

石化原料製造工廠生產製程 危害因素檢查技術

The Technology Research of Checklist for the
Hazardous Process Factors in Petrochemical
Materials Manufactory

行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所

八十二年度研究計畫

石化原料製造工廠生產製程 危害因素檢查技術

主 持 人：林連春 中鼎工程股份有限公司計畫經理
研 究 人 員：蕭世欽 中鼎工程股份有限公司工程師
吳集錦 中鼎工程股份有限公司工程師

行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所
中 鼎 工 程 股 份 有 限 公 司 編印

中華民國八十二年六月

石化原料製造工廠生產製程危害因素 檢查技術

摘 要

爲改善石油化學原料製造工廠安全體質及建立一套完整之石化工廠檢查方式，增加勞檢人員對各石化原料製造工廠可能潛在危害之瞭解與掌握與提昇檢查員之檢查能力等，本計畫將建立各類石化原料製造工廠名冊，並分析其製程潛在危害源及建立一套周詳之檢核表，作爲勞檢人員檢查時之參考依據，以落實安全檢查作業制度，減少危害發生機率，保障廠內勞工之安全與健康。

The Technology Research of Checklist for the Hazardous Process Factors in Petrochemical Materials Manufactory

Abstract

The goal of this project is to improve safety constitution of the petrochemical materials manufactories and provide a complete inspection approach for petrochemical plants, as well as increase the understanding of the potential hazard existing in petrochemical materials manufactories for safety inspectors and promote their inspection ability by the method of systematic checklists which are built up in this project. Petrochemical materials manufactory lists are provided and their potential process hazard sources are analyzed. Furthermore, a set of detail checklists are constructed and they are used as inspection references. As a result, these checklists will provide audit guides as to evaluate safety inspection system and therefore decrease process hazard probability and assure employee's safety and health.

目 錄

第一章 前 言	1
1-1 計畫緣起	1
1-2 計畫目的	2
1-3 計畫實施對象	4
第二章 基本資料建立	9
2-1 廠商名冊建立	9
2-2 調查表製作與寄發	13
2-3 調查表回收及資料整理分析	13
2-4 石化工業之原物料供需流路圖	15
第三章 製程潛在危害分析	22
3-1 石化原料危害性	22
3-2 製程描述與潛在危害分析	22
3.2-1 乙烯 (Ethylene)	24
3.2-2 丙烯 (Propylene)	28
3.2-3 丁二烯 (Butadiene)	30
3.2-4 正丁烯 (Butene)	32
3.2-5 苯、甲苯及二甲苯 (Benzene, Toluene, Xylene)	33
3.2-6 低密度聚乙烯 (Low Density Polyethylene, LDPE)	38
3.2-7 高密度聚乙烯 (High Density Polyethylene, HDPE)	40
3.2-8 氯乙烯單體 (Vinyl chloride monomer, VCM)	42
3.2-9 聚氯乙烯 (Polyvinyl chloride, PVC)	46
3.2-10 聚丙烯 (Polypropylene)	49
3.2-11 苯乙烯單體 (Styrene Monomer)	51
3.2-12 聚苯乙烯 (Polystyrene, PS)	54
3.2-13 丙烯晴-丁二烯-苯乙烯樹脂 (Acrylonitrile-butadiene-styrene, ABS)	57
3.2-14 甲基丙烯酸甲酯 (Methyl methacrylate, MMA)	60
3.2-15 甲醛 (Formal aldehyde)	68
3.2-16 順丁烯二酐 (Maleic anhydride, MA)	70
3.2-17 己內醯胺 (Caprolactum, CPL)	72

3.2-18	丙烯晴 (Acrylonitrile, AN)	77
3.2-19	純對苯二甲酸 (Pure Terephthalic acid, PTA)	80
3.2-20	乙二醇 (Ethylglycol, EG)	85
3.2-21	苯乙烯丁二烯橡膠 (Styrene-butadiene Rubber, SBR)	87
3.2-22	聚丁二烯橡膠 (Polybutadiene Rubber, PBR)	89
3.2-23	碳煙 (Carbon Black)	91
3.2-24	酞酸酐 (Phthalic anhydride, PA)	93
3.2-25	酞酸二辛酯 (Di-octyl-phalate, DOP)	96
3.2-26	聚丙二醇 (Poly-propyl-glycol, PPG)	98
3.2-27	甲醇 (Methanol)	100
3.2-28	醋酸乙烯 (Vinyl acetate Monomer, VAM)	102
3.2-29	聚醋酸乙烯 (Polyvinyl acetate, PVAC)	104
3.2-30	聚乙烯醇 (Polyvinyl alcohol, PVA)	106
3.2-31	烷基苯 (Alkyl benzene)	107
3.2-32	三聚氰胺 (Melamine)	110
3.2-33	丁酮 (Methyl ethyl ketone)	111
3.2-34	甲基第三丁基醚 (Methyl-tetra-butyl-ether, MTBE)	114
3.2-35	晴橡膠 (Nitrile Rubber)	115
3.2-36	環氧乙烷 (Ethylene oxide, EO)	117
第四章	檢核表製作	121
4-1	檢核表製作程序	121
4-2	檢核表設計及製作原則	124
4-3	檢核表內容	126
4-4	檢核表使用	127
第五章	結論與建議	137
5-1	結 論	137
5-2	建 議	138
附件：		
一、石化原料製造工廠生產製程危害因素檢查技術調查名冊		
二、石化原料製造工廠生產製程危害因素檢查技術之研究調查表		
三、石化原料物質安全特性資料		
四、石化原料製造工廠生產製程危害因素檢查技術之研究檢核表		
五、石化原料製造工廠生產製程危害因素檢查技術之研究檢核基準表		
六、原物料之法規屬性		
七、法規中各類場所之分類及定義		

表目錄

表 1-1	國內石油化學原料類別.....	5
表 1-2	計畫工作對象.....	8
表 2-1	國內石化原料製造工廠各地區分佈情形	10
表 2-2	國內石化原料製造工廠產品分佈情形	11
表 2-3	國內石化原料製造工廠調查回收統計分析 54	19
表 2-4	國內石化原料製造工廠調查回收統計分析 55	21
表 4-1	檢核表一般工安衛生考量項目	129
表 4-2	檢核表製程區、儲槽區及公用區之使用設備考量項目.....	129
表 4-3	石化原料工廠之國內外工安衛生相關法規	131
表 4-4	一般工安各檢核表之主要考量因素.....	133
表 4-5	製程區、公用區及儲槽區各檢查設備之考量因素	134
表 4-6	事業單位應提供檢查之資料清冊.....	136
表 5-1	各檢查項目試評時間統計表	141

圖目錄

圖 1-1	工作實施方法流程圖	3
圖 2-1	國內石化原物料供需流路圖	17
圖 4-1	檢核表製作程序	128
圖 4-2	檢核表製作考量項目	130
圖 4-3	檢核表使用流程說明	135

第一章 前言

1-1 計畫緣起

現階段台灣地區經濟發展迅速，在國際間已贏取「新興工業國家」的美譽，在此經濟快速成長的過程中，石化工業扮演著相當重要的角色，由於石化工業為一切工業之母，由石化工業所帶動其他工業的蓬勃發展，使台灣躍居為「亞洲四小龍」之一，也使台灣的經貿發展在世界佔有一席之地。

然石化工業，尤其是石油化學原料的製造工廠，由於其規模龐大，製程又多牽涉劇烈的化學反應，不論是廠房內之重要設備、生產操作過程、或是製程四周的儲槽、倉庫及公用設施等，稍有不慎，極易因化學物質的洩漏而引起爆炸或火災等意外事故，輕者使工廠暫時停工，影響生產進度，嚴重者不但會造成現場操作員工直接的傷亡與不可挽救的重大損失，更可能因此而危及附近居民生命與財產的安全，因此如何確保石油化學原料製造工廠的安全性及改善其安全體質，乃成為現今重要的課題。

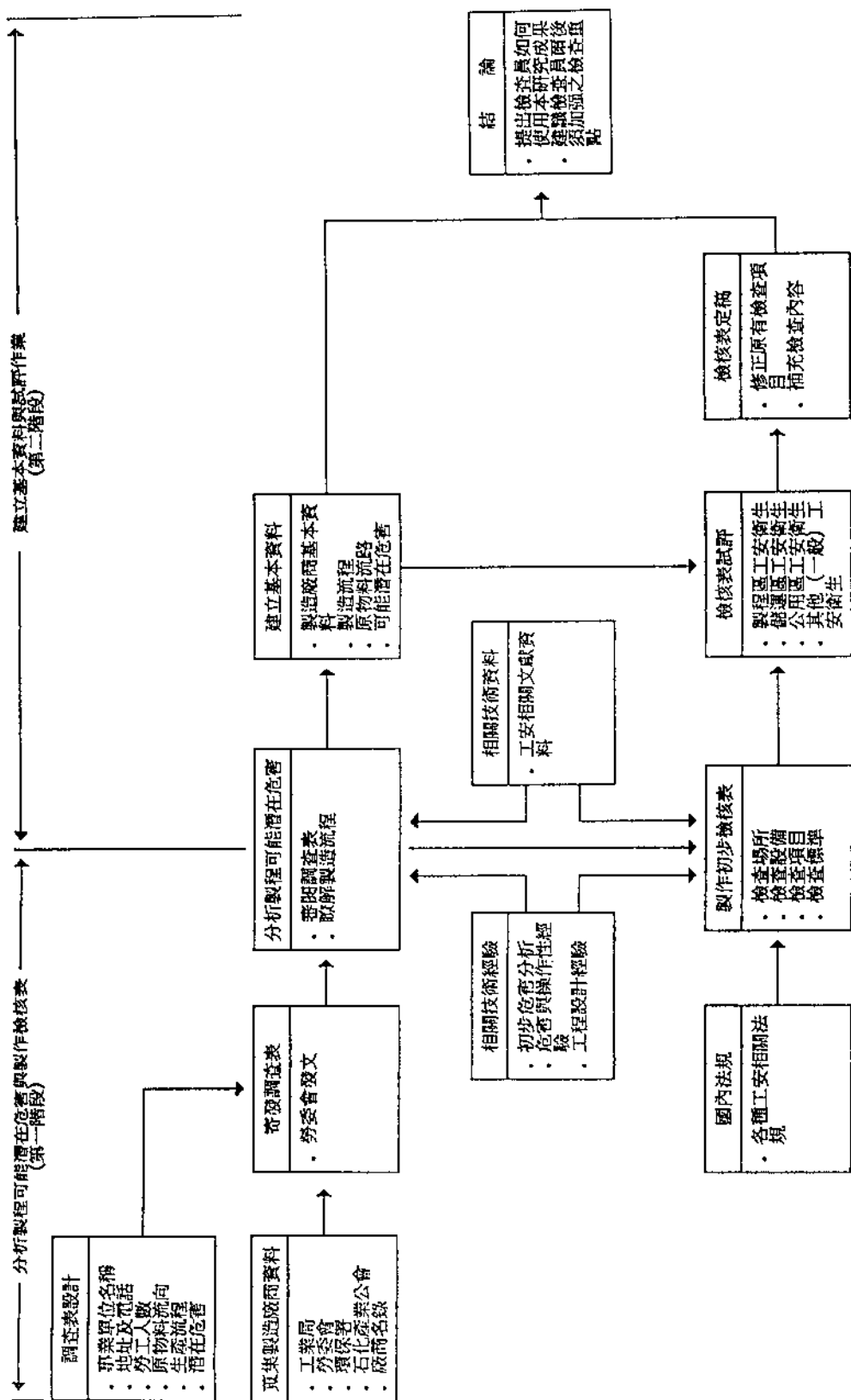
為防止石化工廠的意外災害事件發生，必須事先將不符合安全規定的設備、環境或操作不當的行為消除，期望能在其醞釀成災之前，找出問題加以改善，因此對石化工廠的檢查工作非常重要。然過去執行石化工廠安全檢查任務的檢查員，有時因其經驗不足或不同專長，加以檢查項目不夠完整，以致檢查時有所疏漏，為減少此種情況發生，必須有一套完整而周詳的檢核表及檢核基準表，提供檢查員在進行工廠安全檢查時，能完整無誤地根據其工業安全上的專業知識判斷各項設備是否符合規定，不致疏漏。

行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所為提昇檢查員對國內石化工廠製程上的瞭解及檢查能力，乃委託中鼎工程股份有限公司對國內製造重要石化原料的工廠進行調查，分析其製程操作及各種化學物質

的潛在危害性，並據此建立一套可專供檢查員赴廠執行檢查作業時可依憑的檢核表及檢核基準表，期望檢查員在工廠進行工安衛生檢查時，不僅能因事先對該工廠所使用的物質特性及製程潛在危害有相當的瞭解而掌握最具危害性的重點所在，且能根據檢核表逐條地化繁為簡地對工廠的一般工安衛生、製程安全、公用設施、維修保養、輸儲作業及工廠配置等作適切且正確的診斷與評估，對於不符合安全規定的設備、操作及管理，督促其進行改善，以期能有效地降低工廠發生危害的風險，防止其造成洩漏、甚至於火災、爆炸等不可挽救的意外事故，藉此保障廠內員工作業的安全及增加民衆對石化原料製造工廠安全上的信心，使得此類工廠能在安全的環境下繼續生存及穩定地發展。

1—2 計畫目的

本計畫主要目的在於藉由檢核表的建立，了解國內石化原料製造工廠的潛在危害性、設備安全性、工安管理執行情況及現有法令執行的情形等，依照計畫的執行步驟，其實施方法如圖 1-1 所示，目的說明如下：



(1)調查及建立石化原料製造業的事業單位名冊

國內石油化學原料製造業工廠眾多，大型工廠大都集中於工業區內，工業區外亦有不少的中、小型工廠，調查及建立此類工廠名冊可瞭解目前國內石化原料製造業的分佈情形，掌握重要石化原料的來龍去脈及其生產現況，以便做有系統的管理及分析。

(2)瞭解危險性石化原料製造工廠的生產流程，並分析其中可能存在的潛在危害

經由工廠回函的調查表及實際赴廠勘察與討論，可以分析各工廠製程可能存在的潛在危害，一方面有助於後續工作中檢核表試評作業時，檢查人員能掌握重點，優先檢查最具危害性的設備或區域，另一方面可以藉此對石化原料製造工廠的生產製程潛在危害有更深一層的瞭解，進而掌握其危害源。

(3)製訂檢核表及檢核基準表

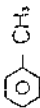
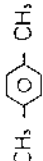
集合國內外各相關重要法規及中鼎工程公司多年來對石化工廠的工程經驗所設計而成的檢核表及檢核基準表，不僅詳盡且有系統地列出石化原料製造工廠應具備的各檢查項目及生產操作中有關安全性的各注意事項，並且可以有效地提升檢查人員對石化原料製造工廠的檢查能力。由調查表及工廠相關資料的建立，可瞭解此類石化工廠的生產操作及潛在危害，對於增進國內石化原料製造工廠的安全性及未來的發展，均有莫大的助益。

1-3 計畫實施對象

本計畫之實施對象係為國內從事石化原料製造之工廠。石化原料的選定，主要考慮其在國內石化工業普遍使用且其生產製程具相當潛在危害者，表 1-1 為本計畫執行小組歸納國內大量使用的三十八種石化原料類別，這些石化原料不僅產量龐大，且普遍應用於其他各中、下游工廠，加工而成其他化學原料或產品。

針對石化原料類別所考慮的製造工廠，大都集中於政府規劃之工業區內，如仁武、大社、林園及頭份工業區等，且多為中、大型的石化工廠，至於工業區外的工廠，不論其規模大小，均列入計畫工作範圍之內及寄發調查表的對象。表 1-2 為本計畫工作對象之簡易說明。

石油化學原料類別

1. 乙烯	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$	Ethylene
2. 丙烯	$\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2$	Propylene
3. 丁二烯	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$	Butadiene
4. 正丁烯	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$	Butene
5. 苯	C_6H_6	Benzene
6. 甲苯		Toluene
7. 二甲苯		Xylene
8. 低密度乙烯	$\text{-(CH}_2-\text{CH}_2\text{)}_n$	Low Density Polyethylene (LDPE)
9. 高密度乙烯	$\text{-(CH}_2-\text{CH}_2\text{)}_n$	High Density Polyethylene (HDPE)
10. 氯乙烯單體	$\text{CH}_2=\text{CHCl}$	Vinyl Chloride Monomer (VCM)
11. 聚氯乙烯	$\text{-(CH}_2-\text{CH(Cl))}_n$	Polyvinyl Chloride (PVC)
12. 聚丙稀	$\text{-(CH}_2-\text{CH(CH}_3\text{))}_n$	Polystyrene (PS)
13. 苯乙烯單體		Styrene Monomer (SM)

石油化學原料類別

14. 苯乙烯單體	$\text{-(CH}_2\text{-CH(C}_6\text{H}_5\text{))}_n$	Polystyrene (PS)
15. 丙烯腈-丁二烯- 苯乙烯樹脂	$\text{-(CH}_2\text{N(C}_6\text{H}_5\text{))}_x\text{-(C}_6\text{H}_5\text{)}_y\text{-(C}_6\text{H}_5\text{)}_z$	Acrylonitrile-butadiene-styrene (ABS)
16. 甲基丙烯酸甲酯	$\text{CH}_2=\text{C}(\text{COOCH}_3)$	Methyl Methacrylate (MMA)
17. 甲醛 (蟻醛)	HCHO	Formal aldehyde
18. 順丁烯二酐	$\text{HC}=\text{C}(\text{O})_2$ $\text{HC}=\text{C}(\text{O})_2$	Maleic Anhydride (MA)
19. 己內酰胺	$\text{-(CH}_2\text{)}_5\text{CONH}$	Caprolactam (CPL)
20. 丙烯腈 (腈化乙烯)	$\text{CH}_2=\text{CHCN}$	Acrylonitrile (AN)
21. 純對苯二甲酸	$\text{COOH-C}_6\text{H}_4\text{-COOH}$	Terephthalic acid (PTA)
22. 乙二醇	$\text{CH}_2\text{-(OH)-CH}_2\text{-(OH)}$	Ethylglycol (EG)
23. 苯乙烯丁二烯橡膠	$\text{-(CH}_2\text{=CH(C}_6\text{H}_5\text{))}_x\text{-(CH}_2\text{=CH-CH=CH}_2\text{)}_y$	Styrene-Butadiene Rubber (SBR)
24. 聚丁二烯橡膠	$\text{-(CH}_2\text{-CH=CH-CH}_2\text{)}_n$	Polybutadiene Rubber (PBR)
25. 碳煙 (黑煙末)	C	Carbon Black
26. 酞酸酐	$\text{C}_6\text{H}_4(\text{C}=\text{O})_2$	Phthalic Anhydride (PA)

石油化學原料類別

27. 酞酸二辛酯	$\text{C}_6\text{H}_4(\text{COOC}_8\text{H}_{17})_2$	Di-Octyl-Phthalate (DOP)
28. 聚丙二醇	$\text{R}-(\text{EO})_m\text{OH}$	Poly-Propyl-Glycol (PPG)
29. 甲醇(木精)	CH_3OH	Methanol
30. 醋酸乙烯	$\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{CH}=\text{CH}_2$	Vinyl Acetate Monomer (VAM)
31. 聚醋酸乙烯	$-(\text{CH}_2-\text{CH}(\text{O}-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_3))_n-$	Polyvinyl Acetate (PVAC)
32. 聚乙烯醇	$-(\text{CH}_2-\text{CH}(\text{OH}))_n-$	Polyvinyl Alcohol (PVA)
33. 烷基苯	$\text{R}-\text{C}_6\text{H}_5$	Alkyl Benzene
34. 三聚氰胺	$(\text{CN})_3(\text{NH}_2)_3$	Melamine
35. 丁酮	$\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$	Methyl Ethyl Ketone (MEK)
36. 甲基第三丁基醚	$\text{CH}_3-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{O}-\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)_3$	Methyl-Tetra-Butyl-Ether (MTBE)
37. 腈橡膠	$-(\text{C}_6\text{H}_5)_x-(\text{CH}_2-\text{CHCN})_y-$	Nitrile Rubber
38. 環氧乙烷(乙烯化氧, 氧丙環)	$\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}$	Ethylene Oxide (EO)

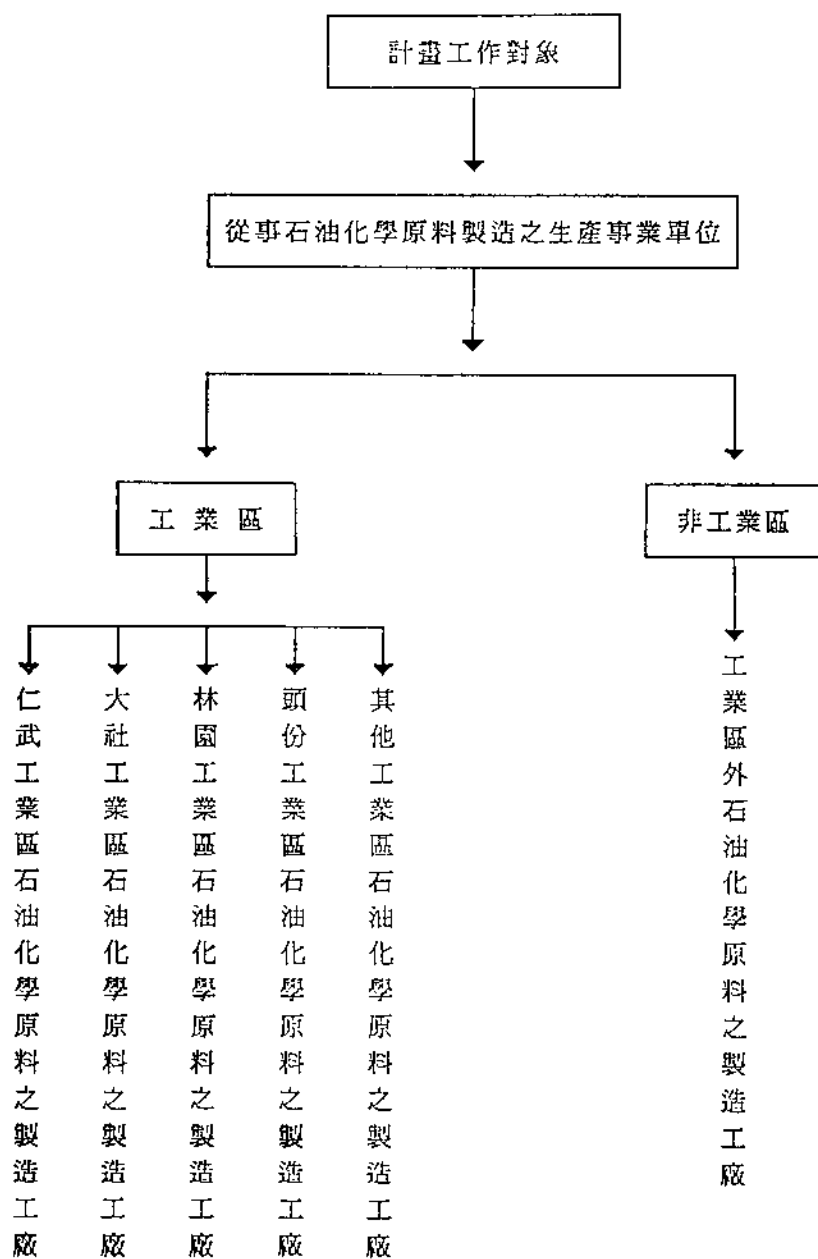


表 1-2 計畫工作對象

第二章 基本資料建立

2-1 廠商名冊建立

要瞭解國內石化原料製造工廠製程上的潛在危害，製訂適用於石化原料工廠的檢核表及檢核基準表，必須先瞭解國內此些工廠的確實數目，建立完整的廠商名冊，以便將來查詢。

本計畫執行小組在寄發調查表之前，經由事業主管單位經濟部工業局、行政院勞委會及環境保護署、石化產業公會、工商名錄等相關單位或文獻資料中取得國內各石化原料製造工廠的名單，針對表1-1國內石化原料類別的製造廠商，記錄其工廠名稱、地址、連絡電話及其主要產品等相關資料，根據其所生產的石化原料及工廠所在位置分類整理，共計國內製造此三十八種石化原料的工廠有近七十家，大部分均為中、大型的石化中、上游工廠，且分佈於高雄地區的工業區內，少部份位於台南縣、苗栗縣、新竹縣、宜蘭縣及桃園縣等，對於大部分石化工廠而言，多數生產的石化原料不只一種，且其產品間有密切的關聯性，即一種產品可能是由其他產品製成，由統計中不難看出國內石化原料製造工廠中以製造聚苯乙烯（PS）的工廠最多，共有16家，次多的是製造聚醋酸乙烯（PVAC）的工廠，共有8家。表2-1為國內石化原料製造工廠分佈於各地區的家數統計及百分比，表2-2為依石化原料種類統計之各製造廠家。詳細之工廠名冊，請參考附件54。