

行政院及所屬各機關因公出國報告書

出國類別：出國專題研究報告

美國職業衛生管理制度研究

進修機構：美國哈佛大學公共衛生學院（HSPH）

服務機關：行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所
出國人 職稱：副研究員
姓名：潘致弘
出國地區：美國波士頓
出國期間：89年6月29日至89年12月28日
報告日期：90年3月28日

摘要

在研究期間，前往位於美國波士頓的哈佛大學公共衛生學院進行美國職業衛生管理制度，於哈佛大學研究期間，前往位於美國首府華盛頓的美國聯邦政府勞工部職業安全衛生署進行參訪，收集美國政府職業衛生管理相關法規或相關標準資料，以了解美國政府職業衛生管理制度的長處與弱點，作為修正我國勞工安全衛生相關法規之重要參考依據。並參訪位於美國辛辛那提的美國勞工安全衛生研究所，收集美國職業衛生研究相關資料，以了解美國目前之職業危害評估研究、職業傷病與失能預防研究、如何進行研究與提供科學有效的方法保護勞工。

美國在制定職業衛生標準時的學理依據知識包括：1.醫學。2.毒物學與國家的科技。3.經濟學。美國職業安全衛生署於 1971 年，定出 1,3-丁二烯的八小時日時量平均容許濃度為 1,000 ppm。但之後美國職業安全衛生署進行了許多動物實驗、人類流行病學研究、人體之體內與體外系統之代謝物與代謝機制研究，並在常溫常壓下以 6.25 - 625 ppm 濃度範圍的 1,3-丁二烯進行定量的危險評估，證明 1,3-丁二烯為人體致癌物，美國職業安全衛生署並允許事業單位使用防毒面具或濾毒罐，以保護員工的呼吸系統，以降低事業單位為符合 1,3-丁二烯職業衛生標準所付出的成本。在 1990 提出修正 1,3-丁二烯八小時日時量平均容許濃度為 2 ppm，並在 1995 提出現行 1,3-丁二烯八小時日時量平均容許濃度為 1ppm，以及提出其他方面的職業衛生標準。由以上美國對於 1,3-丁二烯職業衛生標準的訂定與修正過程，實是我國值得學習的借鏡。

目錄

摘要.....	i
目錄.....	ii
表目錄.....	iii
圖目錄.....	iv
第一章 前言.....	1
第二章 美國職業安全衛生署的緣起與職業衛生管理工作.....	4
第一節 美國職業安全衛生署的緣起.....	4
第二節 美國職業安全衛生署的行政體系.....	5
第三節 美國職業安全衛生的諮詢輔導.....	7
第四節 美國職業安全衛生的檢查工作.....	9
第五節 美國職業傷病的申報.....	10
第六節 美國職業災害的統計分析制度.....	12
第七節 美國緬因州頂尖 200 計畫.....	15
第三章 美國職業衛生標準的制定.....	16
第一節 美國職業衛生標準的發起過程.....	16
第二節 美國職業衛生標準制定的學理依據與修正過程.....	17
第三節 美國職業衛生標準的採納及緊急暫時標準.....	18
第四章 美國勞工安全衛生研究所的職業衛生研究工作簡介.....	20
第五章 美國哈佛大學公共衛生學院職業衛生研究工作簡介.....	22
第六章 骨骼鉛測定研究.....	24
第七章 結論與建議.....	31
參考文獻.....	34

表目錄

表 1	K- X-射線螢光研究：環境暴露危險因子導致骨骼鉛濃度提高之研究.....	27
表 2	K- X-射線螢光骨骼鉛測定之鉛標準樣品.....	28

圖目錄

圖 1	K- X-射線螢光骨骼鉛測定儀.....	29
圖 2	K- X-射線螢光骨骼鉛測定之鉛標準樣品.....	29
圖 3	K- X-射線螢光骨骼鉛測定儀測定受測者骨骼鉛之情形...	30

第一章 前言

由於近年來我國職業傷病的個案與新浮起的職業病案例不斷出現，其原因主要為我國在邁向工業化國家的過程中，對於職業暴露危害：包括物理性、生物性、化學性與人因工程設計與控制不當在成的危害，未能充分了解，但更重要的是目前我國的職業衛生管理制度仍有待加強，例如：我國職業病通報數目偏低，依據我國勞工保險資料顯示，截至民國八十六年底前申請職業病現金給付者，不到 200 件，自八十七年十一月起放寬礦工塵肺症及其併發症等給付條件並溯及既往，申請職業病現金給付之個案數有明顯增加，八十七年有 543 件，八十八年有 2,797 件，如扣除 2,280 件塵肺症及其併發症，則僅有 517 件，與其他先進國家比較則明顯偏低，顯示我國未能掌握實際職業病案例數目；並對職業病案例的判斷，欠缺足夠的衛生標準，所以常常未能有效及正確的盼讀職業病案例。並依據我國勞工保險職災給付統計，我國職業災害千人率，從七十六年的 5.91 大幅下降到八十五年的 3.06，但八十八年則上升至 4.41，在八十八年全產業勞工罹災人次有 33709 件，平均每小時就有 3.8 名勞工因工作而受傷、殘廢或死亡，勞工保險給付高達 91.0 億元，可見我國尚未能做好防治職業傷病的工作。

有鑒於目前我國的職業衛生管理制度有待補強，因此行政院人事行政局於八十九年公教人員出國專題研究，提供行政院勞工委員會潘副研究員致弘至美國哈佛大學進行美國職業衛生管理制度研究，期間為六個月，在此研究期間，潘副研究員前往位於美國首府華盛頓的美國聯邦政府勞工部職業安全衛生署（U.S Occupational Safety and Health Administration, 簡稱 OSHA）U.S OSHA）進行參訪，收集美國政府職業衛生管理相關法規或相關標準資料，以了解美國政府職業衛生管理制度的長處與弱點，以作為修正我國勞工安全衛生相關法規之重要參考依據。

並參訪位於美國辛辛那提的美國勞工安全衛生研究所，收集美國職業衛生研究相關資料，以了解美國目前之職業危害評估研究、

職業傷病預防研究、流行病學等研究趨勢，因為美國為已開發的工業國家，對於職業衛生的研究極為重視，許多的職業衛生危害，美國比中華民國先發生，並且做的職業衛生研究比中華民國來的早與研究數目較多，已在工業界使用數量相當多的 1,3-丁二烯（1,3-butadiene）為例，美國職業安全衛生署（Occupational Safety and Health Administration, 簡稱 OSHA）於 1971 年採取工業衛生技師協會在 1968 年的忍限值（Governmental Industrial Hygienists's (ACGIH's) threshold limit value），定出 1,3-丁二烯的八小時日時量平均容許濃度為 1,000 ppm，以防止暴露 1,3-丁二烯所引起的刺激與致昏迷作用。但由於在 1983 年的兩種動物實驗，闡述 1,3-丁二烯能引起多種癌症，因此美國聯邦政府在 1984 年與美國環保署（Environmental Protection Agency, 簡稱 EPA）分別提出要求與交付美國職業安全衛生署進行修訂 1,3-丁二烯的職業衛生執行標準，而美國職業安全衛生署在 1990 提出修正 1,3-丁二烯八小時日時量平均容許濃度為 2 ppm，並提出 1,3-丁二烯的短時間暴露容許濃度（short term exposure limit, 簡稱 STEL）為 10 ppm。對於 1,3-丁二烯職業衛生標準的訂定，美國職業安全衛生署進行了許多動物實驗、人類流行病學研究、人體之體內與體外系統之代謝物與代謝機制研究，並在常溫常壓下以 6.25-625 ppm 濃度範圍的 1,3-丁二烯進行定量的危險評估（quantitative risk assessment），證明 1,3-丁二烯為人體致癌物（human carcinogen），美國職業安全衛生署並允許事業單位使用防毒面具或濾毒罐，以保護員工的呼吸系統，以降低事業單位為符合 1,3-丁二烯職業衛生標準所付出的成本；美國勞工安全衛生研究所（National Institute of Occupational Safety and Health, 簡稱 NIOSH）則進行一系列工作現場訪視以提出勞工暴露於 1,3-丁二烯的情形與技術的可行性，對於經濟的分析有極大的幫助。而由國際合成橡膠製造研究所（International Institute of Synthetic Rubber Producers, 簡稱 IISRP）贊助在 1995 年所完成的流行病學研究與動物實驗，證實勞工暴露於 1,3-丁二烯對造成癌症有過度的危險，此論點使 IISRP 與美國聯邦政府達成共識，提出現行 1,3-丁二烯八小時日時量平均容許濃度為 1ppm 與 1,3-丁二烯的短時間暴露容許濃度為 2 ppm，以及提出其他方面的職業衛生標

準。由以上美國對於 1,3-丁二烯職業衛生標準的訂定與修正過程，實是我國值得學習的借鏡。

第二章 美國職業安全衛生署的緣起與職業衛生管理工作

第一節美國職業安全衛生署的緣起

由於有超過九千萬的美國人於白天時間致力於工作，他們是國家最有價值的資源，但在 1970 年有一萬四千名美國勞工因職業災害死亡，有兩百五十萬名勞工因職業災害失能，並有三萬件新浮現職業病案例(new cases of occupational diseases were accounted as job related)，因此在 1970 美國國會通過職業安全衛生法案 (the Occupational Safety and Health Act of 1970)，以確保每一位工作者的安全健康與保護人力資源 [1]。依據職業安全衛生法案，美每國於 1971 年 4 月 28 日成立美國聯邦職業安全衛生署，該屬並致力於三個工作目標：

- 1.增進工作場所的安全與健康，以減低傷害、疾病與死亡。
- 2.提高工作場所的文化，以增加雇主與勞工對增進增進工作場所安全與健康的承諾。
- 3.發展與致力職業安全衛生署服務的長處，以確保公眾信心。

為了有效執行職業安全衛生法案，美國職業安全衛生署被國會授權來制定與加強職業安全衛生標準 (Safety and Health Standards)。美國職業安全衛生署簽署工作狀況、工具、設備 (equipment) 設施(facility)與工作程序的安全衛生標準與規則。而職業衛生標準的建立與公佈是一個將最近的醫學 科學與工程知識，以及經濟資訊導入公共政策的程序。最終的職業衛生標準必需在經濟面與技術面皆為可行。並為了執行職業衛生標準美國職業安全衛生署依法進行工作場所檢查，以確保工作場所沒有造成致死或導致嚴重身體傷害的危害存在。在檢查過程中對於違反規定者則依照職業安全衛生法加以處罰，例如：非造成致命的違反職業安全衛生標準者，最高可處七千元美金的罰款，而對於非嚴重性的違規事件，可由職業安全衛生主管當局依雇主的認知與努力 (特別是為了符合職業安全衛生法規所作的努力) 過去的違規記錄與企業的大

小，來調整降低罰款，而當調整降低的罰款低於一百元美金者，職業安全衛生署則不進行罰款。

第二節 美國職業安全衛生署的行政體系

美國政府的職業安全衛生行政體系可分為：

1.聯邦政府：目前設有美國聯邦政府勞工部職業安全衛生署隸屬美國勞工部，並另設有十個行政區域辦公室（Regional Offices），分別為：

- (1) 行政區域 I：康內得肯州（Connecticut）、麻薩諸塞州（Massachusetts）、緬因州（Maine）、新罕不什爾（New Hampshire）、羅德島州（Rhode Island）、佛蒙特州（Vermont）、波士頓（Boston）。
- (2) 行政區域 II：新澤西州（New Jersey）、波多黎各州（Puerto Rico）、紐約市（New York City）、維爾京群島（Virgin Islands）。
- (3) 行政區域 III：哥倫比亞特區（District of Columbia）、德拉威州（Delaware）、馬里蘭州（Maryland）、賓夕法尼亞州（Pennsylvania）、維吉尼亞州（Virginia）、西佛吉尼亞州（West Virginia）。
- (4) 行政區域 IV：阿拉巴馬州（Alabama）、佛羅里達州（Florida）、喬治亞州（Georgia）、肯塔基州（Kentucky）、密西西比州（Mississippi）、北卡羅來納州（North Carolina）、南卡羅來納州（South Carolina）、田納西州（Tennessee）。
- (5) 行政區域 V：伊利諾州（Illinois）、印第安納州（Indiana）、密西根州（Michigan）、明尼蘇達州（Minnesota）、俄亥俄州（Ohio）、威斯康辛州（Wisconsin）。
- (6) 行政區域 VI：阿肯色州（Arkansas）、路易斯安那州（Louisiana）、新墨西哥州（New Mexico）、俄克拉荷馬州（Oklahoma）、德州（Texas）。

- (7) 行政區域 VII：愛荷華州(Iowa)、堪薩斯州(Kansas)、密蘇里州(Missouri)、內布拉斯加州(Nebraska)。
- (8) 行政區域 VIII：科羅拉多州(Colorado)、蒙大拿州(Montana)、北達科他州(North Dakota)、南達科他州(South Dakota)、猶他州(Utah)、懷俄明州(Wyoming)。
- (9) 行政區域 IX：美屬薩摩亞(American Samoa)、亞利桑那州(Arizona)、加利福尼亞州(California)、關島(Guam)、夏威夷州(Hawaii)、內華達州(Nevada)、美國太平洋領土所屬島嶼(Trust territories of the pacific)。
- (10) 行政區域 X：阿拉斯加州(Alaska)、愛達荷州(Idaho)、奧勒岡州(Oregon)、華盛頓州(Washington)。

並於西雅圖(Seattle)、舊金山(San Francisco)、丹佛(Denver)、達拉斯(Dallas)、堪薩斯市(Kansas City)、芝加哥(Chicago)、亞特蘭大(Atlanta)、費城(Philadelphia)、紐約市(New York City)、波士頓(Boston)等城市，設有區域辦公室。

1. 州政府：目前美國有 25 個州，包括：康內得肯州(Connecticut)、佛蒙特州(Vermont)、紐約市(New York City)、波多黎各州(Puerto Rico)、維爾京群島(Virgin Islands)、馬里蘭州(Maryland)、維吉尼亞州(Virginia)、肯塔基州(Kentucky)、北卡羅來納州(North Carolina)、南卡羅來納州(South Carolina)、田納西州(Tennessee)、印第安納州(Indiana)、密西根州(Michigan)、明尼蘇達州(Minnesota)、新墨西哥州(New Mexico)、愛荷華州(Iowa)、猶他州(Utah)、懷俄明州(Wyoming)、亞利桑那州(Arizona)、加利福尼亞州(California)、夏威夷州(Hawaii)、內華達州(Nevada)、阿拉斯加州(Alaska)、奧勒岡州(Oregon)、華盛頓州(Washington)設有州的職業安全衛生署，州政府的職業安全衛生標準，可與聯邦政府的職業安全衛生標準相同或更加嚴格。
2. 地方政府：例如郡政府、市政府，地方政府的職業安全衛生標準，可與州政府的職業安全衛生標準相同或更加嚴格。

美國政府的職業安全衛生行政美國體系，屬中央集權，當州政府與

聯邦政府有爭議產生時，一切以聯邦政府的決策為依歸，

第三節 美國職業安全衛生的諮詢輔導

美國職業安全衛生的諮詢輔導工作（The OSHA Consultation Program）由美國職業安全衛署贊助經費與領導進行，藉由自由的諮詢服務，使雇主們能夠發現他們工作場所的潛在危害，增強他們職業安全衛生的管理系統，甚至可獲得免除 OSHA 一年檢查的資格。

此職業安全衛生的諮詢輔導服務，是由州政府運用訓練合格的人員來進行，諮詢輔導通常在作場所進行，亦有特定的諮詢輔導可在工作場所之外進行。諮詢輔導主要針對小企業來進行，所謂小企業為人數少於 250 人的企業，在安全衛生諮詢輔導時與 OSHA 的檢查工作做完全分開，而且不進行處罰。

安全衛生諮詢輔導工作為保密進行，對於個人姓名、公司名稱、所提供的作場所資料、諮詢顧問所發現的不安全或不衛生的工作狀況，皆不會透露給 OSHA 的檢查員。雇主的唯一責任義務為保證在一定時間內，矯正職業安全衛生危害。

安全衛生諮詢輔導工作是由雇主自願來進行的活動，因此必需由雇主動向 OSHA 提出申請，可以電話或信件提出申請，諮詢顧問依據特定的需求、申請的先後順序、申請者的工作時間、與諮詢輔導所需的時間，作適當的訪視安排。當諮詢顧問按照約定的時間到雇主的工作場所時，諮詢顧問的開場白（Opening Conference）首先會向雇主介紹諮詢顧問所扮演的角色與雇主應盡的責任。

接著諮詢顧問會與雇主共同進行工作現場訪視，諮詢顧問會檢查工作現場的狀況，OSHA 並鼓勵雇員或勞工共同參與現場訪視，消息靈通與警覺性高的雇員或勞工，能夠使雇主更容易鑑別與矯正

工作場所中潛在的傷害與疾病危害物，在現場訪視時與雇員或勞工談話，能協助諮詢顧問鑑定與判斷特定為害物的性質與範圍。諮詢顧問並會研究整個工作場所或雇主所選定的工作場所，以及探討合適的 OSHA 標準，諮詢顧問也會指出 OSHA 沒有規範的安全衛生危害，以及建議安全衛生自動檢查與訓練雇主與勞工預防危害狀況。但在少數的現場訪視過程中，諮詢顧問發現有即將發的危險狀況，雇主則必採取緊急行動，以保護所有的員工。在某些情況下，諮詢顧問發現有工作場所所有明顯地違反 OSHA 的職業安全衛生標準，則雇主必需以合理的計畫時程表來消除與控制危害，諮詢顧問並會提供一般的方法或建議其他的技術協助。

一個綜合的諮詢輔導包括：1.評估所有機械與環境危害及身體的工作習慣。2.評估或建立職業安全衛生計畫。3.職業安全衛生管理說明。4.提出職業安全衛生訓練與改善建議之書面報告 [2]。

第四節 美國職業安全衛生的檢查工作

美國職業安全衛生署 (OSHA), 為了貫徹職業安全衛生法規的執行, 所以進行作業場所的檢查, OSHA 授權合格的檢查員, 以合理的次數、合理的態度、合理的時間進入任何工廠、公司、機構、建築工地、其他作業場所或正在進行工作的環境所進行下列工作:

1. 在正常的工作時間或其他時間, 檢查任何場所的工作、相關狀況、結構 (structure)、機器、裝置、設備與物質 (equipment and materials)。
2. 在檢查或調查期間各別詢問任何雇主 (employer)、所有人 (owner)、操作員 (operator)、代理商 (agent) 或勞工 (labor)。

符合美國職業安全衛生署規範的檢查員 (OSHA compliance officers), 在職業安全衛生領域具有專業的知識與經驗, 其領域包括工業衛生、安全工程學、毒物學、與職業醫學, 這些檢查員需要接受 OSHA 職業衛生法規標準與如何認知安全衛生危害的訓練。

事業單位的職業安全衛生檢查是由勞工部下的職業安全衛生署 (OSHA) 負責。OSHA 之任務是拯救勞工之生命、預防勞工受傷害、以及保護勞工之健康。其本身設有檢查人員, 受檢單位之優先順序為: (1) 有立即危險者; (2) 重大職災, 即一人或一人以上死亡災害, 或者五人或五人以上入院治療之災害; (3) 員工申訴案, 有違法或有不安全或不衛生之工作情形; (4) 高危害工廠之檢查計畫; 另外尚有追蹤檢查以確定違反法規之處業已修正。

OSHA 在全國各地共設有十個地區辦公室, 掌管該區所轄各州之職業安全衛生檢查。同時, 在 OSHA 指導之下, 各州可發展「工作安全衛生計畫」。當該計畫獲 OSHA 核可後, OSHA 將監督該計畫之進行, 並提供 50% 的運作費用。參與此計畫之各州須制定工作安全衛生標準, 該標準不得低於聯邦的標準 (大多數的州即採用聯邦的標準)。各州可自行發布聯邦標準中未涵蓋在內的危害相關標準。同時, 各州須辦理安全衛生教育訓練並進行檢查以執行相關

標準的要求，公家機關也在檢查範圍之內。因此，有此州計畫之州政府亦設有檢查員。OSHA 及參與工作安全衛生計畫的各州共有約 2,100 位檢查員，另外尚有歧視控訴調查員、工程師、醫師、講師、標準起草者及其他技術與支援人員遍佈在全國二百多個辦公室。此外，大多數的州提供免費的現場諮詢以協助雇主辨識及改善工作場所之危害。至 1996 年，已經有 23 個州或領土(territories)有自己的工作安全衛生計畫，而已通過最後審查核可者則有 15 州。

第五節美國職業傷病的申報

根據美國聯邦規章(Code of federal regulations, CFR)依據 1970 年的職業安全衛生法案及勞工部部長命令，於 29 CFR 1904.8 中規定，事業單位發生職業意外造成一人或一人以上死亡災害，或者五人或五人以上入院治療之災害，雇主應於事故發生後 48 小時內以口頭或書面向最近的美國勞工部職業安全衛生署的地區主管辦公室報告，報告方式可使用電話或電報。報告內容須含意外狀況、死亡人數及受傷情形。地區主管如果覺得有必要，可要求書面或其他形式有關意外的附加報告。

29 CFR 1904.2 中並規定，每一個雇主應在每一機構 (establishment) 中保有其職業傷病之紀錄，同時應儘早(不得晚於獲知案發後的 6 個工作天)記錄每一個案例，該紀錄保留時間須從次年一月算起，至少五年。

有些雇主可免除職業傷病之申報：(1) 小型公司的雇主 - - 根據 29 CFR 1904.15，大多數的小型公司不需保有職業傷病紀錄(但少數幾州仍要求該州之小型公司的雇主保有職業傷病紀錄)。因為小型公司之危害等級相當低，同時也可以減少這些雇主之負擔。小型公司是指在前一年中任何時間均未曾僱用超過 10 個員工之公司。(2) 低危害工業之雇主 (29 CFR 1904.16) - - 大多數的州，零售業、金融、保險、與房地產業、及服務業不需要填報職業傷病

紀錄。上述之雇主在下列二種情況仍須填報職業傷病紀錄：(1) 有重大職災發生時，亦即有死亡災害或五人以上入院治療之災害。(2) 勞工統計局在前一年已書面通知被選為職業傷病統計調查的樣本時。

有關職業災害紀錄之相關名詞定義如下：

1. 可記錄的職業傷病 (recordable occupational injuries or illnesses) 指任何職業傷害或疾病會造成：
 - (1) 死亡，不論從受傷到死亡的時間或疾病之長短；或
 - (2) 損失工作日案件，除了死亡所造成的損失工作日；或
 - (3) 非致死案件且無損失工作日，其導致職位更換或停止僱用，或需要醫療 (急救治療除外)，或牽涉到知覺喪失、工作或行動限制。此項分類亦包含任何診斷為職業疾病，但不被歸類為死亡或損失工作日之案件。
2. 損失工作日：員工受傷或患病日起 (當日不算)，應該工作但無法工作之日數 (不論是連續或不連續)；亦即員工因職業傷害或疾病，使得全部或部分工作日，無法執行其全部或部分正常職務。

美國負責職業災害統計之主管機關為隸屬於勞工部 (Department of Labor) 的勞動統計局 (Bureau of Labor Statistics)。勞動統計局為美國聯邦政府查明勞工經濟與統計真相的一個主要機構，其具有雙重角色，其既為勞工局的統計單位，同時又是一個獨立的國家統計機構，負責蒐集、處理、分析及發布經濟及統計資料給美國大眾、國會、其他聯邦機構、州政府、地方政府、商業界以及勞工。其作用主要在有關就業、失業、物價、家庭支出、工資、補償、勞資關係、生產力、技術變遷、職業安全與衛生及其他相關資料等事項。勞動統計局在全國設有八個分局，分別在麻塞諸塞州、紐約州、賓州、喬治亞州、伊利諾州、德州、密蘇里州、與加州。

勞動統計局設有局長、副局長各一人；行政副局長、研究與評估副局長各一人；技術與問卷調查副局長一人，下設有技術與計算服務組及問卷調查組；工作與失業統計副局長一人，下設工作研究與計畫發展組及問卷設計與行政統計組；物價與生活條件副局長一

人，下設有消費者物價與物價指數助理局長、工業價格與物價指數助理局長、國際物價助理局長、以及物價指數研究員各一人；賠償與工作條件副局長一人，下有賠償與水準與趨勢助理局長、安全衛生與工作條件助理局長、賠償研究與計畫發展研究員各一人；另外還有生產與技術、出版與專案研究、現場操作副局長各一人。

但美國職業病的補償制度事又州政府負責，並不事每一種職業病都能獲得補償或賠償，例如職業性聽力損失，，在美國某一些州，並不列入職業病補償的項目中。

第六節 美國職業災害的統計分析制度

1. 勞工人數之推估

勞工人數之資料有兩個來源，一是由戶口調查局（Bureau of the Census）每個月為勞動統計局做的調查結果。調查樣本是包括約六萬個選出的家庭，來代表美國十六歲或以上之人口。受訪家庭是輪流的，俾能在任何連續兩個月內，有四分之三的樣本是相同的。第二個來源是針對公司組織調查得來。此資料是由雇主自願地，每個月向勞工統計局及與該局合作的州政府機關提報的薪資帳冊記錄收集得來。該資料包含超過 340,000 個公司組織，來代表除了農業之外的所有工業。對大多數的工業來說，公司被抽中做樣本之機率是根據其規模大小而定，因此大公司大多都包含在受調查的樣本中。而自己營業的人及其他無定期支薪者均不在此紀錄內。

2. 職業傷病資料之蒐集

職業傷害與疾病資料是根據 1970 年職業安全衛生法（Occupational Safety and Health Act of 1974）的規定，所有下列行業的雇主必須具備員工傷病的記錄：農、林、漁牧業，石油、天然氣開採業，營造業，製造業，交通與公共設施業，批發零售業，金融、保險、房地產業，以及服務業。不在調查範圍之內的有：自己

營業的個人，少於 11 個勞工之農場，受其他聯邦安全衛生法規範之雇主，及聯邦、州、及地方政府官員。此資訊系統由勞動統計局負責。在聯邦規章中可容許的例外已如第一節中所述。

自 1972 年起，勞動統計局與州政府機關合作，針對 280,000 至 600,000 家民營機構進行年度樣本調查。勞動統計局由此調查來蒐集並公布與工作相關的傷害、疾病、及死亡的統計數字。但對於事件之發生原因、發生那一類傷害或疾病等資料並無詳細分類。至 1976 年，勞動統計局開始實施一個聯邦與州政府合作的計畫 - 補充資料系統 (Supplementary Data System, SDS)，利用各州勞工賠償系統的資料來獲得事件類別資料以增加工業安全衛生資料的量與質。

由於勞動統計局分析員對於相對來說比例不高的死亡事件認為其量測準確度不高，同時有研究指出實際的職災死亡數字常較報告的為多，不同組織做出來的死亡數目估計值相差甚遠。勞動統計局因此修正其安全衛生統計計畫，與州政府機構共同建立了職業傷害致死普查 (Census of Fatal Occupational Injuries, CFOI)，來蒐集全國的職災死亡資料。調查範圍中並包括了公營機構的員工 (含平民與軍人)，以及自僱工作者。每一個死亡案例之成立需由二個以上之獨立的文件來源，或一個文件來源加上追蹤問卷來證實其確為與工作有關的死亡。其資料來源有死亡證書、勞工賠償報告與申訴、驗屍報告、以及其他聯邦與州政府的行政報告 (如職業安全衛生署、礦業安全衛生署等的報告) 等。此新的計畫自 1991 年起在 32 州及紐約市開始實施，1992 年則擴大至 50 州及哥倫比亞特區。故自 1992 年起之職災資料分類法亦與以前不同。

災害頻率 (occupational injury incidence rate) 是指每 100 個全時 (full-time) 工作人員的傷害或損失工作日之數目，其計算方式如下：

$$\text{事件率} = \left(\frac{N}{EH} \right) \times 200,000 \quad (10.1)$$

N = 傷害或損失工作日之數目

EH = 一年中所有員工的總工作時數

200,000 = 相當於 100 個全時工作人員（每人一週以 40 小時計，一年以 50 週計）

職業病事件頻率（occupational illness incidence rate）是指每 1,000 個全時工作人員生病之數目，其計算方式如下：

$$\text{事件率} = \left(\frac{N}{EH} \right) \times 2,000,000 \quad (10.2)$$

N = 生病數目

EH = 一年中所有員工的總工作時數

2,000,000 = 相當於 1,000 個全時工作人員（每人一週以 40 小時計，一年以 50 週計）

第七節 美國緬因州頂尖 200 計畫

美國職業安全衛生署為了監督國家的國家的工作場所，倚賴傳統的檢查，並依據違規的事實處以罰款，但是緬因州頂尖 200 計畫（The Maine Top 200 Program）與傳統的檢查方式炯然不同，此計畫鼓勵雇主鑑定認知自身工作場所的危害，並在產生傷害或疾病之前，採取矯正行動（Corrective action）。

在美國職業安全衛生署檢查緬因州的勞工職業傷病補償金數據（state worker's compensation data），並認知安全衛生檢查執行的努力無法遏止鉅額勞工職業傷病補償金的索賠，原因當然事由於緬因州極高的職業危害、職業傷害與職業疾病事件；因此緬因州於 1993 年實施緬因州頂尖 200 計畫。

緬因州的職業安全衛生署主管，下定決心要降低逐漸上升的職業傷病，並進行新的管理方式；首先職業安全衛生署選定緬因州二百家職業發生職業傷病件數最高的公司（職業傷病補償索賠金額），這些公司的雇主數目僅佔緬因州雇主總數的百分之一，但是職業傷病與死亡的比率，卻佔緬因州的百分之四十五，因此緊接著職業安全衛生署通知這二百家公司的雇主有兩種選擇：1. 選擇與職業安全衛生署合作，鑑定與矯正自己公司工作場所的危害，並進行安全衛生研究計畫，以降低與避免工作場所中的危害。2. 第二種選擇為增加職業安全衛生署的傳統檢查工作。結果這二百家公司的雇主，幾乎皆選擇與職業安全衛生署合作。

目前選擇與職業安全衛生署合作的雇主，採取安全衛生研究計畫的步驟，以符合 OSHA 的職業安全衛生標準與降低職業傷病，並於每季提出研究進度報告；但若這些雇主無法成功地履行研究計畫進度，則再由 OSHA 加強進行勞工安全衛生檢查。但是緬因州頂尖 200 計畫執行三年後，其職業傷病的件數，則顯著地降低。

第三章 美國職業衛生標準的制定

第一節 美國職業衛生標準的發起過程

美國職業衛生標準的制定，可由美國職業安全衛生署自行發起，或由其他團體的發起，包括健康與人類服務秘書處（Secretary of Health and Human Services）、美國勞工安全衛生研究所、州政府或地方政府、國家認可的制定標準機構（nationally recognized standards-producing organization）、雇主或勞工代表、或其他有興趣的人。

一旦美國職業安全衛生署，一旦決定要制定某一特定的職業安全衛生標準，可以招集數個諮詢委員委員會來進行，其中包括兩個固定諮詢委員會：1 國家職業安全衛生諮詢委員會（National Advisory Committee on Occupational Safety and Health）提供職業衛生標準職業衛生標準諮詢與建議事項給健康與人類服務秘書處 勞工秘書處（Secretary of Labor）。2. 建築安全衛生諮詢委員會（Advisory Committee on Construction Safety and Health）提供規劃建築安全衛生標準和其他法規標準給勞工秘書處。兩個固定諮詢委員會與特別委員會（ad hoc Committees）被職業安全衛生署邀請來檢定規劃制定職業衛生標準相關事宜。所有諮詢委員會，包括固定諮詢委員會或特別委員會的委員，必需有管理部門 勞工 州政府、與人類服務秘書處的代表。

職業衛生標準可由隸屬健康與人類服務部（Department of Health and Human Services）的美國勞工安全衛生研究所建議。美國勞工安全衛生研究所對於不同的職業安全衛生問題進行研究，提供技術協助與推薦職業安全衛生標準予職業安全衛生署採納。美國勞工安全衛生研究所可到工作場所進行調查，收集從雇主與勞工提供的證據資料，並要求雇主測量作業場所中潛在的危害物質與將測定的結果告知勞工。美國勞工安全衛生研究所並可要求雇主提供勞工健康檢查或檢驗，以瞭解勞工是否有職業性疾病，當勞工安全衛生

研究所認為需要進行勞工健康檢查或檢驗以達成研究的目的，則所需的費用可由勞工安全衛生研究所負擔。

第二節 美國職業衛生標準制定的學理依據與修正過程

美國職業衛生標準制定的學理依據知識包括：

1. 醫學 (medicine)
2. 毒物學與國家的科技 (toxicology, and the National science/technology)
3. 經濟學 (economy)

例如：已在工業界使用數量相當多的 1,3-丁二烯 (1,3-butadiene)，美國職業安全衛生署 (Occupational Safety and Health Administration, 簡稱 OSHA) 於 1971 年採取工業衛生技師協會在 1968 年的忍限值 (Governmental Industrial Hygienists's (ACGIH's) threshold limit value)，定出 1,3-丁二烯的八小時日時量平均容許濃度為 1,000 ppm，以防止暴露 1,3-丁二烯所引起的刺激與致昏迷作用。但由於在 1983 年的兩種動物實驗，闡述 1,3-丁二烯能引起多種癌症，因此美國聯邦政府在 1984 年與美國環保署 (Environmental Protection Agency, 簡稱 EPA) 分別提出要求與交付美國職業安全衛生署進行修訂 1,3-丁二烯的職業衛生執行標準，而美國職業安全衛生署在 1990 提出修正 1,3-丁二烯八小時日時量平均容許濃度為 2 ppm，並提出 1,3-丁二烯的短時間暴露容許濃度 (short term exposure limit, 簡稱 STEL) 為 10 ppm。對於 1,3-丁二烯職業衛生標準的訂定，美國職業安全衛生署進行了許多動物實驗、人類流行病學研究、人體之體內與體外系統之代謝物與代謝機制研究，並在常溫常壓下以 6.25 - 625 ppm 濃度範圍的 1,3-丁二烯進行定量的危險評估 (quantitative risk assessment)，證明 1,3-丁二烯為人體致癌物 (human carcinogen)，美國職業安全衛生署並允許事業單位使用防毒面具或濾毒罐，以保護員工的呼吸系統，以降低事業單位為符合 1,3-丁二烯職業衛生標準所付出的成本；美國勞工安全衛生研究所 (National Institute of Occupational Safety and Health, 簡稱

NIOSH)則進行一系列工作現場訪視以提出勞工暴露於 1,3-丁二烯的情形與技術的可行性，對於經濟的分析有極大的幫助。而由國際合成橡膠製造研究所 (International Institute of Synthetic Rubber Producers, 簡稱 IISRP)贊助在 1995 年所完成的流行病學研究與動物實驗，證實勞工暴露於 1,3-丁二烯對造成癌症有過度的危險，此論點使 IISRP 與美國聯邦政府達成共識，提出現行 1,3-丁二烯八小時日時量平均容許濃度為 1ppm 與 1,3-丁二烯的短時間暴露容許濃度為 2 ppm，以及提出其他方面的職業衛生標準。由以上美國對於 1,3-丁二烯職業衛生標準的訂定與修正過程，實是我國值得學習的借鏡。

第三節 美國職業衛生標準的採納及緊急暫時標準

一旦美國勞工安全署 (OSHA) 訂定計畫，進行職業衛生標準的提議、修訂或廢除事項，OSHA 會將這些事項刊登在聯邦政府的登記申報處 (Federal Register)，通常刊登為條例規則發展通告 (Advance Notice of Proposed Rulemaking)，並可徵求大眾意見，作為新職業衛生法規草案的參考，刊登公告時間至少需為 30 天，一般公告時間為 60 天或更久。

有興趣的團體可提出書面意見或相關的證據，並可要求公聽會以建議 OSHA 進行特定的職業衛生標準制定，一旦被請求召開公聽會 OSHA 必需提前在聯邦政府的登記申報處刊登公聽會之時間與地點；而在公聽會與徵求大眾意見的時間過後，如果任何一個職業衛生標準仍保留著，OSHA 必需將最後修訂的職業標準草案刊登在聯邦政府的登記申報處或採納此職業衛生標準草案，並公告日期；但 OSHA 也可不採納此職業衛生標準，並公告不採納的原因。

在某些特定的情況下，OSHA 被授權立刻，制定緊急暫時標準，此緊急暫時標準在未被永久標準取代前皆為有效，當勞工暴露於會致命的毒性物質或會導致身體傷害的新危害物質時，OSHA 就

必需決定制定緊急暫時職業安全衛生標準，在決定要制定後，OSHA 必需將緊急暫時職業安全衛生標準案刊登在聯邦政府的登記申報處，其效力視同永久職業安全衛生標準。緊急暫時標準的制定程序與永久標準的制定程序大致相同，其差別僅為永久標準的最後管理規則必需在六個月內制定完成。但一個緊急暫時的職業安全衛生標準的效力或合法性，可能會面臨美國聯邦法庭裁決的挑戰。

第四章 美國勞工安全衛生研究所的職業衛生研究工作簡介

美國職業安全衛生法規的通過後，除了成立美國職業安全衛生署(OSHA)外，亦成立了美國勞工安全衛生研究所(NIOSH)，NIOSH 是職業安全衛生的研究機構，但不是 OSHA 的一部分，NIOSH 可視為 OSHA 的姊妹機構(sister agency)，NIOSH 隸屬於美國健康與人類服務部，疾病防治中心(Department of Health and Human Service, Centers for Disease Control and Prevention)。

由於工作場所的安全衛生常被遺忘，在美國平均每天有 16 人死於職業傷害，每天大約有 137 人由於職業病死亡，因此 NIOSH 負責主導職業疾病與傷害的研究，研究範圍從礦工的肺部疾病道電腦使用者的腕道症候群研究，NIOSH 的哲學是接受國家的託付，為人民的安全與衛生進行研究與預防工作。除了執行研究之外，NIOSH 並進行下列工作：

- 1.接收雇主或雇員的請求，調查潛在的工作危害狀況：此部分工作就是職業危害評估調查，而且是根據美國職業安全衛法規(Section 2(a)(6) of the Occupational Safety and Health Act of 1970, 29 U.S.C. 669(a)(6)) 的授權。
- 2.建議與宣導預防工作場所的疾病、傷害與失能。
- 3.提供職業安全衛生專業訓練。

NIOSH 是一個多元化的機構，具有各個領域的人才，包括工業衛生、護理、流行病學、工程學、醫學與統計學。在參訪 NIOSH 期間發現 NIOSH 有專業的技術人員，例如：統計學家、毒物學家、電工專家等，協助其研究人員進行職業安全衛生研究，使研究更有效率，這方面是值得我國學習的。

NIOSH 的總部在美國首府華盛頓(Washington D.C.)，並在喬治亞州首府亞特蘭大(Atlanta, Georgia) 設有辦公室(Atlanta, Georgia)，而且俄亥俄州的辛辛那提市(Cincinnati) 西維吉尼亞

州的摩根塔恩 (Morgantown) 賓州的布魯斯頓 (Bruceton, Pennsylvania) 與華盛頓州的史坡堪市 (Spokane, Washington) 設有分所。

NIOSH 的研究人員一起工作，以減低美國數目眾多的工作場所傷害與疾病，在 1995 年，一年間僅職業傷害就造成了 1.19 兆美元的薪資與產量損失，而且此損失不包括職業疾病。在美國此人力與經濟資源的損失，可以由職業安全衛生研究發展的科學知識的應用實施，徹底地降低。

第五章 美國哈佛大學公共衛生學院職業衛生研究工作簡介

美國哈佛大學公共衛生學院 (Harvard School of Public Health, 簡稱 HSPH), 將職業衛生的工作定位在公共衛生的領域中, 即定位職業衛生的為公共衛生的一部份, 認為職業衛生的工作需與環境衛生的環保工作相結合, 透過法令規範、教育訓練、社區推廣、家庭教育、衛生研究等, 將公共衛生推廣到每一個人才能將公共衛生工作做好。

美國哈佛大學公共衛生學院對於職業衛生的工作極為著重研究, 並認為職業衛生的研究工作是公共衛生研究工作的一部分, 並將公共衛生的目標定為: 1.預防 (Prevention)。2.控制 (Control):(1) 在預防工作失敗 (failing prevention) 時進行;(2) 當預防工作不容易進行時 (when prevention not feasible), 即需進行控制工作。3.監控與調查 (Monitoring and Surveillance)。4.確認 (Assurance) 工作。而公共衛生工作的實行由下列機關團體來進行:

- 1.政府機構
- 2.政府公共衛生醫學中心
- 3.健康中心、醫院或診所等
- 4.免疫診療所
- 5.專科醫師、職業病護士、實驗室
- 6.共衛生醫學研究之學術機關
- 7.營利事業: 例如: 疫苗製造者、檢查服務單位、流行病學諮詢師
- 8.倡導機構

政府機構的公共衛生實行單位, 受到美國總統選舉的影響, 每隔四年會有一次變動, 茲將比較穩定的實行單位, 列舉如下:

1. 聯邦政府公共衛生實行單位
 - (1) 健康與人類服務部: 包括疾病防治中心、美國勞工安全衛生所研究所、食品藥物檢驗局、美國健康研究所等。
 - (2) 農業部

(3) 勞工部職業安全衛生署

(4) 環保署

(5) 國防部

2. 州政府公共衛生實行機構，包括：

(1) 公共衛生部：包括立法機構、公共建設機構、疾病控制局等

(2) 其他機構

3. 地方政府公共衛生實行機構，包括：

(1) 環境衛生機構

(2) 食品檢查機構

(3) 疾病控制機構

第六章 骨骼鉛測定研究

於美國波士頓的哈佛大學公共衛生學院進行美國職業衛生管理制度時，亦研習骨骼鉛測定技術，研習心得如下所述：

最近三十年來血中鉛測定技術廣泛地被實驗室用來偵測與控制鉛在工作場所、家庭與社區的暴露。但血中鉛濃度無法適當反應個人受到鉛相關危害的所有危險性，這項事實是根據以下幾點認知：鉛會隨著時間而累積於骨骼中，在成年人體中，有 90~95%的鉛會累積儲存於骨骼中；而在孩童體中有 80~95%的鉛會累積儲存於骨骼中 [3-4]。累積性的鉛暴露比目前短時間的鉛暴露，更能有效地預測鉛的慢性毒害 [5]，雖然血中鉛濃度通常與目前的鉛暴露有良好的相關性存在，但血中鉛濃度無法反應鉛在骨骼中的累積情形 [6]。在穩定的鉛暴露情況下血中鉛會維持一定的濃度，而骨骼鉛的濃度會持續增加；而當鉛暴露停止時，血中鉛濃度會逐漸下降，但骨骼鉛濃度則持續提高。在鉛暴露停止後，血中鉛的半衰期大約為一個月（範圍：7~63 天） [7-8]，因此血中鉛僅能反應出目前的短期間暴露；然而骨骼鉛的半衰期為數年到數十年，可以反應出鉛的累積性暴露。骨骼是一個動態的器官，儲存在骨骼中的鉛有可能轉移到循環系統，使骨骼鉛成為一個遲滯的毒性機轉，此種現象已被最近一些生理狀態的研究所提出，並指出在孩童快速的生長期 [9]、婦女的懷孕期與哺乳期 [10-11]、骨質疏鬆症患者 [12-13]、以及荷爾蒙更換治療者，皆會造成骨骼鉛轉移到循環系統的移動性增加 [14]。

X-射線螢光(X-ray fluorescence, 以下簡稱 XRF) 測定儀能夠測定人體內骨骼鉛濃度，是一個相當好的非破壞性骨骼鉛測定方法 [15-16]，目前 XRF 測定儀有兩種型態：L- X-射線螢光(L-X-ray fluorescence, 簡稱 LXRF)與 K- X-射線螢光(K-X-ray fluorescence, 以下簡稱 KXRF)，本研究之骨骼鉛測定，採用最被廣泛使用與認定的 KXRF 測定技術進行探討[17-18]。大部分的 KXRF 測定儀使用由 ^{109}Cd 或 ^{57}Co -射線為放射源，放射低強度的 γ -射線，引發受測者的骨骼產生螢光光子 (fluorescence photons)，而以特殊設計

的設備、統計方法、與軟體來計算螢光光子，以計算出骨骼鉛的濃度，而以 $\mu\text{g/g}$ 作為骨骼鉛的濃度單位，此方法並已被證實具有良好的精密度與準確度 [19-21]。本研究之骨骼鉛測定實驗室採用以 ^{109}Cd 為放射源與鍺檢驗器 (Ge detector) 的 KXRF 測定儀，所產生的輻射劑量低於 $0.1 \mu\text{Sv}$ ，遠低於容許輻射劑量： $10 \mu\text{Sv}$ ，並測定不同濃度的鉛標準品，以及以化學方法確認鉛標準品濃度 (例如：原子吸收光譜法或誘導偶合電漿質譜法 (ICP-MS)) 以定出檢量線，並計算出骨骼鉛濃度，此 KXRF 測定方法可用來測定人體下肢的任何部位 [22]。

最近幾年骨骼鉛測定已被用來進行流行病學調查研究之暴露評估研究，至於骨骼鉛是否為健康危害或疾病發生的生物指標？可由表 1 的研究摘要來加以探討，包括研究骨骼鉛與腎臟失能、神經精神病測試、血紅素、血清肌酐、行為、高血壓、認知測試、嬰兒出生體重等之因果關係，並經調整年齡、抽煙、喝酒等干擾因子後，發現高血壓與骨骼鉛呈現較好的相關性，隨著骨骼鉛的增加罹患高血壓的危險性增加，而在其他健康危害方面，隨著骨骼鉛的增加血紅素顯著下降，隨著骨骼鉛的增加青少年犯法行為、侵略行為增加，而隨著孕婦骨骼鉛的增加，嬰兒出生體重顯著下降，可知骨骼鉛亦可評估鉛暴露對生殖的危害。骨骼鉛與青少年神經精神病測試，則呈現臨界關係，相關性不及牙齒鉛來得好。骨骼鉛與成年人、老年人之認知測試的相關性極低。至於骨骼鉛與腎臟失能則未發現有任何相關。

雖然鉛為環境衛生研究領域最被廣泛研究的毒素，但是仍然有很多未知的毒性機制存在，特別是鉛所存在的長期遲滯毒害，KXRF 測定人體內骨骼鉛的發展，增強了這方面的研究能力，在未來如果 KXRF 骨骼鉛測定，被確認可預測疾病，則其他的介入研究必須考慮，例如採用新的鉗和劑 (chelating agent) 或新的策略來防止骨骼鉛的移動，或者藉由鉛-酶素的互動影響來延緩或避免骨骼鉛即將造成的相關疾病。KXRF 骨骼鉛測定並可作為鉛暴露高危險群的健康檢查工具，但目前對於大規模樣本的健康檢查，其方便

性仍不及血中鉛檢查來得便利，因為目前每一受測者需至 KXRF 骨骼鉛測定實驗室受測 30~60 分鐘，另外對於未成年人其 KXRF 骨骼鉛測定的精密度要比成年人來得差，因此 KXRF 骨骼鉛測定儀，仍需繼續發展改良，使其應用推廣得更好。

以 KXRF 骨骼鉛測定儀(如圖 1)測定骨骼鉛時，需在無鉛的測定室，且需穿著不含鉛的衣物，而且用來定校正取線的鉛標準樣品(如圖 2)，必需先經過石墨爐式原子吸收光譜儀(GFAAS)或感應偶合電漿質譜儀(ICPMS)的定量分析，以 KXRF 骨骼鉛測定儀測定受測者骨骼鉛之測試情形如圖 3。KXRF 骨骼鉛測定為測定人體累積性暴露的良好工具，一測定部位為人體腳的脛骨或膝蓋骨部位。

表 1 K- X-射線螢光研究：環境暴露危險因子導致骨骼鉛濃度提高之研究

研究族群	鑑定為高骨骼鉛的危險因子	參考文獻
昆士蘭(Queensland)地區成年人	居住於油漆塗料木屋的孩童,職業暴露	Price et al. [24]
斯溫席成年人	年齡	Morgan et al. [30]
波士頓地區成年人	年齡, 1955 年之前居住於塗料房屋之孩童	Hu et al. [23]
賓州成年人	年齡, 累積性吸煙, 沒有哺乳者	Kosnett et al. [25]
建築工人	年齡, 銅鋅合金焊接, 地毯鋪設, 油漆脫落, 缺乏運動	Watanabe et al. [26]
波士頓地區青少年	年齡	Hoppin et al. [28]
波士頓地區老年人	年齡, 累積性吸煙, 教育程度低者	Hu et al. [27]
波士頓地區年輕婦女	年齡	Hu et al. [29]
墨西哥市婦女	居住墨西哥市數年, 飲食中鈣攝取量低者	Hernandez-Avila et al. [31]
波士頓地區老年人	年齡, 累積性吸煙, 教育程度低者, 飲食中維他命 D 攝取量低者, 飲食中鐵攝取量低者	Cheng et al. [33]
墨西哥市青少年	住家附近交通流量高, 受測者的母親吸煙, 長時間待在戶外	Farias et al. [32]

表 2 K- X-射線螢光研究：以骨骼鉛作為健康危害的評估因子

研究族群	健康危害研究項目	發現	參考文獻作者
鉛精鍊工人	腎臟失能	沒有關係	Gerhardsson et al. [34]
青少年	神經精神病測試 (neuropsychologic test)	臨界關係 (相關性不如牙齒鉛來得好)	Bellinger et al. [35]
建築工人	血紅素、血清肌酐、血酸、血壓	隨著骨骼鉛的增加血紅素顯著下降	Hu et al. [37]
青少年	行為	隨著骨骼鉛的增加青少年犯法行為、侵略行為增加	Needleman et al. [36]
老年人	高血壓	隨著骨骼鉛的增加罹患高血壓的危險性增加	Hu et al. [38]
成年人	認知測試	相關性低	Bleecker et al. [41]
老年人	認知測試	相關性低	Payton et al. [40]
護士	高血壓	隨著骨骼鉛的增加，高血壓罹患者增加	Korrick et al. [39]
產後的婦女	嬰兒出生體重	隨著骨骼鉛的增加嬰兒出生體重顯著下降	Gonzalez-Cossio et al. [42]

圖 1 K- X-射線螢光骨骼鉛測定儀

圖 2 K- X-射線螢光骨骼鉛測定之鉛標準樣品

圖 3 K- X-射線螢光骨骼鉛測定儀測定受測者骨骼鉛之情形

第七章 結論與建議

此次能夠獲得八十九年度公教人員出國專題研究甄試錄取，並獲得人事行政局得公費補助，進行為期半年的美國職業衛生管理制度研究，甚感榮幸，但職業衛生管理制度領域極為廣泛，僅半年的研究時間，極為匆促。在研究期間，前往位於美國波士頓的哈佛大學公共衛生學院進行美國職業衛生管理制度，於哈佛大學研究期間，前往位於美國首府華盛頓的美國聯邦政府勞工部職業安全衛生署（U.S OSHA）進行參訪，收集美國政府職業衛生管理相關法規或相關標準資料，以了解美國政府職業衛生管理制度的長處與弱點，作為修正我國勞工安全衛生相關法規之重要參考依據。並參訪位於美國辛辛那提的美國勞工安全衛生研究所，收集美國職業衛生研究相關資料，以了解美國目前之職業危害評估研究、職業傷病與失能預防研究、如何進行研究與提供科學有效的方法保護勞工。

美國在制定職業衛生標準時的學理依據知識包括：

4. 醫學 (medicine)
5. 毒物學與國家的科技 (toxicology, and the National science/technology)
6. 經濟學 (economy)

例如：已在工業界使用數量相當多的 1,3-丁二烯，美國職業安全衛生署於 1971 年採取工業衛生技師協會在 1968 年的忍限值，定出 1,3-丁二烯的八小時日時量平均容許濃度為 1,000 ppm。但由於在 1983 年的兩種動物實驗，闡述 1,3-丁二烯能引起多種癌症，因此美國聯邦政府在 1984 年與美國環保署) 分別提出要求與交付美國職業安全衛生署進行修訂 1,3-丁二烯的職業衛生執行標準，而美國職業安全衛生署在 1990 提出修正 1,3-丁二烯八小時日時量平均容許濃度為 2 ppm，並提出 1,3-丁二烯的短時間暴露容許濃度為 10 ppm。對於 1,3-丁二烯職業衛生標準的訂定，美國職業安全衛生署進行了許多動物實驗、人類流行病學研究、人體之體內與體外系統之代謝物與代謝機制研究，並在常溫常壓下以 6.25-625 ppm 濃度範圍的 1,3-丁二烯進行定量的危險評估，證明 1,3-丁二烯為人體致

癌物，美國職業安全衛生署並允許事業單位使用防毒面具或濾毒罐，以保護員工的呼吸系統，以降低事業單位為符合 1,3-丁二烯職業衛生標準所付出的成本；美國勞工安全衛生研究所則進行一系列工作現場訪視以提出勞工暴露於 1,3-丁二烯的情形與技術的可行性，對於經濟的分析有極大的幫助。而由國際合成橡膠製造研究所贊助在 1995 年所完成的流行病學研究與動物實驗，證實勞工暴露於 1,3-丁二烯對造成癌症有過度的危險，此論點使國際合成橡膠製造研究所與美國聯邦政府達成共識，提出現行 1,3-丁二烯八小時日時量平均容許濃度為 1ppm 與 1,3-丁二烯的短時間暴露容許濃度為 2 ppm，以及提出其他方面的職業衛生標準。由以上美國對於 1,3-丁二烯職業衛生標準的訂定與修正過程，實是我國值得學習的借鏡。

美國勞工安全衛生研究所，除了進行研究之外，並進性下列工作：

- 1.接收雇主或雇員的請求，調查潛在的工作危害狀況：此部分工作就是職業危害評估調查，而且是根據美國職業安全衛法規（Section 2(a)(6) of the Occupational Safety and Health Act of 1970, 29 U.S.C. 669(a)(6)）的授權。
- 2.建議與宣導預防工作場所的疾病、傷害與失能。
- 3.提供職業安全衛生專業訓練。

在查閱美國職業安全衛生法規時發現，美國勞工安全衛生研究所的研究工作，是在美國職業安全衛生法規規範中，換句話說，美國勞工安全衛生研究所在執行研究工作時，有法規的依據。反觀我國之勞工安全衛生研究所在執行研究工作時，由於沒有法規的依據，需經雇主或事業主的同意才能進入事業單位進行勞工安全衛生研究，但若雇主或事業主的不同意，則無法進入事業單位進行勞工安全衛生研究，造成研究取樣的偏誤，甚至有雇主或事業主指出我國之勞工安全衛生研究所在執行研究工作於法無據，因此建議行政院勞工委員會將勞工安全衛生研究所的研究工作納入勞工安全衛生法規中，以避免研究取樣的偏誤。

NIOSH 是一個多元化的機構，具有各個領域的人才，包括工業衛生、護理、流行病學、工程學、醫學與統計學。在參訪 NIOSH 期間發現 NIOSH 有專業的技術人員，例如：統計學家、毒物學家、電工專家等，協助其研究人員進行職業安全衛生研究，使研究更有效率，這方面是值得我國學習的。

綜和上述，有下列幾點建議：

1. 建議公教人員出國專題研究時間，延長為一年，以使研究時間較為充裕，研究報告能更為完整。
2. 建議行政院勞工委員會將勞工安全衛生研究所的研究工作納入勞工安全衛生法規中，以避免研究取樣的偏誤。
3. 建議我國勞工安全衛生研究所增列專業的技術人員編制，例如：統計學家、毒物學家、電工專家等，以協助其研究人員進行勞工安全衛生研究，使研究效率更加提高，達成保護勞工安全衛生的目標。

參考文獻

- [1] Chen CT, 2000, “Workers’ Safety and Health Protection in the United States”, The LSM Resources/Information, P. O. BOX 31251, Bethesda, MD, U.S.A. 20824-9998.
- [2] OSHA, 2000, “Occupational Safety and Health Administration’s Consultation Program”, OSHA, U.S. Department of Labor.
- [3] Schroeder HA, Tipton IH, 1968, “The human body burden of lead.”, Arch Environ Health, 17:965-978.
- [4] Barry PSI, Mossman DB, 1970, “Lead concentrations in human tissues.”, Br J Ind Med, 27:339-351.
- [5] Landrigan PJ, Todd AC, 1994, “Direct measurement of lead in bone: a promising biomarker.”, JAMA, 271:239-240.
- [6] Hu H, Milder F, Burger D, 1989, “X-ray fluorescence: issues surrounding the application of a new tool for measuring lead burden.”, Environ Res, 49:295-317.
- [7] Schutz A, Skerfving S, Ranstam J, Christoffersson J-O, 1987, “Kinetics of lead in blood after the end of occupational exposure.”, Scand J Work Environ Health, 13:221-231.
- [8] Nilsson U, Attewell R, Christoffersson J-O, Schutz A, Ahlgren L, Skerfving S, Mattsson S, 1991, “Kinetics of lead in bone and blood after end of occupational exposure.”, Pharmacol Toxicol, 69:477-484.
- [9] O’Flaherty EJ, 1994, “Physiologic changes during growth and development.”, Environ Health Perspect, 102(Suppl 11):103-106.
- [10] Silbergeld EK, 1991, “Lead in bone: implications for toxicology during pregnancy and lactation.”, Environ Health Perspect, 91:73-70.
- [11] Gulson BL, Jameson CW, Mahaffey KR, Mizon KJ, Korsch MJ, Vimpani G, 1997, “Pregnancy increases mobilization of lead from maternal skeleton.”, J Lab Clin Med, 130:51-62.

- [12] Silbergeld EK, Schwartz J, Mahaffey K, 1988, "Lead and osteoporosis:mobilization of lead from bone in postmenopausal women.", *Environ Res*, 47:79-94.
- [13] Symanski E, Hertz-picciotto I, 1995, "Blood lead levels in relation to menopause, smoking, and pregnancy history.", *Am J Epidemiol*, 141:1047-1058.
- [14] Webber CE, Chettle DR, Bowins RJ, Beaumont LF, Gordon CL, Song X, Blake JM, McNutt RH, 1995, "Hormone replacement therapy may reduce the return of endogenous lead from bone to the circulation.", *Environ Health Perspect*, 103(12):1150-1153.
- [15] Wedeen RP, 1990, "*In vivo* tibial XRF measurement of bone lead.", *Arch Environ Health*, 45:69-71.
- [16] Hu H, Aro A, Rotnitzky A, 1995, "Bone lead measured by X-ray fluo-rescence:epidemiological methods and a new biomarker.", *Environ Health Perspect*, 103(Suppl 1):105-110.
- [17] Rosen JF, Crocetti AF, Balbi J, Bailey C, Clemente I, Redkey N, Crocetti AF, Balbi K, Balbi J, Bailey C, Clemente I, Redkey N, Grainger S, 1993, "Bone lead content assessed by L-line x-ray fluorescence in lead-exposed and non-lead-exposed suburban populations in the United States.", *Proc Natl Acad Sci USA*, 90:2789-2792.
- [18] Preiss IL, Tariq MA, 1992, "On the use of L x-ray fluorescence for bone lead evaluation.", *J Radioanal Nucl Chem Lett*, 164:381-387.
- [19] Chettle DR, Scott MC, Somervaille LJ, 1991, "Lead in bone:sampling and quantitation using K x-rays excited by ^{109}Cd .", *Environ Health Perspect*, 91:49-55.
- [20] Gordon CL, Chettle DR, Webber CE, 1993, "An improved instrument for the *in vivo* detection of lead in bone.", *Br J Ind Med*, 50:637-641.
- [21] Aro ACA, Todd A, Amarasiriwardens C, Hu H, 1994, "Improvements in the calibration of ^{109}Cd K-X-ray fluorescence

- systems for measuring bone lead in vivo.”, *Phys Med Biol*, 39:2263-2271.
- [22] Burger D, Morsillo P, Adams B, Hu H, Milder FL, 1990, “Automated instrument for making K-X-rayfluorescence measurements in human bone.”, *Basic Life Sce*, 55:287-293.
- [23] Hu H, Milder F, Burger DE, 1990, “X-ray fluorescence measurements of lead burden in subjects with low-level community lead exposures.”, *Arch Environ Health*, 45:335-341.
- [24] Price J, Baddeley H, Kenardy JA, Thomas BJ, Thomas BW, 1984, “*In vivo* X-ray fluorescence estimation of bone lead concentrations in Queensland adults.”, *Br J Radiol*, 57:29-33.
- [25] Kosnett MJ, Becker CE, Osterloh JD, Kelly TJ, Pasta DJ, 1994, “Factors influencing bone lead concentration in a suburban community assessed by noninvasive K x-ray fluorescence.”, *JAMA*, 271:197-203.
- [26] Watanabe H, Hu H, Rotnitzky A, 1994, “Correlates of bone and blood lead levels in carpenters.”, *Am J Ind Med*, 26:255-264.
- [27] Hu H, Payton M, Korrick S, Sparrow D, Weiss ST, Aro A, Rotnitzky A, 1996, “Determinants of bone and blood lead levels among community-exposed middle-aged to ederly men:the normative Aging Study.”, *Am J Epidemiol*, 144:749-759.
- [28] Hoppin JA, Aro A, Hu H, Ryan PB, 1995, “Validation of K-x-ray fluorescence bone lead measurements in adolescents.”, *Environ Health Perspect*, 103:78-83.
- [29] Hu H, Rabinowitz M, Smith D, 1998, “Bone lead as a biological marker in epidemiologic studies of chronic toxicity:conceptual paradigms.”, *Environ Health Perspect*, 106:1-8.
- [30] Morgan WD, Ryde SJS, Jones SJ, Wyatt RM, Hainsworth IR, Cobbold SS, Evans CJ, Braithwaite RA, 1990, “*In vivo* measurements of cadmium and lead in occupationally-exposed workers and an urban population.” *Biol Trace Elem Res*, 26-27:407-414.

- [31] Hernandez-Avila M, Gonzalez-Cossio T, Palazuelos E, Romieu I, Aro A, Fishbein E, Hu H, 1996, "Dietary and environmental determinants of blood and bone lead levels in a pilot study of post-partum women in Mexico City.", *Environ Health Perspect*, 104:1076-1082.
- [32] Farias P, Hu H, Rubenstein E, Meneses-Gonzalez R, Fishbein E, Palazuelos E, Aro A, Hernandez-Avila M, unpublished data.
- [33] Cheng Y, Willett W, Schwartz J, Sparrow D, Weiss ST, Hu H, "The relationship of nutrition to bone and blood lead levels in middle-aged to elderly men: the Normative Aging Study.", *Am J Epidemiol*(in press).
- [34] Gerhardsson L, Chettle DR, Englyst V, Nordberg GF, Nyhlin H, Scott MC, Todd AC, Vesterberg O, 1992, "Kidney effects in long term exposed lead smelter workers.", *Br J Ind Med*, 49:186-192.
- [35] Bellinger D, Hu H, Titlebaum L, Needleman HL, 1994, "Attentional correlates of dentin and bone lead levels in adolescents.", *Arch Environ Health*, 49:98-105.
- [36] Needleman HL, Riess JA, Tobin MJ, Biesecker GE, Greenhouser JB, 1996, "Bone lead levels and delinquent behavior.", *JAMA*, 275:363-369.
- [37] Hu H, Watanabe H, Payton M, Korrick SA, Rotnitzky A, 1994, "The relationship between bone lead and hemoglobin.", *JAMA*, 272:1512-1517.
- [38] Hu H, Aro A, Payton M, Korrick S, Sparrow D, Weiss ST, Rotnitzky A, 1996, "The relationship of blood and bone lead to hypertension among middle-aged to elderly men.", *JAMA*, 275:1171-1176.
- [39] Korrick S, Hunter D, Rotnitzky A, Hu H, Speizer FE, "Lead and Hypertension in a sample of middle-aged women.", *Am J Public Health*(in press).
- [40] Payton M, Riggs KM, Spiro A, Weiss ST, Hu H, 1998, "Relations of bone and blood lead to cognitive function:the VA Normative

Aging Study.”, *J Neurotoxicol Teratol*, 20:19-27.

- [41] Bleecker ML, Lindgren KN, Ford DP, 1997, “Differential contribution of current and cumulative indices of lead dose to neuropsychological performances by age.”, *Neurology*, 48:639-645.
- [42] Gonzalez-Cossio T, Peterson KE, Sanin L, Fishbein SE, Palazuelos E, Aro A, Hernandez-Avila M, Hu H, “Decrease in birth weight in relation to maternal bone lead burden.”, *Pediatrics*, 100:856-862.