

# 空氣污染：經濟成本及解決問題方案

促成政府向市民問責、維護環境公義和保障市民健康的研究報告

二零零六年六月



香港大學公共衛生學院暨社會醫學系  
**香港大學**  
The University of Hong Kong



香港科技大學環境研究所  
香港科技大學  
THE HONG KONG UNIVERSITY OF  
SCIENCE AND TECHNOLOGY



香港中文大學社區及家庭醫學系  
**香港中文大學**  
Chinese University of Hong Kong



**思匯**  
CIVIC EXCHANGE

# 空氣污染: 經濟成本及解決問題方案

促成政府向市民問責、維護環境公義和保障市民健康的研究報告



賀達理<sup>1</sup>, 麥潔儀<sup>1</sup>, 黃浙明<sup>1</sup>,  
**Bill Barron**<sup>2</sup>, 周婉君<sup>1</sup>, 周宗欣<sup>1</sup>,  
石國順<sup>1</sup>, 黃子惠<sup>3</sup>, 陸恭惠<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 香港大學公共衛生學院暨社會醫學系

<sup>2</sup> 香港科技大學環境研究所

<sup>3</sup> 香港中文大學社區及家庭醫學系

<sup>4</sup> 思匯



Correspondence to: AJ Hedley: [commed@hkucc.hku.hk](mailto:commed@hkucc.hku.hk)

Publication available at: [www.civic-exchange.org](http://www.civic-exchange.org)

# 空氣污染：經濟成本及解決問題方案

目錄	頁
1.0 小結	1
2.0 背景	2
3.0 方法	2
4.0 研究結果	6
5.0 改善污染程度：公共衛生的重點	8
6.0 前進的可行方向	9
7.0 設定新目標	10
8.0 結論	11
9.0 主要訊息	12

## 參考文獻

## 圖表索引

### 圖

圖一： 本港能見度不斷惡化	圖十： 從“平均”改善到“優”的的污染水平所得的可避免入院天數
圖二： 在 04 年 8 月 1 日 (“高”能見度) 和 05 年 1 月 4 日 (“低”能見度) 當天由尖沙咀眺望維多利亞海港的相片及當天的污染水平	圖十一： 改善空氣污染的可避免無形成本
圖三： 在 04 年 7 月 18 日 (“高”能見度) 和 05 年 4 月 20 日 (“低”能見度) 當天由太平山眺望維多利亞海港的相片及當天的污染水平	圖十二： 1988-95 年度香港空氣污染物濃度：實施燃料含硫量規限前後的半年均改變
圖四： 在 04 年 7 月 23 日 (“高”能見度) 和 04 年 9 月 16 日 (“低”能見度) 當天由鴨脷洲眺望香港仔海港的相片及當天的污染水平	圖十三： 香港低含硫燃料 (0.5%) 對過度金屬的影響
圖五： 本港改善空氣質素的可行水平	圖十四： 低含硫量燃料好處：比較南區和葵青區小童呼吸系統病徵減低的額外風險 (%)
圖六： 受空氣污染影響的健康金字塔	圖十五： 1990-95 年度因燃料含硫量規限所減少的死亡
圖七： 空氣污染綜合效應	圖十六： 2001-2004 年度二氧化硫、鎳及鈾的每月變化
圖八： 記錄日子當天的能見度水平	圖十七： 2001-2005 年度路邊及一般監測站可吸入懸浮粒子的每月變化，並顯示香港 (1987) 空氣質素指標和世界衛生組織 (2006) 空氣質素指引
圖九： 從“平均”改善至“優”污染水平所得的可避免死亡人數	圖十八： 2001-2005 年度二氧化氮的每月變化，並顯示世界衛生組織 (2006) 空氣質素指引
	圖十九： 2001-2005 年度二氧化硫的每月變化，並顯示世界衛生組織 (2006) 空氣質素指引

### 表

表一： 四項空氣污染水平	表四： 改善不同空氣污染水平的可避免經濟損失 (從“平均”到“良”及“優”水平)
表二： 估計可避免的單位成本	表五： 根據路邊監測站的空氣污染物制定的四項水平及其相差 (微克/立方米含量)
表三： 由能見度所制定的四項水平，在一般監測站的空氣污染物平均水平 及其相差 (微克/立方米含量)	

## 鳴謝

感謝 Mr. Edward Stokes 對此研究報告的支持，並提供此報告的相片

### 1.0 小結

背景: 現今在經濟發達及發展中的國家裡, 改善空氣污染是環境保護最重要的項目。決定政策的主要要旨是制定及推行減少因空氣污染造成可避免心臟及肺部疾病的措施。但是, 在香港和珠江三角洲的有關部門, 對改善空氣的公共衛生義理仍未得到充分的認知。涉及評估空氣污染影響人群健康的四種主要污染物是可吸入懸浮粒子(RSP) (分別有 PM<sub>10</sub> 和 PM<sub>2.5</sub>)、二氧化氮(NO<sub>2</sub>)、二氧化硫(SO<sub>2</sub>) 和受紫外光影響下, 由氧化氮和易揮發性有機化合物所形成的衍生污染物臭氧(O<sub>3</sub>)。

能見度被認為是一個能夠較好反映空氣污染程度的指標。為了證明環境保護對健康及經濟影響, 我們利用攝影顯像判定能見度的高低日子。分析本地這種能見度與污染物濃度的相關關係, 並加入二項污染水平; “優”是指在“高”見能度下監測站測得的最低污染物濃度及“平均”是指監測站測得的年均污染物濃度。我們設定四項污染水平, 並估計當改善時可避免的健康損失。用以作為示例, 本報告評估當實際測得的平均污染程度改善至能見度“高”或“很高”時的情況, 並且估計假設本地年均污染濃度為能見度由“低”至“高”時, 對市民健康得益。我們分別對一般和路邊空氣監測站的資料進行分析。

### 研究結果

**死亡:** 如果空氣污染程度從“平均”下降至能見度“高”(“良”)的平均水平時, 估計每年可以避免 800 人死亡。若空氣質素改善至能見度“高”(“優”)及污染程度最低時, 則每年可以避免 1,600 人死亡。從較前分析, 估計

香港每年因空氣污染可導致 2,000 人死亡, 而估計上限最高可達到每年 3,500 人死亡。

**住院:** 考慮到心臟及肺部疾病, 改善空氣質素由“平均”到“良”的水平及由“平均”到“優”的水平, 每年分別可以避免 36,000 和 64,000 的住院天數。

**經濟成本:** 上述空氣質素的改善可以節省每年 10 至 15 億港元的直接醫療開支, 避免由於生產力受損所至的 3 至 5 億元港元損失以及當中包括避免人命損失價值和預防疾病的自願支付費用, 共 190 億元港元的無形成本。

結論: 空氣污染造成身體不舒適, 兒童和成人因而發病, 從而耗用各醫療系統的資源, 乃至危害生命使人們提早死亡。根據我們所作的有限保守估計, 如果本港的污染程度可以改善至如倫敦、巴黎和紐約等世界城市的水平, 估計每年可避免 1,600 人命損失和每年避免價值相當於 190 億港元的不利因素。

以香港 1990 年政府推行減低燃油含硫量至 0.5 % 的措施為例, 研究顯示即使中等程度的改善, 人們健康亦大大受益。由於本港的空氣質素持續惡化, 我們需要: (1) 認識空氣污染影響市民健康, 從而增加社會經濟負擔以及生產力損失。(2) 全面改善都市空氣質素的方法, 包括發展清潔的燃料、運輸工具和都市基礎建設。(3) 迅速制定保護環境和保障公共衛生法律和條例。

香港特別行政區有能力及必須率先改善珠江三角洲的空氣質素, 推行適時及有效的政策去控制過量及燃燒效能差的石化燃料, 加強保護人們健康。

## 2.0 背景

本港空氣質素差，以現時的情況作比較，其質素不及世界其他城市如奧克蘭、柏林、倫敦、紐約、巴黎及溫哥華的好。比較美國最受污染的城市洛杉磯粒子水平大約高出40%。

### 能見度、空氣污染和健康

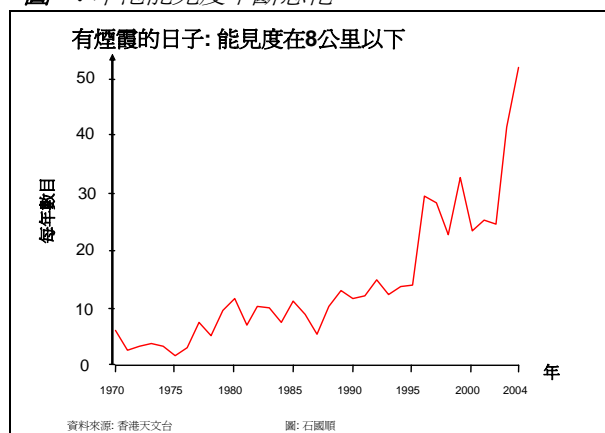
美國環境保護局 (EPA) 指出最能反映空氣污染對環境影響的指標是能見度的高低<sup>1,2</sup>。除了影響我們的生活質素外，能見度的高低很明顯還能直接顯示空氣污染物對心臟血管和呼吸系統等造成損害。最常見的問題包括高血壓、心臟病發、中風等血管病，以及咳嗽、痰涎、喘鳴、急性及慢性支氣管炎、肺炎和哮喘發作等呼吸系統病<sup>2</sup>。

雖然空氣污染對能見度的影響眾所周知，但是對健康的影響卻往往悄無聲息，及至影響變得嚴重，如出現症狀、引發疾病和導致死亡時才能察覺。本研究用能見度的損失程度作為基礎，估計空氣污染對健康的影響以及造成的經濟損失。

### 能見度、醫療和成本

近年本港能見度每年惡化(圖一)。用能見度的高低反映空氣污染程度是個可靠指標。在本港我們曾經根據機場和天文臺測錄得的每日能見度、空氣污染和每日死亡人數的關係作分析。該分析顯示經濕度和其他因素調整之後，能見度 20 千米內，每損失 1 千米時的死亡風險估計增加 0.36% - 0.55%。據此預測失去視野至水平綫距離可造成每年 1068 - 1650 人命損失。

圖一: 本港能見度不斷惡化



## 3.0 方法

在 2004 年 1 月至 2005 年 7 月期間，我們於能見度 很高和 很低的日子拍攝 (由 Edward Stokes 提供) 陸上照片 (圖二至四)。照片於三個不同的地點拍攝：(1) 尖沙咀經維多利亞港灣至中環；(2) 太平山頂經維多利亞港灣至九龍；(3) 鴨脷洲至香港仔海港。每個地點分別拍攝一對能見度“高”和“低”時的照片。

從香港環境保護署<sup>3</sup>，我們獲得拍攝照片當日的四種污染物 (RSP (PM<sub>10</sub>), NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> 和 O<sub>3</sub>) 每小時濃度。用各污染物每小時濃度 (圖二至四)，計算日均濃度，以制定四個污染水平的定義如表一所示。

表一: 四項空氣污染水平

水平	定義*
1 優	能見度高當日污染程度最低時的平均水平
2 良	能見度高當日的平均水平
3 差	能見度低當日的平均水平
4 平均	2004 年年均水平

\* 根據一般監測站, 除塔門洲的背景監測站外

為了說明清除空氣污染對改善健康和帶來的經濟得益，我們事先設定空氣質素的改善程度，來估計空氣污染改善後的影響。

## 空氣污染：經濟成本及解決問題方案

圖二至四：“低”及“高”能見度日子的相片及當日的污染水平

圖二：尖沙咀眺望維多利亞海港

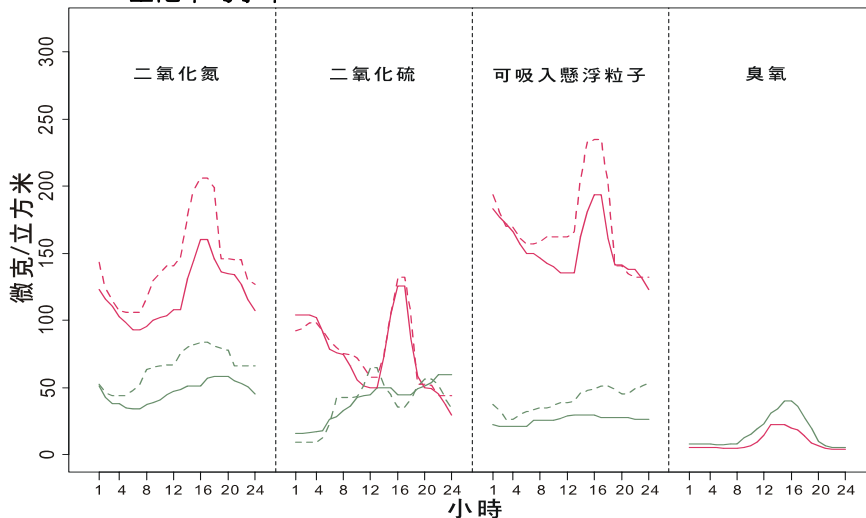


2004年8月1日星期日



2005年1月4日星期二

全港平均水平



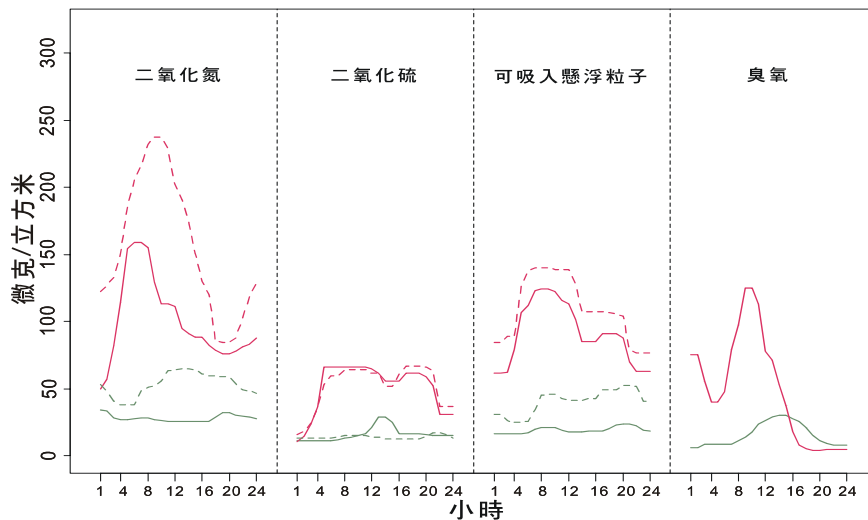
圖三：太平山眺望維多利亞海港



2004年7月18日星期日



2005年4月20日星期三



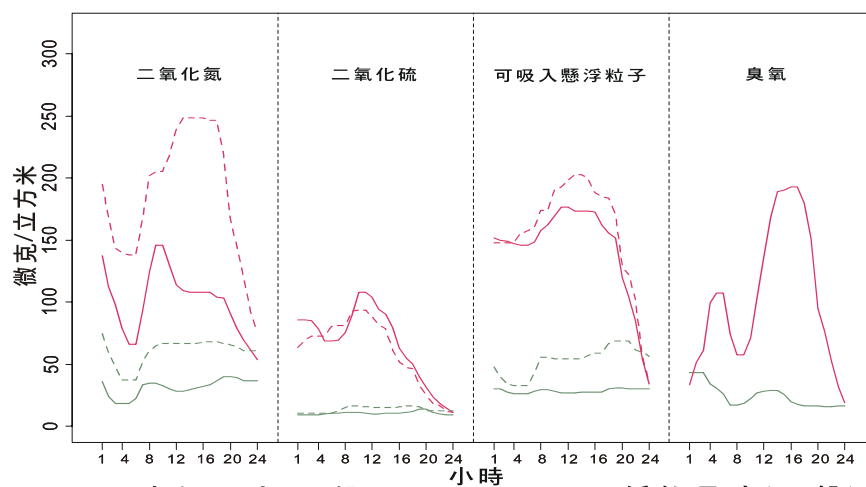
圖四：鴨脷洲眺望香港仔海港



2004年7月23日星期五



2004年9月16日星期四



資料來源：環境保護署

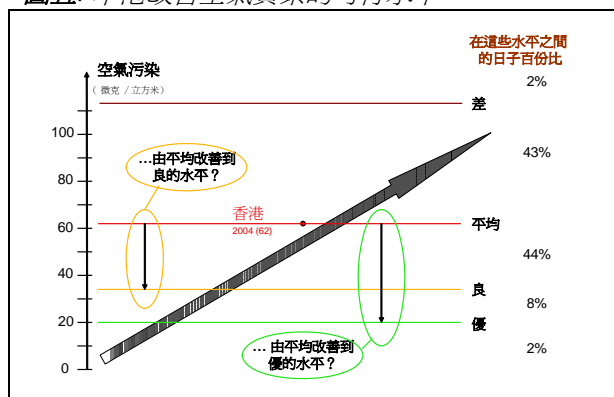
—— 高能見度(一般)      —— 低能見度(一般)  
- - - 高能見度(路邊)      - - - 低能見度(路邊)

## 空氣污染: 經濟成本及解決問題方案

以年為基礎計算，顯示以下的空氣質素改善程度(圖五)：

- “平均”改善到“良”(水平四至水平二)；
- “平均”改善到“優”(水平四至水平一)；
- “差”改善到“良”(水平三至水平二)；
- “良”改善到“優”(水平二至水平一)。

圖五: 本港改善空氣質素的可行水平



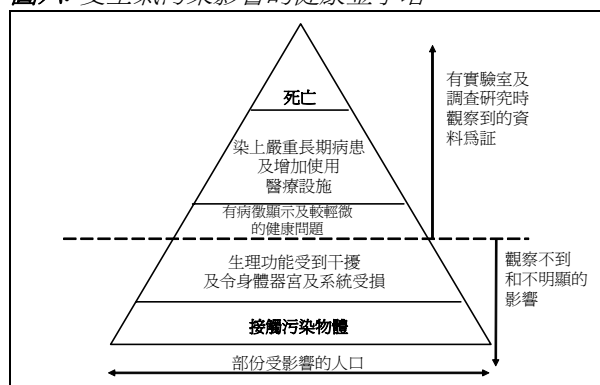
若空氣污染由一個高的水平改善至一個低的水平，我們估計每年對可避免的健康損失和經濟損失。

### 健康指標及其患病和死亡風險

空氣污染危害人群健康的分佈呈金字塔形狀（圖六）。金字塔的底部是暴露於空氣污染之下的人口部份，假定是 100%。其中，由於污染物引致損傷，很多人的身體組織（如肺和動脈）因而有臨床前（未能測量到）的炎症改變。個別人仕會因症狀發展而自行買藥醫療，甚至增加使用基礎中西醫診症次數。進一步發展成為嚴重的慢性疾病並需入院治療。根據空氣污染造成的額外醫療需求比率，我們可以測量空氣污染對人體重要器官以及生活質素的影響。

現時對於空氣污染影響健康的研究記載必然是不完整。在我們認知中，有關因空氣污染所引致的健康影響，包括可自行買藥醫療或者使用傳統藥物的病徵，和孕婦懷孕期間產生的胎兒發展遲緩和嬰兒健康問題，以及小孩健康問題等的研究都未能全面掌握。同樣地，我們缺乏最近美國用以顯示空氣污染對於阻礙小孩及青少年肺部發育的長期隨訪研究。

圖六: 受空氣污染影響的健康金字塔



但是，我們曾經進行關於空氣污染對本港學童健康、全港基礎醫療及入院醫療，以及提高死亡風險的實在研究。從這些研究中，我們獲得空氣污染物濃度每立方米增加 10 微克單位計，所導致的醫療資源耗用和死亡風險增加的估計。這些所有研究都運用國際公認的計算方法從而得出風險評估。根據 2000 年度的每日普通科的診症和 1995-2000 年度每日入院或死亡數據，使用“泊松”回歸數學模型，並經季節變化、溫度、濕度、假期及流感高峰期等因素調整後，得出因每種污染物的濃度上升而增加的額外風險。一般回歸數學模型所特有的相關性和過離散都在考慮調整之內。用以計算的健康指標包括普通科診症<sup>4-6</sup>、由醫院管理局取得的因心臟及肺部疾病入院次數<sup>7</sup>乃至由統計處取得的死亡數據<sup>8</sup>。大部分的死亡也是由於心肺疾病所致。利用空氣污染和健康程度的線性效應關係，我們估計空氣污染危害健康的風險程度以及改善污染帶來可避免的健康損失。

### 可避免的健康損失和成本

**死亡：**我們用 2000 年的總死亡人數<sup>6</sup> 乘以與各空氣污染物相關的額外死亡風險率而計算的有關資料。（圖五）

**住院天數：**我們用 2000 年入住公立和私立醫院的總天數<sup>6</sup>（根據入住私立醫院的佔用病房天數是入住醫院的佔用病房天數的 6.4%）<sup>7</sup>。同樣用以計算因空氣污染而死亡人數的方法，我們用住院總天數乘以相應的入院風險率計算出可避免的佔用醫院病房總天數。

## 空氣污染: 經濟成本及解決問題方案

**疾病的直接醫療開支:** 我們分別估計四個不同醫療單位的開支:

- 公立和私立醫院的入住次數;
- 公立診所診症次數 (普通科、專科和急診室);
- 家庭醫生診症次數。

每單位醫療成本(每個住院日和每次診症的平均花費)從醫管局<sup>9</sup>、衛生福利及食物局<sup>10</sup>、政府統計處<sup>8</sup>以及本地住戶調查<sup>11</sup>所得資料獲取。除急診以外,病人因入院(坐計程車至最近醫院)和診症(每診症平均車程二十一分鐘的公共巴士車費)的交通費用也包括在裏面。所有單位的成本見表二。

可避免額外費用的計算,是通過醫療使用率乘與每單位成本和相應的額外風險率而作出的。

表二: 估計可避免的單位成本

	單位成本 (港元\$)
<b>直接醫療成本</b>	
入住公立醫院的天數:	
急症	3,132
長期	2,735
心臟病深切治療	5,188
公立診所(診症次數):	
衛生署普通科診所	219
醫院管理局普通科診所	302
專科診所	660
急症室	571
家庭醫生(診症次數)	163
交通費用:	
的士(來回及每程少於5公里)	72
巴士(來回)	8.40
<b>生產力損失:</b>	
每月男性入息中位數	12,000
每月女性入息中位數	8,800
每月入息中位數	10,000
<b>無形成本:</b>	
預防死亡的自願支付費用	10,000,000
預防入住醫院一天的自願支付費用	4,900/4,100*
預防咳嗽一天的自願支付費用	184

假設入住公立醫院及私家醫院費用相同

\* 因呼吸系統/心臟系統疾病而入院

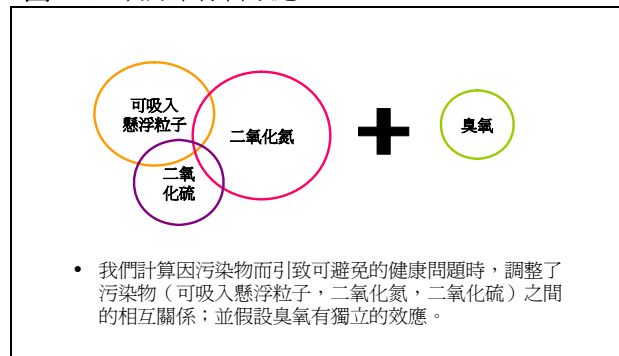
**生產力損失:** 我們估算年齡從十五至六十四歲的人口,由於空氣污染引致提早死亡,入住公立或私家醫院以及往家庭醫生求診引致的生產力損失。當中因提早死亡引致生產力損失的估計方法是先計算 2000 年經勞動力和就業率調整後的六十五歲之前死亡的人年損失,再乘以按性別劃分的中位工資

<sup>12</sup>。引致入院的生產力損失的計算方法,基於年齡十五至六十四歲人口的入院天數,同樣地乘以按性別劃分的中位工資。至於往家庭醫生求診所引致的生產力損失的計算方法,是用以上相同的方法但使用因患呼吸道感染疾病而獲得的病假天數而計算出來的。<sup>4</sup>

**無形成本:** 無形成本包括避免死亡和疾病的價值,但不計算使用醫療設施及生產力損失的經濟價值。我們採用避免生命損失的價值中位數<sup>13</sup>,並進行本地住戶電話訪問調查以作驗證,去評估改善空氣污染對避免死亡的無形成本。至於可避免住院及患呼吸道徵狀<sup>14</sup>的無形成本,我們根據本地受訪者的自願支付費用作出計算。

**空氣污染物對健康的綜合影響:** 從數據顯示,有足夠證據證明香港每種污染物例如二氧化硫或其他與高含硫量燃料有關的污染物,對健康有獨立的影響。<sup>15-17</sup> 但是,由於空氣污染是混合多種化學污染物。因此,我們不能確定所有污染物對健康的綜合影響。我們採用了一種保守的估計方法去評估對健康的綜合影響。方法是先計算各單一污染物對健康成本的總和,再減去從監測站記錄各污染物當中可能重疊的相關影響。例如,二氧化氮(NO<sub>2</sub>)的變化大約25%可由二氧化硫(SO<sub>2</sub>)的變化所解釋。因此,我們用NO<sub>2</sub>+75%SO<sub>2</sub>作為綜合兩者的健康影響。但是,我們不能用相同方法計算衍生污染物臭氧(O<sub>3</sub>)。因空氣污染而得出的總健康影響計算是NO<sub>2</sub>+75%SO<sub>2</sub>+46%RSP+O<sub>3</sub>。

圖七: 空氣污染綜合效應





## 空氣污染: 經濟成本及解決問題方案

### 路邊監測站

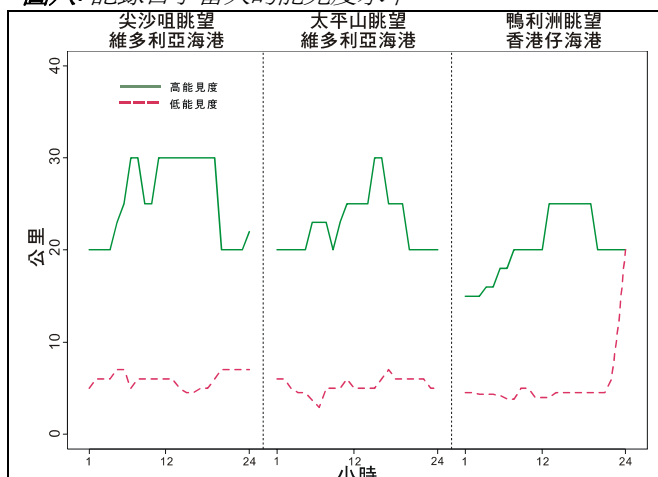
除了對一般監測站的數據作出分析外，根據路邊監測站的數據，如銅鑼灣、中環及旺角，作出額外的分析，因為大部份人仕(最少有 50%)<sup>14</sup> 其居住或工作場所鄰近繁忙的路邊。數據分析方法例如風險度估計、可避免健康後果和經濟成本則根據一般監測站的方法作出分析。

### 4.0 研究結果

圖片(圖二至四)清楚顯示在記錄日期能見度(圖八)的顯著變化。能見度“低”時的每小時空氣污染物濃度遠高於能見度“高”時的濃度(表三)。特別要指出的是，在能見度“低”的日子，所有監測站的吸入懸浮粒子和二氧化氮明顯升高。一年內有 75% 的時間可吸入懸浮粒子和臭氧超過二級水平。

現用二氧化氮的影響作為例子，說明計算的方法。用二氧化氮污染含量每立方米增加 10 微克的死亡風險為 0.64% 計算。假設線性效應，污染水平由“平均”級(四級)改善至“良”(二級)水平時額外風險是 1.70%，可避免死亡人數以 2000 年為基礎是 545 人，這是 2000 年度總死亡人數的 1.7%。我們用同樣方法計算其他污染物的影響，和扣除各污染物重複影響算出可避免死亡總人數。

圖八: 記錄日子當天的能見度水平



資料來源: 香港天文台

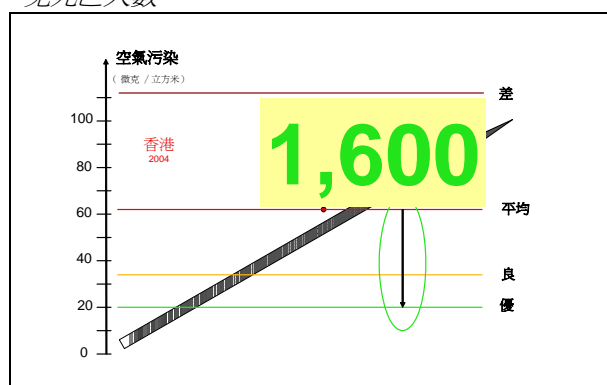
表三: 由能見度所制定的四項水平, 在一般監測站的空氣污染物平均水平及其相差(微克/立方米含量)

水平	二氧化氮	可吸入懸浮粒子	二氧化硫	臭氧
1 優	20	16	8	6
2 良	35	25	22	19
3 差	107	129	64	53
4 平均	62	61	25	39
4-2	27	37	3	20
4-1	42	46	17	33
3-2	72	104	41	34
2-1	15	9	14	13

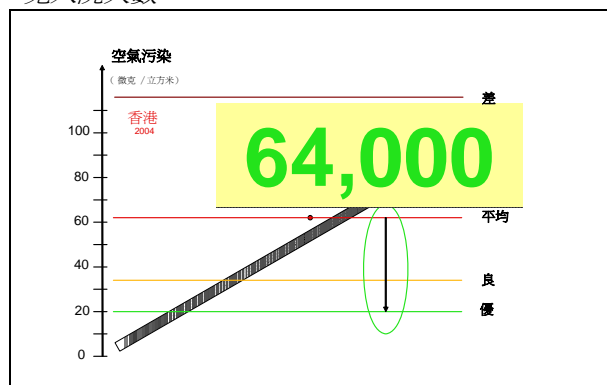
空氣污染水平從“平均”改善至“良”以及“優”的健康增長和經濟得益

當空氣污染從“平均”(四級)改善至“良”(二級)水平時的可避免死亡人數是 769 (接近 800), 改善至“優”(一級)水平時是 1,583 (接近 1,600) (圖九)。從“平均”改善至“良”水平時的可避免入院天數是 36,326, 改善至“優”水平時是 64,207 (接近 64,000) (圖十)。

圖九: 從“平均”改善至“優”的污染水平所得的可避免死亡人數



圖十: 從“平均”改善至“優”的污染水平所得的可避免入院天數



## 空氣污染: 經濟成本及解決問題方案

上述改善污染程度的可避免經濟損失見表四。空氣污染從“平均”水平改善至“良”水平或“優”水平時的可避免直接醫療成本分別是 10 億和 15 億港元。這些成本中大約 76% 出自可避免的家庭醫生診症，以及 19% 出自公立醫療成本（入院公立醫院和診所診症）。可避免生產力損失高達 5 億港元，而可避免的無形成本則為 100 到 190 億港元。生命損失佔無形成本的大部分。

### 空氣污染從“差”改善至“良”以及從“良”改善至“優”水平的影響

近年超過 45% 日子的空氣質比平均水平為差。以可吸入懸浮粒子為例，一般監測站錄得約 60-111 微克/立方米。在“低”能見度的日子，可吸入懸浮粒子濃度超 110 微克/立方米，而這更有惡化的趨勢。空氣污染從“差”（三級）改善到“良”水平（二級）時每年可避免死亡人數是 3,172，從“良”改善到“優”水平（一級）時是 814，每年可避免入院天數分別為 114,223 和 27,880，共超過 142,000 天。可避免無形成本見表圖十一。

表四: 改善不同空氣污染水平的可避免經濟損失 (從“平均”到“良”及“優”水平)

直接醫療成本	經濟成本 (港元\$)	
	從平均到良水平 4-2	從平均到優水平 4-1
入住公立醫院	103,314,117	182,595,046
公立診所診症	84,315,594	133,527,565
入住私家醫院	7,281,544	12,870,139
家庭醫生診症	734,520,232	1,113,504,483
交通費用	40,709,783	61,894,109
<b>醫療直接成本總計</b>	<b>970,141,270</b>	<b>1,504,391,343</b>
<b>生產力損失:</b>		
入住醫院	1,744,263	3,102,961
家庭醫生診症	82,223,270	124,647,322
提早死亡	182,845,220	376,237,624
<b>生產力損失總計</b>	<b>266,812,753</b>	<b>503,987,907</b>
<b>無形成本</b>		
死亡	7,692,517,649	15,828,767,946
嚴重慢性疾病	34,024,336	59,797,014
輕度疾病	2,270,028,285	3,283,378,006
<b>無形成本總計</b>	<b>9,996,570,270</b>	<b>19,171,942,967</b>

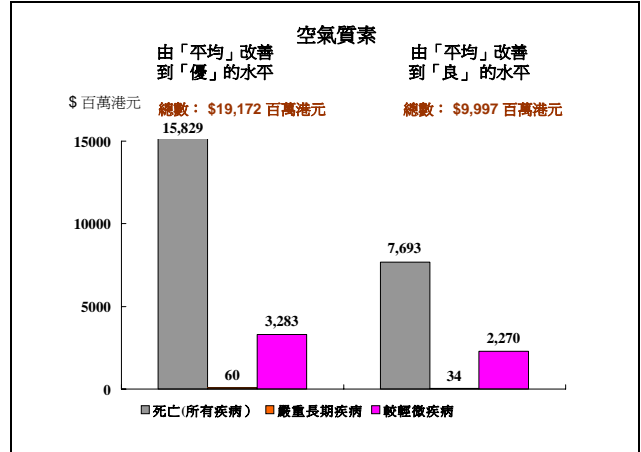
### 根據路邊監測站計算空氣污染水平的影響

空氣污染物（除臭氧外）的路邊濃度各級別的水平見表五。基於污染物的路邊濃度計出的從“平均”改善至“良”水平時的可避免死亡人數是 964，從“平均”改善至“優”時是 1,988，可避免的入院天數分別

為 34,913 和 65,560，略高於基於一般濃度計出的結果。

從“差”到“良”以及從“良”到“優”水平以年為基礎可避免死亡人數分別為 3,821 和 1,024，可避免入院天數分別為 12,023 和 30,660。

圖十一: 改善空氣污染的可避免無形成本



表五: 根據路邊監測站的空氣污染物制定的四項水平及其相差 (微克/立方米)

水平	二氧化氮	可吸入懸浮粒子	二氧化硫
1 優	36	23	9
2 良	60	45	23
3 差	163	145	66
4 平均	101	80	23
4-2	41	35	0
4-1	65	57	14
3-2	103	101	42
2-1	23	22	14

可避免的經濟成本也略高於基於一般濃度計算出的成本，從“平均”到“良”以及到“優”水平時可避免直接經濟成本分別為 10 億和 17 億港元、可避免生產力損失分別為 3 億和 6 億港元、無形成本分別為 120 億和 230 億港元。而從“差”到“良”以及從“良”到“優”水平時可避免直接經濟成本分別為 29 億和 7 億港元、可避免生產力損失分別為 12 億和 3 億港元、無形成本分別為 430 億和 110 億港元。

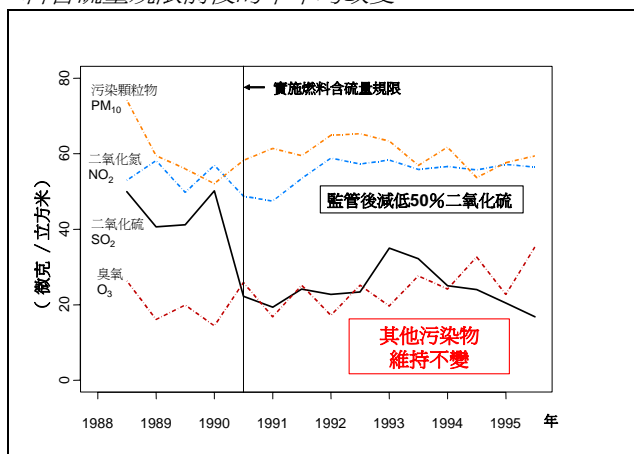
5.0 改善污染程度：公共衛生的重點

從表面鑑定此次研究是有效的，因為此次研究採用保守，有效及可靠的研究方法來估計得出。持續使用更清潔的燃料和能源以及提高發電效率可帶來額外的健康得益以及減少社會成本。

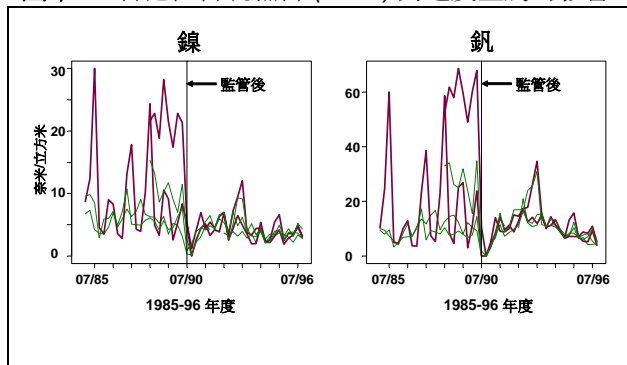
估計健康風險所用的研究方法已經通過國際科學界的檢驗，並發表於很有影響力的學術期刊上。唯這研究仍算是保守，並沒有包括所有疾病。儘管是 16 年前，香港已經證明有能力通過只是燃料質素小幅度的改良便能大幅度的提高空氣質素以及大量減低對健康的不良影響。<sup>15</sup> 1990 年 7 月 1 日將燃油含硫量限制至總重量的 0.5% 成功減低了二氧化硫（圖十二），釩和鎳的濃度（圖十三），結果是

- (a) 兒童和成人的支氣管炎症狀減少；
- (b) 小學學童生的肺功能改善（圖十四）；以及
- (c) 總死亡人數減少 2.1%（相當於每年減少 600 死亡人數），因為主要是由於死於心肺及血管疾病的各年齡組別人數減少 1.8% 至 4.8%。<sup>15</sup>

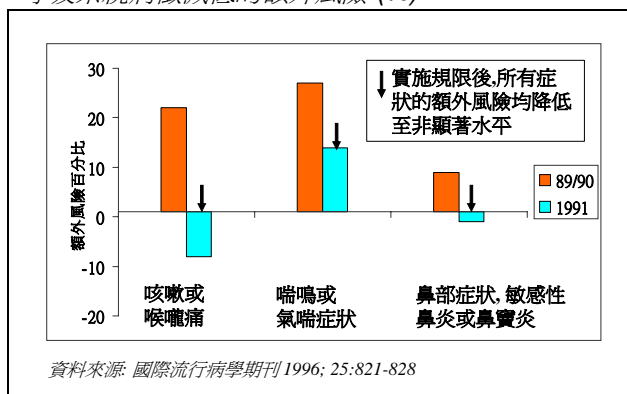
圖十二: 1988-95 年度香港空氣污染物濃度: 實施燃料含硫量規限前後的半年均改變



圖十三: 香港低含硫燃料 (0.5%) 對過度金屬的影響

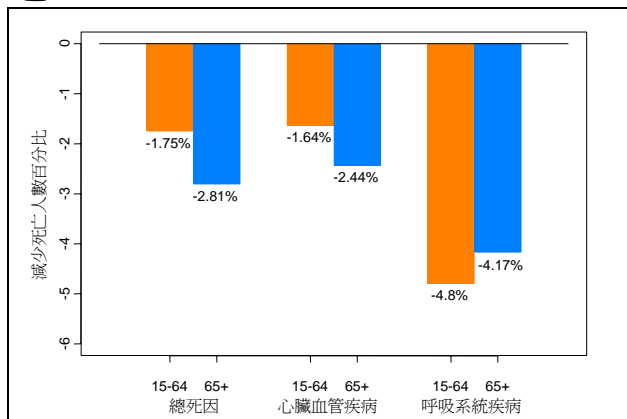


圖十四: 低含硫量燃料好處: 比較南區和葵青區小童呼吸系統病徵減低的額外風險 (%)



資料來源: 國際流行病學期刊 1996; 25:821-828

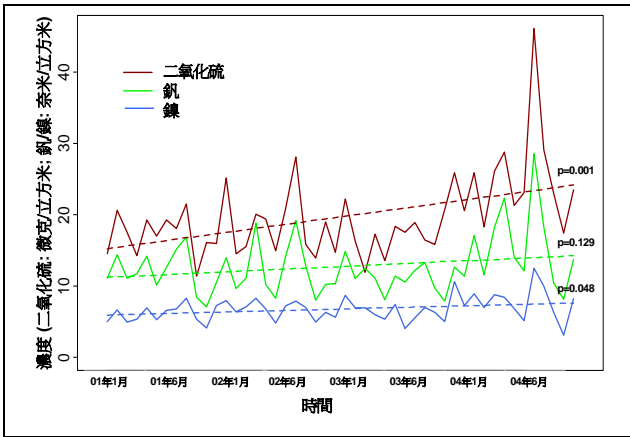
圖十五: 1990-95 年度因燃料含硫量規限所減少的死亡



大氣空氣污染物濃度較輕微的減少已帶來重要的健康得益，香港此項干預措施的結果現在已經被全世界接納為空氣污染與心肺系統損傷因果關係的重要證據之一。然而自 1990 年後香港的空氣質素持續惡化。特別值得關注的是反映高含硫量燃油排放有關的污染物正有上升趨勢（圖十六）。

## 空氣污染：經濟成本及解決問題方案

圖十六：2001 至 2004 年度二氧化硫，鎳及鈾的每月變化



我們的研究結果顯示因空氣污染所帶來的醫療保健及生命的價值損失是可避免成本中的主要部分。根據美國環保局的聲明<sup>18</sup>，政府應該“制訂、推行和強制執行與環境相關的法律和規定”以維護環境公義，保障窮困人仕以及社會各界人仕的健康。

### 6.0 前進的可行方向

在討論問題的根源以及推行干預政策的可行性時，我們需要劃分一些重要的概念：

- (1) 本地和地區污染源頭；
- (2) 短期技術方案、中期重點計劃以及長期結構性方案。

#### 本地重點

##### 認識任務和重點

關於本地污染來源對健康的影響，除因發電導致的排污之外，我們應該同樣或者更加關注因交通導致的排污情況。

雖然電廠經長煙囪排放的污染物會增加地區性的污染負擔，交通排放污染物亦可同時直接影響數米內的行人，及路邊數十米內的辦公室、商店和住宅。

另外，在香港這種典型的城市環境之下，街道峽谷效應可使空氣污染物在交通高峰期積聚。由於健康受影響取決於吸入及接觸污染物濃度時間的長短，交通擠塞可導致接觸一些污染物的風險達到最高點，即使未及發電的總排放量為高。香港的污染物路邊濃度

相當高，超出香港已經是寬容的空氣質素指標。我們估計大約 50% 的人群生活和（或）工作在路邊環境下，因而經常暴露於最高的空氣污染水平。

這並不是說我們應該罔顧發電所致的空氣污染，而是我們應該因應不同任務會降低風險的程度而制定優先次序。

#### 短期方案

對於制定政策以短期內降低暴露於本地交通污染的風險，我們應該將重點集中到

- (i) 合理安排巴士綫路和時間表以增加乘坐率，
- (ii) 禁止“歐洲標準制定前”及根據“歐 I”製造的商業性機動車輛在交通高峰期在市區道路行駛
- (iii) 改善巴士站底層的通風條件。

考慮到邊界以北的柴油含硫量較香港高出 40 倍（0.2% 對 0.005%），政府必須加快檢討監控跨境車輛油箱的制度。現時條例容許油箱 75% 容量是從內地輸入，這種寬容性的安排，從內地違反限制條例而入油是對公眾健康構成直接威脅的行為。

香港特區政府應該促成中華電力有限公司建立液化天然氣發電設施以減低發電造成的空氣污染。

#### 中期方案

中期計劃應該包括

- (i) 採取強制性措施使所有柴油車輛轉用“歐 IV”和“歐 V”標準，
- (ii) 在鐵路運輸力過剩的綫路相應減少巴士服務數量，
- (iii) 將小巴綫路改至接駁巴士到鐵路和長途巴士綫路上。

政府應該加快實施長期未兌現，在青山建成煙氣脫硫設備的計劃。12 年前的研究已經證實高含硫量的燃料對健康有顯著的危害，並且香港在其他部門應立法禁止使用含硫和過度金屬含量過高的燃料，因而此類燃料也應該禁止在兩地發電中使用。

### 長期方案

長遠而言，政府應當制訂清晰的政策（在世界其他地方相當普遍）對鐵路公司興建新鐵路時提供定比例（例如 50% 到 70%）的直接資金援助。此項措施將會對擁塞地區提供更多的交通設施，並將交通系統延伸至更多相對中度擁塞的地區。也就是說政府必須“採取”措施使鐵路成為主要的交通工具。

城市規劃也需要重新檢討。設計新區域以及重新發展舊區時需要考慮如何改善空氣流通，以達到減低人群暴露於交通污染的機會。例如某些大廈（例如皇后大道中滙豐銀行總行大廈）可以將地下大堂打通。類似的，可以包括強制要求大廈建成不同的高度，並且規定大廈之間保留間隔空間等措施。

在高度擁塞的城市區域，如中環，新建道路時必須考慮如何使之能夠降低市內空氣污染水平。

香港政府必須制訂一個長遠政策，以確定是否允許於發電時使用煤炭，如果允許，應控制硫和煤灰的含量，以及控制排放方式等。

### 地區重點，包括從廣東“傳入”的空氣污染

#### 一般事項

雖然香港的污染物也排放向珠三角地區，但是由於大氣運動從深圳、東莞和珠三角東部帶來的大量空氣污染物對香港的空氣質素影響重大。在這些城市和地區，我們需要集中考慮以下三方面：製造業、發電廠和交通。

#### 製造業

製造業應該作為首要目標，因為其中大部分為香港公司所擁有，其次是能源效率以及（在中國合理調整能源價格政策之後）香港企業承諾在營運中使用包括輔助發電設施在內的加倍清潔的燃料。這樣我們就一定能夠降低由高含硫量燃料所形成的污染物。燃料的廣泛使用以及油渣中含富金屬的飛灰（ROFA）目前是對公眾健康的最大威脅，但是也是最容易避免的。

### 發電廠

在鼓勵廣東的電廠提高發電能力（以減少低效的工業個別發電）、使用清潔燃料以及更有效控制排放等方面，香港或會面對困難。總管如此，香港的電力公司可以向其提供電廠運作和維修的專業意見，以提高發電效率及減少排放。

### 交通

除工業發電之外，珠三角地區的交通因迅速增加而對香港的空氣質素構成最大的長期威脅。香港必須和廣東政府部門積極合作以保證，只限清潔柴油和汽油在市場買賣，交通工具具備最新的控制排放技術，以及加強控制跨境燃料運輸，以便於短期內保證空氣質素。

香港也應該鼓勵廣東對燃料和運輸工具徵收高登記稅，並發展優良的巴士，鐵路等公共交通系統。考慮到國內和香港由個人擁有的公路交通工具快速增加，區分所有權和使用權或能發揮作用。通過提高公路收費及泊車費用以減少高峰期的車輛流量。

## 7.0 設定新目標

### 世界衛生組織的空氣質素 2006 年指引<sup>19</sup>

香港必須在清楚制訂的時間表內結合本地及跨境的策略來達到特定的空氣質素目標。以目前的情況，空氣質素目標及時間表只是根據“盡力而為方針”所制定出來。從環保及公共衛生觀點出發，這是不可接受的。

香港與內地的空氣質素指標既已經過時已久，也沒有對空氣污染提供足夠的衛生防護措施。更令人憂慮的是，這些指標被「環境影響評估」機關濫用並認訂為在安全及許可水平以內而使用。在環境影響評估條例之下，這個機制令空氣質素指標成為增加空氣污染的合法工具。

香港的空氣質素指標是根據 1987 年世界衛生組織的歐洲空氣質素指引所議定的。雖然

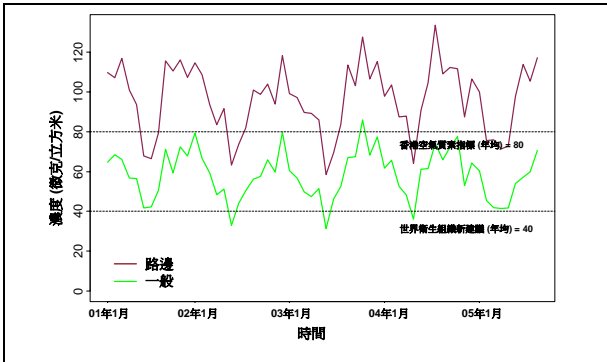
## 空氣污染: 經濟成本及解決問題方案

這些指引在 2000 年已經修改，但香港特區指標沒有作出相應的改動。世界衛生組織的工作小組在 2005 年 10 月<sup>19</sup>所制定新的全球性空氣質素指引 (AQO)，將於 2006 年 9 月公佈。

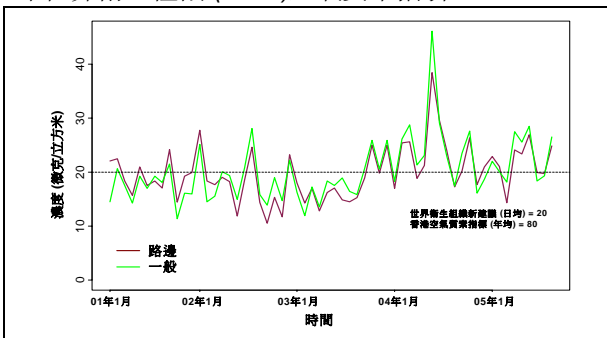
新的全球性空氣質素指引是基於由觀察性和分析性研究所提供，有關空氣污染物濃度與健康指標相關的有力證據後而制訂，並獲得與會人士一致通過。新的全球性空氣質素指引並不應視為安全或許可的水平。<sup>20</sup> 得到通過的全球性空氣質素指引是基於對眾多動物及人類實驗研究、流行病學研究和(少數的)干預研究引證出來。顯示圖十七至十九有關於現時的香港空氣質素指標及新提出的世界衛生組織空氣質素指引對應香港每年污染物濃度模式。

這模式顯示可吸入懸浮微粒與二氧化氮濃度更遠超出已過時的香港指標。相對於新的世界衛生組織空氣質素指引而言，在眾多污染物裡含最低水平的二氧化硫，一年之內也有 35% 機會超出了指標容可範圍。

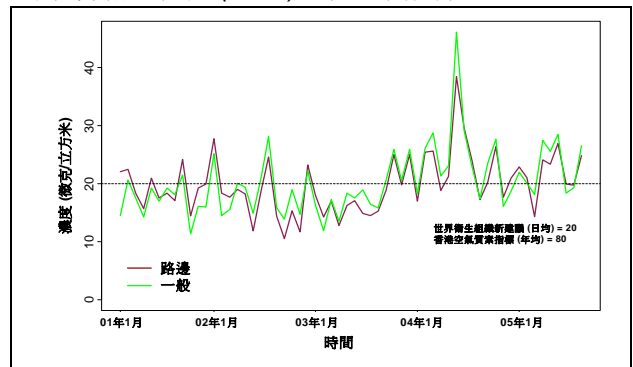
圖十七: 2001-2005 年度路邊及一般監測站可吸入懸浮粒子的每月變化, 並顯示香港 (1987) 空氣質素指標和世界衛生組織 (2006) 空氣質素指引



圖十八: 2001-2005 年度二氧化氮的每月變化, 並顯示世界衛生組織 (2006) 空氣質素指引



圖十九: 2001-2005 年度二氧化硫的每月變化, 並顯示世界衛生組織 (2006) 空氣質素指引



對於公共衛生而言這是相當重要的。特別是高含硫量燃料所產生的污染物每年都有所增長。在這些燃料所產生的污染物中，最重要可能是鈾和鎳的過渡金屬。在 1990 年 7 月 1 日香港政府 (對高含硫量燃料) 作出干預，除了二氧化硫的急劇降低以外，更導致這些過渡金屬急劇減低。我們現時假設，這些改善很可能提供證據，顯示是造成兒童及成人的心血管及肺部組織減少傷害的原因。近期這些從高含硫量燃料所產生的污染物很可能源自香港及廣東商家在廣東靠近香港的中國邊界地區作出大規模的油渣燃燒。除急性和慢性疾病外，無徵狀的病生理影響，預期還包括阻礙幼兒及青少年一代的肺部成長。

## 8.0 結論

在人口或個人水平，清楚及緊急的指引是香港政府當前應在本地，聯同跨境推行，強制監測及推行計劃徹底清除污染的害處。

除此之外，香港政府必須擔當領導角色，對付整個地區各方面的污染問題，推行改善因污染而引起嚴重廣泛影響健康的措施。

身為亞洲世界城市一份子，當中的居民期望個人及子女健康，得到充份的保護，是合理的要求。

## 9.0 主要訊息

- 我們已失去控制香港及珠江三角洲空氣質素的能力。
- 空氣污染對健康及經濟有著重要的影響。
- 事不宜遲地制定及推行一些全面的污染控制對策。

## 參考文獻

1. Watson JG. Visibility: Science and regulation. *Journal of the Air & Waste Management Association* 2002; 52: 628-713.
2. Knobel HH, Chen CJ, Liang KY. Sudden infant death syndrome in relation to weather and optometrically measured air pollution in Taiwan. *Pediatrics* 2005;96: 1106-1110.
3. Environmental Protection Department, Hong Kong SAR. Past air monitoring station data. [http://www.epd.gov.hk/epd/english/environmentinhk/air/data/air\\_data.html](http://www.epd.gov.hk/epd/english/environmentinhk/air/data/air_data.html) (accessed 12Dec2005)
4. Wong TW, Wun YT, Yu TS, Tam W, Wong CM, Wong AHS. Air pollution and general practice consultations for respiratory illnesses. *Journal of Epidemiology and Community Health* 2002; 56: 949-950.
5. Wong TW, Tam W, Yu I TS, Wun YT, Wong A HS, Wong CM. The association between air pollution and general practitioner visits for respiratory diseases in Hong Kong. *Thorax* doi.10.1136/thx.2005.051730
6. Wong CM, McGhee SM, Yeung RYT, Thach TQ, Wong TW, Hedley AJ. Short term health impact and costs due to road traffic-related air pollution. Final Report submitted to Environmental Protection Department. Hong Kong Air Pollution and Health Joint Research Group, 2002. [http://www.epd.gov.hk/epd/english/environmentinhk/air/study/rpts/files/ap\\_health\\_impact\\_02.pdf](http://www.epd.gov.hk/epd/english/environmentinhk/air/study/rpts/files/ap_health_impact_02.pdf) (accessed 20May2006)
7. Hong Kong Hospital Authority. Hospital Authority Annual Report 2000-2001. Hong Kong: Hong Kong Hospital Authority, 2001. [http://www.ha.org.hk/hesd/nsapi/?Mival=ha\\_view\\_template&group=AHA&Area=ANR&Subj=R01&ustamp=2006%2d05%2d18+15%3a41%3a16%2e893](http://www.ha.org.hk/hesd/nsapi/?Mival=ha_view_template&group=AHA&Area=ANR&Subj=R01&ustamp=2006%2d05%2d18+15%3a41%3a16%2e893) (accessed 18May2006)
8. Hong Kong Census and Statistics Department. Hong Kong Annual Digest of Statistics. Hong Kong Printer, 2001.
9. Hospital Authority Costing Exercise 2000. Personal communication with Hospital Authority dated 4Feb2002.
10. Health, Welfare and Food Bureau. Lifelong investment in health: Consultation document on health care reform. Hong Kong: Government Printing, 2000.
11. McGhee SM, Bacon-Shone J, Hung J, Ma SK, Brudevold C, Hedley AJ. Household survey report 1998. Report prepared for Harvard University. Department of Community Medicine and Social Sciences Research Centre, The University of Hong Kong, 1998.
12. Hong Kong Census and Statistics Department. Men and women in Hong Kong key statistics (2005 edition). Hong Kong Printer, 2005.
13. Sommer H, Seethaler R, Chanel O, Herry M, Masson S, Vergnaud J Ch. Economic Evaluation: Technical Report on Economy. Health Costs due to Road Traffic-related Air Pollution: An impact assessment project of Austria, France and Switzerland. Bern: Federal Department of Environment, Transport, Energy and Communications Bureau for Transport Studies, June 1999. [http://www.euro.who.int/Document/Trt/Health\\_costs.pdf](http://www.euro.who.int/Document/Trt/Health_costs.pdf)
14. McGhee SM, Yeung RYT, Wong LC, Chau J, Wong CM, Ho LM, Fielding R. The health benefits of reduced air pollution: value and trade-offs. Health Care and Promotion Fund. Health, Welfare and Food Bureau, Hong Kong SAR Government, April 2005. Final report reference number 213018. [http://hwfbgrants.netsoft.net/english/funded\\_search/funded\\_search.php](http://hwfbgrants.netsoft.net/english/funded_search/funded_search.php)
15. Hedley AJ, Wong CM, Thach TQ, Ma SLS, Lam TH, Anderson HR. Cardiorespiratory and all-cause mortality after restrictions on sulphur content of fuel in Hong Kong: an intervention study. *Lancet* 2002; 360: 1646-1652.
16. Wong CM, Atkinson RW, Anderson HR, Hedley AJ, Ma SLS, Chau YK, Lam TH. A tale of two cities: effects of air pollution on hospital admissions in Hong Kong and London compared. *Environmental Health Perspectives* 2002; 110: 67-77.
17. Wong CM, Ma SLS, Hedley AJ, Lam TH. Effect of air pollution on daily mortality in Hong Kong. *Environmental Health Perspectives* 2001; 109: 335-340.
18. US Environmental Protection Agency. Environmental Justice. <http://www.epa.gov/compliance/environmentaljustice/index.html> (accessed 27Jan2006)
19. Krzyzanowski M, Regional Adviser, Air Quality and Health. WHO Regional Office for Europe. European Centre for Environment and Health, Bonn Office. WHO Air Quality Guidelines. Global Update 2005. <http://www.euro.who.int/Document/E87950.pdf> (access date 18Apr2006) and <http://www.healtheffects.org/annual.htm> (accessed 18Apr2006)
20. Maynard RL. UK Health Protection Agency. The use of ambient air standards: a global overview. Health Effects Institute Annual Conference, San Francisco, 9 April 2006. <http://www.healtheffects.org/annual.htm> (accessed 18Apr2006)

(此乃中文譯本，以英文版為準；鳴謝歐春泉小姐及楊琳小姐提供部份翻譯)