

獨立技術報告  
中國山東省  
三山島金礦 1 號礦場

Timothy A. Ross，專業工程師、採礦、冶金及勘查協會註冊會員  
Agapito Associates, Inc.  
Grand Junction and Lakewood, Colorado, USA

Todd W. Wakefield, 採礦、冶金及勘查協會註冊會員  
Mine Technical Services, Ltd  
Reno, Nevada, USA

Jeffery Choquette，專業工程師、QP-MMSA  
Hard Rock Consulting, LLC  
Denver, Colorado, USA

Qinghua「Jason」Jin，專業工程師、採礦、冶金及勘查協會註冊會員  
SGS North America, Inc.  
Tucson, Arizona, USA

Carl E. Brechtel，專業工程師、採礦、冶金及勘查協會註冊會員  
Carl Brechtel Consulting LLC  
Arvada, Colorado, USA

報告日期：

二零一八年九月十四日

生效日期：

二零一八年三月三十一日

為以下公司編製：



山東黃金礦業股份有限公司  
**SHANDONG GOLD MINING CO., LTD.**



獨立技術報告  
中國山東省  
三山島金礦 1 號礦場

## 目錄

	頁次
<b>1 概要</b> .....	III1-17
1.1 引言 .....	III1-17
1.2 礦權描述和所有權 .....	III1-17
1.3 地質和礦化 .....	III1-18
1.4 勘探進展 .....	III1-18
1.5 開拓與生產 .....	III1-19
1.6 礦產資源量估算 .....	III1-19
1.7 礦產儲量估算 .....	III1-20
1.8 冶金 .....	III1-23
1.9 加工廠 .....	III1-23
1.10 經濟 .....	III1-24
1.11 環境和許可 .....	III1-26
1.12 風險評估 .....	III1-26
1.13 結論和建議 .....	III1-26
<b>2 簡介</b> .....	III1-27
2.1 信息來源 .....	III1-28
2.2 合資格人士 .....	III1-28
<b>3 依賴其他專家</b> .....	III1-29
<b>4 礦權描述和地理位置</b> .....	III1-30
4.1 位置 .....	III1-30
4.2 礦權 .....	III1-30
4.3 礦權的環境責任、許可和風險 .....	III1-34
<b>5 交通、氣候、當地資源、基礎設施及自然地理情況</b> .....	III1-34
5.1 地形、海拔高度和植被 .....	III1-34
5.2 進入該礦權的交通設施 .....	III1-35
5.3 當地資源和基礎設施 .....	III1-35
5.4 氣候 .....	III1-35

<b>6</b>	<b>歷史</b> .....	III1-36
6.1	所有權 .....	III1-36
6.2	勘探開發工作 .....	III1-36
6.3	歷史礦產資源和礦產儲量估算 .....	III1-38
6.4	生產能力 .....	III1-38
<b>7</b>	<b>地質情況及礦化</b> .....	III1-39
7.1	區域地質 .....	III1-39
7.1.1	岩性 .....	III1-39
7.1.2	構造 .....	III1-41
7.1.3	蝕變 .....	III1-42
7.1.4	礦化 .....	III1-42
7.2	項目設置 .....	III1-44
7.3	三山島礦區 .....	III1-45
7.4	新立礦區 .....	III1-50
7.5	倉上礦區 .....	III1-52
7.6	曹家埠礦區 .....	III1-54
<b>8</b>	<b>礦床類型</b> .....	III1-55
8.1	前言 .....	III1-55
8.2	造山脈金(中溫熱脈)礦床 .....	III1-55
8.3	山東礦床 .....	III1-56
8.4	第8節評論 .....	III1-58
<b>9</b>	<b>勘探</b> .....	III1-58
9.1	前言 .....	III1-58
9.2	網格和測量 .....	III1-58
9.2.1	三山島和新立礦區 .....	III1-58
9.2.2	倉上礦區 .....	III1-59
9.2.3	曹家埠礦區 .....	III1-59
9.3	地質填圖 .....	III1-59
9.4	地球化學採樣 .....	III1-59
9.5	地球物理測量 .....	III1-59
9.6	研究 .....	III1-60
<b>10</b>	<b>鑽孔</b> .....	III1-60
10.1	完成的鑽孔 .....	III1-60
10.1.1	三山島和新立礦區 .....	III1-60
10.1.2	倉上礦區 .....	III1-61
10.1.3	曹家埠礦區 .....	III1-61

10.2 測井 .....	III1-61
10.3 測量 .....	III1-61
10.4 取芯率 .....	III1-61
10.5 樣品長度／真實厚度 .....	III1-61
10.6 岩芯鑽孔程序 .....	III1-62
10.7 第 10 節評論 .....	III1-64
<b>11 樣品製備、分析及安全性 .....</b>	<b>III1-64</b>
11.1 岩芯樣品 .....	III1-64
11.1.1 三山島和新立礦區 .....	III1-64
11.1.2 倉上礦區 .....	III1-64
11.1.3 曹家埠礦區 .....	III1-64
11.2 井下採樣 .....	III1-65
11.2.1 三山島和新立礦區 .....	III1-65
11.2.2 倉上礦區 .....	III1-65
11.2.3 曹家埠礦區 .....	III1-65
11.3 密度測定 .....	III1-65
11.3.1 三山島和新立礦區 .....	III1-65
11.3.2 倉上礦區 .....	III1-65
11.3.3 曹家埠礦區 .....	III1-65
11.4 樣品製備和分析 .....	III1-66
11.4.1 三山島和新立礦區 .....	III1-67
11.4.2 倉上礦區 .....	III1-67
11.4.3 曹家埠礦區 .....	III1-68
11.5 質量控制和質量保證 .....	III1-68
11.5.1 三山島和新立礦區 .....	III1-68
11.5.2 倉上礦區 .....	III1-69
11.5.3 曹家埠礦區 .....	III1-69
11.6 第 11 節評論 .....	III1-69
<b>12 數據核實 .....</b>	<b>III1-70</b>
12.1 數據庫 .....	III1-70
12.2 獨立的核查樣品 .....	III1-70
12.3 礦井和地面設施現場考察 .....	III1-72
12.4 內部數據核實 .....	III1-76
12.5 第 12 節評論 .....	III1-76
<b>13 礦物加工和冶金試驗 .....</b>	<b>III1-77</b>
13.1 礦樣選擇 .....	III1-77
13.2 礦物學分析 .....	III1-77
13.3 物理測試 .....	III1-78

13.4 浮選試驗.....	III1-78
13.5 高壓輥磨試驗.....	III1-79
13.6 輔助試驗.....	III1-80
<b>14 礦產資源估算.....</b>	<b>III1-80</b>
14.1 礦產資源分類系統.....	III1-80
14.2 中國自然資源部的礦產資源評估方法.....	III1-81
14.2.1 經濟參數.....	III1-82
14.2.2 特高品位.....	III1-84
14.2.3 塊體方法.....	III1-84
14.2.4 噸位因子.....	III1-85
14.2.5 地質統計學礦帶分析和變異圖分析.....	III1-86
14.2.6 估算審核.....	III1-88
14.3 二零一四年 CIM 定義標準調整.....	III1-88
14.3.1 資源分類.....	III1-88
14.3.2 最終經濟開採合理的前景注意事項.....	III1-90
14.3.3 開採協調注意事項.....	III1-93
14.4 礦產資源報表.....	III1-93
<b>15 礦產儲量估計.....</b>	<b>III1-98</b>
15.1 估算參數和修正因子.....	III1-99
15.1.1 貧化.....	III1-100
15.1.2 礦產儲量和生產的核對.....	III1-101
15.1.3 邊界品位.....	III1-101
15.2 儲量分類.....	III1-101
15.3 礦產儲量.....	III1-104
15.4 可能影響礦產儲量估算的因素.....	III1-105
<b>16 採礦方法.....</b>	<b>III1-106</b>
16.1 採礦方法.....	III1-107
16.1.1 三山島和新立礦區.....	III1-107
16.1.2 曹家埠採礦.....	III1-114
16.2 回填.....	III1-117
16.3 採礦裝備.....	III1-117
16.4 礦山基礎設施.....	III1-120
16.4.1 礦井通風.....	III1-120
16.4.2 壓縮空氣.....	III1-121
16.4.3 材料運輸.....	III1-122
16.4.4 電能.....	III1-127
16.5 勞動定員.....	III1-127
16.6 開採計劃.....	III1-127

<b>17</b>	<b>選礦方法</b> .....	III1-136
	17.1 破碎流程.....	III1-136
	17.2 磨礦流程.....	III1-136
	17.3 浮選流程.....	III1-136
	17.4 脫水.....	III1-147
	17.5 焦家選廠.....	III1-149
<b>18</b>	<b>項目基礎設施</b> .....	III1-149
	18.1 道路.....	III1-149
	18.2 礦井廢石堆.....	III1-140
	18.3 礦山礦石庫.....	III1-140
	18.4 電能.....	III1-140
	18.5 尾礦庫.....	III1-140
<b>19</b>	<b>市場研究和合同</b> .....	III1-142
	19.1 市場.....	III1-142
	19.2 合同.....	III1-143
<b>20</b>	<b>環境研究、許可和社會或社區影響</b> .....	III1-143
	20.1 簡介.....	III1-143
	20.2 法律和法規.....	III1-144
	20.3 廢棄物和尾礦處理管理.....	III1-144
	20.4 水管理.....	III1-145
	20.5 空氣.....	III1-146
	20.6 許可要求.....	III1-146
	20.7 社會和社區.....	III1-146
	20.8 修復和複墾.....	III1-146
<b>21</b>	<b>資本和營運成本</b> .....	III1-148
	21.1 資本成本估算.....	III1-148
	21.2 營運成本估算.....	III1-149
<b>22</b>	<b>經濟分析</b> .....	III1-153
	22.1 稅項.....	III1-153
	22.2 經濟預測.....	III1-153
	22.3 項目經濟效益的敏感性.....	III1-154
	22.4 儲量對黃金價格的敏感性.....	III1-154
<b>23</b>	<b>鄰近礦權</b> .....	III1-158
<b>24</b>	<b>其他相關數據和信息</b> .....	III1-158
	24.1 風險評估.....	III1-158
<b>25</b>	<b>解釋和結論</b> .....	III1-166
<b>26</b>	<b>推薦建議</b> .....	III1-167
<b>27</b>	<b>參考文獻</b> .....	III1-168
<b>28</b>	<b>日期及署名</b> .....	III1-172

28.1 Timothy A.Ross 所作證明聲明 .....	III1-172
28.2 Todd W.Wakefield 所作證明聲明 .....	III1-174
28.3 Jeffery Choquette 所作證明聲明 .....	III1-176
28.4 Qinghua Jin 所作證明聲明 .....	III1-178
28.5 Carl E.Brechtel 所作證明聲明 .....	III1-180
附錄 A – 採礦及勘探許可證 .....	III1-182
附錄 B 礦脈上表面三維斜視圖 .....	III1-186

## 表格列表

	頁次
表 1-1. 三山島金礦許可證 .....	III1-18
表 1-2. 三山島金礦礦產資源 (生效日期二零一八年三月三十一日) .....	III1-21
表 1-3. 經濟參數 .....	III1-23
表 1-4. 三山島金礦礦產儲量 (生效日期二零一八年三月三十一日) .....	III1-24
表 2-1. 合資格人士、負責的章節及最近的考察 .....	III1-29
表 4-1. 給三山島金礦發的許可證 .....	III1-34
表 6-1. 三山島金礦年產量 .....	III1-38
表 8-1. 礦床類型匯總 .....	III1-57
表 11-1. 三山島礦區的重複和核查分析 .....	III1-68
表 12-1. 三山島金礦核查樣品 .....	III1-71
表 13-1. 浮選試驗結果 – 新立礦區礦樣 .....	III1-78
表 13-2. 浮選試驗結果 – 三山島礦區礦樣 .....	III1-79
表 13-3. 浮選試驗結果 – 混合礦礦樣 .....	III1-79
表 14-1. 三山島金礦資源評估的經濟指標 .....	III1-83
表 14-2. 三山島金礦噸位因子 .....	III1-86
表 14-3. 三山島金礦礦物資源 (生效日期二零一八年三月三十一日) .....	III1-94
表 15-1. 三山島和新立礦區核對 .....	III1-102
表 15-2. 曹家埠礦區核對 .....	III1-103
表 15-3. 三山島金礦估計儲量邊界品位 .....	III1-103
表 15-4. 三山島金礦的礦產儲量概要 (生效日期二零一八年三月三十一日) .....	III1-104
表 16-1. 三山島礦區 -600 米水倉平均排水量 .....	III1-111
表 16-2. 三山島礦區預計排水能力 .....	III1-111
表 16-3. 新立礦區預計排水能力 .....	III1-112
表 16-4. 三山島金礦充填系統要求 .....	III1-118
表 16-5. 三山島和新立礦區主要採礦設備 .....	III1-119
表 16-6. 三山島礦區壓縮空氣消耗量 .....	III1-121
表 16-7. 新立礦區壓縮空氣消耗量 .....	III1-122

表 16-8. 三山島礦區提升系統 .....	III1-123
表 16-9. 新立礦區雙箕斗提升系統主要技術參數 .....	III1-124
表 16-10. 新立礦區罐籠提升系統主要技術參數 .....	III1-126
表 16-11. 人員設置 .....	III1-128
表 16-12. 三山島礦區生產計劃 (按許可證) .....	III1-133
表 20-1. 與礦山和採礦項目有關的中國法律概覽 .....	III1-144
表 20-2. 環境許可 .....	III1-146
表 20-3. 三山島金礦環境相關支出 .....	III1-148
表 21-1. 三山島擴建的預測資本成本 .....	III1-149
表 21-2. 礦權營運成本按成本對象、過往數和預測數累計 .....	III1-150
表 21-3. 三山島金礦歷史總成本／加工噸位 .....	III1-151
表 21-4. 三山島金礦預計營運成本和資本，二零一八年至二零二零年 .....	III1-152
表 22-1. 三山島金礦產量預測和預計稅後現金流量 100% 歸屬於山東黃金 .....	III1-154
表 22-2. 三山島金礦稅後淨現值 100% 歸屬於山東黃金 .....	III1-155
表 22-3. 營運成本在預測假設的 -25% 和 + 25% 之間變化時三山島金礦的 淨現值的變化 .....	III1-155
表 22-4. 資本成本在預測假設的 -25% 和 + 25% 之間變化時三山島金礦的 淨現值的變化 .....	III1-155
表 22-5. 黃金價格在 923 至 1,539 美元／盎司之間變化時三山島金礦淨現值變化 .....	III1-156
表 22-6. 黃金儲量對黃金價格的敏感性 .....	III1-158
表 24-1. 總體風險評估表 .....	III1-158
表 24-2. 採取措施前項目風險評估 .....	III1-160

### 圖表列表

圖 4-1. 三山島金礦位置地圖 .....	III1-31
圖 4-2. 三山島金礦採礦和探礦許可證及其北部邊界底圖 .....	III1-32
圖 4-3. 三山島金礦採礦和探礦許可證及其南部邊界底圖 .....	III1-33
圖 7-1. 區域地質圖 (源自 Goldfarb and Santosh 2014) .....	III1-39
圖 7-2. 山東半島地質圖 (源自 Deng et al. 2015) .....	III1-40
圖 7-3. 山東半島構造模型圖 (源自 Song et al. 2015) .....	III1-42
圖 7-4. 構造分佈圖 (源自 Goldfarb and Santosh 2014) .....	III1-44
圖 7-5. 礦區地質和構造圖 (源自 Wen et al. 2016) .....	III1-46



圖 7-6. 鑽孔 56-4 蝕變區分帶例子 (源自 Li et al. 2013c) .....	III1-47
圖 7-7. 三山島礦區區域地質圖 (源自 Li et al. 2013c) .....	III1-48
圖 7-8. 三山島礦區典型剖面圖 (源自 Song et al. 2015) .....	III1-49
圖 7-9. 新立礦區一般地質與構造圖 (源自 Deng et al. 2015) .....	III1-51
圖 7-10. 倉上礦區地理位置圖 (源自 Zhang 2003) .....	III1-52
圖 7-11. 倉上礦區露天礦地質圖 (源自 Zhang 2003) .....	III1-53
圖 10-1. 三山島和新立礦區礦化帶與鑽孔軌跡關係剖面圖 (源自山東黃金礦業 (玲瓏) 有限公司 2017) .....	III1-63
圖 12-1. 新立礦區 – 533 中段 63 號採場岩渣樣品地點 .....	III1-72
圖 12-2. 三山島金礦 – 70 中段 SO2230 採場岩壁取樣點 (圖片顯示的寬度大概是 4 米) .....	III1-73
圖 12-3. KZK147-1 鑽孔取樣 .....	III1-73
圖 12-4. 三山島礦區卡車車間 .....	III1-74
圖 12-5. 三山島礦區生產豎井 .....	III1-75
圖 12-6. 三山島礦區實驗室樣品製備 .....	III1-75
圖 14-1. 三山島礦區品位塊體 – 縱投影圖 .....	III1-85
圖 14-2. 三山島礦區, 三山島礦脈黃金合成累計頻率圖 .....	III1-86
圖 14-3. 三山島礦區, 三山島礦脈 – 沿著明顯走向黃金 (g/t) 複合樣本 3D 成對相關變異圖 .....	III1-87
圖 14-4. 三山島礦區, 三山島礦脈 – 沿著明顯下傾黃金 (g/t) 複合樣本 3D 成對相關變異圖 .....	III1-87
圖 14-5. 三山島礦區礦產資源分類 – 水平投影 (縱切面) .....	III1-91
圖 14-6. 新立礦區礦產資源分類 – 水平投影 (縱切面) .....	III1-92
圖 14-7. 鑽孔及取樣位置 (北) .....	III1-96
圖 14-8. 鑽孔及取樣位置 (南) .....	III1-97
圖 16-1. 典型採場佈置 .....	III1-108
圖 16-2. 三山島礦區和新立礦區水文地質條件模型 (山東正源資源地質勘查 有限公司, 二零零九年, 第 58 頁) .....	III1-110
圖 16-3. 三山島和新立礦區主坡道支護 .....	III1-113
圖 16-4. 曹家埠採區 – 115 米水平 .....	III1-115
圖 16-5. 回填採場, 礦柱回收 .....	III1-115
圖 16-6. 三山島礦區儲量位置 (按許可證) – 北 .....	III1-129
圖 16-7. 三山島礦區儲量位置 (按許可證) – 南 .....	III1-130
圖 16-8. 三山島金礦礦體 1-1 及新立段礦體 1-1 的生產計劃 .....	III1-133

圖 16-9. 三山島金礦礦體 1-1 及三山島段礦體 1-1 的生產計劃 .....	III1-134
圖 16-10. 三山島金礦礦體 1-2 的生產計劃 .....	III1-145
圖 17-1. 三山島選礦廠工藝系統流程圖 .....	III1-138
圖 18-1. 倉上礦區露天礦坑現在用於尾礦庫 .....	III1-141
圖 18-2. 老的尾礦區頂部復墾為高爾夫練習場 .....	III1-141
圖 18-3. 看向東方的老的尾礦區復墾 .....	III1-142
圖 19-1. 黃金歷年價格 (來源 <a href="http://www.kitco.com">www.kitco.com</a> ) .....	III1-143
圖 22-1. 基本方案假設的營運成本在 -25% 到 +25% 變化時 三山島金礦淨現值的變化 .....	III1-156
圖 22-2. 基本方案假設的資本成本在 -25% 到 +25% 變化時 三山島金礦淨現值的變化 .....	III1-157
圖 22-3. 黃金價格在 923 至 1,539 美元/盎司之間變化時 三山島金礦淨現值敏感性 .....	III1-157

## 礦山及礦藏縮寫

以下所列縮寫系統旨在簡化 Agapito Associates, Inc.(AAI) 就山東黃金礦業股份有限公司(山東黃金)所審閱礦藏以及與此相關的數個二級單位(採礦權或勘探權)的討論。

縮寫	證書編號	採礦權或勘探權名稱
三山島金礦		三山島金礦
三山島礦區	C1000002011024120106484	山東黃金礦業股份有限公司三山島金礦
新立礦區	C1000002011024110106485	山東黃金礦業股份有限公司新立金礦
曹家埠礦區	C3700002009074110029880	山東黃金礦業(萊州)有限公司(曹家埠金礦區)
倉上礦區	C1000002009124120048090	山東黃金礦業(萊州)有限公司三山島金礦倉上礦區
曹家埠詳查區	T37120090602029714	山東省萊州市曹家埠金礦詳查
新立55-91線勘探區	T01120080402000388	山東省萊州市新立礦區55-91線礦段金礦勘探
三山島外圍詳查區	T37120081102017084	山東省萊州市三山島金礦區外圍地質詳查
新立村勘探區	T01120091002035409	山東省萊州市新立村金礦勘探(保留)

## 化學式縮寫

Au	金
Ag	銀
Cu	銅
$C_{10}H_{16}N_2O_8$	乙二胺四乙酸 (EDTA)
HCN	氰化氫
mFe	磁鐵
$Na_2S_2O_3 \times H_2O$	硫代硫酸鈉
$Na_2S_2O_4$	亞硫酸氫鈉
Pb	鉛
S	硫
Zn	鋅

## 縮略詞及縮寫詞

°	度
%	百分比
第六大隊	山東省地質礦產勘查開發局第六地質大隊
AAI	Agapito Associates, Inc.
銨油炸藥	硝酸銨／燃料油
山東省地礦局	山東省地質礦產勘查開發局
山東省地礦局807隊	山東省地質礦產勘查開發局807隊
資本成本	資本成本
CIM	加拿大採礦、冶金及石油協會 (Canadian Institute for Mining, Metallurgy and Petroleum)
C	攝氏
厘米	厘米
中國恩菲	中國恩菲工程技術有限公司

國土資源廳	國土資源廳
環境影響評價	環境影響評價
環境影響報告書	環境影響報告書
g	近地表重力引起的局部加速度
G&A	行政
十億年	十億年
G18	滎烏高速
G206	煙濰國家高速公路
克／噸	克／噸
聯交所	香港聯合交易所有限公司
高壓輓磨機	高壓輓磨機
內部收益率	內部收益率
千巴	千巴
千克	千克
公里	公里
平方公里	平方公里
千伏	千伏
千瓦	千瓦
千瓦時	千瓦時
鏟運機	鏟運機
微米	微米
米	米
百萬	百萬
立方米	立方米
立方米／天	立方米／天
立方米／分	立方米／分

米／秒	米／秒
立方米／秒	立方米／秒
百萬年	百萬年
毫升	毫升
自然資源部	自然資源部
百萬盎司	百萬盎司
毫米	毫米
兆帕	兆帕
兆瓦	兆瓦
NI	國家文件
淨現值	淨現值
營運成本	營運成本
p.	頁
pp.	頁
專業工程師	專業工程師
薩斯喀徹溫省 專業工程師	薩斯喀徹溫省專業工程師(Professional Engineer of Saskatchewan)
中國	中華人民共和國
合資格人士	合資格人士
人民幣	人民幣
岩石質量指標	岩石質量指標
相對標準偏差	相對標準偏差
秒	秒
省道S304	S304省道
山東黃金集團	山東黃金集團有限公司
山東黃金	山東黃金礦業股份有限公司
山東黃金礦業－萊州	山東黃金礦業(萊州)有限公司

通標	通標標準技術服務(天津)有限公司
採礦、冶金及 勘探協會	採礦、冶金及勘探協會(Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc. )
噸	噸(公噸, 1,000 千克)
噸/天	噸/天
噸/時	噸/時
噸/年	噸/年
單軸抗壓強度	單軸抗壓強度
美元	美利堅合眾國貨幣美元
本年迄今	本年迄今

## 重要公告

本獨立技術報告由阿加皮托合夥人公司 (Agapito Associates, Inc.，「AAI」) 按加拿大國家文件 43-101 技術報告準則編製。本文件所載資料、結論及估計的質素與 AAI 服務所涉及努力水平一致，基於：i) 於編製時可獲取的資料；ii) 外部資源提供的數據；及 iii) 本報告所載假設、條件及資質。本報告擬由山東黃金礦業股份有限公司 (「貴公司」) 使用，惟須遵守與 AAI 所訂立合約的條款及條件。該等合約允許 貴公司根據香港聯合交易所有限公司證券上市規則 (「聯交所上市規則」) 第十八章的規定向香港聯合交易所有限公司 (「聯交所」) 提交本獨立技術報告，並根據聯交所上市規則的規定而編製。

## 關於前瞻性陳述的注意事項

本獨立技術報告中某些陳述和信息包含適用於聯交所上市規則意義上的前瞻性信息。所有陳述，除歷史事實陳述外，包括三山島金礦的要求和潛在產量，商業採礦的可能性，獲得戰略合作夥伴的可能性，以及未來礦山開發能力的前瞻性聲明，都是前瞻性陳述並包含有前瞻性信息。這些前瞻性陳述和前瞻性信息具體包括但不限於以下聲明：公司規劃三山島金礦；公司投資三山島金礦的能力；授予主要礦權證書的時間；批准「環境影響報告書」；估計黃金生產及其時間安排；經濟分析；資本和營運成本；礦山開發方案；未來黃金價格；現金流量估計；和來源於上述內容的經濟指標。

一般來說，前瞻性信息可以通過使用諸如「意圖」或「預期」等前瞻性術語這些詞彙和短語或語句的變體來識別，或者某些動作，事件或結果「可能」，「能夠」，「應該」和「將要」發生。前瞻性陳述是基於本獨立技術報告所載截至陳述作出之日的意見和估計的陳述。在作出此類陳述的時候，這些陳述具有已知和未知的風險，不確定性和其他因素可能導致 貴公司的實際結果，活動水準，業績或成果與這些前瞻性陳述或前瞻性信息明示或暗示的明顯不同，包括：收到所有必要的批准；完成交易的能力；未來生產的不確定性；資本開支和其他費用；融資和額外資本要求；隨時收到三山島金礦進一步的礦權許可； 貴公司經營業務所在司法權區的立法、政治、社會或經濟發展；與採礦或開拓活動有關的經營或技術困難；以及勘探，開拓和採礦業務通常涉及的風險。

儘管作者試圖找出可能導致實際結果與前瞻性陳述或前瞻性信息中所含重大因素大不相同的因素，但也可能有其他因素會導致其結果跟預料，估計或預期的不一樣。不能保證



這樣的陳述將被證明是準確的，因為實際結果和未來事件可能與這些陳述中預期的情況大不相同。因此，讀者不應過分依賴前瞻性陳述和前瞻性信息。除非根據適用的證券法，貴公司和本獨立技術報告的作者不承擔通過引用納入本文更新任何前瞻性陳述或前瞻性信息。

## 1 概要

### 1.1 引言

本獨立技術報告是為三山島金礦及其相關採礦權和探礦權編寫的，三山島金礦是山東黃金集團股份有限公司附屬公司山東黃金礦業股份有限公司(山東黃金)獨立完全出資的公司。報告提供了詳細的信息支持山東黃金礦業股份有限公司在香港聯合交易所有限公司上市申請。Agapito Associates, Inc.(AAI)負責編製報告，包括AAI的僱員和合資格人士(QP)分包商。AAI或者任何作者都在山東黃金集團、山東黃金或者三山島金礦沒有任何利益關係。AAI從山東黃金拿到的報酬與報告結果沒有關係並且不依賴於AAI的任何特定發現。AAI或其分包商與山東黃金集團、山東黃金或三山島金礦就本報告內容概無任何合約賠償。

為完成本獨立技術報告，組織了包括AAI僱員及分包商在內的五名合資格人士的團隊。一名採礦工程師(Jeffery Choquette先生)、地質師(Todd Wakefield先生)及選礦工程師(Qinghua「Jason」Jin先生)對三山島金礦進行了實地考察。此外，Carl Brechtel先生審閱了財務數據及可行性研究，以分析該礦權的經濟。Timothy Ross先生提供項目的總體審閱。

本報告的編製符合加拿大國家標準43-101礦產項目披露標準二零一六年五月九日修訂版(「NI 43-101」)以及43-101F1表格(二零一一年六月)中的要求和指南。這裡提及的礦產資源和儲量是根據加拿大採礦、冶金和石油協會(以下稱「CIM」)定義的標準－礦產資源和礦產資源儲量分類，這個標準是由CIM儲量定義常務委員會提出並在CIM理事會二零一四年五月十日通過(二零一四年CIM定義標準)。這裡報告的礦產資源和礦產儲量估計數是根據二零一八年三月三十一日提供的所有技術數據和資料得出的。AAI及合資格人士均不知悉任何自本報告生效日期後發生的資源及儲量估計不利重大變動。

### 1.2 礦業權描述和所有權

三山島金礦擁有由中華人民共和國自然資源部(MLR)和/或山東省國土資源廳(DLR)發放的八份許可證。四份是採礦許可證，四份是勘探許可證。四份採礦許可證是三山島、新立、曹家埠和倉上礦區。表1-1列出了許可證編號，所有權百分比和批准生產產能。附錄A包括許可證的副本。

三山島金礦位於山東省萊州市山東半島<sup>1</sup>西北部，其採礦和勘探區由三山島、新立、倉上組成，位於渤海沿岸，而曹家埠詳查區位於內陸沿岸東南約 12 公里處。三個沿海開採礦區位於萊州市以北約 25 公里，招遠市以西約 40 公里處。

表 1-1. 三山島金礦許可證

礦業權	證號	山東黃金	批准
		所有權	礦石產能
		(%)	( $\times 10^4$ 噸/年)
<b>採礦權</b>			
三山島礦區	C1000002011024120106484	100	49.5
新立礦區	C1000002011024110106485	100	49.5
曹家埠礦區	C370000200907411029880	100	4.2
倉上礦區	C1000002009124120048090	100	9.9
<b>探礦權</b>			
曹家埠詳查區	T37120090602029714	100	
新立 55-91 線勘探區	T01120080402000388	100	
三山島外圍詳查區	T37120081102017084	100	
新立村勘探區	T01120091002035409*	100	

\* 正在重續。

### 1.3 地質和礦化

山東省內通常有兩種礦化類型：玲瓏型—產生於大型石英脈的礦床和焦家型—網狀細脈以及花崗岩類碎裂帶中的圍岩散佈。兩種礦化類型通常是漸變的，並且經常存在於同一礦床中。

金的產生主要與石英斷層或黃鐵礦顆粒有關，特別是細粒黃鐵礦。較粗的黃鐵礦晶粒與較低的黃金含量相關聯。有發現原生金，銀金礦，天然銀，黃鐵礦，黃銅礦，閃鋅礦，方鉛礦和磁黃鐵礦。也有發現痕量的白鐵礦，赤鐵礦，磁鐵礦，硫酸鹽和重晶石。

### 1.4 勘探進展

已完成的勘探工作包括地質填圖，地球化學採樣和地球物理測量。鑽探從地面和井下完成，主要採用岩芯鑽探。鑽探由地下刻槽採樣支持。通過王水消化和氫醌容量法(方法

<sup>1</sup> 於文獻中，採礦區所在半島可與膠東半島或山東半島互換使用。為保持一致，AAI 在本報告內使用「山東」。

DZG93-09)分析金含量。樣品製備、安全性和分析程序的性質、程度和結果，所採用的質量控制程序以及所採取的質量保證措施為礦產資源評估中使用的鑽孔資料收集和處理提供了充分的信心。

獨立數據核實包括核查抽樣和現場考察。根據中國的要求，礦山必須定期提交核實報告。總體而言，審查水平充分驗證了數據的質量，足以用於礦產資源估算。

### 1.5 開拓與生產

三山島金礦包括新立選礦廠，名義產能為每天8,000噸礦石。選廠的礦石來自三個地下礦山：三山島、新立和曹家埠。三個礦山採用共同行政和高級管理。倉上礦區是一個一九九一年到二零零六年生產的露天礦。目前，倉上礦區不採礦，近期也沒有計劃在該礦區開採。

三山島和新立礦區的採礦方法是上向水平分層膠結充填法，礦塊沿走向佈置。礦塊的寬度取決於礦塊起點處礦床的整體表觀厚度。剩餘礦體的平均厚度為6.3米(m)，但有些地區的寬度可能超過30米。礦體平均傾角40度(°)。對於礦區深部較寬的礦體，礦柱留在採場，以幫助緩解巷道的壓力。

曹家埠礦區發育於窄幅高品位緩傾斜的石英脈。脈寬約0.5米，平均傾角約15°。曹家埠的產量非常小，平均每年在5,000到45,000噸之間。採礦方法為房柱式上向水平分層膠結充填採礦法。礦井通過斜坡道進入。

### 1.6 礦產資源量估算

礦山技術服務有限公司的Todd Wakefield先生是採礦、冶金及勘查協會註冊會員(RM-SME)，Wakefield先生對本報告中提出的礦產資源估算負責。Wakefield先生是NI 43-101定義的合格人士(QP)，獨立於山東黃金。本報告中的礦產資源根據二零一四年CIM定義標準分類為探明、控制和推斷。三山島金礦的礦產資源估算生效日期為二零一八年三月三十一日。

採用二零一四年CIM定義標準報告的礦產資源與根據中國法規制定的估算有不同的假設和報告要求。

山東黃金及中國其他金礦的資源估算與分類由中國自然資源部(MLR)嚴格規定，按二零零三年三月一日起施行的「硬岩金礦勘查技術條件」規定(PRC MLR 2002)。資源估算是基

於明確規定的參數，其中包括地質複雜性分類、最低品位、最小厚度和高品位劃分程序。礦產資源利用目前山東黃金應用的方法進行估算，該方法符合中國資源估算和分類要求。該等估算經詳細勘查並被本報告合資格人士視為透明、有效和可靠。基於鑽孔和刻槽樣品分析結果，山東黃金開發了多邊形區塊模型。多邊形區塊模型作為山東黃金中國資源部指引所規定資源量的依據。根據中國自然資源部定義的經濟指標(如邊界品位和礦脈厚度)計入或刪除區塊。計算的噸位和品位估算值符合二零一四年 CIM 定義標準，其方法是給多邊形區塊分配置信度類別，並審查估計值以確定要報告的多邊形符合最終經濟開採合理前景的考慮因素。對每個區塊的噸位和金屬含量進行了計算以確定每個置信度類別的資源。

山東黃金開發的多邊形區塊幾何體進行了分析、檢查準確性及被 AAI 合資格人士在本技術報告礦產資源評估中採納使用。AAI 重新計算了每個多邊形區塊的噸位、品位和所含金屬，並將估算結果與二零一四年 CIM 定義標準進行了對比，其方法是給界定多邊形區塊分配置信度類別，確定要報告的多邊形符合黃金最終經濟開採合理前景的考慮因素。對每個區塊的噸位和金屬含量進行了計算以確定每個置信度類別的噸位及品位估算。

二零一四年 CIM 定義標準要求礦產資源至少在概念性開採情景中展示最終經濟開採的合理前景。山東黃金是一家成熟的採礦公司，已經使用現有的地下採礦和洗礦方法生產黃金和其他金屬。概念性開採情景被合理地假定為與三山島金礦礦藏運營的開採方法相同。該等方法及其經濟可行性在第 16 節至第 22 節中討論。與概念性開採假設相關的經濟邊界及適用於資源估計的經濟邊界在第 14.2 節中國自然資源部的礦產資源評估方法中討論。

三山島金礦的礦產資源估算匯總在表 1-2 中，其截至日期為二零一八年三月三十一日。山東黃金直接持有或通過與山東黃金集團協議，控制了表 1-2 所列礦產資源的 100% 所有權。如上所述，礦產資源包括礦產儲量。非礦產儲量的礦產資源並不具有經濟可行性。

### 1.7 礦產儲量估算

Hard Rock Consulting, LLC 的 Jeffery W. Choquette 先生(專業工程師、美國礦冶學會合資格人士正式會員(QP-MMSA)及 AAI 分包商)，對本報告中的礦產儲量估算負責。Choquette 先生是 NI 43-101 定義的合資格人士，獨立於山東黃金。礦產儲量估算是根據基於截至二零一八年三月三十一日的所有數據和資料完成的。此處列示的礦產儲量按照二零一四年定義標準分類。編製來自最初實地考察的礦產儲量估算規定的時間由數據審閱至經濟分析為三個半月。

表 1-2. 三山島金礦礦產資源  
(生效日期二零一八年三月三十一日)

礦產資源分類	噸數 (百萬噸)	屬於山東 黃金 100%		金屬量		屬於山東黃金 100% 的金屬量		
		噸數	品位	金(噸)	銀(噸)	金(噸)	銀(噸)	
			金(克/噸) 銀(克/噸)					
<b>三山島礦區 (C1000002011024120106484)</b>								
探明	無	無	無	無	無	無	無	無
控制	0.38	0.38	3.94	無	1.50	無	1.50	無
探明和控制小計	0.38	0.38	3.94	無	1.50	無	1.50	無
推斷	無	無	無	無	無	無	無	無
<b>新立礦區 (C1000002011024110106485)</b>								
探明	無	無	無	無	無	無	無	無
控制	1.43	1.43	2.84	無	4.08	無	4.08	無
小計	1.43	1.43	2.84	無	4.08	無	4.08	無
推斷	0.45	0.45	2.30	無	1.03	無	1.03	無
<b>曹家埠礦區 (C3700002009074110029880)</b>								
探明	無	無	無	無	無	無	無	無
控制	0.25	0.25	7.11	無	1.79	無	1.79	無
探明和控制小計	0.25	0.25	7.11	無	1.79	無	1.79	無
推斷	0.0026	0.0026	4.68	無	0.01	無	0.01	無
<b>倉上礦區 (C1000002009124120048090)</b>								
探明	無	無	無	無	無	無	無	無
控制	0.63	0.63	3.35	無	2.11	無	2.11	無
探明和控制小計	0.63	0.63	3.35	無	2.11	無	2.11	無
推斷	0.05	0.05	3.36	無	0.18	無	0.18	無
<b>曹家埠詳查區 (T37120090602029714)</b>								
探明	無	無	無	無	無	無	無	無
控制	0.03	0.03	9.46	無	0.30	無	0.30	無
探明和控制小計	0.03	0.03	9.46	無	0.30	無	0.30	無
推斷	0.04	0.04	10.86	無	0.38	無	0.38	無
<b>新立 55-91 線勘探區 (T01120080402000388)</b>								
探明	無	無	無	無	無	無	無	無
控制	6.00	6.00	3.18	無	19.05	無	19.05	無
探明和控制小計	6.00	6.00	3.18	無	19.05	無	19.05	無
推斷	5.07	5.07	2.72	無	13.77	無	13.77	無

礦產資源分類	屬於山東 黃金 100%				屬於山東黃金 100% 的金屬量			
	噸數 (百萬噸)	噸數 (百萬噸)	品位 金(克/噸) 銀(克/噸)		金屬量 金(噸) 銀(噸)		金(噸)	銀(噸)
三山島外圍詳查區(T37120081102017084)								
探明	無	無	無	無	無	無	無	無
控制	3.23	3.23	2.88	無	9.29	無	9.29	無
探明和控制小計	3.23	3.23	2.88	無	9.29	無	9.29	無
推斷	3.58	3.58	2.78	無	9.95	無	9.95	無
新立村勘探區(T01120091002035409)(重續中)								
探明	無	無	無	無	無	無	無	無
控制	17.21	17.21	2.70	無	46.41	無	46.41	無
探明和控制小計	17.21	17.21	2.70	無	46.41	無	46.41	無
推斷	31.03	31.03	3.16	無	98.16	無	98.16	無
所有許可證								
探明	無	無	無	無	無	無	無	無
控制	29.17	29.17	2.90	無	84.53	無	84.53	無
探明和控制小計	29.17	29.17	2.90	無	84.53	無	84.53	無
推斷	40.22	40.22	3.07	無	123.50	無	123.50	無

註：

1. 礦產資源由礦山技術服務有限公司的採礦、冶金及勘查協會註冊會員 Todd Wakefield 先生進行了審核，Wakefield 先生是獨立於山東黃金的礦產資源估算合資格人士。
2. 礦產資源包括礦產儲量的 100%。非礦產儲量的礦產資源並不具有經濟可行性。
3. 使用多邊形估計方法估算礦產資源。該方法假設了地下採礦方法，最小厚度從 0.8 米到 1 米不等取決於礦化帶，1.0 克/噸邊界品位，黃金價格為 1,231.03 美元/金衡盎司以及黃金冶金回收率為 94.4%。
4. 根據報告指南的要求，估計數已經四捨五入。由於四捨五入，總數可能不等於直接相加。

礦產儲量乃經應用表 1-3 經濟參數後自探明及控制礦產資源量修訂而來。

儲量多邊形是根據探明的和控制的資源多邊形的含金量(包括礦石貧化率)選擇的，這些多邊形超過了計算的邊界品位，並顯示出經濟可行性。推斷礦產資源不考慮在礦產儲量內。在井工開拓已經到位或已經完成可行性研究以證明經濟可開採的礦石品位的情況下方會申報礦產儲量。目前，已經為三山島、新立及倉上礦區的採礦許可證和新立 55-91 線勘探



區、三山島外圍詳查區及新立村勘探區的探礦許可證申報礦產儲量。倉上礦區並無詳細開採計劃，因為並無就該礦區申報礦產儲量。

表 1-3. 經濟參數

經濟參數	值
金邊界品位(克/噸)	0.99
最小開採寬度(米)	0.8
三山島和新立礦區礦石開採貧化率(%)	4.4
三山島和新立礦區礦石開採回收率(%)	91.1
曹家埠礦區礦石開採貧化率(%)	38
曹家埠礦區礦石開採回收率(%)	82
黃金冶金回收率(%)*	96.2
黃金價格(倫敦交易所3年期平均**每盎司美元)	1,231.03
人民幣兌美元匯率***	6.571

oz. = 盎司；USD = 美元

邊界品位計算符合行業標準。

\* 在整份報告，冶金回收率包括選礦廠及冶煉廠損失。

\*\* 二零一五年四月一日直至二零一八年三月三十一日的每月平均值。

\*\*\* 二零一五年第二季度至二零一八年第一季度的每季度平均值。

表 1-4 匯總了三山島金礦截至二零一八年三月三十一日的證實和可信儲量。礦產儲量是指開採出來並運送到選廠礦石堆的礦石。

## 1.8 冶金

在審查了冶金試驗數據後，顯然混合浮選柱和常規機械浮選槽的組合提供了更高的效率和選擇性，特別是對於細顆粒的回收，比以往在常規浮選回路中可以實現的效率和選擇性更高。建議對浮選性能進行進一步測試，以進一步優化工廠運行。

## 1.9 加工廠

三山島金礦加工流程是採礦業常用的標準流程，包括浮選回收方法。總體而言，新立加工廠的設計非常精良，並採用了一些最好的新技術來實現非常高效的運作。審查期間沒有發現重大問題。該礦使用美卓和中信重工等採礦行業備受推崇的製造商的最新的高品質設備。加工廠設計處理量為 8,000 噸/天。

## 1.10 經濟

三山島金礦的資本和營運成本來源於山東黃金提供的綜合年度生產和財務報告以及二零一六年完成的採礦，改建和擴建項目的可行性研究。實際營運成本已標準化為參考噸，然後與可行性研究中預計的營運成本進行比較。可行性研究成本高於歷史實際，用於預測未來財務業績(山東黃金集團煙台設計研究工程有限公司二零一七年三山島金礦採掘改擴建工程可行性研究)。預測營運成本為47.91美元／噸(公噸，1000公斤)。礦井開拓成本已經計入營運成本。可行性研究中列出的資本成本假定在二零一八年至二零二一年期間發生，總計為126百萬美元。該礦預計產生總應納稅後現金流量9.70億美元，在折現率為5%、10%和15%時，稅後淨現值(NPV)分別為6.89億美元、5.03億美元和3.78億美元。根據此儲量估算計算得出的剩餘礦山壽命為13年。

**表 1-4. 三山島金礦礦產儲量**  
(生效日期二零一八年三月三十一日)

許可證	屬於 山東黃金 100%的				屬於 山東黃金 100%的			屬於 山東黃金 100%的
	礦石噸數 (百萬噸)	礦石噸數 (百萬噸)	金品位 (克／噸)	金含量 (噸)	金含量 (噸)	銀品位 (克／噸)	銀含量 (噸)	銀含量 (噸)
<b>三山島礦區(C1000002011024120106484)</b>								
證實的	無	無	無	無	無	無	無	無
可信的	0.26	0.26	1.54	0.40	0.40	無	無	無
證實的和可信的總計	0.26	0.26	1.54	0.40	0.40	無	無	無
<b>新立礦區(C1000002011024110106485)</b>								
證實的	無	無	無	無	無	無	無	無
可信的	0.77	0.77	2.58	1.98	1.98	無	無	無
證實的和可信的總計	0.77	0.77	2.58	1.98	1.98	無	無	無
<b>曹家埠礦區(C3700002009074110029880)</b>								
證實的	無	無	無	無	無	無	無	無
可信的	0.03	0.03	3.95	0.10	0.10	無	無	無
證實的和可信的總計	0.03	0.03	3.95	0.10	0.10	無	無	無
<b>倉上礦區(C1000002009124120048090)</b>								
證實的	無	無	無	無	無	無	無	無
可信的	無	無	無	無	無	無	無	無
證實的和可信的總計	無	無	無	無	無	無	無	無



許可證	屬於 山東黃金 100% 的				屬於 山東黃金 100% 的			屬於 山東黃金 100% 的
	礦石噸數 (百萬噸)	礦石噸數 (百萬噸)	金品位 (克/噸)	金含量 (噸)	金含量 金(噸)	銀品位 (克/噸)	銀含量 (噸)	銀含量 銀(噸)
<b>曹家埠詳查區(T37120090602029714)</b>								
證實的	無	無	無	無	無	無	無	無
可信的	無	無	無	無	無	無	無	無
證實的和可信的總計	無	無	無	無	無	無	無	無
<b>新立礦區 55-91 線勘探區(T01120080402000388)</b>								
證實的	無	無	無	無	無	無	無	無
可信的	5.75	5.75	3.05	17.53	17.53	無	無	無
證實的和可信的總計	5.75	5.75	3.05	17.53	17.53	無	無	無
<b>三山島礦區外圍詳查區(T37120081102017084)</b>								
證實的	無	無	無	無	無	無	無	無
可信的	2.96	2.96	2.88	8.53	8.53	無	無	無
證實的和可信的總計	2.96	2.96	2.88	8.53	8.53	無	無	無
<b>新立村勘探區(T01120091002035409)</b>								
證實的	無	無	無	無	無	無	無	無
可信的	16.18	16.18	2.64	42.70	42.70	無	無	無
證實的和可信的總計	16.18	16.18	2.64	42.70	42.70	無	無	無
<b>三山島金礦總計</b>								
證實的	無	無	無	無	無	無	無	無
可信的	25.94	25.94	2.75	71.23	71.23	無	無	無
證實的和可信的總計	<b>25.94</b>	<b>25.94</b>	<b>2.75</b>	<b>71.23</b>	<b>71.23</b>	無	無	無

註：

1. 礦產儲量由 Hard Rock Consulting, LLC 的採礦、冶金及勘查協會註冊會員及 QP-MMSA Jeffery W. Choquette 先生進行了審核，Choquette 先生是獨立於山東黃金的礦產儲量估算合資格人士。
2. 儲量估算的邊界品位為 0.99 克/噸金，該邊界品位是基於從二零一五年一月至二零一八年三月的平均營運成本估計的。
3. 假定黃金價格為 1,231.03 美元/金衡盎司，這個價格是基於二零一五年四月一日至二零一八年三月三十一日的 3 年期每月平均倫敦下午定盤黃金價格。金冶金回收率為 94.4%。
4. 表中的數字四捨五入以反映估算的精確度；四捨五入所產生的小差異並不影響估算的準確性。
5. 儲量是基於輸送到選廠礦堆的礦石估算的。

### 1.11 環境和許可

三山島金礦根據中國法律、法規和指引運作。根據觀察到的經營常規，AAI認為已擁有或合理預期可取得所有必要的中國政府批文。

### 1.12 風險評估

與其他行業相比，開採本身就是一個相對高風險的行業。每個礦山都在一個地質礦床中，其產生和礦化品位以及其對採礦和加工的要求都是獨一無二的。第24節介紹了三山島金礦在採取措施減少風險之前的風險評估。風險評估本質上是一個主觀和定性的過程。中國的採礦項目受到嚴格監管。如果三山島沒有嚴格遵守各個機構的要求，就可能造成生產中斷。如果機構之間發生衝突，三山島也可能會遇到延遲或不再延續不在其控制範圍內的許可證。在這個風險評估中確定的兩個高風險領域涉及海水淹沒礦井以及採礦深度的增加影響採礦生產力的條件。三山島金礦已經確定了這兩個風險，公司正在積極採取控制措施。

### 1.13 結論和建議

本報告提供的資源量和儲量估算值構成了山東黃金在三山島金礦進行的採礦作業的基礎。AAI沒有發現對位於三山島金礦礦山的資源和儲量的開採和加工產生不利影響的任何重大的技術、法律、環境或政治因素。

沒有轉化為礦產儲量且沒有經濟可行性的礦產資源仍然是礦產資源。無法確定所估計的全部或額外部分礦產資源是否可以轉化為礦產儲量。

三山島金礦擁有廣泛的採礦歷史和著名名的含金礦脈系統。正在進行的勘探繼續證明在該項目和礦區周圍地區有發現額外資源的潛力。

經濟分析表明，根據此儲量估算，三山島金礦在礦山剩餘的壽命期間可以盈利。

由於山東黃金控制了三山島金礦，新採礦區使山東黃金能夠通過提供更多的礦石來源來增加產量。山東黃金經營管理團隊不斷尋求效率提升，降低成本，研究應用低成本採礦技術。

礦山工作人員對三山島金礦內外礦體性質有豐富的經驗和知識。礦山規劃和運營需要繼續保證礦井開拓速度足以維持計劃生產率。

礦石冶金在目前儲量壽命期間發生重大變化是不太可能的，因為幾乎所有的礦石都將來自具有歷史、近期或當前產量的礦脈。

本報告中提出的可能對礦產資源和儲量及後續礦井壽命產生重大影響的不確定性因素包括：

- 由於深度增加，岩土工程條件發生變化
- 進入礦區的海水量增加
- 貧化假設
- 商品價格的變化
- 將勘探許可證轉換為採礦許可證

三山島金礦擁有當前正在生產的礦山，其大部分的基礎設施已經準備好為未來的運營服務。AAI 建議三山島金礦繼續沿礦床走向和傾向勘探，為現有生產增加資源和儲備。AAI 還建議，山東黃金盡可能加快將與項目相關的勘探許可證轉換為採礦許可證的過程，以促進目前的一致性生產。

## 2 簡介

本獨立技術報告是為三山島金礦編寫的，三山島金礦是山東黃金集團附屬公司山東黃金獨立完全出資的公司。本報告提供了詳細的信息支持山東黃金在香港聯交所上市申請。AAI 負責編製報告，包括 AAI 的僱員及分包商。AAI 或者任何作者都在山東黃金或者三山島金礦沒有任何利益關係。AAI 從山東黃金拿到的報酬與報告結果沒有關係並且不依賴於 AAI 的任何特定發現。AAI 或其分包商與山東黃金集團、山東黃金或三山島金礦就本報告內容概無任何合約賠償。

三山島金礦擁有由中國自然資源部及／或山東省國土資源廳(DLR)發放的八份許可證。四份是採礦許可證，四份是勘探許可證。四份採礦許可證是三山島、新立、曹家埠和倉上礦區。三山島、新立、曹家埠礦區都是生產礦井，倉上礦區是一個開採完的露天礦，剩餘的地下儲量可以通過露天礦底部的平硐進入。

三山島金礦四份勘探許可證包括新立 55-91 線勘探區組成，包括新立礦區以西 0.16 平方公里的區域。三山島外圍詳查區，三山島礦區以東 0.45 平方公里的區域。最後，新立村勘

探區為新立礦區和新立 55-91 線勘探區周圍的 4.55 平方公里的區域。對於三山島 (低於 -600 米) 和新立礦區 (低於 -700 米) 的許可證，在現有採礦標高以下的地方也發放勘探許可證。

## 2.1 信息來源

所審閱的文件以及其他信息來源在本報告末尾的第 27 節中列出。

## 2.2 合資格人士

表 2-1 列出了本獨立技術報告的合資格人士，其職責，以及最近一次訪問三山島金礦的日期。在現場考察期間對其進行的觀察的詳細描述和列表包括在第 12 節中。下面是對現場考察過程中所考察內容的總結：

### 地表

- 地面辦公設施
- 三山島和新立礦區的生產井
- 斜井入口
- 岩芯庫
- 對新立村勘查區礦化段岩芯進行了評估，並收集了 6 個核查樣品
- 分析實驗室
- 選礦設施

表 2-1. 合資格人士、職責及最近的考察

合資格人士	章節	最近的現場考察
Timothy Ross	全面負責本報告，並專門負責第 1、2、3、4、5、6、20、23、24、25、26 及 27 節	無
Todd Wakefield	全面負責第 7、8、9、10、11、12 和 14 節；參與了第 1、6、23、25、26 和 27 節中與全面負責第 7、8、9、10、11、12 和 14 節有關的部分	二零一七年八月二十八日至三十一日
Jeffery Choquette	全面負責第 15、16 和 18 節；參與了第 1、6、23、25、26 和 27 節	二零一七年八月二十八日至三十一日
Jason Jin	全面負責第 13 和 17 節；參與了第 1、25、26 和 27 節	二零一七年八月三十一日
Carl Brechtel	全面負責第 19、21 和 22 節；參與了第 1 和 27 節	無

### 井下

- 主斜井
- 三個採場
- 含礦岩石、蝕變和礦化類型
- 收集了來自井下礦化的四個核查樣本

### 3 依賴其他專家

本報告是由 AAI 為山東黃金編寫。報告中的信息、結論、觀點和估算是基於：

- 現場調研；
- AAI 編寫本報告時可用的信息；
- 本報告中前面提到的假設、條件和資格；和
- 由山東黃金以及第三方提供的數據、報告和其他信息。

就本報告而言，AAI依賴於山東黃金提供的所有權信息。AAI尚未研究三山島金礦的礦業資產業權或礦產權，並對礦業資產的擁有權狀況不發表觀點。

AAI依賴於山東黃金就適用的稅收、特許權使用費及其他政府徵稅或利益以及來自三山島金礦的適用收益或收入提供的信息。

## 4 礦權描述和地理位置

### 4.1 位置

三山島金礦位於山東半島西北部山東省萊州市(見圖4-1)。三山島、新立、倉上等採礦和勘探區位於渤海沿岸，曹家埠詳查區位於海岸東南約12公里的內陸。三個沿海礦區位於萊州市以北約25公里，招遠市以西約40公里處，靠近文三公路(S304省道)西部(北部和南邊界分別為圖4-2和圖4-3)。1-3-CGME位於G206附近，萊州市東北約10公里，招遠市以西約30公里。

### 4.2 礦業權

根據山東黃金向AAI提供的信息，表4-1總結了採礦權獲得許可的4個位置以及探礦權獲得許可的4個位置。這些許可證是由中國自然資源部和/或山東省國土資源廳簽發的。

山東黃金擬將五個現有的許可證合併為一份採礦許可證，有效地將三山島礦區、新立礦區的採礦許可證與新立55-91線勘探區、三山島外圍詳查區和新立村勘探區的勘探許可證合併。

AAI並未獨立核實採礦許可證信息，如許可證的位置、面積和狀態。本節包含的所有信息均由三山島金礦和山東黃金提供。AAI不知道哪些許可證是為這個礦權開展計劃的工作時必須的，以及哪些許可證已經獲得。

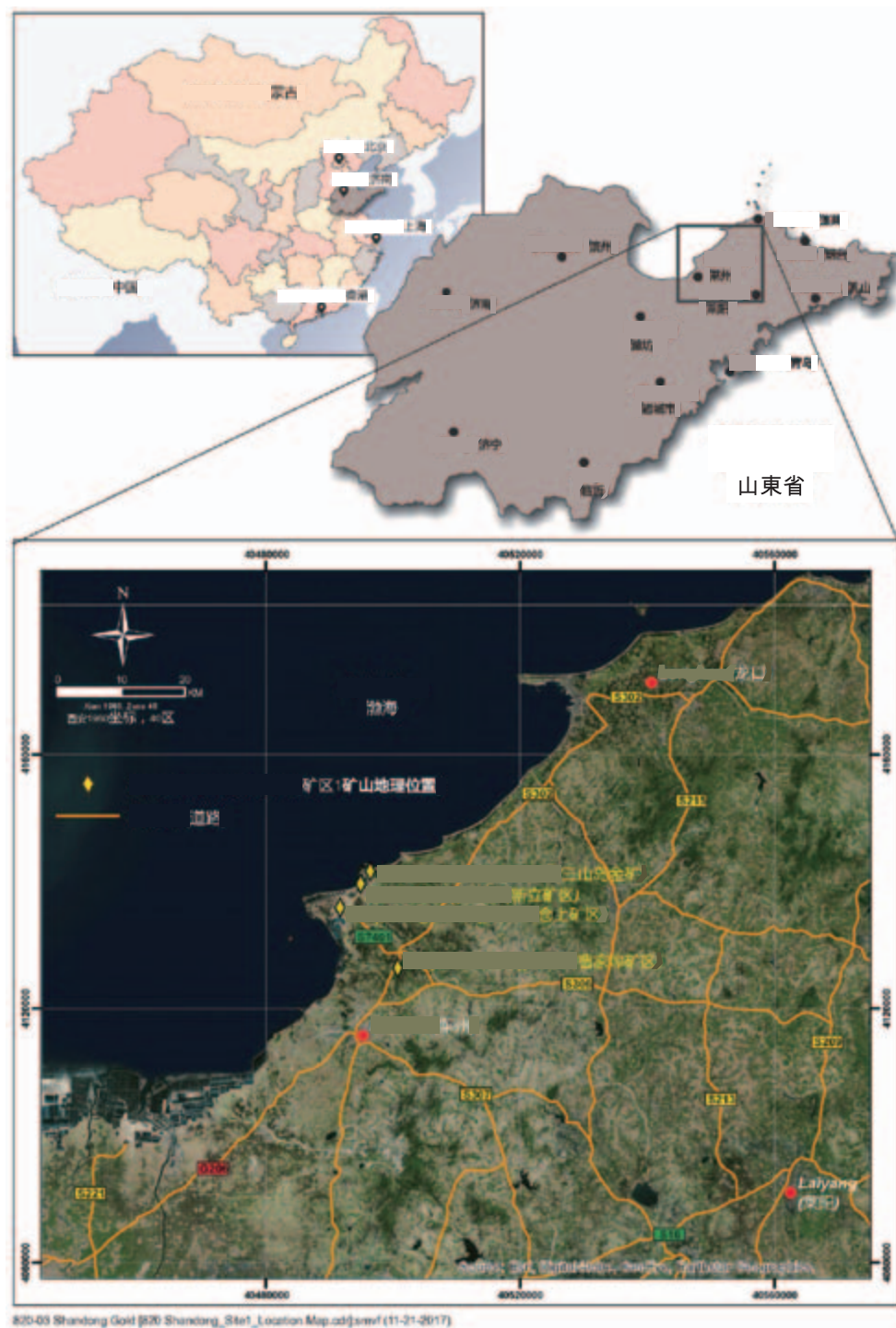


圖 4-1. 三山島金礦位置地圖



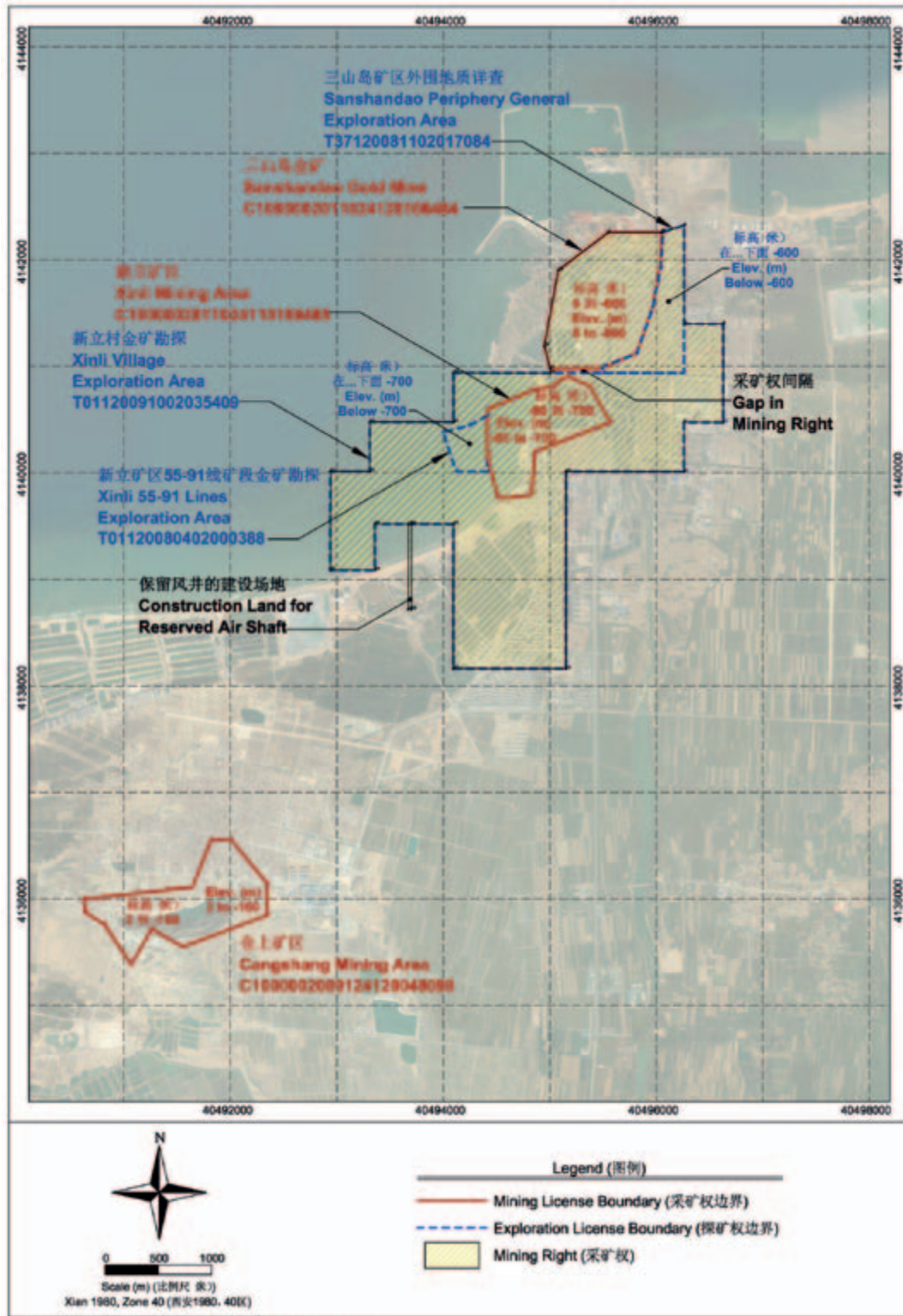


圖 4-2. 三山島金礦探礦和探礦許可證及其北部邊界底圖



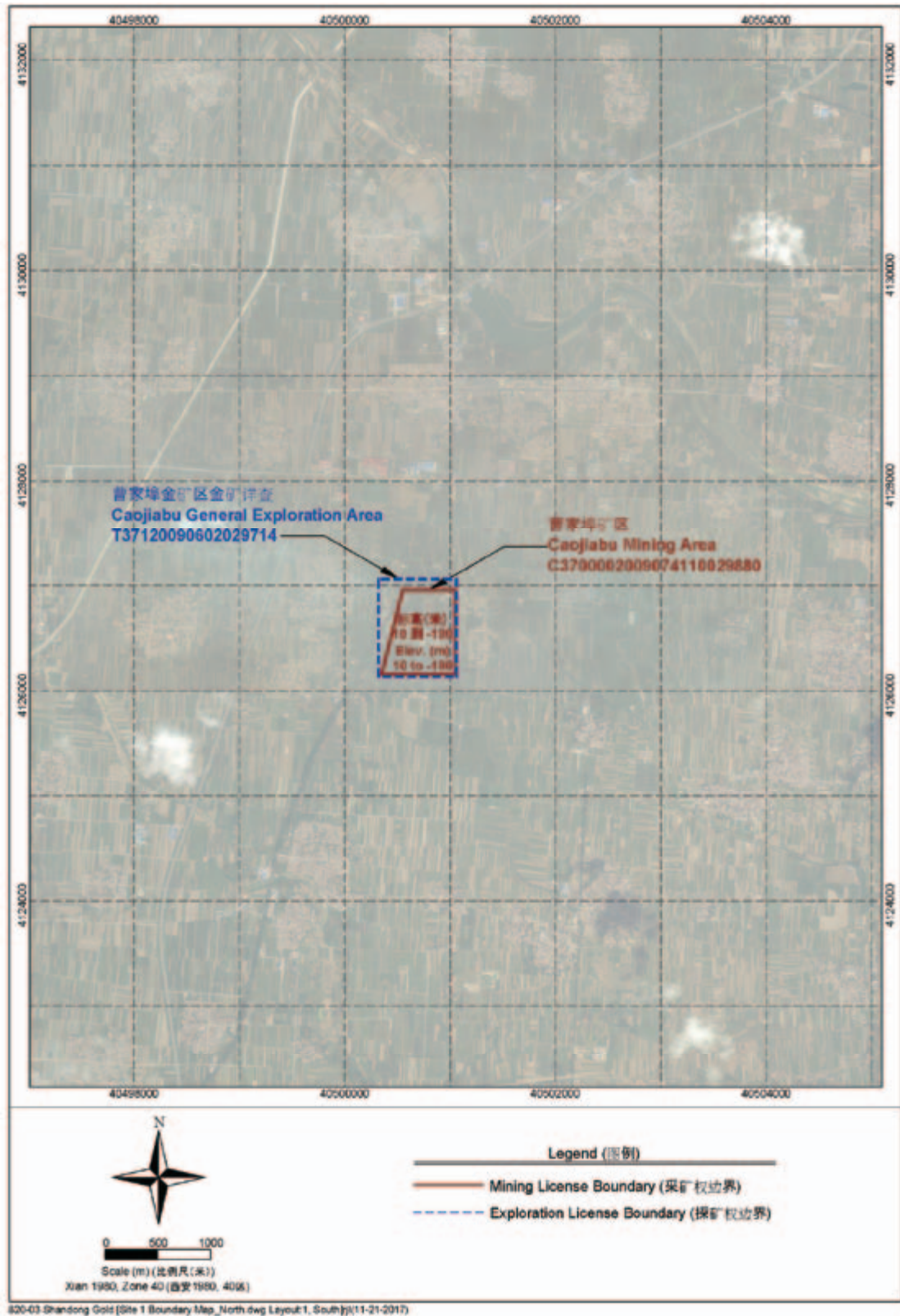


圖 4-3. 三山島金礦採礦和探礦許可證及其南部邊界底圖

表 4-1. 給三山島金礦發的許可證

礦權	許可證號	過期日期	面積 (平方公里)	採礦深度標高 (米)	批准礦石產量 ( $\times 10^4$ 噸/年)
<b>採礦權</b>					
三山島礦區	C1000002011024120106484	二零一九年 九月一日	1.0771	6至600	49.5
新立礦區	C1000002011024110106485	二零二三年 十一月三日	0.7025	-80至-700	49.5
曹家埠礦區	C370000200907411029880	二零二二年 十一月十一日	0.48	10至-180	4.2
倉上礦區	C1000002009124120048090	二零二二年 六月一日	0.912	2至-160	9.9
<b>探礦權</b>					
曹家埠金礦區 金礦詳查區	T37120090602029714	二零一九年 三月三十一日	0.68	不適用	
新立礦區55-91線 勘探區	T01120080402000388	二零一九年 二月二日	0.16	-700以下	
三山島礦區外圍詳查區	T37120081102017084*	二零一八年 五月六日	0.45	-600以下	
新立村金礦勘探區	T01120091002035409*	二零一八年 二月十一日	4.55	不適用	

NA = 不適用

\* 正在續期許可證

中國的特許權使用費被視為稅收，佔銷售額／收入的4%。

#### 4.3 礦權的環境責任、許可和風險

三山島金礦是NI 43-101規定中定義的先進的礦權。因此，本報告第20節討論了環境問題和許可狀況。

### 5 交通、氣候、當地資源、基礎設施及自然地理情況

#### 5.1 地形、海拔高度和植被

三山島金礦位於山東半島西北部，地處渤海沿岸。與沿海相鄰的三個礦區的地形是平緩的低窪沿海平原。這些礦區海拔高程一般在海拔2-5米，曹家埠礦區位於沖積平原，海拔約20-40米。

根據山東正元地質資源勘查有限責任公司的《中國地震動參數區劃圖》(GB18306-2001)(二零一四年版)，該礦權位於地震烈度七區。在地震反應譜週期為0.45秒的情況下，地震加速度的峰值為0.15g(由於地表附近的重力引起的局部加速度)。

王河通過採礦區由南向北經三山島至新立礦區之間處流入渤海。它來自東南部山區，長56公里，集水面積449.2平方公里。這條多年生的河流近年來經常是乾旱的，但是在夏季約10天的時間裡有持續水流，很少造成洪水氾濫。

## 5.2 進入該礦權的交通設施

三山島、新立、倉上礦區位於省道S304及S218交匯處的西北側。煙濰國道(G206)位於沿海礦區東南約12公里處。曹家埠礦區位於沿海礦區東南12公里處的G206附近。榮烏高速公路(G18)位於G206東南方約10公里處，是東北向西南方向的主要交通路線。這個地區有通往煙台的鐵路，可以提供人員和物資的運輸。

## 5.3 當地資源和基礎設施

黃金電力公司運營的龍口發電廠距沿海礦區35公里，年發電量60億千瓦時。該地區還有許多發電風車。金礦的工業用水非常豐富，然而，飲用水供應緊張。萊州供水公司向三山島金礦供應飲用水。

礦山及周邊地區人口密集，為三山島金礦提供了一批技術精湛的專業、技術以及貿易人才。萊州市地方資源以漁業、農業、工業為主。作物包括小麥、玉米、花生、大豆、玫瑰和水果。萊州市年產黃金約佔全國黃金產量的15%，自然資源豐富，包括鎂、花崗岩和鹽。萊州的主要出口商品是手工草編手工藝品，如籃子和手提包。

## 5.4 氣候

萊州市屬溫帶季風氣候，四季分明，年平均氣溫12.5攝氏度(°C)。冬季寒冷乾燥，風向西北方向，夏季潮濕而炎熱，東南風。最低的溫度通常發生在一月份，平均最低溫度約為-4°C。最高的溫度通常發生在七月份，平均高達34°C左右。雨季一般為六月至八月，約佔該地區年均降水量的70%(約600毫米)。冬季的天氣一般從十一月到二月，年平均積雪約為20厘米(cm)。

## 6 歷史

本節討論的信息由山東黃金提供，未經獨立核實。

### 6.1 所有權

三山島金礦礦權原為國有，並由山東省地礦局 807 隊（現山東地質礦產局第六地質隊）從二十世紀六十年代開始勘探。到生產開始時，採礦權已經轉移到山東黃金。以下是四個主要採礦許可關於所有權和初始生產關鍵日期的總結。

山東黃金於一九八四年開建三山島礦區，一九八九年開始投產，到一九九一年初步形成產能。山東金倉礦業有限公司於二零零一年開建新立礦區，二零零五年開始投產，至二零零六年正式投產。山東黃金於二零零八年收購新立礦區。二零零八年，三山島金礦及新立礦區均由山東黃金三山島金礦經營管理。

曹家埠礦區採礦權由山東省萊州市倉上金礦於二零零一年首先建立。二零零五年，許可證更名為山東中海金倉礦業有限公司，採礦權於二零零六年由山東黃金收購。礦山始建於二零零一年。

倉上礦區採用露天礦開採黃金，是萊州市政府下屬的集體所有制企業。二零零五年底，經濟開採範圍達到界限而停產。二零零五年，因剩餘儲量需通過地下開採方式進行，萊州市政府將倉上礦區轉讓給山東黃金。

曹家埠詳查區、新立 55-91 線勘探區、三山島外圍詳查區、新立村勘探區的勘探許可證均位於前述採礦許可證附近。因此，本節中關於採礦許可證的細節和描述可適用於相鄰的勘探許可證。

### 6.2 勘探開發工作

自二十世紀六十年代以來，三山島金礦勘探項目多次對礦產儲量進行評估。由於所有的礦山都在生產或者先前已生產，以往勘探工作與現在的評估無關，因此不進行詳細的討論。下面重點列出各礦山勘探開發時間。

**三山島礦區**

- 一九六六年至一九六九年 如山東黃金礦業(玲瓏)有限公司所述(二零一零年,第13頁),山東省地礦局807隊發現三山島金礦並提交「山東省掖縣三山島金礦地質勘查報告」。
- 一九七六年 中國冶金部和山東省地礦局批准了上述報告,形成了三山島礦區的基礎。
- 一九八四年 礦山開始建設,同時進行勘探工作以升級資源儲量。
- 一九八九年 初始生產開始。
- 一九九一年 正常生產開始。

**新立礦區**

- 一九六六年至一九六九年 山東省地礦局807隊發現礦床。
- 一九八一年至一九八三年 第六大隊進行勘探項目,礦石潛力方面的結果不盡人意。
- 一九九七年至二零零零年 萊州地質礦產勘查院在該地區發現了斷層蝕變帶和大型礦體。進一步勘察工作為新立礦區的建立提供基礎。
- 二零零五年 初始生產開始。
- 二零零六年 正常生產開始。

**曹家埠礦區**

- 一九六五年至一九六九年 山東省地礦局807隊發現礦床。
- 一九八五年至一九九零年 第六大隊對礦區進行了地質調查。
- 一九九六年 如山東正元地質資源勘查有限責任公司(二零一四年,第16頁)所述,中國人民武裝警察部隊第10支隊在現場進行了詳細的地質勘探工作,並出具了「山東省萊州市平裡店鎮曹家埠金礦1號、2號脈詳細地質勘查報告」。在此分析的基礎上建立採礦權。
- 二零零一年 初始生產開始。

**倉上礦區**

一九六六年至一九六九年	山東省地礦局 807 隊發現礦床。
一九七九年至一九八一年	第六大隊利用磁力測量技術進行了勘探計劃。
一九八一年至一九八三年	區域地質調查和勘探鑽探進一步確定了倉上黃金前景。
一九八四年至一九八八年	對倉上礦區進行了綜合調查評估。
一九八六年	工程建設開始。
一九八八年	露天礦建成投產。
二零零六年	露天礦達到經濟極限，停產。

**6.3 歷史礦產資源和礦產儲量估算**

根據中國產權的歷史標準，已經進行了若干資源和儲量估算。然而，第 14 節討論的資源估算和第 15 節的儲量估算是基於加拿大 NI 43-101 標準，並將取代這些歷史估算。

**6.4 生產能力**

三山島金礦採礦許可證中所包含四個生產項目在過去十年中一定程度上都生產了黃金。表 6-1 總結了山東黃金所報告的總產量。倉上礦區自二零零六年以來一直沒有運行，因此其產量未包含在本表中。

**表 6-1. 三山島金礦年產量**

年	已開採 礦石(噸)	已售金屬(千克)			金屬品位(克/噸)	
		已售黃金	已售銀	黃金產量	黃金	銀
二零一五年	3,779,573	7,876	7,907	7,919	2.08	2.09
二零一六年	3,758,971	8,356	8,996	8,411	2.22	2.39
二零一七年	3,425,687	6,503	6,706	6,503	1.90	1.96
二零一八年第一季度	669,000	1,313	1,971	1,313	1.78	2.44



## 7 地質情況及礦化

本章節的信息摘自一些已發表和預印的研究論文，包括 Zhang (2003)、Li et al. (2013c)、Goldfarb and Santosh (2014)、Deng et al. (2015)、Song et al. (2015) 和 Wen et al. (2016)。

### 7.1 區域地質

#### 7.1.1 岩性

三山島金礦位於山東半島的西北部，山東半島是山東省金礦主要來源地(圖 7-1)。

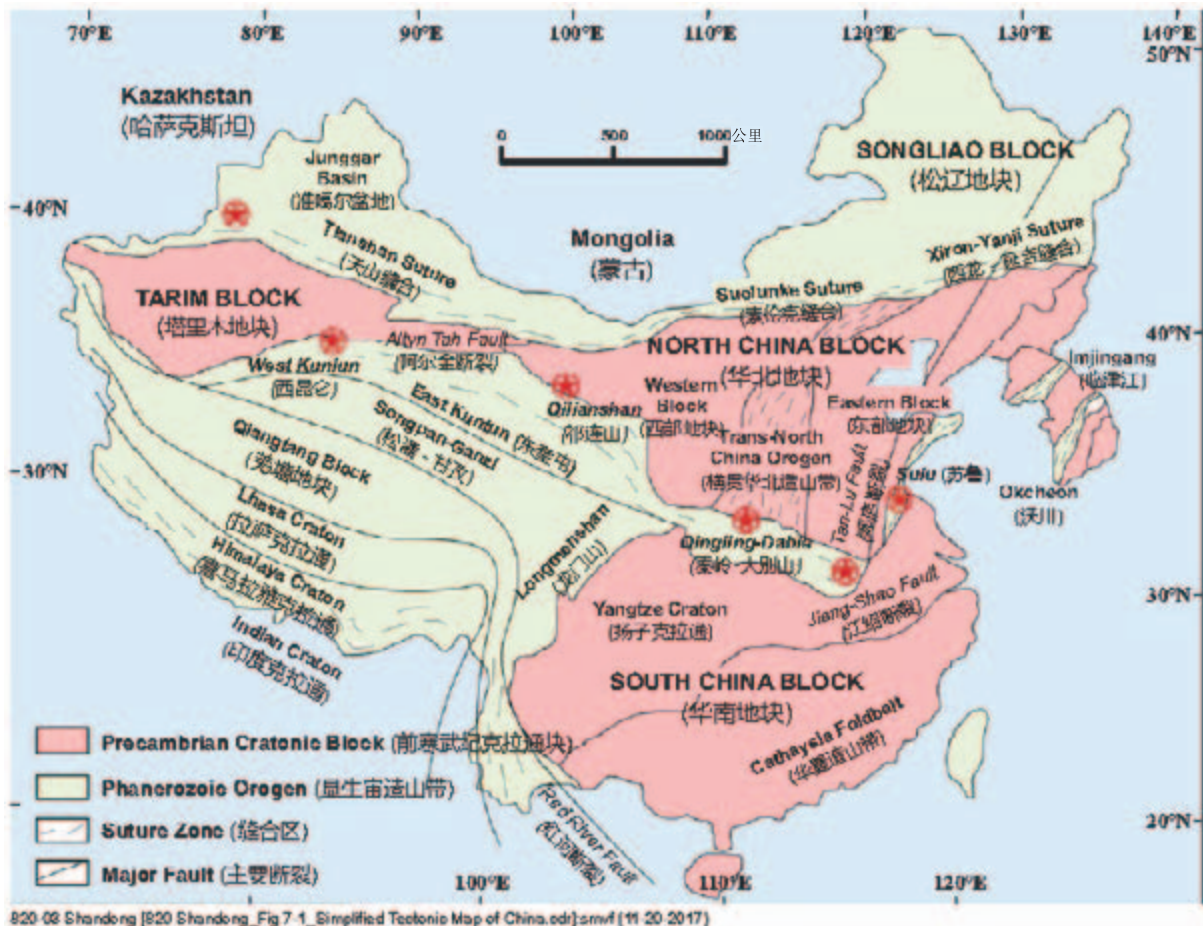


圖 7-1. 區域地質圖 (源自 Goldfarb and Santosh 2014)

山東省北部和東部與渤海和黃海接壤。山東半島被東北走向的五蓮－煙台或五蓮－牟平逆沖斷裂系統一分為二，將華北地塊內的膠北地塊與華南地塊的蘇魯地體隔開(圖 7-2)。

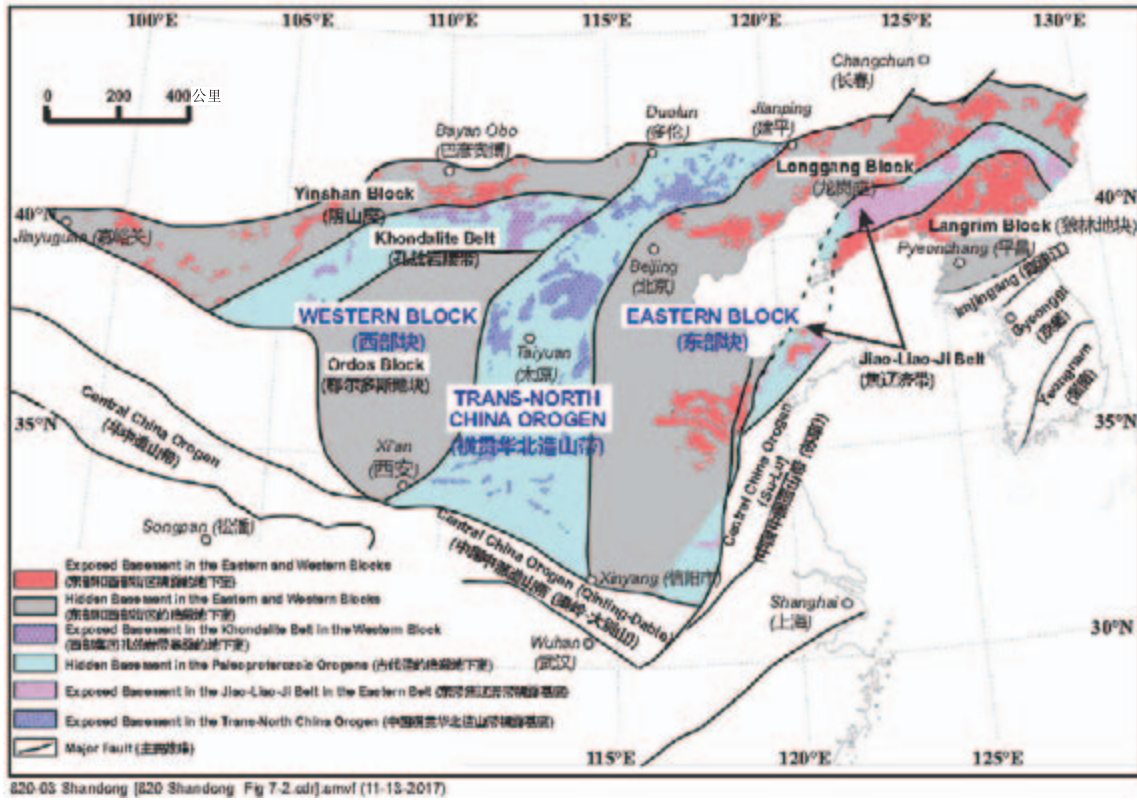


圖 7-2. 山東半島地質圖 (源自：Deng et al. 2015)

膠北地塊構成了山東半島的西北部和北部，分為兩個區：膠北隆起和膠北盆地。該地區底層為山東組麻粒岩、片麻岩、斜長角閃岩。這些岩石當地年齡為 38 億年。上覆山東組為粉子山、京山群古元古代超基性岩、麻粒岩、斜長角閃岩、大理岩、片岩。這些岩石受到兩個變形和變質作用的影響，分別為 25 億和 18 億年。隨後，該地區經歷了約 13 億年的克拉通事件，影響了前寒武紀和古元古代岩性。蓬萊組新元古代板岩、千枚岩和碳酸鹽岩覆蓋在克拉通的基岩之上。儘管華北地塊的其他部分經歷了加里東期 (中奧陶世至志留紀) 的變形，但在古生代時期，膠北地塊的前寒武紀岩石是否變形尚不清楚。

蘇魯地體位於山東半島南部，由京山組早古元古代片麻岩、角閃岩、片岩、大理岩、石英岩組成。這些岩性變質為高品位相，介於約 22.2 億至 18.5 億年之間，形成於 30 千巴 (kb) 的壓力下，年代為 2.4 億至 2.1 億年的榴輝岩英和岩層，通常在荊山組之上。



山東半島的一個重要部分被前寒武紀基岩地塊中的中長鈣鹼性侵入體侵入。這些分為玲瓏(或玲瓏／樂家河)和不太廣泛的郭家嶺侵入體：

- 玲瓏侵入體為晚侏羅世(約1.65億至1.5億年)，由粗粒、等粒狀至斑狀花崗岩和花崗閃長岩體組成，形成一系列北—東北到東北走向的基岩大小侵入雜岩，侵入到山東半島的兩大地塊的基岩中。
- 郭家嶺侵入體包括早白堊世斑狀角閃黑雲母花崗閃長岩，年齡1.30億至1.23億年。

在最西端的玲瓏岩基隆起過程中，小花崗閃長岩體被侵入基岩中，約1.20億至1.18億年。最後一次侵入事件，長英質和基性岩脈的侵入，切割了所有早期的侵入。基性岩脈具有兩個主要年齡組，分別為1.17億至1.16億年和0.95億至0.87億年。

山東半島的膠北盆地以及其他小斷裂控制的盆地含有白堊紀萊陽組火山沉積岩(河流相碎屑岩)、青山組(鐵鎂質及中長英質火山岩)、王石組(碎屑岩為主含少量火山岩)、新生代黃縣組(主要為湖相泥岩和碎屑岩)、瑤山組(主要為橄欖玄武岩)。

第四紀海洋單元，包括沙灘和泥土，覆蓋了早期岩性的一部分，厚度可達60米。

### 7.1.2 構造

白堊紀期間，中國東部經歷了大規模的岩石圈減薄事件。在延伸期間，發育了變質核雜岩、岩漿底辟、熱上隆構造、不同尺度和類型的圓形斷裂，以及廣泛的斷裂相關盆地和不同尺度的裂谷。在山東半島地區，延伸體系以大型正常郟廬斷裂和膠北盆地等中生代斷裂盆地的發育為標誌。圖7-3是顯示當前解釋的構造示意圖。

山東半島有兩個變形階段：

- 早期的西北—東南斜向擠壓發育了顯著的北—東北走向和東北走向的脆韌性剪切帶，該剪切帶在這一階段發生了左傾斜反向移動。
- 北—東北方向和東北方向伸展型脆性構造和半地塹盆地的後期發育可能是與區域郟廬斷裂有關的二、三級斷裂。

從區域上看，金礦床通常沿著東北－北－東北線性走向，沿侵入邊界並處於不同年齡的侵入之間。

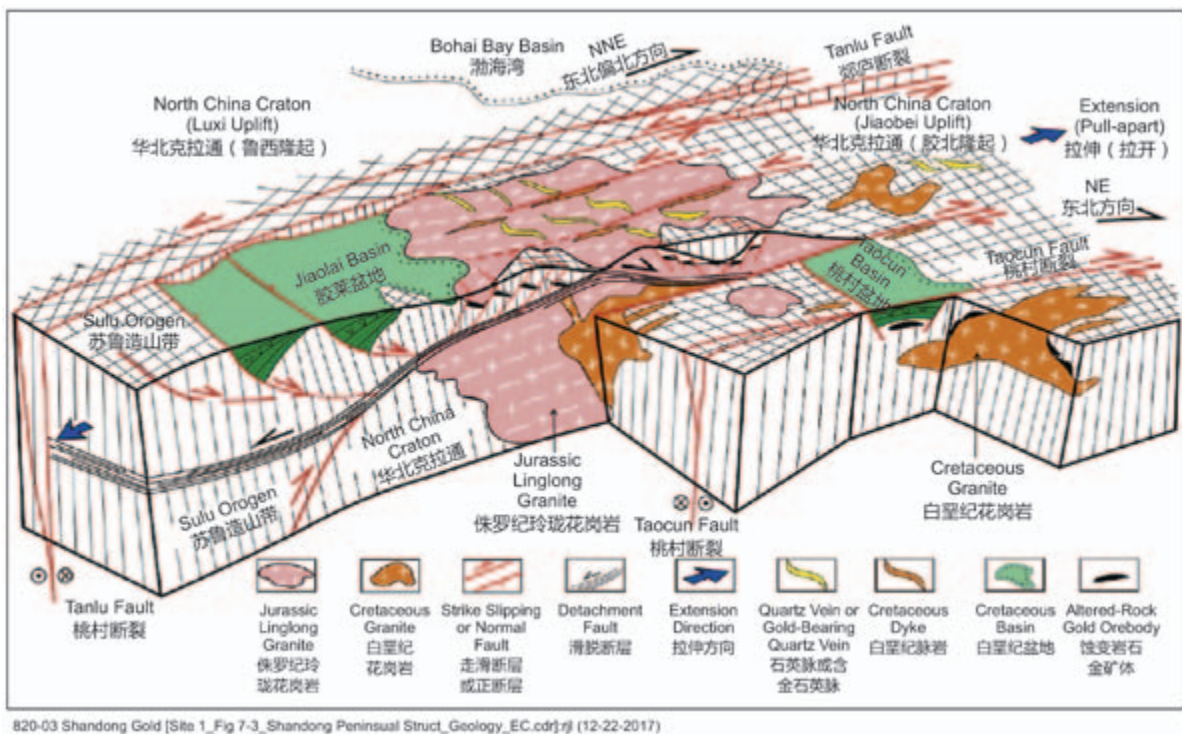


圖 7-3. 山東半島構造模型圖 (源自 Song et al. 2015)

### 7.1.3 蝕變

絹雲母化蝕變和矽化岩石在礦化帶中及其附近也很常見，而次生鉀長石、綠簾石和綠泥石位於更遠處。鉀長石往往在礦體周圍產生寬闊的紅色帶，是一種有用的勘探標識。碳酸鹽蝕變(如方解石、菱鐵礦)可能存在，但不豐富，也不廣泛。

### 7.1.4 礦化

山東省內通常有兩種礦化類型：

- 玲瓏型－產生於大石英脈礦床
- 焦家型－花崗岩類碎裂帶中的網狀細脈以及圍岩散佈，在已有的斷裂之中或者沿其分佈

礦化帶連續性較好，從幾百米到長達1至2公里，向下傾斜，有幾十米厚。有些解釋把焦家型礦床局限於東北走向的二級斷裂，而把玲瓏型礦床局限於低階拉張斷裂和剪切；然而，Goldfarb and Santosh (2013)指出，在許多地方，兩種礦化類型往往是漸變的，並且通常存在於同一礦床中。他們還觀察到，在主斷裂(傾角 $\geq 60^\circ$ )較陡峭的部分玲瓏型礦化帶更為常見，其含金礦脈經常發角礫化和斷裂。花崗岩岩石高度硫化，而不含玲瓏型垂直脈，通常被定義為焦家型礦體(Goldfarb and Santosh 2013)。

金主要與石英裂縫或黃鐵礦顆粒有關，特別是細粒黃鐵礦。較粗的黃鐵礦晶粒似乎與較低的黃金品位相關聯。已經觀察到原生金、銀金礦、天然銀、黃鐵礦、黃銅礦、閃鋅礦、方鉛礦和磁黃鐵礦。也發現了痕量的白鐵礦、赤鐵礦、磁鐵礦、硫酸鹽和重晶石。

7.2 項目設置

控制三山島礦床的倉上金礦區沿著東南傾斜度適中的斷裂帶三山島－倉上斷裂(圖 7-4)。

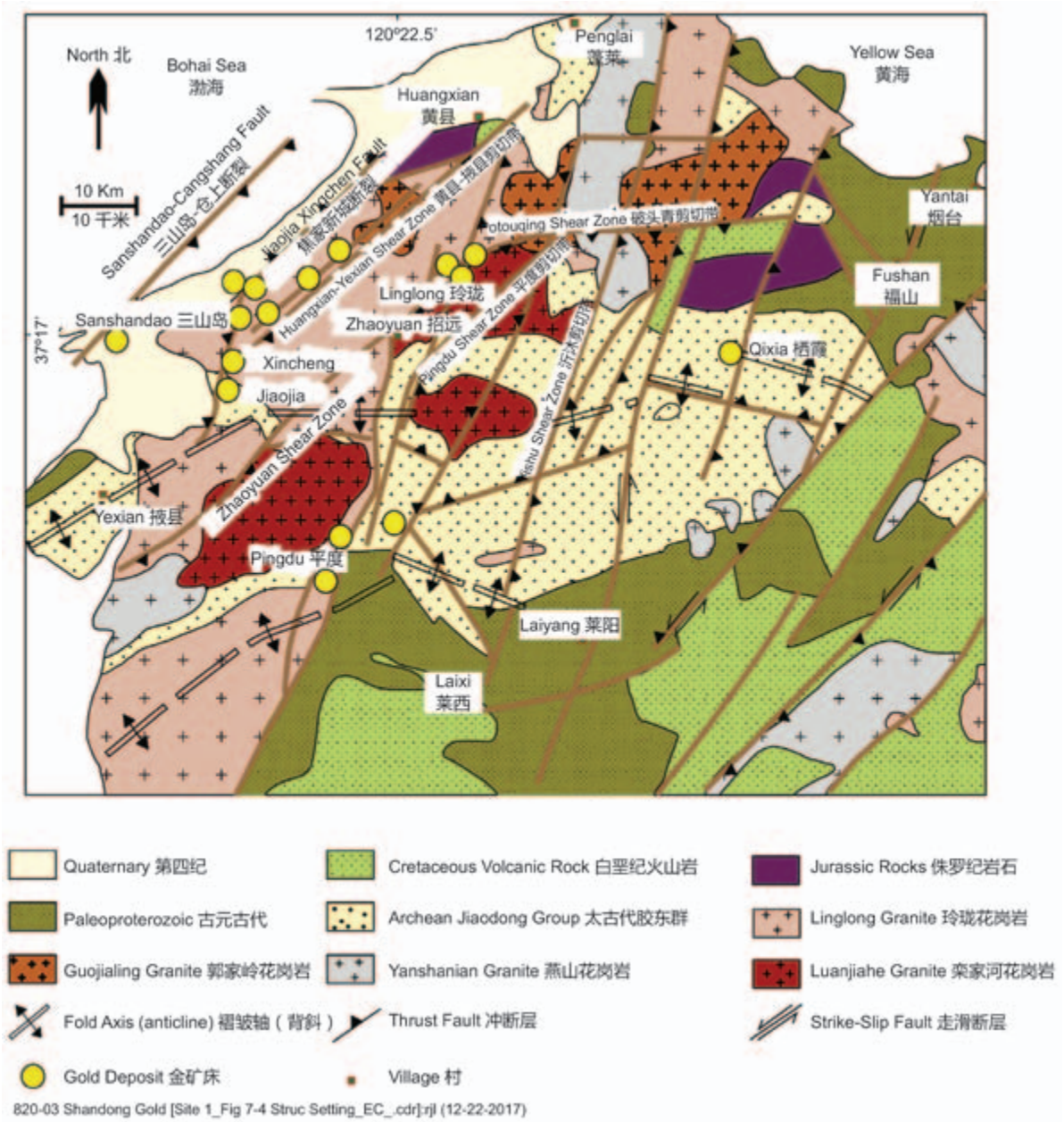


圖 7-4. 構造分佈圖 (源自 Goldfarb and Santosh 2014)

該斷裂帶一般走向 35°，向東南傾斜 35 至 40°，寬 50 至 200 米之間。斷裂特徵表現為脆性斷裂。



在倉上礦區附近，三山島－倉上斷裂將晚侏羅世上層古元古代變質岩與下盤的玲瓏花崗岩組分隔開來。目前正在開採的地區位於斷裂的緩慢地帶。新立礦床形成於第二沖斷裂，其中三山島－倉上斷裂將上盤變質岩與下盤花崗岩分隔開來。在三山島礦區附近，三山島－倉上斷裂把上盤的玲瓏花崗岩與由玲瓏花崗岩和早白堊世郭家嶺花崗閃長岩組成的下盤隔開。

### 7.3 三山島礦區

三山島礦區長約750米，寬度10米，已經測試深度約1,400米。礦區的關鍵岩性包括：

- 山東組片麻岩和斜長角閃岩
- 玲瓏花崗岩(灰色，中等粒度，等質紋理)
- 郭家嶺花崗閃長岩(淡紅色)
- 鐵鎂質玄武岩、角閃石玄武岩和煌斑岩脈

這些岩石被三個主要的斷裂中斷：

- 三山島－倉上斷裂(F1)－先前在第7.2節中描述。
- 三山島－三元斷裂(F3)－幾乎垂直於三山島－倉上斷裂，主要由鎂鐵質岩脈填充。它有一個垂直的傾角和大約NW300°的走向，這可能導致10至20米的礦化帶位移。
- F2斷裂－幾乎與三山島－倉上斷裂平行，走向NE10-15°，傾角SE51°在斷裂附近沒有發現金礦化。

圖7-5顯示了礦區的一般岩性和構造。

熱液蝕變普遍存在，包括鉀質、絹雲母、黃鐵礦和矽質蝕變以及綠泥石化和碳酸鹽化(圖7-6)。從成礦到未蝕變圍岩的一個發展良好的蝕變分帶如下：

- 黃鐵礦+絹雲母+矽石
- 矽石+絹雲母

- 鉀長石
- 新鮮花崗岩

最常見的礦化類型包括沿三山島－倉上斷裂的黃鐵礦－絹雲母－石英蝕變花崗岩中的浸染金。

黃鐵礦是最常見的硫化物礦物，並且以尺寸為10至500微米的自形面至次晶體的晶粒形式存在。黃鐵礦顆粒可以在岩石內散佈，或者以黃鐵礦－絹雲母石英砂的形式出現。除了黃鐵礦之外，還發現少量的黃銅礦和少量的方鉛礦、閃鋅礦、毒砂、輝銅礦和磁黃鐵礦，典型地為黃鐵礦中的微裂紋填充物或夾雜物。

黃金礦化與黃鐵礦－絹雲母石英蝕變密切相關。黃金主要以銀金礦為主，含有少量的天然黃金。金顆粒是下反角的，尺寸範圍從10到100微米。大部分的銀金礦和天然金顆粒在空間上與黃鐵礦有關，作為夾雜物或黃鐵礦的充填物。不常見的是，黃金也會以石英中的小夾雜物形式出現的，或者作為絹雲母沿解理平面的單個顆粒出現。

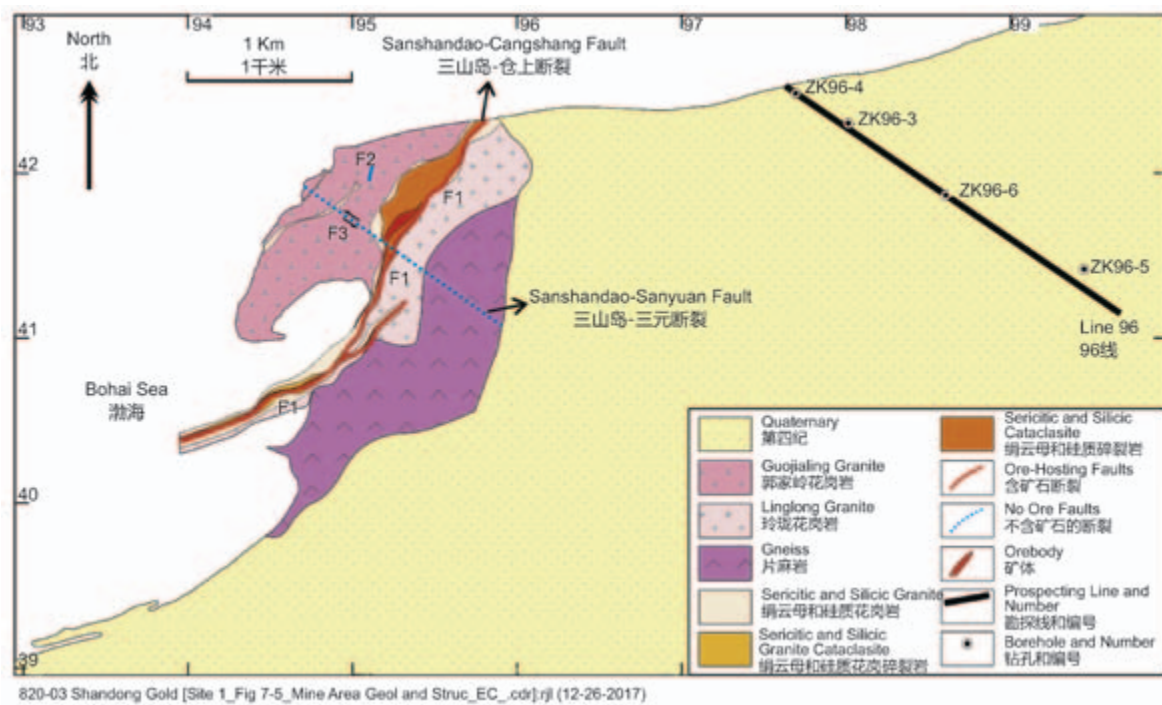


圖7-5. 礦區地質和構造圖(源自：Wen et al. 2016)

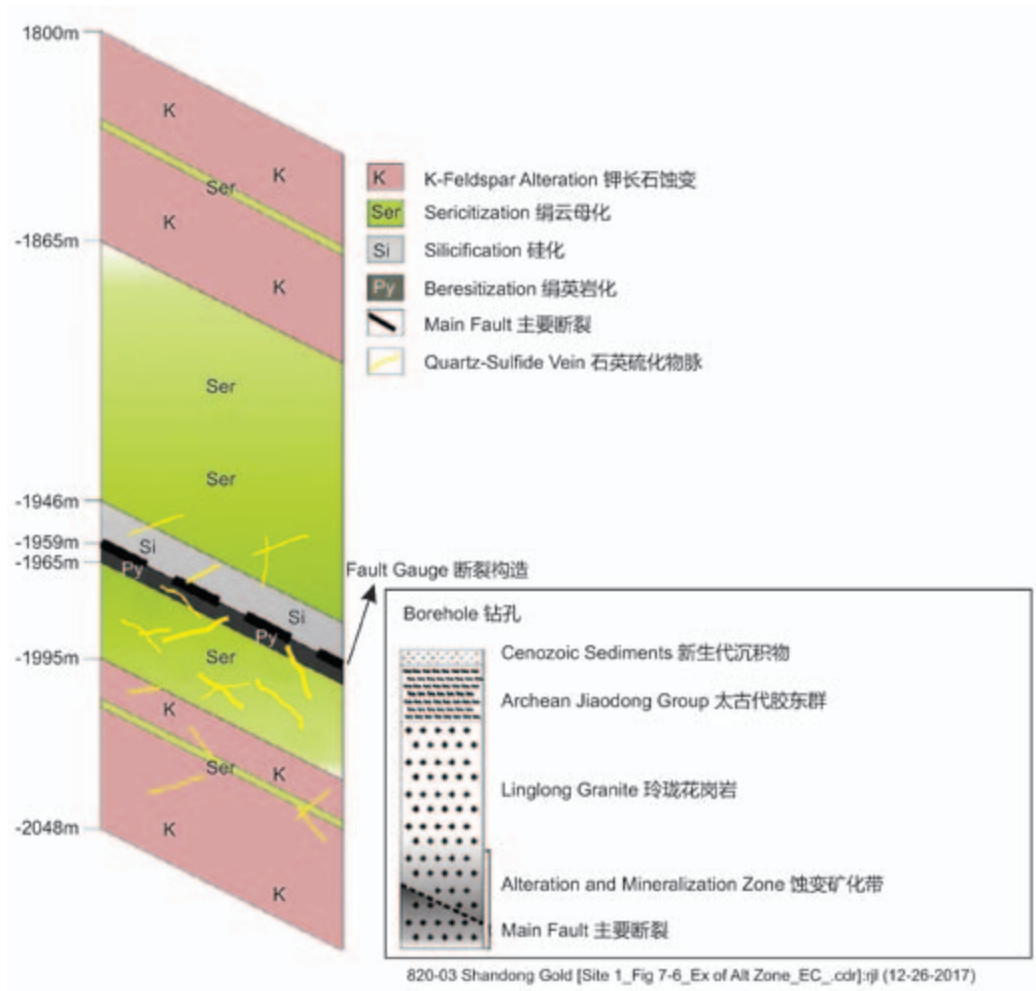


圖 7-6. 鑽孔 56-4 蝕變區分帶例子 (源自 Li et al. 2013c)

較小的二次成礦作用包括蝕變暈中的含金石英脈／脈絡礦。這種礦化可以分為兩種類型：

- 石英－黃鐵礦脈，由石英和黃鐵礦組成，含有少量黃銅礦和毒砂
- 石英基金屬硫化物礦脈，包括灰色石英和細粒非球形硫化物礦物，如黃鐵礦、黃銅礦、砷黃鐵礦、方鉛礦和閃鋅礦

已經劃定了一些礦化帶(礦體)，這些礦體大體上沿東北走向，向東南傾斜(圖 7-7 和 7-8)。

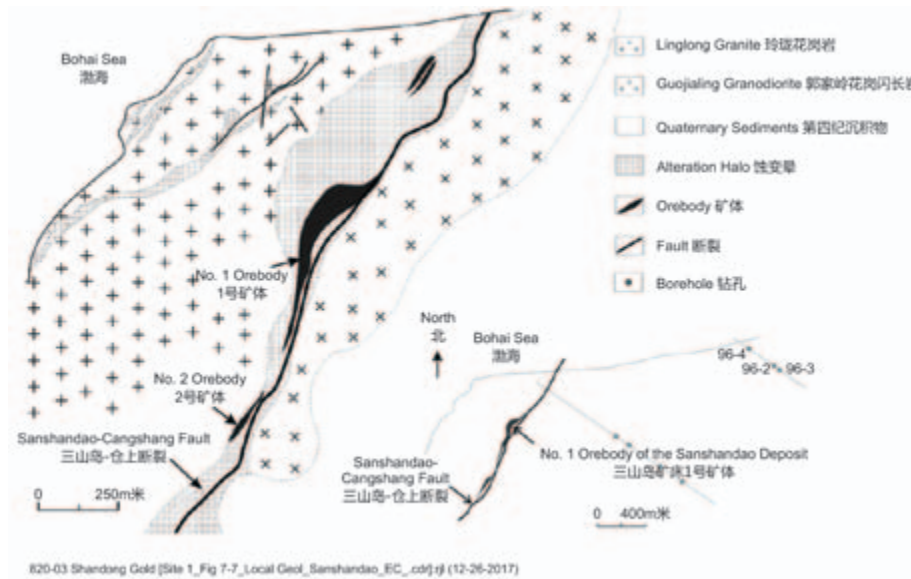


圖 7-7. 三山島礦區區域地質圖(源自 Li et al. 2013c)



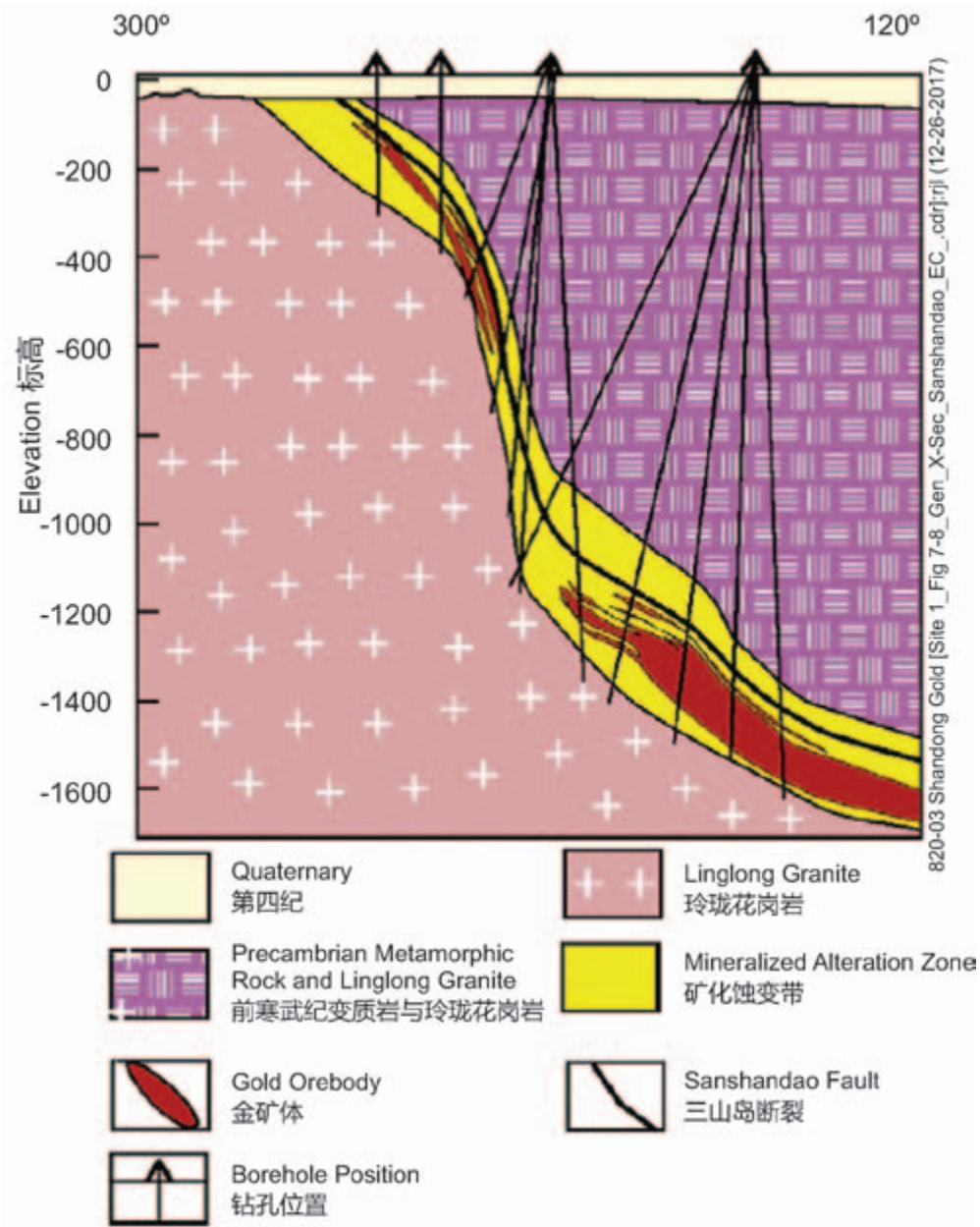


圖 7-8. 三山島礦區典型剖面圖 (源自 Song et al. 2015)

礦化帶呈板狀或透鏡狀，與三山島一倉上主斷裂面平行。礦產資源和儲量中80%以上來自於兩個礦化帶，即1號礦體和2號礦體：

- 1號礦體位於主斷裂下盤中黃鐵礦－絹英岩－石英蝕變帶中部至上部。礦床為層狀分佈，走向長度為1,500米，向下傾斜超過1,500米。礦體一般走向為東北40°，向東南傾斜35-50°，平均厚度約10米，平均品位約3.8克／噸。這是礦區內最大的含金區。
- 2號礦體－位於1號礦體下方，在主斷裂下盤中黃鐵礦－絹雲母－石英蝕變帶下部。也是層狀的，走向長度超過560米，平均厚度約為5米，平均品位約為3.1克／噸金。2號礦體是第二大礦化區。

#### 7.4 新立礦區

新立礦區長約1,200米，厚度約10米，已經測試了約1,800米的深度。

主要的岩性，主要蝕變類型和成礦類型與第7.3節所述三山島礦區相似。礦化受三山島一倉上斷裂控制(圖7-9中的F1)。F2斷裂的方向幾乎垂直於三山島一倉上斷裂(注意這個F2斷裂與前面在三山島礦區所討論的F2斷裂不同)。

大部分礦化發育在下盤，並以散佈的形式為主。礦化共生包括以下幾個階段，所有階段都可以變化礦化：

- 石英－鉀長石－絹雲母－黃鐵礦
- 石英－黃鐵礦；主要礦化階段，以天然金和銀金礦的形式出現黃金
- 石英－多金屬硫化物(黃鐵礦、毒砂、方鉛礦、閃鋅礦和黃銅礦)

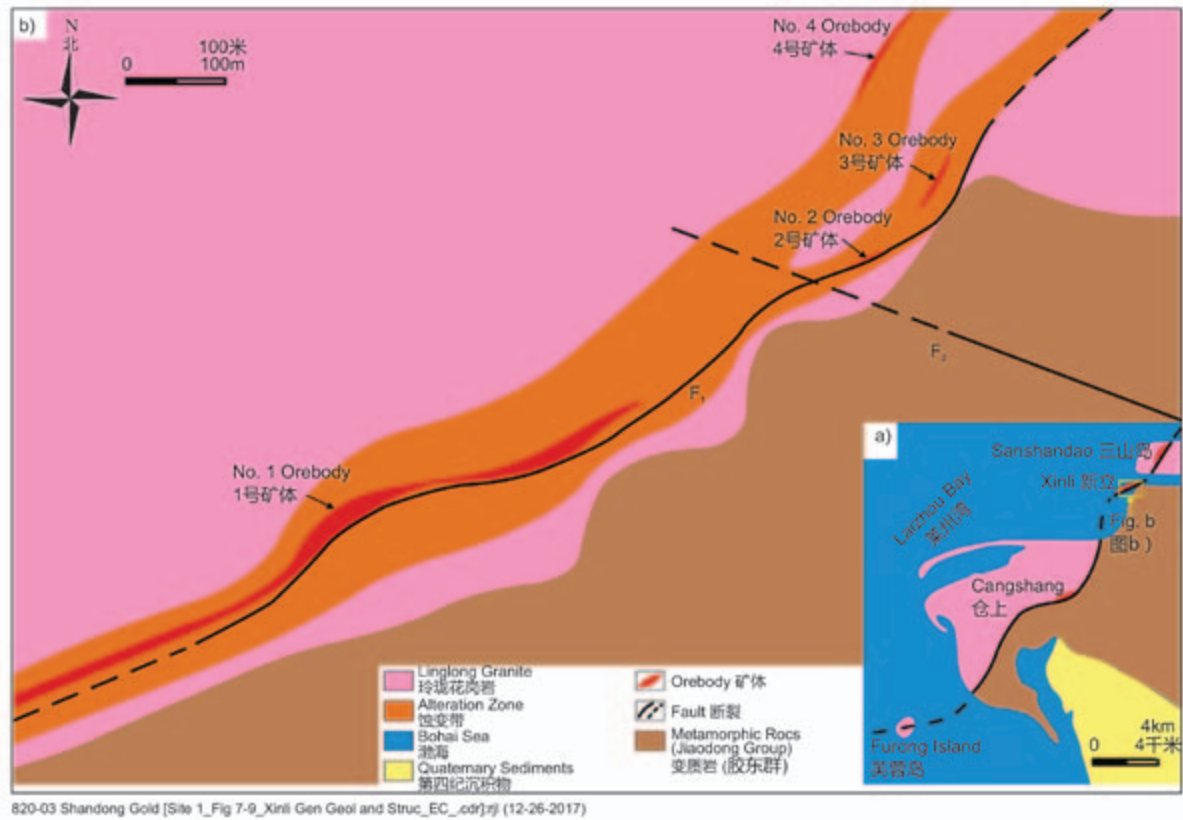


圖 7-9. 新立礦區一般地質與構造圖 (源自 Deng et al. 2015)

- 石英－方解石－黃鐵礦

四個礦化帶(礦體)已經劃定(參見圖 7-9)。這些礦體典型地沿東北走向，並以 35-70° 的角度向西南偏南傾斜。

7.5 倉上礦區

圖 7-10 顯示了倉上礦區的位置。圖 7-11 是在二十世紀九十年代該礦床露天開採時遇到的礦化現象。

該礦區的主要岩性如下：

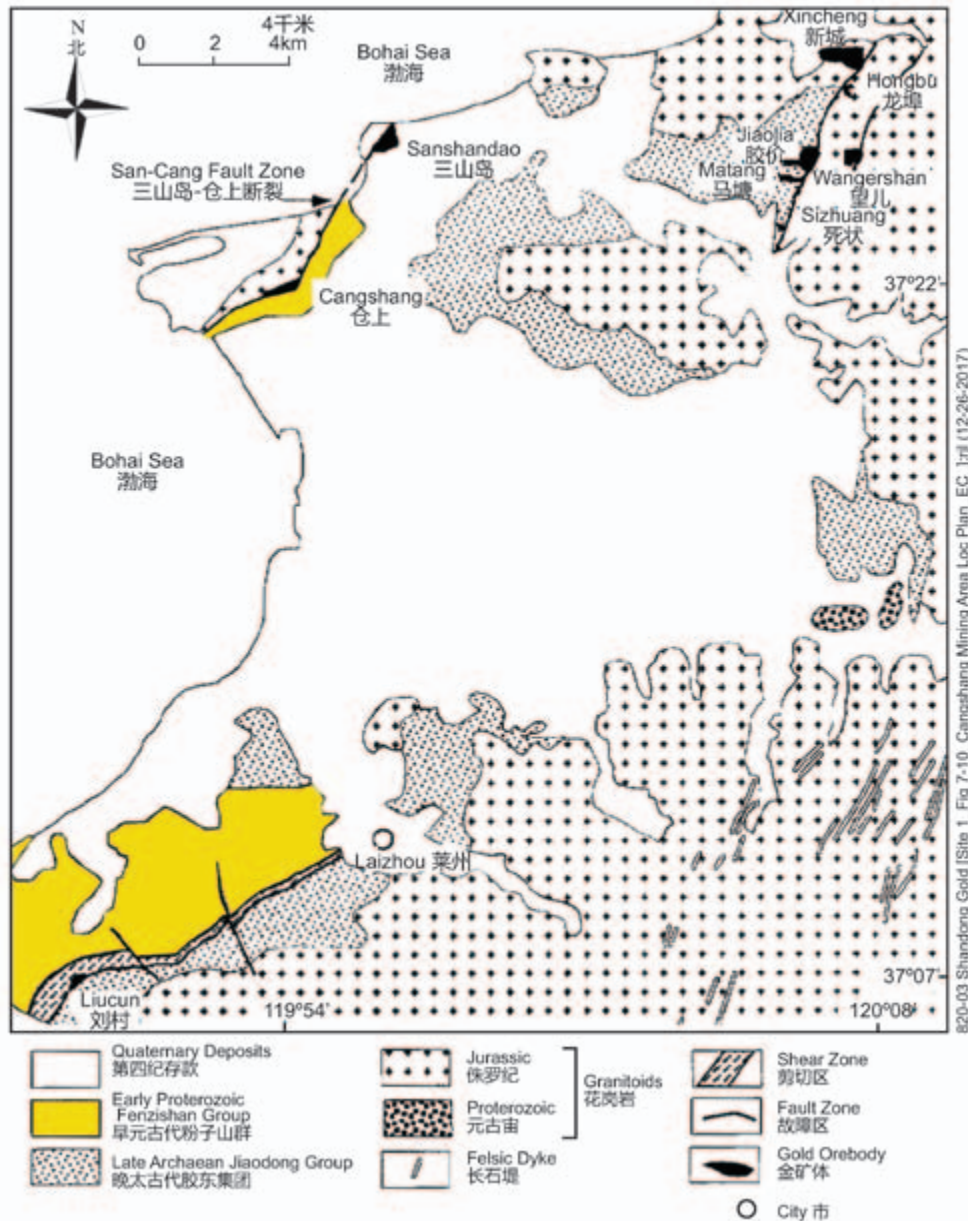


圖 7-10. 倉上礦區地理位置圖 (源自 Zhang 2003)



- 粉子山群斜長角閃岩、細粒片麻岩和角閃石岩
- 玲瓏花崗岩
- 鐵鎂質和偉晶岩岩脈

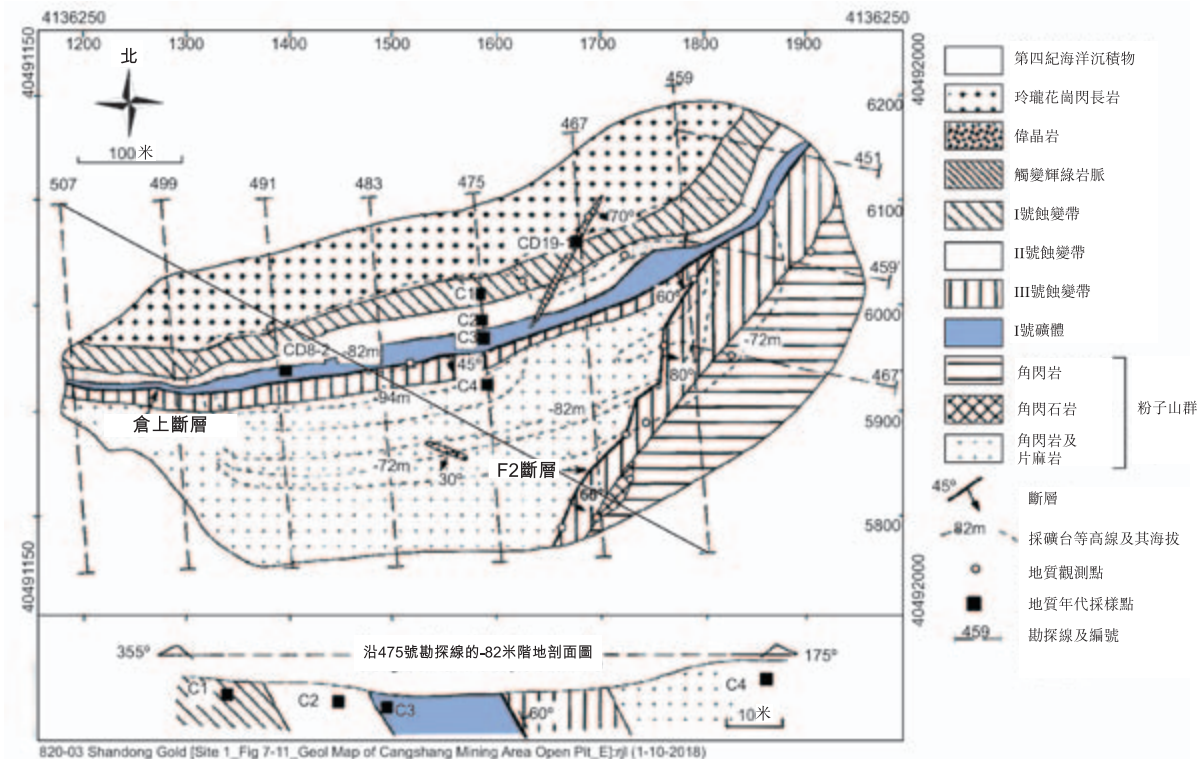


圖 7-11. 倉上礦區露天礦地質圖 (源自 Zhang 2003)

倉上礦區由三山島—倉上斷裂控制，其走向由西南變到東北偏東方向，再變為東北偏北方向。

蝕變礦物包括矽石、絹雲母、黃鐵礦、鉀長石、綠泥石和碳酸鹽。蝕變有三個階段，包括：

- 第一階段—位於主斷裂下方，與玲瓏花崗閃長岩下盤相鄰，以鉀長石、矽石和絹雲母為特徵
- 第二階段—主要斷裂平面下方和附近，以強烈的黃鐵礦發育，以及矽石和絹雲母蝕變為標誌
- 第三階段—主要斷裂面的上盤，由矽石、絹雲母和綠泥石蝕變組成

到目前為止確定的主要硫化物礦物包括黃鐵礦、閃鋅礦、方鉛礦、黃銅礦和毒砂。矽石礦物包括石英、絹雲母、長石、方解石、重晶石和綠泥石。儘管天然黃金確實存在，黃金礦化主要還是以銀金礦的形式存在。礦化共生包括以下幾個階段，儘管第二和第三階段是主要的含金礦石，但所有這些階段都可以變化礦化：

- 黃鐵礦－石英
- 黃金－石英－黃鐵礦
- 石英－硫化物
- 石英－碳酸鹽

所有的礦物資源來源於一個單一的礦化帶中，即1號礦體，位於構造下方約50米，與主斷裂平行。該地帶長約1,360米，平均厚度約10米。

## 7.6 曹家埠礦區

礦區的主要岩性包括：

- 山東群繆家組黑雲母麻粒岩、斜長角閃岩、角閃岩片麻岩
- 煌斑岩岩脈

礦區確定了五個斷裂，其中三個是礦化後斷裂。

主要的F1斷裂朱橋－曹家埠斷裂位於礦區西部。斷裂帶長約15公里，走向約50°，向東南傾斜，沿斷裂傾角5-25°。斷裂的寬度5-20米，平均厚度一般為5米。大部分礦化發現在下盤至這個斷裂。

F2斷裂位於礦區西南部，東北走向，東南傾斜。與F1斷裂一樣，沿F2斷裂的傾角在5-25°的範圍內。

在礦區中西部地區發現了兩個礦化後斷裂。這些正斷裂走向沿西北方向，並以30-55°的不同角度向西南傾斜。

最終的礦化後斷裂位於中北部的礦區，被解釋為正斷裂。它向北傾斜35-45°，走向大約沿東西方向。

蝕變礦物包括石英、絹雲母和方解石。礦化共生解釋為：

- 乳白色石英脈，伴有斜長石和白雲母
- 灰色石英脈，與多金屬硫化物和金礦化有關

典型地，第二相脈可以是大規模的或網狀的，由大約 80-95% 的石英組成；其餘的礦脈由硫化物組成。主要的硫化物礦物包括黃鐵礦、黃銅礦、方鉛礦和閃鋅礦。黃金以天然黃金或銀金礦形式出現，典型地作為黃鐵礦中的包裹體。

已經劃定了如下兩個礦化帶：

- 1 號礦體長約 800 米，深度約 500 米。厚 0.10-0.80 米，平均約 0.45 米。這個區域含有大部分的金礦化。
- 2 號礦體長約 60 米，深度約 30 米，平均厚度約 0.43 米。2 號礦體位於 1 號礦體下方。

## 8 礦床類型

### 8.1 前言

山東地區礦床地質模型依然存在爭議。有些觀點認為這些礦床可能被歸類為中溫熱液型或造山脈金礦床的例子，或作為新的礦床類型。

### 8.2 造山脈金(中溫熱脈)礦床

下面的討論來源於 Moritz (2000)、Goldfarb et al. (2005) 和 Groves et al.(1998, 2003)。造山礦床具有許多同義詞，包括中帶和深帶礦床、脈金、剪切帶相關的石英—碳酸鹽礦床，或純金礦床。

造山型金礦床在中太古代至前寒武紀期間形成的變質變形地體中發育，並持續到整個顯生宙。地質環境通常是火山深成或碎屑沉積地體，但是金礦可以產生於任何岩石類型。與各種成分的花崗岩有一致的空間和時間關係。含金岩石為綠片岩相，但局部能達到角閃岩或麻粒岩相條件。

這些礦床的全球範例包括 Muruntau (烏茲別克斯坦)、Golden Mile (澳洲)、Hollinger-McIntyre-Moneta (加拿大)、Jamestown (美國) 和 Obuasi (加納)。

黃金沉積發生在一階深部—地殼斷裂帶附近。這些一級斷裂可能長達幾百公里，數公里寬，顯示出複雜的構造歷史。經濟礦化的典型地形成為二次和三次剪切和斷裂的礦脈填充，特別是在慢跑或沿地殼斷裂帶走向的變化區。礦化形式在淺部脆弱區域為網狀脈和角礫岩，在脆韌性地殼區域為層狀裂縫密封脈和S形礦脈陣列，在更深的延性環境中為置換和擴散型礦體。

礦化可以散佈，或產生於礦脈，顯示一個晚構造的時間，同時到峰後變質。石英是礦脈的主要成分，含有較少的碳酸鹽和硫化物礦物。次要的鈉長石、綠泥石、白雲母(超鎂鐵質岩石中的伏牛岩)，電氣石和白鎢礦可以伴隨著礦脈。碳酸鹽包括方解石、白雲石和鐵白雲石。硫化物礦物可以包括黃鐵礦、磁黃鐵礦黃銅礦、方鉛礦，閃鋅礦和毒砂。黃金通常與硫化礦物有關，但可以作為游離黃金出現。在火山深成環境中，黃鐵礦和磁黃鐵礦是綠片岩和斜長角閃岩級主岩中最常見的硫化礦物。毒砂可以是沉積岩中主要的成礦硫化物礦物。金與銀的比例通常在5:1至10:1的範圍內，這些比例在少量情況下可以達到1:1。大多造山型金礦含有2%—5%的硫化礦物，黃金純度>900。

蝕變強度與距離熱液流體源的距離有關，並且典型地顯示分區模式。蝕變的規模、強度和礦物學特徵是圍岩成分和地殼水準的函數。主要的蝕變礦物包括碳酸鹽(方解石、白雲石和鐵白雲石)，硫化物(黃鐵礦、磁黃鐵礦或毒砂)，富堊矽酸鹽礦物(絹雲母、熔點、鈉長石，少見鉀長石、黑雲母、鈉輝石)綠泥石和石英。

造山型礦床的範圍較大，一般為2~10公里，寬約1公里，可持續1~2公里。

### 8.3 山東礦床

下面關於山東地區礦床儲量特徵的討論概述於表8-1，摘自Goldfarb and Santosh (2014)和Moritz (2000)。

區分山東半島礦床和典型造山礦床的關鍵特徵是主體前寒武紀區塊克拉通化與1.20-1.25億年之間的主要礦化事件之間20億年的時間差距。Goldfarb and Santosh (2014)指出，雖然在山東地區有許多年齡相當的岩漿，但它們與產生山東地區礦床所需時間範圍內的集中流體活動並不直接相關。



表 8-1. 礦床類型匯總

	造山礦床	山東礦床
含礦岩石年齡 vs 礦床年齡	在比礦床年長幾十億到幾億年的岩石形成。	金礦石形成是在兩個前寒武紀區塊的原岩形成和岩石的高級別變質作用之後約 20 億年。礦化時間為 1.20-1.25 億年。
含礦地體	典型的顯生宙造山型金礦床形成於前寒武紀克拉通周圍的增生造山帶中。	形成於重新活化的前寒武紀地體。
含礦岩石	<p>科迪勒勒類型的造山帶中的礦床優先發育於巴洛維亞變質序列的綠片岩相岩石中。</p> <p>一般形成於造山帶的區域隆起過程中的逆沖變質路徑上，流體和金屬源自深部的科迪勒勒地體的順行區。</p>	燕山期造山帶上斜長角閃岩和麻粒岩相抬升至近地表。變質和脫揮至少發生在礦床發育前 20 億年。
構造	高度可變的，包括韌性剪切帶的脆性斷裂，拉伸裂縫，網狀脈和角礫岩，折疊鉸鏈	<p>以 NE-NNE 線性趨勢沿侵入體邊界分佈和並處於不同年齡侵入體中部。山東金礦的分佈與延伸斷裂切割晚侏羅世侵入體有明確的空間聯繫，而與早白堊世花崗岩和花崗閃長岩體沒有明顯的聯繫。</p> <p>在這些趨勢中，許多礦床位於明顯的斷裂凹凸處，表明通過膨脹帶和熱液流體聚集帶控制了礦石。</p>

	造山礦床	山東礦床
礦化形式	散佈的或者產生於礦脈	兩種典型的形式：大石英脈中的礦床；網狀細脈以及花崗岩類碎裂帶中的圍岩散佈，都在既有斷裂之中或者沿既有斷裂分佈

#### 8.4 第 8 節評論

為了勘探定向的目的，造山脈礦床模型是足夠的。對於礦山規模的勘探活動，還要重點考慮山東地區礦床的具體構造背景，重點放在構造的解釋上以識別可能將礦化流體集中在已知為礦化控制的斷裂上。

## 9 勘探

### 9.1 前言

中國勘探開發活動按照《岩金礦地質勘查規範》(PRC MLR 2002)的要求進行。這概述了在連續的評估階段中必須進行的工作類型。

勘探網格線(勘探線)的建立是評估方法的基礎。這些線條被設定為與成礦趨勢成直角相交，所有的勘探活動都是沿著勘探線進行的，所有的地質和其他解釋都是如此。結果是一組二維的剖面圖，其信息通過沿著走向投影產生三維多邊形解釋。

勘探線間距可能會有所不同，取決於礦床；例如三山島礦區勘探線間距約 60 米，而新立礦區則為 50 米。

### 9.2 網格和測量

#### 9.2.1 三山島和新立礦區

採用《地質礦產勘查規範》(GB/T18341-2001)中的測量規程，結合北京坐標系(1954)和黃海垂直基準面(1956)等收集地面測量數據。所用的儀器是南方測量儀器公司生產的 SET510II 全站儀。坐標可以轉換成西安 80 坐標系統。可以使用一九八五年的黃海海拔系統報告海拔高度。

礦井工人們使用全站儀進行井下測量(型號：尼康 Nivo 2.C、2 inch、2 mm + 2 parts per million)。

### 9.2.2 倉上礦區

控制測量及高程測量通過 RED - 2L 光電測距儀、S3 水準儀及 ET - 02 電子經緯儀進行。

### 9.2.3 曹家埠礦區

曹家埠礦區的勘察方法與三山島礦區一致。

## 9.3 地質填圖

山東省地質礦產勘查開發局第六地質大隊和三山島礦區已經進行了各種規模的區域和礦山規模的測繪，包括 1：5 萬、1：1 萬、1：5,000、1：2,000 和 1：1,000 比例。

倉上礦區露天礦(自二零零五年以來已採空)地圖以 1：1,000 的比例進行測繪。

## 9.4 地球化學採樣

只有有限的信息可用於任何可能已經完成的勘探和勘測地球化學採樣。

在三山島礦區，一九六六年—一九六九年間進行了「第四紀集中採樣」，涉及 313 個樣品。在同一時期內，共發生了 428 立方米(包括露頭爆破)的槽探，挖出了一個淺井。但是，這項工作沒有數據可用。

倉上礦區進行了 3,243 立方米的槽探，但是這項工作沒有數據可用。

## 9.5 地球物理測量

關於三山島、新立、曹家埠礦區可能已經進行的地球物理測量，沒有任何資料。據說倉上礦區做過以下地球物理測量：

- 1：5 萬地磁測量
- 1：2.5 萬地磁測量
- 1：2.5 萬重力測量
- 1：2 萬近端激發極化測量

- 1：1萬地磁測量
- 淺部地震測量

但是，沒有關於各種測量規程或測量結果的數據。

## 9.6 研究

有研究學者發表過一些關於山東半島和一些金礦的詳細的研究論文。這些都傾向於關注礦石成因、流體包裹體研究和礦化年齡測定等問題。

## 10 鑽孔

中國分類系統初始礦產資源估算的主要支援是勘探鑽探。這些信息主要被井下平巷和石門巷溝槽取樣所取代。

### 10.1 完成的鑽孔

#### 10.1.1 三山島和新立礦區

鑽孔包括：

- 93個地面鑽孔100,357米
- 147個井下鑽孔12,231米

此外，從134,997.9米的開拓和生產巷道採集了83,568個溝道樣品。

在二十世紀六十年代，三山島礦區的初步勘探鑽井包括：針對淺層礦化的在120米×100米的工程間距上進行的17,008.5米的地表岩芯鑽探，和針對深部礦化的240米×200米工程間距的鑽孔。截至二零零三年底，共完成勘探鑽井121,793.2米。鑽孔使用NQ(47.5毫米)或HQ(63.5毫米)直徑工具完成。

通過礦體及橫切面的井下鑽孔被設計為50米×40米(走向和傾向)工程間距。

沒有關於哪一方執行或設計鑽井程序的信息。

### 10.1.2 倉上礦區

鑽孔包括：

- 181個岩芯鑽孔共33,219米，包括10個水文地質鑽孔(1,725米)
- 82個放置孔共2,115米
- 一個淺井共694米

另外還有974米機械掘進的坑道和620米的人工挖掘坑道。

沒有關於哪一方執行或設計鑽井程序的信息。

### 10.1.3 曹家埠礦區

二零零八年十一月至二零一二年一月期間，使用91毫米直徑的岩芯工具完成了22個岩芯鑽孔共計9,282米。兩個鑽孔傾斜，其餘的是垂直的。沒有以前的鑽井信息可用。

沒有關於哪一方執行或設計鑽井程式的信息。

## 10.2 測井

每個岩樣都記錄了岩石類型。

## 10.3 測量

井口和地形測量方法在第9.2節中已經討論過。

## 10.4 取芯率

記錄每個採樣間隔的樣品長度和岩芯回收長度。取芯通常非常好，大多數採樣間隔報告的取芯率大於90%。唯一的例外是山東省地質礦產勘查開發局807隊進行的一九六六年—一九六九年鑽井中的一些鑽孔，有一些情況不符合標準取芯率。

## 10.5 樣品長度／真實厚度

相對於被探測的結構的走向和傾向，鑽孔通常以從垂直到傾斜的角度完成。這導致截距的鑽孔厚度大於截距的實際(真實)厚度。圖10-1是通過三山島和新立礦區的一組剖面圖，顯示了各種鑽探軌跡如何穿過礦化帶。

### 10.6 岩芯鑽孔程序

金剛石岩芯鑽孔遵循標準的繩索金剛石鑽孔技術。鑽孔通常通過旋轉鑽頭在覆蓋層和強風化的基岩開孔。在遇到可以取芯的岩石時，就開始使用繩索取芯技術。在大多數情況下，開孔使用HQ直徑的鑽杆和取芯內管。使用HQ取芯設備，取出的岩芯直徑約為63.5毫米。當鑽孔條件複雜或鑽孔深度超過1,000米時，深孔通常會縮小尺寸。孔直徑縮小到NQ直徑，岩芯直徑約47.6毫米。

岩芯通過繩索從鑽孔中取出後存放於1.8米長的開放式木質岩芯盒(或最近的塑膠盒)，每個岩芯盒有7個岩芯槽。每次鑽探結束都記錄在從岩芯筒抽出的岩芯末端的標籤上。一般來說，標籤是一個小的塑膠標籤，帶有預先標記的位置，用於記錄鑽孔編號以及起始位置、結束位置和長度。對岩芯進行地質學和岩土學記錄，並通過測量取出岩芯長度與鑽孔長度來計算岩芯取芯率，所有數據都由地質人員記錄在紙質記錄本上。採樣間隔由地質學家確定並在岩芯上標記。然後取樣人員用錘子和鑿子，液壓岩芯分離器或者金剛石岩芯鋸切割分開岩芯。由於岩石類型、蝕變或視覺識別的礦化的變化，樣品通常長度為1-1.5米。樣品編號被放入岩芯盒，取出半岩芯並放入帶有編號的樣品袋中，送到分析實驗室。

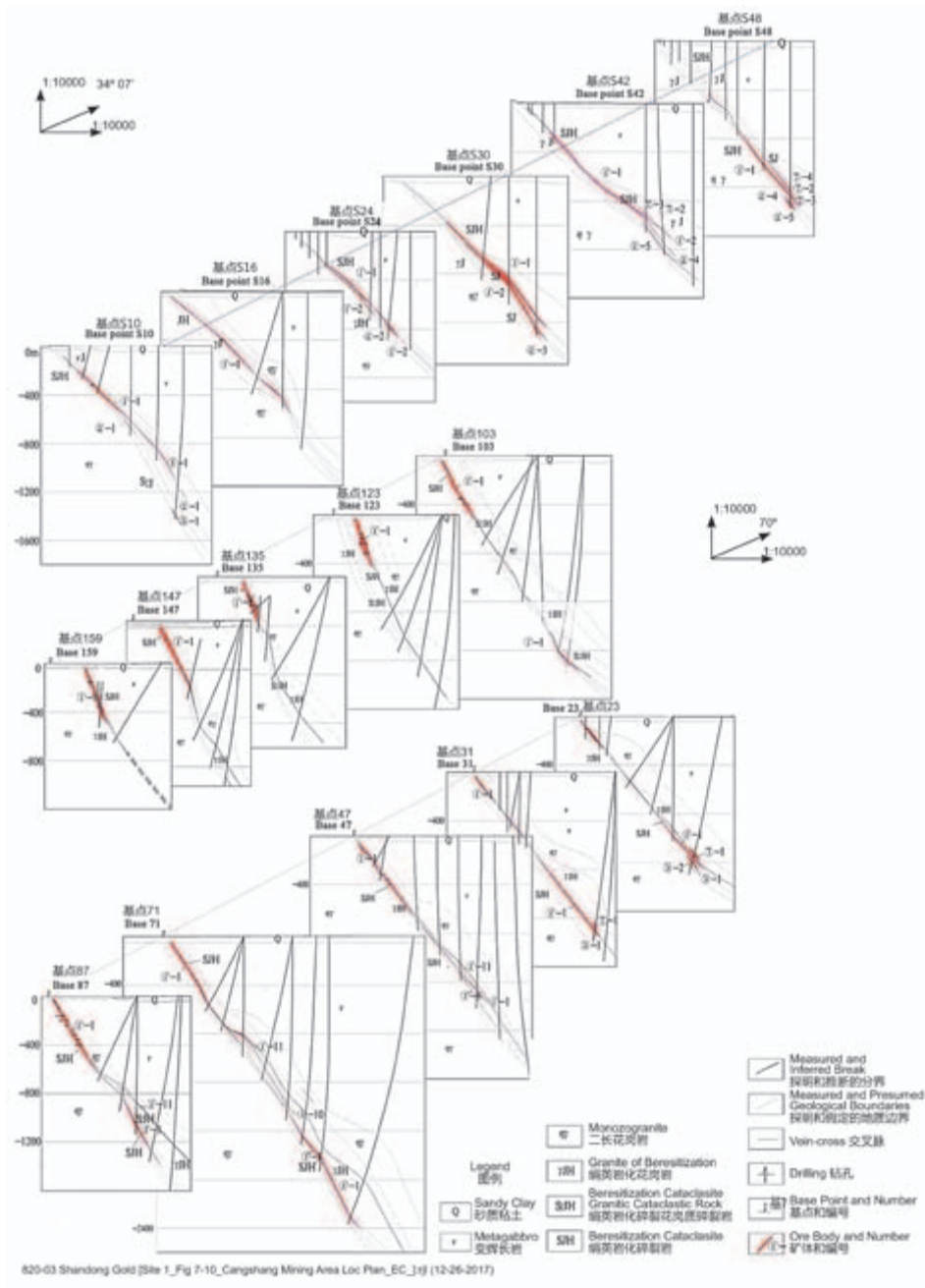


圖 10-1. 三山島和新立礦區礦化帶與鑽孔軌跡關係剖面圖  
(源自山東黃金礦業(萊州)有限公司二零一七年)



## 10.7 第 10 節評論

根據 AAI 的觀察及數據審查，三山島金礦勘探岩芯鑽井已經達到國際標準。AAI 審核的岩芯在高品質的岩芯庫中保持良好狀態。有關鑽孔方法或測井的信息很少。

AAI 並無觀察所遵從的任何鑽井和取樣流程，但已審查所採用的協定，並依照常用中國標準認為，該等方法符合行業標準，適合用於根據 CIM (二零一四年) 指引進行礦產資源量和礦石儲量估算。

## 11 樣品製備、分析及安全性

### 11.1 岩芯樣品

#### 11.1.1 三山島和新立礦區

在三山島和新立礦區完成的井下鑽孔岩芯取樣長度為 1 米，但實際採樣間隔為 0.1-2.5 米。地表鑽孔的岩芯採樣間隔為 0.8-1.5 米，取樣間隔根據礦化類型、蝕變強度或岩芯取芯率而變化。只在肉眼能看見的礦化段取樣。

所有的岩芯都被分稱兩半，一半保留，一半送去分析。

#### 11.1.2 倉上礦區

在倉上礦區露天礦完成鑽孔取芯，標稱長度為 1 米。

#### 11.1.3 曹家埠礦區

曹家埠礦區完成的鑽孔岩芯採樣間隔為 0.2~1.1 米。岩芯沿長軸分成兩部分，一半送到實驗室進行分析，另一半保存下來檢查。

### 11.2 井下採樣

#### 11.2.1 三山島和新立礦區

三山島和新立礦區的井下採樣採用溝槽採樣方法。在新切割出的岩壁上進行採樣，距底板約 1 至 1.5 米。採樣間隔通常為 1 米左右，並以 10 厘米 × 3 厘米 (寬 × 深) 橫截面挖槽。這些方法既用於勘探領域的進一步勘探，也用於勘探地質特徵，測試各種地質界線，劃定

工業礦體，證明鑽孔的可靠性。該方法是根據二零零二年實施的《岩金礦地質勘查規範》(中國自然資源部二零零二年)的嚴格方案確定的。具體取樣工作是根據二零零六年度中國地質調查局地質調查技術標準DD2006-01固體礦產勘查原始地質編錄規程(試行)實施。

### 11.2.2 倉上礦區

井下採樣採用1米採樣間隔，在10厘米×3厘米(寬×深)截面上挖槽。通常情況下，露天礦井的溝道採樣也是以1米為間隔進行的。

### 11.2.3 曹家埠礦區

曹家埠礦區採樣方式與三山島礦區相似，然而，由於相對薄的石英脈礦化，採樣間隔通常是0.4米長。

## 11.3 密度測定

### 11.3.1 三山島和新立礦區

山東省正元地質勘查院煙台實驗室共採用蠟包岩芯取水法測量了279個密度。來自三山島和新立礦區的岩芯樣品平均密度為2.79噸/立方米( $t/m^3$ )。

在二零一七年期間，通過在-135米中段(CM135-4)的巷道1號礦體上採集了一個更大塊樣品，並且使用填砂方法測量了密度。密度值為2.80噸/立方米，結果與岩芯測量數據非常接近，岩芯測量數據值可用於支持礦產資源估算。

### 11.3.2 倉上礦區

共有20個在露天採礦作業期間採集的樣品的密度測量值可用。沒有提供關於測量類型或執行測量的人員的信息。岩芯樣品平均密度為2.83噸/立方米。

### 11.3.3 曹家埠礦區

共有33個密度測量可用。山東正元地質勘查院在蠟封岩芯上進行測量。岩芯樣品的平均密度為2.97噸/立方米。

#### 11.4 樣品製備和分析

樣品製備程序如下：

- 在 105°C 乾燥 4-5 小時
- 通過 60- × 100 毫米顎式破碎機
- 通過 200- × 125 毫米的雙輥破碎機
- 篩選至 2 毫米
- 均質化分裂
- 篩選至 1 毫米
- 通過 200- × 75 毫米的雙輥破碎機
- 均質化分裂或者樣品四分
- 保留一份重複樣品
- 篩選至 -200 目
- 送出分析

通過王水消解和氫醌容量法(方法 DZG93-09)分析金含量。方法如下所述：

- 稱取 30 克樣品放入 400 毫升的燒杯中，添加 80-100 毫升王水酸溶液(硝酸和鹽酸)到大概 150 毫升的體積。
- 在加熱元件上加熱煮沸 45 分鐘將體積減至 50 毫升，取出冷卻，將溶解的部分轉移到含有活性炭吸附柱(濾紙和活性炭)的漏斗中。
- 用真空泵過濾，用熱的氟化氫銨，鹽酸，蒸餾水柱各洗滌 5-6 次。
- 取出活性炭紙餅，放入瓷坩堝中，置於馬弗爐中，低溫碳化至 700 °C 30 分鐘；去除瓷坩堝。
- 通過滴定將 3% 乙酸加入到 1 + 1 王水中並在水浴中蒸發。

- 將乙酸溶液、EDTA (乙二胺四乙酸、 $C_{10}H_{16}N_2O_8$ ) 和可溶性澱粉和碘化鉀混合。
- 滴加硫代硫酸鈉 ( $Na_2S_2O_3 \times H_2O$ ) 直到藍色消失，這是終點，計算結果。金品位是滴定量。
- 用以下公式計算 (連二亞硫酸鈉 [ $Na_2S_2O_4$ ] %  $\times$  體積  $Na_2S_2O_4$ ) / 樣品重量。

通過常規火分析方法對王水消化黃金分析法定期核查，但沒有比較資料提供給 AAI。AAI 確實在三山島檢測實驗室觀察了火試驗設備。

#### 11.4.1 三山島和新立礦區

由山東省地質礦產勘查開發局 807 隊收集的初始樣品被送到山東省地質局中心實驗室和張家口實驗室。

露天採礦樣品送到山東正元地質勘查院運營的煙台實驗室。進行兩次分析，王水消化，接著用活性碳吸附碘量測定法 (即用三碘化物在活性碳上滴定山梨酸鹽) 和火試驗。火試驗被用作活性炭吸附碘量法的檢查，活性炭吸附碘量法是主要的分析技術。

沒有關於這些實驗室的任何國際認可的認證信息。所使用的實驗室在核查報告中被陳述為持有中國有關部門的適用省級計量證書。

作為中國黃金分析基本要求的一部分，共有 109,337 份樣品被檢測。進一步從粗副樣品中製備 861 個複合樣品，並由山東正元地質勘查院煙台實驗室對銀、銅、鉛、鋅、砷、硫進行了分析。根據中國法規，複合樣品需要評估可能與礦化有關的任何副產品或不利元素的濃度。

#### 11.4.2 倉上礦區

樣品由倉上礦區實驗室進行分析。核查樣品每年兩次送到長春黃金研究所進行分析。

沒有關於這些實驗室的任何國際認可的認證的信息。

作為中國黃金分析基本要求的一部分，共有 13,757 份樣品被檢測。進一步從粗副樣品中製備 257 個複合樣品。沒有關於從複合樣品分析的元素或者哪個實驗室進行工作的信息。

### 11.4.3 曹家埠礦區

樣品由山東正元地質勘查院煙台實驗室進行分析。抽樣檢測由中國冶金地質局山東正元地質勘查院實驗室進行。

沒有關於這些實驗室的任何國際認可的認證信息。所使用的實驗室在核查報告中被陳述為持有中國有關部門的適用省級計量證書。

作為中國黃金分析基本要求的一部分，共有 1,067 份樣品被檢測。進一步從粗副樣品中製備 33 個複合樣品，對銀、銅、鉛、鋅、砷、硫進行了分析。

## 11.5 質量控制和質量保證

### 11.5.1 三山島和新立礦區

在由山東省地礦局 807 隊實驗室測定的 2,581 個鑽孔中，158 個重複樣品分別被送到山東地質局中心實驗室和張家口實驗室進行分析。158 個重複樣品沒有實際的分析數據可用；然而張家口報告指出「分析質量可靠，沒有系統性錯誤」。

三山島實驗室黃金分析的內部和外部檢查定期完成。表 11-1 顯示了二零零二年至二零零六年完成的內部分析和外部核查。核查分析在長春黃金研究院完成。

表 11-1. 三山島礦區的重複和核查分析

	年	樣品數	失敗	通過率
內部核查	二零零二年	60	2	97
	二零零三年	31	0	100
	二零零四年	20	0	100
	二零零五年	32	2	94
	二零零六年	28	4	86
小計		171	8	95
外部核查	二零零二年	30	1	97
	二零零三年	15	1	93
	二零零四年至 二零零六年	20	0	100
小計		264	14	95

從二零一零年到二零一七年，選擇了 3,854 個樣品間隔進行核查分析。作為該測試的一部分，分析了由三山島實驗室測定的原始溝道樣品的 60 個內部重複樣品和 60 個核查樣品，

其中98%在可接受的範圍內。由煙台魯東分析檢測公司完成核查樣品分析。可接受的限值是相對於重複樣品和核查樣品分析結果的平均品位而設定的。平均品位大於1.0克／噸的重複樣品都少15%的相對標準偏差(RSD)，所有檢驗分析結果對報告的相對標準偏差小於13%。

同樣在二零一七年，山東黃金在－507和－560中段上共收集144份核實樣品作為溝槽樣品的現場重複數據，所有現場重複樣品的相對標準偏差均小於30%。

#### 11.5.2 倉上礦區

二零零六年，對38份內部重複樣品和40份外部核查樣品檢測進行了分析，所有結果均符合《岩礦分析質量要求和檢查辦法》(中國自然資源部一九九四年，國家標準DZ0130.3-94)的要求。核查化驗樣品在長春黃金研究院進行分析。

#### 11.5.3 曹家埠礦區

二零一二年，山東正元地質勘查院煙台實驗室抽取93個抽樣間隔進行抽樣檢測。作為本次檢測的一部分，選取30份樣品進行內部重複分析，30份樣品在中國冶金地質局山東省正元地質勘查院實驗室進行外部檢查分析。據報道，結果符合《岩礦分析質量要求和檢查辦法》(中國自然資源部一九九四年，DZ0130.3-94)的要求。

### 11.6 第11節評論

AAI沒有訪問山東黃金資源評估中使用的樣品分析實驗室。AAI參觀了三山島礦區實驗室，並對其程序進行了審查，它們基本符合用於分析勘探鑽孔樣品的樣品製備和分析程序要求。

火試驗方法是用於資源估算的全部黃金分析的國際標準。王水消化金檢測法不被AAI認為是標準的，因為它們不一定代表被分析樣品的總金含量。在AAI看來，只有在被證實與火測定分析結果一致時，王水黃金分析結果才是足夠的。山東黃金定期使用火試驗檢測分析確認王水消化黃金分析法，但這些數據並未提供給AAI。

AAI認為，作為驗證報告的一部分，三山島金礦的檢測質量保證和質量控制程序具有足夠的質量，始終如一的應用和定期監測。基於這些結果，原來的黃金分析具有可接受的準確和精確度的，以支持資源估計。

AAI認為，黃金分析具有可接受的質量，可用於資源估算。由於黃金分析是通過王水消化方法確定的，所以礦物資源的真實品位可能會輕微低估(0%至5%)。AAI建議山東黃金使用火分析方法分析所有樣品，或進行相當比例(至少10%)樣品的確認檢測分析。

AAI建議山東黃金在提交給化驗實驗室的所有樣品批次中包含足夠數量的參考樣品(標準樣品，重複樣品和空白樣品)以充分控制測定的準確性和精確度。

## 12 數據核實

### 12.1 數據庫

AAI沒有獨立驗證鑽孔數據庫。原始勘探記錄的孔口坐標、井下測量、地質測井或化驗證書都不可用。

AAI審查了山東黃金對原始勘探數據的彙編，但AAI沒有審查或獨立驗證原始鑽孔的位置、井下測量、化驗證書或地質測井記錄。AAI審查了山東黃金的分析複合程序，並確認計算的複合品位匹配顯示在用於估計礦物資源的縱向多邊形圖上的複合品位。

### 12.2 獨立的核查樣品

AAI在現場考察期間從三山島金礦井下和鑽孔岩芯中採集了10個樣品，以確認礦化的存在。AAI從生產的採場和山東黃金礦山代表礦產資源的鑽芯中選擇樣品。AAI認為，核查樣品結果顯示山東黃金存在顯著的金礦化。儘管某些樣品地點的預期品位與檢測品位之間存在差異，但這些差異不被AAI認為是顯著的。這些樣品總結在表12-1中。

地下岩渣和岩壁樣品的預期品位是由山東黃金最近分析的在AAI樣品採集點附近的溝槽樣品的平均品位。鑽孔樣品的預期品位是該區間的山東黃金報告的測定值。



表 12-1. 三山島金礦核查樣品

地點	樣品類型	樣品描述	預期品位	檢測品位
			(克/噸)	(克/噸)
新立礦區-533中段63採場	岩渣	灰色石英-絹雲母-黃鐵礦蝕變火成岩	1.69	1.74
新立礦區-533中段63採場	岩渣	灰色石英-絹雲母-黃鐵礦蝕變火成岩	1.69	0.87
三山島礦區-70中段SO2230採場	岩壁	灰色/棕褐色灰色石英-絹雲母-黃鐵礦 剪切元火成岩	1.25	0.98
三山島礦區-70中段SO2230採場	岩壁	灰色/棕褐色灰色石英-絹雲母-黃鐵礦 剪切元火成岩	1.25	0.53
三山島礦區-25中段512175採場	岩渣	灰色石英-絹雲母-黃鐵礦蝕變火成岩	1.12	0.17
新立勘探區KZK147-1 396.3-397.6	鑽孔	灰色剪切的石英-絹雲母-黃鐵礦 蝕變火成岩；散佈的	5.37	5.94
新立勘探區KZK147-1 397.6-398.9	鑽孔	灰色剪切的石英-絹雲母-黃鐵礦 蝕變火成岩；散佈的	4.94	4.24
新立勘探區KZK147-1 398.9-400.0	鑽孔	灰色剪切的石英-絹雲母-黃鐵礦 蝕變火成岩；散佈的	5.27	4.07
新立勘探區ZK71-9 1828.25-1829.25	鑽孔	灰色剪切的石英-絹雲母-黃鐵礦 蝕變火成岩；網狀脈	2.45	5.53
新立勘探區ZK71-9 1829.25-1830.25	鑽孔	灰色剪切的石英-絹雲母-黃鐵礦 蝕變火成岩；網狀脈	5.31	0.51
新立勘探區ZK71-9 1830.25-1831.25	鑽孔	灰色剪切的石英-絹雲母-黃鐵礦 蝕變火成岩；網狀脈	5.21	2.29

QSP = 石英-絹雲母-黃鐵礦；DH = 鑽孔

所有樣品均由AAI合資格人士直接收集。岩渣樣品是從新立礦區一個正在生產的井下採場爆破岩渣上抓取的樣品(圖12-1)。從三山島礦區岩壁採集樣品為溝槽樣品(圖12-2)。從新立村勘探區鑽孔分裂岩芯中取出鑽芯樣品，從原山東黃金取樣位置(圖12-3)中每四顆半芯取一顆。

核查樣品的黃金分析由通標標準技術服務(天津)有限公司(SGS-CSTC)在其中國天津的實驗室完成。AAI在現場考察期間收集了樣品，並保證安全，由AAI提供給礦場附近的獨立包裹運送服務商。包裹運送服務直接將樣品送到SGS-CSTC的實驗室。包裹跟蹤和收據已在每個轉運點為每批樣品簽署。將經過認證的分析黃金標準和認證空白樣品以每10-15個樣品一個標準或空白樣品的比例插入樣品裝運。插入的標準和空白樣品的分析與期望值的差異在可接受的範圍內，並且空白或標準樣品中沒有明顯的樣品污染。SGS-CSTC採用標準1—分析噸火試驗程序對樣品進行原子吸收處理(當金含量低於10克／噸)，在初步分析結果大於10克／噸時對樣品重量分析。

AAI審查了山東黃金提供的岩芯數據，並對選定的岩芯盒子進行了抽查，發現它是可以接受的。

### 12.3 礦井和地面設施現場考察

AAI於二零一七年八月二十九日及三十日考察了三山島及新立礦區的井下作業，兩次都是乘坐人員運輸車輛進入三山島礦區入口處。AAI沒有檢查曹家埠和倉上礦區，因為它們只是該礦產資源的一小部分。於二零一七年八月二十九日，AAI首次參觀新立礦區－553米中段的採場。在63號採場，AAI觀察了幾個生產的工作面，並從兩個巷道岩渣堆上收集了兩個岩渣核查樣品。山東黃金人員報告說63號採場是一個活躍的採場，但是AAI沒有見證採礦作業。AAI然後穿過地下礦井連接到－71米中段的三山島礦區。AAI觀察到兩條巷道，沿著兩條巷道的岩壁收集目擊樣品。山東黃金人員說63號採場是一個生產採場，但AAI沒有看見採礦作業。



圖 12-1. 新立礦區－553中段63號採場岩渣樣品地點



圖 12-2. 三山島金礦－70 中段 SO2230 採場岩壁取樣點  
(圖片顯示的寬度大概是 4 米)



圖 12-3. KZK147-1 鑽孔取樣

AAI 還參觀了三山島金礦的幾個地面設施，包括三山島礦區卡車車間、生產豎井和礦山檢測實驗室(圖 12-4 至 12-6)。AAI 觀察到三山島礦井的礦石被運送到地面的箕斗。AAI 在三山島檢測實驗室觀察了一批正在進行分析的七個礦石控制岩渣樣品。礦區實驗室對每天的礦石控制和生產樣品進行分析，並採用與三山島礦區測定實驗室類似的程序，對用於礦產資源評估目的的所有溝槽和鑽孔樣品進行分析。在第 14 節「礦產資源」中所描述的礦產資源評估中沒有採用三山島礦區實驗室測定的分析結果。



圖 12-4. 三山島礦區卡車車間



圖 12-5. 三山島礦區生產豎井



圖 12-6. 三山島礦區實驗室樣品製備

二零一七年八月三十日，AAI再次參觀三山島和新立礦區。AAI走訪了三山島礦區的兩個採場，其中一個在-525米中段，另一個在礦井的上部中段。AAI在每個採場看見了人



員的鑽孔作業，礦區與卡車和鏟運機(LHD)一起工作。AAI還參觀了當時沒有運行的地下破碎機，但是經開機測試可以正常運作。AAI隨即前往新立礦區豎井，看見一處礦石箕斗提升到地面。AAI隨後前往參觀了新立礦區地面破碎機和加工設施，這些破碎機和加工設施在訪問時發現沒有運行。

#### 12.4 內部數據核實

根據中國自然資源部的要求，礦山必須定期提交核查報告。核查過程要求對勘探、地質、採樣、水文地質和生產數據和記錄、採礦和加工情況、額外採樣以及確認加工率和報告的「資源和儲量」符合中國有關規定進行審查。這些報告也被用來評估採礦消耗和補充報告的「資源和儲量」。

三山島和新立礦區的最新報告於二零一七年六月完成，倉上礦區為二零零六年，曹家埠礦區為二零一三年十二月。

雖然這些報告與西方數據核實報告並不直接相同，但在每份更新的核查報告中，對額外樣品(包括基本、複合和密度樣品)的要求，可以對比正在編製的核查報告和上一次報告來核查其品位和密度範圍。另外，核查報告要求將一定比例的基本樣品和複合樣品送到外部實驗室進行檢測分析。

報告中進行的數據檢查沒有發現在編製的核查報告和上一次報告之間在品位範圍或密度值方面有任何重大差異。

#### 12.5 第12節評論

AAI沒有獨立審查鑽孔數據庫。原始勘探記錄的井口坐標、井下測量、地質記錄或化驗證書不可用。

AAI審查了山東黃金對原始勘探數據的彙編，但AAI沒有審查或獨立核實原鑽孔位置、井下測量、化驗證書或地質記錄。AAI審查了山東黃金的分析複合程序，並確認在礦化區連續的情況下，計算的複合品位匹配顯示在用於估計礦物資源的縱向多邊形圖上的複合品位。然而，確定該區域分裂成一個或多個礦脈或分支並且具有2米或更大的夾層區域的情況下，中國自然資源部允許不正確的複合。該方法允許在高於所定義的邊界品位的情況下將每個礦脈的品位和厚度相加，而不加低於邊界品位的材料的厚度。這不符合行業最佳實踐。有大量低於邊界品位材料的礦脈存在有可能並無開採利潤的風險。將這種材料納入貧化計算和礦山設計可以減輕這種風險。

根據現場考察、獨立核查樣品結果、生產歷史、可用核實報告和中國數據收集和資源評估協議，AAI認為現有數據將支持對礦產資源的估算。

### 13 礦物加工和冶金試驗

迄今為止，對從現有的選礦廠選取的樣品已經完成了一些選礦試驗項目，這些礦樣代表了目前新立和三山島礦區地下作業開採的礦石。選礦試驗納入了二零零七年啟動的中國恩菲工程有限公司(中國恩菲(二零零七年))的初步報告中，概述了一系列試驗項目，包括以下幾個方面：

- 礦物學和化學分析
- 物理測試
- 浮選試驗
- 高壓輾磨試驗
- 輔助試驗(例如沉澱、過濾等)

建議對浮選作業進行進一步測試，以進一步優化選礦廠運行。

#### 13.1 礦樣選擇

中國恩菲(二零零七年)分析表明，一些來自目前和擬建礦區的礦樣已被用於各種試驗項目中。沒有具體表明這些礦樣的尺寸及組成，並且不知礦樣是否直接採自岩芯，或是否是大樣，或是否為選礦廠礦樣。報告中沒有提供礦樣組成的細節。也不確定是否進行了可變性試驗。

#### 13.2 礦物學分析

三山島金礦屬於蝕變型金礦，含金蝕變帶系由花崗岩熱液蝕變而發生。主要礦物包括石英、絹雲母和黃鐵礦佔主導地位的硫化物。金和銀主要與黃鐵礦有關，其次是毒砂、閃鋅礦、方鉛礦、黃銅礦和一些粗金。主要脈石礦物為石英、絹雲母、殘餘長石，次之為碳酸鹽類礦物(方解石、白雲石、菱鐵礦等)。也含有少量銅、鉛及鋅硫化物。



據觀測，粗金一般小於30微米。

### 13.3 物理測試

中國恩菲(二零零七年)報告概述的礦石的物理特徵僅限於基本密度和單軸抗壓強度。礦石的單軸抗壓強度在50-70兆帕的範圍之內，被認為較低。

中國恩菲(二零零七年)報告沒有包括破碎機工指數和磨損指數的結果。可以認為，僅僅做了有限的物理特性測試工作是由於在目前的選礦生產中已經積累了大量知識。對球磨方面來說已經足夠。

### 13.4 浮選試驗

作為中國恩菲(二零零七年)研究的一部分，浮選試驗結合現有和未來礦山的礦樣。進行的幾次試驗既包括單獨礦區的礦樣又包括各礦區的混合礦樣，以評估所有浮選結果的差異。

此試驗包括初步的範圍測試，以確定在「典型」藥劑情況和浮選時間條件下的浮選特點。緊接著進行閉路試驗，目的為優化每個礦樣的浮選回收率。試驗提供了對精礦回收率特徵和浮選尾礦特徵的理解，以及在更為精確地反映選礦廠的條件下，精選流程中可能的循環負荷。

結果表明，當前礦石(目前開採並在現有的選礦廠加工的礦石)和擬採礦石的浮選反應非常相似，結果幾乎相同。

目前開採的新立礦區礦樣結果如下表13-1。

表13-1. 浮選試驗結果－新立礦區礦樣

產品名稱	產率	金品位	金回收率
	(%)	(克/噸)	(%)
精礦	5.46	30.65	95.16
尾礦	95.54	0.09	4.84
原礦	100.00	1.76	100.00

三山島礦區礦樣的結果如下表13-2。

表 13-2. 浮選試驗結果－三山島礦區礦樣

產品名稱	產率	金品位	金回收率
	(%)	(克／噸)	(%)
精礦	5.81	28.14	94.04
尾礦	94.19	0.11	5.96
原礦	100.00	1.71	100.00

新立和三山島礦的混合礦樣浮選結果見表 13-3。試驗礦樣中新立與三山島礦樣比為 78.95% 比 21.05%。

表 13-3. 浮選試驗結果－混合礦礦樣

產品名稱	產率	金品位	金回收率
	(%)	(克／噸)	(%)
精礦	5.60	30.15	94.71
尾礦	94.40	0.10	5.29
原礦	100.00	1.78	100.00

「混合礦」包括新立和三山島礦區的礦樣。

試驗結果(中國恩菲(二零零七年))還反映了當前選礦廠的特徵，這意味著礦樣是有代表性的。

在幾次試驗中採用不同磨礦粒度，其結果顯示 75 微米是浮選最佳粒度。細磨有可能稍微提高精礦品位；然而，產出率和金總回收率會受到負面影響。細磨還將導致功耗增加。

### 13.5 高壓輥磨試驗

中國恩菲(二零零七年)報告表明，一個大樣本礦樣被送往位於德國的高壓輥磨(HPGR)製造商 Koppers 處進行了破碎試驗，以評估高壓輥磨性能。結果表明，該礦石反應良好，在典型的功耗下，可以從 25 毫米破碎至小於 10 毫米。

在中國恩菲(二零零七年)報告中，用於 HPGR 試驗的礦樣的構成沒有詳細說明，但其被認為是直接來自目前正在生產的新立和三山島礦的礦石。

### 13.6 輔助試驗

有限的輔助試驗，如濃縮和過濾的數據，已被提供以備審查。然而，物料目前是由兩個現有選礦廠來加工，因此這些物料的特性已被很好地掌握，並且從這些生產中得到的數據和經驗可被用作新設計的基礎。

## 14 礦產資源估計

### 14.1 礦產資源分類系統

加拿大證券管理局於二零零零年制訂及根據加拿大證券法第143條頒佈的礦產項目披露準則國家指引43-101（「NI 43-101」）載列加拿大礦產項目的披露準則。NI 43-101亦是根據聯交所主板上市規則第18.29章在聯交所進行報告的認可標準，獲多個於聯交所上市的中国上市公司採用作礦產項目披露用途。於本報告內，礦產資源及礦產儲量是根據二零一四年五月的加拿大採礦、冶金及石油協會（CIM）礦產資源及礦產儲量定義標準（二零一四年CIM定義標準）以及按引用方式載入礦產項目披露準則NI 43-101（於二零一六年五月九日修訂）中的二零零三年十一月CIM礦產資源及礦產儲量估計最佳常規指引（二零零三年CIM最佳常規指引）載述。

根據二零一四年CIM定義標準，礦產資源定義如下：

**礦產資源**—是指富集或賦存在地殼內中具有經濟意義的固體物質，其形態、品位（或品質）及數量具有最終經濟開採的合理預期。礦產資源的位置、數量、品位（或品質）、連續性及其他地質特徵根據取樣等特定的地質依據和認識得以確信、估計或解釋。

為了增加地質可靠性，礦產資源可劃分為推斷、控制和探明。推斷礦產資源的可靠程度低於控制礦產資源的可信程度。控制礦產資源的可靠程度高於推斷礦產資源的可靠程度，但低於探明礦產資源的可靠程度。資源分類在二零一四年CIM定義標準中定義如下：

**推斷礦產資源**—礦產資源的一部分，其數量和品位或品質是根據有限的地質證據和取樣檢驗估計的。地質證據足以推斷但不確認地質和品位或品質的連續性。推斷礦產資源的可靠程度低於控制礦產資源的可靠程度，不能轉換為礦產儲量。有理由預計，大部分推斷礦產資源可以通過繼續勘探而升級為控制礦產資源。

**控制礦產資源**－礦產資源的一部分，其數量、品位或品質、密度、形狀和物理特徵有足夠的可靠度進行估算，以便足夠詳細地對修改因數的調整，以支持對礦床進行礦山規劃和評估經濟可行性分析。地質證據來源於充分詳細和可靠的勘探、取樣和測試，足以推定取樣點之間的地質和品位或品質連續性。控制礦產資源的可靠程度低於探明礦產資源的可靠程度，並且只能轉換為可信儲量。

**探明礦產資源**－礦產資源的一部分，其數量、品位或品質、密度、形狀和物理特徵有足夠的可靠度進行估算，足以允許對修改因數的調整來支持對礦床的詳細礦山規劃和最終的經濟可行性評估。地質證據來自詳細和可靠的勘探、取樣和測試，足以確認取樣點之間的地質和品位或品質連續性。探明礦產資源比控制礦產資源或推斷礦產資源具有更高的可靠程度。它可以被轉換成證實儲量或可信儲量。

礦產資源量並非鑽探或取樣後不考慮邊際品位、可能的開採對象的空間、位置或連續性而獲得的所有礦化量。礦產資源量是能夠實現的礦化量，即在假定且合理的技術、經濟和開發條件下有可能全部或部分成為經濟可採的礦化量。

本報告中所示探明及控制礦產資源包括礦產儲量。

#### 14.2 中國自然資源部的礦產資源評估方法

山東黃金和中國其他金礦資源的估算和分類嚴格遵循中國自然資源部的管理，根據於二零零三年三月一日生效的固體金礦勘探規範(中國自然資源部二零零二年)所定義。資源估算是基於明確規定的參數，其中包括地質複雜程度分類、最低品位、最小厚度和特高品位封頂程序等。資源通常由礦山地質學家和工程師和／或第三方實體(包括學校、科研機構和政府機構)進行估算。通常在年底或其他特定時間對資源進行重新估算，以對採礦枯竭和新的地質資料調整進行解釋說明。

資源和儲量必須每年或更頻繁地向政府監管機構進行報告以得到批准，通常批示級別為省或市級政府單位。因此，資源和儲量評估是常規工作，但有時需要嚴格的獨立審計。儲量開採計劃必須提前獲得批准，通常在每年初，計劃與生產指標在期末進行核對。

根據固體金礦勘探規範(中國自然資源部二零零二年)，山東黃金的資源估算程序已在所有礦權中標準化。資源估算採用將塊體進行水平(平面圖)或垂直(縱向)投影來代表具有高或低傾角度的層狀礦脈系統。塊體方法是中國估算層狀礦藏使用最廣泛的方法之一。

該方法的主要程序、參數和分類如下所述。

#### 14.2.1 經濟參數

資源量估算的主要經濟指標被稱為固體黃金勘探規範中的工業指標(中國自然資源部二零零二年)。最低工業指標適用於各種類型的礦藏，但可根據經營者的意願進行調整，以改善經濟和風險以及其他原因。指標包括相關金屬的邊界邊界品位、塊體邊界品位、礦床邊界品位、最小採礦寬度和最小廢石貧化尺寸。指標在得到監管部門的批准下可以修改和更新。表14-1總結了目前用於劃分資源塊體的工業指標。

當礦化厚度小於最小開採寬度但是金品位相對較高時，可採用塊體品位和塊體厚度的乘積作為替代的邊界品位。

儘管資源資格基於黃金含量，邊界指數被指定用於相關礦物。根據《礦產資源綜合勘查評價規範》(GB/T 25283-2010)(中國國家標準化管理委員會二零一零年)，相關礦物的行業邊界值一般為：Ag: 2.0克/噸、硫(S): 2.0%wt、銅(Cu): 0.1%wt、磁性鐵(mFe): 15.0%wt、鉛(Pb): 0.2%wt及鋅(Zn): 0.2%wt。

表 14-1. 三山島金礦資源評估的經濟指標

礦權	邊界	塊體	礦床	厚度	最小	最小廢石	礦脈中	礦脈間
	邊界品位	邊界品位	邊界品位	邊界品位	開採寬度	排除寬度	最小廢石 排除長度	最小廢石 排除長度
	金(克/噸)	金(克/噸)	金(克/噸)	金(克/ 噸-米)	(米)	(米)	(米)	(米)
三山島礦區(C1000002011024120106484)	1.00	2.00	3.00	1.60	0.8	2.0	10.0	20.0
新立礦區(C1000002011024110106485)	1.00	2.00	NA	6.00	0.8	2.0	10.0	20.0
曹家埠礦區(C3700002009074110029880)	1.00	2.50	4.50	2.00	0.8	2.0	15.0	30.0
倉上礦區(C1000002009124120048090)	1.50	2.00	3.00	NA	1.0	1.0	NA	NA
曹家埠詳查區(T37120090602029714)	1.00	2.50	4.50	2.00	0.8	2.0	15.0	30.0
新立 55-91 線勘探區(T01120080402000388)	1.00	2.00	3.00	1.60	0.8	2.0	10.0	20.0
三山島周邊詳查區(T37120081102017084)	1.00	2.00	3.00	1.60	0.8	2.0	10.0	20.0
新立村勘探區(T01120091002035409)	1.00	2.00	3.00	1.60	0.8	2.0	10.0	20.0

註：

1. NA = 不適用。
2. 高於邊界邊界品位但低於塊體邊界品位的塊體被指定為「低品位」塊體。在與礦山規劃相容的情況下，可開採「低品位」塊體。
3. 最小廢石排除寬度是用於處理截距為單個或礦脈間的最小間距。間距必須結合起來並作為一個礦脈進行處理，礦脈的綜合品位用介入的廢物貧化，寬度低於最小值。
4. 最小廢石排除長度是在資源塊體之間留下的廢石塊體的最小長度，可以在礦脈內或在兩個單獨的礦脈之間走向或傾向。廢石必須與資源塊體相結合，造成貧化的分離長度低於最小值。



#### 14.2.2 特高品位

根據固體金礦勘探規範(中國自然資源部二零零二年)，具有異常高品位的黃金或其他金屬(品位離群值)的樣品被稱為特高品位。所計算的每個礦化帶的異常值閾值是礦床樣本總體平均品位的六到八倍。較低的倍數適用於更均勻品位的礦藏，較高的倍數適用於多變的礦藏。在資源豐富的塊體中，超出異常閾值的樣品被含有異常閾值的鑽孔或巷道樣本的長度加權平均(綜合)品位所替代。對於薄塊體，異常閾值被塊體本身的平均品位所取代。如果塊體的平均厚度是最小開採寬度的七倍，則塊體通常被認為是「厚的」。

#### 14.2.3 塊體方法

估算礦產資源時，使用MapGIS (Zondy Cyber二零一七年)軟件將與每個特定礦化帶(礦化脈或礦脈系統)相關的鑽孔截距和巷道樣品分解為平面圖(水平)或垂直(縱向)投影。垂直投影主要適用於急傾斜區域。

每個礦化區被細分成由樣品點(即鑽孔或刻槽樣品)限定的品位塊體。在礦化區內部，在採樣點定義塊體邊界的頂點(角點)的採樣點之間插入塊體。若以沿巷道、天井及斜坡的刻槽樣品定義塊體邊界，則位於塊體一處或多處邊緣的其他樣品點亦計入在內。內部塊體通常由三個或四個採樣點定義以產生三角形或四邊形塊體。

礦床周邊的塊體從礦化區向外延伸一定的距離，礦化預計會進一步超過採樣限制。外延距離取決於地質環境，但一般不超過15至30米。外延塊體分配最低的地質可信程度。對於塊體結構，遠端鑽孔通常不予考慮。

圖 14-1 給出了 MapGIS 中品位塊體構造的一個例子。

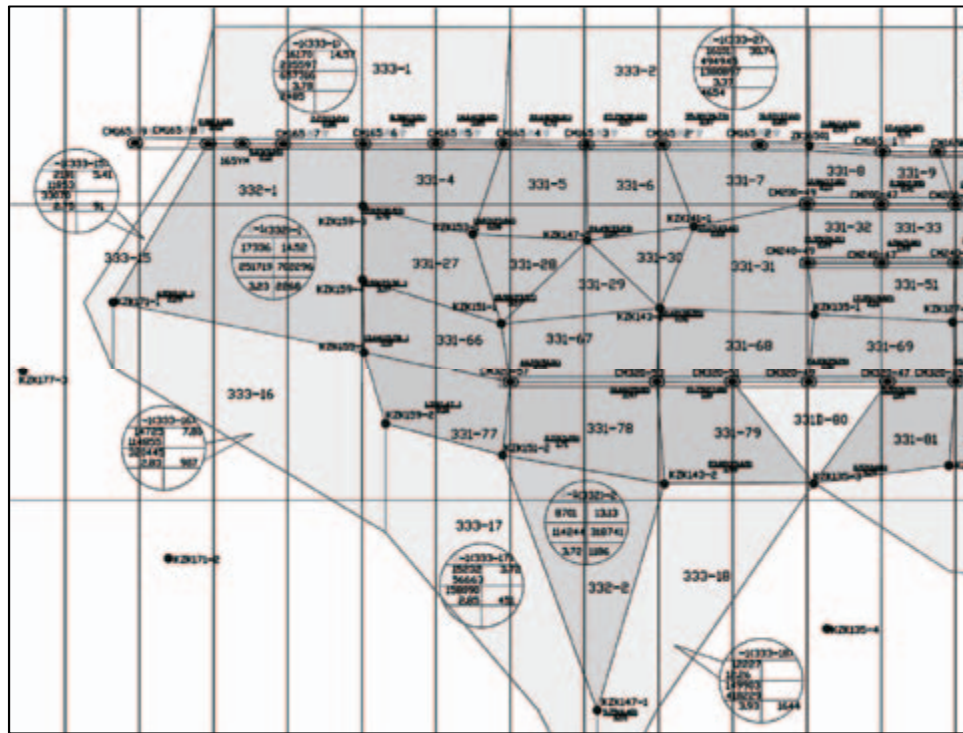


圖 14-1. 三山島礦區品位塊體－縱投影圖

塊體體積是通過使用 MapGIS (Zondy Cyber 二零一七年) 軟件將樣本交點的實際長度解析為礦床投影坐標系中的投影長度來計算的。將塊體頂點處的投影長度平均並乘以塊體的投影面積以計算體積。根據噸位因素，產量轉換為噸(表 14-2)。

對於每個採樣間距，金屬品位是以長度加權為基礎進行複合的。在每個樣本位置使用礦化帶真實厚度對複合礦物品位進行長度加權平均。複合礦物品位的平均值被分配給塊體。對黃金和伴生礦物的品位進行計算。

資源總噸量為單個塊體噸量的總和。資源噸量指在採礦過程中未調整資源損失或貧化情況下的總噸量。資源總品位為噸位加權平均值。

#### 14.2.4 噸位因子

塊體體積根據噸位因子(體積密度)轉換為噸量。噸位因子是根據統計顯著數量的鑽孔、抽取和巷道樣品的密度測量值而確定的。通常，對每個礦化區測試最少 30 個樣品。水分含量超過 3.0% (重量) 時一般需進行修正。表 14-2 總結了用於資源估算的噸位因子。密度測定在 11.2 節中描述。

表 14-2. 三山島金礦噸位因子

許可證	噸位因子 (噸/立方米)
三山島礦區(C1000002011024120106484)	2.79
新立礦區(C1000002011024110106485)	2.79-2.81
曹家埠礦區(C3700002009074110029880)	2.97
倉上礦區(C1000002009124120048090)	2.83
曹家埠詳查區(T37120090602029714)	2.79
新立 55-91 線勘探區(T01120080402000388)	2.79
三山島周邊詳查區(T37120081102017084)	2.79
新立村勘探區(T01120091002035409)	2.79

#### 14.2.5 地質統計學礦帶分析和變異圖分析

AAI對三山島金礦主礦區內的金礦化三維連續性進行了地質統計學分析。這項工作是為了支援AAI使用的資源分類的資料密度要求。使用Snowden Supervisor® (版本8,7.0.1)軟件的統計分析模組完成統計分析。

基於鑽孔樣品分析的3米含礦段完成了變異函數分析，並顯示了在大約140米的礦脈平面內的最大範圍。這個最大範圍值用於指導14.3.1節中討論的資源分類資料間隔。

黃金累計頻率圖列示於圖14-2。沿著明顯走向及下傾方向的三山島礦脈變異圖列示於圖14-3及圖14-4。

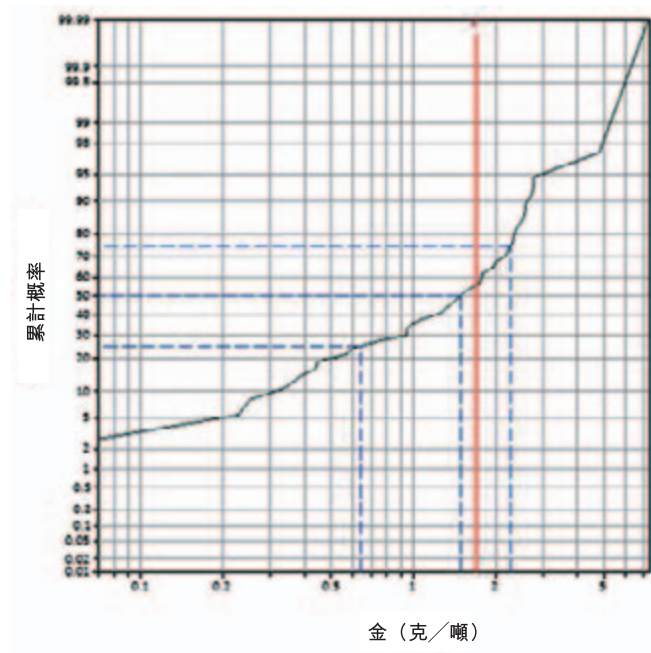


圖 14-2. 三山島礦區，三山島礦脈黃金合成累計頻率圖

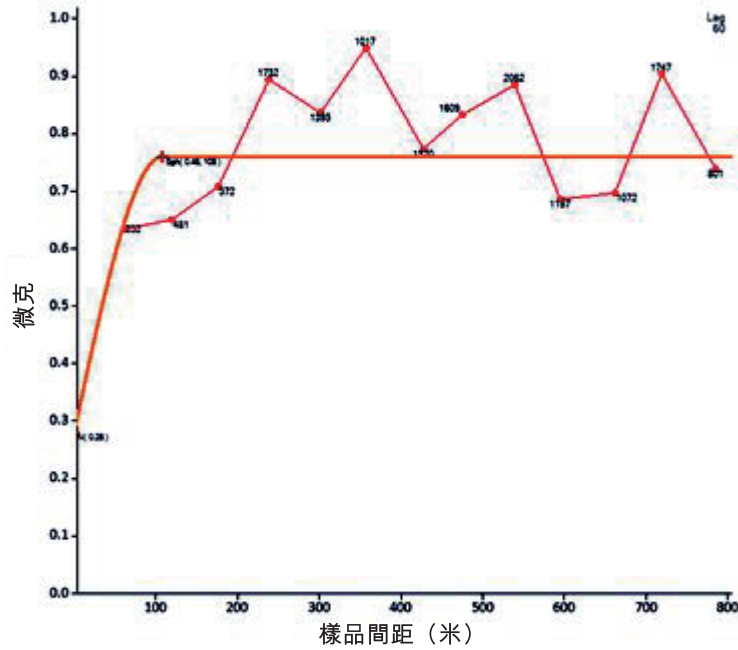


圖 14-3. 三山島礦區，三山島礦脈 - 沿著明顯走向黃金 (克/噸) 複合樣本 3D 成對相關變異圖

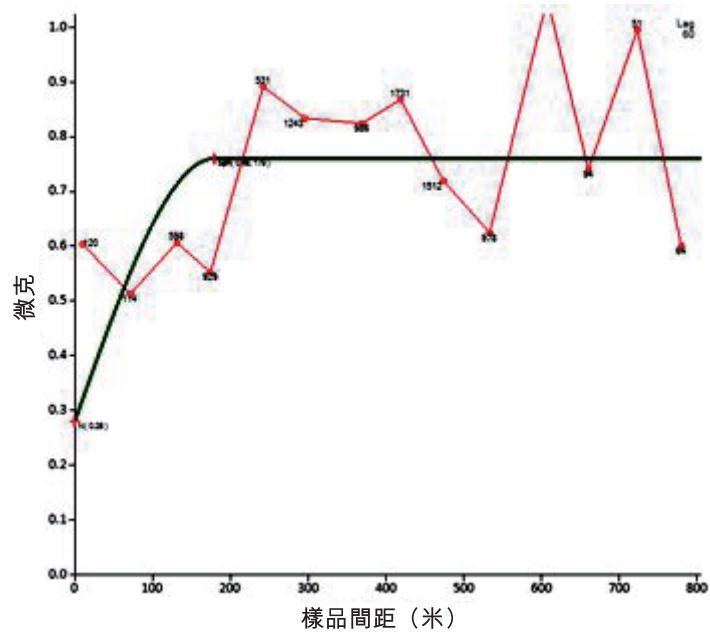


圖 14-4. 三山島礦區，三山島礦脈 - 沿著明顯下傾黃金 (克/噸) 複合樣本 3D 成對相關變異圖

#### 14.2.6 估算審核

獨立的政府和學術機構進行的各種研究得出結論，山東黃金礦山特別採用的塊體方法符合固體金礦勘探規範(中國自然資源部二零零二年)，該方法的估算結果對根據中國標準呈報而言可靠。

#### 14.3 AAI二零一四年CIM定義標準調整

如前述章節(14.2中國自然資源部的礦產資源評估方法)所討論，山東黃金及中國其他金礦資源的估計及分類受中國自然資源部嚴格監管，估計及分類定義見二零零三年三月一日生效的《岩金礦地質勘查規範》(中國自然資源部二零零二年)。在該制度下，利用山東黃金現時應用的方法估計資源，該方法符合中國資源估算和分類要求。山東黃金基於鑽孔和刻槽樣品分析結果，開發了多邊形區塊模型。根據中國自然資源部定義的經濟指標(如邊界品位和礦脈厚度)計入或刪除區塊。

二零一四年CIM定義標準要求礦產資源至少在概念性開採情景中展示最終經濟開採的合理前景。山東黃金是一家成熟的採礦公司，已經使用現有的地下採礦和洗礦方法生產黃金和其他金屬。概念性開採情景乃基於現有運營中的三山島金礦礦藏。該等方法及其經濟可行性在第16節至第22節中討論。與概念性開採假設相關的經濟邊界及適用於資源估計的經濟邊界在第14.2節中國自然資源部的礦產資源評估方法中討論。

AAI的合資格人士調整了各區塊相應的噸位和品位估算值以符合二零一四年CIM定義標準。基於多種標準(參考資源分類一節中的討論)，並通過審查及重新估計區塊噸位和品位以確定要報告的區塊符合最終經濟開採合理前景的考慮因素，賦予各區塊置信度類別。對每個區塊的噸位和金屬含量進行了計算以確定每個置信度類別的資源。

#### 14.3.1 資源分類

總之，AAI接受了中國自然資源部區塊幾何體，但單獨審查了各區塊以適應CIM標準，而面積、厚度、噸位及加權平均品位則由AAI重新計算。區塊值按照多種來源的報告化驗值、鑽孔或刻槽樣品厚度、面積及噸位(比重)予以核實，並檢查以保持一致。每個礦場的最小品位及採礦寬度都有一個最小報告區塊邊界，通常約為1.0克/噸黃金及0.8至1.0米厚，後者取決於礦床的連續性及傾斜度。如礦化區分裂成一個或多個礦脈或分支並且具有2米或更大的夾層區域(參見12.3數據審查)的情況下，中國自然資源部系統允許不正確的複合。該方法允許在高於所定義的邊界品位的情況下將每個礦脈的品位和厚度相加，



而不加低於邊界品位的材料的厚度。這不符合行業最佳實踐。在這種情況下，該等資源被 AAI 降級為推斷。AAI 的合資格人士排除了這樣的區塊，因為它們不符合 CIM 標準納入資源估計，即使在最低置信水平。

AAI 的合資格人士根據與各區塊相關的地質置信水平將資源區塊分類為探明、控制或推斷，主要指品位、厚度及地質連續性的可預測性。多個標準有助於根據情況考慮的分類，包括地質控制程度、與沉積模式的一致性、礦床中的位置、相鄰區塊的分類、活躍礦區中礦化區相鄰部分的採礦經驗以及所開採物料噸位及品位與區塊估計所預測者的調節。

以下標準用來進行礦產資源分類：

- 並無探明資源。
- 塊體分類屬於控制礦產資源：
  - 假定礦化體的地質和品位連續性及
  - 塊體由四個或更多的礦化截距支撐，塊體面積小於 13,225 平方米(相當於 115 米 × 115 米的網格間距)或
  - 塊體由三個礦化間距支撐，塊體面積小於 6,613 平方米(相當於 115 米 × 115 米的網格間距)。
- 塊體分類屬於推測礦產資源：
  - 推測礦化體的地質和品位連續性及
  - 塊體由四個或更多的礦化截距支撐，塊體面積大於 13,225 平方米(相當於 115 米 × 115 米的網格間距)或
  - 塊體由三個礦化間距支撐，塊體面積大於 6,613 平方米(相當於 115 米 × 115 米的網格間距)或
  - 塊體由鑽孔及／或井下刻槽取樣中的兩個礦化間距支持。

如果只有一個礦化間距支持塊體，塊體不分類。



可能導致可信度分級升級的可信程度修正因數包括：

- 存在的遠端鑽孔超出了提供周邊地質控制的周邊礦塊的限制。
- 存在勘探平巷或聯絡巷(即必須是塊體頂點之一)。
- 塊體是否與礦山工作面相連。
- 一個或多個截距是否基於來自聯絡巷的刻槽樣本。

可能導致可信程度分類降低或被排除的可信度分類修改因子包括：

- 樣品控制不佳的大面積塊體。
- 樣本點間間距縱橫比不統一的(細長)塊體。
- 低於或超出強制採礦限制的塊體。
- 空的塊體。
- 孤立或遠程塊體。

圖 14-5 和 14-6 是在三山島和新立礦區許可範圍內採用品位塊體進行礦產資源分類的代表性案例。

#### 14.3.2 最終經濟開採合理的前景注意事項

評估每個塊體最終經濟開採的合理前景僅基於黃金考慮。礦產資源被假定為可能採用地下開採方法進行開採，例如目前正在使用的橫向上向充填採礦法和房柱式採礦方法。在將礦產資源轉換為礦石儲量時(參見第 15 章)，考慮到修正因數，該礦石儲量估算適用於 0.99 克／噸金的邊界品位。為了確保每個礦產儲量具有相同的礦產資源塊體，並且礦產資源估計可適應未來的開採要求或貧化等礦山規劃的考慮事項，選擇較低的 1 克／噸金邊界品位作為塊體邊界品位。如果礦產資源塊體的最小厚度為 0.8-1 米(取決於礦化帶)且滿足 1 克／噸的黃金邊界品位，則認為礦產資源塊體是可合理採用地下開採方法開採的經濟開採前景金。黃金價格假設為 1,231.03 美元／盎司。黃金冶金回收率為 94.4%。

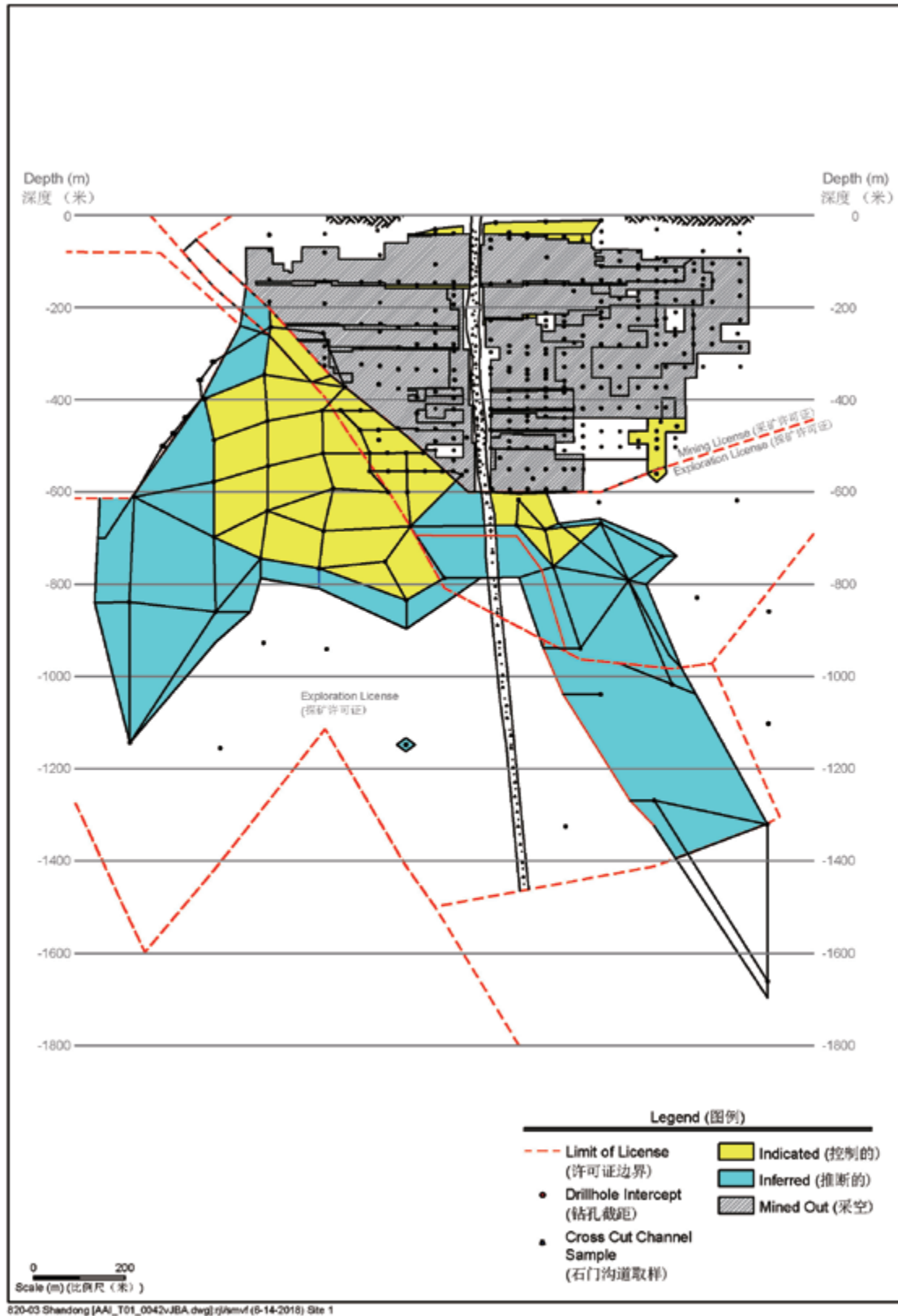


圖 14-5. 三山島礦區礦產資源分類 - 水平投影(縱切面)

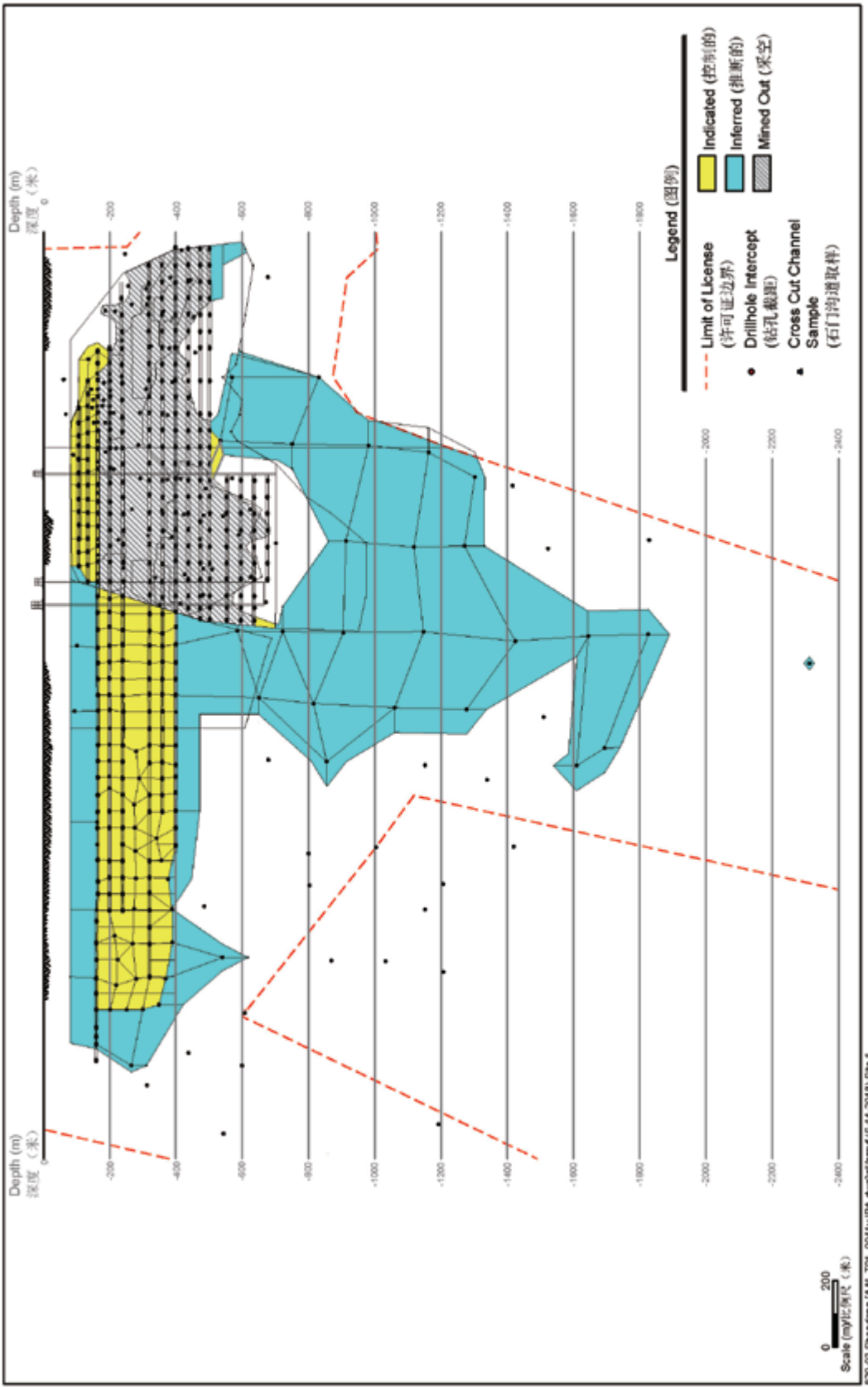


圖 14-6. 新立礦區礦產資源分類 - 水平投影 (縱切面)

## 14.3.3 開採協調注意事項

儘管在呈報礦產資源估算時，地質統計和統計建模方法是當前工業規範的方法，但塊體模型被認為是估算三山島金礦礦產資源的可接受方法。

模型和採礦噸位之間的協調被用來檢驗塊體估算和山東黃金礦產資源估算方法的可靠程度。根據塊體建模的一年產量預測與山東黃金礦山實際年終生產量之間的比較證明，塊體方法估算值在實際容差範圍內是可接受的。考慮到計劃中的開採損失和貧化，開採的噸量和黃金品位通常與一年預測噸相匹配，品位在幾個百分點或更高。一年預測的可靠性增強了對資源分類的信心。

## 14.4 礦產資源報表。

三山島金礦礦產資源量估算見表14-3，生效日期為二零一八年三月三十一日。礦產資源量按照二零一四年CIM定義標準報告。山東黃金直接擁有或與山東黃金集團達成協議控制了表14-3所列礦產資源的100%。礦山技術服務有限公司的Todd Wakefield（採礦、冶金及勘查協會註冊會員）對資源估算進行了評估，該公司是獨立於山東黃金的合資格人士。報告的礦產資源包括礦石儲量。非礦產儲量的礦產資源不具有經濟可行性。

圖14-7及14-8為列示三山島金礦（南）及（北）的鑽孔及取樣位置的平面圖。礦脈上表面三維斜視圖載於附錄B。

黃金是主要的資源商品。

**表 14-3. 三山島金礦礦物資源**

（生效日期二零一八年三月三十一日）

礦產資源分類	噸數 (百萬噸)	屬於山東 黃金100% 的噸數		金屬量		屬於山東黃金100% 的金屬量	
		品位	品位	金(噸)	銀(噸)	金(噸)	銀(噸)
		金(克/噸)	銀(克/噸)				
三山島礦區(C1000002011024120106484)							
探明	無	無	無	無	無	無	無
控制	0.38	0.38	3.94	無	1.50	無	1.50
探明和控制小計	0.38	0.38	3.94	無	1.50	無	1.50

礦產資源分類	噸數 (百萬噸)	屬於山東 黃金 100% 的噸數		品位		金屬量		屬於山東黃金 100% 的金屬量	
						金(噸)	銀(噸)	金(噸)	銀(噸)
				金(克/噸)	銀(克/噸)				
推斷	無	無	無	無	無	無	無	無	無
<b>新立礦區(C1000002011024110106485)</b>									
探明	無	無	無	無	無	無	無	無	無
控制	1.43	1.43	2.84	無	無	4.08	無	4.08	無
探明和控制小計	1.43	1.43	2.84	無	無	4.08	無	4.08	無
推斷	0.45	0.45	2.30	無	無	1.03	無	1.03	無
<b>曹家埠礦區(C3700002009074110029880)</b>									
探明	無	無	無	無	無	無	無	無	無
控制	0.25	0.25	7.11	無	無	1.79	無	1.79	無
探明和控制小計	0.25	0.25	7.11	無	無	1.79	無	1.79	無
推斷	0.0026	0.0026	4.68	無	無	0.01	無	0.01	無
<b>倉上礦區(C1000002009124120048090)</b>									
探明	無	無	無	無	無	無	無	無	無
控制	0.63	0.63	3.35	無	無	2.11	無	2.11	無
探明和控制小計	0.63	0.63	3.35	無	無	2.11	無	2.11	無
推斷	0.05	0.05	3.36	無	無	0.18	無	0.18	無
<b>曹家埠詳查區(T37120090602029714)</b>									
探明	無	無	無	無	無	無	無	無	無
控制	0.03	0.03	9.46	無	無	0.30	無	0.30	無
探明和控制小計	0.03	0.03	9.46	無	無	0.30	無	0.30	無
推斷	0.04	0.04	10.86	無	無	0.38	無	0.38	無
<b>新立 55-91 線勘探區(T01120080402000388)</b>									
探明	無	無	無	無	無	無	無	無	無
控制	6.00	6.00	3.18	無	無	19.05	無	19.05	無
探明和控制小計	6.00	6.00	3.18	無	無	19.05	無	19.05	無
推斷	5.07	5.07	2.72	無	無	13.77	無	13.77	無

礦產資源分類	噸數 (百萬噸)	屬於山東 黃金 100% 的噸數		品位		金屬量		屬於山東黃金 100% 的金屬量	
				金(克/噸)	銀(克/噸)	金(噸)	銀(噸)	金(噸)	銀(噸)
<b>三山島外圍詳查區(T37120081102017084)</b>									
探明	無	無	無	無	無	無	無	無	無
控制	3.23	3.23	2.88	無	9.29	無	9.29	無	無
探明和控制小計	3.23	3.23	2.88	無	9.29	無	9.29	無	無
推斷	3.58	3.58	2.78	無	9.95	無	9.95	無	無
<b>新立村金礦勘探區(T01120091002035409)(重續中)</b>									
探明	無	無	無	無	無	無	無	無	無
控制	17.21	17.21	2.70	無	46.41	無	46.41	無	無
探明和控制小計	17.21	17.21	2.70	無	46.41	無	46.41	無	無
推斷	31.03	31.03	3.16	無	98.16	無	98.16	無	無
<b>所有許可證</b>									
探明	無	無	無	無	無	無	無	無	無
控制	29.17	29.17	2.90	無	84.53	無	84.53	無	無
探明和控制小計	29.17	29.17	2.90	無	84.53	無	84.53	無	無
推斷	40.22	40.22	3.07	無	123.50	無	123.50	無	無

## 註：

1. 礦產資源由礦山技術服務有限公司的採礦、冶金及勘查協會註冊會員 Todd Wakefield 先生進行了審核，Wakefield 先生是獨立於山東黃金的礦產資源估算合資格人士。
2. 礦產資源包括礦產儲量的 100%。非礦產儲量的礦產資源並不具有經濟可行性。
3. 使用多邊形估計方法估算礦產資源。該方法假設了地下採礦方法，最小厚度從 0.8 米到 1 米不等，取決於礦化帶，1.0 克/噸邊界品位，黃金價格為 1,231.03 美元/金衡盎司以及黃金冶金回收率為 94.4%。
4. 根據報告指南的要求，估計數已經四捨五入。由於四捨五入，總數可能不等於直接相加。



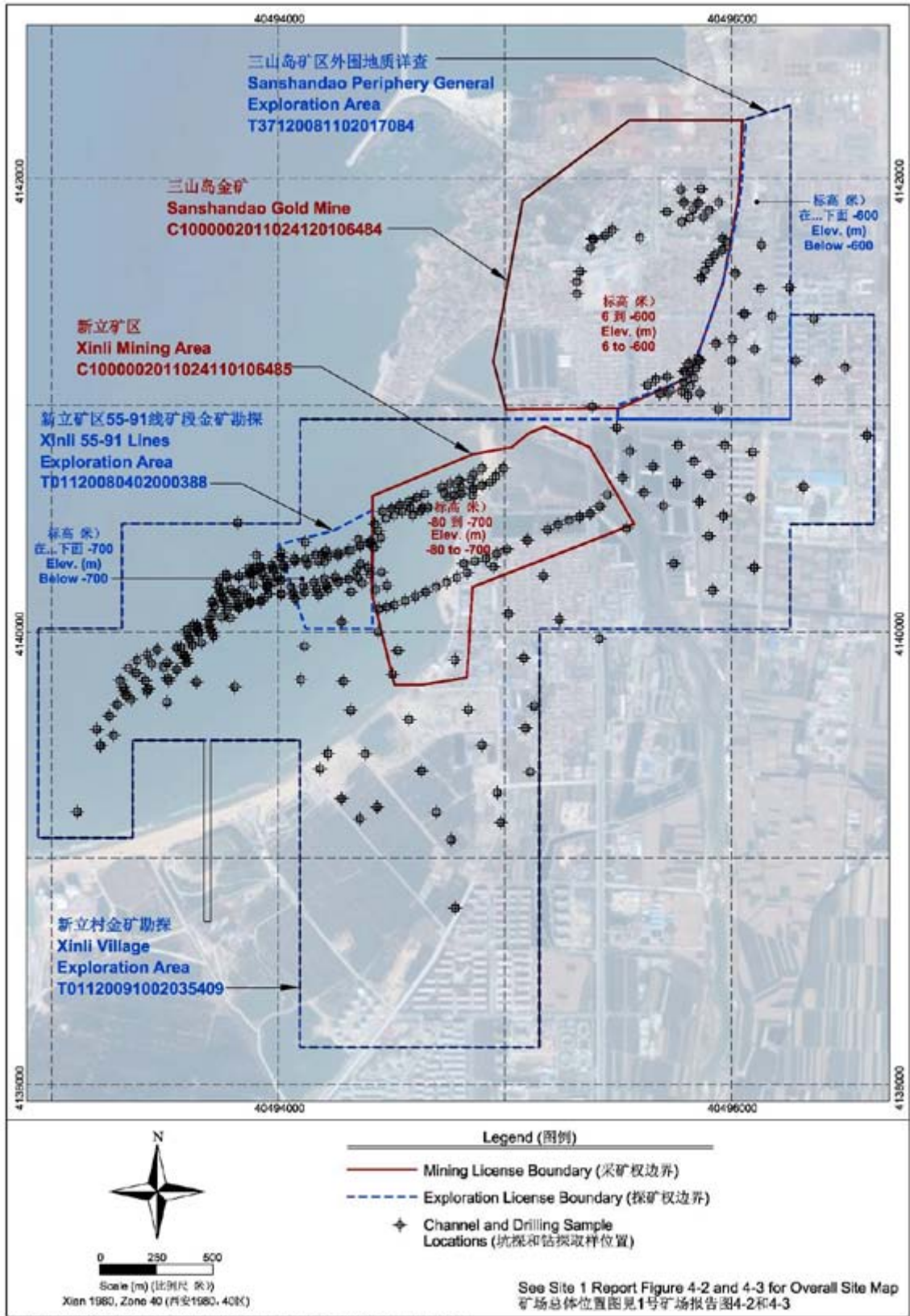


圖 14-7. 鑽孔及採樣位置(北)

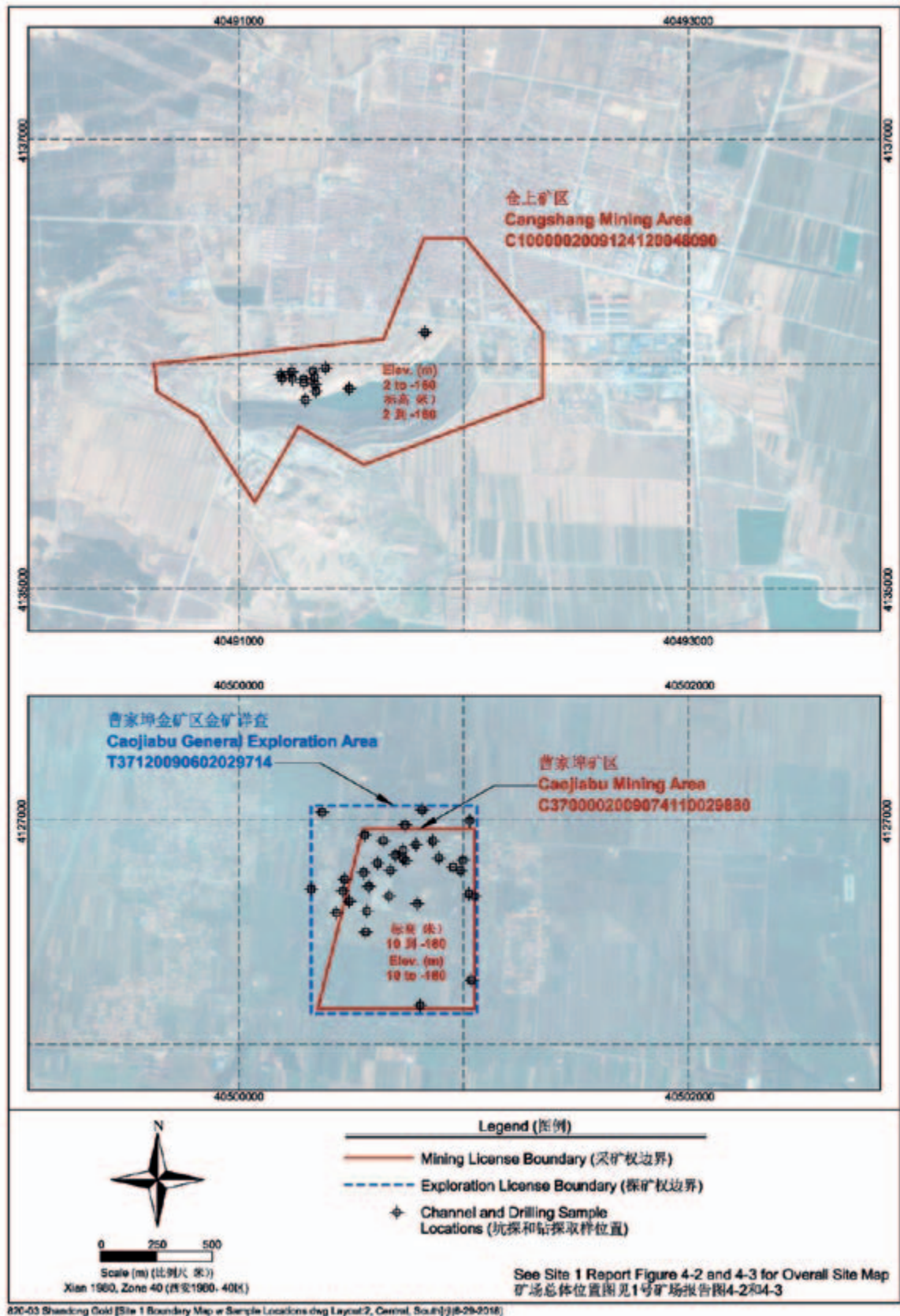


圖 14-8. 鑽孔及採樣位置(南)

礦產資源不包括已經開採的塊體，說明截至估算生效日期的採礦貧化。已對資源進行消耗，以說明自核查或年度報告之日起的開採，以此作為建立資源和儲備的基礎。消耗由山東黃金提供，乃對經核實資源分配的產量作出內部說明的結果。資源消耗首先從「探明」、「控制」以及「推測」的剩餘部分中分配。

可能影響估算的因素包括地質或品位詮釋的變化、邊界品位噸位因數的變化、定義塊體的厚度標準、以及邊界品位輸入參數的變化；可影響分配給塊體置信度分類的樣本數量選擇的變化；允許在當前估計的邊緣包含塊體的額外鑽探；假定採礦方法的改變；假定的冶金回收率的改變；調整中國分類經濟指標時所作假設的改變，以及在評估最終經濟開採的合理前景時所考慮的任何社會、政治、經濟、礦權和環境假設的變化。

在已知範圍內，沒有任何已知的環境、礦權、法律、所有權、稅收、社會政治或市場行銷等問題可能會對礦產資源估算產生重大影響。

如果將目前分類為推斷礦藏化轉化為更高可信度的礦物資源類別，並最終轉化為礦石儲量，那麼將很有上漲潛力。山東黃金曾經能夠發現可以支撐礦產資源估算的額外礦化，並將部分或全部額外的此類礦產轉換為礦石儲量。

## 15 礦產儲量估計

二零一四年 CIM 定義標準將礦產儲量定義為：

礦產儲量是探明或控制礦產資源的經濟可開採部分。其中包括礦石貧化和損失修正，這些損失可能是在礦石開採或加工時發生的，並且在相應的預可行性或可行性研究下(包括應用修正參數)確定。這些研究表明，在編寫報告時，可以對開採做合理的證明。

二零一四年 CIM 定義標準進一步闡明：

礦產儲量是礦產資源的一部分，在應用所有開採參數修正後，導致估計的噸位和品位，合資格人士作出估計認為這個噸位和品位採用所有相關修改因數後是經濟上可行的項目。礦石儲量包括將與礦石儲量一起開採並輸送到處理廠或等同設施的貧化礦石。「礦產儲備」一詞並不一定意味著開採設施已經到位或運作，或者所有的政府批准都已經收到。它只是意味著對此類批准有合理的期望。



HRC的Jeffery W. Choquette先生(專業工程師、QP-MMSA及AAI分包商)，對本報告中的礦產儲量估算負責。Choquette先生是NI 43-101定義的合資格人士，獨立於山東黃金。中國山東省的山東黃金三山島金礦的礦產儲量估算是基於截至二零一八年三月三十一日的所有數據和資料完成的。此處列示的礦產儲量按照二零一四年CIM定義標準分類。礦石在新立選礦廠(新立礦區)加工處理，其礦石處理能力為8,000噸/天。

### 15.1 估算參數和修正因子

三山島金礦由中國自然資源部和/或山東省國土資源廳頒發的八個許可證組成。四個是採礦許可證，四個是勘探許可證。這四份採礦許可證是三山島、新立、曹家埠和倉上的礦業權。三山島、新立及曹家埠礦區都是生產中的已開發地下礦山，倉上礦區是一個已經採完的露天礦，剩餘的地下儲量需要全新基礎設施開採。

山東黃金擬將五份現有許可證合併為一份採礦許可證，有效地將三山島及新立礦區採礦許可證與新立55-91線勘探區、三山島外圍詳查區及新立村勘探區勘探許可證合併。目前採礦許可證地區剩餘的儲量非常有限，大部分儲量是頂柱，必須在礦山服務年限末期開採，因此迫切需要將勘探許可證地區納入到一份採礦許可證，以避免停止生產。

只有在貧化礦石品位高於經濟邊界品位時礦產資源才能轉化成儲量，該邊界品位是指在井工開拓已經到位或已經完成可行性研究以證明經濟可開採的礦石品位。已經估算礦產儲量的一些區域目前還沒有獲得政府所有必要的批准用於繼續進行開採，但是AAI認為有理由期待這些批准將被收到。目前，已經為三山島、新立及倉上礦區的採礦許可證和新立55-91線勘探區、三山島外圍詳查區及新立村勘探區的探礦許可證計算了礦產儲量。

AAI將位於已開採礦區的資源塊體或已完成可行性研究的塊體用於勘探區域並應用以下參數，從而估算礦產儲量：

- 三山島和新立礦區邊界品位：0.99克/噸金
- 三山島和新立礦區最小開採寬度：0.8米
- 三山島和新立礦區礦石貧化率：4.4%
- 三山島和新立礦區礦石回收率：91.1%

- 曹家埠礦區邊界品位：0.99 克／噸金
- 曹家埠礦區最小開採寬度：0.8 米
- 曹家埠礦區礦石貧化率：38%
- 曹家埠礦區礦石回收率：82%
- 黃金冶金回收率：96.2%
- 黃金價格：1,231.03 美元／盎司

三山島礦和新立礦區的採礦方法是相同的，即橫向上向水平分層充填採礦法，所以相同的參數適用於這些地區。曹家埠礦區採用礦柱回收的房柱式開採方式開採。

礦產儲量塊體僅基於控制礦產資源建立，包括高於邊界品位的被證明在經濟上是可行的礦石貧化；因此，在採礦區域或有可行性研究支援的區域內探明和控制礦產資源已被轉換為二零一四年 CIM 定義標準所定義的證實和可信的礦產儲量。推斷礦產資源不被視為礦產儲量報表的一部分。

#### 15.1.1 貧化

根據選擇的採礦方法，將貧化應用於塊體。對於在三山島和新立礦區採用橫向上向水平分層充填採礦法進行開採的塊體，在 600 米以上的採場按零品位採用的外部貧化率為 4.3%，在 600 米以下的採場採用 9.5% 的貧化因子。對於在曹家埠礦區採用房柱法開採的塊體，按零品位採用的外部貧化率為 38%。曹家埠礦區平均礦體厚度較窄，平均為 0.5 米，因此貧化率高於其他礦區。

礦石損失或採礦回收率也是基於每個採礦區採用的採礦方法。對於三山島及新立礦區採用橫向上向水平分層充填採礦法開採的塊體，採礦回收率在 600 米以上採場為 90.6%，在 600 米以下採場為 80%。對於在曹家埠礦區採用房柱式開採方式開採的塊體，採礦回收率為 82%。

三山島金礦四個採礦區的整體貧化和開採回收率因時間而異，這取決於開採實踐的變化和改進以及實際產量和儲量估算的對比結果。貧化和採礦回收率受許多因素的影響，包括工藝、設計、礦脈寬度、開採方法、開採和運輸。

### 15.1.2 礦產儲量和生產的核對

生產監測和礦產儲量的核對是可以用於持續校準和完善礦產儲量估算的最終活動。礦產資源和礦產儲量估算的最有效證實是通過適當的生產監測和對礦山及選廠的生產與估算進行核對。需要適當的核對來驗證儲量估計，並檢查估算和操作程序的有效性。核對確定了可能促使對採礦／加工操作實踐和／或估算程序進行改變的異常情況。

作為為每個礦業資產製作的礦石核查報告的一部分，對每個生產礦區都做了礦石核對。表15-1和15-2顯示了三山島、新立和曹家埠礦區的核對。這些數值與儲量計算中使用的數值相似，但有以下例外。對於三山島和新立礦區，近7年來，通過減少貧化和提高採礦回收率，採礦方法得到了改善。

礦產儲量去除了已經開採的塊體並說明直至估算生效日期的採礦消耗。已對儲量採用消耗以說明自核查或年度報告之日起的開採情況，作為建立資源和儲量的基礎。儲量消耗由山東黃金提供，是對核實資源配置的產量進行內部核算的結果。資源消耗首先從「探明」、「控制」以及「推測」的剩餘部分中分配。

### 15.1.3 邊界品位

採礦盈虧平衡的邊界品位是用來確定儲量的。邊界品位也適用於從資源到儲量轉換的貧化塊體品位。使用從二零一五年到二零一八年三月的實際平均生產成本資料、底價假設和選廠回收率來計算儲量盈虧平衡的邊界品位。表15-3列出用於計算的參數。

## 15.2 儲量分類

礦產儲量來自於探明和控制礦產資源，並應用15.1節所述的計算參數後計算所得。三山島金礦的礦產儲量已根據以下標準得出並分類：

- 證實礦產儲量是探明資源的經濟可開採部分，採礦和加工／冶金資料及其他相關因素表明經濟開採是可行的。



表 15-1. 三山島和新立礦區核對

年份	礦區	貧化 (%)	開採 回收率 (%)	採出 礦石品位 (克/噸)	選廠 回收率 (%)
二零一零年	三山島礦區	5.3	83.9	2.0	92.5
	新立礦區	5.3	83.9	2.0	92.5
	平均值	5.3	83.9	2.0	92.5
二零一一年	三山島礦區	4.1	83.9	2.0	92.5
	新立礦區	4.1	83.9	2.0	92.5
	平均值	4.1	83.9	2.0	92.5
二零一二年	三山島礦區	4.8	91.2	1.9	92.9
	新立礦區	4.1	92.1	1.8	92.9
	平均值	4.3	91.8	1.8	92.9
二零一三年	三山島礦區	4.1	91.3	1.9	92.4
	新立礦區	4.0	92.6	1.8	92.4
	平均值	4.0	92.1	1.9	92.4
二零一四年	三山島礦區	4.2	92.0	2.0	92.0
	新立礦區	4.4	91.6	2.0	92.0
	平均值	4.3	91.8	2.0	92.0
二零一五年	三山島礦區	4.4	91.7	2.0	92.1
	新立礦區	4.4	91.6	2.0	92.1
	平均值	4.4	91.7	2.0	92.1
二零一六年	三山島礦區	4.4	92.1	2.1	94.4
	新立礦區	4.4	92.1	2.3	94.4
	平均值	4.4	92.1	2.2	94.4
二零一七年	三山島礦區	4.4	92.1	2.1	94.3
	新立礦區	4.4	92.1	1.9	94.3
	平均值	4.4	92.1	1.94	94.3
二零一八年 第一季度	三山島礦區	4.4	92.1	1.8	93.9
	新立礦區	4.5	92.1	1.8	93.9
	平均值	4.5	92.1	1.8	93.9
二零一零年至 二零一八年 第一季度	三山島礦區	4.4	91.8	2.0	93.1
	新立礦區	4.3	92.0	2.0	93.0
	平均值	4.4	91.1	2.0	93.0

註：列出的數值是用於確定邊界品位的數值；它們並不是為了全面調和年度產量。

表 15-2. 曹家埠礦區核對

年份	貧化	採礦 回收率	採出 礦石品位	選廠 回收率
	(%)	(%)	(克/噸)	(%)
二零零零年至二零零八年	36.5	80	6.8	96.5
二零零九年	39.0	85	4.4	95.4
二零一零年	40.1	84	4.1	95.7
二零一一年	40.3	84	5.3	96.5
二零一二年	37.7	84	4.9	96.1
二零一三年	38.2	84	4.7	96.1
二零零九年至二零一三年	39.0	84	4.7	96.0
平均值	38.0	82	6.2	96.2

表 15-3. 三山島金礦估計儲量邊界品位

項目	單價(美元/噸)				
	二零一五年	二零一六年	二零一七年	二零一八年 第一季度	加權平均
黃金冶金回收率	94.4%	94.4%	94.4%	94.4%	94.4%
總現金成本(美元/噸)	36.93	39.70	36.60	27.31	37.11
黃金售價(美元/金衡盎司)	1,231.03	1,231.03	1,231.03	1,231.03	1,231.03
邊界品位(克/噸)	0.99	1.06	0.98	0.73	0.99

可信礦產儲量是控制資源的經濟可開採部分，採礦和加工/冶金資料及其他相關因素表明經濟開採是可行的。

二零一七年可行性研究報告(山東黃金集團煙台設計研究工程有限公司二零一七年)已經確定，根據品位、噸數、成本和准入要求採礦是可行的。

## 15.3 礦產儲量

表 15-4 總結了截至二零一八年三月三十一日三山島金礦的證實和可信礦產儲量。

**表 15-4. 三山島金礦的礦產儲量概要**  
(生效日期二零一八年三月三十一日)

許可證	礦石噸數 (百萬噸)	屬於山東 黃金 100% 的礦石噸數			屬於山東 黃金 100% 的金含量			屬於山東 黃金 100% 的銀含量	
		金品位 (克/噸)	金含量 (噸)	銀品位 (克/噸)	銀含量 (噸)	銀品位 (克/噸)	銀含量 (噸)	銀(噸)	
<b>三山島礦區(C1000002011024120106484)</b>									
證實	無	無	無	無	無	無	無	無	無
可信	0.26	0.26	1.54	0.40	0.40	無	無	無	無
證實和可信總計	0.26	0.26	1.54	0.40	0.40	無	無	無	無
<b>新立礦區(C1000002011024110106485)</b>									
證實	無	無	無	無	無	無	無	無	無
可信的	0.77	0.77	2.58	1.98	1.98	無	無	無	無
證實的和可信的總計	0.77	0.77	2.58	1.98	1.98	無	無	無	無
<b>曹家埠礦區(C3700002009074110029880)</b>									
證實的	無	無	無	無	無	無	無	無	無
可信的	0.03	0.03	3.95	0.10	0.10	無	無	無	無
證實的和可信的總計	0.03	0.03	3.95	0.10	0.10	無	無	無	無
<b>倉上礦區(C1000002009124120048090)</b>									
證實的	無	無	無	無	無	無	無	無	無
可信的	無	無	無	無	無	無	無	無	無
證實的和可信的總計	無	無	無	無	無	無	無	無	無
<b>曹家埠詳查區(T37120090602029714)</b>									
證實的	無	無	無	無	無	無	無	無	無
可信的	無	無	無	無	無	無	無	無	無
證實的和可信的總計	無	無	無	無	無	無	無	無	無
<b>新立礦區 55-91 線勘探區(T01120080402000388)</b>									
證實的	無	無	無	無	無	無	無	無	無
可信的	5.75	5.75	3.05	17.53	17.53	無	無	無	無
證實的和可信的總計	5.75	5.75	3.05	17.53	17.53	無	無	無	無

許可證	屬於山東 黃金 100%				屬於山東 黃金 100%			屬於山東 黃金 100%
	礦石噸數 (百萬噸)	的礦石噸數 (百萬噸)	金品位 (克/噸)	金含量 (噸)	的金含量 金(噸)	銀品位 (克/噸)	銀含量 (噸)	的銀含量 銀(噸)
三山島礦區外圍詳查區(T37120081102017084)								
證實的	無	無	無	無	無	無	無	無
可信的	2.96	2.96	2.88	8.53	8.53	無	無	無
證實的和可信的總計	2.96	2.96	2.88	8.53	8.53	無	無	無
新立村勘探區(T01120091002035409)								
證實的	無	無	無	無	無	無	無	無
可信的	16.18	16.18	2.64	42.70	42.70	無	無	無
證實的和可信的總計	16.18	16.18	2.64	42.70	42.70	無	無	無
三山島金礦總計								
證實的	無	無	無	無	無	無	無	無
可信的	25.94	25.94	2.75	71.23	71.23	無	無	無
證實的和可信的總計	25.94	25.94	2.75	71.23	71.23	無	無	無

註：

1. 礦產儲量由 Hard Rock Consulting, LLC 的採礦、冶金及勘查協會註冊會員及 QP-MMSA Jeffery W. Choquette 先生進行了審核，Choquette 先生是獨立於山東黃金的礦產儲量估算合資格人士。
2. 儲量估算的邊界品位為 0.99 克/噸，該邊界品位是基於從二零一五年一月至二零一八年三月的平均營運成本估計的。
3. 假定黃金價格為 1,231.03 美元/金衡盎司，這個價格是基於二零一五年四月一日至二零一八年三月三十一日的 3 年期每月平均倫敦下午定盤黃金價格。金冶金回收率為 94.4%。
4. 表中的數字四捨五入以反映估算的精確度；四捨五入所產生的小差異並不影響估算的準確性。
5. 儲量是基於輸送到選廠礦堆的礦石估算的。

#### 15.4 可能影響礦產儲量估算的因素

三山島金礦是一個生產歷史相對較長的經營性礦山。礦區工作人員對三山島金礦及其周邊礦體的性質有相當豐富的經驗和知識。目前的儲量生命週期中，礦石冶金不大可能會有較大的變化，因為幾乎所有即將要開採的礦石都來自已經開採過、近期開採過或正在開採的礦脈。

礦產儲量估算中的一些技術參數需要後續計算或估算，以得出小計、總計和加權平均數。這樣的計算或估計固有地涉及一定程度的捨入而引入誤差。合資格人士不認為這些錯誤對儲量估計是重要的。

本報告提出的可能對礦產儲量造成重大影響的不確定性領域包括：

- 因深度增加而產生岩土工程條件的變化
- 進入礦區的海水量增加
- 貧化假設
- 商品價格變化
- 探礦許可證轉變成採礦許可證

## 16 採礦方法

三山島金礦包括新立選礦廠，其礦石洗選能力為8,000噸／天。在選工廠附近，有三座地下礦山為選礦廠供給礦石：三山島礦區、新立礦區和曹家埠礦區。曹家埠礦區生產的礦石採用地面自卸卡車運輸至礦石儲存區，三山島和新立礦區的礦石直接送到礦石加工廠。三山島金礦還包括倉上礦區。倉上礦區從一九九一年到二零零六年採用露天開採。目前，倉上礦區停產，將來也不會有採礦計劃。因此，該礦區沒有進一步討論。

三個礦區共用一個管理機構和管理層，包括技術服務，礦山作業等。三山島和新立礦區地質構造一致，相互看齊。曹家埠礦區是附近的高品位石英脈。與三山島和新立礦相比，曹家埠礦區的產量很小，年平均產量在45,000噸之間。

按規劃，三山島礦區和新立礦區要沿礦體走向深層礦藏中進行地下擴建工程。為此，山東黃金正在將五個現有的許可證合併為一份採礦許可證，有效地將三山島礦區和新立礦區的採礦許可證與新立55-91線勘探區、三山島外圍詳查區和新立村勘探區的勘探許可證合併。目前有效採礦許可證圈定範圍內剩餘的儲量非常有限，大部分地區為在礦山生命週期結束時開採的冠柱。因此，迫切需要將勘探許可區合併為一份採礦許可證，以避免停產。

## 16.1 採礦方法

三山島和新立礦區的開採方法和掘進方法大致相同，沿走向掘進採用上向充填採礦法。礦山正在開採的礦體寬度很明顯。曹家埠礦區的採礦方法是隨機的房柱式，因為該礦正在開採一個狹窄的淺浸石英脈。在AAI訪問期間，觀察到三個礦區所有區域都處於安全操作狀態，具備安全標識、安全設備和其他的礦山運行措施。

### 16.1.1 三山島和新立礦區

三山島和新立礦區地下連通，地質構造一致。三山島礦區有一條生產豎井和一個斜坡道，可以方便地將機械設備接入兩個礦山。跟據以往報告稱，三山島和新立礦區有很多採礦設備，機械化程度比中國其他任何一個金礦都要高。新立礦區有三個豎井：主礦石豎井、礦石研石混合豎井、人員和供給輔助豎井。總的來說，採礦作業的執行情況良好，井下作業都處於良好狀態。

三山島和新立礦區的單個區段寬度取決於該區段開始處的礦床的整體視厚度。殘餘資源的平均厚度為6.3米，但有些地區的寬度可能超過30米。礦體平均傾角為40°。在礦井深部較寬區域，採場留礦柱以幫助減緩巷道的壓力。三山島和新立礦區採場典型佈置如圖16-1所示。



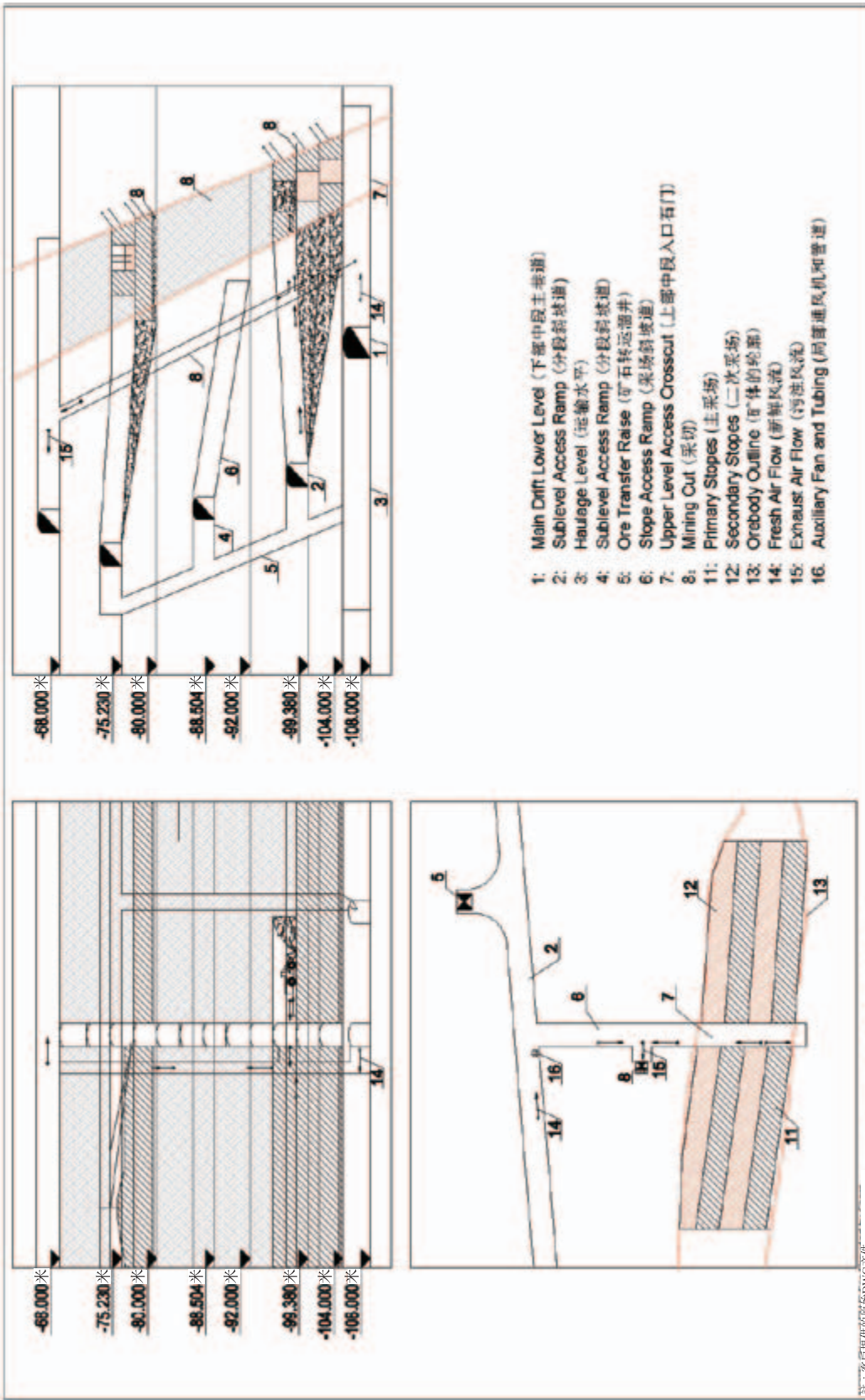


圖 16-1. 典型採場佈置

#### 16.1.1.1 採場

主要斜坡道在設備巷道和礦槽水平之間掘進。主斜坡道尺寸是4.3米×4.0米。採場(新採場從水平或上部礦柱開始)通過3.5米×3.5米的石門進入。這些石門間距為50米(中心距)，在開採水平以40米的間隔掘進。在較小的礦藏(主礦藏的分枝或其他側枝)中，石門間可以間隔15米以提供足夠的巷道。

通常，在主運輸大巷和採場之間留設有隔離礦柱；因此石門可以長達75米或更長。石門可追蹤及安裝的溜槽用於將礦石從運輸平台上方的放礦機裝載到礦車中。石門掘進採用腿式鑿岩機和裝載有耙渣機或鏟運機的矸石車。

礦山支護採用最小措施(在訪查的石門內未見錨杆支護或其他支護措施)。

一旦達到臨界高度，斜坡道以15-20°的角度向下掘進至礦床。到達礦床後，採礦作業開始於下一個區段的運輸巷。斜坡道向上掘進至足夠靠近採場背部，以允許連續斜坡道從採場背部向上進入採場。

#### 16.1.1.2 回採

新採場的第一個區段沿石門或斜坡道的上盤接觸處掘進。採場高度通常為3.3米，根據礦脈的總寬度，採場寬度可達7米。採區採用腿式鑿岩機掘進，採用鏟運機裝岩。採區完成後，天井沿礦床下盤逆傾斜上行掘進至下一水平或次水平的上部。該天井用於輸送充填材料、通風、額外的壓縮空氣和鑽井水，並作為進入第二個採場的巷道。

天井完成後，採場採區用膠結充填體進行緊密充填。充填材料通過液壓從地面攪拌廠輸送。填料中水泥含量可變，根據以往報告，水泥和沙子的含量可達1:4。如條件允許，水泥可以用粉煤灰或其他膠結材料代替。通常情況下，在開始回採相鄰採區前，充填採場需要有三到五天的養護期。

相鄰的區段採用相同的生產模式，維持所需的工作面寬度並與上採場底部保持約3.5-4.0米的間距。在到達相鄰的石門之後，所採區段要進行回填。在採用相同生產過程開採最後區段(如需)之前，充填採取允許有三到五天的養護期。相應區段回採後需進行回填。

通過在主水平或斜坡道掘進回撤石門以進入下一個礦體。之後，回撤石門以恰當坡度向下掘進以開採下一個礦體。下部石門或斜坡道用爆破後的矸石進行充填，並移除多餘的矸石以掘進進入下一礦體的巷道。移除的矸石可作為充填材料來回填其他採場，或者提升到地面進行處理。

一旦進入下一個礦體採場，採礦作業即開始。採礦作業與下部採場採用相同的採區設計。根據礦體開始水平的視寬度，採用相同的開採順序從採區上盤或中心開始回採。完成一個採區後，應充填該採區並允許三到五天的養護期，然後掘進下一採區。在完成一個礦體開採和充填作業後，下一礦體的巷道系統掘進完成並開始採礦作業。這一作業循環一直持續到上部採場邊界。所有巷道和採場的爆破都採用硝酸銨／燃料油 (ANFO) 和非電點火來完成的。

### 16.1.1.3 水文地質

目前三山島礦區和新立礦區的總流入水量較大，平均每天約15,000立方米／天。涌水主要來自下盤含水層的裂隙發育帶。該區位於主斷層的下盤，在主斷面與西北F3斷層之間。它有一個北－西北走向和一個陡傾角，並延伸至海中。由於位於裂縫帶附近，-600米水平中段有突水、泥石流、塌方等問題。在-645米水平，裂隙帶開始擠出。三山島和新立礦區水文地質條件如圖16-2所示。

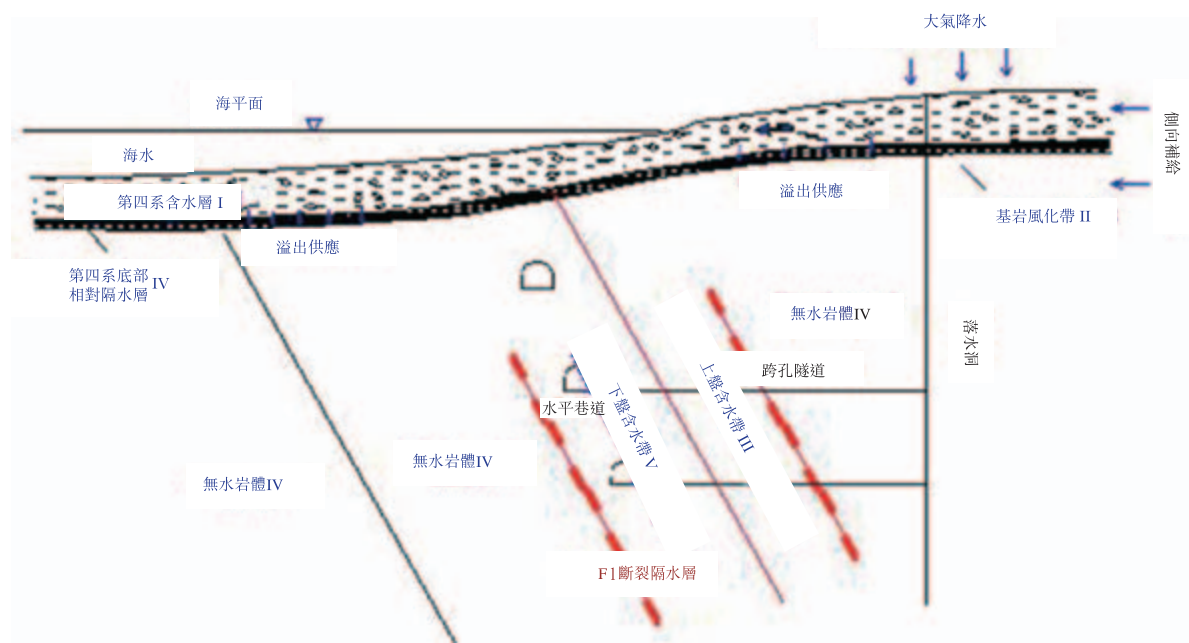


圖 16-2. 三山島礦區和新立礦區水文地質條件模型  
(山東正源資源地質勘查有限公司，二零零九年，第 58 頁)

因大量海水易於倒灌三山島和新立礦區，故而採取了相應的措施(避開F3斷層)以減少海水的流入。但隨著採礦的不斷延續，流入量增加，流入海水的比例也增加，礦井水質量接近海水質量。表16-1顯示了三山島礦區-600米水平水倉月平均排量。

表 16-1. 三山島礦區 -600 米水倉平均排水量

月份	二零一四年	二零一五年	二零一六年	平均值
	月平均排水量 (立方米/天)	月平均排水量 (立方米/天)	月平均排水量 (立方米/天)	
1	2,744	7,998	11,016	
2	2,941	9,305	11,996	
3	4,330	9,394	15,625	
4	4,230	8,670	16,698	
5	4,413	7,635	7,122	
6	6,465	5,253	6,604	
7	7,054	5,066	6,691	7,872
8	8,898	7,845	12,469	
9	7,920	沒有數據	8,340	
10	6,895	6,924	8,340	
11	7,230	5,235	8,265	
12	8,071	沒有數據	9,973	

根據當前礦山的排水能力，山東黃金預測了未來所需的排水能力。表 16-2 和 16-3 分別顯示了三山島礦區和新立礦區的抽水能力。

表 16-2. 三山島礦區預計排水能力

中段標高 (米)	低水位 (米)	露天礦水流量 (立方米/天)	最大水流量 (立方米/天)	計算公式
-600 米(已知)	611.47	7,872	16,689	$Q=Q_0 \cdot \sqrt[3]{\frac{S}{S_0}}$ 最大礦井排水量是根據 2.12 倍正常排水量計算得到的
-690 米(預計)	701.47	8,241	17,471	
-780 米(預計)	791.47	8,579	18,187	
-870 米(預計)	881.47	8,893	18,853	
-960 米(預計)	971.47	9,186	19,474	
-1,050 米(預計)	1,061.47	9,461	20,057	
-1,140 米(預計)	1,151.47	9,721	20,609	
-1,230 米(預計)	1,241.47	9,968	21,132	
-1,320 米(預計)	1,331.47	10,203	21,630	
-1,410 米(預計)	1,421.47	10,428	22,107	

表16-3. 新立礦區預計排水能力

已知標高	預計礦井排水量 (立方米/天)			最大礦井 排水量 (立方米/天)	備注
	S0 (米)	F0 (平方米)	Q0 (立方米)		
-600 米	602.65	4,955,100	5,997.42		
預測標高	S (米)	F (平方米)	Q (立方米)	最大礦井 排水量 (立方米/天)	最大礦井排水量 是根據 1.15 倍正 常排水量計算得 到的
-1,000 米	1,002.65	1,273,296	6,344	7,296	
-1,400 米	1,402.65	226,590	4,992	5,741	
-1,800 米	1,802.65	104,622	4,958	5,702	

## 16.1.1.4 礦山支護

礦區外圍岩體的地質條件很好。在靠近地表的斜坡道中沒有觀察到支撐或噴射混凝土。隨著斜坡道進一步深入，需按約 1 米 × 1 米間距安裝錨杆。光面爆破技術在整個礦山採掘過程中有著良好的應用。在所調查的掘進區，每一輪爆破幾乎都會在背部和巷壁上觀察到殘餘的爆破眼(爆破殘餘物)。圖 16-3 顯示了位於新立礦區 -533 層的斜坡道頂板。





圖 16-3. 三山島和新立礦區主坡道支護

相比巷道圍岩，採場圍岩通常較破碎，因此需要加強支護。採場上盤圍岩的穩定性是採場穩定的關鍵因素。因主礦體位於 F1 斷層之內，採場上盤岩體的穩定性受到 F1 斷層的影響。每間隔三到四個開採水平，需用錨索進行支護，兩米長的螺栓錨杆按 1.5 米 × 2 米的支護間距進行安裝。在破碎嚴重的區域，按照 1 米 × 1 米間距增加錨網支護。三山島礦區目前正在探索一種新型的應力錨杆和一種新型的松放錨杆，可以用來處理高地壓問題。

三山島深部礦區存在高地壓。據計算，當前垂直應力超過 20 兆帕，水平應力超過 26 兆帕。三山島礦區在 -550 米以下開採時由於這些應力而發生岩爆和其他礦山控制問題。岩爆是儲存於岩石中能量突然釋放。這些岩爆嚴重危害礦井的安全，如果沒有適當的預防措施，可能會限制礦井向更深部發展。

為盡量減少應力場的影響而採取的措施包括：將巷道和採場方向盡量平行於主要水平應力方向，並定序開採以最小化應力集中。

#### 16.1.1.5 採場礦石貧化和回收

在 AAI 訪查期間，因黃金礦非常細且肉眼不可見，因而未能明顯地評估礦石貧化的嚴重程度，此外，含金結構本身的視厚度相當寬，難以了解其中是否存在嚴重的貧化。



三山島礦區和新立礦區對600米以上的採場使用4.3%的貧化率，對600米以下的採場使用9.5%的貧化率。根據二零一零年到二零一七年的4.3%實際貧化率，AAI認為所採用的貧化率是合理的。

三山島礦區和新立礦區人員估計可採儲量的損失率在600米以上的採場是9.4%，在600米以下的採場是20%。根據二零一零年至二零一七年的8%的實際礦石損失率，AAI認為這個估計值是合理的。

#### 16.1.1.6 生產能力

在現場考察期間，由於現有許可證圈定礦區剩餘儲量很少，AAI觀察到礦石產量近期已低於歷史水平。AAI認為，只要將勘探許可證轉換為單一採礦許可證，採礦生產能力就很容易可恢復到原計劃的8,000噸／天。該礦已在勘探區掘進三個水平石門來取樣，經過一些修復後，將有足夠生產工作面，生產能力可恢復到全生產狀態。基於目前的礦產儲量估算，礦井壽命為13年。

#### 16.1.2 曹家埠採礦

曹家埠礦區在一個窄淺的石英脈上掘進。礦脈寬約0.5米，平均傾角約15°。採用房柱式開採並回收礦柱。曹家埠礦井通過斜井進入。礦井的主要水平分佈在-70米、-85米、-100米、-115米和-130米。圖16-4顯示了礦井中一個典型的採場，圖16-5顯示了一個典型的回fill採場。



圖16-4. 曹家埠採區 -115米水平



圖16-5. 回填採場，礦柱回收

#### 16.1.2.1 採場

採場通過礦體中部的傾斜坡道進入。斜坡道傾角為12%，斷面尺寸為3.1米高×2.6米寬。斜坡道總長度為331米。

#### 16.1.2.2 回採

原設計採礦損失率為12%，礦石貧化率為24%，礦柱間距不定。從二零零九年五月至二零一二年十二月，北京科技大學、北京聯合大學、山東黃金礦業(萊州)有限公司三山島金礦共同完成了安全高效的緩傾斜薄礦藏關鍵殘餘資源回收技術(科研報告)(山東正源資源地質勘查有限公司二零一四年)。該項目主要研究成果是提出了緩傾斜薄礦床殘餘礦柱的新的回收方法。設計回收率大於85%，並把貧化率控制在20%以內。

#### 16.1.2.3 水文地質

曹家埠礦區在-130米水平對流入礦山的水量進行了測量。其平均流入量為884立方米/天，最高流入量為1,037立方米/天。礦井涌水量受降水量的影響不大。無論雨季還是枯水期，龍王河流量變化對地下水的流入影響不大。

#### 16.1.2.4 礦山支護

礦體的頂部岩石和底部岩石緻密堅硬，整體性好。根據測試結果，礦頂花崗岩和片麻岩的飽和單軸抗壓強度為28.7~47.3兆帕。礦體底板片麻岩的飽和單軸抗壓強度為61.9~85.2兆帕。構成礦體的含金石英脈的飽和單軸抗壓強度一般小於60兆帕。

岩體質量指標(RQD)值一般為41~65%，礦體底板RQD值一般為42%。礦山大體上不需要任何支持，只有個別部位需要進行錨杆和錨網支護。一些採場採用木材來支護較大頂板暴露區。

#### 16.1.2.5 礦石貧化和回收

由於曹家埠礦區礦脈厚度較薄(0.5米)，礦石貧化度高於三山島金礦其他礦區。曹家埠礦區按零品位採用24%的貧化率來進行礦井設計。AAI基於往年實際貧化值，採用38%的貧化率來進行儲量計算。根據礦山往年數據，AAI使用18%的礦石損失估算值。

### 16.1.2.6 生產能力

曹家埠礦區生產能力為45,000噸／年，與三山島礦區和新立礦區的日產量相近。雖然產量低，但是其礦石品位比三山島礦山其他礦區的平均品位要高出兩至三倍。

## 16.2 回填

三山島金礦在完成五證合一改擴建工程後，三山島礦區現有的充填攪拌站、選礦廠等生產設施不再進行生產。改為用新立礦區新建的充填攪拌站進行充填。

回填料是在地表用來自選礦廠的分級後尾礦與水泥混合所得。分級使用氣旋篩，氣旋上溢至尾礦池(舊倉上礦井)及下流至地表若干大型儲倉。儲罐裡所儲的材料須搖動以防沉澱；倘需要回填料，自動攪拌廠將計算儲罐內材料的密度及流動情況，再將材料與水泥一起加入攪拌倉內。

新立礦區充填攪拌站可以滿足現有生產規模要求。

預製的充填料漿被運送到填充孔，然後依靠重力輸送至地下採場。對於充填倍線較大的充填採場，需採用泥漿泵輸送充填料漿。三山島金礦回填系統要求見表16-4。

## 16.3 採礦裝備

過去有報道說三山島和新立礦區有更多的採礦設備，機械化程度比中國其他任何一個金礦都要高。下面的表16-5列出了三山島和新立礦區的主要採礦設備。

三山島金礦擁有內部維護系統，可以進行日常維護以及維護設備的安全運行所需的翻修，維修和其他工作。由於海水含量高，採礦設備的生鏽問題始終存在。對於液壓油缸，如果鍍鉻一個月就開始鑽孔，礦山發現鍍鎳是一種解決方案。雖然AAI認為採礦裝備對於目前的生產是足夠的，但隨著工作的擴大，適當的設備更換方案應該到位。

表 16-4. 三山島金礦充填系統要求

充填骨料系統要求和參數	單位	全尾砂 充填漿體	全尾砂 膠結充填漿體
膠結材料		水泥	
全尾砂密度	噸／立方米	2.8	2.8
全尾砂體積密度	噸／立方米	1.75	1.75
水泥密度	噸／立方米		3.1
水泥體積密度	噸／立方米		1.1
充填材料成分		全尾砂+水	全尾砂+水泥 +水
充填漿體濃度	%	73	73
充填比例	%	87	13
單次最大充填量	立方米	4,313	863
平均日充填量	立方米／日		3,597
		3,129	468
新立礦區最遠輸送距離	米	1,395	1,395
新立礦區最小垂直標高差	米	165	165
新立礦區最大充填梯度		9.5	9.5
三山島礦區最遠輸送距離	米	2,800	2,800
三山島礦區最小垂直標高差	米	600	600
三山島礦區最大充填梯度		4.7	4.7

表 16-5. 三山島和新立礦區主要採礦設備

設備名稱	型號	生產廠家	數量	用途
鏟運機	ST-3.5	阿特拉斯科普柯集團	37	井下開採
鏟運機	3M3	山東黃金集團煙台 設計研究工程有限公司	5	井下運輸
鑿岩台車	Boomer 281	阿特拉斯科普柯集團	10	井下開採
錨杆台車	DS311-40	山特維克	6	井下開採
電機車	CTY14/7GB550	湘電重型裝備有限公司	16	井下運輸
自卸卡車	ASJK-12B	山東黃金集團煙台 設計研究工程有限公司	30	井下運輸
防腐 多級離心泵	PDF450-95*9	長沙佳能通用泵業 有限公司	4	三山島礦區－ 1,140 泵站
防腐 多級離心泵	PDF280-95*9	長沙佳能通用泵業 有限公司	1	三山島礦區－ 1,140 泵站
多繩摩擦式 提升機	JKM-4.5*4 (III)	中信重工機械股份 有限公司	1	主箕斗－ 罐籠豎井
箕斗	17 立方米	徐州煤礦安全設備製造 有限公司	2	主箕斗－ 罐籠豎井
多繩提升機	JKM1.05*4(I)	上海冶金礦山機械廠	1	運輸罐籠
人員罐籠	1190*930	山東黃金集團煙台 設計研究工程有限公司	1	運輸罐籠
顎式破碎機	C110	美卓礦機	2	新立礦區－675 中段破碎機站



## 16.4 礦山基礎設施

### 16.4.1 礦井通風

三山島金礦在三山島和新立礦區採用平行通風。通風風機安裝在井下，AAI在現場考察期間沒有訪問風機裝置。所有參觀的工作場所都配有輔助風機，或通過天井和其他巷道進行通風。AAI認為目前的通風是足夠的。

#### 16.4.1.1 三山島礦區通風

進風通過混合井，進風井，輔助傾斜道，盲豎井和管索井輸送到工作區。污風經回風天井最後由新南、北風井排出地表。該礦區採用多級機站通風方式，能滿足生產需要。三山島礦區總風量為155立方米/秒。

主風機有兩套，分別安裝在-330米和-150米中段的中段南、北風井石門風機硐室內。還計劃安裝4套軸流式風機，將分別安裝在北回風井的兩個不同中段石門巷道和-690米分段的進風天井兩側。另外還有兩個輔助風機及備用電機。

#### 16.4.1.2 新立礦區通風

新鮮風流通過混合井，副井和措施井進入工作區域。污風經回風天井最後由東、西風井排出。在東，西風井中，主風機安裝於-165米中段回風石門風機硐室內，輔助風機安裝在各中部中段回風段和各分段進風段處以調整風流。新立礦區總風量為260立方米/秒。

主風機共有8台，其中將6台主風井分為兩組，每組3台併聯，兩組串聯後安裝於新立礦區-165米中段西風井回風石門風機硐室內；另外兩個風井將在礦山擴建時安裝。目前有五套軸流風機正在使用中。另外還有兩台軸流式風機與備用電機一起備用。

## 16.4.2 壓縮空氣

## 16.4.2.1 三山島礦區壓縮空氣

三山島礦區現有空氣壓縮機站設在地表混合井附近。空壓機站內有四台空氣壓縮機，輸出功率從60立方米／分鐘到200立方米／分鐘，壓力為0.8兆帕。壓縮機功率範圍從130千瓦到350千瓦。空壓機站的最大供氣量為85.1立方米／分鐘。三山島礦區需要的風量如表16-6所示。

表 16-6. 三山島礦區壓縮空氣消耗量

設備名稱	設備型號	每台耗氣量 (立方米／分鐘)	配備台數 (台)	同時作業台數 (台)	合計耗氣量 (立方米／分鐘)
淺孔鑿岩機	7655	3.2	5	3	9.6
淺孔鑿岩機	YSP45	5	3	2	10
天井吊罐	PG-1	28	1	1	28
噴射混凝土 機組	Rotor-type II Type	10	1	1	10
吹孔用氣		6		2	12
總計					69.6

## 16.4.2.2 新立礦區壓縮空氣

新立礦區空氣壓縮機站位於副井附近。空壓機站有四台與三山島規格類似的空壓機。空壓機站的最大供氣量為141.5立方米／分鐘。表16-7顯示了新立礦區所需的空氣量。

表 16-7. 新立礦區壓縮空氣消耗量

設備名稱	設備型號	每台耗氣量 (立方米/分鐘)	配備台數 (台)	同時作業台數 (台)	合計耗氣量 (立方米/分鐘)
淺孔鑿岩機	YT-27	3.2	12	8	25.6
淺孔鑿岩機	YSP45	5	5	3	15
天井吊罐	PG-1	28	2	1	28
噴射混凝土 機組	Rotor-type II Type	10	2	2	20
吹孔用氣		6		2	12
總計					100.6

#### 16.4.3 材料運輸

##### 16.4.3.1 三山島礦區豎井

三山島豎井井口標高+6米，井底標高-620米，井深626米，最大提升高度603.2米。該豎井為礦石提升配備，但將來主要承擔人員升降任務，並作為進風口。三山島礦區提升系統參數見表16-8。

隨著三山島礦區向斜下方擴建，計劃要求安裝盲井。計劃盲井主要承擔-600米中段以下礦廢石提升和人員、材料升降任務。該井井口標高-600米，提升高度為625米。設計提升任務礦石2,000噸/日，廢石400噸/日。

三山島礦區還計劃建設盲斜井，主要擔負-1,140米中段以下礦廢石提升任務。該井井口標高-1,140米，井底標高-1,440米，傾角30°，斜長600米。該井提升任務礦石800噸/日，廢石200噸/日。

表 16-8. 三山島礦區提升系統

提升任務	人員
最大提升高度	603.2 米
提升方式	罐籠帶平衡錘
提升機型號	JKM-2.8 × 4(I) 多繩摩擦提升機
主導輪直徑	2.8 米
導向輪直徑	2.8 米
減速比	$i = 10.5$
系統提升最大靜張力	292.51kN
系統提升最大靜張力差	50.68kN
電動機型號	Z400-5A
功率／電壓	472 千瓦／550 伏
額定轉速	448 轉／分鐘
罐籠型式	3600 毫米 × 1600 毫米雙層罐籠
罐籠自重	11,000 千克
最大提升載荷	10,000 千克
平衡錘重	14,000 千克
首繩規格	6 V × 34+FC，直徑 28,1770 SS(ZZ)
首繩數量	4
首繩鋼絲繩中所有鋼絲破斷拉力總和	4 × 588.5kN
首繩安全係數	下放大件 8.05，提升人員時 10.15
尾繩規格	18 × 7+FC，直徑 40, 1570 (ZS、SZ)
尾繩數量	2
最大提升速度	6.3 米／秒

## 16.4.3.2 新立礦區豎井

新立混合豎井擔負礦區礦石提升任務。該井井口標高+5.2米，井底標高-784.5米，在-675米設破碎系統，-720米設裝礦系統，-784米為井底粉礦回收系統。該井提升任務礦石10,000噸／天，廢石1,800噸／天。該井設兩套提升設施，一套為雙箕斗提升系統，專用提升礦岩，另一套單罐籠帶平衡錘提升系統，用於檢修。雙箕斗提升系統的參數如表16-9所示，表16-10列出罐籠提升系統的參數。

在新立礦區，混合井旁側設兩條礦石溜井和兩條廢石溜井，溜井底部各安裝一台懸吊式振動放礦機，生產能力為800噸／小時。礦石通過振動放礦機向膠帶輸送機給礦，膠帶輸送機安裝在-720米水平。礦石經膠帶輸送機裝入計量漏斗後，再裝入箕斗提升至地表水平卸載。礦石、廢石由箕斗提升至地表，通過卸載曲軌卸入礦、廢石倉內。

隨著新立礦山向斜下方擴建，計劃要求安裝盲主井。該井計劃從-600米到-1,890米。該井提升任務礦石3,900噸／天，廢石800噸／天。類似於主井，該井設兩套提升設施，一套為雙箕斗提升系統，專用提升礦岩，另一套單罐籠帶平衡錘提升系統，用於檢修。

表 16-9. 新立礦區雙箕斗提升系統主要技術參數

提升任務	礦石10,000噸／天和廢石1,800噸／天
提升高度	780米
提升方式	雙箕斗
提升機型號	JKM-4.5×4(III)多繩摩擦提升機
主導輪直徑	4.5米
導向輪直徑	4.5米
系統提升最大靜張力	823kN
系統提升最大靜張力差	252kN
電動機型號	交流同步電機
功率／電壓	3000千瓦／1500伏
額定轉速	42轉／分鐘

箕斗型式	底卸式
箕斗容積	15立方米
箕斗自重	31,300 千克
一次有效提升量	26,000 千克
鋼絲繩終端載荷	57,300 千克
首繩規格	6 V × 37S+FC，直徑 44, 1770 SS(ZZ)
首繩數量	4
首繩鋼絲繩中所有鋼絲破斷拉力總和	6 × 1495kN
首繩安全係數	7.26
尾繩規格	35 × 7+FC，直徑 50, 1570 (ZS、SZ)
尾繩數量	3
箕斗提升速度	9.9 米／秒
提升循環時間	118 秒
小時提升次數	30.5 (次／小時)
箕斗小時提升能力	690 噸／小時
完成提升任務時間	17.1 小時／日



表 16-10. 新立礦區罐籠提升系統主要技術參數

提升任務	人員
最大提升高度	764 米
提升方式	罐籠帶平衡錘
提升機型號	JKM-1.05 × 4(I) 多繩摩擦提升機
主導輪直徑	1.05 米
減速比	$i = 10.5$
系統提升最大靜張力	47.76kN
系統提升最大靜張力差	1.47kN
電動機型號	YVF2-225M-2
功率／電壓	45 千瓦／380 伏
額定轉速	735 轉／分鐘
罐籠型式	1190 毫米 × 930 毫米單層罐籠
罐籠自重	2395 千克
最大提升載荷	420 千克
平衡錘重	2650 千克
首繩規格	6 × K19+FC，直徑 13, 1770 SS(ZZ)
首繩數量	4
首繩鋼絲繩中所有鋼絲破斷拉力總和	4 × 115.4kN
首繩安全係數	9.77
尾繩規格	34 × 7+FC，直徑 18, 570 (ZS、SZ)
尾繩數量	2
最大提升速度	3.85 米／秒

還計劃安裝一個新的副井。該井主要擔負-600米以下人員、材料和設備等的升降任務，並作為進風井。總井深為1,190米。

#### 16.4.4 電能

##### 16.4.4.1 三山島礦區電能

在三山島礦區，新規劃的井下提升，排水，採礦，運輸及其他項目的電氣設備將由現有供電系統供電，該系統可以滿足設備用電需求(兩台主變壓器同時運行)。

##### 16.4.4.2 新立礦區電能

新立礦區35千伏總降壓變電所，目前用電負荷已滿，不能滿足新增和改擴建的要求，需要擴建。將原主變更換為16,000千伏安變壓器2台，並列運行，負責全礦區採、選及輔助設施用電。供電電源引自距礦山2千米處山東黃金電力公司的黃金二站110千伏變電站。

兩個備用柴油發電機，一個容量為860千瓦，另一個容量為3兆瓦(MW)，用於現場的備用發電。

## 16.5 勞動定員

據估計，三山島礦區的礦井和維護人員共有499人，年工作日為330天，每天3班，每班8小時。管理人員20人，技術人員26人。三山島礦區員工總人數(包括採礦和選礦)為728人。

據估計，新立礦區的採礦和維護人員共計563人，年工作日為330天，每天3班，每班8小時。管理人員28人，技術人員70人。新立礦區員工總人數(包括採礦和選礦)812人。

據估計，曹家埠礦區的採礦和維護人員共有12人，年工作日為330天，每天3班，每班8小時。管理人員2人，技術人員4人。

承包商可以根據需要用於增加勞動力，特別是在諸如豎井下沉或中段開拓等工作期間。當地作為採礦地區已經很多年，吸引有經驗的採礦人才在這三個礦區工作據說不成問題。表 16-11 列出了礦山和部門的人員。三山島金礦三個礦井共有 1,558 人工作。

表 16-11. 人員設置

礦井	採礦			選礦			總計
	管理	技術	工人	管理	技術	工人	
三山島礦區	20	26	499	9	10	164	728
新立礦區	28	70	563	10	14	127	812
曹家埠礦區	2	4	12				18

### 16.6 開採計劃

對於第 22 節所討論的經濟分析，AAI 針對第 15 節所估算的證實的和可信的礦產儲量制定礦山壽命 (LOM) 生產計劃。含有儲量的採礦及勘探許可證位置及許可證範圍內儲量位置列示於圖 16-6 及 16-7。

LOM 計劃的目標是提供合理一致的磨礦機進料品位，同時最大化稅後淨現值 (NPV)。這是通過對採礦進行合理排序來降低開發成本，同時開採類似品位的儲量或從不同品位儲藏區混合礦石來完成的。排序是在多邊形基礎上進行的，通常將儲備分為不同開採水平，並在進入較低水平之前調度最高水平的開採。假定採用與第 16 節中討論的相同的採礦方法。

LOM 生產計劃列示於表 16-12。按年份劃分的採礦順序列示於圖 16-8 至 16-10。



圖 16-6. 三山島礦區儲量位置(按許可證) - 北



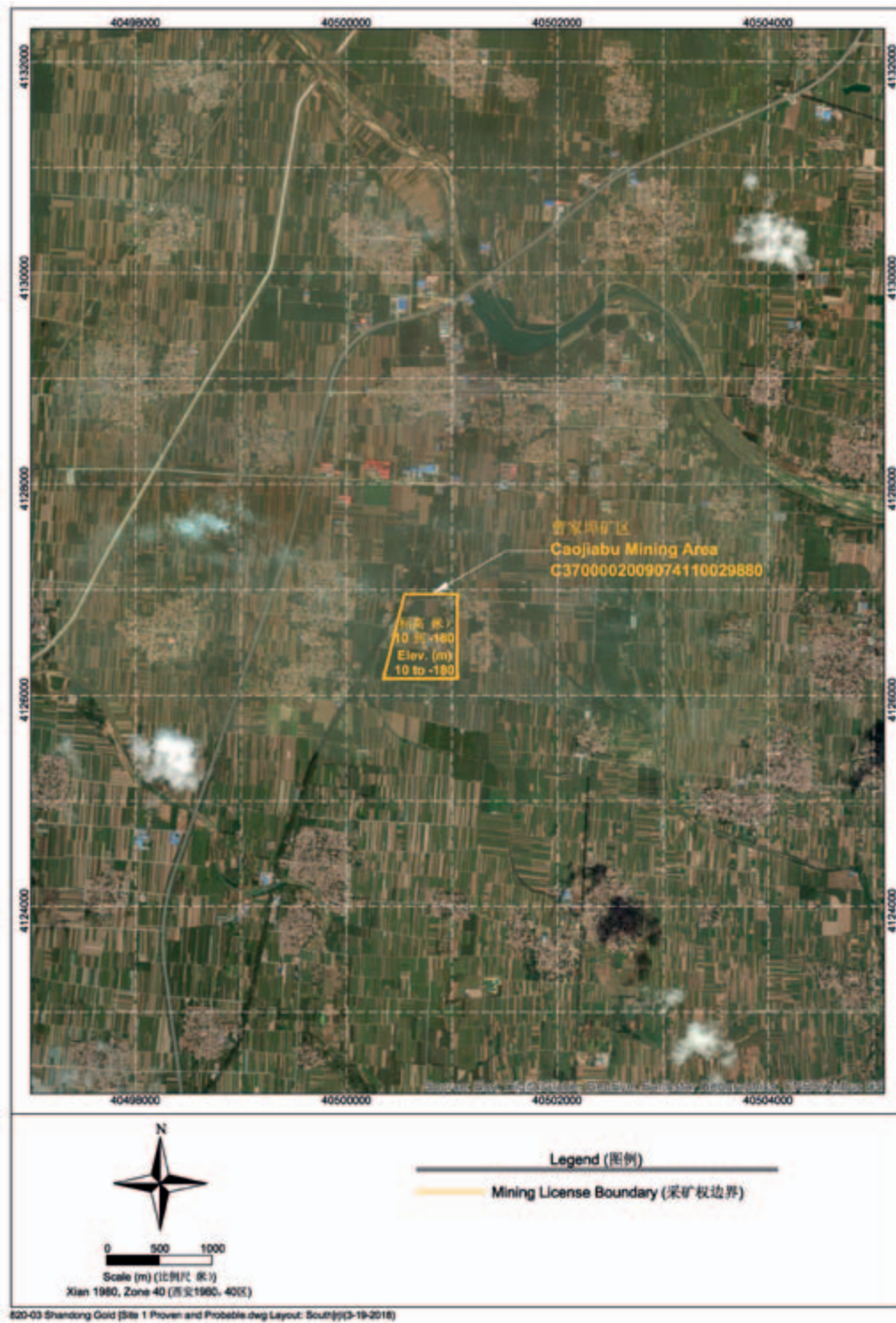


圖 16-7. 三山島礦區儲量位置(按許可證) - 南

表 16-12. 三山島礦區生產計劃(按許可證)

	第一年 二零一八年	第二年 二零一九年	第三年 二零二零年	第四年 二零二一年	第五年 二零二二年	第六年 二零二三年	第七年 二零二四年	第八年 二零二五年	第九年 二零二六年	第十年 二零二七年	第十一年 二零二八年	第十二年 二零二九年	第十三年 二零三零年	第一至 第十三年 總計
<b>三山島礦區</b>														
礦山開發(延米)	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	360	360
礦石生產(1,000噸)	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	260	260
平均金品位(克/噸)	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	1.54	1.54
金含量(千克)	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	400	400
<b>新立礦區</b>														
礦山開發(延米)	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	7,010	7,010
礦石生產(1,000噸)	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	770	770
平均金品位(克/噸)	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	2.57	2.57
金含量(千克)	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	1,980	1,980
<b>曹家埠礦區</b>														
礦山開發(延米)	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無
礦石生產(1,000噸)	10	10	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	20
平均金品位(克/噸)	4.02	3.86	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	5.50
金含量(千克)	60	50	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	110
<b>新立礦區55-91 線越深區</b>														
礦山開發(延米)	1,920	2,560	2,560	2,360	4,170	無	無	無	無	無	無	無	無	13,570
礦石生產(1,000噸)	740	990	990	990	1,750	290	無	無	無	無	無	無	無	5,750
平均金品位(克/噸)	3.77	3.50	3.05	3.14	2.56	2.22	無	無	無	無	無	無	無	3.05
金含量(千克)	2,800	3,460	3,020	3,110	4,480	640	無	無	無	無	無	無	無	17,510



表 16-12. 三山島礦區生產計劃(按許可證)(續)

	第一年	第二年	第三年	第四年	第五年	第六年	第七年	第八年	第九年	第十年	第十一年	第十二年	第十三年	第一至 第十三年
	二零一八年 第二季度至 第四季度	二零一九年	二零二零年	二零二一年	二零二二年	二零二三年	二零二四年	二零二五年	二零二六年	二零二七年	二零二八年	二零二九年	二零三十年	總計
<b>三山島礦區外圍詳查區</b>														
礦山開發(延米)	無	無	無	無	6,570	18,350	3,930	無	無	無	無	無	無	28,850
礦石生產(1,000噸)	無	無	無	無	無	2,350	610	無	無	無	無	無	無	2,960
平均金品位(克/噸)	無	無	無	無	無	2.81	3.15	無	無	無	無	無	無	2.88
金含量(千克)	無	無	無	無	無	6,610	1,920	無	無	無	無	無	無	8,530
<b>新立村勘探區</b>														
礦山開發(延米)	無	無	無	無	無	無	6,370	7,880	6,280	6,990	22,970	34,350	6,660	91,500
礦石生產(1,000噸)	無	無	無	無	無	無	2,040	2,640	2,640	2,640	2,650	2,640	930	16,180
平均金品位(克/噸)	無	無	無	無	無	無	2.88	2.88	2.83	2.30	2.19	2.74	2.84	2.64
金含量(千克)	無	無	無	無	無	無	5,870	7,590	7,480	6,070	5,810	7,250	2,640	42,710
<b>礦山開發合計(延米)</b>	1,920	2,560	2,560	2,360	10,740	18,350	10,300	7,880	6,280	6,990	22,970	34,350	14,030	141,290
<b>礦石合計(1,000噸)</b>	760	1,000	990	990	1,750	2,640	2,650	2,640	2,640	2,640	2,650	2,640	1,950	25,940
<b>平均金品位(克/噸)</b>	3.78	3.50	3.05	3.14	2.56	2.74	2.94	2.88	2.83	2.30	2.19	2.74	2.57	2.75
<b>金含量(千克)</b>	2,860	3,510	3,020	3,110	4,480	7,250	7,780	7,590	7,480	6,070	5,810	7,250	5,020	71,230
<b>金含量(千盎司)</b>	92	113	97	100	144	233	250	244	240	195	187	233	161	2,290
<b>預計金回收率(%)</b>	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93
<b>金產品(千克)</b>	2,660	3,260	2,810	2,900	4,170	6,740	7,240	7,060	6,960	5,640	5,400	6,740	4,670	66,250
<b>金產品(千盎司)</b>	86	105	90	93	134	217	233	227	224	181	174	217	150	2,130

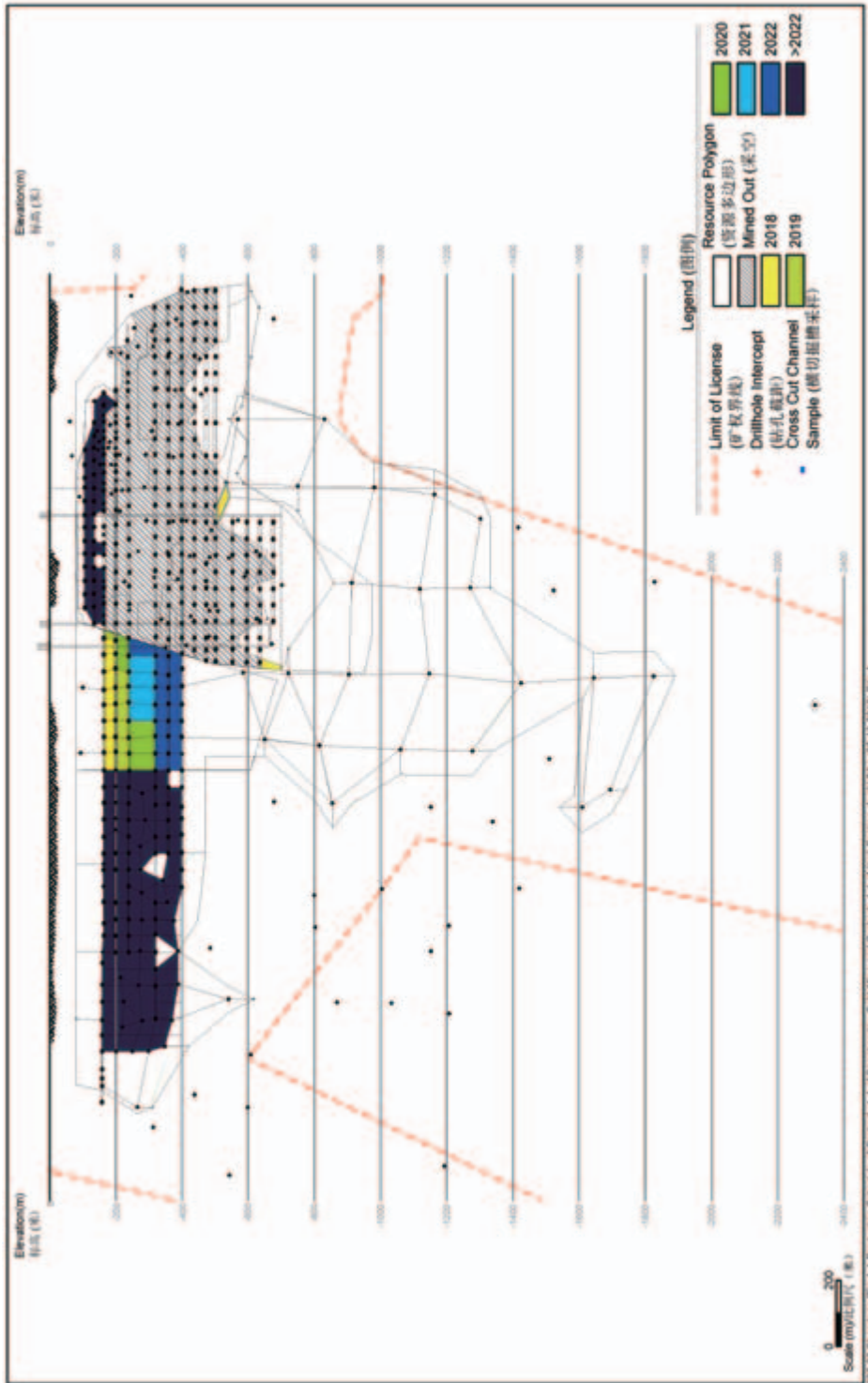


圖 16-8. 三山島金礦礦體 1-1 及新立段礦體 1-1 的生產計劃

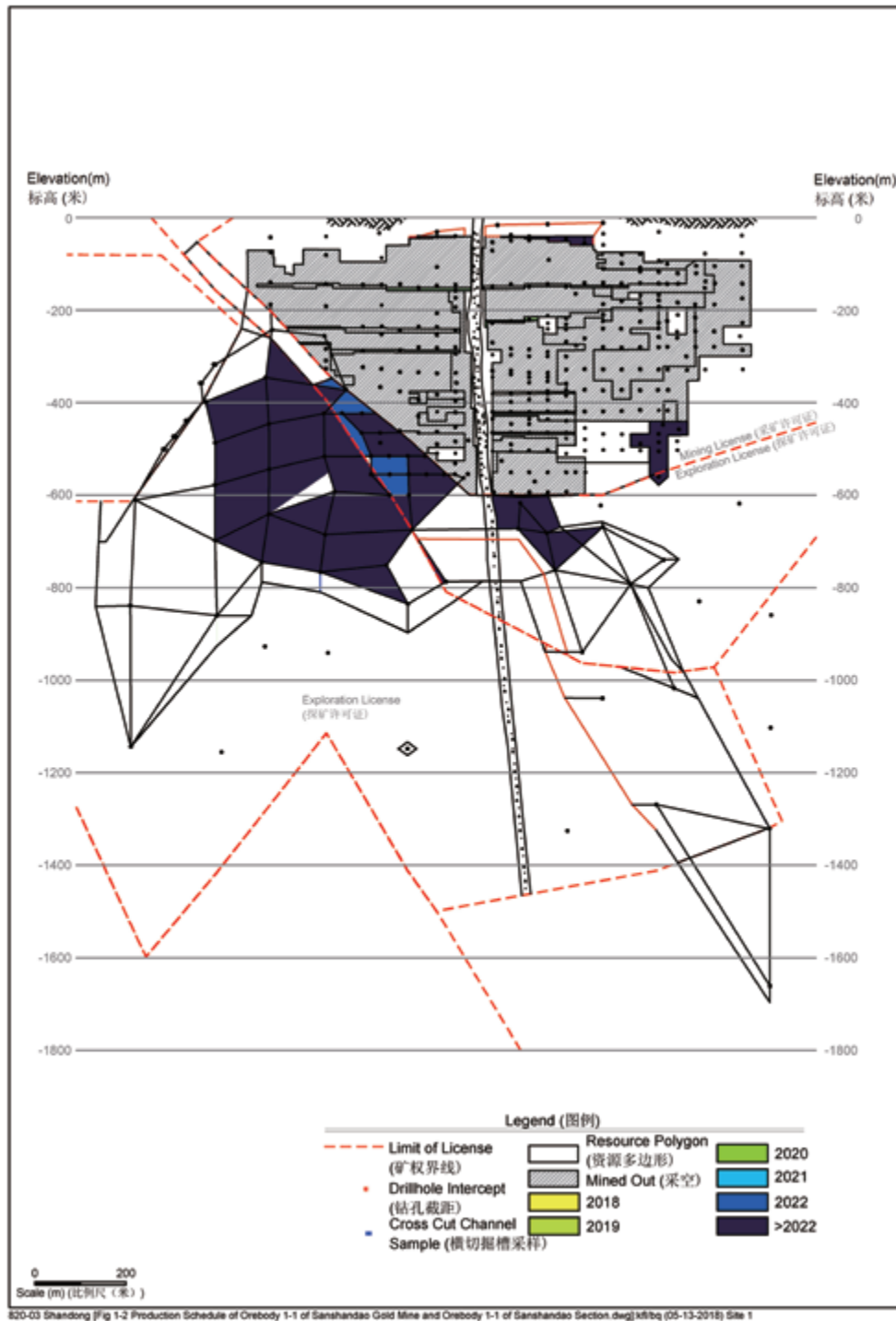


圖 16-9. 三山島金礦礦體 1-1 及三山島段礦體 1-1 的生產計劃

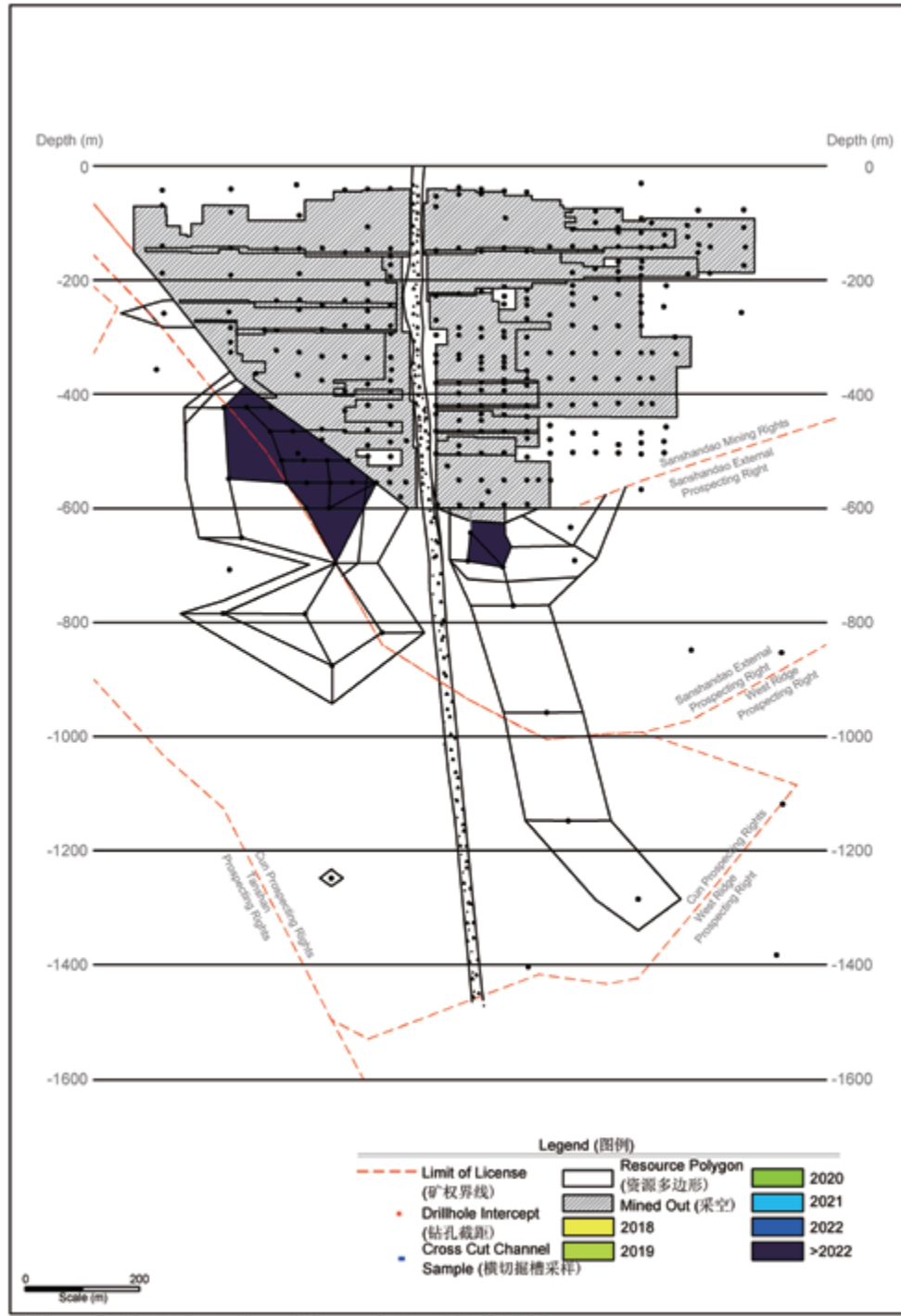


圖 16-10. 三山島金礦礦體 1-2 的生產計劃

## 17 選礦方法

總體來說，新立選礦廠設計得非常好，為達到高效運營，應用了一些現有的最佳的新技術。審查中發現選礦廠使用了最新的由在採礦業久負盛名的製造商生產的高品質設備，例如美卓。AAI認為，浮選柱和常規機械浮選機相結合提供了更高的效率和選擇性，尤其是在細顆粒回收方面，傳統的浮選流程是無法與之抗衡的。

選礦廠設計規模為8,000噸／天。

選礦廠的勞動力計劃為每年355天，每天8小時，輪三班。選礦廠員工總數282人，其中管理人員13人，技術人員13人，操作人員218人，維修人員38人。

### 17.1 破碎流程

來自地下的礦石通過井道輸送到破碎廠。粗碎設在井下，礦石首先使用兩台顎式破碎機(美卓C110顎式破碎機)進行粗破碎，然後經箕斗提升至地面。破碎流程包含預先篩分(2YAHg2460振動篩)，其中-25毫米的物料被分離並輸送到細碎高壓輓磨機HPGR(1.4米直徑×1.1米長度)。篩上產品被輸送到中碎區域，中碎由兩台美卓HP500圓錐破碎機組成，和雙層振動篩(兩台DUSL3.0×7.3AT振動篩)構成閉路。篩上產品返回到中碎破碎機，篩下產品送至細碎HPGR。HPGR開路運行，最終產品輸送至粉礦倉。破碎系統最終產品粒度為80%通過7毫米。

### 17.2 磨礦流程

磨礦作業採用一段閉路磨礦，由一台中信重工MQY 5.5米×8.5米溢流球磨機及1組8台710毫米水力旋流器(4台工作，4台備用)組成，溢流細度為74微米佔55%。旋流器溢流通過垃圾篩除渣。

### 17.3 浮選流程

浮選流程由「優先浮選」粗選，其次是傳統粗選，掃選和精選浮選流程構成。包括常規機械攪拌式浮選機和新技術浮選柱(中國礦業大學)的組合。優先浮選作業採用一台機械攪拌式浮選機(KYF-160)以生產高品位精礦，直接送至最終精礦。優先浮選作業尾礦送至三套粗選浮選柱(FSCMC-5000×8000)。粗選浮選柱精礦在兩台類似設計的浮選柱(FSCMC-4000×7000)進行精選。粗選浮選柱尾礦被送至一排機械攪拌式浮選機(四台KYF-160浮選機)進行掃選。精選浮選柱尾礦和掃選浮選機精礦再循環回到旋流器給礦泵池。

#### 17.4 脫水

浮選流程生產的金精礦在30米直徑的常規濃密機中濃縮，並用真空盤式過濾機過濾以生產含水量小於10%的濾餅。浮選金精礦濾餅運往位於焦家冶煉廠。

在新立選礦廠，過濾作業前未設置精礦儲槽。SGS建議提供適量的精礦儲存(例如8小時一班的儲量)以確保在上游生產中斷的情況下生產仍可以繼續進行。

新立選礦廠工藝系統流程如圖17-1所示。



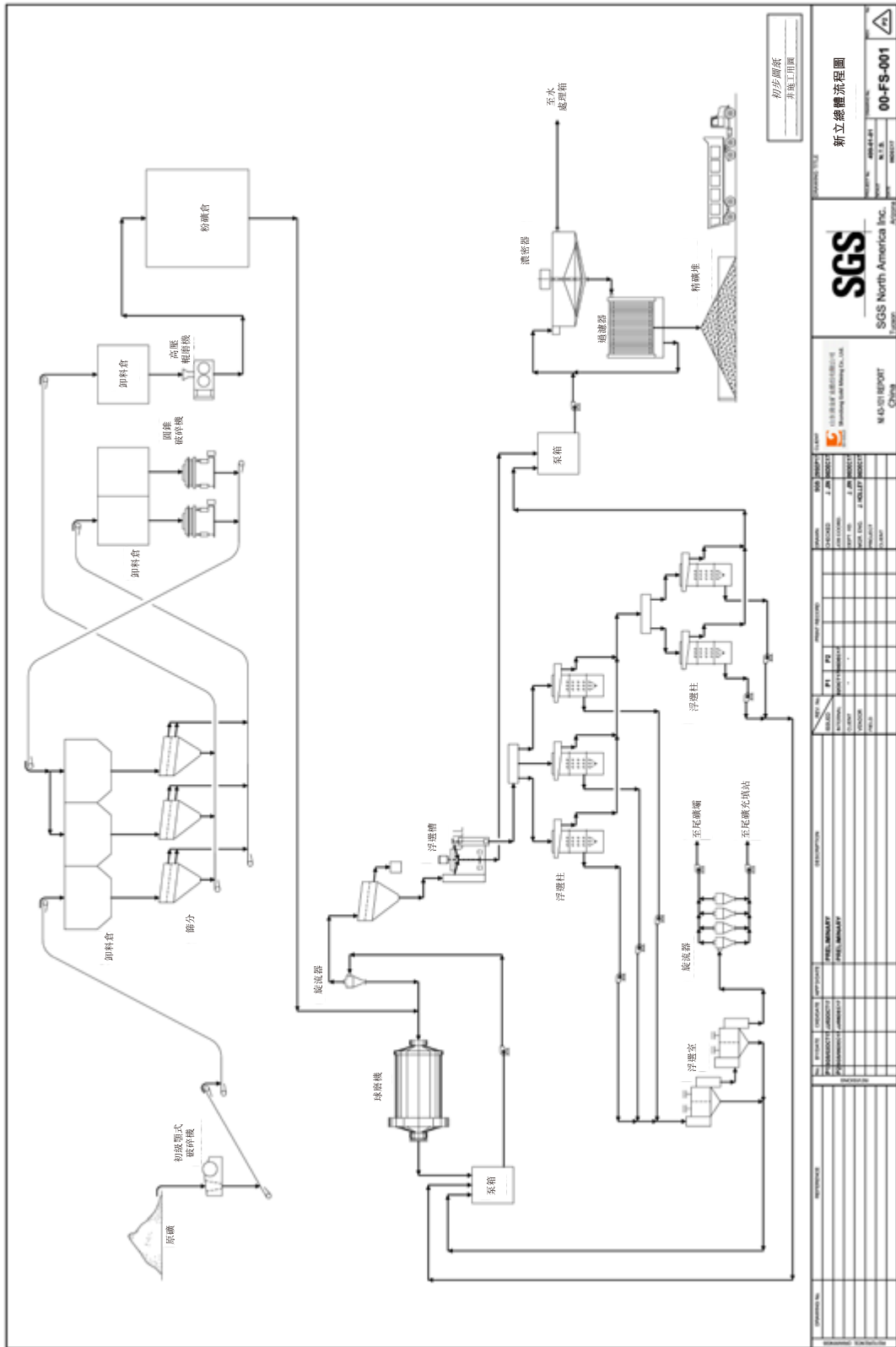


圖 17-1. 新立選礦廠工藝系統流程圖

### 17.5 焦家選廠

焦家選廠採用再磨，分級，浮選－氰化－浮選工藝，各作業操作如下所述。

冶煉工藝流程為金精礦再磨，然後進行分級。旋流器底流返回再磨。分級溢流給入混合浮選銅鉛，浮選精礦採用三浸三洗氰化工藝。浮選尾礦採用兩浸兩洗氰化工藝。精礦氰化貴液電積電解，得到電解銅和陽極泥，浸渣進行銅鉛分離浮選，產出鉛精礦與銅精礦；浮選尾礦氰化貴液採用脫氣和鋅粉置換工藝，得到的金泥與陽板泥一起送入精煉室精煉；浮選尾礦氰渣脫水後作為硫精礦外售。

銅鉛分離浮選過程因加酸而產生的微量HCN氣體用城液吸收，氰化物吸附的吸收液含有足夠高的氰化物濃度與貧液返回氰化流程循環使用。浮選精礦氰化貴液電解後，電解液進入浮選尾礦氰化鋅粉置換工藝，浮選精礦氰化洗滌水用鋅粉置換後的貧液補充，含氰生產用水在氰化系統內實現閉路循環。

## 18 項目基礎設施

由於三山島金礦是一個生產礦井，基礎設施已經存在了多年，在AAI看來，對於目前的生產水平來說是足夠和適當的。

礦山已經制定並正在實施將採礦擴展到附近礦體的計劃。山東黃金礦業股份有限公司擬將五個現有礦權合併為一個採礦權，有效合併新立礦區採礦權及新立55-91線勘探區，三山島外圍詳查和新立村勘探區的採礦權。二零一七年可行性研究報告(山東黃金集團煙台設計研究工程有限公司二零一七年)列出針對計劃擴建的基礎設施要求。

### 18.1 道路

三山島金礦交通十分便利，四通八達。高速公路S218和S304分別從南北向和東西向穿越礦區。榮成－烏海高速公路(G18)的萊州口出入口沿S304公路向東約7公里，大家窪－萊州－龍口鐵路萊州站沿S218公路向南約20公里。三山島港位於礦區內，通過上述路線可到達煙台，青島，濰坊等目的地。因此，礦區公路，鐵路，水路交通十分便利。

### 18.2 礦井廢石堆

不用於井下充填的廢石從井下提升起來，以名義價格出售，作為集料使用。廢石儲存在新立礦區磨機加工設施附近，並鋪設土工布以控制灰塵。

### 18.3 礦山礦石庫

開採的礦石從井下裝載口提升到地面，傾倒到料箱中並通過皮帶輸送到選廠破碎機。不能直接運送到選廠的礦石被裝載到地面自卸卡車中並運送到附近的礦石堆。礦石堆通常用土工布覆蓋，以盡量減少風，雨和融雪的損失。

### 18.4 電能

三山島金礦由距離礦山 2 公里的山東黃金電力公司黃金二站 110 千伏變電站供電。在多個地點的變電站降低能量以分配合適的電壓。第 16.4.4 節列出了隨著礦山沿著走向和傾向擴展而需要做的現場變壓器的變化。

### 18.5 尾礦庫

三山島金礦的尾礦在選廠按位置分開，尾礦砂部分在採礦作業中用作充填材料。餘下的細粒部分被泵送到倉上礦區老露天礦。倉上礦區露天礦如圖 18-1 所示。倉上礦區露天採礦前使用的老舊尾礦庫已被覆壟，不再使用。尾礦區已被覆壟為高爾夫練習場，還包括許多樹木和灌木，如圖 18-2 和 18-3 所示。



圖 18-1. 倉上礦區露天礦坑現在用於尾礦庫



圖 18-2. 老的尾礦區頂部復墾為高爾夫練習場





圖 18-3. 看向東方的老的尾礦區複墾

## 19 市場研究和合同

### 19.1 市場

由於黃金是一種在世界市場上高度流動並被廣泛追蹤的商品，有關潛在銷售的詳細市場研究尚未完成。山東黃金生產的99.99%純度金錠現在通過上海黃金交易所銷售。

圖 19-1 顯示了從二零零零年至二零一八年第一季度每年倫敦黃金下午定價每盎司黃金的價格。就本報告而言，經過合資格人士 Carl Brechtel 的審查，資源量和儲量報表都基於3年月平均(二零一五年四月一日至二零一八年三月三十一日)倫敦黃金下午定價每盎司 1,231.03 美元。

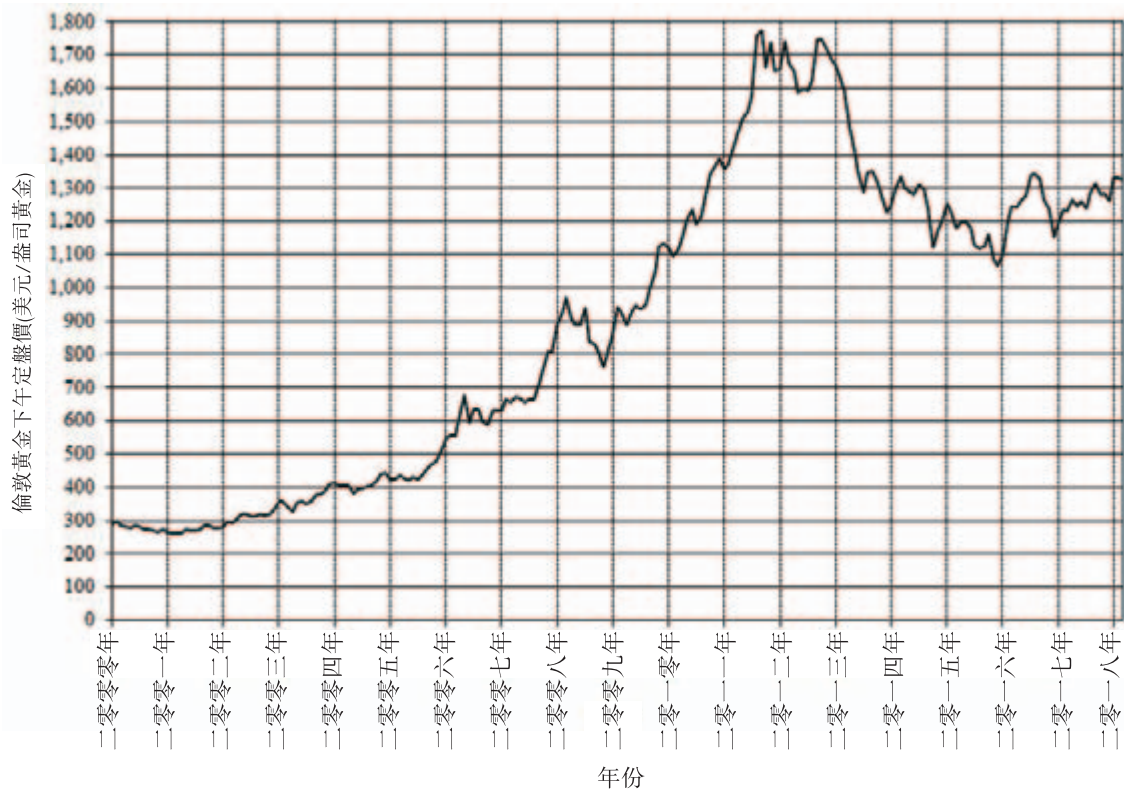


圖 19-1. 黃金歷年價格(來源 www.kitco.com)

## 19.2 合同

山東黃金沒有採礦，冶煉，煉製，運輸，處理或銷售的合同或協議，這些都是採礦業內常規或普遍接受的做法之外的事情。

## 20 環境研究、許可和社會或社區影響

### 20.1 簡介

第 4 章所列出的採礦許可證賦予了進行全面採礦和礦物加工作業的權利。採礦許可證的核准需要提供批准的環境影響評估(EIA)。環境影響評估是對預期的環境影響(地下水，地表水，固體廢物等)進行綜合評估，並進行監測和必要的後續評估。

典型金礦的環境問題來源包括脫水，尾礦，氰化工藝用水和生活污水等潛在的水污染。噪音污染來源於生產和加工設備。

礦山根據中國法律，法規和準則運作。三山島金礦已獲得相關的許可和批准。



## 20.2 法律及法規

山東黃金各個礦山根據中國法律，法規和準則運作，詳見表 20-1。表中所列並不全面，但代表了其總體的監管水平。

## 20.3 廢棄物和尾礦處理管理

典型的固體廢物來源主要是開拓廢石和尾礦。井下開拓過程中產生的大部分廢石作為井下充填。剩下的廢石被加工成建築石材，並從現場移除。礦尾被分成粗粒和細粒。粗粒部分用於地下礦井充填。細小部分存放在廢棄的倉上露天礦坑內。尾礦庫監測井水質標本顯示礦區對地下水影響較小。

表 20-1. 與礦山和採礦項目有關的中國法律概覽

領域	法律
採礦	中華人民共和國礦產資源法
	礦產資源法實施細則
	礦產資源開發登記管理辦法
	取得金礦採礦許可管理規定
	關於保護礦山地質環境的規定
環境	中華人民共和國水法
	中國水土保持法
	中國水污染防治法
	中華人民共和國水污染防治法實施細則
	中華人民共和國水土保持法實施條例
	取水許可證管理和水資源費徵收管理規定
	用水許可證管理辦法
國務院關於防治水污染行動計劃的通知	

## 領域

## 法律

中國環境保護法  
 環境影響評價法  
 規劃環境評估規定  
 中國清潔生產促進法  
 中國循環經濟促進法  
 固體廢物污染環境防治法  
 地表水環境質量標準  
 地下水質量標準  
 綜合水排放標準  
 地質災害的防治  
 建設項目環境保護設計規定  
 環境空氣質量標準  
 噪聲環境質量標準  
 鍋爐大氣污染物排放標準  
 工業企業廠界噪聲排放標準  
 危險廢物識別標準 – 萃取毒性標準  
 一般工業固體廢物和處置場污染控制標準

**20.4 水管理**

三山島金礦特有的潛在環境後果是海水入侵。當地農民的淺層地下水枯竭，形成了導致海水入侵的區域性窪地。高鹽度的地下水可以用於礦石加工，但會導致設備腐蝕問題（山東正元資源地質勘探有限公司，二零一七年）

三山島金礦產生的潛在水污染物包括地下礦井排水過程中產生的水中的懸浮固體。尾礦廢水的污染源頭是來自礦石加工的懸浮固體和殘餘化學物質。用於提取黃金的氰化過程是無機氰化物污染的來源。

採礦過程中產生的水用於選礦，其餘的處理後排入海中。檢測顯示排放水符合中國排放標準，未對區域內海產養殖或漁業造成影響。氰化工藝廢水採用閉路循環法設計，實現零排放。

## 20.5 空氣

通過保持尾礦庫潮濕來減少地面塵埃的產生。地下粉塵的產生是通過噴水進行控制的，在稀釋後，通過機械通風排出，並根據需要使用洗塵器收集，以滿足工作場所的要求。

## 20.6 許可要求

表 20-2 簡要概述了許可流程。根據觀察到的經營常規，AAI 認為已擁有或合理預期可取得所有必要的中國政府批文。現有的勘探和採礦許可證涵蓋了所有活躍的勘探和開採區域。採礦許可證需繳納年費和稅款。在礦產資源劃定後，更新採礦許可證，延伸採礦深度是一個正常的業務流程。所需文件已經提交，政府資源使用費已經支付完成。

## 20.7 社會和社區

礦區周邊的土地用途主要是農業，包括海上養殖。沒有生態遺跡或嚴格的土地管制區。

## 20.8 修復和覆墾

在項目許可過程中制定了修復和覆墾計劃。礦區修復是一個持續的過程。覆墾的一個示例是在海洋旁邊的一個尾礦堆頂部已經覆墾成了一個高爾夫球練習場。表 20-3 列出了過去三年及二零一八年第一季度的環境管理和覆墾開支。

表 20-2. 環境許可

許可	監管部門	描述
環境影響評估報告	環境保護部	評估對環境的影響。
用水許可證	水利部	用水許可證與採礦許可證分開頒發，其涵蓋污水池和用水量。黃金開採項目的用水許可證一般按照「政府確認的投資項目目錄」在省級頒發。用水許可證規定了用水的費用。

許可	監管部門	描述
排水許可證	水利部	設定水質監測標準。包括循環水的要求。
採礦許可證	自然資源部	要獲得礦山許可證必須得支付一定的費用用於礦區復原。持有採礦許可證的公司必須按照國家有關規定繳納礦山地質環境治理和恢復保證金。如果礦業公司履行義務並通過相關自然資源部門代表的檢查，保證金和利息將予以退還給礦業公司。一旦礦山停止運營，礦業公司將不再承擔水污染責任。
尾礦庫和廢物貯存 污染防治計劃	環境保護部	產生尾礦的公司必須制定污染防治計劃並建立責任制度。
礦山關閉申請	自然資源部	礦業公司必須提交礦山關閉申請以及關於礦山關閉的地質報告，以便獲得礦山許可證原始頒發部門的批准。關閉計劃必須包括礦山的基本信息；礦山地質環境的現狀；對地質環境影響的分析評價，提出保護，控制和恢復地質環境的措施；對項目運作資金的概算；並承諾為礦山地質環境的保護，控制和恢復提供保證金。
採礦許可(黃金專用)	國家發展和改革委員會	黃金開採項目必須經國家發展和改革委員會批准。

表 20-3. 三山島金礦環境相關支出

項目	單位	二零一八年			
		第一季度	二零一七年	二零一六年	二零一五年
礦區恢復和環境治理	元	370,426.50	1,120,134.27	1,582,612	669,284
礦區恢復和環境控制(每噸礦石費用)	元/噸	0.46	0.31	0.39	0.16
礦區恢復和環境控制(每克黃金費用)	元/克	0.28	0.17	0.19	0.08
加工的礦石	噸	807,467	3,610,176	4,058,270	4,128,404
黃金生產	千克	1,312.91	6,502.79	8,355.60	7,875.85

## 21 資本和營運成本

三山島金礦的資本和營運成本(資本成本和營運成本)來源於山東黃金提供的年度綜合生產和財務報告，以及一份可行性研究(山東黃金集團煙台設計研究工程有限公司二零一七年三山島金礦採掘改擴建工程可行性研究)。生產和財務報告涵蓋了二零一五年、二零一六年、二零一七年及二零一八年第一季度。報告中列出的詳細成本包括採礦成本、加工成本、管理成本、銷售成本、環境保護成本、生產稅、資源稅、貸款利息、折舊、攤銷及資本成本。

在三山島金礦處理礦石，生產一種精礦，運往山東黃金經營的冶煉廠。應付產品包括黃金、白銀和硫精礦，其數量、收到的價格和收入都列在年度報告中。

報告中的成本是人民幣。這些成本數據已經轉換成美元，匯率為人民幣 6.571 元/美元(基於二零一五年第二季度至二零一八年第一季度的三年平均值)。

### 21.1 資本成本估算

目前礦山正在計劃擴建，預計在礦山剩餘壽命中不會發生資本開支。廢棄物開拓成本已計入營運成本，並已列為費用。表 21-1 列出了三山島金礦的預測年度資本開支及可行性研究。

此外，可行性研究還顯示，未來年度用於計算折舊的未折現資本為人民幣 1,356,699,800 元(2.038 億美元)。

表 21-1. 三山島擴建的預測資本成本

項目	二零一八年			
	第二季度至 第四季度	二零一九年	二零二零年	二零二一年
資本成本(人民幣百萬元)	329.0	167.0	167.0	250.0
人民幣/美元	6.571	6.571	6.571	6.571
資本成本(百萬美元)	37.6	25.4	25.4	38.0

## 21.2 營運成本估算

營運成本就二零一五年、二零一六年、二零一七年及二零一八年第一季度期間所呈報的實際生產及財務數據以及就二零一八年第二季度至第四季度、二零一九年及二零二零年的估計生產及財務數據按表 21-2 中的成本對象劃分。該數據亦標準化至實際及預計加工噸位及應付的盎司黃金。單位營運成本在三個領域：採礦(直接採礦、掘進、鑽孔、坑內運輸、坑外運輸、通風、充填、提升和排水)；加工(破碎磨礦、浮選壓濾)；管理(G&A)、稅收、融資、銷售、攤銷和折舊)。攤銷和折舊的非現金成本已從營運成本中去除，但用於計算預計所得稅。表 21-3 列出了二零一五年、二零一六年、二零一七年及二零一八年第一季度的實際成本。表 21-4 列出了二零一八年第二季度至第四季度至二零二零年期間的預計資本和營運成本。

AAI 認為，營運成本、資本成本和總成本合理，為未來營運成本的預測提供了充分的依據。每盎司黃金的總成本在最近的產量中提供了非常好的利潤率，而剩餘儲量的黃金品位的提高將進一步降低每盎司黃金的成本。



表 21-2. 礦權營運成本按成本對象、過往數和預測數累計

成本對象(已加工黃金)	過往數(美元/噸)				預測數(美元/噸)		
	二零一五年	二零一六年	二零一七年	二零一八年	二零一八年		
				第一季度	第二季度至 第四季度	二零一九年	二零二零年
勞動力就業	10.55	10.25	12.42	13.48	14.4	14.4	14.4
耗材	9.92	9.53	8.84	5.78	11.9	11.9	11.9
燃料、電力、水和 其他服務	5.12	5.01	4.74	5.05	6.4	6.4	6.4
現場管理	6.92	11.68	7.19	1.14	10.5	10.5	10.5
環境保護和監測	0.02	0.06	0.05	0.07	0.1	0.1	0.1
人員運輸	0.03	0.02	0.03	0.02	0.0	0.0	0.0
產品營銷和支持	—	—	—	—	—	—	—
非所得稅、使用費和 其他政府收費	4.36	3.16	3.33	1.67	4.5	4.5	4.5
應急費用	(0.00)	0.00	—	0.09	0.0	0.0	0.0
總成本	36.93	39.70	36.60	27.31	47.9	47.9	47.9

成本對象(已生產黃金)	過往數(美元/克)				預測數(美元/克)		
	二零一五年	二零一六年	二零一七年	二零一八年	二零一八年		
				第一季度	第二季度至 第四季度	二零一九年	二零二零年
勞動力就業	5.50	4.94	6.89	5.50	4.1	4.4	5.1
耗材	5.17	4.60	4.91	5.17	3.4	3.7	4.2
燃料、電力、水和 其他服務	2.67	2.42	2.63	2.67	1.8	2.0	2.3
現場管理	3.61	5.63	3.99	3.61	3.0	3.2	3.7
環境保護和監測	0.01	0.03	0.03	0.01	0.0	0.0	0.0
人員運輸	0.02	0.01	0.02	0.02	0.0	0.0	0.0
產品營銷和支持	—	—	—	—	—	—	—
非所得稅、使用費和 其他政府收費	2.27	1.52	1.85	2.27	1.3	1.4	1.6
應急費用	(0.00)	0.00	—	(0.00)	0.0	0.0	0.0
現金營運成本	19.25	19.16	20.32	19.25	13.6	14.7	16.9

表 21-3. 三山島金礦歷史總成本／加工噸位

	二零一五年	二零一六年	二零一七年	二零一八年 第一季度
加工噸位	4,128,404	4,058,270	3,610,176	807,467
採礦成本(人民幣元)	558,166,315	608,232,110	445,317,943	65,756,087
人民幣元／噸	135.20	149.87	123.35	81.44
美元／噸	20.58	22.81	18.77	12.39
加工成本(人民幣元)	170,502,796	182,244,546	166,885,297	33,270,666
人民幣元／噸	41.30	44.91	46.23	41.20
美元／噸	6.29	6.83	7.04	6.27
行政費用(人民幣元)	273,048,670	268,235,812	255,936,231	45,891,823
人民幣元／噸	66.14	66.10	70.89	56.83
美元／噸	10.07	10.06	10.79	8.65
總現金營運成本(人民幣元)	1,001,717,780	1,058,712,468	868,139,471	144,918,576
人民幣元／噸	242.64	261	240	179
美元／噸	36.93	39.70	36.60	27.31
已生產黃金(克)	7,919,033	8,410,976	6,502,790	1,312,910
每克黃金現金營運成本 (人民幣元／克黃金)	126.49	125.87	133.50	110.38
每克黃金現金營運成本 (美元／克黃金)	19.25	19.16	20.32	16.80
每盎司黃金現金營運成本 (美元／盎司黃金)	598.73	595.78	631.90	522.45
資本成本(人民幣元)				
人民幣元／噸				
美元／噸				
總成本(人民幣元)	1,001,717,780	1,058,712,468	868,139,471	144,918,576
人民幣元／噸	242.64	260.88	240.07	179.47
美元／噸	36.93	39.70	36.60	27.31
每克黃金現金營運成本 (人民幣元／克黃金)	126.49	125.87	133.50	110.38
每克黃金現金營運成本(美元／ 克黃金)	19.25	19.16	20.32	16.80
每盎司黃金現金營運成本 (美元／盎司黃金)	598.73	595.78	631.90	522.45

表 21-4. 三山島金礦的預計營運成本和資本(二零一八年至二零三零年)

	二零一八年 第二季末至 第四季末	二零一九年	二零二零年	二零二一年	二零二二年	二零二三年	二零二四年	二零二五年	二零二六年	二零二七年	二零二八年	二零二九年	二零三零年
加工噸位	760,000	1,000,000	990,000	990,000	1,750,000	2,640,000	2,650,000	2,640,000	2,640,000	2,640,000	2,650,000	2,640,000	1,950,000
採購成本(人民幣元)	152,400,000	201,700,000	199,900,000	199,400,000	352,400,000	531,600,000	533,100,000	531,600,000	531,600,000	531,600,000	533,100,000	573,500,000	424,500,000
人民幣元/噸	201.40	201.40	201.40	201.40	201.40	201.40	201.40	201.40	201.40	201.40	201.40	217.20	217.20
美元/噸	30.60	30.60	30.60	30.60	30.60	30.60	30.60	30.60	30.60	30.60	30.60	33.10	33.10
加工成本(人民幣元)	55,800,000	73,900,000	73,200,000	73,000,000	129,000,000	194,700,000	195,200,000	194,700,000	194,700,000	194,700,000	195,200,000	222,700,000	164,900,000
人民幣元/噸	73.70	73.70	73.70	73.70	73.70	73.70	73.70	73.70	73.70	73.70	73.70	84.40	84.40
美元/噸	11.20	11.20	11.20	11.20	11.20	11.20	11.20	11.20	11.20	11.20	11.20	12.80	12.80
管理成本(人民幣元)	30,000,000	39,800,000	39,400,000	39,300,000	69,500,000	104,800,000	105,100,000	104,800,000	104,800,000	104,800,000	105,100,000	193,800,000	143,500,000
人民幣元/噸	39.70	39.70	39.70	39.70	39.70	39.70	39.70	39.70	39.70	39.70	39.70	73.40	73.40
美元/噸	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	11.20	11.20
總現金營運成本(人民幣元)	238,300,000	315,300,000	312,500,000	311,700,000	550,900,000	831,100,000	833,400,000	831,100,000	831,100,000	831,100,000	833,400,000	990,000,000	732,900,000
人民幣元/噸	314.80	314.80	314.80	314.80	314.80	314.80	314.80	314.80	314.80	314.80	314.80	375.00	375.00
美元/噸	47.90	47.90	47.90	47.90	47.90	47.90	47.90	47.90	47.90	47.90	47.90	57.10	57.10
已生產黃金(克)	2,660,000	3,260,000	2,810,000	2,900,000	4,170,000	6,740,000	7,240,000	7,060,000	6,960,000	5,640,000	5,400,000	6,740,000	4,670,000
現金營運成本/克黃金(人民幣元/克黃金)	89.60	96.60	111.10	107.60	132.10	123.30	115.10	117.70	119.40	147.20	154.30	146.90	157.00
現金營運成本/克黃金(美元/克黃金)	13.60	14.70	16.90	16.40	20.10	18.80	17.50	17.90	18.20	22.40	23.50	22.40	23.90
現金營運成本/盎司黃金(美元/盎司黃金)	423.90	457.20	525.70	509.30	625.00	583.50	544.70	557.10	565.30	696.90	730.20	695.20	743.30
資本成本(人民幣元)	247,100,000	166,600,000	166,600,000	249,900,000	-	-	-	-	-	-	-	-	(59,700,000)
人民幣元/噸	326.50	166.30	167.80	252.40	-	-	-	-	-	-	-	-	(30.50)
美元/噸	49.70	25.30	25.50	38.40	-	-	-	-	-	-	-	-	(4.60)
總成本(人民幣元)	485,400,000	481,900,000	479,100,000	561,500,000	550,900,000	831,100,000	833,400,000	831,100,000	831,100,000	831,100,000	833,400,000	990,000,000	673,200,000
人民幣元/噸	641.30	481.10	482.60	567.20	314.80	314.80	314.80	314.80	314.80	314.80	314.80	375.00	344.50
美元/噸	97.60	73.20	73.40	86.30	47.90	47.90	47.90	47.90	47.90	47.90	47.90	57.10	52.40
總成本(克黃金/克黃金)	182.40	147.60	170.30	193.90	132.10	123.30	115.10	117.70	119.40	147.20	154.30	146.90	144.20
總成本(美元/克黃金)	27.80	22.50	25.90	29.50	20.10	18.80	17.50	17.90	18.20	22.40	23.50	22.40	22.00
總成本(美元/盎司黃金)	863.50	698.80	805.90	917.70	625.00	583.50	544.70	557.10	565.30	696.90	730.20	695.20	682.80
總成本(美元/盎司黃金)	760.00	1,000,000	990,000	990,000	1,750,000	2,640,000	2,650,000	2,640,000	2,640,000	2,640,000	2,650,000	2,640,000	1,950,000
總成本(美元/盎司黃金)	152,400,000	201,700,000	199,900,000	199,400,000	352,400,000	531,600,000	533,100,000	531,600,000	531,600,000	531,600,000	533,100,000	573,500,000	424,500,000
總成本(美元/盎司黃金)	201.40	201.40	201.40	201.40	201.40	201.40	201.40	201.40	201.40	201.40	201.40	217.20	217.20

註：表中的數字四捨五入以反映估算的精確度；四捨五入所產生的小差異並不影響估算的準確性。

## 22 經濟分析

使用調整至二零一八年第二季度初的礦產儲量對三山島金礦進行了經濟預測分析。經濟分析所用的年度生產計劃可參照表16-12。生產和成本率預測方法已於21節說明。礦業報告中的非現金費用已經被去除，但是用於預計未來的所得稅。

基於二零一八年人民幣計算，假設沒有通貨膨脹或成本上升，在分析中使用了平均金價1,231.03美元(二零一五年四月一日至二零一八年三月三十一日的三年平均每月倫敦下午定盤金價)。假定每1.00美元兌換人民幣6.571元(基於二零一五年第二季度至二零一八年第一季度的三年平均值)。

### 22.1 稅項

資源稅和地方稅，加上其他政府收費，都包含在礦山運營報告中。它們在營運成本預測中記錄，假設它們被包含在預計的單位成本費率中。這些成本包含資源稅，目前稅率為稅前主要產品收入的4%。

所得稅佔淨營業利潤的25%，按收入減去營運成本和折舊加攤銷計算。未來生產年份的折舊和攤銷是根據可行性研究報告中的資本成本來預測的(山東黃金集團煙台設計研究工程有限公司二零一七年三山島金礦採掘改擴建工程可行性研究)。

### 22.2 經濟預測

根據歷史生產率和成本，可行性研究報告以及預計儲量制定了三山島金礦未來財務業績的經濟模型。平均儲量品位被用來估計未來的黃金產量。白銀品位在歷史生產中記錄，但是沒有用於計算儲量，因此也沒有用於計算收入。白銀產量的歷史報告顯示，與黃金相比，其貢獻的收入非常小(約0.2%)。生產計劃、成本和預測現金流量列於表22-1。

生產計劃、成本和收入100%歸屬於山東黃金，稅後自由現金流量9.70億美元。表22-2列出了貼現率為0%(自由現金流量)、5%、10%和15%的計算的淨現值。淨現值估算所用折現率區間符合行業標準，與潛在山東黃金業務擴張調研所用的最低回報率一致。由於所有的現金流都是正數，所以並無內部收益率(IRR)可以確定剩餘的礦山壽命。淨現值根據過往或預期黃金回收率估算。

表 22-1. 三山島金礦產量預測和預計稅後現金流量 – 三山島金礦應佔 100 %

時期	加工礦石*** (噸)	金品位** (克/噸)	金產品** (盎司)	收益* (美元)	營運成本 (美元)	資本成本 (美元)	收入稅 (美元)	稅後現金流 (美元)
二零一八年第二季度								
至第四季度	760,000	3.51	86,000	105,300,000	36,300,000	37,600,000	11,200,000	20,300,000
二零一九年	1,000,000	3.26	105,000	129,200,000	48,000,000	25,400,000	13,600,000	42,300,000
二零二零年	990,000	2.83	90,000	111,400,000	47,600,000	25,400,000	8,600,000	29,900,000
二零二一年	990,000	2.93	93,000	114,600,000	47,400,000	38,000,000	8,500,000	20,700,000
二零二二年	1,750,000	2.38	134,000	165,100,000	83,800,000	–	12,000,000	69,300,000
二零二三年	2,640,000	2.55	217,000	266,800,000	126,500,000	–	26,800,000	113,600,000
二零二四年	2,650,000	2.74	233,000	286,600,000	126,800,000	–	31,600,000	128,200,000
二零二五年	2,640,000	2.67	227,000	279,500,000	126,500,000	–	29,900,000	123,100,000
二零二六年	2,640,000	2.64	224,000	275,500,000	126,500,000	–	28,900,000	120,000,000
二零二七年	2,640,000	2.14	181,000	223,400,000	126,500,000	–	15,900,000	81,000,000
二零二八年	2,650,000	2.04	174,000	213,800,000	126,800,000	–	19,500,000	67,500,000
二零二九年	2,640,000	2.55	217,000	266,800,000	150,700,000	–	27,400,000	88,700,000
二零三零年	1,950,000	2.39	150,000	184,700,000	111,500,000	(9,100,000)	17,300,000	64,900,000
總計	<u>25,940,000</u>	<u>2.55</u>	<u>2,130,000</u>	<u>2,622,900,000</u>	<u>1,284,900,000</u>	<u>117,300,000</u>	<u>251,300,000</u>	<u>969,500,000</u>

\* 不包括銀產品。

\*\* 金產品品位及金產量基於第 15 節礦產儲量估算界定的過程假設釐定。

\*\*\* 生產計劃載於表 16-12。

註：表中的數字四捨五入以反映估算的精確度；四捨五入所產生的小差異並不影響估算的準確性。

### 22.3 項目經濟效益的敏感性

估計自由現金流量和淨現值的敏感度是在預測成本假設的 -25% 至 +25% 範圍內的營運成本和資本成本假設。結果列於表 22-3 和 22-4，並在圖 22-1 及 22-2 中以圖形方式顯示。合約費、公共設施費用和運輸成本計入現金流量的整體營運成本敏感度，但並不就其對現金流量的個別影響而單獨進行分析。

對黃金價格假設的敏感性，在預測價格假設為 1,231.03 美元/盎司的 75% 和 125% 之間進行了研究。這導致了 923 至 1,539 美元/盎司之間的一系列金價。表 22-5 列出了年度折現率為 5%、10% 和 15% 的自由現金流量和淨現值。靈敏度也在圖 22-3 中以圖形方式顯示。

### 22.4 儲量對黃金價格的敏感性

儲量對黃金價格敏感性的假設已經在預測價格假設為 1,231.03 美元/盎司的 80% 至 120% 範圍內進行了研究。這導致金價在 984.82 至 1,477.24 美元/盎司之間。表 22-6 列出了採礦許可證的相關邊界品位以及按金價計算的相應估計儲量。

表 22-2. 三山島金礦稅後淨現值 100% 歸屬於山東黃金

年利率	季度利率	淨現值 (百萬美元)
15%	4%	378
10%	3%	503
5%	1%	699
0%	0%	967

表 22-3. 營運成本在預測假設的 -25% 和 +25% 之間變化時三山島金礦的淨現值的變化

基礎假設的 %	淨現值(百萬美元)			
	0%	5%	10%	15%
25%	944.8	665.8	481.4	356.8
20%	949.7	670.5	485.7	360.9
15%	954.6	675.1	490.1	365.1
10%	959.6	679.8	494.5	369.2
5%	964.5	684.4	498.9	373.4
0%	969.5	689.1	503.3	377.5
-5%	974.4	693.7	507.7	381.6
-10%	979.4	698.4	512.1	385.8
-15%	984.3	703.0	516.4	389.9
-20%	989.2	707.7	520.8	394.1
-25%	994.2	712.3	525.2	398.2

表 22-4. 資本成本在預測假設的 -25% 和 +25% 之間變化時三山島金礦的淨現值的變化

基礎假設的 %	淨現值(百萬美元)			
	0%	5%	10%	15%
25%	940.2	661.2	477.0	352.8
20%	946.0	666.8	482.3	357.7
15%	951.9	672.4	487.5	362.7
10%	957.7	677.9	492.8	367.6
5%	963.6	683.5	498.0	372.6
0%	969.5	689.1	503.3	377.5
-5%	975.3	694.7	508.5	382.4
-10%	981.2	700.2	513.8	387.4
-15%	987.1	705.8	519.1	392.3
-20%	992.9	711.4	524.3	397.3
-25%	998.8	717.0	529.6	402.2



表 22-5. 黃金價格在 923 至 1,539 美元／盎司之間變化時三山島金礦淨現值變化

金價(美元／盎司)	淨現值(百萬美元)			
	0%	5%	10%	15%
1,539	1542.3	1118.7	837.4	646.2
1,477	1425.2	1030.3	768.3	590.3
1,416	1309.3	943.2	700.3	535.4
1,354	1194.7	857.3	633.5	481.7
1,293	1081.4	772.6	567.8	429.0
1,231	969.5	689.1	503.3	377.5
1,169	858.8	606.8	439.9	327.0
1,108	749.4	525.8	377.7	277.7
1,046	641.3	446.0	316.7	229.4
985	534.5	367.4	256.8	182.3
923	429.0	290.0	198.1	136.2

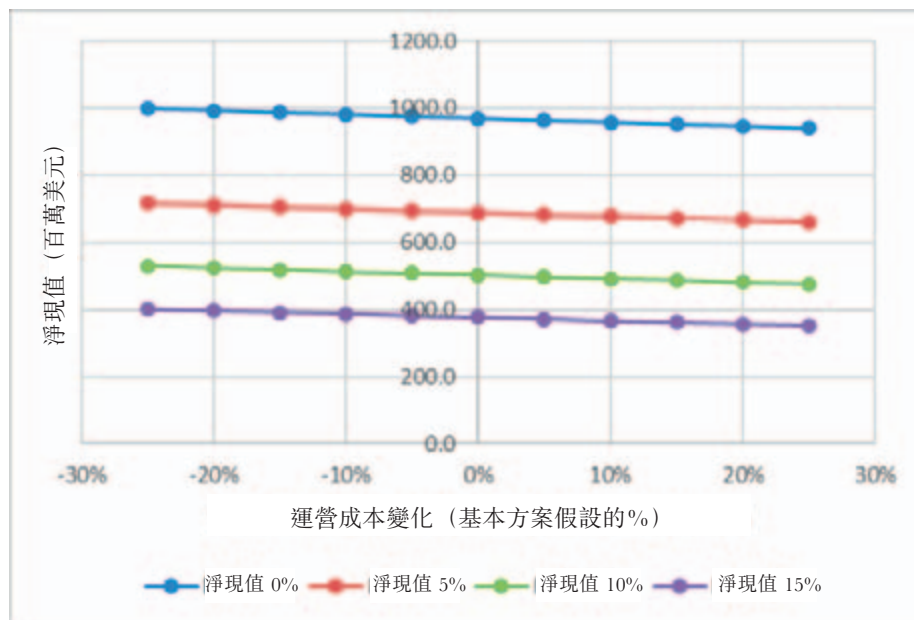


圖 22-1. 基本方案假設的營運成本在 -25% 到 +25% 變化時三山島金礦淨現值的變化

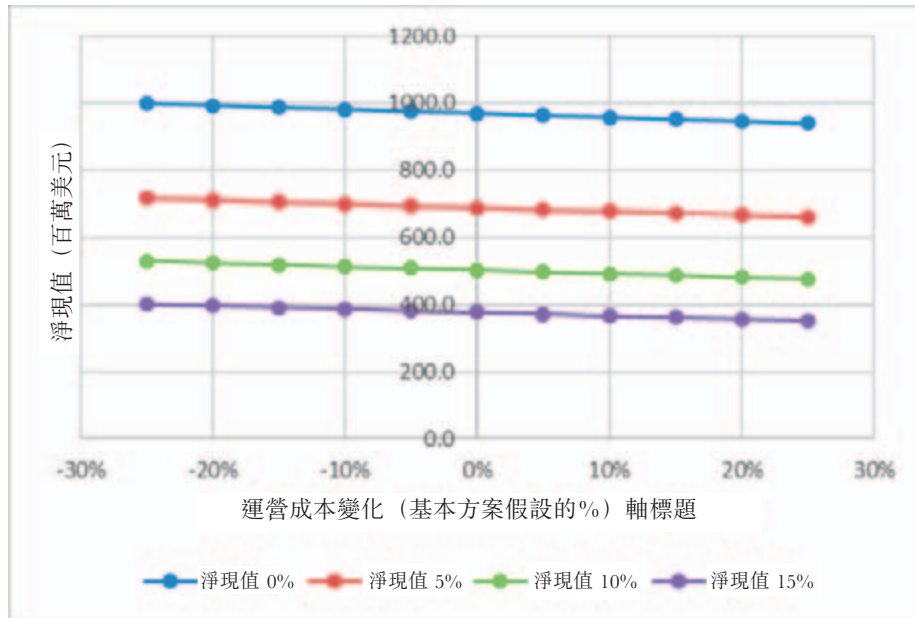


圖 22-2. 基本方案假設的資本成本在 -25% 到 +25% 變化時三山島金礦淨現值的變化

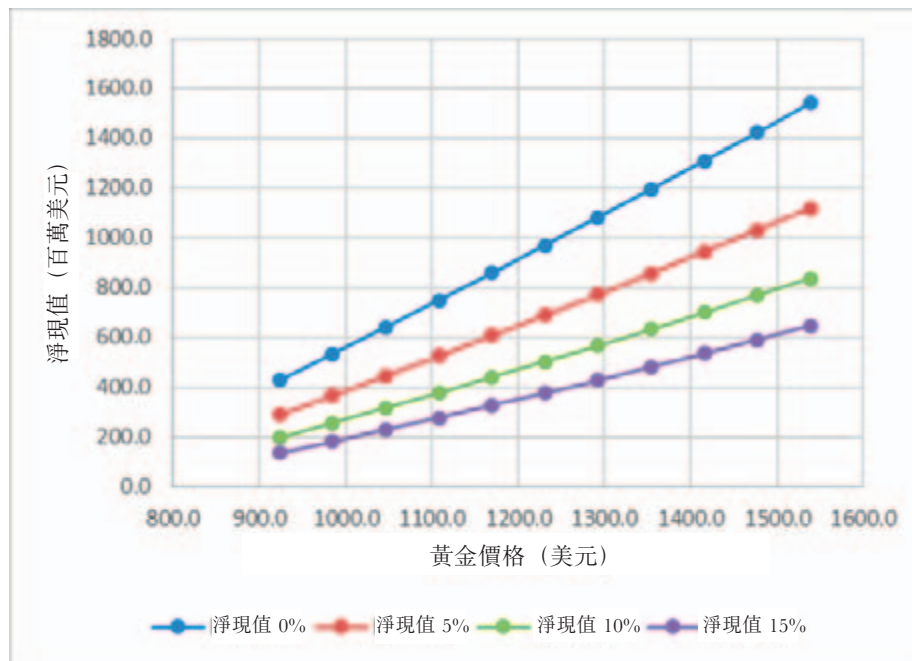


圖 22-3. 黃金價格在 923 至 1,539 美元 / 盎司之間變化時三山島金礦淨現值敏感性

表 22-6. 黃金儲量對黃金價格的敏感性

三山島金礦	-20%	-10%	0%	+10%	+20%
金冶金回收率	94.4%	94.4%	94.4%	94.4%	94.4%
總現金成本(美元/噸)	37.11	37.11	37.11	37.11	37.11
黃金售價(美元/盎司-噸)	984.82	1,107.93	1,231.03	1,354.13	1,477.24
黃金邊界品位(克/噸)	1.24	1.10	0.99	0.90	0.83
證實的和可信的儲量	25.94	25.94	25.94	25.94	25.94
噸礦石(百萬)	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75
品位(克/噸)					
含金(噸)	71.23	71.23	71.23	71.23	71.23

## 23 鄰近礦權

三山島金礦位於山東半島，該地區擁有許多世界級的金礦礦床和生產礦山。沒有緊鄰的礦權可能會對三山島金礦的礦化或勘探目標的解釋或評估產生重大影響。

## 24 其他相關數據和信息

### 24.1 風險評估

與其他行業相比，開採本身就是一個相對高風險的行業。每個礦山都在一個地質礦床中，其產生和礦化品位以及其對採礦和加工的要求都是獨一無二的。

外部單位定期準備核實報告。這些核實報告包括對綜合採礦區內的採礦權和儲量估計進行核實、檢查周圍礦權是否重疊、評估礦床的技術條件以及討論採礦和勘探期間需要預防的主要問題。這包括按照「礦山地質環境保護規定」的要求對地質環境的複雜程度進行排序。

根據指引附註 7 (聯交所上市規則第 1.06 條) 進行風險分析。風險評估指出可能威脅某個特定項目成功的可能性和後果，並且必然是主觀的和定性的。如表 24-1 所示，將風險的程度或結果及其可能性合併為總體風險評估。風險從小到大分類如下：

- **主要風險**：即將發生失敗的危險，如果不加以糾正，會對項目的現金流量和業績產生重大影響 (>15% 至 20%)，並可能導致項目失敗。
- **中等風險**：如果不加修正的話，這個因素對項目的現金流量和業績可能會有很大的影響 (10% 到 15%)。
- **次要風險**：如果不加修正的話，對項目現金流量和業績的影響很小 (<10%)。

在 7 年的時間內發生風險的可能性被認為是很可能的、可能的或不太可能的。一個很可能的風險很可能會發生、可能的風險可能會發生及一個不太可能的風險可能不會發生。

表 24-1. 總體風險評估表

風險可能性 (7 年內)	風險的後果		
	次要	中等	主要
很可能	中	高	高
可能	低	中	高
不太可能	低	低	中

表 24-2 列出了三山島金礦在採取控制措施之前進行進的風險評估。風險評估在性質上是主觀和定性的過程。在這個風險評估中確定的兩個高風險領域涉及海水淹沒礦井以及採礦深度的增加影響採礦生產力和安全。三山島金礦已經確定了這兩個風險，公司正在積極採取控制措施。

表 24-2. 採取措施前項目風險評估

危險／風險問題	討論危險／風險和控制計劃	後果		
		可能性	級別	風險
<b>地質和資源</b>				
鑽孔數據質量	岩芯鑽井作為絕大多數礦產資源的基礎。山東黃金及其承包商非常重視確保獲得高質量的樣品進行化驗。鑽孔的老式非陀螺井下測量存在風險，這可能會造成鑽孔中礦化的 3D 位置發生微小的變化。山東黃金已經表明新的鑽探將包括陀螺儀井下測量來糾正這種風險。	可能	中等	中
鑽孔樣品密度	這種類型的金礦床的鑽孔密度受中國的管理，可能夠密，也可能不夠密而不能精確地採集資源。	可能	中等	中
採樣方法	採樣技術最近從岩芯的機械分裂成半岩芯取樣到將岩芯鋸成半芯以獲得測定樣品。這個最近的改變將會提高岩芯孔分析結果的準確性和可靠性。	可能	中等	中

危險／風險問題	討論危險／風險和控制計劃	後果		
		可能性	級別	風險
地質解釋				
礦產資源／儲量估算	在採礦和加工條件下預計的噸位和品位的估計值來自小的樣品。驗證生產性質的歷史數據可能為評估未來狀況提供更為確定的依據。這些礦井對礦床相當有經驗。	可能	中等	中
<b>採礦</b>				
地表沉陷	未經充填的近地表採空區可能會坍塌並導致地表沉降。這可能會發生在有近地表採場的任何地下礦山。	可能	次要	低
深部採礦	隨著採礦深度的增加，應力增加，會導致更加困難的採礦條件。	很可能	中等	高
突水	大部分礦區位於渤海海域的潮間帶和海水之下。海底開採可能導致水淹沒礦井的可能性。研究了突水與海水的關係，預測海水進入礦井是可能的。礦山水流監測系統和措施可以防止突水帶來損失。	很可能	主要	高



危險／風險問題	討論危險／風險和控制計劃	後果		
		可能性	級別	風險
礦石加工／處理	在評估礦物加工過程中沒有發現重大風險。	不太可能	次要	低
尾礦存儲設施	尾礦治理嚴格執行國家環保總局頒佈的第十一條「防止尾礦污染環境管理條例」。庫區防滲防塵工作按照規範操作進行管理。	可能	中等	中
<b>環境責任</b>				
地下或地表水質惡化	該地區地下水可採量逐年遞減，咸水入侵明顯。水質急劇惡化。海水入侵的主要原因是農業灌溉使得淡水水位下降。礦井為零排放，礦井生產活動對地下水環境影響不大。	很可能	次要	中
氰化物排放	生產中使用的工業廢水經過回收利用，返回生產過程，不再排放。「氰化廢水零排放」工藝已到位。	可能	中等	中

危險／風險問題	討論危險／風險和控制計劃	後果		
		可能性	級別	風險
水的可用性	海水已成功通過加工測試。管道工程中海水的腐蝕是一個確定的問題。	可能	次要	中
<b>經濟</b>				
資本和營運成本	有明顯的成本歷史可用於估算未來成本。	可能	中等	中
商品定價、利率、匯率	定價和費率隨世界市場而變化。敏感性分析是穩健的，表明在廣泛的產品定價範圍內的盈利能力。	可能	中等	中
地震對地表結構的破坡	根據中國地震局一九九二年發佈的「中國地震烈度區劃圖」，礦區地震烈度分為七級。礦區地震烈度為「十分強烈」，在設計和施工良好的建築物中可忽略不計。按照「建築抗震設計規範」(GB50011-2001)的基礎設施設計要求，進行建築設計。	很可能	中等	中
職業健康與安全	職業健康和 安全方案已經到位，以監測和減少接觸工人的風險。合規性由外部機構監督。	可能	中等	中

知悉有高風險項目，即使現有慣例導致更低風險，因為在未來七年內，如山東黃金未能繼續現有減緩工作，對礦權的影響可能重大。

#### 其他風險：

除表 24-2 所評估的具體風險和一般風險外，AAI 亦徵求了山東黃金及其他來源的意見，提供對山東黃金業務經營而言屬相關及重大的額外披露，以符合上市規則第 18.05(6) 條的規定：

#### 1. 環境、社會和健康與安全問題引起的項目風險：

採礦項目可能會受到各種不同風險和問題所影響，包括環境以及健康和 safety 風險。

環境風險可能是由於人為疏忽造成，如操作中的爆炸物或其他危險物品處理不當，或洪水、地震、火災和其他自然災害等不可抗力。任何環境危害的發生都可能延誤生產，增加生產成本，造成人身傷害或財產損失，導致責任和損害聲譽。據山東黃金表示，該公司已經採取若干措施解決運營所產生的環境問題，減少運營對環境的影響。普查請參閱本招股章程「業務－環境保護」。根據山東黃金法律顧問(金杜律師事務所二零一八年)的建議，於往績記錄期內，山東黃金的中國礦山並無因嚴重違反中國環境保護法律法規而受到重大行政處罰的事件。

據山東黃金表示，該公司已經實施全面的職業健康安全體系，其中包括採礦和 safety 生產操作手冊、危險化學品和爆炸性材料處理程序、應急計劃、報告和事故處理等均根據國家的要求或政策。該公司力求不斷改進其實施和標準。普查請參閱本招股章程「業務－職業健康及 safety」。根據山東黃金法律顧問(金杜律師事務所二零一八年)的建議，於往績記錄期內，山東黃金已在各重大方面遵守適用的中國有關職業健康及 safety 的法律及法規。

採礦項目可能會受到當地社區或反對項目的實際或可感知環境影響的其他利益相關方所作行為所影響。這些行為可能會延遲或停止採礦項目或造成與採礦項目有關的負面宣傳。山東黃金已經證實，當地社區對環境並無重大顧慮，山東黃金與當地社區已建立良好關係。

採礦項目亦受到中國政府有關 safety 生產的廣泛法律、規則和法規的約束，特別是當採礦項目涉及處理和儲存爆炸物和其他危險物品時。

2. 任何非政府組織都對礦物和／或其他勘探項目的可持續性產生影響：

山東黃金證實，截至本報告日期，山東黃金的採礦和／或勘探活動的可持續性沒有受到非政府組織所影響。

3. 遵守東道國法律、法規和許可證，以及按國家對國家基準向東道國政府繳納稅款、特許權使用費和其他重大付款：

鑒於山東黃金往績記錄期內受到的中國稅務處罰涉及的罰款金額佔山東黃金最近一期經審計淨資產的比例非常小，且均已繳清。山東黃金中國法律顧問(金杜律師事務所二零一八年)認為，山東黃金於往績記錄期內受到的中國稅務處罰不會對山東黃金的經營產生重大不利影響。山東黃金董事根據山東黃金法律顧問的法律意見確認，於往績記錄期間及截至最後可行日期，山東黃金已在所有重大方面遵守相關的中國法律法規。

4. 可持續補救、恢復和關閉和清除設施以及履行項目或財產的環境責任有足夠融資計劃：

採礦項目須遵守中國政府就環境事宜(例如廢物處理及環境重建)所訂立的廣泛法律、規則及法規規定。特別要求礦業公司制定礦山地質環境的保護、控制和恢復計劃。

山東黃金已經制定恢復計劃，並表示要堅持恢復計劃。山東黃金已經就恢復規定和環境治理提供保證金。普查請參閱山東黃金的會計師報告。

5. 在處理東道國法律和慣例方面的過往經驗，包括管理國家和地方慣例的差異：

山東黃金確認，截至本報告日期，在遵守中國法律和慣例或處理中國國家與地方慣例差異方面，並未遇到任何重大障礙。

6. 在礦山、勘探物業和相關管理安排上處理地方政府和社區關注的過往經驗：

山東黃金董事根據山東黃金法律顧問的法律意見確認，於往績記錄期間及截至最後可行日期，山東黃金已在所有重大方面遵守相關的中國法律法規。山東黃金相信已建立與地

方政府和社區之間的信賴。山東黃金擁有若干人員應對地方政府和社區，以確保山東黃金與其他方之間可能產生的任何不可預見問題得到有效及時的回應。

山東黃金證實，截至本報告日期，在礦山選址及勘探物業並無與當地政府和社區發生重大衝突。

**7. 在勘探或開採活動所在土地上可能存在的任何申索，包括任何過去或當地申索：**

山東黃金需要獲得中國業務各種不同執照、許可證和認證。根據山東黃金中國法律顧問(金杜律師事務所二零一八年)告知，截至最後實際可行日期，除了在續期的採礦證和探礦證，山東黃金已經在所有重大方面獲得其目前業務的所須批准、牌照及許可證。普查請參閱招股章程「業務－牌照及許可證」一節。

截至最後實際可行日期，據山東黃金表示據其所知，並不知悉其或其附屬公司涉及及可能對山東黃金財務狀況或經營業績構成重大不利影響的任何待決或受威脅的訴訟、仲裁或行政訴訟。根據山東黃金提供的材料並經山東黃金中國法律顧問適當核查，截至二零一八年三月三十一日，山東黃金在中國境內不存在尚未了結、單筆爭議標的金額在人民幣一百萬元以上的訴訟、仲裁。鑒於山東黃金往績記錄期內受到的中國行政處罰涉及的罰款金額佔山東黃金最近一期經審計淨資產的比例非常小，且均已繳清。山東黃金中國法律顧問認為山東黃金於往績記錄期內受到的中國行政處罰不會對山東黃金的經營產生重大不利影響。山東黃金董事根據山東黃金法律顧問的法律意見確認，於往績記錄期間及截至最後可行日期，山東黃金已在所有重大方面遵守相關的中國法律法規。

## 25 解釋和結論

本報告提供的資源量和儲量估算值構成了山東黃金在三山島金礦進行的採礦作業的基礎。AAI沒有發現對位於三山島金礦礦山的資源和儲量的開採和加工產生不利影響的任何重大的技術、法律、環境或政治因素。

沒有轉化為礦產儲量且沒有經濟可行性的礦產資源仍然是礦產資源。無法確定所估計的全部或額外部分礦產資源是否可以轉化為礦產儲量。

三山島金礦擁有廣泛的採礦歷史和著名的含金礦脈系統。正在進行的勘探繼續證明在該項目和礦區周圍地區有發現額外資源的潛力。

經濟分析表明，根據此儲量估算，三山島金礦在礦山剩餘的壽命期間可以盈利。

由於山東黃金控制了三山島金礦，新採礦區使山東黃金能夠通過提供更多的礦石來源來增加產量。山東黃金經營管理團隊不斷尋求效率提升、降低成本、研究應用低成本採礦技術。

礦山工作人員對三山島金礦內外礦體性質有豐富的經驗和知識。礦山規劃和運營需要繼續保證礦井開拓速度足以維持計劃生產率。

礦石冶金在目前儲量壽命期間發生重大變化是不太可能的，因為幾乎所有的礦石都將來自具有歷史、近期或當前產量的礦脈。

本報告中提出的可能對礦產資源和儲量及後續礦井壽命產生重大影響的不確定性因素包括：

- 由於深度增加，岩土工程條件發生變化
- 進入礦區的海水量增加
- 貧化假設
- 商品價格的變化
- 將勘探許可證轉換為採礦許可證

目前正在生產的採礦許可證區域剩餘的儲量非常有限，大部分地區只剩下一些頂柱可以開採。因此迫切需要將勘探許可證地區納入採礦許可證，以避免停止生產。

在三山島金礦項目上進行的試驗得出的結論是，複合試樣在 50-70 兆帕的 UCS 範圍內被認為是低的。傳統的金礦石工藝流程可生產適銷的黃金精礦。礦石的加工採用浮選回收方法。新立加工廠由傳統的破碎，磨礦回路，多級浮選，過濾，生產高品位金精礦。然後將金精礦通過道路運輸到焦家的一個冶煉廠。三級破碎，包括高壓磨輥，然後是球磨機研磨是最有效的方法。近期選廠運營的黃金回收率達到了 94.35%。

## 26 推薦建議

礦山工作人員對三山島金礦內外礦體性質有豐富的經驗和知識。礦山規劃和運營需要繼續保證礦井開拓速度足以維持計劃生產率。



三山島金礦擁有當前正在生產的礦山，其大部分的基礎設施已經準備好為未來的運營服務。AAI建議三山島金礦繼續沿礦床走向和傾向勘探，為現有生產增加資源和儲備。AAI還建議，山東黃金盡可能加快將與項目相關的勘探許可證轉換為採礦許可證的過程，以促進目前的一致性生產。

## 27 參考文獻

加拿大採礦、冶金、石油協會(CIM) (2014)，五月十日在蒙特利爾CIM刊登於網站<http://www.cim.ca>的*CIM Definition Standards - For Mineral Resources and Mineral Reserves*第10頁。

陳衍景(2006)，《造山型礦床、成礦模式及找礦潛力》，*中國地質*，33(6):1181-1196(中文及英文摘要)。

中國恩菲工程技術有限公司(2007)，《山東黃金礦業股份有限公司三山島金礦8000採建結合工程初步設計》，606-2007。

Deng, Jun, Xuefei Liu, Qingfei Wang and Ruiguang Pan (2015)，「Origin of the Jiaodong- Type Xinli Gold Deposit, Jiaodong Peninsula, China: Constraints from Fluid Inclusion and C-D-O-S-Sr Isotope Compositions」，*Ore Geology Reviews*, 65(3):674-686。

Gilder, S. A., P. H. Leloup, V. Courtillot, Y. Chen, R. S. Coe, X. Zhao, W. Xiao, N. Halim, J. P. Cogné, and R. Zhu (1999)，「Tectonic Evolution of the Tancheng-Lujiang (Tan-Lu) Fault via Middle Triassic to Early Cenozoic Paleomagnetic Data」，*J. Geophys. Res.*, 104(B7):15365-15390, doi:10.1029/1999JB900123。

Goldfarb, Richard J. and M. Santosh (2014)，「The Dilemma of the Jiaodong Gold Deposits: Are they Unique?」*Geoscience Frontiers*, 5(2):139-153。

Goldfarb, R. J., T. Baker, B. Dube, D. I. Groves, C. J. R. Hart and P. Gosselin (2005)，「Distribution, Characters and Genesis of Gold Deposits in Metamorphic Terranes: Economic Geology」，美國科羅拉多利特爾頓*100th Anniversary Volume, Society of Economic Geologists*第407至450頁。

Goldfarb, R. J., C. J. R. Hart, G. Davis, D. I. Groves (2007)，「East Asian Gold-Deciphering the Anomaly of Phanerozoic Gold in Precambrian Cratons」，*Econ. Geol.*, 102，第341至346頁。

Groves, D. I., R. J. Goldfarb, M. Gebre-Mariam, S. G. Hagemann and F. Robert (1998)，「Orogenic Gold Deposits: a Proposed Classification in the Context of their Crustal Distribution and Relationship to Other Gold Deposit Types」，*Ore Geology Review*，第7至27頁卷13。

Groves, D. I., R. J. Goldfarb, F. Robert and C. J. R. Hart (2003), 「Gold Deposits in Metamorphic Belts: Overview of Current Understanding, Outstanding Problems, Future Research, and Exploration Significance」, *Economic Geology*, 第1至29頁卷98。

Guo, Z. Y., H. Z. Song, X. P. He. and Y. L. Zhai (1989), 山東省地質學會 (Institute of Geology of Shandong Province) 未刊發的研究報告《膠東地區控礦構造、地球化學特徵及找礦前景》第238頁。

金杜律師事務所 (2018), 「北京市金杜律師事務所關於山東黃金礦業股份有限公司首次公開發行境外上市外資股並上市的法律意見書」中國法律意見, 九月(中文)。

孔慶存(1989), 《玲瓏金礦田地質》(Geology of Linglong Goldfield), 招遠地區金礦床地質 (*Geology of Gold Deposits within Zhaoyuan Region*), 宮潤譚及Y. W. Wang, (編輯), 長春市: 吉林工業大學出版社, 第48至82頁(中文)。

萊州市地質礦產勘查有限公司(2006), 《山東省萊州市倉上金礦資源儲量核實報告》, 六月三十日, 譯文第112頁。

Li, G. X. and Q. C. Kong (1993), 《膠東地區玲瓏－焦家式金礦床地質》(The Geology of Linglong- and Jiaojia-Type Gold Deposits within Jiaodong Region), 北京科學出版社, 第253頁(中文及英文摘要)。

Li, S. R., M. Santosh, H. F. Zhang, J. F. Shen, G. C. Dong, J. Z. Wang and J. Q. Zhang (2013a), 「Inhomogeneous Lithospheric Thinning in the Central North China Craton: Zircon U-Pb and S-He-Ar Isotopic Record from Magmatism and Metallogeny in the Taihang Mountains」, *Gondwana Res.* 23, 第141至160頁。

Li, Q., M. Santosh and S. R. Li (2013b), 「Stable Isotopes and Noble Gases in the Xishimen Gold Deposit, Central North China Craton: Metallogeny Associated with Lithospheric Thinning and Crust-mantle Interaction」, *Int. Geol. Rev.* 55(14):1728-1743。

Li, Xiao-Chun, Hong-Rui Fan, M. Santosh, Fang-Fang Hu, Kui-Feng Yang and Ting-Guang Lan (2013c), 「Hydrothermal Alteration Associated with Mesozoic Granite-Hosted Gold Mineralization, at the Sanshandao Deposit, Jiaodong Gold Province, China」, *Ore Geology Reviews*, 53:403-421。

Li, S. R. and M. Santosh (2014), 「Metallogeny and Craton Destruction: Records from the North China Craton」, *Ore Geol. Rev.* 56, 第376至414頁。

Li, S. R., M. Santosh, H. F. Zhang, J. Y. Luo, J. Q. Zhang, C. L. Li, J. Y. Song and X. B. Zhang (2014), 「Metallogeny in Response to Lithospheric Thinning and Craton Destruction: Geochemistry and U-Pb Zircon Chronology of the Yixingzhai Gold Deposit, Central North China Craton」, *Ore Geol. Rev.* 56, 第457至471頁。

Lu, Huan-zhang, Guy Archambault, Li Yuansheng, Wei Jiaxue (2007), 「Structural Geochemistry of Gold Mineralization in the Linglong-Jiaojia District, Shandong Province, China」, *Chinese Journal of Geochemistry*, 八月, 26(3):215-234。

瑞士日內瓦大學網站 [http://www.unige.ch/sciences/terre/mineral/publications/onlinepub/moritz\\_gold\\_brgm\\_2000.doc](http://www.unige.ch/sciences/terre/mineral/publications/onlinepub/moritz_gold_brgm_2000.doc) 九月二十七日刊登的文章《What have We Learnt about Orogenic Lode Gold Deposits over the Past 20 Years?》第7頁。

中華人民共和國自然資源部(1994), 自十月一日起實行的中國國家標準DZ0130.3-94《礦石礦產質量要求及檢測方法》。

中華人民共和國自然資源部(2002), 《中華人民共和國地質礦產行業標準－岩金礦地質勘查規範》, DZ/T 0205-2002, ICS 73.020;73.060.99 D 12。

山東黃金集團煙台設計研究工程有限公司(2017), 《山東黃金礦業(萊州)有限公司三山島金礦採礦改擴建工程可行性研究報告》, 839-2017, 譯文第500頁。

山東黃金礦業(玲瓏)有限公司(2017), 《山東省萊州市三山島礦區, 金礦資源儲量核實(整合)報告》, 六月, 譯文。

山東正元地質資源勘查有限責任公司(2009), 向山東黃金礦業(玲瓏)有限公司提交的《山東省萊州市三山島金礦, 山東省萊州市三山島金礦金礦資源儲量核實報告》, 十二月三十一日, 譯文第142頁。

山東正元地質資源勘查有限責任公司(2010), 向山東黃金礦業(玲瓏)有限公司提交的《山東省萊州市三山島金礦, 資源儲量核實報告》, 六月, 譯文第95頁。

山東正元地質資源勘查有限責任公司(2014), 向山東黃金礦業(萊州)有限公司提交的《山東省萊州市曹家埠礦區金礦, 資源儲量核實報告》, 二月, 譯文第76頁。

山東正元地質資源勘查有限責任公司(2017), 《山東省萊州市三山島礦區金礦資源儲量核實(整合)報告》, 六月三十日, 譯文第332頁。

Song, Ming-chun, San-zhong Li, M. Santosh, Shujuan Zhao, Shan Yu, Pei-hou Yi Shu-xue Cui, Gu-xian Lv, Jun-xiang Xu, Ying-xin Song and Ming-ling Zhou (2015), 「Types, Characteristics and Metallogensis of Gold Deposits in the Jiaodong Peninsula, Eastern North China Craton」, *Ore Geology Reviews*, 65(3):612-625。

中國國家標準化管理委員會(2010),十一月十日發佈的《礦產資源綜合勘查評價規範》GB/T 25283-2010,第47頁(中文)。

Wen, Bo-Jie, Hong-Rui Fana, Fang-Fang Hu, Xuan Liua, Kui-Feng Yang, Zhi-Fu Sunb and Zong-Feng Sun (2016), 「Fluid Evolution and Ore Genesis of the Giant Sanshandao Gold Deposit, Jiaodong Gold Province, China: Constrains from Geology, Fluid Inclusions and H-O-S-He-Ar Isotopic Compositions」, *Journal of Geochemical Exploration*, 一月, 171:96-112。

楊進輝、周新華、陳立輝(2000),《膠東地區破碎帶蝕變岩型金礦時代的測定及其地質意義》,《岩石學報》,16(3):454-458(中文及英文摘要)。

楊進輝、吳福元及S. A. Wilde (2003), 「A Review of the Geodynamic Setting of Large-scale Late-Mesozoic Gold Mineralization in the North China Craton: an Association with Lithospheric Thinning」, *Ore Geol. Rev.* 23。

Yang, Li-Qiang, Jun Deng, Zhong-Liang Wang, Lin-Nan Guo, Rui-Hong Li, David I. Groves, Leonid V. Danyushevsky, Chao Zhang, Xiao-Li Zheng and Hai Zhao (2016), 「Relationships between Gold and Pyrite at the Xincheng Gold Deposit, Jiaodong Peninsula, China: Implications for Gold Source and Deposition in a Brittle Epizonal Environment」, *Economic Geology*, 111(1):105-126。

Yao, F. L., L. D. Liu, Q. C. Kong and R. T. Gong (1990), *The Lode-gold Deposits in the Northwestern Jiaodong Region*, 長春:吉林科學技術出版社,第125至152頁(中文及英文摘要)。

Zhang, Xiao'ou (2002), 科廷科技大學博士論文《Setting and Timing of Gold Mineralization in the Jiaodong and Liaodong Peninsulas, North China Craton》。

Zhang, Xiao'ou, Peter A. Cawood, Simon A. Wilde, Ruqi Liu, Hailin Song, Wen Li and Lawrence W. Snee (2003), 「Geology and Timing of Mineralization at the Cangshang Gold Deposit, North-western Jiaodong Peninsula, China」, *Mineralium Deposita*, 二月, 38(2):141-153。

Zheng, Yong-Fei, Wenjiao Xiao and Guochun Zhao (2013), 「Introduction to Tectonics of China」, *Gondwana Research*, 23, 第1189至1206頁, 10.1016/j.gr.2012.10.001。

Zondy Cyber (2017), 「MapGIS K9 Professional」, 見網站 <http://www.mapgis.com/>。

## 28 日期及署名

### 28.1 Timothy A. Ross 所作證明聲明

本人 Timothy A. Ross (專業工程師、採礦、冶金及勘查協會註冊會員) 茲證明如下：

1. 本人為 Agapito Associates, Inc. (其辦事處位於 1536 Cole Boulevard, Building 4, Suite 220, Lakewood, Colorado, USA) 的採礦工程師、副總裁兼主事人及日期為二零一八年九月十四日並於二零一八年三月三十一日生效的報告「中國山東省三山島金礦 1 號礦場獨立技術報告」(「獨立技術報告」) 的合著者。本人總體負責本報告，並專門負責本獨立技術報告第 1、2、3、4、5、6、20、23、24、25、26 及 27 章節，本人已審閱並共同編輯本獨立技術報告除第 7 至 12 章節外的所有章節。此外，本人依賴其認證聲明同時載於本第 28 節的合資格人士。該等合資格人士各自的認證聲明列明其承擔責任的報告章節。
2. 本人在阿拉巴馬州(28419-E)、科羅拉多州(33117)、喬治亞州(PE038920)、愛達荷州(16397)、伊利諾伊州(062.066368)、肯塔基州(22923)、新墨西哥州(15973)、內華達州(22061)、賓西法尼亞州(P085961)、猶他州(363545-2202)、弗吉尼亞州(0402038410)、西弗吉尼亞州(9242)及懷俄明州(9757)取得專業工程師執照。
3. 本人自一九七七年起一直為執業採礦工程師並自一九九七年起一直為諮詢採礦工程師。
4. 本人於一九七七年畢業於美國弗吉尼亞州弗吉尼亞理工學院暨州立大學，取得採礦工程理學學士學位。
5. 本人自二零零六年起為採礦、冶金及勘查協會註冊會員(會員編號2768550RM)。本人亦為採礦專業工程師考試委員會成員。
6. 作為諮詢工程師，本人自一九九七年起共參與美國及墨西哥、哥倫比亞、秘魯、加拿大、中國、泰國、澳洲、印度、德國、英國及俄羅斯工業鹽、煤炭、鉀城、黃金、銀、銅及其他微量元素的資源及儲量評估及／或礦山及其他地下設施的設計。
7. 鑒於本人的經驗及資質，本人為國家文件 43-101 所界定的合資格人士並有五年經驗與本報告所述的礦化類型和礦床類型有關，也與本人承擔責任的活動有關。
8. 本人除參與編製及撰寫獨立技術報告外並無參與三山島金礦或山東黃金礦業股份有限公司的營運。按照國家文件 43-101 第 1.5 條的獨立性定義，本人獨立於發行人。

9. 本人並無考察三山島金礦或其任何採礦或勘探物業。
10. 於本獨立技術報告生效日期，盡本人所知、所悉及所信，本人負責的獨立技術報告章節或部分載有需要披露的一切科學及技術資料，以確保該等獨立技術報告章節或部分不具誤導性。
11. 本人已閱讀國家文件 43-101 及表 43-101 F1。本報告已遵照該等文件盡本人所能編製。
12. 本人同意向任何證券交易所及其他監管當局提交獨立技術報告，並同意上述機構為監管目的公佈獨立技術報告，包括以電子形式公佈於其供公眾訪問的網站的上市公司檔案中。

日期：二零一八年九月十四日。

簽署及蓋章

\_\_\_\_\_  
專用印章

Timothy A. Ross (專業工程師(科羅拉多州))



## 28.2 Todd W. Wakefield 所作證明聲明



### 合資格人士證書

本人 *Todd Wakefield* (採礦、冶金及勘查協會註冊會員) 獲 Mine Technical Services Ltd. (其辦事處位於 Reno, Nevada) 聘為首席地質學家。

本證書適用於日期為二零一八年九月十四日題為「中國山東省三山島金礦 1 號礦場 NI 43-101 技術報告」的技術報告(「技術報告」)(生效日期二零一八年三月三十一日)。

本人為採礦、冶金及勘查協會註冊會員(會員編號 4028798RM)。本人於一九八六年畢業於雷德蘭茲大學(University of Redlands)，取得地質理學學士學位，並於一九八九年取得科羅拉多礦業學院(Colorado School of Mines)地質理學碩士學位。

本人自一九八七年起一直執業，曾直接參與北美洲、南美洲及東南亞黃金勘探及採礦項目，並曾參與北美洲、南美洲、東南亞、澳洲及非洲礦業礦產資源研究。

鑒於本人的經驗及資質，本人為國家文件 43-101 礦產項目披露準則(NI 43-101)所界定的合資格人士並有五年經驗與本報告所述的礦化類型和礦床類型有關，也與本人承擔責任的活動有關。

本人於二零一七年八月二十八日至三十一日考察了三山島金礦。

本人負責技術報告第 7、8、9、10、11、12 及 14 章節。

按照 NI 43-101 第 1.5 條所述獨立性，本人獨立於山東黃金礦業股份有限公司。

本人自二零一七年八月二十八日起參與三山島金礦，審閱了地質及勘探資料，估計了礦產資源並撰寫了 NI 43-101 技術報告相關章節。

本人已閱讀NI 43-101，且本人負責的技術報告章節已按該文件編製。

於技術報告生效日期，盡本人所知、所悉及所信，本人負責的技術報告章節載有需要披露的一切科學及技術資料，以確保該等技術報告章節不具誤導性。

日期：二零一八年九月十四日。

簽署及蓋章

Todd W. Wakefield (採礦、冶金及勘查協會註冊會員)

---

Mine Technical Services Ltd  
4110 Twin Falls Drive, Reno, NV, 89511  
[www.minetechnicalservices.com](http://www.minetechnicalservices.com)

### 28.3 Jeffery Choquette 所作證明聲明

本人 Jeffery Choquette (專業工程師、QP-MMSA) 茲證明如下：

1. 本人為 Hard Rock Consulting, LLC (其辦事處位於 7114 W. Jefferson Avenue, Suite 308, Lakewood, Colorado, USA) 的採礦工程師及日期為二零一八年九月十四日並於二零一八年三月三十一日生效的報告「中國山東省三山島金礦 1 號礦場獨立技術報告」(「獨立技術報告」) 的合著者。就本項目而言，本人為 Agapito Associates, Inc. 的分包商。本人全權負責本獨立技術報告第 15、16 及 18 章節並共同負責第 1、6、23、25、26 及 27 章節。
2. 本人為美國礦冶學會 (Mining and Metallurgical Society of America) 採礦及礦石儲量合資格人士正式會員 (會員編號 01425QP)。本人亦作為專業採礦與冶金工程師 (12265) 在蒙大拿州取得專業工程師執照。
3. 本人自一九九六年起一直為執業採礦工程師並自二零一一年起一直為諮詢工程師。
4. 本人於一九九五年畢業於蒙大拿礦業理工學院 (Montana College of Mineral Science and Technology)，並取得採礦工程理學學士學位。
5. 本人為採礦、冶金及勘查協會註冊專業會員。
6. 本人在項目開發、資源及儲量模型、礦山營運、礦山工程、項目評估及財務分析方面擁有 22 年國內外經驗。本人在採礦及勘探公司任職 15 年，擔任諮詢工程師 7 年。本人曾參與美國、加拿大、墨西哥及南美洲工業礦產、基本金屬及貴金屬採礦項目。
7. 鑒於本人的經驗及資質，本人為國家文件 43-101 所界定的合資格人士並有五年經驗與本報告所述的礦化類型和礦床類型有關，也與本人承擔責任的活動有關。
8. 本人除參與編製及撰寫獨立技術報告外並無參與三山島金礦或山東黃金礦業股份有限公司的營運。按照國家文件 43-101 第 1.5 條的獨立性定義，本人獨立於發行人。
9. 本人於二零一七年八月二十八日至三十一日考察了礦場，並視察了地表辦公設施、生產豎井、斜坡入口、處理設施、主斜坡道及三處採場。

10. 於獨立技術報告生效日期，盡本人所知、所悉及所信，本人負責的獨立技術報告章節或部分載有需要披露的一切科學及技術資料，以確保該等獨立技術報告章節或部分不具誤導性。
11. 本人已閱讀國家文件 43-101 及表 43-101 F1。本報告已遵照該等文件盡本人所能編製。
12. 本人同意向任何證券交易所及其他監管當局提交獨立技術報告，並同意上述機構為監管目的公佈獨立技術報告，包括以電子形式公佈於其供公眾訪問的網站的上市公司檔案中。

日期：二零一八年九月十四日。

簽署及蓋章

\_\_\_\_\_  
專用印章

Jeffery Choquette (專業工程師(蒙大拿州))

#### 28.4 Qinghua Jin 所作證明聲明

本人 Qinghua「Jason」Jin(專業工程師、採礦、冶金及勘查協會註冊會員)茲證明如下：

1. 本人目前受僱於 SGS North America Inc. (其辦事處位於 3845 N. Business Center Drive, Suite 111, Tucson, Arizona 85705 USA)，擔任高級選礦工程師及為日期為二零一八年九月十四日並於二零一八年三月三十一日生效的報告「中國山東省三山島金礦 1 號礦場 NI 43-101 技術報告」(「獨立技術報告」)的合著者。本人全權負責本獨立技術報告第 13 及 17 章節並共同負責第 1、25、26 及 27 章節。
2. 本人為聲譽良好的亞利桑那州立技術委員會協會成員，即註冊專業工程師(牌照編號：53463)。
3. 本人在選礦領域執業 26 年，本人曾於北美、南美、歐洲及亞洲從事採礦項目的調查、預可行性及可行性研究以及參與若干該等項目的設計階段。
4. 本人一九九零年畢業於中國瀋陽的東北大學，取得選礦工程專業的工程學士學位。本人分別於二零零二年及二零零六年取得美國西維吉尼亞大學採礦工程及統計專業的兩個理學碩士學位。
5. 本人為採礦、冶金及勘探協會的註冊會員(04138753RM)。
6. 鑒於本人的經驗及資質，本人為國家文件 43-101 所界定的合資格人士並有五年經驗與本報告所述的礦化類型和礦床類型有關，也與本人承擔責任的活動有關。
7. 本人除參與預可行性、可行性及前導性研究和編製及撰寫獨立技術報告外並無參與三山島金礦及相關採礦及勘探權(三山島金礦)或山東黃金礦業股份有限公司的營運。按照國家文件 43-101 第 1.5 條的獨立性定義，本人獨立於發行人。
8. 本人於二零一七年八月三十一日對礦場進行考察，並視察了新立選礦廠。
9. 於獨立技術報告生效日期，盡本人所知、所悉及所信，本人負責的獨立技術報告章節或部分載有需要披露的一切科學及技術資料，以確保該等獨立技術報告章節或部分不具誤導性。

10. 本人已閱讀國家文件 43-101 及表 43-101F1。本報告已遵照該等文件盡本人所能編製。
  
11. 本人同意向任何證券交易所及其他監管當局提交獨立技術報告，並同意上述機構為監管目的公佈獨立技術報告，包括以電子形式公佈於其供公眾訪問的網站的上市公司檔案中。

日期：二零一八年九月十四日。

簽署及蓋章

\_\_\_\_\_  
專用印章

Qinghua Jin (專業工程師、採礦、冶金及勘查協會註冊會員(亞利桑納州) 53463)



### 28.5 Carl E. Brechtel 所作證明聲明

本人 Carl E. Brechtel 茲證明如下：

1. 本人為 Agapito Associates, Inc. (其辦事處位於 1536 Cole Boulevard Building 4, Suite 220, Golden, CO 80401, USA) 的採礦工程師兼顧問及日期為二零一八年九月十四日並於二零一八年三月三十一日生效的報告「中國山東省三山島金礦 1 號礦場獨立技術報告」(「獨立技術報告」) 的合著者。本人全權負責本獨立技術報告第 19、21 及 22 章節並共同負責第 1 至 27 章節，且本人已審閱並共同編輯本獨立技術報告的所有章節。
2. 本人為採礦、冶金及勘查協會正式註冊會員(會員編號 0035300)。
3. 本人亦在科羅拉多州(23212)及內華達州(8744)取得專業工程師執照。
4. 本人自一九七五年起一直為執業採礦工程師。
5. 本人於一九七三年五月畢業於猶他大學，取得地質工程理學學士學位，並於一九七八年五月取得採礦工程理學碩士學位。
6. 本人為採礦、冶金及勘查協會註冊會員及澳大拉西亞礦業與冶金學會(澳洲)會員。
7. 作為諮詢工程師，本人自一九七九年至二零一七年參與美國、洪都拉斯、哥倫比亞、圭亞那、巴西、阿根廷、摩洛哥、加納、坦桑尼亞、納米比亞、俄羅斯及澳洲黃金、煤炭、天然鹼及油頁岩的資源及儲量評估和礦山及其他地下設施的設計。
8. 鑒於本人的經驗及資質，本人為國家文件 43-101 所界定的合資格人士並有五年經驗與本報告所述的礦化類型和礦床類型有關，也與本人承擔責任的活動有關。
9. 本人除參與編製及撰寫獨立技術報告外並無參與三山島金礦或山東黃金礦業股份有限公司的營運。按照國家文件 43-101 第 1.5 條的獨立性定義，本人獨立於發行人。
10. 本人並無考察礦場。

11. 於獨立技術報告生效日期，盡本人所知、所悉及所信，本人負責的獨立技術報告章節或部分載有需要披露的一切科學及技術資料，以確保該等獨立技術報告章節或部分不具誤導性。
12. 本人已閱讀國家文件 43-101 及表 43-101F1。本報告已遵照該等文件盡本人所能編製。
13. 本人同意向任何證券交易所及其他監管當局提交獨立技術報告，並同意上述機構為監管目的公佈獨立技術報告，包括以電子形式公佈於其供公眾訪問的網站的上市公司檔案中。

日期：二零一八年九月十四日。

簽署及蓋章

\_\_\_\_\_  
專用印章

Carl Brechtel (專業工程師(美國科羅拉多州及內華達州))

附錄 A

採礦及勘探許可證

中華人民共和國

## 采礦許可證

(副本)

證書 C1000002011024120106484

采礦權人: 山東黃金礦業股份有限公司

地 址: 濟南市解放路16號

礦山名稱: 山東黃金礦業股份有限公司三山島金礦

經濟類型: 股份有限公司

開採礦種: 金礦

開採方式: 地下開採

生產規模: 49.5萬噸/年

礦區面積: 1.0771平方公里

有效期限: 拾壹年零 自 0089年01月31日 至 2019年04月01日  
拾月

發 證 機 關  
(采礦登記專用章)

二〇一一年二月二十日

中華人民共和國國土資源部印製

(1980西安坐標系統)

礦區範圍拐點坐標:

點號 X坐標 Y坐標

- 1, 4142238, 39, 40495549, 54
- 2, 4142238, 38, 40495049, 52
- 3, 4141932, 40, 40495033, 51
- 4, 4141546, 42, 40495963, 51
- 5, 4141126, 44, 40495817, 50
- 6, 4140985, 46, 40495507, 52
- 7, 4140986, 47, 40495005, 54
- 8, 4141192, 46, 40494949, 55
- 9, 4141903, 42, 40495079, 56

標高: 从6米至-600米

開採深度: 由6米至-600米標高 共有9個拐點圍定

中華人民共和國

## 采礦許可證

(副本)

證書 C1000002011024110106485

采礦權人: 山東黃金礦業股份有限公司

地 址: 濟南市解放路16號

礦山名稱: 山東黃金礦業股份有限公司新立金礦

經濟類型: 股份有限公司

開採礦種: 金礦

開採方式: 地下開採

生產規模: 49.5萬噸/年

礦區面積: 0.7025平方公里

有效期限: 拾伍年零 自 0089年01月31日 至 025年01月03日  
捌月

發 證 機 關  
(采礦登記專用章)

二〇一一年二月十七日

中華人民共和國國土資源部印製

(1980西安坐標系統)

礦區範圍拐點坐標:

點號 X坐標 Y坐標

- 1, 4140598, 49, 40494415, 56
- 2, 4140782, 47, 40494858, 54
- 3, 4140813, 47, 40495030, 53
- 4, 4140875, 46, 40495104, 53
- 5, 4140905, 46, 40495177, 53
- 6, 4140813, 46, 40495374, 52
- 7, 4140474, 47, 40495571, 50
- 8, 4140197, 50, 40494857, 53
- 9, 4139796, 52, 40494832, 52
- 10, 4139765, 52, 40494636, 53
- 11, 4139765, 52, 40494513, 54
- 12, 4140166, 51, 40494414, 55

標高: 从-80米至-700米

開採深度: 由-80米至-700米標高 共有12個拐點圍定

**中華人民共和國**  
**采 礦 許 可 證**  
(副本)

證號: C3700002009074110029880

采礦權人: 山東黃金礦業(萊州)有限公司  
地 址: 萊州市萊州北路609號  
礦山名稱: 山東黃金礦業(萊州)有限公司(曹家埠金礦區)  
經濟類型: 有限責任公司  
開採礦種: 金礦  
開採方式: 地下開採  
生產規模: 4.20萬噸/年  
礦區面積: 0.48平方公里  
有效期限: 陸年自 2014年11月15日至 2020年11月15日

發 證 機 關  
(采礦登記專用章)  
二〇一四年 月 日

中華人民共和國國土資源部印製

礦區範圍拐點坐標: (1980西安坐標系)

點號 X坐標 Y坐標

1, 413098.01, 4040000.20  
2, 413098.03, 4040100.20  
3, 413098.04, 4040100.23  
4, 413098.01, 4040000.20

開採深度: 由10米至180米標高 共有4個拐點確定

**中華人民共和國**  
**采 礦 許 可 證**  
(副本)

證號: C1000002009124120048090

采礦權人: 山東黃金礦業(萊州)有限公司  
地 址: 萊州市萊州北路609號  
礦山名稱: 山東黃金礦業(萊州)有限公司三山島金礦會上礦區  
經濟類型: 有限責任公司  
開採礦種: 金礦  
開採方式: 露天開採  
生產規模: 9.9萬噸/年  
礦區面積: 0.912平方公里  
有效期限: 捌年 自2014年06月01日至 2022年06月01日

發 證 機 關  
(采礦登記專用章)  
二〇一四年 七 月 二十三日

中華人民共和國國土資源部印製

礦區範圍拐點坐標: (1980西安坐標系統)

點號 X坐標 Y坐標

10  
1, 4136109.26, 40491641.87  
2, 4136558.26, 40491821.85  
3, 4136558.27, 40492007.85  
4, 4136142.29, 40492349.87  
5, 4135850.29, 40492349.88  
6, 4135551.26, 40491553.89  
7, 4135721.25, 40491263.89  
8, 4135384.24, 40491068.90  
9, 4135762.23, 40490819.88  
10, 4135876.22, 40490633.88  
11, 4136006.22, 40490619.88  
12, 4136084.25, 40491397.87  
13, 4136094.26, 40491483.87  
標高: 由2米至160米

開採深度: 由2米至160米標高 共有13個拐點確定



**根据国家法律、法规规定,经审查合格,授予探矿权,特发此证。**

证 号: T37120090602029714

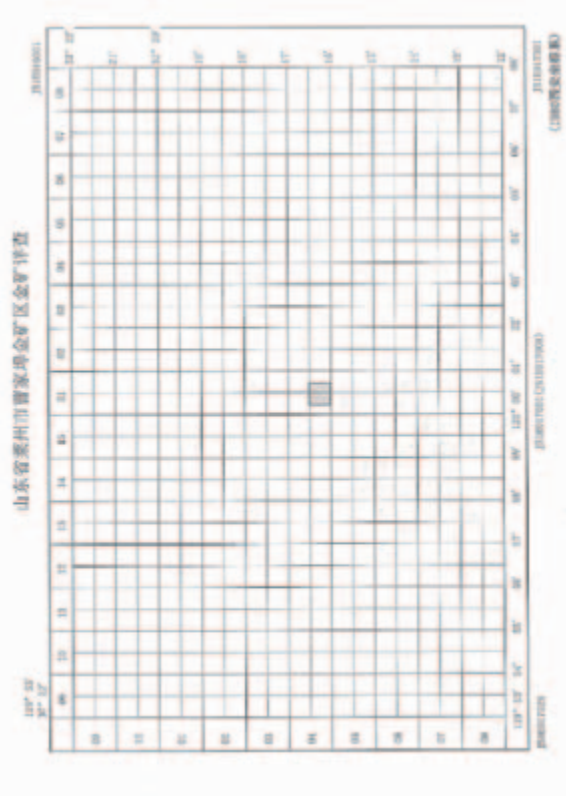
探 矿 权 人: 山东黄金矿业(莱州)有限公司  
 探矿权人地址: 山东省莱州市莱州北路609号  
 勘查项目名称: 山东省莱州市曹家埠金矿区金矿详查  
 地 理 位 置: 山东省莱州市  
 图 幅 号: J51E017001  
 勘 查 面 积: 0.68平方公里  
 有 效 期 限: 2017年4月1日至2019年3月31日  
 勘 查 单 位: 山东正元地质资源勘查有限责任公司  
 勘查单位地址: 山东省济南市山师东路14号

勘查范围由以下4个拐点坐标(1980西安坐标系)界定:  
 1. 120° 00' 13" 37' 16" 31"  
 2. 120° 00' 43" 37' 16" 31"  
 3. 120° 00' 43" 37' 16" 05"  
 4. 120° 00' 13" 37' 16" 05"

此证的勘查范围不包括编号为 C7700002009074103629480 探矿许可证(矿山东部: 山东黄金矿业股份有限公司(曹家埠金矿))上使用的矿权范围。

发证机关  
(专用章)  
2017 年 3 月 23 日

最后一次探矿。 中华人民共和国国土资源部印制



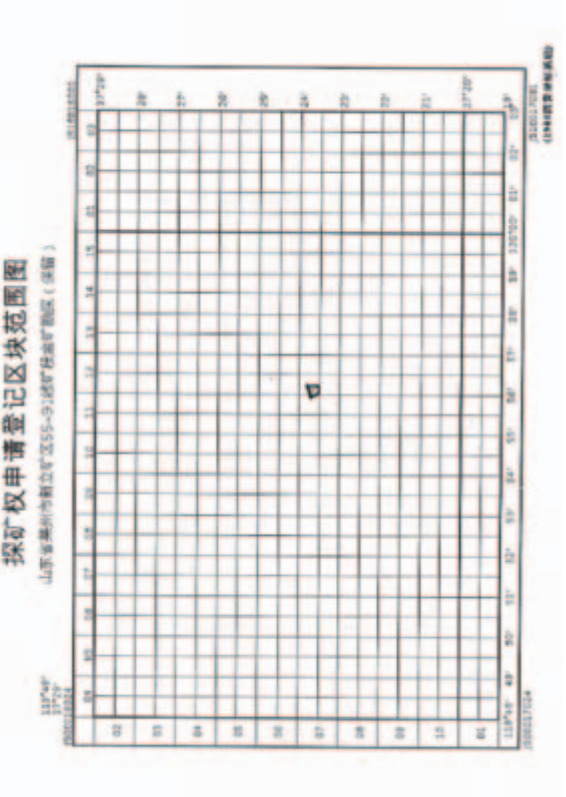
**根据国家法律、法规规定,经审查合格,授予探矿权,特发此证。**

证 号: T01120080402000388

探 矿 权 人: 山东黄金矿业股份有限公司  
 探矿权人地址: 济南市舜华路2000号舜泰广场3号楼  
 勘查项目名称: 山东省莱州市新立矿区55-91线矿段金矿勘探(保留)  
 地 理 位 置: 山东省烟台莱州市  
 图 幅 号: J50E016024  
 勘 查 面 积: 0.16平方公里  
 有 效 期 限: 2017年2月2日至2019年2月2日  
 勘 查 单 位: 山东黄金地质矿产勘查有限公司  
 勘查单位地址: 莱州市莱州北路609号

发证机关  
(专用章)  
2017 年 4 月 15 日

中华人民共和国国土资源部印制





**根据国家法律、法规规定,经审查合格,授予探矿权,特发此证。**

证 号: T37120081102017084

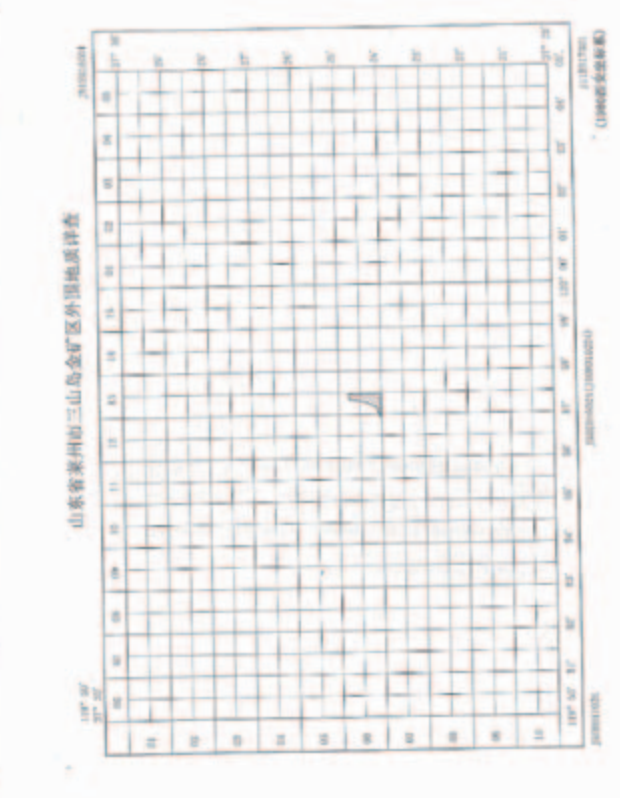
探 矿 权 人: 山东黄金矿业股份有限公司  
 探矿权人地址: 山东省济南市解放路16号  
 勘查项目名称: 山东省莱州市三山岛金矿区外围地质详查  
 地 理 位 置: 山东省莱州市  
 图 幅 号: J50E016024  
 勘 查 面 积: 0.45平方公里  
 有 效 期 限: 2016年5月7日至2018年5月6日  
 勘 查 单 位: 山东黄金地质矿产勘查有限公司  
 勘查单位地址: 山东省济南市解放路16号

此证的勘查范围由以下8个点坐标(1980西安坐标系)确定:

1. 119° 37' 28" 37' 24" 51"
2. 119° 36' 27" 37' 24" 51"
3. 119° 36' 37" 37' 24" 51"
4. 119° 37' 16" 37' 24" 51"
5. 119° 37' 16" 37' 24" 21"
6. 119° 37' 19" 37' 24" 33"
7. 119° 37' 20" 37' 24" 44"
8. 119° 37' 28" 37' 24" 46"

发证机关  
(专用章)  
2016年5月5日

探矿权证明  
中华人民共和国国土资源部印制



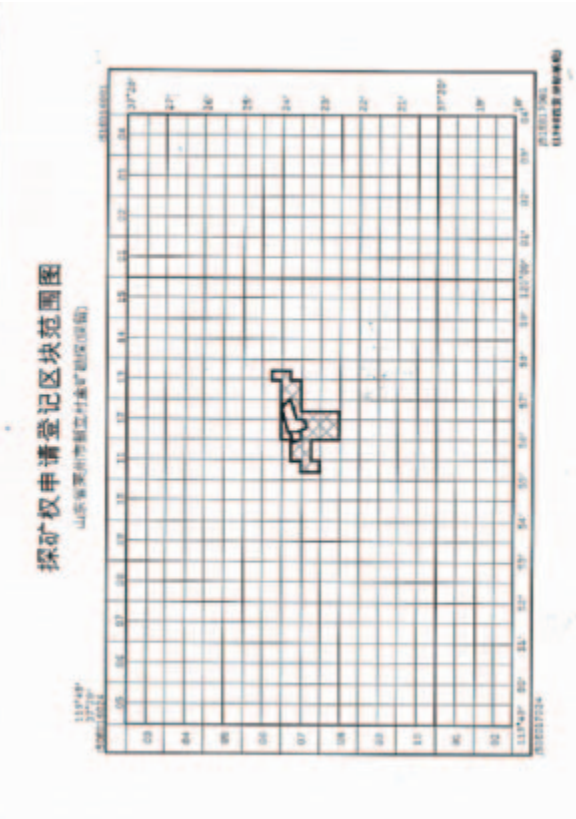
**根据国家法律、法规规定,经审查合格,授予探矿权,特发此证。**

证 号: T01120091002035409

探 矿 权 人: 山东黄金矿业股份有限公司  
 探矿权人地址: 山东省济南市舜华路2000号舜泰广场3号楼  
 勘查项目名称: 山东省莱州市新立村金矿勘探(保留)  
 地 理 位 置: 山东省莱州市  
 图 幅 号: J50E016024  
 勘 查 面 积: 4.55平方公里  
 有 效 期 限: 2016年8月29日至2018年2月11日  
 勘 查 单 位: 山东黄金地质矿产勘查有限公司  
 勘查单位地址: 山东省莱州市莱州北路609号

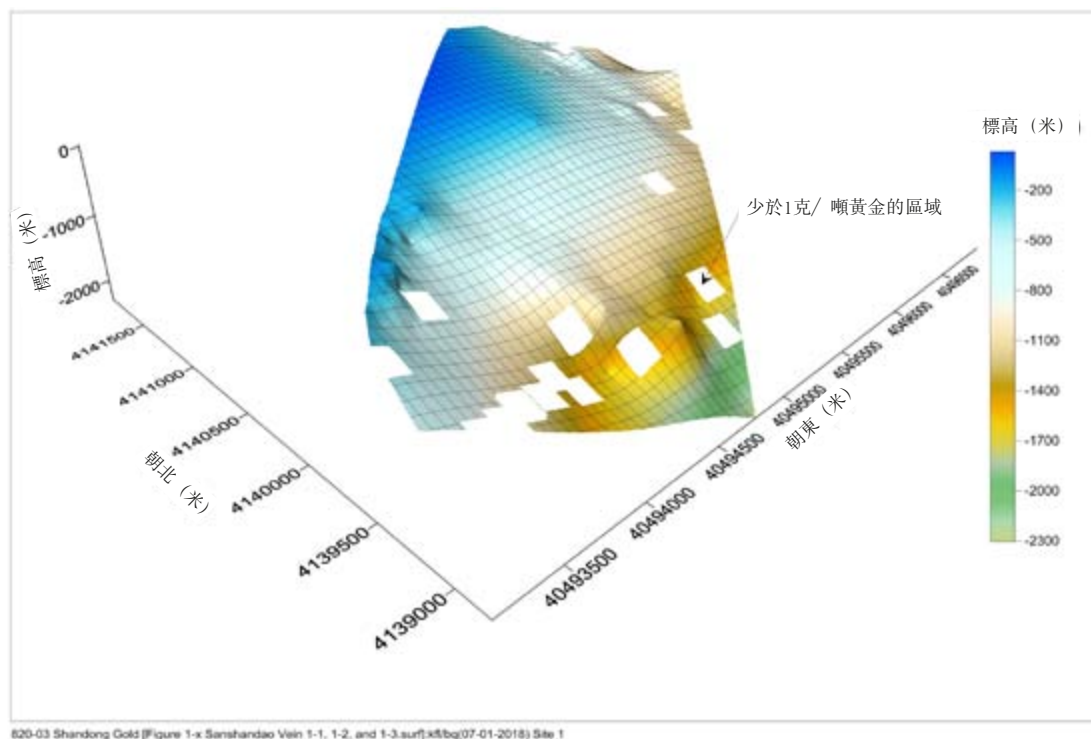
发证机关  
(专用章)  
2016年8月29日

中华人民共和国国土资源部印制



附錄 B

礦脈上表面三維斜視圖



圖B-1. 三山島 1-1、1-2及 1-3 號礦脈上表面三維斜視圖