

# 附 錄 十

## 空氣品質擴散模擬資料

## 附錄十 空氣品質模擬分析查驗清單

一、評估資料中心與各評估要項之相對位置圖，如附 1-2 頁。

本模擬主要目的為探討本基地施工及建築階段粒狀污染對附近敏感受體之影響，故選定法定污染物如總懸浮微粒(TSP)、懸浮微粒(PM<sub>10</sub>)、氮氧化物(NO<sub>x</sub>)、二氧化硫(SO<sub>2</sub>)、一氧化碳(CO)等為探討對象，所選用之模式為美國環保署推薦優選模式 ISCST3 及 CALINE4 模式，模擬本基地污染源濃度增量情形，模擬範圍如附表 10-1。

附表 10-1 模擬範圍一覽表

區域	縣市名稱	UTM-X(km)		UTM-Y(km)	
		起點	迄點	起點	迄點
台北市	中山區	304.5	307	2773.5	2776

二、地形特徵之研判資料

本基地半徑 3 公里所在行政區位於中山區，至民國八十八年底之居住人口數為 214,652 人，較上年減少 516 人，總增加率為 -2.4%；設籍之戶數為 78,550 戶，每戶平均人數為 2.73 人；人口密度為每平方公里 15,689 人。本評估案所選用之擴散係數類型為都市型。

三、待評估污染源之資料

本開發計畫為國際觀光旅館大樓興建，非工廠興建，故無煙囪之相關資料，污染物排放主要來自為施工期間之逸散性揚塵及營運期間衍生交通排放之廢氣，排放量推估方式如下：

四、施工期間

(一)施工工程逸散粉塵

根據美國環保署「空氣污染物排放係數彙編 AP-42」，大型土木工程所產生之粒狀污染物(以粒徑小於 30 μm 之微粒為主)約 1.2 噸/畝/月(即 2.69

公噸/公頃/月)，本基地面積約 2.52 公頃，開挖面為 1.45 公頃，以每月施工 25 日，每日工作 8 小時計算，則粒狀污染物之排放強度約 0.5525g/s。

(二)施工機具排放廢氣

假設基地開挖期間之施工機具組合為挖土機 2 部、傾卸卡車 2 部、小型挖土機 2 部，參考美國環保署 AP-42 資料對施工機具排放廢氣之推估值(如附表 10-2)，估算施工機具操作所排放之廢氣量約為懸浮微粒 0.2689g/s、一氧化碳 1.0849g/s、氮氧化物 2.9829g/s、硫氧化物 0.3478g/s。

(三)運輸車輛排放廢氣及車行揚塵

本計畫開挖階段預計每 10 小時需 140 車次往返，平均每小時約有 14 車次(雙向)之增量，由於車輛大多為重型柴油車，若假設所有運輸車輛最後均匯集於樂群二路之最嚴重情境來模擬，依據附表 10-3 之運輸卡車排放係數推估排放量，其總懸浮微粒排放量及廢氣污染物排放量推估如下：

1. 總懸浮微粒排放量(Q)

$$Q = (Q_1 + Q_2) \times V$$

Q<sub>1</sub>: 為車輛排氣之懸浮微粒，以每車 3.00g/km 計算。

Q<sub>2</sub>: 為其他來源，包括車輛表面含塵量及路面含塵量。假設車輛經過揚塵量，其公式為  $Q_2 = (3 \times 10^{-6}) S \cdot L \cdot W$ ，其中 S 為車輛表面含塵量(%)、L 為路面含塵量(150 lb/mile)、W 為車輛重(20 公噸)，求得 Q<sub>2</sub> 為每車次 12.8g/km。

V: 為每日車次(每日工作 8 小時，每日需 140 車次進出)，由以上資料得  $Q = 0.0768 \text{ g/km/s}$

2. 廢氣排放量(Q')

$$Q' = \text{排放係數} \times \text{每日車次}$$

假設車輛速為 40km/hr，則其排放係數硫氧化物為 1.303 g/km/輛、氮氧化物為 16.92 g/km/輛、一氧化碳為 7.31 g/km/輛，依上述排放係數

及每日進出車次可求得各項氣態空氣污染物排放量  
 0.0063g/km/s、氮氧化物為0.0823g/km/s、一氧化硫為0.0355g/km/s。

附表 10-2 各類柴油施工機具空氣污染物排放率

機具名稱	排放係數(公克/小時)			
	粒狀污染物	硫氧化物	氮氧化物	一氧化硫
推土機	75.00	158.00	1889.16	816.81
平路機	27.70	39.00	324.43	68.46
震動壓路機	22.70	30.50	392.9	137.97
膠輪壓路機	22.70	30.50	392.9	137.97
灑水車	116.00	206.00	1889.16	86.84
傾卸卡車	116.00	206.00	1889.16	86.84
挖土機	184.00	210.00	1740.74	568.19
拖車	61.50	40.90	575.84	1622.77
混凝土泵車	61.50	40.90	575.84	1622.77
混凝土振動機	116.00	206.00	1889.16	816.81
吊車	50.70	62.30	570.70	157.00
其他	63.20	64.70	767.30	306.37

資料來源：U.S.EPA 「Compilation of air Pollutant Emission factor, AP-42」, 1985。

附表 10-3 運輸卡車於不同速度下之空氣污染物排放係數

單位：g/km

車速(公里/小時)	粒狀污染物	硫氧化物	氮氧化物	一氧化硫
10	3.00	1.303	27.45	22.27
15	3.00	1.303	24.47	17.7
20	3.00	1.303	22.11	14.32
30	3.00	1.303	18.82	9.88
40	3.00	1.303	16.92	7.31
50	3.00	1.303	16.07	5.81
60	3.00	1.303	16.13	4.95
70	3.00	1.303	17.09	4.52

資料來源：摘自行政院環境保護署，各縣市空氣品質改善維護計畫之執行進修檢討訓練課程「空氣污染排放量排放訓練教材」，民國 85 年。

### 五、營運期間

營運期間因本開發計畫開發完成後，將因商場、觀光旅館房客、員工引進之交通量，而增加廢氣排放使空氣中一氧化硫、氮氧化物、硫氧化物、懸浮微粒之含量增加。假設行駛速率為 40km/hr，其污染物排放係數如附表 10-4。

附表 10-4 各型車輛空氣污染物排放係數

車種	排放係數(g/km.輛)			
	TSP	NOx	CO	SOx
大客車	3	16.92	7.31	1.303
小客車	0.2075	2.07	29.39	0.116
二行程機車	0.2731	0.03	11.42	0.043
四行程機車	0.0966	0.13	16.14	0.043

註：1.排放係數資料來源環境保護署，「空氣污染排放量推估訓練教材」，民國 85 年。  
 2.取車行速度 40 公里/小時。

有關施工及營運期間之空氣污染排放量請參閱附表 10-5-10-7。

附表 10-5 施工期間施工面排放源空氣污染排放量推估結果

項目	污染物	單位：g/s			
		一氧化碳 (CO)	氮氧化物 (NOx)	硫氧化物 (SOx)	總懸浮微粒 (TSP)
整地開挖逸散揚塵		0	0	0	0.5525
施工機具排放廢氣		1.0849	2.9829	0.3478	0.2689
小計		1.0849	2.9829	0.3478	0.8214

附表 10-6 施工尖峰期間施工車輛空氣污染排放量推估結果

車次 (輛/8小時)	項目	排放量(g/km/10小時)			
		一氧化碳 (CO)	氮氧化物 (NOx)	硫氧化物 (SOx)	總懸浮微粒 (TSP)
140	車輛排氣	1023.4	2368.8	182.42	420
	行駛揚塵	0	0	0	1792
小計		1023.4	2368.8	182.42	2212

附表 10-7 營運期間運輸車輛空氣污染排放量推估結果

路名	起迄路段	尖峰車流增量 (車次/小時)	小時尖峰最大濃度增量			
			TSP( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	SO <sub>2</sub> (ppb)	NO <sub>2</sub> (ppb)	CO(ppm)
樂群二路	敬業四路~ 4-3路	265	4.56	1	24	0.55
4-3路	樂群二路~ 4-2路	120	2.32	0.51	12.24	0.28
4-2路	4-3路~敬 業四路	146	2.82	0.62	13	0.34
敬業四路	4-2路~樂 群二路	133	2.47	0.54	13	0.3
背景空氣品質			149	13	14	1.3
空氣品質標準			250	250	250	35

註：背景空氣品質取現場監測空氣品質最大者。

六、空氣品質監測資料

本計畫除蒐集行政院環保署設於松山、古亭、中山站外，並於基地內進行連續三個月，每次連續 24 小時之監測。基地內其各測值均可符合空氣品質標準。詳請參閱本文第六章。

七、氣象資料

八、地面氣象資料

採用中央氣象局民國 88 年台北地面氣象逐時觀測資料。

九、高空氣象資料

採用民國 88 年中央氣象局板橋探空站資料，以 Holzworth 方法計算混合層高度。

十、空氣品質模擬分析

空氣品質模式選用 ISCST 3 及 CALINE 4 模式。

### (一)ISC模式控制數設定

本計畫 ISC3 模式模擬控制參數列於附表 10-8, ISC3 整體模擬流程如附圖 10-2, 模式控制參數之主要項目包含: 1. 都市鄉村型態設定, 2. 風速垂直剖面係數, 3. 煙流型態選擇, 4. 垂直位溫梯度, 5. 煙函頂下沖效應選擇, 6. 浮力擴散選擇, 7. 靜風處理等七項, 各項參數在本計畫中之使用情形說明如下:

#### 1. 都市鄉村型態設定

都市、鄉村型態之選項, 影響模式中擴散係數之選用, 本計畫中所模擬之區域內, 均同時涵蓋都市及鄉村地區, 但大部份之污染源較接近都市地區, 故在模式中選擇都市第三型, 使用 McElroy Pooler(1968)之擴散係數。

#### 2. 風速垂直剖面係數

風速垂直剖面係數使用模式之內設值, 對六個穩定度而言, (A~F)各級垂直風速剖面指數分別為 0.15, 0.15, 0.2, 0.25, 0.3, 0.30。

#### 3. 煙流型態設定

本計畫選用最終煙流上昇高度, 此一選項為 ISCST3 之內設值, 在此選項中, 不考慮承受點之位置而採用單一之最終煙流上昇高度計算污染物濃度。

#### 4. 垂直位溫梯度

垂直位溫梯度使用模式內設值, 六個穩定度(A~F)之垂直位溫梯度分別為 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.02, 0.035。

#### 5. 煙函頂下沖效應

模式使用修正煙函高度模擬煙函下沖效應(Briggs, 1973)。

#### 6. 浮力擴散

模式選用浮力擴散效應(Buoyancy Induced Dispersion)。

#### 7. 靜風處理

在氣象資料進入模擬前即先行處理靜風資料(風速 1.0m/s), 故在模式中不選用靜風處理。

### (二)作業程序

將上述處理完成之氣象資料, 另撰寫 FORTRAN 程式以亂數產生器將風向加上亂數, 編譯成二元性(Binary)氣象資料(Binary Code)。準備標準輸入檔, 合併受點位置、高程資料、排放源高程、排放量資料(TSP 沈降速度、分率及反射率)開始進行模擬。

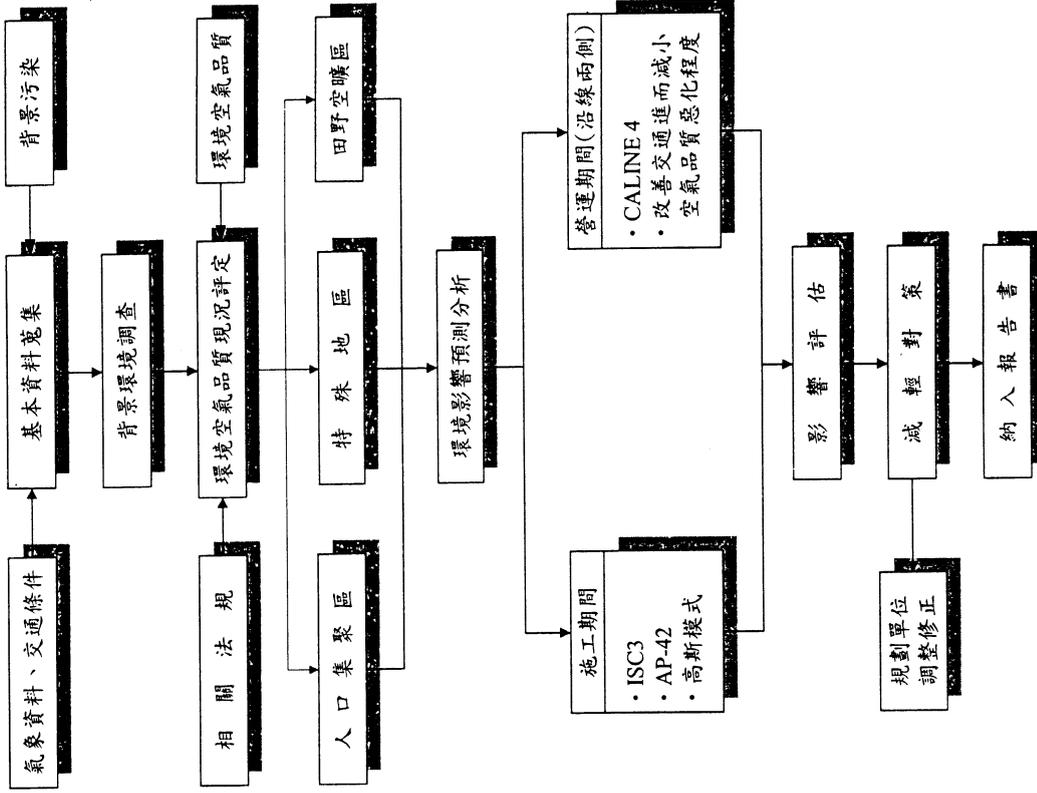
模擬結果包括三種檔案, 1. 標準輸出檔(Standard Output File, 即螢幕輸出結果), 此檔可作為輸入資料檢核及程式是否成功地執行之用。2. 指定檔名之二元性逐時濃度檔, 若執行過程有錯誤產生, 則有一記錄檔(ERRORS.OUT)。

模式的後處理程式可請出上述指定檔名之二元性逐時濃度檔, 求出各受點各平均時段之平均值及全年最大值, 經與實測值比較調整修正後, 計算出各個參考點之背景濃度, 便可輸出利用繪圖軟體(如 Surfer、Tecplot)繪製等濃度圖(Contour), 另評估比較各受點平均濃度是否超過法規標準。

針對受點可能超過法規值之情況, 須重新擬定減輕對策, 重新模擬評估經減輕對策後各受點之承受濃度, 藉以建議業者依此對策具體執行環境保護對策。

附表10-8 本計畫中之控制參數

模擬範圍	X起點	30450	X終點	30700
(UTM座標)	Y起點	2773500	Y終點	2776000
	直角座標網格： 26 點、 26 點			
承重點配佈	極座標網格：			
	離散承重點： 0 點			
控制參數	城郊形態	<input type="checkbox"/> 郊區	<input type="checkbox"/> 都市1型	<input type="checkbox"/> 都市2型 <input checked="" type="checkbox"/> 都市3型
	垂直剖面係數	<input checked="" type="checkbox"/> 使用模式內設值 <input type="checkbox"/> 使用者自定		
	煙流型態	<input checked="" type="checkbox"/> 使用最終煙流高度		
		<input type="checkbox"/> 以下風距離為煙流上昇函數		
	垂直溫梯度	<input checked="" type="checkbox"/> 使用模式內設值 <input type="checkbox"/> 使用者自定		
	地形修正	<input type="checkbox"/> 使用 <input checked="" type="checkbox"/> 不使用		
	煙囪頂下沖	<input checked="" type="checkbox"/> 使用 <input type="checkbox"/> 不使用		
	浮力擴散	<input checked="" type="checkbox"/> 使用 <input type="checkbox"/> 不使用		
	靜風處理	<input type="checkbox"/> 使用模式內之靜風處理		
		<input checked="" type="checkbox"/> 不使用模式內之靜風處理		



附圖 10-2 空氣品質影響評估流程

### (三)CALINE-4控制參數說明

#### 1. 排放源及承受點的設置

本計畫模擬範圍主要聯外道路為樂群二路，承受點之設置乃以與道路之距離為考量，大部份的承受點設置於距離道路 200 公尺以內。

#### 2. 沉降速度

模式中考慮沉降及沉積作用對濃度之變化，用以預測粒狀污染物 (Particulate) 濃度，對其他氣狀污染物則不考慮，故一氧化硫及二氧化氮之沉降速度為 0，而據 Stoke's 是理所推估之粒子終端沉降速度公式，假設在室溫 20°C、密度  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  平均粒徑為  $40 \mu\text{m}$  的條件下，推導總懸浮微粒之沉降速度為 2.4cm/s。

#### 3. 地表粗糙度 ( $Z_0$ )

對風場及擴散之修正，並考慮局部地形及粗糙度之特性，模式中丘陵地形之  $Z_0$  取 50cm，鄉鎮平原取 15cm 為保守估計值。本計畫中  $Z_0$  值設為 15cm。

#### 4. 排放高度

參考公路道路規畫之高度設計，為輸入之排放高度。本計畫之排放高度設定為 0m。

#### 5. 混合區寬度

混合區寬度為道路寬度再加兩側各 3m 之混合區。

背景空氣品質採用環保署松山測站及本計畫執行期間測站歷次檢測之最大值。

十一、模擬範圍內之地形圖，請參閱附圖 10-1。

十二、受體點以距基地最近社區及醫院為選取對象。

十三、本基地及其附近地勢屬簡單地形，故選用 ISCST 3 及 CALINE 4。

十四、最大濃度等值線圖如附圖 10-3~附圖 10-12。

十五、空氣品質綜合模擬結果

### (一) 施工期間基地內

結合工區面源與施工機具排放量輸入 ISC3 模式中進行模擬，其最大著地增量濃度如附表 10-9 所示，分析說明如下：

#### 1. 總懸浮微粒 (TSP)

總懸浮微粒最大 24 小時平均增量為  $37.53 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，年平均增量為  $10.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，影響範圍侷限在基地附近與背景濃度加成後符合空氣品質標準，故施工階段粒狀污染物對附近空氣品質有短暫之影響，但為可回復之影響。

#### 2. 二氧化硫 ( $\text{SO}_2$ )

二氧化硫最大小時增量濃度  $33.69\text{ppb}$ ，最大日平均增量濃度  $6.15\text{ppb}$ ，最大年平均增量濃度  $0.94\text{ppb}$ ，均侷限在工區周圍，與背景濃度加成後符合空氣品質標準，影響輕微。

#### 3. 二氧化氮 ( $\text{NO}_2$ )

二氧化氮最大小時增量濃度  $44.19\text{ppb}$ ，最大年平均增量濃度  $0.73\text{ppb}$ ，均侷限在工區周圍，與背景濃度加成後符合空氣品質標準，影響輕微。

#### 4. 一氧化碳 (CO)

一氧化碳最大小時增量濃度  $0.356\text{ppm}$ ，最大八小時平均增量濃度  $0.194\text{ppm}$ ，均侷限在工區周圍，與背景濃度加成後符合空氣品質標準，影響輕微。

### (二) 施工期間運輸卡車

施工期間每小時往返 14 車次卡車，每 10 小時衍生 140 卡車之交通量，使用 CALINE-4 線源模式模擬樂群二路週界 3 公尺範圍內各種污染物擴散，結果如附表 10-10 及附圖 10-12，由結果顯示尖峰小時最大增量分別為粒狀污染物  $16.93 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、二氧化硫  $0.55\text{ppb}$ 、氮氧化物  $9.57\text{ppb}$ 、一氧化碳  $6.7\text{ppb}$ ，各項污染物中以氮氧化物濃度增量較大，但其濃度值與背景濃度疊加後仍符合法規標準。

附表10-9 最大濃度值之承受點及其濃度值

污染物	項目	發生地點	增量		背景濃度	總量(背景+增量)		法規值	是否超過 法規標準
			濃度	百分比		濃度	百分比		
總懸浮微粒 (TSP)	最大24小時值 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	305700,2744900	37.53	15.01%	149	186.53	74.61%	250	否
	年平均値 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	305600,2744900	10.1	7.77%	52	62.1	47.77%	130	否
二氧化硫 (SO <sub>2</sub> )	最大小時值 (ppb)	350600,2744800	33.69	13.48%	49.2	82.89	33.16%	250	否
	最大日平均値 (ppb)	305500,2744900	6.15	6.15%	13.3	19.45	19.45%	100	否
	年平均値 (ppb)	305500,2744900	0.94	3.13%	4.3	5.24	17.47%	30	否
二氧化氮 (NO <sub>2</sub> )	最大小時值 (ppb)	305600,2744900	44.19	17.68%	161.9	206.09	82.44%	250	否
	年平均値 (ppb)	305500,2744900	0.73	1.46%	32	32.73	65.46%	50	否
一氧化碳 (CO)	最大小時值 (ppm)	305600,2744800	0.356	1.02%	5.1	5.456	15.59%	35	否
	最大八小時平均値 (ppm)	305500,2744900	0.194	2.16%	3.8	3.994	44.38%	9	否

注:1. 其中的百分比係指該濃度值佔空氣品質標準的百分比  
2. 背景資料取88年環保署松山站、台北市環保局人工測站年平均及現場監測值取最大值。

附表 10-10 施工階段運輸車輛空氣污染物擴散濃度

距離(m)	污染種類	TSP ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	SO <sub>2</sub> (ppb)	NO <sub>2</sub> (ppb)	CO (ppb)
10		16.93	0.55	9.57	6.7
20		10.11	0.33	5.72	3.99
30		6.95	0.22	3.93	2.73
40		5.43	0.18	3.07	2.13
50		4.5	0.15	2.54	1.76
70		3.49	0.11	1.97	1.36
90		2.89	0.09	1.64	1.12
110		2.48	0.08	1.4	0.96
200		1.5	0.05	0.85	0.58
背景空氣品質		149	13	14	1200
空氣品質標準		250	250	250	35000

(三)營運期間

使用 CALINE-4 線源模式進行聯外道路 3 公尺範圍內各種污染物排放濃度模擬，結果顯示(如附表 10-11)各種污染物濃度增量以樂群二路(敬業四路~4-3 路)最高，尖峰小時最大增量分別為粒狀污染物 4.56  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、硫氧化物 1 ppb、氮氧化物 24 ppb、一氧化碳 0.55 ppm，各項污染物中以氮氧化物濃度增量較大，但其濃度值與背景濃度疊加後仍符合法規標準。

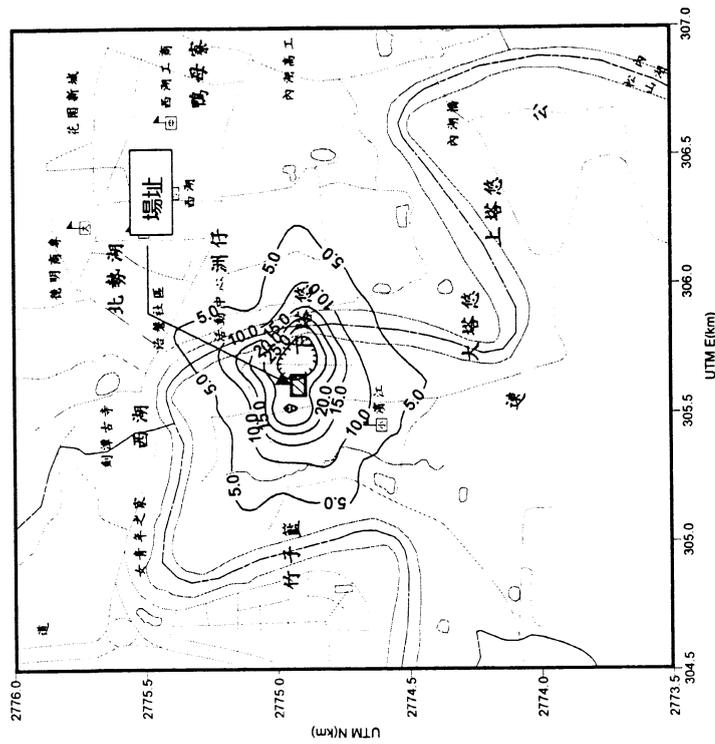
十六、與相關法規比較

根據本計畫模擬結果及前節說明，各污染物於附近敏感點之增量與背景濃度之合分量均可符合空氣品質標準。

附表 10-11 營運階段鄰近路段空氣品質污染物濃度增量

路名	起迄路段	尖峰車流增量 (車次/小時)	小時尖峰最大濃度增量			
			TSP( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	SO <sub>2</sub> (ppb)	NO <sub>2</sub> (ppb)	CO(ppm)
樂群二路	敬業四路~ 4-3路	265	4.56	1	24	0.55
4-3路	樂群二路~ 4-2路	120	2.32	0.51	12.24	0.28
4-2路	4-3路~敬 業四路	146	2.82	0.62	13	0.34
敬業四路	4-2路~樂 群二路	133	2.47	0.54	13	0.3
背景空氣品質			149	13	14	1.3
空氣品質標準			250	250	250	35

註：背景空氣品質取現場監測空氣品質最大者。



單位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$

圖 10-3 施工期間總懸浮微粒最大 24 小時平均增量

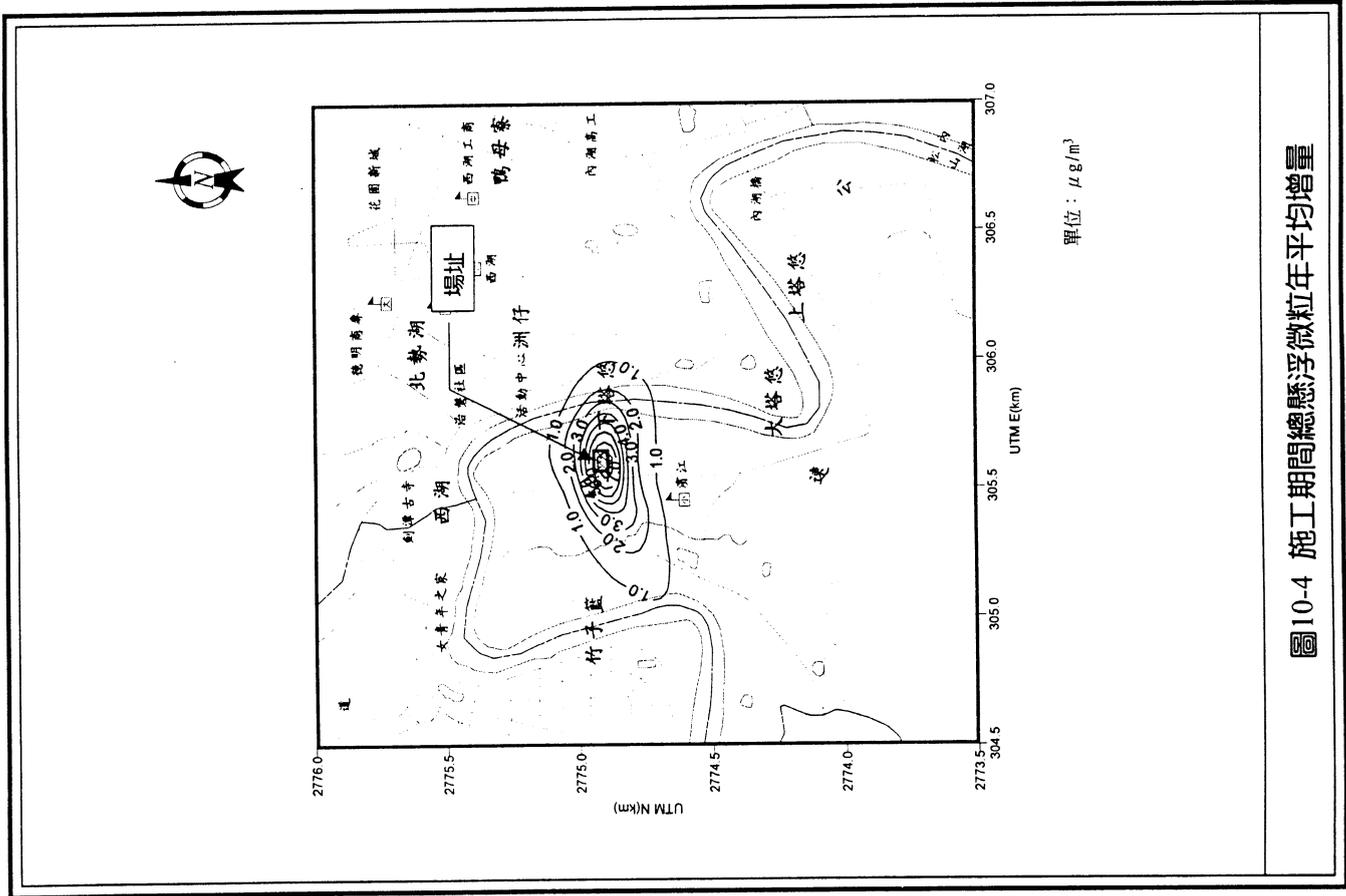


圖 10-4 施工期間總懸浮微粒年平均增量

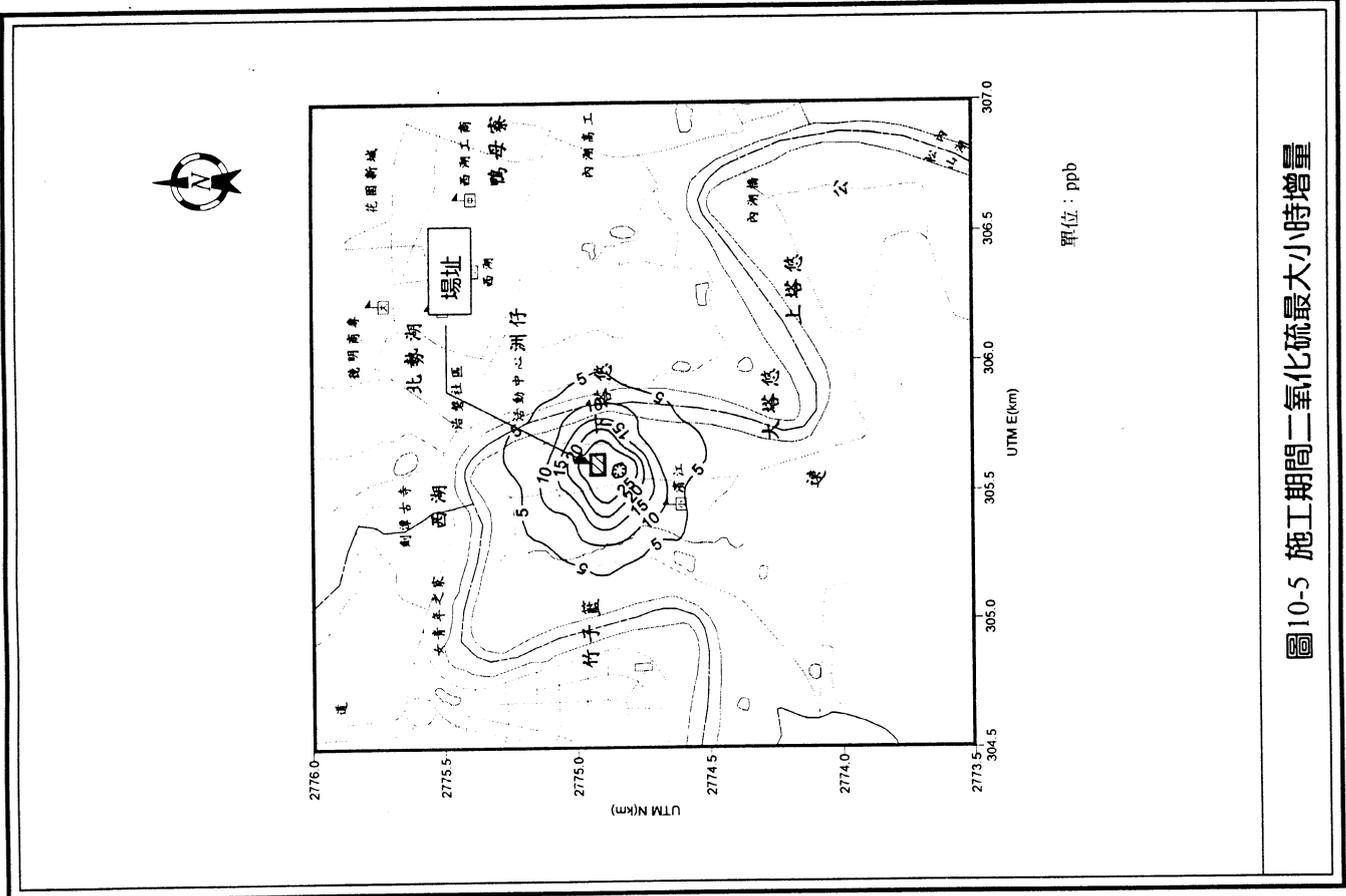
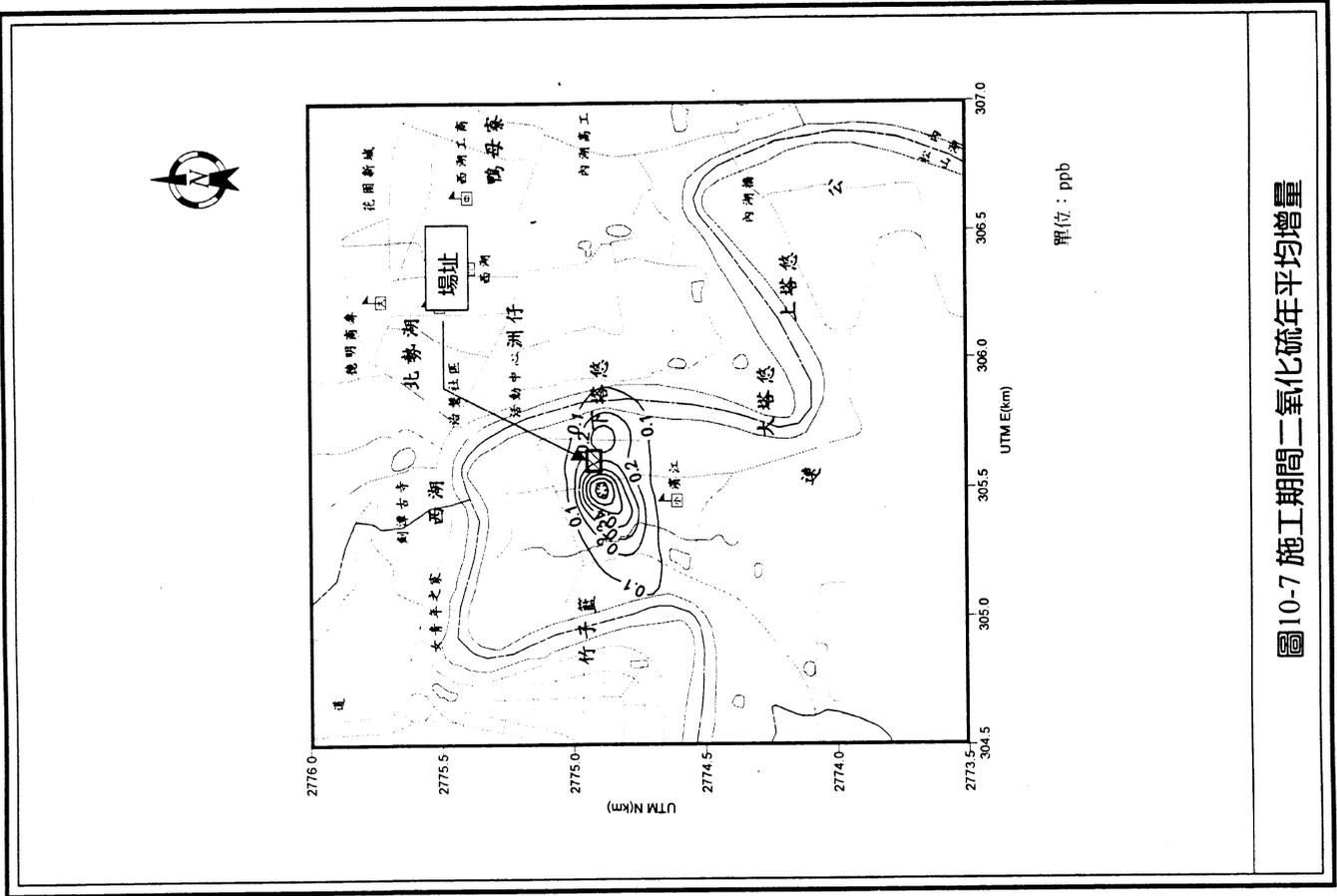
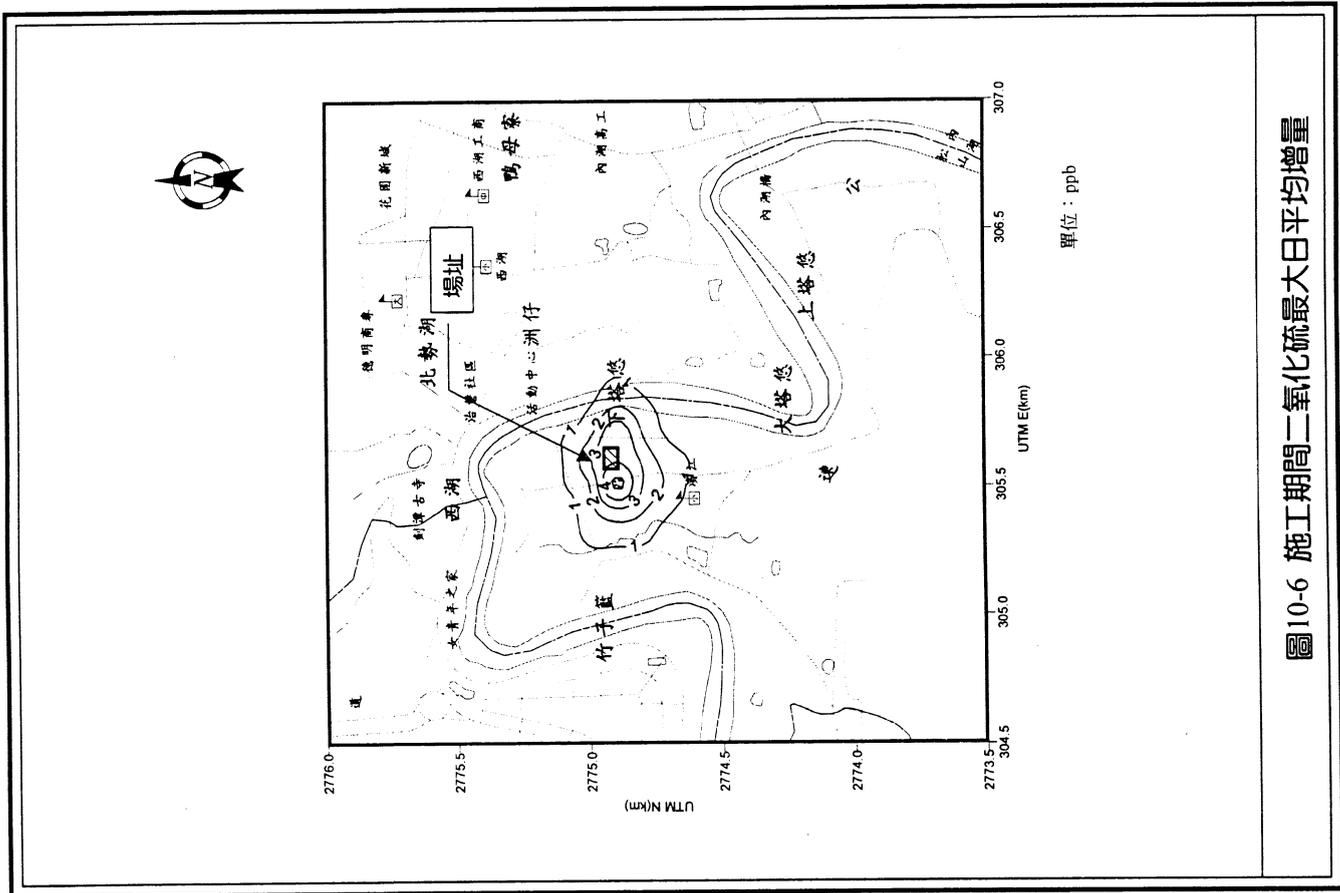
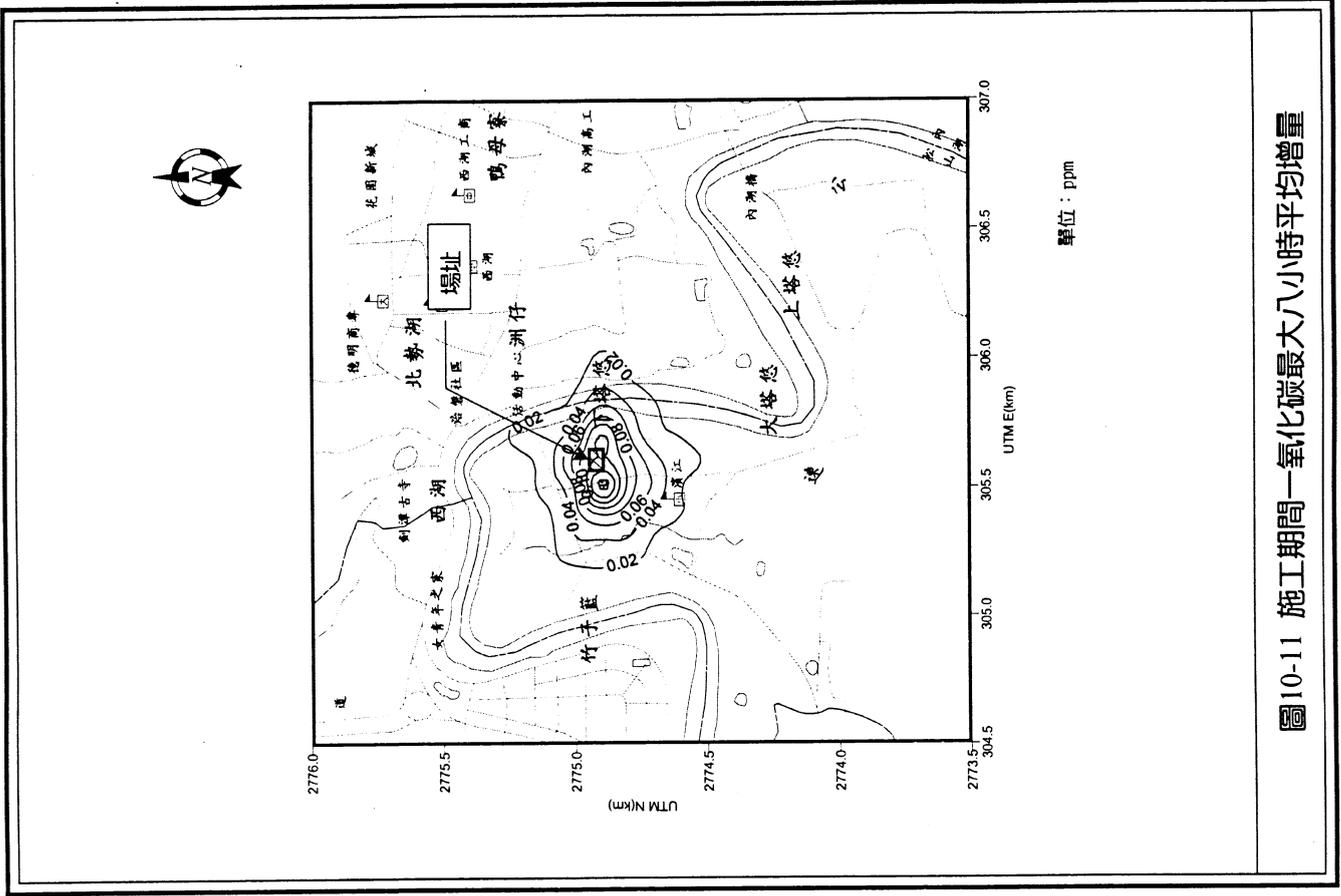
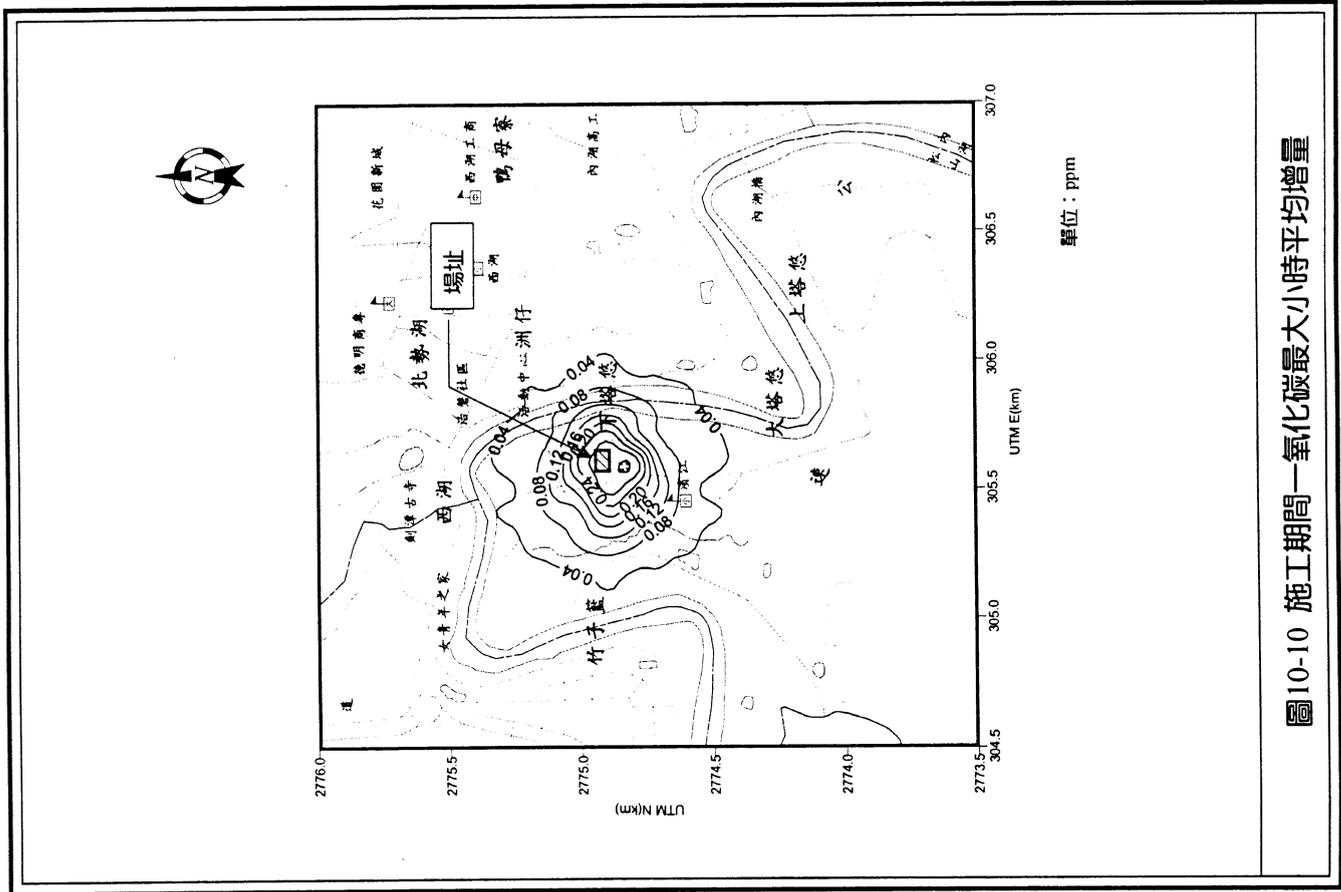
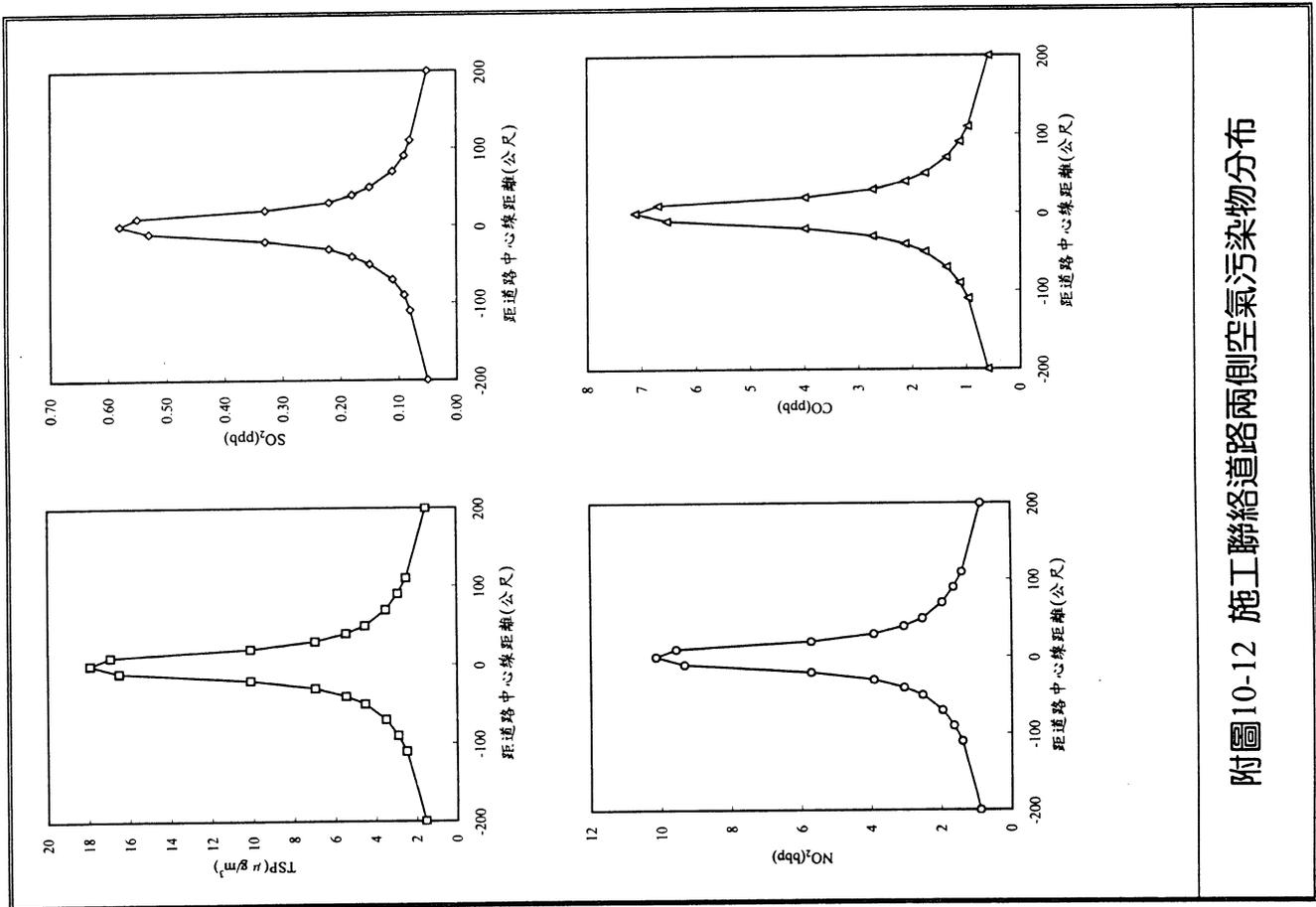


圖 10-5 施工期間二氧化硫最大小時增量









附圖10-12 施工聯絡道路兩側空氣污染物分布