

7.6 資源和儲量

美能已審查Golder公司於2009年編製的資源估算。Golder公司對此礦化帶類型的資源估算中採用的方法一般而言是恰當正確的，相對《JORC 準則》其結果為合理。美能於2009年7月7日的實地考察期間確認項目總體佈局、鑽孔位置和礦化帶。

1994年至2008年期間共完成377個資源鑽孔(83,957米)。多數鑽孔使用反循環(RC)鑽孔法。已採用逆循環套管環對31個鑽孔進行岩心鑽探。鑽探工程概要見表7.7。

表 7.7 – 蘭博特角鐵礦項目 – 鑽探工程概要

<u>階段</u>	<u>鑽孔</u>	<u>米</u>	<u>間距</u>
1994年－1995年羅伯公司鑽探	186	22,505	200米×120米
2006年－2007年蘭博特角公司	166	52,849	不等
2008年中冶澳控	25	8,608	不等
總計	377	83,960	

資料來源：Golder 公司報告 2009

鑽孔樣本組合成2米或4米的合成樣本，並採用XRF對一系列元素進行分析。此外，在資源線範圍內的樣本也用戴維斯管回收(DTR)法進行分析。這是實驗室規模測定磁選產品的品位和可回收量，它將提供有關整個資源的選礦指標。Golder公司在2009年礦產資源估算中還對戴維斯管品位和回收率進行了估算。CLIO和中冶澳控使用位於栢斯的ALS實驗室作原礦品位和戴維斯管分析。

勘探法和數據的概要見表7.8。

表 7.8 – 蘭博特角鐵礦項目 – 勘查方法

勘查方法	勘查詳情	評論
鑽探	346 個逆循環鑽孔和 31 個預套環鑽孔	共鑽探 83,960 米
取樣	採取反循環鑽探方式，採樣間隔 2 米或 4 米，岩芯鑽探從 1 米至 12 米不等。	準備約 23,600 份樣本進行地球化學分析
地球化學分析	對 Fe、Fe ⁺⁺ 、Al ₂ O ₃ 、MgO、TiO ₂ 、SiO ₂ 、S、P、CaO、K ₂ O、Na ₂ O、LOI 進行元素分析	位於西澳大利亞州栢斯的 ALS 實驗室採用 XRF 技術
富集分析(DTR)	精礦品位和 LTR 配備：Fe、Fe ⁺⁺ 、Al ₂ O ₃ 、MgO、TiO ₂ 、SiO ₂ 、S、P、CaO、K ₂ O、Na ₂ O、LOI	鐵含量 > 10% 樣本通常採用戴維斯管分析
複樣和化驗檢查	由其他實驗室對每第十個樣本抽取一份複樣進行檢驗。	所有原來進行的工作包括全面的 QAQC，在精確度或準確度上沒有顯示任何問題。
比重分析	在礦化帶範圍內，對岩芯進行 132 個密度測定	平均比重為 (礦石密度) 3.35 噸/立方米

資料來源：1991 年基本設計報告

由於項目處於早期階段，無法對礦石儲量進行報告。初步採礦研究的結果見本報告第 1.6.2 節。迄今為止，所有的採礦研究已包括推斷礦產資源，而推斷礦產資源不包括在任何將來列明的礦石儲量內。

7.6.1 礦產資源 – 原位礦量

CLIO 磁鐵礦床是一種硅質 BIF 為主的礦床，含有中到低品位的鐵。2009 年 3 月，國際諮詢集團 Golder Associates 在栢斯辦公室已對本項目作出獨立的資源估算。

鑽孔的資料和資源解釋由中冶澳控提供予 Golder 公司。Golder 公司確認鑽孔資料庫並分析了 QAQC 結果。經 Golder 公司認定，QAQC 結果優良，但也發現一些樣本紊亂。

資源解譯經 Golder 檢驗和調整後，用於編製圈定礦化帶的線框圖。Vulcan 軟件用於進行地質建模。然後 Golder 把樣本組合在線框內，等距間隔 4 米，並進行勘探資料分析和空間資料分析，以識別礦化帶內的特徵和品位趨勢。Golder 利用自有的專屬統計軟件對資料進行空間分析(變分法)，分析顯示鐵的塊金方差相對較低，連續性範圍較長。

Golder 將礦床劃分為三個主要區域(北區、中區和南區)以供變量圖和分析之用。這些礦塊只以鐵的品位為基準，採用 20% 的鐵品位圈定資源量邊界範圍。各個區域的特徵類似，方向和形狀

為主要的差異。利用普通克立格法將不同的方向考慮到品位估算中。美能已審查此估算並將其與相關的鑽探資料作比較，認為此估算正確地反映了南區和北區內的礦化帶和品位。中區的插值方向不是最佳的，導致局部的品位劃分不正確。總資源估算未受實質性影響。

用岩芯進行密度測定，礦化帶中共有 132 個值。3.35 噸/立方米的平均值來源於資料。美能認為此數值處於合理的範圍水平，但是資料不足以進行融資可行性研究水平的評估。

2009 年估算報告中的全部查明的礦產資源為 19.1 億噸，含 30.7% 的鐵（鐵邊界品位 20%）。美能根據礦產儲量聯合委員會（Joint Ore Reserves Committee，簡稱 JORC）的《澳大利亞礦產資源和礦石儲量報告準則》(Australasian Code for Reporting of Mineral Resources and Ore Reserves)(2004 年)的建議報告資源。美能於 2009 年 6 月對項目礦產資源的估算見表 7.9。該估算保留了 Golder 界定的資源分類。由於鑽探分佈合理，鐵品位分佈有規律，美能認為此分類屬適當。

表 7.9 – 蘭博特角鐵礦項目 – 2009 年 3 月，Golder Associates 估算礦產資源

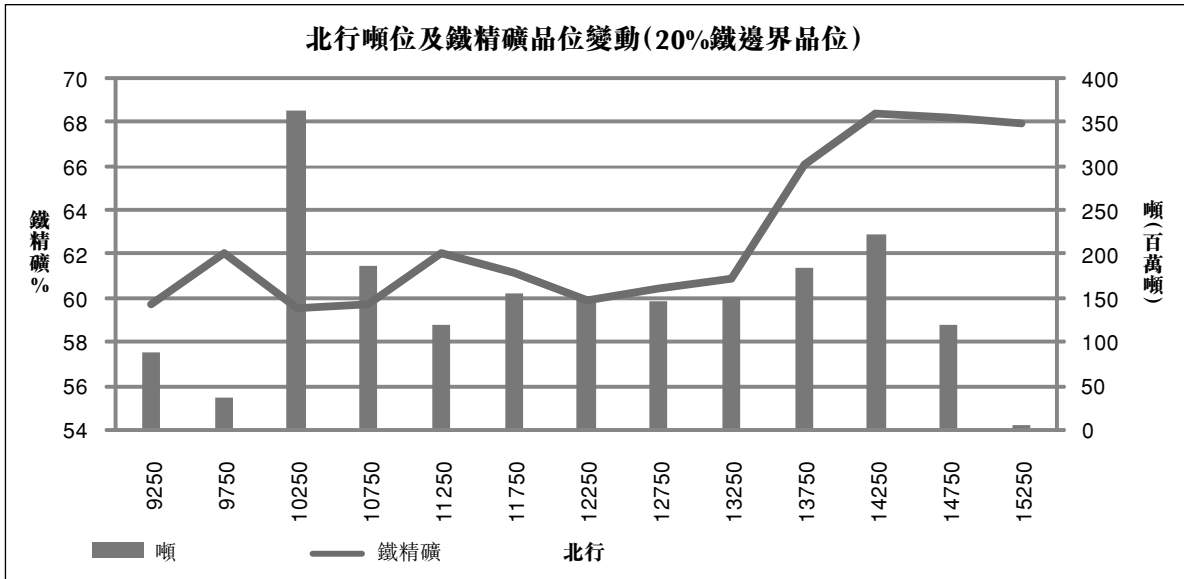
JORC 分類	原礦品位估算 (20% 鐵邊界品位)											
	噸數 (百萬噸)	Fe %	Fe ⁺⁺ %	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	P ₂ O ₅ %	LOI %	CaO %	K ₂ O %	MgO %	S %	TiO ₂ %
探明												
控制	1,434	30.7	16.0	40.4	2.32	0.03	7.22	2.66	0.19	2.61	0.14	0.17
推斷	481	30.5	16.0	41.1	2.81	0.03	5.44	3.09	0.28	2.67	0.19	0.20
總計	1,915	30.7	16.0	40.6	2.44	0.03	6.78	2.77	0.21	2.63	0.15	0.17

資料來源：2009 年資源報告
上表所示礦產資源量包括儲量。

JORC 分類	精礦品位估算 (20% 鐵邊界品位)											
	戴維斯管 回收率 %	Fe %	Fe ⁺⁺ %	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	P ₂ O ₅ %	LOI %	CaO %	K ₂ O %	MgO %	S %	TiO ₂ %
探明												
控制	31.7	61.7	22.0	10.2	0.62	0.01	-0.77	0.72	0.05	1.00	0.11	0.08
推斷	32.2	62.0	22.7	10.4	0.63	0.01	-1.3	0.67	0.05	0.89	0.26	0.09
總計	31.8	61.8	22.1	10.3	0.62	0.01	-0.9	0.71	0.05	0.97	0.15	0.08

整個礦床的資源噸數和戴維斯管鐵精礦品位變化較大。美能已報告北向間隔的資源以顯示差異。結果見圖 7.4。

圖 7.4 – 蘭伯特角鐵礦項目 – 噸位及鐵精礦品位變化



鐵 % 著色的資源模型如圖 7.5 所示，鐵精礦 % 著色的模型如圖 7.6 所示。

圖 7.5 – 蘭伯特角鐵礦項目 – 鐵 % 着色的資源模型 (朝西北方)

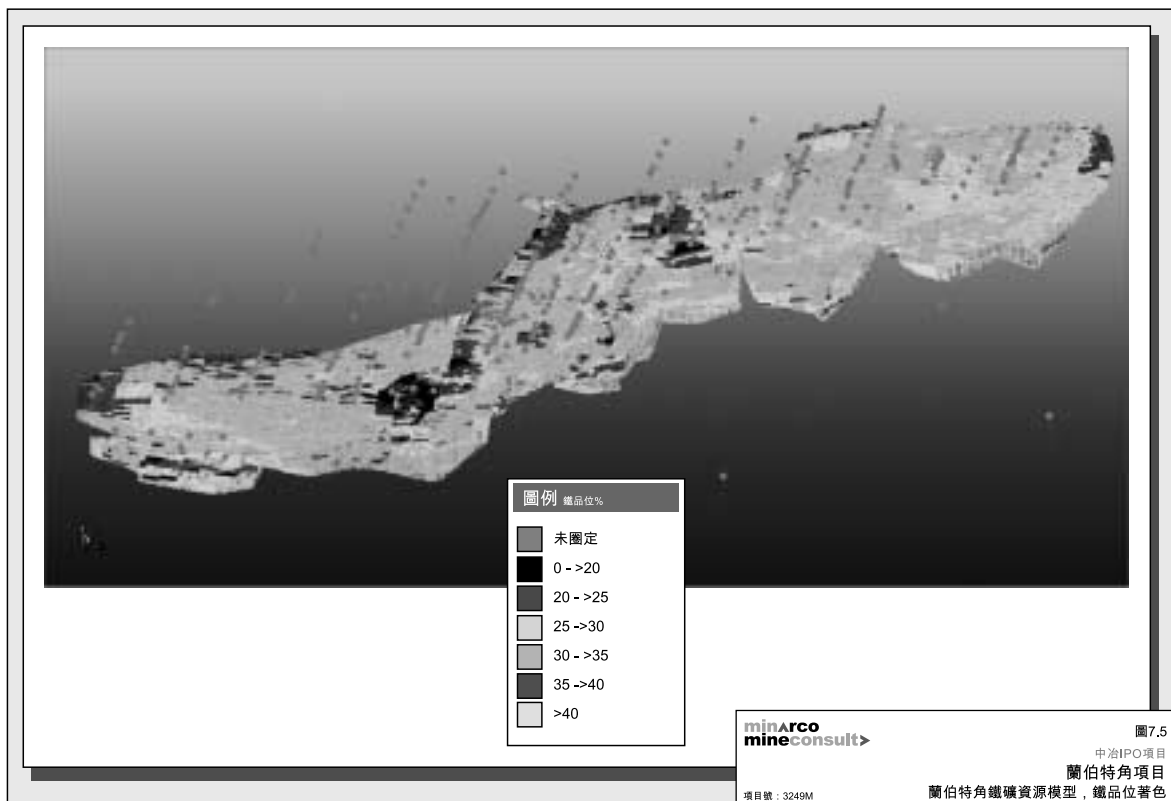
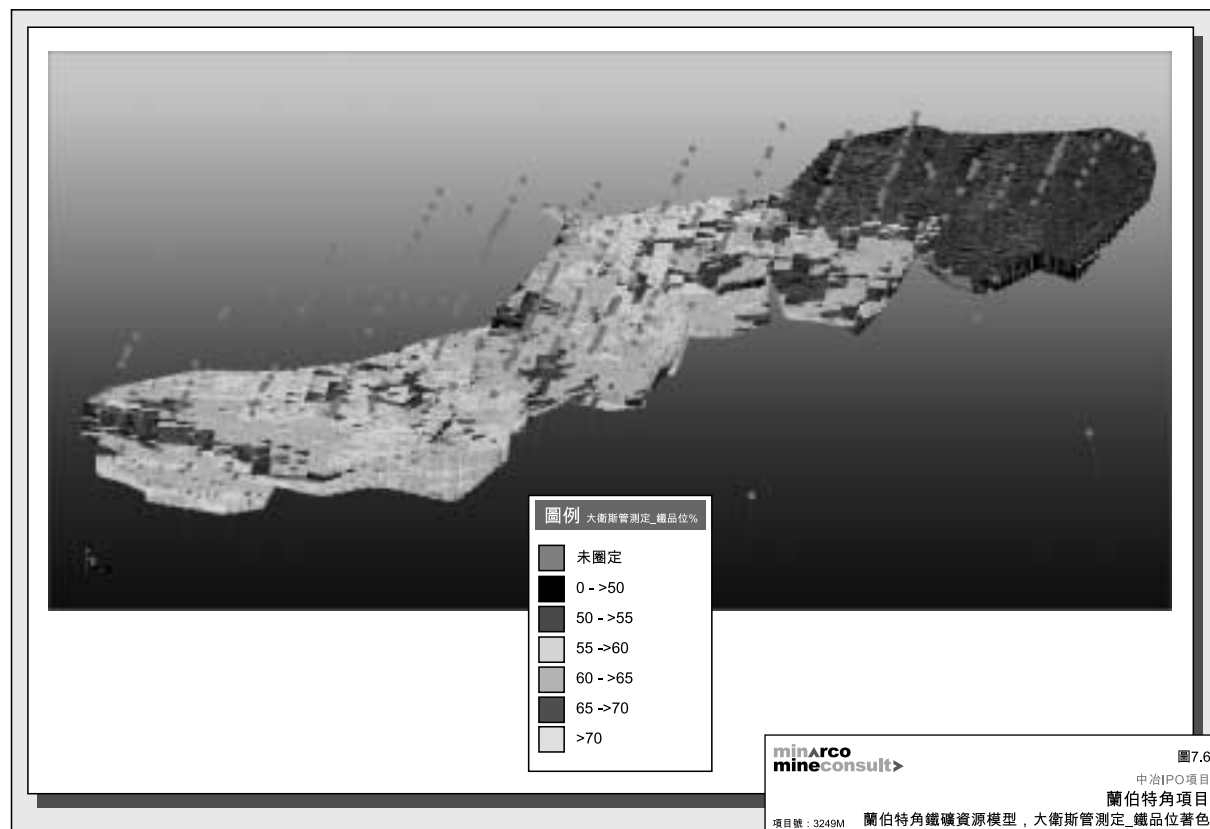


圖 7.6 – 蘭伯特角鐵礦項目 – 鐵精礦 % 着色的資源模型 (朝西北方)



7.6.2 儲量 – 可採礦量

在目前的評估階段，礦石儲量尚不可確定。但作為 2008 年預可行性研究的一部分，採礦研究已獲開展，用於編製一份礦坑設計，其中將呈報礦石儲量。請注意，礦石儲量及所有產量預測包括控制及推斷的礦產資源。根據 JORC，推斷的資源量不可被納入本項目的任何未來礦石儲量中。因此，美能將礦坑內的那部份資源量作為可採礦量。

作為 2008 年預可行性研究的一部分，礦坑設計乃由 NETC 編製，利用 2008 年 Golder 礦產資源模型，依據 NETC 執行的礦坑採礦最優化方案，使用如表 7.10 所示的參數。財務評估分析涉及的採礦成本值較低，為 5.09 澳元／噸原礦，選礦成本為 8.51 美元，精礦成本為 100 澳元／噸（按 0.80 美元兌 1 澳元計算）。然而，總營運成本接近 22 澳元／噸原礦。所有分析中均應考慮長期精礦價格（60 美元／噸）。

表 7.10 – 蘭博特角鐵礦項目 – 2008 年預可行性研究最優化投入方案

項目	單位	數量
鐵精礦品位.....	鐵 %	65
鐵精礦售價.....	澳元/噸	113.22
採礦成本.....	澳元/噸	5.81
選礦成本.....	澳元/噸	9.72
管理成本.....	澳元/噸	0.60
精礦裝運成本.....	澳元/噸	1.25
其他財務成本.....	澳元/噸	0.18
整體礦坑斜面.....	下盤/北與南/上盤	最大值 45°/46°/52°
貧化/採礦損失.....	—	—

資料來源：NETC 2008 年預可行性研究報告

美能認為最優化方案中使用的成本及收益，對於西澳大利亞皮爾巴拉地區進行的擬定規模的鐵礦項目而言乃屬適當。

採礦量是對最終礦坑設計中得到的可能噸位及品位的概念性估計。作為預可行性研究的一部分，此設計是利用假定設計參數，未進行任何岩土研究。此外，此設計未考慮任何敏感度分析、進度、混合開採或其他選擇。

迄今為止，該項目並未進行任何工程地質鑽探。在無實際岩土數據的情況下，用於最優化方案的邊坡參數是依據各種地質區域的估計岩石強度屬性，通過案頭研究計算而得。美能認為，特別是在岩石狀況的風化深度尚不確定的情況下，上部邊坡的整體角度為 52°，是可能的最終邊坡角範圍的上限。

2008 年預可行性研究未作出任何有關對投入方案進行的任何敏感度研究，如可能對優化礦坑境界造成影響，比如售價、匯率或邊坡角的陳述。

浮動圓錐法研究得出的設計礦產量如表 7.11 所示。

表 7.11 – 蘭博特角鐵礦項目 – 2008 預可行性研究礦坑設計礦產量

地區	礦石 (百萬噸)	廢礦 (百萬噸)	剝採比
南區.....	606	989	1.63
中區.....	486	1,146	2.36
北區.....	221	569	2.58
總計.....	1,313	2,704	2.06

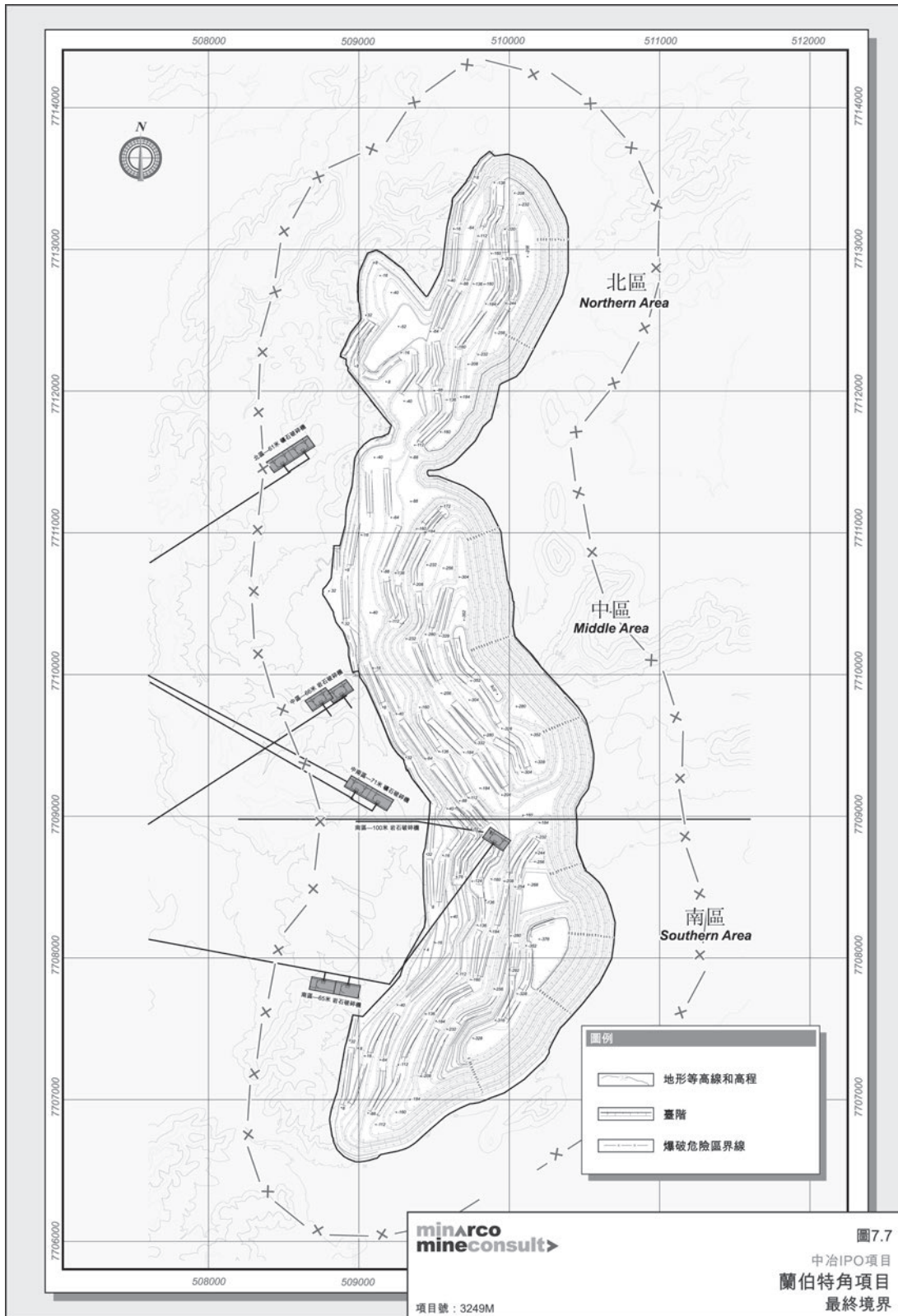
資料來源：NETC 2008 年預可行性研究報告

附註： JORC 推斷及控制資源總計的可採礦量，其並非 JORC 儲量。
推斷資源不能用於估計《JORC 準則》下的礦石儲量。

此設計分為三個地區，分別按順序計劃採礦，從南起逐步向北邁進，前提是礦床南部地區的資源可信度最高且剝採比最低。

礦坑設計如圖 7.7 所示。

圖 7.7 – 蘭伯特角鐵礦項目 – 2008 年預可行性研究礦坑設計計劃



用於設計礦坑的參數如表 7.12 所示。

表 7.12 – 蘭博特角鐵礦項目 – 2008 年預可行性研究礦坑設計參數

參數	數值	單位
臺階高度	12	米
坡台間距	24/36	米
坡台寬	5/14	米
工作面角	65	度
最終工作面角	70	度
運輸路寬	33	米
運輸斜面坡度	8	百分比

資料來源：NETC 2008 年預可行性研究報告

臺階高度、坡台寬及坡台間距構成用於最佳化投入方案的約 52° 整體邊坡角。礦坑的東坡面設計成此結構，但西坡面的礦體傾斜度則較平緩。道路和斜面設計參數對擬定的卡車車隊體積而言均屬適當。

在從礦坑西坡面進入礦坑最低臺階的路徑中，斜面系統設計大量 Z 形路線。由於礦坑西邊的坡面坡度平緩，所以可能使用剝離要求不太多的較直斜面系統。使用較少 Z 形路線的斜面系統更加安全，對卡車車隊的損耗較低，並能提高卡車的平均速度進而提升生產力。可能被重新設計的斜面系統亦可減少目前開發策略所需的破碎機移動次數。

7.7 採礦

蘭博特角採用常規露天開採法，卡車／挖掘機與移動破碎和傳輸方法相結合。採礦由承包商負責。

整體開發計劃從南部礦區開始，逐步向中部、北部推進。初期廢礦將堆放於外排土場，但隨著開發的進行，廢礦將回填至採空區。由該計劃看來，須考慮如何使礦區內回填不會阻礙未來可能進行的資源開採。

礦石將被運往礦區內或緊鄰礦區的半移動破碎站。礦石經過粉碎後，將被運往選礦廠作進一步選礦。在北進過程中，粉碎機將逐步北遷，與主要礦區毗鄰。

廢石將被運往老礦石粉碎地附近的半移動破碎站。但隨著開發的進行，粉碎後的廢石將運往礦區內外的採空區。

決定對廢石搬運採用運輸和破碎／皮帶運輸結合的方式，是基於 2008 年預可行性研究中的經濟性比較。在比較用卡車將廢礦直接運至排土場與將廢礦就近破碎後再運至排土場兩個方案後，發現後者更具成本效益。2008 年預可行性研究文件未提供充分細節，無法判斷分析的正確性。

裝載搬運車隊擬由6台正鏟液壓挖掘機（容量合共為34立方米）和21台運輸卡車（載重量合計為365噸）組成。美能認為該車隊的運力足以滿足初期的總搬運需求，然而一旦礦區向下深入開採，要滿足總運輸目標則需擴大運輸能力。建議作進一步調查。

鑽孔爆破將由6架式鑽機執行，每台年總進尺為100,000米。礦石形狀為鑽孔爆破而得，長7米，寬8米，廢石樣式為8米×10米，所有樣式都採用2米潛鑽。鑽孔能力充足，無需擴大即可滿足擬定的總運輸量需求。

平土機、灑水車、加油車、推土機、炸藥車、其他小型物件等輔助設備數量適當，可滿足採礦操作的需要。

2008年預可行性研究文件沒有提及擬定的品位控制方法。

7.7.1 預測產量

計劃在蘭博特角進行為期兩年左右的預採剝，此間開採出來的廢石部分將被用於礦區建設項目，剩餘部分將被運往位於南部礦區西面的外排土場。第16年以前，礦石主要採自南部礦區；第16年至第26年間，礦石主要採自中部礦區，廢礦將被運往外排土場，直至南區開採完畢，屆時將回填南部採空區。第26年以後，產量將主要來自北部礦區。廢礦將堆放在外排土場，直至達到中部礦區排土場的最終上限，繼而開始礦區內回填。

預測開採時間表如表7.13所示。

表 7.13 – 蘭博特角鐵礦項目 – 2008 年預可行性研究開採時間表

項目	單位	第0年	第1年	第2年	第3-15年	第16-22年	第23-26年	第27年	第28年	第29年	第30年	合計
礦石	百萬噸	0	0	16	48	48	48	46	46	37	16	1,313
廢石	百萬噸	45	127	114	82	101	115	88	74	21	7	2,703
合計	百萬噸	45	127	130	130	149	163	134	120	58	23	4,016
剝採比	噸/噸	不適用	不適用	7.1	1.7	2.1	2.4	1.9	1.6	0.6	0.4	2.06

資料來源：NETC 2008 年預可行性研究

完全投產後，預計可生產1,500萬噸品位達65%的鐵精礦。預計整個項目期限內的精礦品位將保持不變，但用於估算資源模型精礦回收率和品位的戴維斯管(Davis Tube)測試結果顯示，整體礦產平均鐵精礦品位為61.8%。鐵精礦品位最低值約為60%（南部礦床），最高值約為68%（北部礦床）。從戴維斯管(Davis Tube)測試結果來看，總體回收率為31.8%，從而支持了項目期限內31.25%的礦山假設。

7.8 選礦

概覽

選礦流程圖尚處於高程度的概略研究性階段，定稿前可能至少還須修改兩次，主要包括除硅流程及粉碎流程的改進。已採集具有合理代表性的擬定礦區礦石樣本，對現階段項目進行達標測試。驗證的礦體特徵及選礦測試結果證明擬定流程圖及冶金性能解釋合宜。

初步概略性研究(Met-Chem)主要為規範流程開發，而概略研究 (MetPlant工程有限公司) 進行了資本性支出和運營成本的研究。NETC 2008 年預可行性研究中予以復查及更新。

蘭博特角的選礦廠將位於公司租賃區的採礦場附近。選礦流程將用於生產可銷售的磁鐵精礦，包含兩個階段，第一個階段是從廢棄材料中回收磁鐵與硅複合物。經過標準磁選工藝，將生產出磁鐵精礦。第二個階段將採用標準浮選工藝提取硅，從而對上述精礦進行富集。再經進一步測試，判斷是否有必要進一步富集。該作業的尾礦為最終產品，將脫水後運輸。磁選尾礦和硅浮選精礦將泵送至尾礦庫儲存。2008 年預可行性研究擬定流程圖如圖 7.8 所示。

完全投產後，擬定的蘭博特角選礦廠將頗具規模，年礦石處理量可達 4,800 萬噸，鐵精礦產量可達 1,500 萬噸(參閱表 7.14)。整體而言，磁鐵精礦的鐵礦回收率可達 68.8%，其中鐵品位為 65%，佔原給礦的 31.25%。2008 年預可行性研究預計投產後前 3 年(2012-2014 年)回收的磁鐵精礦價格可達 80 美元/噸，照此計算年收入可達 1.2 億美元(1.5 億澳元)。

表 7.14 – 蘭博特角鐵礦項目 – 預測產量

材料	單位	2012 年	2013 年	2014 年
原礦				
產量	噸	16,000,000	32,000,000	48,000,000
品位	% 鐵品位	29.54	29.54	29.54
磁鐵精礦				
產量	噸	5,000,000	10,000,000	15,000,000
品位	% 鐵品位	65.00	65.00	65.00
總鐵回收率	%	68.80	68.80	68.80
產率	%	31.25	31.25	31.25
預測售價 (除稅)	美元/噸精礦	80	80	80

資料來源：由中冶澳控於 2009 年 6 月提供。

圖 7.8 – 蘭伯特角鐵礦項目 – 2008 年預可行性研究選礦流程圖

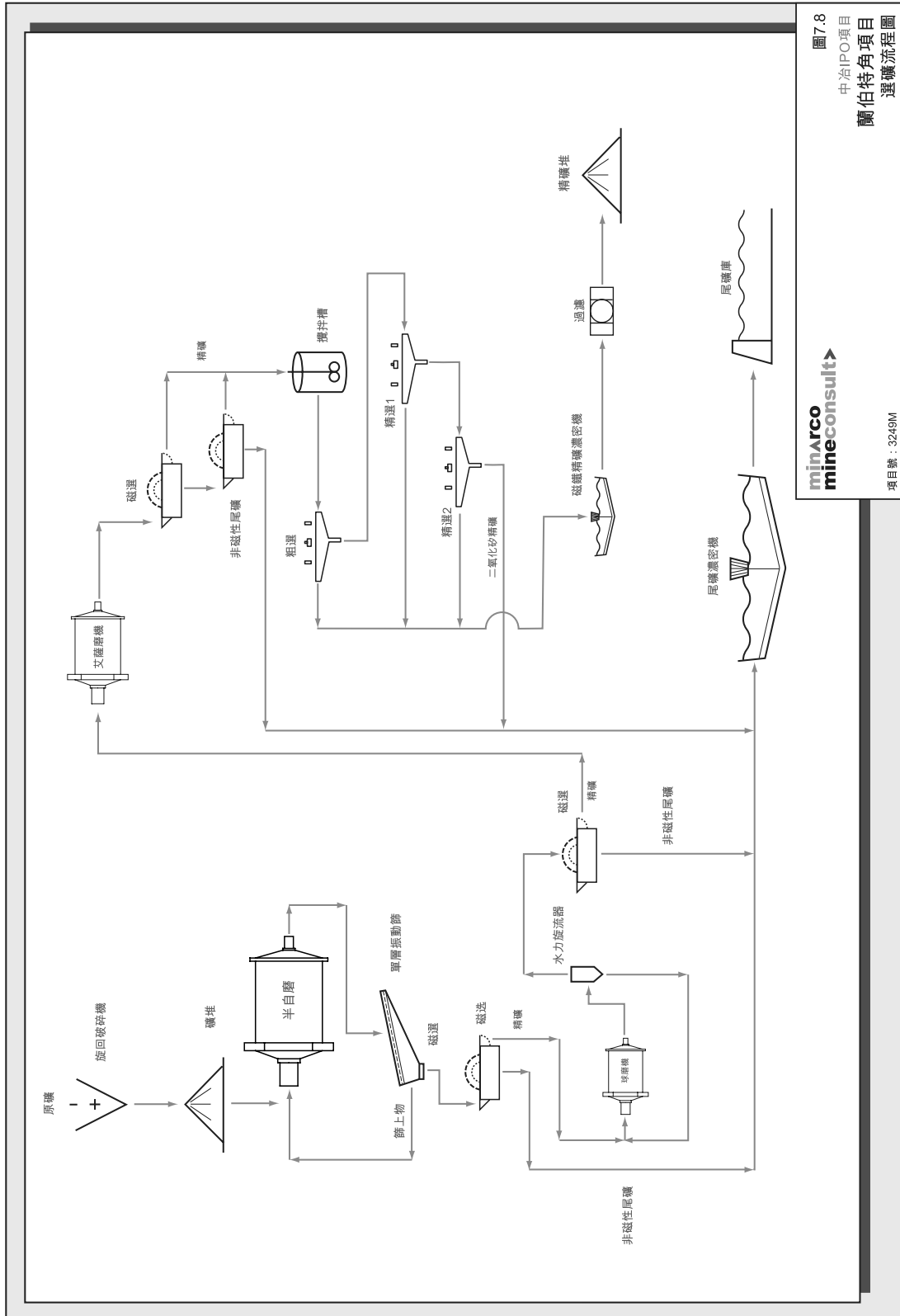


圖 7.8
中冶IPO項目
蘭伯特角項目
選礦流程圖

minarco
mineconsult

項目號：3249M

礦物學研究

該礦床中 Cleaverville 組，由 15 個地層單位組成，其中 4 個主要單位的含鐵量超過 25%。這些單位乃根據夾石的類型來進行辨別，如 1 類和 2 類碧玉鐵質岩以及 1 類和 2 類黑硅質石條帶狀含鐵建造(BIF)岩石。磁鐵礦為主要礦物，一般大小為幾微米且主要與硅氧礦物共生。靠近地表的礦石也含鐵礦，如赤鐵礦、菱鐵礦、針鐵礦和褐鐵礦，磁性從中等到弱且在磁鐵礦回收過程中不能直接回收。

主要脈石或伴生礦產為石英，其次是碳酸鹽類、鐵白雲石和鐵閃石。蘭博特角的礦石類型的特點為磷、硫、氧化鋁和氧化鎂含量偏低。測試中均採用岩芯和綜合樣本，一般分析試驗結果為鐵含量 32.6%、硅 38.9% 和磁鐵礦 26.3%。礦石類型的一個有趣的特點是存在燃燒損失(LOI)，因為碳酸鐵（菱鐵礦）的存在會使燃燒損失相對較高。須注意的是北部地區礦石類型的燃燒損失較高，因此含有更多的菱鐵礦。

據發現，岩芯中鐵和硅含量隨著地質的深度而上升，且鐵的硬度也隨之升高。在較深的地層中，硅的主要存在形式可能為石英。磁鐵品位越高，鐵的硬度越高，意味著研磨和介質成本會小幅上升。

測試

測試為現有研究水平的適當標準和範圍。測試中均採用岩芯和綜合樣本，似乎為潛在可開採礦石的代表樣。基本參數如礦物學和物理屬性以及磁選和浮選法已經確定。所有的測試機構已報告類似的選礦特徵和選礦流程。

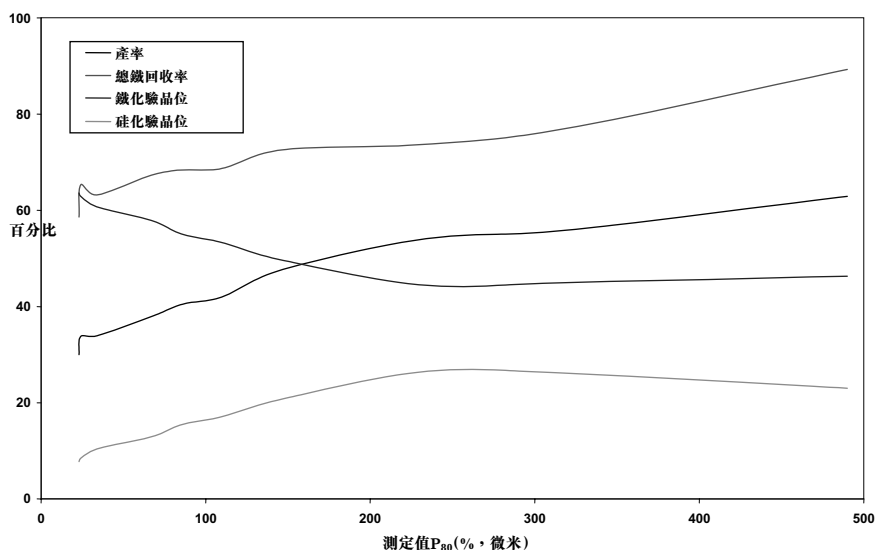
目前還須進行更多測試，尤其是確定尾礦和磁鐵精礦漿的脫水性質。項目開發的下一階段將需要精確確定磨礦流程結構的設備選型（如高壓研磨，半自磨等），以及通過磨礦測試和模擬來確定磨礦參數。

礦石類型特徵和選礦特徵的隨後變化需進一步調查，尤其是針對無石英硅含量的礦石。確認設備的各個配件的性能，例如確定磁選的第三階段。

此礦床以往的礦石測試由 Robe River 礦業公司於 1994 年至 1997 年間進行。這項工程包括戴維斯管(Davis Tube)測試，隨後採用逆循環和金剛石岩芯樣本進行浮選。需要細磨（20 微米）來實現合理的磁鐵礦—硅分離。通過對鐵磁精礦的浮選可使硅的含量降低至 5% 以下。

最近更多測試確定大量岩芯的礦物屬性以及物理屬性（METS，2009 年 3 月）。據發現，中冶澳控礦石類型堅硬且有腐蝕作用。當鐵和硅含量由粒度確定時進行了戴維斯管測試並在戴維斯管內進行處理後產生了磁精礦（見圖 7.9）。須注意，要提高鐵含量，須將磁選精礦磨至 200 微米以下且僅在 25 微米以下方能以相對較高的回收達到可售精礦品位。

圖 7.9 – 蘭博特角鐵礦項目 – 戴維斯管測試



充氣浮選測試最近由Maelgwyn礦物服務公司進行，為生產可售磁鐵精礦檢查化學和浮選條件。初期測試顯示在合理回收鐵時，可能會有相對較低的矽磁鐵精礦。建議進行進一步的浮選測試。對於設備供應來說，這種測試為保證設備和工藝性能提供了基礎。

流程圖

流程圖如圖7.8所述，其描述了一種典型的成熟的選礦方法，使高含量的磁鐵礦從細粒磁鐵礦和石英中分離出來。選定的選礦方法乃合理依據經測試的礦石和國際上其他地方通用的方法。

為實現較高鐵精礦品位，這些礦石需要被細磨，以分解單個磁鐵細粒，需要大量的磨礦產能。在每個階段後將接下來進行粉碎，磁選工藝回收磁鐵礦和去除廢棄物。該方法在選礦流程中盡早去除廢棄物，因此後續選礦階段只需小型設備即可，從而降低資本和營運成本。

兩台尺寸為 60" x 89" 的移動迴旋碎石機可將原礦石 ($F_{100}=1,200$ 毫米) 壓碎到 80% 塊度 175 毫米的礦塊，並把礦塊貯存於有效容積為 41 萬噸的料倉 (可供 2.8 天生產之用)。料倉裏的礦石將被分成五個平行的選礦系列，每條包括 36' (直徑) x 22' 半自磨研磨機 (16 兆瓦的發動機和 $P_{80}=850$ 微米) 和四個圓筒初磁選機 (7.5 千瓦)，從篩下料流中回收磁鐵礦。篩上物以及初選尾礦送至 7.2 米 (直徑) 球磨機 (14.5 兆瓦的發動機和 $P_{80}=850$ 微米)，其中的溢流經過二次圓筒磁選機富集，精礦在 16 米 (直徑) 容器中脫水 (65% 固體下沉)。下沉物將採用艾薩細磨機進一步分解 (2.6 兆瓦的發動機和 $P_{80}=20$ 微米) 並採用四個第三次圓筒磁選機 (7.5 千瓦) 選礦。

第三磁選精礦將運送給由三個除硅精選的平行系列（一粗二精）組成的充氣浮選分離階段。最後的精礦將在兩個 70 米（直徑）的濃密機中脫水至 65% 並儲存在兩個 19 米（直徑）x 21 米的水池中，隨後抽送到 8 公里以外位於港口附近（0.7 公里）的過濾設備。使用 16 個壓濾機將使磁鐵精礦中的含水量降至 10%，並儲存在精礦料倉（43.62 萬噸共 9 天的產量）。精礦將進行回收（每小時 5,000 噸）並輸送運往裝載設施，在此用駁船把產品轉到貨輪。

最後的尾礦包括所有的主要磁選尾礦、脫泥機溢物和第二段精浮選精礦，均將在三個 80 米（直徑）的濃密機中脫水至 57%，最終抽送並儲存在尾礦壩。

技術難點總結如下：

- 運作規模非常巨大，一些選別流程的規模頗具挑戰性（如細磨、過濾……）
- 在石英中硅含量較少時，除硅浮選流程頗具挑戰性

實現設計冶金選礦試驗將是啟動選礦廠運轉和在最初三年內擴大至全產能生產的首要任務。假設在此期間未發生重大設計或建設缺陷，對設備性能以及選礦流程的更好研究將改善產出量和精礦品位。在此期間，理想的情況是採礦所生產的混合礦石呈現合理的、穩定的物理和化學屬性，進一步工作為精細化操作，如培訓、流程、小型設備升級或管道系統改道。

設備遴選

2008 年預可行性研究主要選擇西方國家的設備，這些設備雖然價格高但可靠性良好。根據美能在其參與的項目中的經驗，進一步的研究將集中解決技術難題以及大幅降低資本和經營成本。許多技術可能由中國製造的設備取代，這些設備具有可靠的性能，並且將顯著降低資本成本，而不會損害大量的生產力或工藝性能。

2008 年預可行性研究採用了成熟的粉碎技術，例如破碎機、篩選機、水力旋流器，特別是半自磨機和球磨機，這些技術簡單易懂，尺寸選擇正確。可能應用的艾薩磨機具有良好的操作性，高效性也得到證實，然而該技術費用高昂並涉及知識產權問題。許多具有競爭力的細粉碎技術（例如塔磨機）可提供更令人滿意、資本成本更低的解決方案。

在隨後的研究中，預計半自磨機將被球磨機取代，後者是中國經營者和製造商更為熟悉的粉碎技術。這或許需要引入另一破碎工序，但整體上可降低資本和經營成本。

充氣式浮選是將硅從磁鐵礦中分離出來的較好的加工設備。儘管浮選分離過程中需要攪拌混

合，但過度攪拌(例如機械攪拌)會影響分離的效果。推薦的設備是德國專利技術，具有多種功能。具有競爭力和更為流行的技術是浮選柱技術，該技術可以以更低成本但保證同樣的性能。

選礦的機遇

建議採用以下三種選礦方式，其最大的優點是可在前三年的生產中提高精礦品位；此後，回收非磁鐵礦氧化物可能也具有意義：

- 若能把精礦品位提高 1% 或 2%，將會提高產品可售性和磁鐵精礦的價值。這種方法看上去可實現，但可能需要以降低鐵礦回收率為代價。
- 相反，提高鐵礦回收率很有可能降低精礦品位。
- 達到磁鐵礦生產的主要目標後，考慮回收非磁氧化物使之成為適銷的精礦。有兩個一般的加工選擇可能適用，但需要通過試驗確認。由於礦物解發生在回收磁鐵礦的過程中，所以只需要適度的資本性支出。這個選礦將可能增加收入和項目經濟效益。

潛在的選礦風險

除了一般的選礦風險（例如礦石樣品的代表性）、潛在礦石類型變化以及潛在粉碎及脫水流程性能風險外，主要風險來自脫硅工藝。如果沒有充分分離硅，導致鐵含量降低，硅含量提高，而導致最終的磁鐵精礦品位降低。這不僅會降低某些礦石類型帶來的收入，還會導致生產的精礦銷路不好。

浮選分離工序成功的基礎是硅以石英形式呈現，因為其他形式的硅的反應不盡人意。許多礦石種類中的硅都不可浮，所以可用這種分離技術去除硅。進一步的研究主要是數目、可採礦量、物理性質、變異性和加工反應方面描述這些礦石類型的特徵。低採礦量意味着混合礦便能很好地解決問題。許多難以判定的礦石類型是否有更大可採礦量，尚需通過浮選、脫泥和磁鐵礦分離等其他分離技術進行調查。

7.9 基礎設施和公共設施

蘭博特角鐵礦項目需要建設大量基礎設施，即發電廠、淡化工廠、碼頭設施、新駐地，以及建築、辦公室及倉庫。項目開發的另一方面是遷移現有基礎設施。

估計的用電載荷為 255.5 兆瓦，將由 369 兆瓦（300 兆瓦的額定產能）的燃氣發電廠供應，該發電廠由 5 台聯合循環燃氣輪機和 2 台開放式循環燃氣輪機裝置組成。電力需求分配明細見表 7.15。這是明智的供電方式，因為該項目附近有大量的天然氣資源以及管道。天然氣是以低碳排放量供應大量低成本能源的最佳方式（該項目附近有）。估計的電力成本略高，為 120 美元/兆瓦，但如果計入投資的回收則或許是可行的。

表 7.15 – 蘭博特角鐵礦項目 – 估計的電力需求

項目	單位	裝機功率	用電
採礦	兆瓦	55.19	39.26
選礦	兆瓦	254.45	205.66
過濾	兆瓦	14.47	10.59
總計	兆瓦	324.11	255.51

資料來源：蘭博特角鐵礦預可行性研究，2008年6月。

建議在精礦過濾廠附近建造一間水淡化廠，以便為供應符合要求的水。2008年預可行性研究中未披露項目需水量（包括各區的水質）。水淡化廠的規模可能會減小，因為對優質水的需求量主要用於浮選和員工生活需求。

對碼頭和運輸方式的選擇已考慮過多種方案。建議在精礦篩選和貯存區域（礦山以北4.5公里）附近興建一座臨時碼頭，用駁船把精礦運到海上的貨輪上以運往市場。

建議在選礦廠西南的5.5公里處建立一個可容納800人的生活區，主要為常駐員工提供住房，而活動房將在用人高峰期發揮作用，例如維修和項目關閉期。提供高品質的居住環境和設施以便吸引和留住員工。

建議修建多條道路以便出入礦區和工作區。項目設施的永久道路將自丹皮爾—羅伯恩公路附近建設。通往精礦過濾廠的道路長15公里，需修建排水渠，特別是穿過淺灘區的路段。

現有的三項基礎設施需要重新設置，即一條鐵路線、兩條輸電線以及一條輸氣管道。已經開始與基礎設施的所有人進行商討，並已繪出聯合工作範圍。確認鑽探旨在確定新鐵路路線，而輸電線路線已經確定。經Horizon Power同意，20公里的220千伏和12公里的132千伏輸電線需要遷移。遷移地下輸氣管道涉及更多工程。

重新設置這些基礎設施的成本並未被記入中冶提供項目的預測資本成本。

從目前研究程度來看，尾礦庫要求的假設合理；多項地質和水利研究將在最後確定位置之前進行，預計設計和資本成本需更加準確。

7.10 資本和運營成本

基於在遙遠的西澳大利亞的項目建設中使用西方製造設備及其安裝成本，以達到按適當標準每年生產及加工4,800萬噸礦石而估計的資本成本列於表7.16。項目資本成本總額估計為37.73億澳元。該成本的主要部分為選礦廠成本，佔投資總成本的38.44%。另有10.97%用於排水、儲存、開

壘及磁鐵精礦的出口運輸。計劃的基礎設施亦是一項重要的成本，佔總成本的25.54%，用於建設發電站及海水淡化廠。

表 7.16 – 蘭博特角鐵礦項目 – 估計資本成本

成本中心	澳元（百萬）	百分比
輔助採礦設施	175.45	4.66
加工廠	1,450.50	38.44
尾礦庫	61.10	1.62
精選處理	210.17	5.58
一般基礎設施	59.44	1.56
港口	203.62	5.39
發電站	587.59	15.57
海水淡化廠	376.01	9.97
駐地	144.57	3.81
預建	504.66	13.38
總計	3,773.10	100

資料來源：2009年6月蘭博特角鐵礦預可行性研究。

表 7.17 所示為有關項目活動的計劃資本性支出明細表。資本性支出中的最大一項佔投資總額的 40.5%，主要用於購買設備。其次是建設成本和安裝費，佔投資總額的 34.49%。本數據亦包括 17.28% 的或有成本，其比率較低，主要原因是前期階段的工程研究成本較低，而常規情況下約佔 30% 至 50%。此外，設計管理成本（大致包括建設、安裝、試營運及培訓成本）佔項目總成本的 7.5%，屬於正常範圍。

表 7.17 – 蘭博特角鐵礦項目 – 建設資本成本明細表

成本中心	澳元（百萬）	百分比
建設	1,053.22	27.91
安裝	300.90	7.95
設備	1,364.56	36.17
設計管理	212.20	5.62
其他	445.71	11.81
或有成本	396.51	10.51
總計	3,773.10	100

資料來源：2009年6月蘭博特角鐵礦預可行性研究。

採礦投入的資本很少（1.7545億澳元），表明採礦可能通過分包，其支出將列為營運成本。這一計劃在項目開發的最後階段可能會改變，而如果選擇「業主營運」的礦場，預計將需投入大量資本（約 7.5 億澳元）以配備適當的採礦隊伍。

如前文所述，運用中國項目辦法後預計將顯著降低資本成本，甚至是運營成本。這包括採購性能良好的中國設備，並在有些情況下改變設備選擇。例如，可將以球磨機代替半自磨機，前者乃

為中國運營商和製造商更熟悉的粉碎技術。雖然這可能需增加一個破碎階段，但總體而言將降低資本和營運成本。

對設備採購、隨後的建設、安裝及管理成本制定的計劃支出將分四年投入，其中2010年的初始投入為5億澳元（請參閱表7.18：1澳元=0.80美元）。這一估算乃以2009年某時啟動建設為前提，但目前看來情況並非如此。項目時間表有可能向後推遲一或兩年，具體情況要視監管機構及其他相關組織辦理必備許可證及審批的速度而定。

表 7.18 – 蘭博特角鐵礦項目 – 資本成本支出時間表

成本（百萬澳元）	2010年	2011年	2012年	2013年
支出.....	500	1,500	1,500	277
總計.....	500	2,000	3,500	3,777

資料來源：2009年7月蘭博特角鐵礦提供。

總運營成本估計為18.42澳元/噸原礦，載於表7.19。運營成本中，選礦成本所佔比重最大(45.30%)，其次為採礦成本(30.30%)。選礦的電力成本並未被納入其中，約為3.50澳元/噸原礦，以120澳元/兆瓦小時為基準計算。由此可計算總運營成本約為21-22澳元/噸原礦，此成本較為合理。

表 7.19 – 蘭博特角鐵礦項目 – 估計運營成本

成本中心	2012年	澳元/噸原礦 2013年	2014年	百分比
採礦.....	5.565	5.565	5.565	30.30
輔助原料.....	不適用	不適用	不適用	
水電.....	不適用	不適用	不適用	
勞工.....	不適用	不適用	不適用	
維護.....	不適用	不適用	不適用	
其他.....	不適用	不適用	不適用	
選礦.....	8.32	8.32	8.32	45.30
消耗品.....	3.888	3.888	3.888	
水電.....	3.004	2.60	2.60	
勞工.....	0.389	0.35	0.35	
維護.....	1.04	0.53	0.53	
折舊.....	不適用	不適用	不適用	
其他.....	0.1	0.1	0.1	
資源稅（收入的6%）.....	1.88	1.88	1.88	24.40
管理.....	0.6	0.6	0.6	(全負荷)
其他.....	1.64	1.64	1.64	
銷售開支（不包括運輸費）.....	0.48	0.48	0.53	
總計.....	18.37	18.37	18.42	100

資料來源：2009年6月蘭博特角鐵礦預可行性研究。

7.11 安全和環境

礦區坐落於西澳大利亞西北處卡拉薩東部約 20 公里處。此為一處頗具規模的鐵礦開採及船運地區。蘭博特角鐵礦項目的環境及社會等方面乃基於澳大利亞及西澳大利亞的多種法規。這些法規就有關土著、健康、安全、水質、資源保護、污染、土地及野生動植物等方面的可接受的標準提供指引。此外，亦充分注意到所有有關設備的設計及操作的氣候（如暴風）及火災等安全因素。

主要的生態影響及污染源認定如下：

- 源於建築土地的使用
- 地表水
- 空氣污染（粉碎、存儲及拖運礦石以及尾礦庫幹坡產生的粉塵）以及廢氣（發電站）
- 廢石及尾礦庫資源對環境的影響
- 噪音污染（破碎機、風機及貨車）

已提出有關控制及管理礦區周邊水質的各項措施，同時實施控制粉塵、廢氣及噪音污染問題的傳統解決方案。

環境保護的擬定投資額佔總投資的9%，亦即2.4873億澳元。擬定的支出細分請參閱表7.20。

表 7.20 – 蘭博特角鐵礦項目 – 環境保護費用

成本中心	澳元（百萬）	百分比
土地及生態修復	115.20	46.3
水處理系統	29.30	11.8
尾礦庫	53.89	21.7
粉塵控制	3.74	1.5
污水處理	4.74	1.9
噪音控制	6.50	2.6
環境監控	0.85	0.3
園林美化	34.51	13.9
總計	248.73	100

資料來源：2008年6月蘭博特角鐵礦前期預可行性研究。

本文未參考支持所有開發的環境影響報告(EIS)。環境影響報告將詳述所有環境管理實務及潛在的補救措施，包括項目完成後的礦區復墾措施。此外，需簽署多項協議並獲得多項許可，例如供氣協議、港口設備及海水淡化廠的選址等方面。

7.12 參考文獻

Met-Chem, 2007: (2007年8月) 蘭伯特角鐵礦項目初步概略研究，Met-Cem Canada Inc report prepared for Metplant Engineering Services Pty Ltd.

MePlant, 2007: (2007年4月) 蘭伯特角鐵礦項目概略研究，Volume 1-Report. MetPlant Engineering Services.

Maelgwyn Mineral Services, 2007: (2007年11月) 蘭伯特角磁鐵精礦中脫硅浮選試驗報告，Western Australia. Maelgwyn Mineral Services.

IML, 2007: (2007年5月) 蘭伯特角鐵礦粉碎回收試驗，獨立選礦試驗室。

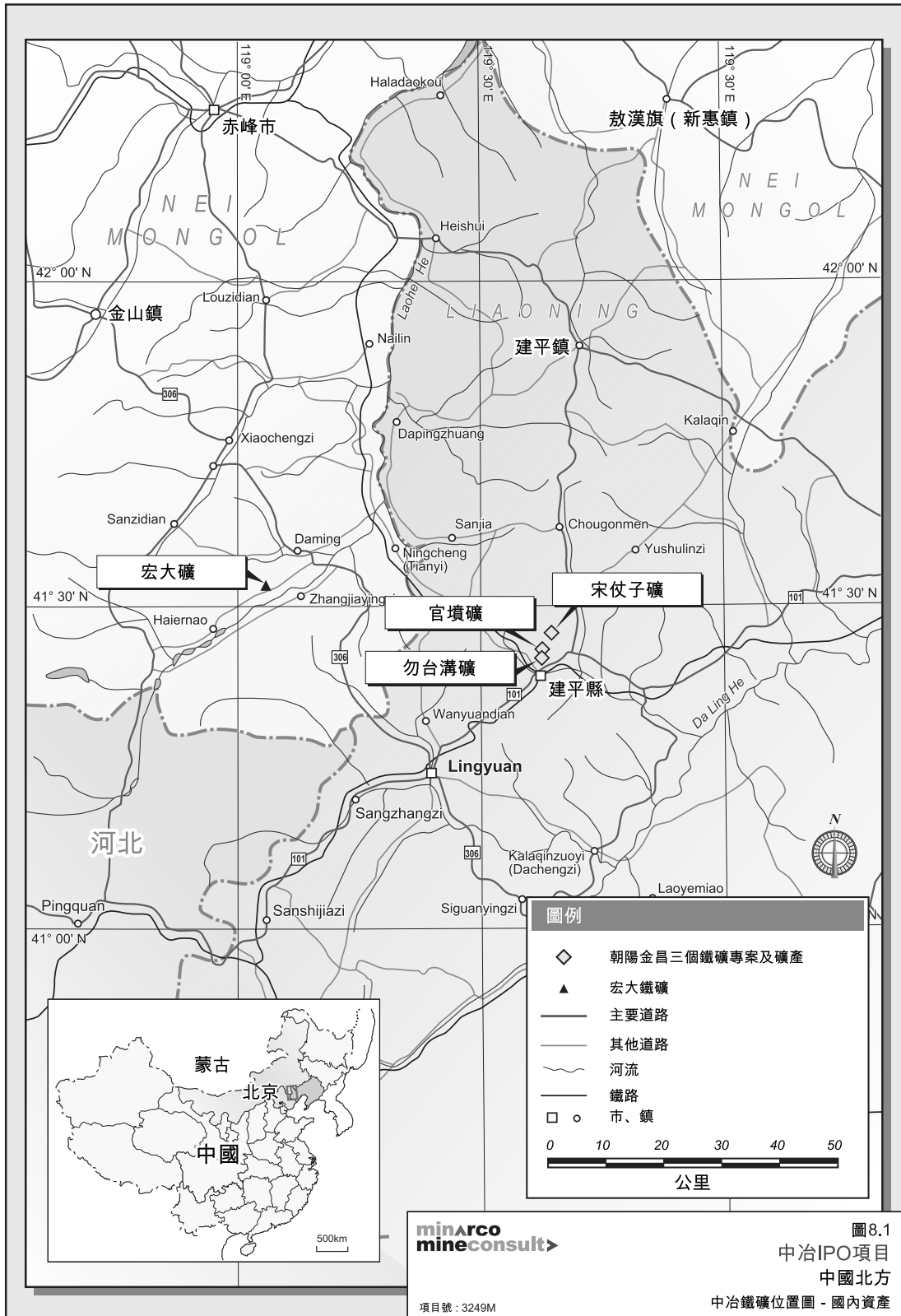
Golder, 2007: (2008年2月) 西澳蘭伯特角礦床資源模型更新，Golder公司提交給中冶澳控。

NETC, 2008: (2008年9月) 蘭伯特角鐵礦預可行性研究報告，中冶北方工程技術有限公司。

Golder, 2009: (2009年3月) 西澳蘭伯特角礦床資源模型更新，Golder公司提交給中冶澳控。

METS, 2009: (2009年3月) 蘭伯特角鐵礦項目初步選礦試驗總結報告，礦物工程技術服務公司。

圖 8.1 – 中國境內鐵礦礦址



8 金昌礦業資產

2008年2月美能已對這些資產進行現場檢查，以審核其資源、加工及採礦狀況。2009年3月美能進行最後的現場考察以審核近期資源變化，以及更新營運現狀。審閱有關此資產的各種技術報告，其中主要包括：

- 《2007年建平北方礦業有限公司選改擴建工程可行性研究》，NETC編製。
- 遼寧省第三地質大隊編製的《宋杖子鐵礦資源儲量核實報告》，2008年7月（《2008年資源儲量報告》）。
- 中冶北方工程技術有限公司編製的《宋杖子鐵礦開採工程項目可行性研究》，2008年12月。

中冶在金昌資產中的有效股本權益為85.1%。（在持有此項目100%股權的附屬公司中持股85.1%）

8.1 背景

朝陽金昌礦業集團有限公司(CJMG)擁有的各鐵礦位於中國北方遼寧省建平縣，**圖 8.1**。這些資產均為浸染狀及脈狀的磁鐵礦(Fe_3O_4)礦床，包括下述鐵礦項目：

- 官墳鐵礦（露天開採）；
- 勿台溝鐵礦（露天開採）；
- 宋杖子鐵礦（地下開採）；

採礦區位於北溫帶大陸性季風氣候的半乾旱地區。氣溫為攝氏-36.9度至攝氏40.0度之間，每年11月至次年3月出現零度以下氣溫。平均年降雨量443.4毫米，6月至8月的降雨量佔全年70%。礦區屬丘陵地形，海拔高度範圍在465米至500米之間。植被覆蓋層稀疏，有大量的岩石出露。

這些項目均位於5平方公里的小區域內。官墳及勿台溝礦均位於西南方，而宋杖子礦區位於東北5公里處。中央選礦廠及調度設施位於露天開採及地下開採區之間（如**圖 8.2**所示）。

軟礦分選（現未投產）包括兩個階段：在個別的露天礦場的乾式磁鐵礦預選工藝（階段1），及在中央加工區的濕法分選工藝（階段2）。金昌資產的礦石加工詳情見**8.9節**。

金昌資產的營運及資本成本均詳述於**8.11節**。

中國機構所稱的「礦石」，是指有經濟可開採的磁鐵礦石。由於當前金屬價格及該礦品位較低的原因，遼寧省第三地質大隊（勘查院）最近的一次資源報告已排除所有「軟礦」，僅保留了勿

台溝及宋杖子礦區的「硬礦」資源。當前，硬礦綜合生產成本超過人民幣 500 元／噸，所以並不經濟，選礦廠的精礦堆存待售精礦（約 7000 噸）支持上述觀點。

8.2 資產

在 2009 年 3 月開展的現場考察過程中審查的資產包括：

- 1 個正在作業的地下開採豎井；
- 1 個新開拓的豎井（未生產）；
- 1 個斜井（已廢棄）；
- 4 個露天礦場（未生產）；
- 多個預選磁選乾選設備（未生產）；
- 1 個正在作業的濕選車間（階段 2 – 破碎、磨礦及磁選）；及
- 3 個系列「待用」小型濕選車間。

圖 8.2 – 金昌礦業資產 – 位置圖



8.3 土地年期和礦產權

2006年11月20日遼寧省國土資源廳分別授予朝陽金昌礦業集團有限公司各個項目(官墳、勿台溝及宋杖子)的採礦權。2009年1月更換的一個採礦許可證包含三個項目。詳情見表8.1。

表 8.1 – 金昌礦業資產 – 許可證詳情

礦山／項目	金昌礦業資產
名稱	採礦權
編號	2100000910006
業主	朝陽金昌礦業集團有限公司
礦山／項目名稱	中冶集團下屬朝陽金昌礦業集團有限公司，宋杖子礦
採礦方法	露天／地下採礦
許可產能	80 千噸／年
許可面積	1.072 平方公里
許可深度	海拔 550 米至 410 米 (地下開採計劃 450mRL 至 420mRL)
有效日期	2009 年 1 月 – 2010 年 1 月
發證日期	2009 年 1 月
發證機關	遼寧省國土資源局

資料來源：正式文件

附註：一個許可證涵蓋了所有的採礦區。

美能所提供的信息僅供參考，並建議法律專家審查土地業權和所有權。

8.4 區域地質

區域構造的特徵是為深度地殼斷層，這一斷層將北部太古代中高精度變質岩與南部中生代的碳酸鹽岩、碎屑及火山岩分開。

磁鐵礦富集及離散磁鐵石英岩脈侵位的基岩為角閃片麻岩，寄生於主斷裂構造相鄰的太古代變質雜岩中。變質構造（片麻岩葉理）大體為東西走向，並向北東及北西向變化。傾向大體向南，傾角大約 70 – 80°。

磁鐵礦(Fe₃O₄)是一種鐵的氧化物，是所有鐵礦物中磁性最高的，通常稱為「磁石」。磁鐵礦與氧氣發生反應（氧化），生成赤鐵礦(Fe₂O₃)。赤鐵礦並非磁性產品。金昌鐵礦礦化帶的成礦特點是磁鐵礦在具有磁鐵礦背景品位（估計 <2%）的片麻岩主岩中富集。礦化帶由磁鐵礦富集而形成可能構造帶的斷層所控制。

在宋杖子地下礦（南 2 區），多構造區高品位透鏡狀礦（亦稱「脈礦」）寬度高達 4 米，將採用常規地下採礦方法進行開採。地下礦是採完的地表（露天礦）礦沿下傾及傾伏礦體的延升開採。現場表明在原露天礦區內，鬆軟的圍岩作為低品位磁鐵礦被開採出來。

該地區覆蓋厚風化層達 5 米（土壤及風化石），其中覆蓋著淋溶土／腐殖質層的輕粘土，以及

覆蓋在風化基岩上的厚土層。風化層延伸至約 30 米的深度。礫岩分選性不佳，主要包括片麻岩及磁鐵石英岩的石塊、中礫及圓礫。

官墳和勿台溝露天礦地表風化層此前已被開採，並用一些小型設備進行乾處理，生產一種含 20% 磁性鐵精礦，即磁鐵礦（現場得知）。由粗篩及兩段磁輓／帶式進行分選。其餘扁豆狀硬礦呈塊狀，儲存並去除磁選中的廢石以便運送至中央選礦廠。

現場作業人員按照可開採性將磁鐵石英岩礦稱為「軟礦」及「硬礦」，軟礦採用露天開採，而硬礦則為地下開採。軟礦內帶有少量硬礦，而這些硬礦在預處理加工中呈塊狀。對於軟礦，鐵品位是指磁性鐵品位（磁鐵成分），因為磁鐵礦（主要礦物）在選礦過程中很容易被分離。對於硬礦，鐵品位為全鐵品位（總含鐵成份），其中包括部分順磁性物質。精礦品位為總磁性鐵或全鐵品位，其中包括高達 15% 的順磁性物質。

8.5 官墳鐵礦

8.5.1 背景

2006年一家私人公司開始經營官墳露天礦，2006年末被北方工程技術有限公司於收購。同年，朝陽金昌礦業集團有限公司獲採礦權。因可用資源價格下滑、礦石品位低及缺少「軟」礦資源，露天採礦於 2008 年末停產。

當地居民曾進行了小型露天開採，而這些開採區現在大多已被合併成為現有露天礦場。使用卡車及鏟土機對兩個獨立礦場進行開採。

磁鐵礦礦床包含兩個獨立採礦場（礦權）。南部礦場（採礦區 1）主要包括 2 個「超貧」（低品位）鐵礦石區，命名為採礦場 CK1。CK1 礦體傾向西北，傾角在 76° 到 78° 之間。這兩個礦體寬度大約為 50 米和 100 米。

北礦場（採礦區 2）包括 1 個「超貧」（低品位）鐵礦體，稱為 CK2。CK2 礦體為南南西走向，傾角在 78° 到 80° 之間，平均寬度為 36 米。

露天礦儲量（軟礦）目前已開採殆盡，未來長期生產將倚賴於硬礦的可開採性及金屬的價格。進一步探礦可能找到更多的可採軟礦資源，但目前這一工作還未完成。在現場考察期間，發現官墳南礦坑曾有地下採礦歷史跡象，但從現場人員獲取的資料顯示，沒有制定就未來進一步的地下採礦計劃。露天開採已達到約 30 米的深度。

8.5.2 地質

表 8.2 概述了礦區礦體的特點。

表 8.2 – 官墳鐵礦 – 礦體描述

採礦區	位置	礦場名稱	礦體類型	礦體編號	最大厚度 (米)	傾角 (°)	採礦方式及現狀
1	南	CK1	礦區	2	105	76-78 西北	露天開採 – 廢棄
2	北	CK2	礦區	1	44	78-80 南南西	露天開採 – 廢棄

附註：資料來源於現場資料

已開拓兩個獨立不規則的露天礦場（相距約 1.5 公里），以便在三條已證實的磁鐵石英岩礦體回採出風化礦或「軟礦」，此礦體為官墳礦區的礦帶。最初剝離風化層，並延展約 25 米到達風化片麻岩。該礦區露天礦已被開採殆盡。在礦場的地面可觀察到若干小堆堅硬、藍／灰磁鐵礦片麻岩及石英磁鐵礦岩石，屬新鮮、未經風化的「硬礦」。

三個經證實的礦體為帶有角閃片麻岩透鏡體的磁鐵礦，走向長約 350 米，寬約 30 米至 105 米，極傾斜。這些礦體偶爾含不規則的高品位石英岩磁鐵礦透鏡體。官墳南礦區主要為兩個軟礦類型的磁鐵礦片麻岩礦體，其磁性鐵品位為 7-14%，寬分別約 50 米和 100 米，走向北東。官墳北礦區主要為單一的磁鐵礦片麻岩礦區，走向北北西，寬 50 米。

圖中明顯可見在 OB2（南礦場）中 20 米寬的斷層。

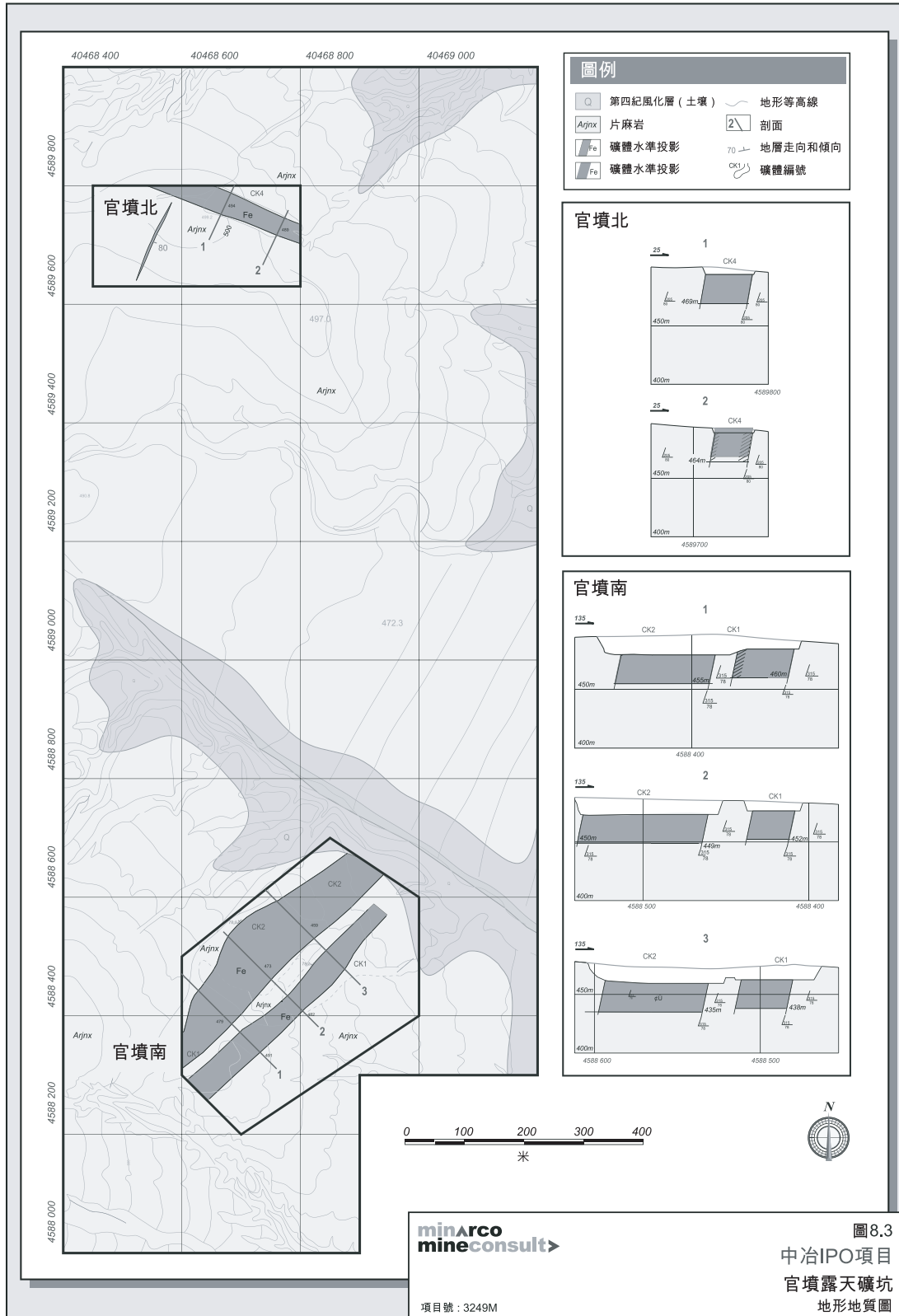
地質風險包括：

- 某些斷層，及
- 缺少對深部延伸礦體的準確界定

地質機遇包括：

- 在礦區外沿礦帶走向延伸可能存在新增露天開採原位礦量
- 在採礦開拓區附近實施勘察，有可能發現較薄的礦脈，及
- 可能勘探出新增礦帶，厚礦體及深部礦體。

圖 8.3 – 官墳鐵礦 – 地形地質圖



8.5.3 採礦

官墳礦山由南礦區（礦區1）及北礦區（礦區2）兩個小礦區構成。這兩個礦場目前均未運作。南礦區是官墳兩個礦場中開採時間最久，規模最大的礦區。利用 30 噸液壓式反鏟挖掘機及 25 噸的自卸卡車的傳統露天採礦技術。軟礦容易挖掘，且不需要爆破。

官墳南礦區

官墳南礦區主要為一個窄小的露天礦場，長約 200 米且已開採至大約 30 米的深度。礦場頂部為海拔 500 米，底部 470 米。礦場底部為風化層底界（軟礦），且在剝採之前開採深部的露天硬礦需要進行鑽孔爆破，以粉碎岩石。

該礦場包括兩個主要的礦體（CK1 及 CK2）。目前官墳南礦區露天礦的所有軟礦資源已開採殆盡。

該礦場除頂部附近有少量地面龜裂外，沒有發現岩土問題。美能認為此處無岩土或地下水風險。

官墳北礦區

官墳北礦區於 2007 年投產，位於南礦區北面約 1.5 公里。這是一個狹小的露天採礦場，長約 100 米且已開採了大約 30 米的深度。頂部海拔高度 500 米，底部為 470 米。

該礦場包括一個主礦體(CK4)。官墳北礦區所有露天軟礦資源已開採殆盡。

美能認為，此處並未發現岩土或地下水風險，露天開採可延伸到軟礦邊界。

表 8.3 列出歷史產量。

表 8.3 – 官墳鐵礦 – 歷史產量

礦石產量	單位	2007 年	2008 年
露天開採	原礦千噸	246.78	278.52
剝採比（僅限露天開採）	廢石噸：礦石噸	24:1	24:1

資料來源：資料由金昌公司提供。

由於當前可用資源價格較低，故上表未包含預期產量，但根據現場資料，官墳最大產能為每年 30 萬噸。

採礦風險包括：

- 缺乏鑽孔以界定礦產資源（或原位礦量）。

採礦機遇包括：

- 進一步勘探（鑽探）及採用經濟的採礦方法可新增可採礦量。

- 露天開拓有可能開採到高品位的「硬礦」。較之地下開採，露天開採的採礦成本較低而回收率較高。

8.6 勿台溝鐵礦

8.6.1 背景

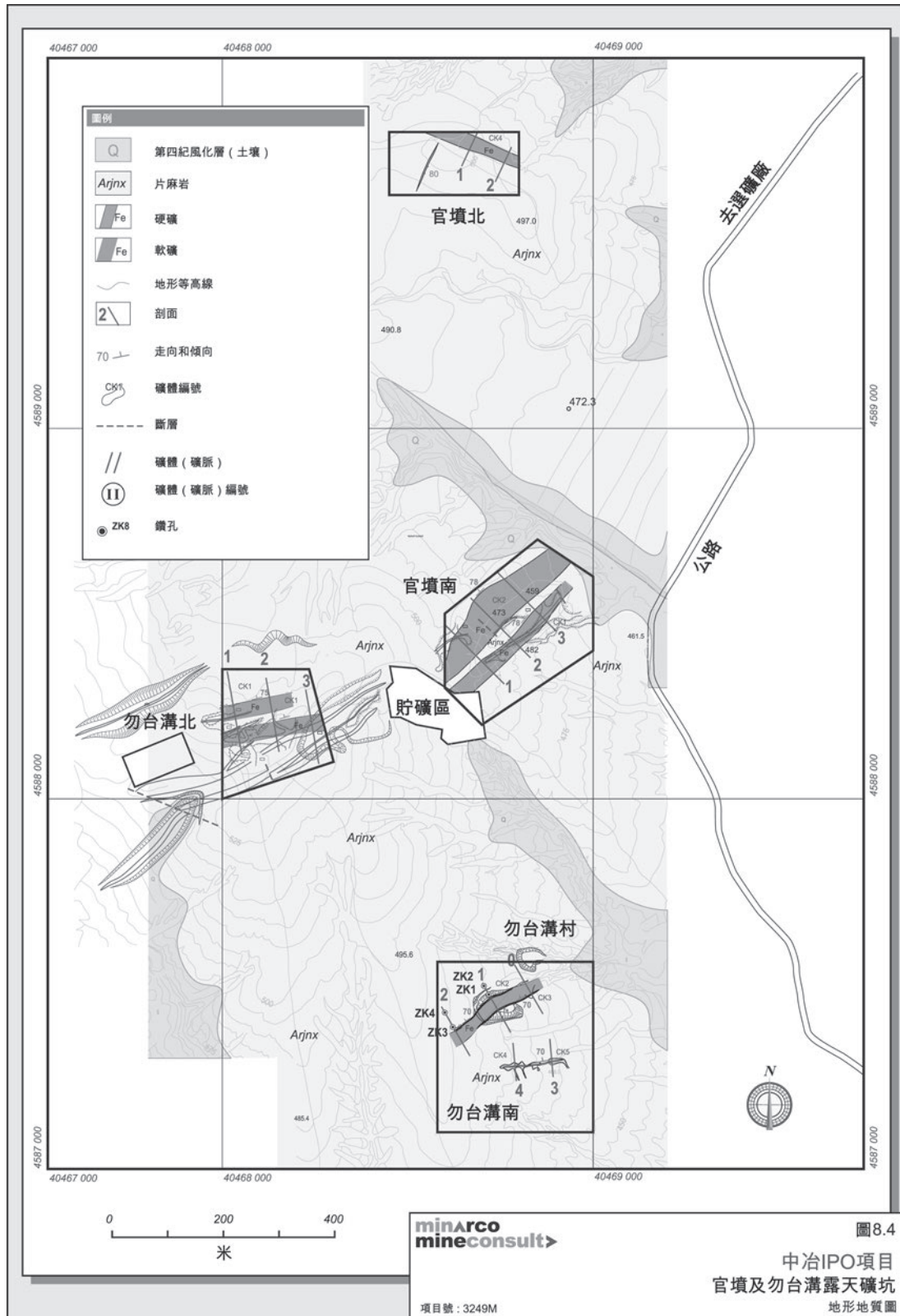
勿台溝鐵礦包括兩個獨立的礦區，臨近官墳南礦區。北礦區位於官墳南礦區以西500米，南礦區位於官墳南區以南800米（**圖 8.4**）。

2004年及2005年，地質隊以1:2,000的比例進行了詳細的填圖並在南區完成四個金剛石鑽孔，共495米。依據此工作，估算(332,333)資源量原位礦量13.64萬噸，兩個硬礦帶的平均全鐵品位為29.51%。軟礦的原位礦量為145.85萬噸，平均磁性鐵品位為10.03%。

在2006年開發此礦山前，當地居民已進行小規模挖掘。一些礦體留下了採礦巷道痕跡，為1號巷、2號巷及3號巷。自開始後，南北礦區便一直保留有七個小規模的露天開採基坑。

近期主要在兩個大型礦坑開採：南礦坑（1礦區）及北礦坑（2礦區）。露天開採按要求使用卡車及鏟土機，採用鑽孔爆法。露天開採的軟礦「儲量」已枯竭。

圖 8.4 – 官墳及勿台溝鐵礦 – 地形地質圖



8.6.2 地質

北區包括若干狹窄脈狀 (5米至20米寬) 礦體，礦脈為北東走向，傾角較大 (傾向北西約75°)。脈狀礦體特點列示於表8.4。美能審核的圖紙顯示，薄礦體屬於高品位礦脈部分。美能認為，表8.4所列的較寬礦體包含高品位脈礦及其周圍低品位礦體。

北礦區坑道三個探槽取樣磁性鐵品位為6%至13.5%。圖紙顯示小斷層的水平斷距約為10米。

表 8.4 – 勿台溝鐵礦 – 礦體描述

位置	礦場編號	礦體編號	礦場位置	長度	實際厚度 (米)	傾角 (°)	平均品位 全鐵(%)	礦石類型
南.....	1	2	北	85	7.94-9.28	73	27.99	硬礦
		1	中	100	6.89-8.32	73	28.52	硬礦
		3	南	170	2.04-2.23	76	26.99	硬礦
北.....	2	7	北	110	3.73-6.54	69	14.62	軟礦
		5	中	310	9.61-17.30	74	11.01	軟礦
		4	南	320	17.30-21.15	74	13.21	軟礦

資料來源：現場資料

南礦區包括兩個獨立礦體，礦體為北東及北東東走向，傾向北西，傾角較大約70°。風化帶約20至30米深。

北礦區為主要在生產礦場，基於四個金剛石鑽孔固定的礦體。礦體 (軟礦) 寬度約為80米，邊緣帶不超過5米。礦體 (軟礦) 主要部分的磁性鐵品位為8%至13.6%。邊界區域 (硬礦) 的全鐵品位在27%到30%之間。

美能並未在勿台溝礦觀察到嚴重湧水情況。

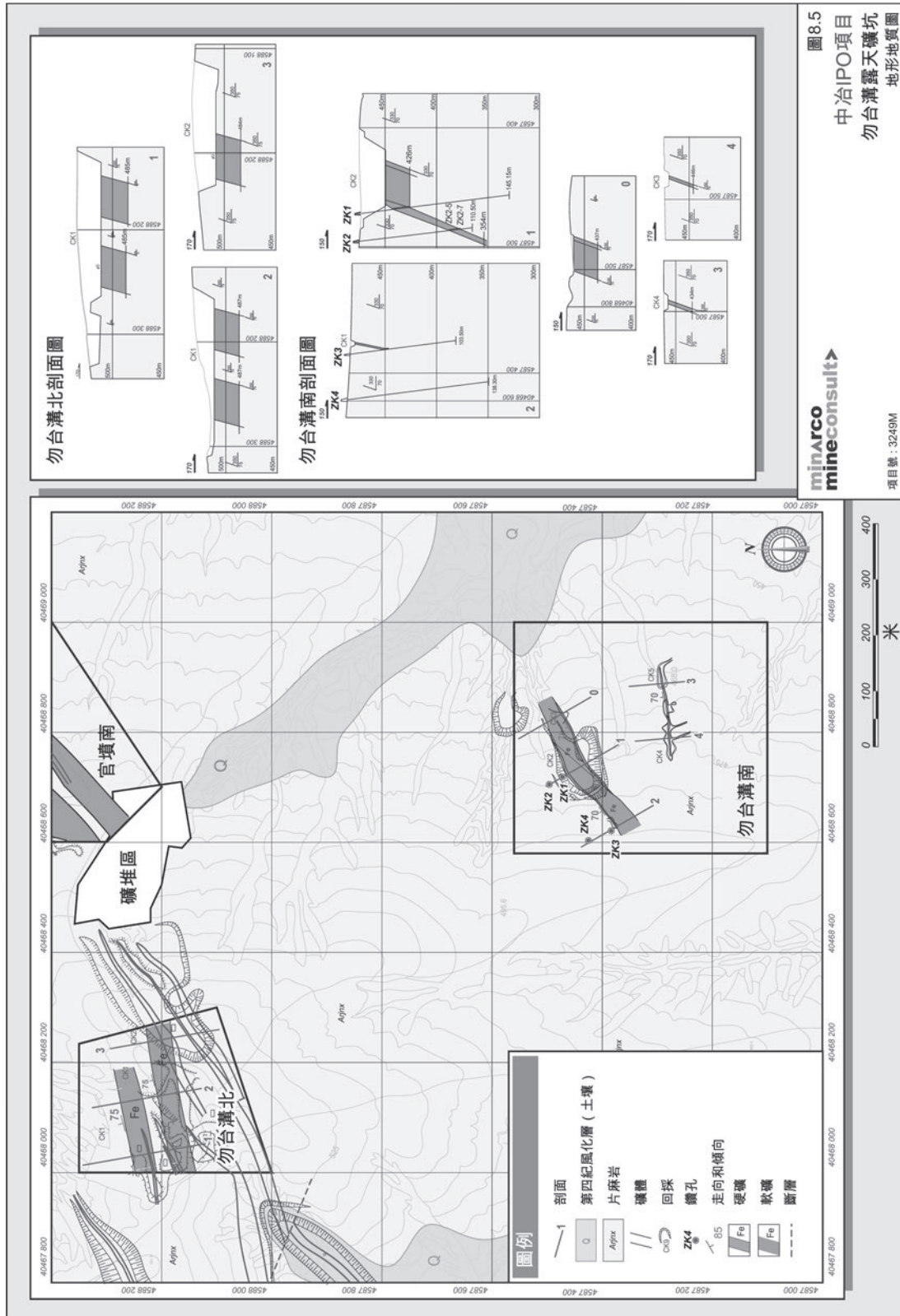
地質風險包括：

- 存在若干斷層，及
- 缺少對沿走向及深部 (下傾) 的延伸礦體的準確界定

地質機遇包括：

- 在礦區外沿礦體走向延伸可能新增露天開採原位礦量 (低品位)，
- 在採礦區附近有可能發現較薄的礦脈，及
- 可能勘探出新增礦帶、厚礦體及更深部的礦體。

圖 8.5 – 勿台溝鐵礦—地形地質圖



8.6.3 採礦

勿台溝鐵礦包括兩個小型礦區；南區和北區。目前均未運作。採礦方法為常規的露天開採，使用 30 噸液壓反鏟挖掘機及 25 噸自卸卡車。軟礦較易挖掘，無需爆破。

勿台溝南礦區－南礦場

南礦場規模較小，長約 140 米，寬約 60 米，礦體寬度約 8-15 米。目前露天開採至深 32 米，礦坑頂部海拔高度 476 米，底部 444 米。

美能並未觀察到任何重大岩土工程或地下水方面的風險。

勿台溝南礦區－北礦場

多數被開採的土壤及紅土經兩級帶式磁選機乾處理，以回收風化礦帶磁性礫石及細粒磁鐵礦。下層的風化基岩（片麻岩及／或花崗岩）包括風化磁鐵礦－石英岩礦脈及可用選擇性開採回收的小型窄網狀礦脈。

主礦場主要開採低品位軟礦，但是 2009 年 3 月現場考察期間，所有軟礦均已被開採完，僅礦場底部存有硬礦。

礦場長約為 300 米，寬 200 米，目前已經開採至深 35 米。

美能並未觀察到任何重大岩土工程或地下水方面的風險。

表 8.5 列出歷史產量。

表 8.5 – 勿台溝鐵礦－歷史產量

礦石產量	單位	2007 年	2008 年
露天開採	礦石千噸	186.35	29.254

由於目前可用資源價格低，表格未列出預測產量，然而根據現場資料，勿台溝鐵礦的最大產能為每年 30 萬噸。

勿台溝露天開採儲量現已耗盡。未來長期產量倚賴於硬礦的可採性及金屬價格。進一步勘查可增加軟礦資源，然而目前勘查工作尚未完成。

採礦風險包括：

- 除未明確儲量及有關採礦計劃外，目前並不存在採礦風險。

採礦機遇包括：

- 進一步勘查（鑽探）及採用經濟合理的採礦法可確定新增可採礦量，及
- 露天開採高品位的「硬礦」較之地下開採，露天採礦成本較低而回收率較高。

8.7 宋杖子鐵礦

8.7.1 背景

宋杖子鐵礦包括 1 至 3 號礦區，以淺部露天開採，狹窄脈狀硬礦地下開採為基礎。

宋杖子鐵礦以往的採礦作業均在小型露天礦場中進行，然而目前所有露天開採作業均已停止。採礦活動現僅限於一個地下作業，位於 1 礦區的 III-2 號礦體。地下採礦方法為淺孔留礦法。豎井位於礦體西南面，東北面已建成一座新豎井。美能現場考察時，該新豎井未見使用，但現場人員指出僅需連接電線即可運作。現場留有先前地下採礦作業的痕跡，但無基礎設施。

斜井位於 III-2 號礦體東北方，礦石用 3.2 立方米箕斗提升到表面，目前已廢止。此礦體未來生產將結合使用現有豎井(SJ1)及新建豎井(SJ2)，請參閱圖 8.6。

當地探尋者仍在該地區活動，用可攜式磁探器回收經「處理」過的少量（礦渣）硬礦。美能認為這些「礦渣」將出售予礦山所有者。