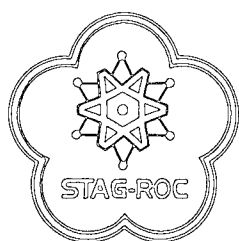


行政院第十三次科技顧問會議

議題壹

如何藉由國建六年計畫

加強引進技術



時間：中華民國八十一年六月廿二日至廿七日

地點：交通部民用航空局國際會議廳

(台北市敦化北路340號)

主辦單位：行政院科技顧問組

議 題 壹

如何藉由國建六年計畫

加強引進技術

會 議 資 料

會 議 日 程

六月廿二日 (星期一)		
09 : 00-09 : 15 09 : 15-09 : 45 09 : 45-10 : 00 茶點時間	李資政國鼎致詞 郭政務委員南宏致詞：「策進實用科技加速發展」 (壹)：「如何藉由國建六年計畫加強引進技術」	
	主 題	主 持 人
10 : 00-12 : 30 12 : 30-13 : 30 午餐時間	(一) 海下工程關鍵技術 1. 海下環境調查量測及分析 2. 海下工程規劃設計 3. 海下醫學之應用 4. 海下工程環保 5. 配合相關措施引進施工技術 [海下技術協會主辦]	
13 : 30-15 : 00 15 : 00-15 : 20 茶點時間 15 : 20-17 : 30	(二) 長隧道工程技術 1. 長隧道(含豎井)施工技術 2. 長隧道通風技術 [國道新建工程局主辦]	
	(三) 高速鐵路、捷運及傳統鐵路技術 1. 車輛工程技術 2. 號誌、電車線及供電工程技術 3. 系統分析及整合技術 [高速鐵路工程籌備處主辦] [工研院協辦]	
	馬次長鎮方 Dr. Teramoto	
	馬次長鎮方 Dr. Aigrain	

六月廿三日 (星期二)

	主 題	主 持 人
<p>09:00-11:00</p> <p>11:00-11:20 茶點時間</p> <p>11:20-12:30</p> <p>12:30-13:30 午餐時間</p>	<p>(四) 焚化廠技術</p> <p>1. 焚化廠建設本土化之策略與措施 〔環保署主辦〕</p> <p>2. 如何整合國內外資源從事都市 垃圾焚化廠工程建設 〔中鋼公司主辦〕</p> <p>3. 如何落實焚化廠技術移轉及建立 小型焚化廠自主性技術 〔工研院主辦〕</p>	<p>陳副署長龍吉 Dr. Seitz</p>
<p>13:30-15:20</p> <p>15:20-15:40 茶點時間</p>	<p>(五) 核能發電與安全技術整體規劃</p> <p>1. 核能電廠技術轉移 2. 核能組件認證與檢驗 3. 核能電廠設備及零組件製造 4. 核廢料處理 5. 核燃料設計製造</p> <p>〔原委會主辦〕 〔台電公司協辦〕</p>	<p>劉秘書長光霽 Dr. Aigrain</p>
<p>15:40-17:30</p>	<p>(貳)：「國際科技合作的加強」</p>	
	<p>(一) 能源節約技術</p> <p>1. 電能利用技術 2. 熱交換技術 3. 燃燒技術 4. 冷凍空調技術 5. 整體電力需求管理</p> <p>〔能源會主辦〕 〔工研院能資所協辦〕 〔台電公司協辦〕</p>	<p>易執行秘書洪庭 Dr. Aigrain</p>

六月廿四日 (星期三)

	主 題	主 持 人
<p>09:00-10:30</p> <p>10:30-10:50 茶點時間</p> <p>10:50-12:30</p> <p>12:30-13:30 午餐時間</p>	<p>(二) 人用疫苗供應與生產政策</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 疫苗之生產政策 2. 疫苗研究發展獎勵政策 3. 疫苗供應扶植政策 4. 發展成為國際疫苗供應中心之可行性 <p>[衛生署主辦]</p> <p>[中研院生醫所協辦]</p> <p>[生技中心協辦]</p>	<p>張署長博雅 Dr. Robbins</p>
<p>13:30-15:20</p> <p>15:20-15:40 茶點時間</p> <p>15:40-17:30</p>	<p>(三) 提升農業技術</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 如何提升農業生物技術的研究發展與國際合作 2. 農業自動化技術之引進與開發 <p>[農委會主辦]</p> <p>[生技中心協辦]</p> <p>(四) 先導性國際中文資訊網路系統</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 國際中文資訊網路之需求與服務項目 2. 建立本網路系統有關之技術與營運課題 <p>[電信總局主辦]</p> <p>[資策會協辦]</p>	<p>邱代主任委員茂英 Dr. Bunemann</p> <p>馬次長鎮方 Mr. Evans</p>

六月廿五日 (星期四)

	主 題	主 持 人
09:00-11:00	<p>(五) 我國參與全球變遷研究之重點領域規劃</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 發展中國家面對全球變遷之「大科學」課題，應如何規劃其研究重點 2. 全球變遷計劃參與國際學術組織之問題 3. 全球變遷對環保、工業、能源、農業、社會及經濟之影響、因應對策及相關之研發課題與分工 <p style="text-align: center;">〔國科會主辦〕 〔環保署、經濟部協辦〕</p> <p>(六) 有計劃積極參與國際科技組織活動</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 目前國際科技組織之類別及參與方式 2. 國內各單位參與國際科技組織之整體策略 <p style="text-align: center;">〔國科會主辦〕</p>	王副主任委員松茂 Dr. Nierenberg
11:00-11:20 茶點時間		
11:20-12:30		
12:30-13:30 午餐時間		
	(參): 「歐體單一化對我國科技產業的衝擊與因應策略」	
13:30-15:20	<p>(一) 科技產業面臨的問題與對策 〔工業局主辦〕</p> <p>(二) 因應CE標誌之產品驗證措施 〔商檢局主辦〕</p> <p>(三) 建立實驗室測試與認證制度 〔中標局主辦〕</p> <p>(四) 產品安全技術之引進與推廣 〔工研院主辦〕</p>	楊次長世緘 Dr. Lust
15:20-15:40 茶點時間		
15:40-17:30		

六月廿六日 (星期五)	
09:00-12:30	專題演講 (主持人：郭政務委員南宏) <ol style="list-style-type: none"> 1. "Development of R&D in Germany — Retrospective & Perspective Views" (Dr. Reimar Lust) 2. "The European Technological Community" (Dr. M. Maciotti)
13:30-17:30	準備各主題結論及建議報告
19:00-21:00	郝院長暨夫人宴請科技顧問
六月廿七日 (星期六)	
09:00-12:00	大會 (主持人：郝院長) <p>各議題結論報告：(請參見第6頁詳細議程)</p>
09:00-09:40	(壹)：「如何藉由國建六年計畫加強引進技術」
09:40-10:30	(貳)：「國際科技合作的加強」
10:30-10:50	(參)：「歐體單一化對我國科技產業的衝擊與因應策略」
10:50-11:10	茶點時間
11:10-11:40	賽馳博士總結顧問建議報告
11:40-12:00	郝院長結論指示
12:00-14:00	記者會與午餐

六月廿七日 (星期六)		
	大會：(主持人：郝院長) 各議題結論報告	
09：00-09：40	議題(壹)：「如何藉由國建六年計畫加強引進技術」	
	主 題	報 告 人
	(一)海下工程關鍵技術	海下技術協會黃理事長錦滢
	(二)長隧道工程技術	國道新建工程局歐局長晉德
	(三)高速鐵路、捷運及傳統鐵路技術	高速鐵路工程籌備處 毛處長治國
	(四)焚化廠技術	環保署陳副署長龍吉
	(五)核能發電與安全技術整體規劃	原委會劉祕書長光霽
09：40-10：30	議題(貳)：「國際科技合作的加強」	
	主 題	報 告 人
	(一)能源節約技術	能源會易執行祕書洪庭
	(二)人用疫苗供應與生產政策	衛生署葉副署長金川
	(三)提升農業技術	農委會邱代主委茂英
	(四)先導性國際中文資訊網路系統	電信總局李總局長炳耀
	(五)我國參與全球變遷研究之重點領域 規劃	國科會王副主委松茂
	(六)有計劃積極參與國際科技組織活動	國科會王副主委松茂
10：30-10：50	議題(參)：「歐體單一化對我國科技產業的衝擊與因應策略」	
	主 題	報 告 人
	(一)科技產業面臨的問題與對策	經濟部楊次長世緘
	(二)因應CE標誌之產品驗證措施	
	(三)建立實驗室測試與認證制度	
	(四)產品安全技術之引進與推廣	
10：50-11：10 茶點時間		
11：10-11：40	賽馳博士總結顧問建議報告	
11：40-12：00	郝院長結論指示	
12：00-14：00	記者會與午餐	

議題壹

如何藉由國建六年計畫加強引進技術

主題(一) 海下工程關鍵技術

主題(二) 長隧道工程技術

主題(三) 高速鐵路、捷運及傳統鐵路技術

主題(四) 焚化廠技術

主題(五) 核能發電與安全技術整體規劃

主題(一)：海下工程關鍵技術

1. 海下環境調查量測及分析
2. 海下工程規劃設計
3. 海下醫學之應用
4. 海下工程環保
5. 配合相關措施引進施工技術

主辦單位：海下技術協會

六月廿二日

議題壹：如何藉由國建六年計畫加強引進技術

主題(一)：海下工程關鍵技術

摘要

本主題針對國內海下工程技術之現況及發展環境，研擬藉助六年國建相關海下工程引進關鍵技術，以提昇國內之技術實力，開發海洋工程資源，進而發展國際市場之措施。

關鍵技術概分為：海下環境調查量測及分析、海下工程規劃設計、海下醫學之應用、海下工程環保、與施工技術。

引進技術所需配合之措施分別涵蓋技術與行政層面，包括：

1. 建立海象觀測網及資料庫統籌管理系統
2. 推行海下工程新設計理念之試驗與研發
3. 建立全國性潛水醫療網
4. 擬訂海下工程施工污染防治準則及規劃其監測系統
5. 配合相關措施引進施工技術

為利於工作推動，建議成立跨部會之「指導委員會」來協調指導政府各相關部門、產業單位及學、研機構配合執行，其下並設分項技術發展推動小組。預期在相關措施有效推動下，將可促進海下工程技術發展之合理環境、落實技術移轉、達成整合應用各項資源之策略目標。

本文

一、問題背景與分析

(一)我國四面環海，由於經濟快速發展促使對海洋、海岸空間利用及海下資源開發之需求愈益增加；行政院第四次全國科技會議，結論中將水下技術列為重點引進並發展之項目，另行政院第十二次科技顧問會議，日籍科技顧問寺本俊彥博士建議海下技術協會引進國外已發展為高級技術，推動整合性海下技術；此外多項環保工程及國防需要等與海洋科技有關之問題亦有賴應用海下技術來解決。

(二)海洋科技為重點科技之一，但由於涵蓋面廣，且以往政府對海下技術之發展缺乏遠程發展計畫及系統性之開發策略，使業者無信心進行如設備更新、技術引進、及人才培育等長期投資。

行政院科技顧問組曾於八十年度委託港灣技術研究所調查國內海下技術能力及海下工程市場之現況與產、官、學、研界對未來發展之觀點，其中對於「目前國內海下工程市場之現況分析」、「推動國內海下相關工程所遭遇困難之分析」及「提升海下技術能力發展工作之分析」所獲致之分析結果，如圖1、圖2、圖3所示。依該項調查之結果顯示：欲積極發展海下技術，使有助於開發海洋產業及國家經濟建設，則「引進國外先進技術」、「政府與產業界、學術界合作」、「政府政策性規劃配合」及「扶植國內產業、鼓勵產業界投資」為必須推動之工作。

圖1 目前國內海下工程市場之現況分析

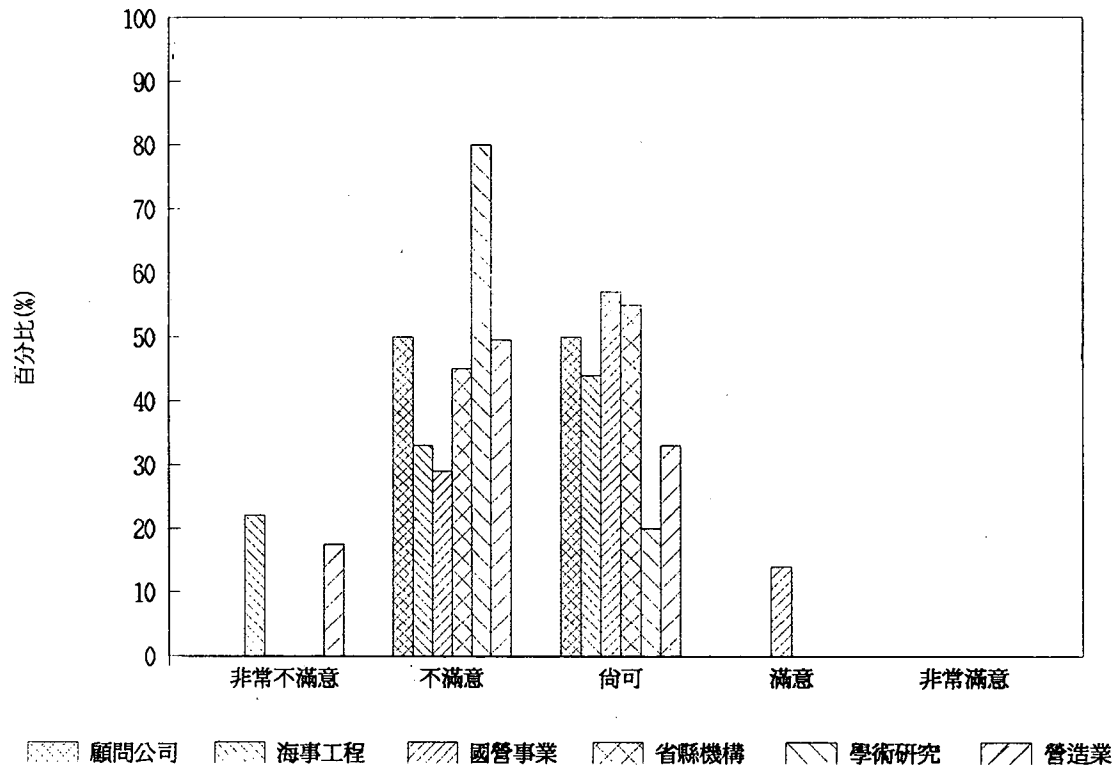


圖2 推動國內海下相關工程所遭遇困難之分析

(a) 比較性統計

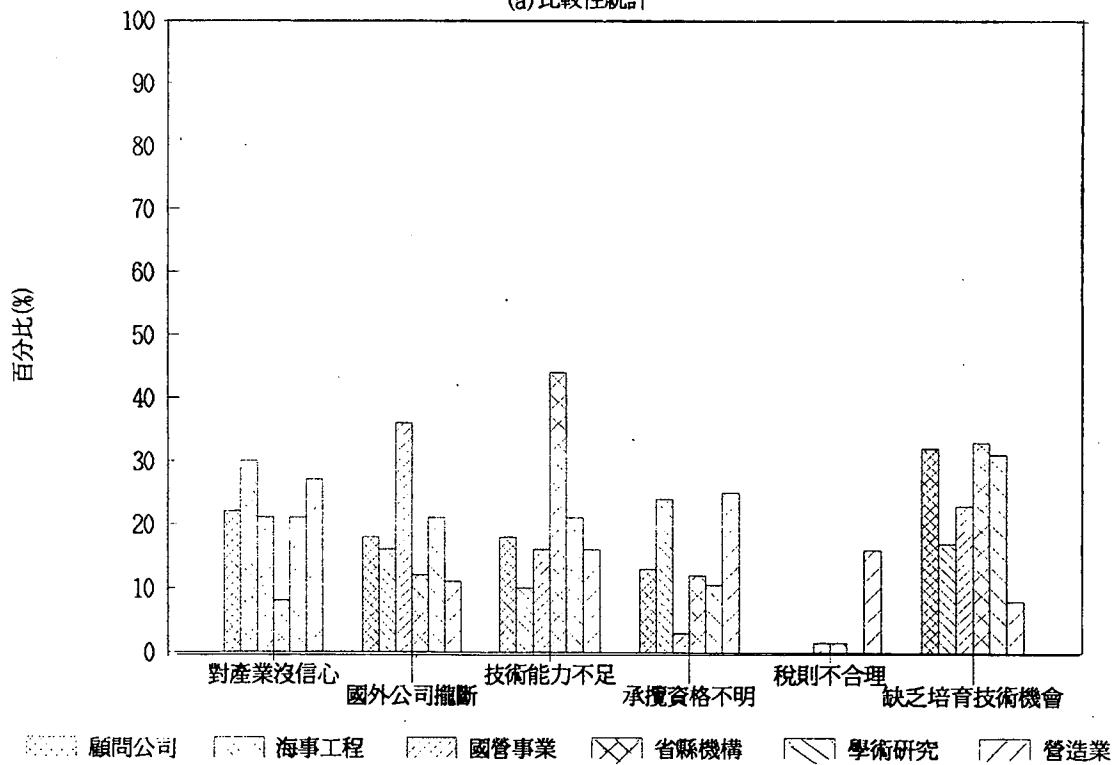


圖2 推動國內海下相關工程所遭遇困難之分析

(b) 綜合性統計

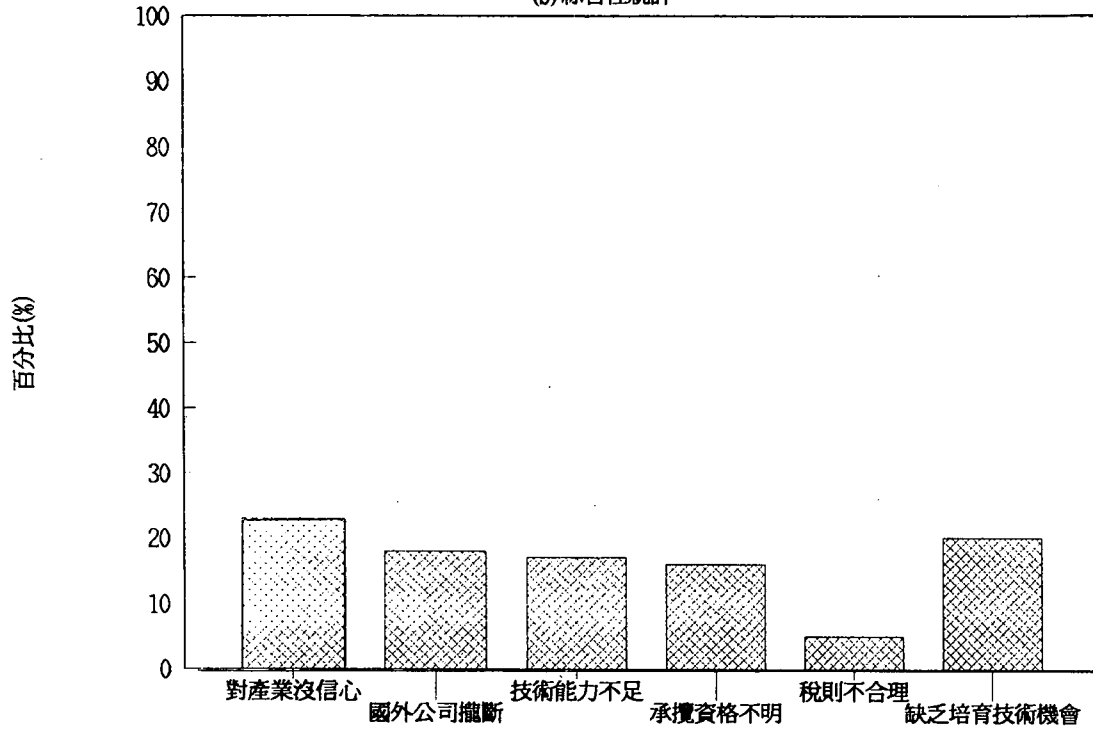
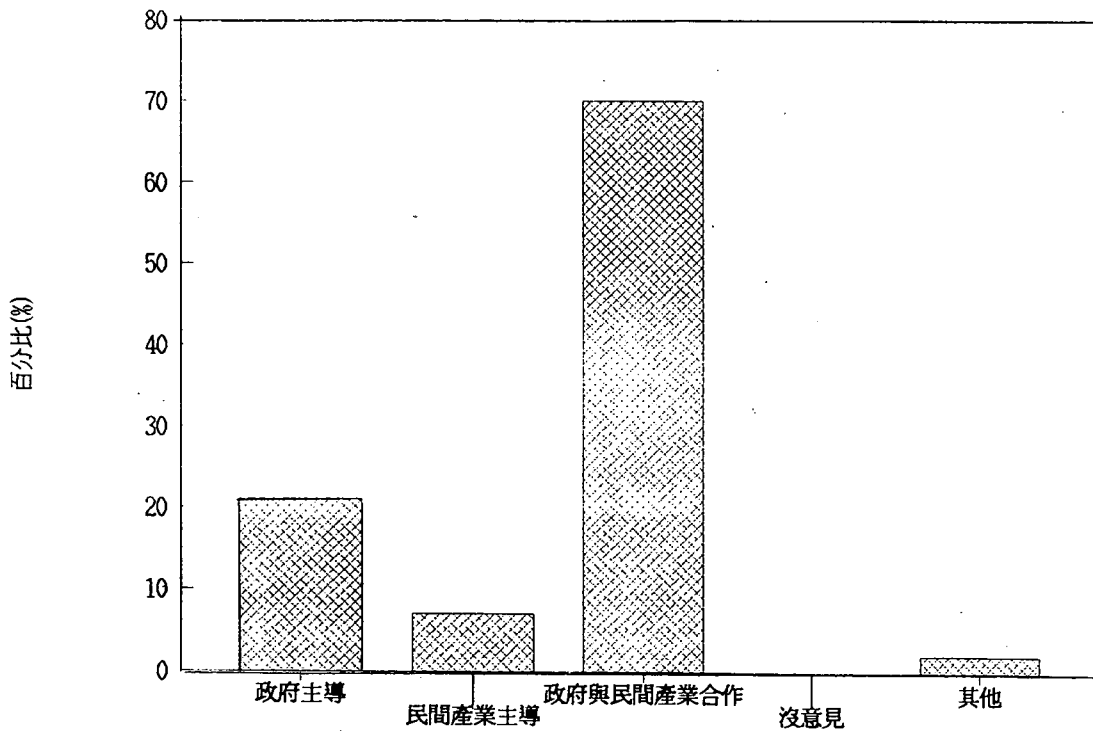


圖3 提升海下技術能力發展工作之分析



(三)六年國建之公共建設中與海下技術相關之工程頗多，較大型之工程列如下表：

類別	項目	估計經費	計畫執行時間
諮詢	成立海象測報中心	1.4 億元	80 年至 89 年
商 港 建 設	高雄港第五貨櫃儲運中心	105.1 億元	78 年度至 87 年度
	台中港工業港區開發	10.2 億元	77 年度至 82 年度
	基隆港西十九號碼頭改善工程	3.4 億元	79 年度至 81 年度
	淡水國內商港一期工程	58.4 億元	81 年度至 85 年度
	台中港二階第一期工程	108.1 億元	80 年度至 85 年度
	馬公港擴建計畫	11.6 億元	78 年度至 97 年度
	安平港開發計畫	95.2 億元	79 年度至 98 年度
遊 憩 施	東北角海岸風景遊憩建設計畫 * 龍洞、卯澳海洋公園 * 龍洞、卯澳遊艇港 * 鼻頭遊樂區	20.4 億元	80 年度至 85 年度
	東部海岸風景遊憩建設計畫 * 綠島海上渡假島 * 遊艇港四處 * 住宿遊憩中心二處	46.3 億元	80 年度至 85 年度
	澎湖風景遊憩建設計畫 * 海洋公園二處 * 遊艇港五處 * 渡假遊樂中心一處	34.6 億元	80 年度至 85 年度
	大鵬灣遊憩區開發	43 億元	81 年度至 89 年度
	旗津海岸公園後續開發	5.0 億元	80 年度至 86 年度
	通信工程	長途通信計畫中之： * 台金光纖海纜 * 台馬光纖海纜	95.4 億元
	國際通信計畫 * 亞太光纖海纜系統	8.8 億元	81 年度至 86 年度
填 海 造 地 工 程	蘭嶼機場擴建工程(填海造地)	6.33 億元	80 年度至 84 年度
	彰化濱海工業區	682 億元	80 年度至 87 年度
	雲林離島式基礎工業區	3579 億元	81 年度起
	和平水泥專業區	130 億元	82 年度至 86 年度
	彰濱遊樂區	200 億元	81 年度起

由六年國建之規模，勢將提供業者市場遠景而引發投資誘因，若能藉以結合國內產、官、學、研各界之力量，掌握此一契機，引進所需之海下關鍵技術，提昇國內海下工程技術能力並落實技術生根，將有助於我國民生福祉及經建之發展並進而參與西太平洋區相關之海洋開發工作。

二、解決構想

本主題之規劃係針對六年國建有關海下工程項目就(1)海下環境調查量測及分析(2)海下工程規劃設計(3)海下醫學之應用(4)海下工程環保(5)配合相關措施引進施工技術等，深入探討所可能牽涉或延伸之核心技術，以提供海下工程技術發展的合理環境、落實海下工程關鍵技術移轉，並配合六年國建整合應用國內海下工程之技術資源。

三、預期效果

1. 增強海象調查與充實資訊提供各界參考使用。
2. 研提適用之海下工程技術以供業者參考引進技術。
3. 促進機具設備及人力資源有效運用、合理分配與流通使用。
4. 培育我國海事工程人才。

如此不但六年國建相關之海事工程效率可提升，工程經費可有效控制及樽節，且因技術之引進落實及國內業者之整合，將可開創我國海下工程技術自我掌握之契機，進而擴大市場規模至國際。

四、建議方案與執行規劃

(一)初期擬推動之相關措施如下：

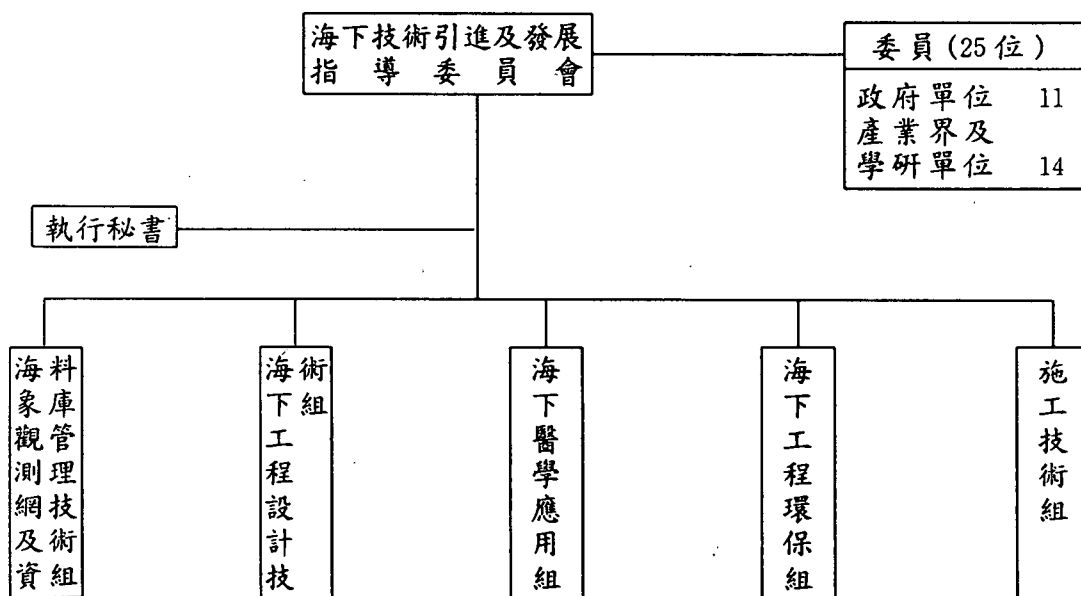
1. 建立海象自動觀測網及資料庫統籌管理系統
2. 推行海下工程新設計理念之試驗與研發
3. 建立全國性潛水醫療網其潛水作業規範
4. 擬訂海下工程施工污染防治準則及規劃其監測系統
5. 配合相關措施引進施工技術。

上述五項工作其討論題綱及內容另分述於後。

(二) 成立跨部會之指導委員會

由於海下技術之引進發展需要結合政府單位與產、學、研界之力量共同推動，尤其有關改善發展環境之層面甚賴政府相關部門之導引與支持，因此需成立『海下技術引進及發展指導委員會』來協調各部會，導引執行本主題建議之各項措施。委員會成員包括政府相關單位、產業界及學研代表，其中政府單位部份，因本主題之執行工作涉及法令之修訂建立、各項資料之研析、技術引進執行及其效果之評核、核心技術之建立落實生根等，涉及單位甚多，建議由交通部、經濟部、內政部（營建署）、國防部、環保署、衛生署、國科會、勞委會、行政院公共建設督導會報、省交通處、退輔會（榮工處）等單位及學研機構及各大工程顧問公司與相關海事工程業者推派代表參加，並請行政院科技顧問組參與指導俾充份協調各部會單位之分工與合作。為有效推動技術發展工作，擬依前述五項工作性質在指導委員會下分設海象觀測網及資料庫管理技術組、海下工程設計技術組、海下醫學應用組、海下工程環保組、施工技術組等五個執行分組，有關推動組織之構想如圖四。

圖四 海下技術發展推動組織構想圖



(一) 執行單位

依據前述擬推動之措施及推動組織構想，參與執行之單位包括政府相關部分之轄屬單位及財團法人機構、民間組織及公司等，例如海軍總部、海洋測量局、國防醫學院、中山科學研究院、中央氣象局、工研院、港灣研究所、工業局及大學等，建議以下表所示技術分組之主協辦單位來推動執行。

海下技術引進及發展指導委員會
技術分組之主、協辦單位初步建議表

組 別	主 辦 單 位	協 辦 單 位	備 註
海象觀測網及資料庫管理技術組	交通部、國防部	經濟部、 國科會、 省交通處、 海下技術協會	建議請 交通部召集
海下工程設計技術組	交通部、經濟部	財團法人工程顧問 公司、 海下技術協會	建議請 交通部召集
海下醫學應用組	衛生署、國防部	勞委會、經濟部 內政部(營建署) 海下技術協會	建議請 衛生署召集
海下工程環保組	環保署	經濟部、 交通部、 海下技術協會	建議請 環保署召集
施工技術組	公共建設督導會報 經濟部	交通部、 內政部(營建署) 退輔會(榮工處) 海下技術協會	建議請公共建設督 導會報召集

五、考核

各分組應提出相關計畫方案及其預定進度報請指導委員會核定後，提請相關權責單位列管，規劃期間，採按季追蹤，執行階段，以每半年檢討乙次，年度終了由各組召集單位召集主協辦單位辦理年度總檢討，提報指導委員會轉呈報大院核備。

六、結論

本主題係以藉國建六年計畫加強引進海下工程關鍵技術為終極目標，各項措施之規劃則配合六年國建之推動，研擬技術移轉策略，俾提供海下工程技術合理發展環境，並將需引進之技術與落實技術生根本土化等之具體做法提請相關主管機關，俾在行政措施方面適時予以配合，以突破相關技術發展之瓶頸，加速預期效果之達成。

惟工作之推動端賴政府相關主管機關之支持與指導委員會及轄下各分項技術發展推動小組完備之協調、規劃與推動，以確實執行工作，達成目標。

討論題綱一：海下環境調查量測及分析

一、摘要

本題綱由討論海下環境調查量測及分析之現況，評估目前亟待引進之關鍵技術項目，以有效『移轉海下關鍵技術』，並整合應用國內海下之技術資源。

建議針對海下環境調查建立海象自動觀測網、海洋環境資料庫統籌管理系統、及海下作業技術、調查設備及機具之引入，藉由六年國建海下工程之推動，行政主管機關以『行政指導』方式，由負責之行政或工程單位配合，導引產、學、研界從事高科技海下技術之引進及設備更新，以提升海下環境調查及分析技術，提供各種海象資料供全國使用，並可與確保海下工程品質。

二、本文

(一)問題背景與問題分析

1. 進行與港灣建設、海洋開發等有關之海下工程時，首需充份掌握由海下環境調查所獲得之海象資料，海下環境調查量測及分析雖分別有海軍海洋測量局、中央氣象局、各港務局、各大學研究所、港研所、中油、台電等十餘單位辦理，但有些觀測資料只作簡單統計分析，或僅配合研究計畫或工程規劃做短期觀測（一般僅幾個月），所獲資料不完整，而各單位之種種資料亦未能有效整合儲存，以致於相關工程在規劃設計時缺乏充份資料，也影響到施工、驗核、維修之品質、安全與經費等，因此如何藉由六年國建之推動，建立長期海洋環境觀測系統及資料庫，並取得有效之調查量測分析資料是相當重要的。
2. 海洋環境調查量測設備除學術研究單位及海軍外，主要是海事工程公司、省縣機關及國營事業機關所擁有，各約 50 套。其中大都屬於基本量測設備，很少屬於高科技自動遙控設

備。亦沒有適當測量船配合，大部份是租用漁船使用，且缺乏可供參考之資料庫。

(二) 解決構想及其評估

由於海洋調查研究，須要龐大的經費及人力，因此首先應整體規劃調查工作，避免調查機構及調查項目之重複，以提高效率。再則須引進先進的調查量測技術與設備、儀器才能較快而有效地獲得充份資料。同時，由於調查所得之各項資料均很寶貴，因此須依取得目的，及方便使用之形式加以分析整理俾有效利用，因此資料統籌管理系統之建立非常重要。

評估國內海洋環境調查測量能力，目前亟待引進之技術有以下幾項：

1. 遙測技術：利用衛星、飛機及雷達等對海面進行觀測，並配合海洋自動觀測浮標及沿岸測站進行調查。
2. 無人自動化觀測站之建立：自動觀測技術網之建立。
3. 氣象、海象數值預測方法之建立。
4. 海洋調查設備、機器方法之引入：
觀測站、觀測浮標、拖航式觀測機器、海中海底調查機器、海中機器人等。
5. 海下聲學技術之應用：聲學探測儀器之使用及推廣、聲學儀器檢校設備及無響水槽之設立。
6. 近岸海底土層鑽探取樣及分析試驗技術。

綜合上述各項海下關鍵技術，大致可分為以下三方面：

1. 自動觀測技術網之建立
2. 海洋環境資料庫統籌管理系統之建立
3. 海下作業技術及調查設備、機具之引進轉移

(三) 預期效果

1. 由於整體規劃分配海洋環境調查量測工作，可避免調查機構及項目之重複，使經費能充分運用，進而達到技術資源之整

合應用。

2. 協助工程在規劃設計時有效資料之取得，增進資料之可信度、精確度，並確保工程之品質與安全，減少投資浪費。
3. 海洋環境資料庫統籌管理系統之建立，可建立及累積長期之海下相關量測資料，對提供工程規劃之參考及學術研究分析技術有相當助益。
4. 整合國內相關學術研究單位，進行海象數值預測方法之研究，以提升海下技術分析之能力。
5. 使海下作業技術能落實生根，調查設備及機器之安裝及維修能力得以提昇。

(四) 建議方案與執行規劃

1. 海象自動觀測網之建立

- (1) 整合國內從事海下環境調查相關單位之作業，並協調在海岸地區的公營大型企業，分配『責任區』，負責就近海域的海下環境調查量測工作。
- (2) 配合六年國建海下相關工程建設之推動，如台電近岸之火電廠或核能電廠、雲林離島式重工業區等，協調有效利用相關設備建立適當長期之海下環境量測站。
- (3) 利用現有設施如發電廠、海域平台等可供海下監測之場所，蒐集海象資料以配合建立資料庫。
- (4) 建議由負責六年國建有關海下工程之機構（如經濟部、交通部）在工程規劃時編列預算，與國內產業界訂立中期（3-5年）合約，以鼓勵從事海下環境量測工作並培植技術。

2. 海洋環境資料庫統籌管理系統之建立

- (1) 建議由海下技術引進及發展指導委員會邀集相關單位協調，指定合適單位（如公營港灣研究機構），將不同機構調查獲得之資料有效整合建立資料庫。
- (2) 配合中央氣象局『海象測報中心』之成立，將前述資料庫

之資料提供各界分享。

3. 海下作業技術及調查設備、機具之引進轉移

- (1) 配合相關海下工程之推動，於工程合約中整體規劃技術移轉條款，以促進技術生根。
- (2) 海下環境調查技術需要較高的技術層次，且須要較大的人力，應長期培養專業技術人才，在各技術移轉條款中，應包括操作與設備維修人員之訓練。

4. 海洋遙測技術之發展

- (1) 除了定點、局部性對海象之調查以外，利用遙測技術進行小尺度或中尺度之海象觀測已是世界先進國家普遍發展應用之趨勢。多年來我國在農業及資源偵測應用之航空遙測技術及積極發展中之太空遙測技術，可藉以支持發展對海洋遙測技術，來大幅改善對海象調查資料之不足。
- (2) 建議由國科會整合學術機構進行群體研究計畫，配合經濟部、交通部（氣象局）、農委會及國防部相關計畫來推動，並請行政院科技顧問指導及協助技術之引進。

5. 海下聲學技術之應用

- (1) 海面及海面下波、流、深度及海底地形、底質等偵測，常受到海況不佳、儀器功能有限及外力破壞等影響而不易獲得好品質及長期性資料，應用海下聲學技術及相關儀器，可有效改善上述情況，目前其他海洋科技先進國家已大量採用聲學儀器及技術來替代傳統者進行海象之調查。
- (2) 聲學儀器之使用須有熟練之技術人員操作並負責基本維修工作，故人才之培育為重點。建議由國科會及國防部編列相關計畫支持，並可透過海下技術協會邀集民間業者，支持引進技術並發展維修能力。
- (3) 成立海下聲學儀器檢校中心，以提供對相關儀器設備之檢校，俾維持儀器之精確度及測取資料之齊一標準。檢校中

心應設有無響水槽及相關設施。建議可由工研院量測中心負責，海洋大學配合，並由國科會、經濟部及國防部共同支持。

6. 海氣象數值預測方法之建立

由中央氣象局及海洋測量局，利用已建立之海氣象數值預報模式之基礎與經驗進一步更新發展應用性數值模式，並結合學、研單位及工程規劃單位、業者，進行技術移轉與推廣。

(五) 結論

海象觀測網及資料庫統籌管理系之建立，將提供在台灣四周海域進行工程建設、資源開發、學術研究及國防需要之充份資訊，使相關工作得以順利進行進而提升工作品質，而技術之引進應用是支持前述工作之要件，故此等跨領域之工作需賴政府單位導引產、學、研合作推動，並長期予以支持才能培養人才累積技術實力。

討論題綱二：海下工程規劃設計

一、摘要

本題綱係針對深水港及離島工業區等建設所需外廓設施等工程，研擬結合設計規劃單位、研究機構以及產業界以引進國外新觀念及擴充必要設備，來提升海下工程規劃設計之技術能力。

為落實技術研發工作，建議仿日本方式由有關單位撥專款辦理由設計到原型現場試驗之一連串計畫。有關現場實驗，如以防波堤為例，可考量撥出正施工或將施工防波堤之一小段（以不影響該堤功能為原則）來進行。

二、本文

(一)問題背景與分析

我國為外貿主導之經濟，政府為廣廣維持經濟之成長，必須持續發展工業，而台灣地區土地之取得日益困難，加以民眾環保意識之高漲，唯有向海爭地一途，故沿岸海域之開發利用為必需。

未來公共建設中，深水港及離島工業區等建設所需之防波堤、海堤、碼頭等工程浩大，由於防波堤堤址漸為大水深化，以傳統之設計方式須耗費大量建材以及龐大經費，故研發新的斷面結構或引進國外新觀念來規劃設計，以期經濟又可靠是必需發展之趨向。國內目前有關規劃設計人才及軟體等方面已有相當實力，所欠缺者為引進新觀念設計之驗證及推廣。

(二)解決構想及其評估

結合國內規劃設計施工單位與研究機構，以擴充必要設備及引進國外新觀念方式，針對深水防波堤及深水碼頭為研究對象，發展新設計技術，並需藉新建工程之部份進行試驗，經驗證可行，進而推廣應用，將使未來與海洋有關之工程設施發揮更好的經濟效益。

(三)預期效果

- 1.提高國內技術水準
- 2.期可更順利達成國建任務
- 3.引進或研發新技術新觀念，期能節省龐大之工程費用。

(四)建議方案與執行規劃

- 1.有關規劃設計方面，分為「大水深防波堤」及「大水深碼頭」兩項進行：

(1)大水深防波堤

- A.新觀念之吸收
- B.開發新斷面
- C.水工模型試驗
- D.現場築造
- E.實驗堤耐波行為之長期觀測紀錄分析

(2)大水深碼頭

- A.新觀念之吸收
- B.開發新斷面
- C.現場築造
- D.長期觀測紀錄分析

- 2.選擇將開發之離島工業區之防波堤之一小段(約300m)及施工用多功能碼頭(1席)為實驗用防波堤及實驗用碼頭，進行新開發結構物之現場原型實驗之用。為落實研發工作，建議仿日本方式由有關單位撥專款辦理或委請顧問公司辦理由設計到原型現場試驗之研發計畫。

3.執行單位及人員

建議由「海下工程規劃設計組」結合官、學、產各單位負責本項工作。有關上述(1)新觀念之吸收，(2)開發新斷面及(3)水工模型試驗及(4)長期觀測分析等可委請中華顧問工程司、中興工程顧問社、中華港埠技術服務社等顧問公司及海洋大學、台灣大學、

中興大學、成功大學等學校配合辦理，(5)現場築造則由施工單位如榮民工程處、中華工程公司及民間業者辦理。

(五)結論

六年國建計畫中如離島工業區之興築等，若能有效藉機引進新觀念來設計規劃，且經驗證可行而推廣，則我國海洋工程規劃設計之技術水準將大幅提升，並可提升未來相關工程設施之效能。

討論題綱三：海下醫學之應用

一、摘要

海下醫學之應用為提供從事海下工作者生理及心理方面安全保障及合宜工作規範之依據，更是醫療發生海下事故工作者之憑藉。國防醫學院與海軍總醫院多年來已建立不錯的基本能量，且持續進展建立深海作業所需之醫療相關技術，是提供技術之主要來源及支持者。

近年來海下工作量快速增加，休閒潛水活動亦發展快速，而發生潛水意外事故亦相對大幅增加。行政院勞委會刻正修訂我國異常氣壓作業安全規範，輔以潛水專業技術士檢定及相關訓練工作之推動，將提升我國海下工作人員之技術水準及工作品質，進而促進產業能力之提升。相對而言，因潛水意外之醫療救治即愈益重要；本項討論係以國防體系多年來已建立之技術及設備能量為基礎，藉區域性能量之建置來推廣海下醫學應用，使技術分享於全民。故建立全國性潛水意外醫療網，訂定並執行潛水作業相關規定，提供對相關工作者有效、及時地醫療服務與技術協助，為必要且積極推動之措施。

二、本文

(一)問題背景與分析

1. 海下醫學之任務

海下醫學在海下技術發展諸項目中屬於服務及協調的性質。它的治療範圍除了減壓病外，尚包括下潛當中的擠壓症，水底期的氧中毒、氮迷醉、高壓神經症狀群、低溫症，和上昇期中突然失氧症等等。因此它服務的範圍除了醫療工作外，為了防止意外事件之發生，它擔任了以下更重要的資訊和協調之角色：

(1)海下裝備之設計是否配合人體力學及生理極限。裝備之長

期使用或使用不當會造成何種傷害。

(2)海下作業全程之策劃，特別是工作環境，是否符合安全標準。

(3)在海底作業當中協助如何終止正在發生的意外或協助受災人員安全的脫離現場。

2.現況

我國海下醫學之研究發展和醫療任務之實施，近年來基於需求多由海軍主導之。經過約二十年的努力其具體成果包括有：

(1)海軍醫院多年來不斷更新裝備，目前擁有各型壓力艙可執行潛水病醫療、混和氣體水中模擬潛水，和臨床高壓氧治療等任務。

(2)協助治療漁民、民間海下工程人員之緊急意外傷害無數，發揮軍愛民之精神。

充份訓練和購置應有設備乃保障潛水人員生命安全之必要措施，除軍方作業有嚴格要求外，、民間業者近幾年在競標海下工程時，常不顧自己是否有海下作業設備及合格人員，因此意外事件頻傳或虧損慘重，並影響工作品質。僅南北兩地之潛水醫療單位未必來得及給予事故者及時之救援醫療，對作業人員及業者之損害不可輕忽。

(二)解決構想及其評估

由衛生署召集相關部會單位及民間組織，規劃於二年內建立「全國性潛水醫療網」，並擬訂各項作業規範由勞委會（相關作業安全衛生規定）、及經濟部（從事海下工程相關工作之事業單位須設置相關裝備及專業人員等）等主管機構訂頒執行。以國防醫學體系提供技術能量之參與，將技術擴及民間分享，並由政府主管機構導引建立潛水醫療網及建立相關制度將可予潛水工作人員完善的安全衛生保障及合理之工作環境。

(三)預期效果

將可有效減少因潛水意外之損害，並提升工作品質，進而促進產業發展。

(四)建議方案與執行規劃

1. 建立全國性潛水醫療網

(1)區域性潛水醫療中心醫院之配置

除現有左營海軍總醫院及基隆基地醫院外，另指定台中榮總建置相關能量並考慮依需要於東部亦指定醫院。

(2)製作潛水人員的資料表格並建檔管理

依潛水的特性分類（如職業潛水甲、乙、丙等級、運動潛水）製作體檢表、訓練、潛水病病歷資料，將全國潛水人員資料輸入中心電腦，集中管理，定期檢定各類潛水人員的身體健康、體能、作業能力是否符合所訂標準，並隨時更新資料的內容。上述之資訊資料可依需求隨時由中心經終端機輸送到各醫院作為治療時參考之用。或輸送到研究單位作長期追縱和研究發展參考，並且將治療結果送回資訊中心主電腦儲存，供作下次治療之依據（下次意外事件發生地點可能不同，因此治療的醫院亦可能不同）。所需費用尚得詳細規劃。

(3)設立機動緊急救援小組

為爭取醫療時效，對發生潛水意外事故者施以緊急救援，建議由衛生署編列經費購置拖車式緊急救援裝備三、四套，由區域中心、醫院操作管理，需要時可馳赴最近的海岸作緊急救援後，再送區域中心醫院治療。在大型工程需要時，可預先申請救援車開赴工區待命支援，以配合工程之進行。在拖車上有精簡之高壓艙、發電機、高壓空氣壓縮機和機動治療小組人員，拖車及裝備每套約新台幣四仟萬元。

(4)設立潛水意外安衛教育組織和潛水意外警示網 (Diving Alert Net Work)

A. 與美國杜克大學 (Duke University) ，引進其潛水意外警示網之技術，成立我國相類似的組織，廣收民間個人及團體會員 (如各職業、運動潛水員及各潛水會等) ，隨時提供各種有關預防潛水意外的資訊服務。所需引進技術之費用請另洽。

B. 以簡明的文字製作各種有關潛水安全的手冊提供會員。

C. 由組織舉辦巡迴講習，對各類潛水人員作一般潛水知識、預防或專業的知識傳授。如此可大幅降低意外事件之發生。

2. 訂定潛水作業相關規範

為保障潛水作業人員之安全，促使從事潛水作業單位及廠商設置應有設備及專業人員，建議應訂定下列相關作業規範：

(1) 由經濟部及內政部營建署主辦，海下技術協會協助，根據作業性質及需求，訂定設備規範與專業人員須經檢定合格之規定，列為從事潛水作業之營利事業登記之條件。且嚴格規定並獎勵民間業者具備應有的設備才能參加相關海下工作之投標。

(2) 甲級飽和潛水作業應有深海作業船，包括船上母艙 (Duck Decompression Chamber) 和天井，供人員轉移艙 (Personal Transfer Chamber) 由船甲板的中央垂直將人員送入深海作業。

(3) 由勞委會訂頒異常氣壓作業安全規範並推動實施，經常檢查業者是否依照規範從事作業。

3. 技術移轉：前述各項相關技術及設備之引進，所需應用、維修及軟體等技術，由各項主辦單位負責承接技術移轉並推

廣。

(五)結論

海下工作的完成，除了靠機具儀器之發揮功能外，更賴工作人員在水下安全地執行任務。所以建立完善的潛水醫療網提供預防及治療等技術服務，是提升海下技術不可或缺者，又因此項設備屬公眾使用之性質，宜由政府單位資助及主導民間業者投資設立，以建立完善醫療網提供服務並提升技術水準。

討論題綱四：海下工程環保

一、摘要

海下工程環保在世界各地已普遍的受到重視，台灣四面環海，且伴隨著六年國建的執行及各項海域活動的逐步開放，在可預見的將來，海域污染必然逐漸增加，而有效的海下工程環境之保護策略、法規、監測技術及其國外相關污染防制先進技術之引進，也變得相對的重要，建議政府主管單位邀集業主單位、施工單位及學、研界專家研訂相關準則、法規並引進技術，以為施工之依循。

二、本文

(一)問題背景與分析

大多數的海下工程均會帶來或多或少的海洋水質、生態及景觀等方面的環境污染而其污染程度的高低、污染性質及其可能引發的不利影響因子，均需有適當的管道、法規來加以限制，國內這幾年來，在環境保護署的領導下，已匯集相當多的環保法規，惟與海下環境保護有關的法規較為缺乏且不週延（如下表），為順利開發各項海下資源，並推動其相關海下工

附表：

各國在海洋投棄物之管理法規之比較

國 家	相 關 法 規 名 稱
中華民國	水污染防治法 (1983.5.27) 商港法 (1987.8.7) 海水污染管理規則 (1987.8.7) 廢棄物清理法 (1988.11.11) 事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準 (1989.5.8) 海洋污染防制法草案
國際間	Lodon Dumping Convention, 1975年, 61個家認可
美 國	Ocean Dumping Act(母法) Ocean Dumping Criteria(子法)
日 本	海洋污染及海上災害防止法 廢棄物處理及清掃法
英 國	Dumping at Sea Act, 1974 Food and Environment Protection Act, 1985

程，建議環境保護署針對海下資源開發及海下工程施工所需遵守的海洋污染防治準則及法規進行全面且週延的修訂。

同時，爲了落實這些海下污染防治準則及法規之執行，國內也需建立一套完整且實際的海洋污染監測系統，環保署刻正委託顧問機構，規劃台灣地區海域環境品質監測站網之設置，如何整合上列 污染防治準則、法規與本監測系統的設立也是另一重要的課題，否則各項海洋污染防治的管制工作，在技術上將會面臨不易推動的因難。

另外，某些特殊海域污染的防治技術則得專案引進國外在該方面的先進技術，例如海域漏油之污染防治技術是目前最常發生也最不易處理的海域污染問題。

(二)解決構想及其評估

針對各項海下工程環保問題，建議除了特殊海洋污染防治技術得由相關事業單位負責引進之外，其它海洋污染防治準則、法規及監測系統的建立均由行政院環境保護署負責完成之。

由環保署召集政府主管及主辦公共工程單位、民間業者及學、研機構專家，共同研擬相關準則及法規等草案，並評估建立監測系統之合宜技術，以完成最合乎國內需要的海下工程環保所需之法規、準則及監測系統。

(三)預期效果

由於電腦科技及遙控技術之突飛猛進，若能確實完成上列海洋污染有關準則、法規、監測系統的建立，國內有關公私立機構在有所遵循的前題下，必能挑選合適的海下工程技術，進行各項海下資源之開發工作。

(四)建議方案與執行規劃

1. 海洋污染防治準則及法規的建立方案可概分爲下列三個步

驟：

(1)現況資料收集及分析

(2)歐、美、日本對類似海洋污染防治準則及法規的處理方案之資料收集。

(3)研究合乎國內政、經、社會及自然條件下的海洋污染防治準則及法規，此項工作應廣徵有關專家意見擬定，並透過立法程序執行。

2.海洋污染防治監測系統的建立可概分下列步驟：

(1)配合海洋污染防治準則及法規的要求，規劃台灣地區海域環境品質監測系統，其中包括軟體與硬體系統之協調與整合工作，硬體方面尤其應發展海域遙測的監測系統，目前國內在陸域遙測方面有農委會所屬的“遙感探測技術發展策劃小組”，而太空遙測方面有中央大學的“太空遙測中心”，惟獨在海域遙測方面較少推動，僅工研院能資所有些許大面積的海象遙測技術之研究及中央氣象局所裝設的四個電話傳輸的波浪調查站，其中尚沒有獨立的海象遙測監測系統之建立實績，應加強此一方面的技術引進工作。

(2)監測資訊傳輸系統的統一規劃—國內各公私立機構均可能開發各項海域資源，並進行各項海下工程，如何嚴格要求其海域環境影響評估報告中，使用的各種表格、電腦程式能合乎其日後監測系統的追蹤考核之要求，將是海洋污染防治成功與否的最重要課題，也建議由環保署帶頭整合各領域的環保人才，訂定一套完整的監測資訊傳輸系統。

3.特殊海洋污染防治技術的引進

例如海域漏油事件的防治工作，應委由國內最大石油事業機構，即中國石油公司在環保署的監督下，有系統的引進各項國外先進技術，目前中油公司已做許多此方面的工作，建議再做全面且有系統的技術引進工作，其可能的技術引進來源

有：美國、日本及北歐各國。

以上三類建議方案的執行，除了特殊海洋污染防治技術得由相關事業單位帶頭引進之外，其它海洋污染防治準則、法規及監測系統的建立均應由行政院環境保護署負責完成之。

相關工作亦可委由合適的民間機構進行，再由環保署聘請各領域之學術、行政人員評審，完成最合乎國內需要的海下工程環保所需之法規、準則及監測系統。

俟上列工作完成後，其建立的海洋污染防治準則、法規及監測系統，可完整的評估考核各海下工程的環境影響評估工作，且其評估作業可儘量電腦化，而監測系統可儘量自動化。若準則、法規及監測系統因執行而有改進需要時，也可以科學化的方法，快速有效的做必要的修正。

其預估經費及時程約為：

- (1)海洋污染防治法規及準則的建立約需新台幣壹仟萬元，需時一年完成。
- (2)海洋污染防治監測系統的軟體架構建立約需新台幣壹仟伍佰萬元，需時二年完成，惟其中未包括海域遙測技術部份。
- (3)特殊海洋污染防治技術的引進則需視實際需求訂定其經費及時程。

(五)結論

為充份配合國建六年計劃的順利執行，有關海洋工程施工污染防治工作之基礎建立，可適時地提供施工者明確之依據，並為海洋環保工作增添有利憑藉，政府主管單位宜積極推動。

討論題綱五：配合相關措施引進施工技術

一、摘要

本題綱係針對目前海下工程在施工技術方面所面臨之瓶頸，藉六年國建相關海下工程之推動，研擬施工技術引進項目及優先順序，修訂相關法規，結合產、官、學、研各單位相互合作，落實技術移轉，俾利施工環境之改善及技術引進與發展。

二、本文

(一)問題背景及分析

1. 海下工程面臨多變之大氣層與海洋湧浪潮汐之變化，致其工作人員長期處於冒險犯難外，其所需設備亦格外之堅實與厚重，故在軟硬體之鉅額投資與管理方法及其技術引進、移轉與生根等皆獨具一格，而與陸上工程施工差異極大。
2. 政府來台後大力推動國建，舉凡四、五十年代之基隆及高雄港口改善及擴建，十大建設之台中、蘇澳港新建，十二項建設之花蓮、興達港新建等皆屬於大型之沿岸港灣工程，而六年國建中如離島工業區與深水港之開闢則屬更大規模之離岸海下工程，其施工範圍趨向更大、更深之外海水域，須儘早籌劃，引進必要之技術設備與經驗以利相關建設之推動。
3. 隨台灣經濟快速成長及社會進步繁榮，各項廢棄物之處理日益嚴重，在土地資源缺乏取得不易之環境下，填海不失為一途，如台北市政府委託荷蘭 W+B 公司研究以壓縮填海方式處理垃圾即是一例，須藉助海下技術於河口沿岸或海埔地挖掘深坑後再將垃圾壓縮深埋，大幅解決垃圾掩埋場問題同時增加新生地之利用價值，其中之海下施工技術則須適時引進。

(二)解決構想

建議配合六年國建施工採取相關行政措施，訂定海上作業

法規，俾提供海下工程業者合理之發展環境，並藉獎勵措施輔導業界引進技術與投資設備，加速海下工程拓展。

(三)預期效果

1. 提升海下施工技術
2. 投資設備充分利用
3. 節省國庫預算
4. 提高人民生活品質
5. 開創邁向國際市場之契機

(四)建議方案與執行規劃

為改善業者從事海下技術發展之環境，並鼓勵技術移轉，落實技術生根，擬採取下列措施：

1. 請內政部營建署儘速訂定『海事工程專業營造業制度』：海事工程因專業船機設備投資金額龐大，且工作環境特殊，又需獨特之經驗與技術，有別於一般陸上之營造業，為配合六年國建相關工程之順利推動，須及早訂定『海事工程專業營造業制度』，以爭取時效。
2. 由『施工技術組』邀集相關單位訂定『海下工程技術引進實施方針』，其內容包括：
 - (1)早日訂定海下作業法規：海下工程於規劃設計之前，往往忽略或欠缺海上作業區域之規劃，且因無法源依據，未能事先與漁民取得協議，致常於施工中因發生求償、補(賠)償事件而影響工進；建議相關單位研擬訂頒海下作業法規，並設立管理水下、水中、水上作業申請或登記之專責單位，塑造推動海下工程技術的理想環境，俾利技術之發展。
 - (2)依據六年國建工程計畫之時程，訂定技術引進項目(如附表)、優先次序及完成技術移轉之時間表與進度。

(3)將上項核定之技術引進項目列入公共工程招標合約中執行，其執行方式列舉如下：

①海事工程國外設備技術之引進必須透過國內海事工程公司技術合作方式辦理，俾導引相關之技術與國內技術相結合。

②廠商技術引進與發展之能力列入相關工程資格標審定之特定條款。

③工程投標，如需重大設備投資或特殊技術時，其合約規範或條款應提供優厚辦法，明訂合理工期與數量，以減輕雙方之財務負擔。

(4)訂定相關之技術移轉管考辦法以落實技術移轉。

3. 專案報請行政院核定將符合技術引進之海下工程產業納入促進產業升級條例『租稅減免』等之適用範圍，俾鼓勵業者主動引進技術及更新設備與落實技術生根。

4. 建請經建會及行政院公共建設督導會報，規劃與審核政府重大公共工程有關海事工程項目之計畫時，充分考量市場之延續性及合理工作分配量，俾相關業者有計畫配合技術引進與設備投資。

(五)結論

業者以往長期面對國內市場不連續性與規模不足，投資環境未臻理想，而無法大量投資設備與引進技術，人力亦未能有適當的培訓，建請相關主管部門重視海下工程，如能藉工程之推展，訂定各項技術引進之獎勵措施，釐訂海下作業規則，排除施工阻礙，必可突破以往之困境，大幅提升業界之產能與規模以及技術能力，而有助於相關國建工程之執行與推動。

海下工程施工技術引進列舉項目一覽表

項次	項目	國內已具備之技術	需引進之技術	引進技術之條件與方式	需引進之工程用途	需求之對象	技術之來源與可能選擇	備註
1.	海床地質鑽探施工技術	水深約 12 米以內	水深約 12 米以上	購置設備與操作人員之培訓 SEP 方法	離島工業區、深水港、鑽油平台與管工程與施工	工程機關顧問業者	美國、日本、荷蘭等	包括工作平台及鑽探設備技術
2.	抽砂填地施工技術	水深約 25 米以內之抽砂	水深約 25 米以上之抽砂	購置設備與操作人員之培訓浪高 H1.3 = 1.5 公尺可以工作之船隻及技術	離島工業區等新生地、深水港造地	工程業者	荷蘭、美國、法國等	抽砂量甚大，工作地點移至較深之海域作業
3.	新型自航式拋石船施工技術	中型自航式拋石船	大型自航式側卸懸臂式拋石船	購置設備具多用途拋石、拋砂、運輸等功用	離島工業區、深水港、海底管線拋石用	工程業者	荷蘭、日本、德國等	視工程之規模及需求，適合當地條件技術引進
4.	海底整平設備施工技術	整平船及潛水工	海底整平海下機械人	購置設備與操作人員訓練海流於 3 Knots 可以工作之設備	深水港、海底管線整平用	工程業者	日本、美國等	視工程之規模及需求，適合當地條件技術引進
5.	海底電管佈設技術	管線佈設之配合工作	管線佈設技術（佈管船使用或租用）	管線佈設之設計與佈管技術及新式埋設技術及設備	海底電管、油管與放流工程	工程機關顧問業者	美國、日本、英國、新加坡等	本類工程在國內如無市場，則無需購置設備
6.	廢棄物填海施工技術	一般之廢棄物填海	廢棄物深埋廢棄物產之廢水防漏技術	Know-How 等軟體技術	一般廢棄物處理	環保單位顧問業者	荷蘭、日本等	視海底地質特性，選擇適當地點建造，因予補助並酌予開放業者興建

主題(二)：長隧道工程技術

1. 長隧道(含豎井)施工技術
2. 長隧道通風技術

主辦單位：交通部台灣區國道新建工程局

六月廿二日

議題壹：如何藉由國建六年計畫加強引進技術

主題(二)：長隧道工程技術

A. 摘要

中華民國台灣地區因地狹人稠，且經濟日益成長，公路路網亦逐漸向山區發展，故長公路隧道之興建乃勢在必行。而國內因以往較為欠缺長公路隧道之工程實務經驗，在施工及通風技術上均顯不足，而需自國外引進相關技術，為改善此一現象，故擬藉由國建六年計畫中相關長公路隧道之興建，有計畫的規劃研擬相關技術引進與移轉方案，以帶動國內之技術升級。

B. 內容

討論題綱 1：長隧道（含豎井）施工技術

1) 問題背景與問題分析：

台灣因面積僅約三萬六千平方公里，且百分之七十屬於山岳地帶，可資利用的平原甚為有限，故各項重大建設不得不逐步向山區發展，而與社會經濟發展有密切關係之公路也隨之向山區發展延伸，因此隧道之興建在所難免。然目前國內之隧道施工技術尚跟不上世界一流國家之腳步，凡長度超過五公里以上之隧道工程，鮮有能如期完成與不追加預算者，連帶嚴重影響我國建設發展與進步。目前已積極準備展開施工的北宜高速公路坪林隧道，長達 12.9 公里，而後續國道路網預計有類似或更長的隧道將陸續興建，面臨如此現實需要，實有就國外之長隧道施工技術詳加探討，與積極研究引進之必要。

2) 解決構想（或方案）及其評估：

在國外，不管是隧道本體或是豎井，為順應減少工業災害及自然保護之潮流與訴求，以機械方式開挖幾已成世界潮流，尤其是全斷面隧道鑽掘機（Tunnel Boring Machine，簡稱 TBM）之採用，已將長隧道之施工技術引導至一新的里程碑；聞名世界之英法海底隧道，即以八部 TBM 同時施工，最高開挖速度曾超越每個月一公里之長。在其他歐、美、日等先進國家以及中南美洲、亞洲等開發中國家，此工法也已被廣泛地應用於長隧道之施工上。而豎井 Raise Borer 或 Climber 等機械開挖方式之採行亦已日漸增多。此等機械開挖方式與傳統之鑽炸法（Drilling & Blasting）相較，有著以下幾點絕對的優勢：

- (一) 施工速度快：因開挖快速，且支撐工簡便，必要時亦可採開挖與支撐同步作業，故施工快速，一般至少可達鑽炸法之四至六倍。
- (二) 支撐工料省：因對岩盤擾動較少，且超挖量可顯著降低，故支撐需求減少。
- (三) 勞工人力少：以機械化作業可大幅減少人力需求，且因開挖速度快，可相對減少工作面，故人力需求亦隨之減少。
- (四) 施工安全性高：因以機械進行隧道開挖作業，避免人員直接暴露於岩盤前（下）方，可大幅提高施工人員之安全性。
- (五) 環境衝擊小：震動、噪音及廢氣等減少。

因此，為有效解決國內傳統隧道及豎井施工方式進度緩慢、危險性過高以及成本（包括時間成本）過鉅之問題，研究引進 TBM 等機械開挖之施工技術應用於國內長隧道施工應是一最為可行之方案。交通部台灣區國道新建工程局與國內相關之顧問公司、營造廠商曾多次出國考察，均認為為加速國內相關重大建設計畫之早日完成，此時引進隧道機械開挖工法確有其迫切性，且配

合政府積極引進國外先進科技之政策，目前亦是一相當良好的時機。但任何施工方法均有其缺點存在，隧道機械開挖法亦復如此，其主要缺點包括了初期投資成本較高、機具製造時間長、施工彈性較少等。

有鑒於此，國內在引進 TBM等機械開挖工法時，仍應保持相當謹慎之態度，充分考慮該種機具之特性與地質等配合條件、專業技術人員之訓練與培育、零件之配合供應等各項因素，擬定完整之技術引進及移轉計畫，方能達到預期之目標。

交通部台灣區國道新建工程局曾於第四次全國科技會議提出有關隧道工程技術發展之議題，獲決議通過由國工局召集，結合相關單位，就隧道工程技術共同研擬發展方向並推動之，故就本長隧道（含豎井）施工技術引進方面，擬定大致推動方案如下：

- (一)配合北宜高速公路等多項長隧道工程，由國工局規劃，引進全斷面隧道鑽掘機及豎井施工機械。
- (二)成立專案小組，配合技術顧問之指導，就全程之隧道及豎井設計、機具構造規格、引進方式以及施工過程等作一詳實之記錄與分析，並定期檢討施工績效。
- (三)配合工程之進行，辦理專題研討會，檢討評估 TBM等各類隧道及豎井開挖機械之適用特性、施工規劃、機具規格及管理原則等，以進行國內之技術推廣工作。

3) 建議之方案的執行規劃

- (一)整體隧道工程技術發展計畫之推動將依第四次全國科技會議決議，邀集有關單位成立「隧道工程技術推動小組」共同辦理。

「隧道工程技術推動小組」目前之規劃構想係由國工局擔任召集單位並負責相關秘書工作，邀集中興工程顧問社、中華顧問工程司、中鼎工程股份有限公司等具有工程專業能力之

顧問公司，中華工程公司、榮工處等較具規模之營造廠商，台灣省公路局、鐵路局、地下鐵工程處、高鐵工程籌備處、高速公路局、台北市捷運局、台電公司、台灣省水利局等工程主辦單位以及中山科學研究院、工業技術研究院等研究單位共同參與。

而針對隧道施工技術引進方面，先期由國工局負責，配合北宜高速公路相關長隧道工程進度作一詳細規劃，指定擔任設計之中興工程顧問社及施工之榮工處為主要技術承接單位，負責引進 TBM及 Raise Borer等隧道或豎井開挖機械，而技術移轉與發展重點係根據以上所述之解決方案，以及累積多次國外考察經驗所得，集中在以下幾個項目上：

1. 如何依據不同之地質構造特性、隧道長度、隧道功能等需求，決定開挖機具之構造（如開放式或盾式）。
2. 如何決定隧道開挖後之支撐方式（岩栓、鋼護帶、鋼支保、噴凝土或預鑄環片、鋼環片、場鑄混凝土襯砌等）。
3. 如何依工程規模規劃建立良好之後勤支援設備及操作控制系統（包括出碴系統、材料輸送系統、支撐工安裝設備、灌漿設備、電力系統、給排水系統及操作控制系統等），以確保能達到預期之施工速率。
4. 培訓施工機械之操作、維修作業技工及工程師。
5. 培訓 TBM 及 Raise Borer之施工管理技術工程師。
6. 研擬因應遭遇惡劣地質等特殊困難需採行之處理對策，如遭遇機具夾埋、高壓地下水、斷層或破碎帶等特殊緊急狀況之處理模式。
7. 建立 TBM等開挖機械之部份零件製造技術之移轉計畫，以落實技術生根。
8. 培植專業之隧道及豎井施工專業廠商，以提高其國際競爭能力。

以上均在合約中即訂定其應負起之技術移轉責任。至於其他後續工程亦比照此等模式，並配合前案辦理情形予以修正，以便分階段進行技術移轉工作。

目前北宜高速公路坪林隧道導坑已展開初期工程之施工，第一部TBM（直徑4.8公尺）業已由榮工處向美國Robbines公司訂購，預計今年內將運抵國內，進行組裝並正式開始工作，預計該導坑將於民國八十四年貫通；主坑部份則將於民國八十三年起開始引進兩部直徑約11.5公尺之TBM進行開挖，概估需至民國八十六年完成開挖工作。在豎井方面則有六座，預計自民國八十二年配合導坑及主坑工程進度進行開挖，預計至民國八十五年將可陸續完成開挖工作。

因此等施工技術之成熟，必須藉著相當時間施工經驗之累積，而非短期內可達成，故本施工技術引進推廣之時程表，亦係配合上述工程進度而訂定。茲將預期之技術引進移轉進度區分為短、中、長程三個階段，概略以附表一說明之。

以上所述之技術推廣工作，負責技術移轉之單位（國工局、榮工處與中興工程顧問社）不但要在工程完工後整理且公開一完整之施工紀錄與檢討報告外，還需配合檢討訂定以機械方式開挖隧道之設計、施工技術手冊與規範，並將所獲得之技術成果及心得以舉辦專業研討會之方式予以推廣。

在落實學校教育推廣方面，則以國立台灣大學土木工程學系及國立台灣工業技術學院營建工程技術系為主要對象，定期提供實習、工地觀摩以及建教合作機會，並配合開設相關之工程實務課程。

- (二) 全程研究發展及技術推廣所需經費將在相關隧道工程經費內編列。
- (三) 在推動過程中，個別隧道工程進度督導工作由各工程業主負責，而整體施工技術移轉與推廣將配合「隧道工程技術推動小組」之成立，由該小組負責辦理，定期召開會議，研商檢

討技術引進及推廣之方式、各單位之分工以及經費分攤方式，並對執行過程加以評估考核，以收實效。

4) 結論：

由於隧道及豎井機械開挖工法之高開挖速率、施工自動化，可大幅降低工程成本，且施工安全性亦較傳統工法為高，故世界各國均已大量用於長隧道之施工中，我國亦宜因應此一趨勢，積極引進相關工程技術，本方案藉北宜高速公路實際工程需要適時引進高效率之隧道及豎井開挖機械，應為一相當可行之方式，惟需相關單位充分配合與共同合作，方能確實達到預期之技術引進成果。

附表一 長隧道（含豎井）施工技術技術引進移轉預計進度表

項	目	達成目標期限	技術移轉單位	技術承接單位
短程	1.機械開挖隧道之規劃設計能力培訓	民國八十二年	國外顧問公司、國外機具製造商 國外顧問公司、國外機具製造商	國工局、中興工程顧問社 國工局、中興工程顧問社、榮工處
	2.開挖機具規格研訂技術之轉移			
中程	3.培訓開挖機具操作人力	民國八十四年	國外顧問公司、國外機具製造商 國外顧問公司、國外機具製造商 國外機具製造商	榮工處 國工局、中興工程顧問社、榮工處 榮工處
	4.培訓機械開挖施工管理人才			
	5.培訓開挖機具維修人力			
長程	6.開挖機具零件製造技術移轉	民國八十七年	國外機具製造商 國工局、中興工程顧問社、榮工處 國工局、中興工程顧問社、榮工處	工研院機械所、榮工處 相關隧道工程主管機關、顧問公司、施工廠商、學校 相關隧道工程主管機關、顧問公司、施工廠商、學校
	7.機械開挖施工成效研討及觀摩			
	8.開挖機具使用成效技術推廣			

討論題綱 2：長隧道通風技術

1) 問題背景與問題分析：

北宜高速公路中之坪林隧道全長 12.9 公里，係名列世界第三長之公路隧道，目前已展開先期導坑工程，預計八十一年下半年可開始進行主體工程。在長公路隧道設計中，為確保行車安全與舒適，必需有完整之監控、管理及機電設施和制度，這其中包括了通風系統、照明系統、監測系統、安全防災（含緊急事故處理）系統等。就整體而言，國內在從事上述系統之規劃與設計時，尚能有效掌握技術引進與移轉成效，惟在通風系統之規劃設計方面，因該技術之發展需有相當之理論基礎支持，而以往國內並無有關長隧道通風方面之研究及實務經驗，故目前此項工作仍需完全仰賴國外專家顧問協助辦理。

就台灣地區快速公路整體路網發展而言，長公路隧道之繼續興建似為不可避免的趨勢，而有關通風系統之規劃設計，對後續之營運管理具關鍵性之影響；良好的通風系統不只可提供安全舒適之行車條件，同時也可達到節約能源之功效，在緊急事故發生時更能有效減少災害之程度。在國外，尤其是歐洲國家（如德國、奧地利、瑞士等）及日本，因其地理環境與台灣地區頗為相似，大部份土地均為山地，故公路隧道相當普遍，因此其於隧道通風方面之發展已有相當之歷史與成效；因此如能依循國外發展模式，適時引進相關技術，並對國內相關單位進行移轉，以有效落實有關長隧道之通風研究，於我公路建設發展將有顯著之效益。

2) 解決構想（或方案）及其評估：

隧道通風最主要之目的係在維持隧道內一氧化碳及煙塵之濃

度於一定標準之下，尤其是在公路隧道中，此要求又較其他隧道（如鐵路隧道、礦坑等）嚴格得多。故在設計時需先根據隧道本身之幾何形狀與區位特性，並就自然通風效應、行車活塞通風效應及機械通風效應等予以綜合分析，並考量緊急事故之發生，以確定通風量之需求，再行設計一最佳之通風系統；且此一完整之設計技術之發展，尚需以風洞模型試驗以至於全尺寸之現場試驗加以驗證，方能臻於成熟。而此等分析技術與理論國內以往因無實際需要故並無發展，故現今如擬將此等技術予以引進發展，就國工局所初步規劃之構想，應可依下列步驟進行：

- (一)配合坪林隧道工程，成立研究專案，進行模型試驗及實地檢測。
- (二)配合設計顧問之工作，辦理專題研討會，進行初步之技術移轉工作。
- (三)整合通風機電設備特性研究及空氣動力學理論，發展完整之設計分析模式。

3) 建議之方案的執行規劃

(一)內容項目：

根據以上所述之解決方案，大致之發展方向與程序包括：

1. 機電設備特性分類分析
2. 車行隧道空氣動力學分析模式建立
3. 特殊狀況之通風需求分析及驗證（包括車禍、火災、不良氣候等）
4. 模型試驗
5. 實測數據與理論模式分析比對回饋
6. 設計程式與規範之建立評估
7. 培訓國內顧問公司及業主通風設計與分析人才

(二)所需經費除編列於工程內之規劃設計費外，並由國工局及相

關參與單位共同提撥經費，以利本技術之引進及推廣。

- (三) 先導性之技術引進計畫將由國工局負責規劃，以北宜高速公路之長隧道通風設計為對象，指定負責設計之中興工程顧問社成立專案，配合國內在空氣動力學方面具有研究專長，且有意願從事隧道通風理論技術發展之學術研究單位（此等單位須經國工局以一定程序之評選而擇定，目前尚未確定），以研究群之方式，共同分析探討其理論重點，就各個領域分不同之子題進行理論發展工作。

整個技術之引進與發展時程預計自民國八十一年起，初期在在三年內（至民國八十三年）先研究建立起一套經模型試驗驗證完成之隧道通風分析與評估模式；並於持續兩年內（至民國八十五年）配合實際現地隧道測試以及各類通風機電設備之安置考量，發展一完整之設計理論與程式，並據以訂定相關之隧道通風設計手冊及準則，並將所獲得之技術成果及心得以舉辦專業研討會之方式予以推廣。

- (四) 執行過程之評估與考核亦將配合「隧道工程技術推動小組」之成立，由該小組負責辦理。

4) 結論：

長隧道通風設計分析技術在隧道工程技術發展工作中，佔有重要地位，也是國內相當欠缺的技術。透過六年國建計畫中建設工程所彰顯之需求及所提供之配合環境，適時引進該項技術並以專案研究之方式以求本土化應為可行之方案。本計劃之執行將與隧道工程科技發展的整體工作相配合，其研究成果將提供國內各相關單位參考，預計對國內交通建設具有顯著之長程效益。

主題(三)：高速鐵路、捷運及傳統鐵路技術

1. 車輛工程技術
2. 號誌、電車線及供電工程技術
3. 系統分析及整合技術

主辦單位：交通部高速鐵路工程籌備處

協辦單位：經濟部工研院

六月廿二日

議題壹：如何藉由國建六年計畫加強引進技術

主題(三)：高速鐵路、捷運及傳統鐵路技術

一、前言

我國鐵道工業過去雖經各有關單位之努力，但受限於發展環境，故迄今該工業基礎仍相當脆弱。本次為藉國建六年計畫加強引進高鐵、捷運及傳統鐵路相關技術，應記取以往的經驗而作適當的規劃與整體的配合。在技術移轉的作法上，在不妨礙各鐵道工程建設前提下，建議先從(1)車輛工程技術(2)號誌、電車線供電系統工程技術(3)系統分析及系統整合技術等三項技術類別為重點，尋找並評估值得引進及國內業者有意發展之產品、技術及國內可供應之項目，在相關採購招標文件中加以規範，構成合約條款據以執行；同時對其他相關行政措施如審計法令修改，獎勵投資條例訂定等亦需配合，以創造有利的投資發展環境。在執行上，則應分階段選重點逐步進行，同時亦要逐階段檢討主客觀配合環境及執行成效，以評估或修正後續發展，避免供應商或國內業者之配合能力及意願不足，而造成執行困難。

二、問題背景及分析

(一)各鐵路系統建設說明

(1)高速鐵路

1.計畫說明

高速鐵路建設為六年國建中重要之一項交通建設，建設經費達新台幣4266億元(81年幣值)，其中機電核心系統設備採購約佔達500億元，包括有車輛、號誌、電車線、供電系統等，除新購時部份可由國內供應，另有後續之零組件採購與設備維修更新等之需求。

2.高鐵處對技術移轉之原則

高鐵處願就高鐵建設計畫提供一機會以促成提昇

我國鐵道工業技術能力。然技術移轉之執行，涉及各產品之市場及經濟性、國內外廠商之意願及能力，甚至需修訂法令配合及有明確的工業政策導向及獎勵等，牽連甚廣，非某單方面之主觀意願可達成，亦非一蹴可幾，需結合產、官、學、研各界之力量逐步推動。因此為免因要技術移轉而影響高鐵建設之順利進行，故在高鐵核心機電系統採購案內推動技術轉移時，首先須能符合以下三原則：

- ① 不影響產品品質
- ② 不影響成本控制
- ③ 不影響建設時程

(2) 捷運系統

捷運建設在未來數年，政府除繼續興建台北都會捷運系統外，亦計劃在本省各主要都市發展捷運，電聯車需求量預估達2000輛以上。

(3) 傳統鐵路

台鐵計畫在未來十年添購推拉式電車組約 145輛及大眾運輸電聯車組約272輛。

綜合以上各鐵路系統建設之需求，或可提供國內業者市場遠景進而引發投資誘因。未來在選擇技術移轉之零組件項目時，也將以此三種鐵路系統間可共通或相類似者為優先考量之一種重點。

(二) 鐵道工程之相關產品及技術

鐵道工程相關技術，概可分成三個技術層：(A)系統技術(B)各子系技術(C)零組件技術等。基於此，建議重點技術引進之範圍界定為：

- (1) 車輛工程技術
- (2) 號誌、電車線及供電工程技術
- (3) 系統分析及整合技術

其主要發展項目如附表(一)~(三)所示。

表(一)車輛工程技術(兼含設備製造及分析設計技術)

主要項目	相關設備或零組件	技術類別(註)
1.車體結構		C
2.車門系統		B
3.轉向架	<ul style="list-style-type: none"> • 轉向架鋼構 • 懸承系統 • 傳動裝置 • 車體與轉向架連接裝置 • 車輪、車軸及軸箱 • 煞車組件 • 牽引馬達 • 砂箱及撒砂器 	B+C
4.聯結器及緩衝裝置		B
5.通道風檔		B
6.動力系統	<ul style="list-style-type: none"> • 集電裝置(集電弓) • 真空斷路器 • 主變壓器 • 牽引系統裝置(牽引馬達) • 空氣供應裝置 • 安全保護及故障警示系統 • 控制系統 • 整流裝置 • 平滑線圈 	C
7.煞車系統	<ul style="list-style-type: none"> • 煞車閘瓦 • 煞車盤(碟) • 控制裝置 • 防滑裝置 • 煞車管路 • 軔缸 	B+C
8.通風空調系統		B
9.旅客服務設施	<ul style="list-style-type: none"> • 餐車 • 公用電話 • 播音設備 • 電傳設備 • 旅客資訊顯示 • 自動販賣機 • 飲水機 • 視聽娛樂設施 • 打字機 • 影印機 • 呼叫鈕 • 餵嬰設備 	A+B
10.車上號誌系統	<ul style="list-style-type: none"> • 駕駛室號誌裝置 • 警醒裝置、警示裝置 • 無線電訊設備 • 測速儀錶 	C
11.通訊控制系統	<ul style="list-style-type: none"> • 電腦 • 排線 • 多工器 • 監示器 • 微處理機 • 電纜線/光纖 	B+C
12.照明設備		B
13.衛生設備		B
14.座椅		B
15.車廂內裝	<ul style="list-style-type: none"> • 地板 • 裝潢 • 行李架 • 天花板 • 隔間 • 車間門 • 車窗 	A
16.輔助電源系統	<ul style="list-style-type: none"> • 鼓風機 • 電瓶充電系統 • 壓風機 • 驅動馬達系統 	B+C

表(二)號誌、電車線及供電工程技術

主要項目	相關技術	技術類別(註)
1. 號誌工程技術	<ul style="list-style-type: none"> • 中央行車控制系統(CTC)製造、安裝及測試 • 自動列車控制系統(ATC)製造、安裝及測試 • 聯鎖系統(Interlocking)製造、安裝及測試 	C
2. 電車線工程技術	<ul style="list-style-type: none"> • 接觸線及吊掛線之製造 • 電車線安裝、調整及測試 	A+B+C
3. 電力供應工程技術	<ul style="list-style-type: none"> • 變電站設備製造、安裝及測試 • 變壓器製造、安裝及測試 	A+B+C

表(三)系統分析及整合技術 (以引進或發展分析設計軟體等高附加價值技術為主)

主要項目	相關技術	技術類別(註)
1. 車輛系統組立及測試技術	<ul style="list-style-type: none"> • 測試設備規劃設計 • 測試程序設計 • 測試結果分析 	C
2. 環境影響分析及防治技術	<ul style="list-style-type: none"> • 噪音 • 震動 • 電磁干擾 	B+C
3. 電力系統研究	<ul style="list-style-type: none"> • 再生電力系統分析 • 能源消耗分析 	B+C
4. 舒適性分析技術	<ul style="list-style-type: none"> • 振動 • 暫態空氣壓力波 	C
5. 界面分析整合技術	<ul style="list-style-type: none"> • 集電性能(集電弓/接觸線動態分析) • 運轉安全保護之設計及監控 	C
6. 車輛維修及故障診斷之技術		B+C

註：A—已有完全技術能力
 B—有部份能力
 C—全無能力

50

(三) 技術轉移成功之要素

技術轉移計畫能夠成功且落實，取決於下列三項要素之相互配合：

(1) 國外供應商之意願

國外供應商(技術移轉人)不僅須有嫻熟的技術能力，更須具高度的誠意與受移轉人合作相處，如此才能落實技術移轉。

(2) 國內工業界之意願及能力

主要考慮為技術能力差距、市場規模、發展潛力及風險，以及資金設備與人力之投資大小等。

(3) 政府措施

政府在技術轉移案中，要發揮監督、協助及獎勵之功能，除需有整體規劃及明確政策外，尤須訂立適當行政措施、法令規章及獎勵或優惠方案等，以適度保障國內廠商權益，協助進行技術移轉。

三、現況檢討

(一) 國內過去努力的相關經驗

(1) 台鐵(傳統鐵路)經驗

在民國五十年代，國內公營之唐榮及台機公司開始發展製造鐵路貨車，由台鐵提供車輛圖面及技術指導奠立基礎，六十年代唐榮公司開始試製客車，更新及製造普通車、莒光號客車(車身部份)，製造圖由台鐵提供，七十年代唐榮公司曾計畫發展電聯車，邀請世界上七家鐵路車輛製造廠提出技術合作計畫書，由台鐵派員協助審查，在接近完成階段，因經營者換人，新來經營者無心於此，發展計畫乃告終止。後來台鐵採購第二代電聯車11組(33輛)，唐榮公司要求其中部份由該公司組裝，台鐵決定由得標廠商將其中3組(9輛)已焊組完成之車廂及所有內外部零組件交由唐榮公司在台灣組裝，該批車唐榮施工部份配線，內部艙裝、車身外部油漆等，因受限於技術設備及配合人力等，該等組裝工作完成後，唐榮公司並未獲得實質的技術移轉(其實本案僅為業務合作而已)，故迄今尚無能力製造電聯車。

(2) 捷運系統經驗

根據北市捷運局在電聯車工業技術轉移的經驗上得知國內廠商對本地製造供應零組件或設備的意願並不高，主要癥結是需求有限，故目前其對技術轉移的作法上主要重點是在人才培訓上，目標是希望能建立本國設計分析能力。

另捷運局採購之電聯車在 301 標(淡水線)中亦規定部份交由唐榮公司組裝，工作內容與上述台鐵購案差不多，該案雖然尚未開始在唐榮施工，但恐亦將無技術移轉之實質效益。

(二) 國家科學技術發展六年中程計畫

最近我國電聯車工業技術引進及發展計劃方面，北市捷運局曾於去(80)年年初在第四次全國科技會議上提出"捷運與鐵路車輛工程技術"之討論議題，此提案已由國科會於去年底納入在我國"國家科學技術發展六年中程計畫(草案)"中，成為國家六年(81~86年度)應用科技中運輸技術發展重點之一，其預估總經費為新台幣41億元，預估人力為1520人；該計劃之目標在建立我國「軌道運輸工業」以達成「電聯車製造本土化」，在此國科會計畫書中並指示"以互惠方案引進捷運電聯車車體設計及製造技術，並儘速研擬「電聯車工業發展方案」，俾配合捷運系統建設同步建立電聯車工業"，其主協辦單位分由交通部及北市府擔任。惟目前因發展方案未明確，同時工程主辦單位又有工期進度之限等因素，故此計畫仍未有進展。

(三) 政府作為及產業界之反應

(1) 工業主管機關之作為及成效

由於國建六年計畫中交通建設部份佔極重比例，經濟部計畫藉此機會策略性推動我國「軌道運輸工業」，將聯合國內幾家主要機電廠商如長榮重工、大同、東元、唐榮等，共同建立一套完善分工體系，其規畫推動之方式，是先引進關鍵技術，進而達到國產化之目標，並可因而使國內機、電傳統產業獲得升級機會，且希望將來我國廠商可技術輸出，成為東南亞地區軌道運輸工業零組件之供應中心。目前工業局正在研擬一套新方案，運用六年國建計畫或其他重大採購案，與供應外商工業互惠合作的型態來達成技術轉移的目標。然此一方面的努力其成果仍決定於國內業界之參與意願及能力。

(2) 產業界之反應

對於國家建設六年計畫，台灣區電工器材工業同業公會於年初曾表示希望各建設主辦單位在招標合約中，明訂內購比例，要求得標外商優先採購國產品或技術服務，或於合約中要求必須將技術移轉給國內廠商；同時亦列出對各鐵路工程計畫所可能承攬之工程，包括有：

1. 台北捷運系統—通信工程、照明器材、機電工程
2. 高雄捷運系統—通信工程、照明器材、機電工程
3. 高速鐵路—通信工程、照明器材
4. 鐵路地下化東延案—通信工程、照明器材、電線電纜、機電工程、蓄電池
5. 東部鐵路電氣化—通信工程、電線電纜、機電工程、蓄電池

但在有軌車輛工業方面，由於其設備或零組件屬於專業性產品，市場有限，故相關業者反應較冷淡。

(四)我國鐵道工業至今尚無法自立的原因

我國鐵路發展已有百年歷史，然鐵道工業如車輛、號誌、電車線及供電系統之工業技術乃至系統分析與整合技術等，迄今尚未建立，其因素可歸納如下：

- ①國內市場小，每年無固定訂單，且資金之回收期甚長，製造業者不敢冒然進行研究發展、人才培育、設備擴充或新增及技術引進等長期性之投資及發展。
- ②國內尚無衛星工廠制度，過去公營鐵路當局對設備之採購皆受到審計法規限制，使有興趣開發產品之廠商更無保障，因而更形降低廠商之開發意願。
- ③在政府主管機關方面，極少對鐵道相關工業之研發工作進行投資，同時亦尚未能強有力輔導統合及訂頒產品之規範基準與協助解決困難。
- ④尚無設立鐵道相關工業之研究機構以進行技術整合、研發及吸收移轉之技術。

目前國內有軌車輛製造廠對窄軌傳統鐵路無動力之客、貨車輛及其部份設備如空調機、座椅、轉向架、連結器等已有產製能力，惟仍無自行設計新車種的能力。動力車輛則無設計製造能力。號誌工業迄今全無，電車線工業亦因需求量小而乏人問津。供電系統工業在地面設備方面可借重台電經驗，在車上設備則尚無設計製造能力。

四、高鐵有關技術移轉方案構想

(一)產品技術分類

對藉由高速鐵路建設而引進相關科技，從國內業者技術能力方面而言，包括三個層次：

1. 國內廠商目前已有能力(技術成熟)者

可以從高鐵建設計劃上接獲訂單，成為本地供應商。例如架線電桿、油式變壓器、配電盤等。

2. 有潛在或部份能力(技術未臻成熟)，需借助外力(know-how transfer)再加上業者本身努力以提升技能者

以此類廠商作為國外技術移轉之接收者，對引進科技而言，較具正面意義。例如空調系統、座椅、車身鋼體、轉向架鋼構、聯結器、161kV電纜等。

3. 全無相關技能且短期內無法開發者

此屬全新技術之引進而建立一新興產業。此類技術移轉對高鐵本身及供應外商而言，皆需承擔相當之風險（成本、品質及時程）。例如動力與控制系統、偵測系統、號誌系統等。

(二) 基本策略

為顧及技術移轉之可行性與實用性，我們優先考慮的基本原則是在求能藉此降低成本，並促使技術本土化，擬分從以下兩個階段之做法來達成下述具體目標：

① 高鐵建設階段（現在至民國88年）

將以經由適當規劃與安排之本地裝配及本地供應的手段以達到降低初期投資成本之目標。

② 高鐵營運階段（民國89年以後）

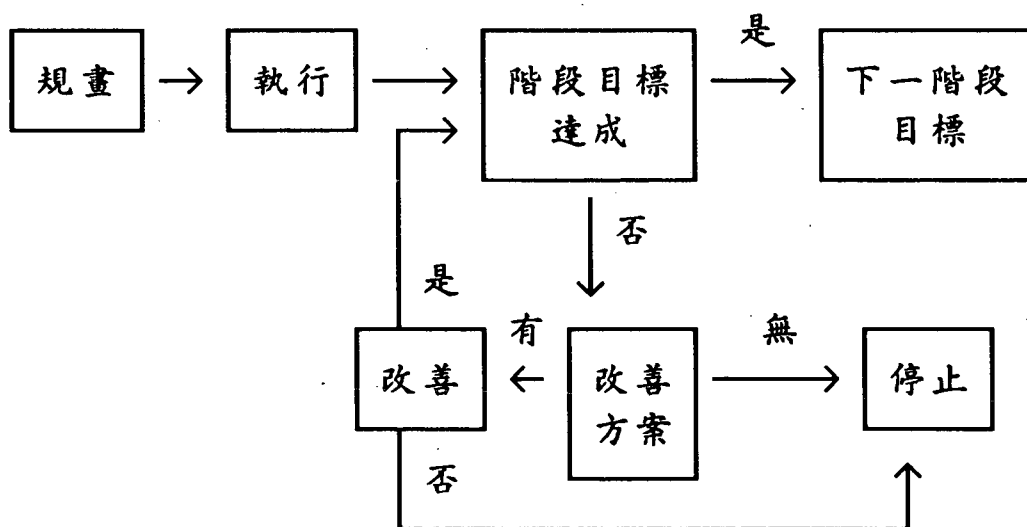
將以維修技術之本土化及多開發本地產製之維修零組件以替代進口之方式為優先，以達到降低產品壽命週期成本之目標。至於設備或零組件項目之選擇，則可以下列兩項為優先考慮：

- a) 用於高鐵系統本身消耗量大，及產值高者。
- b) 與捷運及傳統鐵路系統可共通或相類者。

本地產製零組件之執行方式，擬優先鼓勵得標廠商以聯合投資(Joint Venture)方式與本地廠商合作生產。

(三) 階段目標之檢討

如前述，技術轉移案因牽涉很多主客觀因素，根據過去類似經驗，為避免執行中有一廂情願的現象而造成推動困難或不切實際之後果，故建議訂定近程、中程及長程目標，並擬定執行方案，逐階段檢討成效，評估後續發展，概可以如下流程圖表示之：



(四) 執行組織

鐵道工業技術之引進及發展需要結合政府單位與產業、學術、研究界之力量共同推動，建議由交通部召集成立一跨部會之「技術轉移指導委員會」來協調各界，以指導及規範技術引進之策略並導引執行各項措施。

五、執行方案及作業目標時程

針對不同技術層次來擬定執行方案及作業目標時程說明如下：

(1) 國內已有完全技術能力者

探查產品規格、產能及價格等，以採購合約規定，要求國外供應廠商優先選用國內產品或零組件，但須不違反品質、成本及時程三原則。

為配合高鐵機電核心系統採購作業時程，研訂近程主要工作時程如下表(四)：

表(四) 近程工作時程表

工作項目	81年							82年						備註
	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	
1. 確定本類產品項目或技術														政府相關單位，學研機構及產業界全力配合
2. 召開廠商說明會尋求共識														
3. 工程主辦單位提供可本地產製供應之範圍														
4. 國內廠商研提有意願承製之範圍														
5. 與可能之應標商協議技術轉移內容														
6. 訂定招標文件之技術轉移條款														
7. 訂定技術引進之發展政策														
8. 訂定輔導及獎勵措施														

目前工業局已委請中國鋼鐵公司及工研院作高速鐵路技術移轉的專案研究，以提供高鐵處研訂採購條款及與應標廠商協商之參考以及供工業局規劃工業合作策略之運用。主要工作內容是先針對建議之三項重點技術類別，即：

- 車輛工程技術
- 號誌、電車線及供電工程技術
- 系統分析及整合技術

就其中尋找技術轉移之項目或技術及其可行性。

預定提出研究報告時間如下：

第一次：81年7月

第二次：81年10月

(2) 已有部份技術能力，可運用技術移轉產製者

需先確定①項目②授受雙方意願及能力③市場規模及風險④成本價格⑤政府態度或作為等之後，方進行真正開始洽談合作細節，並開始逐步按訂定時程推動。初步擬訂執行步驟為

1. 選擇重點項目或技術：工業發展政策主管機關在此扮演關鍵角色。
2. 產品規範基準之訂定。
3. 國外供應商(得標合約商)與國內廠商之意願評估。
4. 擬定執行方案。

(3) 不具技術能力，短期內無法開發者

高附加價值技術，如系統分析及系統整合軟體技術以及車輛分項子系統之分析設計技術等即為此類。

訂定近程研討事項及計劃(如委託調查研究)，以1~2年為期，視結果再會商決定後續工作或方向。

工程主辦單位可從培養人才之方向著手，在建設規劃設計之初即要投入相當人力且應有強勢主動作為以學習到先進技術。

六、結論與建議

(1) 結論

1. 高鐵處藉核心機電系統採購提供技術移轉之機會，其做法需在不影響建設時程、經費及品質下進行。

2. 引進技術，需先尋求可切入的項目，分析其經濟性和國內外合作廠商的意願及方式，並需有法令予以獎勵及保護以期落實。
3. 技術移轉因變數多，首先應作整體規畫，再選重點、分階段、實施並檢討作必要的修正，使效果更佳，避免「眼高手低」、「操之過急」或「一廂情願」而變成空談。

(2) 建議

1. 成立跨部會之技術轉移指導委員會。
2. 工業局主導研擬鐵道工程技術之引進及發展策略，以及適當之輔導或獎勵措施。
3. 修訂審計法規。
4. 成立鐵道技術研究所。

- (3) 本案為藉六年國建計畫加強引進鐵路工業技術，若在高鐵機電設備採購時，可成功地建立一套作業模式，則將來可推廣至捷運及傳統鐵路上加以引用。

主題(四)：焚化廠技術

1. 焚化廠建設本土化之策略與措施

主辦單位：環保署

六月廿三日

議題壹：如何藉由國建六年計畫加強引進技術

主題(四)：焚化廠技術

一、前言

台灣地區由於人口不斷增加，以及經濟活動日趨頻繁，使得垃圾產量不僅與日俱增，各色各樣的垃圾更增加了處理的困難，在環境保護意識日漸高漲的今天，垃圾處理已成為政府施政的重要課題。由於台灣地區土地資源有限，垃圾掩埋方式已不再是適切的處理方式，而根據台灣地區垃圾採樣分析結果顯示，垃圾物理組成中之可燃份在80%以上，且低位發熱量在一、〇〇〇仟卡/公斤左右，已達自燃發熱量以上，適於焚化處理。在考量垃圾處理必須達到安定化、減量化與資源化等目的，使得焚化處理成為解決台灣都會地區垃圾問題之最佳方案。

於是政府在考量地方財務負擔及發展本國環保工業等因素，乃訂定下列垃圾處理政策：

1. 配合都會區之發展，未來垃圾處理應以焚化為主。垃圾焚化廠之處理能量，應考量經濟規模及能源利用等問題，並以設置中、大型垃圾焚化廠為原則。
2. 焚化廠之建設費，由中央政府負擔；其操作管理費，由地方政府負擔。
3. 焚化廠之操作營運應視為公共事業，並鼓勵公民營機構辦理，以解決人員編制及經費負擔之問題。

希望至民國八十五年底台灣地區之垃圾焚化處理率應達到百分之五十以上。台灣地區之大型垃圾焚化廠委託公民營

處理機構辦理之比率應達到百分之二十五以上。並企望藉此機會發展本國環保工業。

二、台灣地區垃圾資源回收（焚化）廠興建計畫

（一）計畫內容

台灣地區垃圾資源回收（焚化）廠興建計畫係整合「都市垃圾處理計畫」之垃圾焚化廠興建工程延續計畫及行政院七十九年五月九日台七十九環字第一〇六七三號函核定「垃圾處理方案」及依此方案訂定之「省市垃圾處理第二期計畫」焚化爐興建部分而成。

第一期「都市垃圾處理計畫」（七十三年三月至七十九年六月），原預計興建二十三座垃圾資源回收（焚化）廠，除台北市政府按原定計畫興建內湖、木柵、士林等三座垃圾焚化廠外，高雄市政府及省政府辦理部分，均因土地無法取得、民意代表反對、設廠規模變更、經費籌措等因素，僅台北縣新店、樹林、台中市、嘉義市、台南市、彰化縣和美鎮等六座焚化廠正辦理規劃、設計、招標及施工中，餘均取消併入垃圾處理第二期計畫辦理。此十座垃圾資源回收廠（含高雄市）興建工程，完成後每日處理量九千四百八十公噸，設置地點、容量及目前進度如下表。

表一 第一期「都市垃圾處理計畫」設置地點、服務地區表

主辦	地點	計畫處理量 (公噸/日)	目前進度
台北市環保局	台北市木柵廠	1500	• 機電工程完成細部設計 • 土建工程施工中
	台北市士林廠	1800	• 機電包格規文件擬定中 • 土建工程施工中
	台北市內湖廠	900	• 完工接管
環保署	台北縣新店市	900	• 施工中
	台北縣樹林鎮	1350	• 施工中
台灣省環保處	台中市	900	• 規劃設計中
	嘉義市	300	• 技術審核中
	台南市城西里	900	• 技術審核中
	彰化縣和美鎮	30	• 建造中
高雄市環保局	高雄市覆鼎金	900	因廠址問題暫後辦理
合計		9480	

垃圾處理第二期計畫預計六年內再興建十一座垃圾資源回收(焚化)廠及相關之轉運站，每日總處理噸數達一〇、二〇〇公噸，有關預定設置地點、處理容量及用地取得情形如下表：

表二 垃圾處理二期計畫興建垃圾資源回收廠設置地點、容量及用地取得情形表

設置地點	容量(公噸/日)	用地取得情形
基隆市	900	用地已取得，擬以民有民營方式設置。
台北縣八里鄉	1350	用地征收完成。
桃園縣中壢市	1350	縣府擬以變更編定為工業用地，區段徵收方式取得。
新竹市	900	土地早已取得，正辦理EIA及與軍方確定限建高度問題。
高雄市	900	因廠址問題，尚與民意代表及居民溝通中。
台中縣后里鄉	900	國有財產局同意撥用，正辦理手續，惟做EIA時發現活斷層經過廠址附近，計畫專案評估。
彰化縣溪州鄉	900	共八公頃，國有財產局同意撥用，已完成六公頃撥用，其中四公頃完成變更地目。
台南縣(1)	900	業請台糖提供，五月五日協議獲同意協助。
台南縣(2)	600	(同上)。
高雄縣仁武鄉	900	台糖已於五月五日會中同意撥用仁武鄉十二公頃土地，惟須變更編定及徵收，正由縣府趕辦中。
屏東縣崁頂鄉	600	台糖已於五月五日會中同意撥用潮州、崁頂交界處十一公頃土地，惟須變更編定及徵收，正由縣府趕辦中。

總計二十一座焚化廠興建計畫所需經費高達九五四·九六億元，各級政府分擔經費如下：

1. 中央負擔六九九·七二億元。
2. 省政府負擔五三·〇二億元。
3. 台北市政府一四八·六〇億元。
4. 高雄市政府四三·三一億元。
5. 縣市政府一〇·三億元。

每日可焚化處理一九、六八〇噸垃圾，推估民國八十六年每日垃圾量二六、七六七噸，則垃圾焚化比例達七十三%以上，同時大型垃圾資源回收（焚化）廠均以「汽電共生」方式回收能源、發電，除供廠內使用外，剩餘電力可售與台電公司，以達資源化垃圾處理目標，預計二十座垃圾資源回收（焚化）廠每年可發電一八·五億度，售電一二·六二億度，每年售電一五·一億度，如垃圾資源回收（焚化）廠壽命以二十年估計，則可售電收入三〇一億元，約佔投資九五〇·五四億元之三分之一，除可開發能源及有效處理垃圾外，並兼達處理資源化目標。

(二) 計畫執行檢討

1. 得標廠商之分析

由第一期「都市垃圾處理計畫」辦理情形，不論是已得標之田熊公司（內湖、木柵廠）、三菱重工公司（樹林、

新屋廠)、日本鋼管公司(台中廠)或是正接受技術審核之競標廠商皆為日商，而事實上，日本大型混燒式垃圾焚化爐製造技術亦多源自歐洲技術之提供，惟日本自1960年代中期大量興建垃圾焚化廠之結果，乃加速混燒式焚化爐製造技術之引進，使其建廠技術已能100%擁有，並逐步拓展他國市場。然即使日本境內大型混燒式焚化爐數量龐大，其參與建廠之製造商則仍集中於少數資本雄厚之專業化集團中。

2. 未來維修問題

台灣地區垃圾資源回收(焚化)廠興建計畫如能順利完成，則推估民國八十六年垃圾量，屆時台灣地區垃圾焚化比例將達70%以上，因此焚化廠之興建將趨於緩和，但亦將面臨機械之保養、臨時故障之排除等操作維護問題，且焚化廠各項設備有一定之使用年限，必須定期檢驗、大修甚至於汰舊換新，這些問題無法仰賴國外廠商，必須要本國工程界及工業界配合解決。

3. 操作管理技術人力缺乏

目前興建中九座焚化廠，除台北市政府負責之三座已核定由政府編定員額負責經營管理外，其餘六座及計畫興建之十一座均需考慮經營管理之人力問題。而政府機關受法令限制，薪資體系較乏彈性，以新近完工之台北市內湖

廠爲例，其技術職考試分發之經營管理專業人員27人，因須24小時輪班，每月待遇又與國營事業單位或民營機構同類級專業人員相差一萬五千元，故尚未結訓就離職15人，造成人力培訓之困擾。

三、策略與分析

針對焚化廠興建計畫執行檢討，我國或可吸收日本經驗，藉由國建六年計畫中設置垃圾焚化廠工程之契機，以扶植國內有關工業之廠商參與焚化廠興建及設備製造，達成技術移轉，落實技術生根，同時促使國內環保工業發展，解決焚化廠經營管理技術人力問題。其計畫採用之策略爲：

(一) 民營化

垃圾焚化處理之民營化依先進國家採用之方式可大分爲二種：

1. 民有民營：焚化廠之規劃設計、施工至爾後之操作營運管理，全由民間投資辦理，政府依委託處理垃圾量付費，亦即所謂之整體服務方式。
2. 公有民營：焚化廠由政府興建，其操作營運管理委由民間辦理，政府則按操作營運費用付費。

(二) 開國內標爲原則。

(三) 推動民營化之原因

1. 就民有民營方面而言：

焚化廠興建費用龐大，以垃圾處理第二期計畫預計興建之十一座焚化廠為例，政府須於六年內編列五百多億新台幣之預算以支付焚化廠之建設費用，形成政府財政之重大負擔。且依據先進國家經驗，甚多地區均採由公民營企業或自行籌措資金或由政府提供貨款投資興建焚化廠，以充分運用社會資源，解決政府機關技術人力不足，待遇偏低等問題，並提昇整體效益，加速解決日益嚴重之垃圾處理問題。

2. 就公有民營方面而言：

垃圾焚化廠在未來國建六年計畫中計畫興建十一座廠房，類似此種投資方式國內尚屬首見，能否順利執行尚未可知，因此案除工廠建廠資金金額龐大籌措不易外，土地取得困難且地方民眾之接納性或營運維護配合等，皆可能造成工程進行之阻礙，有意投資之廠商需冒極大風險，若業者對投資風險沒有信心無法實施民有民營時，必須由政府投資興建垃圾焚化廠，以有效處理垃圾，且焚化廠之經營管理需要大量技術人才，宜由公民營機構或財團法人來負責，以利招募人員及負擔合理待遇。

(四) 國內標可行性分析

垃圾焚化廠以往因國內廠商對焚化廠的認識與相關技術經驗付之闕如，而採行國際標。然執行垃圾焚化政策這幾年

來，各界對大型垃圾焚化廠的認識與日俱增，逐漸建立國人對垃圾焚化廠的信心，國內廠商執行建廠工程乃至於營運之能力也經多方探討肯定，於是採行國內標漸漸形成共識。現就採行國內標可行性評析解說如后：

1. 國內規劃設計、監工與工程技術品質

規劃設計之工作包括廠址評選、環境影響評估、建廠可行性研究、操作管理體系擬定、最佳規劃方案之選定，其後並依此規劃結果擬定各主要設備之功能規範及基本規範，並撰寫工程招標書，據以辦理招標以及得標後工程設計、設備採購、工程施工、工程監工、工程驗收之依據，並使審標作業有公平可行及一致性之基礎。目前國內數家顧問公司受部分政府機構委託所進行之焚化廠工作其性質即包括此層次之技術，惟各公司所累積之經驗並不十分豐富，若能與國外技術顧問機構合作，將更可確保工作的順利。

至於工程技術品質方面，雖然到目前為止，尚無國內廠商擁有擔任大型焚化廠統包工程總承包商的經驗，但焚化廠亦類屬於大型製程工廠，該類工廠除部份特殊硬體各有不同外，大部份之硬體設施皆相同，建廠之程序、管理、方法、技術需求可謂相互通用。過去不少大型公、民營企業以及大型工程公司皆有興建大型製程工廠以及引進國外

技術的經驗，雖然從工程管理、技術引進、系統整合、基本設計、細部設計、採購、建造施工到試車操作的經驗能力未必每個公司樣樣具備，但大型工廠的建廠工程皆依賴團隊合作，經由適當的廠商組合搭配，加上國外必要的技術支援，工程所須技術的完整性不是問題。

2. 國外技術取得

目前國內尚缺乏之技術乃在於焚化廠系統整合的經驗，以及牽涉焚化廠較特殊之關鍵性設備，如爐體、爐床、熱能回收與廢氣處理部份之整廠基本設計、單元系統設備設計與製造及操作維修技術。而上述國內尚為缺乏之技術，則須藉由技術合作或技術轉移由國外廠商提供給國內廠商，其中爐體爐床部份屬專利技術，目前全世界現有七種都市垃圾焚化爐爐體，各種爐型及開發者，專利權說明如下表：

表三 都市垃圾焚化爐爐體專利技術來源

專 利 權	台 灣 地 區 授 權
1. 德國 Martin	日本三菱
2. 德國 DBA	與台灣依凱及大陸工程等合組台灣公司，預備與其他本國公司合作
3. 瑞士 Von Roll	Hitachi (非獨家)與本國公司接觸中
4. *瑞士 W+E	中鋼
5. 丹麥 Volund	日本網管
6. 日本 Takuma	
7. 法國 Stein	洽談中

26

3. 國內廠商之財務能力與參與意願

一座標準規模（處理量 900 公噸／日，或 1350 公噸／日）焚化廠之建廠費用約新台幣 40 億元或以上，因此採行國內統包方式執行時，國內總承包商應有相當以上之資金以應付工程執行過程所須，此外部份國外技術專利擁有公司會要求總承包商先行支付引進技術所須之權利金，另外投標時廠商亦需備妥承包工程之保證金等，因此總承包商本身之財務結構、資產及授信程度就成了必須考量因素。目前幾個較有潛力之大型公民營企業與工程公司，其財務條件與銀行授信程度，都為可勝任執行焚化廠統包工程之重責。惟其意願則受對市場的信心影響頗大，最大的考慮可能是技術移轉和準備投標書的成本不低，且技術移轉又非一朝一夕功夫，須要分項分階段經二、三座焚化廠之建廠經驗方可達成，因此若能在維持合理之競爭下，設計出一套招標方式，保障得標廠商能承攬一定數量之焚化廠，則國內具有總承包商潛力之公民營企業應保有相當參與焚化廠興建營運之意願。

四 招標方式之研議

(一) 民有民營方式

1. 實施方式

以國內廠商為主，由環保署依規劃之需要及地方政府

之意願，公佈各地設廠之條件、需求及規範，公開徵求民間投資及營運。前項國內廠商，初期先以延攬具備焚化廠營運經驗之國外業者共同參與。另限制外商參與投資比例，及規定國內設備採購總金額比率下限等以保障國內廠商及帶動環保工業。

2. 相關措施

(1) 用地

建廠所需土地因考量國人「垃圾不要設在我家後院」的心態濃烈，用地取得不易，故原則由政府提供土地以無償提供或承租方式給予得標廠商建廠，廠商自備土地亦可。

(2) 規劃

由環保署遴選技術顧問機構統一規劃，若地方政府自行尋覓投資廠商，其建廠計畫書包含焚化爐規格及財務計畫等亦應由環保署審查核准。

(3) 標辦：

以國內廠商為主，延攬具備焚化廠興建經營管理經驗之外國廠商合作，並建議規定合作之外國廠商參與投資比例在50%以下及國內設備採購總金額比率至少55%以上，以保障國內廠商及帶動環保工業。

國內廠商之資格建議比照公有民營方式標辦時之投

標主承包商業績規定，以確保其具備建廠能力，至於國外廠商因其參與投資，本身應具備焚化廠興建經驗，故建議不加規範。至於決標方式建議以功能標方式辦理，以

- 廠商信譽
- 相關業績
- 財務能力
- 專業人力
- 要求之垃圾代處理費用

等項目遴選提供兼具服務品質及合理價格之業者來設置焚化廠。

(二) 公有民營方式

1. 實施方式

焚化廠由中央政府編列預算興建，採開國內標（以國內廠商與國外績優廠商技術合作或共同投資參與投標），同時一次招標以二廠以上同時決標，且每廠施工期可以間隔半年，以提供國內廠商一個較佳之學習曲線。另外原則性規範國內廠商技術移轉項目、階段要求及自製率之下限以落實技術本土化政策。

2. 相關措施

(1) 用地

用地由地方政府提供。為顧及目標達成之時效性，規定地方政府必須於81年5月底以前完成用地取得相關手續。同時地方政府於提供土地時，必須同意將來焚化廠建廠完成後，委託公民營企業來操作管理並同意負擔操作管理費用。

(2) 規劃

由環保署遴選國內技術顧問機構依「垃圾資源回收廠規格標準化基本設計原則」統一訂定建廠基本規格，以降低建廠成本及維護費用。由於國內焚化廠興建工程，剛在起步階段，國內各顧問技術機構具備之承辦焚化廠工程經驗亦不一，針對此一特性，在遴選規劃、設計及監造技術顧問機構時將就下列考量因素遴選技術顧問機構進行規劃、設計及監造工作。

- 技術服務建設書內容（含工作內容與範圍、工作步驟及方法、人力配置、服務費用等）
- 信譽與業績（含國內主投標之技術顧問機構及與其合作之國外技術顧問機構之信譽與業績）
- 專任主要人員之學經歷（含前述人員所參與或主持之計畫經驗）

(3) 標辦

採用以國內廠商與國外績優廠商技術合作或共同投

資參與投標。投標廠商提出具體技術移轉計畫及確切執行步驟及雙方之協議書（須有合約為憑）始能參與競標為原則。招標方式採資格標、規格標、價格標等三段標方式公開招標，並為利技術移轉，一次招標以二廠以上同時決標。

① 資格標

A. 投標主體

國內之公民營機構具有興建或經營管理大型垃圾焚化廠（300噸／日以上）或汽電共生廠（2座，每座總傳熱面積500平方公尺以上）或鍋爐2座（每座50噸／小時以上）或承包單一合約新台幣二億元以上之整廠設計、製造、按裝工程之經驗，與國外合格廠商共同投資（外資不得超過40%，亦可以專利權或專門技術充抵部分股本）。

B. 國外績優廠商資格：

五年內至少有一座垃圾焚化廠建造經驗，單爐每日處理容量300公噸以上，每廠至少二爐以上，且需二年整之商業運轉記錄，最低運轉時數為一萬二千小時。

C. 國內廠商資本額及技術人員人數

• 實收資本額10億元以上。

• 聘用技術人力 100 人以上。

② 規格標：

A. 由本署遴選顧問公司依「垃圾資源回收廠規格標準化基本設計原則」訂定功能規範及技術移轉規定。

B. 技術移轉之規定以原則性規範由各主承包商依本身需要，研提技術移轉計畫，計畫中必須包含本身及其下游廠商接受技術移轉之項目及本身無法接受尚需研發以求本土化之技術項目，以便研發機構合作參與。其技術移轉項目及階段要求如下：

表四 技術轉移項目及階段要求

項目	技 術 項 目	階 段 要 求		
		完成第一座	完成第二座	完成第三座
一	工程管理（共4項）	4 項		
二	全廠基本設計（共8項）	5 項	3 項	
三	單元系統設計／工程細部設計 ／製造（共33項）	15 項	12 項	6 項*
四	施工／安裝／試車（共3項）	3 項		
五	操作維護（共7項）	7 項		

註：選擇性：受限於市場，國內廠商可視本身需要決定是否技術移轉，例如爐體、袋濾式集塵器

82

C. 訂定自製率之下限。

表五 承建廠數之自製率下限

得標焚化廠數	一	二	三	四
自製率	60%	70%	75%	85%

註：建設第一廠包括空氣污染防治設備之製作安裝

第二廠包括爐床自行設計一部分並製作

鍋爐自行設計製作

天車及抓斗自行設計、製作

第三廠包括爐床之設計製作

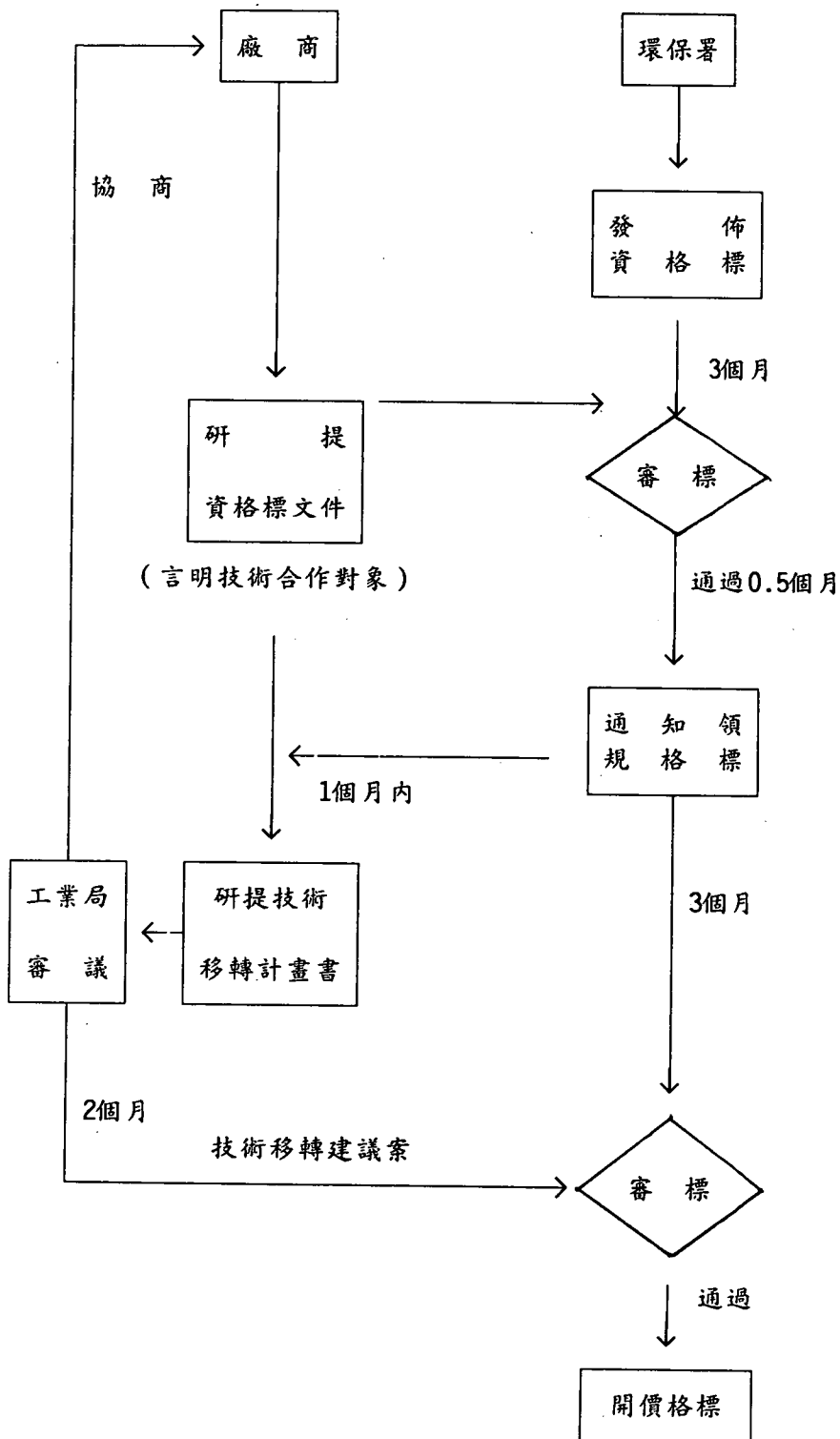
空污設備設計、製作

第四廠包括發電機之設計製作

(4) 技術移轉管理研考架構

① 技術移轉管理架構

於資格標單明訂競標廠商於送審之資格標文件中必須言明技術合作對象，同時於規格標單中訂定廠商資格審核通過日起一個月向工業局提技術移轉計畫書，並於規格標決標前達成技術移轉協定之簽訂，以便規格標之審議。



圖一 技術轉移管理架構

84

- ②環保署邀集行政院科技顧問組、經濟部、相關機關、公會等單位組成審議委員會負責追蹤管考技術移轉及機電設備國產化之成效。

五、獎勵輔導措施

由於焚化廠興建與操作管理民營化尚在起步階段，因投資大，回收期長，故民間對投資參與焚化廠興建計畫均持審慎態度，因此，政府宜輔以適當獎勵措施，如提供租稅獎勵、低利融資誘導等，以加強投資意願，同時對一些行政措施先行協助解決，以免投資者裹足不前。

(一) 公害防治融資貸款

1. 運用交通銀行創導性投資業務之資金參與投資。
2. 六億美元外匯貸款。
3. 中小企業開放性低利貸款。
4. 污染防治工業新產品，其開發費用之50%得依「主導性新產品開發辦法」申請政府補助。另50%得依「鼓勵民間事業開發工業新產品辦法」申請核發（此部分須分期撥還）。

(二) 稅捐減免

1. 減免進口稅捐：輸入焚化廠自用儀器設備及其零組件准予免徵進口稅捐。
2. 依「促進產業升級條例」規定：凡購入焚化廠技術或投資興建焚化廠，得抵減營利事業所得稅額。

3. 從事焚化廠研究發展、人力培訓及建立國際品牌形象之支出得申請投資抵減。
 4. 專供污染防治工業使用之專門技術報酬金，得申請免納所得稅。
- (三) 焚化廠所產生之電量，除自用外協調台電納入該公司電源開發計畫全數收購，以鼓勵焚化廠營運業者提高發電量，增加收入。
- (四) 要求地方政府與其委託環保署招標遴選之民有民營廠商先訂垃圾處理合約，以使民有民營廠商有定量垃圾委託其處理，以免空投資。
- (五) 民有民營業者之建廠計畫書透過本署先行審查，使其得標後依「公民營廢棄物清除處理機構管理輔導辦法」申請設置許可時，可加速審查速度並有把握拿到許可證。
- (六) 中央補助地方政府所需支付處理費中之建廠費用，提高地方政府選擇民有民營方式建廠之意願，增加公民營企業以民有民營方式建廠之機會。

六 操作營運

為解決待遇偏低，專業人力不足等問題，焚化廠經營管理宜走向民營化。與焚化廠興建方式配合，操作管理之民營方式亦分為「民有民營」及「公有民營」兩種。

「民有民營」業者必須依「公民營廢棄物清除處理機構管

理輔導辦法」申請許可，以確定業者符合各項規定，不會造成二次污染。「公有民營」則依「垃圾焚化廠委託操作管理應行注意事項」遴選業者經營管理。

(一) 民有民營方式

1. 環保署統一規劃地方政府先與環保署簽約委託環保署招標遴選廠商並承諾依所訂計價公式付費。地方政府與得標廠商訂長期（15年以上）垃圾處理服務合約。
2. 得標後廠商依「公民營廢棄物清除處理機構管理輔導辦法」先申請「設置許可證」。
3. 建廠完成後，廠商依前述管理輔導辦法，申請「操作許可證」，正式與地方政府簽訂委託服務契約。
4. 契約內容應包括下列事項，由本署訂定範本供地方使用。垃圾數量、處理年限、處理標準、計價方式及其調整方法，對無法處理之廢棄物之處置、對停業時之處置（由銀行提供擔保，不可封廠）、對突發事件之應變措施、對履約能力之保證。契約中明訂計價公式，以利地方政府編列預算，按垃圾處理量付費，免受干擾。
5. 廠商管運，按前述管理輔導辦法，實施紀錄申報，環保機關依法查核監督。

(二) 公有民營方式：

1. 建廠前地方政府先與環保署簽約委託環保署遴選營運公司，

並承諾支付焚化廠經營管理費用，經營管理方式分以下兩種：

(1)建廠廠商負責營運：基於建廠及營運工程整體系統之整合能力，關鍵技術之承接、移轉及驗證的一貫性，以及企業化經營效率等因素考量，新建之焚化廠宜採建廠與營運由同一廠商負責方式為宜。

(2)建廠與營運廠商分開：已招標中之焚化廠依「垃圾焚化廠委託操作管理應行注意事項」就

- 操作管理實績
- 人員組織
- 垃圾焚化廠操作管理計畫
- 財務結構

遴選公民營機構或財團法人營運。

2.建廠後地方政府與環保署代為協助遴選之營運公司簽訂垃圾處理服務合約，期程至少六年。合約中明訂垃圾處理量、計價公式、垃圾性質、委託年限、焚化廠能力、產生電量、處理標準、設備之保養與更新、業者責任與義務、契約年限，以利地方政府編列預算，按委託處理垃圾量付費，免受干擾。

3.地方環保機關依法查核，本署及省環保處負責督導。

七各級政府經費分擔與籌措

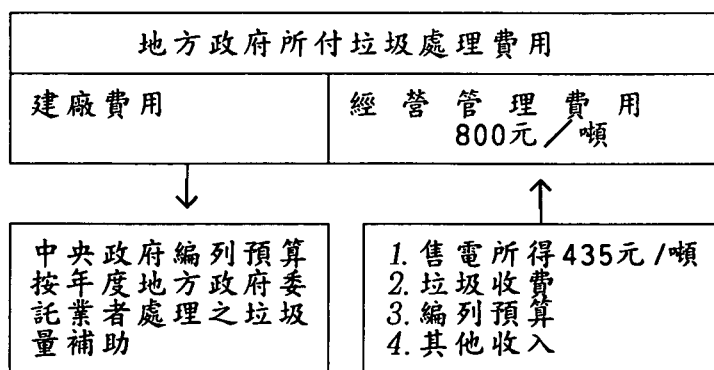
(一) 民有民營方式

1. 補助原則

焚化廠由業者投資興建，地方政府依委託處理之垃圾量付費，所付費用包含廠商投資之建廠費用及經營管理費用。其中政府所需支付處理費中之建廠費用擬比照公有民營方式，由中央按年度實際處理量編列預算補助地方政府。其餘所需支付之經營管理費用部分仍由地方自行籌措。

2. 財源籌措

如補助原則所述，政府所需支付處理費中之建廠費用由中央編列預算補助地方，經營管理費用目前估算每噸約需800元，其中焚化廠處理一噸垃圾發電售電所得約為435元，其餘費用可由垃圾收費編列預算及其他收入，如代處理一般事業廢棄物收取費用，爾後逐漸提高垃圾收費部分，以挹注財源。



圖二 民有民營財源籌措示意圖

(二)公有民營：

建廠經費台灣省部分由環保署編列，關於經費管理費用，同
民有民營「經營管理」部分。未來十二座焚化廠經費如下：

表六 二期計畫焚化廠興建經費 (億元)

經 費 項 目 單 位	焚化廠及垃圾 轉運站工程	廠址用 地費用	建 設 獎 勵 金	焚化廠工程處	合 計
中 央	554.7	10	1.62	3.6	569.92
省		10	1.08		11.08
高 雄 市	24.06				24.06
縣(市)政府		10			10.00
合 計	578.76	30	2.70	3.6	615.06

註：高雄市擬變更計畫興建2,400噸/日一座，總經費100.8億，至85年度止編列
經費24.06億。

八 結 論

利用焚化處理方式達成垃圾之減容、減量及安定化，為必
要之措施，又如何能實藉由民營化及國內標來落實技術移轉及
污染防治技術本土化為今後必需加速推展之政策。惟因技術移
轉需投資較多資金，人力及長期才能回收，非小型公司所能負
擔，故建議選擇適當之國內工程公司或製造商或其合資公司引
進國外專利技術，在參與焚化爐之建廠過程中，以分階段逐步
完成技能轉移。達成垃圾焚化技術本土化，並兼而可開拓國外
市場。以確保垃圾處理自主能力目標。

主題(四)：焚化廠技術

2. 如何整合國內外資源從事都市垃圾 焚化廠工程建設

主辦單位：中鋼公司

六月廿三日

議題壹：如何藉由國建六年計畫加強引進技術

主題(四)：焚化廠技術

壹、問題背景

政府遷台以來，由於積極推動國家經濟建設，台灣地區工商業快速發展，人口增加、都市化之形成及國民生活水準和消費日益提升，致垃圾產量劇增。都市垃圾必須每日處理以維持環境衛生，處理過程又必須防止各種二次公害發生。由於台灣地區土地資源有限，垃圾掩埋方式已不再是適切的處理方法，垃圾處理必須符合安定化、減量化與資源回收等基本要求，因此垃圾資源回收(焚化)廠成爲處理台灣地區都市垃圾之最佳方案。

現代化之都市垃圾焚化廠之設備包括垃圾前處理系統、燃燒系統、汽電共生系統、污染防治系統及操作控制系統等，是一種集合土木、機械、電機、儀控、化學等工程的整合。過去由於國內廠商並無建造大型都市垃圾資源回收廠之經驗，且焚化廠之設計製造尚需引進國外專利技術，因此除規劃及監造委由國內工程顧問機構辦理外，整廠之基本設計、細部設計、設備器材供應與建造施工皆以國際標之方式辦理。

由於垃圾焚化廠之建設爲技術密集及關聯性大之工業，其使用之原材料及零組件遍及多種產業，故爲帶動重工業及污染防治工業發展的綜合性工業。經建會在「公元2000年我國新興工業發展之規劃研究」中也將污染防治工業列爲十大新興工業，其中，焚化廠工程建設已列爲既定發展項目。此外，政府爲扶植國內相關工業廠商參與焚化廠興建，已計畫將第二期都市焚化廠工程以開國內標爲原則，並採取租稅及金融誘因，及加強環保科技之研究，俾達成「焚化技術本土化」之政策目的。然而，焚化廠工程建設爲各種科技的應用與整合，需運用大量人力及物力，完成一件焚化廠興建工程需要垃圾之熱值取樣與分析，焚化廠設備之規劃、設計、製造，以及焚化廠排放廢棄物之處理、處置等技術，其技術層面深廣。因此，如何整合國內外資源從事焚化廠工程建設已成爲環境保護與工業發展的重要課題。

貳、現況分析

一、國內廠商技術能力之評析

評析國內廠商技術能力的目的，在於了解現階段國內所具備，以及所欠缺的工業技術能力及相關資源。焚化廠工程之執行，若能妥善利用國內資源，則相對地應能節省工程成本，以日本為例，對台灣市場之調查已掌握足夠的資訊，譬如：本地所能提供之設備、材料、工程能力等，並瞭解那些廠家可提供最低之價錢及足夠之人力資源，故較歐美廠家具有競爭力。因此，對國內廠家工程技術能力的掌握，為有效整合國內資源之重要關鍵。

大型焚化廠之工程技術可分為軟體和硬體兩大部分，在軟體技術方面主要包含整廠的流程設計、機電設備規範、工程規劃、廠址選擇、環境影響評估等。中興、中華等大型的顧問公司，因曾參與國內大型垃圾焚化爐興建工程之規劃，已由國外顧問公司與設備製造廠商獲得相關技術資料，但由於現階段國內廠商未具備大型垃圾焚化廠之統包興建經驗，因此缺少成熟的整廠基本設計及系統整合技術。

在硬體技術方面包括機電設備的設計製造、安裝及操作運轉等，國內的設備製造公司或許有能力依照原廠設計圖製造部份設備，或提供合乎規格品質的部份成品，但對於技術層次較高的設備，如爐床、廢氣處理設備等，由於相關技術掌握在國外焚化爐專利技術廠家中，有待國內統包廠商由國外引進技術，並進行研究開發，才能提升層次。有關大型焚化廠設備，國內設計、自製力、材料應用、品質性能等綜合技術能力之評析，彙總如表一。

表一 大型焚化廠設備國內技術能力之評析

設備名稱	主要設備	技術能力				可接受度
		設計	自製力	材料應用	品質性能	
垃圾貯存及進料系統	吊車、抓斗、貯坑、磅秤、破碎機	中	中	高	中	中
燃燒系統	燃燒室、爐床、爐體結構、輔助燃燒器	低	低	中	低	低
抽送氣系統	空氣送風機、誘引抽氣機、空壓系統	中	高	高	高	高
熱回收系統	鍋爐、空氣預熱器、	中	中	中	中	中
發電系統	汽渦輪機、發電機、	低	低	低	中	低
廢氣處理系統	洗煙塔、集塵器	低	中	中	中	低
灰燼處理系統	輸送機械、灰斗、冷卻設備	中	高	中	中	中
污水處理系統	污水槽、沈澱及化學處理設備	中	高	高	中	高
供水系統	水泵、管閥	中	高	高	高	高
儀控系統	儀錶及程序控制板計錄器、電腦	低	中	中	中	中
電氣及輸配電系統	輸配電路、變壓器	高	高	高	中	高
廠房及附屬設備	廠房建築、空調系統 照明設備、公用設施	高	高	高	高	高

二、焚化廠建廠工程之分工體系

焚化廠興建工程多採公開招標方式，若採國內標，在各建廠階段中，政府主辦機關、工程顧問機構、統包廠商、協力廠商..等，均有不同程度的參與配合，茲將各機構之角色扮演概述如下：

1. 政府主辦機關

焚化廠興建工程之主辦機關為中央及省、市政府環保機構，在初步規劃階段中扮演最重要的角色，必須提供建廠基本構想、功能要求等基本資料給予負責規劃之工程顧問機構，並需與工程顧問機構保持密切聯繫，共同研擬出最佳之規劃方案。一般而言，政府主辦機關多負責行政政策方面之工作，規劃或設計等技術性之工作則委託工程顧問機構辦理。

2. 工程顧問機構

工程顧問機構在建廠過程中所扮演角色分為兩類，其一為綜合工程顧問公司，辦理環境影響評估、工程規劃、基本設計及準備功能規範、審標及監造等工作，並居中協調主辦機關及不同包商間之工作配合，及綜理建廠過程中之其他廠外配合工作。這類工程顧問機構為垃圾焚化廠規劃作業中堅主流，國內已有大型工程顧問機構，曾經扮演這種角色，參與大型垃圾焚化廠工程之規劃。

另一類型之工程顧問機構業務與綜合工程顧問公司近似，惟因人力規模較小，技術整合力較弱，大都依附統包廠商，接受委託工程規劃、細部設計及提供人力支援服務。

3. 統包廠商

統包廠商所負責者為較工程顧問機構更深一層之整廠基本設計與系統整合等綜合設計之技術層次。並根據工程顧問機構所開列之主要設備功能規範及基本規範，進行整廠製程分析及基本設計工作，其後即進行爐體等設備之細部設計及製造，並開列各分項設備之功能及規格，以便向國內外中下游零組件供應商採購。於整廠設備安裝階段，以及安裝完成後之試運轉工作等，亦皆由統包廠商負責。可見統包廠商所扮演角色為焚化廠最專業化且複雜之技術層次，本身若無龐大堅強的專業技術能力及整合中、下游協力廠商能力，必將無法勝任。

4. 協力廠商

涉及大型都市垃圾焚化廠建廠之協力廠商大致可分為三類：

- A. 器材及設備製造商；
- B. 大型系統設備製造商；
- C. 土建及工程分包商。

上述協力廠商所提供之設備多為專業或從事於類似設備之生產製造者，主要依據統包廠商各分項設備採購規格來進行各分項設備的詳細設計、建造及安裝。通常均未涉及深入的垃圾焚化廠專業技術。

5. 國外技術合作廠商

國外技術合作廠商提供垃圾焚化廠建造之軟、硬體關鍵技術，尤其是焚化爐本體，因爐型多屬專利，國內統包廠商必須依賴技術合作引進技術。

6. 研究機構

提供國內在焚化技術的研究開發，以加速技術的突破與進展。

三、大型垃圾焚化廠興建工程之特點：

大型垃圾焚化廠，基本上除需擁有垃圾焚化之功能外，尚需具備多項配合單元，方能維持其運轉並符合環保各種法規之要求。一座典型大型垃圾焚化廠基本上包括前處理系統、燃燒系統、熱能回收系統及污染防治系統，類似於燃煤火力發電廠，其建造工程具有如下之特點：

1. 非規格標準化產品

大型垃圾焚化廠之設備無法像大宗工業產品(如汽車)，易予以量產化、規格標準化。相反的，必須依據垃圾成份、處理量、廠址地形、當地法規，當地天候等因素之差異而個別設計，造成每座皆是獨特的產品，如同訂製一般。

2. 需有強大的零組件工業做後盾

焚化廠除了以爐床系統用作垃圾焚化外，爲了回收能源，尚需設置熱能回收系統；另爲求不造成二次污染，需設置廢氣廢水處理系統；因此焚化廠由許多單元系統所構成，每個單元都有其特別之功能與作用，且彼此關連，需經由週密的考慮與設計，將全部所需單元整合起來，才構成完善的垃圾焚化廠。因此，需要強大的零組件工業作爲後盾，包括了電機、機械、儀控、電子、材料等工業。

3. 硬體之替代性高，來源多

大型垃圾焚化廠基本上由許多單元設備，如焚化爐床、鍋爐、汽輪機、發電機、吊車、塔槽、送風機等組成；除了少數關鍵零組件外，這些設備亦廣泛應用到各種製程工廠之興建工程，其通用性非常高，國內廠商亦有焚化爐相關之類似設備製造實績，就硬體供給面而言，其零組件來源與替代品相當廣泛。

4. 依賴各種專業工程師的設計與整合

在大型垃圾焚化廠的硬體設備，主要是由許多用途、型式、能量皆有相當差異之機械、設備所組成，為使此等複雜的設備達到預期的功能，首先需藉由流程設計來訂定設備之需求與組合，再藉由儀錶與電機之搭配使設備所組成之系統設定之控制下達到設計之需求，同時各系統單元所需之水、空氣、藥品等公用設施及系統單元間之銜接，則需藉由管線設計來達成，此外整體廠房則需藉由土木、結構、建築等設計來配合，因此為執行焚化廠之工程設計，需有化工、環工、機械、設備、管線、土木、結構、建築、儀錶控制、電機等專業工程師之參與，與經由妥善規劃之工作程序、分工、整合，使達預期目標。

5. 技術能力可應用於相關產業

由於垃圾焚化廠本土化內容涵蓋了整個焚化廠的規劃、設計、採購、建造、安裝、試車、維修等技術的引進與建立。其中涉及系統整合及進料、燃燒、熱能回收、廢氣處理系統、整廠儀控、...等設備的設計及製造技術，此等技術絕不僅限於垃圾焚化廠所專用。若是國內廠商能充實本身設計、製造及研究發展能力，將之改良應用於其他類似產業或產品，則焚化廠本土化工作將更具潛力。

6. 資本支出龐大

興建垃圾焚化廠，必需投資相當大的資金（以一座典型 900 T/D 垃圾焚化廠為例，建廠資金約 30~40 億台幣），其它如技術權利金的先期投資，可能就要數百萬美元；而且設備日新月異，使得後續的設備更新和研究發展費用也十分龐大，故投資興建垃圾焚化廠需有強有力的財務支援。

四、台灣地區垃圾焚化廠興建計畫

1. 都市垃圾處理計畫[一]

第一期「都市垃圾處理計畫」，原預計在計畫期間內（自民國73年07月至79年06月之六年期間），興建二十三座都市垃圾焚化廠，但迄至目前為止，部分因用地取得、經費籌措、民衆阻力、設廠規模變更等因素，導致僅有其中八座垃圾焚化廠正在發包、建造或完工運轉中，總設廠容量為8,550噸/日，如表二所示。而有關第一期尚未辦理者，將併入垃圾處理第二期都市垃圾處理計畫重新檢討執行。

表二 第一期都市垃圾處理計畫正在建造或發包之垃圾焚化廠

主辦單位	設置地點	設計處理量 噸/日	決標日期	得標廠商	預定完工日期
台環 北市保 政局	台北市內湖	900	76年12月	日商田熊	運轉中
	台北市木柵	1,500	79年01月	日商田熊	82.12.31
	台北市士林	1,800	發包中		
環保署	台北縣新店	900	80年01月	日商三菱	83.02.04
	台北縣樹林	1,350	80年01月	日商三菱	83.03.07
台環 灣省保 政處	台中市	900	81年01月	日商鋼管	84.06.10
	嘉義市	300	81年06月	日商三菱	84.03.30
	台南城西里	900	81年06月	日商三菱	84.09.30
合計 (共八廠)		8,550			

2. 都市垃圾處理計畫[二]

根據環保署第二期都市垃圾處理計畫之草案，原預計在計畫期間內（自民國80年07月至85年06月）興建垃圾焚化廠十一座，解決基隆、台北、桃園、新竹、台中、彰化、台南、新營、高雄、屏東等十個生活圈之垃圾處理問題，但迄今尚有近半數用地無法取得，計畫於民國八十二年興建，總計每日處理噸數達10,200公噸。

五、焚化廠建廠問題分析

1. 第一期垃圾處理計畫興建之垃圾焚化廠採國際標，得標廠商皆為日商。由於在開國際標的情況下，國外統包廠商尋求國內廠商配合時，多半是採取貨比三家策略，以獲取買方優勢，其結果是削減國內廠商的業務空間，國內所佔的比例遭到擠壓。以目前正在建造中的焚化廠為例，國內現有機電設備供應率約為 30~40%，比率明顯偏低（現階段國內能供應比率約在 55~60% 間），如果國內目前能力完全被利用，應可增加相當可觀的業務，進而帶動國內污染防治工業的發展。
2. 在經過第一期垃圾處理計畫數座都市垃圾焚化廠採國際標的經驗之後，國人已體認到垃圾焚化廠本土化的必要性。而要本土化，其最有效的方法為採用國內標，藉由實際參與規劃設計及掌握技術移轉的主動權，提昇國內技術水準，使焚化廠建廠技術在國內生根。

參、國內外資源整合之障礙

焚化廠由許多單元系統所構成，需經由周密的考慮與設計，將全部單元整合起來，才構成完整的焚化廠，其間不論工程規模或技術複雜性，對國內任何一家有潛力擔任統包的廠商來說，都是一項必須全力以赴，運用大量人力資源、資金及科技整合的大型工程。然因科技進步，產業分工越來越細，單一廠商很難包辦所有零組件的製造與服務的提供，必須依賴統包廠商為「核心」，結合國內外中、下游廠商為協力廠商，建立及整合技術與人力資源。然而，我國焚化廠工業尚屬於萌芽階段，考量目前國內現況條件及配合政策因素，綜合有關焚化廠興建工程資源整合所遭遇之障礙，概述如下：

一、統包廠商無法保證協力廠商一定業務量：

我國焚化廠建廠中衛制度的推廣生根，尚有一段遙遠的路。考察國外焚化廠統包廠商成功的因素：1.統包廠商(中心廠)能保證協力廠商一定的工作量；2.協力廠商有適當的利潤；3.雙方有強烈的共同意識，亦即雙方是在互惠基礎上，建立長久的關係。然而我國尚缺乏上述任一條件，其主要原因為焚化廠建廠係採公開招標方式，政府無法保證任何一家統包廠商有一定的市場占有率，而且焚化廠零組件無法像大宗工業產品能量產化。

二、重要零組件及關鍵技術受制於國外技術合作廠家，外購成本高(任人宰割的技術合作)：

目前全世界僅有少數合格之都市垃圾焚化爐爐體專利技術來源，且有部份已為日本廠商買斷，國內統包商若欲尋求技術合作，初期付出高昂的技術轉移費用是必然的，而且對重要零配件之價格、交貨時間與數量之配合與掌握較為不易。

三、歐、美焚化廠專業廠商進入台灣市場障礙較高：

造成歐美焚化廠專業廠家進入台灣市場障礙因素主要來源有二：

1. 歐、美焚化爐專業廠商經營型態之限制：

目前擁有焚化爐專利技術來源之廠商由於地域之不同，其經營型態亦有所差異。以日本為例，專利技術之使用者多為設備製造廠商，其本身兼具甚強之設計及整合能力，故較具競爭力；在歐洲專利技術廠商則為公司之型態，其承攬統包工作，對有關設備之提供，僅限於其專利之設備部份，故對設備貨源之選擇能較具彈性，有利於技術轉移，但價格競爭力則較差；美國方面趨向於整體服務方式之經營（設廠+營運），因其不受限於單一技術，故可尋求較低建廠成本之技術組合，理應具競爭能力，然目前因受國內焚化廠發包並不包含操作營運之服務，致使美國廠商缺乏興趣而尚未參與競爭。

2. 工程招標商業條款的限制：

過去臺灣地區已發包或發包中的幾個垃圾焚化廠興建工程案，歐、美廠商感受工程招標合約商業條款條件太嚴苛，例如：無限的責任，以及對於統包商缺乏相對應之待遇，使做事一板一眼之歐、美廠商感覺風險過大，而退出市場競爭。

四、焚化廠興建工程傾向國際標：

目前發包中或準備發包之焚化廠興建主體工程係採國際標，致使國內廠商失去機會，對移轉國外工程技術和設計能力較為不利，因而延緩國內焚化爐工業技術能力之提升。

肆、解決方案與建議

一、提供市場保障及國內標競爭誘因

為克服前述之整合障礙，政府在都市垃圾焚化廠的興建計畫上，亦宜採取適當措施，提供市場保障誘因加以誘導，俾使國內廠商獲得累積發展技術之機會。然於提供市場誘因之際，亦應考量焚化廠具有的市場特性：

1. 以台灣地區未來六年僅有十一座大型垃圾焚化廠的市場規模，且非持久市場，應培養幾個專業統包廠商，使其技術可以集中累積而發揮整合的力量，是個值得政府重視的問題。
2. 國內統包廠商必須負責落實焚化廠技術本土化的使命，其資格條件的訂定，應考量對焚化廠興建工程要素的配合。以日本為例，至今不僅在大型混燒式焚化廠居世界之冠(約300爐以上)，且已多能擁有完整之建廠技術，並逐步拓展他國市場(例如台灣、新加坡)。然即使日本境內大型混燒式焚化爐數量龐大，其參與建廠之統包廠商則集中於少數資本雄厚之專業化集團中，例如：田熊、三菱重工、日本鋼管、日立造船及川崎重工業等。其主要基於焚化廠興建工程要素和統包廠商之間具有下列的本質關係：
 - (1). 焚化廠品質功能的嚴格要求和統包廠商對工程品質的管理能力。
 - (2). 焚化廠工程規模和統包廠商的人力資源。
 - (3). 焚化廠技術複雜度和統包廠商的技術整合經驗。
 - (4). 焚化廠技術引進的重要性和統包廠商吸收技術的能力。
 - (5). 焚化廠建廠龐大費用和統包廠商財務資金可用度。

建議方案：

1. 大型都市垃圾焚化廠工程宜採國內標，以利技術本土化之培養。
2. 選擇具有整合及工程管理能力之大規模、信譽優良的廠商為國內標之統包廠商。
3. 建議政府研訂都市垃圾焚化廠國內標資格標條件為：
 - (1) 參與投標之主要統包廠商須為國內公民營事業機構；
 - (2) 主要統包廠商之實收資本額為一定金額以上；
 - (3) 主要統包廠商之工程技術人員在100名以上，並具有汽電共生建廠或營運實績者；
 - (4) 主要統包廠商已與合格之焚化爐技術廠家簽訂技術移轉合約，並已開始執行者。

二、推廣中衛制度

統包廠商自參與垃圾焚化廠競標即開始建立協力廠商網絡，得標後便將各分項設備委託各專業之協力廠商製作或安裝，而統包廠商負責協調與整合參與建廠之人力、技術與資源，並提供必要的協助給協力廠商，構成上、下游互利互惠之垂直整合分工架構。其具體方案為：

- (1) 慎選具有發展潛力之協力廠商，納入主要統包廠商之輔導體系，並協助其提高經營層面。
- (2) 整合中衛體系過程中，由主要統包廠商居間協調，並提供合作誘因。包含：提供資訊、技術協助及提供品管服務等。

三、設立階段性技術本土化目標

垃圾焚化廠技術移轉的直接目的應在於提昇國內對焚化爐之規劃、設計、製造、維修及創新能力，最基本的效果，在於確保焚化廠的功能品質，與爾後續營運的順暢，考量重點為：

1. 迫切性：國內亟需的關鍵技術；
2. 階段性：符合本土化策略之工程技術；
3. 成本效益：具前景且成熟度佳的技術；
4. 優先程度：產業通用性高的技術。

基於上述原則，為逐步建立國內焚化廠建設技術之自主能力，擬分別就焚化廠建廠之規劃設計、建廠及設備整合技術移轉階段性目標建議如下：

1. 規劃設計技術移轉：

目前規劃設計是委由工程顧問機構辦理，一般規定負責規劃之工程顧問機構應有技術移轉計畫。技術移轉計劃範圍大略如次：

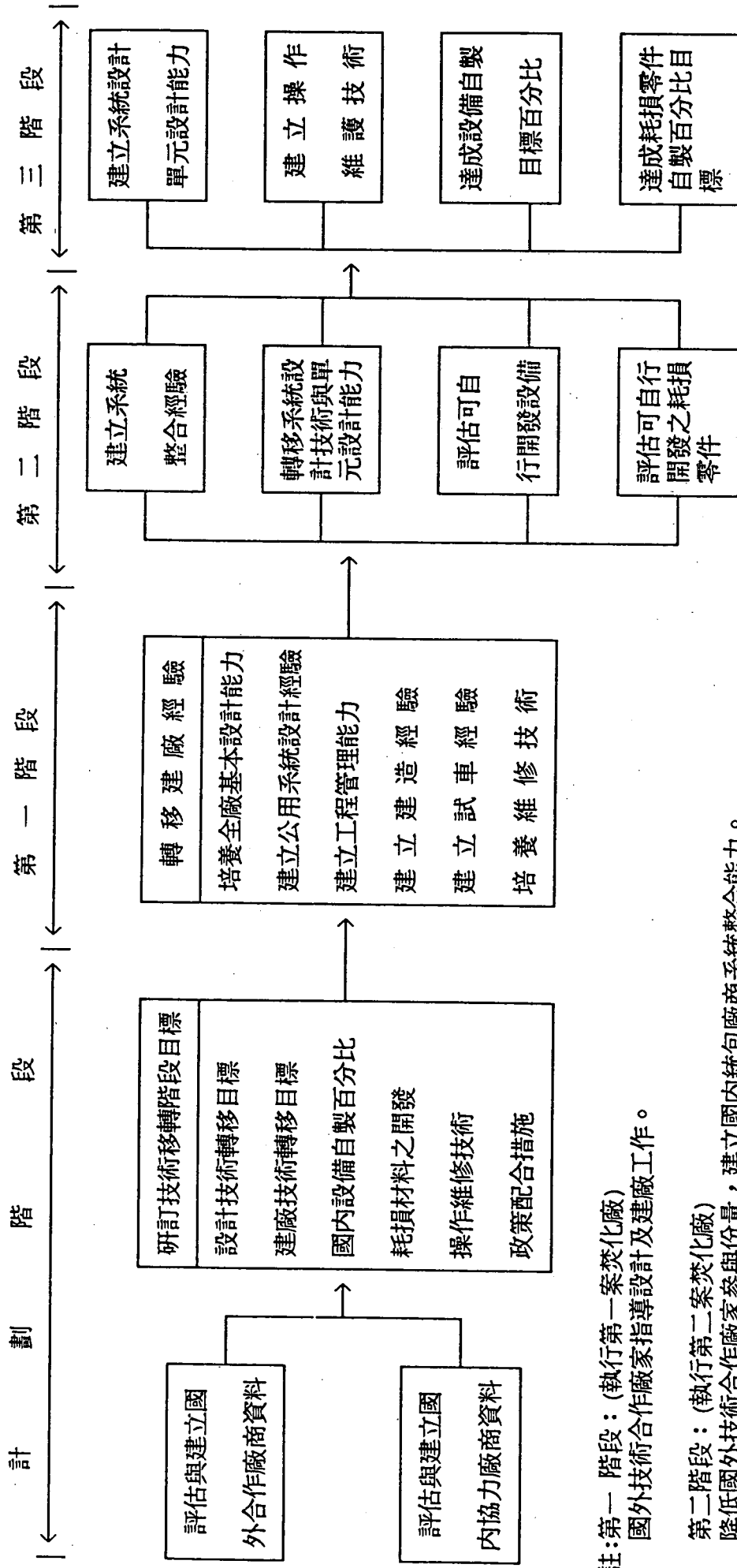
- (1) 準備可行性研究及規劃、設計報告(包括設置容量、爐數探討、廠區配置、處理流程建議、決定燃燒範圍並確定設計參數、蒸氣循環之計算與最適化，以及機電、儀控、土木及建築之基本設計等)。
- (2) 準備招標及簽約文件。
- (3) 執行招標、審標及簽約工作。
- (4) 全案之管理與圖說審核及核可。
- (5) 監造、單體運轉及完成驗收。

興建中之八座垃圾焚化廠已培養國內若干大型顧問機構具有相當之焚化廠專業設計能力及經驗。技術移轉初期目標宜建立準備招標規範能力，最終目標宜將所有資料、數據完成標準化、電腦化、系統化，並建立獨立自主的設計能力。

2. 建廠及設備整合技術移轉：

焚化廠建廠由統包廠商負責，若由國內大型公民營企業擔任統包廠商，將與國外績優廠商技術合作，分項、分階段實施技術移轉，技術移轉各階段目標建議，詳如表三。

表三 焚化廠建廠技術移轉階段性目標



註：第一階段：(執行第一案焚化廠)
國外技術合作廠家指導設計及建廠工作。

第二階段：(執行第二案焚化廠)
降低國外技術合作廠家參與份量，建立國內統包廠商系統整合能力。

第三階段：(執行第三案焚化廠)
國外技術合作廠家僅提供諮詢服務。

伍、國內外廠商技術資源整合模式

一座垃圾焚化廠之興建，其涵蓋之工程內容不僅包括各項龐大之機械設備、精密之儀電系統，且需配合受地形限制之土木建築工程，因此如何使這些龐大複雜之設備及科技有效整合在一起，並達到最大之處理效益，則負責建廠之統包廠商實居重要地位。然而近年來的國內焚化爐工程，在開國際標及嚴格限制廠商技術資格的狀況下，使國內廠商無法插足與培養技術能力。因此，現階段大型焚化廠的重要技術研究開發方式，尚有很大比率係藉由技術移轉引進先進國家技術。但以長遠觀之，國內未來之統包廠商若能設立研發部門，且投入充足的人力和經費，其所發揮的功能，當不僅侷限於最初引進之技術或產品的改良，同時可藉參與技術轉移的過程，主動吸取先進國家之經驗，以提升本身之技術或發展新技術的能力，達到自行研究發展及技術生根之終極目標。

此外，爲了提供業界基礎性研究需求，國內學術界、研究機構等宜配合具有競爭潛力的統包廠商整合廢棄物焚化技術研究開發之工作，並建立階段性研究目標循序漸進，以落實「焚化廠技術本土化」之政策。

再進者，可藉統包廠商結合數家國內廠商(例如：統包廠商結合鍋爐製造廠商)，在長期合作協議下，共同建立穩固的中衛體系合作關係。

基於上述分析及焚化技術本土化之近、中程發展需求，整合國內外技術資源從事都市垃圾焚化廠工程建設之模式約分爲如下數個方法：

- 1.由國外引進技術，再經統包廠商研究開發。
- 2.由國外引進技術，再經統包廠商整合國內中、下游廠商研究開發。
- 3.由國外引進技術，於建廠時由統包廠商培養人才。
- 4.由統包廠商，自國外購買技術或關鍵零組件。
- 5.國內中、下游協力廠商自行研究開發。
- 6.國內研究機構研究開發。

依據上述分類，為建立焚化廠建廠系統整合能力，將國內未來統包商參與焚化廠建廠工程之技術取得與發展模式列於表四。

表四 焚化廠建廠工程技術取得與發展模式

單元系統 技術問題	焚化爐 爐體	污染防 制設備	儀電 設備	汽輪發 電機	熱能回 收設備	週邊 設備
製程分析設計	A	A/F	A	A	A	A
基本設計	A	A/F	B	D	B	A
細部設計	B	E	D	D	E	D/E
零組件之選用	D	D	D	D	E	D/E
製造	B	E	D	D	E	D/E
安裝	C	C	C	C	C	C
試車	C	C	C	C	C	C
製程設備繼續改良	B	B	D	D	E	D/E

註：A：由國外引進技術，再經統包廠商研究開發。

B：由國外引進技術，再經統包廠商整合國內中、下游廠商研究開發。

C：由國外引進技術，於建廠時由統包廠商培養人才。

D：由統包廠商，自國外購買技術或關鍵零組件。

E：由國內中、下游協力廠商，自國外引進技術或自行研究開發。

F：國內研究機構研究開發。

週邊設備：包括前處理設備、吊車、輸送設備等。

陸、結論

基於有效運用及整合國內外資源及人力，並發揮各自專長之目的，應慎選國內具有整合及工程管理能力之大規模、信譽優良的廠商為國內標之統包廠商，並在政府居中的協助與提供市場誘因的前題下，以統包廠商為核心，建立中心衛星工廠制度，負責技術引進及整合國內廠商進行焚化爐技術建立，以期達成焚化環保工業技術本土化之目標。

主題(四)：焚化廠技術

3. 如何落實焚化廠技術移轉及建立小型
焚化廠自主性技術

主辦單位：工研院

六月廿三日

議題壹：如何藉由國建六年計畫加強引進技術 主題(四)：焚化廠技術

摘 要

台灣雖無豐沛的自然資源，卻有更重要的技術人才；以台灣的經濟規模而言，雖難以發展完整的核能及太空等尖端工業體系，但發展環保科技產業卻極具潛力及競爭優勢。近年來，國內環保市場需求龐大，正是歷練新興產業的良好契機；而且，配合環保產業的相關工業與技術多已成熟，需引進的關鍵技術，國內業界也已具備承受能力。今日，我們應共同努力創造一個具有競爭優勢的產業，避免壟斷、獨佔，藉著激烈的競爭，激勵研究發展與創新，刺激產業升級；藉著本土的歷練，培育攻克海外更豐沃市場的競爭能力。

我國在推動『焚化廠技術移轉及國產化』工作上的主要困境及原因為(1). 缺乏明確的『技術移轉』策略；(2). 產、官、學、研的垂直整合關係仍未建立。解決之構想如下：

1. 整合國內相關研究人力物力，推動大型群體研究計畫。並將技術移轉及國產化目標納入群體研究計畫範疇。

2. 明訂技術移轉項目、認定原則、移轉方式及重點，並確定技術承受單位，以落實技術移轉。
3. 加速中小型焚化爐及事業廢棄物焚化爐之整廠技術引進及技術開發。

建議執行方案如下：

1. 執行市場需求及技術需求調查。
2. 進行技術研究開發之整合。
3. 推動技術引進及技術輔導工作。
4. 明訂技術移轉項目、認定原則、移轉方式及重點，並確定技術承受單位，以落實技術移轉。

(1) 問題背景與問題分析

1.1 問題背景

困境常是轉機的起點。伴隨著經濟發展衍生的環境污染問題，是台灣地區近年來所面臨的最大挑戰之一。工業廢水排放及畜牧廢水排放，所造成的飲用水污染及河川污染；重金屬排放造成的土壤污染；廢棄物隨意棄置、掩埋場爆滿，已然成為台灣的夢魘。所造成的是一連串的環保抗爭、民間業者投資意願低落、各種產業陸續外流、及社會不安的負面影響。

解決此種困境的方法無他，唯有加速發展污染防治工業，落實污染防治技術之本土化，才有成功的希望。希冀引外力解決國內的環境污染問題，無異緣木求魚，必難收成效。

污染防治工業並非新興工業，而實際上是傳統工業的重新包裝與整合。此項工業的發展，雖與通訊、半導體、消費性電子、高級材料、精密機械與自動化、航太、特用化學品與製藥、醫療保健及資訊工業並列六年國建的十大新興工業；但卻有最高的發展誘因與契機。由於污染防治工業為一項能兼顧環境改質經濟發展誘因的工業，且有年需求達 500 到 1000 億的龐大本土市場及環太平洋國家誘人的市場，因此，可說是最有可能鴻圖大展、最具發展潛力的傳統工業。分析詳見附件一。

就污染防治工業而言，大致上可區隔為廢水處理、空氣污染防治、及廢棄物處理三大部份。其中廢水處理技術由於環保法規管制較早，廢水處理工程業界已有相當程度的發展，國內已有多家相當成熟的工程公司，除可提供國內之需、亦已陸續將觸角伸向東南亞及鄰近國家，拓展業務範圍。空氣污染防治技術與能源、水泥、石油、化工、化學、人纖、造紙、橡膠及塑膠等產業關係密切，原即視為製程之一部份，通常與製程技術一併購自國外技術源，國內業者對其製作技術已有相當程度的參

與，但對製程系統之發展則正在起步階段。廢棄物處理是國內起步最慢的一環，國內雖對部份零組件之製造已有經驗，但市場一直為日商所獨佔，導致價位無秩序，品質較難確保。此外，由於廢棄物焚化處理技術為一整合性技術，除了焚化與燃燒技術外，尚需空氣污染防治技術及廢水處理技術之整體配合。發展健全的焚化技術，將同時促進空氣污染防治技術及廢水處理技術之成熟與發展，因此，近來社會各界不分產、官、學、研均大聲疾呼，希望積極推動『焚化技術本土化』工作，建立本土焚化工業，以解決日益棘手的廢棄物污染問題。

1.2 問題分析

我國在推動『焚化廠技術移轉及國產化』工作上的主要困境及其原因，簡要分析如下：

1. 缺乏明確的『技術移轉』策略

A. 市場區隔與技術需求未釐清

焚化爐技術通常可區分為 (1)大型混燒式機械爐床焚化爐，及 (2)中小型焚化爐。前者主要用於都市垃圾焚化，市場總需求量約20至25座，壽命期約20至30年；後者適用於鄉鎮、社區、風景區、事業單位及代處理業，市場總需求量約500至1,500座，壽命期約10至20年。兩種技術之市場不同，技術需求也不同。

談及焚化技術本土化，社會各界則常只將焦點投注在『都市垃圾焚化爐』。而就市場供需觀點而言，大型都市垃圾焚化爐之市場需求特徵是『大而少』；而中小型焚化爐，其市場需求特徵則是『小而多』。若考量技術發展及技術轉移之迫切性及可行性，則前者由於單一機組

115

投資額大、技術密集、工程風險高，且技術來源有限、技術使用權與授權區域彈性小，建議應由大型環保工程公司或機械工程公司進行技術引進，並由工研院提供協助。後者則由於單一機組投資額小、市場需求量大、關鍵技術已大部份能掌握、工程風險低，且技術來源多、談判協商較有籌碼，因此，可能是另一易於切入的技術發展與轉移項目，建議可由工研院與業界合作負責引進、示範，以達成本土化目標。

B. 技術使用權與授權區域之考量

大型都市垃圾焚化爐之主要技術來源為歐、美、日，但現有成熟技術之亞洲使用權大部份已由日商取得。針對我國市場，雖能取得技術使用權，但授權區域恐將受限。因此，建議應加強談判籌碼，以取得較有利條件。

中小型焚化爐則由於技術來源多，市場需求大，技術發展國內已有相當基礎，進一步發展成自有之獨立技術困難度不高，因此，技術使用權及授權區域較不易受限。

C. 技術移轉與國產化之需要性

大型都市垃圾焚化爐基本上與火力發電廠相仿。但由於市場需求急迫，全面國產化之需求性急迫；為了配合國建工程，目前最需引進與建立的技術是整廠規劃設計技術。有了自主的整廠規劃設計能力，機組與零組件自可輕易由國外購得。目前，各焚化爐工程雖定有技術移轉規定，但並無特定之技術承受者；技術移轉規定較不易落實，建議可組成專責團隊進行協助。

目前各事業單位使用中的『中小型焚化爐』，總數約有

四、五百座，以生命週期計算之，年需求量不少，國產化之需要性極為殷切。中小型焚化爐之關鍵技術在於整廠設計技術、爐體設計及建造技術。工業技術研究院已有相當經驗，成果並已轉移民間業者使用；同時，目前也正在執行技術引進工作，預計引進中小型機械爐床爐體設計建造技術。

D. 技術移轉策略與技術移轉承受者

目前都市垃圾焚化爐建廠雖都列有技術移轉百分比，但對於技術移轉項目及技術移轉承受者未明列，致技術移轉要求，較難確實達成。

2. 產、官、學、研的垂直整合關係仍未建立

焚化技術由於需求殷切，不論產、官、學、研均投以高度關切，產業界多方尋求技術合作，卻因本身經驗不足，難以落實。環保單位、經濟部、國科會分別有研究計畫，卻未有效整合國內相關研究人力，使研究成果、經驗、人力與產業界作有效的整合，以協助業界推動此項工業之建立。

(2) 解決構想及其評估

1. 整合國內相關研究人力物力，推動大型群體研究計畫。並將技術移轉及國產化目標納入群體研究計畫範疇。

目前國內參與焚化相關技術研究之政府單位，除經濟部科技專案外，能源委員會、國科會、工業局、國營會亦分別有或多或少之相關業務。就研究機構而言，工研院、各大專院校環工、化工、機械相關系所、中鋼等均有大量人力參與研發工作。事業單位而言，中鋼、台機、榮工處、中船、建成、中鼎等均已參與或正準備參與相關工程。因此，推動垂直整合，有效利用有限資源，共享成果，加速研發工作之推動，實有其必要性。

2. 明訂技術移轉項目、認定原則、移轉方式及重點，並確定技術承受單位，以落實技術移轉。

就焚化爐整廠建設而言，各單項設備之製造或採購並非技術瓶頸，真正的瓶頸是系統設計與整合能力。因此，建議應明訂技術移轉項目及移轉重點。

3. 加速中小型焚化爐及事業廢棄物焚化爐之整廠技術引進及技術開發。

利用工研院在政府科技專案所孕育之專業人才，結合民間環工業者，以示範建廠方式，進行整廠技術之引進。並就本土特殊需求，進行相關技術之開發。

(3) 建議方案及其預期效果

1. 執行市場需求及技術需求調查

- 大型都市垃圾焚化廠，環保署已擬執行方案，目標明確。工業局亦已完成產業能力分析與本土化執行策略。
- 中小型焚化爐，目前約有400-500座。基本資料不全，需作客觀調查，以為推動工作之依據。國內、外技術能力，亦乏客觀評估。

2. 進行技術研究開發之整合

- 集合有限人力、物力，針對實際需求進行研究、開發
- 推動大型整合性計畫
- 推動新製程、材料及設備之開發
- 加速達成本土化之目標

3. 推動技術引進及技術輔導工作

- 結合工研院之規劃、設計及研發專長，與民間業者之專業製造、安裝能力
- 利用專案技術引進、示範建廠，落實本土化之目標
- 設置技術輔導及訓練中心，培訓專業人才。

4. 明訂技術移轉項目、認定原則、移轉方式及重點，並確定技術承受單位，以落實技術移轉。

a. 全面性之規劃能力 (OVER ALL PLANNING)

配合主觀及客觀環境條件作系統選擇及規劃
觀念、程序設計
整廠及系統配置
各次級系統之整合銜接

b. 工程設計 (ENGINEERING & DESIGN)

系統及次級系統之設計
基本設計之作業方式及重點
評估細部設計及驗圖之作業方式／準則／重點
選擇及建立設備規格之作業方式／項目／準則

c. 包商及供應商之選擇與管理 (SELECTION & MANAGEMENT OF SUB-CONTRACTOR/SUPPLIER/FABRICATOR)

邀標規範
審標準則及重點
監督及確保合約的履行之作業方式與準則
建立選擇廠商之規範
建立廠商管理制度及獎罰規則

d. 施工製造及安裝之管理與監督 (MANAGEMENT & SUPERVISION OF CONSTRUCTION/FABRICATION/INSTALLATION)

計畫廠址監工之作業方式／程序／要領
設備製造廠商生產現場之估驗／測試方法／要領
記錄與報告之製作

e. 試運轉與驗收 (PERFORMANCE TESTS & ACCEPTANCE TEST)

測試項目及評鑑標準
標準作業方式及程序
表格與文件之製作
記錄與報告之製作

f. 民營化 (PRIVATIZATION)

財務分析
成本估算
投資風險評估
資金之籌措
投資架構之規劃安排
投資計畫書及營運計畫書之研擬編撰
民營化整體架構之規劃安排
契約研擬／協商／執行

g. 計畫與專案之管理及執行 (PROJECTS MANAGEMENT & IMPLEMENTATION)

電腦化之作業與管理
控制進度／預算之具體作業方式與準則
QA／QC (確保品質要求)之具體做法
獎罰制度／辦法之建立

h. 操作維護管理及人員訓練 (O/M Management & Personal Training)

(4) 建議方案之執行規劃

1. 市場需求及技術需求調查

<u>執行項目</u>	<u>執行單位</u>
訂定設施設置標準	環保署 / 工研院
一般廢棄物焚化爐市場 及技術需求評估	工業局 / 工研院 / 同業工會
有害事業廢棄物焚化爐 市場及技術需求評估	工業局 / 工研院 / 同業工會

2. 整合性技術開發

<u>執行項目</u>	<u>執行單位</u>
焚化技術基本研究 (動力學、輸送現象)	國科會 / 大專院校
空污技術基本研究 (PIC、PAH 生成機制、FGD, ..)	國科會 / 大專院校
焚化製程研究開發 (O ₂ , Plasma, Process, Integration, Design, Package)	經濟部 / 工研院
焚化設備研究開發 (旋窯、爐體、空污設備、儀控)	經濟部 / 工研院
監控、監測設備及軟體	環工業者
材料相關研究 (耐火材、合金、材料、製作技術)	環工業者

3. 中小型廢棄物焚化爐技術引進

<u>執行項目</u>	<u>執行單位</u>
技術引進	經濟部、工研院、環工業者
示範建廠	環工業者 / 工研院
人員訓練	環工業者 / 工研院
研發與本土化	經濟部 / 工研院

4. 技術輔導

<u>執行項目</u>	<u>執行單位</u>
建立BACT資料庫	環保署／工研院
成立技術輔導中心	工業局／工研院

5. 指定專責技術移轉承受單位，負責技術消化、研發及再轉移、本土化，以落實技術移轉。

<u>執行項目</u>	<u>執行單位</u>
技術移轉承受	環保署／工研院／環工業
技術消化、研發	經濟部／工業局／工研院
再轉移、本土化	經濟部／工業局／工研院

(5) 建立中小型焚化廠自主性技術之行動計畫

1. 執行理念

• Tier Approach

第一階段 引進技術、學習技術、消化吸收

第二階段 研究發展整廠技術及評估技術

第三階段 工業應用、本土化及新技術開發

2. 目標

第一階段：以興建 Pilot plant，硬體導向進行技術之引進及建立，由工作中摸索、學習、成長、並進而建立自主的程序設計、設備設計能力。

第二階段：由核心的程序設計、設備設計向外擴展，建立相關週邊設備設計能力，並逐步建立規模放大、電腦輔助設計及性能評估技術。

第三階段：逐步建立自主之零組件設計、製造能力，並藉著示範建廠、業界合作開發，達成本土化之目標。於此階段並開始進行特殊材料及新程序之開發，除完成本土化之目標，更逐步走入領先之境界。

3. 本土化發展計畫

77-79 引進、學習、轉化期

設計與興建 Pilot Plants

醫院廢棄物焚化技術

旋轉窯焚化系統

循環式流體化床燃燒爐

電腦輔助監控系統

80-82 研究發展期

整廠技術開發

核心設備規劃設計
前處理與週邊系統
空氣污染防治系統
灰渣處理技術

規模放大技術

Pilot Plant 10MM BTU/hr
Commercial Plants 50MM BTU/hr

電腦輔助設計

Inciner.CAD
Computer Aided Design/Drawing

新程序開發

Process Development and Design Tools
Semi-Dry Scrubbing
Dry+ Wet System
Slagging Kiln
Oxygen Enrichment
Plasma Incineration

測試評估技術

試燒、許可與管理
DRE與即時性能評估

83-85 工業應用、本土化與新技術開發期

特殊材料研究

耐蝕、耐酸、耐溫材料
合金及工程塑膠應用

新程序開發

Plasma Incineration
Slagging Kiln
Oxygen Enrichment Combustion
Low Emission/ Toxic Byproducts Process
Energy/ Cost Optimized Process
Process Development

電腦輔助設計、操作管理技術

CAD(Computer Aided Design/Drawing)

RBES(Rule Based Expert System)

Process Simulator

建廠示範、技術移轉與業界合作

集中處理廠示範建廠

中小型都市垃圾焚化廠技術引進

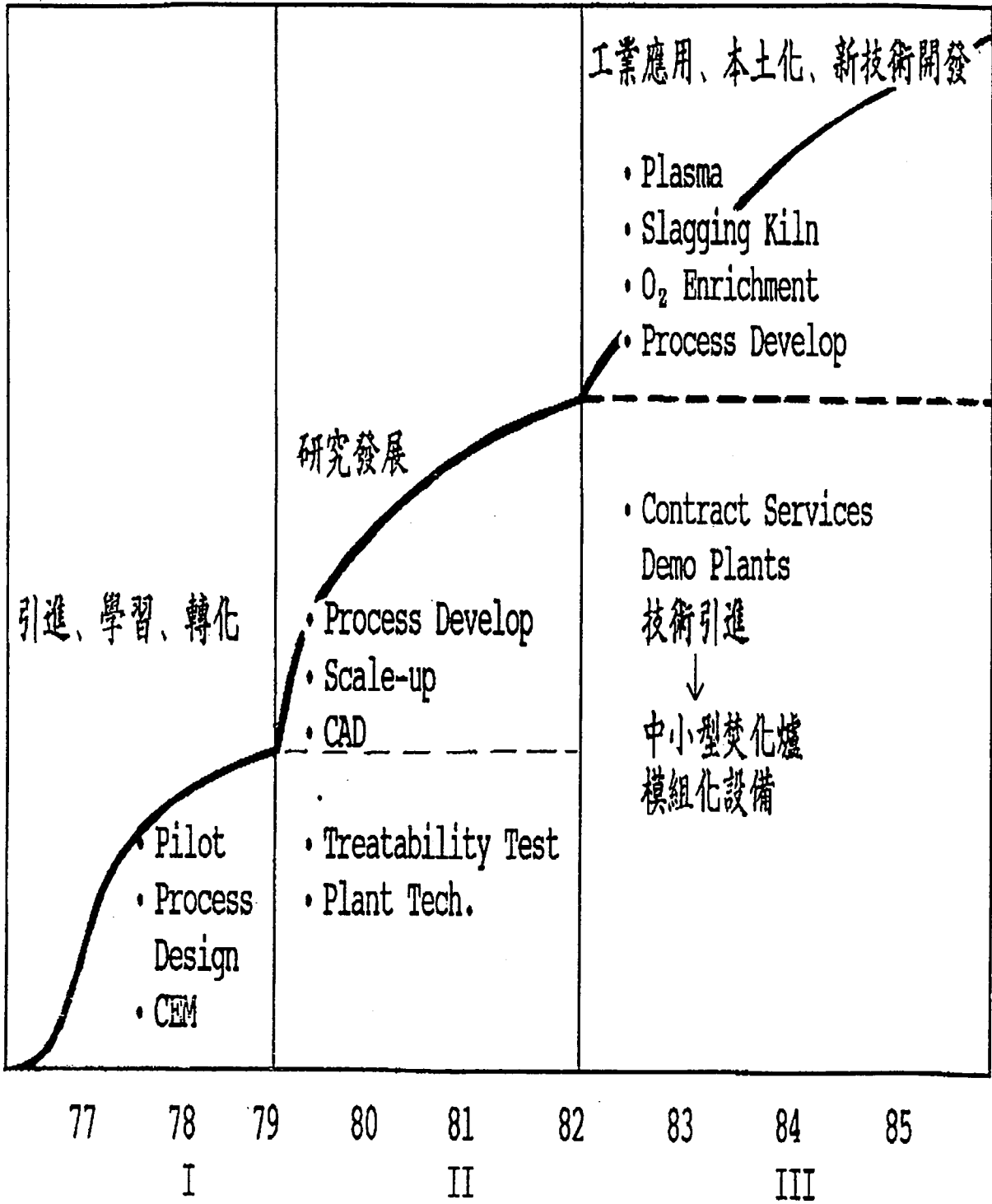
都市垃圾焚化爐規劃、設計與監測管理

模組化設備合作開發

4. 所需協助配合事項

1. 強化國科會，經濟部科技專案之整合，並定期舉行成果交流及研究心得交流之會議。
2. 積極推動中小型都市/事業廢棄物焚化爐之核心技術引進。
3. 指定國內適當場址作為示範建廠之用，並提供建廠經費支援。

技術能力



129

(6) 結 論

台灣雖無豐沛的自然資源，卻有更重要的技術人才；以台灣的經濟規模而言，雖難以發展完整的核能及太空等尖端工業體系，但發展環保科技產業卻極具潛力及競爭優勢。近年來，國內環保市場需求龐大，正是歷練新興產業的良好契機；而且，配合環保產業的相關工業與技術多已成熟，需引進的關鍵技術，國內業界也已具備承受能力。今日，我們應共同努力創造一個具有競爭優勢的產業，避免壟斷、獨佔，藉著激烈的競爭，激勵研究發展與創新，刺激產業升級；藉著本土的歷練，培育攻克海外更豐沃市場的競爭能力。

我國在推動『焚化廠技術移轉及國產化』工作上的主要困境及原因為(1). 缺乏明確的『技術移轉』策略；(2). 產、官、學、研的垂直整合關係仍未建立。解決之構想如下：

1. 整合國內相關研究人力物力，推動大型群體研究計畫。並將技術移轉及國產化目標納入群體研究計畫範疇。
2. 明訂技術移轉項目、認定原則、移轉方式及重點，並確定技術承受單位，以落實技術移轉。
3. 加速中小型焚化爐及事業廢棄物焚化爐之整廠技術引進及技術開發。

建議執行方案如下：

1. 執行市場需求及技術需求調查。
2. 進行技術研究開發之整合。
3. 推動技術引進及技術輔導工作。

主題(五)：核能發電與安全技術整體規劃

1. 核能電廠技術轉移
2. 核能組件認證與檢驗
3. 核能電廠設備及零組件製造
4. 核廢料處理
5. 核燃料設計製造

主辦單位：原子能委員會

協辦單位：台電公司

六月廿三日

議題壹：如何藉由國建六年計畫加強引進技術

主題(五)：核能發電與安全技術整體規劃

一、摘要(Executive Summary)

核能發電在我國電力供應中，已佔重要比重，而部分民衆對核能安全仍存疑慮；未來核四廠之興建，其工程本身亦屬國家重大建設計畫；因此，確保核能發電之安全、可靠及自主，其重要不言可喻。由於核能發電爲一高科技之複雜性工業及技術，所涉及之公民營機構甚多，投資龐大，且以往大部份由外國廠商提供設備及技術，緩不濟急，遠水救近火，非但成本不易壓低，且技術受控制，除無法自立自主外，且影響核能安全可靠。

爲求能在現有基礎上更上層樓，將此重要工業及技術重點式地由國外引進，在國內建立及生根，有必要做一適當的整體規畫、提出執行架構(成立跨部會之指導委員會及四個任務工作組：綜合規畫組、資源調配組、核能技術組、核能工業組)、準備動員核能界且擴大至工業界之參與，依各單位之支援能力，研擬重要推動計畫，選重點、分階段、藉核四廠之興建及其他重大計畫之執行，建立適合我國國情的安全可靠自主之核能發電體系，以確保核能電廠運轉維修所需設備、零組件與技術之適時適量提供及核廢料之適當處理，並加強人材之培訓、執行機構型態體制之規畫及法規之訂定，以達維護核能安全之終極目標，並藉此激勵國內廠家在台投資意願，帶動提升工業技術水平。

初步已整體規畫下列五個重要推動計畫：核能電廠技術轉移、核能電廠設備零組件製造、核廢料處理、核燃料設計製造、核能組件認證與檢驗。初步之分析評估認爲就必要性、可行性及效益性來看，本規畫極值得推行。

二、問題背景及分析—必要性

細分之，本規畫之必要性乃緣於下列各問題之考量：

(1) 爲消除大眾之核安疑慮

核能在我國電力供應中已佔重要比重，而部分社會大眾對其安全性仍存疑慮，故如何使核能技術生根、核能電廠運轉更安全、建立社會大眾信心，實爲今後應共同努力之目標。

(2) 爲根本改善跳機等異常現象

鑑於國內核能電廠近幾年之營運仍不順利，雖無重大事故，但跳機及設備故障等異常情形不斷發生，甚至引起限電，燃料破損率亦偏高，亟需全盤檢討並作根本改進。

(3) 爲加強綜合規畫，促進整體發展

鑑於過去核能界之計畫缺乏長期及整體性之考量，因此易流於顧此失彼或無法把握重點，易浪費人力物力且無法切中時弊。因此應加強綜合規畫，期在行政院跨部會指導小組之指導下，統籌運用國內人力、物力、加強各單位之協調與合作，促使各方密切配合執行，期能發揮整體力量。

(4) 爲動員產官學研力量，配合維修運轉需求

過去核能界較爲保守，未能主動集中力量解決問題，現爲增進核能電廠營運績效，除原能會在現有體制上積極加強安全管制工作外，更擬積極動員研究機構之技術與能力，邀請大專院校之學者專家共同參與，密切配合核能電廠維護運轉技術之所需，建立適合我國國情的安全可靠自主之核能發電體系，以達維護核能安全之最終目標。

(5) 爲引進技術，建立重點式核能工業，激勵投資意願

- 過去核能技術之引進較爲零星式，且缺乏有效的生根措施，以致成效未盡如人意，本土核能工業亦尙付之闕如，因此核

能安全支援能力打了一大折扣，亦使反核人士多一藉口。今後當把握核四廠等重大核能採購案件，適時引進較多的關鍵技術並使其生根，選重點及分階段發展我國核能工業，以建立自立自主之本土核能安全支援能力。

- 整體而言，我國機械電機工業水準仍嫌不足，現階段如何選擇適合我國國情之核能工業、體制、及關鍵技術來建立，並藉龐大的建廠經費誘導及激勵國內外廠商在台投資高科技產業之意願，將企業之根留在台灣，並帶動相關產業升級，亦是值得深思的問題。

(6) 爲因應國外核能現況與趨勢

- 長程而言，爲了有效抑止溫室效應及酸雨等現象，聯合國已通過降低全世界二氧化碳排放量之目標，則所有石化燃料發電將受影響，核能發電必成一長期之趨勢，其安全之確保更是不容有任何疏失，這是我們必須警惕的一點。
- 世界各主要工業國家，都已有核能工業，韓國、中國大陸亦積極進行技轉來引進及發展其核能電廠及核能工業，準備在下一世紀擠入核能大國之行列，並帶動相關工業之技術昇級，可能對我國產業競爭力構成威脅。

三、解決構想

擬提出「核能發電與安全技術整體規劃方案」來推動，以解決上述問題。此方案之草案(詳如附錄)除擬提出執行架構(成立指導委員會及四個任務工作組)外，且擬提出五個重要推動計畫(詳如各討論題綱內容)。藉核四廠之興建及其他重大計畫之執行，建立適合我國國情之安全可靠自主之核能發電體系。此方案之分項目標在改善現有核能電廠之安全與可靠性，加強引進核能技術及人材培訓，並建立重點式、階段性核能工業。由於其預期效果佳，值得推行。

四、執行規劃

此整體規劃方案擬提出之執行架構及分工，詳見附圖二，除成立跨部會之指導委員會之外，其下並擬成立四個任務工作組（綜合規畫組、資源調配組、核能技術組、核能工業組）來進行重要推動計畫之研擬工作，任務詳見附圖三。工作組之先期工作人員自80年9月起已初步由原能會邀集核能界各單位派員參加，除已草擬「核能發電與安全技術整體規劃方案（草案）」之外，初步已規畫並準備提出如下之五個重要推動計畫，將擴請相關之產官學研人員共同參與，來進行進一步之詳細規劃：

- (1)核能電廠技術轉移
- (2)核能組件認證與檢驗
- (3)核能電廠設備零組件製造
- (4)核廢料處理
- (5)核燃料設計製造

上述五項均與引進科技有關，其內容之摘要另分述於附錄內。

五、執行單位

就初步規畫內容之未來執行而言，因涉及工業與技術之建立，相關之政府單位計有主管工業之經濟部，主管核能管制及研究之原能會，及其他相關部會等。就目前所規畫五個欲推動之重要計畫而言，依政府機關權責區分，涉及原能會、核研所、物管處、經濟部、國營會、工業局、標準局、台電、經建會、清華大學等，並涉及民間團體及國內外廠家公司之參與投資或技轉。各計畫及其分項工作，因性質差異頗大，其主協辦單位，目前雖有初步規畫，然為更有效的推動，需於詳細計畫階段，再仔細研擬確定其組織架構及分工。

六、解決構想之評估—可行性、效益

(1)本規畫對核能發電之發展有顯著效益，對未來能源資源與技術之掌握極具重要性。

(2)本規畫之執行應根據現有之初步規畫，提出具體可行之詳細計畫，選重點、分階段執行，則成功可期。應由行政院跨部會指導委員會協調相關單位同意與配合執行。

(3)客觀發展環境之分析：

- 工業升級轉型不易，利用重大經建計畫及專案來推動工業及技術升級已成共識。
- 行政院各階層對推動核能發展的認知有政策性的支持。
- 我國經濟發展已面臨韓國之威脅，極需策略以擺脫之。
- 我國技術人力、資金外匯有充分的支援。
- 依海峽兩岸之發展，打開大陸廣大的核能發電市場之可行性漸增。
- 核能技術及工業之專業知識複雜，先期由政府推動較合適，長期必可帶動民間產業及國外廠家合作入及參與。
- 掌握重要工業資源及技術為未來經建產業政策之重點。

(4)策略、資金、市場、技術、人力之初步分析：

A、策略方面：

- 核能工業之建立可以長程計畫來規畫，配合國內發展，以務實漸進方式推動。比如核四計畫（七、八號機），國內應先進行技術轉移，適度參與並掌握設計、運轉、維修之技術。隨機組之增加、參與自製率漸次提高，至11、12號機時以較高比例完成。
- 長期應具高自償性，不以公營或補貼方式運作。

- 近期迫切性之工作為核四廠技術轉移，其機會不可失；維修所需零組件之製造及試証與檢驗制度及法規之建立亦必須儘早開始。
- 長期則應規畫核燃料製造及核廢料處理。
- 有關技術、製造移轉工作，可請先進國家參與投資、品質保證及評估，以落實技術移轉，並需訂定管理措施，使技轉能生根。

B、資金方面，以鼓勵民間投資或與國外廠家合資之方式來引進技術。

C、技術方面，目前國際核能工業技術已臻成熟，我國透過技術轉移後可掌握技術優勢。目前為核能電廠買方市場，廠家技轉之意願較高，機會難得。

D、市場方面，除我國現有電廠維修及未來核電廠之增建外，亦可擴及其他相關工業（航空、造船等機械電機工業），並考慮我國所獲得技術未來在大陸應用發展，可為未來兩岸和平互動發展之重要資源，大陸核能市場未來極為廣大，其他國際核能市場之前途亦看好。

E、人力方面，核研所可投入相當多的人力，台電及國內工程顧問公司亦可投入不少人力，我國旅美核能人才可吸引投入部分，人力之培訓亦可由清大及核研所支援，人力調配不成問題。

F、重要推動計畫方面：

- 核四機組之設計佔 5-6% 總經費，約 85-100 億台幣，國內可以投入參與設計抵減部分之經費，在現有之技術基礎上並積極從事更高層之技術移轉，充分利用國內之人

136

力資源，對運轉維修之適時予以技術支援，以確保核能安全及可靠，並可使核電廠設計技術在國內生根。

- 核能電廠設備零組件製造需要高品質之技術，若製造能國產化，則必可帶動國內外廠家在台之合作投資意願，將根留在台灣，對我國產業技術之昇級極有助力。且其與火力、水力電廠設備零組件關連性高，相關之核能組件認證與檢驗之制度、規範、體系之建立亦顯然非常需要，以解決核能級組件維修採購日趨不易之問題，並落實國產化目標。
- 核廢料之處理與處置為深具本土性之工作，其未來四十年內八部機組之費用接近二千億新台幣，引進技術在國內自力從事此項工作為極為有利之發展項目。
- 核燃料製造廠投入經費僅約需三十億元新台幣（可考慮國內外民間投資各半），核四機組運轉後（共八部機）投資回收及自償可行性高，技術亦甚為可觀，未來機組愈多則其經濟性愈佳。核燃料製造技術移轉後，應積極與先進國家合作開發高燃耗及更高品質燃料，核研所現有人力應可長期積極配合。

(5) 效益分析：

面臨二氧化碳溫室效應、人口增加及資源有限等問題，核能發電技術與工業實為廿一世紀全球資源競爭及環保問題中減輕上述問題之主要科技工業。發展核能技術及工業除可增進核能安全，提高運轉維修水平，解決核廢料問題，並可替代進口，節約外匯，激勵國內外廠家在台投資之意願，提升產業水平，增進產業對日、韓、大陸競爭力，減少對外依賴（自給自足），創造高科技就業機會，促進海外人才回流，且與其他國內機械、電機、儀控、材料、精密加工、火力及水力電廠設備零組件等多項產業關聯性高，污染性低。對產業技術升級助益大

，技術升級擴散可關聯航空、造船等多項產業，效益極為可觀。

七、結語

本規畫係以核能安全為其中心終極目標，從核電廠相關之運轉、維修、製造、管制與改善五等個方面來整體規劃，動員核能界且擴大至工業界，並依各單位之支援能力，選重點、分階段，逐步協調推行，從核能發電技術與工業之引進、建立、生根及成長，來確保達到建立一個安全、可靠、自主的核能發電體系，並因而提升國內產業水準，其市場則除本土核能工業外，更可擴至其他相關工業及國外核能工業。

附 錄

核能發電與安全技術整體規劃方案(草案)

- 壹、引 言
- 貳、依 據
- 參、目 標
- 肆、基本策略
- 伍、具體執行措施
- 陸、經 費
- 柒、執行與考核

- 附圖一 本方案之執行理念
- 附圖二 本方案之組織架構及分工
- 附圖三 各工作組之任務

核能發電與安全技術整體規畫方案(草案)

壹、引 言

核能發電在我國電力供應中，目前已佔重要比重，而未來核四廠之興建，其工程本身亦屬國家重大建設計畫，因此核能發電之安全性、可靠性、及自主性，其重要不言可喻。由於核能發電為一高科技之複雜性工業及技術，所涉及之公民營機構甚多，金額龐大，且以往大部份由外國廠商提供，為求能將此重要工業及技術在國內生根，且能有一整體之規畫，故訂立此方案。

貳、依 據

- 一、民國八十年二月七日行政院院會院長第九四六號提示：原子能委員會應負責查考台電核能電廠之作業安全及保養狀況並將結果公佈，讓民衆瞭解政府對核能安全的重視，建立信心。
- 二、民國八十年五月廿三日行政院院會通過我國「原子能應用發展方針」，並規定由原子能委員會（以下簡稱原能會）會同有關單位訂定具體方案實施。
- 三、核四廠興建案現已列入國家建設六年計畫；又核能安全技術之建立已於第四次全國科技會議中列為能源科技重點工作。

參、目 標

整體規畫核能發電工業及技術，以建立我國核能發電之安全、可靠及

自主體系，促進國家經濟及工業發展，其目標如下：

- 一、增進現有核能電廠之安全及可靠性。
- 二、增進核能技術並加強人材培訓與羅致。
- 三、發展重點式及階段性核能工業。

肆、基本策略

- 一、配合現有核能發電系統之需要，改善及加強其安全及可靠性。
- 二、維持現有各核能機構之功能，隨時因應狀況予以加強。
- 三、掌握核四廠之興建及其他相關之重大計畫，引進必需之技術。
- 四、妥善審視現有力量，評估國內需要，慎選發展重點，分階段建立核能工業，以確保核能安全維護所需技術及軟、硬體系統之適時適量提供。
- 五、配合全國科技發展方案及國家建設六年計畫，並兼顧政府長程施政方針，提供貢獻，期提升經濟力量。

伍、具體執行措施

- 一、執行之理念如附圖一，以「核能安全」為中心終極目標向外擴展，包括運轉、維修、製造、管制與改善五個領域。次為手段措施計有：精進運轉技術、增強安全管制技術、加強系統研發能力、建立重點製造能力及維修技術；先動員核能界，再進而擴大至工業界，配合計畫，依各單位之能力，選重點，分階段，相互協調，逐步推行，以達成目標。
- 二、成立核能發電技術發展指導委員會

- (一) 本委員會為本方案政策發展及績效評定之指導與監審單位，組成人員由原能會邀請，屬暫編之臨時單位，所有意見與建議仍透過原能會簽報核定以正式文件執行。
- (二) 委員會任務：
 1. 釐訂核能發電發展方向及任務。
 2. 審核及修訂建議之各計畫（方案）。
 3. 決定投資計畫及優先順序。
 4. 查考各計畫（方案）之執行績效。
 5. 有關重大興革之政策建議。
- (三) 委員會之組織及人員編成（詳附圖二）：
 1. 委員會置委員七員，敦聘相關部會及機關首長擔任。原能會主任委員為召集人。
 2. 置執行秘書一員，由原能會秘書長兼任，另置副執行秘書三員，分別聘由台電核能副總經理、清華大學原科院院長及原能會綜計處處長(兼)擔任，負責協助推動會務。
 3. 委員會下設綜合規劃、資源調配、核能技術及核能工業等四個工作組，每組分別置召集人一員及副召集人二或三員，由各相關單位主官（管）人員擔任。各組組員，由各相關單位推薦，再由各組召集人選定之。
 4. 各工作組之任務詳附圖三。

三、推動之重要方案如下：

- (一) 核能電廠技術轉移方案。
- (二) 核能組件認證與檢驗方案。
- (三) 核能電廠設備零組件製造方案。
- (四) 核廢料處理方案。

(五) 核燃料設計製造方案。

以上諸方案應由各工作組詳細規畫，經可行性研究及市場資訊蒐集分析評估後，提出詳細計畫書。

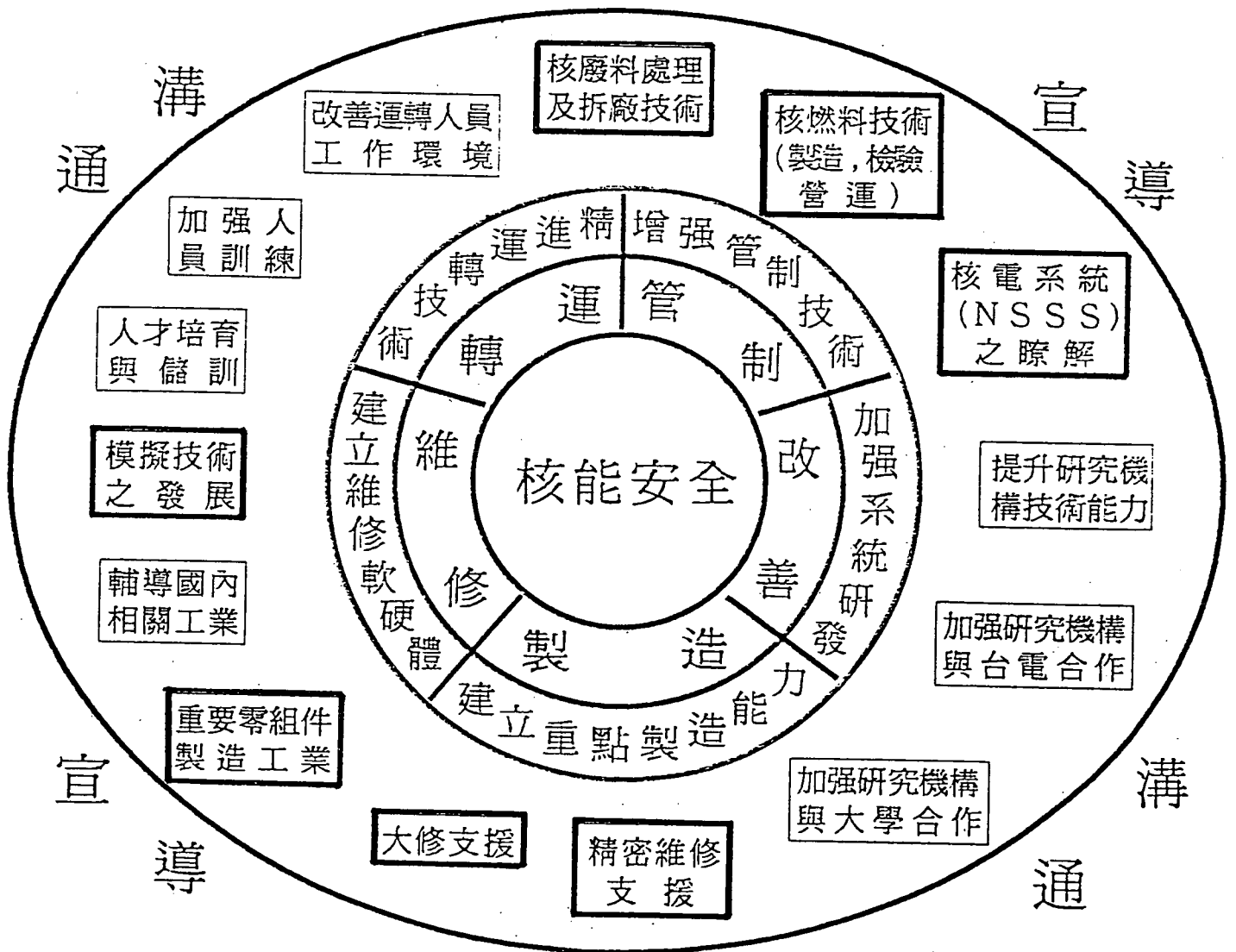
陸、經 費

各工作組所擬之各項計畫方案，其預算之編製、提報與核定等作業，請依行政院民國七十一年頒訂之「科學技術發展方案」及有關之文件申辦。

柒、執行與考核

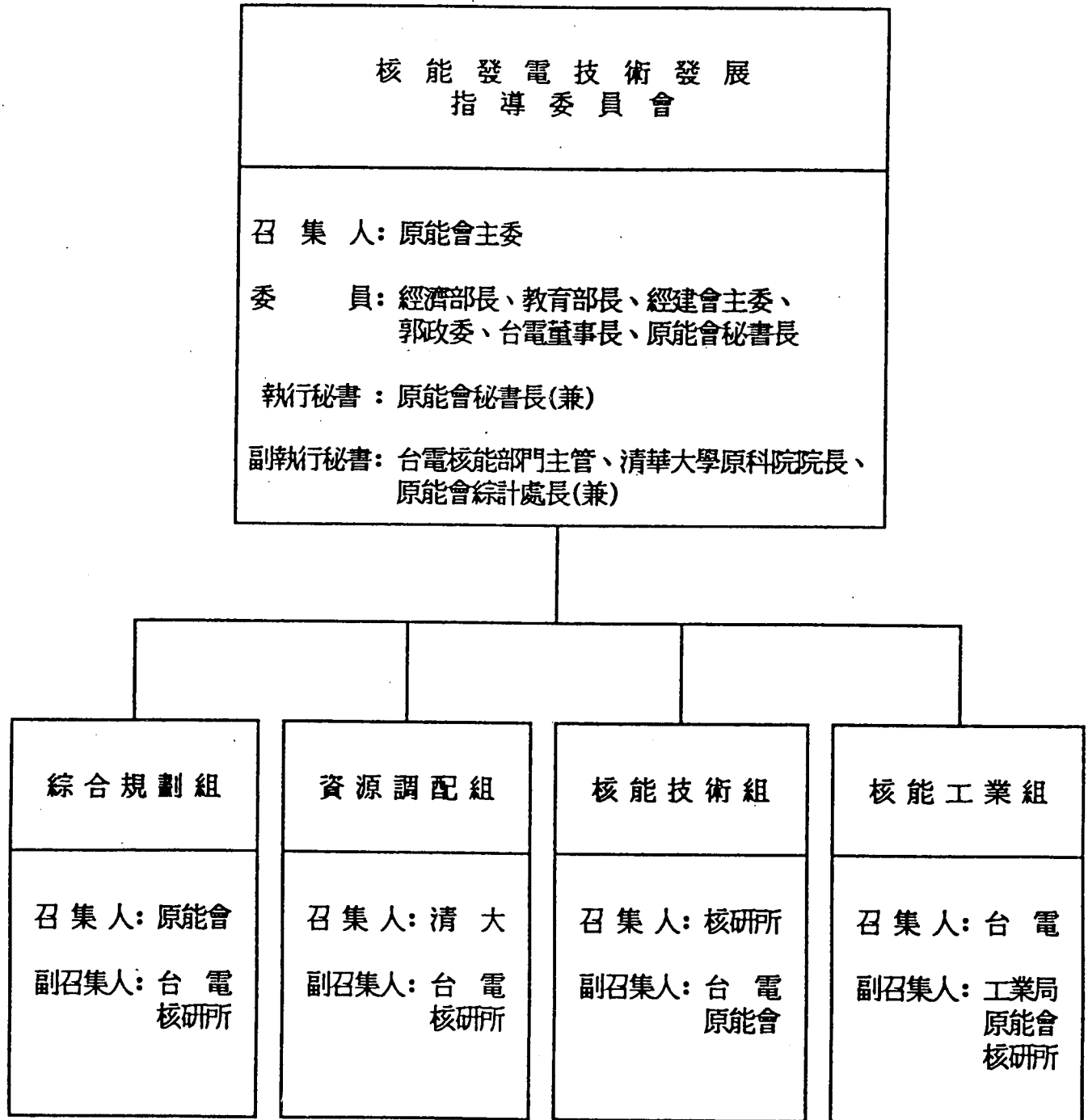
- 一、編擬分工原則，並提出各計畫方案之主協辦單位後呈指導委員會核准。
- 二、各主協辦單位對於相關之各重要計畫方案，須就其目標、內容、時程、投資總額、資金來源、成本效益分析、技術可行性分析、社會效益分析、風險及不定性分析、市場行銷分析、人力資源、環境影響評估等情形，詳作規畫、分析及評估後提出可行性研究報告，呈指導委員會核定。繼而按行政系統由負責執行單位報院核准執行。
- 二、各計畫方案應提請相關權責單位列管。其屬規畫期間者，按季追蹤。執行期間者，每半年檢討一次，並提報辦理狀況。年度終了時，由各工作組及計畫執行單位提呈總檢討，如有修正計畫及改進措施，應送請指導委員會審訂後報院核備。

附圖一 本方案之執行理念



註：方塊粗線條所框者為本方案之重點

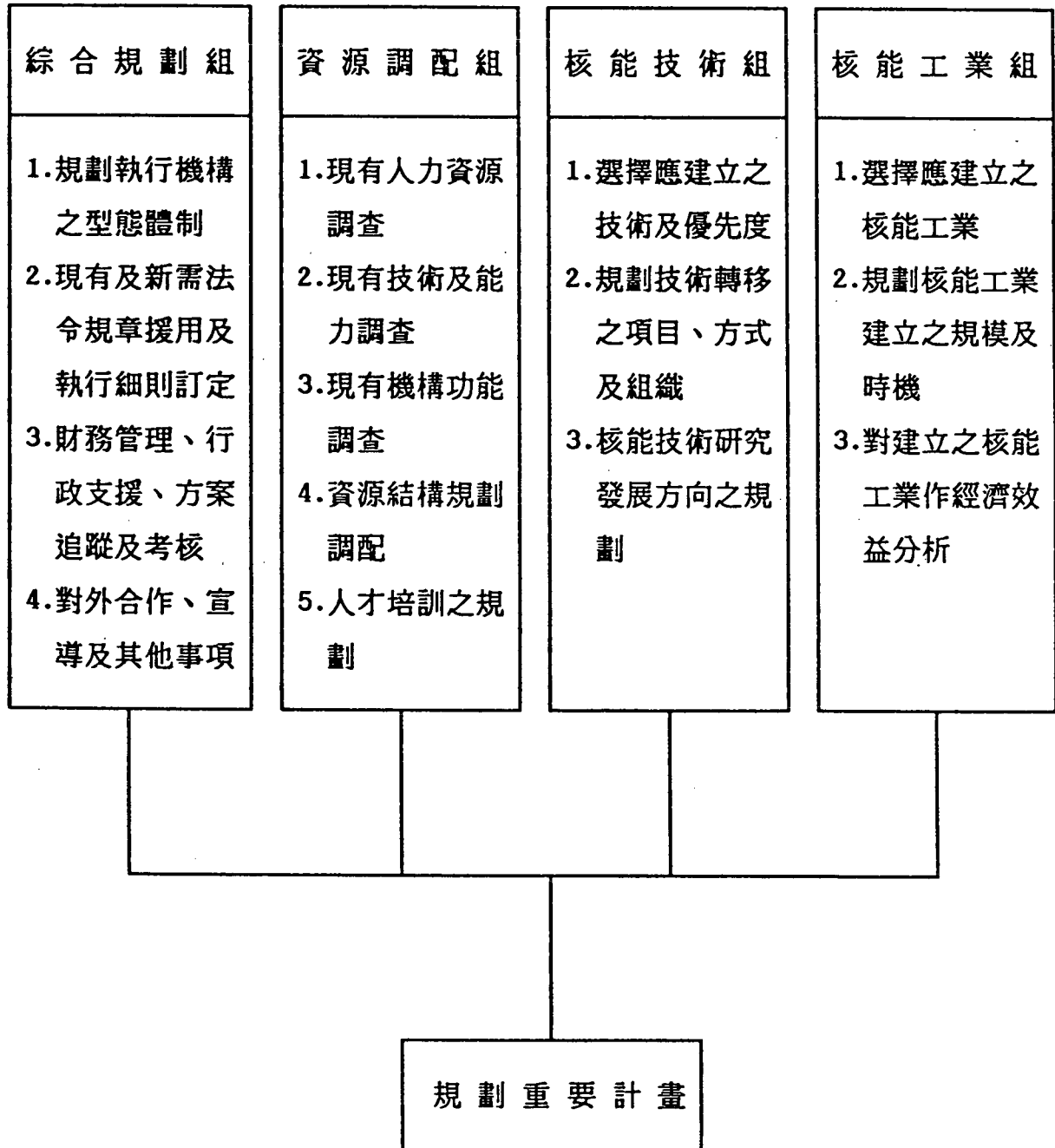
附圖二 本方案之組織架構及分工



註：目前各工作組其他先期成員：原能會四人、核研所二至四人、物管處二人、
台電公司四人、清華大學二至四人。

將增加工業局、中標局、其他政府機關、民間廠商及團體之參與。

附圖三 各工作組之任務



146

討 論 題 綱

- 一、核能電廠技術轉移
- 二、核能組件認證與檢驗
- 三、核能電廠設備零組件製造
- 四、核廢料處理
- 五、核燃料設計製造

討論題綱一：核能電廠技術轉移

A、摘要(Executive Summary)

利用核四廠興建之時機，經由技術轉移，在現有基礎上更上層樓，建立我國自立自主之關鍵性核能技術，以確保未來核四廠能順利運轉及維護，並兼顧現有核一、二、三廠相關問題之解決。其重點在相關功能設計分析及設計審查之技術，以及建立本土化之核電廠重要系統及組件之維修技術，特別是整廠儀控系統設計及重要零組件設備之檢驗技術，以提高維修品質，增進運轉之安全性及可靠性。

已規畫61個技轉項目(共九大類)，分成三個優先度，於六至十年間，投入約232人進行技轉工作。由跨單位之「技術轉移督導委員會」負責推動、管理及考核事宜。

B、內容

(1)問題背景與問題分析

- 我國自核能電廠開始建造至今已二十多年，並未全面性的建立自立自主之核能技術，從系統設計到運轉維修等相關技術仍需大幅仰賴國外，常有遠水不易救近火之憾，運轉維修之品質亦難更上層樓，且時有技術受制於人，成本不易壓低之憾。
- 過去國內在執行核能電廠建造時之技術引進，僅為部分最基本之需求，並無周密之規畫，又因種種因素，例如人事安排及調派等，以致未能有效整合及生根，成效未盡人意。
- 伴隨核四廠之技術轉移，國內需要有一跨單位之計畫做較完整之全國性綜合考量。

(2)解決構想及其評估

利用核四廠興建時機，積極進行核能電廠技術轉移計畫。

目前是買方市場，技術轉移隨建廠成立，是極佳時期，若能適當規畫，成功可期，其預期效益亦佳，值得進行。

(3) 預期效果

- 增進電廠運轉維修技術並適時提供之，且可縮短維修工期、降低維修成本，提高電廠安全性及可靠性。
- 電廠現有問題之瞭解及解決。
- 增加核電廠之應變能力及安全性。
- 電廠潛在設計弱點之發掘，設計改善之技術評估與執行。
- 核能電廠之整廠設計技術可在國內生根。
- 進行零組件設計及製造以及不良品之汰換，以增進電廠安全與運轉實績。
- 協助並促進關鍵性設備零組件之檢驗技術及國產化製造技術之建立，以利電廠運轉與維修品質之提昇。
- 使核能技術生根，進而推廣及於國內工業技術水平之提昇。

(4) 執行規畫

- 設立以「電廠興建」與「技術轉移」相結合之架構。
- 以建立「重要系統及組件功能設計分析及設計審查技術」為主，以提升「基本維修技術及管理」與「檢測能力」為輔。
- 擬進行之技轉項目：核安(10項)、儀控(4項)、系統工程(9項)、電氣(8項)、機械/土木結構(14項)、核燃料/材料/水化學(6項)、非破壞檢測(5項)、核廢料(1項)、核能器材認證及核能級化技術(4項)。
- 技轉項目優先度依序分成A、B、C三類。A類係核四建二部機組必需引進者，B類係核四建四部機組時引進者，C類係長期研究引進者。

- 需工業界辦理技轉之項目，請台電早日公布，鼓勵業界參與。
- 技轉方法及要件規畫：
 - ①訓練(課堂訓練、在職訓練、工作參與)。
 - ②技術文件隨技轉取得(包括電腦程式)。
 - ③招標規範中明訂技轉項目及內容、技術文件及軟體工具之轉移要求，協助建立技術之應用及更新能力，並提供必要之維修檢測工具。
 - ④參與技轉之人員甄選、集訓、考核、工作分派及人員異動之管理辦法，將另訂之，以使所獲得技術在國內生根。
 - ⑤成立跨單位之「技術轉移督導委員會」專責本案之推動、管理及考核事宜。
- 技轉時程：六至十年。
- 人力：A類(147人)，B類(35人)，C類(50人)。見表一。
- 經費：核四廠設計費約為 85~100億新台幣，可藉技轉小組之參與機組設計以抵減部份之經費，技轉案本身經費仍需與廠家洽談估算。若核四廠經費無法涵蓋所需技轉項目之所有費用，建議專案另列經費。
- 執行單位分工：

參與技術轉移工作之單位主要是原能會、核研所、台電公司以及工程顧問公司，而大專院校特別是清華大學主要是從事核能技術專業人才之培訓。依核四廠建計畫各階段工作以及前述各單位之職掌及技術類別，將可能的分工與權責列述如下：

 - ①台電：工程規劃、管理、施工
 - ②台電／核研所／工程顧問公司：工程設計、設計審查
 - ③台電／原能會／核研所／清華大學：安全分析
 - ④台電／原能會／核研所：品質保證
 - ⑤台電／原能會／核研所：機組運轉及維護
- 由上述各單位主管人員組成「技術轉移督導委員會」

至於本計畫擬進行技術轉移之內容概要及其來源可列述如下：

技 術 來 源	技 轉 內 容 概 要
1. 核能蒸汽供應系統及核燃料 (NSSS/FUEL) 廠家	工程管理 系統及設備/元件設計 安全分析 事故評估 運轉及維護之相關技術 應用電腦程式 爐心規劃 品質保證
2. 汽機及發電機 (T/G) 廠家	汽機熱循環特性及系統設計 發電機特性及系統設計 運轉及維護之相關技術 應用電腦程式 品質保證
3. 電廠建造及施工 (A/E, OVERALL及BOP) 工程顧問公司及廠家	工程計畫管理 工程設計及設計審查 資料處理 (包括程式運用) 品質保證 試運轉、機組起動

為能順利圓滿地執行本案之技術轉移以達預期之計畫目標，其具體執行措施至少應包含下列要項：

1. 技術轉移之範圍

(1) 核能蒸汽供應系統 (NSSS) 部份

- a. 工程管理及構型管理
- b. 系統設備/組件之功能分析與系統設計
- c. 執照與法規之評估
- d. 設定點訂定與運轉規範之分析
- e. 正常及事故狀況之運轉技術及程序
- f. 事故時之安全及可靠分析之評估
- g. 增進電廠安全度及可靠度之改善及設計修改
- h. 系統/組件設計特性之評估
- i. 故障排除及診斷分析
- j. 設備維護修理
- k. 控制系統及組件設計、試驗、校正
- l. 維護、檢視、及試驗結果之技術評估及管理
- m. 設備採購、技術規範及需求之準備、修改及管理
- n. 功率運轉前測試及功率測試、測試結果之診判

(2) 核燃料 (FUEL) 部份

- a. 核能設計與爐心規劃
- b. 爐心熱流設計分析
- c. 燃料棒設計
- d. 燃料組機械設計
- e. 燃料有關之安全分析與執照申請
- f. 燃料管理

- (3) 汽機及發電機 (T/G) 部份
 - a. 技術審查
 - b. 運轉技術及程序
 - c. 不正常運轉狀況之可靠度分析及評估
 - d. 增進電廠可靠度之改善及設計修改
 - e. 汽機熱循環特性/發電機特性
 - f. 故障排除及診斷分析
 - g. 設備維護修理
 - h. 控制系統/組件設計試驗與校正
 - i. 維護、檢視及試驗結果之技術評估及管理
 - j. 設備維護及修理之材料知識
 - k. 設備採購、技術規範及需求之準備、修改及管理
 - l. 熱功性能診斷專家系統
 - m. 汽輪發電機軸系動態特性，暨側向及扭轉振動之監控技術
 - n. 汽機之應力及失效分析技術
 - o. 冷凝器及飼水加熱器之性能診斷分析技術
- (4) 電廠建造及施工 (A/E, OVERALL及BOP) 部份
 - a. 工程管理
 - b. 工程設計及設計審查 (含土木、機械、電氣、儀控、核能及管路工程)
 - c. 施工管理
 - d. 試運轉
 - e. 成本與進度
 - f. 品質保證/控制
 - g. 資料處理 (程式運用)
 - h. 營運管理技術
- (5) NSSS/FUEL, T/G, OVERALL A/E及BOP A/E之技術轉移責任應包括其子包商 (SUBCONTRACTOR) 部份。
- (6) BOP 廠家之技術轉移，以個案另行訂定。

表一 核能電廠技術轉移項目及人力規劃表

優先順序	人力來源(單位:人)	核研所			台電公司			綜合說明
		A	B	C	A	B	C	
一、核安		6	7	5	7	11	5	
二、儀控		20	0	0	20	2	0	
三、系統工程		11	0	0	6	2	13	
四、電氣		4	0	2	6	1	5	
五、機械/土木結構		10	0	0	19	8	17	
六、核燃料/材料/水化學		9	0	0	1	4	3	
七、非破壞檢測		11	0	0	8	0	0	
八、核廢料		3	0	0	1	0	0	
九、核能器材認證及核能級化技術		5	0	0	0	0	0	
小計		79	7	7	68	28	43	優先順序： A:國內增建核四(二部機組)之狀況 B:國內增建四部機組之狀況 C:長期研究引進項目
合計		93			139			

討論題綱二：核能組件認證與檢驗

A、摘要(Executive Summary)

本題綱旨在討論如何建立核能器材製造本土化、合格化所需之認證與檢驗制度、規範、組織等，以落實國產化目標並據以執行。

已規畫分三階段在五年內完成資訊蒐集及評估、制度及法規之訂定、認證與檢驗工作之執行。近程目標為解決國內核電廠維修採購核能級組件愈趨不易之問題，使工業級組件經過驗證程序，以確保能達成安全功能之適用性及品質。

建議參考美國法規，制訂規範，並成立核能工業認證與檢驗之權責機構(中長期目標)，引進技術與制度，給予核能器材授證及檢驗之功能，以確保產品之高品質。

B、內容

(1)問題背景與問題分析

- 我國核能工業尚未奠基，目前核能器材設備均仰賴國外補給，技術與規範亦靠美國供應，而本土化首需從制度及管理上根本改善。
- 國內較具規模之工業製造公司之技術與製造能力已臻成熟，並且產品已有大量外銷，但因設計、製造檢驗等未能遵照及符合核能法規之嚴謹品質要求，或因國內尚未建立類似美國之認證與檢驗制度，以致無法用在核能電廠，誠屬可惜。
- 維修時，有些零組件因國外已不生產、時有核能級組件面臨補給困難、有關之購案既費時又昂貴、品質亦難以掌握。

(2)解決構想及其評估

草擬及推動「核能組件認證與檢驗方案」以解決核能器材

設備製造國產化之認證與檢驗問題，此方案因屬國產化奠基之工作，極值得加以推動。

(3) 預期效果

可落實核能器材製造本土化之推行，提升本土化比例，俾能適時適量提供核電廠維修所需高品質器材，並可兼顧提升國內相關工業能力。

(4) 執行規畫

- 認證與檢驗範圍涵蓋核能安全級及核能非安全級組件。
- 執行順序依核電廠之需求、廠家之設備及技術能力、國情等因素決定之。
- 參照美國法規之要求，建立合適我國之核能器材認證及檢驗之制度與規範。近程目標為解決工業級組件（核能同級品）之認證及檢驗問題。
- 確立我國核能組件認證及檢驗之執行體系與權責。
- 長期目標為成立一獨立之專責單位（例如：核能組件認證與檢驗公司），向歐美有經驗之檢驗公司引進必要之技術與制度，並授予規範檢驗上之權責，獨立統籌及擔負認證與檢驗功能。
- 分三階段以五年時間逐步完成此方案之執行工作（部分時程重疊）。
 - ① 資訊蒐集與評估（一年）。
 - ② 制度及法規之訂定（一年）。
 - ③ 認證與檢驗工作之執行（五年）。
- 由行政院研考會列管執行過程之評估與考核。

各階段之主要工作內容如下：

(一) 資訊蒐集及評估

項次	工 作 內 容	主 辦	* 協 辦	時 程			
				第一年	第二年	第三年	第四年
1	建立核能器材合格化需求與順序評估資訊。	臺 電	核研所	—			
2	調查國內廠商技術及品保能力。	臺 電	核研所	—			
3	調查國內具認證與檢驗能力之單位。	核研所	臺 電				
4	收集及研討國內外各有關核能器材認證與檢證之制度及規範。	原能會					

* 協辦單位將增列中標局、工業局、商檢局等。

(二) 制度及法規的訂定

工 作 內 容	主 辦	協 辦	時 程			
			第一年	第二年	第三年	第四年
1. 訂定核能組件分類導則。	原能會	核研所	—	—		
2. 訂定核能組件認證及檢驗之作業程序。	"	"	—	—		
3. 訂定核能組件驗證導則。	"	"	—	—		

(三) 認證與檢驗工作之執行

項次	工 作 內 容	主 辦	* 協 辦	時 程				
				第一年	第二年	第三年	第四年	第五年
1	原能會成立專案小組，以評定及授權可參與認證檢驗之機構。	原能會		—				
2	頒佈合格之認證檢驗機構。	原能會		┌───┐				
3	成立認證檢驗推廣委員會，輔導廠商申請認證檢驗，落實本土化政策	臺 電	核研所		┌───────────┐			
4	規劃成立認證及檢驗之專責機構。	原能會						→

* 協辦單位將增列中標局、工業局、商檢局等。

另為輔導及鼓勵廠商參與本方案，將會同「核能電廠設備零組件製造」方案研訂獎勵辦法。

討論題綱三：核能電廠設備零組件製造

A、摘要(Executive Summary)

本題綱旨在討論如何依優先順序，在獲得專利授權之下，逐步建立重點式核能電廠設備零組件之製造能力(國產化)，使所有設備組件之圖面、規範及製造尺寸等技術資料輸入電腦管理，再委交經評鑑合格之國內廠家試製，經嚴格測試後才使用。現有核電廠維修所需零組件國產化之目標(公元2000年)暫訂為百分之五十，而核四廠採購(包括土木建築)總國產化目標亦暫訂為百分之五十。建議進行詳細可行性分析研究，召集廠家共同研訂國產化項目、目標及時程、並訂定具體之獎勵優惠措施，以誘導及激勵廠商投資意願。

B、內容

(1)問題背景與問題分析

核能電廠之設備零組件數量多且複雜，我國大多缺乏製造圖，因此維修時大部份外購，每年花費之金額頗巨(專用配件購置預算約十億元，見表一)，不但待料時間長，庫存備品多，且多向原廠指定購買，價格昂貴。部份尚須緊急採購，緩不濟急。有些零組件原廠亦已不生產，即使原廠家之產品也會發生不該有之故障現象。零組件之適時適量提供以確保維修品質實為我核電廠維修之問題所在。

(2)解決構想及其評估

推動核能電廠設備零組件製造國產化，提高自產比值，見表二、三，以解決外購之問題，因預期效益佳，此構想極值得加以推動。

(3)預期效果

可提升設備零組件之品質，降低對國外廠家之依賴，減少庫存及縮短待料時間，提高核電廠維修及營運績效(適時適量

設備提供零組件)，且使國內核能工業技術生根，並帶動相關工業技術發展(包括相關的火力及水力電廠設備零組件製造)。

(4) 執行規畫

- 彙整外購零組件資料，調查國內產製能力，評鑑合格廠家，供其試製，參考國際價格及現有成本，訂定議價公式，以激勵廠家試製之意願。
- 協助合格廠家取得國際或國內驗證(如N-stamp)使將來之產品品質合法規要求。
- 配合研擬中之「產業技術研究發展法」，選擇適合國產化之零組件，協助廠家取得獎勵優惠。
- 利用新核能電廠建廠對外採購機會，調查選擇適合國內開發之設備零組件，設引進新製造技術或沖銷採購國產零組件。審標時，藉由獎勵評審方式，鼓勵國外廠商協助技術本土化，若多採用國產品或與國內廠家合作，可增加得標機會。
- 設備零組件先分類成 Q, R1, NON-R1 & NON-Q三類，再將圖面、規範、製造尺寸、技術等資料於電腦中建檔，訂出國產零組件「年需求基本量」，按規定程序委交國內合格廠家製造。
- 與試製成功之廠家訂立一定期限之議價式長約，以降低備品存量。契約期間，廠家調整供應單價時，應依照議價公式進行，應比當時進口成本低，否則不予購用。
- 編訂各項相關作業程序書，如「試製作業程序書」、「產品驗收測試程序書」、「授權各級國產化零組件之管制程序書」等送原能會核備。
- 事涉台電公司電廠之需求，原能會之監督管制，工業局之政策配合及其他相關單位之權責，仍待進一步之規畫與研討後制定之，尤其是有關獎勵優惠之項目及措施。
- 立即進行詳細的國產化可行性分析研究(一年，約2000萬元新台幣)，由台電主辦，核研所與顧問公司協辦，提出可行國產化項目及需求規範，由工業局協調廠家後訂定項目、目標及時程。

表一 核能發電廠發電設備專用配件最近三年採購比較表

金額單位：仟元

廠別	年度	預算金額	實 績 數			外購百分比 %
			內 購	外 購	合 計	
第一廠	78	127,085	72,804	95,157	168,961	57
	79	228,672	39,180	171,063	210,263	81
	80	282,938	35,945	246,939	282,884	87
	三年平均	212,898	49,310	171,393	220,703	77.66
第二廠	78	518,855	106,916	217,212	324,128	67
	79	374,195	104,829	212,211	317,040	67
	80	568,891	164,616	418,256	582,872	72
	三年平均	493,981	125,454	282,560	408,013	69.25
第三廠	78	263,166	34,801	193,596	228,397	85
	79	293,080	71,010	229,212	300,222	76
	80	258,524	36,611	236,601	273,212	87
	三年平均	271,590	47,474	219,803	267,277	82.24
依表上總計分析顯示三個發電廠外購量均是逐年增加中。						

表二 國內已開發完成之評鑑合格電力設備器材 (NON-Q)

1. Electrical & Control

- (1) Metal Clad Switchgear : Rated 13.8, 14 & 23kV, IC 12kA
- (2) Gas Insulated Switchgear : Rated 69, 161 & 345kV or IC 40, 50 & 63kA
- (3) Motor Control Center : Rated 480V, IC 22kA
- (4) Vacuum Circuit Breaker : Rated 13.8, 14 & 23kV, IC 12kA
- (5) SF6 Gas Circuit Breaker : Rated 13.8 & 23kV, IC 12kA
- (6) Transformer : U.G. Type 6930 X 13860V-240/120V & Resin Mold Case Dry Type, 24940 X 14400V-240/120V, Up to 167kVA
- (7) Load Break Line Switch : 3 ϕ , 600A, 14.4kV
- (8) Magnetic Switch : 3 ϕ , 480A, NEMA 1-4
- (9) Power Cable : 69kV, XLPE
- (10) Cable Terminator : AWG 1/0 & 500 MCM, 15kV & 25kV
- (11) Electric Flexible Conduit : 1/2" ϕ ~ 2" ϕ
- (12) Handie-Talkie Radio : 4 Channels, 5W
- (13) Mobile Radio : 6 Channels, 25W
- (14) Master Base Station Radio : 35W & 50W
- (15) Remote Control Console Radio : $\geq 3W$
- (16) Remote Terminal Unit(RTU) : AI-416 Points, DO-400 Points
- (17) Transducers : Ampere, Volt, Watt, Var, etc.

2. Mechanical

- (1) Vertical Centrifugal Pump : 7.67-62.45M /Min, 250-650 HP
- (2) Horizontal Centrifugal Pump : 8.33-9.49M /Min, 250-300 HP
- (3) Travelling Water Screen : 8,500GPM/screen
- (4) Valve : Gate, Globe, Check & Butterfly Valve
- (5) Auxiliary Boiler : Up To 100T/HR, 120kg/cm², 500 °C
- (6) Instrument Air Compressor : 34.31M /Min, 300HP
- (7) Plant Air Compressor : 38.10M /Min, 350HP
- (8) Screen Type Air Compressor : 135.4M /Min, 1000HP
- (9) Refrigeration Type Air Dryer : 150M /Min
- (10) Misc. Heat Exchanger & Fuel Oil Tank Suction Heater : Heat Exchange - 3,638,871 kcal/H
- (11) Radiator For Transformer : Plate & Pipe Type, Air Cooling
- (12) API Steel Pipes, Seam Steel Pipes & Galvanized Steel Pipes : API 5L, ASTM A-53, A-120 & A-252
- (13) Gear Reducer for Belt Conveyor : Used for Pulverizer
- (14) High Strength Bolts : ASTM A325, A490
- (15) Fire Protection System : Halon 1301 & Foam System
- (16) Crane & Hoist : 60/15 Tons

表三 MAJOR LOCALIZATION CATEGORY AND % OF TOTAL PURCHASE

CATEGORY	% OF TOTAL PURCHASE	PAST EXP. LOCALIZED %	CAT. I LOCALIZED %	CAT. II LOCALIZED %
1 NSSS & AUX EQUIP.	18.0%	1.0%	6.0%	16.0%
2 T/G & MECHANICAL EQUIP.	27.0%	7.0%	17.0%	25.0%
3 PIPING	9.0%	6.5%	18.0%	25.0%
4 INSTRUMENTATION & CONTROL	6.0%	2.0%	15.0%	25.0%
5 ELECTRICAL BULK MATERIAL	11.0%	15.0%	60.0%	70.0%
6 CIVIL/ARCHITECTURAL	22.0%	84.0%	88.5%	90.0%
7 DISTRIBUTABLE(CONSTRUCTION EQUIP.)	7.0%	55.0%	60.0%	62.0%
LOCALIZATION % OF TOTAL PURCHASE	100%	27%	38%	45%

NOTE:(1) CAT. I: REALISTIC FOR NUCLEAR UNITS 7 & 8
 (2)CAT. II: POSSIBLE FOR UNITS 7 & 8

討論題綱四：核廢料處理

A、摘要(Executive Summary)

本題綱旨在就低放射廢料最終處置、用過核燃料中期貯存、用過核燃料最終處置等三方面，討論我國核廢料之處理，重點在於以本土化之精神來考量其處理技術與工業之引進與設施之建立。建議就本土化之核廢料工業及技術之項目及範圍，最適化之管理營運體系之建立等進行一年之詳細可行性分析評估，若結論為可行，則其效益很高(包括核四廠，我國未來40年後端營運基金總共約2000億元新台幣)。

B、內容

(1)問題背景與問題分析

- 核廢料問題一直是反核訴求之一，必須有一完善對策。
- 我國低放射核廢料，核電廠產生者佔88%，其他醫、農、工、研產生者佔12%，經處理及固化後運往蘭嶼貯存場暫貯。該場目前設計容量約10萬桶，已存放約8萬桶，再幾年即告客滿，現在必須考量其最終處置計畫之規畫與執行。預計八部機組未來40年需處理80萬桶，而於民國91年最終處置場啓用之數年內亦至少需處理20萬桶，數量龐大。見表一、三。
- 核一、二廠用過燃料池將分別於民國88、93年告池滿，見表二，尤以核一廠為迫切，以免屆時電廠因無用過燃料池可用而無法運轉，因此現在必須考量後續之廠內中期貯存技術及設施之建立。
- 歐、美、日各國之用過核燃料最終處置場將於公元2000年至2030年間相繼啓用，其建立過程年耗月(約需40年)，而我國為配合核一廠之除役，必須在公元2032年啓用處置場，其相關規劃、調查、技術發展等亦需現在即著手進行。

(2)解決構想及其評估

擬推動核廢料處理方案，引進成熟技術，自力建造設備與設施。由於所需金額高達千億台幣，見表四(若包括核四廠則接近二千億)，若能本土化則效益很高。

(3) 預期效果

可消除民衆對政府解決核廢料之能力與誠意之疑慮，所建立之相關技術與工業之經濟效益亦達千億台幣。

(4) 執行規畫

- 調查國內外核廢料處理之相關技術與工業能力。
- 進行詳細核廢料工業及管理營運體系建立之可行性分析，以引進及建立品保體系、安全分析與環境影響評估技術，並建立永續之監管營運組織體系或機構。見圖四及表五。
- 引進及建立低放射廢料容器設計、製造與檢測，以及廢料減容與運輸容器製造之工業。
- 自力興建低放射廢料最終處置場(民國91年啓用)，詳見附圖一。
- 自力興建核一、二廠廠址內用過核燃料中期貯存設施(民國88、92年啓用)，詳見附圖二(核一廠)。
- 推動國內工業界配合，引進及進行用過核燃料中期貯存設備(貯存桶)及運輸容器之製造、運轉維修與技術發展。
- 分下列數個階段完成用過核燃料最終處置場之建造，詳見附圖三：
 - ①區域調查(1990~2000年)
 - ②初步場址調查(2001~2005年)
 - ③候選場址評選(2006~2008年)
 - ④詳細場址調查(2009~2015年)
 - ⑤場址確認(2016~2021年)
 - ⑥處置場/包封容器之建造/製造與試驗(2022~2031年)
- 立即進行核廢料工業及管理營運體系建立之詳細可行性分析詳估(一年，約2000萬新台幣)，分工如下：
 - 台電公司：主持可行性研究並提供經費
 - 學術研究單位：參與可行性研究工作或協助審查可行性研究報告。
 - 原能會：提供相關法規諮詢服務並審查可行性研究報告。

表一 國內低放射性廢料產量

80.9.30

產生單位	累積產量 (桶)	蘭嶼貯存場貯存量 (桶)
核一廠	38,624	35,640
核二廠	46,738	32,256
核二廠	5,819	864
核研所	12,992	8,988
總計	104,173	*77,748

*註：蘭嶼貯存場現有第一期工程之設計容量為98,112桶

表二 用過核燃料貯存池於實施格架改裝前後之容量

機組	商轉年 (民國)	貯存架改裝 前/後容量	實施日期 (民國)	改裝前/後 可用年限 (民國)
1	67	1410/2470	已完成	78/88
2	68	1620/2470	已完成	80/89
3	70	2469/3659	79	83/93
4	71	2469/3659	79	84/94
5	73	746/1954	82	86/113
6	74	746/1954	82	86/114

圖二 用過核燃料中期貯存整體規劃工作時程表

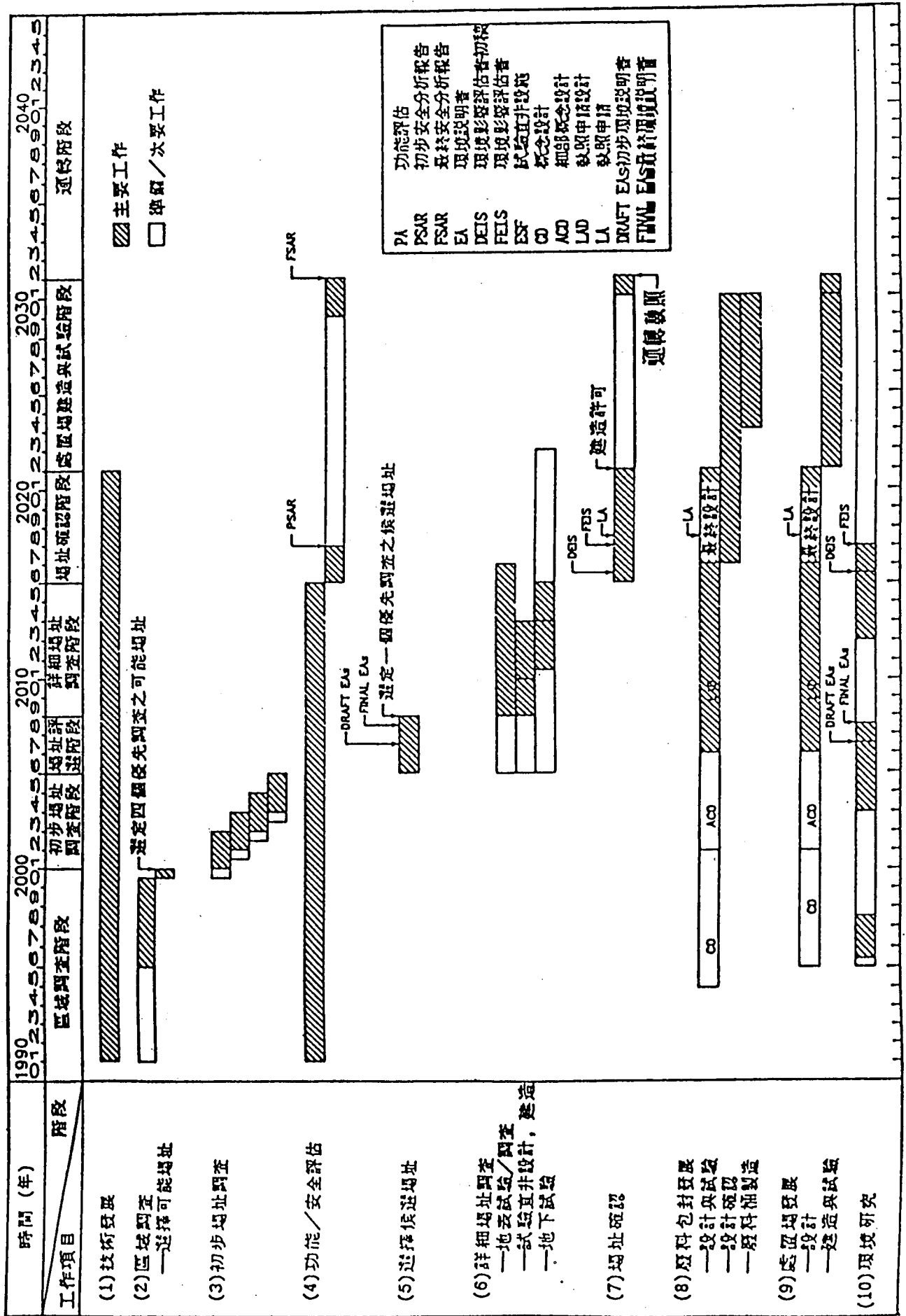
單位	年 度	(80)	(81)	(82)	(83)	(84)	(85)	(86)	(87)	(88)
台	可行性研究呈報評議會及後續工作準備	11個月								
	場址初探 呈報審計部審核及後續工作準備		9個月	4個月						
	公眾溝通 • 公眾溝通方案全程規劃 • 公眾溝通方案之推行			12個月						
電	細部設計: • 貯存場場部工程設計 • 安全分析 • 準備申請興建與照所需文件			3個月	9個月	12個月				
	環境資料蒐集 環境說明書與環境影響評估報告編寫與審查				24個月		24個月			
	興建執照申請與審查 設施功能示範					12個月	12個月			
	施工: • 第一期施工 • 試運作 • 運作時與照申請與審查 • 人員訓練							15個月 12個月	3個月 6個月	
	貯存場場部									

80.10.11

註：先以核一廠完成中期貯存設施為規劃目標。

▼ 行政院「放射性廢料管理方針」要求完成年限。

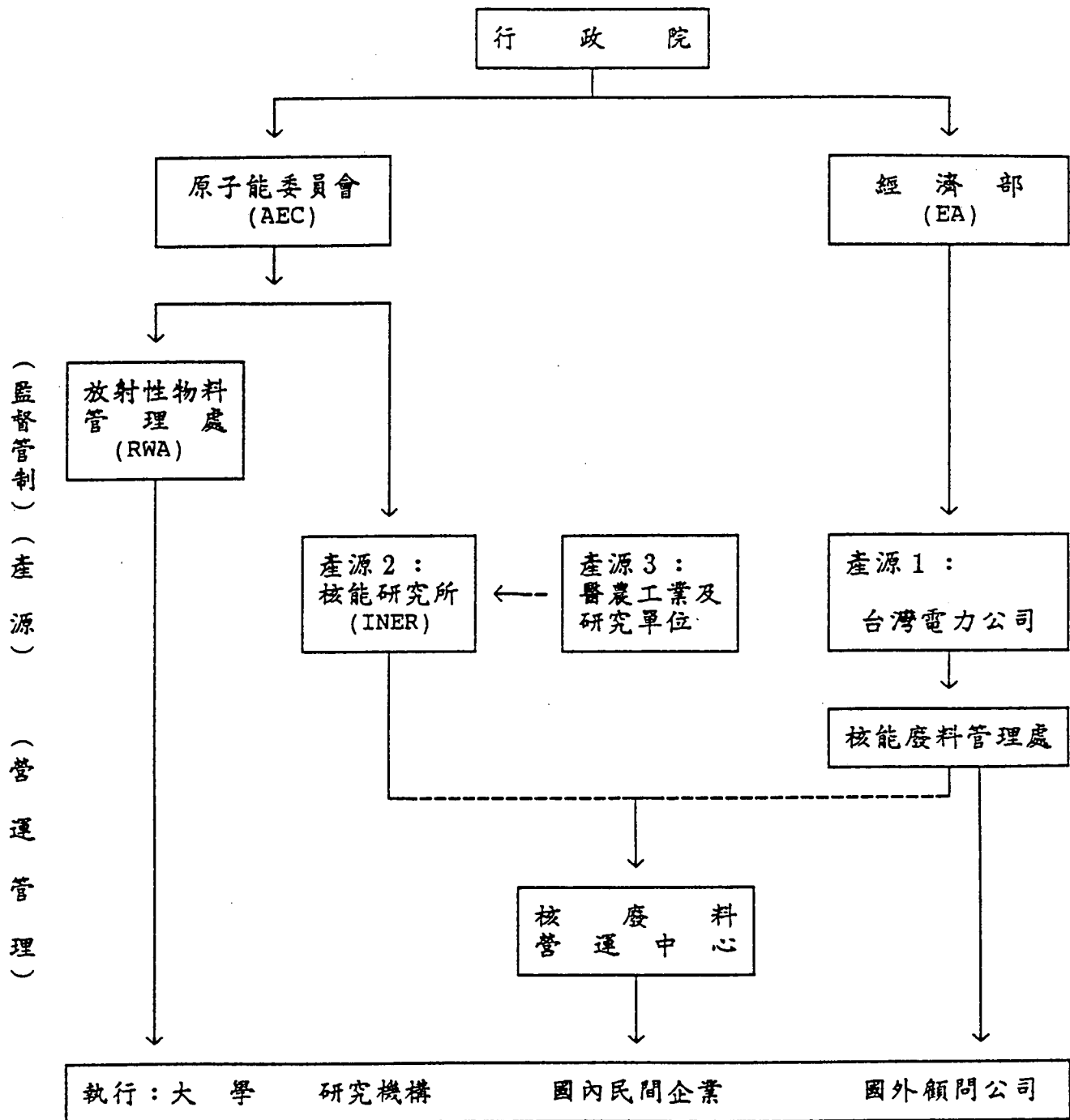
圖三 用過核燃料最終處置整體規劃工作時程表



(9)

表四 瑞典SKB及我國後端營運經費配置比較表

項 目		瑞 典 SKB		我 國	
計 價 標 準		核電廢料:NT\$ 0.08/KWH 非核電廢料:NT\$ 0.004/KWH		NT\$ 0.1664/KWH	
佔核電成本比例		5 %		9.9 %	
發電裝置容量		9,455MWe(12部機組)		5,144MWe(6部機組)	
所需總費用		約NT\$ 2,500億 (1990年1月幣值)		約NT\$ 1,532億 (81年度幣值)	
運 轉 年 限		40年		40年	
年 預 算		約NT\$ 15億		—	
佔總經費比例 (%)	研 發 及 管 理	低 強 度	用 過 燃 料	低 強 度	用 過 燃 料
		12 %		0 %	
	再 處 理	—	0 %	—	0 %
	貯 存	0 %	19 %	10 %	60 %
	運 輸	3 %			
	處 置	3 %	42 %		
	除 役	21 %		30 %	
總 計	100 %		100 %		



附註：——→ 行政體系
 -----→ 委託合作

圖四 核廢料管理及營運體系

173

表五 核廢料管理體系分工與權責

單位 營運管理功能	物管處	台電公司	核研所	營運中心
監督管制	●			
研發		○	●	○
規劃設計		○		●
監造		○		●
處理		○	○	●
減容		○	○	●
貯存		○	○	●
運輸				●
處置				●
除役				●

● 必要之權責

○ 選擇性權責

原則上希望能將核廢料的產生者 (Generator)、營運者 (Operator) 及督導者 (Regulator) 分開，以建立公信力，即：

產生者：台電、核研所、醫農工業及學術研究單位等

營運者：專責之營運中心

督導者：物管處

註：物管處實際仍負有管制上研發及廢料管理各階段之政策規畫事宜。

核廢料營運中心之型態及人力

營運中心可仿效瑞典 SKB或瑞士 NAGRA之組織為一營運基金管理者 (Fund/Project Manager)，以統一其權責，藉著合約約束，將各項工作以專案方式外包給民間，以扶植民間工業，達到本土化之目的，圖四 為擬定之管理營運體系構想。

至於各階段工作可統由 「營運中心」以專案性質統一管理，該中心人力需求可參考瑞典 SKB與瑞士 NAGRA之模式，預估約需 40 人之全職專案技術管理 (Technical Management) 人員及 20 人之行政管理 (Administrative Support) 人員，另約 10 人之兼職人員 (Part-time)；根據專案需求，SKB及NAGRA均有約 10 倍 (即 600 個) 於該編制員額之合約商 (Contractors)，執行實際的工作。

用過核燃料中期貯存

引進國外關鍵技術

所謂關鍵技術包括

1. 分析能力

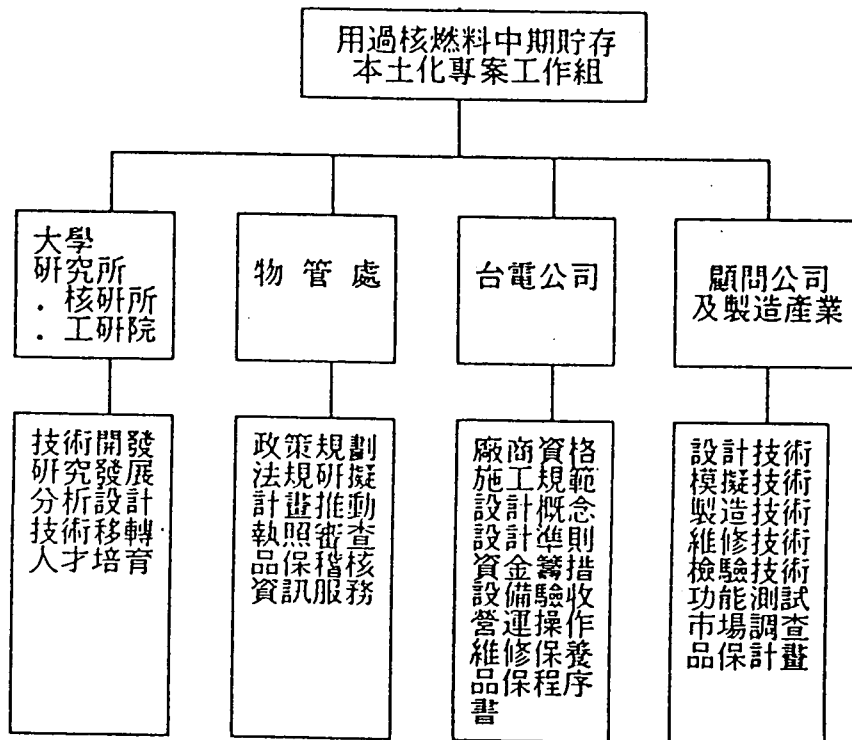
包括臨界、屏蔽、熱傳、結構、輻射安全、混凝土材料應力測試、容器密封性能研究、燃料護套失效檢驗等。

2. 設計能力

包括系統功能與需求規範之制訂、設計準則、容器設計規範、運送系統、密封設備、其他配合設備等等。

3. 原型製造測試

包括原型貯存容器之製造技術、靜態測試、動態測試等以上之關鍵技術，將逐步與國外較具經驗之廠商洽商，以技術轉移至國內有關機構為目標。



圖五 各單位之分工構想

討論題綱五：核燃料設計製造

A、摘要 (Executive Summary)

本題綱旨在討論建立本土化之核燃料製造廠及高品質製造技術，以提升國內核燃料之可靠度及建立自製與設計之能力。從可施行性研究分析與評估開始，規劃建立之時機、相關適當行政措施及技術研發，以幫助核燃料廠茁壯，達成能源及技術之自立自主。製造範圍至少涵蓋從二氧化鈾粉末混合開始至燃料丸之製造、燃料棒、燃料束之組合，包括核燃料與爐心再填換之設計分析。

已規畫先進行一年半之建廠可行性分析評估 (包括建廠效益評估、製造技術評估、可能廠址評估)，若可行，則進行籌組民營之核燃料公司，激勵國內投資意願。

B、內容

(1) 問題背景與問題分析

- 我國自產能源缺乏，易於在能源上受制於人。核燃料需求隨著核電廠之增建將愈為殷切，為能源之自立自主，核燃料製造本土化使其變成「準自產能源」將愈為需要。
- 我國核電廠目前燃料破損率較世界平均值高出許多，其肇因於製造者佔多數，除損失燃料外，易升高廠房背景輻射、增加人員曝露劑量及維修困難，且易致民衆對核能之疑慮。而 10-6 破損率係燃料界預計於公元 2000 年達到之目標。
- 目前我國因核燃料外購，必須有廠內安全存量之規定以維護能源安全，因此必須提早進行饋料採購及燃料製造作業，所擔負之額外燃料間接成本 (利息) 不少，見圖二及表二，亦使最後階段 (燃料放進爐心前) 之爐心燃料再填換設計之彈性不夠，使燃料循環成本之最佳化不易達成。

(2) 解決構想及其評估

擬建立本土化核燃料製造廠及高品質製造技術，見圖一分工架構。對我國之預期效益甚佳，值得推行。

(3) 預期效果

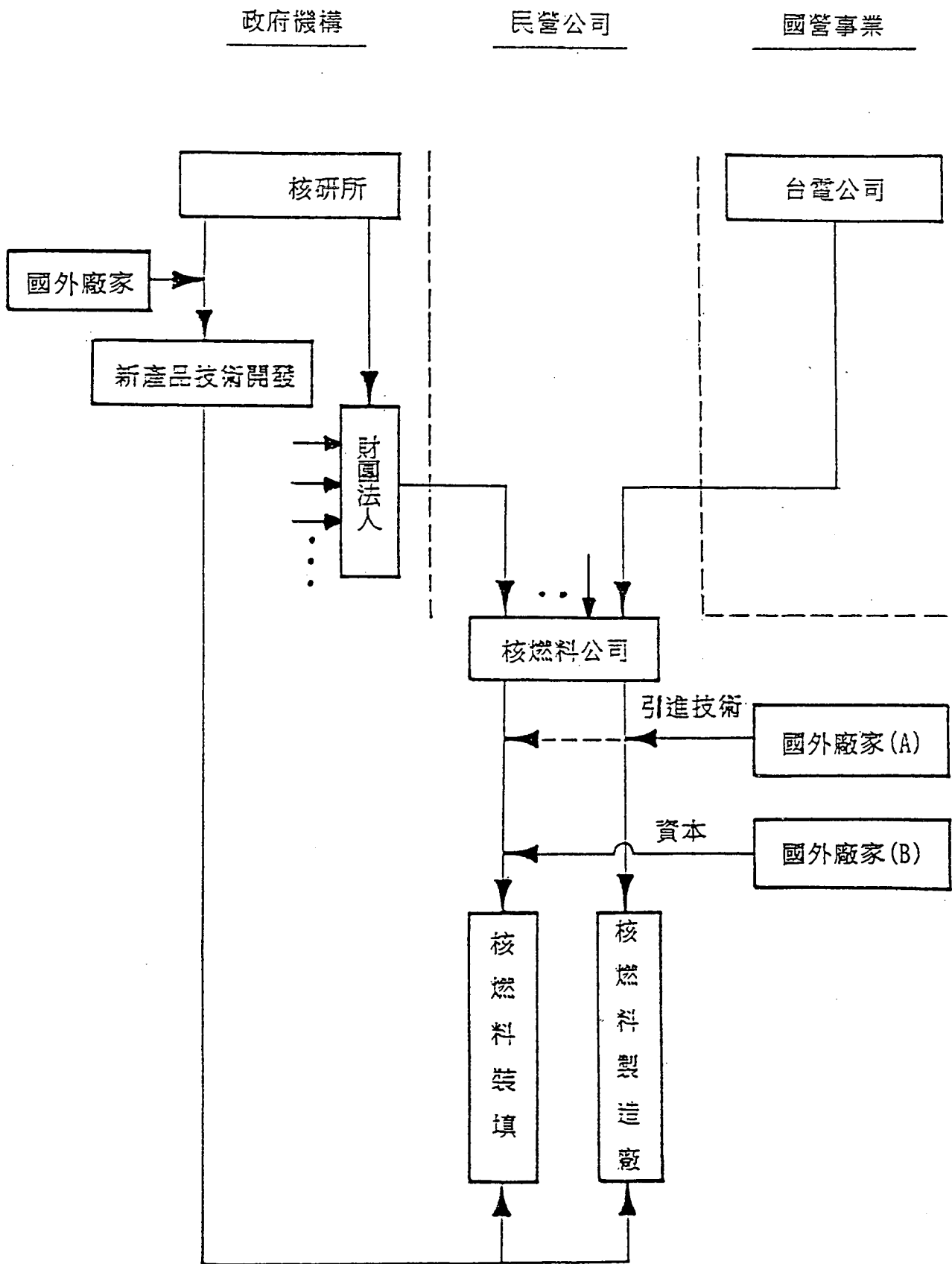
- 提升燃料棒可靠度(降低破損率)。
- 維護能源之自立自主，使核燃料變成「準自產能源」。
- 降低廠房背景輻射，減少人員曝露劑量及維修困難及費用。
- 減少廢料產生量及用過核燃料中期儲存困難。
- 減少饋料及燃料製造之間接成本(利息)。
- 增加燃料再填換之設計彈性，達成燃料循環成本最佳化。
- 增加民衆對核能信心，以利核能電廠興建計畫之順利推行。
- 提升國內製造業高品質之觀念。
- 結合產、官、學、研之力量，將研發成果直接用到工業上。
- 創造就業機會，節省外匯。

(4) 執行規畫

- 可行性研究階段(一年半)：(約2500萬新台幣)見表一
 - ① 建廠效益評估。
 - ② 核燃料製造技術評估。
 - ③ 可能廠址評估。
- 若可行，則進入籌備及建廠階段(六年半)：(約30億新台幣)見表一
 - ① 籌組公司。
 - ② 廠址選擇及環境影響評估(二年)
 - ③ 建廠籌備(一年)。
 - ④ 開標、廠房設計(一年)。
 - ⑤ 建廠(年產200噸鈾，以不含轉化來估價)(二年)。
 - ⑥ 試運轉(半年)。
 - ⑦ 全能量產及測試。
- 策略：
 - ① 評估高可靠度技術與成本之關係。
 - ② 擬訂引進技術成功之措施。
 - ③ 同時引進沸水式及壓水式兩型核燃料設計製造技術。
 - ④ 至少涵蓋從UO₂粉末混合至燃料填換設計及製造組合。
 - ⑤ 訂定措施協助燃料廠茁壯(合理關稅，限用國貨)。
 - ⑥ 與國內研究機構及國外廠家合作加強燃料設計製造技術研發。

表一．重要計畫之時程、人力、經費(新台幣)初估

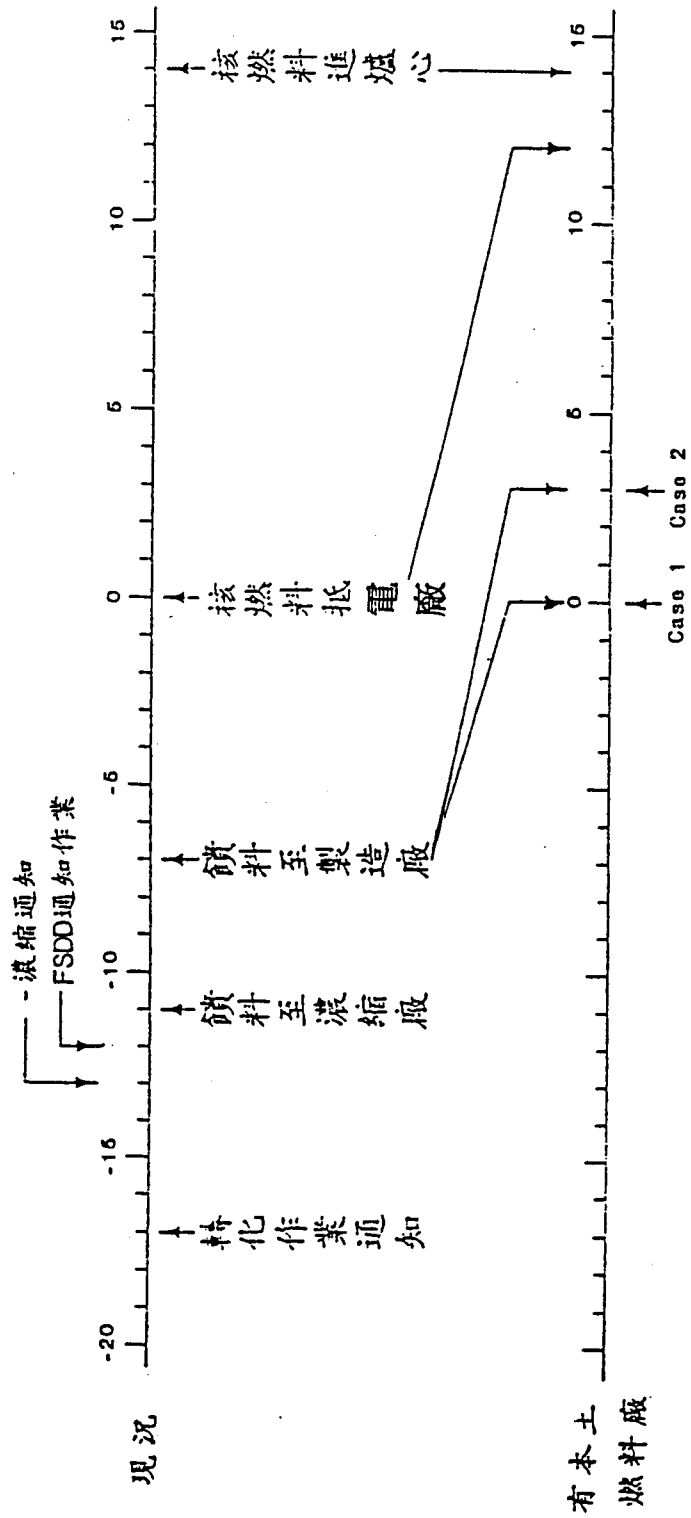
	工作項目	所需時間	人力	經費	執行單位
第一階段	1.建廠效益評估	1.5年	2	500萬	可行性研究小組 (第1, 2, 3項同時進行) 主辦: 台電公司 協辦: 核研所、清華大學、原能會
	2.核燃料製造技術評估	1.5年	6	1000萬	
	3.可能廠址評估	1.5年	2	500萬	
第二階段	4.籌組公司	D	20	1億	核燃料廠籌建小組
	5.廠址選擇與環境影響評估	A=D+2年	6	3000萬	核燃料公司
	6.建廠籌備	B=(A+1年)	50	2億	
	7.開標廠房設計	C=B+1年	80	5億	
	8.建廠	E=C+2年	150~300	15億	
	9.試運轉	F=E+0.5年	300人	7億	
	10.全能產量				



圖一、核燃料技術本土化分工架構示意圖

180

圖二 台電核燃料採購合約時程表



表二 本土燃料廠最多可節省燃料儲存之利息

項目 狀況	安全存量 (月)	節省之轉化濃縮之利息 A	節省燃料製造費用利息 B	節省燃料儲存之利息 A + B
1	14	$45\% \times \frac{7\text{月}}{12\text{月}} \times 6.7\%$ $= 1.52\%$	$15\% \times \frac{16\text{月}}{12\text{月}} \times 6.7\%$ $= 1.34\%$	2.86%
2	11	$45\% \times \frac{10\text{月}}{12\text{月}} \times 6.7\%$ $= 2.51\%$		3.85%
3	5	$45\% \times \frac{16\text{月}}{12\text{月}} \times 6.7\%$ $= 4.02\%$		5.36%

註(1): 100%代表燃料束價格(假設轉化濃縮45%, 燃料製造15%)

(2): 若兩部機僅共用1.5批次安全存量, 則上述節省利息減為原值的四分之三

全世界30個使用核能的國家中，共有17個國家擁有核燃料製造之能力，燃料製造是大部份國家跨入核燃料工業的第一步。核燃料之製造，其成本雖僅佔整個核燃料週期成本的百分之十五至廿五，但它卻是核燃料於爐心運轉實績成敗之關鍵。茲將目前國外核燃料製造背景及國內使用狀況分述如下：

(一) 國際背景

- (1) 1990年至2000年間按照核能發電容量多寡之排名，我國在世界上之排名為第12，與我國核能發電容量相近之國家均已建立其核燃料製造能力。
- (2) 在1989年至2006年間，世界上每年有將近 10000噸核燃料製造產能的容量，實際需求量為6500噸，而主要之核燃料生產國家，均設有進口關稅保護措施，美及歐洲稅率介於成品價格之5.5%至 6.25%間。
- (3) 核燃料製造之容量一向供過於求，但大部份之製造容量所生產之燃料棒受損率接近十萬分之一(10^{-5})，僅有不到2000噸之容量可提供受損率低於百萬分之一(10^{-6})數級之燃料棒。 10^{-6} 受損率係燃料界預計於公元2000年達到之目標。見附錄內圖三。
- (4) 核燃料製造價格，因產能及國情之不同，差異極大，目前範圍如下：

可從 210美元/公斤至 670美元/公斤不等，例如美國1991年之製造價格為 200(PWR)~ 300(BWR)美元/公斤，歐洲1990年為 260美元/公斤，日本1991年為 670美元/公斤，韓國1991年約為 400美元/公斤。

(二) 國內現況

目前國內六部機組每年需求核燃料約為沸水式型(BWR) 90噸及壓水式型(PWR) 40噸金屬鈾，過去台電公司均向美國廠家購買，1991年所採購燃料之製造價格PWR 及BWR 平均約為每公斤金屬鈾 250美元(直接成本)。國內目前進口核燃料無關稅負擔。表三顯示本土設廠之可能成本。

表三 各廠商分析結果綜合比較

1992. 5. 14.

內容	廠商	GE/M	NFI	ABB	SNP
產能(MTU/Yr)		200→350 (但再轉化為350)	200→400	200	250→400
產品(BWR/PWR)(MTU/Yr)		year 1 55(40/15) year 2 115(80/35) year 3 150(100/50)	150(100/50)	150(100/50)	year 1 110(70/40) year 2 130(70/60) year 3 150(70/80)
廠區用地(平方米)		40,000~80,000	31,200	75,000	60,000→100,000
廠房面積(平方米)	含再轉化	10,800	19,235	13,200	16,000
	不含再轉化	8,800	12,660	9,900	15,400
建廠時程(年)		4	4	3	4 1/3
建廠投資 US\$K	含再轉化	119,476	154,066	103,500	100,643
	不含再轉化	78,304	80,742	75,800	81,643
人力需求	含再轉化	290	240	208	214
	不含再轉化	253	200	166	189
生產成本 US\$/kgU	含再轉化	370	493	329	321
	不含再轉化	364	459	313	294