

技術附件六

篩選區域空氣質素控制措施

目錄

1. 關於選擇控制措施的方法	1
1.1 導言	1
1.2 識別通用的區域空氣質素控制措施	1
1.3 評估區域空氣質素控制措施的選擇標準	2
1.4 初步社會經濟影響評估的方法	2
1.5 進一步選出控制措施的方法	3
2. 能源行業控制措施的評估	4
2.1 引言和評估標準	4
2.2 能源控制措施的種類	4
2.3 能源控制措施的綜合摘要	12
3. 工業源控制措施的評估	13
3.1 引言和評估標準	13
3.2 區域控制措施的可行性	14
3.3 工業源控制措施的綜合摘要	22
4. 車輛控制措施評估	23
4.1 區域控制措施建議	23
4.2 區域控制措施的可行性	23
4.3 車輛控制措施的綜合摘要	30
5. 含 VOC 產品控制措施評估	31
5.1 引言和評估標準	31
5.2 控制措施的各部分	31
5.3 VOC 產品控制措施的綜合摘要	35
6. 參考文獻	36

表目錄

表 2-1	能源行業的主要排放源.....	4
表 2-2	世界各國針對能源行業採取的區域空氣質素控制措施.....	4
表 2-3	珠三角經濟區和歐洲國家的燃料燃燒過程的排放標準.....	5
表 2-4	對珠三角經濟區工業成本影響的評估.....	6
表 2-5	香港特區各電廠的發電容量和投產年份.....	9
表 2-6	對珠三角經濟區工業成本影響的評估.....	10
表 2-7	可吸入懸浮粒子的控制技術、效能和國外的成本.....	11
表 2-8	對能源行業控制措施的評估得分.....	12
表 2-9	針對能源建議控制措施.....	12
表 3-1	主要的工業排放源.....	13
表 3-2	世界各國在工業生產中採用的控制措施.....	13
表 3-3	珠三角經濟區和歐洲國家燃燒過程中的排放標準.....	14
表 3-4	脫硫技術的成本效益.....	16
表 3-5	現有的可吸入懸浮粒子控制技術、效率及其成本摘要.....	17
表 3-6	現有的 VOC 控制技術、效率及其成本摘要.....	17
表 3-7	對工業源控制措施的評估得分.....	22
表 3-8	針對工業源提議的控制措施.....	22
表 4-1	世界各國針對車輛實施的空氣質素控制措施.....	23
表 4-2	歐盟成員國的強制性車輛排放標準.....	23
表 4-3	國家環保總局建議的珠三角經濟區車輛尾氣排放標準實施時間表.....	24
表 4-4	本研究建議的珠三角經濟區車輛尾氣排放標準實施時間表.....	24
表 4-5	不同歐盟排放標準對燃料的含硫量要求.....	24
表 4-6	對車輛排放控制措施的評估得分.....	30
表 4-7	針對車輛提議的控制措施.....	30
表 5-1	世界各地針對含 VOC 產品實行的空氣質素控制措施.....	31
表 5-2	部分根據第 1113 號規定制定的揮發性有機化合物限制.....	33
表 5-3	汽車翻新行業的塗料用品.....	34
表 5-4	對含 VOC 產品排放控制措施的評估得分.....	35
表 5-5	針對含 VOC 產品的建議控制措施.....	35

圖目錄

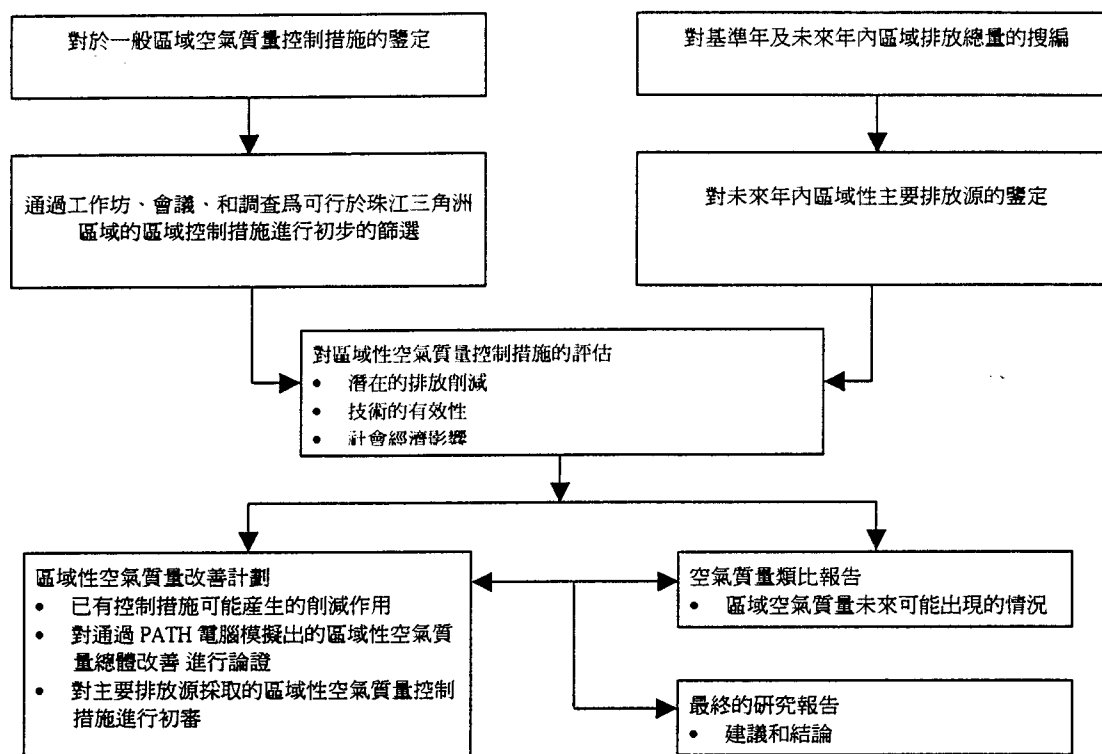
圖 1-1	區域空氣質素控制措施選擇的評估步驟.....	1
圖 2-1	珠三角經濟區發電的能源模式.....	7
圖 4-1	新車廢氣排放標準比較圖 - 重型柴油車輛(超過 3.5 公噸).....	24
圖 4-2	新車廢氣排放標準比較圖 - 汽油車輛.....	24

1. 關於選擇控制措施的方法

1.1 導言

- 1.1.1 經過一系列的篩選，選出可行而有效的改善區域空氣質素的措施。圖 1-1 顯示了本研究挑選控制措施的評估步驟。

圖 1-1 區域空氣質素控制措施選擇的評估步驟



1.2 識別通用的區域空氣質素控制措施

- 1.2.1 相對本區域，西方國家在污染控制技術和政策方面的發展比較先進。有關世界各地控制措施的列表是取錄自國外文獻包括空氣污染工程手冊、政府環境部門的網站、官方和政府關於空氣污染控制的刊物、常規的法律手法。然而，鑒於區域的本地技術、政策和經濟而言，其他地區成功實施的控制措施，或未能在本區域達到同樣的效果。
- 1.2.2 在調查了世界各地已實施的控制措施時，本研究總結出一套適合本區域的空氣質素控制措施，一份有關“區域空氣質素控制措施提議”的技術文件已預先遞交給指導小組作參考。這份技術文件提供了建議控制措施的方向，引起區內有關的機構與部門的討論，為初期的篩選工作奠定基礎。
- 1.2.3 初步的篩選工作是通過研究期間，各方政府官員及關鍵人士的討論而進行。初步被選出的控制措施，會以技術附件提出的評估標準為基礎，通過進一步的分析而形成一套控制措施，並於 PATH 模型顯示它們的成效。

1.3 評估區域空氣質素控制措施的選擇標準

- 1.3.1 區域控制措施的評估工作是基於三個重要的考慮：減低排放量、技術上是否可行，和社會經濟影響。通過這三點考慮，最終建議的控制措施不單在技術方面，需符合削減排放及實施的原則，還需要適合香港特別行政區（香港特區）和珠江三角洲經濟區（珠三角經濟區）的當地情況。然而，執行這些措施的可行性可能還需要兩個政府更多具體的評估。以下是有關那三個考慮重點的選擇標準。
- 1.3.2 排放量削減能力：控制措施可減低污染物的總量；
- 1.3.3 技術是否可得：控制措施的技術是否在本地或世界其他地區存在。
- 1.3.4 社會經濟方面的考慮：
- 產量水平與價值：現有場所的運作規模；
 - 輸入與輸出的成本：場所運作的成本；
 - 成本效率：排放措施減低每單位排放量的總成本。成本包括措施的初步設計、安裝、啓用、一般維修和運作的費用；
 - 競爭力：對於相關的社會經濟組別，控制措施（得益或損失）是否公平；
 - 跨境問題：這些控制措施對兩個政府產生的影響；
 - 管理與執行問題：負責相關事務的政府機構能否執行措施，而用戶能否接受；
 - 就業：行業的轉變或會影響競爭力，以及為當地的環境行業創造就業機會的能力；
 - 未來運作：實施控制措施之後對這些排放源未來運作的影響
- 1.3.5 關於控制措施的減排能力和技術是根據刊物和官方報告。對社會經濟影響的考慮因素是通過社會經濟影響的評估收集，詳細資料見 1.4 節。

1.4 初步社會經濟影響評估的方法

- 1.4.1 本研究的“初步社會經濟影響評估方法”的技術報告，提出了評估方式的建議。評估所需的資料來自廣東省和香港特區的文獻、直接訪問和問卷調查。
- 1.4.2 於香港進行的直接訪問安排在 2000 年的 5 月 26 日，廣東的則在 2000 年的 5 月 29 日。在香港參與諮詢會議的有中華電力（香港）有限公司和香港電燈有限公司。在廣東參與諮詢會議的有廣東省環境監測中心（GPEMC）和來自四類主要污染工業的國有大型企業和合資企業代表。工業類別分別是水泥生產、發電、印刷和表層塗料。廣東環境保護研究院（GRIEP）的專家也是被訪者之一。
- 1.4.3 根據初步的諮詢結果，本研究設計並展開了一次問卷調查，但是廣東省的回答率卻令人失望。造成低回答率的原因有二：第一是問卷存在有關商業運作的問題，大致被認為是機密的或是專有的資料，因此多數公司不願向外界透露真實情況；第二是研究小組在法律上並無權於珠三角經濟區調查機密資料。
- 1.4.4 在香港特區，問卷被發放到 35 家運輸經營者和工業團體，在 2000 年的 11 月至 12 月期間，幾家主要的運輸經營者和工業團體接受了直接訪問。通過這些調查，收集他們對於現有和已計劃的污染控制措施的意見。
- 1.4.5 鑒於收集調查資料的限制，評估只是屬於性質上的初步研究。由於本地資料十分有限，國外的個案研究被用作提供更多比較性和指示性的資料。在制定控制措施前，必須更深入地評估來覆查及核實本地的資料數據。

1.5 進一步選出控制措施的方法

- 1.5.1 一個根據三個考慮重點的計分系統，用於為本研究選出可行的區域空氣質素控制措施，從而判斷實施措施後的整體利益。得分高的措施會被建議執行。
- 1.5.2 研究顧問根據官方報告和技術期刊估計控制措施對排放源的減排能力。有關控制措施對減低污染物排放的評分範圍是：從“低（-2）（低於 15%）”、“中等（0）（15%-45%）”、“高（+1）（45%-60%）”至“非常高（+2）（高於 60%）”。
- 1.5.3 除此之外，對於技術是否可得也有一個評分方法，從“區內沒有該類技術（-1）”，“區內雖有技術但不成熟（0）”，“區內有技術且成熟（+1）”。
- 1.5.4 社會經濟的分析還有一個計分範圍：“非常負面（-2）”，“負面（-1）”，“無變化（0）”，“正面（+1）”，“非常正面（+2）”，其中“正面”影響表示得益，“負面”影響表示損失。但是應注意的是：
- 分數是 8 項社會經濟影響標準的一個綜合得分；
 - 某些部分的影響或有爭議性的，尤其是涉及跨境問題時；
 - 某些部分的影響會隨時間而發生變化。在這種情況下，判斷會關乎短期和長期影響；
 - 由於任何措施都可能為了保證執行的效果而對管理系統增加額外的負擔，因此所有的措施都將可能對管理和執行產生負面的影響；
 - 在量化這些措施時，需要比現有更多的詳細經濟和技術資料。因此對區域控制措施的社會經濟影響評估必須依賴通過直接訪問、官方統計及區內外個案研究的資料。

2. 能源行業控制措施的評估

2.1 引言和評估標準

- 2.1.1 能源行業的評估是通過一個有系統過程，界定控制技術是否可行，及對於區內排放量的影響。這些控制技術都在世界各地有良好的基礎，並有至少 5 年的實際經驗。有關削減排放能力的評估是根據官方文件記載的二氧化硫、可吸入懸浮顆粒子和二氧化氮的減排技術資料及其相應的成本。
- 2.1.2 選擇控制措施的限制包括香港特區和珠三角經濟區現有的條例和法律、對主要來源的減排要求、基本的能源模式、排放源目前的實地運作情況和控制技術的成本效益。
- 2.1.3 在尋求世界各地最佳的控制技術時，能源行業的主要排放源被細分成不同的操作過程。在基準和未來年排放清單的準備期間，廣東省環境保護局安排研究顧問到珠三角經濟區對個別工序運作作現場考察。圖 2-1 顯示了能源行業的主要排放源，包括分類、工序種類及其應用。

表 2-1 能源行業的主要排放源

分類	流程種類	用途
發電	發電廠	供應電力
商業燃料	旅館、餐廳、社區設施：鍋爐和內燃機	發電、加熱、熱水
家用燃料	家庭的：家用熱水器、煮食爐	烹飪和加熱

2.2 能源控制措施的種類

- 2.2.1 在廣義上，能源行業採用的排放控制措施可分為兩大類：技術選擇和管理措施。表 2-2 顯示了世界各國在控制能源排放方面普遍採用的控制措施。這些資料取自世界各地的環境當局、官方報告和有關法例。

表 2-2 世界各國針對能源行業採取的區域空氣質素控制措施

控制措施的概念	美國	英國	歐洲	中國	澳大利亞
<i>能量政策和管理</i>					
收緊排放標準	✓	✓	✓	✓	✓
排污費				✓	
西電東送					
排放權交易	✓				
<i>技術控制</i>					
燃料轉換和多元化能源結構	✓	✓	✓	✓	✓
先進的燃燒技術	✓	✓	✓		✓
改良燃燒和生產工序	✓	✓	✓		✓

✓ = 應用該控制措施的國家和地區

- 2.2.2 通過對通用的控制措施進行初步篩選，發現目前在本區域實施排放權交易，作為能源管理措施的可行性不大。香港特區的排放源大多已達到法例要求，或只佔區域排放總量的少數。鑒於目前達標的情況和有限的排放源，可假設整體的控制水平將不會大大低於現時水平，那麼，排放權交易活動的水平將會非常有限。此外，目前區域的政治和法律架構還沒有成熟到足以支援這個如此複雜的機制。現階段就在區域實行這種措施似乎是行不通的。然而，如果視排放權交易為一個創新的長遠措施的話，這系統在區域的應用也未必不可。
- 2.2.3 除了排放權交易這一控制措施以外，表 2-2 的其他常用控制措施都很可能適用於本區域。有關能源行業控制措施的詳細評估，大致可分為：能量管理、燃料結構和控制技術。
- 收緊排放標準的(E1)
 - 另類能源結構 (E4)
 - 排污費 (E2)
 - 先進的燃燒技術和改良工序(E5)
 - 西電東送 (E3)

收緊排放標準(E1)

- 2.2.4 現時，香港環保署訂立的最好的切實可行方法（BPMs）是根據空氣污染控制條例而設，為能源行業的燃料消耗排放物提供控制標準。目前香港特區的能源行業運作都已達到法例要求，或排放量已經很低。因此建議香港特區對有關法例持續進行檢討，以符合國際趨勢。
- 2.2.5 在珠三角經濟區，發電廠的燃料消耗排放受制於國家排放標準（國標）（國標 13223-1996）。然而若不考慮運行容量，比較國內和國外的排放標準，可見珠三角經濟區的排放標準還能進一步加緊。如表 2-3 所示，國標與聯合國遠端跨界運輸空氣污染會議 Convention on Long-range Transboundary Air Pollution（UNECE 1999）上通過的排放標準相比較，減低二氧化硫排放的可能性相當顯著。通過收緊排放標準，營運者應有義務改良運作形式或安裝有效的控制裝置來達到降低排放的目的。

表 2-3 珠三角經濟區和歐洲國家的燃料燃燒過程的排放標準

燃料類型	排放標準 (mg/m ³)	
	珠三角經濟區 (二級區域)	歐洲國家
二氧化硫		
固體燃料	900	200 - 850
氣體燃料	100	35
二氧化氮		
液體燃料	400	200 - 400
氣體燃料	400	100 - 200

初步的社會經濟影響評估

- 2.2.6 在建立排放標準和對不法排放實行強制措施的過程中，廣東省政府必將投入管理資金。那麼隨著排放標準逐漸收緊，當地的電力公司要達到新的標準，是需要為安裝環境控制設備作出投資。
- 2.2.7 收緊標準和加強執行是控制珠三角經濟區內排放物的有效和快捷的方法。預計這種減排效果“顯著”。在珠三角經濟區進行的初步諮詢發現，由於主要工業面臨小規模、低效率和重污染的製造商的競爭，受訪的代表都歡迎較嚴格的環境控制。然而，污染標準的大幅收緊會在短期內影響企業的競爭，尤其是依賴對外市場的企業。這些措施產生的社會經濟影響相信只是短期的，且最終能產生中性的影響。
- 2.2.8 由於現時香港特區的執行系統頗為有效，收緊排放標準將不是最優先的考慮，二者控制措施的減排能力預算是“低”。

排污費 (E2)

- 2.2.9 隨著排放標準的建立，任何超出標準的情況都會被罰款。排污費的基本控制在於不同工序的運作標準，通常以排放限制和最低煙囪高度要求作準。如果排放量超出限制，營運者將根據超出標準的排放量支付罰款。通過實施嚴謹的排放標準，可促使營運者減低其工序的排放量，而達到降低排放量的目的。
- 2.2.10 目前，香港特區對能源行業還沒有實行排污費的政策。電力公司遵從空氣污染控制條例下的排放標準。實施徵收排污費的方案，要先引入一個更嚴格的排放標準。收緊能源行業的排放標準所帶來的環境和社會經濟影響，在先前的部分已經說明了。
- 2.2.11 珠三角經濟區現有的排污費控制，是由多個機制和政策方針管理執行的。其中八成的費用作為控制污染項目的撥款或低息貸款，兩成則由當地環保局保留，用於行政或監測活動。這一系統的局限性在於排污費太便宜，以致與相應的控制措施不相稱。目前，1990年9月3日由廣東省政府公佈的排污費標準為：二氧化氮和二氧化硫，人民幣 400 元/公噸；塵埃，人民幣 20-200 元/公噸；燃燒後的煤灰，人民幣 3-6 元/公噸。此外這個低廉的罰款反映了廣東省在排放收費上存在著不少設計上的漏洞：

- 因為排污費標準是由國家環境保護局制定的，罰款往往比減低排放量的成本還要低。結果許多企業選擇交罰款而繼續超出標準；
 - 省政府無權對收費標準作任何修改；
 - 只對超標最爲嚴重的污染物進行罰款收費，而不是對所有超標的污染物進行收費；
 - 由於只對超標排放進行評估收費，造成了大家都對遵守排放標準不抱積極態度；
 - 罰款主要是依據污染物的濃度而不是依據污染物排放對環境造成的累積性破壞程度
- 2.2.12 儘管存在這些問題，排污費以及由排污費基金提供的低息借貸和其他補助，已經促進了污染控制。它適用於重點污染物和污染單位，因為降低污染的預計收益與監測的成本成正比。爲了達到更佳的效果，現時的排污費方案需經過進一步的審核。

初步的社會經濟影響評估

- 2.2.13 污染是能源消耗活動是對外界的負面影響。它可能會對其他的生產單位和消費者造成經濟損失。這控制措施所造成的社會經濟問題可分爲兩大類：
- 經濟措施：例如可買賣的限額和污染稅收或罰款；
 - 行政措施：例如控制排放的詳細條例
- 2.2.14 由於現時香港特區的電力公司整體上都合乎環境條例和標準，因此實施排放收費的效益不大。除非排放標準會被收緊，否則引入排放收費並不會對香港產生影響。即使有超出標準的情況，在完善設備的控制下，收費將會有限。大幅度提高污染費用，會對企業的短期競爭產生影響，尤其是對那些主要依賴對外市場的企業。在香港特區實施這控制措施的話，收緊環境標準後的排污費將導致營運費用增加，而遲早令價格上升。然而國外的經驗顯示這些影響將不會顯著。
- 2.2.15 儘管這建議的收費系統或會對珠三角經濟區造成經濟影響，但由於目前的收費大大低於運行和控制設備的成本，這控制措施將不會是直接影響運作成本的主要部分。
- 2.2.16 收費標準的提高將增加輸出的成本。有關新系統對輸出成本的影響評估，見表 2-4 (Yang, J. T. et al, 1998)。總括來說，對價格的影響很低，估計的平均增長率是 2.1%。價格有較大波動的工業是電氣業 (4.4%)，其次是造紙業 (4.3%)。

表 2-4 對珠三角經濟區工業成本影響的評估

工業	漲價 (%)
煤礦開採和加工業	1.52%
石油和天然氣開採業	0.95%
採礦及加工業	1.93%
非金屬材料開採和加工業	1.59%
食品製造業	2.49%
紡織工業	1.82%
服裝和皮革製造業	1.56%
木材加工和傢俬製造業	1.90%
造紙和文化產品業	4.32%
電力工業	4.43%
石油與煉焦業	1.41%
化學行業	2.97%
建材和非金屬材料製造業	1.57%
金屬熔煉和軋製業	2.36%
金屬製造業	1.76%
機械製造業	0.90%
食物和飲料業	1.86%
其他	2.35%

源於：楊，J.T. 等人，1998，第333頁。

- 2.2.17 如果排污費大幅增長，且沒有給企業一個調整期，這可能對珠三角經濟區內經濟狀況較弱的企業，造成裁員的壓力。由此可見這種負面的影響，至少在局部範圍抵消減排設備和清潔生產技術的支出。預計這些資出有助增加新興環境技術工業的就業人數。

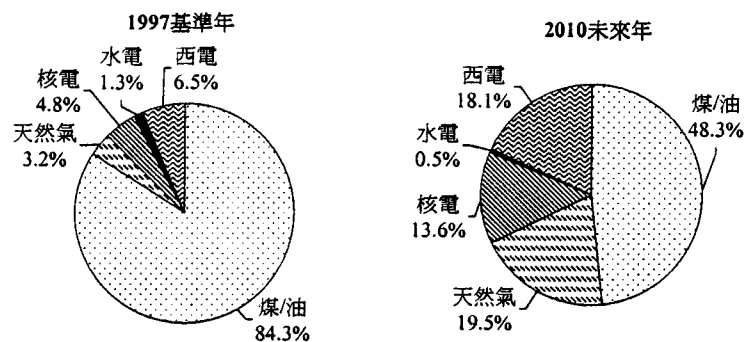
- 2.2.18 定立排污費將增加定期復核收費制度的行政成本。此外，還預計區內的污染單將抗拒更嚴格的排放標準。這導致他們不願意遵守新的制度，從而加重執行上的管理負擔。
- 2.2.19 與 E1 相似，這控制措施是其中一個最直接和被廣泛接受的做法。它的減排能力是“高”。儘管這種措施對社會經濟造成的影響大多是負面的，其用者自付的原則和注重成本效益的市場基礎，對環境得益，所以值得存在。
- 2.2.20 對香港特區而言，這控制措施的減排能力屬“低”至“中等”，而對社會經濟的影響將是中性。這種措施的環境得益和成本效益，將不足以支持此措施的實施。

實行西電東送 (E3)

2.2.21 圖 2-1 反映了珠三角經濟區發電的能源模式。廣東省政府已經依照“藍天”工程計劃的政策方向，停止在珠三角經濟區內興建任何規模的燃煤發電廠和任何發電量低於 1250 萬瓦的發電廠。因經濟增長而上升的電力需求會以下列措施應付：

- 改善區內現有電廠的功率；
- 興建利用清潔燃料的新電廠，如燃氣發電、水力發電或核能發電等；
- 加強利用從其西部省份輸入的電力

圖 2-1 珠三角經濟區發電的能源模式



- 2.2.22 珠三角經濟區目前通過現有的輸電網絡，利用西部省份輸來的電力。由此可見，輸送電力的基礎設施已經存在。隨著區域與其西部省份的聯繫越來越密切，珠三角經濟區要進一步使用西部省份輸來的電力是可行的。
- 2.2.23 利用“西電”，可減低珠三角經濟區因經濟增長而對新建燃煤發電廠的需求，藉此大幅降低區域污染物的排放量。
- 2.2.24 建議措施準備加強使用西電，這可以舒緩廣東省日益嚴重和惡化的環境問題，並保持廣東省經濟發展的步伐。使用西電可以為給這些西部省份帶來經濟效益，而且配合國家經濟發展政策鼓勵西部發展。
- 2.2.25 目前香港的發電工業是根據協議的方式進行，若香港特區採用這建議的控制措施，必要先開放市場和改善輸電網絡。

初步的社會經濟影響評估

- 2.2.26 根據最近一項有關香港特區電力供應行業聯網的研究（香港特區政府，1999年），在 2002 到 2005 年期間，廣西、雲南和貴州這三個西部省份將繼續擁有大量的季節性發電量盈餘。預計這些電力盈餘的批發價格也會非常低，日間價格為每千瓦時 0.22 元人民幣（約合 0.21 港元），夜間的價格為每千瓦時 0.10 元人民幣（約合 0.09 港元）。另一方面，水力電力的盈餘可確保更高的成本效益。結果是香港特區和珠三角經濟區內一般消耗燃料的操作可享用較低廉的經常開支。

- 2.2.27 香港特區和珠三角經濟區的廉價電力將給區域未來的競爭力帶來積極的影響。香港、廣東省和西部省份之間需要協調，以建立彼此間的信任，並且保證供應的水平保持在一個合理的價格。留在珠三角經濟區內的電廠將面臨西部省份的競爭，而且同時還要遵守更加嚴格的環境法規，達到當地減低排放的效果。
- 2.2.28 香港特區通過廣東省購入西電，將可能是公用事業公司的商業決定，加上在現時的協議制度下，這種情況在中期改變的機會不大。無論如何，香港特區有需要提升區際/跨界傳輸系統。
- 2.2.29 對於珠三角經濟區內的重點污染源，如燃煤和燃油電廠，這個措施將非常有效，可替代當地電力生產容量而百分百減低排放量。但它也存在著一些負面的社會經濟影響，尤其是在管理和執行的問題上。然而，預期未來在提倡使用清潔能源技術時，可能抵消部分不利的社會經濟影響。因此，從整體上來說這個措施是正面。
- 2.2.30 這措施在短期內對減低香港電廠的污染將不會十分有效。當中存在一些社會經濟影響，尤其有關電廠的產量水平和價值、輸電網絡設施、管理及實施事項和職業問題。

改善能源結構(E4)

- 2.2.31 煤和石油是區域能源行業主要的燃料。降低對污染性燃料的依賴及大量使用清潔燃料可以大幅改善區域空氣質素。燃料轉換對電廠和其他商業的技術和社會經濟影響完全不同。
- 2.2.32 清潔燃料是指採用混合或取代的方法使用低硫磺含量的燃料，包括壓縮天然氣、甲醛、乙醛和液化石油氣等。可以供應清潔能源到所有新建和計劃中的工業區，來避免不必要的污染燃料消耗。在西電電網和電力供應可達的地區，應禁止耗電的場所在日常運作中使用個別發電裝置。政府可以通過退稅的形式來鼓勵現有的大型工業區，在技術上可行的情況下利用清潔燃料。
- 2.2.33 深圳液化天然氣廠投產之後，清潔燃料將加速滲透到區域內的沿海地區。在廣州，當兩個一百萬立方米容量的氣庫啓用後，管道氣將會輸送到 98%的家庭。

發電廠

- 2.2.34 在香港特區，發電廠是消耗煤的主要能源行業，亦是可吸入懸浮粒子、氮氧化物、二氧化硫和二氧化碳的主要來源。以下是通過諮詢當地電力公共事業得出的要點。
- 燃料（包括低硫量煤）的成本佔總成本的大部分。例如，中華電力有限公司支付的工資只佔總成本 3%，相對在燃料方面的支出佔 80-90%（中華電力有限公司 2000）。
 - 在眾多燃料中，煤佔很大的比重。當中涉及經濟和歷史的原因，如：
 - 燃燒煤是發電的傳統方法。大部份現有的電廠都是燃煤的。在香港特區，就有多個發電機組使用煤作為基本燃料。表 2-5 顯示了各電廠的發電容量和投產年份。
 - 從成本效益方面來看，與其改變原有的形式採用如氣體或石油來發電，倒不如維持燃煤操作直至設備老化。如果把這些燃煤發電廠改用氣體燃料，成本將會增加 3 到 4 倍。
 - 基於這些其他方法的機會成本高，加上考慮到現有燃煤發電廠的餘值，兩家公共事業公司都較樂意採用原有的生產方法，並採取緩解措施來達到環境標準。
 - 儘管現時的趨勢使用氣體、石油和核能來發電，但是在這些燃煤發電設備老化之前，它們仍會是主要的發電設備，還可以使用 10 年以上。
- 2.2.35 儘管煤仍是主要的燃料，現有的法例已大大控制了兩家公共事業的排放量。至於現有電力公司的新建部分，都依照空氣污染控制條例下的《最好的切實可行方法》，條例對能源的使用制訂了嚴格的要求。香港政府的目標是鼓勵新型電廠使用清潔燃料，從而降低污染物的排放量，但另一方面不會限制燃料結構，以避免燃料供應的不穩定而影響到電力供應的可靠性。表 2-5 顯示香港特區傳統的燃煤發電形式將逐漸被環保的燃氣操作取代。

表 2-5 香港特區各電廠的發電容量和投產年份

發電廠	生產單位	燃料用途	總量	投產年份
中華電力有限公司 龍鼓灘電廠	1	氣體	31250 萬瓦	1996
	2	氣體	31250 萬瓦	1996
	3	氣體	31250 萬瓦	1996
	4	氣體	31250 萬瓦	1996
	5	氣體	31250 萬瓦	1997
	6	氣體	31250 萬瓦	1998
	7	氣體	31250 萬瓦	2005
	8	氣體	31250 萬瓦	2006
中華電力有限公司 青山電廠	A	煤或石油	140000 萬瓦	1982
	B	煤或石油	271000 萬瓦	1985
香港電燈有限公司 南丫島電廠	L1-L3	煤或石油	75000 萬瓦	1984
	L4-L6	煤或石油	105000 萬瓦	1991
	GT1	氣體	5500 萬瓦	1991
	GT2-GT7	氣體	75000 萬瓦	1991
	L7-L8	氣體	70000 萬瓦	1997
	L9 新機組	氣體	30000 萬瓦/ 180000 萬瓦	2004 : 首 30000 萬瓦

- 2.2.36 除了改用清潔燃料之外，機電工程處還制定並實施了能源效益管理計劃。用電需求管理（DSM）是香港特區採用的一種措施，它可以影響用戶的電力需求水平或時段，從而發揮發電設施的最佳效益。在多種能源效益管理計劃中，香港優先實施的是有效使用電力計劃，鼓勵用戶購買具能源效益的產品，從而減低高峰期的用電需求及用電量；削減高峰負荷計劃則鼓勵減低高峰期的用電量；而負荷轉移計劃將高峰期的用電量轉移至非高峰期。
- 2.2.37 隨著高效能設備的應用和安裝，擴大發電量的需求會下降，長遠來說可減低區域對新電廠的需求。通過對降低電力消耗進行的管理，用戶的電費會減少，少用發電燃料亦會有助保護環境。應該根據用戶的能源審查結果，加上香港特區政府和電力公司提供的優惠，在區域大力推動創新設備和節能管理。而且應該聯同區域內為主要工業提供電力的發電廠，詳細研究實施需求管理計劃的可行性。
- 2.2.38 廣東省的能源短缺情況非常嚴重的，由於經濟迅速增長，廣東缺能的情況比國家其他地區更為嚴重。據估計，廣東省耗煤的總量是 7682 萬噸，其中 7000 萬噸是從其他的省份進口或是轉運來的。估計在 2010 年廣東省的耗煤量達 12410 萬噸，其中 11810 萬噸將從其他省份進口或是轉運過來（SBG 2000）。
- 2.2.39 由於煤仍然是廣東省的主要能源，因此有需要為了改善珠三角經濟區的空氣，而收緊對含硫量的管制。以下是國家環保局在控排策略下設定的燃料含硫量。
- 現時煤含硫量最高為 1%，燃油為 1.5%；
 - 2000 年酸雨控制區內，煤含硫量 0.9%，燃油含硫量低於 1%；
 - 2005 年酸雨控制區內，煤及燃油含硫量低於 0.8%
 - 2010 年酸雨控制區內，煤含硫量 0.7%，燃油含硫量低於 0.8%
- 2.2.40 在管制高硫量的固體或液體燃料進口到珠三角經濟區的同時，可加強其他清潔燃料在區內的應用。通過建立一個強制性彙報系統，對廣東省酸雨控制區內的低質燃料的消耗量進行監測。在珠三角經濟區內儲存、處理和分配燃料的公司需得到省政府發牌，從而保證燃料質量符合標準。所有營運者都需要根據牌照的要求，定期提交有效的燃料質量分析結果和銷售記錄。通過牌照系統收集得來的資料將被輸入能源用戶的數據庫，作為區域排放清單的一部分，用於污染控制和管理。

商業燃料用途

- 2.2.41 廣州自 1999 年起實行政策，將 200 座位以上的餐廳改用管道液化天然氣。至 2001 年，廣州市有過半數的餐廳已經進行了更換（廣州日報 2000 年）。相信到 2010 年，當珠三角經濟區內的管道網絡完成後，會有 90% 以上的商業用戶使用管道液化氣。

初步的社會經濟影響評估

- 2.2.42 如今香港特區內的電力生產主要是由兩家公共公司管理。在電力公司與政府簽訂的協議中，滿足本地需求是大前提。由於過去幾年持續不斷的擴展，香港特區現在已經出現了少量的電力容量盈餘，並預計這需求的關係狀況會維持。假設香港特區的出口電力在未來不變，香港特區的整體發電量將保持穩定。若增加環境方面的輸入，輸出的價值亦將提高。
- 2.2.43 燃料方面的支出會根據運作性質而有所不同。對發電廠來說，這支出可高達 60%（來源：在廣東的諮詢）。這對未來熱力發電的影響很大的（增加~5%營運成本）。然而，鑒於電力工業的重要和電力供需的模式，燃料轉換將不會對生產水平做成嚴重的影響。但電力的價格或會有上升的壓力。
- 2.2.44 就香港特區的短期狀況看來，資本主要是用於購買低含硫量的燃料及更換現有的生產設備。從長遠角度看，更高的環保要求和政府的推動會令“綠色”生產方式有所發展，這從最近投產的發電設備可見。
- 2.2.45 在珠三角經濟區，將 0.75%含硫量的煙煤轉為只有 0.5%含硫量的經濟成本是每噸 25 元人民幣，減低二氧化硫污染的成本約為每噸 5000 元人民幣。較高的燃料價格將導致珠三角經濟區內相關產品和服務的價格波動。每個行業的價格影響都不同。如表 2-6 所示，據估計機械和電力工業的價格分別會上升 3.39%和 1.8%，至於其它工業的價格上升將低於 1.2%。

表 2-6 對珠三角經濟區工業成本影響的評估

工業	成本增長(%)
煤礦開採和加工業	0.97%
石油和天然氣開採業	0.00%
採礦及加工業	0.00%
非金屬材料開採和加工業	0.74%
食品製造業	0.01%
紡織工業	0.12%
服裝和皮革製造業	0.07%
木材加工和傢俬製造業	0.07%
造紙和文化產品業	0.09%
電力工業	1.79%
石油與煉焦業	0.49%
化學行業	0.82%
建材和非金屬材料製造業	1.00%
金屬熔煉和軋製業	1.13%
金屬製造業	0.67%
機械製造業	3.39%
食物和飲料業	0.00%
其他	0.64%

- 2.2.46 最受建議措施影響的是電力工業。然而，鑒於電力工業主要以本地為基礎，並考慮到目前和將來珠三角經濟區內的條例和市場供求形式，估計措施在實施後不會對電力行業產生嚴重問題，至於成本則可以通過調整價格來彌補。這措施對社會經濟的最大影響將是用戶承受的經濟成本，轉嫁至產品價格上。
- 2.2.47 考慮到香港特區和珠三角經濟區現有的管理規定，建議的措施將不會對區域構成額外的管理和執行方面的負擔。在廣東處理和分配燃油的工業，由牌照系統監管，且同時需要長期監測和審查。此外，因經濟效益促使的短期內燃料價格的上漲也是要考慮的。從長遠角度看，清潔燃料的應用需要運用更多資源來推廣。
- 2.2.48 由於燃料、環境保護技術和裝置在中期將會從外地進口，因此預料區域內與電力有關的勞動市場不會受到直接影響。隨著清潔的替代燃料的發展，更多的就業機會出現於相關工業，例如天然氣和石油提煉等。傳統的燃煤方式將逐步被較環保的形式所取代。珠三角經濟區的職位流失與使用低硫燃料之間並沒有什麼直接的聯繫。

- 2.2.49 從環保的角度看，這是一個對珠三角經濟區非常有效的措施，它將能產生“非常高”的減排的效果。然而，它也存在著社會經濟方面的一點負面影響，這主要是產品水平和價格的影響。鑒於這措施在環保方面的得益，其整體的影響被視為“淨得益”。
- 2.2.50 對於香港特區，這措施在環保方面也是非常有效，可達到很高得減排效果，雖然在操作成本方面，產生輕微的負面社會經濟影響，然而，措施的高得益可抵消其整體的影響。

先進燃燒技術和工序改良 (E5)

- 2.2.51 除了能量管理措施之外，控制區域廢氣處理的技術，已經良好確立並可以利用。目前國內商業市場上有現成的廢氣脫硫工程技術 (FGD)。據國家電力局 (SEB 1999 年) 在國內各地 10 多個大型電廠進行的試驗研究顯示，控制技術的有效性高達 85%。商業廢氣脫硫工程技術的處理能力在每小時 35 噸到 1000 噸之間，普遍可行的效率為 95%。
- 2.2.52 香港特區電廠現已安裝排放控制措施 (如煙氣脫硫技術、低氮燃燒器、靜電除塵器等)，它們的減排功效與珠三角經濟區的試驗結果類似。
- 2.2.53 為降低氮氧化物排放而在燃料設備中安裝低氮燃燒器是一個很普遍的做法。本地市場也有供應這類低氮燃燒器。針對這些控制裝置的前期試驗正在進行，但在全面試驗未完成前，仍未能肯定控制裝置在小型工廠的可行性。於舊式燃煤鍋爐加裝低氮燃燒器後，氮氧化物的排放比傳統的鍋爐可降低 30-40% (國家電力局 1999 年)。
- 2.2.54 低氮燃燒器一般可單獨使用或是與火上注氣裝置(OFA)結合使用。火上注氣裝置的原理僅是把空氣加壓注入到鍋爐的頂端，從而幫助火焰燃燒。把低氮燃燒器與火上注氣裝置結合使用可以把氮氧化物的排放降低 30-60%。根據中華電力有限公司的記錄，在操作過程中應用低氮燃燒器技術後，可使潛在的氮氧化物排放降低 40% (中華電力有限公司 1997 年)。
- 2.2.55 附有低氮低氮燃燒器的新鍋爐，成本大約是每千瓦 10-15 元人民幣，與傳統鍋爐相比大約高 30%。對於規模小於 30 千萬瓦的的電廠來說，在現有鍋爐加裝低氮燃燒器的費用是每千瓦 80-320 元人民幣。根據不同的經濟規模，成本範圍的下限 (人民幣 80 元) 主要是代表大型發電廠，而範圍中的上限 (人民幣 320 元) 是指小型電廠。(廣州的空氣質量管理和計劃系統 1999)。改裝成低氮燃燒器的鍋爐的運行費用與傳統焚化爐的運行成本差不多。
- 2.2.56 控制燃料燃燒過程可吸入懸浮粒子的技術，在世界各地都很成熟並得到非常好的減排效果。表 2-7 顯示了現有的可吸入懸浮粒子(RSP)控制技術。

表 2-7 可吸入懸浮粒子的控制技術、效能和國外的成本

技術	效果	總成本 (~港元/立方米/年)	所需空間	應用
靜電除塵器	非常好	1000	大	氣體清潔和材料回收處理
織物過濾器	很不錯	200 - 350	大	乾運行和流程的環境
旋風除塵器	不錯	150 - 250	適中	中型和粗糙的顆粒，初步處理
洗滌器	好	350 - 900	適中	控制可吸入懸浮粒子及酸性氣體等粘性排放物

源自：Fundamentals of Air Pollution, 3rd Edition, Academic Press, 1994

- 2.2.57 使用中央電力生產設備也能作為一種替代方法，這是針對那些規模雖小但數量卻多的操作企業。這個系統旨在降低中小規模企業污染控制方面的成本，其方法是建立一個中央的裝置來處理如電力、加熱或蒸汽工序，並對其間產生的廢氣進行處理，其中央運作的費用比使用個別單位的成本低。

初步的社會經濟影響評估

- 2.2.58 建議的控制措施在技術上應不會為區域帶來重要的影響。鑒於國外的環境技術已得到普及和相對成熟，預計本地的環境保護技術工業會因成本下降而受益。

- 2.2.59 然而本地技術在開始時不一定便宜，發展本地技術意味著這些技術會被比較和競爭，因而提供更多的市場選擇，也就使應用費用變得降低。
- 2.2.60 珠三角經濟區的鄉鎮企業在技術上的主要難題是安裝控制設備所需的龐大前期資金。國外先進的工程設計結合當地的技能和排放收費基金在經濟方面的支援，可以使控制裝置變得價廉物美，而且符合環保局的排放要求。要想把本地的裝置推向全國，必須滿足兩個基本條件：
- 有助環境保護裝置達到合適價格，令排放控制變得更為容易。
 - 有助創造更多的就業機會。
- 2.2.61 廣東省政府可鼓勵發展適合區域的環境保護技術，引進國外的先進技術，吸引外國對區域工業進行投資，可行的話，政府還應該為那些合格的本行業提供優惠，正如其他高科技工業一樣。
- 2.2.62 作為一個新興行業，環保技術工業將提供許多就業機會。另外，成功在本地發展的技術可推廣到世界的市場上，從而增加更多就業機會。
- 2.2.63 珠三角經濟區可減少的污染排放量是相當顯著的。考慮到社會經濟成本大致都是正面，可預計這措施具正面效益。
- 2.2.64 對於香港特區來說，儘管有許多控制措施已經得到了應用，但是這種措施應被視為一個輔助的措施。這類措施在香港特區可得到的減排功效是“低”至“中等”。社會經濟方面的影響則可視為中性。這種措施能達到“淨得益”的效果。

2.3 能源控制措施的綜合摘要

- 2.3.1 表 2-8 列出了針對能源行業建議的控制措施，以及有關各種措施的可量化減排能力的初步分析摘要。對能源建議的控制措施見表 2-9。

表 2-8 對能源行業控制措施的評估得分

評估標準	控制措施									
	珠三角經濟區					香港特區				
	E1	E2	E3	E4	E5	E1	E2	E3	E4	E5
評估摘要										
減排潛力	高	高	非常高 (SO ₂ : -94536; NO _x : -59708; RSP: -7285; VOC: -479) 噸	非常高 (SO ₂ : -29045; NO _x : -21537; RSP: -10497; VOC: -5941) 噸	非常高 (SO ₂ : -204970; NO _x : -90654; RSP: -10799) 噸	低	中等	中等	非常高 (SO ₂ : -54447; NO _x : -43096; RSP: -3340; VOC: -381) 噸	中等
技術是否可得	是	是	是	是	否	是	否	否	是	是
社會經濟影響	-	-	-	-	+	-	-	-	-	0
評估得分										
減排潛力	+1	+1	+2	+2	+2	-2	0	0	+2	0
技術是否可得	0	0	+1	0	-1	0	-1	-1	+1	0
社會經濟影響	-1	-1	-1	-1	+1	0	-1	-1	-1	0
總分	0	0	+2	+1	+2	-2	-2	-2	+2	0

表 2-9 針對能源建議控制措施

控制措施	珠三角經濟區	香港特區
E1. 嚴格排放標準	零得益	定期檢討
E2. 排污費	零得益 / 不推薦	淨損失 / 不推薦
E3. 從西部省份進口電力	淨得益 / 推薦	淨損失 / 僅對長期性質的推薦
E4. 為了能量資源，儘量不用混合型燃料	淨得益 / 推薦	淨得益 / 推薦
E5. 先進的燃燒工序和對操作流程進行改良	淨得益 / 推薦	零得益

3. 工業源控制措施的評估

3.1 引言和評估標準

3.1.1 基準年和未來年的排放清單指出了工業是主要污染源之一。為評估目前的生產情況和在用的污染控制技術，本研究安排專家到各類工業設施實地考察。

3.1.2 研究發現工業污染主要來自燃料消耗和生產工序。眾所周知，燃料消耗過程中主要產生二氧化硫 (SO₂)，氮氧化物 (NO_x)和可吸入懸浮粒子 (RSP)，而生產工序則主要產生可吸入懸浮粒子和揮發性有機化合物 (VOC)。

3.1.3 針對工業控制措施的調查集中在表 3-1 所示的排放源。

表 3-1 主要的工業排放源

排放源	流程描述	相關污染物
工業燃料的使用	鍋爐內燃機及加熱器;工序供暖、熱水、蒸汽等	SO ₂ , NO _x , RSP
運作工序—非金屬礦物生產	水泥廠、磚廠、陶瓷廠生產	RSP
運作工序—有機化學品處理	油料貯存及裝卸, 燃料貯存、搬運、配送, 有機化學品廠及石油化工品廠生產過程	VOC
運作工序—印刷及平面造形藝術業	使用油墨、稀釋劑, 底版塗層或粘附材料	VOC
運作工序—揮發	乾洗, 使用有機溶劑清洗, 表面塗層	VOC

3.1.4 主要的考慮在以下幾個方面：

- 消滅整體或部分操作程序
- 遷移和改良操作程序
- 應用具有成本效益的工程控制技術

3.1.5 表 3-2 列舉了基於上述考慮的通用控制措施。這些控制措施都在控制技術和管理政策兩個層面，被其他國家和地區廣泛採用。

表 3-2 世界各國在工業生產中採用的控制措施

控制措施的概念	美國	英國	歐洲	中國	澳大利亞
<i>技術控制</i>					
先進減排技術	✓	✓	✓	✓	✓
改良工序	✓	✓	✓	✓	✓
<i>工業政策和管理</i>					
強行關閉小型工業設施				✓	
提倡綠色產品標籤	✓	✓	✓		✓
環境管理系統	✓	✓	✓	✓	✓
建立新/更嚴格的排放標準	✓	✓	✓		
常規監測和審查	✓	✓	✓		✓

✓ = 應用該控制措施的國家和地區

3.1.6 這一系列控制措施差不多都適用於本區域，而且作為篩選過程中的一部分，廣東省環保官員和香港環境保護署已經對這些控制措施進行了初步的討論。

3.1.7 消除污染源或關閉小型和低效益的工業設施是普遍的減排方法。其他方法是通過改良運作工序和生產技術於污染源頭控制排放，以達到清潔生產。此外，工程控制裝置的應用應當被視為是工序的管末控制措施。

3.1.8 為了調查出最適合本區域的控制措施，研究重點應該放在控制措施的減排潛力，但同時也應注重措施於區域和個別工業在執行上的可行性。

3.1.9 以下是用於進一步討論和評估的區域控制措施：

- 加強污染控制系統 (I1)
- 技術性控制 (I2)
- 環境管理系統和綠色生產 (I3)
- 強制關閉重污染工廠 (I4)

3.2 區域控制措施的可行性

加強污染控制系統 (II)

3.2.1 爲了有效控制工業排放, 應認真考慮和加強污染控制系統的三個主要的環節。以下環節將會個別討論：

- 排放標準
- 污染控制條例
- 環境影響評估和審查系統

收緊排放標準

3.2.2 在珠三角經濟區, 有關煤/油/燃氣工業鍋爐 (GWBP3-1999)、水泥工廠 (GB4915-1996) 和工業乾燥爐和火爐 (GB 9078-1996) 的主要燃料消耗工序都設有相應的國家排放標準。然而, 這些排放標準和其他國家的排放標準相比, 要進一步收緊排放水平是可能的, 見表 3-3。通過收緊排放標準、應用《最好的切實可行方法》(BPM) 和法定的定期環境監測, 以便燃燒過程中排放的污染物可被當局緊密監察, 繼而逐漸減少。

表 3-3 珠三角經濟區和歐洲國家燃燒過程中的排放標準

排放類型	排放標準(mg/m ³)	
	珠三角經濟區 (二級區域)	歐洲國家
二氧化硫 (SO ₂)		
固體燃料	900	200 - 850
氣體燃料	100	35
二氧化氮 (NO ₂)		
液體燃料	400	200 - 400
氣體燃料	400	100 - 200

3.2.3 在過去二十年裏, 香港特區經歷了巨大的經濟調整, 使第三產業得到發展和其他產業衰退, 特別是製造業。直至今日, 香港特區餘下工業的特點是需要較少的勞動力和土地, 有些更是高增值和高科技工業。這些公司都是對環境無害或者對環境負責任的。有見及此, 收緊排放標準並不是香港特區工業最優先的考慮。

強制污染控制條例

3.2.4 強制性控制條例的目的是通過規範經營者的操作模式來保護環境, 比如許可證系統能有效令經營者的操作標準化, 把污染減少到最低或達標的程度。這既適用於舊的經營者, 也適用於新的經營者。結果是經營者將通過改變操作模式, 安裝最好的可行污染控制設備和定期準備監測報告來達到當局制定的排放目標。當局爲達到所需區域空氣質素的控制機制可通過實施排放標準, 同時安裝最好的可行控制措施和懲罰那些超出標準的非法排放工業。

3.2.5 除了大規模的生產運作需依法服從環境保護法例之外, 可以在珠三角經濟區爲各種排放污染物的工業制定排放許可證系統, 以類似香港特區和其他地區的工作守則 (Code of Practice, CoP) 和技術備忘錄 (Technical Memorandum, TM) 來清楚指導發牌方針。許可證應詳細說明個別點源的最大的可允許排放和相關的控制措施。通過 CoP 或 TM 機制, 可利用互聯網爲工業提供關於控制生產排放的最好的切實可行方法和一些成功申請個案所需的成本。美國加州已有這方面的經驗, 南海岸空氣質量管理區 (South Coast Air Quality Management District) 的網站 (www.aqmd.gov/bact/) 爲有意申請許可證人士提供超過 27 類工業工序的最佳排放控制技術, 當中考慮到控制技術所帶來的財政影響及減排至達標水平。

3.2.6 在香港特區, 污染控制條例頗成熟。目前, 香港特區通過工作守則 (CoP) 和技術備忘錄 (TM) 向工業提供指導。相關條例包括空氣污染管制 (指明工序) 規例和空氣污染管制 (火爐、烘爐及煙囪) (安裝和更改) 規例。這些條例在過去幾年都定期進行了改善和修改, 暫時沒有需要作進一步的改變。

環境影響評估(EIA)和審查系統

- 3.2.7 在珠三角經濟區完成環境影響評估 (EIA) 後可建立一個法定的監測和審查報告機制，作為排放許可證系統的一部分來控制主要工業生產的排放。這些監測和審查計劃指出潛在的超標問題，是提省經營者將可能受到當局起訴的一個預報。除此之外，這些審查系統可以提供有用的工廠運作資料，這些資料有助形成區域排放清單。
- 3.2.8 在珠三角經濟區已經有“三同時”機制，旨在工程施工的同時，進行設計、安裝和啓用污染控制設備。這樣的機制應該在設備試用後，由操作員作出定期的環境監測和審查。環境監測和審查在市環境保護局的監督下監測設備排出的廢氣，然後建立法定環境影響評估和審查系統，當中應具備以下特點：
- 現有的企業可選擇控制他們的排放或者支付排放費用，新的企業必須按標準操作；
 - 在發展工程或企業開始運作前，須進行環境研究；和
 - 只有新企業或發展工程將受到影響。
- 3.2.9 定期向所屬市環境保護局遞交環境報告，並且對重要的地點安裝即時在線監測系統，可以立刻訂正任何不符合環境許可問題。所有通過這個環境許可和報告系統收集的技術資料，將作為持續環境監測(CEM)，有助建立未來污染控制管理的區域排放清單。
- 3.2.10 通過為工業實施 CEM，有必要在主要的城市加強環保局官員對環境監測和工業生產方面的知識。沒有如此的加強計劃，CEM 將不能成功地在城市層面實施。
- 3.2.11 在這個政策下，更多的以知識為基礎的高科技和高增值的活動，將會被積極地引入到珠三角經濟區。這些活動多不會構成污染環境，或有能力對環境負責。因為地方經濟對這種活動依賴的增長，其（在財政方面）對緊迫的環境控制來說將不會很脆弱。
- 3.2.12 香港特區在政策範圍已經有了準備，舉例來說，最近政府積極吸引更多的高科技工業和創立《環境影響評估條例》、《空氣污染管制條例》等等。而且，大部份主要的污染源都設有內部環境污染控制和審查系統。因此，本建議措施不會對香港特區有額外的影響。

初步的社會經濟影響評估

- 3.2.13 其它地方的經驗顯示經濟增長會帶來更多資源保護環境，因為污染治理的費用只佔運作費用的一個小部份。雖然當中涉及額外的財政費用，但是這費用對輸出水平和價值的影響卻是很小。因此，環保不會對新企業的輸出水平和價值有很大的負面影響。
- 3.2.14 假設珠三角經濟區推行環境影響評估系統，預期主要費用會是用於安裝環境設備，這可能影響輸出產品的價格。預備環境影響評估、其他文件和環境審查的成本將會構成總投資金額的 0.5-2%。(LUC 1996) 然而，審查將會有定期支出，但是這些費用與營運費用相比通常非常少的。為空氣污染的緩解措施通常購買和安裝清潔儀器，這比其他的選擇貴，如污染徵稅。這就是許多企業寧願支付排放罰款而不願在控制污染措施投資方面的原因。舉例來說，我們調查的一個公司為環境保護投資了 4 百萬元人民幣，然而它在 1999 年支付的污染罰款和費用是 18 萬元人民幣。環境保護會牽涉以下費用：
- 緩解費用，即是購買和安裝清潔儀器和使用低硫燃料的費用。如上所述，這些費用可能高達總生產費用的 15%(例如水泥工業)。
 - 一般比緩解費用低的監測費用。
- 3.2.15 大量投資環境設備且沒有得到政府補助的公司，成本將會化為較高的產品價格，而削弱公司的競爭力。
- 3.2.16 需要進行跨界協調工作來保證嚴格的執行方式，不會成為任何一方作為增加當地“競爭力”的工具。吸引投資一直是廣東政府各階層的目標。在這一點上，香港特區既是向內投資的競爭者，也是一個供應者。在這種環境下，追求當地經濟增長是優先政策，而環保目標時常會受到妥協處理，尤其是面對發展機會時。因此，可考慮在一些地方豁免其法定的環境保護費用，來達到吸引投資優勢。

- 3.2.17 在珠三角經濟區建立法定的 EIA 和審查系統可能會面對挑戰。這可能會引起來自政府低層-地方政府的阻力，恐怕影響向內投資。因此，有必要為該系統的實施進行教育和推廣。
- 3.2.18 各級政府和地區之間必須進行協調，來保證在整個珠三角經濟區嚴格程度一致。一個全面的污染控制系統的發展是需要時間、資本和努力。
- 3.2.19 隨著未來投資都集中在那些對環保和對環境負責的行業，這措施對珠三角經濟區吸引投資和就業水平沒有很大的負面影響。建立污染控制系統將引發當地對多樣化環境工業的需求，而提供更多就業機會。另外，由科學家、工程師、經濟學家和經理組成的環境專業也會是一個受惠的地方。
- 3.2.20 隨著企業日漸意識到控制污染是自身的社會職責，對環境的投資會變成是工業運作成本的一個傳統部份。因此，生產活動將在較高的環境標準下進行。結果是，發展一個污染控制系統的措施將會有“高”的減排能力。對珠三角經濟區來說，它應該作為補充其他直接措施的措施。雖然對就業的影響是正面的，但其對社會和經濟卻有不利的影響。總括來說，這種措帶來成本。然而，它卻有作為補充政策措施的價值。
- 3.2.21 香港特區已經有一個完善的環境控制系統。然而，仍然需要就香港特區日益變化的工業結構，繼續監管現行法例的有效性和實用性。這措施對於在未來減低排放的能力是“低”。它應該被看作是補充其他建議措施的措施。其對社會經濟的影響是中性。總括來說，這種措施會帶來淨利益。

技術性控制 (I2)

- 3.2.22 如 3.1 節所提到，工業排放通常來自燃料消耗和設備運作。因此，對技術控制的討論分開兩個不同方面進行。通過廣東省環境保護局的陪同到珠三角經濟區的工業源實地考察，對現時排放控制措施的應用有了初步的評估。結論是現有的控制措施效用低，且不成熟。

燃料使用

- 3.2.23 在工業中，燃料的主要用途是供電和給設備加熱。控制排放的普遍在能源章節已提到。可考慮的控制方法是：
- 擴大電力/供熱網絡
 - 採用管末控制設備
- 3.2.24 國內和國外均有煙氣處理的控制技術選擇，而這些技術在區域內隨時可得。現時處理燃燒後的煙氣脫硫工程方法包括注射添加劑、濕式洗滌和噴乾吸收，對減低 SO₂ 都有 60-95% 的功效(UNECE 1994)。表 3-3 列出這技術所需的經費作參考之用。UNDP 資助有關中國內地大型發電廠 (>200MW) 的研究，當中超過 10 個示範工程由國家電力局於 1999 完成，據說其 SO₂ 控制效率高達 85% (SEB 1999)。

表 3-4 脫硫技術的成本效益

脫硫方法	消除每噸二氧化硫的大概費用(人民幣)
注射的吸附劑	2250
濕式煙氣脫硫	4500
隔濾塔	700-1200
水塔	1200-1700
薄膜塔	1900
硫磺定置	1100
濕式方法	400
注射鈣	400
循環流化床	700

- 3.2.25 裝有低氮燃燒器的新鍋爐可以比裝有傳統燃燒器的減少近一半(45%)。把低氮燃燒器安裝到一個舊的燃煤鍋爐上的話，氮氧化物的排放可能比傳統鍋爐低 30-40%。估計每減少一噸氮氧化物的成本是 3000-5000 元人民幣。

- 3.2.26 減少工業排放的基本裝置有機械收集器,濕式洗滌器,袋式集塵器,靜電除塵器,燃燒系統,凝結器,吸收器和吸附器。所有方法都在世界各地被廣泛應用,控制來自多種工業生產的排放。選擇儀器的通常是看它在最低費用和運行費用下,令污染物達標的能力。
- 3.2.27 根據基準和未來年排放清單的研究,可吸入懸浮粒子和揮發性有機化合物是主要的污染物質。表 3-5 和表 3-6 分別列出了市場中能提供的現有的 RSP 和 VOC 控制技術的效率。

表 3-5 現有的可吸入懸浮粒子控制技術、效率及其成本摘要

技術	效率	總成本 (~港元/立方米/年)	空間要求	工業應用
靜電除塵器	優秀	1000	大	氣體清潔和材料回收處理
織物過濾器	良好	200 - 350	大	乾燥的生產和加工環境
旋風除塵器	較好	150 - 250	適中	媒介和粗糙微粒,起清潔前的回流作用
洗滌器	好	350 - 900	適中	控制可吸入懸浮粒子和腐蝕氣體的粘性排放

來源: *Fundamentals of Air Pollution, 3rd Edition, Academic Press, 1994*

表 3-6 現有的 VOC 控制技術、效率及其成本摘要

技術	低濃度		高濃度		應用
	效率	費用	效率	費用	
加熱焚化	高	高	高	適中	廣泛用於高濃度氣流
催化焚化	高	高	高	適中	專門用於低濃度氣流
吸附(活性炭過濾)	高	適中	適中	適中	廣泛用於低濃度氣流
吸附(廢氣清洗)	-	-	高	適中	廣泛用於高濃度氣流
凝結	-	-	適中	低	只用於高濃度氣流
生物過濾	適中 到低	低	低	低	主要用於低濃度氣流
濃度	稍低(低)	<3g/m ³			
	稍高(高)	>5g/m ³			
效率	高	>95%			
	適中	80 - 95%			
	低	<80%			
總費用	高	每減一噸 VOC >500 ECU			
	適中	每減一噸 VOC 150 - 500 ECU			
	低	每減一噸 VOC <500 ECU			

來源: *Convention on long-range Transboundary Air Pollution Concerning the Control of Emissions of Volatile Organic Compounds or Their Transboundary Fluxes*

運作工序 - 非金屬礦物生產

- 3.2.28 在這研究的資料收集期間發現,珠三角經濟區內大多數的企業都在沒有安裝排放控制設備的情況下運作,產生大量可吸入懸浮粒子。然而,據觀察,這些企業最近都逐漸安裝粉塵收集器。在香港特區,非金屬礦物產品的處理受《空氣污染控制(指明工序)條例》控制。在香港特區環保署頒佈的《最好的切實可行方法》的要求下,為了控制粉塵排放,應為工廠的非燃燒排氣至少安裝一個過濾系統。類似的控制技術的可以應用到珠三角經濟區非金屬礦物生產,可吸入懸浮粒子可減少達 90%。

運作工序 - 有機化學品生產

- 3.2.29 儲存石油產品所排放的 VOC 受儲存缸的尺寸和種類、缸內液體的氣體壓力及大氣的環境狀況影響。在香港特區和珠三角經濟區,三種儲存石油產品常見的油箱設計是固定頂部、外部浮置頂部和內部浮置頂部。不同的儲存缸設計會有不同的 VOC 揮發速度,而最好的控制方法是採用具有良好密封性能及良好接合系統的浮置式頂部技術。氣體控制系統如焚燒器或冷凝器通常被用作輔助的控制技術。另外儲存缸還需裝置內壓探測器,以監測儲存缸是否有洩漏跡象,並提早作出警報。然而在某些情況下,這措施的回收率仍需改進。
- 3.2.30 儲存缸的空間充滿 VOC 的氣體。當石油產品通過管道、油車、油站的充油器、汽車加油程序,從儲存總站傳送給消費者時,VOC 氣體便可能因揮發而溢洩。美國環境保護局在 1970 年代制訂的條例,Code of Federal Regulations, Protection of Environment, Title 40, Part 60, Subpart XX - Standards of Performance for Bulk Gasoline Terminals (USEPA, 1983),規

定每公升石油產品揮發出的 VOC 不得超過 35 毫克，或燃料總站和油車的氣體回收效率要達到 95%。北美和西歐國家為減少石油產品在運輸過程排放 VOC，已廣泛使用密封式氣體回收/平衡系統超過十年了。

- 3.2.31 自 2000 年四月起，香港特區政府要求汽油加油站和儲存大量有機液體的化學品處理商安裝第一階段氣體回收系統，這包括油車在補充儲油缸時用的氣體回收系統。在 1975 年，USEPA 已頒佈了技術文件，說明第一階段設計可以減少補充地下油箱時的揮發量達 90%。
- 3.2.32 香港特區政府正在著手進行研究，尋找進一步控制汽車加油系統氣體污染的方法。這些方法包括設置可有效回收氣體的噴嘴或軟管（第二階段設計）或在車輛上安裝活性炭吸附器。美國加州空氣資源部(Air Resources Board) 在測試第二階段設計後，發現該系統與沒有控制的系統相比，最低限度可減少 95%的氣體排放，而執行這措施的成本僅是每年每駕駛者 1.6 美元（SCAQMD，2000）。
- 3.2.33 珠三角經濟區還沒有實施體回收系統。因此，基於香港特區和其他城市的經驗，建議在珠三角經濟區使用第一或第二階段的氣體回收系統。

運作工序 - 印刷和平面造型藝術

- 3.2.34 印刷墨、塗層物料、墨水添加劑、製版清潔溶液是印刷和平面造型藝術工序的主要 VOC 排放源。個別工序排出的 VOC 種類和排放量取決於業務操作的規模和制訂的工作要求。最常見的印刷與平面造型藝術工序有：
- 卷筒熱印和非熱印
 - 膠版印刷
 - 柯式印刷
 - 凹版印刷
 - 絲網印刷
- 3.2.35 表 3-6 顯示的工程控制技術和低溶液含量的油墨、顏料和水槽液都是常見的措施，以減低排放量至美國定立的嚴格 VOC 排放標準。舉例來說，平面造型藝術材料和水槽溶液分別限制在 300g/L 和 80g/L。根據美國加州 South Coast Air Quality Management District (SCAQMD)在 2000 年一月執行的 1130 號條例，所有與平面造型藝術有關的工序必須裝上排放控制系統，並同時採用低 VOC 含量的材料。因此，本研究建議的控制方法是：
- 改良產品配方
 - 氣體(溶劑)回收
 - 毀滅和消除 VOC 系統，如焚化
- 3.2.36 珠三角經濟區內有關平面造型藝術生產的工序，目前並沒有安裝任何形式的控制措施，相信一旦執行管制，減排效益將會很大，VOC 減排率可達 90%。

運作工序 - 揮發

- 3.2.37 「工序揮發性排放」是指使用有機溶劑進行清潔和表面塗層的工序時排放 VOC。使用有機溶劑進行清潔的工序利用有機溶液為金屬、塑膠和電路板除油、脂和蠟。這是印刷、塗層和電鍍工序前的預先處理程序。
- 3.2.38 只設一個最小型的出入口並將所有工序排放點都密封的系統設計，可有助減低 50%的排放量。採用“U”形彎曲設計可減少 VOC 在工序中的擴散。
- 3.2.39 美國加州南岸為減低排放到環境空氣的 VOC 水平，限制塗料的 VOC 含量及其生產線的排放量。這些生產線包括海洋塗料運作（1106 條）、金屬部分和產品用塗料（1107 條）、汽車和流動設備（1115 和 1151 條）、金屬容器、封口、綫圈外層（1125 條）、電磁線外層（1126 條）、紙張、布料、紙夾塗料（1128 條）和素膠、橡膠和玻璃塗料（1145 條）。
- 3.2.40 有多格歐洲國家和美國在 1999 年 11 月 30 日訂立的 Protocol to Abate Acidification, Eutrophication and Ground-level Ozone in Gothenburg (Sweden)，提供了一套與工業程序相關的 VOC 揮發量限值。

- 3.2.41 為達到操作程序的排放標準，相關法例建議的控制措施主要分 3 類：低 VOC 含量的塗層、轉移效率高的設備及空氣污染控制設備。在生產線的工序中使用粉狀、固體或水性塗層的減低 VOC 排放功效已得到證實，轉換效率亦不會因此而減低。用低 VOC 含量的塗層替代原來的塗層，可使 VOC 排放減少約 70%-90%。而活性碳吸附設備、焚燒器、催化焚燒器等控制設備在市場上十分普遍。美國環境保護局曾進行大型的 VOC 控制設備操作測試，結果顯示有關的控制方法和設備都能平均控制效率達到 91%—96% (USEPA, 1999)。

初步的社會經濟影響評估

- 3.2.42 這些控制不同工業工序的措施所帶來的社會經濟影響與能源行業的情況相似。
- 3.2.43 這些控制措施的減排能力十分顯著。考慮到大部分的社會經濟成本都屬正面，對珠三角經濟區來說，這措施具成本功效。
- 3.2.44 除了印刷工業外，目前香港特區大多數工業源都設有相當程度的技術控制，而香港的排放水平屬中等。社會經濟影響總括是中立的。這措施產生淨得益。

環境管理系統和綠色管理/生產(13)

- 3.2.45 在珠三角經濟區，可鼓勵消費品製造業推廣綠色管理和銷售。這是通過更有效使用自然和人力資源，以一種更環保的方式來製造和銷售產品和服務，從而促進可持續發展經濟的概念。珠三角經濟區應廣泛推廣環境管理系統，而伸展至 ISO14001 或同等的認證。
- 3.2.46 近幾年來，愈來愈多的消費者渴求生產過程較環保的產品。綠色產品銷售是指生產商為選用環保產品的消費者，生產、標明、分配或售賣產品和服務的過程。建議省政府建立一各機制，方便識別綠色產品。這不僅將讓公司打進綠色市場並得到發展，還可以減低生產工序的排放量，而最終令環境受惠。
- 3.2.47 要加強效力，教育也應該得到平行發展。教育可以從兩個層次考慮：
- 公民教育：告知消費者綠色生產的發展，鑒別綠色產品的方法和選擇綠色產品的好處
 - 企業教育：向企業宣傳採用清潔生產方法的好處
- 3.2.48 銷售綠色產品的一個重要步驟，是向消費者保證產品的生產過程是有利於環境的。這可以通過產品的認證來確定產品在製造過程是否符合綠色標準。產品還可以經省政府貼上原料標籤，讓消費者得到所需的資料來作出選擇。國際上有許多計劃，成功地為木材和農業產品和消費品進行認證和加上標籤，為控制排放提供新的方法。
- 3.2.49 這措施需要建立一個可以判斷生產環境表現的標準。從而教育生產商如何對環境更負責任，並教育消費者如何避免使用沒有“綠色”標誌的產品。綠色市場需要有一個獨立的機構來管理和/或認可，以維持它們的可信度。同時，過多的生態標籤會引起消費者的混亂。
- 3.2.50 在香港特區，綠色生產包括兩種類型的機制：於香港特區加添產品標籤，並廣泛執行受 ISO14001 認證的環境管理系統(EMS)。這些機制很重要性，並在香港特區可行：
- 在工業結構重組期間，香港特區作為商業管理、融資和市場中心的角色得到維持。顯然是香港特區公司的做法對珠三角經濟區的工業/商業有極大的影響。
 - 香港特區本身，作為一個主要的消費者市場，對其他地方製造的產品也有影響。明智的利用這種權力可把其影響力擴展到香港以外的的生產工序。
- 3.2.51 在香港特區，目前只有小數公司得到 ISO14001 認證，或擁有環境管理系統。最近的研究顯示應用於某些產業，例如建築工業和其他的支援機制，對許多準備清理生產程序的公司有積極的影響。這也可能影響到一些為香港公司進行生產的中國企業，採用環境管理系統。

初步的社會經濟環境評估

- 3.2.52 一般來說，隨著綠色管理/生產意識的增長，環境發展的力量將會令環境工業的投資增加。

- 3.2.53 在中期的情況，“綠色”標誌將會為市場帶來一定程度的增長，屆時產品研究、發展和生產方面的支出，會因為市場佔有率上升而得到回報。
- 3.2.54 要產品達至一個合乎“綠色”標誌的良好環境水平，涉及生產方法和原料的轉變，影響輸入和輸出的價格。然而，這樣的影響關乎產品的特性。再者，產品符合“綠色”標誌的程度所需求的生產、包裝方法等，對成本也會有影響。
- 3.2.55 以環境標準為基礎的產品將各有不同，使消費者市場多元化，引發新的競爭動力。當新穎的產品出現，還可以增加出口機會(當然產品需要符合嚴謹的國際評估程序)。
- 3.2.56 若設立共同標準和平均應用審核系統，“綠色”標誌沒有理由不能通用於多個市場。不同層次和不同地區政府，需互相作出協調，以確保“綠色”標誌的標準和對消費者的教育在整個珠三角經濟都是一致。
- 3.2.57 就業機會與綠色生產力推廣的水平是不會成反比。一家在保護環境方面有良好聲譽的公司可在世界各地得到較高的認可水平。
- 3.2.58 成功的綠色標誌方法將為參與的公司帶來新的市場機會。隨著區域內一些地方政府和大公司在關鍵人士的壓力下開始關注“綠色策略”，綠色標誌認證可以提供一個推動的優勢。
- 3.2.59 對珠三角經濟區來說，這措施的污染削減能力是“中等”，並且應該被視為其他直接污染控制措施的輔助措施。這措施的短期社會經濟影響是中性的成本，但是長期的影響是淨得益。總括來說，這措施在短期將會對珠三角經濟區產生中性的影響，在長期是淨得益。
- 3.2.60 當地的輸出水平和價值不會受到影響，然而，外在影響將會產生。在香港特區執行這措施，將會加強有關政策對珠三角經濟區的影響。
- 3.2.61 在香港特區的市場，若成功推行“綠色”產品，市場內較願意接納環保產品的水平可支持環保的成本。在世界市場中，將有兩個方面的反應：
- 在環境意識低的地方，預計對綠色產品的需求會逐漸減少(尤其是因為這些市場普遍較貧窮-需求對價格更加敏感)，舊的產品將繼續被售出，基本上，獲取認證和綠色標籤是公司自願的商業決定。
 - 在“綠色”標誌得到成功推廣的地方，來自或經由香港特區入口的“綠色”產品將可根據市場佔有率增長，或甚至取消各種貿易限制。
- 3.2.62 然而，從長遠的觀點來看，隨著全球環境意識的增長，綠色產品會逐漸取得市場價值。雖然措施對現在的管理系統會造成額外的執行負擔，考慮到香港特區政府成功地實行了類此的計劃(如環境影響評估)，估計影響將會很微。
- 3.2.63 珠三角經濟區對環境技術的較高需求，有助香港特區發展相關工業，提供更多本地職位。
- 3.2.64 對香港特區來說，這措施的污染削減能力是“低”。然而，這措施除了輔助其他直接的控制措施外，它可進一步減低珠三角經濟區的污染。這措施在短期的社會經濟影響是中性，但是長期的影響是淨得益。總括來說，這措施在短期對香港特區形成淨得益，在長期屬更高的淨得益。
- 強制關閉重污染工廠(14)**
- 3.2.65 在香港特區現有的規例下，如果工業設施的排放量超出限制，將會得到消滅通知。除非設施的負責人在規定時間內改正問題，否則將會被起訴。法院可能要求關閉設施作為最後的方案。由於香港特區已經設有相關的條例，因此不需要這措施。
- 3.2.66 除此之外，有大量排放的製造業在香港特區已不普遍，因為在《最好的切實可行方法》之下，這種行業多年來已逐漸減少。

- 3.2.67 在珠三角經濟區，工業設施會在以下兩種情況下被迫關閉：
- 當設施被發現過度污染，並且在規定時期沒有得到改正。
 - 若設施所屬的工業類別，被政府界定為小型的重污染工業。
- 3.2.68 事實上，珠三角經濟區的工業生產開始由勞動密集型的製造業，變成知識型的工業，包括電子和資訊、生物技術、石油化學、精密儀器機械和自動化。這些工廠的規模由國有企業或鄉鎮企業，轉移為備有大量資本投資先進環保設備的多國合資公司。
- 3.2.69 在初期的諮詢中，主要污染工業的公司代表認為嚴格的規例偏癱小單位。經驗表明當局在小公司執行環境保護措施更困難，因為他們的生產“無定形性”性質－在商業周期中繁榮和不景氣(甚至消失)。因為小的企業往往在事實上沒有環境保護責任，這使得那些遵守環境規則的企業-通常是大的企業-非常不利。因此，關閉小的污染企業將潛在地對環境和經濟有利。
- 3.2.70 在《藍天工程》下，政府認為要關閉的“15 項小型工業”包括以下工業。該表應該得到經常審查，以便提供更有效的控制。
- | | |
|-------------|--------------------------|
| • 採煤業； | • 輕工業； |
| • 造紙業； | • 紡織品業； |
| • 皮革製造業； | • 石油加工業； |
| • 厚玻璃板業； | • 化學原材料和化學產品業； |
| • 水泥業； | • 木材加工、竹子、藤條、棕櫚纖維和麥杆產品業； |
| • 熱量生產和供應業； | • 機器製造業；和 |
| • 非鐵類的金屬業 | • 印刷業。 |

初步的社會經濟影響評估

- 3.2.71 對於某些行業來說，關閉小型工廠會導致短期的輸出量水平下降。然而，鑒於現時很多大型工廠都有多餘的生產容量，受影響的生產量將逐漸被更有效率的大型企業取代，因此輸出水平不會長期遭受損失。其他能遵守限制的工廠能令本身的投資保值，並慢慢地吸納員工。
- 3.2.72 在廣東，基於制度和法例的特徵，一些小企業的發展（如電廠）是不協調投資所致。雖然大型企業的容量將全面/局部取代被關閉的小企業，但是小企業在經濟生命結束前被強行關閉，將引致新資本比預期更早投入市場。這成本可以由被關閉的小型工廠之剩餘價值計算出來。廣州政府 (AQMPG, 1999) 估計在發電行業，每削減一噸空氣污染物(二氧化硫、氮氧化物或粒子)的費用是 4,270 元人民幣。其他成本可能是用於重組銷售/分配網絡的費用。
- 3.2.73 一種比較不切實的獲益，是關閉小工廠有助促進大公司進行清理工作，引入更多大公司。
- 3.2.74 由於市場結構重組和大公司重收市場佔有率需時，廣東在短期內將失去部分市場佔有率。然而，預算在長期的情況，生產將更有效率，並且隨著全球環境意識和廣東的環保生產基地的聲譽逐漸增長，廣東的產品將在世界市場中變得更具競爭力。
- 3.2.75 如果空氣污染是歷史政策和習慣的結果，環境保護也應該是整個社會的責任。單單因為工廠的規模小，而不考慮它們的實際環境表現的強制關閉政策，或沒有提供時間予達到標準，會顯然對區域的投資氣候造成嚴重影響。
- 3.2.76 珠三角經濟區和香港特區的密切關係，再加上中國實行開放政策以後的優惠政策，珠三角經濟區吸引了大量的外國投資，特別是來自香港特區的投資，當中有些投資或會被要求關閉。考慮到這些工廠受到的影響，及政策不是基於環境表現，雙方政府有責任合作和制定一個可以接受的推行方案。
- 3.2.77 在政治上的，關閉小工廠會遇到來自工廠負責人的阻力。事實上有些小工廠是公營的，它們仍然負債或依賴運作的現金流量。當中多個因素，如就業、地方經濟增長、地方保護主義都需要堅固，令問題在短期內更加複雜。

3.2.78 然而，大型企業可能會歡迎這個政策。目前，由於小工廠忽略環保責任而保持競爭力，因此大工廠抗拒投資清潔設備。關閉小工廠將會令大型企業獲益，因為它們的產品/服務的市場需求將會增加，而且市場在環保的層面亦會較公平。

3.2.79 雖然被關閉的容量將逐漸地被大型企業取代，但是短期內勞工力量不會因大型企業擴充生產活動而完全被吸納。這是因為：

- 工作的需求和供應或會有差異
- 工人技術需求和供應或會有差異(大企業通常不僱用來自小企業的低技術工人);和
- 由於大企業比小企業效率高，每單位輸出所需的勞動量較低。

3.2.80 目標小型工廠關閉後，市場需要重組，如電力方面需要提升分配網絡。大型企業會逐漸吸收釋市場並且擴張它們的生產活動。

3.2.81 這措施在珠三角經濟區的減排能力“非常高”，然而，這措施會引來反面的社會經濟影響，尤其在短期的情況下，就業機會將受削減，因此總括在短期內這措施屬淨成本。然而，長遠而言，隨著經濟調整以至更有效生產，這種措施是有益的。

3.3 工業源控制措施的綜合摘要

3.3.1 表 3-7 列出了針對工業行業建議的控制措施，以及有關各種措施的可量化減排能力的初步分析摘要。對工業建議的控制措施見表 3-8。

表 3-7 對工業源控制措施的評估得分

評估標準	控制措施							
	珠三角經濟區				香港特區			
	I1	I2	I3	I4	I1	I2	I3	I4
評估小節								
減排潛力	高	很高 (SO ₂ : -154612; VOC: -91415; NO _x : -63428; RSP: -181453) 噸	適中	很高	低	適中	低	不適用
技術是否可得	是	是	是	是	是	是	是	不適用
社會經濟影響	0	+	0	--	0	0	0	不適用
評估得分								
減排潛力	+1	+2	0	+2	-1	0	-1	不適用
技術是否可得	0	0	0	+1	+1	0	0	不適用
社會經濟影響	-1	+1	0	-2	0	0	0	不適用
總得分	0	+3	0	+1	0	0	-1	不適用

表 3-8 針對工業源提議的控制措施

控制措施	珠三角經濟區	香港特區
I1. 加強污染控制系統	中性利益 作為政策措施推薦	中性利益 推薦為政策措施
I2. 技術性控制	淨利益 推薦	淨利益 推薦為經常檢討
I3. 環境管理系統和綠色生產	從短期來看淨損失 從長期來看淨利益 作為長期措施推薦	從短期來看淨損失 但從長期來看更高的淨利益 推薦為長期措施
I4. 強制關閉嚴重污染工廠	從短期來看淨損失; 從長期來看變得更有益 推薦為長期措施	對香港特區不適合

4. 車輛控制措施評估

4.1 區域控制措施建議

- 4.1.1 隨著區域的高速發展和城市化，預計市區的車輛排放會迅速增長，構成區域排放的一個重要部分。根據市區空氣質素監測站的記錄，車輛在路邊的排放量已到了一個嚴重的水平，經常超出空氣質素標準。
- 4.1.2 汽油內燃器和柴油內燃器是目前兩款主要的車輛發動器，預計它們在未來會仍然被採用。因此，有必要通過控制車輛數量的增長和執行更嚴格的尾氣排放標準來減少尾氣排放。
- 4.1.3 世界各地的城市普遍採用一套控制策略和相關的措施來減少車輛排放量。表 4-1 列舉了這些普遍使用的控制措施。

表 4-1 世界各國針對車輛實施的空氣質素控制措施

控制措施	美國	英國	歐共體	中國	澳大利亞
執行更嚴格的尾氣排放標準	✓	✓	✓	✓	✓
加強對現有汽車的檢驗與維修計劃	✓	✓	✓	✓	✓
提高汽車的更新替換速度	✓	✓	✓	✓	✓
提高燃料質量	✓	✓	✓	✓	✓
開發可使用其他燃料的車輛	✓	✓	✓	✓	✓
交通管理與規劃	✓	✓	✓	✓	✓

✓ = 應用該控制措施的國家和地區

- 4.1.4 過去有關香港特區（第三次整體運輸研究）和珠三角經濟區城市（聯合國開發計劃署廣州研究）的車輛排放控制研究都提出了類似的措施。初步的篩選評估指出所有的措施都應該經過第二階段的評估，以便為區域選出最切實有效的控制措施。
- 4.1.5 除了對車輛實施更嚴格的排放標準外，還應採取多源化的方法來協助執行措施。建議香港特區和珠三角經濟區採用的車輛排放控制措施，將按以下次序被逐一討論：
- 提早為新車實施車輛排放標準(M1);
 - 車輛全面檢測/維修計劃(M2);
 - 環保交通計劃
 - 制訂利於環保的交通規劃 (M3)
 - 發展替代能源車輛 (M4)

4.2 區域控制措施的可行性

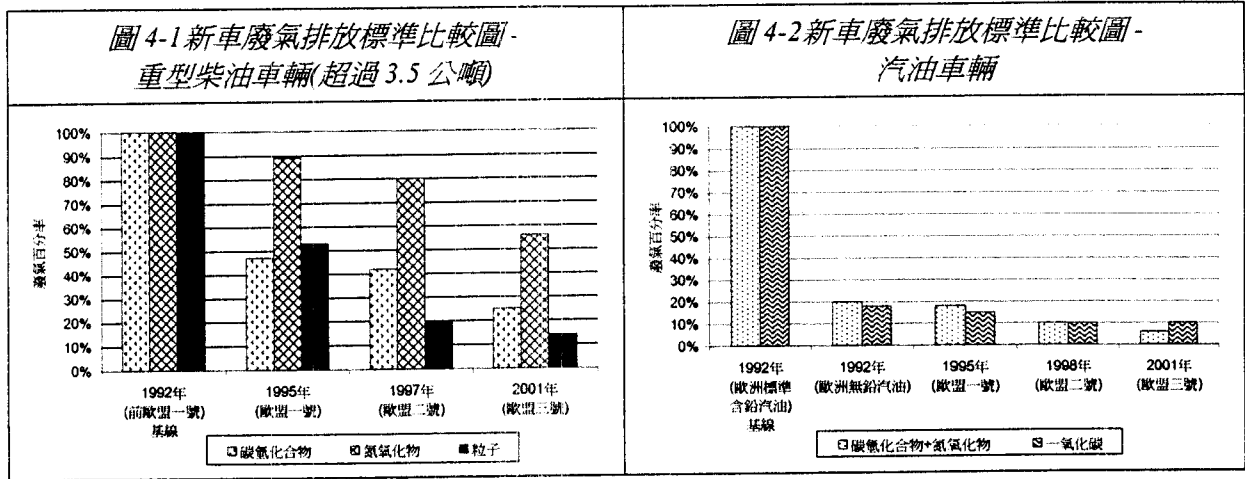
提早為新車實施車輛排放標準 (M1)

- 4.2.1 香港特區的車輛大部分是從日本、歐盟和美國進口的。這些國家帶領世界各地施事的車輛排放標準和燃料規格，並利用最先進的技術來減少新車的排放。對香港特區來說，沒有必要施行更嚴格的排放標準，因為它進口的車輛都符合排放標準。2005 年歐洲將對新車輛實行歐盟三期排放標準，香港特區也將和歐洲同步實行這一標準。表 4-2 是歐盟國家實行車輛排放標準的時間表。

表 4-2 歐盟成員國的強制性車輛排放標準

標準	指示	車輛類型	生效日期
歐盟一期	91/444/EEC	客車	1992 年 12 月 31 日
	93/59/EEC	輕型商用車輛	1994 年 10 月 1 日
	91/542/EEC	重型柴油車輛	1993 年 10 月 1 日
歐盟二期	94/12/EEC	客車	1997 年 1 月 1 日
	96/69/EEC	輕型商用車輛	1997 年 10 月 1 日
	91/5442/EEC	重型柴油車輛	1996 年 10 月 1 日
歐盟三期	98/69/EC	客車和輕型商用車輛	2001 年 1 月 1 日
	99/96/EC	重型柴油車輛	2001 年 10 月 1 日
歐盟四期	99/96/EC	客車和輕型商用車輛	2006 年 1 月 1 日
		重型柴油車輛	2006 年 10 月 1 日

4.2.2 香港特區從 2001 年起，採用歐盟三期排放標準於所有淨重不超過 3.5 公噸的汽車，與歐洲同步。歐盟三期排放標準與歐盟二期排放標準相比，每輛汽車排放的 RSP 減少 30%、揮發性有機化合物減少 40%、氮氧化物減少 30%，與歐盟一期排放標準相比，每輛汽車排放的 RSP 減少 86%、揮發性有機化合物減少 75%、氮氧化物減少 44%。圖 4-1 和圖 4-2 分別對比了不同標準下 3.5 噸以上的重型柴油車輛和汽油車輛的排放量。香港特區的巴士公司目前主要趨向訂購歐盟三期標準的巴士，並在今後購買符合歐盟四期或五期標準的巴士。



4.2.3 珠三角經濟區現有的車輛大部分只符合歐盟前期標準，國家環境保護局正計劃將標準提高，見表 4-3。據廣州環境保護研究所估計，廣東有 70% 的車輛是國產的。國產車輛的排放量一般高於進口車輛。汽車生產技術，尤其是引擎技術必須得以提高，來配合表 4-4 的計劃。如果計劃如期實施，到 2010 年車輛將達到歐盟四期標準，比原定計劃提前 5 年。

表 4-3 國家環保總局建議的珠三角經濟區車輛尾氣排放標準實施時間表

(開始年份)	1997	2000	2001	2004	2005	2010
摩托車	歐盟前期標準		歐盟一期		歐盟二期	歐盟三期
小型汽車	歐盟前期標準	歐盟一期		歐盟二期		歐盟三期
大型汽車	歐盟前期標準		歐盟一期		歐盟二期	歐盟三期
柴油貨車	歐盟前期標準	歐盟一期		歐盟二期		歐盟三期

表 4-4 本研究建議的珠三角經濟區車輛尾氣排放標準實施時間表

(開始年份)	1997	2000	2001	2004	2005	2006	2010
摩托車	歐盟前期標準		歐盟一期		歐盟三期		歐盟四期
小型汽車	歐盟前期標準	歐盟一期		歐盟二期		歐盟三期	歐盟四期
大型汽車	歐盟前期標準		歐盟一期		歐盟三期		歐盟四期
柴油貨車	歐盟前期標準	歐盟一期		歐盟二期		歐盟三期	歐盟四期

4.2.4 珠三角經濟區的燃料質量也必須提高，才能達到排放標準。1995 年香港特區根據《空氣污染管制（汽車燃料）條例》採用了歐盟國家的標準，制定汽油和柴油的最高含硫量，見表 4-5。珠三角經濟區也應該配合嚴格的排放標準，實行表 4-5 中的燃料標準。進一步改善柴油的質量，相當於香港特區目前使用的超低硫柴油（含硫量小於 0.005%）也值得推廣。

表 4-5 不同歐盟排放標準對燃料的含硫量要求

排放標準	汽油	柴油
歐盟前期標準	0.1	0.5%
歐盟一期標準	0.1	0.2%
歐盟二期標準	0.05	0.05%
歐盟三期標準	0.015	0.035%
歐盟四期標準	0.005%	0.005%

初步的社會經濟影響評估

4.2.5 在香港，對新車施行更嚴格的排放標準是個直接而有效的措施，它不會給香港帶來了重大的社會經濟影響，並且產生了巨大的效益。

- 4.2.6 對珠三角經濟區的汽車工業來說，經過改進的生產技術可增加產品的價值，有助於汽車工業打入實施嚴格排放標準的新市場，增加汽車總產量。1999 年珠三角經濟區運輸行業的生產量為 360 億元人民幣，相當於全廣東省運輸行業生產量的 90%。
- 4.2.7 生產質量提高的車輛需要較高的成本。當中可能涉及較昂貴的原料、更多的勞動力和更先進的技術。對珠三角經濟區的新車實施歐盟一期和二期的標準，減低每噸氮氧化物的成本約為 20800 元人民幣。以歐盟三期標準取替歐盟二期的柴油和汽油車輛，減低每噸氮氧化物的成本則是 32500 元人民幣。於車輛安裝三元催化器，降低可吸入懸浮粒子的成本約是每公噸 150 元人民幣。(聯合國開發計劃署 2001, GZG 1999)
- 4.2.8 汽車工業的增長可為珠三角經濟區創造更多的就業機會。汽車製造商不一定擁有所需的生產技術，他們有必要對研究和技術進行投資，生產符合更嚴格標準的汽車。從國外引進的新技術會招致成本。另外，僱用更高技術的員工也會增加成本。
- 4.2.9 這一措施能使珠三角經濟區有能力生產更高質量的汽車，這就提高了汽車工業的競爭力，使它們能打入新的市場。它們生產的汽車可以進入中國其他對新車實行更高標準的城市，如北京。
- 4.2.10 建立可靠的車輛登記記錄、使用能準確測量排放量和能有效實施排放標準的方法對於施行這一措施至為重要。根據世界銀行《世界銀行 2000》報告，對很多發展中國家來說，一項措施是否能有效執行是個關鍵問題。報告還指出收緊新車的排放標準的成本效益，或會低於控制現有車輛排放的措施，因為大部分車輛排放都是保養不好的舊車產生的。
- 4.2.11 建議的措施預計在一個合理的時間，如四年內，讓汽車工業改進生產技術，期間還可吸引國外投資。
- 4.2.12 由於在廣東省燃油質量必須得到統一，以便供應較優質的燃油。這將影響到珠三角經濟區的石油化學工業，以適應新的標準。此外，當更嚴格的排放標準落實後，今後全世界對低質量燃油的需求將會減少。燃油的價格應該會保持在一個合理的水平上。
- 4.2.13 珠三角經濟區使用高質量燃油帶來的社會經濟影響，參照了香港特區巴士公司的經驗來評估。1999 年底，香港特區有 12,120 輛領有牌照的巴士，50% 以上的巴士由五間專營巴士公司經營(C&SD 2000)。所有大型巴士公司最近改用超低硫燃油（含硫量 0.005%），來替代原來使用的普通柴油（含硫量 0.05%）。2000 年的一個試驗，研究超低硫燃油是否適合香港特區以及它對減少排放的作用。結果證明使用超低硫燃油和使用普通柴油對車輛的性能、耗油量和維修要求沒有顯著的不同。
- 4.2.14 香港特區的巴士公司改用超低硫燃油前進行的協商指出，若他們必須採用低硫燃油，而低硫燃油的價格不降到合理水平，那麼他們的利潤會大幅下降。由於營運成本將會大增，他們很可能會提高票價。他們就超低硫燃油的供應問題與多家石油公司商討，並要求它們以可靠的運送率和可負擔的價格，大量供應超低硫燃油。
- 4.2.15 然而，這些大巴士公司在 2001 年初宣佈改用超低硫燃油後，票價並沒有提高。目前還不能肯定他們的票價日後會否提高。對於香港特區其他柴油汽車來說，政府目前對超低硫燃油徵稅有優惠。雖然現時市場已沒有發售普通柴油，超低硫燃油的價格相比當時的普通柴油還低 8%。
- 4.2.16 鑒於香港特區的經驗，使用高質量燃油後增加的車輛維修費用和技術人員培訓費並不顯著，引擎也不必經過改造。由於整個廣東省的燃料價格都將提高，所有公司的營運成本都會增加，因此不會造成競爭力方面的問題。
- 4.2.17 與很多發展中國家一樣，措施的執行在珠三角經濟區是個關鍵。要成功實施這措施，必須採取適當的行動防止使用非法進口的燃油。然而燃油效率可能因地而異，是乎當地的氣候、城市的環境和車輛的性能等。因此實施措施前，需要先研究改用高質燃油帶來的影響。

- 4.2.18 預計使用高質量燃油後，不會出現主要的僱用問題，因為改用燃油不需要改造引擎和培訓技術人員。如果高質量燃油的價格與目前使用的低質量燃油相若，相信運輸行業和私家車都能夠接受這一措施。
- 4.2.19 從環境角度來看，收緊車輛排放標準是個直接有效的措施。對珠三角經濟區來說，這會使成本增加，但同時也會帶來一定的社會經濟效益，抵消了它的社會經濟影響。因此，這措施帶來的淨利益。

車輛全面檢測/維修計劃 (M2)

- 4.2.20 目前廣東省要求所有都必須參加年審和路檢，檢查汽車排放的碳氫化合物和一氧化碳水平。廣東省還未有檢測氮氧化物和二氧化碳的技術。
- 4.2.21 如果車輛沒有通過碳氫化合物和一氧化碳檢測，那麼車主就必須加裝柴油催化轉化器。安裝每個柴油催化轉化器大約的費用是 8,000 到 12,000 元人民幣 (AQMPSPG, 2000)。安裝柴油催化轉化器後，車輛必須經過複檢。有時在國產汽車上安裝柴油催化轉化器會遇上困難，因為很多國產汽車的設計都不能容納柴油催化轉化器。廣東省有 70% 的車輛是政府所有的。大部分公共交通也由政府機構經營，因此加裝柴油催化轉化器的費用主要由政府承擔。(來源：廣東省的諮詢)
- 4.2.22 這措施將加強珠三角經濟區現有的檢驗與維修計劃，根據 USEPA 的報告，有效的檢驗與維修計劃能使排放量減少 28% (USEPA, 1996)。應該考慮到建立集中或分散的排放檢測中心的可行性。排放檢測還應包括對氮氧化物和可吸入懸浮粒子的檢測。檢測可採用新技術，如遙測。該項計劃還包括建立資料系統和培訓系統給駕車人士、檢驗操作員及市民。然而對珠三角經濟區的檢驗與維修計劃來說，控制外來車輛是有困難的。
- 4.2.23 由 2000 年 11 月起，香港特區所有超過 6 年車齡的汽油車輛，將要在年度檢驗期間進行尾氣排放檢查。從 2000 年 10 月開始，所有的柴油車輛在年度檢驗和車輛性能測試中將要接受更為嚴格的檢驗程式。主要的巴士公司要定期的(每 3 到 4 個星期一次)對巴士進行尾氣排放測試。計程車、輕型公共汽車和貨車的車主和司機一般都明白車輛維修的重要性。污染車輛要被罰款，而金額在 2000 年 12 月 1 日起，從 450 港幣增加到 1,000 港幣。區域應同時引入和提高維修技術以有效地減少尾氣排放。檢驗及維修系統必須定期檢討及根據區域內各城市的交通情況而逐步收緊。

初步的社會經濟影響評估

- 4.2.24 在珠江三角洲地區，大部分公共交通都是公眾的。檢驗和維修的相關費用將會由營運商承擔。影響的程度視乎檢驗費用的升幅以及車輛尾氣排放標準。
- 4.2.25 引入新的尾氣排放測試之後，除了維修費用可能升高之外，當中的成本還包括檢驗和維修車輛所花的時間。由於珠江三角洲地區運輸工業的各部分都會受到影響，因此不會產生競爭力的問題。
- 4.2.26 由於珠三角經濟區的公共交通大部分是公營的，以上提及的檢查和維修費用，將會由政府承擔。當新的檢驗中心成立後，將會為珠江三角洲經濟區提供工作機會，同時也將會提供有關車輛維修的高技能職位。車輛維修在總體上將會得到運輸公司的重視，增加了車輛的壽命。
- 4.2.27 在珠三角經濟區採用這個措施來達到減少尾氣排放的能力是“中等”。它會造成一些社會經濟上的成本。然而，這個措施可作為一種輔助措施。
- 4.2.28 這種措施可作為收緊香港特區尾氣排放標準的一個輔助措施。儘管它減排能力是“低”，但作為一種輔助措施，它不會產生任何負面社會經濟影響，但會有小量的負面效益。

制訂利於環保的交通規劃 (M3)

- 4.2.29 《第三次整體運輸研究》已經為香港特區的運輸計劃和管理，制定了一些長期政策方向。下面列出的政策方向，通過對土地使用、運輸和環境的綜合考慮，來減低對基礎設施的需求和環境的影響。
- 發展完善運輸計劃，鼓勵公共交通
 - 建立管理計劃以推動運輸計劃
 - 減少擠塞和改善流量
 - 改進公路分佈和交通網絡
 - 投資運輸網絡以提高效率
- 4.2.30 雖然這些政策方向原本是為香港特區而制定，但是廣東省政府已經提出類似的方法來控制當地車輛的尾氣排放。這些方法在現階段為珠三角經濟區的城市區提供了一個進一步研究的框架。
- 4.2.31 電子道路收費計價(ERP)是新加坡採用的一個交通管理系統。運輸署在1997年3月對電子道路收費系統進行了一次可行性研究，目的在於檢測實行電子道路收費系統的可行性，並估算為達到運輸目的而對這種系統的需求。研究在2001年初完成，主要的結論是香港暫時沒有需要實施像電子道路收費系統般嚴厲的控制措施，有需要的話，可考慮其他同樣有效的措施來阻止私家車的使用、增加公共交通服務的使用量和減低道路擠塞。
- 4.2.32 政府也考慮了電子道路收費系統在環保方面的適用性。得出的結論是電子道路收費系統可作為改善空氣質素的工具，但它的作用主要是在路邊空氣質素。電子道路收費系統並不是更大範圍空氣環境的解決辦法。要改善珠三角區域的空氣質素需要特區政府和廣東政府共同努力。然而，政府將會在繼續監控它的技術發展和香港交通情況，以便檢討對額外措施的需求。

初步的社會經濟影響評估

- 4.2.33 貫徹交通管理/交通需求管理的經濟利益顯著，因為它會減少堵塞而且提高流動性。許多被訪者認為路邊空氣污染實際上是由交通堵塞引起的。某一巴士公司估計在繁忙的路線上，有43%的時間巴士是在空轉（諮詢所得）。他們的車輛時常遇到交通堵塞。如果堵塞問題可以通過實施交通/交通需求管理減輕，公共運輸服務一定會更可靠、更得用戶的支持。除此之外，燃油消耗量也將會減少，有助減低運作成本及價格。
- 4.2.34 實施交通/交通需求管理可能涉及不少的行政管理費用。這費用將由政府承擔。像電子道路收費系統這類措施，將需要較大的前期投資成本。世界銀行文獻(2000年)指出很多交通管理計劃會因駕駛人士改變習慣，而隨時間減低有效程。這些措施的效力因此要定期監督。
- 4.2.35 公共交通的推廣和道路使用的優先權當然受到公共交通公司的歡迎。巴士公司認為合理的制定公交线路是減少交通堵塞和空氣污染的一個關鍵所在。他們將會繼續尋找機會制定合理的路線。
- 4.2.36 就業上的影響預計是分散而無法可靠的估計這些措施的直接影響。
- 4.2.37 這個措施在珠三角經濟區的減排作用是“高”。但是，它將會對目前的管理系統和輸出/輸入價格增加負擔。因此，這措施的成本效益較低。儘管它減排能力是“低”，但作為一種輔助措施，它不會產生任何負面社會經濟影響，但會有小量的負面效益。
- 4.2.38 這個措施在香港特區的減排能力是“高”。但是，它將會對目前的管理系統和輸出/輸入價格增加負擔。因此，這措施的成本效益較低。儘管它減排能力是“低”，但作為一種輔助措施，它不會產生任何負面社會經濟影響，但會有小量的負面效益。

發展替代能源車輛 (M4)

- 4.2.39 替代能源車輛一般包括那些不是以柴油和汽油作為燃料的車輛。許多國家已經開始研究替代能源車輛，以便減少車輛尾氣排放。
- 4.2.40 由 Batelle Memorial Insitute 實行的 Clean Fleet Project 顯示了另類燃料比普通汽油產生更少的尾氣 (Batelle Memorial Insitute, 1995)。壓縮天然氣相比普通汽油，少排放 68%到 77%的一氧化碳和 90%到 95%的臭氧前驅物；液化石油氣，少 48%的一氧化碳和 68%到 70%的臭氧前驅物；甲醇，分別少 50% 和 59%。由於電動車輛沒有內燃機，減排作用最大。然而，它們還是會透過供應電源的發電廠造成區域空氣污染。
- 4.2.41 氣體燃料，如壓縮天然氣 (Compressed Natural Gas) 和 液化石油氣 (Liquefied Petroleum Gas) 是目前最流行的另類燃料。把現有汽車改裝為壓縮天然氣或液化石油氣推動的研究發現，改裝車的尾氣排放並不如原裝廠車理想。其他燃料，如酒精和生物燃料在大多數的情況下被認為是不經濟的。目前電力於車輛的應用又被電池技術所限制。
- 4.2.42 在許多國家中，把液化石油氣引入運輸行業所遇到的問題都與分配系統有關。液化石油氣加氣站的投資，一直是廣泛使用液化石油氣的一個限制。
- 4.2.43 香港特區正在探求使用替代燃料機車的機會。液化石油氣計程車計劃在 1999 年開始，並設定目標在 2005 年之前把 18,000 輛柴油的士轉換成液化石油氣車輛。每一個願意在 2003 年之前以新的液化石油氣車輛取代舊車的士司機，可以得到高達 40,000 港幣的一次性補助金。香港特區政府準備了約 7.2 億港幣的預算用於這個計劃。最普遍的液化石油氣車輛的定價是 205,000 港幣。最高的補助金大概等於車輛的 20% 成本。在 2000 年 10 月底，政府已經補助了 2,586 輛車輛。
- 4.2.44 引入液化石油氣公共小巴的可能性目前在考慮中。香港特區政府已經購入 11 輛液化石油氣公共小巴，來研究液化石油氣車輛在固定和不固定的路線上運作的可行性。測試計劃會在 2001 年初完成。用電動公共小巴取代柴油公共小巴，是現在香港特區考慮的另外一個方案。政府已經購買了 5 輛電動公共小巴來研究它們行走固定路線的可行性。
- 4.2.45 香港特區政府已經完成引入無軌電車的可行性研究。研究指出無軌電車在市區運行會有技術上和操作上的困難。結論是在香港特區的已建設區設立無軌電車並不是一個有力的方案。政府需要進一步研究在新發展區域設立無軌電車和其他環保運輸模式的好處。
- 4.2.46 某巴士公司也進行了無軌電車的試驗計劃，並且認為這是一個吸引的方案。他們預計香港特區與其他任何城市比較起來，乘客人數的水平更能作為一個投資的理由。一般認為將柴油巴士更新為無軌電車是實際可行的。

初步的社會經濟影響評估

- 4.2.47 香港特區的計程車是依照認可的標準收費。專線小巴(綠色小巴)的收費也是由政府控制。因此不論柴油或液化石油氣車輛，車費應是相同的。其他非專線小巴(紅色小巴)，可自由選擇路線和制定車費，而不受政府控制。如果非專線小巴改為液化石油氣小巴而增加營運費用、車費或會有所增加。
- 4.2.48 由政府給予優惠條件建立的液化石油氣加油站，目前按每升 2.01 港幣到 2.04 港幣的價格出售液化石油氣。這是一年內的定價(2000 年 10 月到 2001 年 10 月)。這個價格幾乎比每升 3.88 港幣的市價低 50%。另外 7 家液化石油氣加油站按市場價銷售。以指定的液化石油氣站的價格為基礎，液化石油氣車輛的燃料成本比柴油車輛低 40%。

- 4.2.49 改用液化石油氣還有相關的附加費用。液化石油氣的能量比柴油低很多，因此液化石油氣車輛的燃料消耗速度比柴油車輛高（對計程車來說會高 70%）。除此之外，液化石油氣車輛的油箱容量比柴油車輛的只稍微大一點，較大的油箱會過於笨重不利於車輛行駛。液化石油氣燃料的油箱容量可能需要一天加 2 到 3 次燃料，相比柴油小巴一天只需加油一次。然而，額外的時間相對很小，且燃料費用的節省較多。
- 4.2.50 以前的試驗指出電動小巴也有相關的附加費用。這些車輛需要在公共小巴站充電 15 分鐘，至少一天兩次，甚至乎一天四次。鑒於這個原因，工業商會認為建議的電動公共小巴計劃並不可行。還有一個憂慮就是電動車輛可能會突然失去動力而難於到達充電站，導致營運商和乘客在時間和便利上的影響。同時電動/液化石油氣的車輛壽命可能相對地比較短。國際經驗表明電動車輛的可靠性普遍不錯，可以被營運商接受。可是目前的電池技術還是未能令人完全滿意。電池經常要每 2 到 3 年更換一次，使運作不化算。
- 4.2.51 從諮詢香港特區的公共交通公司所得，運作成本上升很可能導致收費增加。增加的尺度目前尚未確定，主要視乎未來的燃料價格。除此之外，貨物運輸服務的費用或會隨燃料的價格上升，這可能會影響生意，尤其是貿易行業。
- 4.2.52 由於缺乏有關替代燃料測試的本地科學資料，本研究參考了英國環保署最近完成的一份新型汽車燃料報告。報告提供並綜合了測試資料，以英國的營運環境為背景，用比較的方式闡述了替代燃料在經濟、排放和能源消耗方面的性能表現。
- 4.2.53 測試發現改裝後的液化石油氣和壓縮天然氣車輛較為不穩定。低穩定性的原因是一次性改裝引致。如果能有一個較為標準化的改裝程式，情況將會有所改善。
- 4.2.54 氣體車輛的燃料消耗量比同等的柴油車輛多很多。以能量相比，氣體車輛消耗量比柴油車輛高出 60%。按每公升的行駛里數比較，液化石油氣車輛的消耗量比柴油車輛高出超過兩倍。生物柴油車輛按能量計算，用量會稍為下降，但按體積比較，用量會有所增加。電力車輛消耗的電能來比其他燃料車輛低很多。然而，事實上生產電力時產生的能源損失比其他能源高，因此要以能源的生命循環作為基礎做進行公平的比較。
- 4.2.55 各種燃料用於汽車的運行成本，是按照壓縮天然氣、液化石油氣、柴油、生物柴油和電能的次序依次遞增的。液化石油氣和壓縮天然氣燃料儘管價格比柴油低，但由於消耗量較高，它們的成本比柴油高 20%到 30%。生物柴油則要高 80%左右。以燃料費用計算，電力巴士每公里的運作成本與同等的柴油巴士相同。
- 4.2.56 改裝為壓縮天然氣或液化石油氣車輛的費用在 8,000 英鎊和 14,000 英鎊之間。使用生物柴油不需要改裝費用。
- 4.2.57 撤除改裝車輛的可靠性問題，定期維修的費用並不會大幅度增加。
- 4.2.58 引入替代能源車輛還有一重點，是減低對石油的依賴程度，石油的價格預期會在將來不斷地上升。減少對石油產品的依賴最終會對整體的經濟有好處。
- 4.2.59 替代能源車輛與其他車輛的競爭力，視乎它們相對價格及乘客對車輛可靠性的看法和經驗。
- 4.2.60 然而，如果替代能源車輛獲發牌在當地操作，引入這措施不會造成香港特區和珠三角經濟區之間的跨境問題。
- 4.2.61 就業問題與這方案沒有特別關係。操作和維修不同類型的車輛所需的職員人數差不多。無軌電車計劃也許是一個例外。無軌電車可以一天 24 小時運行，因為它們產生的噪音比柴油巴士少。無軌電車服務的員工可能需要在晚間工作。
- 4.2.62 在珠三角經濟區，這種措施的減排能力很“高”。但是，這措施亦會給現有的行政系統增加很大的負擔。因此這種措施是的成本效益較低。然而，作為一種輔助措施，它會在長期會帶來整體的利益，且不會產生任何負面社會經濟影響。

4.2.63 香港特區的情況與珠三角經濟區類似，這一措施能的減排能力是“高”，但同時給管理系統增加了巨大的負擔，因此這個措施的成本效益較低。由於這一措施是個輔助性措施，從長遠來看是有益的，因為它不會帶來任何負面的社會經濟影響。

4.3 車輛控制措施的綜合摘要

4.3.1 表 4-6 列出了針對車輛排放建議的控制措施，以及有關各種措施的可量化減排能力的初步分析摘要。對車輛建議的控制措施見表 4-7。

表 4-6 對車輛排放控制措施的評估得分

評估標準	控制措施							
	珠三角經濟區				香港特區			
	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4
評估總結								
減排潛力	很高 (高達 36%) (SO ₂ : -9231; NO _x : -24891; RSP: -8205; VOC: -28094) 噸	中	高	很高	高	低	高	高
技術是否可得	否	否	否	否	否	是	是	是
社會經濟影響	0	-	0	-	0	0	-	-
評估分數								
減排潛力	+2	0	+1	+2	+1	-1	+1	+1
技術是否可得	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0
社會經濟影響	0	-1	+1	-1	0	0	-1	-1
總得分	+1	-2	+1	0	0	-1	0	0

表 4-7 針對車輛提議的控制措施

控制措施	珠三角經濟區	香港特區
M1. 提早為新車實施車輛排放標準	淨得益 建議採用	定期更新
M2. 車輛全面檢測/維修計劃	淨支出 建議作為輔助措施採用	淨支出 建議作為輔助措施採用
M3. 制訂利於環保的交通規劃	中性 建議作為長期措施採用	淨得益 建議作為長期措施採用
M4. 發展替代能源車輛	淨得益 建議作為長期措施採用	淨得益 建議作為長期措施採用

5. 含 VOC 產品控制措施評估

5.1 引言和評估標準

- 5.1.1 正如在其他技術附錄中介紹的，在基準年排放清單中含揮發性有機化合物(VOC)產品是揮發性有機化合物排放的主要來源。儘管珠三角經濟區沒有足夠的活動資料來準確預測未來揮發性有機化合物的排放量，但是排放總量的趨勢是上升的。因此香港特區和珠三角經濟區需要有效的控制機制。本研究參考了世界各地在有關方面的經驗，但是這些國外的經驗中，沒有一套完整的控制措施或管理系統可以直接應用於此項目。
- 5.1.2 本研究建議含 VOC 產品控制措施由表 5-1 所列三個部分組成。這與溫室效應氣體的控制措施相似。鑒於香港特區和其他歐洲國家成功實施溫室效應氣體的控制措施的經驗，在珠三角經濟區使用相同的方法控制揮發性有機化合物應該是可行的。由於本區域沒有針對含 VOC 產品的規定，共同作出實施控制措施的第一步將會是切實有效的。這三個部分應該作為一個整體來實施。

表 5-1 世界各地針對含 VOC 產品實行的空氣質素控制措施

控制措施 - 主要部分	美國	英國	歐盟	中國	澳大利亞
含 VOC 產品的全面調查	✓	✓	✓		
於含 VOC 產品加上標籤	✓	✓	✓		✓
限制含 VOC 產品的揮發量	✓	✓	✓		✓

✓ = 應用該控制措施的國家和地區

- 5.1.3 基準年和未來排放清單顯示，含 VOC 產品有兩類來源：
- 油漆塗料，包括建築塗料、油漆、清漆、溶劑包括（溶解劑、減粘劑）、光漆、乳膠和清潔劑
 - 家用產品，包括個人護理噴霧產品、家用清潔產品、化妝品（通過加壓製成的產品）、辦公用品、粘合劑、磨擦劑
- 5.1.4 由於香港特區和廣東省缺乏控制揮發性有機化合物的規定，本研究無法從以前的實踐經驗中吸取教訓，因此只能研究西方國家的經驗尋找方法。但是外國的經驗並不一定完全適合當地的情況，因為產品應用、執行機制和滲透率都不一樣。不過，現有的外國經驗至少提供了瞭解改善區域空氣質素最新發展的機會。其他國家的經驗顯示目前有一些技術上可行的控制方法，然而，本區域應用外國技術前，必須先進行一個詳細的當地管理計劃。另外，建議措施的實際時間需要經過詳細的調查，並要配合政府將來的政策方向。

5.2 控制措施的各部分

- 5.2.1 如前所述，建議的控制措施包括三個部分，這三個部分應作為一個整體來實施，但本研究會分別對每一部進行討論。美國和歐盟國家的經驗顯示，這三個部分可以根據當地的技術狀況和大眾對這些措施的接受程度同時或依次實施。

含 VOC 產品的全面調查

- 5.2.2 對含 VOC 產品進行調查的目的，是瞭解市場上含 VOC 產品的種類和特徵，以協助含 VOC 產品的控制措施成功實施。換句話說，產品調查是為了收集含 VOC 產品的技術資料，然後對市場上不同特徵的產品採取不同的控制措施。這些技術資料包括含 VOC 產品的銷量、分類、用途、排放量、成份和特性。
- 5.2.3 產品調查的結果有助制定含 VOC 產品的管理措施。由於珠三角經濟區沒有這方面的活動資料，調查結果還可作為更新排放清單所需的資料。

- 5.2.4 從 1993 年起，美國加利福尼亞州就把對含 VOC 產品的調查，作為州政府控制揮發性有機化合物策略的一部分。調查提供了含 VOC 產品的資料，如成份、用途和消費模式。於 1998 年結束的調查提供了有用的資料庫，作為加州政府研究檢討 VOC 控制策略的依據。調查結果可參看 California Air Resource Board 網頁 (<http://www.arb.ca.gov/coatings/arch/Survey/results/Final.htm>)。最新的調查在 2001 年完成，目的是收集更新資料。
- 5.2.5 加州的建築塗料產品調查是以問卷的形式進行 (<http://www.arb.ca.gov/coatings/arch/Survey/results/AppendA.pdf>)，可以給珠三角區域作為參考。但是問卷調查的結果並不能直接使用於本區域，除非問卷的表格的適用性經過檢討。
- 5.2.6 美國陸軍對油漆類產品也進行了含 VOC 產品調查。在 USEPA “Environmental Preferable Purchasing Program, Painting the Town Green: Aberdeen Proving Ground’s Paint Pilot Project, USEPA, November 1999” 中的調查結果，確定市場上油漆產品的排放水平。根據有關 565 種油漆產品的調查和測試，發現市場上至少有 15% 的油漆屬低 VOC 產品。
- 5.2.7 2000 年 6 月發表的一個報告，闡述了 “Study on the Potential for Reducing Emissions of Volatile Organic Compounds Due To The Use of Decorative Paints and Varnishes for Professional and Non-professional Use” 的結果。這研究是阿姆斯特丹大學、Chemiewinkel 公司、愛爾蘭企業公司和環境管理研究所共同完成的。
- 5.2.8 研究報告指出，歐盟成員國及其六個主要加盟國家有大約 1300 家大油漆生產商和 3200 多家小型家庭生意。根據產品調查結果，歐盟市場的水性油漆佔 70%。水性塗料在牆上油漆市場中具有很高的滲透性（在某些國家達到 100%），而在修整油漆和光油方面的滲透性則低得多，大約 5% 到 40%。在歐盟，由裝飾油漆造成的人為 VOC 佔總量 4% 到 5%。
- 5.2.9 本區域可同時對建築塗料和家用產品進行調查。技術資訊和調查結果有助政府制定未來的揮發性有機化合物控制措施。

於含 VOC 產品加上標籤

- 5.2.10 含 VOC 產品標籤是指在含 VOC 產品的包裝，加上標籤注明該產品含有揮發性有機化合物。目的是為大眾提供有關產品的揮發性有機化合物含量資料，讓他們根據各自的意願選擇產品，並提高公眾對含 VOC 產品的認識。
- 5.2.11 在包裝上注明產品的成分來告訴消費者產品是否安全是世界各地普遍的做法。因此研究認為家庭用品的包裝，應包括活性成分（配方）和揮發性有機化合物成份等資料，讓消費者可選擇環保產品。
- 5.2.12 目前歐盟及其六個主要加盟國家都實行了環保標籤方案、自願協議和資訊計劃來鼓勵使用低揮發性有機化合物含量的產品。
- 5.2.13 根據美國 California Air Quality Management Board 第 1113 條有關建築塗料的要求 (<http://www.aqmd.gov/rules/html/r1113.html>)，所有塗料的容器上都必須標明其成份的生產日期，包括配方中的揮發性有機化合物成份。塗料生產商須向有關部門註冊這些資訊。
- 5.2.14 此外，本地其他消費品已實施了標籤系統。其中在 2001 年 2 月 26 日，香港特區環境食物局對基因改造食品標籤程序進行了公眾諮詢。這個標籤系統旨在為消費者提供選擇食品的資料，儘管這計劃在國外的發展仍未全面。當然，這系統應保證食品的供應和價格不會因此而受到影響，加貼標籤不應該導致食品行業成本大增，標籤商的資料應該淺顯易懂和有用。環境食物局經過諮詢後對基因食品標籤系統提出了三種方案：
- 鼓勵食品生產商根據政府定出的指引，自發地在基因食品上加標籤；
 - 修改立法強制性加上標籤；
 - 第一步先鼓勵食品生產商根據政府定出的指引，自發地在基因食品上加標籤，然後立法或修改法例強制性加上標籤

- 5.2.15 至於基因改造食品的標籤系統和其他國外的經驗是否適用於本區域的含 VOC 產品，則需由進一步研究來證實。
- 5.2.16 香港的機電工程處從 1995 年起對家用電器和複印機實行能量效益標籤，為消費者提供電器能量消耗和效率的資訊，可供消費者在選擇產品時參考。
- 5.2.17 珠三角區域可以借鑒這些經驗，制定含 VOC 產品標籤系統。這措施對減少揮發性有機化合物的能力難以量化，但它是整套控制區域揮發性有機化合物排放措施中的重要部分。另外，提高公眾意識的教育計劃可進一步協助措施的實施。

限制含 VOC 產品的揮發量

- 5.2.18 限制含 VOC 產品的揮發性有機化合物含量，是揮發性有機化合物控制措施的另一個部分。它的目的是通過強制或自發性方案，控制產品的揮發性有機化合物排放，從而令產品的揮發性有機化合物水平降低或重整配方以減少排放量。
- 5.2.19 通過限制產品中揮發性有機化合物的含量來減少排放的好處，是可以避免制訂溶劑使用量而為小型企業帶來負擔，並避免把達標的責任轉移給少數生產商和供應商。
- 5.2.20 訂立 VOC 產品的排放限制，是國外（包括美國和歐洲國家）普遍採用的方法。這措施應該作為揮發性有機化合物管理計劃的一部分。
- 5.2.21 通過建立自發性或強制性排放限制，加州的生產商使用以下不同的減排方法：
- 特性標準對個別產品類別設定了揮發性有機化合物的允許含量，公司可選擇改良產品配方以減低揮發性有機化合物含量。
 - 新穎產品規定允許產品的揮發性有機化合物含量超出標準，只要生產商能證明他們採用別的方法減少排放，比如說增加活性成分或改變包裝容器，來減低每次使用的揮發性有機化合物的排放量。
 - 選擇性控制方案允許生產商製造符合排放標準的產品與不符合排放標準的產品，只要平均排放量不超出標準便可。
- 5.2.22 除了考慮減排能力外，加州政府還考慮到這些新產品在商業和技術上的可行性。它不會強制現有產品退出市場，即使市場上出現類似或相同但更環保的產品。以上提到的都是通過改進、替代或重新包裝產品來減少揮發性有機化合物的排放。

(i) 油漆塗料

- 5.2.23 美國加州的 South Coast Air Quality Management District (AQMD) 第 1113 條建築塗料要求，對建築產品制定了詳細的揮發性有機化合物排放標準，在 2008 年前逐步減少揮發性有機化合物的排放量。表 5-2 是 AQMD 對各種塗料的排放規定。

表 5-2 部分根據第 1113 號規定制定的揮發性有機化合物限制

塗料	目前限制 (克每升)	2006 年生效的限制 (克每升)
公用服務塗料	420	100
地面塗料	420	50
工業維修塗料	420	100
快感光釉	400	50

- 5.2.24 在 2000 年 8 月，英國 Entec 有限公司和英國 Paint Research Association 對通過控制歐盟汽車修理行業產品來減少揮發性有機化合物排放進行了研究，提出的報告是“Reducing VOC emissions from the Vehicle Refinishing Sector”。
- 5.2.25 這次研究調查了汽車修理行業使用的產品，並將含 VOC 產品分類。研究發現這些產品都可在市場上得到，而且可以通過改進技術大大減少揮發性有機化合物成分。表 5-3 是各類塗料的揮發性有機化合物含量限制。

表 5-3 汽車翻新行業的塗料用品

類別	塗料	VOC (克/升)
預備與工序清潔	第一類：清洗劑，脫漆劑，去油劑（包括對塑膠使用的防靜電去油劑）	850
	第二類：車身擦淨劑，除砂劑，暫時性塗層清除劑，去光劑，拋光劑	100
車身填料/阻塞物	所有	250
底層塗料 / 保護層 / 表面塗料劑 / 填充物	第一類：一般金屬底層塗料，附著力促進劑，保護層	150
	第二類：底層塗料-表面塗料劑，內層油漆，塑膠底層塗料，濕罩濕印花，非砂填料，噴霧填料	500
	第三類：洗滌 / 磷化底漆，可焊底層塗料，金屬腐蝕劑溶液-鍍鋅	650
外塗層 / 罩面漆	單層-素色	420
	多層底漆-素色和金屬/珍珠效果	150
	透明塗層(包括帶色彩的)	420
特殊罩面漆	單層金屬/珍珠效果，高性能素色和（防擦花氟化）透明塗層，反光塗層，有織紋的罩面漆，防滑，車身底板保護層，防碎裂塗層，內部罩面漆等	650

5.2.26 油漆生產商和承包商的代表討論了各種措施的效力。他們認為以法律來限制裝飾性塗料的揮發性有機化合物才是公平的做法，而不是利用經濟措施、生態或其他標籤、資訊活動或自願協定來達成。不過，非法律性質的措施能夠有助於執法。

(ii) 家用產品

5.2.27 含 VOC 的家庭用品有除臭劑、噴髮膠、清潔劑和殺蟲劑等。加州的空氣淨化計劃，State Implementation Plan 將借助技術的革新和市場的優惠，要求州政府在 2010 年減少 85% 來自家庭用品的揮發性有機化合物 (<http://www.arb.ca.gov/html/brochure/consprod.htm>)。加州對 28 類產品設定了短期、中期和長期措施，並設定目標在 2000 (-30%)、2005 年 (-55%) 和 2010 (-85%)。加州政府除了致力減少家庭用品中造成煙霧的化學品，還與工業聯手以保證所有替代產品在經濟上和技術上可行。通過“Consumer Products Programme Regulation”，將會有更多的產品類別加入(<http://www.arb.ca.gov/consprod/regs/regs.htm>)。

5.2.28 爲了控制家庭用品的揮發性有機化合物排放，美國對產品引致臭氧形成的化學作用進行了研究。通過對活躍性的研究，加州政府打算從家庭用品中找出最可能引至臭氧形成的化學品，以便建立最具經濟效益的控制戰略，減少對消費者和生產商造成的影響。

社會經濟影響初步分析

5.2.29 歐洲的生態標籤方案沒有給市場帶來顯著的影響，卻有效地使產品生產向低揮發性有機化合物含量產品發展。此外，標籤系統還需要通過提高公眾教育和意識的計劃來推廣。標籤系統的社會經濟影響很低，大部分與政府的行政有關。

5.2.30 人類健康和環境可以因爲地面臭氧的減少而得到改善，而揮發性有機化合物正是地面臭氧形成的原因。減低地面臭氧的好處包括：

- 減少對人類健康的影響：急性病死亡率/發病率和慢性病死亡率/發病率；
- 減少對農作物的損害；
- 減少對原料（如油漆、橡膠、紡織品等）的損害；
- 減少對森林和生態系統的損害。

5.2.31 此外，減低揮發性有機化合物對健康的直接損害有多個益處。例如減少導致死亡：減低呼吸道疾病醫院的入住率或呼吸道疾病導致死亡的機會，以及減少對農作物的損害。

5.2.32 轉用低溶液含量或不含溶液的產品會有很顯著的成效。減少油漆中的揮發性有機化合物的成本是每公噸 13317 美元(AQMD 1999)。根據加州政府的報告，減少消費品污染的成本與減少其他產品中的揮發性有機化合物差不多，減少一磅揮發性有機化合物約需 0.25 到 0.85 美元 (<http://www.arb.ca.gov/html/brochure/consprod.htm>)。

5.2.33 總之，控制措施的三個部分對能有效地減低珠三角經濟區和香港特區的排放。雖然社會經濟的成本稍為負面，但考慮到行政程式和環保意識教育計劃，大部分的影響仍然很微。這措施對控制空氣質素必不可少。

5.3 VOC 產品控制措施的綜合摘要

5.3.1 表 5-4 是含 VOC 產品控制措施初步分析總結和減少排放的能力。表 5-5 是含 VOC 產品控制措施的效力。揮發性有機化合物是含 VOC 產品中的主要污染物，珠三角經濟區和香港特區目前對其還沒有控制措施。執行含 VOC 產品控制措施可能會帶來負面的社會經濟影響，但這是必然的。控制措施能在減少排放方面有正面作用，因此本研究建議採用。

表 5-4 對含 VOC 產品排放控制措施的評估得分

評估標準	控制措施	
	珠三角經濟區	香港特區
評估總結		
減排潛力	很高 (90%) (VOC: -161759 噸)	很高 (90%) (VOC: -44901 噸)
技術是否可得	否	否
社會經濟影響	-	-
評估分數		
減排潛力	+2	+2
技術是否可得	-1	-1
社會經濟影響	-1	-1
總分	0	0

表 5-5 針對含 VOC 產品的建議控制措施

控制措施	珠三角經濟區	香港特區
含 VOC 產品控制	中性 建議採用	中性 建議採用

6. 參考文獻

- 1999年廣州空氣質量管理與規劃系統，2001年廣州空氣質量行動計劃
- AQMD 1998, Clean Air Solvent (CAS) Certification Program, South Coast Air Quality Management Board
- CLP 1997, EHS 進展報告，CLP 動力香港有限公司，1997
- C&SD 2000, 香港年度文摘
- EFB 2001, 環境食物局防備環境污染的工作進展報告
- CLP 1997, Reporting on EHS Progress, CLP Power Hong Kong Limited, 1997
- C&SD 2000, Hong Kong Annual Digest
- 國家電力委員會 1999 年報告，“火力發電廠二氧化硫排放控制選擇技術評定”，國家電力委員會
- 聯合國開發計劃署，廣州氮氧化物污染控制，2001
- USEPA 1999, Program Evaluations, Vehicle I/M Best Practices, Office of Transportation and Air Quality, USEPA
- USEPA 1997, Development of a Proposed Procedure for Determining the Equivalency of Alternative Inspection and Maintenance Programs, Sierra Research, Inc, California, 1997.
- UNECE 1999, The 1999 Gothenburg Protocol to Abate Acidification, Eutrophication and Ground-level Ozone, United Nations Economic Commission for Europe
- World Bank 2000, China Air, Land, and Water, Environmental Priorities for a New Millennium, World Bank, Washington