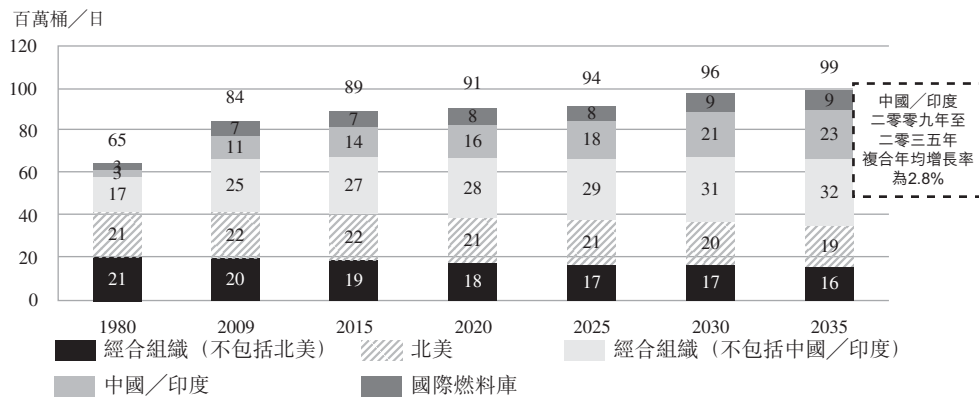


行業概覽

環球石油市場供應與需求

據 BP 二零一一年世界能源統計回顧 (BP Statistical Review of World Energy 2011) (「BP 統計回顧」) 指出，二零一零年的環球石油需求為每日8千7百萬桶，總數中約53%在經合組織國家消耗，其中約22%在美國境內消耗，美國是世界單一最大的石油市場。據國際能源機構指出，全球石油需求預期於二零三五年增至每日9千9百萬桶，增長的相當部分來自非經合組織國家，例如中國和印度，它們在二零三五年將佔總需求的約23%。預測北美仍然會是石油的主要消耗地區，佔二零三五年總需求的約20%。

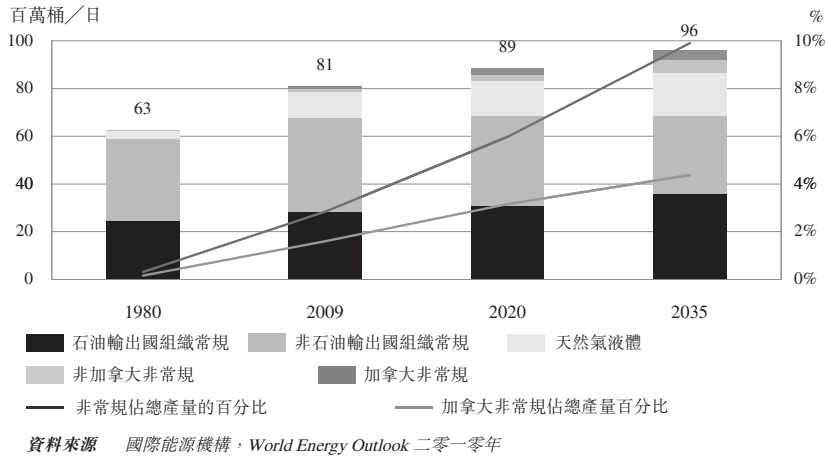
各地區的基本石油需求 (一九八零年至二零三五年)



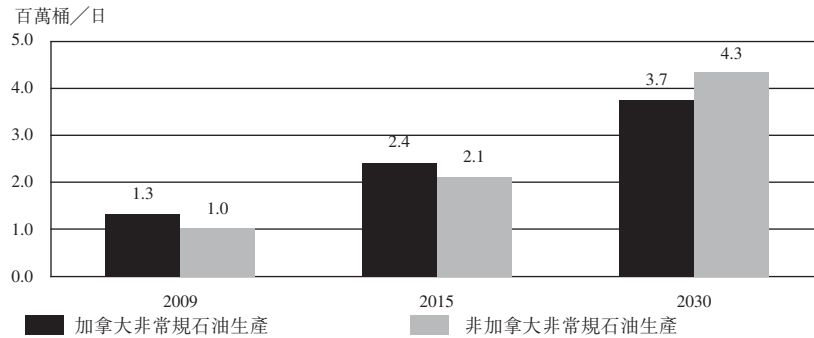
國際能源機構估計，全球約三分之一最終可開採常規石油資源經已生產。預計於二零三五年全球超過一半最終可開採常規石油資源將已生產。預期非石油輸出國組織常規生產將不足以跟上持續增加的需求。因此，為滿足預測需求，環球石油生產預計會過渡為日益依賴石油輸出國組織生產及原油的非常規來源（最主要為超重油及油砂重油）。具體來說，預期非常規石油生產的增長將為全球石油生產增長提供重大貢獻。預期加拿大的油砂生產為有關增長提供不少的貢獻。二零零九年，約每日230萬桶全球石油生產（佔總數的2.8%）屬非常規類別，而當中約每日130萬桶為加拿大油砂生產。直至二零三五年，預期約每日950萬桶的非常規石油生產佔總全球生產的9.9%，而預期加拿大的油砂貢獻約每日420萬桶，即期內每年增長4.6%。

行業概覽

各地區石油生產（一九八零年至二零三五年）



非常規石油生產⁽¹⁾⁽²⁾



資料來源：國際能源機構，World Energy Outlook 二零一零年

附註：

1. 「非常規石油」指超重油（包括委內瑞拉的超重油）、油砂提煉的天然油砂重油、化學添加劑、氣制油和煤制油（以及不包括生物燃料）

加拿大常規重油

加拿大常規重油一般界定為在地下發現處於液體狀態、可流入井孔的原油，具有少於或等於20度美國石油協會比重(API)，以及含硫量最高達約5%（視乎重油類別）。加拿大常規重油較西德州中級原油更重和更具酸性，後者美國石油協會比重為39度，含硫量為0.34%。加拿大生產的重油，來自比較淺的油井（深度為350–1,000米），主要分佈在橫跨阿爾伯塔省與薩克斯其萬省邊境的重油地帶，並在冷湖油砂礦床西部和西南地區。常規重油售價相對輕油一般呈現折扣，反映對於煉油廠最終產品的相對市場價值。截至二零一零年年底，常規重油約佔加拿大石油總產量13%。據國家能源局指出，加拿大常規重質原油礦床估計包含按已知技術可開採原地石油4.70億桶。

行業概覽

重油開採法包括基本生產、非熱採提高石油開採法及熱採生產。選擇何種方法一般視乎生產階段、岩層和流體性質、油藏地質，以及可用的生產與運輸設施。基本開採為重油生產的第一階段，當中天然蘊藏能源(例如重力排水)將石油從油藏送入井孔，並且抽上地面。由於油藏壓力下降，開採石油必須採用人工舉升系統。排砂冷採是一個主要的開採技術，涉及持續生產砂，改善來自油藏的重油開採。非熱採提高石油開採法是採用非熱能法開採重油，包括從水平和多邊井、利用注入水、溶劑和氣體達致生產。水沖法是提高石油開採法的最常見方式，它涉及到注水排出重油。熱能法一般涉及注入蒸汽或熱水進入油藏，以提高重油的流動性，並提供一個排出機制。三種方法之中，熱能有最高的開採比率，但也導致最大的潛在資本支出和經營成本。

加拿大的油砂概況

加拿大三大油砂礦床分別位於阿爾伯塔省內的阿薩巴斯卡、和平河和冷湖。據能源部指出，該等礦床位於阿爾伯塔省北部共約14,020,124公頃(140,200平方公里)的地區。阿薩巴斯卡區域的面積最大，佔整個阿爾伯塔省油砂面積約66%。據能源部資料顯示，阿薩巴斯卡區域70%現已發放給石油公司。

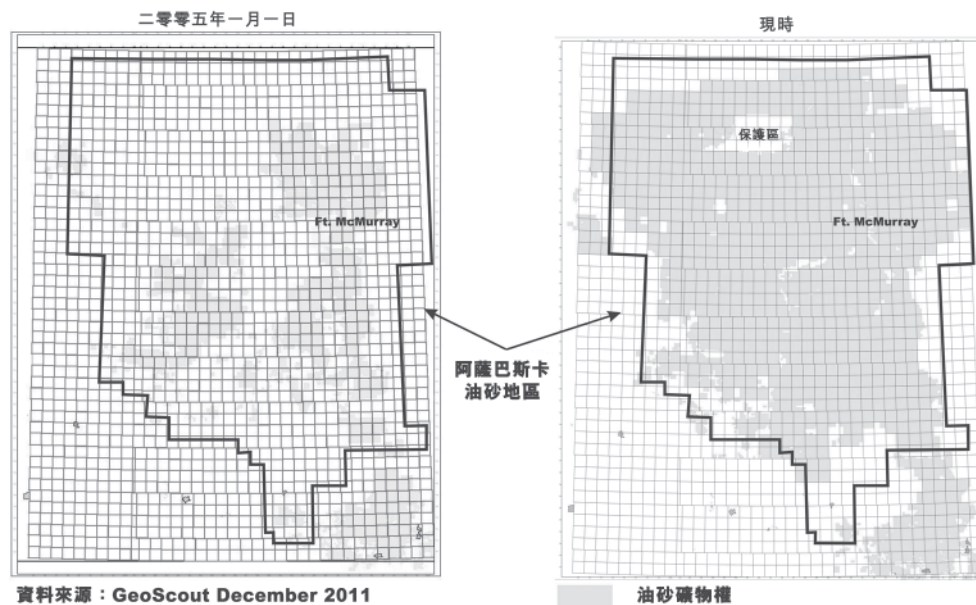


阿爾伯塔省政府擁有所有油砂礦權的97%，永久業權業主持有餘下3%。能源部代表該省市民管理皇家政府擁有礦權。大部分油砂租賃協議經由公開提呈方式頒佈，一般稱為

行業概覽

土地銷售。在土地銷售，皇家政府按固定年期連同一幅特定土地銷售附帶的礦物權，以換取補助付款、一次過625加元的費用、協議首年租金開支(每公頃3.50加元或最低款額50.00加元)，加上開採礦物的礦稅。油砂權由出價最高的競投人士承租。油砂租賃協議類別及年期經已標準化，分為兩個類別：基本租賃，所頒佈標準年期為15年；以及持續租賃，為基本租賃的延展，再分類為生產或非生產。倘若就該礦產根據油砂租期法規取得確定最低水平評估，油砂租賃協議將會持續或無限期延展。在申請延續租賃前，最低的要求是基於土地完成的固定數量鑽探和地震勘探。倘若承租人不申請延續，租賃將會屆滿。油砂許可證可替代租賃，發出的年期為5年。許可證持有人已經評估並證明土地已達到最低的要求，可在許可證年期屆滿時申請租賃。能源部允許申請人選擇許可證或租賃協議。自二零零五年以來，油砂業湧現大量新參與者，爭取高品位的租賃地，特別是在阿薩巴斯卡地區。有關詳情，見本文件「行業法律及規例—有關土地的法律及法規」一節。經過過去數年的大量購買活動，如以下地圖所示，僅餘下很少量的高品位的油砂租賃地。

阿薩巴斯卡地區油砂礦物權



加拿大的油砂包括天然礦床，明顯較常規原油為重及粘性大。油砂主要由沙、泥土、油砂重油及水組成。油砂重油，像重油般，是一個碳氫化合物的複雜混合物，與常規輕原油比較，它含有高碳低氫的特點。特意室溫之下，油砂重油帶有粘性，不適合以管道運輸。為達到運送及銷售的目的，油砂重油加工為兩大形態：一種是油砂重油混合物，油砂重油

行業概覽

與一種稀釋劑混合，從而可在管道流通；或者生產一種合成原油（「合成原油」），那是原始油砂重油經提煉後的產品。

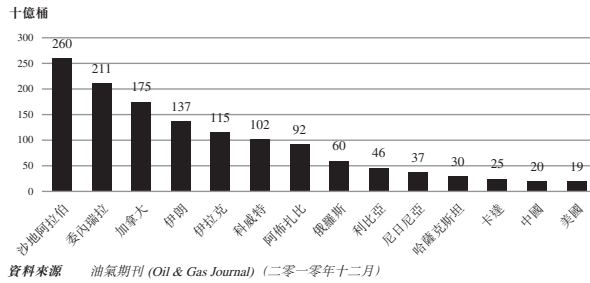
兩個不同類型的地層，碎屑岩和碳酸鹽岩含有油砂中的油砂重油資源。碎屑沉積物形成構成油藏的最大部分，現時生產油砂重油和重油。碎屑油藏系統經由流體沖積的岩石碎片沉積形成，有關流體系統包括河流、三角洲、海岸和河口等。目前在阿爾伯塔省的商業油砂重油生產全部來自碎屑地層。碎屑油藏系統通過岩石碎片沉澱形成，來自史前河流的切岸、河床及河口的沉積物。就阿爾伯塔而言，碎屑油藏在白堊紀已形成。在阿爾伯塔省的油砂著名的碎屑地層包括，Wabiskaw 及 McMurray 地層，位於地面以下150米和450米之間。從碎屑岩油藏萃取的優點是滲透性和孔隙度在很大程度上可以預測。常見的碎屑沉積岩例子包括礫岩，砂岩，粉砂岩和頁岩等碎屑岩。「碳酸鹽岩」是指其主要礦物成分（95%以上）是方解石、霏石和白雲石的一類沉積岩。碳酸鹽是來自泥盆紀的史前珊瑚礁產物。碳酸鹽岩是常見的碳氫化合物油藏，包含全球超過60%的探明石油儲量。然而，由於從碳酸鹽岩油藏生產油砂重油涉及獨特的技術困難，目前在阿爾伯塔省仍沒有來自碳酸鹽的油砂重油岩層商業化生產。公司面對從碳酸鹽岩油藏萃取油砂重油的主要困難之一是，岩石的滲透性和孔隙度往往非常複雜和難以預測。儘管面對上述困難，尚有不少業者持續進行初步的前期嘗試。

Laricina Energy Limited 在其於阿爾伯塔省北部 Saleski 試行項目，最近成為加拿大的首個以碳酸鹽SAGD系統取得成果的例子。該 Saleski 試行項目的目標是從 Grosmont 地層取得碳酸鹽。Laricina 於二零一零年十二月開始在 Saleski 注入蒸汽，期望達每日1,800桶的生產效率。同時，於二零一零年十二月，Laricina 為其於 Saleski 首項商業擴張期提交每日10,700桶的監管申請，該擴張期預計於二零一三年展開。其他有意從事由碳酸鹽生產油砂重油的公司包括 AOSC、赫斯基能源、Osum Oil Sands Corp.、Shell Canada Limited及本公司。

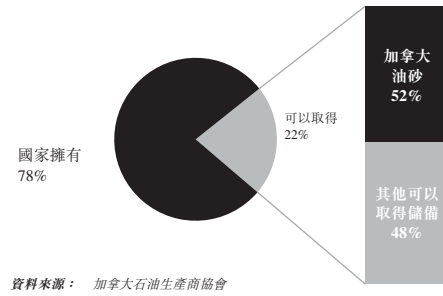
據油氣期刊(Oil & Gas Journal)指出，加拿大現時以探明全球原油儲備計，位居全球第三，在沙地阿拉伯及委內瑞拉之後，加拿大多數儲備屬於油砂。能源保護局估計，約1,690億桶油砂重油是可運用現有技術可採的確定儲備，而且最終可採數量更最高達到3,150億桶。此項估計不包括碳酸鹽地層貢獻的油砂重油數量。據能源保護局估計，加拿大的油砂碳酸鹽地層有超過 4,000億桶的油砂重油資源。

行業概覽

估計世界原油探明儲備



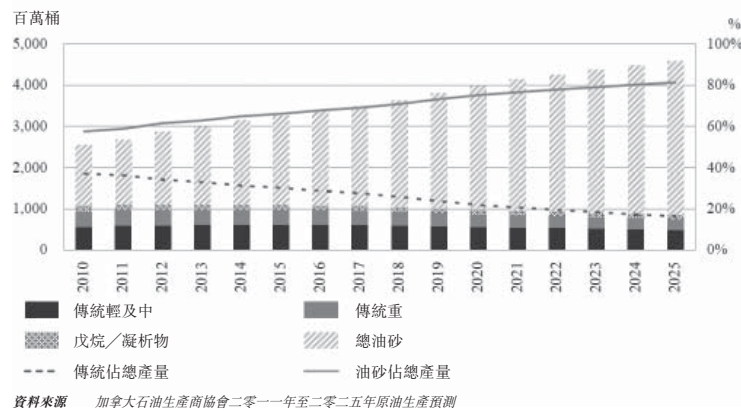
全球石油儲備



現時及預測油砂生產

自一九六零年代開始，企業已自加拿大生產油砂。據加拿大石油生產商協會指出，二零一零年，每日150萬桶的油砂生產佔加拿大原油產量的52%。二零一五年前，預計油砂生產增至加拿大原油總產量的62%，北美原油總產量的16%。加拿大石油生產商協會預測，基於已宣佈項目所顯示潛力，油砂生產在二零一五年增至約220萬桶及在二零二五年高達370萬桶。預算油砂生產的預計增長在加拿大常規石油生產下跌的一段期間出現。目前來自油砂的產量預測並未計及來自含油砂重油碳酸鹽地層的潛在增長，因為有關方面迄今仍未有商業生產。

加拿大石油生產 (二零一零年至二零二五年)



油砂生產方法

油砂一般有兩大生產方法。即熱採法和露天開採法。使用熱採法萃取油砂重油資源稱為原地或「實地」開採。決定露天開採或原地開採較合適主要視乎油藏所在的深度。在大多數情況下，當油藏處於超過約75米深，則油砂萃取以原地法進行。能源保護局於二零一零年估計，加拿大約80%的最終可採油砂重油總量將以原地技術開採。相反，倘若油藏目標處於不足約75米的深度，油砂萃取通常使用露天開採作業方式。

行業概覽

露天開採

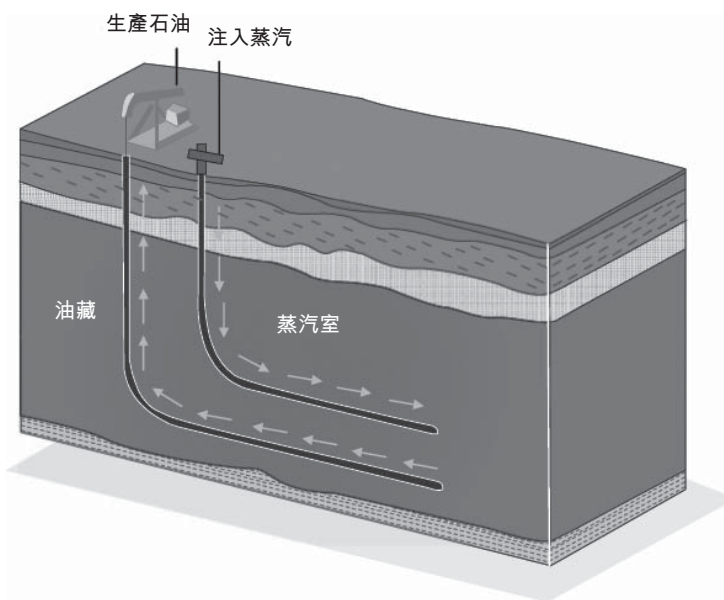
二零一零年，能源保護局估計，阿爾伯塔省約20%的可採油砂重油總量適合使用露天開採方法。油砂開採技術原先使用挖掘機和鬥輪挖掘機，通過輸送帶將砂和油砂重油運送至加工設施。然而，現時更普遍和經濟的是，使用電源鏟和大型傾卸卡車執行類似的操作。油砂露天開採作業產生含有水、沙、泥土和油砂重油混合物的尾礦池，而尾礦池最終將會填回。繼開採程序中的油砂重油分離過程後，尾礦池需要解決水中剩餘的微粒。

原地開採(熱採生產法)

商業現時使用的原地生產法對目標油藏使用熱能，以減低油砂重油的粘性，讓油砂重油可在井內流動，泵出地面。原地開採方法對地面的影響較開採作業為少，不會產生尾礦池。目前商業化使用兩個原地生產方法為SAGD和蒸氣吞吐採油法。決定使用SAGD或是蒸氣吞吐採油法視乎各種油藏特質。

蒸氣輔助重力排油系統(SAGD)

SAGD過程於一九七零年代開發，於一九八零年代首度在阿薩巴斯卡油砂地區進行測試。在一九八零年代，水平井技術出現，井對可以常規強化石油作業鑽井方式在地面鑽探井對。在SAGD操作，在目標油藏鑽探平行的兩口水平井，一個在岩層的底部，第二個在約五米之上。井通常以群組在中央井場鑽探，可在地面位置水平遍布逾一公里。在每個井對，蒸汽注入上井孔，蒸汽的熱力減低油砂重油的黏性，重力讓其流入較低的井孔，在該處抽升至地面。能源保護局指出典型的SAGD開採率為40至50%，而經驗豐富的SAGD營運商Suncor Energy 報稱開採率可高達60%。



行業概覽

經過自一九九零年末以來眾多項目的發展，SAGD得以普遍商業化應用。定向鑽井技術的發展和完善導致SAGD在油砂的應用增加，如鑽井的位置更加準確，成本亦較便宜，而且運作更加效率。此外，技術不斷的演進持續顯著提高開採率及成本效益水平。

阿爾伯塔省油砂運用SAGD進行生產的項目

項目	營運商	產能 桶／日	投產年份
Foster Creek (第1A - 1E階段 + Debottleneck)	Cenovus	120,000	2001
Firebag (第1 - 3階段 + 熱電聯產及擴張)	Suncor Energy	157,500	2004
Long Lake (第1階段)	Nexen	72,000	2008
Jackfish (第1 - 2階段)	Devon Canada	70,000	2007
MacKay River (第1階段)	Suncor Energy	33,000	2002
Tucker (第1階段)	赫斯基	30,000	2006
Surmont (第1階段 + 試行)	康菲	28,200	1997
Christina Lake (第1 - 2階段)	MEG	25,000	2008
Great Divide (第1階段 + 第2階段)	Connacher	20,000	2007
Christina Lake (第A - C階段)	Cenovus	58,800	2002
Orion (第1階段)	英國石油	10,000	2007
Hangingstone (試行)	日本石油	11,000	1999
Kai Kos Dehseh (試行)	Statoil Canada	18,750	2010

資料來源：阿爾伯塔省政府，*Alberta Oil Sands Industry Quarterly Update* (二零一一年冬季)

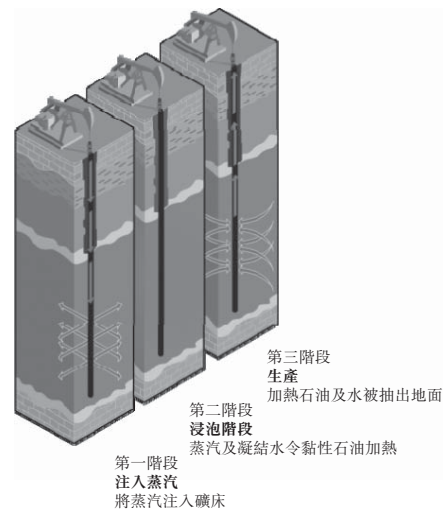
SAGD生產商一直不斷優化操作，加入持續改良的程序，提高項目經濟效益。部分的技術改良涉及增強成熟的工藝和技術，如注射蒸汽添加劑進入油藏，以增加油砂重油開採率，降低天然氣的需要。部分方法是根據SAGD以外不同的技術，如高壓空氣注入和導電加熱。其他不斷發展的程序改進涉及使用其他鑽井配置，以提高油砂重油掃描效率和油砂重油開採率，包括「加密井」，加密井是在已建立、達致SAGD對之間的加密鑽水平井。業內專家繼續研究和測試技術，集中改良原地程序的開採成效較遲出現的情況。見本文件「一加拿大的油砂概況—油砂原地開採技術」一節。

蒸汽吞吐採油法

蒸汽吞吐採油法自一九八零年代已在阿爾伯塔省作商業性應用。Imperial Oil Limited首先在冷湖試用此法，其後其他幾個主要業者均在阿爾伯塔省商業性蒸汽吞吐採油法項目有所生產，包括 Canadian Natural Resources Limited 在 Primrose 和 Wolf Lake、Shell Canada Limited 在和平河。蒸汽吞吐採油法的過程涉及高壓、高溫蒸汽被注入一個鑽井，該鑽井用作為注入井和產出井。蒸汽將充盈浸泡油藏一段足夠長的時間，以減低油砂重油的黏性。

行 業 概 覽

待粘性降低至容許油砂重油流動和被抽出，鑽井將由蒸汽切換至生產階段，油砂重油將被抽出鑽井，為期以月計。一旦生產低於預定的目標水平，則重複運作蒸汽吞吐採油法。此多個階段程序通常涉及幾個星期的一蒸，油藏被充盈浸泡幾個星期，最終令生產階段延長。蒸汽吞吐採油法可以在垂直、傾斜或水平井進行。根據經驗，蒸汽吞吐採油法的開採率較SAGD方法為低。使用蒸汽吞吐採油法的開採率通常是20%至30%。



阿爾伯塔省油砂運用蒸汽吞吐採油法進行生產的項目

項目	營運商	產能 (桶/日)	投產年份
Cold Lake (第1 - 10階段)	Imperial Oil	110,000	1985
Primrose South	Canadian Natural Resources	45,000	1985
Primrose East (Burnt Lake)	Canadian Natural Resources	32,000	2008
Primrose North	Canadian Natural Resources	30,000	2006
Cold Lake (第11 - 13階段)	Imperial Oil	30,000	2002
Wolf Lake	Canadian Natural Resources	13,000	1985
Carmon Creek (Cadotte Lake)	殼牌石油	12,500	1986
Red Earth CSS Pilot	Southern Pacific Resources	1,000	2009

資料來源：阿爾伯塔省政府，*Alberta Oil Sands Industry Quarterly Update* (二零一一年冬季)

油砂原地開採技術

目前有數種正在發展中的原地開採方法，側重於改善油砂重油的開採率(即可以生產的石油原始地質儲量百分比)，同時降低資本和經營成本，降低燃料消耗和二氧化碳排放量，並減少表面的破環。其中一些改進涉及提高商用驗證過程。最近的例子和開發程序的改進和新萃取技術載於下文。

電潛泵：電潛泵是運用電動的井下泵水系統的人工舉升系統。電潛泵通常由數個離心泵部件組成，可作特別設定，以符合生產所需和特定用途的井孔特性。電潛泵系統是常

行業概覽

見的人工舉升方法，其大小和輸出流量均具備靈活性。電潛泵可以在水下運行及減少每單位油砂重油生產所需的蒸汽量，降低水和天然氣用量，削減經營成本和每單位的二氧化碳排放量。電潛泵常用於商業SAGD項目。

加密井：典型的SAGD鑽井，鑽開約100米。經過幾年的生產，蒸汽室擴大至開始互相交疊，於油藏底部的井對之間留下未生產石油的一個區域。加密井是一個新添有產出的水平井，於兩個現有的井對之間鑽井生產，在注入最少額外蒸汽的情況下開採剩餘油砂重油。Cenovus 首先在其 Foster Creek SAGD礦產測試此一程序，其後在 Christina Lake SAGD礦產取得成果。Cenovus 指出，由於使用加密井，帶來約10%的潛在開採率升幅。加密井提高油砂重油回收率和汽油比，從而降低整體經營成本和減少二氧化碳排放量。

溶劑輔助程序：溶劑輔助程序涉及在一個普通的SAGD過程中，將少量的碳氫化合物溶劑(例如丙烷或丁烷)加入蒸汽進行注入。加入溶劑，可降低所需熱能，令注入蒸汽達致最大的能源效率。低熱量的要求意味著所需蒸汽和天然氣需求減少，因此令經營成本降低和減少二氧化碳排放量。Cenovus 現時在其 Christina Lake SAGD項目測試溶劑輔助程序，指出共同注入溶劑，減少約3%的年度燃氣用量，將產出率改善30%和增加石油總開採率15%。目前，溶劑輔助程序看來是一項技術突破，但要確定程序是否商業上可性，需要更多的時間來瞭解可收回的溶劑數量。試驗運用共同注入溶劑的公司包括 Cenovus、Imperial Oil 和 Laricina。

注入二氧化碳：類似於溶劑注入蒸汽，SAGD生產商一直在試驗在SAGD鑽井達到成熟階段時注入二氧化碳，進入風斷模式。在風斷模式下，油砂重油生產率開始下降，而由於油藏內的油砂重油比例下降及熱力損失增加，導致汽油比增加。注入二氧化碳有助於抵銷下降的油砂重油產出率，因此延長油井的壽命。

熱輔助重力排出：熱輔助重力排出是一個過程，當中水平井有電纜插入井孔(相對於蒸汽)，用以將油藏加熱。與SAGD比較，熱輔助重力排出的主要優點是，不存在地面設施建設、產生蒸汽和用水處理的程序，有望帶來較低的經營成本和資本成本。運用熱輔助重力排出的主要缺點是達到的地下散熱範圍較小，因此將需要使用更多的暖氣井。這項技術處於早期測試階段。AOSC 的多佛西部地區 Leduc 碳酸鹽項目首度原地進行有關加熱測試。

趾跟注氣技術：趾跟注氣技術是 Petrobank Energy and Resources Ltd 獨家擁有的原地燃燒技術。自二零零六年起，此程序在 Petrobank 的 Whitesands 項目進行試行階段。趾跟注氣

行業概覽

技術程序結合垂直空氣注入井與水平產出井。垂直空氣注入井產生高溫燃燒前沿，燒去油藏內部分石油，減少剩餘石油的粘度。趾跟注氣技術的主要優點包括較高的開採率、半升級產品，以及具能力可開拓部分以前被認為是超越SAGD極限的油藏。其他優點是趾跟注氣技術減少資本和經營成本，以及可開採較高石油數量。技術的可靠性是商業應用的最大挑戰，截至目前為止，測試面對高水平的砂生產。

電熱動態剝離程序（「E-T - DSP」）：E-T - DSP 是 E-T Energy Ltd.（「E-T」）開發的一項獨家技術，它結合了熱傳遞機制（電熱、傳導和對流），形成環保的油砂加熱方法。程序涉及通過地面發電機將電流下達致油藏懸浮的鋼焊條，鋼焊條以網格模式分佈。當電流通過地層的水份時，地裏的油砂重油受熱。程序使用最少的用水，可有效恢復受影響的土地，能源消耗較少，並減少溫室氣體排放。二零一一年四月，E-T與 Total SA 簽訂技術合作協議，參與更多的原地測試，因為E-T準備在其阿爾伯塔省北部的 Poplar Creek 項目進行商業性開發。

油砂資金成本趨勢

在二零零八年下半年以前的數年，油砂開發商經歷了資本成本的通貨膨脹，主要是與全球競爭熟練勞動力和用於建設項目的材料。成本上漲是受全球經濟增長強勁，大宗商品價格上升和資本市場大為開放所帶動，而阿爾伯塔省則受到若干油砂生產商開始大型發展項目（多數情況涉及建築的升級程序），令對勞動力和材料的需求更加旺盛。

二零零八年底及二零零九年初的金融危機爆發過後不久，全球經濟陷入衰退，石油和鋼鐵價格從歷史高位回落，多個油砂計劃項目撤回或押後，等候宏觀經濟條件改善。項目發展放緩，導致整個油砂產業的資本支出減少。近期，油砂產業恢復快速的發展，但行內主要形態發生了變化，相信是為了減輕先前經濟周期的通脹壓力。

原地開發相對開採日趨普及：近期業內的大部分增長將集中於原地開發，特別是非集成SAGD相對於綜合開採甚為明顯。分階段建設的原地項目平均日產10,000桶至30,000桶。由於相對於綜合開採項目規模和範圍均較小，原地項目更易於管理，產出高峰時期僅需較小勞動力，因此預算超支的可能不大。

勞工供應增加：於上個通脹周期的建設步伐對加拿大各地帶來巨大的勞動力需求。加拿大勞動力被佔用迫使油砂開發商在國際上爭取額外的資源。然而，由於金融危機過後

行業概覽

有待經濟復甦，最近加拿大以至整個北美勞工供應變得充足。目前美國的失業率為8.6%，顯著高於二零零八年經濟周期高峰的5.8%。此外，現時區內爭取勞工大型項目較少，反之，例如在上個通脹周期，二零一零年溫哥華冬季奧運會有關建設對類似的勞動力資源造成激烈競爭。

較少形成競爭的大型項目：油砂產業的整合，特別是在開採環節，創造了一個增加協調和減少競爭的形勢。在上個周期，有七個主要開採項目爭奪相同的資源：Shell Canada Limited的阿薩巴斯卡油砂項目；Canadian Natural Resources Limited的Horizon；Imperial Oil/ExxonMobil的Kearl Lake及Syncrude；Suncor Energy的Voyageur、Petro-Canada的Fort Hills；以及Total SA的Joselyn。自上個周期，整固已經大幅改變了油砂項目的所有權。例如，Suncor Energy於二零零八年與Petro-Canada合併，及其合資公司在二零一零年與Total SA合併，導致Suncor Energy在其Voyageur項目以外，現在對Syncrude、Fort Hills及Joselyn擁有重大影響力。此種整合減少項目計劃進行年期互相造成競爭的情況，與所有項目獨立互相造成競爭的情況大有不同。

從二零零八年底和二零零九年初期間油砂行業所取得的經驗，已經改變了業者處理新開發項目的方式。預期在近期開發的新項目將不涉及建築升級建設，業者傾向規模較小及更易於管理的建設階段，或原地生產商採取「模塊化」生產的數量正在增加。由於全球經濟好轉，業者目前正密切注視材料成本的增加，特別是鋼材。鋼材，油砂發展其中一個最大的投入成本，相對於二零零八年通貨膨脹高峰期，有關價格目前維持在較低的水平。截至二零一零年年底，鋼材價格較二零零八年高峰期低55%。由於西德州中級原油與鋼鐵之間過往商品價格的關係，隨着獲批和建造的油砂項目增加，需要密切監察及管理成本上升的情況。

天然氣與稀釋劑供應

使用SAGD萃取油砂重油，以及將油砂重油混和，使其可以通過管道運輸，需要使用天然氣和稀釋劑。天然氣作為一種能源的投入，主要是利用原地萃取地點的蒸汽製造設備從水產生蒸汽。萃取1桶油所需蒸汽量通常稱為汽油比。較高的汽油比表明需要更多的蒸汽，因此亦需要更多的天然氣，增加了開發和操作成本。

加拿大非常規燃氣協會估計，在二零一零年，加拿大有剩餘可銷售天然氣資源基地約700至1,300萬億立方尺，其中包括非常規氣體資源（緻密氣和頁岩氣）。根據國家能源局的資料顯示，加拿大西部的天然氣產量在二零一零年年約為每日142億立方尺，隨着萃取非常規天然氣資源的技術不斷得到改善，預計產量長期將會增加。基於國家能源局的供應預測，長遠而言，將有符合成本效益足夠天然氣供應。

行業概覽

以往AECO的價格⁽¹⁾



資料來源：彭博

附註

(1) 以往價格以二零零一年至二零一二年(直至二零一二年一月三十一日)的平均每月AECO的價格計算。

為了製造能夠流過管道的油砂重油混合物，油砂重油必須先與稀釋劑，例如凝析物或合成原油混和。稀釋劑的黏性較油砂重油低，約佔油砂重油混合物 30–50% 的總體積，視乎所用的稀釋劑及油砂重油的黏性及密度而定。凝析物的粘性較合成原油為低。因此，與凝析物混合的油砂重油混合物(通常被稱為稀釋油砂重油)需要的稀釋劑比例(約為30%)較與合成原油混合的油砂重油混合物(通常被稱為合成油砂重油)的稀釋劑比例(約為50%)低。由於凝析物與合成原油定價相若，稀釋油砂重油的較低稀釋劑成本通常提高了生產商的收益。

混合用的凝析物通常來自地區生產或進口加拿大，而混合用的合成原油來自地區油砂升級建設。據加拿大石油生產商協會指出，二零一零年，平均有超過每日 116,000 桶的結合丁烷、來自升級建設的稀釋劑，進口凝析物補充了本土生產的凝析物供應。國家能源局預測，在二零二零年，進口稀釋劑需求將達到每日 250,000 至 300,000 桶，主要是基於油砂生產顯著的增長前景。油砂產業投入了大量資源，藉增長凝析物的鐵路進口及建立新的稀釋劑進口量，增加了稀釋劑的供給。大部分進口稀釋劑將經由 Enbridge Inc. 的 Southern Lights 管道從美國中西部地區運到阿爾伯塔省，每日為 180,000 桶。該管道自二零一零年七月投入服務。Southern Lights 可利用局部環狀管道將運輸量增加到每日 330,000 桶，以及利用全面環狀管道將運輸量增加至超過 400,000 桶。此外，作為其 Northern Gateway 原油管道項目的部分，Enbridge Inc. 建議設立每日 193,000 桶的稀釋劑進口管道，由英屬哥倫比亞省 Kitimat 延伸至亞爾伯塔省埃德蒙頓。國家能源局已安排於二零一二年一月就項目進行聽證會。

油砂重油混合物的市場及運輸

阿爾伯塔省 Hardisty Hub 的油砂重油混合物混合使用多個定價基準，最常見的基準是 Lloyd Blend、Bow River，而最近則是西加拿大精選油。油砂重油混合物由於質量情況，相對常規輕油，例如西德州中級原油或 Edmonton Par 存在價格折讓。西德州中級原油是一種輕質低硫原油，用來作為北美基準級的原油報價指標和引用作為位於俄克拉荷馬州庫欣一個銷售點的參考。加拿大石油生產商協會將原油分為多種類型，加拿大西部原油供應分為

行業概覽

四大類：常規輕油、常規的重油、升級輕油和油砂的重油。不同等級的原油有各自的密度和含硫量。

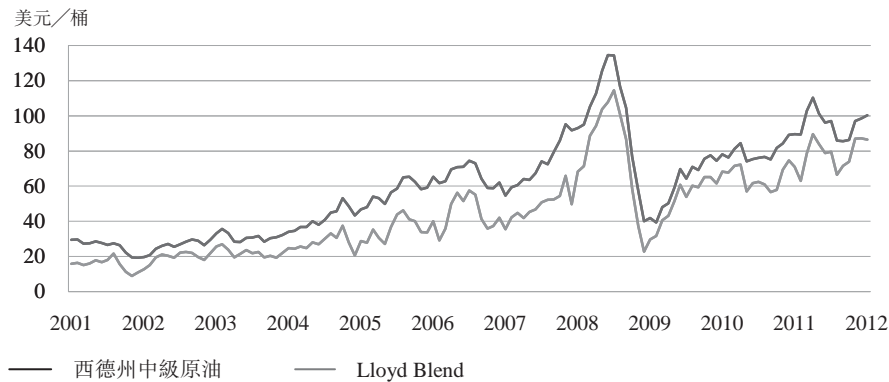
各類石油規格

原油類別	二零一零年 終價格 (每桶加元)	重力 (美國石油協會比重)	含硫量 (重量%)
指標價格			
西德州中級原油 @ Cushing	\$91.20	39.0–40.0	0.34%
Edmonton Par @ Hardisty	\$85.46	40.0	0.50%
Bow River @ Hardisty	\$77.03	26.7	2.10%
Lloyd Blend @ Hardisty	\$73.77	20.7	3.15%
西加拿大精選油 @ Hardisty	\$71.24	20.6	3.40%
Cold Lake Blend @ Hardisty	\$75.04	21.2	3.70%
稀釋劑			
Sweet Synthetic Blend @ Hardisty	\$87.28	30.0–32.0	0.10%–0.20%
凝析物	\$92.85	65.0	0.10%

資料來源：彭博資訊，Syncrude, Centre for Energy and Environment Canada as per the Oil & Gas Journal

重油相對輕油的折讓(一般稱為「重油差」)一直波動，但在過去四年已大為縮小，石油工程公司目前預測直至二零一五年差額平均介乎18%至20%。

過往西德州中級原油與Lloyd Blend價格⁽¹⁾



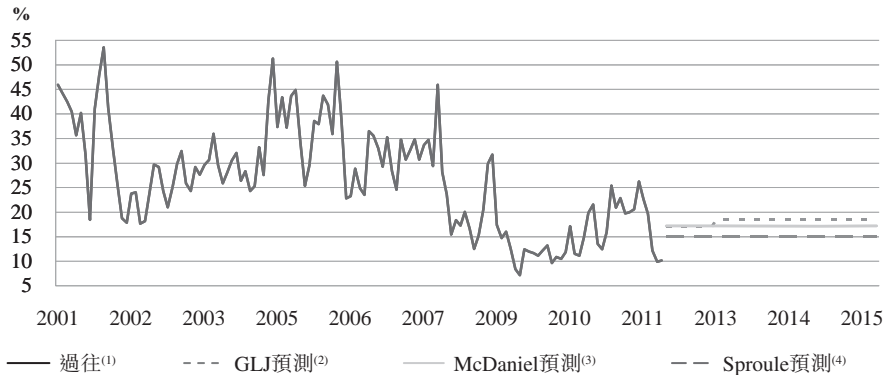
資料來源：彭博

附註：

(1) 過往價格為西德州中級原油與Lloyd Blend價格由二零零一年截至二零一二年(直至二零一二年一月三十一日)的每月平均價格。

行業概覽

過往及預測重油差



資料來源：彭博

附註

- (1) 過往油差顯示由二零零一年至二零一二年(直至二零一二年一月三十一日)的 Lloyd Blend 每月平均油差(資料來源：彭博資訊)。數值是將 Lloyd Blend 除以埃德蒙頓輕質低硫原油，然後減1。
- (2) GLJ預測是截至二零一二年一月一日。油差數值是將 Hardisty 的 Lloyd Blend Crude Oil Stream Quality 除以埃德蒙頓輕質低硫原油(40美國石油協會比重，0.3%硫)，然後以1減去該數值。
- (3) McDaniel & Associates Consultants Ltd. 預測是截至二零一二年一月一日。油差數值是將 Alberta Bow River Hardisty Crude Oil 除以埃德蒙頓輕質原油，然後以1減去該數值。
- (4) Sproule Associates Limited 預測是截至二零一一年十二月三十一日。油差數值是將 Hardisty Lloyd Blend (20.5美國石油協會比重)除以 Edmonton Par 價格，然後以1減去該數值。

加拿大石油的市場歷來在加拿大西部和東部以及美國中西部和洛磯山脈地區，少量運到美國西岸。據能源保護局指出，未來來自加拿大油砂增產數量的大部分產量可能在美國消耗。亞洲也可能是加拿大新增油砂生產未來具有巨大潛力的市場。亞洲目前是全球第二大的石油市場，僅次於北美，而中國是世界第二大石油消費國，僅次於美國。本公司的潛在客戶為本地及業務位於北美的國際公司，包括煉油商、加工商、屬於將生產商及供應商聯繫的中間公司的營銷商，及本身擁有加工業務的其他油砂公司。

據美國能源信息管理局的資料顯示，截至二零一零年，加拿大是美國最大的原油供應國。美國約每日2.0百萬桶或22%需求自加拿大進口。美國進口石油大部分來自政治不穩定或政治可能不穩定的地區。隨着年日，加拿大重油產量(包括油砂產量)增加，預計將部分滿足美國不斷增加的需求。

對於加拿大西部原油需求

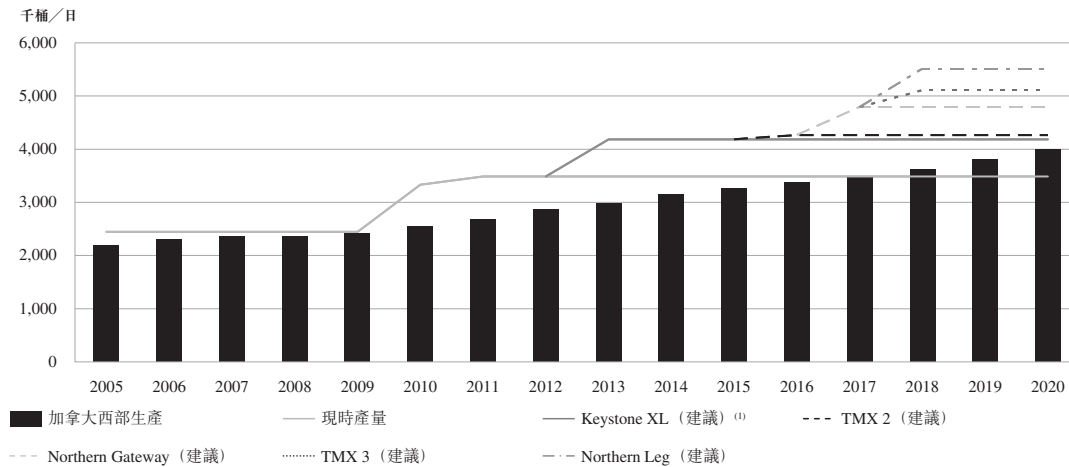
地點	PADD		二零一五年	
	二零一零年 提煉產能	二零一零年 實際需求	二零一五年 潛在 額外需求	二零一五年 預測需求
	千桶/日	千桶/日	千桶/日	千桶/日
PADD I (東岸)	1,312	55	10	65
PADD II (中西部)	3,736	1,231	483	1,714
PADD III (墨西哥灣沿岸)	8,996	119	380	499
PADD IV (洛磯山)	613	237	8	245
PADD V (西岸)	2,731	205	64	269

資料來源 加拿大石油生產商協會二零一一年至二零二五年 Crude Oil Production Estimate

行業概覽

重大管道擴張及煉油重新調整項目預計將增加加拿大油砂生產的運輸和煉油能力。為回應增加的原油需求，美國及海外國家已宣佈多項煉油廠擴建計劃。有關擴張相當部分將令煉油廠能夠加工重級原油，例如加拿大的油砂生產。據加拿大石油生產商協會指出，美國中西部 (PADD II) 在二零一零年是加拿大最大的油砂重油及常規重油市場，原因是地理上較為接近，而且管道網絡規模較大及完善。多家煉油廠已經宣佈擴建或按 PADD II 及 PADD III 進行轉換，以應付不斷增加的重油需求，包括油砂重油混合物 (見下表「已宣佈煉油廠升級」)。墨西哥的坎塔雷爾油田產量急跌、委內瑞拉的出口變化形勢，以及重油運輸能力上升，均持續增加美國墨西哥灣沿岸 PADD III 市場對加拿大油砂重油混合物的需求。

加拿大西部產量及管道運輸能力



資料來源：加拿大石油生產商協會二零一一年至二零二五年 *Crude Oil Production Forecast, EnSys Keyston XL Assessment Report*

附註：

(1) 二零一二年一月，美國國務院拒絕就Keystone XL管道發出許可證。

已宣佈在 PADD II 東部的煉油廠升級

營運商	地點	現時產能	已訂明投入服務時間	介紹
		千桶/日		
WRB Refining	伊利諾伊州 Roxana	306	二零一一年	添置一個每日65,000桶的焦化裝置；增加原油總提煉能力每日50,000桶；增加重油提煉能力至每日240,000桶
BP	印第安那州 Whiting	400	二零一二年年底至 二零一三年中	建造一個新焦化裝置及一個新原油蒸餾單位
Marathon	密歇根州 Detroit	102	二零一二年中	增加重油加工能力每日80,000桶，以及增加重油提煉能力至每日115,000桶

資料來源：加拿大石油生產商協會二零一一年至二零二五年 *Crude Oil Production Estimate*

行業概覽

已宣佈在 PADD III 東部的煉油廠升級

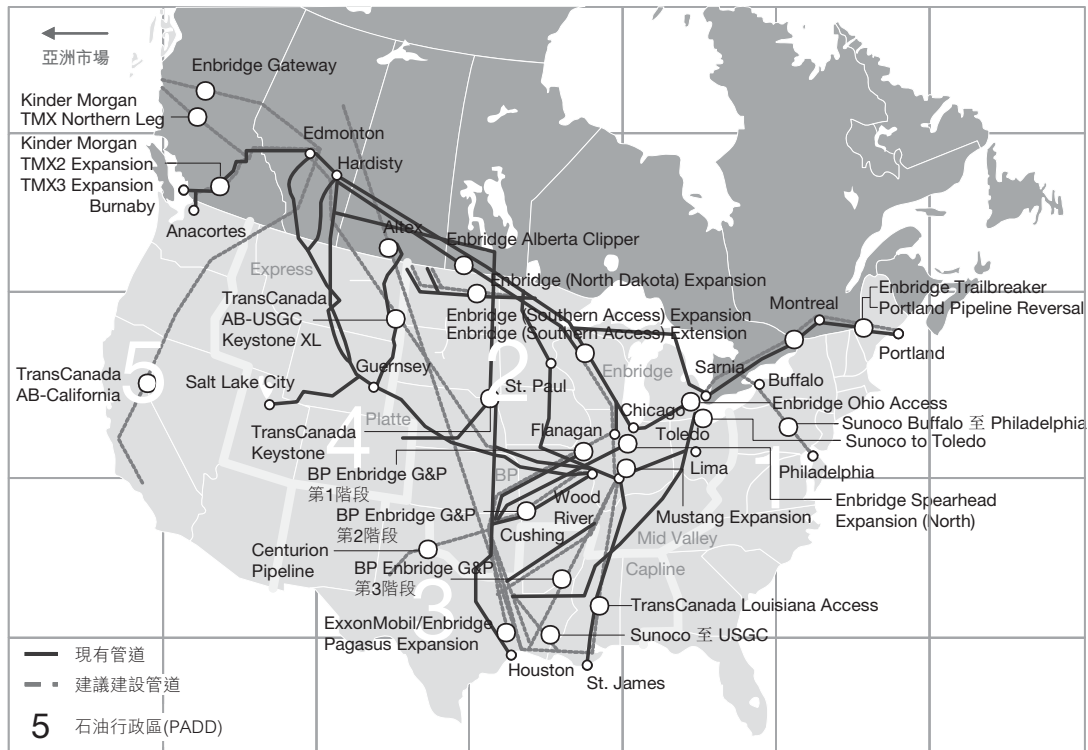
營運商	地點	現時產能	已訂明投入 服務時間	介紹
		千桶／日		
Hunt Refining.	阿拉巴馬州 Tuscaloosa	72	二零一零年	產能由每日 52,000 桶增至每日 72,000 桶；延遲焦化裝置擴張一倍至每日 32,000 桶
Total.	德克薩斯州 Port Arthur	232	二零一一年	產能由每日 175,000 桶增至每日 232,000 桶。項目包括一個每日 50,000 桶的焦化裝置、一個每日 55,000 桶的真空蒸餾單位，及一個每日 64,000 桶的加氫蒸餾反應器
Motiva Enterprises	德克薩斯州 Port Arthur	285	二零一二年	產能由每日 325,000 桶增加至每日超過 600,000 桶
Valero.	德克薩斯州 McKee	170	二零一四年	產能每日增加 25,000 桶。擴張將加工西德州中級原油及本地生產石油

資料來源：加拿大石油生產商協會二零一一年至二零二五年 *Crude Oil Production Estimate*

亞洲市場為油砂重油混合物提供非常巨大的增長機會。假設 Enbridge Inc. 的 Northern Gateway 管道及加拿大西部英屬哥倫比亞省 Kitimat 碼頭如期竣工，來自油砂的油砂重油混合物最早可於二零一六年／二零一七年出口至世界各地市場。Kinder Morgan Canada 亦爭取進行新的管道擴展，包括顯著擴大其 TransMountain 管道。倘工程完成，未來此等管道將有可能使油砂生產商與波斯灣和南美等其他地區進行競爭，原因是 Kitimat 與東亞船運距離接近。由於油砂生產商大力支持，此等管道項目現正進行評估和建造。

行業概覽

北美現有及建議建設管道



資料來源：能源保護局、加拿大石油生產商協會

附註：

(1) 二零一二年一月，美國國務院拒絕就Keystone XL管道發出許可證。

升級提煉

升級提煉是由稱為升級提煉廠的專門煉油廠進行的程序，將油砂重油轉化成價值較高的碳氫化合物，有關碳氫化合物大部分需要在煉油廠額外加工製成產品，以供最終用家使用。油砂升級提煉廠的主要產物是合成原油，屬於輕原油。所有目前正在運作的油砂開採項目均由升級提煉廠綜合主理，而大部分原地項目則並未綜合。近年來，重原油相對輕原油的油價差已大為縮小。油砂重油的需求相對供應的增長已大大降低升級提煉的經濟吸引力，導致對非升級提煉油砂重油的需求回升。

環境因素和法規

加拿大油砂開發的迅速投資步伐已經引起了環保團體、公眾和政府很大的關注。一如其他大型天然資源項目，例如硬岩採礦或大型水力發電，油砂項目面對環保方面的巨大挑戰。在阿爾伯塔省的油砂開發須通過大量的省級和聯邦政府環境批准要求。經諮詢利益相關者後，詳細的項目申請必須提交監管機構認真審查，方可獲授予項目批文。一旦建造以後，油砂項目的產出以至修復階段仍要持續符合大量的環境監測和申報要求。

行業概覽

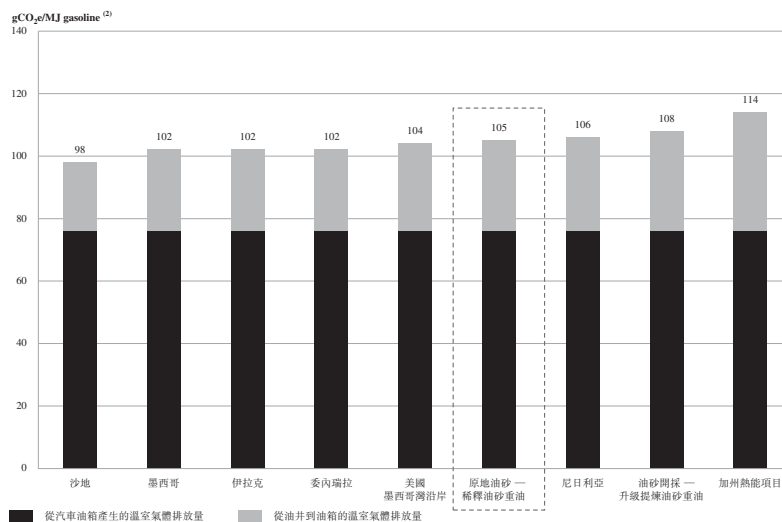
據加拿大石油生產商協會指出，三種最常見的環境考慮是：溫室氣體排放、水的使用及土地使用。

溫室氣體排放

儘管油砂生產造成的溫室氣體排放量與環球不少其他油源生產導致產生的溫室氣體排放量相若，但從油砂生產造成的溫室氣體排放量高於大部分從常規、輕質油源的生產。業界代表及政府正致力尋找技術解決方案，以減少溫室氣體排放量。

不少顧問公司進行溫室氣體排放量比較時，使用整個生產週期的方法。整個生產週期方法比較來自不同油源從萃取到最終使用(通常是汽油燃料)的總排放量或一般稱為「從油井到車輪」。據 Alberta Energy Research Institute 研究所得，從生產週期的角度，通常大部分的溫室氣體排放量來自汽車燃燒汽油，或自「汽車的油箱」。

從油井到車輪產生的二氧化碳(CO₂)⁽¹⁾



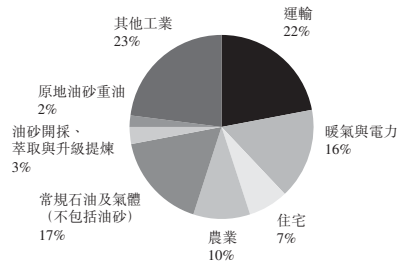
附註

- (1) Jacobs Consultancy, Life Cycle Assessment of North American and Imported Crude，二零零九年六月，以及加拿大石油生產商協會呈報的「Canada's Oil Sands-Partners in America's Energy Future」。
- (2) gCO₂/MJ 汽油一詞指以克計的每兆焦耳等量二氧化碳。

據加拿大石油生產商協會於二零一一年發出的報告，油砂溫室氣體總排放量約佔加拿大溫室氣體總排放量5%，前者數量約佔美國溫室氣體排放總量的0.5%和全球溫室氣體排放量的0.1%。省和聯邦政府聯同油砂生產商正採取多個措施來減少油砂的溫室氣體排放，包括引入新的政府法規，在減碳和儲碳項目進行投資。原地項目將會發展新的技術和方法，減少業界對天然氣的依賴。

行業概覽

加拿大各行業的溫室氣體排放量



資料來源：Environment Canada, *National Inventory Report Part I Greenhouse Gas Sources and Sinks in Canada* (二零一零年四月)

現有原地萃取技術正在改進，以減少所需注入油藏令油砂重油加熱的蒸汽量，為減少或消除此種需要，多項更高的石油技術正在開發。減少蒸汽使用，會降低燃燒天然氣所產生的溫室氣體排放量，並減少產生蒸汽所消耗的用水。

溫室氣體法規

阿爾伯塔省政府在二零零七年實施溫室氣體法規，規定每年溫室氣體排放超逾100,000噸的設施根據第三年商業運作建立的基線達到於六年期間每年削減2%的排放強度。溫室氣體排放者若不能符合指標，將須支付一定的費用予氣候轉變及排放管理基金 (Climate Change and Emissions Management Fund) 以供減少溫室氣體排放研究和技術開發用途，或購買排放表現額或減排額度。聯邦政府亦制定了碳定價制度，旨在推動進一步削減溫室氣體排放，創造更多的資金用於有關技術開發。聯邦政府建議的法規詳情尚未公佈，但預計聯邦政府溫室氣體減排的要求將包括設立排放的絕對上限，而不是阿爾伯塔省使用的排放強度方式。

水的使用

在露天開採和原地油砂生產，用水均是萃取程序的一部分。開採需要清水將油砂重油與砂分開。開採亦需要大型尾礦池，以安置油砂重油分離程序以後水中剩餘的微粒。原地生產使用SAGD或蒸汽吞吐採油法需要用水以產生蒸汽，以注入油藏。在原地項目現場的水處理設施能夠將大量的水回收(超過90%)。為盡量減少使用清水，SAGD和蒸汽吞吐採油法油砂項目也可以使用鹽水和其他非飲用水源。預計不斷發展的水處理技術有望在未來進一步降低所需用水。

土地使用

雖然油砂開採和原地生產法均影響土地，但原地生產法的地面足跡明顯少於開採。露天礦的足跡最終影響資源的整個地面，並需要設立尾礦池，而原地生產只需要井口在地

行業概覽

面的井場，類似於常規的油氣，但每個井場一般開採更多的桶數。開採和原地生產法均受到阿爾伯塔省環境保護和加強法 — 保護和復修規例的規限，但原地生產商的復修成本相對較少及可更快進行復修工作。

競爭

加拿大和國際石油工業在各方面的競爭極為激烈，包括勘探和開發新供應源、收購資源權益、取得第三方基礎設施和石油產品的分銷和營銷。

World Energy Outlook 估計全球主要石油需求在可見未來將超過全球石油產量。油砂預計於未來將成為全球石油產量的主要因素，並將與全球其他的原油來源構成競爭。

根據阿爾伯塔政府提供的資料，目前有14家企業使用SAGD和蒸汽吞吐採油法萃取技術原地生產油砂（見上文「— 加拿大的油砂概況 — 阿爾伯塔省油砂運用SAGD進行生產的項目」一節）。此外，上述多家公司和其他公司有計劃興建新的原地油砂項目或擴大現有項目。

行業概覽

阿爾伯塔油砂現時及建議的SAGD項目

營運商	項目	產能 桶／日
Alberta Oilsands Inc.	Clearwater West	29,350
AOSC	Dover, Dover West Clastics, Dover West Leduc Carbonates, Hangingstone, MacKay River	567,000
BlackPearl Resources Inc.	Blackrod	80,000
CNRL	Birch Mountain, Gregoire Lake, Grouse, Kirby, Leismer	390,000
Cenovus	Christina Lake, Foster Creek, Grand Rapids, Narrows Lake, Telephone Lake/Borealis	660,000
Connacher	Great Divide	24,000
Conoco	Surmont	109,000
Devon Canada Corporation	Jackfish	35,000
E-T Energy Ltd.	Poplar Creek	10,000
Grizzly Oil Sands ULC	Algar Lake	11,300
Harvest Operations Corp.	BlackGold	30,000
Husky Energy Inc.	Caribou, Sunrise	220,000
Ivanhoe Energy Inc.	Tamarack	40,000
JACOS	Hangingstone	35,000
Koch Exploration Canada, LP	Gemini	10,000
Laricina	Germain, Saleski	165,700
MEG.	Christina Lake, Surmont	285,000
Nexen Inc.	Long Lake	296,000
Osum Oil Sands Corp.	Taiga	35,000
Pengrowth Corporation	Lindbergh	13,200
Petrobank Energy and Resources Ltd.	Dawson, May River, Whitesands	111,900
Shell Canada Ltd.	Orion	10,000
Southern Pacific Resources Corp.	STP-McKay	36,000
Statoil ASA	Corner, Hangingstone, Leismer, Northwest Leismer, South Leismer, Thornbury	240,000
Suncor Energy	Chard, Firebag, MacKay River, Meadow Creek, Lewis	450,500
Sunshine Oilsands Ltd.	Legend Lake, Thickwood, West Ells	200,000
Value Creation Inc.	Terre de Grace, TriStar	91,000

資料來源：阿爾伯塔政府 Alberta Oil Sands Industry Quarterly Update (二零一一年冬季)

阿爾伯塔油砂現時及建議的蒸汽吞吐採油法項目

營運商	項目	產能 桶／日
Imperial Oil Limited	Cold Lake	30,000
Shell Canada Limited.	Carmon Creek	80,000
Southern Pacific Resources Corp.	Red Earth	13,000

資料來源：阿爾伯塔政府 Alberta Oil Sands Industry Quarterly Update (二零一一年冬季)

多個SAGD項目同時開發可導致技術勞工及物料供應緊絀。各SAGD項目之間，加上與阿爾伯塔及加拿大其他地方的其他工程項目相互競爭，以取得工程及建設人員及採購建

行業概覽

築物料。技工及物料供應緊絀可導致嚴重成本通脹或項目延誤。投入運作後，SAGD生產商將相互及與其他油砂生產商競爭，以取得稀釋劑、天然氣及其他燃料來源及外帶管道運力及儲量。

大部分阿薩斯卡地區的油砂礦產已租出，大部分租予多家大型國際油氣公司。加拿大的油砂的新進者可能須向具備現有油砂礦產的公司作出資產收購或企業收購。加拿大油砂的規模一般使重大收購限於可輕易取得低成本資本的大型國際公司參與。