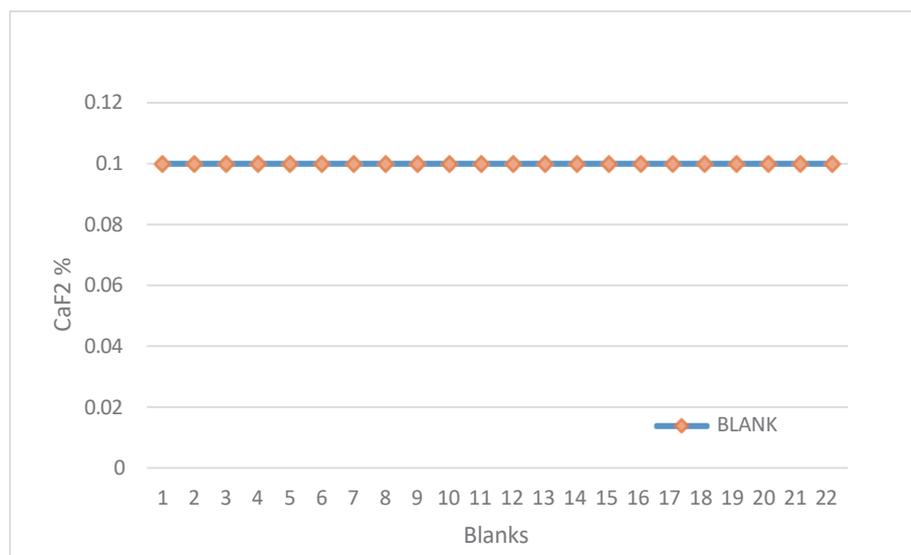


來源： SRK，基於ALS廣州實驗室的樣品數據，2025

6.3.2 空白樣

本次測試中總共插入22純石英個空白樣，頻率為每10個樣品插入一個。空白樣檢測結果均為檢測限值，即0.1% CaF₂(圖6.6)。

圖6.6: SRK驗證樣品實驗中的空白樣結果



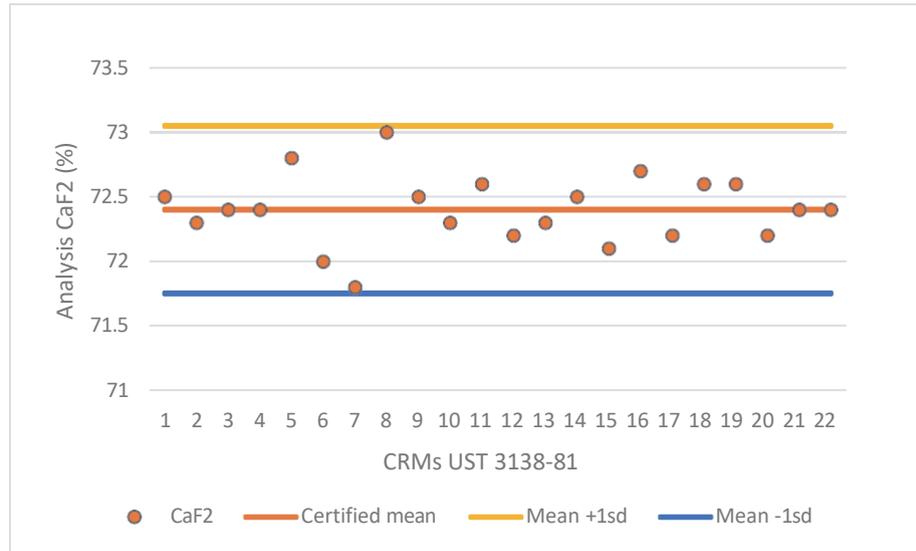
來源: SRK, 基於ALS廣州實驗室的樣品數據, 2025

6.3.3 標準樣

此次驗證過程中也插入了標準樣（認證參考材料CRM），名稱為UST 3138-81 Fluorspar ‘HJ’。標準樣是取自蒙古國Har-Airag的螢石礦樣品，標準值是72.6%，標準偏差0.65%。

總共插入了22個標準樣，頻率為每10個樣品1個。標準樣的預期平均值及其可接受的上下限如圖6.7所示。測試結果均在1個標準差範圍之內，表明並無顯著偏差。

圖6.7: SRK驗證樣品實驗中的標準樣結果



來源: SRK, 基於ALS廣州實驗室的樣品數據, 2025

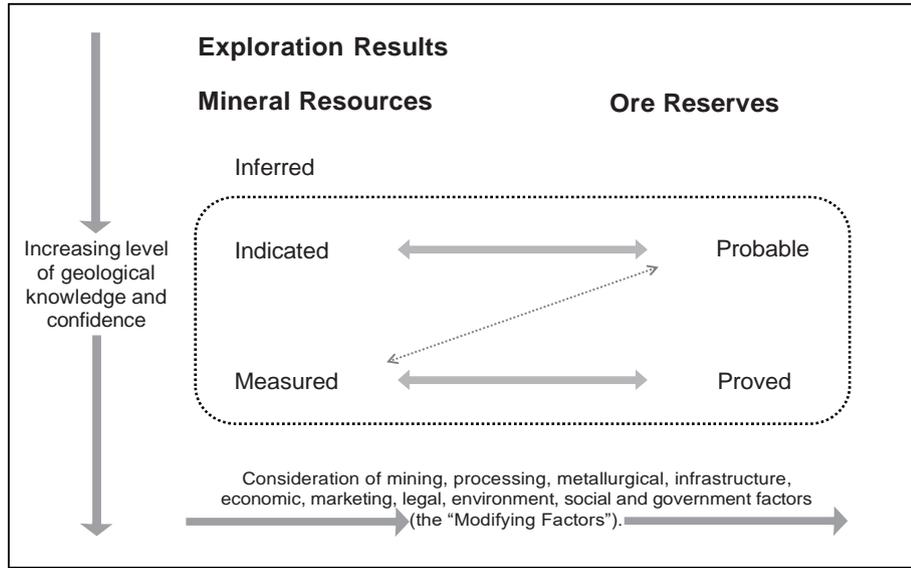
7 資源估算

7.1 概況

通過已有的鑽探數據（包括SRK的驗證）和地質統計分析，SRK認為浙江省第十一地質大隊於2008–2019年勘探工作中匯總形成的鑽孔數據庫是合理的。所有勘探數據的準確度和精度都符合JORC規範（2012年）要求，可用於礦產資源估算(圖7.1)。

JORC規範(2012)指出，「礦產資源是指地殼內或地殼表層具有經濟利益的固體物質的富集或出露，其形式、品位（或質量）和數量使其具有合理的最終經濟開採前景」。本項目礦產資源根據地質置信度分為推斷礦產資源量和控制礦產資源量。

圖7.1：資源量和儲量之間的簡要關係圖



來源： JORC規範(2012)

7.2 資源估算步驟

資源評估包括以下步驟：

- 數據庫彙編與驗證。
- 螢石礦化邊界線框模型的搭建。
- 資源域的定義。
- 用於地質統計分析和變異函數的數據調整（樣品組合和特高品位處理）。
- 塊體建模和品位插值估算。
- 礦產資源量分類與驗證。
- 評估「合理的經濟開採前景」並選擇適當的邊界品位。
- 礦產資源量報表的編製。

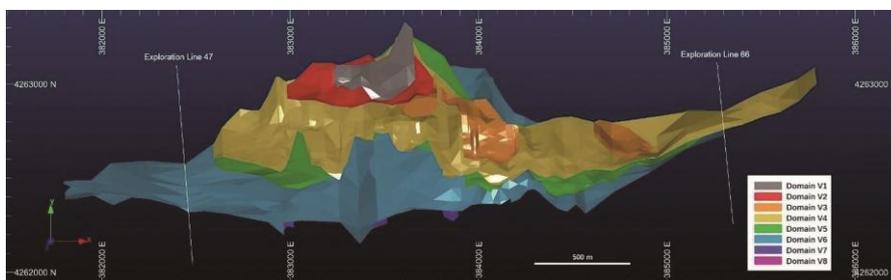
7.3 數據庫彙編及驗證

2008–2019年勘查鑽孔工程的孔口坐標、樣品品位、測斜數據以及岩心編錄資料被匯總導入Microsoft Excel表格，並利用Datamine Studio和Leapfrog Edge軟件進行了審核，以篩查數據中的問題，比如缺項、樣長重疊、樣品重複等。

7.4 地質模型

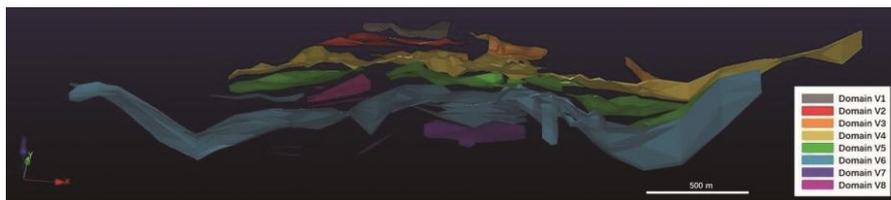
該項目的礦體線框模型是利用Datamine Studio RM軟件，以鑽孔和探槽樣品品位為依據所圈定的。螢石礦化範圍的邊界品位為15% CaF₂。此邊界品位圈定標準在應用中較為明確，不過也有少數例外，例如1) 礦化體內長度 <2m且低於邊界品位樣品被圈入礦體，2) 與其他樣品毫無關聯的孤立樣品則被排除在礦化體之外。長度超過2m的低品位夾層，也被作為廢石層圈出，不併入礦體中。因此，基於岩性編錄資料和15% CaF₂的邊界品位，共計圈定8個螢石礦體（V1到V8），並進行了礦體建模。其中四條相互平行且延伸較小（小於300米）的薄層礦脈，由於地質特徵及岩性特徵較為相似，被歸為8號礦體。這些礦體如圖7.2，圖7.3，圖7.4和圖7.5所示。

圖7.2：礦體解譯平面圖



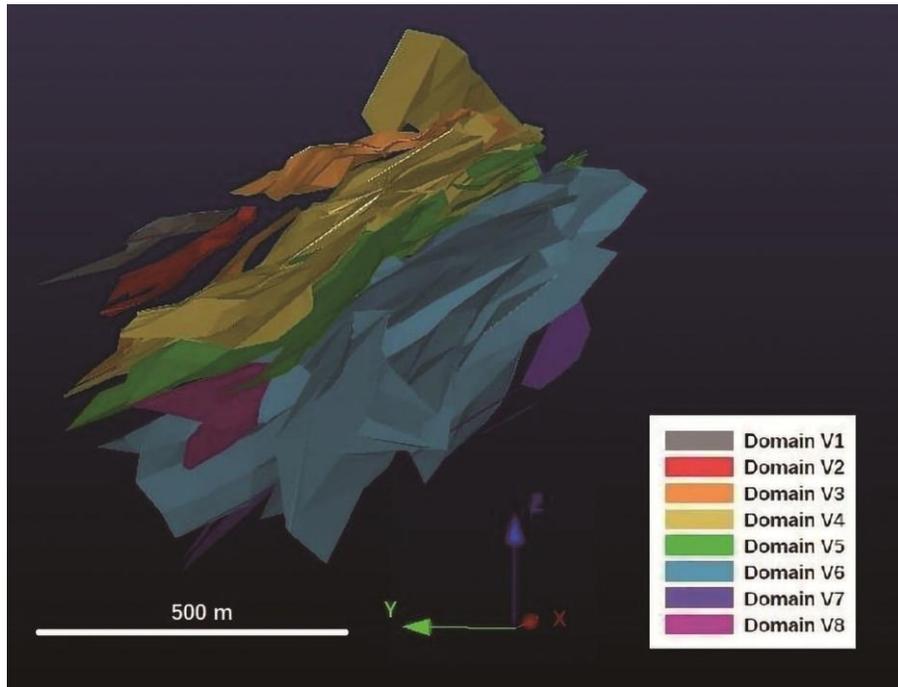
來源： SRK, 2025

圖7.3：礦體東西向剖面圖，向北傾斜，傾角35°



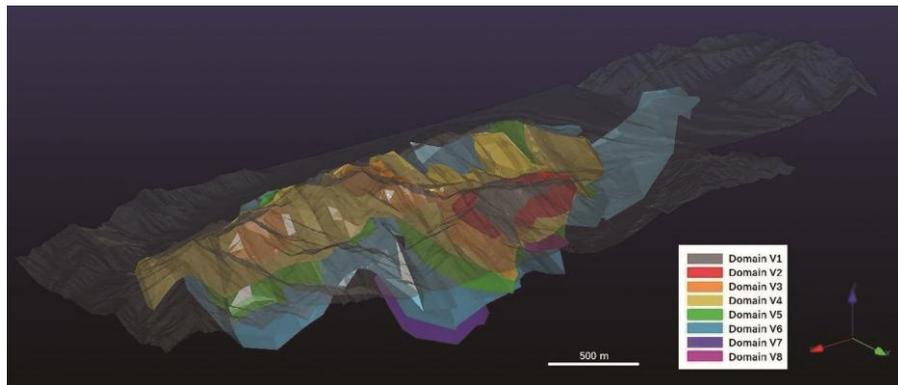
來源： SRK, 2025

圖7.4： N-S礦體南北向剖面圖



來源： SRK, 2025

圖7.5： 礦體和地形總體三維鳥瞰圖



來源： SRK, 2025

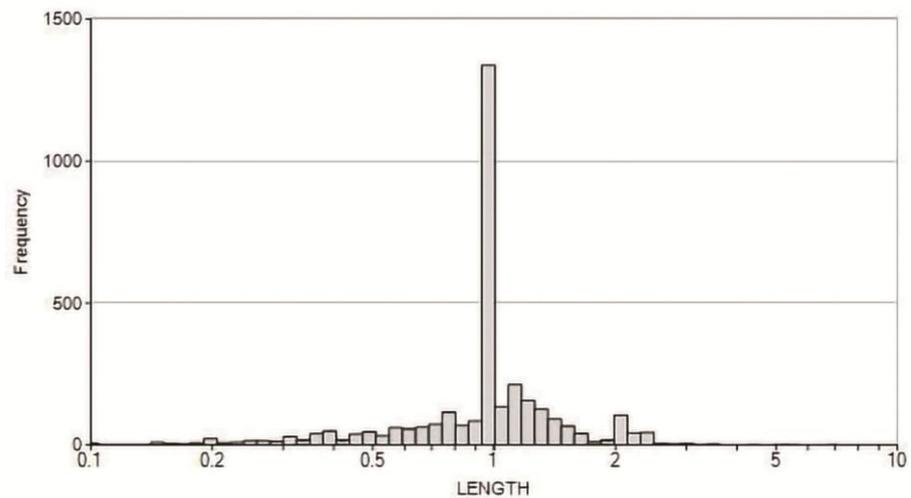
7.5 勘探數據分析

所有鑽孔和探槽樣品都以礦體模型為框架進行了劃分和標記，並在勘探剖面上進行查驗，以確保所有品位 $> 15\% \text{ CaF}_2$ 的樣品都已進行解譯並屬於對應的礦體。

7.5.1 樣品組合

將圈定的鑽孔樣品和探槽樣品按其長度投圖（見圖7.6），用來分析選擇合適的樣品組合長度。同時，塊體模型單元的尺寸和後期可能的採礦方式也是需要考慮的因素。從圖表上看，大部分標記樣品的長度為1.0m。這與塊體模型和採礦方式較為符合，因此所有樣品數據均採用1.0m的組合長度。在組合過程中，尾部多餘的樣長被保留，並平均分配至同礦化段內的其他樣品。組合後樣品的數量和品位均與原始數據相近，表明組合樣長是合理的(表7.1)。

圖7.6: 已圈定的礦化鑽孔樣品樣長分佈直方圖



來源： SRK, 2025

表7.1：原始樣與組合樣對比列表

礦體編號	樣品數量		平均品位		%差異	標準偏差		變異系數	
	原始	組合樣品	原始	組合樣品		原始	組合樣品	原始	組合樣品
V1	52	59	33.81	33.34	-1%	16.48	14.90	0.49	0.45
V2	128	110	34.73	35.35	2%	12.29	10.92	0.35	0.31
V3	238	256	32.87	33.83	3%	11.97	8.96	0.36	0.26
V4	1,062	1,232	32.42	32.20	-1%	12.30	10.97	0.38	0.34
V5	571	523	33.32	33.60	1%	10.99	8.50	0.33	0.25
V6	1,272	1,149	33.30	33.19	0%	11.39	10.10	0.34	0.30
V7	96	83	30.63	30.06	-2%	10.91	8.43	0.36	0.28
V8	69	66	31.58	31.96	1%	8.38	6.55	0.27	0.20

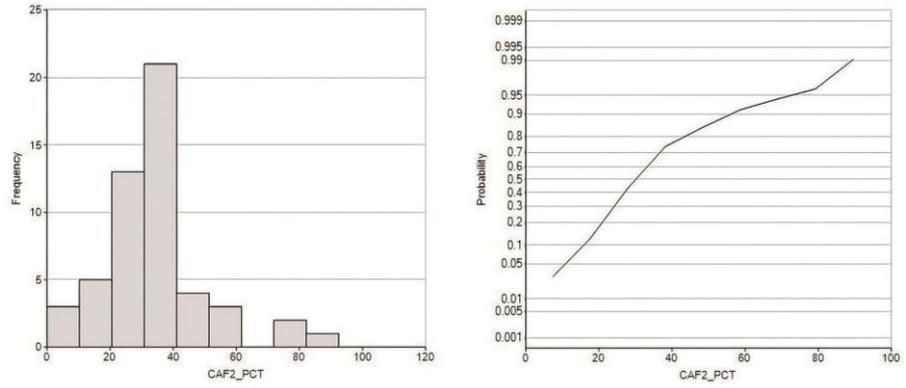
來源： SRK, 2025

7.5.2 特高品位截切

組合後數據中的特高品位都由品位直方圖和累積概率分佈圖進行檢驗，針對各礦化體的影響進行逐個分析。同時，對於選定的特高品位處理，還進了三維視覺驗證，以評估較高品位的三維分佈情況。礦體V1至礦體V8分別應用了從44%至74%不等的多個替代品位（截切法）。特高品位處理後樣品的變異系數有所下降(表7.2)。

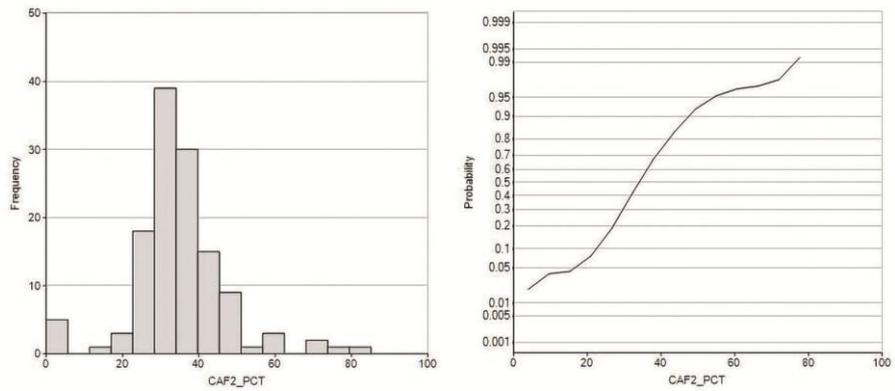
如圖7.7至圖7.14所示，左側為樣品品位分佈直方圖，當其不符合正態分佈並在高品位區間出現長尾現象時，說明樣品數據需要進行截切。右側為樣品品位的概率分佈圖，當其在高品位區間出現較大的轉折角時，說明樣品數據需要進行截切。

圖7.7: 1號礦體品位分佈直方圖和概率分佈圖, 截切品位74%



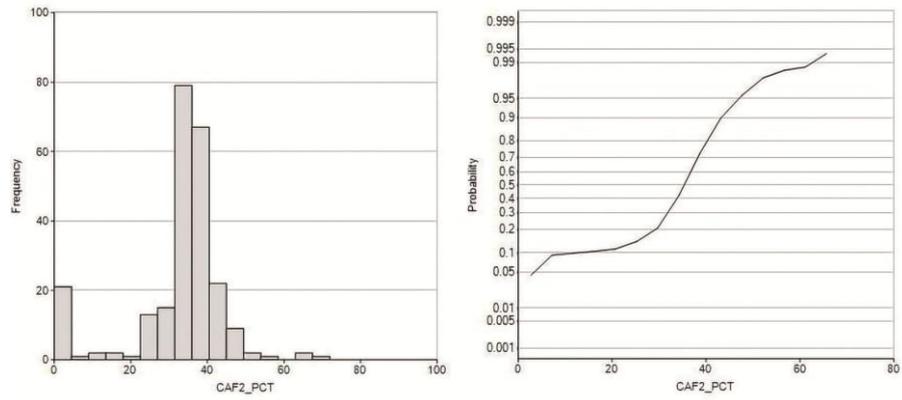
來源: SRK, 2025

圖7.8: 2號礦體品位分佈直方圖和概率分佈圖, 截切品位58%



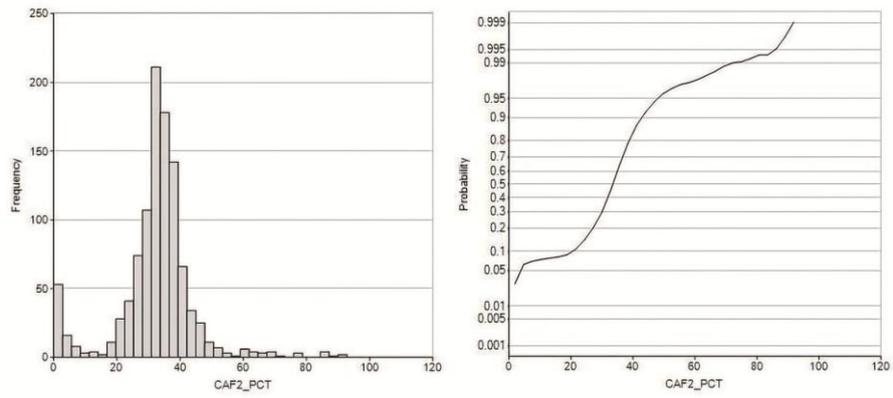
來源: SRK, 2025

圖7.9：3號礦體品位分佈直方圖和概率分佈圖，截切品位50%



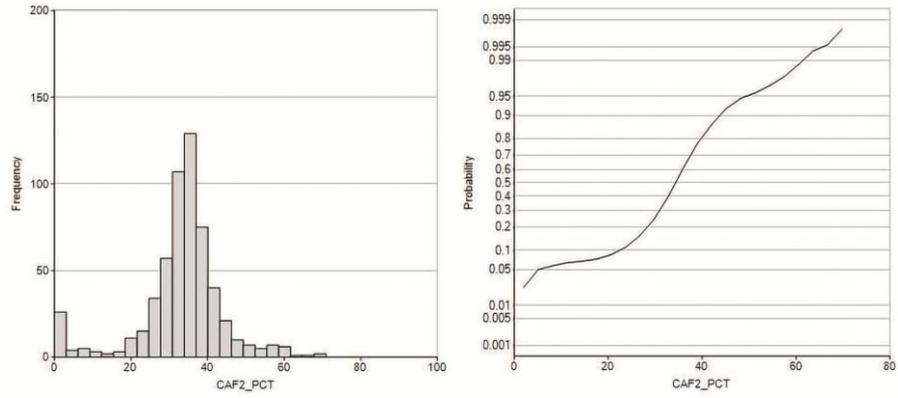
來源： SRK, 2025

圖7.10：4號礦體品位分佈直方圖和概率分佈圖，截切品位57%



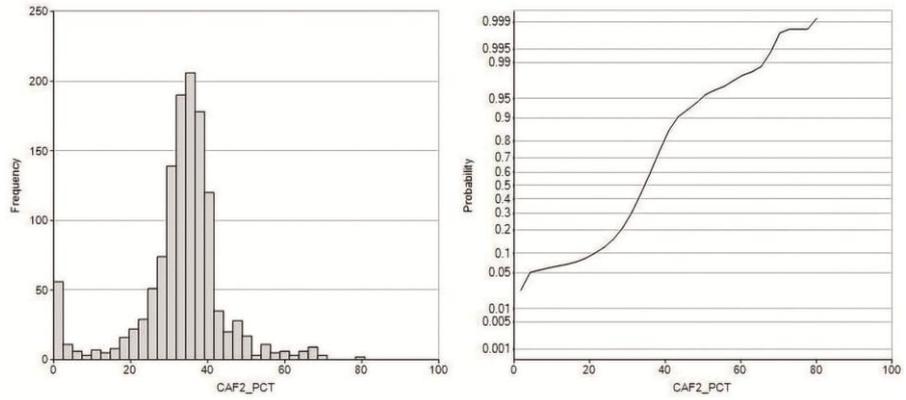
來源： SRK, 2025

圖7.11: 5號礦體品位分佈直方圖和概率分佈圖, 無截切



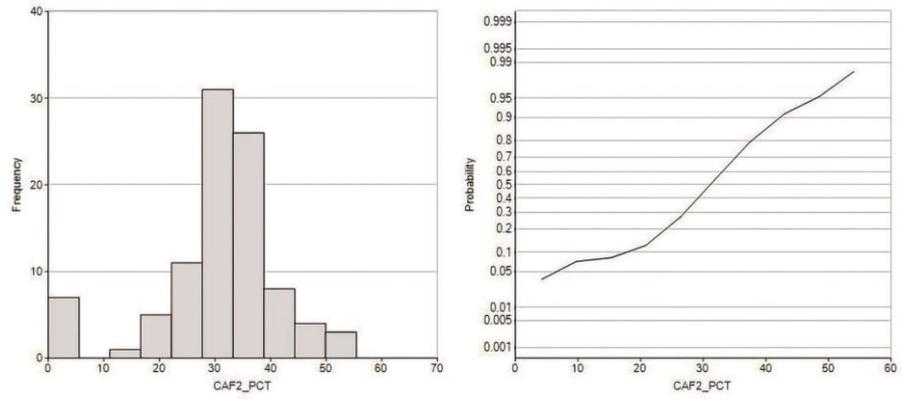
來源: SRK, 2025

圖7.12: 6號礦體品位分佈直方圖和概率分佈圖, 截切品位64%



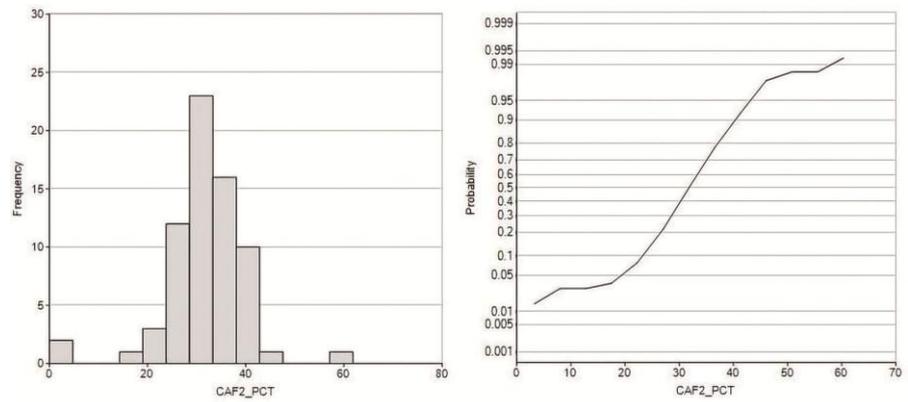
來源: SRK, 2025

圖7.13: 7號礦體品位分佈直方圖和概率分佈圖, 無截切



來源: SRK, 2025

圖7.14: 8號礦體品位分佈直方圖和概率分佈圖, 截切品位44%



來源: SRK, 2025

表7.2：組合樣與截切處理樣品對比統計表

礦體 編號	樣品數量		平均品位		差異	截切 品位值	標準偏差		變異系數	
	未截切	截切	未截切	截切			未截切	截切	未截切	截切
V1	59	59	33.34	33.15	-1%	74	14.90	14.35	0.45	0.43
V2	110	110	35.35	34.97	-1%	58	10.92	9.82	0.31	0.28
V3	256	256	33.83	33.67	0%	50	8.96	8.55	0.26	0.25
V4	1,232	1,232	32.20	31.95	-1%	57	10.97	10.14	0.34	0.32
V5	523	523	33.60	33.60	0%	-	8.50	8.50	0.25	0.25
V6	1,149	1,149	33.19	33.15	0%	64	10.10	9.97	0.30	0.30
V7	83	83	30.06	30.06	0%	-	8.43	8.43	0.28	0.28
V8	66	66	31.96	31.70	-1%	44	6.55	5.68	0.20	0.18

來源： SRK, 2025

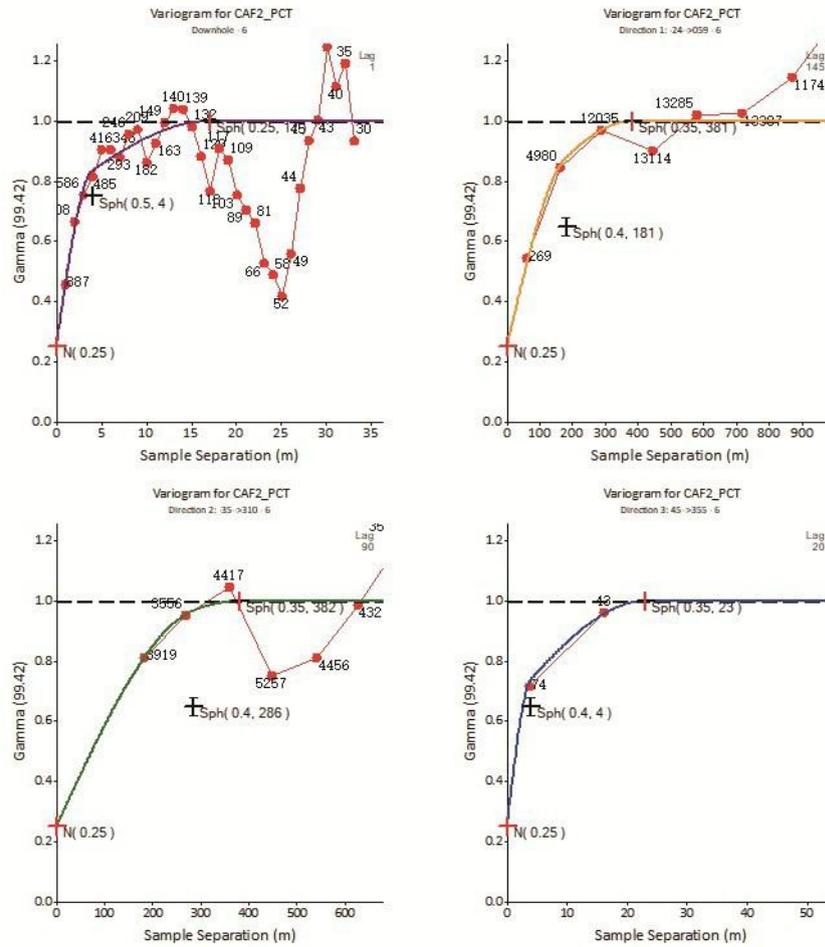
7.5.3 變異函數

對所有礦體的變異函數建模均使用Snowden Supervisor。變異函數擬合通過以下步驟完成：

- 塊金常數由沿鑽孔方向的變異函數確定。
- 根據數據的散佈特徵，設置變異函數各向異性橢球體。
- 將樣品平面內最大連續性的方向作為變異函數橢球體的長軸，將其垂直方向（同一平面內）作為變異函數橢球體的半長軸。
- 垂直於平面方向作為變異函數橢球體的短軸。
- 變異函數模型的設置擬合了三個主軸方向，在其他的方向上也做了查驗。

圖7.15為礦體V6所擬合的變異函數模型。

圖7.15： 6號礦體變異函數擬合曲線圖



來源： SRK, 2025

圖中曲線上的數字表示變異函數測算所用的樣品對的數量。

變異函數的橢球參數，包括軸角、塊金值、基台值和三軸的變程，都由模型擬合產生。

其中1號、7號和8號礦體的樣品數較少，空間分部不足以擬合出可用的變異函數模型，因此利用地質特徵和產狀類似的相鄰礦體的結果進行估算。此處1號礦體採用2號礦體的變異函數，7號和8號礦體則採用6號礦體的變異函數。

所有礦體的變異函數參數均列在表7.3。

表7.3：用於普通克裡金估算的變差函數參數

礦體 編號	旋轉軸旋轉角度			塊金 常數	基台值	組構1			基台值	組構2			基台值	組構3		
	旋轉 軸X	旋轉 軸Z	旋轉 軸X			長軸	中軸	短軸		長軸	中軸	短軸		長軸	中軸	短軸
V1	-5	30	-5	0.12	0.63	172	94	2	1	186	177	5	-	-	-	
V2	-5	30	-5	0.12	0.63	172	94	2	1	186	177	5	-	-	-	
V3	20	25	15	0.16	0.72	115	60	3	1	162	130	5	-	-	-	
V4	-5	35	5	0.12	0.32	33	22	2	0.8	202	31	11	1	250	86	18
V5	5	35	5	0.36	0.5	100	125	5	1	240	214	12	-	-	-	
V6	-5	45	-35	0.25	0.65	181	286	4	1	381	382	23	-	-	-	
V7	-5	45	-35	0.25	0.65	181	286	4	1	381	382	23	-	-	-	
V8	-5	45	-35	0.25	0.65	181	286	4	1	381	382	23	-	-	-	

來源： SRK, 2025

7.6 品位和礦石量估算

7.6.1 塊體模型和品位估算

此次估算使用三維塊體建模來測算礦石噸位和品位。塊體模型的坐標和尺寸如表7.4所示。母塊體尺寸根據勘探工程佈置密度200–100×100–50m的1/4至1/3，選取40×40m，垂向尺寸根據礦體的厚度及變化情況，選取5m。針對礦體邊界變化較複雜，子塊體選取2×2m，垂向尺寸考慮到礦體最薄開採厚度，取1m(表7.4)。此塊體模型未進行任何偏轉。

表7.4：塊體模型參數

方向	起始點坐標	偏轉	母塊體尺寸 (m)	子塊體尺寸 (m)
朝東	380850	N/A	40	2
朝北	4261700	N/A	40	2
垂向	2200	N/A	5	1

來源： SRK, 2025

礦體V1-V8上的每個塊體均使用普通克裡金法(OK)對CaF₂品位進行插值估算，並使用反比距離加權(IDW)方法進行驗證。搜索橢圓的長軸100m和中軸50m都是根據勘探工作採樣密度200-100×100-50m而選定的。在默認搜索橢圓參數的基礎上，每個塊體還根據其礦脈的走向和傾角對搜索橢圓方向進行了調整，以更好地覆蓋窄脈礦體。此調整是通過動態各向異性建模方法，利用半徑50m球體內的礦脈傾角來估計搜索橢圓的方向參數。表7.5匯總了用於此次品位估計的參數。

表7.5：品位估算和搜索橢圓參數表

搜索橢球體	長軸	中軸	短軸	最少 樣品數	最大 樣品數	來自 同一個 鑽孔樣品 數不超過
第一輪	100	50	10	4	10	2
第二輪	200	100	20	3	10	2
第三輪	300	150	30	2	10	2

來源： SRK, 2025

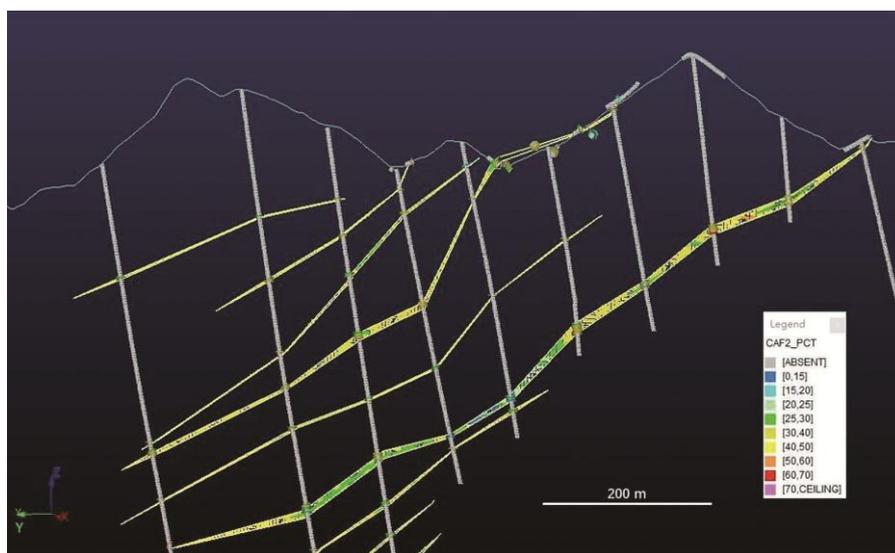
7.6.2 模型核驗

SRK進行了塊體模型驗證，以確保估算參數和估算結果的合理性。SRK採用以下方法進行驗證：

- 目視對比鑽孔品位和塊體品位進行驗證
- 組合樣品品位與塊體平均品位的統計對比
- 品位趨勢分析。

SRK對鑽孔和探槽品位以及塊體模型品位的橫截面圖進行了視驗證(圖7.16)，表明局部塊體估算品位與附近樣品品位之間具有良好的相關性，而塊體模型的品位也沒有過於平滑。

圖7.16: 橫截剖面的目視驗證 (向東)



來源： SRK, 2025

組合樣品和塊體模型品位的算術平均值也進了對比，其偏差在可接受的水平之內(表7.6)。

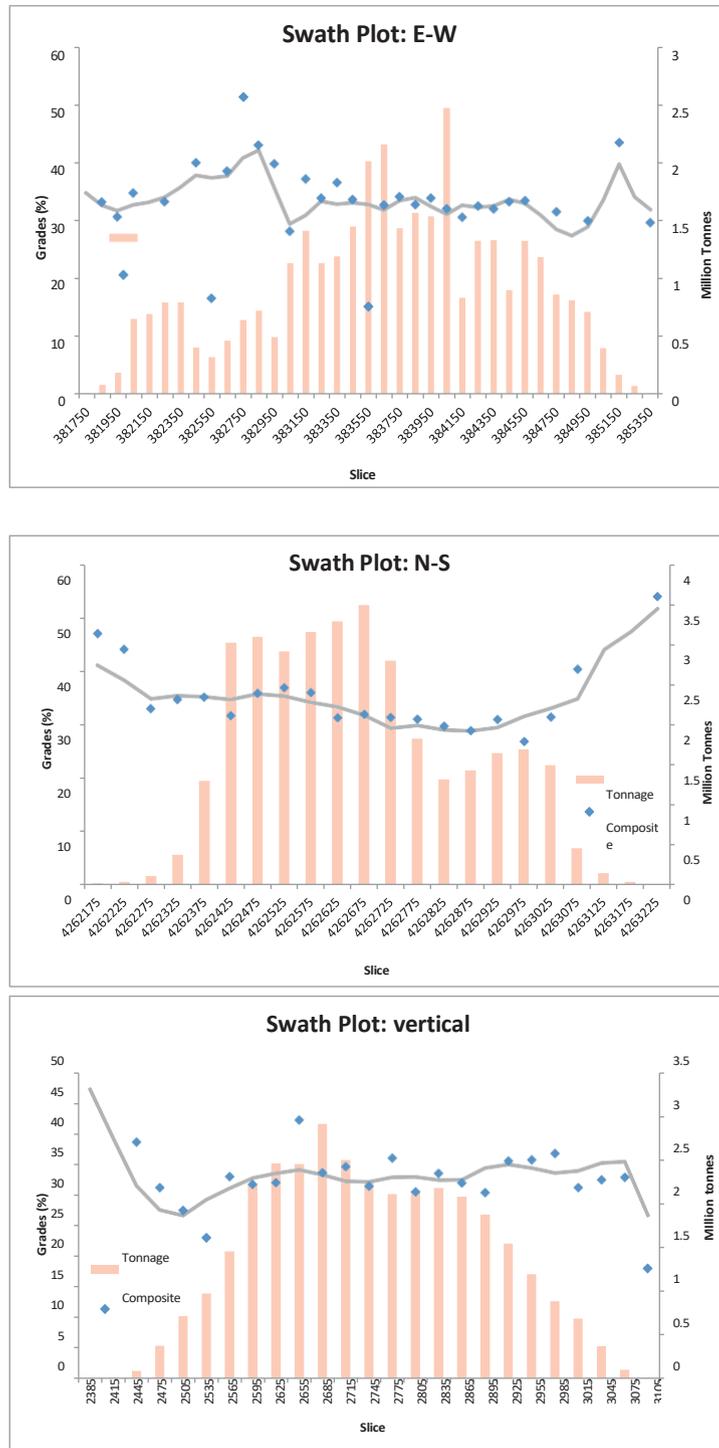
表7.6： 組合樣與塊體品位對比表

礦體編號	組合樣品 平均值 (%)	塊體模型 平均值 (%)	絕對偏差	相對偏差 (%)
V1	33.15	35.93	2.78	8%
V2	34.97	33.44	1.53	-4%
V3	33.67	32.93	0.74	-2%
V4	31.95	33.22	1.27	4%
V5	33.47	33.45	0.02	0%
V6	33.15	32.88	0.27	-1%
V7	30.06	30.17	0.11	0%
V8	31.70	30.58	1.12	-4%

來源： SRK, 2025

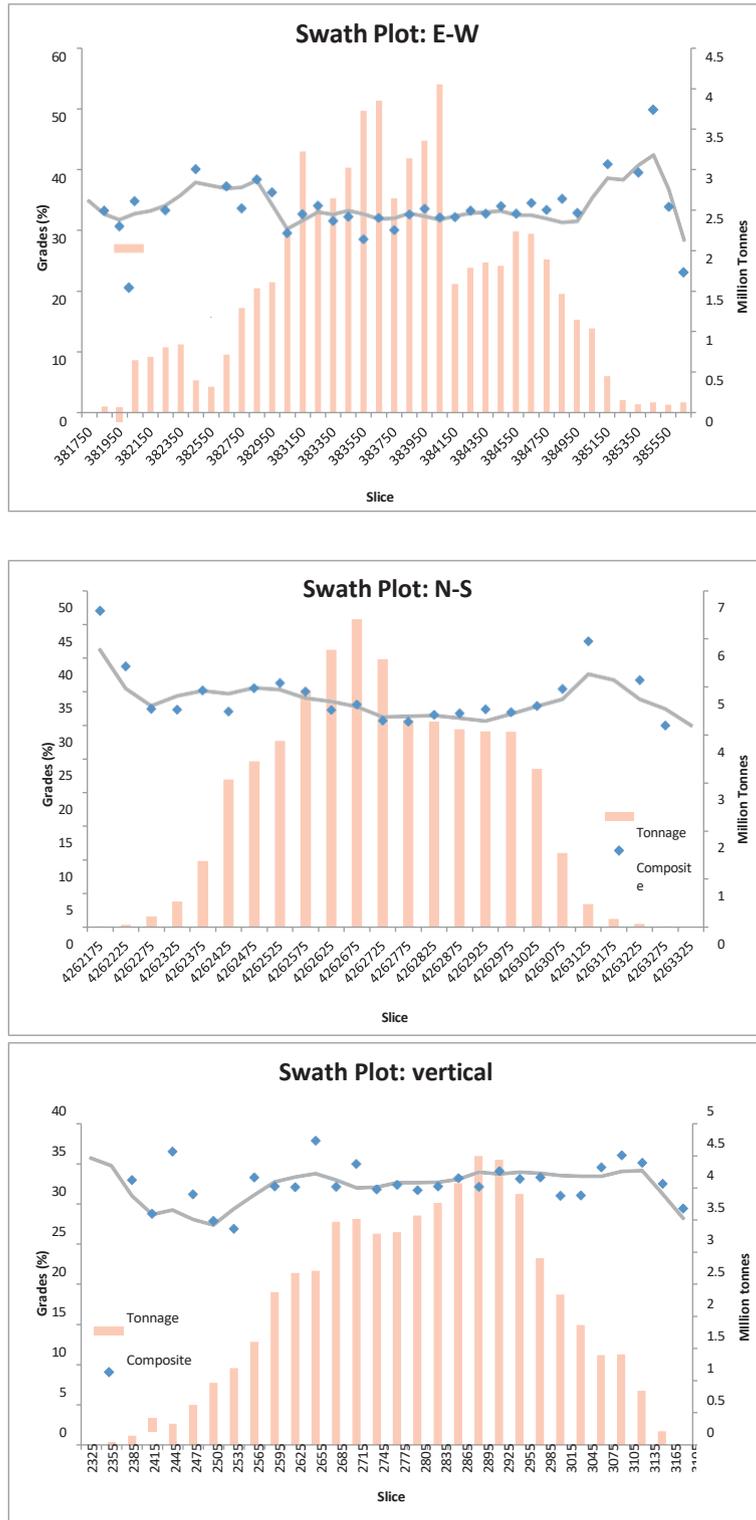
圖7.17，顯示了6號礦體東西方向、南北方向和垂直方向的品位條帶圖。圖7.18則顯示了所有礦體的品位條帶圖。條帶圖顯示，組合品位、塊體品位和礦石噸位的相關性基本在可接受的水平。

圖7.17：6號礦體東西向，南北向，垂向的條帶圖



來源： SRK, 2025

圖7.18: 所有礦體匯總的東西向, 南北向, 垂向的條帶圖



來源: SRK, 2025

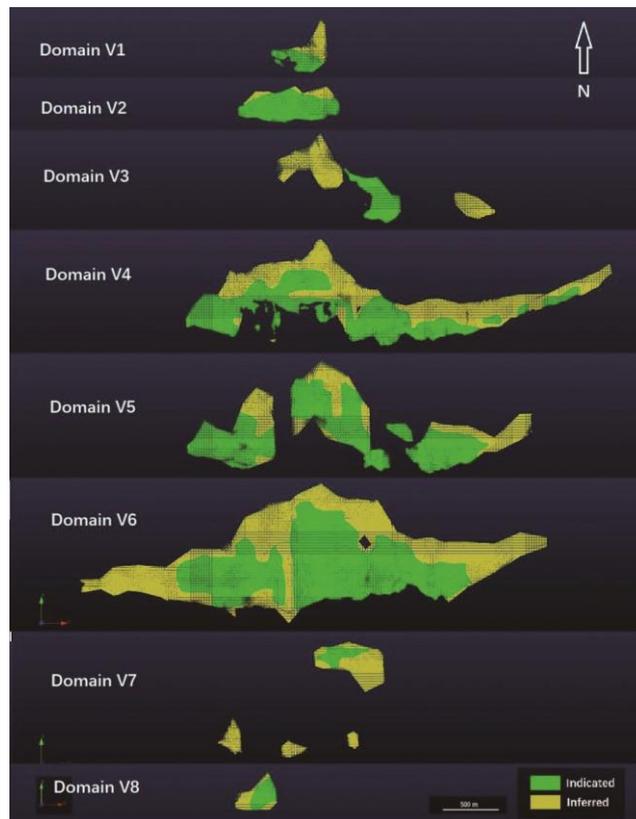
7.7 資源等級劃分

礦產資源等級劃分應考慮礦化體地質構造連續性的置信度、用於估算的勘探數據的質量和數量，以及噸位和品位估算的地質統計數據置信度。

合適的劃分標準應整體涵蓋所有這些因素，以同類型資源劃分到同一個等級內。以下準則適用於礦產資源等級劃分：

- 在品位估算中搜索橢圓第一及第二輪所估算的塊體，且滿足回歸斜率大於0.3的，總體上被劃分為控制級別；
- 搜索橢圓第三輪估算的塊體則被劃分為推斷級別。

圖7.19：各礦體資源等級劃分平面圖



來源： SRK, 2025

7.8 資源量估算

7.8.1 最終經濟開採的合理前景

根據JORC規範(2012)第20條的規定，所有關於礦產資源估算的報告必須展示出最終經濟開採的合理前景。

在這個螢石項目中，項目的合格人士認為以下屬性為項目能夠滿足此標準提供了基礎

- 加工測試已經成功表明可以生產出含97% CaF_2 的可銷售螢石精礦。
- 所提議的採礦方法被認為適合於開採這種脈狀螢石礦床。
- 獨立的市場研究支持所提議的銷售策略。

基於這些因素，合資格人士得出結論，所申報的礦產資源具有最終經濟開採的合理前景。

7.8.2 資源量估算

截至2024年10月31日SRK關於項目的礦產資源量估算情況列於表7.7。礦產資源已基於本報告中概述的分析和假設，同時根據JORC規範（2012年），分為控制資源量和推斷資源量。

表7.7：資源量估算結果2024年10月31日

礦體編號	資源等級	礦石量 (千噸)	品位 (%)	CaF ₂ (千噸)
1號礦體	控制	167	35.99	60
	推斷	102	36.97	38
2號礦體	控制	1,694	33.48	567
	推斷	178	33.81	60
3號礦體	控制	1,420	33.27	472
	推斷	750	32.99	247
4號礦體	控制	6,825	32.56	2,222
	推斷	4,576	34.32	1,570
5號礦體	控制	6,493	33.44	2,171
	推斷	2,421	33.48	811
6號礦體	控制	17,459	33.66	5,876
	推斷	16,368	32.13	5,260
7號礦體	控制	536	29.15	156
	推斷	1,646	30.42	501
8號礦體	控制	887	30.40	270
	推斷	414	30.81	127
小計	控制	35,480	33.24	11,795
	推斷	26,455	32.56	8,614
總計		61,936	32.95	20,409

來源： SRK

注意：

- 總計數字可能因四捨五入而有所出入
- 礦產資源按原地賦存情況報告，CaF₂邊界品位為15%。
- 小體重：礦體V1：2.78t/m³；礦體V2：2.74t/m³；礦體V3：2.67t/m³；礦體V4：2.78t/m³；礦體V5：2.81t/m³；礦體V6：2.79t/m³；礦體V7：2.77t/m³；礦體V8：2.73t/m³。
- 礦石量以公制噸為單位，品位以CaF₂的百分數為單位。噸位和品位四捨五入。根據報告規範的要求，四捨五入可能會導致噸數、品位和所含礦物含量之間出現表面上的加總差異。如出現此類差異，對報告結果並無實質影響。

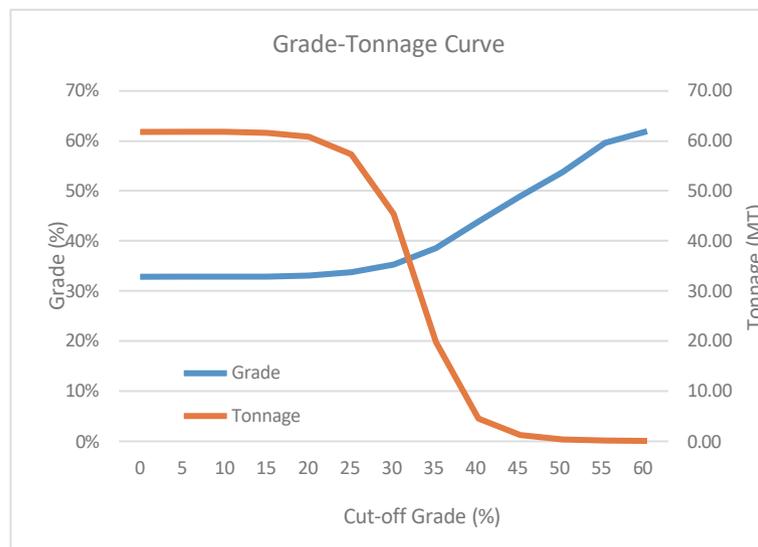
合資格人士聲明

合資格人士聲明：本報告中有關礦產資源的資料是基於澳大利亞地質學家協會(AIG)和澳大拉西亞礦業與冶金學會(AusIMM)會員湯雙立博士(Tony)編寫的資料。湯博士是斯羅柯礦業諮詢(香港)有限公司的全職員工，並擁有與所研究的礦化類型和礦床類別相關的工作經驗，以及根據澳大拉西亞勘查結果、礦產資源量與礦石儲量報告規範(2012版)(JORC準則)定義的合資格人士資格。

7.8.3 邊界品位和礦石量的關聯性

所報告的礦產資源量對於較低的邊界品位的選取並不特別敏感。在5%-25%之間時，資源量幾乎沒有變化。但在25%-40%之間時，資源量對於邊界品位的變化非常敏感。為了說明這一特徵，圖7.20給出了不同邊界品位下的礦產資源噸位和品位的估算值。

圖7.20：品位與礦石量相關曲線圖



來源：SRK, 2025

8 採礦

8.1 簡介

卡爾恰爾螢石礦山（以下簡稱「**礦山**」）尚未開始運營。本節對礦山擬議的採礦系統進行評估，涵蓋採礦條件、開拓系統和礦山服務系統。同時還評估了採礦計劃的整體適用性、涉及的設備和礦山壽命計劃。此評估的目的是為根據JORC規範(2012)聲明礦石儲量提供依據。

華甌礦業目前擁有卡爾恰爾螢石礦的採礦許可證，有效期為15年，從2023年6月27日至2038年6月27日。許可證覆蓋面積約為7.763平方公里，批准的採礦能力為每年120萬噸。允許的採礦標高範圍為海拔3,203米至2,354米。

2024恩菲設計中提出的關鍵假設如下：

- 恩菲已考慮位於海拔3,150米以上接近地表的已定義資源的設計損。出於安全考慮，設計中保留了一個30米厚的頂柱。設計未考慮從海拔2,450米至2,354米範圍內的回採，因為該範圍內的已定義資源相對分散。總體而言，設計範圍涵蓋了海拔2,450米至3,150米的範圍。
- 阿克蘇河流經螢石礦床的西部附近。為了盡量減少河流對未來地下採礦作業的影響，已在河流兩側劃定了100米的緩衝區，並指定為保護邊界，相關的地下採礦作業安全柱在兩側以70°角劃定。在安全柱內不會開採擬議的採礦作業資源。擬議採礦作業的西部邊界設定在勘探線47。
- 在東側，由於已定義礦體較薄、品位低、連續性差且所有資源均為推斷類別，因此勘探線66以東不考慮採礦。
- 綜上所述，此設計的採礦範圍在勘探線47和66勘探線之間，標高範圍為海拔3,150米至2,450米。

2024恩菲初設將採礦分為兩個階段：

- 階段I：涉及海拔2,900米以上的採礦，採礦順序從下至上進行，以2,900米作為初始採礦高程。
- 階段II：涉及海拔2,900米以下的採礦，初始採礦高程為2,700米。本階段的初始採礦區域位於2,900米至2,700米之間，隨後在2,700米至2,450米之間進行採礦。

SRK認為，2024恩菲設計中提出的儲量轉換因素的準確性水平相當於根據JORC規範(2012)進行的預可行性研究(PFS)。基於對2024恩菲設計的審查結果，SRK使用更新後的礦產資源估算（第7章）進行礦山設計並制定生產計劃。

8.2 水文地質

8.2.1 研究

從2016年9月至2019年11月，浙江省第十一地質隊對礦山進行了詳細的勘探工作。該工作重點是擬議礦區的水文地質調查，包括監測49個水文地質鑽孔的水位，進行四次抽水試驗，並進行水質分析。

2023年，為確定礦區斷層的導水性和富水性，新疆新地岩土工程勘察設計有限公司完成了四條地球物理勘測線，鑽探了七個水文地質鑽孔，進行了五組抽水試驗，並進行了水質分析。

8.2.2 地下水特徵

2024恩菲設計總結了礦區水文地質條件，該礦區屬於阿爾金山北麓中段水文地質單元的徑流區。礦區岩性主要包括變質岩、混合岩、花崗岩和第四紀砂礫石。根據地下水的儲存類型和埋藏條件，礦區的地下水分為兩種類型：鬆散岩層中的孔隙水和基岩中的裂隙水。

鬆散岩層中的孔隙水

該含水層主要分佈在阿克蘇河床、洪泛平原、山谷和低窪地區。它由砂、礫石、卵石和一些小卵石組成。含水層的厚度變化不一，最厚可達55.17米。水位深度達35.20米，滲透系數為5米／天至25米／天。

基岩中的裂隙水

塊狀岩石類型中的裂隙水出現在礦區的中部，覆蓋面積較大，是礦床的直接水源。主要岩性包括片麻岩和花崗岩。含水層裂隙在整個岩體中的發育不均勻，大多數裂隙發育不良。然而，在礦床與其上盤和下盤的接觸帶附近，岩石破碎，具有良好發育的節理和裂隙。地下水位深度為17.4米至185.5米，滲透系數為0.001米／天至0.023米／天，出水量為0.0157升／秒至0.024升／秒。

斷層

礦區內有兩條斷層，F1和F2，走向近東西方向，並在勘探線55和勘探線63之間的位置與阿克蘇河相交。根據先前抽水試驗的結果，F1和F2斷層在阿克蘇河附近區域的富水性大於斷層東段。當前數據表明，在自然條件下，斷層破碎帶的地下水與阿克蘇河之間僅存在微弱的水力聯繫。雖然阿克蘇河作為常年地表河流，但仍有可能通過斷層破碎帶地下水間接補給採空區，F1和F2斷層的整體富水性和導水性較弱，對礦山湧水量的影響有限。

礦山湧水量

當前設計以抽水試驗的結果來預測海拔2,900米、2,550米和2,450米水平的礦山湧水量。這些海拔高度的正常湧水量估計分別約為550立方米／天、4,400立方米／天和4,900立方米／天。由於礦山尚未開發，ENFI根據行業基準應用了1.8的比例因子，以從正常湧水量估算最大湧水量。預測的最大湧水量分別約為1,000立方米／天、7,900立方米／天和8,800立方米／天。

8.3 岩土工程

8.3.1 岩體質量

岩石質量指標(RQD)是衡量從鑽孔中取出的岩石質量的指標，表示岩體的節理或斷裂程度。RQD值為75%或以上表示優質硬岩，而低於50%則表示低質量風化岩石。項目不同岩性的岩石質量指標RQD值詳見表8.1。

表8.1: 岩石質量指標

岩性	RQD(%)		
	最小	最大	平均
螢石—方解石脈	0	100	54.5
黑雲母—斜長片麻岩	3	100	50.8
黑雲母正長片麻岩	3	96.4	46.6
黑雲母—角閃石—斜長片麻岩	25.1	99	59.4
透輝石—斜長石—角閃石脈	59.2	86	67.7
橄欖大理岩	54.3	81.3	71
金雲母大理岩	7.1	95.2	54.7
斑狀正長花崗岩	0	96.9	43.6
細粒正長花崗岩	6	91.1	59
花崗正長片麻岩	0	80.7	35.5
淡色黑雲母—斜長條帶狀混合岩	32.6	89.4	63.9
正長花崗岩脈	0	90.2	44.5
鉀長石花崗岩脈	0	92.5	48.1
淺色岩脈	3	100	57.5

來源： 2024恩菲初設

8.3.2 岩石強度總結

基於岩體性質、岩組強度和岩體結構的特徵，工程地質岩組主要表現為塊狀結構。各岩組的具體岩石強度性質詳見表8.2。

表8.2: 岩石強度總結

岩性	密度 (g/cm^3)	切線 模量 (GPa)	泊松比	單軸 抗壓強度 (MPa)	抗拉 強度 (MPa)	內聚力 (MPa)	內 摩擦角 ($^{\circ}$)
片麻岩塊狀 岩組	2.75	1.06	0.21	65.66	4.34	4.53	39.18
片麻岩塊狀 岩組	2.72	–	–	73.69	5.95	–	–
碳酸鹽塊狀 岩組	2.72	1.18	0.21	76.5	6.63	5.4	36.7
花崗岩塊狀 岩組	2.53	1.63	0.21	110.75	5.61	7.1	38.9
淺色岩脈	2.64	1.32	0.26	86.6	5.69	5.9	38.63

來源： 2024恩菲初設

註釋：

1. UCS: 單軸抗壓強度。
2. TS: 抗拉強度。
3. IFA: 內摩擦角。

8.3.3 採場穩定性岩土分析

恩菲進行了採場穩定性岩土分析。表8.3列出了用於此分析的岩土參數。

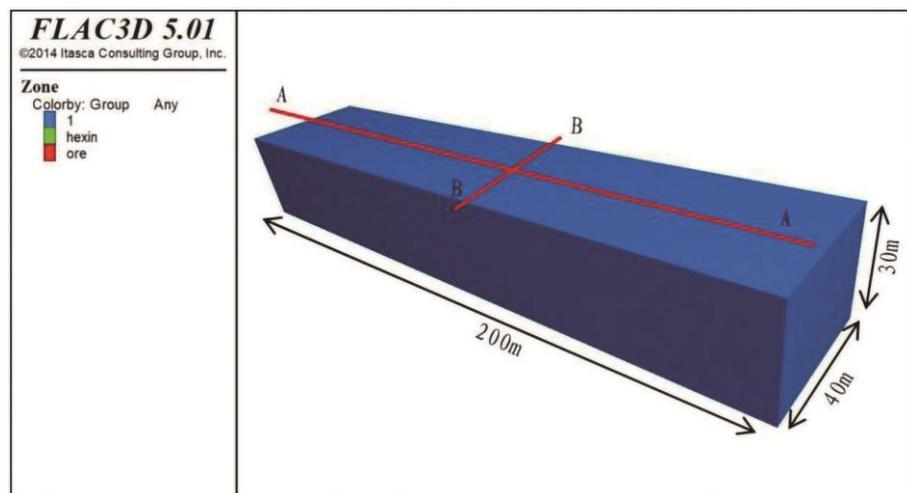
表8.3: 用於分析的岩土參數

岩性	密度 (g/cm^3)	彈性模量 (GPa)	泊松比	抗拉強度 (MPa)	內聚力 (MPa)	內摩擦角 ($^{\circ}$)
圍岩	2.66	12.1	0.21	4.5	4.7	37.66
礦體	2.77	9.3	0.16	2.42	2.8	36.52
回填體	1.8	0.9	0.3	0.4	0.5	28

來源: 2024恩菲初設

穩定性分析是基於擬採用的分層充填採礦法進行的。假設單個採場的尺寸為60米×8米×5米。為了考慮尺寸效應，模型被擴展到200米×40米×30米(圖8.1)。分析了剖面A-A和B-B剖面，以評估在兩個工作條件下(海拔2,700米和2,450米)採空區的穩定性。

圖8.1: 採場穩定性岩土分析模型



srk consulting 50

來源: 2024恩菲初設

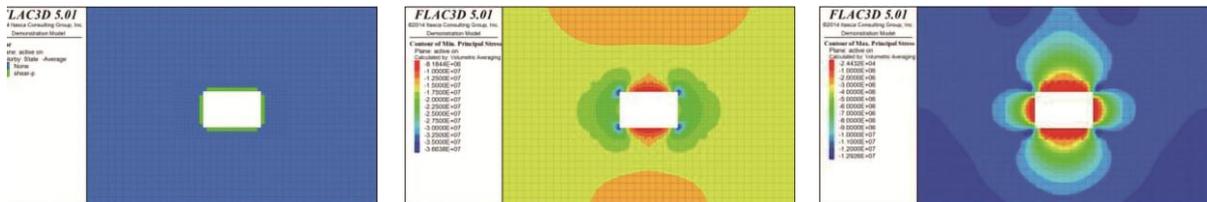
表8.4展示了各種情境的結果。圖8.2展示了海拔2,450米處B-B剖面的穩定性分析結果。

表8.4：採場穩定性分析結果

標高	剖面	塑性區	最大主應力	最小主應力
2,700 m asl	A-A	無塑性區	應力集中在頂部／ 底部與側壁的交 界處，最大主應力 18.51 MPa	無拉應力區
	B-B	無塑性區	應力集中在頂部／ 底部與側壁的交 界處，最大主應力 20.6 MPa	無拉應力區
2,450 m asl	A-A	存在少量塑性區，均 為剪切破壞塑性區	／底部與側壁的交 界處，最大主應力 32.88 MPa	無拉應力區
	B-B	存在少量塑性區，均 為剪切破壞塑性區	應力集中在頂部／ 底部與側壁的交 界處，最大主應力 36.64 MPa	無拉應力區

來源： 2024恩菲初設

圖8.2：海拔2,450米處B-B剖面的穩定性分析



 srk consulting 50

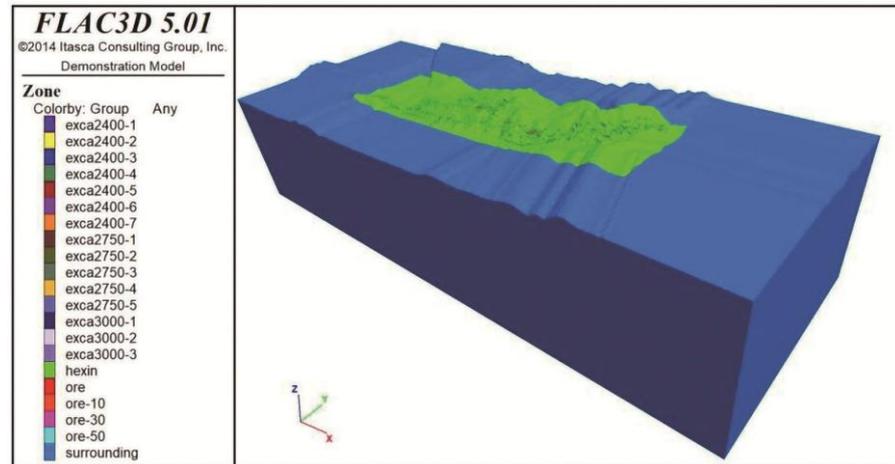
來源： 2024恩菲初設

根據分析結果，採場模型在選定的採場參數下基本穩定。

8.3.4 地表穩定性分析

建立了整個礦區的三維岩土模型，其中x軸沿礦床走向，y軸垂直於礦床走向，z軸代表垂直方向。模型尺寸為8,000米×3,000米×1,630米(圖8.3)。

圖8.3：海拔2,450米處B-B剖面的穩定性分析



srk consulting 55

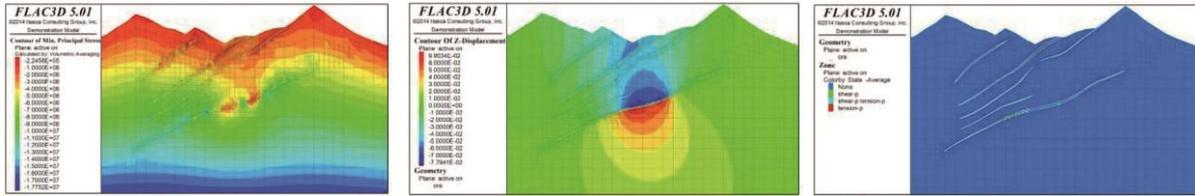
來源： 2024恩菲初設

根據整體採礦策略，採礦分為兩個階段：第一階段涉及海拔2,900米以上的採礦，第二階段涉及海拔2,900米以下的採礦。基於這一採礦順序，分析了勘探線07剖面的最大主應力、垂直位移和塑性區。結果顯示：

- 階段I：採礦引起的應力擾動最小，垂直位移變化僅在毫米級別，沒有形成塑性區。
- 階段II：出現應力集中，垂直位移變化達到厘米級別，並出現零星的塑性區。

採礦完成後，應力集中變得更加明顯，垂直位移變化仍然很小，塑性區增加但僅限於礦床底部的零星分佈，並未進一步穿透(圖8.4)。

圖8.4: 採礦完成後的地表穩定性分析結果



來源： 2024恩菲初設

總體而言，三個採礦階段的塑性區、應力和變形的變化程度表明，階段I的採礦對地表幾乎沒有影響，並且階段II的影響也很小。因此，由於設置了30米的保護頂柱，地下採礦預計不會影響地表邊坡的穩定性。

8.4 採礦方法

採礦方法的選擇涉及評估一系列因素，包括礦體特徵，以確保效率、安全性和環境責任。在2024恩菲設計中，針對礦體的具體性質和結構，為礦山提出了兩種同時使用的採礦方法。這些方法在下文中有更詳細的說明：

8.4.1 分層充填採礦法

第一種擬議的採礦方法是分層充填採礦法(CAF)。這種方法適用於岩體堅固、礦體厚度小於6.0米且礦體形狀變化較小的區域。採用了兩種具體的採礦技術：掘進機的CAF(CAFR)和鑽孔爆破的CAF(CAFDB)。這兩種方法的選擇取決於岩石的硬度和強度。對於相對較軟的岩石，採用CAFR方法；如果岩石相對較硬，則採用CAFDB方法。

擬議的採場沿走向佈置，長度為60米，寬度等於礦體厚度。中段間距為50米，分段間距為12.5米，每個切割（垂直切片）厚度為4至5米。相鄰採場之間擬議的不留肋柱。

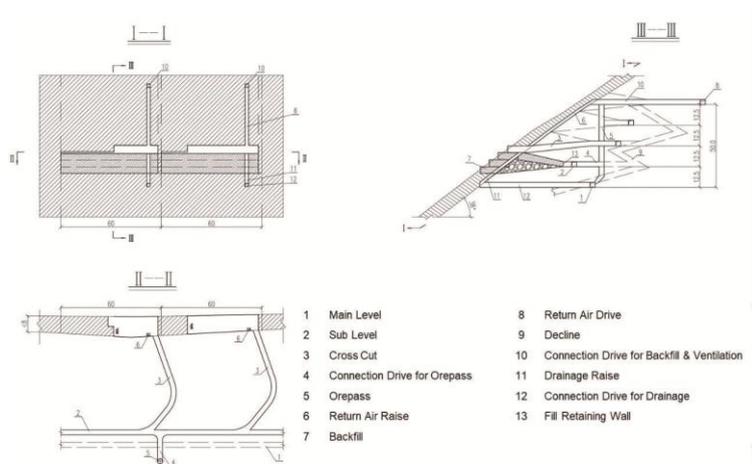
在CAFR方法中(圖8.5)，切割下來的礦石由掘進機的鏟斗裝載到20噸卡車上，並運輸到其採礦區內的礦石溜井。每台掘進機配備兩輛礦用卡車。每個分段礦石溜井配有一個篩網，網格尺寸為350毫米×350毫米。

在CAFDB方法中(圖8.6)，掘進鑽機鑽出直徑為 $\phi 42$ 毫米、深度為3.6米至4.2米的水平孔。使用數字電子雷管手動裝填炸藥。使用3.0立方米的柴油裝載、運輸和卸載機(「LHD」)進行材料提取。爆破材料由LHD卸載到礦石溜井中，如果運輸距離超過200米，則使用礦用卡車將材料運送到礦石溜井。

新鮮氣流通過主中段和分段進入採場，廢氣通過回風井進入上層回風巷道，然後到達回風豎井，最後到達地表。

每個分層採後，採場底部3.0米用強度不小於0.5 MPa的水泥尾礦填充，頂部1.0米用強度不小於2.0 MPa的材料填充。採場中的第一個採礦分層填充厚度大於5.0米的材料，結合鋼絲網以提供大於5.0 MPa的強度，作為下層採場的頂板。

圖8.5：使用掘進機的CAF示意圖

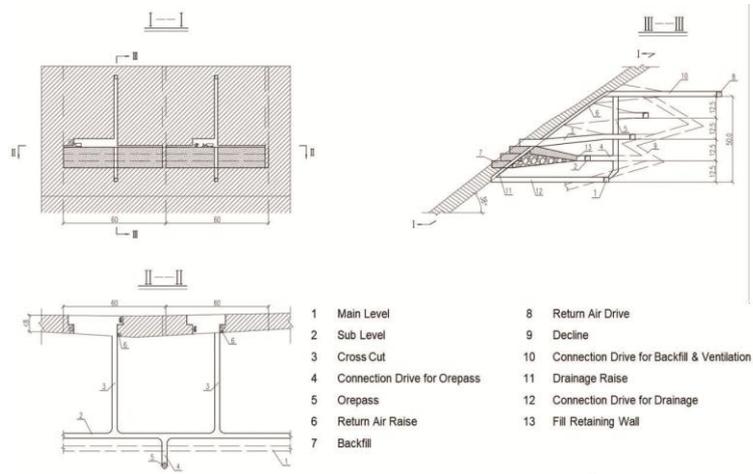


CAF with a roadheader



來源： 2024恩菲初設，經SRK修改

圖8.6: 使用鑽孔爆破的CAF示意圖



CAF with drill-and-blast



來源： 2024恩菲初設，經SRK修改

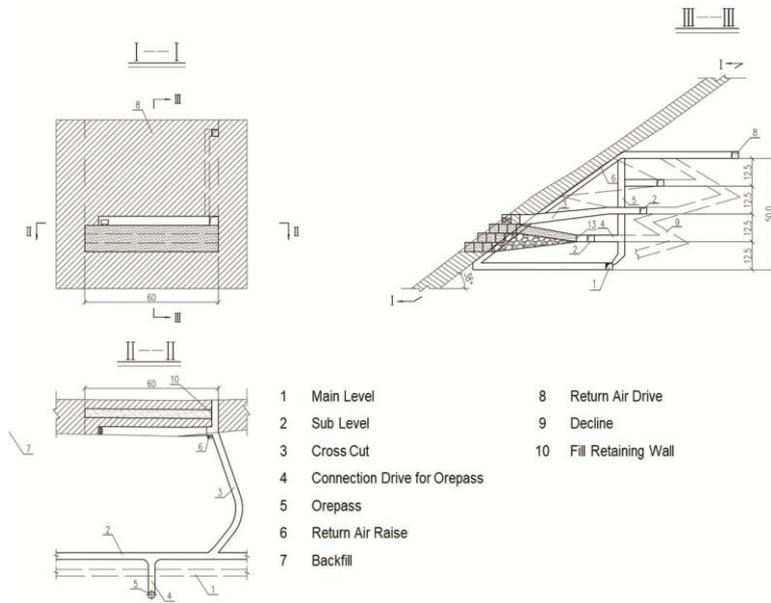
8.4.2 進路充填採礦法

第二種提議的採礦方法是進路充填採礦法(DAF)，其與CAF方法類似。兩種方法都涉及分片開採並隨後回填，按照自下而上的順序在採場內進行。關鍵區別在於，DAF特別適用於岩體相對較弱或礦體厚度超過8.0米的區域。在這種情況下，沿走向掘進和及時回填是必要的。

在此方法下有兩種具體的採礦技術：使用掘進機的DAF(DAFR)(圖8.7)和使用鑽孔爆破的DAF方法(DAFDB)(圖8.8)。選擇的方法取決於岩石材料的硬度和強度。對於相對較軟的岩石，優先選擇DAFR方法，而對於較硬的岩石，則使用DAFDB方法。

在應用DAF時，根據每個分層的寬度，採礦依主次順序進行。在開採主巷道後，需及時回填以為次巷道的開採提供支撐。一旦整個分層完成，採礦將繼續進行到上層分層，直到採場完全開採。與CAF一樣，第一個切片必須始終回填至5.0 MPa的強度，因為它作為下層採場的頂板。是使用掘進機還是礦用卡車運輸礦石，主要取決於所應用的方法。通風系統與CAF中使用的相同。

圖8.7：使用掘進機的DAF示意圖

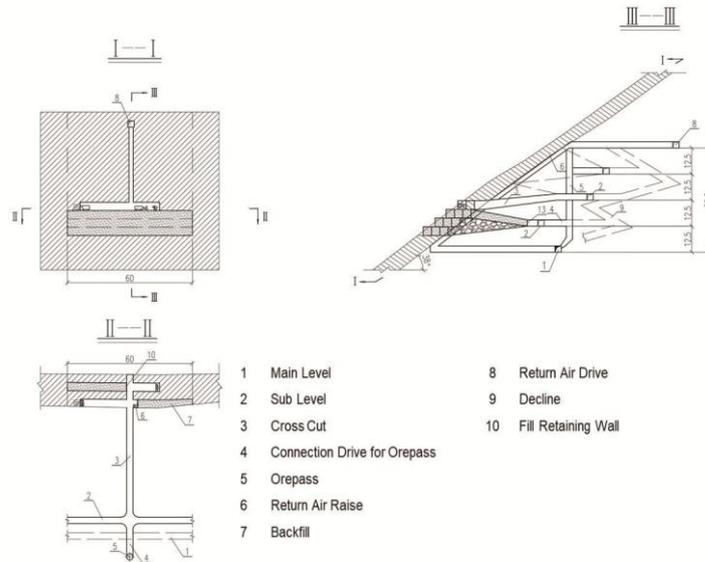


DAF with roadheader



來源： 2024恩菲初設，經SRK修改

圖8.8：使用鑽孔爆破的DAF示意圖



DAF with drill-and-blast



來源： 2024恩菲初設，經SRK修改

8.5 採場開拓

8.5.1 採准開拓

在採場開採的準備階段，必須考慮某些開發活動。表8.5總結了採場準備所需的各種開發活動及其相應的設計參數。

表8.5：採場設計參數

序號	類型	斷面 (米)
1	分段	4.2×3.9
2	進攻斜坡道	4.2×3.9
3	回風井	Φ 2.0
4	回填及回風巷道	3.0×3.0
5	排水連接巷道	3.0×3.0
6	礦石溜井	Φ 2.0
7	礦石溜井連接巷道	4.2×3.9

來源： 2024恩菲初設

8.5.2 中段間距

根據當前的採礦設計，主中段間距設定為50.0米，分段間距為12.5米。在階段I，主中段設在海拔3,100米、3,050米、3,000米、2,950米和2,900米。海拔3,000米、2,950米和2,900米的中段用於機車運輸，而海拔3,100米和3,050米的上層中段用於移動設備運輸。主中段和分段通過斜坡道相互連接。

在階段II，主中段設在海拔2,850米、2,800米、2,750米、2,700米、2,650米、2,600米、2,550米、2,500米和2,450米。在階段II，海拔2,600米及以上的中段用於機車運輸，而較深的海拔2,550米、2,500米和2,450米的中段用於無軌運輸。

8.5.3 開拓系統

2024恩菲初設評估了階段I的兩個開拓系統利弊研究：

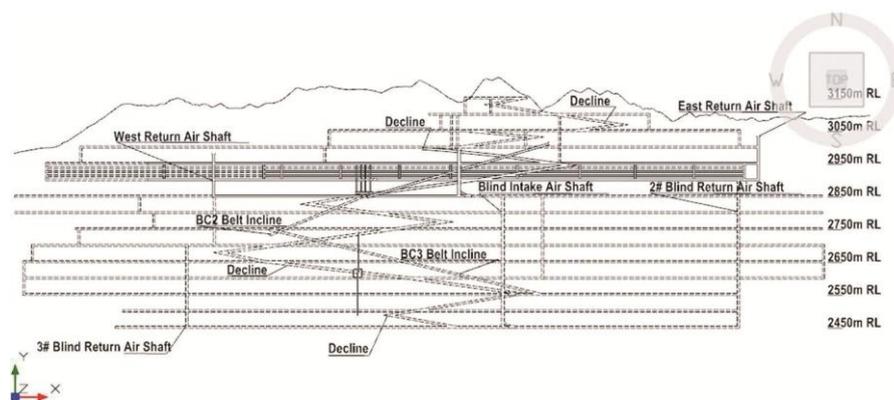
- 選項I：「膠帶斜井和斜坡道開拓系統」
- 選項II：「斜坡道開拓系統」。

這兩個選項在技術上都是可行的。選項I比選項II需要更少的基礎設施建設。雖然兩個選項都需要在分段進行大量掘進工作，但施工時間表相似。選項I使用帶式運輸，所需的無軌設備較少，管理複雜性較選項II低。此外，選項I為未來礦山擴展提供了一些備用容量。相比之下，選項II隨著採礦深度的增加將產生更高的運輸成本。

2024恩菲初設建議在兩個階段都採用選項I：「膠帶斜井和斜坡道開拓系統」。

圖9.9顯示了礦山開拓系統的剖面圖。

圖8.9：開拓系統示意圖



 srk consulting 55

來源： 2024恩菲初設，經SRK修改

對於階段I，生產規模為4,000噸／天。開發包括建設一個新的膠帶斜井（「**BC1**」）、一個斜坡道（「**主斜坡道**」）、一個進風井（「**主進風井**」）、一個東回風井（以下簡稱「**東回風井**」）和一個西回風井（「**西回風井**」）。開採的礦石通過膠帶斜井提升到地表，而人員、材料和設備通過主斜坡道運輸。一旦到達地表，開採的礦石被轉移到傳送帶上，然後被運送到加工廠的各個料倉（廢石料倉和原礦料倉）。廢石料倉位於原礦料倉附近，廢石通過分配帶輸送到廢石堆場。主斜坡道用於運輸人員、材料和設備，同時也作為進風通道，作為整個礦山的主要安全出口。

對於階段II，採礦涉及海拔2,900米以下的礦體開拓。兩個新的膠帶斜井（「**BC2**」和「**BC3**」）被建造，延伸至海拔2,600米，與BC1協同工作，將礦石和廢石運輸到地表。膠帶斜井以分時方式運輸礦石和廢石。主斜坡道向下延伸，並建造一個盲進風井（「**盲進風井**」）和兩個盲回風井（「**1#盲回風井**」和「**2#盲回風井**」）。在後期階段採礦至海拔2,700米以下時，將建造第三個盲回風井（以下簡稱「**3#盲回風井**」）。開採的材料需要通過延伸的斜坡道而不是膠帶斜井運輸。

表8.6總結了礦山垂直開發的關鍵參數。

表8.6：垂直開發的關鍵參數

豎井	東坐標	北坐標	標高 (米)	深度 (米)	直徑 (米)	梯道
進風井	384,113	4,262,266	2,995/2,850	145	φ 5.5	是
東回風井	384,906	4,262,460	3,033/2,900	133	φ 3.7	是
西回風井	383,362	4,262,291	2,980/2,850	130	φ 3.7	是
盲進風井	384,165	4,262,464	2,850/2,450	400	φ 5.5	是
1#盲回風井	383,347	4,262,405	2,850/2,700	150	φ 3.7	是
2#盲回風井	384,911	4,262,455	2,900/2,450	450	φ 3.7	是
3#盲回風井	383,271	4,262,535	2,700/2,450	250	φ 3.7	是

來源： 2024恩菲初設

表8.7總結了卡爾恰爾螢石礦橫向開發的關鍵參數。

表8.7：橫向開發的關鍵參數

斜井	東坐標	北坐標	方位角	標高 (米)	長度 (米)	坡度	斷面 (米)
膠帶斜井	384,391	4,262,352	285 ⁰	3,010/2,846	701	13.65 ⁰	3.9×3.2
斜坡道	384,010	4,262,284	0 ⁰	3,150/2,995/2,450	4,980	15%/8%/3%	4.2×3.9
膠帶斜井	與BC1相連			2,857/2,744	456	13.91 ⁰	3.9×3.2
膠帶斜井	與BC2相連			2,748/2,561	834	13.14 ⁰	3.9×3.2

來源： 2024恩菲初設

總體而言，所選擇的開發策略反映了一種平衡利弊的方法，既滿足當前的運營需求，又能適應未來的增長潛力，從SRK的角度來看，這是合理的。

8.6 礦山運輸

在採礦井下部分，物料通過礦用卡車或LHD裝載機運輸到礦石溜井，然後轉移到主中段運輸巷道。在這些巷道中，電力機車或礦用卡車將物料轉移到傳送帶轉運層，然後通過傳送帶將其運輸到地表。礦山運輸分為兩個主要階段：

階段I：開採的物料通過BC1提升到地表，而人員、物料和設備通過斜坡運輸。

階段II：此階段涉及在2,900米標高以下的採礦，分為兩個階段。第一階段，從2,700米到2,900米標高，使用BC2和BC3（BC3延伸到2,600米中段）運輸開採的物料，然後通過BC1將其輸送到地表。第二階段，從2,450米標高到2,700米標高，涉及較少的礦物材料，因此斜坡向下延伸。開採的物料通過斜坡運輸到2,600米標高，然後通過BC3、BC2和BC1傳送到地表。

表8.8總結了傳送帶的關鍵參數。

表8.8：傳送帶的關鍵參數

描述	單位	BC1	BC2	BC3	地表傳送帶
傳送帶水平長度	m	667	456	801	219.9
傳送帶垂直高度	m	166.3	113.0	187.0	29.0
設計小時容量	t/h	400	400	400	400
運行速度	m/s	2.5	2.5	2.5	2.5
帶寬	mm	1,000	1,000	1,000	1,200
帶傾角	°	14.0	13.9	13.1	7.2
電機數量	unit	1.0	1.0	1.0	1.0
電機功率	kW	450.0	355.0	560.0	132.0
驅動滾筒直徑	mm	1,000	1,000	1,000	800

來源： 2024恩菲初設

8.7 採礦設備

在2024恩菲設計中，工作時間表包括每天三個8小時的班次，每年運行300天。主要生產設備包括掘進機、鑽機、LHD裝載機、礦用卡車以及其他輔助生產支持設備(表8.9)。在計算所需生產設備的數量時，假設了主要生產設備的85%可用率和75%利用率。此外，由於項目的高海拔，增加了20%的應急預備。

表8.9：採礦採准巷道的設計參數採礦採准巷道的設計參數

類別	類型	型號	數量	功率 (kW)
生產設備	鑽機	CYTJ45	5	63
	風鑽	YT-28	8	
	風鑽	YSP-45	4	
	炸藥運輸車	FCB-3	1	
	炸藥運輸車	WCB-1.5	1	
	掘進機	EBZ260	9	420
	鑽孔機	AT-3000	1	132
	裝載機	WJ-3	4	
	裝載機	WJ-2	2	
	礦用卡車	UQ-20	14	
	破碎機	UPT-119/2000	1	
	清理機	XMPYT-54/450	2	
	錨桿鑽機	CYTM41/2	1	55
	混凝土攪拌機	KJCJ-4	2	
	噴射混凝土機	UPS-20J	1	90

類別	類型	型號	數量	功率 (kW)
生產支持	燃料車	CY-4000	1	
	物料運輸車	FL-5	2	
	剪叉式升降機	UC-2	2	
	人員運輸車	RU-25	2	
	人員運輸車	RU-6	1	
	主風機	FKCDZNo28/2×500	2	2×500
	次風機	FKNo7/15	16	15
	次風機	FKNo5/11	16	11

來源： 2024恩菲初設

8.8 礦山服務

8.8.1 回填

2024恩菲初設建議採用水泥拌尾礦回填，使用選礦廠的尾礦作為骨料。回填漿料的平均日需求量為1,656立方米／天，總計496,800立方米／年。回填漿料的濃度預計在64%到72%之間，材料消耗計算使用69%的濃度。

每個分層開採後，需要三種類型的回填材料。第一個5.0米的切片需要5.0 MPa的強度。對於其餘的切片，底部3.0米需要0.5 MPa的強度，頂部1.0米需要2.0 MPa的強度。基於這些強度要求，水泥與砂的比例分別設定為1:4、1:6和1:10。

在這些情況下，水泥、尾礦和水的消耗量分別計算為224噸／天、1,562噸／天和803噸／天。選礦廠的尾礦通過漿料泵輸送到回填站的深錐濃密機進行濃縮。水泥通過卡車運送到回填站，並使用高壓空氣儲存在水泥筒倉中。

第一階段和第二階段均包括四個回填鑽孔，其中兩個在使用，兩個作為備用。回填站位於2,995米標高。當2,950米標高以上的採場開採完結時，回填需要向上泵送。

8.8.2 通風

通風系統設計旨在優化整個井下礦山工作面的氣流，採用中央雙翼方法。新鮮空氣將通過進風井和斜坡引入，確保有效分配到所有工作區域。

主通風機（FKCDZNo28/2×500）安裝在東回風井和西回風井的地表。這些風機對於維持排氣通風系統至關重要，確保污染空氣有效排出礦山。

緊急情況下，系統設計允許風機反轉，並保持超過60%的反轉率，可以快速改變氣流方向，消除了額外反轉風道的需求。

通風需求根據多個因素計算，包括工作面所需的空氣、柴油動力設備以及每班次的最大人員數量。基礎通風量確定為188.0立方米/秒。在綜合考慮1.2的冗餘因子和1.15的高海拔因子後，總設計通風量增加到260.0立方米/秒。這確保了即使在挑戰性條件下也能提供足夠的氣流。

表8.10：主風機的關鍵參數

項目	單位	關鍵參數	
		西	東
風機型號		FKCDZNo28/2×500	FKCDZNo28/2×500
氣流量	m ³ /s	137.5	148.5
風機壓力	Pa	3,893	4,105
功率	kW	2×500	2×500
電壓	kV	10	10

來源： 2024恩菲初設

次風機放置在自然氣流不足的區域，如長的死胡同巷道或通風不良的工作面。這些風機可以增強局部通風，確保所有區域都能獲得足夠的氣流。通風控制結構根據需要管理和引導的氣流進行設計。這些結構對於在整個礦山中維持最佳通風條件非常重要。

8.8.3 排水

排水設計分為兩個階段：

階段I：位於2,850米標高的排水泵站設計用於處理正常水流入量為1,610立方米／天和最大流入量為2,060立方米／天。該站配備了三台MD155-30×6多級泵，每台泵的額定流量為155立方米／小時，揚程為180米。這些泵能夠有效管理水位並防止洪水。

階段II：在2,550米和2,450米標高建立了額外的泵站。2,550米標高的泵站配備了處理正常和最大流入量分別為5,960立方米／天和9,860立方米／天的能力。它使用MD360-60×9多級泵，專為大容量排水操作設計。

8.8.4 壓縮空氣

礦山使用集中壓縮空氣供應系統，地表壓縮機站設有三台SA250A螺桿壓縮機。每台壓縮機的排放能力為46.2立方米／分鐘，壓力為0.85兆帕。這些壓縮機為地下作業提供必要的空氣供應，確保所有設備和人員都能獲得清潔的壓縮空氣。

系統設計滿足最大空氣消耗量為90.8立方米／分鐘，兩個壓縮機運行，一個備用。空氣通過 $\phi 159\text{mm} \times 6\text{mm}$ 無縫鋼管分配，確保高效可靠的空氣輸送到整個礦山。

8.8.5 供水

礦山的日常生產用水量為1,200立方米，通過 $\phi 159\text{mm} \times 6\text{mm}$ 無縫鋼管供應。這些管道也用作消防管道，提供一種增強安全性和效率的雙重用途解決方案。

在入口處安裝了減壓閥，以確保水壓符合操作要求。這些閥門對於保持一致的水流和防止設備損壞至關重要。

8.8.6 其他基礎設施

維護室

階段I包括在2,912米水平的輔助斜坡交匯處建立一個地下無軌設備維護室。該室主要用於地下無軌設備的日常維護、修理和服務，如鑽孔和礦石開採機械。在階段II中，在2,712米標高的輔助斜坡交匯處建立了類似的維護室。

在階段I中，在2,900米標高的軌道運輸場附近建立了一個機車維護室。該室負責軌道運輸設備的日常維護，包括整車的拆卸和組裝、台架維修、車架和車廂維修，以及地下電氣設備的維護，以及工具和材料的存儲。

加油點

地下沒有建立燃料室。在階段I中，在2,912米標高的東側，靠近西風側，設立了一個燃料加油點。在階段II中，在II-1#行人回風井（2,750米–2,700米）交匯處的2,712米標高附近設立了一個燃料加油點。

避難室

由於階段I的最低生產水平在2,900米標高，垂直距離不到300米，距離地表安全出口相對較淺，因此階段I中沒有設立避難室。在階段II中，在2700米標高設立了一個可容納50人的普通避難室。

8.9 生產計劃

SRK已修訂建議生產計劃，包括礦山計劃的生產力和調度標準總結如下：

- 採場順序：順序採用自下而上的方法。
- 頂板和底板順序：順序從頂板向底板推進。

- 運營階段：根據2024恩菲初設，採礦作業分為兩個階段。
- 最大生產能力：最大生產能力設定為每年120萬噸。
- 產量預期爬坡：根據礦山的預測，2025年約有15萬噸的副產品進料，2026年計劃進料80萬噸。礦山的目標是在2027年達到全產能。

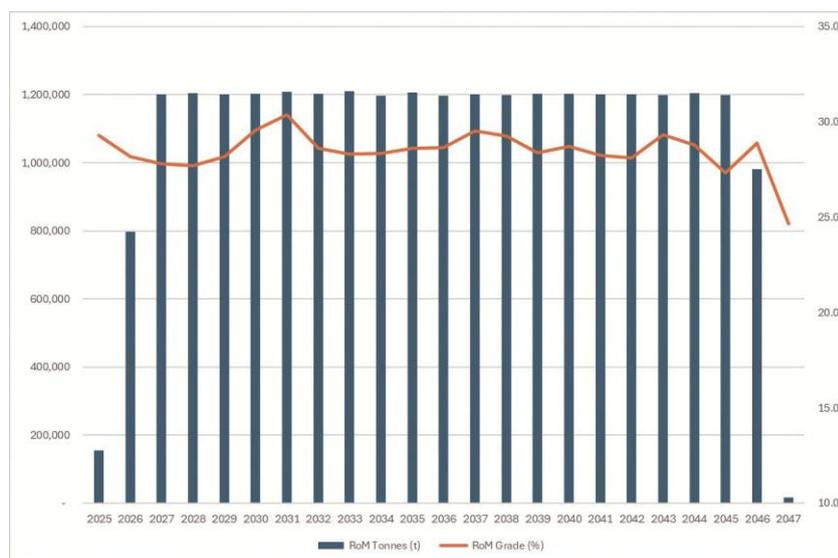
表8.11和圖8.10顯示了礦山生產年限內的生產計劃。

表8.11：礦山生產年限內的生產計劃

	礦石噸數 (噸)	礦石品位 (%)
生產年限	24,787,013	28.6
2025	154,668	29.3
2026	797,184	28.2
2027	1,200,365	27.8
2028	1,204,041	27.7
2029	1,200,235	28.2
2030	1,203,191	29.6
2031	1,207,997	30.4
2032	1,201,689	28.6
2033	1,209,258	28.3
2034	1,197,734	28.4
2035	1,206,639	28.6
2036	1,197,179	28.6
2037	1,200,246	29.5
2038	1,198,647	29.3
2039	1,202,192	28.4
2040	1,202,334	28.7
2041	1,201,542	28.3
2042	1,201,327	28.1
2043	1,198,976	29.3
2044	1,205,011	28.8
2045	1,198,898	27.3
2046	981,669	28.9
2047	15,992	24.7

來源： *SRK*

圖8.10： 礦山生產年限內的生產計劃



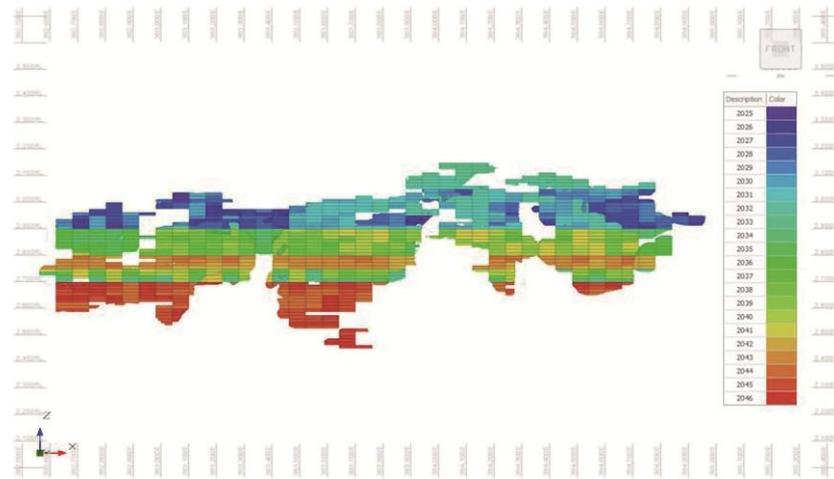
來源： SRK

註釋：

1. 線條表示平均CaF₂品位，對應右側軸。
2. 柱狀圖表示礦石噸數，對應左側軸。

圖8.11顯示了每年開採的採場。

圖8.11: 礦山生產年限內的生產計劃



 **srk consulting** 55

來源: SRK

9 礦石儲量估算

9.1 簡介

根據JORC規範（2012年）的定義

「礦石儲量」是指已測量和／或指示的礦產資源中具有經濟可採性的部分。它包括在開採或提取過程中可能發生的稀釋材料和損失，並由適當的預可行性或可行性研究定義，這些研究包括修改因素的應用。這些研究表明，在報告時，提取是合理的。

9.2 礦石儲量估算過程

SRK對礦山的技術研究進行了審查，包括礦山規劃輸入參數和修改因素。使用SRK準備的最新礦產資源估算和相關的區塊模型（見第7章），以及經過驗證的修改因素，SRK根據技術研究提出的策略制定了礦山設計和生產計劃。此過程是為了根據JORC規範報告礦石儲量。

儲量估算涉及以下步驟：

- 進行現場考察。
- 處理礦產資源模型(MRMs)。
- 審查項目的先前研究和設計。
- 定義礦石／廢料的截止品位。
- 評估、修改並應用採礦因素進行估算。
- 考慮其他學科的修改因素。
- 審查項目的技術經濟分析。
- 準備礦石儲量聲明。
- 進行內部同行評審。

9.3 技術研究

採礦審查主要基於以下勘探報告和技術研究，以及現場觀察。

- 《新疆若羌縣卡爾恰爾螢石礦勘探報告》，2020年11月，浙江省第十一地質隊。
- 《新疆若羌縣卡爾恰爾螢石礦採選工程可行性研究報告》，2022年9月，北京礦冶科技集團有限公司，以下簡稱「2022北礦院可研」。
- 《新疆若羌縣卡爾恰爾螢石礦初步設計（代可研）》，2024年4月，中國恩菲工程技術有限公司，以下簡稱「2024恩菲初設」。

2022北礦院可研和2024恩菲初設均指定了4,000噸／天的產能。SRK認為2024恩菲初設中描述的修改因素的準確性水平類似於JORC規範（2012年）預可行性研究水平。基於對2024恩菲初設的審查結果，SRK按照SRK更新的礦產資源模型進行了礦山設計和生產計劃建模。

9.4 礦石定義

以下公式考慮了各種成本和回收因素，以確定礦石可以經濟開採的最低品位，即CaF₂邊界品位。

$$A = \frac{C_m + C_p + C_g}{P/97\% * R * (1 - R_t)}$$

用於估算邊界品位的參數列於表9.1所示。首選邊界品位是估算值整到最近的0.1。SRK認為，在當前假設下，高於邊界品位的材料可以被認為是經濟可採的。

表9.1：邊界品位估算參數

項目	單位	參數	描述
首選邊界品位	%	16.6	四捨五入到最接近的0.1
A	%	16.61	估算的CaF ₂ 進料cut-off grade
C _m	RMB/t RoM	179.35	採礦現金成本
C _p	RMB/t RoM	107.14	加工現金成本
C _g	RMB/t RoM	31.04	綜合管理現金成本
P	RMB/t	2,389	預測螢石精礦(97% CaF ₂)價格（不含增值稅）
R	%	80.0	精礦中CaF ₂ 的加工回收率
R _t	%	3.00	資源稅（收入的3%）

來源： 2024 ENFI Preliminary Design

9.5 轉換因素

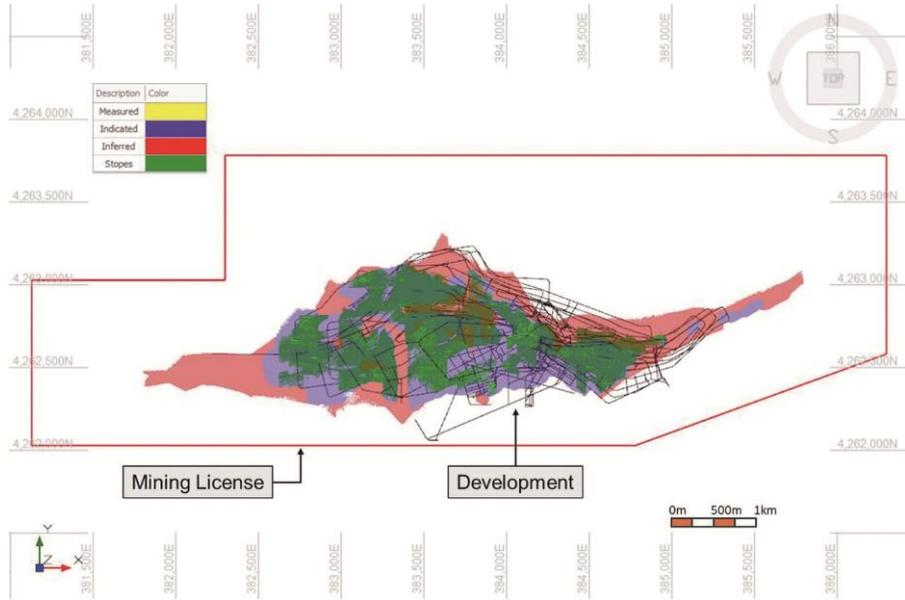
通過應用各種修改因素，可以將探明和控制類別的礦產資源量轉換為儲量。主要考慮的因素包括採礦損失和貧化。其他考慮因素包括資源的質量，以及環境、法律或政治限制，以及可能影響最終銷售資源比例的任何其他因素。

應用於礦石儲量估算的採礦因素如下：

- 採礦設計範圍：
 - 設計受限於採礦許可證的範圍內。
 - 僅考慮探明和控制類別的礦產資源量。
 - 安全考慮包括頂板柱、河流（礦體西側）的安全柱以及其他地表或地下基礎設施。
- 設計損失：
 - 品位低於邊界品位的採場被歸類為設計損失。
 - 零星且遠離主要設計巷道的資源區域難以開採，因此不太可能具有經濟回收價值。
- 採礦貧化：
 - 對兩側壁採用0.1米的貧化，使得貧化率約為5%。
- 採礦損失：
 - 選用5%的損失率，以涵蓋從工作面交接到原礦倉庫運輸過程中的損失。

礦山設計結果如圖圖9.1所示。圖9.2展示了每個垂直區域內採場的噸數和平均CaF₂品位。

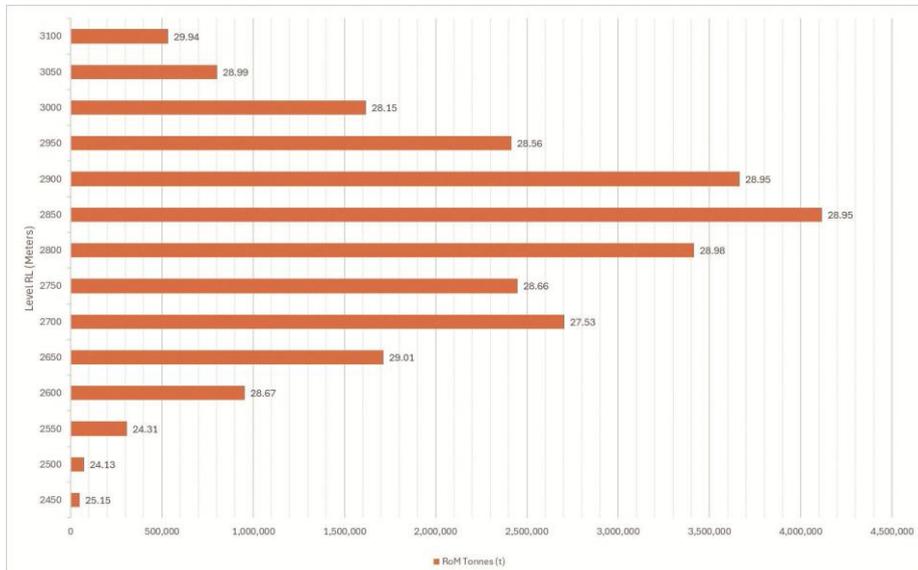
圖9.1：儲量估算區域的平面圖



srk consulting 50

來源： SRK

圖9.2：每個垂直區域內採場的噸數和平均CaF₂品位



srk consulting 50

來源： SRK

9.6 礦石儲量估算

基於礦產資源估算（控制和明級別）和適用的修改因素的礦石儲量估算匯總在表9.2中，並在圖9.2的瀑布圖中進行了說明。

表9.2: 估算過程總結

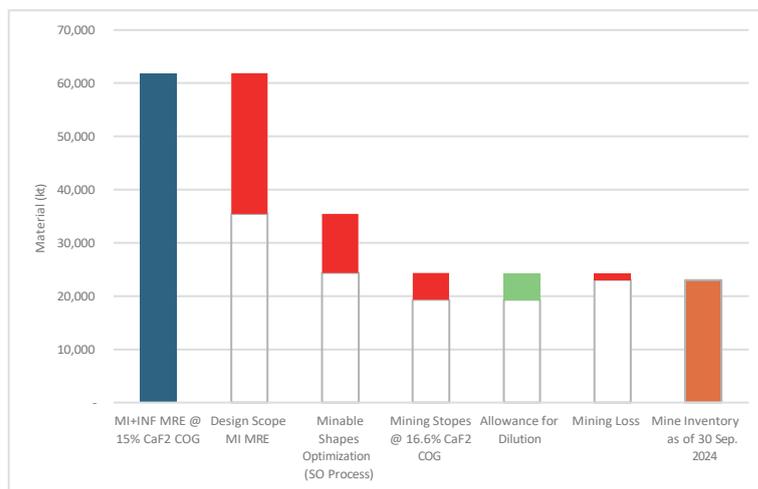
描述	噸數 (千噸)
指示和推斷礦產資源@ 15% CaF ₂ 邊界品位	61,863
設計範圍MI MRE	35,436
可採形狀優化	27,958
採礦採場@ 16.6% CaF ₂ 邊界品位	22,267
貧化程度	3,825
採礦損失	-1,305
截至2024年10月31日的礦山儲量	24,787

來源: SRK

註釋:

1. 總數與各組成部分之和之間的任何差異均由於四捨五入。

圖9.3: 估算過程瀑布圖



srk consulting 50

來源: SRK

9.7 礦石儲量聲明

根據JORC規範，礦石儲量是探明和控制的礦產資源量中具有經濟可採性的部分，包括由於礦山設計和採礦操作可能發生的損失和貧化。礦石儲量通常在一個參考點定義，對於本報告而言，該點是原礦倉庫接收到的可採礦石量。

截至2024年10月31日，根據JORC規範（2012年），採礦證範圍內的礦石儲量為2,480萬噸可信礦石儲量，平均品位為28.6% CaF₂，含有710萬噸CaF₂(表9.3)。

表9.3：截至2024年10月31日的卡爾恰爾螢石礦礦石儲量聲明

類別	礦石儲量 (千噸)	CaF ₂ (%)	含CaF ₂ (千噸)
可信	24,787	28.6	7,094
總計	24,787	28.6	7,094

來源： SRK

註釋：

1. 由於沒有探明礦產資源，這些礦石儲量被歸類為推定可信儲量。
2. 邊界品位為16.6%CaF₂以定義礦石或廢料。
3. 礦石儲量以公制千噸報告。
4. 礦石儲量在原礦倉庫接收到的參考點報告。
5. 礦石儲量包括礦產資源。

合資格人士聲明

本報告中與礦石儲量由SRK中國辦公室的胡發龍估算。胡先生是SRK中國全職員工。胡先生是澳大拉西亞礦業與冶金學會的資深會員，胡先生在相關項目、礦化類型、所考慮的礦床類型以及他所從事的活動方面具有足夠的經驗，符合2012年版「澳大利亞勘探結果、礦產資源和礦石儲量報告規範」中定義的合格人員資格。

9.8 結論和建議

SRK根據JORC規範對礦山進行了礦石儲量估算。這些估算基於2024年的ENFI設計。該技術研究中提出的礦山設計採用了成熟的採礦技術，通常用於地下採礦，且被認為在技術上合理且可行。

計劃的採礦技術包括CAF和DAF的組合，並將掘進機作為一種選擇。根據開採進程中不同岩體條件選取對應的機械化採礦方法，預計其使用將在未來生產中得到進一步增強。

目前沒有探明的礦產資源量，因此沒有探明儲量。SRK建議通過進行加密鑽探和地下通道採樣來改善儲量分類，以降低與礦山設計或規劃相關的風險。

一些設計的水平巷道位於礦體附近或穿過礦體。SRK建議在短期規劃中修改設計以解決此問題。

10 選礦

10.1 前言

多家研究單位對卡爾恰爾螢石礦進行了礦物學研究和選礦試驗，對於礦石特性及選礦特點的認識逐步加深，取得了豐富的試驗成果，為選礦廠設計和礦床評價提供了可靠的試驗依據和技術指標。本章內容根據這些研究成果編寫，是研究成果的總結。這些研究開列如下：

- 煙台金諾礦山機械有限公司（「煙台金諾」），《新疆若羌縣卡爾恰爾西南螢石浮選試驗報告》，2011年7月。
- 西安天宙礦業科技集團有限公司（「西安天宙」），《新疆若羌縣卡爾恰爾西南螢石礦選礦試驗研究報告》，2018年8月。

- 中國地質科學院礦產綜合利用研究所（「**地科院綜合所**」），《新疆若羌縣卡爾恰爾螢石礦選礦試驗研究報告》，2021年8月。
- 中國地質科學院礦產綜合利用研究所，《新疆若羌縣卡爾恰爾螢石礦綜合利用技術研究報告》，2022年12月。
- 洛陽礦山機械工程設計研究院有限責任公司（「**洛礦設計院**」），《新疆新鑫礦業股份有限公司卡爾恰爾螢石礦原礦BOND球磨功指數試驗報告》，2023年2月。
- 新疆有色金屬研究所（「**新疆有色所**」），《新疆若羌縣卡爾恰爾螢石礦選礦工藝流程試驗研究報告》，2023年3月。
- 廣東省科學院資源利用與稀土開發研究所（「**廣東科學院**」），《新疆若羌縣卡爾恰爾西南螢石礦選礦工藝流程試驗研究報告》，2023年3月。
- 礦冶科技集團有限公司（「**北礦院**」），《新疆若羌縣卡爾恰爾西南螢石礦選礦試驗研究報告》，礦冶科技集團有限公司，2023年3月。
- 長沙礦山研究院有限責任公司（「**長沙礦山院**」），《新疆若羌縣卡爾恰爾西南螢石礦選礦工藝試驗研究報告》，2023年4月。
- 中煤科工集團唐山研究院有限公司（「**中煤科工**」），《新疆新鑫礦業股份有限公司螢石礦篩分浮沉實驗及拋尾試驗研究（一）篩分浮沉實驗報告》，2023年7月。
- 中煤科工集團唐山研究院有限公司（「**中煤科工**」），《新疆新鑫礦業股份有限公司螢石礦篩分浮沉實驗及拋尾試驗研究（二）中試試驗報告》，2023年9月。

10.2 礦物學

10.2.1 礦石礦物成分

礦石化學和礦物成分分別列於表10.1和表10.2，結果表明，礦石礦物組成簡單，主要礦物為方解石和螢石，其次為石英，其他礦物少量，螢石是當前礦石中唯一值得回收的有價礦物。

礦石屬方解石型螢石礦，由於方解石和螢石都是含鈣礦物，二者可浮性相近，解決二者的相互分離，是選礦試驗的主要任務。

表10.1: 礦石化學成分

成分	CaF ₂	CaCO ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O
含量(%)	36.73	50.91	10.20	0.45	0.19	0.029
成分	TFe	TiO ₂	MgO	MnO	S	P ₂ O ₅
含量(%)	0.22	0.014	0.18	0.08	0.065	0.05

來源： 新疆有色金屬研究所《新疆若羌縣卡爾恰爾螢石礦選礦工藝流程試驗研究報告》(2023年3月)

表10.2: 礦石礦物組成

礦物名稱	重量百分比 (%)	礦物名稱	重量百分比 (%)
方解石	53.63	赤鐵礦	0.35
螢石	32.90	綠泥石	0.32
石英	7.43	葉蠟石	0.10
長石	1.49	重晶石	0.04
伊利石	1.47	褐鐵礦	0.04
磷灰石	0.98	其他	0.44
雲母	0.81	合計	100.00

來源： 地科院綜合所《新疆若羌縣卡爾恰爾螢石礦選礦試驗研究報告》(2021年8月)

10.2.2 主要礦物嵌布特徵

螢石又稱氟石，化學組成為 CaF_2 ，一些其他的元素可以類質同象形式代替鈣，也可以吸附形式賦存與於螢石的裂隙中，或形成獨立的礦物以固體包裹體形式包含在螢石中，此外，螢石中常含有 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 、 SiO_2 等混入物。螢石相對密度為 3.8 g/cm^3 ，莫氏硬度3.86。

項目螢石為無色或淡紫色，以自形一半自形粒狀、長條狀和不規則狀分佈，偶見微細粒的自形粒狀螢石顆粒。部分螢石形成細脈，和方解石、石英形成的細脈互相穿插。還有螢石交代其他礦物，其接觸界限呈港灣狀及其他他形不規則狀，並留下眾多殘餘體，其中見到的石英、玉髓等包裹體，有時可見方解石的殘餘結構。

螢石粒度變化範圍較大，最大者超過10 mm，最小者因受微裂隙空間所限，只有 $10\sim 20 \mu\text{m}$ ，一般在 $0.2\sim 2\text{mm}$ 之間。

方解石化學組成為 CaCO_3 ，常含Mn、Fe、Zn、Mg、Sr等類質同象替代物。方解石硬度3，相對密度 $2.6\sim 2.9 \text{ g/cm}^3$ 。

項目方解石無色透明，自形一半自形粒狀，部分方解石粒度較大，在 $0.5\sim 10 \text{ mm}$ 之間。部分方解石構成細脈，穿插於礦石中。

石英化學成分為 SiO_2 ，常含有少量雜質成分，如 Al_2O_3 、 CaO 、 MgO 等，比重因晶型而異，變動於 $2.22\sim 2.65 \text{ g/cm}^3$ 之間。石英常呈晶形完整的自形半自形晶粒狀結構，有部分粗粒且呈自形晶程度較好的石英，最大粒度可達 0.5 mm ，與黑雲母，長石，方解石等相鄰。另有石英和石英脈以微細粒和細脈狀分佈於螢石和方解石中。

項目礦石中含長石約1.49%，自形一半自形，粒狀結構，與石英、黑雲母共同分佈。顆粒比相鄰的石英大，最大可達2mm。

黑雲母化學組成為 $K\{(Mg, Fe)_3[AlSi_3O_{10}](F, OH)_2\}$ ，集合體為葉片狀和鱗片狀或放射狀，硬度2~3，比重3.02~3.12 g/cm³。項目礦樣中含黑雲母約8%，呈片狀，分佈於顆粒狀的石英間。

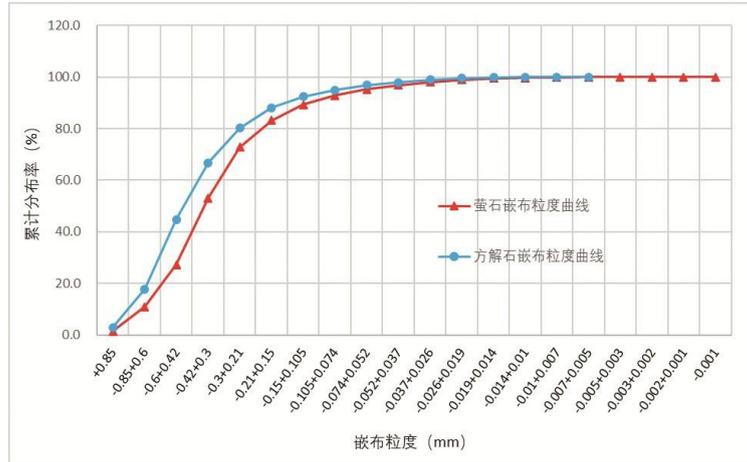
除上述礦物外，項目螢石礦中還有微量的伊利石、重晶石、磷灰石、黃鐵礦、綠泥石等，他們含量很低，對項目礦石性質影響甚微。

10.2.3 嵌布粒度與解離特徵

圖10.1為螢石和方解石的嵌布粒度曲線，大於0.074mm粒度的螢石佔93%、方解石佔95%，說明螢石和方解石嵌布粒度較粗。另據地科院綜合所和新疆有色金屬研究所測定結果，當破碎至粒度小於0.2 mm時，螢石的單體解離度為89.6%，方解石的單體解離度為89.4%，石英的單體解離度為65.7%，其他礦物的單體解離度也大都在60%以上。當磨細至68%小於200目（ $P_{68}=74 \mu m$ ）時，螢石、方解石、石英的單體解離度分別約為92%、96%、89%。這些數據說明，螢石和方解石易於解離，有利於螢石與其他礦物的選礦分離。

表10.3為不同磨礦細度下螢石的解離度，當磨細至65%小於200目（ $P_{65}=74 \mu m$ ）時，螢石的單體解離度大於90%，連生體的連生礦物主要為碳酸鹽，其次為石英。適宜的磨礦細度在-200目佔65%至70%。

圖10.1: 螢石和方解石的嵌布粒度曲線



來源: 長沙礦山院《新疆若羌縣卡爾恰爾西南螢石礦選礦工藝試驗研究報告》(2023年4月)

表10.3: 不同磨礦細度下螢石的解離度

磨礦細度 (<0.074 mm)	單體 ($\geq 95\%$)	連生體				單體+ 3/4連生體
		$> 3/4$	$3/4 \sim 1/2$	$1/2 \sim 1/4$	$< 1/4$	
55%	89.05	3.43	3.18	2.15	2.19	92.48
65%	90.64	3.14	2.98	1.89	1.35	93.78
70%	91.85	2.91	2.75	1.65	0.84	94.76
75%	92.83	2.56	2.49	1.47	0.65	95.39
80%	93.25	2.45	2.33	1.36	0.61	95.70

來源: 長沙礦山院《新疆若羌縣卡爾恰爾西南螢石礦選礦工藝試驗研究報告》(2023年4月)

註: 單體指螢石面積佔比大於等於95%的礦物顆粒

10.2.4 影響螢石選礦的礦物學因素

影響螢石選礦的礦物學因素主要有以下三點：

礦物組成：卡爾恰爾礦石中除螢石外，方解石含量超過50%，屬方解石型螢石礦，方解石與螢石嵌布關係較為密切，與螢石同屬於含鈣非金屬礦物，可浮性相近，且均屬於易磨礦物，螢石與方解石分離難度大。

嵌布粒度：螢石呈自形一半自形粒狀或他形粒狀，結晶程度高，晶型好、嵌布粒度大於74 μm 的粗顆粒佔比92%以上，易解離、易浮選。少量不規則粒狀微細粒螢石解離難度相對變大，較難以浮選回收。

嵌生關係：大部分螢石與方解石、石英等礦物的沿邊緣鑲嵌，鑲嵌關係較為簡單，容易解離，容易回收。少量螢石包裹在石英或方解石中，抑或是少量螢石中包裹方解石、石英及其他礦物，這類呈包裹結構的螢石嵌布關係較為複雜，解離程度低，進入精礦，影響精礦品位，進入尾礦，影響螢石回收率。

10.3 選礦試驗

10.3.1 可磨性測試

洛礦設計院按照標準程序對卡爾恰爾螢石礦進行了邦德球磨功指數測定，結果如，控制磨礦細度 $P_{80}=85\ \mu\text{m}$ 下，球磨功指數為9.67 kWh/t，說明礦石為中等硬度，比較易磨。

表10.4: 球磨功指數

真密度 (g/cm^3)	堆密度 (g/cm^3)	F_{80} (μm)	P_{80} (μm)	BWi (kWh/t)
2.878	1.568	2,368	121	9.43
			85	9.67

來源： 洛礦設計院《卡爾恰爾螢石礦原礦BOND球磨功指數試驗報告》，2023年3月

10.3.2 預選試驗

地科院綜合所實驗中，礦石破碎至小於15 mm，篩出6~15 mm粒級分別採用X射線智能分選機和色選機進行預選試驗，篩出1~15 mm粒級進行重介質分選試驗，三種試驗都不能有效拋尾，說明卡爾恰爾螢石礦預選有相當的技術難度。

長沙礦山院試驗報告中披露了山東省旋流分離工程技術研究中心對卡爾恰爾螢石礦的重介質分選結果，礦石破碎至8 mm以下，篩出0.5~8 mm(佔比82%)進行重介質旋流器分選試驗，尾礦產率(拋廢率)對原礦15%，尾礦品位5.8%，螢石損失率2.6%，說明重介質旋流器在技術上是可行的，但在經濟上是否可行，仍需要方案經濟對比。

中煤科工於2024年5~9月對卡爾恰爾螢石礦進行了重介質分選的實驗室小試和中試，採用錐形有壓兩產品重介旋流器和筒形有壓兩產品重介旋流器兩種設備對-10+0.75 mm粒級礦石進行分選，取得了大致相同的分選結果，其中後者精礦產率68.53~74.71%，精礦品位38.01~41.23%，精礦回收率91.47~94.64%，尾礦產率25.29~31.47%，尾礦品位6.16~7.72%，螢石損失率5.36~8.53%，說明卡爾恰爾螢石礦是重選難選礦石。

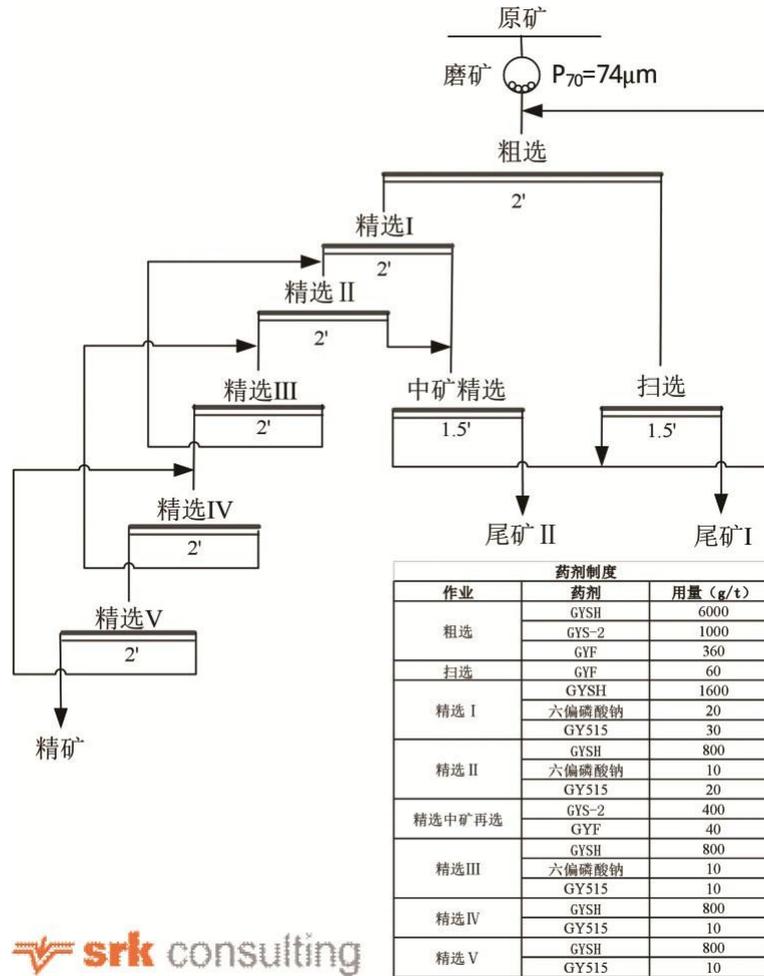
儘管預選存在相當的技術難度，SRK認為預選試驗的探索是有益的，預選可在礦石入磨之前拋棄部分脈石礦物，減少入磨礦石量，提高入磨礦石品位，從而降低選礦成本。

10.3.3 浮選試驗條件與結果

螢石浮選回收具有分選效率高，回收粒度下限低，精礦品位高，回收率高等優勢，因此，除高品位塊狀螢石外，基本都是採用浮選回收。由於方解石等碳酸鹽礦物的可浮性與螢石相近，浮選試驗的重點是對碳酸鹽礦物的抑制，從而使螢石與碳酸鹽等礦物分離。

各研究機構的試驗流程遵循「一次磨礦，多段精選」的原則，流程結構有所不同，包括一段粗選，0~2段掃選，掃選精礦順序返回；粗精礦5~7段精選，前2~3段精選尾礦（精選中礦）合併，經1段精選，精礦返回前段作業（粗選或精選1），尾礦作為最終尾礦。長沙礦山研究院流程稍複雜，為「1粗2掃7精」流程，對精選1中礦和精選2中礦分別採用「1粗1精流程」單獨處理。廣東科學院試驗流程是螢石浮選的常規流程，如圖10.2，為「1粗1掃5精，前兩個精選中礦合併再選」。

圖10.2：廣東科學院試驗流程



來源： 廣東科學院《新疆若羌縣卡爾恰爾西南萤石礦選礦工藝流程試驗研究報告》
(2023年3月)

各研究機構的試驗條件如表 10.5 和表 10.6，相應的試驗結果匯總如表 10.7。
原礦品位 CaF_2 31.5%~36.7%，獲得精礦品位 CaF_2 97.2%~99.2%， CaF_2 回收率
80.0%~85.2%。

精礦多元素化學分析結果如表 10.8，精礦質量最低達到了萤石行業質量標準
(YB/T5217-2019) FC-97A¹級別的要求。

¹ $\geq 97\% \text{CaF}_2$, $\leq 1.50\% \text{SiO}_2$, $\leq \text{CaCO}_3$, $\leq 0.05\% \text{S}$, $\leq 0.05\% \text{P}$, $\leq 0.05\% \text{As}$, ≤ 0.10
organic materials, $\geq 14\% \text{H}_2\text{O}$ 。

表10.5：閉路浮選試驗條件

條件與結果	西安天宙	地科院綜合所	新疆有色所
粗選磨礦細度	P ₆₅ =74 μm	P ₇₀ =74 μm	P ₆₈ =74 μm
浮選溫度	34-36 °C	24 °C	20±2 °C
試驗用水	西安自來水	成都自來水	烏魯木齊自來水
浮選流程	1粗2掃7精，閉路	1粗7精，閉路	1粗2掃7精，閉路
中礦處理方案	精選1、2、3中礦集中精選後返回粗選	精選1中礦丟棄，精選2、3、4中礦集中精選後返回粗選	掃1精礦和精選1、2、3中礦集中精選後返回粗選
粗選調整劑與用量	碳酸鈉 500 g/t 栲膠1,800 g/t	酸化水玻璃 600 g/t EM-326C 300 g/t	酸化水玻璃 1,600 g/t 栲膠465 g/t FS 40 g/t Al ₂ (SO ₄) ₃ 40 g/t
粗選捕收劑	皂化油酸 240 g/t	EM-OL 430 g/t	乳化油酸 YS-3 325 g/t

來源：

西安天宙《新疆若羌縣卡爾恰爾西南螢石礦選礦試驗研究報告》(2018年8月)；地

科院綜合所《新疆若羌縣卡爾恰爾螢石礦選礦試驗研究報告》(2021年8月)；

新疆有色所《新疆若羌縣卡爾恰爾螢石礦選礦工藝流程試驗研究報告》(2023年3月)。

表10.6：閉路浮選試驗條件（續表10.5）

條件與結果	廣東科學院	北礦院	長沙礦山院
粗選磨礦細度	P70=74 μm	P65=74 μm	P70=74 μm
浮選溫度	室溫	室溫	室溫
試驗用水	廣州自來水	北京自來水	長沙自來水
浮選流程	1粗1掃5精，閉路	1粗7精，閉路	1粗2掃7精，閉路
中礦處理方案	精選1、2中礦集中 精選後返回粗選	精選1、2、3、4中 礦集中精選後返 回精選1	精選1中礦精選後返回 粗選，精選2中礦精 選後返回精選1
粗選調整劑與用量	GYSH 6,000 g/t GYS-2 1,000 g/t	Na ₂ CO ₃ 500 g/t BK525 600 g/t	CD-8 500 g/t Na ₂ CO ₃ 1,000 g/t SSBL 1,000 g/t
粗選捕收劑	GYF 360 g/t	BK409A 50 0g/t	CK-1 500 g/t

來源：

廣東省科學院《新疆若羌縣卡爾恰爾西南螢石礦選礦工藝流程試驗研究報告》(2023年3月)；

長沙礦山研究院《新疆若羌縣卡爾恰爾西南螢石礦選礦工藝試驗研究報告》(2023年4月)；

礦冶科技集團《新疆若羌縣卡爾恰爾螢石礦採選工程可行性研究報告》(2022年10月)(未見試驗報告，參考恩菲初設)。

表10.7: 選礦試驗結果匯總

指標	西安天宙	地科院 綜合所	新疆 有色所	廣東 科學院	北礦院	長沙礦院
原礦CaF ₂ 品位	35.23	31.52	36.73	33.57	33.43	35.36
原礦CaCO ₃ 品位	52.4	53.63	50.91	58.76	56.48	55.71
精礦產率	28.47	26.69	30.05	29.37	28.00	30.20
精礦CaF ₂ 品位	99.20	97.21	97.84	97.36	98.00	98.34
尾礦CaF ₂ 品位	9.77	7.28	10.47	7.04	8.32	8.10
精礦CaCO ₃ 品位	0.35	0.55	0.64	1.83	0.76	0.83
精礦CaF ₂ 回收率	80.17	83.13	80.05	85.19	82.09	84.00

來源: 同表10.5和表10.6 Source: same as 表10.5 and 表10.6

表10.8: 螢石精礦質量

試驗單位	化學成分(%)						
	CaF ₂	CaCO ₃	SiO ₂	As	P	S	Fe ₂ O ₃
西安天宙	99.20	0.31	0.38	0.0004	0.0031	0.025	0.015
地科院綜合所	97.21	0.55	0.62	≤0.0005	0.03	0.03	0.020
新疆有色研究所	97.97	0.52	0.77	0.002	0.016	0.017	0.024
廣東科學院	98.82	0.36	0.70	<0.0005	0.02	<0.01	0.028
長沙礦山研究院	98.34	0.83	0.30	<0.0005	0.0036	0.0036	0.026

來源: 同表10.5和表10.6 Source: same as 表10.5 and 表10.6

10.4 試驗結果分析

影響螢石浮選回收的工藝因素有以下五個方面：

- 磨礦細度：要有足夠的單體解離度，以便獲得高品位精礦和回收率。
- 藥劑種類與用量：碳酸鹽礦物抑制劑和螢石的捕收劑，要求捕收劑具有良好的選擇性和耐低溫性能。
- 浮選溫度：由於螢石捕收劑多為脂肪酸類，其在礦漿中的分散度與活性受溫度影響較大。
- 水質：螢石和方解石都是含鈣礦物，水的硬度、回水剩餘藥劑濃度等，對工藝過程和結果通常具有較大的影響。
- 中礦處理方法：中礦直接返回，容易造成方解石在浮選回路中積累，惡化工藝過程，影響精礦質量和回收率，通常對部分中礦集中再選，直接拋尾，再選精礦返回上段浮選作業。

試驗確定的適宜磨礦細度在65%~70%小於200目（小於74 μm 佔65%~70%），這與礦物學測得的螢石嵌布粒度結果相一致。通常一段磨礦能夠達到該細度，可以簡化設備配置。

項目礦石的球磨功指數為9.43~9.67 kWh/t，屬於中等偏軟的礦石，說明礦石易磨。

浮選流程方面，在多段精選的原則下，進行了多種流程結構的試驗，總結如下：

- 粗選和掃選：螢石的浮選速度很快，粗選2分鐘即可達到90%的回收率。試驗結果表明，1段粗選+0~2段掃選是合適的，粗選時間延長，可以不用掃選或只用1段掃選；

- 原礦脫泥：新疆有色金屬研究所對粗選前礦漿脫泥，脫除13%的泥，螢石損失12%，且脫泥後的浮選結果並未好於不脫泥，因此不建議脫泥；
- 粗精礦再磨：廣東省科學院對粗選粗精礦進行了再磨—浮選試驗，結果表明，粗精礦再磨後，精礦CaF₂品位略有增加，但回收率下降較多，不建議精礦再磨。礦物學研究結果，磨細細度P65=74 μ m時，螢石的單體解離度大於 90%，且有3%的富連生體（3/4連生體），也說明粗精礦無需再磨。
- 精選：5~8段精選可以達到精礦質量要求，精選段數的多少與脈石抑制劑種類和用量相關，也與中礦處理方式密切相關。
- 精選中礦再選：精選中礦順序返回，導致方解石在流程中積累，惡化工藝過程，應及時作為尾礦排出，這就要求對中礦進行再選處理。地科院綜合所把精選1中礦（尾礦）直接作為尾礦，這有可能增加螢石的損失。長沙礦山研究院把精選1中礦和精選2中礦分別採用「1粗1精」兩段浮選處理，結果良好，但流程偏於複雜。廣東科學院前兩段精選中礦合併精選，流程相對簡單，又避免方解石的循環積累，減少了精選次數。
- 精選中礦再磨：新疆有色金屬研究所把混合中礦磨細至80%小於400目（P80=38 μ m）再選，結果與不再磨相差不大，因此不建議再磨。
- 螢石捕收劑多為脂肪酸類，為提高其捕收能力、選擇性和耐低溫性能，對其改性處理。雖然各試驗單位使用藥劑不同，但均確定，溫度低於20 °C，捕收劑活性降低，選礦指標下降，需要增大藥劑用量。SRK認為仍需要篩選耐低溫的捕收劑。

- 水質方面，卡爾恰爾礦山水質（阿克蘇河水）硬度大，試驗證實會導致回收率降低，因此需要做軟化處理，或者選擇其他水源。另外，工藝回水對選礦指標也有不利影響，鑒於實驗室條件限制，沒有進行回水的多次循環試驗，回水的影響程度需要在實際生產中進一步考察。

10.5 結論與建議

- 礦石中礦物以螢石和方解石為主，分別為32.90%和53.63%，石英次之，為7.43%，這三種礦物的含量約佔礦物總量的94%。其他礦物含量很低，總計在6%左右。卡爾恰爾螢石礦屬於碳酸鹽型，由於螢石與方解石同為含鈣礦物，其物理化學性質相近，因此，螢石與方解石的分離是選礦研究的重點和關鍵。
- 螢石是礦石中唯一值得回收的有價礦物，是選礦回收的目標礦物。礦石中大部分螢石礦物粒度較粗，易於解離。另有少量螢石嵌布粒度細，與脈石礦物互有包裹，較難解離。當礦石破碎至粒度小於0.2mm時，螢石的單體解離度為89.57%，當磨細至65%小於200目（P65=74 μm）時，螢石的單體解離度大於90%，當磨細至P68=74 μm時，螢石、方解石、石英的單體解離度分別約為92%。這些數據說明，螢石易於解離，有利於螢石與其他礦物的選礦分離。
- 礦石中硬偏軟，易於磨礦，適宜的磨礦細度為65%~70%小於200目。適宜的選礦流程為「1段粗選，0~2段掃選，5~7段精選，前2~3個精選中礦精選後拋尾」，粗精礦無需再磨，精選中礦也無需再磨。綜合各研究單位選礦試驗結果，原礦品位CaF₂ 31.5%~36.7%，精礦品位CaF₂ 97.2%~99.2%，CaF₂回收率80.0%~85.2%。
- 礦山水源阿克蘇河水硬度大，會降低螢石回收率，使用時應軟化處理，或選擇其他水源。工藝回水含有大量浮選藥劑和絮凝劑，通常會對選礦指標造成負面影響。對工藝回水的試驗不夠深入，尚無法評價回水對選礦指標的影響，有待未來生產當中考察。

- 溫度影響選礦藥劑的反應活性，對選礦指標有較大的影響，試驗採用的選礦藥劑種類較多，各試驗單位多用代號表示，建議詢問藥劑的化學名稱和性能。由於礦漿加溫成本較高，考慮卡爾恰爾寒冷的氣候特徵，SRK建議繼續試驗尋找低溫浮選藥劑。

11 選礦廠

礦業科技集團有限公司於2022年10月完成了《新疆若羌縣卡爾恰爾螢石礦採選工程可行性研究報告》，中國恩菲工程技術有限公司於2023年6月完成了《新疆若羌縣卡爾恰爾螢石礦初步設計》，2024年4月進行了修訂（2024恩菲初設）。

SRK於2023年4月及2024年12月對礦山現場進行了實地考察。2023年8月項目全面開始建設，計劃2025年6月選廠建成並試車。本章根據現場考察情況和恩菲初設內容編寫。

11.1 設計規模、產品方案與工作制度

選廠設計規模為120萬噸／年，4,000噸／日，年產量約為30萬噸。產品方案為螢石精礦，精礦CaF₂含量97%。

選廠設計採用連續工作制度，年作業率82.2%，年有效作業天數300天，其中粉礦倉之前的作業（粗礦倉、中細碎車間、篩分車間）每天3班，每班5小時，年作業率51.4%；粉礦倉之後的作業（磨浮車間、脫水車間）每天3班，每班8小時，年作業率82.2%。

11.2 設計工藝流程

設計的選礦工藝流程為：碎磨採用「兩段一閉路破碎+磨前預篩分+一段閉路磨礦」的工藝流程；預處理採用「礦漿加藥調漿前預先加溫」；選別採用「兩次粗選+兩次掃選+粗精礦再磨+八次精選+一次精掃選+精尾脫泥+粗尾脫泥」的浮選工藝流程；精礦脫水採用「濃縮+過濾」兩段脫水流程，最終選礦產品為螢石精礦。

圖11.1和圖11.2分別為根據恩菲《初步設計》描述的工藝過程繪製的破碎—磨礦流程和浮選流程，描述如下：

11.2.1 破碎與篩分

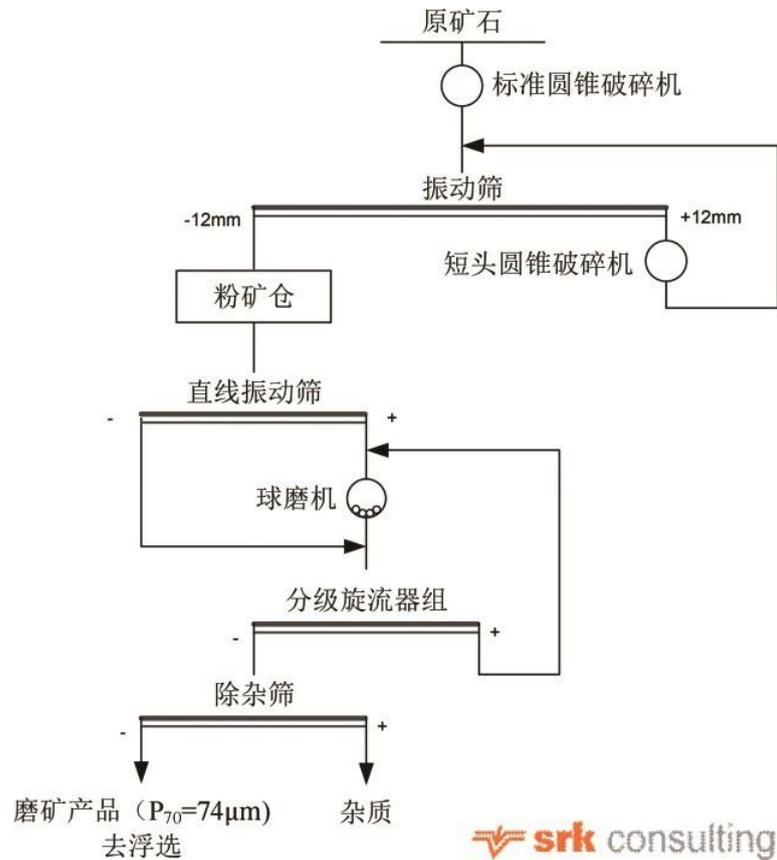
地下開採的最大礦石粒度350 mm，將通過帶式輸送機輸送至選礦工業場地的粗礦倉，由倉下重型皮帶給料機和帶式輸送機將礦石運送至中碎前的緩衝礦倉，再由倉下皮帶給礦機給到1台中碎標準圓錐破碎機。中碎產品由帶式輸送機送到篩分廠房的緩衝礦倉，再由倉下的2台皮帶給礦機分別給至2台雙層重型振動篩進行篩分，篩上產品通過帶式輸送機返回至細碎前緩衝礦倉。細碎緩衝礦倉礦石由倉下皮帶給礦機給到1台細碎短頭圓錐破碎機，細碎產品由帶式輸送機送到篩分廠房的緩衝礦倉，形成細碎閉路。12mm以下粒徑產品由帶式輸送機轉運至粉礦倉。

11.2.2 磨礦與分級

粉礦倉下設4台重型皮帶給料機，將礦石經由帶式輸送機運送至主廠房的磨前篩分的2台雙層直線振動篩，篩上產品通過帶式輸送機給入球磨機進行磨礦，篩下產品通過渣漿泵輸送至到分級泵池。

主廠房採用1台直徑5.03 m、長6.4 m(Φ5.03 m×6.4 m)的球磨機進行磨礦，磨礦產品進入分級泵池，泵送到1台Φ500-12(12台直徑500 mm旋流器)水力旋流器組進行分級，旋流器底流自流進入球磨機形成磨礦閉路，旋流器溢流小於0.074 mm含量為70%(P70=74 μm)左右。分級水力旋流器溢流經隔粗篩隔除粗渣後自流到輸送泵池，泵入螢石浮選調漿攪拌槽。

圖11.1: 設計的選礦廠破碎－磨礦流程



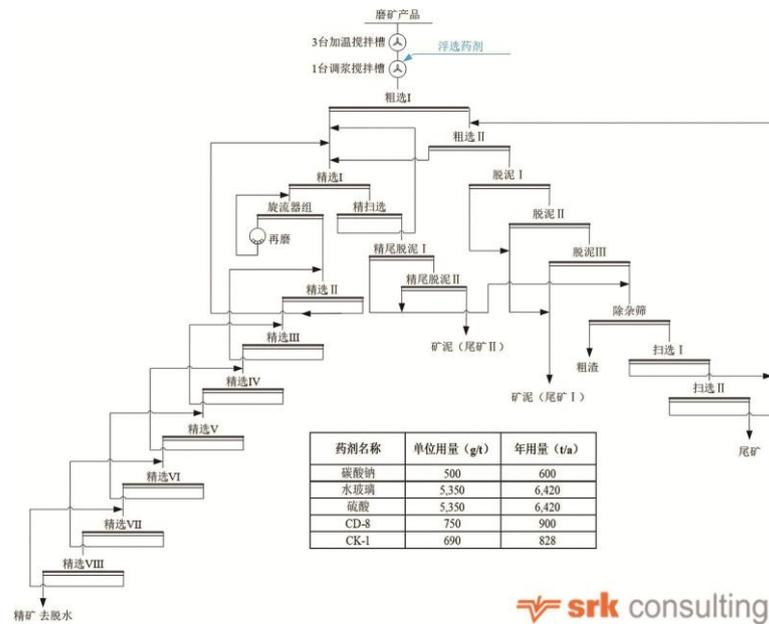
來源： 2024恩菲，由SRK重新製圖

11.2.3 浮選

粗選調漿設有4台礦漿攪拌槽，前3槽對礦漿採用蒸汽直接加溫，後1槽加入浮選藥劑調漿，經加溫及強力調漿後進入34台50 m³浮選機和6台30 m³浮選機浮選，礦漿經2次粗選、粗選尾礦脫泥、2次掃選、8次精選，1次精掃選、粗精礦再磨、精選尾礦掃選（精掃選）、精掃選尾脫泥作業後，獲得最終螢石精礦和螢石尾礦。

其中精選I精礦泵送至1台Φ250-10水力旋流器組分級，水力旋流器底流自流到立磨機再磨，再磨產品再次泵入旋流器組，形成再磨閉路。水力旋流器溢流自流到1台礦漿攪拌桶調漿；精選I中礦進行1次精掃選（中礦再選），精掃選精礦自流返回精選I，精選II的尾礦由渣漿泵泵送返回精選I；第8次精選產出的螢石精礦通過渣漿泵泵送至2台Φ30 m精礦濃縮機，精掃選尾礦經過2次水力旋流器脫泥，底流返回到掃選I進行再選，脫泥旋流器溢流與掃選II尾礦合併泵送至Φ30 m尾礦濃縮機。

圖11.2：設計的選礦廠浮選流程



srk consulting

來源： 2024恩菲初設，由SRK重新製圖

11.2.4 脫水

精礦採用「濃縮—壓濾」兩段脫水，2台 $\phi 30$ m精礦濃縮機底流，泵送至4台 120 m^2 盤式過濾機進行過濾作業，脫水後的螢石精礦水分小於12%，由帶式輸送機轉運送往精礦倉堆存，也可以採用前裝機裝車外運。精礦濃縮機溢流及濾液回用。

尾礦濃度15.25%，經 $\phi 30$ m尾礦濃縮機至底流濃度28%，泵送至充填站和尾礦庫。

11.3 設計技術參數與技術指標

選廠設計技術參數如表11.1，技術指標如表11.2。

浮選閉路試驗可獲得螢石精礦CaF₂品位為97.21%~99.20%，CaF₂回收率80.05%~86.55%。綜合考慮試驗情況、產品質量要求及生產實踐，恩菲初步設計擬定了上述技術指標(表11.2)，SRK認為擬定的指標符合實驗室擴大到選廠工業生產的一般規律，是合理的。然而，實際生產中受水質、藥劑、溫度及操作、故障等影響因素較多，達到80%的回收率仍具有挑戰性。

表11.1：選廠設計技術參數

設計參數	單位	值
選廠生產規模	t/y	1,200,000
選廠處理礦石能力	t/d	4,000
年作業天數	d/a	300
破碎日作業小時數	h/d	15
破碎年作業率	%	51.4
磨浮脫水日作業小時數	h/d	24
磨浮脫水年作業率	%	82.2
粗碎最大入碎粒度	mm	350
破碎產品粒度P ₁₀₀	mm	12.00
破碎產品粒度P ₈₀	mm	9.00
磨礦產品細度P ₆₅	μm	74
粗磨循環負荷	%	350
粗精礦再磨細度P ₈₅	μm	74
礦石密度	t/m ³	2.79
礦石鬆散系數		1.60
礦石水分	%	3
浮選粗選濃度	%w/w	30
粗選加溫調漿時間	min	15
浮選粗選時間	min	9
浮選掃選時間	min/pc	9
精選各段時間	min/pc	6
精礦濃密機處理能力	t/m ² ·d	1.04
精礦過濾機處理能力	t/m ² ·d	0.20

設計參數	單位	值
最終精礦水分	%	12
粗礦倉儲礦時間	h	24
粉礦倉儲礦時間	h	36
藥劑用量		
碳酸鈉	g/t	500
水玻璃	g/t	5,350
硫酸	g/t	5,350
CD-8	g/t	750
CK-1	g/t	690

數據來源：恩菲《新疆華甌礦業有限公司新疆若羌縣卡爾恰爾螢石礦初步設計》(2024年4月)

表11.2：選廠設計技術指標

產品	數量		產率 (%)	CaF ₂ 品位 (%)	CaF ₂ 回收率 (%)
	(t/d)	(kt/a)			
螢石精礦	982.43	294.73	24.56	97.00	80.00
尾礦	3,017.57	905.27	75.44	7.90	20.00
原礦	4,000.00	1,200.00	100.00	29.78	100.00

來源：2024恩菲初設

11.4 選礦設施設備

11.4.1 主要設備

表11.3列出了主要選礦設備，膠帶運輸機、礦漿泵、液下泵和起吊設備較多，未列入。這些設備是根據流程和設計技術參數計算而來的，也是螢石礦選礦常用的設備。有多達5組脫泥旋流器及配套礦漿泵，也有粗精礦再磨的立磨及配套的分級旋流器組，SRK認為脫泥和粗精礦再磨是不需要的，因而這些設備也是不需要的。

表11.3: 主要選礦設備

序號	名稱	規格型號	電機功率 (kW)	數量
1	粗礦倉	6,000 m ³		1
2	重型皮帶給料機	1.2×6.0 m	30	4
3	振動給料機	900×2,200 mm	3.2	1
4	標準圓錐破碎機	液壓, 超粗腔	500	1
5	短頭圓錐破碎機	液壓, 細腔型	500	1
6	皮帶給礦機	1.4×8.0 m	37	1
7	雙層重型振動篩	3.6×8.0 m	18.5	2
8	皮帶給礦機	2.0×5.0 m	30	2
9	粉礦倉	6,000 m ³		1
10	重型皮帶給料機	1.2×6.0 m	30	4
11	振動給料機	900×2,200 mm	3.2	1
12	雙層直線振動篩	3.6×7.3 m	27	2
13	球磨機	φ 5.03×6.4 m	2600	1
14	1#旋流器組—磨礦分級	φ 500-12		1
15	2#旋流器組—粗選尾礦脫泥1	φ 250-16		1
16	3#旋流器組—粗選尾礦脫泥2	φ 150-22		1
17	4#旋流器組—粗選尾礦脫泥3	φ 75-50		1
18	5#旋流器組—精選選尾礦脫泥1	φ 250-16		1
19	6#旋流器組—精掃選尾礦脫泥2	φ 100-42		1
20	7#旋流器組—粗精礦再磨分級	φ 250-10		1
21	高頻振動細篩	1.0×2.8 m	2.5×2	2
22	五疊層高頻振動細篩	1.0×2.1 m	2.2×2	4

序號	名稱	規格型號	電機功率 (kW)	數量
23	立磨機		500	1
24	礦漿加溫攪拌槽	Φ 4.0×4.5 m	55	3
25	調漿攪拌槽	Φ 4.0×4.5 m	55	1
26	調漿攪拌槽	Φ 3.0×3.0 m	22	1
27	自動加藥機	48點		1
28	充氣式浮選機	50 m ³	132	6
29	充氣式浮選機	50 m ³	110	12
30	充氣式浮選機	50 m ³	90	16
31	充氣式浮選機	30 m ³	75	3
32	充氣式浮選機	30 m ³	55	3
33	礦漿攪拌槽	Φ 3.5×3.5 m	18.5	1
34	精礦濃密機	Φ 30 m	45	2
35	盤式過濾機	120 m ²	132	4
36	尾礦高效濃密機	Φ 30 m	30	1

來源： 2024恩菲初設

11.5 工程建設進度與試車、投產計劃

選礦正在建設之中，圖11.3為2024年11月18日拍攝的選廠主體建設項目進展照片。建設進度控制、投資進度控制良好，施工材料管理、施工車輛調度良好，每周編寫項目進展匯報，報告建設進展情況、投資完成情況，分析建設項目難點並提出應對措施。

選礦設備已經訂貨，按建設進度和安裝計劃陸續進場安裝。

選礦廠計劃2025年6月建成，表11.4為空載試車（冷試車）、帶負荷試車（熱試車）和正式投產計劃。SRK認為，與中國其他類似項目相比，這一時間表較為激進。目標完成日期可能需要根據實際施工進度和設備安裝的複雜性進行調整。

表11.4: 卡爾恰爾選礦廠試車和投產計劃

日期	計劃內容
2025年6月1-10日	設備檢查與準備、單機空載試車、系統空載聯動試車
2025年6月11-30日	檢查水電藥劑系統和控制系統，低負荷（30%~40%）聯動試車，中負荷（50%~70%）聯動試車，高負荷（80%~100%）聯動試車，及時處理系統聯動暴露的問題
2025年7月1-30日	試生產，檢測各項運行參數和技術指標，矯正和優化運行參數，協調各工段及各作業間的配合，對流程和設備進行全面評估
2025年8月1日	正式投產。在後續生產過程中持續改進質量控制、設備維護、藥劑制度和生產管理

來源： 卡爾恰爾螢石礦項目建設進展匯報，2024年11月18日。

圖11.3: 選廠建設施工現場照片2024年11月18日



來源： 卡爾恰爾螢石礦項目建設進展匯報，2024年11月18日。

11.6 消耗

表11.5列出了項目在礦山壽命期內的材料和試劑消耗預測。電力消耗估計為每噸礦石43.5千瓦時，新水消耗為每噸礦石0.53立方米，與中國類似項目相比，這些消耗均在正常和合理範圍內。SRK注意到，擬議的水源是附近的阿克蘇河。根據現場觀察，阿克蘇河水的硬度較高，工藝流程中使用了大量試劑，包括少量絮凝劑，這可能對加工指標產生不利影響。

各試驗單位的藥劑制度各有特點，2024恩菲初設選擇長沙礦院的藥劑制度為生產藥劑制度，實際生產中仍需要對藥劑種類進行試驗遴選，對藥劑制度進行調整。

2024恩菲初設在選礦工業場地內設給水淨化站1座，處理生產水源地來水。給水淨化站內設生產水淨化及加壓設施，產水量600 m³/h，採用混凝、沉澱處理工藝。生產水源地來水，用泵加壓送至給水淨化站機械加速澄清池，投加鹼式氯化鋁PAC，進行混凝、沉澱處理，機械加速澄清池出水進入生產水池，再泵送至選廠容積2000 m³生產消防高位水池，供給採礦場地、選礦廠和生活區的生產和消防使用。

表11.5：選礦材料藥劑消耗

材料藥劑名稱	單位	消耗量
鋼球	kg/t	0.30
襯板	kg/t	0.15
機油	kg/t	0.01
黃油	kg/t	0.01
膠帶	m ² /t	3.00
濾布	m ² /t	0.42
水玻璃	kg/t	5.35
碳酸鈉	kg/t	0.50
DB-8	kg/t	0.75
CK-1	kg/t	0.69
硫酸	kg/t	5.35
絮凝劑	kg/t	0.01

材料藥劑名稱	單位	消耗量
電	kWh	43.50
水	m ³ /t	5.13
其中：循環水和回水	m ³ /t	4.60
新水	m ³ /t	0.53

來源： 2024恩菲初設

11.7 結論與建議

- 選廠設計規模為120萬噸／年，40,000噸／日。產品方案為螢石精礦，年產量29.47萬噸。選廠採用連續工作制度，年作業率82.2%，年有效作業天數300天。設計精礦CaF₂品位97%，CaF₂回收率80%，對比選礦試驗結果，SRK認為這一設計指標是合理的。
- 設計選礦廠入破礦石粒度小於350 mm，破碎磨礦流程為「兩段一閉路破碎，帶預先篩分的一段閉路磨礦」，磨礦細度為70%小於74 μ m。SRK認為碎磨流程是合理的，實際生產中磨礦細度允許小於74 μ m在65%~70%之間波動。
- 預選是提高礦石入選品位，提高礦山礦石處理能力和降低選礦成本的措施，隨著近年來智能分選機的發展，其在礦石預選中得到越來越多的應用。由於螢石在紫外線照射下具有旋光性，有別於其他礦物，SRK建議繼續對項目進行預選試驗和技術經濟研究，評估預選的可行性。

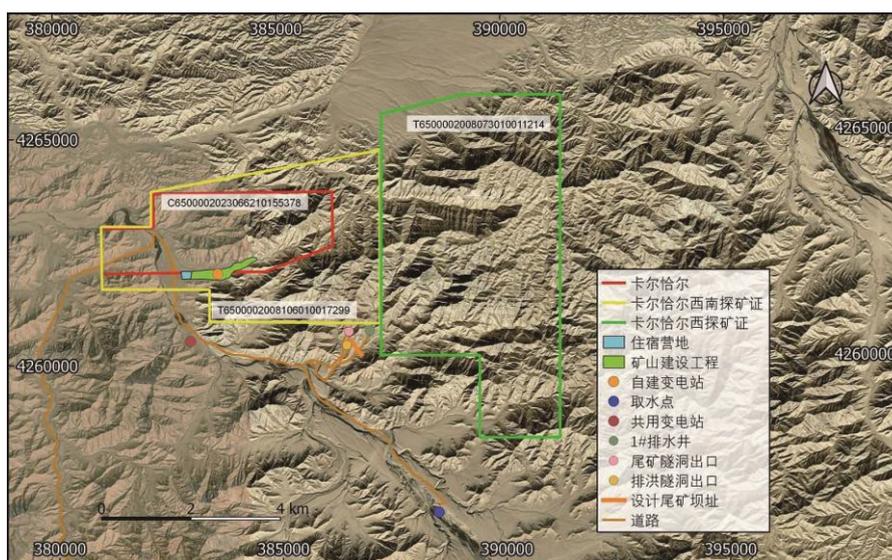
- 設計的螢石浮選流程為「礦漿加溫，兩段粗選，兩段掃選，粗精礦再磨，8段精選」，SRK認為該流程過於複雜，由於脫泥會增加螢石的損失，且脫泥後並不能獲得更好的浮選指標，因此SRK建議取消脫泥作業。鑒於卡爾恰爾螢石浮選速度快，建議簡化粗掃選流程，採用兩段粗選或一粗一掃流程。SRK推薦「2段粗選，7段精選，部分精選中礦集中再選」流程，兩段粗選可取消掃選作業，簡化設備配置，精選1和精選2中礦合併再選後直接拋尾，再選精礦返回粗選作業。
- 由於生產水源阿克蘇河水硬度大，將會對選礦工藝造成負面影響。2024恩菲初設給水淨化站1座，處理生產水源地來水，然而處理設施只是處理生活用水，並沒有設施處理生產用水。SRK現場考察時見到有多處泉水，未見鈣華，建議取樣化驗，若硬度小，則可作為合適的生產、生活水源。SRK了解到，華甌將在生產期間監測水質。如果發現水質對螢石回收率產生負面影響，華甌將實施針對性的軟化措施。這些措施包括使用氫氧化鈉(NaOH)調整pH值，以沉澱鈣和鎂離子，從而減少它們的干擾。SRK認為，這些建議措施適合應對潛在風險。
- 由於礦山地處高海拔寒冷地區，而目前的螢石捕收劑在低溫（小於15 °C）時活性降低，用量增大，且回收率下降。恩菲《初步設計》設計採用蒸汽直接加溫礦漿，SRK認為礦漿加溫是可行的，但由於加溫成本高，建議增設工藝用水加溫裝置，以加熱工藝水的方法維持礦漿溫度，並繼續試驗篩選低溫選礦藥劑，以節約成本。

12 基礎設施

12.1 簡介

本節根據恩菲初步設計及公司提供的工程建設資料來對主要基礎設施進行描述(圖12.1)。其亦評估該基礎設施是否適合及充分支持礦山投產運營的計劃。正在興建的主要基礎設施包括供電線路，共享變電站，自用變電站，連接選廠和尾礦庫的隧道及地表附屬設施、建築和設備。供水的取水點已根據水質情況進行選取，但供水設施仍未開始建設。

圖12.1：基礎設施平面圖



來源： SRK

12.2 供電

項目的供電主要由距礦山直線距離約18km，擁有2台180MVA主變壓器的白干湖220kV變電站承擔。新疆華甌礦業有限公司已與國網公司簽訂供電協議，從白干湖220kV變電站建設一條供電線路和一座共享變電站以為項目及週邊共三座礦山進行供電。目前土建工程已完成總工程量的74%，所有電氣設備及配套設施已全部進場，砌築二次設備室、室外二次電纜溝等工作整體完成約40%。共享變電站計劃2024年12月20日A線供電，但截至12月21日SRK現場考察時，供電線路和變電站仍在建設中(圖12.2)。

圖12.2：共享變電站



來源： 華甌

礦區供電電源採用110kV電線從共享變電站引至礦區自建變電站(圖12.3)礦區自建變電站為110kV/10 kV總降壓變電所，單回路110kV電源進線，變壓至10kV分配到各種礦山地表設施、地下泵站、傳送帶運輸系統、新鮮空氣提升加熱系統和輔助斜坡加熱系統。

礦山地表設施包括兩個通風井變電站、回填變電站、壓縮空氣變電站和維護變電站。地下泵站位於2,850米標高、2,550米標高和2,450米標高。

進風井加熱系統和輔助斜坡空氣加熱系統用於在冬季提高進風新鮮空氣的溫度。

地下泵站的低壓電源降壓後供應到每個水平的低壓變電站。低壓電源為415伏用於鑽孔，380伏用於水平排水泵和輔助風機，220-250伏用於照明和軌道操作。

自建110變電站於2024年7月25日開工建，目前已完成變電站內牆砌築、變抹灰、膩子塗料、高低壓配電櫃安裝、GIS設備安裝、外冷基礎等子項的大部分工作。自建110變電站計劃2024年12月30日具備供電條件，但截至12月21日SRK現場考察時，自建變電站仍在裝修中。

圖12.3：自建變電站



來源： 華甌

礦山擁有柴油發電站一座，安裝10kV、800kW柴油發電機組6台，目前為礦山提供電力。待外部供電接通後，將作為礦山的備用電源。礦山供電採用雙重電源供電設計，可充分保證礦山供電的安全性和可靠性。

12.3 太陽能系統

華甌計劃採用太陽能中溫熱水系統來解決工業用熱需求。太陽能系統所產生的熱能將主要提供給4,000t/d產能的選廠進行原礦礦漿加熱。設計方案為，通過太陽能加熱系統將2-7度的冷水加熱至70度，並儲存在儲熱水包中，供選廠使用。陰雨天氣等陽光不足時，需要使用輔助加熱設備進行加熱。

項目所在位置的年平均太陽輻照數據為1,689.2kWh/年/每平方米，太陽能集熱器的光照總面積為9,686平方米，可接受的輻照為16,361.6MWh/年。

太陽能系統已於2024年9月開始現場建設，並於2024年12月已完成太陽能系統的基礎安裝，目前正在進行設備調試(圖12.4)。

圖12.4: 太陽能系統



來源： SRK現場調查，2024年12月

12.4 供水

該項目取水水源為若羌河上游支流—阿克蘇河地表水，水源來自南部山區冰川融水，取水口位於礦區東南方向，直線距離約8.5km。該取水口位於阿克蘇河左岸支流匯入口處，水源穩定，地表徑流量常年變化不大，平均徑流量大於 $6\text{m}^3/\text{s}$ 。

圖12.5：取水點



來源： SRK現場調查，2024年12月

取水方案：在支溝匯入口的主槽內佈設滲濾池（下層埋設10根直徑377毫米377橋式滲管，上層鋪設三層人工濾料層），潛流經濾料、濾水管過濾進入匯水管，引至 1#集水池(50m^3)經沉澱、沖沙後重力輸水管線送至2#蓄水池($2,000\text{m}^3$)，從2號蓄水池擬埋設DN450輸水管道，管道輸水能力大於 $460\text{m}^3/\text{h}$ 。

項目排土場雨季產生水量 $4,350\text{m}^3/\text{d}$ ，設沉澱池採用地面挖坑鋪膜形式，容積 $5,000\text{m}^3$ ，正常排水時沉澱池處理完回用選廠回水高位水池使用，暴雨時經過沉澱池後外排。

項目分為採礦工業場地、選礦廠和生活區，三個區域。採礦工業場地設置生活給水系統、生產給水系統、消防給水系統和回水系統。選礦廠設置生活給水系統、生產給水系統、消防給水系統、循環水系統和回水系統。生活區設置生活給水系統和消防給水系統。選礦工業場地內設給水淨化站1座，處理生產水源地來水。給水淨化站內設生產水淨化及加壓設施，產水量600m³/h，採用混凝、沉澱處理工藝。

淡水將直接用於工業用途，包括消防用途。就生活用途而言，淡水取水將抽至選礦廠的水處理廠，在水處理廠將進行沉澱，用沙子和活性炭過濾，並用試劑（如氫氧化鈣和二氧化氯）消毒。該項目總耗水量預計約為25,476m³/天，其中生產新水為6,335m³/天（含未預見水量6,50m³/天），生活水為200m³/天，循環水為1,435m³/天，回水為17,506m³/天，各工作區用水詳見圖12.1。

表12.1：水量平衡表

車間及用水 設備名稱	給水量(m ³ /d)						排水量(m ³ /d)			排至 下水道
	總用水量 (m ³ /d)	水質	生產新水	生活水	循環水	回用水	循環水	回用水	損失	
採礦	1,440	生產水	1,440						1,440	
磨浮工段	20,510	回水、生產水	2,104		1,320	17,086	1,320	15,410	3,760	20
尾礦設施	1,416	生產水	1,301		115		115	1,296	3	2
充填攪拌站	780	回水、生產水	360			420		780		
鍋爐房	480	生產水	480						480	
生活水	200	生活水		200					40	160
總計	24,826		5,685	200	1,435	17,506	1,435	17,486	5,723	182
未預見水量	650		650						650	
合計	25,476		6,335	200	1,435	17,506	1,435	17,486	6,373	182

來源：華甌

飲水工程計劃2024年12月底招標，2025年完成所有土建及管線安裝工作，2025年6月30日形成正常供水能力。

12.5 總結

擬議的供電和供水系統已被設計以滿足項目的運營需求。供電系統足以支持採礦和選礦需求。

同樣，供水系統的設計旨在為項目的各種工藝提供充足的水源。它利用從阿克蘇河取水點收集的水，以及來自廢料堆和地下作業的水，並結合了尾礦庫的回水。系統的容量設計能夠有效滿足運營和生活的需求。

13 尾礦貯存設施

13.1 審查文件

SRK在技術報告編製中審查和查閱了以下文件：

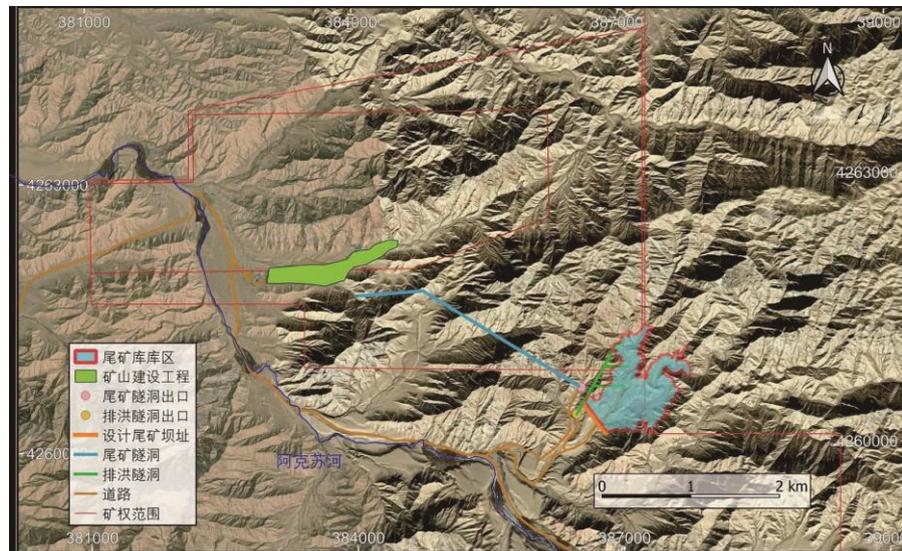
- 《新疆華甌礦業有限公司新疆若羌縣卡爾恰爾螢石礦採選項目環境影響報告書（上下冊）》新疆綠境天宸環保科技有限公司2023.05。
- 《新疆華甌礦業有限公司新疆若羌縣卡爾恰爾螢石礦初步設計（代可研）》中國恩菲工程建設有限公司2024.04。
- 《新疆華甌礦業有限公司新疆若羌縣卡爾恰爾螢石礦尾礦庫安全設施設計（報批版）》中國恩菲工程建設有限公司2024.09。
- 《尾礦設施（初期壩、排滲設施、排洪設施）施工圖（施工準備圖）》中國恩菲工程建設有限公司2024.09。
- 《新疆華甌礦業有限公司新疆若羌縣卡爾恰爾螢石礦尾礦庫工程地質及水文地質勘察報告（祥勘05版）》北京城建勘測設計研究有限公司2024.09。

- 《新疆華甌礦業有限公司新疆若羌縣卡爾恰爾螢石礦尾礦庫築壩材料靜力土工試驗研究》長江水利委員會長江科學院水利部岩土力學與工程重點實驗室 2024.03。
- 《新疆華甌礦業有限公司新疆若羌縣卡爾恰爾螢石礦尾礦庫築壩材料靜動力土工試驗研究》長江水利委員會長江科學院水利部岩土力學與工程重點實驗室 2024.04。
- 《卡爾恰爾螢石礦整體計劃介紹》華甌礦業 2024.12.13。

13.1.1 場區自然條件

擬建尾礦庫庫址位於選廠東南方向的一個山谷內，距選廠直線距離約3.2km，建成後，預計覆蓋面積約0.8km²，匯水面積約6.85km²。在擬建尾礦庫區域10公里半徑範圍內無農田、居民、村落、風景名勝區、自然保護區、水源保護區、重要濕地等。下游1.4km為若羌河上游支流—阿克蘇河(圖13.1)。

圖13.1：尾礦庫與選礦廠相對位置圖



來源： 華甌

在評估尾礦庫的最佳位置時，SRK注意到以下考慮因素：

項目所在地屬典型大陸高山寒冷乾旱氣候區，夏季炎熱乾燥，冬季嚴寒。年平均氣溫1.5℃，日最高、最低氣溫分別為28.7℃和-29.5℃。晝夜溫差很大，7、8月份氣溫較高時在15℃以上，夜間降至4℃以下。6~8月為雨季，年均降水量63.6mm，最大日降水量20.1mm。年均蒸發量3,057mm，集中在夏季的6、7和8月份，月累計蒸發量高達1,445mm。每年的3月至8月為風季，風向多為西北風、東南風，年平均風速2.2m/s，最大達26m/s。11月中旬至來年3月為冰凍期。

尾礦庫將位於阿爾金山北坡的土地上，該地區以陡峭的地形為特徵。海拔從最高的3,382米到最低的2,888米不等，導致相對高度差約為494米。山坡的上部為裸露的基岩，主要由強風化到中等風化的花崗岩組成。中部和下部延伸到山腳和溝壑，頂部覆蓋第四紀粉土，底部為第四紀沖積和崩積形成的鬆散沉積物。這些沉積物下方是強風化到中等風化的基岩，主要由片麻岩和花崗岩組成。

區域內地下水類型為鬆散層孔隙潛水含水層、基岩類裂隙含水層。無河流及地表水，無穩定的地下水含水層，而中風化花崗岩透水率一般可達到5Lu以下，為天然的相對隔水層，整個庫區形成一個小型的、完整的、獨立且封閉的水文地質單元。

庫區工程地質條件及水文地質條件相對簡單，不良地質對庫區的影響輕微。擬建尾礦壩壩址地層穩定，未見諸如滑坡、岩溶、泥石流等不良地質作用，場地工程地質及水文地質條件較好，只在部分區域有危岩和濕陷性土。庫區的最大凍結深度為1.0m。庫區地形地貌見圖13.2。

圖13.2：擬建尾礦庫地形地貌照片



來源： 華甌

從地震性角度來看，項目現場的基本峰值地面加速度為0.15g，基本地面運動加速度反應譜的特徵週期為0.45秒，對應的地震烈度為VII。在礦區150公里半徑範圍內，過去10年間發生了15次震級在3到5之間的地震，以及一次震級超過5的地震。這些地震的震中距離項目區域較遠，對該地區的影響有限。

13.1.2 尾礦產量及特性

在滿負荷運行時，選礦廠每年將處理120萬噸礦石（每天4,000噸），每年生產905,300噸尾礦。其中，估計每年有469,000噸用於地下回填，而剩餘的436,300噸預計將被送往尾礦庫。尾礦庫的總儲存量為17,228,200噸。選礦廠排放的尾礦漿的重量濃度為15.25%，尾礦的干密度為2.79噸／立方米。尾礦的顆粒大小分佈見圖13.1。

表13.1: 尾礦粒度分佈表

粒級 (mm)	分佈佔比 (%)
+0.15	5
-0.15+0.074	25
-0.074+0.038	30
-0.038	40
合計	100

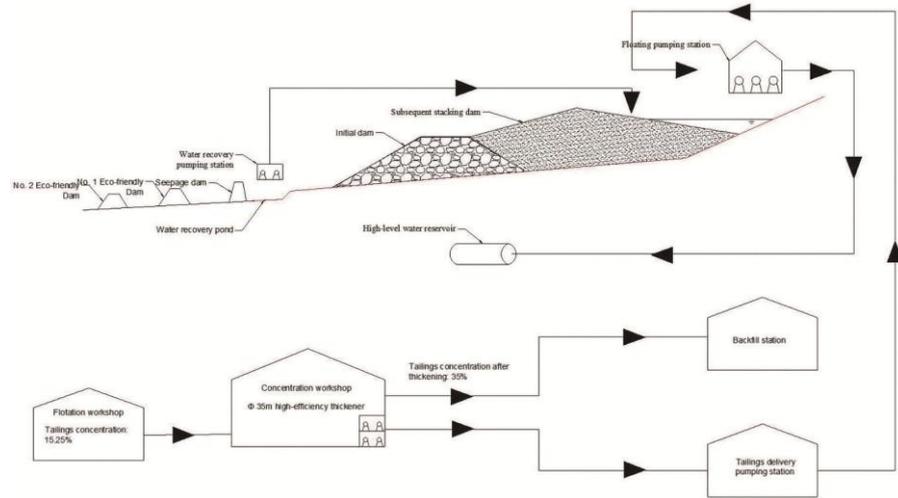
來源： 華甌

尾礦固廢類別： 第I類一般工業固體廢物。

13.1.3 尾礦處置方案

選礦廠尾礦漿由高效濃密機濃縮至35%的重量濃度後泵送至尾礦庫，採用上游法沉積尾礦築壩堆存，尾礦水部分在庫區蒸發和尾礦顆粒空隙滯留，部分在尾礦庫中澄清暴曬和生物降解後，由浮船泵站返回選礦廠循環使用，庫區滲水由下游的滲水回收泵站返回尾礦庫內。工藝流程見圖13.3。尾礦庫週邊設截洪溝清污分流，庫內設排洪設施排洪。

圖13.3: 尾礦處置工藝流程圖



來源： 2024恩菲初設

13.1.4 尾礦貯存設施

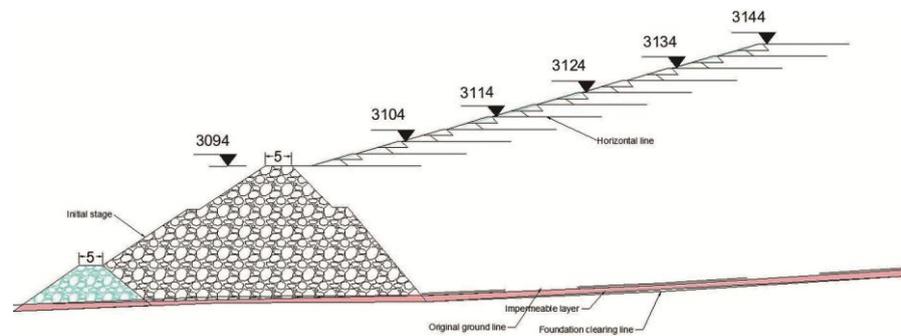
擬建尾礦庫作為尾礦貯存設施，包括尾礦壩（初期壩和後期壩）、排洪設施、清污分流設施、防排滲設施、滲水回收設施及監測設施。

尾礦庫為山谷型尾礦庫，設計最終堆積標高3,144m，採用上游尾礦築壩法堆築而成，總壩高73m，其中初期壩高23m，後期尾礦堆積壩高50m，總庫容估計為2,062.4萬 m^3 ，有效庫容1,443.67萬 m^3 ，服務年限41年。

尾礦壩由初期壩和後期壩組成。初期壩的型式為透水土石壩，壩頂標高為3,094m，壩高23m，壩軸線長410m，壩頂寬度為5m。壩體上、下游均設置2m寬護坡道，兩側壩坡坡比1:2，坡面均設置400mm厚干砌塊石護坡。初期壩體築壩材料取自庫內石料，設計要求飽和抗壓強度不小於30MPa，軟化系數不低於0.7，壓實後孔隙率不大於22%。

當尾礦在初期壩內堆滿後開始堆築後期壩。後期壩由壩前沉積的粗粒尾礦逐級向上游堆築子壩而成，每級子壩高2.5m，頂寬5m。堆積壩初期的最大升高速度為2.7m/a，隨後逐年減少至0.8m/a，最終堆築高度50m，壩頂標高3,144m，壩頂長約600m，平均外坡1:4.5，每5m設一平台，平台間外坡坡比1:3.5。每5m高差佈置一層 $\phi 63$ 的HDPE水平排滲管，管間距為15m，將壩體內滲水經 $\phi 160$ HDPE滲水收集管最終排至下游滲水回收池。外坡鋪設0.4m–0.6m厚山坡土，壩坡壩肩設置縱橫向鋼筋混凝土網狀排水溝。尾礦壩典型縱剖面見圖13.4。

圖13.4：尾礦壩典型縱剖面



來源： 2024恩菲初設

庫區將鋪設1.5mm厚HDPE土工膜+改性膨潤土毯防滲，膜上設複合土工排水網排滲，分六期鋪設至最終堆積標高3,144m；初期壩下游設截滲壩及滲水回收設施，庫區防滲層從初期壩基穿過，與下游滲水回收設施相連。庫區排除的滲水經滲水回收設施泵送回尾礦庫內，由庫內浮船連同庫內的澄清水泵送回選礦廠循環利用。庫區底部為透水性較強的礫砂層。截滲壩下游設置了兩座環保壩，用於攔截尾礦庫的事故尾礦水和尾礦。截滲壩及下游兩座攔砂壩均為不透水土石壩，壩高4m。

尾礦庫壩趾以上匯水估算面積 6.85km^2 ，庫區佔地 0.80km^2 ，在尾礦庫週邊設鋼筋混凝土截洪溝，經兩岸壩肩截洪溝排至截滲壩下游溝谷。截洪溝為清污分流的環保設施，排水能力按多年平均24小時降雨量設計，寬 0.6m ，深 0.5m ，縱坡不小於 0.8% ，總長約 6km ，鋼筋混凝土結構。

庫內右岸沿不同標高佈設了四座框架式排水井，並由四條支隧洞與一條主隧洞連接，將庫內雨水排入尾礦庫下游的相鄰溝谷。防洪標準按排除200年至500年一遇的年最大24小時降雨經調洪演算後確定。排水井內徑 2.5m ，井高 15m 至 12m ，隧洞為圓拱直牆式，寬 2.0m ，高 2.0m 。

主洞及支洞總長約 $1,611\text{m}$ ，縱坡 0.02 ，最大下洩流量 $5.1\text{m}^3/\text{s}$ ，出口設消力池。排洪設施分四期建設完成。

庫區和壩體設置了在線監測和人工監測兩套監測系統。其中，在線監測內容包括：尾礦壩表面位移、內部位移、干灘長度、庫水位、降水量、浸潤線埋深和視頻監控等；人工監測內容包括：尾礦壩表面位移、庫水位、浸潤線埋深、外坡比和日常巡視檢查等。檢測數據將納入整個礦區的互聯網絡中，實現信息傳遞、資源共享。

排入尾礦庫水量約 $2,700\text{m}^3/\text{d}$ ，按 95% 的回水保證率對尾礦庫不同運行期的乾旱年份進行了水平衡分析，計算結果表明回水率會逐年降低，後期回水率不超過 44.1% 。為盡量多回水，盡量不外排，設置了三台水泵，每台泵回水量 $80\text{m}^3/\text{h}$ ，可具備 $3,840\text{m}^3/\text{d}$ 以上的回水能力，回水率大於 100% 。

為尾礦庫設置了通行、通信、照明、值班、安全防護等設施及安全標識。對庫區的危岩和濕陷性土進行了處理和清除，清除土石料堆置在表土堆置場內。

作為2024恩菲初設的一部分，根據尾礦庫的重要性採用200年至500年一遇的暴雨洪水對尾礦庫不同使用期進行了防洪安全分析和覆核，計算結果表明：尾礦庫的最大洪水高度0.7m，排洪系統的最大排洪流量 $5.1\text{m}^3/\text{s}$ ，遠小於尾礦庫的防排洪能力，完全滿足尾礦庫的防洪安全要求。

2024年ENFI初步設計中還包括了一系列分析。按正常工況、洪水工況和7度地震工況，對尾礦壩進行了滲流分析、穩定分析及防洪安全分析，對排洪設施進行了結構安全分析計算。在地震工況下的穩定安全系數為1.31，遠大於規範要求的1.15。

13.1.5 尾礦輸送管道

尾礦庫位於加工廠東南約3公里處。主輸送管道為 $\Phi 250 \times (7+12)$ 增強塑料複合管，長4.4公里。其中2.74公里在隧道內，0.7公里沿壩頂，其餘部分在地表，採用10厘米聚氨酯泡沫保溫，每3米由混凝土支撐。備用管道為 $\Phi 219 \times 8$ 的16Mn鋼管，長4公里，鋪設方式相似，具有相同的保溫和支撐。備用管道為 $\Phi 219 \times 8$ 的16Mn鋼管，長4公里，鋪設方式相似，具有相同的保溫和支撐。

13.1.6 安全監管

對尾礦庫的水位、沉積灘長、坡度、浸潤線埋深、壩體變形、地下水水質等均提供了明確的監控指標及應對措施；提出了對各級政府及企業需配備的尾礦庫安全及環保監管機構、人員、監管、制度建設、安全事故應急預案編製及演練要求。

13.1.7 項目進展

已經完成了初步設計、安全設施設計及施工準備圖，尾礦輸建設計劃12月招標，2025年6月30日前整體建設完畢，達到正常投入使用。

截至2024年12月，尾礦輸送管道隧道正在建設中。

13.2 結論及建議

經對相關資料及文件的審查，SRK認為尾礦庫選址、設施設置、設計標準、洪水及水力學計算、結構安全及穩定性分析計算、監控指標要求、安全監管要求等複合中國的相關標準和法規要求，分析計算結果可信。

恩菲對各風險點都有謹慎地考慮並制定了應對措施，這些措施都按設計要求實施後，可能出現的各種風險程度都可控制在較低水平。但要在尾礦設施的全部生命週期內始終保持安全可靠，除了對先期實施的基礎設施保證施工質量外，對運行期內分期或逐步實施的設施及事故風險級別較高的風險點更要充分重視，加強監管。這些設施和風險點包括：排洪設施建設與封堵、防排滲設施施工、尾礦堆壩及排放等。

盡管中國的要求規定在關閉之前應準備詳細的關閉工程設計，但建議準備一份初步計劃和成本估算，以便納入整體成本評估中。

對尾礦庫在各種水平的降水年份進行水量平衡分析會更利於尾礦水的管理，也便於指導礦山的水平衡和新水供應，也便於對外排水水質的監控和制定應對措施和預案。建議補充平水年和豐水年的水量平衡分析，同時也要對外排水水質進行檢測，做到達標外排，不達標應採取相應的處置措施。

14 環境、許可與社區

14.1 環境和社會審查目標

本次SRK盡職調查的目的，是確定和／或驗證現有和潛在的環境、社會和職業安全方面的責任與風險，對卡爾恰爾項目相關的防治措施進行評價。

14.2 審查流程，範圍，以及標準

本項目環境合規性和一致性方面的驗證流程，是按照以下標準要求，審查項目環境管理執行情況：

- 中國國家環境法規要求
- 赤道原則、世界銀行／國際金融公司（「IFC」）環境標準和指南以及國際公認的環境管理慣例。

本次環境審查的方法包括桌面資料審查、現場考察和與公司技術人員交流。SRK於2023年4月17日至4月21日對本項目進行了環保現場考察。

14.3 環境相關許可

中華人民共和國2018年頒佈的憲法是中國環保政策制定的基礎。憲法第26條規定，國家保護和改善人民的生活環境和生態環境，防治污染和其他公害。國家組織並鼓勵植樹造林，保護林木。

以下法律法規對中華人民共和國礦產資源法(2019)和中華人民共和國環境保護法(2014)提供了環境立法支持：

- 環境影響評價法(2018)。
- 大氣污染防治法(2018)。
- 噪音污染防治法(2021)。
- 水污染防治法(2017)。

- 固體廢物環境污染防治法(2020)。
- 森林法(2021)。
- 水資源法(2016)。
- 土地管理法(2019)。
- 野生動物保護法(2023)。
- 建設項目環境保護管理條例(2017)。

除營業執照和採礦證以外，根據中國有關法律法規項目建設和生產還需要其他環境相關運營許可，主要包括安全生產許可證、取水許可證、排污許可證等等。SRK了解到，上述這些環境相關運營許可在目前階段還不是必須要求取得，以下是相關法律法規對這些許可的具體要求：

- 根據《中華人民共和國安全生產法》和《安全生產許可證條例》，國家對礦山企業實行安全生產許可制度；礦山竣工投入生產或者使用前，應當由建設單位負責組織對安全設施進行驗收；驗收合格後，方可投入生產和使用；企業進行生產前，應當依照規定向安全生產許可證頒發管理機關申請領取安全生產許可證。根據華歐、新鑫及其中國法律顧問的意見，預計在獲取安全生產許可證方面不會有法律障礙。
- 根據《中華人民共和國水法》和《取水許可管理辦法》，直接從江河、湖泊或者地下取用水資源的單位，應當向水行政主管部門或者流域管理機構申請領取取水許可證，並繳納水資源費，取得取水權；需要申請取水的建設項目，申請人應當委託具備相應資質的單位編製建設項目水資源論證報告書。

- 根據《排污許可管理條例》和《排污許可管理辦法》，排污單位應當在啟動生產設施或者發生實際排污行為之前，向審批部門申請取得排污許可證；申請取得排污許可證，可以通過全國排污許可證管理信息平台提交排污許可證申請表，也可以通過信函等方式提交；排污許可證有效期為5年。

《中華人民共和國環境影響評價法》和《建設項目環境保護管理條例》要求對環境可能造成重大影響的項目，應當編製環境影響報告書，對建設項目產生的污染和對環境的影響進行全面、詳細的評價。此外建設單位還應當在開工建設前將環境影響報告書、環境影響報告表報有審批權的環境保護行政主管部門審批。目前，卡爾恰爾項目已經完成了採選工程的環境影響報告書，評估內容包括礦山、選廠、尾礦庫以及輔助設施。該報告由新疆綠境天宸環保科技有限公司在2023年5月完成，該環評報告的批覆由新疆巴音郭勒蒙古自治州生態環境局於2023年6月12日簽發。在完成建設後，僅須進行驗收和檢查程序以及備案程序。根據華歐、新鑫及其中國法律顧問，預計在獲取與環境相關的經營許可證方面不會有法律障礙。

《中華人民共和國水土保持法》規定在山區、丘陵區、風沙區以及水土保持規劃確定的容易發生水土流失的其他區域開辦可能造成水土流失的生產建設項目，生產建設單位應當編製水土保持方案。項目的水土保持方案由新疆方信工程設計諮詢有限公司於2024年10月編製，若羌縣水利局在2024年12月3日對此水土保持方案進行了批覆。

14.4 生態評價

項目所在地部分區域地表土地將會受到礦山道路施工、採場和選廠基建、廢石和尾礦堆放等過程的擾動和破壞。卡爾恰爾項目的建設和運營可能導致對當地動植物群棲息地造成影響或滅失。如果沒有有效的管理方法，及時恢復這些受到破壞的區域，土地將會被污染，土地的功能也將會被改變，進而導致水土流失。項目環境影響評價對區域生態環境質量現狀進行了調查和評價，並且提出了相應的有效措施。

本項目所在區域不涉及國家公園、自然保護區、世界自然遺產、自然公園及生態保護紅線。SRK在現場考察期間發現礦區及其週邊地表植被稀少。環評報告的生態環境現狀調查認為項目所在區域沿河谷、大溝谷及常年流水水系發育生長著少量的草本植物及紅柳、梭梭、山楊、芨芨草、琵琶草等低矮耐旱草本植物。附近野生動物有青羊、野兔、野驢、熊、黃羊、野犛牛、胡狼等。項目評價區域內無國家及自治區級野生保護動物分佈，無《中國生物多樣性紅色名錄》中列為極危、瀕危和易危的物種及其他重要物種。

項目環評報告提出的生態保護措施包括禁止私開便道碾壓破壞非施工區域原始地貌、進行例行生物多樣性現狀調查、塌陷區及時治理等。SRK認為環評報告中所提及的生態保護措施是合理可行的。SRK也建議將項目建設過程中剝離的表土收集起來用於將來的復墾工作。

14.5 水管理

項目所在區域的主要地表水體為阿克蘇河。阿克蘇河由南往北流經礦區，為若羌河上游支流水系。阿克蘇河物理性質隨季節變化而變化，夏季冰雪消融水體渾濁，春秋季水體呈乳白色。該地區夏季大氣降水及冰雪融水也會形成季節性地表水流。

項目計劃使用阿克蘇河地表水作為選礦廠生產供水水源，採礦工程礦井湧水為選礦廠的部分生產水源。河谷內淺層潛水可供礦區生活用水，計劃新建取水井一口，設置生活用水取水泵，輸送至礦區生活用水處理車間處理後作為生活用水。項目水資源論證報告認為項目取水量在若羌河流域工業供水指標內，未超地表水工業用水指標，符合若羌縣若羌河流域水資源配置方案。

項目對地表水和地下水的潛在負面影響主要是因為未經處理的生產和生活廢水的任意排放。此外，採礦活動還可能導致地下水位的變化。卡爾恰爾項目的主要廢水污染源包括礦坑湧水、選礦工藝廢水、尾礦庫回水、廢石堆淋溶水、機修廢水、工業場地雨水、生活污水等等。

生活污水處理採用地埋式污水處理設施，處理達標後用於生活區灑水、綠化。

井下開採湧水經混凝沉澱後回用於井下作業用水和井下消防用水，後期井下湧水回用於採礦生產剩餘部分利用管道輸送至配套選礦廠，用於選礦廠用水。

選礦廢水返回生產工序循環利用，尾礦礦漿通過管道輸送至尾礦庫，尾礦庫設有回水系統，使用水泵將庫內澄清水通過管道泵送至選礦廠生產回水池，供選礦循環使用，實現生產廢水「閉路循環」，不外排。

項目環評期間對阿克蘇河水質進行了監測，採樣點分別位於本項目區上游、下游處。監測項目主要包括pH、溶解氧、高錳酸鹽指數、COD、BOD5、氨氮、總磷、銅、鋅、氟化物、硒、砷、汞、六價鉻、鉛、氰化物等22項。根據監測結果，阿克蘇河上游及下游各監測因子均滿足《地表水環境質量標準》(GB3838-2002)中I類標準。

項目環評報告建議制定並落實礦區及週邊區域地下水位、水質跟蹤監測計劃，建立地下水動態檢測系統，避免項目開發對地下水環境造成直接不利影響。SRK也建議在項目投產以後對項目區域地表水和地下水（包括上游和下游區域）的環境質量進行定期監測。SRK也建議項目建設有效的雨污分流系統將地表徑流從受污染區域和乾淨區域分離開來。另外，對選礦廠區域、危險廢物臨時儲庫、表土堆場和尾礦庫採取地面硬化、設置圍堰、集水溝、滲濾液收集池和事故池等措施也可以降低地表水和地下水被污染的風險。

14.6 廢石和尾礦管理

本項目前期基建及開採產生廢石均堆放於廢石堆場內，可用於鋪路和尾礦庫築壩等。礦山服務年限期間共產生廢石960萬噸，設計廢石堆場佔地面積24萬m²，容積約470萬m³，礦山廢石堆場佈置於採選工業場地東南側。環評中指出本工程廢石浸出液中所有監測項目濃度值均低於《危險廢物鑒別標準--浸出毒性鑒別》(GB5085.3-2007)和《污水綜合排放標準》(GB8978-1996)中最高允許排放濃度，本工程產生的廢石為第I類一般工業固體廢物。SRK建議為廢石場修建滲濾液收集池，收集處理並回用廢石堆淋溶廢水。

環評建議項目產生的尾礦進行綜合利用，一部分用於地下充填，剩餘部分用於堆積築壩和存入尾礦庫內。項目對選礦試驗尾礦砂樣品進行了浸出毒性分析，分析結果表明該尾礦砂樣品不屬於有浸出毒性特徵的危險廢物，屬於《一般工業固體廢物貯存和填埋污染控制標準》(GB18599-2020)中規定的I類一般工業固體廢物。本項目尾礦庫將進行全庫防滲，尾礦壩壩坡和尾礦庫庫底將進行設置防滲材料。本項目的尾礦排放量和尾礦庫詳細信息，請參照第13章。

14.7 揚塵和噪音排放

項目揚塵排放源主要來自裝卸、礦石堆場、破碎機、篩分、廢石場、表土堆場、尾礦庫以及車輛和移動設備的移動。項目環評報告提出了下列擬用揚塵管理措施：

- 加強井下通風，採取噴霧灑水、濕式作業。
- 對礦山採礦工業廣場、廢石堆場、運輸道路、充填站等無組織揚塵點定期進行灑水降塵。
- 對運輸道路路面盡量進行硬化，運輸車輛應當嚴格採取限速、限載、覆蓋篷布等措施。
- 車間在上料工序的落料點設備和破碎設備上方安裝集氣罩，並配套安裝袋式除塵器。

SRK認為項目環評中提出的揚塵管理措施是合理可行的，建議項目在建設和運行過程中實施上述措施。

項目運營期間產生高噪聲的設備主要有採礦場的坑下鑿岩機、通風機、空壓機、水泵和爆破噪聲等。此外選廠的破碎篩分設備以及移動機械設備也是噪聲源。項目環評預測項目礦區和選廠邊界噪音滿足《工業企業廠界環境噪聲排放標準》（GB12348-2008）中2類排放標準要求。環評中也提出了一系列的噪音防治措施，例如優化場地佈置、選用低噪音設備、為員工配備噪音防護設備等等。

14.8 危險物質管理

危險物質具有腐蝕性、反應性、爆炸性、毒性、可燃性和潛在的生物傳染性等特點，對人類和環境健康構成潛在的危害。有害物質主要由項目建設、採礦和加工作業產生，包括碳氫化合物（即燃料、廢油和潤滑劑）、加工試劑、化學和油料容器、電池、醫療廢物和油漆等。

項目運營過程中會產生少量廢機油及廢油桶，環評預計廢油桶產生量為120隻/年（約1.8t/a），廢機油產生量約2t/a，合計3.8t/a，屬於危險廢物。項目將在採礦工業場地設置危廢暫存間來存儲危險廢物。此外，項目化驗室廢藥劑約0.5t/a，相應的廢包裝物為2.6t/a，屬於危險廢物，應臨時貯存於危廢暫存間，定期交有資質單位處置。對於危險廢物的運輸和轉移，應根據《危險廢物收集、貯存、運輸技術規範》、《危險廢物轉移聯單管理辦法》、《危險廢物轉移管理辦法》等的相關要求進行。SRK建議公司在存儲廢機油、選礦藥劑和油罐的地方硬化地面、設置二次圍堵設施減小洩露帶來的污染風險，並且將收集到的廢機油等危險廢物交由有資質的單位進行處置。

14.9 職業安全健康

一個良好的安全管理體系應該包括現場培訓，現場政策，安全生產工作程序，風險管理（包括指示標誌），個人防護設備的使用，應急響應計劃，事故報告，現場急救，指定的安全責任人員，日常安全會議等。

SRK建議在礦山開始正式生產之前，應在適當的位置安裝適當的安全標誌，在工作區域展示安全措施和程序，充分保護和覆蓋運動的機械部件，並在所有平台上安裝防護欄杆。應為工人提供合適的個人防護裝備，如安全帽、反光背心、降噪耳塞和防塵口罩。

SRK建議華甌在正式生產開始之前保持安全生產記錄，並為任何潛在的未來可能會導致安全事故的事項準備事故分析報告。根據國際公認的職業安全與健康實踐，這些報告應分析人員傷害或險情事件的原因，並制定防止其再次發生的措施。螢石礦的開採應注意氟化物粉塵危害，長期吸入螢石粉塵可能導致氟中毒。員工應佩戴符合標準的防塵口罩，工作場所保持通風，加工車間需安裝粉塵收集設備，通過這些措施來降低風險。

14.10 閉礦計劃與復墾

國際公認的行業慣例是通過實施切實可行的閉礦復墾流程對礦山關閉和復墾進行管理，並制定閉礦和復墾計劃對整個過程進行記錄。此流程一般涵蓋以下幾個方面：

- 確定閉礦利益相關方（如：政府、僱員、社區等）；
- 通過走訪諮詢，與利益相關方在閉礦標準及閉礦后土地利用類型達成一致；
- 保留諮詢記錄；
- 根據閉礦後的土地利用類型建立復墾目標；
- 描述／確定閉礦責任（根據閉礦標準確定責任）；
- 制定閉礦管理制度，估算閉礦成本（明確／減輕閉礦責任）；
- 建立閉礦成本／財務收益估算流程；
- 制定閉礦後監測行為／計劃（符合復墾目標及閉礦標準）。

中華人民共和國礦山關閉的國家要求概述在《中華人民共和國礦產資源法》(2023年)第21條、《礦產資源法實施細則》、《礦山地質環境保護規定》(2019年)以及《土地復墾條例》(2011年，國務院發佈)中。這些法律法規強調必須進行土地復墾、編製地質環境保護與恢復治理方案，並提交評審和批准。此外，項目還需設立礦山地質環境治理與恢復基金專用賬戶。

本次審查SRK看到一份由新疆西策規劃設計有限公司編製的卡爾恰爾項目礦產資源開發利用與生態保護修復方案。該方案包含了礦山地質環境保護和土地復墾的治理工程、進度安排、責任範圍、投資估算等內容。該復墾方案對復墾工作的目標、任務、採納標準、方式、進度、成本等進行了詳細的說明。本項目預估的礦山地質環境保護與土地復墾工程靜態總投資²5,622.02萬元，動態總投資³8,742.24萬元。其中礦山地質環境保護和治理工程靜態總投資估算費用約195.50萬元，動態投資304.00萬元；土地復墾工程靜態總投資為5,426.52萬元，動態投資8,438.24萬元。該報告中包含了設施拆除、廢棄物清運和場地平整。根據《新疆維吾爾自治區礦山地質環境治理恢復基金管理辦法》(2022)，礦山企業每月末應按照開採礦種系數、開採方式系數、銷售收入等綜合提取基金。本項目每月計提銷售收入的0.21%。

14.11 社會評價

在現場調查中，SRK觀察到項目位於無人居住的區域，項目區域附近沒有居民定居點。華甌根據《環境影響評價公眾參與辦法》進行了環境影響評價的公眾參與調查。在此調查中，未收到關於項目的公眾反饋。儘管如此，SRK建議公司設計並實施利益相關者參與計劃，建立外部溝通和投訴機制，並確保項目利益相關者的持續參與，以符合國際良好實踐。作為審查的一部分，SRK沒有看到任何與非政府組織對Karchar螢石礦業務的可持續性產生任何實際或潛在影響有關的文件。

15 市場研究

15.1 引言

獨立市場研究公司上海金屬市場(SMM)進行中國螢石市場的市場研究（SMM，2024）。本章提供了SMM研究的摘要，涵蓋了螢石的消費和用途、生產和資源分佈、市場動態以及未來價格展望。

² 靜態投資包括建築及安裝成本、設備及總採購成本、其他工程建築費用和基本預備費用。

³ 動態投資指由於建設期利息和國家新批准的稅費、匯率、利率的變化以及建設期價格變化，在建設期內增加的建設投資。包括價格差額或然費、建設期利息等。

15.2 中國螢石採礦行業

中國是全球領先的螢石生產國，產量從2018年的3.53億噸增加到2023年的5.78億噸，年均複合增長率(CAGR)為10.4%。在此期間，酸級螢石精礦這一主要產品的產量顯著增加。中國的螢石開採行業以大量小規模私營企業為特徵，導致市場分散。中國大約有750家螢石礦業公司，但只有少數公司的年產能超過10萬噸。這些礦山主要集中在浙江、江西、內蒙古、武漢和新疆。這種「小而分散」的結構帶來了環境和安全方面的挑戰。儘管存在這些問題，該行業正在逐步向更加標準化和集中化的運營模式轉變，這一轉變受到環境意識增強和政策指導的推動。

15.3 供應

2023年，中國的螢石生產能力總計為775萬噸，生產能力相對分散，前十大公司僅佔總產能的31.3%。這些公司位於華東地區（浙江、江西、福建、安徽）、華北（內蒙古）和華中地區（湖南）。位於浙江行業領頭羊金石資源的生產能力為117萬噸，佔市場份額的15.1%。

在新疆，有兩個螢石項目正在建設中，包括該項目和新峰集團的另一個項目。新峰集團的項目預計將在2024年底投入運營。新峰項目將成為新疆乃至整個西北地區唯一的集採礦和氟化工於一體的企業。

從2018年到2024年，中國的螢石生產呈現持續上升趨勢，從2018年的353萬噸增加到2024年的590萬噸，年均複合增長率為8.9%。酸級螢石精礦的產量從222萬噸增加到403萬噸，年均複合增長率約為10.4%，佔總螢石產量的60-70%。

SMM預測，中國的螢石產量將繼續從2024年的590萬噸增加到2027年的622萬噸，年均複合增長率約為1.8%。酸級螢石精礦的產量也預計將從412萬噸增加到431萬噸，年均複合增長率約為2.3%。

15.4 需求

螢石的主要需求由氟化工行業驅動，2023年佔總消費量的66%。螢石的其他重要用途包括氟化鋁生產(15%)、煉鋼(11%)和水泥製造(7%)。自2018年以來，中國的螢石消費量一直在增加，從2018年的469萬噸增長到2024年的691萬噸，年複合增長率為6.7%。這種增長主要歸因於氟化工、鋼鐵和鋁冶煉行業的強勁需求。

從2025年到2027年，中國的螢石消費量預計將從725萬噸增長到774萬噸，年複合增長率約為3.3%。這種增長主要由氟化工行業推動，因為煉鋼和水泥製造行業的需求預計將保持穩定或下降。

從區域來看，華東地區是螢石的最大消費地區，2023年佔總消費量的44.8%，其次是華北(21.7%)和華中(11.1%)。這些地區氟化工企業的高度集中直接導致了螢石消費水平的提高。相比之下，西部地區，如西北和西南，由於氟化工行業和電解鋁企業較少，消費水平較低。總體而言，區域螢石消費量呈上升趨勢。在華東地區，螢石消費量從2018年的196萬噸增加到2024年的317萬噸，年複合增長率約為8.3%。到2027年，螢石消費量預計將達到368萬噸，年複合增長率約為4.9%。在西北地區，螢石消費量也預計將上升，從2024年的33萬噸增加到2027年的34萬噸，年複合增長率約為1.7%。

15.5 市場前景與價格

SMM預測，受強勁需求和供應限制的推動，螢石市場價格將繼續增長。從2018年到2024年，中國酸級螢石精礦的價格呈現波動上升趨勢，從每噸2,645元上漲至3,448元（名義價，含稅）。預計到2027年，價格將繼續上漲，達到每噸3,808元（名義價，含稅），年均複合增長率預計為3.3%。所有這些價格都是97%CaF₂含量和10%水分的螢石精礦的礦山出廠價。由於運輸成本、生產季節和產品質量的差異，區域價格差異在未來較長時間內可能會持續存在。以產品質量高和運輸成本低而聞名的東部地區，價格可能會高於其他地區。總體而言，市場狀況表明螢石價格將保持在較高水平，反映出其在各種工業應用中的戰略重要性以及生產相關的挑戰。

表15.1: SMM預測價格

類別 (RMB/t)	2025	2026	2027	長遠價格
名義價，含稅	3,571	3,695	3,808	3,808
名義價， 不含稅	3,160	3,270	3,370	3,370
實際價，含稅	3,553	3,661	3,758	3,758
實際價， 不含稅	3,144	3,240	3,326	3,326

來源： SMM

備註： 所有這些價格都是97% CaF₂含量和10%水分的螢石精礦的礦山出廠價。

16 成本

16.1 資本投入

項目開發總資本投入估計為人民幣16.126億元。該估算基於2024恩菲初設的初步設計和實際的工程、採購和施工合同。主要成本構成包括豎井建設、尾礦隧道建設、地下採礦設備的採購和安裝、採礦區建設、選礦廠建設、選礦自動化系統和通信系統。

最大的資本投入項目是輔助設施的建設及尾礦庫，輔助設施包括車間、辦公樓、宿舍及供熱、供電和供水。這部分費用總計為人民幣4.782億元。從2023年至2024年10月，礦山建設已產生人民幣9,660萬元的費用。2024年11月至12月，預算為人民幣5.044億元。

在2025年、2026年和2027年，預算支出分別為人民幣5.524億元、人民幣3.037億元和人民幣1.257億元。此外，預算中還包括14%的預備費用。

2024恩菲初設還為礦山壽命期內(LoM)準備了人民幣3.617億元的維持資本預算，用於覆蓋主要設備更換、大修和其他費用。SRK已審查資本成本估算的詳細信息，並認為這些估算合理，足以支持計劃的項目建設和運營。

表16.1：2023-2047資本投入估算

成本中心	Total LoM	2023	Jan- Oct 2024	Nov- Dec 2024	2025	2026	2027	2028- 2047
豎井和尾礦砂輸送管隧道	225.6	-	13.6	35.4	100.0	46.0	30.6	-
地下鑽探	4.3	-	1.1	-	3.2	-	-	-
地下採礦設備和安裝	105.6	-	0.4	46.4	33.6	13.0	12.2	-
採礦區建設	114.4	-	3.0	30.0	58.4	23.0	-	-
選礦廠區域和選礦廠自動化 系統	347.6	14.7	11.5	149.0	76.8	65.6	30.0	-
輔助設施及 尾礦庫	478.2	6.1	29.5	152.7	186.9	83.0	20.0	-
通信系統	51.6	-	0.2	2.3	34.4	11.6	3.0	-
其他費用	106.4	9.0	37.4	25.5	22.4	11.0	1.1	-
預備費用	178.9	-	-	63.0	36.7	50.5	28.7	-
小計	<u>1612.6</u>	<u>29.9</u>	<u>96.6</u>	<u>504.4</u>	<u>552.4</u>	<u>303.7</u>	<u>125.7</u>	<u>-</u>
維持營運資本	<u>361.7</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>1.3</u>	<u>15.5</u>	<u>344.9</u>
總計	<u>1974.3</u>	<u>29.9</u>	<u>96.6</u>	<u>504.4</u>	<u>552.4</u>	<u>305.0</u>	<u>141.1</u>	<u>344.9</u>

來源： 2024恩菲初設及華甌

16.2 生產成本

2025年至2035年的預測現金生產成本詳見表2.1。該預測基於2024恩菲初設，涵蓋了報價、標準和採礦合同，並考慮了中國政府設定的資源稅和收費其他標準。

預計選廠將在2025年6月開始試生產，到2027年，礦山將達到每年120萬噸的目標採礦和選礦能力。2027年，年度現金生產成本預計為人民幣4.463億元。最大的成本構成為採礦，金額為人民幣2.154億元，其次是選礦成本為人民幣1.286億元，以及一般和行政費用為人民幣5590萬元。預計現金單位生產成本為每噸礦石人民幣372元或每噸螢石精礦人民幣1,459元。

表16.2：2025–2035現金生產成本

生產概況	單位	總礦山											
		壽命	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
礦石	千噸	24,787	154.7	797.2	1,200.4	1,204.0	1,200.2	1,203.2	1,208.0	1,201.7	1,209.3	1,197.7	1,206.6
品位	%	28.6	29.29	28.18	27.80	27.69	28.17	29.55	30.36	28.60	28.32	28.35	28.63
入選礦石	t	24,787	154.7	797.2	1,200.4	1,204.0	1,200.2	1,203.2	1,208.0	1,201.7	1,209.3	1,197.7	1,206.6
入選礦石品位	%	28.6	29.3	28.2	27.8	27.7	28.2	29.6	30.4	28.6	28.3	28.4	28.6
回收率	%	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
螢石精礦97% CaF ₂ (干)	千噸	5,850	37.4	185.3	275.2	274.9	278.8	293.2	302.5	283.5	282.5	280.1	284.9
螢石精礦97% CaF ₂ (濕)	千噸 ¹	6,500	41.5	205.9	305.8	305.5	309.8	325.8	336.1	315.0	313.9	311.2	316.6
現金生產成本													
採礦	百萬元人民幣	4,469.2	43.7	149.2	215.4	216.0	215.3	215.9	216.7	215.6	217.0	214.9	216.5
選礦	百萬元人民幣	2,690.5	41.5	95.0	128.6	129.0	128.6	128.9	129.4	128.8	129.6	128.3	129.3
綜合管理	百萬元人民幣	1,227.2	32.1	46.2	55.3	55.9	56.3	57.7	58.7	56.8	56.7	56.4	56.9
銷售成本	百萬元人民幣	145.5	0.9	4.7	7.0	7.1	7.0	7.1	7.1	7.1	7.1	7.0	7.1
非所得稅、特許權使用費及其他政府收費	百萬元人民幣	894.8	4.2	22.7	40.0	42.6	43.1	45.3	47.2	44.1	43.9	42.9	43.4
總計	百萬元人民幣	9,427.2	122.5	317.8	446.3	450.6	450.4	454.9	459.1	452.3	454.2	449.5	453.2

備註：¹濕噸，含水分10%

生產概況	單位	總礦山											
		壽命	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
按活動劃分的現金生產成本													
承包採礦	百萬元人民幣	2,324.3	14.5	74.8	112.6	112.9	112.5	112.8	113.3	112.7	113.4	112.3	113.1
員工僱傭	百萬元人民幣	874.4	40.0	40.0	40.0	40.1	40.0	40.1	40.3	40.1	40.3	39.9	40.2
消耗品	百萬元人民幣	1,595.8	10.0	51.3	77.3	77.5	77.3	77.5	77.8	77.4	77.9	77.1	77.7
燃料、電力、水及其他服務	人民幣/噸	2,212.0	13.8	71.1	107.1	107.4	107.1	107.4	107.8	107.2	107.9	106.9	107.7
現場和非現場管理	人民幣/噸	1,333.9	38.9	51.8	60.2	60.8	61.1	62.4	63.3	61.5	61.5	61.2	61.7
環境保護和監測	人民幣/噸	46.4	0.3	1.4	2.1	2.2	2.2	2.3	2.4	2.3	2.2	2.2	2.3
員工運輸	人民幣/噸	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
產品營銷和運輸	人民幣/噸	145.5	0.9	4.7	7.0	7.1	7.0	7.1	7.1	7.1	7.1	7.0	7.1
非所得稅、特許權使用費及其他政府收費	人民幣/噸	894.8	4.2	22.7	40.0	42.6	43.1	45.3	47.2	44.1	43.9	42.9	43.4
預備費用	人民幣/噸	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
總計	人民幣/噸	9,427.2	122.5	317.8	446.3	450.6	450.4	454.9	459.1	452.3	454.2	449.5	453.2
現金生產單位成本													
礦石	人民幣/噸	380	792	399	372	374	375	378	380	376	376	375	376
螢石精礦	人民幣/噸	1,450	2,951	1,544	1,459	1,475	1,454	1,396	1,366	1,436	1,447	1,445	1,432

來源： 2024恩菲初設和華甌

附註： 濕噸，含水分10%

16.3 經濟可行性分析

對項目的經濟可行性進行了分析，包括資本投入，生產成本和設計選礦回收率，以及本報告中概述的生產計劃。為項目制定了一個基礎情景，時間跨度從2025年10月31日到礦山壽命期結束。需要注意的是，此分析僅旨在展示項目的經濟可行性。計算出的稅後（25%企業所得稅）淨現值(NPVs)不反映項目的公平市場價值或盈利能力。在基礎情景分析中，應用了預測銷售價格和10%的折現率。該折現率是通過考慮實際的無風險長期利率（十年期中國政府債券利率為1.65%）、採礦項目風險（2%至4%）和國家風險（2%至4%）來確定的。

分析表明，截至2024年10月31日，使用10%的實際折現率計算的稅後NPV為正值。需要注意的是，此分析未包括財務成本或公司債務。盈虧平衡分析顯示，當螢石精礦銷售價格達到每噸人民幣1,827元時，NPV將為零。預計的回本期為6.7年。

此外，還進行了稅後敏感性分析，涉及銷售價格、資本和運營成本以及加工回收率。結果如下：

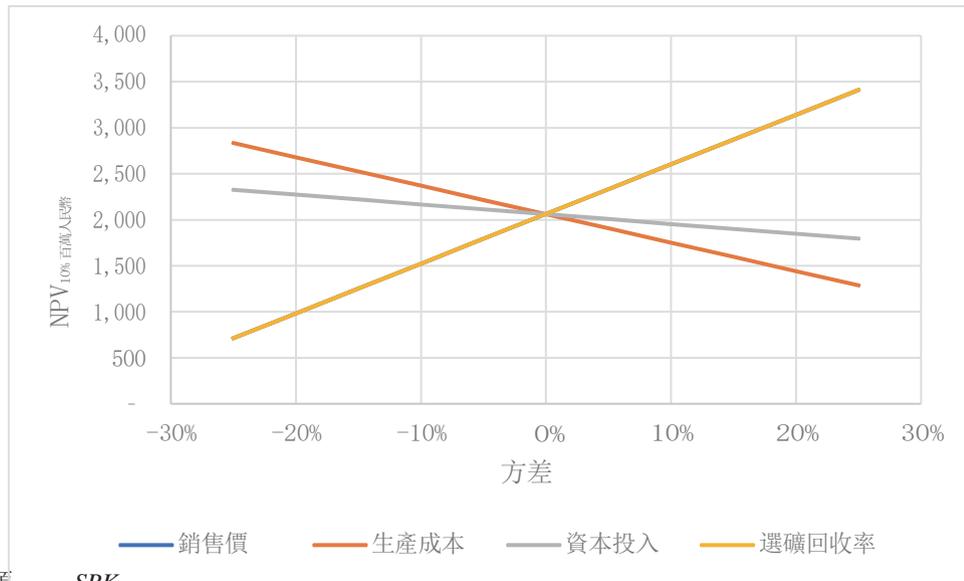
- 銷售價格每增加1%，NPV將增加2.62%。
- 生產成本每增加1%，NPV將減少1.50%。
- 資本投入每增加1%，NPV將減少0.51%。
- 選礦回收率每增加1%，NPV將增加2.62%。

表16.3: 稅後敏感度分析

方差	銷售價格	生產成本	資本投入	選礦回收率
25%	3,408	1,288	1,796	3,408
20%	3,139	1,442	1,849	3,139
15%	2,869	1,597	1,902	2,869
10%	2,600	1,751	1,955	2,600
5%	2,330	1,906	2,008	2,330
0%	2,061	2,061	2,061	2,061
-5%	1,791	2,215	2,114	1,791
-10%	1,522	2,370	2,167	1,522
-15%	1,252	2,525	2,220	1,252
-20%	982	2,679	2,273	982
-25%	712	2,834	2,326	712

來源: SRK

圖16.1: 稅後敏感度分析



來源: SRK

圖16.4提供了項目在不同貼現率下的稅後現金流淨現值(NPV)，以人民幣表示。所有NPV均為正值，表明項目的經濟可行性，並支持本報告中礦石儲量聲明的有效性。

表16.4：不同貼現率下的稅後現金流淨現值

	6%	8%	10%	12%	14%
	3,062	2,502	2,061	1,708	1,423

來源： SRK

17 結論

卡爾恰爾螢石項目位於新疆若羌縣，項目將因該縣基礎設施的改善而受益。這些設施包括一條新建的，可將項目到若羌的行程縮短為140公里的道路，以及一條新修的，連接到18公里外的白干湖220kV變電站的電網。

該項目包括一個採礦許可證（7.763平方公里）和兩個勘探許可證（43.53平方公里）。自2008年以來，勘探工作已找出大量礦產資源，控制的礦產資源量為3,548萬噸，品位為33.24% CaF₂，推斷的礦產資源量為2,646萬噸，品位為32.56% CaF₂，均符合JORC規範（2012年）。可信的礦石儲量估計為2,480萬噸，平均品位為28.6% CaF₂，也符合JORC規範（2012年），支持23年的礦山壽命。

地質上，該項目位於阿爾金山脈，受顯著的卡爾恰爾—闊什斷層影響。礦床特徵為多條螢石脈切穿片麻岩圍岩，礦脈主要由方解石和螢石組成。勘探工作較為全面，大量鑽孔和探槽為資源估算提供了數據支持。

地下採礦作業計劃分兩個階段進行，採用「膠帶斜井和斜坡道開拓系統」，並使用分層充填法和進路充填法。選礦廠的設計產能為每年120萬噸，採用常規的多段浮選工藝，以實現螢石精礦CaF₂品位達到97%，含水量不超過12%，CaF₂回收率為80%。

尾礦庫位於選廠東南方向的山谷內，距離約3.2公里。尾礦將通過一條4.4公里的管道運輸，其中部分管道穿過隧道並沿壩頂鋪設。尾礦庫的總儲存容量為2,062.4萬立方米，使用壽命為41年，足以支持選廠的運營。

項目的輸電電網計劃於2025年1月完成，以確保採礦和選礦作業的電力支持。水源主要來自阿克蘇河，並以礦井排水作為補充水源。

項目已完成環境影響評估(EIA)，未發現重大環境問題。市場研究表明，由氟化工行業驅動的螢石需求強勁，價格預計將上漲。

該項目預計需要人民幣16.126億元的資本投資。到2027年，當生產能力達到每年120萬噸時，運營現金成本預計為人民幣4.463億元。預計回本期為6.7年。

2024年恩菲初步設計被視為相當於按照JORC規範編製預可行性研究編製。基於修訂的礦石儲量礦山計劃和生產計劃設計充分，能夠滿足項目的目標。

截至2024年12月，項目在工程建設方面取得了顯著進展。主要進展包括地下礦井開拓、電力供應和選廠設施的按計劃推進。然而，供水站、回填站和尾礦庫等輔助設施的建設尚未開始。項目計劃在2025年1月完成電力供應系統，2025年6月完成選廠及尾礦庫，2026年3月完成礦山開發。總體目標是到2027年實現每年120萬噸的生產能力。儘管生產計劃被認為積極進取，且可能會有施工完成的延誤，但項目在技術和經濟上是可行的，能夠充分利用其戰略位置、強大的資源基礎和有利的市場條件等優勢。

18 風險評估

本節呈列以上章節所識別及描述的風險。風險由大到小進行分類，定義如下：

- **重大風險：**該因素構成直接的失敗風險，如不加以糾正，將對項目現金流和績效產生重大影響（>15%至20%），並可能導致項目失敗。
- **中度風險：**該因素如不加以糾正，可能會對項目的現金流及業績產生重大影響（10%至15-20%）（除非採取一些糾正措施加以緩解）。
- **次要風險：**該因素如不加以糾正，將會對項目的現金流及業績產生輕微影響或並無影響（<10%）。

除風險因素外，亦需考慮風險的可能性。在7年的時間框架內發生風險事件的可能性被認為是：

- **很可能：**很可能發生。
- **可能：**可能發生。
- **不太可能：**不太可能發生。

表18.1：風險評估矩陣表

可能性	後果		
	次要	中度	重大
很可能	中度	高	高
可能	低	中度	高
不太可能	低	低	中度

風險評估評級結果如表18.2所示。風險評級於實施控制建議前呈列。

表18.2：項目風險評估

#風險	描述	應對建議	可能性	後果	評級
礦產資源量和礦石儲量					
礦石儲量短缺	缺乏足夠的礦石儲量以支持礦山生產年限	加強密集的加密鑽探，將推測資源更新為指示資源或測量資源，以支持礦山計劃	不太可能	中度	低
採礦					
生產計劃不佳	由於礦山通道開發不足或設備停機，未能達到生產目標	確保短期計劃能夠識別和解決可能導致生產延誤的問題，並達到礦石生產目標。	不太可能	中度	低
項目實施不佳	由於資源短缺或項目管理計劃不足，未能達到項目建設目標	確保監控建設項目計劃，並制定備用計劃以及預算應急措施	可能	中度	中度

#風險	描述	應對建議	可能性	後果	評級
不理想的礦山設計修改	由於對礦化的進一步了解，礦山設計發生變化，導致項目計劃延遲或需要更多資本來開發地下礦山。	短期／中期計劃應跟隨加密鑽探，確保長期服務開發或通道位於礦化緩衝區之外。隨著礦產資源的更新，考慮更多的鑽探或隧道信息，更新礦山設計。	可能	中度	中度
選礦					
工藝流程和設備配置	浮選流程為保守設計，偏於複雜，導致設備冗餘配置較多，投資和成本偏高	簡化浮選流程，去掉粗精礦再磨作業和所有脫泥作業。	可能	中度	中度
新水對螢石回收率的影響	新水來自阿克蘇河，鈣鎂離子含量高，不利於螢石和方解石分離，會導致螢石回收率降低	對礦山新水進行試驗，評估其對回收率的影響，建設新水處理站，採用合適的工藝技術，對新水進行去除鈣鎂離子的處理	很可能	中度	高
回水對螢石回收率的影響	回水含有鈣鎂離子、絮凝劑和懸浮物，也不利於螢石和方解石分離，可能導致螢石回收率降低	在實際生產過程中持續監測回水對加工指標的影響，必要時對回水進行處理。	可能	次要	低
礦漿加溫對成本的影響	設計採用蒸汽直接加溫礦漿至20℃以上，然後再浮選，加溫會使成本處於較高的水平	試驗研究低溫浮選工藝或篩選低溫浮選藥劑	可能	中度	中度

#風險	描述	應對建議	可能性	後果	評級
基礎設施					
取水設施和管道無法在2025年6月前安裝以滿足項目試生產時間表。	取水設施和管道的建設至2024年底還未開始。	通過監督取水設施和管道建設來確保交付進度。	不太可能	中度	低
共享和自建變電站面臨潛在的延誤，這可能會影響項目的電力需求。	截至目前，共享變電站的建設工作已完成約40%。與此同時，自建110 kV變電站的大部分建設已於2024年12月完成。兩個變電站計劃在2025年第一季度投入運營並準備供電。	為了確保交付進度保持在正軌上，應密切監控共享和自建變電站的建設進展。	可能	次要	低
尾礦庫					
年入庫尾礦量變大或特性變差，會導致壩體強度降低。	若因採礦、選礦或尾礦處置工藝的變化，引起年入庫尾礦量變大或特性變差，會導致壩體強度降低。	及時評估採礦、選礦或尾礦處置工藝的變化對於尾礦量或特性的影響	Unlikely不太可能	中度	低
框架式排水井的進水口的拱板封堵不合格都易造成結構的破壞，造成經濟損失或庫區險情。	排水井的排水能力較大，結構可靠。但框架式排水井的進水口是隨尾礦的堆積高度升高逐漸封堵預製拱板而升高的，拱板製作及封堵不合格都易造成結構的破壞，造成經濟損失或庫區險情。	確保封堵預製拱板的質量和封堵的效果	不太可能	中度	低

#風險	描述	應對建議	可能性	後果	評級
未進行平水年和豐水年的尾礦庫水量平衡計算	回水能力大於入庫尾礦水量，但未進行平水年和豐水年的尾礦庫水量平衡計算，若有不能返回的雨水將作為洪水外排。	及時進行平水年和豐水年的尾礦庫水量平衡計算。	不太可能	次要	低
環境和社會					
申請與環境相關的許可證和執照。	雖然項目目前處於基礎設施建設階段，但根據中國相關法律法規，隨著建設的完成並進入試運行階段，需申請安全生產許可證和排污許可證等執照。	根據每個項目階段的要求，及時申請所需的許可證和執照。	不太可能	中度	低
更改取水點。	如果取水點發生重大變化，項目業主可能需要修改或補充水資源評估報告，並提交給原審核機構進行重新評估。	如果取水點發生變化，應諮詢相關政府部門以確定是否需要重新審批。	可能	中度	中度
缺乏利益相關者參與和其他社區相關項目。	項目僅在環境影響評估階段進行了公眾參與，沒有其他利益相關者參與計劃。	制定適當的利益相關者參與計劃和申訴機制，以降低社會風險。	可能	次要	低

來源：SRK

結語

本報告，新疆卡爾恰爾螢石礦項目獨立技術報告由以下人員編寫：陳

向毅

主任諮詢師（項目評估）



並由以下諮詢師審核：

 **srk consulting**

This signature has been scanned. The author has given permission to its use for this document. The original signature is held on file

James McKibben

主任諮詢師（項目評估）

所有用作源材料的數據以及本文檔的文本、表格、圖形和附件均已根據公認的專業工程和環境實踐進行審核和準備。

參考文獻：

螢石市場研究報告，上海有色網信息科技股份有限公司，2025年1月。浙

江省第十一地質大隊，新疆若羌縣卡爾恰爾螢石礦勘探報告，2020。

王成，劉磊，楊文強，朱曉華，曹玉婷，康樂，何世平(2013).阿爾金山阿爾金雜岩的物源和年齡：對中國西北部早新元古代演化的啟示。前寒武紀研究，230, 193-208。

《新疆若羌縣卡爾恰爾西南螢石浮選試驗報告》，煙台金諾礦山機械有限公司，2011年7月。

《新疆若羌縣卡爾恰爾西南螢石礦選礦試驗研究報告》，西安天宇礦業科技集團有限公司，2018年8月。

《新疆若羌縣卡爾恰爾螢石礦選礦試驗研究報告》，中國地質科學院礦產綜合利用研究所，2021年8月。

《新疆若羌縣卡爾恰爾螢石礦綜合利用技術研究報告》，中國地質科學院礦產綜合利用研究所，2022年12月。

《新疆新鑫礦業股份有限公司卡爾恰爾螢石礦原礦BOND球磨功指數試驗報告》，洛陽礦山機械工程設計研究院有限責任公司，2023年2月。

《新疆若羌縣卡爾恰爾螢石礦選礦工藝流程試驗研究報告》，新疆有色金屬研究所，2023年3月。

《新疆若羌縣卡爾恰爾西南螢石礦選礦工藝流程試驗研究報告》，廣東省科學院資源利用與稀土開發研究所，2023年3月。

《新疆若羌縣卡爾恰爾西南螢石礦選礦試驗研究報告》，礦冶科技集團有限公司，2023年3月。

《新疆若羌縣卡爾恰爾西南螢石礦選礦工藝試驗研究報告》，長沙礦山研究院有限責任公司，2023年4月。中煤科工預選試驗報告。

《新疆若羌縣卡爾恰爾螢石礦採選工程可行性研究報告》，礦冶科技集團有限公司，2022年10月。

《新疆華甌礦業有限公司新疆若羌縣卡爾恰爾螢石礦初步設計》，中國恩菲工程技術有限公司，2024年4月。

表格1 – JORC規範(2012)

第一節 樣品採集與數據

標準	規範講解	評述
樣品採集技術	<p>取樣的情況和質量（例如刻槽取樣、隨機岩屑或適合所調查礦物的特定專業行業標準測量工具，如井下伽馬探空儀或手持式XRF儀器）。以上舉例不應作為對抽樣廣泛含義的限制。</p> <p>包含為確保樣品代表性和對所使用的任何測量工具或系統進行適當校準而採取的措施。確定礦化作用中對公開報告具有重要性的要素。</p> <p>在按照「行業標準」工作的情況下，會相對簡單（例如，「使用反循環鑽孔獲得1m樣品，其中3kg被粉碎以為火試金法提供30g樣品」）。在其他情況下，可能需要更多解釋，例如粗金顆粒存在固有的採樣問題。不尋常的礦種或礦化類型（例如海底結核）可能需要披露詳細信息。</p>	<p>支持礦產資源估算的主要數據來源是2008–2011年、2016–2019年和2024年的鑽孔和探槽。</p> <p>2024年勘探的樣品目前正在化驗中，因此並未用於資源估算。</p> <p>每50m測量一次鑽孔測斜，每個取樣段都對探槽進行測斜一次。</p> <p>地表礦化體由探槽圈定。</p> <p>探槽取樣採用刻槽採樣方法，一般長度間隔約為1m。</p> <p>鑽孔岩心取樣間隔約為1m。</p> <p>樣品長度一般為1米，最小長度0.05米，最大長度3.5米。樣品不跨越不同的岩性單元。</p> <p>岩心被取芯鋸切成相等的兩半。取一半作為基本樣品進行測定，其餘一半留在岩心盒中進一步檢查。</p>

標準	規範講解	評述
鑽孔技術	<p>鑽頭類型（例如岩心、反循環、明孔錘、旋轉空氣噴射、螺旋鑽、邦卡、聲波等）和詳情（例如岩心直徑、三管或標準管、金剛石尾部深度、端面採樣鑽頭或其他類型、岩芯是否定向，如果是，採用什麼方法等）。</p>	<p>鑽孔均採用HQ或NQ金剛石鑽機，鑽桿內有單芯筒取芯，主要包括XY-4和XY-44型，還包括HXY-44和EGR-600型。回收的岩心直徑為56 mm(HQ)或49 mm(NQ)。</p>
鑽孔樣品回收率	<p>記錄和評估岩心和岩屑樣品回收率以及評估結果的方法。</p> <p>為最大限度地提高樣品回收率並確保樣品的代表性而採取的措施。</p> <p>樣品回收率與等級之間是否存在關係，以及樣品偏差是否可能由於細／粗材料的優先損失／增益而發生。</p>	<p>礦化岩心回收率約為97%，總體平均岩心回收率約為96%。</p>
岩心編錄	<p>岩心和岩屑樣品是否已在地質和地質工程上詳細編錄，以支持適當的礦產資源估算、採礦研究和選礦研究。</p> <p>編錄在實質上是定性的還是定量的。岩心（探槽、刻槽等）照片。</p> <p>編錄的相關礦樣的總長度和百分比。</p>	<p>地質編錄（岩性、礦脈、礦物顏色及近似含量、岩心採收率等）由浙江省第十一地質大隊現場地質師編錄。</p> <p>還記錄了岩石硬度(RQD)以及基本的地質工程編錄。</p>

標準	規範講解	評述
分樣技術和樣品製備	<p>如果是岩心，那麼是切割還是鋸切，無論是四分之一、一半還是全部取芯。</p> <p>如果是非岩心，那麼是分樣、管採樣、旋轉分體等，是濕採樣還是干採樣。</p> <p>對於所有樣品類型，樣品製備技術的情況、質量和適用性。</p> <p>所有採樣分樣均採用質量控制程序，以最大限度地提高樣品的代表性。</p> <p>為確保取樣能夠代表所收集的原地材料而採取的措施，例如包括現場重複樣／半心取樣的結果。</p> <p>樣品尺寸是否與被取樣材料的粒度適配。</p>	<p>2008–2019年勘查工作，河南省岩礦檢測中心（2009年）和新疆有色地質勘查局實驗檢測中心（2011~2019年）對CaF₂含量進行了基礎分析。岩心被取芯鋸切成相等的兩半。取一半作為基本樣品進行測定，其餘一半留在岩心盒中進一步檢查。</p> <p>測試前的制樣準備如下：</p> <ul style="list-style-type: none"> — 將樣品乾燥，粉碎至0.85mm（20目），混合均勻，收縮，然後用分樣器分成兩部分。 — 其中一個分樣(150 g)由行星式球磨機研磨至0.074 mm（200目），並用於基本分析。 — 剩餘的分樣大約取500 g作為副樣保留。

標準	規範講解	評述
檢測結果和實驗室檢驗的質量	<p>所用檢測和實驗室程序的情況、質量和適當性，以及該技術是部分技術還是全部技術。</p> <p>對於地球物理工具、光譜儀、手持式XRF儀器，用於分析的參數包括儀器品牌和型號、讀取時間、應用的校準因素及其推導等。</p> <p>所採用的質量控制程序的情況（例如標準品、空白、重複項、外部實驗室檢查）以及是否已建立可接受的準確度水平（即無偏差）和精密度。</p>	<p>2008–2019年：新疆有色實驗室採用內外部檢查來執行QA/QC程序，符合中國行業標準規範。</p> <p>2021年：新疆有色地質勘查局701大隊核查也按照中國行業標準做法，使用內部和外部檢查來執行QA/QC程序。</p> <p>2023年：將對照樣品（包括認證參考標樣、空白和重複樣插入樣品批次中，頻率為每25個樣品中有一個。螢石測定方法，內部和外部兩個實驗室使用的TGC分析程序通常分為以下三個步驟：</p> <ul style="list-style-type: none"> — 步驟1—去除碳酸鹽中的碳：向樣品中加入1: 1硝酸並低溫加熱去除碳酸鹽碳。 — 步驟2—去除有機碳：去除碳酸鹽碳後，將樣品乾燥，然後放入馬弗爐中，溫度為400°C加熱3小時，以除去有機碳。 — 步驟3—TGC含量測定：碳酸鹽碳和有機碳去除後，最終通過高頻紅外碳硫分析儀測定樣品。

標準	規範講解	評述
取樣和化驗的質量 驗證	<p>由獨立或其他公司人員驗證重要礦化段。</p> <p>採用驗證孔。</p> <p>記錄原始數據、數據輸入程序、數據驗證、數據存儲（物理和電子）流程。</p> <p>討論對檢測數據做的任何調整。</p>	<p>2008–2019年勘查工作的QA/QC程序分析未發現重大問題。</p> <p>SRK已獲得符合中國行業標準的2008–2019年抽樣過程和流程文檔供審查。</p> <p>2021年的驗證孔符合中國行業標準。</p> <p>2023年的QA/QC流程由SRK監督。</p> <p>鑽井、測井、取樣和分析方法被認為符合行業標準。</p> <p>據SRK所知，沒有對檢測數據進行過調整。</p>
數據點的位置	<p>用於定位鑽孔（孔口和井下測斜）、探槽、礦井作業和礦產資源估算中使用的其他位置勘測的準確性和質量。</p> <p>所使用網格系統內容。</p> <p>地形控制的質量和充分程度。</p>	<p>所有鑽孔和探槽的坐標均採用西安80基準RTK GPS測量。</p> <p>所有井下測斜為每50米測量一次。</p>
數據網度和分佈	<p>勘查結果的數據點網格間距。</p> <p>數據間距和分佈是否足以確定地質和品位連續性程度，以匹配所勘查礦產的資源和儲量估算方法，以及資源等級分類。</p> <p>是否應用了組合樣。</p>	<p>鑽孔以200×160米至100×80米的網格間距進行。</p> <p>大多數樣品以大約1 m的長度採集。</p> <p>礦權許可證內的大部分鑽孔間距足以滿足礦產資源申報要求。</p> <p>礦化段內已應用組合樣。</p>

標準	規範講解	評述
與地質構造相關的數據	<p>考慮到礦床類型，取樣的方向是否實現了對可能結構的無偏取，以及已知程度。</p> <p>如果認為鑽探方向與關鍵礦化結構方向之間的關係引入了取樣偏差，則應進行評估並報告材料。</p>	<p>直孔和斜孔均用於圈定礦化段，礦化帶主要由一組長英質礦脈組成，向北中低角度傾斜。</p> <p>179個鑽孔中有171個見礦，直孔在取樣中沒有引入偏差。</p>
樣品安保工作	為確保樣品安全而採取的措施。	根據現有信息，所有剩餘的岩心都存放在現場，粉末樣品則安全地保存在新疆有色實驗室。
審計或審查	對抽樣技術和數據進行任何審計或審查的結果。	SRK審查了2008–2019年的歷史工作，包括鑽孔位置、礦化帶情況、岩心編錄驗證、取樣技術和第三方實驗室樣品複查，以便編寫本報告。

第2部分 勘探結果報告

標準	規範講解	評述
礦權和土地所有權狀況	<p>類型、參考名稱／編號、位置和所有權，包括與第三方的協議或重大問題，如合資企業、合夥企業、優先版稅、土著產權權益、歷史遺跡、荒野或國家公園和環境環境。</p> <p>在提交報告時持有的保有權的保障以及獲得在該地區經營許可證的任何已知障礙。</p>	<p>新疆螢石項目共有兩份勘探許可證和一份採礦許可證。兩個勘探許可證覆蓋總面積為43.53平方公里，分別有效期至2026年6月15日和2026年8月9日。</p> <p>採礦許可證面積為7.763平方公里，有效期為2038年6月27日。</p>
其他團隊所做的勘查工作	<p>對其他團隊勘探的敘述和評估。</p>	<p>有三次較為系統的勘探階段：</p> <ul style="list-style-type: none">— 2008–2011年，該項目由浙江省第十一地質大隊勘查。— 2016–2019年，該項目由浙江省第十一地質大隊勘查。— 2024年，該項目由浙江省第十一地質大隊勘查。 <p>2024年勘查的樣品仍在化驗中。</p> <p>所有從2008年至2019年期間可用的鑽孔和探槽信息均已納入用於礦產資源估算的地質數據庫。</p>

標準

規範講解

評述

地質

礦床類型、地質背景和礦化類型。

項目區螢石礦床為螢石-方解石偉晶岩型，主要呈「脈狀」，沿中奧陶系二長花崗岩侵入體與新太古宙-古元古代阿爾金岩組接觸帶發育。

沿近東西向的裂隙構造填充大量螢石-方解石偉晶岩脈，形成長度超過5,300 m的螢石成礦帶。

鑽孔信息

所有與理解勘探結果相關的重要信息的摘要，包括所有重要鑽孔的以下信息的列表：鑽孔孔口的東坐標和北坐標、鑽孔孔口的海拔高度或海平面以上高度（以米為單位）、孔的傾斜度和方位角、孔的深度和截獲深度、孔的長度。如果排除這些信息是基於信息不重要且不影響報告的理解，則合資格人士應清楚解釋。

2008-2019年，共鑽探了179個金剛石鑽孔，總長度為59,506米。

179個鑽孔中有15個孔的傾角在85-90°之間，幾乎是垂直的，其餘的鑽孔均向南傾斜。

2024年，共鑽探了42個金剛石鑽孔，總長度為21,135.95米。

42個鑽孔中有6個孔的傾角在85-90°之間，幾乎是垂直的，其餘的35鑽孔向南傾斜，1個鑽孔向北傾斜。

孔口坐標由RTK進行GPS測量。

除非另有說明，本報告中使用的所有坐標均為西安80坐標系。

標準	規範講解	評述
數據匯總方式	<p data-bbox="422 287 885 436">在報告勘探結果時，加權平均技術、最大和／或最小品位截斷（例如高品位的切割）和邊界品位通常是實質性的，應說明。</p> <p data-bbox="422 478 885 670">如果綜合礦化段包含較短長度的高品位結果和較長長度的低品位結果，則應說明用於此類組合的流程，並應詳細展示此類組合的一些典型示例。</p> <p data-bbox="422 723 885 819">應明確說明報告內任何金屬當量單位的假設基礎。</p>	不適用；沒有具體報告勘查結果。
礦化帶厚度與見礦厚度的關係	<p data-bbox="422 872 885 915">這些關係在報告勘探結果時尤為重要。</p> <p data-bbox="422 968 885 1064">如果礦化體相對於鑽孔角度的幾何形狀已知，則應報告其情況。</p> <p data-bbox="422 1117 885 1266">如果不知道，只報告見礦長度，則應對此有明確的說明（例如「見礦長度為XX，真實寬度未知」）。</p>	直孔和斜孔均用於圈定礦化段，礦化帶向北中低角度傾斜。見礦厚度與礦化帶厚度非常接近。
圖表	<p data-bbox="422 1308 885 1500">應包括適當的地圖和剖面圖（帶比例尺）以及見礦段截距表，以便報告任何重大發現。這些應包括但不限於孔口位置的平面視圖和適當的剖面視圖。</p>	報告中包括各種地圖、剖面圖和圖表，但為清楚起見，此處不再重複。
均衡報告	<p data-bbox="422 1553 885 1738">如果無法全面報告所有勘探結果，則應採用具有代表性的低品位和高品位和／或寬度報告，以避免對勘探結果進行誤導性報告。</p>	不適用；沒有具體報告勘探結果。

標準	規範講解	評述
其他實質性勘探數據	其他勘探數據，如果有意義且重要，應報告，包括（但不限於）：地質觀測；地球物理調查結果；地球化學調查結果；批量樣品一大小和處理方法；選礦測試結果；容積密度、地下水、岩土和岩石特徵；潛在的有害或污染物質。	不適用；沒有具體報告勘探結果。
後續工作	<p data-bbox="391 627 917 766">計劃進一步工作的情況和規模（例如橫向延伸或深度延伸或大規模探邊鑽探的測試）。</p> <p data-bbox="391 819 917 961">圖表應清楚地突出可能的擴展區域，包括主要的地質解義和未來的鑽探區域，前提是此信息不具有商業敏感性。</p>	2025年沒有計劃後續工作

第3部分 礦產資源的估算和報告

標準	規範講解	評述
數據庫整合	為確保數據在最初收集和用於礦產資源估算期間未因轉錄或鍵入錯誤而損壞而採取的措施。使用的數據驗證程序。	數據庫由SRK根據新疆華甌礦業公司提供的中國行業標準地質資料編製。 SRK驗證了數據庫。 SRK根據數據庫對螢石礦化礦體進行了建模。 SRK未從2008–2019年的勘探中排除鑽孔或探槽數據。
現場考察	對合資格人士進行的任何實地考察及訪問結果發表意見。 如果沒有進行實地考察，請說明原因。	陳向毅、卓少芳、牛蘭良、薛楠及胡發龍於2023年4月18日至21日到現場考察了項目。 湯雙立於2024年12月19日至21日到現場考察了項目。
地質解譯	對礦床地質解釋的信心（或相反，不確定性）。 所用數據和所做的任何假設的性質。 另一種解譯對礦產資源估算的影響（如有）。 利用地質學指導和控制礦產資源估算。 影響品位和地質連續性的因素。	SRK根據CaF ₂ 邊界品位15%記錄了螢石礦化代碼以及岩性編錄代碼。 SRK共對8個CaF ₂ 礦化域進了解釋和建模。

標準

規範講解

評述

礦體尺寸

礦產資源的範圍和變化程度，表示為長度（沿走向或其他）、平面寬度和地表以下到礦產資源上限和下限的深度。

螢石礦化域的原位概略尺寸（以米為單位）如下：

- 礦體V1: $430 \times 420 \times 1.5$ （走向×傾向×厚度平均值）
- 礦體V2: $780 \times 280 \times 3.5$
- 礦體V3: $1650 \times 680 \times 3.5$
- 礦體V4: $3200 \times 800 \times 4.4$
- 礦體V5: $2600 \times 870 \times 3.6$
- 礦體V6: $3500 \times 1060 \times 5.4$
- 礦體V7: $1260 \times 880 \times 2.7$
- 礦體V8: $330 \times 300 \times 3.2$

標準

規範講解

評述

估算和建模技術

所採用的估算技術的情況和適用性以及關鍵假設，包括極端品位值的處理、域劃分、插值參數和與數據點的最大外推距離。如果選擇了計算機輔助估計方法，則包括對所使用的計算機軟件和參數的描述。

檢查估算、以前的估算和／或礦山生產記錄的可用性，以及礦產資源估算是否適當考慮了此類數據。

關於副產品回收的假設。

估計有害元素或其他具有經濟意義的非品位變量（例如用於酸性礦山排水表徵的硫）。

在塊模型插值的情況下，塊大小與平均樣本間距和所採用的搜索有關。

選擇性採礦單位建模背後任何假設。

礦產資源估算是使用Datamine Studio RM軟件進行的。

螢石礦化域的構造：

螢石礦化域由基於岩性的15% CaF₂邊界品位圈定。

在礦化域內將樣品合成到1 m，並將殘餘長度平均分配到先前的樣長中。

礦體V1—V4、V6和V8中的組合樣做了特高品位處理。在礦體方向平面內進行變異函數建模。用普通克裡金法(OK)估算所有礦體的CaF₂。

塊體模型估算是使用Datamine Studio RM軟件進行的。

標準

規範講解

評述

關於變量之間相關性的任何假設。

SRK製作了母塊體模型，其尺寸為40米×40米×5米（東西×南北×高度），子塊體尺寸為2米×2米×1米（東西×南北×高度），以更好地反映細脈特徵。沒有採用旋轉。

描述如何使用地質解釋來控制資源估算。

搜索距離來自鑽孔網格間距。

討論使用或不使用邊界品位或特高品位處理的依據。

驗證過程、檢查過程、模型數據與鑽孔數據的比較以及回溯數據的使用（如果有）。

塊體模型驗證是通過鑽孔與塊體之間的目視比較、塊體品位和組合樣品位之間的比較以及沿主軸的條帶圖進行，顯示平均組合樣品位和平均塊體品位之間的比較。沒有詳細的品位控制數據或生產記錄可用於核對。

沒有可用於核對的詳細品位控制數據或生產記錄。

礦產資源估算報告於2024年10月31日公佈。

含水量

噸位是干法估算還是自然濕法估算，以及水分含量的測定方法。

所有噸位均使用每個螢石礦體的平均原位堆積密度，報告為干噸位。

標準	規範講解	評述
邊界品位／截切品位 參數	所採用的邊界品位或所應用的質量參數的基礎。	<p>使用15%CaF₂邊界品位進行估算。</p> <p>每個礦體特高品位截切品位：</p> <ul style="list-style-type: none"> — 礦體V1，最高上限74% — 礦體V2，最高上限58% — 礦體V3，最高上限50% — 礦體V4，最高上限57% — 礦體V5，未調整上限 — 礦體V6，最高上限64% — 礦體V7，未調整上限 — 礦體V8，最高上限44%。
採礦因素或假設	<p>對可能的採礦方法、最小採礦尺寸和內部（或，如果適用，外部）採礦稀釋所做的假設。作為確定最終經濟開採的合理前景的過程的一部分，考慮潛在的採礦方法始終是必要的，但在估算礦產資源時對採礦方法和參數所做的假設可能並不總是嚴格的。如果是這種情況，則應報告，並解釋所作採礦假設的依據。</p>	<p>採用最小礦體厚度1米，以符合潛在採礦設備情況。礦產資源估算過程中未應用其他採礦因素。</p>

標準

規範講解

評述

選礦因素或假設

關於選礦便利性的假設或預測的基礎。作為確定最終經濟開採的合理前景的過程的一部分，考慮潛在的選礦方法始終是必要的，但是在報告礦產資源時對選礦處理過程和參數的假設可能並不總是嚴格的。在這種情況下，應報告並解釋所作選礦假設的基礎。

通過定義CaF₂邊界品位間接整合選礦因素。在礦產資源估算中沒有直接或間接應用其他選礦因素。

環境因素或假設

對可能的廢物和工藝殘留物處置方案做出的假設。作為確定最終經濟開採的合理前景的過程的一部分，始終有必要考慮採礦和選礦的潛在環境影響。雖然在現階段確定潛在的環境影響，特別是對綠地項目的確定可能並不總是進展順利，但應報告早期考慮這些潛在環境影響的情況。如果沒有考慮到這些方面，則應報告並解釋所作出的環境假設。

涵蓋擬建礦山、加工廠、尾礦庫及輔助設施的環境影響評價(EIA)已編製並獲得中國相關政府部門的批准。

標準	規範講解	評述
體重／密度	<p>不論是假設還是確定。如果假設，假設的基礎。如果確定，所使用的方法，不論是濕的還是乾的，測量的頻率，樣品的情況，大小和代表性。</p> <p>散装物料的堆積密度必須通過充分考慮空隙空間（孔隙、孔隙率等）、水分以及沉積物內岩石和蝕變帶之間的差異的方法進行測量。</p> <p>討論不同材料評估過程中使用的堆積密度估計假設。</p>	<p>礦產資源估算中使用了每個螢石域的平均密度。詳情如下：</p> <ul style="list-style-type: none"> — 礦體V1: 2.78 t/m³ — 礦體V2: 2.74 t/m³ — 礦體V3: 2.67 t/m³ — 礦體V4: 2.78 t/m³ — 礦體V5: 2.81 t/m³ — 礦體V6: 2.79 t/m³ — 礦體V7: 2.77 t/m³ — 礦體V8: 2.73 t/m³.
資源級別	<p>將礦產資源分類為不同置信度類別的依據。是否適當考慮了所有相關因素（即噸位／品位估算的相對可信度、輸入數據的可靠性、對地質和金屬價值的連續性、數據的質量、數量和分佈的信心）。</p> <p>結果是否恰當地反映合資格人士對礦床的看法。</p>	<p>根據數據質量和數量（包括鑽孔間距）、地質複雜性和品位連續性以及品位插值進行分類。</p> <p>控制的礦產資源分類標準：在搜索橢圓第一遍或第二遍中估計，回歸斜率高於0.3。這總體與100米（走向）乘50-60米（傾向）的鑽孔間距一致。</p> <p>推斷礦產資源分類標準：在搜索橢圓第三遍中估計，鑽探間距通常大於200米（走向）乘以100米（傾向）。</p> <p>結果適當地反映了合資格人士對礦床的看法。</p>
審計或審核	<p>礦產資源估算的任何審計或審查結果。</p>	<p>迄今為止，尚未完成與最新礦產資源估算有關的其他外部審查。</p>

標準

規範講解

評述

討論相對準確性／置信度

在適當情況下，使用合資格人士認為適當的方法或程序，說明礦產資源估算的相對準確性和置信度。例如，應用統計或地統計程序，在規定的置信限度內量化資源的相對準確性，或者，如果認為這種方法不合適，則對可能影響估計的相對準確性和置信度的因素進行定性討論。

該說明應具體說明是涉及全局估計數還是局部估計數，如果是局部估計數，則應說明與技術和經濟評估相關的相關噸位。文件應包括所做的假設和所使用的程序。

這些關於估算的相對準確性和可信度的陳述應與生產數據（如有）進行比較。

基礎鑽孔樣品數據具有很高的置信度。

估計質量參數（如回歸克裡金斜率）用於評估局部塊體估計的相對精度。回歸的克裡金斜率越接近1，局部塊估計值越好。然而，這並不意味整個礦體品位和噸位曲線是正確的，因為局部準確性和整個礦體分佈準確性是相互矛盾的。

控制資源的回歸克裡金斜率為0.49。推斷資源的斜率為0.36。

目前沒有對礦床進行任何開採。

第4部分 礦石儲量的估算和報告

(第1部分列出的標準，以及在相關情況下第2和第3部分中的標準，也適用於本部分。)

標準	規範說明	評論
礦產資源估算轉換為礦石儲量	用於轉換為礦石儲量的礦產資源估算的描述。 明確說明礦產資源是作為礦石儲量的補充，還是包含在礦石儲量中。	SRK完成了該項目的礦產資源估算，生效日期為2024年10月31日。 報告的礦產資源量包括礦石儲量。
查	合資格人士進行的任何現場訪問及其結果進行評論。 如果沒有進行現場訪問，請說明原因。	胡發龍先生是本礦石儲量聲明的合資格人士，斯羅柯礦業諮詢(中國)有限公司的全職員工。 胡發龍先生於2023年4月17日至21日進行了現場訪問。自胡先生訪問以來，項目一直在建設中，沒有進行採礦作業。
研究狀態	為將礦產資源轉換為礦石儲量而進行的研究類型和水平。 規範要求至少進行預可行性研究(PFS)以將礦產資源轉換為礦石儲量。這些研究將已進行，並確定了一個在技術上可行且經濟上可行的採礦計劃，並且已考慮了重要的修正因素。	可供審查的技術研究： 《新疆若羌縣卡爾恰爾螢石礦採選工程可行性研究報告》，2022年9月，礦冶科技集團 《新疆若羌縣卡爾恰爾螢石礦初步設計》，2024年4月，中國恩菲工程技術有限公司，以下簡稱「2024 ENFI初步設計」。 SRK認為2024 ENFI初步設計中描述的修正因素的準確性類似於根據JORC規範(2012)準備的預可行性研究(PFS)水平。

標準**規範說明****評論**

邊界品位參數

應用邊界品位或質量參數的依據。

CaF₂品位被用作定義礦石的邊界品位。此邊界品位可根據金屬價格、採礦和加工成本以及回收率等因素而變化。

項目	單位	參數	描述
首選邊界 品位	%	16.6	四捨五入到最近的0.1 品位
A	%	16.61	估計的CaF ₂ 入選邊界品位
Cm	RMB/t RoM	179.35	採礦現金成本
Cp	RMB/t RoM	107.14	選礦現金成本
Cg	RMB/t RoM	31.04	總管理與行政現金成本
P	RMB/t	2,389	預測精礦(97% CaF ₂)價格，不含增值稅
R	%	80.00	CaF ₂ 選礦回收率
Rt	%	3.00	收入的特許權使用費

SRK認為，在這些特定條件下，品位高於16.6%的材料可以被定義為經濟上可開採的。

這些參數來源於2024年ENFI初步設計。

標準

規範說明

評論

採礦因素或假設

在預可行性或可行性研究中報告的用於將礦產資源轉換為礦石儲量的方法和假設（即通過優化應用適當的因素或通過初步或詳細設計）。

所選採礦方法的選擇、性質和適用性以及
其他採礦參數，包括相關設計問題，如預
剝、通道等。

關於岩土參數（如礦坑坡度、採場尺寸
等）、品位控制和生產前鑽探的假設。

用於礦坑和採場優化的主要假設和礦產資
源模型（如適用）。

使用的貧化率。

根據地質條件，採用以下採礦方法：
分層填充（「CAF」）與掘進機採礦法

層填充與鑽爆採礦法

進路填充(DAF)與掘進機採礦法

進路填充與鑽爆採礦法

採場沿走向佈置，長度為60米，寬度等於礦
體厚度。中段間距為50米，分段間距為12.5
米，分層切割為4-5米。相鄰採場之間不留
肋柱。

CAF和DAF的主要區別在於DAF特別適用於
岩體相對較弱或礦體厚度超過8米的區域。

應用於儲量估算的採礦因素

採礦設計範圍：

設計受限於採礦許可證範圍內。

標準

規範說明

評論

使用的採礦回收因素。

僅考慮控制礦產資源量進行估算。

使用的最小採礦寬度。

對頂板柱、河流（礦體西側）的安全柱及其他地表或地下基礎設施的安全考慮。

在採礦研究中利用推斷礦產資源的方式及其納入對結果的敏感性。

設計損失：

所選採礦方法的基礎設施要求。

品位低於邊界品位的採場將被定為設計損失。

遠離主要設計的孤立資源。

對兩側牆壁應用0.1米的貧化，導致貧化率約為5%。

應用5%的損失率以覆蓋從工作面交接到RoM料倉運輸過程中的損失。

考慮到可操作的掘進機模塊，最小採礦寬度為3米。

開拓系統為「帶式斜井+下坡開拓系統」，中段間距為50米。

在礦山設計中，推斷礦產資源被視為廢料。

礦山設計考慮了礦山服務基礎設施，包括回填、通風、電力供應、供水、空氣壓縮和排水系統。

標準	規範說明	評論
冶金因素或假設	<p>所提出的冶金工藝及其對礦化類型的適用性。</p> <p>冶金工藝是否為經過充分測試的技術或具有新穎性。</p> <p>所進行的冶金試驗工作的性質、數量和代表性，所應用的冶金分區性質及相應的冶金回收因素。</p> <p>對有害元素的任何假設或考慮。</p> <p>是否存在任何大樣或中試規模的試驗工作，以及這些樣品在多大程度上被認為代表整個礦體。</p> <p>對於由規格定義的礦物，礦石儲量估算是否基於適當的礦物學以滿足規格要求？</p>	<p>礦石是方解石型螢石礦，設計選礦流程依據多次選礦試驗結果，流程與礦石性質相適應，也是成熟的，但設計流程過於保守，冗餘配置多；</p> <p>8家研究機構進行了選礦試驗，包括球磨功指數試驗、重介質預選試驗、浮選試驗。試驗結果表明，礦石不適合重選，適合浮選，適宜的磨礦細度為-200目佔65%~70%，$BW_i=9.67$ kW/h，浮選礦漿溫度不宜低於20°C；</p> <p>浮選試驗獲得的精礦品位CaF_2 97.2%~99.2%，CaF_2回收率80.0%~85.2%，有害元素硫、磷含量低，不超標。設計選廠精礦品位CaF_2 97%，回收率80%，設計的指標是合適的。</p>
環境	<p>礦山和加工運營潛在環境影響研究的狀態。應報告廢石特徵的詳細信息和潛在場地的考慮、設計方案的考慮狀態，以及（如適用）工藝殘渣儲存和廢料堆放的審批狀態。</p>	<p>已編製涵蓋擬建礦山、加工廠、尾礦庫及輔助設施的環境影響評價(EIA)並獲得中國相關政府部門的批准。</p>

標準	規範說明	評論
基礎設施	<p>適當基礎設施的存在：用於工廠開發的土地、電力、水、運輸（特別是大宗商品）、勞動力、住宿的可用性；或基礎設施的提供或獲取的便利性。</p>	<p>截至2024年12月，一條連接若羌縣與項目區域的新道路即將完工，將行程距離縮短至140公里。</p> <p>主要電力供應來自距離礦山西北18公里的白干湖220 kV變電站，配備兩台180 MVA變壓器。華甌與中國國家電網公司達成協議，建設一條電力線和共享變電站，從白干湖延伸以供電給項目和附近的兩個礦山。項目將在2025年第一季度接入電網。</p> <p>水供應來自阿克蘇河，若羌河的支流。取水點位於礦區東南10公里，全年水流穩定。</p>
成本	<p>關於研究中預計資本成本的推導或假設</p> <p>用於估算生產成本的方法</p> <p>對有害元素含量的考慮。</p> <p>研究中使用的匯率來源。</p> <p>運輸費用的推導。</p> <p>預測或來源於處理和精煉費用、未達到規格的罰款等的依據。</p> <p>政府和私人應付特許權使用費的考慮。</p>	<p>資本成本投入來源於2024恩菲初設和實際EPC合同，並最近由華甌更新。</p> <p>生產成本預測基於2024年ENFI的初步設計，結合報價、行業標準和採礦合同。</p> <p>還考慮了中國政府設定的資源稅和其他收費標準。</p> <p>資源稅：收入的3%</p> <p>採礦許可證費：收入的2.4%。</p> <p>礦山地質恢復基金：約為收入的0.2%。</p>

標準	規範說明	評論
收入因素	<p>關於收入因素的推導或假設，包括入選品位、金屬或商品價格、匯率、運輸和處理費用、罰款、淨冶煉收益等。</p> <p>對主要金屬、礦物和副產品的金屬或商品價格假設的推導。</p>	<p>入選品位基於制定的採礦計劃。</p> <p>銷售價（出廠價）基於獨立市場研究公司上海有色網(SMM)的預測。</p>
市場評估	<p>特定商品的需求、供應和庫存情況，消費趨勢以及可能影響未來供需的因素。</p> <p>客戶和競爭對手分析，以及產品可能的市場窗口識別。</p> <p>價格和產量預測及其依據。</p> <p>對於工業礦物，客戶規格、測試和驗收要求在供應合同之前。</p>	<p>市場研究由獨立市場研究公司SMM編製。</p> <p>酸級螢石精礦產量預計將從4.029百萬噸增加到4.414百萬噸，年均複合增長率約為2.3%。</p> <p>從2024年到2028年，中國的螢石消費量預計將從6.91百萬噸增長到7.89百萬噸，年均複合增長率約為3.4%。這種增長主要由氟化工行業推動，而鋼鐵和水泥製造行業的需求預計將保持穩定或下降。</p> <p>SMM預測螢石市場將繼續增長，由於需求強勁和供應受限。</p> <p>格預計將上漲，到2028年達到每噸人民幣3,899元（名義，含稅），預計年均複合增長率為3.1%。</p>

標準	規範說明	評論
經濟	<p>經濟分析中用於計算淨現值(NPV)的輸入，這些經濟輸入的來源和可信度，包括估計的通貨膨脹率、折現率等。</p> <p>NPV範圍及其對重要假設和輸入變化的敏感性。</p>	<p>基準經濟分析在10%（實際）折現率下進行。</p> <p>輸入包括採礦選廠的生產計劃、資本和運營成本估算，以及SMM預測的銷售價格。</p> <p>在不同的折現率下得出了一系列正NPV，關鍵敏感參數是銷售價格和選礦回收率。</p>
社會	<p>與關鍵利益相關者的協議狀態以及獲得社會運營許可的事項。</p>	<p>項目位於無人居住的區域，項目區域附近沒有居民定居點。</p> <p>在環境影響評價(EIA)諮詢過程中，未收到公眾反饋。</p>
其他	<p>在相關範圍內，以下因素對項目和／或礦石儲量的估算和分類的影響：</p> <p>任何已識別的重大自然風險。</p> <p>重要法律協議和市場安排的狀態。</p> <p>對項目可行性至關重要的政府協議和批准的狀態，例如礦產採礦權狀態，以及政府和法定批准。必須有合理的理由預期所有必要的政府批准將在預可行性或可行性研究中預期的時間框架內獲得。突出並討論任何未解決事項的重要性，該事項依賴於第三方，而該第三方對儲量的開採具有影響。</p>	<p>已識別的風險在本報告的風險評估部分中列出。</p> <p>根據提供給SRK的法律盡職調查報告，礦產採礦權狀態沒有重大問題。</p>

標準	規範說明	評論
分類	<p data-bbox="422 287 869 329">將礦石儲量分類為不同可信程度的依據</p> <p data-bbox="422 383 869 478">結果是否適當反映了合資格人士對礦床的看法。</p> <p data-bbox="422 532 869 627">從已探明礦產明資源中得出的証實礦石儲量的比例（如果有）。</p>	<p data-bbox="917 287 1380 383">礦塊中的控制礦產資源被分類為可信礦石儲量。</p> <p data-bbox="917 436 1380 532">礦石儲量的分類適當反映了合資格人士對礦床的看法。</p> <p data-bbox="917 585 1380 680">沒有已探明礦產資源量。因此，沒有分類為可信礦石儲量。</p>
審計或評審	<p data-bbox="422 723 869 766">礦石儲量估算的任何審計或評審結果。</p>	<p data-bbox="917 723 1380 766">進行了內部同行評審。</p>
相對準確性／信心水平的討論	<p data-bbox="422 819 869 1155">在適當情況下，合資格人士應使用其認為合適的方法或程序，對礦石儲量估算的相對準確性和信心水平進行說明。例如，應用統計或地質統計程序在規定的置信限內量化儲量的相對準確性，或者如果這種方法不被認為合適，則對可能影響估算相對準確性和信心水平的因素進行定性討論。</p>	<p data-bbox="917 819 1380 915">礦石儲量估算基於2024恩菲初設，SRK認為其處於預可行性研究水平。</p> <p data-bbox="917 968 1380 1064">所有轉換因素已應用於全部礦石估算儲量估算的聲明。</p>

標準

規範說明

評論

說明應明確其是針對全部估算還是局部估算，如果是局部估算，應說明相關噸位，這應與技術和經濟評估相關。文檔應包括所做的假設和使用的程序。

如大多數採礦項目一樣，礦石儲量估算可能受到採礦、冶金、基礎設施、許可證、市場和其他因素的影響，其程度可能從重大收益到礦石儲量的完全損失不等。

準確性和信心水平的討論應具體涉及任何可能對礦石儲量可行性產生重大影響的修正因素，或在當前研究階段仍存在不確定性的領域。

對合資格人士而言，沒有已知問題預計會對礦石儲量估算產生重大影響。

認識到在所有情況下這可能並不可行或不適當。這些關於估算相對準確性和信心水平的聲明應與生產數據進行比較（如有）。