

## 行業概覽

本節包括若干關於全球及中國BDO、PBS及PBS共聚物行業的資料及數據。部分資料及數據乃摘錄自Beijing Huajing Consulting Limited、Freedonia Custom Research Inc及公開可用資料、官方政府刊物及行業研究報告等，我們、聯席保薦人、包銷商或任何彼等各自的聯屬人士及顧問並未予以獨立核實。我們認為在摘錄、編撰及複製此等資料時，我們已合理審慎地處理。此等來源的資料或與其他中國國內或國外機構編製的資料不一致。我們不會對此等資料的正確性或準確性作出任何聲明，因此不應過度依賴此等資料。

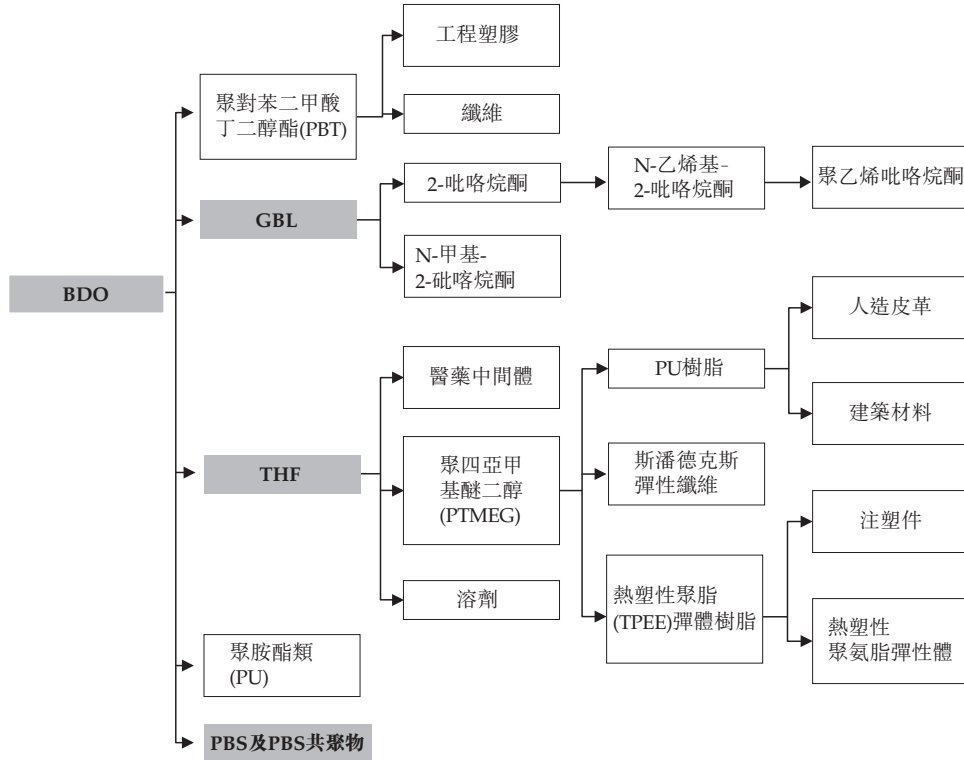
### BDO的介紹

BDO(化學名稱1,4-二醇)為一種由四個碳原子組成的飽和直鏈二元醇，分子式為 $C_4H_{10}O_2$ 。BDO於室溫下為無色及幾乎無味黏稠液體。BDO是精細化學品(例如四氫呋喃/聚四亞甲基醚二醇(THF/PTMEG)、聚對苯二甲酸丁二醇酯(PBT)、 $\gamma$ -丁內酯(GBL)、聚氨酯類(PU)和其他溶劑)的重要基礎有機化學原材料和原料。該等化學品廣泛應用於纖維、工程塑膠、醫藥、化妝品、人造皮革、農藥、塑化劑、硬化劑、溶劑和除鏽劑等。根據北京華經編製的華經報告，於中國佔BDO最大消耗量的直接下游產品為THF，於二零零九年佔中國BDO消費總量約41.2%。

BDO為乙炔屬化學產品，其生產可追溯至二十世紀三十年代。於過去數年，由於下游化學品如PBT、PU、PTMEG、THF和GBL的急速發展，BDO市場顯著增長。BDO亦為製造PBS及PBS共聚物的主要原料。(有關PBS及PBS共聚物的其他資料載於本節較後幾段)。根據北京華經編製的華經報告，中國對BDO的需求量由二零零五年的141,000噸上升至二零零九年的252,000噸，複合年增長率為15.6%。

## 行業概覽

下圖說明BDO衍生產品和下游產品結構樹。



### PBT

PBT為一種BDO的直接下游產品，化學名稱為聚對苯二甲酸丁二醇酯。其為半晶狀、白色或灰白色熱塑性聚合物，其耐熱程度佳且高度絕緣。PBT適用於多種用途，包括汽車照明燈及尾燈、變壓器／發動機／電磁線圈的封裝、電容器及電子元件、斷路器、燈座及連接器等。

### GBL

GBL是BDO的直接下游產品，化學名稱為 $\gamma$ -丁內酯，分子式為 $C_4H_6O_2$ 。其於室溫下為一種無色及油狀液體，帶有微弱氣味且溶於水。GBL具有極佳的溶劑特性，毒性低，減少環境問題。

GBL具有廣泛應用，包括化妝品、髮膠、殺菌劑藥片包裝。GBL用於製造N-甲基-2-吡咯烷酮、兩極質子惰性溶劑(用於農用化學品合成的媒介物、藥物、印染助劑、增塑劑、穩定劑及特殊油墨、及被電子工業用於印製電路板製造)。其亦用於製造2-吡咯烷酮(製造聚乙烯吡咯烷酮(用於生產錠劑黏合劑、髮型定型劑、黏合劑、塗料與油墨、光刻彩、紙張、相片、紡織及纖維應用品)的媒介物)。

### THF

THF是BDO的直接下游產品及為BDO最常用的用途。其化學名稱為四氫呋喃，分子式為 $C_4H_8O$ 。THF為無色、水溶性有機液體、於標準溫度及氣壓時粘性低。

THF主要用於聚合物的初級粒子及經常用於生產PTMEG(製造其他聚合物的反應劑)。PTMEG用於製造可塑性及熱塑性聚胺酯、熱塑性聚合物彈性纖維及聚胺酯纖維(斯潘德克斯彈性纖維)，常見於工業及商業製成品，從腳輪、工業輪胎、礦篩網、工業坑帶、電纜外殼、熱溶塗層軟管、貯罐及套管、膠粘劑及密封膠，到溜冰鞋滑輪、滑雪靴、層壓透明膠片、醫用管、織物及皮革塗膠及人造皮革。由於其能溶解廣泛的極性化合物及非極性化合物，THF被用作許多醫藥合成物的溶劑。此外，THF的高揮發性及極高純度有利於去除及回收溶劑而不會於產品內留下殘餘物。

### PU

PU是BDO的直接下游產品，化學名稱聚胺酯，分子式為 $C_{25}H_{42}N_2O_6$ 。其早年已於高性能合成聚酯市場上引入作商業用途。其物理和化學特性視乎成份單體和反應環境而大幅度變化，因此，PU為用途非常廣泛的塑膠，並且可製成不同形態，由彈性或堅硬泡沫塑料，以至彈性體、塗層、黏合劑、密封劑、斯潘德克斯彈性纖維及硬膠零件等。

### PBS及PBS共聚物

見本節「可降解聚酯的介紹」一段。

## 行業概覽

### BDO生產技術

現時，世界各地普遍採用的主要BDO生產方法共有四種，分別為REPPE工序、DAVY工序、丁二烯乙醯氧基化工序及氧化丙烯工序。各種方法簡單比較如下：—

生產方法	優點	缺點
REPPE工序 傳統方式	<ul style="list-style-type: none"> <li>— 技術成熟</li> <li>— 生產工序短，生產效率高</li> <li>— 營運成本低</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— 長途運送原料乙炔存在危險性</li> <li>— 運作環境要求嚴格，生產時需保持高壓</li> <li>— 價廉的乙炔供應量有限</li> <li>— 設備昂貴</li> </ul>
經改良方式	<ul style="list-style-type: none"> <li>— 技術成熟</li> <li>— 生產工序短，生產效率高</li> <li>— 活性催化劑壽命長</li> <li>— 投資成本低，適用於大量生產</li> <li>— 生產工序安全，所需氣壓較低</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— 長途運送原料乙炔存在危險性</li> <li>— 價廉的乙炔供應量有限</li> </ul>
DAVY工序	<ul style="list-style-type: none"> <li>— 投資成本和生產成本低</li> <li>— 反應條件要求較低</li> <li>— 酯化效率高</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— 生產工序長</li> </ul>
丁二烯乙醯氧基化工序	<ul style="list-style-type: none"> <li>— 原料供應豐富</li> <li>— 運作環境要求較低</li> <li>— 產生廢液及廢物少</li> <li>— 同時生產的THF</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— 生產工序長且繁複</li> <li>— 高投資成本</li> <li>— 耗能大</li> <li>— 設備出現嚴重腐蝕情況</li> </ul>
氧化丙烯工序	<ul style="list-style-type: none"> <li>— 催化劑壽命較長</li> <li>— 投資成本低</li> <li>— 生產技術簡單</li> <li>— 能有效利用生產工序產生的蒸氣</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— 產生較多副產品</li> </ul>

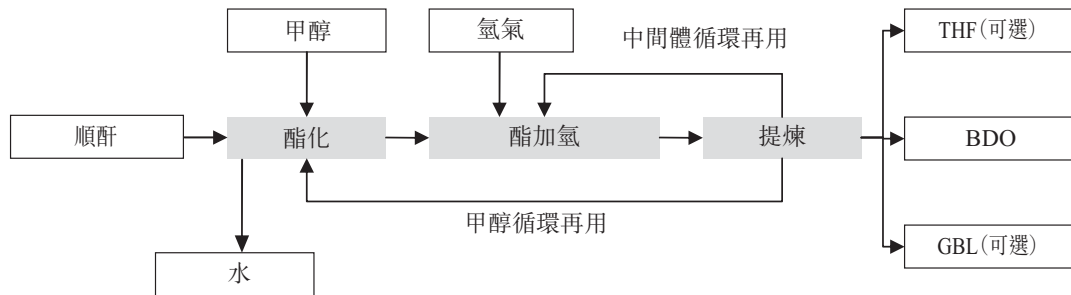
## 行業概覽

全球BDO工業逐漸由使用乙炔的REPPE工序改用其他成本較低的工序，使用丙烯、丁二烯或丁烷／順酐作為主要原料。根據北京華經編製的華經報告，於二零零八年，全球超過80%的BDO生產能力仍然採用REPPE工序，而大部分新建的BDO生產設施則採用DAVY工序。

### 生產BDO的DAVY工序

DAVY工序可同時生產BDO和其兩種衍生產品(分別為THF和GBL)，而且生產比例可予調整。DAVY工序使用順酐作為主要原料，該原料可透過氧化丁烷或苯生產。

於生產過程中，順酐在固體酯化催化劑的作用下在反應管內酯化，產生馬來酸二甲酯中間酯，氣態馬來酸二甲酯中間酯其後經氫化處理再產生BDO、GBL和THF的混合物。透過改變運作環境和催化程度，BDO和THF的生產比例可作出調整，以迎合生產商的需要。另一方面，生產過程中亦會生產GBL並可在有需要時循環再用或提煉製造。下表說明BDO生產中DAVY工序。



資料來源：DAVY Process Technology Limited

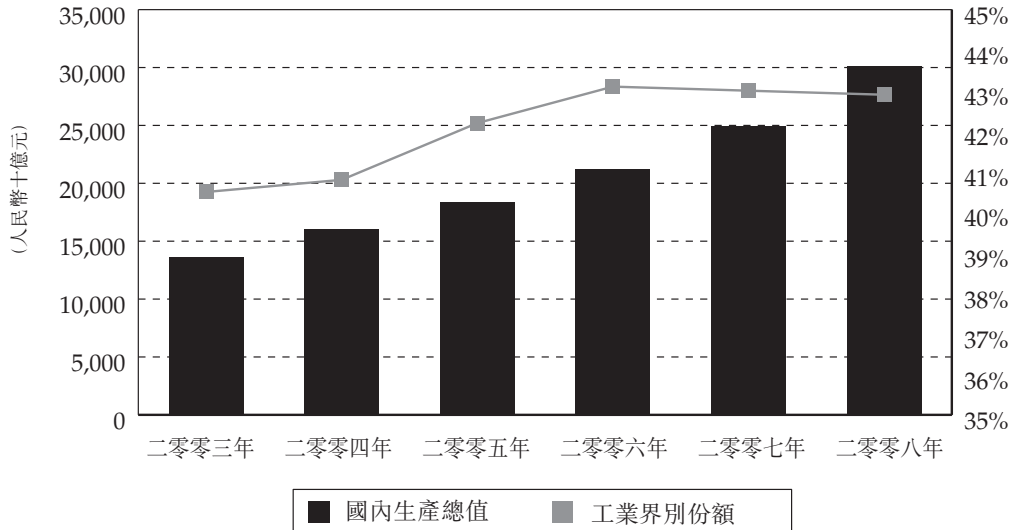
DAVY工序的投資及生產成本通常較低。其在現今四種主要BDO生產方法中被視為一種高效及安全可靠的工序，可生產較REPPE工序生產的BDO純度更高的優質BDO。

### 中國化學物料市場

由於BDO為精細化學品的重要基本有機化學原材料和原料，如THF/PTMEG、PBT、GBL、PU及其他溶劑，其市場需求受中國經濟和化學工業的整體發展影響。隨著過去數年中國經濟起飛，中國的工業和化學界別均長足發展。根據中國統計年鑒，於二零零三年至二零零八年期間，工業界別佔中國國內生產總值的份額由約人民幣54,950億元上升至人民幣129,110億元，複合年增長率為18.6%，超過整體國內生產總值的複合年增長率17.2%。

## 行業概覽

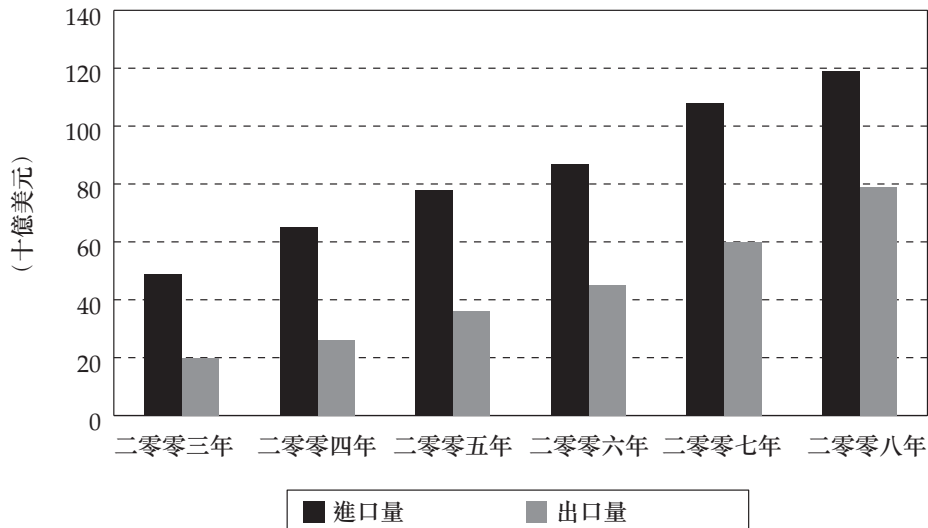
### 中國國內生產總值



資料來源：二零零九年中國統計年鑒

隨著中國化學製造業的發展，化學和相關產品的進出口活動亦有所增加。根據中國統計年鑒，中國化學和相關產品的進口總額由二零零三年的約490億美元增加至二零零八年的約1,190億美元，複合年增長率為19.4%。中國化學和相關產品的出口總量由二零零三年的約200億美元增加至二零零八年的約790億美元，複合年增長率為31.6%。

### 中國化學和相關產品進口和出口量

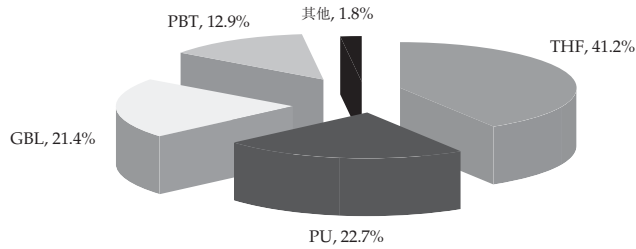


資料來源：二零零九年中國統計年鑒

中國BDO市場概覽

於過去數年，BDO在中國主要用於生產THF、PU、GBL和PBT。下圖載列二零零九年中國BDO需求的組成。

二零零九年BDO於中國的需求分佈

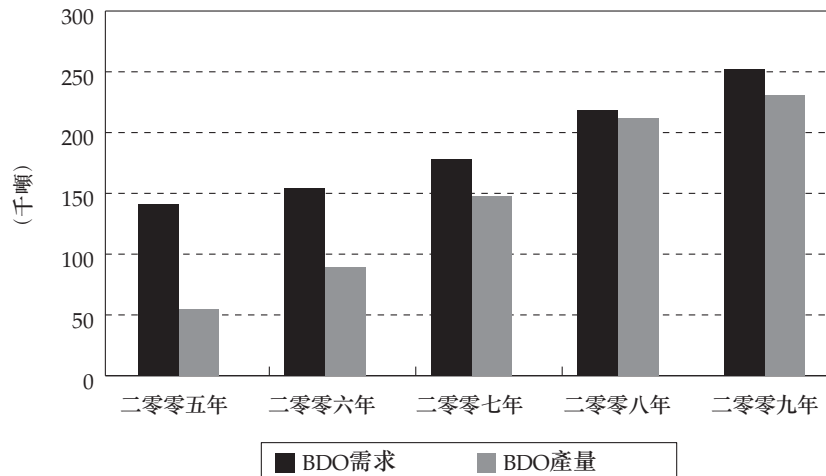


資料來源：華經報告

中國的BDO製造業於過去數年迅速發展。在此製造業蓬勃發展前，大部分中國國內製造的BDO均由小型國內生產廠房生產或進口。自二零零一年起，隨著更多穩健發展的國內BDO製造商的成立，國內BDO生產量因此大幅上升。

根據北京華經編製的華經報告，中國二零零五年的BDO需求和生產量分別約141,000噸和56,000噸。於二零零九年，中國的BDO需求和生產量分別約為252,000噸和231,000噸，表示複合年增長率分別達15.6%和42.5%。

中國對BDO的需求和產量

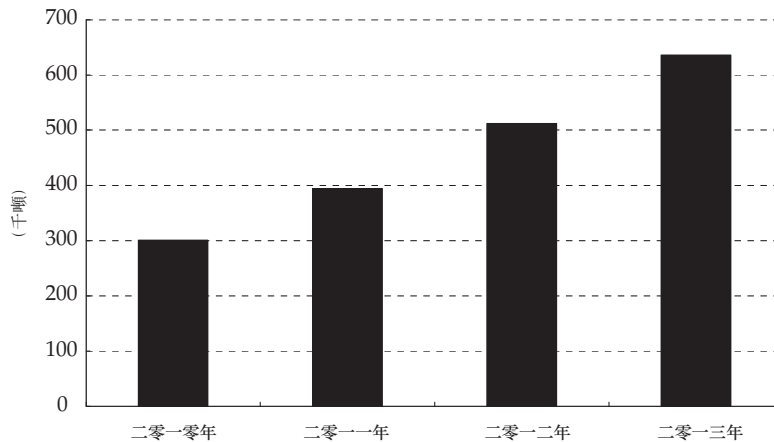


資料來源：華經報告

## 行業概覽

儘管過去數年BDO產量大幅增加，國內生產的BDO仍然不能完全滿足中國需求。根據北京華經編製的華經報告，預期中國BDO需求將由二零一零年約300,800噸進一步增加至二零一三年約636,000噸，複合年增長率為28.3%。

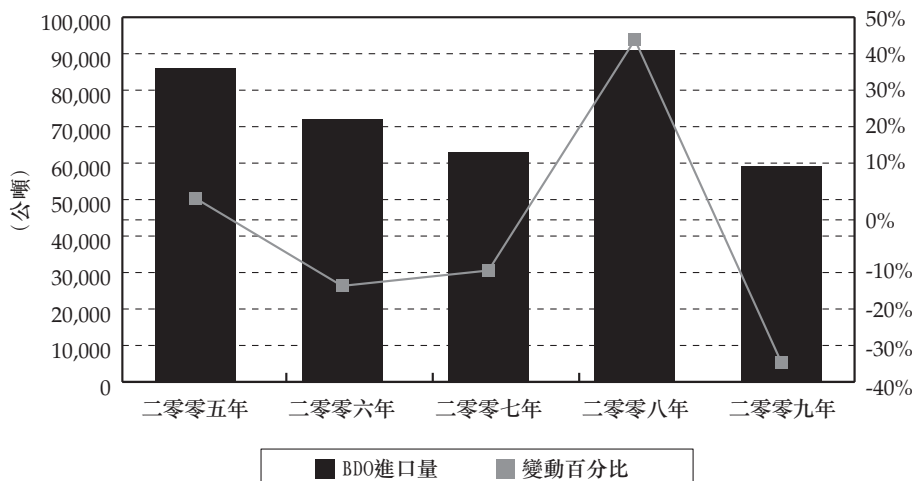
### 預測中國BDO需求



資料來源：華經報告

由於BDO國內生產量大幅增加，BDO進口量於過去數年由二零零五年的約82,000噸逐漸減少至二零零九年的約59,000噸。於二零零九年進口的BDO中，約56.3%來自台灣，25.3%來自沙特阿拉伯、7.3%來自馬來西亞、5.3%來自荷蘭、3.4%來自日本和2.4%來自其他地方。

### 中國BDO產品的進口量



資料來源：華經報告



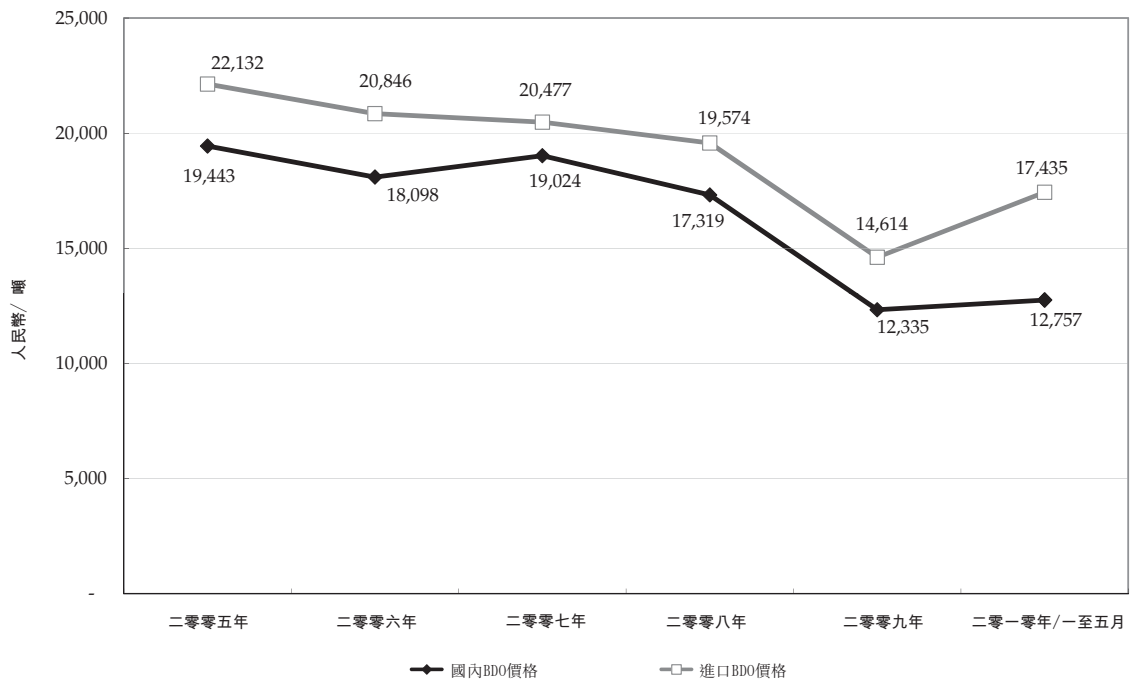
近日的反傾銷個案

自二零零七年，進口BDO價格一直下降。於二零零八年八月，中國的BDO生產商指控沙特阿拉伯和台灣的BDO生產商於中國市場拋售BDO。應中國BDO生產商的投訴，於二零零九年十二月二十四日，商務部發現來自沙特阿拉伯及台灣的生产商將其BDO向中國市場傾銷，並對中國的BDO行業造成重大損害。因此，商務部規定，自二零零九年十二月二十五日起，於自沙特阿拉伯及台灣向中國進口BDO時，BDO進口商須按4.5%至13.6%的稅率繳納反傾銷稅，為期五年。

中國市場的定價

由於全球經濟放緩及因海外BDO製造商傾銷行為而導致的巨大價格趨落壓力，中國國內的BDO價格於二零零七年及二零零八年間大幅下跌，由其最高售價每噸人民幣23,000元降低至每噸人民幣9,200元。於二零零九年四月，中國國內的BDO價格因預期肯定的反傾銷調查結果及全球經濟復甦而開始回升。於二零零九年十二月，多數國內BDO製造商將其BDO產品定價在每噸人民幣13,500元或以上，較其最低價上漲46.7%。

中國過往BDO價格



資料來源：華經報告

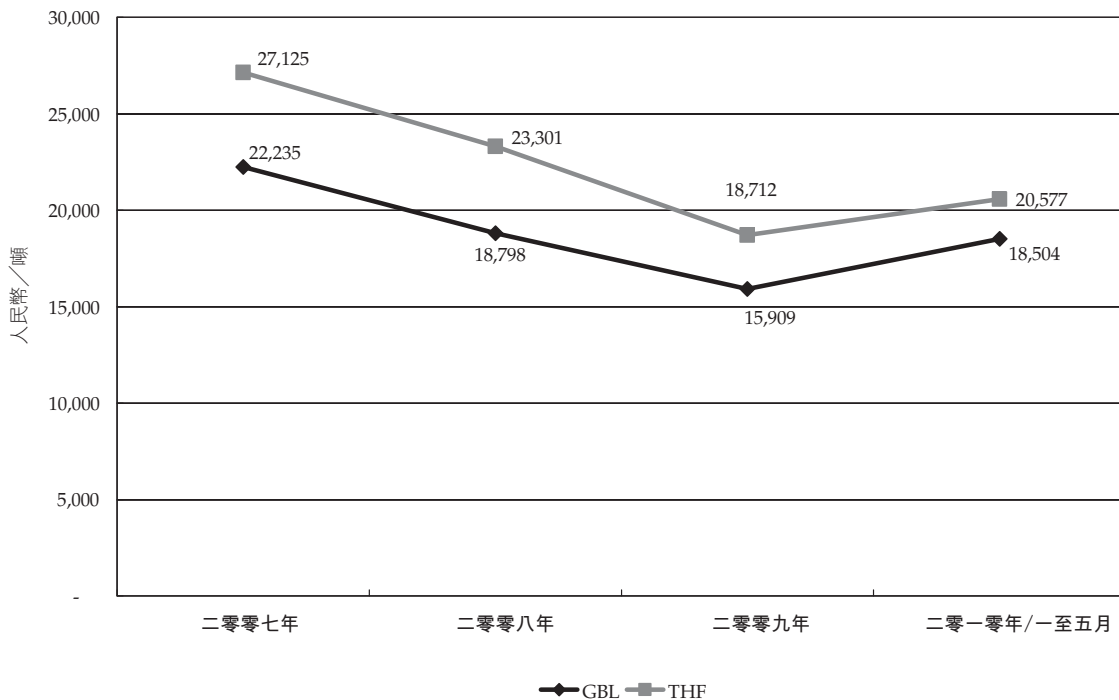
附註：

上述中國過往BDO價格包括增值稅

## 行業概覽

作為BDO的兩種主要下游產品及本集團的主要產品，自二零零七年起，GBL及THF的價格出現與BDO類似的曲線。GBL及THF的價格由二零零七年的最高每噸人民幣23,106元及每噸人民幣28,342元下跌至二零零九年的最低每噸人民幣14,623元及每噸人民幣16,113元。GBL及THF的價格於二零一零年開始反彈，於二零一零年十月時，GBL及THF的價格達每噸人民幣23,004元及每噸人民幣24,927元，較其於二零零九年的平均價格分別上漲約57.3%及54.7%。

中國過往GBL及THF價格



資料來源：華經報告

附註：

上述中國GBL及THF價格包括增值稅。

## 行業概覽

### 中國的BDO製造商

就我們所知，中國目前共有九家主要國內BDO製造商，於二零零九年的BDO設計總產能為371,000噸。該九家BDO製造商的概況如下：

公司	於二零零九年的BDO設計產能 (噸) 採用技術	於二零零九年的市場佔有率 (BDO於中國市場的銷量) (附註2)
山西三維集團股份有限公司	75,000 REPPE工序	34.2%
新疆美克化工有限責任公司	60,000 REPPE工序	15.2%
南京藍星化工新材料有限公司	55,000 DAVY工序	9.5%
大連化學工業股份有限公司	36,000 氧化丙烯工序	不適用
<b>東營勝利中亞化工有限公司， 為本集團一間附屬公司</b>	<b>35,000 DAVY工序</b>	<b>16.0%</b>
福建湄洲氯城工業有限公司	30,000 REPPE工序 (附註1)	不適用
陝西比迪歐化工有限公司	30,000 REPPE工序 (附註1)	3.5%
四川天華股份有限公司	25,000 REPPE工序	4.8%
雲南雲維集團有限公司	25,000 REPPE工序 (附註1)	不適用

資料來源：華經報告

附註：

- 1 設備處於在建中或將於二零零九年年度開始試生產。
- 2 就銷量而言，於華經報告中僅可知悉中國六大BDO生產商的市場佔有率。

## 行業概覽

根據北京華經編製的華經報告，按二零零九年於中國市場的BDO銷量計，我們所佔市場份額約為16.0%，在中國排名第二。

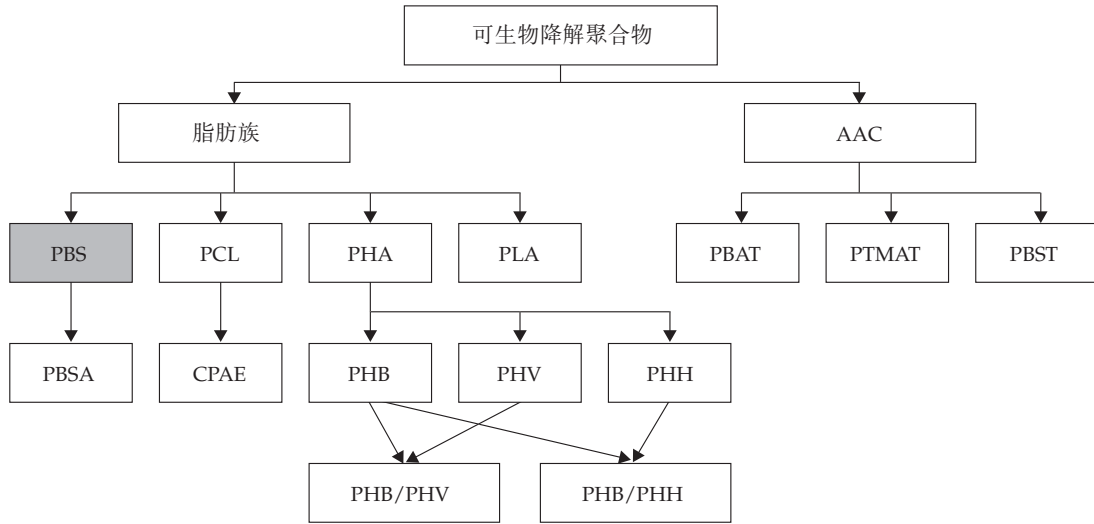
### 可降解聚酯的介紹

根據國際標準，可降解聚酯為可於自然或堆肥環境下分解的聚酯。大部分可降解聚酯來源於聚乳酸(PLA)及聚羥基脂肪酸酯(PHAs)等生物原材料。聚丁二酸丁二醇酯(PBS)等其他可降解聚酯則以石油為基礎。除該等產品之外，亦有少量處於試驗、實驗或試製階段的可降解聚酯。

目前，可降解聚酯的市場增長強勁。推動採用可降解聚酯的主要因素為其環保的特性，且隨著公司響應客戶間日益增長的環境意識及隨著政府制定有利環保產品的法規，可降解聚酯在環保上的特性更推動樹脂的消耗。客戶重視更為環保的產品，故儘管可降解聚酯的成本較高而性能較差，但仍可與傳統聚酯競爭。就若干產品而言，樹脂特性有所改善，特別是耐熱性及耐用性方面，令可降解聚酯可能用途明顯擴大並支持樹脂消耗量增長。根據Freedonia，由二零零九年至二零一四年，預期可降解聚酯的全球消耗將每年增長超過10%，大幅超過整體塑料市場。

## 行業概覽

分類為可生物降解聚酯的產品種類普遍包括聚乳酸、聚己內酯(PCL)、PHA、PBS及脂肪-芳香族共聚酯(AAC)。下圖說明可生物降解聚合物的分類：



附註：

*PBSA*—聚丁二酸/己二酸丁二醇酯

*CPAE*—共聚醯胺酯

*PHB*—聚羥基丁酸酯

*PTMAT*—聚亞甲基己二酸/對苯二酸鹽

*PHV*—聚羥基戊酸酯

*PHH*—聚羥基己酸酯

*PBAT*—聚丁二醇己二酸/對苯二酸鹽

*PBST*—聚丁二酸丁二酯/對苯二酸鹽

下表載列普通類別可生物降解聚合物之主要特徵：

### 聚合物

### 概述

#### PBS

PBS為一種可完全生物降解的合成脂肪類聚酯，溶點約為攝氏114度，室溫下為固體狀。PBS於全球市場生物降解聚合物中為較新的產品，可應用於多種終端產品用途，例如膠捲、薄片、壓板、單絲、纖維、注射模具、泡沫板材和吹氣模具。PBS一般與其他化合物(如熱後可塑性澱粉和己二酸鹽共聚酯)混合(組成PBSA)，使其用途可更符合經濟效益。

#### PCL

PCL為一種可完全生物降解的合成脂肪類聚酯，溶點較低，約為攝氏62度，適用於製造盛載食品的泡沫托盤、包裝填充材料和薄膜袋。

PHA	PHA為一種可完全生物降解的脂肪類聚酯，溶點為介乎攝氏40至180度。PHA於熱力加工方面的性能極佳，可應用於以吹模和注模瓶子和膠膜。然而，PHA易碎的特性及範圍狹窄的加工溫度令生產極其困難，最終限制了其用途。
PLA	PLA為一種可完全生物降解的脂肪類聚酯，溶點約為攝氏175度，可用於主要終端產品，包括熱壓產品用的壓板、雙軸膠膜、吹模瓶子、注模產品和衣物纖維和無紡布。  然而，PLA是水解性不穩定物料，即使在儲加工及設備裝嵌時存在少量濕氣，亦可令其降解。PLA亦對高溫敏感，亦因其分子重量隨高溫而減輕，於儲存及消毒時並不穩定。
AAC	AAC為一種可生物降解的芳香聚酯。AAC符合所有保鮮膜的功能要求，如透明、具彈性，而且不會產生霧氣，在商業上可用於水果和蔬菜類的食品包裝。

### 降解標準及認證

可降解聚酯往往按其降解機制分類。過往，可降解聚酯的銷售因缺少界定降解的一致標準而受限制。眾多國家已於設定降解標準及法規方面取得重大進步。全球各地已普遍制定可生物降解／可堆肥降解聚合物的標準，而制定可光降解及其他方式降解聚合物(如水降解)的標準的工作亦進行得如火如荼。

聚合物降解方式眾多。生物降解為微生物(如細菌、真菌或藻類)經過一段時間自然存在的有機物的分解過程。生物降解可於包括土壤、家居堆肥、工業堆肥及甚至是淡水及鹹水等多種環境中發生。有機物在有氧條件下，倘其由微生物全部轉化二氧化碳、水及腐殖質，則可充分進行生物降解。厭氧環境下的充分生物降解可產生二氧化碳、甲烷及腐殖質。可堆肥降解聚合物指於以與其他已知腐化

物一致的速度腐化為二氧化碳、水、無機化合物及生物量的過程中透過生物過程進行分解，並不會留下視覺可識別或有毒殘餘的聚合物。可光降解聚合物透過自然光活動降解。氧化降解聚合物透過氧化過程降解。水降解聚合物透過水解作用降解。

於美國，可降解聚合物包括下列三個主要ASTM國際標準：

- ASTM D6400，測算產品或物質於堆肥堆以可接受的速度透過微生物轉化為二氧化碳的能力；
- ASTM D6868，測算物質破碎的能力，因此剩餘物不會阻塞篩選設備；及
- ASTM D7081，測算產生之腐殖質促進植物生長的能力。

於歐洲聯盟，EN 13432乃用於認證物質可降解(包括聚合物)的經協調標準。根據EN 13432，聚合物必須於受控制堆肥降解環境下在六個月內降解至少90%。聚合物必須充分破碎而不會於堆肥混合物留下大塊物質。EN 13432與ASTM D6400極為類似，幾乎通過一項標準的所有塑料亦將能通過另一項標準。

於中國，大多數使用可降解聚合樹脂的企業以出口為本，因此，國內可降解聚酯製造商一般必須符合全球接受的標準，例如ASTM D6400及ASTM D6868。視乎產品的用途，企業亦須符合以ISO標準為本的中國標準，例如QB/T 2670、2671及2672或GB/T 19277、20197及21660。

### 法律及法規

可降解聚酯工業主要受國家級政策及法律的影響，但亦往往受市級的政府政策及法律影響。有關可降解聚酯的法律範疇及其對行業的影響，在不同國家之間有顯著差異，但該等法律涉及範圍有限且與競爭產品的減免稅或限制有關。

於美國，聯邦及州政府一般就廢物管理及環境問題採取自由放任的方法，讓機構、零售商及其他組織提供鼓勵措施以增加使用可降解聚酯。此種措施與西歐國家形成鮮明對比，該等西歐國家徵收高昂污染物處理稅，並實施各種法律規管使用及處理材料。例如，比利時、愛爾蘭及意大利對傳統塑料袋徵稅，推動使用可降解及可重複使用的袋；而德國、荷蘭及瑞士要求雜貨店顧客付款購買傳統塑料

袋。西班牙亦採取措施減少使用塑料袋，而英國亦實施大量市政禁令且正考慮頒佈全國法律。於北美，雖然並無實施全國禁令，但是許多主要城市(包括三藩市、奧克蘭、華盛頓、多倫多及墨西哥市)已就使用塑料袋制定税法或其他限制。

除發達國家普遍訂有塑料袋限制外，發展中國家城市化水平較高的地區(該等地區固體廢棄物污染最為嚴重)亦訂有相似的法律。中國已於二零零八年就薄塑料袋制定一項禁令並就其他袋施加徵稅。另外，印度及孟加拉國若干大型城市亦實施塑料袋禁令。於亞/太地區，台灣已就塑料袋徵收稅項而澳洲亦正考慮實施類似措施。

此外，中國政府亦就生物技術(包括以生物為基礎的可降解塑料)的研究、開發及工業化提供財政支持。政府將允許獲鑒定的高新技術生物企業就其收入減免繳稅(15%而非30%)以促進該等企業的發展。中國亦積極推動可降解薄膜的使用，特別是農業應用。

### **PBS及PBS共聚物產品的特性**

#### **PBS**

一般而言，在可生物降解聚酯之間，PBS在機械特性、可加工程度和耐熱程度方面的整體性能良好。

- 機械特性—PBS的機械特性介乎聚乙烯(PE)和聚丙烯(PP)之間，故其符合生產塑膠的一般要求。PBS基本上在大氣環境下穩定，但可在泥土、海水和堆肥中被生物降解。PBS可在普通儲存和使用期內維持穩定狀態，用後則會被迅速降解。
- 可加工程度—PBS在一般可生物降解聚酯之間的可加工程度最佳，可利用傳統聚烯烴加工設備，以注模、壓模或吹模方法加工，令製造商較易由其他聚酯改用PBS。
- 耐熱程度—PBS的受熱溫度約為攝氏100度，經性質改造後可上升至超過攝氏100度。因此，與其他可完全生物降解聚酯比較，其具有良好耐熱性能，符合日常用品(如冷/熱飲品包裝和食品器皿)的耐熱程度要求。
- 全面性—PBS極具彈性，可用於廣泛用途，包括日常即棄供應品。



由於PBS的機械特性、可加工程度和耐熱程度較其他種類的可生物降解聚酯優勝，PBS因此已被廣泛用作可生物降解物質，例如聚苯乙烯泡沫塑料包裝物料、餐具、包裝膜、垃圾袋、可棄置醫療設備、衛生產品、紡織品和美化景觀用的遮蓋物料。PBS亦可與其他化合物(如澱粉、碳酸鈣和己二酸鹽共聚酯)混合，令用途更加合乎經濟效益。

### **PBS共聚物**

PBS共聚物為完全可生物降解的脂族／芳香族人工共聚酯，熔點在攝氏100度至120度之間，且於常溫下為固態。相對於PBS而言，PBS共聚物擁有下列特點：

- 抗張強度及抗扯強度加強，使利用PBS共聚物製成的包裝袋可承受更大重量及反複使用；
- 更高的透明度及適用於食物、香煙及廣告的透明包裝；
- 提高可降解聚酯與澱粉、PLA及PHB等其他材料的兼容性，以加強混合可降解材料的韌性及加工能力得到加強。

因此，PBS共聚物在其機械性能及加工能力方面，被認為是最適合用於包裝、薄膜及纖維材料的可降解材料。

## PBS及PBS共聚物用途

由於PBS及PBS共聚物於機械特性、可加工程度及耐熱程度方面相對較為優越，其廣為應用於多個行業中。下表說明部分PBS及PBS共聚物主要用途及相應行業：

行業	用途
包裝	垃圾袋、膠袋、標織瓶(並非用作盛載水或酒類)、泡沫軟墊、隔板、醫藥和化妝產品包裝
農業	堆肥膠膜、種子增殖器、護根層和農藥載體
綠化工程	草地種植網和植披網
捕漁	魚餌袋、軟墊產品、漁網和漁絲
消費品	手袋、原子筆、卡片、尿片、磁帶卡和衛生用品
食品	食品和飲品包裝、器皿和即棄餐具
醫療	醫療器皿和注射器

除上述用途外，PBS共聚物亦可用作添加劑，以提高可降解聚酯與澱粉(如PLA及PHB)等其他材料的兼容性，從而加強混合可降解材料的韌性及加工能力。由於PBS共聚物可幫助提高澱粉及其他材料的兼容性，因此，對該等材料的需求越大，對PBS共聚物的需求亦越大。

## PBS及PBS共聚物的生產流程

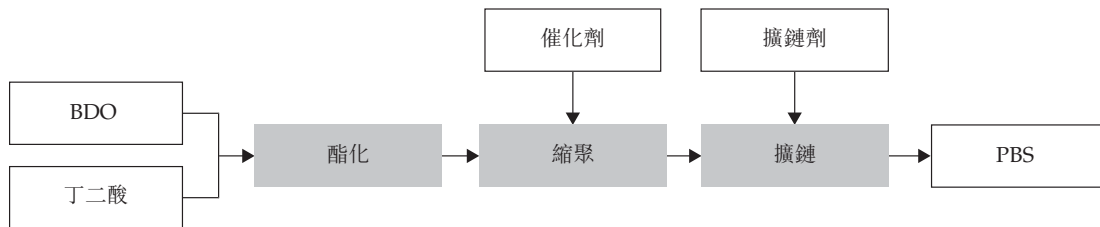
### PBS

據董事所深知，分子量最高的PBS一般以BDO和丁二酸在催化劑的作用下生產而成，二種生產方法之一為：擴鏈法或一步法。分別根據擴鏈法及一步法生產PBS可能涉及間歇法或連續法其中之一，視乎生產規模而定。間歇法一般用於小規模生產PBS，如年產約3,000至5,000噸，而連續法則一般用於大規模生產PBS。

擴鏈法

擴鏈法為現時全球市場上較早開發的生產方法，主要分為三個步驟：(1)酯化；(2)縮聚和(3)擴鏈。第一步是酯化過程，透過在攝氏150至200度和正常壓力下將丁二酸及BDO酯化成聚丁二酸丁二醇酯，聚丁二酸丁二醇酯其後在催化劑作用下，在攝氏200至280度的環境下經過縮聚法，產生低分子量的PBS。最後，低分子量的PBS在擴鏈過程中與擴鏈劑(如二異氰酸酯)反應，生產高分子量的PBS。然而，二異氰酸酯對人體有害。因此，以擴鏈法生產的PBS並不適合用於需要符合衛生要求的用途。

下圖載列擴鏈法的生產程序：

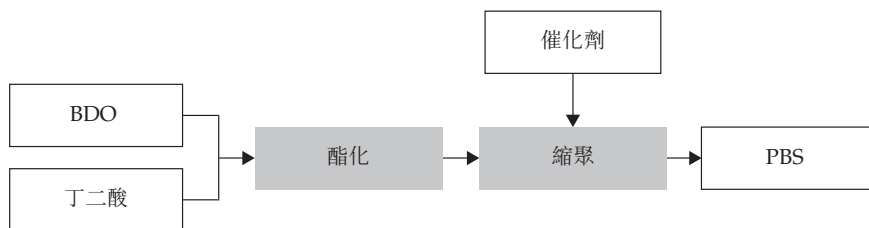


中科院一步法

另一方面，中科院一步法是透過改良擴鏈法而開發的方法。由IPCCAS與海爾科化工程塑料國家工程研究中心股份有限公司共同開發中科院一步法，據此，各方分別申請並取得有關技術專利權。

使用中科院一步法，可透過在高效聚合作用催化劑(同為IPCCAS開發)的作用下，將BDO與丁二酸和順丁烯二酸聚縮，直接生產高分子量的PBS。

下圖載列生產PBS產品的中科院一步法的程序：



## 行業概覽

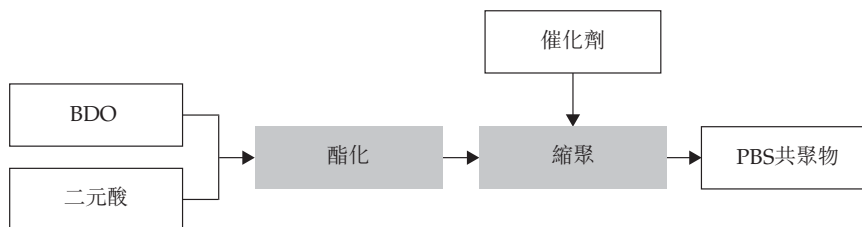
以中科院一步法生產的PBS在多個主要方面均較以擴鏈法生產的PBS優勝，包括：

- 有別於需要使用二異氰酸酯等擴鏈劑(對人體有害)的擴鏈法，採用中科院一步法生產的PBS無須使用二異氰酸酯，因此生產上適用於食品和飲品包裝、化妝品和醫療相關用途，並且講求衛生要求的PBS方面具有絕對優勢；
- 中科院一步法的整體反應過程較短，故此投資及生產成本較低；
- 中科院一步法環保及不會於生產過程中排出污染物；
- IPCCAS已成功改良中科院一步法，令工序更加穩定，同時避免生產設施於生產過程中被酸性物質腐蝕。

### PBS共聚物

我們採納的PBS共聚物的生產流程與中科院一步法相若，惟加入的原材料為BDO及二元酸而已。PBS共聚物直接產自BDO與不同種類二元酸的縮聚過程(須使用一種高效催化劑)。

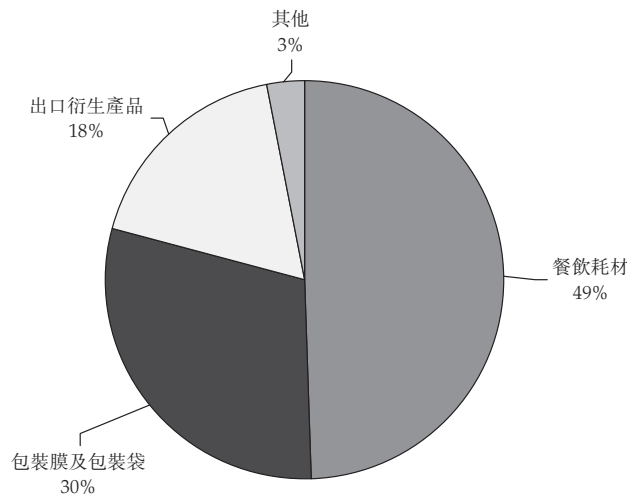
下圖載列我們採納的生產PBS共聚物產品的程序：



## 中國PBS及PBS共聚物市場

截至近期，中國一直完全依賴由國外供應的PBS及PBS共聚物，並主要從日本及南韓的供應商購入該等產品。根據Freedonia的資料，於二零零九年，中國PBS及PBS共聚物的總需求達到約5,050噸。國內生產餐飲耗材所用PBS及PBS共聚物幾乎佔其於二零零九年的需求的50%，而生產包裝膜及包裝袋則耗用30%的樹脂。PBS及PBS共聚物約18%的需求乃用於最終待銷往出口市場的樹脂混合物。花盆、梳子及牙刷等其他用途佔中國PBS及PBS共聚物消耗量的其餘部分。

中國二零零九年終端用途的PBS及PBS共聚物需求



資料來源：Freedonia

由於相對競爭產品而言成本較高，幾乎所有於中國耗用的PBS及PBS共聚物均與其他樹脂(大部分為澱粉及聚乳酸基產品)混合，以製造成本具競爭力的可降解塑料樹脂。該等混合物隨後或會出口或會在本土用於生產製成品。該等製成品包括可降解餐飲耗材、包裝膜及塑料袋，其幾乎全部銷往出口市場。在中國，最終推動PBS及PBS共聚物的消耗為發達地區(特別是歐盟及美國)對可降解塑料產品的需求。

隨著中國國內PBS製造能力的擴充，中國將會減少對進口PBS的依賴。根據Freedonia的資料，中國預期將於二零一三年之前成為PBS的淨出口國。儘管出口額持續上升，中國生產的絕大多數PBS將繼續於國內使用。中國的PBS進口額預期將隨著國內生產的增加而大幅下降，因為價格競爭力較低的國外供應商將被廉價的中國供應商所淘汰。根據Freedonia，中國的PBS需求預期將於二零零九年至二零一四年間按33.5%的複合年增長率增長。

## 行業概覽

PBS共聚物在製造澱粉合膠或PLA-基膠膜時用作添加劑或改性劑，以生產完全可生物降解薄膜包裝及包裝袋。就董事所深知，目前，中國並無生產PBS共聚物，並且進口其在製造可降解塑膠膜時用作添加劑或改性劑。本集團預期於二零一一年開始於國內銷售PBS共聚物，於未來幾年，預期PBS共聚物的需求將迅速上升；另外由於樹脂的供應量增加及樹脂價格因國內開始大規模生產而下跌，故盈利乃有所保證。PBS共聚物需求亦將受美國、歐洲聯盟及其他出口市場(尤其是要求塑膠包裝膜及包裝袋符合EN13432及ASTM D6400認證的國家)對完全可降解物料需求的增加所帶動。根據Freedonia的資料，於二零零九年至二零一四年期間，中國PBS共聚物需求預期以54.0%的複合年增長率增長。

根據IPCCAS工程塑料國家工程研究中心的資料，各行業就使用可降解聚酯的特點載列如下：

行業	技術門檻	政策環境	行業集中程度	使用可降解物料的必要性	使用可降解物料成本增值部分
包裝業	低	非常有利	低	高	較高
農業及林業	高	正常	較高	正常	較高
日用品	低	正常	低	正常	較高
醫療	高	有利	較高	高	正常

資料來源：IPCCAS工程塑料國家工程研究中心

### 中國包裝薄膜及包裝袋市場

根據Freedonia的資料，於二零零五年至二零零九年期間，中國用作生產包裝膜及包裝袋的聚酯消耗量以8.9%的複合年增長率增加到約6,900,000噸，其中可降解聚酯需求不足0.1%。於二零零九年至二零一四年期間，預期中國用作生產包裝膜及包裝袋的聚酯消耗量將每年增加6.4%至約9,400,000噸。儘管目前可降解聚酯僅佔一小部分，未來其份額預期將迅速增加。於二零零九年至二零一四年期間，用作生產包裝膜及包裝袋的可降解聚酯需求預計每年上升59.5%。下表載列包裝行業的不同應用特點。

## 行業概覽

行業	應用	行業集中程度	使用可降解材料的必要性	客戶對包裝可降解性的關注程度
餐飲	包裝及飲品瓶	高	非常高	正常
玩具及日用品	產品及包裝	低	高	正常
農業及林業	塑料膜及殺蟲容器	高	非常高	關注
塑料袋及塑料膜	垃圾袋及包裝袋	低	非常高	關注

資料來源：IPCCAS工程塑料國家工程研究中心

PBS及PBS共聚物在本行業的主要應用包括購物袋及食品包裝膜。PBS共聚物的盈利將主要取決於與樹脂混合且越來越多於中國製造的澱粉合膠或PLA-基膠膜包裝產品。於該等應用中，PBS共聚物經常用作添加劑或改性劑，以改良成品表現。製造食品包裝膜時，PBS具有透明性及耐熱性等優勢，能改良產品外觀且能包裝熱餐飲產品。其他PBS膜包裝應用包括透明香煙包裝。

用作生產包裝膜及包裝袋的PBS及PBS共聚物及其他可降解聚酯，受惠於不斷提升的環境意識、公司致力提升其環保的聲譽及國外需求，尤其是美國及歐洲聯盟的需求。該等產品的可降解性及客戶對該等產品的正面回應將成為今後PBS及PBS共聚物在包裝膜及包裝袋需求的主要帶動因素。根據Freedonia的資料，上述因素正驅使中國包裝膜製造商使用PBS及PBS共聚物，於二零零九年至二零一四年期間對該等樹脂的需求預期以65.9%的複合年增長率大幅增長。

### 中國一次性醫療產品市場

根據Freedonia的資料，於二零零五年至二零零九年期間，用於中國生產一次性醫療產品的塑料樹脂消耗每年已上升5.8%至約3,890,000噸。預期於二零零九年至二零一四年期間將同樣每年上升4.1%至約4,990,000噸。已消耗的塑料樹脂中，於二零零九年並無消耗可降解塑料。往後可降解樹脂的需求增長預期遠遠超過傳統樹脂，因可降解樹脂較為環保且各方均努力推動使用較多可持續使用的原材料，例如玉米(為若干可降解樹脂(特別是PLA)的原材料)。以後，一次性醫療產品中預期注射器、藥板、藥瓶及外科口罩、手套、手術裙及手術服會開始使用可降解塑料樹脂。儘管許多該等產品仍處於開發的早期階段，但若干產品預期不久將推出市



## 行業概覽

場。根據Freedonia的資料，於二零一一年至二零一四年期間，一次性醫療產品對可降解聚酯的需求預計以65%的複合年增長率增長。

生產一次性醫療產品時消耗PBS的主要增長因素包括環境意識、公司致力於提升品牌形象及較發達地區(例如美國及西歐)對綠色產品需求上升。中國政府的措施亦將支持增加消耗PBS。例如，於二零零五年，國家發改委頒佈第四十號法令鼓勵發展生物可降解聚酯，於二零零六年，國家發改委成立一項基金以支持該目標。根據Freedonia的資料，於二零一一年至二零一四年期間，預期中國一次性醫療產品應用的PBS及PBS共聚物的需求將每年增長81.7%。

### 中國餐飲行業一次性產品市場

可降解聚酯的一項主要應用範疇為餐飲行業一次性產品。由於可降解聚酯應用於大部分餐飲行業範疇所需的性能表現較低，故無須重大改良樹脂特質已能打進市場。可降解聚酯在餐飲行業一次性產品中主要用於製造刀具，並預期將繼續呈現穩固需求增長。預計其他產品，例如盤子、托盤、碟、碗及杯子亦有機會使用可降解聚酯。根據CAS的資料，中國每年消耗約60億個快餐盒、50億個方便麵碗、600億雙即棄筷子。該等產品廣泛用於快餐食品及其他外賣食肆及家居，且易於與食物剩餘分開作降解。根據Freedonia的資料，於二零零九年，餐飲行業一次性產品佔中國PBS及PBS共聚物總需求的49%。

### PBS及PBS共聚物中國定價

根據Freedonia的資料，於二零零九年中國PBS平均定價為每噸約人民幣36,000元，較二零零八年水平大幅下降，跌幅主要受國內開始生產PBS的嚴重打擊所致。基於國內生產商生產越來越多PBS，PBS價格預期於未來數年下降，而國內PBS生產商因經濟規模較大及營運成本較低，預期能較國外供應商以較低價格提供PBS。對位於中國的樹脂用戶來說，日本及南韓製造的PBS一般較中國生產的PBS為高，儘管部分取決於產品質量、訂單規模及特殊貿易相關成本。

於二零零九年，由於並無於中國直接營銷亦無進口稅及代理費用，PBS共聚物平均價格為每噸約人民幣55,000元，該價格高於西歐及美國。然而，展望未來，由於進口及國產共聚物混合物的供應大幅增加，價格有望降低。儘管存在供應急劇而帶來價格下調壓力，我們的董事預期PBS共聚物價格將繼續受原材料成本支持。



### 市場預測

根據Freedonia的資料，PBS及PBS共聚物於中國的需求預期將會大幅增長，由二零零九年的約5,050噸增加至二零一四年的約47,000噸，複合年增長率約為56.2%，於二零一三年起中國將成為PBS淨出口國。根據Freedonia的資料，該需求預測乃基於對耗用PBS及PBS共聚物的下游產品(其通常為與澱粉基或聚乳酸基可降解樹脂的混合物)的生產而估量。PBS及PBS共聚物透過該等樹脂混合物應用於不同範疇，而Freedonia則按而分析以決定目標產品可能存在的市場需求。在制定需求預測時，Freedonia考慮到(其中包括)在一些應用範疇限制增加耗用量的因素，包括相對於傳統塑料價格較高及技術性能較差。特別是生產商將一般需要有大量願意支付較高價格以取得環保物料的客戶，才能取得較高價格。由於新產品商業化及根據生產製成品不同階段調整技術問題所需時，故現時現有對於PBS及PBS共聚物的少數需求在未來數年亦會對耗用造成限制。PBS及PBS共聚物在本身產品及主要混合物(如PLA)方面，亦受樹脂的供應限制。現時假設於中國及主要出口市場現時關於可降解聚酯的政府法則及法規例將維持不變。

儘管預測需求快速增長，Freedonia預期由於國內不少目標PBS應用尚未成熟，故於不久將來中國的PBS產能將低於其安裝PBS產能，從而出現重大使用率不足的情況。

因此，因考慮(其中包括)(i)中國國家機關對可生物降解餐具及化妝品的支持觀點及實際行動(例如強制徵稅)以抑制不可生物降解塑料袋的使用；(ii) PBS作為外科繃帶及衛生棉原材料的適用性被學術刊物所推崇；(iii)海外市場對可生物降解材料的快速普及(iv)由IPCCAS根據我們的合作安排就我們的潛在PBS客戶將採納應用的PBS編製的PBS程式進展報告及初步測試結果。本集團認為倘以較快速度清除Freedonia所識別之任何妨礙增長障礙，則PBS及PBS共聚物的市場可能較現行預測者增長更快。

此外，本公司董事相信由於本集團為採用DAVY工序的根基穩固的BDO生產商，故在取得供生產PBS及PBS共聚物的主要原材料方面擁有競爭優勢。另外，憑藉採用與本集團將採納的中科院一步法之專利持有人IPCCAS的合作關係，本集團能通過首席技術官張愛民博士以及我們與四川大學的合作關係，發揮四川大學的高分子研究所及高分子材料工程國家重點實驗室專門技術的專長。本集團亦計劃擴充我們的BDO及PBS的產能。各項因素均使本集團能在中國PBS及PBS共聚物市場早著先鞭，盡享優勢。

### 資料來源

#### 北京華經

北京華經為中國著名經濟資訊研究所，國務院發展研究中心、中國競爭情報學會和中國人民大學商學院的專家和教授均有參與研究工作。作為國務院發展研究中心長期研究項目的核心成員，北京華經進行的研究一直獲肯定為中國行業最新發展的權威。二零零八年，北京華經共設有21個行業研究部門，涵蓋能源、石化、旅遊及酒店、房地產、食品、衣物、醫藥、機械、文化、建築材料、冶金和流通行業研究等領域。於二零一零年，我們以人民幣35,000元向北京華經購買一份關於市場環境及中國BDO需求獨立預測的報告，即BDO行業發展研究報告。

華經報告指由北京華經的研究人員獨立開發的數據、研究意見或觀點。華經報告乃遵照北京華經透過多種方式搜集的各種數據而編製，包括但不限於(i)政府或行業組織公開獲取的資料；及(ii)親自訪問或電話訪問市場參與者。華經報告的預測乃使用指數預測模式、對數預測模式及線性預測模式根據二零零五年至二零零九年的數據作出。北京華經亦作出若干假設，包括但不限於本行業、上游行業、下游行業及終端用戶不會有任何重大變動。

#### Freedonia

Freedonia Custom Research, Inc為Freedonia Group一間全資附屬公司，是一間領先的業務研究出版商。Freedonia Custom Research, Inc進行定製行業分析並提供行業的展望和評估以及包括產品和市場預測、行業趨勢、威脅和機遇、競爭戰略、市場份額確定及公司概况等資料。

我們委託Freedonia Custom Research, Inc獨立展開中國PBS及一組選定PBS共聚物需求的規模及預測並分析可降解聚酯的寬泛市場環境及提供有關結果。我們向Freedonia Custom Research, Inc支付研究報告的編製費用為56,000美元。該項金額無須待本公司成功上市或研究報告的結果才支付。

由Freedonia編製的報告(「**Freedonia報告**」)呈列其獨立制定之數據、研究意見或觀點，並不構成特殊行為指導。於編製報告時，Freedonia採用各種資料來源，包括公司財務文件、政府數據報告、新聞稿、行業雜誌、與採訪相關產品製造商的僱員(包括客戶)、競爭產品的製造商、相關產品的分銷商及政府及貿易協會。Freedonia報告中所載增長率根據多項可變因素釐定，例如貨幣匯率、貿易壁壘、原材料成本及競爭產品定價，而該等可變因素可不時出現大幅波動。Freedonia報告於其最初交付日期(而並非本招股章程日期)屬準確，且Freedonia報告表達的意見及預測可不作出通知而予改動。