

環境保護署

合約編號 **CE 57/2006**
**(EP) 檢討本港空氣質素指
標及制定長遠空氣質素管
理策略 - 可行性研究**

最終報告

行政摘要

ARUP

環境保護署

**合約編號 CE 57/2006
(EP) 檢討本港空氣質素指
標及制定長遠空氣質素管
理策略 - 可行性研究**

最終報告

行政摘要

2009 年 7 月

奧雅納工程顧問
香港九龍塘達之路 80 號又一城 5 樓
電話 +852 2528 3031 傳真 +852 2268 3955
www.arup.com

This report takes into account the particular instructions and requirements of our client.
It is not intended for and should not be relied upon by any third party and no responsibility is undertaken to any third party

項目編號 25009

行政摘要

項目背景

因應世界衛生組織（世衛）於 2006 年 10 月 5 日發表了一套供全球應用的新空氣質素指引（指引）及中期目標，環境保護署（環保署）於 2007 年 6 月委托奧雅納工程顧問公司開展本項研究，以檢討本港空氣質素指標並制定一個長遠的空氣質素管理策略。

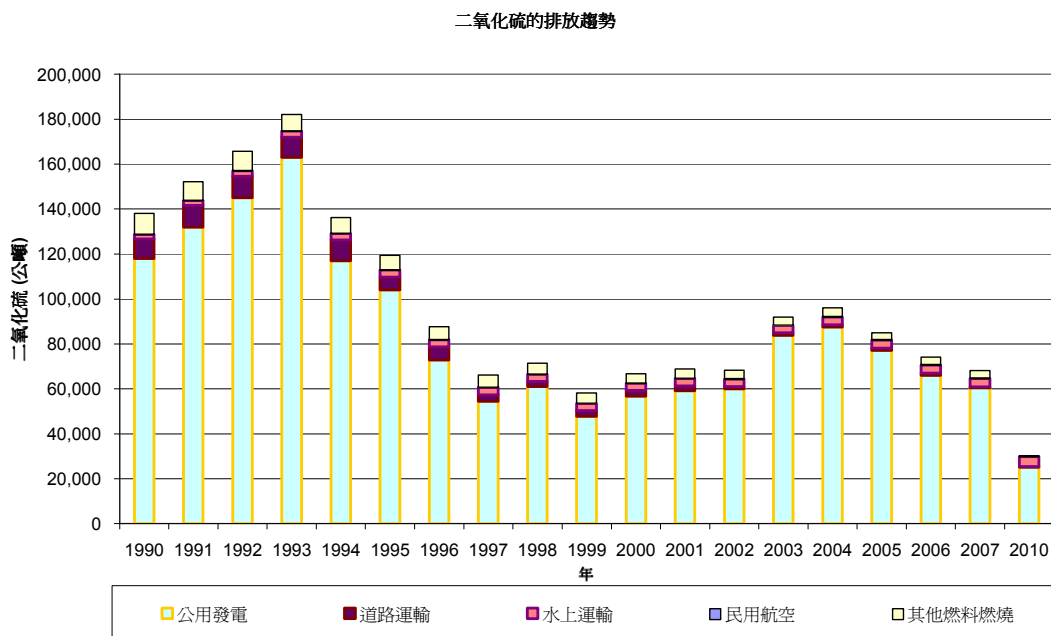
本港現時法律體制

《空氣污染管制條例》（以下簡稱《條例》，第 311 章）是本港管理空氣質素的主體法例。《條例》在 1987 年制定了涵蓋七個主要空氣污染物，即：二氧化硫（SO₂），二氧化氮（NO₂），一氧化碳（CO），臭氧（O₃），鉛（Pb），總懸浮粒子（TSP）及可吸入懸浮粒子（RSP 或 PM₁₀）的空氣質素指標，以為公眾利益而促進空氣的保護及最佳運用。因此，保障公眾健康是更新空氣質素指標的主要考慮因素，否則便不是“為公眾利益”。《條例》也要求政府在切實可行範圍內盡快達致有關的空氣質素指標，此後則須保持達到的質素。為實現該目標，政府在批准《空氣污染管制條例》下指明工序（如電力工程）許可證申請及《環境影響評估條例》下指定工程項目（如對環境有負面影響的項目）的環境許可證申請時，須以遵守空氣質素指標為先決條件。

本港空氣質素現狀

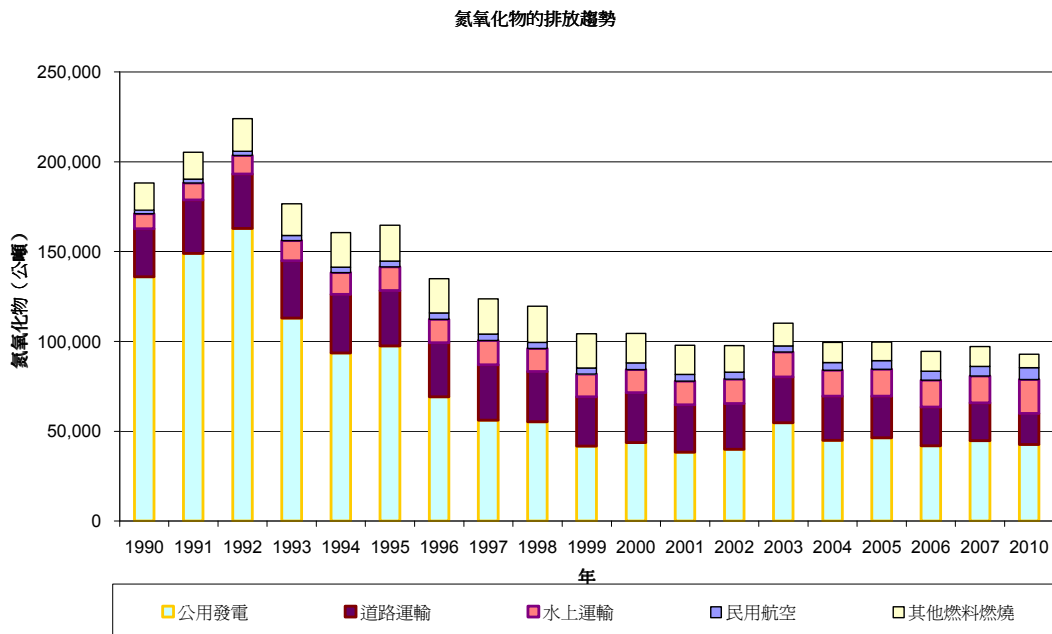
自 90 年代初政府不斷加大力度改善本港空氣質素。截至 2007 年已將主要污染物的排放量，如二氧化硫、氮氧化物、可吸入懸浮粒子、非甲烷揮發性有機化合物及一氧化碳，相比高峰時期（1990 年至 2007 年之間）降低了 43-63%。圖 E.1 - E.5 分別列出二氧化硫、氮氧化物、可吸入懸浮粒子、非甲烷揮發性有機化合物及一氧化碳在 1990 年至 2007 年間的排放趨勢及 2010 年的預測排放量。

圖 E.1：本港二氧化硫的排放趨勢



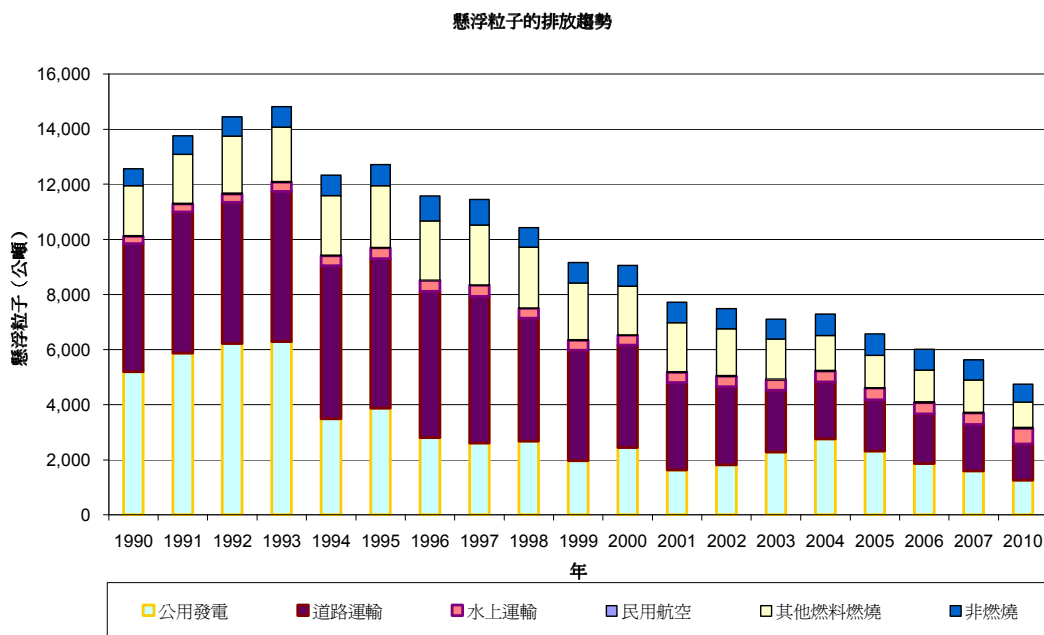
[註：2010 年數據為預測排放量]

圖 E.2: 本港氮氧化物的排放趨勢



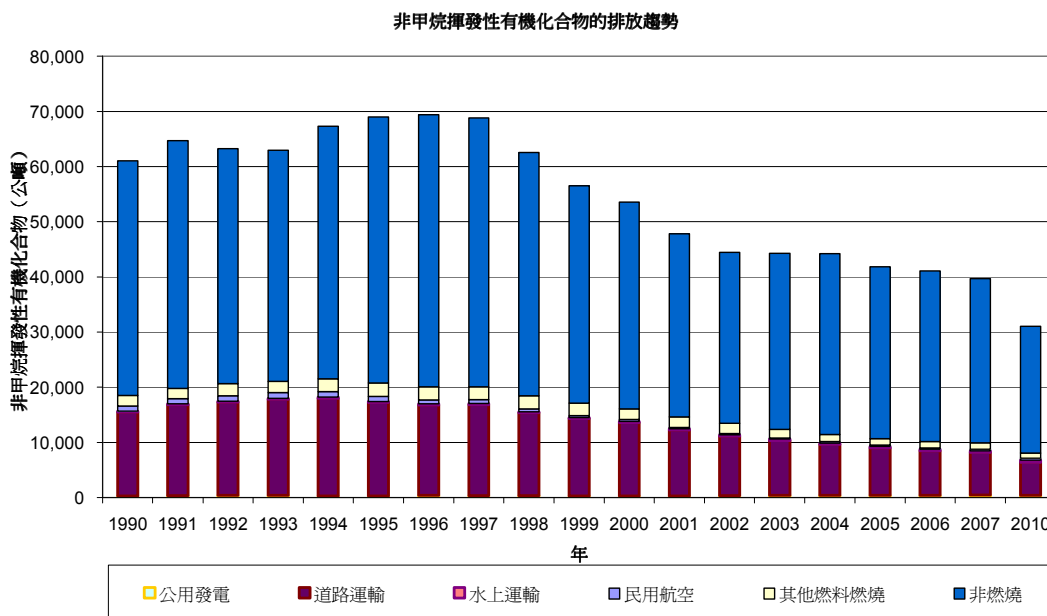
[註: 2010 年數據為預測排放量]

圖 E.3: 本港懸浮粒子的排放趨勢



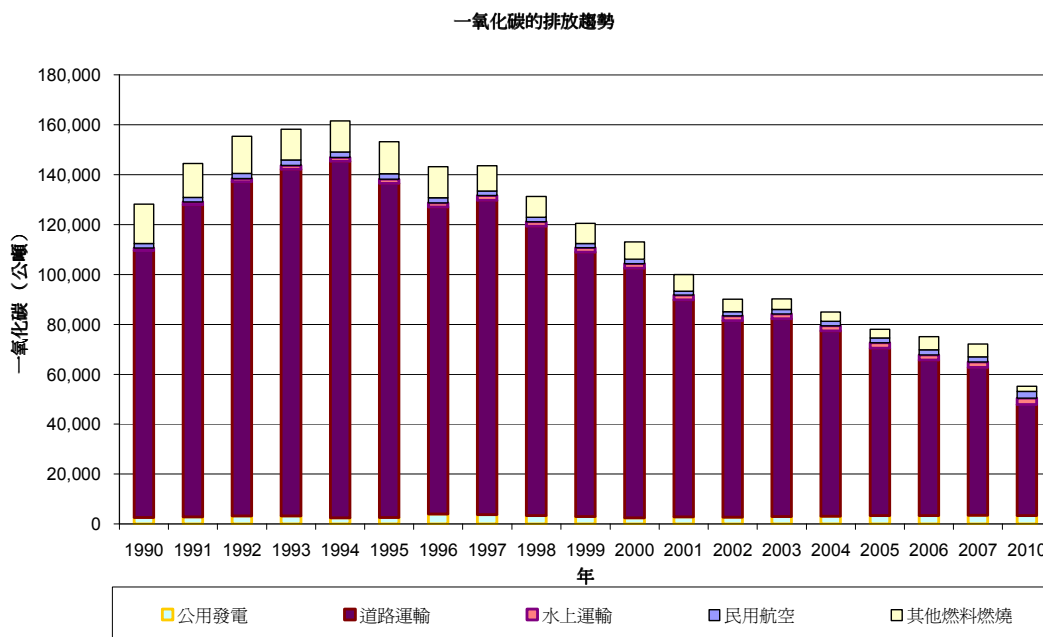
[註: 2010 年數據為預測排放量]

圖 E.4: 本港非甲烷揮發性有機化合物的排放趨勢



[註:2010 年數據為預測排放量]

圖 E.5: 本港一氧化碳的排放趨勢



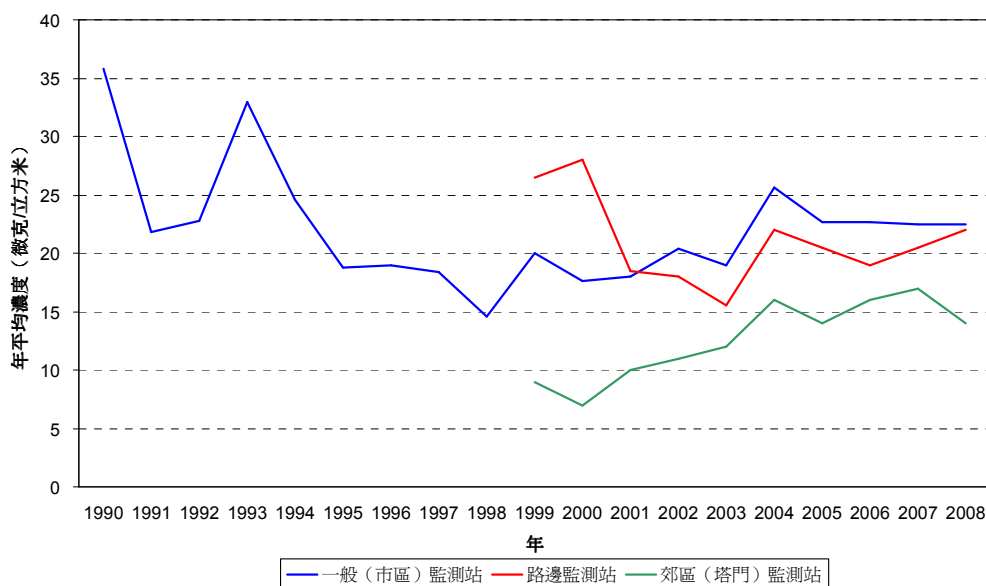
[註:2010 年數據為預測排放量]

然而，環保署空氣質素監測站於 1990 年到 2008 年間錄得監測數據並沒有顯示相應的改善趨勢，上述污染物在市區的一般濃度從 1990 年到 2008 年間分別下降了約 36% (SO₂) 至 5% (PM₁₀)，而路邊濃度則在 1999 年至 2008 年間下降了約 19% (SO₂) 至 22% (PM₁₀)。而一般代表空氣質素狀況的指標——能見度，則受區域性空氣污染影響而明顯惡化。由於粵港雙方政府合力改善區域空氣質素，本港能見度惡化已得到遏止。下文將詳細分析各主要污染物的排放趨勢。

二氧化硫

圖 E.6 為二氧化硫的長期趨勢。由於過往採取了一系列的管制措施，本港二氧化硫水平已經降低並保持在年均空氣質素指標水平以內。這措施包括在 1990 年實施減少工業燃料的含硫量的《空氣污染管制（燃料限制）規例》，1995 年實施以管制車輛燃料質素的《空氣污染管制（車輛燃料）規例》，及減少廢氣排放發電廠排放的措施，如引入天然氣發電等。然而由於本港及珠三角燃煤發電的增加，在 2003 年及 2004 年間二氧化硫水平有輕微上升。近年粵港政府在區域內採取了一系列的管制措施後，本港二氧化硫趨勢在過去 5 年都已趨穩定。此外，由於 2000 年底引入車輛超低硫柴油後，路邊二氧化硫濃度從 1997 年的 27 微克/立方米下降到 2008 年的 22 微克/立方米，減幅為 19%。至於在香港東北遠離本地污染源的塔門一般空氣質素監測站的二氧化硫監測數據則顯示上升趨勢。這反映著本地空氣質素受到區域性污染源的影響。

圖 E.6: 年均二氧化硫的長期趨勢



二氧化氮

圖 E.7 - E.8 分別為氮氧化物及二氧化氮濃度的長期趨勢。雖然氮氧化物的排放量及一般濃度均有下降趨勢，二氧化氮的濃度從 1990 至 2008 年仍呈緩慢上升。二氧化氮的濃度，除受氮氧化物濃度影響外，也取決於大氣中臭氧及揮發性有機化合物濃度。這些物質可以促使一氧化氮轉化為二氧化氮。氮氧化物濃度緩慢下降但市區及新市鎮的二氧化氮濃度反而緩慢上升，這趨勢顯示著區域光化學反應及臭氧污染日趨嚴重。路邊的二氧化氮濃度則差不多經常保持在約 97 微克/立方米。在塔門一般空氣質素監測站所錄得的濃度數據都明顯低於其他一般及路邊監測站數據，說明本港市區二氧化氮主要來自本地污染源排放，尤其是車輛廢氣排放。

圖 E.7: 年均氮氧化物的長期趨勢

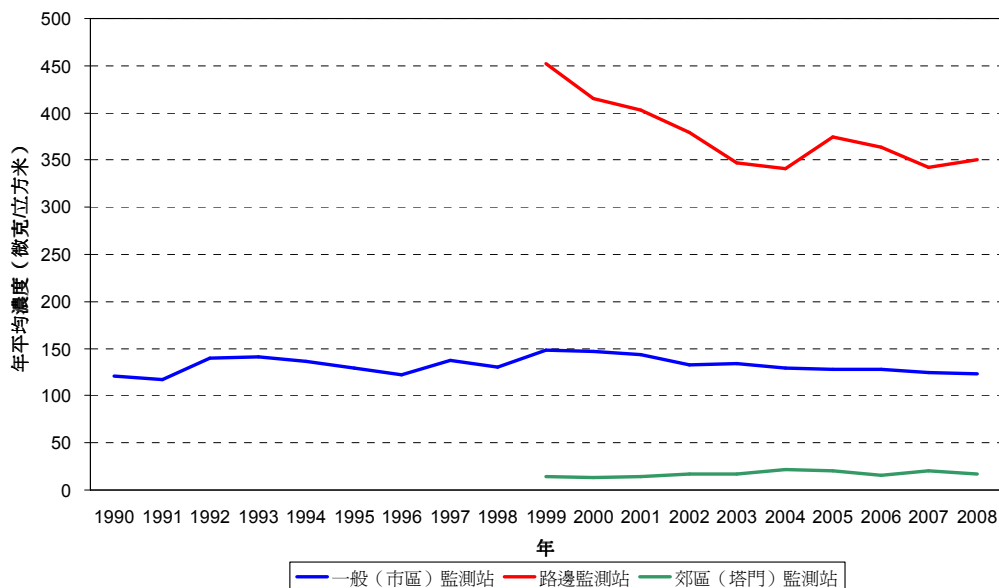
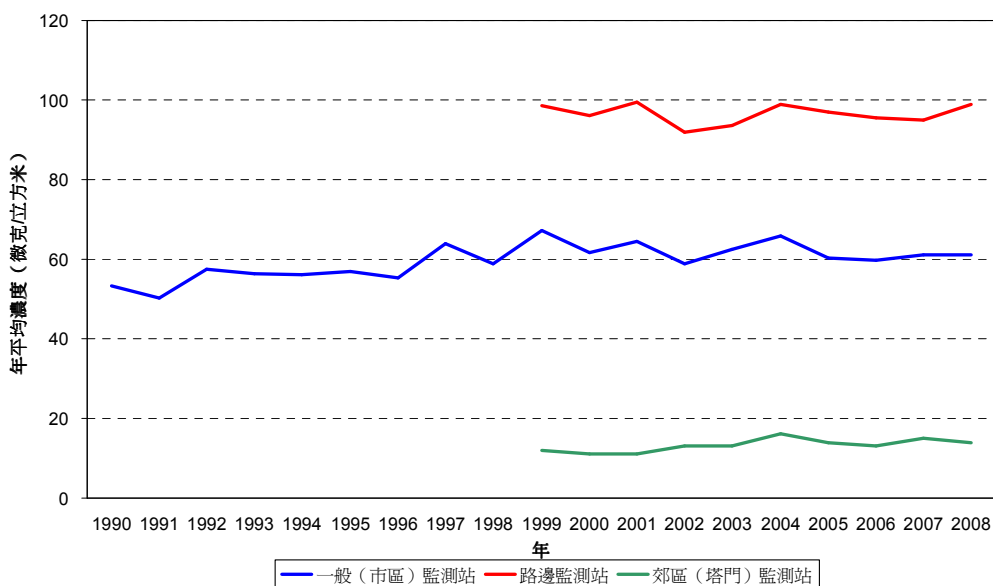


圖 E.8: 年均二氧化氮的長期趨勢

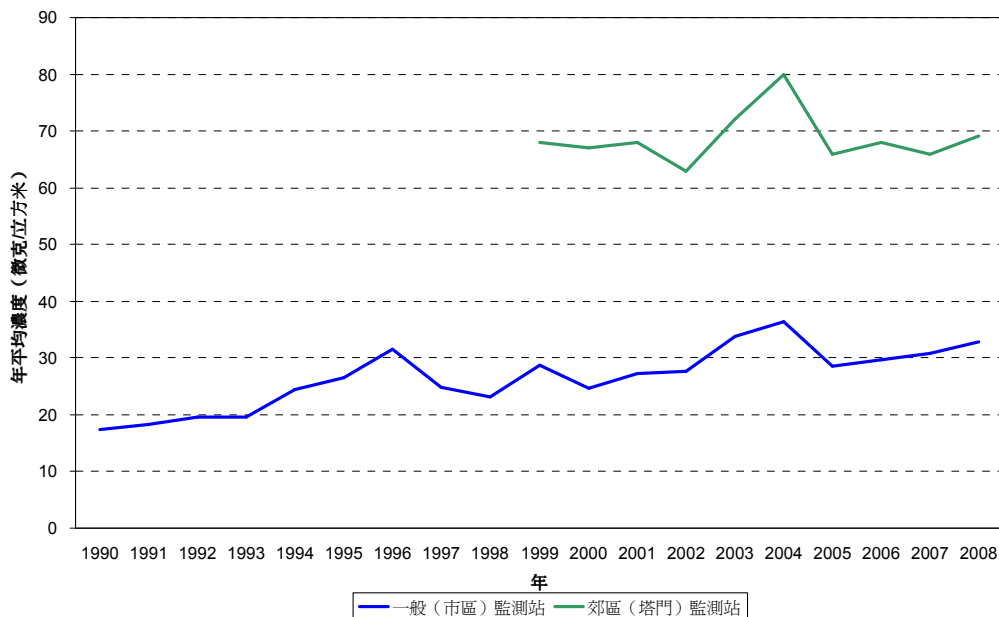


臭氧

圖 E.9 為本港臭氧濃度的長期趨勢。自 1990 年起本港空氣中臭氧濃度有溫和的上升趨勢。臭氧是由揮發性有機化合物與氮氧化物在陽光下進行光化學反應所產生。由於臭氧前體（即：揮發性有機化合物與氮氧化物）排放充沛，而且來源眾多，包括機動車、工業、發電廠及消費品等，臭氧可廣泛地在區域內產生，並可擴散至較遠的地方。本港臭氧在過去的上升趨勢反映了整個區域的光化學煙霧問題日趨嚴重。

由於車輛排放的氮氧化物可以與臭氧反應，從而除掉空氣中的臭氧，因此交通擁擠的區域的臭氧水平通常都低於交通流量較少的區域。這也是塔門一般空氣質素監測站錄得臭氧濃度比市區一般空氣質素監測站高很多的原因。有關的臭氧上升趨勢反映著過去十年區域空氣質素惡化的情況。

圖 E.9: 年均臭氧長期趨勢

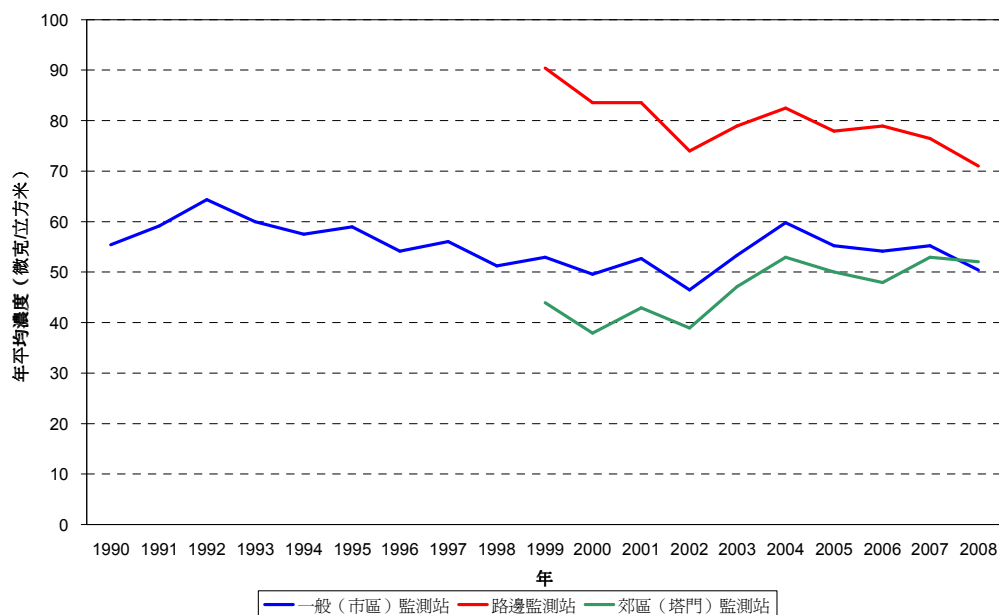


可吸入懸浮粒子

圖 E.10 為可吸入懸浮粒子濃度的長期趨勢。從 1995 年至 2002 年，本港可吸入懸浮粒子水平基本是在下降。但其後在 2003 年及 2004 年因區域可吸入懸浮粒子水平增加而有所反彈。2002 年以後本港可吸入懸浮粒子的輕微上升趨勢主要是由於區域污染增加所致。本港的一個主要空氣污染問題是路邊可吸入懸浮粒子濃度較高；這主要是由於柴油車輛廢氣排放所致。在過去 5 年，粵港政府共同努力以減少區域廢氣排放，因此，可吸入懸浮粒子亦見到輕微的下降趨勢。而路邊可吸入懸浮粒子濃度更有明顯下降趨勢。自 1999 年至 2008 年，年均值下降了 22%，反映過去十年車輛廢氣排放管制措施已取得成效。

應注意的是，塔門雖遠離本地污染源，仍錄得與市區一般監測站相約可吸入懸浮粒子濃度。這意味港外排放源對本港可吸入懸浮粒子水準會有重大的影響。而自 1998 年起的可吸入懸浮粒子濃度上升趨勢也反映這些排放源的影響不斷增加。

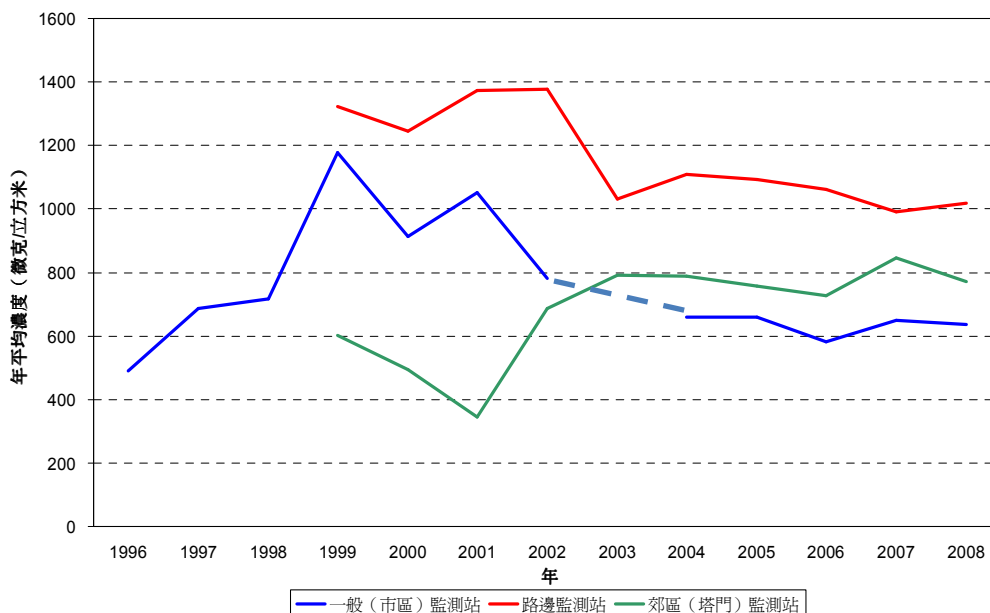
圖 E.10: 年均可吸入懸浮粒子的長期趨勢



二氧化碳

圖 E.11 為一氧化碳濃度的長期趨勢。過去數年，本港的一氧化碳濃度，即使在貼近車輛排放源的路邊，都一直保持較低水平 (<1600 微克/立方米)，遠少於現時的空氣質素指標。

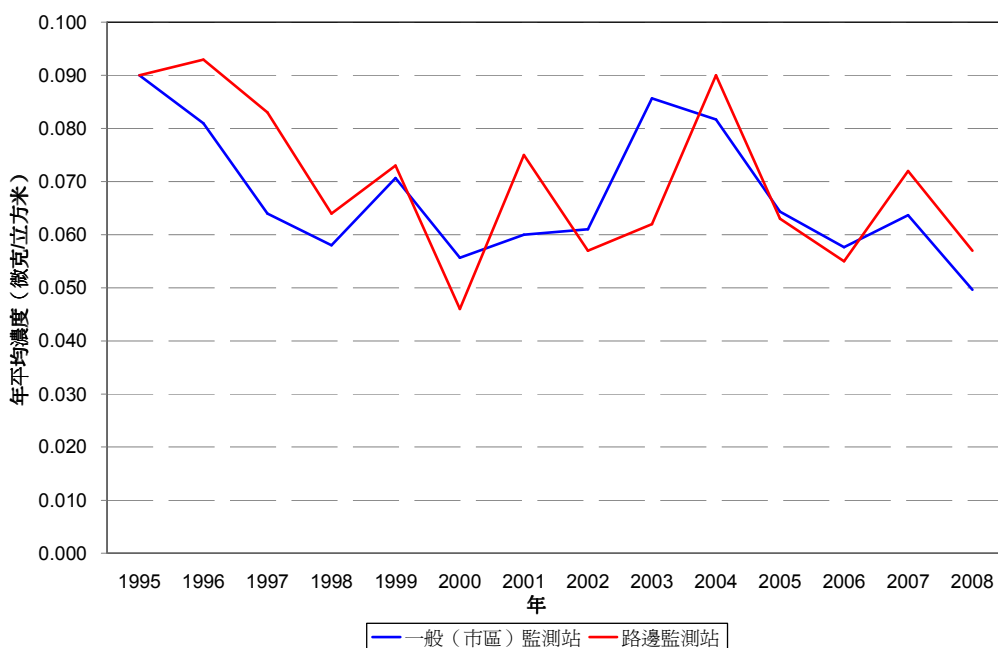
圖 E.11: 年均一氧化碳的長期趨勢



鉛

圖 E.12 為鉛的長期趨勢。本港於 1999 年 4 月 1 日起已禁止售賣及供應含鉛汽油（鉛的主要污染源）。與過去數年相約，2008 年大氣中的鉛濃度均處於非常低的水平。一般及路邊年均濃度分別為 0.050 及 0.057 微克/立方米，遠少於現時空氣質素指標。

圖 E.12: 年均鉛的長期趨勢



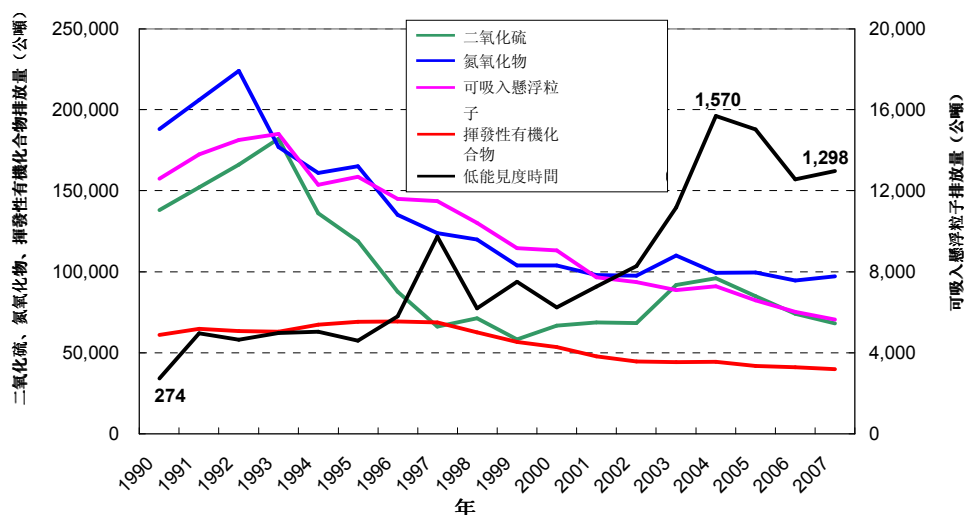
毒性空氣污染物

環保署一直有對毒性空氣污染物的的大氣水平進行監測。有關的公眾健康風險也在“香港毒性空氣污染物測量及評估”的研究作出評估。研究結果顯示除微細粒子外，其它的化學致癌污染物的的大氣水平都很低，應不會對公眾健康造成風險。環保署在不同的研究中也有報告這些污染物。而本研究範圍並不包括有關化學致癌物的空氣質素標準及指標的檢討。

能見度

圖 E.13 為香港的污染物排放量和低能見度趨勢。雖然近年香港的能見度已有些改善，出現低能見度的次數自 1990 年（約 274 小時）上升至 2007 年（約 1298 小時）。儘管香港廢氣排放量已明顯減少，但由於區域背境污染影響增強，造成本港能見度仍然繼續惡化。煙霧現已成為困擾整個珠江三角洲地區常見問題。

圖 E.13: 香港的污染物排放量和低能見度趨勢



本港及珠三角排放源

香港與廣東省需共同協力改善珠三角區域空氣質素問題。為此，香港特區政府與廣東省政府於 2002 年 4 月達成共識，同意盡最大努力，將珠江三角洲地區（即珠江三角洲經濟區和香港特別行政區）內的二氧化硫(SO₂)、氮氧化物(NO_x)、可吸入懸浮粒子(PM₁₀)及揮發性有機化合物(VOC)的人為排放量，以 1997 年為參照基準，在 2010 年或之前分別削減 40%、20%、55% 和 55%。

根據廣東省及香港政府的《珠三角空氣質素管理計劃中期回顧研究報告》（以下簡稱《中期回顧研究報告》），2003 年本港可吸入懸浮粒子及氮氧化物排放分別佔珠三角整個區域總排放量的 1%及 15%。研究結果顯示，香港特區的經濟、人口、用電量及行車里數，以 1997 年為參照基準，到 2010 年將會分別增加 72%、11%、43%和 8%。在實施《中期研究回顧報告》中既定污染防治措施下，預計於 2010 年，污染物排放量將會大幅遞減：即 SO₂ 減至 3 萬噸，NO_x 減至 9 萬噸，PM₁₀ 減至 0.5 萬噸，及 VOC 減至 3 萬噸。

根據《中期回顧研究報告》研究結果顯示，2010 年珠三角經濟區內的經濟、人口、用電量及行車里數，將較 1997 年分別增加 509%、56%、158%和 319%。雖然廣東省於近年推動大量的大氣污染防治措施，令各類污染物排放量均有削減，但在急速的經濟發展下，預計於 2010 年，該區內的污染物排放量將會增加。為進一步加強大氣污染物排放控制力度以期實現減排目標，《中期回顧研究報告》建議在既定措施之上，於該區內實施針對各類污染排放源的強化措施。這些措施包括發電廠加裝選擇性催化還原裝置、實施更嚴格的鍋爐和移動源的排放管制。在實施以上強化措施後，預計珠江三角洲經濟區於 2010 年的污染物排放量將可進一步遞減，即 SO₂ 減至 43 萬噸，NO_x 減至 50 萬噸，PM₁₀ 減至 21 萬噸，及 VOC 減至 18 萬噸。表 E.1 列出了由香港及珠三角經濟區 2010 年的預計相對排放量。

表 E.1: 強化管制策略下 2010 年香港及珠三角經濟區污染物預計排放量

地區	排放量 (公噸)			
	二氧化硫 SO ₂	氮氧化物 NO _x	可吸入懸浮粒子 PM ₁₀	揮發性有機化合物 VOC
香港	30,237 (6.6%)	92,847 (15.6%)	4,737 (2.2%)	31,017 (14.8%)
珠三角經濟區	431,300 (93.4%)	503,600 (84.4%)	207,500 (97.8%)	178,200 (85.2%)
總計	461,537	596,447	212,237	209,217

空氣質素標準最新發展

世衛於 2006 年 10 月 5 日發表了一套“旨在供全球使用和支持行動以達到用以保護公眾健康的最佳可達至的空氣質素水平^[1]”。世衛同時建議了中期目標以使各國逐步改善空氣質素。

“有些國家的空氣污染水平遠遠超過指引的建議水平，世衛因而提議寬鬆於指引標準的中期目標，以逐步達到世界衛生組織的指引標準”^[1]

表 E.2 概述世衛的新指引及其中期目標。

表 E.2: 新世衛指引、中期目標及香港現時空氣質素指標

	平均時間	現時空氣質素指標	濃度 (微克/立方米)			
			中期目標 1	中期目標 2	中期目標 3	空氣質素指引
二氧化硫 (SO ₂)	10 分鐘	--				500
	24 小時	350	125	50		20
可吸入懸浮粒子 (PM ₁₀)	24 小時	180	150	100	75	50
	1 年	55	70	50	30	20
微細粒子 (PM _{2.5})	24 小時	--	75	50	37.5	25
	1 年	--	35	25	15	10
二氧化氮 (NO ₂)	1 小時	300				200
	1 年	80				40
臭氧 (O ₃)	8 小時	240 ^[1]	160			100
一氧化碳 (CO)	15 分鐘	--				100,000
	30 分鐘	--				60,000
	1 小時	30,000				30,000
	8 小時	10,000				10,000
鉛 (Pb)	1 小時	1.5 ^[2]				0.5

註: ^[1] 1 小時平均

^[2] 3 個月平均

世衛指引是為所有國家建立空氣質量指標，以減少空氣污染對公眾健康危害的最權威指引。但是該指引迄今為止遠比全球不少國家的標準嚴格。對很多城市而言，要達致相關水平都甚具挑戰。世衛認同各國政府有需要因應各自的情況訂定其標準。

“各國制定的國家標準會因應它們各自所採用的方法以平衡健康風險、技術可行性、經濟方面的考慮以及其它各種政治和社會因素等有所差異。”

“政府在制定目標時，應該在充分考慮當地的情況後，再決定是否直接將指引作為自己具有法律效力的指標。”

其他國家 / 經濟體系如美國、歐盟、英國、澳洲已制定及 / 或更新他們的空氣質素指標。然而，沒有一個國家 / 經濟體系已完全採用或承諾採用世衛的最終空氣質素指引。歐盟及英國採納融合了世衛中期目標及最終空氣質素指引的空氣質素指標，並按他們的具體情況容許適量超標次數。相比其他標準，歐盟於 2008 年 5 月 21 日修正的空氣質素指標最為嚴格。然而，它的二氧化硫、臭氧、可吸入懸浮粒子及微細粒子的空氣質素指標仍較世衛建議的空氣質素指引規定寬鬆。舉例而言，歐盟頒布的年均微細粒子標準是 25 微克/立方米，相當於世衛的微細粒子中期目標 2。而 24 小時二氧化硫標準，歐盟採納的是中期目標 1，即：125 微克/立方米。

香港新空氣質素指標

香港作為一個世界級城市，應致力保持最佳空氣質素以保護公眾健康。參考國際慣例及根據本港實際環境，在制定新空氣質素指標時，應考慮以下幾點基本原則：

- 以保護公眾健康為首要目標；
- 採用進步前瞻的方式，並參考世衛空氣質素指引及其中期目標，以取得持續進步的長遠空氣質素改善；
- 採用定期檢討制度更新空氣質素指標，以保障公眾健康。

達至世衛指引應視為長遠目標。

二氧化硫

表 E.3 列出了本港 2008 年一般空氣質素監測站的二氧化硫數據。並同時列出塔門監測站數據以作比較；該數據是代表區域性污染的背景空氣質素。

表 E.3a: 2008 年二氧化硫濃度與世衛指引比較

空氣污染物	平均時間	世衛指引/中期目標 (微克/每立方米)	2008 年最高濃度 (一般監測站)	2008 年最高濃度 (塔門)
二氧化硫 SO ₂	10 分鐘	空氣質素指引: 500	1173	409
	24 小時	中期目標 1:125	149	71
		中期目標 2:50		
		空氣質素指引: 20		

表 E.3b: 2008 年二氧化硫濃度超過世衛指引的數目

空氣污染物	平均時間	世衛指引/中期目標 (微克/每立方米)	2008 年超標數 (一般監測站)	2008 年超標數 (塔門)
二氧化硫 SO ₂	10 分鐘	空氣質素指引: 500	20	0
	24 小時	中期目標 1:125	2	0
		中期目標 2:50	86	1
		空氣質素指引: 20	284	63

2008 年空氣質素監測數據顯示 24 小時二氧化硫水平與世衛中期目標 1、世衛中期目標 2 及世衛指引相較，分別超標 2、86 及 284 次。一般空氣質素及塔門監測站錄得的最高 24 小時二氧化硫濃度分別為 149 及 71 微克/立方米。2008 年數據顯示一般空氣質素及塔門監測站的 10 分鐘二氧化硫水平與世衛指引相較，分別超標 20 及 0 次；其最高濃度分別為 1173 及 409 微克/立方米。因塔門監測站數據代表香港的背景環境質素，這些數據說明市區二氧化硫主要來自本地污染源。

香港一直採取強而有力的措施削減二氧化硫的排放。尤其是柴油車輛自 2007 年 12 月已採用幾乎不含硫成分、為最潔淨的歐盟五期柴油；自 2008 年 10 月起工業用柴油升級為最潔淨而只有少數地方引入使用的超低硫柴油。另外，發電廠也正在加裝煙氣脫硫裝置，作為達到 2010 年區域減排目標的一項措施。因此，要進一步大幅削減本地二氧化硫排放以實現世衛中期目標 2 的措施的空間相對有限。其中一項主要措施是針對區域性排放和本地及遠洋船隻的排放。然而這些措施須要較長時間進行，尤其是後者，更須要得到國際共識。

結合本地情況和參考歐盟空氣質素標準，本研究建議採納世衛中期目標 1（125 微克/立方米）、並允許 3 次的超標數作為 24 小時二氧化硫的指標，以邁向達到世衛指引長遠目標的第一步。

歐盟並未設定 10 分鐘二氧化硫限值。英國則採納 266 微克/立方米為 15 分鐘二氧化硫限值，並允許一年 35 次的超標次數（以 3 年平均值計算）。本研究建議採用世衛 10 分鐘二氧化硫的空氣質素，即：500 微克/立方米，作為指標，並建議允許超標數為每年 3 次。

二氧化氮

表 E.4 列出了 2008 年本港一般監測站的二氧化氮數據。並同時列出了塔門監測站數據以作比較，該數據是代表本港受區域性污染的背景空氣質素水平。

表 E.4a: 2008 年二氧化氮濃度與世衛指引比較

空氣污染物	平均時間	世衛指引/中期目標 (微克/每立方米)	2008 年最高濃度 (一般監測站)	2008 年最高濃度 (塔門)
二氧化氮 NO ₂	1 小時	空氣質素指引: 200	282	119
	年均	空氣質素指引: 40	69	14

表 E.4b: 2008 年二氧化氮濃度超過世衛指引的數目

空氣污染物	平均時間	世衛指引/中期目標 (微克/每立方米)	2008 年超標數 (一般監測站)	2008 年超標數 (塔門)
二氧化氮 NO ₂	1 小時	空氣質素指引: 200	84	0
	年均	空氣質素指引: 40	x	0

2008 年空氣質素監測數據顯示香港的大氣年均二氧化氮濃度（塔門除外）皆超過世衛空氣質素指引。一般大氣及塔門監測站的最高年均濃度分別為 69 及 14 微克/立方米。而 2008 年一般監測站的 1 小時二氧化氮水平與世衛指引相較，超標達 84 次。其最高濃度為 282 微克/立方米。塔門監測站則並未有錄得超標數據。由於塔門代表香港的背景水平，有關監測結果顯示本港二氧化氮污染主要來自本地排放源。為此，採取適當的本地排放管制措施應能減少本港的二氧化氮濃度。

世衛並未訂定二氧化氮的中期目標。在參考先進國家採用的空氣質素標準（尤其是歐盟）和本港實際情況後，本研究建議年均二氧化氮及 1 小時二氧化氮均採納世衛空氣質素指引，即分別為 40 及 200 微克/立方米。並參考歐盟標準及數學模型結果，建議 1 小時二氧化氮指標可允許超標數為每年 18 次。

臭氧

表 E.5 為 2008 年香港一般監測站的臭氧數據，並同時包括塔門監測站監測數據以作比較。該數據是代表區域性污染的背景空氣質素。

表 E.5a: 2008 年臭氧濃度與世衛指引比較

空氣污染物	平均時間	世衛指引/中期目標 (微克/每立方米)	2008 年最高濃度 (一般監測站)	2008 年最高濃度 (塔門)
臭氧	8 小時	中期目標 1: 160	320	320
		空氣質素指引: 100		

表 E.5b: 2008 年臭氧濃度超過世衛指引的數目

空氣污染物	平均時間	世衛指引/中期目標 (微克/每立方米)	2008 年超標數 (一般監測站)	2008 年超標數 (塔門)
臭氧	8 小時	中期目標 1: 160	29	19
		空氣質素指引: 100	185	184

2008 年香港一般空氣監測站錄得最高 8 小時臭氧濃度值與世衛中期目標 1 及世衛指引相較，分別超標 29 及 185 次。最高濃度是塔門背景監測站所錄得的 320 微克/立方米。與世衛中期目標 1 及世衛指引相較，塔門監測站錄得的 8 小時臭氧濃度，分別超標 19 及 184 次。該結果顯示 8 小時臭氧主要受區域性污染源影響。由有關數據可見，若不能進一步降低區域的氮氧化物 (NO_x) 及揮發性有機化合物 (VOC)，要達到世衛中期目標 1 頗有困難。

鑒於本港實際情況，本研究建議採用世衛中期目標 1，即 160 微克/立方米作為 8 小時臭氧指標。歐盟根據其當地的情況規定 8 小時臭氧標準為 120 微克/立方米並允許每年 25 次超標。根據本港及歐盟不同的臭氧指標限值和實施第一階段管制措施後的空氣質素數學模擬結果，本研究建議本港新的臭氧指標可允許超標數為每年 9 次。按統計而言，建議的新臭氧指標與歐盟的標準相若。

微細粒子

根據世衛文件，微細粒子濃度更能代表懸浮粒子對健康造成的風險。根據世衛、美國、英國及其他發達國家關於微細粒子對健康影響的最新研究結果，本研究建議新的空氣質素指標應包括微細粒子以反映該污染物對健康造成的風險。

表 E.6 概述 2008 年香港一般空氣質素監測站的微細粒子監測數據，同時亦列出了塔門監測站數據以作比較該數據代表區域性污染的背景空氣質素。

表 E.6a: 2008 微細粒子濃度與世衛指引比較

空氣污染物	平均時間	世衛指引/中期目標 (微克/每立方米)	2008 年最高濃度 (一般監測站)	2008 年最高濃度 (塔門)
微細粒子 PM _{2.5}	24 小時	中期目標 1: 75	113	99
		中期目標 2: 50		
		中期目標 3: 37.5		
		空氣質素指引: 25		
	每年	中期目標 1: 35	41	35
		中期目標 2: 25		
		中期目標 3: 15		
		空氣質素指引: 10		

表 E.6b: 2008 微細粒子濃度超過世衛指引的數目

空氣污染物	平均時間	世衛指引/中期目標 (微克/每立方米)	2008 年超標數 (一般監測站)	2008 年超標數 (塔門)
微細粒子 PM _{2.5}	24 小時	中期目標 1: 75	39	13
		中期目標 2: 50	128	87
		中期目標 3: 37.5	191	160
		空氣質素指引: 25	259	219
	每年	中期目標 1: 35	x	✓
		中期目標 2: 25	x	x
		中期目標 3: 15	x	x
		空氣質素指引: 10	x	x

本港 2008 年一般空氣監測站（包括塔門）錄得的年均微細粒子均都超出世衛中期目標 1。在一般大氣及塔門監測站亦錄得年均值分別為 41 及 35 微克/立方米。世衛中期目標 1 相較，香港一般空氣監測站的 24 小時微細粒子水平超標 39 次；最高濃度為 113 微克/立方米。由於塔門監測站數據代表本港空背景水平，有關結果顯示微細粒子主要來自區域性污染源。根據這些數據及本港懸浮粒子排放實際只佔整個珠三角區域總排放量的 1-2%，為此，單靠香港自己的努力並不足夠致使微細粒子濃度水平有明顯的下降。

考慮到嚴重的區域性影響，本研究建議年均和 24 小時微細粒子限值分別採用世衛中期目標 1，即 35 及 75 微克/立方米為新空氣質素指標。歐盟未定立 24 小時微細粒子的限值。由於本港微細粒子主要受區域性污染源影響，按實施第一階段管制措施實施後的空氣質素數學模型計算結果，本研究建議新的微細粒子指標可允許超標數為每年 9 次。

可吸入懸浮粒子

表 E.7 概述 2008 年本港一般監測站的吸入懸浮粒子監測數據，同時亦列出了塔門監測站數據以作比較，該數據代表區域性污染的背景空氣質素。

表 E.7a: 2008 可吸入懸浮粒子濃度與世衛指引比較

空氣污染物	平均時間	世衛指引/中期目標 (微克/每立方米)	2008 年最高濃度 (一般監測站)	2008 年最高濃度 (塔門)
可吸入懸浮 粒子 RSP	24 小時	中期目標 1: 150	164	147
		中期目標 2: 100		
		中期目標 3: 75		
		空氣質素指引: 50		
	每年	中期目標 1: 70	60	52
		中期目標 2: 50		
		中期目標 3: 30		
		空氣質素指引: 20		

表 E.7b: 2008 年可吸入懸浮粒子濃度超過世衛指引的數目

空氣污染物	平均時間	世衛指引/中期目標 (微克/每立方米)	2008 年超標數 (一般監測站)	2008 年超標數 (塔門)
可吸入懸浮 粒子 RSP	24 小時	中期目標 1: 150	4	0
		中期目標 2: 100	51	19
		中期目標 3: 75	134	78
		空氣質素指引: 50	211	167
	每年	中期目標 1: 70	✓	✓
		中期目標 2: 50	×	×
		中期目標 3: 30	×	×
		空氣質素指引: 20	×	×

本港 2008 年一般空氣監測站（包括塔門）錄得的年均可吸入懸浮粒子都超出世衛中期目標 2。在一般及塔門監測站錄得的最高濃度分別為 60 及 52 微克/立方米。

本港微細粒子與可吸入懸浮粒子的比值約為 0.7。綜合考慮該比值及上節有關微細粒子的建議目標，本研究建議年均和 24 小時可吸入懸浮粒子限值均以世衛中期目標 2 為新的空氣質素指標，即分別為 50 及 100 微克/立方米。與微細粒子一致，可吸入懸浮粒子指標可允許超標數為每年 9 次。

一氧化碳

世衛文件並沒有訂定一氧化碳中期目標。訂定的空氣質素指引是 15 分鐘一氧化碳、30 分鐘一氧化碳、1 小時一氧化碳及 8 小時一氧化碳限值，分別為 100,000 微克/立方米、60,000 微克/立方米、30,000 微克/立方米及 10,000 微克/立方米。《歐盟指令 2008/50/EC》只採納世衛指引 10,000 微克/立方米作為其 8 小時一氧化碳的限值。

表 E.8 概述 2008 年一般空氣質素監測站一氧化碳濃度監測數據。同時亦列出了塔門監測站監測數據（該數據代表區域性污染的背景空氣質素）以作比較。

表 E.8a: 2008 年一氧化碳濃度與世衛指引比較

空氣污染物	平均時間	世衛指引 (微克/每立方米)	2008 年最高濃度 (一般)	2008 年最高濃度 (塔門)
一氧化碳 CO	15 分鐘	空氣質素指引: 100,000	3,439	2,312
	30 分鐘	空氣質素指引: 60,000	3,324	2,116
	1 小時	空氣質素指引: 30,000	3,220	2,060
	8 小時	空氣質素指引: 10,000	3,034	1,536

表 E.8b: 2008 年一氧化碳濃度超過世衛指引的數目

空氣污染物	平均時間	世衛指引 (微克/每立方米)	2008 年超標數 (一般)	2008 年超標數 (塔門)
一氧化碳 CO	15 分鐘	空氣質素指引: 100,000	0	0
	30 分鐘	空氣質素指引: 60,000	0	0
	1 小時	空氣質素指引: 30,000	0	0
	8 小時	空氣質素指引: 10,000	0	0

根據 2008 年監測數據，本港一般空氣監測站（包括塔門）的 15 分鐘一氧化碳、30 分鐘一氧化碳、1 小時一氧化碳及 8 小時一氧化碳全都符合世衛空氣質素指引。一般及塔門監測站錄得 15 分鐘一氧化碳最高濃度分別為 3,439 及 2,312 微克/立方米。由於塔門監測站數據代表本港背景水平，有關數據顯示本港一氧化碳濃度同時受到本地及區域排放源影響。

歐盟僅採用世衛指引的 8 小時一氧化碳限值，並且不允許超標數。美國則同時採用 1 小時一氧化碳及 8 小時一氧化碳的標準，允許超標數皆為 1 次。綜合國際做法和本地情況，本研究並不建議本港採用短期一氧化碳指標（即：15 分鐘及 30 分鐘平均值），而是建議採納世衛指引 1 小時一氧化碳及 8 小時一氧化碳的空氣質素指引，分別為 30,000 微克/立方米及 10,000 微克/立方米。由於本港一氧化碳水平已低於世衛空氣質素指引，因此不建議任何允許超標數。

鉛 (Pb)

世衛並沒有訂定鉛的中期目標。世衛的鉛空氣質素指引是年均值 0.5 微克/立方米。《歐盟指令 2008/50/EC》亦採納該指標（0.5 微克/立方米）作為鉛的年均限值。

表 E.9 概述 2008 年一般空氣質素監測站鉛的濃度監測數據。代表區域性污染的塔門監測站並沒有鉛的監測數據。

表 E.9a: 2008 年鉛濃度與世衛指引比較

空氣污染物	平均時間	世衛指引 (微克/每立方米)	2008 年最高濃度 (一般)
鉛 Pb	每年	指引: 0.5	0.064

表 E.9b: 2008 年鉛濃度超過世衛指引的數目

空氣污染物	平均時間	世衛指引 (微克/每立方米)	2008 年超標數 (一般)
鉛 Pb	每年	指引: 0.5	0

根據 2008 年監測數據，本港一般監測站的鉛年均水平全都符合世衛指引標準；最高濃度為 0.064 微克/立方米。參考歐盟標準，本研究建議本港採用世衛空氣質素指引，即：0.5 微克/立方米，作為鉛的年均指標。

其他污染物

由於總懸浮粒子（TSP）的影響主要是塵埃滋擾而非危害健康，本研究建議取消現時有關總懸浮粒子的空氣質素指標。

表 E.10 列出了所有建議的新空氣質素指標。本研究建議繼續沿用香港現時要求空氣質素指標同時適用於一般及路邊空氣質素的做法。依隨英國的做法，本研究建議長平均時間的空氣質素指標（即：年均限值）並不適用於路邊空氣質素。

表 E.10: 建議的本港新空氣質素指標

污染物	平均時間	濃度（微克/立方米）	允許超標次數
二氧化硫 SO ₂	10分鐘	500	3
	24小時	125	3
可吸入懸浮粒子 PM ₁₀	24 小時	100	9
	1 年	50	0
微細粒子 PM _{2.5}	24 小時	75	9
	1 年	35	0
二氧化氮 NO ₂	1 小時	200	18
	1 年	40	0
臭氧 O ₃	8 小時	160	9
一氧化碳 CO	1 小時	30,000	0
	8 小時	10,000	0
鉛 Pb	1 年	0.5	0

空氣質素管理策略

本研究已認定一系列為達至建議的新空氣質素指標的全面改善空氣質素的減排措施方案，有關的篩選準則包括：

- 排放的減少的潛力；
- 可行性（即技術成熟度及實施時間）；
- 成本效益；
- 減少大氣濃度的潛力

基於上述確立的篩選準則，本研究為已認定一系列的概念性措施，它們可以分為四個主要類別：排放上限及管制、交通管理、基建發展及規劃以及提高能源效益措施。此外，根據各入選措施的技術成熟度和可能實施時間表，將它們進一步細分和組合為三階段措施：第一階段、第二階段及第三階段管制措施。各階段措施分別簡述如下：

第一階段管制措施：

排放上限及管制

- 增加本地天然氣發電比例至 50%及新增減排裝置
- 提早淘汰舊式 / 污染嚴重的車輛（歐盟前期，歐盟 I 期及歐盟 II 期商業柴油車及專營巴士）
- 加快引進符合最新歐盟標準取代歐盟 III 期商業柴油車輛
- 推廣使用混合動力 / 電動車輛或其他性能相若的環保車輛（20%私家車及 10%專營巴士）
- 要求本地船隻使用超低硫燃料
- 要求本地船隻採取脫硝裝置
- 採用電氣化的空運地勤支援設備
- 管制非道路使用的車輛 / 設備的廢氣排放
- 加強管制揮發性有機化合物

交通管理

- 設立低排放區

- 設立不准車輛進入區/行人專用區
- 重整巴士路線

基建發展及規劃

- 擴大鐵路網絡
- 連接主要公共交通樞紐的單車徑網絡

提高能源效益

- 強制實施《建築物能源效益守則》
- 家用電器能源效益標準
- 採用發光二極管或其他效能相若的產品作交通信號 / 街道照明
- 推廣植樹/綠化屋頂
- 在啓德發展區設立區域供冷系統

第二階段管制措施:

排放上限及管制

- 增加本地天然氣發電比例至 75%及新增減排裝置
- 增加可再生能源發電的比例 (2%風能)
- 推廣使用混合動力 / 電動車輛或其他性能相若的環保車輛 (30%私家車、15%巴士 (包括專營巴士)、15%輕型貨車、15%重型貨車)
- 要求遠洋輪船及本地船隻使用超低硫柴油
- 要求遠洋輪船及本地船隻採取脫硝裝置
- 採用電動化的岸上供電系統
- 收緊空運廢氣排放標準
- 進一步加強管制揮發性有機化合物

交通管理

- 在港島北實施電子道路收費 / 交通擠塞收費計劃
- 削減中區泊車位 (25%) 以限制汽車使用量

提高能源效益

- 設立區域供冷系統 (在現有地區的覆蓋率為 35%，在其他新發展區的覆蓋率為 90%)

第三階段措施:

排放上限及管制

- 增加本地天然氣發電比例至 100%
- 50%核電及 50%天然氣
- 推廣使用混合動力 / 電動車輛或其他性能相若的環保車輛 (50%私家車、50%巴士 (包括專營巴士)、50%重型貨車、50%輕型貨車)
- 車輛通行證配額計劃 (減少約 50%私家車及 50%電單車)
- 使用氫能電池車輛或其他性能相若的車輛 (40%的滲透率)

交通管理

- 運送跨境貨品的鐵路

在評估施行以上所建議的減排措施後的各污染物的排放量時，主要參考現時各種措施的減排效率、這些措施在其他地方使用的經驗及本地相關因素等。然而，很多建議的減排措施目前還處於構思階段，具體實施細節，例如更換污染排放較嚴重的設備所需的空間、減排裝置的具體設計、潔淨車輛或設備在本地市場實施的時間等仍處於不確定階段。基於減排量對於評估這些減排措施能否有效達致建議的新空氣質素指標，本研究

在可能範圍內根據一系列假設（這些假設都有可能變更）估算了實施建議的管制措施後的各污染物預測排放量。在這些措施實施後，空氣質素指標的定期檢討將會評估其改善空氣質素的實際效率。表 E.11 列出了在實施第一階段減排措施後的各污染物預測排放量，表 E.12 則列出了 2006 年的排放量，以供比較。

表 E.11: 實施第一階段措施後的預測排放量(公噸)

行業	二氧化硫 SO ₂	氮氧化物 NO _x	可吸入懸浮粒子 PM ₁₀	揮發性有機化合物 VOC
電力	11,718	17,375	737	420
運輸	4,910	38,048	1,933	6,040
車輛	263	9,354	1,262	5,257
海運 (括號內的數字為本地船隻的排放總量)	4,263 (7)	21,380 (3690)	658 (161)	436 (91)
空運	384	7,314	13	348
工業及其他	12	3,658	385	23,104

表 E.12: 2006 年排放量 (公噸)

行業	二氧化硫 SO ₂	氮氧化物 NO _x	可吸入懸浮粒子 PM ₁₀	揮發性有機化合物 VOC
電力	66,000	41,800	1,860	416
運輸	5,170	43,520	2,330	8,645
車輛	956	21,800	1,810	8,080
海運 (括號內的數字為本地船隻的排放總量)	3,920 (682)	16,700 (3994)	499 (179)	304 (91)
空運	294	5,020	21	261
工業及其他	2,660	9,530	1,675	32,198

成本效益分析

本研究針對上述大部分減排措施進行了成本效益分析，以提供一個有系統的框架為建議的政策對全港的影響以金錢估值進行評估。進行成本效益分析的目的是評估空氣質素的改善能否確保社會有更大的成本節省，或因該項政策而造成附加成本。應注意的是在這個階段的成本效益分析主要集中研究整個社會所承擔的成本，沒有區分成本最終會否由政府、營運商抑或消費者承擔。這個成本及效益的估算只能提供一個大致相對性的成本效益比較，因為金錢估值會視乎措施於何時推行，詳細設計，落實的具體細節，而有所改變。

管制措施的效益基本上包括由直接節省所得的費用（主要是短期和長期所節省的醫療費用，包括減少患病和減少早逝的人數所引致的費用，及節省的電費）和間接節省的費用（主要是對在職人士生產力的影響，因空氣污染物引致建築物和結構物料損壞而需維修保養的費用，以及一些較次要項目的費用）。本研究評估了管制措施的將來效益，並與實施措施後相同時間內的較高成本進行了比較。而評估也須容許在分析時的內在不确定性因素。儘管管制措施可能因規模、成本效益及不确定性而導致結果有所差異，但第一階段管制措施（以 2008 年淨現值或資產總值表示）的淨成本及收益估計分別為 HK\$ 596 百萬及 HK\$ 1,228 百萬。實現建議的新空氣質素指標每年可能降低約 4,200 的住院人數及延長約 7,400 的生命年（平均每人約延長約 1 個月的生命年）。

在考慮某一些措施時，不僅要考慮其成本與效益，同樣還要考慮其它因素，尤其是該措施的減排潛力。此外，若依照“污染者付費”的政策，部分措施會明顯影響消費者所付出的成本及收費。例如，就現時本地發電使用天然氣的比例增至 50%或以上，初步估計會令電費較現時水平至少分階段上升 20%。原因是天然氣價格遠高於煤的價格，並且需要增置燃氣發電機組及其它減排措施的費用。然而，電費的實際增幅取決於多項因素，例如天然氣價格及電力公司的資本投資額等。至於運輸業，視乎推行細節，管制措施同樣可能影響收費，原因是運輸業的資本開支及營運成本會增加。視乎措施規模的大小，例如提早淘汰舊款(和更污染的)專利巴士可能會導致巴士車費按年升幅高達 15%。這將會是營運成本上升等其他因素導致車費調整升幅之上的額外升幅。巴士車費上調只是改善措施所帶來影響的其中一方面。至於如何籌措資金以提早淘汰為數近

三千輛的專利巴士，及巴士公司本身的財務狀況及營運會否因此受到沖擊等，這都是需要處理的事項。一些建議的措施(例如要求本地船隻使用超低硫燃料)的技術可行性和成本效益取決於將會推行的試驗計劃。有些建議的措施的成本效益或會較低。此外，部分措施或需待立法後才能推行，並會對政府資源造成顯著影響。以上種種議題都應在展開全面諮詢後審慎評估。

第一階段措施的具體成本效益分析及其相應減排潛力載於**附錄 I**。

空氣質素預測

基於廣東方面會在經濟增長的同時繼續就發電、運輸及工業的減排與世界各國最佳做法接軌。按空氣質素模擬結果，如果容許適量起標，當採取第一期措施後，香港的空氣質素將大致達到建議的新空氣質素指標。若要優於建議的新空氣質素指標，粵港均需採取更嚴厲的管制措施。實施第二及第三階段措施將可進一步減少本地廢氣的排放，有助我們邁向世衛空氣質素指引中下一階段的中期目標。然而，推行這些額外措施須要深切的變動或使用至今尚未完全開發的技術。

空氣質素管理架構

為更好的保障公眾健康，除採用新空氣質素指標及建立空氣質素管理計劃之外，應建立定期檢討機制，按有關健康影響及先進技術的最新研究成果，及時更新空氣質素標準及管理計劃。

為妥善和有效地實施管理策略，須要有一個有效和穩健的空氣質素管理架構。該架構應涵括以下內容：

- 訂定新空氣質素指標
- 開展和實施管制措施
- 空氣質素監測
- 確定及評估空氣污染問題領域
- 研究及教育推廣工作
- 定期檢討空氣質素指標進度

訂定新空氣質素指標

新空氣質素指標由《空氣污染管制條例》發出的《技術備忘錄》訂立。在訂定新空氣質素指標時，可考慮在《技術備忘錄》更明確列出“保障公眾健康”的原則。

開展和實施管制措施

根據不同污染源的性質，管制措施可以分成以下六類：排放上限及管制、交通管理、基建發展及規劃、提高能源效益、區域合作及間接措施。為在合理的時間框架內達到新空氣質素指標，所須的管制措施按技術成熟性及可行性分成三個階段實施：第一階段近期、第二階段中期及第三階段長期。其中部分第一階段管制措施可以較早實施，有助在較短期間降低污染排放。

空氣質素監測

空氣質素監測數據是整個管理架構的一個重要部分。它是檢討及評估空氣質素是否達到空氣質素指標的基礎。為確保滿足監測的目的和查找是否仍有不足，對現時空氣質素監控網絡應不時進行檢討。環保署將繼續發佈年報，以詳細分析過去一年的監測數據，並鑒定出新的問題領域。

確定及評估空氣污染問題領域

空氣質素是否符合空氣質素指標以及各管制措施的減排效果可根據監測數據進行分析。從分析結果鑒定需要進一步注意、調查及管制的地方或事件。

研究及教育推廣工作

確認為主要的空氣污染問題是將來調查和研究的對象的重要部分。有關研究將進一步促進新管制措施及空氣政策的發展。另外，當空氣污染指數檢討完成後，應開發通報系統，以教育公眾有關的空氣污染風險。

定期檢討空氣質素指標

應引入定期檢討機制以確定新空氣質素指標的達標程度、空氣管理策略的推行進度、是否須要進一步收緊空氣質素指標及有關的可行性。基於海外經驗，本研究建議約五年檢討一次。

附錄 1

建議的第一階段排放管制措施和各自的減排潛力和成本效益分析

排放上限及管制		可減少的排放量(公噸)				成本效益分析 ^[1]		
		二氧化硫	氮氧化物	可吸入懸浮粒子	揮發性有機化合物	成本(百萬元)	效益(百萬元)	效益成本比率 ^[2]
1.	增加本地天然氣發電比例至50%及新增減排裝置 ^[3]	13,402	25,225	523	0	2,032 ^[4]	1,803	0.9 ^[4]
2.	提早淘汰舊式 / 污染嚴重的車輛 (歐盟前期、歐盟 I 期及歐盟 II 期商業柴油車及專營巴士)	0	3,102	300	184	3,882 ^[5]	24,344	6.3
3.	加快引進符合最新歐盟標準取代歐盟 III 期商業柴油車輛	0	743	75	24	2,668 ^[5]	6,134	2.3
4.	推廣使用混合動力 / 電動車輛或其他性能相若的環保車輛 (20%私家車及 10%專營巴士)	15	216	7	173	4,326 ^[5]	2,417	0.56
5.	要求本地船隻使用超低硫柴油	675	0	18	0	378	6,331	16.7
6.	要求本地船隻採取脫硝裝置	0	304	0	0	249	74	0.30
7.	採用電氣化的空運地勤支援設備	85	759	21	67	1,449	3.8	0.003
8.	管制非道路使用的車輛 / 設備的廢氣排放	4	950	239	326	845	2,123	2.5
9.	加強管制揮發性有機化合物	0	0	0	700	18	124	6.9
交通管理								
10.	設立低排放區	註 ^[6]	註 ^[6]	註 ^[6]	註 ^[6]	3,696	2,586	0.7
11.	設立不准車輛進入區 / 行人專用區	註 ^[6]	註 ^[6]	註 ^[6]	註 ^[6]	42	400	10
12.	重整巴士路線	4	156	7	9	14	548	39
基建發展及規劃								
13.	擴大鐵路網絡	17	501	46	207	註 ^[7]	3,850	註 ^[7]
14.	連接主要公共交通樞紐的單車徑網絡	0.1	2.3	0.1	0.1	836	8	0.01
提高能源效益^[6]								
15.	強制實施《建築物能源效益守則》	151	256	8	3	95	2,634	28
16.	家用電器能源效益標準	84	142	4	1	84	2,277	27
17.	採用發光二極管或其他效能相若的產品作交通信號 / 街道照明	3	5	0.1	0	47	105	2.2
18.	推廣植樹 / 綠化屋頂 ^[9]	註 ^[9]	註 ^[9]	註 ^[9]	註 ^[9]	6,357	1,603	0.3
19.	在啓德發展區設立區域供冷系統	6	16	0.5	0.2	2,788 ^[10]	4,047	1.5

註:

- [1] 最簡單來說，每項政策的成本效益都可以金錢估值及計算。成本效益分析也視乎顧問整理不同建議管制措施的評估結果時所作的種種假設。由於有關假設或會改變，應審慎研讀成本效益分析結果。然而，分析能提供有系統的框架，以便比較不同措施可能產生的成本效益。
- [2] 成本效益比率大於 1，表示該措施的整體貨幣化效益會超過社會負擔的成本。比率少於 1，表示社會負擔的成本會超過該措施的整體貨幣化效益。
- [3] 其他可能的新增減排措施包括加強現有的燃煤機組的脫硝裝置的效能。然而，改裝現有的燃煤機組的脫硝裝置的技術和財務的可行性尚未確立，還要和有關電力公司進行更詳細的研究。
- [4] 數目只包括因增加本地天然氣發電比例至 50%的費用。由於採用額外減排裝置(例如加強現有燃煤發電機組的脫硝裝置)的技術可行性和經濟可行性需要作進一步評估，因此並不包括在這數值內。
- [5] 提早淘汰相關車輛的成本，是以這些車輛的預知剩餘價值除以這些車輛正常可使用期的餘下時間計算。購置新車所需的前期資金成本會高於表列的款額。
- [6] 由於措施主要涉及把某處的排放量轉移到別處，可減少的排放量不大。
- [7] 鐵路策略包括高速鐵路、沙田至中環線(大圍至紅磡段)、西港島線、南港島綫(東段)、九龍南線及觀塘延線。鐵路策略會連帶改善空氣質素。此處只列舉效益。
- [8] 效益包括在物料損耗、節約能源，以及急性及慢性疾病方面的好處。策略15、16、17及19的效益大多關乎節約能源，不是改善健康。提高能源效益措施可減少電力需求，以降低排放量。為審慎起見，實際排放總量並未包括有關措施所減少的排放量。
- [9] 建議措施有助減低城市熱島效應，令空氣污染物加速消散。現時並無可減少排放量和成本的資料。評估是根據外國數據，為 10%的市區進行綠化屋頂。
- [10] 數目包括設備所需的投放資金及未來 50 年的營運成本。

