

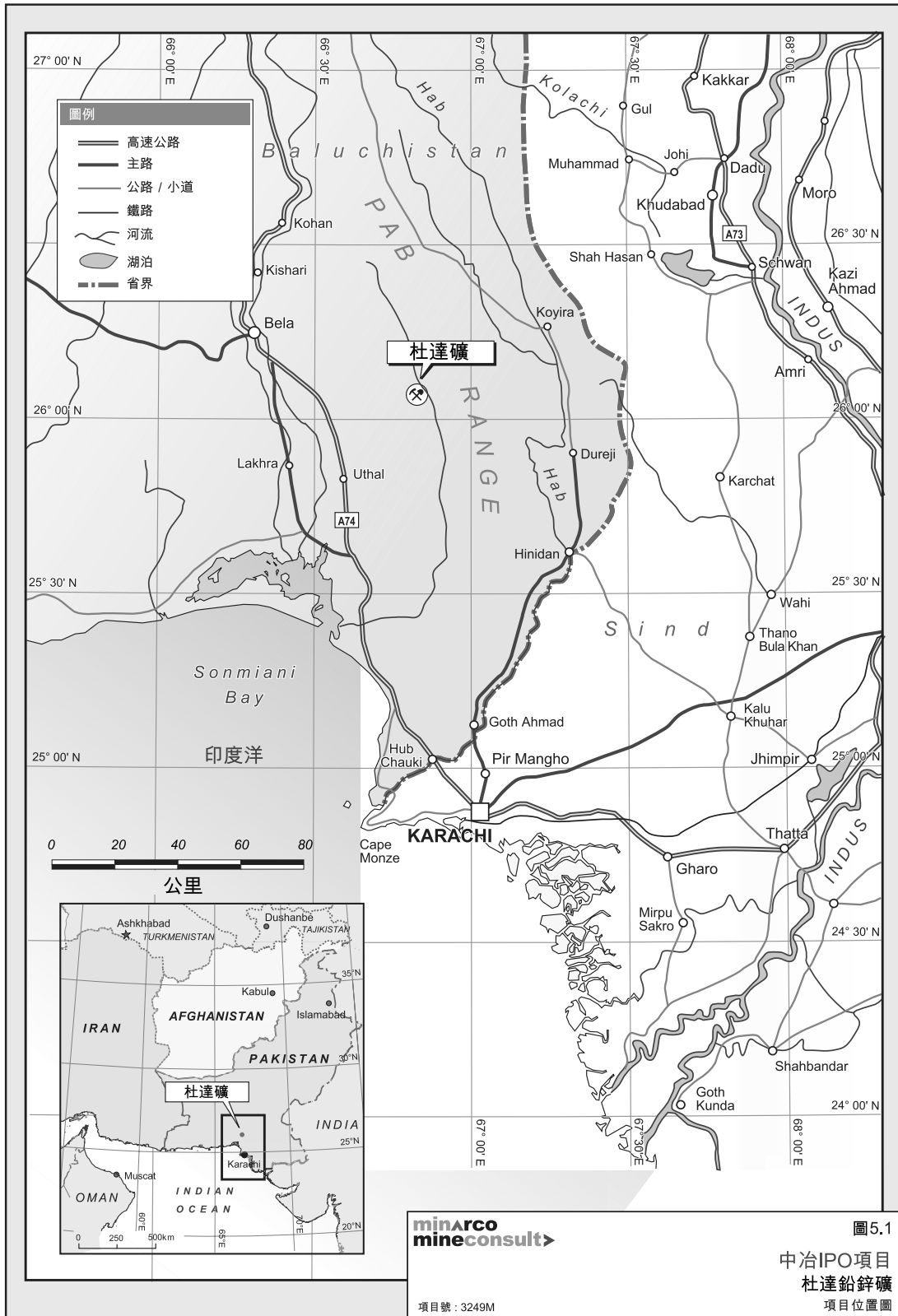
表 5.1 – 杜達鉛鋅礦 – 採礦租約 ML-100 (132)

礦產／項目	杜達
名稱 .....	採礦租約
編號 .....	ML-100 (132)
業主 .....	中冶杜達礦業開發有限公司
礦產／項目名稱 .....	俾路支省拉斯貝拉地區 1,500 英畝範圍內鉛鋅礦開採租約
採礦方法 .....	不適用
許可產能 .....	不適用
許可面積 .....	1,500 英畝
許可深度 .....	不適用
有效日期 .....	2004 年 12 月 5 日 – 2024 年 12 月 5 日
發證日期 .....	2005 年 6 月 25 日
發證機關 .....	俾路支省礦山和礦產總署

資料來源：正式文件

美能在此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。

圖 5.1 – 杜達鉛鋅礦 – 項目位置



## 5.4 探礦和採礦歷史

早在公元前 3000 年此區域內發現礦化帶。古代人類曾在此生產鉛礦和銅礦礦渣。開採活動從上世紀 70 年代開始，大多為重晶石（硫酸鋇）的表面零散開採（挖掘）。

上世紀 60 年代，巴基斯坦地質勘測中心(GSP)開始對杜達地區進行初勘。1975 年曾開展地區性航空地磁測量。1985 年，GSP 繪製了區域地圖（比例尺為 1:50,000），並開展電磁勘探。此礦床由 1988 年聯合國開發計劃署(UNDP)和巴基斯坦地質勘測中心(GSP)開展的聯合勘探計劃被發現。

鑽孔 D001 穿過大型硫化礦帶，校正厚度為 6.5 米，鋅品位 16.4%，鉛品位 3.9%。1992 年至 1994 年，聯合國開發計劃署(UNDP)和巴基斯坦礦產開發公司(PMDC)合作開展更多鑽探項目。1995 年至 1997 年，Pasminco 巴基斯坦有限公司(PPL)和俾路支開發局(BDA)開展詳細勘探（航測、鑽探和取樣）。1998 年，Pasminco 公司繼續鑽探；2004 年，中冶開展內部選礦化驗的鑽探。勘探工程概述於表 5.2。

**表 5.2 – 杜達鉛鋅礦 – 探礦和採礦歷史**

年份	工程	註釋
1960 年 – 1971 年	GSP 勘察重晶石方鉛礦	
1974 年 – 1975 年	區域航空地磁測量 重力測量	無異常 重力異常
1977 年 – 1980 年	杜達北部和南部繪圖	鉛鋅礦異常
1985 年	GSP 繪製區域圖 (比例尺為 1:50,000)	以 1975 年開展的地質測量的有利結果為依據
1987 年 – 1989 年	GSP 開展踏勘測量	完成區域溪流沉積項目
1988 年	地球物理探測：IP、EM	礦化帶賦存的有利結果促成進一步鑽探
1988 年 – 1991 年	八個金剛石鑽孔(DDH)	1577 米鑽探，發現沉積型鋅鉛鐵礦化帶
1992 年 – 1994 年	完成 54 個金剛石鑽孔 (17,900 米)，地球物理測量 (IP 和磁測)、初步冶金測試 和經濟評價。	圈定含層狀硫化物高品位鉛鋅礦
1995 年 – 1997 年	完成 32 個金剛石鑽孔鑽探 (18,733 米)，地球物理探測 (EM 和 IP)。	
1998 年	Pasminco 鑽探 11 個金剛石鑽孔	資源確認鑽孔
2004 年	中冶鑽探 10 個金剛石鑽孔	用於大塊選礦測試樣本的鑽孔。 這些鑽孔資料也用於資源量計算

資料來源：《2005 年基本設計報告》並與恩菲溝通

與國際顧問協作完成勘探方法確定報告。

## 5.5 地質

美能認為，杜達鉛鋅礦床的地質解釋和礦化帶已進行了充分瞭解。

### 5.5.1 區域地質

杜達礦化帶與位於印度板塊與伊朗／阿富汗板塊之間的古新世—始新世碰撞帶的侏羅系碳酸鹽岩和碎屑沉積物有關。杜達地區形成於羅拉萊(Loralai)到塞伯(Sember)時期，呈現出拉伸盆地的跡象，該盆地可能形成於岡瓦納古陸斷裂、分解之際。不同相變和碎屑顯示，杜達層開始伸展裂隙與礦化帶同生成岩作用同步。杜達地層順序集中反映了快速相變化，內部連續指准層較少。

### 5.5.2 礦區地質

杜達地區岩性主要為碳酸鹽—炭質頁岩組，夾少量細到粗粒硅碎屑。杜達的地層層序呈現快速相變，礦化帶集中在碎屑沉積中。礦化帶由蘊含在脫鈣泥岩與硅化石灰岩中黃鐵礦／白鐵礦、閃鋅礦（鋅）與少量方鉛礦（鉛）組成。脈狀及浸染狀閃鋅礦—方鉛礦—黃銅礦網狀脈礦化帶位於層狀組合之下，並橫穿其中。

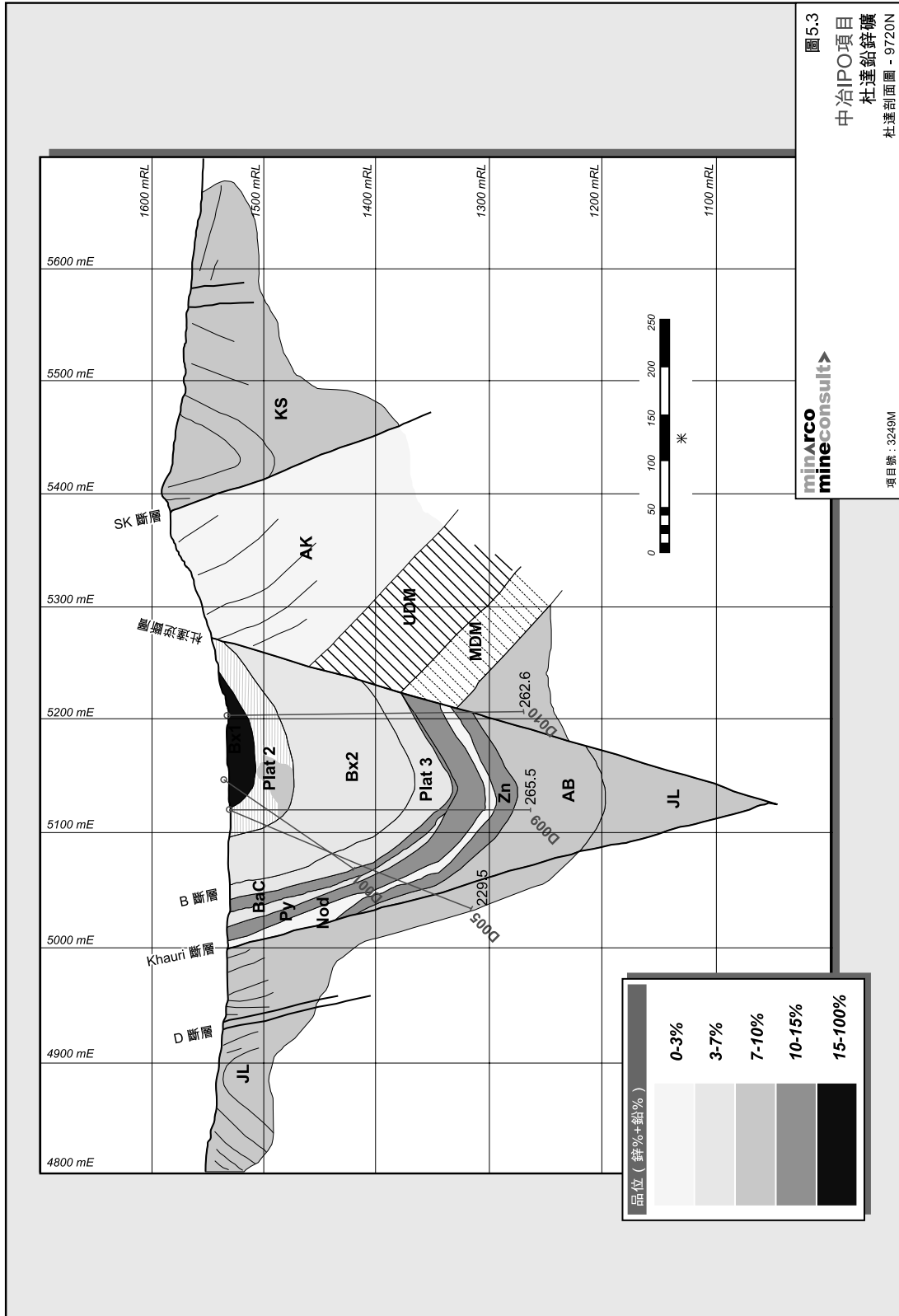
礦區地質概況及鑽孔位置見**圖 5.2**。

礦床組份差異：從南部（重晶石礦坑）富含鋇礦化帶，到硫化礦及鋅礦化以白鐵礦及黃鐵礦為主的較高層位區域富含黃鐵礦化帶。（**圖 5.2 和圖 5.3**）

杜達礦化帶與眾多斷層有關，受同生沉積作用控制。部分斷層阻礙礦化帶及上盤岩塊的延伸，請參閱斷面圖**圖 5.3**。朝南斜上區域，礦化帶集中在向斜連接處；北區域，礦床集中在向東傾斜的單層。當前的地質解釋已圈出礦化帶區域內 11 條地質界線。



圖 5.3 – 杜達鉛鋅礦 – 地質斷面圖



## 5.6 資源和儲量

美能已審核並核查了中國有色冶金設計總院（恩菲）2005年編製的Datamine資源模型，該模型所採用的資源估算方法適用於該類型礦化帶且正確。已根據《JORC規範》審核所採用的資源分類法，結果顯示合理。由於政局極不穩定，美能無法進行現場考查，因此尚未對基本數據或其質量進行確認。

三個勘探項目總計實施119個鑽孔，總深度達46,426米。其中部分鑽孔為斜鑽孔。多數鑽孔間距不足100米。鑽孔位置請參閱圖5.2。

勘探方法概述於表5.3。

表 5.3 – 杜達鉛鋅礦 – 勘探方法 – 概要

勘探方法	目的	註釋
航測	繪製構造圖	比例尺為 1:44,000，後擴大至 1:10,000
地質測繪	地質概況	
地球物理測繪	量化礦化帶的物理特質	E.M 環狀排列、IP 梯度排列
土壤取樣		62個游離金屬離子樣品，靶區無明顯異常，但對多種金屬的游離金屬離子反應度相對較高，表明斷層控制礦化帶
游離金屬離子	測試游離金屬離子潛在反應	
元素含量測試	分析鋅、鉛和銅含量	分析62個樣品；與游離金屬離子數據密切相關
金剛石鑽探	確定資源量	鑽探 46,426 米，網格設計較差
取樣	地質測井和化驗	98%以上的美好岩心採取率；部分鑽孔空間繪圖欠佳 下孔勘測取井下 50 米增量 資料庫情況正常，部分間斷未取樣。 根據地質概況，取樣長度為 0.5 – 1 米。
地質化學分析	分析銅、鉛、鋅、銀、銻和鐵含量	採用 AAS 技術
副樣和化驗	分析銅、鉛、鋅、銀、銻和鐵含量	採用 AAS、XRF、ICP-OES 技術，關聯度令人滿意
特殊重力分析	礦石密度	金剛石岩心取樣。未報告大塊取樣
工程地質	岩礦特性	由於缺乏培訓，第一階段的取樣質量欠佳；稍後有所改進。

資料來源：《2005年基本設計報告》並與恩菲溝通

向下勘測鑽孔在三維空間內確定鑽孔數據資料。採用統一的岩性學代碼及格式測井及記錄鑽

孔岩芯的岩性和構造。採用礦業 Techbase® 軟件儲存數據供處理。接下來用行業標準鑽孔岩芯測井程序測定金剛石鑽探岩心工程地質技術數據。

美能認為勘探方法恰當，取樣和化驗技術可靠。

### 5.6.1 礦產資源－原位礦量

杜達礦床為層狀硫化礦床，為高品位鉛鋅礦。本項目通過1994年至2005年的鑽探和研究，五個主要階段進行礦產資源估算。恩菲利用所有可行的鑽探資料於2005年做出最新估算。此次資源估算了鋅鉛品位，並成為恩菲《2005年基本設計報告》的依據。美能審核了此次資源估算，並提出如下意見：

- 地質解釋與礦床鑽孔的測井及研究相符。
- 已構建礦床內斷層和地質地層的線框模型。
- 資源線框模型基於大於7%的（鋅+鉛）邊界品位的基礎上構建，標示斷層和地質線框模型。線框模型未涵蓋所有鑽孔，導致鑽孔組合的品位略有偏差。
- 採用IDW<sup>3</sup>展開法和橢圓定位搜索法，四個主要礦化帶中利用兩米鑽孔綜合數據估算資源模型。美能已審核並確認塊狀模型和預測參數，並認為其屬合理。
- 美能未審核礦體密度信息，無法驗證。基於礦化帶類型和已知地質資料，美能認為，用於估算資源的礦體密度合理。
- 恩菲已根據鑽孔間隔對資源進行分類。鑽探間距小於40米為控制礦產資源類別；超過40米但小於80米的區域被指定為推斷礦產資源類別。美能認為該分類適用於此礦化帶類型。

美能已根據礦藏聯會委員會(JORC) 2004年頒佈的《澳大利亞礦產資源及礦儲量報告規範》報告恩菲資源儲量。截至2008年12月的恩菲採用7%的（鉛+鋅）組合邊界品位估算的鋅鉛礦產資源保有量，見表5.4。

表5.4－杜達鉛鋅礦－礦產資源，截至2008年12月，邊界品位>7%（鋅+鉛）

JORC分類	控制				推斷				總計				金屬噸數	
	百萬噸	鉛(%)	鋅(%)	礦體密度	百萬噸	鉛(%)	鋅(%)	礦體密度	百萬噸	鉛(%)	鋅(%)	礦體密度	鉛(千噸)	鋅(千噸)
Minbxhg . . . . .	0.54	2.1	7.2	3.6	0.15	1.9	6.4	3.6	<b>0.69</b>	<b>2.1</b>	<b>7</b>	<b>3.6</b>	<b>14.4</b>	<b>48.6</b>
Py礦區 . . . . .	1.35	1.8	11.5	3.6	0.53	1.7	11.6	3.6	<b>1.88</b>	<b>1.7</b>	<b>11.5</b>	<b>3.6</b>	<b>32.5</b>	<b>217.4</b>
鋅礦區 . . . . .	4.52	3.1	11.9	3.6	2.38	2.5	10.6	3.6	<b>6.9</b>	<b>2.9</b>	<b>11.5</b>	<b>3.6</b>	<b>200.4</b>	<b>792.3</b>
Sw礦區 . . . . .	2.87	5	7.8	3.3	2.14	4.9	7.2	3.3	<b>5.01</b>	<b>4.9</b>	<b>7.5</b>	<b>3.3</b>	<b>246.4</b>	<b>377.3</b>
總計 . . . . .	<b>9.28</b>	<b>3.4</b>	<b>10.3</b>	<b>3.5</b>	<b>5.2</b>	<b>3.4</b>	<b>9.2</b>	<b>3.5</b>	<b>14.48</b>	<b>3.4</b>	<b>9.9</b>	<b>3.5</b>	<b>493.7</b>	<b>1,435.7</b>

資料來源：恩菲2005年編製的Datamine資源模型。(modip55.mdl)

附註：礦產資源量包括礦石儲量。



2005年恩菲的資源模型並未估算銀、鋇和鐵等在資源估算區域內的伴生組分。Pasminco公司此前在其1997年JORC模型中報告了這些成分。此次預測結果概述於表5.5，以供參考。

表 5.5 – 杜達鉛鋅礦 – Pasminco 公司 1997 年礦產資源概要，邊界品位 >7% (鋅 + 鉛)

JORC 分類	噸 百萬	礦石密度 噸/實 立方米	平均品位 (鋅 + 鉛 >7%)				
			鋅(%)	鉛(%)	銀 (克/噸)	鋇(%)	鐵(%)
控制	6.49	3.58	11.0	2.7	17.8	3.0	18.7
推斷	9.35	3.33	6.8	3.4	21.1	5.4	12.7
<b>總計</b>	<b>15.84</b>	<b>3.43</b>	<b>8.5</b>	<b>3.1</b>	<b>19.7</b>	<b>4.4</b>	<b>15.2</b>

資料來源：1997年Pasminco公司JORC資源報告

附註：捨棄無效小數位以便預測準確

59% 為控制資源量，41% 為推斷資源量

礦產資源量包括礦石儲量

此前礦產資源估算報告分別由Jones於1994年、O' Flaherty於1994年及Hudson於1996年編製，這些估算結果與1997年估算的比較概述於表5.6。

表 5.6 – 杜達鉛鋅礦 – 資源估算比較

JORC 分類	推斷 (百萬噸)	控制 (百萬噸)	探明 (百萬噸)	總計 (百萬噸)	礦石密度 噸/實 立方米	鋅(%)	鉛(%)	註釋
Polygonal 1996年	5.6	13.1	1	18.7	2	8.7	3.3	邊界品位鉛 + 鋅 >7%
Jones 1994年	3.4	6.9	3	10.3	4	11.4	2.1	控制品位
O' Flaherty 1994年	2.4	6.9	5	9.3	6	8.5	1.7	

資料來源：1997年Pasminco公司JORC資源報告

地質風險包括：

- 未截定的的線框模型已導致數據庫代碼錯編，將致使礦山設計欠佳，預測品位略有偏差。(但總體而言，影響不大)
- 應估算銀、鋇、鐵等相關成分以及汞、砷等有害元素，以供參考。
- 礦體密度信息應在未來資源估算中體現。

地質機遇包括：

- 礦區向下(加深)延伸(額外資源)的可能性極大，這包括當前模型與下傾66米，鉛含量為2.96%、鋅含量為11.3%的D102鑽孔相切的下傾550米大型鑽孔。

## 5.6.2 儲量－可採礦量

恩菲《2005年基本設計報告》中，根據基於Datamine模型的礦山設計，對可採礦量進行了估計。計劃必要時使用分段空場回填法回採資源。目前設計的礦山計劃將可採990萬噸資源量，其中鋅品位10.03%，鉛品位3.29%。平均採礦損失率為14.76%，貧化率為7.66%。由於缺少中國準則或《JORC規範》分類報告的資源／儲量，且缺乏礦山設計電子版數據，美能不能完全按照《JORC規範》的建議報告儲量。因此，美能報告儲量時使用可開採量，見表5.7。

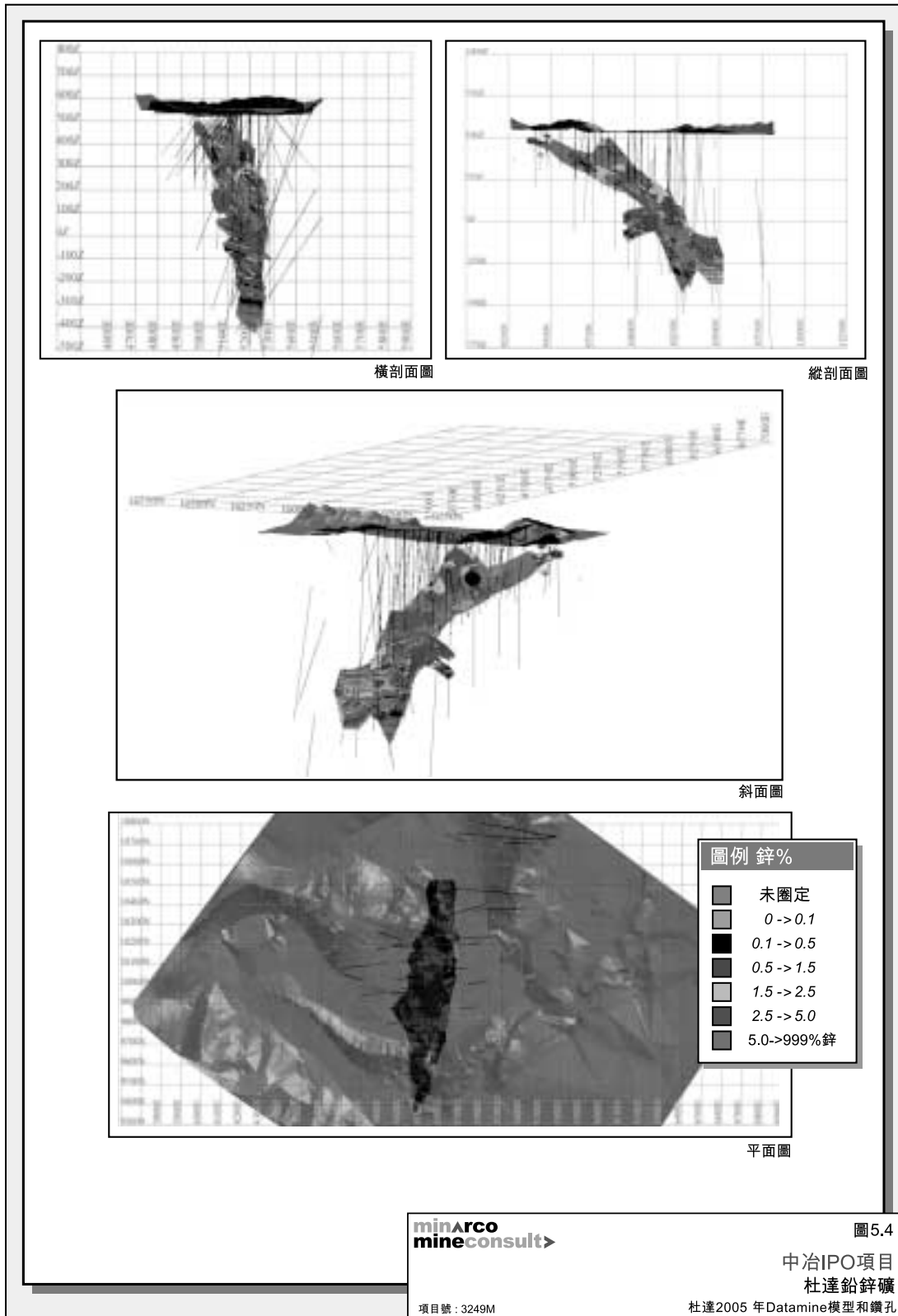
表 5.7－杜達鉛鋅礦－估算可採礦量，邊界品位&gt;7%（鋅＋鉛）

礦區	總可採礦量			金屬噸數	
	噸 (百萬)	鉛 (%)	鋅 (%)	鉛 (千噸)	鋅 (千噸)
總計 .....	9.13	3.0	9.3	273	849

資料來源：恩菲編製的2005年Datamine資源模型。(modip55.mdl)

附註：由於缺乏支持文件和儲量分類的分解項，美能以可採礦量報告儲量。  
雖未有根據JORC估計儲量，但其可能性結果可與當前所估計的可採礦量的數量級相若。

圖 5.4 – 杜達鉛鋅礦 – Datamine 塊狀模型



## 5.7 採礦

### 5.7.1 綜述

美能以恩菲編製的《2005年基本設計報告》為基礎進行審核。

礦體共分三種不同類型，即層狀、網脈狀以及層狀和網狀脈的混合區，而每個礦體又分為上層區和下層區，100米水平以上所有層為上層區，100米水平以下所有層為下層區。這些礦區分為若干個主段（每100米）和分段（每20米）。

考慮到礦體特徵、採礦條件、礦岩穩定性和複雜性，我們認為有三種適合的採礦法。建議採礦法和相應產量比例為：

- 點柱式上向進路分層充填採礦法(13%)
- 分段充填採礦法(25%)
- 分段空場嗣後充填採礦法(62%)

由於杜達礦體連續性差且坡度平緩，100米以上分段主要採用點柱式上向進路分層充填採礦法。100米以下分段相對集中且坡度較大，因而主要採用分段空場嗣後充填採礦法。

### 5.7.2 預測產量

估計杜達鉛鋅地下礦的可回採資源約為990萬噸。《2005年基本設計報告》根據地下礦每隔50米（垂直高度）分別介紹了的「可採礦量」，以此可以準確估算噸數和品位。各種採礦法均有不同的貧化率和回收率，可與各採礦法的產量百分比一起用於估算可回收的鉛鋅金屬量。

上層採場於基礎設施建設完成後第二年提前開始生產，基礎設施建設完成後第三年整個礦區全面投產。

按照估算的913萬噸可採礦量計算，杜達鉛鋅礦的採礦年限約為13.8年。因目前不可能立即投入全面生產，故按當前儲量計算，實際採礦年限約為15年。此外，北部礦體尚未進行估算，推斷礦產資源將超過600萬噸，可進一步延長採礦年限。

《2005年基本設計報告》假設礦石日處理量為2,000噸。如以每年330天、每天3班和每班8小時連續工作日計，則年產量預計將為66萬噸。有關全面生產的具體日期尚不明確，但據美能預測，將於2012年可實現全負荷生產。表5.8列述2009年1月中冶提供的預測產量數據。

表 5.8 – 杜達鉛鋅礦 – 預測產量數據

流程	單位	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年
原礦給礦 .....	千噸	—	30	100	400	500	600	660
鉛品位 .....	%	—	1.20	2.10	2.50	2.80	2.90	2.95
鋅品位 .....	%	—	7.80	9.10	9.20	9.25	9.30	9.35
鉛精礦 .....	噸	—	432	2,730	14,000	20,160	22,778	25,488
品位 (鉛) .....	%	—	50	50	50	50	55	55
回收率 (鉛) .....	%	—	60	65	70	72	72	72
鋅精礦 .....	噸	—	3,744	15,288	63,296	74,000	81,480	83,546
品位 (鋅) .....	%	—	50	50	50	55	60	65
回收率 (鋅) .....	%	—	80	84	86	88	88	88

資料來源：中冶於09年2月提供的資本性支出和產量預測數據

根據產量預計審核，《2005年基本設計報告》所採用的日處理量對於杜達鉛鋅地下採礦而言屬合理。

## 5.8 選礦

杜達的礦石為塊狀構造和浸染狀兩種類型。礦石種類豐富合理，含細粒經濟礦物伴生白鐵礦／黃鐵礦。礦石特徵為白鐵礦／黃鐵礦與方鉛礦和閃鋅礦兩者間的原位共生。

礦石類型分為「層狀礦」或「脈狀礦」兩類。表5.9和表5.10分別列述「層狀礦」的化學成分和礦物組成，可以看出經濟礦物為閃鋅礦，主要脈石礦物為石英，其次為長石。開採礦石含有大量的白鐵礦／黃鐵礦，含量為50%，有機碳含量為0.5%。

表 5.9 – 杜達鉛鋅礦 – 層狀礦給礦品位

成分	鋅	鉛	硫	鐵	銅	銀 (克/噸)	金 (克/噸)	二氧化 化硅
品位(%)	10.45	2.11	31.92	23.38	0.04	11.14	0.06	21.05

資料來源：《2005年基本設計報告》

表 5.10 – 杜達鉛鋅礦 – 層狀礦礦化帶

礦物	閃鋅礦	方鉛礦	黃銅礦	黝銅礦	硫化鐵	石英	長石	有機碳
比例(%)	14.98	2.35	0.1	少	49.96	19.1	4.5	0.5

資料來源：《2005 年基本設計報告》

就「層狀礦」而言，方鉛礦粒度粗（74 微米佔 52% 以上），與白鐵礦和脈石礦物緊密共生，尤其是作為化合物時。閃鋅礦粒度較粗（74 微米佔 45%），通常與細粒脈石礦物共生，其中最為常見的是石英，兩者不易分離。閃鋅礦也與白鐵礦交互共生，也同樣不易分離。硫化鐵主要以白鐵礦的形式存在，很少以黃鐵礦形式。白鐵礦粒度粗（74 微米以上佔 82%），通常與閃鋅礦和方鉛礦結合形成細粒構造，從而影響礦物分離過程。

表 5.11 和表 5.12 分別列述「層狀礦」的化學成分和礦物組成，從中可以看出脈狀礦的成分與層狀礦極為相似，不同的是二氧化硅含量增加，而白鐵礦的含量則明顯減少至 37%。該類礦的構造形式主要為帶狀，其次是塊狀。

表 5.11 – 杜達鉛鋅礦 – 脈狀礦給礦品位

成分	鋅	鉛	硫	鐵	銅	銀 (克/噸)	金 (克/噸)	二氧化硅
品位(%)	10.72	3.07	25.19	18.18	0.03	21.44	0.05	26.07

資料來源：《2005 年基本設計報告》

表 5.12 – 杜達鉛鋅礦 – 脈狀礦礦化帶

礦物	閃鋅礦	方鉛礦	黃銅礦	黝銅礦	硫化鐵	石英	長石	有機碳
含量(%)	14.67	3.2	0.08	少	36.87	23.5	7.76	0.8

資料來源：《2005 年基本設計報告》

就此類礦而言，方鉛礦粒度較粗（74 微米佔 51% 以上），與閃鋅礦和脈石礦物緊密共生，且通常很容易與這些礦物分離。與層狀礦一樣，閃鋅礦粒度比較粗（74 微米佔 45%），通常與脈石礦物發生緊密共生，其中最為明顯的是石英，兩者不易分離。

硫化鐵主要以白鐵礦的形式存在，極少量含黃鐵礦。白鐵礦粒度尤粗（74 微米佔 68%），可與閃鋅礦和方鉛礦結合成細粒構造，從而影響礦物分離。

按照一般分析，6.35% 至 9.60% 的鉛以氧化物形式存在，4.88% 至 8.15% 的鋅以氧化物形式存在。在杜達採用的分選流程中，這些氧化礦物均不能回收，理論上鉛和鋅的最大可回收率分別為 90.4% 至 93.65% 和 91.85% 至 95.12%。

從杜達選取適量礦石，對杜達各類礦石進行實驗，已掌握各類礦石的一般加工性質。主要包括浮選實驗和礦物學研究，測定邦德功指數、尾礦和精礦的沉降和過濾速率等重要參數。上世紀九十年代，貴公司委托加拿大雷克湖和澳大利亞阿姆德爾進行半工業實驗，同時採用中國冶金科工集團資源開發有限公司(China Metallurgical Group Corporation Resources Development Company)提供的樣品，北京礦冶研究總院(BGRIMM)於2004年完成實驗。Pasminco Pty. Ltd.(澳大利亞)於1997年進行預可行性研究，後由恩菲展開初步研究(2000年)和進一步的可行性研究(2004年)。此外，BGRIMM就含大量白鐵礦的「全硫」精礦進行試驗。此種精礦可作為硫酸廠的可能原料。

選礦流程首先地下礦經過600mm x 900mm粗碎機(75千瓦電動機)破碎，每小時可將114噸500mm大小的礦石碎至200mm以下，接下來將礦石提升至地面，儲存於貯礦堆中。

將礦石從貯礦堆中運出，按圖5.5所示三個階段流程進行破碎，最終粒度小於12mm，然後儲存至動態容量為2,000噸的粉礦倉中。碎礦石從倉中進入兩段磨礦流程。一段為直徑3.2米、長5.4米的球磨機閉路流程，配有3台直徑550毫米的水力旋流器。其溢流粒度小於74微米佔55%至60%，隨後進入一台磨礦粒度相似的球磨機閉路流程中，配有5台直徑為500mm的水力旋流器，此溢流中粒度小於74微米佔80%，固液比為34%。邦德功指數高達15.5千瓦時/噸，預計磨礦流程功率為1.46兆瓦。

水力旋流器溢流流入22立方米的混合槽(時間為7分鐘)，在此添加石灰沉降白鐵礦，使有用礦物浮出。浮選給礦率為每小時83噸，進入粗掃選浮選回收鉛，該作業包括14個20立方米的粗浮選槽(時間為20分鐘)以及2組10個20立方米的掃選浮選槽。掃選精礦返回至初選流程。鉛初選精礦通過三段精選流程富集：9個8立方米的一段精選槽、4個8立方米的二段精選槽以及2個8立方米的三段精選槽。在該精選回路生產的最終鉛精礦中，鉛品位為67%，綜合回收率為72%，約佔可選鉛的77%至80%，回收率偏低。

鉛尾礦將先後進入兩個混合槽(每個容積22立方米，時間為5.7分鐘)，添加石灰和硫酸銅以調整pH值，以便浮選鋅。然後在7個20立方米的初選槽和8個20立方米的掃選槽中的混合礦漿中回收鋅。初選精礦(「快速浮選鋅」)進入兩個精選流程，包括3台20立方米和2台20立方米的浮選槽。掃選精礦在直徑2.5米、長3.6米的球磨機閉路流程內再磨，配有4台直徑250mm的水力旋流器，最終礦物粒度43微米佔95%。隨後，旋流器溢流進入混合槽(11立方米，時間為5分鐘)，在此將添加更多硫酸銅以進行三段精選：浮選流程3個20立方米的初精浮選槽、3個8立方米的二段精選槽以及2個8立方米的最终精選槽。初選和再磨掃選流程產生的精選精礦混合形成最終的鋅精礦。整體而言，優質精礦的鋅含量為55%，回收率為88%，佔總可回收鋅的92%至95%。

兩種精礦在濃密機內脫水，再過濾製成濕度為10%的精礦產品。鉛精礦流入直徑18米的濃密機(每日0.32噸/平方米)，生成固液比為60%至70%的產品，然後在15平方米的陶瓷過濾機(每

日 0.26 噸／平方米) 中過濾。鋅精礦進入直徑 38 米的濃密機 (每日 0.36 噸／平方米) ，精礦沉底在 2 個 30 平方米的陶瓷過濾機 (過濾速率為每小時 0.32 噸／平方米) 過濾，參閱圖 5.6。

上述兩種過濾後的精礦經包裝後，運至株洲冶煉廠。冶煉兩種精礦中回收銀。鋅精礦產量約每年 10.5 萬噸，含鋅金屬 57,615 噸。鉛精礦年約 1.79 萬噸，含鉛金屬 11,975 噸。總體而言，僅 50% 銀可回收，且主要來自鉛精礦 (4.52 噸銀金屬) 。

選礦廠每年作業 330 天，碎礦、磨礦、浮選及脫水設備的利用率分別為 62%、90% 和 80%。工廠實行 3 班工作制，每班工作 8 小時。

白鐵礦是黃鐵礦的高活性形式，需要大量石灰沉降 (12.2 千克／噸) 。利用強捕收劑黃原酸鹽用來回收方鉛礦。鋅浮選過程中，需要適量的硫酸銅 (0.84 千克／噸) 活化閃鋅礦，而鉛浮選過程中，也需要適量的硫酸鋅 (1.1 千克／噸) ，以抑制鋅被活化。

採礦作業利用膠結沙充填，約每日 994 噸，礦料來自浮選尾礦。剩餘的每日 638 噸尾礦進入直徑為 15 米的濃密機，沉底尾礦輸送 (固液比為 50%) 至尾礦壩 (400 萬立方米) 。

回收鉛和鋅時，可利用多種方法改善選礦冶金回收水平。此外，可利用多種方法降低藥劑消耗量，並增強浮選選擇性。



圖 5.5 – 杜達鉛鋅礦 – 破碎和選礦加工流程圖

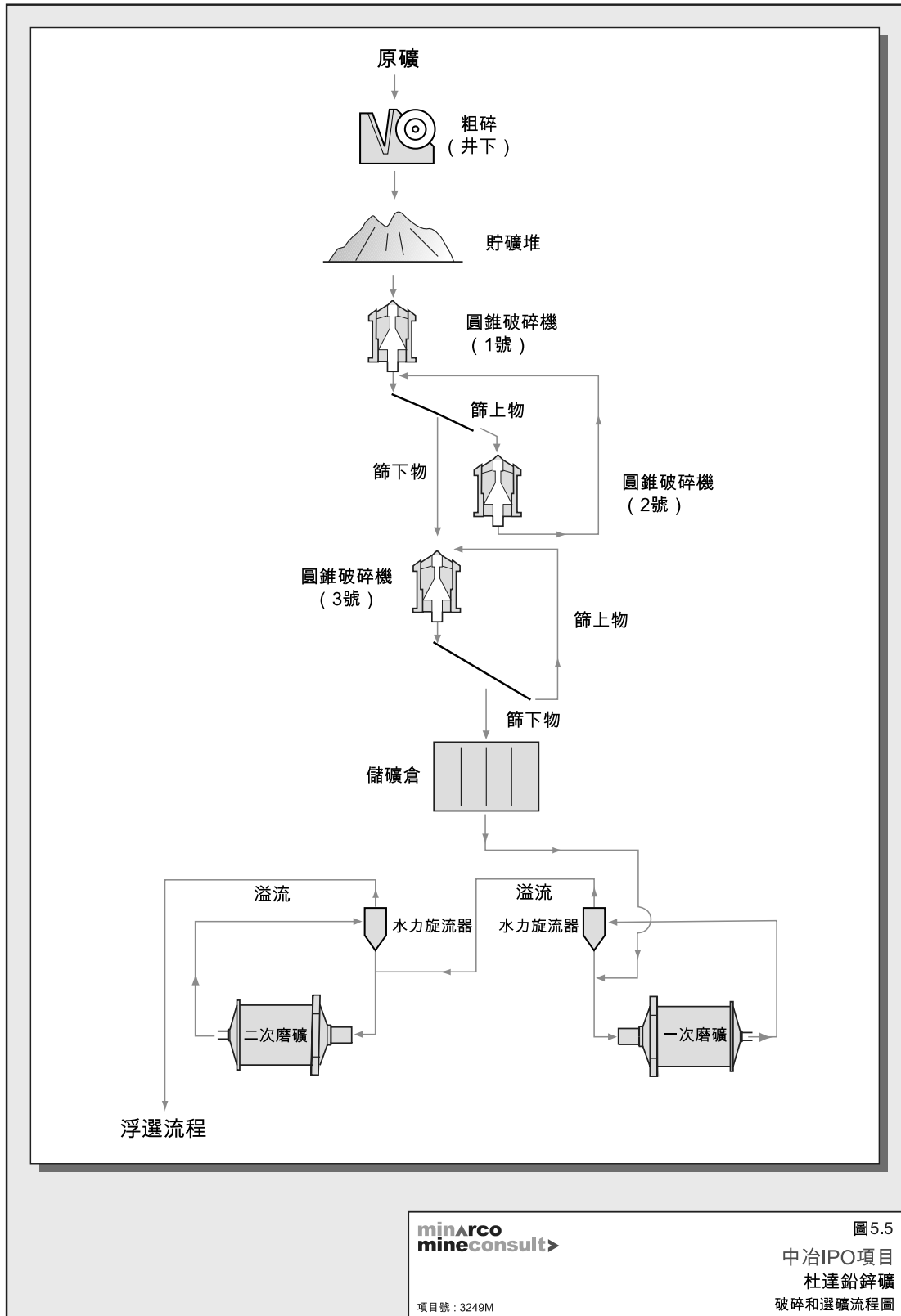
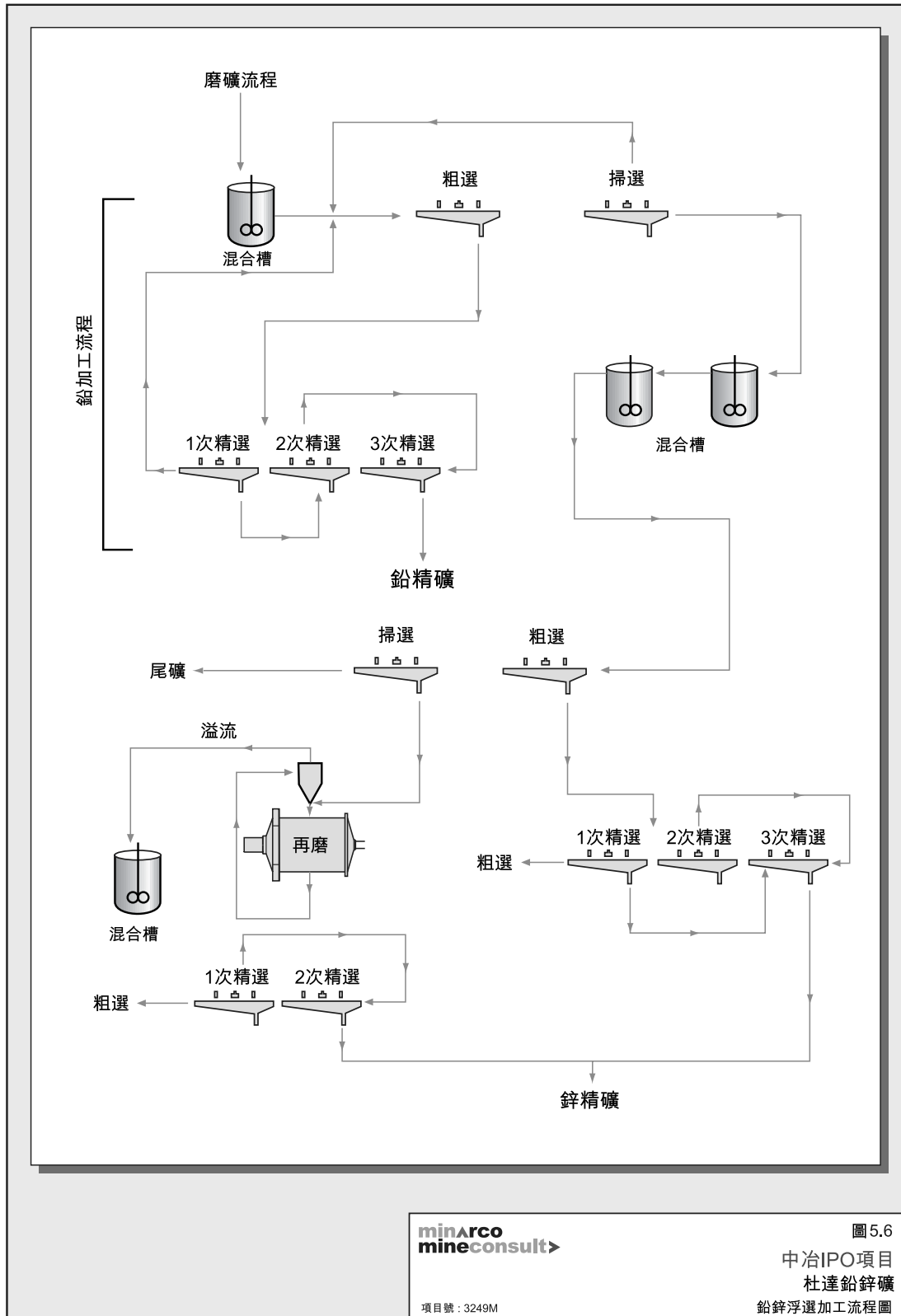


圖 5.6 – 杜達鉛鋅礦 – 浮選加工流程圖



## 5.9 基礎設施和公共服務

公共服務和基礎設施水平為典型小型採礦與加工特徵，只需要適當少量的電力、水、易耗品以及人力。

將由四台 2.2 兆瓦的重油發電機提供電力。

該項目每日需消耗 26,503 立方米水，其中需要 4,507 立方米清水，這些清水可能取自 Kharrai 河。預計排放到 Kharrai 河的水量為 372 立方米每天，在排放前，這些污水已經經過兩級生化處理。

地下採礦最多消耗 6,000 立方米／天，經過處理後可以轉變為清水。

新尾礦庫的設計時着重考慮當地所有水文地質問題，而且前期能夠抵擋 30 年一遇的洪水，後期能抵擋 100 年一遇的洪水。

## 5.10 資本和運營成本

美能已獲 2009 年到 2011 年期間的營運成本相關資料。但未獲得歷史生產和成本數據，因此無法作出預測數據的合理性的評述。

與其他同類礦山相比，最初由中冶提供的成本（表 5.13）似乎非常高。未來六年預測的採礦與加工總成本估計約人民幣 597 元／噸原礦到人民幣 1,731 元／噸原礦之間。美能認為，一旦生產達到產能，採礦與加工的總成本在人民幣 200 到 500 元／噸原礦之間是可以實現的。

表 5.13 – 杜達鉛鋅礦 – 中冶提供的原始成本

說明	單位	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年
<b>原礦</b>								
原礦噸數 . . . . .	千噸	—	30	100	400	500	600	660
原礦鉛品位 . . . . .	%	—	1.2	2.1	2.5	2.8	2.9	2.95
原礦鋅品位 . . . . .	%	—	7.8	9.1	9.2	9.25	9.3	9.35
<b>價格</b>								
鉛金屬 . . . . .	人民幣／噸	—	6,493	8,500	10,500	12,500	13,000	13,000
鋅金屬 . . . . .	人民幣／噸	—	6,288	9,000	11,000	13,000	13,500	13,500
<b>總採礦成本 . . . . .</b>	<b>人民幣／噸原礦</b>	<b>—</b>	<b>733</b>	<b>590</b>	<b>455</b>	<b>410</b>	<b>385</b>	<b>375</b>
加工成本 . . . . .	人民幣／噸原礦	—	555	280	190	180	175	172
管理成本 . . . . .	人民幣／噸原礦	—	443	150	60	55	50	50
<b>總營運成本</b>								
(採礦和加工 以及管理) . . . . .	人民幣／噸原礦	—	<b>1,731</b>	<b>1,020</b>	<b>705</b>	<b>645</b>	<b>610</b>	<b>597</b>

資料來源：中冶於 2009 年 2 月提供的資本性支出和營運成本數據。

與現場人員的口頭交流證實，實際採礦成本大約為人民幣 300 元／噸原礦，而加工成本大約為人民幣 100 元／噸原礦。美能認為中冶提供的精礦價格也反映了當前全球金屬價格。

表 5.14 列出了中冶口頭提供的營運成本，美能認為，與其他類似礦山相比，此成本屬合理。

表 5.14 – 杜達鉛鋅礦 – 中冶提供的調整後成本

說明	採礦	加工	總計
單位 .....	人民幣／噸原礦	人民幣／噸原礦	人民幣／噸原礦
成本 .....	<b>300</b>	<b>100</b>	<b>400</b>

資料來源：2009 年 3 月中冶員工建議

2005 年項目總資本投資估算為 1.130 億美元。截至 2009 年 7 月，中冶已投資 9,240 萬美元，預計項目投入生產另需 2,060 萬美元。明細的實際及預測資本性支出成本尚不知曉。然而，即使允許成本增加 75%，就此類型和規模的項目，相對而言仍然具有成本效益。由於未提供資本成本明細表詳情，美能無法就資本性支出的合理性做出評論。

### 5.11 安全和環境

公司已經對安全和環境問題予以充分重視。安全計劃基於適當的巴基斯坦法規以及世界銀行指引。顯然，相關中國法規已經引用了這些法規和準則。其中包括地下金屬礦安全開採規程、爆破安全規程、工業衛生設計標準、噪音控制設計標準和飲用水衛生標準。

公司已經注意礦區，特別是選礦廠的噪音問題。而且選礦廠設計了良好的吸塵和除塵系統，同時已考慮大多數辦公室和生活區的通風問題。

環境保護方案基於《巴基斯坦環境保護法》（1997 年）以及《污水、廢氣排放和汽車尾氣排放噪音國家環境質量標準》。本項目將按照這些標準開工，但地方當局對這些標準的監督情況尚未知。

到目前為止，公司已經支付 380 萬美元用於減少污染物質。主要污染物質為粉塵。公司計劃成立一個環境部門，以監督和控制礦山環境承諾。

公司已積極採取綠化行動，並已在覆蓋礦區約 20% 的區域種植了樹木（主要在道路兩旁和建築物周圍）。

經與當地居民協商，已取得他們有力的支持。僅需考慮土地補償、工作機會、飲用水供應、醫療設施供應和尊重當地習俗等一些問題。

## 6 山達克銅金礦

由於巴基斯坦的政局極不穩定，美能尚未對該資產進行實地考察，但審閱了作為資產技術基礎的不同報告，其中主要包括：

- 《1991年巴基斯坦俾路支省山達克銅金礦基本設計》（《1991年基本設計報告》）（包括資源模型基礎和鑽探數據），由中國有色冶金設計總院（恩菲）編製
- 《巴基斯坦資源開發公司山達克銅礦礦床項目－投資前可行性研究報告》由 Seltrust Engineering Limited 編製，及
- 《詳細項目報告》，由 SIG 公司（一個精密機械公司聯合體 COFRAL、OUTOKUMPU – RTB BOR 公司）編製。

根據中冶與俾路支政府簽訂的截至2012年止的為期10年的租用協議，中冶有權開發山達克礦。

### 6.1 背景

山達克銅金礦床位於巴基斯坦西北方俾路支省 Chagai 地區海拔約950米「硫磺谷」（**圖6.1**）。通過公路或經由基達鐵路，礦床距離卡拉奇約1,540公里。礦床周圍區域地形高低不平。這裏有三個主要礦化帶，即南礦床、東礦床和北礦床，分別寄生三種英雲閃長岩（長英岩）斑岩，其中南礦床被認為最具有經濟意義。

### 6.2 資產

資產及狀況包括：

- 從2003年開始營運的一個露天礦，包括選礦廠和冶煉廠。
- 美能報告，截至2008年12月JORC資源保有量5,090萬噸，其中銅品位為0.47%，金0.46克／噸。（銅邊界品位0.25%）
- 根據《1991年基本設計報告》，截至2008年12月，露天可採礦量4,970萬噸，銅品位為0.45%，金0.47克／噸。（銅邊界品位0.25%）

### 6.3 土地年期和礦產權

銅礦勘探權或「探礦許可證」詳細情況見表 6.1 和 6.2。該等礦權有效期至 2009 年。同時中冶擁有有關石英和石灰石的其他採礦許可證。

**表 6.1 – 山達克銅金礦 – 勘探許可證 30K – 30L**

礦山／項目	山達克
名稱	勘探許可證
編號	30K/8.12 – 30L/5.9
業主	山達克金屬有限公司
礦山／項目名稱	在 Chagai 的 Durbanchah 區附近一個 3801.65 英畝的銅礦勘探靶區
採礦方法	不適用
許可產能	不適用
許可面積	3,801.65 英畝
許可深度	不適用
有效日期	2007 年 5 月 31 日 – 2009 年 5 月 31 日
發證日期	2007 年 5 月 31 日
發證機關	俾路支省礦山礦物總理事

資料來源：正式文件

**表 6.2 – 山達克銅金礦 – 勘探許可證 34-C**

礦山／項目	山達克
名稱	探礦許可證
編號	34 – C
業主	山達克金屬有限公司
礦山／項目名稱	在 Chagai，Tehsil 區一個 46487.60 英畝的銅礦勘探靶區
採礦方法	不適用
許可產能	不適用
許可面積	46,487.60 英畝
許可深度	不適用
有效日期	2007 年 1 月 1 日 – 2009 年 1 月 1 日
發證日期	2007 年 1 月 1 日
發證機關	俾路支省礦山礦物總理事

資料來源：正式文件

美能已知悉，當前開採山達克礦山是根據俾路支政府與中冶於 2005 年 4 月 28 日簽訂的 10 年租用協議進行。該協議涵蓋應向政府支付的使用、開發和特許開採權及租用費，以及與複墾和環境保護相關的租賃條款。貴公司已報每年租賃成本 50 萬美元。

美能在此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。

## 6.4 探礦和採礦歷史

巴基斯坦地質勘測中心(GSP)於上世紀六十年代早期在山達克進行了綜合區域探礦。於1962年由Ahmed及其同事繪製比例為1:50,000的第一張地質填圖。同時編製了南部礦體的1:5,000和1:2,000的詳細地質填圖，可用於評估礦化帶儲量的經濟性。

地球化學和地球物理勘探作為金剛石鑽探方案的依據，進而評估礦床的經濟性。該鑽探方案可用於界定南部礦體礦化帶的延伸範圍。

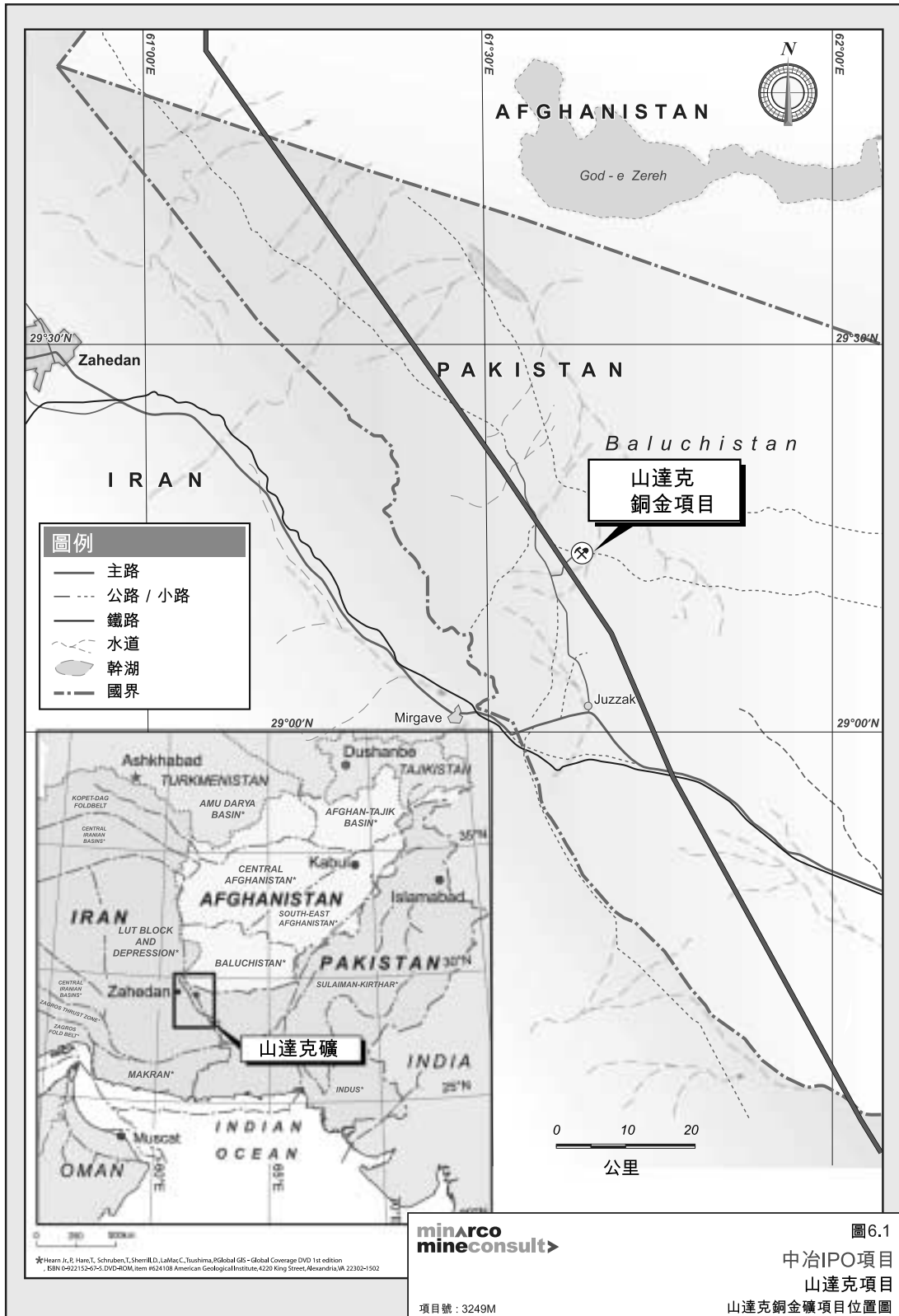
以往勘探概要見表 6.3。

**表 6.3 – 山達克銅金礦 – 勘探概要**

年份	勘探活動	機構	內容
1898	Chagai 帶的地質勘察	未知	
1959	系統地質勘察	科倫坡計劃	
1962	山達克礦化帶的第一份報告，Ahmad 及其同事按比例 1:50,000 編製一張山達克區域地質圖	巴基斯坦地質勘測中心(GSP)	地圖包括石英閃長岩穿脈的岩性、結構和構造要素，並隨附熱液蝕變岩區。
1971 – 74	地面勘察：地質測繪、岩石地球化學、鑽探、地球物理勘探（磁性）	巴基斯坦地質勘測中心(GSP)	1974 年 Farah and Nazirullah 的地磁測量和 1974 年 Nicholas 的 IP 測量
1974 – 76	地質勘察	巴基斯坦資源開發公司 (RDC)	最初網格間距：東西向約200米和南北向約120米。後沿著東西方向和南北方向以 130 米 x 60 米網距進行密排鑽孔。
1977	南部礦體共有 74 個鑽孔；已採集 5,967 個樣本（3 米長），可供分析銅、金和鉬。	RDC	已完成 38 個鑽孔以進行南部礦體的初勘，36 個鑽孔採集樣本並進行選礦冶金測試。岩芯採取率在 90% 以上。
1994 – 97	在南部礦體展開地質勘察	RDC	礦床的基礎地質、礦石的物理／冶金性質均可較好地確定。

資料來源：《1991 年基本設計報告》

圖 6.1 – 山達克銅金礦 – 位置圖





## 6.5 地質

美能認為，山達克銅金礦的地質解釋和礦化帶已相當明晰。

### 6.5.1 區域地質

山達克銅金礦位於巴基斯坦西北部俾路支省 Chagai 區。其鈣鹼性系列岩漿帶是一條極具經濟意義的著名地質帶，富含斑岩銅礦。Chagai 地質帶綿延 480 公里，沿巴基斯坦與伊朗邊境分佈，位於巴基斯坦境內。

Chagai 地質帶的岩石類型主要是火成岩、花崗閃長岩、雲英閃長岩和石英二長岩（花崗岩—閃長岩系列）。山達克的礦化帶以上白堊紀至漸新世形成的艾瑪拉夫和山達克沉積組為主。艾瑪拉夫組主要由粉砂岩組成，山達克組由泥灰岩、火山成塊岩和安山凝灰岩構成。英雲閃長岩層（石英閃長斑岩）侵入艾瑪拉夫沉積岩層。

### 6.5.2 礦區地質

侵入帶的上層長期受風化和侵蝕作用，形成了深黃和深紅的氧化色，因而得名「硫磺谷」。圖 6.2 所示為礦區岩性和三個礦化帶，見表 6.4。三個礦化體分別以南部、東部和北部礦體命名。

表 6.4 – 山達克銅金礦 – 礦體特徵

礦體	礦體大小			備註
	垂直	長度	寬度	
南部 . . .	350 米	500 米北—南	400 米東—西	單一型礦化帶，品位分佈均勻 距離南部礦體約 2 公里，西北向 50° ~ 60° 延伸，構造型變化
北部 . . .	20-80 米	350 米	30 – 60 米	
東部 . . .	500 米	1,300 米	600 米	距離南部礦體約 700 米，北西—南東向延伸

資料來源：《1991 年基本設計報告》

當地的主岩被石英—電氣石、石膏和硬石膏脈所切穿。該礦床主要有兩種地質結構：艾瑪拉夫向斜和山達克斷裂（在美能查閱的文件中一般稱為「破裂」(rupture)）。艾瑪拉夫向斜大致集中在東部礦體，北西向延伸。山達克斷裂大致為東西走向延伸，將山達克地區劃分為南北段。南段有三個礦化閃長斑岩層。該地區的其他地質構造為次生斷裂和岩脈。未見明顯受構造控制的礦化帶。

接近垂直的岩層受了熱液蝕變。熱液蝕變帶有明顯的礦物集合特徵。主要的蝕變帶大致呈同

心圓分佈，中間為鉀化帶，向外逐漸變為硅化帶、絹雲母帶和青磐岩化帶。鉀化蝕變帶中的黃鐵礦化帶金含量不一。三個蝕變帶銅品位各異。山達克礦床金屬含量主要受蝕變帶控制，見表 6.5。

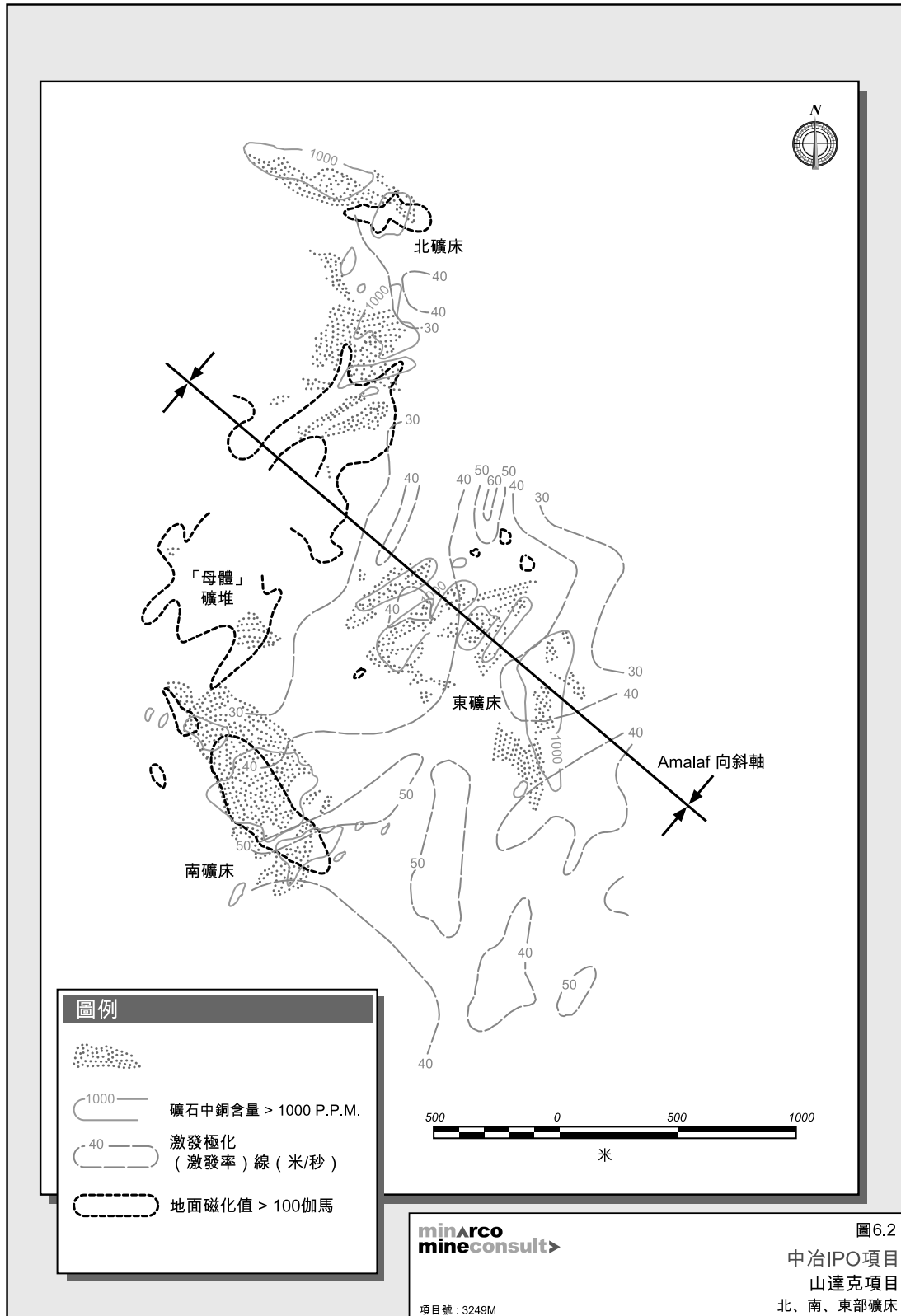
表 6.5 – 山達克銅金礦 – 蝕變帶的品位分佈

蝕變帶	平均品位		備註
	銅(%)	金(克/噸)	
強鉀化 .....	0.49	0.56	基於 74 個鑽孔所得的數據
弱鉀化 .....	0.24	0.31	
絹雲母 .....	0.20	0.24	
青磐岩 .....	0.10	0.22	

資料來源：《1991 年基本設計報告》

南部礦體有三種礦化類型：(i)原生礦化帶—主要為硫化物，如黃鐵礦( $\text{FeS}_2$ )、黃銅礦( $\text{CuFeS}_2$ )和少量輝鉬礦( $\text{MoS}_2$ )；(ii)氧化帶—向上延伸至 10 米，主要為碳酸銅和氧化礦物，如孔雀石和藍銅礦；及(iii)次生富集帶(膠結帶)—表達不明顯，主要為硫化銅礦物，如輝銅礦( $\text{Cu}_2\text{S}$ )、斑銅礦( $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$ )和錠銅礦( $\text{CuS}$ )。

圖 6.2 – 山達克銅金礦 – 礦區地質和礦化帶



## 6.6 資源和儲量

美能已審查核實了恩菲編製的2004 Datamine資源模型。恩菲《1991年基本設計報告》和2004新模型中採用的資源估算方法對這類礦化帶是適用和正確的。美能已經參照《JORC準則》的建議審查了資源分類，認為該分類合理。由於當地政局不穩定原因，美能未進行實地考察，故未核實相關基礎數據或其質量。

基於地球化學和地球物理學測量編製一份金剛石鑽探計劃，以界定南部礦體的礦化帶範圍。GSP公司實施了金剛石鑽探計劃，在南部礦體共兩個鑽孔（傾角43°）。1974年至1976年，巴基斯坦資源開發公司(RDC)曾在一個200米乘120米（分別為東西向和南北向）的網格內實施了多處鑽孔。目前已經完成對鑽孔位置和鑽孔偏斜的詳細勘測。

在上述兩項鑽探計劃中，共完成74個資源鑽孔（18,079米）。第二項鑽探計劃包括選礦試驗採樣鑽孔。第三項淺孔鑽探計劃對淺層資源進行選礦試驗，本次鑽探未被用於資源估算。**表 6.6**為鑽探工程概要。

**表 6.6 – 山達克銅金礦 – 鑽探工程概要**

階段	孔數	米數	間距
1 .....	38	10,993	200 米 x 120 米
2 .....	36	7,086	50 米 x 60 米
3 .....	19	1,150	選礦測試
<b>合計</b> .....	<b>93</b>	<b>19,229</b>	

資料來源：《1991年基本設計報告》

勘探方法和數據摘列於表 6.7。

表 6.7 – 山達克銅金礦 – 勘探方法

勘探方法	勘探項目詳情	備註
岩石地球化學測量 地球物理填圖	分析樣本 500 個	三個地帶發現銅、鉬異常。這些地帶與碳酸鉀－硅酸鹽蝕變帶重疊
地磁測量	1974 年 Farah and Nazirullah 公司的地磁測量和 1974 年 Nicholas 的 I.P 測量	地磁異常與該地區的侵入構造和沉積層效應一致
金剛石鑽探 採樣	38 個勘探鑽孔和 36 個冶金測試鑽孔 收集岩芯樣供地球化學分析和冶金化驗	合計鑽進 18,078.91 米 準備了約 10,000 份樣本供地球化學分析。冶金分析樣本長 3 米，取自傾斜鑽孔的 5 米或 10 米處，及垂直鑽孔的 6 米處
地球化學分析 副樣和化驗檢查	銅（總量、硫化物和氧化物）、金、鉬元素分析每十份樣本中選取一份作為副本送交其他實驗室檢查	原所有工作均有全面的質量分析和質量控制，未發現精準性或準確性問題
比重分析	RDC 公司檢驗了 200 多份金剛石鑽探岩芯樣本	平均比重（礦石密度）為 <b>2.68 噸／立方米</b>

資料來源：《1991 年基本設計報告》

### 6.6.1 礦產資源 – 原位礦量

山達克銅金礦為熱液蝕變斑岩型礦體，銅金品位中等到下等水平，含少量的銀(Ag)。該項目已經過兩次資源估算，僅涉及南部礦體。通過專業三維採礦軟件（Orpheus，ENFI-DEPOSMODEL v.4.0，1991 年）建立了地質模型，包括地質岩石種類、蝕變帶（用 Kriging 法作了銅金品位估算）。恩菲編製的《1991 年基本設計報告》以該模型為依據。此後，恩菲又在 2004 年用 Datamine 軟件進行了資源重新估算（請參閱圖 6.3）。這個 Kriged 模型採用 1991 年的鑽探數據，亦考慮了截至 2004 年 12 月的礦產資源消耗情況。美能已參照相關的基礎鑽探數據核實估算誤差，認為該估算很好地反映了南部礦體的礦化帶和品位。

1991 年報告的原位礦量總計 9,600 萬噸，其中銅品位 0.41%，金為 0.44 克／噸（邊界品位 0.25% 銅）。美能已根據中冶提供的 2004 Datamine 模型更新了這一估算，以反映當前的礦產資源消耗情況。美能已遵照澳大利亞礦產儲量聯合委員會(JORC)發佈的《澳大利亞礦產資源及礦儲量申報準則(2004)》中的建議報告資源量。表 6.8 為截至 2008 年 12 月美能資源保有量估算。恩菲的 2004 Datamine

模型所用的資源分類適用於有關礦塊，其依據是Kriging偏差以及與鑽孔間距。由於鑽孔分佈和礦化帶連續性良好，美能認為這種分類是適當的。

表 6.8 – 山達克銅金礦 – (南部礦體) 美能估算礦產資源，截至 2008 年 12 月

JORC 分類	百萬噸	平均品位 (銅邊界品位 大於 0.25%)	
		銅 %	金 克/噸
探明 .....	21.6	0.51	0.49
控制 .....	14.8	0.46	0.45
推斷 .....	14.6	0.44	0.44
<b>合計 .....</b>	<b>50.9</b>	<b>0.47</b>	<b>0.46</b>

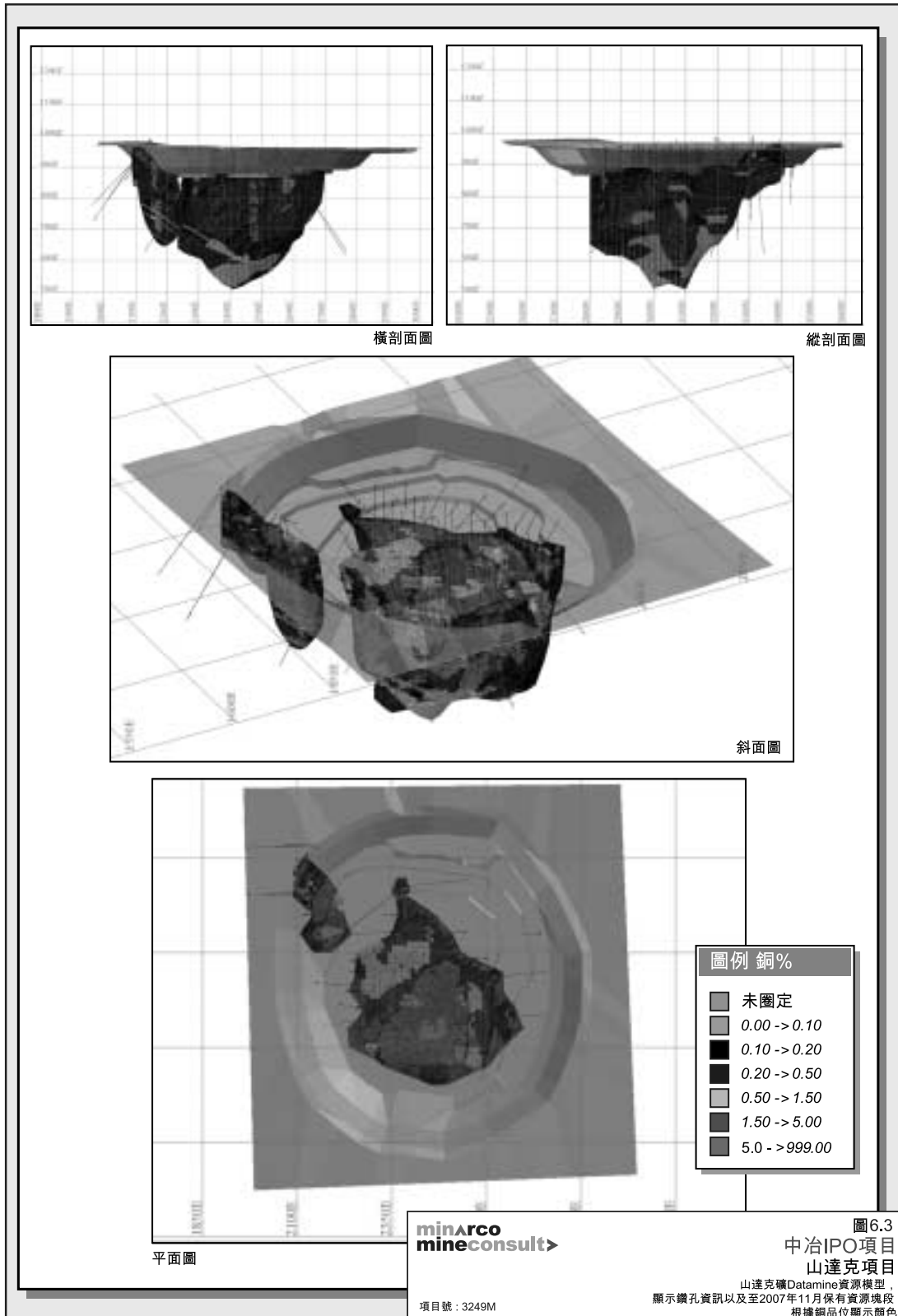
資料來源：美能根據恩菲提供的 2004 Datamine 資源模型所作的估算。

附註： 美能已根據現場勘測和產量資料估算截至 2008 年 12 月的資源保有量。

礦產資源量包含礦石儲量。

該礦體已知伴生金、銀礦物。根據以往生產情況，估計整個礦體的總體銀品位介於 2.2-2.6 克/噸，但因缺少基礎鑽探資料，故不能報告銀的資源量。

圖 6.3 – 山達克銅金礦 – 資源模型和當前開採面



### 6.6.2 儲量－可採礦量

未獲得資源分類報告的礦石儲量，且不包括反映採礦損失和貧化的參數，因此「礦石儲量」稱為「可採礦量」。根據《1991年基本設計報告》中的信息和近期現場勘測，以及南部礦體的產量信息，美能估算截至2008年12月的保有可採礦量。

南部礦體採用露天開採，設計基於1991年經過恩菲進行的多次採礦優化，並採用現時銅價為2,680美元／噸，金價12,868美元／千克。露天經濟基底面為海拔626米，總體傾角758米以上為45°，以下為42°。此礦坑內經報告的儲量未考慮損失率或貧化係數，銅的邊界品位因深度而異，介於0.275%至0.25%。

表6.9為美能估算的南部礦體截至2008年12月的保有可採礦量。美能將這些礦量報告為「可採礦量」（未考慮回收率或貧化率），引自《1991年基本設計報告》。

表 6.9－山達克銅金礦－（南部礦體）－美能估算可採礦量概要，截至2008年12月

海拔	開採方法	入選品位%銅	總計(百萬噸)	礦石密度噸／實立方米	銅(%)	金(克／噸)
854米至626米	露天開採	0.25%	49.7	2.68	0.45	0.47
<b>合計</b>			<b>49.7</b>	<b>2.68</b>	<b>0.45</b>	<b>0.47</b>

資料來源：《1991年山達克礦基本設計》

附註：美能根據現場勘測和產量資料更新的估算

截至2008年12月開採面已達海拔842米的部分。

這些估算不含開採損失或貧化。

本公司按照中國政府頒佈的地質儲量標準報告山達克銅金礦的可採礦量。雖未有根據JORC估計儲量，但其可能性結果可與當前所估計的可採礦量的數量級相若。

從以往的生產經驗來看，開採過程中有望實現銀的回收，品位為2.2-2.6克／噸，但因缺少鑽探資料支持，故不能報告為可採礦量。

### 6.7 採礦

山達克銅金礦採取鏟鬥－卡車的露天開採方法。後續處理中採出的廢料傾倒於附近的三個傾卸場。礦石採出後被運到礦坑以南1公里處。**圖6.4**為礦山佈局圖。

採礦設備包括5台電動正鏟（鏟鬥尺寸為10立方米）及一個稍小的正鏟（鏟鬥尺寸為4立方米）。運輸車隊有3台Terex TR100卡車及32台小型國產LN392 68噸卡車。輔助設備包括小型推土機、分選機和水車。美能認為設備的規格和數量能滿足計劃產量目標。

通過對25米乘25米的鑽孔加密鑽探至50米深，然後對7米乘7米鑽孔進行取樣（此階段進行



銅和金品位檢測)，以在採礦過程中的劃分礦石及廢礦。根據收集的大量數據，中冶在採礦過程中擁有控制貧化及礦石損失的成熟流程。

參照實際產量與2004年12月和2007年12月的開採塊體模型對比發現，大量的採出礦石品位都較低。中冶認為這是因為過去幾年該可用資源價格較高，開採時降低了邊界品位。

### 6.7.1 歷史和預測產量

以下表格詳細列明了山達克歷史產量和預測產量。**圖6.5**中說明的最終礦坑表面平均剝採比為1.91。過去六年間，採明礦作業已剝離出大量廢礦，平均剝採比(S/R)為3.38。未來四年的平均剝採比預計為3.32。截至2008年12月，礦坑剩餘廢礦量的剝採比為0.82。這些廢礦仍有機會推遲開採，從而增加了項目的價值。

**表 6.10 – 山達克銅金礦 – 歷史產量**

項目	單位	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	總計
原礦 .....	百萬噸	2.2	4.3	5.0	5.3	5.4	5.3	27.4
廢石 .....	百萬噸	9.4	13.4	16.2	17.6	18	18	92.6
剝採比 .....	噸/噸	4.38	3.11	3.24	3.34	3.34	3.43	3.38

資料來源：《1991年山達克礦基本設計》

經過與礦山現場的直接溝通，美能獲以下關於預測產量的信息。

**表 6.11 – 山達克銅金礦 – 預測產量**

項目	單位	2009年	2010年	2011年	2012年	總計
原礦 .....	百萬噸	5.0	4.3	4.3	4.3	17.8
廢石 .....	百萬噸	16.0	15.0	14.0	14.0	59.0
剝採比 .....	噸/噸	3.20	3.53	3.29	3.29	3.32

資料來源：由現場人員提供

根據2007年12月份的地形地質圖，美能從塊段模型中減去2008年總礦石產量，計算求得剩餘的地下原位礦量。根據美能的計算，預測廢礦目標可能被高估。

**表 6.12 – 山達克銅金礦 – 美能估算的剩餘可採礦量 (2008年12月)**

項目	單位	數量
礦石 .....	百萬噸	49.7
廢石 .....	百萬噸	40.7
剝採比 .....		0.82

資料來源：美能根據恩菲資源模型做出的估算

附註：摘自《1991年基本設計報告》的終坑估算

山達克的歷史及預測冶金產量見圖 6.13。2007 年產量最高，生產 18,277 噸粗銅，其中包含 102,316 盎司銀及 58,619 盎司金。隨後直至 2010 年前，原礦產量緩慢下降，每年生產 15,500 噸粗銅，其中含 35,525 盎司銀及 30,871 盎司金。2010 年之後，銀和金將很難從開採礦石中回收。

表 6.13 – 山達克銅金礦 – 歷史及預測冶金產量

流程	單位	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年
原礦給礦	千噸	5,265.4	5,384.5	5,250.5	5,000.0	4,250.0	4,250.0	4,250.0
銅品位	%	0.18	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39
銀品位	克/噸	2.63	2.72	2.63	2.30	2.20	2.20	2.20
金品位	克/噸	0.51	0.51	0.51	0.42	0.49	0.49	0.49
精礦	噸	81,501	82,187	81,547	78,000	71,180	71,180	71,180
銅品位	%	22.4	22.7	22.4	22.3	22.0	22.0	22.0
銅回收率	%	90.4	89.7	89.0	88.8	89.0	89.0	89.0
冶煉銅 (粗銅)	噸	18,266	18,277	17,861	17,800	15,500	15,500	15,500
銅品位	%	99.44	99.43	99.45	99.30	98.5	98.5	98.5
銀品位	克/噸	170.4	174.1	166.5	142.9	71.3	71.3	71.3
金品位	克/噸	100.7	99.7	99.5	74.3	80.0	80.0	80.0

資料來源：中冶於 2009 年 2 月提供的資本性支出和運營開支數據

### 機會

- 修訂現有的採礦計劃，延遲廢石開採
- 通過減少設備數量，降低經營成本
- 進行礦物學及選礦廠工藝質量審查，以提高銅、銀及金回收率，生產更高品位銅精礦
- 生產陽極粗銅錠，拓展市場機遇

### 風險

- 深度超過 300 米時，露天開採存在岩土風險

圖 6.4 – 山達克銅金礦 – 礦區佈置圖

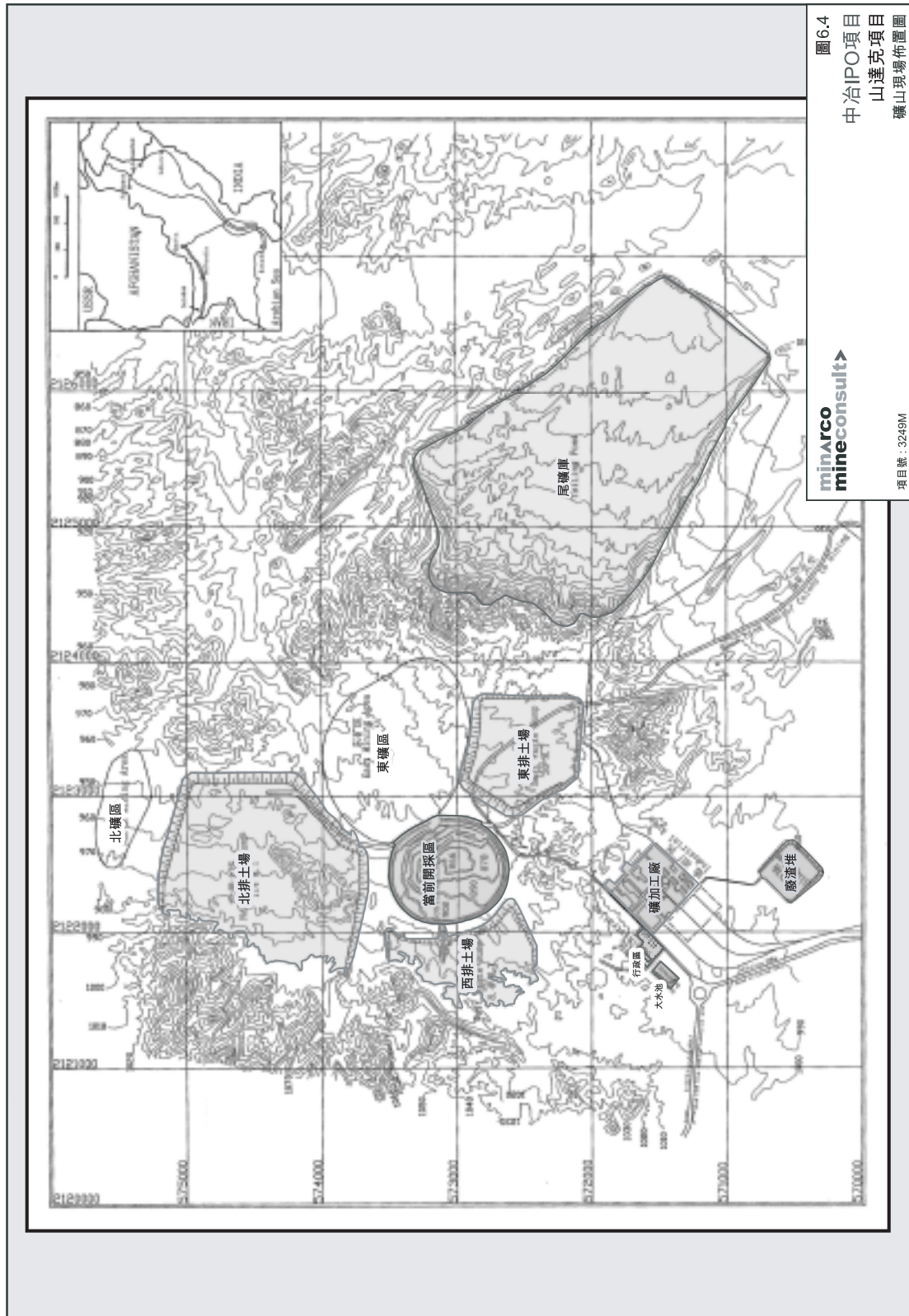


圖 6.5 – 山達克銅金礦 – 估算現有採礦水平估測

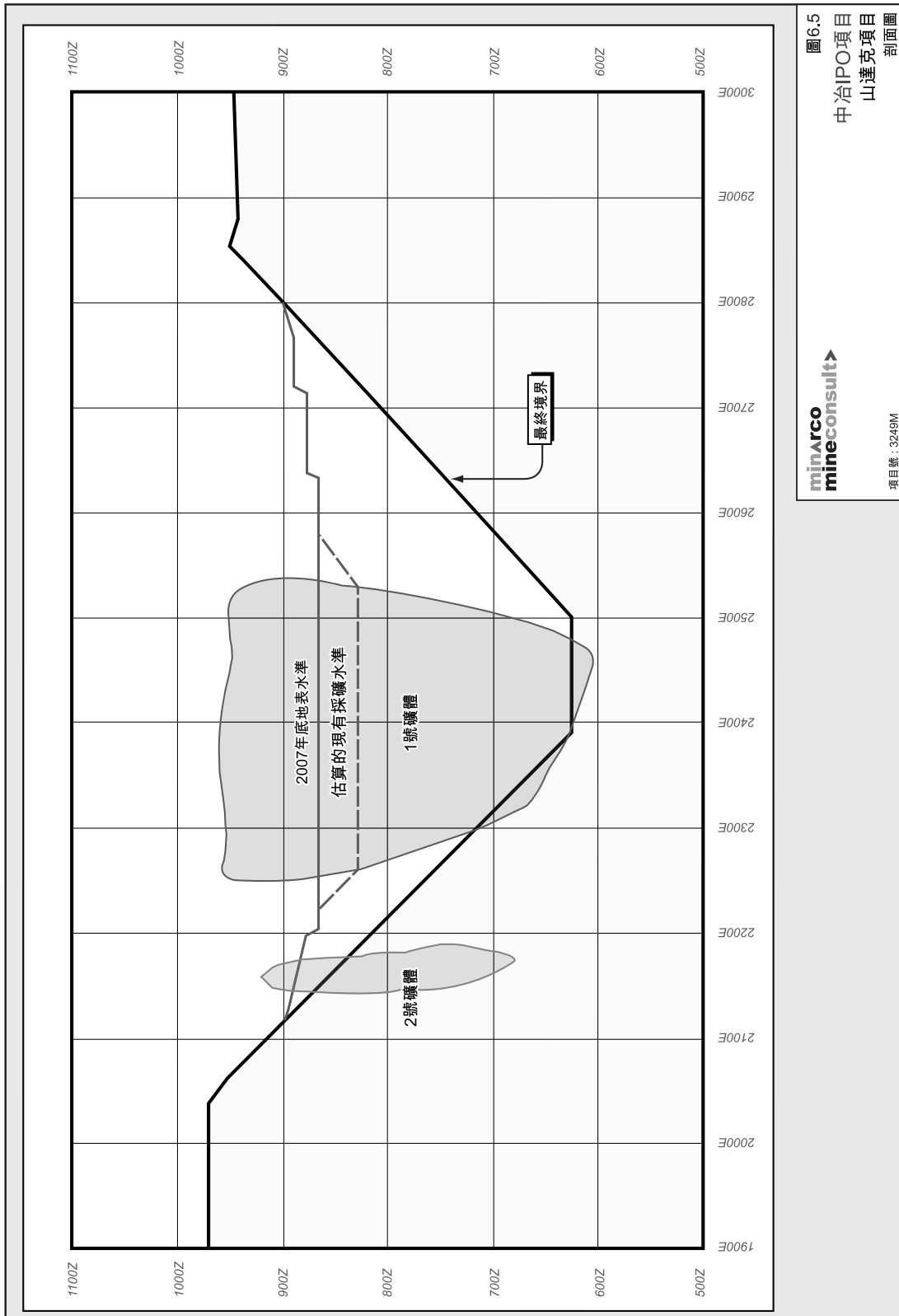


圖 6.5  
中冶 IPO 項目  
山達克項目  
剖面圖

minarco  
mineconsult

項目號：3249M

## 6.8 選礦

山達克採用傳統選礦流程工藝，即三段破碎流程、兩段磨礦，一段浮選流程（包括一台二次磨礦機）。

### 破碎及浮選

破碎流程包括一台旋回破碎機（1,250 噸／小時，破碎機排料口(CSS)為 150-170 毫米）、一台標準圓錐破碎機（740 噸／小時，CSS 為 22-25 毫米）和一台短頭式圓錐破碎機（422 噸／小時，CSS 為 7-8 毫米），粗碎後礦石進入雙層篩分機（篩孔分別為 40 毫米／14 毫米），中碎機後帶有一個篩分機（篩孔為 12 毫米）。破碎產品小於 10.5 毫米，存放在粉礦倉中。

粉礦倉礦石放入一個系列的三台溢流型球磨機（每台直徑 5.03 米 x 6.4 米，產能為 174-200 噸／小時）閉路流程中，配一台直徑為 650 毫米的水力旋流器。底流重新返回球磨機再磨，而溢流( $P_{68}=74$  微米) 進入浮選流程。

浮選流程為標準一粗兩掃流程（39 立方米浮選槽，pH 值為 8-9，石灰漿調節）。這個流程中，所有的精礦均通過精選回路提高品位，精選回路包括兩段選礦（8 立方米浮選槽，pH 值為 9-12 的石灰漿）和一台精掃選。掃精選精礦重新進入粗選機，而二段精選精礦重新返回至一段精選。一段精選的精礦進一步加工，產出銅精礦成品。掃選尾礦為最終尾礦。

礦石通過兩台平行系列球磨機（直徑 2.7 米 x 4 米 45 噸／小時和直徑 2.1 米 x 3 米 15 噸／小時）再磨至  $P_{95}=74$  微米。旋流器溢流通過第二段粗／掃選浮移浮選，粗選精礦進入兩段精選，最終產出銅精礦。掃選尾礦在二掃選槽中進一步浮選，尾礦進入最終尾礦。二次掃選精礦返回至一段掃選進料處，而一次掃選精礦重新返回至二次粗選。一次精選尾礦也進入二段粗選進料處，而二次精選尾礦重新進入一次精選。粗選精礦和一次精選精礦都可能進入最終精礦。

細磨銅精礦時可能會產生離析的自然黃鐵精礦，但這類產品不在本地市場銷售。

破碎、粗選和精選浮選流程圖見圖 6.6。

銅精礦在一台直徑為 30 米的濃密機中脫水，並用壓濾器過濾，成品濕度達到 12%。最終尾礦在一台直徑為 27.4 米的高速濃密機中濃密，下沉尾礦漿泵送到尾礦庫。選礦廠共聘 301 人，其中 65 人為中國人。

選礦結果顯示，近 90% 銅可回收，銅精礦品位為 22%，請參閱表 6.14。

表 6.14 – 山達克銅金礦 – 歷史及預測銅精礦產量

測定	單位	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年
數量	噸	81,501	82,187	81,547	78,000	71,180	71,180	71,180
品位	% 銅	22.39	22.63	22.41	22.30	22.00	22.00	22.00
回收率	% 銅	90.43	89.72	89.04	88.77	89.0	89.0	89.0

資料來源：中冶於 2009 年 2 月提供的資本性支出和營運成本數據

依據一定量的資料，破碎、磨礦和浮選分離等似乎合理，但因無更詳細的資料，所以未對各台設備產能或分選能力以及增加產能和改善選礦冶金性能等方面作出評述。

2010年後金和銀的預測產量大幅度下降說明存在現有的選礦設備設施方法未解決的礦物學問題。同時表明貴金屬共伴生物及／或礦物粒度可能發生變化。如上所述，可以通過進行礦物學及選廠質量監控，提高銅、銀及金的回收率，以生產高品位的銅精礦。

### 冶煉

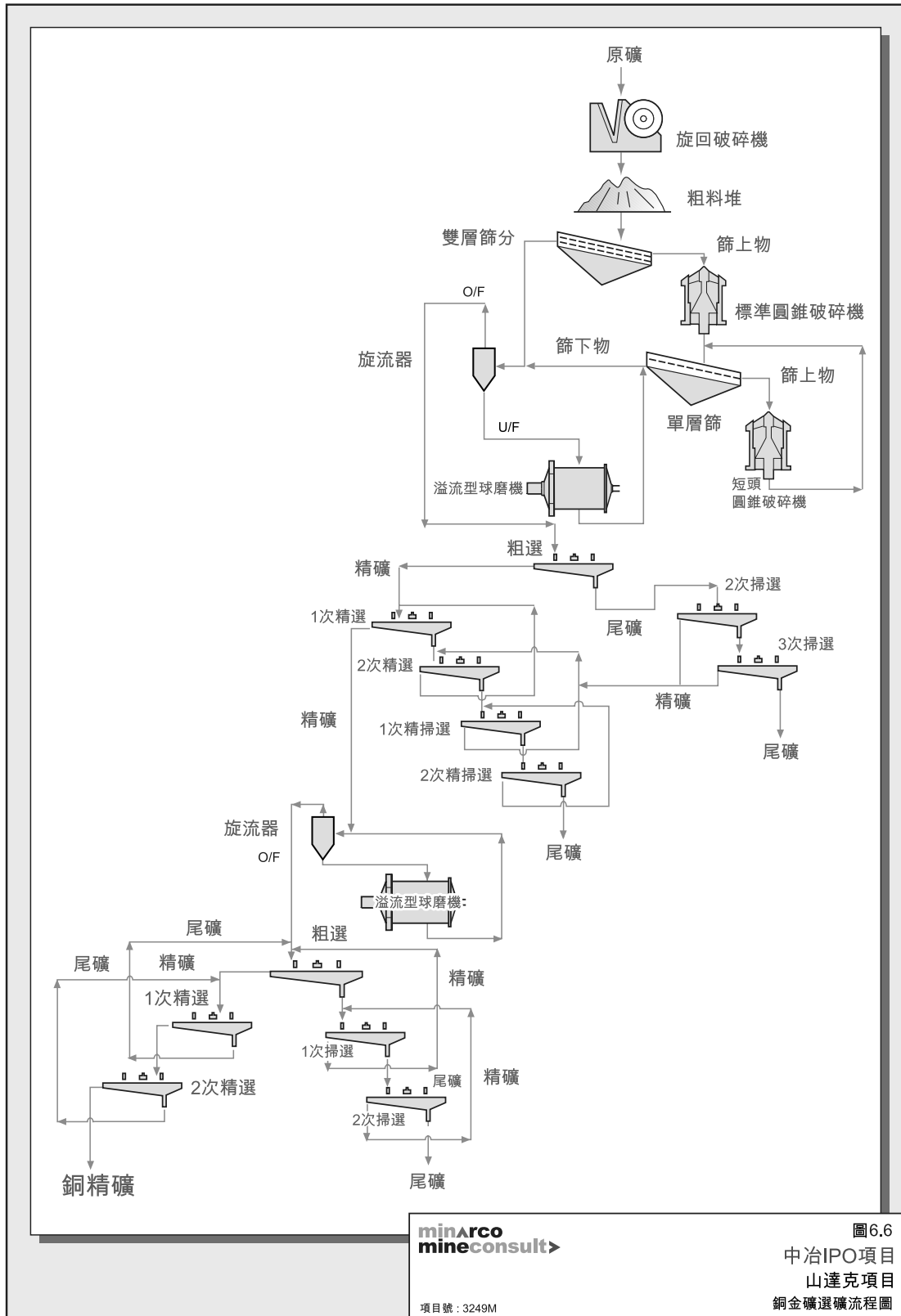
銅精礦通過特殊冶煉、在產能 2.47 噸／平方米每天、140 平方米的反射爐進行脫水及冶煉。採用兩台 P-S40 旋轉轉換器（直徑 3.2 米× 6.6 米），生產粗銅 70 噸每天，回收率達 97.5%。隨後粗銅被鑄成 800 千克的鑄塊，經灑水冷卻後以便貯存，最後被運輸銷售。冶煉作業共 252 人，其中 63 人是中國人。

冶煉作業每年可處理 90,000 噸銅精礦，並外購 18,500 噸銅精礦（銅含量 26.8%）並混合給礦，以供冶煉。冶煉給礦銅精礦的含水量低於 8%，總銅含量為 23%。在冶煉的起始階段，添加約 21,000 噸含量為 90% 的二氧化硅以除去銅礦中含有的鐵礦渣。

冶煉及轉換作業中產生的廢氣通過靜電除塵器(ESP)除塵。尚未建硫酸廠以除去廢氣中的硫。這些廢氣被稀釋並達到排放標準後，經排氣管排放至大氣中。

冶煉作業同時使用顎式破碎機及小型球磨機，以回收耐火襯料中含有的銅。回收處理辦法尚不清楚，但假定磨細而耐火襯料返回至浮選廠進行提純。轉換器中的礦渣返回至反射爐，提取其中的銅，銅含量極低的反射爐礦渣可能被丟棄。

圖 6.6 – 山達克銅金礦 – 銅金加工流程圖



minarco  
mineconsult  
項目號：3249M

圖6.6  
中冶IPO項目  
山達克項目  
銅金礦選礦流程圖

## 6.9 基礎設施和服務

山達克公共和基礎設施的水平為相對大型的採礦與加工作業水平，需大量的電力、水和易耗物，以及人力。

由五台 11.52 兆瓦的重油蘇爾澤(Sulzer)發電機供應電力，發電機與 12.25 千伏安培的西門子發電機組配備，其中四台正在運行，一台備用。6.3 千伏下的總發電量為 50 兆瓦，提供採礦、選礦作業及當地居民所需的電力。

由距離礦山 37 公里的地下水源取水。六台抽水機在八口井中取水，輸送到一個容積 2,000 立方米的蓄水池中，之後輸送到現場一個 6,000 立方米的蓄水池中。此外，從精礦和尾礦脫水作業(包括尾礦庫)回收的水，可在加工過程中再利用。

## 6.10 資本和運營成本

美能未獲得與本項目有關的資本性支出，故不作評論。然而，中冶現場人員表示，在當前租賃協議結束前，未計劃任何資本性支出。美能認為，如果租賃協議延期，更新自 1993 年來投入使用的一些採礦設備及其他固定廠房基礎設施將需若干資本性支出。

表 6.15 概述山達克銅金礦的歷史及預測總營運成本，包括精礦銷售成本和管理費。

表 6.15：山達克銅金礦：歷史及預測營運成本

採礦成本	單位	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年
輔助原料 . . . . .	美元(千元)	10,023	11,719	14,824	13,303	12,638	11,000	11,000
水電 . . . . .	美元(千元)	1,292	1,312	2,016	1,386	1,240	1,200	1,200
勞工 . . . . .	美元(千元)	4,475	4,931	6,119	5,848	5,560	5,000	5,000
維修及保養 . . . . .	美元(千元)	7,285	10,152	9,398	6,200	6,000	5,500	5,500
礦山掘井 . . . . .	美元(千元)							
其他 . . . . .	美元(千元)	1,296	2,339	2,796	3,069	2,915	2,600	2,600
<b>小計 . . . . .</b>	<b>美元(千元)</b>	<b>24,371</b>	<b>30,453</b>	<b>35,153</b>	<b>29,806</b>	<b>28,353</b>	<b>25,300</b>	<b>25,300</b>
選礦成本 . . . . .	美元(千元)	29,315	31,104	41,884	34,234	32,523	31,300	31,300
冶煉成本(精礦) . .	美元(千元)	12,511	13,814	20,487	15,762	14,974	14,500	14,500
其他成本 . . . . .	美元(千元)	228	88	108	190	200	200	200
精礦銷售成本 . . . .	美元(千元)	1,599	1,559	1,647	1,574	1,550	1,463	968
管理費 . . . . .	美元(千元)	6,616	9,119	10,249	8,226	7,500	7,500	8,000
<b>小計 . . . . .</b>	<b>美元(千元)</b>	<b>50,269</b>	<b>55,684</b>	<b>74,375</b>	<b>59,986</b>	<b>56,747</b>	<b>54,963</b>	<b>54,968</b>
<b>總計 . . . . .</b>	<b>美元(千元)</b>	<b>74,640</b>	<b>86,137</b>	<b>109,528</b>	<b>89,792</b>	<b>85,100</b>	<b>80,263</b>	<b>80,268</b>

資料來源：中冶於 2009 年 2 月提供的資本性支出和營運成本數據

附註： \*包括冶煉、選礦、其他和管理成本

山達克銅金礦的單位營運成本介於 18.80 美元/噸至 27.56 美元/噸之間（請參閱表 6.16）。雖然預測營運成本較低，但對於這種資源量大、產量高的礦山而言屬合理。



表 6.16 – 山達克銅金礦：歷史及預測單位營運成本

營運成本	單位	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年
採礦 . . . . .	美元／噸原礦	4.63	5.66	6.70	5.96	6.67	5.95	5.95
選礦 . . . . .	美元／噸原礦	5.57	5.78	7.98	6.85	7.65	7.36	7.36
冶煉 . . . . .	美元／噸原礦	2.80	2.80	3.35	2.70	2.69	2.90	2.90
其他成本 . . . .	美元／噸原礦	5.80	7.41	9.53	8.41	9.70	8.63	8.63
<b>總計* . . . . .</b>	<b>美元／噸原礦</b>	<b>18.80</b>	<b>21.65</b>	<b>27.56</b>	<b>23.92</b>	<b>26.69</b>	<b>24.84</b>	<b>24.84</b>

資料來源：中冶於 2009 年 2 月提供的資本性支出和營運成本數據

### 6.11 安全和環境

安全和環境問題一直都給予充份關注。安全計劃根據適當的巴基斯坦法規及相關中國法規編製，其中包括噪音控制標準和飲用水標準。煙霧及灰塵排放量等均根據世界銀行的標準實施。

每年代表巴基斯坦政府的獨立環保機構需開展多次環境審計。勞工及管理狀況也會接受定期檢查。環保制度乃依據《巴基斯坦環境保護法（1997年）》及《關於污水、氣體、汽車尾氣排放和噪音的國家環境質量標準》編製。

如上所述，公司並未建設硫酸廠吸收冶煉（特別是轉換）過程產生的含硫酸廢氣。此種情況下，估計採取的處理方法是廢氣除塵後，用空氣稀釋，然後經過高聳的排氣管排進大氣中。現場採取的作業方法看起來符合巴基斯坦規定的廢氣排放標準。

礦區周圍的噪音問題一直受到重視，尤其是發電設施（<85 分貝）及生活小區週邊（<55 分貝）。選礦及冶煉廠均已配備適當的集塵及除塵系統，而且已考慮為大多數辦公室及生活區安裝空調。

## 7 蘭博特角磁鐵礦項目

中冶澳大利亞控股有限公司（中冶澳控）正在擬備技術和財務分析，以確定在蘭博特角項目開發磁鐵礦的可行性。中冶持有該項目 100% 的股權。

美能於 2009 年 7 月對蘭博特角項目進行現場考查。此次現場考查確認該項目的佈局、鑽孔位置，以及現場和區域的基礎設施。

有關此資產的各種技術報告已被審閱，其中最主要的包括：

- 「西澳蘭伯特角礦床資源模型更新」（2009 年資源報告），由中冶澳控委託 Golder Associates 編製。
- 「蘭博特角磁鐵礦項目預可行性研究報告」，由中冶澳控委託中冶北方工程技術有限公司編製。

### 7.1 背景

蘭博特角鐵礦(CLIO)的礦床位於澳大利亞西部皮爾巴拉地區。該地區離海不到 10 公里，距離威克漢姆(Wickham)西南方約 5 公里，卡拉薩中部地區以東 25 公里。該項目覆蓋範圍包括平坦的海岸平原，以及海拔 20 米至 100 米不等的含鐵礦石的山脊。此探礦權區域的東部多為 Cleaverville 岩層，地勢稍為崎嶇，有許多低矮陡峭的山丘，峽谷中為丘陵地帶。除坡度更為陡峭外，該資產北部 Cleaverville Beach 地區同樣為丘陵地帶。

CLIO 的礦床是含有條帶狀含鐵建造(BIF)的磁鐵礦床，其岩石露頭部分構成走向長度約為 7 公里的主要山脊。區域地層和礦化帶向東緩緩傾斜，已作過深約 400 米的鑽探。

該礦床最初由 Robe River Mining Company Pty Ltd (Robe) 在 90 年代初進行勘探。Robe 公司在 1994 年至 1996 年間完成了大量鑽探。其後，該項目被蘭伯特角鐵礦石公司 (Cape Lambert) 收購，並於 2006 年及 2007 年完成鑽探計劃。

2008 年，中冶澳大利亞控股有限公司(中冶澳控)以 3.20 億澳元收購該項目，並於同年完成了進一步鑽探、資源量估算和預可行性研究。該公司準備就此項目開展融資可行性研究，預期將於 2010 年上半年完成。

建議開發方案為大規模露天採礦，每年可生產 4,800 萬噸鐵品位為 29.5% 的礦石。採用破碎、研磨及磁選方法進行加工，每年可生產 1,500 萬噸含鐵 65% 的高品位精礦。精礦將以粉漿形式用管道運送至海邊，然後再裝船出口。

一條地下燃氣管道沿此探礦權區域的中部及東部通向 CLIO 的礦床北部，羅布河鐵路橫穿 CLIO 的礦床南部地區，其終點站為蘭博特角鐵礦港口。同時，此探礦權區域的南部還有兩條輸電線路。這一基礎設施需要重置以便在 CLIO 的礦床進行大規模採礦。

## 7.2 資產

資產及其狀況包括：

- 大量高質量鑽孔圈定的大型磁鐵礦床。
- 符合JORC的礦產資源總共為19億噸，其中鐵品位為30.7%（20%鐵邊界品位）。
- 潛在露天採礦的可採礦量為13.1億噸，其中鐵品位為29.5%（20%鐵邊界品位）。
- 根據2008年預可行性研究，潛在精礦年產量為每年1,500萬噸，其中鐵含量為65%。

## 7.3 土地年期和礦產權

中冶持有此探礦權區域的詳情載於表7.1至7.4。所有礦權均具備勘探許可證，且狀況良好。

勘探許可證為對該地區進行勘探的權利。在對該項目進行任何開發前，需獲得採礦租約。這一過程可能需要幾年時間，並需要與政府部門及環保機構協商。該區域亦受限於《原居民繼承權法》，並需要與擁有該土地的傳統原居民協商達成土地權協議。

目前，其他方在此探礦權區域持有涉及生產河砂、礫石的小範圍採礦租約。其他許可證亦涉及穿越CLIO探礦權區域的鐵路、電力及燃氣基礎設施。在將勘探許可證轉換為採礦租約前，需要與各種許可證持有人達成協議。

**表 7.1 – 蘭伯特角鐵礦項目 – 勘探許可證 47/1233**

礦山／項目	蘭伯特角
名稱	勘探許可證
編號	E47/1233
擁有人	蘭伯特角鐵礦石公司
礦山／項目名稱	不適用
採礦方法	不適用
許可產能	不適用
許可範圍	25 塊
許可深度	不適用
有效日期	2005 年 11 月 17 日 – 2010 年 11 月 16 日
發證日期	2002 年 11 月 28 日
頒發單位	西澳大利亞政府產業和資源部

資料來源：正式文件

表 7.2 – 蘭伯特角鐵礦項目 – 勘探許可證 47/1248

<u>礦山／項目</u>	<u>蘭伯特角</u>
名稱 .....	勘探許可證
編號 .....	E47/1248
擁有人 .....	蘭伯特角鐵礦石公司
礦山／項目名稱 .....	不適用
採礦方法 .....	不適用
許可範圍 .....	不適用
許可面積 .....	4 塊
許可深度 .....	不適用
有效日期 .....	2006 年 1 月 23 日 – 2011 年 1 月 22 日
發證日期 .....	2003 年 1 月 23 日
頒發單位 .....	西澳大利亞政府產業和資源部

資料來源：正式文件

表 7.3 – 蘭伯特角鐵礦項目 – 勘探許可證 47/1271-I

<u>礦山／項目</u>	<u>蘭伯特角</u>
名稱 .....	勘探許可證
編號 .....	E47/1271-I
擁有人 .....	蘭伯特角鐵礦石公司
礦山／項目名稱 .....	不適用
採礦方法 .....	不適用
許可產能 .....	不適用
許可範圍 .....	20 塊
許可深度 .....	不適用
有效日期 .....	2006 年 9 月 6 日 – 2011 年 9 月 5 日
發證日期 .....	2003 年 7 月 11 日
頒發單位 .....	西澳大利亞政府產業和資源部

資料來源：正式文件

表 7.4 – 蘭伯特角鐵礦項目 – 勘探許可證 47/1462

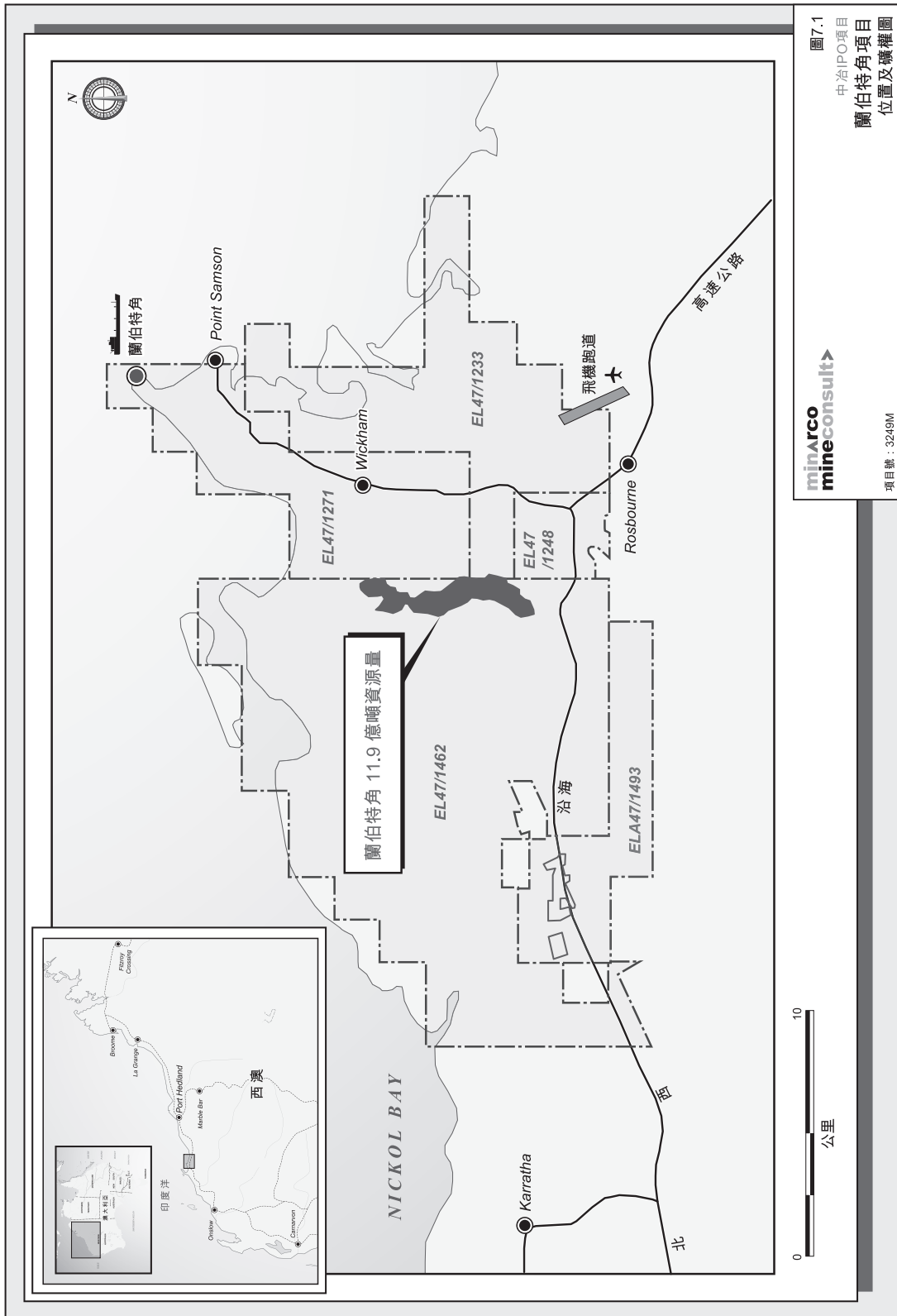
礦山／項目	蘭伯特角
名稱 .....	勘探許可證
編號 .....	E47/1462
擁有人 .....	蘭伯特角鐵礦石公司
礦山／項目名稱 .....	不適用
採礦方法 .....	不適用
許可產能 .....	不適用
許可範圍 .....	70 塊
許可深度 .....	不適用
有效日期 .....	2006 年 3 月 24 日 – 2011 年 3 月 23 日
發證日期 .....	2004 年 10 月 28 日
頒發單位 .....	西澳大利亞政府產業和資源部

資料來源：正式文件

美能在此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。

**圖 7.1** 所示為項目位置和探礦權區域。

圖 7.1 – 蘭博特角鐵礦項目 – 位置圖



#### 7.4 探礦和採礦歷史

上世紀六十年代早期該項目為羅伯(Robe)公司持有時，CLIO礦床已開始詳細勘探。羅伯(Robe)公司完成了186個鑽孔(183反循環鑽孔和3DD)。羅伯(Robe)公司進行的初步評估顯示，礦床不具商業利益，該礦權被放棄(Met-Chem 2007)。

蘭伯特角公司於2006年取得該項目。該公司在2006至2008年完成若干鑽孔勘探和資源量估算。

2008年蘭伯特角鐵礦項目出售給中冶公司，現由其澳大利亞附屬公司中冶澳控運營。中冶澳控已完成進一步鑽探，並更新資源量估測和完成了預可行性研究(PFS)。2009年，中冶澳控向合適的並有資質的公司招標，為該項目編製融資可行性研究(BFS)，預計於2010年上半年完成。

地球化學和地球物理勘探已完成並作為金剛石鑽探方案的依據，進而評估礦床的經濟重要性。該鑽探方案計劃用於界定南部礦體礦化帶的延伸範圍。

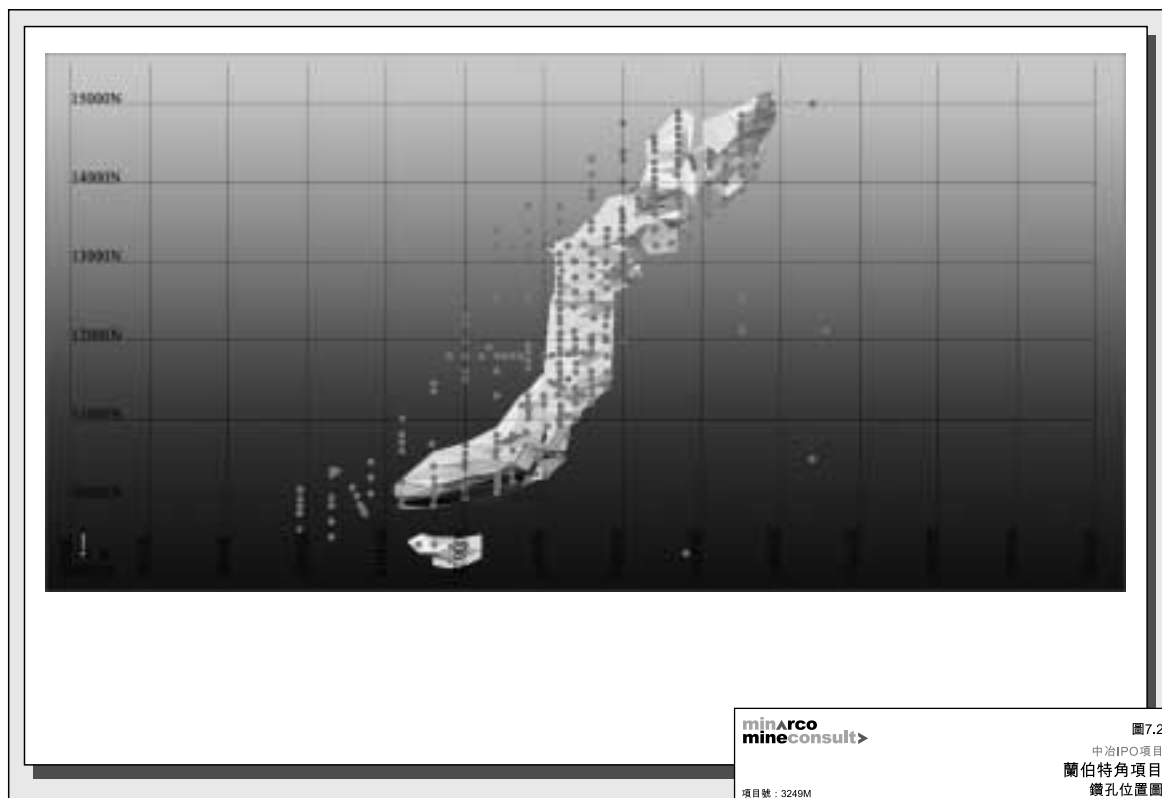
探礦歷史概要載於表 7.5。

**表 7.5 – 蘭伯特角鐵礦項目 – 探礦概要**

年份	勘探活動	機構	備註
1994-1996	鑽探和資源評估	羅伯河礦業有限公司	放棄項目
2006-2007	鑽探和資源評估，已完成 概念性研究	蘭伯特角礦石公司	範圍界定研究取得 正面成果
2008	向中冶公司出售項目	中冶澳控	
2008	鑽探和資源評估，已完成 預可行性研究	中冶澳控	預可行性研究取得 積極成果，決定繼續 進行融資可行性研究
2009	進一步鑽探和資源評估	中冶澳控	
2009	完成融資可行性研究的招標	中冶澳控	

圖 7.2 所示為於 2008 年 3 月的礦床範圍和鑽孔位置。

圖 7.2 – 蘭博特角鐵礦項目 – 鑽孔位置圖



## 7.5 地質

美能認為 CLIO 礦床的綜合地質解釋和礦化帶已非常明晰。

### 7.5.1 區域地質

下述資料摘自 Golder 公司的報告(2009)。

蘭博特角探礦權區位於由基性火山岩、酸性火山岩、超鐵鎂岩、沉積岩、硅質以及條帶狀含鐵建造(BIF)岩石組成的太古代中。從體積上來說，BIF 層（又稱 Cleaverville 組）是太古代的從屬部分，但預計厚度仍有 800 米到 1,400 米（圖 7.3）。

一般認為 Cleaverville 組的沉積環境為淺水區。形成硅質層的多樣性有許多原因，如原生沉積、硅化和風化作用等。但通常認為含有鐵的 BIF 層為原生礦層。

Cleaverville 組是由 BIF 及碎屑沉積岩組成的 Gorge Creek 岩群的一部分。該組位於 Whundo 群的火山岩之上，其接觸面可能是小角度的不整合面。Cleaverville 組上覆蓋著 Fortescue 群，該群基底是見於蘭博特角探礦權區東北部和東部的 Mount Roe 玄武岩。鑽探證實，玄武岩的面積比出版的地質圖中所示更加廣泛，位於探礦權區域的東部。Mount Roe 玄武岩不規則地覆蓋在 Cleaverville 組之上。

蘭博特角探礦權區內的太古代岩系被小型太古代花崗岩侵入。該區大部分區域，尤其是近海區的岩床序列上覆有新生代表層沉積物。



### 7.5.2 礦區地質

下述資料來自 Golder 報告 (2009) 和 NETC 報告 (2008)。

蘭博特角地區大型構造為一系列東北走向的向斜和背斜。背斜的軸線位於蘭博特角採礦權區域中部。Cleaverville 鐵礦礦床位於近海背斜的西北翼，Robe 公司的主要鑽探區域為向斜的東南翼和鄰近背斜的西北翼。

該地區主要為厚6米的新生代表層覆蓋。當地地層有輕微褶皺，在主礦床區內形成三個輪廓分明的區域，即北部、中部和南部地區。圖7.3所示為礦區岩性和三個礦化區，其概況見表7.6。蘭博特角礦床鑽探區中的岩層傾角整體向東緩斜。

從小範圍來看，鑽探結果顯示存在一系列向斜和背斜，褶皺軸間隔約100米。這從鑽探密集地區的不同岩性變化中便可看出，但岩系較為單一的地區無法證實其存在。儘管預計這些褶皺存在於大部分整體向東傾斜的序列中，但一般而言，無法從更短的距離探測到。

儘管地圖中很少顯示褶皺軸，但地質填圖仍發現小範圍的褶皺。褶皺形式為等斜褶皺，整體呈拱形和馬鞍形。

從已發表的地質學文獻和九十年代中期所作的詳細測繪中可觀察到斷層作用。主斷層方向為北東走向，也有北向和東向。在解釋鑽探區地質情況的過程中，懷疑若干地區存在斷層，但用來評估其走向和連續性的證據不足。

該項目覆蓋區域由酸性火山岩、沉積岩、超鐵鎂岩石組合，以及含鐵硅質 BIF 岩石構成。

**表 7.6 蘭博特角鐵礦項目－礦體特徵**

區域	礦體尺寸			備註
	垂直	長度	寬度	
北部.....	100 米	1,200 米北－南	2,000 米東－西	北東走向，南東向傾斜 20°
中部.....	100 米	3,000 米北－南	1,400 米東－西	南北走向，向東傾斜 15-20°
南部.....	150 米	2,500 米北東－南西	1,500 米北西－南東	北東走向，南東向傾斜 30°

資料來源：2008 年 NETC

礦床區域內的硅質 BIF 地層厚度通常為 80-100 米。磁鐵礦為主要含鐵礦石，還存在赤鐵礦、褐鐵礦和針鐵礦。脈石礦物包括石英、碳酸鹽（鐵白雲石）和鐵閃石。

該礦床中的鐵、伴生礦物和有害元素的品位在整個礦床範圍內相對一致。

圖 7.3 – 蘭伯特角鐵礦項目 – 礦區地質和礦化帶

