



2010年6月

VALE SOUTH AFRICA

Moatize煤炭項目煤炭儲量 的外部審計書

提交對象：

Vale South Africa (Pty) Ltd
13 Fredman Drive
2nd Floor, Fredman Towers
Sandton
2196

報告

報告編號： 12779-9783-2

分發：

2個副本 - Vale South Africa (Pty) Ltd
1個副本 - Golder Associates Africa (Pty) Ltd
1個副本 - 項目檔案


A world of
capabilities
delivered locally





總說明

Golder Associates Pty Ltd (Golder)應Vale的要求，對位於莫桑比克的Moatize煤炭項目的煤炭儲量進行審計。

有關工作包括審閱下列主要範疇：

採礦及儲量

經濟分析

本文件報告審計的發現。Golder Associates的Ross Bertinshaw（首席採礦工程師）及Johan Swart（高級煤炭地質學家）已於6月11至15日期間到訪Moatize的Maputo辦事處及其地盤。Golder Associates的Sue Bonham-Carter（首席採礦工程師）及Al Tatersall（高級工程師）於2010年6月20日在約翰內斯堡辦事處會見Vale的職員以審閱項目的財務資料。

項目是基於一個每年生產26百萬噸ROM的礦場，該等給料輸送到一間加工廠，每年產生約8.5百萬噸的10.5%焦煤及每年2百萬噸的出口熱能煤（27.2 MJ/kg），為期最少35年。

Golder發現煤炭儲量文件及將數據集合至具有理想水平。儲量是建基於兩項主要研究，即2006年BFS(Snowden 2006c)及2009年更新資料（Snowden 2009a及2009b）。除2A外，BFS為全部的採礦分段提供基準。於2009年，該分段的計劃已獲更新，加入了更多的洞穴和更詳盡的規則，並且將會構成初步採礦範圍。

Golder相信，迄今所進行的工作和研究，為儲量提供了充分的支持。

主要問題是此時候缺乏可靠的審計蹤跡。這不是因為未能進行工作或獲得數據，而是因為Moatize處於由Snowden進行可行性研究及實施規劃與及經營規則的過渡性階段，而經營規則已由Moatize的職員駐場接手。

該等駐場人員無疑將於來年重新進行大部分的工作並且希望能夠編製新的儲量，而該個儲量將由他們本身的工作提供充分的文件支持和備份。在工作過程中，他們產生適當的審計蹤跡十分關鍵。

CHPP及其他礦場基礎設施正如火如荼地在興建途中，所以該等範圍的風險正在迅速減少。絕大部分的初步採礦設備已運抵現場，目前正於開挖槽進行作業。

Golder相信，於2009年6月發表及下文提供的儲量（於糾正表格錯誤後）是合理和有利的。

Golder並未對礦產資源量及本報告或其任何附錄內提述的任何礦產資源量、淨現值、成本和價格表達任何意見。Golder已審計煤炭資源量作為這個項目的一部分，並且發現與所估計的煤炭資源量並無重大問題，以及他們是用作確認基本支持性資料，而該等資料對釐定儲量是按照證券交易委員會規則及行業指引第7號而核證是必要的，而任何投資者、分析員或任何公司或人士（與這個特定目的有關係者除外）均不應對其加以考慮或依賴。此項審計的結果載於「Moatize煤炭項目礦產資源量和儲量的外部審計書，報告編號12779-9783-1」的整份報告內。



於2009年6月的煤炭儲量

分段	類別	ROM 煤	ROM 煤	可銷售焦 煤	可銷售焦 煤	可銷售熱能煤	可銷售熱 能煤
		百萬噸 (adb)	百萬噸 (arb)	百萬噸(adb) (10.5%灰份)	百萬噸 (arb)	百萬噸(adb) (27.2 Mj/kg)	百萬噸 (arb)
1	探明	78	82	28	31	7	7
	可能	47	47	16	17	5	5
2A	探明	73	76	25	28	4	4
	可能	115	120	40	44	7	7
3	探明	56	59	15	17	4	4
	可能	4	4	1	1	0	0
4	探明	150	157	54	59	14	15
	可能	41	43	14	15	4	4
6	探明	66	69	18	20	4	4
	可能	325	340	98	107	29	31
總探明儲量		423	443	140	155	33	34
總可能儲量		532	554	169	184	45	47
總儲量		955	997	309	339	78	81
附注	ROM(arb)假設加入水分以使總水分為4.6%						
	焦煤產品(arb)假設加入水分以使總水分為10%						
	熱能煤產品(arb)假設加入水分以使總水分為6%						



目錄

1.0	緒言	1
1.1	項目說明	1
1.2	區域地形及排水	2
1.3	氣候	2
1.4	區域地質	2
1.5	Moatize煤田地質	3
1.5.1	地層	3
1.5.2	侵入	5
1.5.3	構造地質學	5
1.6	歷史	6
2.0	合約詳情	6
2.1	範圍	6
2.1.1	採礦及儲量	7
2.1.2	經濟分析	7
2.1.3	工作計劃	7
2.1.4	報告格式	8
2.2	公開披露和獨立性	8
2.3	報告附注	8
3.0	採礦及儲量	9
3.1	採礦方法評估	12
3.1.1	採礦時間表	12
3.2	岩土工程勘察	14
3.2.1	水管理	14
3.2.2	斜坡	15
3.2.3	廢料堆	15
3.3	礦井設計	16
3.3.1	優化	16
3.3.2	礦井設計參數	19
3.4	採礦設備	21
3.5	採出率	23



3.6	礦山服務.....	26
3.7	煤炭質素.....	27
3.8	礦山復採（可採性）及稀釋.....	28
3.8.1	採礦時間表安排.....	29
3.9	資源轉換為儲量.....	33
3.10	加工.....	35
4.0	經濟分析.....	37
4.1	煤礦年期規劃.....	38
4.2	成本估計（採礦、加工、一般及行政、其他）.....	38
4.3	現金流量模型及敏感度分析.....	38
5.0	結論.....	39
5.1	結論.....	39
表格		
表1	縮略語.....	9
表2	礦井可行性研究所使用礦產資源(Snowden 2006c).....	10
表3	已刊發2006年9月資源.....	11
表4	建議的可行性研究整體坡度.....	15
表5	廢料堆設計參數.....	15
表6	Whittle優化參數.....	17
表7	採礦庫存噸數（礦區32）.....	18
表8	優化礦區噸數（礦區24）.....	18
表9	礦井設計參數.....	19
表10	高礦壁設計參數.....	20
表11	BFS主要生產設備.....	22
表12	2010-2015年設備預算.....	23
表13	礦山年期內煤炭質素.....	28
表14	煤礦年期產量概述.....	32
表15	已刊發2006年和2009年儲量比較.....	33
表16	2006年和修正2009年儲量比較.....	33
表17	按分段對比.....	34
表18	2009年6月的煤炭儲量.....	35
表19	可行性研究 CHPP運營成本.....	37
表20	單位成本的五年概要（美元／噸產品）.....	38



圖表

圖1：Moatize礦場位置.....	1
圖2：區域地質.....	3
圖3：簡化地層柱.....	4
圖4：採礦分段劃分.....	5
圖5：將進行採礦分段的總體佈局.....	11
圖6：礦山年期內BFS焦煤產品.....	13
圖7：BFS熱能煤生產.....	13
圖8：總重大移動（按年）.....	14
圖9：顯示外部堆積區域的整體BFS佈局.....	16
圖10：優化現金流概述.....	18
圖11：35年末BFS礦坑和礦區基礎設施.....	21
圖12：採礦方法.....	22
圖13：廢料移動（平滑）.....	24
圖14：BFS煤礦加速概覽.....	24
圖15：正在建設中的CHPP及礦藏基礎設施.....	27
圖16：分段1所使用調度區塊示例.....	30
圖17：2024年正面位置採樣.....	31
圖18：分段2A的18個月規劃.....	32
圖19：在建加工廠 - 2010年6月.....	37

附錄

附錄A

儲量審計指引

附錄B

2009年6月Moatize煤礦煤炭儲量估計

附錄C

文件限制



1.0 緒言

Vale要求Golder Associates Africa Pty Ltd (Golder)按照適當的國際準則對其位於莫桑比克的Moatize煤炭項目的煤炭儲量進行外部審計。本報告將為Vale申請於香港聯合交易所有限公司上市提供支持。因此，謹此提述交易所上市規則第18章的規定。

1.1 項目說明

Moatize煤礦位於Moatize區內，距莫桑比克西北部Tete City東北約20公里（圖1）。Tete位於贊比西河，一條通往津巴布韋、馬拉維和贊比亞的主要卡車路線。

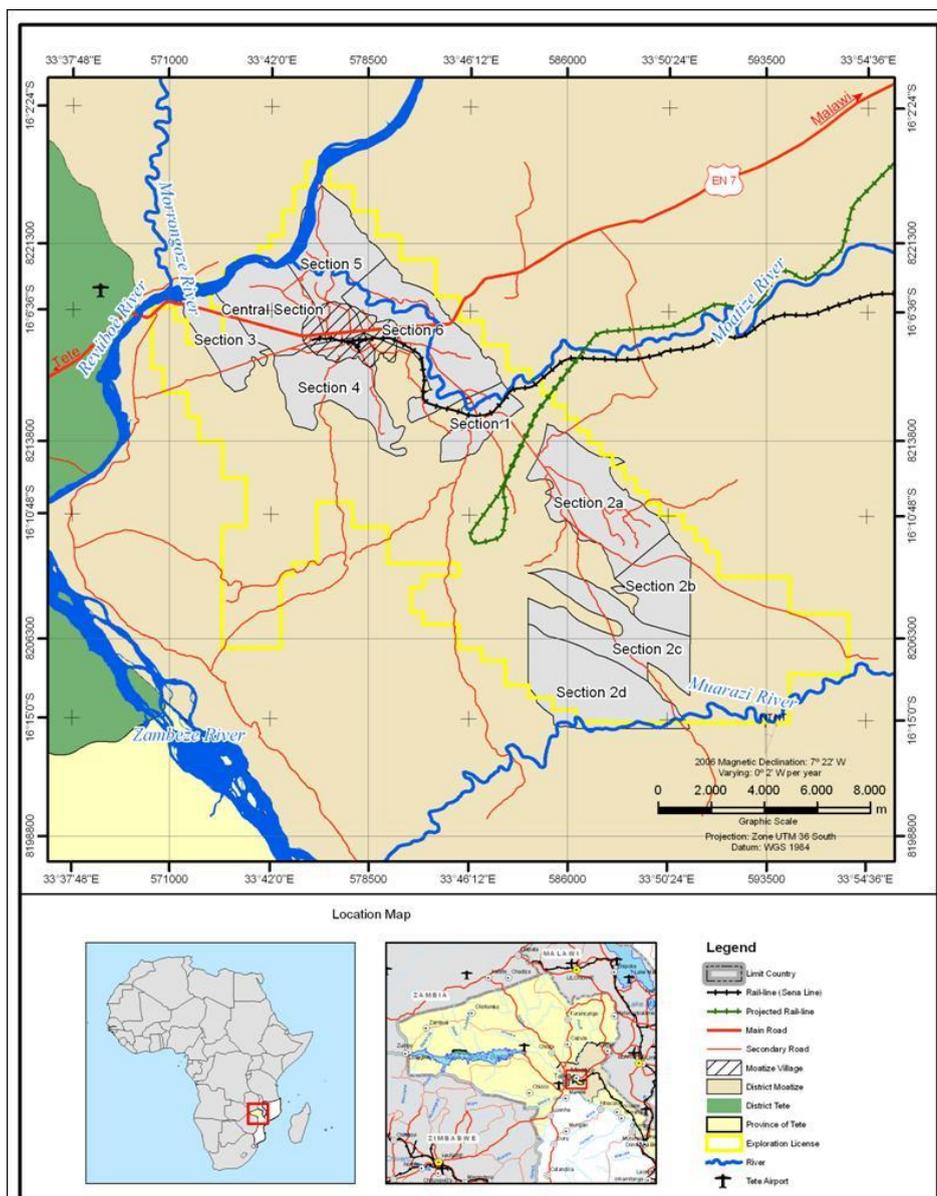


圖1：Moatize礦場位置



項目是基於一個每年生產26百萬噸ROM的礦場，該等給料輸送到一間加工廠，每年產生約8.5百萬噸的10.5%焦煤及每年2百萬噸的出口熱能煤（27.2 MJ/kg），為期最少35年。該礦山是基於從經濟可行性研究（BFS）（Snowden 2006年c）獲取的礦產資源（CVRD 2006年，Snowden 2006b）和礦產儲量以及2009年經更新的分段2A礦井規劃（Snowden 2009a，Snowden 2009b）。本審計是就該項目以及其所依賴的資源和儲量作出，並無任何潛在擴大。

1.2 區域地形及排水

該項目位於Rovubwe和Muarazi河之間，二者均向西南方流向贊比西河。Moatize河是Rovubwe河的主要支流，與Moatize鎮西北交匯。Moatize河將採礦分段1、6和5分開，在與Rovubwe河交匯處附近形成一個深切通道。Moatize河具有季節性，在旱季無地表徑流。Rovubwe河常年有水，惟在延長的乾旱期流量會減少。

1.3 氣候

該地區為亞熱帶半乾旱氣候。氣溫高，蒸發量普遍較大，降水較低。一年中可根據降雨和溫度分為三個季節：

- 炎熱潮濕季節，通常在10月下旬／11月中旬隨夏季降雨而突然開始，於3月中旬／4月逐步結束；
- 涼爽乾燥的冬季，從五月一直延續，直至8月末或9月初氣溫再次急劇上升。最冷時期出現在6月／7月；及
- 炎熱乾燥季節，從9月初一直延續，直至10月下旬／11月中旬降雨終止。

1.4 區域地質

莫桑比克現已發現多處擁有Karoo地層特點的煤礦。其中最大的是中贊比西盆地（3.5萬平方公里），位於Tete鎮東南部，沿贊比西流域延長約150公里。盆地具有不對稱斜向構造，斷層接壤，有多處斜塊，其中沉積物厚度超逾3,000米。Minjova盆地位於Moatize地區，其煤層具有地塹構造。

該項目區域的地質狀況在圖2列示。

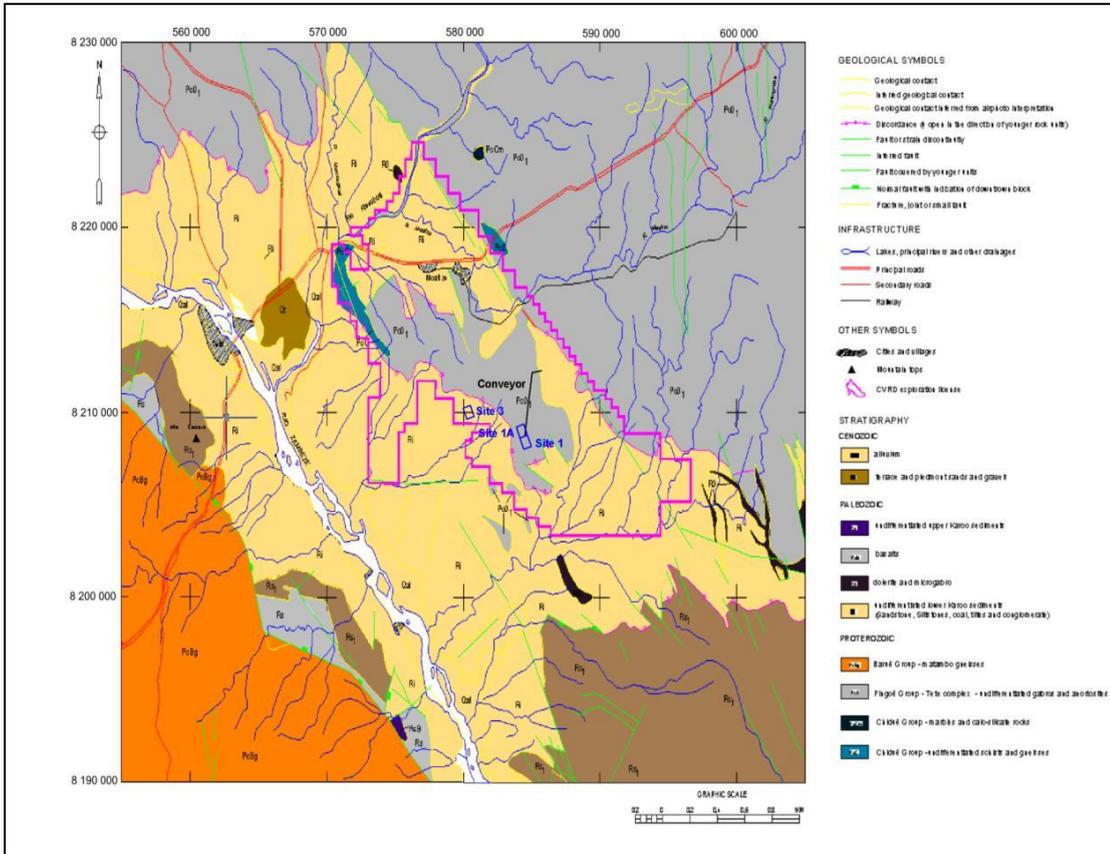


圖2：區域地質

1.5 Moatize煤田地質

1.5.1 地層

Karoo世紀沉積物包括存儲於一個地塹構造盆地的礫岩、砂岩、頁岩和煤層。圖3顯示了一個簡化地層柱。沉積物直接坐落於前寒武紀結晶基底，並已細分（從上到下）為：

- Matinde層
- Serie Produtiva
- 冰磧岩層

Matinde層是Tete/Moatize區域最主要的Karoo層，包括統一的系列粗岩、高度緊湊交叉的層狀砂岩以及本地發達的礫岩。薄而高的灰煤和碳質頁岩間歇性環繞整個Matinde層，但不具備經濟價值。

在Moatize-Minjova盆地，具有重大經濟意義的煤層僅間歇性存在於Serie Produtiva內總厚度為317米的地層中。其包括一層頁岩、泥岩和粉砂岩，夾雜煤層和碳頁岩。沉積物在穩定的條件及緩慢下沉的情況下在堆積為三角洲地況。煤炭包含在6個多煤層含煤區，該等地層從已知的最古老至最年輕的分別為：

- Andre (±1.5米)。



Grand Falesia (±11米)。

中間層 (±9米)。

Bananeiras (±40米)。

Chipanga (±35米)。

Souza Pinto (±13米)。

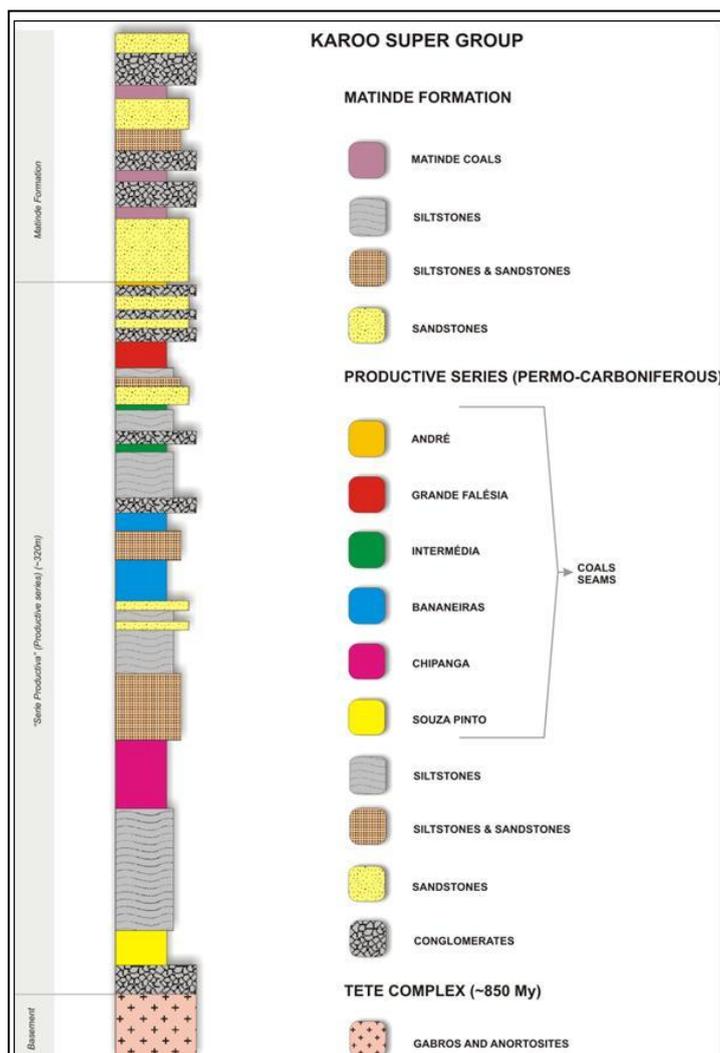


圖3：簡化地層柱

地層包括亮煤（以鏡質組為主，與沉降碎屑煤交替）、炭質頁岩和頁岩。在Chipanga地層的頁岩對煤的比率為60/40。

Chipanga地層在經濟上是最重要的煤炭地層，因為其更厚和橫向更廣，所以儲量最大。

冰磧層構成該區域Karoo的基底系列，並與南非的Dwyka系列相關聯。其厚度受到Karoo前地形的控制，從少於10米到130米不等。它是河湖冰期的起源，包括冰磧岩、水紋頁岩及循環冰川物質。



Soco Cristalino基底是非洲大陸盾的家族成員之一，隱藏在Karoo沉積物內部，並形成於圍繞Minjova盆地的地表。在贊比西盆地中部，結晶岩與莫桑比克體系、Tete Gabbro-Diorite堆積物及酸性侵入岩關聯。

1.5.2 侵入

侏羅紀時代粒玄侵入物已經大量佈設於主要斷裂帶，與東非新生代裂谷系統為同時代形成。次垂直岩脈為主（除50米厚的橫跨盆地中部的「大粒玄岩脈」外），岩脈平均厚度為10米。粒玄岩床仍然十分罕見。

1.5.3 構造地質學

Moatize-Minjova煤層盆地是一個為西北 – 東南走向的地塹，長20公里，寬7公里，與贊比西流域延伸區相聯。地塹以正斷層為界，相隔500米至800米之間，以厚的斷層礫岩為特點。

至少有兩個階段的正斷層存在。第一個走向西北 – 東南和東北 – 西南導致盆地分解成幾個獨立的沉積中心，也用於確定煤田分段之間的界限。這些歲月較久的分段邊界斷層通常擁有高達100米的位移。有六個採礦分段獲認可，編號為1到6（圖4）。

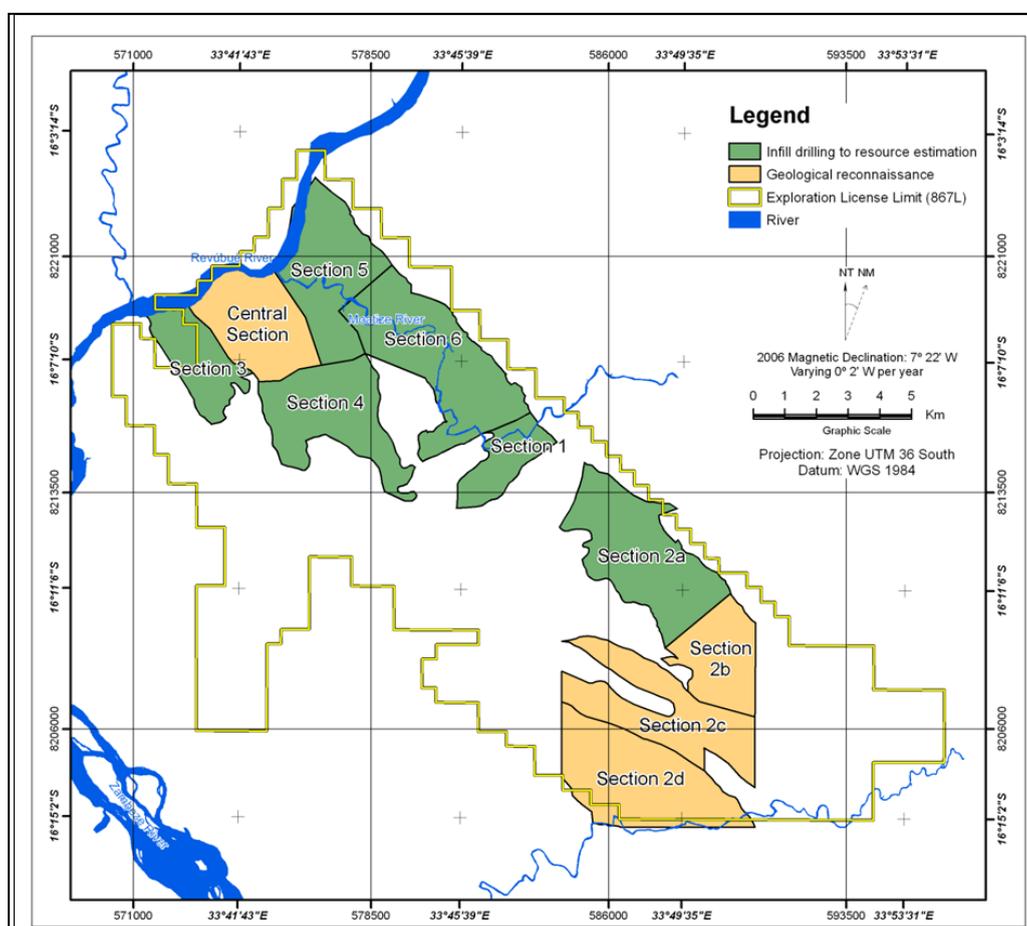


圖4：採礦分段劃分



在盆地北部的斷層很容易識別。在現有開採分段6中該等斷層的平均傾角為向西45°。在盆地南部，斷層痕跡更難以界定，而且往往包括雁列結構，向東北部傾角70-80°。

在擁有西北偏北-東南偏南／東北偏北-西南偏南走向的後期斷層的各個分段擁有10米至25米的位移。當斷層位移超過25米，其勾畫出各個分段的區塊，而倘若位移小於25米，其將勾畫次區塊。較小的位移往往表現為幾個雁列斷層的垂直位移，介於2米至5米之間。

在分段6的現有地下開採中，該等小型斷層往往傾角為60至70°，發生頻率為每50米岩面出現一次斷層。

沿斷層移動通常是沉積塊，因此導致煤炭地層傾角從附近橫向變化為10-25°。傾斜也造成廣泛不對稱向斜和當地駐留背斜的成型。

主要斷裂區一直是侵入物的首選地區。侵入物在盆地南部更普遍，因為它在構造上比北部地區更不穩定。

最近發生的兩次地震和建議礦址有一定合理距離，而贊比西流域是一個已知的地震活躍區。

1.6 歷史

Moatize煤田自19世紀以來一直採用地下方法進行開採。在規劃煤田的開發以進行大規模經營可能在1978-1982年期間才剛開始，當時蘇聯和德國的技術專家已鑽出10萬米的洞。

在1990/91年，MIREME（莫桑比克礦業部）、CVRD及Trans-Natal Coal組建的一家合營企業對一個綜合礦山、鐵路和港口項目進行了融資可行性研究。其包括一個露天煤礦，年產22百萬噸ROM，每年可生產6.7百萬噸焦化煤和2.3百萬噸熱能煤。

在1991/92年度，Trans-Natal Coal（Ingwe）鑽出另一個3,700米的洞，並修改了原合營企業研究。

1998年，Druiker和JCI在分段1和2A鑽出4,300米的洞。

2004年，莫桑比克通過由世界銀行運行的競價系統拍賣該煤田。2004年11月，CVRD中標，並開始進行一項可行性研究。

作為可行性研究的一部分，進行了一項勘探計劃，以確認項目在25年中採用露天開採法年產26百萬噸ROM的噸數和級別（焦煤產品質素為10.5%灰份）。

作為該進程的一部份，2006年已編制和刊發一項資源估計（Snowden 2006a，Snowden 2006b）。該礦產資源和模式已成為未來所有礦山規劃和儲量估計的基礎。最新的存量估計是Snowden 2009b。因此，該等為Golder目前就該項目正在審計的礦產資源和儲量估計。

2.0 合約詳情

2.1 範圍

Golder並未對礦產資源量及本報告或其任何附錄內提述的任何礦產資源量、淨現值、成本和價格表達任何意見。Golder已審計煤炭資源量作為這個項目的一部分，並且發現與所估計的煤炭資源量並無重大問題，以及他們是用作確認基本支持性資料，而該等資料對釐定儲量是按照證券交易委員會規則及行業指引第7號而核證是必要的，而任何投資者、分析員或任何公司或人士（與這個特定目的有關係者除外）均不應對其加以考慮或依賴。此項審計的結果載於「Moatize煤炭項目礦產資源量和儲量的外部審計書，報告編號12779-9783-1」的整份報告內。



根據先前經驗，在為Vale進行審計時採用下列審計水平：

致命缺陷：進行足夠水平的審查，以確定是否存在對項目致命的因素。Golder認為其將需要現場檢查、與現場人員討論，並提出我們對該問題的意見。這種觀點並未受到對預期成本或風險的任何定量估計的支持。

盡職審查：進行足夠詳情的審查，以識別和評估對項目或經營的財務成果屬重大的因素的意義。其要求審查Vale提交的數據，獨立核查數據選擇，並由Golder作出可能對項目財務或運營所造成影響的預測以作為敏感度估計（預期向Golder所遞交財務數據的部分參數的變動 $\pm\%$ ）

綜合審計：進行足夠詳情的審查，以證實證明資料、所使用驗證方法的準確性，或獨立驗證關鍵步驟及估計。Golder認為這是一個非常全面的過程，包括獨立驗證或重新預測對估計至關重要的部分。我們已給予更多時間，並集中審計該等事項，以確保符合第18章向香港聯交所遞交文件的要求。

以下是對具有相關審計水平的主要審計項目的概述。

2.1.1 採礦及儲量

- 採礦評估方法（綜合審計）。
- 岩土工程勘察（盡職審查）。
- 採礦設備（盡職審查）。
- 採出率（綜合審計）。
- 礦山服務（致命缺陷）。
- 級別控制（礦石化學控制） - （致命缺陷）。
- 礦山復採（可開採）和稀釋（盡職審查）。
- 資源轉換為儲量（盡職審查）。
- 加工（盡職審查）。

2.1.2 經濟分析

- 礦山規劃年期 - （盡職審查）。
- 成本估計（採礦、加工、一般及行政、其他） - （盡職審查）。
- 現金流量模型及敏感度分析 - （盡職審查）。
- 技術或其他風險。

2.1.3 工作計劃

該項工作由以下團隊進行：

- Ross Bertinshaw - Golder Associates - 負責人（採礦工程師）
- Johan Swart - Golder Associates - 首席地質學家
- Sue Bonham-Carter - Golder Associates - 合夥人（採礦工程師）



■ Alan Tattersall – Golder Associates – 高級採礦工程師

Ross Bertinshaw和Johan Swart已於6月11日至13日參觀Vale設在Maputo的辦事處，並於6月14日和15日考察位於Moatize的煤礦，以收集數據，並察看礦址的實際建設進展和發展情況。

當時討論是在以下人士之間進行：

- Josh Preston – 遠期規劃經理 – Vale Australia。
- Daniel Travassos – 地質學家 – Vale全球勘探及項目開發。
- Leonardo Ramos – 採礦工程師 – Vale（擴建項目）。
- Cezar Medina – 擴建項目Moatize Vale。
- Edison Petter – CHPP營運經理。
- Reinaldo Goncalves – 礦井規劃和地質經理。
- Leonardo Xerinda – 高級地質學家。
- Leon Hendrikz – 技術市場經理。

Sue Bonham-Carter和Alan Tattersall於6月21日在約翰內斯堡和以下人士進行討論：

- Joao Sichieri – 公司財務經理。

2.1.4 報告格式

在本報告中，結論是以**粗斜體**列出，並在第5.0節進行整理。

2.2 公開披露和獨立性

我們聲明，就本審計而言，Golder團隊可被視為一位獨立第三方。擬議的人員並未參與Moatize資源或儲量的生產。我們注意到，Golder一直參與Moatize煤炭項目，並一直擔當諮詢工程師職務，目前正在現場進行地面工程研究。

2.3 報告附注

本報告常用縮略語於表1中總結。坐標為WGS 1984 UTM Zone 36 South。

所有貨幣以美元計值，除非另有說明。

Vale和CRVD的名稱將在整個報告中交替使用。



表1：縮略語

adb	空氣乾燥基準
arb	收到基準
asb	抽樣基準（同arb）
bcm	經濟立方米
BD	總體密度
BFS	融資可行性研究
CHPP	煤炭處理與加工工廠
CVRD	Companhia Vale do Rio Doce
DCF	折現現金流
DTM	數字地形模型
EESJV	ELB、Sedgeman及Semane的合營企業
FC	固定碳
FOB	離岸價
FS	可行性研究
FSI	自由膨脹指數（同坩堝膨脹指數）
Golder	Golder Associates Pty Ltd
GPS	全球定位系統
JORC	聯合礦石儲量委員會
kt	千噸
MARC	維護和修理合同
MJ/kg	兆焦耳／公斤
Mt	百萬噸
OEM	原始設備製造商
Mt/a	百萬噸／年
PFS	可行性研究前
QAQC	質素保證與質素控制
RDMZ	Rio Doce Mocambique（CVRD的附屬公司）
ROM	原礦
SMU	選擇性採礦單位
t	噸
UTM	通用橫軸墨卡托
Vale	Vale
VM	揮發性物質
WGS 1984	世界電網系統 1984年版

3.0 採礦及儲量

儲量依據的礦山規劃一直主要由Snowden進行，從原可行性研究至實施計劃。只有現在是Vale接管實際規劃工作，因為操作已進入運營階段。這意味著缺乏一個良好的審計蹤跡，原因是沒有一位現場人員完全了解從各種模式獲得的噸數和級別。

Golder在證實BFS儲量與那些目前現場正在使用的儲量時發現，二者並無明確的審計路徑。



Golder（礦斜坡，水文）和URS（水管理）等其他顧問一直參與為該項工作提供諮詢。Snowden及所有其他顧問有能力、經驗豐富及信譽卓著。

儲量（其中最新的是Snowden(2009b)，已附於附錄B）乃基於：

- Snowden作出的礦井可行性研究(Snowden 2006c)。
- 採用加密鑽井對分段2A的更新，以及在該分段重做地質模型的經驗(Snowden 2009a)。

分段2A更新從本質上尚未改變其他工作，因此2006年BFS研究依然是數據的主要來源。

2006年儲量是基於下表2所示探明和推定資源（來自Snowden(2006d)）。該等資源略少於表3所示於9月份刊發的資源(Snowden 2006b)。

其主要區別在於Sousa Pinto地層，就此9月資源包含約1.25億噸以上。

這是典型的可行性研究，其中礦井規劃必須以較早版本的地質模型進行，以達到所需時間框架。

Golder並不認為這會影響報告儲量。

表2：礦井可行性研究所使用礦產資源 (Snowden 2006c)

地層	RD ² (g/cm ³)	TTIS ³ (百萬噸)	地質損失 ⁴ %	先前開採 ⁵ (百萬噸)	MTIS ⁶ (百萬噸)
Grande Falésia	1.75	54.7	2	0	53.6
中間層	1.73	94.3	2	0	92.4
Bananeiras	1.69	303.4	2	0	297.3
Chipanga上部	1.69	527.9	2	0	517.3
Chipanga中部	1.77	82.0	2	0	80.4
Chipanga下部	1.64	446.7	2	29.75	408.0
Sousa Pinto	1.94	429.4	2	0	420.8
合計	1.74	1938.2	2	29.75	1,869.7



表3：已刊發2006年9月資源

地層	RD ² (g/cm ³)	TTIS ³ (百萬噸)	地質損失 ⁴ %	先前開採 ⁵ (百萬噸)	MTIS ⁶ (百萬噸)
Grande Falésia	1.76	56.4	2	0	55.3
中間層	1.76	96.1	2	0	94.1
Bananeiras	1.69	303.5	2	0	297.5
Chipanga上部	1.69	530.8	2	0	520.2
Chipanga中部	1.77	84.3	2	0	82.6
Chipanga下部	1.64	455.4	2	29.8	416.7
Souza Pinto	1.96	556.9	2	0	545.7
合計	1.76	2083.4	2	29.8	2011.8

1-面積以公頃計

2-實驗室測定的空氣乾燥原料相對密度

3-原來位置總噸數 (以百萬噸計)

4-由於岩脈和小型斷層造成百分比內部地質損失

5-先前開採的Chipanga下部地層礦物 (以百萬噸計)

6-原來位置可開採噸數，即TTIS減地質損失和開採損失

包含儲量的分段佈局如圖5所示。

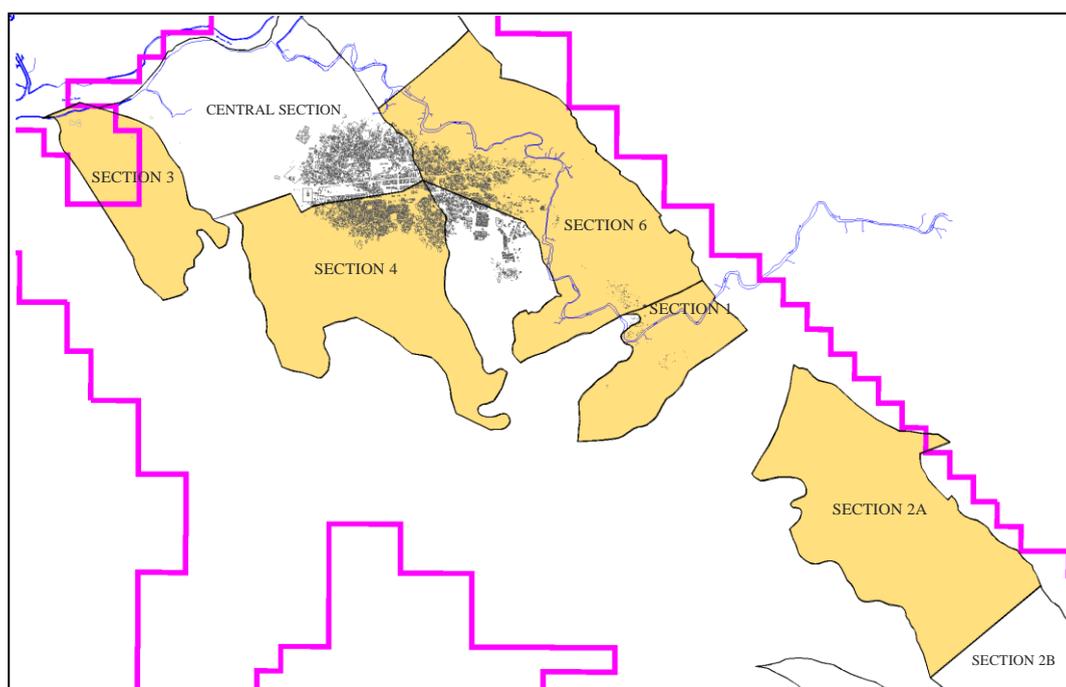


圖5：將進行採礦分段的總體佈局

分段1最小，被Moatize河蜿蜒穿過。Chipanga地層下部的分段1有部分舊的礦物。

分段2A主要是地勢低窪而平坦，無先前礦物。



分段3位於特許區域西部邊緣，地勢低窪而相對平緩。

分段4是位於Moatize村南部。

分段6位於中部，位於特許區域東北部，起伏明顯。Moatize河流經該分段中部區域，該河大部分季節乾枯，但於濕季具有相當大的水流。

分段5被省略，原因是其北向靠近Moatize河，並且分段內存在岩脈和斷層，因此並不確定是否存在潛在地下水流經。

3.1 採礦方法評估

所選採礦方法是使用大型露天礦山開採卡車／挖斗機系統，以開採Moatize礦藏。基本生產率為年產26百萬噸ROM，並運至加工廠，可年產52 Mbcm主要廢料，平均剝採比率為1.95 bcm／噸ROM(arb)。平均重大移動為71 Mbcm／年，使Moatize具有高產量採礦運營。

在PFS期間，Snowden已對去除覆岩層調查兩種可能的採礦系統。

- 拉索挖掘機。
- 卡車／挖斗機。

拉索挖掘機方案被否決，原因是缺乏可用的技術人員、高資本及地層幾何形態不適合拉索挖掘機運作。

Golder同意選擇卡車／挖斗機系統。

採礦系統採用一個230噸卡車(Cat793)車隊和四個大型液壓挖掘機（日立EX5500）裝貨。可行性研究初始假設使用電動繩挖斗機處理廢料及使用液壓挖掘機處理煤。使用相同機構處理煤和廢料開採可簡化培訓和維護。

煤炭將被拖運至位於ROM堆的主破碎機，從該處由傳送帶運至選煤和輸煤廠(CHPP)。

採礦車隊也將負責運回工廠拒收的粗糙尾礦至礦區的採空區域。

3.1.1 採礦時間表

進行礦井調度乃使用XPAC軟件以及從地質模型和礦井設計獲得的數據。

採礦時間表的主要目標生產率是年產26百萬噸(arb)ROM。實現生產需要4.5年。預計該礦產最低年期約為35年。

就ROM生產而言，CHPP被規劃生產兩種產品：

- 優質冶金煤（焦化），10.5%灰份。
- 出口熱能煤，內部能量達27.2MJ/kg。

當前生產時間表顯示出自2010年7月開始剝離的廢料。這是2009年開始日期（在以下BFS列表顯示）的延續。該時間表乃基於2010年預算，並於2015年末可逐步實現滿負荷生產（26百萬噸／年）。2010年預算更新僅限於煤礦年期第1至5年，而第5至35年仍然列於BFS。該時間表說明從全球角度而言，礦井規劃可行，而目標（由Vale制定）均處於煤炭資源和採礦方法的產能之內。



Golder認為調度參數和進度十分進取但可以實現。

CHPP和礦藏有能力生產不同質素的产品，例如擁有較高產量的低質熱能煤，可供應當地一座電站。

圖6和圖7顯示在礦井年期中BFS焦煤和熱能煤項目噸數以及支撐其的地層。

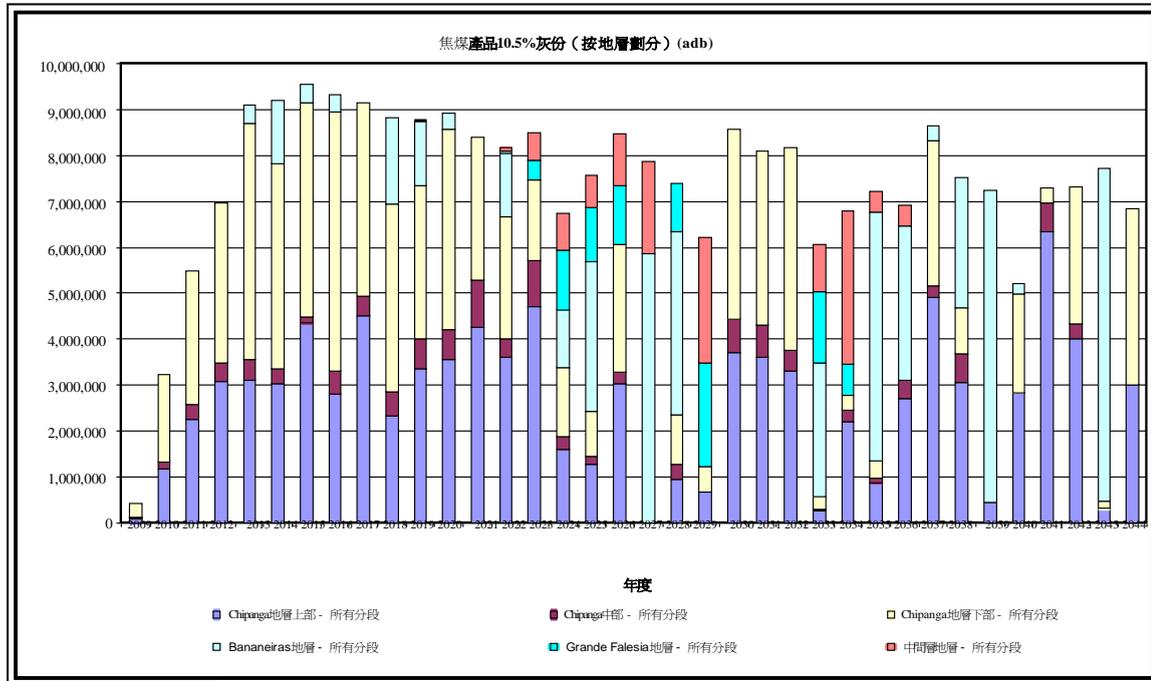


圖6：礦山年期中BFS焦煤產品

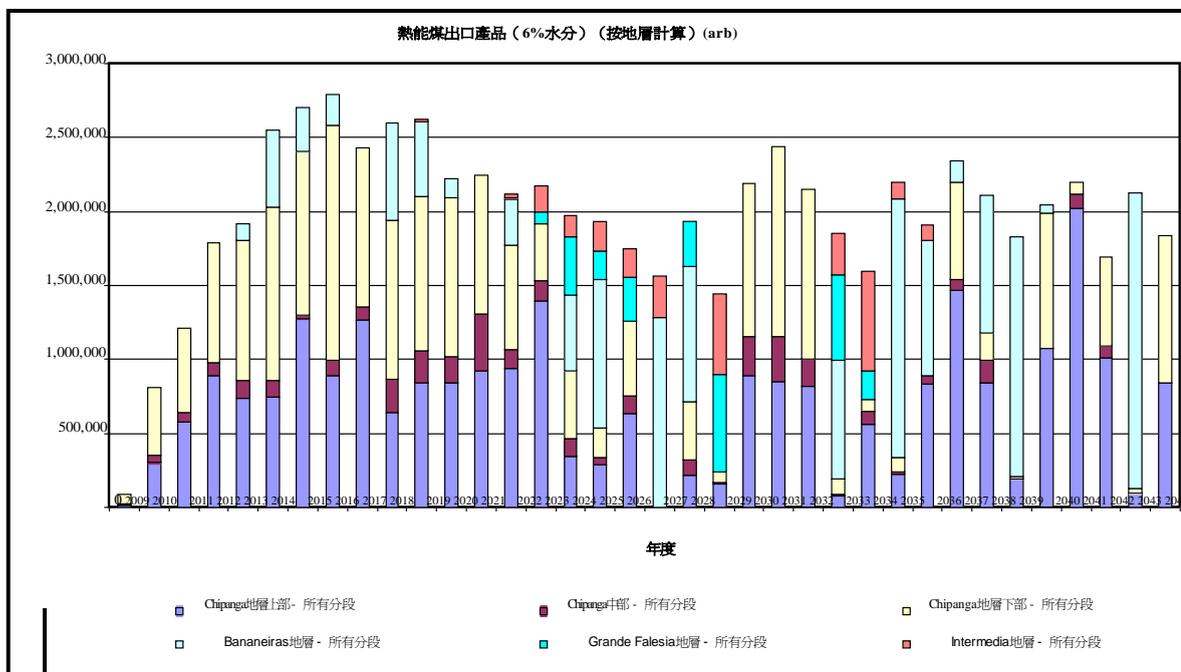


圖7：BFS熱能煤生產



圖8列示每年重大移動總數，平均為每年71 Mbcm，但可達至每年110 Mbcm以上。這在任何方面均為一項重大移動。

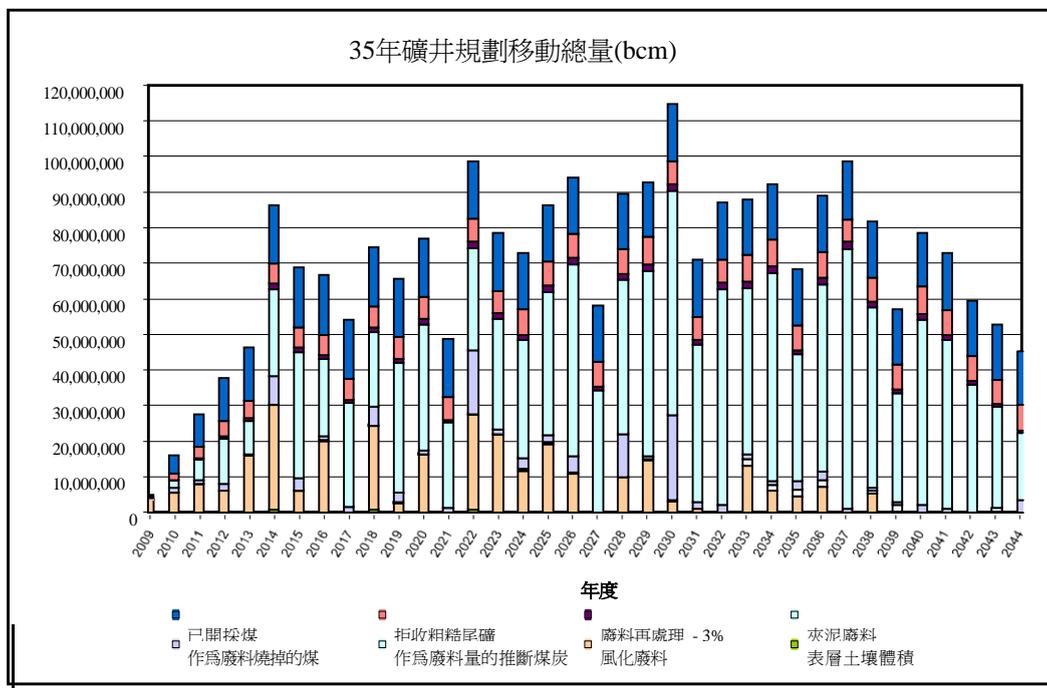


圖8：總重大移動（按年）

3.2 岩土工程勘察

3.2.1 水管理

所建議礦井開發對地表水的主要影響將是中斷現有地表水流動形態，並可能降低地表水徑流量及下游環境質素。

該區域的年平均降雨量為640毫米，主要發生在11月至4月的較短期間。Snowden已選出每年有15天期間因降雨而暫停操作。

岩含水層流入物預計較低。然而，河流沖積物的決口會產生大量流入。通過導流消除基流這一方法可以大大減少在任何情況下的該等流動。然而，沿Moatize河的沖積層需在開採之前脫水，以防止流入露天礦區。

基本的水管理策略是：

- 堅決控制地表水。
- 引導上游流量，倘不可能，進入礦區的水將用於加工用途。
- 利用拋石墊減緩和分散流動。
- 礦區內水將通過沉澱池處理。
- 回填礦區使用廢料或加工廠拒收的粗糙尾礦。
- 污水坑處理降雨產生的徑流。



Golder認為該項水資源管理策略就本操作而言屬適當。

3.2.2 斜坡

Golder 從2005年開始已進行一系列岩土調查。表4給出建議整體坡度(Golder 2006 a)。

表4：建議的可行性研究整體坡度

分段	最大礦區深度 (米)	OSA
2A	140	55°
1 (西部)	120	50°
1 (東部)	100	63°
4	120	49°
6	170	40°
6	100	51°
3	110	46°

Golder已審查所提供的礦山設計(july2008_pitdesigns.dxf)，以確認礦區設計坡度遵循上述建議。牆設計普遍達到或低於表2所示整體坡度。討論詳情載於第3.3節。

3.2.3 廢料堆

表5列出為分段2A規劃制定的最新廢料堆設計參數(Snowden 2007)。這是基於假設拒收50%粗糙尾礦以確保岩土穩定和易於復墾。

廢料堆設計參數合理，Golder支持其使用。

圖9顯示外部傾倒在採礦區域的位置。每個分段均需要外部堆積，直至在礦區地面開挖一個足夠大的空地。在可以進行礦區內堆積之前，拒收的粗糙尾礦將需要放在礦區廢料中，以減少酸性礦山排水的風險。

表5：廢料堆設計參數

廢料堆	礦區內	礦區外
整體坡度	25°	14°
上升高度	20米	20米
上升Batter角度	37°	37°
Berm寬度	20.4米	54米

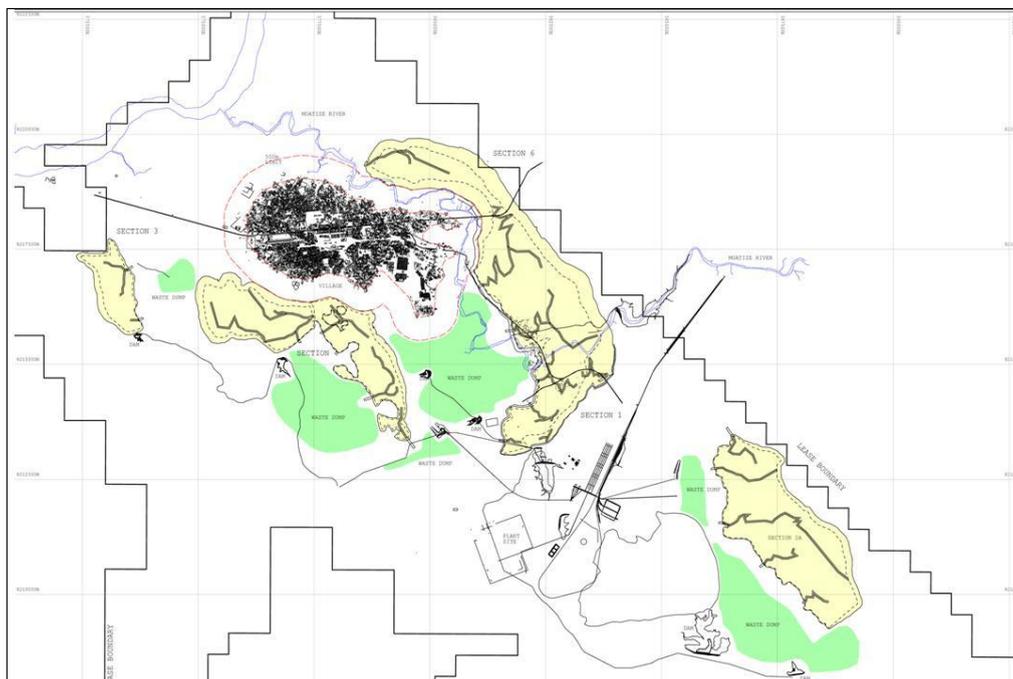


圖9：顯示外部堆積區域的整體BFS佈局

Snowden報告顯示出有能力在首個4.5年中處理堆積。

Golder認為並無特別原因導致礦區內和礦區外混合堆積不能用於處理所有分段的廢料以及選礦廠拒收的粗糙尾礦。

3.3 礦井設計

使用行業標準軟件「Whittle 4X」進行露天礦區一系列優化作為可行性研究的一部分已開始進行。這旨在找到合適的礦區概述，其中包括35年生產及給予最大價值。

3.3.1 優化

一項正規模型已從地質變量高度模式創建，用於優化進程。該模型包含煤炭和廢石類型，控制坡度的分段代碼，以及生產焦化和熱產品的質量變量。

優化中僅可使用探明和推定資源。

表6總結了BFS 2006年混合焦煤和熱能煤優化以及2009年分段2A更新的主要參數。2010年預算估計已列入比較程序。

除模型中已包含者外，還加入使用95%開採回收率而無多餘稀釋。

開採成本0.88美元／噸適用於所有物料。煤炭加工成本為2.37美元／噸ROM（包括洗滌、增量礦石運輸以及拒收物料拖回）。



表6：Whittle優化參數

研究年度	2006年	2009年（分段2A）	2010-2015年預算
礦山年期	35	35	35
採礦回收(%)	95	95	94
稀釋(%)	0	0	0
採礦成本（美元／噸）	0.88	1.09	2.12
加工成本（美元／噸ROM）	2.37	4.81	4.66
鐵路（美元／噸產品）	8.50	15.43	31.64（港口、鐵路 及管理費用總額）
港口（美元／噸產品）	1.25	9.87	
管理 @ 5%（美元／噸產品）	0.36	2.53	
焦煤（10.5%灰份）價格（美元／噸 FOB）	57	82.37	199.43
出口熱能煤（27.5 MJ/kg）（美元／噸 FOB）	24	45.15	54.21
國內熱能煤（美元／噸）		12.24	12.60
生產率（百萬噸／年）	25	26	26
折現率（%）	15	15	12

以下顯示對10.5%焦煤和27.5 MJ/kg熱能煤的優化結果（已移除分段5）（圖10、表7及表8）。

最佳礦區被定義為提供75%最佳礦井價值的礦區。開採存貨礦區遠高於此，略低於75%礦區價值，而大大低於最低礦井價值。

最終礦井是通過尋找可提供35年生產（875百萬噸）的殼層選擇。

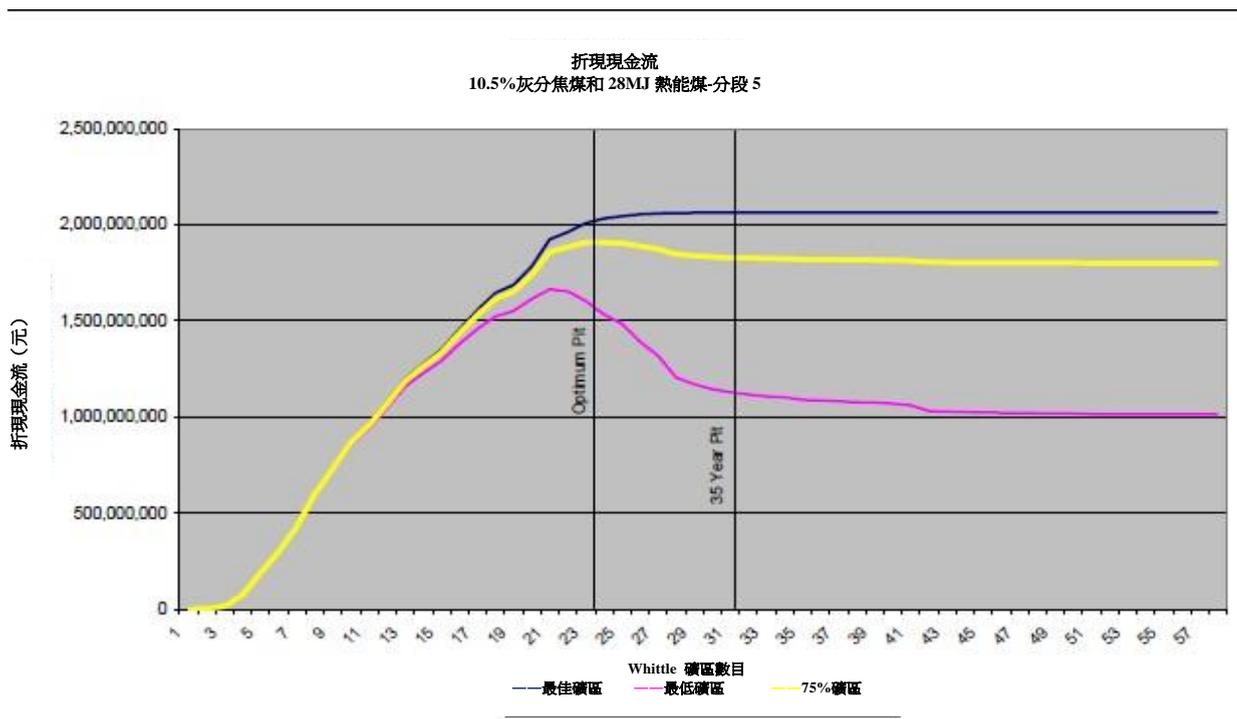


圖10：優化產生的現金流概述

表7顯示於選定殼層的煤炭，並略小於規定的875百萬噸。選定礦區殼層在礦井設計軟件中被擴大，以實現規定年期所需額度。

表7：採礦庫存噸數（礦區32）

區域	原來位置 百萬噸	焦煤產品 百萬噸	熱能煤產品 百萬噸	總產品 百萬噸
1	103.9	37.3	18.2	55.6
2	177.5	65.9	31.1	97.0
3	17.2	3.7	1.5	5.1
4	162.7	53.5	24.4	77.9
6	386.0	115.2	41.3	156.5
合計	847.2	275.5	116.5	392.0

表8：優化礦區噸數（礦區24）

區域	原來位置 百萬噸	焦煤產品 百萬噸	熱能煤產品 百萬噸	總產品 百萬噸
1	73.6	27.1	12.8	39.9
2	107.0	42.2	19.2	61.4
3	13.6	3.1	1.3	4.4
4	123.2	42.6	20.0	62.7
6	206.3	66.2	22.8	89.0
合計	523.7	181.3	76.1	257.4

自2006年以來並未對整個礦藏重新進行優化，因此問題是他們是否仍然穩健。2006年優化、2010年預算成本及產品價格比較如下：



- 採礦成本已增加2.4倍（從0.88美元／噸升至2.12美元／噸礦產）。
- 加工成本已增加2.0倍（從2.37美元／噸升至4.66美元／噸ROM）。
- 鐵路、港口及OH成本已增加3.1倍（從10.11美元／噸升至31.64／噸產品）。
- 焦煤價格已增加3.5倍（從57美元／噸升至199／噸焦煤）。
- 熱能煤價格已增加2.3倍（從24／噸升至54／噸熱能煤）。

如圖所示，收入至少跟上成本並有可能增加速度超過成本。這表明2006年優化和選定的礦區仍然適合作為煤礦年期規劃和礦產資源的基準。

3.3.2 礦井設計參數

表9已列出基本礦井設計參數。

表9：礦井設計參數

設計參數	參數
開挖槽寬度（米）	150
清除寬度（米）	150
區塊長度（米）	300
開挖槽低牆和高礦壁角度（度）	63
廢料高礦壁角度	請見下文
自然破壞角度（度）	35
整體傾倒角度（度）	25°（礦區內）或14°（礦區外）
最大傾倒高度	40米
最大傾倒高度ASL或RL	填充自然地形，向外排水
廢料密度	2.3或根據模型確定
廢料膨脹	25%
煤炭膨脹	30%
最終傾倒膨脹	20%
廢料最低採礦厚度	0.5毫米
粗齒推土機（煤炭和廢料） – D&B限制	3米
最終清除廢料底部寬度	100米

這些礦井設計參數是合理的行業標準，Golder同意其使用。

表10已列出高礦壁設計參數。整體坡度被視為合理。



表10：高礦壁設計參數

分段	坡數	Batter角度 (度)	斜坡高度 (米)	Berm寬度 (m)	目標整體坡度 (度)
1	1-變量	63	40	13.2	50
	最終	63	40	6.6	50
2A	1-變量	63	40	7.6	55
	最終	63	40	3.1	55
3	1-變量	63	40	18.3	46
	最終	63	40	9.1	46
4	1-變量	63	40	14.4	49
	最終	63	40	7.2	49
6	1-變量	63	40	27.3	40
	最終	63	40	13.6	40

分段1、2A、3、4及6的設計已完成。移除分段5是由於不確定斷層滲水和附近河流的沖積物。

Golder 認為牆體設計對研究水平屬適當。

設計中考慮的另一個制約因素是在Moatize村的郊區和分段4和6的礦區之間建設一個500米的安全區。

倘僅以設計線為準，則有可能超過急性礦區邊角 - 兩個斜坡的交匯處將比規定的更加平緩以接收底部的物料。考慮在設計上增加一個面，以「填補」一些設計的角落，從而減少廢料剝採。

露天礦未開採工作面與第1或6段的地下礦內巷道相交可能需要收窄傾斜的角度。

礦場計劃有大量機會可以改善高礦壁的表演，因為採礦剝採和中期高礦壁正在構造中。

圖11已列出在35年末BFS礦場的基礎設施和礦區佈局。



圖12：採礦方法

表11已列示在礦產年期內BFS的主要設備車隊。廢料和煤炭拖運是由240噸級卡車（如BFS計劃）承擔。目前現場正在使用十輛240噸Caterpillar 793D卡車，隨著產量的提升將有更多卡車加入，至2014年末總數達到29輛。BFS最大卡車數量達到92輛（240噸），另加19輛（150噸）托運拒收物料。

表11：BFS主要生產設備

設備類別	單位數目						
	2009-2014	2015-2019	2020-2024	2025-2029	2030-2034	2035-2039	2040-2044
43立方米電動繩挖斗機	2	2	3	3	3	3	2
26立方米液壓式反鏟挖掘機	2	3	3	4	4	4	3
19立方米輪式裝載機	3	4	5	6	4	4	3
230噸的運輸卡車 - 廢料	22	33	31	42	65	67	58
230噸運輸卡車 - 煤炭	14	18	21	22	22	25	27
150噸運輸卡車 - 拒收物料	3	15	18	19	19	19	18
灑水車	5	7	7	9	9	9	9
鑽孔機-直徑311毫米	1	1	2	3	3	2	2
鑽孔機-直徑270毫米	1	1	2	2	2	2	2
575千瓦履帶式推土機	9	13	14	17	17	17	10
輪式推土機	5	7	7	9	9	9	7
平地機	5	7	7	9	9	9	7

表12已列示實際所購設備。採礦設備是從主要設備供應商（Caterpillar、Atlas Copco、Marathon LeTourneau及日立）購買的大型卡車和挖斗機。已直接與OEM磋商MARC合約，以維護和修理設備。



Golder認為這些是來自優等供應商的全行業標準設備，在設備選擇上並無特別問題。

Golder已查閱可證明規劃的BFS主要生產設備的詳細設備生產力計算方法，認為計算方法就設備和成本所使用的假設和預測合理。

表12：2010-2015年設備預算

設備	製造商	型號	產能／功率	設備數目					合計
				2010	2011	2012	2013	2014	
卡車	Caterpillar	793D	240噸	10		6	8	5	29
灑水車	Caterpillar	777 WT	85立方米	2					2
挖掘機	日立	EX5500	29立方米	2		1	1		4
裝載機	Letourneau	L1850 *	42.6噸	2	1				3
裝載機	Letourneau	L950	24.5噸	1					1
推土機	Caterpillar	D10T	646 hp	3	2	1			6
推土機	Caterpillar	D11T	935 hp	2	1			2	5
平地機	Caterpillar	16M	297 hp	3		1	1		5
輪式推土機	Caterpillar	854K	904 hp	1		1	1		3
鑽孔機	Atlas Copco	PV275	Ø 270毫米	2		1			3

運輸車和挖掘機車隊已經較BFS提議修改。BFS時間表顯示2014年末前36輛 × 230噸卡車，外加3輛 × 150噸卡車運輸拒收物料。就挖掘機而言，BFS時間表顯示2輛 × 43立方米挖斗機，外加2輛 × 26立方米挖掘機。

當前2010 – 2015年預算表顯示在2014年加速期末為29輛 × 240噸運輸卡車和4輛 × 29立方米挖掘機。Vale已向Golder提供運輸卡車和挖掘機的生產率計算方法，以支持其修訂車隊的要求。計算方法與行業標準方法一致，並根據合理的第一原則制定，如運輸速度、挖掘機生產率、設備可用性和效率假設。其還允許在挖掘機生產率下降時進行有規模的一年期訓練。

礦山年期後段需要的卡車數量巨大，礦區有可能使用較大的單位（300噸）和移動式破碎機和輸送機。現有礦山服務專用於使用300噸單位，因此煤礦基礎設施不會帶來限制。

選擇的採礦方法和設備適合礦藏和規劃的經營規模。

3.5 採出率

BFS顯示4.5年加速期方可進行全面生產（圖13和圖14）。2010-2015年財政預算增加已被修訂，以實現BFS中於2016年前全面投產，因為2010年已延時啟動。2016年以後的採出率並未被修改。

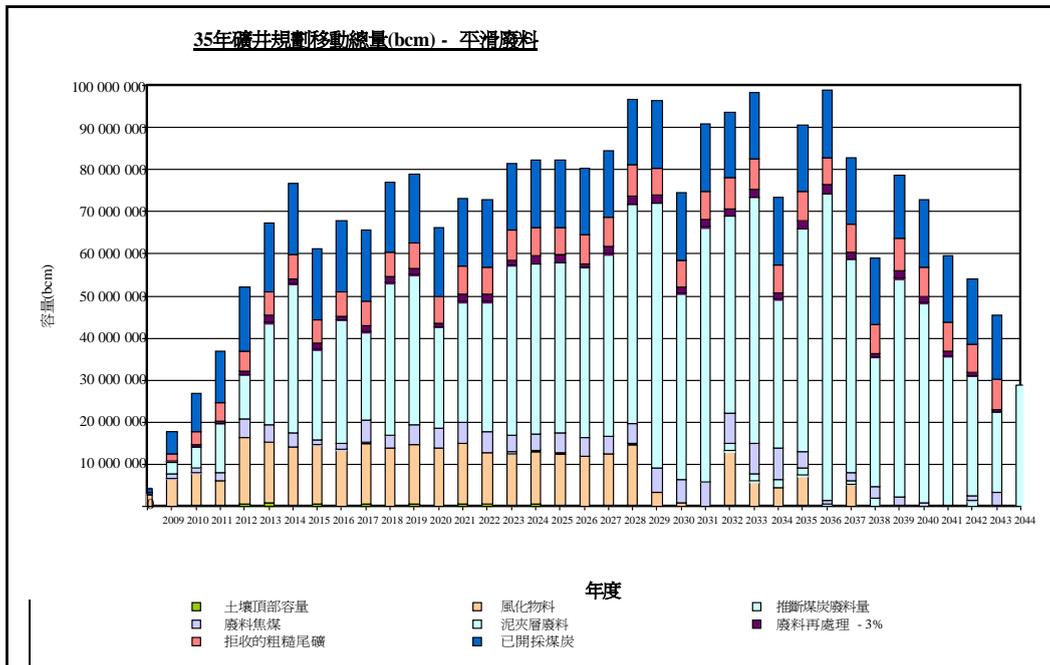


圖13：廢料移動（平滑）

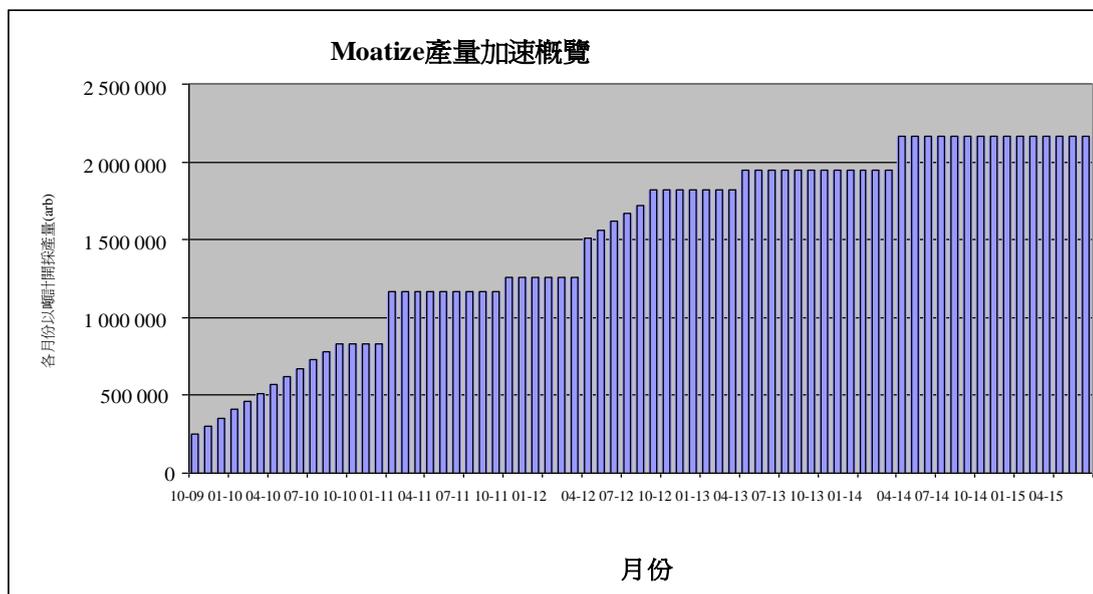


圖14：BFS煤礦加速概覽

有四個不同的區域可影響Moatize的綜合提升幅度。

- 採礦
- 加工廠
- 市場營銷
- 鐵路和港口基礎設施



礦井設計可提供較高採出率機會，因為計劃礦區儲量的規模和位置能夠提供額外空間來開拓其他工作面，並使用額外設備和資源。

Golder尚未看到可支持更快加速的一個經修訂採礦物料運行方案和設備車隊時間表，並且無法直接評論該等計劃的實現性。提議變量僅影響加速期，即直至2014年，其後時間表將反映BFS所述。

Golder認為BFS物料搬運和2006年操作車隊計劃乃基於穩健的工程規劃方法。

Moatize已實施密集的員工培訓方案，包括使用模擬器培訓和將人員安置在Vale位於巴西的礦址。該等方案旨在實現4.5年加速期規定的高標準。

3.5年加速至全面生產將促使逐步提前調動設備和勞動力，因此需要額外注意確保在Moatize設定必要的技能基地。

加工廠不太可能成為瓶頸，因為一旦其建成，將有能力以年產26百萬噸的生產率完全投產。在加速期間，其不會得到充分利用。

Vale通知Golder目前正在銷售Moatize煤礦，儘管其有一批意向函，但部分公司合約僅為50噸。本儲量報告的現金流計算乃基於假設Vale將開發一個為Moatize焦煤和熱能煤計劃的客戶群。

焦煤產品質素預計灰份將相對較高，為10.5%(adb)。或許更重要的是，其還具有較高的磷，礦產壽命年平均不到0.06%，在首個五年最高達0.09%左右。Golder將此認作對保障計劃焦煤數量的買家的一個重大風險。然而，Vale已經向總體樂於遵守規範的大量用戶作出介紹。這將取決於當CHPP開始生產後進行大量抽樣測試和試運輸。

出口煤炭產品27.2吉焦／噸熱能煤產品的灰份為23%(adb)。這在熱能煤市場被認為稍高，儘管其可能會被高熱值所部分抵消。這也可能出現市場風險。然而，Vale認為這是一個非常適合運往印度的產品。

擴大生產的最大限制是基礎設施，如鐵路和Beira港口設施。Moatize的減輕災害計劃包括安排額外車輛和機車用於煤炭運輸和港口整修，將耗資3,500萬美元，全部由Vale出資。這已超出可行性方案允許的成本，根據可行性方案，該項改進是由鐵路和政府機關資助。此項額外支出預計將導致總運費高達每年6百萬噸產品。

需要進一步升級以達到必要的12百萬噸／年的產能。該項工作仍在計劃中，並將由其他人士資助和完成。及時完成鐵路和港口升級仍然是該項目的風險之一。

Vale指出，緩解餘下煤炭運輸至港口的風險的暫時計劃是通過長途卡車運到位於Malawi的一條備用鐵路線，然後運至獨立的Nacala港口設施。Nacala計劃的線路和設備升級將產生額外費用，其取決於最終確定升級的產能。該項研究目前正在結合其他幾項現場研究同時進行。

在鐵路車站有60萬噸儲存能力，港口有50萬噸。這不到鐵路車站一個月的產能，約為港口的一半，因此可能限制Vale使用其實現客戶產品規格的能力。

最後，產品質素為合理，為用戶提供與標準的澳洲和南非賣家不同的來源。很有可能的是當Vale能夠以計劃的規格生產煤炭，煤炭將被出售。煤炭出售價格存在部分不確定性。Vale已就預測硬焦煤(HCC)價格假設3%的折扣。



市場推廣對儲量而言乃一項風險，但Vale為一家強大的公司，在全球各地具有極佳的聯絡名單和聯繫，應該能夠為其生產覓得合適的市場。

3.6 礦山服務

礦山服務將設在CHPP區域附近，介於分段2A和分段1之間。主要ROM堆和初級破碎機將設在鐵路線東南，用傳送帶和主要選礦廠連接。一條能夠通行高達300噸卡車的運輸道路正在修建中，可連接ROM與分段2A的開挖槽。

主要礦山服務包括：

- 工作場所，能夠容納使用300噸運輸單位，周圍留有足夠空間，以便其可以很容易擴展。
- 卡車停車場附近要設有燃料和潤滑油站，以便能夠非常快速地加油和潤滑油。
- 清洗站設施。
- 輪胎站（由外部承包商運營）。
- 炸藥儲存設施，由外部承包商運營，並提供井下服務。
- 設備停泊區域。
- 礦山辦公設施和集合區域。
- 食堂。
- 交班室。
- 設備休息區域。

圖15顯示CHPP和礦山服務區域的現有施工，前方為設備休息區域。



圖15：正在建設中的CHPP及礦藏基礎設施

Golder 發現礦場服務地段的佈局和設施就Moatize 的潛在業務而言是合適的。

3.7 煤炭質素

目前的計劃是在10米坡道內架設兩根5米長的木方採煤。對煤層進行輕微爆破，以方便挖掘，同時將煤炭保持在原位。對爆破孔進行地球物理學記錄，在採礦前確定接縫與煤層資料，控制從煤坑中混合。這是南非許多煤礦所遵循的慣例。

Golder認為，對於業務規模及幾何學以及煤炭質素的一致性而言，這種方法是合理的。

Vale計劃在Moatize使用MMS®設備與材料移動跟蹤系統。此類系統的有效實施是將來儲量核對的關鍵組成部分。因此，它將與其它煤炭質素工作保持一致。

表13對預計ROM的礦山年期與成品煤炭質素進行了概述。煉焦煤的灰份水平較高，但被認為最佳產量水平，同時仍可提供優良的產品。

熱能煤具有優良的比能(SE)值，但灰份度較高(23%)。它是一種出口成品煤。較低的比能可以從加工廠生產，可適用於本地使用，例如用於現場發電站。



表13：礦山年期內的煤炭質素

項目	單位	ROM (arb)	ROM (adb)	煉焦產品 (adb)	熱能產品 (adb)
噸位 (公噸)	公噸	870.8	838.3	267.5	67.6
比能	MJ/kg	17.34	18.01	32.13	27.20
濕度	%	4.57	0.87	0.81	0.81
灰份	%	35.66	37.05	10.50	22.83
含硫量	%	3.90	4.05	1.00	0.93
揮發物	%	16.00	16.62	21.01	18.14
相對密度	t/m ³	1,62	1.68		
實際產量	%			31.9	8.1

3.8 礦山復採（可採性）及稀釋

基於其它運作經驗的考慮，確定採用6%的採礦損失（接縫上下的損失為5%，邊緣的損失為1%）。這些損失被計入浪費之中。

第6節與第1節已知有在Lower Chipanga Seam的地下採礦工作。在資源模型中對地下採礦作出噸位損失撥備，但在露天區域採礦時，未對潛在的攤薄進行撥備。但是，額外的攤薄不太可能對報告總儲量產生重大影響。

由於燃燒原因，還對岩脈周圍的煤炭損失進行了撥備（20-50米）。這可能比較保守，因為經驗表明它主要是岩脈厚度損失，而多數岩脈較窄。但是，這可能可以彌補一些未對岩脈建立模型但必須計算的區域的損失。

原噸數與等級的空氣干燥基準被轉換為ROM給料的收到基準。在原噸數上增加了3.7%的濕份撥備，以將其轉換為ROM(arb)。這一做法乃基於Hunter Valley的經驗。

攤薄取決於所使用的設備大小及坡道高度。換而言之，開鑿機越大，越難在採礦面或地質體上停留。但是，它只是一個在煤層上下接觸處的問題。Golder理解，Moatize希望像他們在批量採樣中的做法一樣，穿過煤層傾斜進行開採。這種做法的可能影響是，攤薄將比預期稍高。

Golder 相信稀釋及採礦損失撥備是合理的。

在該模型中，小眼鑽井所得的產量使用0.92的系數校正為實際產量。此乃將14 LD與使用緊鄰的多個鑽井的小眼鑽井取樣的產量進行比較所預測的結果。焦煤的預計校正系數為0.8，熱能煤的預計校正系數為1.04，平均值為0.92。但是，該系統不正確，因為還需對成品煤進行加權平均（即3份焦煤比1份熱能煤，計算所得的系數為0.86）。

用於將小眼鑽進取樣的產量轉化為實際產量的校正系數可能將成品煤高估7%，尤其是就可銷售焦煤而言。

所使用的方法仍有改進空間，我們理解，在2009年的工作中使用了LIMN模型。

在地質模型已經包括的攤薄中，未增加額外的攤薄。我們認為，由於煤層較厚，已經包括了一些攤薄內部攤薄，且攤薄已經足夠。



Moatize村周圍下掘礦井的安全極限深度為500米。該極限深度有可能降低，並增加儲量基礎。

3.8.1 採礦時間表安排

採礦時間表安排乃使用XPAC進行，XPAC是用於礦山生產調度的行業標準軟件包。礦場設計中包括了進入礦井的入口坡道，但未對細部設計與礦井內部的入口坡道留下餘量。

流程是按300米乘150米的區塊累計煤炭和廢料的開採庫存（2009年2A研究使用了較小的區塊），以說明煤帶開採布局。

每個區域均分配了分段、地點、煤層、等級與其它變量。該數據從Surpac導出至XPAC。

受到侵入的煤炭被當作廢料處理，只有探明和推定出的材料才視作加工廠給料。

該計劃乃使用26公噸/aROM為目標編制。根據所產生的廢料和煤炭數量，預測會採用採機群。

該計劃為35年的規劃，其中首三年半每個月規劃一次，隨後三年每季度規劃一次，下年份則每年規劃一次。

圖16提供了分段1調度區塊佈局的示例。

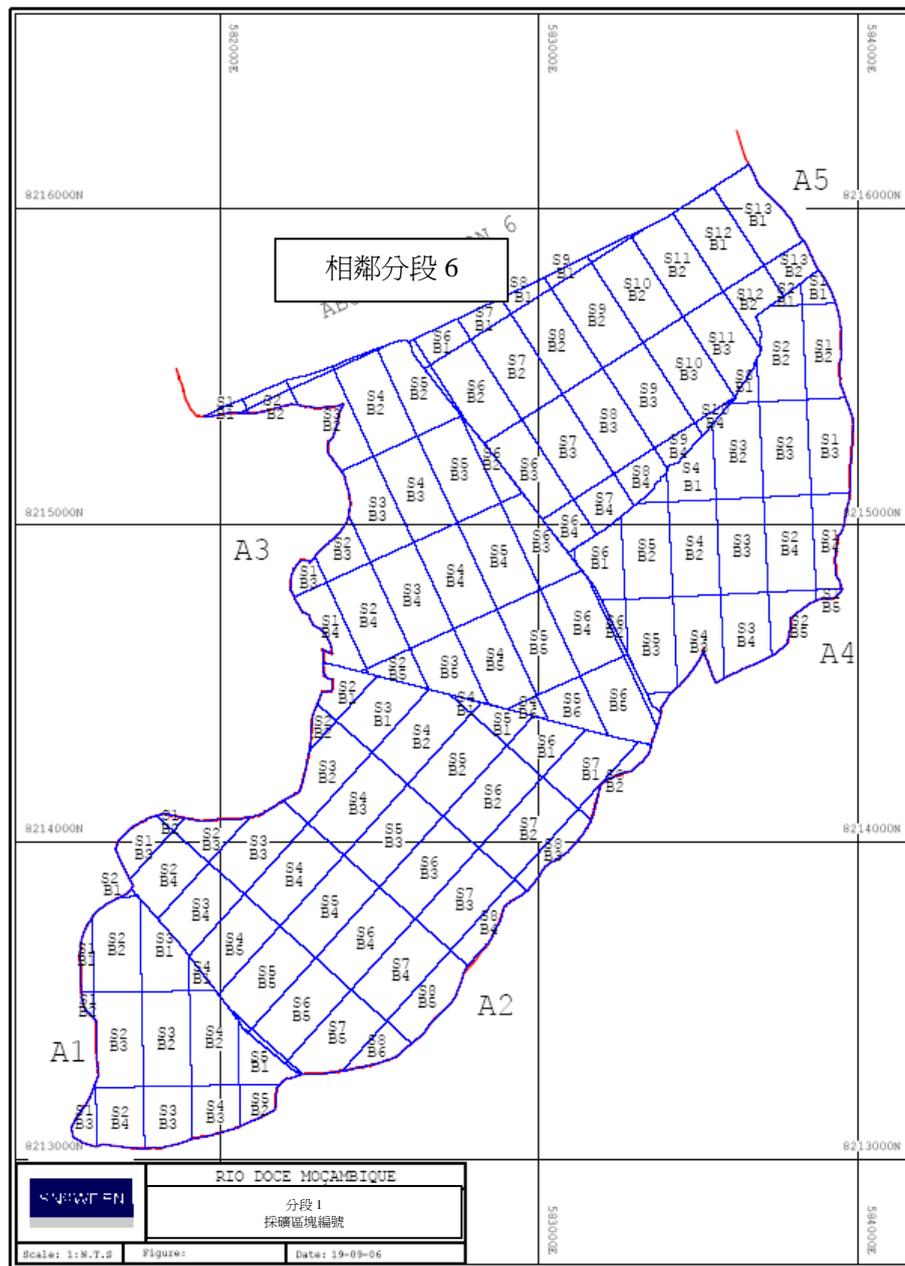


圖16：分設1所使用調度區塊示例

圖17顯示了首15年期間的BFS採礦進度。

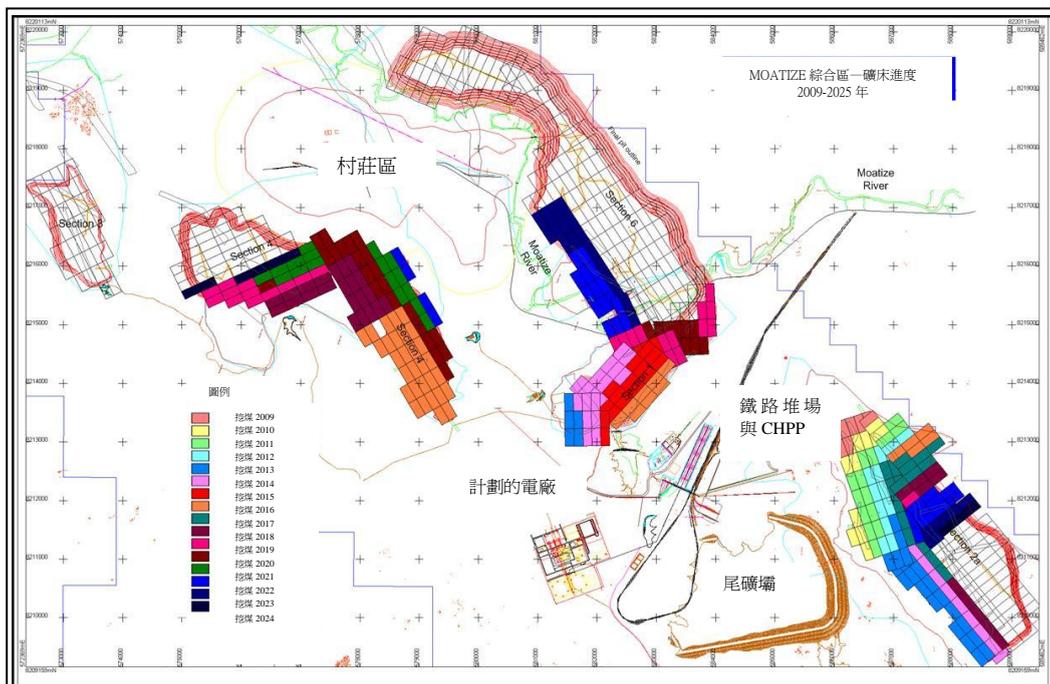


圖17：2024年正面位置採樣

表14顯示了BFS LOM生產的概述。基本剝採比率（從礦井中除去的廢料）為1.95 bcm/t，有效剝採比率（來自礦井的廢料加上來自加工廠的重新處理及粗糙選礦殘渣）為2.25 bcm/t。

運輸殘渣加上大量的剩餘材料的任務由車隊進行。對於BFS，考慮了一支單獨的拉回車隊（150噸單位）。但是，Moatize現正考慮使用由其更大的卡車組成的礦山車隊進行運輸。

圖18提供了2009年對2A分段進行的更為詳細的規劃。該圖顯示了第18個月月底工作面位置、室外地面廢料堆的開發及主要通道。在顯示礦井的可行性運作開發方面，這極為重要。

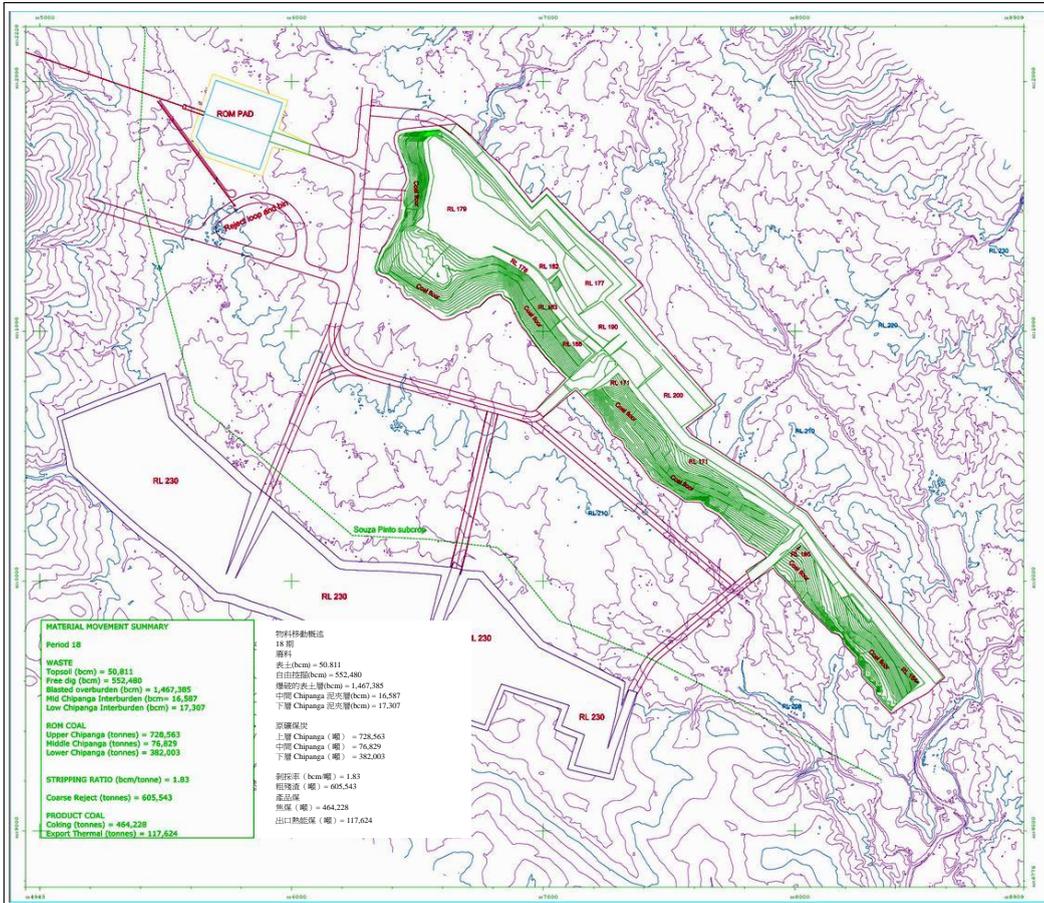


圖18：分段2A的18個月規劃

表14:煤礦年期產量概述

ROM (arb)	Mt	870.8
表土	Mbcm	6.8
基礎廢料	Mbcm	1559.5
重新處理殘渣 (3%)	Mbcm	46.8
天然焦 (廢料)	Mbcm	113.3
推測的礦石 (廢料)	Mbcm	14.6
粗糙的殘渣	Mt	504.8
粗糙的殘渣	Mbcm	219.5
有效廢料總計	Mbcm	1960.5
基礎廢料總計	Mbcm	1694.2
有效剝採率	bcm/t	2.25
基礎剝採率	bcm/t	1.95

Golder 發現所展開的時間表安排是使用行業標準軟件以達到適當的準則。



3.9 資源轉換為儲量

Moatize礦藏煤炭儲量預計於2009年6月更新。該儲量由Snowden Mining Industry Consultants Pty以其編制的資源、礦藏平面圖及時間表安排為基礎計算。該儲量報告的編制時間為2009年10月27日，附於附錄B中。自該報告公佈以來推出的加速採礦計劃對該儲量本身沒有影響。

表15將2006年和2009年的已刊發儲量進行對比。Golder指出，2009年以arb為基準的ROM儲量表(Snowden 2009b)中似乎有一處錯誤。該表顯示總儲量為9.54億噸(adb)和10.71億噸(arb)。Golder相信，第2A節按arb基準計算的可能儲量應為1.20億噸，而不是報告中顯示的1.95億噸。除2009年的ROM可能儲量與總儲量之外，其它數據毋需修改。

表16將2009年的正確數字進行了比較。探明儲量自2006年以來並無改變，唯一的差異是可能儲量。

表15：已刊發2006年和2009年儲量比較

2006年12月21日的儲量						
	ROM		焦煤		熱能煤	
	百萬噸 adb	百萬噸 arb	百萬噸 adb	百萬噸 arb	百萬噸 adb	百萬噸 arb
探明儲量	422	438	143	157	34	36
可能儲量	416	432	125	138	34	35
總計	838	870	268	295	68	71

2009年6月30日的儲量						
	ROM		焦煤		熱能煤	
	百萬噸 adb	百萬噸 arb	百萬噸 adb	百萬噸 arb	百萬噸 adb	百萬噸 arb
探明儲量	422	443	141	155	33	35
可能儲量	532	629	169	185	45	48
總計	954	1071	309	340	79	83

表16：2006年和修正2009年儲量比較

2006年12月21日的儲量						
	ROM		焦煤		熱能煤	
	百萬噸 adb	百萬噸 arb	百萬噸 adb	百萬噸 arb	百萬噸 adb	百萬噸 arb
探明儲量	422	438	143	157	34	36
可能儲量	416	432	125	138	34	35
總計	838	870	268	295	68	71

2009年6月30日的儲量						
	ROM		焦煤		熱能煤	
	百萬噸 adb	百萬噸 arb	百萬噸 adb	百萬噸 arb	百萬噸 adb	百萬噸 arb
探明儲量	422	443	141	155	33	35
可能儲量	532	554	169	185	45	48
總計	954	997	309	340	79	83

2009年儲量乃以2006年資源模型(CVRD 2006)為基準。儲量為根據2000年3月SAMREC規範報告。



表17按採礦分段將2006年和2009年的儲量進行了對比。表中顯示的2006年儲量表示所報告的礦井設計中的總儲量(Snowden 2006c)，而不是已刊發的儲量，已刊發的儲量減少了礦井中過去兩年的產量，以提供35年的年期。對比表明，在多數分段中只有很小的變化。我們不清楚除2A之外的其它分段是否有差異（可能是因為使用了不同的軟件及製表），但是，這些差異並不明顯，對2009年儲量的有效性並無影響。

表17：按分段對比

	2006年 原地 百萬噸 (adb)	2009年 原地 百萬噸 (abd)
1	111	125
2a	192	188
3	45	60
4	161	191
6	385	391
總計	894	954

2009年6月以來，Vale一直開展本項目的工作，建設工作正在現場順利進行。

- 選礦廠有望於2001年中開始運作，第一批煤炭將於2011年8月運出。
- 採礦設備已抵達現場，近期即會開始開箱工作。
- 監管批文已經備妥。
- 已與政府部門訂立採礦合同。合同條款包括支付特許權費、稅費的協議、「自由攜帶條款」及復墾保證。
- 已經購買了額外的軌道車輛，第一條鐵路線及Beira港的港口升級工程已接近完工。
- 在目前的特許權範圍內，正在繼續為可能的擴張項目進行進一步鑽探。

目前，Golder認為實現這些目標不存在任何障礙。

編製煤炭儲量數據時，Vale使用的價格假設並無超過下列（2007年至2009年）歷史平均價格（根據已實現銷售或參考價格）：就Moatize儲量的硬煉焦煤而言，每公噸為175美元（硬焦煤FOB澳洲參考價格）。

Golder認同表18所提供的煤炭儲量。這些儲量已因上文所述的製表錯誤進行了修正。

Snowden的聲明全文與適用於項目煤炭儲量的SAMREC標準載列於附錄B。



表18：2009年6月的煤炭儲量

分段	類型	ROM煤	ROM煤	可銷售焦煤	可銷售焦煤	可銷售熱能煤	可銷售熱能煤
		百萬噸 (adb)	百萬噸 (arb)	百萬噸 (adb)	百萬噸 (arb)	百萬噸 (adb)	百萬噸 (arb)
				(10.5% 灰份)			
1	探明	78	82	28	31	7	7
	可能	47	47	16	17	5	5
2A	探明	73	76	25	28	4	4
	可能	115	120	40	44	7	7
3	探明	56	59	15	17	4	4
	可能	4	4	1	1	0	0
4	探明	150	157	54	59	14	15
	可能	41	43	14	15	4	4
6	探明	66	69	18	20	4	4
	可能	325	340	98	107	29	31
總探明儲量		423	443	140	155	33	34
總可能儲量		532	554	169	184	45	47
總儲量		955	997	309	339	78	81
附註		ROM(arb)假設加入水分以使總水分為4.6%					
		焦煤產品(arb)假設加入水分以使總水分為10%					
		熱能煤產品(arb)假設加入水分以使總水分為6%					

3.10 加工

煤炭處理與加工工廠(CHPP)於ESSJV(2006)中說明，其規劃是BFS流程的一部分。

Moatize礦床生產的煤炭可能難以加工。煤炭中含有大量可產生強烈焦結性的高品位鏡煤素。但是，不好的一面是該產品含有大量灰份。

廣泛的使用由以真實的操作慣例為基準的工廠電腦類比組成，用以為Moatize選擇最合適的線路。這些類比使用根據澳洲標準處理的大直徑岩芯(LD)，模擬實踐中出現破裂的可能程度。

對於粗糙殘渣，該設計使用了兩段重介質旋風分離機(DMC)，對於精細煤炭，則使用螺旋浮選槽。來自低密度DMC路線的粗糙產品煤炭與富鏡煤素的粉末相結合，形成標稱10.5%的焦煤產品。來自較高密度DMC路線的粗糙中間產品則用於生產次級熱能產品。

該工廠規劃處理2,600萬噸ROM煤(arb)，同時生產兩種產品，即灰份為10.5%的焦煤及不同質量的熱能煤，其質量可從最低22 MJ/kg到27.2 MJ/kg，分別用於國內發電和出口消費。煤炭的產量相對較低，焦煤的平均實際產量大約為32%，出口熱能煤則為8%。

對於FS，CHPP設施的基礎方案包括：

- 兩個遠程4,000噸/小時ROM廢料站。實施階段已拆除一個廢料站；



- 一臺500噸料倉；
- 兩臺並行的2,000噸/小時分級站，每臺分級站包括兩段帶有中間篩選器的分揀機，以將第三級分揀機所需尺寸及產生的粉末降至最低；
- 兩臺2,000噸碎煤平衡料倉，每臺料倉為兩臺CPP機組供料；
- 一臺4,000噸/小時的煤炭加工機，由四臺1,000噸/小時的機組組成，每臺機組包括兩段重介質旋風分離機（DMC）、螺旋和Microcel（作為實施的一部分改為COT）浮選倉；
- DMC機組為預篩選配置，從而將在高密度開口內將殘渣初步清除，以便以較低的給料和殘渣載荷更為高效地分離重要的低密度焦煤；
- 臥式振動料倉用於將粗糙的煤炭脫水，將渦旋式離心機用於螺旋式產品，以及將帶有化學脫水劑的水平皮帶過濾器用於為浮性聚結物脫水；
- 將提供兩個總有效容量為800,000噸的堆料區（實施時縮減至600,000噸），每個均裝備有額定容量為2,400噸/小時的專用堆料機。堆料區將分割為若干區域，焦煤或出口熱能煤產品可被送到任何一個堆料線，以隨著市場需求的變化，適應產品混合的生產需要；
- 使用額定容量平均為4,500噸/小時的單斗輪式回收車回收，供火車裝運；
- 火車裝載站的容量為平均4,500噸/小時（最高5,000噸/小時），存放有由單斗輪式回收車回收的煤炭。料倉容量為400噸，並使用容器裝載法確定裝載精確度；
- 粗糙殘渣，包括脫水後的螺旋狀殘渣，將被輸送到料倉中由採礦部門拖回廢井區域；
- 細尾礦將被加粗，用泵輸送到傳統的尾礦壩上；及
- 中央CHPP控制室及電氣開關室。

預計資本為3.63億美元。

表19概述了作為可行性研究一部分，預計CHPP於煤礦年期的運營成本。

堆料區包括ROM處（約兩周）的500,000噸及鐵路裝卸站處的600,000噸。基本計劃是將煤炭直接輸送到加工廠，而混合程序則從礦井進行。

要讓該礦床當作一項大產量業務運作及像一些地區中更富選擇性的煤礦一樣沒有問題地運作較為困難。

Golder 相信有可能同時達到高產量，而礦場內一些經過細心選擇而開採的範圍亦會產生產品改善的效果，但代價應會是需要較多設備，故會產生較高的生產損失撥備及需要較大的選擇性。



表19：可行性研究CHPP運營成本：

項目	煤礦年期 美元/噸 ROM	煤礦年期 美元/噸產品
人工	0.20	0.48
電力	0.29	0.69
水	0.00	0.00
試劑/日常消耗品	0.26	0.62
維護供應	0.55	1.31
顧問	0.02	0.05
抽樣檢測	0.01	0.02
小計	1.33	3.16
或有事項	0.13	0.32
總計	1.46	3.48

該工廠目前正在建造中，計劃於2011年2月進行熱調試，並於2011年6月/7月投產。圖19顯示2010年6月在建的加工廠。



圖19：在建加工廠 - 2010年6月

該工廠的設計採用成熟的技術，並配備經驗豐富的工藝工程師。

可靈活生產各種產品，各裝置模塊可單獨運作。

CHPP 設計及程序選擇就 Moatize 的煤炭礦床及 Vale 所設想的業務風格而言應屬適當。

4.0 經濟分析

Vale 2010年6月成本模型於2010年6月21日在約翰內斯堡的Vale辦事處舉行的會議上進行審計。該模型顯示在7年的項目投資回收期內，內部回報率和利潤相當強勁。該收入模型乃假設計及以下煤炭質量因素的折扣煤炭銷售價格：



- 硬焦煤為3%。
- 出口熱能煤為22%。

國內熱能煤的設定並無模型化。

收入模型被視為合理。Golder認為對一個未經過考驗的品牌而言，硬焦煤於首數年的銷售價格可能略為樂觀。往後年度可能較為保守及存在若干升幅。

4.1 煤礦年期規劃

BFS的煤礦年期規劃仍維持不變，為5至35年。第一個五年計劃根據當前Vale 2010年-2015年預算進行更新，以反映延遲開始日期和使用經改良卡車和挖掘機艦隊提升產能。

Golder認為煤礦年期規劃的生產力假設屬可達致及按適當詳盡的程度而計算。

鑒於Vale是一家大型礦業公司，技術標準和操作程序成熟，4.5年的加速時間表是可實現的。能否達成生產目標將取決於礦場可行性設計到生產的順利過渡情況。

4.2 成本估計（採礦、加工、管理費用及其他）

Golder按高標準，審計2010年成本估計。Golder並無見到詳細的計算數據。表20計算出2010年6月預算成本概要與IBFS的比較。與IBFS相比，資本成本普遍有所增加。迄今物流分類最高的一筆額外開支為鐵路／港口運輸成本，花費1.25億美元。此外，項目延遲展開亦導致部分設備的資本成本增加，主要是由於合同的價格變動條款或匯率不利變動所致。

按每噸產品計算的運營成本亦普遍上漲，物流再次成為最重要部分。柴油成本的上升和電力成本的增加歸因於上述上漲。總物質的每噸採礦成本變動仍然相當一致，為1.55美元／噸。

現場人員和人工普遍與IBFS一致。2011年的預算共計750名員工，2015年上升至893名。

表20：單位成本的五年概述（美元／噸產品）

區	IBFS	2010年預算
礦場	13.58	17.74
CHPP	3.20	4.66
基礎設施	0.45	0.83
物流	12.43	31.64
行政	4.81	5.84
總計	34.47	60.71

Golder認為所採用的成本模型假設為合理。

4.3 現金流量模型及敏感度分析

僅完成了於1至5年的最新現金流量。最新現金流量的計算方法與2006年BFS所討論的方法相類似。



在編製煤炭儲量數據時，Vale使用的價格假設未超過以下（2007年至2009年）的歷史平均價格（基於實際銷售或參考價格）：Moatize硬冶金用煤儲量為每公噸175美元（硬焦煤FOB澳洲參考價）。

Golder認為所採用的財務模型假設為合理及現金流量模型是妥為編備和具高水平的。

於Vale審計期間，Golder並無看到任何完整的敏感度分析。然而，原有BFS成本和收入大致與2010年預算現金流模型相類似。儘管成本有所增加，但焦煤價格大幅上升，長期平均價格從66美元／噸至上升160美元／噸。

5.0 結論

下文一併呈列本報告獨立分段的結論。

Golder發現煤炭儲量文件及將數據集合至具有理想水平。儲量是建基於兩項主要研究，即2006年BFS（Snowden 2006c）及2009年更新資料Snowden 2009a及2009b）。除2A外，BFS為全部的採礦分段提供基準。於2009年，該分段的計劃已獲更新，加入了更多的洞穴和更詳盡的規則，並且將會構成初步採礦範圍。

Golder相信，迄今所進行的工作和研究，為資源和儲量提供了充分的支持。然而，有哪些方面可以改善，涉及內容如下。

主要問題是此時缺乏可靠的審計蹤跡。這不是因為未能進行工作或獲得數據，而是因為Moatize處於由Snowden進行可行性研究及實施規劃與及經營規則的過渡性階段，而經營規則已由Moatize的職員駐場接手。

該等駐場人員無疑將於來年重新進行大部分的工作並且希望能夠編製新的儲量，而該個儲量將由他們本身的工作提供充分的文件支持和備份。

在工作過程中，他們產生適當的審計蹤跡是十分關鍵的（附錄 A）。

CHPP及其他礦場基礎設施正如火如荼地在興建途中，所以該等範圍的風險正在迅速減少。絕大部分的初步採礦設備已運抵現場，目前正於開挖槽進行作業。

Golder相信，於2009年6月發表及表18給出的儲量屬合理和足夠。

5.1 結論

Golder相信，鑽孔及巖心記錄的程序和方法屬高標準，適合地質模型和煤炭儲量的開發。

Golder認為洗煤平臺分部及分析適用於煤炭儲量和煤炭質量估計。

儘管地質數據庫存在一些小錯誤，但Golder相信仍適合作為煤炭資源和隨後煤炭儲量估計的基礎。

Golder在證實BFS儲量與那些目前現場正在使用的儲量時發現，二者並無明確的審計路徑。然而，Golder相信這不會影響2009年發表的煤炭儲量。

Golder同意選擇卡車／挖斗機系統。

Golder認為調度參數和進度十分進取但可以實現。

Golder認為該項水資源管理策略就本操作而言屬適當。



廢料堆設計參數合理，Golder支持其使用。

Golder認為並無特別原因導致礦區內和礦區外混合堆積不能用於處理所有分段的廢料以及選礦廠拒收的粗糙尾礦。

礦井設計參數是合理的行業標準，Golder同意其使用。

Golder認為牆體設計對研究水平屬適當。

露天礦未開採工作面與第1或6段的地底礦內巷道相交可能需要收窄傾斜的角度。

Golder認為該採礦方法和設備對本操作屬適合。

Golder認為這些是來自優等供應商的全行業標準設備，在設備選擇上並無特別問題。

Golder已查閱可證明規劃的BFS主要生產設備的詳細設備生產力計算方法，認為計算方法就設備和成本所使用的假設和預測合理。

市場推廣對儲量而言乃一項風險，但Vale為一家強大的公司，在全球各地具有極佳的聯絡名單和聯繫，應該能夠為其生產覓得合適的市場。

Golder發現礦場服務地段的佈局和設施就Mootize的潛在業務而言是合適的。

Golder認為計劃採用的煤炭開採和質量控制方法就業務規模及幾何學以及煤炭質素的一致性而言是合理的。

Golder相信稀釋及採礦損失撥備是合理的。

用於將小眼鑽進取樣的產量轉化為實際產量的校正系數可能將成品煤高估7%，尤其是就可銷售焦煤而言。

Golder發現所展開的時間表安排是使用行業標準軟件以達到適當的準則。

Golder認同表18所提供的煤炭儲量。這些儲量已因上文所述的製表錯誤進行了修正。

Golder相信有可能同時達到高產量，而礦場內一些經過細心選擇而開採的範圍亦會產生產品改善的效果，但代價應會是需要較多設備，故會產生較高的生產損失撥備及需要較大的選擇性。

CHPP設計及程序選擇就Mootize的煤炭礦床及Vale所設想的業務風格而言應屬適當。

Golder認為煤礦年期規劃的生產力假設屬可達致及按適當詳盡的程度而計算。

收入模型被視為合理。Golder認為對一個未經考驗的品牌而言，硬焦煤於首數年的銷售價格可能略為樂觀。往後年度可能較為保守及存在若干升幅。

Golder認為煤礦年期規劃的生產力假設屬可達致及按適當詳盡的程度而計算。

Golder認為所採用的成本模型假設為合理。



Golder認為所採用的財務模型假設為合理及現金流量模型是妥為編備和具高水平的。

參考文獻

CVRD，2006年，《Moatize煤礦項目的地質勘探報告》，2006年10月。

ESSJV，2006年，《煤炭處理及選礦廠可行性研究 - FEL3 末期報告 (02_RL_6000_G_002)》，ELB，2006年9月27日。

Golder，2006年，《初步露天礦邊坡的預先可行性Geotech數據收集與分析- 7522 - 8262_23G》，Golder Associates。

香港交易所，2010年。《香港聯合交易所有限公司證券上市規則修訂本》，第18章。

香港交易所，2010年。《礦業公司的建議風險評估》，根據交易所上市規則第1.06條發佈的證券上市規則指引附註7，第18 - 20頁。

JORC，2004年。《澳洲礦產勘探結果、礦產資源量及可採儲量的報告規則》(JORC規則)。由澳洲採礦和冶金學會、澳洲地球學家學會及澳洲礦物局組成的礦石儲量聯合委員會編製，2004年12月17日生效。

Leite, A.A. da Silva, Graca, J.L., 2006年，《技術報告質量保證/質量控制方案》，CVRD，2006年4月。

SAMREC，2000年。《南非的礦產勘探結果、礦產資源量及礦產儲量報告規則》(SAMREC規則第一版)，南非礦產資源委員會 (SAMREC) 工作組，2000年3月。

SAMREC，2007年。《南非的礦產勘探結果、礦產資源量及礦產儲量報告規則》(SAMREC規則)，南非礦產資源委員會 (SAMREC) 工作組。

SAMVAL，2008年。《南非的礦業資產估值報告規則》，南非礦業資產估值委員會 (SAMVAL) 工作組，約翰內斯堡。

Snowden，2006年，《Moatize資源模型化》(060908_Final_JR003 - 09 - 2006_CVRD_Moatize_Resources_Modelling)，Snowden，2006年9月。

Snowden，2006年b，《Moatize項目資源聲明》(060911_Final_JR002 - 09 - 2006_CVRD_Resource_Statement)，Snowden，2006年9月7日。

Snowden，2006年c，《Moatize項目工程報告》(061211_final_5341_RIOMOC_Moatize.doc)，Snowden，2006年12月。

Snowden，2006d，《Moatize資源的可行性研究》(CVRD_Resources_Memo_3_April_2006.doc)，Snowden，2006年4月。

Snowden，2007年，《Moatize煤礦項目的詳細工程設計 - 初步堆放研究》，Snowden，2007年10月。



Snowden, 2009a, 《地質模型和煤炭資源》 (090626_n_Draft_RIOMOC_2A_Model_R.docx), Snowden, 2009年6月。

Snowden, 2009b, 《於2009年6月的Moatize煤礦煤炭儲量估計》, (090626_Final_6075_RIOMOC_Moatize_ResStat_R.pdf), Snowden, 2009年10月27日。

GOLDER ASSOCIATES AFRICA (PTY) LTD

Johan Swart
高級資源量地質學家

Ross Bertinshaw
委託人

Sue Bonham-Carter
合夥人

Alan Tattersall
高級探礦工程師

JS/RB/tk

登記編號：2002/007104/07

Golder、Golder Associates 及GA全球設計是Golder Associates Corporation的商標。

g:\projects\12779 - external audit of mineral reserves for vale\4_reports\12779-9783-2.docx



附錄 A

儲量審計指引



儲量審計指引

爲了改善審計蹤跡，Golder建議Vale Moatize考慮設立一份標準化的儲量報告協議，其中包括一個單獨的完整存檔和可審計的儲量報告組合。這將提升審計程序，形成今後繼續盡力改善儲量計算和報告的基礎。

框架：

作爲Moatize儲量的部分常規驗證，Golder有義務確認下列項目是理想的工程和地質實踐的成果，而且最終的估計已遵守SAMREC、證券交易委員會行業指引第7號、港交所第18章，或NI 43-101等的呈報守則（如需要）。

- a) 資源模型。
- b) 採礦計劃，乃基於該等資源。
- c) 儲量聲明。
- d) 採礦計劃所產生的正數現金流量。
- e) Vale對現金流量的敏感度分析的結論是項目在合理預期的市況下是穩妥的。

除此之外，我們必須核實有足夠的財務數據，以支持Vale的結論，即按計劃和時間表開採的礦場可合理地預計將實現盈利。

儲量報告應按已設立的永久標準位置歸檔，且其中包括的概要文件應充分詳盡，以令之與所報告儲量副本一致。該文件將包括：

- 1) 用於生成儲量的Vulcan（或其他）模型所附帶唯一名稱及註明日期的副本的參考文獻。
- 2) 用於指引坑設計的Whittle模型所附帶唯一名稱及註明日期的副本的參考文獻。
- 3) 附帶唯一名稱及註明日期的Whittle外形的參考文獻。
- 4) 坑設計立體或表面以及任何有關地形表面所附帶的唯一名稱及註明日期的設定的參考文獻。
- 5) 用於計算儲量的方法和限制的詳細描述。
- 6) 礦場項目現金流量的有效期，連同相關實用及經濟假設的明確列表。
- 7) 以項目現金流量爲基礎的礦場計劃的詳細有效期參考文獻。
- 8) 這應該包括全套的項目設計和調度文件，連同相關假設。
- 9) 相關假設和關鍵輸入應當明確說明數字來源或計算的基本原理。
- 10) 討論與原先計劃的任何差異。
- 11) 成本和收入的敏感度分析。
- 12) 設備購置／採購計劃與可行性計劃。
- 13) 審計人員將須充分了解各排列項的現金流量詳情，以證明數字如何計算得出。審計人員必須能夠「深入」瞭解成本數字或假設，以證明用於產生現金流量組成部分已採納全方位的合理標準。



通常情況下，審計人員將看到足以代表所需全方位標準的成本運作及核算成本的組成部分。

詳細要求級別舉例：

第一級：預算項目將用於追溯以下標題的每噸開採成本，如：

- 總收入追溯到礦場計劃產品的數量和所收取的每噸價格
- 總費用細分至組成部分類別
- 覆蓋層採礦美元／噸
- 煤炭開採美元／噸
- 煤炭加工美元／噸
- 一般及行政費用美元／噸
- 一個沒有成本歷史的新項目，按基本原理計算出成本及生產力
- 一個擁有充足經營歷史的項目，從其精確的經營統計數字計算出成本及生產力
- 在所有情況下，相關假設和數字必須是顯而易見的，且可再現計算。

第二級：上述標題應可從其組成部分追溯到次級分類成本。採礦成本舉例

- 拖運費美元／噸
- 鑽孔和爆破作業美元／噸
- 裝載美元／噸

第三級：使用拖運費成本／噸舉例。倘可追溯到所用拖運卡車數量及所需拖運時間，則可按基本原理詳細計算出拖運卡車每小時的作業成本。



附錄 B

於2009年6月的Moatize煤礦煤炭儲量估計

2009年10月27日

Galib Chaim先生

董事

Rio Doce Mozambique LDA

Av, 24 de Julho 7, 8 Floor Centro Cimpor

Maputo, Mozambique

尊敬的Galib

**於2009年6月的
Moatize煤礦煤炭儲量估計**

在完成於2009年6月結束的FEL 4-「預先實施」研究之後，Snowden謹此更新以前公佈（2006年12月21日）的Moatize煤礦儲量。

Snowden已按要求聘請一名合資格人士，呈報該等估計相關的具體方面。David Wood是AusIMM(澳洲採礦和冶金學會)成員，為擁有約24年採礦經驗的採礦工程師，其中19年從事煤礦開採（露天和地下開採），他已經同意根據以下限制條款擔任合資格人士。

David Wood同意負責申請與2000年3月《南非的礦產資源量及礦產儲量報告規則》（SAMREC規則）第5.1.1節所載「採礦」相關的「修訂代理」。需要說明的是，作為一個合資格人士，David Wood並不保證完全遵守有關規定而申請SAMREC規則第5.1.1節提述的餘下、由其他同意負責擔任本煤炭儲量估計的合資格人士的「修訂代理」。

Dvid Wood是Snowden Mining Industry Consultants的員工，且已取得了採礦和煤炭儲量估計方面的豐富經驗。其經驗與正在研究中的成礦方式、礦床類型以及採礦方法有關。David Wood具備2000年3月發佈的《南非的礦產資源量及礦產儲量報告規則》（SAMREC規則）界定的合資格人士的資格。

就VALE MOZAMBIQUE LDA而言，Moatize煤礦項目的煤炭儲量估計由Snowden負責編製，日期為2009年6月30日。Snowden已根據2000年3月《南非的礦產資源量及礦產儲量報告規則》（SAMREC規則）規定的指引編製了本聲明。

閱讀本文件時，應全面閱讀，不得片面理解。Snowden同意基於本文件中以表格及文本呈現的資料，呈報儲量估計。