

## 日本空氣污染防治法規簡介

蔡 文 田\*，張 樸\*\*

### 一、空氣品質標準之特質和法則

日本空氣污染防治政策之立法基礎訂定於1967年及1970年。依據1967年的「環境污染防治基本法」(Basic Law for Environmental Pollution Control) 第九條第1款所述：「有關空氣、水及土壤污染和噪音之環境條件，政府應建立環境品質標準，以期維持人體健康之保護和生活環境之保育」，因此環境空氣品質標準是一項政策目標。

在1967年基本法頒佈之前，排放控制係針對個別污染源所排放之污染物，然而此種方式被證明為大部份是無效的，因為某些地區集中了大量的污染源，其造成一相當大的總污染排放量，不管個別污染源之排放量並不顯著，但在數量上快速地成長之下，儘管對各別污染源進行控制，但排放總量仍在增加中。為彌補此個別控制方式之缺點，包容於環境品質標準之總量控制概念被具體化於基本法中。環境空氣品質標準就是在此一理念下形成，並揭露人體健康保護及生活環境保育之目標，以作為適切的污染防治政策之準則。

事實上，日本政府中相關部署，皆被要求依基本法來進行實施每一可能的努力並以一範圍廣泛、有效和適切的方式來執行環境污染控制手段，確保各地區能維持在所訂之空氣品質標準。例如在空氣污染防治的領域中，就須與相關的能源、工業及運輸方面緊密、整體性結合起來。

環境空氣品質標準乃基於過去所得到的科學知識中，污染物對人體健康於不同的暴露條件下之影響結果而建立起來。就目前的情況看來，這些標準乃有可能經由更新的科學和技術所貌取的科學知識或證據而修訂之。表 1為日本目前的環境空氣品質標準，其項目包括有二氧化硫( $\text{SO}_2$ )、一氧化碳(CO)、懸浮微粒(SPM)、二氧化氮( $\text{NO}_2$ )及光化學性氧化物( $\text{O}_x$ )。

---

\* \*\*中鼎工程股份有限公司環境工程專案室工程師

表1 日本環境空氣品質標準

物質	二 氧 化 硫	一 氧 化 碳	懸 浮 微 粒(1)	二 氧 化 氮(2)	光化學性氧化物(3)
環境 條件	1小時值之日平均不超過0.04ppm, 以及1小時值不超過0.1ppm	1小時值之日平均不超過10ppm, 以及在連續8小時之1小時值平均不超過20ppm	1小時值之日平均不超過0.10mg/m³, 以及1小時值不超過0.20mg/m³	1小時值之日平均介於0.04ppm及0.06ppm之間或低於此範圍	1小時值不超過0.06ppm
量測 方法	電導度方法	非分散性紅外線分析方法	基於過濾收集之重量濃度量測方法, 或光散射法, 或壓電微平衡法, 或 $\beta$ -光衰減法(產生之數值與上述方法存在一線性關係)	使用Saltzman試劑(Saltzman係數為0.84)之色度分析	使用中性碘化鉀溶液之吸收光度法, 或電量分析
制定 時期	1969年2月始制定, 1973年5月修訂	1970年2月	1972年1月	1973年5月始制定, 1973年7月修訂	1973年5月

(1)懸浮微粒意指粒徑  $10 \mu\text{m}$  以下之空氣中粒子。

(2)(a) 1小時值之日平均超過0.06ppm之區域，須於1985年努力使之達到0.06ppm水準。

(b) 1小時值之日平均介於0.04ppm與0.06ppm間之區域，須努力維持於現有標準範圍內或不明顯地超過現有水平。

(3)光化學性氧化物是一些氧化性物質，例如臭氧、過氧硝酸乙醯酯(PAN)，其產生起因於光化學反應(能將中性碘化鉀溶液游離出碘者為限，不包括二氧化氮)。

## 二、固定源空氣污染防治

### 2.1 概論

日本「空氣污染防治法」於1968年頒佈，其後於1970年及1974年修訂，以提供一空氣污染物排放防制之廣泛基礎。在其條文下，對來自固定源之硫氧化物、氮氧化物、粒狀物及其他有毒物質加以限制性排放，且排放標準由中央政府訂定，然而縣市政府可制定出比中央政府更嚴格的標準。

1974年的修正法案中，對於硫氧化物之管制法吸引了「總排放量管制」的新法規系統；1981年，相同的系統被應用於氮氧化物之管制。在此系統下，縣首長可決定受管制的每一地區，其被容忍的總排放量，然後草擬一份減少總排放至某一決定量之計畫，並據此規定每一工廠或設施所能排放的總量，不過此系統僅被引用於那些無法依排放標準

而確保中央政府所訂定的環境空氣品質標準之地區。

## 2.2 硫氧化物之K值法規

硫氧化物之排放標準隨排放源之位置及煙囗高度而變，但不管其所使用燃料種類為何都是一致的。從一工廠或設施排出來之廢氣，其硫氧化物最大許可排放量 $q(\text{Nm}^3/\text{hr})$ ，可依以下公式求得：

$$q = K \times 10^{-3} \times H e^2$$

其中  $K$ 為污染物排放擴散係數（分為16類，從3.0 到17.5；參閱表 2 所示）， $H$ 為排放管道出口之有效高度( $m$ )；此外，由於某些地區硫氧化物之空氣污染原本就較為嚴重，乃特別制定新污染源標準，如表 3 所示。例如，包括東京、橫濱 / 川崎、名古屋及大阪之大都會區之  $K$ 值為1.17，而已遭受到相當嚴重空氣污染之工業區域城市，則新設工廠或設施之  $K$ 值為1.75或者2.34。

表 2  $K$  值一般標準

序號	地 區	$K$ 值
1	6 個地區：東京、橫濱 / 川崎、名古屋、四日、大阪 / 堺、神戶 / 尼崎	3.0
2	21個地區：千葉、富士、京都、姫路、水島、九州等	3.5
3	1 個地區：札幌	4.0
4	4 個地區：日立、鹿島等	4.5
5	3 個地區：富山 / 高岡、吳、Toh-Yo	5.0
6	9 個地區：新瀉、岡山、下關等	6.0
7	3 個地區：苦小牧、八王子、笠岡	6.42
8	6 個地區：川內、福井、廣島等	7.0
9	8 個地區：旭川、三原、宇都宮、德島等	8.0
10	8 個地區：金澤、長崎等	8.76
11	6 個地區：高崎、那霸、成田等	9.0
12	4 個地區：靜岡、佐世保及其他	10.0
13	15個地區：函館、高松、水俣等	11.5
14	6 個地區：三島、久留米等	13.0
15	20個地區：青森、盛岡、山形、長野、鹿兒島等	14.5
16	其他地區	17.5

表3 K 值特殊標準(1)

地 區	K 值
6個地區：東京都、大阪／坂、橫濱／川崎、神戶、尼崎、四日等	1.17
8個地區：千葉、富士、姫路、水島、九州等	1.75
14個地區：鹿島、富山、京都、福山等	2.34

(1)特殊標準僅適用於新建工廠或設施

假設有一1000MW單位容量之燃煤發電廠，在正常的設計及操作下，其最大的SO<sub>x</sub>許可煙道氣排放濃度經過計算其約為60ppm(假設K值為1.17)；為能符合此標準，如此一來，勢必使用含硫份小於0.8%之低硫煤，以及安裝一SO<sub>x</sub>去除效率超過90%之煙道氣脫硫(FGD)設備；同樣地，若K值為17.5，其SO<sub>x</sub>之許可排放濃度約為1250ppm，則可使用含硫份小於1.5%之煤，且不必安裝FGD設備。上述之結果，可參考表4。

表4 典型空氣污染源 SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub> 及粒狀物之新污染源排放標準

物 質	排 放 標 準			總 排 放 標 準
SO <sub>x</sub>	$K = 1.17 \sim 17.5$ 燃煤發電廠(1) 60ppm ~ 1250ppm			燃煤發電廠(2) 8ppm ~ 190ppm
粒 狀 物	鍋 爐	燃 煤	0.05~0.30 g/Nm <sup>3</sup>	
		燃 油	0.04~0.30 g/Nm <sup>3</sup>	
		燃 氣	0.03~0.10 g/Nm <sup>3</sup>	
	水 泥 烟 爐		0.05~0.10 g/Nm <sup>3</sup>	
NO <sub>x</sub>	鍋 爐	燃 煤	(200)(4)300~350ppm	燃煤發電廠(3) 130ppm
		燃 油	130~180ppm	
		燃 氣	60~150ppm	
	水 泥 烟 爐		250~350ppm	

(1)K值為1.17時對於一座1000MW容量之燃煤發電廠其排放標準約為60ppm；同理，K值為17.5時則排放標準為1250ppm

(2)總排放標準隨地區及燃料消耗量而變。最嚴格的標準8ppm，是根據一座有兩個1000MW機組之燃煤發電廠計算而得；同理，最不嚴格的標準則相當於190ppm

(3)在橫濱／川崎地區(K值特別標準為1.17)，則一座具兩個1000MW燃煤發電廠之總排放標準經計算得130ppm

(4)在1987年4月以後新建之工廠或設施，則以200ppm為排放標準

### 2.3 燃料油含硫量之管制

在「空氣污染防治法」的第15條中賦予縣首長有關實施硫氧化物總量管制之權力，即為制定燃料標準。最先設定的燃料標準始於1971年，並於1976年被提升至含硫份為0.5~1.2%，此標準被應用於以下十四個地區中的工廠（場）及商業事務所：札幌、千葉、旭川、川內、東京都、橫濱、川崎、名古屋、神戶、大阪、京都、尼崎、廣島及福岡。

### 2.4 SO<sub>x</sub> 及 NO<sub>x</sub> 總量管制

依1974年6月之「空氣污染防治法」修正案，在一特定地區內，總排放量之管制系統可嘗試地被引用，以彌補現存法規的某些不當性，來促進空氣品質之改善。上述之特定地區是指那些工廠及商業群集，而被認定為單獨應用現存法規將不易達到環境空氣品質標準之地區；對此種地區，依地區內排放源之條件，以及氣象和地形上之特質，以科學預測的方法，計算出其可容納之總污染物排放量。然而，何種污染物及那一地區被列入，乃由議會程序（Cabinet Orders）決定，爾後，再由各指定之地區首長據此提出對各指定之污染物總量削減計畫；最後根據此一計畫，對於大於某一特定之大小之工廠及商業事務所制定其總排放量標準，而對其他的工廠及商業事務所則制定燃料使用標準。

根據上述的說明，第一個被指定的污染物為硫氧化物。且於1974年11月有11個地區首次被指定為總量管制區；至1984年8月，共有24個地區被指定，且此種管制方式仍在成功地運作中。

由於NO<sub>x</sub>之來源包括有固定源及移動源，故NO<sub>x</sub>總排放控制之有效性被討論甚多，因為在此管制系統下，僅固定源受到管制。1981年6月，當日本政府最後決定引用上述之管制系統，並將東京、神奈川及大阪列為指定地區，如今在這三個地區，NO<sub>x</sub>之總量管制正進行中。

### 2.5 NO<sub>x</sub> 之排放標準

NO<sub>x</sub>是所有空氣污染物中最引人注意的一種，不僅因為其對人體健康具有傷害，且亦是導致光化學空氣污染之主因，故使其與硫氧化物皆被公告為指定的污染物。

日本以其「空氣污染防治法」第3條為基礎，於1973年8月制定一全國性一致的執行法規；隨後陸續於1975年12月（第二次法規）、1977年6月（第三次法規）及1977年8月（第四次法規）制定更嚴格的標準，如表5所示。

表 5 NO<sub>x</sub> 管制法規之發展

建制時期	第一次 (1973年8月)	第二次 (1975年12月)	第三次 (1977年6月)	第四次 (1979年8月)
管制法規 內 容	針對大型鍋爐、大型加熱爐及硝酸製造工廠或設施制定NO <sub>x</sub> 排放標準	1.加強排放標準 2.使標準適用於小型工廠或設施；中型大小之鍋爐及加熱爐 3.使標準適用於更多類的工廠或設施；大型水泥挾燒爐及煉焦爐	1.加強排放標準 2.使標準適用於小型工廠或設施；小型鍋爐、小型加熱爐、中型大小水泥挾燒爐及煉焦爐。 3.使標準適用於更多類的工廠或設施；燒結爐、鋁挾燒爐、廢棄物焚化爐	1.加強排放標準 2.使標準適用於更小型工廠或設施；小型鍋爐、燒結爐、鋁鍛燒爐、金屬加熱爐、廢棄物焚化爐 3.使標準適用於更多類的工廠或設施；氣體產生爐、加熱爐、鍛燒爐、烘培爐

1983年9月，此最近的修正條文（第五次法規）反映以下之情況(1)能源供應從油改變為產生更多 NO<sub>x</sub>（例如煤）之固體燃料；(2)燃燒技術中降低NO<sub>x</sub> 排放之技術上進步。NO<sub>x</sub> 之排放標準相當複雜，它們隨工廠或設施之型式，煙道廢氣量及每一工廠或設施之設置時間不同而不同，如表 6 所示。

## 2.6 粒狀物(Particulates)之排放標準

粒狀物排放標準代表著從工廠或設施之排放管道廢氣中許可之粒狀物限值；表 7 為依工廠或設施之種類和大小所列出之粒狀物排放標準(g/Nm<sup>3</sup>，N表0°C，1atm之標準狀態），且對新設立於某些特定地區，制定較嚴格之標準。

上述之排放標準乃基於濃度管制系統，但為了預防排放之廢氣以加入新鮮空氣來稀釋之情形發生，1982年已採用一套根據排放廢氣中含氧濃度之計算系統。

## 2.7 塵粒(dust)之標準

塵粒之標準係於(1971)年建立，其針對產生塵粒之工廠或設施，(例如傾棄礦物或泥土，輸送設備等)，制定組織，使用及管理之標準。未來，隨著煤消耗量之大增加，可預期煤處理工廠或設施亦會增加，因此有必要實施對粒狀污染物管制對策之研究。

表 6 NO<sub>x</sub> 之排放標準摘要 (1983年9月7日)

工廠或設施類別	煙道氣量 單位:1000Nm <sup>3</sup> /h	O <sub>3</sub> (%)	標準值 (ppm)						
			Aug. 9 '73 -Aug. 9 '75	Aug. 10 '73 -Dec. 9 '75	Dec. 10 '75 -June 17 '77	June. 18 '77 -Aug. 9 '79	Aug. 10 '79 -Sept. 9 '83	Sept. 10 '83 -Mar. 31 '87	Apr. 1 '87
鍋 氣體燃料	>500	130					60		
	100~500						100		
	40~100								
	10~40	5		150					
	5~10								
	<10								
爐 固體燃料	>700	400					300		200
	500~700	420							
	200~500	6		350					250
	40~200		450		380				
	5~40								
	<5							380	350
液體燃料	>500			480				130	
	100~500		190						
	40~100	4		230					
	10~40								
5~10									
	<5						180		

表 6 NO<sub>x</sub> 之排放標準摘要 (1983年9月7日) (續)

工廠或設施類別 單位:1000Nm <sup>3</sup> /h	煙道氣量 單位:1000Nm <sup>3</sup> /h 0% (%)	標準						準 值 (ppm)		
		- Aug. 9 '73	Aug. 10 '73 - Dec. 9 '75	Dec. 10 '75 - June 17 '77	June 18 '77 - Aug. 9 '79	Aug. 10 '79 - Sept. 9 '83	Sept. 10 '83 - Mar. 31 '87	Apr. 1 '87		
燒結爐 (不包括 Pellet爐/管爐)	>100	15	250							
	10~100		270							
	<10		300							
煅燒(calcination)爐	10							200		
烘烤(roasting)爐	14		250					220		
熔(blast)爐	15		120					100		
金屬熔化(melting)爐	12		200					180		
金屬加熱爐	>100	160					100			
	40~100		170	150			130			
	10~40							150		
	5~10		200				180			
石油加熱爐	<5									
	>40		170				100			
	10~40			150			130			
水泥燒爐 (不 包括標式)	5~10		180				150			
	<5		200				180			
	>100	10	480				250			
<100							250			

表 6  $\text{NO}_x$  之排放標準摘要 (1983年9月7日) (續)

工廠或設施類別	煙道氣量 單位: $1000\text{Nm}^3/\text{h}$	標準						值 (ppm)
		0 <sub>n</sub> (%)	- Aug. 9 '73 - Dec. 9 '75	Aug. 10 '73 - Dec. 9 '75	Dec. 10 '75 - June 17 '77	June. 18 '77 - Aug. 9 '79	Sept. 9 '83 - Mar. 31 '87	
製造耐火磚之爐	18			450				400
製造厚玻璃板及玻璃纖維之熔化爐	15			400				360
乾燥爐	16			250				230
蒸發物焚化爐 (連續式)	>40	12	300					250
硝酸製造工廠或設施	0 <sub>s</sub>			200				
煉焦爐	>100	7	350	200		170		
	<100							

註 :  $\text{NO}_x$  排放濃度應經由下列公式轉化 (除了硝酸製造工廠或設施)

$$C = \frac{21 - 0n}{21 - 0s} \cdot Cs$$

C :  $\text{NO}_x$  排放濃度

0n : 煙道廢氣中標準含氧濃度 (表中設定值)

0s : 煙道廢氣中實測含氧濃度

Cs : 實測  $\text{NO}_x$  排放濃度

表 7 煤灰(Soot)及塵粒(dust)之標準

工廠或設施名稱 (摘錄)	一般排放標準 ( $\text{g}/\text{Nm}^3$ )			特殊排放標準 ( $\text{g}/\text{Nm}^3$ )			On (%)		
	大型	小型	大型	小型					
鍋爐(燃氣)	0.05	0.10	0.03	0.05			5		
鍋爐(燃油)	0.05	0.15	0.25	0.30	0.04	0.05	0.15	0.15	4
鍋爐(燃煤)	0.10	0.20	0.30	0.05	0.10	0.15	0.15	6	
氣體產生爐	0.05			0.03			7		
熔爐	0.05			0.03			0.05		
水泥窯爐	0.10			0.05			10		
廢棄物焚化爐	0.15	0.50	0.08	0.15			12		
煉焦爐	0.15			0.10			7		

註：On：煙道廢氣中標準含氧濃度（表中設定值）

Os：煙道廢氣中實測含氧濃度

## 2.8 毒性物質之排放標準

除了 $\text{NO}_x$ 外，「空氣污染防治法」中指定下列四類物質為從工廠或設施排放之毒性物質，並制定其排放標準：(1)鎘及其化合物；(2)氯氣及氯化氫；(3)氟氣、氟化氫及四氟化矽，以及(4)鉛及其化合物。上述毒性物質於各類工廠或設施中之排放標準，如表 8 所示。

表 8 毒性物質排放標準

物質名稱	工廠或設施名稱	標準值
鎘及其化合物	使用碳酸鎘、硫化鎘作為製造玻璃原料之烘焙爐及煉製爐	1.0mg/ $\text{Nm}^3$
	精煉銅、鉛或鎘之鍛燒爐、燒結爐、煉製爐、轉化爐及乾燥爐	
	製造鎘顏料，或碳酸鎘之乾燥工廠或設施	
氯氣	製造氯化乙烯之氯氣快速冷卻工廠或設施	30mg/ $\text{Nm}^3$
	製造氯化鐵之溶解槽	
	使用氯化鋅製造活性碳之反應爐	
	製造化學產品之反應工廠或設施，以及吸收工廠或設施	
	同上	80mg/ $\text{Nm}^3$

氯化氫	廢棄物焚化爐	700mg/Nm <sup>3</sup>
氟氣、氟化氫及四氟化矽	煉製鋁之電解爐（有害物質從進料口排放出）	3.0mg/Nm <sup>3</sup>
	煉製鋁之電解爐（有害物質從爐頂排放出）	1.0mg/Nm <sup>3</sup>
	使用氟石或氟矽酸鈉作為製造玻璃原料之烘焙爐及煉製爐	10mg/Nm <sup>3</sup>
	製造磷酸之反應或濃縮工廠以及煉製爐	
	製造磷酸之凝結、吸收或蒸餾工廠或設施	
	製造三聚磷酸鈉之反應或乾燥工廠或設施，以及烘焙爐。	
	製造石灰的過磷酸鹽之反應爐	15mg/Nm <sup>3</sup>
鉛及其化合物	製造磷酸肥料之烘焙爐及平爐	20mg/Nm <sup>3</sup>
	精煉銅、鉛或鋅之鍛燒爐、轉化爐、煉製爐及乾燥爐	10mg/Nm <sup>3</sup>
	精煉銅、鉛或鋅之燒結爐及熔爐	30mg/Nm <sup>3</sup>
	製造鉛管、板、電線，以及鉛蓄電池或鉛顏料的鉛二次精煉之煉製爐	10mg/Nm <sup>3</sup>
	使用氧化鉛作為製造玻璃原料之烘焙爐及煉製爐	20mg/Nm <sup>3</sup>

## 參考文獻

- (1) H. Nishimura (Edited) How to Conquer Air Pollution-A Japanese Experience  
Elsevier Co., Amsterdam, 1989.
- (2) Industrial Pollution Control-General Review and Practice in Japan Vol. 1  
Air and water, Industrial Pollution Control Association of Japan, Tokyo,  
Japan, 1981。