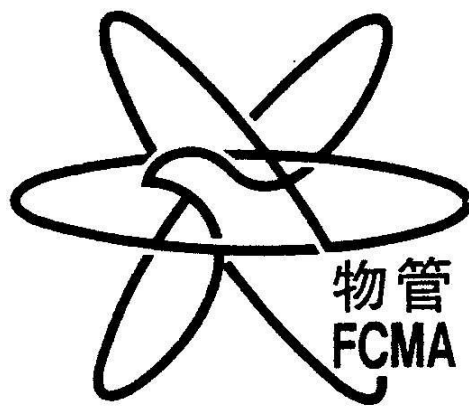

100年台電公司核能二廠 放射性廢棄物營運管制報告



行政院原子能委員會 放射性物料管理局

日期：101 年 4 月

目 錄

壹、前言	2
貳、管制作業	2
參、管制績效	3
肆、未來管制重點	10
伍、結論	11

壹、前言

行政院原子能委員會放射性物料管理局（以下簡稱本局）為管制核二廠（以下簡稱該廠）放射性廢棄物之處理及貯存設施營運安全，除平時派員至該廠進行例行檢查外，每年亦針對其廢棄物整體營運與管理，執行定期檢查。希望藉由例行檢查早期發現作業之缺失，要求改善；另在定期檢查期間，藉由各項運轉、品質及維修記錄文件，瞭解各處理系統長期連續運轉之狀況、維護與保養情形、減廢執行成效、倉貯及品保紀錄等，以確認該廠之廢棄物營運安全，並防範可能發生之意外事件。

貳、管制作業

該廠為處理、貯存其所產生之低放射性廢棄物，設有放射性廢液處理系統、固化處理系統及廢棄物貯存庫。為確保上述系統及貯存倉庫運轉安全，防範意外事件之發生，本局管制方式除依放射性物料管理法第二十條之規定，要求該廠每月提報營運月報表予以審查外，並依規劃執行廢棄物營運之例行檢查與定期檢查，另視需要執行專案檢查及各類申請案審查工作。100年度本局執行核二廠營運管制作業之重點如下：

- 1.巡視廢棄物相關處理系統、廠房、貯存庫等，瞭解與掌握各設施內廢棄物之營運現況。
- 2.檢查廢液相關處理系統之操作情形、廢液飼入量、水質分析及洩水管制等，掌握其相關設備之營運動態。
- 3.檢查各設施內重要廢棄物處理系統之組件設備與管、閥等維護作業，是否依程序書進行作業。
- 4.檢查廠內各廠房設施廢棄物運送及貯存吊運作業。
- 5.查證廢棄物處理主要設備運轉作業，是否符合運轉程序書要求。

- 6.督導廢棄物營運設施之異常事件回報、調查、處理與追蹤後續辦理情形。
- 7.審查該廠放射性廢棄物營運各項申請案。
- 8.其他有關放射性廢棄物營運安全之管制及審視工業安全管理（工安、消防、保安及人員訓練）。

參、管制績效

一、放射性廢棄物產量

核二廠100年放射性廢液全年日平均飼入量為42,186加侖/日(GPD)，遠低於安全分析報告之設計值76,520 GPD，為該值之55.13%；其中低導電率廢液為33,032 GPD(占78.30%)，高導電率廢液為9,154 GPD(占21.70%)。放射性廢液年平均回收率為100%，符合最終安全分析報告需達90%以上之規定；廢液每日平均飼入量較去年減少3,292GPD，主要原因為該廠本年度僅一部機組大修，期間各項廢液及系統洩水管制作業得宜，大修洩水管制作業之洩水挪移也都事先規劃得當，檢修作業順利，無重覆掛卡洩水情形，且其他各系統都穩定運轉，有效減少大修期間之洩水量，使廢液飼入量有效控制於42,186 GPD，抑低至最終安全分析報告設計量1/2水準。

放射性廢棄物產量方面，100年度共產生固化桶57桶、脫水樹脂414桶、可燃廢棄物444桶、可壓廢棄物179桶、其他廢棄物 285桶（廢油60桶、保溫材224桶、爐心偵測元件1桶），共計1,379桶，比99年產量1,755桶減少21.42%，該廠積極努力減廢的成效下，使放射性廢棄物產量持續抑低。

二、廢棄物營運檢查

100年度本局就該廠廢棄物營運相關業務共執行9次例行檢查、1次年度定期檢查、2次廢液控制室夜間不預警檢查、1次機組大修專案檢查及1次廢料處理系統大修專案檢查，檢查發現摘要說明如下：

(一) 廢液處理系統：

1. 本局依管制作業會定期及不定期檢查廢液處理系統運轉人員值勤狀況，在七月及十月中旬的夜間不預警檢查時，運轉人員值班時之身心及精神狀態皆良好，經口頭詢問相關運轉資訊，亦能從容回答，可見運轉人員對廢棄物處理系統有充分之瞭解，運轉操作均熟悉。
2. 電場例行之抄表作業除記錄監測系統之數據外，亦肩負有運轉設備現場之巡檢任務，任何異常狀況時能即時發現處理。例行檢查期間，實際與抄表員執行抄表作業，確認抄表員對各讀表之位置相當熟悉，抽查各管制門之鑰匙，抄表員均能立即找到並開啟，對各讀表之數據確實登錄，另抄表員亦同時巡檢經過之設備運轉狀況，抄表作業確實執行。
3. 為確認各儀表顯示資料之正確性，查核包括廢液控制室之廢液收集槽液位指示表、排放閥室排放流量閥等儀表之校正日期，結果皆依規定定期校正，且在有效期限內。
4. 查核化學廢液濃縮作業前之廢液取樣、蒸發器之循環泵絕緣量測等濃縮運轉前之系統狀況，確認相關檢測作業符合程序書要求後，才開始運轉；低導電率廢液處理後回收前及雜項廢液處理後排放海水渠道前，皆依規定進行處理及取樣分析，符合相關規定後，才開始執行回收或排放。
5. 為監督廢液處理系統之廢液處理效率，查閱過濾式除礦器之吊修及效率試驗紀錄，電廠人員除不定期進行過濾式除礦器之吊修檢查外，另依程序書規定定期進行效率測試，其中效率測試結果若有未達標準時，均經重新調整後再進行測試，達到程序書規定之標準後，才進行廢液處理，以增進廢液處理效率及減少廢樹脂之產生。

6. 查閱廢液處理系統桶槽清槽與集水池除污作業相關紀錄，清槽作業之維護查證表皆確實填寫，惟電腦系統之檢修工作連絡書所登錄”隔離完成時間”與”撤除正卡時間”相同，及檢修工作之開始與結束時間相同，無法確實判斷工作時間，已要求電廠進行改善。電廠承諾將確實宣導依照完成時間填寫。
7. 為改善雜項廢液處理系統中，廢液流經活性碳床後會將少部分活性碳帶出而污染後續樹脂床之情形，核二廠提出設計變更改善案，將於雜項廢液系統之廢液處理活性碳床後加裝過濾器，以避免活性碳污染後續樹脂床。

本局巡視本改善案之工程現場時，確認工安工作執行良好，工作期間皆有工安員現場查看，氣體鋼瓶固定良好，工作平台及安全網架設完整，管件切割後以布料封口避免異物入侵。
8. 審閱廢液控制室之值班日誌，發現取樣槽之待回收水回收至冷凝水槽之回收紀錄，會因交接班而未填寫回收後之時間及取樣槽液位，及值班日誌上有刪除修改紀錄而未蓋章負責之情形。經要求電廠改善後，複查均已改善，有修改部分皆有蓋章，亦確實記錄水回收結束時間及液位。
9. 檢查廢液控制室控制盤面，發現盤面之 1 號機液壓池淨化回水閥代表運轉與待機之兩燈號皆亮，與運轉人員討論後發現此閥並不會有部分開啟之情形，不應兩燈全亮；而此閥之控制盤面位於主控室，與主控室運轉人員連絡後發現主控室之燈號顯示為正常（為待機狀態），廢控室人員立即開立請修單請修，並應允將加強盤面之巡視。經複檢後，此燈號顯示已為正常。
10. 查閱大修作業時之洩水、洩油管制作業，均有依該廠程序書規定執行洩水、洩油管制工作，且洩水完成後，經洩水小組與值班主任確認始消卡，工作聯絡書等成套文件均經由檢控組負責管制，並將大修洩水管理作業計畫與預定執行時間及預估水量公告

於該廠內部網頁，顯示該廠對於洩水管制工作重視且確實執行。

(二) 固化處理系統：

1. 廢棄物出桶區之固定式吊車於核二廠開始運轉至今已使用三十年，因故障發生之頻次有增高趨勢，該廠已於 100 年 12 月更換完成，新吊車之額定荷重為 2.8 噸，將可避免出桶時之吊車故障問題。
2. 為確保固化體品質一致且良好，廢棄物固化作業所使用之各成分配比量極為重要。經抽查固化作業 100006 批之第四批固化(批次編號 100006-4)，該批次固化作業前依規定完成取樣分析，並依據取樣分析結果，判斷需選用之固化劑配比，計算廢渣進料量、需脫水量及應再加入水量，經確認皆與程序書所規定之比例相符。該廠為持續改善固化體品質，近年內微調固化劑之比例，使固化體品質提升，並提送新版固化流程控制計畫書獲本局核備。另外固化程序中亦依程序書之規定，確實填寫各系統運轉前、運轉中及運轉後之檢查表，其中包含冰水機組運轉記錄表、備料記錄表、固化裝桶後品質確認記錄表及電熱鍋爐運轉檢查表。
3. 由於近年固化作業頻次降低，高減容固化系統並未每日運轉，為確保系統穩定，運轉程序書有每日檢查相關液位之規定，經不定期檢查各檢查表單，並現場查證，皆確實執行無誤。
4. 水泥固化系統自 96 年高減容固化系統運轉以來即持續待機暫時停用，該廠為高減容固化系統故障時有備用系統，因而保留水泥固化系統。為確保水泥固化系統之可用性，持續抽查水泥固化系統之定期檢查及各儀表之校正執行情形，皆確實執行且符合規定。
5. 3 月例行檢查時現場查核高效率固化系統冰水機之冷卻水管洩漏掛卡檢修作業，維修人員正執行管路焊接、組裝及灌氮氣測漏試驗，經檢視其高壓表 A、B 之值為 250 磅/平方英吋，依程序書應觀察 24

小時檢視是否有降壓洩漏現象，但隔日上午再赴現場觀察，發現上述二只高壓表值降為 125 磅/平方英吋，現場要求固廢課應再檢查確認符合標準後，方可再執行後續作業。

(三) 乾性廢棄物及倉貯作業管理：

1. 於1號與3號低放射性廢棄物貯存庫檢查時發現部分消防滅火器雖有定期檢查，但把手有鏽蝕之現象。為確認滅火器仍具有功能，本局開立注意改進事項，要求全面清查各貯存庫滅火器之可用性。

改善說明：台電公司於100年9月5日函復已改善完成，本局於100年9月例行檢查時抽查確認已改善完成，並於100年10月18日同意結案申請。

2. 為確保低放射性廢棄物之運送安全，抽查低放射性廢棄物之場外運送及廠內運送作業。查核結果，電廠人員對運送車輛有不定期進行保養紀錄；運送作業人員在運送前皆依規定進行車輛檢查、並對運送司機執行酒精測試、廢棄物包件與運送車輛四周及駕駛座之輻射偵測，運送皆依核准之路線行走，相關紀錄並做成文件留存備查，查核結果符合要求。

3. 為確保低放射性廢棄物之貯存安全，檢查低放射性廢棄物貯存庫四周及屋頂排水情形，巡查結果各排水孔與排水溝皆乾淨無雜物，且外圍邊坡皆植被完整，可確認各貯存庫皆依規定確實定期巡檢，惟於1號低放射性廢棄物貯存庫高效率空氣過濾器室之屋簷水泥剝落造成鋼筋外露，為避免發生水泥塊掉落，已要求電廠改善。

改善說明：於例行檢查時進行複檢，已修補完成。

4. 查核各廢棄物貯存庫之運轉情形，其中1號低放射性廢棄物貯存庫內之可燃廢棄物、可壓廢棄物及保溫棉檢整作業，作業期間作業人員皆確實依規定穿著防護衣、戴防護面罩及防護口罩，並依

程序書之規定執行作業，作業後清理作業現場，避免其他意外事件之衍生；於2號及3號低放射性廢棄物貯存庫抽查廢棄物桶出入庫作業，作業人員皆可精確將廢棄物桶貯放於指定位置，對設備之操作熟稔。

5. 貯存於1號低放射性廢棄物貯存庫之94桶液態廢棄物，安全貯存於有內襯之55加侖廢棄物桶，惟發現其以三層堆置之貯存方式，為避免地震造成此類廢棄物傾倒滲漏，本局開立注意改進事項要求以單層平面方式存放，經複查後電廠已確實改善。
6. 依99年該廠之檢整計畫，現場檢查膨鬆桶檢整作業，目前依計畫持續執行不良膨鬆桶處理裝桶工作。廠方表示待研發之可耐100年結構完整性處置容器完成後，全數重裝至此容器中。此耐100年專用容器之研發工作，目前已進行至容器製造設備之組裝及試運轉，預計於101年7月向本局提出一般容器使用申請。
7. 查核乾性廢棄物之分類、貯存情形，發現於廢料廠房三樓廢棄物暫存區內，少部分之金屬廢棄物及保溫棉有未依規定包裝，及偵檢輻射劑量後才貯存之情形，且廢油貯存桶未確實將桶蓋蓋上，有工安之虞，經要求該廠廢料組進行宣導改善後，後續再檢查時，已有改善。

(四)廠務管理及減廢：

1. 例行檢查及年度定期檢查時發現有兩處牆面漏水與兩項設備有漏潤滑油之情形，對此開立注意改進事項要求廠方查明漏水原因。經查該漏水是由於管路外冷凝水與漏雨水造成，而設備漏油皆由於潤滑油注入過多所造成，不影響廠房或設備運轉安全，亦不致造成輻射外洩污染，經要求電廠進行改善與加強巡檢後，複檢發現滲漏之情形已改善。
2. 100年度大修時廢料組提供「清潔物件再利用盛裝袋」，予各維護組盛裝未受污染之拆卸保溫棉，盛裝袋上並有編號管制。當施工

完畢後可將保溫棉重複使用，可避免保溫棉遭污染或粉塵污染工區，經各承包商使用後反應效果良好；另亦於大修時採用「污染區模組隔離牆」，除保持作業現場之整潔外，亦因其為可拆卸重組使用，可大幅降低乾性廢棄物之產量，在減量作為方面，本局予以正面肯定。

(五)申請案件審查：

該廠於100年6月17日提出「核二廠一、二號機第三次十年整體安全評估報告」予原能會審核，本局負責第三章「放射性廢棄物營運之回顧與評估」之審查，第一次審查共提出11件審查意見，包含雜項廢液排放量、管路薄化檢測、水泥固化系統測試及貯存庫吊車檢查等等議題，經台電公司兩次答覆後已同意備查，並完成審查報告。

三、核二廠廢棄物營運管理措施及績效

綜合上述管制結果，可知該廠營運管理措施及自主管理績效如下：

- (一)實施洩水/油、化學品管制，有效抑減廢液飼入量，致近五年廢液平均飼入量抑低至 41,770GPD，持續抑低至約最終安全分析報告設計值(76,520GPD)之一半；而固體廢棄物產量亦抑減至歷年來之最佳成績。
- (二)該廠定期召開減廢系統討論會議，檢討追蹤減廢趨勢及成效，研擬有效的減廢措施及方案，廢液飼入量連續三年皆抑低至約最終安全分析報告設計值之一半，加上高減容固化系統一如預期發揮減容效果，使得固化廢棄物產量抑低至 57 桶，創歷年來最佳績效。
- (三)100 年度執行 2 號機第 21 次機組大修，大修期間確實執行乾性廢棄物減量計畫，在該廠各部門全力配合、廢料處理組不定期組隊現場巡查及輔導包商落實減廢工作下，大修乾性廢棄物產量抑低至 32,052 公斤，持續維持於低產量之水準。

- (四)在執行化學品進廠管制、採行粒狀廢樹脂不再生及增設紫外線處理器抑減總有機碳等策略後，有效改善廢液回收水質，使得全年平均廢液回收水之總有機碳含量下降至 107ppb。
- (五)廠方規劃廢液儲存槽清槽作業，並完成廢料處理系統計畫性檢修作業，改善水質並提高系統設備可用率，以維持系統正常及安全地運轉。
- (六)加強分類篩選適合除污之廢金屬並提升除污效率，使全年除污合格的廢金屬共計 59,866 公斤(換算約 299 桶可壓廢棄物)，大幅減少放射性可壓廢棄物產量。

肆、未來管制重點

- 一、 為確認放射性廢液處理系統營運安全，將加強該廠設備維護作業之管制，並對該類系統之機械設備及儀器控制之定期維護、校驗及品管等作業加強檢查。
- 二、 在乾性廢棄物管制方面，除肯定廠方積極執行減廢相關措施之成效外，並將加強檢查廢棄物之分類及相關管理作業。
- 三、 在倉貯檢查方面，本局將持續查核廠方放射性廢棄物之倉貯管理，並要求該廠對貯存庫內之各項設備加強維護保養。
- 四、 配合原能會執行機組大修之廢棄物營運作業檢查，重點包括乾性廢棄物分類抑減管控、系統洩水/洩油及化學物品管制，以及廢棄物營運之核安品保作業等。
- 五、 減容中心於101年度併入核二廠，將加強管制整併過程中運轉及維護紀錄之保存，並對機械設備及儀器控制系統之定期維護、校驗及品管等作業加強檢查。

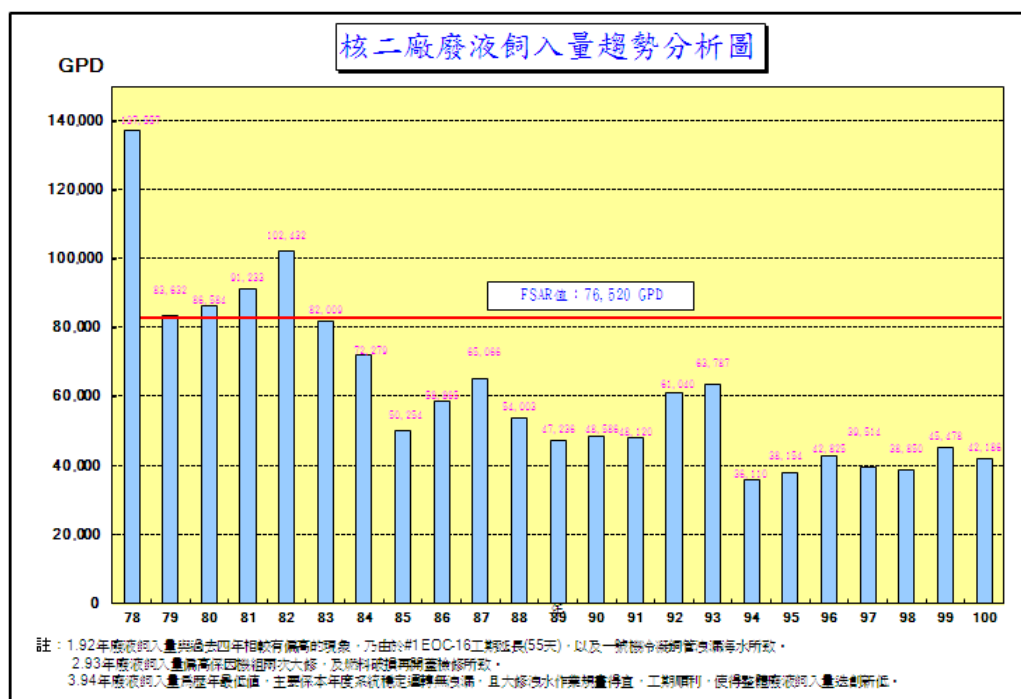
伍、結論

100年度核二廠之放射性廢棄物營運，在廠方積極努力及本局之檢查管制要求下，放射性廢液每日平均飼入量，遠低於安全分析報告之設計值，除洗衣廢水及雜項廢液符合排放法規標準後排放外，放射性廢液經處理後之回收率高達 100 %；固化廢棄物之年產量57桶，較往年為低，其主因為溼性高減容固化處理系統順利運轉及廠方人員努力用心的運轉成果；而粒狀廢樹脂及乾性廢棄物年產量，因100年度機組進行一次大修，其產量仍維持於低產量之水準，顯現廠方減量管控績效良好；100年固體廢棄物桶總產量(1,379桶)較99年(1,755桶)抑減21.42%，整體減廢效果亦有優秀表現，達到永續經營目標。相關營運趨勢圖如附圖一、二、三、四。

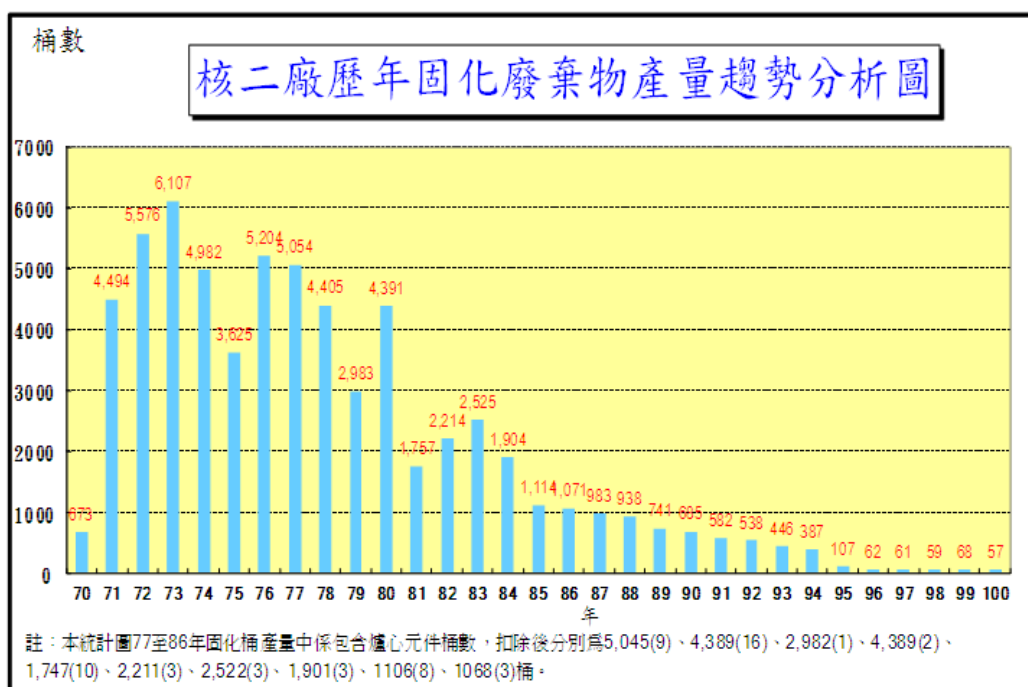
本年度本局對該廠計開立1項注意改進事項，主要針對消防滅火設備檢查、廠房牆面滲水及廢棄物桶之貯存方式要求該廠改進，經該廠查明發生原因後，皆確認為與運轉安全無直接關係，於該廠改善完成後，經本局複查確認後才予以結案。

由核二廠放射性廢棄物在100年度的營運實績可看出，一座核能電廠的放射性廢棄物在經營者用心的自主管理，以及管制機關的合理要求，將共同創造永續發展的成果。期許放射性廢棄物的從事人員更加努力，才能將共同戮力所維護的環境完整地交給後代子孫。

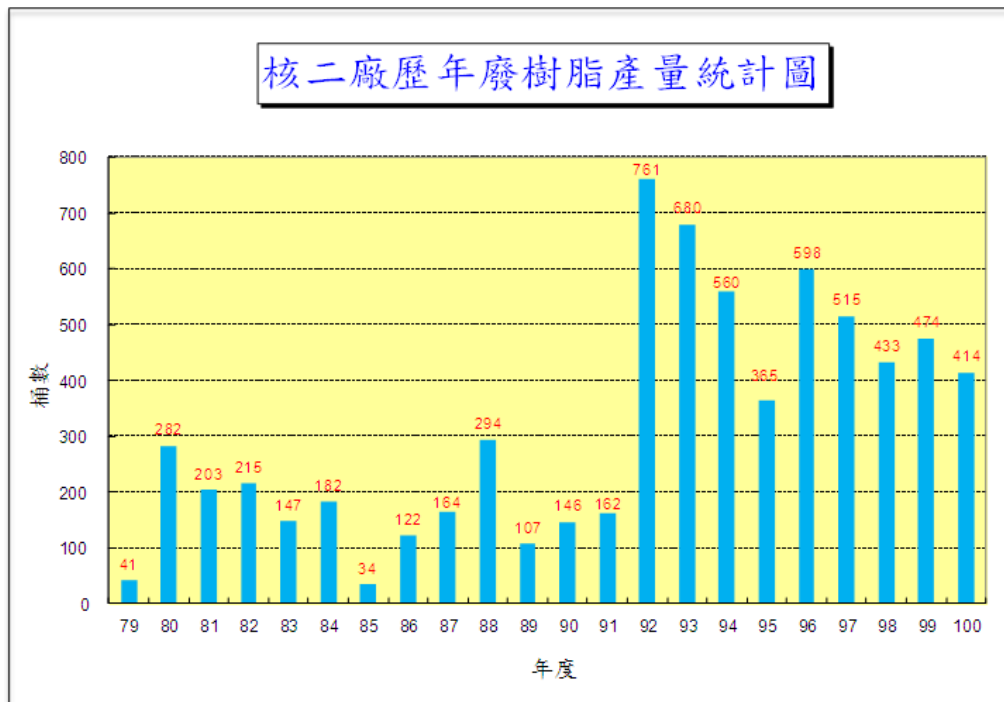
附圖一



附圖二



附圖三



附圖四

