

半導體製造業建置環境管理系統之實例與探討

謝振璋* 楊文伶** 吳修闡*

摘要

半導體製造業是國內最先投入環境管理系統的行業之一，而且執行的比例也最高，目前已有許多廠商獲得驗證。該產業是目前國內相當重要的高科技產業，特別在特性和管理上，與傳統製造業有許多不同之處：首先，大多數的工廠集中於新竹科學工業園區，而且為資金、人力及技術密集的工業。同時，產品生命週期短，與市場動向及景氣變化息息相關，必須不斷地改善製程，提高競爭力。再者，晶圓的製程複雜，必須使用許多高危險的化學品及特殊氣體，各廠都有足夠的污染防治設備及勞工安全衛生管理制度。另一方面，許多公司都有一座以上的半導體廠，並不斷地計畫擴建，且各廠成立的年代都不久。從管理階層到基層員工都較其他行業年輕，而且平均學歷高，組織動員的能力強，在執行各項目標時，高層能夠支持且充分授權。最後，各廠均具有 ISO 9001 或 9002 驗證，並在品質系統之外，另訂許多的作業標準及規範。因此，半導體業的環境管理系統，較其他製造業複雜且龐大，相對的參考價值也較高。本文即彙整輔導不同半導體廠的實務經驗，探討由先期環境審查到環境管理系統建置的 PDCA 循環，希望提供其他產業建立環境管理系統時之參考。

【關鍵詞】

1. 環境管理系統 2. 半導體製造業 3. ISO 14001

* 中國技術服務社工業污染防治中心工程師

** 科建管理顧問股份有限公司專任顧問師

Implementation of EMS in Semiconductor Manufacturing Industry and Case Study

Chen-Wei Hsieh *, Wen-Ling Yang **, Hsiu-Tsa Wu *

Abstract

In Taiwan Semiconductor Manufacturing are the most important industries and one of the first industries to implement and ISO 14001. More than 50% of companies are on the road to certification. There are many differences between traditional industries and semiconductor manufacture, especially, in characteristic and management. First, 15 out of 16 factory are located in Hsinchu Science Base Park. This is a finance, human resource and technology concentrated industry. Second, the life cycle of products is short. The production process must follow the marketing requirement, and make progress every day. Third, the semiconductor process is very complex. There are many hazardous chemicals have to be used in process. Anyway, Every factory and company is installed good pollution control equipment. Fourth, some companies have more than one Fab. There is usually an extension project for them. Most companies are established since this decade. The average age of staff is lower than other industries, and the average education is higher, too. Therefore, the managers usually authorize to other suitable personal to achieve the target. Last, most companies already obtains ISO 9001/2 certificate, so that they have complete document system with procedures and specifications. The process and material of semiconductor manufactories are much more complex than other industry. However, the experience of EMS of semiconductor manufactory is a good reference for other industries. In this article, it is discussed the experience of assist factories to establish EMS from initial review to certification with the P-D-C-A rule. It is hoped to help other industries to implicate ISO 14001.

【 KEYWORDS 】

- 1.environmental management system, EMS 2.ISO 14001
- 3.semiconductor manufacturing

* Engineer, Industrial Pollution Control center, CTCI

** Consultant, Kind Management Consulting Inc.

一、前　　言

根據天下雜誌統計，1996 年台灣前一百大製造業中，資訊電子業就佔了 47 家，其產值已佔全世界第三。其中半導體產值則佔全球第四，僅次於美國、日本及韓國。以台積電為例，1996 年以獲利 194 億台幣，名列一千大企業中最賺錢的公司。台灣的半導體產業是以專業分工代替傳統的垂直整合，包括設計、晶圓、光罩、製造、測試、封裝、導線架、化學品、及其他支援服務均獨立為一個行業或公司。此產業是以半導體製造為中心，而記憶體與晶圓代工則是其主力。

目前台灣已經量產及建廠中的半導體廠，除了南亞科技不在新竹科學園區外，其他 15 家公司均在竹科內。目前國內半導體廠包括：台灣茂矽、台積電、旺宏、德碁、聯電、世界先進、合泰、華邦、力晶、聯誠、聯嘉、聯瑞、南亞、世大、嘉畜、華隆微，依序前 5 家公司已通過 ISO 14001 驗證，其次的 4 家正建置系統中，其餘之公司則因建廠或試產中之因素尚未開始此一工作。

整體而言，ISO 14001 已經是半導體製造業的共同語言。根據對業者之瞭解，國內的半導體製造廠之所以執行 ISO 14001，主要因素為國內業者對環保之重視與同業互動的結果，以及預見未來客戶或國際間的要求。再者，亦因半導體業者過去在環保的努力及具有良好的經營管理基石，故半導體製造業能夠在很短的時間進行這項工作，這是其他產業無法比擬的。

二、半導體產業及製程簡介

半導體製造是技術、資金、人才密集的產業。半導體製造是世界上最複雜及最精密的製程，每個晶圓成品在製程中需要經過 200 至 300 個的步驟，為集合物理、化學、電機、電子、光學、機械、材料及管理學的高科技工業。除了技術集中之外，還需要龐大的資金投資。以目前的 8 吋晶圓廠為例，至少需要投資 10 億美金，而未來的 12 吋晶圓廠，評估更可能超過 30 億美金。此外，半導體業的兩大龍頭台積電與聯電的跨世紀計劃，將在未來十年投入新台幣九千億在臺南科學園

區建立半導體廠。再分析人力資源分配，高學歷、年紀輕為其特色。目前新竹科學園區從業人員 60%具專科以上學歷，工程師的平均年齡不足 31 歲。以世界先進為例，全廠平均年齡為 32 歲，工程師的平均年齡尚不到 30，而學士以上學歷更是比比皆是。

另一方面，半導體製造業是一個對環境直接影響比較小的產業。其主要原因有二：第一、污染物排出的數量相對其他產業而言並不很大；第二、半導體業者均於建廠之初就將污染防治設備規劃在內，而且不吝於這筆投資。因而，雖然製程所使用的化學物質超過 150 種以上，而且這些物質對環境的影響程度不一，但整體的控制堪稱完善。因為大部份的化學物質會轉變為產品，或是因廢化學品之濃度仍高，可供其他產業使用。而且對其他產出之廢污物，目前均已具備完整的可行技術，所以在正常操作下，半導體製造業可謂為低污染的工業。

半導體是在矽晶片上製造由精密複雜的積體電路(integrated circuit, IC)之電子元件。而 IC 之製作是應用晶片氧化層成長、微影、蝕刻、清洗、雜質擴散、離子植入、及薄膜沈積等技術完成，其製程如圖 1 所示。

半導體製造業產生的廢水主要為超純水清洗晶片、去光阻及蝕刻等程序中所排出之酸鹼溶液及有機溶劑，尤其因使用 HF 而產生的 F⁻，是科學園區唯一管制廢水水質之項目。空氣污染是半導體製造業的環境問題中最複雜的一項。因為製程中每個步驟都會使用不同的化學品，其中不乏化學活性很高的氣體，而且各種反應的要求與結果又不同，造成每個點都是一個量少的污染源。依空氣污染物的特性可分為擴散及沈積製程產生的毒性、可燃性及反應後氣體，蝕刻及清洗產生之酸鹼氣體，與黃光製程產生的有機溶劑蒸氣。在廢棄物方面，除了各式各樣之包裝材、下腳料與生活廢棄物之外，就是污染性較高的廢溶劑、廢酸與製程廢液等。

在污染防治的工作上，目前除了整廠的 VOC 控制與處理尚未有完全成熟的技術外，其他廢水與廢氣的控制，均能遠超越環保法規的要求。廢棄物清理處理方面，無論一般或有害，也都能委託國內外相關的機構清理，無太大的問題。

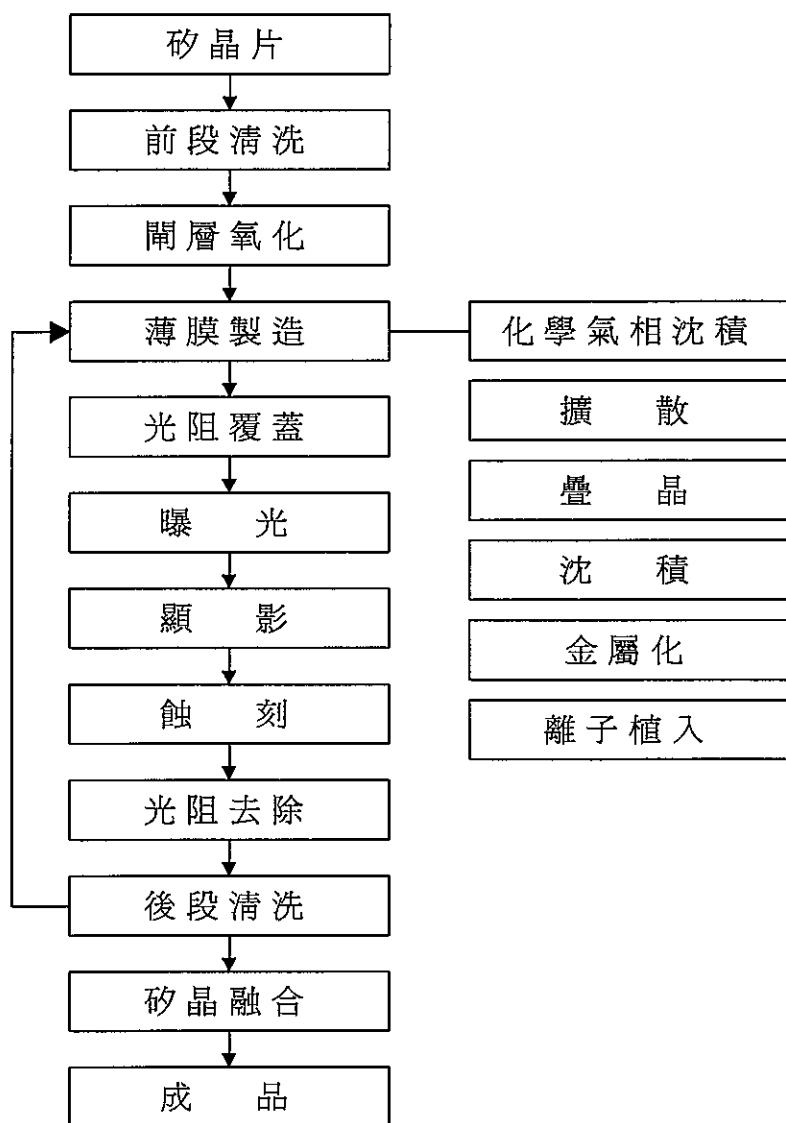


圖 1 半導體製造流程

三、建立環境管理系統之程序

建立符合 ISO 14001 標準的環境管理系統的過程，半導體廠與其他產業並無太大的差異，均以 PDCA 循環為原則，由開始進廠輔導至通過驗證可以分為以下 7 個階段：1)準備期，2)先期審查，3)規劃期，4)文件製作期，5)執行期，6)檢討改善期，7)正式驗證。

1. 準備期

因為未來的工作相當複雜，所以事先的準備工作及心理建設相對地重要。在工廠導入環境管理系統的第一階段，一定要作一些準備工作，使全廠由上到下的所有員工，都能對環境保護有所認知，而且知道公司將執行環境管理系統，並要求全體人員全力配合。這些工作包括：1)高階主管的支持及授權，2)成立推行組織，3)開始啓發員工的環境認知。

高階主管是 ISO 14001 環境管理系統的主導者，是廠區內的最高決策者，也是應負起所有管理負責的人。管理系統的成敗，必須高階主管來擔負。因此，工廠在建立系統之前，必須獲得其首肯及支持，並將一些責任及權力指定給適當的人員，如此能化解未來在人事上的阻力。具體的作法就是由總經理或廠長，在會議、集會或其他正式的公告、刊物等中，宣告全體幹部及員工本公司開始建立環境管理系統，並指定一位或多為環境管理代表。

其次就要成立一個數人組成的核心團隊，作為未來整個環境管理系統推行工作的主體及種子人員。這個推行組織可由管理代表領軍，召集各部門的人員參與。有些公司會以推行委員會的方式出現，由最高階層擔任主任委員，各部門主管為委員，再由各部門選擇人員擔任幹事。這種方式並無不妥，只要這個委員會不至於因太過龐大而無法運作即可。無論如何，這個推行組織一定要有適合位階，並具備協調能力的經理人才為中心，才能有效進行指揮分配，使環境管理的工作能順利推行。

準備期的最後一項工作，就要開始啓發員工對環境的認知及對環保的重視。如果不能在這項工作上下功夫，未來執行會遇到員工認為環境管理是沒有意義的工作，而不情願配合。這如同孫子始計篇所言：“令民與上同意，可與之死，可與之生，而民不畏危也”。有些公司會以教育訓練、海報、刊物、活動等等方式，將環保的訊息傳遞給所有員工；有些則更直接的提出獎勵規定，促使員工積極參與環保工作。

2. 先期審查

先期審查的目的在充分瞭解這個組織本身在環保上的優勢與劣勢，進而提供未來的環境管理系統一個明確的方向。此項工作只是如同健康檢查一般，結果欲瞭解那個功能出了毛病，問題的原因是什麼，可能的改善方向為何。因此，進行先期審查時應抱持開放的態度，不怕

發現問題，不規避問題，同時也不急著深究問題的解決對策。只要瞭解問題的因果關係，如何解決則是未來環境管理系統執行的內容。

根據 ISO 14001 附錄之建議，先期審查須含括以下 4 項議題：1)法規之要求，2)鑑別重大環境考量面，3)檢視現行管理程序及措施，4)以往事件之過程及結果。並要考慮在正常操作、非常態之一般性作業、及可能發生之緊急事件等狀況下，對環境產生之不同影響。

先期審查的成果以書面報告的型態展現是最好的。這份先期審查報告不但是推行組織向高層回報的成果，更是環境管理系統規劃的依據，也是未來重要的參考資料。在半導體製造業中，除了調查以上之四大議題外，應特別注意工安與環境的界面、原物料的特性與管制措施、合作廠商的環保績效、污防設施之設計與操作記錄、各類平面圖等等。

實際執行這項工作時，最好能找有經驗的顧問，協助廠商擬訂整個工作架構及提供適當的技術工具，如此可以減少摸索的時間。

3. 規劃期

當先期審查完成之後，推行小組、高階主管、及相關人員應對整體的環境問題有所共識，進而可以擬訂未來的環境策略。進入規劃期後，就是要依據問題的嚴重性並考慮本身的能力，制定出環境政策、環境目標與標的、及管理方案。並且依照相關的策略及 ISO 14001 的要求，展開管理系統文件之架構。

環境管理系統的規劃佔整個系統建立工作很大的比例。首先，高階主管要依照組織的特性及自我的企圖心，宣示組織對環境的承諾，也就是環境政策。並以相互對應及向下展開的方式，訂定環境目標、標的、及管理方案。

實際執行，大多數的作法都是由推行組織根據先期審查報告，以及 ISO 14001 之要求，起草公司或工廠的環境政策，再呈高階主管核准後公佈。這樣的作法是具時效的，但是高階主管必須對這份政策及整個環境管理系統有具體的概念，否則高階主管與推行人員的觀念差距不會被修正。改善的方法，就是由管理代表及顧問人員在送上草稿時，與高階層充分討論後再定案，並由高階主管簽名承諾。

環境政策發行之後，就可以由推行組織擬訂環境目標，再由高層核准。因為環境目標是延續自環境政策的大方向，重大環境考量面及法規不符合事項，考慮的範圍較大，比較適合由負責收集分析環境資料已經一段時間的推行組織起草。再來就由各部門各自依據環境目標再

訂定各部門的環境標的管理方案。這種方式適用於半導體廠部門多，而且分工清楚的特質，但不一定適合其他產業。

規劃期的另一項工作就是展開文件架構。當所有目標、標的、方案都規劃完成後，就要依具體作法寫成管理文件。故此，事先可以將文件名稱及目的擬出，以利轉交由權責部份負責。此時，可以列出固有之管理文件清單，比對規劃結果，標示出需增加或宜修改之文件清單，再由各部門認領相關文件之準備工作。

在 ISO 14001 標準之 4.3 規劃部份，包含了環境考量面、法規及其他要求、目標與標的、及管理方案等四節，這與此處所提之規劃期是不同的。當一個工廠或公司第一次建立環境管理系統時，才有所謂的先期審查這項工作。當一個管理系統開始第二個 PDCA 循環時，一些在先期審查所做的工作，會轉變為另一形態及改變其內容，而成為規劃期、執行期、或檢討改善期的一部份。

4. 文件製作期

ISO 14001 環境管理系統是一個要求說、寫、做合一的制度，必須具備一套文件系統，以作為所有工作的根本。除了標準內要求的程序文件之外，各廠會因為自我的要求，另外製作其他的作業程序文件或作業規範等。

所有的半導體製造廠均具有 ISO 9000 的品質系統，因此，最好的 ISO 14001 文件管理方式就是將利用原有的文件架構及格式，可以節省不需要浪費的人力。

5. 執行期

當工作進入執行期後，大部份的人在環境管理相關工作的負擔會減輕許多，在這期間內應該是依照先前規劃的內容及文件執行。除了一些特殊的方案，如施工、改建之外，其他狀況只要依規範及方案執行個自之職務，且依規定作監督量測並留下紀錄，當發現執行出狀況時，再進行矯正預防措施，工作內容應相當單純。

這個階段最好能維持 3 到 6 個月，同時可以滿足驗證的需要，而且有足夠的時間讓自己瞭解這個環境管理系統的設計與執行是否順暢。在第一次建立系統時，3 個月是適當的時間，可以發現系統的問題徵候，再進入下一階段修正。如果小於 3 個月，那需要一些外力或經驗，如管理顧問等，來協助全廠迅速上軌道。另外一種狀況，當系統運行第二循環之後，可以逐次延長執行期間，使系統漸趨穩定。

6. 檢討改善期

在執行一段時間之後，環境管理系統就要步入檢討改善期。此時主要的工作就是以環境管理系統稽核及管理審查來查驗規劃與執行成效，並且發現應修正及改善之處。

這段期間組織一定要由自己作過至少一次內部稽核，使內部的稽核小組熟稔環境管理系統稽核的作法。可能的話，組織可以請一些外界的專家來執行外部試評，藉由他人的觀點來瞭解自己的缺失。

最後高階主管要就整個環境管理系統，從準備到稽核結果，審查整個過程及結果，然後決定系統修正後的新方向。

7. 正式驗證

當管理審查結束，代表一個 PDCA 的循環已經完成，那就可以準備正式的驗證。然而，各驗證機構的要求不同，驗證申請及時程安排都必須在事先連絡協調，本文不多作說明。

四、環境管理系統內容要項之探討

在半導體製造業的環境管理系統中，有幾項是特別值得獨立說明的，對於一般共同性的部份，不在本文討論之範圍內。

1. 擬訂政策

許多半導體製造公司擁有一座以上 FAB，或是一處以上的廠區。不同廠區欲申請不同驗證是可允許的，所以可以有不同的政策。但是，半導體製造業的環境問題均類似，所在地又同在新竹科學園區，再加上對外極少是以廠區而不以公司自稱的。因此，同一公司或同一企業最好有共同的原則。以聯華電子為例，兩個事業部各自通過驗證，兩者的環境政策亦不同，但是均為延續自整個聯華電子公司的工安環保政策。

再者，半導體製造業各廠的生命週期不長，一個廠房完工後，就不可能進行大規模修改，而且新技術出現時，舊廠就會被淘汰。因此，訂定環境政策時不宜太短視，只著重一個廠區或現有規模而已。舉例說明，潔淨室內空氣品質的維持是一項能源使用方面的重大環境考量面，必須在設計廠房時就將省能的設計加入，否則改善的空間很小，而且新的設計能源使用更有效率。在這種狀況下，環境政策可以宣示

經驗的轉移，或對未來的期望等等。

2. 鑑別環境考量面

半導體製造業的環境問題是非常複雜，絕對不只「空、水、廢、毒、音」而已。除了上述之能源使用外，還有製程中大量用水與新竹地區缺水的關係、選擇不同原料或供應商的影響、生產過程可能影響鄰近居民的因素、對上下游廠商的要求、化學品意外洩漏同時產生各類污染等等。

以評分的方式鑑別環境考量面的等級時，要注意半導體製造業少量多樣的特性，若採用將所有考量面排名，再決定前幾成為重大環境考量面的作法，必須考慮其合理性，如少量但污染性強或大量但污染性弱之環境衝擊是否可適當地表現。另一比較適當的方式是定一些絕對的標準，例如國家注意而且立法的項目，即為公司的重大環境考量面。然後將判定之重大環境考量面分類組合再登錄，成為該公司的一份文件。舉例來說，某廠以 MSDS 中標示為有害物質及不慎洩漏為重大環境考量面之判定準則，所以無論何處之鹽酸、硫酸、或是硝酸洩漏都歸類為一項「強酸洩漏」的重大環境考量面。

3. 法規之鑑別

在半導體製程，有許多物質是不受法規明確規範的，因此，在環保相關法規的鑑別程序上，範圍應以環保署公報之法令規章為基礎，涵蓋其他工業安全的法規、消防法規、園區管理處的規定、及其他相關規範等等。但是這並非是驗證之必要條件，而是保護員工安全、公司財產，與降低環境風險的必要工作。

另外外國客戶開始會詢問公司或工廠是否使何種化學品，甚至於要求不得使特定物質。諸如此類的要求，應視為 ISO 14001 中 4.3.2 之「其他要求事項」，一併納入管理系統中。

4. 制定目標與標的與鑑別環境考量面的關連

鑑別環境考量面是發現問題的重要性，而制定目標與標的是找出解決問題的順序，管理方案才是如何解決問題。許多半導體公司，或是其他行業，為了使這個邏輯清楚的呈現出來，使用了許多表單及評分方式，或名為「營運考量」來管制。這種作法乍看非常清楚，但卻容易因為原本設計表單時缺少某一評分準則，而造成後續結果均有疑義。

另一個問題則是邏輯上出現本末倒置的問題。曾經見過一些公司在設計以上所說明之表單時，將事件不容易解決當成影響環境大小的

判斷因素，再將該考量面的嚴重作為制定目標的標準。舉例而言，半導體廠在園區內廢水排放，規定只要氟離子符合即可，而去除氟離子相當容易。用錯誤的邏輯來判斷，因為廢水處理很簡單，所以廢水不是重大環境考量面，以致在制定目標時根本不會列入考慮。事實上，一座 8 吋廠每天數千噸的用水量，廢水應列為重大環境考量面。

故此，在環境管理系統的建置過程中，這部份必須將方法及表單先在單獨的部門上試行一次，再與該部門及環境之專業人員共同討論結果的合理性。當可能的缺點消滅後，再將修正之方法與表單推廣至全公司使用。利用幾次小小的 PDCA 循環，可以減少往後的困擾。

5. 訂定長期目標

上文曾述及半導體廠的生命週期不長，而且改變速度很快，每家公司均有各自的擴廠計劃，以便隨時反應市場變化。因此，永續經營的理念，在半導體製造業並不是一個廠區或一座 FAB 不斷的生產下去，而是整個行業或一個公司能在市場永遠佔有一席之位，同時在公司營運的過程中，能夠一直降低對環境不良的影響，保持與環境共存共榮。

因為 ISO 14001 的驗證範圍是以廠區為主體，在訂定長期目標時就容易忽略了整個公司的走向。這問題的原因之一，是目前各公司執行環境管理系統的人員，主要是由中階幹部負責，而各公司主要負責決策者參與的部份相當有限。這情形反應了半導體製造業的內部結構，另一方面也反應了國內對環境管理系統的看法。

6. 作業管制

作業管制是在環境管理系統中，除了制定目標與標的之外，另一管制環境績效的手段。當重大環境考量面的管理成效不錯，而且短期內不會進行改變時，藉由作業管制可以保持這些環境考量面前的管理水準。再以廢水處理系統為例，大多數的工廠在日常操作下，均能合乎自我標準。所以對於廢水處理系統而言，雖然這是一項重大環境考量面，也只要所有的操作均符合規範即可。

其他許多部份都能以類似的管制執行，所以在半導體廠的作業管制的項目會非常多。在每座生產機臺的操作維護規範，都應加入環保相關因素，例如化學藥品使用量，維修保養頻率，零件、機油、及清潔用品之使用與更換等等。

7. 監督量測

監督量測是用以管理重大環境考量面的第三種手段，同時也是必須

與目標標的及作業管制一併執行的項目。其目的在瞭解各重大環境考量面環境特性之變化狀況。

半導體製造業的環境管理系統之監測重點，全廠性的有廢水排放的水量及氟離子濃度、廢氣洗滌塔之操作參數、廢棄物的種類與數量。每座生產機臺方面，則須注意氣體與藥品的運送壓力是否正常、特殊氣體感應器是否發現異常等。於原料及廢棄物貯存之庫房及桶槽，則要注意是否有洩漏或異常減少之情形等。至於廠務工安部門，則要定期巡視全廠各可能發生意外之區域、管線、設備等等。

當監督量測配合目標標的及作業管制執行時，應當注意監測之指標與儀器設備是否匹配，以及使用之指標是否為該環境考量面之主要特性。

8. 緊急事件應變與準備

在半導體製造業中，任何一件不預期而發生的事，都會直接影響到產品良率以及環境。以夏季常發生的電力壓降為例，每次都會造成多少一些產品報廢，這不但是產品的直接損失，更是整批半成品之前所有投入的物料、工時等的間接浪費。再者大型事故的復原工作相當艱鉅，以華邦大火為例，復原所投入的成本與時間，遠超過計畫所需。

此外，緊急事件應變與準備工作之規劃，尤其能發現工安與環保之界線十分不易劃定。環境事件之產生，往往來自工安問題。以日前聯瑞積體電路之火災為例，火災起源於工安事故，但產生的黑煙、消防廢水、消防藥品、化學品等等，不就是另一個重大環境衝擊。因此，在工廠內部管理上，實無須太在意工安與環保之分野，這兩件都是工廠不能忽略的事。

在緊急事件應變與準備的工作中，應與監督量測及矯正預防措施緊密結合，所有監測的結果應適時分析、回饋，事先預測可能的意外。再配合積極的矯正或預防措施，避免事件真的發生。

五、結論

台灣在向科技島邁進的同時，不能忘了環保是永續經營的關鍵之一。半導體製造業除了在經濟發展上有帶頭作用之外，這次在 ISO 14001

的推行工作，更是良好的示範。半導體製造業執行 ISO 14001 的比例算是國內最高的，這除了顯示環保主義提頭之外，也看得到台灣高科技產業的競爭力。幾家已通過 ISO 14001 驗證的公司，也展現出優良的環境管理績效。

但是，環境管理系統的執行仍有一些盲點存在。第一、以廠區驗證而非全公司，雖然建立及執行環境管理系統比較容易，但相對而言，也會限制整體環境績效的提升，以及部分資源的重複浪費。其次、除了控制在廠區範圍內之與生產有關環境考量面外，半導體製造業身為國內營運最佳的產業，應該可以有一些主動積極的作為，展現具體的環境績效。第三、可用更大格局的眼光，朝整體環境保育的角度出發，而非只著重符合個別的環保標準。更可將環境績效評估導入，使自己能更瞭解對整體環境的貢獻。

六、參考文獻

1. 中央標準局，CNS 14001 環境管理系統－附使用指引之規範，1996 年 12 月
2. 中央標準局，CNS 14004 環境管理系統－原則、系統及支援技術之一般指導綱要，1996 年 12 月
3. 經濟部工業局，半導體製造業污染防治技術，1995 年 6 月
4. 工研院電子所，1996 半導體工業年鑑，1996 年 6 月
5. 天下雜誌社，天下雜誌 1000 大特刊，1997 年 7 月
6. 張懷竹，環境管理系統執行實務講習會，工廠實例說明，經濟部工業局／行政院環保署，1997 年 9 月
7. 謝振瑋，環境管理系統的導入，工業污染防治報導，第 100 期，P15-17，1996 年 7 月
8. 謝振瑋，由 ISO 14001 文件架構談管理系統的整合，工業污染防治報導，第 103 期，P8-9，1996 年 10 月
9. 謝振瑋，淺談 ISO 14001 之內部稽核，工業污染防治報導，第 109 期，P3-4，1997 年 4 月
10. 林俊男，ISO 14001 驗證常見的不符合事項，工業污染防治報導，第 111 期，P1-2，1997 年 6 月
11. 謝振瑋，工廠導入 ISO/DIS 14001 的探討及作法，工業污染防治，

第 60 期，P124-151，1996 年 10 月

12. 何玉蘭，台積公司推行 ISO 14001 經驗談，工業污染防治，第 60 期，
P176-181，1996 年 10 月

誌謝

感謝聯華電子在過去與中技社合作的日子裡鼎力配合，尤其是張懷竹經理及推行委員及幹事的大力支持，使得輔導計畫得以順利完成。感謝世界先進接受科建顧問指派之顧問人員，並且合作愉快，並感謝江長凌及吳鴻基先生提供參考資訊。還要感謝力晶半導體提供廠內參觀的機會，使我們看到不同的廠房設計理念。更要感謝船級社(DNV)與勞氏驗船協會(Lloyd's Register)開放 ISO 14001 驗證過程，讓我們得到一個相互學習的機會，在此特別提出以誌謝忱。