

嘉南藥理科技大學專題研究計畫成果報告

碳黑作業暴露評估

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：師資改善專研計劃 CNIS 92-07

執行期間：92 年 1 月 1 日至 92 年 12 月 31 日

計畫主持人：莊依文

共同主持人：許錦明

計畫參與人員：張簡宜芳 方培安 徐名宏 吳旻修

執行單位：嘉南藥理科技大學職業安全衛生系

中華民國 93 年 2 月 27 日

嘉南藥理科技大學專題研究計畫成果報告

碳黑作業暴露評估

計畫編號：師資改善專研計畫 CNIS-92-07

執行期間：92年1月1日至92年12月31日

計畫主持人：莊依文

嘉南藥理科技大學職業安全衛生系

共同主持人：許錦明

嘉南藥理科技大學職業安全衛生系

一、中文摘要

碳黑為細小的碳微粒，廣泛用於墨水、印刷中為黑色顏料，而其最大使用量於車輛輪胎中為橡膠的補強劑，佔總使用量90%以上。由於碳黑微粒的特性，一旦散佈在作業環境空氣中，即可能經吸入途徑進入勞工體內造成健康危害。碳黑暴露的症狀包括異物感、咳嗽、流淚，動物實驗顯示碳黑可能致癌，也可能損害生殖系統。美國 OSHA 與 ACGIH 將 PEL-TWA 與 TLV-TWA 皆定為 $3.5\text{mg}/\text{m}^3$ ，勞委會亦定碳黑的容許濃度為 $3.5\text{mg}/\text{m}^3$ 。一般碳黑與橡膠的製程為密閉式，因此碳黑與橡膠製造業勞工之暴露量並不高，只有在清除維修與包裝作業時有稍高暴露，至於使用碳黑補強橡膠相關產業，一般規模並不大，廠區內碳黑污染較嚴重。本研究將做文獻探討了解作業勞工碳黑暴露現況。另外針對國內尚未建立碳黑採樣分析標準方法，試比較 NIOSH 與 OSHA 採樣分析方法優缺點。

關鍵詞：碳黑、暴露評估、微粒

Carbon black is finely divided carbon composed of nonspherical particles and particle aggregates. Above 90% of carbon black was consumed in the production of rubber products, specifically in automotive tires to enhance wear stability. The

remaining was employed as a black pigment in printing inks, toners, coating and plastics. The symptoms of carbon black exposure include of feeling of foreign objects, cough, irritate. In 1996, IARC classified carbon black as a possible human carcinogen (Group 2B). ACGIH and OSHA of the United States adopt the value of $3.5\text{mg}/\text{m}^3$ as its TLV-TWA and PEL-TWA respectively. According to the Taiwan governmental labor statistics in 1995, above 18500 workers were exposed to carbon black dusts in rubber, ink, paint, ceramics, carbon electrode, battery and carbon black manufacturing industries. But there was no exposure data reported in Taiwan. In this study, we evaluated the exposure of carbon black in industry.

key words: carbon black, exposure assessment, particulate

二、緣由與目的

碳黑為細小的碳微粒，廣泛用於墨水、印刷中為黑色顏料，而大量用於車輛輪胎中為橡膠的補強劑，更佔其總使用量90%以上。1995年統計全球碳黑產量約6.8百萬公噸[1]，1999年台灣碳黑年消費量

約 11 萬公噸，根據台灣官方統計顯示在 1995 年約有 18500 個勞工暴露於碳黑粉塵，可能暴露的作業場所包括橡膠、墨水、陶瓷、碳電極、電池與碳黑等製造業[2]。由於碳黑微粒的特性，一旦散佈在作業環境空氣中，即可能經吸入途徑進入勞工體內，而碳黑年消費量高與可能暴露勞工人數龐大，使得碳黑暴露與健康危害之相關引起廣泛的關切。碳黑暴露的症狀包括異物感、咳嗽、流淚，動物實驗顯示碳黑可能致癌，也可能損害生殖系統[3]。碳黑暴露之致癌性與製造過程中所產生污染物多核芳香烴類有關，蔡朋枝教授曾對碳黑製造業空氣中多核芳香烴類的特性進行研究[2]。至於碳黑上吸附多核芳香烴類的生物活性並不高[4-6]。美國 OSHA 與 ACGIH 將 PEL-TWA 與 TLV-TWA 皆定為 $3.5\text{mg}/\text{m}^3$ [7, 8]，勞委會亦定碳黑的容許濃度為 $3.5\text{mg}/\text{m}^3$ [9]。

一般碳黑與橡膠的製程為密閉式，因此碳黑與橡膠製造業勞工之暴露量並不高，只有在清除維修與包裝作業時有稍高暴露[10, 11]，至於使用碳黑補強橡膠相關產業，一般規模並不大，廠區內碳黑污染較嚴重。本研究將對使用碳黑相關產業評估作業勞工碳黑的暴露。另外針對國內尚未建立碳黑採樣分析標準方法，試提出適合本土化的採樣分析方法。

三、研究方法

經由收集文獻，整理、比較碳黑的採樣分析方法[12, 13]並評估碳黑作業的暴露情形。

四、結果與討論

1. 碳黑的採樣分析方法比較

碳黑採樣分析方法[13]採樣後使用 tetrahydrofuran (THF) 溶解有機物質與濾

紙並使碳黑在沉積於玻璃纖維濾紙，由加熱於 150°C 後與灰化於 600°C 後之重量差，定出碳黑之量。NIOSH 碳黑採樣分析方法[12]僅比較採樣前後濾紙重量差，即定出碳黑之量。OSHA 方法較繁瑣、費時，可去除空氣中其他粒狀物存在的干擾；而 NIOSH 方法較簡單、省時，但空氣中有其他粒狀干擾物質存在時有正誤差。表 1 為 OSHA 與 NIOSH 碳黑採樣分析方法比較。因此在碳黑作業場所，主要之空氣污染物為碳黑，而無或極少其他粒狀污染物時，建議採用 NIOSH 方法實施碳黑測定；而作業場所中含其他粒狀污染物時，則採用干擾較少的 OSHA 為佳。

2. 作業勞工碳黑暴露現況

Muranko 等人調查碳黑製造業總粉塵與可呼吸性粉塵暴露[11]。結果顯示平均總粉塵濃度 $0.59\text{mg}/\text{m}^3$ (範圍= $0.01-13.25\text{mg}/\text{m}^3$ ，樣本數 1004)，可呼吸性粉塵濃度 $0.15\text{mg}/\text{m}^3$ (範圍= $0.01-2.62\text{mg}/\text{m}^3$ ，樣本數 1056)。總粉塵濃度超過容許濃度 $3.5\text{mg}/\text{m}^3$ 者低於樣本數的 3%。至於其他使用碳黑補強橡膠相關產業，則無文獻調查報告。

五、結論

由比較 OSHA 與 NIOSH 碳黑的採樣分析方法優缺點顯示主要之空氣污染物為碳黑，而無或極少其他粒狀污染物時，適於採用 NIOSH 方法實施碳黑測定；而作業場所中含其他粒狀污染物時，則採用干擾較少的 OSHA 為佳。

使用碳黑補強橡膠相關產業，廠區內碳黑污染通常較嚴重，但無文獻調查報告，建議進一步實施碳黑測定，以評估暴露情形。

六、參考文獻

1. International Agency for

- Research on Cancer(IARC): Carbon black. In IARC Monographs on the evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, vol. 65, Printing Process and Printing Inks, Carbon Black, and some Nitro Compounds. Lyon, France: World Health Organization, 1996
2. Perng-Jy Tsai, Hong-Yong Shieh, Wen-Jhy Lee, Soon-Onn Lai: Characterization of PAHs in the atmosphere of carbon black manufacturing workplaces. *Journal of Hazardous Materials A91*, 25-42 (2002)
 3. 物質安全資料表,財團法人工業技術研究院工業安全衛生技術發展中心,1990
 4. G. Locati, A. Fantuzzi, G. Consoni, I. LiGotti, G. Bonomi, *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 40, 644 (1979)
 5. F. Buddingh, M. J. Bailey, B. Wells, J. Maesemeyer, *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 42, 503 (1981)
 6. D. R. Bevan, N. T. Yonda, *Ind. Health* 1, 57 (1985)
 7. ACGIH, Documentation of the Threshold Limit Values for Substances in Workroom Air-Carbon Black, Revised Edition, ACGIH, Cincinnati, OH, p. 220 (1991)
 8. United States Department of Labor, 29 CFR, 1910.1000, Table Z-1.
 9. 勞工作業環境空氣中有害物容許濃度標準,行政院勞工委員會 (1995)
 10. R. G. Smith, D. C. Musch, *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 43, 925 (1982)
 11. Henry J. Muranko, Thomas A. Hethmon, Ralph G. Smith, *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 62, 57 (2001)
 12. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH): Carbon black: Analytical Method 5000. In *NIOSH Manual of Analytical Methods*, 4rd ed. Cincinnati, Ohio:NIOSH, 1994
 13. Occupational Safety & Health Administration (OSHA): Carbon Black in Workplace Atmosphere - Inorganic Method 196. In *OSHA Sampling & Analytical Methods*, 1991

表 1 OSHA 與 NIOSH 碳黑採樣分析方法比較。

方法	OSHA	NIOSH
採樣介質	5- μ m PVC 濾紙	5- μ m PVC 濾紙
採樣流率	2 L/min	1-2 L/min
最小採樣體積	30 L @ 3.5 mg/m ³	480 L
最大採樣體積	570 L	960 L
分析方法	稱重法	稱重法
優點	空氣中有其他粒狀物存在時可去除干擾	1.分析方法簡單、省時 2.需要設備少
缺點	1.分析方法較繁瑣、費時 2.必須使用有機溶劑: THF 3.需高溫(高至 600°C)加熱設備	空氣中有其他粒狀物存在時會造成正誤差

