
5. 地質資料、模型和評估步驟

5.1. 地質資料總結

1983年，通過航空照片詮釋、地質填土、槽探和三個淺鑽孔，對Baruun Naran煤礦床首次進行勘探。80年代按照400米飛行高度和2公里航線間距進行了一次區域航空磁測。由蘇聯／蒙古地質隊與1990年和1993年對礦區進行了另外兩個階段的鑽探，使完工鑽孔數量提高至24個，進尺3,700米。礦區隨後廢棄，QGX公司於2002年獲得了勘探許可證，目前由郭氏集團通過Khangad Exploration LLC持有。

2005年4月，QGX開始一項系統性鑽探計劃，並委託Norwest Corporation提供包括監督鑽探和槽探計劃在內的地質諮詢服務。採用反鏟挖掘機開挖4米至7米深的探槽。2005至06年完成的主要工作包括地質填圖、19,000米槽探、一項梯度陣列電阻率測量以及總進尺超過95,700米的350個鑽孔。

2006年，QGX公司向MBGS公司尋求協助，以確定礦床範圍內煤層對應關係，並對地質編錄和採樣提供指導。由MBGS公司的高級地質師Andrew Paul在2005年和2006年間構建了礦床的Minex地質模型。由於礦床極為傾斜，模型需要高級建模技術，且由於鑽孔見礦段記錄的可視厚度較大，存在過高估計資源量的風險。

在2007年，進行了一項鑽探工作，以評估該地區內用於開採／洗煤的水源情況。作為這項工作的一部分，在礦權區南部邊緣附近施工了三個鑽孔（總計1213米）。2008年進行了一項氧化鑽探計劃，施工了38個鑽孔，總長1533米。如前文所詳述，這項計劃包括實驗室分析，用於調查熱LOX和煉焦特性LOX與目視氧化底部的關係。2009年進行了大量的勘探工作，



包括在主礦床中施工的**71**個鑽孔。**13,200**米鑽探工作用於確定礦床幾何形態、識別深部煤層斷層位置、並進一步了解煤炭品質變化。之前施工的七個鑽孔獲得恢復，並延伸至更深的煤層。包括**11**個鑽孔的大孔徑鑽探（大約**1000**米鑽探）獲得了直徑**6**英吋和**12**英吋煤層岩心，用於對**H500**和**T500**煤層煉焦特性進行洗選試驗。此外，於**2009**年，通過少量新鑽孔並擴大現有鑽孔，對擬建採場區域排水進行調查時。此外，於**2009**年亦對**4**個專門用於岩土工程研究的鑽孔提取的樣本進行了岩土工程研究（岩石強度試驗等）。



表5.1地質數據總結

標準	考慮因素
測量數據精確度	QGX鑽孔孔口按照WGS84和UTM zone 48N坐標系測量，局部網格原點為30,000mE和30,000mN，位於513450E，4825080N，或北緯43° 34' 42"，東經105° 9' 59"。 Monmap Engineering Services Co. Ltd.於2007年10月進行地表地形測量。該測量涵蓋56.6平方公里，具有65,022個間距50至120米的測量點。數碼地勢模型已經以鑽孔環高與經測量地形模型進行檢查，誤差一般少於2米，但少數位置的差異達2至4米。
鑽孔類型	建模僅採用QGX鑽孔，並包括部分取芯鑽孔和非取芯鑽孔。
數據密度和分佈	QGX作為加拿大公司，按照43-101分級體系中「複雜」礦床設計鑽探方案。鑽孔分佈於局部網格中150米或300米間隔的剖面線上，其走向與向斜軸線垂直。H500煤層隱伏出露以西1.1公里，T500煤層隱伏出露以西1.2公里（向斜頭部），鑽探剖面線間距150米。各個剖面線上的鑽孔孔口間距為75至100米，煤層見礦段間距取決於鑽孔傾角和煤層傾角。如果識別了大範圍礦床構造，需要合理設計鑽孔方向，以便垂直揭露煤層，盡可能降低可見礦段的視厚度。鑽孔傾角包括90度（160個鑽孔）、75至85度（16個鑽孔）、70度（31個鑽孔）、65度（23個鑽孔）、60度（37個鑽孔）、55度（59個鑽孔）、50度（13個鑽孔）及45度（27個鑽孔）。 按照300米或600米間距施工煤炭品質鑽孔。
地質編錄	所有QGX公司勘探鑽孔均有岩性編錄。
地球物理編錄	所有2005年至2009年鑽孔均進行了地球物理錄井。



標準	考慮因素
採樣戰略和樣本回收率	由於在採樣之時尚未確定煤層系統，因此未連續對2005年煤炭品質鑽孔進行採樣（送往SGS丹佛）。2006年2月逐個煤層編錄採樣計劃開始之後，由MBGS公司根據送往澳大利亞洛克漢普頓ACIRL實驗室的樣本，構建了一個更加系統性可靠的煤炭品質數據庫。2009年細岩心和大直徑岩心樣本在中國天津港SGS-CSTC礦物實驗室（煤炭和焦炭）進行分析。BN礦區所採用的煤層系統表明礦床範圍內品質的橫向變化性。
	V500、R500、R400、R300、和R200煤層沒有具有有效分析結果的岩心鑽孔，為這些煤層賦予了默認原煤灰份和ISD值。對於其他岩心獲取率不理想的煤層，將煤炭分析結果排除於煤炭資源量評估所採用的數據庫之外。
實驗室煤炭分析	在三家實驗室進行了原煤品質試驗。2005年鑽孔試驗在美國SGS丹佛實驗室進行。這項試驗採用了目前已經過時的方法，在分析之前破碎至少於19毫米粒度。目前認為在經過洗選之後出售成品煤的情況下，這一步驟會導致結果誤導，對於冶金煤炭尤為明顯。2005年煤炭樣本在洗選分析之前進行破碎，可能會降低煤炭的冶金指標。從2006年2月開始，採用跌落破碎和濕滾預處理工藝取代煤樣破碎。這一方法再現了開採和運輸時煤炭的自然破碎。採用全浸沒技術計算可視相對密度，隨後用於估計原煤灰份。如果密度／灰份表明可能符合冶金用途，選擇混合樣本進行跌落破碎。在分析之前，高灰份樣本破碎至12毫米粒度。進行有關取樣乃用於生成儲存樣本，進行原煤分析和濕滾，並篩分為16、8、4、2、1、0.25、0.125毫米粒度。按照F1.30、F1.35、F1.40、F1.45、F1.50、F1.60、和F1.80對經過濕滾的粒度組分進行洗選試驗，隨後按照密度遞增順序對F1.60之前的各個樣本分析灰份和坩堝膨脹序數。從2009年開始，乾篩粒度從32毫米提高至50毫米，濕篩樣本粒度為32、16、8、4、2、1、0.25毫米。 檢驗原煤煤層的相對密度(RD)、可視相對密度(ARD)、游離水份、風乾水份、灰份、揮發份、固定碳、總硫(TS)、比能(SE)（風乾基和乾燥無灰份基）、和氯分。



標準	考慮因素
其他數據	2005年進行了一項梯度陣列電阻率測量。QGX公司委託Geomaster公司（總部位於蒙古烏蘭巴托）進行一項梯度陣列電阻率測量。該測量在1平方公里的地塊上沿間距50米的南北向平行測量線按照20米間距佈設偶極，在100米測量線之間有100米重合，進行偶極－偶極電阻率測量。梯度陣列測量覆蓋Baruun Naran谷地13公里的長度。圖5.1表示了煤炭資源量區域中梯度陣列測量區域。
意見	礦床資源量評估很大程度上依賴進行了地球物理錄井的QGX公司的鑽孔。構造詮釋和礦床建模採用了鑽孔信息和梯度陣列測量結果，以協助圈定隱伏出露。由於BN礦區風化層較深，探槽數據作用有限。 由於急傾斜，在北翼和南翼存在不同程度的斷層錯動，而且熱LOX風化深度超過20米，均導致了煤礦床的複雜性。



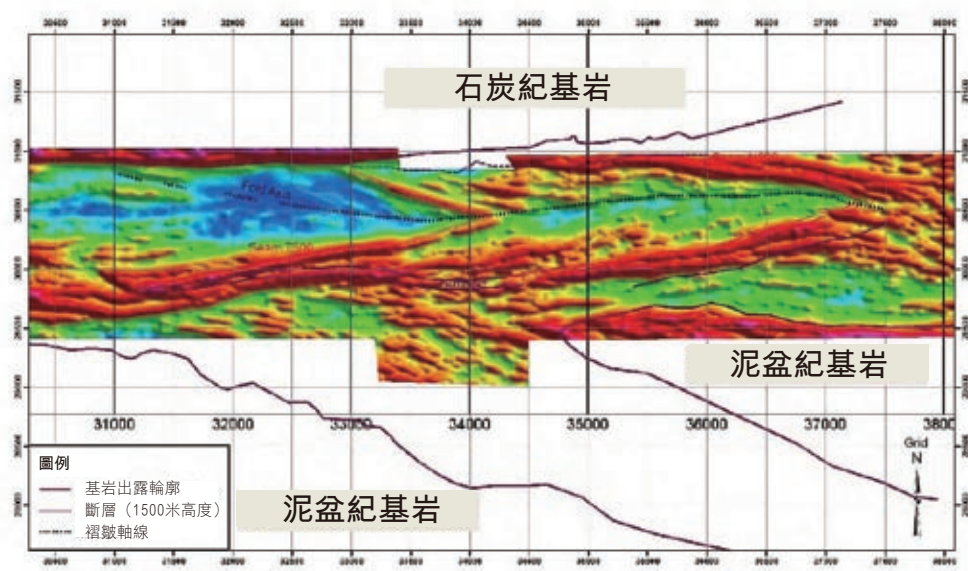


圖5.1：Barrun Naran礦區梯度陣列電阻率

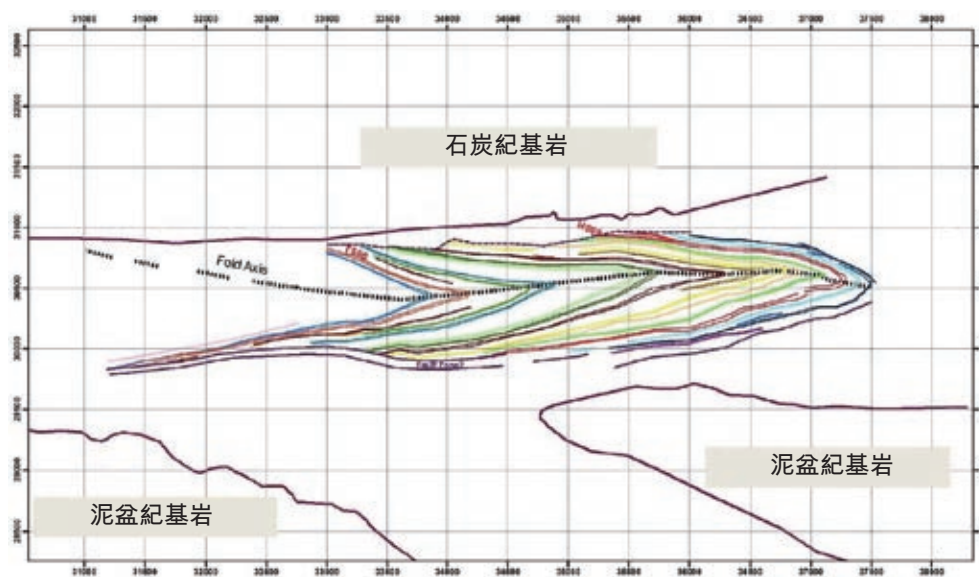


圖5.2：1500米標高的向斜軸、邊界斷層、以及煤層底板

5.2. 地質數據庫和模型狀況

地質數據庫包括來自446個鑽孔的數據，總長度110,083米。2008年和2009年鑽探計劃所獲得的結果細化了2005年和2006年的初步Minex建模。由QGX公司高級地質師Margaret E.Venable在現場對礦床構造進行了大量詮釋工作，繪製了一系列150米或300米間距的剖面，作為xyz數據導入Minex模型。這些剖面線作為三維空間中吸附至沿偏移鑽孔軌跡與煤層底板焦點處的2382條線數字化的基礎。鑽孔之間煤層底板標高的插值由吸附線（幾何數據）控制至導入的二維ArcMap剖面底板。通過用線連接底板形狀，將不同剖面中的線連接起來。因此，多層多變量網格中生成了十五個底板網格，並用於地質模型地層構建的堆疊面。由於大量使用堆疊面，有斷層和無斷層的煤層底板的x、y、z位置將線數字化，因此未嘗試進行三維斷層建模。

表5.3煤層底板堆疊面

對點底板	上部煤層	下部煤層
V5044SF	V506	V503
U5035SF	U5066	U5035
T5045SF	T516	T5045
R406SF	R507	R406
Q502SF	R405	Q502
N403SF	N5066	N402
K5035SF	K5056	K5035
K405SF	K5034	K405
J604SF	J607	J604
J400SF	J5066	J400
I5054SF	I5066	I5054
H5055SF	H5086	H502
G5015SF	G505	G5015
G403SF	G407	G402
F503SF	F506	E504



表5.4勘探結果報告總結

標準	考慮因素
礦權和地權狀況	Baruun Naran礦區由14493A開採許可證組成，覆蓋面積4,485.64公頃（參見圖4.2）。周邊區域包括在4326X號勘探許可證內，覆蓋面積90,782.36公頃，但是隨著後續區域勘探工作礦區尺寸將會縮減。
地質數據庫	QGX公司列印本鑽孔數據庫中記錄的岩屑和鑽孔岩芯完整的地質描述除了煤層頂板和底板深度，均未輸入Minex。Minex地質數據庫包括鑽孔測量，其中包括孔口、方位角、傾角以及熱風化層底部和煤層頂底板揭露深度。此外，每個鑽孔還採用測偏儀器進行測量，每50米記錄方位角、傾角和深度。在記錄到未分叉煤層的區域，採用splits.par文件根據整個礦床的平均值將煤層分開。 根據剖面研究進行的構造詮釋和梯度陣列測量進行詮釋，並儲存於Minex設計數據庫中。有地球物理LAS數據，但是只將特定地球物理記錄輸入Minex模型。每50米進行一次鑽孔測量，輸入Minex數據庫，並用於生成記錄有深度的鑽孔線。 需要兩套地質數據庫，以便對BN礦區急傾斜煤層進行建模。第一套數據庫含有輸入偏移鑽孔線的原始鑽孔見礦段信息。對這些數據庫鑽孔運行SQL，將十九個煤層系組的揭露煤層厚度換算為煤層「真」厚度。鑽孔將採用50米深度間隔的修正係數，將煤層和夾層視厚度換算為真厚度。這套數據庫用於厚度和夾層網格化。真厚度見礦段隨後通過採用網格SQL，根據礦床中任意x、y、z位置的煤層詮釋傾角，將真厚度換算為可視厚度。煤層和夾層視厚度網格然後採用十五個堆疊面進行堆疊，以確保煤層底板z值與鑽孔可見礦段一致。

標準	考慮因素
岩性資料和煤層對應關係	鑽機地質師在現場的QGX公司辦公室（參見照片1），將岩性資料從原始地址記錄輸入Excel電子表格；這些電子表格將轉交至MBGS公司輸入Minex模型。MBGS公司於2005年參與工作，並制定了一套煤層命名系統，該命名系統之後也進行了一些修改。地球物理記錄用於確定煤層，並將其分為具有對應關係的子煤層，岩性記錄用於評估風化深度。煤層見礦段重新詮釋為具有對應關係的子煤層，從地球物理記錄中確定位置，從岩性記錄中提取風化深度。將這些層段輸入電子表格，然後上載至Minex，結合鑽孔孔口文件構成基礎建模信息。在2008年LOX鑽探工作之後，確定了熱風化深度位於岩屑編錄中目視風化底部之下平均2米，將這一表面網格化，作為用於將風化煤炭從JORC資源量中剔除的邊界表面。煤層賦存深度較淺的主向斜構造中煤層對應關係的置信度能達到合理地較高的水平。位於向斜內已有鑽孔之間的鑽孔與整體構造一致。根據2009年鑽探的重新詮釋確定了煤層並不是像之前所認為般翻轉至南部背斜。H煤層較厚的見礦段視厚度之前被認為是翻轉，重新詮釋為與H煤層整合接觸的下覆F煤層。
地球物理資料	獲得了QGX公司鑽孔工作的地球物理錄井記錄，並用於確定煤層對應關係，驗證了煤層厚度、深度、解釋岩性和構造。大量採用短距密度、伽瑪和電阻率儀器確定整個礦床的煤層對應關係。
地質特徵	QGX公司高級地質師通過將鑽孔煤層見礦段和地址編錄輸入用於生成煤層剖面的ArcMap軟件，確定煤層對應關係（參見圖5.3和5.4和附錄B）。這些剖面導入Minex軟件，並作為二維地震波文件儲存在Minex建模軟件中的子程序中（參見圖5.5和5.6）。如果礦床底部煤層西傾，將會被一組由東至西向斷層截斷。在北部，向斜形成反轉，並最終被一個複雜的斷層系截斷。由於軟件不適用於這樣複雜的地質環境，因此不能對北翼的反



標準	考慮因素
	轉煤層進行建模。基於網格的軟件系統不允許未經斷層錯動的煤層底板出現在x、y坐標相同z坐標不同的兩個不同位置。北翼反轉的另一套構造詮釋為北翼反轉可能是最終在西部更遠處將煤層層序階段的大型逆衝斷層分叉出的一系列掩逆斷層。在西端北翼被向北下傾的斷層面截斷的區域，詮釋斷層面與熱風化網格合併，約束煤層的範圍。
煤炭品質數據	由Bob Leach公司 (A&B Mylec Pty Ltd.) 根據自2006年起鑽探岩心進行的煤炭品質分析，建立了煤炭品質數據庫。根據分級和煤炭品質，估計原位水份為6%。根據風乾基相對密度計算ID (原位密度)，採用Preston Sanders公式 (參見第5.3節) 將實驗室分析測定的風乾基水份換算為6%水份。輸入Minex軟件的煤炭品質包括ISD (@6%MOI)、原煤灰份% (風乾基)、內水份% (風乾基)、比能兆焦／公斤 (風乾基)、揮發物 (乾燥基) 和ARD。在為對煤炭品質進行試驗的煤層區域，根據煤層地球物理記錄與實際分析煤炭品質的對比，估計一組平均默認原煤品質指標，包括原煤灰份、ISD和ARD。
地質模型	最初的Baruun Naran礦床模型於2005年採用Minex軟件構建，在2006年修改。當前採用自2005年以來所有QGX公司鑽孔 (鑽孔BN05001 BN09070) 的現有模型(BN09B)替代了原有模型。BN09B Minex鑽孔數據庫包括446個QGX鑽孔，也包括未見礦鑽孔。 地形模型採用65,022個測量點網格化生成。風化底部(BOW)網格根據鑽孔中風化描述生成，並與北翼斷層面(BOWFN09.grid)合併。 採用垂直型數據偏移鑽孔。煤層按照逐個子煤層進行建模。對於由於沖蝕、岩性變化、基底超覆和斷層作用導致鑽孔中未出現特定煤層的情況，採用將丟失煤層設為零的步驟。採用Minex 5.3.2斷層軟件構建模型，從而能導入二維剖面。 建模過程中採用趨勢線 (線) 控制沒有鑽孔或探槽數據區域的煤層隱伏出露。 按照10米網格尺寸生成模型網格。 構造網格採用Minex生長技術建模方法生成，並受到置信度的制約。



標準	考慮因素
	並無對「工作段」的煤層進行開發／建模。
開採參數或假設因素	計算機模型未採用最低煤層厚度，但採用0.1米最低煤層厚度用於限制資源量。



照片1：蒙古南戈壁沙漠QGX公司Baruun Naran礦區辦公室

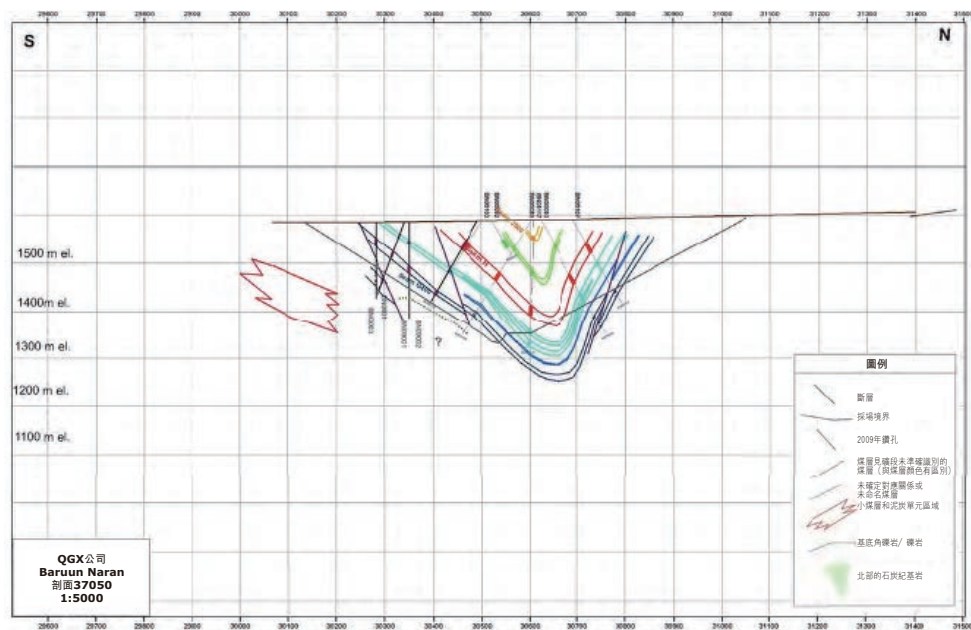


圖5.3：ArcMap南北向剖面37050E

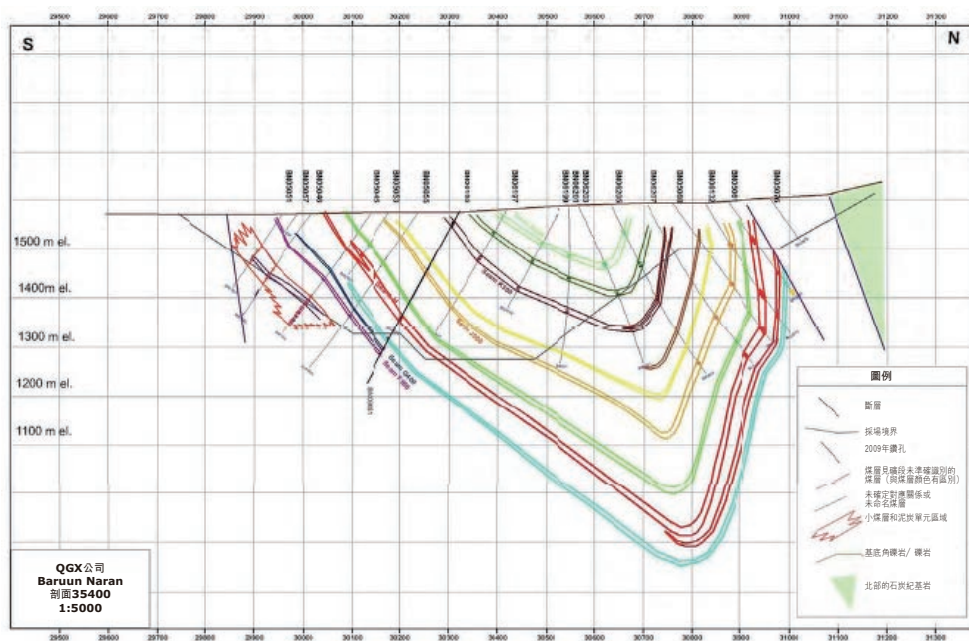


圖5.4：ArcMap南北向剖面35400E

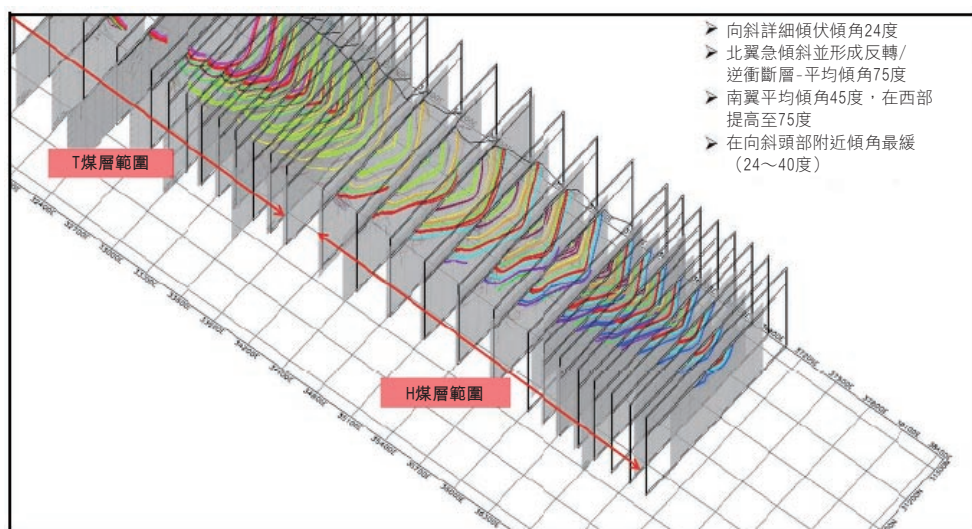


圖5.5：ArcMap和Minex剖面重疊－東部

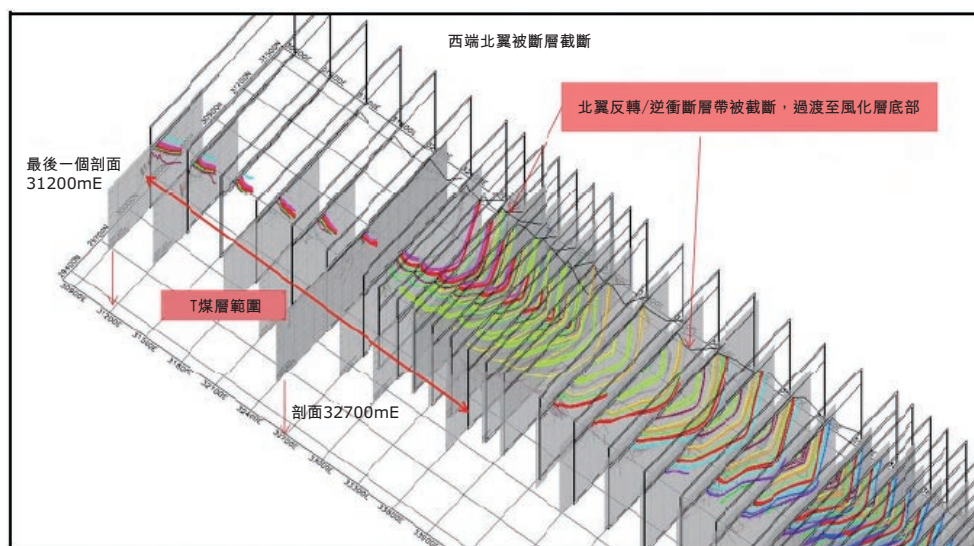


圖5.6：ArcMap和Minex剖面重疊－西部

5.3. 資源量評估步驟

MBGS公司採用當前的計算機模型評估資源量。表5.4列出了本次評估所採用資源量評估流程。

表5.5評估流程

標準	考慮因素
為資源量評估負責的一方	P.Harrison (McElroy Bryan Geological Services Pty Ltd) 進行計算機建模。
合資格人士	P.Harrison先生 (McElroy Bryan Geological Services Pty Ltd)。
日期	地形模型根據2007年10月採用WGS84和UTM48地表基準進行的地表測量數據得出。計算機建模最終於2009年12月完成，並於2010年1月完成資源量評估。
相對密度	根據相對密度數據確定了水份為6.0% (估計原位水份) 的原位密度。 原位密度採用Preston Sanders方法生成，其中採用相對密度作為基礎，並根據原位水份進行調整。 Preston Sanders公式如下： $\text{相對密度 (原位)} = \frac{RD_{ad} * (100 - M_{ad})}{100 + Rd_{ad} (ISM - M_{ad}) - ISM}$ 其中： RDad = 相對密度，風乾基 Mad = 內含水份，風乾基 ISM = 原位水份 (估計為6%) 雖然對相對密度(RD)是通過煤層岩心測定，但是礦床中有大量煤層和子煤層，導致V500、R500、R400、R300、R200和G450煤層中的子煤層沒有足夠的煤炭品質分析數據，不能對相對密度建模。對於這些子煤層，通過參考BN礦區中其他具有類似煤層ISD值的煤層，估計默認ISD值。
方法	採用根據未約束計算機模型(BN09B)，以及風化底部／北翼斷層面網格約束的模型上部表面構建的厚度網格，進行資源量評估。採用垂直側面多邊形面積進行資源量評估。各個煤層 (V506至E504) 的厚度網格乘以平均原位密度數值(ID)和Minex軟件中的多邊形面積。採用各個煤層的鑽孔範圍約束多邊形面積。

標準	考慮因素
驗證	2010年2月，274百萬噸資源量是至400米深度範圍得出的估計。由於QGX公司和MBGS公司的地質師根據2009年鑽探計劃結果，對煤層對應關係和礦床構造進行了重新詮釋，因此300米深度範圍內212百萬噸評估資源量低於上一次253百萬噸評估資源量（2007年7月）。

