

國立臺北大學通識教育中心

「能源概論」通識課程

(Week 4)



進度：台灣能源概況

NTPU

李育明

國立臺北大學
自然資源與環境管理研究所 教授

March 13, 2009

授課大綱

- 前言
- 台灣地區能源發展沿革
 - 《源起不滅—台灣能源發展軌跡》
- 台灣地區能源供需現況
 - 2008年能源供需概況回顧
 - 能源統計年報
- 二大能源相關國營事業
 - 台灣中油公司
 - 台灣電力公司

前言

- 台灣地區天然資源蘊藏匱乏，能源蘊藏稀少，再加上地狹人稠等因素，能源供給向來為經濟發展之重要限制。
 - 人口密度：**636.8人/km² (2009年，排名前十名內)**
 - 進口能源依存度：**99.23% (2008年)**
- 中央政府之主管機關演替
 - **1968年7月**，政府成立「**能源規劃發展小組**」，隸屬行政院國際經濟合作發展委員會；
 - **1970年1月**，能源規劃發展小組改隸經濟部並更名為「**能源政策審議小組**」；
 - **1979年11月**政府修正公布「台灣地區能源政策」，並成立能源專責機構—**經濟部能源委員會**；
 - **2004年1月12日**「經濟部能源局組織條例」奉總統令公布，2004年7月經濟部能源委員會改制為**經濟部能源局**。



台灣能源發展軌跡

The Undeatable Trails of
Energy Development
in Taiwan

源起不減

台灣地區能源發展沿革：台灣能源發展軌跡

『源起不滅—台灣能源發展軌跡』 經濟部長林義夫序

「台灣光復後初期，百廢待舉，卻嘗受形錮勢禁之苦，端賴自產能源支持，方克服一路艱辛；其後，我國邁入工業化社會，供應充足、價格穩定的能源，帶動工商產業發展，頭角崢嶸，實為創造台灣經濟奇蹟的要素。……

……在不曾停歇的國家發展腳步上，能源扮演著基礎動力的角色，然而今日，我國能源情勢卻是更加嚴峻！缺乏自產能源，台灣能源在量的方面一直有著高度倚賴進口的隱憂；在質的方面，為維護我們唯一生存的環境，能源在應用上必須符合淨潔，同時選擇可再生循環的種類。能源的需求量與發展成正比，在不斷成長的索需之下，兼顧環境與發展，且朝向永續發展的目標前進，實非易事！故在能源政策的推動與執行上，社會大眾的認知與共識，顯得格外重要。」

台灣地區能源發展沿革：能源萌發時期

□ 能源萌發時期

主要為清朝至日據時代之煤炭開採與油井開發

- 八斗子之煤井採礦，在**1877年**時，已能日產30至40噸煤。
- 油井開發方面，世界第一口油井是美國賓州的德瑞克油井，由塞內卡石油公司在**1859年**所鑽探；而台灣則是在**1861年**於**出礦坑油氣田**開始鑽井採油。
- 電力發展方面，**1888年**，劉銘傳在台北東門外成立「**興市公司**」，裝置小型蒸汽發電機，採用燃煤發電的方式，在重要街道裝置路燈
- 日據時代則有**龜山水力發電所**於**1905年**竣工，成為台灣首座水力發電廠，所發電力輸送電至台北。

煤炭技術演進

技術項目	明清時期	日據時期
開坑	西荷時期，雞籠地區以拖籠坑法開採；清代官礦八斗子以機械化直井採煤。	初期多以拖籠坑法，後引進蒸汽斜坑開採。
掘進	清代用人工鑽砲孔，以炸藥掘進。	早期沿用人工鑽孔，後改用電動空壓機，效率大增。
採煤	以拖籠坑配合殘柱式人工採煤。	長壁採煤法的普及，海底煤開採成功，後有風鎬採煤法的使用。
運搬	清以前均用拖籠、木馬、牛車、河船；八斗子官礦始用輕便鐵路、直井則以蒸汽動力捲揚機運煤。	1902年基隆秋山斜坑用蒸汽動力成功開先例；1926年後積極改用電動機器，坑外使用機動車輛。
排水	清官礦曾以水泵排出坑內湧水。	早期以蒸汽管水泵，後用電動水泵。
通風	民窯曾用風箱、竹管作為通風器具；八斗子官礦用蒸汽動力風扇。	大礦多改用電動風扇，1932年基隆三、四坑貫通，採對偶式通風。
照明	均以菜子油燈照明，後用煤油燈等。	部分礦場改用攜帶型電燈，並逐步加強其安全性。

石油開採：台灣第一，世界最老



台灣第一，世界最老

世界第一口油井是美國賓州的德瑞克油井，由塞內卡石油公司在1859年所鑽探，而台灣出磺坑油氣田自1861年開始鑽井採油，僅比世界第一慢了兩年。不過，德瑞克油井今日已成歷史，僅供參觀而已，而台灣出磺坑油氣田尚在鑽探、開發、生產中，故台灣出磺坑油氣田可算是世界尚在生產的最古老的油田。

在近代中國石油探勘事業上，台灣出磺坑的發展歷史，較大陸1903年陝西油井之開發更為久遠，不過在甲午戰爭後，清廷簽訂馬關條約，將台灣割讓予日本，中國對台灣石油的開發亦中斷

達五十年，故咸認為陝西油井才是中國最早開發石油的紀錄。事實上，日本人對於出磺坑油氣田的開發與成就，均領先當代的清廷政府。

至於出磺坑這個地名的由來，則是因為石油燃燒的特性，被當時的民衆誤指為硫磺一類的物品，並稱為硫磺油，將出產的地區稱為硫磺窟，後改名為出磺坑。其實出磺坑出產的是石油與天然氣，與硫磺並沒有關係。古苗栗八景之一的「磺窟響泉」，即指該地。

台灣地區能源發展沿革：戰後重建時期

□ 戰後重建時期

■ 台灣光復後，為重建電力系統

□ 1946年5月1日成立台灣電力公司，由孫運璿率隊投入台灣電力之重建工作

□ 1960年，總裝置容量709,191瓩，幾乎是光復初期的2.5倍，其中水力占全電力系統的63.2%、火力為36.8%。

■ 石油相關工業之發展面，1946年6月1日成立於上海的中國石油公司，在1949年後開始接收日據時代留下的各機構，並分別改組為高雄煉油廠、台灣油礦探勘處、台灣營業所、嘉義溶劑廠及新竹研究所等五個中油公司在台灣最早的組織。

=> 「中國石油公司」於2007年2月12日改名「台灣中油公司」



▲光復後物力維艱，因此，將美援的麵粉袋製成內衣褲，以物盡其用。而今日則成為1950年代出生者共同的回憶。（朱南山提供、國立科學工藝博物館攝）

光復時之電力系統

- 裝置容量：
275,255瓩
- 水力發電為主
火力發電為輔
- 輸電迴路：
66kV、154V



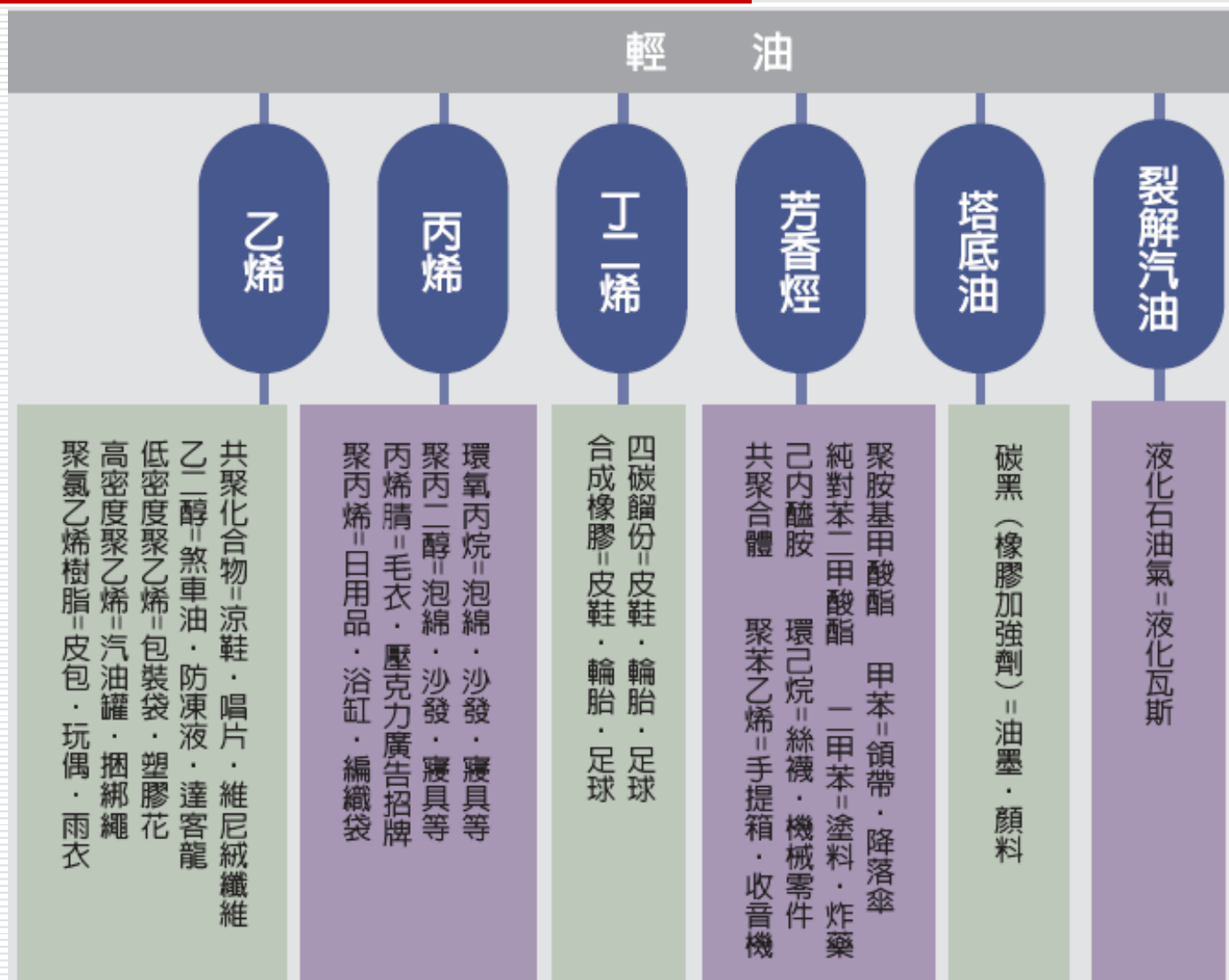
Source: 《源起不滅—台灣能源發展軌跡》

台灣地區能源發展沿革：經濟起飛時期

□ 經濟起飛時期

- 1962年，台灣工業產值超越農業，踏入工業國家的門檻
 - 石油相關產業成為經濟發展的主導產業。
 - 台灣石化工業為一逆向發展的過程，也就是先有下游加工業，再有石油化學加工原料製造的中游體系，最後才興建輕油裂解工廠，取代基本原料進口，完成上游體系。
- 1968年，中油公司第一輕油裂解廠於高雄成立，年產乙烯 45,000公噸，台灣之石化產業從此完成「逆向整合」。
- 1973年開始推動之「十大建設」，包括石油化學工業與核能發電廠之能源發展重大建設。

輕油裂解產品



台灣地區能源發展沿革：能源危機時期

□ 能源危機時期

- **1973年**，第四次以阿戰爭，阿拉伯石油輸出國家組織實施石油減產，石油價格由每桶**2美元**漲至**10.7美元**，發生**第一次石油危機**。
 - 台灣地區在第一次能源危機時，油品價格並未充分反映成本，平均僅調漲90%，但**1974年物價仍暴漲47.5%**，經濟成長率亦由1970至1973年的平均12.6%降至1974年1.2%。
- **1978年底**，日產580萬桶石油的伊朗發生政變，輸出中斷；其後，兩伊戰爭開打，原油價格由**每桶12.8美元**大漲至**42.8美元**，引發**第二次能源危機**。
 - 第二次能源危機時，政府改採以價制量對策，油價同步反映進口成本，導致1979至1981年消費者物價平均每年上漲15%，卻較第一次石油危機時的漲幅緩和。
 - 此期間政府開始調整國內產業結構，朝向高科技產業發展，**新竹科學園區**與生技產業，均在此時生根發展。

台灣地區能源發展沿革：永續發展時期

□ 尋求替代能源時期與永續發展時期

- 1981至1990年，台灣出口總值從226.1億成長到672.1億美元；能源的使用亦隨著經濟與民生的發展逐步上揚，以電力而言，台灣總發電量由401.5億度升至861.2億度。
 - 此階段除大幅推動火力電廠興建與擴增外，利用工廠鍋爐之熱源進行汽電共生，以及持續推動核能發電，已成為電力供應的替代來源。然而，其他地區之核能電廠災變與核廢料最終處置議題，卻也引發核能發電之諸多爭議。
 - 車用汽油方面，環保署要求自1990年7月出產的新車必須限用無鉛汽油，而在2000年全面使用無鉛汽油。
- 序進入21世紀，因能源使用之二氧化碳排放，造成全球暖化與氣候之劇烈變化。
 - 節約能源、替代能源、再生能源、乃至於二氧化碳捕捉與封存(Carbon Capture and Storage, CCS)已成為能源發展之熱門議題。

後續挑戰

□ 能源價格劇烈波動

- 一年內油價大幅震盪達每桶100美元
- 通貨膨脹?通貨緊縮?物價上漲?物價下跌?

□ 金融海嘯

- 國內情勢：633? 353?
- 中國發展：保8、單月汽車銷售量世界第一
- 國際情勢?

□ 能源技術

- 碳捕捉及碳封存：技術可行?遺禍子孫?
- 氫能技術與核融合技術?
- 太陽光電：台灣第三兆元產業?

高雄永安天然氣接收港



台灣石化業原由中油公司擔任上游原料供應者的角色，隨著產業日漸蓬勃，中油公司五輕卻因環保抗爭無法如期興建，導致中、下游業者產銷失衡，常須仰賴進口原料，競爭力因而減損。台塑公司在此背景下，提出興建「第六輕油裂解廠」之企劃，並於1990年獲准。

然時值環保意識抬頭，六輕建廠亦面臨相同的命運，建廠預定地自宜蘭利澤轉至桃園觀音、嘉義鰲谷等地；後經中央政府居中協調，1991年終在雲林麥寮落腳。六輕計畫投資金額（含工業港、發電廠）約新台幣4,700億元，是當代最大民間的投資開發

案，計劃開發的麥寮區及海豐區，位於雲林縣濁水溪出海口，南北長約8公里，沿海岸線向外延伸4公里多之外海地帶，填海造陸，共造就出約2,096公頃，即十分之一台北市面積的廣大廠區。

六輕廠內包括了煉油廠、輕油裂解廠、汽電廠、發電廠、重機廠、鍋爐廠、矽晶圓廠及石化相關工廠計五十座，設廠期間平均每年投資600億元，使國內經濟成長率增加約1%。2003年，六輕第四期擴建工程動工，預估投入新台幣1,246億元，預計可帶來振興產業的效果，為陷入低潮的台灣經濟注入活水。

人類愛恨交織的化石燃料

化石燃料（Fossil Fuel）是埋藏在地下，歷經億萬年地殼活動和生物演進累積形成的天然資源，包括煤炭、石油、天然氣，分別屬於固態、液態、氣態燃料。追根究底，化石燃料的源頭為太陽能，在陽光孕育萬物的情況下，生物的遺骸經過地層的變化與不同的壓力，形成今日各種不同型態的化石燃料。

由於化石燃料需要非常長久時間才能形成，故被定義其具有不可再生性，也就是一旦使用後，就無法重生。化石燃料的主要運用方式為燃燒，利用其熱值產生動力，推動機械或產生電力。18世紀，人類以煤炭為熱源，發明蒸汽機、帶動工業革命後，化石燃料已成為人類生活中不可或缺的動能來源。

化石燃料不是純物質，為多種成分摻雜的混合物，且一定含有碳，在燃燒時，自然會釋放出二氧化碳，其數量多少則依不同燃料的含碳量而定，但均會加重溫室效應。另一方面，燃燒化石燃料，會產生如硫氧化物、氮氧化物等，是酸雨的主要成因，日積月累之下，其傷害不亞於地球升溫。

昔日化石燃料使用密度低時，環境問題並未被突顯出來，而由地球默默吸收承受；今日，人類在兩百年之內，幾乎將經過數億年才形成的化石能源消耗殆盡，不但面臨著未來能源何去何從的問題，環境已亦無法承受，進而展開反撲！

2008年能源供需概況

- 2008年能源總供給量為**142,389**千公秉油當量(KLOE)，較去年**減少3.22%**
 - 進口能源與上年度(2007)之比較
 - 石油產品**減少1.35%**，原油**減少7.88%**
 - 煙煤-煉焦煤**增加6.11%**，煙煤-燃料煤**減少2.54%**
 - 液化天然氣(LNG) **增加9.48%**
 - 核能發電較上年度**增加0.71%**
 - 自產能源與上年度比較
 - 水力發電**減少2.55%**
 - 天然氣**減少14.27%**
- 2008年國內最終能源消費量為**119,312** KLOE，較去年**減少2.59%**

2008年能源供需概況

□ 2008年各部門最終能源消費與上年度之比較

■ 工業部門能源消費量減少1.68%

□ 電腦通信及視聽電子產品製造業：較上年增加6.07%

□ 鋼鐵業：較上年同期減少4.32%

□ 化學材料製造業：較上年同期減少1.70%

■ 能源部門能源消費較上年同期減少9.39%

■ 運輸部門能源消費減少4.51%

■ 農業部門能源消費成長9.88%

■ 服務業部門能源消費成長0.76%

■ 住宅部門減少0.23%

■ 非能源消費則減少11.51%

2008年能源供需概況

□ 進口能源

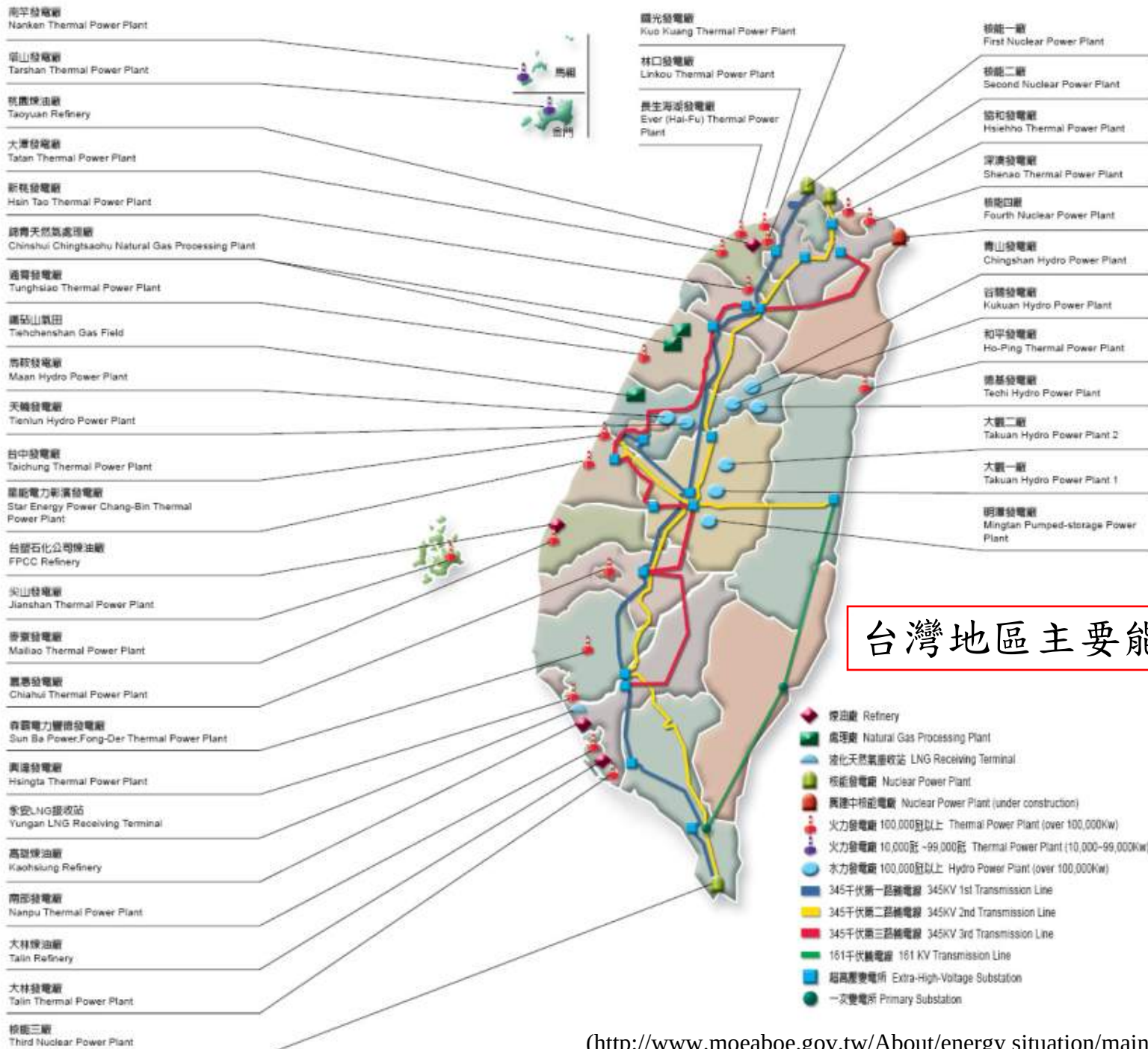
- 進口能源總值，較上年同期成長**44.86%**
- 原油平均每桶**FOB價格96.73美元**，較上年上漲**46.30%**，進口來源：自沙烏地阿拉伯**33.00%**、科威特**22.14%**、
- 液化天然氣主要來自印尼與馬來西亞，平均每公噸**CIF價格746.26美元**，較上年同期上漲**44.33%**
- 煤炭：煙煤—燃料煤平均每公噸**CIF價格118.51美元**，較上年上漲**68.89%**。進口來源：印尼**40.01%**、澳洲**39.98%**、
- 煤炭：煙煤—煉焦煤 (不包含無煙煤) 平均每公噸**CIF價格239.44美元**，較上年上漲**114.49%**。進口來源：自澳洲**72.09%**、加拿大**26.42%**、

□ 進出口貨物報價

- **FOB (Free on Board)**：離岸價格 **FOB+I+F = CIF**
- **CIF (Cost, Insurance & Freight)**：到 (起) 岸價格

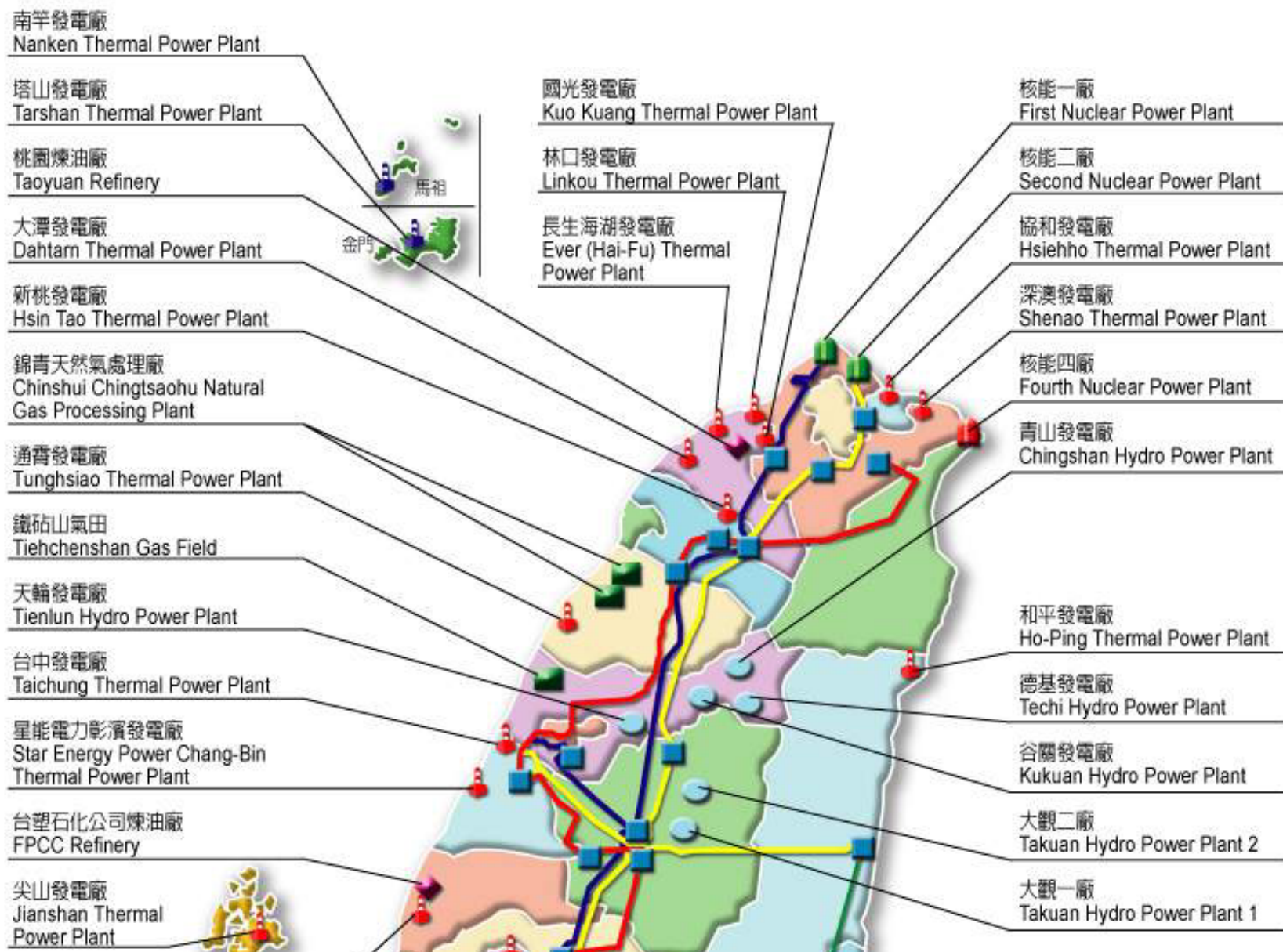
2008年能源供需概況

- 電力裝置容量為**46,382千瓩**，較上年**增加1.09%**
 - 台電公司裝置容量為**31,264千瓩** (67.41%)
 - 民營電廠裝置容量為**7,385千瓩** (15.92%)
 - 公民營汽電共生廠裝置容量則為**7,733千瓩** (16.67%)
- 電力最終消費**229,846** 百萬度(GWh)，較上年**減少1.58%**
 - 工業部門：50.93%，較上年減少1.92%
 - 服務業部門減少0.15%；住宅部門減少1.01%；
能源部門自用減少5.59%；農業部門減少0.74%；
運輸部門成長35.15%
- 再生能源供給**2,339,298 KLOE**，較去年**減少5.70%**
 - 廢棄物能發電66.41%，慣常水力發電17.59%，
生質能發電7.45%，太陽能熱水器4.69%，
風力能發電2.41%，再生燃料油0.89%，
生質柴油0.54%，太陽光電0.02%



台灣地區主要能源供應系統

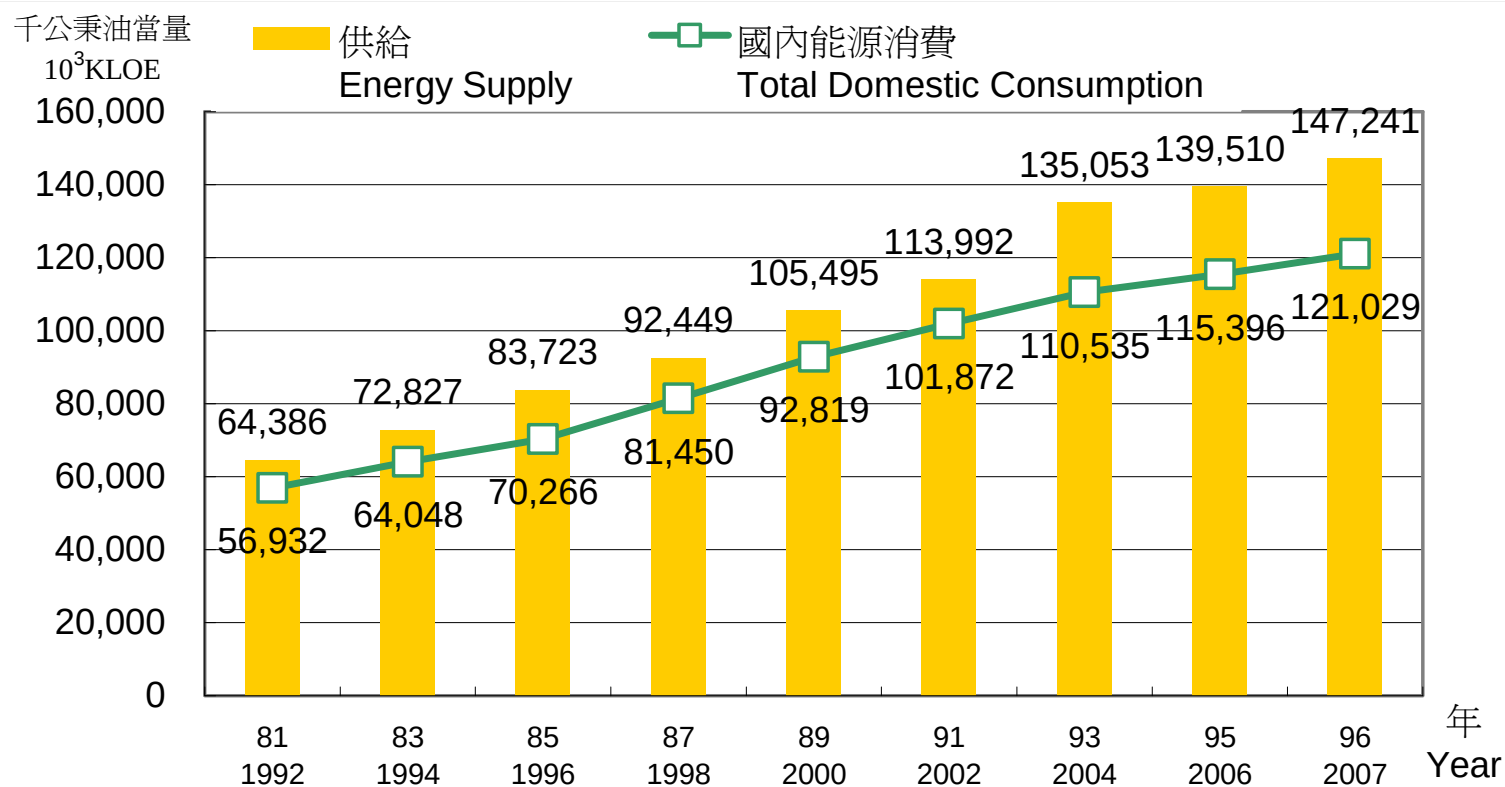
台灣地區主要能源供應系統



能源統計年報

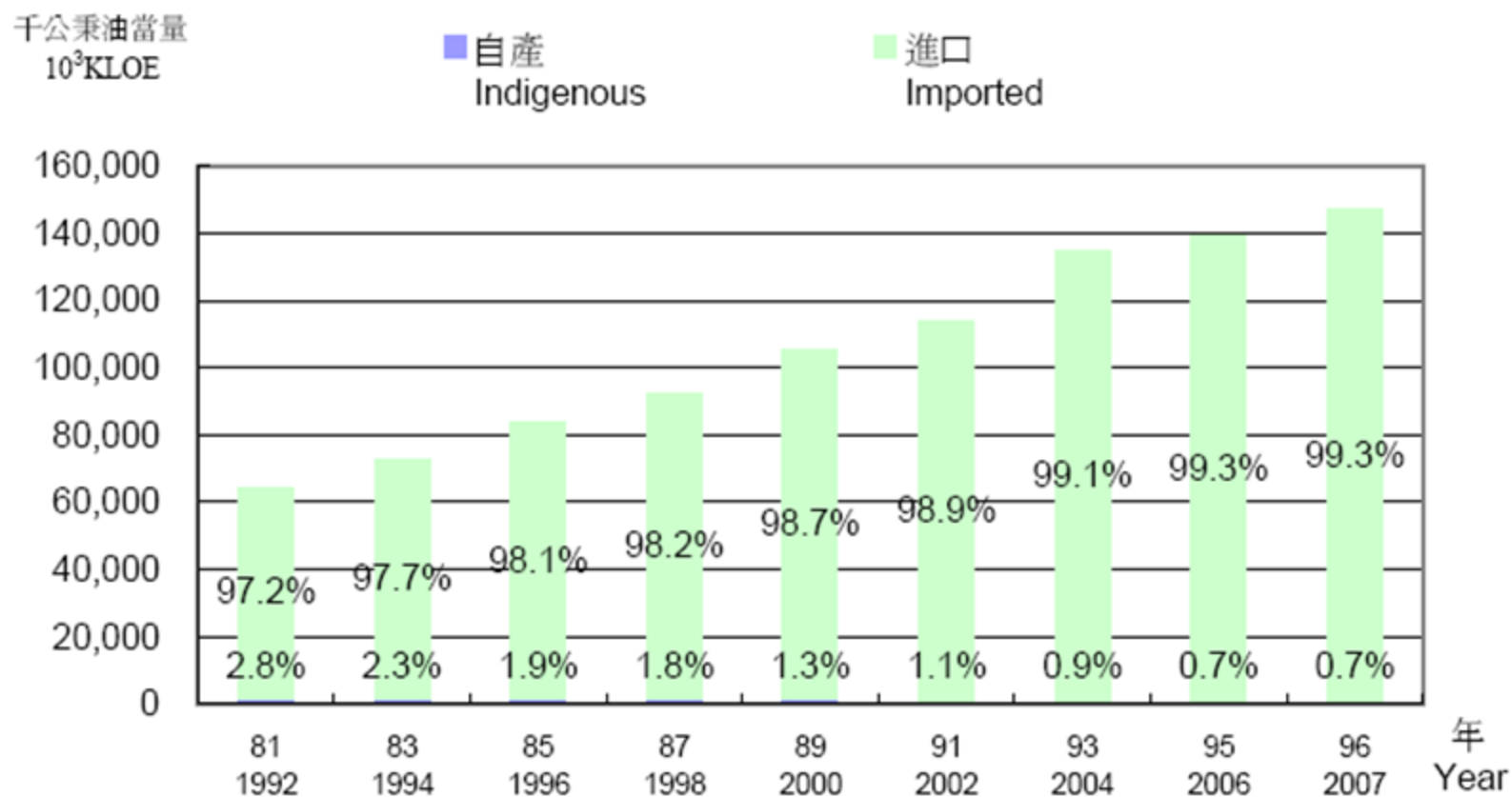
2. 能源供給與消費

Energy Supply and Total Domestic Consumption



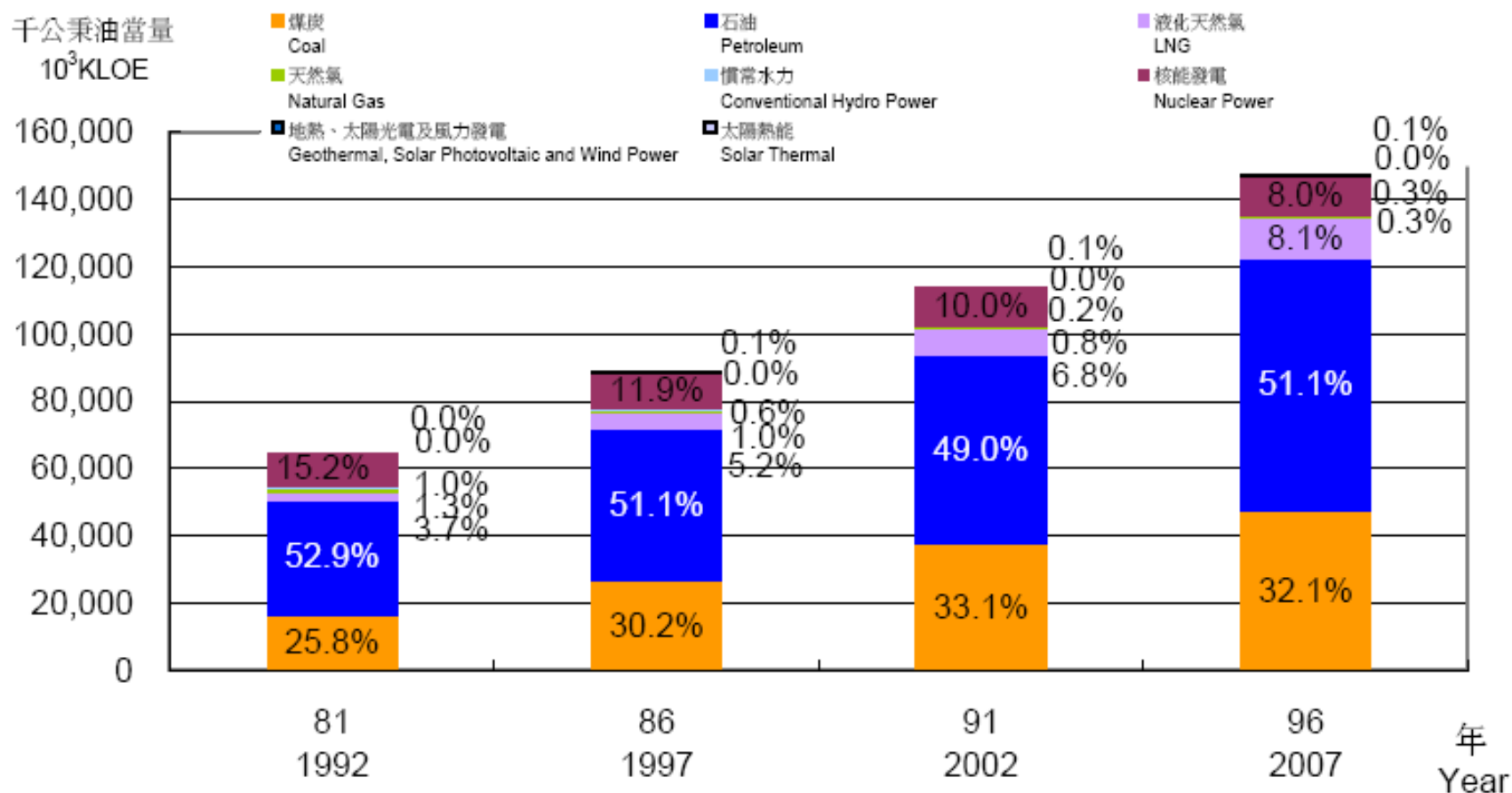
能源統計年報

3. 能源供給（自產與進口別） Energy Supply (Indigenous & Imported)



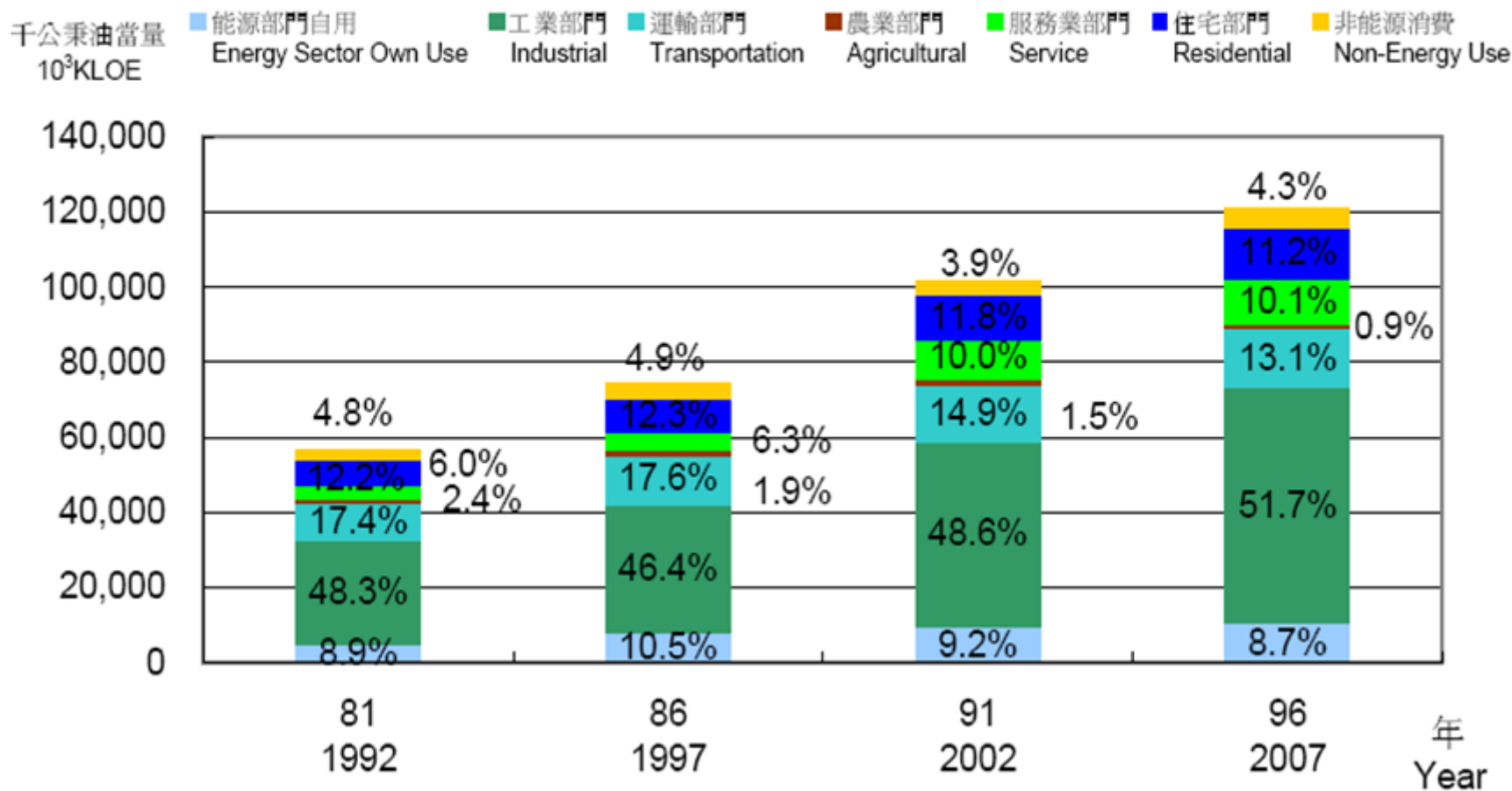
能源統計年報

4. 能源供給結構（能源別） Structure of Energy Supply (by Energy Form)



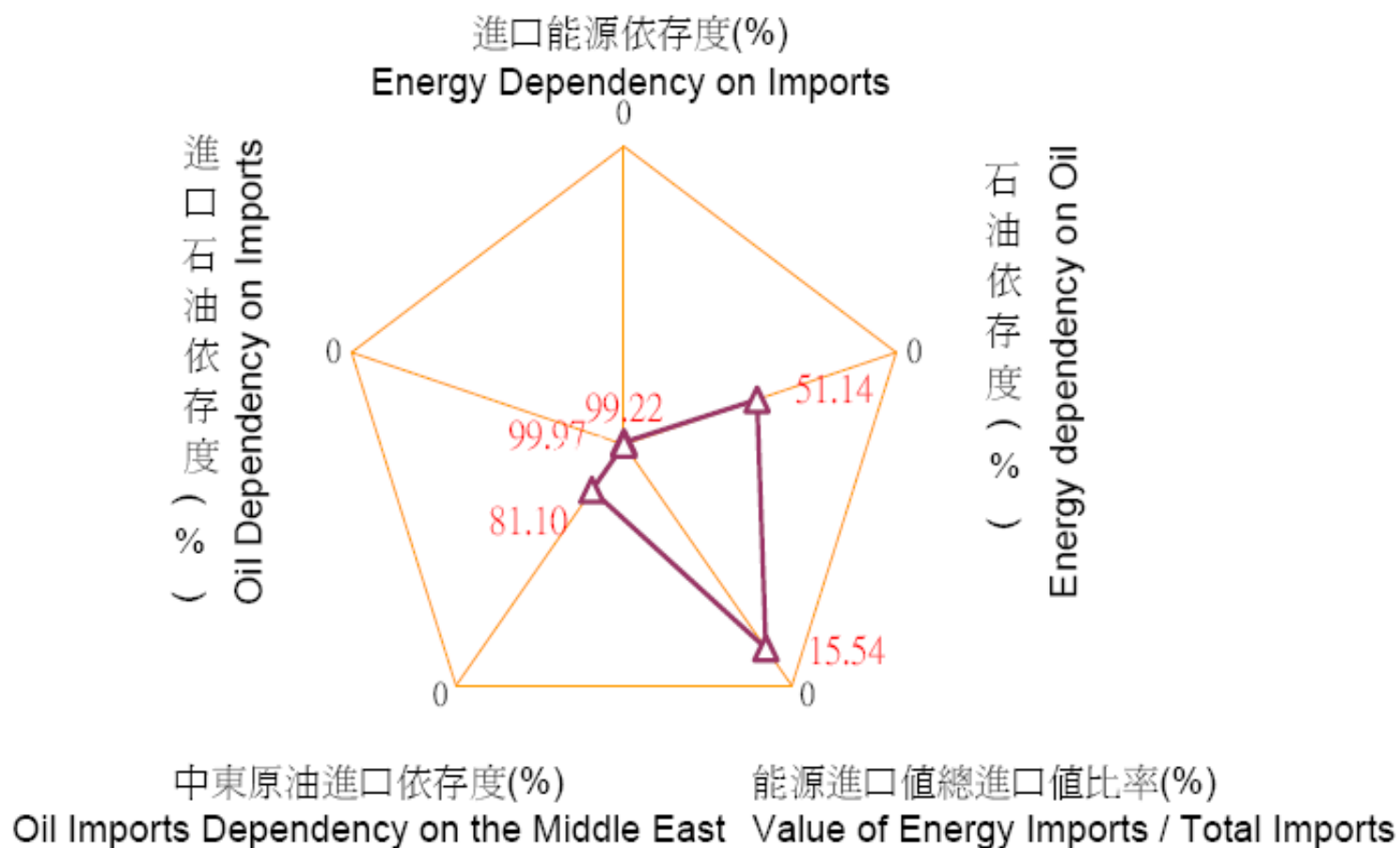
能源統計年報

5.國內能源消費結構（部門別） Structure of Total Domestic Consumption (by Sector)

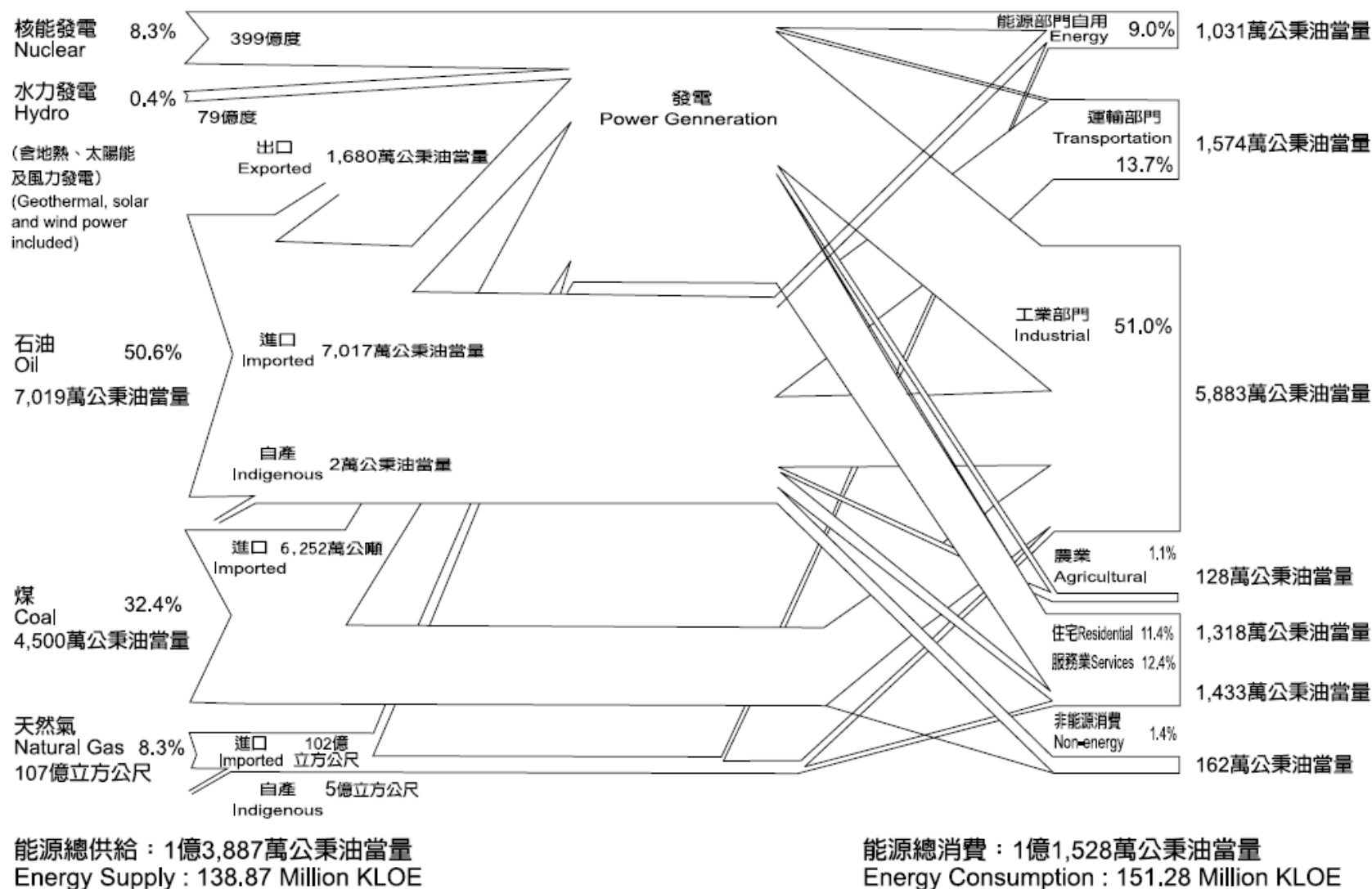


能源統計年報

能源安全度 (2007)



能源供給與消費流程圖(民國95年) Energy Supply and Consumption Flowchart (2006)



能源指標 (1/3)

項目 Item 年別 Year	能源總需要 *		能源最終消費 **		年中人口數	平均每人	實質GDP(90年價格)	
	Total Energy Requirement		Total Final Consumption		(千人)	能源需要量	Real GDP (at 2001 Prices)	
	數 量 (千公秉油當量) Quantity(10 ³ KLOE)	增加率(%) Growth Rate (%)	數 量 (千公秉油當量) Quantity(10 ³ KLOE)	增加率(%) Growth Rate (%)	Mid-Year Population (1,000 Persons)	(公升油當量 / 人) Per Capita Energy Requirement (LOE)	金額(百萬元) Amount (Million NT\$)	增加率(%) Growth Rate(%)
1986	30,246.2	1.13	34,576.4	1.10	19,356.5	1,562.58	3,844,915	11.49
1996	64,995.8	4.73	61,800.3	3.53	21,387.5	3,038.96	8,088,068	6.30
2001	88,828.1	8.38	90,243.8	6.37	22,278.0	3,987.26	9,862,183	- 2.17
2002	93,455.4	5.21	93,697.3	3.83	22,396.5	4,172.77	10,319,445	4.64
2003	96,913.6	3.70	98,096.2	4.69	22,493.9	4,308.44	10,680,631	3.50
2004	102,014.3	5.26	101,527.9	3.50	22,574.7	4,518.97	11,337,829	6.15
2005	103,130.8	1.09	103,151.3	1.60	22,652.4	4,552.75	11,798,929	4.07
2006	105,903.6	2.69	104,974.3	1.77	22,739.6	4,657.23	12,350,638	4.68

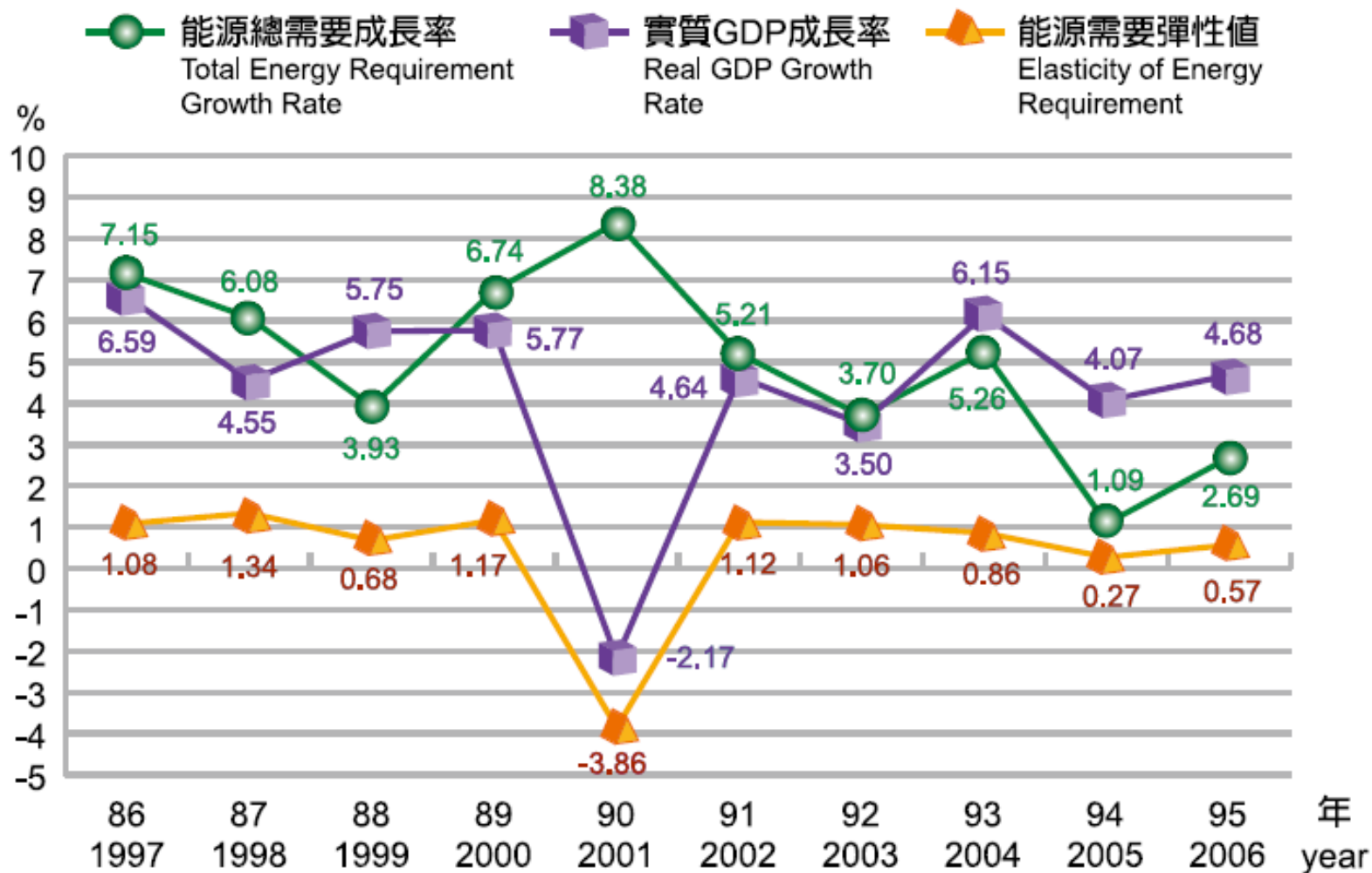
能源指標 (2/3)

項目 Item 年別 Year	能源需要彈性值 Elasticity of Energy Requirement	能源生產力 (實質GDP / 能源總需要) (元 / 公升油當量) Energy Productivity (NT\$/LOE)	能源密集度 (能源總需要 / 實質GDP) (公升油當量 / 千元) Energy Intensity (LOE/NT\$1,000)	平均每人用電量 (度 / 人) Per Capita Electricity Consumption (KWh)
1986	0.10	127.12	7.87	2,871.58
1996	0.75	124.44	8.04	5,636.15
2001	- 3.86	111.03	9.01	8,359.14
2002	1.12	110.42	9.06	8,714.54
2003	1.06	110.21	9.07	9,256.79
2004	0.86	111.14	9.00	9,460.21
2005	0.27	114.41	8.74	9,734.04
2006	0.57	116.62	8.57	9,976.85

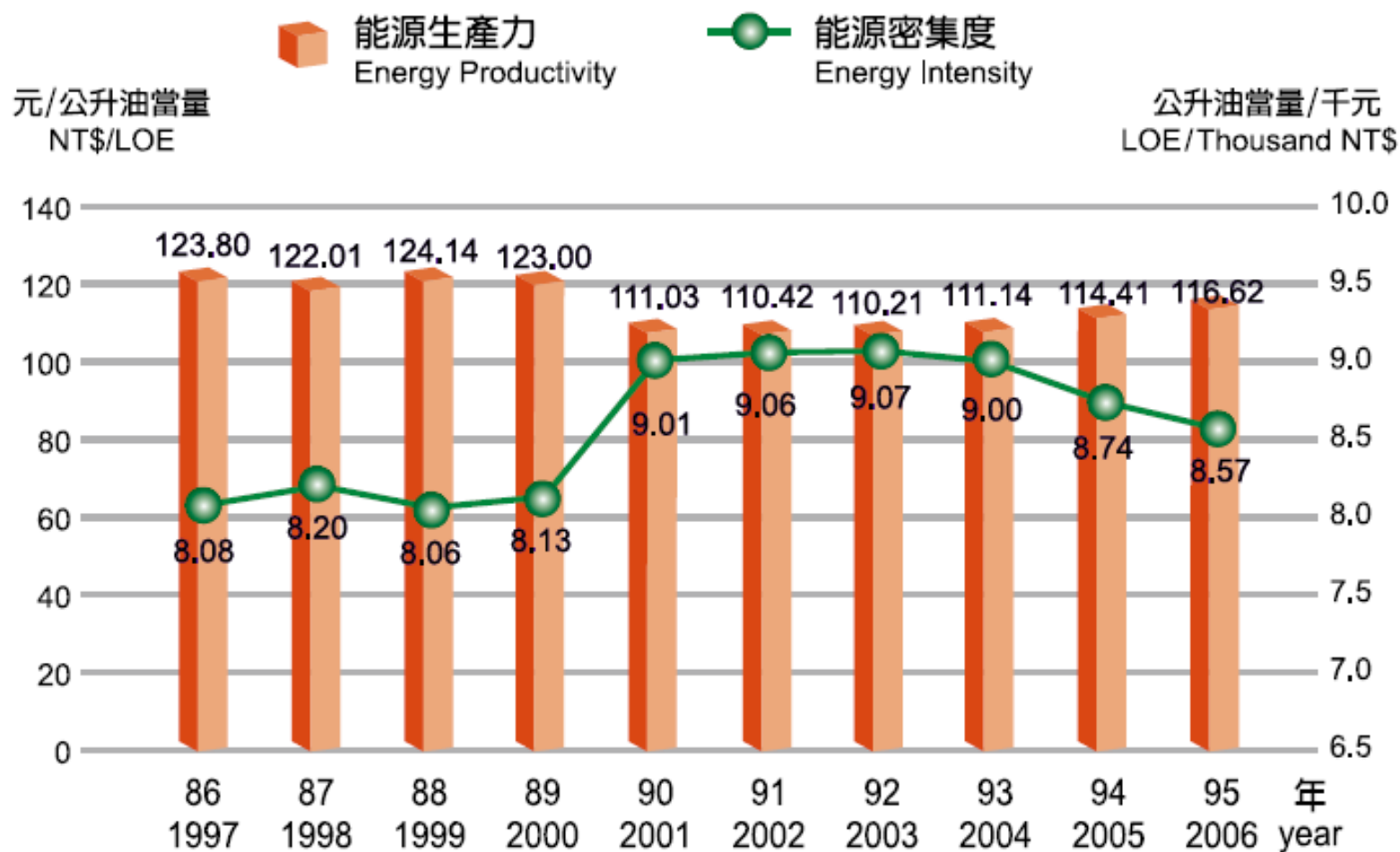
能源指標 (3/3)

項目 Item 年別 Year	進口能源 依存度(%) Dependence on Imported Energy	石油 依存度(%) Dependence on Oil	進口石油 依存度(%) Dependence on Oil Imports	中東原油進口 依存度(%) Dependence on Crude Oil Imports from Middle East	石油進口總值占 總進口值比率(%) Value of Oil Imports/Values of Total Imports	石油進口總值占 總出口值比率(%) Value of Oil Imports / Values of Total Exports	石油進口總值 占GDP比率 (%) Value of Oil Imports / GDP
1986	89.28	55.13	99.52	80.60	9.14	5.56	2.87
1996	96.11	53.45	99.86	63.07	5.67	4.95	1.98
2001	97.34	50.39	99.92	68.06	7.99	6.70	2.84
2002	97.64	49.22	99.90	74.16	7.05	6.11	2.69
2003	97.65	50.73	99.91	79.04	8.25	7.22	3.44
2004	97.94	51.00	99.92	76.74	9.07	8.74	4.62
2005	97.85	51.27	99.94	82.72	11.43	10.95	5.83
2006	98.24	50.91	99.96	79.85	12.91	11.69	7.19

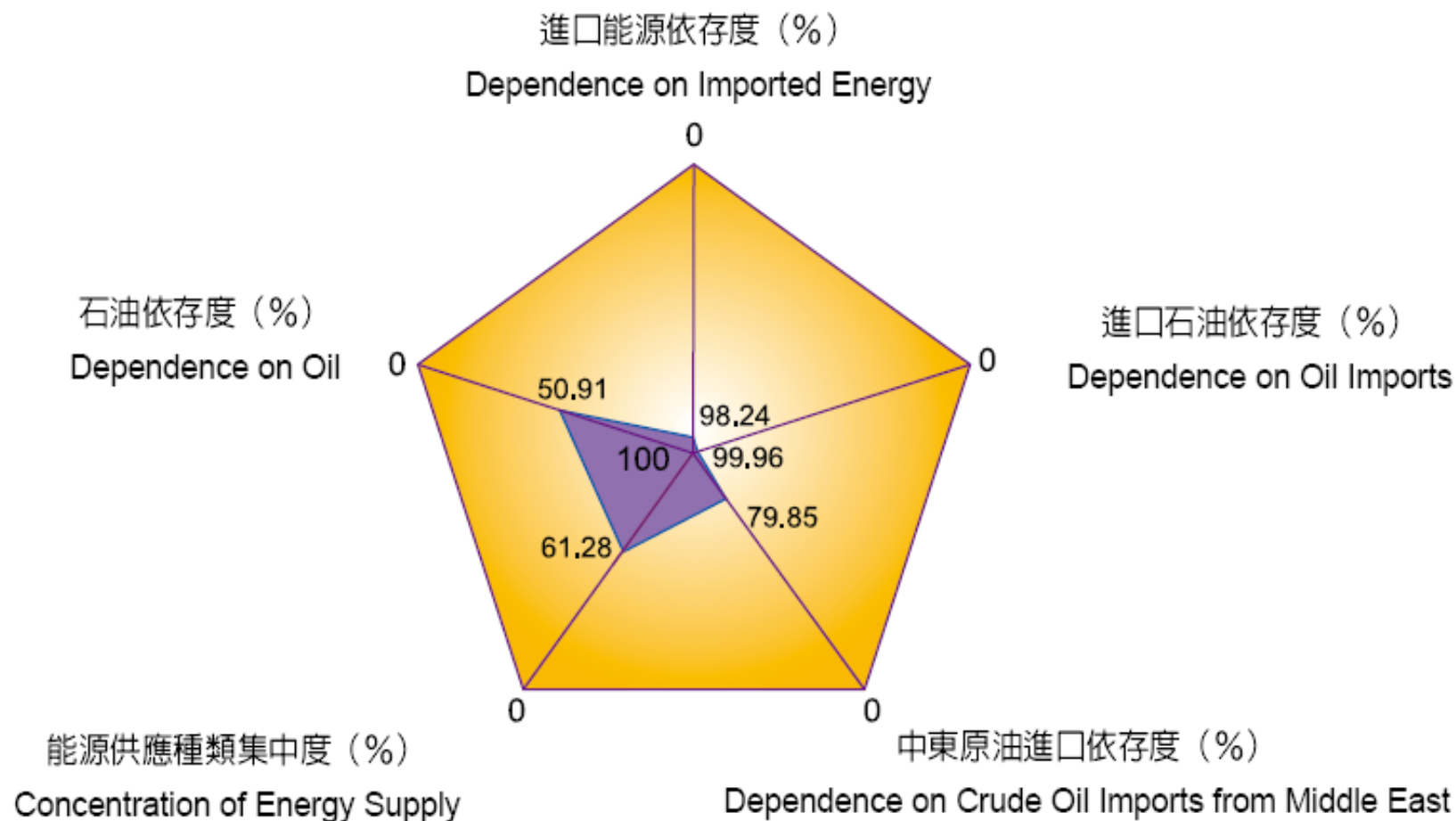
能源需要與實質國內生產毛額成長率



能源生產力與密集度

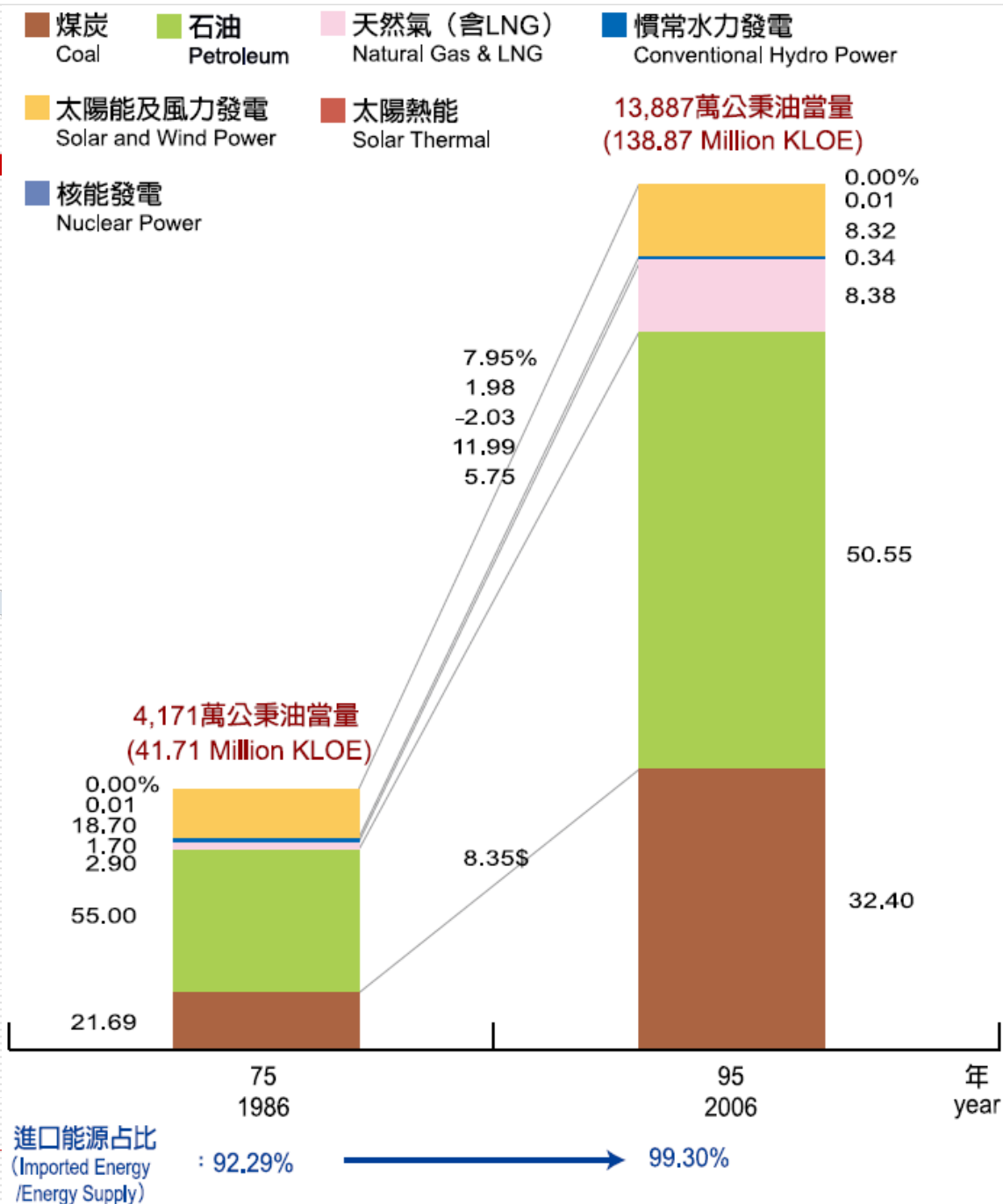


能源安全度 (2006年)



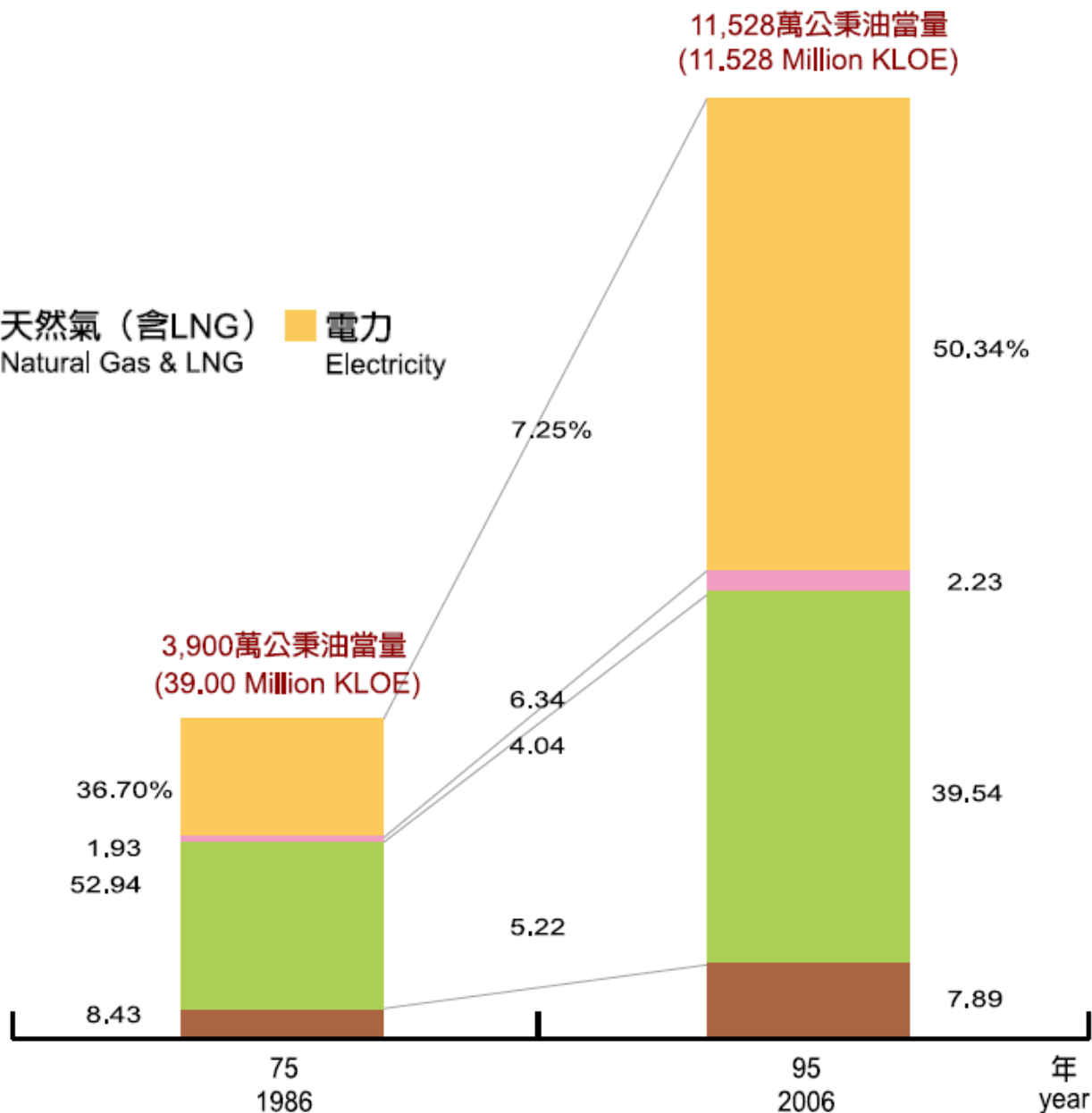
能源供給結構

- 自有能源貧乏，99.3% 依賴進口。
- 能源供給快速成長，平均年成長率約6.2%。



能源消費結構 (能源別)

■ 煤炭 Coal
■ 石油 Petroleum
■ 天然氣 (含LNG) Natural Gas & LNG
■ 電力 Electricity



能源消費結構 (部門別)

能源部門自用
Energy Sector Own Use

工業部門
Industrial

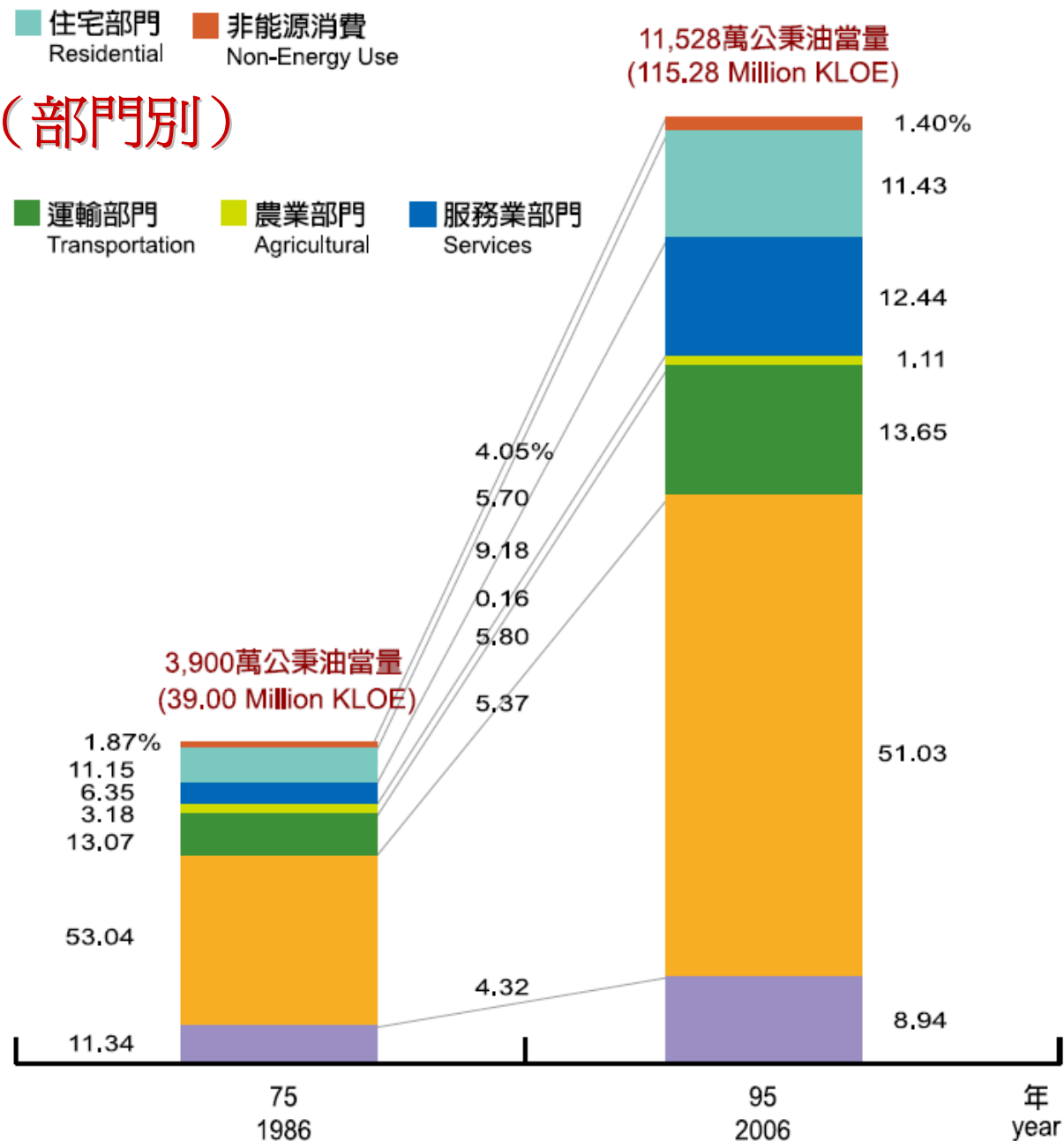
運輸部門
Transportation

農業部門
Agricultural

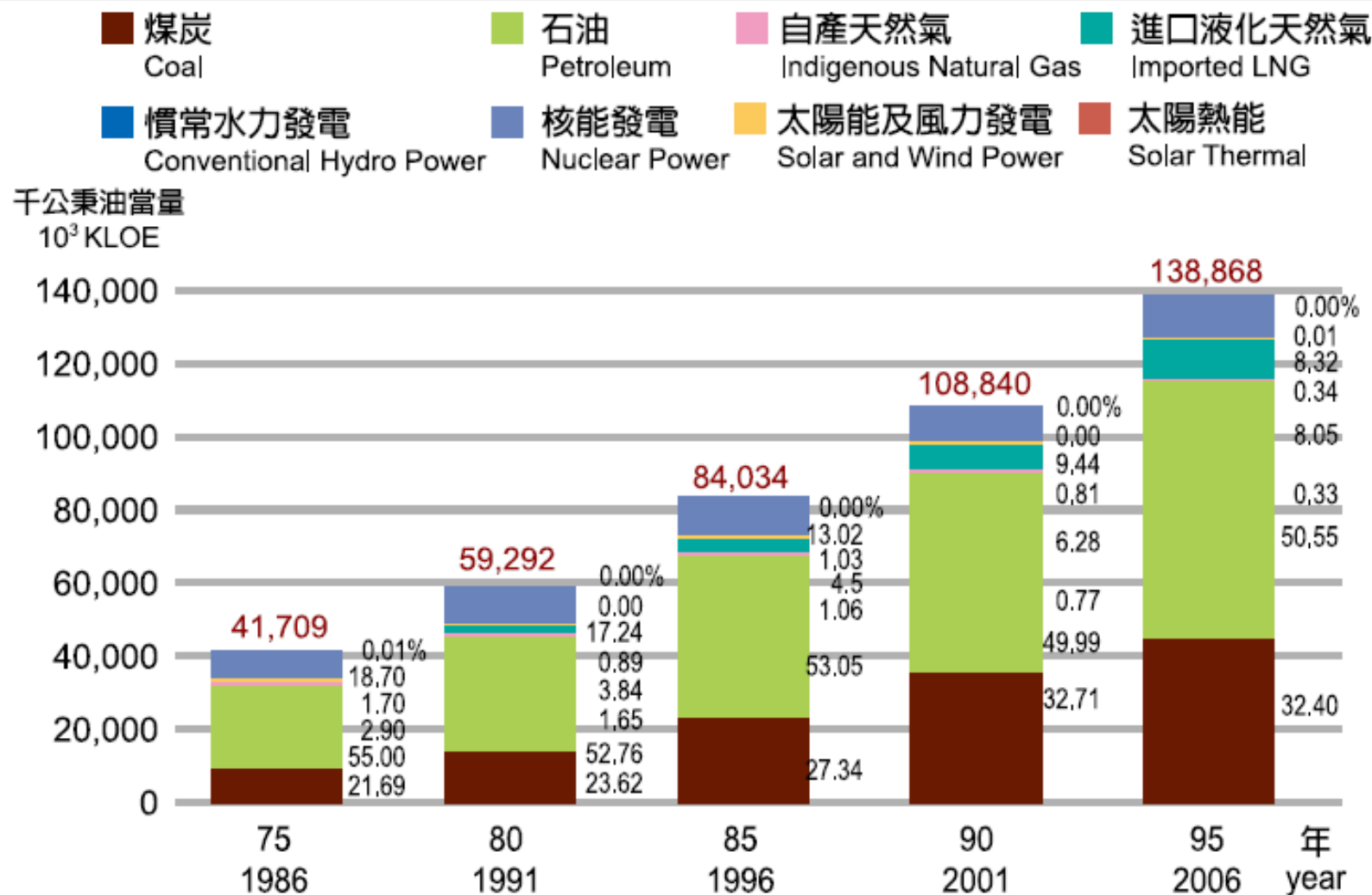
服務業部門
Services

住宅部門
Residential

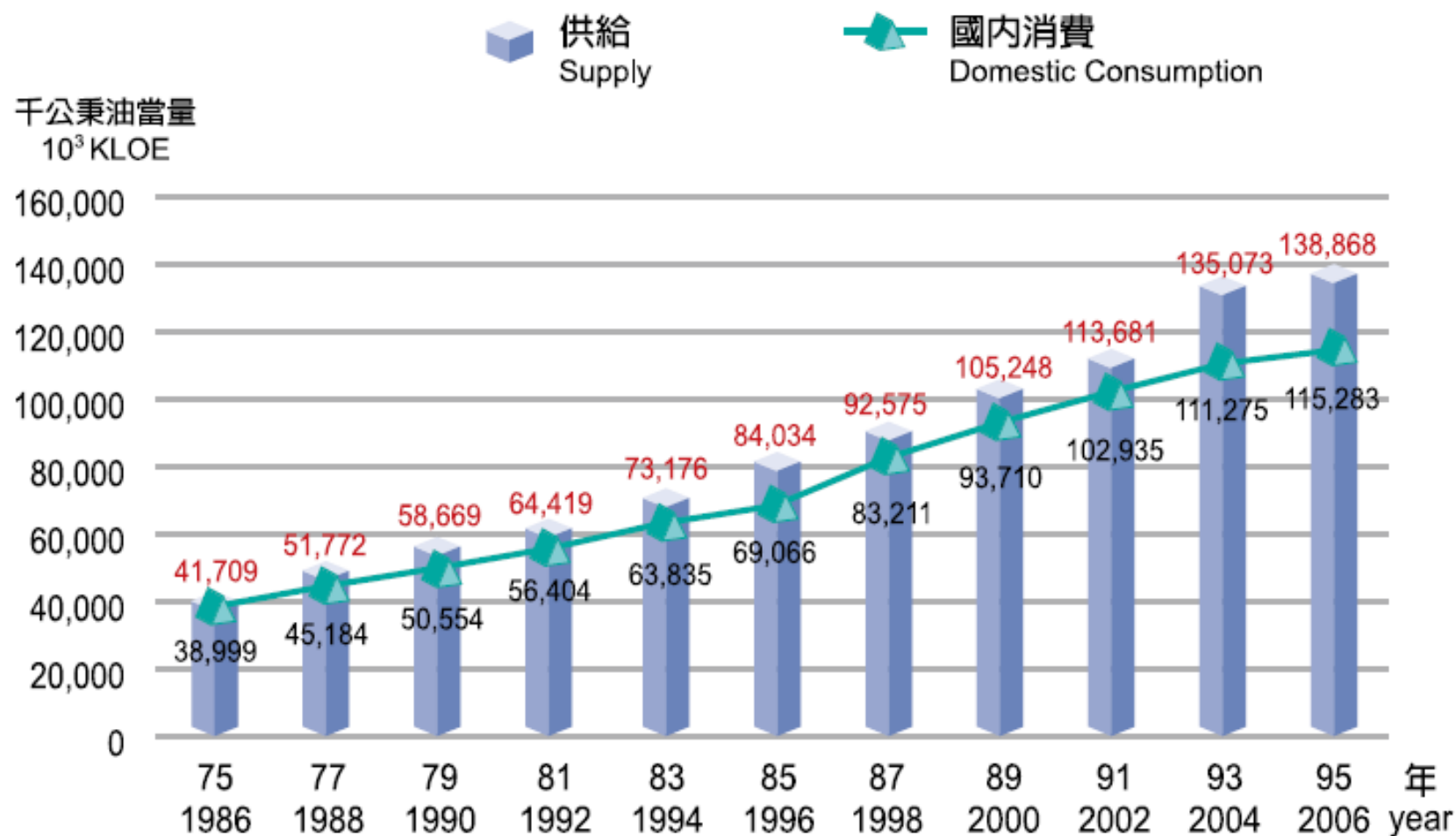
非能源消費
Non-Energy Use



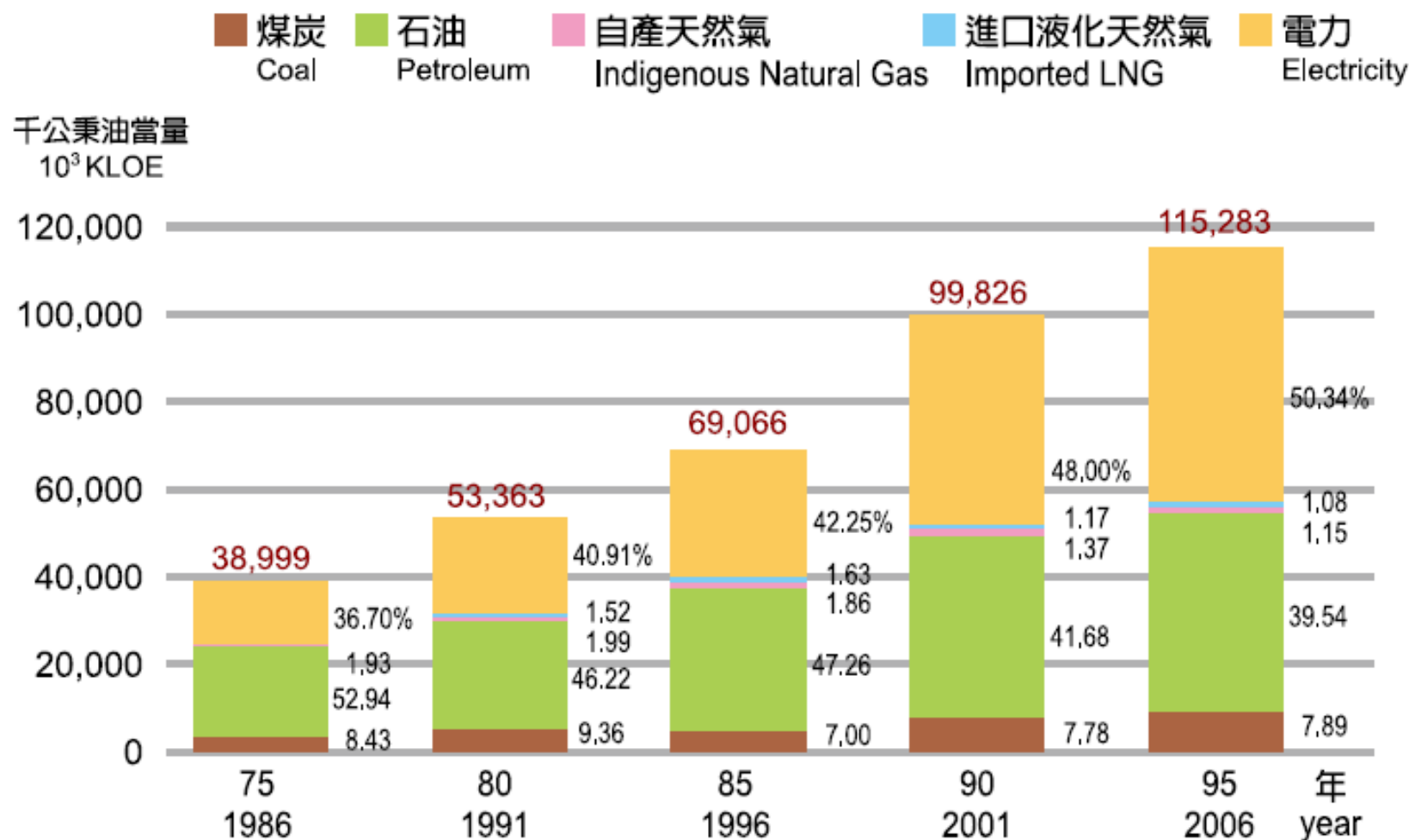
能源供給〈能源別〉



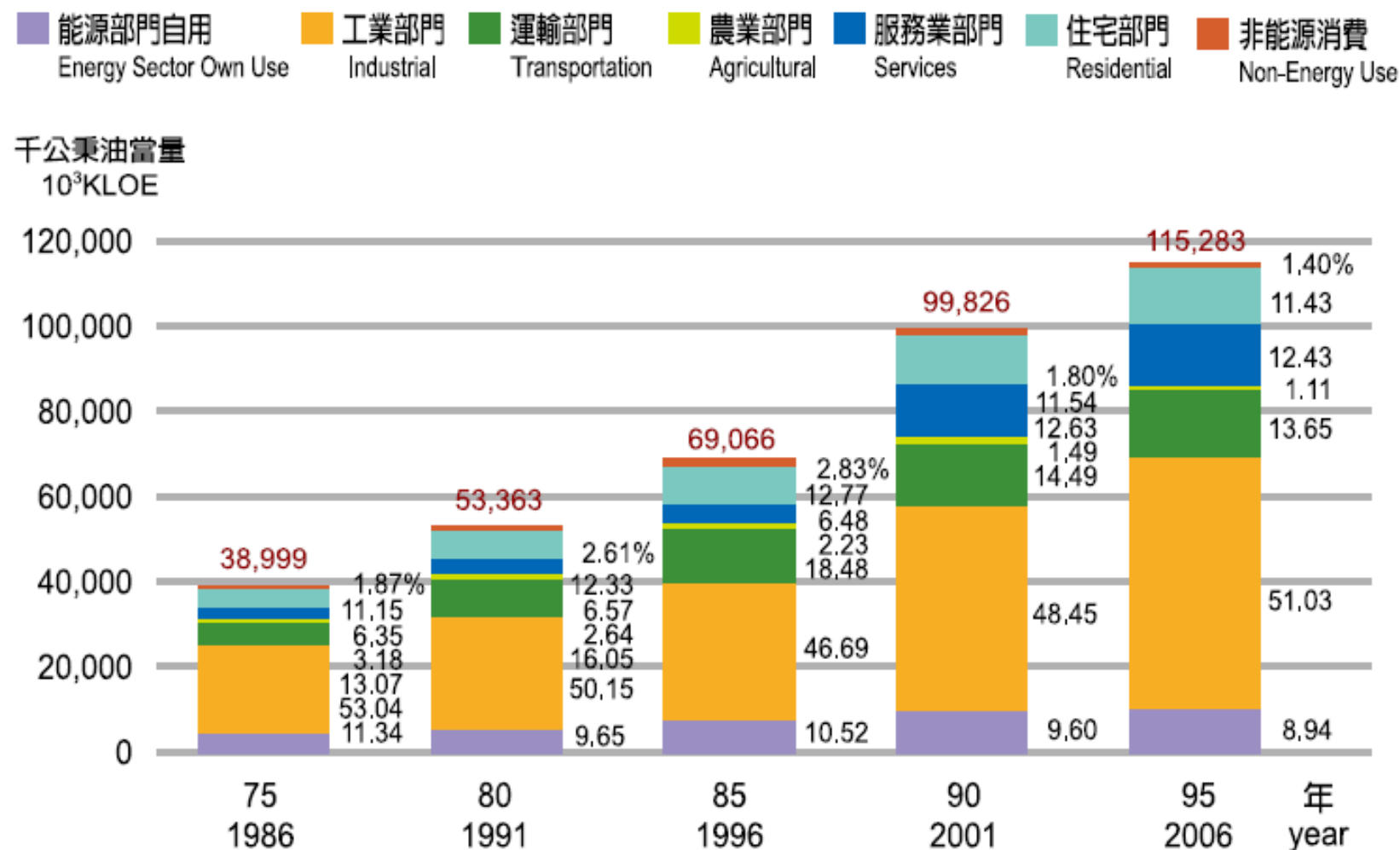
能源供給與國內消費



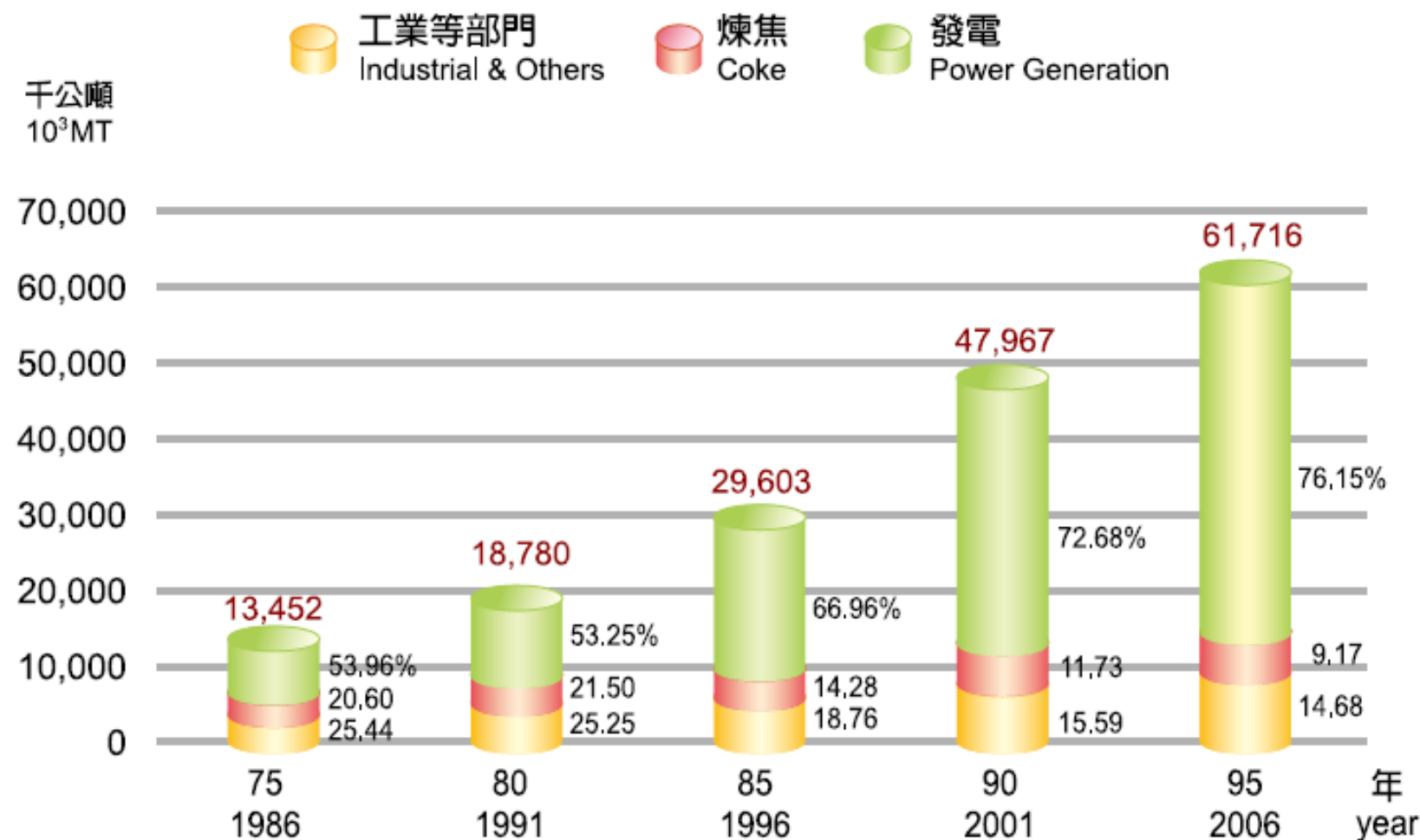
國內能源消費〈能源別〉



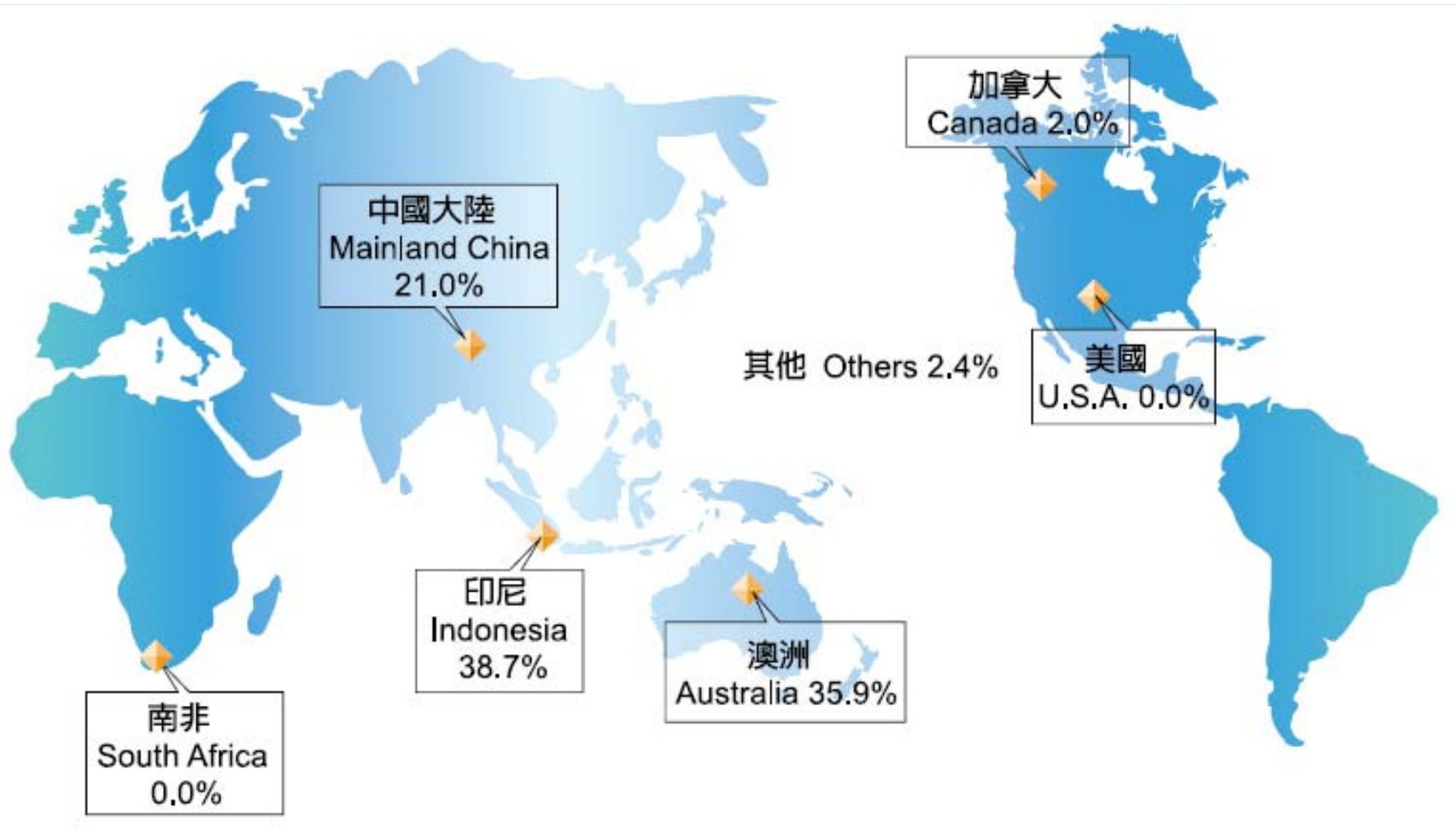
國內能源消費〈部門別〉



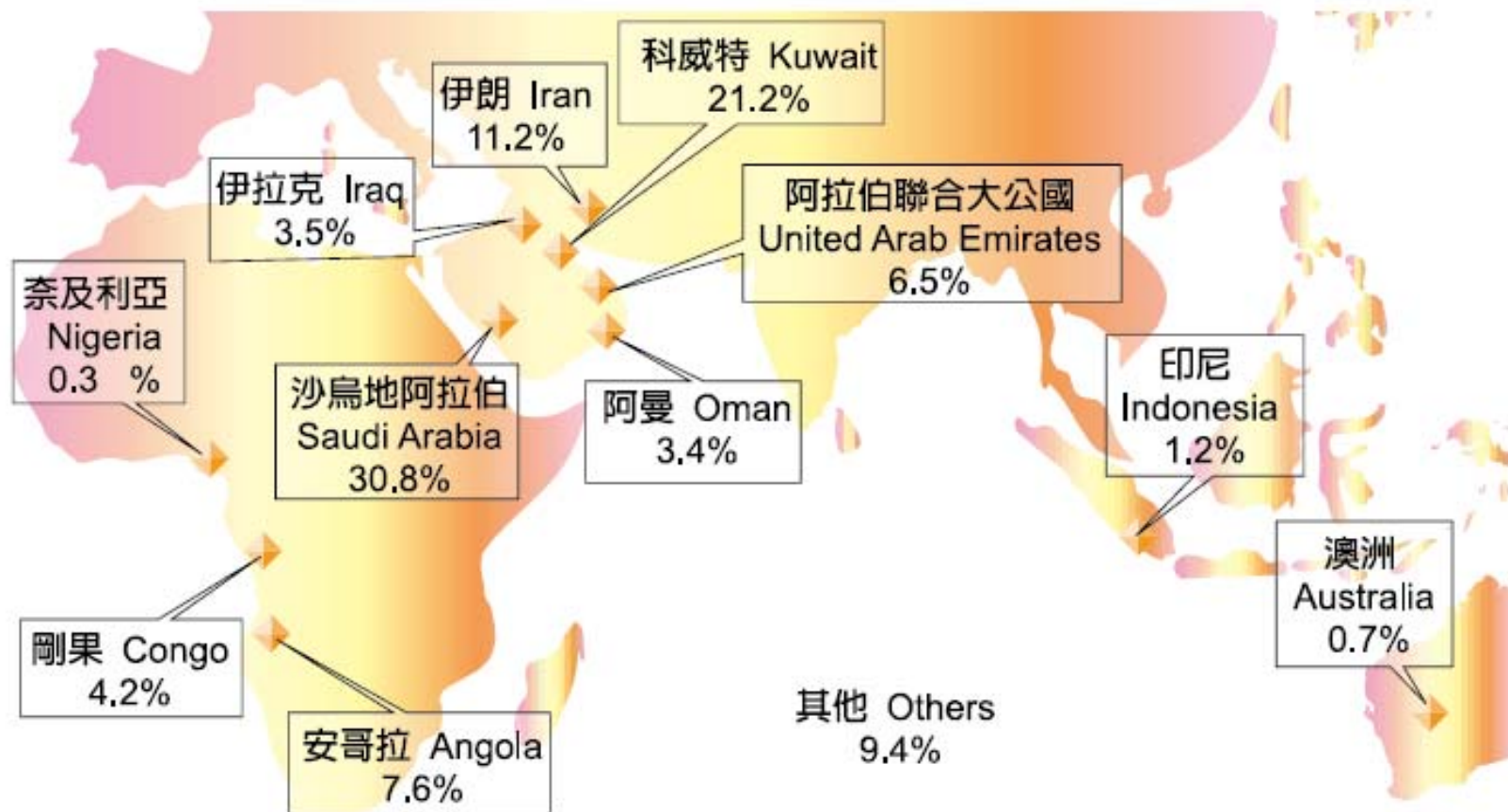
煤炭消費〈用途別〉



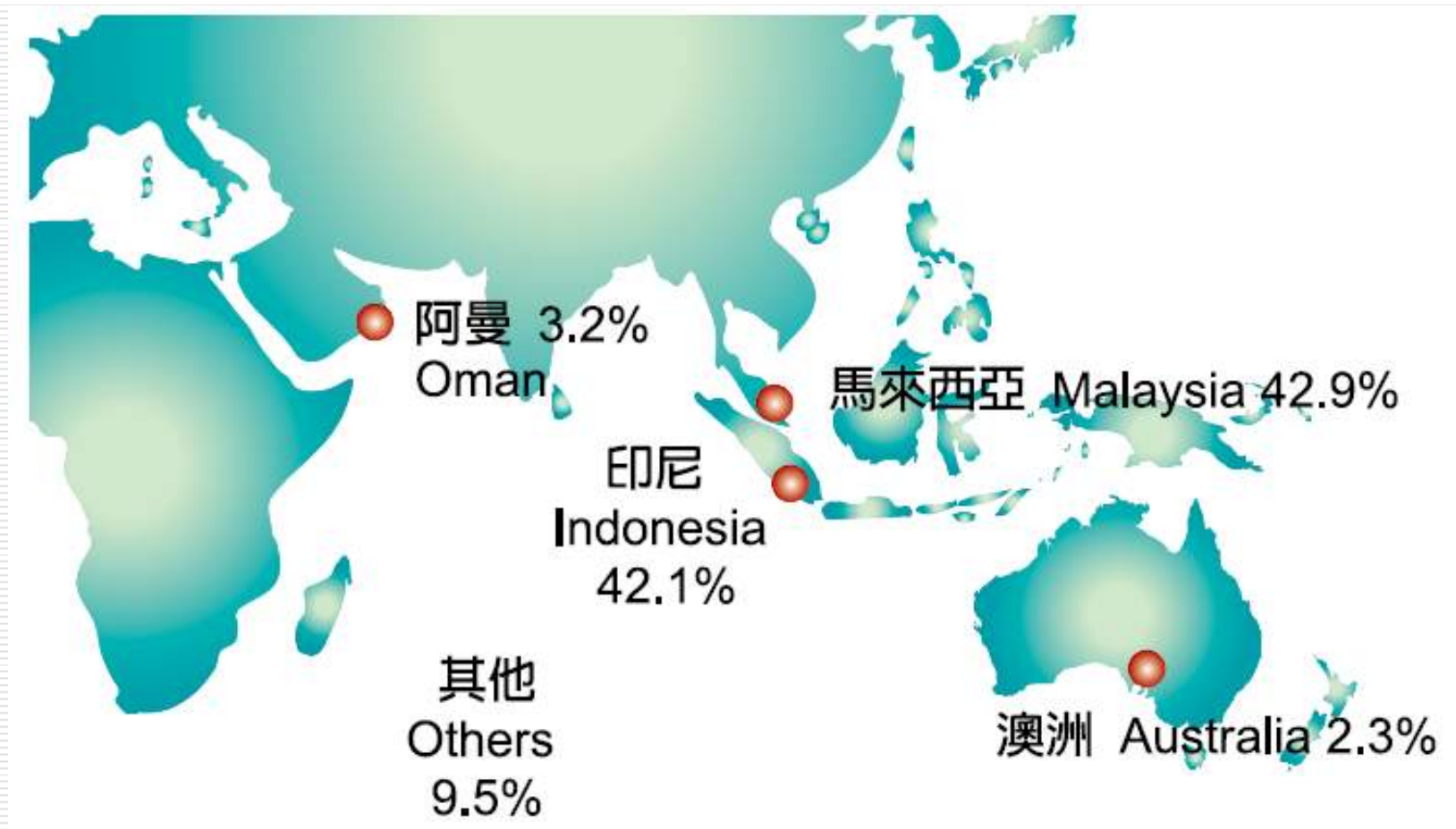
煤炭進口地區分布



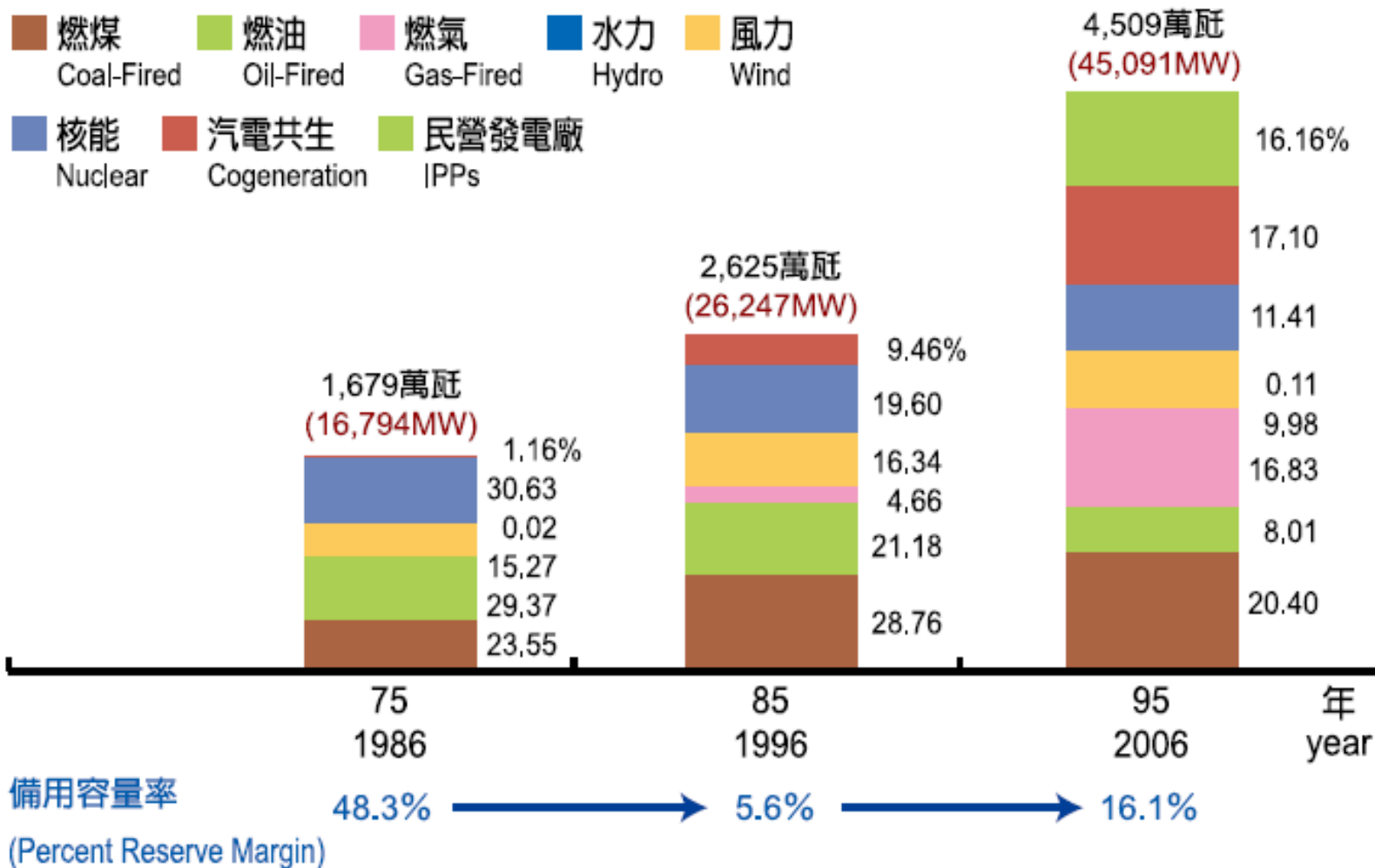
原油進口地區分布



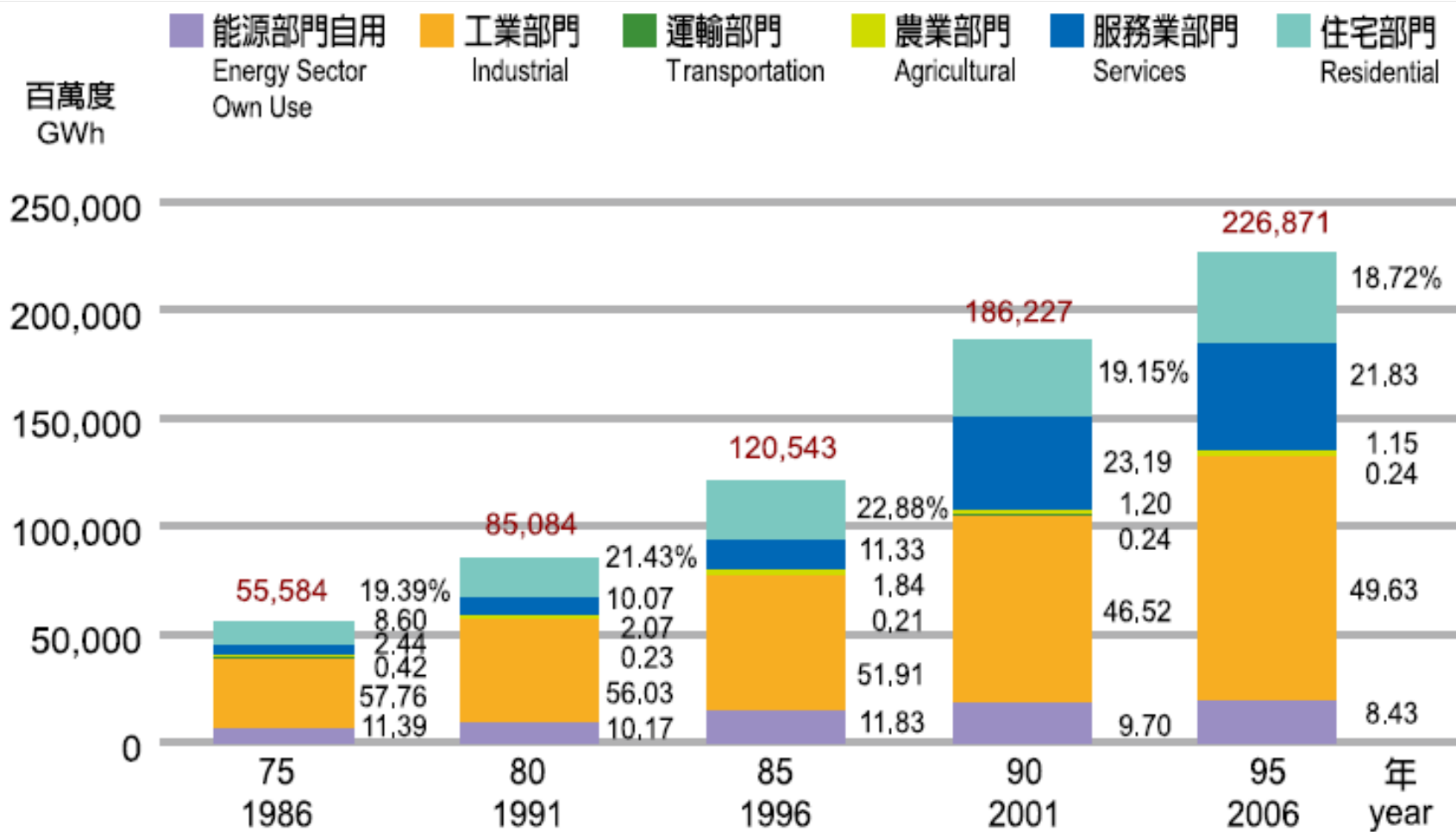
液化天然氣進口地區分布



發電裝置容量配比



電力消費〈部門別〉



煉製業主要煉製設備

工廠	中油公司		台塑石化		合計	
	數量 (座)	產能 (萬桶/日)	數量 (座)	產能 (萬桶/日)	數量 (座)	產能 (萬桶/日)
煉油廠	3	-	1	-	4	
石化廠	1	-	2	-	3	
蒸餾工廠	9	77	3	51	12	128
乙烯工廠	-	110 (萬公噸/年)	-	170 (萬公噸/年)	-	280 (萬公噸/年)

Source: 2006年台灣能源統計手冊

台灣石化上游：輕油裂解廠

中油一三輕、四輕 (林園石化廠)、五輕 (高雄煉油廠)；

台塑六輕 (麥寮)；

東帝士七輕 (濱南)；國光石化八輕 (雲林離島)

中油乙烯年產能：三輕23萬噸、四輕35萬噸、五輕50萬噸

台塑石化乙烯年產能：在六輕四期擴建後達294萬公噸

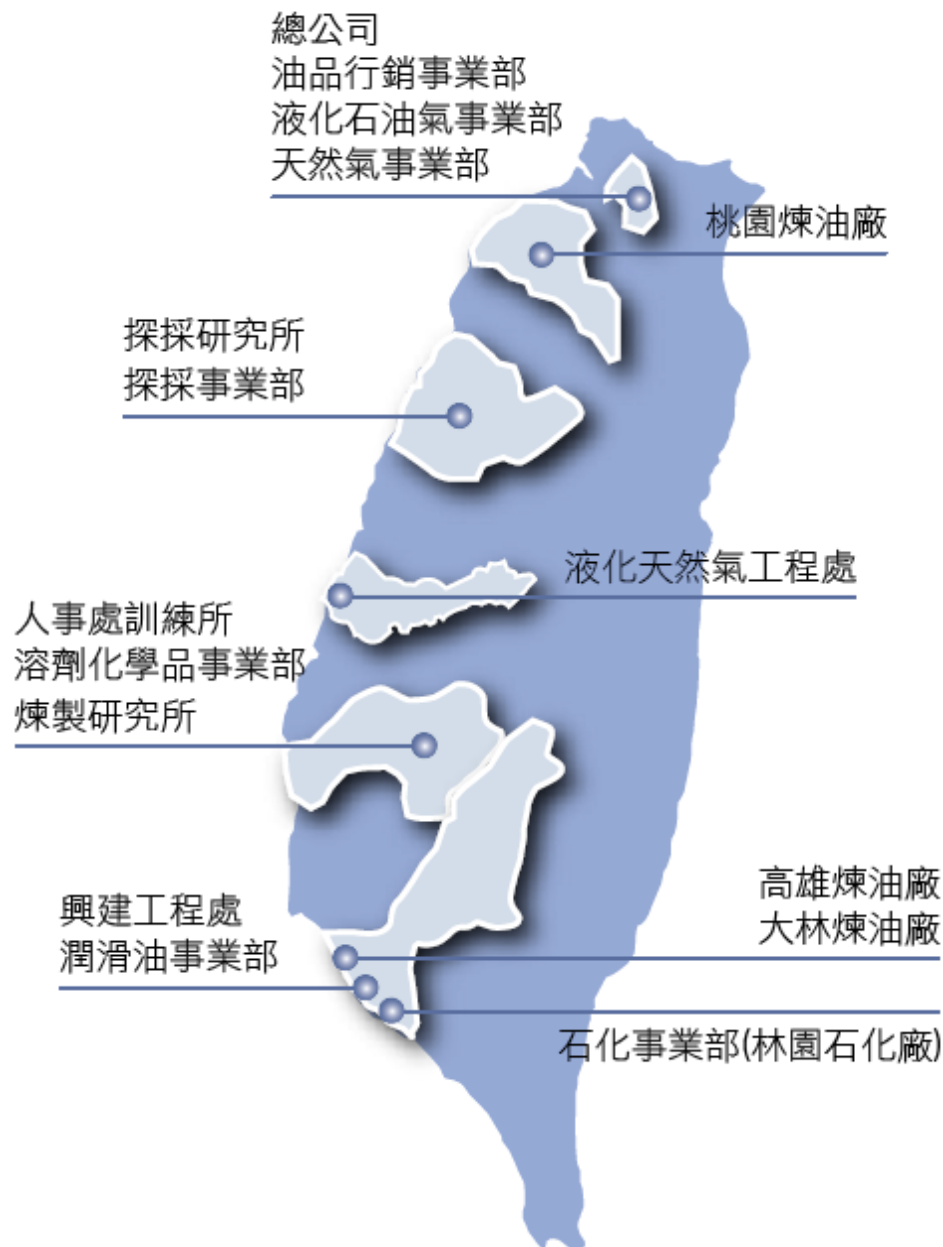
台灣中油

□ 創立沿革：

- 1946年「中國石油公司」創立於上海
- 1949年播遷來台
- 2007年「中國石油股份有限公司」正式更名為「台灣中油股份有限公司」

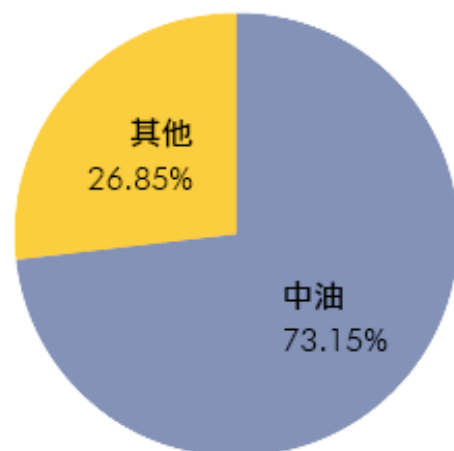
□ 主要業務：

- 石油與天然氣之探勘、開發、進口、煉製、輸儲與銷售
- 石油化學原料的生產供應

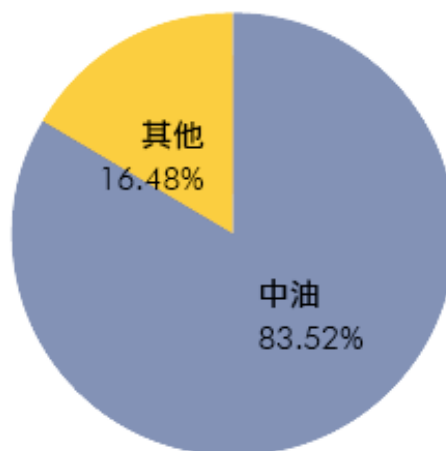


市場占有率

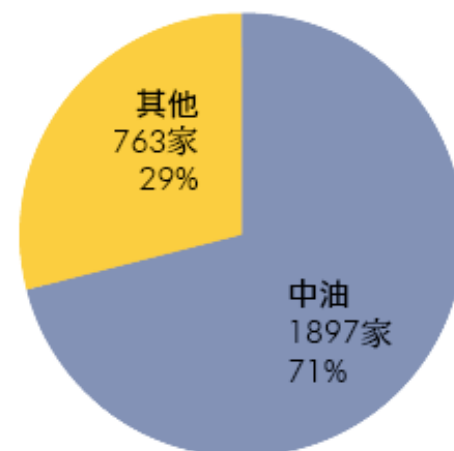
汽油銷售量分析



柴油銷售量分析



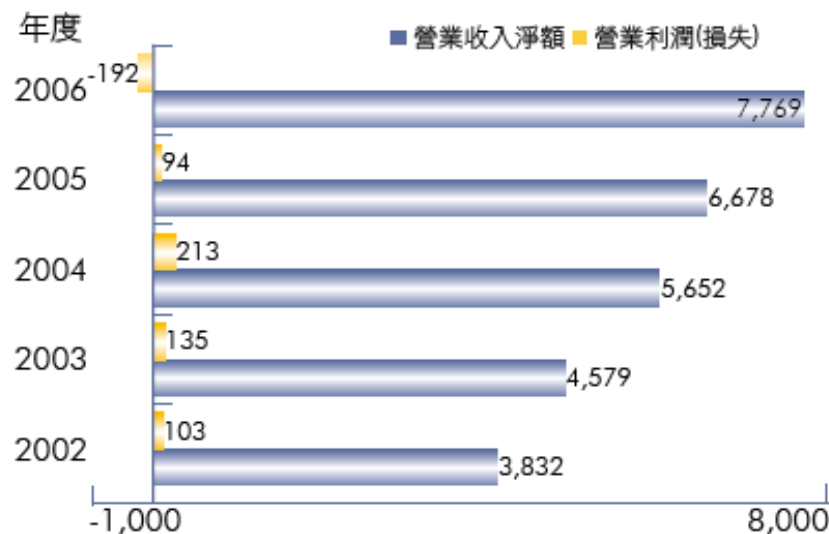
加油站數分析



財務績效

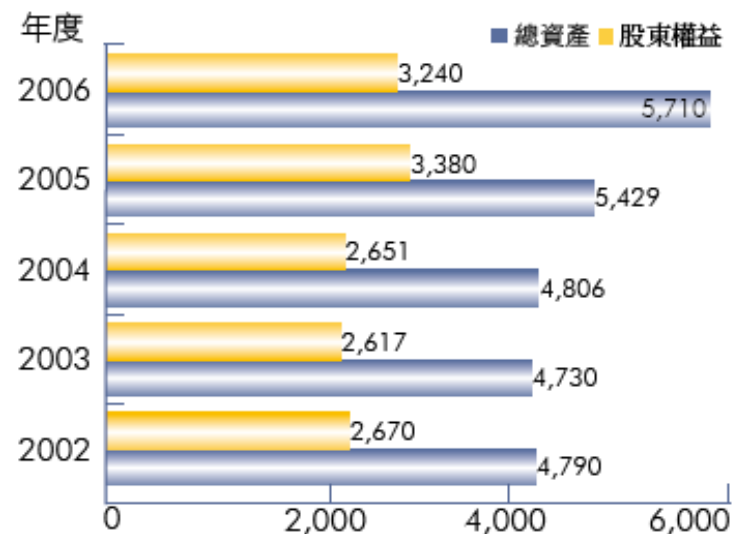
近5年營業收入與營業淨利

(單位：億元)



總資產與股東權益

(單位：億元)

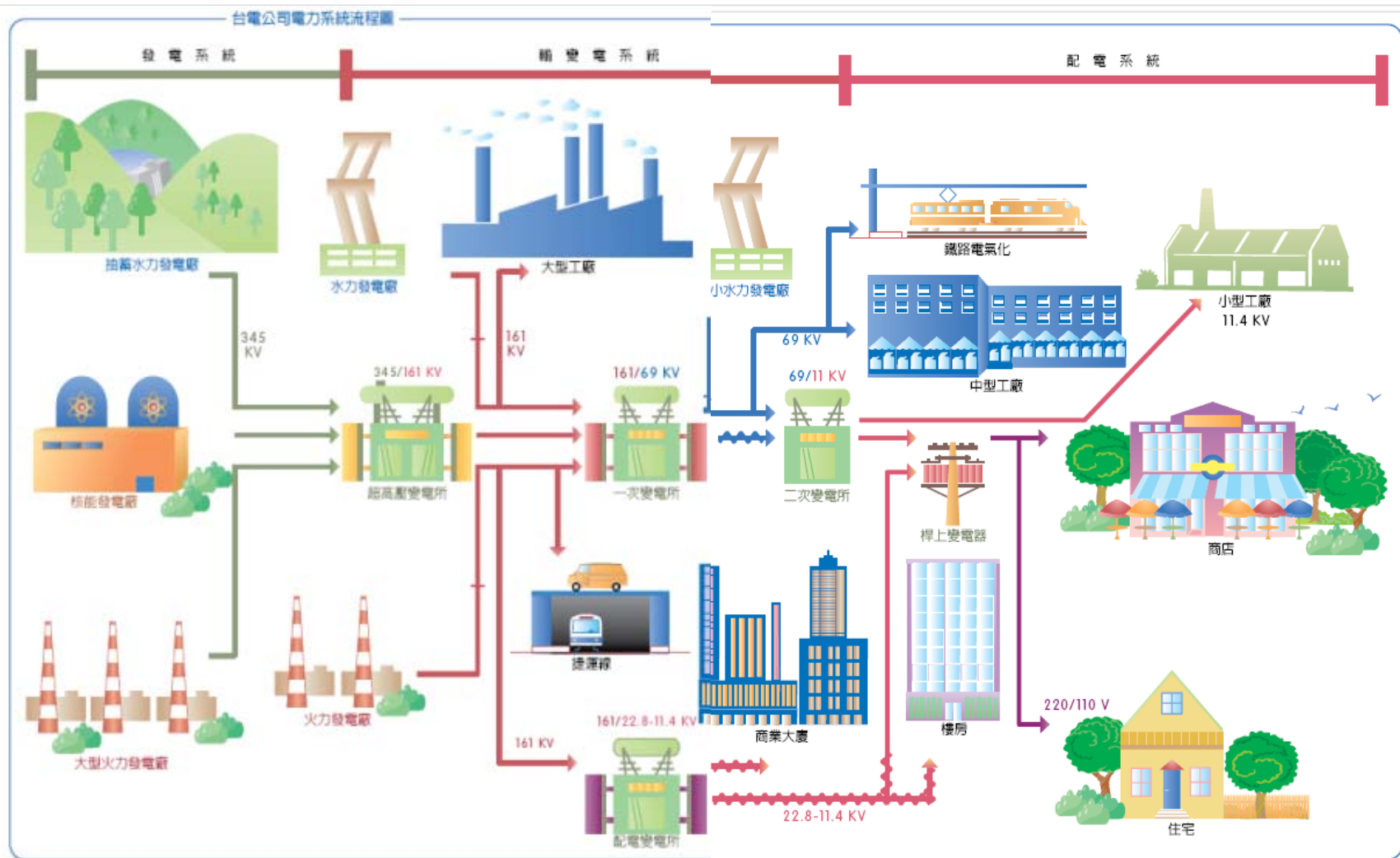


台灣電廠分布圖(台電+民營電廠)

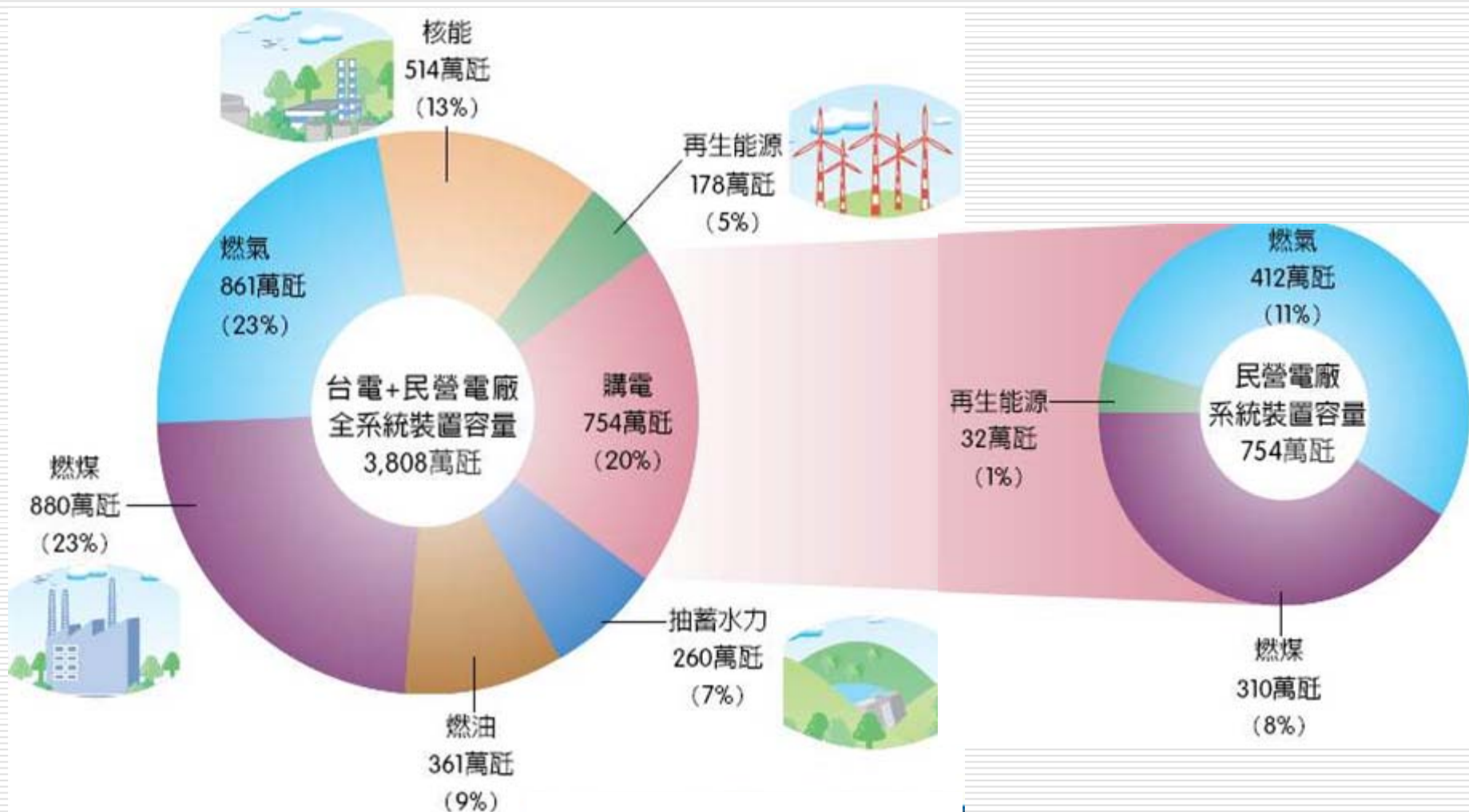


Source: 2008台灣電力公司永續報告書

發電—輸變電—配電系統



台電發購電裝置容量分佈



談電關鍵績效指標 (KPI)

關鍵績效指標	2007年度目標	實績
01.售電運維費 (以每度售電運維費管控)	≤ 35.80 分/度	35.52分/度
02.燃料成本管控 (降低燃煤、燃油及原料鈾成本)	$\leq -6.63\%$	-9.94%
03.線路損失率	$\leq 5.10\%$	4.75%
07.環保績效		
(1)PM排放量	≤ 33 公斤/百萬度	21公斤/百萬度
(2)SOx排放量	≤ 360 公斤/百萬度	330公斤/百萬度
(3)NOx排放量	≤ 345 公斤/百萬度	298公斤/百萬度
(4)溫室氣體管制量	≤ 596 公克/度	543公克/度