

南 華 大 學
國際暨大陸事務學系亞太研究碩士班
碩士論文

歐盟 RoHS 指令對我國電子級玻璃纖維紗產業的影響
—以 A 公司為例

The Influences of RoHS Directive Compliance on
Electronic Grade Glass Fiber Industry of Taiwan — A Case
Study for A Company

研究生：許桂菁

指導教授：陳壁程

中華民國九十七年五月五日

南 華 大 學

國際暨大陸事務學系亞太研究碩士班

碩 士 學 位 論 文

歐盟 RoHS 指令對我國電子級玻璃纖維紗產業的影響—以 A
公司為例

研究生：許 提 菁

經考試合格特此證明

口試委員：曾 治 弘

郭 武 平

陳 壁 程

指導教授：陳 壁 程

系主任(所長)：

口試日期：中華民國 九十七 年 五 月 五 日

誌謝

秉持著一股圓夢的意念，在離開校園多年後，選擇這個多年前就曾來過的校園，唸的雖然是在職生但卻要和一般生修一樣的課表，對於全職上班的我，實在是一大考驗，用掉所有特休還不夠，還得假日出勤來補時數。這兩年努力地修完所有課程，在公司與學校間來回奔波，雖然疲憊，卻也相當充實。

大學科系唸的是商學院的我，選擇了一個之前較未接觸過的社會科學，剛回學校上課時，面對著全然不同以往的學習領域，經常覺得自己時間不夠用，唸書的時間太少。很高興有著一群班上同學的相互鼓勵與協助，使得這兩年的學業順利完成，更要感謝在這兩年當中教導過我的老師們，給予我截然不同地的全球化觀點，以及孜孜不倦地教導我邏輯思考的建構方式。對於奠定論文研究的基礎，受益良多。

本論文的完成要感謝指導教授陳壁程老師，以其專業的學術涵養及不吝提供其寶貴的產業知識，一步步地引導我從論文方向、研究架構、研究方法到整篇論文的完成，非常感謝老師細心的指導，並給予我很大的研究空間。另外，特別感謝口試委員郭武平所長與遠道而來的曾治乾教授的不吝指教，給予學生的論文更多精闢的見解，在口試的過程中提出論文的許多缺失，以期能使本論文更加完備。其次要感謝公司長官對於員工進修的支持，同時也要感謝公司同仁，提供最新的產業資訊，才得以使本論文順利完成。

這兩年的學習生涯，讓我的人生又開創出新的一頁，尤其是認識到這群認真、努力、互相幫助的好同學們。最後要謝謝我先生俊良的全力支持，使我無後顧之憂的完成學業。在此儘以此篇論文獻給我親愛的家人及曾經幫助和指導過我的朋友與師長。

摘要

歐盟自 2005 年公布電子電機設備有害物質限用指令 RoHS 後，先給予相關產業一年的緩衝期，爾後便是訂於 2006 年 7 月 1 日起正式生效並嚴格執行，頓時儼然成爲世界各大企業之重要環保課題，我國經濟部標準檢驗局依照歐盟公告的環保指令 RoHS，自 2006 年 7 月 1 日公告規定，凡是台灣企業生產電子電機設備，不得含有鉛、汞、鎘、六價鉻、多溴聯苯、多溴化二苯乙醚。凡未符合規定者，禁止於歐盟各國銷售。

近來電子產業蓬勃發展，在電子產品功能不斷創新下，相對地電子廢棄物大量增加及對環境的危害日漸益增，因此歐盟、美國及日本各國開始推動環保政策，提出以產品設計、製造、使用回收爲導向之環保法令。在歐盟環保法令實施時間逼近，國際大廠除了須符合 RoHS 指令，對於綠色製程與採購的管制，其相關製造廠商與材料供應商也必須著手對材料與製程做研發、變更與認證。印刷電路板產業已經積極開發研究符合歐盟指令的無鉛化與無鹵素化，相關研究與製程已陸續進行。位處於最上游關鍵原料的電子級玻纖紗在面臨歐盟 RoHS 指令影響的相關研究方面，卻相當稀少亦無深入探討。

本研究先蒐集彙整有關歐盟 RoHS 指令、企業綠色規範等相關文獻，對環保指令之內涵做一基本之探討，並以電子級玻纖紗產業之導入程序與現況爲例，進行製程的深入研究與探討，經由個案公司訪談的結果，瞭解歐盟指令導入的現況及對電子級玻纖紗產業之影響，經由訪談結果與研究報告作一綜合性評估，預測未來因應更新的綠色環保法規將會使得該產業受到更嚴苛的限制與挑戰。最後提出結論與建議，做爲未來電子級玻纖紗產業因應之參考。

關鍵字：RoHS 指令、電子級玻璃纖維、綠色供應鏈

Abstract

Since the European Union announced the 2002/95/EC RoHS directives in 2005, induce the industries to pay close attention on the surrounding environments impacts and the healthy of human beings on earth. The official effective date of the RoHS directives was on July 1, 2006. All the sudden it became a very important environmental protection topic for all the worldwide enterprises. Meanwhile our government Bureau of standards, Metrology and Inspection Department also followed the announcement that from July 1, 2006, restricts the use of 6 controlled materials which included lead(Pb), mercury(Hg), cadmium(Cd), Chromium VI(Cr⁶⁺), Polybrominatedbiphenyls(PBBs) and Polybrominatedbiphenyl ethers(PBDEs). Taiwan electronic and electrical enterprise must follow the RoHS directives on production process. Otherwise it might have some problems for export business and violate the environment laws and regulations.

The disposal on electric equipment waste became an environmental issue because the new electronic products are numerously increasing. Therefore the EU, US and Japan start to set up policies on product design, produce and recycle for environmental purpose. As the time clock is ticking, the worldwide enterprises have to compliance with RoHS directives and direct into green supply chain. Both manufacturer and supplier must study on material replacement and research development. As being a significant industry in electronic business, the PCB(Printed Circuit Board) industry must put much more effort on working to develop high level know-how to protect our earth. The electronic grade fiber is one of the major upstream raw materials of PCB industry, but the correlation studies for this subject seems very few and rarely discuss.

This study is intended for investigating the background of RoHS directives and product compliance for management system of green supply chain. The main purpose of this study is to contribute to the industries the reference of introducing green product management system in the future. The impact of the electronic grade glass fiber industry would also be analyzed. Finally, the conclusion and the suggestion of the electronic grade glass fiber industry were proposed on this thesis.

Keywords: RoHS directives, Electronic grade glass fiber, Green supply chain.

目錄

第一章 緒論	1
第一節 研究背景、動機與目的	1
第二節 研究方法與研究限制	4
第三節 章節安排與研究架構	8
第二章 文獻探討	11
第一節 國際環保規範的起源與背景	11
第二節 歐盟 RoHS 指令及綠色採購規範	16
第三節 綠色供應鏈管理	26
第三章 產業介紹與環境分析	32
第一節 電子級玻纖紗產業介紹	32
第二節 綠色法規驅動下的技術發展趨勢	39
第三節 因應 RoHS 指令我國電機電子產業的因應措施	44
第四章 個案研究結果分析	48
第一節 個案 A 公司簡介	48
第二節 電子級玻纖紗產業符合綠色法規之製程探討	49
第三節 訪談個案 A 公司的推動過程及結果分析	54
第四節 未來可能面臨的衝擊	60
第五章 結論與建議	64
第一節 結論與研究發現	64
第二節 建議	67
附錄	68
參考文獻	83

表目錄

表 2-1	電子電機產品相關之環保規範	15
表 2-2	RoHS 指令限用項目與限值表	16
表 2-3	RoHS 指令可能影響之產品組件	17
表 2-4	RoHS 排除條款	18
表 2-5	Sony 公司禁用物質的管理範例	21
表 2-6	Sony 公司管制化學物質總表	22
表 2-7	產品及其包裝材禁止使用之物質	25
表 2-8	綠色供應鏈定義	27
表 2-9	綠色供應鏈建置模式四階段與十四步驟	31
表 3-1	電子級玻纖紗之製造流程	33
表 3-2	玻璃纖維的型式與產品種類	35
表 3-3	電子級玻纖紗產品項目表	36
表 3-4	2006 全球各地區玻纖紗產能分析	38
表 3-5	電路板用基板材料之種類別與綠色技術需求	43
表 4-1	A 公司基本資料	49
表 4-2	E-Glass Fiber 原料成份規格表	50
表 4-3	副原料成份檢驗結果	50
表 4-4	電子級玻璃纖維紗檢驗結果	51
表 4-5	包材測試結果	53

圖目錄

圖 1-1	文獻分析與研究探討過程	5
圖 1-2	研究架構圖	10
圖 2-1	Sony 公司 ISO14001 與產品評估執行圖	20
圖 2-2	Epson 公司生態意識產品的開發概念	23
圖 2-3	Epson 公司綠色採購概念	24
圖 2-4	綠色供應鏈之管理作業體系	29
圖 3-1	印刷電路板上下游供應鏈	32
圖 3-2	產品製造流程圖	34
圖 3-3	印刷電路板產業供應鏈圖.....	37
圖 3-4	電路板及其周邊零件的無鉛技術規格	42
圖 4-1	A 公司客戶對於 RoHS 指令書面資料審查流程圖	55
圖 4-2	台灣客戶建榮工業要求的綠色標籤	58
圖 4-3	大陸客戶上海宏和要求的綠色標籤	58
圖 4-4	A 公司的客戶要求規範比較	59

第一章 緒論

2006 年 7 月 1 日起，歐盟 RoHS 指令頒布實施，台灣三萬五千多家的電機電子業廠商，都將面臨這波綠色競賽的考驗，未做準備的業者，可能等著出局。

「不面對就淘汰¹」如此聳動的標題出現在天下雜誌 2006 年 3 月的報導中，不是駭人聽聞，而是這場綠色海嘯，是歐盟針對電機電子設備自 2006 年 7 月 1 日起禁止或限制含有鉛、汞、鎘、六價鉻、多溴聯苯、多溴化二苯乙醚等這 6 種有害物質，這不但牽涉產品製程的改變，更考驗企業內部管理與整合的能力。

經濟部工業局則估計台灣每年輸歐產品總值近兩千三百億美元，其中七成五是資訊電子產品。為因應歐盟的環保指令，台灣業者採用無鉛或其他替代環保材料，平均成本要增加一至兩成²。2005 年日本的電機電子產品不但都已符合 RoHS 的標準，日本廠商更嚴格要求上游的原料、零件供應商，生產流程必須符合綠色採購與綠色供應管理，並且剔除不合格的廠商。而台灣似乎還有許多廠商在觀望，又或者現階段只先應付符合 RoHS 的要求，卻尚未將綠色供應鏈納入企業整體的推行目標。

第一節 研究背景、動機與目的

一、研究背景與動機

台灣電路板協會(Taiwan Printed Circuit Association, TPCA)在 2006 年 6 月出版的「2005 台灣電路板產業市場調查報告³」中提到關於 2006 年印刷電路板

¹ 汪文豪，王曉玫，〈綠金 industry—歐盟 RoHS 指令開跑，台灣電子業，不面對就淘汰〉，《天下雜誌》，第 340 期，2006 年 3 月，頁 176-181。

² 內容參考同註 1

³ 內容參閱，台灣電路板協會市場資訊委員會編，《2005 台灣電路板產業市場調查報告》，2006 年版，2006 年 5 月，頁 11。

(Printed Circuit Board, PCB) 產業的考驗有兩大課題，其中之一便是將於 2006 年 7 月實施的歐盟 RoHS 指令。PCB 上游原料可分為玻纖紗、玻纖布、銅箔與銅箔基板，因全球環保意識抬頭，RoHS 指令在 2006 年 7 月正式實施，此波環保浪潮將由歐美等國開始席捲全球，因此使得環保基材及環保製程之開發格外受到各界矚目。目前 PCB 產業在轉換環保製程的比重，處於逐步提高的階段，預估未來將進入製程轉換的高峰期，PCB 廠不僅要面對原物料帶來的成本壓力，環保技術全面置換也將是一項重大考驗。

歐盟自 2005 年公布電子電機設備有害物質限用指令 RoHS 後，先給予相關產業一年的緩衝期，爾後便是訂於 2006 年 7 月 1 日起正式生效並嚴格執行，頓時儼然成為世界各大企業之重要環保課題，我國經濟部標準檢驗局⁴依照歐盟公告的環保指令 RoHS，自 2006 年 7 月 1 日公告規定，凡是台灣企業生產電子電機設備，不得含有鉛、汞、鎘、六價鉻、多溴聯苯、多溴化二苯乙醚。凡未符合規定者，禁止於歐盟各國銷售。

印刷電路板產業向來被稱為是電子工業之母⁵，舉凡所有電子電器產品，電路板皆如同人體的血脈般，負擔起傳輸電訊與承載重要主被動元件的重要任務。近年更因為電子產品朝向輕薄、精密、高度功能整合發展，電路板因此延伸，以符合高精密電子產品的發展需求。電子級玻纖紗是印刷電路板產業最上游之關鍵原料，PCB 主要的基本原料為銅箔基板 (Copper Clad Laminate, CCL)，而銅箔基板原料一般是指玻纖布、銅箔、環氧樹脂三種產品，比重為 4：4：2⁶，玻纖紗即為玻纖布主要原料。

⁴ 內容參閱，〈有害物質指定試驗室特定規範〉，《經濟部標準檢驗局》，2005 年 12 月 27 日，〈<http://www.bsmi.gov.tw/wSite/ct?xItem=6816&ctNode=1443&mp=1>〉。

⁵ 內容參閱，台灣電路板協會市場資訊委員會編，《2006 台灣電路板產業市場調查報告》，2007 年版，2007 年 5 月，頁 5。

⁶ 內容參閱，〈蕃薯藤-股市-【月報】PCB 上游產業投資策略〉，《鉅亨網》，2006 年第 92149 期，〈<http://stock.yam.com/rsh/alllist.php>〉。

近來電子產業蓬勃發展，在電子產品功能不斷創新下，相對地電子廢棄物大量增加及對環境的危害日漸益增，因此歐盟、美國及日本各國開始推動環保政策，提出以產品設計、製造、使用回收為導向之環保法令。在歐盟環保法令實施時間逼近，國際大廠除了須符合 RoHS 指令，對於綠色製程與採購的管制，其相關製造廠商與材料供應商也必須著手對材料與製程做研發、變更與認證。PCB 產業已經積極開發研究符合歐盟指令的無鉛化(Lead Free)⁷與無鹵素化(Halogen Free)⁸，相關研究與製程已陸續進行。位處於最上游關鍵原料的電子級玻纖紗在面臨歐盟 RoHS 指令影響的相關研究方面，卻相當稀少亦無深入探討。

因此本研究將著重於探討歐盟 RoHS 指令對我國電子級玻纖紗的影響，希望藉由廣泛地的資料收集來深入瞭解分析該產業現況。並將以個案研究的方式，來探討歐盟 RoHS 指令對企業各個影響層面。

二、研究目的

因此本研究的問題意識及研究目的如下：

(一) 瞭解歐盟 RoHS 指令產生的背景及內容規範，及其他相關的國際環保法規之文獻探討。

(二) 歐盟 RoHS 指令如何影響整體電子產業供應鏈，因而造成對電子級玻纖產業的衝擊為何？

⁷ 歐盟 2003 年 2 月 13 日公告 2002/95/EC RoHS 指令(the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment，有害物質禁用指令)，明確要求 2006 年 7 月 1 日起電子產品不可含有鉛、鎘、汞、六價鉻等重金屬及 PBB 和 PBDE 等溴化物阻燃劑；世界各國皆已開始制訂類似禁令，無鉛化成為未來電子產品基本要求。

⁸ 在電子電路互聯與封裝協會(IPC)定義：無鹵素(halogen free)≠產品中不含鹵素。電子及電機產品於裝配時，若未蓄意添加鹵素化合物時，可視為無鹵素。詳細定義內容請參照國際電工協會 IEC 61249-2-21:2003。

(三) 藉由個案研究的方式，來探討企業在面臨該指令所受到影響及因應之道，除期望能供予業者參考並能對於玻纖紗產業之研究有所貢獻。

第二節 研究方法與研究限制

一、研究方法

首先本研究是從研究的目標來檢視本研究類型，是屬於「相關性的研究⁹」，主要是強調去發現或建立一個情境中的兩個或多個變項間所在之關係、關聯或互賴。而本文探討的是歐盟 RoHS 指令對我國電子級玻璃纖維紗產業之影響，研究次級資料的蒐集主是在文獻法規、理論專書、產業期刊及業界調查報告，藉由廣泛的資料收集來進行分析，因而將採用質化研究中的文獻分析法與深度訪談作為本研究方法的途徑。本論文之研究方法分述如下：

(一) 文獻分析法

所謂「文獻分析法」就是透過與該議題有相關性的文獻資料，進行蒐集、整理與分析，來幫助我們了解過去、重建過去、解釋現在及推測未來。對於資料收集及產業調查的部份是藉著以下相關產業的期刊與網路資料來配合本研究的探討，並透過個案訪談來獲得企業內部的實際導入過程與結果分析。資料來源分為三部份：

1. 印刷電路板產業及電子級玻璃纖維紗產業的調查，冀望透過「台灣電路板協會」(Taiwan Printed Circuit Association, TPCA) 以及「永續產業發展資訊網」等

⁹ 內容參考 Ranjit Kumar 原著，潘中道，黃瑋瑩，胡龍騰合譯，《研究方法：步驟化學習指南》(Research Methodolgy A step-by-step guide for beginners)，(台北市：學富文化，2000年)，頁 11-15。

組織收集資料並進行訪談。

2. 透過對綠色供應鏈的研究與收集到的產業相關資料，加以分析研究，探討出該產業對於綠色供應鏈管理系統背景建立。
3. 個案研究：以某日商電子級玻纖紗在台子公司為例，在於瞭解綠色潮流對該產業所帶來的衝擊及其因應模式，逐步進行個案分析與探討。

文獻分析與研究探討過程如下圖 1-1 所示：

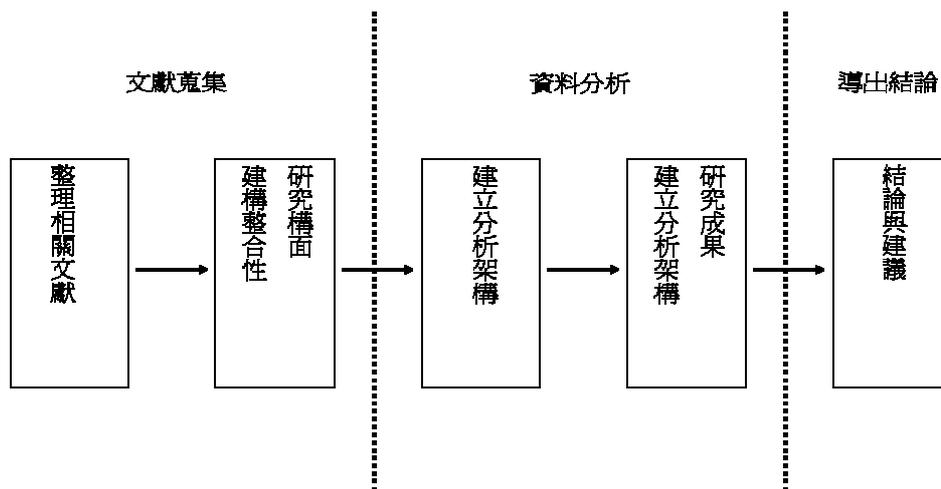


圖 1-1 文獻分析與研究探討過程

(二) 深度訪談法

訪談是一項由民眾身上蒐集資訊所常用的方法¹⁰，在現實生活中，我們透過與他人不同形式的互動蒐集資訊。任何在兩者或兩者以上人與人之間的互動，而互動的人們心中皆有一特定的目的，此即稱之為訪談。一方面，訪談是可以非常彈性的，訪問者可以自由地規劃有關所欲調查議題的各項相關問題；另一方面，

¹⁰ 同註 8，頁 130-131。

它也可以是無彈性的，訪員可完全依照事先準備的問題發問。訪談依彈性的程度可分為：

1. 非結構性訪談（unstructured）

在一項非結構性訪談中，眾所周知的便是深度訪談（in-depth interview），訪問者發展一個架構，稱之為「訪談綱要」（interview guide），其用以指導訪談之進行。在此架構下，訪問者可在訪談過程中自由規劃其問題。非結構性訪談可應用於一對一的情境，或蒐集一群受訪者的資訊（稱為小團體訪談或焦點團體訪談）。

此一蒐集資料的途徑，仍在於需要深度資訊或對此領域一無所知或尚不熟悉的情況下，將產生極大的用處。其允許訪問者對受訪者訪問的彈性，成為其可蒐集極豐富資訊的一項優點。它提供了深度的資訊，許多研究者運用此技術建構結構性的研究工具。在另一方面，因訪談綱要並未詳列詢問受訪者的問題，所詢問的問題的相似性，以及回應的取得便成為一項問題。當研究者於訪談過程中獲得經驗，而使之改變對受訪者的問題，因此，經由訪談所得的資訊型態，由開始時第一位受訪者，至結束時最後一位受訪者之間，已有顯著的差異。同樣地，此一自由將使訪員的偏見帶入研究之中。使用訪談綱要作為資料蒐集的方法，比起使用結構性訪談，在訪員這部份則需要更多的技巧。

2. 結構性訪談（structured）

在結構性訪談中（structured interview），訪員需要事先決定好問題組，即在訪談表中運用相同的詞彙以及提問順序。訪談表（interview schedule）中即已事先寫好的一系列問題，包括開放式或封閉式，此為訪員所準備，使之得以運用於個人對個人的互動中（可能是面對面、電話訪問、或其他的電子媒體）。值得注意的是，訪談表係用以蒐集資料的研究工具或手段，而訪談則是資料蒐集的方法。

結構性訪談的性質比較符合科學原理，研究者可以從訪談結果作科學性的分析，訪問結果所得到的資料，可以解答研究問題。不過，這種訪問結果通常只能得到比較表面的資料。

結構性訪談的主要優點之一，即是其提供了相同的資訊，確保了資料的可比較性。結構性訪談所需之技巧較非結構性訪談為少。

另外有學者更進一步的將訪談類型區別出第三種，即「半結構性訪談」(semistructured interview)，這是一種兼採結構性與非結構性訪談的一種訪談方法，這種訪問通常在訪問之初，先向受訪者問一些系列性的結構性問題，然後改採開放式問題，以取得更完整的資訊。

本研究除了以文獻分析法做為研究方法外，另外還必須進行訪談來獲得目前企業現況的真實性，藉由訪談方式除了可補強資料的蒐集，同時也能與文獻內容作一深入比對。本研究在深度訪談階段，是採用半結構性訪談方式進行，其研究範圍依據玻纖紗其應用內容，可分為電子基板專用之電子級及汽車、航太、建材等用途之工業級產品，本研究主要是探討電子級玻璃纖維紗產業。台灣及中國大陸之電子級玻纖紗產量分析，至 2006 年兩岸合計已佔全球 92%，其中台灣佔了 43%，儼然成為全球電子級玻纖紗最主要供應地區之一，因此本研究範圍是以台灣地區的電子級玻纖紗產業為主。對象則是個案廠商：日商電子級玻纖紗在台子公司為研究重點。

由於該產業為 PCB 產業上游關鍵原料，產品的品質及信賴的要求程度要相當高，在關於供應商管理時也特別謹慎。因此在選定訪談對象時，是該公司品保部門暨綠色管理小組的最高管理人員，也是因應歐盟 RoHS 指令相關條文及客戶

聯絡之主要對外窗口。

二、研究限制

本研究採用質化的研究方法來探討歐盟 RoHS 指令及相關環保法規與我國電子級玻纖紗產業製程符合性之研究。主要是強調去發現或建立一個情境中的兩個或多個變項間所在之關係、關聯或互賴，屬於「相關性的研究」。其他變項例如相關類似產業（例如：工業級玻纖紗）及衍生性法規（例如：WEEE，Eup）不在此討論。

本研究採用個案研究訪談電子級玻纖紗業者 A 公司，探討對於因應 RoHS 指令之符合性及導入綠色產品管理系統時，經由訪談獲得許多個案公司所提供有關整體供應鏈之活動經驗與資料，包含其下游客戶。基於受訪者資料保密，本研究中個案公司實際名稱保留僅以代號呈現，而其下游客戶則使用真實公司名稱。由於各公司所處環境、能力與資源不盡相同，探討結果未必會出現在其他電子級玻纖紗產業的其他公司。

第三節 章節安排與研究架構

為達成本論文之研究目的，主要各章節之安排如下：

一、章節安排

第一章：緒論主要說明研究背景、動機與目的、研究方法與研究限制，章節安排以及整個研究架構的介紹。

第二章：環保議題及相關文獻探討，相關文獻探討主要有三部份，分別為國際環保規範的起源與背景介紹、歐盟 RoHS 指令與綠色採購規範說明，以及綠色供應鏈管理探討。

第三章：電子級玻璃纖維紗產業介紹與綠色法規驅動下的技術發展趨勢，及因應 RoHS 指令我國電子電機相關產業的因應措施。

第四章：利用深度訪談對個案 A 公司所做的簡介及研究結果分析。並謹慎地在該產業上做製程探討與未來可能面臨的衝擊。

第五章：提出結論、研究發現與建議。

二、研究架構

本研究之研究架構如圖 1-2 所示：

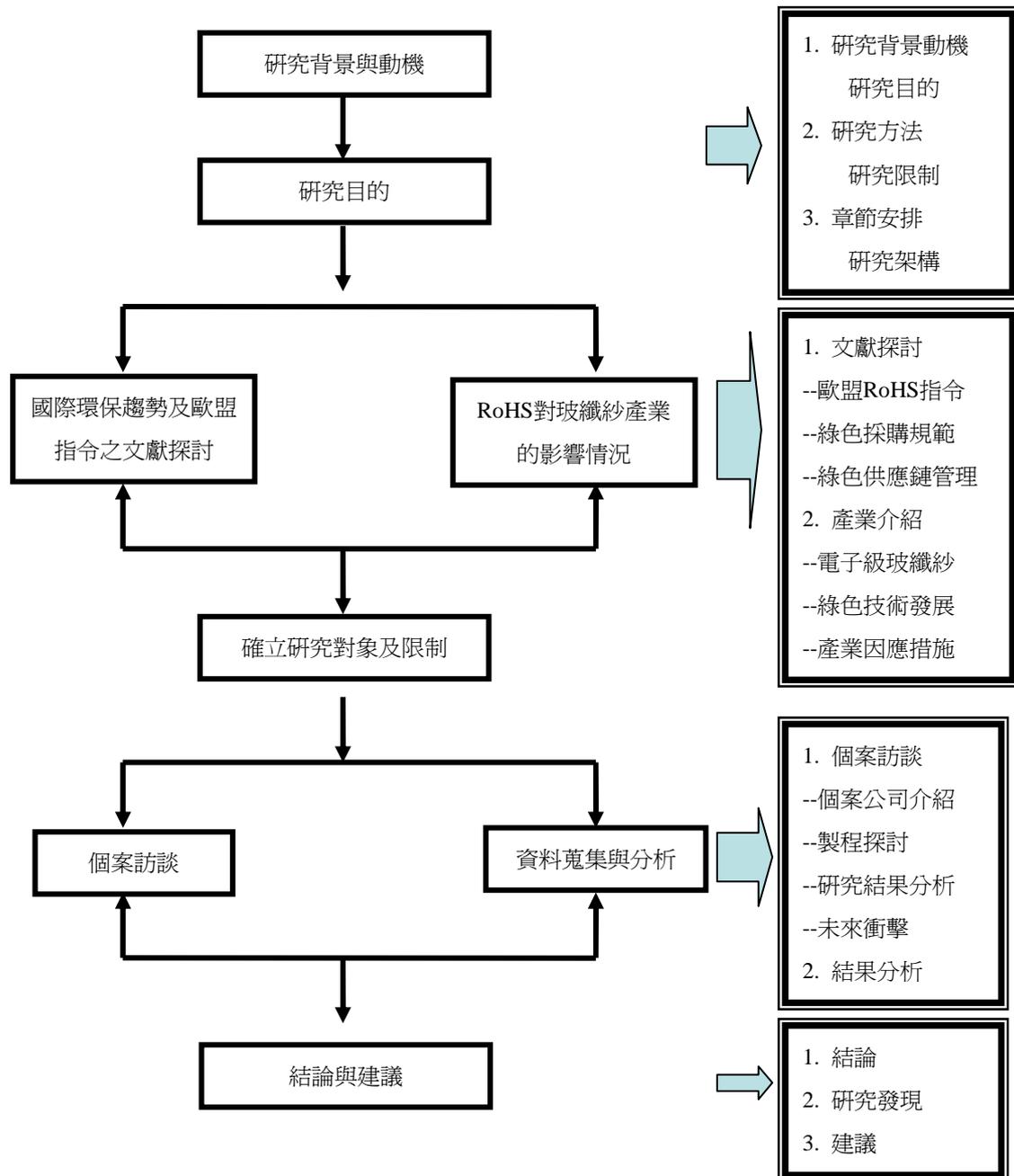


圖 1-2 研究架構圖

第二章 文獻探討

本章探討有關國際環保規範的起源與背景介紹、歐盟 RoHS 指令與綠色採購規範說明，以及綠色供應鏈管理探討。

第一節 國際環保規範的起源與背景

自從十九世紀初期工業革命以來，人類運用新型態的能源、技術及器具，大幅增加了生產力，也大幅提升生活水準。數百年的工業發展，卻也對海洋、生物、氣候等環境與生態系統產生衝擊，形成了產業發展與地球資源永續發展的兩難¹¹。加上全球對環境議題及綠色消費意識的覺醒，世界上各經濟體或主要貿易國家紛紛以「環境保護」、「永續發展」、「人類安全」之緣由，制定了許多不同的環境保護規範或指令，相關的環境政策也列入貿易條款，形成另一種隱藏性的「技術性貿易障礙」，構成更強大的非關稅壁壘¹²。

在目前環保議題抬頭的趨勢下，此無形的非關稅壁壘比過去 WTO 成立之前的高額關稅要來的更強勢，更加難以突破。未來企業如果要站上國際貿易的舞台，更應積極的處理及面對當前的綠色環保議題，從中建立其綠色競爭優勢，將是未來企業邁向永續經營的主要道路。

在國際間相關環保公約及環保團體的鼓吹之下，世界各國無不在其本國內建立相關法令要求，使能在發展經濟的同時亦能兼顧環保的責任，並將相關法令的執行要求延伸到產品製造者或經銷商，以延長製造者責任的方式來管制及要求各

¹¹ 內容參考林俊豪，〈新環保規範=新貿易壁壘〉，《工業雜誌》，2005 年 5 月號。

¹² 內容參考戴輝文，《導入符合 RoHS 指令之綠色產品管理系統-以 IC 設計公司為例》（新竹：清華大學工業工程與工程管理學系，2005 年），頁 10-11。

電子產品的製造商。

第二次世界大戰後，由於世界經濟快速發展，大量消耗自然資源，加上任意棄置及排放廢棄物，導致生態環境急速惡化。工業化國家（尤其歐洲國家）有感於環境惡化所造成影響，日漸關心並投入資源於環境生態保護活動。瑞典在 1960 年代已著手研究該地區雨量酸度的變化，並在 1968 年向聯合國提議召開國際會議以尋求解決方法。1972 年聯合國召集全世界 114 個國家代表，於瑞典斯德哥爾摩召開人類環境會議，集體討論「只有一個地球」主題，會後提出「聯合國人類環境會議宣言」，宣告全球在環境議題上的共同展望及發展原則，宣言中指出地球環境為人類維生所繫，面對地球上的各種環境損害、開發中國家造成的環境問題，以及全球人口增長等因素，人類正影響著並有足夠能力改變環境。呼籲各國應制定妥善的政策及採取適當措施來保護環境，促使政府與人民合作參與國際行動，為人類賴以生存的環境保護活動貢獻心力¹³。此乃是第一次由全球各國共同參與的環保會議。在聯合國及各國際組織持續推動下，陸續訂定各項國際規範，確立具體的國際管制目標、手段及時程。

國際環保公約是各國政府共同諮商談判出來的國際協定，這些協定強制制定法令及規章的目的乃是要解決例如管制溫室氣體排放及有毒廢棄物管理等等的環境問題。一般國家會加入這些協定是因為這些協定為針對全球區域性環境問題形成有效回應的基本工具。以下針對部份近代具代表性之國際環保公約約略說明如下¹⁴：

一、氣候變化綱要公約：

公約完成於 1992 年，1994 年生效；目的是要減少人類活動對地球氣候的影

¹³ 內容參考葉俊榮，《全球環境議題：台灣觀點》（台北：巨流圖書，1999）。

¹⁴ 同註 7，頁 11-14。

響，特別是著重在減少溫室氣體的排放。而公約本身也提供有關氣候變遷的特性及影響方面持續性的研究。溫室氣體主要是來自化石燃料如煤、石油及天然氣的生產與使用，而垃圾場及農業部門也是這些氣體的主要來源。

二、京都議定書：

1997 年 12 月 11 日在日本所召開之第三屆締約國會議通過，全球開始為長期及繼續削減溫室氣體排放而作出規範。根據京都議定書，已簽署公約之已開發國家諮商談判了溫室氣體排放量的法定上限以減少各國的排放量。此外，議定書也認定經濟工具（如排放權交易及技術移轉至開發中國家）將可在減少溫室氣體排放上扮演一定的角色。

三、蒙特婁議定書：

本公約於 1987 年 9 月 16 日通過，自 1989 年 1 月 1 日生效，主要為規範管制物質，包括氟氯碳化物（CFCs）、海龍、四氯化碳及三氯化碳、氫氯氟碳化物（HCFCs）、氫溴氟碳化物（HBFCs）、溴化甲烷等管制物質的管制時程。

四、巴塞爾公約：

於 1989 年由 52 個國家於巴塞爾簽署訂立，並於 1992 年生效。實施目的在管制具毒性、腐蝕性、可燃性、反應性等有害廢棄物之越境轉移及最終處置。此公約的目的：(1)減少有害廢棄物之產生，並避免跨國運送時造成環境污染；(2)提倡就地處理有害廢棄物，以減少跨國運送；(3)妥善管理有害廢棄物之跨國運送，防止非法運送行為；(4)提昇有害廢棄物處理技術，促進無害環境管理之國際共識。

五、斯德哥爾摩公約：

本公約於 2001 年 5 月 22 日在斯德哥爾摩正式成立，有關持久性有機污染

物(Persistent Organic Pollutants, 簡稱 POPs)係具難分解性或蓄積性之化學物質，其長期累積於環境中，會經由食物鏈造成對人體之危害。因此，是聯合國環境規劃署已將其中十二種 POPs 列為管控重點，並推動國際公約，要求各國必須採取行動，以減少環境中該等物質之殘餘量，避免產生對人體的危害。

六、鹿特丹公約：

1998 年 9 月正式開放各國簽署，於 2003 年生效。此公約主要目的係為避免全球各國的人民及環境受到具高度危害性之殺蟲劑與化學品可能造成的負面影響，並賦予各國得於邊境設立避免悲劇的防線，同時增強各國自我保護的能力，並提高全球保護標準。本公約可使全球監控危害物質的貿易，並賦予進口國決定是否同意或不同意進口化學品的權利，同時要求相關的貿易行為應符合標示及提供相關健康與環境效應的資料，俾促進此等化學品的安全使用。此公約主要是要要求有害化學物品（如殺蟲劑等農藥）進口前，進口國應先給予事先獲得通報之同意。

而影響電子電機產業的環保規範內容發展，則由加州 65 法案(1986)以管制電子產業廢棄物排放開始，逐步發展為限制製造過程中使用危害人身物質、破壞大氣物質、限制使用危害環境物質材料、產品製造過程及使用時能源節省、以及廢棄物質的再利用，參見表 2-1¹⁵。

¹⁵ 內容參考許諸靜，〈因應 RoHS/WEEE 之綠色供應鏈管理的影響-以資訊電子製造商為例〉，(台北：台北大學企業管理系，2005 年)。

表 2-1 電子電機產品相關之環保規範

項目	規範名稱	目的
1	加州 65 法案(1986)	安全飲用水及毒性禁用準則
2	蒙特婁議定書(1987)	限制含氟氯碳化物(CFCs)、鹵化氟氯碳化物、海龍(Halons)等
3	京都議定書(1997)	限制全球二氧化碳排放量
4	巴塞爾公約(1989)	限制有害廢棄物跨國運送
5	包裝及包裝廢棄物指令(94/62/EC, CONEG)	包裝材料回收規範，包含玻璃、塑膠、紙(紙板)、金屬合金，以及木頭等材質
6	電池及蓄電池指令(91/157/EEC)	規範電池及蓄電池之汞(0.0005%)、鎘(0.025%)，以及鉛(0.4%)含量
7	TCO '92、TCO '95、TCO '99、TCO '03	規範產品要通過 TCO 認證，必須在生態(ecology)、能源(energy)、輻射(emissions)以及人體工學(ergonomics)等四個方面都符合標準
8	廢電機電子設備指令-WEEE(2003)	針對十大類廢電機電子產品，建立回收體系並達成法定之回收率
9	電子電機設備有害物質限用指令-RoHS(2003)	電子電機產品禁用六項化學物質：鉛(Pb)、鎘(Cd)、汞(Hg)、六價鉻(Cr ⁶⁺)、多溴聯苯(PBBs)、多溴化二苯乙醚(PBDEs)等重金屬與化學物質
10	能源使用產品設計生態化指令-EuP(2004)	使用能源之產品，採用先進的環境化設計技術來生產

資料來源：許諸靜(2005)

從人類對於永續發展的覺醒到近年來國際間環保公約的陸續制約，原本對於提升現代生活及科技發展的電子產品，卻是地球最大且最危害的污染源，也因此大部份的環保法規都將規範對象指向各大電子電機產業，以落實推動綠色生產的目標。

第二節 歐盟 RoHS 指令及綠色採購規範

本節將針對對於我國電子業迫切影響的歐盟 RoHS 指令作一說明，並且介紹另外兩個被目前電子上下游產業皆奉為檢測指標的企業綠色採購規範，即 SONY Green Partner 與 Epson 綠色採購基準。

一、歐盟 RoHS 指令簡介

為有效管制電機電子產品對環境的衝擊，歐盟於 2003 年 2 月公佈了『電子電機設備有害物質限用指令(The Restriction of the use of certain Hazardous Substance in electrical and electronic equipment)』，以下簡稱為 RoHS 指令。自從 2005 年歐盟發佈 RoHS 指令，一年的過渡緩衝期後，於 2006 年 7 月 1 日起正式生效並嚴格執行，該指令儼然成為世界各大企業所重視的一項品質管理及綠色產品管理系統的管理原則。

RoHS 指令限用項目與限值如表 2-2¹⁶：

表 2-2 RoHS 指令限用項目與限值表

項目	名稱	限值	備註
鉛	Pb	< 1000ppm	Pb：Lead
鎘	Cd	< 100ppm	Cd：Cadmium
汞	Hg	< 1000ppm	Hg：Mercury
六價鉻	Cr ⁶⁺	< 1000ppm	Cr ⁶⁺ ：Chromium VI
多溴聯苯	PBBs	< 1000ppm	PBBs：Polybrominatedbiphenyls
多溴化二 苯乙醚	PBDEs	< 1000ppm	PBDEs：Polybrominatedbiphenyl ethers

資料來源：林松茂(2007)

¹⁶ 註：上表除鎘(Cd)需小於 100ppm 標準，其餘五項亦不可高於 1000ppm 的標準。RoHS 規範的產品及商品類別為：成品、半成品、零組件、材料或原物料。內容參考林松茂，〈綠色產品品質管理－RoHS 電子電機設備有害物質限用指令〉，《品質月刊》，43 卷 3 期，2007 年 3 月。頁 13-14。

RoHS 指令主要管制的近期目標是在 2006 年 7 月 1 日起限制六種化學物質，包含了鉛 (Pb)、鎘 (Cd)、汞 (Hg)、六價鉻 (Cr⁶⁺)、多溴聯苯 (PBBs)、多溴化二苯乙醚 (PBDEs) 等重金屬與化學物質，所規範的產品包含了大型家用電器、小型家用電器、資訊及電信通訊設備、消費性設備、照明設備、電機電子工具、監視及控制儀器、自動販賣機及電燈泡及家用之照明設備，透過此類電子電機設備製造過程中危害物質的限制，降低此類物質直接或間接地影響人類與環境的健康，其中影響我國電子電機產品之組件如表 2-3¹⁷所示。

表 2-3 RoHS 指令可能影響之產品組件

管制物質	可能含有的組件或用料
鉛	鉛管、油料添加劑、包裝件、塑膠件、橡膠件、安定劑、染料、顏料、塗料、墨水、CRT 或電視之陰極射線管、電子組件、鋅料、玻璃件、電池、燈管等
鎘	包裝件、塑膠件、橡膠件、安定劑、染料、顏料、塗料、墨水、鋅料、電子組件、保險絲、玻璃件、表面處理等
六價鉻	包裝件、染料、顏料、塗料、墨水、電鍍處理、表面處理等
汞	電池、包裝件、溫度計、電子組件等
溴化耐燃劑 (PBBs 與 PBDEs)	主要用在印刷電路板、元件 (如連接器)、塑膠件與電線的耐燃劑等

資料來源：劉子衙(2005)

此外 RoHS 條款附件尚有排除條款(exemption)，並於 2005 年公告之 2005/717/EC、2005/747/EC 兩份決議修正後，共有 15 點排除條款，而於 2006 年 4 月 28 日公告第 2006/310/EEC 號決議，新增 16~20 點排除條款，目前公告之所有排除條款，如表 2-4¹⁸所示。

¹⁷ 內容參考劉子衙，〈歐盟電機電子業環保新規定及對產業的影響〉，《兩岸經貿月刊》，第 161 期，2005 年，頁 7-11。

¹⁸ 內容參考林馨如，〈因應歐盟 RoHS 指令之無鉛組裝技術最新發展〉，《永續產業發展雙月刊》，第 27 期，2006 年 6 月，頁 56-58。

表 2-4 RoHS 排除條款

1. 小型螢光燈泡其重金屬汞含量不得超過 5mg/每支燈泡
2. 直式(straight)螢光燈泡的含汞種類與重量，如下： ◎含鹵素磷酸鹽(halophosphate)量不得超過 10mg/每支燈泡 ◎普通壽命的燈泡型，其含三基磷酸鹽(triphosphate)量不得超過 5mg/每支燈泡 ◎延長壽命的燈泡型，其含三基磷酸鹽(triphosphate)量不得超過 8mg/每支燈泡
3. 汞使用於特殊用途之直式螢光燈泡
4. 不在本附件所列管之含重金屬汞的其他燈泡
5. 鉛使用於陰極射線管(CRT)玻璃、電子組件和螢光管
6. 使用於鋼材中的鉛含量最高為 0.35%(重量)、鋁材中含鉛量最高為 0.4%(重量)，銅合金中含鉛量最高為 0.4% (重量)。
7. 高溫鋅材中的鉛 ◎高溫融化之鋅料中的鉛（例如，以鉛基底之合金中包含 85%或更多的鉛，以重量量計）； ◎通訊用伺服器、儲存和儲存陣列系統、開關、發信號、傳輸，以及網路管理的網路結構設備所用鋅料中的鉛； ◎電子陶瓷產品中的鉛（例如：壓電裝置）
8. 根據修改關於限制特定的危險物質和配置品銷售與使用的 76/769/EEC(**)號指令的第 91/338/EEC(*)號指令禁止以外之電觸點中的鎘與其化合物和鎘電鍍。
9. 吸收式冷藏櫃碳鋼冷卻系統使用六價鉻防腐蝕劑
10. 依據條款七(2)的程序，本議會仍應評估以下的事項是否適用： ◎十溴聯苯醚(Deca BDE) ◎汞使用於特殊用途之直式螢光燈泡 ◎鉛使用（鋸接）於網路基礎建設配備上，如開關、信號、傳播及電子通訊的網路管理，以及 ◎燈泡
11. 插腳式連接器系統中的鉛。
12. 熱導模組 C 環上的塗層材料之鉛。
13. 光學玻璃和濾光玻璃中的鉛和鎘
14. 鉛含量（以重量計）在 80%到 85%之間、連接插腳與微處理器封裝的含 2 個元素以上的鋅料中之鉛。
15. 用於電氣連接半導體模與整合電路晶片封裝使用鋅料中的鉛。
16. 管狀白熾燈硅酸鹽塗層燈管中的鉛。
17. 專業複印設備用的高強度放電燈中作為發光劑的鹵化鉛。
18. 當放電燈被用作含磷仿日曬燈（例如 BSP）或二氮化合物列印、平版印刷、補蟲器，以及含磷化學和含磷食物加工過程的專業燈時（例如 SMS），放電燈

中的螢光粉觸媒劑的鉛（鉛含量 1%以下）。
19. 緊縮節能燈中作為汞的特定成分中 PbBiSn-H 與 PbInSn-Hg 中的鉛，以及作為輔助汞合金中 PbSn-Hg 中的鉛。
20. 液晶顯示器中銲接前後，平板螢光燈基質的玻璃中的氧化鉛。

資料來源：林馨如(2006)

二、SONY Green Partner

首先最爲人所知的案例就是 2001 年 10 月 Sony 公司輸出荷蘭的 PS 遊戲機檢驗出含超量的鎘¹⁹，該事件對 Sony 公司的商譽損失實在難以數計，因此 Sony 爲了挽回商譽，積極成立綠色產品推動小組，並且建立綠色夥伴環境品質許可計劃，即 SONY Green Partner。

Sony 集團自 1990 年代初期開始推行產品評估計劃，並將環境因子納入產品生產過程中，制訂產品評估查核表單，藉以控管產品的出廠品質，直至 ISO 14001 系統的建置，該公司更將產品與環境管理系統之間架構出一邏輯性的評估方式，如圖 13 所示，針對顧客的需求與法規的規範，將產品設計的環境考量以 P - D - C - A 融入環境管理系統當中，促使其產品進行持續性的改善。以圖 2-1²⁰表示：

¹⁹ 2001 年 10 月，日本消費電子大廠 Sony 運往荷蘭的 PS 遊戲機，因爲被檢測出產品含鎘量過高，導致總價值超過 2 億歐元的產品不僅不得上市銷售，更被荷蘭政府處以約 1,700 萬歐元的罰金，罰緩約佔總貨品價值的 7.5%。內容參考丁執宇，余淑賢，〈RoHS 上路電機電子業可能面臨的法律問題〉，《永續產業發展雙月刊》，第 27 期，2006 年 6 月，頁 32-37。

²⁰ 內容參考，〈Sony 企業環安採購規範〉，《永續產業發展資訊網》，〈http://proj.moeaidb.gov.tw/isdn/trilaw/article_show.php?pid=135&subid=146&subid2=95&id=430〉。

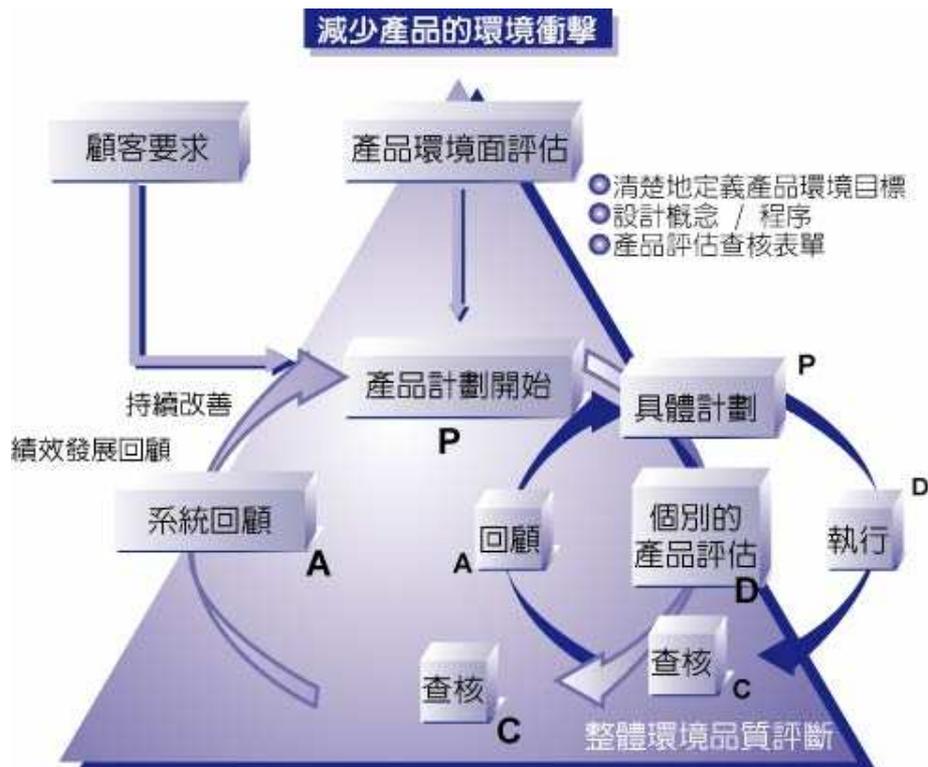


圖 2-1 Sony 公司 ISO14001 與產品評估執行圖

資料來源：〈Sony 企業環安採購規範〉，《永續產業發展資訊網》。

而 Sony 公司針對產品綠色採購最著名的規範即為 SS-00259²¹，於該採購準則明確地說明產品各組件不得含有害化學物質之規範，以重金屬鎘為例，該公司將禁用的化學物質大致分為 3 個期程管理，共分別為三級：

第一級為最嚴格的管制等級，若被歸納為在該管制等級的範疇中，代表改產品組件即日起不得含有。

第二級則為制訂出一削減的時間表，例如該範例中要求於 2005 年起，不得提供含有項目之組件給 Sony 公司。

第三級則由於目前科技技術尚未克服，因此，僅要求其供應商須注意該組件含量之現況，盡可能地避免採用第三級之情形，其管制說明如表 2-5²²所示：

²¹ Seventh Edition of the SS-00259 for General Use was released on March 3, 2008.

²² 同註 15

表 2-5 Sony 公司禁用物質的管理範例

物質名稱：鎘及其化合物		
說明：金屬、合金、無機化合物、有機化合物、無機鹽類、有機鹽類等含有鎘元素的所有物質		
對象		禁止期程
第一級	<ul style="list-style-type: none"> • 包裝部分 • 例如：瓦楞紙、塑膠袋、膠墊、繩索、拖架、桿件、說明書 … 等 • 塑膠件中使用的穩定劑、顏料、染料 • 例如：電線絕緣部分、電纜線、外裝樹脂、外殼 … 等 • 塗料、墨水 • 表面處理 • 例如：電鍍、塗裝 • 電池組件 	立即禁止
第二級	<ul style="list-style-type: none"> • 鎘錫（鎘含量 20ppm 以上的鎘錫） • 電阻（玻璃料） • 電閘、開關、斷路器等電接點 • 玻璃以及玻璃塗料的顏料、染料 • 螢光顯示裝置中的螢光體 	2005 年第一季開始
第三級	要求使用可靠度高的電接點電鍍且沒有替代材料的產品	
允許濃度：塑膠件不可超過 5ppm		
檢測標準：Test: U.S. EPA method 6010, 6020, 7130, 7131		

資料來源：〈Sony 企業環安採購規範〉，《永續產業發展資訊網》。

而 Sony 公司整體化學物質管制清單如表 2-6²³所示。

表 2-6 Sony 公司管制化學物質總表

種類	物質名稱
重金屬	鎘及鎘化合物
	鉛及鉛化合物
	汞及汞化合物
	六價鉻化合物
有機氯化合物	多氯聯苯 (PCB)
	多氯聯萘 (PCN)
	氯代烷烴 (CP)
	其他有機氯化合物
有機溴素系化合物	多溴聯苯 (PBBs)
	多溴二苯醚 (PBDEs)
	其他有機溴化合物
有機錫化合物 (三丁基錫化合物、三苯基錫化合物)	
石棉	
偶氮化合物	
甲醛	
聚氯乙烯 (PVC) 及聚氯乙烯混合物	

資料來源：〈Sony 企業環安採購規範〉，《永續產業發展資訊網》。

另一個是 Epson 綠色採購基準，Epson 綠色行銷的成功案例使得其制訂的「生

²³ 同註 15

產材料綠色採購基準²⁴」也廣為被企業採用為綠色採購規範。精工愛普生公司從產品的策畫、設計、原料採購到製造、銷售、物流、使用與回收、再生，每一個生命週期階段皆須在減低環境負荷的考量下作業，如圖 2-2 所示，為達此目標，精工愛普生嚴格要求每項產品皆須符合省能源、省資源、無有害物質三大條件，並藉由愛普生生態標章與實施產品生命週期分析，開發出與環境調和的生態意識產品²⁵，以下針對該公司所採用之策略簡要說明：

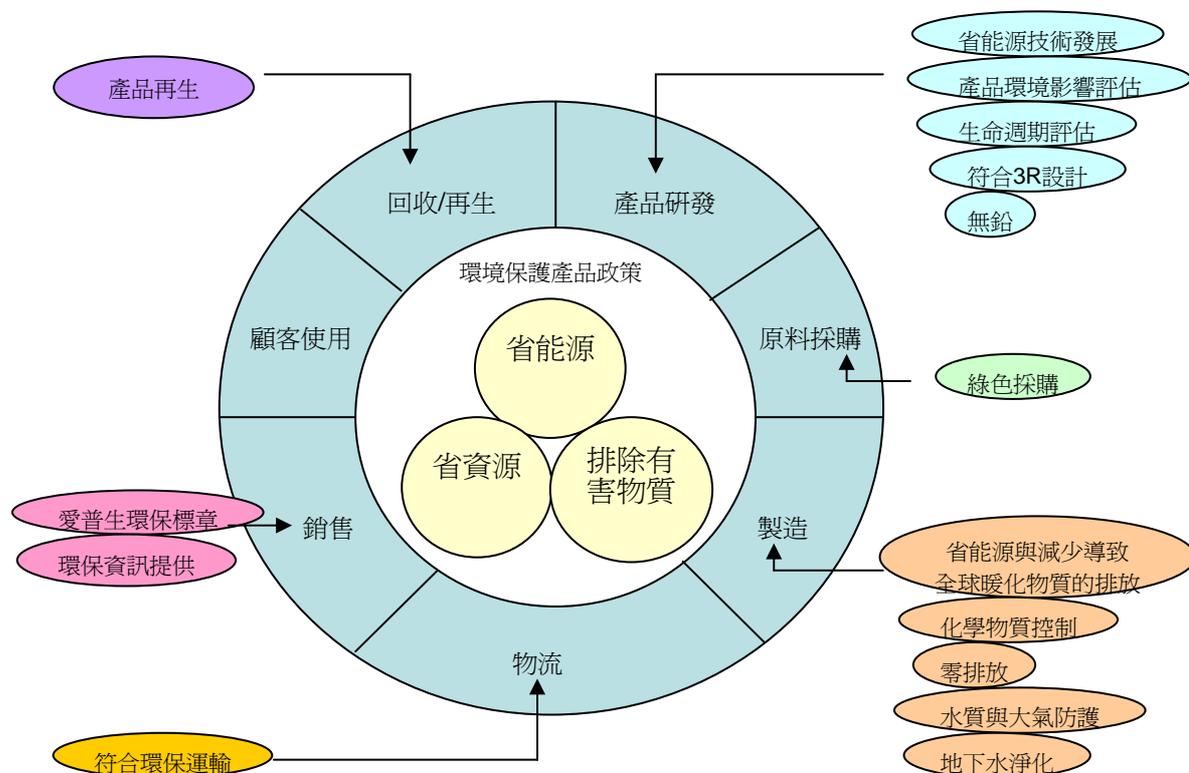


圖 2-2 Epson 公司生態意識產品的開發概念

資料來源：〈Epson 企業環安採購規範〉，《永續產業發展資訊網》。

²⁴ Epson Group-wide Standards Green Purchasing Standard for Production Material Ver. 3.2

²⁵內容參考，〈Epson 企業環安採購規範〉，《永續產業發展資訊網》，

〈http://proj.moeaidb.gov.tw/isdn/trilaw/article_show.php?pid=135&subid=146&subid2=95&id=426〉

。

1. 省能源設計

Epson 公司的省能源設計，不僅針對產品使用時間，亦同時著重在產品的關機、待機、省電狀態的能源消耗減量。相較於 1997 年度，目前已有八類主要的產品達到節省 50% 以上能源的成效。

2. 省資源設計

Epson 公司實施企業 IT 設備回收與一般用戶的墨水匣回收再生。2001 年度發表 3R 設計指南（減量 Reduce、再利用 Reuse、再生 Recycle）做為產品設計三大要素，以提高產品的回收率。

3. 排除有害物質

Epson 公司針對材料的綠色採購以「創造、提供與環境和諧的商品」為目標，開展過程中主要重視「排除有害物質」。針對有害物質之排除，在公司內部所制訂之 EQS(EPSON Quality Standard)準則²⁶中，明確地指出應禁止或限制其含量之化學物質，如表 2-7 所示。此外，有關原料及零件的採購方面，也制訂了「綠色採購基準」，更進一步強化對於化學物質含量的管制，其管制概念如圖 2-3 所示。

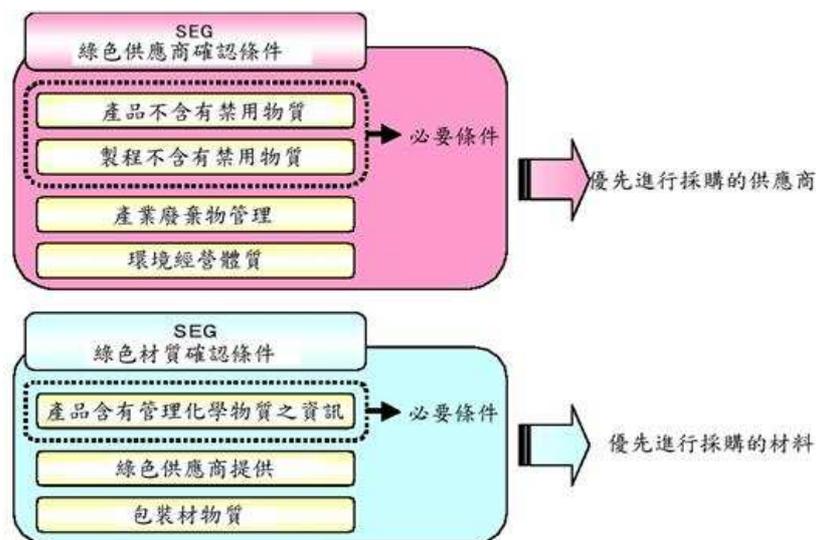


圖 2-3 Epson 公司綠色採購概念

資料來源：〈Epson 企業環安採購規範〉，《永續產業發展資訊網》。

²⁶ EQS (the internal standard prescribing the requirements that must necessarily be met).

表 2-7 則是 Epson 公司禁止或限制其含量之化學物質的清單列表如下：

表 2-7 產品及其包裝材禁止使用之物質

編號	禁止使用物質名稱	參考規範
1	黃磷	Labor Safety and Health Law , Japan
2	聯苯胺及其鹽類	
3	4-氨基聯苯／4-氨基聯苯及其鹽類	
4	4-硝基聯苯及其鹽類	
5	二氯甲基醚	
6	2-萘胺／ β 萘胺及其鹽類	
7	含苯膠糊、含苯容	
8	P C B／P C T類	The Law Concerning the Examination and Regulation of Manufacture etc. of Chemical Substances, Japan
9	多氯代苯（只限氯氣數 3 以上）	
10	六氯苯	
11	艾氏劑	
12	狄氏劑	
13	異狄氏劑	
14	D D T	
15	氯丹類	
16	三丁基氧化錫	
17	N,N'-二甲苯基-亞苯基二元胺	
18	2,4,6-三 - t - 丁基苯酚	
19	毒殺酚	
20	滅蚊靈	
21	D B B T	EU Directive 76/769/EEC
22	D B B	
23	五氯酚	
24	一甲基 - 四氯 - 二苯基丙烷	
25	一甲基 - 四氯 - 二苯基甲烷	
26	P B B s	
27	P B D E s	
28	石棉類	Epson Policy
29	破壞臭氧層物質（蒙特利爾議定書指定物質）	

資料來源：〈Epson 企業環安採購規範〉，《永續產業發展資訊網》。

第三節 綠色供應鏈管理

在全球化趨勢之下，不論是經濟發展、商業行爲、工業製造體系及消費行爲等，都可察覺到各國或各區域間的相互影響。近幾年的越來越多的國際環境議題，促使以歐盟及美國爲首的工業高度開發國家在污染控制的要求下，也將汽車與電子產品等產品納入環境規範中。而相關的環保規範更加速了綠色採購與綠色供應鏈的推動。

一、綠色供應鏈的定義與發展

在供應鏈中，物料和資訊可以是由上往下流動，也可以是由下往上流動。供應鏈管理存在於各公司的系統中，範圍涵蓋自上游的原料、零件供應，中段的製造及下游的組裝測試至終端客戶的全部過程，即形成所謂的「物料需求規劃系統（MRP，Material Requirement Planning）」的概念，其功能不斷擴大，由單一公司演變到透過網路整合上中下游的大型供應鏈管理系統。從前的供應鏈是以生產導向作爲主要思維方式，但現在的供應鏈已演變成以消費者爲導向的思維模式，更能符合市場需求現況，幫助企業做好庫存管理、減少生產過時不合法規的產品，及可快速因應市場變化來做好生產線的改變，因此促使供應鏈管理模式日趨複雜²⁷。

隨著環境友善的觀念導入企業運作，整體從研發、製造、倉儲、運送、產品使用及廢棄物處理所造成的環境影響即受到矚目。由經濟部工業局的永續發展資訊網中指出，綠色供應鏈廣義上指的是要求供應商其產品與環境相關的管理，即將環保規範納入供應商管理機制中，其目的是要讓本身的產品更具有環保概念，

²⁷ 內容參考蔡淑芳，《綠色供應商之評選模式研究—以 IC 封裝業爲例》，（高雄：國立中山大學企業管理學系研究所，2005 年），頁 7-8。

進而提升市場的競爭力。許多學者也對綠色供應鏈做過定義²⁸，彙總整理如下表 2-8。

表 2-8 綠色供應鏈定義

學者	定義
Walton et al. (1998)	綠色供應鏈是將供應商整合到企業的環境管理及作業程序中。
Rao (2002)、劉志堅 (2004)	認為廣義的綠色供應鏈管理是指對涉及的供應商之環境管理，亦即將環保原則納入供應商管理機制中，監督供應商在環境績效的表現以使本身產品更具環保概念。
Handfield et al. (2005)	認為環境化供應鏈管理(Environmental Supply Chain Management)是爲了員工教育訓練和爲了替企業利益關係人監督、概述及報告環境供應鏈管理資訊，整合策略性、功能性與經營上程序和過程而產生一套正式制度。

資料來源：本研究整理

二、綠色供應鏈的內容

黃聯海等²⁹在綠色供應鏈管理之分析的研究中認為，必須考慮到供應鏈各個環節的環境問題，從管理的層面來看，綠色供應鏈管理是一種策略管理，從經營管理的過程來看，綠色供應鏈管理要求在從產品設計、物料採購、產品製造、產品銷售，及回收的全部過程中，都要做到整體環境效益的最佳化。而在建立綠色

²⁸ 內容參考鄭欣怡，《歐盟 WEEE/RoHS 下對企業綠色管理決策之影響》，(台北：銘傳大學國際事務研究所，2006 年)，頁 20。

²⁹ 黃聯海，陳政徽，劉文雄著，〈綠色供應鏈管理之分析〉，發表於「中華民國品質學會第 42 屆年會暨第 12 屆全國品質管理研討會」(2006)，頁 1-4。

供應鏈的初期階段，許多電子電機廠商常專注在某部份綠色階段便認為是綠色供應鏈的全貌，結果反而卻忽略了整體供應鏈上下游的完整重要性。

綠色供應鏈應從社會和企業的角度呈輻射狀延伸出去，導入全新的綠色設計概念，直到最終回收再利用，持續發展並做到雙向溝通的地步。而這個一連串的綠色過程中，所牽涉到的各個環節，使企業必須緊密結合以使整個系統和其管理機制能夠達到環境最適化，綠色供應鏈內容應包含以下幾個方面。

1. 綠色設計

綠色設計（Green Design）又稱為生態設計。綠色設計是指在產品及其生命週期的全部過程設計中，充分考慮其對資源和環境的衝擊與影響，並針對產品的功能、品質、成本進行各項優質設計，使產品及製造過程對環境的總體影響及資源消耗減到最小。

2. 綠色生產

綠色生產過程要求供應鏈企業的生產過程須對環境無污染或減少污染，也同時意味著節能和減廢。

3. 綠色行銷

綠色行銷相當多元化，內容包含產品市調、產品定價、廣告促銷和其他行銷相關的活動，是一種持續性的概念，在具體執行面上，包含的內容有：

- (1) 綠色資訊的蒐集
- (2) 綠色產品的探討
- (3) 綠色產品形象的塑造

4. 綠色回收再利用

綠色回收是整個綠色供應鏈的最末端卻也相當重要。在產品生命週期結束之後，若沒做好回收工作，將會造成資源浪費與環境污染，而在此最重要的考量點便是以最少成本代價，引導消費者進行綠色回收以獲得最大再利用的價值。

綠色供應鏈的目的³⁰乃是針對上游供應商經過公司生產程而將產品交付下游客戶的過程中，對於所規定的管制均能夠予以有效的管理。即結合公司現有的物料管理系統、資訊管理系統及製程作業系統。圖 2-4³¹便是一個綠色供應鏈的管理作業體系流程。

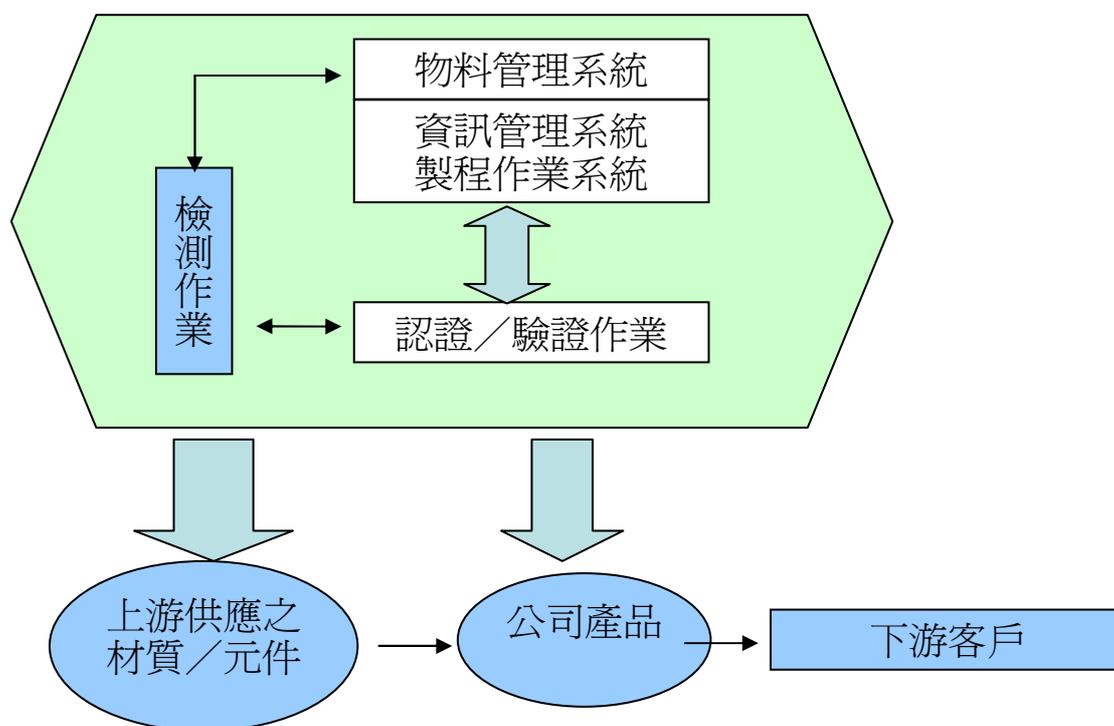


圖 2-4 綠色供應鏈之管理作業體系

資料來源：楊致行(2004)

三、綠色供應鏈的管理系統及建構模式

³⁰ 同註 24，頁 6。

³¹ 楊致行，〈企業綠色供應鏈之運作與管理〉，《永續產業發展雙月刊》，第 18 期，2004 年，頁 10-17。

葉忠等³²在綠色供應鏈管理之管理系統－建置模式分析的研究中認為，目前業界的品質管理系統的發展以 ISO 9001 最為普遍，是其他品質管理系統的基礎，在推動綠色供應鏈的過程中，大部份廠商會將系統架構在既有的 ISO 9001 之上。目前出現兩種與綠色供應鏈相關的管理系統，分別是 2005 年 10 月國際的「IECQ-QC 080000 Hazardous Substance Process Management System Requirements 有害物質流程管理系統要求」，以及 2006 年 4 月由政府所推動的「TEEMA-S-GPMS-080000 Green Product Management System-Requirements for Hazardous Substance Process Management (GPMS-HSPM) 針對危害物質過程管理要求」。依序說明如下：

1. IECQ-QC 080000

IECQ-QC 080000 標準是 IEC/IECQ³³在 2005 年 10 月公佈的有害物質管理系統，此份標準認為：如果沒有將管理規範作有效的整合，產品及製程作業的無有害物質目標是不可能實現的。並與現行 ISO 9001:2000 架構一致的品質管理系統補充文件，使製程管理及管控更具包容性、條理分明及透明公開。

2. GPMS-HSPM

GPMS 是由政府推動的「寰淨計畫」中有關綠色產品管理系統，危害物質過程管理要求的部份，而擬訂針對歐盟電子電機產品環保指令所做的因應標準。其功能可供企業內部建立管理體系與制度之參考，亦可做為第二者與第三者驗證依據的準則。此份標準是集結了我國各大生產廠商及供應商之意見與需求，以 ISO 9001:2000 的品質管理系統作為基本架構，結合 ISO 14001:2004、IECQ-QC 080000 及相關國際大廠對供應商的要求等規範所彙編而成。

一般業界目前所擬定建構的綠色供應鏈模式雖然各家作法及產品都不同，但

³² 葉忠、許祥瑞、王玉鳳著，〈綠色供應鏈之管理系統－建置模式分析〉，《品質月刊》，7 月號，2006 年，頁 26-33。

³³ IEC 是國際電工技術委員會的英文縮寫，為非官方之國際組織，成立於 1906 年，是世界上成立最早的專業國際標準化機構，負責有關電工、電子領域的國際標準化工作，在標準的制訂方面與國際標準化組織緊密合作。IECQ 即國際電工委員會電子元器件品質評定系統，隸屬國際電工委員會，是世界範圍內唯一對電子元器件進行全面品質評估的批准和驗證機構，負責對電工產品和材料以及生產流程管理進行品質評估。

其模式可歸納出有下列四階段與十四步驟，以表 2-9 整理說明如下。

表 2-9 綠色供應鏈建置模式四階段與十四步驟

四階段	十四步驟
清查階段	1. 宣告綠色產品政策
	2. 清查公司產品範圍
	3. 篩選測試零組件
	4. 訂定限用物質管制標準
	5. 供應商提交調查測試報告
改善階段	6. 訂定削減計畫進行改善
	7. 建立限用物質含量資料庫
	8. 限用物質切換期控管
標準化階段	9. 零組件識別標示
	10. 批號追溯體系建立
	11. 管理系統文件製訂
稽核階段	12. 供應商外部綠色稽核
	13. 公司內部綠色稽核
	14. 管理階層審查及績效報告

資料來源：本研究整理

歐盟 RoHS 指令已對國內電子電機相關產業造成明確的衝擊，因而要讓業者瞭解如何為自己的企業建構綠色供應鏈管理系統，目的即是為生產「綠色產品³⁴」，除了把重點放在符合特定的環境規章，也許會是提升產業「綠色競爭力³⁵」的一個新契機。

³⁴ 內容參考同註 28，綠色產品，意指在其使用壽命完結時，其零件應可翻新、回收、再利用，或可妥善處置。

³⁵ 綠色競爭力，Michael Porter 於 1991 年提出環境管制可以提升國家競爭力的主張。

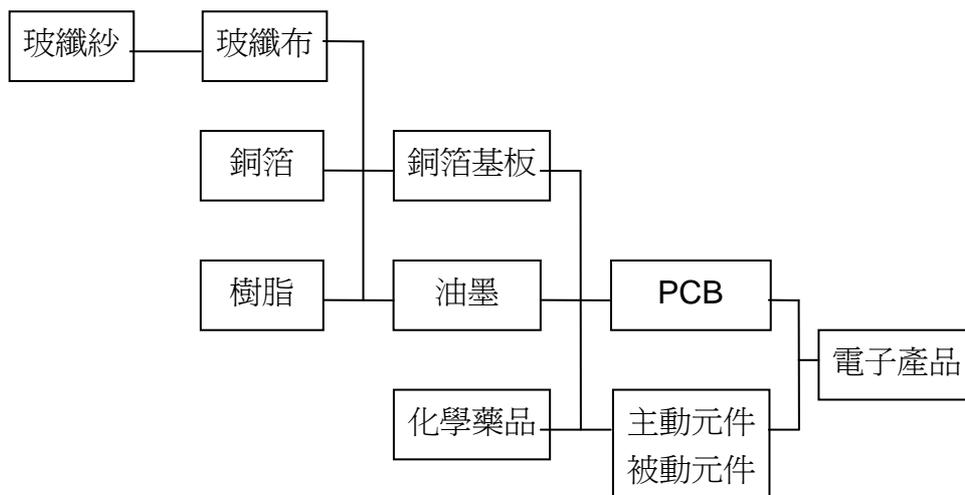
第三章 產業介紹與環境分析

本章第一節主要先介紹電子級玻纖紗產業，依序說明主要應用領域、製造流程、常見的形式與產品種類，並呈現該產業在 PCB 產業的現況與所處供應鏈位置，提供全球各地區玻纖紗的產量分析與供應商市佔分析。第二節介紹綠色法規驅動下的技術發展趨勢，此波環保浪潮使得環保基材及環保製程之開發格外受到各界矚目。第三節則是介紹因應 RoHS 指令我國電機電子產業的因應措施，有關相關配套措施，許多產業期刊都做了很多專題報導，從國內知名大廠的因應現況進一步瞭解綠色供應鏈的建立與管理。

第一節 電子級玻纖紗產業介紹

一、主要應用領域

電子級玻纖紗是印刷電路板(PCB)最上游之關鍵基材，在 PCB 產業供應鏈上，從最上游至 PCB，依序為電子級玻纖紗，玻纖布，銅箔基板等產業。下游的產品應用主要在通訊電子設備、消費性電子產品、電腦、事務性機器，及汽車、航太等工業用途³⁶。圖 3-1 為印刷電路板上下游供應鏈。



³⁶ 內容參考陳壁程，《電子級玻璃纖維紗產業之經營策略分析-以外商在台子公司之經營策略探討為例》，(台北：國立台灣大學國際企業管理組研究所論文，2006年)，頁 24-27。

圖 3-1 印刷電路板上下游供應鏈

資料來源：工研院 IEK-IT IS 計劃，建華研究處整理(2006)

二、製造流程

電子級玻纖紗主要原料來自各類不同礦砂所組成，經高溫熔成玻璃液後，再抽成單纖直徑 3~9 μ m 所集合而成的玻纖紗束，具有良好的電氣絕緣特性。織成玻纖布，再加以銅箔及樹脂，製成銅箔基板，即為 PCB 所需的基板材料。簡述說明其製造流程如表 3-1。

表 3-1 電子級玻纖紗之製造流程

製程項目	過程說明
原料輸入	電子級玻纖紗之主要原料為礦砂，其中含矽砂、高嶺土、螢石、硼鈣石等，經自動秤重調配比例後，輸送至熔爐。
熔解過程	礦砂輸入熔爐，經高溫熔解成玻璃液體，由於使用燃油燃燒來提供熔解能量，燃燒後之廢氣須經廢氣處理系統過濾，才可排放至大氣，以符合政府法規要求。
拉絲過程	高溫玻璃液經過白金漏板及拉絲機，在不同組合之生產條件下，抽製成不同直徑的玻璃纖維，為確保多數單纖合成束，在後製程所須加工之特性要求，拉絲製程須施以漿料（副原料），加強絲束之集束性。流失的漿料，需經廢水處理系統過濾後，才可排放以符合政府法規。
乾燥製程	拉絲後之半成品—絲餅，仍含水份，須經適當乾燥才可至下個製程加工。
捻線製程	絲束為加強其整體性，以降低下游布廠之加工缺陷發生，須施以適當捻度進行加工。
成品檢驗	捻線製程後，即為成品，由於電子級玻纖之品質要求十分嚴格，部份品質要求，甚至必須進行全檢。
包裝出貨	合格之成品，經裝箱後運送至客戶端。

資料來源：陳璧程(2006)

圖 3-2 是玻璃纖維紗的產品製造流程圖示，配合上述的製造流程將更加容易清楚瞭解。

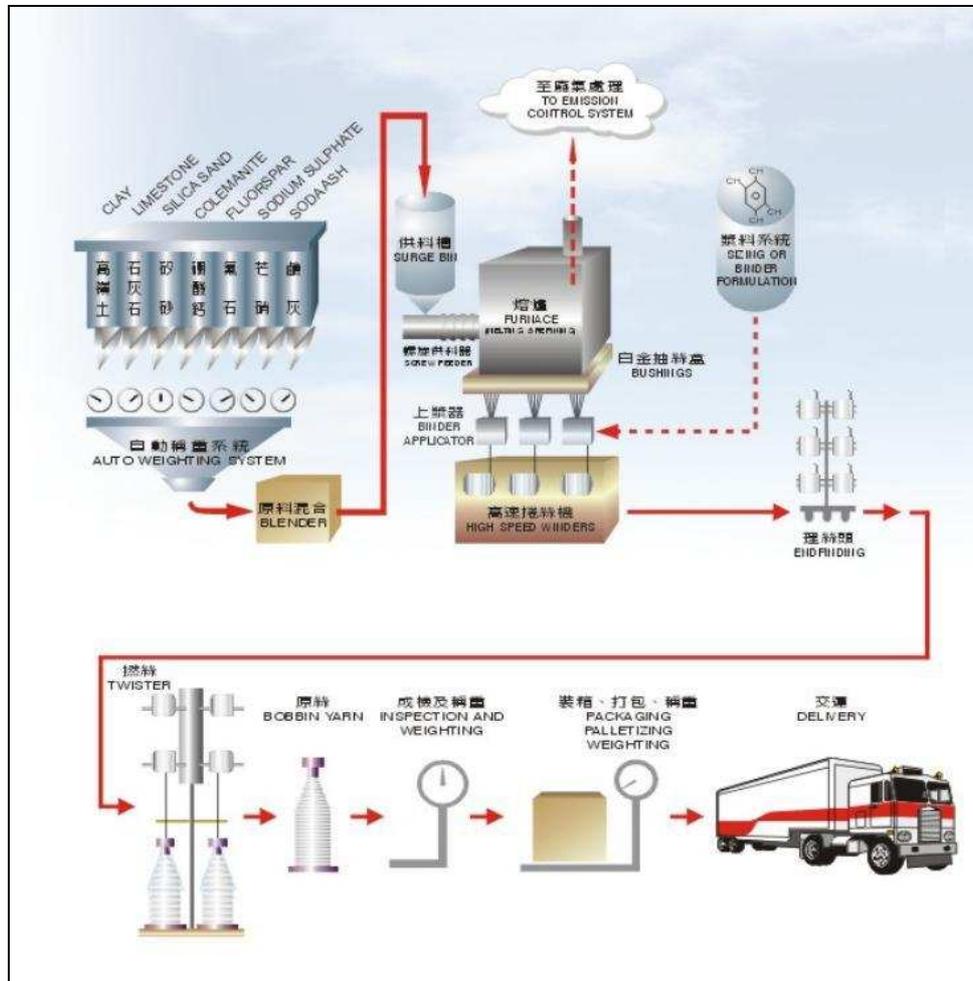


圖 3-2 產品製造流程圖

資料來源：〈產品製造流程圖〉，《<http://www.ffg.com.tw>》。

三、產品種類與規格介紹

玻璃纖維的種類依其成份、型式、終端成品形態等區分，其常見型式與產品種類如下表。

表 3-2 玻璃纖維的型式與產品種類

<p>1. 玻璃纖維紗(glass yarn)</p> 	<p>絲餅經烘乾後，以捻絲機將絲束股捻絲 (twisting)而製成玻璃紗。</p>
<p>2. 玻璃紗束(glass roving)</p> 	<p>將玻璃纖維股併股成一定 TEX 數的紗束，稱為玻璃紗束，若於拉絲後直接併股成紗束，則稱為直捲式紗束。一般用於纏繞法及拉擠成型法的複材製造。</p>
<p>玻璃纖維布(glass cloth)</p> 	<p>將玻璃纖維紗(yarn)經編織後可形成玻璃纖維布，目前玻璃纖維布應用最多是製成環氧樹脂的印刷電路板。</p>
<p>切股纖維(chopped glass fiber)</p> 	<p>一般將玻璃纖維股可切成 3 公分大小，可用作強化塑膠製品的強化填充料。</p>

資料來源：本研究整理

本研究主要探討的是電子級玻璃纖維紗，常用的電子級玻纖紗產品以單纖直徑(μm)和基重（每 1000 米之重量）作分類，由於每束玻纖紗具有的單纖條數不同，同樣單纖直徑的紗則又會再以此區分。一般而言，G75/67 以上稱為粗紗，E 級含以下統稱細紗。目前市場用量以粗紗為最大宗，主要用於電腦產品。細紗則主要是用在手機及其他較為輕薄短小的高階電子產品。詳細產品項目表³⁷如表 3-3。

表 3-3 電子級玻纖紗產品項目表

產品	單纖直徑(μm)	基重(g/1000m)	分類
G37	9	137	粗紗
G67	9	74	
G75	9	68.7	
G150	9	33.7	
E110	7	45	細紗
E225	7	22.5	
D450	5	11.2	
D900	5	5.6	

資料來源：陳壁程(2006)

四、電子級玻纖紗在 PCB 產業的供應鏈分析

電子級玻纖紗是印刷電路板(PCB)產業最上游之關鍵原料，PCB 向來被稱為電子工業之母，在電子系統產品中，扮演連接各類電子零組件、電氣通導及支撐的作用，是電子產業不可缺少的重要零組件之一，對於所有電子電機產品，如同人體的血脈，負擔起傳輸電訊與承載重要主被動元件的重要任務，台灣 PCB 產

³⁷ 內容參考陳壁程，《電子級玻璃纖維紗產業之經營策略分析-以外商在台子公司之經營策略探討為例》，(台北：國立台灣大學國際企業管理組研究所論文，2006 年)，頁 27。

業的發展已有 35 年的歷史，在國內上下游及相關產業緊密配合之下，整體產業的發展甚為快速，在全球 PCB 產業中一直佔有舉足輕重的地位，為使更容易瞭解電子級玻纖紗在 PCB 產業的供應鏈位置為何，藉由以下供給鏈結構圖 3-3 說明。

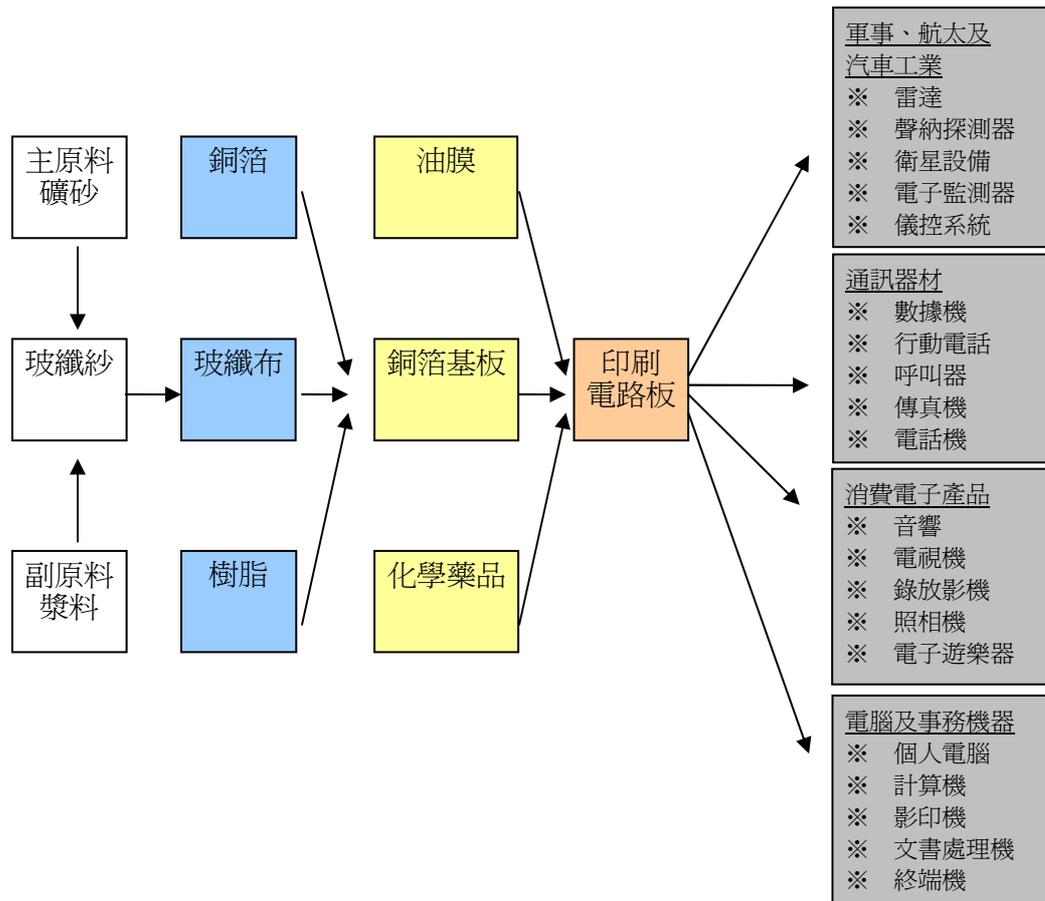


圖 3-3 印刷電路板產業供應鏈圖

資料來源：陳璧程(2006)

用於製作電路板的基材是利用多張的膠片與銅箔壓合所製成，膠片就是包含編織的玻纖布浸潤環氧樹脂系統所製作出來，玻纖布是由玻纖紗編織而成，特別製作用於電子產業，具有高耐熱性、低吸濕性與優異的電氣性質。單一束連續的玻纖紗依據規格做出扭轉的紗股並裝置在線軸上，線軸紗經過整紗處理，之後經

過織布機以特殊的梭進行緯（紗通過玻纖布寬度方向）與經（紗通過玻纖布長度方向）穿梭，然後產生最終產品玻纖布。

電路板玻纖布的市場需求，是由基材製造商所生產的基材與膠片所決定。如以玻纖布的面積表達，2006 年是年產量十六億兩千九百萬平方米，若是產值則為十億三千七百萬美元。用於製作電路板基材製造最為普遍的材料是 7000³⁸ 系列的 7628 玻纖布，這類型的玻纖布也是由較粗的玻纖紗(G75³⁹)所製成，具有整體厚度 0.15mm 是生產電路板基材最廉價的玻纖布。其它 1000 與 2000 系列的玻纖布是較高成本而且使用比較細的玻纖紗(E225 與 D450)來製造，因此產出較薄的材料厚度，此類產品需求在成長中，而且趨勢應該會持續⁴⁰。

全球電子級玻纖紗至 2006 年年產能統計約為 54 萬噸，由下表換算台灣產能 21 萬噸，中國大陸約為 27 萬噸，日本和美洲為約 6 萬噸。由下表 3-4 可看出台灣在 2006 年玻纖紗產能佔全球 39%，兩岸產能佔全球 88.9%。

表 3-4 2006 全球各地區玻纖紗產能分析

生產（年）		2006
重量（噸）		541,000
依據地區（面積）	美洲	5.5%
	歐洲	0.0%
	日本	5.5%
	中國大陸	49.9%
	台灣	39.0%
	其他地區	0.0%

資料來源：Prismark, TPCA(2007)

³⁸ 台灣目前最常用玻纖布的規格有 7630、7628、1500、2116 等，7628 為目前台灣用量最大、最廣泛的材料，多應用於製造 4 層板；1000 與 2000 系列用於製造 6 層以上較厚的電路板。

³⁹ 參考表 3-3 電子級玻纖紗產品項目表說明

⁴⁰ 內容參考台灣電路板協會編輯，《電路板材料供需分析與技術發展趨勢》（桃園市：台灣電路板協會，2007 年），頁 76-80。

台灣電子級玻纖紗重要供應商為南亞、台玻、福隆、富喬與大強森⁴¹。南亞產能最大，約佔 41%。南亞集團從電路板、銅箔基板、玻纖布與玻纖紗，都有相當規模之生產，是十分完整的垂直整合生產規模。大部份玻纖紗為供應內部，少部份才賣給其他布廠。台玻的在台產能比率排第二位為 25%，也同時具有相當規模的玻纖布生產，生產的玻纖紗也是主要供應內部生產使用。產能比率排第三的是富喬公司，成立時間較晚但熔爐的產量大。福隆公司是日商投資的子公司，部份玻纖紗主要供應同為日資在台灣與澳門設立的玻纖布廠，其餘產量大部份也在兩岸銷售。大強森公司則原本是生產工業用紗，因近年有玻纖布廠德宏公司入主 75% 的股份，使得該公司也轉型到電子級玻纖紗。由上述台灣電子級玻纖紗產業的市場概況，垂直整合的企業型態在電子級玻纖紗與布的產業中是常見的作法。

這個市場的技術發展比較集中在利用玻纖紗製造玻纖布能否保持穩定的品質與良率，並且因應電路板細緻結構的需求與高密度技術的發展，未來開發更高階的產品是必要的，以因應電子電機產品設備的需求。

第二節 綠色法規驅動下的技術發展趨勢

RoHS 指令這股綠色風暴不僅來自歐盟，未來美、日等先進國家也將陸續跟進，在眾多知名國際大廠紛紛訂定所屬供應商產品的有害物質成份管制規範，並導入綠色供應鏈，國內技術單位如台灣區電機電子工業同業公會與台灣電路板協會，也就其專業知識提供產業界相關因應資訊。而歐盟環保指令其目的是在針對廢棄污染源頭下手，希望在產品製造階段便限制有害物質的使用，以減少製成後對環境的傷害。許多美日知名大廠包括 Sony、NEC、IBM、HP、Dell 等企業已陸

⁴¹ 內容參考同註 37，頁 46。

續制訂「綠色採購規範」，來對其供應商的產品中所使用的有害物質成份加以嚴格把關。

RoHS 指令中規定的限用物質目前存在於許多電子產品中，如主機板、印刷電路板、機上盒等，多半使用鉛來進行銲接，LCD 面板的背光源冷陰極管就含有汞原料，所以如果相關業者不改採取無鉛、無汞或無鎘等製程，這些產品在 2006 年 7 月以後將無法外銷歐陸，即使運到當地海關仍舊會被打回票。有鑑於歐盟環保指令實施將會影響我國眾多輸出的電機電子產品，經濟部工業局從 2003 年開始，就針對歐盟電機電子環保指令對國內產業界可能引發的衝擊，進行相關的資訊擴展和技術輔導工作⁴²。

爲了創造綠色產業新契機，經濟部技術處進行寰淨計畫⁴³（G 計畫）以推動綠色供應鏈電子化，將輔導案分爲 3 種類型：第 1 類是強化系統中心廠之綠色設計與管理能力，並藉由中心廠機制來輔導中小型供應商以符合歐盟綠色規範，進而成爲綠色零組件供應商。第 2 類輔導提案是透過國內驗證機構，例如台灣檢驗科技公司與財團法人電子檢驗中心等，規劃建立與國際接軌的行業別的綠色產品產業標準與驗證程序標準，以解決國內廠商所面臨國際多項綠色規範之困境。第 3 類則是綠色材料與元件驗證資料庫，由電機電子工業同業公會提出，針對綠色產品與綠色零組件以建立與國際連結之資料庫，可透過國際合作與展示來增加國內綠色零組件供應商的商機。

在永續產業發展雙月刊第 27 期〈因應 RoHS 指令之相關資訊擴展與技術輔

⁴² 內容參考丁執宇採訪；張苑倫撰文整理，〈因應 RoHS 指令之相關資訊擴展與技術輔導〉，《永續產業發展雙月刊》，第 27 期，2006 年，頁 38-40。

⁴³ 由經濟部所推動寰淨計畫（G 計畫），94 年 7 月 27 日起正式宣佈啓動與成立。目的爲協助業者進行綠色供應鏈整合，化危機爲轉機，期能帶動新一波的綠色產業新契機，加強台灣綠色電子產品或元件之綠色競爭力。

導) 有關「無鉛銲接技術尚待克服⁴⁴」這個主題中提到，在 RoHS 指令中最核心也最困難的一個區塊，就是關於無鉛製程應用技術與驗證，各種行業使用鉛的歷史已有千年之久，目前全球年用量約在 500 萬噸左右，其中 81% 是用在蓄電池，其次是氧化鉛白色塗料與武器，約佔 10% 左右，這是最大宗用鉛的部份。而真正用在電機電子產品的銲接部份，雖只佔了 0.49%，但由於散佈範圍很廣，又不易回收與再利用，因此還是會造成相當程度的污染危害。以電路板而言，RoHS 指令禁止鉛使用的規定定會有改變銲接技術的需求，牽一髮動全身，接下來對整體電路板的材料與製程會造成巨大衝擊。台灣電路板協會技術顧問白蓉生便指出，台灣印刷電路板組裝跟封裝業上下游皆高度相連，「一旦受害的話大家都會被影響到」。

延續上述課題，南亞塑膠梁哲瑋⁴⁵在電路板會刊第 35 期探討有關「無鉛製程時代如何選擇適當板材因應高溫組裝需求」提到，由於世界環保意識高漲，歐盟 RoHS 指令已於 2006 年 7 月 1 日實施將鉛 (Pb)、汞 (Hg)、鎘 (Cd)、六價鉻 (Cr⁶⁺)、多溴聯苯 (PBBs)、多溴化二苯乙醚 (PBDEs) 等六種有毒物質列入禁用物質並開始執法，致使過去 PCB 組裝用的錫鉛銲料轉用為目前較通用的錫銀銅合金銲料，無鉛銲料其熔點、回銲溫度、波銲溫度較錫鉛銲料高 20~30°C 以上，加上無鉛銲料沾錫性較差，一般組裝業者會調高熱量以改善加工性，因此對於現有的玻纖環氧基板(FR-4⁴⁶)板材耐熱性無非是一項嚴酷的考驗。然而 PCB 業者的因應方法是傾向選擇不同性質的硬化板材來取代過去傳統高耐熱板材的觀念，然而新的解決方案衍生新的問題，實際使用上卻發現了以下問題待解決。

(1) 板材價格較高

(2) PCB 加工成本上升

⁴⁴ 同註 42，內容參考頁 41-43

⁴⁵ 內容參考梁哲瑋，〈無鉛製程時代如何選擇適當板材因應高溫組裝需求〉，《電路板會刊》，第 35 期，2007 年 1 月，頁 51-57。

⁴⁶ 玻纖環氧基板(FR-4)是電路板產業用來製產品最普遍選用的材料，應用於電腦、通信、汽車與工業用途。主要是以編織的玻璃纖維布浸潤環氧樹脂所製成。

(3) PCB 加工條件須重新評估

然而板材物性愈佳，經過無鉛高溫銲接製程則愈安全，成本也相對愈高，如何選擇適當的板材成了 PCB 業者要努力的方向，除了須符合客戶的實際需求外，尚且考量業者本身的製程能力。

陳潤明(2007)⁴⁷在探討綠色法規驅動下的電路板技術趨勢透析說明了，PCB 產業所要面對的綠色技術，基本上無鉛焊料替代與不含氯溴系耐燃劑，其中無鉛焊料會造成連帶其週邊電子零組件也受影響，不論是板材或者製程中所用的化學品也需要重新評估。圖 3-4 是將無鉛焊料會造成電路板和週邊電子零件的影響，彙以綠色技術交叉分析，所得到無鉛技術圖。

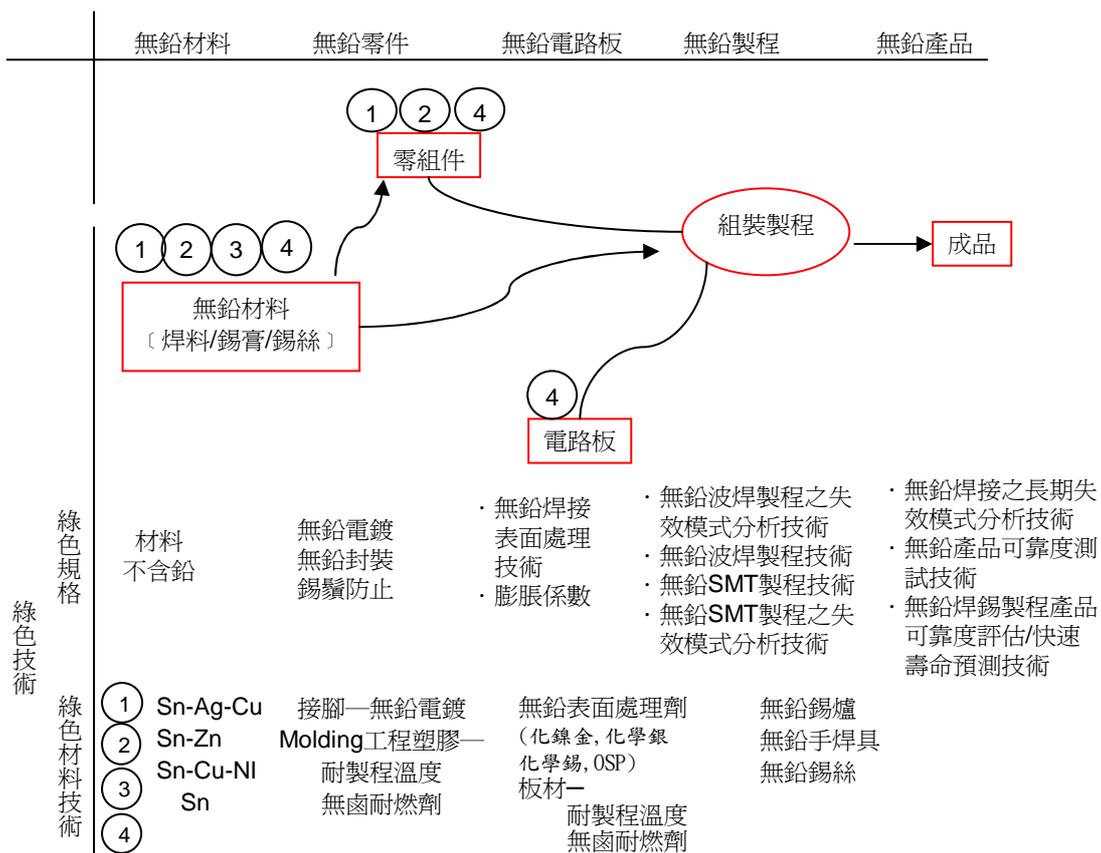


圖 3-4 電路板及其周邊零件的無鉛技術規格

資料來源：陳潤明(2007)

⁴⁷ 內容參考陳潤明著，〈綠色法規驅動下的電路板技術趨勢透析〉，《電路板會刊》，第 37 期，2007/Q3，頁 41-56。

另外以下表 3-5 則是針對板材的綠色技術需求作一整理，其中我們可以發現與玻纖產業息息相關的就是「玻纖環氧基板」，這也是目前電路板所使用之基板，最為普遍也是使用量最大的一種，未來的綠色技術需求則是在於避免無鹵耐燃劑或添加劑及耐無鉛的高溫製程，在在都是為了符合 RoHS 指令的限用有害物質，以減少日後對環境造成有毒污染的影響。

表 3-5 電路板用基板材料之種類別與綠色技術需求

電路板基板材料種類	基板材料細分	綠色技術需求	備註
紙基材銅箔基板	紙基材酚醛樹脂銅箔基板(非耐燃板, XPC) 紙基材酚醛樹脂銅箔基板(耐燃板, FR-1) 紙基材聚酯類銅箔基板 紙基材環氧樹脂銅箔基板	無鹵耐燃劑或添加劑避免； 耐無鉛高溫製程 無鹵耐燃劑或添加劑避免； 耐無鉛高溫製程	多為單、雙面板，應用於音響、電視等民生用品類
複合基板	Composite 銅箔基板(CEM-1) Composite 銅箔基板(CEM-3)	現階段無	應用於民生用品類
玻纖環氧基板	玻纖布含浸耐燃環氧樹脂銅箔基板(FR-4) 耐燃性玻纖環氧樹脂銅箔基板(FR-5) 玻纖布 含浸 Polyimide 樹脂銅箔基板 含浸 Teflon(PTFE)、樹脂銅箔基板(BGA Package)	無鹵耐燃劑或添加劑避免； 耐無鉛高溫製程(貼合劑耐溫；板材膨脹性) 無鹵耐燃劑或添加劑避免； 耐無鉛高溫製程耐溫；板材膨脹性) 無鹵耐燃劑或添加劑避免； 耐無鉛高溫製程(貼合劑耐溫；板材膨脹性)	屬硬板，為目前台灣使用量最大的一種基板，以環氧樹脂(Epoxy)為主，多為雙/多層板
軟/硬板	Polyester Base 銅箔基板(軟板) Polyimide Base 銅箔基板(軟板) Polyester 或 Polyester 銅箔基板(軟硬板)	現階段無	軟板屬補強材料，若與硬板結合可承載更多的元件，如 Note Book
陶瓷基板	氧化鋁基板、氮化鋁基板、 碳化矽鋁基板、低溫燒結基板	基板材料無鉛化	日本富士通的 62 層板即以此種新式材料為主
金屬基板 熱塑性基板	金屬 Base 基板、Metal-Core 基板 耐燃性可塑性樹脂銅箔基板 PTFE 基板類 Aremide 聚亞醯胺銅箔基板(導電性低，較易加工)	現階段無 無鹵耐燃劑或添加劑避免； 耐無鉛高溫製程(貼合劑耐溫；板材膨脹性)	屬散熱或高密度構裝基板介電係數低，適用於無線傳輸，性質較韌，故在加工中如鑽孔或熱製程中會較困難

資料來源：陳潤明(2007)

環保法規本著 2 大基本觀念：降低或消除危害物質的使用，以產品使用後的回收再利用。歐盟 RoHS 指令便是針對危害物質加以規範，雖然目前替代技術仍存在一些急須解決的問題，這些尚需要投入相當的時間、經費與人力去完成。以

我國是電子產業的發展重地，林馨如(2006)⁴⁸認為我國也應如同歐美與日本般大規模投入製程研究，以能在開發技術迎頭趕上。

第三節 因應 RoHS 指令我國電機電子產業的因應措施

本章節將探討在因應 RoHS 指令下，我國電機電子產業的因應措施，以國內知名大廠華碩與宏碁的因應策略與行動，來瞭解綠色供應鏈的建立與管理。

一、華碩電子

台灣電機電子產品在 2005 年輸歐出口值約 2,334 億元，身為台灣電子產業中輸歐貿易額第一的企業，華碩早已主動地將綠色風暴轉化為綠色商機，華碩在四年前就開始進行「無鉛無鹵素環保型主機板」研究計畫⁴⁹，以前瞻性眼光投入綠色研發；同年在接下 Sony PS2 訂單後，便積極推動綠色供應鏈管理，並針對 17 萬 3 千多顆零件與 9 百多家上游供應商展開管理工作。由於其產品線及供應商數量之多，在導入綠色產品管理系統相當難，如果這些零組件材料在組裝成產品後於進入歐洲或其他地區被檢測出存有有害物質時，所損失的不只是巨額罰款，甚致於連帶的商譽及商機，因此建立綠色供應鏈管理系統，是相當迫切的工作。

華碩的綠色產品系管理系統架構分為「系統驗證」與「產品驗證」，所有供應商必須通過系統驗證才能成為合格的供應商名單，供應商須出示保證書、第三公正單位檢測報告及可靠度檢驗等資料，其材料、製造地、製程上的任何變更都必須通報，透過綠色採購來確認供應商品質及能力。在「產品驗證」方面，必須

⁴⁸ 同註 18 內容參考頁 58。

⁴⁹ 內容參考張苑倫著；楊致行採訪，〈華碩與宏碁因應 RoHS 之策略與行動〉，《永續產業發展雙月刊》，第 27 期。2006 年，頁 14-17。

備有不禁限用物質的「不使用證明書」，其次是備有表列零件成分與第三公正單位的測試報告，並滿足 GA⁵⁰ component 無鉛與耐熱調查檔案，共通過 3 個 RoHS 驗證標準流程才予以核准。

目前所有相關產品皆已開始導入 RoHS 流程，並有專門生產線與專區域管理，也以取得 Sony GP 與 Samsung Eco-partner 的綠色產品環保認證。在對外公開的 Green ASUS 網站分享各項相關訊息與環境報告給社會大眾，善用 E 化平台與教育訓練系統來分享資訊，以強化員工對歐盟環保標準的瞭解。

二、宏碁電腦

已在 2005 年躍升為世界第 4 大 PC 品牌的宏碁，除追求擴大事業版圖外，更致力於企業所應肩負的社會責任與永續發展。宏碁於 2004 年由董事長親自領軍，組成環境管理團隊並成立宏碁環境管理委員會，以 4 大面向構成宏碁的環境管理架構⁵¹，著重產品設計、溝通、回收與再使用、環境管理系統。「產品設計」上配合市場與能源需求，設計減少能源消耗與減少有害物質使用的產品；「溝通」則是重視資訊揭露與各地的法規調查；「回收與再使用」是減少廢棄物產生與產品後續的回收計畫規劃；「環境管理系統」則廣泛涵蓋了法規資訊的持續追蹤與更新、供應鏈管理、風險管理與員工的教育訓練等面向。

爲了積極因應 RoHS 指令，宏碁由資訊產品事業群負責，成立 26 人環保小組，以兵分兩路分工，在歐洲調動 12 人專門對於歐盟各國的法規進行研究與瞭解，在台灣成立環安小組，針對各產品線與關鍵元件的供應商進行宣導溝通、製程原物料轉換與確認的工作。在對於化學物質的使用相當謹慎，並且嚴格要求供

⁵⁰ GA, Green ASUS, 是華碩於 2004 年爲推行綠色產品制度所成立的綠色華碩計畫。

〈<http://green.asus.com/chinese/default.aspx?page=post11&Idno=17>〉

⁵¹ 內容參考 Globe Acer, 〈宏碁環境管理團隊〉,《永續宏碁/ISO 管理系統/》。

〈http://global.acer.com/t_chinese/about/sustainability06.htm〉

應商限用或禁用列管之有害化學物質，宏碁內部自 2006 年第 2 季起設定所有產品將全面符合 RoHS 指令的目標，而宏碁也是目前世界前 5 大電腦品牌商中，第一個承諾停止使用有毒物質的廠商。

除 RoHS 指令所列 6 項有害物質進行規範外，更包括蒙特婁公約所規範的氟氯碳化合物(CFC)等物質。另外在電池與包裝材料的使用方面亦有相關的規範，由可見宏碁自我要求的嚴格程度，不只以滿足法規要求，更是要以對環境友善為優先。

隨著全球環保意識抬頭，對於供應商管理的機制也必須開始納入，宏碁對供應商採取「同一家公司⁵²」的理念，認為供應商乃生命共同體，因此，抱持著一同努力達成目標的信念，由宏碁設定目標，供應商來提出執行方案，展開綠色供應鏈之建置，包括綠色產品規範的審視、綠色採購系統、綠色元件資料庫的建立、供應商綠色稽核管機制的實行。

因應 RoHS 指令，宏碁將供應商依類型分為主要元件供應商(key component vendor)與系統供應商(ODM vendor)來進行管理。主要元件供應商須提交符合 RoHS 之測試報告與保證書；系統供應商則須進行系統稽核管理與製程稽核管理（其中包含無鉛製程之相關規範），並要求系統供應商簽訂 RoHS 指令符合性聲明書(RoHS declaration)。產品除了要符合環保法規也同時要能兼顧品質的穩定性，否則不穩定的產品將導致耗用更多的資源去進行維修，反而會失去環保的主要精神。

由於目前部份條文不明確、綠色供應鏈體系建立的不易、替代性技術的成本增加、穩定性的評估等許多問題，如何有效掌握資源，避免盲目投入的浪費與錯

⁵² 同註 49，內容參考頁 19。

誤投資，對於業者都是有者嚴峻的考驗。未來全球貿易將受到環保訴求的法規限制，已是不可避免的趨勢，在世界電子電機產品版圖中佔有重要地位的台灣，若不想從這場戰役中被淘汰出局，勢必遵循這股綠色風潮與國際接軌，從產品最上游的設計、採購、製程、生產、出貨銷售，乃至於後續的查核與服務等工作都必須落實綠色要求，從長遠的角度來看，如能儘快掌握綠化關鍵，為自己創造利基才能在競爭激烈的市場上開創出一片綠色榮景。

第四章 個案研究結果分析

本章第一節介紹電子級玻璃纖維紗 A 公司成立背景，第二節說明從原料到包材該產業在符合綠色法規之製程方面的探討，以確認對於歐盟 RoHS 指令的一致性。第三節介紹 A 公司在因應 RoHS 指令的推動過程，從訪談內容收集到客戶要求及相關文件規範，並導出現階段個案公司所面臨的綠色法規要求。第四節彙整以上論述及後續的研究報告提出未來可能面臨的衝擊。

第一節 個案玻纖紗 A 公司的背景簡介

個案玻纖紗 A 公司⁵³係由日商公司和美商公司各持 50% 合作投資成立，工廠位於台灣南部工業區，投資額新台幣 11 億元，該日商母公司是製造各種連續性玻璃纖維之專業公司，在玻璃纖維產業界立足悠久，以先進技術與優良品質聞名，同時擁有電子級及工業級玻纖布與紗廠。承接母公司之技術的 A 公司 1989 年開始生產營運，月產各級玻璃纖維紗 800 噸，以供應日商公司在桃園的玻纖布廠及土城的銅箔基板廠生產使用。1989 年以後，個案 A 公司積極展開擴產動作，第二條生產線已於 1995 年底舉行動土典禮，預計 1997 年 1 月投產，年產 1.15 萬噸，該項投資額約新台幣 12 億元，增產後年產能約達 3 萬噸，可充分配合玻纖布的需求。1999 年公司改組，由另一家也是擁有玻纖布廠的日商公司承購並取代原美商公司的股權成為純日資公司。對於個案 A 公司的投資方式，在產業供應鏈上也是達成某種程度的垂直整合，並與中下游結合成一完整的體系。

個案 A 公司歷年來產能擴充及不斷創新研發，主要生產粗紗（G75/67/150）及細紗（E225/110），除供應母公司外，另外也銷售到中國大陸及歐美，為目前

⁵³ 個案 A 公司資料係由訪談以及該公司網頁獲得，詳細訪談內容請參考附錄。

台灣主要前五大主要玻纖紗供應廠商之一。下表 4-1 是 A 公司的基本資料。

表 4-1 A 公司基本資料

項目	基本資料
成立時間	1988 年
資本額 (2007)	NT\$350,000,000
營業額 (2007)	NT\$1,400,000,000
主要產品	電子級與工業級玻纖紗
主要客戶	電子級與工業級玻纖布廠
業務型態	PCB 原料商
品質管理系統	ISO 9001 : 2000
生產基地	台灣

資料來源：本研究收集整理

第二節 電子級玻纖紗產業符合綠色法規之製程探討

關於電子級玻璃纖維紗的製程探討，從原料、副原料、成品、包材之成份分別探討說明。

1. 原料部份⁵⁴：矽砂、高嶺土、石灰石、硼鈣石、螢石、芒硝。

電子級玻纖紗（以下列表簡稱 E-Glass Fiber）由一定的原料成份規格組成，供應商可依據該產品中所含物質的成份規格表，來確認材料不含環境管理物質保證書中規定之禁用物質，如表 4-2。

⁵⁴ 電子級玻纖紗所使用的原料部份請參見本研究第三章圖 3-2 產品製造流程圖。

表 4-2 E-Glass Fiber 原料成份規格表

原料名稱 成份	高嶺土	硼鈣石	矽砂	石灰石	螢石	芒硝
SiO ₂ %	45%	10%	96%		4.5%	
Al ₂ O ₃ %	40%	1.6%	1.5%			
Fe ₂ O ₃ %	1.6%	1.8%	0.9%	0.9%		
TiO ₂ %	2%					
CaO%	2%	30%		65%		
R ₂ O%	2%					
B ₂ O ₃ %		45%				
Na ₂ SO ₄ %						90%
CaF ₂ %					95%	

資料來源：本研究收集整理

2. 副原料部份：澱粉、乳化劑（界面活性劑）、潤滑劑。

副原料又稱漿料⁵⁵，目的為使自熔爐拉出的玻璃原紗增加強度應付接下來的高速製程，電子級玻纖紗所使用的漿料成份檢驗結果如下表 4-3。

表 4-3 副原料成份檢驗結果

副原料 測試項目	澱粉	乳化劑 (界面活性劑)	潤滑劑
鎘	n.d.	n.d.	n.d.
鉛	n.d.	n.d.	n.d.
汞	n.d.	n.d.	n.d.
六價鉻	n.d.	n.d.	n.d.
多溴聯苯	n.d.	n.d.	n.d.
多溴化二苯乙醚	n.d.	n.d.	n.d.

資料來源：本研究收集整理

⁵⁵ 內容參考 FIBRO 資訊網站首頁，〈染化資訊網-紡織概論〉，《染化雜誌社·染化資訊網站》，〈<http://www.dfm.com.tw/text/tb-size.htm>〉。

3. 產品部份：電子級玻璃纖維紗。檢測符合 RoHS 指令要求結果以下表 4-4 呈現。

表 4-4 電子級玻璃纖維紗檢驗結果

樣品名稱：電子級玻璃纖維

測試需求：參照 RoHS 2002/95/EC 及其修定指令要求

測試方法：參考 IEC 62321, Ed. 1 111/54/CDV 方法檢測

(1)用感應耦合電漿原子發射光譜儀(ICP-AES)檢測鎘含量

(2)用感應耦合電漿原子發射光譜儀(ICP-AES)檢測鉛含量

(3)用感應耦合電漿原子發射光譜儀(ICP-AES)檢測汞含量

(4)針對非金屬材質之樣品，用 UV-VIS 檢測六價鉻含量

(5)以氣相層析儀/質譜儀(GC/MS)檢測多溴聯苯和多溴聯苯醚含量

測試結果：如下表（單位：mg/kg）

測試項目	測試方法 (請參考)	結果	方法偵測極限值	RoHS 限值
鎘	(1)	n.d.	2	100
鉛	(2)	<20	2	1000
汞	(3)	n.d.	2	1000
六價鉻	(4)	n.d.	2	1000
多溴聯苯	(5)	n.d.	-	1000
多溴化二苯乙醚		n.d.	-	1000

備註：1. mg/kg = ppm

2. n.d. = Not Detected 未檢出

3. MDL = Method Detection Limit 方法偵測極限值

4. “-” = Not Regulated 無規格值

檢測結果：根據所提供樣品的測試結果，符合 RoHS(2002/95/EC)及其修定指令要求。

資料來源：本研究收集整理

從以上的檢測報告中發現在符合 RoHS 指令禁用六大項有害物質中，電子級玻璃纖維紗只檢測出含有一個項目，且皆符合歐盟 RoHS 指令的限值規範。

4. 包材部份：

(1) 紙製品：瓦楞紙箱、隔板。包裝用的瓦楞紙是工業用紙中最常見的一種。主要是由牛皮紙板、瓦楞紙板和箱板等幾種不同的紙板，通過黏合劑（如澱粉、聚乙烯醇）黏合而成。

(2) 塑膠製品：塑膠棧板、紗管、帽套、帽塞。以 PP（聚丙烯）為材質者，剛性佳、耐熱變形溫度高。

最終的包裝材料部份也是需要被規範的，因為這些送到客戶端的包材是不能成為對環境污染有害的廢料。玻纖紗成品是繞在一塑膠紗管管體，該紗管是紙箱裝載運送至客戶端，所有包材包括紙箱、隔板、紗管、帽套、帽塞，皆須提供生產工廠名稱，並且保證符合客戶所要求的產品環境管理物質保證書之規定。並且所有包材及其外包箱上所使用之印刷油墨，也必須符合歐盟 RoHS 指令。其規範表件如下表 4-5。

表 4-5 包材測試結果

供應商原物料環境管理物質不適用/禁用物質保證函

一、說明：為響應全球環境保護運動，本公司將致力推行整合環境保護理念，並因應歐盟國家 RoHS 相關法令要求自 2006 年 7 月 1 日起全面禁用環境管理物質，本公司擬請各原物料供應商提供以下之環境物質項目之檢測報告，檢測報告需相關具 ICP 檢驗能力合格檢測機構之報告為準。

二、測試項目：瓦楞紙箱、隔板、塑膠棧板、紗管、帽套、帽塞。

環境管理物質		允許含量限制	是否含有		檢測值
			是	否	
重金屬	鎘(Cadmium)及其化合物	5ppm 以下		V	
	鉛(Lead)及其化合物	100ppm 以下		V	
	汞(Mercury)及其化合物	不可含有		V	
	六價鉻(Hexavalent Chromium)化合物	不可含有		V	
有機氯化物	多氯聯苯(PCB)	不可含有		V	
	多氯化萘(PCN)	不可含有		V	
	氯代烷烴(CP)	不可含有		V	
	聚氯三聯苯(PCT)	不可含有		V	
	其他有機氯化物	不可含有		V	
有機溴化合物	多溴聯苯(PBB)	不可含有		V	
	多溴二苯醚(PBDE)	不可含有		V	
	其他有機溴化合物	不可含有		V	
三丁基錫化合物		不可含有		V	
三苯基錫化合物		不可含有		V	
石棉		不可含有		V	
特定偶氮化合物		不可含有		V	
甲醛		不可含有		V	
聚氯乙烯(PVC)及聚氯乙烯混合物		不可含有		V	
包裝材料中之重金屬(鉛,鎘,汞及六價鉻)總量		100ppm 以下		V	

備註：包裝材料（包含紙箱之印刷、油墨及標籤紙）其鎘、鉛、汞及六價鉻之總含量需低於 100ppm。

資料來源：本研究收集整理

綜合以上所述，電子級玻纖紗產業從製程到產品完成，從原料組成、副原料、成品檢驗及包材檢驗結果發現，並沒有使用 RoHS 指令中之禁用有害物質。

第三節 訪談個案 A 公司的推動過程及結果分析

本小節將闡述訪談 A 公司在導入 RoHS 的背景過程，並且從中接收到客戶的要求規範，反應出客戶要求正與知名大廠的綠色潮流是亦步亦趨，並且從訪談結果歸納出該公司目前在不同區域所面臨不同的要求規範。

1. 實施符合 RoHS 指令的背景

A 公司於 2005 年接到客戶橡樹公司發函為要求產品必須符合歐盟 RoHS 規範及 SONY 綠色環保體系，所有產品生產過程中所使用之原料須禁用有害物質，要求供應商（即 A 公司）配合回填「產品不含環境管理物質證明書（Certificate of Products Un-contained Environment Management Substances）」、「變更管理確認書（Confirmation Certificates of Modified Management）」、「原物料環境管理物質含量調查表（List of “Environment-related substances to be controlled（‘controlled substances’）”）」，以及須附 SGS 或其他具 ICP 檢測能力合格檢測機構之檢測報告。並且上述文件有效期限為一年，供應商 A 公司每年須重新提供。

因此首先依照其要求先填要求的調查表及確認書，並開始將產品送 SGS 台灣檢驗科技股份有限公司作檢測，將所得到的檢驗結果及保證書，再依據客戶要求作成書面回覆。在此之前已從各方管道得知 RoHS 指令的相關資訊，A 公司是直接由品證部門主管為此規範的專職負責人，也是對外各客戶的聯絡窗口，該位主管在接受外部訓練及瞭解法規後，有關 RoHS 規範的品質問題都由該位主管負

責回覆及確認檢測項目，而目前在 A 公司的 ISO 規範中，是於產品實現中加註條文。目前客戶的審查流程是先接收到客戶面的來函通知，再透過 SGS 的送檢檢測結果，而回覆給客戶以作為每次查驗的報告書回覆，過程中並無實地審查。遇到特殊客戶（即集團下游玻纖布廠）每年例行到廠稽核時，曾有建議是否未來將綠色需求導入 ISO，此歸屬於建議事項。以下圖 4-1 為 A 公司客戶對於 RoHS 指令書面資料審查流程。

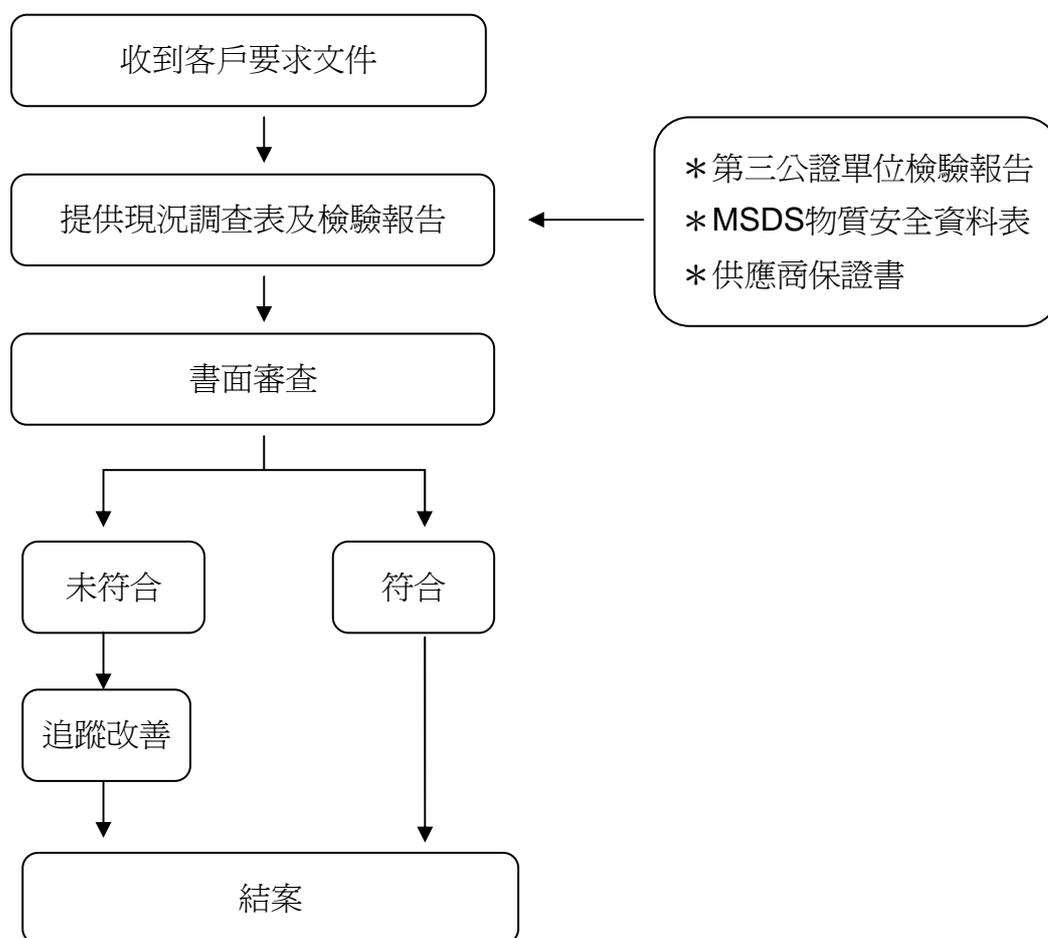


圖 4-1 A 公司客戶對於 RoHS 指令書面資料審查流程圖

資料來源：本研究收集整理

在對於供應商方面，是從 2006 年開始，部份要求供應商必須提供其產品符合 RoHS 規範的檢驗結果報告書，到 2007 年則是全面要求所有供應商，包含原

副物料，一定要檢附送 SGS 檢測並符合 RoHS 規範的保證書。此處提到的對供應商的檢驗流程是沒有實施的，而是由供應商自行提供書面報告，供料成本方面目前尚無因為該規範而被迫必須強制撤換的原物料，也就是說 A 公司所使用的原物料都符合 RoHS 規範，在用料沒有問題。

有關綠色採購的部份，A 公司尚未導入綠色採購並以此做為供應商評選的標準，另外在進料採購規範中也尚無因應 RoHS 規範而對進料檢驗或供應商有作新的加註條文。考量到未來如遇到某關鍵原料是必須轉換或取代，如此若未符合綠色供應商評選標準，則面臨到的轉換成本勢必相當的高。對於其內部製程方面，材料及半成品上經製造加工後，並不會產生殘留有害物質於產品上。檢驗流程和之前並無不同，製造成本方面並沒有因此項目增加或改變。

在定義綠色產品方面，A 公司並沒有對於本身產品作綠色產品（Green Product, GP）作定義規範及認證，由於該產業並非直接接觸到下游的 PCB 產業，且在對於受到 RoHS 規範項目中也並沒有大量及主要使用到其限制之有害物質，因此除針對客戶需求而將產品每年送檢，符合歐盟規範的驗證，尚無計劃要將本身產品導入到綠色產品的架構中。但配合某特定客戶需求，必須作出環保標示或合格標示，但特別聲明的是，該標章並不具有認證之意涵，而是專屬給該客戶內稽或內控流程使用，例如標示為 GP 產品，並不是 A 公司產品已做 GP 認證，而是單只售予該客戶時所做的最終產品出貨標示。

2. 客戶要求的規範及內容

A 公司的客戶所要求之規範內容皆為符合 RoHS 及其他規範所訂定之限制使用危害環境物質之證明書及管理要求，台灣橡樹公司是以因應 SONY 綠色環保體系及配合歐盟 RoHS 所以產品生產過程中所使用之原料須禁用有害物質。上海宏和除針對符合 RoHS 要求產品禁用有害物質，另外包含 SONY 環境管理物質

標準 SS-00259 (第 5 版) 及 EPSON 綠色採購基準之規定。另外建榮工業則是要
求符合 RoHS 規範中所規定含有禁止物限量之標準，以達到該公司訂定之綠色採
購標準。

由於因應這股綠色風潮，除了歐盟的環保相關指令外，歐美日各國以及許多
知名國際大廠也相繼量身訂作企業綠色採購規範，個案 A 公司所接收的客戶來
函要求有關 RoHS 指令及這兩個同為業界奉為綠色檢驗標準的相關內容，筆者在
第二章時已作介紹。

3. 訪談結果分析

在所有產業導入這股綠色供應鏈過程中，供應商扮演很重要的角色，因此身
處 PCB 產業最上游的玻纖紗產業，如果不能符合環保規範的各項要求，將面臨
失去市場的危機。以個案 A 公司來說，自 2005 年便開始陸續接到客戶的要求，
一直到 2006 年 7 月 1 日起 RoHS 指令正式生效後，客戶要求的規範每一家不盡
相同，所依循的法規也如前述有著 RoHS 指令、SONY Green Partner SS-00259 等。
以下就 A 公司在台灣、大陸及美國三地的客戶要求規範所做的比較分析。

(1) 台灣：橡樹公司

要求規範：RoHS 指令、SS-00259

文件需求：產品不含環境管理物質證明書、變更管理確認書、原物料環境管理
物質含量調查表、SGS 或其他具 ICP 檢測能力合格檢測機構之檢測報告（每年
提供一次）

產品是否貼上綠色標籤(GP Pass/RoHS Pass)：否

(2) 台灣：建榮工業

要求規範：RoHS 指令

文件需求：不適用／禁用物質保證函、環境管理物質作業查核表

產品是否貼上綠色標籤(GP Pass/RoHS Pass)：是（A 公司於 2006 年 6 月 29

日開始於產品外包裝上標示 GP Pass)，如圖 4-2。



(方形，綠底黑字)

圖 4-2 台灣客戶建榮工業要求的綠色標籤

(3) 大陸：上海宏和

要求規範：RoHS 指令、SS-00259、EPSON 綠色採購基準

文件需求：1. 產品中環境管理物質保證書

2. 環境管理物質不使用證明書（量產用）

3. 環境管理物質不使用證明書（原物料認可用）

4. 產品中所含物質的成分及含量表

5. 變更管理確認書

6. 供應商環境管理物質自我檢核表

7. SGS 檢驗報告（每年提供一次）

產品是否貼上綠色標籤(GP Pass/RoHS Pass)：是（要求於 2007 年 8 月 1 日
實施標示 GP Pass)，如圖 4-3。



(菱形，綠底白字)

圖 4-3 大陸客戶上海宏和要求的綠色標籤

(4) 大陸：建滔積層板

要求規範：RoHS 指令

文件需求：SGS 檢驗報告

產品是否貼上綠色標籤(GP Pass/RoHS Pass)：否

(5) 美國：BGF Industries, Inc.

要求規範：RoHS 指令

文件需求：1. RoHS Certification 2. Supplier Quality Survey

產品是否貼上綠色標籤(GP Pass/RoHS Pass)：否

(6) 歐洲：尚無接收到客戶要求

以圖 4-4 的說明可以更清楚得知不同區域的客戶要求與規範。

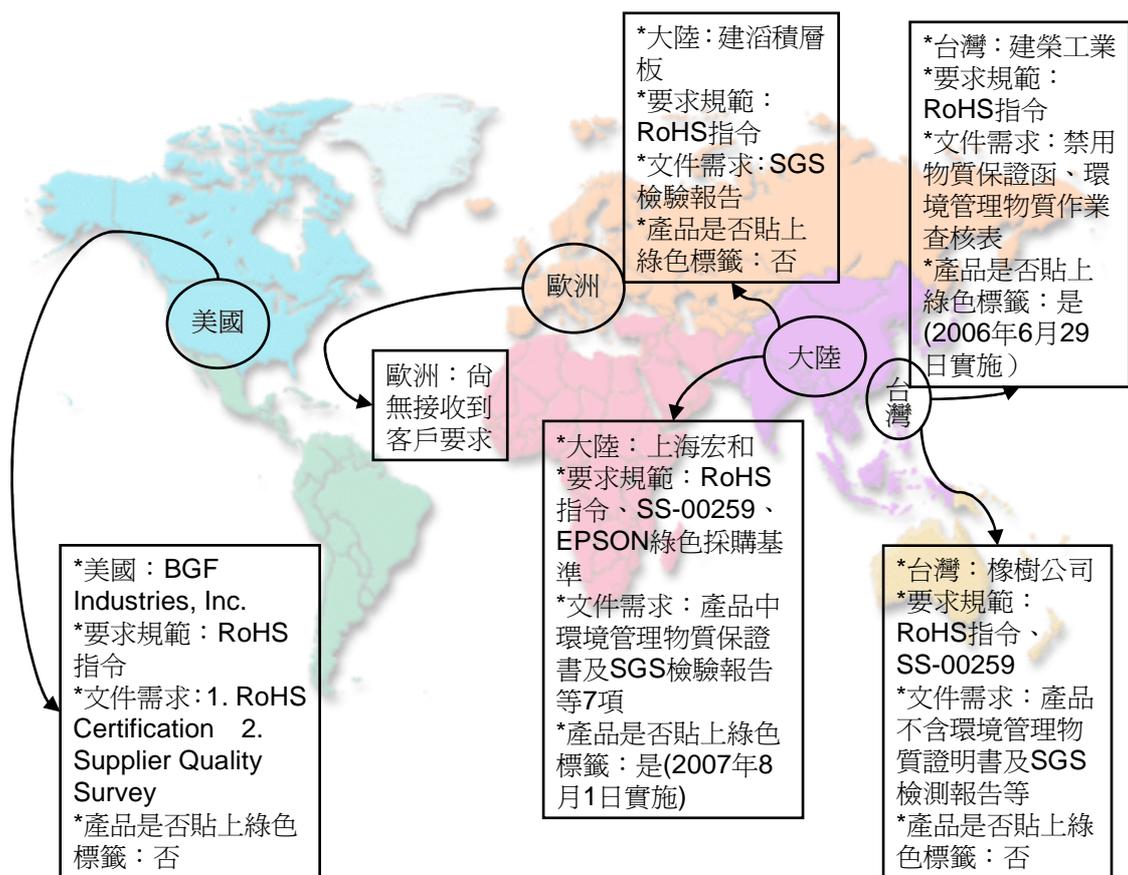


圖 4-4 A 公司的客戶要求規範比較

資料來源：本研究收集整理

由上圖 5 個客戶，3 個區域別所做的比較分析，可以發現玻纖紗產業所佔生產比例相當高的台灣與大陸，所對於該產業的 RoHS 指令的相關規範要求較嚴格，自原物料供應源頭開始，到整體成品外箱包裝，都要求符合禁用 RoHS 指令之有害物質，且貼上綠色產品標誌以確保所有過程都是有效進行。美國客戶目前只收到一家的要求回函，但較不似台灣或大陸方面的嚴格，另外 A 公司也有歐洲客戶，分別在法國與義大利，但這歐盟 RoHS 指令的起源地的客戶卻沒有要求須進行上述的環境管理物質相關證明文件，以及第三公證單位 SGS 的檢驗報告，更不用說須在外箱標識綠色標籤，此為在對於個案 A 公司的研究中，所發現的一點與預期的不同之處，因原本認為出口到歐盟國家所接收的要求規範應該會最為嚴謹。

第四節 未來可能面臨的衝擊

歐盟 RoHS 指令開始實行後，電子業從上游到下游全面檢視從生產→製程→成品，導入綠色生產為符合其規範，在前述第二節從電子級玻纖紗的製程去探討對於 RoHS 指令的符合性，第三節由訪談個案公司導入綠色供應鏈的過程，比較目前不同國家對於該產業的要求規範。由研究中的檢測報告得知現階段我國電子級玻纖紗在供應電子業上游原料時，是符合歐盟 RoHS 指令要求。

挪威原訂於 2008 年 1 月 1 日開始生效的 PoHS 法令⁵⁶，其涵蓋範圍比歐盟的 RoHS 指令更廣，明確規範 18 種必須排除的有害物質。主要與 RoHS 指令不同的有 3 點：

1. 挪威 PoHS 指令涵蓋範圍廣，包含所有消費性產品；歐盟 RoHS 指令僅限

⁵⁶ 內容參考科邁斯集團網站，〈挪威 PoHS 法令〉，《科邁斯集團-產業知識庫》。
〈<http://www.techmaxasia.com/index.php/articles/detail/1196063381>〉

電子電機設備。

2. 歐盟 RoHS 指令限制物質 6 項，挪威 PoHS 指令 18 項，其中只有鉛(Pb)與鎘(Cd)兩項限用物質相同。

3. 兩者限制值不同，歐盟最低限值 100ppm，挪威 PoHS 指令最低限值 10ppm。

世界各國陸續訂定相關環保法規，國際大廠如 Dell、Apple、HP、AMD 等也聲明自 2008 年開始導入無鹵素材料。依據國際電工委員會(IEC)對無鹵素定義(IEC 61249-2-21:2003)⁵⁷：

氯(Cl)：最大限量 900ppm

溴(Br)：最大限量 900ppm

總體鹵素 Total(Br+Cl)：最大限量 1500ppm

國際大廠規範—Apple Halogen-Free Specification(069-1857-B)⁵⁸針對無鹵素定義同上述 IEC 規範內容，Dell Halogen-Free Guideline(A01-00)⁵⁹規範：氯(Cl)最大限量 900ppm，溴(Br)最大限量 900ppm，預計在 2009 年全面導入無鹵。AMD Halogen-Free Material Requirements⁶⁰也是同 IEC 61249-2-21 對於無鹵素材料的規定。Acer 的 HSF Plan⁶¹在溴化阻燃劑(BFRs)和聚氯乙烯(PVC)規範所有產品與零組件最大限量 1000ppm，於 2009 年逐步實行。JPCA(日本電路板協會)定義無鹵的銅箔基板(CCL, Copper clad laminate)氯與溴含量要小於 900ppm，總量不超 1500ppm⁶²。由於以上國際大廠的規範發現無鹵素將逐漸成爲未來綠色電子的標

⁵⁷ 內容參考 SGS Hong Kong Limited, 2007-10, 〈Halogen Free 無鹵素〉, No. 10/07/EE/01, 〈http://www.hk.sgs.com/halogen_nov.pdf〉。

⁵⁸ 內容參考 SGS 台灣檢驗科技股份有限公司, 〈鹵素檢測服務〉, 《SGS 台灣檢驗科技股份有限公司》。〈http://www.tw.sgs.com/zh_tw/7.3.7_halogen_price_list_20071130.pdf〉

⁵⁹ 同註 58

⁶⁰ 內容參考 Steven Lee, Raj N. Master, 〈AMD Green Strategy〉, 《International Microsystems, Packaging, Assembly and Circuits Technology (IMPACT) conference》, 2007/10, 〈<http://impact.itri.org.tw/2007/Files/NewsFile/20071016181313.pdf>〉。

⁶¹ 同註 51, 內容參考 Globe Acer, 〈HSF 計畫〉, 《永續宏碁/產品環境管理》。〈http://global.acer.com/t_chinese/about/sustainability31.htm〉

⁶² 內容參考 JAPAN PRINTED CIRCUIT ASSOCIATION, 2003, “TEST METHOD FOR

準規格，而筆者在個案 A 公司的訪談研究中對於玻纖布客戶在產品無鹵素的規定也已經開始規範，建滔積層板公司⁶³在其產品技術資料文件中，也載明該產品無鹵環保玻纖布覆銅層壓板的特點為：

- 無鹵素，不使用任何溴系阻燃劑，溴和氯含量分別小於 0.09%，總含量低於 0.15%。
- 不含鎘，燃燒時不殘留有毒成分。
- 加工性能及其它性能與普通玻纖環氧基板(FR-4)相當。

現階段電子級玻纖紗產業在無鹵素材料的定義下，是符合 IEC 的要求。但在未來環保法規的發展趨勢，鹵素元素中的氟(F)元素可能面臨到更嚴苛的要求。在投入電子級玻璃纖維紗生產的主要原料，其中有一項螢石⁶⁴或稱氟石 (fluorspar 或 fluorite)，這是一種天然礦物，比重 2.9-3.2，具有白，綠，藍紫多色透明的特徵，主要成份是氟化鈣(CaF₂)，能顯著地加速玻璃熔制。純的氟是淡黃色的有毒氣體，和氮與氧相似，都是雙原子分子。製程中產生的氟化物主要有氟化鈣(CaF₂)和氟矽酸鈉(Na₃SiF₆)。氟矽酸鈉是化工產品，為黃色有毒粉末。螢石與 SiO₂ 反應生成 SiF₄ 氣體，熔制過程中部份氟將成為 HF，SiF₄，NaF，它們的毒性比 SO₂ 大，由於氟化物會在人體中聚集，使用時亦必須注意對大氣的污染。

徐慈鴻等(2006)在氟污染與植物⁶⁵的研究中提到，玻璃纖維製造業是以黏土礦物為投入原料的產業，在經過高溫熔解爐的製程中，黏土礦物所含的微量的氟會以粒狀或氣狀的形式隨熱氣由煙囪排放至大氣中，一般玻璃纖維製造業者皆透

HALOGEN-FREE MATERIALS,” JPCA Stanard, JPCA-ES01-2003, pp. 5.

⁶³ 內容參考 KINGBOARD LAMINATES HOLDINGS LIMITED Web site，〈產品技術資料〉，《建滔積層板控股有限公司》。〈<http://www.kingboard.com>〉

⁶⁴內容參考韓嘉智，〈陶瓷燒結技術應用於氟化鈣污泥資源再利用〉，《台灣環保產業雙月刊》，第 22 期，2003 年 12 月，頁 7。

⁶⁵ 內容參考徐慈鴻，李貽華，〈氟污染與植物〉，《藥毒所專題報導-行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所》，第 82 期，2006 年 7 月，頁 1-11。

過半乾式法（液鹼中和反應⁶⁶）的防污設備，來防止硫氧化物、氮氧化物、微粒物、氟化物、硼化物等污染物成份的排放，以符合環保法規規定標準。關於氟元素的規範在 JIS R3420⁶⁷（日本工業標準 Japanese Industrial Standard）規定氟含量限值在 1.0% 以下，約當在玻璃纖維紗含量約 1000~1200ppm，一旦未來如果有更小限值的規範出現，則對於該產業將是原料使用上的一大衝擊，目前已有台灣日商客戶提出對於電子級玻璃纖維紗氟元素使用量的要求訊息。氟元素原料對於玻璃纖維業的影響有下列三點：

1. 助熔原料的取代：該原料在熔解過程是一助熔機制，第一考量到替代原料的成本因素，第二是對於熔爐的產率要求，第三則是產出品質要能符合未來高階電子產品的要求。
2. 爐體結構的配合：研發替代原料，必須考量到爐體結構的設計。
3. 空污防治設備的差異性：改變原料連同相關設備也須考量配合修改的差異性與設備成本。

由無鹵素材料引申出替代原料的研發需求及設備結構的修改，將可能是未來該產業導入綠色供應鏈的研究重點。

⁶⁶ 內容參考韓嘉智，〈陶瓷燒結技術應用於氟化鈣污泥資源再利用〉，《台灣環保產業雙月刊》，第 22 期，2003 年 12 月，頁 4-8。

⁶⁷ 參考日本規格協會，2007/3/27，〈ガラス纖維一般試験方法〉(Testing methods for textile glass products)，《JISC 日本工業標準調查會》，JISR3420:2008，〈<http://www.jisc.go.jp/app/pager?id=14075>〉。

第五章 結論與建議

在經過整體探討歐盟 RoHS 指令及其相關文獻規範，符合 RoHS 指令與客戶環保方面的要求是未來企業不得不面臨的必要課題，積極去面對接踵而來的綠色環保要求，將重心放在企業內的控制與規劃，並且協助企業逐步地在此綠色議題上建立競爭優勢，應是該產業在面臨此 RoHS 指令時所需具備的共同認知與共識。然而對於電子級玻璃纖維紗產業之衝擊，從印刷電路板產業整體上游到下游一路看來，世界各國對於 RoHS 指令的要求只會越來越多，從 6 項禁用物質到最新的挪威 PoHS 指令將限用物質清單擴展到 18 項，從下游電子業去向上規範上游關鍵原料電子級玻璃纖維紗，將是未來趨勢。並且無鹵素(Halogen free)材料的話題將會繼續延燒。

第一節 結論與研究發現

本研究針對上述議題，根據目前歐盟 RoHS 指令及國際知名電子產業大廠的企業規範，研究對於電子級玻纖紗產業製程及產品客戶端的影響為何。並以個案研究方式探討個案公司所面臨的影響層面及未來可能面對新一波的綠色衝擊。研究結論分述如下：

一、電子級玻纖紗產業對於綠色環保法規的製程探討：

(一) 原料方面：電子級玻纖紗原料主要都是來自天然礦石，並且由一定比例的原料成份規格投入所組成，在本文表 5-2 的 E-Glass Fiber 原料成份規格表確認不含歐盟 RoHS 指令所規定之限用物質。

(二) 副原料方面：由於是為強化自熔爐拉出的玻纖紗增加強度所使用的漿料，因而主要成份為澱粉類、乳化劑及潤滑劑；在成份檢驗結果確認目前玻纖紗所使

用之漿料成份不含歐盟 RoHS 指令所規定之限用物質。

(三) 產品方面：此部份最重要且因為關係到送至客戶端的使用，必須符合客戶最新的環保規範及採購要求。產品必須送公證單位檢測，測試需求與方法也必須參照 RoHS 2002/95/EC 及其修定指令要求。檢測結果：電子級玻纖紗符合上述檢測要求。

(四) 包材方面：主要分為有紙製品、塑膠製品及印刷油墨類，包裝是給客戶的第一印象，因此也不能是造成對方環境污染的根源，在玻纖紗所使用的包材部份須由供應商提供檢測結果並確認符合歐盟 RoHS 指令及該公司綠色採購規範。

上述第(一)，(二)，(四)項由供應商提供公證單位檢測之合格檢驗報告，並簽回符合公司採購規範的禁用物質保證函。第(三)項則是根據不同客戶間的需求及國際規範，提供檢驗報告及相關證明文件。

二、個案公司在導入綠色供應鏈之結果發現：

(一) 開始實施時間點：歐盟 RoHS 指令是由 2006 年 7 月 1 日開始正式生效，而個案 A 公司的導入實施的時間點分為客戶面及供應商方面。

1. 客戶方面是在 2005 年接到台灣橡樹公司發函為要求產品必須符合歐盟 RoHS 規範及 SONY 綠色環保體系。

2. 供應商方面是從 2006 年開始，部份要求供應商必須提供其產品符合 RoHS 規範的檢驗結果報告書，到 2007 年則是全面要求所有供應商，包含原副物料，一定要檢附送 SGS 檢測並符合 RoHS 規範的保證書。

綜合上述在此次的訪談研究中發現，導入綠色供應鏈的驅動力其實主要都是來自客戶端的要求，而客戶端的要求更是反應自最新的國際環保法規及知名大廠自訂的採購規範。

(二) 不同區域所要求的規範不相同：

生產電子級玻纖紗比例居冠的台灣與大陸，對於 RoHS 指令的要求算是最嚴格的，自原物料供應源頭開始，到整體成品外箱包裝，都要求符合禁用 RoHS 指令之有害物質，也是在訪談個案 A 公司目前唯一各有一家客戶（大陸上海宏和與台灣建榮工業）要求產品外箱必須貼上 GP PASS。而歐美客戶似乎不像台灣或大陸方面的繁瑣，甚至歐洲客戶沒有要求須進行上述的環境管理物質相關證明文件，以及第三公證單位 SGS 的檢驗報告，此點是在對於個案 A 公司的研究中，所發現的一點與預期的不同之處，因原本認為出口到歐盟國家所接收的要求規範應該會最為嚴謹。

由上述訪談結果，發現 A 公司的亞洲客戶目前對於 RoHS 法規規範要求較嚴格，再深入瞭解有關 A 公司電子級玻纖紗的銷售分佈情況。A 公司的銷售量在亞洲區域佔了 99.2%；而美洲只佔 0.14%，歐洲部份佔 0.66%。因而同前述所提到目前電子級玻璃纖維紗最大產能是在大陸和台灣，並且也是這兩個區域對產品規範要求較嚴格。

三、未來對於該產業更加嚴苛的規範之影響層面：

（一）法令規範的日趨嚴苛

自 2006 年 7 月 1 日開始正式生效的歐盟 RoHS 指令，規範 6 項限用物質。原訂於 2008 年 1 月 1 日開始生效的挪威 PoHS 法令⁶⁸，其涵蓋範圍比歐盟的 RoHS 指令更廣，明確規範 18 種必須排除的有害物質。

（二）全球國際大廠規範--無鹵素材料(Halogen Free)的趨勢

依據國際電工委員會(IEC)對無鹵素定義(IEC 61249-2-21:2003)，氯(Cl)和溴(Br)各自最大限量為 900ppm，總和最大限量(Br+Cl)不得超過 1500ppm。國際大

⁶⁸ 原訂 2008 年 1 月 1 日生效，延後執行，因須針對 80 多項各產業的問題回覆後，再決定生效時間。

廠如 Dell、Apple、HP、AMD 等也聲明自 2008 年開始導入無鹵素材料。

(三) 替代原料的研發與成本考量

由於禁用鹵素材料是未來重要課題，氟元素的使用量對於電子級玻璃纖維紗影響甚大。例如未來將可能面臨到 (1) 助熔原料的取代 (2) 爐體結構的設計 (3) 空污設備的改善等這三項研究重點。

第二節 建議

一、對於個案廠商的建議：從符合性推廣到綠色產品管理系統的建構

本研究之個案廠商目前是將焦點放在符合 RoHS 指令內容及客戶要求檢測項目的「符合性」上，對於導入綠色產品管理制度，綠色產品的認證，以及實施的細節在研究期間的資料蒐集時，尚未有明確的組織架構，供應商管理的部份已全面要求符合 RoHS 指令的法規，但尚未建構綠色供應商名單。筆者建議未來可先從建立一套完整的綠色產品管理系統，在面臨未來可能更嚴苛的要求做更好的準備。

二、對於產業的建議：與上下游協同研發，成立研發團隊。

在 RoHS 指令所要求的無鉛製程之後，新一波的綠色電子浪潮無鹵素 (Halogen-free) 將會是未來電子產業的新挑戰。無鹵素技術是指所使用的零件、塗料、製程都不含鹵素，如上述之氟元素原料之替代，相對於電子級玻璃纖維紗產業必是首要面對的一大挑戰。筆者建議如果能與上游--供應商，下游--玻纖布與 CCL 客戶，協同研發，成立研發團隊。應能在成本考量因素方面獲得較有效率的改善，也希望能藉此能先一步掌握未來生產方面的競爭優勢。

附錄

附錄一：有害物質檢測指定試驗室特定規範

中華民國 94 年 12 月 26 日經濟部標準檢驗局經標二字第 09420008640 號令訂定全文 10 點，並自 95 年 01 月 01 日起生效

一、 認可及管理有害物質檢測指定試驗室，確保指定試驗室之檢測能力，特訂定本規範。

二、 本規範所稱之有害物質，指重金屬鉛、鎘、汞、六價鉻及阻燃劑多溴聯苯（Polybrominated Biphenyls，以下簡稱 PBB）與多溴聯苯醚（Polybrominated Diphenyl Ethers，以下簡稱 PBDE）。

三、 本規範檢測領域如附表一所列商品類別之成品、半成品、零組件、材料或原物料。

四、 指定試驗室之評鑑或追查依 CNS 17025（ISO/IEC 17025）實施。但本規範有特別規定者，應依本規範實施。

五、 指定試驗室申請認可之檢測項目，應至少包含下列其中一項：

- （一） 六價鉻。
- （二） 鉛、鎘及汞。
- （三） 阻燃劑 PBB 及 PBDE。

六、 指定試驗室檢測領域之檢測項目及其適用標準如附表二。

七、 申請認可之試驗室，應檢附商品檢驗指定試驗室認可管理辦法第五條規定之文件，另應包括下列各項：

- (一) 內部品質稽核程序書。
- (二) 測試計畫，其應涵蓋之內容如附表三。
- (三) 量測不確定度評估數據資料。
- (四) 參加能力試驗活動之證明及報告書。
- (五) 以財團法人全國認證基金會（以下簡稱認證基金會）認證證書申請指定試驗室認可者，應另檢附認證基金會認證證書及評鑑或追查報告影本。

八、 以認證基金會認證證書取得指定試驗室認可者，下列資料記載事項有變更時，應向標準檢驗局提報核備。

- (一) 認證證書
- (二) 測試計畫內容
- (三) 評鑑或追查報告

九、 檢測紀錄保存期限至少為八年。

原始檢測紀錄應以不易塗改之方式記錄，檢測紀錄如有修改應經適當之確認。

十、 測試報告應以正確清楚之方式呈現，報告內容應包含檢測標準規定之項目，且另應包含以下資訊：

- (一) 樣品之型號、批號或製造日期。
- (二) 重要零組件或材料組成規格一覽表。
- (三) 產品外觀及其重要內部結構或零組件之相片。
- (四) 樣品之送達方法。

附表一

商品類別
大型家用設備
小型家用設備
資訊與通訊設備
消費性電機電子設備
照明設備
電機電子工具
玩具、休閒、運動設備
自動販賣機

附表二 檢測項目及其適用標準

檢測項目	適用標準
鉛含量 (Pb)	IEC 62321/1CD “Procedures for the Determination of Levels of Six Regulated Substances (Lead, Mercury, Hexavalent Chromium, Polybrominated Biphenyls, Polybrominated Biphenyl Ether) in Electrotechnical Products”
六價鉻含量 (Cr 6+)	
鎘含量 (Cd)	
汞含量 (Hg)	
多溴聯苯含量 (PBB)	
多溴聯苯醚含量 (PBDE)	

附表三 測試計畫應涵蓋之內容

1	分析測試程序 (1) 分析測試方法之範圍、應用及摘要 (2) 參考標準、引用標準、參考方法及參考物質 (3) 術語及定義 (4) 分析測試策略，包括 a. 風險評估 b. 樣品拆解原則 c. 測試流程 d. 測試結果計算邏輯及不合格判定 e. 測試結果之正確性確認 (5) 設備器材及物料 (6) 試藥 (7) 樣品準備 (8) 測試步驟，包括 a. 校正 b. 儀器性能 c. 樣品分析 d. 分析結果計算 e. 測試報告 f. 品質管制
2	試驗室之執行，每個執行步驟包括 (1) 適合之品質保證措施，如實施良好實驗室規範 (GLP)、ISO 17025 之認證。(2) 以文件證明使用試驗室儀器之分析方法有效性的確認規則。

附錄二：歐洲議會和理事會 2003 年 1 月 23 日第 2002/95/EC 號關於在電子電機設備中有害物質禁用指令（DIRECTIVE 2002/95/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 27 January 2003）

歐洲議會和歐盟理事會，

有關於建立歐洲共同體的條約，特別是其中第 95 條，

有關於歐盟委員會的建議，

有關於歐盟經濟社會委員會的意見，

有關於歐盟地區委員會的意見，

按照歐洲共同體條約第 251 條所制訂的程式並根據協調委員會 2002 年 11 月 8 日通過的聯合文本，

鑒於：

（1）各會員國為限制在電子電機設備中使用有害物質而制訂的法規或行政措施之間存在的差異能產生貿易壁壘和扭曲共同體內的競爭，甚至對單一市場的建立及其功能產生直接影響。因此有必要協調會員國在此領域的法規，以利於保護人類健康和報廢電子電機設備合乎環境要求的回收和處理。

（2）歐盟理事會於 2000 年 12 月 7、8、9 日在尼斯（Nice）召開的會議上批准了部長理事會于 2000 年 12 月 4 日就預防原則通過的決定。

（3）歐盟委員會溝通於 1996 年 7 月 30 日審查了共同體廢棄物管理策略強調了減少廢物中有害物質含量的必要，並指出制定在產品和加工過程中限制使用這些有害物質的全歐洲共同體法規的潛在益處。

（4）理事會 1988 年 1 月 25 日為消除鎘環境污染的歐洲共同體行動計劃的決定要求歐盟委員會刻不容緩地發展該計劃中的特殊措施。人類健康也必須得到保護，因此應實施一個特別限制鎘的使用及加快研究其替代品的整體策略。決定強

調在不存在適當的和更安全的選擇的情況下應限制鎘的使用。

(5) 根據可得到的證據指出，歐盟理事會和歐洲議會 2003 年 1 月 27 日關於報廢電子電機設備的第 2002/96/EC 號指令所規定的報廢電子電機設備的收集、處理、回收和處置措施對於減少與涉及的重金屬和阻燃劑相關的廢物管理問題很必要。然而，儘管有那些措施，但在目前的廢物處理中仍將繼續發現報廢電子電機設備的實質部分。即使報廢電子電機設備被分類收集並遵守回收程序，但汞、鎘、鉛、六價鉻、聚溴聯苯 (PBB)、聚溴二苯醚 (PBDE) 的成分仍有可能對人類健康和環境造成危險。

(6) 考慮到技術和經濟的可行性，確保顯著減少這些物質對健康和環境形成的危險的最有效的、且在共同體內可實現所選擇保護水準的方式是在電子電機設備中以安全或更安全的物質替代它們。限制這些有害物質的使用也就是提高報廢電子電機設備回收的可能性和經濟利益並減少它們對回收工廠工人健康所造成的負面影響。

(7) 要以科學研究與評估本指令管轄的物質，它們已在歐洲共同體和會員國層面受到不同衡量措施的管理。

(8) 本指令規定的衡量措施考慮了現有的國際準則和建議並基於對可獲得的科學和技術資訊的評估。由於缺乏衡量措施可能在共同體內產生危險，所以這些措施對實現所選擇的對人類和動物健康及環境的保護水準是必要的。應及時檢查這些衡量措施，必要時，考慮了獲得的科技資訊後可進行調整。

(9) 本指令的實施不影響共同體在安全和衛生要求方面的立法以及共同體關於廢物管理的特殊立法，特別是 1991 年 3 月 18 日理事會關於含有某些危險物質的電池和蓄電池的第 91/157/EEC 號指令。

(10) 應考慮不含有重金屬、聚溴二苯醚 (PBDE) 和聚溴聯苯 (PBB) 的電子電機設備的技術發展。一旦獲得了科學證據和考慮了預防原則，應檢查是否可禁止其他有害物質的使用並以更加合乎環境要求的、確保對消費者的保護不低於相同水準的替代品來替代它們。

(11) 如果從科技角度來看，不可能有替代品，或者替代品對環境和健康所造成的負面影響大於其對環境和健康帶來的益處，那麼可免除執行替代品的要求。開發電子電機設備中有害物質替代品的工作仍要繼續進行，以使它們符合電子電機設備使用者的健康與安全需要。

(12) 因為產品的再利用、翻新和延長使用期是有益的，需要提供備用零件。

(13) 與逐步停止使用和禁止使用有害物質的要求免除相關的科技進步的修改應由歐盟委員會按照委員會程序來實現。

(14) 實施本指令所必要的措施應根據理事會 1999 年 6 月 28 日的 1999/468/EC 號決議規定的、實施授權給歐盟委員會的權力的程序來採納。

茲通過本指令：

第 1 條

目標

本指令的目標是使各會員國關於在電子電機設備中限制使用有害物質的法律趨於一致，有助於保護人類健康和報廢電子電機設備合乎環境要求的回收和處理。

第 2 條

範圍

1· 在不違反第 6 條的情況下，本指令應適用於第 2002/96/EC 號指令（WEEE）附錄 I A 規定的 1、2、3、4、5、6、7 和 10 類電子電機設備，以及家用電燈泡和照明設施。

2· 本指令的實施不應違背共同體關於安全和健康要求的立法和共同體關於廢物管理的專門立法。

3· 本指令對 2006 年 7 月 1 日前投放市場的電子電機設備的備用零件、修理零件或再利用零件不適用。

第 3 條

定義

就本指令的目的而言，適用下述定義：

(a). 「電子電機設備」或"EEE"指為正常運行而依賴於電流或電磁場工作的設備和指令 2002/96/EC (WEEE) 附件 I A 中列出的能產生、傳輸和測量電流和電磁場的設備，且這些設備的設計電壓是交流電不超過 1000 伏特，直流電不超過 1500 伏特。

(b). 「生產者」指任何人，他們不管所採用的銷售技術，根據歐洲議會和理事會 1997 年 5 月 20 日關於保護遠端合約中消費者的第 1997/7/EC 號指令包括遠端通訊：

(i) 用自己品牌生產並銷售電子電機設備。

(ii) 以自己品牌再銷售由其他供應商提供的設備，如果再銷售的設備上仍保留原生產者的品牌，這樣的再銷售者不能視作為上述 (i) 次點(subpoint)的生產者。

(iii) 專業從事向會員國進口或出口電子電機設備。

僅僅是按照某種金融協定提供資金者不能被視為「生產者」，除非他符合上述 (i) 至 (iii) 次點(subpoint)作為生產者之行事。

第 4 條

防止

1. 會員國將確保，從 2006 年 7 月 1 日起，投放於市場 (put on the market) 的新電子和電機設備不包含鉛，汞，鎘，六價鉻，聚溴二苯醚 (PBDE) 或聚溴聯苯 (PBB)。成員國在本指令通過前根據共同體法規制定的限制或禁止在電子電機設備中使用這些物質的措施可以維持至 2006 年 7 月 1 日。

2. 條款 1 將不適用於附件中所列舉的應用。

3. 基於歐盟委員會的建議，一旦可獲得科學證據，歐洲議會和理事會應根據《第六個共同體環境行動計劃》中規定的化學政策原則決定其他有害物質的禁用以及選擇確保對消費者保護水平至少相同的更加合乎環境要求的產品作為其替代品。

第 5 條

適應科學和技術進步

1. 為下列目的，旨在使附件適應科技進步的必要修改，應根據條款 7 (2) 提及的程序而進行：

(a). 必要時，可建立允許在電子電機設備的特殊物質和元件中含有條款 4 (1) 所提及物質的最高值；

(b). 電子電機設備的材料和元件可背離第 4 款 (1) 的規定，如果它們的去除或通過設計改變而使用替代品或使用不含有提及的材料或物質的材料或元件在技術或科技上中不可行時，或替代品對環境、健康和/或消費者安全造成的負面影響好象超過它們對環境、健康和/或消費者安全造成的益處時。

(c). 至少每隔四年對附件進行一次檢查，或者在將一項加入到附件後四年附件進行檢查，加入新項的目的是考慮取消附件中的電子電機設備材料和元件，如果它們的去除或通過設計改變而使用替代品或使用不包括第 4 (1) 款的材料或物質的材料和元件在科技上是可行時，條件是替代品對環境、健康和/或消費者安全產生的負面影響不可能大於其對環境、健康和/或消費者安排帶來的正面利益。

2. 附件在遵照條款 1 修改之前，歐盟委員會將專門與電子電機設備生產者、回收者、垃圾處理者、環保組織和雇員與消費者協會諮詢磋商。磋商結果應遞交給條款 7 (1) 提及的委員會。歐盟委員會應考慮其收到的意見。

第 6 條

審查

在 2005 年 2 月 13 日之前，歐盟委員會應審查本指令規定的措施以便必要時考慮新的科學證據。

特別是，歐盟委員會應在該日期之前提交將第 2002/96/EC (WEEE) 號指令附件 I A 所列的第 8 和第 9 類的設備納入本指令範圍的建議。委員會也將根據科學事實並考慮預防原則，研究條款 4 (1) 中物質是否需要調整，適當時，可向歐洲議會和理事會提出建議。

應當特別注意檢查電子電機設備中使用的其他有害物質和材料對環境和人類健康的影響。歐委會將審查取代這些物質和材料的可行性，並且在適當的時候，就

擴大第 4 條的範圍向歐洲議會和理事會提交建議。

第 7 條

委員會

- 1· 歐盟委員會將由根據第 75/442/EEC 號指令第 18 條成立的委員會協助工作。
- 2· 當參考本款時，應適用第 1999/468/EC 號決議第 5 條、第 7 條以及第 8 條。
第 1999/468/EC 號決議第 5 條 6 款規定的期間應被定為 3 個月。
- 3· 委員會將採用其程序規定。

第 8 條

懲罰

會員國應決定對違反根據本指令而制定的會員國規定的行為適當的懲罰。這些規定的懲罰應當有效，適度並有勸誡性。

第 9 條

轉換

- 1· 會員國應在 2004 年 8 月 13 日之前使符合本指令所必要的法律、規則和行政規定生效。並將這些立即通知歐盟委員會。當會員國制訂那些措施時，它們必須包括本指令的參照號或在該國官方出版物上出版時伴以此參考號。標誌此參考號的方法由會員國自行規定。
- 2· 會員國要將本指令範圍內制定的所有法律、規則和行政規定的文本通知歐盟委員會。

第 10 條

生效

本指令自在歐洲共同體《官方公報》上公佈之日起生效。

第 11 條

收受方

本指令將簽發至各會員國。

2003 年 1 月 23 日完成於布魯塞爾

歐洲議會

主席

P. COX

歐盟理事會

主席

G. DRYS

附錄(ANNEX)

免除第 4 (1) 條中所要求的鉛、汞、鎘和六價鉻的應用

- 1 · 小型日光燈中的汞含量不得超過 5 毫克/燈；
- 2 · 一般用途的直管日光燈中的汞含量不得超過：
 - 鹽磷酸鹽 10 毫克
 - 正常的三磷酸鹽 5 毫克
 - 長效的三磷酸鹽 8 毫克
- 3 · 特殊用途的直管日光燈中的汞含量；
- 4 · 本附錄中未特別提及的其他照明燈中的汞含量；
- 5 · 陰極射線管、電子部件和發光管的玻璃內的鉛含量；
- 6 · 鋼中合金元素中的鉛含量達 0.35%、鋁含量達 0.4%，銅合金中的鉛含量達 4%；
- 7 · -高溫融化的焊料中的鉛（即：錫鉛焊料合金中鉛含量超過 85%）；
 - 用於伺服器、記憶體和存儲系統的焊料中的鉛（豁免准予至 2010 年）；
 - 用於交換、信號和傳輸，以及電信網路管理的網路基礎設施設備中焊料中的鉛；
 - 電子陶瓷產品中的鉛（例如：高壓電子裝置）；
- 8 · 根據修改關於限制特定危險物質和預製品銷售和使用的第 76/769/EEC 號指令的第 91/338/EEC 號指令禁止以外的鎘電鍍。
- 9 · 在吸收式電冰箱中作為碳鋼冷卻系統防腐劑的六價鉻。
- 10 · 根據在第 7 (2) 條中提及的程式，歐盟委員會應評價以下方面的應用：
 - 十卡二苯醚（Deca BDE）；
 - 特殊用途的直管日光燈中的汞；

-以下用途中所使用的焊料中的鉛：伺服器、記憶體、用於交換和傳輸的網路基礎設施、電信網路管理設備（旨在設定本指令豁免部分的特定截止時間）

-燈泡。

目前重點是儘快決定這些項是否進行相應的修改。

=====

補充說明：以上條文中文版翻譯內容參考戴輝文，2005。《導入符合 RoHS 指令之綠色產品管理系統-以 IC 設計公司為例》。新竹：清華大學工業工程與工程管理學系論文附錄。條文原文請參照英國（UK）貿工部（DTI）網站（<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:037:0019:0023:EN:PDF>）。

附錄三：個案公司訪談記錄

1. 訪談日期：2007 年 10 月 31 日
2. 受訪地點：A 公司品管部門
3. 受訪者：A 公司品管部門主管林副理，以下簡稱林。
4. 提問者：南華大學亞太研究所許桂菁，以下簡稱許。
5. 訪談時間：1.5 小時

完成訪談內容後，經筆者整理將內容以問答方式，簡述如下：

許：請問貴公司配合 RoHS 規範及客戶要求必須導入綠色產品之背景與過程，例如大約於何時接獲有客戶來函或傳真，要求回覆確認其物質禁止證明書。

林：我們公司是於 2005 年接到客戶來函要求必須符合 RoHS 規範，並開始將產品送 SGS 作檢測，所得到的檢驗結果及保證書，再依據客戶要求作成書面回覆。那另外在定義綠色產品方面，目前我們公司並沒有對於本身產品作綠色產品 (Green Product, GP) 作定義規範及認證，由於目前本公司的產業並非直接接觸到下游的 PCB 產業，且在對於受到 RoHS 規範項目中也並沒有大量及主要使用到其限制之有害物質，因此除針對客戶需求而將產品每年送檢，符合歐盟規範的驗證，尚無計劃要將本身產品導入到綠色產品的架構中。在對於供應商方面，是從 2006 年開始，部份要求供應商必須提供其產品符合 RoHS 規範的檢驗結果報告書，到 2007 年則是全面要求所有供應商，包含原副物料，一定要檢附送 SGS 檢測並符合 RoHS 規範的保證書。

許：請問目前貴公司客戶要求規範內容及要求應用範圍（包含原料, 產品及包裝材料）所接觸到的大致上有哪些？

林：目前所接收到的主要都是依據歐盟 RoHS 指令的規範，其次就是 SONY Green Partner(SS-00259)，另外 EPSON 的 SEG Green Purchasing Standard for

Production Material 是較為少見。

許：對於每家客戶的審查流程為何，是否包含（書面審查，實地審查，第三方公證單位檢驗報告等）？

林：目前只接收到客戶面的來函通知，再透過 SGS 的送檢檢測結果，而回覆給客戶以作為每次查驗的報告書回覆，過程中並無實地審查。在遇到特殊客戶（即集團下游玻纖布廠）每年例行到廠稽核時，曾有建議是否未來將綠色需求導入 ISO，此歸屬於建議事項。

另外訪談中有提問到是否曾有檢驗未符合規定之項目情形發生，答案是：有。但由於該客戶有其規範項目但並無規範數值，並且也尚在符合 RoHS 規範的數值範圍內，因此並無後續追蹤改善之需求。

許：請問貴公司是否因應導入 RoHS 規範而建置綠色供應鏈及綠色產品導入架構？

林：我司是直接由品證部門主管為此規範的專職負責人，同時也是對外各客戶的聯絡窗口，該位主管（即林副理本人）在接受外部訓練及瞭解法規後，有關 RoHS 規範的品質問題都由該位主管負責回覆及確認檢測項目，因目前在公司的 ISO 規範中，是在產品實現加註一新的條文。另外在進料採購規範中也尚無因應 RoHS 規範而對進料檢驗或供應商有作新的加註條文。

許：請問貴公司在依序檢視綠色材料、製程及產品的導入過程為何？

林：原物材料方面，對於供應商是從 2006 年開始部份要求供應商必須提供其產品符合 RoHS 規範的檢驗結果報告書，到 2007 年則是全面要求所有供應商，包含原副物料，一定要檢附送 SGS 檢測並符合 RoHS 規範的保證書。

此處提到的對供應商的檢驗流程是沒有實施的，而是由供應商自行提供書面報告，供料成本方面目前尚無因為該規範而被迫必須強制撤換的原物料，也就是

說保證供應商所提供的原物料都符合 RoHS 規範，於用料方面確保沒有問題。

在綠色採購的部份，我們公司尚未導入綠色採購並以此做為供應商評選的標準，尤其是考量到未來如遇到某關鍵原料是必須轉換或取代，如此規範一旦若發生未符合綠色供應商評選標準，則會馬上面臨到轉換成本相當的高。

許：請問貴公司在綠色製程（對內部製程及相關外包商的檢驗流程，製程成本是否增加）？

林：本公司在內部製程方面，材料及半成品上經製造加工後，並不會產生殘留有害物質於產品上。檢驗流程和之前並無不同，製造成本方面並沒有因此項目增加或改變。

許：請問貴公司在綠色產品（最終產品及包裝材料等的檢驗流程，含上述檢驗成本是否增加）？

林：同之前第一題所提到的，接到客戶來函要求必須符合 RoHS 規範，並開始將產品送 SGS 作檢測，所得到的檢驗結果及保證書，再依據客戶要求作成書面回覆，通常是每年送檢一次，此為增加的檢驗成本，依照 SGS 的檢驗收費為 1 萬元台幣到 2 萬不等。另外配合某特定客戶需求，必須作出環保標示或合格標示，但特別聲明的是，該標章並不具有認證之意涵，而是專屬給該客戶內稽或內控流程使用，例如標示為 GP 產品，並不是公司產品已做 GP 認證，而是單只售予該客戶時所做的最終產品出貨標示。

許：請問貴公司的品質管理系統及環境管理系統為何？貴公司的環境管理政策是否已建置綠色產品管理系統？

林：公司目前的品質管理系統為 ISO 9001:2000，無環境管理系統 ISO14001:2004，但在面臨未來環保議題高漲的趨勢下，或許導入綠色產品管理系統是遲早且必要的事項。

許：另外請問有關目前玻纖紗與布廠是以垂直整合的策略方式，在市場佔有率的第一大及第二大廠都是以此方式運行，對於面臨要求必須符合 RoHS 規範時，其實玻纖布廠又比紗廠更接近了下游關鍵用料客戶，因此該規範項目是否也能以垂直整合的方式去要求及管控？

林：目前所得知的運作情況是各自規範，即紗廠有紗廠的規範，布廠有布廠的規範，因為若以 PCB 下游來對布廠的品質要求，因製程的不同，是無法直接以再上游的紗廠源頭作為符合規範的保證，而衍伸到布廠。

本次訪談到此結束，部份 A 公司資料以及林副理也提供了下游客戶的要求規範，以作為筆者此次研究的產業資料收集，為第四章研究探討來源之基礎。

參考文獻

中文部份

(一) 書籍：

Handfiled Robert B./Nichols Ernest L.著，呂博裕譯，2001。《供應鏈管理概論》(Introduction to supply chain management)。台北市：高立經銷。

Ranjit Kumar 著，潘中道，黃瑋瑩，胡龍騰合譯，2000。《研究方法：步驟化學習指南》(Research Methodolgy A step-by-step guide for beginners)。台北市：學富文化。

台灣電路板協會編輯，2007。《電路板材料供需分析與技術發展趨勢》(Supply and Demand of PCB Material and Technology Development Trend)，桃園市：台灣電路板協會。

葉俊榮，1999。《全球環境議題-台灣觀點》，台北：巨流圖書。

(二) 期刊：

丁執宇，余淑賢，2006。〈RoHS 上路電機電子業可能面臨的法律問題〉，《永續產業發展雙月刊》，第 27 期。

丁執宇採訪；張苑倫撰文整理，2006。〈因應 RoHS 指令之相關資訊擴展與技術輔導〉，《永續產業發展雙月刊》，第 27 期。

台灣電路板協會市場資訊委員會編，2006。《2005 台灣電路板產業市場調查報告》，2006 年版。

台灣電路板協會市場資訊委員會編，2007。《2006 台灣電路板產業市場調查報告》，2007 年版。

汪文豪，王曉玫，2006。〈綠金 industry－歐盟 RoHS 指令開跑，台灣電子業，不面對就淘汰〉，《天下雜誌》，第 340 期。

林俊豪，2005/5。〈新環保規範=新貿易壁壘〉，《工業雜誌》，5 月號。

林松茂，2007。〈綠色產品品質管理－RoHS 電子電機設備有害物質限用指令〉，《品質月刊》，43 卷 3 期。

林馨如，2006。〈因應歐盟 RoHS 指令之無鉛組裝技術最新發展〉，《永續產業發展雙月刊》，第 27 期。

徐慈鴻，李貽華，2006。〈氟污染與植物〉，《藥毒所專題報導》，第 82 期，行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所。

梁哲瑋，2007 年 1 月。〈無鉛製程時代如何選擇適當板材因應高溫組裝需求〉，《電路板會刊》，第 35 期。

陳潤明著，2007/Q3。〈綠色法規驅動下的電路板技術趨勢透析〉，《電路板會刊》，第 37 期。

葉忠、許祥瑞、王玉鳳等著，2006。〈綠色供應鏈之管理系統－建置模式分析〉，《品質月刊》，7 月號。

張苑倫著；楊致行採訪，2006。〈華碩與宏碁因應 RoHS 之策略與行動〉，《永續產業發展雙月刊》，第 27 期。

楊致行，2004。〈企業綠色供應鏈之運作與管理〉，《永續產業發展雙月刊》，第 18 期。

劉子衙，2005。〈歐盟電機電子業環保新規定及對產業的影響〉，《兩岸經貿月刊》，第 161 期。

韓嘉智，2003。〈陶瓷燒結技術應用於氟化鈣污泥資源再利用〉，《台灣環保產業雙月刊》，第 22 期。

（三）研討會論文：

黃聯海，陳政徽，劉文雄著，2006。〈綠色供應鏈管理之分析〉，「中華民國品質學會第 42 屆年會暨第 12 屆全國品質管理研討會」。

(四) 學位論文：

許諸靜，2005。《因應 RoHS/WEEE 之綠色供應鏈管理的影響-以資訊電子製造商為例》，台北：台北大學企業管理系論文。

陳壁程，2006。《電子級玻璃纖維紗產業之經營策略分析-以外商在台子公司之經營策略探討為例》，台北：國立台灣大學國際企業管理組研究所論文。

蔡淑芳，2005。《綠色供應商之評選模式研究—以 IC 封裝業為例》，高雄：國立中山大學企業管理學系研究所論文。

鄭欣怡，2006。《歐盟 WEEE/RoHS 下對企業綠色管理決策之影響》，台北：銘傳大學國際事務研究所論文。

戴輝文，2005。《導入符合 RoHS 指令之綠色產品管理系統-以 IC 設計公司為例》。新竹：清華大學工業工程與工程管理學系論文。

英文部份

Books and Documents：

Handfeild, R., R. Sroufe, and S. Walton, 2005, “Integrating Environmental Management and Supply Chain Strategies,” *Business Strategy and the Environment*, Vol.14, No.1, pp. 1-19.

JAPAN PRINTED CIRCUIT ASSOCIATION, 2003, “TEST METHOD FOR HALOGEN-FREE MATERIALS,” *JPCA Stanard*, JPCA-ES01-2003, pp. 5.

Porter, M. E., 1980, “Competitive strategy” *New York: The Free Press*.

Porter, M. E., and Claas van der Linde, 2000, “Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship,” in *Economics of the Environment: Selected Readings*, ed. Robert N. Stavins, New York: W.W. Norton & Company.

Rao, P., 2002, “Greening The Supply Chain: a New Initiative in South East Asia,”

International Journal of Operations and Production Management, Vol.22,
No.6, pp. 632-655.

THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION, 2003, “Directive 2002/95/EC of the European Parliament and of the Council of 27 January 2003 on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment,” *Official Journal of the European Union*, pp. 19-22.

Walton, S. V., R. B. Handfield, and S. A. Melnyk, 1998, “The Green Supply Chain: Integrating Suppliers into Environmental Management Processes,” *International Journal of Purchasing and Materials Management*, Vol.34, No.2, pp. 2-10.

網路資料

中華民國電子零件認證委員會，〈IECQ 認證制度之起源〉，《中華民國電子零件認證委員會》，〈<http://www.cteccb.org.tw/k1.htm>〉。

日本規格協會，2007/3/27，〈ガラス繊維一般試験方法〉(Testing methods for textile glass products)，《JISC 日本工業標準調査會》，JISR3420:2008，〈<http://www.jisc.go.jp/app/pager?id=14075>〉。

李應廉，2008/01/31。〈挪威 PoHS 法令〉，《科邁斯集團-產業知識庫》，〈<http://www.techmaxasia.com/index.php/articles/detail/1196063381>〉。

林育堯，2004。〈無鉛化發展與趨勢〉，《綠色設計電子報》，《經濟部工業局綠色設計聯盟》，第9期，〈<http://gdn.ema.org.tw/newsletter/gdnEpaper20040900.htm>〉。

胡拯民，2008/01/10。〈全球無鹵素的趨勢及最新的檢測技術-利用 ED-XRF 及離子層析儀(Ion Chromatography,IC)來檢測無鹵素材料(Halogen Free)〉，

《科邁斯集團》，
〈 <http://www.techmaxasia.com/index.php/articles/detail/1196063379> 〉。

富喬工業股份有限公司，〈 產品製造流程圖 〉，
〈 http://www.ffg.com.tw/source/chi_chart.htm 〉。

經濟部標準檢驗局，2005/12/27。〈 有害物質指定試驗室特定規範 〉，《 經濟部標準檢驗局 》，
〈 <http://www.bsmi.gov.tw/wSite/ct?xItem=6816&ctNode=1443&mp=1> 〉。

經濟部技術處，2005/7/27，〈 寰淨計畫（G計畫）正式啓動暨 GP User Group 成立大會爲產業迎接綠色環保時代開創新局 〉，《 經濟部技術處全球資訊網 》，
〈 <http://doit.moea.gov.tw/news/newscontent.asp?ListID=0604&TypeID=4&CountID=79&IdxID=2> 〉。

經濟部礦物局，〈 礦物與岩石 / 礦物小百科 / 螢石 Fluorite 〉，
〈 <http://www.mine.gov.tw/Bible/ViewMineral.asp?view=m14> 〉

精工愛普生集團，2003。《 生產材料綠色採購基準 》，第 3.1 版，制定 2003 年 1 月 15 日。
〈 http://www.epson.co.jp/e/community/pdf/seg_k_0100_c_32.pdf 〉。

蕃薯藤股市，2006。〈 蕃薯藤-股市-【月報】PCB 上游產業投資策略 〉，《 鉅亨網 》，第 92149 期，〈 <http://stock.yam.com/rsh/alllist.php> 〉。

Epson Corporate，2008。〈 Environmental Product Concept 〉，《 EPSON 》，
〈 http://www.epson.co.jp/e/community/environmental_dev_prod.htm 〉。

Fubon Securities Investment Monthly，2005/01/15，〈 印刷電路板產業現況與展望 〉，〈 [info.fbs.com.tw/KM/.../200502/0219.3.PCB 產業現況與展望-0502.pdf](http://info.fbs.com.tw/KM/.../200502/0219.3.PCB%20產業現況與展望-0502.pdf) 〉。

FIBRO 資訊網站首頁，〈 染化資訊網-紡織概論 〉，《 染化雜誌社・染化資訊網站 》，〈 <http://www.dfm.com.tw/text/tb-size.htm> 〉。

Green Asus ,〈 GreenASUS 管理系統〉,《 Green Asus 網站》,

〈 <http://green.asus.com/chinese/default.aspx> 〉。

KINGBOARD LAMINATES HOLDINGS LIMITED Web site ,〈 產 品 技 術 資

料〉,《建滔積層板控股有限公司》。〈 <http://www.kingboard.com> 〉。

SGS Hong Kong Limited , 2007-10 ,〈 Halogen Free 無鹵素〉, No. 10/07/EE/01 ,

〈 http://www.hk.sgs.com/halogen_nov.pdf 〉。

SGS 台灣檢驗科技股份有限公司 ,〈 鹵素檢測服務〉,《SGS 台灣檢驗科技股份有限公司》。

〈 http://www.tw.sgs.com/zh_tw/7.3.7_halogen_price_list_20071130.pdf 〉

Steven Lee , Raj N. Master , 2007/10 ,〈 AMD Green Strategy〉,《International Microsystems, Packaging, Assembly and Circuits Technology (IMPACT) conference》,

〈 <http://impact.itri.org.tw/2007/Files/NewsFile/20071016181313.pdf> 〉。

Sony 企業環安採購規範〉,《永續產業發展資訊網》,

〈 http://proj.moeaidb.gov.tw/isdn/trilaw/article_show.php?pid=135&subid=146&subid2=95&id=430 〉。

Sony Corporation , 2008/3/3 。〈 SS-00259 for General Use, Seventh Edition〉,

《SONY》,

〈 <http://www.sony.net/SonyInfo/procurementinfo/ss00259/index.html> 〉。