

德州電業改革歷程

郭瑾瑋

2016/10/26

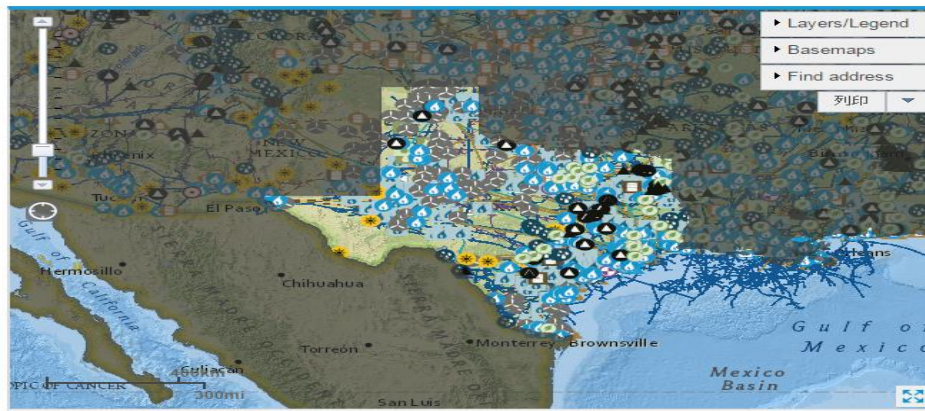
大綱

- 壹、德州簡介
- 貳、德州電力市場改革歷程簡述
- 參、關鍵法案：Senate Bill 7
- 肆、其他重要改革與措施(CREZ與Nodal Market)
- 伍、現行電業市場架構
- 陸、小結與建議

德州簡介

- 德州為全美第二大州，人口約2,796萬，為美國主要的能源與化工生產地，GDP貢獻為全美第二，但同時也是**能源消費第一大州**。

Profile Overview



Texas, U.S. Rankings

Consumption

Total Energy per Capita 6

Expenditures

Total Energy per Capita 5

Production

Total Energy 1

Crude Oil 1

Natural Gas 1

Coal 7

Electricity 1

Prices

Natural Gas 49

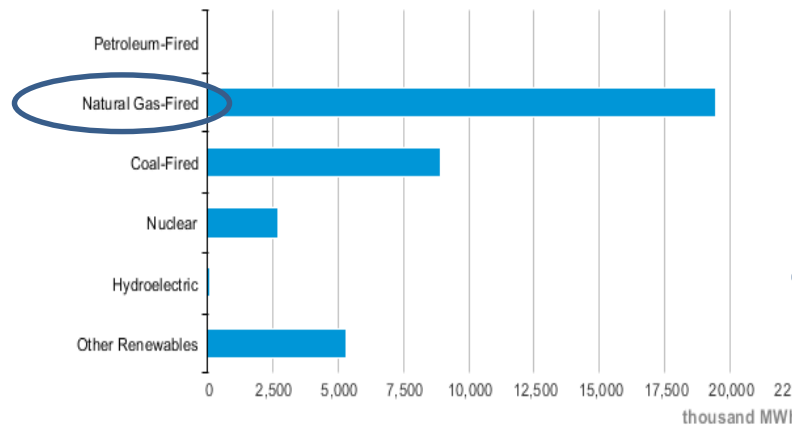
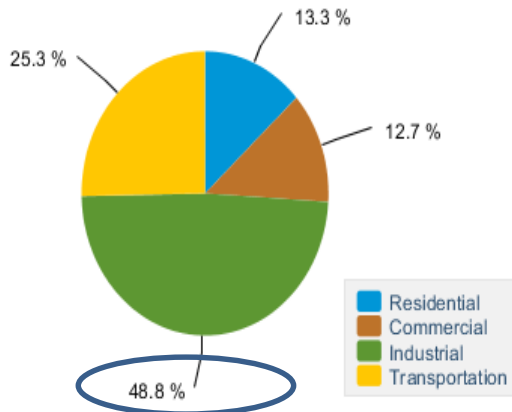
Electricity 41

Environment

Carbon Dioxide Emissions 1

[See rankings for all states >](#)

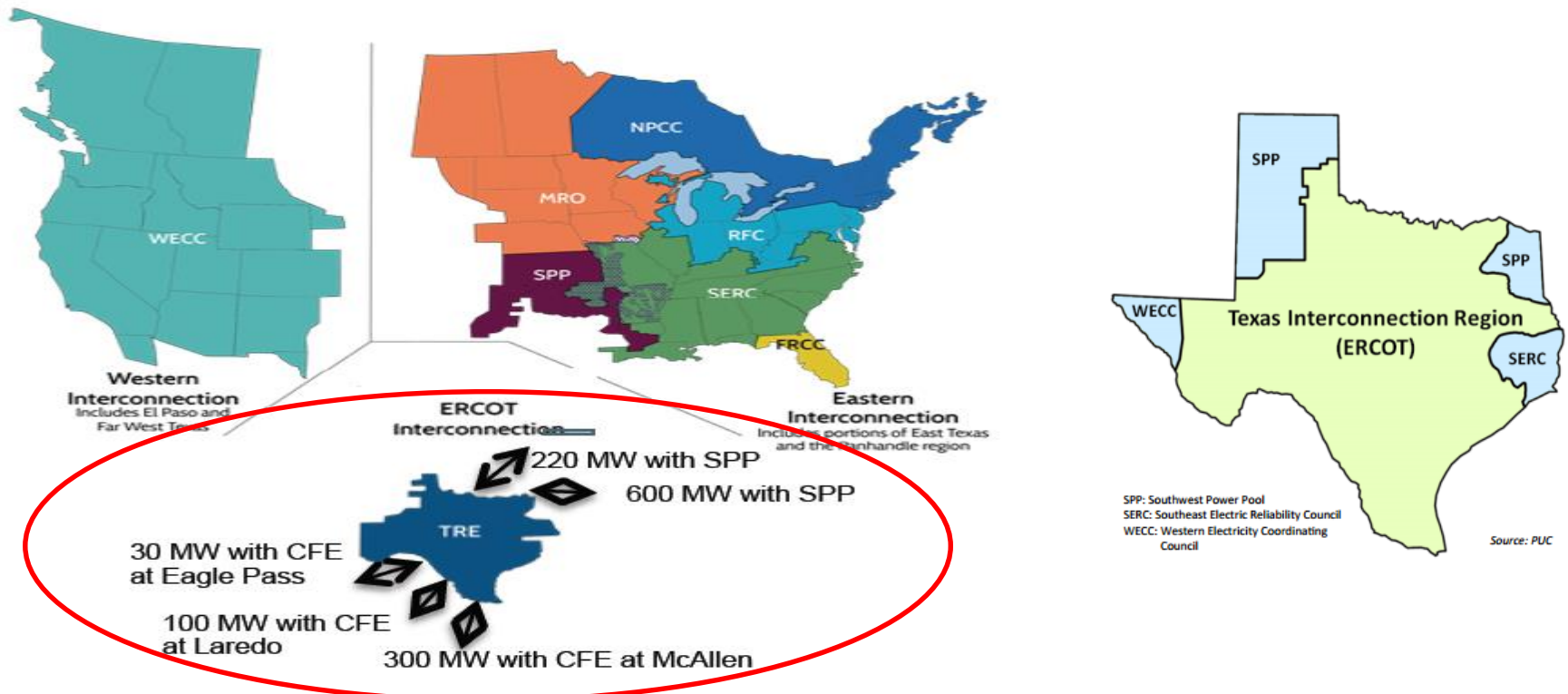
Texas Energy Consumption by End-Use Sector, 2014 Texas Net Electricity Generation by Source, May, 2016



德州電力系統

- 德州電網和外州沒有交流互聯，僅有幾條直流線路與美國西南電力池 SPP、美國東南電力可靠度委員會 SERC 及西部電力協調委員會 WECC 以高壓直流輸電線路相連結，但傳輸功率有限，向外州購售電量甚低，相較於美國其他以交流輸電線互聯之電網，幾乎可視為獨立電網。

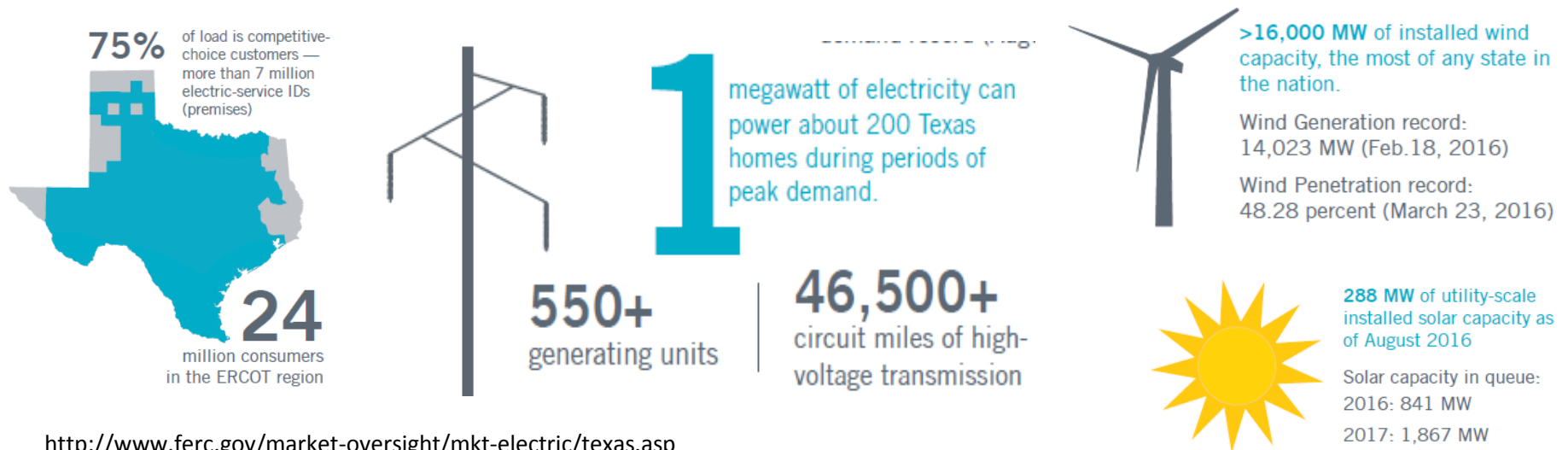
北美電力連結系統圖



ERCOT connections to other grids are limited to direct current (DC) ties (~1100 MW with SPP and Mexico)

德州電力可靠委員會(ERCOT)

- 德州電力市場被喻為美國最活躍的電力市場，主要是由德州電力可靠性委員會 ERCOT(Electric Reliability Council of Texas)管理。ERCOT為一個獨立系統調度機構 ISO(Independent System Operator)，主要負責範圍內電網運行和管理競爭性電力批發市場。
- ERCOT的所轄區域覆蓋了德州75%的面積和90%的負荷，並管理著2,400萬德州用戶。
- ERCOT管理超過46,500英里的高壓輸電線路和550多台發電機組。2015年8月10日峰值負荷6,988萬千瓦創歷史新高，2015年度用電量是3,475億度，同比增長了2.2%。
- ERCOT當前的風力發電裝置量約16GW，為北美所有電力市場中裝置量最大的，風力發電最高記錄達48.28%。

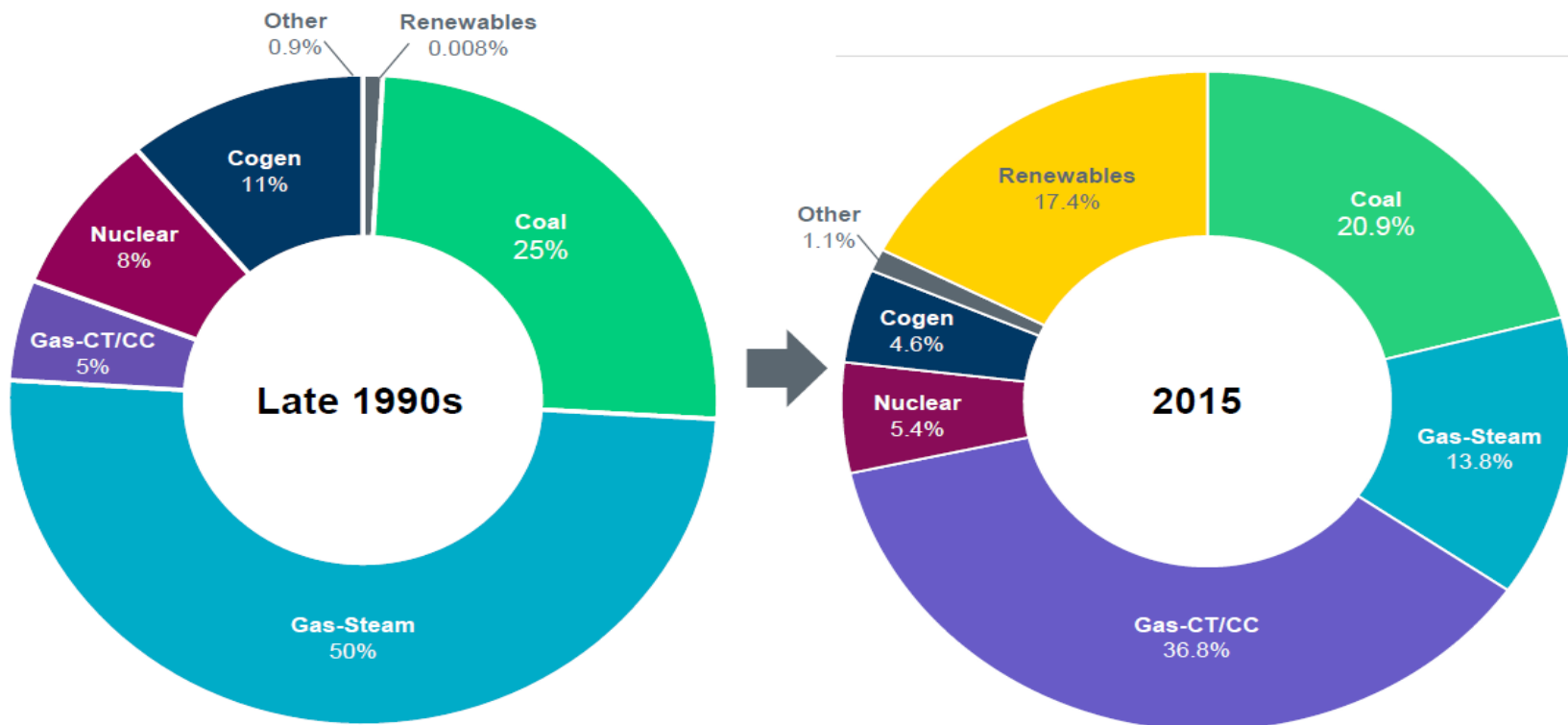


<http://www.ferc.gov/market-oversight/mkt-electric/texas.asp>

ERCOT發電結構

■ 電廠置容量

ERCOT於2015發電置量配比分別為天然氣50.6%、煤20.9%、核能5.4%、再生能源17.4%。與1990年相較，顯示德州ERCOT電力市場雖仍以**天然氣機組為主**，但多以改為複循環機組，且再生能源(尤其風力發電)占比明顯提高。



資料來源：2016 ERCOT Market Summit

ERCOT與台電比較

- 德州電力可靠委員會(ERCOT) 實際上可視為一個孤島系統，類似於台灣電力系統。
- 德州人口2,796萬人，台灣人口約2,350萬人，人口比例相差不大，但由於德州之工業發達，所以德州ERCOT之總裝置容量及最高尖峰負載大約為台電之兩倍，ERCOT與台電公司系統概況比較如下表。

	ERCOT	台電
服務對象	2,400萬德州人口 (德州總人口2,796萬人)	臺灣2,350萬人口
服務區域	覆蓋了德州75%的面積和90% 的負荷	臺灣100%面積與 89.3%負荷(台電系統)
機組數	550+部	599部 (2015)
系統總裝置容量	75,964 MW (2015,summer)	41,037 MW (2015)
系統總發電量	3,475億度 (2015)	2,191億度 (2015)
系統尖峰負載	71,093 MW (Aug. 11, 2016)	36,199 MW (July 28, 2016)
高壓輸電線路	46,500 miles (345kV, 138kV, 69kV)	10,820 miles (17,412 km) (345kV, 161kV, 69kV)
風力裝置容量	14,023 MW (2016.02)	642 MW (2015)
太陽光電裝置容量	288 MW (2016.08)	669 MW (2015)

德州電業改革歷程

- 1990年代前，美國電力市場多屬「垂直整合」的綜合電業獨占型態。
- 直至美國1992年於能源政策法案(National Energy Policy Act)中，開放獨立電廠參與電力批發市場，並於1996年聯邦能源監管委員會FERC Order 888強制開放輸電系統，為發電側競爭、批發電力市場形成打下基礎。至此，全美幾乎所有的州開始對電力工業進行改革。
- 1995年德州立法會通過**373號法案**(Senate Bill 373，簡稱SB373)，要求開放批發市場，並要求州內互聯的輸配電應**無歧視開放**給批發市場的所有電業。
- 1996年，德州ERCOT第一個成為獨立系統營運商，批發市場開始試運行。但事實上1996年集中競價的批發市場並未形成，只能說拆分公用事業公司、賣發電廠、嘗試簽訂雙邊合同等已經開始進行。
- 1999年，第76屆立法審通過**7號法案**(Senate Bill 7，簡稱SB7)，**設定了市場去管制化的細節與嚴苛的時間表**，包括市場該怎麼去管制化、如何過渡、未來電力市場的運作依據等，此法為德州電業改革的主要基石。
- 2001年，**ERCOT批發現貨市場系統設計完成，開始運轉**。7月底零售市場則開放試點。



德州電業改革歷程

- 2002年1月1日 **全面開放零售市場**，公用事業必須拆分，原有公用事業關聯售電商，須採取 **競價底限(Price to Beat)**，即進入市場的費率不得比原有費率最多低6%，而新進入市場的售電商則不受此限制。
- 2004年，開始討論 **節點市場(Nodal)模式**，取代當時應用的區域市場(Zonal)模式。
- 2005年，立法通過 **20號法案(Senate Bill 20, SB20)**，**擴大再生能源RPS**，並通過設置 **競爭性再生能源區域(Competitive Renewable Energy Zone, CREZ)**。
- 2006年，節點市場開始設計。同時，PUC將市場監管部分轉交Potomac Economics，**成立獨立監管機構(Independent Market Monitor, IMM)**。
- 2007年，**終止Price to Beat的規範**。
- 2010年12月1日，**節點市場正式取代Zonal市場**。
- 2010年後，因再生能源併網增加，德州考慮引入容量市場，但最終被推翻。PUC決定以提高批發市場競價上限的方式吸引新容量投資，保持ERCOT市場單一(電能市場)的原狀不變。

Senate Bill 7 關鍵項目

SB7是德州由電業管制化平滑移至去管制化的關鍵，其核心內容包括：

- 界定電業改革後，發電、輸配電、零售商的**市場定位與功能**，並提出措施以防止市場權力濫用
- 提出**擱淺成本**，以彌補電業改革造成原有公用事業投資無法回收的問題
- 提出**競爭底價**，使新進入者可以較低的價格吸引消費者，提高轉換意願，活絡競爭市場
- 提出**消費者保護措施**，以保護消費者在電業改革過程的用電權益
- 提出**環境保護**，以規範再生能源目標與提昇能源效率

限制市場權力

- 產生足夠的市場參與者，以形成競爭。SB7規定2002年前，各公用事業須**拆分發、輸配、售**，形成關聯(Affiliated)或非關聯(Non-Affiliated)的發電、輸配電和售電公司。**輸配電公司不允許買賣電力、不許發電。**
- 限制市場力。SB7要求自2002年競爭開始後，在一個供電區域內，發電公司**不能擁有或控制超過20%**的裝置容量，亦不能控制超過輸向該電力區域20%的容量。(TXU例外)
- 在開放競爭前60天，每個關聯發電公司須**至少拍賣出15%的裝置容量**，這要求需持續到**至少超過40%**的關聯發電公司的小型商業或住宅負載是由其他替代的電力供應商提供，或**競爭市場開始後60個月**才能終止。其目的是鼓勵原來的各大巨頭公司可以自行縮減。
- SB7要求PUC必須**監管市場權力的濫用行為**，包括限制競爭(如提供服務或產品時有歧視行為，將非管制區的產品或服務引入管制區域，掠奪性訂價等)，委員會對每一個違規行為都可處**1,000-5,000美元/天**的罰款，或提出行政處罰、撤消其登記資格等。

擱淺成本(Stranded Cost)

- 電廠投資一般規劃30年回收，但去管制化後，原有電廠再也無法以管制價格回收先前為了提供消費者用電而已發生的投資(因市場競爭，有些機組效率不佳，若要回收，則需提高售電價格，但會不具競爭性，但若降低售電價格，則廠商要自行吸收這些損失)。
- 因此，SB7提出「擱淺成本」的措施，讓過往的獨占性電業有回收既有投資的權力，用以說服公用事業公司進行電業改革。
- SB7包含數個規定，用以計算和蒐集原有電業公司的擱淺成本，SB7允許原有電業可以**100%回收**淨擱淺成本，只要這些成本是可以被確認，且在後續電業拆分、整合過中無法被減少或抵消的。且這些成本應由**使用者**承擔。
- 擱淺成本的計算為，去管制化下**電廠的帳面價值和市場價值間的差異**。
- 分配方式：**50%是按用戶使用電量分配**，另**50%由公用事業按以往已採用的發電要求承擔**。此外，**可中斷負荷的工業用戶其分攤應為原設定的150%**。

擱淺成本(Stranded Cost)

- 為最小化消費者的影響，SB7設定3個回收擱淺成本的階段：
 - (1) 第一階段(1999.09.01~2001.12.31)：**凍結電費費率**，這期間所有公用事業應提供PUC詳細的財務報告，說明在凍結費率期間，所有年成本與利潤(收益-成本)，及任何資本投資計畫。而這期間所獲得的超額利潤，則將用於減少在2002-2004年核定下的擱淺成本(true-up proceeding)。
 - (2) 第二階段(2002.01.01~2004.12.31)：**擱淺成本核定期**，各電業司第一階段所初估的潛在擱淺成本，若經確認後仍覺得可能發生，則將這些初始費用透過對輸配電業收取超額的費用，藉此轉嫁給零售電業。
 - (3) 第三階段(2004.01~)：要求過往獨占電業在考量第1、2階段所作的努力，**重新校正最後實際所需的擱淺成本**，不同於之前是以數理模式計算擱淺成本，SB7提供公用事業4個不同的選擇去評估最終的市場價值，以計算擱淺成本。若淨帳面價值大於市場價值，則公用事業有權針對過往獨占電業服務區域的消費者，在管制費率上超額收取一定費用以回收擱淺成本。
- 另外，SB7還允許公用事業在費率凍結期間之後的任何時間，可以將管制化下的資產**100%進行證券化**，而初始估算的**擱淺成本最多可有75%的證券化**。
- 爭議點：PUC提出**“負擱淺成本”**，即燃氣價格上漲，燃煤、核能等電廠等相對較具競爭力，市場價值提昇，因而導致擱淺成本下降，甚至可能出現負的擱淺成本。2001年77屆德州立法會上，HB2107即是關於**“負擱淺成本”**的提議，提出當發電資產市價大於帳面價值時，納稅人償還機制應該啟動，但公用事業公司強烈反對。該法案在眾議院通過，但在參議院遭到拒絕。

競爭底價(Price to Beat)

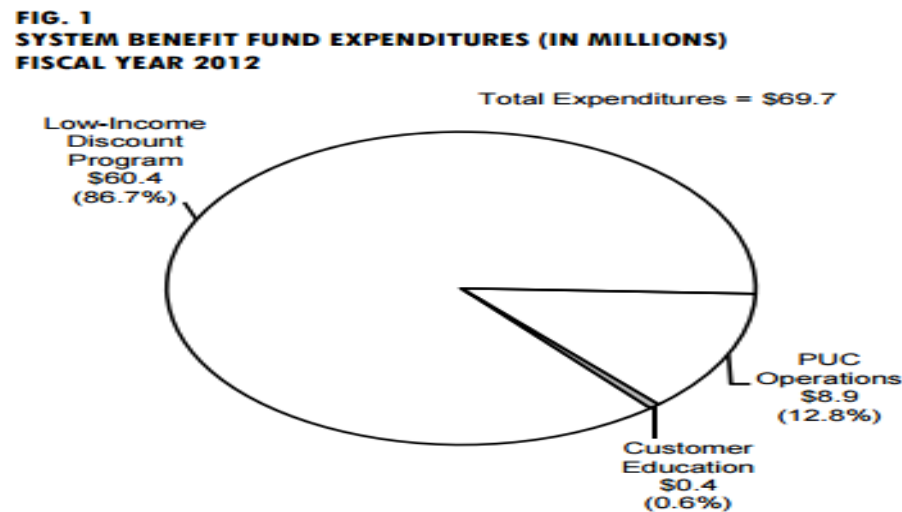
- 為了促進售電市場的競爭，SB7法案提出競價底價(Price to Beat, PTB)用以**限制關聯售電商的競價靈活性**，使市場新進入者可用較低的價格吸引消費者，並提高消費者轉換的意願。
- SB7要求關聯售電商應為當地未選擇新供應商的用戶供電，且**費率須比費率凍結期間(1999年09月01日-2002年1月1日)低6%**。PTB意在限制關聯售電商定價，降低新進入者的門檻。此一要求需至供電區域**40%**的使用者由競爭性電力零售商供應或2005年1月1日(**開放競爭後3年**)。
- PTB可視供應商的財務狀況調整，關聯售電商**每年有兩次**根據燃料價格變化調整具體費率的機會。
- 爭議點：
 - 由於PUC沒有相關規定是可用於調降PTB，因此PTB**通常只升不降**。PTC的調整主要是以燃氣價格做為依據，但SB7立法時，燃氣價格正處於低點，且預測未來仍維持這樣的低價，此一錯誤預測也導致後來的PTB的增加，這也是市場開放後為何電價會上漲的原因之一。
 - PUC發現大部分德州人所付的PTB已經大於市場價格。由於PTB價格一再增加，已導致PTB費率由2003.01至2004.09提力了20~35%，**競爭售電商的價格雖然仍低於PTB，但也緊跟隨著PTB**，一前一後的調升。至2005年(改革後4年)仍只有少於50%的住宅用戶轉換至非以PTB計價的售電商。
 - 當初電業改革(去管制化)的目的是希望透過競爭，以降低電價並提供更好的服務，但現在為了要活絡競爭市場，讓更多的參與者可以進入，卻背道而馳，改為先提高售電價格，以導入競爭者。

消費者保護

- 以立法層面，SB7法案提出14項要求，以保護終端電力用戶的權利。
- **最終保障供電商(The Provider of last resort, POLR)**：為確保可靠的供電服務，SB7建立“最終保障供電商”服務，以保障無法由其他供電業提供電力的用電戶，或面臨供電商突然倒閉的用電戶。最終保障供電商係由公用事業委員會選出，並以委員會同意的**固定費率**作為收費標準(通常POLR服務的**費率相對較高**，主因是不確定性高)。
- **SB7要求絕大部分零售電業進入住宅用電市場**。因此，為防止零售電業不服務住宅用戶，要求**總供應量超過300MW的電售電業**應當在36個月內保證其負載的**5%是來自住宅用戶**。如果不能達到此要求，需支付一定金額作為系統收益基金，數量根據實際售賣給居民用戶的電力和應當售賣給居民用戶的電力之間的一個比較公式而得出。

消費者保護

- **系統收益基金(The System Benefit Fund, SBF)**：SB7要求PUC設置系統收益基金，該基金主要是對**零售電業**收取“no-bypassable fee”，用以**補貼低收入用戶**作為電費折扣，補助參與**節能效率計畫**或提供消費者選擇零售業所需的**教育宣導**，以及補助因電業去管制化造成**財產稅收損失的學區**(因州政府的財產稅收是學校補助的來源)。2001年修法，將SBF的用途做了些修正，使SBF可以作為州的稅收收入，用於電業改革後PUC因市場監管所衍生的費用，且SBF收費不得超過0.65美元/MWh。



SOURCE: Public Utility Commission.

環境保護與再生能源

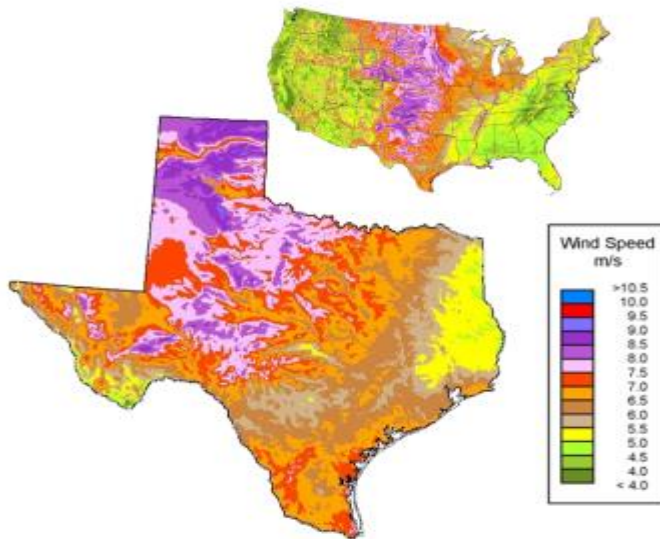
SB7提出二個與環境有關的條款，並建立能源效率準則。

1. 針對豁免於1971年德州清潔空氣法案的老舊電廠，SB7設定其需於2003年5月前較1997年減少50%的 N_2O 與25%的 SO_2 。為達此目標，**SB7**創立一個排放交易系統，且同意電業可將其因應排放目標所需投入的費用納入其擱淺成本的評估中，以回收相關成本。
2. SB7設立新的**再生能源配額制RPS目標**，即2009年再生能源裝置量達2,880MW(新增2,000MW)，占總裝置容量的3%。此外，為達目標，SB7要求PUC建立“**再生能源憑證交易機制(Renewable Energy Credit trading program)**”，而各年度REC即提以年度RPS目標依各零售電業在零售市場的銷售總額占比進行分配，並要求ERCOT管理。若零售電商、市政公用事業、或電力合作社無法達成分配目標，則可透過購買REC符合其被要求的可再生能源容量。
(註：SB7目標在2006年即提早三年達成，2005年SB20法案擴大原SB7的再生能源發展目標，將原2009年目標提高為3,272MW、2015年5,880MW，2025年達10,000MW)
3. SB7亦規範新能源效率，包括**受管制的輸配電業**需實施節能誘因計畫，為消費者提供能源效率，並提供零售電業推動節能的誘因。

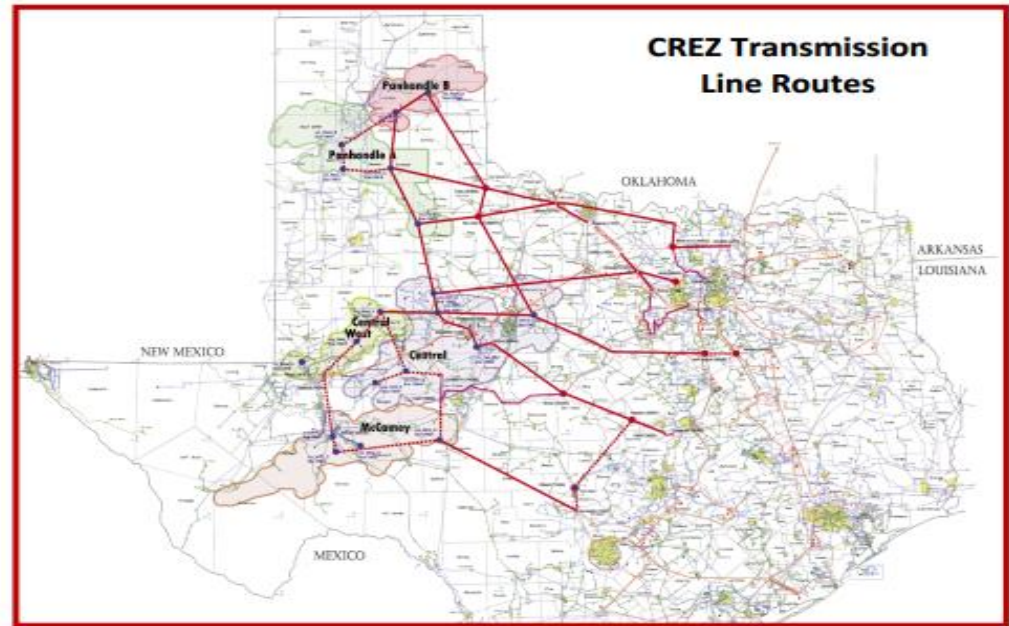
競爭性再生能源區域(CREZ)計畫

- ERCOT 電力市場的風力發電主要集中在德州西部，德州的負載中心主要集中在東部，因此若不增建傳輸系統，將會限制風力發電的發展。
- 2005年，德州SB20法案除擴大SB7所定的RPS目標，並通過了競爭性再生能源區域（Competitive Renewable Energy Zone, CREZ）的傳輸系統計畫，其目的是針對德州西部風能潛力大的區域提前興建新的輸電網路，並規劃應以滿足18.5GW的風電裝置做為規劃，使風力發電可連至西半部人口稀少區與東部人口密集區。

Wind Resources in Texas and the U.S.



Source: U.S. National Renewable Energy Laboratory



Source: Texas State Energy Conservation Office

競爭性再生能源區域(CREZ)計畫

- 整個計畫預算原為49億美元，但在2013年完成輸電網路擴建計畫後，實際預算增加近20億美元(總投資高達**68億美元**)。但該計畫不但促使德州成為全美風力裝置量第一，並大幅減少棄風的比例。
- 在2011年以前，ERCOT棄風的比例相對較高，平均約為8%左右。在2009年棄風比例甚至達到17%。然而，2011年之後，棄風的比例大大減少。2012年和2013年的**棄風比例分別下降至4%和1.6%**。(另一個改善原因為節點市場)

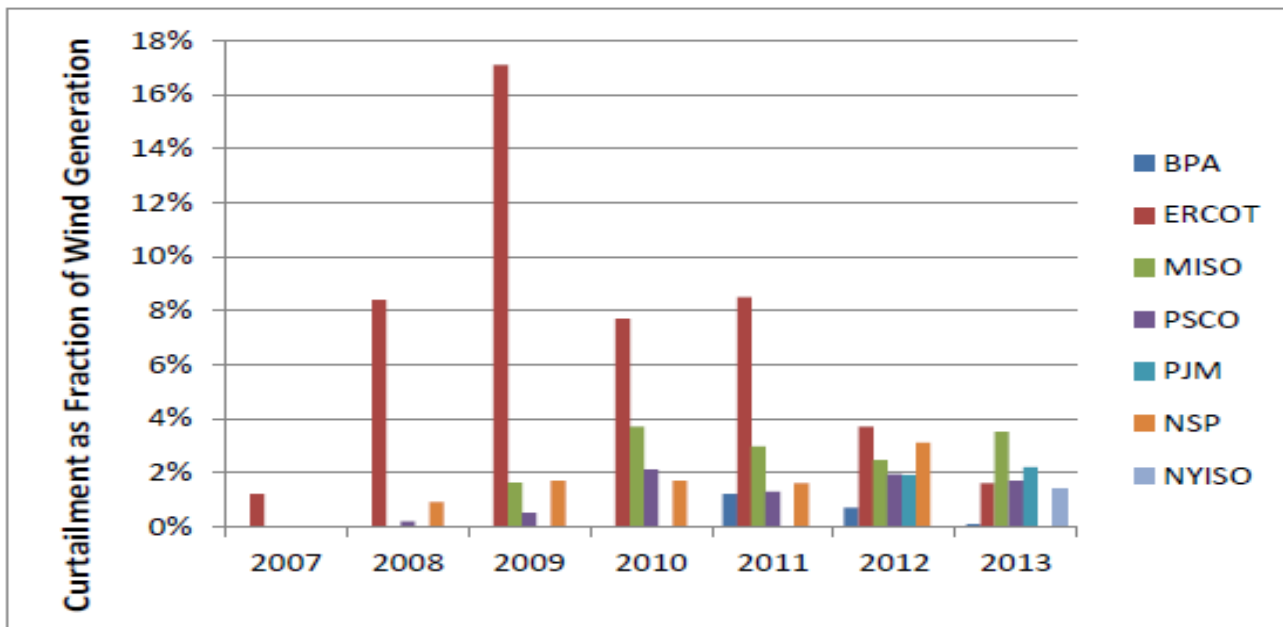


Figure 1. Curtailment levels by region, 2007–2012

資料來源：NERL (2014), Wind and Solar Energy Curtailment: Experience and Practices in the United States .

德州風力發電

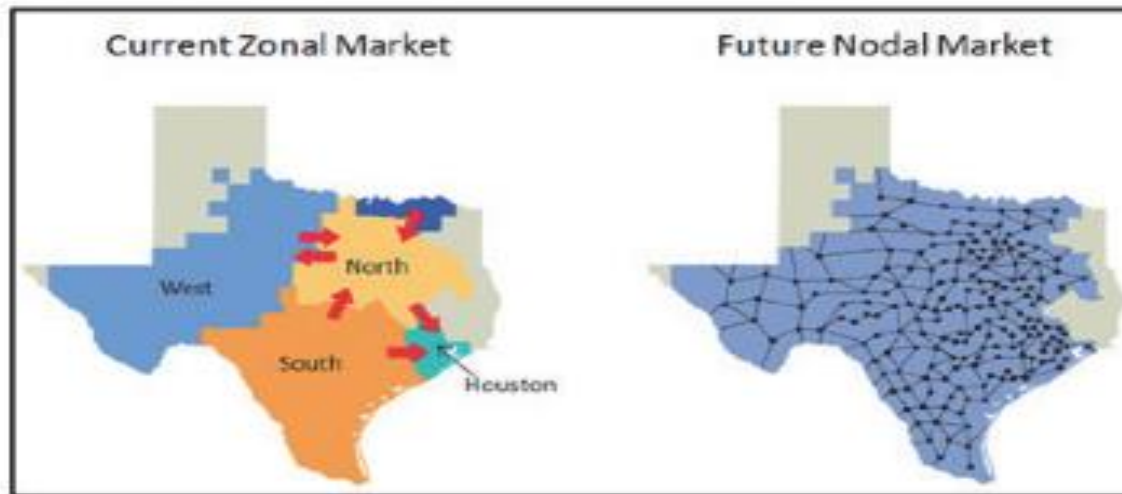
- 因再生能源配額RPS目標、競爭性再生能源區域(CREZ)計畫，及聯邦提供的**稅賦減免措施PTC(Product Tax Credit)**，使德州為全美風力發電裝置量最多的州。
- 此外，因PTC政策，風力發電商有時以**“負”電價**於批發電力的現貨市場競價，降低德州電力現貨市場的價格。以西德州為例，其因風力發電機多，但卻未能有足夠的輸電線路傳輸至人口較密集區，因此西德州偶爾會發生風力發電業者以**“負的”**價格於市場競價。
- 因風力的間歇性發電特性，消費者需支付相關的新增成本，包括增加額外的備用電力，納稅人提供的財稅補貼，及上億美元的電網擴建成本，估計發電成本每度增加0.05美元。
- 風力發電占德州總裝置容量近12%，但在夏季尖峰時僅1.1%的容量能使用，不同於其他電廠可作為調度使用。2008年與2010年因為風力突然下降，再加上其他因素，使得ERCOT幾乎面臨停電(可靠性危機)。
- 在2010年事件後，ERCOT採取相關措施以減緩風力帶來的挑戰，包括採用先進的測風技術、謹慎估計風力的發電量(通常保守估計)、更新風機技術。

ERCOT 區域市場(Zonal Market)

- 2001年電力市場開放當時，ERCOT採取的是區域市場(Zonal Market)架構，並根據幾個主要的輸電斷面將ERCOT分成5個壅塞管理區（Congestion Management Zones, CMZs）。
- 區域市場是以壅塞區域提交發電和負載計劃以及輔助服務報價、定價和進行電網壅塞管理。在ERCOT，造成區域間壅塞的市場參與者必須負責支付其壅塞費用，對於單一區域內的局部壅塞問題，ERCOT則另採用一個局部壅塞管理(Local Constraint Management)模型進行管理，市場參與者可以購買輸電壅塞權來限制其所在區域的壅塞費用。
- Zonal 運轉實施後發現之缺點：
 - 價格透明度不足：各壅塞管理區間的發電機價格及輸電線路價格訊號明顯，但各壅塞管理區本身內部價格信號不明顯，造成管理區內發輸變電設備投資誘因信號不明顯。區域模式由於沒有精細的節點價格信號，無法完全解決網路擁塞費用適當分配問題。在區域模式下，發電廠不但沒有足夠的意願去消除線路擁塞，反而會故意加重擁塞以獲利。
 - 電源調度受限：在各個壅塞管理區內電源排程供應商以包裹方式送交電源排程上，ERCOT 電源調度靈活性受限。
 - 區域壅塞情況無法確實反應：壅塞管理區內對地區性的壅塞有貢獻的市場參與者無法藉由Zonal 現有制度直接得到相關分配費用。

節點市場(Nodal Market)

- 2003年9月，德克薩斯州公共事業委員會PUCT命令ERCOT發展節點(Nodal)躉售市場的設計，以超過600個電價結算點來代替區域市場的四個阻塞管理區域所對應的結算點。
- 節點市場的主要目標：透過更精細的定價計算和能源調度服務，改善電力市場和系統運轉的效率。
- 2006年，ERCOT正式開始節點市場建設。2010年12月1日，ERCOT成功地從區域電力市場轉換為節點市場。



資料來源：TEXAS IS GOING NODAL，2010。

節點市場(Nodal Market)

- ERCOT設計的節點市場主要包括下列幾個部分：金融輸電權市場CRR (Congestion Revenue Rights)，能量和輔助服務聯合優化的日前市場DAM(Day-Ahead Market)，可靠性機組組合RUC(Reliability Unit Commitment)，以安全約束下的經濟調度SCED(Security Constrained Economic Dispatch)為基礎的即時市場。
- 由區域電力市場（Zonal Market）轉換為節點電力市場（Nodal Market）後，ERCOT將整個電網分為超過4000個節點取代原來5個區。Nodal實施後的優點：
 - 節點價格反映系統實際情況：更精細的價格將鼓勵更多的發電機和輸電線路投資在適當的位置。
 - 提升調度效益：在電源端的直接調度將使整體的發電成本降低。
 - 直接反應區域壅塞：Nodal的結算價格是根據各結點的邊際成本。

資料來源：TEXAS IS GOING NODAL，2010。

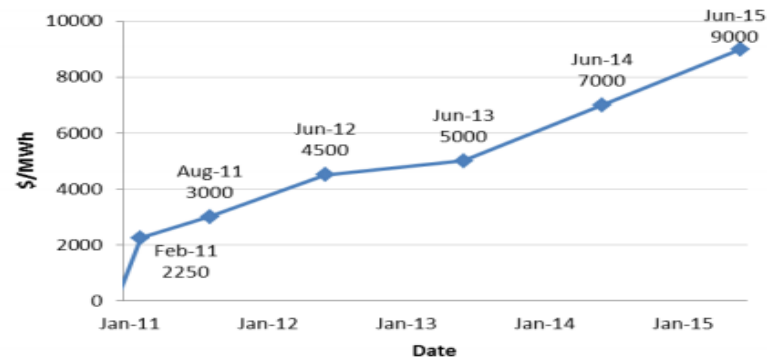
稀少性定價機制

■ 只有能量市場，沒有容量市場：

- ERCOT是純能量市場(energy-only market)，沒有容量市場(capacity market)。發電商建造電廠的成本必須從發電和提供輔助服務的收益中來回收。
- ERCOT為了鼓勵投資興建新電廠，制定**稀少性定價機制(Scarcity Pricing Mechanism)**，在系統電能和備用稀少的情況下提高電能價格。其中最重要的就是設置較高的**系統報價上限SWCAP(System-Wide Offer Cap)**。
- 但因氣候漸趨溫和、天然氣價格下降，使得市場的電能價格下降。德州電力調度中心也顯示，過去10年來德州的電力供需之間的差額之裕度(margin)越來越小，主要因為低躉售電價不足吸引興建新發電廠。
- 為了刺激投資，，ERCOT將系統報價上限由最初的**1,000美元/MWh**提昇至目前的**9,000美元/MWh**。

• System Wide Offer Cap raised to

- \$4,500/MWh - Aug 1, 2012
- \$5,000/MWh - June 1, 2013
- \$7,000/MWh - June 1, 2014
- \$9,000/MWh - June 1, 2015



德州電力工業

Legislature
(立法會)

核定電力市場改革法案，
SB373、SB7

PUC為電力市場主要監管者

1. 市場規則制定
2. 市場參與者資格審核與准入
3. 輸配電費率核定
4. 市場行為監管
5. 電力業發展報告與行政許可

PUC
(公用事業委員會)

ERCOT為批發市場營
運者、系統調度者、
輸電網營運者、售電
控制中心

ERCOT
(電力可靠性委員會)

IMM
(獨立監管機關)

負責監管市場參與者的市場
行為。由PUC外聘顧問公司
成立。沒有決策權。

TRE
(可靠性協調會)

為北美電力可靠委員會
(NERC)的區域實體，參
與協調、改善德州電網
可靠性

Wholesale market
(批發市場)

Retail Market
(零售市場)

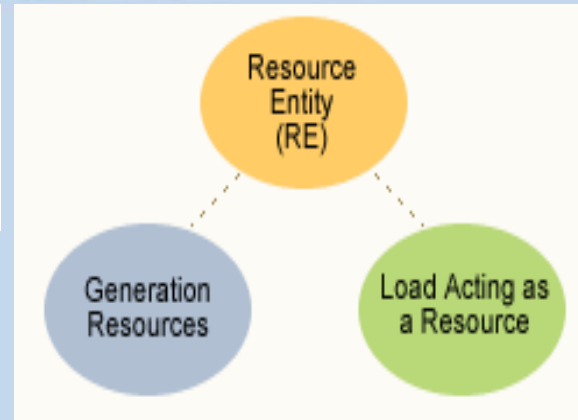
依負荷量與發電商簽訂供電合約
(中長期)，但若要參與日前市場或
實時市場，需透過QSE

零售電商直接面對用戶，代表用戶買電、收取電費，但
不擁有輸配電資產，按照公開的輸配費率按電量向輸配
公司(TDSP)支付費用。售電商可依自己的成本設計產品，
與費率。PUC不會管制售電商的費率。

POWERCHOOSE

ERCOT和各市場參與者的相互關係

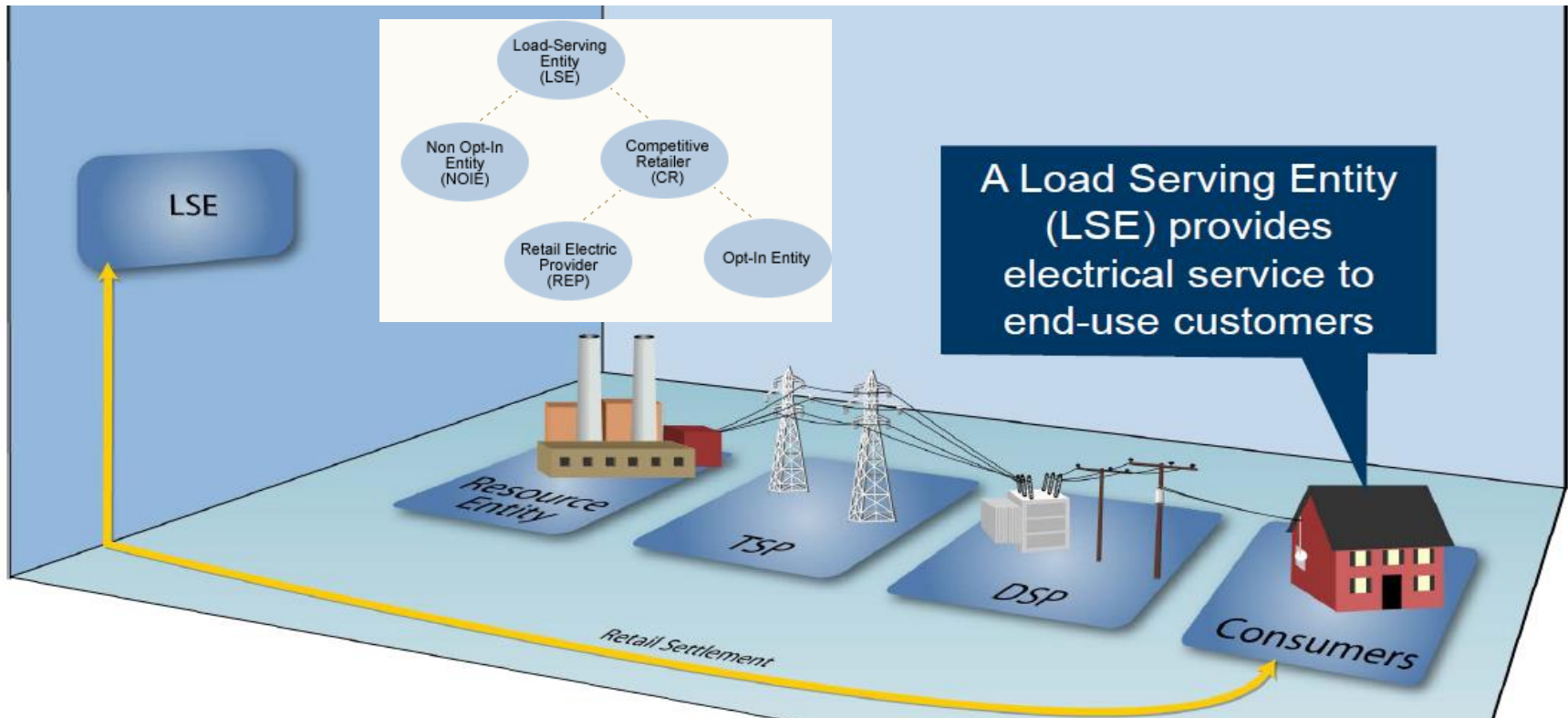
1. 電源業(Resource Entities, RE)：擁有或控制發電電源或視為電源之負載(Load Acting as a Resource, LaaR)，遵守ERCOT指示，降低電力之使用或提供輔助服務。



2. 輸配電服務業(Transmission/Distribution Service Providers, TDSPs)：擁有或運轉設備，在德州以輸電及/或配電方式傳送電力，TDSPs 輸配電服務業受PUCT 德州公用事業委員會管制。必須提供非歧視電網之進出，每一個輸電服務業(Transmission Service Provider, TSP)或配電服務業(Distribution Service Provider, DSP) 包括城市及郡擁有之電業均應向ERCOT註冊，其輸配電費率均由PUCT 德州公用事業委員會訂定。

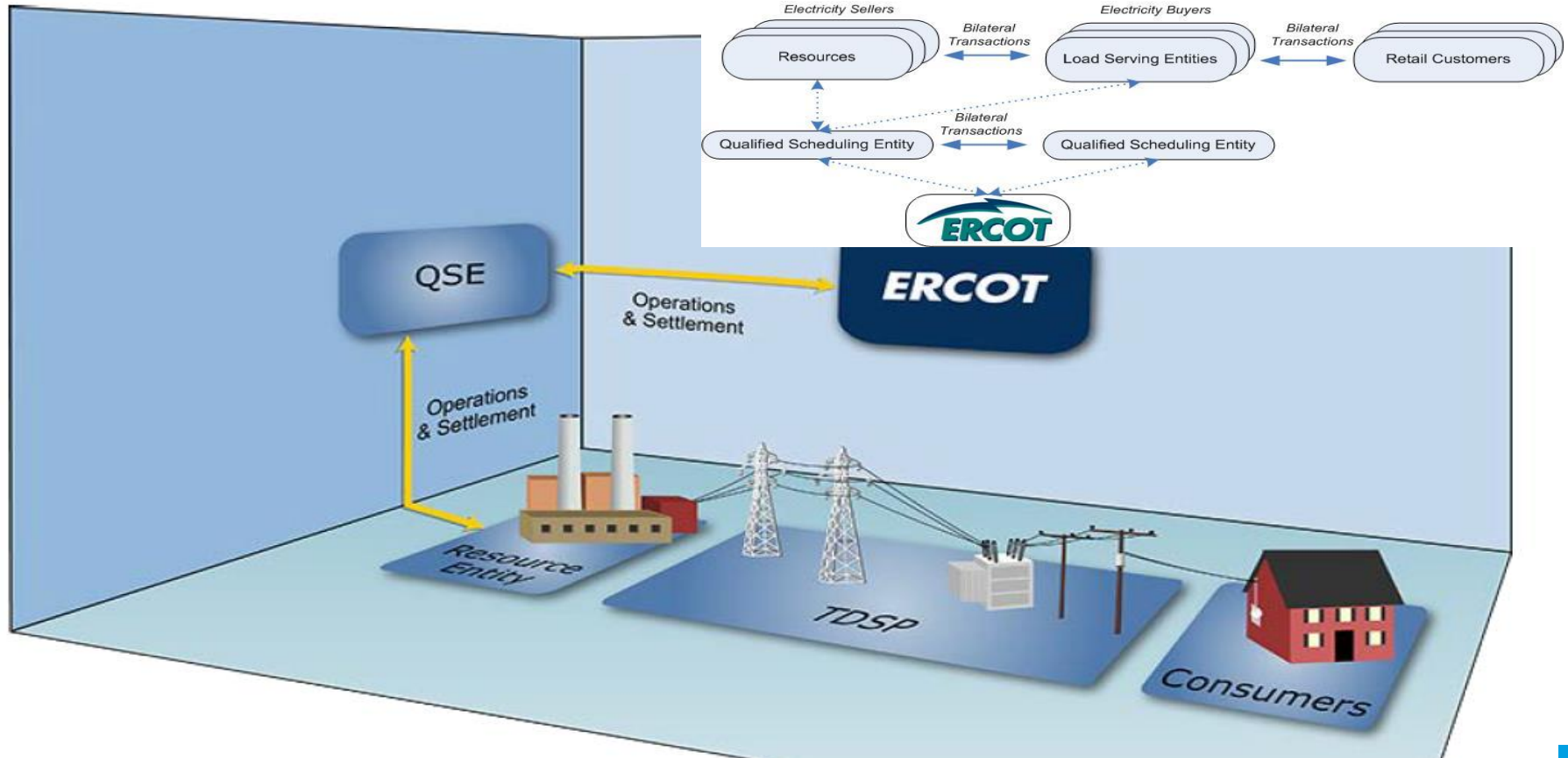
ERCOT和各市場參與者的相互關係

3. 負載服務業(Load Serving Entity, LSE)：向ERCOT註冊，提供電力服務給終端用戶(end-users)及批發用戶(wholesale customers)。它包括
- 競爭零售業(Competitive Retailers, CR)，在競價市場賣零售電力，CR競爭零售業可分為：(1)零售電力提供(Retail Electric Provider, REP)與QSE合格排程業簽約，提供排程服務給它們的負載用戶。(2)城市或郡擁有之電業提供用戶選擇權。
 - 非用戶選擇權業(Non-Opt In Entities, NOIEs)，為城市或郡擁有之電業，其運作方式與CR競爭零售業不同，且不提供用戶選擇權。



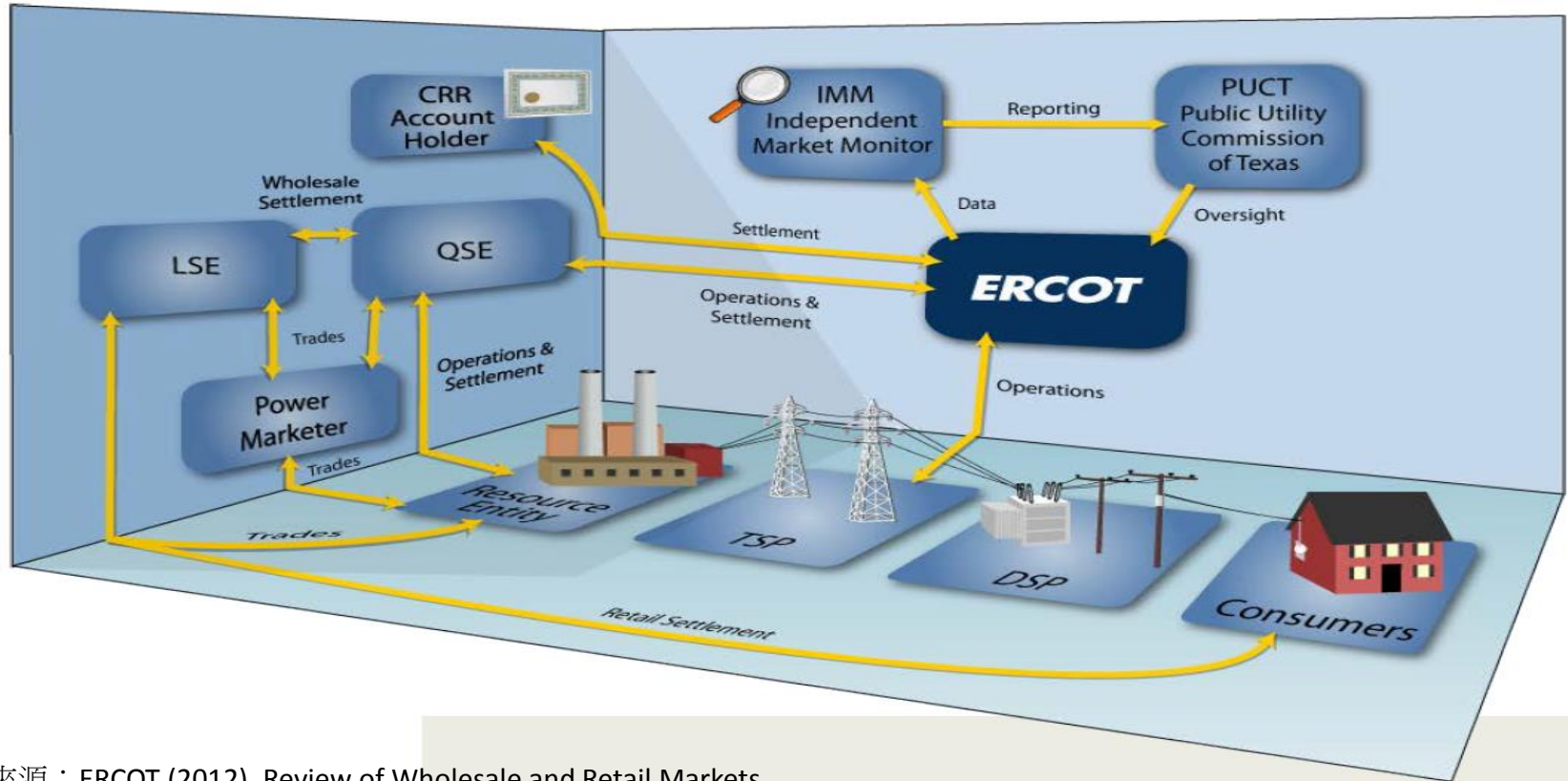
ERCOT和各市場參與者的相互關係

4. 授權計畫實體QSE(Qualified Scheduling Entities)：代表RE電業或LSE負載服務業之合格排程業者，QSEs合格排程業在日前市場及即時市場遞出賣方及買方電能，負責遞出所有電源之現行運轉計畫(Current Operating Plan)，代表它所服務之負載買賣輔助服務，也負責與ERCOT財務之結算。QSE可以同時擁有發電機和負荷，或者兩者之一，或者是兩者皆無的純金融買賣參與者。



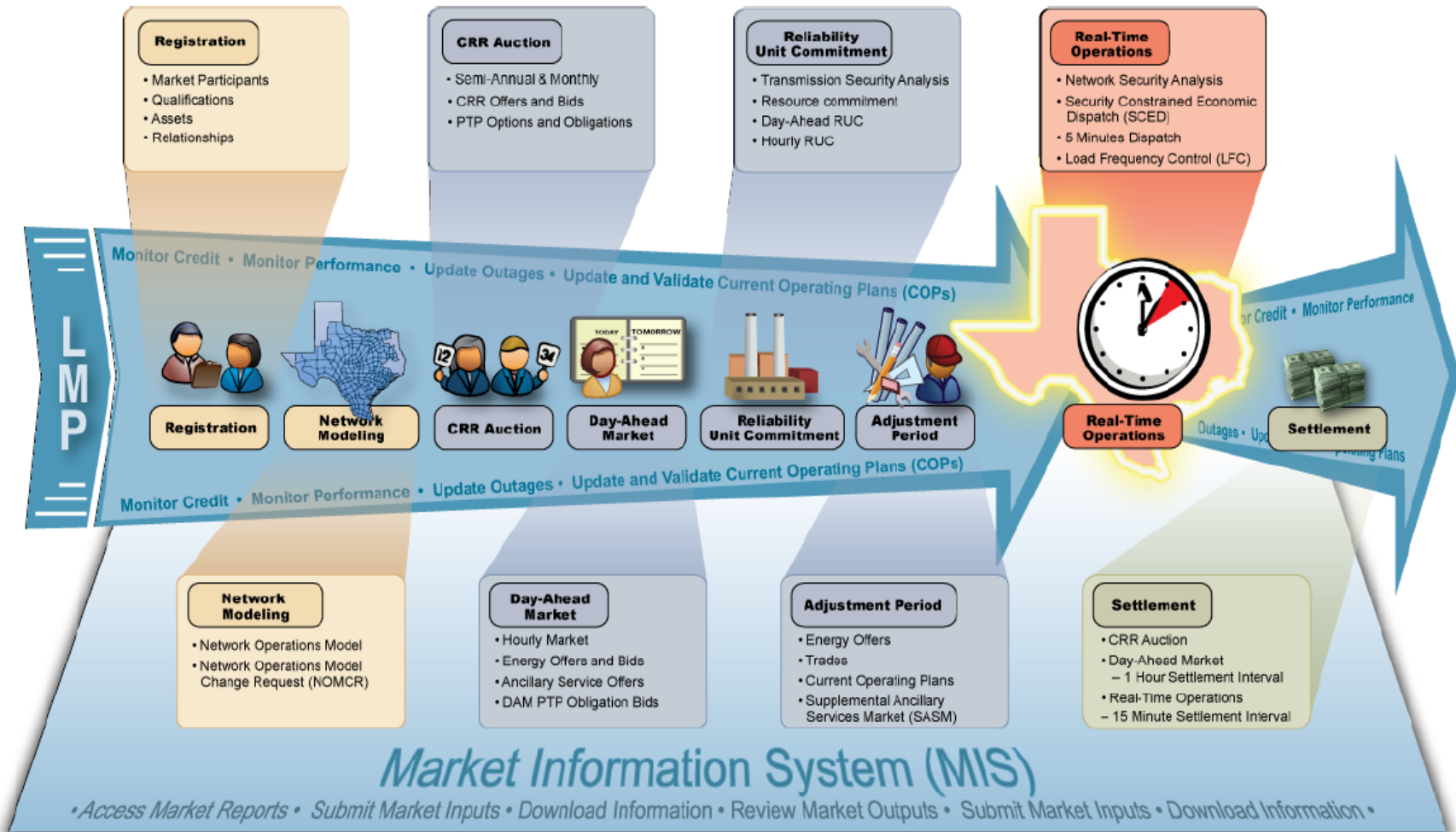
ERCOT和各市場參與者的相互關係

- **市場商人(Power Marketer)**：是電力市場裡純粹的「交易者」，通過買賣電力合同盈利。
- **壅塞收益權帳戶持有者(CRR Account Holder)**：CCRAH為除QSE外，與ERCOT進行結算的事業體。CRR為財務工具，授權CRR持有者於ERCOT輸電網路壅塞時，可於日前市場因壅塞租金 (congestion rent)而獲得補償或支付費用。CCRAH參與ERCOT每月及每年拍賣CRRs的競價，也可與其他CRR持有者進行雙邊交易。



資料來源：ERCOT (2012), Review of Wholesale and Retail Markets.

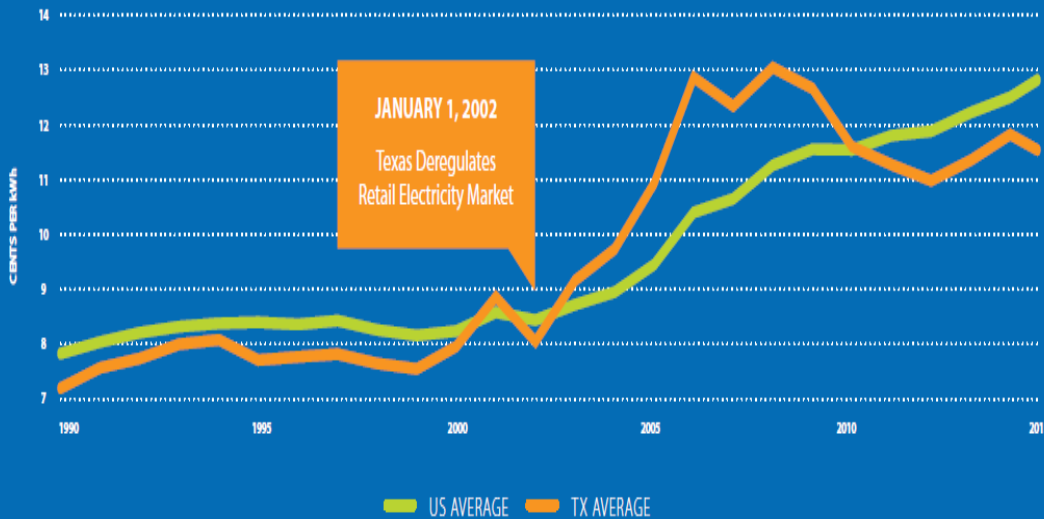
ERCOT 電業市場操作流程



德州電業改革前後之電價變化

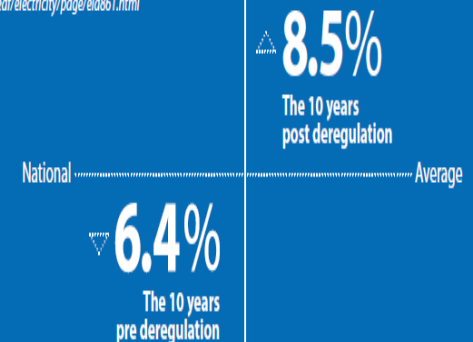
- 電業改革(去管制化)前，德州電價比全美平均都低。但在2002年開始進行零售市場的電業改革後，德州電價至2011年止，電價明顯比全美平均電價高。
- 德州電業改革的前十年，住宅平均電價較全美平均低6.4%，而去管制後十年(2002.01~2012.06)，德州電價比全美平均高8.5%。

Average Residential Electricity Prices
Texas & United States (1990–2015)



Texas Electricity Prices Before and After Deregulation

*Year to Date, Through June 2012
Source: United States Energy Information Administration,
<http://www.eia.gov/cneaf/electricity/page/eia861.html>



For the 10 years prior to the adoption of Senate Bill 7, Texans paid average residential electric prices that were 6.4 percent below the national average. In the most recent 10 years under the Texas electric deregulation law (through June 2012), Texans paid average rates that were 8.5 percent above the national average.

德州電業改革前後之電價變化

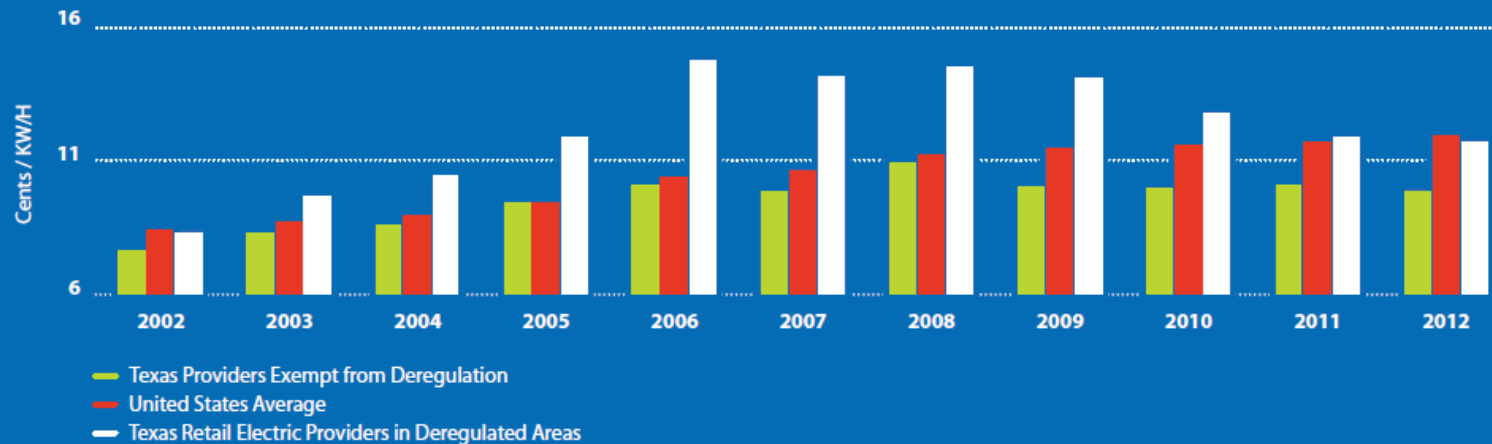
- 德州住宅電價2002年後較全美平均價格高約9~46%，但同期，德州去管制化區域外的電價卻仍較全美平均價格低。
- 德州州內去管制區域的住戶較管制區域的住戶電價高，若以管制區域的電價計，自2002年去管制化後，去管制化區域平均每戶約損失4,500美元。

Electricity Prices Higher Under Deregulation

AVERAGE RESIDENTIAL ELECTRICITY PRICES INSIDE AND OUTSIDE DEREGULATED AREAS OF TEXAS

(Providers exempt from competition include investor-owned utilities outside the ERCOT region, municipally-owned utilities and electric cooperatives.)

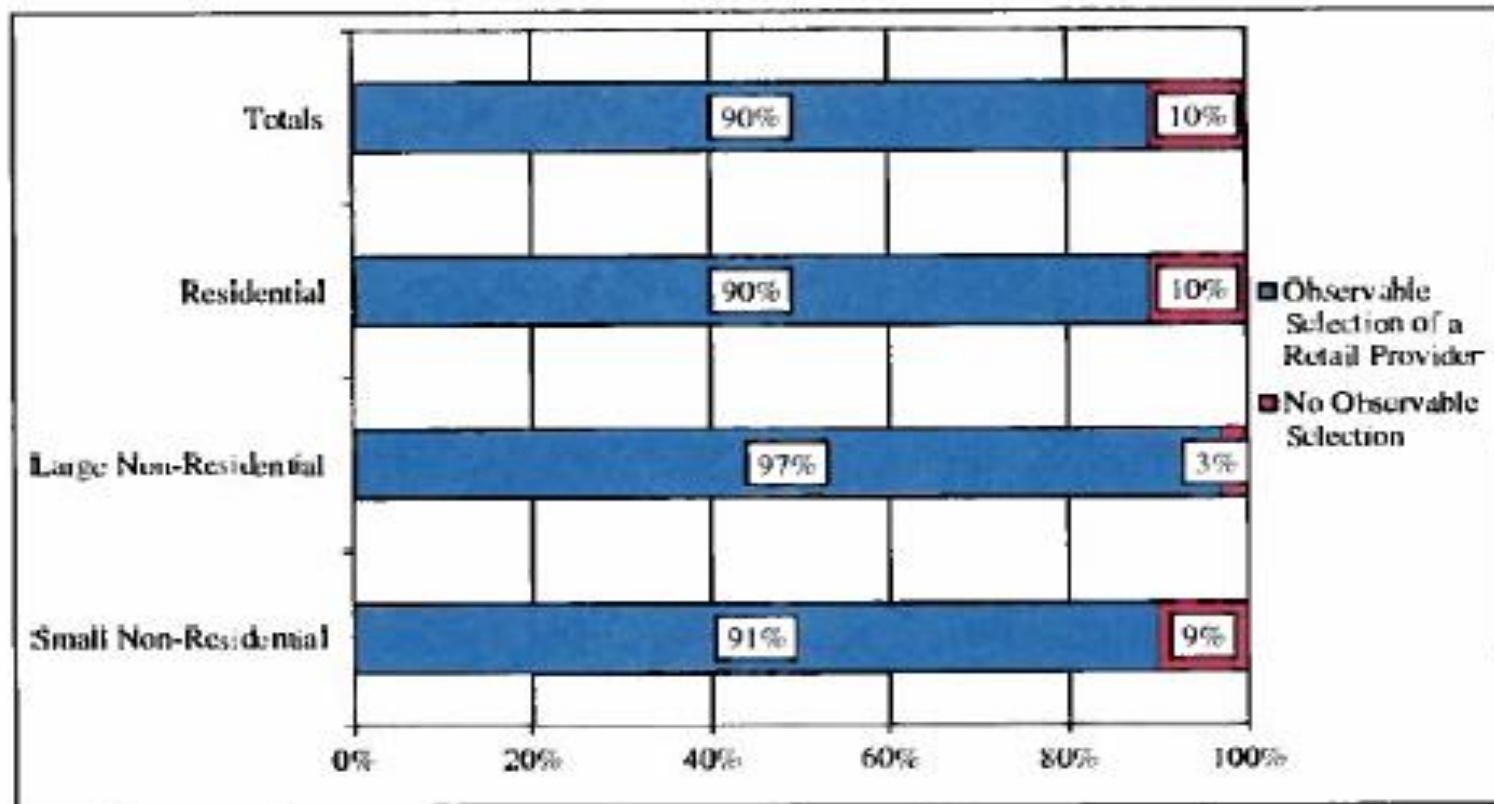
Source: United State Energy Information Administration <http://www.eia.doe.gov/cneaf/electricity/page/eia861.html>



德州零售市場消費者轉換比例

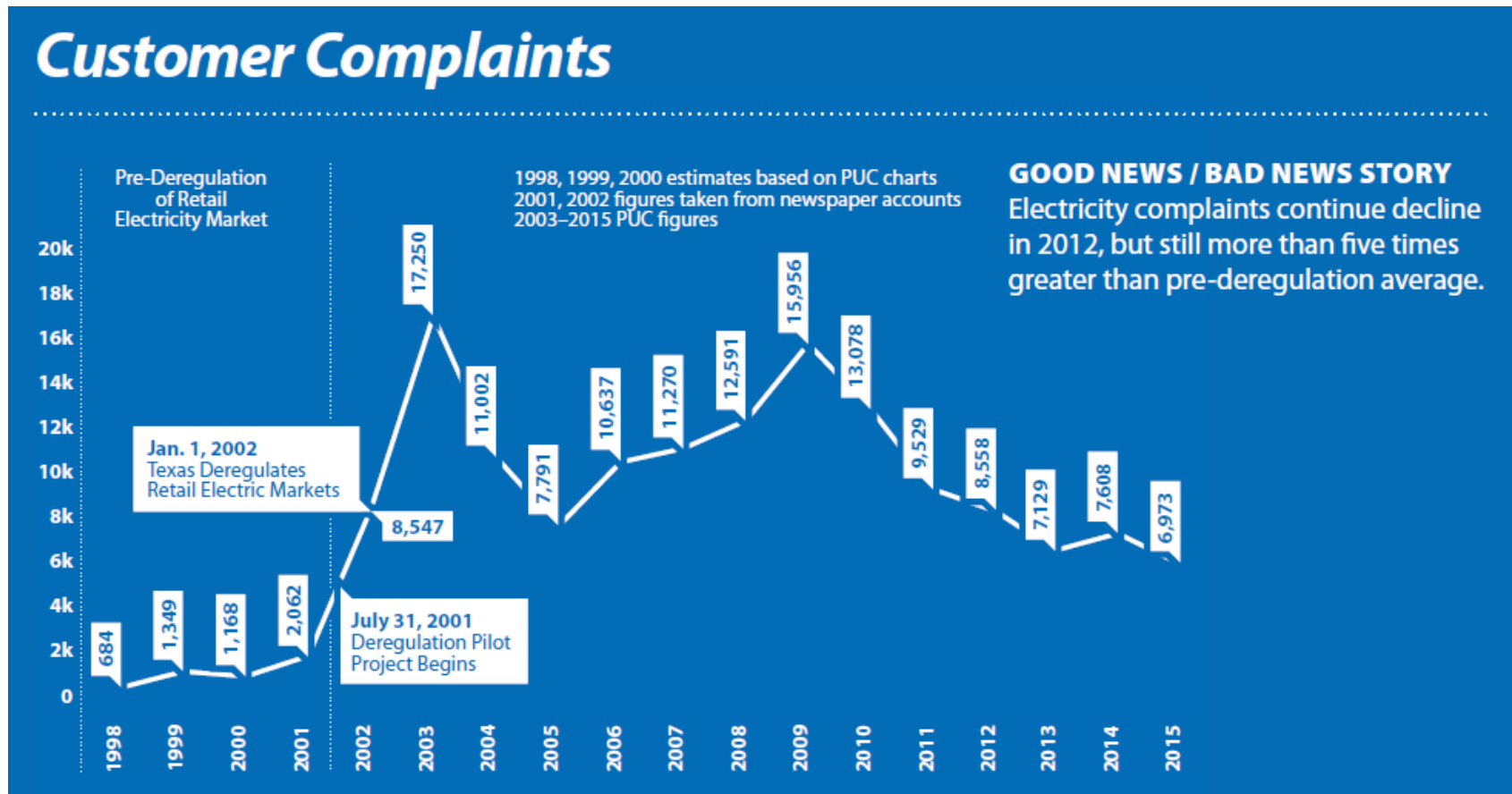
- 自2002年開放市場競爭，ERCOT市場內的用戶有90%以上都至少轉換過1次供電商。

Figure 1. Percentage of Observable Switching in ERCOT by Customer Class



電業改革前後消費者投訴量

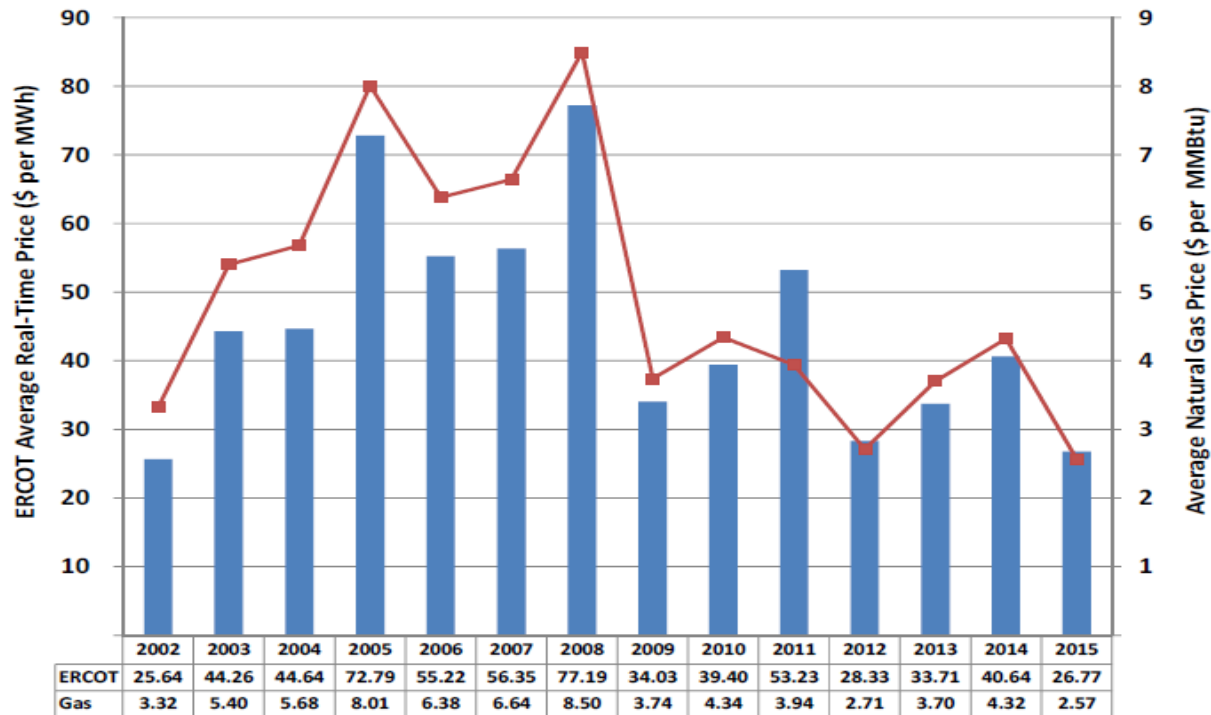
- 德州電業改革後，因ERCOT數次錯誤核算錯用電量和價格、且經歷無數次的無預警系統崩壞，導致電力交易終止，以及消費者帳單錯誤等問題，消費者投訴量較電業改革前增加了3-8倍。



德州電價與天然氣價格波動趨勢一致

- 2002-2015實時市場平均價格與天然氣波動趨勢一致，主因為天然氣機組是ERCOT市場的邊際機組，此亦顯示競爭市場的運作完善。
- 2005年電價飆升主因是颶風影響天然氣價格，導致電價上漲。而2011年則是因極端氣候，導致多部機組跳機，輪流停電，電價一度飆到3,000美元/千度。

Figure 2: ERCOT Historic Real-Time Energy and Natural Gas Prices



資料來源：ERCOT 2015 State of the Market Report

小結

- **關鍵法案**：回顧德州電業改革歷程，SB7法案為電業市場開放提供法律基準，明確提出各項要求和時間表，並明訂PUC的權責(包括市場定義和設計、規定進入市場者的義務、權利、准入條件、財務標準、懲罰機制等)。
- **重要機構的建立**：PUC對德州電業的監管，扮演非常重要的角色。在電業市場改革之初，PUC根據法律制定各項改革過渡方案的細節，妥善處理原有壟斷性電力企業的擱淺成本，並及時發現市場問題，推動市場完善(如推動節點市場)，以及維護用戶的利益，對於違背市場規則的參與者給予嚴懲。ERCOT對德州電業市場運行的操作，包括負載預測、輸電停線協調、排程和監控、費率管理、輸電及發電規劃、輸電操作、可靠度協調等。
- **市場設計與機制**：Stakeholder process是北美電力市場廣為應用的決策機制，所有的市場參與者均參與市場設計、發現市場問題、改進市場設計。在德州，ERCOT的主要職責就是召集各方參與者進行市場設計的討論，現貨市場從無到有、節電市場取代區域市場，均是仰賴各方參與者的親自參與軟體。

參考文獻

- TCAP (2016), Deregulated Electricity in Texas – A History of Retail Competition.
- ERCOT (2016), 2015 State of the Market Report for the ERCOT Wholesale Electricity Markets.
- ERCOT (2016), Future Directions for ERCOT.
- ERCOT (2016), Training Course Materials.
- PUC (2015), Report to the 84th Texas Legislature – Scope of Competition in Electric Markets in Texas.
- ERCOT (2010), Texas Nodal Market Guide Version 3.0.
- ERCOT (2012), Review of Wholesale and Retail Markets.
- Senate Bill No.7 Texas Electric Restructuring Act
- <https://www.puc.texas.gov/consumer/electricity/polr.aspx>
- <http://programs.dsireusa.org/system/program/detail/182>